



ประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 12

12-13 กรกฎาคม 2561

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

สาสน์จากรองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและพันธกิจสังคม

งานประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย เป็นงานประชุมวิชาการประจำปีที่มีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จัดมาอย่างต่อเนื่องทุกปี มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เป็นเวทีในการนำเสนอผลงานทางวิชาการระดับประเทศ สำหรับให้นักวิชาการหลากหลายสาขา และหลากหลายสถาบันมาร่วมกันนำเสนอผลงานวิชาการ ร่วมแลกเปลี่ยนแนวคิดทางวิชาการ และถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ผู้ใช้โดยตรง รวมถึงการต่อยอดผลงาน ทั้งในระดับวิชาการและการใช้ประโยชน์

การจัดงานประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย ในปีนี้จัดขึ้นเป็นปีที่ 12 ในระหว่างวันที่ 12-13 กรกฎาคม 2561 ณ อาคารเทรัตนสิริปภา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และจัดภายใต้ชื่อแนวคิด “วิจัยและนวัตกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิต” ซึ่งเน้นนำเสนอผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการยกระดับคุณภาพชีวิตโดยตรง กิจกรรมในงานประกอบด้วย การประชุมเพื่อนำเสนอผลงานวิจัยในสาขาต่างๆ ทั้งภาคโปสเตอร์ และการนำเสนอด้วยวาจา การประกวดผลงานวิจัยและนวัตกรรม การเสวนาทางวิชาการด้านการพัฒนาคุณภาพชีวิต การมอบรางวัลนักวิจัยดีเด่น และการบรรยายพิเศษ ซึ่งได้รับเกียรติจากผู้ทรงคุณวุฒิเป็นวิทยากรพิเศษ คือคุณกรณ์ จาติกวณิช อดีตรัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลัง และ ดร.ณรงค์ ศิริเลิศวรกุล ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ในนามผู้จัดการประชุม ขอขอบพระคุณคณะวิทยากรทุกท่าน ผู้นำเสนอผลงาน ผู้เข้าร่วมประชุม ตลอดจนคณะทำงานทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือ และสนับสนุนให้การจัดการประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 12 นี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อย่างไรก็ตาม หากมีข้อผิดพลาด หรือบกพร่องประการใด คณะผู้จัดงานขอน้อมรับ และจะนำมาปรับปรุงพัฒนาการทำงานในปีต่อ ๆ ไป และหวังว่าจะได้รับเกียรติจากท่านเข้าร่วมงานในปีต่อ ๆ ไป

รองศาสตราจารย์ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและพันธกิจสังคม

กำหนดการประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 12
วิจัยและนวัตกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิต
(Research and Innovation for Quality of Life Improvement)
วันที่ 12-13 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ อาคารเทพรัตนสิริปภา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

วันพฤหัสบดีที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2561

08.30 - 09.00 น. ลงทะเบียน

09.00 - 09.30 น. พิธีเปิด

กล่าวรายงาน โดย รองศาสตราจารย์ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์

รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและพันธกิจสังคม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เปิดงาน โดย รองศาสตราจารย์นงนิตย์ อีระวัฒนสุข อธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พิธีมอบรางวัลผลงานวิจัยดีเด่น

09.30 - 10.30 น. บรรยายเรื่อง “มุมมองการประยุกต์เทคโนโลยีและงานสร้างสรรค์กับการพัฒนาเศรษฐกิจ
พื้นที่” โดย คุณกรณ์ จาติกวณิช อธิบดีรัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลัง

10.30 - 10.45 น. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม

10.45 - 12.00 น. นำเสนอผลงานภาคบรรยาย

- สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ณ ห้อง Ballroom AB
- การวิจัยเชิงพื้นที่ ณ ห้อง U2
- สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ณ ห้อง U3
- สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ณ ห้อง U8

12.00 - 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00 - 16.30 น. นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย

- สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ณ ห้อง Ballroom AB
- การวิจัยเชิงพื้นที่ ณ ห้อง U2
- สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ณ ห้อง U3
- สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ณ ห้อง U8

นำเสนอผลงานวิจัยเชิงพื้นที่ภาคโปสเตอร์ และเสวนาการวิจัยเชิงพื้นที่ ณ ลานกิจกรรม ชั้น 1
นำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ และประเมินการนำเสนอผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์
ประกวดนวัตกรรม ณ ลานกิจกรรม ชั้น 2

วันศุกร์ที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2561

08.30 - 09.00 น. ลงทะเบียน

09.00 - 09.30 น. พิธีมอบรางวัล การนำเสนอผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์ดีเด่น และรางวัลนวัตกรรม

09.30 - 10.30 น. บรรยายเรื่อง “ทิศทางการวิจัยภายใต้นโยบาย Thailand 4.0”

โดย ดร. ณรงค์ ศิริเลิศวรกุล ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

10.30 - 10.45 น. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม

10.45 - 12.00 น. นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| • สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ | ณ ห้อง Ballroom AB |
| • สาขาวิศวกรรมศาสตร์ | ณ ห้อง U2 |
| • สาขาเกษตรศาสตร์ | ณ ห้อง U3 |
| • สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ | ณ ห้อง U8 |

12.00 - 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00 - 16.30 น. นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| • สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ | ณ ห้อง Ballroom AB |
| • สาขาวิศวกรรมศาสตร์ | ณ ห้อง U2 |
| • สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | ณ ห้อง U3 |
| • สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ | ณ ห้อง U8 |

นำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ ณ ลานกิจกรรม

16.30 น. ปิดการประชุม

หมายเหตุ กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

มอบรางวัลการนำเสนอผลงานวิจัยแบบบรรยายระดับดีและเกียรติบัตรนำเสนอ ณ ห้องที่นำเสนอ

ช่วงบ่ายบริการอาหารว่างและเครื่องดื่มในห้องประชุม

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย “สาขาวิศวกรรมศาสตร์”

วันพฤหัสบดีที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ ห้อง Ballroom AB

เวลา 10.45- 12.00 น.

ประธาน : ผศ.ดร.นลิน เพียรทอง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. การจัดการระบบไฟฟ้าภายในบ้านแบบอัจฉริยะ

ผศ.ดร.ประสิทธิ์ นครราช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

2. การตรวจสอบมะขามหวานขึ้นราในฝักด้วยแสงที่กระเจิง

รศ.ดร.สุชิน ไตรรงค์จิตเหมาะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

3. การตัดสินใจเพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการขึ้นรูปด้วยการพิมพ์แบบ 3 มิติด้วยเครื่อง FDM โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบล้อมกรอบข้อมูล

นายกิตติ วิเศษลา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เวลา 13.00- 14.30 น.

ประธาน : ผศ.ดร.นลิน เพียรทอง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

4. การปรับปรุงความแม่นยำของการระบุตำแหน่งภายในอาคารด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมและตัวกรองคาลมาน

นายต้องยศ แซ่ม้อย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

5. การวิเคราะห์และควบคุมวงจรปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังแบบแรงดันสามระดับ

ดร.ประชา คำภักดี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

6. การทดลองหาค่าความเร่งของหมวกนิรภัยรถจักรยานยนต์ที่ใช้ฟองน้ำยางพาราเพื่อเป็นวัสดุเสริมเพื่อรับแรงกระแทก

นายคุณานนต์ ศักดิ์กำปัง

คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

7. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อโครงสร้างและสมบัติทางกลของอลูมิเนียมผสมที่ผ่านการกระตุ้นด้วยการหลอมละลายและความเครียด

นางสาวจรรยาพร แสนทวีสุข

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

8. การประยุกต์ใช้ตัวกรองคาลมานกับเทคนิคลายนิ้วมือเพื่อการนำทางภายในอาคาร

นายปิยะเลิศ โนนแก้ว

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย “การวิจัยเชิงพื้นที่”

วันพฤหัสบดีที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ ห้อง U2

เวลา 10.45 - 12.00 น. ประธาน : ผศ.(พิเศษ) กาญจนา ทองทั่ว มุลินธิประชาสังคมอุบลราชธานี

1. การสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการขับเคลื่อนให้คนพิการได้เข้าถึงสิทธิประโยชน์บริการพื้นฐานของรัฐตามกฎหมาย
นางสาวภิรมย์พร ไชยยนต์ คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
2. การสร้างเครือข่ายการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างมีส่วนร่วมในเส้นทางท่องเที่ยวตามริมน้ำโขงของจังหวัดอุบลราชธานี
ผศ.ดร.ปวีร์วรรต สมณี คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
3. รูปแบบการจัดการธุรกิจออนไลน์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตลาดนัดสีเขียวกินสบายใจ จังหวัดอุบลราชธานี
รศ.ดร. รุ่งรัศมี บุญดาว คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
4. รูปแบบการตลาดชาวอินทรีย์กลุ่มเครือข่ายตลาดนัดสีเขียวกินสบายใจ จังหวัดอุบลราชธานี
ดร. สายเพชร อักโข คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เวลา 13.00 - 16.30 น. ประธาน : ดร.จันทรา ธนะวัฒน์วงศ์ คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

5. ปัญหาจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานด้านยางพารา จังหวัดอุบลราชธานี
นางสาวรจนา คำดีเกิด คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
6. การศึกษาความเป็นไปได้การตั้งโรงงานน้ำยางข้นเพื่อเพิ่มมูลค่ายางพาราของกลุ่มจังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ ยโสธร และอำนาจเจริญ
นายดุสิต จักรศิลป์ คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
7. การประเมินผลกระทบทางสุขภาพจากการได้รับสัมผัสกลิ่นของชุมชนที่อาศัยอยู่รอบโรงงานผลิตยางแท่งในจังหวัดอุบลราชธานี
นางนิตยา ชาคำรุณ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
8. แนวทางการพัฒนาคุณภาพชีวิตด้านความปลอดภัยและสุขภาพ สำหรับพนักงานผู้สัมผัสยาง ในพื้นที่สหกรณ์ภูจองนางะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี
นางสาวจิราพร ทิพย์พิลา วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
9. นโยบายสวัสดิการสังคมที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ กรณีศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี
นายอนุวัฒน์ วัฒนพิชญากุล คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
10. การพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้ในโรงเรียนผู้สูงอายุขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเขตจังหวัดอุบลราชธานี
นายสุรสม กฤษณะจุฑะ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เวทีเสวนาการวิจัยเชิงพื้นที่

วันพฤหัสบดีที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ ลานกิจกรรม ชั้น 1

- 10.30 – 11.30 น. **เสวนาในมุมมองผู้บริหารมหาวิทยาลัย**
โดย รศ.ดร.ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและพันธกิจสังคม
ผู้ดำเนินรายการ นายนพภา พันธุ์เพ็ง
- 11.30 – 12.00 น. **เยี่ยมชมผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่น (LIVE โดย ทีวีชุมชนอุบลราชธานี)**
- 12.00 - 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน
- 13.00 – 13.30 น. **เสวนากลุ่มวิจัยเกี่ยวกับ “ข้าว”**
โดย ดร.อุทัย อันพิมพ์ และ ดร.นรา หัตถสิน
คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ดำเนินรายการ นายนพภา พันธุ์เพ็ง
- 13.30 – 14.00 น. **เยี่ยมชมผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่น (LIVE โดย ทีวีชุมชนอุบลราชธานี)**
- 14.00 – 14.30 น. **เสวนากลุ่มวิจัยเกี่ยวกับ “ยางพารา”**
โดย ผศ.ดร.กิตติยา วงษ์ขັນ ผศ.ชัยวุฒิ วัตจัง ดร.คันศนีย์ ศรีจันทร์
และ ดร.ศิริวัฒน์ ระดาบุตร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ดำเนินรายการ นายนพภา พันธุ์เพ็ง
- 14.30 – 15.00 น. พักรับประทานอาหารว่าง
และ**เยี่ยมชมผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่น (LIVE โดย ทีวีชุมชนอุบลราชธานี)**
- 15.00 – 15.30 น. **เสวนากลุ่มวิจัยเกี่ยวกับ “ผู้สูงอายุ”**
โดย ผศ.ดร.รัตนา เล็กสมบูรณ์ และนางสาวจิราภรณ์ หลาบคำ
วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ดำเนินรายการ นายนพภา พันธุ์เพ็ง

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย “สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี”

วันพฤหัสบดีที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ ห้อง U3

เวลา 10.45- 12.00 น.

ประธาน : ผศ.ดร.ปรีดา ปราการภามานนท์

วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. ระบบแนะนำข้อสอบเพื่อเพิ่มศักยภาพของผู้เรียนในรายบุคคล
ผศ.ชยาพร แก่นสาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
2. การพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาสำหรับโรคซึมเศร้าในเด็ก
ดร.สุภาวดี หิรัญพงศ์สิน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
3. แอปพลิเคชันนิทานพื้นบ้านเสียงสองภาษา สำหรับนักเรียนพิการทางสายตา : กรณีศึกษาจังหวัดเพชรบูรณ์
นางสาวจิรพรรณ พรหมประเสริฐ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย “สาขาวิศวกรรมศาสตร์”

วันพฤหัสบดีที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ ห้อง U3

เวลา 13.00- 14.30 น.

ประธาน : รศ.ดร.ระพีพันธ์ ปิตาคะโส

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. ความเป็นไปได้ในการนำเศษวัสดุที่เหลือทิ้งจากการก่อสร้างมาผลิตคอนกรีต
ดร.ณัฐวุฒิ อินทบุตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
2. ผลของขนาดเม็ดตะกอนประปาแห้งต่อค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้
ผศ.ดร.ทวีศักดิ์ วั่งไพศาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
3. เครื่องล้างทำความสะอาดสาหร่าย (Algae Cleaning Machine)
ดร.สิทธิบูรณ์ ศิริพรอัครชัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
4. พฤติกรรมของคานแบบ Castellated Beams ภายใต้แรงกระทำแบบจุด
รศ.ดร.กิตติศักดิ์ ชันติยวิชัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
5. ผลของโลหะหนักที่มีต่อการย่อยสลายไดโคพอลด้วยแลคเคส
นางสาวอภิญญา อ่อนสาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย “สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์”

วันพฤหัสบดีที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ ห้อง U8

เวลา 10.30 - 12.00 น. ประธาน : ผศ.ดร.อุดม ทิพรราช คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. การศึกษาทักษะพื้นฐานทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานฐานวิจัย
นายธัญกร อรัญโสติ โรงเรียนกุ่งจานวิทยาคม
2. การสร้างชุดการเรียนรู้สำหรับหลักสูตรท้องถิ่นเรื่องปลาดุกโดยการทำโครงงานฐานวิจัย
นางจิตติมา วัชรราช โรงเรียนโคกสว่างคุ้มวิทยานุสรณ์
3. ผลของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมครูของโรงเรียนต้นแบบภายใต้โครงการเพาะพันธุ์ปัญญา
โรงเรียนสมเด็จพระญาณสังวรในพระสังฆราชูปถัมภ์ ปีการศึกษา 2560
นายเดชมณี เนาวโรจน์ โรงเรียนสมเด็จพระญาณสังวรในพระสังฆราชูปถัมภ์
4. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสเสริมด้วยชุดกิจกรรมฟลิคส์ ต่อมโนมติกการเคลื่อนที่
และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
นายสันติ อินแสงแวง โรงเรียนนครพนมวิทยาคม
5. การศึกษาเชิงสำรวจรูปแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ปลาดุกป๊อปและน้ำพริกปลาดุกที่ส่งผล
ต่อความต้องการซื้อ
นายศุภชัย จันทร์งาม โรงเรียนโคกสว่างคุ้มวิทยานุสรณ์

เวลา 13.00 - 14.30 น. ประธาน : รศ.ดร.กนกวรรณ มะโนรัมย์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

6. การรับรู้เกี่ยวกับการลดภาวะโลกร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสนามบิน จังหวัด
ขอนแก่น
นางสาวณริดา รัตนอัมพา คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
7. ระบบประเมินพัฒนาการของนักเรียนชั้นปฐมวัย กรณีศึกษา ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กบ้านโพธิ์ไทร จังหวัด
มุกดาหาร
นายชุมพร หลินหะตระกูล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
8. บทบาทในการบริหารทรัพยากรมนุษย์และสัดส่วนในการรับผิดชอบงานด้านทรัพยากรมนุษย์ ของสำนักงาน
พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
นางสาวดุจจุฑา ชัยอิทธิพร คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
9. การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำโดยชุมชน: กรณีศึกษาบ้านดอนเงิน ตำบลลอย อำเภอบึง จังหวัดพะเยา
รศ.ดร.สัจจา บรรจงศิริ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย “สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ”

วันศุกร์ที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ ห้อง Ballroom AB

เวลา 10.45- 12.00 น.

ประธาน : ดร.กติกา สระมณีอินทร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. การพัฒนาของว่างโปรตีนสูงโดยใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลสำหรับผู้ติดเชื้อเอชไอวีที่มีปัญหาทางช่องปาก
นายอลงกต สิงห์โต คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. การศึกษาสถานการณ์และความต้องการของผู้สูงอายุในพื้นที่ตำบลเป้าหมายรอบมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีอำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
ผศ.ดร.สุรีย์ ธรรมิกบวร คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
3. ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคแมวข่วนของเจ้าของแมวในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี
นางสาวเบญจมาศ วงศ์สาลี คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

เวลา 13.00-14.30 น.

ประธาน : ดร.กติกา สระมณีอินทร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

4. ปัจจัยเสี่ยงและพฤติกรรมความปลอดภัยของคนงานคัดแยกขยะ
นางสาวนิภาพร คำหลอม วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
5. ผลของการประยุกต์ใช้รูปแบบการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
นายอารี บุตรสอน วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
6. การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงานสวนและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
นางลักษณีย์ บุญขาว วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
7. ความรู้ ทัศนคติ ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการขับขี้อักรยานยนต์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
นางสาวจินตนา ศิริบูรณ์พิพัฒนา วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย “สาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี”

วันศุกร์ที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ ห้อง U2

เวลา 10.45- 12.00 น.

ประธาน : ผศ.ดร.ณัดกิจ ชารีรัตน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. อิทธิพลของชนิดและปริมาณสารตัวเติมต่อการอ่อนตัวของความเค้นและพลังงานสูญหายของยางธรรมชาติวัลคาไนซ์
นายวัชรินทร์ สายน้ำใส คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2. ลักษณะเฉพาะของวัสดุชีวภาพที่เตรียมจากวัสดุผสมพอลิแลกติกแอซิด/ไฮดรอกซีอะพาไทต์
ดร.นวลละออง สระแก้ว คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
3. ปัจจัยที่มีผลต่อการลดลงของฟลักซ์โดยสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งของระบบเยื่อกรองแบบนาโน
นางสาวจันจิรา ดวงบุตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เวลา 13.00- 14.30 น.

ประธาน : ผศ.ดร.ณัดกิจ ชารีรัตน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

4. การพัฒนาเกม “ผจญภัยในดาวมฤตยู”
ดร.ปิยะนันท์ พนกานต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
5. การตัดสินใจเลือกสถานที่ตั้งนิคมอุตสาหกรรมภายใต้หลายปัจจัยโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบล้อมกรอบข้อมูล
นายนิรุทธิ์ วัฒนะแสง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
6. การประเมินประสิทธิภาพการบริหารจัดการอัคคีภัยในกลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบล้อมกรอบข้อมูล
นายวัฒนา จันทะโคตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
7. การจัดการความเสี่ยงที่ส่งผลต่อคุณภาพการซ่อมบำรุงอากาศยานระดับโรงงาน
ดร.บดินทร์ แก้วบ้านดอน วิทยาลัยนานาชาติการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
8. ปัญหาและอุปสรรคที่มีผลกระทบต่อโครงการก่อสร้างของราชการส่วนท้องถิ่นไทยในเขตภาคเหนือ
นายบุญรักษ์ แวนบอเซอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย “สาขาเกษตรศาสตร์”

วันศุกร์ที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ ห้อง U3

เวลา 10.45-12.00 น.

ประธาน : ศ.ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. ผลของน้ำมันมะพร้าวต่อระบบสืบพันธุ์ของปลานิลเทศเมีย

Mr.Ricardo Manuel Pico Jorge คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

2. ผลของแบคทีเรียบริเวณรากพืชด้านทานโลหะหนักต่อการส่งเสริมความยาวรากของข้าวฟ่างหวานในสถานะที่มีโลหะหนัก

นางสาวสิระพร ชันถม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

3. การศึกษาสภาพการผลิต และศึกษาผลตกค้างของสารเคมีในผลผลิต และในเลือดของเกษตรกรผู้ผลิตกะหล่ำปลีในเมืองปากช่อง แขวงจำปาสัก, สปป.ลาว

ผศ.ดร.สุภาวดี แก้วระหัน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย “สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี”

วันศุกร์ที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ ห้อง U3

เวลา 13.00-14.00 น.

ประธาน : ศ.ดร.พงศ์ศักดิ์ รัตนชัยกุลโสภณ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. การคัดเลือกสารสกัดหยาบจากตองดึง (*Gloriosa superba* L.) ชะมวง (*Garcinia cowa* Roxb.) และกันเกรา (*Fagraea fragrans* Roxb.) เพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบและแกรมบวก

นางสาวกันทิมา ทับทิมหิน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

2. ความสามารถในการย่อยเซลลูโลสของแบคทีเรียทนร้อน

ดร.สังวาลย์ แก่นไธ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

3. อิทธิพลของความกระด้างในน้ำที่มีผลต่อการลดลงของฟลักซ์และการกำจัดด้วยกระบวนการนาโนฟิลเตรชัน

นางสาวศุจินันท์ สันติกุล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย “สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์”

วันศุกร์ที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ณ ห้อง U8

เวลา 10.45-12.00 น. ประธาน : ผศ.ดร.อุดม ทิพรราช

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. ทักษะคิดค้นน้ำดื่มบรรจุขวดและพฤติกรรมการบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
นายพิศิษฐ์ ชำนาญนา คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
2. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการจำลองดีเอ็นเอสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6: กิจกรรมการลงมือปฏิบัติบนฐานการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
นางสาวศิรินันท์ สีสัน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
3. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องต่อมใต้สมองสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5: กิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมบนฐานการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
นางสาวยามีละห์ คำเต๊ะ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
4. แนวทางการเพิ่มโอกาสการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพในพื้นที่จังหวัดชายแดน: กรณีศึกษาจังหวัดอุบลราชธานีและจังหวัดศรีสะเกษ
นายวศิน โภมุต คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เวลา 13.00- 14.30 น.

ประธาน : ผศ.ดร.ปิ่นวดี ศรีสุพรรณ

คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

5. ความต้องการศึกษาต่อหลักสูตรนิติศาสตรมหาบัณฑิต คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
นายปรีวัฒน์ จันทร์ทรง คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
6. การธำรงอัตลักษณ์ความเป็นชาติและการต่อรองทางสังคมผ่านศาสนาของแรงงานข้ามชาติชาวเมียนมาร์ในจังหวัดอุบลราชธานี
ดร.ณัฐชวัล โภคาพานิชวงษ์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
7. คำลงท้ายในภาษาถิ่นใต้ : กรณีศึกษาอำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา
นางสาวนิดารินทร์ จุลวรรณ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
8. บทบาทของวัดในจังหวัดราชบุรีในฐานะสื่อชุมชนเพื่อการแบ่งปันภูมิปัญญาท้องถิ่น
ผศ.ดร.วนิดา ตรีสวัสดิ์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
9. ภาพยนตร์โฆษณาเพื่อสื่อสารอัตลักษณ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมไทยทรงดำ ต.บ้านดอน อ.อุ้มทอง จ.สุพรรณบุรี
นางสาวพัชนี แสนไชย คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ : การวิจัยเชิงพื้นที่ ณ ลานกิจกรรม ชั้น 1

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ : ณ ลานกิจกรรม ชั้น 2

การประกวดนวัตกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิต : ณ ลานกิจกรรม ชั้น 2

สารบัญ

	หน้า
การตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่าน เพชบุ๊ก ไลฟ์ นายจิระพงษ์ วรรณสุทธิ์ คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	1
การพัฒนาความรู้ความเข้าใจเรื่องพันธะเคมีในรายวิชาเคมี 1 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ดร.วิลาสินี สติเดชกฤษุขร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา	13
การศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง เรื่อง การระเหย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นางสาวณัฐนรี คณะเมือง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	18
การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชา ปฏิบัติการเคมี 1 เรื่อง สมดุลเคมี อาศัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้ภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ดร.จตุพล จันท์ทิพย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา	28
การสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ นางสาวนรมน กิติวุฒิชูศิลป์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	36
การเรียนรู้เคมีผ่านการใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลาย เรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด นางสาวธนัชชา ธวัชชัยดำรง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	44
การใช้การอุปมาพร้อมกับตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ผลของความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล นางสาวชมพูนุช วรรณาทราทร คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	56
การใช้แบบสะท้อนตนเอง (Self-Reflection) เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นายพิชัย ปัญญาสาร คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	64
ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพีช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 นางสาวชลธิชา พลชัย โรงเรียนบ้านนาทุ่งมั่ง เครือข่ายบ้านแก้งหนองสังข์	74
ปัจจัยทำนายความตั้งใจในการบริจาคโลหิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี นางสาวสุภาพร ช่างคำ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	88

สารบัญ

	หน้า
การออกแบบโมเลกุลด้วยการคำนวณของสารยับยั้งเอนไซม์ GyrB ของสารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone	101
นางสาววงกขวรรณ พาคำวงศ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมบนอนุภาคซีโอพอลิเมอร์จากดินขาว: กระบวนการสมดุล จลนพลศาสตร์และอุณหพลศาสตร์การดูดซับ	108
นางสาวศุภวรรณ พิมพ์ดี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
ผลของเส้นใยผักตบชวาต่อสมบัติเชิงกลของแผ่นยางปูพื้น	120
นายจักรวาล คงอ่อน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การศึกษารูปแบบการจับและอันตรกิริยาที่สำคัญของสารอนุพันธ์ Pyrrolyl benzohydrazide โดยใช้ระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ต็อกกิ่งและการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล	129
นางสาวภาพตะวัน ทองดี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การเตรียมเส้นใยเซลลูโลสจากผักตบชวา	136
นายปณณทัต นามโคตร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การค้นหายาต้านเชื้อ 4-aminoquinoline ในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyraseB ของเชื้อ <i>Mycobacterium tuberculosis</i> โดยการศึกษาด้วยระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ต็อกกิ่ง และการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล	146
นายบัณฑิต คำศรี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การลดการปล่อยก๊าซมีเทนในดินนาโดยใช้ถ่านชีวภาพ	156
ดร.ทัศนีย์ เจียรพสุณันต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การใช้สีจากธรรมชาติทำไม้อัด	164
ดร.สายสมร ลำลอง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การใช้ดินตะกอนน้ำประปาและซีโอไลท์สังเคราะห์เพื่อเป็นตัวดูดซับประสิทธิภาพสูงในการบำบัดสีย้อมบิลิเลียน กรีน	173
รศ.ดร.พรพรรณ พิงโพธิ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
ผลของวิธีฆ่าเชื้อต่อการเจริญและผลผลิตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง (<i>Cordyceps militaris</i>)	181
ผศ.ประเสริฐ ไวยะกา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	
ความหลากหลายของอาร์โทรพอดในสวนยางพารา อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก	188
นางสาวฉนิษฐา ฉิมมาศ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์	

สารบัญ

	หน้า
ผลของ NAA และ BA ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องเขาแกะ (<i>Rhynchostylis coelestis</i> Rchb.f.) ในสภาพปลอดเชื้อ	195
นางสาวมณีนีรัตน์ บุตรดา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
ผลของระยะการพัฒนาของผลต่อคุณภาพผลและเมล็ดของมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์	202
ดร.นิมมานรดี พรหมทอง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
อิทธิพลของกากมันสำปะหลังที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105	209
นางสาววิภาดา ลีสี คณะเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	
การประเมินมูลค่าผลผลิตการประมง ผลผลิตจากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ และการจัดการร่วมของแหล่งน้ำ: กรณีศึกษาแหล่งน้ำและป่าชุมชนหนองผือ แขวงสะหวันนะเขต สปป.ลาว	219
นายสุชสาคร แผงสีแก้ว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การประเมินสายพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ที่ทนร้อนในสภาพโรงเรือน	232
รศ.ดร.บุญส่ง เอกพงษ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมโรครากปมในพริกลูกผสม	240
ผศ.ดร.ยุวดี ชูประถาวรธรม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การศึกษาเบื้องต้นความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลาในบริเวณพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต้นน้ำร่องก่อ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	247
นางสาวปิยะพร โปตสภา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
คาร์โบไฮโปตีนพื้นฐานของปาดบ้าน (<i>Polypedates leucomystax</i>) เขียดตะปาดเหนือ (<i>Polypedates mutus</i>) และปาดแคระป่า (<i>Philautus parvulus</i>) ที่พบในประเทศไทย	256
นายพิทักษ์ สีตา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การศึกษาอิทธิพลของสารแพคโคลบิวทราโซล ร่วมกับสาร1- แนนทิลแอสซีทิก เอซิด ต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาของรากของต้นศุภโชค	262
นางสาววรารพร ตีเจริญ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	
การออกแบบกั้นน้ำด้วยวิธีจำลองเชิงตัวเลข	269
ดร.ปรัชญา มุขตา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	
การออกแบบแม่เหล็กหลักของระบบ NMR ด้วยแม่เหล็กถาวรรูปทรงกระบอก โดยใช้เทคนิค NMR-Mandhala	278
นางสาวมัลลิกา หล้าพันธ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย	

สารบัญ

	หน้า
การสำรวจและการออกแบบเส้นทางจักรยาน บางขุนเทียน-สมุทรสาคร	285
นางสาวสุวิมล เจียรธรวานิช คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น	
การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพาะปลูกโดยใช้เทคนิคเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน	292
นายชำนาญ พร้อมจันทิก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา	
การศึกษาผลของปริมาณดีบุกที่มีต่อสมบัติทางเสียงของชิ้นงานทองสัมฤทธิ์	299
นายธน ทองกลม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การศึกษาสมรรถนะเครื่องอบแห้งกระดาษดำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก	308
นายวินัยธร ไพเมือง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย	
การพัฒนาโปรแกรมและสร้างวงจรเพื่อวัดค่าพลังงานอาทิตย์	316
นายพันกร มนทอง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การประเมินความสอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานกฎหมายด้านอัคคีภัยในอาคาร กรณีศึกษา อาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	324
นางสาวสุนทรี ศรีเที่ยง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การอธิบายข้อมูลทางโครงสร้างของสารยับยั้งเอนไซม์ InhA สำหรับสารต้านโรควัณโรค: การออกแบบสารยับยั้งโดยอาศัยข้อมูลทางลิแกนด์และข้อมูลทางโครงสร้าง	335
นายนฤตล ภูศรี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การศึกษาคุณสมบัติสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณทั้งหมดของสารประกอบฟีนอลิกของข้าวพันธุ์ไทย	345
นางสาวสุดารัตน์ จันทร์เซย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การออกแบบโมเลกุลด้วยการคำนวณของสารอนุพันธ์ 4 aminoquinolone piperidine amide ซึ่งมีศักยภาพสูงในการยับยั้งโรควัณโรค	350
นางสาวชญาณิษฐ์ หาญลลินโรจน์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำพลาสมาไปใช้ในการผลิตเนื้อหมูหมัก (ແໜ່ມ)	361
ผศ.ดร.นภาพร ดิสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง	
การศึกษาอิทธิพลของส่วนผสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงแบ่งข้าวกลิ้งงอก ด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนอง	367
ผศ.ดร.อภิญา เอกพงษ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	

สารบัญ

	หน้า
ไอโซโทมการคายความชื้นของข้าวเม่า	376
ผศ.ดร.วิริยา อ่อนสอาด คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การตัดแปรรสตาจจากกลอยด้วยวิธีไฮดรอกซีโพรพิเลชัน	387
ดร.ชุตินา ทองแก้ว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การคัดแยกยีสต์จากลูกแป้งสาโทในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์	394
ผศ.ดร.จิตาภา แสงสว่างนิตย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองในตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี	405
นางสาวสุภาณี จันทร์ศิริ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
การประเมินหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	413
นางสาวอมรรรัตน์ นระสนธิ์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุในเขตรับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านวังดารา ตำบลวังทอง อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี	427
นางสาวฐิรพร ไพศาล คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยพิษณุพนธ์	
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยโดยรอบบ่อฝังกลบขยะ กรณีศึกษา ชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอบึงสามพัน จังหวัดอุบลราชธานี	437
นางสาวพจนาภา ธานี วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดและการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาลที่ขึ้นฝึกปฏิบัติการพยาบาลบนหอผู้ป่วย	447
นางสาวอณัญญา ลาลูน คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น บุรีรัมย์	
ปัจจัยเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี	455
ดร.ปวีณา ลิ้มปิติปราการ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	
ผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อย ในหมู่บ้านแห่งหนึ่ง อำเภอสรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู	470
ผศ.สมเจตน์ ทองดำ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	

สารบัญ

	หน้า
ผลของการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาพยาบาล นางสาวเดือนเพ็ญ บุญมาชู คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	484
การสร้างโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ นายเตชภณ ทองเต็ม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ	492
วิจัยถอดบทเรียนการพัฒนาแนวปฏิบัติที่ดี การรณรงค์การตรวจมะเร็งปากมดลูก กรณีศึกษาอำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี นางสาวจารุวรรณ ชูปวา คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	503
การพัฒนาเครื่องตีเมลลิเพื่อสุขภาพที่ผสมสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทอง นายนำพล แปนเมือง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	509
ผลของน้ำหมักสมุนไพรต่อการยับยั้งเชื้อรา <i>Fusarium oxysporum</i> ดร.ภาวิณี ศิลเกษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์	517
ฤทธิ์ความเป็นพิษของสารสกัดหยาบเอทานอลจากแก่นขี้เหล็กเลือดต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพาะเลี้ยงชนิด K562 ดร.สุรียัน สุชาติ สำนักวิชาสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	524
ความชุกและแบบแผนการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาพยาบาลในแผนกผู้ป่วยนอก กรณีศึกษาโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี นางสาวกรรณิกา นามหย่อง คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	532
การศึกษาระยะเวลาในการเสพเมทแอมเฟตามีนกับการเกิดโรคจิตเวช นายกิจวัฒน์ นาถวิล คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	543
การศึกษาสัดส่วนของผู้ใช้สุราในผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีนที่มารับบริการโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี นางสาววรรณพร ประจันตะเสน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	550
การใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองที่มารับบริการคลินิกสุขภาพเด็กดีในพื้นที่อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี นางสาวเพชร วิชากุล คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	559

สารบัญ

	หน้า
คุณภาพและประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านราษฎร์สำราญ ตำบลท่าลาด อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี นายสิทธิชัย ใจขาน วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	569
ความรู้และความคิดเห็นต่อมาตรการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวัง (พาราควอต ไกลโฟเสต คลอร์ไพริฟอส) ของชาวไร่แตงโม ตำบลกระเจาย อำเภอป่าดู่ จังหวัดยโสธร นางสาวศิริพันธ์ บุญทศ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	581
การรักษาพยาบาลจากอุบัติเหตุจราจรและการได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ. 2535 ของผู้ป่วยที่รับบริการในโรงพยาบาลบ้านฝ้อ จังหวัดอุดรธานี นางสาววรรณมล ไศกสิ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	589
ความสามารถในการย่อยเซลลูโลสของแบคทีเรียทนร้อน นางสาวสังวาล แก่นไธ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	598

ภาคผนวก

ประกาศมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เรื่อง แต่งตั้งกองบรรณาธิการการประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 12

ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงาน

หน่วยงานร่วมจัดและผู้ให้การสนับสนุน



สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)



อุทยานวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



บริษัทอาร์เคมีก้า อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

การตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่าน เฟซบุ๊ก ไลฟ์

Purchasing Decision On Online Products Through Facebook Live

จิระพงษ์ วรรณสุทธิ์¹ และ ปวีณา คำพุกกะ^{2*}

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

E-mail : phongutc@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี ที่มีต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ที่มีประสบการณ์ซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ จำนวน 415 คน เครื่องมือที่วิจัยได้แก่ แบบสอบถามโดยมีความเชื่อมั่นที่ 0.92 - 0.94 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ความถี่ (Frequency) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis)

ผลการวิจัยพบว่า การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ได้ร้อยละ 71

คำสำคัญ : การตัดสินใจซื้อ, สินค้าออนไลน์, เฟซบุ๊ก ไลฟ์, การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี

Abstract

The purpose of this research was to study the influence of technological innovations adoption on purchasing decision making in online products through Facebook Live. The samples were 415 peoples. Who had experience of purchasing products through Facebook Live. The research instrument was the questionnaire with a reliability of 0.92 - 0.94. The statistics used in data analysis consisted of Frequency, Mean, Standard Deviation and Simple Linear Regression Analysis.

The research results show that the adoption of technological innovations significantly affect the purchasing decision on online products through Facebook Live at the statistical level of 0.01. This can illustrate alternation of the purchasing decision on online products through Facebook Live by 71 percent.

Keywords : Purchasing Decision, Online Products, Facebook Live, Adoption of Technological Innovations

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศ การสื่อสาร และโทรคมนาคมได้พัฒนาไปจนถึงยุคแห่งการหลอมรวมเทคโนโลยี (Convergence Technology) ทำให้เกิดสื่อใหม่ (New Media) เช่น สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) และได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของผู้คนในสังคมเป็นผลให้จำนวนผู้ใช้ สื่อสังคมออนไลน์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมทั้งผู้ใช้ยังมีเสรีภาพในการกำหนดเนื้อหาและรูปแบบการใช้ประโยชน์จากสื่อสังคมออนไลน์ผ่านช่องทางที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น (สำนักงาน กสทช, 2558)

จากการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2559 พบว่าการใช้งานอินเทอร์เน็ตของคนไทยในทุกช่วงเวลาสูงขึ้นมากกว่าปี 2558 ซึ่งกิจกรรมที่ได้รับความนิยมเป็นอันดับ 1 ได้แก่ การใช้บริการโซเชียลเน็ตเวิร์ก เช่น เฟซบุ๊ก (Facebook) อินสตาแกรม (Instagram) และไลน์ (Line) คิดเป็นสัดส่วนสูงถึง ร้อยละ 82.7 ของการใช้งานทั้งหมด (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2560) ในด้านการค้าขายออนไลน์ก็ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน เนื่องจากผู้บริโภคมีความมั่นใจและมีทัศนคติที่ดีในการซื้อสินค้าออนไลน์มากขึ้น ทำให้ธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Commerce) มีการเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการซื้อขายผ่านช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) บริการตลาดกลางในการซื้อขายสินค้าหรือบริการ (E-Marketplace) หรือแอปพลิเคชัน (Application) (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2560)

เฟซบุ๊ก (Facebook) เป็นแอปพลิเคชันที่มีผู้ใช้งานกว่า 1,930,000,000 บัญชีทั่วโลก เฉพาะในประเทศไทยมีจำนวนบัญชีผู้ใช้เฟซบุ๊กมากถึง 47,000,000 บัญชี และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เฟซบุ๊กจึงเป็นสื่อออนไลน์ที่มีอิทธิพลมากในปัจจุบัน ในขณะที่เดียวกันเฟซบุ๊กยังได้มีการพัฒนาฟังก์ชัน (Function) การใช้งานใหม่ๆ อยู่ตลอดเพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่หลากหลายและการเปลี่ยนแปลงอันรวดเร็วของผู้บริโภค Thailandzocialawards, (2018)

เฟซบุ๊กไลฟ์ (Facebook Live) เป็นฟังก์ชัน (Function) ใหม่ของเฟซบุ๊กที่ผู้ใช้งานสามารถทำการถ่ายทอดสดเรื่องราวต่างๆ ผ่านทางเฟซบุ๊ก โดยผู้ที่เป็เพื่อนของผู้ใช้งาน หรือผู้ที่ติดตามเพจของเฟซบุ๊กจะสามารถร่วมชมการถ่ายทอดสดนี้ไปพร้อมกันได้ ในเชิงธุรกิจ เฟซบุ๊กไลฟ์ ถือเป็นคุณสมบัติสำคัญของเฟซบุ๊ก ที่ช่วยให้แฟนเพจของตราสินค้า ธุรกิจต่างๆ และผู้มีชื่อเสียง ได้แชร์เนื้อหาในรูปแบบการถ่ายทอดสดได้อย่างง่ายดาย สิ่งนี้เป็นเครื่องมือสำคัญตัวใหม่ที่จะทำให้การส่งเสริมการตลาดมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จุดเด่นของการถ่ายทอดสด (Live) ที่แตกต่างจากการโพสต์วีดิทัศน์ทั่วไปคือ สามารถอ่านทุกข้อความของผู้ชมและตอบคำถามกลับได้ทันที การให้ความสนใจผู้ชม เรียกชื่อ ตอบคำถามจะเป็นการทำให้ผู้ชมรู้สึกเป็นคนพิเศษ ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อลูกค้า และยังเป็น การสื่อสารแบบสองทาง ส่งเสริมให้คนอยากติดตามการถ่ายทอดสด (Live) ต่อไป (Readyplanet, 2018)

เป็นที่น่าสังเกตถึงพฤติกรรมการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีของผู้บริโภคในปัจจุบัน จากการที่ผู้ใช้งาน เฟซบุ๊ก (Facebook) ประยุกต์ฟังก์ชันการถ่ายทอดสด (Live) มานำเสนอสินค้าผ่านเฟซบุ๊กไลฟ์ โดยผู้ขายสินค้าได้ตั้งกลุ่มถ่ายทอดสด (Live) การขายสินค้าเกิดการรวมตัวกันระหว่างผู้ขายกับผู้ซื้อ ทำให้เกิดช่องทางทางการตลาดช่องทางใหม่ และจากการค้นคว้างานวิจัยของ (ปุลณซ์ เดชมานนท์, 2556; พิธิณญา หลวงเทพ, 2557; กัญญาภัค พันธุมจินดา, 2557; นภัสวรินทร์ ชมภูษ, 2559; Ellisavet Keisidou et al., 2011; Mohammad Hossein Moshref Javadi et al., 2012; Man Kit Changa et al., 2004; Enrique Bigne Alcaniz et al., 2008; Moez Limayem et al., 2008) ค้นพบว่าการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี (Adoption of Technological Innovation) มีผลต่อการตัดสินใจในการซื้อสินค้าออนไลน์

จากข้อมูลการใช้งานอินเทอร์เน็ต การใช้งานเฟซบุ๊ก (Facebook) รวมถึงฟังก์ชัน เฟซบุ๊กไลฟ์ (Facebook Live) ข้างต้น อีกทั้งการใช้ชีวิตประจำวันที่เร่งรีบ ปัญหาสภาพการจราจร และสภาพอากาศ ส่งผลให้ปัจจุบันพฤติกรรมของผู้บริโภคเปลี่ยนไปสู่การซื้อสินค้าออนไลน์มากขึ้น ทำให้เกิดโอกาสทางธุรกิจออนไลน์ แต่ในปัจจุบันมีผู้ประกอบการธุรกิจออนไลน์ทั้งที่ประสบความสำเร็จและไม่ประสบความสำเร็จ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการที่จะศึกษา ปัจจัยการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี ที่มีผลต่อการตัดสินใจในการซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านช่องทางเฟซบุ๊กไลฟ์ เพื่อให้ผู้ประกอบการค้าได้รับรู้พฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภค และสามารถนำผลการวิจัยไปเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเพิ่มช่องทางการนำเสนอสินค้าแก่ผู้บริโภคผ่านทางเฟซบุ๊กไลฟ์ ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊กไลฟ์ (Facebook Live)

ทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) ได้ว่า เฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) หมายถึง การถ่ายทอดสด (Live) ผ่านแอปพลิเคชัน แบบเรียลไทม์ (Real Time) โดยผู้ที่เป็นเพื่อนของผู้ใช้งานสามารถร่วมชมการถ่ายทอดสดนี้ไปพร้อมๆกันได้

การประยุกต์ใช้เฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) เพื่อการตลาดช่วยให้แฟนเพจ (Fan Page) ของตราสินค้าธุรกิจต่าง ๆ และผู้ที่มีชื่อเสียง แชร์เนื้อหาในรูปแบบการถ่ายทอดสดได้ง่าย ซึ่งถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะทำให้เกิดการส่งเสริมการตลาดมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการตัดสินใจซื้อ

กระบวนการในการตัดสินใจซื้อ (Buying Decision Process) เป็นลำดับขั้นตอนในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค โดยผ่านกระบวนการ 5 ขั้นตอน ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ (2545; อ้างใน สุนิสา นพคุณางกุล, 2552) กล่าวว่า การตัดสินใจ หมายถึง การเลือกระหว่างทางเลือก ที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์ที่พึงพอใจ การตัดสินใจต้องมีการกำหนดปัญหาก่อนที่จะตัดสินใจ และเมื่อตัดสินใจแล้วจึงจะนำไปปฏิบัติ กระบวนการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค (Consumer Buying Process) ถูกสนับสนุนโดยสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ รวมถึงอำนวยความสะดวกจากอินเทอร์เน็ต โดยมีความพร้อมแทรกอยู่ในทุกๆ ขั้นตอน (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2556: 182 – 183) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การระบุความต้องการ (Need Recognition) เป็นกระบวนการเริ่มต้นโดยที่ผู้บริโภคยอมรับปัญหาของตนเอง และตระหนักถึงความต้องการต่อตัวสินค้า

(2) การค้นหาข้อมูล (Information Search) เมื่อผู้บริโภครับรู้ปัญหาแล้ว จะพยายามหาข้อมูล เพื่อแก้ปัญหาของตนเองจากแหล่งต่างๆ

(3) การประเมิน การต่อรอง และคัดเลือก (Evaluation, Negotiation and Selection) ผู้บริโภคนำข้อมูลข่าวสารที่ได้รับมาประกอบการตัดสินใจในการประเมินทางเลือกไว้ ซึ่งอาจจะขึ้นอยู่กับตัวผู้บริโภคเองและสถานการณ์รอบข้าง หรือทั้ง 2 อย่างประกอบกัน

(4) การซื้อ การชำระเงิน และการจัดส่ง (Purchase, Payment and Delivery) ผู้บริโภคจะทำการตัดสินใจซื้อสินค้าตามที่ต้องการและได้ประเมินทางเลือกไว้ การซื้อจะโยงไปสู่การชำระเงินและการจัดส่งต่อไป โดยมีขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้า การชำระค่าสินค้าโดยการโอนเงินผ่านธนาคาร บัตรเดบิตหรือบัตรเครดิต การเก็บเงินปลายทาง หรือช่องทางชำระเงินอื่นๆ มีระบบการจัดส่งสินค้าและการติดตามสินค้า

(5) การบริการหลังการขายและการประเมิน (After – Purchase Service and Evaluation) หลังจากการใช้สินค้าแล้วผู้บริโภคจะทำการประเมินว่าสินค้านั้นดีหรือไม่ดี สามารถสร้างความพึงพอใจให้กับตนเองได้มากน้อยเพียงใด ถ้าผู้บริโภคเกิดความพอใจ เมื่อมีความต้องการอีก ผู้บริโภคจะทำการซื้อสินค้านั้นทันที และในทางตรงกันข้ามถ้าสินค้านั้นไม่สามารถแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการให้ผู้บริโภคได้ ผู้บริโภคย่อมเกิดความไม่พอใจและส่งผลให้ไม่ซื้อสินค้านั้นในครั้งต่อไปได้

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยี

แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (The Technology Acceptance Model: TAM) เป็นทฤษฎีที่คิดค้นโดย Davis, Bagozzi & Warshaw (1989 อ้างใน ภัทรราวดี วงศ์สุเมธ, 2556) ซึ่งพัฒนามาจากแนวคิดของ (The Theory of Reasoned Action: TRA) โดยจะเน้นการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับหรือการตัดสินใจใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ๆ ซึ่งปัจจัยหลักที่ส่งผลโดยตรงต่อการยอมรับเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมของผู้ใช้ ได้แก่ การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) และการรับรู้ถึงประโยชน์ที่เกิดจากการใช้ (Perceived Usefulness) โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจเชิงพฤติกรรมในการใช้เทคโนโลยี (Behavioral Intention) มีทั้งสิ้น 3 ปัจจัย ได้แก่ การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) การรับรู้ประโยชน์ที่

เกิดจากการใช้ (Perceived Usefulness) และทัศนคติ (Attitude) ซึ่งในท้ายที่สุดความตั้งใจเชิงพฤติกรรมในการใช้เทคโนโลยีจะส่งอิทธิพลต่อการตั้งใจใช้ และใช้งานจริงของเทคโนโลยี

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีมีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ จึงนำมาสู่การกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยคือ การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีมีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊กไลฟ์ (Facebook Live) ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งหมด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลสรุปตัวแปรจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	ผู้วิจัย (ปี)	ลักษณะส่วนบุคคล	การรับรู้ความเสี่ยง	การรับรู้ประโยชน์	การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน	การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี	ส่วนประสมทางการตลาด
1	ปูลักษณ์ เดชमानนท์ (2556)	✓				✓	✓
2	พีริณฎา หลวงเทพ (2557)	✓				✓	✓
3	ภัทรา รอดคำรัง (2559)	✓		✓	✓		✓
4	กัญญาภัค พันธุ์จินดา (2557)					✓	✓
ลำดับ	ผู้วิจัย (ปี)	ลักษณะส่วนบุคคล	การรับรู้ความเสี่ยง	การรับรู้ประโยชน์	การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน	การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี	ส่วนประสมทางการตลาด
5	นภัสวันต์ ชมภูงูช (2559)			✓	✓	✓	✓
6	Ellisavet Keisidou et al. (2011)		✓	✓	✓	✓	
7	Mohammad Hossein Moshref Javadi et al. (20012)		✓	✓	✓	✓	
8	Man Kit Changa et al. (2004)			✓	✓	✓	
9	Enrique Bigné Alcaniz et al. (2008)		✓	✓	✓	✓	
10	Moez Limayem et al. (2008)				✓	✓	
	รวม	3	3	6	7	9	5

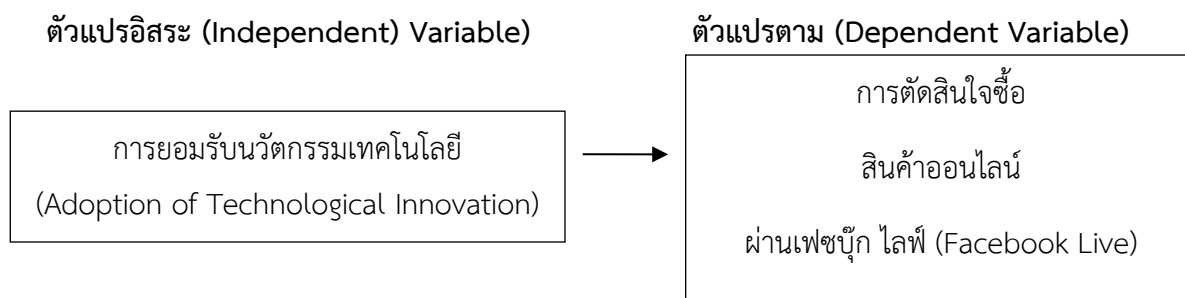
หมายเหตุ ✓ หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 1 เป็นการสรุปตัวแปรจากงานวิจัยทั้งไทยและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ จำนวน 10 เรื่อง โดยมีตัวแปรที่มีนัยสำคัญ คือ การรับรู้ การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี และส่วนประสมทางการตลาด จากตารางข้างต้นทำให้เห็นว่า ตัวแปรการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี ส่งผลการตัดสินใจซื้อ

สินค้าออนไลน์มากที่สุดจากตัวแปรทั้งหมด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษา ตัวแปรการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี และจากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยเลือกใช้แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (The Technology Acceptance Model: TAM) ของ Davis, Bagozzi and Warshaw (1989; อ้างอิงจาก ภัทรชาติ วงศ์สุเมธ, 2556) ซึ่งมีความสอดคล้องกับบริบทของงานวิจัยในครั้งนี้

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยพัฒนากรอบแนวคิดการวิจัย โดยมีตัวแปรอิสระคือ การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี ส่วนตัวแปรตามคือ การตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊กไลฟ์ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร (Population) ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ที่มีประสบการณ์การซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊กไลฟ์ (Facebook Live)

1.2 กลุ่มตัวอย่าง (Sample) ที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ที่มีประสบการณ์การซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊กไลฟ์ (Facebook Live) จำนวน 400 คน ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลได้จริงจำนวน 415 คน และได้อนุมัติใช้จำนวนบัญชีผู้ใช้งานเฟซบุ๊กในประเทศไทยทั้งหมดในการคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการหาขนาดกลุ่มตัวอย่างทั่วไป (ปวีณา คำพุกกะ, 2556) มีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ไม่เกิน 5% แสดงสูตรดังนี้

$$\text{สูตร} \quad n = \frac{N}{1+ne^2}$$

เมื่อ N = จำนวนบัญชีผู้ใช้เฟซบุ๊ก ในประเทศไทยทั้งหมด

N = ขนาดตัวอย่าง

e = ความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้ ในที่นี้เท่ากับ 0.05

จำนวนบัญชีผู้ใช้เฟซบุ๊ก ในประเทศไทยทั้งหมด 38,000,000 คน (Thoth Zocial Co.,Ltd., 2560)

$$\text{แทน} \quad n = \frac{N}{1+ne^2} = \frac{38000000}{1+38000000(0.05)^2} = 399.99$$

ค่า

$$n = 400$$

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) สร้างตามวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดการวิจัยที่กำหนดขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคล

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live)

2.2 การทดสอบเครื่องมือ มีการนำแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไปหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เพื่อตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาและภาษาที่ใช้ ด้วยวิธีคำนวณหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Item Objective Congruence: IOC) โดยเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ก่อนนำไปทดลองใช้ทดลอง (Tryout) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาคุณภาพรายข้อ (Item Total Correlation) และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ในแต่ละส่วน โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคจะต้องมากกว่า 0.70 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2553)

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค จากการ Try Out และจากการเก็บจริง

ตัวแปร	จำนวนข้อคำถาม	ค่า IOC	ค่าความเชื่อมั่น	
			Try Out 30 ชุด	เก็บจริง 415 ชุด
การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี	8	1.00	0.71	0.92
การตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์	9	0.93	0.88	0.94
รวม	17	0.96	0.79	0.93

จากตารางที่ 2 แสดงค่าความเชื่อมั่นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจากการ Try Out จำนวน 30 ชุด และการเก็บข้อมูลจริงจำนวน 415 คน ซึ่งการ Try Out และการเก็บจริง พบว่า การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.71 และ 0.92 ตามลำดับ และตัวแปรการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคจาก เท่ากับ 0.88 และ 0.94 ตามลำดับ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่ามากกว่า 0.70 ถือว่าใช้ได้

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ความถี่ (Frequency) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อบรรยายลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

3.2 การวิเคราะห์เชิงอนุมาน (Inferential Analysis) ได้แก่ วิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Regression Analysis :SRA) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามว่ามีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใด ตัวแปรอิสระมีผลต่อตัวแปรตามหรือไม่โดยบอกเป็นทิศทางและขนาดของความสัมพันธ์ ซึ่งกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

1.1 ลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ใช้สถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย จำนวนร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการอธิบายข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 75.18 และเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 24.82 มีอายุโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 31 ปี ประชากรส่วนใหญ่คือกลุ่มเจนเอเรชันวาย (Y) และประชากรกลุ่มเจนเอเรชันแซด (Z) รวมกันคิดเป็นร้อยละ 67.7 มีระดับการศึกษาปริญญาตรีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 59.52 รองลงมาคือระดับต่ำกว่าปริญญาตรีคิดเป็น ร้อยละ 27.71 และระดับสูงกว่าปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 12.77 อาชีพ

ที่มากที่สุดคือ ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจรวมกัน คิดเป็นร้อยละ 36.39 รองลงมาคือ อาชีพพนักงานบริษัทเอกชนคิดเป็นร้อยละ 35.66 นักเรียน/นักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 35.66 และอาชีพประกอบธุรกิจส่วนตัวหรืออาชีพอิสระคิดเป็นร้อยละ 13.01 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ในช่วง 20,001–30,000 บาท มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 32.77 รองลงมาคือช่วง 30,001–40,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 21.69 มากกว่า 50,000 บาทขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 21.89 ช่วง ไม่เกิน 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.28 และช่วง 10,001–20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 14.94 ช่วง 40,000 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 11.33 ผู้ตอบแบบสอบถาม เคยซื้อสินค้าผ่าน เฟซบุ๊ก Facebook และเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) โดย ซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ ครั้งแรกปี 2559–2560 จำนวนครั้งในการซื้อมากที่สุด 5-8 ครั้ง/เดือน คิดเป็นร้อยละ 44.34 รองลงมาคือ 1-4 ครั้ง/เดือน คิดเป็นร้อยละ 38.07 และมากกว่า 9 ครั้งขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 17.59 สินค้าที่นิยมซื้อสูงสุดคือเสื้อผ้า เครื่องแต่งกายคิดเป็นร้อยละ 25.99 รองลงมาคือกระเป๋า คิดเป็นร้อยละ 15.41 อุปกรณ์สื่อสารอุปกรณ์ไอทีคิดเป็นร้อยละ 12.36 งบประมาณต่อเดือนในการซื้อสินค้ามากที่สุดคือ 501–1,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 24.10 รองลงมาคือ 1,001–2,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 23.37 ใช้จ่ายไม่เกิน 500 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.24 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของลักษณะส่วนบุคคล

ลักษณะส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	103	24.82
หญิง	312	75.18
รวม	415	100.00
อายุ	Mean = 30.84	SD = 8.759
Gen Y และ Gen Z (อายุน้อยกว่า 35 ปี)	281	67.71
Gen B และ Gen X (อายุ 35 ปีขึ้นไป)	134	32.29
รวม	415	100
ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	115	27.71
ปริญญาตรี	247	59.52
สูงกว่าปริญญาตรี	53	12.77
รวม	415	100.00
อาชีพ		
ประกอบธุรกิจส่วนตัวหรืออาชีพอิสระ	54	13.01
พนักงานบริษัทเอกชน	148	35.66
ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	151	36.39
นักเรียน/นักศึกษา	62	14.94
รวม	415	100.00
เคยซื้อสินค้าผ่าน เฟซบุ๊ก	415	100.00
เคยซื้อสินค้าผ่าน เฟซบุ๊ก ไลฟ์	415	100.00
ซื้อสินค้าผ่าน เฟซบุ๊ก ไลฟ์ ครั้งแรก		
2559	168	40.48
2560	247	59.52

ลักษณะส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
รวม	415	100.00
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
ไม่เกิน 10,000 บาท	80	19.28
10,001 – 20,000 บาท	62	14.94
20,001 – 30,000 บาท	136	32.77
30,001 – 40,000 บาท	90	21.69
40,001 – ขึ้นไป	47	11.33
รวม	415	100.00

1.2 การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี

ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีของกลุ่มตัวอย่างโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุดทุกข้อ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.62 – 4.83 โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ การซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ ในปัจจุบันนั้นเป็นเรื่องง่าย ($\bar{x} = 4.83$) รองลงมาคือ การซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ จะช่วยให้ซื้อสินค้าได้ถูกต้องตามความต้องการ ($\bar{x} = 4.76$) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี

การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ระดับ
1.การซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) จะช่วยให้ท่านซื้อสินค้าได้ถูกต้องตามความต้องการ	4.76	0.539	มากที่สุด
2. การซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) จะทำให้ท่านสอบถามหรือทราบข้อมูลของสินค้าได้อย่างละเอียดและถูกต้องอย่างทันที	4.69	0.604	มากที่สุด
3. การซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) จะทำให้ท่านได้รับประสบการณ์ใหม่ๆ	4.72	0.556	มากที่สุด
4. การซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) ในปัจจุบันนั้นเป็นเรื่องง่าย	4.83	0.418	มากที่สุด
5. การซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) มีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก	4.78	0.497	มากที่สุด
6. การซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) เมื่อเปรียบเทียบด้านราคาแล้ว มีราคาถูกกว่าการซื้อทางปกติหรือเว็บไซต์ต่างๆ ไป	4.62	0.692	มากที่สุด
7. การซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) ทำให้ท่านได้รับสินค้าหรือบริการที่ตรงตามความต้องการของท่านมากกว่าช่องทางออนไลน์อื่นๆ	4.70	0.578	มากที่สุด

การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ระดับ
8. การซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) ทำให้ท่านมีทางเลือกเกี่ยวกับผู้ขายสินค้าที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่าผู้ขายสินค้าทางเฟซบุ๊กปกติ	4.68	0.605	มากที่สุด
รวม	4.7220	0.452	มากที่สุด

1.3 การตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์

ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ของกลุ่มตัวอย่างโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุดทุกข้อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.69 – 4.76 โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ เทคโนโลยีและการดำเนินชีวิตในปัจจุบันของท่านมีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ ($x = 4.76$) รองลงมาคือ การให้ข้อมูลรายละเอียดสินค้าที่ถูกต้อง ครบถ้วน และการบรรยายคุณสมบัติของสินค้าอย่างชัดเจน ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ ความง่ายในการเลือกซื้อสินค้า ความหลากหลายของผู้ขาย และความสะดวกในการชำระเงิน มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ และความน่าเชื่อถือของผู้ขายส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ ($x = 4.75$) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์

การตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ระดับ
1. เทคโนโลยีและการดำเนินชีวิตในปัจจุบันของท่านมีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live)	4.76	0.556	มากที่สุด
2. คำแนะนำ คำบอกเล่า คำชี้ชวนของคนที่เคยซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของท่าน	4.69	0.588	มากที่สุด
3. การแสดงความคิดเห็นของลูกค้าขณะทำการไลฟ์ (Live) ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของท่าน	4.74	0.561	มากที่สุด
4. ท่านมักจะค้นหา เปรียบเทียบราคาสินค้าของแต่ละผู้ขาย และเปรียบเทียบราคาขายที่ต่ำกว่าที่คาดไว้ ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live)	4.71	0.587	มากที่สุด
5. การให้ข้อมูลสินค้าตัวใหม่ แบบใหม่ เทรนด์ใหม่ และการแจ้งเวลาการถ่ายทอดสดที่เหมาะสมกับชีวิตประจำวันของแต่ละท่าน ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live)	4.73	0.543	มากที่สุด
6. การให้ข้อมูลรายละเอียดสินค้าที่ถูกต้อง ครบถ้วน และการบรรยายคุณสมบัติของสินค้าอย่างชัดเจนส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live)	4.75	0.549	มากที่สุด
7. ความง่ายในการเลือกซื้อสินค้า ความหลากหลายของผู้ขาย และความสะดวกในการชำระเงิน มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live)	4.75	0.515	มากที่สุด

การตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ระดับ
8. การมีช่องทางติดต่อสื่อสารกับผู้ขายได้โดยตรง เช่นการเขียนความเพื่อสอบถามข้อมูลสินค้าและวิธีการชำระเงินต่างๆในขณะที่ไลฟ์ (Live) ได้ทันทีส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live)	4.73	0.567	มากที่สุด
9. ความน่าเชื่อถือของผู้ขายเช่นการแสดงหลักฐานการส่งสินค้าถึงลูกค้า รูปไปรษณีย์กับหน้าผู้ขายขณะไลฟ์เป็นคนเดียวกัน หรือการเขียนความคิดเห็นเมื่อลูกค้าได้รับสินค้าแล้ว ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live)	4.75	0.522	มากที่สุด
รวม	4.73	0.462	มากที่สุด

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์

การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี	b	SE b	Beta	t - Test	p - value
ค่าคงที่	0.68	0.13		5.26	0.00
การตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์	0.86	0.03	0.84	31.51**	0.00

R = .840, R² = 0.71, Adjust R² = 0.71, SEE = 0.71, F = 992.71, Sig. of F = 0.00

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 6 พบว่า การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีมีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ โดยมีค่า F เท่ากับ F = 992.71 มีค่า Sig of F เท่ากับ 0.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 โดยที่ การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีสามารถอธิบายการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ได้ร้อยละ 71 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์วิเคราะห์ความถดถอย (Regression Analysis) ของการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ มีค่าเท่ากับ 0.84 โดยมีค่า p - value เท่ากับ 0.00 แสดงว่าการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีมีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อภิปรายผลการวิจัย

การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีมีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 กล่าวคือ ผู้ซื้อสามารถซื้อสินค้าได้ถูกต้องตามความต้องการ เช่น ผู้ขายได้แจ้งคุณภาพสินค้าที่ตรงกับความต้องการ ทำให้ทราบข้อมูลของสินค้าได้อย่างละเอียดและถูกต้องอย่างทันทีทันใด หรือผู้ขายได้บอกถึงมาตรฐานของสินค้า เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) หรือ ออย. โดยผู้ซื้อสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมของสินค้าได้ทันทีผ่านช่องแสดงความคิดเห็น (Comment) ขณะทำการถ่ายทอดสด (Live) ได้ ทำให้การซื้อสินค้าเป็นเรื่องง่าย ทั้งนี้ในการซื้อสินค้าแต่ละครั้งจะมีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก เพียงแค่ผู้ซื้อแจ้งยืนยัน (Confirm = CF) แจ้งที่อยู่ และโอนเงิน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบด้านราคาแล้ว จะถูกกว่าการซื้อทางเฟซบุ๊กปกติหรือเว็บไซต์ทั่วไป เพราะผู้ซื้อสามารถต่อรองราคาได้ทันที และผู้ขายได้บอกถึงราคาที่เหมาะสมกับปริมาณ ขนาดของสินค้า เช่น การ

ขายสินค้าราคาตามไซส์ที่แตกต่างกัน อีกทั้งผู้ซื้อได้รับสินค้าที่ตรงตามความต้องการมากกว่าช่องทางออนไลน์อื่นๆ เนื่องจากผู้ขายได้แสดงหรือโชว์ให้เห็นรูปลักษณ์และบรรจุภัณฑ์ของสินค้าได้อย่างชัดเจน โดยการวัดขนาด ชั่ง น้ำหนักและลองสินค้าให้ดู ถือว่าเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่ทำให้ผู้ซื้อสินค้าเกิดความเชื่อมั่นเกี่ยวกับผู้ขายมากกว่าผู้ขายสินค้าทางเฟซบุ๊กปกติ โดยดูจากจำนวนผู้ติดตาม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนภัสวันต์ ชมภูณัฐ (2559) ที่พบว่าการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยีมีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านระบบ QR Code ของผู้บริโภคใน กรุงเทพมหานคร และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mohammad Hossein Moshref Javadi et al. (2012) และ Enrique Bigné Alcaniz et al. (2008) ที่พบว่าความสนใจในนวัตกรรมของแต่ละบุคคลส่งผลทางบวกต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Man Kit Changa et al. (2004) ที่พบว่าการสร้างนวัตกรรมที่เฉพาะเจาะจงแบบมีขอบเขตส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เช่นกัน

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้และการวิจัยครั้งต่อไป

ผู้ประกอบการค้าแบบออฟไลน์ (Offline) ที่สนใจที่จะเพิ่มช่องทางการค้าแบบออนไลน์ (Online) สามารถศึกษาพฤติกรรมการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีของผู้บริโภคจากงานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการเพิ่มช่องทางการนำเสนอสินค้า ให้แก่ผู้บริโภคในแบบออนไลน์ (Online) ผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live) และผู้ประกอบการค้าแบบออนไลน์ (Online) ในช่องทางอื่นๆ จะได้รับรู้พฤติกรรมการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีของผู้บริโภคจากงานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการเพิ่มช่องทางแบบถ่ายทอดสดในการนำเสนอสินค้า ให้แก่ผู้บริโภคผ่านเฟซบุ๊ก ไลฟ์ (Facebook Live)

References

- Alcaniz, E. B. and et al. (2008). Influence of online shopping information dependency and innovativeness on internet shopping adoption. **Online Information Review**. 32(5), 648 - 667.
- Changa, M. K. and et al. (2004). Literature derived reference models for the adoption of online shopping. **Information & Management**. 42(1), 543 - 559.
- Electronic Transactions Development Agency (ETDA). (2560). **E - commerce survey in Thailand in 2016**. Retrieved June 1, 2017, Web site: <https://www.eta.or.th>.
- Javadi, M. H. M. and et al. (2012). An Analysis of Factors Affecting on Online Shopping Behavior of Consumers. **International Journal of Marketing Studies**. 4(5), 81 - 98.
- Kalaya Vanichbuncha. (2553). **SPSS Using for Windows in the Data Analysis**. 16th edition. Bangkok : Dharmasarn Printing Company Limited.
- Kanyapak Pantumjinda. (2557). **Factor influencing the demand for online shopping among working people over 22 years old in Bangkok**. Independent Study Master of Business Administration, School of Business Administration, Bangkok University.
- Keisidou, E. and et al. (2011). Consumer characteristics and their effect on accepting online shopping, in the context of different product types. **Business Science and Applied Management**. 6(2), 31 - 51.
- Limayem, M. et al. (2008). What Makes Consumers Buy from Internet? A Longitudinal Study of Online Shopping. **Systems and Humans**. 30(4), 421 - 232.

- Napatsawan Chompoonuch. (2559). **Factors Influence Customers' Decision Making Through the QR Code Online System in Bangkok**. Independent Study Master of Business Administration, School of Business Administration, Bangkok University.
- Office of National Broadcasting and Telecommunications Commission (NBTC). (2558). **Social Media**. Retrieved June 1, 2017, Web site: <https://www.nbtc.go.th/Home.aspx>.
- Opas Eaumsiriwong. (2556). **E - Commerce (A Managerial Perspective)**. Bangkok : SE-EDUCATION Public Company Limited.
- Patravadee Wongsumeth. (2556). **Factors Influencing the Adoption of Web-Based Learning System**. Independent Study Master of Business Administration, School of Business Administration, Bangkok University.
- Pattra Roddumromg. (2559). **Factors affect to purchasing beauty aids collagen supplements through Facebook channel**. Thesis Master of Business Administration, Graduate College of Management, Sripatum University.
- Paweena Kampukka. (2556). **Business research handouts**. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University.
- Pirinda Lhuangtep. (2557). **Factors affecting goods and services purchasing decision through E-commerce of Silpakorn University Petchaburi IT Campus students**. Thesis Master of Business Administration Program in Entrepreneurship, Graduate school, Silpakorn University.
- Punlanut Dechmanon. (2556). **The customer buying decision via social network within the limited time period**. Independent Study Master of Business Administration, Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Thanyaburi.
- Readyplanet. (2018). **Facebook Live:A popular function that helps to boost sales in 2017**. Retrieved January 6, 2018, Web site: <https://blog.readyplanet.com/16507593/facebook-ads-facebook-live-function-for-increase-sales-in-the-year-2017>.
- Sunisa Nopkunangkul. (2552). **Factors affecting buying decision on imported instant coffee at Central Food Hall Chidlom Branch**. Independent Study Master of Business Administration, Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Thanyaburi.
- Thailandzocialawards. (2018). **Zocial Metric**. Retrieved January 6, 2018, Web site: <https://thailandzocialawards.com/>.
- Thoth Zocial Co.,Ltd., (2560). **Global and Thailand Facebook Population update 2016**. Retrieved January 6, 2018, Web site: <https://thothzocial.com/facebook-population-2016/>.

การพัฒนาความรู้ความเข้าใจเรื่องพันธะเคมีในรายวิชาเคมี 1 ของนักศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

The Development of Academic Achievement on the Topic of Chemical Bonding in
402101 Chemistry 1 of Nakhon Ratchasima Rajabhat University Students in the First
Semester of the Academic Year 2017

วิลานีนี สติเดชกฤษ* และ จตุพล จันทร์ทิพย์¹

¹หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

*E-mail : wilasinee.s@nrru.acth

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พันธะเคมี ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชา
สาธารณสุขชุมชน โดยใช้แบบเรียนเสริมทักษะ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสาธารณสุข
ชุมชน คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จำนวน 20 คน ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบสุ่มเลือก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบเรียนเสริมทักษะและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี
วิธีการทดลองทำโดยแบ่งนักศึกษาเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน เรียนด้วยวิธีปกติ (กลุ่มที่ 1) และเรียนด้วยวิธีปกติ
ควบคู่กับแบบเรียนเสริมทักษะ (กลุ่มที่ 2) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า
มาตรฐานที่

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พันธะเคมี ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน
ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบปกติควบคู่กับแบบเรียนเสริมทักษะ คะแนนก่อนเรียนของกลุ่มที่ 1 และ 2 มี
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.50 และ 7.20 คะแนน ตามลำดับ คะแนนหลังเรียนของกลุ่ม 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ย 5.50 และ 8.20
ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าหลังเรียนของกลุ่มที่ 2 สูงกว่าหลังเรียนของ
กลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

คำสำคัญ : วิจัยในชั้นเรียน บทเรียนเสริมทักษะ พันธะเคมี

Abstract

This classroom action research aimed to compare the academic achievement in Chemistry 1 on the topic of Chemical Bonding for the first year Home Economics Program students between the conventional lesson (Group1) and conventional with supporting skill lesson (Group 2) in both pre- and post-test scores. The results of t-test from the two groups were also compared.

The research found that the achievement of Chemical Bonding of First Year Students in Public Health With regular teaching and learning in combination with skill lesson. The pre-test scores for groups 1 and 2 were 7.50 and 7.20, respectively. The post-test scores for groups 1 and 2 were 5.50 and 8.20, respectively. And when compared between achievement. After the study, the second group was significantly higher than that of the first group at the .05 level, which was in line with the assumptions.

Keywords : classroom research, skills lesson, chemical bonding

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล หลักการ และเป็นระเบียบแบบแผน สามารถตีวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ได้อย่างถ่องแท้ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง มีเหตุผล นำไปสู่ความสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ยิ่งในยุคศตวรรษที่ 21 ที่ต้องใช้หลายส่วนมาเชื่อมโยงกันเพื่อให้ทันโลก ทันเหตุการณ์ ดังนั้นกระบวนการคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์จึงมีส่วนสำคัญกับมนุษย์เป็นอย่างมาก

จากการเล็งเห็นของรัฐบาลจึงได้ออกพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ระบุว่า การจัดการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรมเสริม ถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) โดยครูหรือผู้สอนควรทำหน้าที่ส่งเสริม สนับสนุนการเรียนรู้ เป็นผู้กระตุ้น และสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถหาความรู้ได้ด้วยตนเอง (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, 2543) นอกจากนี้ แบบเรียนหรือวิธีการสอนยังเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพราะแบบเรียนทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ให้แก่ผู้เรียนโดยตรง กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาศักยภาพทางการคิด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) แบบเรียนที่อธิบายง่าย อ่านได้เข้าใจ และสามารถนำมาอ่านทบทวนได้ตลอด สามารถทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชามากยิ่งขึ้น ซึ่งจากการเก็บข้อมูลในห้องเรียน วิชา เคมี 1 ในภาคการเรียนที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2559 พบว่า ผลการทดสอบของนักศึกษาในรายวิชาเคมี 1 อยู่ในเกณฑ์ต่ำและยังเป็นปัญหาอยู่ ซึ่งนักศึกษาส่วนใหญ่เขียนการใช้อิเล็กทรอนิกส์ร่วมกันในการเกิดพันธะไม่ได้ ส่งผลให้นักศึกษาไม่เข้าใจในเรื่อง ต่อ ๆ ไปไม่ว่าจะเป็นหัวข้อพันธะเคมี โครงสร้างอะตอม การเกิดปฏิกิริยา เป็นต้น โดยพันธะเคมีเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรม เนื่องจากเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสารทั้งในระดับอะตอมหรือโมเลกุล ซึ่งไม่สามารถมองเห็นจึงทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ และนอกจากนี้การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเรียนวิชาเคมี พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเรียนแบบบรรยายตามทฤษฎีกับการเรียนที่ใช้สื่อการสอน หรือให้นักศึกษาทบทวนบทเรียนหลังการเรียนแบบบรรยาย นักศึกษาสามารถมองเห็นภาพได้อย่างชัดเจน ดังนั้น จากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาวิจัยในชั้นเรียน (ประภาพรพรณ เส็งวงศ์, 2550 และหญิงใหญ่ ไอ้กีร์, 2553) เกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โดยใช้แบบเรียนเสริมทักษะ เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่า การสอนโดยใช้แบบเรียนเสริมทักษะนักศึกษามีความ ค่อย ๆ อ่านและทำความเข้าใจในบทเรียนมากได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา และเป็นการปรับปรุงพฤติกรรมการเรียนที่เหมาะสมของนักศึกษาต่อไป ซึ่งในอนาคตผู้วิจัยต้องการปรับปรุงและพัฒนาเป็นการเรียนการสอนออนไลน์ต่อไป

วิธีการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 20 คน ได้มาโดยการเลือกแบบสุ่มเลือก จากนั้นแยกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน กลุ่มแรกเรียนโดยวิธีปกติ กลุ่มที่สองเรียนโดยวิธีปกติควบคู่ไปกับบทเรียนเสริมทักษะ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถ และทักษะทางด้านวิชาการ รวมทั้งสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ

แบบเรียนเสริมทักษะ เป็นสรุปเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างอย่างง่าย และมีแบบฝึกหัดให้หัดทำเพิ่มเติม ดังนั้นจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาการเรียน การสอน เป็นส่วนสำคัญในการทำให้นักศึกษาเกิดความชำนาญ

และความคล่องแคล่วในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และสามารถทำให้นักศึกษาเกิดความรู้ความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น (เกรียงไกร เพชรเสถียร, 2553)

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา คือ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบเรียนเสริมทักษะ (ทพวงมหาวิทยาลัย, 2536)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามาตรฐานที่ (t-test) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

4. ขั้นตอนการดำเนินการ

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบเรียนเสริมทักษะ ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

4.1 ศึกษาคำอธิบายรายวิชาเคมี 1 ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกี่ยวข้องการสอน โครงสร้างเวลาเรียน การวัดผลและประเมินผล เพื่อให้สอดคล้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

4.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อวางโครงสร้างและกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบ

4.3 สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามพฤติกรรม จำนวน 10 ข้อ

4.4 นำแบบทดสอบทดสอบก่อนเรียนกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรสาธารณสุขชุมชน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน รวม 20 คน เพื่อทำการศึกษาวิจัย

4.5 สอนแบบปกติ

4.6 แจกบทเรียนเสริมทักษะให้นักศึกษากลุ่มที่สอง เพื่อนำกลับไปศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง

4.7 ทดสอบหลังเรียน กับนักศึกษากลุ่มเดิมทั้ง 20 คน

5. วิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบเรียนเสริมทักษะ

5.2 ชี้แจงให้นักศึกษาได้รับทราบเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด เนื้อหาที่เรียน และวันที่เรียน และประเมินผล ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 6 ชั่วโมง

5.3 ทดสอบก่อนเรียน

5.4 ดำเนินการสอนแบบปกติ กับนักศึกษาทั้งชั้นเรียนและกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มเลือก ทำชั่วโมงแจกแบบเรียนเสริมทักษะให้นักศึกษากลุ่มที่ 2 เพื่อให้กลับไปศึกษาด้วยตนเอง

5.5 ทดสอบหลังเรียน

5.6 เก็บรวบรวมข้อมูลแล้ววิเคราะห์พัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

ผลการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 1 เรื่อง พันธะเคมี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน จำนวน 20 คน ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี ก่อนและหลังการเรียนปกติและศึกษาเพิ่มเติมด้วยแบบเรียนเสริมทักษะ โดยเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกัน ในครั้งนี้มีผลการวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติก่อนเรียนและหลังเรียน และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติร่วมกับบทเรียนเสริมทักษะ

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานที่ (t - test) หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติกับกลุ่มที่เรียนปกติร่วมกับแบบเรียนเสริมทักษะ

ตอนที่ 1 ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติก่อนเรียนและหลังเรียน และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติร่วมกับบทเรียนเสริมทักษะ

ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติก่อนเรียนและหลังเรียน และ กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติร่วมกับบทเรียนเสริมทักษะ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติก่อนเรียนและหลังเรียน และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติร่วมกับบทเรียนเสริมทักษะ

กลุ่มที่เรียนแบบ	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})		ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)		t - test	Sig.
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อน -หลังเรียน	
ปกติ* (10คน)	7.5	5.5	0	1.50	3.43075	.012
เรียนร่วมแบบเรียน** (10คน)	7.2	8.2	1.89	3.19	-1.46400	.177

หมายเหตุ *คือกลุ่มที่ 1 **คือกลุ่มที่ 2

จากตารางที่ 1 พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติและเรียนร่วมกับบทเรียนเสริมทักษะมีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยผลการทดสอบก่อนเรียน 7.5 กลุ่มที่ 2 คือ 7.2 ส่วนค่าเบี่ยงเบนกลุ่ม 1 และ 2 คือ 0 และ 1.89 ตามลำดับ ดังนั้นจึงสามารถนำนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบวิธีการสอนระหว่างการสอนด้วยวิธีปกติกับการเรียนร่วมกับแบบเรียนเสริม

เมื่อทดสอบหลังเรียนจะเห็นว่าทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยกลุ่ม 1 และ 2 คือ 5.5 และ 8.2 ตามลำดับ ส่วนค่าเบี่ยงเบนกลุ่ม 1 และ 2 คือ 1.50 และ 3.19 ตามลำดับ โดยกลุ่ม 1 มีค่า t – test ก่อนเรียนและหลังเรียน คือ 3.43075 (Sig. > .05) มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ .05 ส่วนกลุ่มที่ 2 มีค่า t – test ก่อนเรียนและหลังเรียน คือ -1.464 (Sig. ≤ .05) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นว่าการสอนทั้งวิธีปกติและเรียนร่วมกับแบบเรียนเสริมทักษะนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน ดังนั้นทำการเปรียบเทียบค่า t – test ของนักศึกษา 2 กลุ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลแสดงดังตารางที่ 2

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานที่ (t – test) หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติกับกลุ่มที่เรียนปกติร่วมกับแบบเรียนเสริมทักษะ

ผลการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานที่ (t – test) หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติกับกลุ่มที่เรียนปกติร่วมกับแบบเรียนเสริมทักษะ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานที่ (t – test) หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติกับกลุ่มที่เรียนปกติร่วมกับแบบเรียนเสริมทักษะ

กลุ่ม	t – test	Sig. (2-tailed)
ก่อนเรียน (กลุ่ม 1 และ 2)	.340	.738
หลังเรียน (กลุ่ม 1 และ 2)	-2.299	.034

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่า t – test ก่อนเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีปกติกับนักศึกษาที่เรียนร่วมด้วยแบบเรียนเสริมทักษะ ค่า t – test คือ .340 (Sig. > .05) จะเห็นว่ามีพื้นฐานความรู้ไม่แตกต่างกันทางสถิติสำหรับ

นักศึกษา 2 กลุ่ม ส่วนค่า t - test หลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีปกติกับนักศึกษาที่เรียนร่วมด้วยแบบเรียนเสริมทักษะ คือ -2.299 (Sig. $\leq .05$) จะเห็นว่ามีความรู้แตกต่างทางสถิติสำหรับนักศึกษา 2 กลุ่ม ดังนั้นสรุปได้ว่า การเรียนเสริมหรือการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้แบบเรียนเสริมทักษะควบคู่กับการสอนด้วยวิธีปกติได้ผลดีกว่าสอนแบบวิธีปกติเพียงอย่างเดียว

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ปรากฏว่า การใช้แบบเรียนเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2560 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พรพรม อุตตวัฒน์กุล (2547) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้แบบฝึกเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสรุปได้ว่าแบบเรียนเสริมทักษะที่ใช้ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี 1 เรื่องพันธะเคมี แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นนักศึกษาต้องมีความสนใจที่จะฝึกฝน และเรียนรู้ด้วยตนเองด้วย สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Dewey (1963: 48) ที่ว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการกระทำ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากทุนอุดหนุนงานวิจัย จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปีงบประมาณ 2561 โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). แนวการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกรียงไกร เพชรเสถียร และ ถนอมวรรณ ประเสริฐเจริญสุข. (2554). การสร้างแบบฝึกเสริมทักษะเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุเม็สาพิทยาคาร จังหวัดอุดรธานี. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, หน้า 10-15.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2536). เคมี 1. เล่มที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- ประภาพรธรรม เล็งวงศ์. (2550). *การพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้ด้วยการวิจัยในชั้นเรียน*. ซีเอ็ดบุ๊คเซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ
- พรพรม อุตตวัฒน์กุล. (2547). ผลการใช้แบบฝึกเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2543). ข้อเสนอเชิงนโยบายการปฏิรูปวิชาชีพครูตามพระราชบัญญัติ-การศึกษาแห่งชาติ (วพ). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- หญิงใหญ่ ไอกร้า. (2553). *บทเรียนสำเร็จรูปคืออะไร*. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2554, จากชื่อเว็บไซต์ <http://guru.google.co.th>.

การศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง เรื่อง การระเหย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
A study of Grade 10 students' Ability in Creating Scientific Model
in Evaporation by Using Model-Centered Instruction Sequence

ณัฐวี คณะเมือง¹ และ ร่มเกล้า จันทราชี^{2*}

¹สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* Email: romklao@kku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การระเหย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น ที่ศึกษาในปีการศึกษาที่ 2/2560 จำนวน 28 คน ระเบียบวิธีวิจัยเป็นแบบผสมผสาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การระเหย ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเฉลี่ยเลขคณิตซึ่งแสดงผลเป็นร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดของนักเรียนก่อนเรียนอยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 82) หลังเรียนอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 64) 2) ความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความโน้มนามติของนักเรียนก่อนเรียนอยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 86) หลังเรียนอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 46) 3) ความสอดคล้องระหว่างภาพวาดและข้อความโน้มนามติของนักเรียนก่อนเรียนอยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 92) หลังเรียนอยู่ในระดับดี (ร้อยละ 49) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้นักเรียนได้เก็บข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งแสดงปรากฏการณ์ในระดับมหภาค และข้อมูลที่เป็นภาพ 2 มิติ ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ซึ่งแสดงปรากฏการณ์ในระดับจุลภาค รวมถึงข้อมูลที่เป็นข้อความโน้มนามติมาใช้ในพิจารณาเพื่อประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงสรุปว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองสามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ การระเหย

Abstract

The purpose of this research was to study grade 10 students' abilities in creating scientific models of evaporation using Model-centered Instruction Sequence (MCIS). Participants were 28 grade 10 students who studied at public high school in Khon Kaen province, in the second semester of academic year 2017. Instruments are the scientific model creating ability test and lesson plans of evaporation. Data was collected from examination, which was before and after the instruction. Data were analyzed by static as a percentage. A creation of scientific models consists of two aspects which are a pictorial and conceptual model. Results were as follow: 1) Pictorial models, in pretest students' ability was at fair level (82%) and in posttest was at good level (64%). 2) Conceptual models, in pretest students' ability was at fair level (86%) and in posttest was at good level (46%). and 3) The relation between pictorial and conceptual models, in pretest students' ability was at fair level (92%) and in posttest was at good level (49%). Because the MCIS could promote student

to collect data from laboratory which was a macroscopic, data from pictures (2D) and videos (3D) which were a microscopic and data form texts. Students' mean score in the pre-test was higher than post-test scores at a significance level of 0.05. Therefore, MCIS encourages student's abilities in creating scientific models.

Keywords : Model-Centered Instruction Sequence, Scientific Modeling, Evaporation

บทนำ

การระเหยเป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของของเหลว เกิดจากการเคลื่อนชนกันพร้อมกับถ่ายเทพลังงานจลน์ระหว่างโมเลกุลของของเหลว จนกระทั่งโมเลกุลที่อยู่บริเวณพื้นผิวมีพลังงานจลน์มากพอจะเอาชนะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลได้ และระเหยขึ้นเป็นแก๊ส โดยหัวข้อเรื่อง การระเหย จัดอยู่ในสาระการเรียนรู้ เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ธรรมชาติของเนื้อหาเรื่องนี้จะเกี่ยวข้องกับสถานะของสาร สมบัติ และการเปลี่ยนแปลง ผู้เรียนต้องอาศัยความเข้าใจในระดับจุลภาค จะต้องใช้จินตนาการเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น พฤติกรรมของอะตอม โมเลกุล และไอออนของสาร เป็นต้น โดยจากงานวิจัยก่อนหน้า พบว่า ผู้เรียนเข้าใจว่าการระเหยและการเดือดเกิดกับโมเลกุลบริเวณผิวน้ำเหมือนกัน (วราภรณ์ แยมจินดา, 2547) หรือเข้าใจว่าฟองแก๊สที่เกิดขึ้นขณะที่น้ำเดือดเป็นฟองอากาศหรือฟองแก๊สออกซิเจนและแก๊สไฮโดรเจน (Osborne and Cosgrove, 1983) หรือเข้าใจว่าความดันไอของของเหลวขึ้นอยู่กับปริมาณของของเหลว (Canpolat et al., 2006) ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสรับรู้เกี่ยวกับสมบัติและกระบวนการที่เกิดขึ้นในระดับจุลภาคได้โดยตรง (Michalchik et al., 2008) และในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์บางครั้งครูไม่สามารถนำปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบางอย่างมาแสดงให้ผู้เรียนเห็นได้ ด้วยเหตุนี้อาจเป็นอุปสรรคต่อความเข้าใจของผู้เรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะส่งเสริมผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีความเป็นนามธรรมสูงได้ (Harrison, 2000)

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ ตัวแทนที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เป็นนามธรรม และมีความซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น (Bamberger and Davis, 2013) การสร้างแบบจำลองในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เน้นให้ผู้เรียนมีการคิดและการปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสำรวจตรวจสอบ การสร้างความเข้าใจและการสื่อสารความรู้ความเข้าใจ (Harrison and Treagust, 2000) สิ่งเหล่านี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ได้พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมมาสร้างเป็นแนวคิดของตนเอง ถือเป็นกระบวนการการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน การสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์นี้ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การสร้าง การประเมินคุณค่า การปรับปรุง และการนำแบบจำลองไปใช้ (โกเมศ, 2555) สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง (MCIS; Model-centered Instruction Sequence) ซึ่งเป็นวิธีการส่งเสริมกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Schwarz and Gwekwerere, 2007) กระบวนการดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ มีการสร้างแบบจำลองที่แสดงการตั้งสมมติฐานรวมถึงสะท้อนความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ซึ่งการได้มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Baek et al., 2010)

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง เรื่อง การระเหย จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เพราะมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เป็นนามธรรมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างแบบจำลองที่แสดงหรืออธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าว ซึ่งสะท้อนถึงความเข้าใจของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเข้าใจการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนของครูก็สามารถตรวจสอบความเข้าใจเบื้องต้น รวมถึงความเข้าใจของผู้เรียนในปรากฏการณ์ที่ศึกษาผ่านแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ซึ่งผลจากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพื่อสนับสนุนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การระเหย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการวิจัยแบบผสมผสาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเชิงปริมาณโดยการทดสอบก่อนและหลังเรียนเพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการวิเคราะห์เนื้อหาและตีความจากแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้าง โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การระเหย และเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง เรื่อง การระเหย จำนวน 1 แผน ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 2 ชั่วโมง

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 28 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นการเลือกกลุ่มที่ศึกษาแบบเจาะจง โดยที่นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนยินดีเข้าร่วมการวิจัย

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แสดงการระเหยของโบรมีน โดยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง เรื่อง การระเหย มีขั้นตอนดังนี้ 1) การมุ่งปรากฏการณ์และตั้งคำถาม ใช้วิดีโอ เรื่อง การระเหย ซึ่งแสดงถึงปริมาณน้ำที่ลดลงเมื่อตั้งแก้วน้ำเปิดฝาทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 1 วัน 2) การสร้างแบบจำลองเบื้องต้น นักเรียนแต่ละคนสร้างแบบจำลองเบื้องต้นเกี่ยวกับการระเหยของน้ำในระดับโมเลกุล 3) การสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนปฏิบัติการทดลองเรื่อง การระเหย ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบการระเหยของน้ำและเอทานอล 4) การประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น นักเรียนนำข้อมูลจากปฏิบัติการทดลองมาพิจารณาเพื่อประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น 5) การแนะนำแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง ครูนำเสนอวิดีโอที่แสดงการระเหยของน้ำที่บรรจุในภาชนะเปิดในระดับโมเลกุลที่เป็นสามมิติ และภาพแสดงการระเหยของน้ำในระดับโมเลกุล 6) การประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากข้อ 5) มาพิจารณาเพื่อประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง 7) การประเมินแบบจำลองโดยเพื่อน นักเรียนจับคู่กันภายในกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนและให้คะแนน รวมถึงสะท้อนผลแบบจำลองซึ่งกันและกัน 8) การลงมติแบบจำลองที่สร้าง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะเด่นในแบบจำลองของแต่ละกลุ่มที่นักเรียนนำเสนอ และลงมติเลือก 1 แบบจำลอง 9) การใช้แบบจำลองเพื่อทำนายหรืออธิบาย นักเรียนใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการระเหยของน้ำ นั่นคือการระเหยของแอซิดิก จะเห็นว่าในระหว่างการจัดการเรียนรู้ เป็นการศึกษาและสร้างแบบจำลองที่แสดงการระเหยของน้ำและแอซิดิกในส่วนการรวบรวมข้อมูลที่ใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระดับความสามารถก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ จึงเลือกใช้โบรมีน แทนการใช้น้ำและแอซิดิก

ข้อมูลความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน จะถูกนำมาวิเคราะห์เบื้องต้นโดยใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Jackson (2001) ดังตารางที่ 1 แยกพิจารณาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ ได้แก่ แบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด แบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความโมเดล และความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดและข้อความโมเดลโดยแต่ละองค์ประกอบจะมีระดับคะแนน 5 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และปรับปรุง โดยให้คะแนนเป็น 4 3 2 1 และ 0 ตามลำดับ รวมเป็น 12 คะแนน

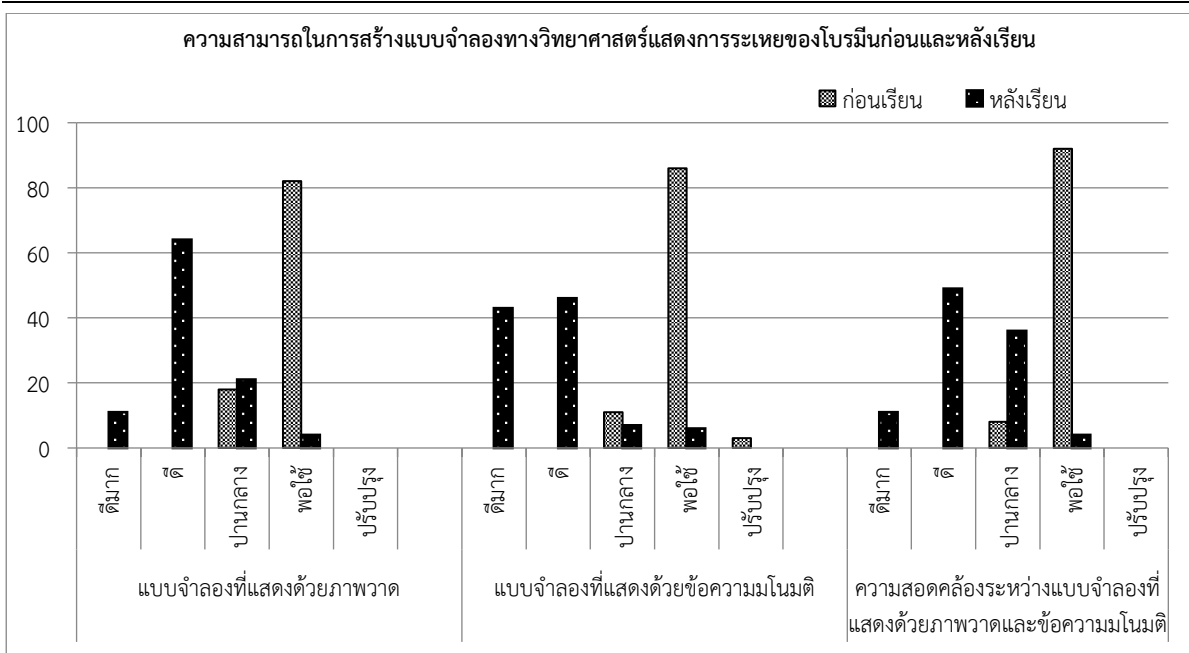
ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การระเหย

ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การระเหย			
ระดับ คุณภาพ	แบบจำลองที่แสดงด้วย		ความสอดคล้องระหว่าง
	ภาพวาด	ข้อความมโนคติ	แบบจำลองที่แสดงด้วย ภาพวาดและข้อความมโนคติ
ดีมาก	วาดภาพแสดงแบบจำลอง ที่ถูกต้อง และครบถ้วนทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ โมเลกุล ของสารที่มีการเปลี่ยนสถานะ จากของเหลวกลายเป็นแก๊ส การระเหยที่เกิดบริเวณพื้นผิว และการชนกันระหว่าง โมเลกุลของสาร	เขียนคำอธิบายแบบจำลองที่ ถูกต้อง และครบถ้วนทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การ เปลี่ยนสถานะของสารจาก ของเหลวกลายเป็นแก๊ส การ ระเหยที่เกิดบริเวณพื้นผิว และการชนกันระหว่างโมเลกุล ของสารจนเกิดการถ่ายเท พลังงานเกิดขึ้น	เขียนคำอธิบายได้ถูกต้องและ สอดคล้องกับภาพวาดที่แสดง ปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้อย่าง ครบถ้วนทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การเปลี่ยนสถานะจาก ของเหลวกลายเป็นแก๊ส การ ระเหยที่เกิดบริเวณพื้นผิว และ การชนกันจนเกิดการถ่ายเท พลังงานระหว่างโมเลกุลสาร
ดี	วาดภาพแสดงแบบจำลอง ที่ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน (2 องค์ประกอบ)	เขียนคำอธิบายแบบจำลอง ที่ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน (2 องค์ประกอบ)	เขียนคำอธิบายได้ถูกต้องและ สอดคล้องกับภาพวาดที่แสดง ปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้อย่าง น้อย 2 องค์ประกอบ
ปาน กลาง	วาดภาพแสดงแบบจำลอง ที่ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน (1 องค์ประกอบ)	เขียนคำอธิบายแบบจำลอง ที่ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน (1 องค์ประกอบ)	เขียนคำอธิบายได้ถูกต้องและ สอดคล้องกับภาพวาดที่แสดง ปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้อย่าง น้อย 1 องค์ประกอบ
พอใช้	วาดภาพแสดงแบบจำลองที่ไม่ ถูกต้อง	เขียนคำอธิบายแบบจำลองที่ ไม่ถูกต้อง	เขียนคำอธิบายไม่ถูกต้องและ สอดคล้องกับภาพวาดทุก องค์ประกอบ
ปรับปรุง	ไม่สามารถวาดภาพได้	ไม่สามารถเขียนคำอธิบายได้	ไม่สามารถเขียนคำอธิบายที่ สอดคล้องกับภาพวาดได้

ผลการวิจัย

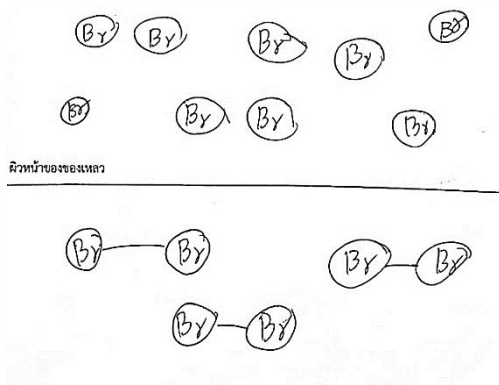
ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การระเหย โดยแสดงการระเหยของโบรมีน และแบ่งระดับความสามารถออกเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และ ปรับปรุง ตามลำดับ จากนั้นจึงวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน และนำเสนอข้อมูลตามองค์ประกอบของความสามารถทั้ง 3 องค์ประกอบ ดังกราฟที่ 1

กราฟที่ 1 แสดงความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แสดงการระเหยของโบรมีน ก่อนและหลังเรียน



จากกราฟที่ 1 แสดงระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบ ดังนี้
 1) แบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 82 อยู่ในระดับพอใช้ และหลังเรียน จำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 อยู่ในระดับดีและดีมาก 2) แบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความโมโนมิติ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 86 อยู่ในระดับพอใช้และหลังเรียน จำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 อยู่ในระดับดีและดีมาก และ 3) ความสอดคล้องระหว่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดและข้อความโมโนมิติก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 92 อยู่ในระดับพอใช้ และหลังเรียน จำนวนนักเรียนร้อยละ 60 อยู่ในระดับดีและดีมาก สำหรับรายละเอียดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ ผู้วิจัยจะยกตัวอย่าง ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 82 อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งในองค์ประกอบความสามารถนี้ต้องการให้นักเรียนวาดภาพแสดงแบบจำลองที่ถูกต้อง ชัดเจน และครบถ้วนตามสาระสำคัญของปรากฏการณ์ที่ศึกษา (ระดับดีมาก) แต่นักเรียนส่วนใหญ่ทำไม่ได้ไม่ถูกต้อง (ระดับพอใช้) แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 1

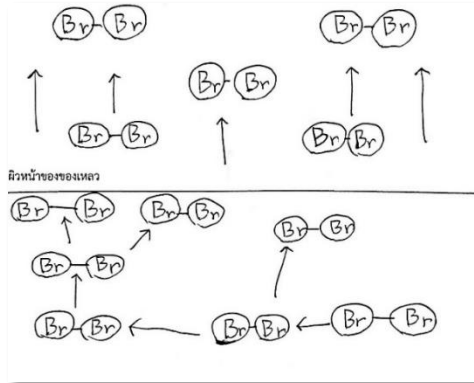


ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด เรื่อง การระเหยของโบรมีน ก่อนเรียนระดับพอใช้

จากภาพที่ 1 จะเห็นว่านักเรียนได้สร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดที่แสดงการเปลี่ยนสถานะของโบรมีนจากของเหลวกลายเป็นแก๊ส โดยโมเลกุลที่อยู่ใต้ผิวหน้าของของเหลวมีสถานะเป็นของเหลว และโมเลกุลที่อยู่เหนือผิวหน้ามีสถานะเป็นแก๊ส แต่นักเรียนวาดภาพอะตอมของโบรมีนแทนที่จะวาดโมเลกุลของโบรมีนในสถานะแก๊ส จึงไม่ถูกต้อง นอกจากนั้นนักเรียนไม่ได้วาดภาพแสดงการระเหยที่เกิดขึ้นเฉพาะบริเวณผิวหน้าของของเหลว และไม่ได้วาดภาพแสดงการชนกันระหว่างโมเลกุลของโบรมีน ดังนั้นคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทาง

วิทยาศาสตร์ เรื่อง การระเหย ที่สอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนนในตารางที่ 1 ด้านแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดจึงอยู่ในระดับพอใช้ (2 คะแนน) คือ วาดภาพแสดงแบบจำลองไม่ถูกต้อง

สำหรับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงด้วยภาพวาด เรื่อง การระเหย หลังเรียนของนักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 64 อยู่ในระดับดี แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด เรื่อง การระเหยของโบรมีน หลังเรียนระดับดี

จากภาพที่ 2 จะเห็นว่านักเรียนได้สร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดที่แสดงการเปลี่ยนสถานะของโบรมีนจากของเหลวกลายเป็นแก๊ส และวาดภาพแสดงการชนกันของโมเลกุลของเหลวโบรมีน แต่นักเรียนไม่ได้วาดภาพแสดงการระเหยที่เกิดขึ้นเฉพาะบริเวณผิวหน้าเท่านั้น ดังนั้นคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การระเหย ที่สอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนนในบทที่ 3 ตารางที่ 7 ด้านแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดจึงอยู่ในระดับดี (3 คะแนน) คือ วาดภาพแสดงแบบจำลองที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน (2 องค์ประกอบ)

2. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความโน้มนำ ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 86 อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งในองค์ประกอบความสามารถนี้ต้องการให้นักเรียนเขียนคำอธิบายแสดงแบบจำลองที่ถูกต้องชัดเจน และครบถ้วนตามสาระสำคัญของปรากฏการณ์ที่ศึกษา (ระดับดีมาก) แต่นักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายแสดงแบบจำลองได้ไม่ถูกต้อง (ระดับพอใช้) แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 3

คำอธิบายประกอบรูปภาพ.....ด้านล่างก็จะมี ๒๐๑๕ พอลอยไปด้านบนแล้วมีอากาศที่ร้อนกว่า
จึงยกของจากพื้น.....

การระเหย คือ.....หรือให้มันต่างของโลก พอลอยไปบนอากาศก็กลายเป็นแก๊ส

ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความโน้มนำ เรื่อง การระเหยของโบรมีน ก่อนเรียนระดับพอใช้

จากภาพที่ 3 นักเรียนได้สร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความโน้มนำ โดยมีใจความว่า “ด้านล่างก็จะต่อกัน พอลอยไปด้านบนมีความกดอากาศต่ำจึงแยกออกจากกัน” และนักเรียนได้เขียนอธิบายความหมายของแรงดึงดูดผิวว่า “แรงโน้มถ่วงของโลก พอลอยไปบนอากาศก็กลายเป็นแก๊ส” จะเห็นว่านักเรียนไม่ได้เขียนคำอธิบายเกี่ยวกับการระเหยที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นผิว และการชนกันระหว่างโมเลกุลของโบรมีนจนเกิดการถ่ายเทพลังงานเกิดขึ้น นอกจากนั้นนักเรียนยังเขียนคำอธิบายความหมายของการระเหยได้ไม่ถูกต้อง ดังนั้นคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนนใน ตารางที่ 1 ด้านแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความโน้มนำจึงอยู่ในระดับพอใช้ (2 คะแนน) คือ เขียนอธิบายแสดงแบบจำลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาไม่ถูกต้อง

สำหรับการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงด้วยข้อความมโนมติ เรื่อง ความตึงผิว หลังเรียนของนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 46 อยู่ในระดับดี ตัวอย่างการสร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนมติ เรื่อง การระเหย หลังเรียนของนักเรียน แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 4

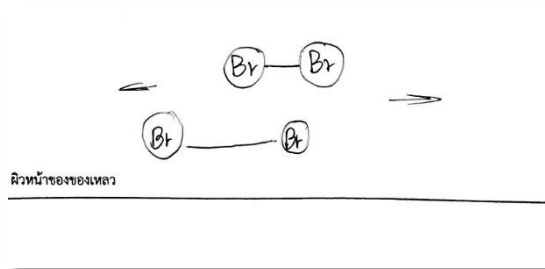
คำอธิบายประกอบรูปภาพ-เมื่อตั้งน้ำทิ้งไว้ โมเลกุลของน้ำจะเกิดการชนกันและถ่ายเทพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น
ทศวรรษ จรรย์ เข็มฉิ่ง

การระเหย คือ การเปลี่ยนสถานะจากของเหลว กลายเป็นแก๊ส

ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนมติ เรื่อง การระเหยของโบรมีน หลังเรียนระดับดี

จากภาพที่ 4 นักเรียนได้สร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนมติโดยมีใจความว่า “เมื่อตั้งน้ำทิ้งไว้โมเลกุลของน้ำจะเกิดการชนกันและถ่ายเทพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น” และนักเรียนได้เขียนอธิบายความหมายของการระเหยว่า “การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นแก๊ส” จะเห็นว่านักเรียนเขียนคำอธิบายเกี่ยวกับการชนกันระหว่างโมเลกุลของโบรมีนจนเกิดการถ่ายเทพลังงานจลน์เกิดขึ้น และความหมายของการระเหยได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้เขียนอธิบายถึงการระเหยที่เกิดขึ้นเฉพาะบริเวณผิวหน้าของเหลว ดังนั้นคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนนในตารางที่ 1 ด้านแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนมติจึงอยู่ในระดับดี (3 คะแนน) คือ เขียนอธิบายแสดงแบบจำลองเกี่ยวกับการปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน (2 องค์ประกอบ)

3. ความสอดคล้องระหว่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดและข้อความมโนมติ ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 92 อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งในองค์ประกอบความสามารถนี้ต้องการให้นักเรียนเขียนคำอธิบายได้สอดคล้องกับภาพวาดที่แสดงปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้อย่างครบถ้วนตามสาระสำคัญของปรากฏการณ์ที่ศึกษา (ระดับดีมาก) แต่นักเรียนส่วนใหญ่เขียนคำอธิบายไม่สอดคล้องกับภาพวาดในทุกองค์ประกอบ (ระดับพอใช้) แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด เรื่อง การระเหยของโบรมีน ด้านความสอดคล้อง

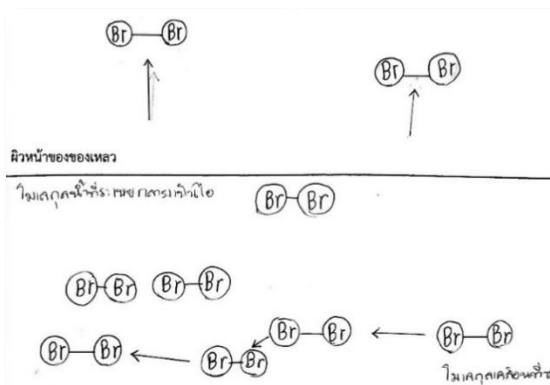
ระหว่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดและข้อความมโนติก่อนเรียนในระดับพอใช้

ในส่วนแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนมติ ซึ่งเป็นคำอธิบายประกอบกับภาพที่ 5 มีใจความว่า “โบรมีนลอยตัวเป็นแก๊ส” และนักเรียนได้เขียนอธิบายความหมายของการระเหยว่า “แรงโน้มถ่วงที่ดึงแก๊สนั้น ๆ”

เมื่อพิจารณาถึงความสอดคล้องระหว่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดและข้อความมโนมติในแต่ละองค์ประกอบ พบว่าในองค์ประกอบที่ 1 นักเรียนวาดภาพและเขียนอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะจากของโบรมีนจากเหลวกลายเป็นแก๊สไม่ถูกต้อง ในส่วนองค์ประกอบที่ 2 นักเรียนวาดภาพและเขียนอธิบายเกี่ยวกับการระเหยที่เกิดเฉพาะบริเวณพื้นผิวไม่ถูกต้อง และในองค์ประกอบที่ 3 นักเรียนวาดภาพและเขียนอธิบายเกี่ยวกับการชนกันจนเกิดการถ่ายเทพลังงานจลน์ระหว่างโมเลกุลไม่ถูกต้อง ดังนั้นคะแนนความสามารถที่สอดคล้องกับเกณฑ์

การให้คะแนนในตารางที่ 1 ด้านความสอดคล้องระหว่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดและข้อความมโนมติจึงอยู่ในระดับพอใช้ (1 คะแนน) คือ เขียนคำอธิบายไม่ถูกต้องและสอดคล้องกับภาพวาดทุกองค์ประกอบ

สำหรับความสอดคล้องระหว่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดและข้อความมโนมติหลังเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 49 อยู่ในระดับดี แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด เรื่อง การระเหยของโบรมีน ด้านความสอดคล้องระหว่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดและข้อความมโนมติหลังเรียนในระดับดี

ในส่วนแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนมติ ซึ่งเป็นคำอธิบายประกอบกับภาพที่ 6 มีใจความว่า “เมื่อตั้งน้ำทิ้งไว้โมเลกุลของน้ำจะเกิดการชนกันและถ่ายเทพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น” และนักเรียนได้เขียนอธิบายความหมายของการระเหยว่า “การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นแก๊ส ซึ่งเกิดกับโมเลกุลที่อยู่ผิวหน้าของของเหลว”

เมื่อพิจารณาถึงความสอดคล้องระหว่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดและข้อความมโนมติในแต่ละองค์ประกอบ พบว่าในองค์ประกอบที่ 1 นักเรียนวาดภาพและเขียนอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะจากของโบรมีนจากเหลวกลายเป็นแก๊สได้ถูกต้อง ในส่วนองค์ประกอบที่ 2 นักเรียนไม่ได้วาดภาพระบุ แต่มีเขียนอธิบายเกี่ยวกับการระเหยที่เกิดเฉพาะบริเวณพื้นผิว และในองค์ประกอบที่ 3 นักเรียนวาดภาพและเขียนอธิบายเกี่ยวกับการชนกันจนเกิดการถ่ายเทพลังงานจลน์ระหว่างโมเลกุลได้ถูกต้อง ดังนั้นคะแนนความสามารถที่สอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนนในตารางที่ 1 ด้านความสอดคล้องระหว่างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดและข้อความมโนมติจึงอยู่ในระดับดี (3 คะแนน) คือ เขียนคำอธิบายได้ถูกต้องและสอดคล้องกับภาพวาดอย่างน้อย 2 องค์ประกอบ

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การระเหยของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยจะนำเสนอการอภิปรายผลในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

ความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาระดับความสามารถสูงขึ้นจากก่อนเรียนไปหลังเรียน เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง โดยในขั้นที่ 3 การสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ นักเรียนได้มีโอกาสวางแผนออกแบบการทดลองจากสารเคมีและอุปกรณ์ที่ครูจัดเตรียมให้ และทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้ปริมาณน้ำที่ลดลง ในขั้นที่ 1 (การมุ่งปรากฏการณ์และตั้งคำถาม) เป็นการเก็บข้อมูลหลักฐานที่สามารถมองเห็นได้ในระดับมหภาคและในขั้นที่ 5 การแนะนำความคิดทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง นักเรียนได้รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้พิจารณาในการประเมินให้คะแนนและปรับปรุงแบบจำลองตนเอง ซึ่งมีทั้งข้อมูลที่เป็นภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ และภาพเคลื่อนไหว เป็นตัวแทนแสดงปรากฏการณ์หลากหลายรูปแบบที่สามารถมองเห็นในระดับจุลภาค คือ แสดงปรากฏการณ์ในระดับโมเลกุล เนื่องจากสิ่งเหล่านี้มีความเป็นนามธรรมสูง จึงมีความสำคัญสำหรับนักเรียนในการนำมาปรับปรุงและแก้ไขแบบจำลองของตนเอง (Lee et al., 2015) นอกจากนั้นนักเรียนได้มีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย การสร้าง การประเมิน การปรับปรุง และการนำแบบจำลองไปใช้ ตามลำดับ

กระบวนการเหล่านี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพ (Gilbert, 2013)

ความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความโมโนมิติ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาระดับความสามารถสูงขึ้นจากก่อนเรียนไปหลังเรียน เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองในชั้นที่ 5 การแนะนำความคิดทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง นอกจากนักเรียนจะได้รับข้อมูลแนวความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาในรูปแบบของภาพและภาพเคลื่อนไหวแล้ว ยังมีข้อมูลในรูปแบบของข้อความซึ่งเป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ให้นักเรียนได้นำไปพิจารณาเพื่อแก้ไขแบบจำลองของตนเอง แต่จากตัวอย่างข้อความโมโนมิติซึ่งเป็นคำอธิบายประกอบกับภาพที่ 6 จะเห็นว่านักเรียนเขียนคำอธิบายได้แตกต่างจากข้อมูลที่ครูนำเสนอ เนื่องจากข้อมูลที่ครูนำเสนอ คือ การระเหยของน้ำ ซึ่งเป็นความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้รับ ดังนั้น นักเรียนจึงนำข้อมูลนั้นมาปรับเพื่อสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่นำเสนอ คือการระเหยของโบรมีน ก่อให้เกิดการถ่ายโอนความรู้ไปยังปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง (Bamberger and Davis, 2013) จากขั้นตอนดังกล่าวถือเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงด้วยข้อความโมโนมิติ (Jong et al., 2015)

ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้านความสอดคล้องของแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาดและข้อความโมโนมิติ พบว่า หากนักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่แสดงด้วยภาพวาด หรือแบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความโมโนมิติอยู่ในระดับสูงก็จะส่งผลให้ความสามารถในด้านนี้สูงขึ้น เนื่องจากเป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองสองประเภท (Gilbert, 2004)

จากการศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การระเหย โดยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลองส่งเสริมความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่กรุณามอบทุนอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์

เอกสารอ้างอิง

- โกเมศ นาแจ้ง. (2555). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์เรื่อง กฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา OJED*, 7(1), 1830-1844.
- วารภรณ์ แยมจินดา. (2547). แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6. วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Baek, H., Schwarz, C., Chen, J., Hokayem, H., & Zhan, L. (2010). *Engaging Elementary Student in Scientific Modeling*. Paper presented at National Association for Research in Science Teaching.
- Bamberger, Y. M., & Davis, E. A. (2013). Middle-school science students' scientific modelling performances across content areas and within a learning progression. *International Journal of Science Education*, 35(2), 213-238.
- Canpolat, N. et al. (2006). Prospective teachers' misconceptions of vaporization and vapor pressure. *Journal of Chemical Education*, 83(8), 1237-1242.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.

- Gilbert, J. K. (2013). Representations and models. In R. Tytler, V. Prain, P. Hubber & B. Waldrup (Eds.), *Constructing Representations to Learn in Science* (pp. 193-198): Sense Publishers.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Jackson V. (2001). The multidimensional assessment of student performance in middle school science.
In Daniel Shepardson (Eds), *Assessment in Science: A Guide to Professional Development and Classroom Practice* (pp.181-196). Dordrecht: Springer.
- Jong, J. P., et al. (2015). The use of modeling-based text to improve students' modeling competencies. *Science Education*, 99(5), 986-1018.
- Lee, S.W.U. et al. (2015). Students' views of scientific models and modeling: Do representational characteristics of models and students' educational levels matter?. *Research in Science Education*, 47(2), 305-328.
- Michalchik, V. et al. (2008). Representational resources for chemistry classroom. In J. Gilbert, M. Nakhleh, and M. Reiner (Eds.). *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp. 233-282). New York: Springer.
- Osborne, R. J., & M. M. Cosgrove. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- Schwarz, C. V., & Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science Education*, 91(1), 158-186.

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชา ปฏิบัติการเคมี 1 เรื่อง สมดุลเคมี อาศัยการจัดการเรียนรู้
โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้ภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1
หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

A Study Of Learning Achievement Of Laboratory Chemistry 1 On The Topic Of
Chemical Equilibrium By Using Brain – Base Learning (BBL) Coupled With English For
Freshmen In Bachelor Of Education.

จตุพล จันทร์ทิพย์^{1,2*} วิลาสินี สติเดชกฤษ²

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

²สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

*E-mail : jatupol.j@nrru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรายวิชา
ปฏิบัติการเคมี 1 เรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้เทคนิคสมองเป็นฐานร่วมกับการใช้ภาษาอังกฤษในกรณีศึกษาของนักศึกษา
ชั้นปีที่ 1 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ภาคเรียนที่ 1/2560 จำนวน 3 หลักสูตร คือ สาขาวิชาเคมี สาขาวิชาฟิสิกส์ และ
สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากผลงานวิจัยพบว่าแบบทดสอบนั้นมีข้อควรปรับปรุงแก้ไขจำนวน 4 ข้อจากทั้งหมด 10
ข้อเมื่อใช้คะแนนหลังเรียนมาประเมิน โดยทุกหลักสูตรมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นเมื่อเรียนและคะแนนเฉลี่ยของทั้งสาม
หลักสูตรนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) ซึ่งจำเป็นต้องทดสอบเป็นรายคู่ต่อไปโดยพบว่ามีเพียงคู่ของ
สาขาเคมี – วิทยาศาสตร์ทั่วไปเท่านั้นที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าคะแนนเฉลี่ยเมื่อทดสอบก่อนเรียน
($p > .05$) สุดท้ายนี้นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในหัวข้อของอาจารย์ผู้สอน

คำสำคัญ : สมดุลเคมี การสอนภาษาอังกฤษ การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักศึกษาชั้น
ปี 1

Abstract

This research aims to investigate the learning and the satisfaction achievement of laboratory
Chemistry 1 on the topic of Chemical equilibrium using brain – base learning (BBL) coupled with
English for freshmen in Bachelor of Education including Chemistry, Physics and general science
fields. It was found that there were 4 tests of 10 tests which have to be improved considering by
the evaluation score of post-test. All majors improved their score after learning process, especially
for Physics field which compared with the other fields. Nevertheless, the scores for all three majors
were significantly different ($p < .05$). Only Chemistry and general science field were insignificantly
different for pre-test ($p > .05$). Finally, students have the highest level of satisfaction in the topic of
the instructor suggesting the good quality of teaching preparation.

Keywords: Chemical Equilibrium, English Teaching, Brain-Base Learning, Learning Achievement,
First Year Student

บทนำ

วิชาเคมีเป็นวิชาพื้นฐานของหลากหลายหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิทยาศาสตร์แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของรายวิชาสำหรับนักศึกษาบางส่วนยังไม่ดีพอ เนื่องจากนักศึกษาเหล่านี้ยังไม่สามารถเข้าใจในเนื้อหาจึงทำให้เกิดความท้อแท้ในการเรียนและส่งผลอาจจะมีผลกระทบต่อผลคะแนนทางการศึกษาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นแนวทางการแก้ไขปัญหานี้คือควรมีการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบที่แตกต่างกันเพื่อตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ได้มากที่สุด การจัดการเรียนการสอนนั้นมีมากมายหลายเทคนิคที่นำมาใช้สอนในปัจจุบัน แต่ที่เราสนใจคือแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับธรรมชาติการทำงานของสมอง คือการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หรือ Brain-Based Learning (BBL) ถือว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยนำองค์ความรู้ของสมองมาใช้เป็นฐานในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ทำให้การเรียนรู้เกิดเพื่อสร้างศักยภาพสูงสุด โดยจะเพิ่มโอกาสการรับรู้ การเรียนรู้ต้องมีชีวิตชีวา และมีกิจกรรมท้าทายก่อให้เกิดความตื่นตัวในการรับรู้ นอกจากนั้นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั้นสำคัญมากเช่นกันสำหรับการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพและทันต่อโลกในยุคปัจจุบัน การเรียนวิทยาศาสตร์และการเรียนภาษาอังกฤษจึงถือว่าเป็นหัวข้อหนึ่งในสาระหลัก (Core subjects) และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศก็ถือว่าเป็นทักษะในการเรียนรู้ในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อีกปัญหาหนึ่งของนักศึกษาคนไทยชั้นปีที่ 1 ที่น่าสนใจ คือ ไม่กล้าที่จะใช้ภาษาอังกฤษในสื่อสารระหว่างการเรียนการสอนหรือในชีวิตประจำวัน อันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น พื้นฐานความรู้ทางภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันของนักศึกษา การถูกล้อเลียนระหว่างการสื่อสาร หรือการประหม่าในการใช้ไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ เป็นต้น ดังนั้นการสอดแทรกการสอนเป็นภาษาอังกฤษในรายวิชาอื่นๆ ตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 จึงเป็นการเตรียมความพร้อมทางด้านภาษาอังกฤษอีกทางหนึ่งให้ได้ การใช้เทคนิคอื่น ๆ ร่วมกับการสอนแบบ BBL ได้ค้นพบไว้ในการทบทวนวรรณกรรม เช่น การใช้เทคนิคเกมร่วมกับ BBL (ปวีณาและคณะ, 2558) ได้ค้นพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาชีววิทยาในหัวข้อเรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิตนั้นสูงกว่าสำหรับหลังเรียนและผ่านเกณฑ์ที่ร้อยละ 75 และการใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับ BBL (อังสนา ศรีสวนแดง, 2556) เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาของคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 โดยพบว่ามีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงขึ้นและมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนในระดับมาก

โดยการเรียนเรื่องสมดุลเคมีเป็นหัวข้อหนึ่งในรายวิชา เคมี 1 (รหัสวิชา 402101) และและรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 (รหัสวิชา 402102) ซึ่งเป็นวิชาบังคับของทุกหลักสูตรของวิทยาศาสตร์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยในการเรียนการสอนบางครั้งหัวข้อที่ได้เรียนในชั่วโมงของรายวิชาปฏิบัติการก็มักจะเกิดขึ้นก่อนชั่วโมงของรายวิชาบรรยายเพราะระบบการจัดการเรียนการสอน การใช้ห้องเรียนและกิจกรรมอื่น ๆ ที่แทรกขึ้นมาระหว่างภาคการศึกษาโดยสิ่งเหล่านี้ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ยากในเนื้อหาเรื่องสมดุลเคมี ในงานวิจัยชิ้นนี้จะแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 เรื่องสมดุลเคมี สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตซึ่งเป็นหลักสูตรร่วมผลิตของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นร่วมกับการเรียนการสอนแบบ BBL และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุลเคมีโดยมีการใช้เทคโนโลยีมาร่วมเก็บข้อมูลระหว่างการทดสอบ

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชา ปฏิบัติการเคมี 1 เรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้การสอนแบบ BBL ร่วมกับการใช้ภาษาอังกฤษ สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตภาคเรียนที่ 1/2560

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 1/2560

- 1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี สาขาวิชาฟิสิกส์ และสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 17, 21 และ 25 คน ตามลำดับ รวมทั้งหมด 63 คนที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 1/2560
2. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ของเรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้ BBL ร่วมกับการใช้ภาษาอังกฤษ
 - 2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ของเรื่อง สมดุลเคมี
3. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย
 - 3.1 เอกสารประกอบการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งเนื้อหาเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด
 - 3.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
 - 3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอน
4. ขั้นตอนดำเนินการ
 - 4.1 ผู้วิจัยจัดทำเอกสารประกอบการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี และแจกให้กับนักศึกษา 1 สัปดาห์ก่อนเรียน
 - 4.2 แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมการเรียนรู้และบทบาทของนักเรียนโดยใช้ BBL ร่วมกับการใช้ภาษาอังกฤษ โดยขั้นตอนของ BBL มี 5 ขั้นตอน
 - 1) ขั้นเตรียมการ คือ การทำโดยวิธีผ่อนคลายเป็นการใช้ภาษาอังกฤษ
 - 2) ขั้นการรับรู้หรือเรียนรู้ คือ การเตรียมสมองเพื่อรับข้อมูลใหม่
 - 3) ขั้นขยายรายละเอียดเพิ่มเติม คือ มีการเริ่มต้นด้วยการทบทวนความรู้ทางเคมีเบื้องต้น
 - 4) ขั้นสร้างความทรงจำร่วมกับการใช้ภาษาอังกฤษ คือ มีการยกตัวอย่างปฏิกิริยาพร้อมกับการใช้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ
 - 5) ขั้นประยุกต์ใช้ คือ อภิปรายและสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียนโดยใช้ภาษาอังกฤษ
 - 4.3 ดำเนินการทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน
 - 4.4 ดำเนินการสอนโดยใช้ BBL ร่วมกับการใช้ภาษาอังกฤษเป็นเวลา 3 ชั่วโมง
 - 4.5 ดำเนินการทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน
 - 4.6 ดำเนินการทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอน
5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
 - 5.1 วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบโดยใช้คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนสำหรับการอิงเกณฑ์ (70% ถือว่าสอบผ่าน)
 - 5.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทั้ง 3 กลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

จากการศึกษา BBL ร่วมกับการใช้ภาษาอังกฤษมีขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นเตรียมการ คือ การทำโดยวิธีผ่อนคลายเป็นการใช้ภาษาอังกฤษ เช่น การสนทนาแบบสั้น ๆ สำหรับการทักทายสอบถามสารทุกข์สุขดิบในภาพรวม และ การให้แนะนำชื่อตัวเอง อายุและโรงเรียนที่จบการศึกษาเป็นรายบุคคล เพื่อให้ นักศึกษามีความมั่นใจว่าสามารถสื่อสารและโต้ตอบกับอาจารย์ผู้สอนได้อย่างไม่เขินอายและคล่องแคล่ว 2) ขั้นการรับรู้หรือเรียนรู้ คือ การเตรียมสมองเพื่อรับข้อมูลใหม่ เช่น การเรียนรู้กลุ่มของคำศัพท์ที่มีความหมายเหมือนกันโดยจะให้คาดเดาคำความหมายจากภาพที่กำหนดให้ (ได้แก่ กลุ่มคำกริยา เช่น เปลี่ยนแปลง เพิ่มขึ้น ลดลง คงที่ เลือกชอบมากกว่า เหมือนกัน ตรงกันข้ามกัน) 3) ขั้นขยายรายละเอียดเพิ่มเติม คือ มีการเริ่มต้นด้วยการทบทวนการอ่านสมการเคมี การเขียนค่าคงที่ของสมการเคมี และอธิบายหลักการเลอชาเตอลีเย 4) ขั้นสร้างความทรงจำร่วมกับการใช้ภาษาอังกฤษ คือ มี

การยกตัวอย่างปฏิกริยาและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุคของปฏิกริยานั้น เช่น ปัจจัยของความเข้มข้นที่มีผลต่อสมดุคของซิลเวอร์คอลลอยด์ ปัจจัยของอุณหภูมิที่มีผลต่อสมดุคของแอมโมเนีย และสุดท้าย 5) ชั้นประยุกต์ใช้ คือ นำความรู้ที่เรียนไปใช้ในการทดลองจริง ก่อนที่จะออกมาสรุปเป็นประโยชน์ สัน ๆ เป็นภาษาอังกฤษหน้าชั้นเรียน จะเห็นได้ว่าการใช้เทคนิคการสอนแบบ BBL ร่วมกับการใช้ภาษาอังกฤษก็สามารถทำได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนได้ โดยผู้วิจัยคาดว่ากระบวนการเรียนรู้แบบ BBL เป็นปัจจัยหลักในการทำให้ผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นส่งผลทำให้นักเรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่ดีและเข้าใจเนื้อหาผ่านการสอนให้จำคำศัพท์และนำไปใช้ได้จริง โดยเปรียบเทียบกับคนที่รู้ศัพท์แต่ไม่สามารถรู้กระบวนการ BBL ก็จะไม่เข้าใจยาก

จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 63 คน ซึ่งผ่านกระบวนการเรียนรู้แล้วจึงนำคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์ลักษณะของแบบทดสอบแสดงดังตารางที่ 1 โดยมีข้อปรับปรุงหรือต้องตัดทิ้ง จำนวน 4 ข้อ คือ ข้อที่ 1, 4, 7 และ 8 และข้อที่ใช้ได้จำนวน 6 ข้อ ซึ่งกำหนดให้เกณฑ์การสอบผ่านที่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม นอกจากนั้น การศึกษาพบว่าคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดคือ 7.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.31 และมีคนผ่านเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 เพียงแค่จำนวน 39 คน (คิดเป็นร้อยละ 61.90 ของจำนวนคนทั้งหมด)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบโดยภาพรวมเมื่อใช้คะแนนหลังเรียน

ข้อที่	จำนวนคะแนนถูก	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย		ค่าอำนาจการจำแนก		แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
			ค่า	การแปลผล	ค่า	แปลผล	
1	54	0.35	0.86	ข้อสอบง่าย	0.31	ใช้ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
2	39	0.49	0.62	ข้อสอบใช้ได้	0.66	ใช้ได้	ใช้ได้
3	45	0.46	0.71	ข้อสอบใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
4	51	0.4	0.81	ข้อสอบง่าย	0.23	ใช้ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
5	47	0.44	0.75	ข้อสอบใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
6	39	0.49	0.62	ข้อสอบใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
7	53	0.37	0.84	ข้อสอบง่าย	0.28	ใช้ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
8	51	0.4	0.81	ข้อสอบง่าย	0.37	ใช้ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
9	44	0.46	0.70	ข้อสอบใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
10	38	0.49	0.60	ข้อสอบใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของแต่ละหมู่เรียนแสดงดังตารางที่ 2 จะพบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 8 คะแนน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 1.1 ถึง 1.6) และค่าเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าอยู่ระหว่าง 3 ถึง 10 คะแนน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 1.1 ถึง 2.2) นอกจากนั้นยังสังเกตได้ว่าทั้งสามหมู่เรียนนั้นมีค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) สูงกว่าก่อนเรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาฟิสิกส์ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดที่ 9.2 จากและค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยรวมเพิ่มจาก 3.4 เป็น 7.3

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของสาขาเคมี ฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป

	สาขาของนักศึกษา	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
ก่อนเรียน	เคมี	17	2.1	1.1	0.3	0	4
	ฟิสิกส์	21	5.0	1.6	0.3	1	8
	วิทยาศาสตร์ทั่วไป	25	2.9	1.5	0.3	0	6
	รวม	63	3.4	1.9	0.2	0	8
หลังเรียน	เคมี	17	5.4	1.7	0.4	3	9
	ฟิสิกส์	21	9.2	1.1	0.2	7	10
	วิทยาศาสตร์ทั่วไป	25	7.0	2.2	0.4	3	10
	รวม	63	7.3	2.3	0.3	3	10

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของแต่ละหมู่เรียนโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) แสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่าทั้งสามหลักสูตรมีค่าคะแนนเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) สำหรับแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจึงต้องทำการทดสอบเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ต่อไป

เมื่อทำการทดสอบเปรียบเทียบเป็นรายคู่แสดงดังตารางที่ 4 ณ ระดับ สถิติ .05 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าคะแนนเฉลี่ยของคู่ คือ เคมี – ฟิสิกส์ และ ฟิสิกส์ – วิทยาศาสตร์ทั่วไปสำหรับการทดสอบก่อนเรียน และพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าคะแนนเฉลี่ยของทุกคู่สำหรับการทดสอบหลังเรียน

จากตารางที่ 5 พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในหัวข้อของอาจารย์ผู้สอนและมีความพึงพอใจในระดับมากในหัวข้อการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนและการวัดประเมินผล โดยผู้เรียนสามารถเรียนได้เป็นลำดับขั้นตอนพร้อมๆ กับการฝึกทักษะภาษาอังกฤษในด้านการฟัง พูด อ่าน และเขียน ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดการรู้จักคำศัพท์ใหม่ๆ การทบทวนหรือเพิ่มพูนไวยากรณ์ภาษาอังกฤษและความสามารถในการแสดงออกการใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มปฏิบัติการและการสื่อสารหน้าชั้นเรียน

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของสาขาเคมี ฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไปโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ก่อนเรียน	ระหว่างกลุ่ม	91.72	2	45.86	21.95	.000
	ภายในกลุ่ม	125.36	60	2.09	-	-
	รวม	217.08	62	-	-	-
หลังเรียน	ระหว่างกลุ่ม	141.72	2	70.86	22.62	.000
	ภายในกลุ่ม	187.93	60	3.13	-	-
	รวม	329.65	62	-	-	-

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบรายคู่ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของสาขาเคมี ฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไปโดยใช้วิธีทดสอบของ Fisher's Least Significant Difference (LSD)

	คู่เปรียบเทียบ	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	LSD	p
ก่อนเรียน	เคมี - ฟิสิกส์	2.93*	0.94	0.000
	ฟิสิกส์ - วิทยาศาสตร์ทั่วไป	2.17*	0.86	0.000
	วิทยาศาสตร์ทั่วไป-เคมี	0.76	0.91	0.067
หลังเรียน	เคมี - ฟิสิกส์	3.83*	1.15	0.000
	ฟิสิกส์ - วิทยาศาสตร์ทั่วไป	2.24*	1.05	0.000
	วิทยาศาสตร์ทั่วไป-เคมี	1.59*	1.11	0.013

ตารางที่ 5 แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอนเรื่อง สมดุลเคมี

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ความหมาย
1. การจัดการเรียนการสอน			
สภาพห้องเรียนและอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.30	0.94	มาก
รายงานบันทึกผลการทดลองเข้าใจง่าย	4.32	0.88	มาก
สื่อการสอนเข้าใจง่าย	4.38	0.83	มาก
การจัดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.35	0.88	มาก
จำนวน 1 คาบที่สอนเป็นภาษาอังกฤษเพียงพอสำหรับรายวิชานี้	4.02	1.00	มาก
มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ทันสมัยในการสอน	4.37	0.80	มาก
นักเรียนมีความสุขในการเรียนวิชานี้	4.62	0.77	มากที่สุด
2. อาจารย์ผู้สอน			
ผู้สอนมีความรู้ความสามารถในรายวิชานี้	4.79	0.60	มากที่สุด
ผู้สอนมีการวางแผนและการเตรียมการสอน	4.76	0.62	มากที่สุด
ผู้สอนมีความสามารถในการอธิบายและถ่ายทอดความรู้	4.71	0.66	มากที่สุด
ผู้สอนให้โอกาสนักเรียนซักถามปัญหา	4.72	0.63	มากที่สุด
ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนสนุกและน่าสนใจ	4.62	0.81	มากที่สุด
3. ผู้เรียน			
ผู้เรียนทำกิจกรรมเป็นลำดับขั้นตอน	4.29	0.97	มาก
ผู้เรียนได้พัฒนาคำศัพท์ ภาษาอังกฤษ	4.20	0.83	มาก
ผู้เรียนได้พัฒนาไวยากรณ์ ภาษาอังกฤษ	3.96	0.91	มาก
ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการพูด ภาษาอังกฤษ	4.13	0.94	มาก
ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการฟัง ภาษาอังกฤษ	4.43	0.78	มาก
ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการอ่าน ภาษาอังกฤษ	4.20	0.89	มาก
ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเขียน ภาษาอังกฤษ	4.22	0.85	มาก
ผู้เรียนมีความกล้าแสดงออกในการใช้ภาษาอังกฤษมากขึ้น	4.09	0.94	มาก
4. การวัดประเมินผล			
การวัดประเมินผลเหมาะสมกับวัตถุประสงค์และครอบคลุมเนื้อหาที่เรียน	4.48	0.74	มาก
มีการชี้แจงการประเมินผลคะแนนของรายวิชาอย่างชัดเจน	4.39	0.88	มาก
การวัดประเมินผลมีประสิทธิภาพและยุติธรรม	4.52	0.74	มากที่สุด

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ความหมาย
การวัดประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียนทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น	4.47	0.82	มาก
ความยากของข้อสอบ	3.96	1.09	มาก

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ลักษณะของข้อสอบด้วยสถิติทำให้เห็นว่าแบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์นั้นมีอยู่ 4 ข้อที่ควรจะต้องปรับปรุงแก้ไข นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกหลักสูตรมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยที่สาขาฟิสิกส์มีพัฒนาการดีที่สุดเพราะได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสองสาขา นอกจากนี้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เห็นได้ชัดเจนว่าพบว่าทั้งสามหลักสูตรมีค่าคะแนนเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) สำหรับแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยเมื่อเทียบเป็นรายคู่พบเพียงแค่ค่าคะแนนเฉลี่ยของคู่ของสาขาเคมี – วิทยาศาสตร์ทั่วไปที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าคะแนนเฉลี่ยสำหรับการทดสอบก่อนเรียน นอกนั้นก็พบว่ามีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหากจับเป็นรายคู่ที่เหลืออยู่ สุดท้ายจากการศึกษาพบว่านักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในทุกข้อของอาจารย์ผู้สอนและมีความพึงพอใจในระดับมากในทุกข้ออื่น ๆ โดยพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ค่อนข้างจะดีขึ้นแม้ว่าจะเรียนด้วยภาษาอังกฤษ หากอาจารย์ผู้สอนมีการเตรียมตัวและเทคนิคการสอนที่เหมาะสมจะทำให้ให้นักศึกษามีคุณลักษณะบัณฑิตที่ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิตจะต้องมีความมั่นใจและรอบรู้สำหรับการเรียนในศตวรรษที่ 21. สำหรับข้อเสนอแนะที่น่าจะสนใจคือ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนวิชาบรรยายซึ่งมีจำนวนเวลาเรียนมากกว่า และสามารถศึกษาถึงพฤติกรรมและผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาได้อีกรูปแบบหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาที่สนับสนุนงบวิจัยในชั้นเรียนประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 เพื่อให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

- จักรภพ วิชัยพันธ์. (2538). การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการสอนเขียนภาษาอังกฤษที่เน้นกระบวนการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ฉวีวรรณ ศรีสม. (2555). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ในหน่วยการเรียนรู้วิชาเคมีทั่วไปสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุสิตบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2550). การประเมินการเรียนรู้. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ณัฐพงศ์ แต่งเพชร. (2556). การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน: การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดวงพร หนูพงษ์. (2540). ปัญหาการสอนภาษาอังกฤษและความต้องการพัฒนาวิชาชีพของครูภาษาอังกฤษระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาสำนักงานประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปวีณา วิชนิ, เชษฐศิริสวัสดิ์, สพลณภัทร ศรีแสนยงค์ และลักษณะมงคล ถาวรณา. (2558)การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับการใช้เทคนิคเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal 8, 2 (พฤษภาคม-สิงหาคม): 450-463.

- พิมพ์พันธุ์ เวสสะโกศล. (2533). *การพัฒนารูปแบบการสอนการเขียนภาษาอังกฤษแบบเน้นกระบวนการ สำหรับนักศึกษาไทยระดับอุดมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทรา นิคมานนท์. (2538). *การประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: อักษราพิพัฒน์.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิภาวี ศิริลักษณ์, ปกรณ์ ประจันบาน, และ เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (2557). *การพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. Vol 16. No 4, 155-165.
- ศรีนวล ลีสวรรณ์ (2541). *ปัญหาการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2537). *การวัดผลการศึกษา*. กาลสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- อดิگانต์ ทองมาก. (2552). *การใช้วิธีการสอนภาษาอังกฤษแบบโครงการเพื่อพัฒนาทักษะการพูด ภาษาอังกฤษ และทักษะการคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านควนสวรรค์ จังหวัดตรัง*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนภาษาอังกฤษในฐานะภาษาต่างประเทศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อังสนา ศรีสวนแดง. (2556). *การพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ สมอเป็นฐาน (BBL) ร่วมกับเทคนิค KWDL*. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal 6, 2 (พฤษภาคม-สิงหาคม): 223-236.
- เอกชัย พุทธสอน. (2557). *แนวโน้มการเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักศึกษาผู้ใหญ่*. OJED. Vol.9. No.4, 93-106

การสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์

Exploring of Scientific Explanation of Science-Oriented 11th Graders

นรมน กิติวุฒิชูศิลป์¹ และ ปาริชาติ แสนนา^{2,*}

¹สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี (เอกการสอนชีววิทยา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*Email: parichsa@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นสมรรถนะทางด้านหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 61 คน โดยมีเครื่องมือเป็นแบบสอบถามประกอบไปด้วยคำถาม 3 ตอน คือ การระบุชนิดข้อความ การระบุข้อกล่าวอ้างและการระบุองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบสอบถามดังกล่าวได้ผ่านการหาคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ภายหลังการทำแบบทดสอบผู้วิจัยตรวจและวิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติพรรณนา และสหสัมพันธ์อย่างง่าย จากแบบทดสอบพบว่านักเรียนบางส่วนสามารถระบุชนิดของข้อความ และข้อกล่าวอ้างได้ (\bar{X} =5.28, SD=1.62 และ \bar{X} =5.43, SD=1.61 ตามลำดับ) แต่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (\bar{X} =2.66, SD=1.36) ไม่สามารถระบุองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เมื่อให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการระบุชนิดของข้อความ ระบุข้อกล่าวอ้าง และการระบุองค์ประกอบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ($r=0.104$, $p=0.424$, $r=0.205$, $p=0.113$ ตามลำดับ) กล่าวคือ ความสามารถในการระบุชนิดของข้อมูลและการระบุข้อกล่าวอ้างไม่ได้มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการระบุองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมสมรรถนะในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นให้ผู้เรียนทราบองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วนอาจจะไม่เพียงพอต่อการเสริมสร้างสมรรถนะในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย

Abstract

Scientific explanation is an essential competency of Science Literacy. This research aimed to evaluate ability on scientific explanation of high school science students. The Data was collected from 61 grades 11 students of science-oriented classroom of Khon kaen province. The research instrument was modified from a well-constructed survey of scientific explanation. It was constituted as 3 parts; identifying types of data, claim and components of scientific explanation, respectively. The survey was verified by experts before using to collect data. Collected data were analyzed using descriptive statistics. Correlation coefficient of those three components was analyzed using Pearson's correlation. The result showed that students could differentiate the types of data and claim identification (\bar{X} =5.28, SD=1.62 and \bar{X} =5.43, SD=1.61, respectively). However, it was found that most students (\bar{X} =2.66, SD=1.36) possessed low ability to identify components of scientific

explanation. It was also found that the ability to differentiate types of data and claim identification was not related to the ability to identify the component of scientific explanation ($r=0.104$, $p= 0.424$, $r=0.205$, $p= 0.113$, respectively). It was suggested that teaching and learning activities supporting scientific explanation by separating its components might not be enough to help students be able to create scientific explanation.

Keywords: Scientific Explanation, Science Literacy, Science-Oriented Classroom, High School Science Student

บทนำ

การศึกษาเป็นสิทธิขั้นพื้นฐานของทุกคน เพื่อเป็นต้นทุนทางปัญญาที่สำคัญในการพัฒนาทักษะ คุณลักษณะ และสมรรถนะในการประกอบสัมมาชีพ และการดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุข (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) คุณภาพด้านการศึกษาที่ผ่านมาปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมากและต่ำกว่าหลายประเทศในแถบอาเซียน จะเห็นได้จากการจัดสอบวัดการเรียนรู้ร่วมกับนานาชาติ (Programme for International student Assessment : PISA) โดยเป็นการจัดสอบที่มุ่งเน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนเพื่อใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาในชีวิตหรือสถานการณ์จริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ซึ่งพบว่าผลการประเมินในปี 2558 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยอายุ 15 ปี ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ (OECD) เมื่อวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียนตามกรอบโครงสร้างการวัดและประเมินของการสอบ PISA ด้านการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific competencies) และนิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการทำสิ่งต่อไปนี้ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) ระดับความสามารถของนักเรียนจากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนความรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีแต่สมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่ำ สะท้อนให้เห็นว่าปัจจุบันการเรียนรู้ให้ความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์มากกว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงและมีเป้าหมายเพื่อการแข่งขันในระดับอุดมศึกษาเท่านั้น ส่วนสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นถึงการแสดงด้านทักษะการดึงความรู้เนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ การตีความและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ ยังไม่เพียงพอ สมรรถนะด้านนี้เป็นสิ่งจำเป็นในการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียน อีกทั้งการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการสื่อสาร การถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนการเลือกรับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง (พุทธิธรและคณะ, 2560)

การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หรือการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นอีกทักษะหนึ่งที่เป็นเป้าหมายทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Berland and Reiser, 2009) เนื่องจากนักเรียนจำเป็นต้องมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูล การใช้หลักฐานในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของตนเอง การประเมินผล รวมถึงการอภิปรายร่วมกัน (Morgan et al., 2013) จากผลการสอบประเมินผลต่าง ๆ ข้างต้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังต้องการการพัฒนาในด้านทักษะการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ โดยองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุป (Claim) หลักฐานเชิงประจักษ์ (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) (McNeil and Krajcik, 2008) ทั้ง 3 องค์ประกอบนี้เป็นสิ่งจำเป็นที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบายผลการทดลองหรือการค้นพบต่าง ๆ นอกจากนั้นการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สร้างให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเหตุผลในการใช้ชีวิต การคิดอย่างมีวิจารณญาณ พร้อมทั้งเป็นผู้ที่สามารถสื่อสารพร้อมให้เหตุผลต่อสิ่งที่ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ออกความคิดเห็นและได้อภิปรายผลการเรียนรู้อย่างมีเหตุผล รวมถึงการเชื่อมโยงความรู้เดิมในการ

อธิบายต่าง ๆ (McNeil and Krajcik, 2008) จะส่งเสริมให้นักเรียนสามารถให้คำอธิบายปรากฏการณ์รอบตัวของตนเองได้เป็นอย่างดี รวมถึงการเรียนรู้แบบสืบสอบ ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้ข้อมูลและโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างรูปแบบหรือคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นหรือปรากฏการณ์ที่ตนสนใจศึกษา (สันติชัย, 2557) ระบุว่านักเรียนควรสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีและสามารถเชื่อมโยงคำอธิบายไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และสื่อความหมายพร้อมให้เหตุผลประกอบคำอธิบายได้ ดังนั้นครูผู้สอนจึงจะต้องจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ด้วยความสำคัญของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาจะพบว่ามีผู้วิจัยในประเทศไทยพยายามที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้รวมทั้งพัฒนาแบบประเมินทักษะของผู้เรียน ซึ่งการประเมินความสามารถของผู้เรียนคือหนึ่งขั้นตอนที่ส่งเสริมความเข้าใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงการเรียนรู้รวมถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (พิมพ์พันธ์ และ พยาวั, 2558) Woodward (1993) อ้างโดย Trout (2015) กล่าวว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ควรมีการระบุงค์ประกอบให้ชัดเจนว่าแต่ละองค์ประกอบมีหน้าที่อย่างไรเพื่อสร้างความเข้าใจถึงการสร้างคำอธิบาย ดังนั้นความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของคำอธิบายปรากฏการณ์ (Frey et al., 2015) และองค์ประกอบอื่น ๆ (หลักฐานและการให้เหตุผล) จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนากระบวนการทักษะการอธิบาย และการระบุชนิดข้อมูล รวมถึงหลักฐานที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างและเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานด้วยการให้เหตุผล การอธิบายที่สมบูรณ์นั้นนักเรียนจำเป็นต้องทราบถึงกฎ การให้เหตุผล ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการอธิบาย (สุรรัตน์, 2553)

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยเห็นถึงปัญหาการเรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและมีความสนใจที่จะวัดประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) เพื่อทราบระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น เพื่อนำไปสู่การพัฒนาปรับรูปแบบการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมและสามารถส่งเสริมความสามารถของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

วิธีการวิจัย

(1) รูปแบบการวิจัย

วิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) โดยใช้แบบวัดความสามารถทางการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

(2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 61 คน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น เป็นนักเรียนชาย 21 คน นักเรียนหญิง 40 คน ซึ่งนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนยินดีตอบแบบสำรวจ

(3) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจความสามารถของนักเรียนในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น ประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์พัฒนาและดัดแปลงมาจาก Frey et al. (2015) โดยผู้วิจัยนำคำถามในแบบทดสอบ ในแบบทดสอบการระบุชนิดของข้อความ ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง ข้อเท็จจริง ข้อมูล และความคิดเห็น มาถอดความเป็นภาษาไทย และได้เพิ่มเติมคำถามเพื่อวัดความสามารถในการระบุงค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล แบบทดสอบที่ใช้ในครั้งนี้ประกอบด้วย 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 วัดความสามารถในการระบุชนิดข้อความ ตอนที่ 2 วัดความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้าง และตอนที่ 3 วัดความสามารถในการระบุงค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบ

เลือกตอบ โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบแบบทดสอบอิเล็กทรอนิกส์ (Google form) (นักเรียนหรือผู้ที่สนใจทำแบบทดสอบสามารถเข้าทำแบบทดสอบผ่าน <https://goo.gl/forms/lqXEXJoxLwi92Ldg1>)

(4) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นไปโดยไม่มีภาระระบุชื่อผู้ทำแบบทดสอบ (Anonymmous) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบทั้ง 3 ตอน ซึ่งการทดสอบในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบอิเล็กทรอนิกส์ โดยระยะเวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วข้อมูลจะถูกเก็บรวบรวมเพื่อรอการวิเคราะห์และประเมินผลต่อไป

(5) การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน โดยนำผลการทำแบบประเมินของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาวิเคราะห์ทางสถิติเบื้องต้น ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้ง 3 ตอน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำคะแนนมาหาค่าสหสัมพันธ์ (correlative coefficient) โดยใช้ Pearson Correlation ผ่านโปรแกรมทางสถิติ SPSS statistic 19 เพื่อหาความสัมพันธ์ของความสามารถในการระบุชนิดของข้อความหรือข้อกล่าวอ้าง สามารถสนับสนุนความสามารถทางการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการระบุชนิดของข้อความ ข้อกล่าวอ้าง และการระบุองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลคำตอบของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากแบบสำรวจทั้ง 3 ตอน คือ ความสามารถในการระบุชนิดของข้อความ ข้อกล่าวอ้าง และการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ซึ่งได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสามารถในการระบุชนิดข้อความ ข้อกล่าวอ้าง การระบุองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จำนวนนักเรียน	การระบุชนิดของข้อความ		การระบุข้อกล่าวอ้าง		การระบุองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
61	5.28	1.63	5.43	1.61	2.66	1.36

จากตารางที่ 1 แสดงคะแนนจากแบบทดสอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าจากแบบทดสอบทั้งหมด 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยดังนี้ ตอนที่ 1 คือ 5.28 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ทดสอบการระบุชนิดของข้อความ ชนิดข้อความที่นักเรียนระบุถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ การระบุข้อเท็จจริงและความคิดเห็น ลำดับต่อมา คือ ข้อมูล และข้อกล่าวอ้าง คิดเป็นร้อยละของจำนวนนักเรียนที่สามารถระบุชนิดข้อความได้ถูกต้องจากนักเรียนทั้งหมดคิดเป็น 76.23, 41.80 และ 32.38 ตามลำดับ ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถระบุได้ว่าข้อความ เป็นข้อกล่าวอ้างได้หรือไม่ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนคือ 5.43 คะแนน และตอนที่ 3 นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ได้ 2.66 คะแนน จากคะแนนการทำแบบทดสอบพบว่า นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างและข้อความในระดับปานกลาง สามารถแยกประเภทของข้อเท็จจริง ความคิดเห็นและข้อมูลได้ แต่นักเรียนไม่สามารถระบุองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยตอนที่ 3 อยู่ในระดับควรปรับปรุงคิดคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 26.6 ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในตารางที่ 2 แสดงคำตอบของนักเรียนในแต่ละตอนที่ประกอบด้วยคำถามที่นักเรียนได้คะแนนมากและน้อยที่สุด

ตารางที่ 2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ข้อสอบตอนที่	ตัวอย่างคำถาม	คำตอบของนักเรียน
ตอนที่ 1 การระบุชนิดของข้อความ	การระบุข้อเท็จจริง: พืช คือ ผู้ผลิตของห่วงโซ่อาหาร (คำตอบคือ ข้อเท็จจริง)	นักเรียนบางส่วนตอบว่า ข้อมูลและข้อกล่าวอ้าง
	การระบุความคิดเห็น: คนไทยส่วนใหญ่เชื่อว่าห้ามร้องเพลงตอนรับประทานอาหาร (คำตอบคือ ความคิดเห็น)	นักเรียนส่วนใหญ่ระบุได้ว่าเป็นข้อความประเภทแสดงความคิดเห็น มีนักเรียนบางส่วนตอบว่าเป็นข้อกล่าวอ้าง
	การระบุข้อมูล: ความเร็วของรถไฟฟ้าของไทยเฉลี่ยอยู่ที่ 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง (คำตอบคือ ข้อมูล)	นักเรียนส่วนใหญ่ระบุว่าเป็นข้อมูล บางส่วนระบุว่าเป็นข้อเท็จจริงและข้อกล่าวอ้าง
	การระบุข้อกล่าวอ้าง: 1. อากาศนอนหลับไม่เพียงพอเป็นสาเหตุให้เกิดโรคอ้วน (คำตอบคือ ข้อกล่าวอ้าง) 2. การคายน้ำสามารถเกิดขึ้นได้ดีในพื้นที่ที่อากาศถ่ายเทได้ดี (คำตอบคือ ข้อกล่าวอ้าง)	ข้อเท็จจริง และความคิดเห็น นักเรียนส่วนใหญ่ระบุว่าเป็นข้อเท็จจริง
ตอนที่ 2 การระบุข้อกล่าวอ้าง	1. เด็กที่นอนหลับเต็มที่ จะช่วยกระตุ้นโกรทฮอร์โมนและเจริญเติบโตเร็วกว่าเด็กที่นอนไม่พอ (คำตอบคือ ข้อกล่าวอ้าง) 2. ฮอโมนพืชที่ช่วยเร่งการสุกของผลไม้คือ เอธิลีน (คำตอบคือ ไม่ใช่ข้อกล่าวอ้าง)	นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุได้ว่าเป็นข้อกล่าวอ้าง นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่าเป็นข้อกล่าวอ้าง ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง
	ตอนที่ 3 การระบุองค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	1. แสงเป็นตัวกระตุ้นการงอกของพืช (ข้อกล่าวอ้าง) เนื่องจากผลการทดลองเมื่อเมล็ดได้รับแสงจะงอก ดังนั้นหากนำพืชไปปลูกในที่ที่มีแสงจะเกิดการงอก (หลักฐาน) 2. การให้แสงคือการเร่งการเจริญเติบโต (ข้อกล่าวอ้าง) เนื่องจากการให้แสงจะช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในเมล็ดพืช (การให้เหตุผล) และจากการทดลองเมล็ดที่ได้รับแสง 1 ชั่วโมงก็สามารถงอกได้ (หลักฐาน)	นักเรียนที่ระบุองค์ประกอบถูกต้องมีเพียง 1 คนเท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่ระบุข้อความดังกล่าวเป็นข้อความประเภทหลักฐานมากที่สุด นักเรียนที่ระบุองค์ประกอบได้ครบถ้วน เพียง 3 คน นักเรียนส่วนใหญ่ระบุข้อความเป็นการให้เหตุผล

2. ความสัมพันธ์ของความสามารถในการระบุชนิดของข้อความ ข้อกล่าวอ้าง และองค์ประกอบของสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้หาความสัมพันธ์ของความสามารถในการระบุชนิดของข้อความ ข้อกล่าวอ้าง และการระบุองค์ประกอบของสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนนักเรียนจากแบบทดสอบทั้ง 3 ตอน ซึ่งแสดงได้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของความสามารถในการระบุชนิดของข้อความ ข้อกล่าวอ้าง และองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

		part1	part2	part3
part1	Pearson Correlation	1	.203	.104
	Sig. (2-tailed)		.117	.424
	N	61	61	61
part2	Pearson Correlation	.203	1	.205
	Sig. (2-tailed)	.117		.113
	N	61	61	61
part3	Pearson Correlation	.104	.205	1
	Sig. (2-tailed)	.424	.113	
	N	61	61	61

ซึ่งผลจากตารางที่ 3 พบว่าความสามารถในการระบุชนิดของข้อความ ข้อกล่าวอ้าง และองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กัน ($r=0.104$, $p= 0.424$, $r=0.205$, $p= 0.113$)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยการระบุชนิดของข้อความ การระบุข้อกล่าวอ้างและการระบุองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สรุปและอภิปรายผลดังต่อไปนี้

การทำแบบประเมินการระบุชนิดของข้อความซึ่งประกอบไปด้วยข้อกล่าวอ้าง ข้อเท็จจริง ข้อมูลและความคิดเห็นซึ่งประเภทของข้อความต่าง ๆ นี้ เป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่มีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนเฉลี่ยตอนที่ 1 คือ 5.28 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.28 แสดงให้เห็นว่านักเรียนบางส่วนสามารถแยกแยะชนิดของข้อมูลได้ ชนิดของข้อความที่นักเรียนที่ระบุได้คือ ข้อเท็จจริง ข้อมูลและความคิดเห็น ตามลำดับ แต่การระบุชนิดข้อกล่าวอ้างเป็นชนิดข้อความที่นักเรียนระบุได้น้อยที่สุด ซึ่งข้อกล่าวอ้าง คือ หนึ่งในองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สร้างได้ง่ายที่สุด สามารถระบุข้อสรุปจากคำอธิบายของผู้อื่นได้ อีกทั้งเป็นส่วนที่นักเรียนสร้างจากคำถามและเป็นส่วนตั้งต้นในการอธิบายความสัมพันธ์ของสาเหตุของกระบวนการที่เกิดขึ้น (สันติชัย, 2553) และเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนต่อองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีจุดประสงค์เพื่อพิจารณาความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างในแบบทดสอบตอนที่ 2 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 5.43 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 54.3 ซึ่งให้เห็นว่าการระบุข้อกล่าวอ้างของนักเรียนอยู่ในระดับ ปานกลาง กล่าวคือ นักเรียนบางส่วนเข้าใจถึงลักษณะของข้อกล่าวอ้าง ที่กล่าวถึงสถานการณ์จากการสังเกต การสรุปผลหรือกล่าวถึงสมมติฐานของการทดลอง (Frey et al., 2015) และข้อกล่าวอ้างจะแตกต่างจากข้อความที่อยู่ในลักษณะความคิดเห็นหรือข้อเท็จจริง กฎหรือความคิดเห็น ส่วนนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้นั้นมีผลต่อการให้เหตุผลของนักเรียนด้วยเช่นเดียวกับจงกลด (2554) ที่พบว่านักเรียนที่ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือเขียนหลักฐาน จะไม่สามารถสร้างคำอธิบายที่สมบูรณ์ได้ เมื่อผู้วิจัยพิจารณาความเข้าใจองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในตอนที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย การระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลจากข้อความที่ผู้วิจัยกำหนดให้พร้อมให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ปรากฏว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 2.66 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ นักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่าข้อความที่ให้นั้น ประกอบด้วยองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ใดบ้าง ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของลือชา และคณะ (2558) ซึ่งได้ทดสอบและพัฒนากิจกรรมเพื่อส่งเสริมการลงข้อสรุปและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยกิจกรรม

เน้นการสนับสนุนให้นักเรียนลงข้อสรุปจากหลักฐานเชิงประจักษ์ เช่น ข้อมูลรูปแบบตาราง แผนภูมิหรือภาพประกอบ จากนั้นนักเรียนนำข้อสรุปที่ได้จากกิจกรรมไปสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 52) มีการลงข้อสรุปที่มีการใช้ความเห็นส่วนตัว ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการขาดความรู้และความเข้าใจทฤษฎีหรือเนื้อหาซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพุทธิธรรและคณะ (2560) ที่ได้สำรวจความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 สมรรถนะในทักษะกระบวนการนี้ของนักเรียนอยู่ในระดับ 2 ถือว่านักเรียนสามารถใช้เนื้อหา ความรู้ในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันได้ในระดับต่ำและนำข้อมูลและบริบทที่หลากหลายมาเขียนสรุปได้น้อย อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความสามารถขบวนการของข้อความ ข้อกล่าวอ้าง และองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน ($r=0.104$, $p=0.424$, $r=0.205$, $p=0.113$) กล่าวคือการส่งเสริมให้นักเรียนทราบถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการสนับสนุนการพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ McNeill (2008) ที่พบว่าผู้สอนที่เน้นการอธิบายองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการที่ง่ายและไม่ซับซ้อน แต่ไม่สามารถพัฒนาตรรกะในการสร้างคำอธิบายที่เพียงพออีกทั้งไม่สามารถใช้การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ ได้

จากการสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ข้างต้นแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าใจถึงบริบทการใช้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงควรส่งเสริมการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเข้าใจถึงกระบวนการสร้างคำอธิบายหรือการลงข้อสรุปว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเกิดขึ้น (จงกลด, 2557) และควรเน้นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกความคิดเห็น อภิปรายผลการเรียนรู้อย่างมีเหตุผล รวมถึงการเชื่อมโยงความรู้หลักฐานและข้อกล่าวอ้างในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ (McNeil and Krajcik, 2008) ควรมีรูปแบบกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ฝึกในการสร้างและสรุปการทดลองต่าง ๆ เผชิญหน้ากับสถานการณ์ มีส่วนร่วมในการในการสร้างและทดสอบการทดลอง (ภคพรและอลิศรา, 2558) การพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จึงไม่เพียงแต่สนับสนุนให้นักเรียนได้รับรู้ว่าข้อความหรือบริบทแบบใดถือเป็นองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ครูผู้สอนควรสนับสนุนหรือจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ผ่านการเรียนรู้แบบสืบเสาะและได้นำองค์ความรู้ที่ได้มาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นองค์รวมซึ่งสะท้อนให้เห็นการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

กิตติกรรมประกาศ

นางสาวนรมน กิตติวุฒิชูศิลป์ เป็นนักศึกษาในโครงการการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) การวิจัยในครั้งนี้ได้รับเงินสนับสนุนบางส่วนจากทุน สควค. และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่นการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาและความช่วยเหลือจากผู้อำนวยการ คุณครู และนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่นที่เข้าร่วมการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จงกล บุญรอด. (2554). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยการใช้แบบจำลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ภคพร อิศระ และ อลิศรา ชูชาติ, (2558). ผลการใช้รูปแบบการสอนสืบสอบแบบมีการโต้แย้งร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 10(2), 249-260. พิมพ์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2558). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พุทธิธรร บวรณสสิตวงศ์, สุรีย์พร สว่างเมฆ และ ปราณี นางงาม. (2560). การสำรวจสมรรถนะการอธิบาย

- ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก. *นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 13: วิจัยและนวัตกรรม ขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม*, 1019-1031.
- ลือชา ตดาชาติ, กมลรัตน์ นิมาพาลี, นิรัชฌา อาโยวงษ์, นพคุณ แงวฤดูเรือ, สำเร็จ สระขาว, ชื่นหทัย หวังเอียดและ จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, (2558). การลงข้อสรุปและสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*, 35(1), 171-206.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015*. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2560 จาก Pisa Thailand : <http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa-2015-framwrok>.
- สันติชัย อนูราชัย. (2553). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สันติชัย อนูราชัย. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช*, 7(2), 1-14.
- สุริรัตน์ จุยกะยาง. (2553). ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน EIMA ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องบรรยากาศและความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์บัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- ศรिवรรณ เจริญภรณ์, พูนสุข อุดม และวีรฉัตร สุปัญญา. (2551). รายงานการวิจัยผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารรุสมิแลม*, 29(3), 35-45.
- Berland, L.K. and Reiser, B.J. (2009). Making Science of Argumentation and Explanation. *Science Education*, 93, 26-55.
- Frey, B.B., Ellis, J.D., Bulgren, J.A., Hare, J.C. and Ault, M. (2015). Development of a Test of Scientific Argumentation. *Electronic Journal of Science Education*, 19(4). 1-18.
- Kuhn, L. and Reiser, B. (2005). *Students Constructing and Defending EvidenceBased Scientific Explanations*. Retrieved December 28, 2017, from American association for the advancement of science: http://www.project2061.org/research/ccms/site.archive/documents/students_evidence_based_scientific_explanations.pdf.
- McNeil, K. L. and Krajcik, J. S. (2008). Scientific Explanations: Characterizing and Evaluating the Effects of Teachers' Instructional Practices on Student Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 58.
- McNeil, K. L. (2008). Teachers' Use of Curriculum to Support Students in writing Scientific Arguments to Explanation Phenomena. *Science Educator*, 93, 233- 268.
- Morgan, L. P. et al. (2013). A Framework for Socio-scientific Issues Based Education. *Science Educator*, 22(1), 26- 32.
- Trout, J. D. (2015). Scientific Explanation and The Sense of Understanding. *Philosophy of Science*, Vol. 69 (2), 212-233.

การเรียนรู้เคมีผ่านการใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลาย
เรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

Chemistry Learning Through the Use of Visual Multiple Representations
in Rutherford's Atomic Model

ธนชชา ธวัชชัยดำรง¹ และ ร่มเกล้า จันทราชี^{2*}

¹สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*E-mail: romkloa@kku.ac.th

บทคัดย่อ

ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลายมีส่วนสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี โดยมีส่วนในการส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงของสสารระดับจุลภาคของผู้เรียนให้มากยิ่งขึ้น การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจแนวคิดเรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดโดยใช้รูปแบบตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลายในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 25 คน ช่วงเวลาในการวิจัยคือภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2560 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดความเข้าใจแนวคิดระหว่างเรียนเรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ประกอบไปด้วยคำถามปลายเปิดจำนวน 3 ข้อ ที่ครอบคลุม 3 ประเด็นสำคัญคือ ลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟา ข้อค้นพบจากการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด และการเสนอแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการอ่านอย่างละเอียดโดยจำแนกตามระดับความเข้าใจแนวคิด พบว่านักเรียนส่วนมากมีระดับความเข้าใจแนวคิดบางส่วนทั้ง 3 ประเด็นที่ทำการศึกษา ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ตัวแทนความคิดที่หลากหลายในการจัดการเรียนรู้ควรคำนึงถึงความรู้เดิมและความแตกต่างของนักเรียนในรายบุคคลด้วย

คำสำคัญ : ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่ ตัวแทนความคิดที่หลากหลาย แบบจำลองอะตอม รัทเทอร์ฟอร์ด

Abstract

Multiple visual representations play a significant role in learning chemistry, which can enhance students' conceptual understanding of microscopic scientific concepts. The purpose of this research was to investigate students' conceptual understanding of Rutherford's atomic model by using multiple visual representations. The participants were 25 grade 10 students who studied in a secondary school located in Khon Kaen province. Data collection were conducted in the second semester of the 2017 academic year. An instrument used to gather data was an open-end test including three items and covering three issues of Rutherford's Atomic model- the movement of alpha particle through an atom, a conclusion of Rutherford's scattering experiment, and proposing Rutherford's Atomic model. The data were analyzed by categorizing the level of conceptual understanding. The findings indicated that a majority of students had partial understanding for all three issues. The results suggest that student's learning from multiple visual representations should concern their prior knowledge and individual differences.

Keywords : Visual Representations, Multiple Representation, Atomic Model, Rutherford

บทนำ

ธรรมชาติของเนื้อหาวิชาเคมีเป็นศาสตร์ที่อธิบายถึงธรรมชาติและ การเปลี่ยนแปลงของสสารโดยสื่อออกมาเป็นตัวแทนความคิดในรูปแบบต่าง ๆ โดยการอธิบายธรรมชาติและ การเปลี่ยนแปลงของสสารนั้นมีความสอดคล้องกับระดับตัวแทนความคิดที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 1) ระดับมหภาค (Macroscopic Level) เป็นการอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่สังเกตได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงสี การเกิดแก๊ส ค่า pH ของสารละลาย และการตกตะกอนจากปฏิกิริยาเคมี 2) ระดับจุลภาค (Sub-microscopic Level) เป็นการอธิบายในระดับอนุภาคที่สสารประกอบไปด้วย อะตอม โมเลกุล และไอออน และ 3) ระดับสัญลักษณ์ (Symbolic Level) เป็นการใช้สัญลักษณ์ สูตร สมการ การวาดโครงสร้างโมเลกุล แผนผัง โมเดล และ สถานการณ์จำลองทางเคมี ไปใช้เป็นสัญลักษณ์แทนสสารต่าง ๆ (Chandrasegaran, Treagust and Mocerino, 2007) จะเห็นได้ว่าการอธิบายธรรมชาติและ การเปลี่ยนแปลงของสสารนั้นค่อนข้างยากสำหรับนักเรียนโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระดับจุลภาคซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าจึงจำเป็นต้องมีตัวแทนความคิดที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง โดยการใช้ตัวแทนความคิดที่หลากหลาย (Multiple representations, MRs) สามารถช่วยในการทำความเข้าใจและอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ดีกว่าการใช้ตัวแทนความคิดเพียงชนิดเดียว ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยก่อนหน้าซึ่งพบว่า การใช้ตัวแทนความคิดที่หลากหลายมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้แก่นักเรียนในด้านการสร้างองค์ความรู้ (Kulyuga and Snigh, 2015; Rau, 2016) เนื่องจากตัวแทนความคิดที่หลากหลายสามารถช่วยส่งเสริมการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดและช่วยสร้างความสนใจในการเรียนของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้น (Ainsworth, 1999) และมีการกล่าวอ้างว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ในเชิงลึกจากการอธิบายโดยใช้ตัวแทนความคิดที่เป็นทั้งรูปภาพและคำพูดมากกว่าการใช้คำพูดเพียงอย่างเดียว (Mayer, 2003) จึงอาจกล่าวได้ว่า ตัวแทนความคิดที่หลากหลายเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่ครูผู้สอนสามารถนำมาใช้พัฒนาความเข้าใจแนวคิดในวิชาเคมีได้

ในส่วนของทฤษฎีที่ใช้อธิบายตัวแทนความคิดที่หลากหลายคือทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สื่อที่หลากหลาย (Multimedia Learning Theory) โดยที่ตัวแทนความคิดหมายถึงตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ตัวแทนความคิดสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ตัวแทนความคิดภายใน (internal representation) หมายถึง ตัวแทนความคิดที่เป็นนามธรรมอยู่ภายในจิตใจหรือความคิด ไม่สามารถจับต้องได้ต้องอาศัยการจินตนาการ ตัวแทนความคิดชนิดนี้เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในการสร้างแบบจำลองทางความคิด (mental model) ที่ส่งผลต่อการสร้างองค์ความรู้ที่มีความจำเพาะ 2) ตัวแทนความคิดภายนอก (external representation) หมายถึงตัวแทนความคิดที่เป็นรูปธรรมสามารถจับต้องได้ หรืออาจเป็นตัวแทนความคิดเชิงสัญลักษณ์ (symbolic representation) เช่น ตัวอักษรที่เขียนหรือคำพูดที่ใช้ในการบรรยาย นอกจากนี้ตัวแทนความคิดภายนอกยังหมายถึงตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ (visual representation) ได้แก่ แผนผัง (diagram) สถานการณ์จำลอง (simulation) แอนิเมชัน (animation) และแบบจำลองเชิงกายภาพ (physical model) (Rau, 2016)

ทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สื่อที่หลากหลายกล่าวไว้ว่า ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดในการเรียนรู้ได้ เนื่องจากสามารถช่วยอธิบายแนวคิดที่เป็นนามธรรมให้นักเรียนสามารถเข้าถึงหรือเข้าใจได้ง่ายมากยิ่งขึ้น และตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ยังเป็นส่วนเติมเต็มในการสร้างความเข้าใจในระดับที่ลึกมากขึ้น เพราะนักเรียนสามารถบูรณาการข้อมูลที่ได้รับเข้ากับแบบจำลองทางความคิดของตนเองอย่างสอดคล้องกันในแต่ละเนื้อหา (Rau, 2016) ดังนั้นหากครูนำตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลาย (Multiple visual representation) มาใช้ในชั้นเรียนเคมีก็จะช่วยลดความยุ่งยากในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

สำหรับเนื้อหาเคมีอยู่ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสารตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดให้เนื้อหาเรื่องโครงสร้างอะตอมเป็นเนื้อหาพื้นฐานที่นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทุกคนต้องเรียนเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ ในรายวิชาเคมีพื้นฐานและเพิ่มเติม (สสวท., 2551) โดยกำหนดให้เป็นเนื้อหาแรกที่นักเรียนต้องเรียน ซึ่งธรรมชาติของเนื้อหาเรื่องโครงสร้างอะตอมเป็นการอธิบายและหา

ความสัมพันธ์ของอนุภาคมูลฐานภายในอะตอม ได้แก่ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน ซึ่งเป็นเนื้อหาที่กล่าวในระดับจุลภาค (Sub-microscopic Level) โดยที่นักเรียนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงทำให้เกิดความยุ่งยากในการสร้างความเข้าใจในมิติที่ถูกต้อง จากงานวิจัยที่มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมพบว่า นักเรียนจำนวนไม่น้อยมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม เช่น นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงกระบวนการสร้างแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่าน นักเรียนเลือกที่จะกล่าวถึงลักษณะของอะตอมโดยใช้แบบจำลองอะตอมที่ง่ายมากกว่าจะเลือกใช้แบบจำลองอะตอมที่ถูกต้องในการอธิบาย (ภรทิพย์ ชาตรี และพจนารถ, 2558) และนักเรียนหลายคนมีความสับสนระหว่างนิวเคลียสของเซลล์ในวิชาชีววิทยากับนิวเคลียสของอะตอมในวิชาเคมี นอกจากนี้ยังพบว่าการอธิบายขนาดอะตอมนั้นยังไม่มี ความชัดเจน เช่น การอธิบายว่ามีขนาดเล็กมาก แต่ใหญ่พอที่จะสังเกตด้วยกล้องจุลทรรศน์เหมือนกับโมเลกุล โดยเปรียบเทียบขนาดของอะตอมเท่ากับปลายเข็ม หัวเข็มหมุด หรือ จุด เป็นต้น (Papageoriou, Markos and Zarkadis, 2016) และจากการศึกษาวิจัยเรื่องแบบจำลองอะตอมพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนโดยเฉพาะประเด็นรูปร่างอะตอมและระดับพลังงานอิเล็กตรอน และแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนส่วนใหญ่จะแสดงเป็นแบบจำลองความคิดในระดับมหภาคและไม่เชื่อมโยงกับระดับจุลภาค (ภรทิพย์ ชาตรี และพจนารถ, 2557) แบบจำลองทางความคิดเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังขาดความเข้าใจในมิติที่ถูกต้อง

นอกจากนี้ผลงานวิจัยการสำรวจมุมมองของครูผู้สอนวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาเกี่ยวกับความยากในการสอนเรื่องโครงสร้างอะตอมและตารางธาตุของครูไทยและครูเคนยาพบว่า ครูผู้สอนมากกว่าครึ่งของกลุ่มที่ทำการศึกษาเห็นว่าเนื้อหาเรื่องโครงสร้างอะตอมเป็นเนื้อหาที่ยาก เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรม และผู้เรียนต้องใช้จินตนาการค่อนข้างมากเพื่อสร้างความเข้าใจในสิ่งที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า และครูส่วนมากไม่ทราบว่า จะสร้างวัสดุการสอน (Learning materials) เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้อย่างไร การเรียนเรื่องโครงสร้างอะตอมส่วนมากจึงเป็นการอ่านและท่องจำ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนรับรู้และจดจำในระยะสั้นเท่านั้น (พรรณวิไล, อินเียกา และ ทอมสัน, 2551) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูประจำการที่มีประสบการณ์การสอนเรื่องโครงสร้างอะตอมในโรงเรียนของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนหนึ่งไม่สามารถเชื่อมโยงผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์กับแบบจำลองแต่ละแบบได้ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาใช้ครูใช้เพียงตัวแทนความคิดที่เป็นรูปภาพและข้อความตามหนังสือเรียนเท่านั้น จึงทำให้นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจเนื้อหาเท่าที่ควร

จากความสำคัญของเนื้อหาเรื่องโครงสร้างอะตอมและจากปัญหาในด้านต่าง ๆ ข้างต้น ผู้วิจัยซึ่งทำหน้าที่เป็นครูผู้สอนจึงเห็นว่าการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมควรมีการใช้รูปแบบตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลายเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจ สามารถอธิบายเนื้อหาที่เป็นนามธรรม และพัฒนาความเข้าใจในมิติเรื่องโครงสร้างอะตอมแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ถูกต้อง ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอันจะเป็นประโยชน์แก่นักเรียนและผู้สอนต่อไป

ขอบเขตการวิจัย

1.กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรพัฒนาศักยภาพตามความถนัดและความสนใจ จำนวน 25 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น โดยนักเรียนที่เรียนนี้ในหลักสูตรนี้ที่สามารถเลือกลงวิชาเรียนได้ด้วยตนเองตามความสนใจทำให้ผู้เรียนมีความหลากหลายเนื่องจากนักเรียนมาจากคนละห้องและมีความถนัดแตกต่างกัน นักเรียนในชั้นเรียนมีทั้งกลุ่มที่มีความรู้เดิมน้อย (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีอยู่ระหว่าง 2.0-2.5 คิดเป็น 24% ของจำนวนนักเรียน) กลุ่มที่มีความรู้เดิมนปานกลาง (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีอยู่ระหว่าง 3.0-3.5 คิดเป็น 20% ของจำนวนนักเรียน) และกลุ่มที่มีความรู้เดิมสูง (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เท่ากับ 4.0 คิดเป็น 56% ของจำนวนนักเรียน) และในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2560 นักเรียนกลุ่มนี้เคยศึกษาเนื้อหาเรื่องโครงสร้างอะตอมจากการเรียนเคมีพื้นฐานการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเคยเรียนเน้นการบรรยายและใช้เพียงตัวแทนความคิดที่ปรากฏในหนังสือเรียนเป็นหลักเท่านั้น

2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาคือ เนื้อหาเรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ซึ่งเป็นเนื้อหาตามหนังสือเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 1 (สวท., 2551) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด แบ่งออกเป็น 3 ประเด็นที่สำคัญคือ 1) ลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟา 2) ข้อค้นพบจากการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด และ 3) การเสนอแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

3. วิธีดำเนินการศึกษา

3.1. รูปแบบการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งเน้นการตีความและการสร้างความหมายจากคำตอบของนักเรียน ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจโมเดลเรื่องแบบอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลาย

3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลายเรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด จำนวน 2 คาบ (100 นาที)

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดคานิโมติเรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด จำนวน 3 ข้อ ที่รวบรวมจากนักเรียนทุกคนในระหว่างจัดการเรียนรู้

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลายเรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด โดยมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังรายละเอียดในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอน	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
ขั้นที่ 1 ขั้นนำ	1. ทบทวนความรู้เรื่องแบบจำลองอะตอมก่อนหน้าคือแบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน โดยใช้ตัวโมเดลเชิงกายภาพ (physical model) ให้นักเรียนเปรียบเทียบกัน 2. อธิบายวัตถุประสงค์การเรียนรู้และแนะนำเกี่ยวกับการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด	1. ร่วมกันตอบคำถามและอภิปรายความแตกต่างของแบบจำลองอะตอมในแต่ละแบบ 2. ตั้งคำถามหรือคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด
ขั้นที่ 2 ขั้นสอน	ประเด็นที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟา 1. แนะนำและอธิบายลักษณะหรือองค์ประกอบของตัวแทนความคิดซึ่งเป็นสถานการณ์จำลอง (simulation) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟา 2. สนับสนุนให้นักเรียนอภิปรายแนวคิดภายในกลุ่มและในชั้นเรียน ประเด็นที่ 2 ข้อค้นพบของรัทเทอร์ฟอร์ด 1. แนะนำองค์ประกอบและวิธีการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด โดยใช้ตัวแทนความคิดที่เป็น	1. สังเกตและร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากตัวแทนความคิด เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟา 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดของตนเองเพื่อหาข้อสรุปกับนักเรียนในชั้นเรียน 3. บันทึกข้อสรุปเป็นของตนเองลงในใบงาน ซึ่งเป็นผลงานระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้

	<p>รูปภาพ และวิดีโอที่บันทึกเพื่อแสดงการทดลองของรีทเทอร์ฟอร์ด ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น</p> <p>2. สนับสนุนให้นักเรียนอภิปรายแนวคิดภายในกลุ่มและในชั้นเรียน</p>	<p>1. สังเกตและร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากตัวแทนความคิด เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับข้อค้นพบของรีทเทอร์ฟอร์ด</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดของตนเองเพื่อหาข้อสรุปกับนักเรียนในชั้นเรียน</p> <p>3. บันทึกข้อสรุปเป็นของตนเองลงในใบงานซึ่งเป็นผลงานระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p>
<p>ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป</p>	<p>ประเด็นที่ 3 ข้อค้นพบของรีทเทอร์ฟอร์ด</p> <p>1. แนะนำและให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อหาข้อสรุปและเสนอเป็นแบบจำลองอะตอมของรีทเทอร์ฟอร์ด</p>	<p>1. ร่วมกันอภิปรายและนำข้อมูลจากประเด็นที่ 1 และ 2 มาสรุปและเสนอเป็นแบบจำลองอะตอมของรีทเทอร์ฟอร์ด</p> <p>2. นำเสนอข้อจำกัดของแบบจำลองอะตอมของรีทเทอร์ฟอร์ด</p>

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ระดับความเข้าใจโนมตีของนักเรียนโดยอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียดจากแบบวัดความเข้าใจโนมตีเรื่องแบบจำลองของรีทเทอร์ฟอร์ด เพื่อวิเคราะห์คำตอบเป็นรายชื่อแล้วจัดกลุ่มโนมตีของนักเรียนแล้วหาคำร้อยละในแต่ละข้อ ตามเกณฑ์คำตอบที่ได้จำแนกตามระดับความเข้าใจโนมตี 5 ระดับ (Adadan, 2014) คือ

5.1 ความเข้าใจโนมตีเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding; SU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนประกอบด้วยองค์ประกอบที่ถูกต้องทั้งหมดของมโนมตินั้น ๆ

5.2 ความเข้าใจโนมตีบางส่วน (Partial Understanding; PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนประกอบด้วยความเข้าใจโนมตีที่ถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

5.3 ความเข้าใจโนมตีบางส่วนร่วมกับมโนมตีที่คลาดเคลื่อน (Partial Understanding with Alternative Conceptions; PU/AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนประกอบด้วยความเข้าใจโนมตีที่ถูกต้องบางส่วน และบางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

5.4 ความเข้าใจโนมตีที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conceptions; ACs) หมายถึง คำตอบของนักเรียนประกอบด้วยความเข้าใจโนมตีที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ซึ่งขาดทุกองค์ประกอบที่สำคัญของมโนมตินั้น

5.5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding; NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม

รายละเอียดการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนใช้เกณฑ์การวิเคราะห์ในแต่ละมโนมตีแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การวิเคราะห์ระดับโนมตีเรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

	ระดับความเข้าใจโนมตี				
	SU	PU	PU/AC	ACs	NU
ประเด็นที่ 1	วาดภาพ	วาดภาพหรือ	วาดภาพหรืออธิบาย	วาดภาพและ	ตอบไม่ตรง
ลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟา	ถูกต้องและอธิบายการเคลื่อนที่และการเบี่ยงเบน	อธิบายการเคลื่อนที่และการเบี่ยงเบน	การเคลื่อนที่และการเบี่ยงเบนได้ถูกต้องบางส่วน และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนบางส่วน	อธิบายการเคลื่อนที่และการเบี่ยงเบนได้คลาดเคลื่อนทั้งหมด	คำถาม หรือไม่ตอบคำถาม
ประเด็นที่ 2	วาดภาพแสดงข้อค้นพบจากการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด	วาดภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่และปริมาณได้ถูกต้องทั้งหมด	วาดภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่และปริมาณ และสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน	วาดภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่และปริมาณ และสรุปผลการทดลองได้คลาดเคลื่อนทั้งหมด	ตอบไม่ตรงคำถาม หรือไม่ตอบคำถาม
ประเด็นที่ 3	การเสนอแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	วาดภาพหรืออธิบายแบบจำลองอะตอมได้ถูกต้อง	วาดภาพและอธิบายแบบจำลองอะตอมได้ถูกต้องบางส่วนและมี ความเข้าใจคลาดเคลื่อนบางส่วน	วาดภาพและอธิบายแบบจำลองอะตอมได้คลาดเคลื่อนทั้งหมด	ตอบไม่ตรงคำถาม หรือไม่ตอบคำถาม

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ความเข้าใจโนมตีเรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดของนักเรียน โดยแบ่งระดับความเข้าใจโนมตีออกเป็น 5 ระดับ ตามเกณฑ์ตารางที่ 2 พบว่าผลการวิเคราะห์ที่แสดงเป็นข้อมูลร้อยละของจำนวนนักเรียนเป็นดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงร้อยละของนักเรียนตามระดับความเข้าใจโนมตีเรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

	ร้อยละตามระดับความเข้าใจโนมตี				
	SU	PU	PU/AC	ACs	NU
ประเด็นที่ 1					
ลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟา	12	76	12	0	0
ประเด็นที่ 2					
ข้อค้นพบจากการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด	8	60	32	0	0

	ร้อยละตามระดับความเข้าใจโน้มนมตี				
	SU	PU	PU/AC	ACs	NU
ประเด็นที่ 3					
การเสนอแบบจำลอง					
อะตอมของ	12	48	28	4	8
รีโทออร์พอร์ด					

หมายเหตุ ตัวหนาแทนร้อยละสูงสุด

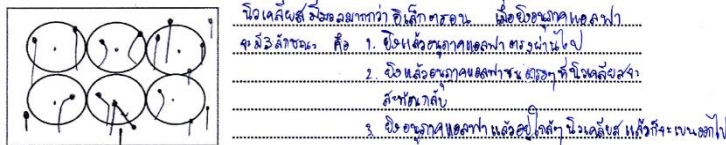
จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจโน้มนมตีเรื่องแบบจำลองอะตอมของรีโทออร์พอร์ดอยู่ในระดับความเข้าใจโน้มนมตีบางส่วน (Partial Understanding; PU) ทั้ง 3 ประเด็น โดยในแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 การเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟา

คำถามที่ใช้วัดมโน้มนมตีคือ จากการทดลอง เมื่อยิงอนุภาคแอลฟาไปยังอะตอมของธาตุ จงวาดเส้นแสดงการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาที่สังเกตได้พร้อมทั้งเขียนอธิบายสิ่งที่สังเกตได้

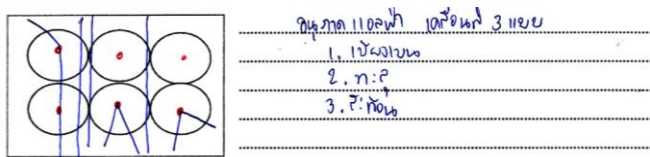
เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่า ร้อยละ 12 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีความเข้าใจโน้มนมตีในระดับความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ (SU) แต่ นักเรียนส่วนมากร้อยละ 76 มีความเข้าใจโน้มนมตีบางส่วน (PU) ส่วนนักเรียนร้อยละ 12 มีความเข้าใจโน้มนมตีที่คลาดเคลื่อน (ACs) ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแต่ละระดับเป็นดังนี้

ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างของความเข้าใจโน้มนมตีเชิงวิทยาศาสตร์ (SU) ซึ่งนักเรียนสามารถวาดภาพการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาได้ถูกต้อง และอธิบายการเคลื่อนที่ได้ 3 รูปแบบ คือ เมื่อยิงอนุภาคแอลฟาไปยังอะตอมของธาตุนิวเคลียสแอลฟาบางส่วนจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงผ่านไป บางส่วนเบี่ยงเบน และบางส่วนสะท้อนกลับ



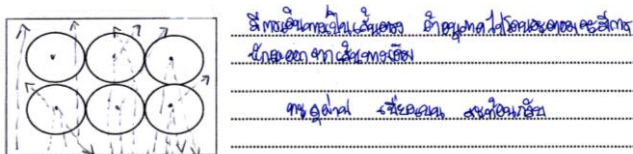
ภาพที่ 1 ตัวอย่างความเข้าใจโน้มนมตีระดับความเข้าใจเชิงวิทยาศาสตร์ของนร.15

ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างของความเข้าใจโน้มนมตีบางส่วน (PU) ซึ่งนักเรียนอธิบายการเคลื่อนที่ได้ 3 รูปแบบได้ แต่วาดภาพลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาได้ไม่ถูกต้อง โดยไม่ใส่หัวลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่และภาพที่วาดไม่สอดคล้องกับคำอธิบายว่ามี การเคลื่อนที่ใน 3 ลักษณะ



ภาพที่ 2 ตัวอย่างความเข้าใจโน้มนมตีระดับถูกต้องบางส่วนของนร.7

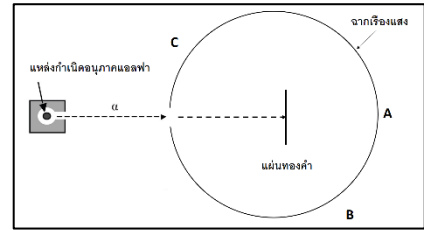
ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างของความเข้าใจโน้มนมตีระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/AC) ซึ่งนักเรียนวาดภาพแสดงการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาได้ถูกต้องทั้ง 3 ลักษณะ แต่อธิบายคลาดเคลื่อนดังข้อความที่ขีดเส้นใต้คือ “ถ้าอนุภาคไปโดนอะตอมจะมีการหักเหจากเส้นทางเดิม” ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจคลาดเคลื่อนระหว่างอะตอมกับนิวเคลียส



ภาพที่ 3 ตัวอย่างความเข้าใจโน้มนมตีระดับคลาดเคลื่อนของนร.19

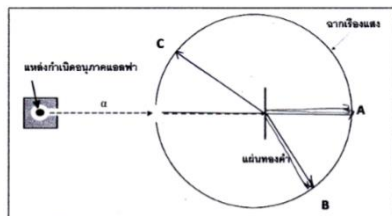
ประเด็นที่ 2 ข้อค้นพบจากการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด

คำถามที่ใช้วัดมโนคติ คือ จากการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบางดังรูป นักเรียนคิดว่าปริมาณลำอนุภาคที่จะสังเกตเห็นได้ บริเวณ A B C จะเป็นแบบใดโดยวาดเส้นตรงแสดงทิศทางและปริมาณลำอนุภาคที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งสรุปผลการทดลองที่เกิดขึ้น



เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่า ร้อยละ 8 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีความเข้าใจมโนคติเชิงวิทยาศาสตร์ (SU) แต่นักเรียนส่วนมากร้อยละ 16 มีความเข้าใจมโนคติบางส่วน (PU) และนักเรียนร้อยละ 32 มีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อน (ACs) สำหรับตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแต่ละระดับเป็นดังนี้

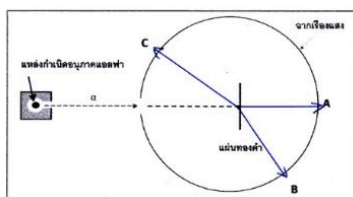
ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างของความเข้าใจมโนคติเชิงวิทยาศาสตร์ (SU) ซึ่งนักเรียนสามารถวาดภาพที่บ่งบอกถึงปริมาณลำอนุภาคในบริเวณ A B C ได้ถูกต้องและสอดคล้องกับคำอธิบายและข้อค้นพบที่ได้ ซึ่งจากคำตอบของนักเรียนได้ใช้อธิบายข้อค้นพบในบริเวณ B ว่า “อนุภาคแอลฟาเคลื่อนที่ไปเฉียดกับบางสิ่งในแผ่นทองคำ” ซึ่งจากการวิเคราะห์การตอบคำถามของนักเรียนระหว่างเรียนร่วมด้วยทำให้ทราบว่าบางสิ่งในแผ่นทองคำหมายถึงนิวเคลียสนั่นเอง



แนวรังสีหลังจากเรืองแสง	ปริมาณและทิศทางของลำอนุภาคที่สังเกตได้	สรุปผลการทดลอง
1. บริเวณ A	ปริมาณมาก ทิศทางตรงๆ	อนุภาคแอลฟาที่ตรงๆจากที่ไป ชะงักในบริเวณ A ละอนุภาคที่เบนไป
2. บริเวณ B	ปริมาณปานกลาง ทิศทางเอียงเบน	อนุภาคแอลฟาไปเฉียดกับบางสิ่งในแผ่นทองคำ พบช่องกลวง
3. บริเวณ C	ปริมาณน้อย ทิศทางเอียงเบน	อนุภาคแอลฟาชนกับอะไรวางๆทำให้ เกิดทิศทางอื่น พบว่ามีผล

ภาพที่ 4 ตัวอย่างความเข้าใจมโนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนร.19

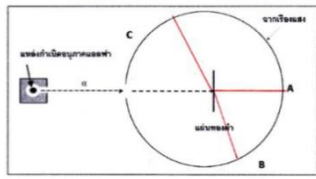
ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างของความเข้าใจมโนคติระดับถูกต้องบางส่วน (PU) ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาในบริเวณ A B C และสามารถสรุปข้อค้นพบได้ถูกต้อง แต่ขาดการอธิบายปริมาณลำอนุภาคในบริเวณ A B และ C



แนวรังสีหลังจากเรืองแสง	ปริมาณและทิศทางของลำอนุภาคที่สังเกตได้	สรุปผลการทดลอง
1. บริเวณ A	ทะลุผ่าน	อนุภาคแอลฟา ผ่านส่วนมากที่ในอนุภาคในฉากเรืองแสง
2. บริเวณ B	เบี่ยงเบน	อนุภาคแอลฟา/เฉียดกับอะไรวางๆที่มีประจุ + จึงถูกผลักออก
3. บริเวณ C	สะท้อนกลับ	อนุภาคแอลฟา ชนกับอะตอมที่มีประจุ + และมีผลจึงถูกผลักออก

ภาพที่ 5 ตัวอย่างความเข้าใจมโนคติบางส่วนของนร.6

ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างของความเข้าใจมโนคติบางส่วนร่วมกับมโนคติที่คลาดเคลื่อน (PU/AC) จากคำตอบของนักเรียนพบว่านักเรียนสามารถอธิบายทิศทางและปริมาณการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาในบริเวณ A B และ C ได้ แต่การสรุปข้อค้นพบจากการทดลองมีความคลาดเคลื่อนดังข้อความ “รังสีแอลฟามีช่องว่างระหว่างอะตอม” และ “รังสีแอลฟาเกิดการเบียด”



แนวรังสีที่ฉากเงาเรียง แสง	ปริมาณและทิศทางของลำอนุภาคที่ สังเกตได้	สรุปผลการทดลอง
1. บริเวณ A	ปริมาณ = มากที่สุด เกิดต่อเงา ทิศทาง = อยู่กับแหล่งกำเนิด	รังสีแอลฟาจะมีช่องว่างระหว่างอะตอม
2. บริเวณ B	ปริมาณ = น้อยกว่า A ทิศทาง = ไม่ตรงกับแหล่งกำเนิด	รังสีแอลฟาเกิดจากกัมมันตภาพ
3. บริเวณ C	ปริมาณ = น้อยกว่า B ทิศทาง = แสงจะสะท้อนอยู่บนฉากมี หน้าไม่แน่นอนคือ	รังสีแอลฟาเกิดจากชั้นและผนังของแก้ว U

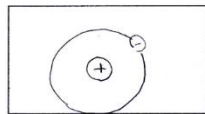
ภาพที่ 6 ตัวอย่างความเข้าใจโมเมนต์บางส่วนร่วมกับโมเมนต์ที่คลาดเคลื่อนของนร.8

ประเด็นที่ 3 การเสนอแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

คำถามที่ใช้วัดโมเมนต์คือ จงเสนอแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด โดยวาดภาพและเขียนอธิบายประกอบ

เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่า ประเด็นนี้นักเรียนมีความเข้าใจโมเมนต์ทุกระดับ นั่นคือ นักเรียนมีความเข้าใจโมเมนต์เชิงวิทยาศาสตร์ (SU) ความเข้าใจโมเมนต์บางส่วน (PU) ความเข้าใจโมเมนต์บางส่วนร่วมกับโมเมนต์ที่คลาดเคลื่อน (PU/AC) ความเข้าใจโมเมนต์ที่คลาดเคลื่อน (ACs) และความไม่เข้าใจ (NU) คิดเป็นร้อยละ 12, 48, 28, 4, และ 8 ตามลำดับ รายละเอียดและตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแต่ละระดับเป็นดังนี้

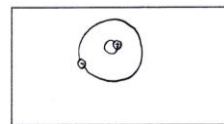
ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างของความเข้าใจโมเมนต์เชิงวิทยาศาสตร์ (SU) นักเรียนสามารถวาดภาพและอธิบายองค์ประกอบของอะตอมจากการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดได้ถูกต้อง โดยภาพและคำตอบมีความสอดคล้องกัน



โปรตอนและนิวตรอนมีประจุบวกและลบอยู่ในนิวเคลียส
อิเล็กตรอนมีประจุลบอยู่รอบๆ

ภาพที่ 7 ตัวอย่างความเข้าใจโมเมนต์เชิงวิทยาศาสตร์ ของนร.16

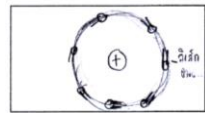
ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างของความเข้าใจโมเมนต์บางส่วน (PU) นักเรียนวาดภาพได้ถูกต้อง แต่การอธิบายขาดองค์ประกอบที่เป็นประจุบวกหรือโปรตอน



นิวเคลียสมีประจุบวกและลบอยู่ในนิวเคลียส
อิเล็กตรอนมีประจุลบอยู่รอบๆ

ภาพที่ 8 ตัวอย่างความเข้าใจโมเมนต์บางส่วนของนร.13

ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างของความเข้าใจโมเมนต์บางส่วนร่วมกับโมเมนต์ที่คลาดเคลื่อน (PU/AC) จากคำตอบของนักเรียน นักเรียนสามารถอธิบายองค์ประกอบของอะตอมได้ถูกต้อง แต่อธิบายลักษณะของอะตอมคลาดเคลื่อน กล่าวคือ นักเรียนอธิบายว่าแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดมีลักษณะกลมตัน ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองที่ยิงอนุภาคแอลฟาแล้วทะลุผ่านช่องว่างในอะตอม และภาพวาดของนักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าอะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้าเนื่องจากจำนวนโปรตรอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน

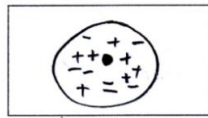


โปรตอนและนิวตรอนมีประจุบวกและลบอยู่ในนิวเคลียส
อิเล็กตรอนมีประจุลบอยู่รอบๆ
จำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนไม่เท่ากัน
อะตอมจึงมีประจุสุทธิ

ภาพที่ 9 ตัวอย่างความเข้าใจโมเมนต์บางส่วนร่วมกับโมเมนต์ที่คลาดเคลื่อนของนร.25

ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างของความเข้าใจโมเมนต์ที่คลาดเคลื่อน (ACs) นักเรียนอธิบายแบบจำลองอะตอมได้คลาดเคลื่อนทั้งหมดทั้งคำอธิบายและภาพวาด ซึ่งนักเรียนอธิบายลักษณะของอะตอมว่า “มีนิวเคลียสอยู่ตรงกลางประจุบวก (p+) กับประจุลบ (e-) ว่างอยู่รอบ ๆ โดยนิวเคลียสที่อยู่ตรงกลางจะเป็นนิวตรอน” ซึ่งแสดงให้เห็นว่า

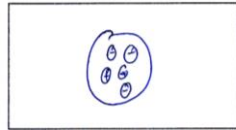
นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเรื่องตำแหน่งของประจุบวกและลบภายในอะตอม และเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า นิวเคลียสเป็นโปรตรอน



นักเรียนสับสนเกี่ยวกับตำแหน่งของประจุบวกและลบภายในอะตอม โดยนิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน

ภาพที่ 10 ตัวอย่างความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อนของนร.11

ภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างของความไม่เข้าใจ (NU) นักเรียนอธิบายลักษณะของอะตอมว่า “ประจุบวก ขนเปียด ประจุลบมีอนุภาคเล็กกว่าถูกดึงดูด” ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการตอบไม่ตรงคำถามนั้นหมายถึงความไม่เข้าใจของนักเรียน



ที่ขงขง : ขนเปียด
ประจุลบ : อนุภาคเล็กกว่าถูกดึงดูด

ภาพที่ 11 ตัวอย่างความไม่เข้าใจของนร.9

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในประเด็นที่ 3 การเสนอแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด พบว่ามีนักเรียนบางส่วนที่มีความเข้าใจในโมเดลที่คลาดเคลื่อนและความไม่เข้าใจ ซึ่งไม่พบในประเด็นที่ 1 และประเด็นที่ 2 จึงวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเพิ่มเติมโดยจำแนกตามกลุ่มความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับจากผลการสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี โดยกลุ่มที่มีความรู้เดิมสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีเท่ากับ 4.0 คิดเป็น 56% ของจำนวนนักเรียน กลุ่มที่มีความรู้เดิมปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีอยู่ระหว่าง 3.0-3.5 คิดเป็น 20% ของจำนวนนักเรียน และกลุ่มที่มีความรู้เด็มน้อยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีอยู่ระหว่าง 2.0-2.5 คิดเป็น 24% ของจำนวนนักเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มที่มีความรู้เดิมสูงมีแนวโน้มที่จะมีความเข้าใจโมเดลในระดับที่สูงกว่ากลุ่มที่มีความรู้เดิมปานกลางและกลุ่มที่มีความรู้เด็มน้อย นอกจากนี้ยังไม่พบความเข้าใจโมเดลในระดับคลาดเคลื่อนและความไม่เข้าใจอีกด้วย โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงร้อยละของนักเรียนตามระดับความเข้าใจโมเดลเรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด โดยจำแนกตามระดับความรู้เดิมของนักเรียน

	ร้อยละตามระดับความเข้าใจโมเดล				
	SU	PU	PU/AC	ACs	NU
กลุ่มที่ 1 นักเรียนที่มีความรู้เดิมสูง	8	32	16	0	0
กลุ่มที่ 2 นักเรียนที่มีความรู้เดิมปานกลาง	0	8	4	0	8
กลุ่มที่ 3 นักเรียนที่มีความรู้เด็มน้อย	4	8	8	4	0

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลาย ได้แก่ แบบจำลองเชิงกายภาพ รูปภาพ สถานการณ์จำลอง ซึ่งมีทั้งตัวแทนความคิดแบบคงที่ (static representation) และแบบพลวัต (dynamic representation) สามารถช่วยส่งเสริมความเข้าใจโมเดลของนักเรียนเรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ซึ่งทำให้นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจโมเดลบางส่วน (Partial

Understanding; PU) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Adadan (2013) ที่ศึกษาผลของการใช้ตัวแทนความคิดที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในนิเวศวิทยาของสสาร โดยใช้การสอนด้วยตัวแทนความคิดที่หลากหลายเปรียบเทียบกับการสอนแบบบรรยาย พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยตัวแทนความคิดที่หลากหลายมีความเข้าใจในนิเวศวิทยาของสสารได้เป็นอย่างดี และตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลายสามารถช่วยส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ แม้ครูผู้สอนไม่ได้แนะนำมากนักเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ (Savinainen, Makynen, Nieminen and Viiri, 2015) การใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลายในการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยสร้างความสนใจและความกระตือรือร้นในการเรียนให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่ใช้เพียงแค่การสอนแบบบรรยายและใช้หนังสือเรียนประกอบเท่านั้น โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลายก็มีความเหมาะสมกับบทเรียนเพราะสามารถช่วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนรู้ต่ำน้อยเกิดการเรียนรู้ได้เช่นเดียวกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนรู้ปานกลางและสูง (Sunyono, Yuanita and Ibrahim, 2015)

แม้ว่าตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลายจะสามารถส่งเสริมความเข้าใจในนิเวศวิทยาของสสารได้ดังผลการวิจัยในประเด็นที่ 1 และประเด็นที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจในนิเวศวิทยาบางส่วน (PU) และไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจในนิเวศวิทยาที่คลาดเคลื่อน (ACs) และความไม่เข้าใจ (NU) ทั้งนี้เนื่องมาจากในประเด็นที่ 1 และ 2 นักเรียนสามารถสังเกตลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาและการทดลองของรีทเทอร์ฟอร์ดได้จากตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลายโดยตรงแล้วนำมาวิเคราะห์หาข้อสรุปเป็นความเข้าใจในนิเวศวิทยาของตนเอง แต่อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนครูยังต้องคำนึงถึงความถนัดและความรู้เดิมของผู้เรียนด้วยดังผลวิจัยในประเด็นที่ 3 การเสนอแบบจำลองอะตอมของรีทเทอร์ฟอร์ด นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงข้อมูลจากตัวแทนความคิดจากการศึกษาประเด็นที่ 1 และประเด็นที่ 2 มาสู่เนื้อหาการเสนอแบบจำลองอะตอมของรีทเทอร์ฟอร์ด นักเรียนจะต้องใช้ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ในแต่ละแบบและใช้ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลในแต่ละประเด็นที่ศึกษาด้วย ซึ่งพบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงตัวแทนความคิดในแต่ละแบบมาสู่เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับความรู้เดิมของผู้เรียน โดยนักเรียนกลุ่มที่มีความรู้เดิมสูงสามารถเชื่อมโยงระหว่างตัวแทนความคิดมาสู่เนื้อหาหรือนิเวศวิทยาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีความรู้เดิมปานกลางและกลุ่มที่มีความรู้เดิมค่อนข้างน้อย และนักเรียนกลุ่มที่มีความรู้เดิมสูงส่วนมากจะมีความเข้าใจในนิเวศวิทยาอยู่ในระดับที่สูงกว่าอีกด้วยดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4 และจากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่มีความเข้าใจในนิเวศวิทยาที่คลาดเคลื่อน พบว่านักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงตัวแทนความคิดแบบต่าง ๆ มาสู่เนื้อหาและข้อสรุปได้ เนื่องจากนักเรียนตอบคำถามที่ไม่สอดคล้องกับตัวแทนความคิดที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เช่น นักเรียนตอบคำถามโดยการจำภาพแบบจำลองอะตอมของทอมสันที่เป็นแบบจำลองอะตอมก่อนหน้ามาเสนอเป็นแบบจำลองอะตอมของรีทเทอร์ฟอร์ด หรือ การที่นักเรียนอธิบายว่าอะตอมของรีทเทอร์ฟอร์ดมีลักษณะเป็นอะตอมเป็นทรงกลมตัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่จากการสังเกตตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลายในการศึกษาประเด็นที่ 1 และประเด็นที่ 2 และการตอบคำถามของนักเรียนมีความสอดคล้องกับความถนัดรายบุคคล เช่น นักเรียนบางคนมีความสามารถในการวาดภาพน้อยแต่สามารถเขียนอธิบายคำตอบได้ถูกต้อง นอกจากนี้การใช้การใช้ตัวแทนความคิดที่หลากหลายเกินไปอาจทำให้นักเรียนที่มีความสามารถน้อยเชื่อมโยงตัวแทนความคิดในแต่ละแบบแล้วเกิดความสับสนได้มากยิ่งขึ้น เช่น นักเรียนที่มีความไม่เข้าใจโดยเกิดจากการตอบไม่ตรงคำถาม ซึ่งอาจมาจากการใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้หลากหลายรูปแบบมากเกินไปทำให้นักเรียนเกิดความสับสน โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนที่มีความรู้เดิมในระดับปานกลางไปจนถึงระดับความรู้เดิมน้อย ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้โดยให้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ที่หลากหลายควรคำนึงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้มาสู่เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย โดยอาจให้ผู้เรียนได้เป็นผู้ค้นหาหรือออกแบบตัวแทนความคิดด้วยตนเองมากขึ้น และผู้สอนอาจจะแนะนำเกี่ยวกับลักษณะ องค์ประกอบ การทำงานของตัวแทนความคิดแต่ละแบบมากขึ้น เพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ได้ดีมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการ คุณครู และนักเรียนทุกคนที่มีส่วนช่วยให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จ ลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่กรุณามอบทุนอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- พรณวิไล ชมชิต, จัสติน อินเียกา และนอร์แมน ทอมสัน. (2551). มุมมองของครูผู้สอนวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาเกี่ยวกับความยากในการสอนเรื่องโครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ: มุมมองของครูไทยและครูเคนยา. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 15(4), 577-594.
- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องโครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้*, 1(1), 97-124.
- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ่ายคำตา และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2557). แบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอมของนักเรียนชั้นปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 29(1) 144-160.
- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers and Education*, 33, 131-152.
- Chandrasegaran, A.L., Treagust D.F., and Mocerino M. (2007). The Development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Educational Research and practice*, 8, 293-307
- Emine Adadan. (2013). Using multiple representations to promote grade 11 student's scientific understanding of the particle theory of matter. *Research in Science Education*. 43,1079-1105.
- Emine Adadan. (2014). Investigating the influence of pre-service chemistry teachers' understanding of the particle nature of matter on their conceptual understanding of solution chemistry. *Chemistry Educational Research and practice*, 15, 219-238
- Kalyuga, S., and Singh A. M. (2015). Rethinking the boundaries of cognitive load theory in complex learning. *Educational Psychology Review*, 1-22. DOI 10.1007/s10648-015-9352-0
- Martina, A. Rau. (2016). Conditions for the effectiveness of Multiple Visual Representations in Enhancing STEM Learning. *Educational Psychology Review*. DOI 10.1007/s10648-016-9365-3
- Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13, 125-139.
- Papageoriou G., Markos A. and Zarkadis N. (2016). Students' representations of the atomic structure the effect of some individual differences in particular task contexts. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 209-219.
- Savinainen A., Makynen A., Nieminen P. and Viiri J. (2015). The effect of using a visual representation tool in a teaching-learning sequence for teaching Newton's third law. *Research in Science Education*. DOI 10.1007/s11165-015-9492-8
- Sunyono, Yuanita L., and Ibrahim M. (2015). supporting Students in learning with multiple representation to improve student mental models on atomic structure. *Science Educational International*. 26(2), 104-125.

การใช้การอุปมาพร้อมกับตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ผลของความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล
Using Analogy and Visual Representation to Promote Grade 11 student's
Conceptual Understanding of the Effect of Concentration on Equilibrium

ชมพูนุช วรภักทธรา¹, ร่มเกล้า จันทราชี^{2*}

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกการสอนเคมีระดับมัธยมปลาย
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*Email: romkloa@kku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ผลของความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุลของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปมาพร้อมกับตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 39 คน กำลังศึกษาที่โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ชิ้นงาน เรื่อง ผลของความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล จากนั้นวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายบุคคลตามระดับความเข้าใจแนวคิด ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจแนวคิดในระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนเกี่ยวกับการรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นโดยเติม $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ร้อยละ 76.92 2) นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจแนวคิดในระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนเกี่ยวกับการรบกวนสมดุลโดยลดความเข้มข้นของสารด้วยการทำให้ตกตะกอนโดยเติม AgNO_3 ร้อยละ 69.23 ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบอุปมาพร้อมกับตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้สามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเรื่องผลของความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล

คำสำคัญ: การอุปมา ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ สมดุลเคมี

Abstract

The purpose of this research was to investigate student's conceptual understanding of the effect of concentration on equilibrium learned using analogy and visual representation. Participants were 39 grade 11 students who studied at a school in Khon Kaen province. Data were collected by using worksheets about the effect of concentration on equilibrium and analyzed student answer individually according to the level of understanding. The findings of this research show that 1) a great majority of the students had partial understanding regarding to equilibrium disturbance due to increasing concentration of substance by adding $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 76.92 %. 2) most students had partial understanding involved with equilibrium disturbance due to decreasing concentration of substance by adding AgNO_3 69.23 %. The results show that analogy and visual representation encourage conceptual understanding about the effect of concentration on equilibrium.

Keywords : Analogy, Visual Representation, Chemical Equilibrium

บทนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดเนื้อหาวิชาเคมีไว้ในสาระที่ 3 สารและสมบัติ ของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำหรับมโนคติในวิชาเคมี ส่วนใหญ่เป็นมโนคติที่อยู่ในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นได้และเป็นนามธรรม เช่น สมดุลเคมี โดยเนื้อหาของสมดุลเคมี จะกล่าวถึง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสาร ณ ภาวะสมดุล ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล หลักของเลอชาเตอลิเอ และสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (สสวท., 2554) นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจในมโนคติที่อยู่ในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นได้ โดยเฉพาะเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ภาวะสมดุล ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เกิดทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับ จึงจะสามารถทำให้นักเรียนอธิบายในประเด็นต่างๆ ได้ สมดุลเคมีจึงเป็นหนึ่งในมโนคติที่สำคัญต่อการเรียนการสอนวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากเป็นมโนคติพื้นฐานสำคัญในการศึกษามโนคติอื่นๆ เช่น ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี กรดเบส การละลาย และปริมาณสารสัมพันธ์ (Aydeniz and Dogan, 2016) การที่นักเรียนไม่เข้าใจมโนคติเรื่องสมดุลเคมีอาจส่งผลให้นักเรียนประสบปัญหาการเรียนเนื้อหาวิชาเคมีที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ (Rudd et al., 2007) ยิ่งไปกว่านั้นหากความไม่เข้าใจในมโนคตินั้นเกิดจากการที่นักเรียนไม่มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนก็จะทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนของนักเรียนได้

จากการศึกษาทางวิจัยในอดีตพบว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในทุกมโนติย่อยของเรื่องสมดุลเคมี ได้แก่ การดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุล ภาวะสมดุลในปฏิกิริยาเคมี ค่าคงที่สมดุล ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและหลักของเลอชาเตอลิเอ (Demircioglu et al., 2013; Ollino, et al., 2018) และสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม มโนคติที่พบความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ มโนคติเรื่องการดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุล เนื่องจากเป็นมโนคติที่ค่อนข้างยากและเป็นนามธรรม (เยาเวเรศและคณะ, 2550; Aydeniz and Dogan, 2016) รวมทั้งนักเรียนไม่สามารถจินตนาการถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับอะตอม โมเลกุล หรือไอออนได้ ซึ่งทำให้นักเรียนไม่เข้าใจการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาคและนำไปสู่ปัญหาในการเรียนวิชาเคมี (พัชรี, 2558; Ollino et al., 2018)

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว การอุปมา (Analogy) เป็นยุทธศาสตร์หนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมี เนื่องจากการอุปมาช่วยอธิบายมโนคติทางวิทยาศาสตร์และอธิบายมโนคติที่เป็นนามธรรม (Orgill and Bodner, 2006; Pekmez, 2010) การอุปมา คือ การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงระหว่างมโนคติสองมโนคติที่แตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วย 1) มโนคติเป้าหมายหรือมโนคติที่นักเรียนไม่คุ้นเคย (Target) 2) มโนคติที่ใช้ในการอุปมาหรือมโนคติที่นักเรียนคุ้นเคย (Analog) ดังนั้นการอุปมาจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจมโนคติที่เป็นนามธรรมได้ง่ายขึ้นเนื่องจากการเปรียบเทียบมโนคติทางวิทยาศาสตร์กับมโนคติที่นักเรียนคุ้นเคย การอุปมาจึงเป็นยุทธศาสตร์การสอนที่สามารถนำมาใช้กับมโนคติเรื่องสมดุลเคมี เนื่องจากสมดุลเคมีเป็นมโนคติที่เป็นนามธรรม ดังนั้นการอุปมาจึงส่งเสริมความเข้าใจมโนคติ (Nur Akin and Uzuntiryaki-Kondak, 2018) และช่วยให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนคติได้ (Pekmez, 2010) โดยการอุปมาช่วยทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนคติทั้งในเรื่องปฏิกิริยาที่ผันกลับได้และสมดุลไดนามิก (Raviolo and Garritz, 2008)

นอกเหนือจากที่ผู้วิจัยจะนำการอุปมาเข้ามาใช้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจมโนคติที่เป็นนามธรรมเรื่องสมดุลเคมี เพื่อเปรียบเทียบระหว่างมโนคติที่นำมาใช้ในการอุปมากับมโนคติเป้าหมายซึ่งเป็นมโนคติทางวิทยาศาสตร์แล้ว การใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ (Visual representations) ก็เป็นอีกส่วนสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาที่อยู่ในระดับจุลภาค ช่วยในการนำเสนอสิ่งที่มองไม่เห็น (Papageorgiou et al., 2017) สำหรับการ ใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ เช่น รูปภาพ สัญลักษณ์ แผนภูมิ แบบจำลอง ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ดีขึ้น (ชาตรี, 2551; Cook, 2006) ในการเรียนการสอนวิชาเคมี การใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลที่มีความซับซ้อนและส่งเสริมความเข้าใจมโนคติหรือช่วยปรับเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อน (Kozma, 2003; Adadan et al., 2009) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การอุปมาและใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจมโนคติเรื่องสมดุลเคมี

วิธีการวิจัย

(1) รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจแนวคิด เรื่อง ผลของความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปมาพร้อมกับตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ เก็บรวบรวมข้อมูลจากชิ้นงาน เรื่อง ผลของความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามระดับความเข้าใจแนวคิด

(2) กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 39 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 12 คน นักเรียนหญิงจำนวน 27 คนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ณ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น และนักเรียนมีผลการเรียนวิชาเคมีอยู่ในระดับปานกลาง

(3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ ชิ้นงาน (worksheet) ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด โดยให้นักเรียนทำนายการเปลี่ยนแปลงของสมดุล เมื่อเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นของระบบที่อยู่ในภาวะสมดุล $Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq) \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}(aq)$ ดังนี้ 1) ให้นักเรียนทำนายการเปลี่ยนแปลงของสมดุลเมื่อรบกวนสมดุลโดยการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น โดยเติม $Fe(NO_3)_3$ 2) ให้นักเรียนทำนายการเปลี่ยนแปลงของสมดุลเมื่อลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นด้วยการทำให้ตกตะกอนโดยเติม $AgNO_3$

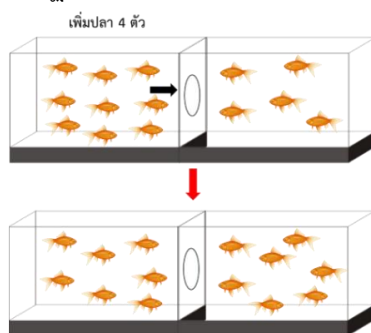
(4) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้การอุปมาพร้อมกับตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ ซึ่งใช้เวลา 2 คาบ (100 นาที) มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้

1) ครูตั้งคำถามว่า ถ้าเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารที่อยู่ในภาวะสมดุล จะทำให้ระบบสมดุลเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

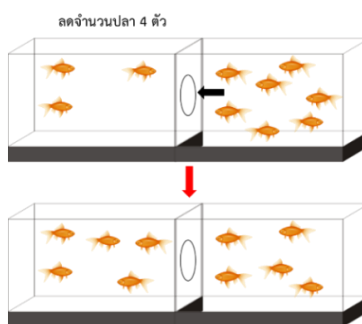
2) ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อสมดุลเคมี โดยใช้การอุปมาแบบพลวัต (Dynamic analogy) ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัว คือ ตู้ปลา ดังนี้

ปลาในตู้ปลาที่มีช่องให้ปลาวายผ่านสองฝั่งของตู้ปลา ปลาทั้งสองฝั่งจะมีอัตราการว่ายกลับไปมาระหว่างสองฝั่งเท่ากัน เมื่อเพิ่มปลาในฝั่งซ้ายตู้ปลา (สารตั้งต้น) จะทำให้จำนวนปลาในฝั่งซ้ายเพิ่มมากขึ้น (มีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น) ปลาในฝั่งซ้ายจะว่ายไปยังฝั่งขวา เพื่อลดจำนวนปลาที่อยู่ในฝั่งซ้าย ซึ่งเปรียบได้กับการลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น โดยการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้สารผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 1 การอุปมาเมื่อเพิ่มจำนวนปลาในฝั่งซ้ายตู้ปลา (เพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น)

เมื่อลดจำนวนปลาในฝั่งซ้ายตู้ปลา (ลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น) ปลาในฝั่งขวาดูปลา (ผลิตภัณฑ์) ก็จะว่ายกลับมาในฝั่งซ้ายเพื่อเพิ่มจำนวนปลาที่อยู่ในฝั่งซ้าย ซึ่งเปรียบได้กับการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น



ภาพที่ 2 การอุปมาเมื่อลดจำนวนปลาในฝั่งซ้ายตู้ปลา (ลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น)

3) ให้นักเรียนอุปมาความคล้ายคลึงและความแตกต่างของผลของการเพิ่มหรือลดจำนวนปลาในตู้ปลากับผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารที่มีต่อภาวะสมดุล

4) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล จากนั้นครูนำเสนอรูปภาพที่แสดงการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลเมื่อเพิ่มและลดความเข้มข้นของสารในระบบสมดุล $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ เพื่อให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระดับโมเลกุล

5) นักเรียนทำชิ้นงาน โดยให้นักเรียนแต่ละคนทำนายทิศทางของปฏิกิริยาเมื่อเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารในระบบ $Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq) \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}(aq)$ โดยการเติม $Fe(NO_3)_3$ และ $AgNO_3$ ลงไป พร้อมทั้งบอกเหตุผลตามความเข้าใจของนักเรียน

(5) การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลชิ้นงาน เรื่อง ผลของความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล มาวิเคราะห์โดยพิจารณาคำตอบที่นักเรียนเขียนลงในชิ้นงานอย่างละเอียด ซึ่งนักเรียนต้องทำนายการเปลี่ยนแปลงของสมดุลเมื่อเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้น จากนั้นจัดหมวดหมู่คำตอบตามระดับของมโนคติ เกณฑ์ที่นำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ปรับปรุงจากแนวคิดของ Adadan (2014) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มโนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific understanding; SU) มโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (Partial understanding; PU) มโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนคติที่คลาดเคลื่อน (Partial understanding with alternative conception; PU/AC) มโนคติที่คลาดเคลื่อน (Alternative conception; ACs) และไม่เข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ (No understanding; NU) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจัดระดับความเข้าใจมโนคติในเรื่อง การรบกวนสมดุลเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น โดยเติม $Fe(NO_3)_3$

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	ระดับความเข้าใจมโนคติ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
เมื่อเติม $Fe(NO_3)_3$ ลงไปในระบบ จะแตกตัวให้ Fe^{3+} และ NO_3^- จึงทำให้ความเข้มข้นของ Fe^{3+} เพิ่มขึ้น ระบบจึงลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นโดยการเกิด ปฏิกิริยาไปข้างหน้า	1. มโนคติทางวิทยาศาสตร์ คำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด	Fe^{3+} เพิ่มขึ้น ระบบจะทำให้ลดลงโดยใช้ Fe^{3+} ทำปฏิกิริยากับ SCN^- มากขึ้น Fe^{3+} และ SCN^- จะถูกใช้และเกิด $Fe(SCN)^{2+}$ มากขึ้น (นร.31)
	2. มโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน คำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่ครบถ้วน	ความเข้มข้นของ Fe^{3+} เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า (นร.21)
	3. มโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน และมโนคติที่คลาดเคลื่อน	การเติม $Fe(NO_3)_3$ จะทำให้สารแตกตัวเป็น Fe^{3+} และ NO_3^- เปรียบเสมือนการเติม Fe^{3+} ที่สารตั้งต้น (นร.16)

มโนคติทางวิทยาศาสตร์	ระดับความเข้าใจมโนคติ	ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน
	คำตอบของนักเรียนบางคำตอบ สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนบางส่วน	
	4. มโนคติที่คลาดเคลื่อน	ทำปฏิกิริยากับ Fe^{3+} ทำให้มีความเข้มข้นมากขึ้น (นร.23)
	5. ไม่เข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
	ไม่ตอบคำถามหรือคำตอบของนักเรียน ไม่เกี่ยวข้องคำถาม	

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากชิ้นงาน เรื่อง ผลของความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล แล้วจัดกลุ่มตามระดับความเข้าใจมโนคติ ทั้ง 5 ระดับและนำเสนอข้อมูลเป็นร้อยละ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงร้อยละของนักเรียนตามระดับความเข้าใจมโนคติ

การรบกวนสมดุล	ร้อยละตามระดับความเข้าใจมโนคติ				
	NU	ACs	PU/AC	PU	SU
1. เพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น					
1.1 เพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น โดยเติม $Fe(NO_3)_3$	0.00	10.26	10.26	76.92	2.56
2. ลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น					
2.1 ลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นด้วยการทำให้ตกตะกอน โดยเติม $AgNO_3$	0.00	10.26	20.51	69.23	0.00

จากตารางที่ 2 พบว่า

1) เพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น โดยเติม $Fe(NO_3)_3$

คำถามต้องการให้นักเรียนทำนายและอธิบายผลการรบกวนสมดุลเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสาร โดยการเติม $Fe(NO_3)_3$ ลงไปในระบบที่อยู่ในภาวะสมดุล จากผลการวิจัยพบว่าไม่มีนักเรียนคนใดมีความเข้าใจมโนคติอยู่ในระดับไม่เข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนร้อยละ 10.26 มีมโนคติที่คลาดเคลื่อน เช่น $Fe(NO_3)_3$ ทำปฏิกิริยากับ Fe^{3+} ทำให้มีความเข้มข้นมากขึ้น (นร. 23) สารทำปฏิกิริยากันแล้วทำให้ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น (นร.25) พบว่านักเรียนทั้งสองมีความเข้าใจว่าสารที่เติมลงไปจะไปทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้น แล้วทำให้ความเข้มข้นของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น จากคำอธิบายของนักเรียนแสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับการรบกวนสมดุลโดยเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น นักเรียนร้อยละ 10.26 มีความเข้าใจมโนคติอยู่ในระดับมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน เช่น การเติม $Fe(NO_3)_3$ จะทำให้สารแตกตัวเป็น Fe^{3+} และ NO_3^- เปรียบเสมือนการเติม Fe^{3+} ที่สารตั้งต้น (นร.16) จากคำตอบของนักเรียนพบว่านักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อเติม $Fe(NO_3)_3$ ลงไปในระบบสารจะแตกตัวให้ Fe^{3+} และ NO_3^- จะเห็นได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์แยกส่วนกัน แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลและปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ อย่างไรก็ตามพบว่า

นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 76.92 มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน เช่น *ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมากกว่าผลิตภัณฑ์ (นร.9) ความเข้มข้นของ Fe^{3+} เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า (นร.21)* จากคำตอบของนักเรียนชี้ให้เห็นได้ว่า นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าการเติม $Fe(NO_3)_3$ จะทำให้ความเข้มข้นของ Fe^{3+} เพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าแต่นักเรียนยังขาดการนำหลักของเลอชาเตอลิเอมาใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น และจากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 2.56 มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์โดยที่นักเรียนอธิบายว่า Fe^{3+} เพิ่มขึ้น ระบบจะทำให้ลดลงโดยใช้ Fe^{3+} ทำปฏิกิริยากับ SCN^- มากขึ้น Fe^{3+} และ SCN^- จะถูกใช้และเกิด $Fe(SCN)^{2+}$ มากขึ้น (นร.31)

2) ลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นด้วยการทำให้ตกตะกอน โดยเติม $AgNO_3$

คำถามต้องการให้นักเรียนทำนายพร้อมอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อรบกวนสมดุลโดยการลดความเข้มข้นของสารโดยเติม $AgNO_3$ ลงไปในระบบที่อยู่ในสมดุล จากผลการวิจัยพบว่า ไม่มีนักเรียนคนใดมีความเข้าใจ มโนคติอยู่ในระดับไม่เข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนร้อยละ 10.26 มีความเข้าใจมโนคติคลาดเคลื่อน เช่น *สารที่เติมลงไปทำปฏิกิริยากับ Fe^{3+} ทำให้ความเข้มข้นลดลง เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (นร.3) ความเข้มข้นของ SCN^- เพิ่มขึ้น เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (นร.40)* จากคำตอบของนักเรียนทั้งสองจะเห็นได้ว่านักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี จึงทำให้ไม่สามารถอธิบายได้ว่าสารที่เติมลงไปจะส่งผลอย่างไรต่อระบบที่อยู่ในภาวะสมดุล นักเรียนร้อยละ 20.51 มีความเข้าใจมโนคติในระดับมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนคติที่คลาดเคลื่อน เช่น *Ag ไปจับ SCN^- เกิดเป็นตะกอน (นร.1) Ag ไปทำปฏิกิริยากับ SCN^- ไปเกิดตะกอน ทำให้ความเข้มข้นลดลง เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (นร.23)* จากคำตอบของนักเรียนทั้งสองพบว่า นักเรียนสามารถบอกได้ว่า เมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลงจะทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ แต่นักเรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าสารที่ไปทำปฏิกิริยากับ SCN^- คือ ธาตุ Ag แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์ของไอออน ขณะที่นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 69.23 มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน เช่น *เมื่อเติม $AgNO_3$ สารแตกตัวเป็น Ag^+ , NO_3^- ทำให้ Ag^+ ทำปฏิกิริยากับ SCN^- เป็น $AgSCN$ ทำให้สารตั้งต้นลดลง เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (นร.16)* โดยที่นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเติม $AgNO_3$ ลงไปในระบบที่อยู่ในสมดุล Ag^+ จะทำปฏิกิริยากับ SCN^- เกิดตะกอน $AgSCN$ ทำให้ความเข้มข้นของ SCN^- ลดลง แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายตามหลักของเลอชาเตอลิเอได้ว่า เมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลงระบบจะเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นโดยการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า ที่สมดุลใหม่ความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์จะลดลง และจากผลการวิจัยพบว่าไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความเข้าใจมโนคติ เรื่อง ผลของความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยรบกวนสมดุลใน 2 ลักษณะ คือ การเพิ่มความเข้มข้นของสารและการลดความเข้มข้นของสาร พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนคติอยู่ในระดับมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยที่คำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์แต่ยังไม่ครบถ้วน เนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ตามหลักของเลอชาเตอลิเอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเยาเวเรคและคณะ (2550) ชัยยนต์ (2554) และ Ollino et al. (2018) ที่พบว่านักเรียนขาดแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับหลักของเลอชาเตอลิเอทำให้ไม่สามารถอธิบายทิศทางการปรับตัวของปฏิกิริยาเคมีที่อยู่ในภาวะสมดุลได้และไม่สามารถเชื่อมโยงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับมโนคติเรื่องสมดุลเคมี อีกทั้งนักเรียนใช้การท่องจำในการแก้โจทย์ปัญหา โดยไม่ทำความเข้าใจความรู้อย่างลึกซึ้งในเรื่องหลักของเลอชาเตอลิเอ (ชาตรีและคณะ, 2549) นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนในการรบกวนสมดุลทั้งสองแบบ เช่น สารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์แยกส่วนกัน ซึ่งเกิดจากนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความคล้ายคลึงและความแตกต่างของสิ่งที่ใช้อุปมากับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งนักเรียนเขียนสัญลักษณ์ของไอออนไม่ถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์ของไอออน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชาตรีและคณะ (2549) และ Aydeniz and Dogan (2016) ที่พบว่า นักเรียนขาดแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับระบบ ภาวะสมดุล ความดัน ความเข้มข้นและปริมาตร จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดเพื่อใช้

อธิบายการรบกวนภาวะสมดุลโดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอ

จากการศึกษาความเข้าใจโนมตี เรื่อง ผลของความเข้มข้นที่มีผลต่อภาวะสมดุล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปมาาร่วมกับตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์บางส่วน ทั้งการรบกวนสมดุลโดยเพิ่มความเข้มข้นและลดความเข้มข้นของสาร และจากผลการวิจัยพบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน แม้ว่าผู้วิจัยจะนำการอุปมาใช้ร่วมกับตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนให้นักเรียนมีความเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์ แต่พบว่านักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ใช้อุปมากับโนมตีทางวิทยาศาสตร์ได้ ในการวิจัยครั้งต่อไปควรปรับใช้มัลติมีเดีย (Multimedia) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่ภาวะสมดุลได้ชัดเจนมากขึ้น (Nur Akin and Uzuntiryaki-Kondakc, 2018) อีกทั้งควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจโนมตีให้ผ่านการใช้ตัวแทนความคิดแบบสังเกตได้ประเภทอื่นๆ เช่น รูปภาพ แบบจำลอง ประกอบการอธิบายโดยใช้ข้อความเพื่อตรวจสอบความเข้าใจโนมตีของนักเรียน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่มอบทุนสนับสนุนในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ชัยยนต์ ศรีเชียงหา. (2554). การพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2551). แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาเคมี. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 19(2), 10-28.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา เพ็ญศรี บุญสุวรรณศรีสง และวรรณทิพา รอดแรงคำ. (2549). การสำรวจความรู้ในเนื้อหาวิชาเคมีของนิสิตครูวิทยาศาสตร์. *วารสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, 27(1), 27-38.
- พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ. (2558). ธรรมชาติของวิชาเคมีและการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 31(2), 187-199.
- เยาวเรศ ใจเย็น เพ็ญศรี บุญสุวรรณศรีสง และณฤมล ยุตาคม. (2550). แนวคิดเรื่องสมดุล เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 13(4), 541-553.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2554). *หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- Adadan, E., Irving, E. K. and Trundle, C. K. (2009). Impacts of Multi-representational Instruction on High School Students' Conceptual Understandings of the Particulate Nature of Matter. *International Journal of Science Education*, 31(13), 1743-1775.
- Adadan, E. (2014). Investigating the influence of pre-service chemistry teachers' understanding of the particle nature of matter on their conceptual understanding of solution chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 219-238.
- Aydeniz, M. and Dogan, A. (2016). Exploring the impact of argumentation on pre-service science teachers' conceptual understanding of chemical equilibrium. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 111-119.
- Cook, M. P. (2006). Visual representations in science education: the influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principle. *Science Education*, 1073-1091.

- Demirciog˘lu, G., Demirciog˘lu, H. and Yadigaroglu, M. (2013). An investigation of chemistry student teachers' understanding of chemical equilibrium. *Int. J. New Trends Educ. Their Implic*, 4(2), 192–199.
- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and instruction*, 13(2), 205-226.
- Nur Akin, F. and Uzuntiryaki-Kondakc, E. (2018). The nature of the interplay among components of pedagogical content knowledge in reaction rate and chemical equilibrium topics of novice and experienced chemistry teachers. *Chemistry Education Research and Practice*, 19, 80-105.
- Ollino, M., Aldoney, J., Domínguez, A, M. and Merino, C. (2018). A new multimedia application for teaching and learning chemical equilibrium. *Chemistry Education Research and Practice*, 19, 364-374.
- Orgill, M. and Bodner, G, M. (2006). An analysis of the effectiveness of analogy use in college-level biochemistry textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(10), 1040–1060.
- Papageorgiou, G., Amariotakis, V. and Spiliotopoulou, V. (2017). Visual representations of microcosm in textbooks of chemistry: constructing a systemic network for their main conceptual framework. *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 559-571.
- Pekmez, S. (2010). Using analogies to prevent misconceptions about chemical equilibrium. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(2).
- Raviolo, A. and Garritz, A. (2008). Analogies in the teaching of chemical equilibrium: a synthesis/analysis of the literature. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 5-13.
- Rudd II, J. A., Greenbowe, T. J. and Hand, B. M. (2007). Using the science writing heuristic to improve students' understanding of general equilibrium. *Journal of chemical education*, 84(12), 2007-2012.

การใช้แบบสะท้อนตนเอง (Self-Reflection) เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Using Self-Reflection for Supporting Science Conceptual Understanding of Electrochemistry of Grade 11th Students

พิชัย ปัญญาสาร^{1*} และ ปาริชาติ แสนนา²

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกการสอนเคมีระดับมัธยมศึกษา

²อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*Email : pichai.p@kkumail.com

บทคัดย่อ

เนื้อหาในวิชาเคมีในระดับที่สูงขึ้นอาศัยความรู้ความเข้าใจในวิชาเคมีหลายๆ ส่วนเพื่อสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น เกิดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย การตระหนักรู้ตนเองซึ่งเป็นความสามารถในระดับการรู้คิด (metacognition) จึงมีความสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูง ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสะท้อนตนเอง (self-reflection) ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งในการตระหนักรู้ถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้แบบจำลองเป็นฐาน (model-based learning: MBL) โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 มีจำนวนนักเรียน 28 คน ของนักเรียนจากโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น รูปแบบงานวิจัยเป็นการวิจัยแบบขั้นก่อนการทดลอง (pre-experimental design) ที่มีการทดสอบก่อนและหลังเรียน เพียงกลุ่มเดียว (one group pretest-posttest design) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐาน แบบวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าเคมี และแบบสะท้อนตนเองถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมื่อดังกล่าวได้ผ่านการหาคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มีการนำไปวิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับจัดกลุ่มการสะท้อนตนเอง โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics)

หลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าเคมี อยู่ในระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ในทุกโมโนมิมากที่สุดในเรื่องแผนภาพเซลล์กัลวานิกร้อยละ 85.71 นักเรียนที่มีรูปแบบการสะท้อนตนเองในระดับที่มีการสะท้อนตนเองได้ (reflection) สามารถเปลี่ยนระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากระดับต่ำไปเป็นระดับปานกลางและระดับสูงร้อยละ ร้อยละ 35.71 และ 10.71 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มนักเรียนที่มีการสะท้อนตนเองได้อย่างดีเยี่ยม (critical reflection) สามารถสะท้อนตนเองทั้งด้านเนื้อหาและปัญหาในการเรียน พร้อมระบุแนวทางแก้ไขปัญหา สามารถเปลี่ยนระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากระดับต่ำ ไปเป็นระดับปานกลางและระดับสูงร้อยละ ร้อยละ 17.86 และ 28.57 ตามลำดับ ผลจากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้การสะท้อนตนเองในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเพื่อความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าเคมีสามารถพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้

คำสำคัญ : ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ การสะท้อนตนเอง การจัดการเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐาน ไฟฟ้าเคมี วิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

Abstract

In higher level of chemistry, it's important to integrate chemistry concepts for better understanding in order to make a meaningful learning. The research aimed to enhance students' conceptual understanding of electrochemistry by using self-reflection, as a metacognition tool, and model-based learning (MBL). The target group was 28 eleventh-grade students who are studying in the first semester of the 2017 academic year of KhonKaen province. Pre-experimental Design with One-group pretest posttest design was implemented to collect and analyzed data. The research tools were consisted of MBL lesson plan of electrochemistry, conceptual understanding test and self-reflection form. Students' conceptual understanding and their level of self-reflection were grouped. Descriptive statistic was used to explain the findings.

The results indicated that after teaching and learning most of students (85.71%) improved their conceptual understanding to complete understanding in every concepts, especially in diagraming of Galvanic cell. Low conceptual understanding students with self-reflection as reflection level improved their conceptual understanding to medium and high conceptual understanding levels as 10.71% and 35.71%, respectively. For those who contained low conceptual understanding students with self-reflection as critical reflection level improved their conceptual understanding to medium and high conceptual understanding levels as 17.86% and 28.57%, respectively. The results suggest that using self-reflection can improve students' conceptual understanding.

Keywords: Conceptual Understanding, Self-Reflection, Model-Based Learning (MBL), Electrochemistry, High School Chemistry

บทนำ

วิชาเคมีเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลงของสารในชีวิตประจำวัน และมีเนื้อหาส่วนใหญ่ที่เป็นนามธรรม (Coll and Treagust, 2008) ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้งและง่ายต่อการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน เนื้อหาเรื่องไฟฟ้าเคมีเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องใช้ถ่าน หรือการป้องกันโลหะจากการเกิดสนิม การทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี เป็นต้น หากผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาไฟฟ้าเคมีอย่างลึกซึ้งจะทำให้สามารถนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เห็นในชีวิตประจำวันเหล่านั้น และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

เนื่องจากเนื้อหาไฟฟ้าเคมีเป็นเนื้อหาที่ยากและเป็นการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระดับที่ตามองเห็น (Macroscopic level) ระดับไมโครสโคป (sub-microscopic level) และระดับสัญลักษณ์ (Symbolic level) เชื่อมโยงกัน (Taber, 2013) มีการใช้คำศัพท์เฉพาะ (Technical terms) ที่ทำให้สับสน เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ทำให้นักเรียนมีแนวโน้มสูงที่จะเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง แต่ยังคงพบว่านักเรียนก็ยังคงมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหลงเหลืออยู่ ซึ่งจากงานวิจัยของ (Osman and Tien Lee, 2014) รายงานว่า นักเรียนในระดับมัธยมศึกษามีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีค่อนข้างสูง และไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระดับไมโครสโคปได้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลอง เป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ ที่เชื่อมโยงกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมองเห็นภาพในเนื้อหาที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น (Windschitl et al., 2008) และการสะท้อน

ตนเอง เป็นรูปแบบแนวใหม่ที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา โดย Jean Piaget เป็นผู้นำแนวคิดของการสะท้อนตนเองมาใช้เป็นคนแรก ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการทำกิจกรรมและสร้างแนวคิดใหม่ๆ บนพื้นฐานความรู้เดิมของแต่ละบุคคลมาพัฒนาแนวคิดการประเมินตนเอง โดยหลักการแล้วการสะท้อนตนเองเป็นกระบวนการที่มุ่งให้บุคคลเกิดการทบทวน ไตร่ตรองการปฏิบัติงาน (revise) สะท้อนความคิด (reflection) และนำไปสู่การพัฒนา (improvement) ในภาระหน้าที่ของตน การสะท้อนตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้กับความรู้เดิมของตนเองได้ง่ายขึ้น (Hand, et al., 1999) หรือแม้กระทั่งผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจกับบทเรียนได้หลังจากการสะท้อนตนเอง (Keys, 2000) เมื่อนำการสะท้อนตนเองมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะจะช่วยเพิ่มความสามารถในการตั้งคำถามของนักเรียน การสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน และช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้มากยิ่งขึ้น (Hand & Prain, 2002; Hand, et al., 1999; Towndrow, et al., 2008) ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาว่าการสะท้อนตนเองว่าจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าเคมีได้ดีขึ้นหรือไม่

ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยการเชื่อมโยงปรากฏการณ์ในทางเคมี ทั้ง 3ระดับ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าเคมีที่เกิดขึ้นโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และใช้แบบสะท้อนตนเองเพื่อเป็นเครื่องมือที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

วิธีการวิจัย

(1) รูปแบบงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีแบบขั้นก่อนการทดลอง (Pre-experimental research) ใช้แบบมีการทดสอบก่อนและหลังเรียนเพียงกลุ่มเดียว (One-group pretest – posttest design) โดยออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีการวัดผลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ดังรูปแบบที่แสดงดังนี้

$$O_1 \quad X \quad O_2$$

เมื่อ O_1 คือการวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนวิชาเคมีเรื่อง ไฟฟ้าเคมี (Pre-test)
 X คือการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนความเข้าใจในชั้นเรียน
 O_2 คือการวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนวิชาเคมีเรื่อง ไฟฟ้าเคมี (Post-test)

(2) กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 33คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 13 คน และนักเรียนหญิง 20 คน กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น

(3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 2แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เซลล์กัลวานิก และแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลต์ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 4 คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) แบบวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี เป็นแบบปรนัยประกอบการอธิบายเหตุผลเพิ่มเติม (2) tiers multiple choices) จำนวน 7ข้อ คลอบคลุม 7 มโนมติหลัก ได้แก่ ได้แก่ 1) ปฏิกิริยาของเซลล์กัลวานิก 2) แผนภาพเซลล์กัลวานิก 3) การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก 4) สะพานเกลือ 5) ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ 6) การแยกสารด้วยกระแสไฟฟ้า และ 7) การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้ 1) ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) 2) ความเป็นปรนัย 3) ความยาก และ 4) อำนาจจำแนก และ 2) แบบสะท้อนตนเอง ใช้ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบ ซึ่งผ่านการทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มคล้ายกลุ่มตัวอย่างและมีการสัมภาษณ์ถึงผลของแบบประเมินตนเองเรียบร้อยแล้ว จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่าประเมินตนเองสามารถช่วยให้นักเรียนมีเป้าหมายในการเรียนมากขึ้น และทราบถึงข้อบกพร่องของตนเองและแนวทางการปรับปรุงตนเองได้เป็นอย่างดี

(4) การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนความเข้าใจในชั้นเรียน ตามขั้นตอนดังนี้

- 1) ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ทดสอบกับนักเรียนล่วงหน้าก่อนเรียน
- 2) ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนความเข้าใจในชั้นเรียน เรื่อง ไฟฟ้าเคมี จำนวนทั้งสิ้น 2 แผนการเรียนรู้ (4 คาบเรียน) จากนั้นนักเรียนสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และทำแบบสะท้อนตนเองภายหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน
- 3) ดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดมโนคติ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ทดสอบกับนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการประเมินความเข้าใจในชั้นเรียน

(5) การวิเคราะห์ข้อมูล

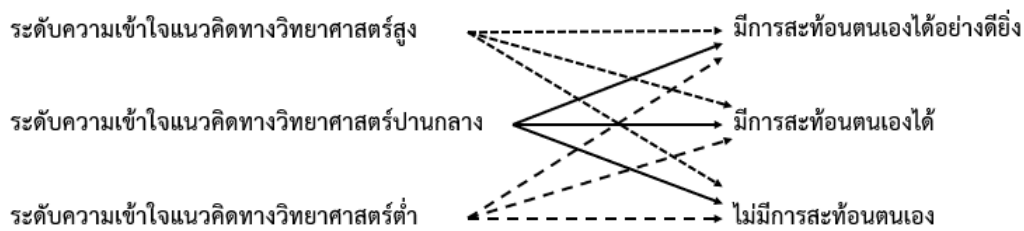
ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1) ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

นำคำตอบมาจัดกลุ่มความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวคิดของ Mungsing (1992) ดังนี้ 1) ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สมบูรณ์ (Complete understanding; CU) คือ นักเรียนตอบถูก และมีการให้เหตุผลหรือแสดงวิธีการได้มาซึ่งคำตอบนั้นอย่างถูกต้องสมบูรณ์ทุกองค์ประกอบที่สำคัญในมโนตินั้นๆ 2) ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding; PU) คือ นักเรียนตอบถูก และมีการให้เหตุผลหรือแสดงวิธีการได้มาซึ่งได้ถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญ 3) ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific alternative) คือ นักเรียนตอบถูก แต่เหตุผลหรือคำอธิบายบางส่วนแสดงถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรือ เลือกคำตอบถูกแต่ไม่มีคำอธิบาย 4) ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative understanding; AC) คือ นักเรียนตอบผิดและให้เหตุผลที่แสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด 5) ความไม่เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (No understanding; NU) คือ นักเรียนไม่ตอบคำถาม ตอบไม่ตรงคำถาม หรือให้คำอธิบายไม่ตรงกับคำถาม จากนั้นนำความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1) ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ต่ำ คือ นักเรียนมีความไม่เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ หรือมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน มากกว่า 4 มโนมติ 2) ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ปานกลาง คือ นักเรียนมีความไม่เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ หรือมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน 2-4 มโนมติ และ 3) ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์สูง คือ นักเรียนมีความไม่เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ หรือมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน เพียง 1 มโนมติ

2) ระดับการสะท้อนตนเองและระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

นำแบบสะท้อนตนเองของนักเรียนมาจัดกลุ่ม เป็น 3กลุ่ม ได้แก่ 1) ไม่มีการสะท้อนตนเอง (no reflection) 2) การสะท้อนตนเองได้ (reflection) คือ ระดับที่นักเรียนมีการสะท้อนตนเองในด้านองค์ความรู้ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ 3) มีการสะท้อนตนเองได้อย่างดีเยี่ยม (critical reflection) คือ ระดับที่นักเรียนมีการสะท้อนตนเองในด้านองค์ความรู้ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ และระบุถึงปัญหาในการเรียนรู้ แนวทางการแก้ไข รวมไปถึงความคาดหวังในการเรียนรู้ของตนเอง จากนั้นนำระดับของแบบสะท้อนตนเองมาจับคู่กับระดับคะแนนความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าเคมี ก่อนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงแนวทางความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และระดับการสะท้อนตนเอง

จากภาพที่ 1 เมื่อจับคู่ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และระดับการสะท้อนตนเองได้ความสัมพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรูปแบบความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับระดับการสะท้อนตนเองที่เป็นไปได้

1) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สูงที่มีการสะท้อนตนเองได้อย่างดีเยี่ยม (HCR)	2) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สูงที่มีการสะท้อนตนเองได้ (HR)
3) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สูงที่ไม่มีการสะท้อนตนเอง (HNR)	4) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ปานกลางที่มีการสะท้อนตนเองได้อย่างดีเยี่ยม (MCR)
5) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ปานกลางที่มีการสะท้อนตนเองได้ (MR)	6) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ปานกลางที่ไม่มีการสะท้อนตนเอง (MNR)
7) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่ำที่มีการสะท้อนตนเองได้อย่างดีเยี่ยม (LCR)	8) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่ำที่มีการสะท้อนตนเองได้ (LR)
9) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่ำที่ไม่มีการสะท้อนตนเอง (LNR)	

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำคะแนนความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนมาเปรียบเทียบว่ามีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และระดับการสะท้อนตนเองเปลี่ยนไปอย่างไร และจัดกลุ่มนักเรียนตามกลุ่ม และนำเสนอผลเป็นร้อยละ

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ตอน ดังนี้

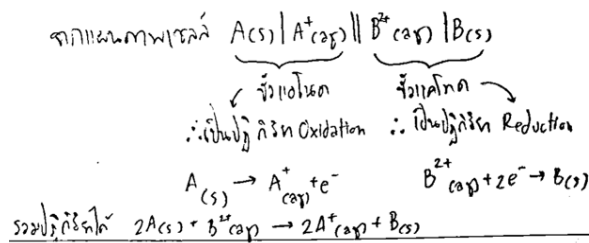
1) ผลการวิเคราะห์คะแนนความเข้าใจเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

มโนมติหลัก	จำนวนร้อยละของนักเรียน									
	CU		PU		PS		AC		NU	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. ปฏิกริยาของเซลล์กัลวานิก	0.00	60.71	17.86	7.14	10.71	10.71	10.71	14.29	60.71	7.14
2. แผนภาพเซลล์กัลวานิก	3.57	85.71	28.57	3.57	0.00	0.00	7.14	0.00	60.71	10.71
3. การถ่ายโอนอิเล็กตรอนในเซลล์กัลวานิก	0.00	57.14	46.43	39.29	7.14	0.00	7.14	3.57	39.29	3.57
4. สะพานเกลือ	0.00	35.71	3.57	17.86	0.00	14.29	7.14	14.29	89.29	17.86
5. ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์	3.57	75.00	3.57	0.00	0.00	7.14	10.71	14.29	82.14	3.57
6. การแยกสารด้วยกระแสไฟฟ้า	0.00	46.43	0.00	0.00	0.00	3.57	0.00	21.57	100.00	28.57
7. การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า	0.00	35.71	3.75	28.57	0.00	14.29	3.75	3.57	92.86	17.86

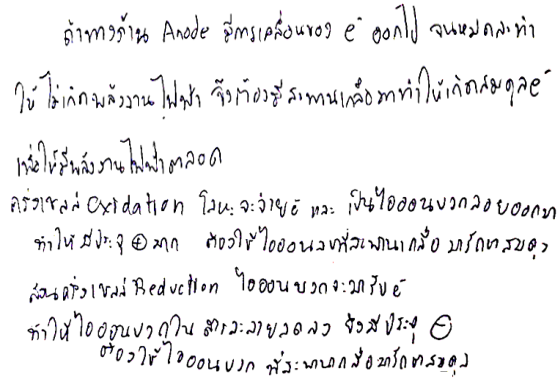
จากตารางที่ 2 แสดงร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าเคมี และมีนักเรียนบางส่วนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ซึ่งมีมโนมติที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือปฏิกริยาของเซลล์กัลวานิก (10.71%) และศักย์ไฟฟ้าเคมี (10.71%) ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ เรื่องไฟฟ้าเคมี โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐานนักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปเป็นความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ในทุกมโนมติและมากที่สุดเรื่องมโนมติเรื่องแผนภาพเซลล์กัลวานิก (85.71%) และมีมโนมติที่มีการเปลี่ยนที่มีระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์หลังการจัดการเรียนรู้ น้อยที่สุดคือเรื่องสะพานเกลือ (35.71%) ตัวอย่างแนวคำตอบที่แสดงถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์เรื่องแผนภาพเซลล์กัลวานิกภายหลังจากการจัดการเรียนรู้

ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์เรื่องแผนภาพเซลล์กัลวานิกภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกได้อย่างถูกต้องตามหลักการ และสามารถระบุได้ว่า

ครึ่งทางด้านซ้ายมือของสะพานเกลือเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ด้ายขวามือของสะพานเกลือเกิดปฏิกิริยารีดักชัน พร้อมทั้งเขียนปฏิกิริยารวมได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตาม มีนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนก่อนการจัดการเรียนรู้อยู่ แต่ได้พัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องภายหลังการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพที่ 3



(ก.) (ข.)
ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องสะพานเกลือ
(ก.) ก่อนการจัดการเรียนรู้
(ข.) หลังการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 3 (ก.) แสดงตัวอย่างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องสะพานเกลือก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า สะพานเกลือมีหน้าที่ปรับสมดุลของอิเล็กตรอนของแต่ละครึ่งเซลล์ให้มีจำนวนเท่ากันเพื่อให้มีพลังงานไฟฟ้าเกิดในระบบอยู่ตลอดเวลา ซึ่งนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเรื่องสะพานเกลือมักจะคิดว่าสะพานเกลือนั้นเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนภายในเซลล์ไฟฟ้าเคมี หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถบอกถึงหน้าที่ของสะพานเกลือได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งบอกได้ว่าครึ่งเซลล์ออกซิเดชันเมื่อเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีไปช่วงเวลาหนึ่งจะเกิดไอออนบวกของโลหะมากขึ้น และครึ่งเซลล์รีดักชันเมื่อเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีไปช่วงเวลาหนึ่งจะเกิดไอออนลบในสารละลายมีมากกว่าไอออนบวก จึงต้องมีสะพานเกลือเพื่อทำหน้าที่ดุลให้ประจุของทั้งสองครึ่งเซลล์เพื่อให้ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีดำเนินต่อไปได้

2) การสะท้อนตนเองที่มีต่อการเปลี่ยนระดับคะแนนความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มนักเรียนตามระดับคะแนนความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าเคมีกับแบบสะท้อนตนเองได้ 4 กลุ่ม แสดงจำนวนดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รูปแบบความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนกับแบบสะท้อนตนเอง

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	
	(คน)	ร้อยละ()
1) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่ำที่มีการสะท้อนตนเองได้อย่างดี (LCR)	13	46.43
2) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ปานกลางที่มีการสะท้อนตนเองได้ (MR)	1	3.57
3) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ปานกลางที่ไม่มีการสะท้อนตนเองได้ (LR)	11	39.29
4) นักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่ำที่ไม่มีการสะท้อนตนเอง (LNR)	3	10.71

เมื่อพิจารณาระดับคะแนนความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนไปภายหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนตนเอง พบว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รูปแบบจำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน		จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์							
			ก่อนการจัดการเรียนรู้			ภายหลังการจัดการเรียนรู้				
	(คน)	(ร้อยละ)	ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สูง		ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง		ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต่ำ			
		(คน)	(ร้อยละ)	(คน)	(ร้อยละ)	(คน)	(ร้อยละ)	(คน)	(ร้อยละ)	
LCR	13	46.43	8	28.57	5	17.86	0	0.00		
LR	11	39.29	3	10.71	10	35.71	0	0.00		
LNR	3	10.71	0	0.00	0	0.00	3	10.71		
MR	1	3.57	1	3.57	0	0.00	0	0.00		

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า จากนักเรียนที่มีระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ ทั้งหมด 27 คนมีนักเรียน 11 (39.29 %) คนที่มีการสะท้อนตนเอง พบว่านักเรียนที่มีการสะท้อนตนเองได้สามารถเปลี่ยนระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากต่ำไปปานกลาง 10 คน (35.71 %) และระดับสูง 3 คน (10.71 %) นักเรียน 13 คน (46.43 %) ที่มีการสะท้อนตนเองได้อย่างดีเยี่ยม สามารถเปลี่ยนระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากระดับต่ำ ไปเป็นระดับปานกลาง 5 คน (17.86 %) และระดับสูง 8 คน (28.57 %) นักเรียน 3 คน (10.71 %) ที่ไม่มีการสะท้อนตนเอง ไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจในมิติให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้นได้ แสดงให้เห็นว่าการสะท้อนตนเองสามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการตระหนักรู้และสามารถพัฒนาตนเองให้มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นได้

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1) ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนตนเอง

จากผลการวิเคราะห์คะแนนความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนตนเอง พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยมีแบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนตนเอง สามารถพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ที่น้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปวีณา และไพโรจน์ (2557) ที่พบว่าประสบการณ์เดิมของผู้เรียนที่เรียนเนื้อหาไม่ครอบคลุมหรือไม่ครบถ้วน แต่ภายหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีระดับระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ที่สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณีภูษณภัณฑ กัตถุรัตน์ (2558) พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเรื่อง ไฟฟ้าเคมีส่วนมากอยู่ในระดับไม่เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนไม่ตอบคำถามและนักเรียนบางส่วนไม่ได้อธิบายเหตุผลในการตอบคำถามมีนักเรียนบางส่วนที่อธิบายเหตุผลในการตอบคำถามแต่อธิบายคลาดเคลื่อนไป แต่หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้นักเรียนสร้างความแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น แล้วพยายามอธิบายเหตุการณ์เหล่านั้นโดยใช้สัญลักษณ์มาช่วยอธิบายปรากฏการณ์ในระดับโมเลกุล ภายหลังการสร้างแบบจำลองผู้เรียนจะได้ใช้และประเมินแบบจำลองของตนเองในการตอบคำถามหรือแก้ไขปัญหาในสถานการณ์อื่นๆ ซึ่งในขั้นผู้เรียนจะได้ทราบว่าแบบจำลองของตนเองนั้นถูกต้อง

และสมบูรณ์แบบแล้วหรือไม่ เป็นการให้ผู้เรียนได้สืบเสาะอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาแบบจำลองของตนเองให้สมบูรณ์มากขึ้น

2) ผลของแบบสะท้อนตนเองที่มีผลต่อการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าเคมี

จากการวิเคราะห์แบบสะท้อนตนเอง พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการสะท้อนตนเองได้ และสะท้อนตนเองได้อย่างดีเยี่ยม ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนมีความตระหนักในตนเอง และสามารถระบุถึงปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นด้วยตนเองได้ เป็นผลให้นักเรียนกลุ่มที่มีการสะท้อนตนเองในสองระดับนี้สามารถพัฒนาระดับคะแนนความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากต่ำไปเป็นปานกลางและสูงได้ สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่พบว่า การสะท้อนตนเองสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และช่วยส่งเสริมการตระหนักรู้ได้ (Chirema & Dymyna, 2003 และ Al-Rawahi, 2015) เนื่องจากการสะท้อนตนเองสามารถทำให้ผู้เรียนทราบถึงปัญหาในการเรียนของตนเอง เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นได้ทันที นอกจากการสะท้อนตนเองจะสามารถใช้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความตระหนักรู้แล้ว ยังสามารถใช้เพื่อเป็นแบบประเมินความเข้าใจของผู้เรียนหลังการจัดการเรียนรู้ได้อีกด้วย และในระหว่างที่นักเรียนมีการสะท้อนตนเอง ครูสามารถสอบถาม และแนะนำแนวทางในการเรียนรู้ในครั้งถัดไปเพื่อให้นักเรียนมีเป้าหมายในการเรียนรู้มากขึ้น การเรียนรู้นอกจากจะเกิดขึ้นในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ยังสามารถเกิดขึ้นในระหว่างการทำแบบสะท้อนตนเองได้ เพราะในระหว่างการทำแบบสะท้อนตนเองนั้น นักเรียนและครูจะได้สื่อสารกัน นักเรียนมีโอกาสที่จะซักถามข้อสงสัยในบทเรียน เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปสะท้อนตนเองว่าตนเองสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้มากน้อยเพียงใด แบบประเมินตนเองหากมีการใช้ทุกครั้ง จะทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้ ความสามารถของตนเอง นอกจากนี้ครูสอนยังสามารถใช้แบบสะท้อนตนเองเพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการประเมินนักเรียนทั้งด้านองค์ความรู้ และด้านพฤติกรรมอันพึงประสงค์ได้อีกด้วย

จากผลวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ และมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อจัดการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้และสะท้อนตนเองทุกครั้งภายหลังการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนทราบถึงปัญหาและเนื้อหาที่ตนเองยังไม่มี ความเข้าใจและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ทันที

กิตติกรรมประกาศ

นายพิชัย ปัญญาสาร เป็นนักศึกษาในโครงการการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) การวิจัยในครั้งนี้ได้รับเงินสนับสนุนบางส่วนจากทุนอุดหนุนจากโครงการสควค. และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความเมตตาและความช่วยเหลือจากผู้อำนวยการ คุณครู และนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่นที่เข้าร่วมการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐฐันท์ กัตติรัตน์. (2558). การศึกษามโนคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ MIS เรื่อง ไฟฟ้าเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปวีณา งามชิต และไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์ .(2557). การเปลี่ยนแปลงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างการเห็นคุณค่าในตนเองกับการเปลี่ยนแปลงแนวคิด เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนแนวคิด .วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 8(1), 164-171

- Chirema, Dymna K. (2003). *The use of reflective journals in the promotion of reflection and learning in post registration nursing students*. Doctoral thesis, University of Huddersfield.
- Coll and Treagust, 2008 Chemistry learners' preferred mental models for chemical bonding. *Journal of Turkish Science Education*, Volume 5, Issue 1, April 2008
- Hand, B., & Prain, V. (2002). Teachers implementing writing-to-learn strategies in junior secondary science: A case study. *Science Education*. 86(6)737–755.
- Hand, B., Prain, V., Lawrence, C., & Yore, L. (1999). A writing in science framework designed to enhance science literacy. *International Journal of Science Education*, 21(10), 1021-1035.
- Keys, C. (2000). Investigating the thinking processes of eighth grade writers during the composition of a scientific laboratory report. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 676-690.
- Mungsing, W. (1992). *Students alternative conception about genetics and the use of teaching strategies for conceptual change*. Alberta: The university of Alberta.
- Al-Rawahi, N. M. (2015). The Effect of Reflective Science Journal Writing on Students' Self-Regulated Learning Strategies. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(3), 367-379
- Osman, K. and Tien Lee, T., (2014), Impact of interactive multimedia module with pedagogical agents on students' understanding and motivation in the learning of electrochemistry, *International Journal of Science and Mathematics Education*., 12, 395–421.
- Towndrow, P., Ling, T., & Venthan, A. (2008). Promoting inquiry through science reflective journal writing. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(3), 279-283.
- Windschitl, M., Thompson, J. and Braaten, M. 2008. Beyond the scientific method: Model based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางที่มีต่อ
ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง โครงสร้างของพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

Effects Of Using Model-Centered Instruction Sequence On Making Scientific Modeling
Performance And Scientific Attitudes Of Plant Structure For Grade 4 Students

ชลธิชา พลชัย^{1*} และ บุญร่วม คิดการ¹

¹ โรงเรียนบ้านนาทุ่งมั่ง เครือข่ายบ้านแก้งหนองสังข์ ตำบลบ้านแก้ง อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม

*E-mail : Aminaty_yong@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช และ 2) ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบไม่เข้าขั้นการทดลอง (Pre-experimental Research) รูปแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest posttest Design) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบ้านนาทุ่งมั่ง จำนวน 20 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง จำนวน 4 แผน ใช้เวลาในการสอน 8 ชั่วโมง และ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านการอธิบาย การระบุสิ่งที่เป็นนามธรรม และการระบุคำสำคัญ จำนวน 4 ข้อ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ โดยใช้สถิติในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ Wilcoxon signed-rank test

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางและระดับสูง และผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยอันดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอันดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้นได้

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์

Abstract

The objectives of the research are 1) studying the students performance of making Scientific modeling of plant structure 2) studying the grade 4 students reflected attitudes to model-centered instruction sequence. The research is Per-experimental research in one group pertest posttest design. The populations are 20 grade 4 students who were studying in second semester, academic year 2017 in Bannathungmung School by purposive sampling strategy.

The research instruments are 2 types. There are 1) instruments for experiment consist of 4 lesson plan by using model-centered instruction sequence for learning in 8 hours 2) instruments for collecting data consist of making scientific performance test in 3 parts. The test compost of explanation, definition of abstract, and key word. The another instrument is 20 works of reflected attitude test. The research statistics are percentage, average, standard deviation, and Wilcoxon signed-rank test.

The result are

1. Before giving the research instrument, most of the students performance of making scientific modeling are low. Most of the students performance of making scientific modeling are in mediam level to high level after learning through model-centered instruction sequence. The significant of different average score between pretest and posttest is 0.05

2. The student reflected attitude of science is high level

The research shows learning through using model-centered instruction sequence can improve the student performance of making scientific model. The students reflected attitude of science is higher.

Keywords : Model-Centered Instruction Sequence, Performance of Making Scientific Model, Scientific Attitudes

บทนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้สูงขึ้น อีกทั้งช่วยพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้า ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับธรรมชาติของโลก ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จะได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำทหาย ร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์ได้อย่างมีเหตุผล (สำนักงานและมาตรฐานการศึกษา, 2551) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้เปลี่ยนจากกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นความรู้ ความจำเป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติหรือการแก้ปัญหาด้วยตนเองมีการสะท้อนผลการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่จนก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีความหมาย (Panhome, 2008)

จากการรายงานผลการทดสอบ (Local Assessment System; LAS) การประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับเขตพื้นที่การศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบ้านนาทุ่งมั่ง ได้คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 37.1 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในเขตพื้นที่การศึกษา (ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนบ้านนาทุ่งมั่ง, 2560) จากการสัมภาษณ์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มองว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก เนื้อหาค่อนข้างซับซ้อนและหลากหลาย แม้ครูจะยกตัวอย่างให้ฟังแต่นักเรียนก็ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมได้ เช่น เรื่องใบพืช ซึ่งนักเรียนเคยผ่านการเรียนรู้มาแล้วในภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 แต่นักเรียนก็ยังเกิดความสงสัยและนำไปไม่มาให้ครูพร้อมตั้งคำถามว่า “ใบใบไม่มีอะไร”

จากประสบการณ์การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ประกอบไปด้วยเนื้อหาที่เป็นนามธรรมต้องใช้จินตนาการในการคิดเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนโดยเฉพาะ เรื่อง โครงสร้างของพืช เนื่องจากเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรมค่อนข้างสูง ซับซ้อนและหลากหลาย เป็นสิ่งที่จับต้องไม่ได้และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ส่งผลให้ผู้เรียนมีแนวคิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนหรือขาดความเข้าใจในมโนคติ วัตถุประสงค์จากการทำแบบทดสอบ การตอบคำถาม และจากการทดลอง ถึงแม้ว่า การสอนของครูจะเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองแต่ครูก็ยังคงเป็นผู้สรุปหรือบอกความรู้ขั้นตอนสุดท้ายของการเรียนการสอนทำให้นักเรียนไม่ได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจึงยากที่จะเข้าใจในรูปธรรม (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนบ้านนาทุ่งมั่ง, 2560)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นแนวทางสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ร่วมสมัยของผู้เรียน 3 ประการ ได้แก่ 1) การสร้างแบบจำลองเป็นส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) แบบจำลองทำให้แนวคิดของผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ในการเกิดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การสร้างแบบจำลองช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในเนื้อหา สาระ วิธีการ การให้เหตุผล และการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (Schwarz et al., 2009) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง (Model-centered Instruction Sequence) ตั้งอยู่บนพื้นฐานกรอบแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญ คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ทฤษฎีการสร้างแบบจำลอง (Model-Theory) และ การเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐาน (Model-Based Learning) มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสำรวจตรวจสอบ พิสูจน์หรือ ประเมิน โดยเพื่อน โต้แย้งเพื่อลงมติในการสร้างแบบจำลองและให้เหตุผลด้วยแบบจำลอง 2) เพื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองที่แสดงการตั้งสมมติฐานการให้เหตุผล และความเข้าใจรวมทั้งปรับปรุงแบบจำลองเพื่อสะท้อนความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น และ 3) เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ซึ่งการได้มาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะสะท้อนความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในขณะที่สร้างแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วย 9 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการมุ่งปรากฏการณ์และตั้งคำถามสำคัญ 2) ขั้นการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น 3) ขั้นการสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ 4) ขั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น 5) ขั้นการแนะนำความคิดทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์จำลอง 6) ขั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง 7) ขั้นการประเมินโดยเพื่อน 8) ขั้นการลงมติแบบจำลองที่สร้าง และ 9) ขั้นการใช้แบบจำลองเพื่อทำนายหรืออธิบาย (Baek et al., 2010)

จากการศึกษาวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบจำลองทำให้นักเรียนนำเสนอสนใจและช่วยให้นักเรียนเข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น แบบจำลองสามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน เป็นสิ่งที่ช่วยแสดงสาธิตการสอนสิ่งใหม่ๆ ให้กับผู้เรียน การค้นหาและการสังเกตแบบจำลองเป็นการเริ่มต้นนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะแบบจำลอง จึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับ จิตติมา กันชัยภูมิ (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง ช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์นอกจากนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมี ให้มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และมีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีอยู่ในระดับปานกลางทุกๆ ด้าน (ชัยยันต์ ศรีเชียงหา, 2554)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และนำผลการวิจัยในครั้งนี้ไปใช้เพื่อจัดการเรียนการสอนให้มีคุณภาพทำให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพีช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง

2. เพื่อศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง

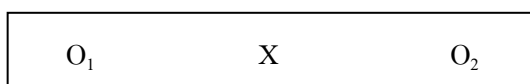
วิธีการวิจัย

ขอบเขตในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนบ้านนาทุ่งมั่ง จังหวัดนครพนม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครพนมเขต 1 จำนวน 20 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบไม่เข้าขั้นการทดลอง (Pre-experimental Research) รูปแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest posttest Design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)



O_1 คือ การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

X คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง

O_2 คือ การวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างของพีช ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง จำนวน 4 แผน เวลาเรียน 8 ชั่วโมง ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของ Baek et al (2010)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพีช ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ข้อสอบเป็นแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ และ 2) แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งได้ดัดแปลงมาจาก ศรารัตน์ มุลอามาตย์ (2554)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยนำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพีช จำนวน 4 ข้อเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ไปทดสอบกับนักเรียนก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เรื่อง โครงสร้างของพีช โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง จำนวน 4 แผน เวลา 8 ชั่วโมง โดยทุกเรื่องที่มีการเรียนรู้จะมีการให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อถือเป็นตัวแทนความคิดของนักเรียน และเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน

3. เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ โดยนำแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพีช จำนวน 4 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนหลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้ตาม

แผนการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้วโดยเป็นแบบวัดชุดเดียวกับแบบก่อนเรียนใช้เวลาในการทดสอบ 2 ชั่วโมง จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. เก็บรวบรวมข้อมูลแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง จำนวน 20 ข้อ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ เพื่อแปลความหมาย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยสถิติเชิงบรรยาย จากนั้นจึงวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน คือ ร้อยละ แล้วนำเสนอข้อมูลดังกล่าวในแต่ละมโนมติย่อยภายใต้เรื่อง โครงสร้างของพืช ตามองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การอธิบาย การระบุสิ่งที่เป็นนามธรรม และการระบุค่าสำคัญ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับมาจากแนวคิดของ Bamberger and Davis (2013) โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ความสามารถระดับต่ำ ปานกลาง สูง (ระดับ 1, 2, และ 3)

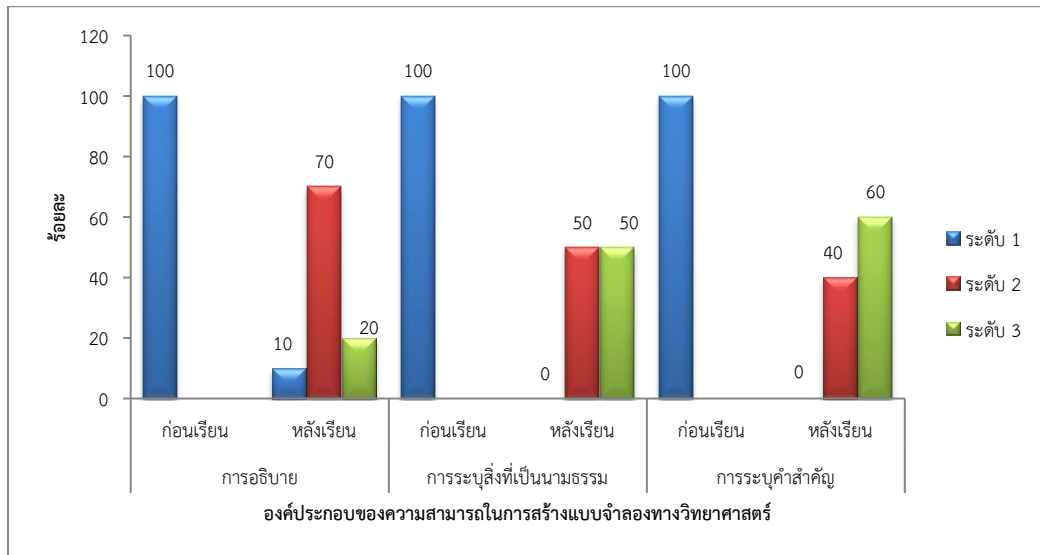
2. ผู้วิจัยได้กำหนดคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ระดับ ออกเป็นความสามารถระดับ 1 ให้ 0 คะแนน ความสามารถระดับ 2 ให้ 1 คะแนน และความสามารถระดับ 3 ให้ 2 คะแนน เพื่อแปลงข้อมูลมาตรวจวัดระดับอันดับ (Ordinal scale) ให้เป็นข้อมูลมาตรวจวัดระดับอันดับ (Interval scale) ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังเรียน และได้ข้อมูลไม่เป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้สถิติแบบนินพารามेटริก (Non-parametric) ด้วยการวิเคราะห์โดยใช้สถิติ Wilcoxon Signed-rank test ในการหาคะแนนเฉลี่ยอันดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนค่าเฉลี่ยอันดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนเรื่อง โครงสร้างของพืช

3. ผู้วิจัยวิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำคะแนนจากแบบวัดไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากนั้นนำผลที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์ บุญชู ศรีสะอาด (2553) เพื่อแปลความหมาย

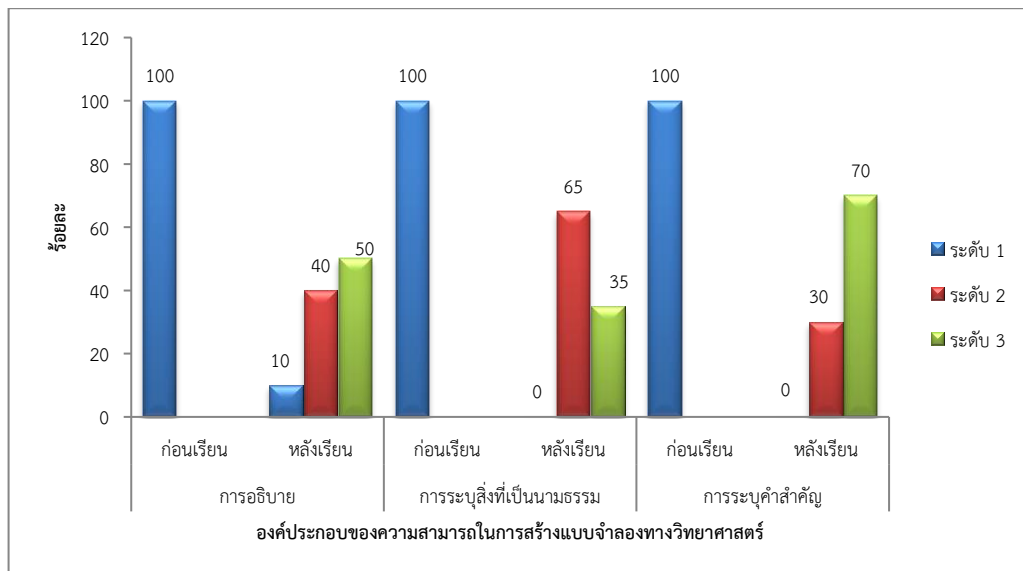
ผลการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

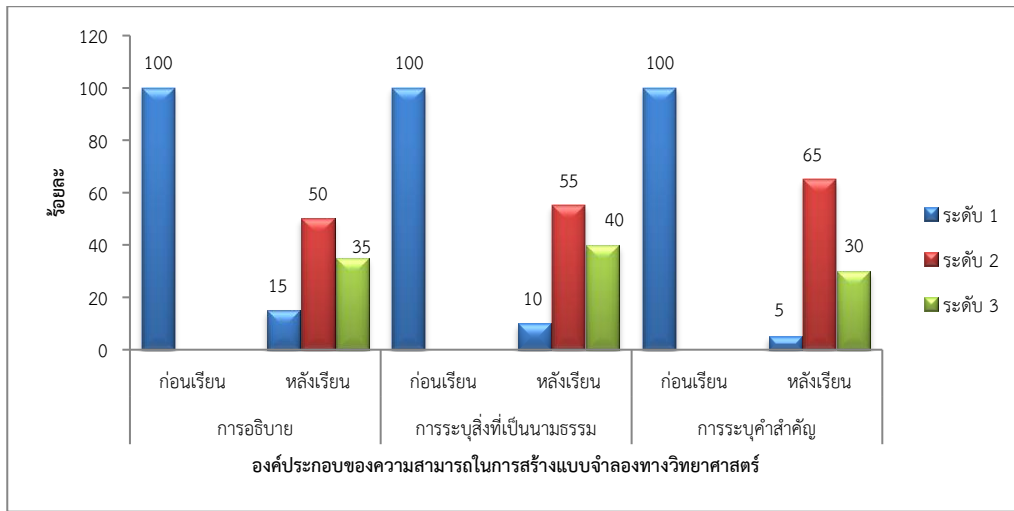
1.1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนทั้ง 4 มโนมติย่อย ได้แก่ โครงสร้างของพืช(ลำต้น) โครงสร้างของพืช(ใบ) โครงสร้างของพืช(ดอก) และโครงสร้างของพืช(เมล็ด) พบว่า ก่อนเรียนในองค์ประกอบด้านการอธิบาย ด้านการระบุสิ่งที่เป็นนามธรรม และด้านการระบุค่าสำคัญอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจาก เนื้อหาในเรื่องนี้มีความเป็นนามธรรมค่อนข้างสูง เป็นสิ่งที่จับต้องไม่ได้ และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า นักเรียนจึงไม่สามารถตีความออกมาในรูปแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงขึ้นทุกองค์ประกอบ แสดงให้เห็นว่า ผลจากการที่นักเรียนได้รับการฝึกฝนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางทำให้นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงขึ้น ดังภาพ 1,2,3 และ 4



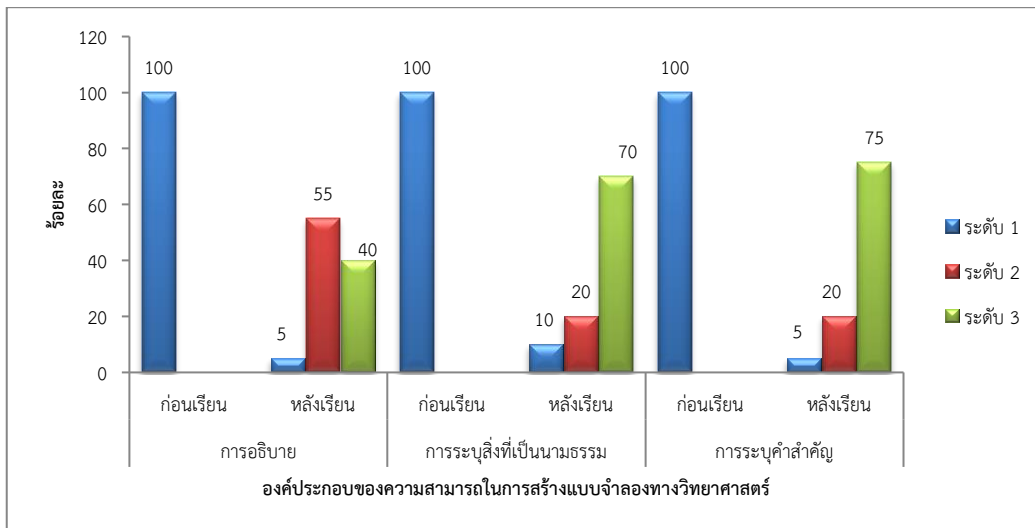
ภาพที่ 1 จำนวนนักเรียนเป็นร้อยละ ตามระดับความสามารถในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่อง โครงสร้างของพืช (ลำต้น)



ภาพที่ 2 จำนวนนักเรียนเป็นร้อยละ ตามระดับความสามารถในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่อง โครงสร้างของพืช (ใบ)



ภาพที่ 3 จำนวนนักเรียนเป็นร้อยละ ตามระดับความสามารถในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่อง โครงสร้างของพืช (ดอก)



ภาพที่ 4 จำนวนนักเรียนเป็นร้อยละ ตามระดับความสามารถในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่อง โครงสร้างของพืช (เมล็ด)

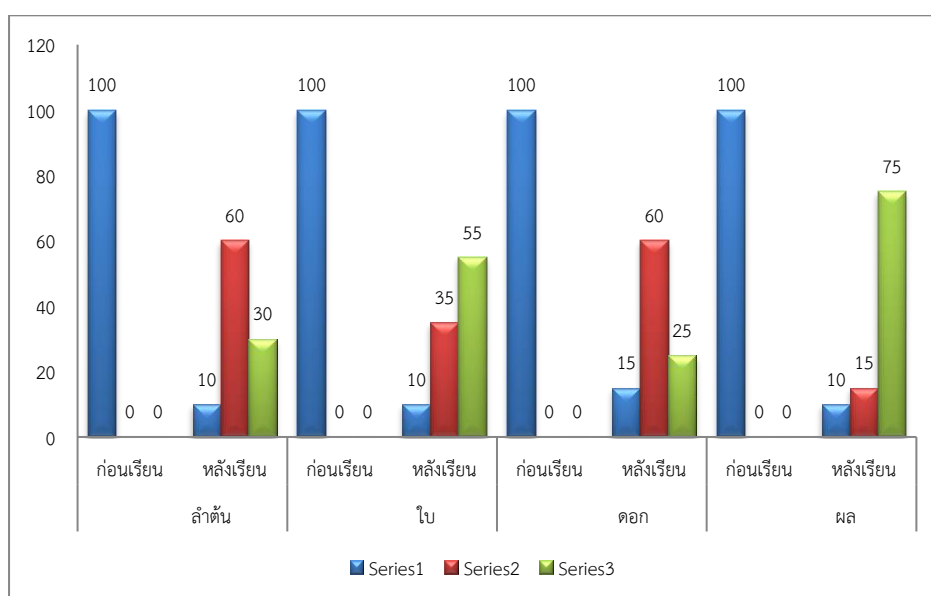
1.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยอันดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังเรียนของนักเรียนทุกองค์ประกอบ ได้แก่ การอธิบาย การระบุสิ่งที่เป็นนามธรรม การระบุค่าสำคัญ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอันดับความสามารถในองค์ประกอบ ด้านการอธิบาย การระบุสิ่งที่เป็นนามธรรม และการระบุค่าสำคัญหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางช่วยสนับสนุนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบคะแนนเฉลี่ยอันดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียน (คน)	การวัด	Mean rank	S.D.	Z	P
การอธิบาย	20	ก่อนเรียน	0.00	0.00	-3.990*	0.00
		หลังเรียน	5.65	0.54		
การระบุสิ่งที่ป็นนามธรรม	20	ก่อนเรียน	0.00	0.00	-3.890*	0.00
		หลังเรียน	6.40	1.48		
การระบุค่าสำคัญ	20	ก่อนเรียน	0.00	0.00	-3.938*	0.00
		หลังเรียน	6.80	1.67		
รวมทุกองค์ประกอบ	20	ก่อนเรียน	0.00	0.00	-3.942*	0.00
		หลังเรียน	18.65	2.18		

หมายเหตุ * P < .05

1.3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนทั้ง 4 มิโนมิตี้อยู่พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ในทุกมิโนมิตีมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำเมื่อหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางในมโนติเรื่อง โครงสร้างของพืช(ลำต้น,ดอก) (ร้อยละ60,60) นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับปานกลางและในเรื่อง โครงสร้างของพืช (ใบ, เมล็ด) (ร้อยละ 55,75) นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่า ผลจากการที่นักเรียนได้รับการฝึกฝนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางทำให้นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงขึ้น ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 สรุปจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละ ตามระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่อง โครงสร้างของพืช

1.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยอันดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังเรียนทั้ง 4 โมโนมิติ ได้แก่ โครงสร้างของพืช(ลำต้น) โครงสร้างของพืช(ใบ) โครงสร้างของพืช(ดอก) โครงสร้างของพืช(เมล็ด) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอันดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางช่วยสนับสนุนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบคะแนนเฉลี่ยอันดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน และภาพรวมของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง เรื่อง โครงสร้างของพืช

โมโนมิตี้อย	จำนวนนักเรียน (คน)	การวัด	Mean rank	S.D.	Min	Max	Z	P
โครงสร้างของพืช (ลำต้น)	20	ก่อนเรียน	0.00	0.00	0	0	-3.958*	0.00
		หลังเรียน	4.00	1.414	2	6		
โครงสร้างของพืช (ใบ)	20	ก่อนเรียน	0.00	0.00	0	0	-3.948*	0.00
		หลังเรียน	4.40	1.273	2	6		
โครงสร้างของพืช (ดอก)	20	ก่อนเรียน	0.00	0.00	0	0	-4.127*	0.00
		หลังเรียน	5.20	1.342	1	6		
โครงสร้างของพืช (เมล็ด)	20	ก่อนเรียน	0.00	0.00	0	0	-3.992*	0.00
		หลังเรียน	5.05	1.234	1	6		
รวมทุกโมโนมิตี้อย	20	ก่อนเรียน	0.00	0.00	0	0	-3.942*	0.00
		หลังเรียน	18.65	2.18	12	21		

หมายเหตุ * P < .05

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง จำแนกออกเป็น 4 ด้าน พบว่า ด้านความเพียรพยายามและความรับผิดชอบ ด้านความซื่อสัตย์ ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น และด้านมีเหตุผล อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.81 แปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยได้ว่า นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง

ด้านการประเมิน	เจตคติทางวิทยาศาสตร์		แปลผล
	\bar{X}	S.D.	
ด้านความเพียรพยายามและรับผิดชอบ	4.22	0.15	มาก
ด้านความซื่อสัตย์	4.25	0.24	มาก
ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น	4.28	0.10	มาก

ด้านการประเมิน	เจตคติทางวิทยาศาสตร์		แปลผล
	\bar{X}	S.D.	
ด้านความมีเหตุผล	4.34	0.21	มาก
เฉลี่ย	4.28	0.81	มาก

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1.1 การอภิปรายผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง

จากการศึกษาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องนี้มีความเป็นนามธรรมค่อนข้างสูง เป็นสิ่งที่จับต้องไม่ได้ และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เนื้อหาค่อนข้างซับซ้อนและหลากหลาย นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจในสถานการณ์การทดลองที่กำหนดให้ เนื่องจากเรื่อง โครงสร้างของพืช มีลักษณะเป็นนามธรรมจึงไม่สามารถตีความออกมาในรูปแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ ทำให้มีแนวโน้มอยู่ในระดับต่ำ เกิดความสับสนในการจัดลำดับของเหตุการณ์ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้อย่างมีความหมาย (Constructivist) ถึงอย่างไรก็ตาม หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากนักเรียนเข้าใจความรู้ในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นแนวทางในการสร้างสมมติฐาน ค้นเคยกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางซึ่งจำแนกออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านการอธิบาย เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายและปรับปรุงคำอธิบายถึง 2 ครั้ง ได้แก่ ชั้นที่ 4 ชั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้นและชั้นที่ 6 ชั้นการประเมินและปรับปรุงแบบจำลอง รวมทั้งให้นักเรียนได้สร้างคำเพื่ออธิบายปรากฏการณ์อื่นที่เกี่ยวข้องหรือคล้ายคลึงกับปรากฏการณ์ในชั้นที่ 9 ชั้นการใช้แบบจำลองเพื่ออธิบายหรือทำนาย จึงทำให้แบบจำลองที่แสดงด้วยข้อความมโนมติของนักเรียนถูกต้องมากขึ้นและสามารถอธิบายถึงกระบวนการที่ซับซ้อนได้สอดคล้องกับ Schwarz et al. (2009) ที่กล่าวว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการอธิบายและพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน ด้านการระบุสิ่งที่เป็นนามธรรม เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองถึง 4 ครั้ง แบบจำลองในชั้นที่ 2 ชั้นการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น ชั้นที่ 4 ชั้นประเมินและปรับปรุงแบบจำลองเบื้องต้น ชั้นที่ 6 ชั้นการประเมินแบบจำลอง และชั้นที่ 8 ชั้นการลงมติแบบจำลองที่สร้าง แม้เนื้อหาจะมีความเป็นนามธรรมที่ซับซ้อนแต่เมื่อนักเรียนได้ค้นคว้าทดลองศึกษาและปรับปรุงข้อมูล รวมทั้งสะท้อนเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้ออกมาในรูปธรรมโดยผ่านการวาดภาพแบบจำลอง จากการวาดภาพแบบจำลองทั้งหมด 4 ครั้ง ทำให้นักเรียนเข้าใจและมองเห็นปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นสอดคล้องกับ Bamberger and Davis (2013) ที่กล่าวว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นจะสะท้อนความเข้าใจของตนเองที่มีต่อปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อสื่อสารความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดังกล่าวไปยังผู้อื่นและสอดคล้องกับ Kose (2008) ที่กล่าวว่า การวาดภาพทำให้ครูสามารถค้นพบความคิดของนักเรียนในเนื้อหาที่เป็นนามธรรมได้ และด้านการระบุคำสำคัญ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือสำรวจตรวจสอบทดลอง สังเกต ศึกษาค้นคว้าในสถานการณ์การเรียนรู้ในชั้นที่ 3 ชั้น การสำรวจตรวจสอบเชิงประจักษ์ ทำให้นักเรียนสามารถนำข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้ไปปรับปรุงและระบุคำสำคัญได้ถูกต้อง จากงานวิจัยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนฝึกเชื่อมโยงทางความคิดพัฒนาผู้เรียนจนชำนาญซึ่งสอดคล้องกับ สุกัญญา กัญญาภรณ์ (2559) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง ช่วยพัฒนาระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องจากว่า ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้สร้างแบบจำลองเพื่อสะท้อนทางความคิดของ

นักเรียนและใช้แบบจำลองนั้นมาอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่นักเรียนเข้าใจและสอดคล้องกับ สุวัตร นานันท์ (2558) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่เน้นแบบจำลองเป็นฐาน ทำให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ความคิดของตนออกมาในรูปแบบจำลองผ่านการทำกิจกรรมการสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงสิ่งที่ตนเองเข้าใจ มีการใช้แบบจำลองสร้างคำอธิบาย การปรับปรุงแบบจำลองเพื่อปรับปรุงข้อมูลที่ค้นพบ และปรับปรุงแบบจำลองให้สะท้อนความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น การที่นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบหรือจากการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขจะช่วยให้นักเรียนมีความรู้มากยิ่งขึ้น แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโครงสร้างของพืชได้อย่างดีเยี่ยม

1.2 การอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง

จากการศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง พบว่า ด้านความเพียรพยายามและความรับผิดชอบ นักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับมาก กล่าวคือ กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกขั้นตอน โดยใช้กระบวนการทำงานกลุ่มทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน สืบค้นข้อมูลและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตั้งใจทำงานอย่างจริงจังเป็นระบบ เอาใจใส่ไม่ย่อท้อและไม่ทอดทิ้งเมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว มีความแน่วแน่ที่จะแสวงหาความรู้และยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย ด้านความซื่อสัตย์ นักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับมาก กล่าวคือ นักเรียนบันทึกผลการทดลองอย่างไรก็นำเสนอความจริงอย่างนั้นแม้จะเป็นผลที่แตกต่างจากผู้อื่น มองเห็นคุณค่าของการนำเสนอตามความจริงโดยไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง หากนักเรียนได้ข้อมูลที่ผิดพลาดนักเรียนจะคิดแก้ปัญหาพร้อมกับเพื่อนโดยมีครูคอยกระตุ้นคำถาม มีการค้นคว้า แสวงหาความจริงร่วมกันทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในโมเดลที่ตรงกันกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นจนค้นพบความจริง ด้านการร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น อยู่ในระดับมาก กล่าวคือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกันมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแต่ละบุคคลในกลุ่มยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยความเต็มใจและตั้งใจ ไม่เอาความคิดของตนเองเป็นใหญ่เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงแนวความคิดการปฏิบัติเมื่อมีข้อมูลน่าเชื่อถือมากกว่าทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการค้นหาความจริง ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์เห็นคุณค่าในการทำงานร่วมกัน และด้านความมีเหตุผลอยู่ในระดับมาก กล่าวคือ นักเรียนมีความเชื่อในความสำคัญของเหตุยอมรับในคำอธิบาย เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอเพื่อหาความสัมพันธ์ของเหตุที่ถูกต้องมีการเสาะแสวงหาข้อมูลจากการสังเกตหรือทดลองก่อนจะสรุปเรื่องราวต่างๆ และบันทึกอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางสามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนโดยเฉพาะในเนื้อหาที่เป็นนามธรรม รวมทั้งฝึกให้นักเรียนมีความคิดอย่างเป็นระบบและเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับ ภพ เลหาพิบุรณ์ (2542), ศิริภรณ์ เม่นมัน (2543), อาภาพร สิงหาราช (2545) และ ทวีทชัย สุดชาฎา (2545) พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเรียนการสอนหากว่านักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่อการเรียนการสอนจะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นและเอาใจใส่ในการเรียนเป็นอย่างดี รู้สึกว่าวิชาที่เรียนเป็นวิชาที่สนุก มีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ลำดับชั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง เรื่องโครงสร้างของพืช ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ฝึกหัดให้นักเรียนเป็นเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นก้าวแรกของการเป็นนักวิทยาศาสตร์น้อยที่ดีในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่สูงขึ้นทุกมโนมิตี้อยู่ ได้แก่ เรื่องโครงสร้างของพืช(ลำต้น) และเรื่องโครงสร้างของพืช(ดอก) นักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จากระดับต่ำเป็นระดับปานกลาง เรื่องโครงสร้างของพืช(ใบ) และเรื่องโครงสร้างของพืช(เมล็ด) นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์จากระดับต่ำเป็นระดับสูง

2. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 มโนมิตี้อยู่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอันดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง ช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง โครงสร้างของพืช ให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้นได้

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิจัยดังนี้

1.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) การนำเข้าสู่บทเรียนควรสร้างสถานการณ์ที่กระตุ้นความสนใจนักเรียนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำปฏิบัติการทดลอง จากงานวิจัยบางสถานการณ์อาจจะไม่สร้างความสนใจให้กับนักเรียน ดังนั้นควรสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ชิดกับชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อที่จะสามารถดึงความสนใจกับนักเรียนได้มากขึ้น

2) การนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางไปปรับใช้ จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของเนื้อหา กับแบบจำลองแต่ละประเภทที่จะใช้ เนื่องจากเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันอาจจะมีเหมาะสมกับแบบจำลองแต่ละประเภทที่แตกต่างกัน

3) ในขั้นการประเมินโดยเพื่อนเป็นการนำเสนอแบบจำลองของตนกับเพื่อนภายในกลุ่มมีการประเมินแบบจำลองและให้ผลสะท้อนกลับซึ่งกันและกัน ครูควรแนะนำประเด็นที่จะต้องประเมินในบางประเด็นเพื่อให้ นักเรียนประเมินได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น และทำให้ครูสามารถทราบได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหานั้นหรือไม่ โดยสังเกตได้จากเหตุผลที่นักเรียนให้ในการประเมิน

1.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลาง เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาที่เน้นปฏิบัติการทดลอง หรือเนื้อหาวิชาที่มีความซับซ้อน เป็นนามธรรมและยากต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งต้องอาศัยการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นตัวแทนในการสื่อสารความรู้ความเข้าใจ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็น

ศูนย์กลางกับโมเดลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการปฏิบัติการทดลองและต้องอาศัยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อนเป็นตัวแทนช่วยในการสื่อสารความเข้าใจ เพื่อให้ทราบว่าความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโมเดลอื่นๆ นั้นเป็นอย่างไร

2) ผู้วิจัยควรเพิ่มการศึกษารายกรณี โดยการสัมภาษณ์นักเรียนในโมเดลที่ตอบคำถามไม่ชัดเจน เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก เนื่องจากในงานวิจัยนี้ไม่มีการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม จึงทำให้เกิดความยุ่งยากในการวิเคราะห์รูปแบบความเข้าใจโมเดลและแบบจำลองของนักเรียน การมีบทสัมภาษณ์จะมีข้อมูล ช่วยสนับสนุนให้ผู้วิจัยวิเคราะห์รูปแบบความเข้าใจโมเดลและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ง่ายขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โรงเรียนบ้านนาทุ่งมั่ง ที่สนับสนุนทุกวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- โกเมศ นาแจ้ง. (2554). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ MCIS ที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และมโนทัศน์เรื่อง กฎการเคลื่อนที่และแบบของการเคลื่อนที่ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยันต์ ศรีเชียงหา. (2554). การพัฒนาแนวคิดเรื่องสมดุลเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ฐิติมา กันชัยภูมิ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางที่มีต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมดุลเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทวิชัย สุดชญา. (2545). การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ศรรัตน์ มุลอามาตย์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริภรณ์ เม่นม่น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับสอนตามแนวทฤษฎีสรคินิยม. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- สุกัญญา กัญญาจนะ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ลำดับขั้นการเรียนการสอนที่เน้นแบบจำลองเป็นศูนย์กลางต่อความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- อาภาพร สิงหาราช. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Bamberger, Y.M. & Davis, E.A. (2013). "Middle-School Science Students' Scientific Modelling Performances Across Content Areas and Within a Learning Progression". *International Journal of Science Education*, 35(2), 213-238.
- Baek, H., Schwarz, C., Chen, J. Hokayem, H. & Zhan, I. (2010). **Eagaging Elementary Students in Scientific Modeling**. Paper present at national association for Research in Science Teaching.
- Köse, S. (2008). "Diagnosing student Misconception: Using Drawings as a Research Method". *World Applied Science Journal*, 3(2), 283-293
- Panhome, P. (2008). **The Effects of Inquiry Learning Method Supplemented With V-Diagram to Learning Achievement and Scientific Process Skill of Prathom sukka 6 Student**. Unpublished Master Thesis in Curriculum and Instruction. Udon Thani: Udon Thani Rajabhat University. (in Thai)
- Schwarz, C.V. et al. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modelling: Making Science Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of Research in Science*, 46, 632-654.

ปัจจัยทำนายความตั้งใจในการบริจาคโลหิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Factors Predicting Intentions to Donate Blood among Students of Ubon Ratchathani University

สุภาพร ช่างคำ¹ และ สุวรรณ ภัทรเบญจพล^{2*}

¹นักศึกษาลัทธิสุตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารบริการสุขภาพ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail: suwanna.p@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (a cross-sectional descriptive study) เพื่อศึกษาปัจจัยทำนายความตั้งใจในการบริจาคโลหิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Theory of planned behavior) เพื่อใช้เป็นแนวทางการส่งเสริมการบริจาคโลหิตของกลุ่มประชากรนักศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 240 คน เก็บข้อมูลในชั้นเรียน ด้วยแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นตามทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน ในช่วงภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนาในการอธิบายคุณลักษณะกลุ่มตัวอย่างและองค์ประกอบของทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน และใช้การวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุ (multiple linear regression analysis) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความตั้งใจในการบริจาคโลหิต กับ 1) ทศนคติ 2) การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง 3) การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม 4) เพศ 5) ความรู้ 6) ประสบการณ์ในการบริจาคโลหิต และ 7) กลุ่มสาขาวิชาที่ศึกษา กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นหญิง และประมาณครึ่งหนึ่งไม่เคยบริจาคโลหิต ผลการประเมินความรู้เกี่ยวกับการบริจาคโลหิตของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 5.4 ± 2.4 คะแนน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และมีคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบตามทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนทั้งสามองค์ประกอบในระดับสูง ดังนี้ ทศนคติ (6.2 ± 0.8) การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (6.4 ± 0.7) และการรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม (5.9 ± 1.5) และมีระดับความตั้งใจในการบริจาคโลหิตอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 4.8 ± 2.0 (คะแนนเต็ม 7 คะแนน) ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุพบว่าองค์ประกอบของทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนทั้งสามองค์ประกอบเป็นปัจจัยที่มีอำนาจในการทำนายความตั้งใจในการบริจาคโลหิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (การวัดทางอ้อม: model adjusted $R^2 = 0.246$) (และเมื่อพิจารณาปัจจัยอื่นร่วมด้วย พบว่า การมีประสบการณ์บริจาคโลหิตช่วยเพิ่มอำนาจในการทำนายความตั้งใจในการบริจาคโลหิตได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (การวัดทางอ้อม: model adjusted $R^2 = 0.385$) โดยในภาพรวมการมีประสบการณ์บริจาคโลหิตเป็นปัจจัยที่มีอำนาจในการทำนายมากที่สุด

คำสำคัญ : การบริจาคโลหิต ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน นักศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Abstract

A cross-sectional descriptive study was conducted to apply the theory of planned behavior (TPB) to predict intentions to donate blood among students of Ubon Ratchathani University (UBU). The finding will be used to promote blood donation among undergraduate students. The study's sample was 240 undergraduate students at UBU. Data were collected in classes during the second semester of 2017 academic year by a developed questionnaire according to TPB. Descriptive statistics were used to report participants' characteristics and TPB constructs. Multiple linear regression were used to investigate the association between intention to donate blood and 1) attitude towards behavior, 2) subjective norms concerning behavior, 3) perceived behavioral

control, 4) gender, 5) knowledge, 6) blood donation experiences and 7) field of study with the significant level of 0.05.

Most samples were female. About one half has no blood donation experience. The sample had average knowledge related to blood donation score as 5.4 ± 2.4 (range 0 to 10 points). The participants had high score of all three TPB constructs including, attitude toward behavior) 6.2 ± 0.8 (, subjective norms) 6.4 ± 0.7 (and perceived behavioral control) 5.9 ± 1.5 (. However, the sample had a medium score of intention as 4.8 ± 2.0 range 1 to 7 points(. The multiple regression results showed that all three TPB constructs were significant factors to predict the intention to donate blood) Indirect measurement: model $R^2 = 0.246$). Analyzing other additional factors indicated that only donation experience was a significant factor to predict Intention) Indirect measurement: model $R^2 = 0.385$). Overall, donation experience was the most significant predictors.

Keywords: Blood Donation, Theory of Planned Behavior, University Students, Ubon Ratchathani University.

บทนำ

โลหิตเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของร่างกายที่ไม่สามารถสังเคราะห์อย่างอื่นเพื่อมาทดแทนได้ เมื่อร่างกายมีการสูญเสียโลหิตจำนวนมากจึงจำเป็นต้องรับโลหิตจากผู้อื่นมาทดแทนให้ทันที่ในสถานการณ์ที่โลหิตไม่เพียงพอต่อความต้องการนั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพหรือการเสียชีวิตจากการขาดโลหิต เช่น การเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน ภาวะตกเลือดจากการคลอดบุตร การผ่าตัดใหญ่ และโรคโลหิตจางบางชนิด เป็นต้น จังหวัดอุบลราชธานีมีจำนวนประชากรในปี พ.ศ. 255 7 จำนวน 1,844, 669 คน โดยมีกลุ่มที่อายุในเกณฑ์สามารถบริจาคโลหิต 1,220,398 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 66.2 ของประชากรทั้งหมด (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560) จากรายงานการเบิกจ่ายโลหิตของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ปี พ.ศ. 2559 จังหวัดอุบลราชธานีมีปริมาณการใช้โลหิตจำนวน 62,037 ยูนิตต่อปี (ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย, 2559) หรือคิดเป็นร้อยละ 5.1 เมื่อเทียบกับประชากรที่มีอายุในเกณฑ์สามารถบริจาคโลหิตได้ จึงประเมินได้ว่าจังหวัดอุบลราชธานีมีการใช้โลหิตมากกว่าร้อยละ 3 ของประชากรที่มีอายุในเกณฑ์การบริจาคโลหิต ซึ่งแสดงถึงภาวะความต้องการโลหิตที่สูงเหล่ากาชาดจังหวัดอุบลราชธานีจึงต้องจัดกิจกรรมออกหน่วยรับบริจาคโลหิต ร่วมกับโรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ และภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 7 จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อเพิ่มปริมาณผู้บริจาคโลหิต โดยกลุ่มนักเรียนนักศึกษาเป็นกลุ่มที่มีการบริจาคโลหิตน้อยเพียงร้อยละ 5.5 ของจำนวนผู้บริจาคโลหิตทั้งหมด (ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย, 2559) และจากข้อมูลการบริจาคโลหิตของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มีจำนวนผู้บริจาคโลหิตในปี 2560 จำนวน 2,652 ยูนิต (สุภัทรา อุปลาบตี, 2560) จากสถานการณ์ที่เป็นอยู่หนึ่งในแนวทางการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนโลหิต คือการรณรงค์เพื่อสร้างแรงจูงใจให้มีผู้บริจาครายใหม่ และกระตุ้นให้ผู้บริจาครายเดิมให้บริจาคโลหิตซ้ำอีก เป็นประจำทุก 3 เดือน กลุ่มประชากรนักศึกษาจึงเป็นกลุ่มเป้าหมายสำคัญในการส่งเสริมพฤติกรรมการบริจาคโลหิต เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีสภาวะสุขภาพดี มีปัจจัยเสี่ยงน้อยทำให้ได้โลหิตที่มีคุณภาพ ปลอดภัย และเพียงพอต่อความต้องการของผู้ป่วย วัยนักศึกษายังเป็นช่วงวัยที่เห็นคุณค่าของการช่วยเหลือผู้อื่น และมีความเสียสละ รวมถึงมีช่วงระยะเวลาในการบริจาคโลหิตได้อีกยาวนานและต่อเนื่อง

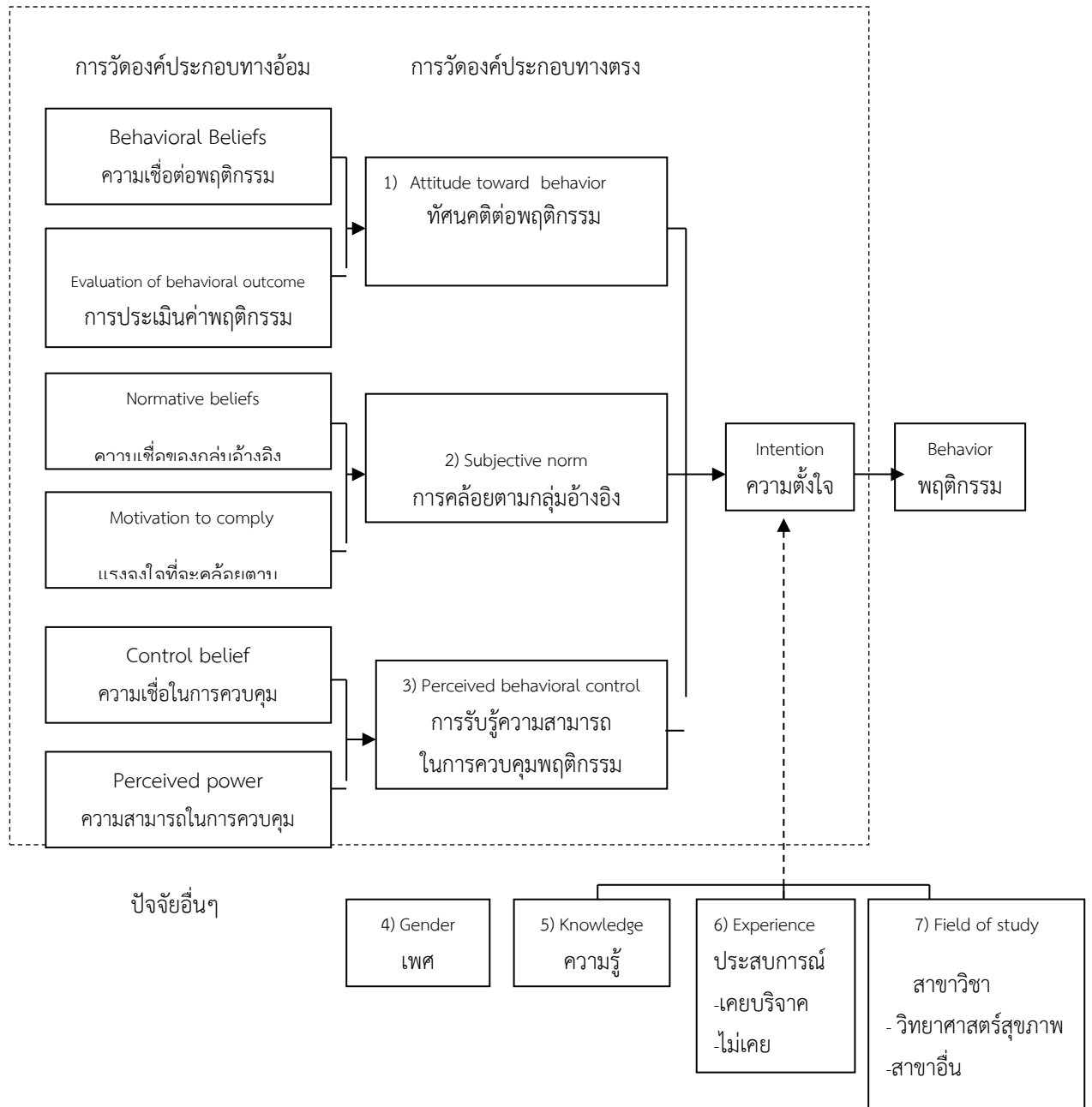
จากการศึกษาที่ผ่านมาพบความสัมพันธ์ระหว่าง เพศ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริจาคโลหิต ประสิทธิภาพการบริจาคโลหิต กับการบริจาคโลหิต โดยรายงานบางส่วนพบว่าเพศชายมีแนวโน้มที่จะบริจาคโลหิตมากกว่าเพศหญิง (นฤมล บุญสนอง และ ยุพา เอื้อวิจิตรอรุณ, 2552; อุสา สุทธิสาคร และคณะ, 2557; สายทอง วงศ์คำ, 2558; อุสา สุทธิสาคร, 2558) ในขณะที่การศึกษาที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง รายงานว่าผู้ไม่เคยบริจาคโลหิตมีความกังวลเกี่ยวกับความเจ็บปวดและผลเสียต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นหลังการบริจาคโลหิตมากกว่า

กลุ่มผู้ที่เคยบริจาค (Shaz et al., 2009) เป็นต้น รวมถึงการศึกษาเกี่ยวกับความรู้เรื่องการบริจาคโลหิต พบว่ากลุ่มคนที่บริจาคโลหิตมีความรู้เกี่ยวกับการบริจาคโลหิตในระดับปานกลางถึงระดับสูง (นฤมล บุญสนอง และ ยูพา เอื้อวิจิตรอรุณ, 2552; อนงค์ศรี สิมศิริ และคณะ, 2555; กฤตกรณ์ ประทุมวงษ์ และคณะ, 2558; สายทอง วงศ์คำ, 2558) โดยผู้ที่บริจาคโลหิตมีความรู้เกี่ยวกับการบริจาคโลหิตสูงกว่าผู้ที่ไม่บริจาคโลหิต (กฤตกรณ์ ประทุมวงษ์ และคณะ, 2558) นอกจากนี้การศึกษาในกลุ่มผู้ให้บริการทางการแพทย์ เช่น แพทย์ พยาบาล นักเทคนิคการแพทย์ เภสัชกร พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับการบริจาคโลหิตและมีทัศนคติต่อการบริจาคโลหิตสูง แต่กลับมีการบริจาคโลหิตเพียงร้อยละ 21.2 (Abera et al., 2017) รวมถึงมีรายงานว่าประสบการณ์การบริจาคโลหิต เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจในการบริจาคโลหิต (อนงค์ศรี สิมศิริ และคณะ, 2555) เป็นต้น

อย่างไรก็ดีในการศึกษาปัจจัยในการบริจาคโลหิตที่ผ่านมาในประเทศไทยยังไม่พบการศึกษาที่มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมสุขภาพในการประเมินความตั้งใจในการบริจาคโลหิต การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริจาคโลหิตของกลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Theory of planned behavior หรือ TPB) ซึ่งเป็นทฤษฎีทางพฤติกรรมสุขภาพที่ได้รับความนิยมในการทำนายความตั้งใจ (intention) และการแสดงพฤติกรรม (behavior) ของบุคคล ร่วมกับปัจจัยเพศ ความรู้เกี่ยวกับการบริจาคโลหิต ประสบการณ์การบริจาคโลหิต และกลุ่มสาขาวิชาที่ศึกษา เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอำนาจในการทำนายความตั้งใจในการบริจาคโลหิต อันจะนำไปสู่การส่งเสริมการบริจาคโลหิตของกลุ่มประชากรนักศึกษาต่อไป

วิธีการวิจัย

การวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (a cross-sectional descriptive study) เพื่อศึกษาปัจจัยทำนายความตั้งใจในการบริจาคโลหิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ที่มีรายงานความสัมพันธ์ต่อการบริจาคโลหิต



รูปที่ 1 องค์ประกอบทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนและปัจจัยที่ศึกษาในการทำนายความตั้งใจในการบริจาคโลหิต

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือนักศึกษาที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้จำนวนขนาดตัวอย่างตามหลักการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงพหุ คือ $N \geq 50 + 8m$ โดย m คือตัวแปรอิสระที่ศึกษา จำนวน 7 ตัวแปร จำนวนตัวอย่าง $N \geq 106$ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ สาขาวิชาด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ และสาขาวิชาอื่น รวมเป็น 240 ราย (Tabachnick and Fidell, 2007)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมและการสนทนากลุ่ม (focus group) ระหว่างผู้วิจัยและนักศึกษาจำนวน 25 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อรวบรวมความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริจาคโลหิต ในประเด็นต่างๆ ทั้งในด้านประสบการณ์และพฤติกรรมการบริจาคโลหิต และข้อมูลคำถามที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบต่างๆ ของทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (validity) และภาษาที่ใช้โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน และตรวจสอบค่าความเที่ยง (reliability) กับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาโดยวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องภายใน ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ของแบบสอบถามโดยรวม เท่ากับ 0.87 และได้ค่าความเที่ยงขององค์ประกอบความตั้งใจ ทศนคติ การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง และการรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม เท่ากับ 0.96, 0.72, 0.83, และ 0.63 ตามลำดับ

แบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ตอนที่ 1 คุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง เป็นคำถามปลายเปิดแบบเลือกตอบทั้งหมด 14 ข้อ

ตอนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการบริจาคโลหิต ประกอบด้วยคำถามปลายเปิดแบบเลือกตอบทั้งหมด 10 ข้อ ให้เลือกตอบว่า ใช่, ไม่ใช่ หรือ ไม่ทราบ ถ้าหากตอบถูกจะได้ 1 คะแนนในข้อนั้นๆ แต่ถ้าตอบผิด หรือไม่ทราบจะได้ 0 คะแนน โดยรายงานผลค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้ของกลุ่มตัวอย่างในภาพรวม ซึ่งมีช่วงคะแนนอยู่ระหว่าง 0 ถึง 10 คะแนน

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นต่อการบริจาคโลหิต ประกอบด้วยข้อคำถาม เพื่อประเมินตามองค์ประกอบของทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน 4 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ความตั้งใจต่อการบริจาคโลหิต จำนวน 3 ข้อ 2) ทศนคติต่อการบริจาคโลหิต จำนวน 12 ข้อ 3) การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงต่อการบริจาคโลหิต จำนวน 10 ข้อ และ 4) การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรมการบริจาคโลหิต จำนวน 12 ข้อ โดยรูปแบบตัวเลือกเป็นระดับความคิดเห็น 7 ระดับ ซึ่งมีการกำหนดข้อความไว้ที่ด้านซ้ายและขวาของตัวเลขระดับความคิดเห็น ส่วนการคิดคะแนนองค์ประกอบแบ่งเป็นการวัดทางตรงและทางอ้อม โดยการวัดทางตรงใช้ค่าเฉลี่ยจากทุกข้อคำถามของแต่ละองค์ประกอบ จึงมีช่วงคะแนนอยู่ระหว่าง 1 ถึง 7 คะแนน ส่วนการวัดทางอ้อมใช้ผลรวมของผลคูณของคำถามขององค์ประกอบย่อยที่สอดคล้องกัน เช่น 2.1 * 2.2 ในตารางที่ 1 เป็นต้น ดังนั้นช่วงคะแนนของการวัดทางอ้อมจึงมีค่าเป็นไปได้ทั้งในช่วงลบและบวก และค่าคะแนนขึ้นอยู่กับจำนวนข้อคำถามของแต่ละองค์ประกอบ (Francis et al., 2004) รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1 นอกจากนี้มีการปรับคะแนนของข้อคำถามเชิงลบให้เป็นทางบวกทั้งหมด (positive meaning) ก่อนประมวลผล ดังนั้นโดยสรุป ค่าคะแนนสูง คือมีค่าขององค์ประกอบนั้นสูง

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บข้อมูลในชั้นเรียนในช่วงภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ในรายวิชา มนุษย์กับการใช้เหตุผล ซึ่งเป็นรายวิชาที่เปิดให้นักศึกษาทุกคน ทุกชั้นปีเลือกเรียนตามโครงสร้างของหลักสูตร จำนวน 173 ราย และเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้ครบ 240 ราย โดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (accidental sampling) โดยผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการศึกษาและรายละเอียดของแบบสอบถาม และขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามโดยสมัครใจ การวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาและอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รหัส UBU-REC-19-2561 เมื่อวันที่ 23 เมษายน 2561

ตารางที่ 1 ตัวอย่างคำถามจำแนกตามองค์ประกอบตามทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนและวิธีการวัด

องค์ประกอบตามทฤษฎี	รูปแบบการวัด	ตัวอย่างคำถามและรูปแบบการตอบ
1. ความตั้งใจ	ทางตรง	ท่าน <u>ตั้งใจ</u> จะบริจาคโลหิต ใน 3 เดือนข้างหน้า ไม่เห็นด้วย 1 2 3 4 5 6 7 เห็นด้วย
2. ทศนคติ	ทางตรง	ท่านคิดเห็นอย่างไรต่อการบริจาคโลหิต ไม่มีประโยชน์ 1 2 3 4 5 6 7 มีประโยชน์
2.1 ความเชื่อต่อพฤติกรรม	ทางอ้อม	ฉันเชื่อว่าการบริจาคโลหิตเป็นการทำบุญ ไม่เห็นด้วย 1 2 3 4 5 6 7 เห็นด้วย
2.2 การประเมินค่าของพฤติกรรม	ทางอ้อม	ฉันเป็นคนชอบทำบุญ ไม่เห็นด้วย -3 -2 -1 0 1 2 3 เห็นด้วย
3. การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง	ทางตรง	<u>ครอบครัว</u> ของฉันเห็นด้วยกับการบริจาคโลหิต ไม่เห็นด้วย 1 2 3 4 5 6 7 เห็นด้วย
3.1 ความเชื่อของกลุ่มอ้างอิง	ทางอ้อม	<u>เพื่อน</u> ของฉันคิดว่าฉันควรบริจาคโลหิต ไม่เห็นด้วย 1 2 3 4 5 6 7 เห็นด้วย
3.2 แรงจูงใจในการคล้อยตาม	ทางอ้อม	ฉันจะบริจาคโลหิตตามที่ <u>เพื่อน</u> ต้องการ ไม่เห็นด้วย -3 -2 -1 0 1 2 3 เห็นด้วย
4. การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม	ทางตรง	ฉันตัดสินใจบริจาคโลหิตได้ด้วยตนเอง ไม่เห็นด้วย 1 2 3 4 5 6 7 เห็นด้วย
4.1 ความเชื่อในการควบคุมตนเอง	ทางอ้อม	ฉันเชื่อว่าฉันจะรักษาสุขภาพให้แข็งแรงได้ ไม่เห็นด้วย 1 2 3 4 5 6 7 เห็นด้วย
4.2 ความสามารถในการควบคุมตนเอง	ทางอ้อม	การที่ฉันสุขภาพแข็งแรงทำให้สามารถบริจาคโลหิตได้ง่าย ไม่เห็นด้วย -3 -2 -1 0 1 2 3 เห็นด้วย

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการอธิบายคุณลักษณะประชากรและปัจจัยที่ศึกษา และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (Multiple linear regression analysis) เพื่อศึกษาอิทธิพลของทศนคติ การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม เพศ ความรู้ ประสบการณ์ในการบริจาคโลหิต และสาขาวิชาที่ศึกษา ต่อความตั้งใจในการบริจาคโลหิต กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ผลการวิจัย

ตัวอย่างเป็นเพศหญิงมากที่สุด (ร้อยละ 82.5) มีอายุเฉลี่ย 20.5 ± 1.5 ปี และน้ำหนักเฉลี่ย 56.6 ± 11.7 กิโลกรัม กลุ่มตัวอย่างในภาพรวมมีสภาวะสุขภาพและพฤติกรรมที่เหมาะสมต่อการบริจาคโลหิต โดยส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัวและไม่สูบบุหรี่ (ร้อยละ 90.0 และ 97.9 ตามลำดับ) ในขณะที่ประมาณครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างไม่

ดื่มแอลกอฮอล์และไม่เคยเจาะหูหรือสักตามร่างกาย (ร้อยละ 54.2 และ 52.9 ตามลำดับ) นอกจากนี้ส่วนใหญ่ไม่เคยมีเพศสัมพันธ์ (ร้อยละ 81.3) และมีการพักผ่อนที่เหมาะสม (ร้อยละ 98.8) รวมทั้งประมาณสองในสามของกลุ่มตัวอย่างมีการออกกำลังกายที่เหมาะสม (ร้อยละ 65.4) เมื่อพิจารณาคุณลักษณะทางด้านพฤติกรรมจำแนกตามสาขาวิชา พบว่ากลุ่มตัวอย่างสาขาวิชาด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ มีพฤติกรรมสุขภาพที่เหมาะสมกว่า โดยรายงานว่าไม่สูบบุหรี่ ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ และไม่เคยมีเพศสัมพันธ์ ในจำนวนที่มากกว่าสาขาวิชาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสาขาวิชา

คุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	วิทยาศาสตร์สุขภาพ (n=131)		สาขาอื่น (n= 109)		รวม (n=240)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
อายุ (ปี) ** (mean ± SD)	20.9 ± 1.6		20.1 ± 1.3		20.5 ± 1.5	
น้ำหนัก (กิโลกรัม) (mean ± SD)	56.2 ± 11.9		57.0 ± 11.6		56.6 ± 11.7	
เพศ*						
หญิง	114	87.0	84	77.1	198	82.5
ชาย	17	13.0	25	22.9	42	17.5
สภาวะสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพ						
ไม่มีโรคประจำตัว	117	89.3	99	90.8	216	90.0
ไม่สูบบุหรี่*	131	100.0	104	95.4	235	97.9
ไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์*	85	64.9	45	41.3	130	54.2
ไม่เจาะหูหรือสักตามร่างกาย	70	53.4	57	52.3	127	52.9
ไม่เคยมีเพศสัมพันธ์*	119	90.8	76	69.7	195	81.3
มีการพักผ่อนเพียงพอ	129	98.5	108	99.1	237	98.8
มีการออกกำลังกาย	80	61.1	77	70.6	157	65.4

* Chi-square, p < 0.05

** Independent t-test, p < 0.05

ในส่วนของการบริการโลหิต พบว่าตัวอย่างประมาณครึ่งหนึ่งไม่เคยบริจาคโลหิต (ร้อยละ 52.1) ในขณะที่กลุ่มที่เคยบริจาคโลหิตและยังคงบริจาคอยู่ คิดเป็น ร้อยละ 44.6 โดยเป็นผู้บริจาคโลหิตเป็นประจำ จำนวน 20 ราย ซึ่งมีจำนวนครั้งของการบริจาคโลหิตเฉลี่ย 5.3 ± 3.1 ครั้ง โดยผู้บริจาคมากที่สุด 16 ครั้ง และ น้อยที่สุด 2 ครั้ง นอกจากนี้มีกลุ่มตัวอย่างบางส่วน ร้อยละ 3.3 ซึ่งเคยบริจาคโลหิตแต่ไม่ประสงค์บริจาคโลหิตอีก การศึกษาครั้งนี้พบว่า การมีประสบการณ์ในการบริจาคโลหิต ในคณะวิชาด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพและสาขาอื่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อสอบถามถึงเหตุผลสนับสนุนในการบริจาคโลหิตของกลุ่มตัวอย่างที่บริจาคโลหิต พบว่ากลุ่มตัวอย่างเกือบทั้งหมดมีความรู้สึที่ดีที่ได้ทำประโยชน์ต่อผู้อื่น (ร้อยละ 95.2) บางส่วนเห็นว่าการบริจาคโลหิตมีผลดีต่อสุขภาพของตนเอง (ร้อยละ 58.1) ในขณะที่ประมาณหนึ่งในสามบริจาคโลหิตเพราะได้รับการตรวจสุขภาพเป็นประจำ หรือมีความสะดวกในการบริจาคโลหิต ตลอดจนเชื่อถือและไว้วางใจในหน่วยรับบริจาคโลหิต (ร้อยละ 32.4, 32.3 และ 30.5 ตามลำดับ) เป็นต้น ในขณะที่เหตุผลสำคัญในกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยบริจาค

โลหิต ในลำดับแรกๆ คือ ไม่สามารถบริจาคโลหิตได้ด้วยข้อจำกัดต่างๆ สูง ถึงร้อยละ 56.8 บางส่วนมีความกลัวในการบริจาคโลหิต เช่น กลัวเข็มหรือกลัวเลือด (ร้อยละ 34.7) และความไม่สะดวกของ เวลา และสถานที่รับบริจาคโลหิต คิดเป็นร้อยละ 31.4 และบางส่วนมีความวิตกกังวลเรื่องสุขภาพหลังบริจาคโลหิต (ร้อยละ 16.9) และมีเพียง 8 คน ที่เคยบริจาคโลหิตแต่ไม่ประสงค์จะบริจาคโลหิตอีก เนื่องจากได้รับประสบการณ์ที่ไม่ดีในการบริจาคโลหิต (ร้อยละ 62.5) เช่น มีภาวะหน้ามืด เป็นลม บริเวณที่เจาะเลือดเขียวช้ำ โคนเจาะเลือดหลายครั้ง เจ้าหน้าที่ไม่สุภาพ เป็นต้น และบางส่วนมีปัญหาสุขภาพ (ร้อยละ 25.0)

ในส่วนการรับข้อมูลข่าวสารการบริจาคโลหิต ส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตสูงถึง ร้อยละ 61.3 และประมาณครึ่งหนึ่งรับข้อมูลข่าวสารจากบุคคล เช่น เพื่อนหรืออาจารย์ (ร้อยละ 47.9) ในขณะที่บางส่วนได้รับข้อมูลผ่านทางประกาศการออกหน่วยเคลื่อนที่ (ร้อยละ 28.7) ผลการประเมินระดับความรู้ของกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบ พบว่าคะแนนความรู้เกี่ยวกับการบริจาคโลหิตเฉลี่ย เท่ากับ 5.4 ± 2.4 คะแนน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) โดยตัวอย่างจากคณะวิชาด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ มีค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนความรู้เกี่ยวกับการบริจาคโลหิต สูงกว่าสาขาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการบริจาคโลหิต

ข้อมูลเกี่ยวกับการบริจาคโลหิต	วิทยาศาสตร์สุขภาพ (n=131)		สาขาอื่น (n= 109)		รวม (n=240)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ประวัติการบริจาคโลหิต*						
เคยบริจาคโลหิต	50	54.6	57	45.4	107	44.6
ไม่เคยบริจาค	74	61.8	51	47.7	125	52.1
เคยแต่ไม่กลับไปบริจาคอีก	7	5.3	1	0.9	8	3.3
การรับข้อมูลข่าวสารเรื่องการบริจาคโลหิต						
อินเทอร์เน็ต	76	58.0	71	65.1	147	61.3
บุคคล (เช่น เพื่อน หรือ อาจารย์)	70	53.4	45	41.3	115	47.9
ประกาศการออกหน่วยเคลื่อนที่*	47	35.9	22	20.2	69	28.7
วิทยุ/โทรทัศน์	14	10.7	8	7.3	22	9.2
อื่นๆ		5	3.8	54.6	10	4.2
ความรู้เกี่ยวกับการบริจาคโลหิต ** (mean \pm SD)						
	5.7 \pm 2.1		4.9 \pm 2.5		5.4 \pm 2.4	

*Chi-square, $p < 0.05$

** Independent t-test, $p < 0.05$

เป็นที่น่าสังเกตว่าคะแนนความรู้อยู่ในระดับปานกลาง และพบว่าประมาณหนึ่งในสามของกลุ่มตัวอย่างหรือร้อยละ 32.1 มีค่าคะแนนน้อยกว่า 5 คะแนน เมื่อพิจารณาความรู้ความเข้าใจเรื่องการบริจาคโลหิตของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามรายข้อคำถาม พบว่ากลุ่มตัวอย่างร้อยละ 81.3 มีความเข้าใจถูกต้องในเรื่องช่วงระยะห่างของเวลาการบริจาคโลหิต และร้อยละ 76.3 ของกลุ่มตัวอย่าง ทราบเรื่องการดูแลตนเองหลังบริจาคโลหิต เช่น ควรดื่ม

น้ำมากๆ หลังการบริจาคโลหิต เพื่อทดแทนปริมาณของเหลวในร่างกาย และประมาณสองในสามมีความรู้ในเรื่องข้อจำกัดในการบริจาคโลหิตโดยดบริจาคโลหิต เมื่อร่างกายมีน้ำหนักลดลงอย่างรวดเร็วโดยไม่ทราบสาเหตุ (ร้อยละ 67.5) กลุ่มตัวอย่างประมาณครึ่งหนึ่งทราบเรื่องการเตรียมตัวก่อนการบริจาคโลหิต เช่น การงดรับประทานอาหารที่มีไขมันสูง (ร้อยละ 53.8) ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสำคัญในเลือดที่เหมาะสมต่อการบริจาค (ร้อยละ 50.8) ข้อจำกัดของแพทย์ในการบริจาคโลหิต คือต้องไม่อยู่ในระหว่างการให้นมบุตร (ร้อยละ 51.7) และในส่วนของข้อคำถามที่กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจไม่ถูกต้อง เช่น ประมาณครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างเชื่อว่าการรับประทานยาธาตุเหล็กมีผลทำให้อ้วน (ตอบถูกเพียงร้อยละ 46.3) ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้บริจาคโลหิตไม่รับประทานยาธาตุเหล็กที่ได้รับหลังการบริจาคโลหิต และมีผลต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง และทำให้เกิดภาวะซีดได้ นอกจากนี้คำถามที่เกี่ยวข้องกับข้อจำกัดการบริจาคโลหิตชั่วคราว เช่น การถอนฟัน อดฟัน ไม่เกิน 3 วัน จะไม่สามารถบริจาคโลหิตได้ นั้น กลุ่มตัวอย่างเพียงร้อยละ 30.8 ตอบคำถามได้ถูกต้อง ทั้งนี้เพราะการถอนฟัน อดฟันมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อในกระแสเลือด จึงควรงดบริจาคโลหิตชั่วคราว เป็นต้น ข้อคำถามที่กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจน้อยที่สุดเพียง ร้อยละ 20.8 พบว่าเป็นเรื่องอายุของผู้บริจาคโลหิตที่บริจาคเป็นประจำ ที่สามารถบริจาคโลหิตได้จนถึงอายุ 70 ปี รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้เกี่ยวกับการบริจาคโลหิตถูกต้องจำแนกตามรายข้อ

ข้อคำถาม (n= 240)	ตอบถูก	ร้อยละ
1. ในการบริจาคโลหิตแต่ละครั้งควรห่างกันอย่างน้อย 12 สัปดาห์ หรือ 3 เดือน	195	81.3
2. หลังบริจาคโลหิตควรดื่มน้ำมากๆ เพื่อเพิ่มปริมาณของเหลวในร่างกาย	183	76.3
3. หากท่านมีอาการน้ำหนักลดโดยไม่ทราบสาเหตุในระยะ 3 เดือนที่ผ่านมา ควรงดบริจาคโลหิต	162	67.5
4. ผู้ที่มีน้ำหนัก 45-50 กิโลกรัม สามารถบริจาคโลหิตได้ 350 มิลลิลิตรต่อครั้ง	134	55.8
5. ควรงดรับประทานอาหารที่มีไขมันสูงก่อนบริจาคโลหิต	129	53.8
6. ความเข้มข้นของเลือดในผู้บริจาคโลหิต แพทย์หามีค่ามากกว่า 12.5 กรัมต่อเดซิลิตร	122	50.8
7. ข้อจำกัดสำหรับสตรีในการบริจาคโลหิตคือไม่อยู่ในระหว่างการให้นมบุตร	124	51.7
8. การรับประทานยาธาตุเหล็กมีผลทำให้อ้วน	111	46.3
9. ผู้ที่ถอนฟัน อดฟัน มาไม่เกิน 3 วัน สามารถบริจาคโลหิตได้	74	30.8
10. ผู้ที่บริจาคโลหิตเป็นประจำสามารถบริจาคโลหิตได้จนถึงอายุ 70 ปี	50	20.8

ในการประเมินความตั้งใจ (intention) ในการบริจาคโลหิต ตามทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความตั้งใจในการบริจาคโลหิตในระดับปานกลาง โดยค่าเฉลี่ยคะแนนความตั้งใจ เท่ากับ 4.8 ± 2.0 (ช่วงคะแนน 1 ถึง 7 คะแนน) โดยค่าคะแนนมากแสดงถึงความตั้งใจสูงที่จะบริจาคโลหิต การศึกษาครั้งนี้พบว่ากลุ่มตัวอย่างจากสาขาวิชาอื่นหรือกลุ่มคณะที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์สุขภาพ มีคะแนนเฉลี่ยของความตั้งใจมากกว่ากลุ่มคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการประเมินองค์ประกอบอื่น ๆ ตามทฤษฎี แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ 1) การประเมินจากการวัดทางตรง และ 2) การประเมินจากการวัดทางอ้อม ผลการศึกษาเป็นดังนี้ ในการวัดองค์ประกอบทางตรง กลุ่มตัวอย่างมีทัศนคติต่อการบริจาคโลหิต การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง และการรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม อยู่ในระดับสูง โดยมีค่าเฉลี่ย 6.2 ± 0.8 , 6.4 ± 0.7 และ 5.9 ± 1.5 ตามลำดับ (ช่วงคะแนน 1 ถึง 7 คะแนน) ในขณะที่การวัดองค์ประกอบทางอ้อม ค่าคะแนนสอดคล้องกันกับการวัดทางตรง โดยค่าคะแนนในการวัดองค์ประกอบทางอ้อมเป็นค่าบวกทั้งสามองค์ประกอบ คือ มีค่าคะแนนในระดับสูง

ในองค์ประกอบของทัศนคติต่อการบริโภคโลหิต และการรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม ส่วนการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง มีคะแนนในระดับปานกลาง รายละเอียดแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนองค์ประกอบตามทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนต่อการบริโภคโลหิต

คุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	วิทยาศาสตร์สุขภาพ (n=131)	สาขาอื่น (n= 109)	รวม (n=240)
การวัดทางตรง			
ความตั้งใจในการบริโภคโลหิต*	4.5 ± 2.0	5.1 ± 1.9	4.8 ± 2.0
ทัศนคติต่อการบริโภคโลหิต	6.2 ± 0.8	6.1 ± 0.9	6.2 ± 0.8
การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง	6.4 ± 0.7	6.4 ± 0.7	6.4 ± 0.7
การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม	5.9 ± 1.5	5.8 ± 1.4	5.9 ± 1.5
การวัดทางอ้อม			
ทัศนคติต่อการบริโภคโลหิต	56.0 ± 16.9	55.2 ± 24.0	55.6 ± 20.4
การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง	8.5 ± 29.4	11.0 ± 37.8	9.4 ± 33.3
การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม	37.5 ± 26.3	39.4 ± 30.1	38.3 ± 28.1

* Independent t-test, $p < 0.05$

ผลการวิเคราะห์โดยสมการถดถอยพหุ จากองค์ประกอบตามทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนโดยการวัดทางตรง ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ พบว่าการรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม ประสบการณ์การบริโภคโลหิต ทัศนคติต่อการบริโภคโลหิต ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคโลหิต และสาขาวิชาที่เรียน เป็นปัจจัยที่มีอำนาจในการทำนายความตั้งใจในการบริโภคโลหิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามลำดับ ดูรายละเอียดที่ Model 1 และ 2 ดังแสดงในตารางที่ 6

ในขณะที่การวิเคราะห์โดยสมการถดถอยพหุจากการวัดองค์ประกอบทางอ้อม พบว่า องค์ประกอบหลักทั้งสามองค์ประกอบตามทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลในการทำนายความตั้งใจในการบริโภคโลหิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดูรายละเอียดที่ Model 3 ดังแสดงในตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยพหุที่มีอำนาจในการทำนายความแปรปรวนของความตั้งใจในการบริโภคโลหิตได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38.5 (Model 4: adjusted $R^2 = 0.385$ $p \leq 0.001$) ประกอบด้วย องค์ประกอบของทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนทั้งสามองค์ประกอบจากการวัดทางอ้อม ร่วมกับประสบการณ์การบริโภคโลหิต โดยเมื่อพิจารณาค่า Standardized Coefficients หรือค่า β พบว่า ประสบการณ์การบริโภคโลหิต มีความสามารถในการทำนายมากที่สุด ($\beta = 0.384$) ส่วนองค์ประกอบของ TPB มีอำนาจในการทำนายใกล้เคียงกันทั้งสามองค์ประกอบ คือ ทัศนคติต่อการบริโภคโลหิต ($\beta = 0.211$) การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง ($\beta = 0.225$) และการรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม ($\beta = 0.209$) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์โดยใช้สถิติถดถอยเชิงพหุ (multiple linear regression analysis)

ปัจจัยทำนาย	β	p-value
การวัดทางตรง		
Model 1 องค์กรประกอบตามทฤษฎี (enter method)		
การวัดทางตรง $R^2 = 0.265$ adjusted $R^2 = 0.256$ $p \leq 0.001$		
การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม	0.431	≤ 0.001
ทัศนคติต่อการบริจจาคโลหิต	0.226	≤ 0.001
การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง	0.045	0.438
Model 2 ปัจจัยที่ศึกษาทั้งหมด (stepwise method)		
การวัดทางตรง $R^2 = 0.392$ adjusted $R^2 = 0.379$ $p \leq 0.001$		
การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม	0.339	≤ 0.001
ประสบการณ์การบริจจาคโลหิต	0.252	≤ 0.001
ทัศนคติต่อการบริจจาคโลหิต	0.206	≤ 0.001
ความรู้เกี่ยวกับการบริจจาคโลหิต	0.168	0.002
สาขาวิชาที่เรียน	0.155	0.004
การวัดทางอ้อม		
Model 3 องค์กรประกอบตามทฤษฎี (enter method)		
การวัดทางอ้อม $R^2 = 0.255$ adjusted $R^2 = 0.246$ $p \leq 0.001$		
การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม	0.268	≤ 0.001
ทัศนคติต่อการบริจจาคโลหิต	0.260	≤ 0.001
การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง	0.212	≤ 0.001
Model 4 ปัจจัยที่ศึกษาทั้งหมด (stepwise method)		
การวัดทางอ้อม $R^2 = 0.395$ adjusted $R^2 = 0.385$ $p \leq 0.001$		
ประสบการณ์การบริจจาคโลหิต	0.384	≤ 0.001
การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง	0.225	≤ 0.001
ทัศนคติต่อการบริจจาคโลหิต	0.211	≤ 0.001
การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม	0.209	≤ 0.001

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ในภาพรวมมีสภาวะสุขภาพและพฤติกรรมที่เหมาะสมต่อการบริจจาคโลหิต โดยกลุ่มตัวอย่างเพียงร้อยละ 8.3 ที่รายงานพฤติกรรมการบริจจาคโลหิตเป็นประจำ ในขณะที่ประมาณร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างมีการบริจจาคโลหิตเป็นครั้งคราวหรือไม่เคยบริจจาคโลหิตมาก่อน ซึ่งนับเป็นกลุ่มเป้าหมายที่สำคัญตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาในการหาแนวทางส่งเสริมกลุ่มนักศึกษาให้บริจจาคโลหิตมากขึ้น ตลอดจนจนมีการบริจจาคซ้ำในกลุ่มผู้เคยบริจจาคโลหิต

การศึกษาค้นคว้าพบว่าปัจจัยที่ศึกษาร่วมกันทำนายความแปรปรวนของความตั้งใจในการบริจจาคโลหิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้ ร้อยละ 38.5 โดยมีปัจจัยด้านประสบการณ์การบริจจาคโลหิตมีอำนาจในการทำนายมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อนงค์ศรี สิมศิริและคณะ (2555) ที่รายงานว่า การเป็นผู้บริจจาคโลหิตมาก่อน เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลในการทำนายความตั้งใจในการบริจจาคโลหิตมากที่สุด ทั้งนี้การมีประสบการณ์

การบริจาคโลหิตครั้งแรก จะเป็นการเอาชนะความกลัวและอุปสรรคต่างๆ เพื่อให้มีความกล้าที่จะตัดสินใจในการบริจาคโลหิตในครั้งต่อไปได้ง่ายขึ้น เนื่องจากการมีประสบการณ์ในการบริจาคโลหิตเป็นปัจจัยที่มีอำนาจในการทำนายสูงสุด ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการรับบริจาคโลหิตต้องให้ความสำคัญในการประชาสัมพันธ์การรับบริจาค การให้ข้อมูลรายละเอียดในเรื่องกระบวนการรับบริจาค การแนะนำการดูแลสุขภาพและข้อควรปฏิบัติเมื่อบริจาคโลหิต เพื่อให้ผู้บริจาคโลหิตมั่นใจในการบริจาคโลหิตและไม่เกิดผลที่ไม่พึงประสงค์ต่อผู้บริจาคโลหิต

นอกจากนี้ทัศนคติต่อการบริจาคโลหิต มีความสามารถในการทำนายความตั้งใจที่จะบริจาคโลหิตได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีทัศนคติที่ดีต่อการบริจาคโลหิต สอดคล้องกับการศึกษาที่รายงานว่าผู้บริจาคโลหิตที่มีทัศนคติที่ดีมีความถี่ในการบริจาคโลหิตที่เพิ่มขึ้น (อุสา สุทธิสาคร และคณะ, 2557) ในบางงานวิจัยพบว่ากลุ่มคนที่ไม่บริจาคโลหิตมีทัศนคติที่ดีต่อการบริจาคโลหิต แต่มีความกลัวหรือความเครียดต่อการบริจาคโลหิต (นฤมล บุญสนอง และยุพา เอื้อวิจิตรอรุณ, 2552) และพบว่ากลุ่มตัวอย่างไม่มีทัศนคติเชิงลบต่อการบริจาคโลหิต และเหตุผลสำคัญในกลุ่มตัวอย่างที่บริจาคโลหิตสอดคล้องกับรายงานที่ผ่านมา คือเหตุผลที่คนส่วนใหญ่ตัดสินใจในการบริจาคโลหิตคือ การมีมนุษยธรรมในการช่วยเหลือเพื่อนมนุษย์ มีความสุขที่ได้ช่วยเหลือผู้อื่น เป็นต้น (นฤมล บุญสนอง และยุพา เอื้อวิจิตรอรุณ, 2552; กฤตกรณ์ ประทุมวงษ์ และคณะ, 2558; สายทอง วงศ์คำ, 2558)

ในการศึกษานี้พบว่าในการวัดทางอ้อม การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงเป็นองค์ประกอบตามทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนที่มีความสามารถในการทำนายความตั้งใจได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการบริจาคโลหิตของเพศชาย มาจากการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง (Hupfer et al., 2005) แสดงว่าการสนับสนุนทางสังคม เช่น ครอบครัว เพื่อน อาจารย์ อาจมีผลต่อการบริจาคโลหิตของกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เนื่องจากตามลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นวัยรุ่น มักจะคล้อยตามบุคคลอื่นได้ง่าย และมีความอยากเป็นผู้นำของกลุ่ม

องค์ประกอบสุดท้ายที่มีความสามารถในการทำนายความตั้งใจในการบริจาคโลหิต คือการรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม สอดคล้องกับ งานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนในการบริจาคโลหิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยในประเทศไอร์แลนด์เหนือพบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเอง เป็นตัวแปรที่ร่วมทำนายความตั้งใจในการบริจาคโลหิตร่วมกับตัวแปรอื่นๆในทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน ได้มากที่สุด (Giles et al., 2004) และการรับรู้ความสามารถในการควบคุมตนเองมีอิทธิพลต่อการบริจาคโลหิตซ้ำในเพศหญิงด้วย (France et al., 2008)

ในการศึกษานี้ความรู้เกี่ยวกับการบริจาคโลหิต เพศ และสาขาวิชาที่เรียน ไม่สามารถทำนายความตั้งใจในการบริจาคโลหิตได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับรายงานการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งอาจเป็นผลจากสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ส่วนใหญ่เป็นหญิง และมีเพียงส่วนน้อยที่เป็นผู้บริจาคโลหิตเป็นประจำ ตลอดจนกลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริจาคโลหิตอยู่ในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตามหน่วยงานรับบริจาคโลหิตควรมีการส่งเสริมการให้ความรู้แก่นักศึกษาก่อนการบริจาคโลหิต ในเรื่องการเตรียมตัวก่อนการบริจาคโลหิต เรื่องข้อจำกัดของการบริจาคโลหิต และการดูแลร่างกายหลังการบริจาคโลหิต ผ่านช่องทางออนไลน์ เช่น social media หรือระบบของสถานศึกษา เพื่อให้เข้าถึงกลุ่มนักศึกษาได้รวดเร็วและทั่วถึง เพื่อกระตุ้นให้มีผู้บริจาคโลหิตใหม่ และได้รับประสบการณ์ที่ดีจากการบริจาคโลหิต อันจะส่งผลให้เกิดการบริจาคอย่างต่อเนื่องได้มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบสอบถาม และคณาจารย์ที่อนุญาตให้เก็บข้อมูลในชั้นเรียน ตลอดจนนักศึกษาผู้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

- กฤตกรณัฏ์ ประทุมวงษ์ และคณะ) .2558.(*ปัจจัยพฤติกรรมและการตัดสินใจในการบริจาคโลหิตของบุคลากร มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี*. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน2560, จาก : http://bkkthon.ac.th/home/user_files/department/department-24/files/3-57.pdf.
- นฤมล บุญสนอง และยุพา เอื้อวิจิตรอรุณ. (2552). การศึกษาทัศนคติ และปัจจัยที่มีผลต่อการบริจาคโลหิตของบุคลากรในโรงพยาบาลพาน จังหวัดเชียงราย เพื่อเพิ่มจำนวนผู้บริจาคโลหิต. *วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต*, 19)3(, 161-170.
- ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย .(2559). *รายงานประจำปี 2559*. กรุงเทพมหานคร :โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สายทอง วงศ์คำ. (2558) . ปัจจัยที่มีผลต่อการบริจาคเลือดของผู้ที่มาบริจาคเลือด ณ ธนาคารเลือด โรงพยาบาลหัวหิน. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 26)2(, 83-94.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ) .2560 .(*ประชากรจากการลงทะเบียน จำแนกตามเพศ ภาค และจังหวัด พ.ศ.2549-2558*. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน, 2560, จาก: <http://service.nso.go.th/nso/web/statseries/statseries01.html> .
- สุภัทรา อุปลาบัติ. (2560). [สัมภาษณ์ทางโทรศัพท์]. โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์: งานธนาคารเลือด.
- อนงค์ศรี สิมศิริ และคณะ. (2555). ปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจในการบริจาคโลหิตของประชาชนในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส. *วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต*, 22)3(, 145-187.
- อุสา สุทธิสาคร และคณะ .(2557) .การศึกษาพฤติกรรมการบริจาคโลหิตของผู้ที่มาบริจาคโลหิต ณ ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย. *วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต*, 24)3(, 251-260.
- อุสา สุทธิสาคร .(2558) .พฤติกรรมเอื้อเพื่อ ความเชื่อทางศาสนา และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแรงจูงใจในการบริจาคโลหิตของผู้บริจาคโลหิตในกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 9)2(, 221-233.
- Abera, B and et al. (2017). Knowledge, attitude, and practice towards blood donation among health care providers in hospitals at Bahir Dar City,Ethiopia. *Transfusion and Apheresis Science*, 56, 434-438.
- France, J.L. and et al .(2008) . Re-donation intention among experienced blood donors:Does gender make a difference?. *Transfusion and Apheresis Science*, 38, 159-166.
- Francis, J.J. and et al .(2004). *Constructing questionnaires based on the theory of planned behavior* . United Kingdom.
- Giles, M and et al .(2004) . An application of the theory of planned Behaviour to blood donation:the importance of self-efficacy. *Health Education Research*, 19, 380-391.
- Hupfer, M.E. and et al .(2005) .Understanding Canadian student motivations and beliefs about giving blood .*Transfusion and Apheresis Science*, 45, 149-161.
- Shaz, B.H. and et al .(2009) . Motivators and barriers to blood donation in African college students .*Transfusion and Apheresis Science*, 41, 191-197.
- Tabachnick, B.G. and Fidell, L.S. (2007). *Using multivariate statistics*. United States of America: Pearson Education Inc.

การออกแบบโมเลกุลด้วยการคำนวณของสารยับยั้งเอนไซม์ GyrB
ของสารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone
Computer Aided Molecular Design of GyrB Inhibitors in a Series
of 4-Aminoquinolone Derivatives

บงกชวรรณ พาคำวงศ์¹ ภาพตะวัน ทองดี¹ บัณฑิต คำศรี¹ ทิมพิกา พรพรม¹ นฤดล ภูศรี¹
ชญาณิลห์ หาญวรินทร์¹ กัมปนาท ฉายจรัส¹ นิธิมา สุทธิพันธ์² พงษ์ธำ คำศรี³ อรดี พันธุ์กว้าง³
คมสันต์ สุทธิสินทอง⁴ พจนีย์ ศรีมาโนชญ์⁵ พัชรินทร์ ทรัพย์อากาศ⁶
สุภา ทารหนองบัว⁶ และ พรพรรณ พังโพธิ์^{1*}

¹ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

³ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม

⁴ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

⁵คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

⁶ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*E-mail: pompan_ubu@yahoo.com

บทคัดย่อ

การกลายพันธุ์ของยาฟลูออโรควิโนโลนในเอนไซม์ GyrB เป็นปัญหาหลักของยาฟลูออโรควิโนโลนที่ยับยั้งโรควัณโรค ดังนั้น สารยับยั้งตัวใหม่ที่สามารถยับยั้งเอนไซม์ GyrB จึงได้รับความสนใจที่จะยับยั้งโรควัณโรค สารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone ได้รับการพัฒนาเป็นสารยับยั้งเอนไซม์ GyrB ตัวใหม่ สำหรับต้านโรควัณโรค โดยใช้ระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุล docking และการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุลเพื่อให้เข้าใจถึงอันตรกิริยาที่สำคัญระหว่างเอนไซม์ GyrB กับสารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone จากผลการศึกษาพบว่าเกิดอันตรกิริยาที่สำคัญ คือ พันธะไฮโดรเจนของลิแกนด์กับกรดอะมิโน Glu41 Asn122 Val118 Val121 His82 Ser119 Asp72 และ Val42 จากผลการศึกษาทำให้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางโครงสร้างที่สำคัญสำหรับการออกแบบสารยับยั้งเอนไซม์ GyrB เพื่อเป็นสารต้านโรควัณโรคชนิดใหม่ที่มีศักยภาพสูงขึ้น

คำสำคัญ : สารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone การคำนวณโมเลกุล docking การจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล

Abstract

Mutations of fluoroquinolone drug binding site of DNA gyrase are the majority problems of fluoroquinolone drug resistant. Therefore, new inhibitors that they can inhibit GyrB have been interested to overcome this drug resistant problem. 4-Aminoquinolone derivatives were developed as new GyrB inhibitors for anti-tuberculosis agents. To get better understanding of crucial interaction for improve the GyrB activity of these inhibitors, molecular docking calculations and molecular dynamic simulations were applied. The obtained results revealed that hydrogen bond interactions of ligand with Glu41, Asn122, Val118, Val121, His82, Ser119, Asp72 and Val42 residue were obtained. The integrated results obtained from this work provides the key structural features for rational design new and more potent GyrB inhibitors as anti-tuberculosis agents.

Keywords : 4-Aminoquinolone Derivatives, Molecular Docking Calculations, Molecular Dynamic Simulations

บทนำ

ในปัจจุบันโรควัณโรค (Tuberculosis) เป็นสาเหตุการตายสาเหตุหนึ่งของโลก เนื่องจากเป็นโรคติดต่อเมื่อปี 2557 และ 2558 องค์การอนามัยโลกจัดให้ประเทศไทยเป็น 1 ใน 14 ประเทศที่มีปัญหาวัณโรครุนแรงระดับโลก โดยมีอัตราของวัณโรครายใหม่สูงกว่าค่าเฉลี่ยโลก 1.3 เท่า มีผู้เสียชีวิตถึง 12,000 ราย จากจำนวนผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ที่คาดประมาณ 120,000 รายต่อปี [อิติมา (2560)] การรักษาวัณโรคนั้นสามารถรักษาให้หายได้โดยการรักษาจะมุ่งเน้นไปที่การใช้ยา โดยยาที่นิยมใช้ในการรักษาวัณโรค ได้แก่ ไอโซไนอาซิด (Isoniazid) ไรแฟมพิซิน (Rifampicin) อีแทมบูทอล (Ethambutol) ไพราซิनाไมด์ (Pyrazinamide) และ ฟลูออโรควิโนโลน (Fluoroquinolone) ผู้ป่วยที่มีการดื้อยาจึงจำเป็นต้องมีการป้องกันและควบคุมจำนวนของผู้ป่วยให้มีการลดลง จากปัญหาการดื้อยาแบบหลายขนานของวัณโรคทำให้ต้องใช้ยาที่มีความเป็นพิษสูงและไม่มีรูปแบบมาตรฐานในการรักษา ปัญหาการกลายพันธุ์ของเอนไซม์เป้าหมายในการยับยั้งของตัวยาฟลูออโรควิโนโลน จึงทำให้ไม่สามารถใช้ยาในการรักษาวัณโรคได้อีกต่อไป [S. Thee et al. (2015)] ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการศึกษาวิจัยเพื่อค้นหาและพัฒนาายาตัวใหม่ที่มีการออกฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งวัณโรคโดยเฉพาะที่ดื้อยาฟลูออโรควิโนโลน

เอนไซม์ DNA gyrase ของแบคทีเรีย *Mycobacterium tuberculosis* เป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียเนื่องจากเอนไซม์นี้เป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญของเชื้อแบคทีเรีย ทำหน้าที่ในการคลายเกลียว ดีเอ็นเอในขั้นตอนของการจำลองดีเอ็นเอ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ DNA gyrase subunit A หรือ GyrA และ DNA gyrase subunit B หรือ GyrB [R. Changkwanyee et al. (2015)] ในกลุ่มฟลูออโรควิโนโลนซึ่งเป็นยาต้านวัณโรคที่ใช้ในการรักษาวัณโรคที่เกิดการดื้อยาโดยที่ยาในกลุ่มของฟลูออโรควิโนโลนจะเข้าไปขัดขวางกระบวนการคลายเกลียวดีเอ็นเอของแบคทีเรียที่บริเวณการจับของ GyrA แต่อย่างไรก็ตามปัญหาหลักของตัวยาในกลุ่มของฟลูออโรควิโนโลน คือ การกลายพันธุ์ของเอนไซม์ DNA gyrase ทั้งบริเวณการจับของ GyrA และ GyrB โดยที่ GyrB มีการกลายพันธุ์น้อยกว่า GyrA การกลายพันธุ์ส่งต่อประสิทธิภาพในการรักษาวัณโรคดื้อยาในกลุ่มของฟลูออโรควิโนโลน ดังนั้น เอนไซม์ DNA gyrase โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณการจับของ ATP ที่เรียกว่า ATPase domain ของเอนไซม์ GyrB ซึ่งให้ ATP และพลังงานในการคลายเกลียว DNA และถูกใช้เป็นเป้าหมายในการพัฒนาสารยับยั้งแบคทีเรียที่ดื้อยาฟลูออโรควิโนโลน ในแบคทีเรียหลายชนิดจึงเป็นเอนไซม์เป้าหมายที่น่าสนใจและมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาการรักษาวัณโรคที่เกิดการดื้อยาฟลูออโรควิโนโลน

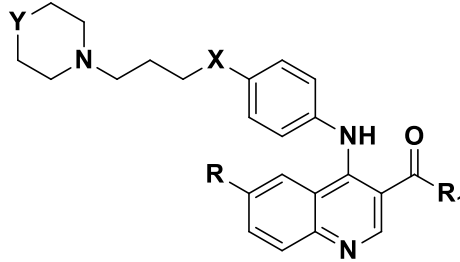
สารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone ได้ถูกพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหาคายการดื้อยาของฟลูออโรควิโนโลนเนื่องจากการกลายพันธุ์ของเอนไซม์ GyrB โดยสารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone สามารถยับยั้งเอนไซม์ GyrB ได้ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาสมบัติทางโครงสร้างของสารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone โดยระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ดอกกิ้ง (Molecular docking) และการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล (Molecular dynamic simulation) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการออกแบบสารยับยั้งตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น ระเบียบวิธีการคำนวณ โมเลกุลาร์ดอกกิ้งเป็นการศึกษาการวางตัวของลิแกนด์ในโพรงการจับของเอนไซม์ และศึกษาอันตรกิริยาที่สำคัญระหว่าง ลิแกนด์และโปรตีน ในส่วนของการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุลเป็นการศึกษาการวางตัวของลิแกนด์ในโพรงการจับของเอนไซม์ที่มีน้ำ ซึ่งจำลองเสมือนในระบบร่างกายมนุษย์ จึงมีความน่าเชื่อถือกว่าในระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ดอกกิ้ง

วิธีการวิจัย

รวบรวมข้อมูลทางโครงสร้างและค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งเอนไซม์ GyrB ของสารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ GyrB ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ซึ่งพิจารณาค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งเอนไซม์ GyrB และโครงสร้างที่แตกต่างกันโดยยึดโครงสร้างที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ GyrB ระดับสูง และต่ำเป็นหลักในพิจารณา เพื่อนำมาเปรียบเทียบกันได้ จำนวน 4 โครงสร้าง ซึ่งแสดงดังตารางที่ 1 [B. Medapi et al. (2015)] สร้างโครงสร้างทั้งหมดด้วยโปรแกรม Gaussview 5.0.8 และปรับโครงสร้างให้เสถียรที่สุดโดยใช้วิธี M062X/6-31G* ใช้โปรแกรม Gaussian 09 ทดสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรม

Autodock 4.02 ศึกษาแบบการจับตัวของสารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone ภายในโพรงการจับเอนไซม์ GyrB ด้วยระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ดอกกิ้งและศึกษาโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาของระบบที่สนใจใช้โปรแกรม Amber16

ตารางที่ 1 โครงสร้างและค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งเอนไซม์ GyrB (IC₅₀) ของสารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone



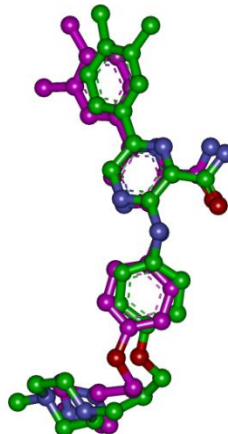
สารประกอบที่	R	R ₁	X	Y	IC ₅₀ * (μM)
1	CF ₃	NHNH ₂	NH	O	47.25
2	CF ₃	OH	O	O	27.83
3	OCH ₃	OC ₂ H ₅	O	O	14.92
4	OCH ₃	OH	O	NC ₂ H ₅	0.86

* IC₅₀ : 50% Inhibitory Concentration คือ ค่าความเข้มข้นที่สารนั้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งที่ 50% หน่วยเป็นไมโครโมลาร์ (μM)

ผลการวิจัย

1) ผลการทดสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรม Autodock 4.02

ผลจากการศึกษาระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ดอกกิ้งโดยใช้โปรแกรม Autodock 4.2 เพื่อศึกษาอันตรกิริยาที่สำคัญระหว่างโครงสร้างผลึกทางเอ็กซ์เรย์กับโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณของสารยับยั้งเชื้อวัณโรคในโพรงการจับของเอนไซม์ GyrB ของเชื้อวัณโรคชนิดเต็ม พบว่าโพรงการจับของเอนไซม์ GyrB ของเชื้อวัณโรคให้ค่า Root-Mean-Square Deviation (RMSD) เท่ากับ 1 อังสตรอม ซึ่งค่า RMSD หมายถึงค่าระยะห่างเฉลี่ยระหว่างอะตอมของโปรตีนที่ซ้อนทับกัน ค่า RMSD น้อยถือว่าลิแกนด์ผลึกทางเอ็กซ์เรย์กับลิแกนด์ที่ผ่านวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ดอกกิ้งมีการวางตัวซ้อนทับกัน ดังแสดงในรูปที่ 1 แสดงว่าลิแกนด์ที่ผ่านวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ดอกกิ้งสามารถเกิดอันตรกิริยาที่สำคัญและยับยั้งเชื้อวัณโรคได้เช่นเดียวกับลิแกนด์ผลึกทางเอ็กซ์เรย์

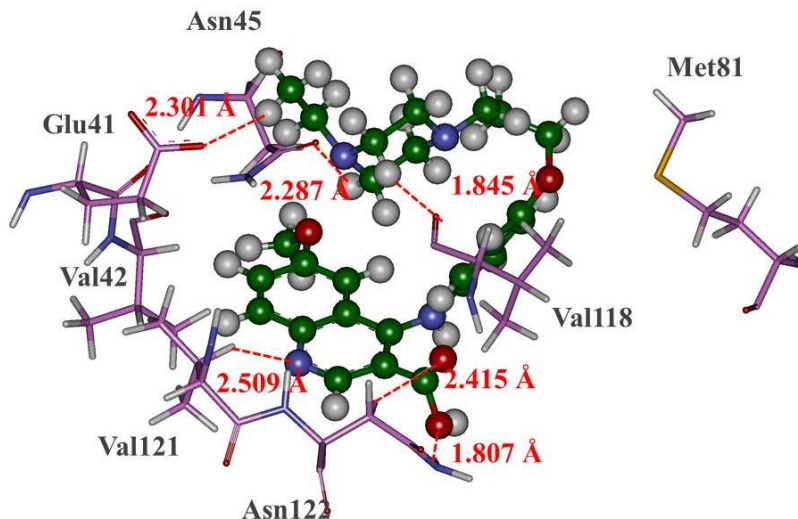


รูปที่ 1 ลิแกนด์ผลึกทางเอ็กซ์เรย์ ของสารยับยั้งเชื้อวัณโรคใน (สีชมพู) และโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณ (สีเขียว) โพรงการจับของเอนไซม์ GyrB

2) การวิเคราะห์อันตรกิริยาของสารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone ในโพรงการจับของเอนไซม์ GyrB ของเชื้อวัณโรค

สารประกอบที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ GyrB ระดับสูง

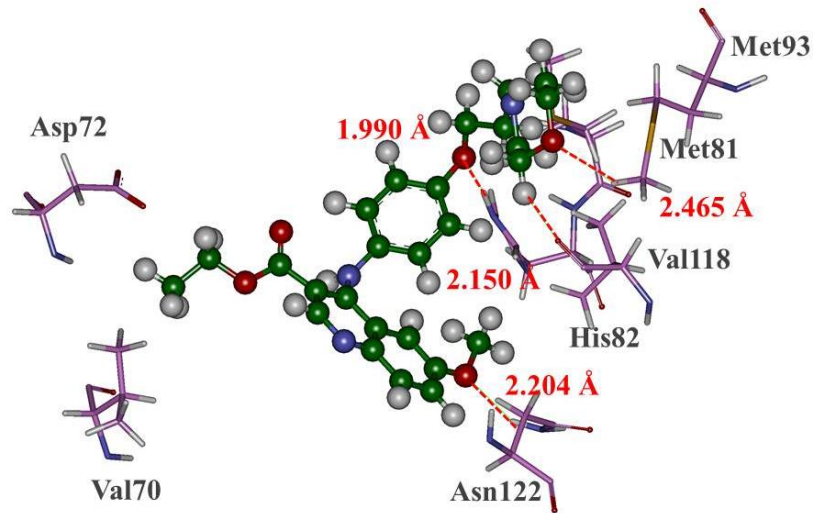
สารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงสุด คือ สารประกอบที่ 4 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ GyrB ด้วยค่า IC_{50} เท่ากับ $0.86 \mu M$ พบว่าเกิดอันตรกิริยาที่สำคัญ คือ พันธะไฮโดรเจนของอะตอมไฮโดรเจนของ N-ethyl group กับอะตอมออกซิเจนของกรดอะมิโน Glu41 มีระยะห่าง 2.301 อังสตรอม เกิดพันธะไฮโดรเจนของอะตอมออกซิเจนของหมู่ไฮดรอกซิลกับอะตอมไฮโดรเจนของกรดอะมิโน Asn122 มีระยะห่าง 1.807 อังสตรอม เกิดพันธะไฮโดรเจนของอะตอมไฮโดรเจนของ piperazine กับอะตอมออกซิเจนของกรดอะมิโน Asn45 และ Val118 มีระยะห่าง 2.287 และ 1.845 อังสตรอม ตามลำดับ และเกิดพันธะไฮโดรเจนของอะตอมไนโตรเจนและอะตอมออกซิเจนของกรดอะมิโน Val122 และ Val121 มีระยะห่าง 2.415 และ 2.509 อังสตรอม ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 อันตรกิริยาของสารประกอบที่ 4 ในโพรงการจับของเอนไซม์ GyrB

สารประกอบที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ GyrB ระดับปานกลาง

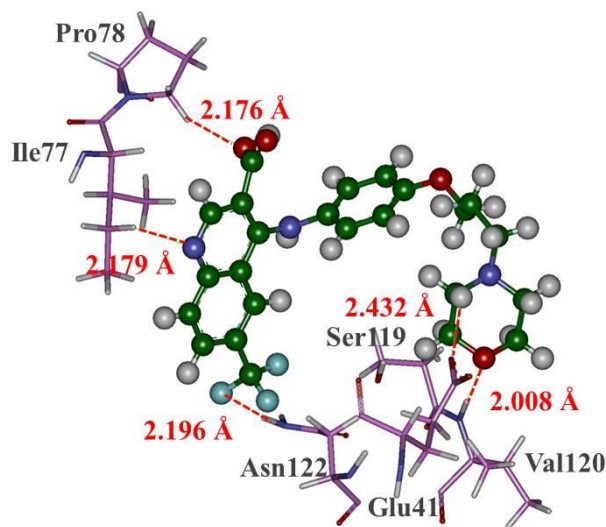
เมื่อพิจารณาสารประกอบที่ 3 มีโครงสร้างที่มีความเหมือนกันกับสารประกอบที่ 4 มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง เอนไซม์ GyrB ด้วยค่า IC_{50} เท่ากับ $14.92 \mu M$ แตกต่างกันที่ตำแหน่ง R_1 และ Y ซึ่งตำแหน่ง R_1 คือ หมู่เอทอกซี พบว่าเกิดอันตรกิริยาชนิดอิเล็กโตรสแตติกกับกรดอะมิโน Asp72 และเกิดอันตรกิริยาชนิดไฮโดรโฟบิกกับกรดอะมิโน Val70 ที่ตำแหน่งของ Y คือ อะตอมออกซิเจน พบว่าเกิดพันธะไฮโดรเจนกับกรดอะมิโน Met93 มีระยะห่าง 2.467 อังสตรอม นอกจากนี้ยังเกิดพันธะไฮโดรเจนที่ตำแหน่ง X คือ อะตอมออกซิเจน R คือ เมทอกซี และสายโซ่บิวทิลกับกรดอะมิโน His82 Asn122 และ Val118 มีระยะห่าง 1.990, 2.204 และ 2.150 อังสตรอม ตามลำดับ ซึ่งสารประกอบที่ 3 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ GyrB ต่ำกว่าสารประกอบที่ 4 เนื่องจากหมู่แทนที่ของทั้งสองสารประกอบทำให้การวางตัวของลิแกนด์ในโพรงการจับของเอนไซม์ GyrB ต่างกัน และสารประกอบที่ 4 เกิดอันตรกิริยาที่สำคัญจำนวนมากกว่าสารประกอบที่ 3 ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 อันตรกิริยาของสารประกอบที่ 3 ในโพรงการจับของเอนไซม์ GyrB

สารประกอบที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ GyrB ระดับต่ำ

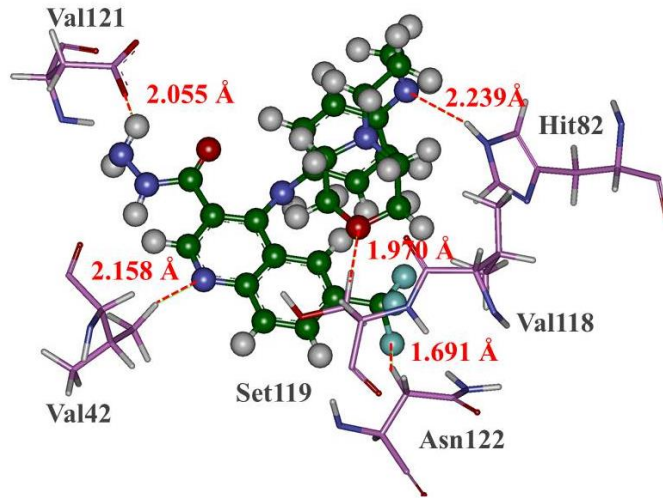
เมื่อพิจารณาสารประกอบที่ 2 มีโครงสร้างที่มีความเหมือนกันกับสารประกอบที่ 3 มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง เอนไซม์ GyrB ด้วยค่า IC_{50} เท่ากับ $27.83 \mu M$ แตกต่างกันที่ตำแหน่ง R และ R_1 ซึ่งตำแหน่ง R คือ หมู่ไตรฟลูออโรเมทิล พบว่าเกิดพันธะไฮโดรเจนกับกรดอะมิโน Pro78 และ Asn122 มีระยะห่าง 2.176 และ 2.196 อังสตรอม ตามลำดับ ที่ตำแหน่งของ R_1 คือ หมู่ไฮดรอกซิล พบว่าไม่เกิดอันตรกิริยาใด และยังเกิดพันธะไฮโดรเจนที่ตำแหน่ง Y คือ อะตอมออกซิเจน สายโซ่บิวทิล และหมู่ควิโนโลนกับกรดอะมิโน Val120, Glu41 และ Ile77 มีระยะห่าง 2.008, 2.432 และ 2.179 อังสตรอม ตามลำดับ สารประกอบที่ 2 ตำแหน่ง X คือ อะตอมออกซิเจน ไม่เกิดพันธะไฮโดรเจนเหมือนกับสารประกอบที่ 3 ซึ่งพันธะไฮโดรเจนเป็นอันตรกิริยาที่สำคัญต่อประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ GyrB ดังนั้น สารประกอบที่ 2 จึงมีประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ GyrB ได้น้อยกว่าสารประกอบที่ 3 ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 อันตรกิริยาของสารประกอบที่ 2 ในโพรงการจับของเอนไซม์ GyrB

เมื่อพิจารณาสารประกอบที่ 1 มีโครงสร้างที่มีความเหมือนกันกับสารประกอบที่ 2 มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง เอนไซม์ GyrB ด้วยค่า IC_{50} เท่ากับ $47.25 \mu M$ แตกต่างกันที่ตำแหน่ง R_1 และ X ซึ่งตำแหน่ง R_1 คือ $NHNH_2$ พบว่าไม่เกิด อันตรกิริยาใด ตำแหน่งของ X คือ หมู่เอมีน พบว่าเกิดพันธะไฮโดรเจนกับกรดอะมิโน

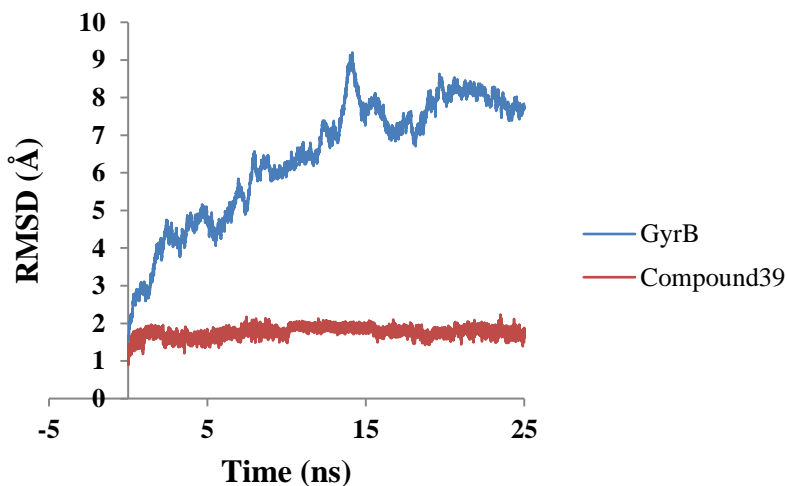
His82 มีระยะห่าง 2.239 อังสตรอม และยังเกิดพันธะไฮโดรเจนที่ตำแหน่ง Y, R สายโซ่บีวทิวและหมู่ควิโนโลนกับกรดอะมิโน Ser119, Asn122, Val118 และ Val42 มีระยะห่าง 1.970, 1.691, 2.477 และ 2.158 อังสตรอม ตามลำดับ ในตำแหน่ง R₁ คือ NHNH₂ ของสารประกอบที่ 1 ไม่เกิดอันตรกิริยาที่สำคัญ แต่มีหมู่แทนที่ตำแหน่ง R₁ และ X ต่างกันส่งผลให้การวางตัวในโพรงการจับของเอนไซม์ GyrB และเกิดอันตรกิริยาตำแหน่งอื่น แต่อันตรกิริยาเหล่านี้มีระยะห่างระหว่างลิแกนด์กับกรดอะมิโนที่มากเมื่อเทียบกับสารประกอบที่ 2 ประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ของสารประกอบที่ 1 มีระดับต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 อันตรกิริยาของสารประกอบที่ 1 ในโพรงการจับของเอนไซม์ GyrB

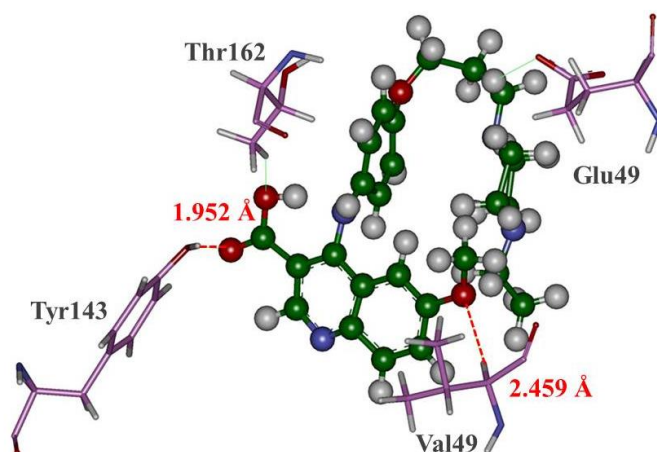
3) ผลการศึกษาสารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone ด้วยระเบียบวิธีการจำลองพลวัตเชิงโมเลกุล

การศึกษาโครงสร้างที่เปลี่ยนไปตามเวลาที่สนใจที่ทำให้โครงสร้างเสถียร ดังแสดงรูปที่ 6 คือ สารประกอบที่ 4 มีประสิทธิภาพการยับยั้งอยู่ในกลุ่มสูง พบว่าเมื่อรันไป 25 ns สารประกอบที่ 4 ได้ค่า RMSD ของเอนไซม์ GyrB เพิ่มขึ้น แสดงว่าถึงว่าสารประกอบยังไม่มีเสถียร และนำสารประกอบที่ 25 ns มารันเพิ่มเพื่อหาโครงสร้างของสารประกอบที่มีความเสถียร



รูปที่ 6 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างตามระยะเวลาที่สนใจ

สารประกอบที่ 4 ได้นำไปศึกษาโครงสร้างที่เปลี่ยนไปตามเวลาที่สนใจที่ทำให้โครงสร้างเสถียร ที่ 25 ns จากผลการศึกษาไม่ได้โครงสร้างที่เสถียร และนำมาวิเคราะห์อันตรกิริยาที่สำคัญ พบว่าเกิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมออกซิเจนกับไฮโดรเจนของกรดอะมิโน Tyr143 และ Val49 มีระยะห่าง 1.952 และ 2.459 อังสตรอม ตามลำดับ



รูปที่ 7 อันตรกิริยาของสารประกอบที่ 4 ในโปรแกรมจับของเอนไซม์ GyrB ด้วยระเบียบวิธีการจำลองพลวัตเชิงโมเลกุล

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการวางตัวด้วยระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดอกกิ้งและศึกษาอันตรกิริยาของสารอนุพันธ์ 4-Aminoquinolone ในโปรแกรมจับของเอนไซม์ GyrB สามารถสรุปได้ว่าสารประกอบที่ 4 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูง ซึ่งมีหมู่แทนที่ R₁ คือ ไฮดรอกซิลและหมู่แทนที่ Y คือ อะตอมออกซิเจนเกิดพันธะไฮโดรเจนซึ่งเป็นอันตรกิริยาที่สำคัญกับกรดอะมิโน เมื่อเปรียบเทียบกับสารประกอบที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพการยับยั้งระดับต่ำ ก็มีอันตรกิริยาที่สำคัญเช่นเดียวกันเพียงแต่มีจำนวนอันตรกิริยาที่สำคัญน้อยกว่า และอาจเกิดจากการวางตัวของสารประกอบหรือหมู่แทนที่ที่ส่งผลให้สารประกอบที่ 4 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูง และได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างที่เวลาสนใจโดยวิธีการจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุลของสารประกอบที่ 4 รั้นที่ 25 ns และวิเคราะห์อันตรกิริยาที่สำคัญเกิดพันธะไฮโดรเจน ซึ่งจากผลการศึกษาทำให้สามารถปรับปรุงโครงสร้างของสารประกอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ GyrB และนำไปสู่การพัฒนาการรักษาโรควัณโรคได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) สำหรับการสนับสนุนโปรแกรมและเครื่องมือในการคำนวณ สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข สวรส. (HSRI.(60.083, ศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC), โครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษกแก่ นาย บัณฑิต คำศรี (PHD/2559/0132) สำหรับเงินทุนสนับสนุนตลอดการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จิตติมา) .2560). WHO จัด ‘ไทย’ เป็นประเทศ ‘วัณโรคสูง’ ครม รับนทุนทุนวิจัย .สวรส - มีมติให้เป็นวาระชาติ . ‘ลดตาย ลดโรค ลดล้มละลายทางการเงิน’. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม, 2561, จากสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข : (.สวรส)<https://www.hsri.or.th/researcher/media/news/detail/8927>
- B. Medapi et al. (2015). 4-Aminoquinoline derivatives as novel Mycobacterium tuberculosis GyrB inhibitors: Structural optimization, synthesis and biological evaluation. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 2015(103), 1-16.
- R. Changkwanyun et al. (2015). Characterization of *Campylobacter jejuni* DNA gyrase as the target of quinolones. *J Infect Chemother*, 2015(21), 604-609.
- S. Thee et al. (2015). Fluoroquinolones for the treatment of tuberculosis in children. *Tuberculosis*, 2015(95), 229-245.

การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมบนอนุภาคจีโอพอลิเมอร์จากดินขาว:
กระบวนการสมดุล จลนพลศาสตร์และอุณหพลศาสตร์การดูดซับ

The study of Adsorption Efficiency of Brilliant Green Dye Solution onto
Nanogeopolymer: Equilibrium Adsorption Kinetics and Thermodynamics

ศุภวรรณ พิมพ์ดี¹ มาลินี แรงเขตรกิจ¹ บงกชวรรณ พาคำวงศ์¹ กชกร ยอดเยี่ยมแกร¹ วรางคณา กิตติวงวิศาล¹ นิตยา พันธุ์ก้อน¹
ชญานิลห์ หาญวรินทร์¹ มาลี ประจวบสุข¹ สายสมร ลำลอง¹ ดวงดาว สัตยากุล¹ จิตรลดา เดชาติวงศ์¹
พฤทธิ คำศรี² วรายุทธ สะโงมแสง³ ปาจรีย์ ถาวรนิติ⁴ และ พรพรรณ พึ่งโพธิ์^{1*}
¹ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม
³ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
⁴ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
*E-mail: pompan_ubu@yahoo.com

บทคัดย่อ

จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับชนิดใหม่ที่มาจากอะลูมิโนซิลิเกต ในงานวิจัยได้ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมบริลเลียน กรีน ในสารละลายบนวัสดุจีโอพอลิเมอร์ โดยศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมซึ่งประกอบไปด้วยปริมาณของจีโอพอลิเมอร์และเวลาที่ใช้ในการดูดซับ นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษานี้ไอโซเทอร์มการดูดซับและจลนพลศาสตร์ของตัวดูดซับอีกด้วย ผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณตัวดูดซับที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบริลเลียน กรีน คือ 10 กรัมต่อลิตร เวลาที่เหมาะสมคือ 30 นาที โดยมีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับถึง 97 เปอร์เซ็นต์ที่ความเข้มข้นของสีย้อมมาตรฐาน 300 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับ พบว่าการดูดซับสีย้อมบริลเลียน กรีน สอดคล้องกับแลงเมียร์ ไอโซเทอร์ม จลนพลศาสตร์การดูดซับสีย้อมบริลเลียน กรีน สอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับสองเสมือน และการศึกษาอุณหพลศาสตร์ การดูดซับสารละลายสีย้อมบริลเลียน กรีน ด้วยจีโอพอลิเมอร์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงเอนทัลปี (ΔH°) และเอนโทรปี (ΔS°) ของการดูดซับด้วยจีโอพอลิเมอร์ มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากระบวนการดูดซับนี้เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน โมเลกุลของตัวดูดซับและตัวถูกดูดซับที่บริเวณรอยต่อของพื้นผิวตัวดูดซับกับตัวถูกดูดซับมีความไม่เป็นระเบียบเพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระกิบส์ (ΔG°) ของการดูดซับสารละลายสีย้อมบริลเลียน กรีน ด้วยจีโอพอลิเมอร์มีค่าเป็นลบแสดงว่าปฏิกิริยาการดูดซับสามารถเกิดขึ้นเอง ผลที่ได้เป็นข้อมูลสำคัญในการประยุกต์วัสดุดูดซับดังกล่าว เพื่อนำไปเป็นตัวดูดซับที่มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดสีย้อมที่ปนเปื้อนในน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

คำสำคัญ : จีโอพอลิเมอร์ อลูมิโนซิลิเกต สีย้อมบริลเลียน กรีน การดูดซับ

Abstract

Geopolymer is a new adsorption material made from alumino-silicates material. In this study, geopolymer was used to remove brilliant green (BG) dye from aqueous solution. Adsorption efficiency of geopolymer was investigated. Optimum parameters for BG dye adsorption including dosage and adsorption time were determined. Moreover, adsorption isotherm and kinetic properties were studied. The results showed that when the initial dye concentration of 300 mg/L was used. The optimum dosage of adsorbent is 10 g/L and the optimum adsorption time is 30 minute at which 97 % of the dye was adsorped. The adsorption isotherms of dye onto geopolymer corresponded well to the Langmuir adsorption isotherm. The adsorption kinetic of dye onto geopolymer is described by pseudo-second-order model. Thermodynamic properties of the

adsorption process were calculated from the adsorption data. the calculated ΔG° value is negative which indicates that the dye adsorption was spontaneous. The values of ΔH° and ΔS° are positive which indicated that the adsorption process is endothermic and the adsorption process increases the degree of disorder, respectively. Based on the results, geopolymer could be use as highly effective adsorbents for removal of industrial dye in wastewater.

Keywords: Geopolymer, Alumino-Silicate, Brilliant Green Dye, Adsorption

บทนำ

กระบวนการดูดซับ (Adsorption process) เป็นการบำบัดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการต่างๆ ในหลายอุตสาหกรรม เป็นกระบวนการบำบัดของเสียที่ง่าย ราคาถูกและมีประสิทธิภาพในการบำบัดที่สูงเมื่อเทียบกับหลายวิธีการบำบัดของเสีย โดยโมเลกุลที่ถูกดูดซับเรียกว่าสารถูกดูดซับ (Adsorbate) ส่วนสารที่ทำหน้าที่ดูดซับเรียกว่าสารดูดซับ (Adsorbent) โดยที่กระบวนการดูดซับนี้ได้นำเอามาใช้ในการกำจัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โลหะหนัก สารอินทรีย์ระเหยง่าย ตัวทำละลายและสีย้อม เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงและมีข้อดีคือ ไม่ต้องมีการเติมสารเคมีลงไปใต้น้ำเสีย ใช้เงินลงทุนน้อย ใช้เวลาในการบำบัดไม่นาน [E. Forgacs et al., 2004; G. Crini, 2006; V.K. Gupta, 2009; G. Mezohegyi et al., 2012; M.T. Yagub et al., 2014] ตัวดูดซับที่นิยมนำมาใช้ในการดูดซับของเสียต่างๆ จากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ เนื่องจากมีพื้นที่ผิวปริมาณมากทำให้มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดของเสียในน้ำเสีย [G. Mezohegyi et al., 2012] แต่อย่างไรก็ตามถ่านกัมมันต์ไม่เหมาะสมสำหรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง เนื่องจากถ่านกัมมันต์มีต้นทุนในการผลิต จึงทำให้มีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นจึงมีการนำเอาวัสดุดูดซับธรรมชาติเป็นตัวดูดซับที่ใช้ในการบำบัด [G. Crini, 2006; V.K. Gupta, 2009] จึงเป็นวิธีการแก้ไขปัญหาระยะราคาในการกำจัดของเสีย เช่น ดินขาว ซีโอไลต์ธรรมชาติ และวัสดุเหลือทิ้งอื่นๆ ก่อนหน้านั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการบำบัดสีย้อมอุตสาหกรรมจากน้ำทิ้งโดยใช้ดินขาวธรรมชาติจากแหล่งต่างๆในประเทศไทย ซึ่งเป็นตัวดูดซับที่มีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ และหาได้ง่ายในประเทศไทย จากการศึกษาผลเบื้องต้นของทีมงานวิจัยพบว่าดินขาวธรรมชาตินั้นสามารถดูดซับสีย้อมได้ดี บางสีย้อมเท่านั้น

จีโอโพลีเมอร์เป็นวัสดุชนิดใหม่จำพวกอะลูมิโนซิลิเกต (aluminosilicate) ที่มีการเกิดปฏิกิริยาคลายกับการเกิดโพลีเมอร์ โดยจีโอโพลีเมอร์จัดเป็นสารโพลีเมอร์อนินทรีย์ (Inorganic Polymer) แต่มีลักษณะและสมบัติคล้ายกับเซรามิกส์ นอกจากนี้ยังมีสมบัติเป็นวัสดุเชื่อมประสานเช่นเดียวกับซีเมนต์ทำให้สามารถใช้แทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้ [[X. Xu et al., 2000; P. Duxson et al., 2007; Z. Yunsheng et al., 2010; Z.H. Zhang et al., 2016] จีโอโพลีเมอร์เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างซิลิกา (Silica, SiO₂) และอลูมินา (Alumina, Al₂O₃) ให้เป็นโมเลกุลลูกโซ่ในลักษณะของโพลีเมอร์ (Polymer) โดยวัสดุที่มีซิลิกาและอลูมินาเป็นองค์ประกอบจะถูกกระตุ้นด้วยสารละลายอัลคาไล หลังจากนั้นโซเดียมซิลิเกตจะเข้าไปเป็นตัวทำให้รวมตัวกันในลักษณะของโครงสร้างแบบสามเหลี่ยมแบบสามมิติ เกิดพันธะ Si-O-Al ลักษณะการเกิดโมเลกุลลูกโซ่ของจีโอโพลีเมอร์มีสูตรโมเลกุลดังสมการ



โดย M = ธาตุอัลคาไล

- = พันธะ (Bond)

z = จำนวนโมเลกุลของ Si - O₂ เท่ากับ 1, 2 หรือ 3

n = ปริมาณโมเลกุลของการทำโมเลกุลลูกโซ่ (Degree of Polymerization)

w = จำนวนโมเลกุลของน้ำ

ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาประสิทธิภาพของดินขาวให้สามารถที่จะดูดซับสีย้อมชนิดต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น ในงานวิจัยนี้จึงจะทำการปรับปรุงและพัฒนาดินขาวให้เป็นวัสดุจีโอพอลิเมอร์ และนำอนุภาคจีโอพอลิเมอร์จากดินขาวที่สังเคราะห์ขึ้นได้ มาศึกษาการประยุกต์ใช้งานเป็นวัสดุดูดซับในการกำจัดสีย้อมที่ปนเปื้อนในสารละลาย โดยจะทำการศึกษากับสีย้อม บริลเลียน กรีน และหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวดูดซับ ได้แก่ ปริมาณและเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับ รวมทั้งจะทำการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับ จลนพลศาสตร์การดูดซับ อุณหพลศาสตร์ การดูดซับสีย้อมด้วยวัสดุดูดซับ เพื่อจะได้นำไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดสีย้อมที่ปนเปื้อนในสารละลายตามแหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำทิ้งในอุตสาหกรรมต่อไป

วิธีการวิจัย

1. การสังเคราะห์จีโอพอลิเมอร์

การสังเคราะห์จีโอพอลิเมอร์เริ่มจากชั่งดินขาวระนองที่ผ่านการเผาที่ 600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง มา 100.00 กรัม ผสมกับสารละลาย 8.00 M NaOH : Na_2SiO_3 67.00 มิลลิลิตร กวนดินให้เป็นสีเดียวกัน จากนั้นใช้เครื่องตีดินผสมดินให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำจีโอพอลิเมอร์ที่ผสมแล้วเทใส่แม่พิมพ์ครึ่งวงกลมขนาดเล็ก วางแม่พิมพ์ครึ่งวงกลมขนาดเล็กบนเครื่องสั่นเพื่อไล่ฟองอากาศออก เสร็จแล้วคลุมแม่พิมพ์ครึ่งวงกลมขนาดเล็กด้วย Wrapping Film บ่มไว้ 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นแกะ Wrapping Film และแกะชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ครึ่งวงกลมขนาดเล็ก และบ่มต่ออีก 7 วัน จะได้จีโอพอลิเมอร์ จากนั้นนำเอาจีโอพอลิเมอร์ที่ได้มาทำการบดให้ละเอียดเพื่อใช้ในการดูดซับต่อไป

2. เตรียมสารละลายมาตรฐานสีย้อมบริลเลียน กรีน และหาช่วงความเป็นเส้นตรง

2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานสีย้อมบริลเลียน กรีนที่มีความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 การหาความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนแสงสูงสุดและการหาช่วงความเป็นเส้นตรงของสารละลายสีย้อมบริลเลียน กรีน

2.2.1 สแกนหาความยาวคลื่นที่สีย้อมบริลเลียน กรีน สามารถดูดกลืนแสงได้สูงสุด ในช่วงความยาวคลื่น 400-800 นาโนเมตร โดยใช้เทคนิค UV-Visible spectroscopy

2.2.2 เตรียมสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 1.50, 3.00, 6.00, 15.00, 30.00, 45.00, 60.00, 75.00, 150.00 และ 300.00 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.3 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงแล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาช่วงความเป็นเส้นตรงของสีย้อม

3. การเตรียมกราฟมาตรฐานของสีย้อมบริลเลียน กรีน

3.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานสีย้อมความเข้มข้น 1.50, 3.00, 6.00, 15.00 และ 30.00 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2 นำสารละลายมาตรฐานสีย้อมที่เตรียมได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตร จากนั้นบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้

3.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับความเข้มข้นด้วยวิธี Linear Regression

4. การศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุดูดซับธรรมชาติในการดูดซับสารละลายมาตรฐานสีย้อมบริลเลียน กรีน

4.1 หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อมบริลเลียน กรีน ก่อนการดูดซับด้วยจีโอพอลิเมอร์

4.1.1 ทำการเจือจาง 100 เท่า ของสารละลายมาตรฐานสีย้อมความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.1.2 นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตร และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อม

4.2 หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน หลังการดูดซับด้วย จีโอพอลิเมอร์

4.2.1 ชั่งจีโอพอลิเมอร์ มา 0.50 กรัม ปิเปตสารละลายมาตรฐานสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีนที่มีความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 25 มิลลิลิตร

4.2.2 ทำการกวนสาร 30 วินาที โดยใช้เวลาในการดูดซับ 30 นาที

4.3.3 เมื่อครบเวลา 30 นาที นำสารใส่หลอดทดลองแล้วเอาเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง แยกเอาสารละลายออกจากหลอดทดลองแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตรและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อม

4.3.4 ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

5. การศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการใช้จีโอพอลิเมอร์ในการดูดซับสารละลายสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน

5.1 การศึกษาปริมาณของวัสดุจีโอพอลิเมอร์ที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน

5.1.1 หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน ก่อนการดูดซับด้วย จีโอพอลิเมอร์

1) ทำการเจือจาง 100 เท่า ของสารละลายมาตรฐานสีย้อมความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตรและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อมก่อนการดูดซับ

5.1.2 หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน หลังการดูดซับด้วย จีโอพอลิเมอร์

1) ชั่งจีโอพอลิเมอร์มา 0.05, 0.1, 0.25, 0.5 และ 1.0 กรัม ปิเปตสารละลายมาตรฐานสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน ที่มีความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 25 มิลลิลิตร

2) ทำการกวนสาร 30 วินาที โดยใช้เวลาในการดูดซับ 30 นาที

3) เมื่อครบเวลา 30 นาที นำสารใส่หลอดทดลองหลอดใหม่แล้วเอาเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง แยกเอาสารละลายออกจากหลอดทดลองแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตรและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อม

4) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

5.2 ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน

5.2.1 หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน ก่อนการดูดซับด้วย จีโอพอลิเมอร์

1) ทำการเจือจาง 100 เท่า ของสารละลายมาตรฐานสีย้อมความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตรและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อม

5.2.2 หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน หลังการดูดซับด้วย จีโอพอลิเมอร์

1) ชั่งจีโอพอลิเมอร์มา 0.25 กรัม ปิเปตสารละลายมาตรฐานสีย้อมความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 25 มิลลิลิตร โดยศึกษาเวลาที่ 15, 30, 60 นาที

2) ทำการกวนสาร 30 วินาที โดยใช้เวลาในการดูดซับ 30 นาที

3) เมื่อครบเวลา นำสารใส่หลอดทดลองหลอดใหม่แล้วเอาเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง แยกเอาสารละลายออกจากหลอดทดลองแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตรและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อม

4) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

5.3 ศึกษาอุณหภูมิของสีย้อมบิลิเลียน กรีน ที่มีผลต่อการดูดซับด้วยจีโอพอลิเมอร์

5.3.1 หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อมบิลิเลียน กรีน ก่อนการดูดซับด้วยจีโอพอลิเมอร์

- 1) ทำการเจือจาง 100 เท่า ของสารละลายมาตรฐานสีย้อมความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 2) นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตรและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อม

5.3.2 หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อมบิลิเลียน กรีน หลังการดูดซับด้วยจีโอพอลิเมอร์

- 1) ชั่งจีโอพอลิเมอร์มา 0.25 กรัม ปิเปิดสารละลายมาตรฐานสีย้อมความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร 25 มิลลิลิตร
- 2) ทำการกวนสาร 30 วินาที ก่อนตั้งการดูดซับทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง 20, 30, 40 และ 50 องศาเซลเซียส
- 3) เมื่อครบเวลา นำสารใส่หลอดทดลองหลอดใหม่แล้วเอาเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง แยกเอาสารละลายออกจากหลอดทดลองแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตรและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อม
- 4) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

6. ศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับสารละลายสีย้อม

6.1 การศึกษาฟรอนด์ลิชไอโซเทอร์ม (Freundlich isotherm)

6.1.1 นำค่าที่ได้จากการศึกษาความเข้มข้นของสีย้อมบิลิเลียน กรีน ที่มีผลต่อการดูดซับด้วยจีโอพอลิเมอร์มาแทนค่าในตัวแปรของสมการไอโซเทอร์มการดูดซับตามสมการของ Freundlich isotherm

$$\log(X_m/m) = (1/n)\log C_e + \log K_F$$

โดยที่ X_m คือจำนวนโมลของตัวถูกละลายที่ถูกดูดซับบน m กรัมของตัวดูดซับ

m คือปริมาณของตัวดูดซับ

C_e คือความเข้มข้นของสารละลายที่สภาวะสมดุล (mg/L)

K_F คือค่าคงที่การดูดซับ แบบฟรอนด์ลิช (ค่าความจุในการดูดซับ)

$1/n$ คือค่าความแข็งแรงของพันธะในการดูดซับ

6.1.2 นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟโดยให้แกน X คือ $\log C_e$ แกน Y คือ $\log(X_m/m)$

6.1.3 จากสมการเส้นตรงที่ได้ คำนวณหาค่าคงที่ของ Freundlich isotherm คือ K_F และ

$1/n$

6.1.4 เปรียบเทียบค่าคงที่ที่คำนวณได้กับผลการทดลองว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่

6.2 การศึกษาแลงเมียร์ไอโซเทอร์ม (Langmuir isotherm)

6.2.1 นำค่าที่ได้จากการศึกษาความเข้มข้นของสีย้อมบิลิเลียน กรีนที่มีผลต่อการดูดซับด้วยจีโอพอลิเมอร์มาแทนค่าในตัวแปรของสมการไอโซเทอร์มการดูดซับตามสมการของ Langmuir isotherm

$$C_e/(X_m/m) = (1/K_L N_m) + (C_e/N_m)$$

โดยที่ C_e คือความเข้มข้นของสารละลายที่สภาวะสมดุล (mg/L)

X/m คือปริมาณของตัวดูดซับ

N_m คือปริมาณของตัวดูดซับ ณ สภาวะสมดุล

K_L คือค่าคงที่การดูดซับ แบบแลงเมียร์ (ค่าความจุในการดูดซับ)

6.2.2 นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟโดยให้แกน X คือ C_e แกน Y คือ (X_m/m)

6.2.3 จากสมการเส้นตรงที่ได้ คำนวณหาค่าคงที่ของ Langmuir isotherm คือ K_L และ N_m

6.2.4 เปรียบเทียบค่าคงที่ ที่คำนวณได้กับผลการทดลองว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่

7. ศึกษาจลนพลศาสตร์การดูดซับสารละลายสีย้อม

7.1 ศึกษาจลนพลศาสตร์การดูดซับแบบ Pseudo-first order

7.1.1 นำค่าที่ได้จากการศึกษาเวลาที่มีผลต่อการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีนโดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับมาแทนค่าในตัวแปรของสมการจลนพลศาสตร์การดูดซับตามสมการ

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t$$

เมื่อ q_t คือความสามารถในการดูดซับที่เวลาใดๆ (มิลลิกรัมต่อกรัม)

q_e คือความสามารถในการดูดซับที่เวลาสมดุล (มิลลิกรัมต่อกรัม)

k_1 คือค่าคงที่อัตราเร็วของปฏิกิริยาอันดับที่หนึ่ง (ต่อนาที)

t คือเวลาที่ใช้ในการดูดซับ (นาที)

7.1.2 นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟโดยให้แกน X คือ t แกน Y คือ $\ln(q_e - q_t)$

7.1.3 จากสมการเส้นตรงที่ได้ คำนวณหาค่าคงที่ของ Pseudo-first order คือ k_1

7.1.4 เปรียบเทียบค่าคงที่ที่ได้ คำนวณได้กับผลการทดลองว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่

7.2 ศึกษาจลนพลศาสตร์การดูดซับแบบ Pseudo-second order

7.2.1 นำค่าที่ได้จากการศึกษาเวลาที่มีผลต่อการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับมาแทนค่าในตัวแปรของสมการจลนพลศาสตร์การดูดซับตามสมการมาแทนค่าในตัวแปรของสมการจลนพลศาสตร์การดูดซับตามสมการ

$$(t/q_t) = (1/k_2 q_e) + (t/q_e)$$

เมื่อ q_t คือความสามารถในการดูดซับที่เวลาใดๆ (มิลลิกรัมต่อกรัม)

q_e คือความสามารถในการดูดซับที่เวลาสมดุล (มิลลิกรัมต่อกรัม)

k_2 คือค่าคงที่อัตราเร็วของปฏิกิริยาอันดับที่หนึ่ง (ต่อนาที)

t คือเวลาที่ใช้ในการดูดซับ (นาที)

7.2.2 นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟโดยให้แกน X คือ t แกน Y คือ t/q_t

7.2.3 จากสมการเส้นตรงที่ได้ คำนวณหาค่าคงที่ของ Pseudo-second order คือ k_2

7.2.4 เปรียบเทียบค่าคงที่ที่ได้ คำนวณได้กับผลการทดลองว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่

8. ศึกษาอุณหพลศาสตร์การดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน ด้วยจีโอพอลิเมอร์

1. นำค่าที่ได้จากการศึกษาอุณหภูมิจากการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน ด้วยจีโอพอลิเมอร์มาแทนค่าในตัวแปรของสมการอุณหพลศาสตร์การดูดซับตามสมการ Van't Hoff

$$\ln K_c = -(\Delta H^\circ/RT) + (-\Delta S^\circ/R)$$

เมื่อ ΔH° คือการเปลี่ยนแปลงเอนทัลปี (Enthalpy)

ΔS° คือการเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี (Entropy)

R คือค่าคงที่ของแก๊สมีค่าเท่ากับ 8.314 จูลต่อโมลเคลวิน

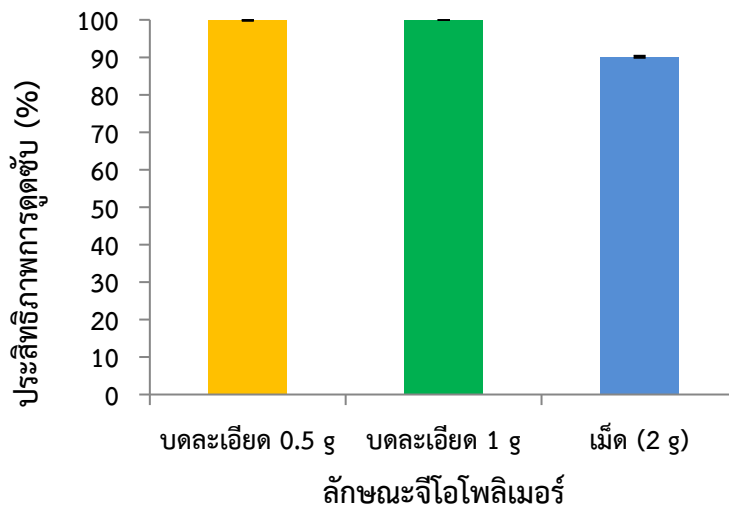
2. นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟโดยที่แกน X คือ $1/T$ และแกน Y คือ $\ln K_c$

3. จากสมการเส้นตรง ได้ความชันคือ $(-H^\circ/R)$ จุดตัดแกน Y คือ $(\Delta S^\circ/R)$ และ K_c คือ ค่าคงที่สมดุล ซึ่งหาได้จากสมการ $K_c = (c_{ads}/c_e)$ เมื่อหาค่า K_c แล้วจากนั้นคำนวณหา ΔG° ที่มีผลต่อการดูดซับ ซึ่งหาได้จากสมการ $\Delta G^\circ = -RT \ln K_c$

ผลการวิจัย

1. การศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุดูดซับธรรมชาติในการดูดซับสารละลายมาตรฐานสีย้อมบิลิเลียน กรีน

จากการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมบิลิเลียนกรีน ด้วยจีโอพอลิเมอร์ที่มีระยะเวลาการบ่ม 7 วัน ที่บดละเอียด ปริมาณ 0.50 และ 1.00 กรัม และจีโอพอลิเมอร์ที่เป็นเม็ด (ไม่บดละเอียด) 1 เม็ด พบว่ามีประสิทธิภาพการดูดซับของจีโอพอลิเมอร์ที่บดละเอียด 0.50 กรัม เป็น 99 % ที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งเป็นปริมาณของตัวดูดซับที่น้อย และค่า Absorbance ของสีย้อมบิลิเลียน กรีน ก่อนและหลังการดูดซับ ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งค่า Absorbance แปรผกผันกับค่า Intensity ถ้า Absorbance มาก สารละลายมีความเข้มข้นมากดังกฎของเบียร์-แลมเบิร์ต แต่ Intensity มีค่าต่ำ



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะจีโอพอลิเมอร์ที่ใช้ดูดซับกับประสิทธิภาพการดูดซับ (%)

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการดูดซับของจีโอพอลิเมอร์บดละเอียดปริมาณ 0.50, 1.00 กรัม และเป็นเม็ด (ไม่บดละเอียด) ที่มีระยะเวลาการบ่ม 7 วัน

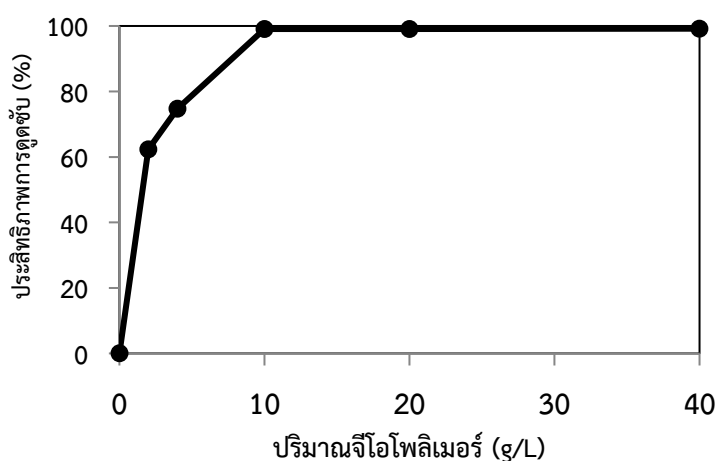
ปริมาณของ จีโอพอลิเมอร์ (กรัม)	ความเข้มข้นของสีย้อมบิลิเลียน กรีน (mg/L)		ประสิทธิภาพ การดูดซับ (%)
	ก่อนดูดซับ	หลังดูดซับ	
0.5079	347.7550	0.4304	99.88 ± 0.13
1.0096	347.7550	0.1112	99.97 ± 0.007
1 เม็ด (2.0299)	347.7550	34.9301	90.14 ± 0.26

การศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมด้วยจีโอพอลิเมอร์ให้เปอร์เซ็นต์การดูดซับสูงมาก เป็นค่าประสิทธิภาพการดูดซับที่ยอมรับได้ ดังนั้นทั้ง จีโอพอลิเมอร์ที่บดละเอียดและจีโอพอลิเมอร์ที่ไม่บดละเอียดให้เปอร์เซ็นต์การดูดซับสูง สามารถนำทั้งสองแบบไปศึกษาต่อได้ แต่ในงานวิจัยนี้ต้องการ จีโอพอลิเมอร์ที่มีพื้นที่ผิวมาก ๆ จึงนำจีโอพอลิเมอร์ที่บดละเอียดไปศึกษาต่อ

2. การศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการใช้จีโอพอลิเมอร์ในการดูดซับสารละลายสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน

2.1 การศึกษาปริมาณของวัสดุจีโอพอลิเมอร์ที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน

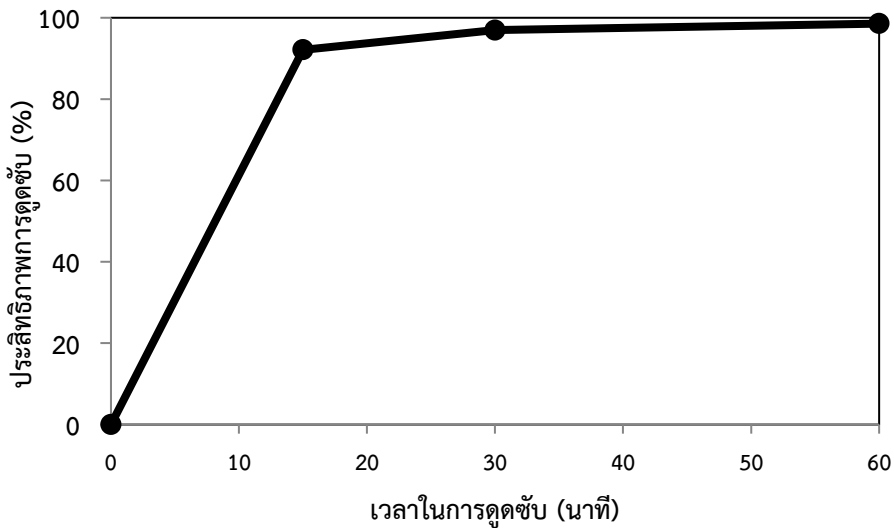
ผลการศึกษาปริมาณของจีโอพอลิเมอร์ที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน ซึ่งใช้ตัวดูดซับ 4, 8, 10, 20 และ 40 กรัมต่อลิตร โดยแสดงประสิทธิภาพการดูดซับดังรูปที่ 2 ช่วงของค่าเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการดูดซับแตกต่างกัน 2 ช่วง โดยช่วงแรกจากการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของตัวดูดซับเพิ่มมากขึ้นจาก 4 กรัมต่อลิตรเป็น 8 กรัมต่อลิตรและ 10 กรัมต่อลิตร เปอร์เซนต์ในการดูดซับสีย้อมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเพิ่มปริมาณพื้นที่ผิวในการดูดซับสีย้อมเพิ่มขึ้น ช่วงที่สองเพิ่มปริมาณของตัวดูดซับจาก 10 กรัมต่อลิตรเป็น 20 กรัมต่อลิตรและ 40 กรัมต่อลิตร พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับมีการเปลี่ยนแปลงน้อยเนื่องจากพื้นที่ผิวของตัวดูดซับมีสูงมากเกินไปพอสำหรับการดูดซับสีย้อมที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร จากผลที่ได้จึงสามารถสรุปปริมาณที่เหมาะสมของจีโอพอลิเมอร์ในการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีนได้เหมาะสมที่สุดคือ 10 กรัมต่อลิตร โดยมีประสิทธิภาพในการดูดซับเป็น 99.10 %



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของจีโอพอลิเมอร์ที่ใช้ต่อการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน

2.2 ศึกษาเวลาที่ที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ โดยศึกษาที่เวลา 15, 30 และ 60 นาที จากผลการศึกษาพบว่าผลการดูดซับประสิทธิภาพในการดูดซับเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ใช้ในการดูดซับเพิ่มขึ้น การดูดซับสีย้อมเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วที่เวลาในการดูดซับตั้งแต่เริ่มต้นถึงช่วง 15 นาที และในการดูดซับมีอัตราการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพลดลงเนื่องจากระบบเริ่มเข้าสู่สมดุลของการดูดซับ ในโดยที่ประสิทธิภาพในการดูดซับของเวลาที่ใช้ในการดูดซับที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน ด้วยจีโอพอลิเมอร์ 10 กรัมต่อลิตร คือ 30 นาที มีประสิทธิภาพในการดูดซับเท่ากับ 96.98 % ดังแสดงในรูปที่ 3



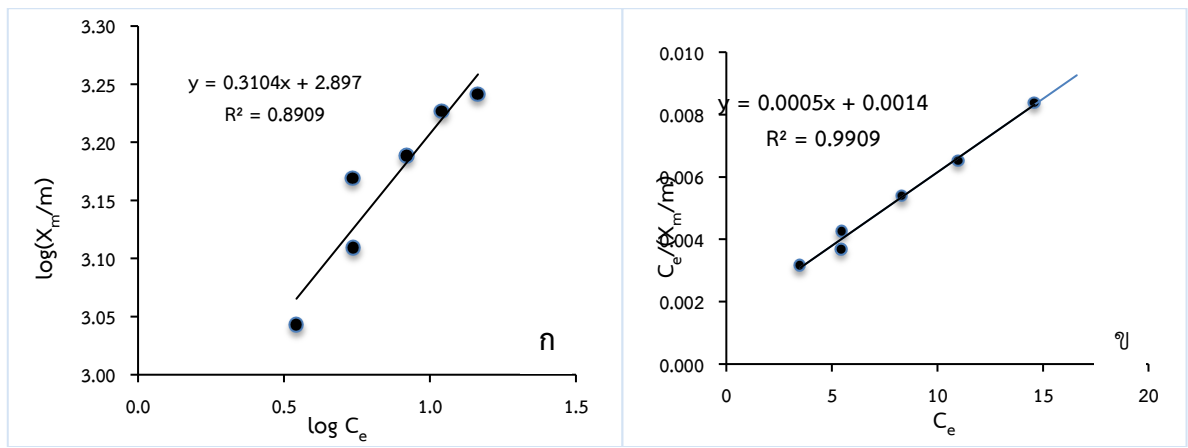
รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของเวลาในการดูดซับต่อการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ

3. ผลการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับสารละลายสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ

จากการศึกษาฟรอยดลิชไอโซเทอร์มและแลงเมียร์ไอโซเทอร์มของการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ พบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่า Correlation Coefficient (R^2) ของฟรอยดลิชไอโซเทอร์มและแลงเมียร์ไอโซเทอร์มของการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน จะเห็นได้ว่าคุณค่า R^2 ของแลงเมียร์ไอโซเทอร์มมีค่า R^2 สูงและเข้าใกล้ 1 มากกว่าฟรอยดลิชไอโซเทอร์ม ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 4 นอกจากนี้ยังสามารถนำค่าคงที่ของแลงเมียร์มาอธิบายเพื่อยืนยันผล โดยค่า R_L ของจีโอพอลิเมอร์มีค่าเท่ากับ 0.3571 ซึ่ง $0 < R_L < 1$ เป็นการดูดซับที่เหมาะสม (Favorable Adsorption) จึงสรุปได้ว่าการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีนสอดคล้องกับแลงเมียร์ไอโซเทอร์มเป็นกระบวนการดูดซับแบบ ชั้นเดียว (Monolayer Adsorption)

ตารางที่ 1 ค่าคงที่ฟรอยดลิชและแลงเมียร์ไอโซเทอร์มของการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ

ไอโซเทอร์มการดูดซับแบบฟรอยดลิช				
สมการเส้นตรง	R^2	$1/n$	K_F	-
$Y=0.3104X + 2.897$	0.8909	0.3104	788.8601	
ไอโซเทอร์มการดูดซับแบบแลงเมียร์				
สมการเส้นตรง	R^2	N_m	K_L	R_L
$Y=0.0005X + 0.0014$	0.9909	2000	0.3571	0.0051



รูปที่ 4 แสดงผลของการศึกษา(ก) ฟรอลิชไอโซเทอร์ม และ (ข) แลงเมียร์ไอโซเทอร์มของการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ

4. ผลการศึกษาจลนพลศาสตร์การดูดซับของสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ

จากการศึกษาปฏิกิริยาอันดับหนึ่งและปฏิกิริยาอันดับสองของการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับที่เวลาใดๆ พบว่าค่า Correlation Coefficient (R^2 เท่ากับ 0.03 และ 1.00ตามลำดับ ซึ่งค่า R^2 ของปฏิกิริยาอันดับสองเหมือนมากกว่าปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเหมือน แสดงว่าการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับดูดซับสอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับสองเหมือน ซึ่งค่าความจุการดูดซับที่สูงที่สุดของจีโอพอลิเมอร์ในการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน เท่ากับ 29.90 มิลลิกรัมต่อวัสดุดูดซับ 1 กรัม

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาปฏิกิริยาอันดับหนึ่งและอันดับสองของการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ

ปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเหมือน				
สมการเส้นตรง	R^2	$q_{e(exp)}$ (mg/g)	$q_{e(cal)}$ (mg/g)	k_1
$Y=0.0017X-2.2288$	0.03	29.90	3.23	0.002
ปฏิกิริยาอันดับสองเหมือน				
สมการเส้นตรง	R^2	$q_{e(exp)}$ (mg/g)	$q_{e(cal)}$ (mg/g)	k_1
$y = 0.0337X - 0.0103$	$R^2 = 1.00$	29.90	29.67	0.01

5. ผลการศึกษาอุณหพลศาสตร์การดูดซับของสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ

จากการศึกษาอุณหพลศาสตร์ของการดูดซับสีย้อมบิลเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับตามสมการ $\ln K_c = -(\Delta H^\circ/RT) + (\Delta S^\circ/R)$ เพื่อหาค่าคงที่ทางอุณหพลศาสตร์นั้นคือการเปลี่ยนแปลงเอนทัลปีของการดูดซับ (ΔH°) การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีของการดูดซับ (ΔS°) และการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระของกิบส์ (ΔG°) จากผลการทดลองดังตารางที่ 3 พบว่าการเปลี่ยนแปลงเอนทัลปีของการดูดซับ (ΔH°) มีค่าเป็นบวกแสดงว่าการดูดซับนี้เป็นกระบวนการดูดความร้อน (Endothermic process) การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีของการดูดซับ (ΔS°) มีค่าเป็นบวกแสดงให้เห็นว่ากระบวนการดูดซับมีผลทำให้โมเลกุลของตัวดูดซับและตัวถูกดูดซับที่บริเวณรอยต่อของพื้นผิวตัวดูดซับกับตัวถูกดูดซับมีความไม่เป็นระเบียบเพิ่มสูงขึ้นและการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระของกิบส์ (ΔG°) เป็นลบ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการดูดซับนี้เกิดเองได้ (Spontaneous process)

ตารางที่ 3 ค่าคงที่ทางอุณหพลศาสตร์ของสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ

T (K)	$\ln K_c$	ΔG° (kJ/mol)	ΔH° (kJ/mol)	ΔS° (J/mol K)
293	2.4129	-5.8779	100.4830	364.0202
302	4.2188	-10.6276		
313	4.8912	-12.7283		
323	6.4425	-17.3008		

จากการทดลองใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นตัวดูดซับมีประสิทธิภาพในการดูดซับมาก สามารถเป็นตัวดูดซับแทนถ่านกัมมันต์ซึ่งเป็นตัวดูดซับที่มีราคาแพง ไม่เหมาะสมกับสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาการดูดซับสารละลายสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับพบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับถึง 99 % เมื่อใช้ปริมาณตัวดูดซับ 20 กรัมต่อลิตร เวลาที่ใช้ในการดูดซับ 60 นาที โดยใช้เวลาเข้มข้นเริ่มต้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณวัสดุดูดซับที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน คือ 10 กรัมต่อลิตร เวลาที่เหมาะสมต่อการดูดซับคือ 30 นาที ผลการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับสอดคล้องกับ แลงเมียร์ไอโซเทอร์ม ผลการศึกษาจลนพลศาสตร์การดูดซับสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ สอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับสองเหมือน การศึกษาอุณหพลศาสตร์การดูดซับสีย้อมบิลิเลี่ยน กรีน โดยใช้จีโอพอลิเมอร์เป็นวัสดุดูดซับ พบว่าการดูดซับนี้เป็นกระบวนการดูดความร้อนและกระบวนการดูดซับนี้เกิดเองได้ ซึ่งผลที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดสีย้อมที่ปนเปื้อนในสารละลายตามแหล่งน้ำธรรมชาติ แม่น้ำ ลำคลอง น้ำทิ้งในชุมชน และในอุตสาหกรรมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำหรับ อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ตลอดการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- E. Forgacs et al., (2004). Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review. *Environ. Int.* 30(7), 953-971.
- G. Crini, (2006). Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: A review. *Bioresour. Technol.* 97, 1061-1085.
- G. Mezohegyi et al, (2012). Towards advanced aqueous dye removal processes: a short review on the versatile role of activated carbon. *J. Environ. Manage.* 102, 148-164.
- M.T. Yagub et al., (2014). Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: A review. *Adv. Colloid. Interface Sci.* 209, 172-184.
- P. Duxson et al., (2007). Geopolymer technology: the current state of the art. *J. Mater. Sci.* 42, 2917-2933.
- V.K. Gupta, (2009). Application of low-cost adsorbents for dye removal – A review. *J. Environ. Manage.* 90, 2313-2342.

- X. Xu et al., (2000). The geopolymerisation of alumino-silicate minerals. *Int. J. Miner. Process.* 59, 247–266.
- Z. Yunsheng et al., (2010). Composition design and microstructural characterization of calcined kaolin-based geopolymer cement. *Appl. Clay Sci.* 47, 271–275.
- Z.H. Zhang et al., (2016). Geopolymer from kaolin in China: An overview. *Appl. Clay Sci.* 119, 31–41.

ผลของเส้นใยผักตบชวาต่อสมบัติเชิงกลของแผ่นยางปูพื้น

Effect of Water Hyacinth Fiber on Mechanical Properties of Rubber Floor

จักรวราช คงอ่อน นงลักษณ์ จอระจันทร์ วัชรพล บุญครอง ปณิตพัตร นามโคตร พรพรรณ พิงโพธิ์ และ สายสมร ลำลอง*

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail : g3936619@hotmail.com (Corresponding author)

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ศึกษาการเตรียมเส้นใยเซลลูโลสจากผักตบชวา เพื่อใช้เป็นสารเสริมแรงในยางธรรมชาติ การแยกเส้นใยทำได้โดยการปั่นด้วยเครื่องปั่นเอนกประสงค์ ศึกษาผลของเส้นใยที่ผ่านการฟอกขาวต่อสมบัติเชิงกลของแผ่นยางปูพื้นโดยเตรียมยางคอมปาวด์ด้วยเครื่องผสมแบบปิด ผลการวิจัยพบว่าความแข็งของยางคอมโพสิตมีค่าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของเส้นใย นอกจากนี้สมบัติเชิงกลของยางคอมโพสิต เช่น โมดูลัส ความทนทานต่อแรงดึง ระยะยืด ณ จุดขาด มีค่าสูงกว่ายางกัม ดังนั้นเส้นใยเซลลูโลสจากผักตบชวามีศักยภาพที่จะนำมาใช้เป็นสารเสริมแรงในยางธรรมชาติ

คำสำคัญ : แผ่นยางปูพื้น ผักตบชวา ยางธรรมชาติ

Abstract

In this work, we studied the preparation of water hyacinth fiber for using as a reinforcing additive in natural rubber. Fresh plants were extracted by juice blender. The effect of water hyacinth fiber (bleached fiber) on mechanical properties of rubber floor was investigated. Rubber compound was prepared by internal mixer (barbender). The results showed that hardness of the composites was increased when increasing the amount of fiber. The mechanical properties (modulus, tensile strength, and elongation at break) of rubber composites were better than gum rubber. Then, water hyacinth fiber has the potential to be used as a reinforcing filler in rubber composites.

Keywords : Rubber Floor, Water Hyacinth, Natural Rubber

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ โดยตั้งแต่ปี 2534 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางพาราเป็นอันดับหนึ่งของโลก สามารถนำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละหลายแสนล้านบาท โดยในปี 2555 สามารถส่งออกยางได้ทั้งหมดประมาณ 2.7 ล้านตัน แต่ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา ราคาของยางที่เกษตรกรเคยขายได้ราคาสูงสุดถึงกิโลกรัมละ 183.64 บาทในปี 2554 กลับมีราคาผันผวนและลดลงเป็นอย่างมาก โดยตั้งแต่ช่วงต้นปี 2555 ถึงปลายปีเกษตรกรขายได้กิโลกรัมละไม่ถึง 100 บาท และยังมีราคาลดลงเรื่อยๆ ไม่ถึงกิโลกรัมละ 80 บาทในปี 2556 นำมาซึ่งความเดือดร้อนของเกษตรกรชาวสวนยางทั่วประเทศ เนื่องจากราคาที่เกษตรกรขายได้ไม่คุ้มกับต้นทุนการผลิตของเกษตรกร(สวีณา พลพิชน์, <http://dl.parliament.go.th/handle/lirt/356454>)

ต้นผักตบชวา เป็นพืชที่สามารถแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว จนกลายเป็นวัชพืชที่ร้ายแรงในแหล่งน้ำทั่วไป ซึ่งมีมากจนเกิดการขัดขวางการสัญจรทางน้ำ รวมทั้งมีปริมาณมากจนทำให้เกิดความยากลำบากในการใช้ชีวิตตามปกติของชาวบ้านที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ ผักตบชวาที่มีปริมาณมากตามแม่น้ำลำคลองธรรมชาติเหล่านี้มีลักษณะของเส้นใยที่เหมาะสมในการที่จะทำเป็นสารเติมในผลิตภัณฑ์ยาง จากงานวิจัยพืชที่มีเส้นใยทางการเกษตร (Fiber crops) วัสดุประเภทนี้มีโครงสร้างที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน

อยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะเซลลูโลสมีปริมาณสูง ถึงร้อยละ 60-80 ของสารประกอบทั้งหมด ซึ่งเหมาะสมในการนำมาใช้ทำเส้นใยเสริมแรงหรือสารตัวเติมในผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงเชิงกลให้แก่ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้นั้นผลิตภัณฑ์ที่มีเส้นใยธรรมชาติเป็นองค์ประกอบ จึงเป็นทางเลือกใหม่ซึ่งมีข้อดีทั้งด้านราคาและคุณภาพ การใช้วัสดุพืชที่มีเส้นใยพืชธรรมชาติเป็นองค์ประกอบ จะช่วยส่งผลให้ราคาของผลิตภัณฑ์ที่มีราคาต้นทุนถูกลง สามารถแข่งขันทางการตลาดได้ เนื่องจากเส้นใยจากผักตบชวาธรรมชาติมีอยู่มากมายตามลำคลองของประเทศไทย

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะยางพารามีแนวโน้มสูงขึ้น และต่างประเทศมีการผลิตยางพาราออกสู่ตลาดมากขึ้นด้วยในแต่ละปี ส่งผลให้ราคาของน้ำยางพารามีแนวโน้มลดลงเป็นเงาตามตัว จึงเกิดแนวคิดที่จะนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมารวมกับยางพารามาผลิตเป็นแผ่นบุพื้น เพื่อเพิ่มมูลค่า (สมพงษ์และคณะ, 2559) รายงานว่าความเป็นไปได้ในการนำพืชที่ก่อปัญหาให้แก่แม่น้ำลำคลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักตบชวาที่ก่อปัญหาให้แก่เกษตรกรและผู้ที่เกี่ยวข้องทางน้ำมาเปลี่ยนเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นบุพื้นโดยการผสมกับน้ำยางพาราธรรมชาติที่มีค่าการยึดหยุ่นที่ดี เป็นการช่วยลดปัญหาของแม่น้ำลำคลองได้ ทางหนึ่งจึงนำมาสู่งานวิจัยที่มุ่งเน้นการเสนอแนวทางการปรับปรุงสารตัวเติมจากเส้นใยผักตบชวา เพื่อเพิ่มศักยภาพของเส้นใยผักตบชวาให้มีคุณสมบัติที่แข็งแรงมากขึ้น (S. J. Tan และ A. G. Supri, 2016) รายงานว่าการปรับปรุงพื้นผิวเส้นใยผักตบชวากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อสมบัติของคอมโพสิต พบว่า คอมโพสิตที่ผสมเส้นใยที่ผ่านการปรับปรุงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ค่าความทนทานต่อแรงดึง โมดูลัสและ อุณหภูมิหลอมเหลว สูงกว่าคอมโพสิตที่ผสมเส้นใยที่ไม่ผ่านการปรับปรุง และพบว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถกำจัด เฮมิเซลลูโลส และ ลิกนินในเส้นใยผักตบชวาได้ (H. Kargarzadeh et al., 2015) รายงานว่าการปรับปรุงพื้นผิวของเส้นใยเซลลูโลสที่ได้จากต้นปอแก้ว โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการกำจัดลิกนินออกจากเส้นใย ทำการย่อยเส้นใยปอแก้วให้มีขนาดเล็กลงด้วยกรดซัลฟิวริก เตรียมให้อยู่ในรูปของ Nanocrystals เมื่อนำไปทดสอบสมบัติเชิงกลและความเข้ากันทางสัณฐานวิทยาพบว่า เส้นใยที่มีการปรับปรุงพื้นผิวมีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีกว่าเส้นใยที่ไม่ได้ปรับปรุงพื้นผิวและเส้นใยที่ปรับปรุงพื้นผิวมีการกระจายตัวได้ดีในเมทริกซ์พอลิเมอร์ เมื่อทำการแปรปริมาณของเส้นใยที่ 2, 4, และ 6 phr พบว่า มีค่าโมดูลัสและความทนทานต่อแรงกระแทกดีขึ้น นอกจากนี้ (M. Abdelmouleh et al., 2004) รายงานว่าการปรับปรุงพื้นผิวซิลิกาด้วยไฮเลนเลน 69 โดยละลายไฮเลนเลนในเอทานอลและกวนเป็นเวลา 30 นาที โดยคงที่ปริมาณซิลิกาที่ 20 phr พบว่า การปรับปรุงพื้นผิวซิลิกาทำให้สมบัติเชิงกลดีขึ้น กำมะถันในโมเลกุลของไฮเลนยัดเกาะกับโมเลกุลของยางเป็นผลทำให้เพิ่มความหนาแน่นในการเชื่อมโยงของยางวัลคาไนซ์ ซึ่งยืนยันด้วยการเพิ่มขึ้นของ 200 % โมดูลัส และ ความทนทานต่อแรงดึง ตามปริมาณความเข้มข้นของไฮเลน

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเส้นใยผักตบชวาสามารถนำมาเตรียมเป็นสารเสริมแรงในพอลิเมอร์ได้และการปรับปรุงพื้นผิวเส้นใยผักตบชวาโดยการกำจัดลิกนินด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และการย่อยเส้นใยให้มีขนาดเล็กลงด้วยกรดซัลฟิวริกทำให้สมบัติเชิงกลของคอมโพสิตดีขึ้นและไฮเลน 69 ช่วยในการเชื่อมโยงของยางวัลคาไนซ์ การปรับปรุงเส้นใยก่อนเติมลงไปนคอมโพสิตจึงเป็นทางเลือกสำคัญ ในการนำมาทำเป็นสารตัวเติมในยางธรรมชาติ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของการปรับปรุงเส้นใยผักตบชวาก่อนเติมลงไปนยางธรรมชาติเพื่อเตรียมเป็นแผ่นยางปูพื้น โดยมีการศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของคอมโพสิตเพื่อศึกษาความเป็นไปได้และประสิทธิภาพของเส้นใยผักตบชวาที่จะใช้เป็นสารตัวเติมในการเตรียมแผ่นยางปูพื้น ยางแผ่นปูพื้นเริ่มเป็นที่นิยมนำมาใช้ทดแทนวัสดุแข็ง เช่น คอนกรีต กระเบื้อง เนื่องจากมีราคาถูก ติดตั้งและขนย้ายได้สะดวก สามารถนำไปใช้งานเพื่อป้องกันการลื่น รับแรงกระแทก ลดการเสียดสี เช่น ยางแผ่นปูพื้นเพื่องานปศุสัตว์ ยางแผ่นปูพื้นในอาคารโรงงาน ยางแผ่นปูพื้นออกกำลังกาย เป็นต้น งานวิจัยนี้ยังเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำยางพาราไปผลิตเป็นบล็อกยางปูพื้นกันกระแทกด้วย

วิธีการวิจัย

การแยกเส้นใยเซลลูโลส

นำผักตบชวามาล้างทำความสะอาด ตัดให้มีขนาดประมาณ 1 นิ้ว ปริมาณ 50 กรัม เติมน้ำ 500 มิลลิลิตร นำมาปั่นให้ละเอียดจนมองเห็นเส้นใยที่แตกออกจากกัน นำไปล้างน้ำเพื่อกำจัดคลอโรฟิลล์ อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้ง

การกำจัดลิกนิน

ชั่งเส้นใยเซลลูโลส 5 กรัม เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลลิตร/ 300 มิลลิลิตร ต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำเส้นใยเซลลูโลสมาล้างจน pH เป็นกลาง นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้ง

การฟอกเส้นใย

ชั่งเส้นใยเซลลูโลสที่ผ่านการกำจัดลิกนิน 5 กรัม เติมสารละลายไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 1.5% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร กวนและแช่เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำเส้นใยเซลลูโลสมาล้างจน pH เป็นกลาง นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้ง

การเตรียมยางคอมปาวด์

ในการศึกษาผลของปริมาณสารตัวเติมต่อสมบัติของยางวัลคาไนซ์ การเตรียมยางคอมปาวด์ทำได้โดยการนำยางแผ่นดิบ มาบดผสมเข้ากับสารเคมีต่างๆ ด้วยเครื่องบดผสมยางแบบปิด (Barbender) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรยางคอมปาวด์แปรปริมาณสารตัวเติม

Ingredients	Amounts)phr(
Rubber)NR(	100
Stearic acid	2
Zinc oxide	5
Fillers)water hyacinth fiber(	0, 2, 4, 6
Wing stay L	2
CBS	0.5
Sulphur	2.5

นำยางคอมปาวด์ที่ได้ไปทดสอบหาค่า Scorch time (t_s), Cure time (t_c) ด้วยเครื่อง Moving die rheometer ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส

การทดสอบสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์

นำยางคอมปาวด์มาตัดให้มีรูปร่างและน้ำหนักที่เหมาะสมกับแม่พิมพ์แบบต่างๆ ใส่ยางลงในแม่พิมพ์ แล้วนำไปวัลคาไนซ์ด้วยเครื่อง Compression molding ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ซึ่งระยะเวลาในการนำไปวัลคาไนซ์ขึ้นอยู่กับยางแต่ละสูตรที่หาได้จากเครื่อง Moving die rheometer หลังจากนั้นนำยางที่ผ่านการวัลคาไนซ์ไปตัดชิ้นทดสอบ นำชิ้นทดสอบไปศึกษาสมบัติเชิงกลด้วยเครื่อง Universal testing machine ดึงด้วยความเร็ว มิลลิเมตรต่อนาที วัดค่า 500มอดูลัสระยะยืดที่ 300% ความทนทานต่อแรงดึง ค่าระยะยืด ณ จุดขาด

ผลการวิจัย

เส้นใยผักตบชวา

เส้นใยผักตบชวามีลักษณะเป็นสีน้ำตาล ดังรูปที่ 1 (a) เมื่อนำเส้นใยมาทำการกำจัดลิกนินและฟอกขาว พบว่าเส้นใยมีลักษณะอยู่ ขนาดเล็กลงและมีสีขาวมากขึ้น ดังรูปที่ 1 (b)



a

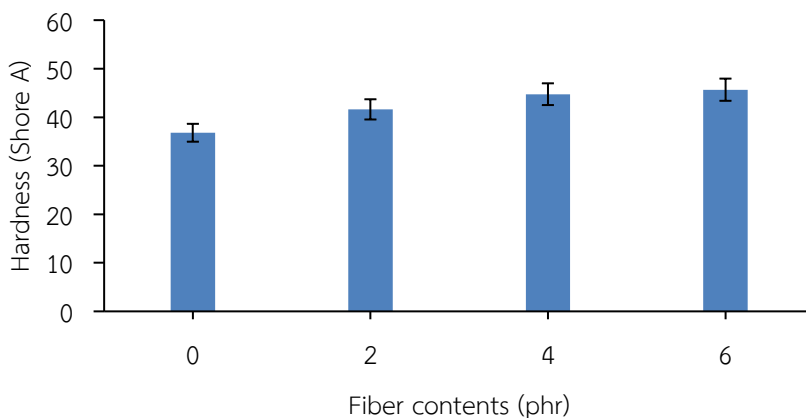
b

รูปที่ 1 ลักษณะทางกายภาพ (a) เส้นใยผักตบชวา (b) เส้นใยผักตบชวาที่ผ่านการกำจัดลิกนินและฟอกขาว

สมบัติเชิงกลของคอมโพสิต

ความแข็ง

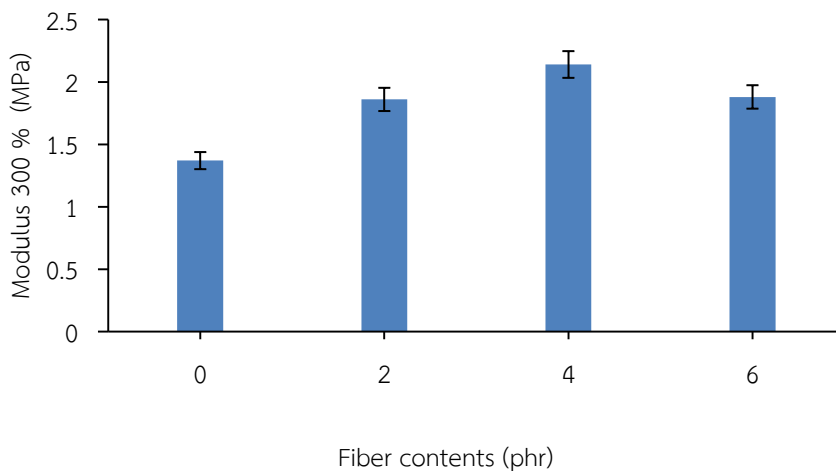
ความแข็ง คือ ความต้านทานต่อแรงกด การขีดสี การกรีดของวัสดุ การวัดความแข็งของยาง คือ ใช้แรงกดเข็ม หรือโลหะกลมไปลงบนผิวยางและค่อยวัดรอยยุบตัวนั้น แต่เนื่องจากว่ายางเป็นวัสดุยืดหยุ่น ดังนั้นการวัดรอยยุบตัวจะต้องกระทำขณะที่ยังคงแรงกดนั้นไว้ ค่าความแข็งของยางกัม (ยางที่ไม่มีการเติมเส้นใย) เท่ากับ 36.8 Shore A เมื่อทำการเติมเส้นใยผักตบชวาที่ผ่านการฟอกขาวโดยแปรปริมาณเส้นใยผักตบชวา 2, 4 และ 6 phr พบว่าเมื่อเติมปริมาณเส้นใยผักตบชวาทำให้มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น 13.0-24.2 เปอร์เซนต์ เมื่อเทียบกับยางกัม และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใย ดังนั้นค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้น มีผลมาจากการเติมสารตัวเติมลงในยางคอมโพสิต ดังรูปที่ 2 เนื่องจากยางธรรมชาติเป็นวัสดุอ่อนนุ่ม การเติมสารตัวเติมเส้นใยผักตบชวาเป็นการลด Total elastomeric content ส่งผลให้ความแข็งของยางผสมมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ผกา มาศและกิตติพงษ์, 2559) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการนำขุยมะพร้าวมาใช้เพื่อเสริมความทนทานต่อแรงดึงของผลิตภัณฑ์แผ่นยางธรรมชาติแล้วพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณขุยมะพร้าวมากขึ้น ความแข็งของคอมโพสิตมีค่ามากขึ้น ยางแผ่นปูพื้นที่เตรียมได้มีค่าความแข็งสูงสุดที่ปริมาณเส้นใย 6 phr คือ 45.7 ซึ่งมีค่าความแข็งใกล้เคียงกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยางปูพื้นที่กำหนดค่าความแข็งเท่ากับ 46-55 Shore A (M. Karina et al., 2007)



รูปที่ 2 ค่าความแข็งของยางคอมโพสิตที่เติมเส้นใยผักตบชวาที่ผ่านการฟอกขาวที่ปริมาณต่างๆ

ค่ามอดูลัสที่ระยะยืด 300%

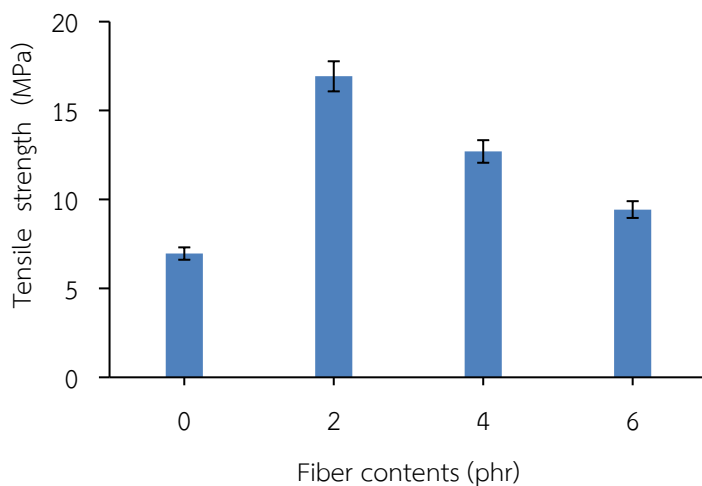
ค่ามอดูลัส คือ ความเค้นที่ต้องใช้ในการยืดยางให้ได้ค่าการยืดตัวตามที่กำหนดไว้ มอดูลัสที่ระยะยืด 300% ของคอมโพสิตที่เติมปริมาณเส้นใยที่ 0, 2, 4 และ 6 phr มีค่าเท่ากับ 1.37, 1.86, 2.14 และ 1.88 MPa ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยมากขึ้น ค่ามอดูลัสที่ระยะยืด 300% มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมีค่าสูงสุดที่ปริมาณเส้นใย 4 phr โดยมีค่าสูงกว่ายางกัมถึง 56.2 % ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการเปลี่ยนรูปร่างของคอมโพสิต เนื่องจากการกระจายตัวของเส้นใยในยางเนื้อหลัก ทำให้เกิดความเหนียวและความยืดหยุ่นคืนตัวได้ สามารถทนทานต่อแรงดึงได้มากขึ้น (S. J. Tan และ A. G. Supri, 2016) เพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยที่ 6 phr มีค่าลดลง อาจเป็นผลเนื่องมาจากเมื่อเติมเส้นใยในปริมาณที่มากเกินไป จึงทำให้เส้นใยเกิดการยึดเกาะกัน ส่งผลให้ค่ามอดูลัสที่ระยะยืด 300% มีแนวโน้มลดลง



รูปที่ 3 ค่ามอดูลัสที่ระยะยืด 300% ของยางคอมโพสิตที่เติมเส้นใยผักตบชวาที่ผ่านการฟอกขาวที่ปริมาณต่าง ๆ

ความทนทานต่อแรงดึง

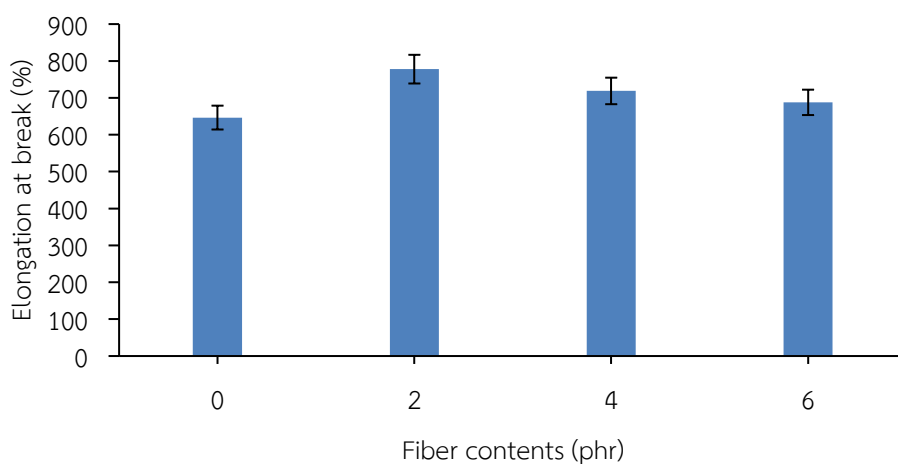
ความทนทานต่อแรงดึง คือ ค่าแรงดึงสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่หรือค่าความเค้นสูงสุดที่ใช้ในการดึงชิ้นทดสอบมาตรฐานจนขาดที่อัตราการดึงคงที่ ซึ่งมีหน่วยเป็น MPa หรือ N/mm² ความทนทานต่อแรงดึงของคอมโพสิตที่เติมเส้นใยผักตบชวาที่ผ่านการฟอกขาวปริมาณ 0, 2, 4 และ 6 phr มีค่าเท่ากับ 6.96, 16.92, 12.70 และ 9.43 MPa ตามลำดับ ดังรูปที่ 4 จะเห็นว่ายางที่เติมเส้นใยมีค่าความทนทานต่อแรงดึงมากกว่ายางกัม โดยเฉพาะเมื่อเติมเส้นใยในปริมาณ 2 phr ความทนทานต่อแรงดึงมีค่าเพิ่มถึง 143.10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการที่ผิวเส้นใยผักตบชวาผ่านการปรับปรุงพื้นผิวทำให้สามารถยึดเหนี่ยวกับยางได้ดีมากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยเพิ่มมากขึ้น ความทนทานต่อแรงดึงของคอมโพสิตมีแนวโน้มลดลง อาจเนื่องมาจากเมื่อปริมาณเส้นใยเพิ่มมากขึ้น เกิดการกระจายตัวไม่ดี จึงอาจทำให้เส้นใยมีการจับตัวกัน ทำให้เกิดจุดบกพร่องในชิ้นงานทำให้แรงต้านการดึงลดต่ำลงเมื่อปริมาณเส้นใยเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ (T. Lu et al., 2013) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงเส้นใยจากต้นไผ่ด้วยไซเดียมไฮดรอกไซด์และใช้ไซเลนเป็นสารตัวประสานก่อนนำไปประยุกต์ใช้ในคอมโพสิต พบว่า เมื่อผสมเส้นใยความทนทานต่อแรงดึงของคอมโพสิตมีค่าเพิ่มขึ้นและเมื่อเติมปริมาณเส้นใยในปริมาณที่มากขึ้นค่าความทนทานต่อแรงดึงมีค่าลดลง ยางแผ่นปูพื้นที่เตรียมได้มีค่าความทนทานต่อแรงดึงอยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยางปูพื้นที่กำหนดค่าความทนทานต่อแรงดึงไม่น้อยกว่า 4 MPa (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2559/E/222/4.PDF>)



รูปที่ 4 ค่าความทนทานต่อแรงดึงของยางคอมโพสิตที่เติมเส้นใยผักตบชวาที่ผ่านการฟอกขาวที่ปริมาณต่างๆ

ระยะยืด ณ จุดขาด

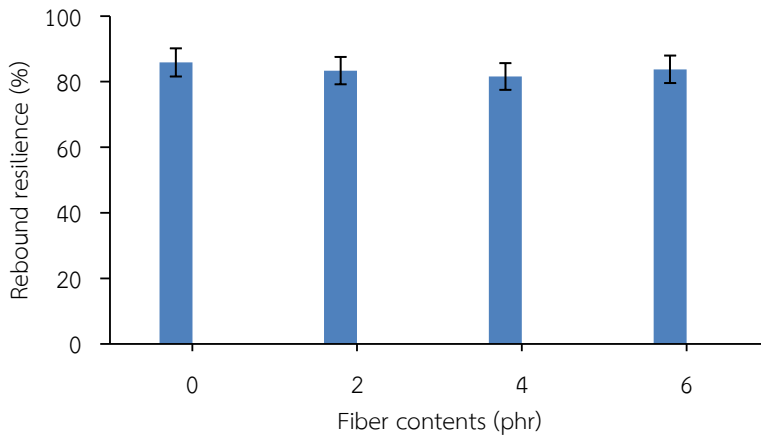
ระยะยืด ณ จุดขาด คือระดับการยืดตัว ณ จุดขาดของชิ้นทดสอบ มีค่าอยู่ในช่วง 100% ถึงมากกว่า 1000% ขึ้นอยู่กับชนิดชนิดของยางและสูตรการผสมสารเคมี ระยะยืด ณ จุดขาดของคอมโพสิตที่เติมปริมาณเส้นใย 0, 2, 4 และ 6 phr มีค่าเท่ากับ 643, 778, 719 และ 688 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นว่าระยะยืด ณ จุดขาดมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มเส้นใยที่ 2 phr แต่ระยะยืด ณ จุดขาดมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณของเส้นใย อย่างไรก็ตามยางคอมโพสิตที่เติมเส้นใยผักตบชวาที่ผ่านการฟอกขาวมีค่าระยะยืด ณ จุดขาด มากกว่ายางกัม ดังรูปที่ 5 เมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยผักตบชวาลงคอมโพสิตในปริมาณที่สูงขึ้นทำให้ค่าระยะยืด ณ จุดขาดลดลง อาจเป็นผลเนื่องมาจากเส้นใยผักตบชวามีสมบัติแบบ Hydrophilic ส่วนยางธรรมชาติเป็นสารที่ไม่มีขั้ว ทำให้พันธะระหว่างผิวสัมผัสของเส้นใยกับยางเนื้อหลักมีน้อย ส่งผลให้วัสดุคอมโพสิตยึดตัวได้น้อยจึงแตกหักได้ (M. Karina et al., 2007) ยางแผ่นปูพื้นที่เตรียมได้มีค่าระยะยืด ณ จุดขาด อยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยางปูพื้นที่กำหนดค่าระยะยืด ณ จุดขาด ไม่น้อยกว่า 150 เปอร์เซ็นต์)มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2559/E/222/4.PDF>



รูปที่ 5 ค่าระยะยืด ณ จุดขาดของยางคอมโพสิตที่เติมเส้นใยผักตบชวาที่ผ่านการฟอกขาวที่ปริมาณต่างๆ

การกระด้างกระดอง

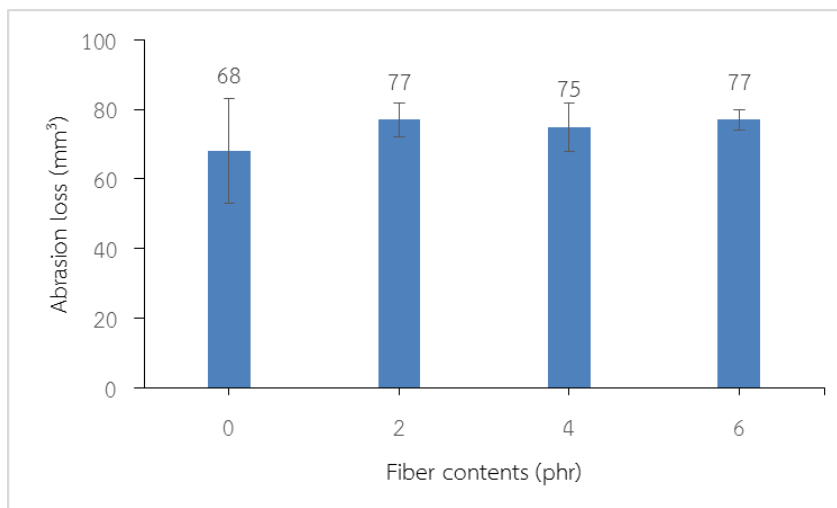
การกระด้างกระดองของยางคอมโพสิตที่เติมปริมาณเส้นใย 0, 2, 4 และ 6 phr มีค่าเท่ากับ 85.88, 83.38, 81.59 และ 83.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยมากขึ้น ค่าการกระด้างกระดองจะมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังรูปที่ 6 ทั้งนี้เนื่องมาจากความแข็งของแผ่นยางปูพื้นมีความแข็งใกล้เคียงกัน นั่นคือปริมาณเส้นใยไม่ค่อยมีผลต่อการกระด้างกระดองของยางคอมโพสิต



รูปที่ 6 ค่าการกระด้างกระดองของยางคอมโพสิตที่เติมเส้นใยผักตบชวาที่ผ่านการฟอกขาวที่ปริมาณต่างๆ

การทนต่อการขัดถู

การทนต่อการขัดถู คือ ความสามารถของพื้นผิววัสดุในการต้านทานการสึกหรอ อันเนื่องมาจากการสัมผัสเสียดสีกันที่สามารถวิเคราะห์จากปริมาณของตัวอย่างที่หายไป โดยยางที่มีปริมาณของตัวอย่างสูญเสียไปมากหลังจากขัดถูจะมีค่าปริมาณการสูญเสีย (Abrasion loss) มาก แสดงว่ายางชนิดนั้นมีการทนต่อขัดถูต่ำ ค่าปริมาณการสูญเสียของยางคอมโพสิตที่เติมปริมาณเส้นใย 0, 2, 4 และ 6 phr มีค่าเท่ากับ 68, 77, 75 และ 77 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 7 จะเห็นว่าเมื่อเติมเส้นใยลงในคอมโพสิต ค่าปริมาณการสูญเสียเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับยางกัม เมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยมากขึ้น ค่าปริมาณการสูญเสียมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือปริมาณเส้นใยไม่มีผลต่อการทนต่อการขัดถูของยางคอมโพสิต ยางแผ่นปูพื้นที่เตรียมได้มีค่าปริมาณการสูญเสียอยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยางปูพื้นที่กำหนดค่าปริมาณการสูญเสีย ไม่เกิน 500 ลูกบาศก์มิลลิเมตร (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ,<http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2559/E/222/4.PDF>)



รูปที่ 7 ค่าปริมาณการสูญเสียของยางคอมโพสิตที่เติมเส้นใยผักตบชวาที่ผ่านการฟอกขาวที่ปริมาณต่าง ๆ

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

สมบัติเชิงกลของยางคอมโพสิตที่เติมเส้นใยผักตบชวาที่ผ่านการฟอกขาวดีกว่ายางกัม นอกจากนี้ค่ามอดูลัสที่ระยะยืด 300% ความทนทานต่อแรงดึงมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อปริมาณเส้นใยที่ผ่านการฟอกขาวมากขึ้น อาจเนื่องมาจากการฟอกขาวทำให้อนุภาคของเส้นใยเล็กลง ทำให้การกระจายตัวดีขึ้น เส้นใยสามารถดูดซับสายโซ่โมเลกุลของยางมากขึ้นที่พื้นผิวของเส้นใย เป็นการเพิ่มจุดเชื่อมโยงทางกายภาพ (Physical crosslinking points) ระหว่างเส้นใยและยาง ส่งผลให้การเลื่อนผ่านของสายโซ่โมเลกุลของยางที่พื้นผิวของเส้นใยทำได้ยากมากในขณะดึง ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงมอดูลัสที่ระยะยืด 300% ความทนทานต่อแรงดึงมีค่าสูงขึ้น เมื่อปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้น (B. Zhong et al., 2007) ยางแผ่นปูพื้นเตรียมได้มีค่าความแข็งแรงใกล้เคียงกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นยางปูพื้น ความทนทานต่อแรงดึง ระยะยืด ณ จุดขาด การทนทานต่อการขีดถูอยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยางปูพื้น อย่างไรก็ตามต้องมีการทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงอัด การเร่งการเสื่อมอายุ และพัฒนาสูตรให้มีค่าความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สำหรับการสนับสนุนในด้านเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC)

เอกสารอ้างอิง

- [1] ผกามาศ ชูลิทธิ และกิตติพงษ์ สุวีโร. (2559). *Use coconut flakes as reinforced fiber of natural rubber plate products*. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพมหานคร.
- [2] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นยางปูพื้น มอก. 2377-2559. (2559). *ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม*. สืบค้นเมื่อ 7 มิถุนายน, 2561, จาก <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2559/E/222/4.PDF>
- [3] สมพงษ์ พิริยานนท์, กิตติศักดิ์ บัวศรี และประยูร สุรินทร์. (2559). *การศึกษาและพัฒนาการผลิตแผ่นปูพื้นลานกิจกรรมจากการผสมน้ำยางและเส้นใยอัดจากผักตบชวาผสมด้วยเศษอนุภาคจากยางในรถจักรยานยนต์ที่ใช้แล้ว*. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, กรุงเทพมหานคร.
- [4] สวีณา พลพิชน์. (2556). *วิกฤตยางพารา*. สืบค้นเมื่อ 11 พฤษภาคม, 2561, จาก <http://dl.parliament.go.th/handle/lirt/356454>
- [5] B. Zhong, Z. Jia, D. Hu, Y. Luo, D. Jia. (2015). Reinforcement and reinforcing mechanism of styrene-butadiene rubber by antioxidant-modified silica. *Composites: Part A*, 78 (2015), 303-310.
- [6] H. Kargarzadeh, R.M. Sheltami, I. Ahmad, I. Abdullah, A. Dufresne. (2015). Cellulose nanocrystal reinforced liquid natural rubber toughened unsaturated polyester. Effects of filler content and surface treatment on its morphological, thermal, mechanical, and viscoelastic properties. *Polymer*, 71 (2015), 59-51
- [7] M. Abdelmouleh, S. Boufi, M. Belgacem, A. Duarte, A.B. Salah, A. Gandini. (2004). Modification of cellulosic fibres with functionalised silanes: development of surface properties. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 24(1), 43-54.
- [8] M. Karina, H. Onggo, A. Syampurwadi. (2007). Physical and Mechanical Properties of Natural Fibers Filled Polypropylene. *The Journal of biological sciences*, (72), 396-393

- [9] S. Tan, A. Supri. (2016). Properties of low-density polyethylene/natural rubber/water hyacinth fiber composites: the effect of alkaline treatment. *Polymer Bulletin*, 73(2), 539-557.
- [10] T. Lu, M. Jiang, Z. Jiang, D. Hui, Z. Wang, Z. Zhou. (2013). Effect of surface modification of bamboo cellulose fibers on mechanical properties of cellulose/epoxy composites. *Composites Part B: Engineering*, 51(2013), 28-34.

การศึกษารูปแบบการจับและอันตรกิริยาที่สำคัญของสารอนุพันธ์ Pyrrolyl Benzohydrazide โดยใช้ระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ด็อกกิงและการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล

Elucidating of Binding Modes and Crucial Interactions of Pyrrolyl Benzohydrazide using Molecular Docking Calculations and Molecular Dynamic Simulations Approaches

ภาพตะวัน ทองดี¹ ชิมพิกา พรพรม¹ บัณฑิต คำศรี¹ บงกชวรรณ พาคำวงศ์¹ นฤตล ภูศรี¹
 ชญาณิลท์ หาญวสินโรจน์¹ กัมปนาท ฉายจรัส¹ พฤทธิ คำศรี² อรดี พันธุ์กว้าง² พัชรินทร์ ทรัพย์อาภาภรณ์³
 สุภา ทารหนองบัว³ พงนีย์ ศรีมาโนชญ์⁴ คมสันต์ สุทธิสินทอง⁵ และ พรพรรณ พิงโพธิ์^{1*}

¹ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม

³ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

⁴คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

⁵ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

*E-mail: pompan_ubu@yahoo.com (Corresponding author)

บทคัดย่อ

M. tuberculosis เป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุหลักในการเกิดวัณโรคซึ่งมี Enoyl ACP reductase (ENR) หรือ InhA เป็นเอนไซม์สำคัญในการสังเคราะห์กรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบหลักของแบคทีเรีย ดังนั้นเอนไซม์ InhA จึงเป็นเป้าหมายในการพัฒนาเพื่อยับยั้งวัณโรค ปัจจุบันมียาไอโซไนอะซิด เป็นยาที่ยับยั้ง *M. tuberculosis* แต่พบว่าเมื่อใช้ยาไอโซ-ไนอะซิดต่อเนื่องจะเกิดการดื้อยาซึ่งสาเหตุเกิดจากการกลายพันธุ์ของ KatG งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของตัวยับยั้งเอนไซม์ InhA โดยมีอนุพันธ์ของ Pyrrolyl benzohydrazide เป็นพื้นฐานและใช้วิธีโมเลกุลาร์ด็อกกิงเพื่อศึกษาอันตรกิริยาระหว่างสารกลุ่มยับยั้งกับ InhA เป้าหมาย ซึ่งพบว่าสารยับยั้งเกิดอันตรกิริยากับกรดอะมิโนใน InhA ได้แก่ พันธะไฮโดรเจนที่ Pro156 Tyr158 Ala198 Val203 และโคแฟกเตอร์ NAD⁺ และพันธะไพซึ่งเป็นอันตรกิริยาที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพระหว่างสารกลุ่มยับยั้งและโมเลกุล InhA ได้และใช้วิธีการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุลเพื่อศึกษาโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาที่ทำให้โครงสร้างเสถียรที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์ร่วมกันสามารถนำมาออกแบบโครงสร้างใหม่เพื่อยับยั้งเอนไซม์ InhA ได้อย่างสมเหตุสมผล

คำสำคัญ : วัณโรค โมเลกุลาร์ด็อกกิง วิธีการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล

Abstract

M. tuberculosis is a cause of tuberculosis. The Enoyl ACP reductase (ENR) or InhA. InhA is an important enzyme for synthesis fatty acid of a bacteria cell. Nowadays, isoniazid (INH) is a drug target for treatment of active tuberculosis infections, but mutation of KatG to resistance INH. In this study, molecular docking calculations and molecular dynamic simulations were applied to elucidate the binding modes and crucial interactions between pyrrolyl benzohydrazide derivatives in InhA binding pocket. The obtained results provided that hydrogen bond interaction between ligand and Pro156, Tyr158, Ala198, Val203 and NAD⁺ cofactor. Moreover, pi-pi interaction was improved the binding affinity of inhibitors in InhA binding site. The integrated results obtained from this study aided by the rational design of new and more potent InhA inhibitors.

Keywords : Tuberculosis, Molecular Docking Calculations, Molecular Dynamics Simulations

บทนำ

วัณโรค (tuberculosis) ถือเป็นโรคติดต่อร้ายแรงอันดับสองของโลก โดยในประเทศไทยมีผู้ป่วยวัณโรคมากที่สุด 1 ใน 14 ประเทศของโลกและมีการเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ค่าเฉลี่ยสูงกว่าโลกถึง 1.3 เท่า และคาดว่าผู้ป่วยรายใหม่ที่มีประมาณ 120,000 รายต่อปีจะมีอัตราการเสียชีวิตสูงถึง 12,000 (konkao, <http://www.konkao.net/read.php?id=26124>) ซึ่งการเสียชีวิตที่มาจากหลายปัจจัยทั้งด้านการเข้าถึงการบริการรักษาและการรักษาที่มีประสิทธิภาพไม่เพียงพอเนื่องจากเกิดการดื้อยา

วัณโรคมีสาเหตุหลักจาก *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ดีในระบบทางเดินหายใจจึงมักพบวัณโรคในปอด [He X et al. (2007)] รายงานว่า *M. tuberculosis* เป็นแบคทีเรียที่มีผนังเซลล์หนาที่ประกอบไปด้วยกรดไมโคลิก (mycolic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่ใช้เอนไซม์ Enoyl ACP reductase (ENR) หรือ InhA ในการสังเคราะห์กรดไขมันเหล่านี้ ปัจจุบันในการรักษาวัณโรคใช้ยาไอโซไนอะซิด (isoniazid, INH) ที่ทำงานร่วมกับ KatG เพื่อยับยั้งการสังเคราะห์กรดไขมัน [Gaurava S. et al. (2017)] รายงานว่าเมื่อใช้ยาไอโซไนอะซิดต่อเนื่องจะทำให้เกิดการดื้อยาในผู้ป่วยโดยมีสาเหตุจากการกลายพันธุ์ของยีนที่ใช้สังเคราะห์เอนไซม์ InhA และการกลายพันธุ์ของ KatG ส่งผลให้เกิดอันตรกิริยาระหว่างยาและอะมิโนของเอนไซม์ลดลง ดังนั้นเมื่อทราบถึงสาเหตุของการดื้อยาจึงทำให้สามารถนำมาออกแบบและพัฒนาสารยับยั้ง InhA ได้

[Shrinivas D. J. et al. (2017)] รายงานว่ายยาไอโซไนอะซิดเป็นกลุ่มยาที่มีอนุพันธ์ของ Pyrrolyl benzohydrazide เป็นพื้นฐาน ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงนำโครงสร้างกลุ่มอนุพันธ์ของ Pyrrolyl benzohydrazide มาศึกษาคุณสมบัติเพื่อออกแบบและพัฒนาสำหรับเป็นโมเลกุลสารยับยั้ง InhA โดยคุณสมบัติที่ศึกษา ได้แก่ การศึกษาอันตรกิริยาด้วยวิธีโมเลกุลาร์ดอกกิ้ง (molecular docking calculations) และศึกษาการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล (molecular dynamics simulation) เพื่อศึกษาโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาที่ทำให้โครงสร้างเสถียรที่สุด ซึ่งจากผลการศึกษาคาดว่าจะนำไปสู่การออกแบบสารตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพและยับยั้งการดื้อยาได้

วิธีการวิจัย

1. นำโครงสร้างของอนุพันธ์ pyrrolyl benzohydrazide จำนวน 53 โครงสร้างจากการทบทวนวรรณกรรมและเลือกโครงสร้างที่ได้ค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่ดีและเหมาะสมที่แสดงดังตารางที่ 1
2. ศึกษาแบบจำลองเชิงโมเลกุลโครงสร้าง 3 มิติ โดยใช้ GaussView 5.0.8 program
3. ทำการปรับเสถียรโครงสร้าง 3 มิติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโครงสร้างสารโดยใช้ Gaussian program และเข้าสู่การทำโมเลกุลาร์ดอกกิ้งโดยใช้โปรแกรม Autodock 4.2 (PDB code: 2X23)
4. วิเคราะห์อันตรกิริยาของโครงสร้างจากตารางที่ 1 และเลือกโครงสร้างที่ได้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่สูงกลางและนำมาพิจารณาความแตกต่างของอันตรกิริยาเพื่อนำไปออกแบบโมเลกุลตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพต่อไป
5. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่เสถียรที่สุดที่เวลาต่างๆ ด้วยโปรแกรม AMBER12 โดยที่โครงสร้างของเอนไซม์เป้าหมายที่จับกับสารยับยั้งจากระเบียบวิธีการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุลนี้ได้ทำการศึกษาระบบที่ศึกษาเป็นแบบ canonical โดยที่ตลอดเวลาการศึกษาทั้งหมดได้กำหนดให้ปริมาตรของระบบคงที่และอุณหภูมิคงที่ที่ 300 เคลวิน เป็นตัวควบคุม โดยใช้ ff03 สำหรับพารามิเตอร์ที่อธิบายโปรตีน ใช้ RESP จากการคำนวณโดยวิธี M062X/6-31G* โมเลกุลของน้ำชนิด TIP3P ได้ถูกเติมเข้าไปในทุกๆระบบที่ใช้ในการศึกษาวิธีการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุลในการกำหนด สนามแรงของลิแกนด์และได้มีการกำหนด non-bonded cutoff ให้มีค่าเท่ากับ 10 Å และใช้ SHAKE method ช่วยในการ constrain อะตอมทั้งหมด สำหรับ time step ที่ใช้มีค่าเท่ากับ 2 fs ค่าพลังงานในการจับของสารยับยั้งที่จับกับเอนไซม์เป้าหมาย คำนวณโดยระเบียบวิธี MM-PBSA

ตารางที่ 1 โครงสร้างของอนุพันธ์ pyrrolyl benzohydrazide

Comp.	โครงสร้าง	% Inhibition at 50 μ M
1		63
2		32
3		50
4		42
5		11
6		12
7		18
8		25
9		21
10		10
11		10
12		21
13		37
14		15
15		19
16		34
17		27
18		51
19		57
20		72

Comp.	โครงสร้าง	% Inhibition at 50 μ M
21		64
22		27
23		75
24		76
25		13

ผลการวิจัย

1. การศึกษาโดยใช้วิธีโมเลกุลาร์ต็อกกิ่ง

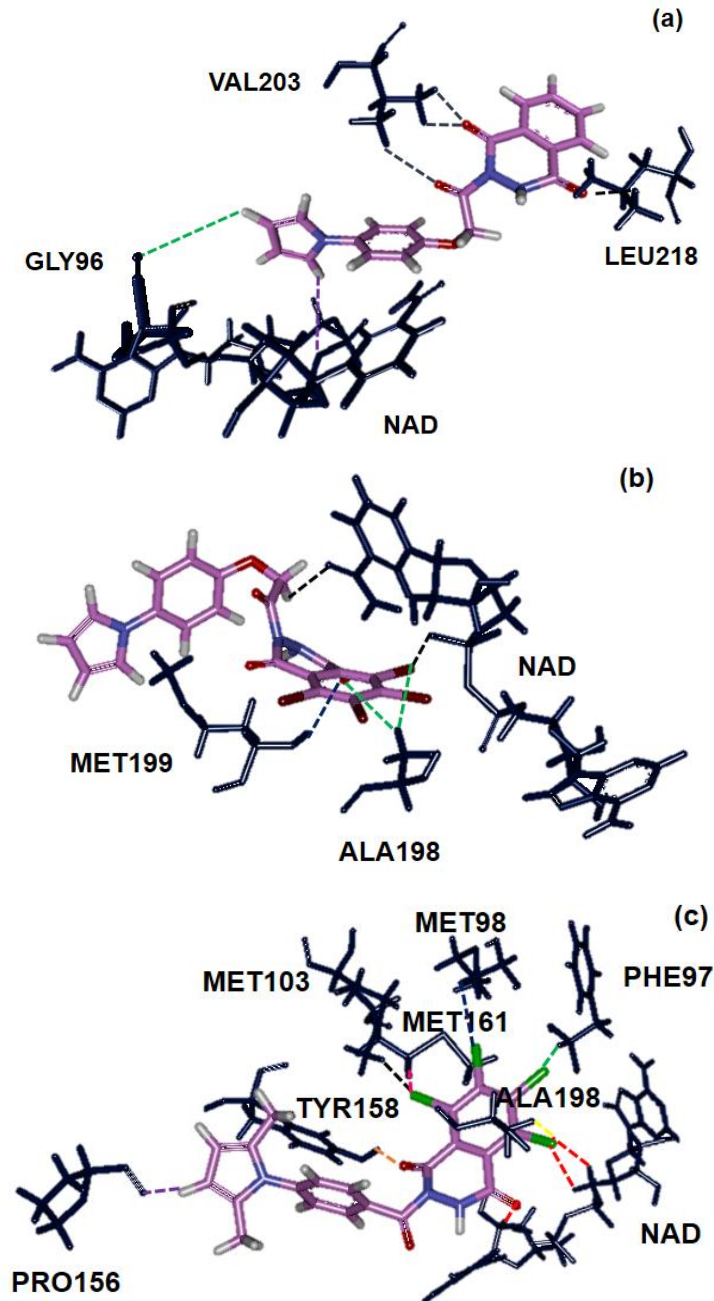
การศึกษาแบบจำลองเชิงโมเลกุลโดยใช้วิธีโมเลกุลาร์ต็อกกิ่งเพื่อทำนายลักษณะการวางตัวและการเกิดอันตรกิริยาของสารยับยั้งกับโมเลกุล InhA

การเกิดอันตรกิริยาที่กรดอะมิโนต่างๆ โดยอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นได้แก่ พันธะไฮโดรเจนและพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งพันธะไฮโดรเจนเกิดจากสารยับยั้งกับโมเลกุลเป้าหมาย Gly96 Phe97 Met98 Met103 Pro156 Tyr158 Met161 Ala198 Met199 Val203 Leu218 และโคแฟกเตอร์ NAD⁺ แสดงดังรูปที่ 1 และการเกิดพันธะโคเวเลนต์ระหว่างสารยับยั้งกับโมเลกุลเป้าหมายต่าง ๆ ได้แก่ กรดอะมิโน Tyr158 Lys165 Leu218 และ โคแฟกเตอร์ NAD⁺ แสดงดังรูปที่ 2

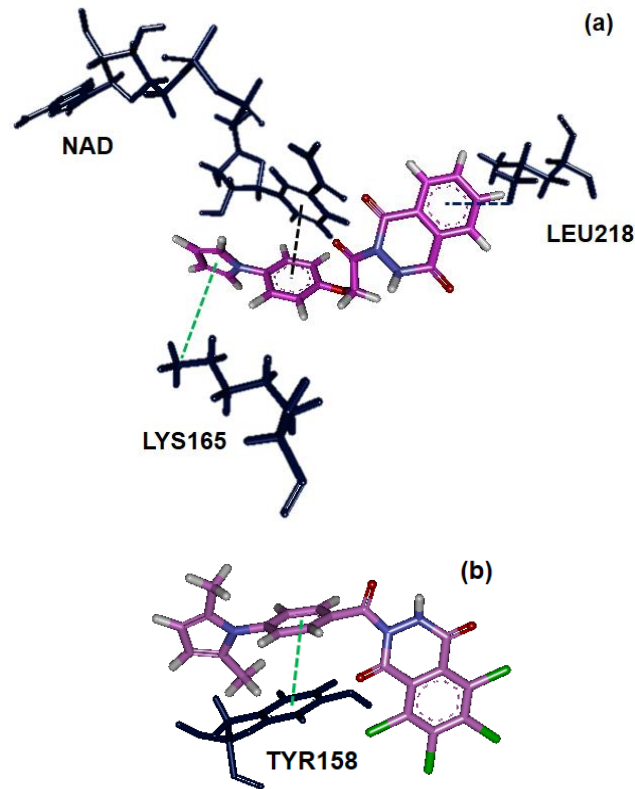
การเกิดพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) พันธะไฮโดรเจนเป็นอันตรกิริยาที่ดึงดูดกันระหว่างอะตอมไฮโดรเจนกับอะตอมอื่น ๆ ที่มีอิเล็กโตรเนกาติวิตี (electronegativity) สูงกว่า ซึ่งการพิจารณาการเกิดพันธะไฮโดรเจนของสารยับยั้งกับกรดอะมิโนของโมเลกุล InhA จากระยะห่างและมุมของพันธะทั้งสอง โดยโครงสร้างที่ 24 1 และ 5 คือโครงสร้างที่มีค่าการยับยั้งสูง กลางและต่ำตามลำดับโดยโครงสร้างที่ 5 มีค่าการยับยั้งคือ 63 เปอร์เซ็นต์ และพบพันธะไฮโดรเจน 6 พันธะ ระหว่างโครงสร้างที่ 1 และโมเลกุลเป้าหมายดังนี้ อะตอมออกซิเจนของกรดอะมิโน Gly96 เกิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมไฮโดรเจนโครงสร้างที่ 1 ระยะห่าง 2.478 Å (เส้นสีเขียว) กรดอะมิโน Val203 เกิด 3 พันธะไฮโดรเจนระยะห่าง 1.893, 2.491 และ 2.110 Å กับอะตอมออกซิเจนตำแหน่งที่ต่างกันของโครงสร้างที่ 1 (เส้นสีน้ำเงิน) อะตอมไฮโดรเจนของกรดอะมิโน Leu218 เกิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมออกซิเจนในโครงสร้างที่ 1 ระยะห่าง 1.893 Å (เส้นสีดำ) และโคแฟกเตอร์ NAD⁺ เกิดพันธะไฮโดรเจนจากโครงสร้างที่ 1 ของอะตอมออกซิเจนและอะตอมไฮโดรเจน ระยะห่าง 2.101 Å (เส้นสีม่วง) แสดงดังรูปที่ 1a การเกิดพันธะไฮโดรเจนของโครงสร้างที่ 5 ที่มีค่าการยับยั้ง 11 เปอร์เซ็นต์โดยการเกิดอันตรกิริยาแสดงดังรูปที่ 2 พบพันธะไฮโดรเจน 5 พันธะ ดังนี้ กรดอะมิโน Ala198 เกิด 2 พันธะไฮโดรเจนกับโครงสร้างที่ 5 จากอะตอมไฮโดรเจนของกรดอะมิโน Ala198 และอะตอมโบรมีนกับอะตอมออกซิเจนของโครงสร้างที่ 5 มีระยะห่าง 2.105 Å และ 2.475 Å ตามลำดับ (เส้นสีเขียว) เกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมไฮโดรเจนของกรดอะมิโน Met199 และอะตอมออกซิเจนของโครงสร้างที่ 5 ระยะห่าง 2.361 Å (เส้นสีน้ำเงิน) และอะตอมออกซิเจนทั้ง 2 อะตอมของโคแฟกเตอร์ NAD⁺ เกิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมไฮโดรเจนและอะตอมโบรมีนของโครงสร้างที่ 5 ระยะห่างคือ 2.138 Å และ 2.353 Å ตามลำดับ (เส้นสีดำ) และโครงสร้างที่ 24 คือโครงสร้างที่มีค่าการยับยั้งในกลุ่มสูง คือ 76 เปอร์เซ็นต์ และพบพันธะไฮโดรเจนทั้งหมด 10 พันธะ แสดงดังรูปที่ 1c โครงสร้างที่ 24 เกิดพันธะไฮโดรเจนกับกรดอะมิโน Phe97 ระหว่างอะตอมไฮโดรเจนและอะตอมคลอรีนระยะห่าง 1.743 Å (เส้นสีเขียว) อะตอมไฮโดรเจนของกรดอะมิโน Met98 เกิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมคลอรีนของโครงสร้างที่ 24 ระยะห่าง 2.058 Å (เส้นสีน้ำเงิน) กรดอะมิโน Met103 ที่อะตอมไฮโดรเจนเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโครงสร้างที่ 24 ของอะตอมคลอรีนระยะห่าง 2.096 Å (เส้นสีดำ) อะตอมออกซิเจนของกรดอะมิโน Pro156 เกิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมไฮโดรเจนของโครงสร้างที่ 24 ระยะห่าง 2.383 Å (เส้นสีม่วง) การเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมไฮโดรเจนของกรดอะมิโน Tyr158 และอะตอมออกซิเจนของโครงสร้างที่ 24 ระยะห่าง 1.225 Å (เส้นสีส้ม) อะตอมไฮโดรเจนของกรดอะมิโน Met161 เกิดพันธะไฮโดรเจนระยะห่าง 2.339 Å กับอะตอมคลอรีนของโครงสร้างที่ 24 (เส้นสีชมพู) อะตอมไฮโดรเจนของกรดอะมิโน Ala198 เกิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมคลอรีนของโครงสร้างที่ 24 ระยะห่าง 2.150 Å (เส้นสีเหลือง) และโคแฟกเตอร์ NAD⁺ เกิด 3 พันธะไฮโดรเจนจากอะตอมไฮโดรเจนกับอะตอมออกซิเจนและอะตอมคลอรีน 2 อะตอมที่ตำแหน่งต่างกัน ระยะห่าง 1.595 2.332 และ 2.276 Å ตามลำดับ (เส้นสีแดง)

การวางตัวของสารยับยั้งและโมเลกุลInhA ที่ทำให้เกิดพันธะโคเวเลนต์ ได้แก่ อันตรกิริยาระหว่างแคปไทออน-พันธะไพ อันตรกิริยาระหว่างพันธะซิกมา-พันธะไพและอันตรกิริยาระหว่างพันธะไพ-พันธะไพ ซึ่งมีเพียงโครงสร้างที่ 1 และ 24 ที่เกิดพันธะโคเวเลนต์กับกรดอะมิโนและโคแฟกเตอร์ NAD⁺ ของโมเลกุล InhA แสดงดังรูปที่ 2 โดยโครงสร้างที่ 1 พบอันตรกิริยาจากไอออนบวกของอะตอมไนโตรเจนที่กรดอะมิโน Lys165 กับพันธะไพของวงไพโรล (pyrrole) ในโครงสร้างที่ 1 (เส้นสีเขียว) เกิดพันธะซิกมาของอะตอมไฮโดรเจนในกรดอะมิโน

Leu218 และพันธะไฮโดรเจนของวงเบนซีน (benzene ring) ของโครงสร้างที่ 1 (เส้นสีน้ำเงิน) และเกิดพันธะไฮ-พันธะไฮระหว่างวงเบนซีนของโคแฟกเตอร์ NAD⁺ และโครงสร้างที่ 1 (เส้นสีดำ) แสดงดังรูป 2a และโครงสร้างที่ 24 เกิดพันธะไฮ-พันธะไฮจากวงเบนซีนของกรดอะมิโน Tyr158 และโครงสร้างที่ 24 ดังรูปที่ 2b



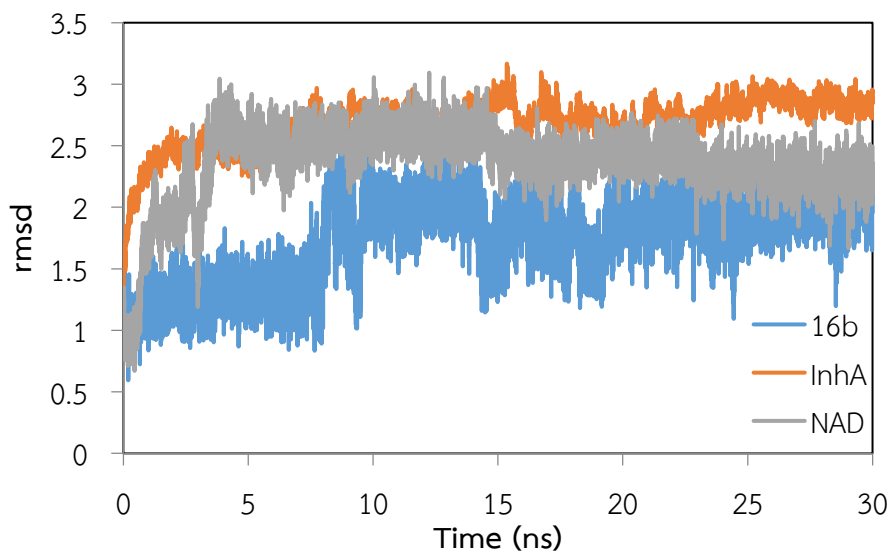
รูปที่ 1 การเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างกรดอะมิโนของโมเลกุล InhA และโคแฟกเตอร์ NAD⁺ กับ (a) โครงสร้าง 1 (b) โครงสร้าง 5 และ (c) โครงสร้าง 24



รูปที่ 2 การเกิดพันธะโคเวเลนต์ระหว่างกรดอะมิโนของโมเลกุล InhA และโคแฟกเตอร์ NAD⁺ กับ
 (a) โครงสร้าง 1 และ (b) โครงสร้าง 24

2. การศึกษาวิธีการจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุล

ศึกษาโครงสร้างที่เปลี่ยนไปตามเวลาที่สนใจที่ทำให้โครงสร้างเสถียรจากรูปที่ 3 คือโครงสร้าง 24 ที่มีค่าการยับยั้งอยู่ในกลุ่มสูงและพบว่าเมื่อรันไป 25 นาโนวินาที โครงสร้างได้ค่า RMSD ใกล้เคียงกันนั้นแสดงถึงว่าโครงสร้างมีความเสถียรและนำโครงสร้างที่ 25 นาโนวินาที มาวิเคราะห์อันตรกิริยาซึ่งคาดว่าจะเป็นการทำงานที่จะทำต่อไป



รูปที่ 3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างตามระยะเวลาที่สนใจ

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการวางตัวโดยวิธีโมเลกุลาร์ดอกกิ้งของสารยับยั้งและโมเลกุลเป้าหมายโดยพิจารณาจากโครงสร้างทั้งหมดและนำมาแสดงการวางตัวและอันตรกิริยาของสารยับยั้งตามค่าการยับยั้งเป็นกลุ่มได้แก่ ค่าการยับยั้งสูง กลางและต่ำ ซึ่งพบว่าโครงสร้างที่ 24 ที่ได้ค่าการยับยั้งสูงเกิดอันตรกิริยาทั้งพันธะไฮโดรเจน 10 พันธะและพันธะไพ-พันธะไพ 1 พันธะ โครงสร้างที่ 1 พบพันธะไฮโดรเจน 6 พันธะและพันธะโคเวเลนต์ 3 พันธะ ซึ่งโครงสร้างที่ 1 ค่าการยับยั้งอยู่ในกลุ่มกลางและโครงสร้างที่ 5 มีค่าการยับยั้งอยู่ในกลุ่มต่ำและพบเพียงพันธะไฮโดรเจน 5 พันธะเท่านั้น ซึ่งทั้งนี้คาดว่าโครงสร้างที่ 24 มีหมู่แทนที่เมทิล (CH_3) เกาะที่วงไพโรลทำให้เกิดอันตรกิริยาสูงและนอกจากนี้มีอะตอมโบรมีนเกาะที่วงเบนซีนอีกด้วยแต่ในโครงสร้างที่ 5 มีอะตอมโบรมีนเช่นเดียวกันแต่มีอันตรกิริยาน้อยซึ่งทั้งนี้อาจเกิดจากการวางตัวของโครงสร้างหรือการไม่มีหมู่แทนที่ของเมทิล ทั้งนี้ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างที่เวลาสนใจโดยวิธีการจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุล ซึ่งพบว่าโครงสร้างที่ 24 เสถียรที่ 25 นาโนวินาที ทั้งนี้จะนำโครงสร้างมาที่ 25 นาโนวินาที มาศึกษาอันตรกิริยาและนำโครงสร้างอื่นๆ มาศึกษาด้วยวิธีการนี้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (RSA5980057) ศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC) สำหรับเงินทุนสนับสนุนทุนการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติสำหรับการสนับสนุนโปรแกรมและเครื่องมือในการคำนวณ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Gaurava S. et al. (2017). Molecular investigation of active binding site of isoniazid (INH) and insight into resistance mechanism of S315T-MtKatG in Mycobacterium tuberculosis. *Tuberculosis*, 2017(105), 18-27.
- [2] [http:// www. konkao.net/read.php?id=26124](http://www.konkao.net/read.php?id=26124) (สืบค้นเมื่อ 28/4/2561)
- [3] Shrinivas D. J. et al. (2017). Chemical synthesis and in silico molecular modeling of novel pyrrolyl benzohydrazide derivatives: Their biological evaluation against enoyl ACP reductase (InhA) and Mycobacterium tuberculosis. *Bioorganic Chemistry*, 2017(75), 181-200.

การเตรียมเส้นใยเซลลูโลสจากผักตบชวา

Preparation of Cellulose Fiber from Water Hyacinth

ปณิทัต นามโคตร¹ ณธิดา ชาตรี¹ จักรารุช คงอ่อน¹ ลลิตา บุญพิทักษ์กิจ¹
พรพรรณ พึ่งโพธิ์¹ ลัทธิพร วายจตุ² และ สายสมร ลำลอง^{1*}
¹ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
²ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) 111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
*E-mail : g3936619@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ศึกษาการเตรียมเส้นใยเซลลูโลสจากก้านผักตบชวาและใบผักตบชวา เพื่อใช้เป็นสารเสริมแรงในยางธรรมชาติ การแยกเส้นใยทำได้โดยการปั่นด้วยเครื่องปั่นเอนกประสงค์ เเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใยจากก้านผักตบชวาและใบผักตบชวา เท่ากับ 5.37 และ 6.91% ตามลำดับ สภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดลิกนิน คือ ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลาร์ แล้วต้มที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ได้เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใยก้านผักตบชวาและใบผักตบชวาเท่ากับ 71.32 และ 60.35% ตามลำดับ หลังจากนั้นนำเส้นใยที่ผ่านการกำจัดลิกนินไปเตรียมเป็นนาโนเซลลูโลสโดยใช้วิธีไฮโดรไลซิสด้วยกรดรวมด้วยโฮโมจีไนเซชันแรงเฉือนสูง ได้เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักนาโนเซลลูโลสที่ได้จากก้านผักตบชวาและใบผักตบชวา เท่ากับ 49.60 และ 46.91 % ตามลำดับ หลังจากนั้นเตรียมแผ่นฟิล์มยางคอมโพสิตโดยแปรอัตราส่วนของน้ำยางต่อสารแขวนลอยของเส้นใย คือ 10:1, 9:1, 7:3 และ 5:5 พบว่าแผ่นฟิล์มยางคอมโพสิตมีค่าโมดูลัส ค่าความทนทานต่อแรงดึงเพิ่มขึ้น แต่ค่าการยืดฉด จุดขาดลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณนาโนเซลลูโลสเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : ผักตบชวา เส้นใยเซลลูโลส ยางคอมโพสิต

Abstract

In this work, we studied the preparation of cellulose fiber from trunk and leaves of water hyacinth for using as an additive in natural rubber. Fresh plants were extracted by juice blender. The percent yields of fiber from trunk and leaves of water hyacinth are 5.37 and 6.91%, respectively. Next, the suitable condition for lignin removal was investigated. The results showed that the suitable condition for lignin removal from trunk and leaves of water hyacinth is using 1M NaOH at 60°C for 1 hr with the percent yield of 71.32 and 60.35%, respectively. The nanocellulose fibers from trunk and leaves of water hyacinth with lignin removal were prepared by acid hydrolysis and high shear homogenization with the percent yield of 49.60 and 46.91 %, respectively. After that, the rubber composite sheets were prepared by solution casting technique. The ratios of natural rubber latex : fiber suspension are 10:0, 9:1, 3:7 and 5:5. Mechanical properties were determined. The results showed that modulus and tensile strength trended to be increased excepted elongation at break when increasing the amount of nanocellulose fiber. Moreover, the mechanical properties of rubber with nanocellulose were improved better than that of cellulose.

Keywords : Water Hyacinth, Cellulose Fiber, Rubber Composite

บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติอันดับต้นๆ ของโลกโดยที่ เปอร์เซนต์ ส่งออกในรูปร่าง 90 เปอร์เซนต์ ใช้ภายในประเทศ 10 ดิบ อีก เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยต้องนำเข้าผลิตภัณฑ์ยางแปรรูปจากต่างประเทศในแต่ละปีเป็นจำนวนมากๆ ทั้งที่เป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติอันดับต้นๆ ของโลก และผลิตภัณฑ์ยางแปรรูปที่นำเข้านั้นล้วนแต่ผลิตจากวัตถุดิบที่ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออก ดังนั้น การพัฒนาอุตสาหกรรมยางธรรมชาติแปรรูปขั้นสูง เพื่อรองรับผลผลิตที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต จะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้ามากขึ้นกว่าในปัจจุบันและสามารถขยายไปสู่การทำธุรกิจยางครบวงจรในอนาคต จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ควรให้ความสนใจ [1]

ผักตบชวาเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วโดยเฉพาะช่วงฤดูฝน ผักตบชวาเป็นวัชพืชที่ก่อให้เกิดปัญหามากมาย เช่น ทำให้กีดขวางการเดินทางของน้ำ อัตราการไหลของน้ำจึงลดลง และกีดขวางการระบายน้ำของประตูน้ำ อีกทั้งยังทำให้ระบบนิเวศเสียหายซึ่งผักตบชวาสามารถดูดซึมธาตุอาหารที่เป็นตัวการทำให้น้ำเสีย แต่เมื่อมีปริมาณมากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ กล่าวคือ สัตว์ได้น้ำจืดขาดออกซิเจนและตายลง รวมถึงการบดบังแสงแดดที่เป็นส่วนหนึ่งของการสังเคราะห์แสงของพืชใต้น้ำจะทำให้พืชเหล่านั้นเน่าและตายไป ดังนั้น จึงเกิดน้ำเน่าเสียอย่างง่ายตายรวมทั้งทำลายระบบนิเวศ [2-3]

นักวิจัยหลายกลุ่มได้นำเอาเส้นใยธรรมชาติมาใช้เป็นสารตัวเติม เช่น ยุกาพร รักสกุลพิวัฒน์ และ คณะ ศึกษาการเตรียมพอลิเมอร์คอมโพสิตจากยางและปอแก้ว เพื่อเพิ่มความทนทานต่อแรงกระแทก [4] ทศพร ศรีวรกุล และ คณะ ศึกษาการเตรียมเส้นใยเซลลูโลสจากเส้นใยมะพร้าวด้วยกระบวนการเคมีเพื่อใช้เป็นสารเสริมแรง [5] รัตนา ตันทเทอดธรรม และ คณะ ศึกษาการเตรียมและสมบัติของวัสดุคอมโพสิตของยางธรรมชาติกับเส้นใยกาบมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน พบว่า การผสมเส้นใยทั้งสองชนิดกับยางธรรมชาติ ส่งผลให้ค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 300% และความแข็งเพิ่มขึ้นตามปริมาณเส้นใย ในขณะที่ความทนทานต่อแรงดึงและความทนทานการฉีกขาดมีค่าลดลง โดยพบว่าการผสมเส้นใยปาล์มน้ำมัน ทำให้ค่าโมดูลัสและความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าเส้นใยกาบมะพร้าว [6]

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการปรับปรุงพื้นที่ผิวของเส้นใยเซลลูโลสจากธรรมชาติ คือ ก้านและใบผักตบชวาเพื่อลดวัชพืชซึ่งมีปริมาณมากและนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ โดยศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดลิกนินและเตรียมเส้นใยเซลลูโลสให้อยู่ในระดับนาโน (Nanocellulose) โดยวิธีไฮโดรไลซิสด้วยกรดร่วมด้วยการโฮโมจีไนเซชันแรงเฉือนสูง [7] เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวให้กับเส้นใยเซลลูโลส นำไปศึกษาเอกลักษณ์ทางเคมีเพื่อเป็นทางเลือกในการนำวัสดุจากธรรมชาติมาเป็นเส้นใยเสริมแรงในยางธรรมชาติและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

วิธีการวิจัย

การแยกเส้นใยเซลลูโลส

นำผักตบชวามาล้างทำความสะอาด ตัดให้มีขนาดประมาณ 1 นิ้ว ปริมาณ 50 กรัม เติมน้ำ 500 มิลลิลิตร นำมาปั่นให้ละเอียดจนมองเห็นเส้นใยที่แตกออกจากกัน นำไปล้างน้ำเพื่อกำจัดคลอโรฟิลล์ อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนแห้ง ชั่งน้ำหนัก เพื่อหาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใย

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดลิกนิน

ชั่งเส้นใยเซลลูโลส 5 กรัม เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลลิตร/ 500 มิลลิลิตร ต้มที่อุณหภูมิต่างๆ (ได้แก่ 40, 60 และ 80 องศาเซลเซียส) เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดลิกนิน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำเส้นใยเซลลูโลสมาล้างจนมี pH เป็นกลาง นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนแห้ง ชั่งน้ำหนัก เพื่อหาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใยที่ผ่านการกำจัดลิกนิน

การเตรียมนาโนเซลลูโลส

นำเส้นใยเซลลูโลส 10 กรัมมาแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 % โดยน้ำหนักในเอทานอล 37 % โดยปริมาตร นาน 19 ชั่วโมง กรองด้วยตะแกรงขนาด 180 เมช และล้างด้วยน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

แล้วอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วมา 6 กรัม เติมกรดไฮโดรคลอริก ลิตรใส่ลงใน/โม่ 1 เครื่องอัลตราโซนิกนาน ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 240-43 องศาเซลเซียส จากนั้นกรองด้วยตะแกรงขนาด 180 เมช และล้างเส้นใยจน pH เป็นกลาง แชนในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2% ปริมาตร 300 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซชันแรงเฉือนสูง (High shear homogenizer) ที่ความเร็ว 9,000 รอบ/นาที จากนั้นนำไปปรับ pH ให้เป็นกลาง และกรองด้วยตะแกรงที่มีขนาดเล็กกว่า 180 เมช ทำให้แห้งด้วยวิธีฟรีซไดร (Freeze drying) ดัดแปลงจากงานวิจัยของ (ศิริธร และ จุฬารัตน, 2012 [7])

การกระจายตัวในน้ำของเซลลูโลสและนาโนเซลลูโลส

ซึ่งเซลลูโลสและนาโนเซลลูโลส 1 กรัม ของตัวอย่างแห้งหลังจากนั้นเติมน้ำ 100 มิลลิลิตร นำไป Sonicate 15 นาที และกวนอย่างแรง 30 นาที พักทิ้งไว้แล้วสังเกตผลความสามารถในการกระจายตัวในน้ำที่ 5 นาที

การเตรียมแผ่นฟิล์มยางคอมพอสิต

ซึ่งเซลลูโลสหรือนาโนเซลลูโลส 1 กรัม เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร นำไป Sonicate และกวนอย่างแรง 30 นาที พักทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วนำไปผสมกับน้ำยางชั้น 30% ในอัตราส่วนต่างๆ แล้วกวน 15 นาที เทลงบนถาดกระจก นำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

การทดสอบสมบัติเชิงกล

นำแผ่นฟิล์มยางคอมพอสิตมาตัดขึ้นทดสอบเป็นรูปดัมเบลล์ (Die C) มีความกว้างอย่างน้อย 6 มิลลิเมตร ความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร นำขึ้นทดสอบมาทดสอบด้วยเครื่อง Tensometer ตามมาตรฐาน ASTM D412 ใช้ Load cell ขนาด 500 N ดึงขึ้นทดสอบด้วยความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อนาที วัดค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 100% และ 300% ค่าทนทานต่อแรงดึง และ ค่าการยืด ณ จุดขาด

ผลการวิจัย

เส้นใยเซลลูโลส

เส้นใยเซลลูโลสจากก้านผักตบชวามีสีเหลืองอ่อน ส่วนเส้นใยใบผักตบชวามีสีน้ำตาลอมเขียวคล้ำ (ดังรูปที่ 1) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใยจากก้านผักตบชวาและใบผักตบชวา มีค่าเท่ากับ 5.37 และ 6.91% ตามลำดับ



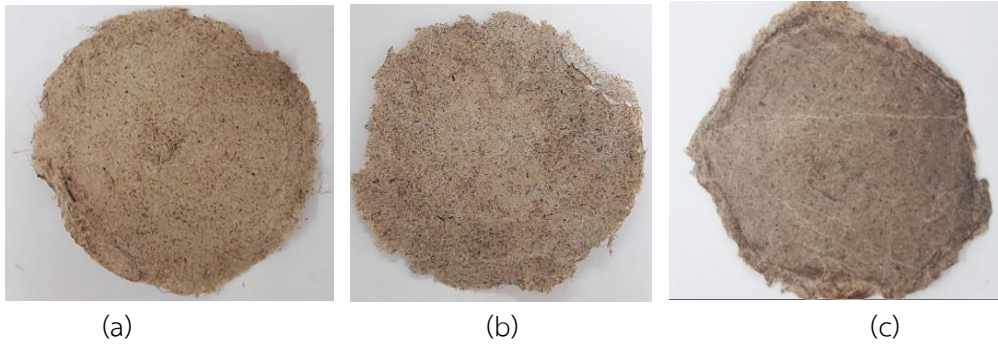
(a)

(b)

รูปที่ 1 เส้นใยเซลลูโลสที่แยกโดยวิธีปั่นด้วยเครื่องปั่นเอนกประสงค์ (a) ก้านผักตบชวา และ (b) ใบผักตบชวา

สภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดลิกนิน

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดลิกนิน ศึกษาโดยการแปรอุณหภูมิ 40 ,60 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา ชั่วโมง พบว่าที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เส้นใยมีสีน้ำตาล ไม่คล้ำ แต่เส้นใยยังมีขนาดใหญ่ ยู่ยเล็กน้อยเมื่อเทียบกับเส้นใยเซลลูโลสเริ่มต้น ดังรูปที่ 2 (a) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 องศาเซลเซียส เส้นใยมีน้ำตาล มีสีคล้ำมากขึ้นเล็กน้อย และลักษณะเส้นใยจะยุ่ยและเล็กลงอย่างชัดเจน ดังรูปที่ 2 (b) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น เป็น 80 องศาเซลเซียส สีของเส้นใยจะมีสีน้ำตาลมีสีคล้ำมากขึ้น และได้เส้นใยที่ยุ่ยและเล็กลงคล้ายกับที่อุณหภูมิสูง 60 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 2 (c)



รูปที่ 2 เส้นใยจากก้านผักตบชวาที่กำจัดลิกนินด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิต่างๆ (a) 40 (b) 60 และ (c) 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา ชั่วโมง 1

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใย พบว่าที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักมากที่สุด เท่ากับ 76.37 เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 องศาเซลเซียส มีค่าเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเท่ากับ 71.72 และเมื่อใช้สภาวะที่อุณหภูมิเป็น 80 องศาเซลเซียส ค่าเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเท่ากับ ดังตารางที่ 52.801 ดังนั้นเมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้น ค่าเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใยมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน อาจเนื่องมาจากการต้มที่อุณหภูมิสูงทำให้สามารถกำจัดลิกนินและเฮมิเซลลูโลสออกไปจากเส้นใยมากขึ้น ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใยมีค่าลดลง ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดลิกนินในเส้นใยเซลลูโลสจากก้านผักตบชวา คือ 1 ชั่วโมง 60 องศาเซลเซียส เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใยสูงพอสมควรและเป็นอุณหภูมิที่เริ่มเห็นเส้นใยอยู่และเล็กกลง จึงเลือกสภาวะนี้เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดลิกนิน

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใยจากก้านผักตบชวาที่กำจัดลิกนินด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
40	76.37
60	71.32
80	52.80

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใยระหว่างก้านผักตบชวาและใบผักตบชวาโดยใช้สภาวะเดียวกัน คือ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงในการกำจัดลิกนิน พบว่าเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใยจากก้านผักตบชวา และใบผักตบชวา มีค่าเท่ากับ 71.32 และ 60.35 ตามลำดับ ก้านผักตบชวาให้เส้นใยที่ผ่านการกำจัดลิกนินสูงกว่าใบผักตบชวา

เส้นใยนาโนเซลลูโลส

นาโนเซลลูโลสที่ได้จากเส้นใยเซลลูโลสที่ไม่ผ่านและผ่านการกำจัดลิกนิน มีลักษณะขนาดเล็ก พูและน้ำหนักเบาเหมือนกัน แตกต่างกันเพียงเซลลูโลสของก้านผักตบชวาที่ผ่านการกำจัดลิกนินมีสีจางกว่าเซลลูโลสของก้านผักตบชวาที่ไม่ผ่านการกำจัดลิกนิน ดังรูปที่ 3

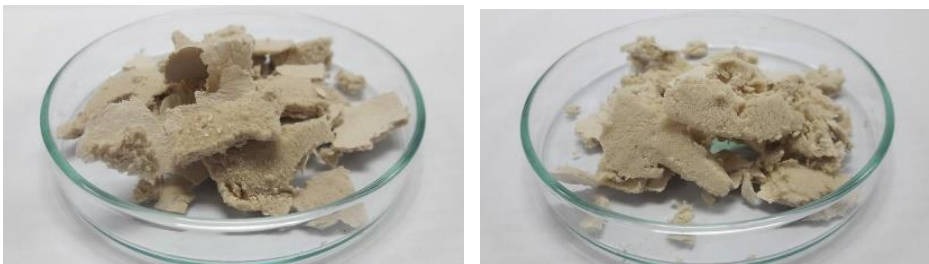


(a)

(b)

รูปที่ 3 นาโนเซลลูโลสที่ได้จากก้านผักตบชวา (a) ไม่ได้ก้ำจัดลิกนิน และ (b) ก้ำจัดลิกนิน

รูปที่ 4 แสดงนาโนเซลลูโลสที่ได้จากใบผักตบชวาที่ไม่ผ่านและผ่านการก้ำจัดลิกนิน พบว่านาโนเซลลูโลสที่ได้มีขนาดเล็ก พูและน้ำหนักรวมเหมือนกัน แต่นาโนเซลลูโลสที่ก้ำจัดลิกนินจะมีสีจางกว่านาโนเซลลูโลสที่ไม่ได้ก้ำจัดลิกนิน



(a)

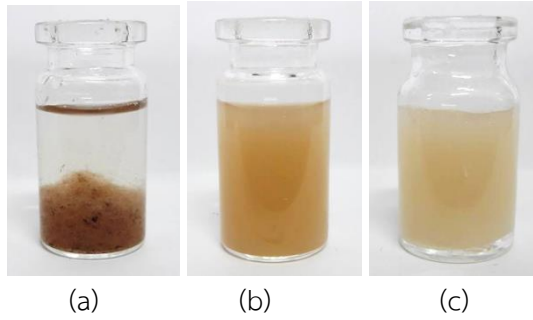
(b)

รูปที่ 4 นาโนเซลลูโลสที่ได้จากใบผักตบชวา (a) ไม่ได้ก้ำจัดลิกนิน และ (b) ก้ำจัดลิกนิน

เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักนาโนเซลลูโลสที่ได้จากก้านผักตบชวาที่ไม่ผ่านและผ่านการก้ำจัดลิกนิน เท่ากับ 51.70 และ 49.60 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักนาโนเซลลูโลสที่ได้จากใบผักตบชวาที่ไม่ผ่านและผ่านการก้ำจัดลิกนิน เท่ากับ 51.11 และ 46.91 ตามลำดับ นาโนเซลลูโลสที่เตรียมจากเส้นใยที่ไม่ผ่านการก้ำจัดลิกนิน มีค่าเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักนาโนเซลลูโลสสูงกว่าเส้นใยที่ผ่านการก้ำจัดลิกนิน อาจเนื่องจากการก้ำจัดลิกนินเป็นการทำให้เส้นใยมีความเป็นขรุขระ เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้ง่ายกว่าเส้นใยที่ไม่ผ่านการก้ำจัดลิกนิน ทำให้ได้นาโนเซลลูโลสที่มีขนาดเล็กกว่า อาจสูญหายขณะกรอง ทำให้ได้เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักนาโนเซลลูโลสต่ำกว่า การที่นาโนเซลลูโลสที่เตรียมจากใบผักตบชวามีเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่ำกว่าการเตรียมจากก้านผักตบชวาอาจเนื่องมาจากที่ก้านผักตบชวามีปริมาณองค์ประกอบที่แตกต่างจากส่วนใบ เช่น แอลฟาเซลลูโลส โหโลเซลลูโลส ลิกนิน และสารแทรกต่าง ๆ เป็นต้น [8] ส่งผลให้ได้เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักนาโนเซลลูโลสที่ต่างกันโดยเฉพาะการนำเส้นใยที่ผ่านการก้ำจัดลิกนินมาเตรียมเป็นนาโนเซลลูโลส ก้านผักตบชวาจะให้เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสูงกว่าใบผักตบชวา

การกระจายตัวในน้ำของเส้นใยจากก้านผักตบชวา

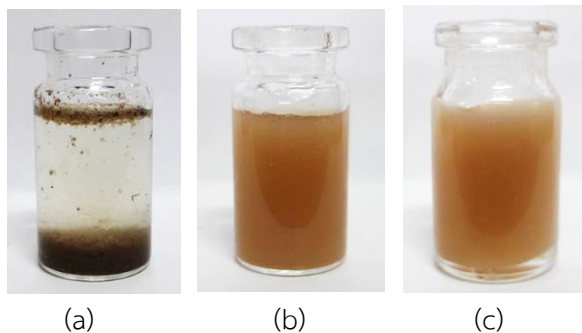
เซลลูโลสจากก้านผักตบชวาที่ผ่านการก้ำจัดลิกนินแยกชั้นกับน้ำอย่างชัดเจน เซลลูโลสจะตกลงด้านล่างอย่างรวดเร็ว ดังรูปที่ 5 (a) ส่วนนาโนเซลลูโลสจากก้านผักตบชวาที่ไม่ผ่านและผ่านการก้ำจัดลิกนินมีการกระจายตัวในน้ำได้เป็นอย่างดี ดังรูปที่ 5 (b) และ (c) แต่สีของนาโนเซลลูโลสที่ผ่านการก้ำจัดลิกนินอ่อนกว่าสีของนาโนเซลลูโลสที่ไม่ผ่านการก้ำจัดลิกนิน ซึ่งความสามารถในการกระจายตัวในน้ำบ่งบอกถึงอนุภาคของนาโนเซลลูโลสมีขนาดเล็กกว่าเซลลูโลส



รูปที่ 5 ความสามารถในการกระจายตัวในน้ำเมื่อวางทิ้งไว้ 5 นาทีของ : (a) เซลลูโลสก้านผักตบชวาที่ผ่านการกำจัดลิกนิน, (b) นาโนเซลลูโลสก้านผักตบชวาที่ไม่ผ่านการกำจัดลิกนิน และ (c) นาโนเซลลูโลสก้านผักตบชวาที่ผ่านการกำจัดลิกนิน

การกระจายตัวในน้ำของเส้นใยจากใบผักตบชวา

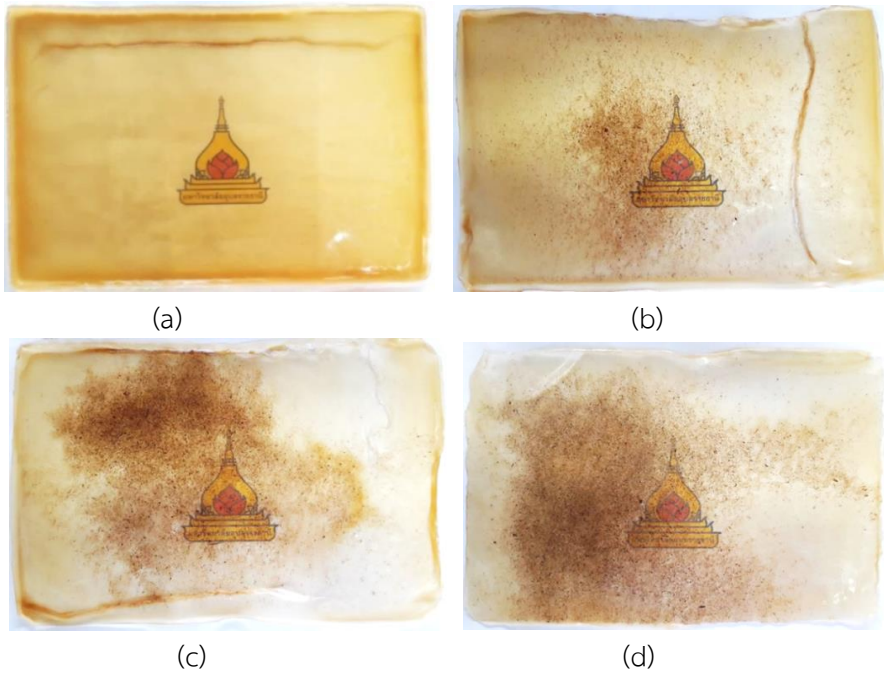
เซลลูโลสจากใบผักตบชวาที่ผ่านการกำจัดลิกนินแยกชั้นกับน้ำอย่างชัดเจน เซลลูโลสจะตกลงด้านล่างอย่างรวดเร็ว ดังรูปที่ 6 (a) ส่วนนาโนเซลลูโลสจากใบผักตบชวาที่ไม่ผ่านและผ่านการกำจัดลิกนินมีการกระจายตัวในน้ำได้เป็นอย่างดี ดังรูปที่ 6 (b) และ (c) แต่สีของนาโนเซลลูโลสที่ผ่านการกำจัดลิกนินอ่อนกว่าสีของนาโนเซลลูโลสที่ไม่ผ่านการกำจัดลิกนินเล็กน้อย ซึ่งความสามารถในการกระจายตัวในน้ำบ่งบอกถึงอนุภาคของนาโนเซลลูโลสมีขนาดเล็กกว่าเซลลูโลส



รูปที่ 6 ความสามารถในการกระจายตัวในน้ำของ : (a) เซลลูโลสใบผักตบชวาที่ผ่านการกำจัดลิกนิน, (b) นาโนเซลลูโลสใบผักตบชวาที่ไม่ผ่านการกำจัดลิกนิน และ (c) นาโนเซลลูโลสใบผักตบชวาที่ผ่านการกำจัดลิกนิน

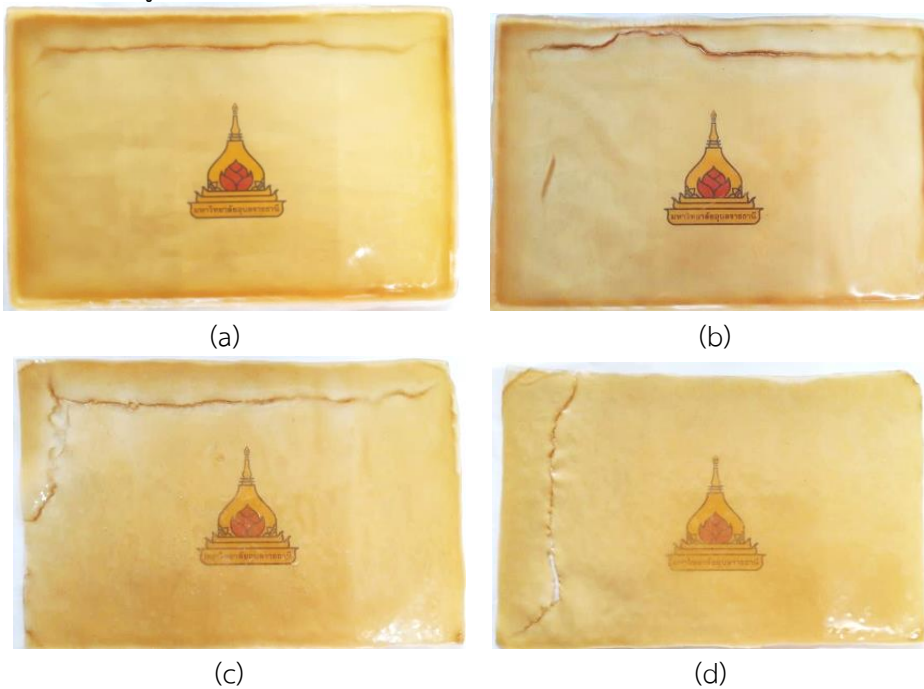
แผ่นฟิล์มยางคอมโพสิต

การเตรียมแผ่นฟิล์มโดยใช้เซลลูโลสเป็นสารเสริมแรงโดยจะศึกษาผลของอัตราส่วนของเซลลูโลสต่อน้ำยางชั้น โดยใช้เซลลูโลสจากก้านผักตบชวาที่ผ่านการกำจัดลิกนิน (1%) 1 กรัมของน้ำหนักรวมกระจายตัวในน้ำ 100 มิลลิลิตร ต่อน้ำยางชั้น (30% ฟิล์มที่เตรียมมีน้ำหนักรวม 300 กรัม อัตราส่วนระหว่างน้ำยางชั้น:เซลลูโลสคือ 10:0 เป็นตัวควบคุม, 9:1, 7:3 และ 5:5 ฟิล์มของยางที่เติมเซลลูโลส มีสีเหลือง ใส และมีความสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น และสามารถมองเห็นภาพข้างหลังได้ชัดเจน เมื่อเติมเซลลูโลสลงในยางธรรมชาติ จะเห็นว่าเซลลูโลสรวมตัวกันอยู่เป็นกลุ่มไม่กระจายตัวในยางธรรมชาติ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แผ่นฟิล์มคอมโพสิตของยางเซลลูโลสจากก้านผักตบชวาที่ผ่านการกำจัดลิกนินโดยใช้อัตราส่วนน้ำยางชั้นต่อเซลลูโลส: (a) 10:0, (b) 9:1, (c) 7:3 และ (d) 5:5

สำหรับแผ่นฟิล์มคอมโพสิตของยางนาโนเซลลูโลสจากก้านผักตบชวาที่ผ่านการกำจัดลิกนิน- มีลักษณะที่แตกต่างจากฟิล์มโดยใช้เซลลูโลสเป็นสารเสริมแรง กล่าวคือ ฟิล์มของน้ำยางที่ไม่เติมนานาเซลลูโลส จะมีความใสและมีความสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น และสามารถมองเห็นภาพข้างหลังได้ชัดเจน เมื่ออัตราส่วนเป็น 9:1 พบว่านาโนเซลลูโลสกระจายตัวในยางธรรมชาติได้ดี ฟิล์มใสเห็นภาพข้างหลังชัดเจน ดังรูปที่ 8 (b) เมื่ออัตราส่วนเป็น 7:3 ความสามารถในการกระจายตัวของนาโนเซลลูโลสในยางลดลง ฟิล์มขุ่นขึ้นเห็นภาพข้างหลังไม่ชัดเจน ดังรูปที่ 8 (c) และเมื่ออัตราส่วนเป็น 5:5 พบว่านาโนเซลลูโลสกระจายตัวได้ไม่ดี นาโนเซลลูโลสที่มากขึ้นทำให้ฟิล์มขุ่นขึ้น เห็นภาพข้างหลังไม่ชัดเจน ดังรูปที่ 8 (d)



รูปที่ 8 แผ่นฟิล์มคอมโพสิตของยางนาโนเซลลูโลสจากก้านผักตบชวาที่ผ่านการกำจัดลิกนินโดยใช้อัตราส่วนน้ำยางชั้นต่อนานาเซลลูโลส: (a) 10:0, (b) 9:1, (c) 7:3, (d) 5:5

สมบัติเชิงกลของแผ่นฟิล์มคอมโพสิต

ก้านผักตบชวา

จากการศึกษาสมบัติเชิงกลของแผ่นฟิล์มคอมโพสิตที่ใช้เซลลูโลสเป็นสารเสริมแรง พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเซลลูโลสค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 100% และค่าความทนทานต่อแรงดึงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ค่าการยืด ณ จุดขาดลดลง และที่อัตราส่วน 7:3 และ 5:5 ฟิล์มขาดที่ระยะยืดน้อยกว่า 300% ทำให้ไม่สามารถวัดค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 300% ได้

แผ่นฟิล์มคอมโพสิตที่ใช้นาโนเซลลูโลสที่ผ่านกำจัดลิกนินเป็นสารเสริมแรง พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณนาโนเซลลูโลส ค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 100% ค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 300% และค่าความทนทานต่อแรงดึงเพิ่มขึ้น แต่ค่าการยืด ณ จุดขาดลดลง ดังตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าแผ่นฟิล์มคอมโพสิตที่ใช้นาโนเซลลูโลสมีสมบัติเชิงกลดีกว่าแผ่นฟิล์มคอมโพสิตที่ใช้เซลลูโลส

ตารางที่ 2 สมบัติเชิงกลของแผ่นฟิล์มคอมโพสิตของยางและเส้นใยก้านผักตบชวา

ชนิด	อัตราส่วน	โมดูลัสที่ระยะยืด 100% (MPa)	โมดูลัสที่ระยะยืด 300% (MPa)	ความทนทานต่อแรงดึง (MPa)	การยืด ณ จุดขาด (%)
ยางธรรมชาติ	-	0.18±0.01	0.19±0.01	0.23±0.01	1066±40
ยางธรรมชาติ: เซลลูโลสที่ผ่านการกำจัดลิกนิน	9: 1	0.19±0.01	0.18±0.02	0.17±0.02	603±129
	7: 3	0.24±0.03	-	0.18±0.05	214±54
	5: 5	0.23±0.01	-	0.13±0.03	199±29
ยางธรรมชาติ: นาโนเซลลูโลสที่ผ่านการกำจัดลิกนิน	9: 1	0.19±0.01	0.20±0.01	0.27±0.02	1060±66
	7: 3	0.39±0.02	0.48±0.04	0.50±0.05	552±48
	5: 5	0.41±0.07	0.41±0.06	0.35±0.06	397±79

ใบผักตบชวา

จากการศึกษาสมบัติเชิงกลของแผ่นฟิล์มคอมโพสิตที่ใช้เซลลูโลสเป็นสารเสริมแรง พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเซลลูโลสค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 100% ค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 300% และค่าความทนทานต่อแรงดึงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ค่าการยืด ณ จุดขาดลดลง

แผ่นฟิล์มคอมโพสิตที่ใช้นาโนเซลลูโลสที่ผ่านกำจัดลิกนินเป็นสารเสริมแรง พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณนาโนเซลลูโลส ค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 100% ค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 300% และค่าความทนทานต่อแรงดึงเพิ่มขึ้น แต่ค่าการยืด ณ จุดขาดลดลง ดังตารางที่ 3

แผ่นฟิล์มคอมโพสิตที่ใช้นาโนเซลลูโลสมีสมบัติเชิงกลดีกว่าแผ่นฟิล์มคอมโพสิตที่ใช้เซลลูโลส

ตารางที่ 3 สมบัติเชิงกลของแผ่นฟิล์มคอมโพสิตของยางและเส้นใยใบผักตบชวา

ชนิด	อัตราส่วน	โมดูลัสที่ระยะยืด 100% (MPa)	โมดูลัสที่ระยะยืด 300% (MPa)	ความทนทานต่อแรงดึง (MPa)	การยืด ณ จุดขาด (%)
น้ำยางชั้น	-	0.18±0.01	0.19±0.01	0.23±0.01	1066±40
น้ำยางชั้น : เซลลูโลสที่ผ่านการกำจัดลิกนิน	9: 1	0.19±0.02	0.22±0.01	0.29±0.05	945±67
	7: 3	0.27±0.02	0.29±0.02	0.26±0.02	542±62
	5: 5	0.25±0.01	0.28±0.01	0.29±0.01	514±56
น้ำยางชั้น : นาโนเซลลูโลสที่ผ่านการกำจัดลิกนิน	9: 1	0.23±0.01	0.25±0.00	0.41±0.05	1199±105
	7: 3	0.30±0.03	0.35±0.04	0.44±0.02	798±124
	5: 5	0.50±0.08	0.47±0.06	0.48±0.04	435±69

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การเตรียมนาโนเซลลูโลสโดยการไฮโดรไลซิสด้วยกรดและร่วมด้วยการไฮโมจีในเซชันแรงเฉือนสูงพบว่า นาโนเซลลูโลสที่ไม่ได้กำจัดลิกนินจะมีเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักมากกว่านาโนเซลลูโลสที่กำจัดลิกนิน แต่นาโนเซลลูโลสที่กำจัดลิกนินมีสีที่อ่อนกว่า เมื่อนำนาโนเซลลูโลสจากก้านผักตบชวา และใบผักตบชวา ไปใช้เป็นสารเสริมแรงในแผ่นฟิล์มยางคอมโพสิตพบว่า ค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 100% ค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 300% และความทนทานต่อแรงดึงเพิ่มขึ้น แต่การยืด ณ จุดขาด ลดลง เมื่อเทียบกับแผ่นฟิล์มยางคอมโพสิตที่ไม่เติมนาโนเซลลูโลส อย่างไรก็ตามค่าการยืด ณ จุดขาดมีแนวโน้มลดลงเมื่อเติมนาโนเซลลูโลส จากการศึกษาพบว่าเส้นใยนาโนเซลลูโลสมีศักยภาพในการเสริมแรงสูงกว่าเส้นใยเซลลูโลส เนื่องจากมีเส้นใยมีขนาดเล็กกว่า การกระจายตัวในแผ่นฟิล์มยางคอมโพสิตดีกว่า นอกจากนี้ควรจะมีการปรับปรุงพื้นผิวของเส้นใยเพื่อให้เกิดอันตรกิริยาระหว่างยางและเส้นใยนาโนเซลลูโลสเพิ่มขึ้น เพื่อให้สมบัติเชิงกลของแผ่นฟิล์มยางคอมโพสิตดีขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สำหรับการสนับสนุนในด้านเครื่องมือและวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (NANOTEC) และศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC)

เอกสารอ้างอิง

- [1] กษมา จารุกัจ, นิธินาถ ศุภกาญจน์. การเตรียมคอมโพสิตจากยางธรรมชาติและเส้นใยป่านศรนารายณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2552.
- [2] ผักตบชวา วัชพืชร้ายคู่สายน้ำ ดาวน์โหลดเมื่อ 10 พ.ค. 61 จาก <http://www.jr-rsu.net/article/202>
- [3] ประวัติผักตบชวา ดาวน์โหลดเมื่อ 10 พ.ค. 61 จาก <https://www.smartsme.co.th/content/2677>
- [4] ยุพาพร รักสกุลพิวัฒน์, วิมลลักษณ์ สุตะพันธ์, นิธินาถ ศุภกาญจน์. โครงการการศึกษาการใช้ยางธรรมชาติช่วยปรับปรุงความทนทานต่อแรงกระทำของพอลิเมอร์คอมโพสิตจากปอแก้ว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2550.
- [5] ทศพร ศรีวรกุล, กุลทัศน์ สุวัฒน์, จันทร์ฉาย ทองปิ่น, นวพันธุ์ ภูักกิติ, วรุต ธรรมวิชัย และ ชีวิตา สุวรรณชาลิต .2559 .การเตรียมนานเซลลูโลสจากเส้นใยมะพร้าวด้วยกระบวนการเคมีเพื่อใช้เป็นสารเสริมแรง. Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University 3 (5): 206-215.

- [6] รัตนา ตันตเทอดธรรม, วุฒินันท์ คงทัต และ กล้าณรงค์ ศรีรอด. การศึกษาการเตรียมและสมบัติของวัสดุคอมโพสิตของยางธรรมชาติกับเส้นใยกาบมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน ดาวนัโหลตเมื่อ 10 พ.ค. 61 จาก <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/data53/KC4806063.pdf>
- [7] ศิริธร นาคชำนาญ และ จุฬารัตน ครองแถว . 2012. การแยกเส้นใยธรรมชาติระดับนาโนเมตรจากฟางข้าว ด้วยระบบออกแก๊สไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในเซชันแรงเฉือนสูง-. KCU Research Journal 17(2): 267-277.
- [8] กุสุมาวดี ฐานเจริญ. 2557. การใช้ประโยชน์จากผักตบชวาในการผลิตเซลลูโลสจากแบคทีเรียทนร้อนและการนำมาผลิตไบโอเอทานอล. วารสารเกษตรพระวรุณ 11(2), 159-165.

การค้นหายารักษา 4-aminoquinoline ในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyraseB ของเชื้อ
Mycobacterium tuberculosis โดยการศึกษาด้วยระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดีคกิ้ง
และการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล

Discovery of 4-Aminoquinoline Derivatives as Novel *Mycobacterium tuberculosis* DNA
gyraseB Inhibitors: Molecular Docking Calculations and Molecular Dynamic Simulations

บัณฑิต คำศรี¹ บงกชวรรณ พาคำวงศ์¹ ภาพตะวัน ทองดี¹ ทิมพิกา พรพรม¹ นฤตล ภูศรี¹
ชญาณิลห์ หาญวรินทร์¹ กัมปนาท ฉายจรัส¹ พลฤทธิ์ คำศรี² อรดี พันธุ์กว้าง² นิธิมา สุทธิพันธุ์³
พัชรินารถ ทรัพย์อากาศ⁴ สุภา ทารหนองบัว⁴ พจนีย์ ศรีมาโนชญ์⁵
คมสันต์ สุทธิสินทอง⁶ และพรพรม พังโพธิ์^{1*}

¹ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม

³คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

⁴คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

⁵คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

⁶สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

*E-mail: pornpan_ubu@yahoo.com

บทคัดย่อ

4-aminoquinoline เป็นสารอนุพันธ์ในกลุ่ม fluoroquinolone ซึ่งเป็นสารยับยั้งเอนไซม์ DNA gyraseB ของเชื้อ *M. tuberculosis* เป็นสาเหตุในการก่อโรควัณโรค ระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดีคกิ้ง ได้ถูกประยุกต์ใช้ในการศึกษาอันตรกิริยาที่มีความสำคัญ จากการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรม Autodock 4.2 จากผลการเปรียบเทียบระหว่างโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณของสารยับยั้งเชื้อวัณโรคในโปรแกรมจับของเอนไซม์ DNA gyraseB พบว่าในโปรแกรมจับของเอนไซม์ DNA gyraseB ของเชื้อวัณโรคให้ค่า RMSD เท่ากับ 1 อังสตรอม ค่าที่ได้ทำให้สามารถยืนยันได้ว่าระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดีคกิ้ง ที่มีความน่าเชื่อถือ ในการทำนายตำแหน่งการจัดวางตัวจากการศึกษาอันตรกิริยาของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline พบว่าอันตรกิริยาที่มีความสำคัญในการจับกับเอนไซม์ DNA gyraseB คือ อันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจน Asp72 และ Val118 และอันตรกิริยาชนิดไพ-แคทไอออนกับอะตอมของกรดอะมิโน Arg433 เป็นอันตรกิริยาที่มีความสำคัญต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ DNA gyraseB นอกจากนี้ ศึกษาสมบัติพลวัตเชิงโมเลกุล ด้วยระเบียบวิธีจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล อันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจน Glu41 Gly76 และ Met93 และอันตรกิริยาชนิดไพ-แคทไอออนกับอะตอมของกรดอะมิโน Arg75 และ Arg433 ทำให้เข้าใจถึงอันตรกิริยาที่มีความสำคัญในการจับกับเอนไซม์ DNA gyraseB มากขึ้น ซึ่งจากผลการศึกษาอันตรกิริยาที่มีความสำคัญต่อกัมมันตภาพในการยับยั้งของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline ในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyraseB นำไปสู่การออกแบบโครงสร้างของสารยับยั้งชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงต่อไป

คำสำคัญ : 4-aminoquinoline เอนไซม์ DNA gyraseB เชื้อ *Mycobacterium tuberculosis* ระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดีคกิ้ง การจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล

Abstract

4-aminoquinoline derivatives is fluoroquinolone line drug, that use as *M. tuberculosis* DNA gyraseB inhibitor, that is the causative agent of tuberculosis. Molecular docking calculations have been applied to elucidate the crucial interactions. The validation of the Autodock 4.2 program was determined by comparison of the docked ligand and ligand x-ray of the DNA gyraseB inhibitor.

RMSD value with 1 angstrom, which making it possible to confirm that the molecular docking calculations used are reliable. The crucial interactions of 4-aminoquinoline derivatives in DNA gyraseB binding pocket were found hydrogen bonding interactions with Asn72 and Val118 residues and pi-cation interaction with Arg433 residue. In addition, molecular dynamic simulations was performed in order to inhibit the enzyme activity of DNA gyraseB. Molecular dynamic simulations make it possible to understand the crucial interaction with the gyraseB DNA. The crucial interactions of 4-aminoquinoline derivatives in DNA gyraseB binding pocket were found hydrogen bonding interactions with Glu41, Gly76 and Met93 residues and pi-cation interaction with ARG75 and ARG433 residues. Therefore, the obtained results aid to better understanding of structural basis 4 - aminoquinoline derivatives for rational design with more potent DNA gyraseB inhibitors as potential anti-tuberculosis agents.

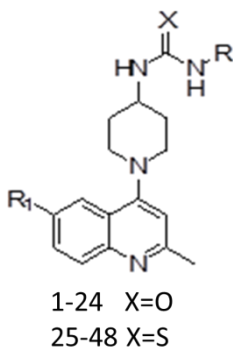
Keywords : 4-aminoquinoline, DNA gyraseB, *M. Tuberculosis*, Molecular Docking Calculations, Molecular Dynamic Simulations

บทนำ

วัณโรค (Tuberculosis) เป็นโรคติดเชื้อเรื้อรังที่สำคัญ เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium Tuberculosis* ยังคงเป็น 1 ใน 10 สาเหตุหลักของการตายของประชากรทั่วโลก จากการรายงานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) ในปี 2016 พบว่าอัตราของผู้ป่วยด้วยโรควัณโรค 10.4 ล้านคน และตายด้วยโรควัณโรค 1.7 ล้านคน (WHO, <http://www.who.int/tb/en/>) ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งชี้ให้เห็นว่าถึงแม้จะมีการพัฒนาการรักษาโรควัณโรค แต่วัณโรคยังคงเป็นโรคติดเชื้อในมนุษย์ที่เป็นสาเหตุหลักของการตายของประชากรโลกทั้งยังมีการแพร่ระบาดของโรควัณโรคในกลุ่มผู้ติดเชื้อเอชไอวีอย่างรวดเร็ว ตลอดจนมีปัญหาวัณโรคดื้อยาหลายขนานและดื้อยารุนแรงเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผู้ป่วยที่มีอยู่ไม่สามารถใช้ในการรักษาวิธีมาตรฐานได้อีก ส่งผลให้ผู้ป่วยวัณโรคไม่ตอบสนองต่อยาหลักหลายรายการที่ใช้รักษาอยู่ ซึ่งเป็นปัญหาหลักทางด้านสุขภาพที่สำคัญมากในประเทศกำลังพัฒนา ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาวิจัยเพื่อค้นหาและพัฒนาายาตัวใหม่ที่ใช้ในการรักษาโรควัณโรคจึงจำเป็นที่ต้องทำอย่างต่อเนื่อง เอมไซม์ DNA gyrase ของเชื้อ *M.tuberculosis* เป็นเอนไซม์ที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งทำหน้าที่จำลองดีเอ็นเอและเป็นเอนไซม์เป้าหมายของยากลุ่ม fluoroquinolone ซึ่งเป็นยาที่ใช้รักษาวัณโรคที่เกิดการดื้อยาหลายขนาน ดังนั้นเอนไซม์ DNA gyrase จึงเป็นเป้าหมายที่สำคัญต่อการพัฒนาการรักษาวัณโรคที่เกิดการดื้อยาให้มีประสิทธิภาพ การวิจัยและพัฒนาายาในปัจจุบันอาศัยการศึกษาทางเคมีคอมพิวเตอร์ (Computational chemistry) ด้วยระเบียบวิธีการจำลองแบบ (Molecular Modeling) และการออกแบบโมเลกุลด้วยการคำนวณ (Computer-Aided Molecular Design, CAMD) โดยใช้การจำลองโมเลกุลในสามมิติในการอธิบายกลไกการเกิดปฏิกิริยาในระดับโมเลกุล รวมทั้งมีส่วนช่วยทำนายผลการทดลองบางระบบที่ไม่สามารถศึกษาได้ในทางปฏิบัติ ทำให้สามารถเข้าใจมากขึ้นในการเกิดอันตรกิริยาระหว่างตัวยาและโมเลกุลเป้าหมาย ในระดับโมเลกุลของยาต้านโรควัณโรค การเพื่อกออกแบบสารออกฤทธิ์ตัวใหม่ที่มีศักยภาพสูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาสารอนุพันธ์ 4-aminoquinilone ของยากลุ่ม fluoroquinolone ในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyraseB โดยจะทำการศึกษาด้าน Structure-based drug design ด้วยระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดอกกิ้ง เพื่อศึกษาการวางตัวของโครงสร้างและการเกิดอันตรกิริยาสำคัญในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyraseB ร่วมกับการศึกษาด้วยระเบียบวิธีการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล นอกจากนี้ทำให้ได้ข้อมูลที่สำคัญทางด้านโครงสร้างและอันตรกิริยาที่สำคัญระหว่างในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyraseB ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการออกแบบและพัฒนาสารยับยั้งตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง

วิธีการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลทางโครงสร้างและค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งของเอนไซม์ DNA gyrase ของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinilone จำนวน 48 โครงสร้าง จากการสืบค้นเอกสารบนฐานข้อมูลต่างๆ (Cabral, J.H.M. และคณะ, 1997: Medapi, B. และคณะ, 2015: Shailja, S. และคณะ, 2015) แสดงดังตารางที่ 1
2. สร้างโครงสร้างแล้วปรับโครงสร้างให้เสถียรด้วยการคำนวณทางเคมีควอนตัม M062X/6-31G* โดยใช้โปรแกรม Gaussius 09
3. ทดสอบความน่าเชื่อถือรูปแบบการวางตัวของสารอนุพันธ์ 6-(3, 4-dimethylphenyl)-3-[[4[3 (4methylpiperazin-1yl)propoxy]phenyl]amino]pyrazine-2-carboxamide (PDB code:4B6C) (Pravin, S.S. และคณะ, 2013) โดยทำการคำนวณด้วยระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ต็อกกิ้ง ในโปรแกรม Autodock 4.2 ของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline ในโปรแกรมจับของเอนไซม์ DNA gyrase และวิเคราะห์ผลที่ได้จากการคำนวณ
4. ศึกษาการวางตัวของโครงสร้างและการเกิดอันตรกิริยาสำคัญภายในโปรแกรมจับเอนไซม์ DNA gyraseB ด้วยระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ต็อกกิ้ง ในโปรแกรม Autodock 4.2
5. ศึกษาด้วยระเบียบวิธีจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล และสรุปอันตรกิริยาที่มีความสำคัญของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างทั่วไปของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline

ตารางที่ 1 โครงสร้างและค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyraseB ของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinilone

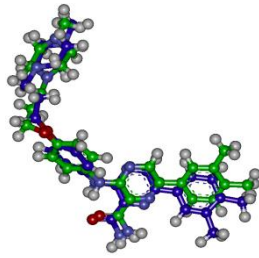
Compound	R ₁	R	MTB (IC ₅₀)(μM)
1	H	Phenyl	9.79
2	H	4-Fluoro phenyl	19.74
3	H	4-Chloro phenyl	8.20
4	H	4-Nitro phenyl	10.63
5	H	p-Tolyl	14.82
6	H	4-Methoxy phenyl	18.54
7	OCH ₃	Phenyl	9.32
8	OCH ₃	4-Fluoro phenyl	14.80
9	OCH ₃	4-Chloro phenyl	14.33
10	OCH ₃	4-Nitro phenyl	5.33
11	OCH ₃	p-Tolyl	8.63
12	OCH ₃	4-Methoxy phenyl	5.86
13	F	Phenyl	9.84
14	F	4-Fluoro phenyl	0.78
15	F	4-Chloro phenyl	29.63

Compound	R ₁	R	MTB (IC ₅₀)(μ M)
16	F	4-Nitro phenyl	2.14
17	F	p-Tolyl	8.83
18	F	4-Methoxy phenyl	7.62
19	CF ₃	Phenyl	8.30
20	CF ₃	4-Fluoro phenyl	11.80
21	CF ₃	4-Chloro phenyl	17.30
22	CF ₃	4-Nitro phenyl	22.30
23	CF ₃	p-Tolyl	9.02
24	CF ₃	4-Methoxy phenyl	19.80
25	H	Phenyl	9.40
26	H	4-Fluoro phenyl	16.72
27	H	4-Chloro phenyl	8.12
28	H	4-Nitro phenyl	1.21
29	H	p-Tolyl	2.66
30	H	4-Methoxy phenyl	13.51
31	OCH ₃	Phenyl	0.91
32	OCH ₃	4-Fluoro phenyl	2.31
33	OCH ₃	4-Chloro phenyl	0.62
34	OCH ₃	4-Nitro phenyl	0.88
35	OCH ₃	p-Tolyl	7.94
36	OCH ₃	4-Methoxy phenyl	6.17
37	F	Phenyl	39.44
38	F	4-Fluoro phenyl	23.54
39	F	4-Chloro phenyl	21.50
40	F	4-Nitro phenyl	25.50
41	F	p-Tolyl	25.41
42	F	4-Methoxy phenyl	17.84
43	CF ₃	Phenyl	29.40
44	CF ₃	4-Fluoro phenyl	22.84
45	CF ₃	4-Chloro phenyl	4.12
46	CF ₃	4-Nitro phenyl	7.54
47	CF ₃	p-Tolyl	5.10
48	CF ₃	4-Methoxy phenyl	34.50

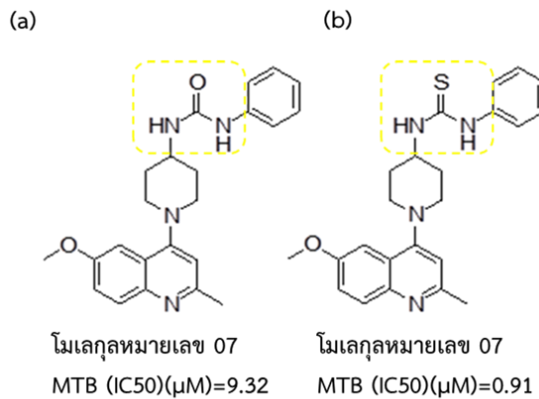
ผลการวิจัย

ผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรม Autodock 4.02 จากการเปรียบเทียบระหว่างโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณของสารยับยั้งเชื้อวัณโรคในโปรแกรมจับของเอนไซม์ DNA gyraseB ของเชื้อวัณโรคชนิดดั้งเดิม พบว่า ในโปรแกรมจับของเอนไซม์ DNA gyraseB ของเชื้อวัณโรคให้ค่า RMSD เท่ากับ 1 อังสตรอม ค่าที่ได้ทำให้สามารถยืนยันได้ว่าระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ดอกกิ้งที่มีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง สำหรับการทำนายการซ้อนทับตำแหน่งการจัดวางตัวของสารอนุพันธ์ 6-(3,4-dimethylphenyl)-3-[[4[3(4methylpiperazin-1yl)propoxy] phenyl]amino]pyrazine-2carboxamide ในโปรแกรมจับเอนไซม์ DNA gyraseB ระหว่าง

โครงสร้างผลึกทางเอ็กซ์เรย์ (Shirude PS. และคณะ, 2013) กับโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณของสารยับยั้งเชื้อวัณโรค พบว่าทั้งสองโครงสร้างมีตำแหน่งการวางตัวใกล้เคียงกันทำให้มีความน่าเชื่อถือ ดังแสดงในรูปที่ 2

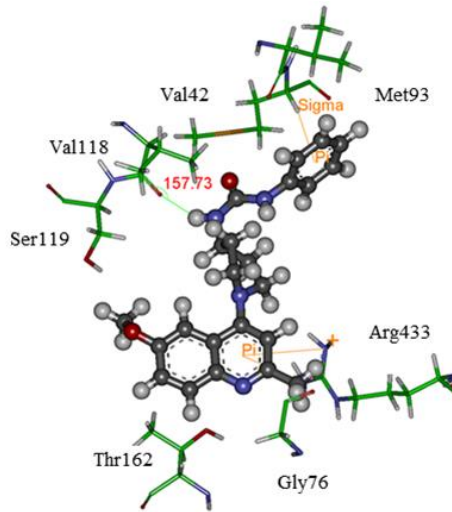


รูปที่ 2 ลิแกนด์ผลึกทางเอ็กซ์เรย์ (สีเขียว) และโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณ (สีน้ำเงิน) ของสารยับยั้งโปรแกรมจับของเอนไซม์ DNA gyraseB

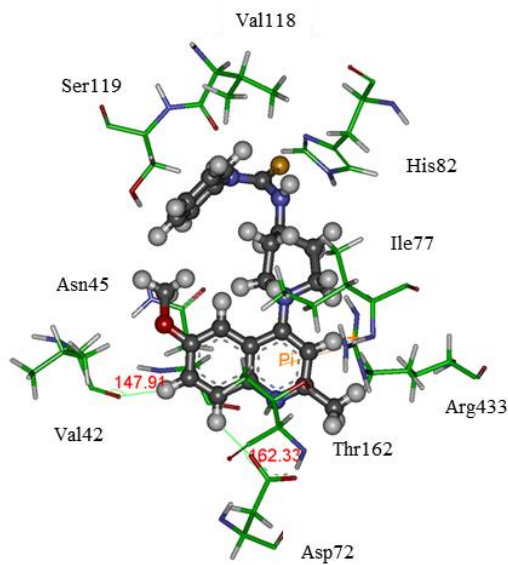


รูปที่ 3 เปรียบเทียบผลของหมู่แทนที่ที่ตำแหน่ง X (a) โมเลกุลหมายเลข 07 หมู่แทนที่ตำแหน่ง X เป็น oxygen (b) โมเลกุลหมายเลข 31 มีหมู่แทนที่ตำแหน่ง X เป็น sulfur

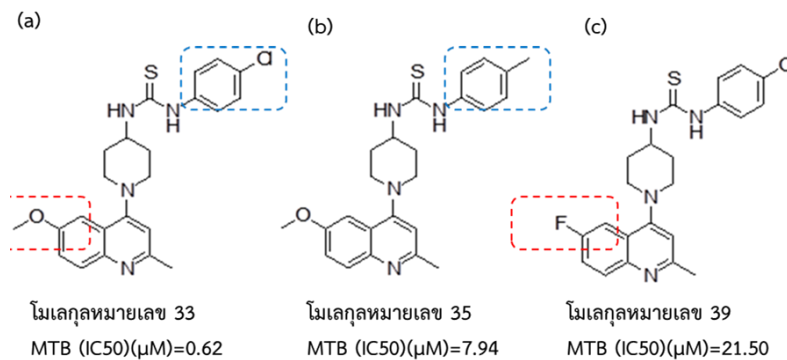
โมเลกุลหมายเลข 07 ซึ่งมีหมู่แทนที่ที่ตำแหน่ง X เป็น oxygen เปรียบเทียบกับโมเลกุลหมายเลข 31 มีหมู่แทนที่ที่ตำแหน่ง X เป็น sulfur แสดงในรูปที่ 3 โดยโมเลกุลหมายเลข 07 ซึ่งมีค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyrase เท่ากับ 9.32 μ M พบอันตรกิริยาที่สำคัญชนิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมของกรดอะมิโน Val118 พบว่าอันตรกิริยาชนิดอิเล็กโตรสแตติกกับกรดอะมิโน Gly76, Val92, Ser119 และ Thr162 พบอันตรกิริยาชนิดไพ-แคทไอออน ที่ตำแหน่งวงอโรมาติกของ aminoquinoline กับอะตอมของกรดอะมิโน Arg433 และอันตรกิริยาชนิดไพ-ซิกมาที่ตำแหน่ง phenyl กับกรดอะมิโน Met93 ในโปรแกรมจับ DNA gyraseB แสดงในรูปที่ 4 โมเลกุลหมายเลข 31 ซึ่งมีค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyrase เท่ากับ 0.91 μ M พบอันตรกิริยาที่สำคัญชนิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมของกรดอะมิโน Val42 และ Asp72 พบว่าอันตรกิริยาชนิดอิเล็กโตรสแตติกกับกรดอะมิโน Asn45, Ile77, His82, Val118, Ser119 และ Thr162 พบอันตรกิริยาชนิดไพ-แคทไอออน ที่ตำแหน่งวงอโรมาติกของ aminoquinoline กับอะตอมของกรดอะมิโน Arg433 ในโปรแกรมจับ DNA gyraseB แสดงในรูปที่ 5 จากผลการคำนวณจากระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดอกกิ่ง พบว่าโมเลกุลหมายเลข 31 พบอันตรกิริยาที่สำคัญในโปรแกรมจับ DNA gyraseB มากกว่าโมเลกุลหมายเลข 07 แสดงให้เห็นได้ว่าโมเลกุลหมายเลข 31 ที่ตำแหน่ง X มีหมู่แทนที่เป็น sulfur เป็นหมู่ให้อิเล็กตรอนมากกว่า oxygen ส่งผลทำให้พบอันตรกิริยาที่สำคัญในโปรแกรมจับ DNA gyraseB ที่มากกว่า ในทำนองเดียวกันโมเลกุลหมายเลข 31 ผลจากการทดลองทดสอบค่าการออกฤทธิ์กัมมันตภาพทางชีวภาพในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyraseB ที่ดีกว่าโมเลกุลหมายเลข 07



รูปที่ 4 ลักษณะการจับของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline โมเลกุลหมายเลข 07 กับเอนไซม์ DNA gyraseB จากกระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดีค็อกกิ้ง

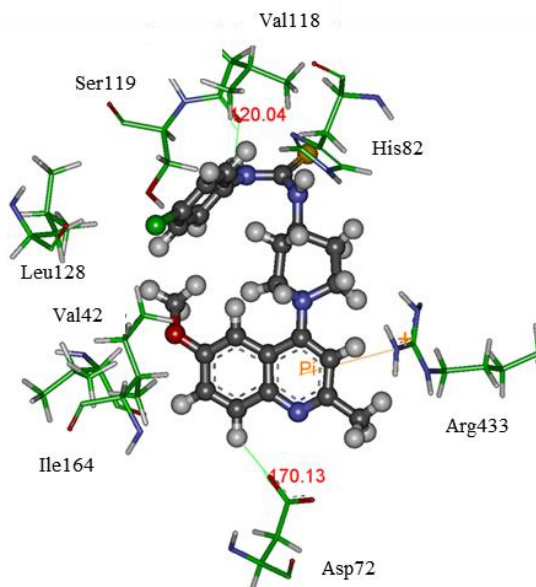


รูปที่ 5 ลักษณะการจับของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline โมเลกุลหมายเลข 31 กับเอนไซม์ DNA gyraseB จากกระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดีค็อกกิ้ง



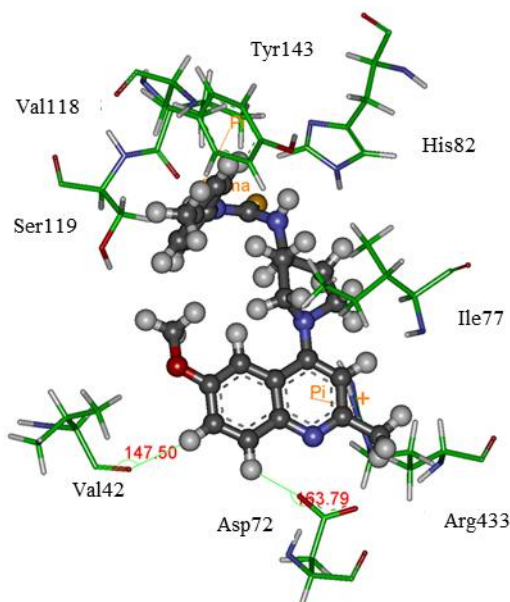
รูปที่ 6 เปรียบเทียบผลของหมู่แทนที่ที่ตำแหน่ง R และ R₁ (a) โมเลกุลหมายเลข 33 หมู่แทนที่ตำแหน่ง R และ R₁ เป็น 4-Chloro phenyl และmethoxy (b) โมเลกุลหมายเลข 35 มีหมู่แทนที่ตำแหน่ง R และ R₁ เป็น p-Tolyl และmethoxy (c) โมเลกุลหมายเลข 39 มีหมู่แทนที่ตำแหน่ง R และ R₁ เป็น 4-Chloro phenyl และfluorine ตามลำดับ

การเปรียบเทียบผลของหมู่แทนที่ที่ตำแหน่ง R และ R1 โมเลกุลหมายเลข 33 หมู่แทนที่ตำแหน่ง R และ R1 เป็น 4-Chloro phenyl และ methoxy โมเลกุลหมายเลข 35 มีหมู่แทนที่ตำแหน่ง R และ R1 เป็น p-Tolyl และ methoxy โมเลกุลหมายเลข 39 มีหมู่แทนที่ตำแหน่ง R และ R1 เป็น 4-Chloro phenyl และ fluorine ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 6 โมเลกุลหมายเลข 33 ซึ่งมีหมู่แทนที่ที่ตำแหน่ง R เป็น 4-Chloro phenyl เปรียบเทียบกับโมเลกุลหมายเลข 31 มีหมู่แทนที่ที่ตำแหน่ง R เป็น p-Tolyl โดยโมเลกุลหมายเลข 33 ซึ่งมีค่ากัมมันตภาพในการยับยั้ง เอนไซม์ DNA gyrase เท่ากับ 0.62 μM พบว่าอันตรกิริยาที่สำคัญชนิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมของกรดอะมิโน ASP72 และ VAL118 พบว่าอันตรกิริยาชนิดอิเล็กโตรสแตติกกับกรดอะมิโน Val42, His82, Ser119, Leu128 และ Ile164 พบว่าอันตรกิริยาชนิดไพ-แคทไอออน ที่ตำแหน่งวงโรมาติกของ aminoquinoline กับอะตอมของกรดอะมิโน Arg433 ในโปรแกรมจับ DNA gyraseB แสดงในรูปที่ 7



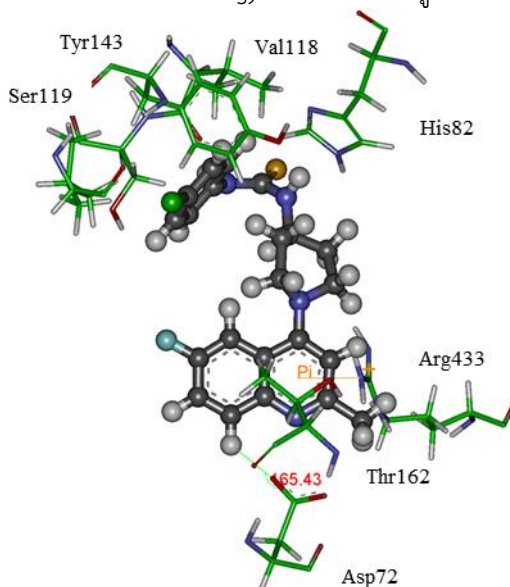
รูปที่ 7 ลักษณะการจับของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline โมเลกุลหมายเลข 33 กับเอนไซม์ DNA gyraseB จากระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดอกกิ่ง

โมเลกุลหมายเลข 35 ซึ่งมีค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyrase เท่ากับ 7.94 μM พบว่าอันตรกิริยาที่สำคัญชนิดพันธะไฮโดรเจนอะตอมของกรดอะมิโน Val42 และ Asn72 พบว่าอันตรกิริยาชนิดอิเล็กโตรสแตติกกับอะตอมของกรดอะมิโน Ile77, His82, Val118 และ Ser119 พบว่าอันตรกิริยาชนิดไพ-แคทไอออน ที่ตำแหน่งวงโรมาติกของ aminoquinoline กับอะตอมของกรดอะมิโน Arg433 พบว่าอันตรกิริยาชนิดไพ-ซิกมา ที่ตำแหน่ง phenyl กับกรดอะมิโน Tyr143 ในโปรแกรมจับ DNA gyraseB แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ลักษณะการจับของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline โมเลกุลหมายเลข 35 กับเอนไซม์ DNA gyraseB จากระเบียบวิธี Molecular docking calculations

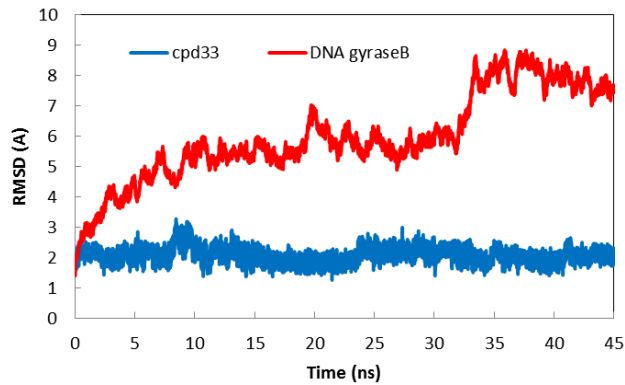
โมเลกุลหมายเลข 39 ซึ่งมีค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyrase เท่ากับ $21.50 \mu\text{M}$ พบอันตรกิริยาที่สำคัญชนิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมของกรดอะมิโน Asp72 พบว่าอันตรกิริยาชนิดขั้วอิเล็กโตรสแตติกกับกรดอะมิโน His82, Val118, Ser119, Tyr143 และ Thr162 พบอันตรกิริยาชนิดไพ-แคทไอออน ที่ตำแหน่งวงโรมาติกของ aminoquinoline กับอะตอมของกรดอะมิโน Arg433 พบอันตรกิริยาชนิดไพ-ซิกมา ที่ตำแหน่ง phenyl กับกรดอะมิโน Tyr143 ในโปรแกรมจับ DNA gyraseB แสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 ลักษณะการจับของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline โมเลกุลหมายเลข 39 กับเอนไซม์ DNA gyraseB จากระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดีอกกิ้ง

จากการศึกษาสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline ด้วยระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดีอกกิ้ง แสดงให้เห็นว่าแต่ละโมเลกุลของสารยับยั้งในแต่ละระบบจะมีความสามารถในการจับที่แตกต่างกัน และพบอันตรกิริยาที่สำคัญในการจับกับเอนไซม์ DNA gyraseB แตกต่างกัน โดยโมเลกุลหมายเลข 33 พบอันตรกิริยาที่สำคัญในการจับกับเอนไซม์ DNA

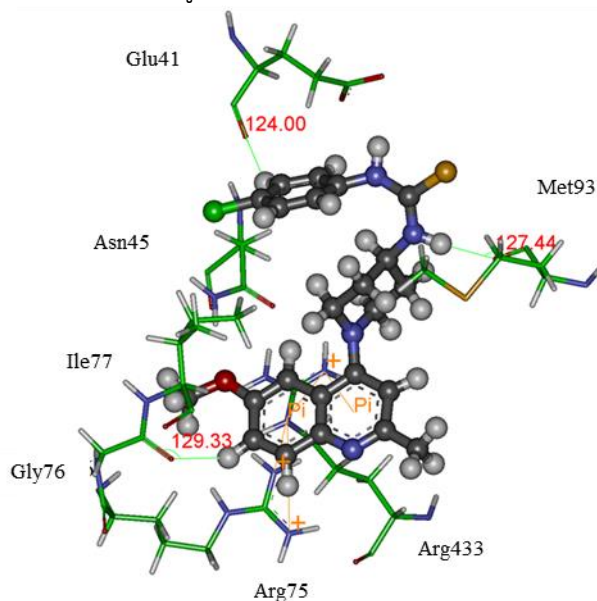
gyraseB ที่แข็งแรง ซึ่งสอดคล้องผลจากการทดลองทดสอบค่าการออกฤทธิ์กัมมันตรักษาภาพทางชีวภาพในการยับยั้ง เอนไซม์ DNA gyrase ที่ดี เท่ากับ 0.62 μM จึงนำโมเลกุลหมายเลข 33 มาศึกษาสมบัติพลศาสตร์เชิงโมเลกุล



รูปที่ 10 กราฟ RMSD ของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline โมเลกุลหมายเลข 33 ในโปรแกรมจับของเอนไซม์ DNA gyraseB จากระเบียบวิธีการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล

จากการคำนวณด้วยระเบียบวิธีการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล โมเลกุลหมายเลข 33 ในโปรแกรมจับของเอนไซม์ DNA gyraseB กราฟ RMSD แสดงดังรูปที่ 10 โมเลกุลหมายเลข 33 เริ่มมีความเสถียรที่เวลา 35 ns แต่เลือกเวลาที่เสถียร 5 ns สุดท้ายในการวิเคราะห์อันตรกิริยาที่สำคัญ ดังนั้นจึงทำการเลือกวิเคราะห์อันตรกิริยาที่สำคัญที่เวลา 45 ns

โมเลกุลหมายเลข 33 ในโปรแกรมจับของเอนไซม์ DNA gyraseB จากด้วยระเบียบวิธีการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล แสดงดังรูปที่ 11 พบอันตรกิริยาที่สำคัญชนิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมของกรดอะมิโน Glu41, Gly76 และ Met93 พบว่าอันตรกิริยาชนิดอิเล็กโตรสแตติกกับกรดอะมิโน Asn45, และIle77 พบอันตรกิริยาชนิดไพ-แคทไอออน ที่ตำแหน่งวงอโรมาติกของ aminoquinoline กับอะตอมของกรดอะมิโน Arg75 และArg433 ในโปรแกรมจับ DNA gyraseB ผลจากระเบียบวิธีการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล จะมีความเหมือนจริงมากกว่าระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ต็อกกิ่ง เนื่องจากการคำนวณว่าระบบให้การคำนวณที่เหมือนจริงมากกว่าจึงมีความน่าเชื่อถือมากกว่าการผลการคำนวณด้วยระเบียบวิธีการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุลของโมเลกุลหมายเลข 33 พบอันตรกิริยาที่สำคัญมากกว่ามากกว่าระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ต็อกกิ่ง



รูปที่ 11 ลักษณะการจับของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline โมเลกุลหมายเลข 33 กับเอนไซม์ DNA gyraseB จากระเบียบวิธีการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรม Autodock 4.02 จากผลการเปรียบเทียบระหว่างโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณของสารยับยั้งเชื้อวัณโรคในโพรงการจับของเอนไซม์ DNA gyraseB ของเชื้อวัณโรคชนิดดั้งเดิม พบว่าในโพรงการจับของเอนไซม์ DNA gyraseB ของเชื้อวัณโรคให้ค่า RMSD เท่ากับ 1 อังสตรอม ค่าที่ได้ทำให้สามารถยืนยันได้ว่าระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ดอกกิ้งที่มีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง สำหรับการทำการทำนายการซ้อนทับตำแหน่งการจัดวางตัวของสารอนุพันธ์ 6-(3,4-dimethylphenyl)-3-[[4[3(4methylpiperazin-1yl)propoxy] phenyl]amino]pyrazine-2-carboxamide ในโพรงการจับเอนไซม์ DNA gyraseB ระหว่างโครงสร้างผลึกทางเอ็กซ์เรย์ (Shirude PS. และคณะ, 2013) กับโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณของสารยับยั้งเชื้อวัณโรค พบว่า ทั้งสองโครงสร้างมีตำแหน่งการวางตัวใกล้เคียงกันทำให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น สำหรับการจับของสารยับยั้งเอนไซม์ DNA gyraseB ของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinoline พบอันตรกิริยาที่สำคัญชนิดพันธะไฮโดรเจน อันตรกิริยาอิเล็กโตรสแตติก อันตรกิริยาที่ชนิดไพ-แคปไอออน และไพ-ซิกมา โมเลกุลหมายเลข 33 ถูกนำศึกษาการคำนวณระเบียบวิธีการจำลองแบบทางพลวัตเชิงโมเลกุล เลือกวิเคราะห์อันตรกิริยาที่สำคัญที่เวลา 45 ns พบสามารถพบอันตรกิริยาที่สำคัญชนิดพันธะไฮโดรเจนที่มากกว่าระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ดอกกิ้ง ผลการศึกษาที่ได้ทั้งหมดนี้สามารถให้ข้อมูลทางโครงสร้างที่เป็นประโยชน์ในระดับโมเลกุล ซึ่งเป็นแนวทางนำไปสู่การออกแบบสารต้านวัณโรคที่มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงในการยับยั้งเอนไซม์ DNA gyraseB ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการค้นหาและพัฒนาตัวยาใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ DNA gyraseB

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) สำหรับการสนับสนุนโปรแกรมและเครื่องมือในการคำนวณ สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข สวรส. (HSRI.60.083), ศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC), โครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษกแก่ นายบัณฑิต คำศรี (PHD/0132/2559) สำหรับเงินทุนสนับสนุนตลอดการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Cabral, J.H.M. Jackson, A.P. Smith, C.V. Shikotra, N. Maxwell, A. Liddington, R.C. (1997). Crystal structure of the breakage–reunion domain of DNA gyrase. *Nature*. 388, 903-906
- Medapi, B. Suryadevara, P. Renuka, J. Sridevi, J.P. Yogeeswari and P. Sriram, (2015). 4-Aminoquinoline derivatives as novel *Mycobacterium tuberculosis* GyrB inhibitors: Structural optimization, synthesis and biological evaluationD. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 103, 1-16.
- Shailja, S. Drishti, A. Kumkum, S. Manish, S. Morten, A.N. Michael, A. Ashok, K.S. Rinkoo, D.G. and Satish, K.A. (2015) 4-Aminoquinoline derivatives: Synthesis, in vitro and in vivo antiplasmodial activity against chloroquine-resistant parasites. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 122, 3947-407.
- Shirude PS, Madhavapeddi P, Tucker JA, Murugan K, Patil V, Basavarajappa H, Raichurkar AV, Humnabadkar V, Hussein S, Sharma S, Ramya VK, Narayan CB, Balganeshts, Sambandamurthy VK. (2013). Aminopyrazinamides: Novel and specific GyrB Inhibitors that kill replicating and nonreplicating *Mycobacterium tuberculosis*. *American Chemical Society Chemical Biology*, 8, 519–523
- World Health Organization <http://www.who.int/tb/en/>.

การลดการปล่อยก๊าซมีเทนในดินนาโดยใช้ถ่านชีวภาพ

The Reduction of Methane Emission in Paddy Soil using Biochar

ชลธิดา จำนงค์นิจ¹ และ ทศนีย์ เจียรพสุอนันต์^{1*}

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail : Tassanee.j@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของการใช้ถ่านชีวภาพในการลดการปล่อยก๊าซมีเทนในดินนา โดยการเปรียบเทียบตัวอย่างดินที่ใช้ถ่านชีวภาพกับดินที่ไม่ใช้ถ่านชีวภาพ และทำการบ่มดินในสภาพที่มีอากาศและในสภาพที่ไร้อากาศเป็นระยะเวลา 60 วัน ทำการวิเคราะห์ความเป็นกรดต่าง (pH), ศักย์ไฟฟ้ารีดอกซ์ (Eh) และความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในชุดทดลอง 4 ชุด ประกอบด้วย ดินในสภาพมีอากาศ (S), ดิน+ถ่านชีวภาพในสภาพมีอากาศ (SB), ดิน+น้ำกลั่นในสภาพไร้อากาศ (SW) และดิน+ถ่านชีวภาพ+น้ำกลั่นในสภาพไร้อากาศ (SBW) ผลการศึกษาพบว่า ในชุดทดลอง S และ SB ซึ่งเป็นการบ่มดินในสภาพที่มีอากาศ มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.50 - 4.73 และ 4.57 - 4.83 ค่า Eh มีค่าอยู่ในช่วง 109 - 217 mV และ 107.33 - 217.33 mV ส่วนความเข้มข้นของก๊าซมีเทน มีค่าอยู่ในช่วง 2.59 - 558.93 ppm และ 2.51 - 316.35 ppm ตามลำดับ ส่วนในชุดทดลอง SW และ SBW ซึ่งเป็นการบ่มดินในสภาพที่ไร้อากาศ มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.07 - 6.30 และ 5.27 - 6.33 ค่า Eh อยู่ในช่วง -77 - 180.33 mV และ -69 - 181.33 mV ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนมีค่าอยู่ในช่วง 1.51 - 3,819.90 ppm และ 1.58 - 3,692.55 ppm ตามลำดับ เมื่อพิจารณารูปแบบการปล่อยก๊าซมีเทนจากดินนาในชุดทดลองที่มีการใช้ถ่านชีวภาพนั้นมีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมีเทนที่น้อยกว่าชุดทดลองที่ไม่มีการใช้ถ่านชีวภาพ และผลของถ่านชีวภาพสามารถลดก๊าซมีเทนได้อย่างชัดเจนในชุดทดลองที่มีการบ่มดินในสภาพที่มีอากาศ เนื่องจากถ่านชีวภาพมีคุณสมบัติที่มีรูพรุนสูง และเพิ่มความพรุนของดินได้มากขึ้น ส่งผลให้ออกซิเจนที่อยู่ในอากาศผ่านลงไปในดินมากขึ้น จึงทำให้เกิดการออกซิเดชันก๊าซมีเทนได้มากขึ้นปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยจากดินนาจึงน้อยลง

คำสำคัญ : ถ่านชีวภาพ ดินนา ก๊าซมีเทน

Abstract

This study investigated the effect of using biochar to reduce methane emissions. Soil samples with biochar and without biochar were compared and these soil samples were kept in aerobic and anaerobic conditions for 60 days. The analysis of pH, Redox (Eh), and methane concentration were performed on the paddy soil in 4 conditions: 1) the aerobic condition (S), 2) the aerobic condition with soil and biochar (SB), 3) the anaerobic condition with soil and distilled water (SW), and 4) the anaerobic condition with soil, biochar, and distilled water (SBW). The results of the study showed that in the conditions S and SB had pH values in the range of 4.50 to 4.73 and 4.57 to 4.83 respectively. The Eh values ranged from 109-217 mV and 107.33 - 217.33 mV and the methane concentrations ranged from 2.59 - 558.93 ppm and 2.51 - 316.35 ppm, respectively. The results of the conditions SW and SBW showed that pH values ranged from 5.07 to 6.30 and from 5.27 to 6.33, respectively. The Eh values were found to be in the range of -77 to 180.33 mV and -69 to 181.33 mV, respectively and the methane concentrations were in the range of 1.51 - 3,819.90 ppm and 1.58 - 3,692.55 ppm respectively. It can be concluded that in the experiments with the presence of biochar had lower levels of methane. Biochar clearly reduced methane concentrations in the paddy soil due to its high porous property. High porous property increased

the porosity of soil, allowing oxygen to pass through the soil and promoting the oxidation of methane in the soil.

Keywords: Biochar, Paddy Soil, Methane

บทนำ

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) เกิดขึ้นจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมที่มนุษย์เป็นผู้กระทำในปริมาณสูง ทำให้สภาวะอากาศเกิดความแปรปรวน ฤดูกาลเปลี่ยนแปลง และทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์แบ่งตามคู่มือการทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ได้ 4 ภาคส่วน ได้แก่ ภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ ภาคเกษตรกรรม ป่าไม้ และการใช้พื้นที่ และภาคสุดท้ายคือของเสีย โดยประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดจากภาคพลังงาน นอกจากนี้ภาคการเกษตรเป็นส่วนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นลำดับถัดมา โดยก๊าซเรือนกระจกหลักที่ถูกปล่อยออกจากภาคเกษตรกรรม คือ ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2560)

นาข้าวเป็นพื้นที่การเกษตรหลักของประเทศไทยโดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งถือเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญในภาคเกษตรกรรมอันได้แก่ ก๊าซมีเทนจากการท่วมขังของน้ำในนาข้าว ก๊าซมีเทนเกิดจากกระบวนการทางชีวภาพโดยมีจุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทน (Methanogens) ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาพไร้ออกซิเจน ซึ่งก๊าซมีเทนจะปล่อยออกสู่บรรยากาศโดยผ่านทางต้นข้าวเป็นหลัก ส่วนก๊าซไนตรัสออกไซด์เกิดขึ้นจากกลุ่มจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวเป็นการเพิ่มแอมโมเนียในดินเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) และกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) ที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากนาข้าว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 8, 2558) ซึ่งในปัจจุบันได้มีการศึกษาการนำวัสดุปรับปรุงดินต่างๆมาใช้ในการเกษตรมากขึ้น เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและปรับปรุงดินให้ดีขึ้น เช่น ถ่านชีวภาพ (Biochar) เป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ทำมาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชสามารถกักเก็บคาร์บอนลงในดินได้และยังช่วยให้ดินระบายอากาศได้ดี เพราะมีรูพรุนสูง ซึ่งรูพรุนในถ่านชีวภาพที่ผสมกับดินเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ซึ่งสามารถดึงหรือปรับธาตุอาหารให้พืชนำไปใช้ได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยปรับสมบัติทางกายภาพและดูดซับปุ๋ยไว้ได้มากขึ้น อีกทั้งถ่านชีวภาพมีความคงตัวสูงย่อยสลายได้ช้าจึงช่วยกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินได้ยาวนาน (พินิจภณ, 2557) จากการศึกษาของจาวภาและคณะ (2560) ได้ศึกษาผลของถ่านชีวภาพต่อคุณสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวนาหว่านน้ำตาม ซึ่งทำการทดสอบในสภาพกระถาง พบว่าการใช้ถ่านชีวภาพ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินให้ดีขึ้นคือทำให้ดินมี pH สูงขึ้น มีแคลเซียมที่แลกเปลี่ยน ได้ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น และมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในระยะแรกที่อายุ 30 และ 45 วัน หลังหว่านข้าว ตลอดจนมีการศึกษาความสามารถในการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อหน่วยผลผลิตข้าว จากการใช้ถ่านชีวภาพยูคาลิปตัสและฟางข้าวในการปลูกข้าวนาสวน และทำให้มีการกักเก็บคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น (พัชรี และคณะ, 2558)

ซึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการนำถ่านชีวภาพมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินแล้ว แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก แม้จะมีงานวิจัยยืนยันว่าการใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินส่งผลในทางบวกต่อคุณภาพของดินและสามารถกักเก็บคาร์บอนลงในดินที่ทำการเกษตร อย่างไรก็ตามนาข้าวจัดเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ โดยเฉพาะก๊าซมีเทน และองค์ความรู้จากการใช้ถ่านชีวภาพในดินนาที่มีสภาพน้ำขังเพื่อลดก๊าซมีเทนยังมีน้อย การศึกษานี้จึงมุ่งหมายที่จะศึกษาถึงประโยชน์ของถ่านชีวภาพในแง่ของการเป็นตัวช่วยลดก๊าซมีเทนจากนาข้าว โดยนำถ่านชีวภาพจากไม้เนื้อแข็งมาทดลองกับดินนาในท้องปฏิบัติ การ เพื่อศึกษาอิทธิพลของถ่านชีวภาพต่อการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากดินนา ซึ่งจะเป็แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวได้ต่อไป

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ทำการศึกษาอิทธิพลของถ่านชีวภาพต่อการปล่อยก๊าซมีเทนในดินนาภายใต้สภาพการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ โดยเก็บตัวอย่างดินจากนาข้าวของเกษตรกร บ้านศรีโค อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเป็นดินนาที่มีการทำนาแบบอาศัยน้ำฝน มีลักษณะการปล่อยน้ำท่วมขังในนาข้าวตลอดฤดูกาลเพาะปลูก จากการรายงานภาพรวมของดินนาในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างส่วนมากเป็นดินร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีอินทรีย์วัตถุในดินต่ำกว่าร้อยละ 1 มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำกว่า 10 มิลลิกรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำกว่า 30 มิลลิกรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม ดินมีความเป็นกรดจัด (pH 4.5 – 5.4) ดังนั้นการปลูกข้าวให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นจึงต้องมีการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน (กรมการข้าว, 2561)

การออกแบบชุดการทดลอง

1. ชุดควบคุมแบบมีอากาศใช้ดินเท่านั้น (S) โดยใช้ตัวอย่างดินแห้ง 50 กรัม
2. ชุดทดลองแบบมีอากาศใช้ดินและถ่านชีวภาพ (SB) โดยใช้ตัวอย่างดินแห้ง 50 กรัม ผสมกับถ่านชีวภาพ 0.12 กรัม
3. ชุดทดลองแบบไร้อากาศใช้ดินและน้ำกลั่น (SW) โดยใช้ตัวอย่างดินแห้ง 50 กรัม เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
4. ชุดทดลองแบบไร้อากาศใช้ดินผสมกับถ่านชีวภาพและน้ำกลั่น (SBW) โดยใช้ตัวอย่างดินแห้ง 50 กรัม ผสมกับถ่านชีวภาพ 0.12 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร

การดำเนินงานเพื่อศึกษาผลของถ่านชีวภาพต่อการปล่อยก๊าซมีเทนในดินนามีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2560) ได้แสดงขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดินไว้ดังนี้ เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร สุ่มเก็บ 3 จุดให้ครอบคลุมทั้งแปลง ใช้จอบหรือพลั่วขุดหลุมเป็นรูป V ให้ลึกในแนวตั้งประมาณ 30 เซนติเมตร จากนั้นแฉะเอาดินด้านหนึ่งเป็นแผ่นหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร จากปากหลุมถึงกันหลุม ดินที่ได้นี้เป็นดินจาก 1 จุด ทำเช่นเดียวกันนี้จนครบ นำดินจากทุกจุดใส่รวมกันในภาชนะที่เตรียมไว้ นำตัวอย่างดินมาตากให้แห้งในห้องปฏิบัติการ

ขั้นตอนการศึกษาทดลอง

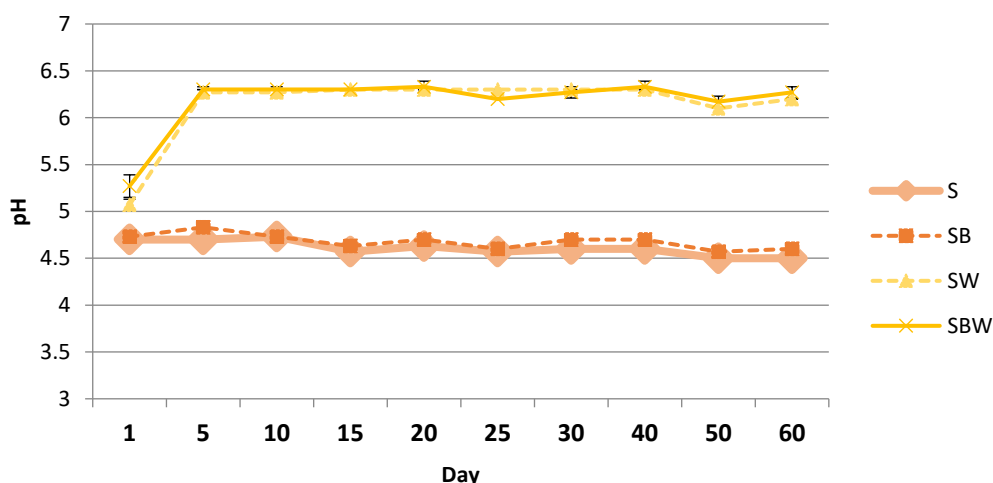
1. บดดินและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร
2. เตรียมชุดการทดลอง 4 ชุด ตามการออกแบบชุดทดลอง และทำ 3 ซ้ำ ในทุกชุดการทดลอง ในขวด 100 มิลลิลิตร ซึ่งรวมจำนวนขวดตัวอย่างทั้งหมด 120 ตัวอย่าง
3. ตัวอย่างที่ทดลองแบบไร้อากาศจะถูกใส่อากาศในขวดให้เป็นสภาวะไร้ออกซิเจน ด้วยไนโตรเจน (N₂) และปิดด้วยจุกยางและครอบฝาอะลูมิเนียม
4. ชุดทดลองที่มีอากาศให้ปิดขวดด้วยพาราฟิล์ม
5. บ่มตัวอย่างทั้งหมดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 วัน
6. เก็บตัวอย่างอากาศออกจากช่องว่างส่วนบนของขวดบ่มตามระยะเวลาที่กำหนดใส่ในขวดสุญญากาศขนาด 5 มิลลิลิตร และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และวัดค่าศักย์ไฟฟ้ารีดอกซ์ (Eh) ของดิน ในวันที่ 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, และ 60 วันหลังการบ่ม
7. วิเคราะห์ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนโดยใช้เครื่อง Gas chromatography (Agilent Technologies, Inc, USA) สภาวะเครื่อง GC equipped with FID 300 Co คอลัมน์ HaySep Q packed ใช้ก๊าซไนโตรเจน และฮีเลียม เป็นแก๊สพา มีอัตราการไหล 20 มิลลิลิตรต่อนาที

ผลการวิจัยและอภิปราย

ในการบ่มดินในห้องปฏิบัติการมีอุณหภูมิห้องตั้งแต่วันที่ 1-60 อยู่ในช่วง 25-28 °C ผลจากการวัดค่า pH ของดินทั้ง 4 ชุดทดลอง พบว่าในวันเริ่มต้นคือ วันที่ 1 - 60 ของชุดทดลอง S และ SB ซึ่งเป็นการบ่มดินในสภาพที่มีอากาศ มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.50-4.73 และ 4.57-4.83 ส่วนชุดทดลอง SW และ SBW เป็นการบ่มดินในสภาพที่ไร้อากาศมีค่า pH อยู่ในช่วง 5.07-6.3 และ 5.27-6.33 ดังแสดงในภาพที่ 1 แสดงผลค่าเฉลี่ย pH ของดินทั้ง 4 ชุดทดลอง โดยใน SW และ SBW มีค่า pH ที่สูงขึ้นในวันที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.27 และ 6.3 ตามลำดับ หลังจากนั้นค่า pH จะเพิ่มขึ้นช้าๆ เมื่อค่า pH เข้าใกล้ 6.5 ในวันที่ 10 และคงที่ตลอดการทดลองไปจนถึงวันที่ 60 เป็นผลเนื่องมาจากการขังน้ำในดิน ทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันของสารต่างๆในดินที่สำคัญ เช่น NO_3^- , MnO_2 และ Fe(OH)_3 ในระยะแรกๆ จะมีการใช้ H^+ ร่วมในปฏิกิริยาในปริมาณที่สูง ซึ่งในการรีดิวซ์สารต่างๆ จะต้องใช้ H^+ บางส่วนจากสารละลายดินในการทำปฏิกิริยาจึงทำให้ H^+ จากสารละลายถูกใช้ไปเป็นจำนวนมาก ทำให้ค่า pH ของดินมีการเพิ่มขึ้นในช่วงระยะแรก และรักษาระดับค่อนข้างคงที่ เนื่องจากอิทธิพลของการรีดักชันเหล็กเกิดขึ้นแล้ว (ไพบูลย์, 2546)

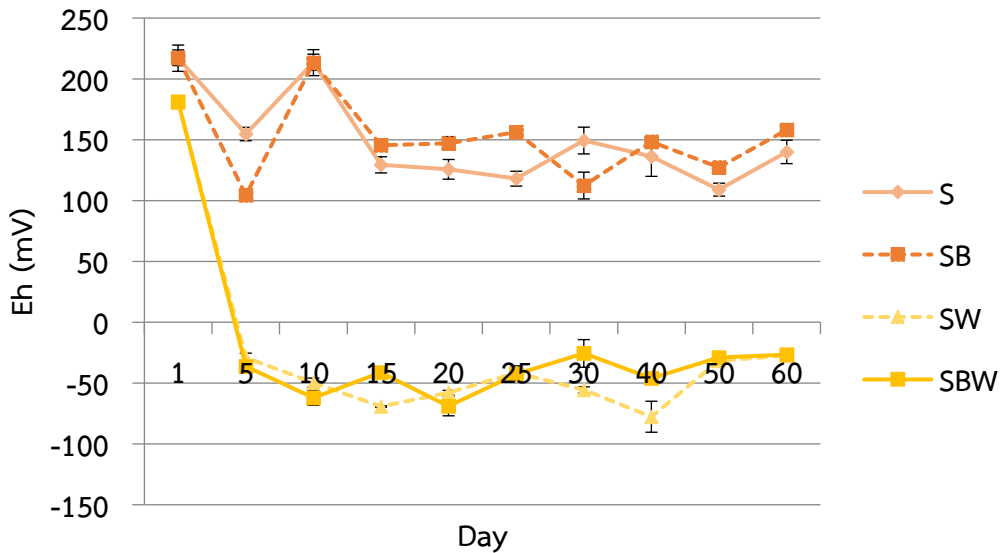
ส่วนในชุดทดลอง S และ SB มีค่า pH คงที่ตลอดการทดลองตั้งแต่วันที่ 1 ถึง วันที่ 60 เนื่องจากดินอยู่ในสภาพที่มีออกซิเจน ซึ่งการออกซิเดชันของอินทรีย์วัตถุจะเกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่องจำเป็นต้องมีตัวรีดิวซ์ที่ลดจากปฏิกิริยาในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศที่ดี จุลินทรีย์ดินจะใช้ออกซิเจนซึ่งมีศักย์ไฟฟ้ารีดักชันที่สูงของสารละลายดินมาเป็นตัวรีดิวซ์ ดังนั้นจึงทำให้มีอิทธิพลน้อยมากต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายดิน

เมื่อเปรียบเทียบผลของถ่านชีวภาพต่อค่าความเป็นกรดต่างของดิน พบว่าค่า pH ในชุดทดลองที่ใส่ถ่านชีวภาพ (SB และ SBW) มีแนวโน้มสูงกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับชุดทดลองที่ไม่ใส่ถ่านชีวภาพ (S และ SW) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของจาวาภาและคณะ (2560) และ Zhang et al. (2010) ที่พบว่าค่า pH ของดินนามีค่าสูงขึ้นหลังจากการใส่ถ่านชีวภาพ



ภาพที่ 1 ค่า pH ของดินในแต่ละวันหลังการบ่มดิน

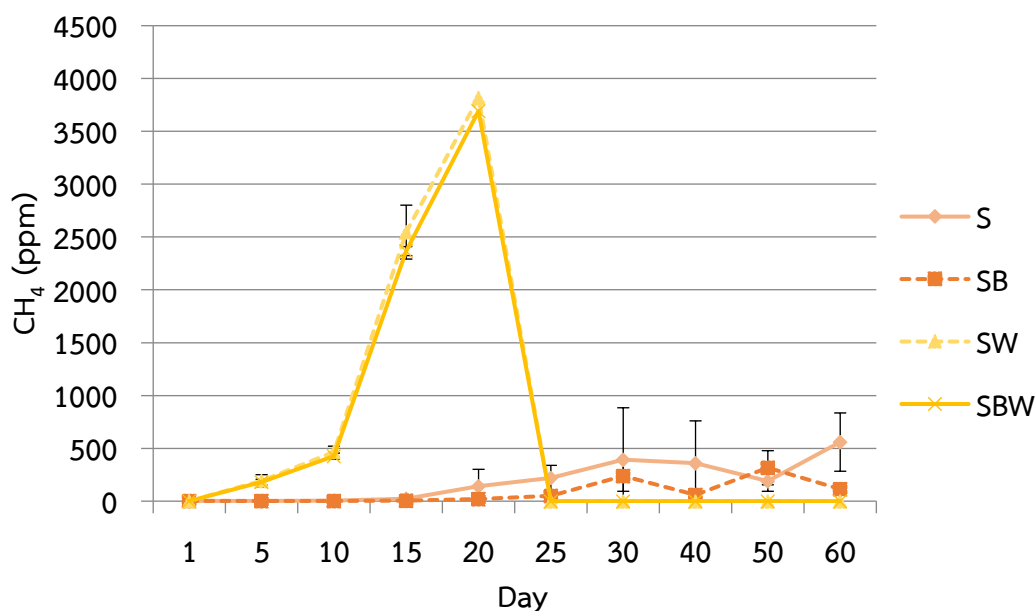
ผลการวิเคราะห์ค่าศักย์ไฟฟ้ารีดอกซ์ของทั้ง 4 ชุดทดลอง ตั้งแต่วันที่ 1-60 ของการบ่มดินในสภาพที่มีอากาศ คือ ชุดทดลอง S และ SB มีค่าศักย์ไฟฟ้าอยู่ในช่วง 109-217mV และ 104.33-217.33 mV ส่วนการบ่มดินในสภาพไร้อากาศ คือ ชุดทดลอง SW และ SBW มีค่าศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ในช่วง -77.66 - 180.33 mV และ -69 -181.33 mV ดังข้อมูลในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ค่า Eh (Redox potential) ในแต่ละวันหลังการบ่มดิน

จากภาพที่ 2 พบว่าค่า Eh ใน SW และ SBW มีค่าที่ต่ำกว่า S และ SB ซึ่งใน SW และ SBW มีค่า Eh ลดลงในวันที่ 5 จนมีค่าติดลบและหลังจากนั้นค่าค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลองจนถึงวันที่ 60 เป็นผลเนื่องจากการที่ดินขาดออกซิเจนจากการท่วมขังของน้ำ ซึ่งจะเกิดการรีดักชันของสารประกอบต่างๆ ทำให้ค่า Eh ลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 0-4 วันแรกของการขังน้ำ ออกซิเจนที่มีอยู่ถูกใช้ไปจนหมด จุลินทรีย์ในดินจึงหันมาใช้สารประกอบในดิน เช่น NO_3^- และ MnO_2 แทน ซึ่งมีศักย์ไฟฟ้ารีดักชันรองลงมาจากออกซิเจน มาเป็นตัวรับอิเล็กตรอน เมื่อจุลินทรีย์ใช้ NO_3^- และ MnO_2 หมดไป หลังจากนั้นจะเกิดปฏิกิริยารีดักชันที่เพิ่มความรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์ในดินใช้สารประกอบในดินที่มีศักย์ไฟฟ้าที่ต่ำมากๆ ซึ่งมีค่า pH เข้าใกล้ 7 เช่น SO_4^{2-} และ CO_2 มาเป็นตัวรับอิเล็กตรอนจึงทำให้ค่า Eh ของดินมีค่าที่ต่ำมาก ส่วนในชุดทดลอง S และ SB มีค่า Eh ที่สูงกว่า SW และ SBW เนื่องจากการบ่มดินในสภาพที่มีอากาศ ไม่มีการท่วมขังของน้ำ ทำให้มีออกซิเจนเพียงพอสำหรับกิจกรรมของจุลินทรีย์ ซึ่งการรีดักชันสารประกอบต่างๆจะไม่เกิดขึ้นในสภาพที่มีออกซิเจน จึงทำให้ค่า Eh ของดินมีค่าเป็นบวก (ไพบูลย์, 2546) อย่างไรก็ตามค่า Eh ของดินในชุดทดลอง S และ SB มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ในวันที่ 30 จนถึงวันที่ 60

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมีเทน ของทั้ง 4 ชุดทดลอง ตั้งแต่วันที่ 1 - 60 การทดลองการเปรียบเทียบการใส่ถ่านชีวภาพและไม่ใส่ถ่านชีวภาพในดิน ในการบ่มดินในสภาพที่มีอากาศในชุดทดลอง S มีปริมาณความเข้มข้นก๊าซมีเทน 2.59 - 558.93 ppm และในชุดทดลอง SB มีปริมาณความเข้มข้นก๊าซมีเทน 2.51 - 114.85 ppm ส่วนในวันที่ 1 - 20 ของการทดลองบ่มดินในสภาพที่ไร้อากาศ ของ SW มีปริมาณความเข้มข้นก๊าซมีเทน 1.51 - 3,819.90 ppm และใน SBW มีปริมาณความเข้มข้นก๊าซมีเทนเท่ากับ 1.58 - 3,692.55 ppm และหลังจากนั้นคือ ในวันที่ 25 - 60 ไม่พบก๊าซมีเทนเกิดขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนจากดินนาทดลอง

การบ่มดินในสภาพที่ไร้อากาศเปรียบเทียบกับระหว่างการใส่ถ่านชีวภาพ (SW) กับไม่ใส่ถ่านชีวภาพในดิน (SBW) พบว่ารูปแบบของปริมาณการเกิดก๊าซมีเทนของทั้ง 2 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันไม่มากนัก ซึ่งจะเริ่มมีปริมาณก๊าซมีเทนที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ วันที่ 5 และมีความเข้มข้นสูงสุดในวันที่ 20 เนื่องจากในช่วงแรกยังคงมีออกซิเจนอยู่ทำให้จุลินทรีย์กลุ่มใช้ออกซิเจนทำงาน แต่หลังจากออกซิเจนที่มีอยู่ถูกใช้ไปจนหมดและการขังน้ำที่นานขึ้น จึงทำให้เกิดการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์ในดินกลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซมีเทนขึ้น แต่หลังจากนั้นไม่พบก๊าซมีเทนเกิดขึ้นตั้งแต่วันที่ 25 ถึงวันที่ 60 อาจเนื่องมาจากสารประกอบในดินที่จุลินทรีย์จะใช้เป็นตัวรับอิเล็กตรอนและสารอินทรีย์ในดินเริ่มหมดไป

ส่วนชุดทดลองในสภาพที่มีอากาศเปรียบเทียบกับระหว่างการใส่ถ่านชีวภาพ (S) และไม่ใส่ถ่านชีวภาพ (SB) ในช่วงแรก คือ วันที่ 1 - 15 พบปริมาณก๊าซมีเทนไม่มากนักเนื่องจากเป็นสภาพการบ่มดินที่มีอากาศ ซึ่งมีออกซิเจนเพียงพอต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในดิน แต่หลังจากนั้นเริ่มมีปริมาณก๊าซมีเทนสูงขึ้นในวันที่ 20 เนื่องจากการบ่มดินที่ผ่านไปในระยะหนึ่งแล้วออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้มีปริมาณไม่มากเหมือนช่วงแรกของการบ่มดิน และเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาพที่ไร้อากาศในดินชั้นล่างที่มีออกซิเจนน้อย จึงทำให้เกิดก๊าซมีเทนสะสมขึ้นจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์กลุ่มไม่ใช้ออกซิเจน

นอกจากนี้ยังพบว่าถ่านชีวภาพมีผลต่อความเข้มข้นของมีเทนที่เกิดขึ้น โดยความเข้มข้นของมีเทนที่วิเคราะห์ได้ในชุด SB มีค่าต่ำกว่า S เท่ากับ 1,073 ppm และความเข้มข้นของมีเทนที่วิเคราะห์ได้ในชุด SBW มีค่าต่ำกว่า SW เท่ากับ 359 ppm ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งอาจเกิดจากการดูดซับก๊าซมีเทนไว้ที่ผิวของถ่านชีวภาพ และการมีช่องว่างในดินเพิ่มขึ้นในสภาพที่ไม่มึน้ำขังทำให้เกิดการออกซิเดชันมีเทนเพิ่มขึ้น (Jeffery et al., 2016)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของก๊าซมีเทน

วัน	Treatment (ppm)					
	S	SB	Diff. (S-SB)	SW	SBW	Diff. (SW-SBW)
1	2.59±0.05	2.51±0.18	0.08	1.51±0.08	1.58±0.21	-0.07
5	2.76±0.09	2.65±0.03	0.11	192.10±58.77	180.11±27.82	11.99
10	3.96±1.72	2.75±0.13	1.21	465.49±55.14	425.71±29.30	39.78

วัน	Treatment (ppm)					
	S	SB	Diff. (S-SB)	SW	SBW	Diff. (SW-SBW)
15	24.37±20.17	6.10±1.29	18.27	2,546.79±254.99	2,366.76±42.5 2	180.03
20	142.63±158.81	21.65±4.90	120.98	3,819.90	3,692.55	127.35
25	219.16±119.77	50.99±23.6	168.17	ND	ND	ND
30	392.64±491.22	239.87±146.37	152.77	ND	ND	ND
40	359.49±400.22	58.72±15.24	300.77	ND	ND	ND
50	189.56±96.05	316.35±161.42	- 126.79	ND	ND	ND
60	558.93±275.65	114.85±46.71	438.08	ND	ND	ND

หมายเหตุ

ND คือ ไม่พบปริมาณก๊าซมีเทน , D .iff คือ ความแตกต่างของความเข้มข้นมีเทนจากชุดทดลองที่ใส่ถ่านชีวภาพและไม่ใส่ถ่านชีวภาพ

สรุปผลการวิจัย

การใช้ถ่านชีวภาพสามารถลดการเกิดก๊าซมีเทนได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่ไม่มีการใช้ถ่านชีวภาพ โดยในชุดทดลองที่มีการบ่มดินในสภาพที่มีอากาศสามารถลดลงได้ถึงร้อยละ 56 (SB เปรียบเทียบกับ S) เนื่องจากสภาพการบ่มดินที่มีออกซิเจนไม่มีการท่วมขังของน้ำจึงทำให้ออกซิเจนผ่านลงไปในดินได้ และด้วยคุณสมบัติของถ่านชีวภาพที่มีรูพรุนสูงและเพิ่มความพรุนให้แก่ดิน ส่งผลให้อากาศผ่านลงไปในดินได้มากขึ้น และทำให้เกิดการออกซิเดชันมีเทนได้มากขึ้นเช่นกัน ส่วนการบ่มดินในสภาพไร้อากาศสามารถลดก๊าซมีเทนลงได้เพียงร้อยละ 5 (SBW เปรียบเทียบกับ SW) อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นเพียงขั้นการทดลองในห้องปฏิบัติการที่แสดงถึงผลของถ่านชีวภาพที่สามารถลดปริมาณความเข้มข้นของมีเทนในดินได้ ซึ่งยังต้องนำไปทดสอบเพื่อลดอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงเกษตรกรต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้แต่งขอขอบคุณงบประมาณในการทำวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในการสนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว. (2559). องค์ความรู้เรื่องข้าว, 5 มิถุนายน 2561. <http://www.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=19-1.htm>
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2560). วิธีการเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์, 20 สิงหาคม 2560. <http://mordin.ddd.go.th/nana/web-ddd/soil/Page02.htm>.
- จาวภา มะนาวนอก, สันติไมตรี ก้อนคำดี, เกษสุดา เดชภิมล, วรณวิภา แก้วประดิษฐ์ พลพินิจ และ ดร.ณิ โชติชูราษฎร์. (2560). ถ่านชีวภาพ: ผลต่อคุณสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวนาหว่านน้ำตม (การทดสอบในสภาพกระถาง). *แก่นเกษตร*, 45(2), 209-220.

- พัชรี แสนจันทร์, นิภา ธรรมโสภณ, Chhin Phy และ ดวงสมร ตูลาพิทักษ์. (2558). การใช้ถ่านชีวภาพยูคาลิปตัสและ ฟางข้าวเพื่อการผลิตข้าวและลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. *แก่นเกษตร*, 43 (ฉบับพิเศษ1), 373-379.
- พินิจภณ ปิตุยะ. (2557). เอกสารองค์ความรู้ถ่านชีวภาพ, 13 พฤษภาคม 2560.
<http://www.huaysaicenter.org/Uploads/files/เอกสารองค์ความรู้ถ่านชีวภาพB.pdf>
- ไพบูลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. (2546). เคมีดิน. เชียงใหม่: ห้างหุ้นส่วนจำกัดเชียงใหม่พิมพ์สวย.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่8. ((2558. การศึกษาภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่ม ปากพนัง จังหวัด นครศรีธรรมราช, 13 พฤษภาคม 2560.
<http://oldweb.oae.go.th/download/research/2558/greenhousegasemissions.pdf>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2560). ชนิดก๊าซเรือนกระจก, 13 พฤษภาคม 2560.
<http://www.tgo.or.th/2015/thai/content.php?s1=7&s2=16>.
- Jeffery, S., Verheijen, F. G.A., Kammann, C. and Abalos, D. (2016). Biochar effects on methane emissions from soils: A meta-analysis. *Soil Biology & Biochemistry*, 101, 251-258.
- Zhang, A., Cui, L., Pan, G., Li, L., Hussain, Q., Zhang, X., Zheng, J. and Crowley, D. (2010). Effect of biochar amendment on yield and methane and nitrous oxide emissions from a rice paddy from Tai Lake plain, China. *Agricultural, Ecosystems and Environment*, 139, 469-475.

การใช้สีจากธรรมชาติทาไม้อัด

Utilization of Natural Color on Plywood

สายสมร ล้าลอง^{1*} จิราภรณ์ สายกลาง¹ ปณิธาน ธรรมวิเศษ¹ และ อุทัย อยู่เย็น¹

¹ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail : g3936619@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ศึกษาการเตรียมสีจากพืชธรรมชาติ การสกัดผงสีทำโดยการปั่นในตัวกลางที่เป็นน้ำ พืชที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ เฟื่องฟ้า ดาดตะกั่ว มะยม กระจับปี่ ชาดัด ขมิ้น ศึกษาผลของจำนวนชั้นของการทา ชนิดของสารช่วยติดสี ชนิดของสารเคลือบผิว (กาวลาเท็กซ์, กาวน้ำชนิดใส, น้ำยางชั้นกราฟต์ด้วย MMA และ น้ำยางพรีวัลคาไนซ์) ต่อความคงทนต่อแสงแดด ความคงทนต่อความร้อน ความคงทนต่อน้ำ พบว่าพืชแต่ละชนิดให้ผงสีที่มีเฉดสีที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ดอกเฟื่องฟ้าให้ผงสีน้ำตาลอมแดง ใบดาดตะกั่วให้ผงสีน้ำตาล กิ่งมะยมให้ผงสีน้ำตาล ใบกระจับปี่ให้ผงสีเขียวอ่อน ใบชาดัดให้ผงสีเขียว และขมิ้นให้ผงสีเหลือง เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของดอกเฟื่องฟ้า ใบดาดตะกั่ว กิ่งมะยม ใบกระจับปี่ ใบชาดัด และขมิ้น เท่ากับ 6.08 , 6.78, 3.79, 9.12 , 5.27 และ 12.81% ตามลำดับ เมื่อจำนวนชั้นของการทาเพิ่มมากขึ้น สีก็จะเข้มมากขึ้น สารช่วยติดสีจะทำให้ได้เฉดสีที่เปลี่ยนไป ไม้อัดที่เคลือบผิวด้วยน้ำยางพรีวัลคาไนซ์มีความคงทนต่อแสงแดด ความคงทนต่อความร้อน ความคงทนต่อน้ำดีที่สุด

คำสำคัญ : สีธรรมชาติ น้ำยางพรีวัลคาไนซ์ ไม้อัด

Abstract

In this research, we studied the preparation of natural color from plants. Fresh plants were extracted by juice blender with water as media. Plants are *Bougainvillea* hybrid, *Hemigraphis alternata* (Burm.f.) T. Anderson., *Phyllanthus acidus* (L.) Skeels, *Leucaenaleucocephala*, *Carmona retusa* (Vahl) Masam, and *Curcuma longa* Linn. The effects of numbers of color coating, types of mordant, types of coating substances (latex glue, glue, natural rubber latex grafted with methyl methacrylate (MMA), prevulcanized latex) on sunlight, heat, and water resistance were investigated. The results showed that each plant gave different color shade. The color powders of *Bougainvillea* hybrid, *Hemigraphis alternata* (Burm.f.) T. Anderson., *Phyllanthus acidus* (L.) Skeels, *Leucaena leucocephala*, *Carmona retusa* (Vahl) Masam, and *Curcuma longa* Linn. are reddish brown, brown, brown, light green, green, and yellow, respectively. The percent yields of *Bougainvillea* hybrid, *Hemigraphis alternata* (Burm.f.) T. Anderson., *Phyllanthus acidus* (L.) Skeels, *Leucaena leucocephala*, *Carmona retusa* (Vahl) Masam, and *Curcuma longa* Linn. are 6.08 , 6.78, 3.79, 9.12 , 5.27, and 12.81% , respectively. The higher number of coating gave darker color. Each mordant gave different color shade. Plywood was coated with prevulcanized latex had the most resistance to sunlight, heat, and water.

Keywords : Natural Color, Prevulcanized Latex, Plywood

บทนำ

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ต่างๆ ล้วนแล้วแต่มีสีสังสวยงามเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค สีสังเหล่านี้ส่วนมากได้มาจากสีสังเคราะห์ที่ได้มาจากการสังเคราะห์ทางเคมี ซึ่งสีสังเคราะห์เหล่านี้นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางไม่ว่าจะเป็นการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้ในการผสมอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมโรงงาน เช่น ใช้ในการทาสีบ้าน ทาสีไม้ เป็นต้น

สีสังเคราะห์ หมายถึง สีที่เป็นสารอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์ [1] ที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) ในกลุ่มสีผสมอาหาร (Food color) ซึ่งมีลักษณะถูกต้องตามข้อกำหนดและปลอดภัยต่อการบริโภค สีสังเคราะห์มีราคาถูกกว่าสีธรรมชาติ ให้สีสดและสม่ำเสมอและให้สีในช่วงที่กว้างกว่าสีธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีขายทั้งในรูปแบบเม็ด และสีผสมในรูปผง สารละลาย และสารละลายแขวนลอย ซึ่งสะดวกต่อการเลือกใช้กับอาหารชนิดต่างๆ ดังนั้น ผู้ใช้จึงนิยมใช้สีสังเคราะห์มากกว่าสีธรรมชาติ ถึงแม้ว่าสีธรรมชาติจะปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากกว่าสีสังเคราะห์ เมื่อใช้สีสังเคราะห์ในปริมาณที่มากอาจเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง ทำให้เกิดสมาธิสั้นในเด็ก เกิดอาการอาหารย่อยยาก ท้องอืด ท้องเฟ้อ และสีสังเคราะห์ไม่สามารถย่อยสลายได้ทางกายภาพ

สีที่ได้จากธรรมชาติ คือ สีที่ได้จากการสกัดจากพืชที่มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ เช่น ขมิ้น ดอกอัญชัน ผาง เปลือกประดู่ แก่นขนุน ย่านาง ขมิ้น มังคุด และใบหูกวาง โดยสีธรรมชาติเหล่านี้มีข้อดีคือ มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ราคาถูก มีความหลากหลายของสีและพืชและยังสามารถละลายเข้ากับน้ำได้ง่ายอีกด้วย ข้อเสียของสีธรรมชาติคือ มีสีที่ไม่สม่ำเสมอ ควบคุมความสม่ำเสมอของสีได้ยาก ไม่ทนต่อการละลายน้ำ Natta Laohakunjit [2] ได้ศึกษาผงสีธรรมชาติจากพืชไทย 6 ชนิดที่สกัดด้วยน้ำเพื่อประยุกต์ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ย้อมสีผืน ผงสีจากพืชไทย 6 ชนิดถูกนำมาสกัดที่อุณหภูมิต่างๆ เพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์สีย้อมผืนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยใช้พืชคือ ผาง ขมิ้น ย่านาง สมอพิเภก ดอกเดซี่ และกะเหรี่ยงเทียม โดยสารสกัดจากต้นผางให้ผลผลิตร้อยละมากกว่าสมอพิเภก ดอกเดซี่ ย่านาง กระเหรี่ยงเทียม และขมิ้น สีของสารสกัดจากทั้ง 6 ชนิดมีตั้งแต่สีเหลือง สีน้ำตาล และสีเขียว ความยาวคลื่นในการดูดซับของสีเหล่านี้อยู่ในช่วง 400 ถึง 666 นาโนเมตร ผ่องศรี รอดโพธิ์ทอง [3] ได้รวบรวมพืชพื้นเมืองในประเทศไทยที่ให้สีดำในการย้อมผ้า สีธรรมชาติสำหรับเส้นใยฝ้าย และไหมโดยศึกษาวิธีการย้อมสีที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถย้อมผ้าสีดำที่มีความคงทนของสี ต่อแสง และการซัก พืชพื้นเมืองที่รวบรวมได้ตามภาคต่าง ๆ ในประเทศไทย คือ กระจาย กระจบ ก้างปลาเครือ คนทา โคลงเคลงขี้กิ้ง เงาะโรงเรียน ต้นหยง ตับเต่าต้นตะโกไทย น้อยโหนด ประสัก ผาง ฝรั่ง มะกาเครือ มะกั้ม มะเกลือ มะขามป้อม มะพลับ มะยมป่า มังคุด แมงหเมะ รกฟ้า สมอทะเล สมอพิเภก สมอไทย เสม็ด สีพับ หมาก และหูกวาง โดยใช้ส่วนที่เป็นผล ดอก ใบ เนื้อไม้ และเปลือก ลำต้นมาสกัดสีย้อม หลักการย้อมสีที่ใช้ในการย้อมผ้าสีดำ คือ การย้อมแบบสีมอร์แดนซ์และการย้อมแบบรีดิวิสต์หรือแบบสีแฉัด การสกัดสีใช้วิธีการต้มแล้วนำน้ำสีมาย้อมผ้าแบบย้อมร้อน แล้วย้อมทับด้วยสารช่วยติดคือ นำโคลนหรือเฟอร์รัส ซัลเฟต สีของผ้าจะมีความคงทนต่อแสง และการซักระดับดีมาก พืชที่นิยมใช้ย้อมผ้าสีดำมากที่สุด คือ มะเกลือ ส่วนพืชพื้นเมืองอื่น จะใช้เป็นวัตถุดิบในการย้อมตามความสามารถในการหาวัตถุดิบได้ง่ายในพื้นที่

งานวิจัยนี้จึงได้เตรียมผงสีจากธรรมชาติโดยใช้พืชที่มีอยู่ตามธรรมชาติที่หาได้ง่าย คือ ดอกเฟื่องฟ้า ใบดาตตะกั่ว กิ่งมะยม ใบกระถิน ใบชาดัด และขมิ้น ทำเป็นผงสี ศึกษาผลของจำนวนชั้นของการทา ชนิดของสารเคลือบผิว (กาวลาเท็กซ์, กาวน้ำชนิดใส, น้ำยางชั้นกราฟต์ด้วย MMA และ น้ำยางพรีวัลคาไนซ์) ชนิดของสารช่วยติดสี (น้ำปูนแดง, สารส้ม, เกลือ และ คอปเปอร์ ซัลเฟต) ต่อความเข้มของสี ความคงทนต่อแสงแดด ความคงทนต่อความร้อน ความคงทนต่อน้ำ โดยการทดสอบความทนทานต่อแสงแดด ความทนทานต่อความร้อน ความทนทานต่อน้ำ และวัดค่าความเข้มของสีด้วยเครื่อง Color meter

วิธีการวิจัย

การสกัดผงสี

ล้างทำความสะอาดพืช ชั่งน้ำหนักพืช มีลิลิตร ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น 120 กรัม เติมน้ำกลั่น 50 จากนั้นนำไปต้มให้ความร้อนด้วยเครื่อง Hot plate จนเดือด และทิ้งไว้ให้เย็น นำมารองเอาแต่น้ำด้วยผ้าขาวบาง

จากนั้นนำไปต้มให้ความร้อนด้วยเครื่อง Hot plate ด้วยอุณหภูมิ องศาเซลเซียส โดยต้มให้น้ำระเหยออกให้ 100 ชั่วโมง จากนั้นนำผงสีที่อบมาบดให้ละเอียด 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที นำน้ำสีที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ ด้วยโรงแบบสาร ซึ่งน้ำหนักผงสีเพื่อหาร้อยละผลผลิต

การทำสีบนไม้อัด

ตัดไม้อัดขนาด 5x เซนติเมตร 5 ผสมสีและน้ำในอัตราส่วน 1:5 จากนั้นทาสีลงบนไม้อัดโดยแปรจำนวนชั้น เป็น 1, 3, 5 และ 7 ชั้น นำไปวัดความเข้มของสีด้วยเครื่อง Color meter

การทาสารเคลือบผิวบนไม้อัด

ผสมสีและน้ำในอัตราส่วน 1:5 จากนั้นทาสีลงบนไม้อัด ชั้น ทาทับสีด้วยสารเคลือบผิวโดยแปรชนิด 3 สารเคลือบผิว ชนิด ได้แก่ กาวลาเท็กซ์ กาวน้ำชนิดใส น้ำยางกราฟต์ 4 MMA และน้ำยางพริวัลคาโนซ์ ลงบนไม้อัด นำไปวัดความเข้มของสีด้วยเครื่อง Color meter และทดสอบความทนทานต่อแสงแดด ความทนทานต่อความร้อน และ ความทนทานต่อน้ำ

การทาสารช่วยติด

ทาสารช่วยติดโดยแปรชนิดสารช่วยติด 4 ชนิด ได้แก่ ปูนแดง สารส้ม เกลือ และ คอปเปอร์ ซัลเฟต ลงบน ไม้อัด ทาทับด้วยสีลงบนไม้อัด ชั้น หลังจากนั้นทาสารเคลือบผิวน้ำยางพริวัลคาโนซ์ลงบนไม้อัด นำไปวัดความเข้ม 3 ของสีด้วยเครื่อง Color meter และทดสอบความทนทานต่อแสงแดด ความทนทานต่อความร้อน และ ความทนทานต่อน้ำ

ผลการวิจัย

การสกัดผงสี

ร้อยละผลผลิต

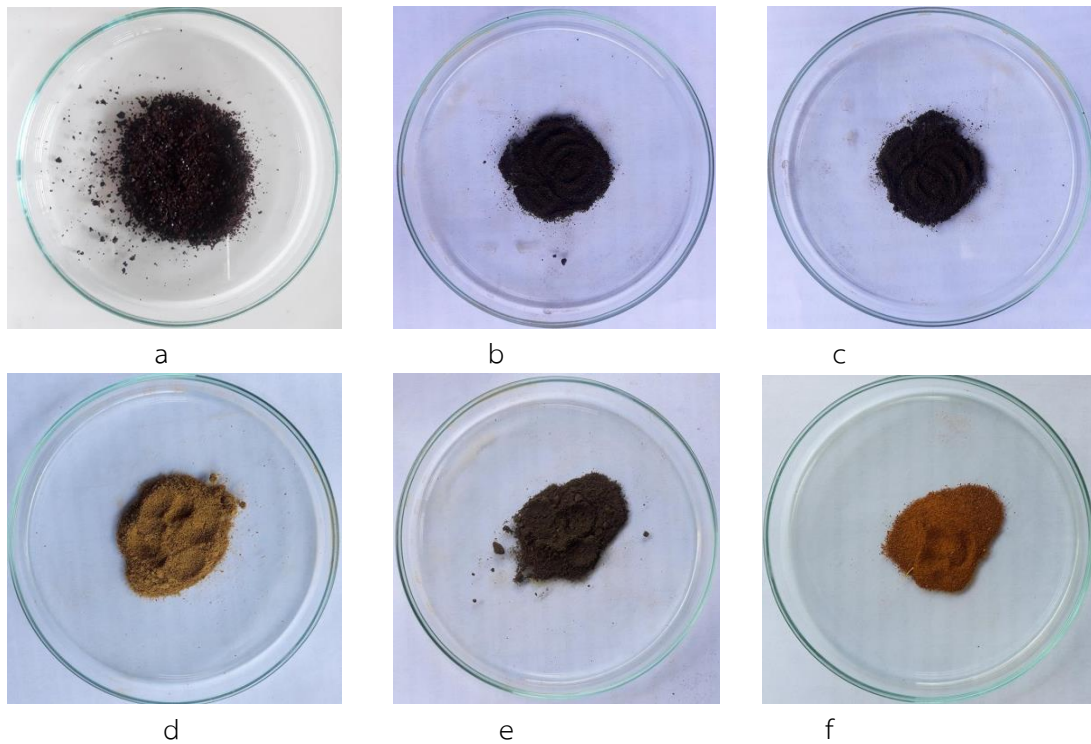
สกัดผงสีจากพืชธรรมชาติ ได้แก่ ดอกเฟื่องฟ้า ใบดาตตะกั่ว กิ่งมะยม ใบกระถิน ใบชาตัดและขมิ้น ด้วยน้ำ โดยการปั่นพืชกับน้ำในอัตราส่วน 1:2.4 ด้วยเครื่องปั่นเอนกประสงค์ ต้มเพื่อระเหยน้ำออกให้ได้มากที่สุดและกรอง หลังจากนั้นนำไปอบให้แห้ง ซึ่งน้ำหนัก พบว่าผงสีจากดอกเฟื่องฟ้า ใบดาตตะกั่ว กิ่งมะยม ใบกระถิน ใบชาตัดและ ขมิ้น มีร้อยละผลผลิตเท่ากับ 6.08, 6.78, 3.79, 9.12, 5.27 และ 12.81% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าพืชแต่ละชนิดให้ ร้อยละผลผลิตที่แตกต่างกัน โดยขมิ้นจะให้ร้อยละผลผลิตที่มากที่สุด ส่วนกิ่งมะยมให้ร้อยละผลผลิตน้อยที่สุด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ร้อยละผลผลิตของสีจากพืชชนิดต่างๆ

พืช	ผลผลิตร้อยละ (%)
ดอกเฟื่องฟ้า	6.08
ใบดาตตะกั่ว	6.78
กิ่งมะยม	3.79
ใบกระถิน	9.12
ใบชาตัด	5.27
ขมิ้น	12.81

สีที่ได้จากการสกัด

พืชแต่ละชนิดให้สีที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ดอกเฟื่องฟ้าให้ผงสีน้ำตาลอมแดง ใบดาตตะกั่วให้ผงสีน้ำตาล กิ่งมะยมให้ผงสีน้ำตาล ใบกระถินให้ผงสีเขียวอ่อน ใบชาตัดให้ผงสีเขียว และขมิ้นให้ผงสีเหลือง ดังรูปที่ 4.1 นอกจากนี้ยังพบว่าสีจากพืชหลังปั่นมีสีที่สดใสมากกว่าผงสีที่ได้หลังผ่านการต้ม

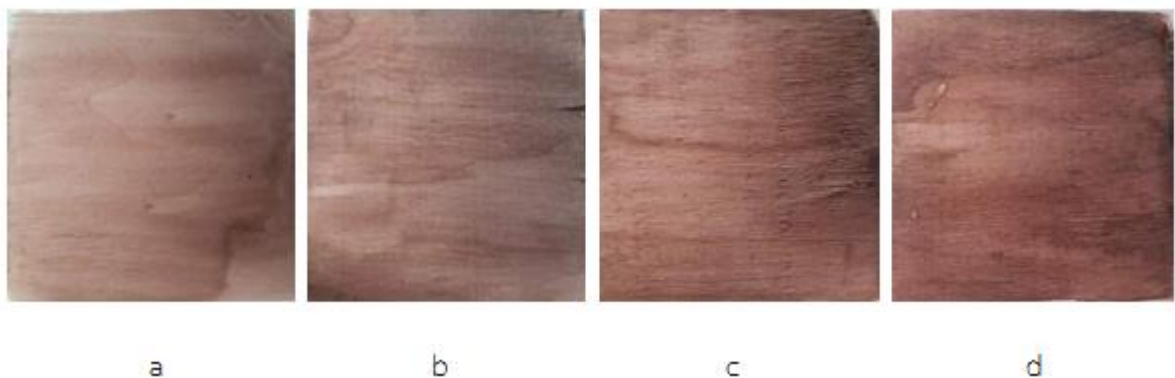


รูปที่ 1 ผงสีจากธรรมชาติจาก (a) ดอกเฟื่องฟ้า, (b) ใบตาดตะกั่ว, (c) กิ่งมะยม, (d) ใบกระถิน, (e) ใบชาตัด และ (f) ขมิ้น

สีที่ทาบนไม้อัด

1 เมื่อนำผงสีมาละลายในน้ำด้วยอัตราส่วน: 5ผงสีสามารถละลายน้ำได้อย่างสมบูรณ์ จากนั้นนำมาทาไม้อัด ด้วยจำนวนชั้นที่ต่างกัน คือ 1, 3, 5 และ 7 ชั้น จากนั้นวัดความเข้มของสีด้วยเครื่อง Color meter ค่าสี (L^* a^* และ b^*) ที่เป็นค่าที่นิยมใช้ในการประเมินลักษณะปรากฏของตัวอย่างที่ทำการศึกษา โดยค่า L^* ที่เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างมากจนเป็นสีขาวหรือสีจาง แต่ถ้าค่า L^* เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยลงจนเป็นสีคล้ำ ส่วนค่า a^* ที่เป็นบวก แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีแดง แต่ค่า a^* ที่เป็นลบ แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเขียว และในค่า b^* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเหลือง แต่ถ้าค่า b^* เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน [4]

ผงสีจากดอกเฟื่องฟ้ามีสีชมพู เมื่อนำมาทาบนไม้อัด พบว่าไม้อัดจะมีสีชมพูอ่อน เมื่อเพิ่มจำนวนการทาสี 2 เพิ่มขึ้น สีของไม้อัดจะเข้มขึ้น ดังรูปที่



รูปที่ 2 ไม้อัดที่ทาผงสีจากดอกเฟื่องฟ้า (a) 1, (b) 3, (c) 5 และ (d) 7 ชั้น

จากค่า L^* a^* b^* ของไม้อัดที่ทาด้วยสีจากดอกเฟื่องฟ้า จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มจำนวนชั้นของการทา ค่า L^* จะมีค่าลดลง เนื่องจากเมื่อจำนวนชั้นของการทาสีมากขึ้น สีของไม้อัดจะมีความสว่างลดลงและมีสีที่เข้มขึ้น

เมื่อจำนวนชั้นของการทามากขึ้น ค่า a^* จะมากขึ้นเนื่องจากมีสีแดงที่เข้มข้น จึงทำให้มีค่า a^* เพิ่มขึ้น ส่วนค่า b^* มีแนวโน้มลดลง นั่นคือไม้อัดมีสีแดงเข้มมากขึ้น ส่วนสีเหลืองจางลง ดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความเข้มสีจากดอกเฟื่องฟ้าที่ทาไม้อัดโดยแปรตามจำนวนชั้น

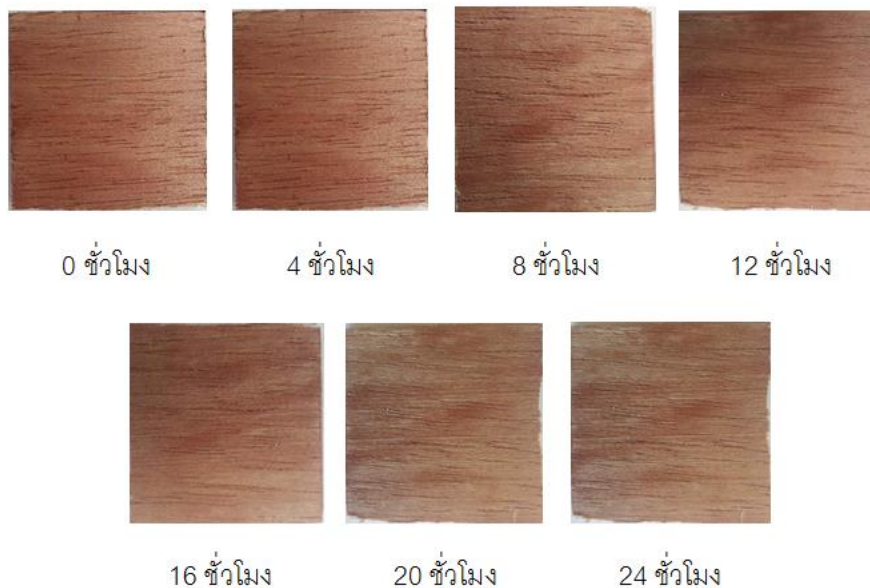
จำนวนชั้น	L^*	a^*	b^*
1	66.77	14.77	24.78
3	65.86	15.00	23.81
5	56.77	16.10	22.34
7	49.49	16.93	18.93

ผลของสารเคลือบผิวที่ทาลงบนไม้อัด

เมื่อทาสีลงบนไม้อัดแล้วพบว่าเมื่อนำไม้อัดไปแช่น้ำสีที่ทาบนของไม้อัด ละลายออกจนหมด จึงได้มีการทาสารเคลือบผิวเพื่อให้สีของไม้อัดมีความทนทานต่อแสงแดด ความทนทานต่อความร้อน ความทนทานต่อน้ำและความชื้น โดยสารเคลือบผิวที่เลือกใช้คือ กาวลาเท็กซ์ กาวน้ำชนิดใส น้ำยารักษาไม้ MMA และน้ำยาพรีวัลคาไนซ์ ทำได้โดยทาสีลงบนไม้อัด จากนั้นทาทับด้วยสารเคลือบผิวและคุณสมบัติทางกายภาพของไม้อัดคือ ความทนต่อแสงแดดโดยการตากแดดเป็นเวลา องศาเซลเซียส 60 ชั่วโมง ความทนต่อความร้อนโดยการอบที่อุณหภูมิ 24 นาที่ 30 ชั่วโมงและความทนต่อน้ำโดยการแช่น้ำ 24 เป็นเวลา

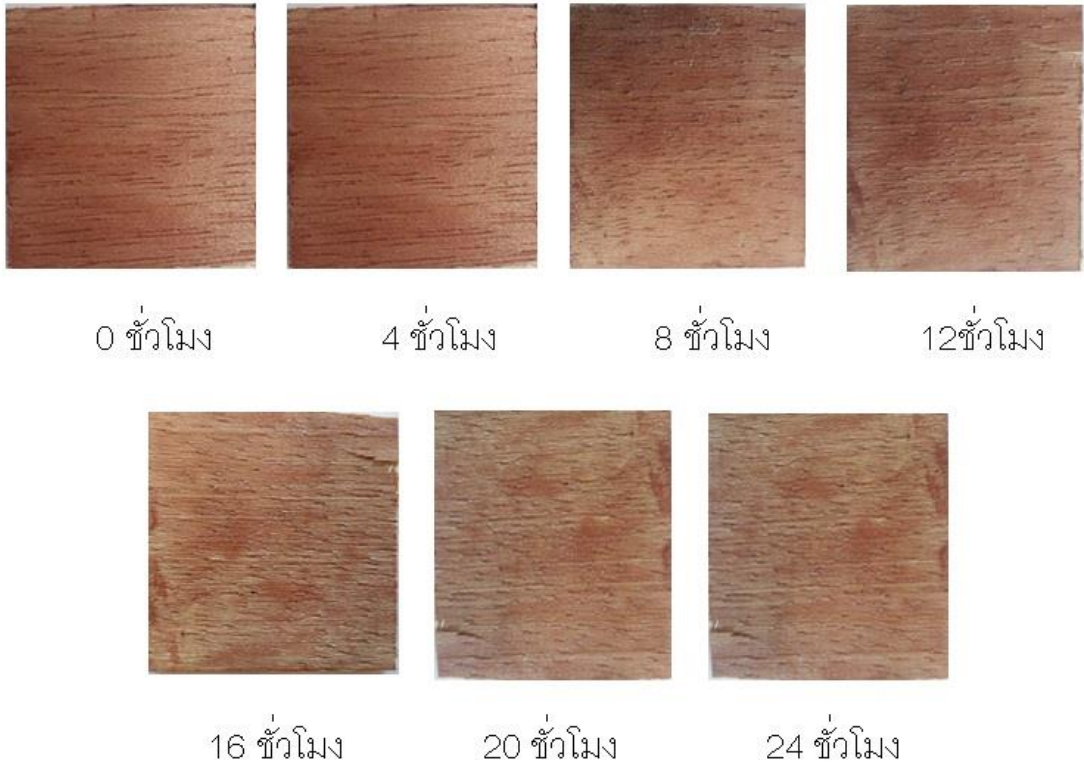
เคลือบผิวด้วยกาวลาเท็กซ์

ไม้อัดที่ทาสีจากดอกเฟื่องฟ้า 3 ชั้นแล้วเคลือบผิวด้วยกาวลาเท็กซ์ เมื่อนำไม้อัดไปตากแดดเป็นเวลา ชั่วโมง พบว่าสีของไม้อัดจางลงเพียงเล็กน้อย ดังรูปที่ 3



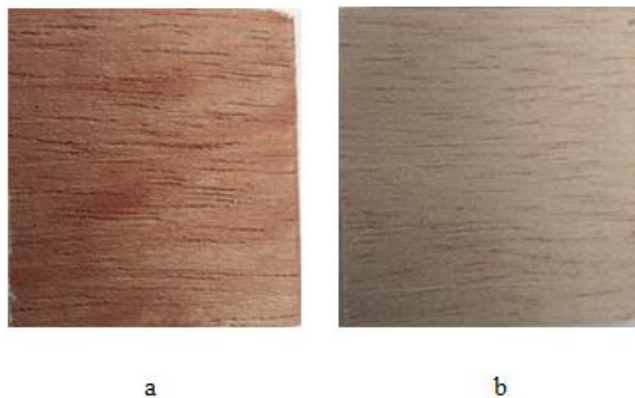
รูปที่ 3 ไม้อัดที่ทาด้วยสีจากดอกเฟื่องฟ้าแล้วเคลือบผิวด้วยกาวลาเท็กซ์เมื่อนำไม้อัดไปตากแดดที่เวลาต่างๆ

ไม้อัดที่ทาสีจากดอกเฟื่องฟ้า 3 ชั้นและเคลือบผิวด้วยกาว 3 ลาเท็กซ์เมื่อนำไปทดสอบการทนต่อความร้อนโดยการนำไม้อัดไปอบที่อุณหภูมิ ชั่วโมง พบว่าสี 24 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ที่ทาบนไม้อัดจางลงเพียงเล็กน้อย ดังรูปที่ 4



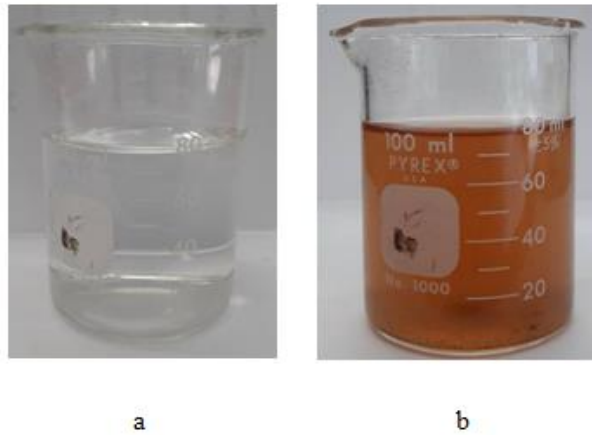
รูปที่ 4 ไม้อัดที่ทำด้วยสีจากดอกเฟื่องฟ้าแล้วเคลือบผิวด้วยกาวลาเท็กซ์เมื่อนำไม้อัดไปอบที่อุณหภูมิ องศาเซลเซียสที่เวลาต่างๆ 60

ไม้อัดที่ทำสีจากดอกเฟื่องฟ้าและเคลือบผิวด้วยกาวลาเท็กซ์ เมื่อนำไปทดสอบความทนทานต่อน้ำ โดยการนำไม้อัดไปแช่น้ำเป็นเวลา นานที่ 30 สีที่ทาบนไม้อัดละลายออกจากไม้อัดจนหมด ทำให้สีของไม้อัดจางลงอย่างมาก ดังรูปที่ 5



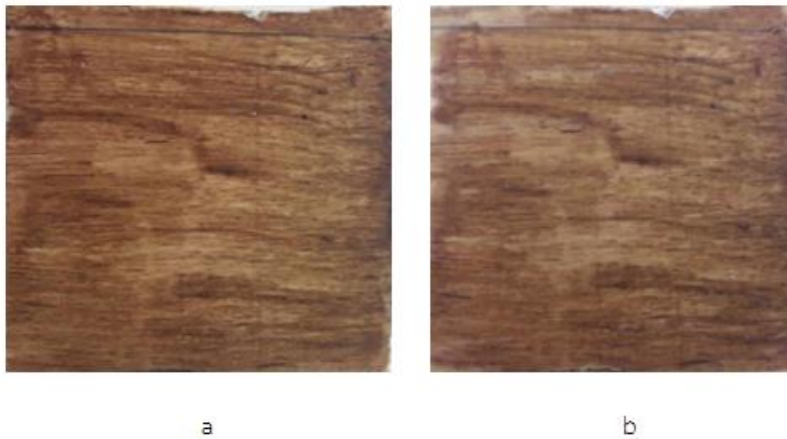
รูปที่ 5 ไม้อัดที่ทำสีจากดอกเฟื่องฟ้าและเคลือบผิวด้วยกาวลาเท็กซ์ (a) ก่อนแช่น้ำ (b) หลังแช่น้ำ นานที่ 30

ไม้อัดที่ทำสีจากดอกเฟื่องฟ้าและเคลือบผิวด้วยกาวลาเท็กซ์ เมื่อนำไปทดสอบความทนทานต่อน้ำโดยการ นำไม้อัดไปแช่น้ำเป็นเวลา นานที่ 30 ทำให้สีของดอกเฟื่องฟ้าที่ทาบนไม้อัดละลายในน้ำจนหมด ลักษณะของน้ำก่อน และหลังจากแช่ไม้อัด ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ลักษณะของน้ำ (a) ก่อนแช่ (b)หลังแช่ไม้อัดที่ทำด้วยดอกเฟื่องฟ้าแล้วเคลือบผิวด้วยกาวลาเท็กซ์ (

สำหรับไม้อัดที่ทำด้วยดอกเฟื่องฟ้าแล้วเคลือบด้วยกาวน้ำชนิดใส และน้ำยางกราฟต์ MMA ก็ให้ผลที่คล้ายกับการเคลือบด้วยกาวลาเท็กซ์ คือ มีความทนทานต่อแสงแดด ความทนทานต่อความร้อน แต่ไม่มีความทนทานต่อน้ำ ยกเว้นไม้อัดที่ทำสีจากดอกเฟื่องฟ้าแล้วเคลือบผิวด้วยน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ ซึ่งเมื่อนำไปทดสอบการทนต่อน้ำโดยการนำไม้อัดไปแช่น้ำเป็นเวลา นานที่ พบว่าสีของไม้อัดละลายออกเพียงเล็กน้อย ดังรูปที่ 307 แสดงว่าน้ำยางพรีวัลคาไนซ์เป็นสารเคลือบผิวที่ดีที่สุด



รูปที่ 7 ไม้อัดที่ทำสีจากดอกเฟื่องฟ้าและเคลือบผิวด้วยน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ (a) ก่อนแช่น้ำ (b) หลังจากแช่น้ำ นานที่ 30

สารช่วยติดสี

สารช่วยติดทำหน้าที่ในการช่วยให้สีธรรมชาติมีความคงทนมากขึ้น และทำให้สีมีความชัดมากขึ้น ไม้อัดทาสารช่วยติดชนิดต่างๆ คือ น้ำปูนแดง สารส้ม เกลือ และคอปเปอร์ ซัลเฟต จากนั้นทาสีจากดอกเฟื่องฟ้าเคลือบผิวด้วยน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ นำไปวัดความเข้มของสีด้วยเครื่อง Color meter พบว่าเมื่อทาสีด้วยสารช่วยติดสีจะส่งผลให้ไม้อัดที่ทำด้วยดอกเฟื่องฟ้าจะต่างกันออกไป โดยเกลือและสารส้มจะทำให้สีของไม้อัดเข้มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กชกร สกุลบริสุทธิ์ และ คณะ [5] ซึ่งพบว่าชนิดของสารช่วยติดมีผลต่อค่าสีและความคงทนของสีต่อการซักและต่อแสงในการย้อมไหมด้วยมันชัน ดังนั้นสารช่วยติดเหล่านี้จะช่วยทำให้สีของไม้อัดมีความคงทนมากขึ้น และเปลี่ยนเฉดสีให้หลากหลายมากขึ้น ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ไม้อัดที่ทำด้วยสีจากดอกเฟื่องฟ้าและทาสารช่วยติด (a) ไม้ทาสารช่วยติด, (b) เกลือ, (c) สารส้ม, (d) ปูนขาว และ (e) คอปเปอร์ ซัลเฟต

จากค่า L^* a^* b^* ของไม้อัดที่ทำด้วยสีจากดอกเฟื่องฟ้าแล้วทาสารช่วยติดชนิดต่างๆ จะเห็นค่า L^* ของไม้อัดที่ทาสารช่วยติด คือ เกลือ มีค่าน้อยที่สุด เนื่องจากเมื่อทาด้วยเกลือจะทำให้ไม้อัดมีสีที่เข้มที่สุด ดังตารางที่ 3 ส่วนสารช่วยติดชนิดอื่นๆ ทำให้สีของไม้อัดมีความสว่างลดลงเพียงเล็กน้อย ไม้อัดที่ทำด้วยสารช่วยติดเกลือ สารส้ม และปูนแดงทำให้ค่า a^* เพิ่มขึ้น แต่คอปเปอร์ (มีสีแดงเข้มขึ้น) ซัลเฟต ทำให้ค่า a^* ลดลง เมื่อเทียบ (มีสีแดงจางลง) กับไม้อัดที่ไม่ได้ทาสารช่วยติด การทาสารช่วยติดเกลือไม่ค่อยมีผลต่อค่า b^* แต่สารส้มและปูนแดงทำให้ค่า b^* เพิ่มขึ้น แต่คอปเปอร์ ซัลเฟต ทำให้ค่า (มีเหลืองเข้มขึ้น) b^* ลดลง (มีสีเหลืองลดลง)

ตารางที่ 3 สีดอกเฟื่องฟ้าทาลงบนไม้อัดที่ไม่ทาสารช่วยติดและทาสารช่วยติดชนิดต่างๆ

สารช่วยติด	L^*	a^*	b^*
ไม้ทาสารช่วยติด	57.51	8.77	31.87
เกลือ	39.54	10.59	32.53
สารส้ม	54.65	12.20	39.53
ปูนแดง	53.60	11.82	36.08
คอปเปอร์ ซัลเฟต	51.50	5.92	20.56

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การสกัดผงสีจากพืชด้วยน้ำให้ผงสีที่มีเฉดสีต่างๆ ได้แก่ ดอกเฟื่องฟ้าให้ผงสีน้ำตาลอมแดง ใบดาตตะกั่วให้ผงสีน้ำตาล กิ่งมะยมให้ผงสีน้ำตาล ใบกระถินให้ผงสีเขียวอ่อน ใบชาตัดให้ผงสีเขียว และขมิ้นให้ผงสีเหลือง นอกจากนี้ร้อยละผลผลิตของพืชแต่ละชนิดก็แตกต่างกันไป เมื่อนำไปทาบนไม้อัดแล้วเคลือบผิวด้วยกาวลาเท็กซ์ กาวน้ำชนิดใส และ น้ำยาง กราฟต์ MMA พบว่าสีเหล่านี้มีความทนทานต่อแสงแดด ความทนทานต่อความร้อน แต่ไม่มีความทนทานต่อน้ำ ยกเว้นไม้อัดที่เคลือบผิวด้วยน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ที่มีความทนทานต่อน้ำ นอกจากนี้การทำด้วยสารช่วยติดชนิดต่างๆจะทำให้ได้เฉดสีใหม่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจมีลักษณะคล้ายกับการที่สารช่วยติดทำให้สีของผ้าเปลี่ยนเฉดสี เช่น การทำหน้าที่ช่วยเปิดเส้นใยผ้า ทำให้เส้นใยขยายตัวและบานออกเพื่อให้สีสามารถซึมเข้าสู่เส้นใยผ้าได้ดีขึ้น เนื่องจากในกระบวนการย้อมผ้าจะเกิดการดึงดูระหว่างประจุบวกและลบของสีย้อมกับเกลือ และ เกลือกับผ้า [6] ดังนั้นการสกัดผงสีจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นในการนำไปทาสี หรือ เคลือบผิวผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สำหรับการสนับสนุนในด้านเครื่องมือและวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC)

เอกสารอ้างอิง

- [1] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนานนท์. สีสังเคราะห์. ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3603/สีสังเคราะห์> ดาวน์โหลด 17/5/2561
- [2] Natta Laohakunjit. (2012). Natural pigments from six species of Thai plants extracted by water for hair dyeing product application. *Journal of Cleaner Production*. 37, 93-106.
- [3] ผ่องศรี รอดโพธิ์ทอง. (2017). พืชพื้นเมืองสำหรับย้อมผ้าสีค่า. *วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล*. 25, 163-175.
- [4] สกุลกานต์ สิมลา. (2012). ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (L^* , a^* และ b^*) กับปริมาณแอนโทไซยานินในเชื้อเพลิงธรรมชาติข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง. *แก่นเกษตร*. ปีที่ 40 ฉบับพิเศษ 4, 59-64.
- [5] กชกร สกุลบริสุทธิ์, สุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ และชัจจิรส ภิรมย์ธรรมศิริ. (2016). ผลของสารช่วยติดที่มีต่อความคงทนของสีผ้าฝ้ายสีธรรมชาติสีน้ำตาล. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*. ปีที่ 8 ฉบับที่ 15, 1-11.
- [6] สารช่วยติด [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก doi.nrct.go.th/ListDoi/Download/.../32d8d2c422f603a2f2f114141f52f90d?...DOI... ดาวน์โหลด 9/6/2561

การใช้ดินตะกอนน้ำประปาและซีโอไลต์สังเคราะห์เพื่อเป็นตัวดูดซับประสิทธิภาพสูง ในการบำบัดสีย้อมบริเวณกรีน

The Equilibrium Adsorption of Brilliant Green Dye Solution Using Water Supply Sludge and Synthetic Zeolite as Highly Potential Adsorbent

กชกร ยอดเยี่ยมแกร¹ มาลินี แรงเขตรกิจ¹ ศุภวรรณ พิมพ์¹ นิตยา พันธุ์ก้อน¹ วรางคณา กิตติวงศ์วิศาล¹ อุทัย ดอนแก้ว¹
ชญาณิลห์ หาญวิลินโรจน์¹ มาลี ประจวบสุข¹ สายสมร ลำลอง¹ ดวงดาว สัตยากุล¹ จิตรลดา เดชาติวงศ์¹ พิศิขานันท์ ศรีสุวรรณ¹
พฤทธิ คำศรี² ปาจริย์ ถาวรนิติ³ วรายุทธ สะโจมตีแสง⁴ และ พรพรรณ พึ่งโพธิ์^{1*}

¹ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม

³ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

⁴ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

*E-mail: pompan_ubu@yahoo.com

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้เป็นการสังเคราะห์ตัวดูดซับประสิทธิภาพสูงจากดินตะกอนน้ำประปาและซีโอไลต์เพื่อประยุกต์ใช้ในการบำบัดสีย้อมบริเวณกรีน ในน้ำ ผลจากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการดูดซับของซีโอไลต์สังเคราะห์มีประสิทธิภาพในการดูดซับสูงกว่าดินตะกอนน้ำประปา ผลของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของซีโอไลต์สังเคราะห์ชุดที่ 1 เป็นตัวดูดซับที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของการดูดซับคือ 0.1 กรัมของตัวดูดซับ ต่อสารละลายสีย้อม 25 มิลลิลิตร เวลาในการดูดซับ 60 นาที ไอโซเทอร์มการดูดซับสอดคล้องกับแลงเมียร์ไอโซเทอร์ม ปฏิกริยาอันดับสองเหมือนสอดคล้องกับผลการทดลองโดยมีค่า r^2 เท่ากับ 0.9994 ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำเสนอซีโอไลต์สังเคราะห์เป็นวัสดุดูดซับที่เหมาะสมสำหรับการดูดซับสีย้อมบริเวณกรีน ในน้ำ

คำสำคัญ : ซีโอไลต์ สีย้อมบริเวณกรีน ดินตะกอนจากน้ำประปา

Abstract

This research, water supply sludge (WSS) was used to synthesize the zeolite. This synthetic zeolites were applied to remove brilliant green dye from aqueous solution. The obtained results implied that synthetic zeolite were higher adsorption efficiency than the WSS. The optimal parameters of synthetic zeolite1, the most suitable adsorbent on dye adsorption process was further investigated. The results showed that the optimal parameters of adsorption were 0.1 g of adsorbent dosage per 25ml of dyesolution with 60 minutes of adsorption times. The adsorption isotherm was corresponded well to Langmuir adsorption isotherm. The pseudo second order kinetic model were well fitted with experimental data with r^2 of 0.9994. Therefore, we present the potential of using synthetic zeolite as a suitable adsorbent for the removal of brilliant green dye from aqueous solution.

Keywords: Zeolite, Brilliant Green Dye, Water Sludge

บทนำ

วัสดุดูดซับที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียนั้นมีหลายชนิด แต่ที่นิยมใช้คือ ถ่านกัมมันต์ เนื่องจากมีพื้นที่ผิวปริมาณมาก เป็นผลให้มีประสิทธิภาพสูงในดูดซับสีย้อมในน้ำเสีย แต่ในทางปฏิบัติพบว่าการใช้ถ่านกัมมันต์อาจไม่เหมาะสมสำหรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง เนื่องจากถ่านกัมมันต์มีราคาแพง ดังนั้นจึงมีการประยุกต์ใช้วัสดุดูดซับทางธรรมชาติมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากสีย้อม เนื่องจากมีราคาถูก มีประสิทธิภาพในการดูดซับที่สูง และพบได้ง่ายในประเทศไทย ซึ่งตัวดูดซับที่ได้จากธรรมชาติมีหลายชนิดเช่น ฝุ่นไม้ แอ้วชานอ้อย เปลือกผลไม้ แอ้วกล้วย ซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตร นอกจากนี้ ดินขาวยังเป็นวัสดุดูดซับที่ได้จากธรรมชาติและซีโอไลต์ที่เป็นตัวดูดซับที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติในรูปของแร่ธาตุ หรืออาจเกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นด้วยกระบวนการทางเคมี ซึ่งเป็นตัวดูดซับที่ให้ประสิทธิภาพในการดูดซับที่สูงเช่นกัน [ศิริรัช ลอยหา, 2556]

ซีโอไลต์คือ สารประกอบอะลูมิเนียมซิลิเกต (Crystalline Aluminosilicates) หน่วยย่อยของซีโอไลต์ประกอบด้วยอะตอมของซิลิกอนหรืออะลูมิเนียมหนึ่งอะตอมและอะตอมของออกซิเจนสี่อะตอม (SiO_4 หรือ AlO_4) สร้างพันธะเป็นรูปทรงสี่หน้า (Tetrahedron) โครงสร้างทรงสี่หน้าจะเชื่อมต่อกันที่มุมก่อให้เกิดเป็นโครงสร้างใหญ่ และเกิดเป็นช่องว่างระหว่างโมเลกุลทำให้ซีโอไลต์มีลักษณะเป็นผลึกที่แข็ง มีรูพรุนหรือช่องว่างหรือโพรงที่ต่อเชื่อมกันอย่างเป็นระเบียบในรูปของสามมิติ [<http://www.vcharkarn.com/vblog/38694>.]

จากประโยชน์ของซีโอไลต์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสังเคราะห์ซีโอไลต์ในธรรมชาติที่ได้จากดินตะกอนน้ำประปามาใช้เป็นวัสดุดูดซับสีย้อมที่ปนเปื้อนในน้ำทิ้งอุตสาหกรรม ในแหล่งชุมชน และแม่น้ำลำคลอง โดยทำการเปรียบเทียบดินตะกอนที่ได้รับการปรับปรุงและไม่ได้รับการปรับปรุง จากข้อมูลการศึกษาจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นวัสดุดูดซับธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับสูงขึ้น เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกระบวนการดูดซับอีกทั้งยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่าง

นำดินตะกอนน้ำประปาที่ได้มาทำการบดในโกรงและร่อนดินตะกอนน้ำประปาที่บดได้ด้วยตะแกรงร่อนขนาด 60 ไมครอน (sieve NO.60) เพื่อให้ได้ตะกอนที่มีขนาดเล็ก จากนั้นล้างดินตะกอนน้ำประปาด้วยน้ำกลั่นให้สะอาดและทิ้งไว้ให้ดินตะกอนน้ำประปาตกตะกอน จากนั้นค่อยๆ เทน้ำที่ทำการล้างออกอย่างระมัดระวังโดยที่ไม่ให้ดินตะกอนน้ำประปาออกมาพร้อมกับน้ำ เมื่อได้ดินตะกอนน้ำประปาที่สะอาดแล้วนำไปทำให้แห้งด้วยการอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้ดินตะกอนน้ำประปาที่ต้องการ

2. การสังเคราะห์ Zeolite

ชั่งน้ำหนักของดินตะกอนน้ำประปาที่ผ่านการอบ 10.00 กรัม และชั่งน้ำหนักโซเดียมไฮดรอกไซด์ 12.00 กรัมลงในบีกเกอร์ จำนวน 4 ชุดการทดลอง จากนั้นนำดินตะกอนน้ำประปาทั้ง 4 ชุดการทดลอง มาบดให้เป็นเนื้อเดียวกันกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ควรทำในตู้ดูดควัน เพราะโซเดียมไฮดรอกไซด์มีความว่องไวต่อความชื้น จึงทำให้เป็นสารระเหยซึ่งมีอันตรายต่อร่างกาย) แล้วดินตะกอนน้ำประปาที่บดเข้ากันกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติมน้ำกลั่นลงในดินตะกอนน้ำประปาที่ได้จากการเผาทั้ง 4 ชุดการทดลอง ในอัตราส่วน 0.5 กรัมต่อ 2 มิลลิลิตร แล้วนำเข้าเครื่อง Shaking Incubator เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำชุดการทดลองที่ 1 2 3 และ 4 มาแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 6 9 และ 10 ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อครบกำหนดตามเวลานำดินตะกอนน้ำประปาที่ได้มาล้างด้วยน้ำกลั่นจนได้ pH เท่ากับ 7 และอบให้แห้ง [Mallapur, V. P., 2013]

3. เตรียมสารละลายมาตรฐานสีย้อมบริลเลียน กรีน และหาช่วงความเป็นเส้นตรง

เตรียมสารละลายมาตรฐานสีย้อมบริลเลียน กรีนที่มีความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร นำไปสแกนหาความยาวคลื่นที่สีย้อมบริลเลียน กรีน สามารถดูดกลืนแสงได้สูงสุด ในช่วงความยาวคลื่น 400-800 นาโนเมตร โดยใช้เทคนิค UV-Visible spectroscopy

4. การเตรียมกราฟมาตรฐานของสีย้อมบริลเลียน กรีน

ปิเปตสารละลายมาตรฐานสีย้อมความเข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 และ 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตร จากนั้นบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ และหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับความเข้มข้นด้วยวิธี Linear Regression

5. ศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุดูดซับธรรมชาติในการดูดซับสารละลายมาตรฐานสีย้อมบริลเลียน กรีน

5.1 หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อมบริลเลียน กรีน ก่อนการดูดซับด้วยดินตะกอนน้ำประปา และซีโอไลต์

ปิเปตสารละลายมาตรฐานสีย้อมความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตรมา 1.0 มิลลิตรแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกรองจนครบ 100 มิลลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตรและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อม

5.2 หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อมบริลเลียน กรีน หลังการดูดซับด้วยดินตะกอนน้ำประปา และซีโอไลต์

ชั่งซีโอไลต์และดินตะกอนน้ำประปา มา 0.20 กรัม ปิเปตสารละลายมาตรฐานสีย้อมบริลเลียน กรีนที่มีความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตรมา 25 มิลลิตร ทำการกวนสาร 30 วินาที โดยใช้เวลาในการดูดซับ 60 นาที เมื่อครบเวลานำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตรและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อม

6. ศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการใช้ซีโอไลต์ในการดูดซับสารละลายสีย้อมบริลเลียน กรีน

6.1 การศึกษาปริมาณของวัสดุซีโอไลต์ที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบริลเลียน กรีน

ชั่งน้ำหนักของซีโอไลต์สังเคราะห์ มา 0.20, 0.25, 0.30, 0.35 และ 0.40 กรัม ปิเปตสารละลายมาตรฐานสีย้อม Methylene Blue ที่มีความเข้มข้น 300.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มา 25.00 มิลลิตรทำการกวนสาร 30 วินาที โดยใช้เวลาในการดูดซับ 60 นาที เมื่อครบเวลานำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 665 นาโนเมตรและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อม

6.2 การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบริลเลียน กรีน

ชั่งซีโอไลต์มา 0.5 กรัม ปิเปตสารละลายมาตรฐานสีย้อมความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตรมา 25 มิลลิตร โดยศึกษาเวลาที่ 15, 30, 60, 120, 180 และ 360 นาที ทำการกวนสาร 30 วินาที โดยใช้เวลาในการดูดซับ 30 นาที เมื่อครบเวลา นำสารใส่หลอดทดลองแล้วเอาเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง แยกเอาสารละลายออกจากหลอดทดลองแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโนเมตรและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อม

6.3 ศึกษาอุณหภูมิของสีย้อมบริลเลียน กรีน ที่มีผลต่อการดูดซับด้วยซีโอไลต์

ชั่งซีโอไลต์มา 0.5 กรัม ปิเปตสารละลายมาตรฐานสีย้อมความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตรมา 25 มิลลิตร ทำการกวนสาร 30 วินาทีทุกๆ 30 นาที โดยตั้งวัสดุดูดซับทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง 15, 45, 60 และ 75 องศาเซลเซียสเมื่อครบเวลา นำสารใส่หลอดทดลองแล้วเอาเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง แยกเอาสารละลายออกจากหลอดทดลองแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 624.8 นาโน-เมตรและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสีย้อม

7. ไอโซเทอร์มการดูดซับสารละลายสีย้อม

7.1 การศึกษาฟรอนด์ลิชไอโซเทอร์ม (Freundlich isotherm)

นำค่าที่ได้จากการศึกษาความเข้มข้นของสีย้อมบริลเลียน กรีน ที่มีผลต่อการดูดซับด้วยซีโอดี มาแทนค่าในตัวแปรของสมการไอโซเทอร์มการดูดซับตามสมการของ Freundlich isotherm นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟโดยให้แกน X คือ $\log C_e$ แกน Y คือ $\log(X_m/m)$ คำนวนหาค่าคงที่ของ Freundlich isotherm คือ K_F และ $1/n$

7.2 การศึกษาแลงเมียร์ไอโซเทอร์ม (Langmuir isotherm)

นำค่าที่ได้จากการศึกษาความเข้มข้นของสีย้อมบริลเลียน กรีน ที่มีผลต่อการดูดซับด้วยบริลเลียน กรีน มาแทนค่าในตัวแปรของสมการไอโซเทอร์มการดูดซับตามสมการของ Langmuir isotherm นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟโดยให้แกน X คือ C_e แกน Y คือ (X_m/m) คำนวนหาค่าคงที่ของ Langmuir isotherm คือ K_L และ N_m

8. จลนพลศาสตร์การดูดซับสารละลายสีย้อม

8.1 ศึกษาจลนพลศาสตร์การดูดซับแบบ Pseudo-first order

นำค่าที่ได้จากการศึกษาเวลาที่มีผลต่อการดูดซับสีย้อมบริลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอดีเป็นวัสดุดูดซับมาแทนค่าในตัวแปรของสมการจลนพลศาสตร์การดูดซับตามสมการ นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟโดยให้แกน X คือ t แกน Y คือ $\ln(q_e - q_t)$ คำนวนหาค่าคงที่ของ Pseudo-first order คือ k_1

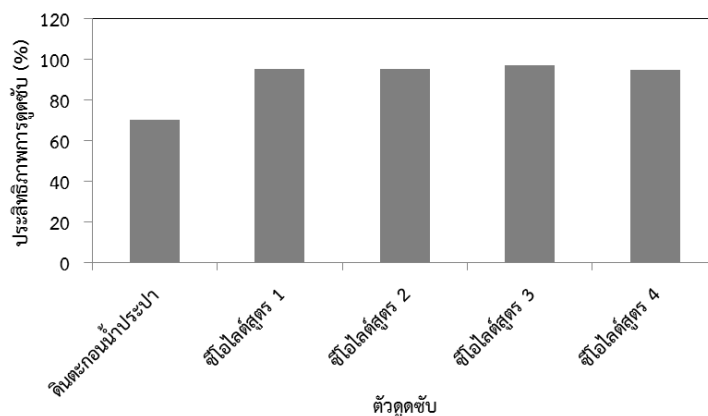
8.2 ศึกษาจลนพลศาสตร์การดูดซับแบบ Pseudo-second order

นำค่าที่ได้จากการศึกษาเวลาที่มีผลต่อการดูดซับสีย้อมบริลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอดีเป็นวัสดุดูดซับมาแทนค่าในตัวแปรของสมการจลนพลศาสตร์การดูดซับตามสมการมาแทนค่าในตัวแปรของสมการจลนพลศาสตร์การดูดซับตามสมการ นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟโดยให้แกน X คือ t แกน Y คือ t/q_t คำนวนหาค่าคงที่ของ Pseudo-second order คือ k_2

ผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพการดูดซับสารละลายมาตรฐานสีย้อมบริลเลียน กรีน

จากการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมบริลเลียน กรีน ด้วยดินตะกอนน้ำประปา ซีโอดีชุดที่ 1 ซีโอดีชุดที่ 2 ซีโอดีชุดที่ 3 ซีโอดีชุดที่ 4 ในสารละลายสีย้อมความเข้มข้นเริ่มต้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร เวลาในการดูดซับ 60 นาที พบว่ามีประสิทธิภาพการดูดซับเป็น 70.26 % , 95.42 % , 95.22 % , 97.27 % และ 94.75 % ตามลำดับ ดังแสดงดังรูปที่ 1 จากผลการศึกษาที่ได้จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าซีโอดีที่สังเคราะห์จากดินตะกอนน้ำประปามีประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมมากกว่าดินตะกอนน้ำประปาโดยมีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับมากกว่า 90 % เมื่อพิจารณาซีโอดีสังเคราะห์จากการศึกษานี้พบว่า ซีโอดีชุดที่ 1 มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับการนำไปใช้ในการศึกษาขั้นตอนต่อไป เนื่องจากมีประสิทธิภาพให้ดูดซับสูงและมีขั้นตอนการสังเคราะห์ที่สั้น เมื่อเปรียบเทียบกับซีโอดีสังเคราะห์ชุดการทดลองที่ 2 3 และ 4

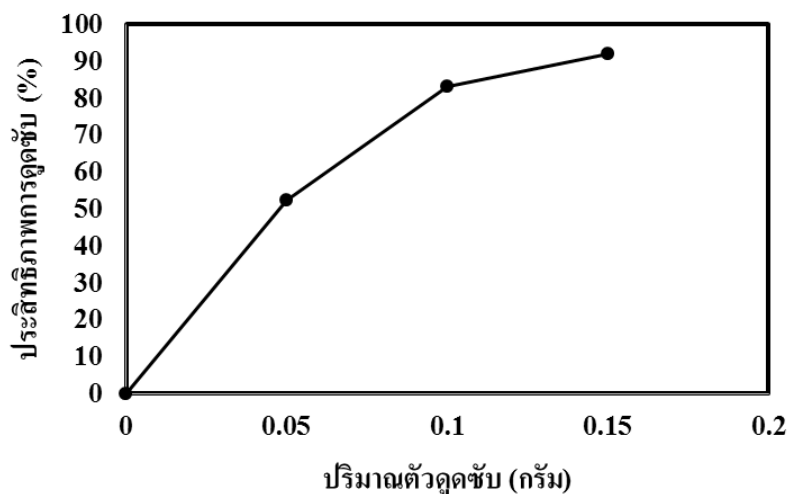


รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการดูดซับสีย้อมบริลเลียน กรีนด้วยดินตะกอนน้ำประปาและซีโอดี

2. พารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการใช้ซีโอไลต์ชุดที่ 1 ในการดูดซับสารละลายสีย้อมบิลเลียน กรีน

2.1 ปริมาณของวัสดุซีโอไลต์ชุดที่ 1 ที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน

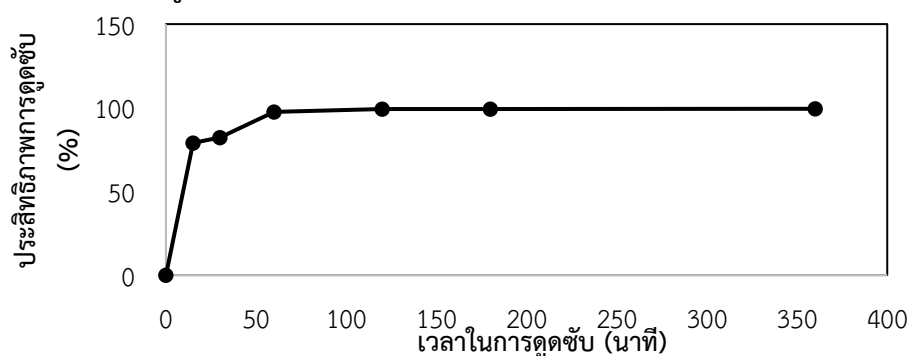
ผลการศึกษาปริมาณของซีโอไลต์ชุดที่ 1 ที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลเลียน โดยศึกษาปริมาณของซีโอไลต์สังเคราะห์ที่แตกต่างกันคือ 0.05 0.1 และ 0.15 กรัมในการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน ความเข้มข้นเริ่มต้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมของตัวดูดซับซีโอไลต์ที่สังเคราะห์เพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกับปริมาณที่ใช้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซับ โดยปริมาณที่เหมาะสมของซีโอไลต์ชุดที่ 1 ในการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน คือ 0.10 กรัมต่อ 25 มิลลิลิตร คิดเป็น 4 กรัมต่อลิตร โดยมีประสิทธิภาพในการดูดซับเป็น 83.07% ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของซีโอไลต์ที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน

2.2 เวลาที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน

เวลาที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมของซีโอไลต์สังเคราะห์ชุดที่ 1 โดยใช้เวลาในการดูดซับสีย้อมความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตรคือ 15 30 60 120 180 และ 360 นาที ผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เวลาในการดูดซับเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการดูดซับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 60 นาทีแรกของการดูดซับ เนื่องจากการดูดซับยังไม่เข้าสู่สมดุลของการดูดซับและหลังจาก 60 นาที พบว่า ประสิทธิภาพในการดูดซับมีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เนื่องจากกระบวนการในการดูดซับสีย้อมของโดยใช้ซีโอไลต์สังเคราะห์ในชุดที่ 1 อยู่ในสมดุลของการดูดซับ ดังนั้นแล้วเวลาที่ใช้ในการดูดซับที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน ด้วยซีโอไลต์ชุดที่ 1 โดยใช้ซีโอไลต์ 0.1 กรัม คือ 60 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะสมที่สุด โดยมีประสิทธิภาพในการดูดซับเท่ากับ 97.56% ดังแสดงในรูปที่ 3



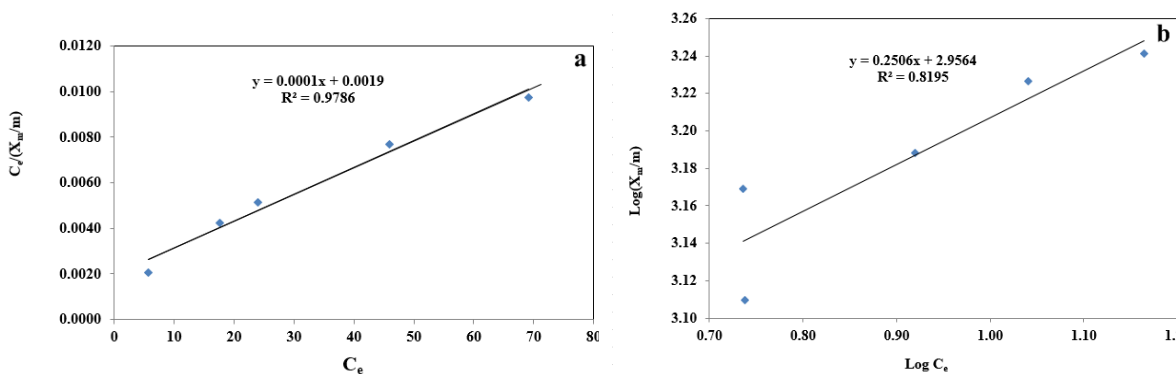
รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์เวลาที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอไลต์ชุดที่ 1 เป็นวัสดุดูดซับ

2. ไอโซเทอร์มการดูดซับสารละลายสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอไลต์เป็นวัสดุดูดซับ

จากการศึกษาแลงเมียร์ไอโซเทอร์มและฟรอยลิชไอโซเทอร์มของการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอไลต์ชุดที่ 1 เป็นวัสดุดูดซับ โดยใช้ปริมาณของตัวดูดซับคือ 0.1 กรัมต่อสารละลายสีย้อม 25 มิลลิลิตร เมื่อวิเคราะห์ผลการศึกษาที่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 4 โดยพิจารณาเทียบค่า Correlation Coefficient (R^2) ของแลงเมียร์และฟรอยลิชไอโซเทอร์มของการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน พบว่าค่า R^2 ของแลงเมียร์ไอโซเทอร์ม (0.0.9786) มีค่า R^2 สูงกว่าฟรอยลิชไอโซเทอร์ม (0.8195) และเข้าใกล้ 1 มากกว่าฟรอยลิชไอโซเทอร์ม โดยแสดงค่าพารามิเตอร์ของไอโซเทอร์มการดูดซับดังแสดงในตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาค่า R_L ของซีโอไลต์มีค่าเท่ากับ 4.56×10^{-4} ซึ่ง $0 < R_L < 1$ เป็นการดูดซับที่เหมาะสม (Favorable Adsorption) จึงสรุปได้ว่าการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอไลต์ธรรมชาติสังเคราะห์ในชุดที่ 1 สอดคล้องกับแลงเมียร์ไอโซเทอร์ม เป็นกระบวนการดูดซับแบบชั้นเดียว (Monolayer Adsorption) คือพื้นที่ผิวในการดูดซับสีย้อมของวัสดุดูดซับที่สังเคราะห์ขึ้นเป็นพื้นที่ผิวที่มีความจำเพาะ

ตารางที่ 1 ค่าคงที่ฟรอยด์ลิชและแลงเมียร์ไอโซเทอร์มของการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอไลต์ชุดที่ 1 เป็นวัสดุดูดซับ

ฟรอยลิชไอโซเทอร์ม				
สมการเส้นตรง	R^2	$1/n$	K_F	-
$y = 0.2506x + 2.9564$	$R^2 = 0.8195$	0.2506	2.9564	-
แลงเมียร์ไอโซเทอร์ม				
สมการเส้นตรง	R^2	K_L	R_L	N_m
$y = 0.0001x + 0.0019$	$R^2 = 0.9786$	0.0526	0.0237	10000



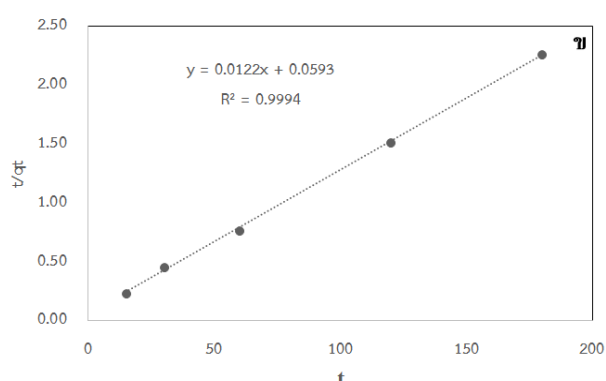
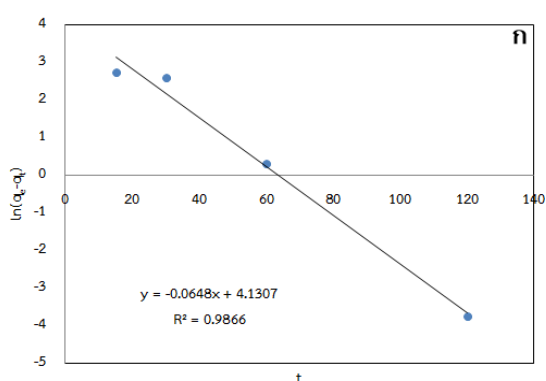
รูปที่ 4 แสดงผลการศึกษา (a) แลงเมียร์ไอโซเทอร์มและ (b) ฟรอยลิชไอโซเทอร์มของการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอไลต์ชุดที่ 1 เป็นวัสดุดูดซับ

3. จลนพลศาสตร์การดูดซับของสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอไลต์ชุดที่ 1 เป็นวัสดุดูดซับ

ในการดูดซับนี้ได้ทำการศึกษาจลนพลศาสตร์การดูดซับเพื่อใช้ในการอธิบายกลไกในการดูดซับ โดยพิจารณาแบบจำลองของปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเสมือนและปฏิกิริยาอันดับสองเสมือนในการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอไลต์ชุดที่ 1 เป็นวัสดุดูดซับที่เวลาใดๆ แสดงผลดังตารางที่ 2 และรูปที่ 5 พบว่าค่า Correlation Coefficient (R^2) ของแบบจำลองปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเสมือนและปฏิกิริยาอันดับสองเสมือนเท่ากับ 0.9866 และ 0.9994 ตามลำดับ ซึ่งค่า R^2 ของปฏิกิริยาอันดับสองเสมือนมากกว่าปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเสมือน แสดงว่าการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอไลต์ชุดที่ 1 เป็นวัสดุดูดซับดูดซับนั้น บริเวณของการดูดซับจะต้องมีพื้นที่ผิวที่จำเพาะ

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเสมือนและอันดับสองเสมือนของการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอไลต์ชุดที่ 1 เป็นวัสดุดูดซับ

ปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเสมือน				
สมการเส้นตรง	R ²	Q _e exp((mg/g)	Q _e cal((mg/g)	k ₁
y = -0.0648x + 4.1307	0.9866	79.40888	15.4321	4.1307
ปฏิกิริยาอันดับสองเสมือน				
สมการเส้นตรง	R ²	Q _e exp((mg/g)	Q _e cal((mg/g)	k ₂
y = 0.0122x + 0.0593	R ² = 0.9994	79.40888	81.9672	2.51x10 ⁻³



รูปที่ 5 แสดงผลของการศึกษา (ก) จลนพลศาสตร์การดูดซับของสีย้อมบิลเลียน กรีน แบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่งเสมือนและ (ข) จลนพลศาสตร์การดูดซับของสีย้อมบิลเลียน กรีน แบบปฏิกิริยาอันดับสองเสมือน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการดูดซับสารละลายสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้ดินตะกอนน้ำประปาและซีโอไลต์ชุดที่ 1-4 เป็นวัสดุดูดซับปริมาณตัวดูดซับ 0.2 กรัม เวลาที่ใช้ในการดูดซับ 60 นาทีและความเข้มข้นเริ่มต้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีประสิทธิภาพสูง มากกว่า 90 % เปรียบเทียบกับดินตะกอนน้ำประปา โดยใช้ซีโอไลต์ชุดที่ 1 มีความเหมาะสมมากที่สุดในการทำหน้าที่เป็นวัสดุดูดซับเนื่องจากใช้เวลาในการสังเคราะห์น้อย ดังนั้น ซีโอไลต์ชุดที่ 1 จึงเลือกมาทำการศึกษาหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน โดยใช้ซีโอไลต์ชุดที่ 1 เป็นวัสดุดูดซับ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณวัสดุดูดซับที่เหมาะสมในการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีน คือ 0.10 กรัม เวลาที่เหมาะสมต่อการดูดซับคือ 60 นาที ผลการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับสีย้อมบิลเลียน กรีนโดยใช้ซีโอไลต์ชุดที่ 1 เป็นวัสดุดูดซับสอดคล้องกับ แลงเมียร์ไอโซเทอร์มและจลนพลศาสตร์การดูดซับสอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับสองเสมือน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำหรับเงินทุนสนับสนุน อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ตลอดการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิรินุช ลอยหา. (2556). ซีโอไลต์และเทคโนโลยีซีโอไลต์. ว.วิทย์. มช. 41(1) 56-66.
- [2] <http://www.vcharkarn.com/vblog/38694>. (สืบค้นเมื่อ 31/03/2017)

- [3] Humelnicua, I.; Băiceanub, A.; Ignatc, M. E.; Dulman, V.; *Process. Saf. Environ.* 2017, 274-287.
- [5] Tibolla, H., F.M. Pelissari, and F.C. Menegalli. (2014). *LWT - Food Science and Technology*, 59, 1311-1318.
- [6] Thomas, M.G., et al. (2015). *Int J Biol Macromol*, 768-777.
- [7] Rambabu, N., et al. (2016). *Industrial Crops and Products*, 83, 746-754.
- [8] Chandra, C.S.J., N. George, and S.K. Narayanankutty. (2016). *Carbohydrate Polymers*, 142, 158-166.

ผลของวิธีฆ่าเชื้อต่อการเจริญและผลผลิตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*)

Effects of Disinfection Methods on Growth and Production of *Cordyceps militaris*

ประเสริฐ ไวยะกา* บรรพต จอมสุวรรณค์ และ นัฐพงศ์ ปาเหนือ

โปรแกรมวิทยาศาสตรชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

* E-mail : prasert_waiyaka@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบการเจริญ การปนเปื้อน และผลผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทองด้วยวิธีการฆ่าเชื้อในอาหารเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ การใช้หม้อหุงข้าว การใช้หม้อนึ่งธรรมดา และการใช้หม้อนึ่งความดันไอบนอัตโนมัติ ซึ่งแต่ละวิธีใช้ข้าวกล้องหอมมะลิเป็นแหล่งอาหารหลัก เพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองวิธีการละ 50 ขวด นำไปบ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้น 80 เปอร์เซ็นต์ ในที่มืดเป็นเวลา 3 สัปดาห์ จากนั้นให้แสงที่ความเข้มแสง 500 ลักซ์ ความชื้น 80 เปอร์เซ็นต์ วันละ 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ต่อมาให้แสงที่ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ วันละ 12 ชั่วโมง ความชื้น 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ สังเกตการเจริญและการปนเปื้อนทุก ๆ สัปดาห์ พบว่าลักษณะการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองในแต่ละวิธีการฆ่าเชื้อมีลักษณะการเจริญที่ไม่แตกต่างกัน ส่วนการปนเปื้อนในเห็ดถั่งเช่าสีทองพบว่า วิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดาเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราจำนวน 15 ขวด แต่อีกสองวิธีไม่พบการปนเปื้อน สำหรับผลผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทองแบบแห้งวิธีการฆ่าเชื้อที่ให้ผลผลิตมากที่สุดคือ วิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งความดันไอบนอัตโนมัติ 1.69 กรัม/ขวด รองลงมาคือ วิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดา 1.26 กรัม/ขวด และวิธีการ ฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อหุงข้าว 0.95 กรัม/ขวด ตามลำดับ จะให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05.

คำสำคัญ : เห็ดถั่งเช่าสีทอง วิธีการฆ่าเชื้อ

Abstract

This study compared growth, contamination and yield of *Cordyceps militaris* by using 3 different methods of culture medium sterilization including a rice cooker, a conventional steamer and an autoclave. In each method, 50 bottles of brown jasmine rice, used as the main source of *Cordyceps militaris* growth, were incubated in 80% humidity and 20 degree Celsius temperature-controlled cabinet in the dark for 3 weeks. Then they were exposed to light at intensity of 500 lux and 80% humidity for 12 hours a day for 1 week, and after that the light at intensity of 1,000 lux and 90% humidity for another 12 hours a day for 7 weeks. It was found that growth of *Cordyceps militaris* between 3 treatment methods showed no difference in growth characteristics. While 15 bottles of brown jasmine rice using a conventional steamer presented some fungal contaminations, there were no contaminations found in the other two methods. The most effective yield of dry *Cordyceps militaris* by using an autoclave, a rice cooker, and a conventional steamer appeared to be 1.69 g/bottle, 1.26 g/bottle, and 0.95 g/bottle, respectively with no significant statistical difference at 0.05.

Keywords : *Cordyceps militaris*, Disinfection

บทนำ

เห็ดถั่งเช่าสีทองมีการเพาะเลี้ยงเป็นการค้ามาหลายสิบปีในประเทศจีนและอเมริกา แต่ละบริษัทผลิตออกมาจำหน่ายเดือนละหลายตัน เห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถเพาะได้โดยใช้ตัวหนอนดักแด่ หรืออาหารสังเคราะห์ ทำให้เห็ดถั่งเช่า สีทองมีขายอยู่ในท้องตลาดโดยทั่วไป และพบว่าเห็ดถั่งเช่าสีทองมีฤทธิ์ทางยาเทียบเท่าเห็ดถั่งเช่าทิเบต (Das et al, 2010) แต่การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองยังทำได้ง่ายกว่า ปัจจุบันสามารถพัฒนานำเอาเมล็ดธัญพืชมาผลิตแทนตัวแมลงได้อีกด้วย ทำให้เกิดการขยายตัวของเห็ดถั่งเช่าสีทองในตลาดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ธัญญา, 2559) การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองส่วนใหญ่เป็นการเพาะเลี้ยงในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ขนาดกลาง หรือขนาดย่อม ไม่พบการเพาะเลี้ยงในระดับครัวเรือน ทั้ง ๆ ที่เห็ดถั่งเช่าสีทองมีสรรพคุณทางยาที่หลากหลายและมีราคาที่สูงกว่าแพง หากเกิดการเพาะเลี้ยงและใช้ประโยชน์กันในระดับครัวเรือนก็จะเป็นการป้องกันปัญหาด้านสุขภาพและส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชากร และเป็นการยกระดับรายได้ของประชากรให้เพิ่มขึ้นจากเดิม สาเหตุที่ทำให้ไม่พบการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองในระดับครัวเรือนเกิดจากขั้นตอนในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองมีหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิด แม้ในปัจจุบันจะมีการพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงที่ใช้วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำได้ง่ายมาใช้ในการเพาะเลี้ยงแต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จที่จะส่งเสริมให้เกิดการเพาะเลี้ยงในระดับครัวเรือน สาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งคือ ความไม่มั่นใจในการฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองจะปนเปื้อนมากับส่วนประกอบต่าง ๆ ในการเตรียมอาหาร เช่น เมล็ดธัญพืช น้ำตาล มันฝรั่ง เป็นต้น นอกจากนี้อาจปนเปื้อนมาจากภาชนะที่ใช้ในการบรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการเพาะเลี้ยง การปนเปื้อนส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อรา โดยเฉพาะราเขียว เมื่อเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราจะทำให้การเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองลดลง เชื้อราที่ปนเปื้อนจะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อได้อย่างรวดเร็วจนกระทั่งปกคลุมเห็ดถั่งเช่าสีทอง ทำให้เห็ดถั่งเช่าสีทองหยุดการเจริญเติบโตและตายในที่สุด กระบวนการฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนก่อนการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองจึงมีความสำคัญ การฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนในกระบวนการเตรียมอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองตามปกติจะใช้ความร้อน โดยเฉพาะความร้อนขึ้นเป็นการใช้ความร้อนฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในขณะที่มีความชื้นหรือน้ำอยู่ด้วย เช่น การต้ม การนึ่ง การพาสเจอร์ไรส์ การนึ่งโดยใช้ความดันไอน้ำ เป็นต้น (นงลักษณ์และปรีชา, 2550) กระบวนการฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองมีหลายวิธีหากต้องการส่งเสริมให้นำไปใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงในระดับครัวเรือนต้องคำนึงถึงการใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และต้นทุนที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งวิธีการฆ่าเชื้อด้วยการใช้หม้อนึ่งความดันไอบนอัตโนมัติจะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อที่ดีที่สุดแต่ก็ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาสูง วิธีการฆ่าเชื้อด้วยวิธีการนึ่งใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีราคาถูกลงมา ส่วนวิธีการต้มใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ถูกที่สุด การใช้วิธีการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อการปนเปื้อนในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองและผลผลิตของเห็ดถั่งเช่าสีทองแตกต่างกันมากน้อยเท่าใดก็ยังไม่มีการรายงานอย่างชัดเจน ทำให้ขาดข้อมูลที่สำคัญในการเลือกวิธีการ ฆ่าเชื้อ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ไม่มีการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองในระดับครัวเรือนในปัจจุบัน

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จะเปรียบเทียบการเจริญ การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และผลผลิตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีกระบวนการฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนที่แตกต่างกัน เพื่อให้ทราบถึง การเจริญ การปนเปื้อนที่เกิดขึ้น และปริมาณผลผลิตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเลือกวิธีในการฆ่าเชื้อที่มีความเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงในระดับครัวเรือน

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมเชื้อ *Cordyceps militaris* BCC 18247

เชื้อ *Cordyceps militaris* BCC 18247 เลี้ยงบนอาหาร Potato dextrose agar และอาหาร Potato dextrose broth (วางบนเครื่องเขย่าตั้งความเร็ว 100 รอบต่อนาที) บ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในที่มืดเป็นเวลา 15 วัน (ภาพที่ 1)



ก.



ข.

ภาพที่ 1 เชื้อ *Cordyceps militaris* BCC 18247 เลี้ยงบนอาหาร Potato dextrose agar (ก.) และอาหาร Potato dextrose broth (ข.)

2. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ *Cordyceps militaris* BCC 18247

2.1 การเตรียมอาหารหลัก ใช้เมล็ดข้าวกล้องหอมมะลิน้ำหนัก 1,500 กรัม

2.2 การเตรียมอาหารเสริม ใช้กลูโคส 7.5 กรัม ซูโครส 22.5 กรัม เปปโตน 7.5 กรัม ยีสต์สกัด 7.5 กรัม ดีเกลือ 0.75 กรัม วิตามิน บี 1 (100 มิลลิกรัม) 3 เม็ด เติมน้ำมันรำข้าว 1,500 มิลลิลิตร

3. การฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนในอาหารสำหรับเพาะเห็ดถังเช่าสีทอง

3.1 การฆ่าเชื้อด้วยหม้อหุงข้าว นำข้าวกล้องหอมมะลิปริมาณ 500 กรัม ใส่ลงในหม้อหุงข้าวไฟฟ้า เติมน้ำมันรำข้าวที่ผสมไว้ในข้อ 2.2 ใส่ลงไป 500 มิลลิลิตร หุงข้าวให้สุก เมื่อข้าวสุกใช้ช้อนที่ผ่านการฆ่าเชื้อตักแบ่งข้าวใส่ขวดที่ผ่านการต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที จำนวน 50ขวด โดยการตักแบ่งข้าวกระทำในตู้ปลอดเชื้อ

3.2 การฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งธรรมดา ตักข้าวกล้องหอมมะลิใส่ขวด ขวดละ 10 กรัม จำนวน 50 ขวด เติมน้ำมันรำข้าวที่ผสมไว้ในข้อ 2.2 ใส่ลงในขวด ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นึ่งในหม้อนึ่งธรรมดาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง

3.3 การฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอแบบอัตโนมัติใช้เป็นชุดควบคุม ตักข้าวกล้องหอมมะลิใส่ขวด ขวดละ 10 กรัม จำนวน 50 ขวด เติมน้ำมันรำข้าวที่ผสมไว้ในข้อ 2.2 ใส่ลงในขวด ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นึ่งในหม้อนึ่งความดันไอแบบอัตโนมัติ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

4. การเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดถังเช่าสีทอง

4.1 นำขวดอาหารเลี้ยงเชื้อเข้าตู้ถ่ายเชื้อ จำนวน 50 ขวดของแต่ละวิธีการฆ่าเชื้อ หยอดเชื้อเห็ดถังเช่าสีทองที่เลี้ยงในอาหาร Potato dextrose broth ลงในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อขวดละ 2 มิลลิลิตร (ธัญญา, 2559)

4.2 จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้น 80 เปอร์เซ็นต์ ในที่มืดเป็นเวลา 3 สัปดาห์ และสังเกตว่าเส้นใยเห็ดเดินลงอาหาร

4.3 ให้แสงสว่างที่ความเข้มแสงเท่ากับ 500 ลักซ์ วันละ 12 ชั่วโมง และปรับลดอุณหภูมิให้เหลือ 18 องศาเซลเซียส ความชื้น 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 สัปดาห์

4.4 จากนั้นปรับเพิ่มอุณหภูมิให้เป็น 22 องศาเซลเซียส เพิ่มความเข้มแสงเท่ากับ 1,000 ลักซ์ วันละ 12 ชั่วโมง ความชื้น 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์

5. การเก็บเกี่ยวผลผลิตเห็ดถังเช่าสีทอง

เก็บดอกเห็ดถังเช่าโดยใช้มีดสแตนเลสปลายแหลม ตัดแบ่งอาหารเลี้ยงเชื้อเป็น 4 ส่วน แล้วเหินเอาเฉพาะดอกเห็ดถังเช่าสีทอง ซึ่งน้ำหนักสดของเห็ดถังเช่าสีทองในแต่ละขวดของทุก ๆ ชุดการทดลอง จากนั้นไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักแห้งของเห็ดถังเช่าสีทองที่ผ่านการอบของแต่ละขวด ในทุก ๆ ชุดการทดลอง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเห็ดถังเช่าสีทองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (Analysis of variances : One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Post Hoc test) ด้วยวิธี Duncan's multiple rang test

ผลการวิจัย

1. การเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

การเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองในช่วงของการบ่มเชื้อระยะแรกในที่มืด เส้นใยสีขาวของเห็ดถั่งเช่าสีทองจะปกคลุมเต็มผิวหน้าและเดินลงอาหาร) ภาพที่ 2) ส่วนการเจริญในระยะที่สองและระยะที่สาม ลักษณะการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองของแต่ละวิธีการฆ่าเชื้อไม่แตกต่างกัน โดยจะมีการเจริญที่ใกล้เคียงกันมาก ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 พบว่าชุดทดลองที่ทำการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดาจะมีการเจริญที่ช้ากว่าอีก 2 วิธี แต่เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 4 เป็นต้นไปจนสัปดาห์ที่ 8 ลักษณะ การเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองมีความคล้ายกัน (ภาพที่ 3)



ก.

ข.

ภาพที่ 2 ลักษณะการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองระยะแรกในที่มืด เริ่มต้นการเพาะเลี้ยง (ก.) และการเพาะเลี้ยงในที่มืดเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ (ข.)

วิธีการฆ่าเชื้อ สัปดาห์ที่	หม้อนุงข้าว	หม้อนึ่งธรรมดา	หม้อนึ่งความดันไอแบบอัตโนมัติ
เริ่มต้น			
สัปดาห์ที่ 2			
สัปดาห์ที่ 4			
สัปดาห์ที่ 6			
สัปดาห์ที่ 8			

ภาพที่ 3 ลักษณะการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

2. การปนเปื้อนของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองพบการปนเปื้อนของเชื้อราเกิดขึ้นในระหว่างการเพาะเลี้ยง การปนเปื้อนของเชื้อราเกิดขึ้นเฉพาะวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดาเท่านั้นจำนวน 15 ชุด คิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนุงข้าวและหม้อนึ่งความดันไอแบบอัตโนมัติไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อรา เชื้อราที่ปนเปื้อนจะเจริญได้อย่างรวดเร็วสร้างสปอร์สีเขียวและสีเทา ทำให้เชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองเจริญได้อย่างไม่เต็มที่ (ภาพที่ 4)



ก.

ข.

ภาพที่ 4 ลักษณะการปนเปื้อนของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ราชสร้างสปอร์สีเขียว (ก.) และราชสร้างสปอร์สีเทา (ข.)

3. ผลผลิตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

การเก็บผลผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ใช้วิธีการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกัน 3 วิธี สามารถเก็บผลผลิตครบ 50 ขวดต่อวิธีการฆ่าเชื้อ ยกเว้นวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดาเก็บผลผลิตได้เพียง 25 ขวด เนื่องจากเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราจำนวน 15 ขวด และอีก 10 ขวด เส้นใยไม่พัฒนาเป็นเห็ดถั่งเช่าสีทอง หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้นำมาชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง (ภาพที่ 5) วิธีการฆ่าเชื้อทั้ง 3 วิธี ให้ผลผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทองแบบสดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยวิธีการฆ่าเชื้อที่ให้ผลผลิตมากที่สุดคือวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งความดันไอบีบอัดโนมิตีเท่ากับ 10.47 กรัม/ขวด รองลงมาคือวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดา 7.38 กรัม/ขวด และวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อหุงข้าว 3.04 กรัม/ขวด ตามลำดับ สำหรับผลผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทองแบบแห้งวิธีการฆ่าเชื้อที่ให้ผลผลิตมากที่สุดคือวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งความดันไอบีบอัดโนมิตีเท่ากับ 1.69 กรัม/ขวด ส่วนวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดา 1.26 กรัม/ขวด และวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อหุงข้าว 0.95 กรัม/ขวด วิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดาและวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อหุงข้าวจะให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (ตารางที่ 1)



ก.



ข.

ภาพที่ 5 ผลผลิตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง เห็ดถั่งเช่าสีทองแบบสด (ก.) เห็ดถั่งเช่าสีทองแบบแห้ง (ข.)

ตารางที่ 1 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

น้ำหนัก	วิธีที่	จำนวน ขวด	น้ำหนักเฉลี่ย/ขวด (g)	น้ำหนักรวม ทั้งหมด (g)	น้ำหนักเฉลี่ย (g ± SD)
สด	1	50	3.04	152.00	3.04 ± 1.79 _c
	2	25	7.38	184.50	7.38 ± 3.66 _b
	3	50	10.47	523.50	10.47 ± 4.70 _a
แห้ง	1	50	0.95	47.50	0.95 ± 0.34 _b
	2	25	1.26	31.50	1.26 ± 0.78 _b
	3	50	1.69	84.50	1.69 ± 0.85 _a

หมายเหตุ

ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอักษรที่แตกต่างกัน (a b c)

แสดงถึงน้ำหนักเฉลี่ยต่อขวดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 005.

วิธีที่ 1 คือวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อหุงข้าว

วิธีที่ 2 คือวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดา

วิธีที่ 3 คือวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งความดันไอแบบอัตโนมัติ

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

อภิปรายผลการวิจัย

ลักษณะการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองไม่แตกต่างกันทั้ง 3 วิธีการฆ่าเชื้อ น่าจะเกิดจากการใช้แหล่งอาหารหลักเพียงชนิดเดียวคือข้าวกล้องหอมมะลิ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของธัญญา (2559) พบว่าการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองจะขึ้นอยู่กับแหล่งอาหารหลักที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง การใช้แหล่งอาหารหลักที่แตกต่างกันจะทำให้ลักษณะการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองแตกต่างกันไป แหล่งอาหารหลักที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงได้แก่ เมล็ดธัญพืชและแมลง ถ้ามีแหล่งอาหารเพียงพอเห็ดถั่งเช่าสีทองจะเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ ผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ สมฤทัย (http://bioff.forest.ku.ac.th/PDF_FILE/APIRL_31/2016pdf) ที่ได้เปรียบเทียบผลผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) จากวิธีการฆ่าเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อที่แตกต่างกัน และพบว่าผลผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ใช้หม้อนึ่งความดันไอแบบอัตโนมัติในการฆ่าเชื้อจะให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้พบว่าผลผลิตของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ใช้หม้อนึ่งความดันไอแบบอัตโนมัติในการฆ่าเชื้อจะให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดาเช่นกัน

การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองในครั้งนี้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อรา พบปนเปื้อนในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งธรรมดา จากการศึกษาของธัญญา (2559) พบว่าปัญหาหลักในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าคือการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อื่น โดยเฉพาะจุลินทรีย์ในกลุ่มของเชื้อรา จากการศึกษาในครั้งนี้สาเหตุที่พบการปนเปื้อนเฉพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งธรรมดา อาจเกิดจากความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อทั้งในส่วนของอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง เห็ดถั่งเช่าและขวดที่ใช้เป็นภาชนะในการเพาะเลี้ยงใช้ความร้อนที่ไม่มากพอในการกำจัดเชื้อได้ทั้งหมด ซึ่งใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ชั่วโมง เป็นระดับความร้อนที่ไม่สามารถฆ่าเชื้อได้ทั้งหมดในระดับสเตอริไรต์ ยืนยันจาก นงลักษณ์และปรีชา (2550) ที่กล่าวถึงการต้มเป็นการกำจัดเซลล์ปกติ วัตถุหรือสารซึ่งได้รับการปนเปื้อนไม่อาจถูกทำให้ปราศจากเชื้อได้โดยการต้มกับน้ำที่เดือด เซลล์ของจุลินทรีย์อาจตายได้ในเวลาไม่กี่นาทีหลังจากสัมผัสน้ำเดือด แต่สปอร์ของจุลินทรีย์บางชนิดอาจทนอยู่ในสภาวะดังกล่าวได้นานหลายชั่วโมง การแช่เครื่องมือในน้ำเดือดด้วยระยะเวลาอันสั้นก็เป็นการลดปริมาณของเชื้อได้แต่ไม่ถึงเป็นการทำให้ไร้เชื้อในระดับสเตอริไรต์

ลักษณะของเห็ดถั่งเช่าสีทองจากการเพาะเลี้ยงไม่เจริญเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์มีลักษณะเป็นตุ่มดอกเล็ก ๆ เท่านั้น เกิดจากการให้ปริมาณความเข้มแสงที่ไม่เพียงพอต่อการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทอง เนื่องจากการให้แสงระยะแรกเพื่อกระตุ้นการสร้างตุ่มดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองให้ปริมาณความเข้มแสง 500 ลักซ์ และระยะที่สองให้แสงเพื่อให้เกิดการสร้างดอกเห็ดที่สมบูรณ์ในปริมาณความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ (ธัญญา, 2559) จากปริมาณความเข้มแสงที่ใช้จึงส่งผลให้เห็ดถั่งเช่าสีทองได้รับปริมาณความเข้มแสงไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต การเจริญเติบโตที่เกิดขึ้นอย่างไม่เต็มที่ ส่งผลให้ได้ดอกเห็ดถั่งเช่าที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งปริมาณของความเข้มแสงที่ดีที่สุดในระยะการบ่มระยะที่สองจะให้ปริมาณความเข้มแสงที่ 2,000 ลักซ์ (จารุวรรณและคณะ, 2558) เห็ดถั่งเช่าสีทองเป็นเห็ดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีราคาแพง การเพาะเลี้ยงส่วนใหญ่จะเป็นระดับอุตสาหกรรมไม่มีการเพาะเลี้ยงในระดับครัวเรือนทั้งที่วัสดุสำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถหาได้ง่ายและมีราคาถูก สาเหตุเกิดจากไม่มีวิธีการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงในระดับครัวเรือน ซึ่งหากมีการศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองในระดับครัวเรือนที่ให้ผลผลิตที่คุ้มต่อการลงทุน ก็จะเป็นส่วนหนึ่งที่สนับสนุนสุขภาพของผู้คนในสังคมและยกระดับรายได้ให้เพิ่มขึ้นได้

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบการเจริญ การปนเปื้อนและผลผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทองด้วยวิธีการฆ่าเชื้อในอาหารเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองที่แตกต่างกันนั้น พบว่าลักษณะการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารที่ใช้วิธีการฆ่าเชื้อแตกต่างกัน 3 วิธี มีลักษณะของการเจริญที่ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนการปนเปื้อนนั้นวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดามีการปนเปื้อนมากที่สุด คือ ปนเปื้อนจำนวน 15 ชนิด คิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการฆ่าเชื้ออีก 2 วิธี ไม่พบการปนเปื้อน วิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งความดันไอบนอัตโนมัติทำให้ผลผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทองมากที่สุด ทั้งนี้ น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อชวดอยู่ที่ 10.47 กรัม/ชวด และน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อชวดอยู่ที่ 1.69 กรัม/ชวด รองลงมาคือวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดา มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 7.38 กรัม/ชวด และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.26 กรัม/ชวด และวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อหุงข้าวมีน้ำหนักสดเฉลี่ย 3.04 กรัม/ชวด และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 0.95 กรัม/ชวด ตามลำดับ ผลผลิตน้ำหนักสดของเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 3 วิธีการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ส่วนผลผลิตน้ำหนักแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทองโดยวิธีการฆ่าเชื้อที่ใช้หม้อนึ่งความดันไอบนอัตโนมัติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 กับผลผลิตจากวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อหุงข้าวและวิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งธรรมดา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

เอกสารอ้างอิง

- จารุวรรณและคณะ. (2558). การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง. *ว. วิทย์. กษ.*, 46(3)(พิเศษ) : 701-704.
- ธัญญา ทะพิงค์แก. (2559). *การเพาะเห็ดถั่งเช่าเป็นอาชีพ*. พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี : มิตรเกษตรการตลาดและโฆษณา.
- นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. (2550). *จุลชีววิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สมฤทัย ลาดโฮม. (2558). *การเปรียบเทียบผลผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทอง (Cordyceps militaris) ที่ได้จากอาหารที่แตกต่างกัน*. สืบค้นเมื่อ 3 ตุลาคม 2560, จาก http://bioff.forest.ku.ac.th/PDF_FILE/APIRL_.31/2016pdf
- Das, S.K., Masuda, M., Sakurai, A. and Sakakibara, M. ((2010, Medicinal uses of the Mushroom *Cordyceps militaris* : Current state and prospects. *Fitoterapia*, .968-961 : (8)81

ความหลากหลายของอาร์โทรพอดในสวนยางพารา อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก

Diversity of Arthropods in Para rubber Plantation of Nakorn-Thai, Phitsanulok

วนิชญา ฉิมมาค^{1*} ขนิษฐา ไชยแก้ว¹ อารยา บุญศักดิ์¹ สุริย์รัตน์ บัวชื่น² และวีรยุทธ สร้อยยาม³

¹สาขาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

²สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

³ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง

*E-mail : vanidchaya@gmail.com (Corresponding author)

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของอาร์โทรพอดในสวนยางพารา อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก โดยเก็บตัวอย่าง อาร์โทรพอดที่อาศัยอยู่ตามผิวดิน วางแนวสำรวจยาว 100 เมตร สุ่มเก็บตัวอย่าง 10 จุด คัดแยกอาร์โทรพอดด้วย กรวยคัดแยก (Tullgren funnel) พบอาร์โทรพอดทั้งหมด 3 ชั้น 11 อันดับ 17 วงศ์ รวมทั้งหมด 268 ตัว โดย อาร์โทรพอด ชั้น Insecta พบจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 76.49 รองลงมาคือ อาร์โทรพอดชั้น Archnida และ Diplopoda คิดเป็นร้อยละ 20.15 และ 3.36 ตามลำดับ เมื่อจำแนกตามอันดับ พบว่าแมลงในกลุ่มมดอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae พบจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 35.07 พื้นที่ตำบลเนินเพิ่มมีค่าดัชนี ความหลากหลาย Shannon-Wiener Diversity Index (H') ของอาร์โทรพอดในดินเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.20 และพื้นที่ ตำบลยางโกกลนมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.11 ซึ่งสัมพันธ์กับค่าอินทรีย์วัตถุในดินพื้นที่ตำบลยางโกกลน ที่มีค่าต่ำที่สุด คือ 0.33

คำสำคัญ : ดัชนีความหลากหลาย อาร์โทรพอด ยางพารา พิษณุโลก

Abstract

Study of diversity of arthropod in pararubber plantation of Nakorn-Thai, Phitsanulok using Tullgren funnel to collected. Ten sampling units of arthropod were randomly collected along the transect 100 meters long. The result showed that there were 11 orders and 17 families of soil arthropod total 268 individuals. Insecta was the most discovered (76.49%) followed by Archnida (20.15%) and Diplopoda (3.36%) respectively. When classified by order and family, order Hymenoptera family Formicidae were the most abundant (35.07%). The Shannon diversity (H') of arthropod showed highest value of 0.20 in Noen-phoem sub-district and Yang-glone sub-district showed lowest value of 0.11 which is related to the organic matter of the lowest value was 0.33.

Keywords : Diversity Index, Arthropod, Para rubber, Phitsanulok

บทนำ

ยางพารา) *Hevea brasiliensis*, Mull (เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน อีกทั้งเป็นพืชที่มีความเสี่ยงน้อยกว่าการปลูกพืชชนิดอื่น และมีอายุให้ผลผลิตประมาณ 20-25 ปี สม่าเสมอตลอดปี จึงมีการขยายตัวของพื้นที่การปลูกยางพาราไปยังเขตพื้นที่ปลูกใหม่ ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือมากขึ้น แม้ว่ามีข้อจำกัดในการปลูกยางพารามากกว่าพื้นที่ปลูกเดิม ในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณน้ำฝน และการกระจายตัวของฝน และความสูงจากระดับน้ำทะเล ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพาราก็ตาม จากข้อมูลของสถาบันวิจัยยาง ในปี พ 2551 .ศ.พิษณุโลกมีพื้นที่ปลูกยางไม่น้อยกว่า ไร่ โดยเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูก 150,000 ยางพารามากที่สุดในเขตภาคเหนือ และมีแนวโน้มการปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งการเพิ่มพื้นที่ปลูกยางพารานั้น

เป็นสาเหตุหนึ่งของการลดลงพื้นที่ป่าและความอุดมสมบูรณ์ทางธรรมชาติอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยความอุดมสมบูรณ์ทางธรรมชาตินั้น สามารถดูได้จากความหลากหลายทางชีวภาพ เพราะหากพื้นที่ใดมีความหลากหลายทางชีวภาพ กล่าวคือสามารถพบชนิดและพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด การรักษาสสมดุลทางธรรมชาติและคุณสมบัติทางธรรมชาติก็มีมาก พื้นที่สวนยางที่ทำการปลูกติดต่อกันมาเป็นเวลานาน ทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเสื่อมโทรมของดินและสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ เนื่องจากการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลาย การใช้สารกำจัดศัตรูพืช ปุ๋ยเคมี เป็นปริมาณมาก ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารพิษในดิน จึงเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการดำรงชีวิตและทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตในดิน (Roberson et al., 1994) (โดยเฉพาะอาร์โทรพอดที่จำนวนมากอยู่ในดิน เนื่องจากมีโครงสร้างร่างกายแข็งแรง โครงร่างภายนอกเป็นแผ่นแข็ง รยางค์เคลื่อนไหวได้ดีและทำหน้าที่ได้หลายอย่าง ระบบประสาทเจริญดี มีอวัยวะรับรู้สัมผัสหลายชนิด กินอาหารได้ทุกประเภท ระยะตัวอ่อนสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ทำให้มีอัตราการอยู่รอดสูง (บพิศ และนันทพร, 2540) ดังนั้นจึงมีแนวคิดศึกษาความหลากหลายของอาร์โทรพอดในสวนยางพาราขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการสวนยางโดยชีววิธี ซึ่งต้องมีความเกี่ยวข้องกับ ความหลากหลายและการเปลี่ยนแปลงประชากรของสัตว์ในฟิโলামนี้เป็นอย่างมาก

วิธีการวิจัย

ดำเนินการสำรวจ รวบรวม และเก็บตัวอย่างอาร์โทรพอด ในพื้นที่สวนยางปลูกใหม่ อำเภอนครไทย เขตจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 10 แปลง (คัดเลือกแปลงของเกษตรกรจำนวน 1 รายต่อ 1 ตำบล) กำหนดพื้นที่การศึกษาขนาดแปลง 1 ไร่ ที่ระดับความสูงใกล้เคียงกัน

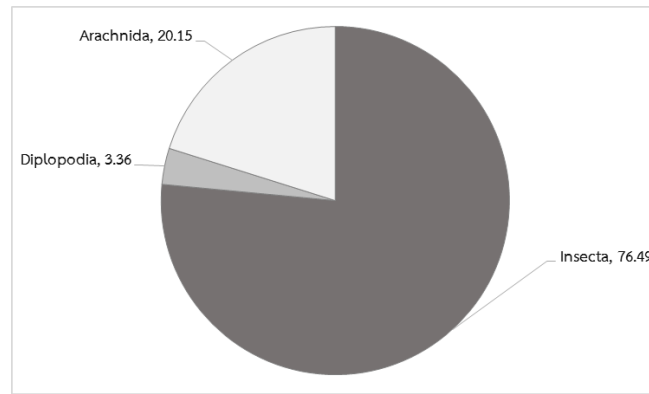
เก็บตัวอย่างอาร์โทรพอดที่อาศัยอยู่ตามผิวดิน วางแนวสำรวจยาว 100 เมตร (transect) เป็นวิธีการสำรวจตามมาตรฐาน (Jones, 2003) สุ่มเก็บตัวอย่าง 10 จุด ทำการร่อนเศษซากใบไม้หน้าดิน ใช้ Quadrate ขนาด 1 ตารางเมตร วางในพื้นที่อย่างสุ่ม แล้วทำการร่อนหน้าดินเป็นจำนวน 10 ตัวอย่าง ดินและเศษใบไม้ที่ได้จะเก็บใส่ถุงผ้าเพื่อนำไปคัดแยกอาร์โทรพอด ด้วย Tullgren funnel ตัวอย่างอาร์โทรพอดเก็บรักษาในแอลกอฮอล์ 80%

ทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของ Shannon-Winner (Shannon-Winner's Index, H) ค่าดัชนีการกระจายตัวของ Shannon-Winner (Shannon-Winner's Evenness Index, EH) และค่าอินทรีย์วัตถุในดิน

ผลการวิจัย

1. ความหลากหลายของอาร์โทรพอดในดินในสวนยางพารา

จากการสำรวจความหลากหลายของอาร์โทรพอดในดินในสวนยางพาราทั้งหมด 10 ตำบล ในอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2558 ถึงเดือนพฤษภาคม 2559 พบความหลากหลายของอาร์โทรพอดและการกระจายของอาร์โทรพอดในดินในสวนยางพาราทั้ง 10 ตำบล ทั้งหมด 3 ชั้น 11 อันดับ 17 วงศ์ รวมทั้ง 268 ตัว โดยอาร์โทรพอด ชั้น Insecta พบจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 76.49 รองลงมาคือ อาร์โทรพอดชั้น Archnida และ Diplopoda คิดเป็นร้อยละ 20.15 และ 3.36 ตามลำดับ (ภาพที่ 2 และตารางที่ 1)



ภาพที่ 2 สัดส่วนอาร์โทรพอดที่พบทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา

เมื่อจำแนกตามอันดับ พบว่าแมลงในกลุ่มอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae พบจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 35.07 โดยพบจำนวนมากที่สุดในพื้นที่ตำบลหนองกระทาว รองลงมาคือแมลงในกลุ่มปลวกในอันดับ Isoptera วงศ์ Termitidae คิดเป็นร้อยละ 19.03 ตามด้วยกลุ่มแมงมุมในอันดับ Araneae วงศ์ Theridiidae คิดเป็นร้อยละ 7.46 และ 5.22 ตามลำดับ กลุ่มแมลงกระซอนในอันดับ Orthoptera วงศ์ Gryllotalpidae คิดเป็นร้อยละ 5.97 ตัวในอันดับ Coleoptera วงศ์ Scarabaeidae คิดเป็นร้อยละ 3.73 ในส่วนของกลุ่มแมงมุมในอันดับ Araneae วงศ์ Oxyopidae และกิ้งกือในอันดับ Polydesmida วงศ์ Paradoxosomatidae พบจำนวนเท่ากันคิดเป็นร้อยละ 3.36 รวมถึงพบแมลงกลุ่มหึ่งห้อย วงศ์ Lampyridae จำนวนเท่ากับกลุ่มแมลงหางหนีบ วงศ์ Chelisochidae คิดเป็นร้อยละ 2.99 ส่วนกลุ่มอื่นๆ พบจำนวนลดลงตามลำดับ (ตารางที่ 1)

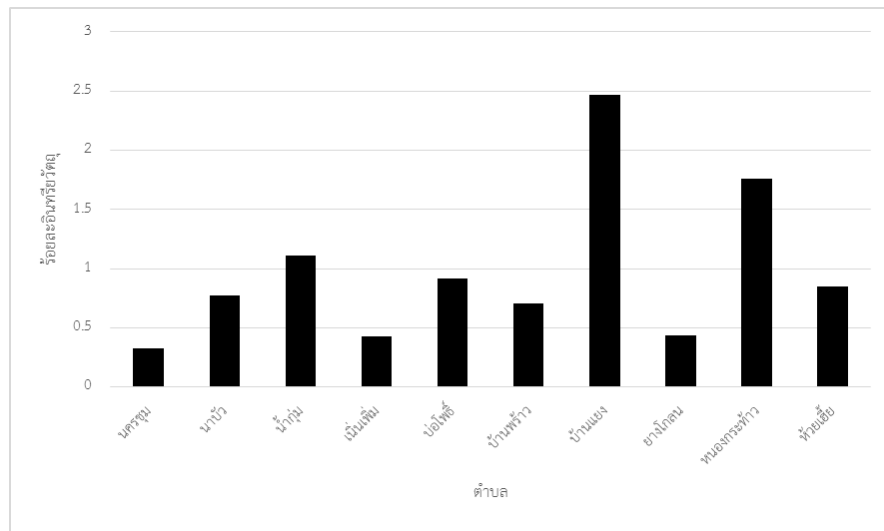
จากผลการสำรวจความหลากหลายดังกล่าว พบว่าสวนยางพาราในตำบลยางโกศลมีจำนวนอาร์โทรพอดมากที่สุด คือ 42 ตัว คิดเป็นร้อยละ 16.79 ของจำนวนอาร์โทรพอดที่พบทั้งหมด และพบน้อยที่สุดในพื้นที่สวนยางพาราตำบลบ้านแยง คิดเป็นร้อยละ 5.97 (ตารางที่ 1)

2. ดัชนีความหลากหลาย (Shannon diversity; H') ของอาร์โทรพอดในดิน

การคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายของอาร์โทรพอดในดินของสวนยางพาราทั้ง 10 ตำบล อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener Diversity Index (H') จากการพิจารณาค่าดัชนีความหลากหลาย พบมีค่าเฉลี่ยตามพื้นที่สำรวจเท่ากับ 0.16 ± 0.01 และมีค่าดัชนีความหลากหลายตามพื้นที่สำรวจอยู่ในช่วง 0.11 – 0.20 โดยพื้นที่ตำบลเนินเพิ่มมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.20 รองลงมาคือพื้นที่ตำบลน้ำกุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.19 และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.11 ในพื้นที่ตำบลยางโกศล เมื่อพิจารณาตามอันดับของอาร์โทรพอดที่สำรวจ พบมีค่าเฉลี่ยในช่วง 0.06 – 0.34 ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.01 โดยมีค่าดัชนีความหลากหลายเฉลี่ยของมดสูงที่สุด รองลงมาคือ แมงมุม และปลวก เท่ากับ 0.34, 0.29, 0.18 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

3. ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดิน (Soil Organic Matter (% OM))

ผลการศึกษาค่าอินทรีย์วัตถุของดินในพื้นที่ตำบลของอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก พบว่า ดินในพื้นที่ตำบลบ้านแยง มีค่าอินทรีย์วัตถุสูงสุด คือ 2.47 (ปานกลาง) รองลงมาคือ ดินในพื้นที่ตำบลหนองกระทาว มีค่าอินทรีย์วัตถุสูงสุด คือ 1.76 (ปานกลาง) ส่วนดินในพื้นที่ตำบลยางโกศล มีค่าอินทรีย์วัตถุต่ำสุด คือ 0.33 (ต่ำมาก) (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดิน (Soil Organic Matter (% OM))

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

บริเวณผิวดินภายในสวนยางพารา มีความหลากหลายของอาร์โทรพอดทั้งหมด 3 ชั้น 11 อันดับ 17 วงศ์ รวมทั้ง 268 ตัว เนื่องจากมีเศษซากพืชรวมถึงกิ่งไม้บริเวณนั้นเป็นจำนวนมากรวมถึงปริมาณของใบยางพาราที่ผลัดใบจำนวนมากทับถมกันบริเวณผิวดินและดินชั้นบน ทำให้มีแหล่งที่อยู่อาศัยและอาหารมากที่สุด โดยพบอาร์โทรพอดกลุ่มแมลงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 76.49 และพบแมลงในกลุ่มมดอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae จำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 35.07 เนื่องจากมดส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในดินตามเศษซากพืชและซากสัตว์ กินอาหารได้หลากหลาย มีบทบาทเป็นตัวทำ (ลำไย และคณະ, 2551) รองลงมาคือ กลุ่มแมงมุม และกิ้งกือ อาศัยอยู่ในดินภายในสวนยางพาราเป็นจำนวนมากเช่นกัน และในพื้นที่ตำบลเนินเพิ่มมีค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener Diversity Index (H') ของอาร์โทรพอดในดินเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.20 และพื้นที่ตำบลยางโกนมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.11 โดยมีค่าดัชนีความหลากหลายเฉลี่ยของมดสูงที่สุด รองลงมาคือ แมงมุม และปลวก เท่ากับ 0.34, 0.29, 0.18 ตามลำดับ โดยแมลงกลุ่มนี้ช่วยในกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดิน (จารุณี และคณະ, 2548) ส่งผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และจรียา และไพรัช (2536) ได้ศึกษาอาร์โทรพอดในดินกลุ่มเด่นที่มีความหลากหลาย เช่น มด ปลวก และแมลงทางคืด มีปฏิสัมพันธ์ในเชิงบวกกับอัตราการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดิน โดยพบปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในพื้นที่ตำบลบ้านแยง มีค่าอินทรีย์วัตถุสูงสุด คือ 2.47 (ปานกลาง) รองลงมาคือ ดินในพื้นที่ตำบลหนองกระทาว มีค่าอินทรีย์วัตถุสูงสุด คือ 1.76 (ปานกลาง) ส่วนดินในพื้นที่ตำบลยางโกน มีค่าอินทรีย์วัตถุต่ำสุด คือ 0.33 (ต่ำมาก) ซึ่งสอดคล้องกับ Stevenson และคณະ (2002) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อความหนาแน่นของประชากรอาร์โทรพอดในดิน และคุณภาพดิน

ตารางที่ 1 อันดับ วงศ์และจำนวนอาร์โทรพอดในดินที่พบในพื้นที่ศึกษา

ชั้น	อันดับ	ตำบล วงศ์	นครชุม	นบัว	น้ำกุ่ม	เนินเพิ่ม	บ่อโพธิ์	บ้านพร้าว	บ้านแยง	ยางโกกลน	หนองกระท้าว	ห้วยเฮี้ย	รวม (ตัว)	ร้อยละ
														ละ
Archnida	Araneae	Lycosidae	4	3	1	2	1	1	0	1	0	1	14	5.22
		Oxyopidae	2	1	0	1	2	0	1	0	1	1	9	3.36
		Salticidae	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	5	1.87
		Theridiidae	1	7	1	2	0	0	3	1	5	0	20	7.46
	Scorpiones	Scorpionidae	1	0	0	1	0	1	0	1	2	0	6	2.24
Insecta	Blattodea	Blaberidae	2	2	1	0	1	1	0	0	0	0	7	2.61
	Coleoptera	Lampyridae	1	3	0	1	0	0	1	1	0	3	10	3.73
		Scarabaeidae	0	0	0	1	0	2	0	0	5	0	8	2.99
	Dermaptera	Chelisochidae	1	1	0	2	0	1	2	0	0	1	8	2.99
	Hymenoptera	Formicidae	14	6	2	3	5	12	4	10	25	13	94	35.07
	Hemiptera	Reduviidae	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	5	1.87
	Isoptera	Termitidae	1	1	2	2	1	15	0	28	0	1	51	19.03
	Mantodea	Mantidae	1	0	1	1	0	2	0	1	0	0	6	2.24
Orthoptera	Gryllotalpidae	1	2	2	0	1	1	0	1	2	6	16	5.97	
Diplopoda	Polydesmida	Paradoxosomatidae	0	1	2	0	2	0	2	0	1	1	9	3.36
ผลรวม (ตัว)			30	27	12	17	13	37	16	45	41	30	268	100
ร้อยละ			11.19	10.07	4.48	6.34	4.85	13.81	5.97	16.79	15.30	11.19	100.00	

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยดัชนีความหลากหลายของอาร์โทรพอดในดิน (Diversity index)

อันดับ	ค่าความหลากหลาย (Shannon diversity; H') ของอาร์โทรพอดในดิน										ค่าเฉลี่ย
	นครชุม	นาบัว	น้ำกุ่ม	เนินเพิ่ม	บ่อโพธิ์	บ้านพร้าว	บ้านแยง	ยางโกลน	หนอง กระท้าว	ห้วยเฮี้ย	
Araneaer	0.35	0.37	0.30	0.36	0.35	0.16	0.35	0.18	0.28	0.23	0.29 ± 0.03
Blattodea	0.18	0.19	0.21	0.00	0.22	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09 ± 0.03
Coleoptera	0.11	0.24	0.00	0.29	0.00	0.16	0.17	0.08	0.26	0.23	0.15 ± 0.04
Dermaptera	0.11	0.12	0.00	0.29	0.00	0.10	0.26	0.00	0.00	0.11	0.10 ± 0.04
Hemiptera	0.36	0.33	0.30	0.34	0.36	0.37	0.36	0.33	0.30	0.35	0.34 ± 0.01
Isoptera	0.11	0.12	0.30	0.29	0.22	0.37	0.00	0.30	0.00	0.11	0.18 ± 0.05
Mantodea	0.11	0.00	0.21	0.20	0.00	0.16	0.00	0.08	0.00	0.00	0.08 ± 0.03
Orthoptera	0.11	0.19	0.30	0.00	0.22	0.10	0.00	0.08	0.15	0.32	0.15 ± 0.04
Polydesmida	0.00	0.12	0.30	0.00	0.31	0.00	0.26	0.00	0.09	0.11	0.12 ± 0.04
Scorpiones	0.11	0.00	0.00	0.20	0.00	0.10	0.00	0.08	0.15	0.00	0.06 ± 0.03
ค่าเฉลี่ย	0.16±0.04	0.17±0.04	0.19±0.04	0.20±0.05	0.17±0.05	0.16±0.04	0.14±0.05	0.11±0.04	0.12±0.04	0.15±0.04	0.16 ± 0.01

เอกสารอ้างอิง

- จรรยา ยิ้มรรัตนบวร และ ไพรัช สารเชื้อ. (2536). การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของสัตว์ในดินและอิทธิพลที่มีต่อการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในสวนป่าสักที่จังหวัดพิษณุโลก. *วารสารวิจัยสภาวะสิ่งแวดล้อม*. 16(1), 23-44.
- จารุณี วงศ์ข้าหลวง, ยุพาพร สรรนุวัตร, ขวัญชัย เจริญกรุง และศศิษฐ์ ชูติภาพกรณ์. (2548). ความหลากหลายของปลวกในประเทศไทย. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.
- ลำไย อิทธิจันทร์, ทศนีย์ แจ่มจรรยา, ยุพา หาญบุญทรง และ วิทยา ตริโลเกศ. (2551). ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน สวนยางพารา. *ว. วิทย์. กษ.*, 39(3) (พิเศษ), 98-101.
- สมบูรณ์ พฤษพานุศักดิ์. (2555). สถานการณ์ไม้ยางพาราของไทย. *วารสารยางพารา*(3)33 ,, 2-6.
- Robenson, L. N., B. A. Kettle and G. B. Simpson. (1994). The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid ecosystem in northeastern Australia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 48, 149-156.
- Stevenson, K., R. V. Anderson and G. Vigue. (2002). The density and diversity of soil invertebrates in conventional and pesticide free corn. *Transactions of the Illinois State Academy of Science*. 95(1), 1-9.

ผลของ NAA และ BA ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้
เอื้องเขาแกะ (*Rhynchostylis coelestis* Rchb.f.) ในสภาพปลอดเชื้อ

Effect of NAA and BA on Growth and Development
of *Rhynchostylis coelestis* Young Plants in Vitro

มณีนรีรัตน์ บุตรดา และ อรุณญา พิมพ์มงคล*

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail : arunya.p@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

กล้วยไม้เอื้องเขาแกะ (*Rhynchostylis coelestis*) เป็นกล้วยไม้ที่มีความสวยงาม ดอกเป็นช่อตั้งตรง ช่อดอกเป็นรูปทรงกระบอกมีดอกเปียดกั้นแน่น กลิ่นหอม จึงได้รับความนิยมปลูกเลี้ยงอย่างแพร่หลาย และปัจจุบันเอื้องเขาแกะในป่าธรรมชาติมีจำนวนลดลง ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA (naphthalene acetic acid) และ BA (benzyl adenine) ในความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องเขาแกะ ผลของการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้เอื้องเขาแกะได้ โดยนำต้นอ่อนของกล้วยไม้เอื้องเขาแกะอายุ 6 เดือน ความสูงประมาณ 0.1 เซนติเมตร มาเลี้ยงบนอาหารสูตร ½MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่เติม NAA ความเข้มข้น 0 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0 1 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 18 สัปดาห์ พบว่า ความสูงของต้น จำนวนใบต่อขวด และความยาวราก มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) โดยอาหารสูตรที่เติม NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว (BN5) ส่งเสริมให้ความสูงของต้นเฉลี่ยสูงสุด 0.36 เซนติเมตร อาหารสูตรที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว (BN3) ส่งผลให้มีจำนวนใบต่อขวดเฉลี่ยสูงสุดคือ 16.80 ใบต่อขวด และอาหารสูตรที่เติม BA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว (BN4) มีผลทำให้ความยาวรากเฉลี่ยสูงสุดคือ 3.20 เซนติเมตร ส่วนผลของจำนวนต้นต่อขวด ความยาวใบ และจำนวนรากต่อขวด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ : เอื้องเขาแกะ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช NAA BA

Abstract

Rhynchostylis coelestis Rchb.f. is a gorgeous orchid. Inflorescence is long cylindrical shape, dense of florets, and has an attractive fragrant. Thus, it is the most desired as an ornamental orchid. Moreover, *R. coelestis* in natural forest is decreased. Therefore, this research aimed to study the effect of different concentrations of NAA (naphthalene acetic acid) combined with BA (benzyl adenine) on growth of *R. coelestis* seedlings. The results of this research would be used for propagation of this orchid. Six months old seedlings of *R. coelestis* about 0.1 cm in height were cultured on ½MS (Murashige and Skoog, 1962 (supplemented with combined concentrations of NAA (0, 0.5, and 1 mg/l) and BA (0, 1, 2, and 4 mg/l) for 18 weeks. It was found that the height of shoot, number of leaves per bottle and root length were statistically different at 95% confidence intervals ($p < 0.05$). The ½MS supplemented with 0.5 mg/l NAA only (BN5) induced the highest average of plant height (0.36 cm). The medium added with 2 mg/l BA only (BN3) gave the highest number of leaves per bottle (16.80 leaves). The highest average of root length (3.20 cm) was observed on ½MS enriched with 4 mg/l BA only. On the other hand, number of shoot per bottle, leaf length and number of roots per bottle were insignificantly different among the means.

Keywords : *Rhynchosytilis coelestis*, Plant tissue culture, NAA, BA

บทนำ

ปัจจุบันกล้วยไม้ป่าหลายชนิด ได้รับความนิยมน้อยลงแพร่หลายในกลุ่มผู้เลี้ยงกล้วยไม้ เนื่องจากกล้วยไม้ป่าส่วนใหญ่มีความสวยงาม สีสันทันแปรกลตา และบางชนิดมีกลิ่นหอม ทำให้มีการเก็บกล้วยไม้จากป่าเป็นจำนวนมาก เพื่อจำหน่าย เป็นผลให้จำนวนกล้วยไม้ป่าในธรรมชาติลดลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ การตัดไม้ทำลายป่า ยังเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อัตราเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของกล้วยไม้ป่าเพิ่มสูงขึ้น และมีแนวโน้มว่าอาจสูญพันธุ์ได้ในระยะอันใกล้นี้ (วิชญานันต์, 2551) ทั้งนี้สภาพอากาศที่แปรปรวนยังเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการงอกและการพัฒนาของกล้วยไม้ในธรรมชาติ ซึ่งโดยทั่วไปการขยายพันธุ์ของกล้วยไม้ตามธรรมชาตินั้น จะนิยมใช้การเพาะเมล็ดดงปัจจัยต่างๆ นี้อย่างคงเป็นตัวจำกัดปริมาณการแพร่กระจายพันธุ์ของกล้วยไม้ (ชัยชาญและคณะ, 2554) การขยายพันธุ์โดยวิธีธรรมชาติเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทดแทนจำนวนกล้วยไม้ที่ถูกทำลายไปได้ ดังนั้นการใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถขยายพันธุ์พืชได้ปริมาณมากและรวดเร็วเพียงพอต่อความต้องการของตลาดและเป็นการลดการนำกล้วยไม้ออกจากป่าโดยตรงซึ่งจะส่งผลถึงระบบนิเวศของป่า เทคนิคนี้ได้นำมาใช้ในการขยายพันธุ์กล้วยไม้หลายชนิดด้วยเช่นกัน (อรัญญาและวาริณี, 2559)

กล้วยไม้เอื้องเขาแกะ (*Rhynchosytilis coelestis* Rchb.f.) หรือเอื้องขี้หมา หรือเขาควาย มีลักษณะลำต้นขึ้นตรง ใบเรียงสลับขวาเป็นแผง รากค่อนข้างยาวและใหญ่ ใบขนาด 15-20×1.6-2 เซนติเมตร แผ่นใบหนาและเหนียวคล้ายหนัง ช่อดอกตั้ง ยาวใกล้เคียงกับความยาวของใบ ดอกในช่อแน่น ขนาดดอก 1.5-2 เซนติเมตร ดอกมีกลิ่นหอมและบานทนเป็นสัปดาห์ สีของกลีบปากบางพันธุ์มีสีม่วงคราม บางพันธุ์มีสีม่วงอมชมพู ไม่ชอบวัสดุปลูกที่ชื้นแฉะ พบตามป่าดิบแล้งเกือบทุกภาคของประเทศไทย ยกเว้นภาคใต้ (อบฉันท, 2543) การเพาะเลี้ยงกล้วยไม้แต่ละชนิดด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สามารถเพาะเลี้ยงให้เจริญได้แตกต่างกันในอาหารสังเคราะห์สูตรต่างๆ ในสภาพปลอดเชื้อ (ประศาสตร์, 2538) ซึ่งมีส่วนประกอบของอาหารที่แตกต่างกันตามความเหมาะสม และมีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators) หรือฮอร์โมนพืชร่วมด้วย (บุษราภรณ์, 2548) ฮอร์โมนพืชกลุ่มที่นิยมใช้ได้แก่ ออกซินและไซโตไคนิน เพื่อกระตุ้นให้ชิ้นส่วนของพืชเกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนเจริญพัฒนาเป็นส่วนต่างๆ และส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชด้วย ออกซินที่นิยมนำมาใช้ในกล้วยไม้ ได้แก่ NAA (naphthalene acetic acid) 2,4-D (2,4 dichlorophenoxy acetic acid) และ IAA (indole-3-acetic acid) ส่วนในกลุ่มไซโตไคนิน ได้แก่ BA (6-benzyladenine), kinetin (6-furfuryl aminopurine) และ TDZ (1-phenyl-3-(1,2,3-thiadiazol-5-yl) -urea) เป็นต้น การตอบสนองต่อความเข้มข้นของออกซินและไซโตไคนินจะขึ้นอยู่กับชนิดและชิ้นส่วนของพืช (Bunnag, 1998) สมิตราและอิศร์ (2557) ได้ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดรากของต้นกล้วยไม้ช้างการ์ตูน (*R. gigantea* (Lindl.) Ridl. 'Cartoon') โดยนำต้นอ่อนในสภาพปลอดเชื้อมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่เติมอาหารที่เติม NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IBA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาหารสูตรที่เติม NAA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IBA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลชักนำให้เกิดรากของต้นอ่อนช้างการ์ตูนมากที่สุด วิชญานันต์ (2551) ได้ศึกษาอิทธิพลของ NAA BA น้ำตาลซูโครส และอาหารเสริมต่อการเจริญของโปรโตคอร์มเอื้องสายสามสี (*Dendrobium crystallinum* Rchb. f.) บนอาหารสูตร MS ที่เติมน้ำตาลซูโครส 20 กรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว มีผลชักนำให้โปรโตคอร์มมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดีที่สุด Bodhipadma et al. (2012) ได้ศึกษาการชักนำให้เกิดและเพิ่มจำนวนโปรโตคอร์มไลค์บอดี (Protocorm-like Bodies: PLBs) ของเอื้องเขาแกะ พบว่าเมล็ดแห้งของเอื้องเขาแกะสามารถเจริญไปเป็น PLBs ได้มากที่สุด เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารดัดแปลงสูตร VW ที่เติมน้ำมะพร้าว 15 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อย้าย PLBs ลงบนอาหารดัดแปลงสูตร MS ที่มี NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้พืชสามารถเจริญได้ดีที่สุด ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต และ BA ในความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องเขาแกะ ทั้งนี้ผลของการศึกษานี้ อาจใช้เป็นแนวทางในการขยายพันธุ์เพื่อการอนุรักษ์กล้วยไม้เอื้องเขาแกะต่อไปในอนาคต

วิธีการวิจัย

1. พืชที่ใช้ทดลอง

ต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องเขาแกะ (*Rhynchostylis coelestis*) อายุประมาณ 6 เดือน ที่มีลักษณะสมบูรณ์ ได้จากการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อบนอาหารสังเคราะห์สูตร ½MS (Murashige and Skoog, 1962) จากห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

2. วิธีการวิจัย

นำต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องเขาแกะ อายุประมาณ 6 เดือนขนาดสูงประมาณ 0.1 เซนติเมตร มาเพาะเลี้ยงบนอาหารตัดแปลงสูตร ½MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0 1 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ทุกสูตรเติมผงถ่าน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ผงวุ้น 8 กรัมต่อลิตร และปรับระดับ pH 5.6-5.8 นำอาหารไปฆ่าเชื้อโดยเครื่องนึ่งความดันไอน้ำ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นวางต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องเขาแกะ จำนวน 3 ต้นต่อขวดบนอาหารแต่ละสูตรอาหาร สูตรอาหารละ 10 ข้ว (ขวด) นำไปวางในชั้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ที่อุณหภูมิประมาณ 25±2 องศาเซลเซียส ให้แสง 3,000 ลักซ์ 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 18 สัปดาห์

บันทึกผลการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องเขาแกะ ได้แก่ จำนวนต้นต่อขวด ความสูงของต้นต่อขวด (เซนติเมตร) จำนวนใบต่อขวด ความยาวของใบ (เซนติเมตร) จำนวนรากต่อขวด และความยาวราก (เซนติเมตร) วิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของข้อมูล วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) นำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ผลทางสถิติ ด้วย One-Way-ANOVA เปรียบเทียบข้อมูลด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการวิจัย

การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องเขาแกะ อายุประมาณ 6 เดือนขนาดสูงประมาณ 0.1 เซนติเมตรบนอาหารตัดแปลงสูตร ½MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ร่วมกับ BA ที่มีความเข้มข้นต่างกัน พบว่าความสูงของต้น จำนวนใบต่อขวด และความยาวราก มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) โดยอาหารสูตรที่เติม NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว (BN5) ส่งเสริมให้ความสูงของต้นเฉลี่ยสูงสุด 0.36 เซนติเมตร แต่ทั้งนี้พบว่าอาหารสูตรนี้ให้ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นไม่ต่างจากอาหารสูตร BN2 BN4 BN6 BN7 BN8 BN10 BN11 และ BN12 อาหารสูตรที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว (BN3) ส่งผลให้มีจำนวนใบต่อขวดเฉลี่ยสูงสุดคือ 16.80 ใบต่อขวด แต่ไม่แตกต่างกับอาหารสูตร BN1 BN4 BN5 BN6 BN7 BN10 BN11 และ BN12 อาหารสูตรที่เติม BA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว (BN4) มีผลทำให้ความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด 3.20 เซนติเมตร ซึ่งให้ผลไม่ต่างจากอาหารสูตร BN2 BN6 BN7 BN8 BN9 BN10 และ BN12 และในส่วนผลของจำนวนต้นต่อขวด ความยาวใบ และจำนวนรากต่อขวด ทุกสูตรอาหารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช กลุ่มออกซิน ได้แก่ IAA NAA และ 2,4-D เป็นสารกลุ่มที่ส่งเสริมให้เซลล์มีการยึดตัว กระตุ้นการแบ่งเซลล์และการแตกของราก (ภาคภูมิ, 2550) และกลุ่มไซโตไคนิน ได้แก่ BA และ kinetin ซึ่งมีผลต่อการควบคุมการแบ่งเซลล์ การเจริญเติบโตของใบ การแตกแขนงและเร่งการแตกตาข้าง (พีรเดช, 2537) ในการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้แต่ละชนิดด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จะต้องใช้ความเข้มข้นของออกซินและไซโตไคนินที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดและชิ้นส่วนของพืช (Bunnag, 1998) ซึ่งในการผลงานวิจัยของ Ahmad et al. (2011) ได้ทดลองในการขยายพันธุ์กล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium nobile* var Emma Wite ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เสริมด้วย BA พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 2 mg/l สามารถชักนำให้เกิดจำนวนต้นมากที่สุดเฉลี่ย 4.33 ต้น ในการทดลองของ สุจรรรยา และคณะ (2548) รายงานว่า BA 5 ไมโครโมลาร์ ให้ผลดีต่อการกระตุ้นให้เกิดยอดใหม่และมีการเกิดยอดมากที่สุดในกล้วยไม้แวนด้าเข็มขาว และในผลการวิจัยของ ภาณุภรณ์และอรุณญา

(2560) ได้ศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA และอาหารเสริม ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องช้างน้ำ พบว่าอาหารสูตร ½MS ที่เติมอาหารเสริม และ BA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีความสูงต้นสูงที่สุด 1.63 เซนติเมตร มีจำนวนรากสูงสุด คือ 9.25 รากต่อขวด และมีความยาวรากสูงสุด 2.10 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืชต่างชนิดกันจะตอบสนองต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตออกซินและไซโตไคนินที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองในครั้งนี้พบว่าการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องเขาแกะบนอาหารสูตรที่เติมไซโตไคนินเพียงอย่างเดียว ก็สามารถกระตุ้นการเพิ่มจำนวนต้นจำนวนใบ จำนวนรากและความยาวรากได้ดีโดยไม่ต้องเติมออกซินแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืชนั้น ต้องใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตออกซินและไซโตไคนินในอัตราส่วนที่เหมาะสม แต่จากผลการทดลองในครั้งนี้พบว่าการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องเขาแกะบนอาหารสูตรที่เติม NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งเสริมให้มีความสูงของต้นเฉลี่ยสูงสุด 0.36 เซนติเมตร อาหารสูตรที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีจำนวนใบต่อขวดเฉลี่ยสูงสุดคือ 16.80 ใบต่อขวด และอาหารสูตรที่เติม BA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ความยาวรากเฉลี่ยสูงสุดคือ 3.20 เซนติเมตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่สนับสนุนอุปกรณ์สารเคมี และสถานที่ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง













- ชัยชาญ มณีรัตน์รุ่งโรจน์, ศรีสังวาลย์ ลายวิเศษกุล และอนุพันธ์ กงบังเกิด. (2554). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้สิงโตประหลาด. *NU Science Journal* 7 (45-59).
- ณิชชาภัทร แก้วมงคล, ปรีมา ประภาสโนบล, วาริณี พลະສາ, ปรัชญาพร วันชัย, สุทธนา ปลอดสมบูรณ์, ขอทิพย์ กัณชโชติ และ อรุณา พิพมงคล. (2560). ผลของ NAA และ BA ต่อการเจริญเติบโตของไม้โปรโตคอร์มกล้วยไม้เอื้องหวาดพราหมณ์ (*Seidenfadenia mitrata*) ในสภาพปลอดเชื้อ. ใน *ปริวิตา ไตรเพิ่ม และ ศศิวิมล โฉมเฉลา แสงผล, การประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๑๑ และ การประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ระดับมัธยมศึกษา ครั้งที่ 1* (169-201). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- บุษราภรณ์ งามปัญญา. (2548). *เทคโนโลยีเซลล์และเนื้อเยื่อพืช*. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์.
- ประศาสตร์ เกื้อมณี. (2538). *เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พีรเดช ทองอำไพ. (2537). *ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์: แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: วิจัยการพิมพ์.
- ภาคภูมิ พระประเสริฐ. (2550). *สรีรวิทยาของพืช*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ภาณุกรณ์ บุญสิทธิ์ และอรุณา พิพมงคล. (2560). อิทธิพลของ BA NAA และอาหารเสริมต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อน เอื้องช้างน้ำ (*Dendrobium pulchellum* Roxb. ex. Lindl.). *ประมวลบทความในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ มอว.วิจัย ครั้งที่ 11*. (120-124). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- วิษุณันต์ เทียมสุวรรณ. (2551). *อิทธิพลของ NAA BA น้ำตาลซูโครส และอาหารเสริมต่อการเจริญของโปรโตคอร์มเอื้องสายสามสี (Dendrobium crystallinum Rchb. f.)*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, จังหวัดอุบลราชธานี.
- สุมิตรา สุปินราช และอิศร์ สุปินราช. (2557). ผลของ IBA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดรากของต้นอ่อนกล้วยไม้ช้างการ์ตูน (*Rhynchostylis gigantea* (Lindl.) Ridl. 'Cartoon') ในสภาพปลอดเชื้อ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 22(4), 507-514.

- สุจรรยา เรื่องวีรยุทธ, กฤษณา พิณีจ, สุวิทย์ ล้อประเสริฐ และ พัฒนา ศรีฟ้า ฮุนเนอร์. (2548). ผลของการใช้ไซโตไคนินในการชักนำให้เกิดยอดในกล้วยไม้ดิน หวาย และแวนด้า. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 43 ระหว่างวันที่ 1-4 ก.พ. 2548 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* (467-474). กรุงเทพฯ.
- อบฉันท ไทยทอง. (2543), *กล้วยไม้เมืองไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- อรัญญา พิมพ์มงคล และวาริณี พลະສາ. (2559). อิทธิพลของ NAA และ BA ต่อการเจริญของโปรโตคอร์มกล้วยไม้ข้างปลาย. *การประชุมวิชาการอมรมคณะปฏิบัติงานวิชาการ อพ.สธ. ครั้งที่ 7* (352-358).
- Ahmad, Hafizl. S., Asghar Sana, Amad Touqeer, Yaseen Mehwish. 2011. In vitro propagation of orchid (*Dendrobium nobile*) var Emma White. *African Journal of Biotechnology*, 3097-3103.
- Bodhipadma, K., Noichinda, S., Wongsen, W., Pongmala, W., Chikhunthod, U. and Pimmongkol, A. 2012. Non-involvement of Activated Charcoal and Plant Growth Regulators in PLB Proliferation of *Rhynchosytilis coelestis* Rchb.f.. *The Journal of KMUTNB*, 22(2), 250-255.
- Bunnag, S. (1998). *Plant growth, development and plant hormones*. Khon Kaen: Khon Kaen University.
- Murashige T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant* (15), 473-497.

ตารางที่ 1 อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA (naphthalene acetic acid) และ BA (benzyl adenine) ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ในสูตรอาหาร ½MS ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องเขาแกะ เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 18 สัปดาห์

Treatments	BA : NAA (mg/l)	จำนวนต้น/ขวด	ความสูงของต้น (เซนติเมตร)	จำนวนใบ/ขวด	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	จำนวนราก/ขวด	ความยาวราก (เซนติเมตร)
BN1	0 : 0	3.00±0.00	0.22±0.04 ^{bc}	14.60±2.55 ^{abc}	1.64±0.55	12.10±1.79	1.99±0.94 ^c
BN2	1 : 0	3.00±0.00	0.27±0.11 ^{abc}	13.40±1.96 ^c	1.65±0.79	11.80±2.86	2.55±1.06 ^{abc}
BN3	2 : 0	3.40±0.97	0.24±0.05 ^{bc}	16.80±4.47^a	1.65±0.47	13.20±3.61	2.18±0.74 ^{bc}
BN4	4 : 0	3.00±0.00	0.30±0.09 ^{abc}	14.60±1.78 ^{abc}	2.00±0.57	13.90±3.03	3.20±0.98^a
BN5	0 : 0.5	3.00±0.00	0.36±0.13^a	15.00±1.41 ^{abc}	1.77±0.69	12.10±1.43	2.25±0.57 ^{bc}
BN6	1 : 0.5	3.10±0.32	0.26±0.07 ^{abc}	16.40±2.99 ^{ab}	1.99±0.52	13.40±2.37	2.82±0.99 ^{ab}
BN7	2 : 0.5	3.30±0.67	0.30±0.05 ^{abc}	15.60±2.76 ^{abc}	2.03±0.53	12.80±1.99	2.77±0.73 ^{abc}
BN8	4 : 0.5	3.00±0.00	0.30±0.09 ^{abc}	13.70±2.67 ^{bc}	2.11±0.65	12.80±1.55	2.58±0.40 ^{abc}
BN9	0 : 1	3.00±0.00	0.20±0.11 ^c	13.60±1.71 ^{bc}	1.67±0.67	12.00±2.26	2.61±0.90 ^{abc}
BN10	1 : 1	3.10±0.32	0.31±0.09 ^{ab}	15.60±3.5 ^{abc}	1.77±0.53	12.40±3.20	2.79±0.61 ^{abc}
BN11	2 : 1	3.30±0.67	0.31±0.12 ^{ab}	14.00±3.06 ^{abc}	1.83±0.55	12.70±2.11	2.15±0.37 ^{bc}
BN12	4 : 1	3.10±0.32	0.35±0.16 ^a	16.10±2.42 ^{abc}	1.82±0.42	12.60±2.55	2.67±0.72 ^{abc}
F-test		ns	*	*	ns	ns	*

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)
 * = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05)
 ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

BA (mg/l) \ NAA (mg/l)	0	1	2	4
0	 BN1	 BN2	 BN3	 BN4
0.5	 BN5	 BN6	 BN7	 BN8
1	 BN9	 BN10	 BN11	 BN12

ภาพที่ 1 ต้นอ่อนเอื้องเขาแกะที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร ½MS ที่เติม NAA และ BA ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ เป็นเวลา 18 สัปดาห์

ผลของระยะการพัฒนารูปของผลต่อคุณภาพผลผลิตและเมล็ดของมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์

Effect of Fruit Development Stage on Fruit and Seed Quality in 'Muang Burirum' Eggplant

นิมมานรดี พรหมทอง^{1*} รักเกียรติ แสนประเสริฐ¹และ จีราภรณ์ อุตทาพงศ์¹

^{1*} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail : nimmanoradee.p@ubu.ac.th (Corresponding author)

บทคัดย่อ

การศึกษาพัฒนาสีของผล สามารถบ่งชี้ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physical maturity) ของผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์ได้ จึงดำเนินการปลูกและทดสอบ ณ แปลงทดลองสำนักงานไร่ฝักทดลองและห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทำการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomize Design) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี (ระยะสีผล) จำนวน 5 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่าระยะการพัฒนารูปของผลสีเหลืองอ่อน 50% (40DDA) ระยะผลสีเหลืองเข้ม 100% (50DDA) ระยะผลสีม่วงเข้ม (35DAA) และระยะผลสีน้ำตาล (65DAA) ให้น้ำหนักผลสูงที่สุด ส่วนน้ำหนักเนื้อพบว่า ผลสีเหลืองเข้ม 100% ให้น้ำหนักเนื้อผลมากกว่าผลสีม่วงอ่อนและสีน้ำตาล เมื่อนำเมล็ดมาเพาะทดสอบพบว่าระยะผลสีเหลือง 100% ให้เปอร์เซ็นต์ความงอกและความสูงต้นที่สูง เช่นเดียวกับ ในสภาพเพาะสภาพโรงเรือน โดยระยะสีเหลืองเข้ม 100% ให้เปอร์เซ็นต์ความงอกมากกว่า 90% และ ให้ความสูงต้นกล้าเท่ากับ 2.80 เซนติเมตร

คำสำคัญ : มะเขือเปราะ การพัฒนาของผล คุณภาพเมล็ดพันธุ์

Abstract

The study of fruit color development could be point out the physical maturity of fruit and seed quality in brittle eggplants. The experiment was carried out in CRD (Completely Randomize Design) contains 5 fruit color stage development in laboratory and field condition and 5 replications at Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University. It was found that fruit color with 50%, yellowish (40DAA), 100% dark yellowish (50DAA), the dark purple (35DAA), and the brown color (65DAA) gave the highest fruit weight. Fruit color of 100% yellowish treatment has higher fruit pulp weight than the dark purple and brown one. When the seed was tested in laboratory and field condition, it was found that 100% yellowish fruit color (T4) gave the best result in germination rate and seedling height in both techniques.

Keywords : Eggplant, fruit development, seed quality

บทนำ

มะเขือเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Solanaceae สกุล Solanum มีอยู่มากกว่า 1,500 ชนิด (บรมภาค, 2536) มะเขือเปราะมีแหล่งกำเนิดอยู่ในประเทศอินเดียและการกระจายพันธุ์เอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียใต้ ไม้ล้มลุกอายุหลายปี สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย พุ่มตั้งตรง ทุกส่วนมีขนนุ่มสีเทา บางพันธุ์มีหนาม ต้นแก่มีเนื้อไม้ใบเดี่ยว เรียง สลับ ใบรูปไข่ถึงรูปขอบขนานแกมรูปไข่ ดอกเดี่ยว หรือเป็นช่อกระจุก มี 2-5 ดอก ดอกสีม่วง ผลมีเนื้อ

หลายเมล็ด รูปไข่ รูปขอบขนาน รูปไข่กลับ รูปกึ่งทรงกลม ถึงรูปทรงกลม เกี้ยง มีขนาดใหญ่ ห้อยลง สีขาว เขียว เหลือง ม่วงดำ หรือปนกันหลายสี เมล็ดขนาดเล็ก สีน้ำตาลอ่อนจำนวนมาก (อภิชัย, 2551) มะเขือเปราะที่ปลูกในบ้านเราส่วนมากจะเป็นมะเขือเปราะพื้นเมืองที่ปลูกต่อกันมา มะเขือสามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีความชื้นสูงพอสมควร ไม่แฉะเกินไปหรือแห้งเกินไป pH ประมาณ 5.5-6.8 ต้องการแสงแดดเต็มที่ มะเขือเปราะจัดเป็นผักพืชบ้านที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ปัญหาที่สำคัญของเมล็ดมะเขือเปราะ คือการงอกของเมล็ดของแต่ละพันธุ์ไม่สม่ำเสมอต่อเนื่อง เพราะบางช่วงโดยเฉพาะช่วงฤดูร้อนการงอกของเมล็ดงอกน้อย (อภิชัย, 2551) จึงต้องการศึกษาว่ามะเขือเปราะพันธุ์ใดที่มีการงอกได้ดีกว่ากัน ซึ่งการงอกของมะเขือเปราะโดยทั่วไปจะมีเปอร์เซ็นต์อัตราการงอกที่ 70 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้การงอกที่ดีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและสภาพแวดล้อมการปรับตัวของชนิดพันธุ์นั้นๆ จากความต้องการในการผลิตผลมะเขือเปราะเชิงการค้าที่เพิ่มขึ้น การทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์จึงมีความสำคัญและช่วยเพิ่มศักยภาพในการผลิตโดยเฉพาะการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง เช่น เมล็ดที่มีความตรงต่อสายพันธุ์ มีความงอกและความแข็งแรงสูง (ทิพย์สุคนธ์, 2557) การศึกษาของในช่วงฤดูร้อนตั้งแต่เพาะเมล็ดจนถึงเมล็ดงอก เป็นต้น สภาพแวดล้อมที่แปรปรวนจึงมีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ดจนถึงเป็นต้นมะเขือเปราะ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ความมีชีวิตหรือการงอกของเมล็ดมะเขือเปราะลดลงและการงอกที่ดีของเมล็ดพันธุ์จะต้องมีการสุกแก่ทางสรีระวิทยาเพราะเป็นเมล็ดที่สะสมน้ำหนักแห้งสูงจะมีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด ดังนั้นจึงศึกษาความมีชีวิตและการงอกของมะเขือเปราะโดย เพื่อทราบระยะการงอกที่สม่ำเสมอที่สุดของมะเขือเปราะแต่ละสายพันธุ์

การเสื่อมของเมล็ดพันธุ์พบในเมล็ดพืชที่เก็บผลที่มีลักษณะไม่ดีไว้ทำพันธุ์ซึ่งเกษตรกรบางรายเก็บเมล็ดไว้ใช้เองส่งผลให้ได้คุณภาพที่ไม่ดี เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพสูงระหว่างการพัฒนาที่ระยะสุกแก่ทางสรีระวิทยาที่เมล็ดสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด ซึ่งการพัฒนาของสีผลระหว่างการพัฒนาจึงใช้เป็นตัวชี้วัดการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ เช่น พริกขี้หนูสวน (มานศรี, 2533) แต่อย่างไรก็ตามการพัฒนาสียังขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ (Smith *et al.*, 1987) แต่เป็นวิธีที่ง่ายและแม่นยำในการบอกระยะการสุกแก่ทางสรีระวิทยาของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการศึกษากการพัฒนาของสีผลที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์เป็นการศึกษาเพื่อการใช้สีผลสำหรับการเก็บเกี่ยวในการผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเปราะให้มีคุณภาพเนื่องจากการพัฒนาของเมล็ดทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสัณฐานวิทยา สรีระวิทยา และการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดคือ ขนาด น้ำหนัก ความชื้น สีของเมล็ด ความมีชีวิต ความงอก ความแข็งแรง ตลอดจนองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ด (จวงจันท์, 2523) เช่น ถ้าหากเมล็ดมีอายุน้อยเกินไปการพัฒนาของเมล็ดยังไม่สมบูรณ์จึงส่งผลให้ผลผลิตที่ได้คุณภาพไม่ดีด้วย ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงการพัฒนากการพัฒนาของสีผลมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์ เพื่อต้องการทราบระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์มะเขือเปราะและใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่อไป

วิธีการวิจัย

ปลูกมะเขือเปราะสายพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์ ณ แปลงทดลองสำนักงานไร่ฝักทดลองและห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ช่วงเดือน ธันวาคม พ.ศ.2559 – พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ทำการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomize Design) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี โดยมีระยะการพัฒนาสีของผล ประกอบด้วย 5 ระยะการพัฒนาของสีผล โดยแต่ละระยะจะระบุจำนวนวันหลังจากดอกบาน (Day After Anthesis: DAA) ได้แก่ T1: ระยะผลม่วงอ่อน (Light purple) (30DAA), T2: ระยะผลสีม่วงเข้ม (Dark purple) (35DAA), T3: ระยะผลสีเหลือง 50% (50% yellowish) (45DAA), T4: ระยะผลสีเหลือง 100% (100% yellowish) (50DAA), และ T5: ระยะผลสีน้ำตาล (Brown) (65DAA) ซึ่งแต่ละกรรมวิธีมีจำนวน 5 ซ้ำ เริ่มจากการเพาะเมล็ดในถาดเพาะขนาด 104 หลุม หลังจากต้นกล้าอายุได้ 3 สัปดาห์ย้ายต้นกล้าปลูกในกระถางขนาด 17 นิ้ว โดยวัสดุปลูกประกอบด้วยแกลบเผา แกลบดิบ ปุ๋ยคอก และดิน ในอัตราส่วน 1:1:1:1 คูแฉัดในกระถางจนกระทั่งเมื่อต้นอายุได้ 60 วัน เริ่มมีดอกบานจึงติดป้ายส้มดอก เริ่มทยอยเก็บข้อมูลการบานของดอกจนกระทั่งติดผลตามระยะของแต่ละกรรมวิธี คูแฉัดกำจัดโรคแมลง นำผลมาวัดและเก็บข้อมูลจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองบันทึกข้อมูลการออกดอกและพัฒนากการพัฒนาของเมล็ด เก็บเกี่ยวผลตามระยะการพัฒนาของผล โดยนำผลในแต่ละระยะ

มาศึกษาการพัฒนาการของผลและเมล็ดดังนี้ 1) น้ำหนักสดผล 2) ขนาดความกว้างยาวของผล 3) น้ำหนักเมล็ด 4) น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด 5) เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดแต่ละอายุการพัฒนาของผลโดยนำมาเพาะทดสอบในห้องปฏิบัติการและในสภาพเพาะสภาพโรงเรือนแต่ละกรรมวิธีแบ่งเป็นจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด เก็บที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส ประเมินความงอกโดยนับต้นกล้าปกติที่งอกอายุ 5 วันหลังเพาะเมล็ด (first count) และนับเมื่ออายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ดเป็นวันสิ้นสุดการงอก (final count) นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด

ผลการวิจัย

มะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์เมื่ออายุได้ 80 วันหลังจากเพาะเมล็ดจะเริ่มแทงตาดอกออกมาและดอกเริ่มมีการพัฒนาบานที่ 80 วันหลังเพาะเมล็ด หลังจากนั้นจะมีการติดผลการพัฒนาของสีผลตามระยะเวลาต่าง ๆ กัน เมื่อนำระยะการพัฒนาของสีผลแต่ละระยะมาศึกษา น้ำหนักสด น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเมล็ดรวมและน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของมะเขือเปราะพันธุ์ม่วง พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยน้ำหนักผลสดของมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์ที่การพัฒนาของผล ระยะผลสีเหลืองอ่อน 50% ระยะผลสีเหลืองเข้ม 100% ระยะผลสีม่วงเข้ม และระยะผลสีน้ำตาล ให้น้ำหนักผลไม่แตกต่างกัน เท่ากับ 159.47 153.42 132.86 และ 131.82 กรัมต่อผล และพบว่าระยะผลสีม่วงอ่อนให้น้ำหนักน้อยที่สุด 76.56 กรัมต่อผล ส่วนน้ำหนักส่วนเนื้อผลพบว่าทุกระยะการพัฒนาของสีผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยระยะผลสีเหลือง 50% ระยะผลสีเหลืองเข้ม 100% และระยะผลสีม่วงเข้มให้น้ำหนักไม่แตกต่างกันเท่ากับ 143.09 130.33 และ 108.22 กรัม/ผล ตามลำดับ รองลงมาคือระยะผลสีน้ำตาลโดยให้น้ำหนักเนื้อเท่ากับ 77.22 กรัม/ผล และระยะผลม่วงอ่อนให้ค่าน้ำหนักเนื้อผลน้อยที่สุดเท่ากับ 63.19 กรัม/ผล ส่วนด้านน้ำหนักเมล็ดรวมและน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด พบว่าในแต่ละระยะการพัฒนาของสีผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การพัฒนาสีของผลต่อน้ำหนักสดผล น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์

ระยะการพัฒนาสีของผล	วันหลังดอกบาน (DAA)	น้ำหนักสดผล (g)	น้ำหนักเนื้อ (g/ผล)	น้ำหนักเมล็ดรวม (g/ผล)	น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด (g)
T1: ระยะผลสีม่วงอ่อน	30	76.56b	63.19d	13.94	0.22
T2 : ระยะผลสีม่วงเข้ม	35	132.86a	108.22ab	13.82	0.25
T3 : ระยะผลสีเหลือง 50%	45	159.47a	143.09ab	13.07	0.31
T4 : ระยะผลสีเหลือง 100%	50	153.42a	130.33a	12.07	0.30
T5 : ระยะผลสีน้ำตาล	65	131.82a	77.22bc	9.74	0.36
F-test		*	**	ns	ns
% C.V.		18.15	17.42	20.46	15.58

ns : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

* : มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** : มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกันแตกต่างทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

ระยะการพัฒนาของสีผลต่อขนาดความกว้างผล ความยาวผล ความแน่นเนื้อ และความหนาเปลือกของมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์ พบว่าความกว้างผลมีความแตกต่างกันทางสถิติโดย ด้านความกว้างผลของผลมะเขือระยะผลสีเหลือง 50%, ระยะผลสีเหลือง 100% และระยะผลสีม่วงเข้มให้ความกว้างผลเท่ากับ 7.23 7.17 และ 6.98 เซนติเมตร ตามลำดับ และระยะผลสีน้ำตาลและระยะผลสีม่วงอ่อนให้ความกว้างรองลงมาเท่ากับ 6.00 และ 5.37 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ความยาวผลพบว่าเฉพาะระยะที่พัฒนาผลสีม่วงอ่อนมีความยาวผลสั้นที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบกับระยะพัฒนาอื่นๆ (ตารางที่ 2) ด้านความแน่นเนื้อและความหนาเปลือกพบว่าทุกระยะการพัฒนาลีของผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ระยะการพัฒนาลีของผลต่อความกว้างผล ความยาวผล ความแน่นเนื้อ และความหนาเปลือกของมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์

ระยะการพัฒนาลีของผล	ความกว้างผล (cm)	ความยาวผล (cm)	ความแน่นเนื้อ (N)	ความหนาเปลือก (cm)
T1: ระยะผลสีม่วงอ่อน	5.37c	5.47b	0.92c	0.70b
T2: ระยะผลสีม่วงเข้ม	6.98ab	7.08a	2.47ab	0.83a
T3: ระยะผลสีเหลือง 50%	7.23a	7.60a	2.45ab	0.77ab
T4: ระยะผลสีเหลือง 100%	7.17a	7.50a	2.97a	0.83a
T5: ระยะผลสีน้ำตาล	6.00bc	7.07a	1.29bc	0.73ab
F-test	*	*	ns	ns
% C.V.	9.03	7.21	37.38	7.83

ns : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

* : มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** : มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกันแตกต่างทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

การพัฒนาลีของผลต่อความสูงต้นในห้องปฏิบัติการหลังเพาะเมล็ดที่ 2 สัปดาห์ของมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์พบว่าทุกระยะการพัฒนาลีของสีผลมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยทุกระยะของการพัฒนาลีของสีผลให้ความสูงต้นเมื่อเพาะในห้องปฏิบัติการมากกว่าในระยะผลสีม่วงเข้ม (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ระยะการพัฒนาลีของผลต่อความสูงต้นในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือนหลังเพาะ 2 สัปดาห์ของมะเขือเปราะพันธุ์สีม่วงบุรีรัมย์

ระยะการพัฒนาลีของผล	ความสูงต้นเพาะในห้องปฏิบัติการ (cm)	ความสูงต้นเพาะในสภาพ โรงเรือน (cm)
T1: ระยะผลสีม่วงอ่อน	2.02a	0.00c
T2: ระยะผลสีม่วงเข้ม	0.32b	0.00c
T3: ระยะผลสีเหลือง 50%	2.19a	0.00c
T4: ระยะผลสีเหลือง 100%	2.27a	2.80b
T5: ระยะผลสีน้ำตาล	1.98a	3.62a
F-test	**	**
% C.V.	27.42	18.44

ns : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

* : มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

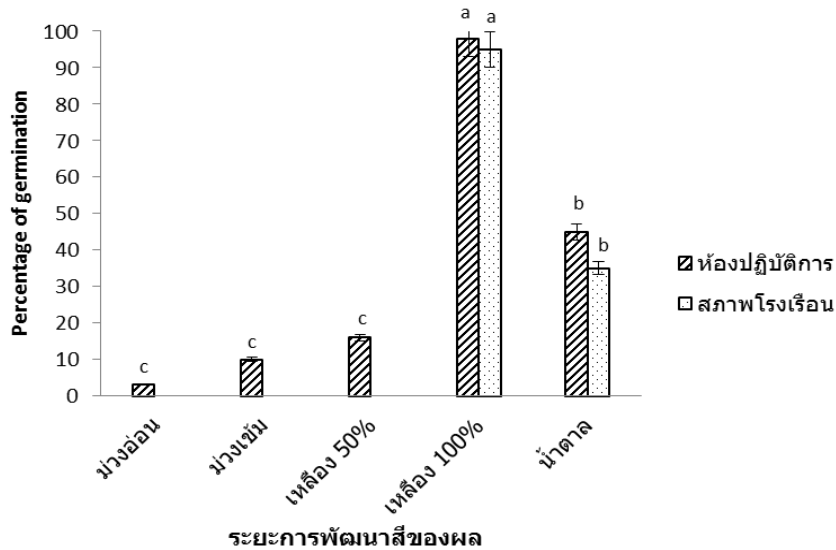
** : มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกันแตกต่างทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

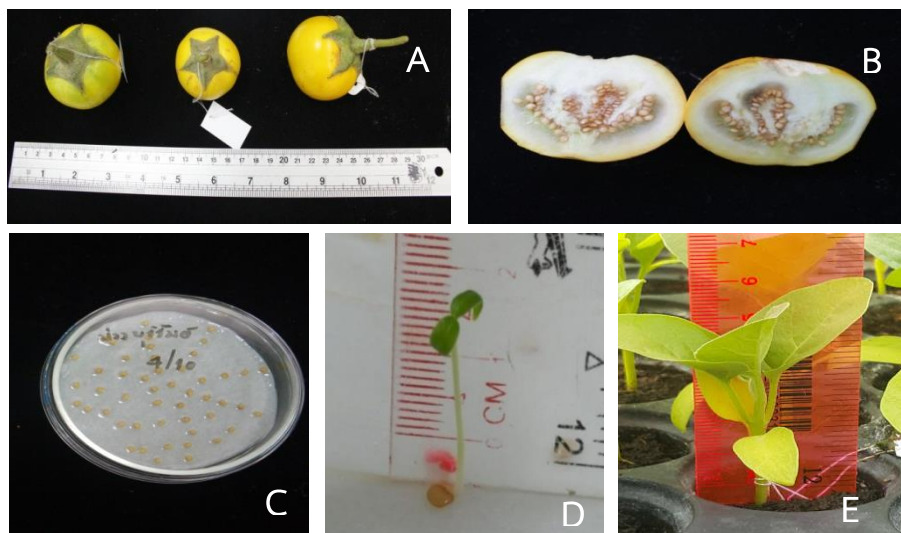
การพัฒนาลีของผลต่อความสูงในสภาพภาคเพาะในโรงเรือนหลังเพาะเมล็ดที่ 2 สัปดาห์ของมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เฉพาะระยะการพัฒนาลีเหลือง 100% และ

ผลสีน้ำตาลเท่านั้นที่ทำให้พืชเพิ่มความสูงได้ในสภาพโรงเรือน โดยระยะผลสีน้ำตาลให้ความสูงต้นมากกว่า (ตารางที่ 3)

จากข้อมูลความสูงต้นจึงสอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์การงอก โดยพบว่าระยะการพัฒนาผลสีเหลืองเท่านั้นที่ทำให้พืชมีการงอกมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ทั้งในห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน เมื่อพืชพัฒนาเข้าสู่ระยะผลสีน้ำตาลพบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกกลับลดลงเหลือเพียง 45 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 1 และ 2)



ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดในห้องปฏิบัติการหลังเพาะ 14 วัน



ภาพที่ 2 การพัฒนาของสีผลระยะผลเหลือง 100% (A) เมล็ดภายในผล (B) เพาะเมล็ดในห้องปฏิบัติการ (C) ต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์หลังเพาะในห้องปฏิบัติการ (D) และต้นกล้าอายุ 1 เดือนหลังเพาะในสภาพโรงเรือน (E)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1. ลักษณะทางกายภาพของผลและเมล็ดพันธุ์

มะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์ระยะการพัฒนาศีผลสีม่วงอ่อนมี น้ำหนักสดผล น้ำหนักเนื้อ น้อยกว่าระยะอื่นๆ คือมีน้ำหนักผล 76.56 กรัม และน้ำหนักเนื้อ 63.19 กรัม/ผล ตามลำดับ น้ำหนักผลของมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์ในระยะผลสีม่วงอ่อนมีน้ำหนักผลที่น้อยที่สุดอาจเป็นเพราะว่าในระยะนี้ผลมะเขือกำลังพัฒนาจึงทำให้น้ำหนักผลยังไม่เต็มที่ นอกจากนี้พบว่า ระยะผลสีม่วงเข้ม สีเหลือง 50 และ 100% มีน้ำหนักเนื้อสูง เพราะวาระยะนี้มีการพัฒนาของผลอยู่เต็มที่จึงทำให้น้ำหนักเนื้อที่สูงสุด จากการศึกษาในพริก (ชูลิพร, 2554) พบว่าการพัฒนาสีผลของพริกชี้หนูปันธุ์บุตรสีกับการพัฒนาสีผล โดยสีแดงเป็นระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุดที่อายุ 49 วันหลังดอกบาน จะเห็นได้ว่าการพัฒนาของมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์ด้านน้ำหนักสดผลและน้ำหนักเนื้อมีความแตกต่างกันเป็นจากการพัฒนาของผลแต่ละระยะจะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด เมื่อผลและเมล็ดมีการพัฒนาของสรีระสูงสุดจะส่งผลให้น้ำหนักผลไม่เท่ากัน แต่จะเห็นได้ในระยะผลอ่อนจะพัฒนาได้ช้าให้น้ำหนักสดผลน้อย (จวงจันทร์, 2529)

มะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์ในผลบริบูรณ์ (maturity) ระยะผลสีเหลือง 50% และ ผลสีเหลือง 100% ให้ความกว้างผลสูงที่สุดเนื่องจากเป็นระยะนี้มีการเจริญเติบโตของเนื้อ ขณะที่ความยาวผลของมะเขือม่วงในระยะผลสีม่วงอ่อนมีความยาวผลน้อยที่สุด อาจเป็นเพราะว่าในระยะนี้ยังมีการเจริญเติบโตของผลยังไม่เต็มที่เท่าที่ควร (สุเทวี และคณะ, 2537) ศึกษาการพัฒนาสีผลพริกพบว่าระยะผลสีเข้ม ให้เมล็ดที่มีการพัฒนาความกว้างเกือบสมบูรณ์แล้วจึงให้แสดงการพัฒนาของเมล็ดได้ และยังมี การเพิ่มความหนาของเมล็ดจากการสะสมอาหารในผลที่ระยะสีแดงอ่อนและสีแดง แสดงถึงการพัฒนาที่แสดงการสุกแก่ของเมล็ด การพัฒนาของเมล็ดพริกจากเมล็ดที่สุกแก่ให้ผลแห้งที่ระยะการสุกแก่ แต่ผลพริกเมล็ดมีความหนาของเมล็ดสูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (พงษ์ศักดิ์, 2553)

2. คุณภาพด้านการงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้า

ความสูงของต้นของมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์ที่ 2 สัปดาห์หลังเพาะเมล็ดในห้องปฏิบัติการพบว่าที่ระยะผลสีม่วงอ่อน สีม่วงเข้ม และสีเหลือง 50% มีการงอกเกิดขึ้นต่ำ ระหว่าง 3 -16 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นเพราะว่าในระยะการพัฒนาของสีผลดังกล่าวเมล็ดยังไม่เกิดความบริบูรณ์ (maturity) เมื่อเก็บเมล็ดมาทดสอบทำให้ในระยะนี้มีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำ แต่จากการทดสอบพบว่าที่ระยะผลสีเหลือง 100% (50DAA) ของมะเขือเปราะม่วงบุรีรัมย์มีการงอกได้สูง 98 เปอร์เซ็นต์เพราะเมล็ดมีการสะสมอาหารได้อย่างสมบูรณ์ จากการศึกษาของชูลิพร, (2554) ทำการศึกษาการสุกแก่หลังการเก็บเกี่ยว ผลพริกชี้หนูปันธุ์บุตรสี พบว่าความยาวนานของการสุกแก่ของผลหลังการเก็บเกี่ยวที่นานขึ้น โดยเฉพาะการสุกแก่ของผลหลังการเก็บเกี่ยว และผลสีแดงให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกมาตรฐานสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ในผลสีอื่นๆ ในทุกอายุการสุกแก่ของผลหลังการเก็บเกี่ยว จากรายงานของวัลลภ (2540) กล่าวว่าเมล็ดพันธุ์จะมีการเสื่อมคุณภาพน้อยที่สุดที่ระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยาจึงควรเก็บให้เหมาะสมและการทราบการพัฒนาการสุกแก่ทางสรีรวิทยาช่วยกำหนดระยะการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้

การศึกษาความสูงของต้นในสภาพโรงเรือนมะเขือเปราะพันธุ์ม่วงบุรีรัมย์พบว่าเฉพาะระยะผลสีเหลือง 100% (50DDA) มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูง 95 เปอร์เซ็นต์ และระยะผลสีน้ำตาล (65DAA) อาจเป็นเพราะระยะผลสีเหลือง 100% (50DAA) มีการสะสมอาหารภายในเมล็ดที่เพียงพอและเหมาะสมจึงทำให้เมล็ดงอกได้ดี แต่ด้านความสูงต้นในสภาพโรงเรือนอาจจะน้อยกว่าเพราะว่า สภาพแวดล้อมและวัสดุเพาะอาจมีส่วนที่ช่วยให้ต้นมะเขือนั้นเจริญเติบโตได้ดี การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่เร็วขึ้นช่วยป้องกันการเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ (Wijandi and Copeland, 1974) จากการศึกษา (ฝนทิพย์, 2558) ทำการศึกษาการพัฒนาสีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเปราะคางบพันธุ์ก้านยาวพบว่าเมล็ดที่ได้จากอายุผลหลังวันดอกบานน้อยจะไม่สามารถงอกได้ โดยเมล็ดจะเริ่มงอกเมื่อระยะผลเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและพบว่าความงอกจะลดลงเมื่อผลเข้าสู่ระยะผลสีน้ำตาล นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบเพาะในดินพบว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวทุกระยะสีผลมีความงอกในดินต่ำกว่าความงอกมาตรฐาน

อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าการศึกษาระยะการพัฒนาศักยภาพเมล็ดพันธุ์สามารถกำหนดระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่ใช้เก็บเมล็ดพันธุ์ได้โดยจะต้องเลือกเก็บเกี่ยวที่ระยะผลสีเหลือง 100 เปอร์เซ็นต์ (50DAA) เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีสำหรับการจัดสรรงบประมาณสนับสนุนจากโครงการวิจัยเงินรายได้ประจำปี 2560 และขอขอบคุณสำนักงานไร่ฝักทดลองและห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีสำหรับความอนุเคราะห์ให้ใช้พื้นที่สำหรับการปลูกและเก็บข้อมูลผลการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จวงจันท์ ดวงพัตรา. (2529). *เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์*. กรุงเทพฯ : กลุ่มหนังสือเกษตร.
- จวงจันท์ ดวงพัตรา. (2523). *เอกสารประกอบการสอนวิชาพืชไร่*. สรีรวิทยาของเมล็ด. ภาควิชาพืชไร่
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชูลีพร ไม้ดำ. (2554). *การพัฒนาผลและการสุกแก่ของผลหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกชี้หูพันธุ์ บุตรสี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ทิพย์สุนันท์ บุญยืน เยาวพา จิระเกียรติกุล และภาณุมาศ ฤทธิไชย. (2557). พัฒนาการของเมล็ดพระเจ้าจันทร์ (*Ipomoea alba* L.). *แก่นเกษตร* 42 (2) : 181-188.
- บรรภาค มิ่งมงคลมิตร. (2536). *การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการจำแนกเชื้อพันธุ์กรรมของพืชสกุลโซลานัม*. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ฝนทิพย์ ทองนุ้ย. (2558). *การพัฒนาผลและการพัฒนาผลหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเปราะ คางภพพันธุ์ก้านยาว*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พงษ์ศักดิ์ มานสุวิงศ์. (2553). *อายุการเก็บเกี่ยวและสีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกชี้หูสวน*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มานศรี มาลีวงษ์. (2523). *อิทธิพลของอายุและวิธีการแยกเมล็ดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริก*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัลลภ สันติประชา. (2540). *เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์*. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- ISTA. (2008). *International rules for seed testing*. Bassersdorf: The International Seed Testing Association.
- Smith, P. G., Villalon, B. and Villa, P. (1987). Horticultural classification of pepper grown in the United States. *Hort Science* 22:11-13.
- Wijandi, S. and L.O. Copeland. (1974). Effect of origin, moisture content, maturity and mechanical damage on seed and seedling vigor of beans. *Agron. J.* 66: 546-548.

อิทธิพลของกากมันสำปะหลังที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

Influence of Cassava Pulp on Growth and Yield of Khao Dawk Mali 105 Rice Variety

วิภาดา ลีตี^{1*} จรรยา สิงห์คำ² และอัจฉรา จิตตลดากร²

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาการจัดการทรัพยากรเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

²ภาควิชาการจัดการทรัพยากรเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

*E-mail: Wipapa.leetee@gmail.com

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกากมันสำปะหลังที่มีต่อคุณสมบัติของดิน การเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 และต้นทุนและผลตอบแทนในการใช้กากมันสำปะหลังในการปลูกข้าวของเกษตรกรวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก จำนวน 3 ซ้ำ 5 ทรีตเมนต์ ประกอบด้วย 1) ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) 2) ใช้ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8 อัตรา 25 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่) 3) ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง (สูตร 16-16-8 อัตรา 25 กก./ไร่, 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่ และกากมันสำปะหลัง 200 กก./ไร่) 4) ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง (สูตร 16-16-8 อัตรา 12.5 กก./ไร่, 46-0-0 อัตรา 5 กก./ไร่ และกากมันสำปะหลัง 200 กก./ไร่) และ 5) ใช้กากมันสำปะหลัง (กากมันสำปะหลัง 200 กก./ไร่) ผลการศึกษาพบว่า 1) pH ของดินในทุกทรีตเมนต์หลังการเก็บเกี่ยวข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีค่าความเป็นกรดของดินลดลง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในแต่ละทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ 2) ความสูงต้น จำนวนรวงต่อกอ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่จำนวนต้นต่อกอที่ระยะแตกกอมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยทรีตเมนต์ที่ 3 การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง (สูตร 16-16-8 อัตรา 25 กก./ไร่, 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่ และกากมันสำปะหลัง 200 กก./ไร่) มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 8.43 ต้นต่อกอ 3) ทรีตเมนต์ที่ 5 การใช้กากมันสำปะหลัง (กากมันสำปะหลัง 200 กก./ไร่) ได้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 178 กก./ไร่ และมีรายได้สูงสุด 2,821.3 บาท/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์อื่นๆ

คำสำคัญ : กากมันสำปะหลัง ข้าวขาวดอกมะลิ 105 การเจริญเติบโต ผลผลิต

Abstract

The purpose of this experiment was to investigate the effect of cassava pulp on soil properties, growth and yield of Khao Dawk Mali 105 rice and to study the cost and return of cassava pulp in rice cultivation. A randomized complete block design with 3 replications and 5 treatments was used. The treatments consisted of (1 control) no fertilizer application, (2 applying chemical fertilizer (formula 8-16-16 and 0-0-46 at the rates of 25 and 10 kg / rai, respectively), (3 applying chemical fertilizer with cassava pulp (formula 8-16-16, 0-0-46 at the rates of 25 and 10 kg / rai and cassava pulp at the rates of 200 kg / rai, respectively), (4 applying semi-chemical fertilizers with cassava pulp (formula 8-16-16, 0-0-46 at the rates of 12.5 and 5 kg / rai and cassava at the rates 200 kg / rai, respectively) and (5 applying cassava at the rates of 200 kg / rai. The results showed that: (1 Soil pH of all treatments after harvesting Khao Dawk Mali 105 rice were decreased. Organic matter, total nitrogen, total phosphate and total potassium were not significantly different ($P>0.05$) for all treatments, (2 Plant height, number of tiller per hill and 1,000 grain weight of Khao Dawk Mali

105 rice were not significantly different ($P>0.05$) for all treatments. Whereas, number of seedling per hill at tillering stage were high significantly different ($P<0.05$). Treatment 3 which applying chemical fertilizer with cassava residue (formula 8-16-16, 0-0-46 at the rates of 25, 10 kg / rai and cassava at the rates of 200 kg / rai, respectively) had the highest average seedling per hill (8.43) seedling/hill (and (3Treatment 5 which applying cassava pulp at the rates of 200 kg / rai had the highest average yield of Khao Dawk Mali 105 rice) 178 kg / rai(and gave the highest income 2,428 baht per rai, when compared with the other treatments.

Keywords: Cassava Pulp, Khao Dawk Mali 105 Rice, Growth, Yield

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย โดยในปี 2558 มีการส่งออกข้าวปริมาณ 9.8 ล้านตัน มีมูลค่า 1.56 ล้านบาท โดยมีประเทศผู้นำเข้าข้าวไทย ได้แก่ จีน ฟิลิปปินส์ เบนิน ไนจีเรีย แอฟริกาใต้ เป็นต้น [5] การเพาะปลูกข้าว ในปี 2557 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวประมาณ 60.8 ล้านไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุดประมาณ 37 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 62 ของพื้นที่การเพาะปลูกข้าวทั้งหมด รองลงมาคือ ภาคเหนือมี 13.7 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 23 ของพื้นที่การเพาะปลูกข้าวทั้งหมด ภาคกลางมี 9.2 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 15 ของพื้นที่การเพาะปลูกข้าวทั้งหมด และภาคใต้มี 0.8 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 1.5 ของพื้นที่การเพาะปลูกข้าวทั้งหมด [7] และที่สำคัญประเทศไทยถือเป็นแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิที่มีคุณภาพดีที่สุดแห่งหนึ่ง โดยมีแหล่งเพาะปลูกสำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (เขตทุ่งกุลาร้องไห้) และมีพื้นที่เพาะปลูกครอบคลุมกว่า 19 ล้านไร่ทั่วประเทศ โดยมีแหล่งผลิตสำคัญ คือ จังหวัดสุรินทร์ บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ นครราชสีมา อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด รองลงมาคือภาคเหนือ สำหรับการส่งออกข้าวหอมมะลิมิปริมาณเพิ่มขึ้นจากเดิม 64 เปอร์เซ็นต์ โดยข้าวหอมมะลิกำลังส่งไปยังประเทศจีน สหรัฐอเมริกา ฮองกง เป็นต้น ส่วนปลายข้าวหอมมะลิมีการส่งออกไปยังประเทศ เซเนกัล ไอออร์โคสต์ เป็นต้น [6] ซึ่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีผลผลิตข้าวต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกภาค จำนวน 358 กิโลกรัมต่อไร่ [7] โดยทั่วไปสภาพพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากดินมีลักษณะเป็นดินทราย ใต้ดินมีเกลือหิน ทำให้ดินเค็มและแห้ง ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตจึงมีความจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมี หากเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มมากขึ้น เพื่อที่จะทำให้ผลผลิตสูงขึ้น จึงก่อให้เกิดปัญหาด้านต้นทุนปัจจัยการผลิตที่สูงขึ้น อีกทั้งการใช้ปุ๋ยเคมีที่เพิ่มมากขึ้นมีผลกระทบต่อคุณภาพดินในระยะยาว เพราะการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานานๆ จะมีผลกระทบต่อคุณสมบัติของดิน ดังนั้นการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมในการผลิตข้าวจึงเป็นสิ่งสำคัญ ไม่ว่าจะเพิ่มปุ๋ยจากธรรมชาติหรือปุ๋ยเคมี หากใช้ในอัตราที่เหมาะสมในแต่ละพืช แต่ละสภาพพื้นที่ จะช่วยรักษาระบบนิเวศในดินได้เป็นอย่างมาก

ปัจจุบันเกษตรกรมักจะมีการนำอินทรีย์วัตถุหรือปุ๋ยจากธรรมชาติมาใส่ในแปลงนาเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว เช่น ปุ๋ยหมักฟางข้าว กากสะเดา เป็นต้น [3] กากมันสำปะหลัง เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการเกษตรที่ได้จากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งมีกระบวนการผลิตเริ่มตั้งแต่การนำหัวมันสำปะหลังสดก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต แป้งมันสำปะหลังจะต้องถูกนำไปทำความสะอาดหลายขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การตัดเหง้าที่ติดมากับหัวมันออกให้มากที่สุด ซึ่งจะมีผลทำให้เศษดินทรายที่ติดอยู่หลุดออกไปด้วย จากนั้นนำมาร่อนด้วยถังหมุนหรือเครื่องเขย่าเพื่อให้ดินทรายรวมทั้งผิวเปลือกนอกของหัวมัน เศษรากและสิ่งเจือปนอื่นๆ ถูกแยกออกไป ซึ่งส่วนทั้งหมดที่แยกออกมาได้นี้รวมเรียกว่า เปลือกดิน ปัจจุบันมีลานมันที่ผลิตมันเส้นสะอาดหลายแห่งที่มีขั้นตอนแยกดินทรายและเปลือกนอกนี้เช่นกัน ดังนั้นปริมาณเปลือกดินนี้วันจะมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ แต่การนำไปใช้ประโยชน์ยังไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากคนส่วนใหญ่ยังไม่รู้คุณค่าและการนำไปประยุกต์ใช้ เช่นเดียวกับเกษตรกรในบ้านท่าช้าง ตำบลท่าช้าง อำเภอสว่างวีระวงศ์ จังหวัดอุบลราชธานี ได้นำกากมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการหมักมาใส่ในนาข้าวร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งถ้าใส่กากมันสำปะหลังในปริมาณน้อยเกินไปจะทำให้ผลผลิตของข้าวต่ำ แต่ถ้าใส่กากมันสำปะหลังในแปลงนา

ในปริมาณมากเกินไปจะทำให้ต้นข้าวตาย ดังนั้นการจัดการการใส่กากมันสำปะหลังในแปลงนาจะมีผลต่อคุณสมบัติของดิน หากมีการใช้กากมันสำปะหลังในอัตราที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่จะช่วยรักษาระบบนิเวศในดินได้เป็นอย่างมาก จึงควรมีการศึกษาอัตราและวิธีการใส่กากมันสำปะหลังในแปลงนาเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวและลดต้นทุนในการผลิตให้แก่เกษตรกร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของกากมันสำปะหลังที่มีต่อคุณสมบัติของดิน 2) ศึกษาผลของกากมันสำปะหลังที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ 3) ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการใช้กากมันสำปะหลังในการปลูกข้าวของเกษตรกร

วิธีการศึกษา

การเตรียมแปลง การปลูก และการปฏิบัติดูแลรักษา

ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกรบ้านหนองโฮ หมู่ที่ 1 ตำบลหนองโฮ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ระยะเวลาทำการทดลอง เดือนเมษายน 2558 – กุมภาพันธ์ 2559 โดยการเตรียมแปลงกล้า มีการไถตะ ไถแปร คราด และทำเทือก โดยปล่อยน้ำระดับลึกประมาณ 5 เซนติเมตร ทำการเพาะต้นกล้าข้าวพันธุ์ดอกมะลิ 105 เมื่อต้นกล้าอายุได้ 30 วัน จึงถอนกล้าไปปักดำในแปลงทดลองย่อย ขนาด 6 × 8 เมตร ทำคันทนาขนาด 1 × 1 เมตร กั้นโดยปักดำจับละ 5 ต้น ระยะปักดำ 20 × 20 เซนติเมตร โดยต้นกล้าที่อยู่บริเวณขอบจะเว้นระยะห่างจากคันทนา 50 เซนติเมตร สูบน้ำเข้าแปลงนาทุก 2 สัปดาห์ และก่อนการใส่ปุ๋ยทุกครั้ง โดยใช้น้ำที่ระดับความลึกประมาณ 5- 10 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ยในแต่ละทริตเมนต์มีดังนี้ ทริตเมนต์ที่ 2 ใส่ครั้งที่ 1 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะหลังปักดำ 7 วัน และครั้งที่ 2 ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะกำเนิดช่อดอก ในทริตเมนต์ที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง ครั้งที่ 1 ใช้กากมันสำปะหลัง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะเตรียมดิน ครั้งที่ 2 ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-8 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะหลังปักดำ 7 วันและครั้งที่ 3 ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะกำเนิดช่อดอก ในทริตเมนต์ที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง โดยใส่ครั้งที่ 1 ใช้กากมันสำปะหลัง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะเตรียมดิน ครั้งที่ 2 ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-8 อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะหลังปักดำ 7 วัน และครั้งที่ 3 ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะกำเนิดช่อดอก สำหรับทริตเมนต์ที่ 5 ใช้กากมันสำปะหลัง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะเตรียมดิน การกำจัดวัชพืช ใช้วิธีการถอนด้วยมือ ก่อนใส่ปุ๋ยทุกครั้ง เก็บเกี่ยวเมื่อข้าวอายุ 119 วัน หลังจากปักดำ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design : RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 5 ทริตเมนต์ ได้แก่ 1) ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) 2) ใช้ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8 อัตรา 25 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่) 3) ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง (สูตร 16-16-8 อัตรา 25 กก./ไร่, 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่ และกากมันสำปะหลัง 200 กก./ไร่) 4) ใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง (สูตร 16-16-8 อัตรา 12.5 กก./ไร่, 46-0-0 อัตรา 5 กก./ไร่ และกากมันสำปะหลัง 200 กก./ไร่) และ 5) ใช้กากมันสำปะหลัง (กากมันสำปะหลัง 200 กก./ไร่)

การเก็บตัวอย่างข้อมูล

ข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาจากกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีศรีสะเกษ ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน การเก็บข้อมูลดิน แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ระยะเตรียมดิน ระยะแตกกอ ระยะกำเนิดช่อดอกและระยะหลังเก็บเกี่ยว ที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตรจากผิวดิน และส่งไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด – ด่าง อินทรีย์วัตถุ (OM) โดยวิธี Walkley-Black, 1947 และไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าว ได้แก่ ความสูงต้นข้าว จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และจำนวนต้นต่อกอ ส่วนการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะเก็บเกี่ยวในพื้นที่ขนาด 2 × 5 เมตร นำไปนวดผัดทำความสะอาด คัดแยกเมล็ดดี เมล็ดดีซึ่งน้ำหนักข้าวเปลือกและปรับเป็นน้ำหนักที่ระดับความชื้นมาตรฐาน 15 เปอร์เซ็นต์ เพื่อวัดหาองค์ประกอบผลผลิต

ข้าว ได้แก่ ความสูงต้นข้าว จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนผลผลิตต่อไร่ และข้อมูลค่าใช้จ่ายทั้งหมด

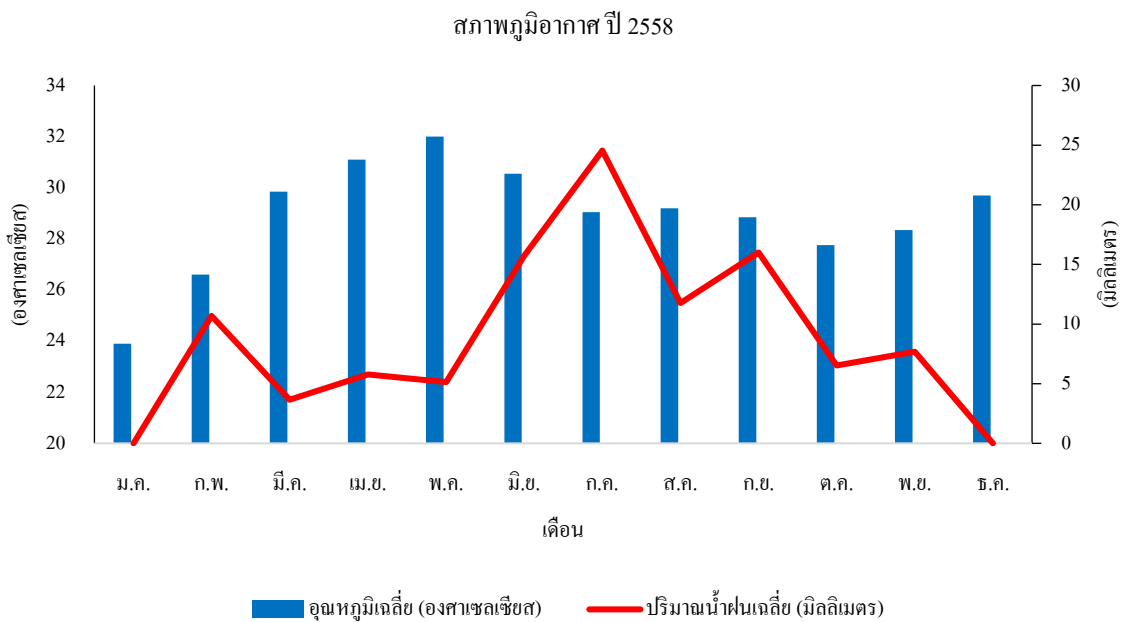
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติใช้ Analysis of Variance (ANOVA) โดย F-test แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan multiple range test (DMRT) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม IRRISTAT รวมทั้งวิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทน

ผลการศึกษา

1. สภาพภูมิอากาศในช่วงการทดลอง

จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศในปี 2558 พบว่ามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 13.3 มิลลิเมตร ฤดูฝนอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม (ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 150-400 มิลลิเมตรต่อเดือน) [8] โดยในช่วงการทดลอง พบว่าระยะปักดำ ช่วงเดือนสิงหาคมมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29.2 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 11.8 มิลลิเมตร ระยะแตกกอ ช่วงเดือนกันยายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 28.9 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 16 มิลลิเมตร ระยะกำเนิดช่อดอก ช่วงเดือนตุลาคมมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 27.8 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 6.5 มิลลิเมตร และระยะออกดอก 80 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเดือนพฤศจิกายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 28.4 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 7.7 มิลลิเมตร [2] ดังแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ปี 2558 ในจังหวัดศรีสะเกษ (กรมอุตุนิยมวิทยา สถานีศรีสะเกษ, 2561)

2. สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน

2.1 สมบัติทางกายภาพของดินในแปลงทดลอง พบว่า ดินมีลักษณะเป็นดินทราย โดยมีองค์ประกอบของดินทราย 93.5 เปอร์เซ็นต์ ดินร่วน 5 เปอร์เซ็นต์ และดินเหนียว 1.5 เปอร์เซ็นต์

2.2 สมบัติทางเคมีของดิน

2.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่า ผลวิเคราะห์หลังการทดลองของทุกมีพีรีทเมนต์ มีค่าความเป็นกรดของดินลดลง โดยการใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดของดินต่ำสุดเท่ากับ 5.37 รองลงมาคือ การไม่ใช้ปุ๋ย การใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้กากมันสำปะหลัง มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.36 5.31

และ 5.28 ตามลำดับ ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดของดินสูงสุดเท่ากับ 5.20 (ตารางที่ 1)

2.2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter : OM) พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินก่อนปลูกในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ระหว่าง 0.25-0.37 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ทำนอจากนี้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังปลูกในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ระหว่าง 0.32-0.37 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

2.2.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Tatal N) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินก่อนปลูกในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยให้ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.012-0.019 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกข้าวในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินอยู่ระหว่าง 0.016-0.018 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

2.2.4 ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด (Tatal P_2O_5) พบว่า ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดในดินก่อนปลูกในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยให้ค่าปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดอยู่ระหว่าง 3.72-5.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดในดินหลังปลูกข้าวในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดในดินอยู่ระหว่าง 2.51-3.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1)

2.2.5 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด) Tatal K_2O) พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินก่อนปลูกข้าวในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดอยู่ระหว่าง 7.68-15.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังจากการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในดินอยู่ระหว่าง 7.25-8.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีของดินในแปลงปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105

คุณสมบัติ	ก่อนปลูก	หลังปลูก				
		Tr.1	Tr.2	Tr.3	Tr.4	Tr.5
pH	5.14	5.36	5.31	5.20	5.37	5.28
OM (%)	0.31	0.35	0.32	0.36	0.33	0.37
Total N (%)	0.015	0.017	0.016	0.018	0.017	0.018
Total P_2O_5 (mg/kg)	4.58	3.78	3.53	2.75	3.37	2.51
Total K_2O (mg/kg)	12.02	7.68	8.47	7.42	7.42	7.25

หมายเหตุ ทรีตเมนต์ จำนวน 5 ทรีตเมนต์ ดังนี้ Tr.1: ไม่ใช้ปุ๋ย (Control ,Tr.2: ใช้ปุ๋ยเคมี, Tr.3:ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง, Tr.4: ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง และTr.5: ใช้กากมันสำปะหลัง

3. การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105

3.1 ความสูงของต้นข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ผลของกากมันสำปะหลังที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้ง 5 ทรีตเมนต์ ให้ความสูงของต้นข้าวอยู่ระหว่าง 99.7-107.2 เซนติเมตร ทรีตเมนต์ที่ 4 การใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลังมีผลทำให้ความสูงของต้นข้าวเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ 2 ทรีตเมนต์ที่ 1 และทรีตเมนต์ที่ 5 ใช้กากมันสำปะหลัง โดยมีความสูงเฉลี่ย 103.8, 103.7 และ 99.8 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนทรีตเมนต์ที่ 3 มีความสูงของต้นข้าวเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด (ตารางที่ 2)

3.2 จำนวนต้นตอก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างจำนวนต้นตอกในแต่ละทรีตเมนต์ โดยทรีตเมนต์ที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง ให้จำนวนต้นตอกเฉลี่ยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 8.43 ต้นตอก รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ 4 และทรีตเมนต์ที่ 2 ให้จำนวนต้นตอกเฉลี่ยเท่ากับ 6.43 และ 5.90 ต้นตอก ตามลำดับ

ส่วนทรีตเมนต์ที่ 5 และทรีตเมนต์ที่ 1 มีจำนวนต้นตอกเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.53 และ 2.60 ต้นตอก ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

3.3 จำนวนรวงตอก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างจำนวนรวงตอกในแต่ละทรีตเมนต์ที่จำนวนรวงตอกอยู่ระหว่าง 3.13-4.56 รวงตอก ทรีตเมนต์ที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราพร้อมกับกากมันสำปะหลัง ให้จำนวนรวงตอกเฉลี่ยมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ 1 ทรีตเมนต์ที่ 2 และทรีตเมนต์ที่ 5 มีจำนวนรวงตอกเฉลี่ยเท่ากับ 3.92, 3.84 และ 3.16 รวงตอก ตามลำดับ ส่วนทรีตเมนต์ที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีจำนวนรวงตอกเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด (ตารางที่ 2)

3.4 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่า ทั้ง 5 ทรีตเมนต์ มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด อยู่ระหว่าง 27.51-28.46 กรัม ทรีตเมนต์ที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีผลทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ 5 ทรีตเมนต์ที่ 4 และทรีตเมนต์ที่ 2 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 28.35, 28.05 และ 27.84 กรัม ตามลำดับ ส่วนทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ต่ำสุด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

ทรีตเมนต์	ความสูง (ซม.)	จำนวนต้นตอก (ต้น)	จำนวนรวงตอก (รวง)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)
1 ไม่ใช้ปุ๋ย (Control)	103.7	2.60c	3.92	27.51
2 ใช้ปุ๋ยเคมี	103.8	5.90b	3.84	27.84
3 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง	99.7	8.43a	3.13	28.46
4 ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราพร้อมกับกากมัน สำปะหลัง	107.2	6.43b	4.56	28.05
5 ใช้กากมันสำปะหลัง	99.8	3.53c	3.16	28.35
F-test	ns	**	ns	ns
CV (%)	4.8	15.5	21.9	2.3

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ $P < 0.01$

3.5 ผลผลิตข้าว พบว่า ทั้ง 5 ทรีตเมนต์ ให้ผลผลิตข้าว 114 - 178 กิโลกรัมต่อไร่ ทรีตเมนต์ที่ 5 ใช้กากมันสำปะหลัง มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ 4 ทรีตเมนต์ที่ 2 และทรีตเมนต์ที่ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 160, 138 และ 137 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) มีค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวต่ำ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

ทรีตเมนต์	ผลผลิต (กก./ไร่)
1 ไม่ใช้ปุ๋ย (Control)	114c
2 ใช้ปุ๋ยเคมี	138bc
3 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง	137bc
4 ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราพร้อมกับกากมันสำปะหลัง	160ab
5 ใช้กากมันสำปะหลัง	178a
F-test	*
CV (%)	5.8

* หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

4. ต้นทุน ผลตอบแทนการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

การเปรียบเทียบต้นทุน กำไรเฉลี่ยจากการทดลองอิทธิพลของกากมันสำปะหลังที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีดังนี้

4.1 ต้นทุนเฉลี่ยของการผลิตข้าว พบว่า ทริตเมนต์ที่ 3 ให้ผลผลิต 137 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ต้นทุนการผลิตมากที่สุด คือ 5,953.72 บาทต่อไร่ รองลงมาคือ ทริตเมนต์ที่ 4, 2 และ 5 มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 5,792.76 5,732.40 และ 5,249.52 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนทริตเมนต์ที่ 1 ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) ใช้ต้นทุนการผลิตต่ำสุด คือ 5,028.20 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ต้นทุน (บาทต่อไร่) ของการใช้กากมันสำปะหลัง และปุ๋ยเคมี ในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

รายการ	ทริตเมนต์				
	1	2	3	4	5
.1 ต้นทุนคงที่	300	300	300	300	300
- ค่าใช้ที่ดิน	300	300	300	300	300
.2 ต้นทุนผันแปร	4728.2	5432.4	5653.72	5492.76	4949.52
2.1 ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	28.2	32.4	33.72	32.76	29.52
2.2 ค่าแรงงาน					
2.2.1 ค่าเตรียมแปลงตกกล้าและตกกล้า	500	500	500	500	500
2.2.2 ค่าเตรียมแปลงปักดำ	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
2.2.3 ค่าถอนกล้า	300	300	300	300	300
2.2.4 ค่าปักดำ	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
2.2.5 ค่ากำจัดวัชพืช	300	300	300	300	300
2.2.6 ค่าใส่ปุ๋ย	-	400	600	600	200
2.2.7 ค่าสูบน้ำเข้าแปลงนา					
- ค่าน้ำมัน	200	200	200	200	200
2.2.8 ค่าเก็บเกี่ยว	450	450	450	450	450
2.3 ค่าวัสดุ					
2.3.1 ค่าเมล็ดพันธุ์	250	250	250	250	250
2.3.2 ค่าปุ๋ยเคมี	-	300	300	150	-
2.3.3 ค่ากากมันสำปะหลัง(ต้นละ100 บาท)	-	-	20	10	20
.3 ต้นทุนรวม (บาท/ไร่)	5028.20	5732.40	5953.72	5792.76	5249.52

หมายเหตุ ทริตเมนต์ จำนวน 5 ทริตเมนต์ ดังนี้ Tr.1: ไม่ใช้ปุ๋ย (Control), Tr.2: ใช้ปุ๋ยเคมี, Tr.3: ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง, Tr.4: ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง และ Tr.5: ใช้กากมันสำปะหลัง

4.2 กำไรจากการผลิตข้าว พบว่า ทริตเมนต์ที่ 5 ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว เกษตรกรขาดทุนน้อยที่สุด คือ 2,428.2 บาทต่อไร่ ซึ่งได้ผลผลิตมากที่สุดคือ 178 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ต้นทุนและผลตอบแทน ของการใช้กากมันสำปะหลัง และปุ๋ยเคมี ในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

รายการ	ทริตเมนต์				
	1	2	3	4	5
1. ต้นทุน (บาท/ไร่)	5028.2	5732.4	5953.72	5792.76	5249.52
2 ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	114	138	137	160	178
3 ราคาต้นทุน (บาท/กิโลกรัม)	44.11	41.54	43.46	36.2	29.49
4 ราคาขาย 15.85 บาท/กิโลกรัม	15.85	15.85	15.85	15.85	15.85
4.1 รายได้ (บาท/ไร่)	1806.9	2187.3	2171.5	2536	2821.3
4.2 กำไร/ขาดทุน (บาท/ไร่)	-3221.3	-3545.1	-3782.2	-3256.8	-2428.2
4.3 กำไร/ขาดทุน (บาท/กิโลกรัม)	-28.26	-25.69	-27.61	-20.35	-13.64
4.4 ผลผลิตคุ้มทุน (กิโลกรัม/ไร่)	317.24	361.67	375.63	365.47	331.20
5. จุดคุ้มทุน	0.36	0.39	0.37	0.44	0.54

หมายเหตุ ทริตเมนต์ จำนวน 5 ทริตเมนต์ ดังนี้ Tr.1: ไม่ใช้ปุ๋ย (Control), (Tr.2: ใช้ปุ๋ยเคมี, Tr.3: ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง, Tr.4: ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง และ Tr.5: ใช้กากมันสำปะหลัง

วิจารณ์ผล

สมบัติของดิน

ในทริตเมนต์ที่มีกากมันสำปะหลังเมื่อทดสอบก่อน-หลังแล้ว พบว่า pH ในดิน มีค่าความเป็นกรดลดลง แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างทริตเมนต์ พบว่า pH ในดินที่มีกากมันสำปะหลังมีค่าความเป็นกรดสูงกว่าทริตเมนต์ที่ไม่ได้ใส่กากมันสำปะหลัง (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับ [1] ดินบนมีค่า pH ต่ำกว่า 5.5 ดินกรดจัดน้อย เหมาะสมในการทำนา ความเป็นกรดของดินเป็นอุปสรรคบ้างเล็กน้อย เป็นดินเหนียว หน้าดินลึก การระบายน้ำเลว ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ข้าวมีการตอบสนองต่อปุ๋ยน้อย ดังนั้นการใช้กากมันสำปะหลังมีผลต่อค่า pH ในดิน หากนำมาใช้ในการเพาะปลูกควรปรับค่า pH ให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่นั้นๆ ในส่วนของปริมาณอินทรีย์วัตถุ พบว่า การใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียวยังมีผลช่วยให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับ [9] ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของกากมันสำปะหลัง พบว่า มีค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 30.45 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการใช้กากมันสำปะหลังมีผลต่อค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจน แต่ก็ให้ธาตุอื่นๆ โดยจะปล่อยธาตุอาหารจากการสลายตัวอย่างช้าๆ และช่วยบำรุงดินทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ [4] ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน พบว่า กากมันสำปะหลังมีส่วนทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับ [9] ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของกากมันสำปะหลัง พบว่าค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ที่ 1.32 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นกากมันสำปะหลังจึงส่งผลให้ข้าวเจริญเติบโตได้ดี แต่ในทางตรงข้ามปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดและโพแทสเซียมทั้งหมดในดินลดลง แสดงว่ากากมันสำปะหลังยังมีปริมาณฟอสเฟตและโพแทสเซียมไม่เพียงพอ ดังนั้นควรมีการเพิ่มปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งไม่สอดคล้องกับ [10] พบว่า การใช้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง จะทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก แต่ก็ทำให้ดินมีความเป็นด่างและมีความเค็มเพิ่มขึ้นมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวได้ ดังนั้นควรทำการเจือจางในอัตราส่วนที่เหมาะสม

องค์ประกอบและผลผลิตของข้าว

จากองค์ประกอบของข้าว พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลังมีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยมีค่าสูงสุด แต่ในทางตรงกันข้ามการใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียวและไม่ใช้ปุ๋ย (control) มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด (ตารางที่ 2) แสดงว่าธาตุอาหารที่มีในกากมันสำปะหลังไม่เพียงพอต่อการแตกกอของต้นข้าว ดังนั้นจึงควรใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อเพิ่มการแตกกอของต้นข้าว ส่วนจำนวนรวงต่อกอ พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับทริตเมนต์อื่น แต่การใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียวและการใช้ปุ๋ยเคมี

อัตราาร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีจำนวนร่วงตอกเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับความสูงของต้น พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราาร่วมกับกากมันสำปะหลังมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์อื่น แต่การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราาร่วมกับกากมันสำปะหลังและการใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว มีความสูงของต้นเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่า ทรีตเมนต์ที่มีกากมันสำปะหลังทุกทรีตเมนต์ มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เฉลี่ยสูง เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์อื่น แสดงว่ากากมันสำปะหลังมีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักเมล็ด จึงทำให้ผลผลิตข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 178 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราาร่วมกับกากมันสำปะหลัง การใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 160, 138 และ 137 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนไม่ใช้ปุ๋ย (Control) มีค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวต่ำ คือ 114 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับ [5] ศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในดินชุดทางดง พบว่าการปลูกโสนแอฟริกันและถั่วพุ่มร่วมกับปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานาน ได้ผลผลิตข้าวมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี (ประมาณ 10 %) และแทนแแดงแห้ง (ประมาณ 9-19 %) แต่ไม่แตกต่างจากการใช้แทนแแดงและปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมี และยังทำให้อินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารหลักของดินเพิ่มขึ้น

สรุปผล

การใช้กากมันสำปะหลัง มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 178 กิโลกรัมต่อไร่ ในราคาข้าวกิโลกรัมละ 15.85 บาท พบว่า การใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว ขาดทุนน้อยที่สุดคือ 2,428.2 บาทต่อไร่ และช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพในดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจน และช่วยลดความเป็นกรดของดิน จากผลการทดลองพิจารณาได้ว่า ในดินมีสมบัติทางกายภาพเป็นดินทรายจัด และ สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ที่ทำการทดลองประสบปัญหาภัยแล้ง จึงส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง จึงมีข้อเสนอแนะให้ทำการวิจัยซ้ำในพื้นที่อื่นๆ และในฤดูปลูกต่างๆ กัน เพื่อเป็นการยืนยันผลการวิจัย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช และขอขอบคุณ ดร.จรรยา สิงห์คำ อาจารย์ที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา จิตตลดากร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และขอขอบคุณอาจารย์วราพร วงศ์บุญ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี นายพินิจ กัลยาศิลป์ ศูนย์วิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชปราจีนบุรี และนายศักดิ์เศวต เศรษฐเวท ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี ที่ให้ยืมวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และช่วยให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมการข้าว (ม.ม.ป.). ดินเปรี้ยว. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2559 จาก <http://www.ricethailand.go.th/rkb/management/index.phpfile=content.php&id=36.htm>
- [2] กรมอุตุวิทยามหาวิทยาลัยศรีสะเกษ. (2561). สภาพภูมิอากาศ ปี 2558. กรมอุตุวิทยามหาวิทยาลัยศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ.
- [3] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2558). เกษตรอินทรีย์. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2559 จาก <https://www.moac.go.th/a4policy-alltype-391191791795>
- [4] ยงยุทธ โอสดสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2554. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [5] วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์ และจารุณันท์ ตันติวรวิทย์. (ม.ป.ป.). อิทธิพลของปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ย คอก และปุ๋ยเคมี ต่อสมบัติของดิน และผลผลิตข้าวในดินชุดทางดง. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา.
- [6] สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. (2559). ความรู้เกี่ยวกับการส่งออกข้าว. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2559 จาก <http://www.thairiceexporters.or.th/default.htm>.

- [7] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2559). ราคาสินค้าเกษตรที่สำคัญวันนี้ .สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2559 จาก <http://www.oae.go.th/dailyprice.html>.
- [8] สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. (ม.ป.ป.).“ สภาพทั่วไปของพื้นที่ปลูกข้าวที่สูง” คลังข้อมูลสารสนเทศเชิงลึก. สืบค้นเมื่อวันที่9 มีนาคม 25 61จากhttp://www.arda.or.th/kasetinfo/rice/rice-cultivate&fertiliset/rice-Cultivate_manage_natheesoong.html.
- [9] สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และวราพันธ์ จินตณวิชญ์. (2548). “การใช้ประโยชน์เศษเหลือจากมันสำปะหลัง” ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- [10] สุนทร บุญบำเรอ. (2552). การใช้ประโยชน์น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังเพื่อการปลูกข้าว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

การประเมินมูลค่าผลผลิตการประมง ผลผลิตจากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ และการจัดการร่วมของแหล่งน้ำ:
กรณีศึกษาแหล่งน้ำและป่าชุมชนหนองผือ แขวงสะหวันนะเขต สปป.ลาว

Evaluation of Fishery Products, Non-timber Forest Products (NTFPs) and
Co-management; A Case Study in Nong Peu Swamp and Community Forest,
Savannakhet, Lao PDR.

สุขสาคร แพงสีแก้ว¹ ปราณีต งามเสนห์^{1*} และทวนทอง จุฑาเกตุ¹

¹ สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail: addyphangse@gmail.com)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) การประเมินมูลค่า และปริมาณของผลผลิตทางการประมง และผลผลิตจากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ 2) ประเมินสถานภาพของการจัดการประมงแบบการจัดการร่วม ในแหล่งน้ำพื้นที่ชุ่มน้ำหนองผือ แขวงสะหวันนะเขต สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ดำเนินการโดยใช้แบบสอบถาม เก็บรวบรวมกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษได้แก่ชาวบ้าน ในชุมชนรอบบริเวณหนองผือ 4 หมู่บ้านจำนวน 400 ครัวเรือน ผลการศึกษาพบว่ามูลค่าของผลผลิตประมงเท่ากับ 625,100 บาทต่อปี เฉลี่ยเท่ากับ 6,251 บาท/ครัวเรือน/ปี ซึ่งได้จากปริมาณสัตว์น้ำที่สำรวจ คิดเป็นน้ำหนักรวม 6,429 กิโลกรัมต่อปี ส่วนมูลค่าโดยรวมผลิตภัณฑ์จากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ คิดเป็นเงิน 2,078,713 บาท/ปี ซึ่งประเมินจากปริมาณรวมของผลิตภัณฑ์จากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ 6 กลุ่มรวมกับพืชป่าที่เป็นอาหารสัตว์ของครัวเรือนตัวอย่างทุกหมู่บ้านคิดเป็นน้ำหนักรวม 31,639 กก./ปี รวมมูลค่าทรัพยากรทั้ง 2 ประเภท สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ ไม่ต่ำกว่าปีละ 2,703,813 บาท ผลการประเมินสถานภาพหรือโอกาสของการจัดการร่วมทรัพยากรประมงระหว่างชุมชนกับภาครัฐ ที่ผ่านมาพบว่าค่าเฉลี่ยของเงื่อนไขที่ชี้ความสำเร็จ 11 เงื่อนไข เท่ากับ 3.00 มีสัดส่วนของการปฏิบัติหน้าที่ของภาคประชาชนผู้ใช้ทรัพยากรสัตว์น้ำร้อยละ 38.50 แสดงว่าแนวทางการจัดการร่วมในการจัดการทรัพยากรประมง ในพื้นที่ยังต้องมีการปรับปรุงกิจกรรมมีส่วนร่วมให้สมบูรณ์ เป็นที่ยอมรับได้ บนพื้นฐานบริบทของชุมชน

คำสำคัญ : ผลผลิตการประมง ผลผลิตจากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ และการจัดการร่วมแหล่งน้ำ สปป.ลาว

Abstract

The objectives of the study were: 1) to estimate the direct use value and yields of fishery and non-timber forest products (NTFPs) 2) to evaluate the prospect of co-management approach in managing fishery resources of Nong Peu Swamp and community forest in Savannakhet, Lao PDR, Questionnaires were used to collect data by interviewing the respondents who were selected from 400 households of 4 villages, residing around the studied area. The sample size was determined by Yamane, (1973) sampling method. The results showed that total value of fishery products for 400 households was equal to 625,100 baht/year, or in average of 6,251 baht/household/year, calculated from 6,429 kg/year of the surveyed fish yields. Whereas the total value of 6 groups NTFPs and fodder for the sampling households was 2,078,713 baht/year or in average of 20,787.13 baht/household/year, calculated from 31,639 kg/year of 6 groups NTFPs yields. The sum of fishery and NTFPs products provided by Nong Peu Swamp and community forest for the selected households was 31,639 6,429 kg/year with the value of 2,703,813 baht/year. Analysis of the prospect of co-management approach implemented in the study site, the results found that the

average score of the 11 key-conditions for successful co-management is 3.00, while the overall of community's participation in the co-management is 38.50 %. This indicates that the prospect for fishery resource co-management application in this case is at medium level therefore, co-management approach could be adapted to be acceptable on the basic of local contexts and conditions.

Keywords: Fishery Products, Non-timber forest products, Co-management, Lao PDR.

บทนำ

พื้นที่ชุ่มน้ำและป่าที่อยู่ล้อมรอบ เป็นระบบนิเวศที่มีความสมบูรณ์สูงซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมาก ทั้งทำหน้าที่ป้องกันน้ำท่วม เป็นแหล่งธาตุอาหารและมีทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลาย แต่ในปัจจุบันการใช้ประโยชน์ จากทรัพยากรของพื้นที่ชุ่มน้ำและป่าในสปป.ลาว เป็นไปอย่างไม่เหมาะสมและมากเกินไปถึงขั้นทำลาย ทำให้ทรัพยากรป่าไม้เสื่อมโทรมและลดลงอย่างต่อเนื่อง (กระทรวงกลาโหมและป่าไม้,2548)

การขยายพื้นที่ของมหาวิทยาลัย สหพันธ์ประชาชาติ เพื่อรองรับความต้องการในการศึกษาที่เพิ่มขึ้น ตามนโยบายของรัฐบาล ที่ได้สร้างและขยาย สถานที่การศึกษาเพิ่มขึ้นใหม่คือ วิทยาเขตคือหนองผือ ป่าสงวน หนองผือเป็นหนองน้ำสาธารณะและป่าไม้ มีเนื้อที่ทั้งหมด 3,125 ไร่ ที่อยู่ล้อมรอบมหาวิทยาลัย เป็นแหล่งที่มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตของชาวบ้าน ที่ได้เก็บเกี่ยวผลผลิตทางการประมง แหล่งน้ำ และผลผลิตจากป่า เพื่อการดำรงชีวิตมาช้านาน ได้กลายเป็นพื้นที่รองรับชุมชนใหม่ที่เป็นสังคมมหาวิทยาลัยในขณะเดียวกัน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่พื้นที่แห่งนี้ต้องได้รับการบริหารจัดการอย่างเหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงความขัดแย้ง และเกิดการใช้ประโยชน์ร่วมกัน อย่างยั่งยืน

เพื่อรักษาทรัพยากรธรรมชาติที่ยังเหลืออยู่ของพื้นที่หนองผือและป่าที่อยู่รายรอบ จึงจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ในการบริหารจัดการ ได้มีแนวคิดของการบริหารจัดการทรัพยากรสาธารณะแบบใหม่ที่เรียกว่าการจัดการร่วม (Co-management) ที่ได้รับการคาดหวังว่าจะเหมาะสมที่ในการนำมาใช้ในการจัดการทรัพยากรหนองผือในครั้งนี้ หลักการของการจัดการร่วมได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้แทนแนวทางการจัดการประมงจากระดับบนลงล่าง (Top down) แบบเดิม ที่ผ่านมา ซึ่งค่อนข้างจะล้มเหลว แนวคิดนี้ได้ถูกนำมาใช้ใน สปป.ลาว เมื่อปี 1993 และประสบความสำเร็จในการจัดการทรัพยากรน้ำและป่าไม้ในแขวงจำปาสัก โดยมีชุมชนถึง 63 หมู่บ้านเข้าร่วมในการจัดตั้งเขตอนุรักษ์ปลาในแม่น้ำโขงและวิธีการหาปลาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ และการอนุรักษ์ป่าไม้ (Baird,1999)

หลักการของการจัดการร่วมจะเน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่าง รัฐบาลและผู้ใช้ทรัพยากร ด้วยการสร้างฉันทามติ และการจัดสรรบทบาท และความรับผิดชอบในการบริหารให้แต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องแตกต่างกันไป โดยมุ่งให้เกิดกิจกรรมที่สร้างเสริมเศรษฐกิจ ความยุติธรรมในสังคมและความสมดุลของสภาพสิ่งแวดล้อม และลดความขัดแย้งภายใต้เงื่อนไขของการอยู่ดีกินดีของชาวชุมชนและการพัฒนาการอย่างยั่งยืนของชุมชน (Pomeroy and Rivera-Guieb (2006)

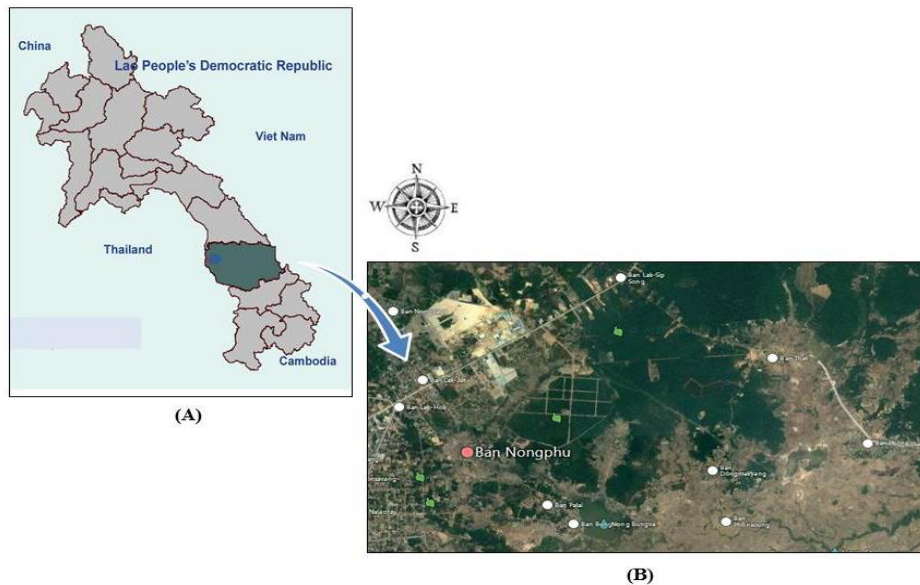
ที่ผ่านมา มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ และการพึ่งพิงป่าของชุมชนท้องถิ่นต่างๆ รวมทั้งศึกษาถึงความตระหนักในการอนุรักษ์ป่าไม้ โดยส่วนใหญ่พบในกรณีของประเทศไทย เช่นในงานศึกษาของ อานนท์ (2551); Yongyut and Pathompong (2007; เจนจิราและสันติ) 2557) และต่อมาได้มีการศึกษาในประเด็นเหล่านี้ของ สปป.ลาว เช่นการศึกษาของคำมม และคณะ(2553); บุญทวี และคณะ(2554); ดาวเวียง และคณะ (2554); คำผ่าน และคณะ (2555) อย่างไรก็ตามยังไม่พบว่ามีการศึกษาที่ประเมินมูลค่าทรัพยากรประมงในแหล่งน้ำสาธารณะ และสถานภาพของการจัดการทรัพยากร แบบการจัดการร่วมในพื้นที่ศึกษามาก่อนทั้ง ๆ ที่แนวคิดนี้ได้ถูกนำมาใช้มาแล้วเกือบ 3 ทศวรรษ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมูลค่าของทรัพยากร

ประมงของแหล่งน้ำหนองผือและผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ที่อยู่รายรอบ เพื่อจะได้เป็นข้อมูลพื้นฐานและประเมินสถานภาพการจัดการร่วมของทรัพยากรสัตว์น้ำของแหล่งน้ำหนองผือในปัจจุบัน

วิธีการวิจัย

สถานที่ศึกษา และการเก็บรวบรวมข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างประชากรในการศึกษาคั้งนี้คือตัวแทนครัวเรือนจาก 4 หมู่บ้านที่ใช้ประโยชน์ทรัพยากร ประกอบไปด้วย บ้าน ดงหมากยาง ดงนาคำ หนองผือ และ บ้านบึงวะ ตั้งอยู่ล้อมรอบมหาวิทยาลัยสะหวันนะเขต จำนวน 4 00ครัวเรือน ดังภาพที่ 1 ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นตัวแทนของครัวเรือนในหมู่บ้านของประชากรในแต่ละบ้าน คำนวณโดยใช้สูตรของ Yamane (Taro Yamane, 1973) ที่ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.0 5



รูปที่ 1. สถานที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา:แขวงสะหวันนะเขต (A) และหมู่บ้านโดยรอบบริเวณหนองผือ (B) สาธารณรัฐประชาชนลาว

ที่มา : [https://en.wikipedia.org/wiki/Savannakhet Province](https://en.wikipedia.org/wiki/Savannakhet_Province)

วิธีการศึกษาเก็บข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสัมภาษณ์ เป็นเครื่องมือหลักในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งดำเนินการในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2559 - มกราคม พ.ศ. 2560 แบบสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ชุด คือชุดที่ 1 การประเมินมูลค่าผลผลิตจากการประมง และผลผลิตจากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ ซึ่งประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับข้อมูลของการจับปลา ปริมาณสัตว์น้ำและการใช้ประโยชน์ และผลิตภัณฑ์จากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ ประเภทต่างๆ การตลาดของผลผลิตที่ศึกษา ส่วนแบบสัมภาษณ์ ชุดที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับสภาพบทบาทของภาครัฐ และประชาชนที่ปรากฏอยู่และปฏิบัติจริงในพื้นที่ และความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนร่วมกับการใช้ประโยชน์และการจัดการทรัพยากรหนองผือทุกฝ่าย โดยใช้กรอบเงื่อนไข ของการร่วมบริหารจัดการทรัพยากร 11 ประการตามแนวทางของ ICLARM (1998); Ostrom (1992) (และ Pinkerton)1989

การประเมินมูลค่าผลผลิต

การประเมินมูลค่าผลผลิตประมง

ผลผลิตและผลิตภัณฑ์ประมงของชาวบ้านที่อยู่รายรอบแหล่งน้ำหนองผือ ที่เป็นที่ยู้งักกันดีในชุมชน ได้แก่ ปลาสด ปลาร้า ปลาสาม กุ้งฝอย และหอยน้ำจืด ฯลฯ การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการประเมินตามราคาตลาด

จากข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ การประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ทางตรงของผลผลิตประมง ใช้สมการของ Barbier *et al.* (1997) คือ

$$NB_i^d = B_i^d - C_i^d \dots\dots\dots (1)$$

- เมื่อ i = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
- NB^d = มูลค่าสุทธิจากผลผลิตประมง (บาท/ครัวเรือน/ปี)
- B^d = มูลค่าทั้งหมดของผลผลิตประมง (บาท/ครัวเรือน/ปี)
- C^d = ต้นทุนของการทำการประมง บาท/ครัวเรือน/ปี ประกอบด้วยค่าเสื่อมราคาของเครื่องมือประมงและเรื่อน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าบำรุงรักษา อุปกรณ์ และเครื่องมือประมง

การประเมินมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ (NTFPs)

ผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ จากป่าล้อมรอบหนองผือ ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 7 ประเภท ได้แก่ เห็ดที่กินได้ หน่อไม้ ฟืน พืชที่เป็นอาหารสัตว์ แมลงกินได้ ไข่มดแดง และพืชสมุนไพร ซึ่งถือว่าการเก็บผลผลิตป่าเหล่านี้ มาใช้ประโยชน์ ทำลายระบบนิเวศน้อยมาก หากเทียบกับการตัดโค่นต้นไม้ การศึกษาในครั้งนี้จะประเมินมูลค่ารวมของผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ ตามวิธีการของ Yongyut and Pathompong (2007) โดยใช้สมการ

$$NTFP'S = \sum_{i=1}^n (Q_i * P_i - C_i) \dots\dots\dots (2)$$

- NTFP = มูลค่ารวมของผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ (บาท)
- Q_i = ปริมาณของผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้
- P_i = ราคาผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ (บาท/หน่วย)
- C_i = ค่าใช้จ่ายสำหรับการเก็บรวบรวมผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ (บาท)
- l = ประเภทของผลผลิต
- n = จำนวนทั้งหมดของผลผลิต

การประเมินมูลค่าของพืชป่าที่เป็นอาหารสัตว์

เนื่องจากพืชป่าที่เป็นอาหารสัตว์เป็นทรัพยากรที่ไม่สามารถ ชั่งน้ำหนัก วัดปริมาณได้โดยตรง การประเมินมูลค่าจึงทำได้โดยการคำนวณโดยทางอ้อม ซึ่งคิดจากมูลค่าสุทธิของสัตว์เลี้ยงในครัวเรือนที่เติบโตจากการกินพืชอาหารสัตว์เหล่านั้น คำนวณจากมูลค่าปัจจุบันของสัตว์ มูลค่านี้จะลบด้วย อัตราดอกเบี้ย 3% และ ค่าอาหารเสริมอื่นๆ รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการฉีควัคซีนป้องกันหรือรักษาโรค ในรอบปีที่ผ่านมา จะนับเป็นมูลค่าเพิ่มที่เป็นผลจากการใช้ประโยชน์จาก พืชอาหารสัตว์ดังกล่าว การคำนวณมูลค่าปัจจุบันของพืชอาหารสัตว์ ใช้สมการดังต่อไปนี้ (Yongyut and Pathompong, 2007)

$$PV = FV / (1 + i)^N \dots\dots\dots (3)$$

- PV = มูลค่าปัจจุบันของ (บาท (ณ วันสุดท้ายของระยะเวลาประเมิน 'n')
- FV = จำนวนเงินเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาประเมิน 'n') บาท
- N = จำนวนของรอบระยะเวลาที่ประเมิน (ปี)
- i = อัตราดอกเบี้ย

หลังจากที่ได้รับมูลค่าปัจจุบัน (PV) แล้วจะสามารถคำนวณ หารายได้ได้ตลอดช่วงเวลาประเมิน n

ด้วยอัตราดอกเบี้ยเดียวกันด้วยการแทนค่า(PV) ในสมการต่อไปนี้

$$PV = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A}{1+i} \right) N \dots\dots\dots(4)$$

PV = มูลค่าปัจจุบันของเงินงวดระยะเวลาประเมิน n (บาท)

N = จำนวนของรอบระยะเวลาประเมิน (ปี)

A = จำนวนเงินรายได้ตลอดช่วงเวลาประเมิน n

ดังนั้น มูลค่าพืชอาหารสัตว์จะเท่ากับมูลค่าของมูลค่าปัจจุบันประเมิน n ลบด้วยค่าใช้จ่ายในการฉีดวัคซีน ป้องกันหรือรักษาโรค และอาหารเสริมอื่นๆ

$$\text{มูลค่าสุทธิของการเลี้ยงต่อเลี้ยง 1 ชนิด} = A) - C_i + C_f(\dots\dots\dots(5)$$

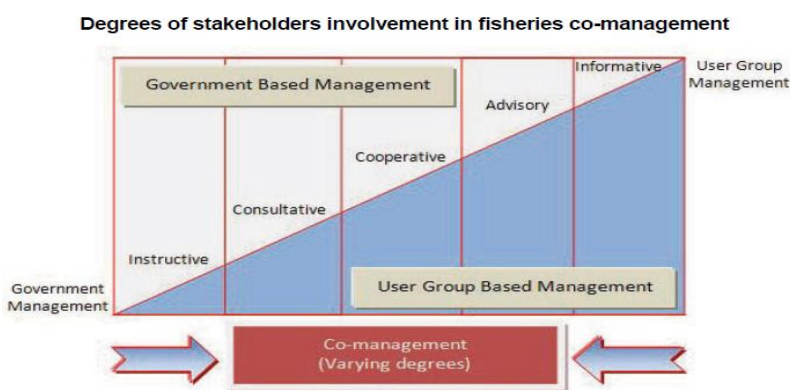
A =รายได้หรือมูลค่าของสัตว์เลี้ยง1 ชนิด ในช่วงเวลาของการเลี้ยงที่ประเมิน) บาท)

C_i =ต้นทุนของการป้องกันรักษาโรคและดูแลสัตว์ (บาท)

C_f =ต้นทุนของอาหารสมทบอื่น ๆ (บาท)

การประเมินสถานภาพของการจัดการร่วมทรัพยากรประมงของพื้นที่ชุ่มน้ำหนองผือ

เงื่อนไขที่จะนำไปสู่ความสำเร็จของการจัดการร่วมนั้น เป็นเงื่อนไขปัจจัยเฉพาะที่ดำรงอยู่ในระบบหรือชุมชนนั้นๆ (Pomeroy et al. 2001) การศึกษานี้ใช้วิธีการประเมินศักยภาพของการจัดการร่วม ตามวิธีการของ ICLARM (1998) (โดยพิจารณาจากเงื่อนไขปัจจัยรวม 11 ประการ) รายละเอียดในตารางที่ 5) ที่ถูกประเมินผลวัดโดยใช้ Likert scale 5 ลำดับจากน้อยไปมาก ตั้งแต่ 1-5 ในระดับของความพอใจในผลสำเร็จในการจัดการร่วมคือ (1)ระดับน้อยมาก (2) ระดับน้อย (3) ระดับปานกลาง สูง(4) และสูงมาก) 5) ตามลำดับ อาศัยการสังเกตสัมภาษณ์ เสนวนากลุ่ม และขอคำปรึกษาแนะนำ จากบุคคลสำคัญในพื้นที่และในสาขาที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ทั้งนี้เกณฑ์การตัดสินความพอใจหรือผลสัมฤทธิ์ของการจัดการร่วมนั้น ใช้วิธีการเปรียบเทียบสภาพที่ปรากฏจริงในพื้นที่กับบทบาทของชุมชนหรือผู้ใช้ทรัพยากรฝ่ายหนึ่ง กับหน่วยงานรัฐอีกฝ่ายหนึ่ง ที่กำหนดประเภทตามระดับสัดส่วนทั้ง 2 ภาคส่วน เป็น 5 ประเภท โดย (Pomeroy and Rivera-Guieb (2006) (ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระบบการจัดการร่วม (Co-management) แสดงระดับสัดส่วนการมีบทบาทของภาครัฐและกลุ่มผู้ใช้ทรัพยากรประมงของชุมชน
ที่มา: Adrianto and Hartoto.(2017)

แนวคิดของการจัดการร่วมทางการประมงอธิบาย ในภาพที่ 2 ด้านซ้ายสุดเป็นการจัดการประมงที่เป็นบทบาทของรัฐเป็นส่วนใหญ่ และด้านขวามือสุด เป็นการจัดการประมงที่กลุ่มผู้ใช้ทรัพยากรมีบทบาทสำคัญ โดยมีเส้นทแยง แสดงสัดส่วนของบทบาทและความรับผิดชอบในการจัดการร่วม ระหว่างรัฐและชุมชนที่แตกต่างกันตามหน้าที่และฉันทามติ (Pomeroy and Rivera-Guieb,2006) ชุมชนหรือผู้ใช้ทรัพยากรประมงจะมีบทบาท และ

ส่วนร่วมในการจัดการประมงในระยะแรกเพียงเล็กน้อย เริ่มจากในฐานะของการรับค่าชี้แนะ และการปรึกษาจากฝ่ายรัฐ แล้วจึงให้การร่วมมือ และเพิ่ม บทบาทมากขึ้น ในฐานะเป็นผู้แนะนำ แล้วการแจ้งให้รัฐบาลทราบตามลำดับ ในขณะที่ตัวบทของรัฐบาลในการจัดการประมงก็จะค่อยๆ ลดลงตามลำดับเป็นสัดส่วนในทิศทางตรงกันข้ามชัดเจนกันและกัน เมื่อการจัดการประมงร่วมกันได้พัฒนาไปถึงจุดสุดท้าย การจัดการร่วมก็จะเป็นไปอย่างสมดุล ณ จุดนี้บทบาทของรัฐบาลในการจัดการประมงจะลดลงเหลือเพียงเป็นที่ปรึกษาทางด้านวิชาการให้แก่ชุมชนเท่านั้น ชุมชนจะทำหน้าที่ใน การจัดการประมงอย่างสมบูรณ์

ดังนั้น ภายใต้หลักการดังกล่าว สาเหตุของปัญหาการเสื่อมโทรมของทรัพยากรประมง 2 ประการคือ ทรัพยากรประมงไม่มีใครเป็นเจ้าของที่ชัดเจน และการทำการจับสัตว์น้ำโดยเสรี จะถูกแก้ไข เมื่อต้นตอของปัญหาได้ถูกขจัดไปแล้ว ทรัพยากรประมงก็จะสามารถฟื้นฟูให้กลับมาสู่สภาพที่อุดมสมบูรณ์ดังที่เคยเป็นมาในอดีตได้ (กังวาลย์, 2541)

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

มูลค่าผลผลิตประมง

มูลค่ารวมของผลผลิตจากการประมงจาก 4 หมู่บ้านแสดงไว้ในตารางที่ 1 ผลประโยชน์สุทธิของการประมง ได้แก่ ปลาสดปลาฆ่า ปลาต้มและสัตว์น้ำอื่นๆ มูลค่าของการผลผลิตและผลิตภัณฑ์ประมง คำนวณตามการวิธีประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์ของ Barbier *et al.*,(1997) ตามสมการที่ 1 ได้มูลค่าการประมงรวมของทุกหมู่บ้านในเขตพื้นที่หนองผือ เท่ากับ 625,100 บาทต่อปี มูลค่าการประมงรายหมู่บ้านสูงสุดคือหมู่บ้านดงหมากยาง 230,790 บาทต่อปี รองลงมาคือหมู่บ้านดงนาคำ 182,920 บาทต่อปี หมู่บ้านหนองผือ 106,890 บาทต่อปี และต่ำสุดคือหมู่บ้านบึงวะ 104,500 บาทต่อปี ตามลำดับ ทั้งนี้มูลค่าดังกล่าวมาจากผลผลิตสัตว์น้ำที่ได้จากการจับเกี่ยวจากบึงหนองผือ ซึ่งคิดเป็นน้ำหนักรวม 6,429 กิโลกรัมต่อปี เมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตสัตว์น้ำที่จับได้เป็นรายหมู่บ้านพบว่า ปริมาณที่จับได้สูงสุดคือ หมู่บ้านดงหมากยาง 2,348 กก.ต่อปี รองลงมาคือหมู่บ้านดงนาคำ 1,857 กก.ต่อปี หมู่บ้านหนองผือ 1,132 กก.ต่อปี และต่ำสุดคือหมู่บ้านบึงวะ 1,092 กก.ต่อปี ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ปริมาณและมูลค่าของผลผลิตที่ได้รับจากการทำประมงของชาวบ้านในพื้นที่ศึกษา

หมู่บ้าน	พื้นที่ (ไร่)	ผลผลิต (กก.)	มูลค่า (บาท)	มูลค่า (บาท/ไร่)	มูลค่า (บาท/ไร่)
1	100	1,857	18.57	182,920	1,829.20
2	100	2,348	23.48	230,790	2,307.90
3	100	1,092	10.92	104,500	1,045.00
4	100	1,132	11.32	106,890	1,068.90
รวม	400	6,429	64.29	625,100	6,251.00

มูลค่ารวมของการประมงจาก 4 หมู่บ้านเป็นจำนวนเงิน 625,100 บาทต่อปีนี้ เป็นการประเมินมูลค่าผลิตภัณฑ์ประมง จากการใช้ประโยชน์ของคนในท้องถิ่นหรือการจับสัตว์น้ำระดับครัวเรือน ไม่รวมถึงผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำเชิงพาณิชย์ที่นำเข้ามาจากภายนอกชุมชน

จากผลการสำรวจพบว่าประชากรส่วนใหญ่ในพื้นที่ 4 หมู่บ้าน มีครอบครัวที่การทำประมง เป็นอาชีพสำรองถึงร้อยละ 90 รายได้รวมสูงสุดจากการประมงของครอบครัว ในบางหมู่บ้านมีมากถึง 70,890 บาทต่อปี ชาวบ้านจะใช้เวลาส่วนใหญ่ทำการจับปลาตามฤดูกาล คือช่วงฤดูฝน สัตว์น้ำที่จับได้มีหลากหลายชนิด ที่เป็นที่ยิยมของตลาดมี 9 ชนิดประกอบไปด้วย ปลานิล ปลาตะเพียน ปลากด ปลาชิว ปลาสลิติ ปลาไหลนา ปลาหลด กุ้งฝอย และหอยต่างๆ

มูลค่าของผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้

มูลค่ารวมของผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ ที่ได้จากพื้นที่ศึกษาบริเวณป่ารอบๆหนองผือ ในของแต่ละกลุ่มซึ่งได้แก่ มูลค่ารวมของเห็ดที่กินได้ หน่อไม้ ฟืน พืชที่เป็นอาหารสัตว์ แมลงกินได้ ไข่มดแดง และพืชสมุนไพร ได้สรุปและแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณของผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ 6 ประเภท (ยกเว้นพืชป่าที่เป็นอาหารสัตว์*)

ลำดับ	ชื่อหมู่บ้าน	จำนวนครัวเรือน	เห็ดที่กินได้ (กก./ปี)	หน่อไม้ (กก./ปี)	ไม้ฟืน (กก./ปี)	แมลงที่กินได้ (กก./ปี)	ไข่มดแดง (กก./ปี)	พืชสมุนไพร (กก./ปี)	รวมผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ (กก./ปี)
1	ดงนาค่า	100	2,050	2,404	118	2,992	510	1,244	9,318
2	ดงหมากยาง	100	952	1,029	80	466	493	2,808	5,828
3	บึงวะ	100	1,085	692	105	3,060	476	1,469	6,887
4	หนองผือ	100	2,019	1,726	53	2,106	255	3,447	9,606
รวมทั้งหมด		400	6,106	5,851	384	8,624	1,734	8,968	31,639

หมายเหตุ: * พืชป่าที่เป็นอาหารสัตว์ใช้วิธีประเมินมูลค่าสุทธิของสัตว์เลี้ยงในครัวเรือนที่เติบโตจากการกินพืชอาหารสัตว์เหล่านั้น

ตามตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาปริมาณผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ เป็นรายหมู่บ้านพบว่า หมู่บ้านที่เก็บเกี่ยวของป่าเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุดคือ หมู่บ้านหนองผือ 9,606 กก.ต่อปี รองลงมาคือหมู่บ้านดงนาค่า 9,138 กก.ต่อปี หมู่บ้านบึงวะ 6,887 กก.ต่อปี และต่ำสุดคือหมู่บ้านดงหมากยาง 5,828 กก.ต่อปี ตามลำดับ

รวมปริมาณของผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ ยกเว้นพืชป่าที่เป็นอาหารสัตว์ จากครัวเรือนตัวอย่างทุกหมู่บ้านเท่ากับ 31,639 กก./ปี และคิดเป็นมูลค่าโดยรวมพืชป่าที่เป็นอาหารสัตว์เป็นเงิน 2,078,713 บาท/ปี ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณสูงสุดคือ พืชสมุนไพร แมลงที่กินได้ เห็ดที่กินได้ หน่อไม้ ไข่มดแดงและไม้ฟืน ซึ่งคิดเป็นน้ำหนักรวมเท่ากับ 8,968, 8,624, 6,016, 5,851, 1,734 และ 384 กก./ปี ตามลำดับ (ตารางที่3)

ตารางที่ 3 มูลค่าของผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ ในพื้นที่ศึกษาป่าบริเวณรอบๆ หนองผือ

ลำดับ	ชื่อหมู่บ้าน	จำนวนครัวเรือน	เห็ดที่กินได้ (บาท/ปี)	หน่อไม้ (บาท/ปี)	ไม้ฟืน (บาท/ปี)	แมลงที่กินได้ (บาท/ปี)	ไข่มดแดง (บาท/ปี)	พืชสมุนไพร (บาท/ปี)	พืชอาหารสัตว์ (บาท/ปี)	รวมมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ (บาท/ปี)
1	ดงนาค่า	100	161,800	51,500	54,413	108,435	51,000	65,230	85,000	577,378
2	ดงหมากยาง	100	70,450	25,200	67,848	109,505	49,300	65,230	70,000	457,533
3	บึงวะ	100	102,400	15,820	78,405	129,410	47,600	134,730	82,000	590,365
4	หนองผือ	100	132,150	38,300	19,922	99,230	25,500	78,335	60,000	453,437
รวมทั้งหมด		400	466,800	130,820	220,588	446,580	173,400	343,525	297,000	2,078,713

หมายเหตุ: มูลค่ารวม ใน 400 ครัวเรือนของ 4 หมู่บ้าน

เมื่อประเมินเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงสุดและรองลงไปตามลำดับ คือเห็ดที่กินได้แมลงที่กินได้ พืชสมุนไพร พืชอาหารสัตว์ ไม้ฟืน ไข่มดแดง และหน่อไม้ ซึ่งคิดจํานวนเป็นเงิน 466,800, 446,580, 343,525, 297,000, 220,588, 173,400 และ 130,820บาท/ปี ตามลำดับ (ตารางที่4)

ตารางที่ 4 มูลค่าของผลิตภัณฑ์ประมงและผลิตภัณฑ์จากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ของ 4 หมู่บ้านในพื้นที่ศึกษา

หมู่บ้าน	มูลค่าผลิตภัณฑ์ประมง (บาทต่อปี)	มูลค่าผลิตภัณฑ์จากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ (บาทต่อปี)	มูลค่ารวม (บาทต่อปี)
1	100	182,920	577,378
2	100	230,790	457,533
3	100	104,500	590,365
4	100	106,890	453,437
รวม	400	625,100	2,078,713

มูลค่ารวมของผลิตภัณฑ์ประมงและผลิตภัณฑ์จากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้

ตามตารางที่ 4 มูลค่ารวมของผลิตภัณฑ์จากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ ซึ่งเก็บเกี่ยวจากป่ารอบๆ หนองผือ ตลอดปีของ 400 ครัวเรือนมีมูลค่า 2,078,713 บาทต่อปี และมูลค่ารวมของผลิตภัณฑ์ประมงทำการจับจากบึง หนองผือ มีมูลค่าเป็นเงิน 625,100 บาทต่อปี มูลค่ารวมของผลิตภัณฑ์ประมงและผลิตภัณฑ์จากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้มีมูลค่าประมาณ 2,703,813 บาทต่อปี

ผลการประเมินสถานการณ์ของการจัดการร่วมทรัพยากรประมงในพื้นที่ชุ่มน้ำหนองผือ

ผลการประเมินเงื่อนไขปัจจัยที่เป็นตัวชี้วัดความสถานการณ์และโอกาสของการจัดการร่วมทรัพยากรประมง ของแหล่งน้ำหนองผือ จำนวน 11 เงื่อนไข ตามหลักการที่กล่าวมาแล้ว พบว่าผลรวมคะแนนทุกเงื่อนไข เท่ากับ 33 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 5 โดยได้คะแนนเฉลี่ยตาม Likert scale อยู่ที่ระดับ 3.00 ซึ่งหมายความว่า สถานภาพหรือผลสัมฤทธิ์ของการจัดการร่วมระหว่างชุมชนผู้ใช้ทรัพยากรประมงกับภาครัฐ ที่ผ่านมาอยู่ในระดับ ปานกลาง ลักษณะเด่นที่สุดที่ปรากฏหรือดำรงอยู่ในบริบทของชุมชนรอบๆ แหล่งน้ำหนองผือ คือเงื่อนไขที่ 3 ที่พบว่า ชุมชนมีความเป็นหนึ่งเดียวกันในแง่ของเครือข่ายที่เชื่อชาติศาสนาอุดมการณ์ท้องถิ่น มีประเพณีและความเชื่อ ความเข้าใจที่ตรงกันในการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ ได้รับค่าคะแนนเท่ากับ 5.00 แสดงถึงความเป็นเอกภาพของ ชุมชนที่มีศักยภาพสูง ในการที่จะผลักดันโครงการหรือนโยบายสาธารณะที่เป็นประชาชาติ ให้บรรลุเป้าหมายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุมชนมีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติหน้าที่และยังตระหนักถึงความจำเป็นในการเฝ้าระวังทรัพยากร

เงื่อนไขที่ได้รับค่าคะแนนในระดับต่ำที่สุดเท่ากับ 2.00 คือ ความคุ้มค่าของการลงทุน ในที่นี้หมายถึงผลดี ที่พึงจะได้จากแนวทางการจัดการร่วมนี้ พบว่า ความคาดหวังของผู้ใช้ทรัพยากรประมงต่อผลประโยชน์ที่ได้ จากการมีส่วนร่วมและการปฏิบัติตามแนวทางการจัดการร่วมจะคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่นั้น ยังไม่มีความชัดเจน เช่นเดียวกับ การกระจายอำนาจและการมอบอำนาจจากภาครัฐสู่กลุ่มผู้ใช้ทรัพยากรของชุมชน ก็เป็นอีกเงื่อนไขที่ ได้รับค่าคะแนน 2.00 ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ถึงแม้รัฐบาลจะได้กำหนดกรอบและนโยบายหรือกฎหมายแล้วอย่างเป็นทางการ แต่การกระจายอำนาจการบริหารของหน้าที่ ให้กับท้องถิ่น ยังไม่สามารถสร้างความเข้าใจ กับชุมชนได้อย่างชัดเจนทั้งบทบาทและการตรวจติดตามผล

เงื่อนไขปัจจัยอื่นๆที่ใช้เป็นตัวชี้วัดการจัดการร่วมที่เหลืออีก 8 เงื่อนไขได้แก่ การกำหนดขอบเขต และ กำหนดความเป็นสมาชิกหรือสมาชิกภาพ สภาพปัจจุบันขององค์กรในพื้นที่ การมีส่วนร่วมโดยผู้ที่ได้รับผลกระทบ การบังคับใช้กฎระเบียบของการจัดการ สิทธิตามกฎหมายในการจัดระเบียบ ความร่วมมือและภาวะ ความเป็นผู้นำ ในระดับชุมชน พบว่าปรากฏการณ์ที่เกิดในพื้นที่ของเงื่อนไขปัจจัยเหล่านี้ถูกประเมินผล ได้ค่าคะแนนเท่ากับ 3.00 ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง ชี้ให้เห็นว่าแนวทางการจัดการร่วม มีโอกาสที่พัฒนาให้ดีขึ้นและประสบความสำเร็จ นำไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนได้ แต่ยังมีข้อจำกัดที่ต้องกระตุ้นให้ชุมชนมีความเข้าใจ และเติมเต็มภารกิจ การมีส่วนร่วมของตัวเองให้สมบูรณ์ บนพื้นฐานบริบทของชุมชน โดยปรับปรุงกฎระเบียบให้สมาชิกกลุ่มได้เห็น

ถึงผลประโยชน์ และความคุ้มค่า ที่ได้จากการมีส่วนร่วม รวมทั้งให้มีการกระจายอำนาจและถ่ายโอนอำนาจอย่างเป็นทางการและเหมาะสม บนพื้นฐานของการมีส่วนร่วมอย่างเป็นฉันทามติ ตามหลักของการจัดการร่วม (Co-management) และใช้ประโยชน์จากความเป็นเอกภาพของชุมชนที่มีศักยภาพสูง เพื่อผลักดันโครงการหรือนโยบายให้บรรลุเป้าหมาย เพราะว่าชุมชนรอบๆแหล่งน้ำหนองผือ มีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติหน้าที่ และยังตระหนักดีถึงความจำเป็นในการเฝ้าระวังทรัพยากรสาธารณะ

ตารางที่ 5 เงื่อนไขปัจจัยที่ใช้ประเมินศักยภาพของการจัดการร่วมของทรัพยากรประมง ของแหล่งน้ำหนองผือ

ลำดับ	ข้อเงื่อนไข ที่ประเมิน	สภาพที่ปรากฏในพื้นที่	ผลการประเมิน
1	มีการกำหนดขอบเขต ไร่ อย่างชัดเจน	มีขอบเขตทางกายภาพเพื่อให้กลุ่มชาวประมงสามารถได้รับข้อมูลความรู้ชัดเจน ซึ่งเป็นขอบเขตที่ถูกกำหนด และเห็นขอบเขตร่วมกันอย่างตามธรรมชาติ	3.00
2	มีการกำหนดความเป็นสมาชิกหรือสมาชิกภาพ ที่ชัดเจน	ชาวประมงแต่ละคนมีสิทธิที่จะจับปลาในขอบเขตที่กำหนดและมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพื้นที่	3.00
3	ความเป็นเอกภาพของกลุ่ม	มีความเป็นหนึ่งเดียวกันในแง่ของเครือญาติเชื้อชาติศาสนาอุดมการณ์ท้องถิ่น ประเพณีและความเชื่อ มีความเข้าใจที่ตรงกันในการแก้ปัญหาและผลลัพธ์	5.00
4	สภาพปัจจุบันขององค์กรในพื้นที่	การที่ชาวประมงหรือผู้จับสัตว์น้ำ เคยมีประสบการณ์ทั้งแบบดั้งเดิม และการร่วมจัดการปัจจุบัน	3.00
5	ความคุ้มค่าของการลงทุน	ความคาดหวังของสมาชิกกลุ่มต่อผลประโยชน์ที่ได้จากการมีส่วนร่วมและการปฏิบัติตามแนวทางการจัดการร่วมจะคุ้มค่าต่อการลงทุน ยังไม่เป็นประเด็นที่ชัดเจน	2.00
6	การมีส่วนร่วมโดยผู้ที่ได้รับผลกระทบ	ประชาชนส่วนใหญ่ที่ได้รับผลกระทบจากการปรับเปลี่ยนเข้าสู่ วิธีการจัดการร่วม ได้ถูกรวมอยู่ในกลุ่มที่มีบทบาท ในการดำเนินการ	3.00
7	การบังคับใช้ กฎระเบียบของการจัดการ	กฎการจัดการค่อนข้างเรียบง่ายจึงเข้าใจได้ง่าย โดยชุมชน	3.00
8	สิทธิตามกฎหมายในการจัดระเบียบ	กลุ่มหรือองค์กรชาวประมงยังไม่มีสิทธิตามกฎหมาย ที่จะดำเนินการในส่วนที่เป็นความต้องการของกลุ่ม ทั้งๆที่ในทางปฏิบัติ กลุ่มชาวประมง ก็ได้มีการดำเนินการไปบ้าง ถึงแม้ว่ารัฐจะยังไม่กำหนดอำนาจ และความรับผิดชอบให้ท้องถิ่นอย่างเป็นทางการ แต่ก็ให้การสนับสนุนบางส่วนสำหรับ ชุมชนรอบๆหนองผือ	3.00
9	ความร่วมมือและภาวะความเป็นผู้นำในระดับชุมชน	พบว่าชาวประมงมีแรงจูงใจและความตั้งใจที่จะมีส่วนร่วมในด้าน การกำหนดและงบประมาณ ในการจัดการร่วมทางประมง โดยมีบุคคล หรือกลุ่มบุคคลที่มาร่วมรับผิดชอบ และเป็นผู้นำ ในบางส่วนของกระบวนการจัดการ	3.00
10	การกระจายอำนาจและการมอบอำนาจ	รัฐบาลได้กำหนดนโยบายหรือกฎหมาย การกระจายอำนาจการบริหารของหน้าที่ อย่างเป็นทางการ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการมอบอำนาจดังกล่าว ให้กับองค์กรท้องถิ่น	2.00
11	การประสานงานระหว่างรัฐบาลและชุมชน	โครงการก่อตั้งของหน่วยงานที่จะประสานงานร่วมกับชุมชนในเขต หนองผือ กำลังถูกเสนอโดยรัฐบาล หน่วยงานนี้จะตรวจสอบติดตามการจัดการและแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบังคับใช้กฎหมายในท้องถิ่น	3.00
	คะแนนรวม		33.00
	คะแนนเฉลี่ย		3.00

หมายเหตุ: มูลค่ารวม ใน 400 คร่าวเรือนของ 4 หมู่บ้าน
 ค่าคะแนนของ Likert (1) : ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (2) ไม่เห็นด้วย (3) เป็นกลาง (4) เห็นด้วยและ (5) เห็นด้วยมาก

ตารางที่ 6 ผลการประเมินศักยภาพของการจัดการร่วมของทรัพยากรประมง ของแหล่งน้ำหนองผือ ตามเงื่อนไข ปัจจัยที่ใช้ประเมินของ Pomeroy & Berkes (1997)

การมีส่วนร่วมในการจัดการผลผลิตป่าไม้และการประมง	ผลการประเมินตาม Likert scale	ระดับของการมีส่วนร่วม
ขอบเขตกำหนดไว้อย่างชัดเจน	3.00	ปานกลาง
สมาชิกจะกำหนดไว้อย่างชัดเจน	3.00	ปานกลาง
ความเป็นเอกภาพของกลุ่ม	5.00	ดีมาก
สภาพปัจจุบันขององค์กรที่มีอยู่ในพื้นที่	3.00	ปานกลาง
ความคุ้มค่าของการลงทุน	2.00	ปานกลาง
การมีส่วนร่วมโดยผู้ที่ได้รับผลกระทบ	3.00	ปานกลาง
การบังคับใช้กฎระเบียบของการจัดการ	3.00	ปานกลาง
สิทธิตามกฎหมายในการจัดระเบียบ	3.00	ปานกลาง
ความร่วมมือและภาวะความเป็นผู้นำในระดับชุมชน	3.00	ปานกลาง
การกระจายอำนาจและการมอบอำนาจ	2.00	น้อย
การประสานงานระหว่างรัฐบาลและชุมชน	3.00	ปานกลาง
คะแนนรวม	33.00	
คะแนนเฉลี่ย	3.00	ปานกลาง

หมายเหตุ: ขนาด Likert :1, 2, 3, 4 และ 5

(1)ไม่ดีมากๆ ; (2) ไม่ดี (3) เป็นกลาง (4) ที่ดีและ (5) ดีมาก

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าภาพรวมของการจัดการทรัพยากรประมงแหล่งน้ำหนองผือ จะมีศักยภาพอยู่ในระดับปานกลางดังผลการประเมินในตารางที่ 6 แต่การประเมินผลการปฏิบัติจริงในพื้นที่ของผู้เกี่ยวข้องทั้ง 2 ภาคส่วน ที่ดำเนินไปตามบทบาทและหน้าที่ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ ก็เป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยให้เห็นได้ว่าแต่ละฝ่ายมีส่วนที่ต้องปรับปรุง หรือแก้ไขอย่างไร จึงจะบรรลุผลประโยชน์และความยั่งยืน การศึกษาครั้งนี้ได้ประเมินสัดส่วนของการปฏิบัติหน้าที่ที่หรือแสดงบทบาทของตัวเอง ทั้งของรัฐและประชาชนผู้ใช้ทรัพยากรประมง โดยเทียบเคียงกับแนวคิดหลักของการจัดการร่วมด้านการประมง 5 ประการ ของ Pomeroy and Rivera-Guieb, (2006) และสรุปผลรายละเอียดในตารางที่ 7 และภาพที่ 3

การมีส่วนร่วมของประชาชนผู้จับสัตว์น้ำในแหล่งน้ำหนองผือ ในตารางที่ 7 และภาพที่ 3 (A) พบว่าประชาชนในชุมชนศึกษามีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรประมง โดยเฉลี่ยจาก 5 บทบาท ได้สัดส่วนร้อยละ 38.50 ต่ำกว่าเกณฑ์ ของ Pomeroy and Rivera-Guieb, (2006) ที่ควรจะอยู่ที่ระดับร้อยละ 50 ตามภาพที่ 3 (B) ประชาชนแสดงบทบาทในการดำเนินการและแจ้งให้รัฐทราบร้อยละ 62.50 และในฐานะเป็นผู้หรือข้อมูลเสนอแนะต่อรัฐร้อยละ 59.60 การให้ความร่วมมือและรับผิดชอบร้อยละ 44.93 ค่าปรึกษากับรัฐ 25.50 ส่วนบทบาทที่ให้ข้อชี้แนะเกี่ยวกับกฎหมายระเบียบและนโยบายที่ต้องปฏิบัติตามนั้น ประชาชนผู้จับสัตว์น้ำในพื้นที่มีส่วนร่วมน้อยมาก

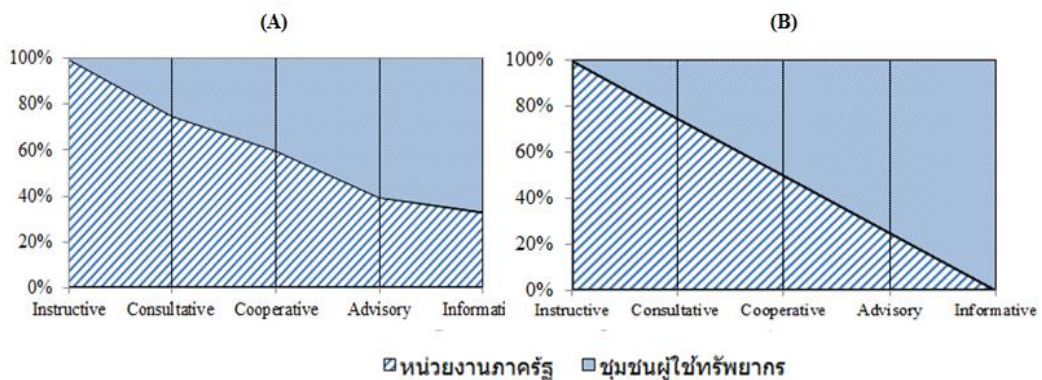
ปัญหาและอุปสรรคในการมีส่วนร่วมจัดการสัตว์น้ำในแหล่งน้ำหนองผือ คือผู้ใช้ทรัพยากร ในชุมชนมีเวลาเข้าร่วมกิจกรรมน้อย เช่น การประชุม อบรมความรู้เกี่ยวกับการทำการประมงที่ถูกกฎหมาย ส่วนข้อเสนอแนะจาก

ชุมชนได้แก่ ควรส่งเสริมให้มีการนำพันธุ์ปลาามาปล่อยเสริม เพราะมูลค่าของการใช้ประโยชน์ทรัพยากรสัตว์น้ำ คิดเป็น 30%ของมูลค่า ทรัพยากรทั้งหมด กฎระเบียบต่างๆ ควรจะมีความยืดหยุ่น สามารถแก้ไขได้ตามการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและ สภาพแวดล้อม รัฐบาลท้องถิ่นสนับสนุนกระบวนการจัดการร่วมและสนับสนุนและ ส่งเสริมอย่างเต็มที่

ตารางที่ 7 ผลการประเมินบทบาทหน้าที่และการมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรประมงในแหล่งน้ำหนองผือ ของรัฐกับชุมชนผู้ใช้ทรัพยากร

ระดับการประเมิน	ระดับการประเมิน	
	หน่วยงานภาครัฐ	ชุมชนผู้ใช้ทรัพยากร
1. ๑ (Instructive)	3	0
2. ๒ (Consultative)	3	1
3. ๓ (Cooperative)	3	2
4. ๔ (Advisory)	2	3
5. ๕ (Informative)	1	2

(1) ระดับน้อยมาก (2) ระดับน้อย (3) ระดับปานกลาง (4) สูง และ (5) สูงมาก



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบสัดส่วนของบทบาทการมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรประมง ของ แหล่งน้ำหนองผือ (A) กับเกณฑ์ตามหลักการของ Pomeroy and Rivera Guieb,(2006) (B)

สรุปและวิจารณ์

พื้นที่ป่าไม้และแหล่งน้ำหนองผือ เป็นทรัพยากรสาธารณะที่เอื้อประโยชน์ ต่อวิถีชีวิตของชุมชน อย่างเห็นได้ชัด โดยให้ผลผลิตสัตว์น้ำ เป็นปริมาณ อย่างน้อย 6,429 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นมูลค่าเป็นจำนวนเงิน ไม่ต่ำกว่า 625,100 บาทต่อปี ผลผลิตป่าไม้ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ 31,639 กก./ปี คิดเป็นมูลค่า เป็นเงิน ไม่ต่ำกว่า 2,078,713 บาท/ปี รวมมูลค่าทรัพยากรทั้ง 2 ประเภท สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ ไม่ต่ำกว่าปีละ 2,703,813 บาท

ข้อมูลที่พบจากงานวิจัยศึกษาครั้งนี้ ถึงแม้ว่าจะเป็นเพียงข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง เท่านั้นไม่ใช่มูลค่าและ ปริมาณทั้งหมด แต่ก็สะท้อนให้เห็นว่า คุณค่าของป่าและแหล่งน้ำแห่งนี้มีประโยชน์และ สมควรที่จะได้รับการรักษา ไว้อย่างยิ่ง ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนจัดการทรัพยากรเหล่านี้ ให้เกิด ประโยชน์สูงสุดและยั่งยืน รวมทั้งขจัดความขัดแย้งได้

แหล่งน้ำหนองผือเป็นแหล่งน้ำสาธารณะขนาดเล็กที่มีการใช้ประโยชน์โดยเสรีของชุมชน สถานภาพของ การจัดการร่วมทรัพยากรประมงนั้น แม้ว่าจะพบว่ายังอยู่ในระดับปานกลาง แต่ก็มีความเป็นไปได้ที่บรรลุผลสำเร็จ ถ้าการดำเนินงานสอดคล้องกับเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่นสังคมและสภาพแวดล้อม การจัดการร่วมของ ทรัพยากรน้ำเป็นวิธีการที่คุ้มค่า เพราะมีค่าใช้จ่ายต่ำเมื่อเทียบกับการจัดการวิธีอื่น เนื่องภารกิจส่วนใหญ่เน้น

ชาวบ้านทำด้วยตัวเอง ทั้งยังสามารถเพิ่มผลผลิตปลา เพิ่มอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการในครัวเรือน สร้างความสามัคคีในชุมชนและลดความยากจนพื้นที่ในชนบท อย่างไรก็ตามยังมีประเด็นที่ภาครัฐสนับสนุนคือ การหาทางเพิ่มมูลค่าผลผลิตการประมงของชุมชน ให้มากขึ้นเช่นการปรับปรุงทางการตลาด จึงจะสร้างแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมที่ดีขึ้น

นอกจากโครงการจัดการร่วมของทรัพยากรน้ำที่เมืองโขงแขวงจำปาสัก ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นตัวอย่างของโครงการที่ประสบความสำเร็จและมีความเหมาะสม (Chomchanta *et al.*, (2000) แล้ว ยังมีตัวอย่างที่ดีอื่นๆ เช่นการจัดการร่วมในชุมชนประมงน้ำจืดในแม่น้ำน่าน ทางภาคเหนือของประเทศไทย (Hogan, (1997และการบริหารจัดการร่วมทรัพยากรประมงของจังหวัด Stung Treng และจังหวัด Kratie ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศกัมพูชา ที่แก้ไขปัญหาการประมงที่ผิดกฎหมาย และประสบความสำเร็จโดยใช้เวลาไม่ถึง 2 ปี) Baird, 2000 (ฉะนั้นการประเมินมูลค่า ของผลผลิตจากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ ผลผลิตการประมง และการประเมินสถานภาพของการจัดการแบบจัดการร่วมทรัพยากรประมงในแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่หนองผือ จึงสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาของรัฐบาล และสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆเกี่ยวกับการจัดการแบบมีส่วนร่วมในพื้นที่ใกล้เคียงและพื้นที่อื่นๆต่อไป

คำนิยาม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานความร่วมมือเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศ (Thailand International Cooperation Agency: TICA) กระทรวงการต่างประเทศ ที่ให้ ทุนสนับสนุนผู้วิจัยตลอดช่วงระยะเวลาการศึกษา 2 ปี (2559-2560) ขอขอบคุณคุณอาจารย์ สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และมหาวิทยาลัยสະหวันนะเขต สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

เอกสารอ้างอิง

- กังวาลย์ จันทรโชติ. 2541. **การจัดการประมงโดย ชุมชน**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- กระทรวงกสิกรรมและป่าไม้. 2548. **ยุทธศาสตร์ป่าไม้ ถึงปี ค.ศ. 2020** ของ สปป ลาว. นครหลวงเวียงจันทน์. (ภาษาลาว)
- คำผ่าน สีลาวี นิตยา เมี้ยนมิตร พสุธา สุนทรห้าว. 2555. **การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการป่าผลิตเล้างามจังหวัดสกละวัน สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว**.วารสารวนศาสตร์ 31 (2) : 63-71 (2555)
- คำมณ สุตตะกร มณฑล จำริญพฤกษ์มณฑล จำริญพฤกษ์และ วุฒิพล หัวเมืองแก้ว. 2553. **การจัดการและการใช้ประโยชน์ไม้ไผ่ธรรมชาติ: กรณีศึกษาพื้นที่ป่าสาธิต และต้นแบบของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว** วารสารวนศาสตร์ 29 (1) : 26-32 (2553)
- เจนจิรา พวงมาลี และ สันติ สุขสะอาด. 2557. **มูลค่าการใช้ประโยชน์ของป่า ในป่าชุมชนบ้านเขาเขียว ตำบลหัวเขา อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี**.วารสารวนศาสตร์ 33 (1) : 76-84 (2557)
- ดาวเวียง สิทธิราช ทิพรัตน์ พงศ์ธนาพาณิชย์ และนุชนาถ มั่งคั่ง. 2554. **การใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนหมู่บ้านหลัก 32.เมืองไซ แขวงอุดมไซ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว** วารสารวนศาสตร์ 30 (3) : 43-53 (2554)
- บุญทวี ดวงโพธิ์ศรี มณฑล จำริญพฤกษ์และ ดร.ชนันท์ เอ็มพันธ์. 2554. **การประเมินแบบมีส่วนร่วมด้านศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงนิเวศบริเวณ ป่าสงวนแห่งชาติภูเขาควาย: กรณีศึกษาบ้านหาดไคร้ เมืองท่าพระ บาทแขวงบริคำไซ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว**.วารสารวนศาสตร์ 30(2):48-59 (2554)
- อานนท์ ยอดญาติไทย. 2551. **การใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สา อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- Adrianto Luky and Hartoto Dede. 2017. **Introduction to fisheries co-management. Module 1: Fundamentals of fisheries co-management in Indonesia.** 22 p.
www.fao.org/tempref/docrep/fao/ Co-management. (2/07/2017).
- Barbier, E.B., M. Acreman, and D. Knowler. 1997. **Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners.** Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.
- Baird, I.G. 1999. **The Co-Management of Mekong River Inland Aquatic Resources in Southern Lao PDR.** Paper presented at the International Workshop on Co-Management, 23-28 August 1999, Penang, Malaysia, 43 p.
- Baird, I.G. 2000. **Integrating Community-Based Fisheries Co-Management and Protected Areas Management in Lao PDR: Opportunities for Advancement and Obstacles to Implementation** 3-5p
- Chomchanta, P., P. Vongphasouk, S. Chanrya, C. Soulignavong, B. Saadsy and T.J. Warren. 2000. **A Preliminary Assessment of Mekong Fishery Conservation Zones in the Siphandone Area of Southern Lao PDR and Recommendations for Further Evaluation and Monitoring.** Final Report. Prepared for The Living Aquatic Resources and Research Centre (LARReC), Vientiane, Lao PDR, 32 p.
- Funge-Smith, S. J. 2000. **Provincial Aquaculture Development Project.** End of Assignment Report December 2000. 47 pp.
- Hogan, Z. 1997. **Aquatic conservation zones: Community management of rivers and fisheries.** *Watershed*, TERRA, Bangkok, 3(2): 29-33.
- ICLARM (International Centre for Living Aquatic Resources Management) and IFM (Institute of Fisheries Management and Coastal Community Development). 1998. **Analysis of co-management arrangements in fisheries and related coastal resources: a research framework.** Retrieved from <http://www.co-management.org/download/wp1.pdf>
- Ostrom, E. 1992. **Crafting Institutions for Self-governing Irrigation Systems.** Institute for Contemporary Studies Press, San Francisco, USA.
- Pinkerton, E. Editor. 1989. **Cooperative Management of Local Fisheries.** University of British Columbia Press, Vancouver, Canada.
- Pomeroy, R., B. Katon and I. Harkes. 2001. **Conditions affecting the success of fisheries co-management: lessons from Asia.** *Marine Policy* 25, 208-197 p.
- Pomeroy R.S and Rivera-Guieb S, 2006. **Fishery co-management: a practical handbook.** CAB International in association with the International Development Research Centre. 264 p.
- Yamane, Taro. 1973. **Statistics: An Introductory Analysis.** Third edition. New York : Harper and Row Publication.
- Yongyut Khonchantet and Pathompong Sanguanwong. 2007. **Valuation of fishery and non timber forest products of seasonally flooded forest in The Lower Songkhram River Basin,** Nakhon Phanom, 128 p.

การประเมินสายพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ทนร้อนในสภาพโรงเรือน

Evaluation of a Heat Tolerance Cherry Tomato (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) lines in Greenhouse

บุญส่ง เอกพงษ์*¹

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*Email : boonsong.e@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินสายพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ในสภาพโรงเรือน จำนวน 13 สายพันธุ์ ได้แก่ CHTUB01 CHTUB02 CHTUB03 CHTUB04 CHTUB05 CHTUB06 CHTUB07 CHTUB08 CHTUB09 CHUB10 CHUB11 CHUB 12 และ CHT) 154(control) ณ สำนักงานไร่ฝึก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างเดือนสิงหาคม – พฤศจิกายน 2560 โดยการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 13 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ โดยปลูกมะเขือเทศในกระถางขนาด 12 นิ้ว ให้น้ำผ่านระบบน้ำหยด ผลการทดลองพบว่า พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือพันธุ์ CHT 154 ให้ผลผลิตเท่ากับ 645.80 กรัม/ต้น รองลงมาคือ สายพันธุ์ CHTUB03, CHTUB 11 และ CHTUB 12 ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 159.10– 158.30 กรัม/ต้น ในด้านของคุณภาพ พบว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ UBU ทั้ง 12 สายพันธุ์ ให้คุณภาพความแน่นเนื้อเทียบเท่ากับพันธุ์เปรียบเทียบ แต่ให้ความหวานที่สูงกว่า อย่างไรก็ตาม มะเขือเทศเชอร์รี่สายพันธุ์ CHTUB03 CHTUB 11 และ CHTUB 12 ซึ่งแม้จะไม่ได้ให้ผลผลิตสูงสุด แต่พันธุ์ดังกล่าวมีคุณภาพในเรื่องความหวานที่ดีกว่าพันธุ์ CHT154 ดังนั้น มะเขือเทศเชอร์รี่สายพันธุ์ CHTUB03, CHTUB 11 และ CHTUB 12 จึงเหมาะสมนำไปใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ให้มีผลผลิตสูงและมีคุณภาพที่ดีต่อไป

คำสำคัญ: มะเขือเทศ ปรับปรุงพันธุ์ องศาบริกซ์

Abstract

The aim of this research was conducted to evaluate 13 heat-tolerant cherry tomato lines in greenhouse during August-November 2017 at Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani province. Thirteen lines cherry tomato of CHTUB01 CHTUB02 CHTUB03 CHTUB04 CHTUB05 CHTUB06 CHTUB07 CHTUB08 CHTUB09 CHUB10 CHUB11 CHUB 12 and CHT) 154(control) were grown in Completely Randomized Design with 3 replications. Plants were planted in 12 inch pot and irrigated with drip irrigation method. The highest yield was found in the line CHT154 with 645.80 gram per plant. The second highest yield one was CHTUB03 CHTUB 11 and CHTUB12. Yield per plant was average between 159.10-158.30 gram. In quality tests, all of 12 UBU cherry tomato lines gave good quality in firmness as control but gave higher brix. Three cherry tomatoes of CHTUB03, CHTUB 11 and CHTUB12, however, did not gave high yield as control but these varieties gave higher brix than CHT154. Therefore, these three cherry tomatoes should be further used as parent in breeding program for higher yield and higher quality.

Keywords : Tomato, Breeding , Brix

บทนำ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* L.) เป็นพืชผักที่มีความสำคัญอันดับสองของโลกรองจากมันฝรั่ง ทั้งนี้ เนื่องจากเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และมีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง สารอาหารที่สำคัญได้แก่ วิตามินเอ วิตามินซี ไลโคพีน และ แคลโรทีนอยด์ (Kalia and Palanisamy, 2014) จากการรายงานของ FAOSTAT ปี ค.ศ. 2014 พบว่าทั่วโลกมีผลผลิตมะเขือเทศมากกว่า 131 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่ามากกว่า 47,461 ล้านดอลลาร์สหรัฐ แหล่งผลิตมะเขือเทศที่สำคัญ 10 อันดับแรกได้แก่ ประเทศจีน อินเดีย สหรัฐอเมริกา ตุรกี อียิปต์ อิตาลี อิหร่าน บราซิล สเปน และ เม็กซิโก ตามลำดับ สำหรับประเทศไทย พบว่ามีพื้นที่ปลูกมะเขือเทศทั่วประเทศ 33,680 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 113,131 ตัน ให้ผลผลิตเฉลี่ยทั้งประเทศ 3.35 ตันต่อไร่ในปี 2559 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) จึงนับว่ามะเขือเทศเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมพืชหนึ่งของประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ มะเขือเทศส่งโรงงานอุตสาหกรรม และมะเขือเทศรับประทานผลสด สำหรับพื้นที่ปลูกมะเขือเทศเพื่อบริโภคผลสดคาดว่า มีเพียงประมาณ 8,000 - 9,000 ไร่ อย่างไรก็ตามการบริโภคมะเขือเทศไม่จำกัดอยู่เพียงลักษณะผลเล็ก สีชมพู เท่านั้น คนไทยยังนำมะเขือเทศผลใหญ่สีแดง ที่ปลูกส่งโรงงานอุตสาหกรรมมาบริโภคด้วย นอกจากนี้หลังจากที่มีการนำมะเขือเทศผลเล็กจิ๋ว หรือ มะเขือเทศเชอร์รี่ ซึ่งมีน้ำหนักผลน้อยกว่า 10 กรัม มาวางจำหน่ายในท้องตลาด ปรากฏว่า ผู้บริโภคให้ความสนใจมะเขือเทศเชอร์รี่ค่อนข้างมาก เพราะเป็นมะเขือเทศที่มีรสหวาน เมล็ดน้อย สามารถนำไปบริโภคโดยตรงแทนผลไม่ได้ (สำนักบริการคอมพิวเตอร์, 2549)

ในปัจจุบัน มะเขือเทศเชอร์รี่ เป็นหนึ่งในมะเขือเทศรับประทานผลสด ที่เป็นที่นิยมในการบริโภคของผู้รักสุขภาพ มีคุณค่าทางอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย อีกทั้งยังสามารถนำผลไปทำมะเขือเทศอบแห้ง และมะเขือเทศแช่แข็งได้อีกด้วย ซึ่งมะเขือเทศเชอร์รี่เมื่อผลสุกจะมีสีแดงมีเนื้อแน่นรสชาติหวานอมเปรี้ยว มีวิตามินซี และมีอัลฟาโทโคฟีรอลมากกว่าผักชนิดอื่น นอกจากประโยชน์ด้านสารอาหารแล้วยังมีสารประกอบทุติยภูมิที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย คือ มีสารไลโคพีน เบต้าแคโรทีน วิตามินซี และวิตามินอีสูง เป็นต้น ในการบริโภคมะเขือเทศผลสดพบว่าการบริโภคมะเขือเทศเชอร์รี่ผลสดมีปริมาณสารไลโคพีนสูงที่สุด เมื่อเทียบกับมะเขือเทศชนิดอื่นๆ ด้วยความสำคัญดังที่กล่าวมาความต้องการบริโภคมะเขือเทศผลสดจึงมีมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นความต้องการบริโภคมะเขือเทศผลสดจึงมีอยู่ตลอดทั้งปี การจะปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่ให้ประสบผลสำเร็จได้นั้นต้องมียุทธศาสตร์หลายประการที่สำคัญได้แก่ ต้องมีความรอบรู้สภาพแวดล้อมการปลูก เช่น อุณหภูมิ แสง ความชื้น ที่เหมาะสม มีสภาพดินปลูกที่ดี การจัดการให้น้ำที่ถูกต้อง และที่สำคัญที่สุดคือต้องมีสายพันธุ์ที่สามารถปลูกและติดผลได้ตลอดทั้งปีในสภาพแวดล้อมภูมิอากาศของประเทศไทย (บุญส่ง, 2555)

ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อนร่วมกับศูนย์วิจัย และพัฒนาพืชผักแห่งเอเชีย (AVRDC) ได้หวั่น นำพันธุ์มะเขือเทศผลเล็กจิ๋วหรือมะเขือเทศเชอร์รี่ เข้ามาปลูกทดสอบหลายพันธุ์ พันธุ์ที่ได้สนใจจากเกษตรกรคือ CH 154 เนื่องจากเป็นพันธุ์ติดผลได้ง่ายแม้ว่าจะปลูกในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงมากกว่า 32 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตแบบกิ่งเลื้อย รูปร่างผล ยาวรี เนื้อแน่น มีเมล็ดน้อย ในฤดูหนาวสามารถติดผลได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีผลมากกว่า 300 ผลต่อต้น ผลผลิตประมาณ 4 - 5 ตัน ต่อไร่)สำนักบริการคอมพิวเตอร์, (2549 อย่างไรก็ตาม มะเขือเทศเชอร์รี่ที่เป็นที่ต้องการของตลาดนั้น นอกจากเนื้อแน่นแล้ว ความหวานนับเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ผู้บริโภคใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจสั่งซื้อ มะเขือเทศพันธุ์ CHT 154 แม้เป็นสายพันธุ์ที่ได้รับความสนใจจากเกษตรกรเป็นจำนวนมาก แต่ในแง่ของผู้บริโภคต้องการมะเขือเทศที่มีความกรอบและหวาน มาตรฐานมะเขือเทศเชอร์รี่ของประเทศญี่ปุ่นจะต้องมีความหวานอยู่ที่ 8-9 องศาบริกซ์ ในขณะที่มะเขือเทศพันธุ์ CHT 154 มีความหวานอยู่ที่ 6-7 องศาบริกซ์ เท่านั้นในฤดูหนาว

จากเหตุผลดังกล่าว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จึงได้เล็งเห็นความสำคัญ จึงได้คัดเลือกและพัฒนามะเขือเทศเชอร์รี่ให้มีรสหวานตามความต้องการของตลาด โดยในฤดูหนาวมีความหวานอยู่ที่ระดับ 8-10 องศาบริกซ์ อย่างไรก็ตาม ความต้องการบริโภคมะเขือเทศเชอร์รี่ที่มีคุณภาพนั้นมีตลอดทั้งปี ดังนั้น เพื่อให้ได้พันธุ์ที่เหมาะสมที่สามารถติดผลได้นอกฤดูปลูกมะเขือเทศ จึงได้นำมะเขือเทศเชอร์รี่สายพันธุ์ UBU ที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ และพัฒนาสายพันธุ์มาตั้งแต่ปี 2556 จนได้มะเขือเทศเชอร์รี่สายพันธุ์ UBU รุ่นที่ 6 จำนวน 12 สายพันธุ์นำมา

ทดสอบและประเมินสายพันธุ์ในช่วงฤดูฝนในสภาพโรงเรือนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้สายพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ที่ทั้งความหวานสูง และสามารถติดผลในสภาพแวดล้อมการปลูกนอกฤดูได้

วิธีการวิจัย

ทำการปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่จำนวน 13 สายพันธุ์ ได้แก่ CHTUB01 CHTUB02 CHTUB03 CHTUB04 CHTUB05 CHTUB06 CHTUB07 CHTUB08 CHTUB09 CHUB10 CHUB11 CHUB 12 และ CHT) 154 พันธุ์ เปรียบเทียบซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์โดยศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน (ณ สำนักงานไร่ฝัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตำบลเมืองศรีโค อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างเดือนสิงหาคม – พฤศจิกายน 2560 โดยการวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 13 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ทำการเพาะกล้ามะเขือเทศโดยพืชมอสที่บรรจุในถาดเพาะกล้ามีอายุ 22 วัน นำไปปลูกลงในกระถางในสภาพโรงเรือน กระถางขนาด 12 นิ้ว ใช้ระยะปลูก 50 x 50 เซนติเมตร ปลูกลงในกระถางด้วยวัสดุปลูก ดิน : ปุ๋ยคอก : แกลบดำ อัตราส่วน 1:1:1 ให้ปุ๋ยเคมีสัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยให้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 500 กรัม ผสมกับปุ๋ยไฮโดรโปนิก สูตร A 4 ลิตร และ สูตร B 4 ลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำมาเจือจาง อัตรา 300 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 10 ลิตร โดยรดที่บริเวณโคนต้นจำนวน 100 มิลลิลิตรต่อกระถาง การให้น้ำผ่านระบบน้ำหยด

การบันทึกผลการทดลอง ได้แก่ ลักษณะการเจริญเติบโต จำนวนวันดอกแรกบาน จำนวนดอกต่อช่อ จำนวนผลต่อช่อ จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักต่อผล น้ำหนักต่อต้น ความกว้างผล ความยาวผล ความสูงของต้น ด้านคุณภาพ ได้แก่ ความหวาน ความแน่นเนื้อ และค่า pH โดยมีรายละเอียดการเก็บข้อมูลมีดังนี้

1. จำนวนวันดอกแรกบาน ทำการเก็บข้อมูลนับตั้งแต่วันย้ายปลูกถึงวันที่มีดอกบานจำนวน 50 % ของจำนวนต้นทั้งหมด

2. จำนวนดอก/ช่อ ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่ช่อดอกที่ 2-6 ในแต่ละต้นที่เริ่มมีการติดดอก

3. จำนวนผลต่อช่อ เก็บข้อมูลจำนวนผลทั้งหมดในแต่ละช่อ

4. จำนวนผลต่อต้น เก็บข้อมูลจำนวนผลทั้งหมดในแต่ละต้น

5. น้ำหนักต่อผล เก็บข้อมูลน้ำหนักผลโดยใช้เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

6. น้ำหนักต่อต้น ทำการเก็บข้อมูลจากจำนวนผลในแต่ละครั้งที่มีการเก็บผลผลิตเพื่อชั่งน้ำหนัก

7. ความกว้างผล เก็บข้อมูลความกว้างผลโดยวัดจากเครื่อง Vernier Caliper

8. ความยาวผล เก็บข้อมูลความยาวผลโดยวัดจากเครื่อง Vernier Caliper

9. ความสูงของต้น ทำการเก็บข้อมูล โดยการวัดจากโคนต้นจนถึงช่อดอกสุดท้ายของต้น ทำการเก็บซ้ำละ

4 ต้น

10. ความหวาน โดยการเก็บผลมะเขือเทศมาคั้นเอาเฉพาะน้ำ นำไปวัดด้วยเครื่องวัดความหวาน (Brix Refractometer)

11. ความแน่นเนื้อ นำผลมะเขือเทศมาวัดความแน่นเนื้อ ด้วยเครื่อง Fruits Hardness Tester

12. ค่า pH โดยการนำน้ำมะเขือเทศจากการปั่นด้วยโม่ลิเน็กไปวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter

13. นำข้อมูลที่บันทึกได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) และเปรียบเทียบ

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 'Multiple range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

การเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิต

1. วันดอกแรกบาน

จากการปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่ในสภาพโรงเรือนในฤดูฝน จำนวน 13 สายพันธุ์ ได้แก่ CHTUB01, CHTUB02, CHTUB03, CHTUB04, CHTUB05, CHTUB06, CHTUB07, CHTUB08, CHTUB09, CHTUB10,

CHTUB11 CHTUB12 และพันธุ์ CHT154 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่าจำนวนวันดอกแรกบานมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีจำนวนวันดอกแรกบานอยู่ระหว่าง 19.5-25.8 วัน (หลังย้ายปลูก) โดยพันธุ์ CHTUB03, CHTUB06, CHTUB07, CHTUB08, CHTUB10, และCHTUB12 เป็นพันธุ์ที่มีวันดอกแรกบานเร็วที่สุด โดยมีจำนวนวันดอกแรกบานอยู่ระหว่าง 19.5-20.9 วัน (หลังย้ายปลูก) ซึ่งไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ CHT 154 CHTUB01 CHTUB05 CHTUB09 มีจำนวนวันดอกแรกบานอยู่ที่ 22วัน (ตารางที่ 1)

2. จำนวนดอกต่อช่อ

จากการทดสอบพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ ทั้ง 13 พันธุ์ พบว่า มีจำนวนดอกต่อช่อไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าพันธุ์ที่ให้จำนวนดอกต่อช่อสูงสุดคือ พันธุ์การค้า CHT154 มีจำนวนดอกต่อช่ออยู่ที่ 21 ดอก รองลงมาคือ CHTUB02, CHTUB04, CHTUB05, CHTUB06, CHTUB07, CHTUB08, CHTUB09, CHTUB10, และCHTUB11 พันธุ์เหล่านี้มีจำนวนดอกต่อช่ออยู่ระหว่าง 13 – 17 ดอก และพันธุ์ CHTUB01, CHTUB03 และCHTUB12 มีแนวโน้มให้จำนวนดอกต่อช่อน้อยสุด โดยมีจำนวนดอกต่อช่อเท่ากับ 11.89, 13.70 และ 13.41 ดอก/ช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

3. จำนวนผลต่อช่อ

จากการทดสอบพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ ทั้ง 13 พันธุ์ พบว่า จำนวนผลต่อช่อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีจำนวนผลต่อช่อมากที่สุดคือ พันธุ์ CHT 154มีจำนวนผลต่อช่อเท่ากับ 12.71ผล/ช่อ และพันธุ์ที่มีจำนวนผลต่อช่อรองลงมาคือ CHTUB12 มี 7.13 ผล/ช่อ และCHTUB11 มี 5.80 ผล/ช่อ ตามลำดับ พันธุ์ที่มีจำนวนผลต่อช่อน้อยที่สุดได้แก่ CHTUB01, CHTUB02, CHTUB03, CHTUB04, CHTUB05, CHTUB07, CHTUB08, CHTUB09 และCHTUB10 พันธุ์เหล่านี้มีจำนวนผลต่อช่ออยู่ระหว่าง 1.91 – 2.88 ผล/ช่อ (ตารางที่ 1)

4. จำนวนผลต่อต้น

จากการทดสอบพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ ทั้ง 13 พันธุ์ พบว่าพันธุ์ที่มีจำนวนผลต่อต้นสูงสุดคือ พันธุ์ CHT154 จำนวน 86.58ผล/ต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ต่างๆ โดย CHTUB06 ให้จำนวนผลต่อต้นรองลงมา มีจำนวนผลต่อต้นเท่ากับ 45.33 ผล/ต้น ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์ CHTUB01, CHTUB03, CHTUB05, CHTUB07, CHTUB10, CHTUB11 และCHTUB12 ตามลำดับ ทั้งนี้พันธุ์ CHTUB02, CHTUB04, CHTUB08 และ CHTUB09 ให้ผลต่อต้นต่ำสุดที่มีจำนวนผล 3.06, 13.00, 2.33, และ6.50 ผล/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

5. น้ำหนักต่อผล

จากการทดสอบพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ทั้ง 13 สายพันธุ์ พบว่า น้ำหนักต่อผลทั้ง 13สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักต่อผลอยู่ระหว่าง 8.14 – 14.68 กรัม/ผล (ตารางที่ 1)

6. น้ำหนักต่อต้น

จากการทดลองพบว่า น้ำหนัก/ต้น ของมะเขือเทศเชอร์รี่ทั้ง 13 สายพันธุ์/พันธุ์ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมะเขือเทศเชอร์รี่พันธุ์ CHT 154 มีน้ำหนักต่อต้นสูงสุดมีค่าเท่ากับ 645.8 กรัม/ต้น รองลงมาได้แก่พันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ CHTUB03, CHTUB11, และCHTUB12 ที่มีน้ำหนักต่อต้นอยู่ระหว่าง 155.3 – 159.1 กรัม/ต้น ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ CHTUB01, CHTUB02, CHTUB04, CHTUB05, CHTUB07, CHTUB08, CHTUB09 และCHTUB10 ให้น้ำหนักผลต่อต้นต่ำสุด (ตารางที่ 1)

7. ความกว้างผล

จากการวัดความกว้างของผล พบว่า มะเขือเทศเชอร์รี่ทั้ง 13 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีความกว้างผลอยู่ระหว่าง 2.01 – 3.45 (ตารางที่ 1)

8. ความยาวผล

จากการวัดความยาวผลของมะเขือเทศเชอร์รี่ทั้ง 13 สายพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยพันธุ์ที่มีความยาวผลสูงสุดคือ CHTUB12 และพันธุ์การค้า CHT154 ซึ่งทั้งสองพันธุ์มีความยาวผลเท่ากับ 3.16 และ 3.10 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์CHTUB01, CHTUB03, CHTUB04,

CHTUB05,CHTUB06, CHTUB07, CHTUB08, CHTUB10 และCHTUB11มีความยาวอยู่ระหว่าง 2.63 3.03 – เซนติเมตรตามลำดับ โดยพันธุ์ CHTUB09 มีความยาวผลน้อยที่สุด ซึ่งมีความยาวผลเท่ากับ 2.35 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

9. ความสูงของต้น

จากการทดลองพบว่า พันธุ์ที่มีความสูงของต้นสูงสุดคือพันธุ์ CHTUB08, CHTUB03, และCHTUB11 มีส่วนสูงยาวถึง 326.17, 312.22 และ301.86 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ และพันธุ์ CHTUB04, CHTUB06 และ CHT154 ที่มีความสูงของต้นน้อยที่สุดมีเท่ากับ 204.61, 208.53, และ 221.50 เซนติเมตร/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศเชอร์รี่ 13 สายพันธุ์

พันธุ์	วันดอกแรกบาน	จำนวนดอกต่อช่อ	จำนวนผลต่อช่อ	จำนวนผลต่อต้น	น้ำหนักต่อผล	น้ำหนักต่อต้น	ความกว้างผล (ซม.)	ความยาวผล (ซม.)	ความสูงของต้น (ซม.)
CHTUB01	22.25bc	11.89	2.39d	15.70bc	12.14	56.70c	2.23	2.64abc	265.42ab
CHTUB02	24.08ab	14.47	2.88d	3.06c	11.99	11.70c	2.33	2.49bc	268.28ab
CHTUB03	20.97c	13.70	2.24d	27.16bc	14.68	159.10bc	3.45	2.94ab	312.22a
CHTUB04	25.83a	17.56	2.54d	13.00c	13.19	83.90c	2.47	2.97ab	204.61b
CHTUB05	21.83bc	14.35	2.17d	15.17bc	13.04	58.90c	2.21	2.64abc	261.75ab
CHTUB06	19.52c	16.14	3.76cd	45.33b	8.14	350.00c	2.15	2.91abc	221.50b
CHTUB07	19.69c	14.21	2.75d	17.33bc	9.55	45.00c	2.05	2.63abc	257.42ab
CHTUB08	20.88c	14.27	2.00d	2.33c	10.87	10.00c	2.30	2.78abc	326.17a
CHTUB09	22.11bc	13.80	2.41d	6.50c	8.24	46.70c	2.15	2.35c	263.61ab
CHTUB10	20.41c	15.03	1.91d	15.22bc	13.78	86.60c	2.36	3.03ab	278.25ab
CHTUB11	21.91ab	15.99	5.80bc	23.17bc	11.13	155.3bc	2.09	2.82abc	301.86a
CHTUB12	20.83c	13.41	7.13b	26.17bc	10.24	158.30bc	2.01	3.16a	257.25ab
CHT154	22.16bc	21.25	12.71a	86.58a	10.55	645.80a	2.06	3.10a	208.53b
F-test	**	ns	**	**	ns	**	ns	*	*

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ *มีความแตกต่างทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ $p \leq 0.01$

ด้านคุณภาพของผลผลิต

1. ความแน่นเนื้อ

จากการวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง Fruits Hardness Tester ของมะเขือเทศเชอร์รี่ทั้ง 13 สายพันธุ์ พบว่ามีความแน่นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีความแน่นเนื้อสูงสุดคือ CHTUB07 มีความแน่นเนื้อสูงถึง 0.66 นิวตัน/ตารางเซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ CHTUB01, CHTUB02, CHTUB03, CHTUB05, CHTUB08, CHTUB9 และCHTUB10 มีความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 0.58 – 0.62 นิวตัน/ตารางเซนติเมตร รองลงมาคือ CHTUB11, CHTUB04, CHT154, และCHTUB12 มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.57, 0.55, 0.55 และ0.54 นิวตัน/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ โดยพันธุ์ CHTUB06 มีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด ซึ่งมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.49 นิวตัน/ตารางเซนติเมตร) ตารางที่ 2(

2. ความหวาน (Brix)

จากการวัดความหวานโดยเครื่อง Hand refractometer ของมะเขือเทศเชอร์รี่ทั้ง 13 สายพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีความหวานมากที่สุดคือ CHTUB08, CHTUB11,

CHTUB09, CHTUB04, CHTUB05 และ CHTUB12 มีค่าความหวานอยู่ในช่วง 6.30 – 7.23 องศาบริกซ์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ CHTUB03, CHTUB10, CHTUB02, CHTUB07 และ CHTUB01 มีค่าความหวานเท่ากับ 6.12, 5.97, 5.90, 5.76 และ 5.53 องศาบริกซ์ ตามลำดับ รองลงมาคือพันธุ์ CHTUB06 มีความหวาน 4.13 องศาบริกซ์ และพันธุ์ที่มีความหวานน้อยสุดคือ CHT154 ซึ่งมีความหวานเท่ากับ 3.92 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 2)

3. ค่า pH ของน้ำคั้น

จากการวัดค่า pH ของน้ำคั้นมะเขือเทศเชอร์รี่โดยเครื่อง pH meter พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยพันธุ์ที่มี pH สูงสุดคือ CHTUB08 มี pH สูงถึง 4.50 แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์ CHTUB07, CHTUB02, CHTUB10, CHTUB04, CHTUB03, CHTUB12, CHT154, CHTUB05, CHTUB11 และ CHTUB06 พันธุ์เหล่านี้มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.34 – 4.48 รองลงมาคือ CHTUB01 มี pH เท่ากับ 4.32 และพันธุ์ที่มีค่า pH น้อยสุดคือ CHTUB09 ซึ่งมี pH เท่ากับ 4.22 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

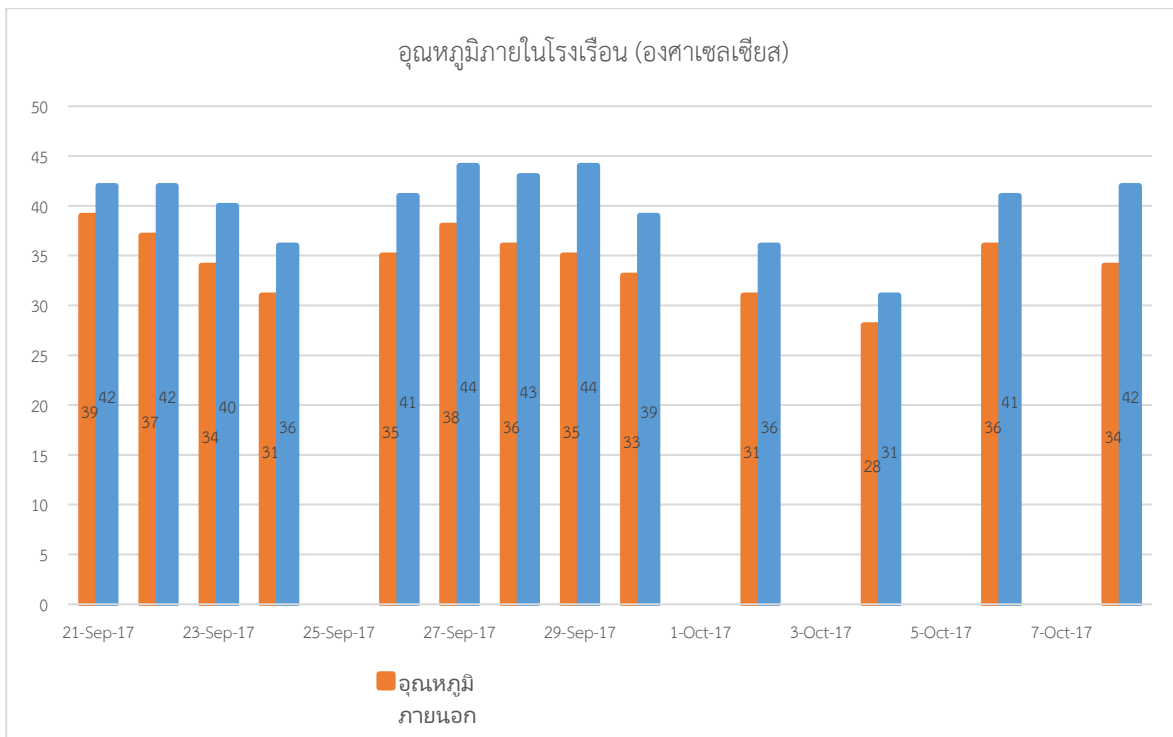
ตารางที่ 2 ลักษณะคุณภาพของมะเขือเทศเชอร์รี่ 13 สายพันธุ์

พันธุ์	ความแน่นเนื้อ	ความหวาน (Brix)	pH
CHTUB01	0.60abc	5.33abc	4.32bc
CHTUB02	0.62ab	5.90abc	4.47ab
CHTUB03	0.60abc	6.12ab	4.38abc
CHTUB04	0.55bcd	6.50a	4.46ab
CHTUB05	0.58abc	6.46a	4.36abc
CHTUB06	0.49d	4.13bc	4.34abc
CHTUB07	0.66a	5.76abc	4.48ab
CHTUB08	0.59abc	7.23a	4.50a
CHTUB09	0.59abc	6.74a	4.22c
CHTUB10	0.59abc	5.97abc	4.47ab
CHTUB11	0.57bc	7.10a	4.36abc
CHTUB12	0.54cd	6.3a	4.36abc
CHT154	0.55bcd	3.92c	4.36abc
F-test	*	*	*

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ *มีความแตกต่างทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ $p \leq 0.01$

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่จำนวน 13 สายพันธุ์ ที่ปลูกในสภาพโรงเรือน โดยเริ่มย้ายปลูกในต้นเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน ซึ่งฝนและความชื้นสูงเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดโรคทางใบและทางระบบรากอย่างรุนแรง ดังนั้นการปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่ในโรงเรือนจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการปลูกพืชช่วงฤดูฝน อีกทั้งยังสามารถป้องกันไม่ให้เกิดความชื้นภายในโรงเรือนไม่ให้สูงจนเกินไป และยังช่วยป้องกันแมลงศัตรูพืชเข้ามาทำลายผลผลิตได้ แต่ข้อเสียในการปลูกพืชในโรงเรือนคือมีอุณหภูมิที่สูงกว่านอกโรงเรือน (ภาพที่ 1) จากการบันทึกอุณหภูมิพบว่ากลางวันมีอุณหภูมิเฉลี่ยในโรงเรือนอยู่ในช่วง 31 – 44 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิกกลางคืนอยู่ในช่วง 24 – 25 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 40 องศาเซลเซียส และสูงกว่าอุณหภูมิในโรงเรือน 5-10 องศาเซลเซียส ซึ่งการปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่ในอุณหภูมิที่แตกต่างกันจะให้ผลผลิตและคุณภาพที่แตกต่างกันตามไปด้วย โดยผลผลิตจะลดลงเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการติดดอกและการพัฒนาของผลเป็นอย่างมาก หากอุณหภูมิสูงกว่า 32.2 องศาเซลเซียส ละอองเกสรจะเป็นหมันไม่สามารถงอกท่อละอองเกสรลงไฝผสมไข่ในรังได้ (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, (2559)



ภาพที่ 1 อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนที่ทำการปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่ในช่วงเดือนกันยายน – ตุลาคม ปี 2560 ณ สำนักงานไร่ฝึกทดลอง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Heat Berry and Uddin (1988) ได้รายงาน ว่า อุณหภูมิสูงจะชักนำให้ดอกร่วง เปอร์เซ็นต์การติดผลน้อย และการพัฒนาของผลไม่สมบูรณ์ และพบว่าพันธุ์ที่ร้อนและพันธุ์ไม่ร้อนมีอัตราการติดผลที่แตกต่างกัน 70 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่งผลให้ผลผลิตต่างกันตั้งแต่ 410 -11 กรัมต่อต้น และได้แนะนำว่าลักษณะที่ใช้คัดเลือก ระดับการทนร้อนของพันธุ์มะเขือเทศ ได้แก่ ลักษณะความสมบูรณ์ของดอก การบานของดอก การติดผล ผลผลิต คุณภาพผลผลิต และคุณภาพของเมล็ด (%การงอก) ซึ่งสอดคล้องกับ Hanna and Hernandez (1982) ได้คัดเลือกพันธุ์มะเขือเทศทนร้อนโดยพิจารณาจากการบานของดอกและการติดผลเป็นหลัก เพราะกระบวนการทั้งสองนี้ จะมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเป็นอันดับแรก และมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการพัฒนาของผลและการให้ผลผลิต จากลักษณะที่กล่าวมาจึงส่งผลให้พันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ทั้ง 13 สายพันธุ์ มีลักษณะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ทั้งในส่วนจำนวนผลต่อช่อ จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักต่อต้น ความยาวผล และความสูงของต้น) ตารางที่1) ซึ่งสอดคล้องกับ อรรถพล และคณะ (2555) ได้ทำการปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนที่มุงด้วยหลังคาใส และตาข่ายไนลอนสีขาว พบว่า ในโรงเรือนจะมีอุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่าภายนอกโรงเรือน 4 – 6 องศาเซลเซียส และมีแสงสว่างน้อยกว่า ส่งให้ต้นมะเขือเทศมีปล้องยืดยาวกว่าเดิม และมะเขือเทศบางพันธุ์ไม่สามารถสร้างช่อดอกได้ หรือมีจำนวนดอกต่อช่อมากแต่เปอร์เซ็นต์การติดผลน้อย ในขณะที่บางพันธุ์ก็มีการสร้างช่อดอก และติดผลได้ดี ทั้งนี้การทดลองนี้พบว่ามะเขือเทศเชอร์รี่พันธุ์ CHT-154 ให้ผลผลิตมากที่สุด (645.80กรัมต่อต้น) รองลงมา ได้แก่พันธุ์ CHTUB03, CHTUB11, และ CHTUB12 ที่มีน้ำหนักต่อต้นอยู่ระหว่าง 159.1 – 155.3 กรัม/ต้น ส่วนพันธุ์อื่นๆ ติดผลได้น้อยมาก

ด้านคุณภาพของมะเขือเทศเชอร์รี่ทั้ง 13 สายพันธุ์ นั้นพบว่า ปริมาณความแน่นเนื้อมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 0.49 – 0.66กก./ตารางเซนติเมตร ความแน่นเนื้อของมะเขือเทศเชอร์รี่ควรสูงมากกว่า 0.5 กก./ตารางเซนติเมตร)บุญส่ง, 255 (4 ดังนั้นหากมองในด้านการตลาดในการเลือกพันธุ์ควรเลือกพันธุ์มะเขือเทศที่มีความแน่นเนื้อสูงเพราะมีผลทำให้ผิวของผลมะเขือเทศนั้นมีความเหนียวสามารถเก็บไว้ได้นานและไม่เสียหายระหว่างการขนส่ง อีกทั้งยังมีผลต่อรสชาติของมะเขือเทศเชอร์รี่ เพราะหากมีความแน่นเนื้อมากจะทำให้ผลของมะเขือเทศมีความกรอบร่อนน่ารับประทานเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

ในส่วนของความหวานของกลุ่มมะเขือเทศเชอร์รี่ต้องการความหวานมากกว่า 8 องศาบริกซ์) ธรรมดา และคณะ, (2555จากการทดลอง พบว่า มะเขือเทศเชอร์รี่ทั้ง 13 สายพันธุ์ มีความหวานอยู่ในช่วง 3.92 – 7.23 องศาบริกซ์ ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปลูกมะเขือเทศในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง อย่างไรก็ตามพันธุ์ที่มีความหวานสูงสุดคือ CHTUB08, CHTUB11, CHTUB09, CHTUB04, CHTUB05, และ CHTUB12 มีความหวานเท่ากับ 7.23 7.10 6.74 6.50 6.46 และ 6.30 องศาบริกซ์ ตามลำดับ และสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบกับ CHT154 ที่มีความหวานเท่ากับ 3.92 องศาบริกซ์ ดังนั้น หากนำมะเขือเทศเชอร์รี่สายพันธุ์ UBU ไปปลูกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จะสามารถให้ความหวานได้มากขึ้น ความหวานของมะเขือเทศเชอร์รี่นั้นถือเป็นลักษณะคุณภาพที่สำคัญเป็นอย่างมาก ในด้านการตลาดผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการมะเขือเทศเชอร์รี่ที่มีรสชาติหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย รสชาติกลมกล่อม เนื้อกรอบ เมื่อรับประทานแล้วรสชาติคล้ายกับทานผลไม้ หากมะเขือเทศเชอร์รี่มีความหวานสูงก็จะทำให้สามารถขายผลผลิตได้ในราคาที่สูงขึ้น

จากผลการทดลองจึงสรุปได้ว่ามะเขือเทศเชอร์รี่สายพันธุ์ CHT154 เป็นพันธุ์ที่ทนร้อนสามารถนำมาเพาะปลูกนอกฤดูได้เนื่องจากสามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิที่มากกว่า 32 องศาเซลเซียส และให้ผลผลิตมากที่สุดเมื่อเทียบกับมะเขือเทศเชอร์รี่พันธุ์อื่นๆ แต่มีลักษณะทางคุณภาพด้านความหวานค่อนข้างต่ำ ส่วนมะเขือเทศเชอร์รี่สายพันธุ์ CHTUB03, CHTUB11 และ CHTUB12 ถือว่าเป็นสายพันธุ์ที่น่าสนใจ เนื่องจากให้ผลผลิตรองลงมาจาก CHT154 และมีลักษณะทางคุณภาพที่ดี น่าจะนำไปใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ให้มีผลผลิตสูงและมีลักษณะคุณภาพดีต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่สนับสนุนเครื่องมืออุปกรณ์ และสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- บุญส่ง เอกพงษ์. 2554 .มะเขือเทศอุตสาหกรรมลูกผสมเปิดพันธุ์ใหม่ UBU .406 วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.(1)16: .82-76
- บุญส่ง เอกพงษ์. 2555. การจัดการผลิตมะเขือเทศ ใน หน่วยที่ 11 การจัดการการผลิตผักวงศ์พริก และมะเขือ, เอกสารคำสอนชุดวิชาการจัดการการผลิตไม้ผล และ ผักเชิงเศรษฐกิจ. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. 2559. มะเขือเทศเชอร์รี่. แหล่งที่มา: <https://hkm.hrdi.or.th/knowledge/detail/2569พฤศจิกายน2560>
- สำนักงานเศรษฐกิจ. 2559. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/production.html> 25พฤศจิกายน 2560
- สำนักบริการคอมพิวเตอร์. 2549. การปลูกมะเขือเทศ. แหล่งที่มา: <http://www.ku.ac.th/emagazine/nov/49agri/lycopersicon.htm> 25 มีนาคม 2560
- อรุณพล รุกพันธ์, จิรภา ออสติน, รัชณี ศิริยาน และเสาวณี เขตสกุล. 2555. การปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศเพื่อเพิ่มผลผลิตคุณภาพผลผลิตและทนทานโรค. รายงานโครงการวิจัย เทคโนโลยีการผลิตมะเขือเทศ 2558 กรมวิชาการเกษตร. หน้า 9-23.
- Hanna, H.Y. and T.F. Hernandez. .1982Response of six tomato genotypes under summer and spring weather conditions in Louisiana. Hort. Sci. .769-758: (5)17
- Heat Berry, S.Z. and M.R. Uddin. .1988Effect of high temperature on fruit-set in tomato cultivars and selected germplasm. Hort. Sci. 608-23:606
- Kalia, P. and M. Palanisamy, 2014. Tomato. In: Alien Gene Transfer in Crop Plants, Volume 2: Achievements and Impacts, Pratap, A. and J. Kumar (Eds.), Springer, New York, USA., pp: 347-381.

การใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมโรครากปมในพริกลูกผสม

Use of Bionematicides for Controlling Root Knot Disease on F1 Hybrid chili

ยุวดี ชูประภาวรรณ¹ สุภาวดี แก้วระหัน¹ และนายสมชาย คำแน่น¹
¹ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีแห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 34190
*E-mail: yuwadee.c@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพชีวภัณฑ์ 4 ชนิด ได้แก่ ชีวภัณฑ์เชื้อ *Bacillus* SKN2-2, ชีวภัณฑ์เชื้อ *Bacillus* UBN11-2, ชีวภัณฑ์เชื้อ *Bacillus* SKT29-5 และ ชีวภัณฑ์เชื้อ *Pochonia chlamydosporia* YT008 ต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมที่ทำลายพริกหนุ่มลูกผสมในสภาพแปลงเกษตรกร เปรียบเทียบกับการควบคุมตามวิธีการเกษตรกรคือใช้สารเคมี วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 แปลงย่อย ดังนี้ 1) ใช้ชีวภัณฑ์ *Bacillus* SKN2-2 + *Bacillus* UBN11-2 + *Bacillus* SKT 29-5 (1×10^{12} cfu/กรัม) ในลักษณะผสม 3 ชีวภัณฑ์ (ใช้ชีวภัณฑ์เชื้อรา *P. chlamydosporia* YT008 5×10^6 cfu/กรัม) (3ชีวภัณฑ์ *Bacillus* SKN2-2 + *Bacillus* UBN11-2 + *Bacillus* SKT29-5 + *P. chlamydosporia* YT008 ในลักษณะผสม 4 ชีวภัณฑ์ และ (4) ใช้สารเคมีคาร์โบฟูราน โดยกรรมวิธีใส่ชีวภัณฑ์ ให้ผสมเข้ากับดินปลูกแล้วจึงย้ายต้นกล้าพริกลงปลูก และใส่อีก 7 ครั้งหลังย้ายปลูก 2,3,4,5,6,7 และ 8 สัปดาห์ กรรมวิธีใช้สารเคมี ใส่ 2 ครั้ง คือ รองกันหลุมและฝังรอบทรงพุ่มหลังย้ายปลูก 2 สัปดาห์ ประเมินผลการควบคุมประชากรไส้เดือนฝอยรากปม หลังย้ายปลูก 60 วัน โดยตรวจนับจำนวนกลุ่มไข่/ราก 1 กรัม จำนวนไข่/ราก 1 กรัม และจำนวนตัวในดิน 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผลการศึกษาพบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้ชีวภัณฑ์ ลดประชากรไส้เดือนฝอยรากปม (จำนวนกลุ่มไข่ จำนวนไข่ และจำนวนตัวในรากและดิน) ได้ดีกว่า และแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีใช้สารเคมี เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ 4 ชีวภัณฑ์ พบว่ากรรมวิธีใช้ ชีวภัณฑ์ผสม 3 ชีวภัณฑ์ และใช้ชีวภัณฑ์ผสม 4 ชีวภัณฑ์ ลดประชากรไส้เดือนฝอยรากปมได้ดีที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 55 และ 50.3% ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับ การควบคุมสารเคมี

คำสำคัญ :พริก ไส้เดือนฝอยรากปม ชีวภัณฑ์กำจัดไส้เดือนฝอยรากปม

Abstract

This study aims to evaluate effectiveness of four bionematicides: *Bacillus* SKN2-2, *Bacillus* UBN11-2, *Bacillus* SKT29-5 and *Pochonia chlamydosporia* YT008 compared with treatment of farmer (chemical control), for suppressing the root-knot nematode which infected F1 hybrid hot pepper, *Capsicum annum* L , in infested the planting sites' soil. The experiment consisted of 4 treatments using bionematicides and a chemical as follows: 1) three bionematicides control (*Bacillus* SKN2-2 + *Bacillus* UBN11-2 + *Bacillus* SKT 29-5; 1×10^{12} cfu/g) (2). bionematicide control (*P. chlamydosporia* YT008 ; at a concentration of 5×10^6 cfu/g), (3) four bionematicides control (*Bacillus* SKN2-2 + *Bacillus* UBN11-2 + *Bacillus* SKT 29-5+ *P. chlamydosporia* YT008) and (4). chemical control (carbofuran). The Randomized Complete Block Design (RCBD) was deployed to the experiment with four replications. Bionematicide powder of each strain was mixed with infested soil during transplanting. The bionematicide was put into the soil again in the 2nd, 3rd , 4th, 5th , 6th, 7th, and 8 th week after transplanting. Carbofuran was applied twice put in the bed of transplanting soil, and 2 weeks after transplanting. Sixty days after transplanting, the number of

egg masses, eggs ,and juveniles per 1gram of root plants and 250 cm⁻³ of the soil were examined. The results showed that all of bionematicides treatment significantly reduced root-knot population and its density (number of eggs masses, eggs, and juveniles in roots and the soil) of the chili plants over the chemical controls. The result found that using bionematicides statistically worked more efficiently than the chemical treatment. The three bionematicides and the four bionematicides were most efficient on controlling root knot disease, not having significant differences statically in decreasing nematode population densities, being 55 and 50.3% respectively.

Keywords: Chili, Root Knot Disease, Bionematicides

บทนำ

พริกเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่ใช้บริโภคทั้งภายในประเทศและเป็นสินค้าส่งออกต่างประเทศ แหล่งปลูกพริกที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คิดเป็น 68% ของทั้งประเทศ (นิพนธ์ และคณะ, 2556) จังหวัดที่ปลูกมากได้แก่ นครราชสีมา ชัยภูมิ อุบลราชธานี และศรีสะเกษ (กมล, 2550) ส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมปลูกพริกชี้หูผลใหญ่ เฉพาะที่จังหวัดอุบลราชธานีมีพื้นที่ปลูกประมาณ 14,257 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 27,574 ตัน คิดเป็นมูลค่า 480 ล้านบาท/ปี (สำนักงานเกษตรจังหวัดอุบลราชธานี, 2550) แต่การผลิตพริกในประเทศมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ผลผลิตต่ำ ผลผลิตไม่มีคุณภาพ และปัญหาเรื่องมาตรฐานการผลิตและความปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลผลิต เนื่องจากมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมาก ศัตรูสำคัญของพริกมีทั้งโรคและแมลงศัตรูพืช โรครากปม (root knot disease) เกิดจากไส้เดือนฝอยรากปม (root-knot nematode; *Meloidogyne* spp.) เป็นโรคที่สำคัญโรคหนึ่งที่ทำให้เกิดความเสียหายกับพริกในแหล่งปลูกหลายพื้นที่ โดยเฉพาะสภาพพื้นที่ที่เป็นดินร่วนปนทราย ซึ่งเหมาะต่อการแพร่กระจายของไส้เดือนฝอยรากปม พริกที่ถูกทำลาย ระบบรากมีลักษณะบวมพอง เป็นปุ่มปม ไม่เป็นระเบียบ กุดสั้น ท่อลำเลียงน้ำและอาหารอุดตัน ลำต้นแคระแกร็น ผลผลิตลดลง หรือต้นตายในที่สุด การป้องกันกำจัดโรครากปมทำได้ค่อนข้างยาก การหลีกเลี่ยงการปลูกพืชในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรค หรือปลูกพืชหมุนเวียนที่ไม่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรค มักมีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ปลูก รวมทั้งไส้เดือนฝอยอยู่รอดในดินได้และแพร่กระจายไปกับน้ำได้เป็นอย่างดีทำให้ควบคุมไม่ได้ผล การควบคุมด้วยสารเคมี เช่น dazomet (Basamid), fenamiphos (Nemacur) และ oxamyl (Vydate) (Gowen et al., 2005) แม้จะมีประสิทธิภาพแต่ทำให้เกิดการปนเปื้อนและพิษตกค้างของสารเคมีในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม การควบคุมโดยชีววิธี โดยการใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (microbial antagonists) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจมาอย่างต่อเนื่อง เชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* YT008 เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ต่อไส้เดือนฝอยรากปม (ยุวดี และคณะ, 2554) และพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์แบบเม็ดที่สามารถควบคุมประชากรไส้เดือนฝอยรากปมที่ทำลายพริกพันธุ์หัวเรือในแปลงเกษตรกรได้ ระหว่าง 33 -50% เช่นเดียวกับเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* SKN2-2, *Bacillus* UBN11-2, และ *Bacillus* SKT29-5 ที่เป็นปฏิปักษ์ต่อไส้เดือนฝอยรากปม เมื่อนำไปพัฒนาเป็นผงชีวภัณฑ์ และทดสอบในแปลงพริกที่มีปัญหาการระบาดของโรครากปม พบว่าชีวภัณฑ์ลดประชากรไส้เดือนฝอยรากปมที่ทำลายพริกพันธุ์หัวเรือในแปลงได้ 35,34.3 และ 38.7% ตามลำดับ ส่วนสารเคมีคาร์โบฟูราน ที่ลดจำนวนไส้เดือนฝอยรากปม ได้ 43% เมื่อเทียบกับแปลงที่ไม่มีการควบคุม (ยุวดี และคณะ, 2559) ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพชีวภัณฑ์เชื้อรา *P. chlamydosporia* YT008 รวมทั้งชีวภัณฑ์เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* SKN2-2, *Bacillus* UBN11-2, และ *Bacillus* SKT29-5 ต่อการควบคุมประชากรไส้เดือนฝอยรากปมที่ทำลายพริกหนุ่มขาว (*Capsicum annuum* L.) ลูกผสมพันธุ์ ในระดับแปลงเกษตรกร

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมแปลงทดสอบ คัดเลือกพื้นที่ บ้านทุ่งใหญ่ ตำบลซึ้งเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี แหล่งปลูกพริกที่สำคัญและประสบปัญหาการระบาดของไส้เดือนฝอยรากปม ทดสอบกับพริกพันธุ์หนุ่มขาวลูกผสม “สะบันงา” ในช่วงเดือนตุลาคม 2559- มกราคม 2560 สุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดสอบก่อนเริ่มทดลอง เพื่อนับปริมาณไส้เดือนฝอยรากปม เริ่มต้นที่มีอยู่ในแปลง โดยวิธี combination of sieving and Baerman funnel ตามวิธีการของ Barker (1985) จากนั้นเตรียมดิน โกลฟิดิน 3 ครั้ง กำจัดวัชพืช หวานปูนโดโลไมท์ อัตรา 200 กิโลกรัม/ไร่ ปุ๋ยคอก อัตรา 1 ตัน/ไร่ โกลดินทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ ก่อนขึ้นเป็นแปลงย่อย ขนาด 2 x 20 เมตร จำนวน 4 แปลงย่อยต่อกรรมวิธี

2. พันธุ์พริกทดสอบ ได้แก่ พริกหนุ่มขาวลูกผสม “สะบันงา” เตรียมต้นกล้าพริกโดยเพาะเมล็ดในถาดเพาะกล้าที่บรรจุพีทมอสที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ให้ต้นกล้ามีอายุ 1 เดือน ก่อนย้ายปลูก พริกลงในแปลงทดสอบที่เตรียมไว้

3. เชื้อราที่ใช้ทดสอบ เชื้อราแบคทีเรีย *Bacillus SKN2-2* เชื้อราแบคทีเรีย *Bacillus UBN11-2* และ เชื้อราแบคทีเรีย *Bacillus SKT29-5* เตรียมในรูปผงเชื้อที่มีความเข้มข้น 1×10^{12} cfu/กรัม ส่วนเชื้อรา *P. chlamydosporia* YT008 เตรียมในรูปผงเชื้อที่มีความเข้มข้น 5×10^6 cfu/กรัม

.4 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 4 กรรมวิธี ละ 4 ซ้ำ(แปลงย่อย) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ใช้ผงเชื้อรา *Bacillus SKN2-2+Bacillus UBN11-2+ Bacillus SKT29-5* ในลักษณะผสม 3 เชื้อรา อัตราเชื้อราแต่ละ 1.7 กรัม/ต้น/ครั้ง

กรรมวิธีที่ 2 ใช้เชื้อรา *P. chlamydosporia* YT008 อัตรา 5 กรัม/ต้น/ครั้ง

กรรมวิธีที่ 3 ใช้เชื้อรา *Bacillus SKN2-2+Bacillus UBN11-2+Bacillus SKT29-5 + P. chlamydosporia* YT008 ในลักษณะผสม 4 เชื้อรา อัตราเชื้อราแต่ละ 1.3 กรัม/ต้น/ครั้ง

กรรมวิธีที่ 4 ใช้สารเคมีคาร์โบฟูราน อัตรา 3 กรัม/ต้น/ครั้ง

.5 การปลูก การดูแลรักษาและการควบคุมโรค

นำต้นกล้าพริกอายุ 30 วัน ปลูกลงในแปลงย่อยขนาด 2x 20 เมตร ระยะปลูก 40x40 เซนติเมตร จำนวน 4 แถว/แปลงย่อย กรรมวิธีใส่เชื้อรา *P. chlamydosporia* YT008, *Bacillus SKN2-2*, *Bacillus UBN11-2*, และ *Bacillus SKT29-5* เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม ใส่รองก้นหลุมและหว่านรอบทรงพุ่ม หลังย้ายปลูก 2,3, 4, 5, 6, 7 และ 8 สัปดาห์ ในอัตรา 5 กรัม/ต้น/ครั้ง ส่วนกรรมวิธีควบคุมด้วยสารเคมี ใช้สารเคมีคาร์โบฟูราน 2 ครั้ง คือ รองก้นหลุมและฝังรอบทรงพุ่มหลังย้ายปลูก 14 วัน ในอัตรา 3 กรัมต่อหลุม/ครั้ง ถ้าใส่เชื้อราในลักษณะผสม 4 เชื้อรา ใช้อัตราเชื้อราละ 1.3 กรัม รวมอัตรา 5 กรัม/ต้น ถ้าใช้เชื้อราในลักษณะเชื้อผสม 3 เชื้อรา ใช้อัตราเชื้อราละ 1.7 กรัม รวมอัตรา 5 กรัม/ต้น ใส่ปุ๋ยหลังย้ายปลูก 10 วัน ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัม/ไร่ จากนั้น 1 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ และเมื่อพริกเริ่มออกดอก ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ จากนั้นใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ เดือนละ 1 ครั้ง จำนวน 4 ครั้ง

6 .การประเมินผลการควบคุมโรค

ก. จำนวนกลุ่มไข่ (egg mass) ในราก

เมื่อต้นพริกอายุ 60 วันหลังย้ายปลูก เก็บส่วนราก ล้างดินออกจากรากเบาๆ ฝังให้แห้งหมาด ตัดรากยาว 2 เซนติเมตร สุ่มมา 1 กรัม แช่ด้วยสารละลาย phloxin B ให้ท่วมราก ทิ้งไว้นาน 2 นาที ตรวจสอบจำนวนกลุ่มไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ข. จำนวนไข่ (eggs) ในราก

สุ่มรากพริกอายุ 60 วันหลังย้ายปลูก จำนวน 30 ตัวอย่าง/กรรมวิธี ตัดเป็นท่อนขนาด 2-3 เซนติเมตร สุ่มจำนวน 10 กรัม แช่ด้วยสารละลาย 1.5% NaOCl ให้ท่วมราก นาน 4 นาที แล้วเทสารผ่านตะแกรงขนาด 35 และ 500 ช่องต่อตารางนิ้ว ตามลำดับ ล้างไข่ที่ติดค้างบนตะแกรง รวบรวมไข่ใส่ลงในภาชนะ ให้ได้ปริมาตร 30 มิลลิลิตร เติมสีย้อม acid fuchsin ผสมลงไป นำไปตรวจนับปริมาณไข่/ ราก 1 กรัม นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์

ค่าความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย โดย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค. จำนวนตัวในดิน

นำดินจากแปลงทดสอบเมื่อพริกอายุ 60 วันหลังย้ายปลูก ตรวจนับไส้เดือนฝอยด้วยวิธี Sieving and gravity ร่วมกับเทคนิค centrifugal flotation ตรวจนับจำนวนตัวไส้เดือนฝอยรากปมในดิน 250 ลูกบาศก์ เซนติเมตร ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ นำข้อมูลวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัยและอภิปราย

จากการนำชีวภัณฑ์จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ 4 ชนิด ได้แก่ ชีวภัณฑ์ *P. chlamydosporia* YT008 ชีวภัณฑ์ *Bacillus* SKN2-2 ชีวภัณฑ์ *Bacillus* UBN11-2 และชีวภัณฑ์ *Bacillus* SKT29-5 ทดสอบการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมที่ทำลายพริกหนุ่มชาวลูกผสม “สะบันงา” ในแปลงพริกของเกษตรกรในพื้นที่บ้านทุ่งใหญ่ ตำบลชี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี และประเมินผลการควบคุมหลังการย้ายปลูกพริกลงแปลงเป็นเวลา 60 วัน โดยการตรวจนับจำนวนกลุ่มไข่ จำนวนหนอนในราก 1 กรัม และจำนวนตัวไส้เดือนฝอยรากปมที่พบในดินปริมาตร 250 ลบ.ซม. พบว่าทุกกรรมวิธีที่ควบคุมด้วยชีวภัณฑ์จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (T1-T3) สามารถลดจำนวนกลุ่มไข่ไส้เดือนฝอยรากปมได้แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมด้วยสารเคมีคาร์โบฟูราน (T4) โดยกรรมวิธีใช้ชีวภัณฑ์ *Bacillus* SKN2-2+UBN11-2+SKT29-5 ในลักษณะผสม 3 ชีวภัณฑ์ (T1) กรรมวิธีใส่ชีวภัณฑ์ *P. chlamydosporia* YT 008(T2) และ กรรมวิธีใส่ชีวภัณฑ์ *Bacillus* SKN2-2+UBN11-2 +SKT29-5 + *P. chlamydosporia* YT 008 ในลักษณะ 4 ชีวภัณฑ์ (T3) ลดจำนวนกลุ่มไข่ไส้เดือนฝอยรากปมได้ 66.2, 31.8 และ 52.7% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับสารเคมี (ตารางที่ 1)

เมื่อตรวจนับจำนวนไข่ไส้เดือนฝอยรากปม/รากพริก 1 กรัม พบว่า กรรมวิธีใส่ชีวภัณฑ์ *Bacillus* SKN2-2+UBN11-2 + SKT29-5 ในลักษณะผสม 3 ชีวภัณฑ์ (T1) และกรรมวิธีใส่ชีวภัณฑ์ *Bacillus* SKN2-2+UBN11-2 +SKT29-5 + *P. chlamydosporia* YT008 ในลักษณะผสม 4 ชีวภัณฑ์ (T3) ลดจำนวนกลุ่มไข่ไส้เดือนฝอยรากปมได้ 47.7 และ 52.8% ตามลำดับเมื่อเทียบกับสารเคมี และมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมด้วยสารเคมี (T4) (ตารางที่ 1)

การตรวจนับจำนวนตัวไส้เดือนฝอยรากปมในดินปริมาตร 250 ลบ.ซม. พบว่าทุกกรรมวิธีที่ควบคุมด้วยชีวภัณฑ์จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (T1-T3) ลดจำนวนตัวไส้เดือนฝอยรากปมในดินได้แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมด้วยสารเคมี (T4) โดยกรรมวิธีใส่ชีวภัณฑ์ *Bacillus* SKN2-2+UBN11-2 +SKT29-5 ในลักษณะผสม 3 ชีวภัณฑ์ (T1) กรรมวิธีใส่ชีวภัณฑ์ *P. chlamydosporia* YT 008(T2) และ กรรมวิธีใส่ชีวภัณฑ์ *Bacillus* SKN2-2+UBN11-2 +SKT29-5 + *P. chlamydosporia* YT008 ในลักษณะผสม 4 ชีวภัณฑ์ (T3) ลดจำนวนตัวไส้เดือนฝอยรากปมในดินปริมาตร 250 ลบ.ซม ได้ 51.2, 42.3 และ 45.5% ตามลำดับเมื่อเทียบกับสารเคมี (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพชีวภัณฑ์จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่อการควบคุมประชากรไส้เดือนฝอยรากปม ที่ทำลายพริกพันธุ์หนุ่มขาวลูกผสม ในสภาพแปลงเกษตรกร ระหว่างเดือน ตุลาคม 2559 - มกราคม 2560

กรรมวิธี	จำนวนกลุ่มไข่/ราก 1 กรัม		จำนวนไข่/ราก 1 กรัม		ตัว/ดิน 250 ลบ.ซม.		ลดลงเฉลี่ย (%)
	กลุ่มไข่	ลดลง (%)	จำนวนไข่	ลดลง (%)	ตัวในดิน	ลดลง (%)	
T1	15.9 a	66.2	931.8 a	47.7	105.4 a	51.2	55.0 a
T2	32.1 ab	31.8	1,243 ab	30.3	124.6 a	42.3	34.8 b
T3	22.3 a	52.7	841.8 a	52.8	117.6 a	45.5	50.3 ab
T4	47.1 b	0	1,782.2 b	0	215.8 b	0	0.0 c
F-test	*		*		*		*
%CV	63.3		54.3		59.5		55.7

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

T1 = ใส่ชีวภัณฑ์ *Bacillus SKN2-2* + *UBN11-2* + *SKT29-5* ในลักษณะเชื้อผสม 3 เชื้อ

T2 = ใส่ชีวภัณฑ์ *Pochonia chlamydosporia*

T3 = ใส่ชีวภัณฑ์ *Bacillus SKN2-2* + *UBN11-2* + *SKT29-5* + *Pochonia chlamydosporia* ในลักษณะผสม 4 เชื้อ

T4 = ควบคุมโรคด้วยสารเคมีคาร์โบฟูราน

ค่าเฉลี่ยของการควบคุมประชากรไส้เดือนฝอยรากปม (กลุ่มไข่ จำนวนไข่ และจำนวนตัวในดิน) จากแปลงทดสอบ พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ควบคุมด้วยชีวภัณฑ์จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (T1-T3) สามารถลดประชากรไส้เดือนฝอยรากปมได้ดีกว่าและแตกต่างทางสถิติกับการใช้สารเคมีคาร์โบฟูราน (T4) โดยชีวภัณฑ์ *Bacillus SKN2-2* + *UBN11-2* + *SKT29-5* ในลักษณะผสม 3 ชีวภัณฑ์ (T1) และชีวภัณฑ์แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* ร่วมกับชีวภัณฑ์ *P. chlamydosporia* YT008 ในลักษณะผสม 4 ชีวภัณฑ์ (T3) ลดประชากรไส้เดือนฝอยรากปมได้ดีที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 55 และ 50.3% ตามลำดับเมื่อเทียบกับสารเคมี คาร์โบฟูราน (T4) รองลงมาได้แก่ชีวภัณฑ์ *P. chlamydosporia* YT008 (T2) ลดได้เฉลี่ยเพียง 34.8% (ตารางที่ 1; ภาพที่ 1)

ผลการทดสอบนี้ชีวภัณฑ์ *Bacillus* ลักษณะเชื้อผสม 3 ชีวภัณฑ์ ให้ผลการลดจำนวนไส้เดือนฝอยรากปมได้ดีกว่าใส่ชีวภัณฑ์ *P. chlamydosporia* YT008 อาจเนื่องจากในกระบวนการผลิตชีวภัณฑ์เชื้อ *Bacillus* ใช้ส่วนทั้งที่เป็นน้ำเลี้ยงเชื้อและตัวเซลล์เป็นส่วนประกอบในการผลิตชีวภัณฑ์ ซึ่งแบคทีเรียสกุล *Bacillus* มีรายงานว่าสามารถสร้างเอนโดสปอร์ (endospore) อยู่ในเซลล์ vegetative cell) ที่ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง สารเคมีและรังสีต่างๆ ได้ดี Brian and Gardener, (2004 และทำให้เซลล์รอดชีวิตได้ดี ในระหว่างกระบวนการผลิตเป็นชีวภัณฑ์ นอกจากนี้งานวิจัยหลายชิ้นที่แสดงให้เห็นว่าน้ำเลี้ยงเชื้อ (culture filtrate) ของเชื้อ *Bacillus* spp. มีสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) (ที่ส่งผลกระทบต่อไส้เดือนฝอย ในลักษณะต่าง ๆ เช่น หยุดการเคลื่อนที่ของตัวอ่อนวัยที่ 2 หรือทำให้ ตัวอ่อนวัยที่ 2 ตายแล้ว ชะลอการฟักไข่ ย่อยสลายไข่ รบกวนการเคลื่อนที่เข้าหารากพืชอาศัย รวมทั้งชักนำให้เกิดความต้านทานขึ้นกับระบบรากของพืช (Harvey, 1985; Stirling, 1991(เช่น สาร avermectins (Stretton et al., 1987), valinomycin (Mishra et al., 1987) และ 2,4-diacetylphloroglucinol (Cronin et al., 1997), และ volatile metabolites such เช่น กรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ hydrogen sulfide และ ammonia (Stirling, 1991 การเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงปลูก อาจพิจารณานำชีวภัณฑ์จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ไปเป็นส่วนหนึ่งของระบบการจัดการไส้เดือนฝอยรากปมแบบผสมผสาน เช่น นำไปใช้ร่วมกับวิธีการปลูกพืช ได้แก่ ปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยคอก ไถพรวนดิน

ใช้แสงแดดฆ่าเชื้อ การให้น้ำ การให้น้ำท่วมแปลง การใช้ร่วมกับการใช้พันธุ์ต้านทาน การใช้พืชกับดัก การปลูกพืชหมุนเวียน การใช้ร่วมกับสารเคมี รวมทั้งการใช้ร่วมกับจุลินทรีย์ปฏิปักษ์อื่นๆ เป็นต้น



ภาพที่ 1 การเกิดปมที่ระบบรากพริกหนุ่มชาวลูกผสม ที่ควบคุมด้วย”สะบันงา”ชีวภัณฑ์ *Bacillus* ผสม 3ชีวภัณฑ์ ก (ชีวภัณฑ์เชื้อรา *P. chlamydosporia* YT008 (ข) ชิวภัณฑ์ *Bacillus* + *Pochonia chlamydosporia* ในลักษณะผสม 4 ชิวภัณฑ์

สรุปผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพชีวภัณฑ์เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ 4ชีวภัณฑ์ ได้แก่ ชิวภัณฑ์เชื้อ *Bacillus* SKN2-2, ชิวภัณฑ์เชื้อ *Bacillus* UBN11-2, ชิวภัณฑ์เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* SKT29-5 (ความเข้มข้น 1×10^{12} cfu/กรัม (และ ชิวภัณฑ์เชื้อรา *P. chlamydosporia* YT008 (ความเข้มข้น 5×10^6 cfu/กรัม) ต่อการควบคุมประชากรไส้เดือนฝอยรากปมที่ทำลายพริกหนุ่มลูกผสม “สะบันงา” ในสภาพแปลงเกษตรกรที่มีการระบาดของโรครากปมในพื้นที่บ้านทุ่งใหญ่ ตำบลชี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ช่วงเดือนตุลาคม 2559 - มกราคม 2560 พบว่า กรรมวิธีใช้ชีวภัณฑ์ รองกันหลุมก่อนย้ายปลูก และใส่อีก 7 ครั้งหลังย้ายปลูก 2,3,4,5,6,7 และ 8 สัปดาห์ ในอัตรา 5 กรัม/ต้น/ครั้ง สามารถลดประชากรไส้เดือนฝอยรากปม) จำนวนกลุ่มไข่ จำนวนไข่ และจำนวนตัวในดิน) ที่ทำลายพริกหนุ่ม ได้ดีกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีใช้สารเคมีคาร์โบฟูราน โดย ชิวภัณฑ์ *Bacillus* SKN2-2 + *Bacillus* UBN11-2 + *Bacillus* SKT29-5 ในลักษณะ ผสม 3 ชิวภัณฑ์ และ ชิวภัณฑ์ *Bacillus* SKN2-2 + *Bacillus* UBN11-2 + *Bacillus* SKT29-5 + *P. chlamydosporia* YT008 ในลักษณะ ผสม 4 ชิวภัณฑ์ ลดประชากรไส้เดือนฝอยรากปมได้ดีที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 55 และ 50.3% ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับ การควบคุมสารเคมีคาร์โบฟูราน ที่ใช้ในอัตรา 3 กรัม/ต้น/ครั้ง จำนวน 2 ครั้ง คือ รองกันหลุมและฝังรอบทรงพุ่มหลังย้ายปลูก 2 สัปดาห์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีแห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูงสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กมล เลิศรัตน์. 2550. การผลิต การปลูก การแปรรูป และ การตลาดของพริกและผลิตภัณฑ์พริกในประเทศไทย. ประชาคมวิจัย. 13(73): 15-2 หน้า.
- นิพัฒน์ สุขวัญบูลย์, สุทธิณี เจริญคิด, สันติ โยธาราชภูร์, กิ่งกาญจน์ เกียรติอนันต์, ศิวพร แสงภัทรเนตร, พันธุ์ศักดิ์ แก่นหอม และประนอม ใจอ้าย. 2556. เทคโนโลยีการผลิตพริก คุณภาพในภาคเหนือตอนบน. หจก.ดาราวรรณการพิมพ์ : เชียงใหม่. 82 หน้า.
- ยุวดี ชูประภาวรณ สุภาวดี แก้วระหัน และอรุณรัตน์ อนันตทัศน์. 2554. การศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* ต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในพริก. ในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ปี 2553. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กรุงเทพฯ.
- ยุวดี ชูประภาวรณ สุภาวดี แก้วระหัน และสมชาย คำแน่น. การใช้เชื้อ *Bacillus* spp. ควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมพริก ในสภาพแปลงปลูก.การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 15 วันที่ 9-12 พฤศจิกายน 2559 ณ รังสรรค์ การ์เด้นส์ พลาซ่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. 2559.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดอุบลราชธานี. 2550. แนวทางพัฒนาการส่งเสริมการเกษตรจังหวัดอุบลราชธานี.สำนักงานเกษตรจังหวัดอุบลราชธานี. 156 หน้า
- Barker, K.R. 1985. Nematode extraction and bioassay. pp. 39-48. In K. R. Baker, C.C. Carter and J.N. Sasser(eds). An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Vol. II : Methology. North Carolina State University and U.S. Agency for International Development., Raleigh, North Carolina. 223 p.
- Brian, B., and M. Gardener. 2004. Ecology of *Bacillus* spp. in agricultural systems. *Phytopathology* 94: 1252-1258.
- Cronin, D., Y. Moenne-Loccoz, A. Fenton, C. Dunne, D. Dowling, and F. O’Gara. 1997. Role of 2,4-diacetylphloroglucinol in the interactions of the biocontrol *Pseudomonad* strain F113 with the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. *Applied and Environmental Microbiology* 63:1357-1361.
- Gowen, S.R., T.K. Ruabete and J.G. Wright. 2005. Plant protection service secretariat of the Pacific Community Pest Advisory. Leaflet No. 9: 1-4.
- Harvey, W.S. Jr. 1985. Mode of action of nematicides. Pp. 269-276. In Sasser, J.N. and Carter, C.C. (eds.). An advanced treatise on *Meloidogyne* Vol.1: Biology and control. North Carolina State University Grapics, North Carolina.
- Mishra, S. K., J. E. Keller, J. R. Miller, R. M. Heisey, M. G. Nair, and A. R. Putnam. 1987. Insecticidal andnematicidal properties of microbial metabolites. *Journalof Industrial Microbiology* 2:267-276.
- Stirling,G.R. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes. C.A.B. International, Wallingford. 282 pp.
- Stretton, A. O.,W. C. Campbell, and J. R. Babu. 1987. Biological activity and mode of action of avermectins. Pp. 136-146 In J. A. Veech and D. W. Dickson, eds. *Vistas on nematology*. Hyattsville, MD: Society of Nematologists.
- Tobin, J.D., P.P.J. Haydock, M.C. Hare, S.R. Woods and D.H. crump. 2008. Effect of the fungus *Pochonia chlamydosporia* and fosthiazate on the multiplication rate of

การศึกษาเบื้องต้นความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลา
ในบริเวณพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต้นน้ำร่องก่อ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Preliminary Study on fish Diversity
of Rongko conservation forest Ubon Ratchathani University

ปิยะพร โปดสภา และ ปรีชญาพร วันชัย*

สาขาชีววิทยา ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail : pratyaporn.w@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลาในบริเวณพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต้นน้ำร่องก่อ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ระหว่างเดือนกันยายน 2560 ถึง เดือนเมษายน 2561 โดยใช้ข่ายขนาดตา 20 30 และ 40 มิลลิเมตร ตามลำดับ กำหนดพื้นที่สำรวจและสุ่มตัวอย่างทั้งหมด 5 จุด ในแต่ละจุดสำรวจวางข่ายจุดละ 3 ซ้ำ วางเรียงต่อกันเป็นแนวตรงแบบสุ่ม ใช้พื้นที่สำรวจเป็นระยะทาง 100 เมตรในแต่ละจุดสำรวจ จากการสำรวจพบปลาทั้งหมด 24 ชนิด จาก 13 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ปลาตะเพียน Cyprinidae วงศ์ปลากด Bagridae วงศ์ปลากระทิง Mastacembelidae วงศ์ปลาทราย Notopteridae วงศ์ปลาเนื้ออ่อน Siluridae วงศ์ปลากระทุงเหว Belonidae วงศ์ปลาบู่ทราย Eleotridae วงศ์ปลากัด ปลากระดี่ Belontiidae วงศ์ปลาดุก Clariidae วงศ์ปลาหมอ Anabantidae วงศ์ปลาแป้นแก้ว chandidae วงศ์ปลาหมอช้างเหยียบ Nandidae วงศ์ปลาช่อน Channidae จากการศึกษาพบวงศ์ปลาตะเพียนมากที่สุด 10 ชนิด รองลงมาคือ วงศ์ปลากด และวงศ์ปลากระทิง วงศ์ละ 2 ชนิด ค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener Diversity Index รวมทั้งพื้นที่ที่มีค่าเท่ากับ 2.39.

คำสำคัญ : ชนิดปลา ความหลากหลาย พื้นที่ป่าอนุรักษ์ต้นน้ำร่องก่อ

Abstract

The objective of this study was to study species diversity of fish at Rongko conservation forest, Ubon Ratchathani University during September 2017 – April 2018 .Observations were conducted by a net with mesh size ,20, 30 and 40 mm, respectively. Five Sampling sites in study area were randomly selected .At each sampling site, net were randomly installed along 100 m lines with 3 replicates .A total of 24 species from 13 families consist of Cyprinidae, Bagridae, Mastacembelidae, Notopteridae, Siluridae, Belonidae, Eleotridae, Belontiidae, Clariidae, Anabantidae, Chandidae, Nandidae and Channidae were found in the area. The most diverse family in this study was Cyprinidae)10 species (followed by Bagridae 2)species (and Mastacembelidae)2 Species .(Shannon-Wiener’s index of fish species was.2.39

Keywords: Fish Species, Diversity, Rongko Conservation Forest

บทนำ

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีตั้งอยู่ ณ บริเวณกิโลเมตรที่ ๑๐ ถนนวารินเขตอุดม ตำบลเมืองศรีโค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี บนเนื้อที่รวมทั้งสิ้นประมาณ ๕,๒๒๘ ไร่ ตั้งอยู่ห่างจากตัวเมืองอุบลราชธานี ประมาณ 15 กิโลเมตร พื้นที่ตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติและบางส่วนเป็นที่สาธารณะประโยชน์ สภาพป่ามีความหลากหลายทางชีวภาพสูง จึงมีไม้ที่ให้คุณค่าทางเศรษฐกิจ ใช้เป็นอาหารและเป็นพืชสมุนไพร รวมถึงสัตว์ป่า

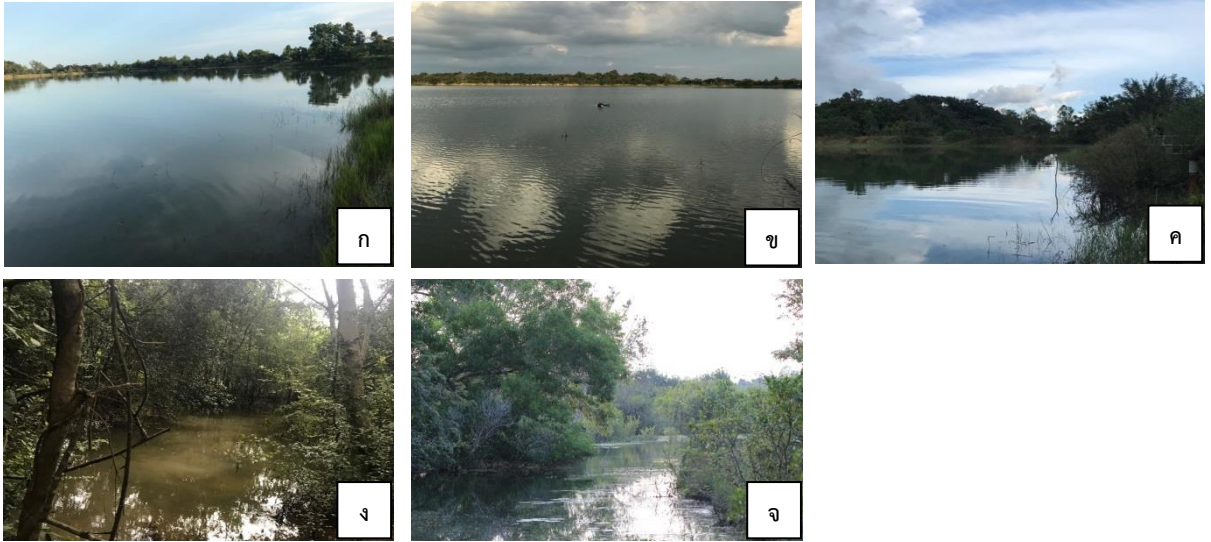
นานาชาติอีกด้วย (กองแผนงาน, 2557) (อีกทั้งยังมีแหล่งน้ำที่สำคัญอีกหลายแห่งที่มีระบบนิเวศที่หลากหลาย โดยทางด้านทิศตะวันออกของมหาวิทยาลัยเป็นที่ตั้งของพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต้นน้ำร่องก่อ ซึ่งมีแหล่งต้นน้ำที่สำคัญและมีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุดที่ยังเหลืออยู่ในมหาวิทยาลัยฯ) วิโรจน์ เกสรบัว และแก้ว อุดมศิริชาคร , 2556) จากการศึกษาของรัชพล การฟูง (2560) ซึ่งได้ความหลากหลายของแมลงน้ำซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำคัญของปลาและสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีพบว่า อ่างเก็บน้ำร่องก่อและแหล่งน้ำโดยรอบพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต้นน้ำร่องก่อมีค่าดัชนีความหลากหลาย(Shannon-Wiener Diversity Index (ของแมลงน้ำเท่ากับ 2.59 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย)mean±SD) ของอุณหภูมิน้ำ (water temperature: WT(°C)) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (electrical conductivity: EC (µS/cm)) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total dissolved solids: TDS (mg/L)) และ ค่าไนเตรท)Nitrate (mg-N/l ((เท่ากับ 31.55±7.2 1.85± 0.6 22.73±11.47 2.51± 1.15 และ 12.5±5.10 ตามลำดับ และพบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (dissolved oxygen: DO (mg/L)) มีค่า 5.06± 1.62ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ) 3 มิลลิกรัม/ลิตร) (กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ และคณะ 2559)

ปัจจุบันพบว่า พื้นที่ป่าอนุรักษ์ต้นน้ำร่องก่อและแหล่งน้ำโดยรอบ มีการเข้ามาใช้ประโยชน์จากป่า โดยชาวบ้านจากชุมชนโดยรอบในหลายๆ ทาง เช่น การล่าสัตว์ การหาของป่า รวมไปถึงการทำประมงพื้นบ้าน ซึ่งมีการจับปลาตลอดทั้งปีไม่เว้นแม้กระทั่งในช่วงฤดูวางไข่) ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ชาวบ้าน) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลา การศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลาทำให้ทราบถึงชนิดและการกระจายพันธุ์ของปลาในแหล่งน้ำธรรมชาติ ส่งผลให้สามารถวางแผนในการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรพันธุ์ปลาได้ ได้) ศิริลักษณ์ วลัยชัย และอภิรักษ์ สุวรรณรักษ์, (2556ตั้งนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาความหลากหลายชนิดของพันธุ์ปลาในแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต้นน้ำร่องก่อ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลด้านชนิดพันธุ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการทรัพยากรพันธุ์ปลา เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนและเป็นการอนุรักษ์ปลาน้ำจืดและทรัพยากรสัตว์น้ำในแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต้นน้ำร่องก่อ

วิธีการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

ศึกษาและเก็บตัวอย่างในบริเวณพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต้นน้ำร่องก่อ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในจุดที่ชาวบ้านนิยมจับปลาซึ่งข้อมูลนี้ได้จากการสังเกตและสัมภาษณ์ชาวบ้านที่มาหาปลา และในการศึกษาคั้งนี้จะแบ่งจุดสำรวจตามลักษณะและความแตกต่างทางระบบนิเวศโดยแบ่งจุดสำรวจออกเป็น 5จุด ได้แก่ จุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 จะอยู่บริเวณอ่างเก็บน้ำร่องก่อ โดยจุดที่ 1 จะบริเวณทางน้ำเข้า จุดที่ 2 จุดกลางน้ำ จุดที่ 3 เป็นบริเวณทางน้ำออก โดยจุดที่ 1 และ 3 จะเป็นตัวแทนของขอบอ่างเก็บน้ำ ในขณะที่จุดที่ 2 จะมีความลึกมากกว่าจุดที่ 1 และ 3 จุดที่ 4 บริเวณคลองน้ำที่เชื่อมต่อหนองกะทายเป็นจุดทางน้ำไหลออกสู่ชุมชนซึ่งจะเป็นบริเวณที่อยู่ภายใต้ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่ และ จุดที่ 5 บริเวณคลองโดยรอบอ่างเก็บน้ำซึ่งเป็นบริเวณที่มีพืชน้ำปกคลุมหนาแน่น) ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 จุดสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างปลา ก) จุดที่ 1 บริเวณทางน้ำเข้า (ข) จุดที่ 2 จุดกลางน้ำ (ค) จุดที่ 3 บริเวณทาง น้ำออก (ง) จุดที่ 4 บริเวณคลองหนองกะทาทา (จ) จุดที่ 5 บริเวณแหล่งน้ำที่เชื่อมต่อหนองกะทาทา

.2การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการสำรวจและเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 8 เดือน ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ.2560 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ.2561 โดยเก็บตัวอย่างจุดละ 1 ครั้งต่อเดือน สำรวจชนิดและปริมาณพันธุ์ปลา โดยการสุ่มตัวอย่างด้วยข่ายขนาดช่องตาแตกต่างกัน 3 ขนาด คือ ขนาดช่องตา 20 มิลลิเมตร 30 มิลลิเมตร และ 40 มิลลิเมตร โดยข่ายแต่ละขนาดจะมีขนาดความยาวพื้นละ 15 เมตร และความลึก 1 เมตร

ในแต่ละจุดสำรวจจะนำข่ายแต่ละขนาดมาวางเป็นแนวตรงแบบสุ่มเป็นระยะทาง 100 เมตร เก็บตัวอย่างปลาแต่ละจุดสำรวจๆ ละ 3 ซ้ำ วางข่ายในช่วงเย็นและเก็บรวบรวมในตอนเช้า จากนั้นนำปลามาจำแนกชนิดพันธุ์ ส่วนปลาที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ทันทีจะเก็บรักษาในสารละลายฟอร์มาลินความเข้มข้นร้อยละ 10 แล้วจึงนำไปจำแนกชนิดต่อในห้องปฏิบัติการ การจำแนกชนิดตัวอย่างจะจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานโดยใช้คู่มือการจำแนกและเอกสารของ Rainboth (1996) ,เซวาลิต วิทยานนท์ และคณะ (2540) ชวลิต วิทยานนท์) 2544) และ พยอม รอตมมงคลดี และคณะ) 2555)

.3การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index (การคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายเพื่อประกอบการพิจารณาความหลากหลายของกลุ่มประชากรปลา โดยใช้ Shannon-Wiener Diversity Index

3.2 ความชุกชุมทางชนิด) Species Richness หรือ Richness Index) ใช้วิธีของ Margalef's index เป็นค่าที่บ่งชี้ความหลากหลายของพันธุ์ปลาแต่ละจุดสำรวจ

3.3 ค่าดัชนีความเท่าเทียม (Evenness Index (ใช้วิธีของ Pielou's evenness index ใช้บ่งชี้การกระจายตัวของชนิด และปริมาณพันธุ์ปลาที่จุดสำรวจต่างๆกัน เมื่อคำนวณแล้วได้ค่าสูง แสดงว่าที่จุดสำรวจนั้นๆ ประกอบด้วยพันธุ์ปลาชนิดต่างๆที่มีปริมาณใกล้เคียงกัน

3.4 ร้อยละของโอกาสการพบชนิดปลา (Frequency of occurrence) ใช้บอกความถี่ในการพบของปลาแต่ละชนิดในแต่ละสถานีที่ศึกษา โดยใช้สูตร

$$F(\%) = \frac{\text{จำนวนครั้งที่พบปลาชนิดนั้นในการสุ่มตัวอย่าง}}{\text{จำนวนครั้งในการสุ่มตัวอย่าง}} \times 100$$

ผลการวิจัย

1. ชนิดพันธุ์ปลาที่พบ

จากการสำรวจความหลากหลายของชนิดปลาในบริเวณพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต้นน้ำร่องก่อ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ระหว่างเดือนกันยายน – 2560 เดือนเมษายน 2561 พบจำนวนชนิดปลาทั้งหมด 24 ชนิด จาก 13 วงศ์ (ตารางที่ 1) ได้แก่ วงศ์ปลาตะเพียน Cyprinidae วงศ์ปลากัด Bagridae วงศ์ปลากระทิง Mastacembelidae วงศ์ปลากทราย Notopteridae วงศ์ปลาเนื้ออ่อน Siluridae วงศ์ปลากระทุงเหว Belonidae วงศ์ปลาบูทราย Eleotridae วงศ์ปลากัด ปลากระดี่ Belontiidae วงศ์ปลาตุ๊ก Clariidae วงศ์ปลาหมอ Anabantidae วงศ์ปลาแป้นแก้ว chandidae วงศ์ปลาหมอช้างเหยียบ Nandidae วงศ์ปลาช่อน Channidae โดยวงศ์ที่พบจำนวนชนิดมากที่สุด คือ วงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) พบจำนวนทั้งหมด 10 ชนิด รองลงมาคือวงศ์ วงศ์ปลากัด Bagridae และ วงศ์ปลากระทิง Mastacembelidae พบจำนวนทั้งหมด 2 ชนิด

ร้อยละของโอกาสการพบชนิดปลา (Frequency of occurrence) พบว่า ปลาตะเพียนขาวมีค่าความถี่การพบจำนวนชนิดสูงสุดคือ 79.41 ในขณะที่ ปลาช่อน ปลากระดี่หม้อ ปลาหลดลาย ปลากาดำ มีค่าความถี่การพบจำนวนชนิดต่ำสุด คือ 2.94

ตารางที่ 1 แสดงชนิดปลาตามวงศ์และความถี่ของการพบจากการสำรวจระหว่างเดือนกันยายน 2560-เดือนเมษายน 2561

วงศ์ (family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	ชื่อไทย	ช่วงเวลาและจำนวนตัวอย่างที่พบ								ความถี่ของ การพบ (%)
			ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	
Cyprinidae	<i>Barbodes gonionotus</i> (Bleeker, 1850)	ปลาตะเพียนขาว	97	83	35	9	19	14	5	4	79.41
	<i>Hampala dispar</i> Smith, 1934	ปลากระสับจุด	7	5	7	7	2	6	2	1	55.8
	<i>Osteochilus hasseltii</i> (Valenciennes, 1842)	ปลาสร้อยนกเขา	3	22	19	8	16	10	18	7	52.94
	<i>Puntius orphoides</i> (Valenciennes, 1842)	ปลาแก้มช้ำ	11	11	13	65	21	3	8	12	67.65
	<i>Cyclocheilichthys repasson</i> (Bleeker, 1853)	ปลาไส้ตันตาขาว	12	22	4	5	8	8	8	2	58.82
	<i>Anemataichthys apogon</i> (Valenciennes, 1842)	ปลาไส้ตันตาแดง	4	3	6	0	9	0	0	2	26.47
	<i>Henicorhynchus ornatipinnis</i> (Roberts, 1997)	ปลาสร้อยขาวปีกแดง	0	0	0	0	0	0	0	1	2.94
	<i>Henicorhynchus siamensis</i> (de Beaufort,1927)	ปลาสร้อยขาว	0	0	7	1	9	12	1	0	32.35
	<i>Barbodes altus</i> (Günther, 1868)	ปลาตะเพียนทอง	0	0	0	0	0	5	0	0	5.88
	<i>Labeo chrysophekadion</i> (Bleeker, 1850)	ปลากาดำ	0	1	0	0	0	0	0	0	2.94
Bagridae	<i>Hemibagrus filamentus</i> (Fang and Chau, 1949)	ปลากดเหลือง	1	2	0	0	0	0	0	0	8.82
	<i>Mystus mysticetus</i> Roberts, 1992	ปลาแขยงข้างลาย	9	4	6	16	6	1	9	1	17.65
Mastacembelidae	<i>Macrogathus siamensis</i> (Günther, 1861)	ปลาหลดจุด	2	0	1	0	1	5	1	1	20.59
	<i>Macrogathus circumcinctus</i> (Hora, 1924)	ปลาหลดลาย	1	0	0	0	0	0	0	0	2.94

ตารางที่ 1 แสดงชนิดปลาตามวงศ์และความถี่ของการพบจากการสำรวจระหว่างเดือนกันยายน 2560-เดือนเมษายน 2561) ต่อ)

วงศ์ (family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	ชื่อไทย	ช่วงเวลาและจำนวนตัวอย่างที่พบ								ความถี่ของ การพบ (%)
			ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	
Notopteridae	<i>Notopterus notopterus</i> (pallas, 1796)	ปลาสลาด	0	0	9	0	1	2	0	0	11.76
Siluridae	<i>Ompok bimaculatus</i> (Bloch, 1794)	ปลาชะโอน/เข็ม	0	1	2	0	0	0	0	0	11.76
Belonidae	<i>Xenentodon cancila</i> (Hamiton, 1822)	กระตู่แหว	0	0	1	0	1	3	3	0	14.71
Eleotridae	<i>Oxyeleotris marmorata</i> (Bleeker, 1852)	ปลาบุ้ทราย	0	1	0	4	1	1	2	0	11.76
Belontiidae	<i>Trichogaster trichopterus</i> (Pallas, 1770)	ปลากระดี่หม้อ	0	0	0	0	1	0	0	2	2.94
Clariidae	<i>Clarias batrachus</i>) Günther, 1864(	ปลาดุกด้าน	3	1	1	1	0	0	0	0	14.71
Anabantidae	<i>Anabas testudineus</i> (Bloch, 1792)	ปลาหมอ	0	0	5	2	13	11	0	7	41.18
chandidae	<i>Parambassis siamensis</i> (Fowler, 1937)	ปลาแป้นแก้ว	0	4	16	21	16	11	6	1	32.35
Nandidae	<i>Pristolepis fasciata</i> (Bleeker, 1851)	ปลาหมอข้างเหยียบ	13	15	10	4	9	0	2	0	52.94
Channide	<i>Channa striata</i> (Bloch, 1793)	ปลาช่อน	0	0	0	0	0	0	0	1	2.94
	รวมทั้งสิ้น 24 ชนิด 13 วงศ์	รวมจำนวนตัวที่พบ	163	175	142	143	133	92	65	42	

2. ค่าดัชนีทางนิเวศวิทยา

จากการศึกษาค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener Diversity Index) ดัชนีความมากชนิด (Richness index) ดัชนีความเท่าเทียม (Evenness index) ระหว่างเดือนกันยายน 2560-เดือนเมษายน 2561 ของทั้งพื้นที่ มีค่าเท่ากับ 2.39 3.35 และ 0.79 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีทางนิเวศวิทยาในแต่ละจุดสำรวจพบว่า ในจุดสำรวจที่ 5 มีค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุด คือ 1.92 ± 0.34 และจุดสำรวจที่ 2 มีค่าต่ำสุด คือ 1.10 ± 0.35 ดัชนีความมากชนิด (Richness index) ในจุดสำรวจที่ 5 มีค่าสูงสุด คือ 2.43 ± 0.41 และจุดที่ 2 มีค่าต่ำสุด คือ 1.39 ± 0.46 ดัชนีความเท่าเทียม (Evenness index) ในจุดสำรวจที่ 2 มีค่าสูงสุด คือ 0.88 ± 0.18 และ จุดสำรวจที่ 1 มีค่าต่ำสุดคือ 0.79 ± 0.17 ตารางที่(2)

เมื่อพิจารณาชนิดและจำนวนปลาที่จับได้ในแต่ละเดือนพบว่า เดือนตุลาคมมีจำนวนปลาที่จับได้สูงสุด 173 ตัว รองลงมาคือเดือนกันยายน 163 ตัว ในขณะที่เดือนพฤศจิกายนและเดือนมกราคมจะพบจำนวนชนิดปลามากที่สุด คือ 16 ชนิด (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีความหลากหลาย (Diversity index) ดัชนีความมากชนิด (Richness index) ดัชนีความเท่าเทียม (Evenness index) ในแต่ละจุดสำรวจ

จุดสำรวจ	จำนวนชนิดที่พบ	ค่าดัชนีทางนิเวศวิทยา		
		ดัชนีความหลากหลาย (Diversity index)	ดัชนีความมากชนิด (Richness index)	ดัชนีความเท่าเทียม (Evenness index)
จุดที่ 1	14	1.48 ± 0.34	1.90 ± 0.45	0.79 ± 0.17
จุดที่ 2	9	1.10 ± 0.35	1.39 ± 0.46	0.88 ± 0.18
จุดที่ 3	18	1.44 ± 0.47	1.91 ± 0.57	0.81 ± 0.20
จุดที่ 4	7	1.19 ± 0.05	1.61 ± 0.09	0.81 ± 0.12
จุดที่ 5	19	1.92 ± 0.34	2.43 ± 0.41	0.83 ± 0.09

ตารางที่ 3 ชนิดและจำนวนปลาที่จับได้ระหว่างเดือนกันยายน 2560-เดือนเมษายน 2561

เดือน	จำนวนชนิด	จำนวนปลาที่จับได้(ตัว)					รวม (ตัว)
		จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	
กันยายน	12	58	21	56	11	17	163
ตุลาคม	14	41	9	78	7	38	173
พฤศจิกายน	16	17	8	43	0	74	142
ธันวาคม	12	11	7	17	0	108	143
มกราคม	16	36	7	9	0	81	133
กุมภาพันธ์	14	9	9	19	0	55	92
มีนาคม	12	18	2	4	0	41	65
เมษายน	13	13	0	8	0	21	42

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความหลากหลายชนิดของปลาในบริเวณพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต้นน้ำร่องก่อ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ระหว่างเดือนกันยายน - 2560 เดือนเมษายน 2561 ทั้งหมด 5 จุดสำรวจ พบปลาทั้งสิ้น 24 ชนิด จาก 13 วงศ์ โดย วงศ์ที่พบจำนวนชนิดมากที่สุด คือ วงศ์ปลาตะเพียน ร้อยละของโอกาสการพบชนิดปลา พบว่าปลาตะเพียนขาว

มีค่าความถี่การพบจำนวนชนิดสูงสุด การที่พบปลาในวงศึ้นมากที่สุดอาจมีสาเหตุเนื่องจาก เป็นกลุ่มปลาน้ำจืดที่มีความหลากหลายชนิดและความชุกชุมสูงในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง) Rainboth, 1991; พยอม รอตมงคลดี และคณะ ,2555) เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษากับการศึกษาของ ญัฐนันท์ เทียงธรรม และคณะ (2554) ซึ่งศึกษาความหลากหลายชนิดของปลาในนาข้าวในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครพนม สาวิกา กัลปพฤกษ์และคณะ (2557) ศึกษาความหลากหลายของชนิดปลาบริเวณหนองหาร จังหวัดสกลนคร และ สิทธิ กุหลาบทอง และคณะ (2560) ศึกษาความหลากหลายของพรรณปลาเศรษฐกิจ และการทำประมงในพื้นที่หนองกอมเกาะ จังหวัดหนองคาย ซึ่งการศึกษาทั้ง 3 งานวิจัย ศึกษาในแหล่งน้ำนิ่งที่มีลักษณะทางนิเวศวิทยาใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาความหลากหลายของพรรณปลาพบว่ามีความใกล้เคียงกันและพบปลาในวงศึปลาตะเพียนมากที่สุดเช่นเดียวกัน แต่การศึกษาในครั้งนี้พบจำนวนชนิดปลาน้อยกว่าการศึกษาของทั้งสามงานวิจัย โดยปลาในนาข้าวในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครพนม พบปลาทั้งสิ้น 33 ชนิด และ ปลาบริเวณหนองหาร จังหวัดสกลนคร พบทั้งสิ้น 44 ชนิด ทั้งนี้ อาจเนื่องจากความแตกต่างของสภาพและขนาดของพื้นที่ในการสำรวจ อีกปัจจัยหนึ่งอาจมีสาเหตุจากการใช้เครื่องมือจับ งานวิจัยข้างต้นใช้เครื่องมือจับที่หลากหลายกว่าและใช้ข่ายที่มีขนาดช่องตาที่เล็กกว่า อีกทั้งการศึกษานี้มีข้อจำกัดในระยะเวลาทำการวิจัยทำให้ไม่สามารถทำการสำรวจได้ในระหว่างเดือน พฤษภาคม – สิงหาคม 2560ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นฤดูฝน เป็นช่วงที่อาจจะพบปลามากขึ้นทั้งชนิดและจำนวน

ปลาช่อน ปลากระตี่หม้อ ปลาหลดลาย ปลาอากาศ มีค่าความถี่การพบจำนวนชนิดต่ำสุด การที่พบชนิดพันธุ์ปลาที่มากหรือน้อยแตกต่างกัน อาจมีสาเหตุมาจากปลาบางชนิดมีแหล่งอาศัยที่จำเพาะของแหล่งน้ำแตกต่างกัน การพบจำนวนชนิดปลานั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการอยู่อาศัยหรือการแพร่กระจายของพันธุ์ปลาแต่ละชนิด หรืออีกปัจจัยหนึ่งอาจมีสาเหตุจากการใช้ขนาดของข่ายหรือการใช้เครื่องมือในการสุ่มตัวอย่างที่ไม่เหมาะสม

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความหลากหลายทั้ง 5 จุด ทุกจุดมีค่าความหลากหลายมากกว่า 1 ซึ่ง Tudorance et al. (1975กล่าวว่าหากค่าดัชนีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมีค่าอยู่ระหว่าง 1-3 แสดงว่าแหล่งน้ำนั้น ยังคงมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ แต่หากต่ำกว่า 1 แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมสำหรับการอาศัยของสิ่งมีชีวิต นั้นแสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำบริเวณในบริเวณพื้นที่ป่านุรักษ์ต้นน้ำร่องก้อมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ และจากการเปรียบเทียบค่าดัชนีความหลากหลายในแต่ละจุดสำรวจพบว่า ในจุดสำรวจที่ 5 มีค่าดัชนีความหลากหลายสูงที่สุดคือ 1.92 ± 0.34 อาจเนื่องมาจากจุดสำรวจที่ 5 มีพรรณไม้ขึ้นปกคลุมเป็นจำนวนมากทำให้มีอาหารธรรมชาติ เช่น สาหร่าย เทา ซึ่งเป็นแหล่งอาหารของปลากินพืช จึงทำให้เป็นบริเวณที่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลาหลายๆชนิด

เมื่อพิจารณาชนิดและจำนวนปลาที่จับได้ในแต่ละเดือนพบว่าเดือนตุลาคมมีจำนวนปลาที่จับได้สูงสุด รองลงมาคือเดือนกันยายน ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ พิเชษฐ แก้วเขียว และคณะ (2556) ซึ่งรายงานไว้ในฤดูฝนจำนวนปลาที่จับได้มากกว่าในฤดูแล้ง และในฤดูฝนยังเป็นช่วงวางไข่ของปลาหลายๆชนิดดังนั้นอาจส่งผลทำให้เพิ่มปริมาณปลาบางชนิดที่จับได้

ข้อเสนอแนะ

ควรเก็บตัวอย่างพรรณปลาในพื้นที่ให้ครอบคลุมพื้นที่มากยิ่งขึ้นและควรมีการใช้เครื่องมือประมงที่ครอบคลุมกว่านี้ อีกทั้งควรเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมตลอดทั้งปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณศาสตราจารย์ ดร. ทวนทอง จุฑาเกตุ สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้คำปรึกษาในด้านการวางแผนการเก็บตัวอย่างและขอขอบคุณผู้ร่วมสำรวจ นายบุญเลิศ เขียนบุญมา นายนิรันดร์ วารินทร์ และผู้ร่วมสำรวจทุกท่านที่ช่วยเหลือในด้านต่างๆทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์. 2555. การใช้แมลงน้ำเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพในกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา. *Journal of Community Development Research*, 5(1).
- กองแผนงาน. 2537. ประวัติสร้างสนามมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. เอกสารเนื่องในวันสถาปนา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ครบรอบ 4 ปี. 72 หน้า.
- ชวลิต วิทยานนท์, จรัสธาดา กรรณสูต และ จารุจินต์ นภิตะภักฎ. 2540. **ความหลากหลายชนิดของปลาน้ำจืดในประเทศไทย**. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- ชวลิต วิทยานนท์. 2544. **ปลาน้ำจืดไทย**. พิมพ์ครั้งที่2. นานมีบุ๊คส์, กรุงเทพฯ.
- ณัฐนันท์ เทียงธรรม, วาที พุทธกั๋ง และ พูลทรัพย์ ศิริสานต์. 2554. การสำรวจพรรณปลาในนาข้าว ในเขตอำเภอเมือง จังหวัด นครพนม. *แก่นเกษตร* 39 : 241-250.
- พยอม รอดมงคลดี, เมธาวี รอดมงคลดี, งามตา โอกาสดี และ จำนงค์ รอดมงคลดี. 2555. **ความหลากหลายของชนิดปลาน้ำจืด และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนในแม่น้ำโขงตอนล่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย**. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- พิเชษฐ แก้วเขียว, สมคิด แก้วทิพย์ และ บัญญัติ มนเทียรอาสน์. 2556. ความหลากหลายทางชีวภาพของปลาในลำห้วยแม่สาว โครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูง ตามพระราชดำริ บ้านสันติสุข ตำบลขุนควง อำเภอปาง จังหวัดพะเยา. *วิจัยเทคโนโลยีการประมง* 7(2): 70-81.
- รัชพล การทุ่ง. 2560. ความหลากหลายของแมลงน้ำในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. *โครงการวิจัย .ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*.
- วิโรจน์ เกษรบัว และ แก้ว อุดมศิริชาคร. 2556. **คู่มือศึกษาพรรณไม้ในสวนพฤกษศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- ศิริลักษณ์ วลัยุฑ์เพียร และ อภินันท์ สุวรรณรักษ์. 2556. ความหลากหลายของชนิดปลาในแม่น้ำอิง. *แก่นเกษตร* 41(1) : 166-122.
- สาวิกา กัลปพฤกษ์, สิทธิ กุหลาบทอง และ ญาณนันท์ สุนทรกิจ. 2557. ความหลากหลายชนิดพันธุ์ของปลาเศรษฐกิจในหนองหาร จังหวัดสกลนคร. *Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University* 1(3): 68-76.
- สิทธิ กุหลาบทอง, ญาณนันท์ สุนทรกิจ, นิภาพร จุฬารมย์, ฉัตรชัย ปรีชา และราชิด เพ็งสีแสง. 2560. การสำรวจเบื้องต้นของความหลากหลายของพรรณปลาเศรษฐกิจ และการทำประมงในพื้นที่หนองกอมเกาะ จังหวัดหนองคาย. *ประมวลบทความในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 11*: 165-174.
- Rainboth, W.J. 1996. *Fish of Cambodian Mekong*. Department of biology and Microbiology. Unjversity of Wisconsin Oshkosh Wisconsin, United states.
- Tudorance, C., Green, R.H. and Huebner, J. 1975. Structure, Dynamics and Production of The Benthic Fauna in Lake Monitoba. *Hydrobiologia* 64(1): 59-95

คาริโอไทป์พื้นฐานของปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*) เขียดตะปาดเหนือ (*Polypedates mutus*) และปาดแคระป่า (*Philautus parvulus*) ที่พบในประเทศไทย

Standard Karyotypes of 3 species of Rhacophorid Frogs (Anura: Rhacophoridae) in Thailand

พิทักษ์ สีตา*¹และถาวร สุภาพรม²

*¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

² ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*Email/Corresponding author): phithaksha@gmail.com

บทคัดย่อ

จากการศึกษาคาริโอไทป์ปาด 3 ชนิด (tree frog) คือปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*) เขียดตะปาดเหนือ (*Polypedates mutus*) และปาดแคระป่า (*Philautus parvulus*) จากแหล่งที่อยู่ตามธรรมชาติ เพื่อศึกษาไมโทตริกโครโมโซมมีจากเซลล์ไขกระดูกโดยใช้วิธี in vivo colchicine treatment จากนั้นย้อมสีแบบธรรมดา ผลการศึกษาพบว่าปาด 3 ชนิด มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์(diploid=2n) เท่ากับ 26 แท่ง คาริโอไทป์พื้นฐานของปาดบ้านประกอบด้วยโครโมโซมรูปร่างเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 3 คู่ ซับเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 2 คู่ เมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 6 คู่ และซับเมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 2 คู่ เขียดตะปาดเหนือประกอบด้วยโครโมโซมรูปร่างเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 3 คู่ ซับเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 2 คู่ เมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 5 คู่ และซับเมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 3 คู่ และปาดแคระป่าประกอบด้วยโครโมโซมรูปร่างเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 4 คู่ ซับเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 1 คู่ เมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 5 คู่ ซับเมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 2 คู่และซับเทโลเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 1 คู่ จากการศึกษาในครั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาเซลล์อนุกรมวิธาน การอนุรักษ์เผ่าพันธุ์และความสัมพันธ์ในเชิงวิวัฒนาการของสัตว์กลุ่มนี้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ : ปาดบ้าน ปาดแคระป่า เขียดตะปาดเหนือ โครโมโซมพื้นฐาน คาริโอไทป์

Abstract

The mitotic chromosome of 3 rhacophorid frogs species collected from the natural population in Thailand. The cytogenetic studies of four-lined tree frog (*Polypedates leucomystax*), Northern tree frog (*Polypedates mutus*) and Dwarf Bush frog (*Philautus parvulus*). The mitotic chromosomes were prepared directly from bone marrow after in vivo colchicine treatment and analyzed following conventional techniques. The mitotic karyotype showed that the number of diploid chromosomes of rhacophorid frogs was 26 in the all species. The standard karyotypes of *P. leucomystax* showed of 3 pairs large metacentric chromosome, large submetacentric chromosome 2 pairs, small metacentric chromosome 6 pairs and small submetacentric chromosome 2 pairs, *P. mutus* showed of 3 pairs large metacentric chromosome, large submetacentric chromosome 2 pairs, small metacentric chromosome 5 pairs and small submetacentric chromosome 3 pairs, but in *P. parvulus* showed of 4 pairs large metacentric chromosome, large submetacentric chromosome 1 pairs, small metacentric chromosome 5 pairs, small submetacentric chromosome 2 pairs and 1 pairs subtelocentric chromosome. These results will be useful for future studies of chromosome conservation, chromosome evolution and basic genetics information in the rhacophorid frogs.

Karyotype and chromosome morphologies of 3 rhacophorid frogs species at chromosomal level were found to be highly conserved.

Keywords: Karyotype, Diploid Chromosomes, Rhacophorid Frogs

บทนำ

ปาด หรือ เขียดตะปาด (tree frog) เป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำชนิดหนึ่งที่อยู่ในวงศ์กบเขียด (anuran) ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์กลุ่มนี้ เกิดมาจากการแพร่กระจายของสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ ปัจจุบันสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำอาศัยอยู่ในโลกรวมกว่า 6,800 สายพันธุ์ ซึ่งจำแนกให้อยู่ใน 3 อันดับ(Order) ได้แก่ กบ เขียดและคางคก (Anuran), ซาลาแมนเดอร์ (Caudata) และเขียดงู (Gymnophiona: Apoda) ส่วนใหญ่พฤติกรรมของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั้ง 3 กลุ่มนี้มีการแสดงออกของพฤติกรรมในการสืบพันธุ์ที่แตกต่างและมีถิ่นที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกันมากกว่า 6,000 ชนิด (Whittaker et al., 2013) (แต่ความหลากหลายของประชากรสัตว์เหล่านี้ยังคงคลุมเครืออยู่ เนื่องจากการมีรูปร่างทางสรีระวิทยาของสัตว์มีความใกล้เคียงกันมาก แต่อย่างไรก็ตามยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระดับ DNA ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นการขยายเผ่าพันธุ์ในช่วงเวลาที่ผ่านมาและเป็นเอกลักษณ์ที่ไม่ซ้ำซ้อนกันของสายวิวัฒนาการของสัตว์เหล่านี้ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงการมีลักษณะทางพันธุกรรมในเชิงอนุรักษ์นิยม (conservative (

ในปัจจุบันการศึกษาปาดใน Subfamily *Rhacophorus*) Kuhl and Van Hasselt, 1822 (มีประมาณ 80 ชนิดที่พบในทวีปเอเชีย (Frost, 2010) (และกำลังประสบปัญหาหลักคือ เราไม่สามารถทราบได้ว่าความหลากหลายทางชีวภาพว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด จากการศึกษาเพื่อที่จะอธิบายข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์กลุ่มนี้มากกว่า 10 ปี นั้น ศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในสายพันธุ์ *Rhacophorus* สามารถศึกษาได้เพียง 1 ใน 4 ส่วนเท่านั้นและยังไม่ทราบอีกมากมาย จากการศึกษาทางสัตววิทยา (Zoology) โดยใช้ลักษณะทางโครงสร้างร่างกายและลักษณะอื่นๆอีกหลายประการ ซึ่งในปัจจุบันสามารถจำแนกประเภทของกบเขียด (Anuran) (โดยใช้ลักษณะและโครงสร้างหลายประการ ในปัจจุบันได้จำแนกประเภทของอันดับกบเขียดเป็น 27 วงศ์(Family) 419 สกุล(Genus) (และประมาณ 5,556 ชนิด(species) (และยังคงค้นพบกบเขียดชนิดใหม่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ยกตัวอย่างระหว่างปี ค.ศ. 1985-1992 พบกบชนิดใหม่เพิ่มขึ้นประมาณ 60 ชนิดต่อปี (Duellman, 1993) (การค้นพบสายพันธุ์ใหม่จากการสำรวจทางสัตววิทยาที่เกี่ยวกับสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก) Dehling and Grafe, 2008; Matsui and Panha, 2006; Orlov et al., 2010) (นอกจากนี้ยังมีข้อมูลเกี่ยวกับคาริโอไทป์ของปาดใน Subfamily Rhacophorinae เพียง 16 ชนิดเท่านั้น ซึ่งปาดใน Subfamily นี้มีมากถึง 374 ชนิด ก็ตาม

ดังนั้นการศึกษานี้ครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในศึกษาข้อมูลทางเซลล์พันธุศาสตร์ของปาดในประเทศไทย เพื่อสร้างองค์ความรู้ทางจำแนกโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*: Gravenhorst, 1829) เขียดตะปาดเหนือ (*Polypedates mutus*: Smith, 1940) และปาดแคระป่า (*Philautus parvulus*: Biju, 2010) ซึ่งปัจจุบันข้อมูลทางเซลล์พันธุศาสตร์ปาดมีน้อยมาก และเพื่อใช้เป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์สายพันธุ์ของสัตว์เหล่านี้ให้คงอยู่ต่อไป นอกจากนี้การศึกษายังเพิ่มองค์ความรู้ขั้นพื้นฐานในการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ กบ เขียด และอื่นๆ ในอนาคตต่อไป

วิธีการวิจัย

สำรวจและเก็บตัวอย่างโดยวิธีการมองหาตามพื้นดินและบนต้นไม้ (visual encounter survey) (ปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*) เขียดตะปาดเหนือ (*Polypedates mutus*) นำมาจากร่องก่อ ตำบลโพธิ์ใหญ่ อำเภวารินชำราบ จ. อุบลราชธานี และปาดแคระป่า (*Philautus parvulus*) นำมาจากห้วยตะขบ ตำบลเสาชงชัย อำเภอกันทรลักษ์ จ. ศรีสะเกษ นำตัวอย่างปาด ชนิดละ 3-5 ตัว (ภาพที่ 1) ที่จับมาจากแหล่งที่อยู่ตามธรรมชาติของประเทศไทย มาเตรียมโครโมโซมโดยตรงจากเซลล์ไขกระดูก (bone marrow cells) (ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีการของ Schmid, 1978; Schmid et al., 1983) มีขั้นตอนดังนี้

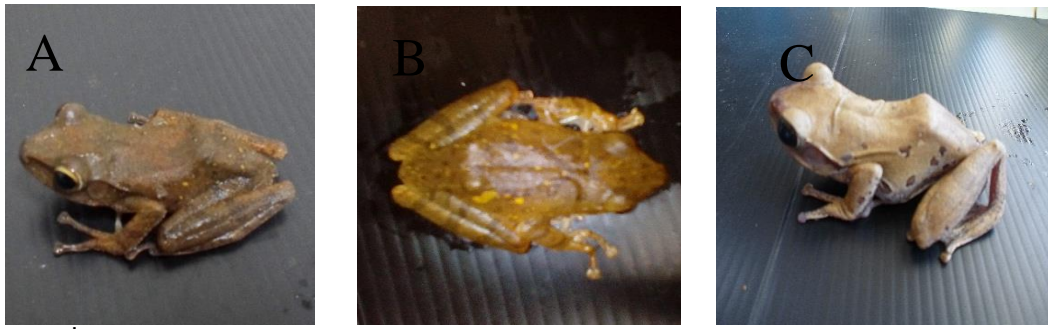
- 1.1 ฉีด colchicine ความเข้มข้น 0.2 mg/ml. ประมาณ 0.1 ml/100 กรัมของน้ำหนักตัว เข้าที่บริเวณช่องท้องของสัตว์ตัวอย่าง จากนั้นพักไว้ประมาณ 12 ชั่วโมง
- 1.2 ทำให้สัตว์สลบด้วยอีเทอร์ (ether) จากนั้นแกะเอาเนื้อออกจากกระดูกแขนขาให้หมดแล้วตัดส่วนปลายของกระดูกแขนขาทั้ง 2 ด้าน ด้วยกรรไกรผ่าตัด จากนั้นใช้กระบอกลดความดันที่มีเข็มติดอยู่ดันไขกระดูกออกมา แล้วใส่ใน Tissue Grinder เพื่อที่จะบดไขกระดูกให้เซลล์แยกเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
- 1.3 เติมน้ำละลาย 0.4%w/v kcl ลงไปใน Tissue Grinder ที่ละน้อยแล้วค่อยๆ บดไขกระดูกแล้วเทของเหลว (suspension) ที่ได้ ลงในหลอดปั่นเหวี่ยง (centrifuge tube) จากนั้นเติมน้ำละลาย 0.4%w/v kcl ลงไปจนครบปริมาตร 12 ml. บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 15 นาที
- 1.4 นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ดูดส่วนใส (supernatant) ทิ้งไปให้เหลือ ปริมาตร 1-2 ml.
- 1.5 Re-suspension ด้วยสารละลาย cold fixative (methanol: glacial acetic acid; 3:1) โดยใช้ pasture pipette พร้อมๆ กับเขย่าหลอดทดลองด้วย vortex mixer จากนั้นเติม fresh cold fixative จนครบ ปริมาตร 10 ml. ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที
- 1.6 ดูดส่วนใส (supernatant) ทิ้งไปแล้วเปลี่ยน fresh cold fixative ใหม่ ทำตามวิธีในข้อที่ 1.5 3-4 ครั้ง เพื่อที่กำจัดเศษเซลล์
- 1.7 ในครั้งสุดท้ายให้ดูดส่วนใส (supernatant) ออกให้หมดจากนั้นเติม fresh cold fixative ลงไปปริมาตร 0.5-1 ml. เพื่อที่จะผสมกับตะกอนของเซลล์ จากนั้นนำไปเตรียมโครโมโซมบนแผ่นสไลด์ หรือเก็บตะกอนไว้ในช่องแช่แข็ง (freezer) โดยปิดปากหลอดทดลองให้แน่นหรือด้วยการพันแผ่นพาราฟิล์มหลายๆ ชั้น
- 1.8 ในการเตรียมสไลด์ผสม cell suspension ให้เข้ากัน แล้วใช้ pasture pipette ดูดและหยด cell suspension ลงบนแผ่นสไลด์ที่เย็น (cold slide) สูงจากแผ่นสไลด์ประมาณ 1-2 ฟุต 2-3 หยด แล้วนำแผ่นสไลด์วางลงบน hot plate หรืออ่างน้ำร้อน(water bath)
- 1.9 นำแผ่นสไลด์ที่ได้ไปแช่ในสารละลาย 0.25% trypsin เป็นเวลา 10 วินาที เพื่อที่จะเหนี่ยวนำให้เกิดแถบโครโมโซม และเพื่อที่จะย่อยเยื่อหุ้มเซลล์
- 1.10 ล้างแผ่นสไลด์ด้วย phosphate buffer 2-3 ครั้ง จากนั้นย้อมแถบโครโมโซมด้วย 15 %Giemsa เป็นเวลา 15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น จากนั้นปล่อยให้สไลด์แห้งที่อุณหภูมิห้อง

2. การวัดขนาดโครโมโซม การจัดเรียงคาริโอไทป์และการวิเคราะห์โครโมโซม

นำแผ่นสไลด์ที่ผ่านการย้อมแถบโครโมโซมไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์จำนวน 10 เซลล์ เพื่อนับจำนวนโครโมโซม และคัดเลือกเซลล์ในระยะเมตาเฟสที่มีความเหมาะสม กระจายตัวดี จากนั้นทำการบันทึกภาพ แล้วนำภาพที่ได้มาอัดขยาย เพื่อจัดเรียงคาริโอไทป์และดูลักษณะการติดสีบนแถบโครโมโซม แล้วปรี้นลงบนกระดาษ A4 จากนั้นวัดด้วยไม้บรรทัดหาความยาวของแขนสั้นและแขนยาวของโครโมโซมตามวิธีของ Green and Sessions, 1991 เพื่อศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์โครโมโซมสัมพัทธ์ (%RL) และค่าอัตราส่วนของโครโมโซมแต่ละแท่ง (arm ratio or centromeric ratio;CR)

m=metacentric chromosome;1.00-1.67, sm= submetacentric chromosome;1.68-3.00,

st= subtelocentric chromosome;3.01-7.00, ac= telocentric chromosome;7.00-∞



รูปภาพที่ 1 ภาพสัณฐานวิทยาของปาด 3 ชนิด

A) ปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*) B) ปาดแคระป่า (*Philautus parvulus*) C) เขียดตะปาดเหนือ (*Polypedates mutus*)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาคาร์ิโอไทป์ของปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*) เขียดตะปาดเหนือ (*Polypedates mutus*) และปาดแคระป่า (*Philautus parvulus*) ทั้ง 3 ชนิด มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ (diploid=2n) เท่ากับ 26 แห่ง 13 คู่ ปาดบ้านประกอบด้วยโครโมโซมรูปร่างเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 3 คู่ ซับเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 2 คู่ เมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 6 คู่ และซับเมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 2 คู่ เขียดตะปาดเหนือ มีโครโมโซมรูปร่างเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 3 คู่ ซับเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 2 คู่ เมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 5 คู่ และซับเมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 3 คู่ และปาดแคระป่าประกอบด้วยโครโมโซมรูปร่างเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 4 คู่ ซับเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 1 คู่ เมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 5 คู่ ซับเมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 2 คู่ และซับเทโลเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 1 คู่ ซึ่งเขียดตะปาดเหนือและปาดแคระป่าเป็นการรายงานผลการศึกษาคาร์ิโอไทป์ครั้งแรก ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์โครโมโซมสัมพันธ์ (%RL) ค่าอัตราส่วนของโครโมโซมแต่ละแห่ง (arm ratio or centromeric ratio; CR) และขนาดของโครโมโซมของปาด 3 ชนิด

ชื่อลำดับ	ปาดบ้าน (<i>Polypedates leucomystax</i>)				ปาดแคระป่า (<i>Philautus parvulus</i>)				เขียดตะปาดเหนือ (<i>Polypedates mutus</i>)			
	RL%	CR	size	Type	RL%	CR	size	Type	RL%	CR	size	Type
1	14.27	1.20	L	m	15.36	1.16	L	m	13.38	1.21	L	m
2	12.39	1.83	L	sm	12.18	1.64	L	m	12.53	1.85	L	sm
3	11.53	1.83	L	sm	11.74	1.74	L	sm	11.36	1.83	L	sm
4	11.96	1.43	L	m	10.59	1.52	L	m	10.15	1.43	L	m
5	10.72	1.41	L	m	9.05	1.41	L	m	10.15	1.41	L	m
6	7.35	1.31	S	m	7.20	1.28	S	m	7.90	1.32	s	m
7	5.68	1.41	S	m	6.85	1.35	S	m	7.10	1.42	s	m
8	5.89	1.16	S	m	5.77	2.26	S	sm	5.41	1.20	s	m
9	5.04	1.88	S	sm	5.12	1.44	S	m	4.94	1.90	s	sm
10	4.40	1.18	S	m	5.08	1.28	S	m	4.82	1.20	s	m
11	4.23	1.25	S	m	4.08	2.20	S	sm	4.49	1.30	s	m
12	3.76	1.62	S	m	3.81	1.71	S	m	3.99	1.62	s	sm
13	3.16	2.12	S	sm	3.11	3.81	S	st	3.47	2.12	s	sm

หมายเหตุ: size=ขนาด, L=large (ขนาดใหญ่; %RL>9.00), S=small(ขนาดเล็ก; %RL<9.00), type=รูปร่างของโครโมโซม



รูปภาพที่ 2 คาร์ิโอไทป์ของปาด 3 ชนิด (species) แสดงให้เห็นถึงขนาดและลักษณะรูปร่างที่กำลังขยาย 1,000X
 a) คาร์ิโอไทป์ปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*) b) คาร์ิโอไทป์ปาดแคระป่า (*Philautus parvulus*)
 c) คาร์ิโอไทป์เขียดตะปาดเหนือ (*Polypedates mutus*)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าลักษณะของโครโมโซมพื้นฐานของของปาด 3 ชนิด (species) คือ ปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*) เขียดตะปาดเหนือ (*Polypedates mutus*) และปาดแคระป่า (*Philautus parvulus*) แสดงให้เห็นถึงขนาดและลักษณะรูปร่างคาร์ิโอไทป์ ซึ่งปาดทั้ง 3 ชนิด ต่างมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ (diploid=2n) เท่ากับ 26 แท่ง 13 คู่ ซึ่งมีผลรวมของแท่งโครโมโซมเท่ากันกับการศึกษาของ Schmid, M., 1978 และของถาวรและคณะ แต่ขนาดและลักษณะรูปร่างคาร์ิโอไทป์แตกต่างกันดังนี้ปาดบ้านประกอบด้วยโครโมโซมรูปร่างเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 3 คู่ คือโครโมโซมคู่ที่ 1,4 และ 5 ซับเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 2 คู่ คือโครโมโซมคู่ที่ 2 และ 3 เมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 6 คู่ คือโครโมโซมคู่ที่ 6,7,8,10,11 และ 12 และซับเมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 2 คู่ คือโครโมโซมคู่ที่ 9 และ 13 (ตารางที่ 1 และรูปที่ 2) นอกจากนี้ผลการศึกษาและรายงานผลคาร์ิโอไทป์ครั้งแรก 2 ชนิดคือ เขียดตะปาดเหนือ (*Polypedates mutus*) ประกอบด้วยโครโมโซมรูปร่างเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 3 คู่ คือโครโมโซมคู่ที่ 1,4 และ 5 ซับเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 2 คู่ คือโครโมโซมคู่ที่ 2 และ 3 เมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 5 คู่ คือโครโมโซมคู่ที่ 6,7,8,10 และ 11 และซับเมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 3 คู่ คือโครโมโซมคู่ที่ 9,12 และ 13 (ตารางที่ 1 และรูปที่ 2) และโครโมโซมปาดแคระป่า (*Philautus parvulus*) ประกอบด้วยโครโมโซมรูปร่างเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 4 คู่ คือโครโมโซมคู่ที่ 1,2,4 และ 5 ซับเมตาเซนตริกขนาดใหญ่จำนวน 1 คู่ คือโครโมโซมคู่ที่ 3 เมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 5 คู่คือโครโมโซมคู่ที่ 6,7,9,10 และ 12 ซับเมตาเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 2 คู่และซับเทโลเซนตริกขนาดเล็กจำนวน 1 คู่ คือโครโมโซมคู่ที่ 13 (ตารางที่ 1 และรูปที่ 2) จากข้อมูลที่ได้มาจากการวิเคราะห์ข้างต้นนี้เมื่อนำผลของขนาดและลักษณะรูปร่างคาร์ิโอไทป์ของปาดทั้ง 3 ชนิด ซึ่งอยู่ในวงศ์ (family) เดียวกัน แต่ต่างสกุลกัน (genus) มีผลรวมของโครโมโซมรูปร่างเมตาเซนตริกเท่ากับ 9 เหมือนกันได้แก่ปาดบ้านและปาดแคระป่า แต่มีผลรวมของโครโมโซมรูปร่างซับเมตาเซนตริกที่แตกต่างกัน คือ ปาดบ้านมีโครโมโซมรูปร่างซับเมตาเซนตริกเท่ากับ 4 ส่วนปาดแคระป่ามีโครโมโซมรูปร่างซับเมตาเซนตริกเท่ากับ 3 และมีโครโมโซมขนาดซับเทโลเซนตริกอีก 1 คู่ ส่วนเขียดตะปาดเหนือมีผลรวมของโครโมโซมรูปร่างเมตาเซนตริกเท่ากับ 8 และโครโมโซมรูปร่างซับเมตาเซนตริกเท่ากับ 5 ซึ่งอาจจะเกิดมาจากการเกิดกระบวนการโครโมโซมฟิวชัน (chromosome fusion process) เกิดมาจากการรวมกันของชิ้นส่วนโครโมโซมคู่หนึ่งคู่ใดก็ได้ (Walter V.B.,1972) และก่อให้เกิดวิวัฒนาการของสัตว์กลุ่มนี้แยกออกไป ทำให้เกิดสัตว์ชนิดใหม่ๆ (Max K.,1990) ส่วนศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์โครโมโซมสัมพัทธ์ (%RL) และค่าอัตราส่วนของโครโมโซมแต่ละแท่ง (arm ratio or centromeric ratio; CR) คือปาดบ้านอยู่ในช่วง 14.27-3.16 และ 1.16-2.12 ตามลำดับ เขียดตะปาดเหนืออยู่ในช่วง 13.38-3.47และ 1.21-2.12 ตามลำดับและปาดแคระป่าอยู่ในช่วง 15.36-3.11 และ 1.16-3.81 ตามลำดับ จากการศึกษาในครั้งนี้ปาดทั้ง 3 ชนิด ต่างมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาของรูปร่างของคาร์ิโอไทป์แตกต่างกันออกไปตามแต่ละชนิดของสัตว์นั้นๆ และการศึกษาในครั้งต่อไปควรที่จะ

มีการย้อมแถบโครโมโซมแบบอื่นๆ เช่น Q-banding, Fluorescence banding, NOR banding ฯลฯ นอกจากนี้ ปาดในประเทศไทยมีถึง 35 ชนิด แต่มีข้อมูลเกี่ยวกับคาร์ิโอไทป์เพียงไม่กี่ชนิดซึ่งน้อยมากเมื่อเทียบกับความหลากหลายของชนิดที่ค้นพบ จึงควรที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมให้ครบทุกสายพันธุ์ เพื่อให้เป็นข้อมูลพื้นฐานให้ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ในการเป็นสัตว์เศรษฐกิจในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์วิเคราะห์โครโมโซม ภาควิชาชีววิทยา ศาสตราจารย์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการปฏิบัติงาน และผู้ที่ให้ความช่วยเหลือทุกๆท่านที่มีได้กล่าวนามไว้ ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- ถาวรและคณะ.,2535. การศึกษาโครโมโซมและคาร์ิโอไทป์ของอึ่งปากขวดและปาดบ้าน.การประชุมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 18 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 717-724
- Schmid, M., 1978. Chromosome banding in Amphibia. II. Constitutive hetero chromatin and nucleolar organizer region in Ranidae, Microhylidae and Rhacophoridae. *Chromosoma* 77. 83-103
- Green, D.M.and Sessions, S.L.,1991. Amphibian Cytogenetics and Evolution. San Diego-New York. Academic Press.
- Dehling. J.M., 2011. Taxonomic status of the population of *Rhachophorus angulirostris* Ahl,1927 (Anura: Rhacophoridae) from Sumatera Barat(West Sumatra) and its description as a new species. *Salamandra-journal*, Germany.133-143
- Rowley, J.J.L.,at all.,2011. A new species of *Gracixalus* (Anura: Rhacophoridae) with a hyperextended vocal repertoire from Vietnam. *Zootaxa*.22-38
- Aprea, G.,at all.,2007. Karyotogical evolution and systematics of Malagasy microhylid frogs. *Zoologischer Anzeiger*246. 23-41
- Kakampuy, W.,at all,2013. Chromosome banding of two *Litoria* species (Anura, Hylidae). *Songklanakarin J.Sci.technol.* 35(4), 383-387
- Biju, S.D.,at all,2010. A ground-dwelling rhacophorid frog from the highest mountain peak of the Western Ghats of India. *Current Science*, 98, 1119-1125
- Kuramoto, M, and Wang, C.,1987. A new rhacophorid treefrog from Tiwan, with comparisons to *Chirixalus eiffingeri* (Anura, Rhacophoridae). *Copeia*, 1987, 931-42
- Max K.,1990. Animal Cytogenetics. Gebruder Borntraeger Berlin 1990. Vol.4: Chordata2, 144-151, 111-117
- Walter V.B.,1972. Textbook of cytogenetics. The C.V. MOSBY COMPANY. 139-141

การศึกษาอิทธิพลของสารแพคโคลบิวทราโซล ร่วมกับสาร 1- แนฟทิลแอซีติก เอซิด ต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาของรากของต้นศุภโชค

Effect of Paclobutrazol with 1 - Naphthyl Acetic Acid on Plant Growth and Root Development of *Pachira aquatica*

วราพร ดีเจริญ^{1*} จรรยา สิงห์คำ² และ ปรีชาติ ดิษฐกิจ²

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

²สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

E-mail: wt@hortiq.com

บทคัดย่อ

การใช้สารแพคโคลบิวทราโซล(PBZ(ร่วมกับการใช้สาร NAA ในการผลิตต้นศุภโชคเป็นไม้ประดับกระถาง เพื่อการค้า โดยการรดสาร PBZ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสาร NAA ความเข้มข้น 0, 0, 1000, 1500, 2000 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า การรดสาร PBZ 500 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับการใช้สาร NAA 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้ต้นศุภโชคมีเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด คือ 0.61 เซนติเมตร ความกว้างใบ 3.65 เซนติเมตร และ จำนวนใบและจำนวนยอดต่อกระถางสูงสุด (22.25 และ 5.25 ตามลำดับ) การรดสาร PBZ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 2000 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้น้ำหนักรากสดและน้ำหนักรากแห้งสูงสุด ทั้งนี้การใช้สาร PBZ 500 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับการใช้สาร NAA ทุกชนิดไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : ต้นศุภโชค แพคโคลบิวทราโซล ไม้กระถาง

Abstract

Effect of Paclobutrazol (PBZ) with NAA for production of *Pachira aquatica* pot plant. The PBZ 500 mg/L with NAA levels 0,0,1000,1500, 2000 ml/L. The result found that PBZ 500 mg/L with NAA levels 1000 ml/L shown highest number diameter of shoots 0.61 cm, leaf width 3.65 cm, quantity of leaves and shoots were highest number)22.5 and 5.25 .(The PBZ 500 mg/L with NAA levels 2000 ml/L shown the fresh root weight and dry root weight were highest number. However , the result between treatment shown that non-significant for all

Keywords : *Pachira aquatica*, Paclobutrazol, Pot Plant

บทนำ

ต้นศุภโชค (*Pachira aquatica*) (เป็นไม้ยืนต้นที่ได้รับความนิยมและเป็นที่ยุ้จักมายาวนาน มีถิ่นกำเนิดในแถบทวีปอเมริกาใต้ โดยมีมากในทางตอนใต้ของประเทศเม็กซิโก ทางตอนเหนือของประเทศบราซิล หมู่เกาะฮาวาย และทางตอนใต้ของรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ต้นศุภโชคสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น การใช้เมล็ดและยอดเป็นอาหาร เนื้อไม้ใช้ทำสำนวนเท้า เป็นต้น สำหรับประเทศไทย พบว่า มีการปลูกต้นศุภโชคและนำต้นศุภโชคมาใช้ประโยชน์นับมาเป็น 10 ปีแล้ว โดยเน้นใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย เช่น การนำเมล็ดต้นศุภโชคมาคั่วเพื่อแปรรูปผลผลิตแล้วจำหน่ายคล้ายกับเมล็ดถั่ว การเพาะต้นกล้าศุภโชคและนำลำต้นศุภโชคมาถักเปีย หรือการตัดแต่งลำต้น ต้นศุภโชคให้มิลักษณะคล้ายบอนไซ เพื่อใช้ประโยชน์เป็นไม้ประดับกระถาง

ภายในบ้าน (กรมวิชาการเกษตร, (2557นอกจากนี้ยังมีการตั้งชื่อให้กับต้นสกุลโชคที่เป็นสิริมงคลตามความเชื่อ เพื่อเป็นแรงจูงใจให้กับผู้บริโภคในการเลือกซื้อต้นสกุลโชค เช่น Lucky trees Money trees เป็นต้น

ปัญหาสำคัญในการผลิตต้นสกุลโชคเพื่อเป็นไม้ประดับกระถาง คือ การควบคุมความสูงของทรงพุ่ม และยอดให้มีขนาดสม่ำเสมอ เนื่องจากโดยทั่วไปต้นสกุลโชคเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ตาข้างที่แตกออกมานั้น จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีความยาวไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของตาข้างของต้นสกุลโชคที่ส่งผลให้ต้นสกุลโชคมียอดที่มีขนาดไม่ได้มาตรฐานและไม่สามารถจำหน่ายเป็นไม้กระถางได้ นอกจากนี้ระบบรากของต้นสกุลโชคก็มีส่วนสำคัญในการช่วยส่งเสริมให้ลำต้น ยอด และใบแข็งแรง โดยหลังจากการตัดแต่งต้นอย่างหนัก จะพบว่า รากตายในกระถางเป็นจำนวนมาก ทำให้ต้นสกุลโชคชะงักการเจริญเติบโต และพบว่าต้นสกุลโชคที่มีขนาดเล็กจะมีสีของใบกลายเป็นสีเหลือง อาจเกิดจากรากไม่สามารถดูดอาหารได้เพียงพอ ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโต และฮอร์โมนที่ช่วยในการกระตุ้นให้ต้นสกุลโชคเกิดรากได้รวดเร็ว จึงมีบทบาทช่วยให้ขนาดของทรงพุ่มกระชับ ลดการยืดข้อปล้อง ทำให้พืชมีระบบรากที่แข็งแรง เพื่อให้สามารถผลิตต้นสกุลโชคที่ได้ขนาดตรงตามความต้องการของตลาด ทนทานต่อการขนส่งและเป็นมาตรฐานในการผลิตเพื่อการค้าต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาอัตราของสารแพคโคลบิวทราโซลร่วมกับ NAA ที่เหมาะสมในการผลิตต้นสกุลโชคเป็นไม้ประดับกระถาง
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลร่วมกับ NAA ที่มีต่อการผลิตต้นสกุลโชคเป็นไม้ประดับกระถาง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

An-Na Wu (n.d.) ได้ทำการทดลองให้สารแพคโคลบิวทราโซล 0 –800 ppm ร่วมกับสาร NAA 0 ppm และ 100 ppm กับต้น *White Michelia* ที่ปลูกในกระถางโดยการสเปรย์ พบว่า การให้สารทั้ง 2 ชนิดร่วมกันทำให้ความสูงต้น ความยาวกิ่ง ลดลง แต่จะทำให้ขนาดกิ่งแขนงใหญ่ขึ้น จำนวนกิ่งแขนงมากขึ้น ต่อมา Wiesman and Riov (1994) ได้ศึกษาผลของสารแพคโคลบิวทราโซล ร่วมกับการให้สาร IBA กับต้นถั่วเขียวพบว่า มีผลทำให้เกิดการกระตุ้นการสร้างรากในระยะแรก ของต้นที่แต่่งใบออก และต้นที่ใบสมบูรณ์ แต่จะทำให้จำนวนรากลดลงในกิ่งที่ได้รับสารแต่่งใบออก ต่อมา Henrique et al. (2006) ทดลองให้สารแพคโคลบิวทราโซล 100 มิลลิกรัม ต่อลิตร ร่วมกับการให้สาร IBA และสาร NAA ในอัตราต่างๆ พบว่าการให้สารแพคโคลบิวทราโซล 100 มิลลิกรัม ต่อลิตร ร่วมกับการให้สาร NAA 2000 ถึง 4000 มิลลิกรัม ต่อลิตร มีผลทำให้ต้น *Pinus caribaea* มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากมากกว่าการไม่ใช้สารเลย แต่เมื่อให้ ความเข้มข้นของ สาร NAA 6000 มิลลิกรัม ต่อลิตร พบว่าทำให้ เปอร์เซ็นต์การเกิดรากต่ำกว่าการไม่ใช้สารเลย หลังจากนั้น Udensi et al. (2013) ได้ทดลองใช้สาร IAA สาร NAA และสารแพคโคลบิวทราโซล ร่วมกับการปลูกต้น Pigeon Pea Landraces โดยแช่เมล็ดลงในสารอัตราต่างๆเป็นเวลา 48 ชั่วโมงก่อนนำถั่วปลูกลงในแปลง พบว่า การใช้สาร NAA และสารแพคโคลบิวทราโซล ร่วมกันอัตรา 100 และ 150 มิลลิกรัม ต่อลิตรทำให้ความสูงต้น ข้อปล้อง ลดลง แต่พบว่าจำนวนกิ่งและคุณภาพผลผลิต เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และ Triharyanto et al. (2014) รายงานการทดลองเกี่ยวกับการใช้สารแพคโคลบิวทราโซล อัตรา 1.5 ppm ร่วมกับ การใช้ IAA IBA NAA อัตรา 0.5 ppm ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นกระเทียม ในสภาพปลอดเชื้อ พบว่า การใช้สารแพคโคลบิวทราโซล ร่วมกับสาร NAA จะทำให้ราก และยอด มีความยาวมากกว่า การเจริญเติบโต ความแข็งแรงของเนื้อเยื่อ ดีกว่าการใช้ สารแพคโคลบิวทราโซลร่วมกับสาร IAA และ IBA

มาตรฐานการผลิตต้นสกุลโชคเพื่อการส่งออกของบริษัทฮอว์ตีดิว (ประเทศไทย) จำกัด บริษัทฮอว์ตีดิว (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับการส่งออกไม้ประดับไปยังประเทศต่างๆทั่วโลก โดยมีฐานการผลิตอยู่ที่เลขที่ 331 หมู่ที่ 1 ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา หนึ่งในสินค้าของบริษัทคือต้นสกุลโชค ที่ได้ทำการผลิตเพื่อจำหน่ายไปยังประเทศในแถบยุโรป โดยได้มีมาตรฐานการผลิตดังนี้

ตารางที่ 1:มาตรฐานการผลิตต้นศุภโชคเพื่อการส่งออกของบริษัทฮอว์ตีกิว (ประเทศไทย) จำกัด

ขนาดกระถาง (cm.)	จำนวนต้นต่อกระถาง (ต้น)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (cm.)	ความสูงต้น (cm.)	จำนวนยอดต่อกระถาง (cm.)	สีใบ
14	3	4.0-3.0	50-40	4	สีเขียว

วิธีการวิจัย

1. ต้นศุภโชค
2. กระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร
3. วัสดุปลูก คือ พีทมอส 2 ส่วน ผสมมะพร้าวสับ 1 ส่วน (2:1)
4. กรรไกรตัดกิ่ง
5. ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15
6. ยาป้องกันกำจัดเชื้อราโรคพืช ชื่อการค้า ดาโคนิล ชื่อสามัญ คลอโรทาโลนิล (chlorothalonil 75% WP).
7. เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ OHAUS รุ่น Adventurer
8. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์
9. สมุดบันทึก
10. ปากกา
11. กระดาษเทียบสี R.H.S Colour Chart ยี่ห้อ Royal Horticultural Society Fifth Edition
12. สารแพคโคลบิวทราโซล ในรูปแบบผง ความเข้มข้น 10 % WP ชื่อการค้าคือ ทะวาย
13. สาร NAA)1-naphthylacetic acid %4.5 (W/V LC ในรูปแบบน้ำ ชื่อทางการค้าคือ BigA

วิธีการทดลอง

คัดเลือกต้นศุภโชคอายุ 2 ปี จากในแปลงปลูก จำนวน 60 ต้น โดยที่ต้นศุภโชคมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 ถึง 5.0 เซนติเมตร รากแก้วมีลักษณะตรงและรากแก้วมีขนาดประมาณ 3.0 เซนติเมตร ล้างทำความสะอาดรากและลำต้นเพื่อให้ดินเก่า และวัสดุปลูกเดิมออกไปให้หมด ตัดรากฝอยออก วัดขนาดรากแก้วให้อยู่ในระดับเดียวกัน และตัดรากแก้วให้ปลายรากมีขนาดสม่ำเสมอขึ้นพักเตรียมไว้ในร่ม 4 ชั่วโมงเพื่อให้แผลแห้งหมาด โดยไม่มีการจุ่มหรือทาน้ำยา ย้ายปลูกลงกระถางเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร

เมื่อต้นศุภโชคมีอายุ 12 สัปดาห์หลังจากย้ายปลูก จึงเริ่มทำการทดลอง โดยวัดความสูง 55 เซนติเมตร จากก้นกระถาง (ต้นศุภโชคสูง 50 เซนติเมตร) และตัดปลายยอดต้นศุภโชคออกเป็นแนวตรง พักไว้ให้แผลรอยตัดแห้ง 3 วัน ทำการสุ่มทรีตเมนต์ ให้กับพืชทดลองแบบการจับฉลาก (CRD) ผสมสาร NAA ตามอัตราที่คำนวณไว้ จากนั้นรดสาร NAA ลงในกระถาง ตามทรีตเมนต์ที่กำหนดไว้แล้ว ในปริมาณ 200 มิลลิลิตร ต่อ 1 หน่วยทดลอง หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ ผสมสารแพคโคลบิวทราโซล ตามอัตราที่คำนวณไว้ รดสารแพคโคลบิวทราโซล ตามทรีตเมนต์ที่กำหนด ในปริมาณ 200 มิลลิลิตร ต่อ 1 หน่วยทดลอง หลังจากรดสารทั้ง 2 ชนิดแล้ว ดูแลรดน้ำตามปกติ เก็บผลการทดลอง ในสัปดาห์ที่ 10 หลังจากตัดยอดต้นศุภโชค เก็บข้อมูล ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลาง ยอด จำนวนยอด จำนวนใบ สีใบ ขนาดใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งราก นำผลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยทรีตเมนต์ในการทดลองทั้งหมด 5 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 4 ซ้ำ ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่ราดสาร (Control)

ทรีตเมนต์ที่ 2 ราดสารแพคโคลบิวทราโซล 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

ทรีตเมนต์ที่ 3 ราดสารแพคโคลบิวทราโซล 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ราดสาร NAA 1000มิลลิกรัมต่อลิตร

ทรีตเมนต์ที่ 4 ราดสารแพคโคลบิวทราโซล 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ราดสาร NAA 1500มิลลิกรัมต่อลิตร

ทรีตเมนต์ที่ 5 ราดสารแพคโคลบิวทราโซล 500 มิลลิกรัมต่อลิตรและ ราดสาร NAA 2000มิลลิกรัมต่อลิตร

3. ผลการวิจัย

ตารางที่ 2:ความสูงของต้นศุภโชค และเส้นผ่านศูนย์กลางยอด

อัตราการใช้สาร	ความสูง (cm.)	เส้นผ่านศูนย์กลางยอด (cm.)
ไม่ราดสาร	67.20	0.66
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร	60.30	0.58
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร ร่วมกับ สารNAA 1000 มล./ลิตร	60.50	0.61
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร ร่วมกับ สารNAA 1500 มล./ลิตร	60.00	0.52
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร ร่วมกับ สารNAA 2000 มล./ลิตร	61.80	0.57
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	ns	ns
Coefficient of variation (C.V.)	5.978	15.211

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3:จำนวนยอด จำนวนใบ ขนาดใบ

อัตราการใช้สาร	จำนวนยอด (ยอด)	จำนวนใบ (ใบ)	ขนาดใบ (cm.)	
			ความกว้างใบ	ความยาวใบ
ไม่ราดสาร	3.75	16.25	4.47	13.98
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร	4.50	18.00	4.09	12.57
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร ร่วมกับ สารNAA 1000 มล./ลิตร	5.25	22.25	3.65	12.50
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร ร่วมกับ สารNAA 1500 มล./ลิตร	3.75	14.00	3.96	13.21
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร ร่วมกับ สารNAA 2000 มล./ลิตร	4.50	19.00	1.68	13.89
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	ns	ns	ns	ns
Coefficient of variation (C.V.)	38.583	37.043	17.403	17.375

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4 สีใบ

อัตราการใช้สาร	สีใบ
ไม่ราดสาร	NN137C
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร	NN137A
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร ร่วมกับ สารNAA 1000 มล./ลิตร	NN137A
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร ร่วมกับ สารNAA 1500 มล./ลิตร	NN137B
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร ร่วมกับ สารNAA 2000 มล./ลิตร	NN137A

ค่าอักษร A ,B ,C แสดงความเข้มของสี โดยค่า A ให้ค่าความเข้มสีสูงที่สุด ต่อมาคืออักษร B และอักษร C ตามลำดับ

ตารางที่ 5 : น้ำหนักราก

อัตราการใช้สาร	น้ำหนักสดราก (g.)	น้ำหนักแห้งราก (g.)
ไม่ราดสาร	4.50	0.69
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร	6.84	0.74
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร ร่วมกับ สารNAA 1000 มล./ลิตร	9.40	0.80
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร ร่วมกับ สารNAA 1500 มล./ลิตร	8.72	0.85
แพคโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร ร่วมกับ สารNAA 2000 มล./ลิตร	9.43	0.95
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	ns	ns
Coefficient of variation (C.V.)	12.282	45.696

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การอภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลของความสูงของต้นศุภโชค หลังการราดสาร พบว่ามีค่าเฉลี่ยความสูงไม่แตกต่างกันระหว่างการราดสาร และไม่ราดสาร ต่างกับงานวิจัยของ Qiansheng et al. (2009) ได้ทดลองการให้สารแพคโคลบิวทราโซลร่วมกับการให้แสงในต้นศุภโชค พบว่า การให้สารแพคโคลบิวทราโซล อัตรา 50 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณ 15 มิลลิตรต่อต้น มีผลทำให้การยืดข้อปล้องและขนาดใบลดลงแต่การให้ปริมาณแสงมากหรือน้อยไม่มีผลต่อการยืดข้อปล้องของต้นศุภโชค ส่วนการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลร่วมกับสารNAA ในทุกอัตรา ให้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกัน อาจจะเนื่องมาจาก การทดลองนี้ได้ทดลองการให้สารแพคโคลบิวทราโซลในระดับเดียวคือ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารNAA ไม่มีผลทำให้ความสูงของยอดต้นศุภโชคหลังตัดแต่งกิ่ง เปลี่ยนไป ต่างจากผลการทดลองของ An-Na Wu)n.d (ที่พบว่า การให้สารNAA อัตรา 100 ppm จะทำให้ข้อปล้องของต้นจำปีเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากเป็นพืชต่างชนิดกันโดยต้นจำปีจัดเป็นพืชในวงศ์ Magnoliaceae)นพพล เกตุประสาท, (2560 ส่วนต้นศุภโชคจัดอยู่ในวงศ์ Bombaceae

ผลของเส้นผ่านศูนย์กลางยอดใหม่เฉลี่ย ก็พบว่า การให้สารในทุกอัตรา มีค่าการวิเคราะห์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การไม่ให้สารมีแนวโน้ม ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางมีค่ามากกว่าการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลเล็กน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Benjawan and Chanaboon (2007) ในการทดลองกับต้นกระเจี๊ยบเขียว พบว่า การให้สารแพคโคลบิวทราโซลมีผลต่อความสูงต้น น้ำหนักฝัก อายุการเก็บเกี่ยว ขนาดใบแต่ไม่มีผลต่อขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และ จำนวนยอดเฉลี่ย

จำนวนใบเฉลี่ยต่อกระถางพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า ระหว่างการให้สารแพคโคลบิวทราโซล ร่วมกับสารNAA ในทุกอัตรา มีจำนวนใบมากขึ้นเมื่อ เทียบกับการไม่ให้สารเลย สอดคล้องกับผลการทดลองของ Triharyanto and Purnomo (2014) ได้ทดลองให้สารแพคโคลบิวทราโซล ร่วมกับการ

ให้สารออกซิน ชนิดต่างๆ ร่วมกัน กับต้นกระเทียมหลายสายพันธุ์ พบว่าการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลร่วมกับการใช้สารNAA จะทำให้ จำนวนยอด จำนวนราก เพิ่มมากที่สุด อาจจะมาจกสารออกซินมีบทบาทเร่งการเกิดรากได้ (สัมฤทธิ์, (2529) เมื่อรากสมบูรณ์ จึงทำให้เกิดการแตกยอดได้มากขึ้น ต่างกับการทดลองของ อัญชลี (2557) ในการทดลองการขยายพันธุ์ปทุมมาโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่าการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลมากขึ้นมีผลทำให้จำนวนยอดใหม่ จำนวนใบเฉลี่ย และความกว้างใบเฉลี่ยลดลง ซึ่งอาจจะเป็นเพราะพืชต่างชนิดกันจึงทำให้ผลการทดลองที่แตกต่างกัน

เมื่อทำการวิเคราะห์ผลของสีใบ พบว่าการใช้สารและไม่ใช้สารในทุกทริตเมนต์ให้ค่าสีต่างกันเพียงเล็กน้อย และทุก ทริตเมนต์ จัดอยู่ในกลุ่มสีเขียว สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรีัญญาและสมปอง (2551) พบว่าการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวมเพิ่มมากขึ้น การใช้สารแพคโคลบิวทราโซลยังมีผลต่อน้ำหนักรากต่อกระถาง โดยพบว่า ทริตเมนต์ที่ได้รับสารแพคโคลบิวทราโซล 500 ร่วมกับสาร NAA 2000มิลลิกรัม ให้ค่าน้ำหนักรากต่อกระถางสูงสุด โดยมีค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง สูงที่สุด ซึ่งค่านิยมของผู้บริโภค นิยมเลือกต้นศุภโชค จากขนาดลำต้นที่ใหญ่ ทรงพุ่มแน่น หากต้นศุภโชคมีลำต้นที่แข็งแรงสมบูรณ์ ทรงพุ่มกระชับ และจำนวนใบมาก ก็จะเป็นที่ต้องการของตลาด

สรุปผลการวิจัย

เมื่อนำผลของการวิเคราะห์ข้อมูล มาเปรียบเทียบแล้วพบว่า การให้สารแพคโคลบิวทราโซล 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสาร NAA 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ เส้นผ่านศูนย์กลางยอดสูง จำนวนยอดเฉลี่ยต่อกระถาง และจำนวนใบสูงสุด อีกทั้งยังมีน้ำหนักรากต่อกระถางสูง รองลงมาคือ การให้สารแพคโคลบิวทราโซล 500 มิลลิกรัมต่อลิตร การให้สารแพคโคลบิวทราโซล 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสาร NAA 1500 มิลลิกรัมต่อลิตร การให้สารแพคโคลบิวทราโซล 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสาร NAA 2000 มิลลิกรัมต่อลิตร และการไม่รดสารเลย ให้ค่าผลการทดลองน้อยที่สุด ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร (2557) .ศุภโชค .สืบค้นเมื่อ 16 มีนาคม,2557 , จาก [http //:www.doa.go.th/library/html/detail/supashok/page01.html](http://www.doa.go.th/library/html/detail/supashok/page01.html)
- นพดล จรัสสัมฤทธิ์(2537) .). ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. กรุงเทพฯ: สหมิตรออฟเซท นพพล เกตุประสาท.(2560) . จำปี .สืบค้นเมื่อ 6สิงหาคม,2560 , จาก <http://clgc.agri.kps.ku.a.c.th/index.php/linkoldfragrant--270/2michelia>
- ศรีัญญา นราวิวัฒน์ และสมปอง เตชะโต.(2551) . ผลของ paclobutrazol ที่มีต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของกลีอกซีเนียบในสภาพปลอดเชื้อ .ใน วิทยาศาสตร์การเกษตร ปีที่ .(3)39หน้า 227-230.
- สัมฤทธิ์ เศรษฐวงศ์. (2557). การใช้ฮอร์โมนกับไม้ผล (2). กรุงเทพฯ: ธนัชการพิมพ์.
- อัญชลี จਾਲะ .(2557) .ผลของสารพาโคลบิวทราโซลร่วมกับ BA ในการขยายพันธุ์ปทุมมา (Curcuma sp (.โดย การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. Thai Journal of Science and Technology ปีที่3 (1). หน้า 15-22.
- อัญชัน ทองซ่ง .(2544) .ผลของ 2-,4D, NAA และ paclobutrazol ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากล้วยไม้เอื้องมัจฉาเหลือง (Dendrobium griffithianum Lindl .(ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี, ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- An-Na Wu. (n.d.). Effect of Paclobutrazol and NAA on the Growth and Flowering of Potted White Michelia (Michelia alba DC.). Access (1 July 2017). Available http://:tao.wordpedia.com/show_p_df.ashx?ses_s=1n_kveueltvL_sru55vc5alsiy&file_name=JO00001418_67_1-8&file_type=r

- Benjawan, C., Chutichudet , P .and Chanaboon, T) .2007 .(Effect of chemical paclobutrazol on growth, yield and quality of okra)*Abelmoschus esculentus* L (.Har lium cultivar in northeast Thailand .*Pak J Biol Sci*. Vol. 10. No. 2. pp. 433-438
- Henrique, Andreia. et al. (2006). Effect of Plant Growth Regulators in the Rooting of *Pinus* Cuttings. *Brazilian Archives of Biology and Technology an International Journal*. Vol. 49. No. 2. pp. 189-196
- Qiansheng, Li. et al.) 2009 .(Effects of Light Intensity and Paclobutrazol on Growth and Interior Performance of *Pachira aquqtica* Aubl .*HortScience* :a publication of the American Society for Horticultural Science .Vol. 44 No. 5. pp. 1291-1295
- Triharyanto, Eddy. et al.) 2014 .(Effect of Paclobutrazol and Auxin on Growth Plantlet of Garlic Varieties in in Vitro Culture. *Journal of Agricultural Science and Technoligy A*. Vol. 4(2014). pp. 762-766
- Udensi, O. U., Edu, E. A., Ikpeme, E. V. and Ntia, M. I. (2013). Response of Pigeon Pea Landraces [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] to Exogenous Application of Plant Growth Regulators. *Annual Review & Research in Biology*. Vol. 3 No. 4. pp. 762-776
- Wiesman, Z and Riov, J. (1994). Interaction of paclobutrazol and indole - 3 - butyric acid in relation to rooting of mung bean (*Vigna radiata*) cuttings. *Physiologia Plantarum*. Vol. 92. No. 4. pp. 608-612

การออกแบบกังหันน้ำด้วยวิธีจำลองเชิงตัวเลข Water Turbine Design by Computational Fluid Dynamics

ปรัชญา มุขตา*

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

*E-mail: mukdaen@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการออกแบบกังหันด้วยวิธีจำลองเชิงตัวเลข (CFD) ให้มีความเหมาะสมกับสภาพการไหลของคลองส่งน้ำของจังหวัดเพชรบุรี โดยใช้โปรแกรม Gambit และ Fluent เป็นเครื่องมือในการออกแบบ ขั้นตอนหนึ่งคือการทดสอบเพื่อหาเงื่อนไขในการจำลอง เริ่มจากจำลองรูปทรงใบพัด 4 แบบ เพื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์แรงต้าน (C_D) ซึ่งรูปทรงถ้วยคือรูปทรงที่มีสัมประสิทธิ์แรงต้านสูงสุด ($C_D \approx 1.35$) ต่อมา ได้มีการตรวจสอบจำนวนเมทซ์เพื่อหาจำนวนที่เหมาะสมคือประมาณ 500,000 เซลล์ สุดท้าย แบบจำลองความปั่นป่วนของการไหลถูกเปรียบเทียบเพื่อยืนยันกับการทดลองจริง โดยแบบจำลอง k-epsilon ให้ค่าที่แม่นยำมากที่สุด ขั้นตอนที่สอง คือการตรวจสอบพารามิเตอร์ที่มีผลกับแรงต้านของกังหัน ซึ่งคือ จำนวนใบพัดที่ 8 และ 18 ใบพัด (ข้างละ 4 และ 9 ใบพัด) ความเร็วของกระแส น้ำคือ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 เมตรต่อวินาที และความลึกของใบพัดที่จุ่มลงน้ำคือ 0.36, 0.46, 0.56, 0.66 และ 0.76 เมตร จากผลแสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดกับสภาพการไหลของคลองส่งน้ำของจังหวัดเพชรบุรีคือ กังหันที่จำนวนใบพัด 8 ใบพัด ความเร็วประมาณ 1.5 เมตรต่อวินาที และที่ความลึก 0.46 เมตร

คำสำคัญ : กังหันน้ำ วิธีจำลองเชิงตัวเลข สัมประสิทธิ์แรงต้าน เครื่องสูบน้ำกำลังน้ำ

Abstract

This research is the design of water turbine by computational fluid dynamics (CFD) for appropriate on the canal in Phetchaburi province zone. The Gambit and Fluent software are apparatus for design. The first process is the testing to fine condition for simulation. Starting from, the four turbine shapes are simulated to compare the drag coefficient (C_D) which the cup shape have maximum drag coefficient ($C_D \approx 1.35$). Next, the mesh numbers are investigated to fine the appropriate mesh as about 500,000 cells. Finally, the flow turbulent models are validated with the real testing, which the k-epsilon model is most accurately model. The second process, investigation of the parameters has effect on turbine drag force. Which are the blade amount 8 and 18 blade (each side as 4 and 9 blade), the flow velocities as 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 and 3.0 m/s and the turbine depth in water as 0.36, 0.46, 0.56, 0.66 and 0.76 m. The results show that, the most appropriate parameters with condition of canal in Phetchaburi province are the blade amount of 8 blades, the flow velocities of 1.5 m/s and the turbine depth in water of 0.46 m.

Keywords : Water Turbine, Computational Fluid Dynamics, Drag Force, Hydro Power Pump

1. บทนำ

จังหวัดเพชรบุรีถือเป็นจังหวัดหนึ่งของประเทศไทยที่สามารถผลิตสินค้าการเกษตรรองรับการบริโภคของประชาชนในประเทศอีกทั้งยังส่งออกผลผลิตทางการเกษตรสร้างรายได้ให้กับประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นพื้นที่ค่อนข้างมีความอุดมสมบูรณ์ด้านทรัพยากรน้ำ ทั้งนี้จากแหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำชลประทาน ดังแสดงใน

Fig 1 ซึ่งการผันน้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร อุปโภค บริโภค อุตสาหกรรม จำเป็นอาศัยพลังงานกลจาก เครื่องยนต์ที่ใช้พลังงานจากน้ำมัน ไฟฟ้า หรือแรงงานคน เป็นต้น

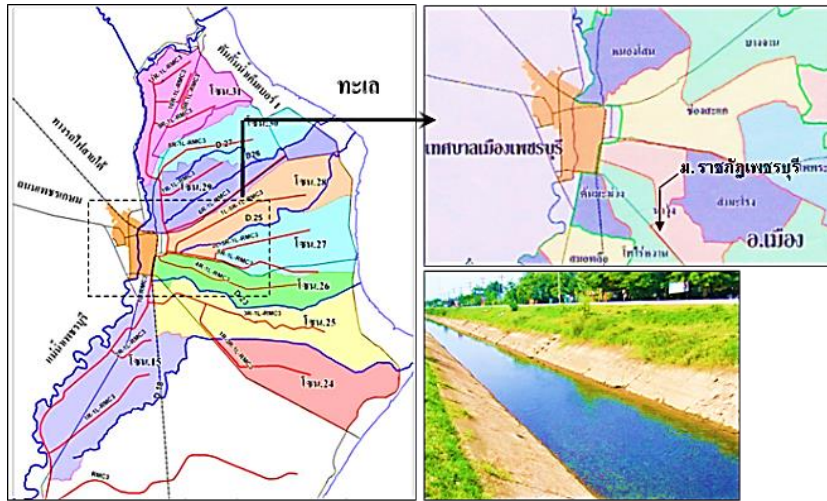


Fig 1 The canal map of Phetchaburi province

ดังนั้นจึงการพยายามคิดค้น ประดิษฐ์ เครื่องสูบน้ำพลังงานน้ำมาใช้ โดยอาศัยการเปลี่ยนพลังงานจาก ธรรมชาติจากการไหลของกระแสน้ำเป็นพลังงานกล โดยส่งถ่ายกำลังของน้ำไปกังหันแล้วส่งต่อไปยังกลไกของเครื่อง สูบน้ำ มาใช้ประโยชน์ โดยไม่ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้า น้ำมัน หรือแรงงาน เพื่อสามารถประหยัดค่าใช้จ่าย เป็นพลังงานสะอาด ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ดังแสดงใน Fig 2 ซึ่งคือเครื่องสูบน้ำพลังงานน้ำต้นแบบ ที่ได้มีการประดิษฐ์ขึ้นก่อนหน้านี้ แต่ประสบปัญหาคือ ประสิทธิภาพเชิงกลต่ำ (ไม่เกิน 7 %) และบางสภาวะการไหล ของน้ำ กลไกไม่สามารถทำงานได้ [1]



Fig 2 The prototype of hydro power pump

สาเหตุที่สำคัญที่ทำให้ประสิทธิภาพเชิงกลต่ำ เนื่องจาก กำลังของกังหัน (P) ที่ได้รับจากการไหลของน้ำนั้น รับได้ไม่เต็มที่ ทำให้ทอร์ก (T) และความเร็วรอบ (ω) ของกังหันมีค่าต่ำ ตามความสัมพันธ์ที่แสดงในสมการที่ (1) และ (2) [2] ดังนี้

$$P = T \times \omega \quad (1)$$

$$T = F_D \times R \tag{2}$$

เมื่อ F_D คือแรงที่กระทำกับใบพัด และ R คือรัศมีของกังหัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัมประสิทธิ์แรงต้าน (C_D) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญของค่าแรงต้านและกำลังของใบพัด โดยขึ้นอยู่กับรูปทรงของใบพัด ความเร็วของน้ำ (V) และพื้นที่หน้าตัดของใบพัด (A) ดังนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงรูปทรงของเลือกใบพัดที่มีค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านที่สูง เพื่อที่จะได้ค่าแรงต้านของใบพัด ทอร์ค ความเร็วรอบของกังหันนั้นมีค่าสูงขึ้น รวมทั้งระดับความลึกของน้ำที่กระทำกับใบพัด ให้มีความเหมาะสม ตามสมการที่ (3) [3, 4]

$$C_D = \frac{2F_D}{\rho V^2 A} \tag{3}$$

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงเป็นการออกแบบกังหันของเครื่องสูบน้ำพลังงานน้ำ ให้มีความเหมาะสมกับกำลังของกระแสน้ำในคลองส่งน้ำของจังหวัดเพชรบุรี เพื่อให้ได้กำลังและประสิทธิภาพสูงสุด โดยใช้วิธีจำลองเชิงตัวเลขของไหลพลศาสตร์ (Computational Fluid Dynamics: CFD) เป็นเครื่องมือในการออกแบบ เพื่อประหยัดงบประมาณเวลา และทรัพยากรในการออกแบบ และการทดลอง

2. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ ใช้วิธีจำลองเชิงตัวเลขของไหลพลศาสตร์ (computational fluid dynamics: CFD) เป็นเครื่องมือในการออกแบบ ซึ่งประกอบด้วย 2 โปรแกรม คือ Gambit ใช้ในการสร้างแบบจำลอง และกำหนดเงื่อนไข และ Fluent เพื่อการคำนวณและแสดงผล ดังนั้นก่อนจะตัดสินใจใช้รูปแบบและเงื่อนไข (modeling) เพื่อใช้ในการจำลอง จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความแม่นยำ และการเปรียบเทียบเพื่อยืนยันผล (validation) ก่อนที่จะตรวจสอบพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งมีกระบวนการขั้นตอนดังนี้คือ

2.1 การตรวจสอบรูปทรงของใบพัด

เป็นการใช้วิธีจำลองเชิงตัวเลขเพื่อเลือกรูปทรงของใบพัด โดยการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์แรงต้านจากการจำลองการไหลผ่านวัตถุที่นิยมนำมาเป็นใบพัดของกังหัน ทั้งหมด 4 รูปทรงคือ (a) รูปทรงถ้วยครึ่งวงกลม (b) วงกลม (c) สี่เหลี่ยมจัตุรัส และ (d) สี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยสร้างรูปทรงทั้ง 4 มาจำลองด้วยการไหลผ่านของของน้ำที่มีความเร็ว 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 m/s ดังแสดงเงื่อนไขใน Fig 3

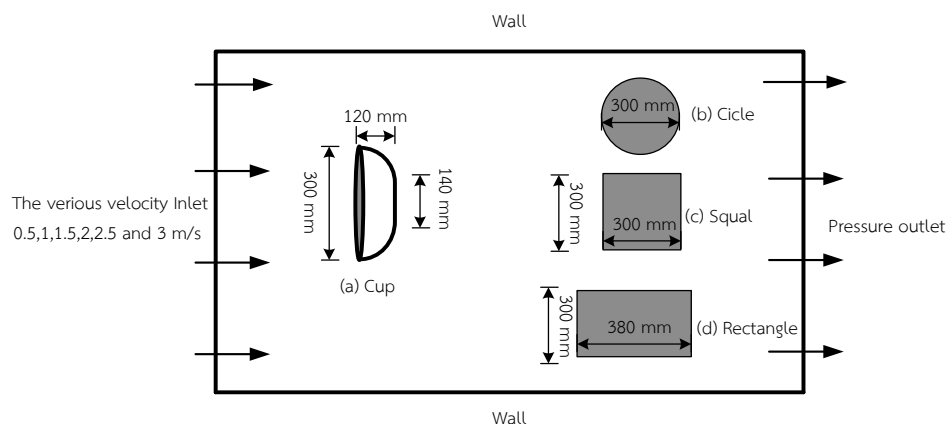


Fig 3 Drag coefficient testing of various shapes

2.2 การตรวจสอบจำนวนเมทซ์สำหรับแบบจำลอง

หลังจากได้รูปทรงที่เหมาะสมแล้ว ต่อมาเป็นการตรวจสอบจำนวนเมทซ์ที่ใช้ในการจำลอง เนื่องจากจำนวนเมทซ์จะมีผลกับผลลัพธ์และเวลาที่ใช้ในการคำนวณเชิงตัวเลข ดังนั้นการหาจำนวนเมทซ์ที่เหมาะสม (mesh independent) จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการจำลอง CFD ดังแสดงใน Fig 4 โดยใช้แบบจำลองของรูปทรงถ้วยที่

ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้นี้ มากำหนดระยะห่างระหว่างเมทซ์ (mesh interval) ระหว่าง 0.1 – 0.5 unit ซึ่งจำนวนเมทซ์จะเพิ่มขึ้นตามระยะห่างของเมทซ์ที่ลดลง และกำหนดระยะเมทซ์ที่ผนังห้องทดสอบคงที่ (Test section) 20 unit

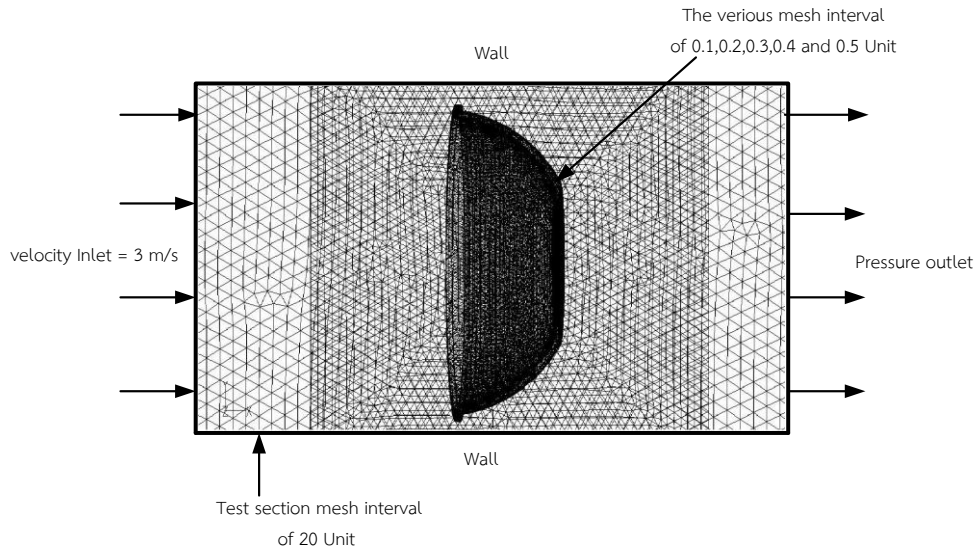
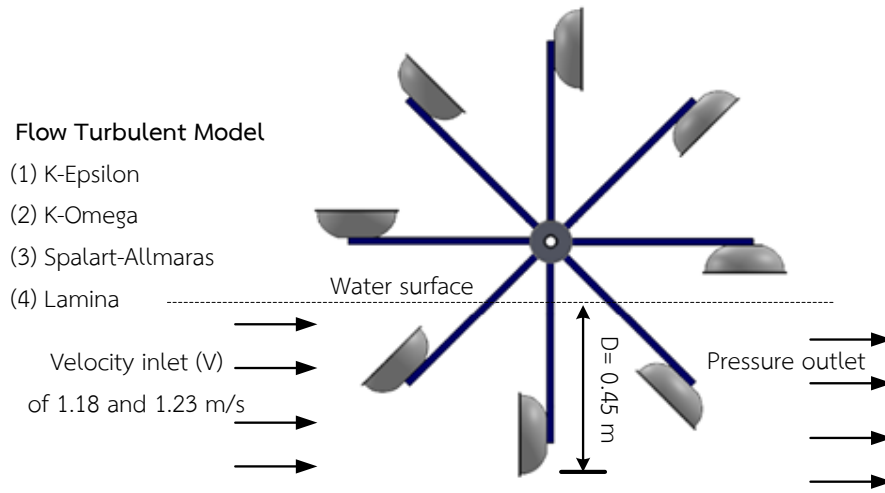


Fig 4 Mesh independent testing

2.3 การตรวจสอบรูปแบบสมการความปั่นป่วนสำหรับการจำลองการไหล (Validation)



(a)



(b)

Fig 5 The condition of validation between (a) CFD flow turbulent models and (b) testing

เนื่องจากรูปแบบสมการความปั่นป่วนของการไหลของวิธีจำลองเชิงตัวเลข (flow turbulent model) ที่กำหนดไว้เพื่อใช้ในการคำนวณของโปรแกรม Fluent มีความเหมาะสมสำหรับการจำลองที่สภาวะเงื่อนไขแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบสมการความปั่นป่วนของการไหล เพื่อเลือกไปใช้ในการออกแบบต่อไป ซึ่งมีอยู่ 4 รูปแบบคือ (1) K-Epsilon, (2) K-Omega, (3) Sparart-Allmaras และ (4) Lamina โดยนำผลลัพธ์ของแรงต้านที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบจริง ที่กำหนดสภาวะเงื่อนไขเดียวกัน เพื่อให้ได้รูปแบบสมการความปั่นป่วนของการไหลที่ให้ผลใกล้เคียงกับการทดสอบจริงมากที่สุด ดังแสดงใน Fig 5 (a) เป็นเงื่อนไขและขอบเขตในการจำลอง CFD เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบแรงต้านจริง ที่แสดงใน Fig 5 (b) ของกังหัน 8 ใบคู่ ที่จุ่มใบพัดลงน้ำลึก (D) 0.45 m โดยเปรียบเทียบกับความเร็วของกระแส (V) สองค่าคือ 1.18 และ 1.23 m/s โดยใช้ตาชั่งสปริงยึดกังหันที่อยู่ด้านบนผิวน้ำวัดค่าเป็นแรงต้านรวม (F_D) ที่น้ำกระทำกับใบพัด

2.4 การตรวจสอบพารามิเตอร์ที่มีผลกับแรงต้านของใบพัด

หลังจากได้รูปแบบสำหรับการจำลองแล้วจากหัวข้อที่ผ่านมา ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงเป็นการตรวจสอบแรงต้านที่เหมาะสมของใบพัด (F_D) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ที่มีผลกับแรงต้านตาม Fig 6 ซึ่งเป็นการตรวจสอบแรงต้านจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนใบพัด (N) คือ 8 และ 18 (ใบพัดคู่) การเพิ่มความเร็วของกระแส (V) ที่ระดับ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 m/s และระดับความลึกของใบพัดจุ่มลงน้ำ (D) ที่ 0.36, 0.46, 0.56, 0.66 และ 0.76 m

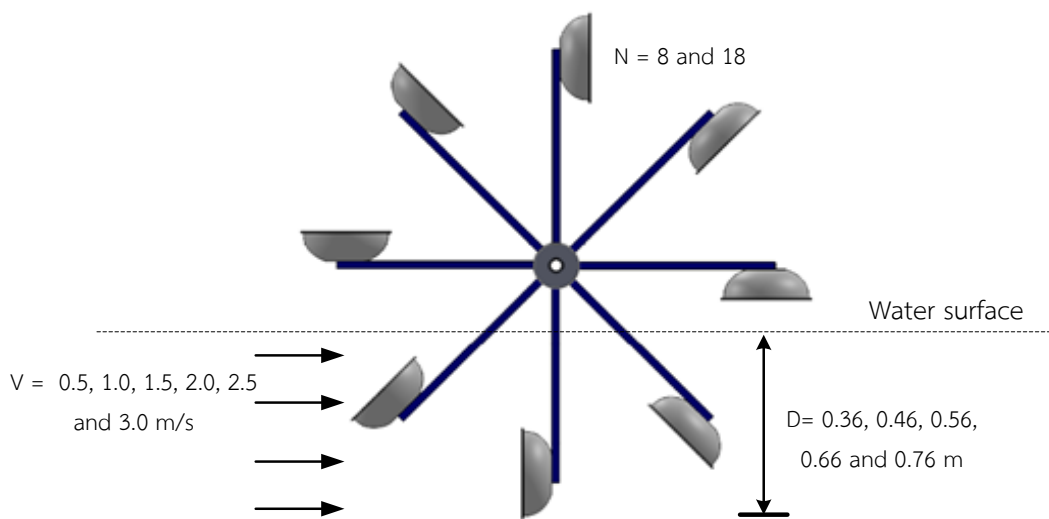


Fig 6 Drag force from various parameters

3. ผลและการอภิปรายผลวิจัย

3.1 ผลการตรวจสอบรูปทรงของใบพัด

จาก Fig 7 เป็นการตรวจสอบสัมประสิทธิ์แรงต้านของรูปทรงใบพัด 4 รูปทรง และเพิ่มความเร็วของน้ำไหลกระทบกับใบพัด (F_D) แล้วนำมาคำนวณเป็นสัมประสิทธิ์แรงต้าน (C_D) ตามสมการที่ (1) ซึ่งรูปทรงถ้วย (Cup) ให้ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านสูงสุดประมาณ 1.3 เนื่องจากรูปทรงนี้ให้ค่าแรงต้านที่เกิดจากความดันสูงแต่พื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหล (A) นั้นมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของสมการที่ (3) และเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ซึ่งแปรผันตรงกับค่าเรโนลด์โดยมีค่าสูงขึ้น อิทธิพลของความหนืดของน้ำกับใบพัดจึงลดลง จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์จะมีค่าลดลงเล็กน้อย ส่วนรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle) สี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square) และวงกลม (Circle) มีค่าลดลงตามลำดับ เนื่องจากเป็นรูปทรงแบนราบ แรงต้านที่เกิดจากแรงดันจึงมีค่าต่ำกว่ารูปทรงถ้วย

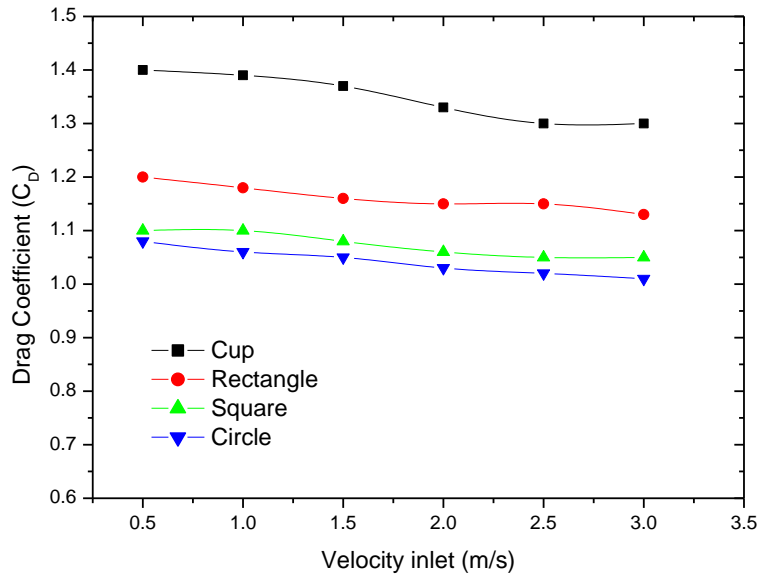


Fig 7 Drag coefficient results of various shapes

3.2 ผลการตรวจสอบจำนวนเมทซ์สำหรับแบบจำลอง

จาก Fig 8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านของรูปทรงถั่วยี่นั้นมึค่าลดลงเมื่อจำนวนเมทซ์เพิ่มขึ้น จนกระทั่งจำนวนเมทซ์ประมาณ 500,000 cell ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านจะมีค่าต่ำสุดและจะยังคงที่เมื่อจำนวนเมทซ์เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า ความละเอียดหรือจำนวนเมทซ์ที่มากกว่า 500,000 cell จะไม่มีผลกระทบต่อผลลัพธ์หรือมีผลน้อยมาก ดังนั้น จึงเลือกจำนวนเมทซ์นี้ เพื่อความประหยัดเวลาในการคำนวณ การแสดงผล และเหมาะสมกับเงื่อนไขสำหรับการจำลองนี้

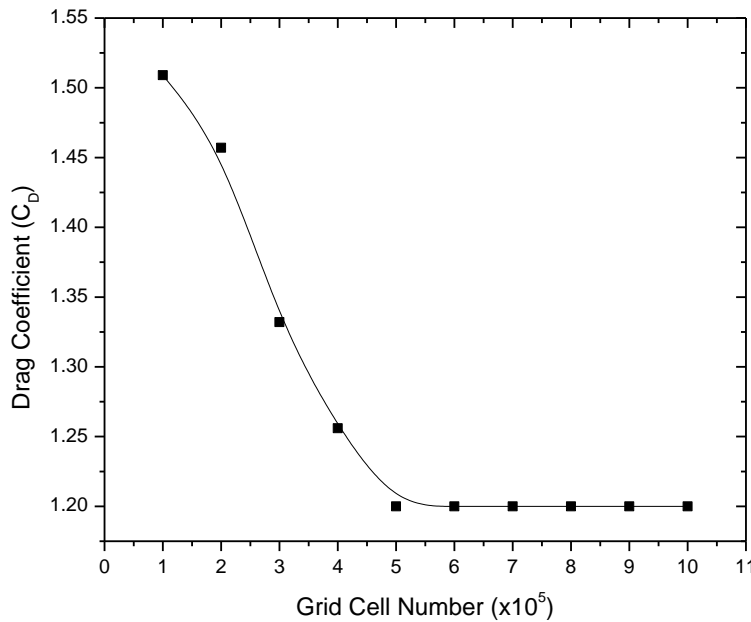


Fig 8 Mesh independent testing results

3.3 ผลการตรวจสอบรูปแบบสมการความปั่นป่วนสำหรับการจำลองการไหล (Validation)

การตรวจสอบรูปแบบสมการความปั่นป่วนสำหรับการจำลองการไหลของการทดลองนี้ เป็นการเปรียบเทียบค่าแรงต้านของกังหันรวม ระหว่างวิธีจำลองเชิงตัวเลข CFD ของรูปแบบสมการความปั่นป่วนการไหลทั้ง 4 รูปแบบกับการทดสอบจริง ดังแสดงใน Fig 9 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเร็วของน้ำที่เพิ่มขึ้นค่าแรงต้านที่เกิดขึ้นกับ

กังหันมีค่าเพิ่มขึ้นตามกันทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกันกับความสัมพันธ์ของสมการที่ (3) โดยรูปแบบสมการ k-Epsilon เป็นรูปแบบสมการที่ให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกันกับการทดสอบจริงมากที่สุด แต่มีค่าที่สูงกว่าเล็กน้อย ไม่เกิน 5 % ดังนั้น แสดงให้เห็นว่า รูปแบบสมการนี้สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบกังหันในเงื่อนไขอื่นต่อไปได้

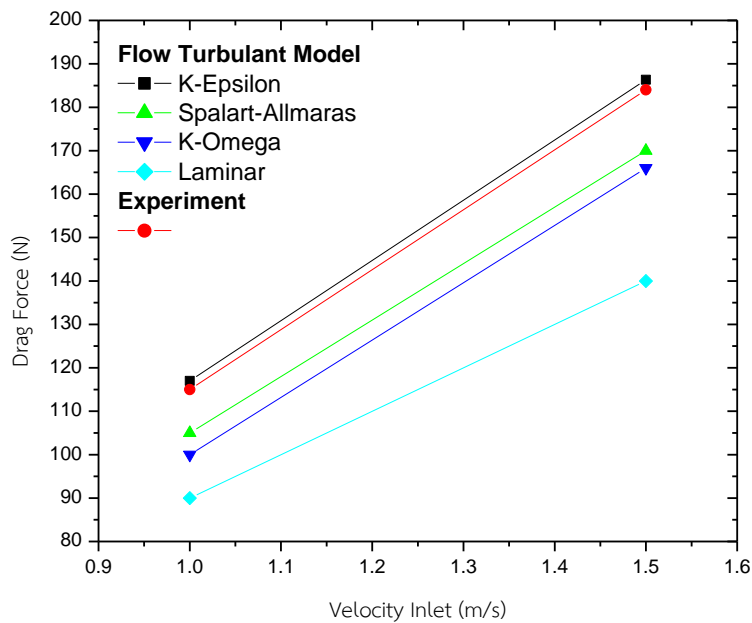


Fig 9 Validation between results between experiment and the various flow turbulent models

3.4 ผลการตรวจสอบพารามิเตอร์ที่มีผลกับแรงต้านของใบพัด

ผลการตรวจสอบแรงต้านรวมของกังหันที่มีจำนวนใบพัด $N = 8$ และ 18 ใบ ซึ่งได้แสดงใน Fig 10 (a) และ (b) แสดงให้เห็นว่า เมื่อกังหันที่มีการเพิ่มจำนวนใบพัด (N) และเพิ่มค่าความเร็วของกระแส (Velocity inlet) จะทำให้ค่าแรงต้านรวมที่เกิดขึ้นกับกังหันมีค่าสูงขึ้น ซึ่งเป็นค่าที่แปรผันตรงกันและสอดคล้องกับความสัมพันธ์ในสมการที่ (4) ดังนี้คือ

$$F_D = \frac{C_D \rho V^2 A}{2} \quad (4)$$

นอกจากนี้ ผลจากการเพิ่มค่าความลึกของกังหันพัดที่จุ่มลงน้ำ (D) ก็จะทำให้ค่าแรงต้านนั้นสูงขึ้น เช่นเดียวกัน ดังแสดงใน Fig 10 (b) โดยมีจำนวนใบพัด $N = 18$ (ข้างละ 9 ใบพัด) ที่ความลึกของกังหันที่จุ่มลงน้ำ $D = 0.76$ m ที่ความเร็ว 3 m/s จะให้ค่าแรงต้านสูงสุดคือ 95 N เนื่องจาก เมื่อเพิ่มค่าความลึกของกังหันที่จุ่มลงน้ำ เท่ากับทำให้พื้นที่หน้าตัดของใบพัดที่รับแรงดัน (A) มีค่าที่สูงขึ้น แต่เมื่อความลึกของกังหันที่จุ่มลงน้ำที่มีค่าต่ำคือ 0.36 และ 0.46 m จะเกิดแรงที่กระทำกับใบกังหันค่อนข้างต่ำ เนื่องจากพื้นที่ของใบพัดส่วนด้านหน้าถูกกระทำจากแรงดันของน้ำมีค่าน้อย แต่เมื่อเพิ่มความลึกของกังหันที่จุ่มลงน้ำเพิ่มขึ้น พื้นที่ของใบพัดส่วนหน้าของกังหันมีค่ามากกว่าใบพัดส่วนหลัง จึงทำให้แรงต้านมีค่าสูงขึ้นมาก สังเกตจากการกระจายแรงดันกับพื้นที่ของใบพัด ที่แสดงใน Fig 11 (c) และ (d)

อย่างไรก็ตามแรงต้านที่เกิดขึ้นใน Fig 10 (a) ที่มีใบพัดจำนวน 8 ใบ (ข้างละ 4 ใบพัด) ที่ความลึกของกังหันจุ่มลงน้ำที่ $D = 0.46$ m จะให้ค่าแรงต้านของกังหันรวมมีค่าสูงที่สุด เนื่องจากเป็นความลึกที่ทำให้พื้นที่หน้าตัดของ

ใบพัดรับแรงดันของน้ำได้เต็มใบทั้งสองใบพร้อมกัน และเป็นองศาที่แรงกระทำกับพื้นที่ที่ตั้งฉากของใบพัดมากที่สุด ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการกระจายตัวของความดันใน Fig 11 (a) และ (b)

เนื่องจากคลองส่งน้ำในจังหวัดเพชรบุรีเป็นคลองขนาดเล็ก ซึ่งมีความลึกและความเร็วของกระแสน้ำค่อนข้างต่ำ ดังนั้นกังหันที่มีความเหมาะสมกับสภาวะการไหลของคลองส่งน้ำของจังหวัดเพชรบุรีคือ กังหัน $N = 8$ และที่ความลึก 0.46 m และความเร็วประมาณ 1.5 m/s

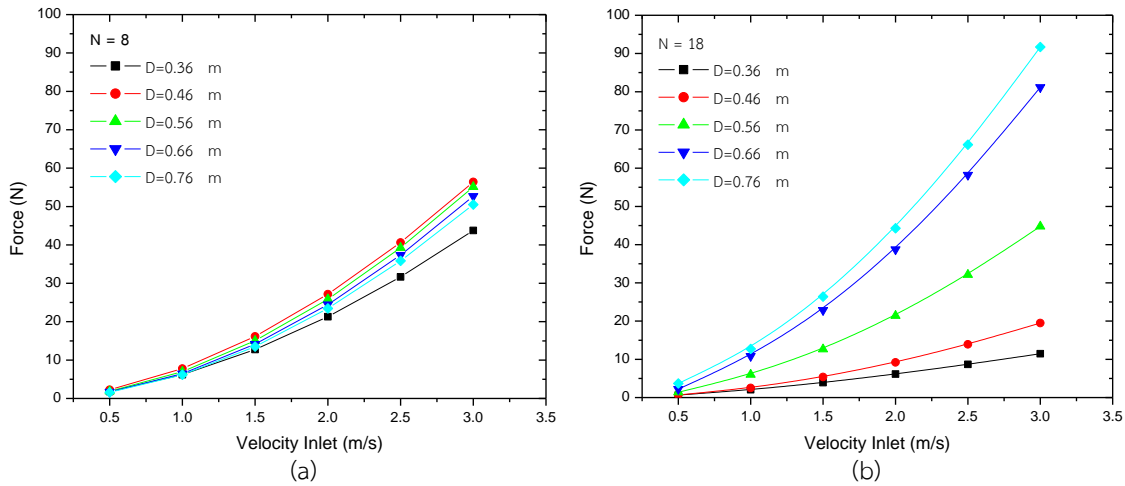


Fig 10 Drag forces of turbine from various depth and water flow velocities

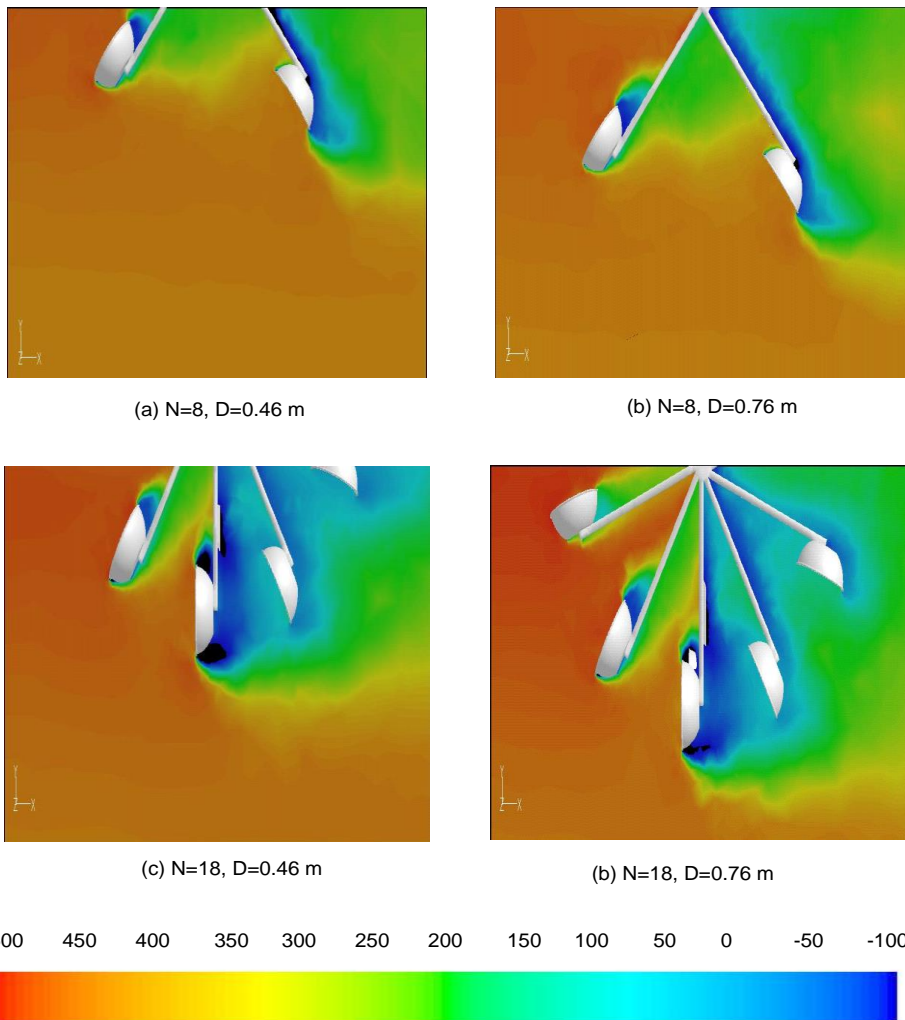


Fig 11 Pressure contours of turbine

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการออกแบบกังหันด้วยวิธีจำลองเชิงตัวเลข โดยใช้โปรแกรม Gambit และ Fluent เป็นเครื่องมือในการออกแบบ เริ่มจากเปรียบเทียบรูปทรงด้วยค่าสัมประสิทธิ์แรงต้าน (C_D) ของใบพัด ด้วยการสร้างรูปทรงของใบพัด 4 แบบมาเปรียบเทียบ ซึ่งได้รูปทรงถ้วยมีค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านสูงสุด ($C_D \approx 1.35$) ต่อมา ได้มีการตรวจสอบจำนวนเมชเพื่อหาจำนวนที่เหมาะสม ($\approx 500,000$ cell) และการเปรียบเทียบเพื่อยืนยันแบบจำลองความปั่นป่วนการไหล ซึ่งแบบจำลอง k-epsilon ให้ค่าที่ใกล้เคียงกับการทดสอบจริงมากที่สุด หลังจากนั้นได้นำเงื่อนไขที่ได้ มาจำลองเพื่อตรวจสอบพารามิเตอร์ที่มีผลกับแรงต้าน คือกังหันที่จำนวนใบพัด $N = 8$ และที่ความลึก 0.46 m และความเร็วประมาณ 1.5 m/s จะมีความเหมาะสมกับสภาวะการไหลของคลองส่งน้ำของจังหวัดเพชรบุรีมากที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีและสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนกับโครงการวิจัยนี้ จาก ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 ตามมติคณะรัฐมนตรี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ปรีชญา มุขดา “เครื่องสูบน้ำด้วยกำลังน้ำ” มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ Thailand Research Expo 2015. 20 สิงหาคม 2558
- [2] รศ.สุนันท์ ศรัณยนิติก “แรงต้านของวัตถุ 3 มิติ จากของไหลที่อัดตัวไม่ได้” กลศาสตร์ของไหล (FLUID MECHANICS) สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), พ.ศ.2546, หน้าที่ 487
- [3] Daugherty, R.L. and Franzini, J.B. (1989), **Fluid Mechanics with Engineering Application**, SI Metric edition, McGraw-Hill Book Company.
- [4] Hibbeler, R.C., “**Engineering Mechanics : Dynamics**” 2nd.ed., Collier Macmillan Publishers, London, 1978

การออกแบบแม่เหล็กหลักของระบบ NMR ด้วยแม่เหล็กถาวรรูปทรงกระบอก
โดยใช้เทคนิค NMR-Mandhala

NMR Main Magnet Design Using Cylindrical Permanent Magnet by
Using NMR-Mandhala Technique.

มัลลิกา หล้าพันธุ์ และ ณัฐวุฒิ มาลี้อย

สาขาวิชาฟิสิกส์, ภาควิชาวิทยาศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

*Corresponding Author : mallika.pud@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาและออกแบบสนามแม่เหล็กให้มีความสม่ำเสมอโดยใช้แม่เหล็กถาวรแบบทรงกระบอกเพื่อนำไปใช้ในระบบ NMR ซึ่งจะประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าแม่เหล็ก NMR แบบเก่า และสามารถพกพานำไปใช้ในเชิงการเกษตรได้ โดยเลือกศึกษาด้วยวิธีประจุและออกแบบตามเทคนิคการจัดเรียงไดโพลแบบ NMR-Mandhala ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีการปรับปรุงให้มีความสม่ำเสมอของสนามดีขึ้นเฉพาะตามแนวแกนของแม่เหล็ก ขั้นตอนสำคัญคือต้องหาค่าแมกนีไทเซชันของแม่เหล็กถาวรด้วยการเปรียบเทียบระหว่างการวัดและคำนวณ ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 8.631×10^5 A/m โดยออกแบบให้แม่เหล็กจัดวางเป็นรูปวงแหวน โดยหนึ่งชุดประกอไปด้วยแม่เหล็ก 8 ก้อน มีรัศมี 5 cm และสุดท้ายวางวงแหวนสองชุดต่อกัน สามารถคำนวณหาค่าสนามแม่เหล็กที่จุดกึ่งกลางได้ 386 mT ความสม่ำเสมอสนามมีค่า 856 ppm ตามแนวแกน x ในช่วง ± 5 mm นับจากจุดศูนย์กลางของแม่เหล็ก ซึ่งมีค่าเพียงพอกับการนำไปใช้สร้างเป็นแม่เหล็กหลักของระบบ NMR

คำสำคัญ : NMR ไดโพล แมกนีไทเซชัน ความสม่ำเสมอสนาม ppm

Abstract

This article aims to study and design a homogeneous magnetic field using cylindrical permanent magnets for NMR application. Advantage of permanent magnet over the traditional resistive magnet include lower operation cost and can be used as mobile NMR for outfield agriculture. The studying and design is based on the charge model and NMR-Mandhala technique for dipole placing. In this work, the field homogeneity was optimized only in the axis of the magnets. The important step is to determine magnetization of a permanent magnet by fitting the measured magnetic field to the mathematic model. The resulting magnetization is 8.631×10^5 A/m. Two magnets rings with radius of 5 cm, each ring constructed from 8 magnets was designed. The two rings are placed concatenation. The resulting magnetic field calculated by this model is approximately 386 mT and the field homogeneity is approximately 856 ppm along x-axis within range ± 5 mm from magnet center. Homogeneity of the designed magnet is enough to be used as the main magnet of NMR system.

Keywords : NMR, Dipole, Magnetization, Field Homogeneity, PPM

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้มีความก้าวหน้ามากขึ้นกว่าสมัยก่อนมาก แต่ก็ยังกระจุกตัวอยู่แค่ภายในวงแคบๆ ซึ่งในทางด้านการเกษตร การวิจัย การวิเคราะห์ผล การวัดคุณภาพของผลผลิตยังคงไม่ได้รับความสนใจอย่างจริงจัง แต่ปัจจุบันก็ได้มีการพยายามนำเทคโนโลยีระดับสูงเช่น Nuclear Magnetic Resonance (NMR) หรือ Magnetic Resonance Imaging (MRI) มาช่วยในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น ได้มีการนำไปทดลองแยกแยะน้ำมันที่มีความบริสุทธิ์กับน้ำมันที่มีสิ่งเจือปนด้วยวิธี NMR relaxometry (Lu, 2014)

ในการออกแบบระบบ NMR เพื่อจะนำไปใช้พัฒนาทางด้านการเกษตรจำเป็นที่จะต้องออกแบบให้มีราคาถูกและเคลื่อนที่ได้ ซึ่งในปัจจุบันมีความเป็นไปได้มากขึ้นเพราะได้มีการคิดค้นแม่เหล็กถาวรที่ให้สนามแม่เหล็กที่แรง ราคาถูก น้ำหนักเบา คือ NdFeB (นีโอดีเมียม) และ SmCo (ซึ่มมาเรียม) ในช่วงที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเพื่อนำแม่เหล็กถาวรไปใช้ในการออกแบบและสร้างเป็นชุดแม่เหล็กของระบบมาโดยตลอด เมื่อปี ค.ศ. 1995 เครื่อง NMR แบบพกพาเครื่องแรกที่ออกแบบให้เป็นแบบผิวสนามก็ถูกสร้างขึ้นโดยมีชื่อว่า NMR-MOUSE (Eidmann, 1996) ระบบนี้มีความสามารถในการสร้างรูปแบบสนามส่งออกมาภายนอกและสามารถวัดสัญญาณ NMR เพียงนำสารตัวอย่างมาแตะที่บริเวณผิวของแม่เหล็กหลักเท่านั้น นอกจากนี้แม่เหล็กถาวรที่ราคาถูกในท้องตลาดได้ถูกนำมาใช้ในการออกแบบเป็นแม่เหล็กหลักของระบบ NMR โดยเป็นชุดแม่เหล็กวงแหวนแบบสองวง แต่ละวงประกอบด้วยก้อนแม่เหล็กลูกบาศก์ขนาด 12x12x12 mm จำนวน 24 ก้อน รวมทั้งหมด 48 ก้อน ชุดโครงสร้างเป็นอลูมิเนียม ให้สนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ 40 ppm ในบริเวณที่สนใจ 5 mm³ (Hugon, 2010)

สำหรับงานนี้จะนำเสนอบางทฤษฎีสำหรับใช้ในการออกแบบสนามแม่เหล็กที่ได้มาจากชุดแม่เหล็กถาวร โดยให้สนามมีความสม่ำเสมอสูงสำหรับงาน NMR อธิบายเทคนิคการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆจากการออกแบบแม่เหล็กหลักด้วยแม่เหล็กถาวร และแสดงผลคำนวณหาค่าความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กในบริเวณที่สนใจ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบแม่เหล็กหลักของระบบ NMR ให้มีความสม่ำเสมอสูง
2. เพื่อลดค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการดำเนินงานของระบบ NMR ลง และสามารถพกพาไปใช้ในเชิงการเกษตรได้

วิธีการวิจัย

ตอนที่ 1 การคำนวณสนามแม่เหล็กถาวร (Weerachom, 2013)

การคำนวณสนามแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวรมีวิธีการคำนวณอยู่ 2 วิธีหลัก คือวิธีกระแส (Current model) ซึ่งอาศัยหลักการของศักย์แม่เหล็กแบบเวกเตอร์ และวิธีประจุ (Charge model) ซึ่งอาศัยหลักการของศักย์แม่เหล็กแบบสเกลาร์ ในที่นี้จะเลือกใช้วิธีประจุ ในการคำนวณสนามแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวรจะเริ่มจากการพิจารณาสมการของแมกซ์เวลล์ ณ บริเวณที่กระแสเป็นศูนย์ ซึ่งจะได้เงื่อนไขเป็น $\vec{\nabla} \times \vec{H} = 0$ A/m² และ $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$ Wb/m³ ซึ่งเป็นเพราะเคิร์ลของเกรเดียนต์ของฟังก์ชันสเกลาร์จะมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นสามารถที่จะเขียนสนามความเข้มแม่เหล็กในรูปของศักย์แม่เหล็กแบบสเกลาร์ได้ (Magnetic scalar potential, Φ_m) และด้วยความสัมพันธ์ระหว่างสนามทั้งสองกับแมกนีไทเซชัน (\vec{M}) รวมกับเงื่อนไขทั้งสองจะได้ $\rho_m = -\vec{\nabla} \cdot \vec{M}$ โดยที่ ρ_m คือ ความหนาแน่นประจุแม่เหล็กยังผล ดังนั้นในกรณีของสนามแม่เหล็กนี้จะสามารถพิจารณาได้ในลักษณะเดียวกันกับกรณีสนามไฟฟ้า คือสนามแมกนีไทเซชันจะเกิดจากจุดประจุแม่เหล็กยังผล

ถ้าเราสมมติให้แมกนีไทเซชันมีค่าสม่ำเสมอภายในปริมาตรของแท่งแม่เหล็กจะทำให้ความหนาแน่นประจุแม่เหล็กยังผลมีค่าเป็นศูนย์ที่ภายในปริมาตรของแท่งแม่เหล็ก แต่ให้ประจุแม่เหล็กยังผลที่ผิวแท่งแม่เหล็กมีความสม่ำเสมอ ซึ่งจะได้ศักย์แม่เหล็กแบบสเกลาร์ของแท่งแม่เหล็กมีค่าเป็น

$$\Phi_m(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi} \int_S \frac{\hat{n}' \cdot \vec{M}(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} da' \quad (1)$$

โดยที่ \hat{n}' คือ เวกเตอร์หนึ่งหน่วยตั้งฉากที่พุ่งออกจากผิวของแท่งแม่เหล็ก \vec{r} คือ เวกเตอร์บอกตำแหน่งของจุดสังเกตการณ์ และ \vec{r}' คือ เวกเตอร์บอกตำแหน่งของเจ้าของสนาม คือแมกนีไทเซชัน สมมติว่าก้อนแม่เหล็กเป็นแบบทรงกลมมีรัศมี a มีแมกนีไทเซชันสม่ำเสมอชี้ไปในทิศ Z เมื่อพิจารณาว่าจะหาค่าแม่เหล็กแบบสเกลาร์ที่จุด P ซึ่งจะขึ้นอยู่กับแมกนีไทเซชันบนพื้นผิว da' และพื้นที่นี้มีมุมตัน (solid angle, $d\Omega$) รองรับ จะได้ว่า

$$\Phi_m(r, \theta) = \frac{M_0 a^2}{4\pi} \int \frac{\cos \theta'}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d\Omega' \quad (2)$$

ใช้ความสัมพันธ์จากการหาค่าแม่เหล็กแบบสเกลาร์ในระบบพิกัดทรงกลม ซึ่งจะได้ทฤษฎีที่เรียกว่า Addition theorem for spherical harmonics (Jackson, 1999) เพื่อช่วยในการแก้สมการให้ง่ายขึ้น ซึ่งทำให้ได้คำตอบเป็น

$$\Phi_m(r, \theta) = \frac{1}{3} M_0 a^2 \frac{a}{r^2} \cos \theta \quad (3)$$

สมการ (3) เป็นสมการที่ใช้หาค่าแม่เหล็กแบบสเกลาร์ในรูปทั่วไป แต่ในการทดลองจะต้องวัดเป็นค่าสนามแม่เหล็ก ดังนั้นจึงต้องหาเป็นค่าสนามแม่เหล็กได้จาก $\vec{B} = -\mu_0 \nabla \Phi_m(r, \theta)$ และเมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ของไดโพลโมเมนต์ (\vec{m}) กับแมกนีไทเซชันคือ $\vec{m} = \frac{4}{3} \pi a^3 \vec{M}$ เราจะสามารถหาค่าสนามแม่เหล็กที่ $r > a$ และก้อนแม่เหล็กเป็นแบบทรงกลมได้เป็น

$$\vec{B}(r) = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(\frac{3(\vec{m} \cdot \vec{r})\vec{r}}{r^5} - \frac{\vec{m}}{r^3} \right) \quad (4)$$

แต่ถ้ากรณีก้อนแม่เหล็กไม่เป็นทรงกลมจะต้องคิดเป็น

$$\vec{B}(r) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{3(\vec{m} \cdot \hat{n}')\hat{n}' - \vec{m}}{r^3} \quad (5)$$

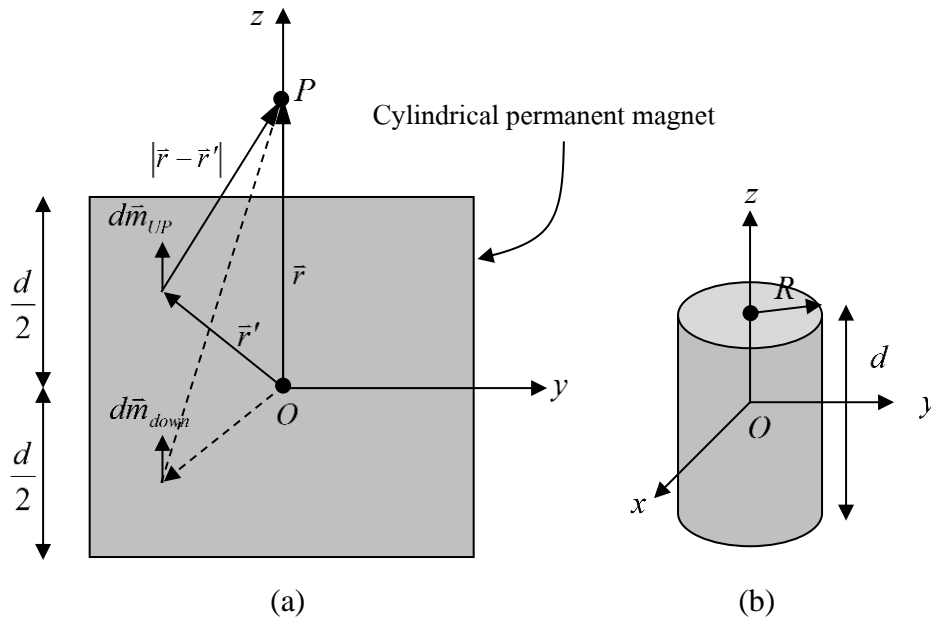
สมการที่ (5) เป็นสมการรูปทั่วไปที่สามารถใช้หาค่าสนามแม่เหล็กได้จากไดโพลโมเมนต์ของก้อนแม่เหล็กทรงรูปทั่วไป

ตอนที่ 2 การวัดค่าแมกนีไทเซชันของก้อนแม่เหล็กถาวรรูปทรงกระบอก

ในการออกแบบชุดแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวรนั้นจำเป็นต้องทำการวัดหาค่าแมกนีไทเซชันของก้อนแม่เหล็กถาวรก่อนเป็นอันดับแรก เพื่อความง่ายในการคำนวณย้อนกลับเพื่อหาค่าแมกนีไทเซชันเราจะใช้สมการ (5) เพื่อหาค่าสนามแม่เหล็กตามแนวแกน Z เท่านั้น โดยในงานของเราจะเลือกใช้ก้อนแม่เหล็กถาวรเป็นรูปทรงกระบอก ดังรูปที่ 1

เมื่อพิจารณาว่าไดโพลโมเมนต์ของก้อนแม่เหล็กจะมีทิศตามแนวแกน Z เท่านั้น เราจะได้สมการที่ใช้หาค่าสนามแม่เหล็กของแมกนีไทเซชันส่วนบนของก้อนแม่เหล็กแบบทรงกระบอกเป็น

$$\vec{B}_{UP}(z) = \frac{\mu_0 M}{2} \iint \frac{2\rho'(z-z')^2 - \rho'^3}{(\rho'^2 + (z-z')^2)^{5/2}} d\rho' dz' \quad (6)$$

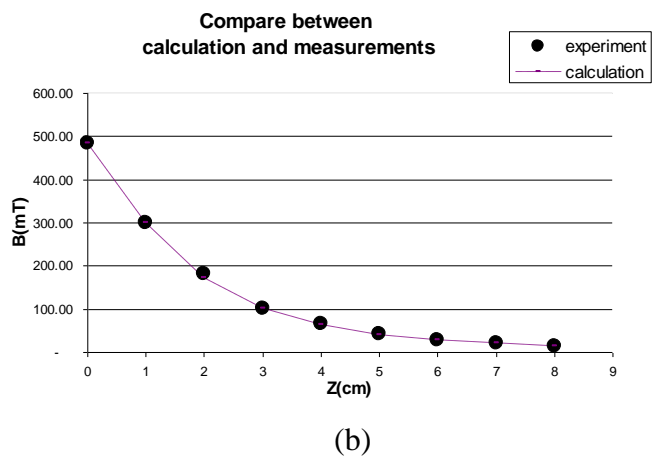


รูปที่ 1 (a) แสดงองค์ประกอบในการหาค่าสนามแม่เหล็ก และ (b) แสดงขนาดของก้อนแม่เหล็กแบบทรงกระบอก และในทำนองเดียวกัน เราจะได้ค่าสนามแม่เหล็กของแมกนีไทเซชันส่วนล่างเป็น $\vec{B}_{down}(z)$ ซึ่งจะสามารถหาค่าสนามแม่เหล็กรวมที่จุดใดๆบนแกน Z ได้เป็น

$$\vec{B}(z) = \vec{B}_{UP}(z) + \vec{B}_{down}(z) \quad (7)$$

ทำการเปรียบเทียบค่าสนามแม่เหล็กที่คำนวณกับค่าที่ได้จากการทดลอง โดยต้องเป็นสนามแม่เหล็กที่วัดได้ตามแนวแกน Z เท่านั้น ในการทดลองใช้ Tesla meter ในการวัดค่าสนามแม่เหล็ก โดยเริ่มวัดจากที่ผิวก้อนแม่เหล็ก (กำหนดให้เป็นระยะ $z=0$) ก้อนแม่เหล็กทรงกระบอกเป็นแม่เหล็กที่มีขั้วตามท้องตลาด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm ยาว 50 mm ส่วนวิธีการคำนวณได้ใช้โปรแกรม MathCad มาช่วยในการหาค่าสนามแม่เหล็กจากสมการ (6) และ (7) เมื่อปรับค่าแมกนีไทเซชันในการคำนวณแล้วเปรียบเทียบค่าสนามที่ทำให้กราฟข้อมูลทั้งสองทับกันพอดีได้ แสดงว่าสามารถหาค่าแมกนีไทเซชันของก้อนแม่เหล็กแบบทรงกระบอกที่ซื้อมานี้ได้ ซึ่งหาค่าได้เป็น 8.631×10^5 A/m โดยได้ผลการเปรียบเทียบดังรูปที่ 2

Z (cm)	B_z (mT)	
	experiment	calculation
0	485.00	485.05
1	300.67	299.18
2	182.67	171.94
3	102.33	101.01
4	65.33	62.65
5	42.33	41.06
6	29.33	28.23
7	20.67	20.20
8	15.00	14.93



รูปที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าสนามแม่เหล็กตามแนวแกน Z จากการวัดด้วย Tesla meter และจากการคำนวณ

ตอนที่ 3 การออกแบบสนามแม่เหล็กหลักด้วยเทคนิค NMR-Mandhala

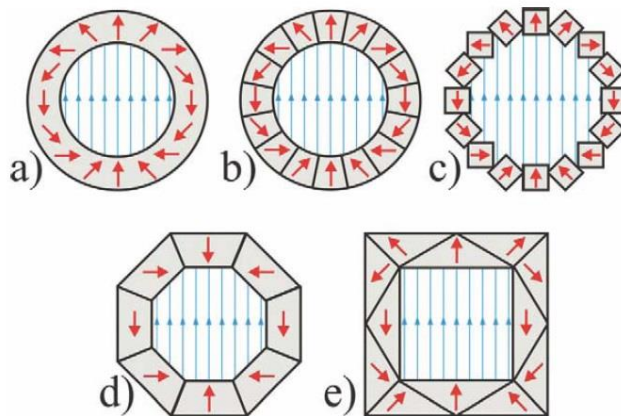
ในการออกแบบสนามแม่เหล็กในบริเวณที่สนใจให้มีความสม่ำเสมอสูงนั้นได้มีการวิจัยกันมาอย่างยาวนาน ซึ่งในตอนแรกเน้นใช้ทิศของสนามให้มีทิศทางเดียวกับทิศของแกนนี้โทเซชันซึ่งก็สร้างสนามแม่เหล็กให้สม่ำเสมอสูงไม่ได้ในบริเวณกว้าง จนในที่สุด Auber (1990) ก็สามารถออกแบบและสร้างแม่เหล็กที่มีความสม่ำเสมอสูงในบริเวณกว้างได้สำเร็จจากหลักการของ Halbach dipole ที่จะต้องจัดวางทิศของไดโพลโมเมนต์ให้ชี้ออกและชี้เข้าจากจุดศูนย์กลาง และวางต่อกันเป็นลักษณะวงแหวน ซึ่งก็ได้มีคนนำเทคนิคนี้ไปพัฒนาชุดแม่เหล็กมาโดยตลอด ต่อมาการออกแบบการจัดเรียงไดโพลแบบ NMR-Mandhala ก็ได้ถูกคิดค้นขึ้น โดยจะออกแบบการจัดวางทิศของไดโพลให้เป็นไปตามรูปที่ 3 และต้องใช้จำนวนก้อนแม่เหล็กเป็นจำนวนคู่และสมมาตรเท่านั้น

ดังนั้นเราจึงสนใจออกแบบแม่เหล็กตามเทคนิค NMR-Mandhala ซึ่งได้ศึกษาเทคนิคจากรายงานของ Soltner and Blumler (2004) โดยเลือกใช้ก้อนแม่เหล็กแบบทรงกระบอกซึ่งไม่ค่อยมีคนใช้ในการออกแบบ หลักการการออกแบบชุดแม่เหล็กแบบ Mandhala จะต้องออกแบบให้มุมเอียงของแต่ละไดโพลขึ้นกับตำแหน่งของแต่ละก้อนโดยเทียบจากแกนอ้างอิง ซึ่งสุดท้ายจะได้สมการที่จะนำไปใช้ในการคำนวณและออกแบบคือสมการ (8) โดยแม่เหล็กหลักที่ออกแบบเป็นไปตามรูปที่ 4

$$\vec{B}_z(x, \rho) = \frac{3}{4} \mu_0 M \frac{n \cdot \sin^2\left(\frac{\pi}{n}\right) (\rho - R)^2 R^3 \cdot \Xi(n)}{\left|(x)^2 + (\rho - R)^2\right|^{5/2}} \hat{e}_z \tag{8}$$

โดย

$$\Xi(n) = \frac{\cos\left(\frac{2\pi}{n}\right) - \sin\left(\frac{2\pi}{n}\right) - \sqrt{2} \sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{4\pi}{n}\right)}{2 \cos\left(\frac{\pi}{4} - \frac{4\pi}{n}\right) + \sqrt{2}} \tag{9}$$



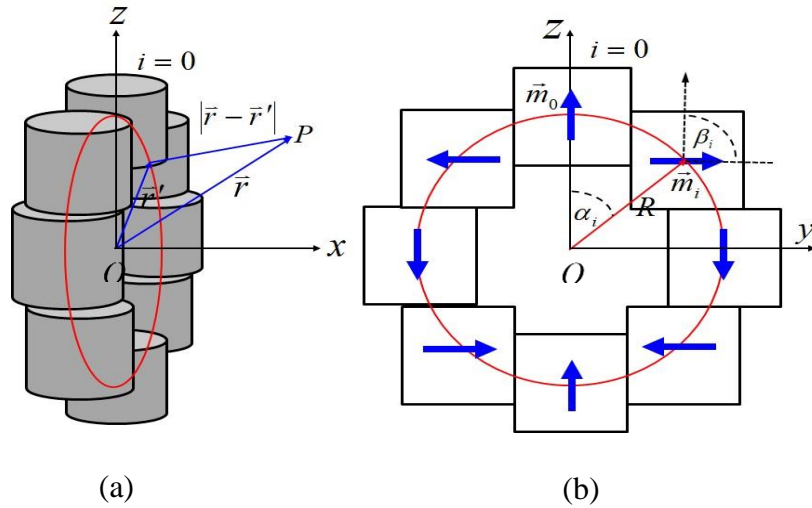
รูปที่ 3 แสดงแม่เหล็กแบบต่างๆที่จัดวางเป็นวงแหวนตามทฤษฎี Halbach dipole ซึ่งจะทำให้สนามแม่เหล็กมีความสม่ำเสมอสูงในบริเวณภายในวงแหวน (a) แม่เหล็กในอุดมคติ, (b) แม่เหล็กที่สร้างตาม (a), (c) แม่เหล็ก NMR-Mandhala แบบ 16 ส่วน, (d) แม่เหล็ก trapezoidal แบบ 8 ส่วน และ (e) wedge design

ผลการวิจัย

ผลการคำนวณสำหรับชุดแม่เหล็กที่ออกแบบ

ถ้ากำหนดให้ $\mu_0 M = 1000$ และ $n = 8$ ค่าสนามแม่เหล็กจากการจัดเรียงเป็นวงแหวนตามแบบแม่เหล็ก NMR-Mandhala จะให้ค่าเหมือนกับของ Soltner and Blumler โดยค่าสนามแม่เหล็กจะขึ้นกับจำนวนก้อนแม่เหล็กและรูปทรงของก้อนแม่เหล็ก โดยจะมีค่าสนามแม่เหล็กลดลงเมื่อเพิ่มจำนวนก้อนแม่เหล็กเข้าไป ที่เป็น

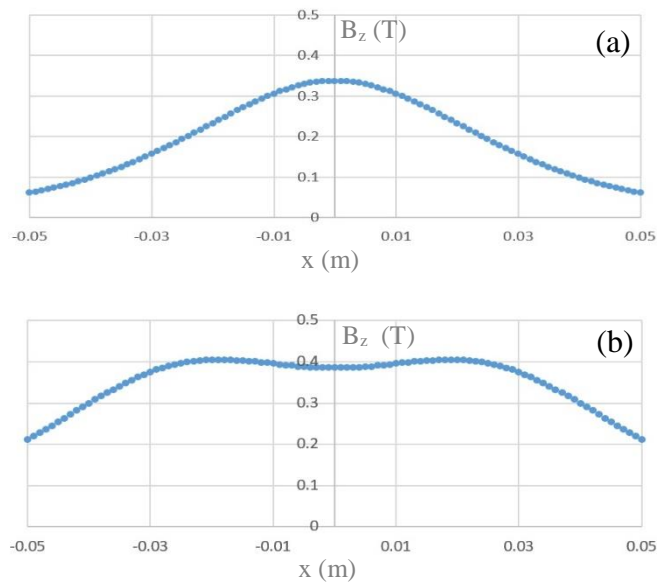
เช่นนี้เป็นเพราะว่าพื้นผิวหน้าตัดของก้อนแม่เหล็กมีขนาดลดลงตามฟังก์ชันของ $\Xi(n)$ โดยลักษณะสนามแม่เหล็กตามแนวแกน x ที่คำนวณได้เป็นไปตามรูปที่ 5 (a)



รูปที่ 4 แสดงรูปชุดวงแหวนของแม่เหล็กหลัก ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรทรงกระบอกจัดเรียงด้วยเทคนิค NMR-Mandhala โดยกำหนดให้รัศมีวงแหวน $R=5$ cm และเลือกใช้จำนวนก้อนแม่เหล็กต่อชุดคือ $n=8$

จากการออกแบบชุดวงแหวนหนึ่งชุดของแม่เหล็กหลักได้กำหนดให้รัศมีวงแหวน $R=5$ cm เลือกใช้จำนวนก้อนแม่เหล็กต่อชุดเป็น $n=8$ และใช้ค่าแมกนีไทเซชันที่ได้จากการทดลอง $M=8.631 \times 10^5$ A/m จะสามารถคำนวณหาค่าสนามแม่เหล็กที่จุดกึ่งกลางได้เป็น $B_z=337$ mT และหาค่าความสม่ำเสมอสนามตามแนวแกน x ในช่วง ± 5 mm จากจุดกึ่งกลาง ได้ค่าความสม่ำเสมอสนามเท่ากับ 5,630 ppm

ซึ่งเมื่อทดลองเพิ่มชุดแม่เหล็กถาวรเป็นสองชุดโดยนำมาวางต่อกันพบว่าค่าสนามแม่เหล็กจากทั้งสองวงแหวนจะเสริมกันและให้ค่าสนามแม่เหล็กที่จุดกึ่งกลางเป็น $B_z=386$ mT และมีค่าความสม่ำเสมอสนามดีขึ้นเป็น 856 ppm มีลักษณะสนามตามรูปที่ 5 (b)



รูปที่ 5 แสดงผลการคำนวณลักษณะสนามแม่เหล็ก B_z ตามแนวแกน x ของชุดแม่เหล็กหลัก โดย (a) ใช้ชุดวงแหวนหนึ่งชุด และ (b) ใช้ชุดวงแหวนสองชุดวางต่อกัน

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการออกแบบแม่เหล็กด้วยเทคนิค Mandhala ตามวิธีของ Soltner and Blumler โดยเลือกใช้ก้อนแม่เหล็กแบบทรงกระบอกมีค่า $M = 8.631 \times 10^5$ A/m ในขั้นตอนการออกแบบกำหนดรัศมีวงแหวน $R = 5$ cm เลือกใช้จำนวนก้อนแม่เหล็กต่อชุด $n = 8$ และนำวงแหวนแม่เหล็กสองชุดมาต่อกัน สามารถหาค่าสนามแม่เหล็กที่จุดกึ่งกลางได้ $B_z = 386$ mT ความสม่ำเสมอสนามตามแนวแกน X ในช่วง ± 5 mm จากจุดกึ่งกลาง มีค่าเป็น 856 ppm

ในการออกแบบแม่เหล็กตามแบบ Mandhala จะมีข้อดีคือเมื่อเพิ่มจำนวนก้อนแม่เหล็กจะไม่ส่งผลต่อค่าความสม่ำเสมอของสนามให้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่มีผลต่อขนาดสนามแม่เหล็กที่จะลดลง เพราะว่าการเพิ่มจำนวนก้อนแม่เหล็กจะทำให้รัศมีวงแหวนเพิ่มขึ้น และข้อเสียของการออกแบบก็คือจะต้องกำหนดทิศของแกนนี้ให้เซชันของก้อนแม่เหล็กถาวรทุกก้อนให้ถูกทิศตลอดเวลา

จากผลการออกแบบจะสามารถนำไปใช้สร้างจริงได้และจะสามารถทำให้ความสม่ำเสมอดีขึ้นได้อีกโดยเพิ่มชุดชดเชย shim เข้าไปเพื่อชดเชยสนามให้มีลักษณะเรียบมากกว่านี้ได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] R. Lu, X. Zhou, W. Wu, Y. Zhang, Z. Ni. (2014). Development of the Miniature NMR Apparatus for Edible Oil Quality Control. *Applied Magnetic Resonance*, 45:461–469.
- [2] G. Eidmann, R. Savelsberg, P. Blumler, B. Blumich. (1996). The NMR MOUSE, a Mobile Universal Surface Explorer. *MAGNETIC RESONANCE, Series A* 122, 104–109.
- [3] C. Hugon, P.M. Aguiar, G. Aubert, D. Sakellariou. (2010). Design, Fabrication and Evaluation of a Low-Cost Homogeneous Portable Permanent Magnet for NMR and MRI. *C.R. Chimie*, 13, 388–393.
- [4] Weerachom M. (2013). Calculation of the Sensitive Region of a U-shaped Permanent Magnet for a Single-Sided NMR Spectrometer. *CMU. J. Nat. Sci.*
- [5] Jackson J.D. (1999). *Classical Electrodynamics* (3rd ed). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [6] G. Aubert. (1990). US Patent 5, 332,971, Jul. 26, 1994, Appl. FR90-09698, Jul. 30, 1990.
- [7] H. SOLTNER, P. BLUMLER. (2004). Dipolar Halbach Magnet Stacks Made from Identically Shaped Permanent Magnets for Magnetic Resonance. *Concepts in Magnetic Resonance PartA*, Vol. 36A(4), 211–222.

การสำรวจและการออกแบบเส้นทางจักรยาน บางขุนเทียน – สมุทรสาคร

The Survey and Design of Bike Way Bang Khun Thian - Samut Sakhon

สุวิมล เจียรธรวานิช^{1*}

¹ประธานหลักสูตร สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และนวัตกรรมการคมนาคมวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น

*E-mail : Jsuwimol@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการสำรวจและการออกแบบเส้นทางจักรยาน บางขุนเทียน – สมุทรสาคร นั้น จากสถิติพบว่า ประเทศไทยมีจำนวนผู้ใช้จักรยานทั่วประเทศ 2,250,000 คน แบ่งเป็น ผู้ใช้จักรยานในกรุงเทพฯ และปริมณฑล 150,000 คน ผู้ใช้จักรยานในจังหวัดอื่น ๆ อีก 2,100,000 คน โดยในจำนวนนี้มีผู้ใช้จักรยานเพื่อการเดินทางท่องเที่ยวมากถึง 260,000 คน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อย่างไรก็ตามตามจักรยานเข้ามามีบทบาทในบ้านเราในช่วง 3-2 ปีที่ผ่านมาเพราะว่าทุกคนหันมาสนใจเรื่องของออกกำลังกายมากขึ้น ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจข้อมูลความเร็วของรถบนถนนสายหลวงที่ 3423 และสายที่ 4008 เพื่อกำหนดจุดสตาร์ทที่เหมาะสมบนเส้นทาง บางขุนเทียน-สมุทรสาคร และมีวิธีการออกแบบเส้นทางโดยทำการสำรวจความเร็วรถของถนนหลวงสายที่ 3423 และ สายที่ 4008 โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดความเร็ว Speed Detector โดยข้อมูลความเร็วของรถบนท้องถนน ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปหาความเร็วเฉลี่ย (Travel Mean Speed) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าความเร็วที่ 85 เพอร์เซ็นต์ไทล์ (85th Percentile) และค่าความเร็วที่ 15 เพอร์เซ็นต์ไทล์ (15th Percentile) จากนั้นได้ทำการเก็บข้อมูลตามที่กำหนด โดยการสำรวจและการออกแบบเส้นทางจักรยาน บางขุนเทียน – สมุทรสาคร โดยมีหลักวิธีการสำรวจจุดสตาร์ทที่เหมาะสม เช่น ต้องเป็นสถานที่ที่มีห้องน้ำบริการ มีสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ โดยมีระยะรวมทั้งสิ้น 25.6 กิโลเมตร แบ่งเป็น 7 จุดสตาร์ท

คำสำคัญ : จักรยาน เดินทาง ออกกำลังกาย

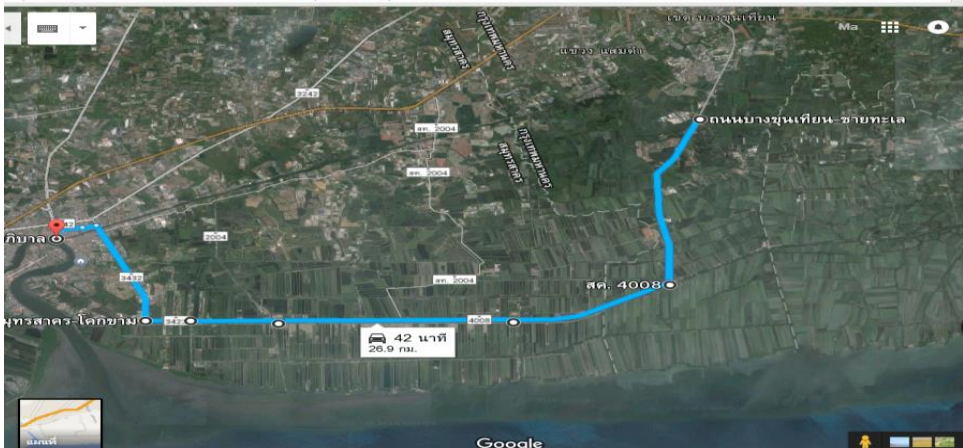
Abstract

The Current flow of cycling in Thailand is increasing, especially in the last 2-3 years making the bike business likely to grow rapidly in terms of the number of bike users and sales of it, including related accessories. Seen from the current cycling lovers exhibition of people in Bangkok turn to use a service of rail transportation system by some of the people riding a bike for their daily life travelling .The record show that there are 2,250,000 bike users in all over Thailand divided into area of Bangkok and nearby area are 150,000 bike users and in other province are 2,100,000 bike users, by in this figure they are using a bike for travelling up to 260,000 people and is increasing steadily. However, Objective is survey speed of highway 3423 and 4008. Find the start point on the bike way Bang Khun Thian - Samut Sakhon. By the used speed detector and analysis to travel mean speed, standard deviation, 85th percentile and 15th percentile. Find the start point such as place for toilet, place of attraction. The bike way has 25.6 kilometers and has 7 start points.

Keywords : Bike, Travel, Exercise

บทนำ

กิจกรรมขับเคลื่อนนี้จะมุ่งถึงครอบครัว หากพูดถึงปัญหาด้านครอบครัวในปัจจุบันมีมากขึ้นในสังคมไทย ซึ่งปัญหาต่าง ๆ นำมาถึงการเกิดความแตกแยกภายในครอบครัวในปัจจุบัน ความสัมพันธ์ระหว่างภายในครอบครัวเริ่มเสื่อมถอยลงทุกวัน พ่อแม่ลูก เริ่มไม่ได้พูดคุยกันต่างคนต่างสนใจแต่ตัวเองหน้าที่ของตัวเองจนทำให้เกิดช่องว่างของความสัมพันธ์ภายในครอบครัว จนเกิดปัญหาต่างๆมากมายขึ้นภายในครอบครัว เพราะทุกคนไม่ได้ทำบทบาทหน้าที่ของตัวเองภายในครอบครัวอย่างเต็มที่ พ่อแม่ละเลยการอบรมปลูกฝังจริยธรรม คุณธรรม ค่านิยม รวมทั้งการหล่อหลอมบุคลิกภาพและพฤติกรรมที่พึงประสงค์แก่ลูก จนทำให้ลูกมีความก้าวร้าวไม่รู้จักกาลเทศะ ตีดยาเสพติด ซึ่งนำมาถึงปัญหาต่างๆมากมายรวมทั้งพ่อแม่ส่วนใหญ่มักจะผลักระการอบรมดูแลลูกให้เป็นหน้าที่ของสถาบันอื่นในสังคมมากขึ้น เช่น สถาบันการศึกษา สื่อมวลชน ฯลฯ เป็นต้น จึงมีความสนใจที่จะทำการสำรวจและออกแบบเส้นทางจักรยานใหม่ ดังนั้นเราจึงทำการสำรวจเส้นทางสร้างทางจักรยานนี้ขึ้นมาเพื่อเสริมสร้างความสัมพันธ์ภายในครอบครัวระหว่าง พ่อ แม่ ลูก หรือ ญาติ ให้ได้ทำกิจกรรมและใช้เวลาร่วมกันมากขึ้น รวมถึงการทำกิจกรรมเพื่อก่อให้เกิดความรักและสามัคคีในครอบครัว เราจึงเลือกเส้นทางเหมาะสมและมีความปลอดภัยเพื่อรองรับการทำกิจกรรมต่างๆได้ โดยไม่ต้องกังวลเรื่องอุบัติเหตุที่ตามมาเส้นทางนั้นคือ ถนนสายรองจากเส้นพระราม 2 ถนนบางขุนเทียนเพราะมีการจราจรที่น้อยมาก และมีไหล่ทางสามารถสร้างทางปั่นจักรยานได้ ระหว่างทางเต็มไปด้วยต้นไม้ทั้ง 2 ข้างทาง ถนนสาย 4008 และ 3432 เป็นถนนที่ยังไม่พัฒนาถึงที่สุดจึงทำให้สามารถออกแบบเลนส์จักรยานที่สมบูรณ์แบบเพิ่มเติมจากปัจจุบันได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังเป็นถนนสายรองจากถนนสายหลักที่ใช้วิ่งลงใต้พระราม 2 จึงทำให้ปริมาณรถมีปริมาณน้อยและในขณะเดียวกันรถก็ไม่สามารถใช้ความเร็วได้สูง เพราะเนื่องจากมีท่อระบายน้ำตัดขวางถนนตลอดเส้นทาง จึงทำให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการทำกิจกรรมร่วมกันของครอบครัว ญาติสนิทมิตรสหายได้เกิดความรัก ความสามัคคี และความเข้าใจกันมากขึ้น อีกทั้งยังมีสถานที่ท่องเที่ยวให้แวะพักผ่อน ให้ความรู้ และยังมีสถานที่ให้ได้ทำบุญร่วมกันอีกมากมายเช่น วัดศาลพันท้ายนรสิงห์ หลัทธิโลเมตรโนทะเล จุดชมวิว และพิพิธภัณฑสถานสัตว์น้ำ ฯลฯ แล้วตลอดทั้งเส้นทางก็ยังมีร้านอาหารทะเล รวม ร้านขายของฝากต่างๆอีกมากมาย

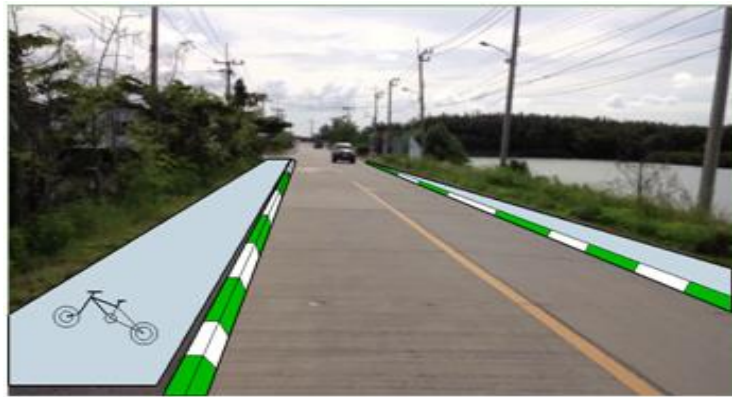


ภาพที่ 1 เส้นทางจักรยานบางขุนเทียนชายทะเล – สมุทรสาคร

ทางจักรยานบางขุนเทียนชายทะเล – สมุทรสาครเป็นถนนทางหลวงหมายเลขที่ 4008 กับ 3432 มีระยะรวมทั้งสิ้น 25.6 กิโลเมตร เป็นทางลาดยางขนาด 2 เลนจากนั้นจึงทำการสำรวจในเรื่องของความเร็วเพื่อที่จะมาออกแบบเส้นทางจักรยาน โดยการออกแบบนั้นจะต้องอาศัยข้อมูลที่เป็นจริงเราจึงต้องลงพื้นที่ทำการสำรวจและหาปริมาณความเร็วเพื่อดูโอกาสและความเป็นไปได้ในการใช้ถนนเส้นนี้ปั่นจักรยาน



ภาพที่ 2 ตัวอย่างถนนในพื้นที่



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการออกแบบถนนจักรยาน

วัตถุประสงค์ในการสำรวจและการออกแบบเส้นทางจักรยาน บางขุนเทียน-สมุทรสาคร เพื่อสำรวจข้อมูลความเร็วของรถบนถนนสายหลวงที่ 3423 และสายที่ 4008 เพื่อกำหนดจุดสตาร์ทที่เหมาะสมบนเส้นทางบางขุนเทียน-สมุทรสาคร

ให้การสร้างความสัมพันธ์ในครอบครัวหรือเพื่อนร่วมปั่นทั้งยังสร้างสุขภาพกายและใจอีกด้วย การใช้เวลาว่างให้ครอบครัวเป็นส่วนหนึ่งที่ไม่ควรละเลย จึงหวังว่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสร้างความสุขแก่ครอบครัวในการปั่นจักรยานนั้นจะต้องมีที่พักต้นไม้หรือพักเหนื่อยในช่วงเวลานั้นนักปั่นจะต้องหาที่พักเพื่อทำกิจกรรมของตัวเอง เราจึงมองเห็นเรื่องของการสร้างที่พักและที่จอดจักรยานเพื่อรองรับนักปั่นเพื่อให้นักปั่นได้ทำกิจกรรมได้สะดวก ตัวอย่างการออกแบบที่พักและที่จอด



ภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบที่พัก และที่จอด

วิธีการวิจัย

การสำรวจความเร็วของถนนหลวงสายที่ 3423 และ สายที่ 4008 โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดความเร็ว Speed Detector โดยข้อมูลความเร็วของรถบนท้องถนน ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปหาความเร็วเฉลี่ย (Travel Mean Speed) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าความเร็วที่ 85 เพอร์เซ็นต์ไทล์ (85th Percentile) และค่าความเร็วที่ 15 เพอร์เซ็นต์ไทล์ (15th Percentile) จากนั้นได้ทำการเก็บข้อมูลตามที่กำหนด โดยการสำรวจ

และการออกแบบเส้นทางจักรยาน บางขุนเทียน – สมุทรสาคร โดยมีหลักวิธีการสำรวจจุดสตาร์ทที่เหมาะสม เช่น ต้องเป็นสถานที่ที่มีห้องน้ำบริการ มีสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ โดยมีระยะรวมทั้งสิ้น 25.6 กิโลเมตร

ผลการวิจัย

ข้อมูลวิจัยที่ได้จากการลงพื้นที่สำรวจความเร็วรถของถนนหลวงสายที่ 3423 และ สายที่ 4008 โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดความเร็ว Speed Detector จะได้เป็นตารางดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงการสำรวจถนนหลวงสายที่ 3423

การสำรวจถนนหลวงสายที่ 3423 ในช่วงเวลา 12.00 - 13.00 น.						
กลุ่มความเร็ว (กม./ชม.)	ความเร็วเฉลี่ย (v)	ความถี่ (f)	เปอร์เซ็นต์ของการสำรวจในแต่ละกลุ่ม	ผลรวมเปอร์เซ็นต์ของการสำรวจทั้งหมด	fv	fv ²
50-41	45.5	19	23.75	23.75	864.5	16425.5
60-51	55.5	31	38.75	62.5	1720.5	53335.5
70-61	65.5	21	26.25	88.75	1396.5	29326.5
80-71	75.5	8	10	98.75	604	4832
90-81	85.5	1	1.25	100	85.5	85.5
	รวม	80	100		4671	104005

จากผลการสำรวจถนนหลวงสายที่ 3423 ในช่วงเวลา 12.00 - 13.00 น. สามารถสรุปได้ว่ามีรถยนต์ที่ใช้ถนนหลวงสายนี้อยู่ที่ 320 คันต่อชั่วโมง รถจักรยานยนต์อยู่ที่ 10 คันต่อชั่วโมง และรถบรรทุกอยู่ที่ 37 คันต่อชั่วโมง แล้วความเร็วเฉลี่ยของรถที่ใช้ถนนสายนี้อยู่ที่ 58.39 กม./ชม. และรถส่วนมากจะขับด้วยความเร็วอยู่ที่ 51 - 60 กม./ชม. ซึ่งไม่เกินความเร็วที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าห้ามรถวิ่งเกิน 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เหมาะแก่การที่จะสร้างช่องทางของจักรยาน เพราะมีรถวิ่งด้วยความเร็วที่พอเหมาะไม่อันตราย

ตารางที่ 2 แสดงการสำรวจถนนหลวงสายที่ 4008

จากผลการสำรวจถนนหลวงสายที่ 4008 ในช่วงเวลา 17.00 - 18.00 น.						
กลุ่มความเร็ว (กม./ชม.)	ความเร็วเฉลี่ย (v)	ความถี่ (f)	เปอร์เซ็นต์ของการสำรวจในแต่ละกลุ่ม	ผลรวมเปอร์เซ็นต์ของการสำรวจทั้งหมด	fv	fv ²
50-41	45.5	12	15	15	546	8190
60-51	55.5	26	32.5	47.5	1443	37518
70-61	65.5	25	31.5	95	1637.5	40937.5
80-71	75.5	13	16.25	96.25	981.5	12759.5
90-81	85.5	4	1.25	100	342	1368
	รวม	80	100		4950	100773

จากผลการสำรวจถนนหลวงสายที่ 4008 ในช่วงเวลา 17.00 - 18.00 น. สามารถสรุปได้ว่ามีรถยนต์ที่ใช้ถนนหลวงสายนี้อยู่ที่ 404 คันต่อชั่วโมง รถจักรยานยนต์อยู่ที่ 112 คันต่อชั่วโมง และรถบรรทุกอยู่ที่ 37 คันต่อชั่วโมง แล้วความเร็วเฉลี่ยของรถที่ใช้ถนนสายนี้อยู่ที่ 61.88 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และรถส่วนมากจะขับด้วยความเร็วอยู่ที่ 51 - 60 กม./ชม. ซึ่งไม่เกินความเร็วที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าห้ามรถวิ่งเกิน 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เหมาะแก่การที่จะสร้างช่องทางของจักรยาน เพราะมีรถวิ่งด้วยความเร็วที่พอเหมาะไม่อันตรายเมื่อได้ทราบถึงปริมาณจราจรความเร็วและทราบถึงว่าถนนเส้นนี้มีการขับขี่ที่ไม่เกิน 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะเป็นอัตราความเร็วที่ไม่เกินกฎหมายกำหนดแสดงว่าเส้นทางนี้เหมาะแก่การใช้เป็นเส้นทางในการสร้างถนนจักรยานได้

โดยการสำรวจและการออกแบบเส้นทางจักรยาน บางขุนเทียน - สมุทรสาคร โดยมีหลักวิธีการสำรวจจุดสตาร์ทที่เหมาะสม เช่น ต้องเป็นสถานที่ที่มีห้องน้ำบริการ มีสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ โดยมีระยะรวมทั้งสิ้น 25.6 กิโลเมตรแบ่งเป็น 7 จุดสตาร์ท

จุดสตาร์ทที่ 1 เส้นบางขุนเทียนชายทะเลตรงข้ามร้านอาหารจ๊ะโอ๋ ซีฟู้ด

จุดสตาร์ทที่ 1 บางขุนเทียนทุกคนสามารถนำรถส่วนตัวมาจอดรถภายในที่บริเวณศูนย์บริการได้สะดวกสบาย อีกทั้งยังมีห้องน้ำ และร้านเซอร์วิสอุปกรณ์จักรยาน ก่อนปั่นหรือหลังปั่นทุกคนสามารถแวะทานข้าวเติมพลัง ที่รายการริมถนนบางขุนเทียนได้ ที่มีรสชาติอร่อย สด สะอาด อีกด้วย บรรยากาศรอบข้างเต็มไปด้วยธรรมชาติได้อารมณ์สุดๆ

จุดสตาร์ทที่ 2 จุดชมปลาโลมา วังมัจฉา บางขุนเทียน

จุดชมปลาโลมา วังมัจฉา อยู่บริเวณปากอ่าวมหาชัย ตำบลโคกขาม เป็นสถานที่เต็มไปด้วยปลาโลมา โดยเฉพาะในช่วงที่ลมหนาวพัดเข้าสู่อ่าวไทย สายลม และน้ำเค็ม ได้พัดพาเอาฝูงปลาโลมาเข้ามาจำนวนมาก เป็นสิ่งที่น่าตื่นตาตื่นใจ เป็นอย่างยิ่ง สำหรับผู้ได้พบเห็น จุดชมวิวยุทธศาสตร์ ทางเดินชมแข็งแรง ปลอดภัย เหมาะกับการไปถ่ายรูปพักผ่อนโซเชียล และใกล้ๆกันยังเป็นที่ตั้งศาลมัจฉา ให้เราสักการะเจ้าพ่อเพื่อความเป็นสิริมงคลอีกด้วย

จุดสตาร์ทที่ 3 ศาลพันท้ายนรสิงห์

อุทยานประวัติศาสตร์พันท้ายนรสิงห์ตั้งอยู่ตำบลพันท้ายนรสิงห์ จังหวัดสมุทรสาคร โดยตั้งอยู่ ณ บริเวณสถานที่ซึ่งเคยเกิดเหตุการณ์หัวเรือพระที่นั่งของพระเจ้าเสือหัก ทั้งนี้ ได้มีการสร้างขึ้นเพื่อเป็นอนุสรณ์แก่พันท้ายนรสิงห์ ท่านเป็นผู้มีความซื่อสัตย์สุจริต จงรักภักดี ยิงชีพ ที่ศาลพันท้ายนรสิงห์นี้ ผู้คนนิยมมาขอพร ให้ประสบผลสำเร็จ ซึ่งหลายคนที่ได้ผลตามนั้นจึงนิยมนำรูปปั้นไก่ และไม้พายเรือมาแก้บน เมื่อเยี่ยมชมในอุทยานเสร็จแล้วบริเวณใกล้เคียงสามารถเยี่ยมชมหอพระ และศาลแม่ศรีนวล (ภรรยาของพันท้ายนรสิงห์)

จุดสตาร์ทที่ 4 ป่าชายเลนบางขุนเทียน

พื้นที่ป่าชายเลนบางขุนเทียนมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการพังทลายของชายฝั่ง บรรยากาศร่มรื่นของทางเดิน ปกคลุมไปด้วยต้นแสมและโกงกาง โดยสะพานไม้จะทอดยาวออกไปในทะเลและที่ สุดทางทำเป็นจุดชมวิวยุทธศาสตร์ โดยเมื่อมองออกไปในระยะไม่ไกลจะพบฝูงนกยางและนกนางนวลกำลังพักผ่อนและหาอาหารอยู่บริเวณแนวชายฝั่งเป็นจำนวนมาก ไม่น่าเชื่อว่าอยู่ใกล้จากเมืองกรุง เป็นอีกหนึ่งสถานที่ที่ได้รับกับบรรยากาศธรรมชาติสุดๆ

จุดสตาร์ทที่ 5 ศูนย์แสดงพันธุ์สัตว์น้ำสมุทรสาคร

ศูนย์แสดงพันธุ์สัตว์น้ำสมุทรสาคร เป็นศูนย์แสดงพันธุ์สัตว์น้ำแห่งใหม่ ตั้งอยู่ที่ บางขุนเทียน จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งอยู่ในบริเวณเดียวกับศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร จุดเด่นอย่างแรกเลย คือ รูปปั้นปลาหวาหวาด้า สูง 17 เมตร ภายใน จะมีการจัดแสดงปลาและสิ่งมีชีวิตทางทะเลต่างๆ อีกทั้ง ยังมีทางเดินอุโมงค์ใต้น้ำสร้างความตื่นตาตื่นใจให้กับเด็กๆได้เป็นอย่างมาก นอกจากนี้ ทุกวันเสาร์อาทิตย์ เวลา 13.00 น. ที่นี่ยังมีโชว์จัดแสดงการให้อาหารปลาที่อุโมงค์อีกด้วย เป็นสถานที่แห่งใหม่ที่ควรแวะไปเที่ยวที่ได้ทั้งความรู้ และได้ชมความสวยงามของปลาต่างๆ

จุดสตาร์ทที่ 6 ทางแยกที่จะเข้าตัวเมืองกับทางที่จะไปวัดกำแพง

จุดสตาร์ทที่ 6 นี้จะเป็นทางแยกที่จะเข้าไปที่ตัวเมืองสมุทรสาครหรือสามารถไปวัดกำแพงหรืออีกชื่อคือวัดกำแพงนั่นเอง วัดศรีสุทธาราม(วัดกำแพง) ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร สังกัดคณะสงฆ์มหานิกาย อาคารเสนาสนะ ประกอบด้วย อุโบสถ เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ศาลาการเปรียญ เป็น

อาคารไม้ หอสดมนต์ เป็นอาคารไม้ กุฏิสงฆ์ เป็นอาคารครึ่งตึกครึ่งไม้ สร้างเมื่อ ศาลาอเนกประสงค์ กว้าง เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ศาลาบำเพ็ญกุศล สร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ปุชนิยวัตถุมิ พระประธานประจำอุโบสถ 1 องค์ พร้อมพระโมคคัลลาน์ – พระสารีบุตร พระพุทธรูป 2 องค์ มีนามว่าหลวงพ่อดำ และหลวงพ่อด่าง นอกจากนี้ มีพระศรีอริยเมตตรัย

จุดสตาร์ทที่ 7 ศาลเจ้าพ่อหลักเมืองสมุทรสาคร

ศาลเจ้าพ่อหลักเมืองสมุทรสาคร หรือเจ้าพ่อวิเชียรโชติ สร้างขึ้นแล้วเสร็จในปีพ.ศ. 2530 มีลักษณะเป็นอาคารแบบเก๋งจีน ตั้งอยู่ ใกล้ ๆ กับป้อมวิเชียรโชฎก ศาลเจ้าแห่งนี้เป็นที่ศักดิ์สิทธิ์ซึ่งประชาชนเคารพนับถือ และเป็นศูนย์รวมจิตใจของชาวประมงในจังหวัด โดยก่อนออกเรือเพื่อไปหาปลาทุกครั้งชาวประมงจะต้องไปทำพิธีสักการะบูชา และจุดประทัดบริเวณหน้าศาลเจ้าพ่อหลักเมืองเพื่อความเป็นสิริมงคล

ภายในศาลเจ้า เป็นที่ประดิษฐานของเจ้าพ่อวิเชียรโชติ แกะสลักด้วยไม้โพธิ์ มีลักษณะคล้ายองค์พระสยามเทวาธิราช อยู่ในท่าประทับยืนบนเกี้ยว ซึ่งแกะสลักวดลายงดงามเป็นอย่างมาก แล้วปิดทองคำเปลวบริสุทธิ์ทับไปอีกชั้นหนึ่ง มีความสูงประมาณ 1 ศอกเศษ นอกจากนี้แล้ว ภายในยังมีสิ่งศักดิ์สิทธิ์อื่น ๆ อีกหลายองค์ เช่น พระพุทธรูปหลวงพ่อโสร องค์จตุคาม-รามเทพ พระสังกัจจายน์ หลวงปู่ทวด เป็นต้น

ส่วนรอบ ๆ ด้านของศาลเจ้า บริเวณด้านหน้าและด้านข้าง เป็นลานจอดรถขนาดใหญ่ริมแม่น้ำ มีท่าเรือข้ามฟากไปยังท่าฉลอม มีภัตตาคารริมน้ำสูงหลายชั้น ทำให้ผู้มารับประทานอาหารสามารถนั่งชมวิวยสวย ๆ ของเมืองสมุทรสาครได้ นอกจากนี้ ใกล้ ๆ บริเวณนี้ ยังมีสวนสาธารณะขนาดใหญ่ ให้ผู้คนมานั่งพักผ่อนหย่อนใจ และหากเดินทะลุไปทางด้านหลังของศาลเจ้า จะพบสถานที่ที่น่าสนใจอีกหลายแห่ง เช่น เสาหลักเมืองสมุทรสาคร เสาหลักเมืองที่ใหญ่ที่สุดของประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ในชุมชนจรดรมขยอตปรางค์บนฐานสูงขึ้นไปมีบันไดทางขึ้น-ลง 3 ด้าน แล้วยังมีศาลพระสังกัจจายน์ ที่ตั้งอยู่ด้านหลังของเสาหลักเมืองอีกที่ ให้คนได้ไปไหว้บูชากัน



รูปที่ 7 จุดสตาร์ทที่ 7 จุด

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการสำรวจถนนหลวงสายที่ 3423 ในช่วงเวลา 12.00 - 13.00 น. สามารถสรุปได้ว่ามีรถยนต์ที่ใช้ถนนหลวงสายนี้อยู่ที่ 320 คันต่อชั่วโมง รถจักรยานยนต์อยู่ที่ 10 คันต่อชั่วโมง และรถบรรทุกอยู่ที่ 37 คันต่อชั่วโมง แล้วความเร็วเฉลี่ยของรถที่ใช้ถนนสายนี้อยู่ที่ 58.39 กม./ชม. และรถส่วนมากจะขับด้วยความเร็วอยู่ที่ 51 - 60 กม./ชม. ซึ่งไม่เกินความเร็วที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าห้ามรถวิ่งเกิน 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เหมาะแก่การที่จะสร้างช่องทางของจักรยาน เพราะมีรถวิ่งด้วยความเร็วที่พอเหมาะไม่อันตราย

จากผลการสำรวจถนนหลวงสายที่ 4008 ในช่วงเวลา 17.00 - 18.00 น. สามารถสรุปได้ว่ามีรถยนต์ที่ใช้ถนนหลวงสายนี้อยู่ที่ 404 คันต่อชั่วโมง รถจักรยานยนต์อยู่ที่ 112 คันต่อชั่วโมง และรถบรรทุกอยู่ที่ 37 คันต่อชั่วโมง แล้วความเร็วเฉลี่ยของรถที่ใช้ถนนสายนี้อยู่ที่ 61.88 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และรถส่วนมากจะขับด้วยความเร็วอยู่ที่ 51 - 60 กม./ชม. ซึ่งไม่เกินความเร็วที่กฎหมายกำหนดไว้ว่าห้ามรถวิ่งเกิน 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เหมาะแก่การที่จะสร้างช่องทางของจักรยาน เพราะมีรถวิ่งด้วยความเร็วที่พอเหมาะไม่อันตรายเมื่อได้ทราบถึงปริมาณจราจรความเร็วและทราบถึงว่าถนนเส้นนี้มีการขับขี่ที่ไม่เกิน 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะเป็นอัตราความเร็วที่ไม่เกินกฎหมายกำหนดแสดงว่าเส้นทางนี้เหมาะแก่การใช้เป็นเส้นทางในการสร้างถนนจักรยานได้

โดยการสำรวจและการออกแบบเส้นทางจักรยาน บางขุนเทียน - สมุทรสาคร โดยมีหลักวิธีการสำรวจจุดสตาร์ทที่เหมาะสม เช่น ต้องเป็นสถานที่ที่มีห้องน้ำบริการ มีสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ โดยมีระยะรวมทั้งสิ้น 25.6 กิโลเมตรแบ่งเป็น 7 จุดสตาร์ท

- จุดสตาร์ทที่ 1 เส้นบางขุนเทียนชายทะเลตรงข้ามร้านอาหารจ๊ะโอ๋ ซีฟู้ด
- จุดสตาร์ทที่ 2 จุดชมปลาโลมา วังมัจฉา บางขุนเทียน
- จุดสตาร์ทที่ 3 ศาลพันท้ายนรสิงห์
- จุดสตาร์ทที่ 4 ป่าชายเลนบางขุนเทียน
- จุดสตาร์ทที่ 5 ศูนย์แสดงพันธุ์สัตว์น้ำสมุทรสาคร
- จุดสตาร์ทที่ 6 ทางแยกที่จะเข้าตัวเมืองกับทางที่จะไปวัดกำแพง
- จุดสตาร์ทที่ 7 ศาลเจ้าพ่อหลักเมืองสมุทรสาคร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณชุมชนบางขุนเทียนชายทะเล ที่อำนวยความสะดวกที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางการดำเนินงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ฐนวัฒน์ ศิริวราวาท. (2557). *การประเมินความพึงพอใจการใช้จักรยานเพื่อการเดินทาง กรณีศึกษาจักรยานสาธารณะปั่นปั่น*. กรุงเทพฯ: การค้นคว้าอิสระ ภูมิศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ไกรอนันต์ สิงสี และ พลเดช เขาวรัตน์. (2558). *แนวทางในการพัฒนาเมืองที่เอื้อต่อการเดินทางด้วยจักรยาน กรณีศึกษาชุมชนบ้านท่าขอนยาง-ขามเรียง จังหวัดมหาสารคาม*. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 34(1), 14
- ธรรมมา เจียรธรวานิช และ สุวิมล เจียรธรวานิช. (2559). *(พฤติกรรมป้องกันอุบัติเหตุในการใช้จักรยาน*. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, (1)6, .202-188

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพาะปลูกโดยใช้เทคนิค
เอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน

Analysis of Heavy Metal Contamination in Soil Cultivation Using Technique
Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometry

ชานัญ พร้อมจันทัก* ไพโรจน์ ใจเดียว จิราภรณ์ จำรัสภูมิ และพัชรินทร์ ไวสาหลง

โปรแกรมวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

Chamnan Promjantuk* Pairote Jaideaw Jiraphon Jamradpum Patcharin Waisalong

Physics and General Science Program, Faculty Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University

*E-mail : cham_p28@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพาะปลูก โดยใช้เทคนิคเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน (EDXRF) และเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพาะปลูกก่อนและหลังมีการใช้พืชบำบัด โดยศึกษาตัวอย่างดินจากแปลงเพาะปลูกพืชผักในเขตพื้นที่ชุมชน ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 20 ตัวอย่าง จากนั้นได้นำดินที่ตรวจพบปริมาณโลหะหนักสูงสุดมาทำการทดลองปรับปรุงคุณภาพ โดยการปลูกพืชต้นทานตะวัน ทำการทดลองโดยแบ่งเป็น 3 แปลงทดลอง จากผลการทดลองพบว่า มีการตรวจพบการปนเปื้อนโลหะหนักในดินเพาะปลูกทุกสารตัวอย่าง ซึ่งชนิดของธาตุโลหะหนักที่พบมีอยู่ 2 ชนิด คือ สังกะสี และทองแดง เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักของกรมพัฒนาที่ดินที่ได้กำหนดไว้ พบว่าปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบนั้นมีค่าเกินกว่ามาตรฐานมากถึง 28 เท่า โดยค่าการปนเปื้อนโลหะหนักสูงสุดคือ Zn และ Cu มีค่าเท่ากับ 2480 mg/kg และ 1630 mg/kg ตามลำดับ และเมื่อปลูกต้นทานตะวันสำหรับใช้เป็นพืชบำบัด พบว่า ปริมาณ Zn และ Cu ของแปลงทดลองทั้งสาม 3 แปลงมีค่าลดลง โดยปริมาณ Zn ลดลงจาก 1090 mg/kg เหลือ 1510 , 1550 และ 1610 mg/kg และปริมาณ Cu ลดลงจาก 1090 mg/kg เหลือ 770 810 และ 900 ดังนั้นเทคนิค EDXRF สามารถวัดปริมาณโลหะหนักในดิน และต้นทานตะวันสามารถใช้เป็นพืชบำบัดในการดูดซึมโลหะหนักได้

คำสำคัญ : การปนเปื้อนโลหะหนัก เอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน การใช้พืชบำบัด

Abstract

The purpose of this research aimed to analyze the heavy metal contamination in cultivation soils by using energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry (EDXRF). In addition, the comparison of heavy metal contamination in cultivation soils before and after treatment by plant was also studied. The 20 samples were collected from the vegetable garden in the Takhong Kao community of Muang district, Nakhon Ratchasima Province. The cultivation soils that contained maximum heavy metal were treated by using sunflower therapy planting. Results of the experimental found that the heavy metal contaminants were detected in all sample. The main heavy metal contaminants were Zinc (Zn) and copper (Cu). When compared to the standard that states by Land Development Department found that the heavy metal contents in cultivation soils were higher than the standard criteria up to 28 times. The highest content of Zn and Cu were 2480 mg/kg and 1630 mg/kg, respectively. When the contaminated soils treated by sunflower planting with tree sample, it was found that Zn contents were decreased from 2080 to 1510 1550 and 1610,

while Cu contents were decreased from 1090 to 1510 1550 and 1610. Thus, sunflower can be used as a therapy plant in contaminated soils by absorbing the heavy metal.

Keywords : Heavy Metals Contamination, EDXRF, Phytoremediation

บทนำ

ในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีทางการเกษตร เป้าหมายเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ซึ่งปุ๋ยวิทยาศาสตร์หรือปุ๋ยเคมี ยากำจัดวัชพืช ศัตรูพืช ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในด้านการเกษตร หากมีการใช้อย่างไม่ถูกต้องจะก่อให้เกิดโทษต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมต่างๆ สารเคมีเพื่อการเกษตรเหล่านี้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ลายทรัพยากรดินทำให้คุณภาพดินเสื่อมและยังทำให้เกิดการสะสมของสารต่างๆ โดยเฉพาะโลหะหนัก ซึ่งความเป็นพิษของโลหะหนักเมื่อเข้าไปในสิ่งมีชีวิตจะไปรบกวนการทำงานของเซลล์โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิด และเมื่อโลหะหนักสะสมอยู่ในร่างกายจนถึงระดับหนึ่งก็จะแสดงอาการออกมาให้เห็น เช่น ทำให้เซลล์ตาย เปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของเซลล์ เป็นตัวการทำให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม โดยทำลายเสียหายต่อโครโมโซม และอาจเป็นตัวการทำให้เกิดมะเร็งได้ (วรวิ และวรรณศักดิ์ ,2556)

โดยเทคนิคที่นิยมวิเคราะห์โลหะหนักคือ อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี (Atomic Absorption Spectroscopy; AAS) และ อะตอมมิกอิมิสชันสเปกโทรสโกปี (Atomic Emission Spectroscopy; AES) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การดูดกลืนแสง และการปล่อยแสงของอะตอมโลหะอิสระ Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES) หรือ Inductively Coupled Plasma with Mass Spectrometer (ICP-MS) (Antoanet E, .,2010) เป็นต้น สำหรับเทคนิคเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน (Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometer; EDXRF) เป็นเทคนิคที่นิยมใช้วิเคราะห์โลหะหนักกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเทคนิคนี้สามารถวิเคราะห์ธาตุทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ไม่ว่าจะเป็งานด้านสิ่งแวดล้อม งานด้านชีววิทยา ด้านการแพทย์ งานด้านอุตสาหกรรม ข้อดีคือ สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งของแข็ง ของเหลว และที่เป็นผง เป็นการทดลองแบบไม่ทำลายตัวอย่าง มีการเตรียมตัวอย่างเพียงเล็กน้อย และวิเคราะห์ได้รวดเร็ว

วิธีการกำจัดโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในดินมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น การสกัดตัวทำละลาย การเผาไหม้ การระเหย การดูดซับโดยใช้ความร้อน หรือการใช้วิธีทางชีวภาพ แต่วิธีดังกล่าวอาจจะสามารถกระทำได้อย่าง และมีต้นทุนสูงสำหรับเกษตรกร จึงได้มีการศึกษาหาวิธีบำบัดโลหะหนักในดินที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและกระบวนการที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ การปลูกพืชเพื่อดึงดูดโลหะหนักหรือเรียกว่าการใช้พืชบำบัด (Phytoremediation) โดยพืชที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการบำบัดโลหะหนัก ได้แก่ พืชจำพวกข้าวโอ๊ต ข้าวบาเลย์ ทานตะวัน หญ้าและอื่นๆ (ดวงกมล และชมพูท ,2556) ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้พืชทานตะวันในการบำบัดโลหะหนักในดิน เนื่องจากทานตะวันเป็นพืชที่ปรับสภาพเข้ากับเขตร้อนได้ดี สามารถเกิดกับชนิดของดินได้หลายชนิด ผลผลิตของเมล็ดทานตะวันสามารถนำไปแปรรูปเป็นน้ำมันและอาหารต่างๆได้

จากเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในดินเพาะปลูกของแปลงผักเกษตรกรที่มีแนวโน้มมาจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช สารกำจัดวัชพืช และปุ๋ยเคมีของเกษตรกร และการศึกษานี้ได้ทำการทดลองปรับปรุงดินโดยการใช้พืชบำบัด คือต้นพืชทานตะวัน เพื่อลดค่าปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักให้น้อยลง

วิธีการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยได้แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักโดยใช้เทคนิคเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน และส่วนของการบำบัดโลหะหนักในดินโดยปลูกพืชทานตะวัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพาะปลูก โดยใช้เทคนิค EDXRF

งานวิจัยนี้ได้เลือกตัวอย่างดินจากแปลงผักของเกษตรกรที่เพาะปลูกในบริเวณชุมชนตะคลองเก่า อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ดังภาพที่ 1 เนื่องจากชุมชนตะคลองเก่าเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำ การทำการเกษตร การปลูกพืชผัก ค้าขายจึงเป็นอาชีพหลักของคนในชุมชนมาช้านาน ขณะที่ปัจจุบันเศรษฐกิจในจังหวัดนครราชสีมาได้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ประกอบกับมีอาคารสิ่งก่อสร้างมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในช่วงสิบปีที่ผ่านมา แต่เกษตรกรบางส่วนยังคงปลูกผักค้าขายเช่นเดิม ซึ่งชนิดของผักที่ปลูกคือ ผักคะน้า กวางตุ้ง ผักบุ้งจีน และ หอมแดง เป็นต้น จึงมีแนวโน้มในการใช้สารกำจัดศัตรูพืช สารกำจัดวัชพืช และปุ๋ยเคมีของเกษตรกร โดยการเก็บตัวอย่างดินมีรายละเอียดดังนี้

.11 เก็บตัวอย่างดินจากแปลงเพาะปลูก ทั้งหมดจำนวน 20 ตัวอย่าง จากแปลงผักทั้งหมด 4 แปลงๆละ 5 จุด แต่ละจุดจุดลึกลงไปประมาณ 10-15 เซนติเมตร เนื่องจากแปลงผักของเกษตรกรแบ่งเป็น 2 พื้นที่ผู้วิจัยได้กำหนดหมายเลขของแต่ละแปลงผักที่อยู่ใกล้กันดังต่อไปนี้

แปลงที่ 1 (ตัวอย่างดิน A1-A5) และ แปลงที่ 2 (ตัวอย่างดิน A6-A10)

แปลงที่ 3 (ตัวอย่างดิน B1-B5) และ แปลงที่ 4 (ตัวอย่างดิน B6-B10)



ภาพที่ 1 พื้นที่เก็บตัวอย่างดิน ชุมชนตะคลองเก่า อ.เมือง จ.นครราชสีมา

1.2 นำตัวอย่างไปผึ่งแดดให้แห้ง จากนั้นนำดินที่แห้งแล้วมาบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วนำสารตัวอย่างที่เตรียมไว้มาวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน EDXRF ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น EDX-LE

1.3 นำค่าปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินของกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะของ (1) การตากดินให้แห้ง (2) การบดดินให้ละเอียด (3) ร่อนดินผ่านตะแกรงขนาด 2 mm (4) การวิเคราะห์ด้วยเครื่องEDXRF

2. การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในดินก่อนมีการใช้พืชบำบัดกับดินหลังมีการใช้พืชบำบัด

2.1 เลือกดินจากแปลงที่ตรวจพบโลหะหนักเฉลี่ยสูงสุดจากข้อที่ 1 คือแปลงที่ 1(A1-A5) มาบำบัดโลหะหนักโดยปลูกพืชทานตะวัน พันธุ์พื้นบ้าน โดยก่อนทำการเตรียมแปลงเพาะปลูกได้วิเคราะห์โลหะหนักเป็นค่าเริ่มต้นอีกครั้ง

2.2 แปลงเพาะปลูกทดลองสำหรับปรับปรุงคุณภาพดินมีขนาด 90 x 100 x 30 เซนติเมตร ฟูพื้นและขอบแปลงดินเพาะปลูกด้วยพลาสติก จำนวน 3 แปลง จากนั้นนำต้นทานตะวันลงปลูกด้วยระยะต้นห่างกัน 15 เซนติเมตร รดน้ำวันละ วัน 60 ครั้ง เมื่อครบ 2นำดินจากแปลงทดลองทั้ง แปลง ไปวิเคราะห์หาปริมาณโลหะ 3 หนักด้วยเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรเมตรีแบบกระจายพลังงาน

2.3 นำค่าปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ได้ไปเปรียบเทียบหาความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักในดิน ก่อนปลูกกับหลังปลูกต้นทานตะวัน

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพาะปลูก โดยใช้เทคนิค EDXRF

จากผลการวิเคราะห์ธาตุในสารตัวอย่าง พบว่าสารตัวอย่างทั้ง ตัวอย่าง มีชนิดและปริมาณของธาตุที่ 20 แตกต่างกันตัวอย่าง เช่น ธาตุ ซิลิกอน (Si) เหล็ก (Fe) อลูมิเนียม (Al) โพแทสเซียม (K) ไทเทเนียม (Ti) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) สตรอนเชียม (Sr) วาเนเดียม (V) และ รูบิเดียม (Rd) เป็นต้น สำหรับธาตุที่เป็นธาตุโลหะหนักพบอยู่ ชนิดคือ 2 Zn และ Cu ของแปลงเพาะปลูกทั้งหมดจำนวน 4 แปลง ดังตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุโลหะหนัก Zn ที่ตรวจพบในสารตัวอย่าง A1 – A10 และ B1 – B10 ในหน่วยมิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม

ปริมาณธาตุ Zn ที่ตรวจพบในแปลงเพาะปลูก (mg/kg)									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
1550	2480	1190	920	820	1400	960	1170	1380	1160
เฉลี่ย 1392					เฉลี่ย 1214				
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
1220	1150	1190	710	460	650	840	1320	2300	1220
เฉลี่ย 946					เฉลี่ย 1226				

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุโลหะหนัก Cu ที่ตรวจพบในสารตัวอย่าง A1 – A10 และ B1 – B10 ในหน่วยมิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม

ปริมาณธาตุ Cu ที่ตรวจพบในแปลงเพาะปลูก (mg/kg)									
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
1140	1120	1170	1120	1200	1420	1030	1180	1180	1250
เฉลี่ย 1150					เฉลี่ย 1212				
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
1090	1060	1130	1040	1040	1150	1190	1360	1140	1630
เฉลี่ย 1072					เฉลี่ย 1294				

จากการวิเคราะห์โลหะหนักที่ตรวจพบมีปริมาณแตกต่างกัน โดยธาตุโลหะหนัก Zn มีค่าตั้งแต่ 460-2480 mg/kg และธาตุโลหะหนัก Cu มีค่าตั้งแต่ 1030 -1630 mg/kg

เมื่อนำค่าปริมาณของธาตุ Zn และ Cu ที่ตรวจพบในดินเพาะปลูกมาเปรียบเทียบกับปริมาณโลหะหนักกับค่ามาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักที่กรมพัฒนาที่ดินได้ระบุไว้ พบว่าสารตัวอย่างทั้ง 20 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อน Zn และ Cu ในปริมาณที่เกินมาตรฐาน ซึ่งค่ามาตรฐานปริมาณ Zn และ Cu ของกรมพัฒนาที่ดินกำหนดไว้คือ 70 และ 45 mg/kg ตามลำดับ แต่ปริมาณเฉลี่ยของ Zn ที่พบในแปลงเพาะปลูกที่ 1(A1-A6) มีค่าสูงสุด ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานประมาณ 20 เท่า และปริมาณเฉลี่ยของ Cu ที่พบในแปลงเพาะปลูกที่ 4(B6-B10) มีค่าสูงสุด ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานประมาณ 28 เท่า ส่วนสารตัวอย่างที่มีค่า Zn น้อยที่สุดคือแปลงที่ 3 มีปริมาณเฉลี่ย 946 mg/kg มีมากกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ประมาณ 13 เท่า และสารตัวอย่างที่มีค่า Cu น้อยที่สุดคือแปลงที่ 3 มีปริมาณเฉลี่ย 1072 mg/kg มีมากกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ประมาณ 23 เท่า

2. การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพาะปลูกก่อนมีการใช้พืชบำบัดกับดินหลังมีการใช้พืชบำบัด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในดินของแปลงเพาะปลูกทั้งหมด 4 แปลงพบว่ามีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกปรับปรุงดินเพาะปลูกจากดินแปลงที่ 1 โดยใช้ต้นพืชทานตะวันเป็นพืชบำบัดเป็นจำนวน 3 แปลง และเมื่อครบ 60 วัน ได้นำดินไปวิเคราะห์หาปริมาณของธาตุโลหะหนักในสารตัวอย่าง พบว่าปริมาณ Zn และ Cu มีค่าลดลงทั้ง 3 แปลง โดยอัตราการลดลงของธาตุทั้งสองมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งปริมาณของโลหะหนักทั้งสองของแปลงทดลองที่ 1 ลดลงมากที่สุด นั่นคือ ปริมาณ Zn ลดลงเป็น 1510 mg/kg คิดเป็น ร้อยละ 27 และปริมาณ Cu ลดลงเป็น 770 mg/kg คิดเป็นร้อยละ 29

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสารตัวอย่างที่มีการใช้ต้นทานตะวันในการบำบัดดิน

โลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนัก (mg/kg)			
	ค่าเริ่มต้น	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3
Zn	2080	1510	1550	1610
Cu	1090	770	810	900

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพาะปลูก โดยใช้เทคนิค EDXRF

จากผลการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพาะปลูกจำนวน 20 สารตัวอย่าง ตรวจพบการปนเปื้อนโลหะหนักทุกตัวอย่าง ซึ่งชนิดของธาตุโลหะหนักที่พบมีอยู่ 2 ชนิด คือ Zn และ Cu เมื่อนำค่าปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กรมพัฒนาที่ดินได้กำหนดไว้ พบว่าปริมาณการปนเปื้อนของ Zn ที่มีค่าสูงสุด คือแปลงเพาะปลูกที่ 1 ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานประมาณ 28 เท่า และปริมาณการปนเปื้อนของ Cu ที่มีค่าสูงสุด คือแปลงเพาะปลูกที่ 4 มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานประมาณ 23 เท่า

อย่างไรก็ตามเอกสารระดับเกณฑ์พื้นฐานของโลหะหนักในดินและค่าสูงสุดของโลหะหนักของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร) ได้กำหนดปริมาณโลหะหนักในดิน คือ Zn และ Cu เท่ากับ 3000 และ 900 mg/kg ซึ่งเป็นค่าที่ยอมให้มีได้ในภาคตะกอนที่จะนำไปใช้ในการเกษตร ดังนั้นจึงทำให้ดินในพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรดังกล่าวยังไม่วิกฤติ และสามารถทำการเกษตรต่อไปได้

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินเพาะปลูก หลังมีการปลูกพืชทานตะวัน เป็นระยะเวลา 60 วัน ยังพบว่าแปลงทดลองตัวอย่างทั้ง 3 แปลงมีค่าปริมาณโลหะหนัก Zn และ Cu ลดลงโดยไม่มี ความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ แสดงว่าต้นทานตะวันใช้เป็นพืชบำบัด มีความสามารถในการดูดซึมธาตุโลหะหนักได้ (ดวงกมล และชมพูนุท ,2556)

ข้อเสนอแนะสำหรับการใช้เทคนิค EDXRF

ปกติการวิเคราะห์โลหะหนักที่ปนเปื้อนในดิน จะนิยมใช้เทคนิค AAS เนื่องจากเป็นวิธีที่มาตรฐาน ให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำ เมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค x-ray fluorescence spectrometry (XRF) จะต้องใช้ความเชี่ยวชาญและความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการใช้เครื่องมือชนิดนี้ ข้อดีของการใช้เทคนิค XRF นี้คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์เป็นเทคนิคแบบไม่ทำลายตัวอย่าง (Non-destructive testing) การเตรียมตัวอย่างจึงเป็นเพียงการทำให้ตัวอย่างอยู่ในสภาพที่สะดวกต่อการวิเคราะห์เท่านั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของตัวอย่าง ส่งผลให้สามารถวิเคราะห์ซ้ำได้หลายครั้งและเหมาะสมกับตัวอย่างที่มีปริมาณน้อยและจำนวนตัวอย่างมาก สามารถทำการวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็วและประหยัด (Ene A. Et al., 2011) แต่อย่างไรก็ดีการวิเคราะห์ปริมาณด้วยเทคนิค XRF มีขีดจำกัดในการวิเคราะห์เชิงปริมาณที่ระดับ ppm การเตรียมตัวอย่างสำหรับใช้วิเคราะห์ ควรจะร่อนตัวอย่างให้มีขนาดเล็กกว่า 20 มิลลิเมตรเพื่อลดปัญหา particle size effect และเทคนิคนี้สามารถวิเคราะห์โลหะหนักได้ในกรณีที่ธาตุมีความเข้มข้นสูง ทั้งนี้มีหลายงานวิจัยที่พบว่าการวิเคราะห์โลหะหนักในดินด้วยเทคนิค AAS และ XRF ให้ผลการทดลองที่สอดคล้องไปในทางเดียวกัน (Tanja R. and Dermot D., 2009)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรเมตรีแบบกระจายพลังงาน ในการทดสอบสารตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. **ระดับเกณฑ์พื้นฐานของโลหะหนักในดินและค่าสูงสุดของโลหะหนัก.** (ออนไลน์), แหล่งที่มา: www.doa.go.th. (12 กุมภาพันธ์ 2560).
- ดวงกมล คำสอน และ ชมพูนุท ไชยรักษ์. (2546)การดึงดูดโลหะหนักของทานตะวัน ที่ปลูกในดินปนเปื้อน . **สังกะสี ตะกั่วและทองแดง.** วารสารวิทยาศาสตร์ มช .ฉบับที่2 41 ปีที่ .สำนักพิมพ์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น .
- วรวิ จันทรัตน์ และวรรณศักดิ์ สุขสง. (2556). **ปริมาณโลหะหนักในดินที่ทำการเกษตรเคมี กรณีการศึกษาการใช้ที่ดินในการปลูกยางพารา เงาะ และนาข้าว.**ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สัมพันธ์ วงศ์นาวา. (2547). **เอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโทรเมตรีแบบกระจายพลังงาน.**พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Ene A, Alina B and Georgescu L. (2010). “Determination of heavy metal in soils using XRF technique.” *Romanian Journal of Physics*. Vol. 55. pp. 815–820:
- Ene A. Et al. (2011). “XRF-AAS Analysis of Heavy Metal in Soils Around of a Ferrous Metallurgical Plant in Eastern Part of Romania”. *XVIII International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei*. pp. 351-360.
- Tanja R. and Dermot D. (2009). “Comparison of soil pollution concentrations determined using AAS and portable XRF techniques.” *Journal of Hazardous Materials*. Vol.171. pp. 1168–1171.
- Sitko R. et al. (2003) “Determination of high Zn and Pb concentrations in polluted soils using energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometry.” *Polish Journal of Environmental Studies*. Vol. 13, pp.91-96.

การศึกษาผลของปริมาณดีบุกที่มีต่อสมบัติทางเสียงของชิ้นงานทองสัมฤทธิ์

The Effect of Tin Content on Acoustic Properties of Bronze Specimens

ธน ทองกลม* นางสาวณัฐชญาภรณ์ ไชยพันธ์ นางสาวยุพาภรณ์ บุญตะนัย วราวุฒิ ยี่เทพ และ จรรย์พร แสนทวิสุข
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
*E-mail: thon.t@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณดีบุกที่มีผลต่อสมบัติทางเสียงของชิ้นงานทองสัมฤทธิ์ ในการศึกษาครั้งนี้ได้เตรียมโลหะผสม 5 ส่วนผสม ได้แก่ Cu ร้อยละ 90 โดยน้ำหนัก : Sn ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก, Cu ร้อยละ 85 โดยน้ำหนัก : Sn ร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก, Cu ร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก : Sn ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก, Cu ร้อยละ 75 โดยน้ำหนัก : Sn ร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก และ Cu ร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก : Sn ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก โดยกระบวนการหล่อในแม่พิมพ์แบบถาวร นำมาวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค ทดสอบความแข็ง และทดสอบเสียง พบว่าโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานทุกชิ้นประกอบด้วยเฟส α และเฟสยูเทคตอย ($\alpha+\delta$) ในการทดสอบเสียงพบว่าชิ้นงานที่ให้ค่าความค้างยาวของเสียงที่เกิดการกระทบนานที่สุดเกิดบนชิ้นงานร้อยละ 85 โดยน้ำหนัก : ดีบุกร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก และความดังของเสียงกังวานเพิ่มขึ้นเมื่อลดปริมาณดีบุกน้อยลง

คำสำคัญ : ทองสัมฤทธิ์ สมบัติทางเสียง กระบวนการหล่อ

Abstract

The objective of this research is to study the effect of tin content on acoustic properties of bronze specimens. For this study, five different compositions of bronze specimens, Cu 90 percent by weight : Sn 10 percent by weight, Cu 85 percent by weight : Sn 15 percent by weight, Cu 80 percent by weight : Sn 20, Cu 75 percent by weight : Sn 25 percent by weight and Cu 70 percent by weight : Sn 30 percent by weight were prepared with permanent mold casting process. Chemical composition analysis and microstructural analysis were performed in all specimens. Microstructures of all specimens consisted of a mixture of the α phase and the ($\alpha+\delta$) eutectoid phase. The most striking sound sustain was occurred on Cu 85 percent by weight : Sn 15 percent by weight. The loudness of sound decay increased with lowering the content of tin.

Keywords : Bronze, Acoustic properties, Casting process

บทนำ

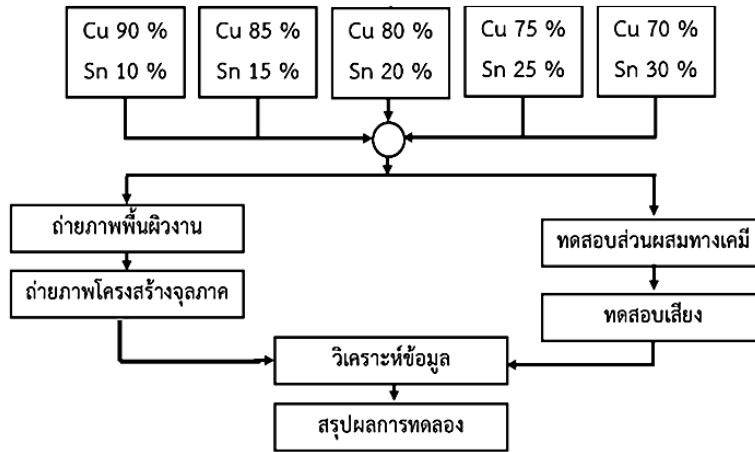
ทองสัมฤทธิ์ (Bronze) เป็นโลหะผสมของทองแดง และดีบุก [1-2] ทองสัมฤทธิ์ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านดนตรี เช่น ฉิ่ง ปี่จิ้ง ฉิ่งโหม่ง สายกีตาร์ ยูโฟเนียม ทรอมโบน และระฆัง ซึ่งโลหะที่จะนำมาผลิตเป็นอุปกรณ์ทางด้านดนตรีจำเป็นต้องมีสมบัติ แข็งแรง ทนการกัดกร่อนได้ดี และที่สำคัญที่สุดคือมีสมบัติทางเสียงที่ดี เช่น ความกังวาน การตอบสนองของความถี่ และความค้างยาวของเสียง Jaromir Audy และ Katarina Audy [3] ได้ศึกษาอัตราส่วนของทองสัมฤทธิ์ที่ระฆังในโบสถ์ที่ผลิตในยุคกลาง (Middle age) พบว่าในช่วงศตวรรษที่ 15 ใช้ดีบุกเป็นส่วนผสมที่ร้อยละ 7.9 โดยน้ำหนัก ในช่วงศตวรรษที่ 16-19 ใช้ดีบุกเป็นส่วนผสมที่ร้อยละ 12-18 โดยน้ำหนัก และในช่วงศตวรรษที่ 20 ใช้ดีบุกเป็นส่วนผสมที่ร้อยละ 19-21 โดยน้ำหนัก โครงสร้างจุลภาคประกอบด้วยเฟส α และเฟส α + ที่มีลักษณะเป็นกิ่งก้าน (β (Inter-dendritic

eutectoid) และปรากฏเฟส δ ซึ่งเป็นสารประกอบโลหะแข็งซ้อนของ $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$ โดยจะพบแนวโน้มของความค้างยาวของเสียงลดลงในระฆังที่ปริมาณตีบुकน้อย และมีปริมาณของตะกั่วสูง Jang Sik Park และคณะ [4] ได้ศึกษาสมบัติทางกล และโครงสร้างจุลภาคของทองสัมฤทธิ์พบว่าความแข็งของชิ้นงานจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของตีบุกที่เติมในกรณีที่มีปริมาณตีบุกสูงในชิ้นงานหล่อจะพบเฟส α , β - Martensite และเฟส δ โดยเฟสที่ทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้น คือเฟส β (Martensite) และเฟส δ จากงานวิจัยที่ผ่านมาจะพบว่าส่วนผสมทางเคมีเป็นปัจจัยที่ผลต่อเสียง แต่จะเป็นการทดลองกับระฆังที่ผลิตที่ส่วนผสมต่างๆ แต่ยังไม่มีการทดลองทำชิ้นงานขึ้นใหม่ และทดสอบ ดังนั้นจึงเป็นที่มาของวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณตีบุกที่มีผลต่อสมบัติทางเสียงของชิ้นงานทองสัมฤทธิ์ โดยการหลอมส่วนผสมขึ้นมาใหม่

วิธีการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยได้ ได้เตรียมชิ้นงานทองสัมฤทธิ์ที่ 5 ส่วนผสม ได้แก่ 90% Cu : 10% Sn, 85% Cu : 15% Sn, 80% Cu : 20% Sn, 75% Cu : 25% Sn และ 70% Cu : 30% Sn โดยมีแผนการดำเนินงานวิจัยดังแสดงในรูปที่ 1 ส่วนผสมทั้งหมดถูกเตรียมจากทองแดงความบริสุทธิ์ 99.99% ในรูปแบบเม็ด และตีบุกความบริสุทธิ์ 99.9% ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยชิ้นงานที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้างจุลภาค ทดสอบส่วนผสมทางเคมี และทดสอบสมบัติทางเสียงมีลักษณะเป็นวงกลมมีขนาดความหนาเท่ากับ 5 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 50 มิลลิเมตร จึงออกแบบแม่พิมพ์หล่อแบบถาวร (Permanent Mold) จากเหล็กกล้าเครื่องมือเกรด SKD 61 โดยออกแบบให้การเทหล่อ 1 ครั้ง สามารถผลิตชิ้นงานตัวอย่างได้ 2 ชิ้นแสดงดังรูปที่ 3 โลหะที่จะนำมาหลอมจะถูกชั่งน้ำหนักตามสัดส่วนที่กำหนด ทำความสะอาดในอะซิโตน หลอมส่วนผสมทั้งหมดด้วยเตาหลอมแบบขดลวดเหนียวนำที่อุณหภูมิ 1,080 องศาเซลเซียส โดยจะเททองแดงลงก่อนจนหลอมละลาย แล้วจึงเทตีบุกลงจนส่วนผสมทั้งหมดหลอมละลายเป็นเนื้อเดียว เทแต่ละส่วนผสม ลงในแม่พิมพ์ที่ถูกอุ่นไว้ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ในแม่พิมพ์ 20 นาที นำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ เมื่อได้ชิ้นงาน 2 ชิ้น ชิ้นที่ 1 ถูกนำมาเพื่อวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี และตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค ส่วนชิ้นที่ 2 ถูกนำมาทดสอบสมบัติทางเสียง ในการทดลองจะมีการทดลองซ้ำทั้งสิ้น 2 ครั้ง

การวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี ในการทดลองนี้ใช้วิธีการ Emission Spectrometry ด้วยเครื่องยี่ห้อ Fisons Instrument รุ่น ARL 3460 เตรียมชิ้นงานทดสอบโดยการตัดชิ้นงานให้มีขนาด 30 มิลลิเมตร ขัดผิวหน้าด้วยกระดาษทรายจากเบอร์ 120, 240, 400 และ 600 ตามลำดับ ส่วนการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคได้จากการนำเอาชิ้นงานส่วนที่เหลือขนาดประมาณ 20 มิลลิเมตร มาขึ้นเรือนหุ้มแบบเย็นในเรซิน ขัดผิวหน้าชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 120 240 360 400 600 800 1000 และ 1200 ตามลำดับ แล้วขัดละเอียดด้วยผงขัดอะลูมินาขนาดอนุภาค 5 และ 1 ไมครอนตามลำดับ กรดที่ใช้กัดผิวชิ้นงานคือ สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ความเข้มข้นร้อยละ 50 และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 5 ในน้ำ ถ่ายภาพโครงสร้างจุลภาคโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงที่ผลิตโดยบริษัท Olympus รุ่น BX60M วิเคราะห์ภาพโดยโปรแกรม ImageJ



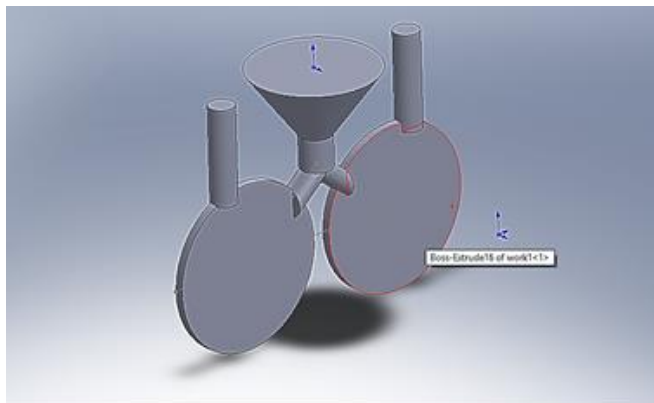
รูปที่ 1 แผนการดำเนินงาน



ทองแดง 99.99%

ดีบุก 99.9%

รูปที่ 2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3 รูปร่างลักษณะของชิ้นงานทดสอบ

ชิ้นตัวอย่างที่ 2 จะถูกนำมาทดสอบสมบัติทางเสียง โดยนำชิ้นงานตัวอย่างมาตัดทางเดินน้ำโลหะออก เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ร้อยเชือกไว้ที่อุปกรณ์ทดสอบที่ออกแบบให้มีแขนสำหรับเคาะชิ้นงาน ให้เกิดเสียง โดยแขนที่เคาะชิ้นงานจะเคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ เพื่อให้แรงในการเคาะชิ้นงานแต่ละครั้งมีความสม่ำเสมอ ดังแสดงในรูปที่ 4 เสียงจะเกิดจากการเคาะจะเข้าสู่ไมโครโฟนชนิดไดนามิกรุ่นที่ใช้รับสัญญาณเครื่องดนตรี

โดยเฉพาะผลิตโดยบริษัท Superlux ต่อสายสัญญาณ Audio Interface ผลิตโดยบริษัท Motu รุ่น Microbook II Audio Interface ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ Analog ให้เป็นสัญญาณ Digital เสียงที่เกิดจากการเคาะจะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Audacity



รูปที่ 4 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบเสียงและการติดตั้งชิ้นงาน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี และโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานทองสัมฤทธิ์

การวิเคราะห์ปริมาณส่วนผสมทางเคมีเป็นการทดลองเพื่อหาส่วนผสมของทองแดงและดีบุกภายหลังการหล่อ พบว่า ส่วนผสมของทองแดงและดีบุกของชิ้นงานแต่ละชิ้นมีความใกล้เคียงกับร้อยละโดยน้ำหนักของชิ้นงานตอนซึ่ง ดังแสดงในตารางที่ 1

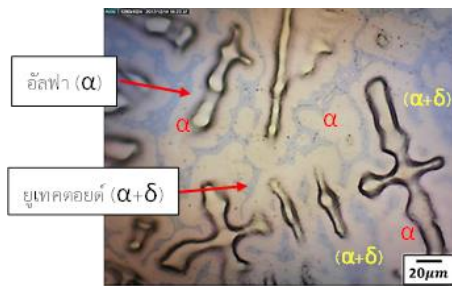
ตารางที่ 1 ส่วนผสมทางเคมีของชิ้นงานทองสัมฤทธิ์ด้วยเทคนิค Optical Emission Spectroscopy

ชื่อธาตุ ชั้นที่	ส่วนผสมทางเคมีที่ตรวจสอบน้ำหนักก่อนหล่อ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)		ส่วนผสมทางเคมีที่ตรวจสอบโดยเทคนิค Emission Spectroscopy ร้อยละโดย (น้ำหนัก)	
	Cu	Sn	Cu	Sn
1	90	10	87.73	12.18
2	85	15	85.75	14.23
3	80	20	80.69	19.11
4	75	25	76.40	23.54
5	70	30	71.70	27.27

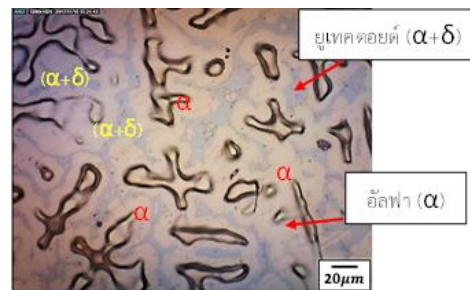
เมื่อพิจารณาโครงสร้างจุลภาคของทั้ง 5 ชิ้นงานจะปรากฏเฟส α และเฟส $\alpha + \delta$ (ดังแสดงในรูปที่ 5 เมื่อย้อมสีและคำนวณหาร้อยละของเฟส พบว่าชิ้นงาน 90% Cu : 10%Sn ปรากฏร้อยละของเฟส α เท่ากับ 79.88 ของพื้นที่ ส่วนโครงสร้างยูเทคตอยด์ ($\alpha + \delta$) มีร้อยละเท่ากับ 20.12 ของพื้นที่ ชิ้นงาน 85% Cu : 15%Sn ปรากฏร้อยละของเฟส α เท่ากับ 83.35 ของพื้นที่ ส่วนโครงสร้างยูเทคตอยด์ ($\alpha + \delta$) มีร้อยละเท่ากับ 16.65 ของพื้นที่ ชิ้นงาน 80% Cu : 20%Sn ปรากฏร้อยละของเฟส α เท่ากับ 48.95 ของพื้นที่ ส่วนโครงสร้างยูเทคตอยด์ ($\alpha + \delta$) มีร้อยละเท่ากับ 51.05 ของพื้นที่ ชิ้นงาน 75% Cu : 25%Sn ปรากฏร้อยละของเฟส α เท่ากับ 83.61 ของพื้นที่ ส่วนโครงสร้างยูเทคตอยด์ ($\alpha + \delta$) มีร้อยละเท่ากับ 16.39 ของพื้นที่ ดีบุก ชิ้นงาน 70% Cu : 30%Sn ปรากฏร้อยละของเฟส α เท่ากับ 64.29 ของพื้นที่ ส่วนโครงสร้างยูเทคตอยด์ ($\alpha + \delta$) มีร้อยละเท่ากับ 35.71

ของพื้นที่ ดีบุกละลายในทองแดงให้สารละลายของแข็ง ดีบุกสามารถละลายได้สูงสุดร้อยละ 16 ซึ่งให้สารละลายของแข็ง α ที่มีความเหนียวสูง เมื่อปริมาณของดีบุกเพิ่มขึ้นจะปรากฏเฟส β (Cu_3Sn) เฟส δ ($\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$) และเฟส ϵ ซึ่งเฟสต่างๆที่ปรากฏนอกเหนือจากเฟส α จะมีความแข็งสูงเนื่องจากเป็นเฟสที่อยู่ในรูปแบบสารประกอบโลหะเชิงซ้อน ส่งผลให้ชิ้นงานมีแนวโน้มสูงขึ้น และความเหนียวจะลดลง [1-2] ในการเย็นตัวได้เฟส α และเฟส ϵ ตามแผนภูมิสมดุลของทองแดง และดีบุกดังแสดงในรูปที่ 6 ในทางปฏิบัติจริงนั้นเกิดขึ้นได้ยาก เนื่องจากการเย็นตัวอย่างสมดุล ในการทดลองชิ้นงานแข็งตัว และเย็นตัวในแม่พิมพ์โลหะ ซึ่งเป็นการเย็นตัวอย่างรวดเร็ว โดยเกิดปฏิกิริยายูเทคตอยด์ ได้โครงสร้างจุลภาคเป็นเฟสของผสม $\alpha+\delta$

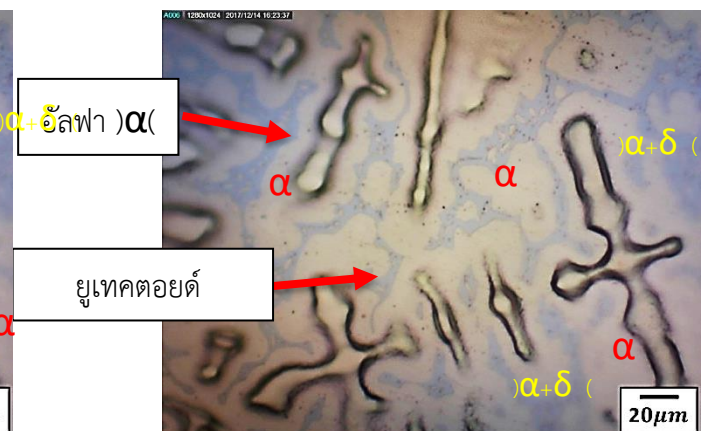
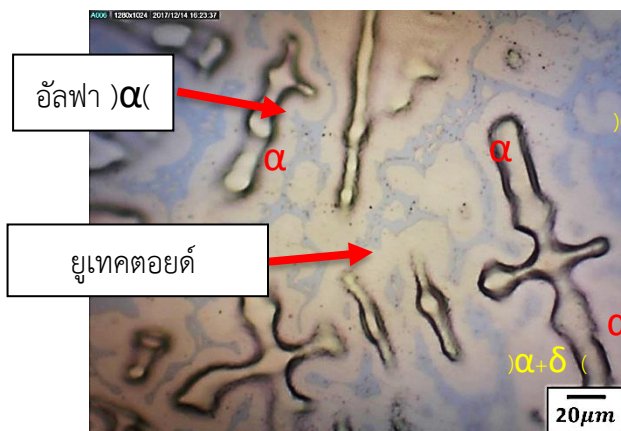
การตรวจสอบชิ้นงานหลังจากหล่อด้วยแม่พิมพ์แบบหล่อถาวร พบว่าชิ้นงานทั้ง 5 ชิ้นพบข้อบกพร่องในงานหล่อ คือการเกิด Slag เนื่องมาจากสิ่งเจือปนในน้ำโลหะระหว่างหลอม เช่น ตะกรันที่ลอยอยู่ในน้ำโลหะ ยิ่งเติมดีบุกมากขึ้นยิ่งทำให้เกิดslagในการหลอมโลหะมากยิ่งขึ้น และทำให้การตักสิ่งเจือปนบนผิวหน้าโลหะออกไม่หมด จึงทำให้slagปรากฏบนชิ้นงานทั้งในโครงสร้างมหภาค และโครงสร้างจุลภาคดังแสดงในรูปที่ 7 นอกจากนี้จะพบจุดบกพร่องแบบ Cold Shut ในชิ้นงาน 90% Cu : 10% Sn และชิ้นงาน 85% Cu : 15% Sn เนื่องจากส่วนผสมทั้ง 2 ส่วนผสมแข็งตัวที่อุณหภูมิสูง และเป็นส่วนผสมที่มีช่วงในการแข็งตัวยาว (Long Freezing Range) ทำให้ในระหว่างการเทหล่อ น้ำโลหะเกิดความหนืดทำให้การไหลลงแม่พิมพ์ที่มีลักษณะผนังบางทำให้น้ำโลหะบางส่วนที่ไหลลงไปแม่พิมพ์เกิดการแข็งตัวอย่างรวดเร็วและน้ำโลหะไหลมาบรรจบกันในขณะที่แข็งตัวแล้ว ทำให้น้ำโลหะทั้งสองไม่ผสมกัน [6-7] โดยในชิ้นงาน 90% Cu : 10% Sn จะพบข้อบกพร่องในงานหล่อ แบบ Misrun คือ น้ำโลหะไหลไม่เต็มแบบ ดังแสดงในรูปที่ 8

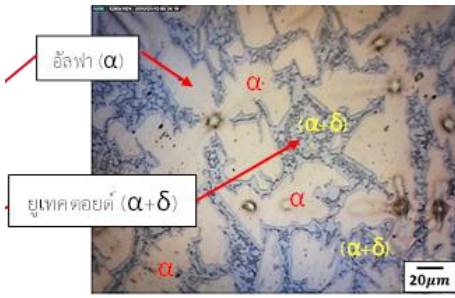


90% Cu : 10% Sn

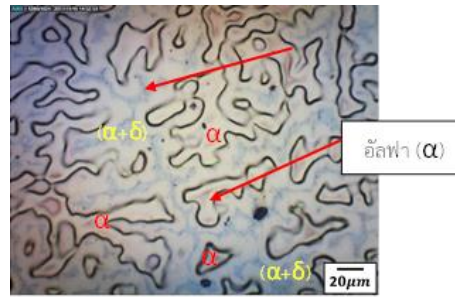


85% Cu : 15% Sn

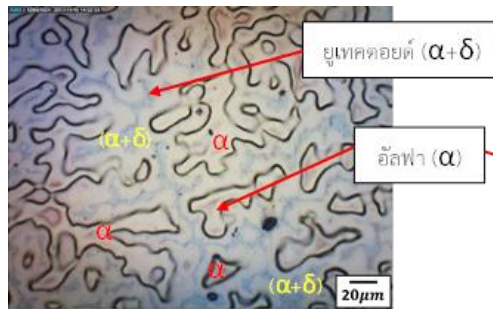




80% Cu : 20% Sn

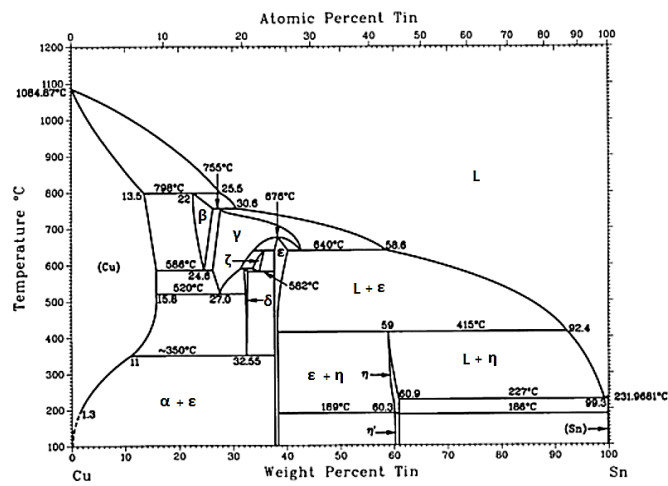


75% Cu : 25% Sn

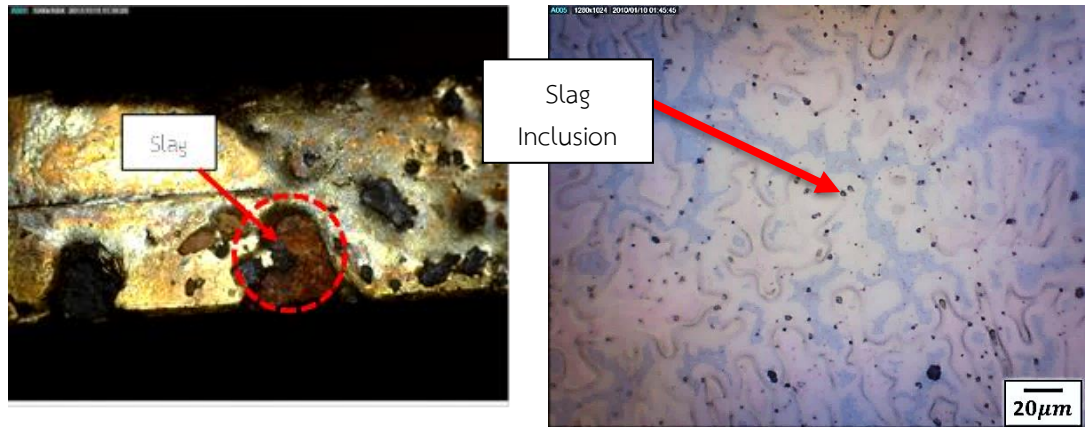


70% Cu : 30% Sn

รูปที่ 5 โครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานทองสัมฤทธิ์ที่ส่วนผสมต่างๆ



รูปที่ 6 แผนภาพเฟสสมดุลของระบบโลหะผสม ของดีบุก-ทองแดง [5]



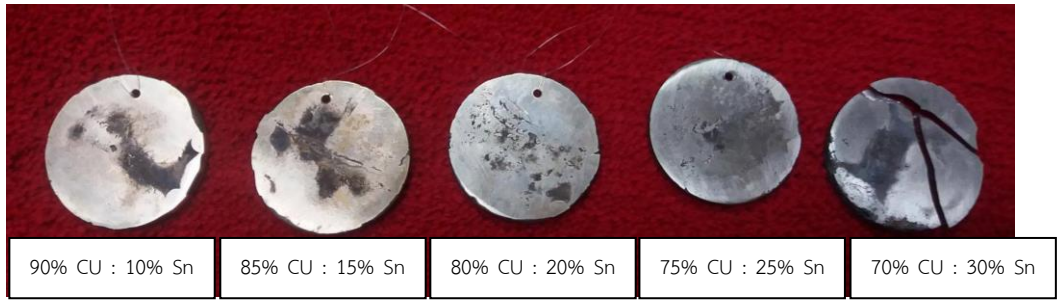
รูปที่ 7 การเกิดจุดบกพร่องบนชิ้นงานแบบ Slag inclusion



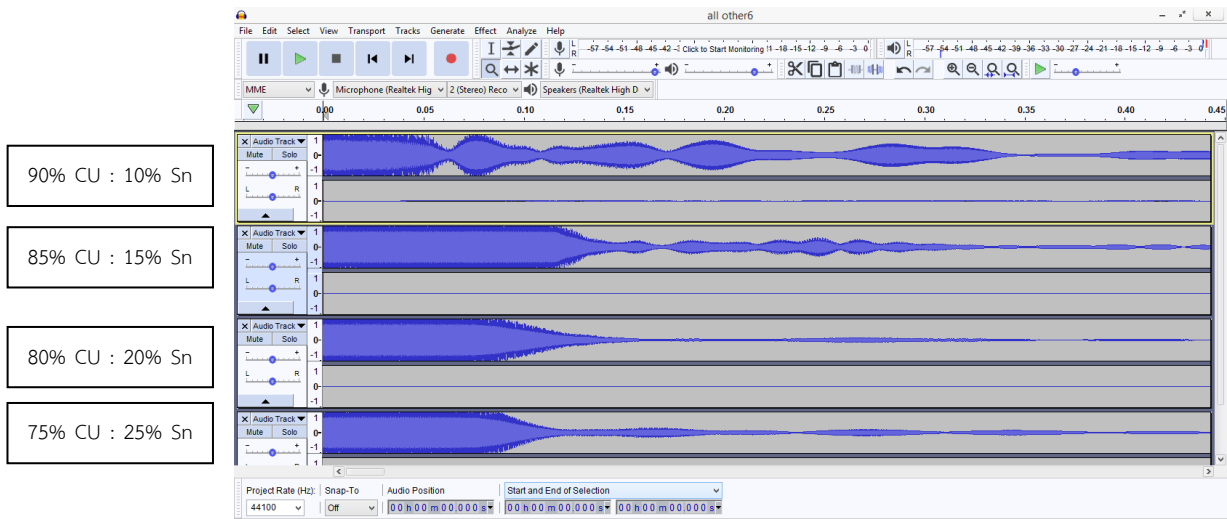
รูปที่ 8 การเกิด Cold shut และ Misrun บนชิ้นงาน

การทดสอบสมบัติทางเสียงของชิ้นงาน

ในการทดสอบสมบัติทางเสียงชิ้นงานจะถูกนำไปชั่งตวง โดยในการเตรียมชิ้นงาน พบว่าชิ้นงาน 70% CU : 30% Sn เกิดการแตกแบบเปราะเนื่องจากแรงทางกล เกิดจากการเติมดีบุกในปริมาณมากจะทำให้เกิดเฟสที่เป็นสารประกอบโลหะแข็งซ้อน ซึ่งเฟสลักษณะเช่นนี้มีความแข็ง และเปราะมาก นอกจากนั้นการเติมดีบุกในปริมาณมากทำให้เกิด Slag ในปริมาณมาก ทำให้ผิวของชิ้นงานไม่ต่อเนื่อง เมื่อได้รับแรงทางกลจึงทำให้ชิ้นงานแตกแบบเปราะดังแสดงในรูปที่ 9 ดังนั้นในการวิเคราะห์สมบัติของเสียงจึงไม่มีชิ้นงาน 70% CU : 30% Sn ในการทดสอบ การวิเคราะห์ความค้ำยาวของเสียง โดยการเคาะชิ้นงานทองสัมฤทธิ์ ทั้ง 4 ส่วนผสม ขึ้นละ 5 ครั้ง ณ บริเวณเดิม บันทึกเสียง แล้วใช้โปรแกรมแปลงข้อมูลออกมาในรูปแบบคลื่นเสียง ช่วงตั้งแต่เริ่มเกิดเสียงจนถึงดังที่สุด เรียกว่า Attack ต่อมาเป็นช่วงที่เกิดเสียงดังเริ่มเบาลงเรื่อยๆ เรียกว่า Decay จากนั้นเข้าสู่ช่วงที่มีเสียงคงที่ เรียกว่า Sustain สุดท้ายคือช่วงที่เสียงจากคงที่จะเบาลงไปจนไม่มีเสียง เรียกว่า Release ดังรูปที่ 10 จากผลการทดสอบพบว่า ความค้ำยาวมากที่สุดคือ ชิ้นงาน 85% CU : 15% Sn มีช่วง Attack และ Decay ที่มีลักษณะยาวมากที่สุด ต่อมาชิ้นงาน 80% CU : 20% Sn มีความค้ำยาวช่วง Attack รองลงมา และมี Sustain เร็วกว่าทุกชิ้น ถัดมาคือชิ้นงาน 75% CU : 25% Sn จะมีคลื่นเสียงขึ้นลงช่วง Decay เล็กน้อย และสุดท้ายคือชิ้นงาน 90% CU : 10% Sn ที่มีคลื่นเสียงขึ้นลงช่วง Decay Sustain และ Release มากที่สุด ซึ่งชิ้นงานที่มีปริมาณดีบุกมากกว่าร้อยละ 20 ขึ้นไป จะปรากฏการสั่นของคลื่นเสียงที่สั้น มีคลื่นเสียงขึ้นลงช่วง Decay ที่น้อย และจะสังเกตได้ว่าเมื่อร้อยละของดีบุกมากขึ้นตั้งแต่ร้อยละ 15 ขึ้นไป ความค้ำยาวของช่วง Attack จะมากขึ้น



รูปที่ 9 ชิ้นงานตัวอย่างที่ใช้ทดสอบสมบัติทางเสียง



รูปที่ 10 รูปแบบของคลื่นเสียงจากชิ้นงานต่างๆ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของปริมาณดีบุกในทองสัมฤทธิ์ ทดลองหล่อทองสัมฤทธิ์ 5 ส่วนผสม จากการทดสอบเสียงทองสัมฤทธิ์ชิ้นงาน 85% CU : 15% Sn มีเสียงที่ความค้างยาวมากที่สุด มีช่วง Attack ที่มีช่วงตั้งแต่เริ่มเกิดเสียงจนถึงดังที่สุด และช่วง Decay เป็นช่วงที่เกิดเสียงดังเริ่มเบาลงเรื่อยๆ โดยทั้งสองช่วงมีลักษณะยาวมากที่สุด ซึ่งในการระหว่างการเตรียมชิ้นงานชิ้นงาน 70% CU : 30% Sn เกิดแตกขณะเตรียมชิ้นงาน จึงไม่มีผลในการทดสอบเสียงเนื่องจากชิ้นที่ 5 มีปริมาณดีบุกมากทำให้ชิ้นงานมีความแข็งมากและเปราะ โครงสร้างจุลภาคที่พบประกอบด้วยเฟสอัลฟา (α) และโครงสร้างยูเทคตอยด์ ($\alpha+\delta$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และงบประมาณในการทำวิจัย ขอขอบคุณ คุณอภิษฎาธรรณ ใจบุญที่ให้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติของเสียง

เอกสารอ้างอิง

- [1] มนัส สติรจินดา, โลหะนอกกลุ่มเหล็ก, พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ : มหาวิทยาลัย,2541 , หน้า 14-16, 83-87.
- [2] Herman W. Pollack, Materials Science and Metallurgy, 4th edition, New Jersey, Prentice hall Inc., 1988, 309-314.

- [3] Jaromir Audy and Katarina Audy, Analysis of Bell Materials: Tin Bronzes, China Foundry, 2008, Vol 58.
- [4] Jang Sik Parka, Cheol Woo Parkb and Keun June Leeb, Implication of Peritectic Composition in Historical High-Tin Bronze Metallurgy, Materials Characterization, 2009, Vol 60, pp. 1263-1275.
- [5] J.L. Murray, ASM Metals Handbook Vol 03 Alloy Phase Diagrams, 1987, pp. 775.
- [6] ธน ทองกลม จรวยพร แสนทวิสุข* คมสันต์ ภูเต้านิล และพงประเสริฐ ศรีเนตร, การวิเคราะห์จุดเสียในการหล่อทองเหลืองวิธีขึ้นหยาบบนโบราณโดยการหล่อในแม่พิมพ์แบบปิดกรณีศึกษาการหล่อทองเหลือง บ้านปะอาว, เอกสารการประชุมวิชาการมอบ. วิจัย ครั้งที่ 8, 2557
- [7] ธนะโชค ไกยฤทธิ์ทรงศักดิ์ แก้วประสม และ ธน ทองกลม, การวิเคราะห์จุดเสียหล่อไม่เต็มแบบและเย็นตัวไม่ประสานบนชิ้นงานหล่อดุมล้อรถไถนา, เอกสารการประชุมวิชาการมอบ. วิจัย ครั้งที่ 10, 2559

การศึกษาสมรรถนะเครื่องอบแห้งกระชายดำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก

Performance Study of Parviflora Drying with a Solar Greenhouse Dryer

ธีรภัทร์ อนุชาติ* จุฑามาศ ขุนราช และ วินัยธร ไพเมือง
สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
*E-mail : teera_anu@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก ลักษณะโครงสร้างของเครื่องอบแห้งประกอบด้วย ตัวตู้อบแห้งมีขนาดความกว้าง 173 เซนติเมตร ความยาว 102 เซนติเมตร และความสูง 178 เซนติเมตร ใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตเป็นวัสดุรับแสง มีพัดลมขนาด 12 โวลต์ จำนวน 2 ตัว ควบคุมการไหลของอากาศ โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ ความสามารถในการอบแห้งของเครื่องจากอัตราการอบแห้งของกระชายดำ จากการทดลองพบว่า เครื่องอบแห้งกระชายดำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก สามารถอบแห้งกระชายดำได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับตากแดดแบบธรรมชาติ โดยใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการตากแบบธรรมชาติ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 3 วันความชื้นเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ลดลงจาก 61 % (w.b.) เหลือเพียงที่ 9.9 % (w.b.) เมื่อเทียบกับการตากแดดแบบธรรมชาติ ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 4 วัน ในขณะที่ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลงเหลือ 15.6 % (w.b.) มีอัตราการอบแห้งชั้นบน ชั้นล่างเฉลี่ยภายในเครื่องอบแห้งและภายนอกเครื่องอบแห้ง คือ 2.31,2.41,2.36 และ 1.80 กรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ

คำสำคัญ : เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก กระชายดำ อัตราการอบแห้ง

Abstract

This research aims to design and construct a greenhouse solar dryer. The dimensions of the dryer has 173 cm width by 102 cm length and 178 cm height cornered with a clear polycarbonate sheet. Two 12 V blowers were used for controlling the air powered by solar cell. The performance for drying of parviflora was determined. The results showed that the greenhouse solar dryer worked well comparing to sun drying. The drying period for the dryer was 3 days at initial moisture content 61%(wb) and final moisture content 9.9%(wb) while the sun drying period was 4 days at the same initial moisture content and final moisture content 15.6%(wb). The drying rate in the upper and lower shelves of the solar dryer and sun drying were 2.31, 2.41, 2.36 and 1.80 g/h respectively

Keywords : Greenhouse Solar Dryers, Parviflora, Drying Rate

บทนำ

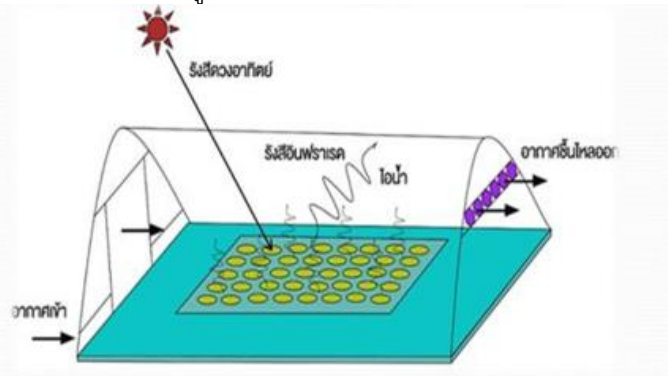
กระชายดำเป็นพืชล้มลุก ลำต้นมีปุ่มปม มีลักษณะคล้าย ขิง ว่านหรือไพล เนื้อในหัวเป็นสีม่วง มักจะเก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุ การอบแห้งกระชายดำควรเลือกกระชายดำที่มีอายุ 8-10 เดือน ซึ่งในระยะนี้เป็นระยะที่กระชายดำจะสะสมอาหารและตัวยาได้ เข้มข้นอย่างเต็มที่ทำให้ได้กระชายดำที่มีคุณภาพที่ดีและเหมาะสมสำหรับการแปรรูป สารสำคัญที่พบในกระชายดำส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่ม ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) และสารหลัก คือ 5,7- dimethoxyflavone ซึ่งสามารถช่วยต้านการอักเสบได้ [1] ในช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลยเป็นจังหวัดที่มีชื่อเสียงในเรื่องกระชายดำ นิยมปลูกกันมากในหลายพื้นที่ ทำให้ราคาของกระชายดำตกต่ำ เกษตรกรมีรายได้น้อยไม่เพียงพอ จึงได้นำกระชายดำมาแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ชากระชายดำ ไวน์กระชายดำ กระชายดำดองเหล้าและกระชายดำอบแห้ง เพื่อเพิ่มมูลค่าทางการเกษตร แต่ปัจจุบันการอบแห้งกระชายดำยังมีวิธีการตากแบบธรรมชาติ ซึ่งไม่ตรงกับความต้องการ เช่น สีของกระชายดำไม่สม่ำเสมอ และในบางช่วงเวลาที่สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยมักจะมีเชื้อราและเกิดปัญหาด้านฝุ่นละออง จึงทำให้กระชายดำที่ตากแห้งแล้วไม่ตรงตามความต้องการและไม่สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้ ซึ่งกระชายดำควรมีความชื้นหลังจากการอบประมาณ 7-10 % ซึ่งการการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกจะทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพสูง แต่ถ้าเป็นระบบอบแห้งขนาดใหญ่ก็จะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่สูง

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการอบแห้ง การออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งกระชายดำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อลดปัญหาการใช้พลังงาน การปนเปื้อนของฝุ่นละออง ได้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกที่มีราคาถูกและเพื่อเป็นการนำพลังงานทดแทนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

วิธีการวิจัย

1. การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก

เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบบนอบแห้งจะส่งผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตไปยังผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในชั้นวาง บางส่วนจะตกกระทบพื้นของระบบอบแห้ง ทำให้ภายในระบบอบแห้งมีอุณหภูมิสูงขึ้น และแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา แต่เนื่องจากรังสีอินฟราเรดเป็นรังสีคลื่นยาว ซึ่งส่วนมากไม่สามารถผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตออกไปภายนอกได้จึงเก็บกักอยู่ภายในระบบอบแห้ง อุณหภูมิภายในส่วนอบแห้งจึงสูงขึ้น ทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกมา และถูกพัดลมดูดอากาศด้านหลังของระบบอบแห้งดูดออกไปภายนอก อากาศแวดล้อมจะไหลผ่านช่องระบายอากาศด้านหน้าเข้ามาแทนที่ ความชื้นของผลิตภัณฑ์จึงค่อยๆ ลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ได้รับพลังงานทั้งจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบโดยตรง และจากอากาศร้อนภายในส่วนอบแห้ง ดังนั้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งเร็วกว่าการตากแดดโดยวิธีธรรมชาติ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ภายในระบบอบแห้งยังไม่ถูกรบกวนจากสิ่งสกปรกและการเปียกฝนด้วย[2] ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก [3]

2. ความชื้นในวัสดุ

ความชื้นเป็นตัวบอกปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุแห้งหรือวัสดุแห้งการบอกความชื้นในวัสดุมี 2 แบบดังแสดงในสมการที่ (1) และ(2) ดังนี้ [4,5]

ความชื้นมาตรฐานเปียก (M_w) $M_w = \left(\frac{w-d}{w} \right) \times 100$

(1)

ความชื้นมาตรฐานแห้ง (M_d)

$$M_d = \left(\frac{d-w}{d} \right) \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก % (w.b)
 M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง % (d.b)
 w คือ น้ำหนักวัสดุก่อนอบแห้ง (กรัม)
 d คือ น้ำหนักวัสดุหลังอบแห้ง (กรัม)

3. อัตราการอบแห้ง (Drying Rate)

อัตราการอบแห้ง (Drying rate, DR) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นต่อหน่วยเวลา ดังสมการที่ (3) ดังนี้ [6]

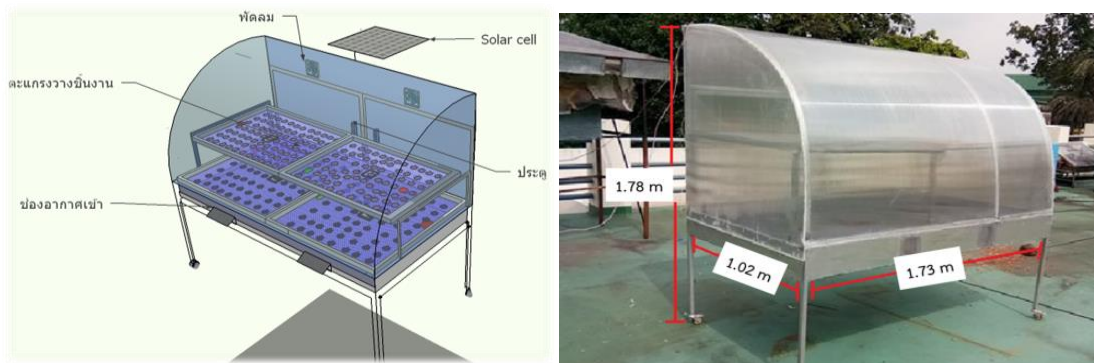
$$DR = \frac{M_0 - M_T}{T}$$

(3)

เมื่อ M_0 คือ ปริมาณความชื้นเริ่มต้น (กรัม)
 M_T คือ ปริมาณความชื้นที่เวลา T (กรัม)
 T คือ เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (นาที)

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ออกแบบโครงสร้างของเครื่องอบแห้งกระชายดำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้โปรแกรม Google SketchUp มีความกว้าง 173 เซนติเมตร ความยาว 102 เซนติเมตร และสูง 178 เซนติเมตร ใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตเป็นวัสดุในการรับแสงและติดตั้งพัดลม 2 ตัว ในผนังตรงข้ามกับช่องอากาศเพื่อระบายอากาศของเครื่องอบแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 2



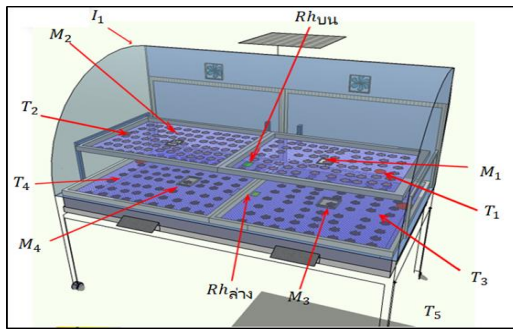
รูปที่ 2 แสดงเครื่องอบแห้งกระชายดำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2. นำกระชายดำมวล 100 กรัม ไปอบในตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงกระชวยดำก่อนการอบแห้ง

3.นำกระชวยดำมวล 100 กรัม ไปอบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ทำการบันทึกผลการทดลองทุกๆ 30 นาที ดังรูปที่ 4

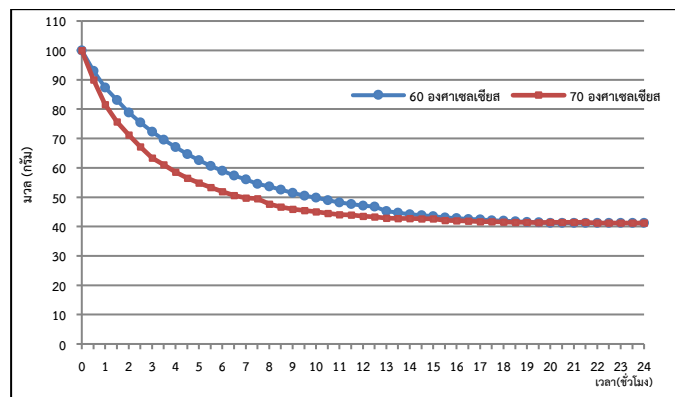


ตำแหน่งจุดวัด	ความหมาย
T_1, T_2, T_3, T_4	อุณหภูมิในเครื่องอบแห้ง
T_5	อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม
$Rh_{ล่าง}, Rh_{บน}$	ความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง
I_1	ค่ารังสีอาทิตย์
M_1, M_2, M_3, M_4	มวลตัวอย่างในเครื่องอบแห้ง

รูปที่ 4 แสดงตำแหน่งจุดวัดต่างๆของเครื่องอบแห้งกระชวยดำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก

ผลการวิจัย

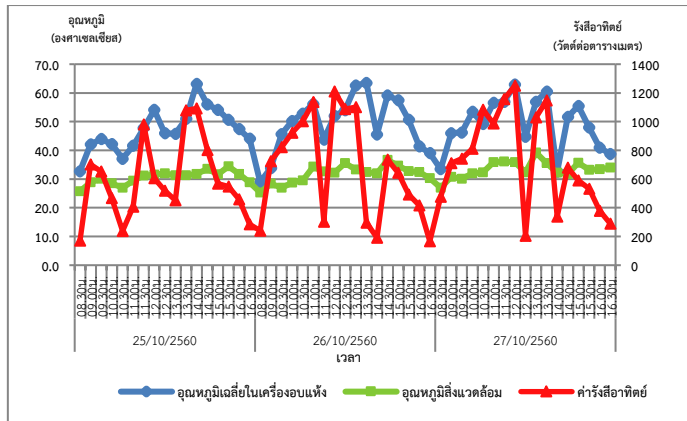
ผลการทดลองอบแห้งกระชวยดำด้วยตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven) โดยนำกระชวยดำที่หั่นเป็นแว่น มวล 100 กรัม ไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส และทำการชั่งมวลทุกๆ 30 นาที ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงมวลของกระชวยดำในตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven)

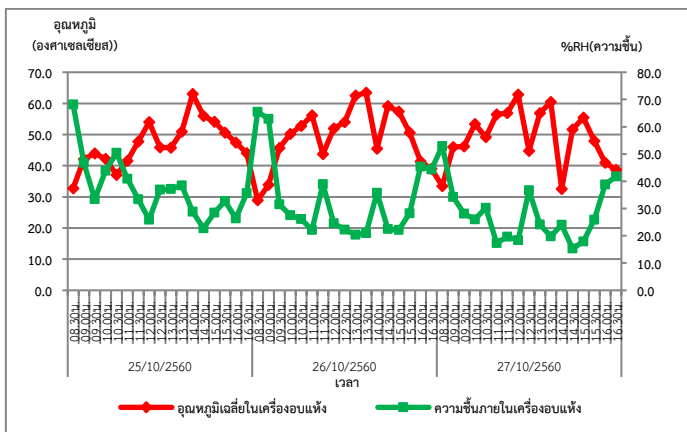
จากรูปที่ 5 พบว่า มวลของกระชวยดำที่อบในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 60,70 องศาเซลเซียส จะลดลงอย่างรวดเร็วและจะเริ่มลดลงอย่างช้าๆเมื่อเวลาผ่านไป มีมวลคงที่ที่ 41.2 กรัม

ผลการทดลองอบกระชายดำ จาก 4 ตัวอย่างๆละ 100 กรัม มาทำการอบในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบเรือนกระจก ตลอดระยะเวลาในการทดลองมีเมฆมากในบางช่วง ส่วนใหญ่ท้องฟ้าปลอดโปร่ง ดังแสดงในรูปที่ 6 ถึง 10



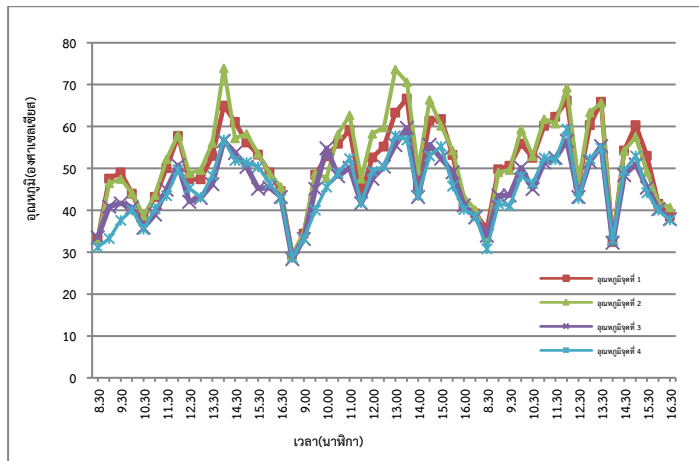
รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในเครื่องอบแห้งอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและค่ารังสีอาทิตย์กับระยะเวลาในการอบแห้ง

จากรูปที่ 6 พบว่า เมื่อค่ารังสีอาทิตย์สูงขึ้น จะทำให้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นและอุณหภูมิในเครื่องอบแห้งสูงขึ้น โดยมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 31.8 และ 48.4 องศาเซลเซียส ค่ารังสีดวงอาทิตย์สูงที่สุดจะอยู่ที่ช่วงเวลา 12.30 นาฬิกามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 665.3 วัตต์ต่อตารางเมตร และเมื่อค่ารังสีอาทิตย์ลดลง จะทำให้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมลดลงและ อุณหภูมิในเครื่องอบแห้งลดลง



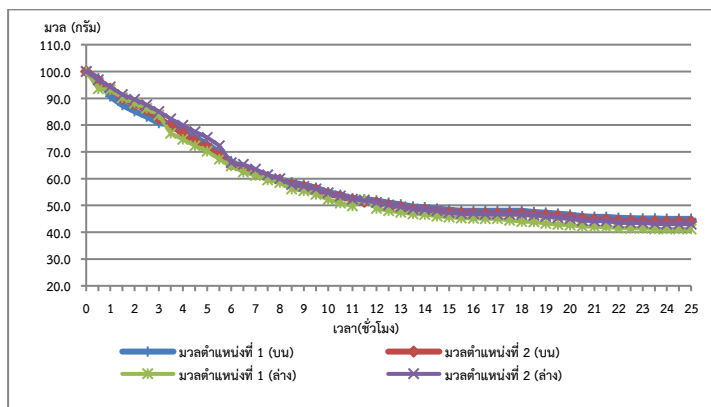
รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในเครื่องอบแห้ง และค่าความชื้นในเครื่องอบแห้งกับระยะเวลาในการอบแห้งของกระชายดำ

จากรูปที่ 7 พบว่า อุณหภูมิในเครื่องอบแห้งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 63.5 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 28.9 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.4 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นในเครื่องอบแห้งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 68.2 % มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 15.3 % มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.6 %



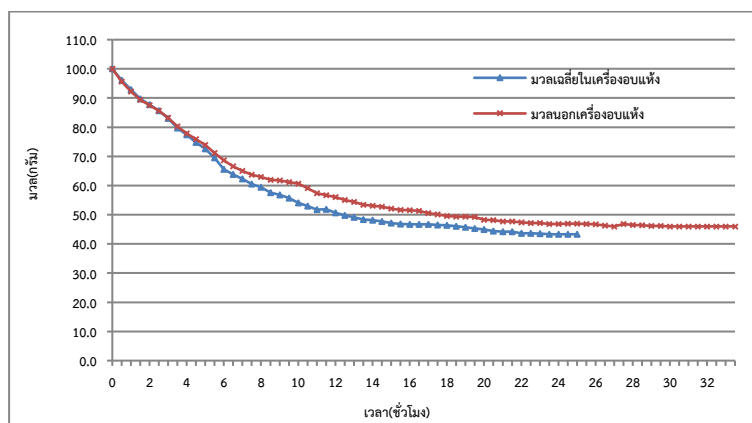
รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเครื่องอบแห้งกับระยะเวลาในการอบแห้ง

จากรูปที่ 8 อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้ง ในทั้ง 3 วัน มีอุณหภูมิในเครื่องอบแห้งมีใกล้เคียงกัน โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องอบแห้งประมาณ 48 องศาเซลเซียส



รูปที่ 9 แสดงมวลของกระชายดำภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก

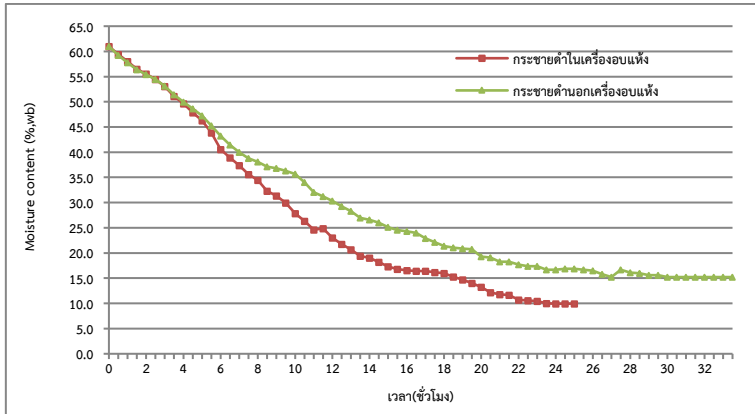
จากรูปที่ 9 พบว่า เมื่อเวลาผ่านไปมวลของกระชายดำจะลดลงเรื่อย ๆ ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 โดยมวลทั้ง 4 จุดในเครื่องอบแห้งมีค่าใกล้เคียงกัน ดังกราฟ ซึ่งเป็นผลมาจากการอบแห้งโดยการใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลกระชายดำเฉลี่ยในเครื่องอบแห้งกับมวลกระชายดำนอกเครื่องอบแห้ง

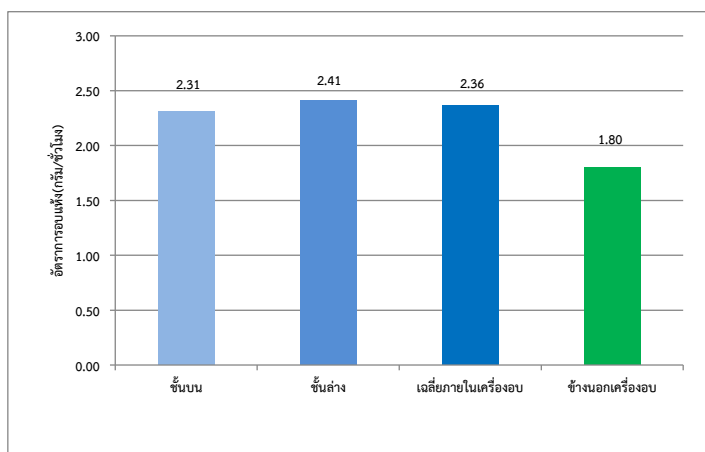
จากรูปที่ 10 เมื่อทำการอบกระชายดำด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก พบว่ามวลเริ่มต้นของกระชายดำมีเฉลี่ยในเครื่องอบแห้งกับมวลกระชายด้านนอกเครื่องอบแห้งมีค่าเท่ากับ 100 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 23.5 ชั่วโมง มวลของกระชายดำมีเฉลี่ยในเครื่องอบแห้งลดลงเหลือ 43.7 กรัม น้ำหนักหายไปมีค่าเท่ากับ 56.3 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มวลกระชายด้านนอกเครื่องอบแห้งลดลงเหลือ 46 กรัม น้ำหนักที่หายไปมีค่าเท่ากับ 54 กรัม

ผลการทดลองอบกระชายดำเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าความชื้นและอัตราการอบแห้งของกระชายดำ ดังแสดงในรูปที่ 11 ถึง 13



รูปที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของกระชายดำในเครื่องอบแห้งกระชายด้านนอกเครื่องอบแห้ง กับระยะเวลาในการอบแห้ง

จากรูปที่ 11 พบว่า การอบแห้งกระชายดำด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก โดยเมื่อเวลาผ่านไปค่าความชื้นเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ลดลงจาก 61 % (w.b.) เป็นค่าสุดท้ายที่ 9.9 % (w.b.) ในขณะที่ความชื้นของผลิตภัณฑ์นอกเครื่องอบแห้งลดลงเหลือ 15.6 % (w.b.)



รูปที่ 12 แสดงข้อมูลการเปรียบเทียบค่าอัตราการอบแห้งของกระชายดำชั้นบน ชั้นล่าง,เฉลี่ยภายในเครื่องอบแห้ง และข้างนอกเครื่องอบแห้ง

จากรูปที่ 12 พบว่า อัตราการอบแห้งของกระชายดำภายในเครื่องอบแห้งจะมีค่าสูงกว่าอัตราการอบแห้งแบบภายนอกเครื่องอบแห้ง ต่างกันที่ 0.56 กรัม/ชั่วโมง มีอัตราการอบแห้งชั้นบน ชั้นล่าง เฉลี่ยภายในเครื่องอบแห้งและภายนอกเครื่องอบแห้ง คือ 2.31, 2.41, 2.36 และ 1.80 กรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ



รูปที่ 13 แสดงกระชายดำที่อบแห้งภายในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกที่แห้งแล้ว

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

เครื่องอบแห้งกระชายดำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก สามารถอบแห้งกระชายดำได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับตากแดดแบบธรรมชาติ พบว่าการอบแห้งภายในเครื่องอบแห้งจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการตากแบบธรรมชาติ โดยใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 3 วัน ความชื้นเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ลดลงจาก 61 % (w.b.) เป็นค่าสุดท้ายที่ 9.9 % (w.b.) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างค่าความชื้นมาตรฐานของการอบแห้งกระชายเท่ากับ 7-10% เมื่อเทียบกับการตากแดดแบบธรรมชาติ ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 4 วัน ในขณะที่ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลงเหลือ 15.6 % (w.b.) มีอัตราการอบแห้งชั้นบน ชั้นล่าง เฉลี่ยภายในเครื่องอบแห้งและภายนอกเครื่องอบแห้งคือ 2.31, 2.41, 2.36 และ 1.80 กรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ ดังนั้นภายในเครื่องอบแห้งจึงมีอัตราการอบแห้งดีกว่าภายนอกเครื่องอบแห้ง ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงระบบอบแห้งสำหรับอบกระชายดำที่มีราคาถูกและยังสามารถนำองค์ความรู้ไปถ่ายทอดให้กับชุมชนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย สำหรับการสนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ตลอดการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. การใช้งาน การบำรุงดูแลรักษาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และวิธีการอบแห้งสมุนไพร. สืบค้นเมื่อ 26 มีนาคม พ.ศ.2561, จาก http://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=43961
- [2] พงศกรณ์ เทพพร. (2561). การศึกษาการอบทะเลลายปาล์มสดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. ปีที่ 10 (ฉบับที่ 1): 159-173 (2561)
- [3] บริษัท เอ็นจินีโอ จำกัด. ติดตั้งโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์. สืบค้นเมื่อ 26 มีนาคม พ.ศ.2561, จาก http://www.aookui.reexit.co.th/MJUnew/pro_detail/7/ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์.pdf
- [4] กรมวิชาการเกษตร. การวัดความชื้นเมล็ดพืช. สืบค้นเมื่อ 26 มีนาคม พ.ศ.2561, จาก <http://www.doa.go.th/aeri/files/KM/moisture%202.pdf>
- [5] ปฏิวัติ วรามิตรและคณะ. (2556). แบบจำลองการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งบอระเพ็ดด้วยลมร้อน. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 6 (ฉบับที่ 1): 63-67 (2556)
- [6] อำไพศักดิ์ ทีบุญมาและคณะ. (2553). การอบแห้งขิงด้วยเทคนิคสุญญากาศร่วมกับอินฟราเรด. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 15 (ฉบับที่ 2): 76-86 (2553)

การพัฒนาโปรแกรมและสร้างวงจรเพื่อวัดค่าพลังงานอาทิตย์

Software Development and Circuit Fabrication to Measure Solar Energy.

พินกร มนทอง* และ นิพนธ์ กสิพร่อง
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
*E-mail : jaoyingnoi22@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมและสร้างวงจรเพื่อวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์จากเซนเซอร์วัดพลังงานแสงอาทิตย์โดยวัดเป็นรังสีอาทิตย์รวม วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การต่อวงจรการวัดพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ไอซี ADS 1115 ในการรับค่าสัญญาณอนาล็อกซึ่งอยู่ในระดับไมโครโวลต์ถึงมิลลิโวลต์จากเซนเซอร์แล้วแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP 8266 ในการควบคุมการรับส่งค่าไปยังผู้ใช้ผ่านสัญญาณ WiFi ซึ่งการรับส่งค่าจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP 8266 ไปยังผู้ใช้นั้น จะใช้ socket sever และ socket client ในการติดต่อส่งข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์และเก็บสร้างไฟล์เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้

จากการนำเครื่องมือที่ได้มาทดลองเก็บข้อมูลในการอ่านค่าจากเซนเซอร์วัดพลังงานแสงอาทิตย์ บริเวณศาลา อาคารฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่าวงจรที่สร้างสามารถอ่านค่าจากเซนเซอร์แปลงค่าที่ได้ให้เป็นพลังงานแสงอาทิตย์ รับส่งค่าตามคำสั่งของโปรแกรมที่ได้พัฒนาได้

คำสำคัญ : เซนเซอร์วัดพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์

Abstract

This research aim software development and circuit fabrication to measure solar energy from pyranometer sensors. We use ADS 1115 integrated circuit to converse analog voltage from the sensor to digital values. The voltage level from the sensors are in the order of microvolt to millivolt. The ESP 8266 microcontroller is used to control the reading processes and sending data via WiFi network to the users. We build the equipment and measure solar radiation at the roof of physics department Ubonratchathani University. The equipment can collect solar radiation data and keep those data in a file.

Keywords : solar radiation sensor, solar radiation

บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ มนุษย์นำพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ มาใช้ในกระบวนการผลิต การขนส่ง และการดำเนินชีวิตประจำวัน การเพิ่มขึ้นของประชากร การขยายอุตสาหกรรมของประเทศกำลังพัฒนาเป็นเหตุให้ต้องใช้พลังงานมากขึ้น ซึ่งอาจทำให้มนุษย์ประสบปัญหาขาดแคลนพลังงาน

การนำพลังงานทดแทนมาใช้แทนพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์นั้นเป็นอีกทางหนึ่งในการแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ซึ่งต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า ความปลอดภัย และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พลังงานทดแทนที่กล่าวถึงก็คือพลังงานหมุนเวียน ซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไป สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์เป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงาน

เพราะเป็นพลังงานที่มีอยู่มาก มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย มีราคาต้นทุนลดลงมาก มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการใช้งาน

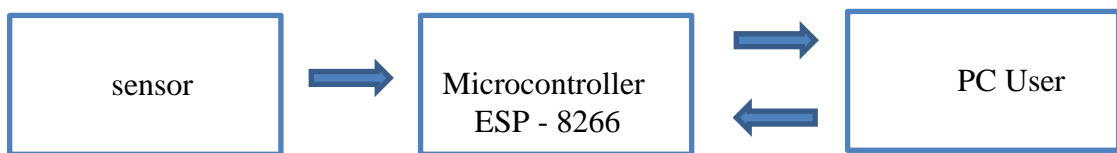
พลังงานที่เกิดจากดวงอาทิตย์จะแผ่ออกสู่อวกาศโดยรอบในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นต่างๆ เรียกว่า “รังสีอาทิตย์” นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาการวัดค่าคงตัวรังสีอาทิตย์นอกบรรยากาศโลกมีค่า 1,366.1 วัตต์ต่อตารางเมตร [1] เมื่อรังสีอาทิตย์ผ่านชั้นบรรยากาศเข้ามาถึงพื้นผิวโลกก็จะถูกดูดกลืนโดย ไอน้ำ โอโซน โมเลกุลของแก๊สต่าง ๆ และฝุ่นละออง ทำให้ค่ารังสีอาทิตย์ในแต่ละพื้นที่บริเวณผิวโลกมีค่าลดลง ค่ารังสีอาทิตย์เฉลี่ยที่ระดับน้ำทะเลมีค่า 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร [2] พื้นที่ต่าง ๆ บนผิวโลกได้รับรังสีอาทิตย์ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ฤดูกาล และช่วงเวลา

การวัดรังสีอาทิตย์เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการวิจัยและการประยุกต์ใช้รังสีอาทิตย์ รังสีอาทิตย์ที่ผิวโลก แบ่งเป็น 3 ประเภทได้แก่ รังสีอาทิตย์รวม รังสีอาทิตย์กระจาย และรังสีอาทิตย์ตรง [3] การวัดรังสีอาทิตย์ประเภทต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน การวัดรังสีอาทิตย์รวมนั้นเป็นการวัดเพื่อเก็บข้อมูลสำหรับการสร้างระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์สุริยะ ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ การวัดรังสีอาทิตย์รวมต้องใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ไพรานอมิเตอร์ (Pyranometer (ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดที่นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาและสร้างขึ้นหลายแบบ งานวิจัยนี้ใช้ไพรานอมิเตอร์แบบเทอร์โมไพล์ (Thermopile pyranometer) เนื่องจากสามารถตอบสนองต่อรังสีอาทิตย์ส่วนใหญ่ในช่วง 0.3-3.0 ไมครอน [1] สามารถทำงานในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ และมีความละเอียดในการวัดสูง เอาท์พุทที่ได้จากไพรานอมิเตอร์เป็นค่าศักย์ไฟฟ้าซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก เครื่องบันทึกข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์จะต้องแปลงค่าศักย์ไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณดิจิทัล จากนั้นแปลงให้เป็นค่าพลังงานแสงอาทิตย์แล้วนำไปจัดเก็บในฐานข้อมูล

การจัดเก็บข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์มีความสำคัญต่อการวิจัยและพัฒนา เพราะการจัดเก็บข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์จะทำให้สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และใช้ในการพยากรณ์ [4] ประมาณการค่าพลังงานแสงอาทิตย์ในอนาคตได้ และสามารถนำข้อมูลไปเปรียบเทียบหรือคำนวณหาความคุ้มค่า หาประสิทธิภาพสูงสุด ความเหมาะสมในการติดตั้งระบบที่ต้องอาศัยข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยจึงสร้างเครื่องมือวัดพลังงานแสงอาทิตย์ที่ควบคุมการอ่านค่าพลังงานแสงอาทิตย์จากไพรานอมิเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และพัฒนาโปรแกรมในการควบคุมการอ่านค่า ส่งค่าพลังงานแสงอาทิตย์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่าน WiFi เพื่อจัดเก็บข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์และสามารถแสดงผลได้ตามเวลาจริง (Real time ([5)

วิธีการวิจัย

ในการวิจัยจะทำการสร้างวงจรและโปรแกรมตามรูปที่ 1 ซึ่งจะได้อธิบายรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 แผนภาพองค์ประกอบและอุปกรณ์วัดพลังงานแสงอาทิตย์

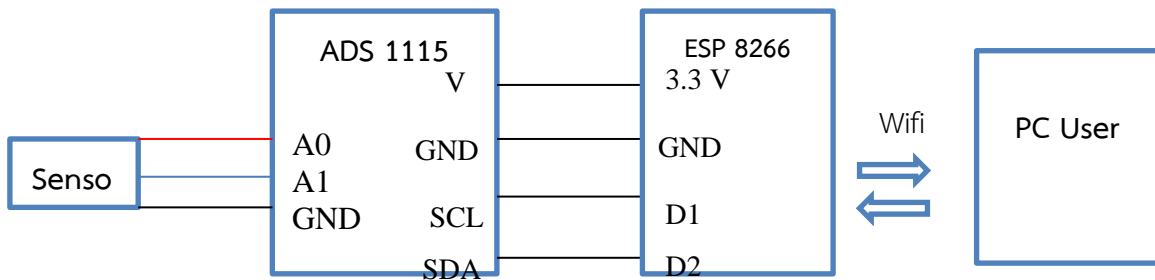
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เซนเซอร์ เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดพลังงานแสงอาทิตย์คือ Kipp and Zonen pyranometer รุ่น cm 11[6]เป็นไพรานอมิเตอร์ที่ทำจากThermocoupleจำนวนมากต่อกันแบบอนุกรมซึ่งเรียกว่าเทอร์โมไพล์ (Thermopile) โดยมีแผ่นรับรังสีอาทิตย์(สีดำ (เมื่อรังสีตกกระทบแผ่นรับรังสี ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังเทอร์โมไพล์ ทำให้เทอร์โมไพล์มีอุณหภูมิสูงขึ้น เกิดศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วเทอร์โมไพล์ นำศักย์ไฟฟ้าที่ได้ไปคำนวณหาค่าพลังงานแสงอาทิตย์ต่อไป ไพรานอมิเตอร์Kipp and Zonen pyranometer cm-11 มีลักษณะเฉพาะดังนี้ มีสภาพตอบสนองหรือสภาพไวแสง (Sensitivity 6-4 ($\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$)สามารถตอบสนองต่อสเปกตรัมรังสีอาทิตย์(Spectral Range) ในช่วงความยาวคลื่น 305 - 28000nmสามารถทำงานในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

ได้(Temperature dependence)กล่าวคือจะมีร้อยละความคลาดเคลื่อนที่ $\pm 1\%$ เมื่อมีอุณหภูมิแวดล้อมอยู่ระหว่าง 10- ถึง 40°C มีเวลาการตอบสนอง (Response time) สั้นอยู่ที่ 15 วินาทีซึ่งเป็นเวลาในการเพิ่มขึ้นของสัญญาณจากค่าต่ำสุดถึง 95% ของสัญญาณสูงสุดที่วัดได้

2. อุปกรณ์ที่ใช้อ่านค่าจากเซนเซอร์ประกอบด้วย

- 2.1 ตัวแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอล Analog to digital converter (ADC ขนาด 16 บิต รุ่น ADS 1115) [7]
 - 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP – 8266 [8] ทำหน้าที่รับค่าจาก ตัวแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอล Analog to digital converter (ADC)
 - 2.3 คอมพิวเตอร์ สำหรับเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแสดงผล
- การสร้างวงจรการวัด**



รูปที่ 2 การต่อวงจรการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์

- 1. ต่อ Output ของเซนเซอร์เข้ากับ ADC ขนาด 16 บิต รุ่น ADS 1115 เพื่อให้ ADC แปลงสัญญาณอนาลอกที่ได้จากเซนเซอร์เป็นสัญญาณดิจิตอล
- 2. ใช้ ESP-8266 เป็นตัวควบคุมและอ่านค่าจาก ADC เมื่ออ่านค่าแล้วจึงนำมาคำนวณเป็นค่าความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์หรือความเข้มรังสีอาทิตย์
- 3. นำค่ารังสีอาทิตย์ที่ได้ไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล

ขั้นตอนการทำงาน

ภายในเซนเซอร์ประกอบด้วยแผ่นเซรามิกสีดำและสีขาวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ต่อเชื่อมจุดกึ่งกลางของทั้งสองแผ่นด้วยเทอร์มิสเตอร์ โดยแผ่นสีดำอยู่ด้านบนรับรังสีอาทิตย์ จะทำให้แผ่นบนเกิดความร้อนมากกว่าแผ่นล่าง เมื่อเกิดความร้อนที่ต่างกันจะทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าคร่อมแผ่นเซรามิกทั้งสอง ซึ่งค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นจะมีขนาดระดับไมโครโวลต์ไปจนถึงระดับมิลลิโวลต์ จากค่าความไว (sensitivity) ของไพโรรานอมิเตอร์มีค่าเป็น $5\mu V / W / m^2$ ในกรณีที่ ADC อ่านค่ามานั้นความต่างศักย์อ้างอิงที่เราเลือกใช้คือ 0.512V ซึ่ง ADC ที่มีความละเอียด 16 บิตนั้น จะมีความละเอียด

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2^{16}} \times 0.512V \\
 &= \frac{1}{65,536step} \times 0.512V \\
 &= 7.81\mu V / step
 \end{aligned}$$

จากค่า sensitivity $5\mu V = 1W / m^2$ ถ้า ADC อ่านค่าได้ 500step หมายความว่าค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ $500step \times 7.81\mu V / step = 3905\mu V$

ดังนั้น ค่าพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ $\frac{(3905\mu V \times 1W / m^2)}{5\mu V} = 781W / m^2$

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านค่าจากเซนเซอร์ แล้วแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลโดย ADC converter ที่มีความละเอียด 16 บิต ได้ค่าระหว่าง 0 ถึง 32,768 ± ออกมาในหน่วยโวลต์
2. แปลงจากตัวเลขเป็นความต่างศักย์
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์แปลงค่าความต่างศักย์ให้เป็นค่าพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้สมการ $E = \frac{V}{S}$ โดยที่

E คือพลังงานแสงอาทิตย์ในหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร

V คือค่าความต่างศักย์ที่อ่านได้จากไพรานอมิเตอร์ในหน่วยโวลต์

S คือค่า sensitivity สำหรับไพรานอมิเตอร์ Kipp and Zonen pyranometer cm 11 มีค่าเป็น $5 \mu V / W / m^2$

4. บันทึกค่าที่ได้ไว้เซิร์ฟเวอร์(sever)
5. ผู้ใช้เชื่อมต่อเซิร์ฟเวอร์ ผ่าน sever socket ถ้าเชื่อมต่อสำเร็จส่งค่าไปแสดงผลที่เอาท์พุท และเก็บลงไฟล์ ถ้าไม่สำเร็จเชื่อมต่ออีกครั้ง
6. แสดงข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ในหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร หยุดการทำงานประมาณ 5 วินาที
7. กลับไปเริ่มการทำงานจากข้อ 1 ลงมาใหม่

การอ่านค่าจากเซนเซอร์

ในการใช้งาน ADC อ่านค่าจากเซนเซอร์นั้นจะมีการสร้าง library สำหรับการเรียกใช้งาน ADC ซึ่ง library ที่เรียกใช้คือ ADS 1115 จะประกอบด้วย การจัดค่าต่าง ๆ ลงใน Register ของ ADC เพื่อสั่งให้ ADC ทำงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งค่าคงที่เหล่านี้จะนำมาจากข้อมูลใน Datasheet ของ ADS 1115 จากนั้นก็สร้างเป็นคำสั่งสำหรับให้โปรแกรมเรียกใช้ เช่น การเลือกโหมดของการแปลงต่าง ๆ และคำสั่งให้เริ่มอ่านค่าเข้ามา คำสั่งใน library ที่เรียกใช้งานคือ

```
def set_conv2(self, rate, channel1 , channel2):
    """Set mode for read_rev"""
    self.mode = ( _CQUE_NONE | _CLAT_NONLAT |
        _CPOL_ACTVLOW | _CMODE_TRAD | _RATES[rate] | _MODE_SINGLE |
        _OS_SINGLE | _GAINS[self.gain] | _CHANNELS[(channel1, channel2)])
    def read_rev(self):
        """Read voltage between a channel1 and channel2. and then start the next conversion."""
        res = self._read_register(_REGISTER_CONVERT)
        self._write_register(_REGISTER_CONFIG, self.mode)
        return res if res < 32768 else res - 65536
```

โปรแกรมอ่านค่าจากเซ็นเซอร์

from machine import I2C, Pin, Timer # เรียกใช้ library การเชื่อมต่อ กำหนดขาของไอซีที่ใช้
ในการเชื่อมต่อและจับเวลา

```
import ads1x15 # เรียกใช้ library ของ ADC
from utime import sleep_ms, ticks_ms, ticks_us, sleep # เรียกใช้ library เวลา
import utime as time
    addr = 72 # กำหนดแอดเดรสของ ADC
    gain = 5 # กำหนด gain การขยายของ amplifier ในADC x8
    i2c = I2C(scl=Pin(5), sda=Pin(4), freq=400000) # กำหนดขาสร้างการเชื่อมต่อ
    time.sleep(1) # รอ 1 วินาที
    adc = ads1x15.ADS1115(i2c, addr, gain)
```

```

        adc.set_conv(4, 0, 1)
while True:
    value = adc.read_rev()
    if value < 0:
        value = 0
    print("value = ", value)
        value = value * 5 / 7.82
    return value

```

โปรแกรมรับค่าจาก ADC แล้วส่ง Out put ผ่าน WiFi เชื่อมต่อโดยใช้ Library socketserver

```

#import for socket
import socket
serversocket = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
host = '192.168.4.1'
port = 9999
serversocket.bind((host, port))
serversocket.listen(5)

```

```

while True:
    clientsocket,addr = serversocket.accept()
    print("Got a connection from %s" % str(addr))
    power = readpyrano()
    power = power * 5 / 7.82
    print("power = ", power)
    powermsg = str(power)
    msg= powermsg + "\n"
    clientsocket.send(msg.encode('ascii'))
    clientsocket.close()
    time.sleep(1)

```

โปรแกรมสำหรับ PC USER เพื่อร้องขอข้อมูลจาก ESP 8266

```

import socket
import time
from datetime import datetime

loop = range(3000)
for i in loop :
    s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) # create a socket object
    host = '192.168.4.1'
    port = 9999
    s.connect((host, port)) # connection to hostname on the port.
    msg = s.recv(1024) # Receive no more than 1024 bytes
    msg2 = msg
    msg = msg[:-1]

```



```
#save to file
data = open("data.txt", "a")
msg2 = msg2.decode('ascii')
date = datetime.now().strftime('%d-%m-%Y %H:%M:%S')
date = date + ' '
data.write(date)
data.write(msg2 )
data.close()
print(datetime.now().strftime('%d-%m-%Y %H:%M:%S') , ' Power = ' ,msg2
.decode('ascii') , ' Watt/Sqaremeter' )
s.close()
time.sleep(25)
```

การทดสอบ

ติดตั้งไพรมอนิเตอร์บนพื้นราบ[9]หรือวางให้อยู่ในแนวระดับ บนตาดฟ้าอาคารเรียนฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ม.อุบลราชธานี จากนั้นใช้ PC User เพื่อติดต่อกับอุปกรณ์ผ่าน WiFi อุปกรณ์จะส่งข้อมูลตอบกลับมา แล้วบันทึกผลการทดลอง ซึ่งอุปกรณ์จะบันทึกค่าเวลากับพลังงานแสงอาทิตย์ในทุก ๆ 25 วินาที โดยอัตโนมัติ

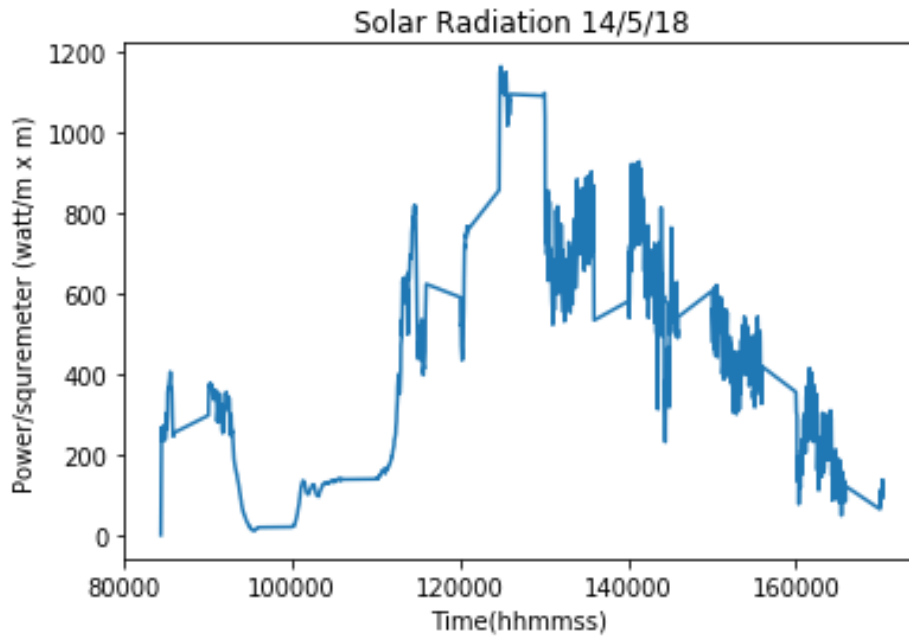
ผลการวิจัย

ข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้จากการวัด ถูกส่งเข้ามาบันทึกไว้ในรูปแบบไฟล์ .tex และแสดงผลในคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ (Pc user) โดยเรียงจากคอลัมน์ซ้ายมาขวาคือ วันที่ทำการทดลอง เวลาที่ทำการทดลอง และพลังงานแสงอาทิตย์ ในหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับ

14-05-2018	12:58:53	Power	=	1043.19	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	12:59:20	Power	=	1082.29	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	12:59:48	Power	=	1094.8	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	13:00:15	Power	=	1090.11	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	13:00:42	Power	=	1097.93	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	13:01:10	Power	=	1036.93	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	13:01:37	Power	=	767.924	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	13:02:04	Power	=	725.696	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	13:02:31	Power	=	805.46	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	13:02:58	Power	=	799.204	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	13:03:25	Power	=	697.544	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	13:03:53	Power	=	708.492	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	13:04:20	Power	=	855.508	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	13:04:47	Power	=	725.696	Watt/Sqaremeter
14-05-2018	13:05:14	Power	=	631.856	Watt/Sqaremeter

รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ที่บันทึกในคอมพิวเตอร์

กราฟแสดงข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ แกนนอนคือเวลาที่ใช้ในการวัดเริ่มตั้งแต่เวลา 08:00: 0 น. ไปจนถึง 17:00:00 น. ส่วนแกนตั้งคือพลังงานแสงอาทิตย์ในหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร



รูปที่ 4 กราฟแสดงพลังงานแสงอาทิตย์

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองพบว่าโปรแกรมที่พัฒนาสามารถควบคุมวงจรการอ่านค่าจากเซนเซอร์วัดพลังงานแสงอาทิตย์ได้ ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นและสูงสุดในช่วงเวลา 12:00-13:00 น. จากนั้นพลังงานแสงอาทิตย์จะลดลงหลังจากเวลาประมาณ 13 :00 น. เป็นต้นไป

ในการอ่านค่าจากเซนเซอร์นั้นค่าสัญญาณที่อ่านได้จะอยู่ในระดับไมโครโวลต์ไปจนถึงในระดับมิลลิโวลต์ซึ่งต้องขยายสัญญาณให้เหมาะสมแล้วจึงทำการแปลงค่าให้เป็นค่าพลังงานแสงอาทิตย์ จากงานวิจัยนี้จะเห็นว่าสามารถนำข้อมูลและผลการวิจัยไปพัฒนาการวัดพลังงานแสงอาทิตย์ให้สามารถจัดเก็บข้อมูลในหลาย ๆ สถานีพร้อมกันและแสดงผลข้อมูลแบบตามเวลาจริงได้

อ้างอิง

- [1] เสริม จันทร์ฉาย. **รังสีอาทิตย์**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2560.
- [2] อรุณช แฉ่งสว่าง. **พลังงานหมุนเวียน**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [3] Lorena Cornejo et al. "A through analysis of solar irradiation measurements in the region of Arica Parinacota,Chile" , Renewable energy 112 (2017) 197-208.
- [4] Sthitapragyan Mohanty et al. "Forecasting of solar energy with application for a growing economy like India : survey and implication" , Renewable and sustainable review 78 (2017) 539-553.
- [5] Renata I.S. Pereira et al. "IoT embedded linux system based on Raspberry Pi applied to real-time cloudmonitoring of a decentralized photovoltaic plant", Measurement 114 (2018) 286-297.
- [6] Kipp and Zonen B.V. "Instruction manual pyranometer/albedometer cm11 cm14". Holland: Kipp and Zonen B.V., 2000.
- [7] Texas Instruments Incorporated. "ads1115datasheet".Texas:Texas Instruments Incorporated,2009.

[8] Espressif Inc. (2018) “ESP8266EX Datasheet”, **ESP8266EX Datasheet**.

https://espressif.com/sites/default/files/.../0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf. May14 ,
2018.

[9] ธนกร ลิ้มสุวรรณ. **การพัฒนาบบติดตามดวงอาทิตย์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต :
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2552.

การประเมินความสอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานกฎหมายด้านอัคคีภัยในอาคาร
กรณีศึกษา อาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Compliance Assessment in Accordance with Fire Standards in the Building.
Case Study; Research Building, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

สุนทรี ศรีเที่ยง^{1*} เพ็ญสุดา อรรถบุตร¹ และแพรวพรรณ คำสุขะ¹

¹ สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail : soontaree.s@ubu.ac.th (Corresponding author)

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการประเมินความสอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานกฎหมายด้านอัคคีภัยในอาคารกรณีศึกษาอาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เนื่องด้วยเป็นอาคารที่ได้รับการก่อสร้างก่อนการบังคับใช้กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) และเป็นอาคารที่มีบุคลากร นักศึกษาอยู่รวมกันจำนวนมาก จึงต้องมีการดำเนินการด้านความปลอดภัยจากอัคคีภัย ผลการประเมินความสอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานกฎกระทรวงฉบับที่ 33 จากทั้งหมด 48 รายการ พบว่า สอดคล้อง 41 รายการ(85.42) ไม่สอดคล้อง 6 รายการ 12.50(%) และสอดคล้องตามข้อกำหนดกฎหมาย แต่อยู่ในสภาพที่ใช้การไม่ได้ 1 รายการ (2.08%)และจากการประเมินความสอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐาน กฎกระทรวงฯ เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 จากทั้งหมด 64 รายการ พบว่า สอดคล้อง 46 รายการ (71.88%) ไม่สอดคล้อง 17 รายการ (26.56%) และสอดคล้องตามข้อกำหนดกฎหมาย แต่อยู่ในสภาพที่ใช้การไม่ได้ 1 รายการ (1.56%) (ทั้งนี้ได้เสนอแนวทางการทำแผนบริหารจัดการความปลอดภัยด้านอัคคีภัย เพื่อใช้เป็นแผนดำเนินงานสำหรับอาคารในเรื่องการป้องกันอัคคีภัย และเพื่อให้เกิดความปลอดภัยอย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืน

คำสำคัญ : กฎหมายด้านอัคคีภัย เกณฑ์มาตรฐานกฎหมาย อัคคีภัยในอาคาร

Abstract

This study assesses the compliance with the fire standards in building of the research building, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University . Since the research building was constructed before the enforcement of the Ministerial Regulation No 33 B.E. 2535 and the building hosts a large number of personals and students; therefore, the implementation of fire safety must be taken .The results of compliance with the fire standards in the building of the Ministerial Regulation No 33 B.E. 2535 showed that, out of 48 items, 41 items complied with the regulation)85.42(% , 6 items did not comply with the regulation)12.50(% , and 1 item complied with the regulation but without a functioning condition)2.08%. The results of compliance with the Ministerial Regulation on the Prescribing of Standard for Administration and Management of Occupational Safety, Health and Environment in Relation to Fire Prevention and Protection B.E. 2555 showed that, out of 64 items, 46 items complied with regulation)71.88(% , 17 items did not comply with the regulation)26.56(% , and 1 item complied with the regulation but without a functioning condition)1.56%. A management plan on fire safety is proposed to concretely ensure the improved implementation of fire prevention and safety.

Keywords : Fire law, Legal standards, Fire in the building

บทนำ

อัคคีภัยเป็นสาธารณภัยที่เป็นปัญหาสำคัญ ทำให้เกิดการสูญเสียต่อชีวิต ทรัพย์สิน และเศรษฐกิจโดยรวมอย่างมาก โดยจังหวัดอุบลราชธานี มีสถิติการเกิดอัคคีภัยในอาคาร อาทิ เมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2557 ไฟไหม้ร้านขายของที่ระลึกภายในสนามบินนานาชาติ จังหวัดอุบลราชธานี พบร้านจำหน่ายผ้าไหมและร้านจำหน่ายเทียนหอมเสียหายทั้งหมด 5 ห้อง เครื่องปรับอากาศและเครื่องเอกซเรย์เสียหาย จำนวน 1 เครื่อง ไม่พบผู้บาดเจ็บหรือเสียชีวิต และเกิดอัคคีภัยในอาคารสูง เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2558 ณ โรงแรมปทุมรัตน์ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี เกิดขึ้นโดยไม่มีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ตัวอาคารเสียหายบริเวณชั้น 3 จากเหตุการณ์ดังกล่าวสาเหตุการเกิดเพลิงไหม้ เนื่องจากพบความบกพร่องของการออกแบบระบบป้องกันอัคคีภัย ขาดการตรวจสอบ ดูแลอุปกรณ์ และขาดความพร้อมหรือการซักซ้อมการเข้าระงับเหตุและอพยพ ขณะเกิดเหตุ ในทำนองเดียวกันอาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ก่อตั้งเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2534 เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดใหญ่ จำนวน 6 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยรวม 17, 614 ตารางเมตร ภายในอาคารประกอบด้วยห้องพักผู้บริหาร ห้องพักอาจารย์ สำนักงานเลขานุการ ห้องประชุม ห้องสมุด ห้องเรียนบรรยาย และห้องปฏิบัติการ จึงต้องมีการศึกษากฎหมาย มาตรฐานความปลอดภัยด้านอัคคีภัยภายในอาคาร และพิจารณาความสอดคล้องกับกฎหมาย โดยประเมินความสอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานกฎหมายด้านอัคคีภัยในอาคารจำนวน 2 ฉบับ คือ กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 และเนื่องจากอาคารวิจัยคณะวิทยาศาสตร์จัดเป็นอาคารขนาดใหญ่ ควรมีการควบคุมอาคารโดยเฉพาะเพื่อประโยชน์แห่งความมั่นคงแข็งแรง ความปลอดภัย การป้องกันอัคคีภัย การสาธารณสุข การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม และเพื่อนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงให้มีความถูกต้องและได้มาตรฐาน อีกทั้งพร้อมรับมือของเหตุเพลิงไหม้ที่อาจจะเกิดขึ้น รวมถึงหาแนวทางปรับปรุงอุปกรณ์ป้องกันและระงับอัคคีภัยภายในอาคารให้มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อประเมินความสอดคล้องด้านอัคคีภัยตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) และกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 สำหรับอาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการเก็บข้อมูลโดยการสังเกตเชิงพรรณนา) Observational Descriptive Studies(ในอาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และใช้แบบประเมินความสอดคล้องกับกฎกระทรวงฉบับที่ 33 จำนวน 3 หมวด 48 ข้อ และกฎกระทรวงฯเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 จำนวน 7 หมวด 64 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.67 และ 1.00 มีอาจารย์สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย นักวิชาการพัสดุปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ และนักศึกษาสาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย เป็นผู้สำรวจและประเมินความสอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานกฎหมายด้านอัคคีภัยในอาคาร และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Microsoft Excel สถิติเชิงพรรณนา) Descriptive Statistics(คือ ความถี่ ค่าร้อยละ ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัยระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2560

ผลการวิจัย

การประเมินความสอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานกฎหมายด้านอัคคีภัย ในอาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องกับกฎกระทรวงฉบับที่ 33 และกฎกระทรวงฯเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 ผลการวิจัย มีดังนี้

1. ผลการประเมินความสอดคล้องด้านอัคคีภัย

1.1 ผลการประเมินความสอดคล้องด้านอัคคีภัยตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33

ผลการประเมินความสอดคล้องด้านอัคคีภัยของอาคารตามข้อกำหนดในกฎกระทรวงฉบับที่ 33 พบว่า อาคารวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและระงับอัคคีภัยของอาคาร จำนวนทั้งสิ้น 48 รายการ ดังนี้

1. สอดคล้องและใช้งานได้ จำนวน 41 รายการ คิดเป็นร้อยละ 85.42
2. สอดคล้องแต่ใช้การไม่ได้ จำนวน 1 รายการ คิดเป็นร้อยละ 2.08
3. ไม่สอดคล้อง จำนวน 6 รายการ คิดเป็นร้อยละ 12.50 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินความสอดคล้องด้านอัคคีภัยตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33

หมวด	จำนวนข้อ (ร้อยละ)	ผลการตรวจสอบ	
		ไม่สอดคล้อง (ร้อยละ)	สอดคล้อง ใช้การไม่ได้ ใช้การได้ (ร้อยละ) (ร้อยละ)
หมวดที่ 1 ลักษณะของอาคารเนื้อที่ว่างของภายนอกอาคาร และแนวอาคาร	3 (6.25)	-	- 3 (6.25)
หมวดที่ 2 ระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้าและระบบ ป้องกันเพลิงไหม้	43 (89.58)	6 (12.50)	1 (2.08) 36 (75.00)
หมวดที่ 6 ระบบลิฟต์	2 (4.17)	-	- 2 (4.17)
รวม	48 (100.00)	6 (12.50)	1 (2.08) 41 (85.42)

1.2 ผลการประเมินความสอดคล้องด้านอัคคีภัยตามกฎกระทรวงฯ เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555

ผลการประเมินความสอดคล้องด้านอัคคีภัยของอาคารตามข้อกำหนดในกฎกระทรวงฯ เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 พบว่า อาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและระงับอัคคีภัยของอาคาร จากจำนวนทั้งสิ้น 64 รายการ ดังนี้

1. สอดคล้องและใช้งานได้ จำนวน 46 รายการ คิดเป็นร้อยละ 71.88
2. สอดคล้องแต่ใช้การไม่ได้ จำนวน 1 รายการ คิดเป็นร้อยละ 1.56
3. ไม่สอดคล้อง จำนวน 17 รายการ คิดเป็นร้อยละ 26.56 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปผลการประเมินความสอดคล้องด้านอัคคีภัยตามกฎกระทรวงเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555

หมวด	จำนวนข้อ (ร้อยละ)	ผลการตรวจสอบ		
		ไม่ สอดคล้อง (ร้อยละ)	สอดคล้อง	
			ใช้การไม่ได้ (ร้อยละ)	ใช้การได้ (ร้อยละ)
หมวดที่ 1 บททั่วไป	7 (10.94)	2 (3.13)	-	5 (7.81)
หมวดที่ 2 ความปลอดภัยเกี่ยวกับอาคารและทางหนีไฟ	14 (21.87)	2 (3.13)	1 (1.56)	11 (17.19)
หมวดที่ 3 การดับเพลิง	28 (43.7)	6 (9.37)	-	22 (34.37)
หมวดที่ 4 การป้องกันอัคคีภัยจากแหล่งก่อเกิดการกระจายตัวของความร้อน	2 (3.13)	-	-	2 (3.13)
หมวดที่ 5 วัสดุไวไฟและวัสดุระเบิด	5 (7.81)	1 (1.56)	-	4 (6.25)
หมวดที่ 7 การป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า	2 (3.13)	-	-	2 (3.13)
หมวดที่ 8 การดำเนินการเกี่ยวกับความปลอดภัยจากอัคคีภัยและการรายงาน	6 (9.37)	6 (9.37)	-	-
รวม	64 (100.00)	17 (26.56)	1 (1.56)	46 (71.88)

2. ข้อที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานด้านการป้องกันอัคคีภัย

การวิเคราะห์ผลกระทบจากที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานกฎกระทรวงฉบับที่ 33 และกฎกระทรวงฯ เกี่ยวกับ การป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 เพื่อให้ทราบถึงความเสี่ยงหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้น มีดังนี้

2.1 ข้อที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานกฎกระทรวงฉบับที่ 33

2.1.1 ข้อที่ไม่สอดคล้องตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33

ข้อที่ไม่สอดคล้องตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 จำนวนทั้งหมด 6 ข้อ อยู่ในหมวดที่ 2 ระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันเพลิงไหม้ ผลการวิจัยดังนี้

1. ไม่ได้มีการติดตั้งระบบควบคุมการแพร่กระจายของควัน เนื่องจากพบว่าข้างบนของช่องโถงมีโครงสร้างแบบกระจกปิดสนิท ไม่มีช่องเปิด และไม่ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยระบายควันออกสู่ภายนอก (หมวด 2 ข้อ 10 ทวิ)
2. มีหัวต่อสายน้ำ แต่ไม่มีเครื่องมือตรวจวัดความดันที่หัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงชั้นสูงสุดไม่น้อยกว่า 0.45 MPa แต่ไม่เกิน 0.7 MPa ด้วยอัตราการไหล 30 l/s (หมวด 2 ข้อ 18 (3))
3. ไม่มีหัวรับน้ำดับเพลิงนอกอาคาร จึงไม่ได้จัดทำป้ายเพื่อระบุว่า “หัวรับน้ำดับเพลิง” (หมวด 2 ข้อ 18 (4))
4. การติดตั้งระบบไฟฟ้าฉุกเฉินไม่ครอบคลุม มีเพียงจุดเดียวที่บันไดหนีไฟชั้น 6 (หมวด 2 ข้อ 26) ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1 ไฟฉุกเฉินที่บริเวณชั้น 6

.5 มีเพียงป้ายสัญลักษณ์และลูกศรชี้ แต่ไม่มีการติดป้ายที่ระบุชั้นของอาคารและติดที่ด้านในและด้านนอกของประตูหนีไฟทุกชั้น (หมวด 2 ข้อ 26(ดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 2 ป้ายบอกทางหนีไฟ

6. ไม่พบการจัดอุปกรณ์เครื่องช่วยการหนีไฟจากดาตฟ้าของอาคารลงสู่พื้นดิน (หมวด 2 ข้อ 29(2.1.2 ข้อที่สอดคล้องตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 แต่ใช้การไม่ได้

1. อาคารมีลิฟต์ดับเพลิง แต่ไม่มีเครื่องมือตรวจวัดการแยกระบบไฟฟ้าที่เป็นอิสระจากวงจรไฟฟ้าทั่วไป (หมวด 2 ข้อ 15(

2.2 ข้อที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานกฎกระทรวงเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555

2.2.1 ข้อที่ไม่สอดคล้องตามกฎกระทรวงเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555

ข้อที่ไม่สอดคล้องตามกฎกระทรวงเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 จำนวนทั้งหมด 17 ข้อ อยู่ในหมวดที่ 1 บททั่วไป หมวดที่ 2 ความปลอดภัยเกี่ยวกับอาคารและทางหนีไฟ หมวดที่ 3 การดับเพลิง หมวดที่ 5 วัสดุไวไฟและวัตถุระเบิด และหมวดที่ 8 การดำเนินการเกี่ยวกับความปลอดภัยจากอัคคีภัย และการรายงาน ผลการวิจัยดังนี้

.1 ไม่มีการจัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย ให้สามารถตรวจสอบได้ (หมวด 1 ข้อ 4(

.2 มีอาคารตั้งอยู่รวมกัน แต่ไม่มีการจัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย (หมวด 1 ข้อ 5(

.3 อาคารไม่มีแผนการอพยพ ที่สามารถจับระยะเวลาอพยพผู้คนที่ทั้งหมดภายในไม่เกิน 5

นาที (หมวด 2 ข้อ 8)

.4 แสงสว่างไฟฟ้าสำรองมีเพียงชั้น 6 สำหรับเส้นทางหนีไฟ (หมวด 2 ข้อ 10(

5 .น้ำสำรองของอาคารมีประมาณ 10, 000 ลิตร ซึ่งไม่เพียงพอตามที่กฎหมายกำหนด

(หมวด 3 ข้อ 12 (1))

.6ระบบการส่งน้ำ ที่เก็บกักน้ำ เครื่องสูบน้ำดับเพลิงและการติดตั้ง ไม่มีการตรวจสอบ และรับรองจากวิศวกร (หมวด 3 ข้อ 12 (2))

.7ไม่ติดป้ายแสดงจุดติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงที่เห็นได้อย่างชัดเจน (หมวด 3 ข้อ 16((1) ดังภาพที่ 1.3



ภาพที่ 3 ตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิง

.8มีการตรวจสอบถังดับเพลิง 2 ครั้งต่อปี โดยนักศึกษาสาขาวิชาอาชีวอนามัยแล ความปลอดภัยเป็นผู้ตรวจ ยกเว้น ระบบจ่ายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Sprinkler System (หมวด 3 ข้อ 16 (3))

.9ไม่จัดให้มีเจ้าหน้าที่ดับเพลิงเฉพาะภายในอาคาร แต่จะเป็น รปภ. ที่มีความรู้เกี่ยวกับ เรื่องนี้อยู่ประจำจุด (หมวด 3 ข้อ 17)

.10อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลสำหรับระงับเหตุเพลิงไหม้ มีไม่เพียงพอ และไม่ครบตามที่กฎหมายกำหนด (หมวด 3 ข้อ 1) ดังภาพที่ 1.4



ภาพที่ 4 ภายในตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิง

11 . ไม่มีระบบตรวจจับก๊าซอัตโนมัติ ไม่มีผับงทนไฟและถังก๊าซอยู่ห่างกันน้อยกว่า 20 เมตร (หมวด 5 ข้อ 20 (2)) ดังภาพที่ 1.5



ภาพที่ 1 5.การเก็บถังก๊าซ

- .12เจ้าหน้าที่เข้ารับการฝึกอบรมการดับเพลิงขั้นต้นไม่ถึงร้อยละ 40 (หมวด 8 ข้อ 27)
- .13ไม่มีการแต่งตั้งเจ้าหน้าที่ระงับเหตุอัคคีภัยประจำตลอดเวลาทำงาน (หมวด 8 ข้อ 28)

(1)

.14ไม่มีเจ้าหน้าที่เฉพาะเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย การใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการดับเพลิง การปฐมพยาบาลและการช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉิน

(หมวด 8 ข้อ 28 (2))

- 15 .ไม่มีแผนการฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ (หมวด 8 ข้อ 29)
- 16 .ไม่มีการฝึกซ้อมดับเพลิงและอพยพหนีไฟ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง (หมวด 8 ข้อ 30)
- .17ไม่มีแผนซ้อมดับเพลิงและอพยพหนีไฟ (หมวด 8 ข้อ 30)

2.2.2ข้อที่สอดคล้องตามกฎหมายกระทรวงเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัยพ.ศ. 2555 แต่ใช้การไม่ได้

.1 ป้ายบอกทางหนีไฟมีทั้งหมด 16 จุด ไม่มีแสงสว่าง 15 จุด มีเพียง 1 จุด ที่มีแสงสว่างอยู่ที่บริเวณชั้น 5 (หมวด 2 ข้อ 11 (2)) ดังภาพที่ 1.6



ภาพที่ 6ป้ายทางหนีไฟบริเวณชั้น 5

3. แนวทางการแก้ไขปรับปรุง

การวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยของระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยในอาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

3.1 แนวทางการแก้ไขปรับปรุงข้อที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานกฎกระทรวงฉบับที่ 33

1. ต้องจัดให้มีระบบควบคุมการแพร่กระจายของควันที่สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้

เพื่อระบายควันออกสู่ภายนอกอาคารได้อย่างรวดเร็ว

2. จัดหาเครื่องมือตรวจวัดความดัน และความดันที่หัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงชั้นสูงสุดจะต้องไม่น้อยกว่า

0.45 MPa แต่ไม่เกิน 0.7 MPa ด้วยอัตราการไหล 30 L/s

3. ควรมีหัวรับน้ำดับเพลิงนอกอาคารและต้องมีข้อความว่า “หัวรับน้ำดับเพลิง” ต้องเขียนด้วยสีสะท้อนแสงให้เห็นได้อย่างชัดเจน

แสงให้เห็นได้อย่างชัดเจน

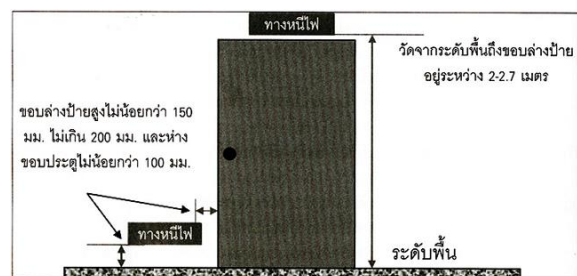
4. จัดหาให้มีไฟฉุกเฉินที่บริเวณบันไดหนีไฟและต้องมีแสงสว่างจากระบบไฟฟ้าฉุกเฉินให้มองเห็นช่องทาง

หนีไฟได้ขณะเกิดเหตุเพลิงไหม้

5. ติดตั้งป้ายบอกชั้นภายในบันไดหนีไฟที่ชันพักทางเข้าสู่บันได โดยมีตัวเลขระบุชั้นในตำแหน่งกึ่งกลาง

ของป้าย ตัวอักษรต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 10 เซนติเมตร พร้อมทั้งระบุชั้นปลายทางด้านบนและด้านล่างของบันได รายละเอียดต่าง ๆ ของบันได ทิศทางการอพยพหนีไฟ และระบุทางปล่อยออกสู่ภายนอก ดังภาพที่ 1.7

6. ควรจัดให้มีอุปกรณ์เครื่องช่วยในการหนีไฟจากอาคารลงสู่พื้นดินได้โดยปลอดภัย



ภาพที่ 7 จุดป้ายบอกทางหนีไฟและตัวอย่างการติดป้าย

3.2 แนวทางการแก้ไขปรับปรุงข้อที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานกฎกระทรวงเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555

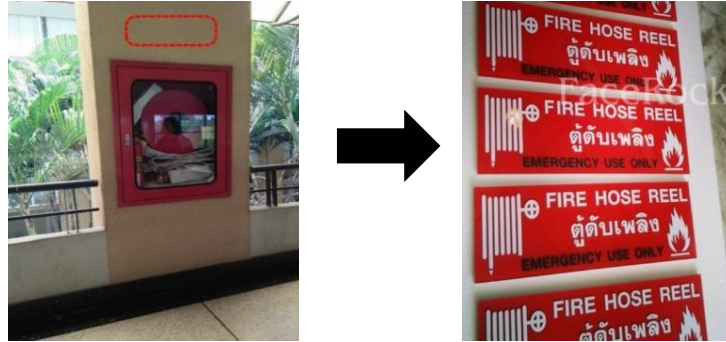
1. อาคารที่มีขนาดใหญ่มีผู้อาศัยตั้งแต่ 10 คน ขึ้นไป ให้จัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัยประกอบด้วย

การตรวจตรา การอบรม การดับเพลิง การรณรงค์ป้องกันอัคคีภัย การอพยพหนีไฟ และการบรรเทาทุกข์ โดยจัดเก็บแผนดังกล่าวให้สามารถตรวจสอบได้

2. ควรจัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย และต้องมีแผนร่วมกับอาคารที่อยู่ใกล้เคียง
3. ควรจัดทำแผนซ้อมอพยพดับเพลิง เพื่อให้ผู้คนในอาคารหนีออกไปจากอาคารไม่เกิน 5 นาที และ

จัดทำแผนให้เป็นลายลักษณ์อักษรและสามารถตรวจสอบได้

4. ควรเพิ่มไฟฉุกเฉินบริเวณบันไดหนีไฟ ให้เพียงพอต่อการอพยพหนีไฟ
5. เพิ่มน้ำสำรองที่ใช้ภายในอาคารให้มีปริมาณ 36,000 ลิตร เพื่อให้เพียงพอเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้
6. ให้วิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญตรวจสอบระบบการส่งน้ำ ที่เก็บกักน้ำ เครื่องสูบน้ำดับเพลิง
7. จัดทำป้ายเพื่อบ่งบอกถึงที่ตั้งของอุปกรณ์ดับเพลิง และต้องให้เห็นได้อย่างชัดเจน ดังภาพที่ 1.8



ภาพที่ 8 ตัวอย่างป้ายบอกตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิง

8. ควรมีการตรวจสอบระบบจ่ายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้
9. จัดให้ รปภ. ทุกคน เข้ารับการฝึกอบรมดับเพลิงจากผู้เชี่ยวชาญ
10. เพิ่มอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลสำหรับระงับเหตุเพลิงไหม้ให้เพียงพอ
11. ต้องจัดห้องแยกถังก๊าซไม่ให้เกิดห้องละ 2,000 ลิตร โดยแต่ละห้องต้องห่างไม่น้อยกว่า 20 เมตร และ

ห้องที่มีผนังทนไฟและมีการระบายอากาศที่ดีมีระบบตรวจจับก๊าซอัตโนมัติ

12. จัดให้บุคลากรเข้ารับการฝึกอบรมดับเพลิงขั้นต้นร้อยละ 40
13. แต่งตั้งเจ้าหน้าที่เพื่อเข้าระงับเหตุเพลิงไหม้
14. จัดให้มีผู้มีหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัยเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการป้องกันและ

ระงับอัคคีภัย การใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการดับเพลิง การปฐมพยาบาลและการช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉิน

15. จัดให้ผู้คนที่อยู่ในอาคารฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ ระยะเวลาไม่เกิน 5 นาที
16. ต้องฝึกซ้อมดับเพลิงและอพยพหนีไฟตามแผนอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยก่อนซ้อมไม่น้อยกว่า 30 วัน

ต้องส่งแผนการฝึกซ้อมและรายละเอียดต่าง ๆ ต่ออธิบดี

17. จัดทำรายงานการฝึกซ้อมให้เป็นลายลักษณ์อักษร ยื่นต่ออธิบดีภายใน 30 วัน นับแต่เสร็จสิ้น

การฝึกซ้อมและควรทำการฝึกซ้อมทุกปี

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการสำรวจและประเมินอาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยของอาคารยังบกพร่องอยู่ แสดงว่าอาคารมีความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุอัคคีภัย อาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน สามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

ประเด็นที่ 1 จากข้อที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานกฎกระทรวงเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 ต้องเพิ่มประสิทธิภาพของการป้องกันอัคคีภัยโดยจัดทำแผนการป้องกันและระงับอัคคีภัยของอาคาร

สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ N .Nadzim, M .Taib)2014 (ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินระบบการจัดการความปลอดภัยจากอัคคีภัยในอาคารสถานศึกษา กรณีศึกษาในโรงเรียนที่เพิ่งเกิดไฟไหม้ในเมืองปีนัง ที่ต้องเพิ่มประสิทธิภาพในด้านระบบป้องกันอัคคีภัย โดยมีการจัดทำแผนที่เกี่ยวข้องในการจัดการความปลอดภัยจากอัคคีภัยที่เกี่ยวข้องกับพนักงานอาจารย์และนักเรียน ตลอดจนการพูดคุยเรื่องอันตรายจากอัคคีภัยและการดำเนินการที่สำคัญในกรณีฉุกเฉิน และต้องแต่งตั้งพนักงานคนใดคนหนึ่ง เพื่อให้เข้าร่วมทีมความปลอดภัยในโรงเรียน อธิบายได้ว่า ทางคณะวิทยาศาสตร์จะต้องจัดทำแผนการป้องกันและระงับอัคคีภัยของอาคารวิจัย โดยทำเป็นแผนป้องกันและระงับอัคคีภัยที่สามารถตรวจสอบได้ แผนการอพยพหนีไฟที่สามารถอพยพผู้คนที่ทั้งหมดภายในเวลาไม่เกิน 5 นาที มีไฟฟ้าสำรองสำหรับเส้นทางหนีไฟ พร้อมจัดให้มีเจ้าหน้าที่ดับเพลิงภายในอาคารที่มีความรู้เกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัยประจำอาคารด้วย

ประเด็นที่ 2 การก่อตั้งอาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ ได้ก่อตั้งก่อนมีการบังคับใช้กฎกระทรวงฉบับที่ 33 ส่งผลต่อการออกแบบด้านการป้องกันอัคคีภัย ผลวิจัย พบว่า สอดคล้องกับข้อกำหนด 41 รายการ (ร้อยละ 85.42) สอดคล้องกับข้อกำหนดแต่ใช้การไม่ได้ 1 รายการ (ร้อยละ 2.08) และไม่สอดคล้องกับข้อกำหนด 6 รายการ (ร้อยละ 12.50) สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของฐนันต์ วชิรศักดิ์ชัย (2553 (ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินความปลอดภัยด้านอัคคีภัยในอาคารกรณีศึกษา อาคารสถานศึกษา 14 ชั้น โดยการนำเอาข้อกำหนดด้านการป้องกันอัคคีภัยตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 มาจัดทำเป็นแบบสำรวจและประเมินการเก็บข้อมูลดำเนินการ ผลการศึกษาพบว่า อาคารและระบบขณะศึกษาไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดถึง 19 รายการ จากทั้งหมด 42 รายการ และพบว่ามีอีก 3 รายการ ที่เป็นไปตามข้อกำหนดแต่ไม่สามารถใช้การได้ โดยได้วิเคราะห์ข้อบกพร่อง 19 รายการ ที่ไม่สอดคล้องกับกฎกระทรวงฉบับที่ 33 แสดงให้เห็นว่าการที่อาคารได้รับใบอนุญาตก่อสร้างก่อนการสำรวจบังคับใช้กฎกระทรวงฉบับที่ 33 ส่งผลให้อาคารขาดการออกแบบด้านการป้องกันอัคคีภัย และก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงเมื่อเกิดเพลิงไหม้

ประเด็นที่ 3 การตรวจสอบสภาพความสามารถพร้อมใช้งานของอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย โดยทางอาคารวิจัยได้มีการตรวจเช็คสภาพอุปกรณ์การป้องกันและระงับอัคคีภัยในเบื้องต้นโดยนักศึกษาศาขานามัยและความปลอดภัย แต่ยังไม่พบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติ (Sprinkler System) ที่ยังไม่มีการตรวจสอบโดยวิศวกร สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของวิชัย สุขคติวัฒน์ และอภิชาติ แจ่มบำรุง (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาและวิเคราะห์ระบบป้องกันอัคคีภัยในอาคารขนาดใหญ่พิเศษ กรณีศึกษาอาคารคัมเกล้าโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ผลการศึกษา พบว่า ความปลอดภัยด้านอัคคีภัยของอาคารคัมเกล้าฯ นั้นยังไม่ถูกต้องตามมาตรฐาน การป้องกันอัคคีภัยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย เนื่องจากอาคารถูกใช้งานเป็นเวลานานทำให้ระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยอัตโนมัติ ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพชำรุดไม่สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ และยังขาดการดูแลบำรุงรักษาที่เหมาะสม เช่น ระบบดับเพลิงด้วยน้ำ ระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยอัตโนมัติ อธิบายได้ว่า จากที่ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติ (Sprinkler System) (ยังไม่มีการตรวจสอบโดยวิศวกรนั้น เป็นผลมาจากงบประมาณที่ใช้ตรวจสอบมีค่าใช้จ่ายสูง ต้องตรวจสอบโดยวิศวกรผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้ทางคณะวิทยาศาสตร์ได้บรรจุแผนการตรวจสอบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติในงบประมาณประจำปีต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 1.ควรศึกษาความรู้ เจตคติด้านการป้องกันและระงับอัคคีภัยของผู้ใช้อาคารวิจัย
- 2 .ควรจัดทำระบบฐานข้อมูลด้านการป้องกันและระงับอัคคีภัย

ข้อจำกัดของการวิจัย

ไม่มีอุปกรณ์สำหรับการทดสอบความดัน ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติ (Sprinkler System) และไม่มีเครื่องมือตรวจวัดระบบไฟฟ้า ผลการศึกษาจึงไม่สามารถระบุได้ว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีความพร้อมใช้งานหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

- กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) (แก้ไขเพิ่มเติมโดยกฎกระทรวง ฉบับที่ 42 (พ.ศ. 2537) และกฎกระทรวงฉบับที่ 50 (พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 .(2535) .ราชกิจจานุเบกษา , เล่มที่ 109, ตอนที่ 11.
- กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 .(2556) .ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 130, ตอนที่ 2 (ก).
- ข่าวภาคอีสาน ,2557) .ตุลาคม .(17 ไฟไหม้สนามบิน จังหวัดอุบลราชธานี แต่ยังไม่ให้เครื่องบินสามารถทำการขึ้น – ลงตามปกติได้ .ไทยรัฐออนไลน์ . สืบค้นเมื่อ 27 มิถุนายน 2560 ,จาก <http://www.thairath.co.th>
- ฐานันต์ วชิรศักดิ์ชัย. (2553 .(การประเมินความปลอดภัยด้านอัคคีภัยในอาคาร กรณีศึกษาอาคารสถานศึกษา 14 ชั้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีปทุม, กรุงเทพมหานคร. สืบค้นจาก <http://dspace.spu.ac.th/handle/123456789/3085>
- นันทนา พิมพ์พันธ์, และจิราภรณ์ ทองสุด. (2556). รายงานประจำปี 2556 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี . ใน การสรุปผลการดำเนินการของคณะวิทยาศาสตร์ ในรอบปีงบประมาณ พ.ศ. 2556) น. 93 - 94 .(อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ปัญญาพล คงถาวร. (2550 .(แนวทางการประเมินและออกแบบปรับปรุงอาคาร เพื่อเพิ่มความปลอดภัยจากอัคคีภัย กรณีศึกษา อาคารชุมนุม .วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต ,มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี. สืบค้นจาก <http://digi.library.tu.ac.th/thesis/ra/0231>
- ไพโรจน์ บุญยิ่ง. (2554 .(การประเมินความปลอดภัยด้านอัคคีภัยในอาคาร กรณีศึกษา บริษัทบริหารสินทรัพย์ กรุงเทพพาณิชย์ จำกัด .วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีปทุม, กรุงเทพมหานคร. สืบค้นจาก <http://dspace.spu.ac.th>
- วิชัย สุขคลีวนิติ, อภิชาติ แจ้งบำรุง. (2555 .(การศึกษาและวิเคราะห์ระบบป้องกันอัคคีภัยในอาคารขนาดใหญ่พิเศษ กรณีศึกษา อาคารคุ้มเกล้าโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช .วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. สืบค้นจาก http://www.eng.ku.ac.th/ejournal_th
- สถานีวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย จังหวัดอุบลราชธานี. (2558 .(เกิดเหตุเพลิงไหม้ 2 จุด ในช่วงเวลาเดียวกัน ในจังหวัดอุบลราชธานี .สืบค้นเมื่อ 27 มิถุนายน 2560 ,จาก <http://nwnt.prd.go.th/centerweb/news>
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.). 255)5 .(จุดบัยบอทางหนีไฟและตัวอย่างการติดบัย .สืบค้น 27 มิถุนายน .2560สืบค้นจาก <http://labsafety.nrct.go.th/index.php>
- Chow, W .K) .2001 .(Review on fire safety management and application to Hong Kong. *International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes* , 3)1(, 52 - 58 .Retrieved from <http://www.bse.polyu.edu.hk/researchcentre/pdf>
- Kironji, M) .2015 .(Evaluation of Fire Protection Systems in Commercial High-rise Buildings for Fire Safety Optimization A Case of Nairobi Central Business District. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5)10 .(Retrieved from <https://journals.indexcopernicus.com/search>
- Nadzim, N., & Taib, M) .2014 .(Appraisal of fire safety management systems at educational buildings . *EDP Sciences*, 11)15 .(Retrieved from <https://www.shsconferences.org/articles/shsconf/html>

การอธิบายข้อมูลทางโครงสร้างของสารยับยั้งเอนไซม์ InhA สำหรับสารต้านโรควัณโรค:
การออกแบบสารยับยั้งโดยอาศัยข้อมูลทางลิแกนด์และข้อมูลทางโครงสร้าง

Elucidating the structural basis of InhA inhibitors for anti-tuberculosis agents:
Ligand and structure based drug design approaches

นฤตล ภูศรี¹ ชิมพิกา พรพรม¹ ชญาณิลห์ หาญลลินโรจน์¹ บัณฑิต คำศรี¹ บงกชวรรณ พาคำวงศ์¹
ภาพตะวัน ทองดี¹ กัมปนาท ฉายจรัส¹ นิธิมา สุทธิพันธ์² พุทธิ คำศรี³ อรดี พันธุ์กว้าง³ พชรินทร์ ทรัพย์อากาศ⁴
สุภา ทารหนองบัว⁴ พงษ์ ศรีมานอชอุ⁵ คมสันต์ สุทธิสินทอง⁶ และ พรพรม พังโพธิ์^{1*}

¹ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

² คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

³ สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม

⁴ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

⁵ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

⁶ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

* E-mail : pornpan_ubu@yahoo.com (Corresponding author)

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้นำเอาระเบียบวิธีการทางด้าน การออกแบบโมเลกุลด้วยการคำนวณมาประยุกต์ใช้ในการค้นหา และปรับเปลี่ยนสารยับยั้งของโมเลกุลเป้าหมายชนิดใหม่ที่มีศักยภาพในการยับ เอนไซม์อีโนลเอซีพีรีดักเตส หรือ เอนไซม์ InhA ของเชื้อ *ไมโครแบคทีเรียม ทูเบอร์คูโลสิส* ซึ่งเป็นเอนไซม์เป้าหมายในการออกฤทธิ์ยับยั้งของตัวยาหลัก ในการรักษาโรควัณโรคอย่างยาไอโซไนอาซิด ซึ่งการดื้อต่อยาไอโซไนอาซิดเกิดเนื่องจากการกลายพันธุ์ของเอนไซม์ InhA ในการพัฒนายาต้านโรควัณโรคซึ่งสารยับยั้งโรควัณโรคที่ถูกนำมาทำการศึกษาในการพัฒนาสารยับยั้งเชื้อโรควัณโรคคือ สารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่มีศักยภาพในการออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ InhA ของเชื้อ *ไมโครแบคทีเรียม ทูเบอร์คูโลสิส* ระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลที่ต่อกัน การจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุล และ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับค่ากัมมันตภาพในเชิงสามมิติถูกประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาข้อมูลที่สำคัญของ ตัวยับยั้งเอนไซม์ InhA ดังนั้น ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ทำให้ทราบถึงรูปแบบการวางตัวในโพรงการจับของตัวยับยั้ง อันตรกิริยาที่สำคัญที่เกิดขึ้นในโพรงการจับและความต้องการทางโครงสร้างของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่เป็นตัวยับยั้งเอนไซม์ InhA ซึ่งเป็นแนวทางในการออกแบบตัวยับยั้งเอนไซม์ InhA มีศักยภาพสูงขึ้น

คำสำคัญ : สารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide การคำนวณโมเลกุลที่ต่อกัน การจำลองแบบพลวัตเชิง โมเลกุล การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับค่ากัมมันตภาพในเชิงสามมิติ

Abstract

In this research, computer aided molecular design approaches were applied to investigate and optimization of novel drug targets due to high potential. Enoyl-ACP reductase (InhA) of *Mycobacterium tuberculosis*, has been shown to be the primary target of the isoniazid. The isoniazid resistance arises from the mutations of InhA. The developing new and more potent anti-tuberculosis agents, which are selected the heteroaryl benzamide derivative as potential anti-tuberculosis agents active against *Mycobacterium tuberculosis* InhA. Molecular docking calculations, molecular dynamics (MD) simulations and three dimensional quantitative structure activity relationships (3D-QSAR) were applied to elucidate the important information of InhA inhibitors. Therefore, the important information from this studies were applied to understand the binding mode of inhibitors in binding pocket, the crucial interactions of inhibitors in binding pocket

and the structure requirements of heteroaryl benzamide derivatives as InhA inhibitors provided guidelines for the design of new and more potent InhA inhibitors.

Keywords : Heteroaryl Benzamide Derivatives, Molecular Docking Calculations, Molecular Dynamics Simulations, Three Dimensional Quantitative Structure Activity Relationship

บทนำ

โรควัณโรคเป็นโรคติดต่อที่มีสาเหตุหลักมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium tuberculosis* และเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตของคนทั่วโลก ปัจจุบันสถานการณ์ในประเทศไทยองค์การอนามัยโลกได้จัดอันดับให้ไทยอยู่ในกลุ่มประเทศที่ยังไม่สามารถควบคุมวัณโรคได้ (World Health Organization, http://www.who.int/tb/publications/global_report/en/) การรักษาวัณโรคในปัจจุบันต้องใช้เวลาในการรักษาด้วยอย่างน้อย 2 ชนิดขึ้นไป โดยมีไอโซไนอาซิด (Isoniazid หรือ INH) เป็นยาหลัก 1 ชนิดแล้วใช้ยาตัวอื่นๆ ร่วมด้วย (Graham, A. W. et al., 2005) เอนไซม์ Enoyl-ACP reductase (InhA) เป็นเอนไซม์เป้าหมายในการออกฤทธิ์ของตัวยาไอโซไนอาซิด ซึ่งเป็นตัวยาสำคัญในการรักษาวัณโรค (Rozwarski, D. A. et al., 1998) โดยทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยารีดักชันของสายโซ่กรดไขมันใน FAS II pathway ในกระบวนการสังเคราะห์ผนังเซลล์ของเชื้อวัณโรค อย่างไรก็ตามการใช้ไอโซไนอาซิดยังมีปัญหาสำคัญคือการเกิดกลายพันธุ์ของเอนไซม์ InhA พบว่าการดื้อยาของไอโซไนอาซิดเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการรบกวนพันธะไฮโดรเจนที่ช่วยการจับของ Nicotinamide adenine dinucleotide (NAD⁺) มีเสถียรภาพและจากการศึกษาในเวลาต่อมาจึงพบว่าการดื้อยาของไอโซไนอาซิดเกี่ยวข้องกับการกลายพันธุ์ของเอนไซม์ catalase-peroxidase (KatG) ด้วย (Rozwarski, D. A. et al., 1999) จึงทำให้มีหลายกลุ่มงานวิจัยพยายามที่จะพัฒนาสารยับยั้งเอนไซม์ InhA ตัวใหม่โดยไม่ต้องการกระบวนการกระตุ้นจากเอนไซม์ KatG (Frisch, M. J. et al., 2009) จากข้อมูลที่ได้เหล่านี้ทำให้เข้าถึงกลไกการดื้อยาซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการออกแบบตัวยาที่มีศักยภาพสูงในการรักษาโรควัณโรคเพื่อพัฒนาตัวยับยั้งให้มีประสิทธิภาพและมีความจำเพาะต่อเอนไซม์ InhA ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจในการนำเอาระเบียบวิธีทางด้านการจำลองแบบโมเลกุลมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาออกแบบและค้นหาสารยับยั้งเอนไซม์ InhA ตัวใหม่โดยสนใจที่จะทำการพัฒนาสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ให้มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ยับยั้งโรควัณโรคได้สูงขึ้น โดยใช้ระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ดอกกิ้ง การจำลองพลวัตเชิงโมเลกุล และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับค่ากัมมันตภาพการยับยั้งซึ่งจะทำให้เข้าใจถึงรูปแบบการวางตัวและอันตรกิริยาที่สำคัญระหว่างสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่เกิดขึ้นในโพรงการจับของเอนไซม์ InhA โดยผู้วิจัยคาดหวังว่างานวิจัยนี้จะทำให้ได้สารยับยั้งตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นเพื่อใช้เป็นสารยับยั้งเอนไซม์ InhA และเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium tuberculosis* นอกจากนี้ยังทำให้ได้ข้อมูลที่สำคัญทางด้านโครงสร้าง อันตรกิริยาที่สำคัญซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการออกแบบและพัฒนาสารยับยั้งตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง

วิธีการวิจัย

รวบรวมข้อมูลทางโครงสร้างของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ดังแสดงดังตารางที่ 1 จากนั้นทำการปรับโครงสร้างให้เสถียรด้วยระเบียบวิธีการคำนวณเคมีควอนตัม *ab initio* (M062X/6-31G*) โดยใช้โปรแกรม Gaussian 09 (Frisch, M. J. et al., 2009) ทดสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรม Autodock 4.2 (Morris, G. M. et al., 2009) ศึกษาแบบการจับตัวกันของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ภายในโพรงการจับเอนไซม์ InhA (PDB Code: 4QXM) (Guardia, A. et al., 2016) ด้วยระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ดอกกิ้ง ศึกษาสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์เพื่ออธิบายและทำนายกระบวนการสำคัญทางชีวเคมีในธรรมชาติ ทำการคำนวณค่าพลังงานการจับอิสระของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ภายในโพรงการจับเอนไซม์ InhA โดยใช้วิธี MM-PBSA (Wang, J. et al., 2001; Kaledin, M. et al., 2004; Wang, J. et al., 2006; Hou, T. et al., 2011) ด้วยระเบียบวิธีการจำลองพลวัตเชิงโมเลกุล และศึกษาความต้องการทางโครงสร้างของสารอนุพันธ์

heteroaryl benzamide เพื่อเพิ่มค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งด้วยระเบียบวิธีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับค่ากัมมันตภาพการยับยั้ง วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้จากการศึกษาในแต่ละระเบียบวิธีการศึกษา เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบโครงสร้างของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่มีค่ากัมมันตภาพสูงขึ้นในการยับยั้งเอนไซม์ InhA

ตารางที่ 1 โครงสร้างและค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA (IC₅₀) ของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide (Guardia, A. et al., 2016)

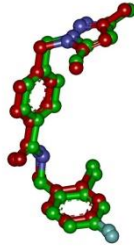
สารหมายเลข	โครงสร้าง	IC ₅₀ (μM)
17		0.05
19		0.02
21		0.19
22		0.04
25		1.00
33		3.40
34		1.55
35		0.26
38		6.10

ผลการวิจัย

1) ผลการศึกษาสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ด้วยระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ต็อกกิ่ง

1.1) ผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรม Autodock 4.2

ผลจากการเปรียบเทียบระหว่างโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณของสารยับยั้งเชื้อวัณโรคในโพรงการจับของเอนไซม์ InhA ของเชื้อวัณโรคชนิดดั้งเดิม พบว่าในโพรงการจับของเอนไซม์ InhA ของเชื้อวัณโรคให้ค่า RMSD เท่ากับ 0.50 อังสตรอม จากการซ้อนทับกันของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ระหว่างโครงสร้างผลึกทางเอ็กซ์เรย์กับโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณของสารยับยั้งเชื้อวัณโรคในโพรงการจับของเอนไซม์ InhA ของเชื้อวัณโรค พบว่าทั้งสองโครงสร้างมีตำแหน่งการวางตัวที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 1



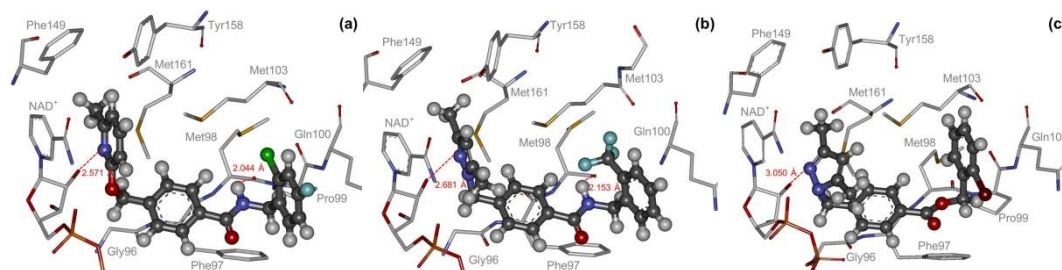
รูปที่ 1 การซ้อนทับกันของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ระหว่างลิแกนด์ผลึกทางเอ็กซ์เรย์ (สีเขียว) และโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณ (สีแดง) ของสารยับยั้งเชื้อวัณโรคในโพรงการจับของเอนไซม์ InhA ชนิดดั้งเดิม

1.2) วิเคราะห์อันตรกิริยาที่สำคัญของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ในโพรงเอนไซม์

InhA

สารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่มีค่ากัมมันตภาพการยับยั้งเอนไซม์ InhA สูงที่สุด เมื่อพิจารณาถึงสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงสุดคือ **สารหมายเลข 19** มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA ด้วยค่า IC_{50} เท่ากับ $0.02 \mu M$ มีรูปแบบการวางตัว แสดงดังในรูปที่ 2 (a) พบว่าเกิดอันตรกิริยาที่สำคัญ คือ อันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมไฮโดรเจนของหมู่เอไมด์กับอะตอมออกซิเจนของกรดอะมิโน Met98 มีระยะห่าง 2.044 อังสตรอม และอะตอมไนโตรเจนของวงไพริดีนกับหมู่ไฮดรอกซิลของโคแฟกเตอร์ NAD^+ มีระยะห่าง 2.571 อังสตรอม นอกจากนี้ยังเกิดอันตรกิริยาชนิดไฮโดรโฟบิกกับกรดอะมิโน Phe97, Phe149, Tyr158 และ Met161 สารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่มีค่ากัมมันตภาพการยับยั้งเอนไซม์ InhA ปานกลาง เมื่อพิจารณาถึงสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งปานกลาง คือ **สารหมายเลข 25** ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA ด้วยค่า IC_{50} เท่ากับ $1.00 \mu M$ มีรูปแบบการวางตัว ดังแสดงในรูปที่ 2 (b) พบว่าเกิดอันตรกิริยาที่สำคัญ คือ เกิดอันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมไฮโดรเจนของหมู่เอไมด์กับอะตอมของออกซิเจนของกรดอะมิโน Met98 โดยมีระยะห่าง 2.153 อังสตรอม และอะตอมไนโตรเจนของวง 3,5-dimethyl-1H-pyrazol-1-yl กับหมู่ไฮดรอกซิลของโคแฟกเตอร์ NAD^+ มีระยะห่าง 2.681 อังสตรอม นอกจากนี้ยังพบอันตรกิริยาชนิดไฮโดรโฟบิกกับกรดอะมิโน Phe97, Phe149, Tyr158 และ Met199 สารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่มีค่ากัมมันตภาพการยับยั้งเอนไซม์ InhA ต่ำสุด เมื่อพิจารณาถึงสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งต่ำสุด คือ **สารหมายเลข 38** ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA ด้วยค่า IC_{50} เท่ากับ $6.10 \mu M$ มีรูปแบบการวางตัว แสดงดังในรูปที่ 2 (c) พบว่าเกิดอันตรกิริยาที่สำคัญ คือ อันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมไนโตรเจนของวง 3,5-dimethyl-1H-pyrazol-1-yl กับหมู่ไฮดรอกซิลของโคแฟกเตอร์ NAD^+ มีระยะห่าง 3.050 อังสตรอม นอกจากนี้ยังเกิดอันตรกิริยาชนิดไฮโดรโฟบิกกับกรดอะมิโน Tyr158, Met161, Ala198, Met199 และ Ile202

จากการวิเคราะห์อันตรกิริยาที่สำคัญของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงสุด ปานกลาง และต่ำสุด พบว่า **สารหมายเลข 19** และ **สารหมายเลข 25** ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงสุดและปานกลาง ตามลำดับ ซึ่ง **สารหมายเลข 19** เกิดอันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงมากกว่า **สารหมายเลข 25** จึงส่งผลให้ **สารหมายเลข 19** มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA ที่สูงกว่า **สารหมายเลข 25** และ **สารหมายเลข 38** เกิดอันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนจำนวนน้อยกว่าและไม่แข็งแรง จึงส่งผลให้ **สารหมายเลข 38** มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA ต่ำที่สุด

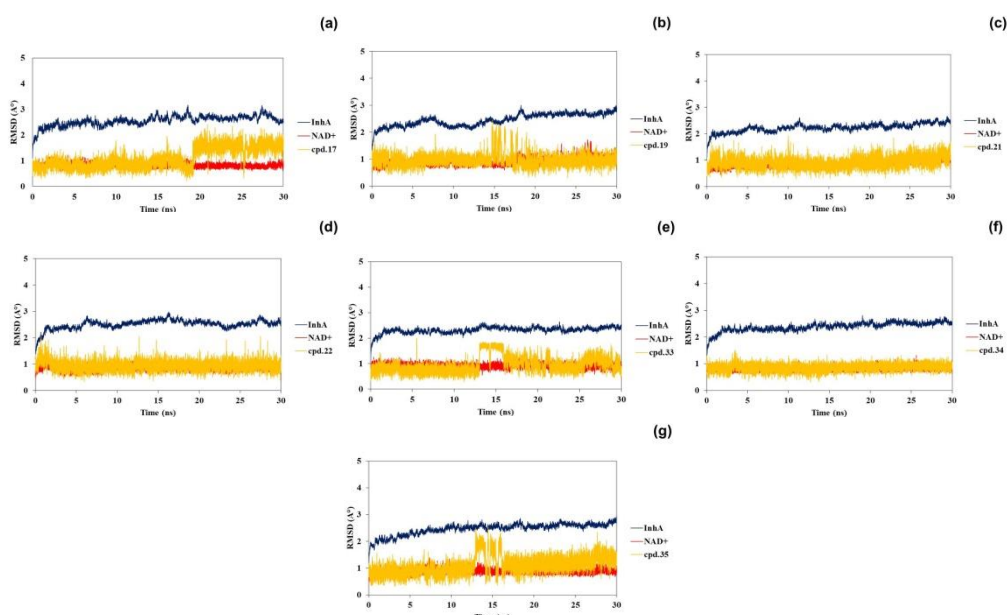


รูปที่ 2 รูปแบบการจับของสารยับยั้งสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide สารหมายเลข 19 ที่มีค่ากัมมันตภาพการยับยั้งเอนไซม์ InhA สูง (a) สารหมายเลข 25 ที่มีค่ากัมมันตภาพการยับยั้งเอนไซม์ InhA ปานกลาง (b) และสารหมายเลข 38 ที่มีค่ากัมมันตภาพการยับยั้งเอนไซม์ InhA ต่ำ (c) ในโพรงการจับของเอนไซม์ InhA ของเชื้อวัณโรคที่ได้จากการคำนวณโมเลกุลาร์ดอกกิ่ง

2) ผลการศึกษาสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ด้วยระเบียบวิธีวิธีการจำลองพลวัตเชิงโมเลกุล

2.1) ความเสถียรภาพและการคำนวณหาค่าพลังงานการจับอิสระของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ในโพรงการจับของเอนไซม์ InhA

จากการจำลองพลวัตเชิงโมเลกุลโดยการคำนวณ RMSD ของทุกอะตอมของเอนไซม์ InhA โคแฟกเตอร์ NAD⁺ และสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide พบว่าในแต่ละระบบมีการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบ เมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างจากโครงสร้างเริ่มต้น ดังแสดงในรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าโครงสร้างเอนไซม์ InhA โคแฟกเตอร์ NAD⁺ และสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ในทุกระบบมีค่า RMSD ค่อนข้างเสถียรตั้งแต่วเวลา 2 ns จนถึง 30 ns และมีค่า RMSD เฉลี่ยในช่วง 0.5-3.0 อังสตรอม ดังนั้นผู้วิจัยได้นำเอาค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา 5 ns สุดท้ายมาทำการคำนวณหาค่าพลังงานการจับอิสระของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ในโพรงการจับของเอนไซม์ InhA ดังแสดงในตารางที่ 2 และเมื่อทำการพลอตกราฟหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานการจับอิสระที่ได้จากการทดลองและการคำนวณ พบว่า ได้ค่าความสัมพันธ์ (r^2) 0.8642 ดังแสดงในรูปที่ 4

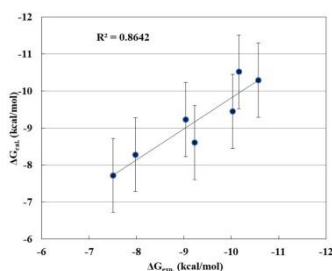


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับ RMSD ของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ในโพรงการจับของเอนไซม์ InhA ของสารหมายเลข 17 (a) สารหมายเลข 19 (b) สารหมายเลข 21 (c) สารหมายเลข 22 (d) สารหมายเลข 33 (e) สารหมายเลข 34 (f) และสารหมายเลข 35 (g)

ตารางที่ 2 การคำนวณค่าพลังงานการจับอิสระในหน่วย kcal/mol โดยวิธี MM-PBSA (n=100 snapshot)

สารหมายเลข	IC ₅₀ (μM)	ΔH	TΔS	ΔG _{cal}	ΔG _{exp} ^[a]
17	0.05	-31.26±3.61	-21.82±5.47	-9.45±3.85	-10.03
19	0.02	-30.34±3.03	-20.05±4.43	-10.29±3.62	-10.57
21	0.19	-29.61±3.48	-21.00±4.85	-8.61±3.67	-9.23
22	0.04	-38.93±3.22	-28.41±4.58	-10.52±3.51	-10.16
33	3.40	-34.07±3.33	-26.35±6.33	-7.72±5.22	-7.51
34	1.55	-39.88±4.00	-31.60±5.22	-8.28±4.01	-7.98
35	0.26	-34.75±3.36	-25.52±4.69	-9.23±3.56	-9.04

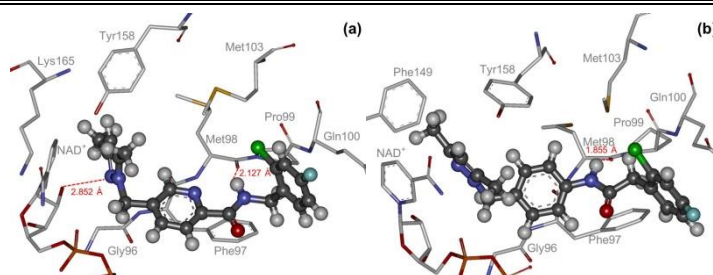
^[a] $\Delta G_{exp} = RT \ln[IC_{50}]$, เมื่อ R = 1.988 cal/mol K และ T = 300 K



รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานการจับอิสระจากการทดลองและค่าพลังงานการจับจากการคำนวณ

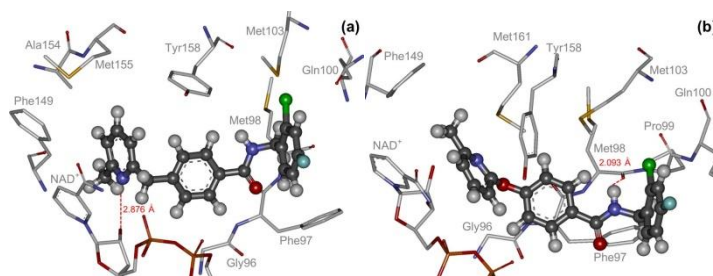
2.2) ตำแหน่งการวางตัวและอันตรกิริยาของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ในโครงการจับของเอนไซม์ InhA

ตำแหน่งการวางตัวของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่มีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ตรงตำแหน่งของ picolinamide ของสารหมายเลข 21 และ N-phenylformamide ของสารหมายเลข 22 จะเห็นได้ว่ามีตำแหน่งการวางตัวของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่แตกต่างกัน สารหมายเลข 21 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA ด้วยค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.19 μM มีตำแหน่งในการวางตัว แสดงดังในรูปที่ 5 (a) เกิดอันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมไฮโดรเจนของหมู่เอไมด์กับอะตอมออกซิเจนของกรดอะมิโน Met98 ด้วยระยะห่าง 2.127 อังสตรอม และอะตอมไนโตรเจนของวง 3,5-dimethyl-1H-pyrazol-1-yl กับหมู่ไฮดรอกซิลของโคแฟกเตอร์ NAD⁺ ระยะห่าง 2.852 อังสตรอม นอกจากนี้ยังพบอันตรกิริยาชนิดไฮโดรโฟบิกกับกรดอะมิโน Met161 สารหมายเลข 22 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA ด้วยค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.04 μM มีตำแหน่งในการวางตัว แสดงดังในรูปที่ 5 (b) จากผลการศึกษาพบ อันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมไฮโดรเจนของหมู่เอไมด์กับอะตอมออกซิเจนของกรดอะมิโน Met98 ระยะห่าง 1.855 อังสตรอม และพบอันตรกิริยาชนิดไฮโดรโฟบิกกับกรดอะมิโน Met161, Ala198 และ Ala201 จากสารหมายเลข 21 และสารหมายเลข 22 ที่มีความแตกต่างกันระหว่างหมู่ picolinamide และ N-phenylformamide ตามลำดับ ส่งผลให้มีตำแหน่งการวางตัวของสารทั้งสองหมายเลขและประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA แตกต่างกัน จากผลการศึกษา พบว่า สารหมายเลข 22 เกิดอันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงและอันตรกิริยาชนิดไฮโดรโฟบิกที่มากกว่าสารหมายเลข 21 จึงส่งผลให้สารหมายเลข 22 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA ดีกว่าสารหมายเลข 21



รูปที่ 5 ตำแหน่งการวางตัวและอันตรกิริยาของสารหมายเลข 21 (a) และสารหมายเลข 22 (b) ในโพรงการจับของ เอนไซม์ InhA

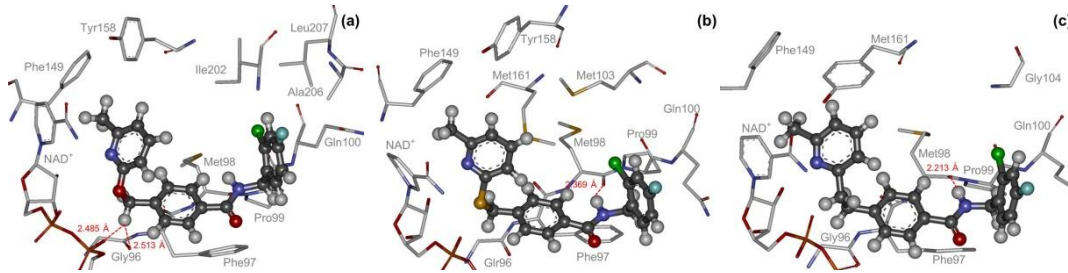
ตำแหน่งการวางตัวของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่มีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ตรงตำแหน่งของหนึ่งอะตอมในสายโซ่ระหว่างวงเบนซีนกับวงไพริดีน สารหมายเลข 17 สายโซ่ระหว่างวงเบนซีนกับวงไพริดีน คือ มีเทน (-CH₂-) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA ด้วยค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.05 μM และสารหมายเลข 33 สายโซ่ระหว่างวงเบนซีนกับวงไพริดีน คือ อะตอมออกซิเจน (-O-) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA ด้วยค่า IC₅₀ เท่ากับ 3.40 μM และสารทั้งสองหมายเลขมีตำแหน่งการวางตัวดังแสดงในรูปที่ 6 จากผลการศึกษา พบว่า สารหมายเลข 17 เกิดอันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมไฮโดรเจนของวงไพริดีนกับโคแฟกเตอร์ NAD⁺ ระยะห่าง 2.876 อังสตรอม และอันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมไฮโดรเจนของหมู่เอไมด์กับอะตอมออกซิเจนของกรดอะมิโน Met98 ด้วยระยะห่าง 2.093 อังสตรอม และยังเกิดอันตรกิริยาชนิดไฮโดรโฟบิกกับกรดอะมิโน Tyr158 และ Leu207 จากผลการศึกษา พบว่า สารหมายเลข 17 เกิดอันตรกิริยาชนิดไฮโดรโฟบิกที่มากกว่าสารหมายเลข 33 ดังนั้นจึงส่งผลให้สารหมายเลข 17 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA ได้ดีกว่าสารหมายเลข 33



รูปที่ 6 ตำแหน่งการวางตัวและอันตรกิริยาของสารหมายเลข 17 (a) และสารหมายเลข 33 (b) ในโพรงการจับของ เอนไซม์ InhA

ตำแหน่งการวางตัวของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่มีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ตรงตำแหน่งของสองอะตอมในสายโซ่ระหว่างวงเบนซีนกับวงไพริดีน สารหมายเลข 19 สายโซ่ระหว่างวงเบนซีนกับวงไพริดีน คือ เมธทานอน (-OCH₂-) มีค่า IC₅₀ 0.02 μM พบว่าเกิดอันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมไฮโดรเจนของเมธทานอน (-OCH₂-) กับอะตอมออกซิเจนของกรดอะมิโน Gly96 และโคแฟกเตอร์ NAD⁺ ระยะห่าง 2.513 และ 2.485 อังสตรอม ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเกิดอันตรกิริยาชนิดไฮโดรโฟบิกกับกรดอะมิโน Tyr158, Met161 และ Ala198 สารหมายเลข 35 สายโซ่ระหว่างวงเบนซีนกับวงไพริดีน คือ เมทิลไทโอ (-SCH₂-) มีค่า IC₅₀ 0.26 μM จากการวิเคราะห์อันตรกิริยาที่สำคัญ พบว่า เกิดอันตรกิริยาระหว่างอะตอมไฮโดรเจนของหมู่เอไมด์กับอะตอมออกซิเจนของกรดอะมิโน Met98 ระยะห่าง 2.369 อังสตรอม นอกจากนี้ยังเกิดอันตรกิริยาชนิดไฮโดรโฟบิกกับกรดอะมิโน Met161 และ Ile202 สารหมายเลข 34 สายโซ่ระหว่างวงเบนซีนกับวงไพริดีน คือ อีเทน (-CH₂CH₂-) มีค่า IC₅₀ 1.55 μM พบว่า เกิดอันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะตอมไฮโดรเจนของหมู่เอไมด์กับอะตอมออกซิเจนของกรดอะมิโน Met98 ระยะห่าง 2.213 อังสตรอม และอันตรกิริยาชนิดไฮโดรโฟบิกกับ

กรดอะมิโน Phe149 และ Met199 จากผลการศึกษาอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นของสารทั้งสามหมายเลข พบว่า สารหมายเลข 19 ที่เป็นสารไซ้ประกอบด้วยอะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงจะเกิดอันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนที่มากกว่าสารหมายเลข 35 และสารหมายเลข 34 ดังนั้นจึงส่งผลให้สารหมายเลข 19 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ InhA ได้ดีกว่าสารหมายเลข 35 และสารหมายเลข 34



รูปที่ 7 ตำแหน่งการวางตัวและอันตรกิริยาของสารหมายเลข 19 (a) สารหมายเลข 35 (b) และสารหมายเลข 34 (c) ในโพรงการจับของเอนไซม์ InhA

3) ผลการศึกษาความสัมพันธ์เชิงปริมาณระหว่างโครงสร้างกับค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งแบบสามมิติของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide

ผลการศึกษาความสัมพันธ์เชิงปริมาณระหว่างโครงสร้างกับค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งด้วย ระเบียบวิธีการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบดัชนีความเหมือนเชิงโมเลกุล (CoMSIA) โดยศึกษาสมบัติทางโครงสร้างและค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งเชื้อเอนไซม์ InhA ของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide จำนวน 39 โครงสร้าง โดยแยกเป็นชุดสร้างแบบจำลอง (training set) จำนวน 33 โครงสร้าง และชุดทดสอบ (test set) 6 โครงสร้าง พบว่า แบบจำลอง CoMSIA ที่ดีที่สุด คือ แบบจำลองที่มีค่า r_{cv}^2 และค่า r^2 เท่ากับ 0.500 และ 0.965 ตามลำดับ ซึ่งมีส่วนร่วมของสนามสเตอริก สนามอิเล็กโตร-สแตติก สนามไฮโดรโฟบิก และสนามไฮโดรเจนแอกเซปเตอร์ เป็น 10.0 %, 39.5 %, 31.6 % และ 18.9 % ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3 ผลการศึกษานี้ ค่าความสามารถในการทำนาย (predictive ability) ของแบบจำลองที่ได้ต่ำกว่า 0.600 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง CoMSIA ที่ได้นี้ไม่สามารถอธิบายความต้องการทางโครงสร้างของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ในการออกฤทธิ์ทางชีวภาพและไม่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้นได้

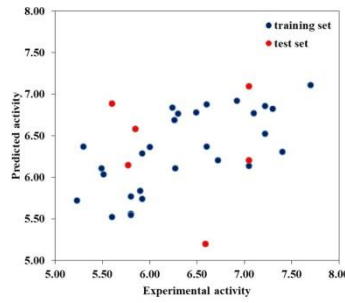
ตารางที่ 3 ผลทางสถิติของแบบจำลอง CoMSIA ของอนุพันธ์ heteroaryl benzamide

model	Statistical parameters						
	r_{cv}^2	r^2	N	S_{press}	SEE	F	Fraction
S/E/H/A	0.500	0.965	5	0.556	0.151	100.608	10.0/39.5/31.6/18.9

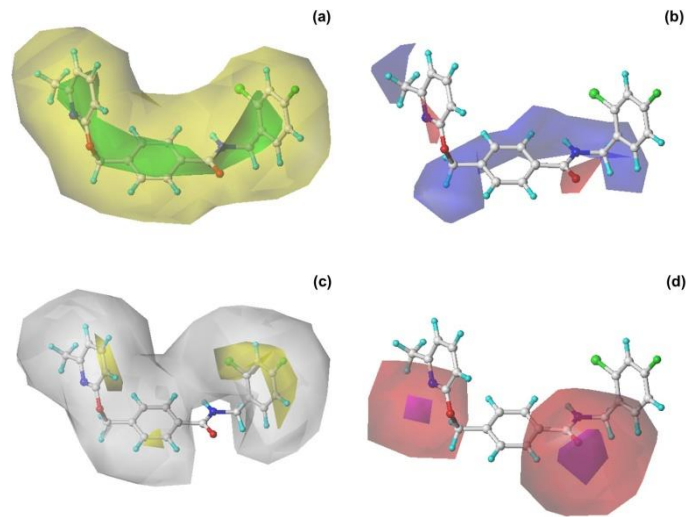
r_{cv}^2 ; non-cross-validation, r^2 ; cross-validation, N; Optimum number of components, S_{press} ; Standard error of prediction, SEE; Standard error of estimate, F; F Value, S; steric field, E; electrostatic field, H; Hydrophobic field, D; Hydrogen Donor field, A; Hydrogen Acceptor field

จากแบบจำลอง CoMSIA ของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่ดีที่สุด พบว่า ค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ที่ได้จากการทำนายไม่ใกล้เคียงกับการทดลองแสดงโดยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งจากการทดลองและการทำนาย ดังแสดงในรูปที่ 8 ดังนั้นจึงสามารถยืนยันได้ว่าแบบจำลอง QSAR ของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ไม่มีความน่าเชื่อถือเพียงพอในการทำนายค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งจากการคำนวณและผลแผนภาพคอนทัวร์ในรูปที่ 9 ไม่สามารถชี้แนะถึงความต้องการทางโครงสร้างที่สำคัญของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ได้ เนื่องจากแผนภาพคอนทัวร์ที่ได้ของสนามสเตอริก สนามไฮโดรโฟบิก และสนามไฮโดรเจนแอกเซปเตอร์ นั้นมีลักษณะที่ใหญ่และไม่แยกเป็น

แต่ละความต้องการทางโครงสร้าง ดังนั้นจึงไม่สามารถที่จะชี้แนะถึงความต้องการทางโครงสร้างของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ได้



รูปที่ 8 กราฟที่พลอตระหว่างค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งที่ได้จากการทดลองกับค่าจากการทำนายของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ด้วยวิธี CoMSIA



รูปที่ 9 แผนภาพคอนทัวร์ CoMSIA ในสนามสเตอริก (a) สนามอิเล็กโตรสแตติก (b) สนามไฮโดรโฟบิก (c) และสนามไฮโดรเจนแอกเซปเตอร์ (d)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการออกแบบโมเลกุลด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้ระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ต็อกกิ่ง ระเบียบวิธีการจำลองพลวัตเชิงโมเลกุลและการศึกษาความสัมพันธ์เชิงปริมาณระหว่างโครงสร้างกับค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งแบบสามมิติของสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ทำให้เข้าใจถึงรูปแบบการวางตัวและอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นของโครงสร้างที่มีผลต่อค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งของสารยับยั้งเอนไซม์ InhA นอกจากนี้ พบว่ากรดอะมิโน Met98 คือกรดอะมิโนที่เกิดอันตรกิริยาที่สำคัญกับสารอนุพันธ์ heteroaryl benzamide ดังนั้นผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำคัญสำหรับการออกแบบสารยับยั้งเอนไซม์ InhA ตัวใหม่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพื่อใช้เป็นสารต้านเชื้อไมโครแบคทีเรียมาทุเบอร์คูโลซิส

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (RSA5980057) ศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC) สำหรับเงินทุนสนับสนุนทุนการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติสำหรับการสนับสนุนโปรแกรมและเครื่องมือในการคำนวณ

เอกสารอ้างอิง

- Frisch, M. J. et al., (2009). Gaussian 09, Revision A.02, Gaussian, Inc. *Wallingford CT*.
- Graham, A. W. et al., (2005). Immune responses to tuberculosis in developing countries: implications for new vaccines. *Nature Reviews Immunology published*, 5(8), 661-667.
- Guardia, A. et al., (2016). N-Benzyl-4-((heteroaryl)methyl)benzamides: A New Class of Direct NADH-Dependent 2-trans Enoyl-Acyl Carrier Protein Reductase (InhA) Inhibitors with Antitubercular Activity. *ChemMedChem*, 11(7), 687-701.
- Hou, T. et al., (2011). Assessing the Performance of the MM/PBSA and MM/GBSA Methods. 1. The Accuracy of Binding Free Energy Calculations Based on Molecular Dynamics Simulations. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 51(1), 69-82.
- Kaledin, M. et al., (2004). Normal Mode Analysis Using the Driven Molecular Dynamics Method. II. An Application to Biological Macromolecules. *The Journal of Chemical Physics*, 121(12), 5646-5653.
- Morris, G. M. et al., (2009). Autodock4 and AutoDockTools4: automated docking with selective receptor flexibility. *Journal of Computational Chemistry*, 30(1), 2785-2791.
- Nadine, H. and Holger, G. (2012). Free Energy Calculations by the Molecular Mechanics Poisson-Boltzmann Surface Area Method. *Molecular Informatics*, 31(1), 114-122.
- Rozwarski, D. A. et al., (1998). Modification of the NADH of the Isoniazid Target (InhA) from *Mycobacterium tuberculosis*. *Science*, 279(53747), 98-102.
- Rozwarski, D. A. et al., (1999). Crystal structure of the *Mycobacterium tuberculosis* enoyl-ACP reductase, InhA, in complex with NAD⁺ and a C16 fatty acyl substrate. *The Journal of Biological Chemistry*, 274(22), 15582-15589.
- Wang, J. et al., (2001). Use of Mm-Pbsa in Reproducing the Binding Free Energies to Hiv-1 Rt of Tibo Derivatives and Predicting the Binding Mode to HIV-1 RT of Efavirenz by Docking and MM-PBSA. *Journal of the American Chemical Society*, 123(22), 5221-5230.
- Wang, J. et al., (2006). Recent Advances in Free Energy Calculations with a Combination of Molecular Mechanics and Continuum Models. *Current Computer-Aided Drug Design*, 2(3), 287-306.
- World Health Organization. (2017). *Global Tuberculosis Report 2017*. accessed April 26, 2018. http://www.who.int/tb/publications/global_report/en/.

การศึกษาคุณสมบัติสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณทั้งหมดของสารประกอบฟีนอลิกของข้าวพันธุ์ไทย

Determination of Antioxidant Activities and Total Phenolic Compound of Thai Rice Varieties

สุภารัตน์ จันทร์เขย¹ จักรารุช คงอ่อน¹ ชญาณิลท์ หาญวรินทร์¹ อรวรรณ สิมพันธ์¹ ศุภวรรณ พิมพ์¹ สายสมร ลำลอง¹ กัมปนาท ฉายจรัส¹ ดวงดาว สัตยากุล¹ จิตาภา แสงสว่าง² ปทุมทิพย์ ผลโยธู² พฤทธิ คำศรี³ และ พรพรรณ พังโพธิ์^{1*}

¹ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

³ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม

*E-mail:pornpan_ubu@yahoo.com (Corresponding author)

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบเมทานอลของข้าวไทยจำนวน 6 ชนิด โดยศึกษาข้าวหอมมะลิ ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวกล้องหอมมะลิเพาะงอก ข้าวหอมมะลิแดง ข้าวกล้องหอมมะลิแดง และข้าวกล้องหอมมะลิแดงเพาะงอก โดยทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Activity และปริมาณทั้งหมดของสารประกอบฟีนอลิก ผลการทดสอบด้วยวิธี DPPH assay และการหาปริมาณทั้งหมดของสารประกอบฟีนอลิกให้ผลที่สอดคล้องกัน คือ ข้าวกล้องหอมมะลิแดงเพาะงอก มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด เท่ากับ 94.92 ± 0.0864 เปอร์เซ็นต์ และ 686.93 ± 4.8677 มิลลิกรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ : ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกรวม

Abstract

In this study, six Thai rice varieties grown in Thailand including Hommali normal rice, Hommali brown rice, Hommali germinated brown rice, Hommali Dang normal rice, Hommali Dang brown rice and Hommali Dang germinated brown rice were selected for evaluation property antioxidant studied. These Thai rice varieties were extracted by methanol. The antioxidant activity using DPPH Radical Scavenging Activity and Total phenolic compounds of rice crude extracts. The test results with the DPPH Radical Scavenging Activity and Total phenolic compounds the corresponding. The antioxidant activities obtained from Hommali Dang germinated brown rice shows highest antioxidant activity with 94.92 ± 0.0864 % and 686.93 ± 4.8677 mg, respectively.

Keywords : Antioxidant activity, Total phenolic compounds

บทนำ

ข้าวถือเป็นอาหารหลักในการดำรงชีวิตของคนไทยและคนในแถบเอเชีย โดยข้าวจัดเป็นพืชที่มีความหลากหลายในด้านสายพันธุ์และมีเอกลักษณ์เฉพาะที่โดดเด่นตามสภาพภูมิประเทศที่เพาะปลูก และเป็นแหล่งรวมของคุณค่าทางอาหารหลายๆ อย่าง เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน โยอาหาร แร่ธาตุ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี ทองแดง รวมไปถึงสารต้านอนุมูลอิสระต่างๆ เช่น วิตามินซี เป็นต้น มีงานวิจัยที่มุ่งเน้นการศึกษาการแปรรูปเมล็ดข้าวไทยบางสายพันธุ์เพื่อเพิ่มคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยข้าวไทย 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเหนียว ข้าวเหนียวดำและ ข้าวแดง จะได้รับการแปรรูปเพื่อเป็นข้าวกล้องงอก ข้าวฮางและข้าวคั่วแล้วนำมาสกัดด้วยเอทานอล 80%จากนั้นจึง นำทดสอบ

หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging assay และ Ferric reducing ability of plasma (FRAP) assay และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu method โดยในงานวิจัยนี้ พบว่าข้าวหอมมะลิและข้าวแดงที่ได้รับการแปรรูปเป็นข้าวฮางอกและข้าวกล้องงอกแล้ว พบว่ามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวกล้อง นอกจากนี้เฉพาะข้าวกล้องงอกของข้าวหอมมะลิและข้าวฮางอกของข้าวแดงเท่านั้นที่มี สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการแปรรูป ส่วนการแปรรูปโดยวิธีการคั่ว นั้นกลับถูกพบว่ามีผลต่อกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของข้าวทุกสายพันธุ์น้อยมาก ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้อาจจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติจากข้าวไทยทั้งในเชิงการแพทย์และเครื่องสำอางต่อไปในอนาคต [ปฏิภรณ์ตน เสนาและ ประภัสสร บุขหมั่น,กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในข้าวกล้อง ข้าวกล้องงอกและข้าวฮางอกของข้าวไทย,งานประชุมแห่งชาติข้าวครั้งที่ 2]

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาศักยภาพในการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและทดสอบปริมาณสารทั้งหมดของสารประกอบฟีนอลิก ของสารสกัดจากข้าวในประเทศไทย 6 ชนิด ซึ่งเราจะทำการศึกษา เพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของชนิดข้าวที่มีสีขาวและข้าวที่มีสีแดง และเป็นเทียบระหว่างข้าวทั่วไป ข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอก และเพื่อทราบถึงคุณประโยชน์ที่มีอยู่ในข้าวเพิ่มเติมเพื่อที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อไปได้ และเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับข้าวไทยพันธุ์พื้นเมืองของไทยให้มากขึ้นด้วย

วิธีการวิจัย

- 1) นำข้าวสารของไทยทั้ง 6 ชนิด มาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วนำไปปั่นก่อนนำไปชั่งน้ำหนัก
- 2) นำข้าวที่อบแห้งแล้วทำการสกัดโดยวิธีรีฟลักซ์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซนในอัตราส่วน ข้าวสาร 100 กรัม ต่อ ปริมาตร 150 มิลลิลิตรเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส
- 3) เมื่อครบ 3 ชั่วโมง นำไประเหยตัวทำละลายออก ด้วยเครื่อง Rotatory evaporator ได้สารสกัดหยาบเฮกเซน (Hexane crude extract) ให้เหลือประมาณ 1.00 มิลลิลิตร ใช้หลอดหยด (Dropper) ตูตมาเก็บไว้ในขวดบรรจุสาร (Vial) (ก่อนเก็บชั่งน้ำหนัก Vial ก่อนทุกครั้ง) ทำซ้ำเหมือนเดิมโดยเปลี่ยนตัวทำละลายเป็นเอทิลอะซีเตตและเมทานอลตามลำดับ

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากข้าวในประเทศไทยจำนวน 6 ชนิดโดยใช้วิธี DPPH Radical Scavenging Activity

- 1) เตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 6.0×10^{-5} โมลาร์ เก็บไว้ในที่มืดโดยการใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟรอยหุ้มไว้
- 2) เตรียม stock solution: Trolox[®] (6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) ความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร เก็บไว้ในที่มืดโดยการใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟรอยหุ้มไว้
- 3) เตรียม working standard solution: Trolox[®] (6-Hydroxy-2,5,7,8 tetramethylchroman-2-carboxylic acid) ความเข้มข้น 200 150 100 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 4) เตรียม stock solution: สารตัวอย่างของสารสกัดหยาบแต่ละชนิด ความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ชั่งสารสกัดหยาบของสารตัวอย่าง อย่างละ 5.00 มิลลิกรัมละลายด้วยสารละลายเมทานอล (MeOH, AR grade) ปริมาตร 1.00 มิลลิลิตรใน eppendorf tube เก็บไว้ในที่มืดโดยการใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟรอยหุ้มไว้
- 5) เตรียมสารละลายเพื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากข้าวในประเทศไทยจำนวน 6 ชนิด โดยวิธี DPPH Radical Scavenging Activity
 - ปิเปต DPPH 6×10^{-5} โมลาร์ ปริมาตร 2.90 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองจากนั้นเติม
 - Trolox[®] หรือสารตัวอย่าง ปริมาตร 0.10 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืด 1 ชั่วโมง
 - ปิเปต DPPH 6×10^{-5} โมลาร์ ปริมาตร 2.90 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองจากนั้นเติม MeOH ปริมาตร 0.10 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืด 1 ชั่วโมงเพื่อเป็นตัวควบคุม

- 6) ปิเปต MeOH ปริมาตร 3.00 mL ใน cuvette (glass) เป็น blank มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรโดยเทคนิค UV-Visible spectroscopy
- 7) นำสารละลายผสม ที่ครบ 1 ชั่วโมง มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร
- 8) สร้างกราฟมาตรฐานของ Trolox® ความเข้มข้นในช่วง 200 150 100 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 9) คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical)
- 10) วัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ซ้ำ 3 ครั้ง นำค่าเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่ได้มาเฉลี่ยเพื่อนำไปสร้างกราฟต่อไป
- 11) สร้างกราฟเพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH [5]

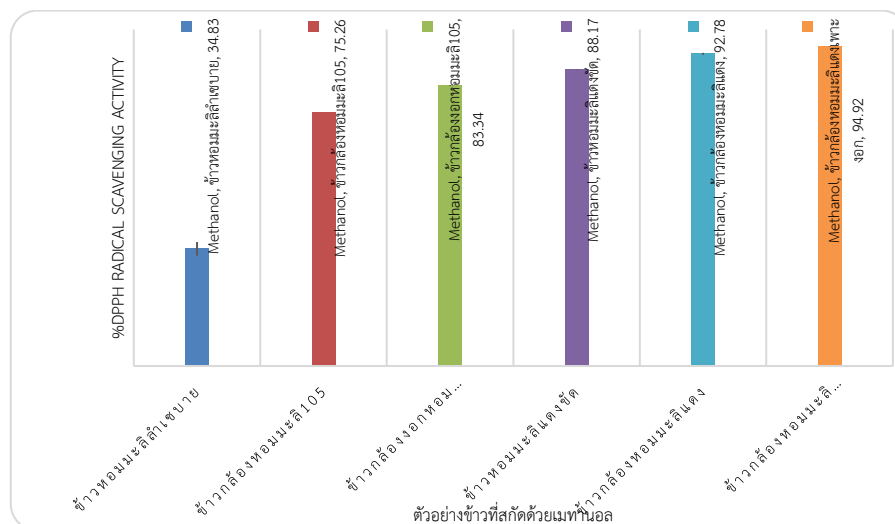
การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม (Total phenolic compound)

- 1) เตรียม Folin-Ciocalteu reagent (1 นอร์มอล)
- 2) เตรียม 20 %Sodiu mcarbonate
- 3) Standard Tallic acid ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 4) เตรียมสารละลายเพื่อทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม
เตรียมสารละลายมาตรฐาน Tannic acid ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 40, 80, 120, 160 และ 200 ไมโครลิตรตามลำดับ ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลาย sodium carbonate 2500 ไมโครลิตร Folin-Ciocalteu reagent 500 ไมโครลิตรและเติมน้ำจันครบปริมาตร 4.00 มิลลิลิตรในแต่ละหลอดทดลอง ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 40 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงมาเขียนกราฟกับปริมาณ Tannic acid (มิลลิกรัม)
- 5) เตรียมสารละลายตัวอย่างจากสารสกัดแต่ละชนิด โดยการชั่งมา 5.00 มิลลิกรัมละลายด้วยเมทานอล 1.00 มิลลิลิตรโดยทำการวิเคราะห์เหมือนสารมาตรฐานกรดแทนนิก (Tannic acid) นำค่าการดูดกลืนแสงมาคำนวณค่าปริมาณกรดแทนนิก (โดยเปรียบเทียบปริมาณฟีนอลิกรวมเทียบเท่ากับ 1 มิลลิกรัมแทนนิก)

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เบื้องต้นของสารสกัดหยาบเมทานอลข้าวหอมมะลิและข้าวหอมมะลิแดง

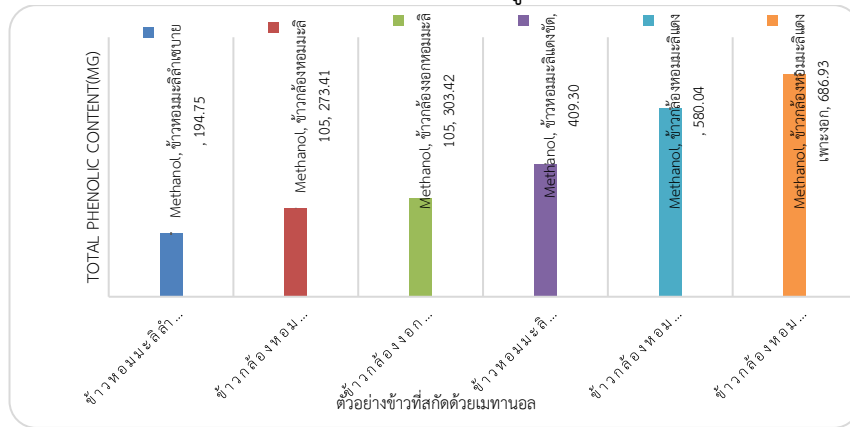
จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เบื้องต้นของสารสกัดหยาบเมทานอล จากข้าว 6 ชนิด โดยวิธี DPPH Radical Scavenging Activity โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Trolox ในช่วงความเข้มข้น 200 150 100 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตรโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบเมทานอลจากสารให้ผลค่าการต้านอนุมูลอิสระดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การต้านอนุมูลอิสระ DPPH เบื้องต้นของสารสกัดหยาบเมทานอลสารตัวอย่างข้าว

ผลการทดสอบการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม

จากการทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมของข้าวโดยใช้ Folin-Ciocalteu method ซึ่งปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมจะขึ้นอยู่กับจำนวนของหมู่ฟีนอลของสารประกอบฟีนอลรวมแต่ละชนิด ทำให้เกิดปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent แตกต่างกัน จากการทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมของสารสกัดหยาบจากข้าวของสารสกัดหยาบเมทานอลจากสารตัวอย่างแต่ละชนิดมีค่าต่างกัน สารประกอบจำพวกฟีนอล ส่วนใหญ่เป็นสารที่มีขั้วละลายในตัวทำละลายจำพวกแอลกอฮอล์ ตัวอย่างในสารกลุ่มนี้ ได้แก่ สารจำพวก ฟลาโวนอยด์ แชนโทนชนิดต่างๆ ที่มีต้นกำเนิดจากพืชชนิดต่างๆ สามารถต้านอนุมูลอิสระได้เพราะมีโครงสร้างทางเคมีที่ประกอบด้วยหมู่ฟีนอล ซึ่งมีสมบัติเป็นนิวคลีโอไฟล์ ที่ดีหลายหมู่ ดังนั้นสารสกัดข้าวที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลอยู่มากจึงมีกอกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีจากสารตัวอย่างให้ผลค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมของสารสกัดหยาบเมทานอลสารตัวอย่างข้าว

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การทดสอบความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระข้าวในประเทศไทย จำนวน 6 ชนิด ได้เลือกการทดสอบคุณสมบัติในการเป็นตัวขจัดอนุมูลอิสระ (Free Radical Scavenger) ด้วยวิธี DPPH ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายสะดวกและรวดเร็วเนื่องจาก DPPH เป็นอนุมูลอิสระที่ค่อนข้างเสถียรจากการทดลองด้วยวิธี DPPH จะเห็นว่าจากสารสกัดข้าวที่ทำการทดสอบที่ได้เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระที่สูงที่สุด ได้แก่ สารสกัดหยาบเมทานอลของข้าวกล้องหอมมะลิแดงเพาะงอกซึ่งจะเห็นว่าข้าวที่มีสีแดงนั้นจะได้เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าวซึ่งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบเมทานอลของข้าวอาจมาจากสารจำพวก polyphenol เช่น แคทีชิน (catechins), ฟลาโวนอยด์ (flavonoids), แคโรทีนอยด์ (carotenoids) และแอนโทไซยานิน (anthocyanins) เป็นต้นและจากการศึกษาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method โดยเทียบกราฟมาตรฐาน Tannic acid พบว่าสารสกัดหยาบเมทานอลของข้าวกล้องหอมมะลิแดงเพาะงอกมีปริมาณฟีนอลรวมสูงที่สุด

จากการทดสอบความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระข้าวในประเทศไทย จำนวน 6 ชนิด ด้วยวิธี DPPH และการศึกษาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method โดยเทียบกราฟมาตรฐาน Tannic acid ซึ่งการทดสอบทั้ง วิธี ให้ผลที่สอดคล้องกัน คือ 2 จากกราฟผลทดลองสามารถสรุปได้ว่าข้าวขาวหอมมะลินั้นมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมน้อยกว่าข้าวหอมมะลิแดงที่เป็นข้าวสี และเมื่อเทียบข้าวขาวธรรมดากับข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกจะเห็นว่าข้าวขาวจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลรวมน้อยกว่าข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก พบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยการศึกษาการแปรรูปเมล็ดข้าวไทยบางสายพันธุ์เพื่อเพิ่มคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ที่รายงานว่าการแปรรูปเป็นข้าวฮางอกและข้าวกล้องงอก มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าข้าว

กล้อง จากข้างต้นจึงสรุปได้ว่าข้าวที่มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตทำการเพาะงอก จะทำให้คุณค่าทางอาหารที่ผู้บริโภคจะได้รับสูงขึ้นและการต้านอนุมูลอิสระก็เพิ่มมากขึ้น เพราะปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมสูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สำหรับการสนับสนุนในด้านเครื่องมือและวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆที่ทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC)

เอกสารอ้างอิง

- [1] คลังข้อมูลสารสนเทศข้าวเชิงลึก, <http://www.arda.or.th/kasetinfo/rice/rice-histories.html>
- [2] สารต้านอนุมูลอิสระ, <http://paolohospital.com/phahol/skin/antioxidant/>
- [3] เอนก ทาลี และ บุญยกฤต รัตนพันธ์. (กันยายน 2559). ผลของชนิดตัวทำละลายและความเข้มข้นชนิดริกที่มีต่อการสกัด สารต้านอนุมูลอิสระจากข้าวหอมนิล. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.* : ปีที่ 39 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม.
- [4] ปวีณรัตน์ เสนา และ ประภัสสร บุขหมั่น. กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในข้าวกล้อง ข้าวกล้องงอก และข้าวฮางอกของข้าวไทยบางสายพันธุ์. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ,การประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 2.
- [5] สุชาติ มานอก และ ปวีณา ลิ้มเจริญ. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดสมุนไพรในตำรับยาหอมเทพจิตร. *ก้าวทันโลก วิทยาศาสตร์.* : (ปีที่15 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนา 2558).

การออกแบบโมเลกุลด้วยการคำนวณของสารอนุพันธ์ 4 aminoquinolone piperidine amide
ซึ่งมีศักยภาพสูงในการยับยั้งโรควัณโรค

Computer Aided Molecular Design of 4-aminoquinolone piperidine amides Derivatives
as Highly Potent Anti-Tuberculosis Agents

ชญาณิลท์ ทาญวณโรจน์^{1*} นฤตล ภูศรี¹ พงษ์สิทธิ์ คำศรี² อรดี พันกว้าง² กัมปนาท ฉายจรัส¹ นิธิมา สุทธิพันธุ์³
พัชรินารถ ทรัพย์อภากาศ⁴ สุภา ทารหนองบัว⁴ คมสันต์ สุทธิสินทอง⁵ และ พรพรรณ พึ่งโพธิ์^{1*}

¹ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม

³คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

⁴ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

⁵ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย

*E-mail: pornpan_ubu@yahoo.com (Corresponding author)

บทคัดย่อ

โรควัณโรคเกิดจากเชื้อไมโครแบคทีเรียทูปเบอร์คูโลซิส (*Mycobacterium tuberculosis*) เอนไซม์ดีคาร์บอริกฟอสโฟไรล-เบต้า-ดี-ไรโบส-2-อพิเมอเรส (DprE1) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวภาพของ arabinogalactan ที่ผนังเซลล์ของไมโครแบคทีเรียทูปเบอร์คูโลซิส และยังถูกค้นพบว่าเป็นเอนไซม์เป้าหมายสำหรับการพัฒนาเป็นยับยั้งโรควัณโรค สารอนุพันธ์ 4 aminoquinolone piperidine amide เป็นสารยับยั้งโรควัณโรคชนิดนอนโควาเลนต์ สารอนุพันธ์กลุ่มนี้ถูกพัฒนาเพื่อเป็นสารยับยั้งเอนไซม์ DprE1 อย่างไรก็ตามสารยับยั้งเอนไซม์ DprE1 ชนิดพัฒนาขึ้นมา ยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ระเบียบวิธี 3D-QSAR การคำนวณโมเลกุลาร์ดีอกกิ้ง การจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุล และการคำนวณ fragment molecular orbital (FMO) ถูกประยุกต์ใช้เพื่อทำให้ทราบถึงความต้องการทางโครงสร้างและอันตรกิริยาที่สำคัญของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะทำให้เข้าใจถึงความต้องการทางโครงสร้างรูปแบบการจับ และอันตรกิริยาที่สำคัญของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบสารยับยั้งโรควัณโรคให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

คำสำคัญ : เอนไซม์ดีคาร์บอริกฟอสโฟไรล-เบต้า-ดี-ไรโบส-2-อพิเมอเรส ไมโครแบคทีเรียทูปเบอร์คูโลซิส 3D-QSAR การคำนวณโมเลกุลาร์ดีอกกิ้ง การจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุล การคำนวณ fragment molecular orbital

Abstract

Tuberculosis (TB) is caused by *Mycobacterium tuberculosis*. Decaprenyl phosphoryl- β -D-ribose oxidase (DprE1) involved in arabinogalactan biosynthesis partway of *M. tuberculosis* cell wall has been identified as a promising target for anti-tuberculosis drug developments. A group of 4 aminoquinolone piperidine amide derivatives were identified as noncovalent DprE1 inhibitors. These compounds were modified to increase their inhibitory activities against DprE1 as well as *M. tuberculosis*. However, these DprE1 enzyme inhibitors are not efficient. Therefore, in this research 3D-QSAR, molecular docking calculations, molecular dynamic simulations, and fragment molecular orbitals were performed to elucidate the structural requirements and crucial interaction of 4 aminoquinolone piperidine amide derivatives. These results lead to better understanding of the

structural requirement of 4-aminoquinolone piperidine amide derivatives for designing effective anti-tuberculosis agents.

Keywords : Decaprenyl phosphoryl- β -D-ribose oxidase (DprE1), *M. tuberculosis*, 3D-QSAR Molecular Docking Calculations, Molecular Dynamic Simulations, Fragment Molecular Orbitals Approach

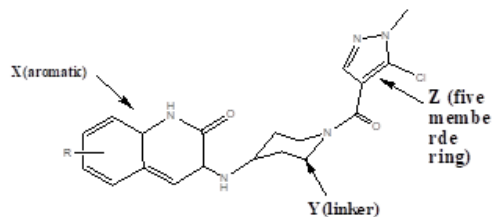
บทนำ

ปัจจุบันวัณโรคเป็นโรคติดต่อที่เป็นสาเหตุหลักการตายของประชากรทั่วโลก เนื่องจากปัญหาการดื้อยาทำให้ผู้ป่วยวัณโรคไม่ตอบสนองต่อยาหลักที่ใช้รักษาในปัจจุบัน [1] อีกทั้งยังมีการแพร่ระบาดของโรควัณโรคในกลุ่มผู้ป่วยเอดส์อย่างรวดเร็ว ซึ่งการรักษาวัณโรคในผู้ป่วยกลุ่มนี้มีความซับซ้อนมากขึ้นไม่สามารถรักษาด้วยวิธีมาตรฐานได้อีกต่อไป ดังนั้น การแพร่ระบาดของวัณโรคจึงยังคงมีอยู่ในปัจจุบันและยังเป็นปัญหาหลักทางด้านสุขภาพของประชากรทั่วโลกโดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนา จากปัญหาการดื้อยาของวัณโรคทำให้ยาที่ใช้ในปัจจุบันไม่สามารถใช้รักษาวัณโรคได้อีกต่อไป ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการศึกษาวจัยเพื่อค้นหาและพัฒนาายาตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งวัณโรค กลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาายาตัวใหม่คือการค้นหาตัวยาที่สามารถยับยั้งเอนไซม์ที่จำเป็นของเชื้อแบคทีเรีย *M. tuberculosis* ซึ่งเป็นสาเหตุของวัณโรค โดยมีหลักการคือ ยาที่พัฒนาขึ้นมาได้ควรจะมีกลไกการออกฤทธิ์ใหม่หรือสามารถจับกับเป้าหมายใหม่ หรือยาที่พัฒนาขึ้นมาสามารถจับกับเป้าหมายเก่าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เอนไซม์ DprE1 เป็นสารยับยั้งเชื้อวัณโรคชนิดใหม่ที่กำลังได้รับความสนใจซึ่งเอนไซม์ชนิดนี้พบในปฏิกิริยาการสังเคราะห์ decaprenylphosphoryl-d-arabinose (DPA) ในผนังเซลล์ โดยทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์ที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาอพิเมโรเซชัน [2] ทำให้เอนไซม์ DprE1 เป็นส่วนประกอบสำคัญสำหรับการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของเซลล์ ดังนั้นจึงทำให้เอนไซม์ DprE1 เป้าหมายสำคัญที่จะทำการพัฒนาไปเป็นยารักษาวัณโรคตัวใหม่ที่มีศักยภาพสูงได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำเอาระเบียบวิธีทางด้านการจำลองแบบโมเลกุลมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา ออกแบบและค้นหาสารยับยั้งเอนไซม์ DprE1 โดยสนใจที่จะทำการพัฒนาสารอนุพันธ์ในกลุ่มของ 4-aminoquinolone piperidine amide ให้มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ยับยั้งวัณโรคได้สูงขึ้น โดยในงานวิจัยนี้ได้นำเอาวิธีการจำลองแบบโมเลกุลด้วยการคำนวณ โดยใช้ระเบียบวิธีการออกแบบโมเลกุลเชิงโครงสร้าง (Structure based drug design) และระเบียบวิธีการออกแบบโมเลกุลเชิงลิแกนด์ (Ligand based drug design) ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงความต้องการทางโครงสร้าง รูปแบบการจับ และอันตรกิริยาที่สำคัญระหว่างเอนไซม์กับสารยับยั้งที่เกิดขึ้นในโพรงการจับ โดยใช้ระเบียบวิธี 3D-QSAR การคำนวณโมเลกุลาร์ต็อกกิ้ง และการจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุล มาใช้ในการศึกษาเพื่อออกแบบสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ DprE1 ที่สูงขึ้น โดยผู้วิจัยคาดหวังว่างานวิจัยนี้จะทำให้ได้สารยับยั้งตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพที่ดีในการยับยั้งเอนไซม์ DprE1 และเชื้อแบคทีเรีย *M. Tuberculosis* นอกจากนี้ยังทำให้ได้ข้อมูลที่สำคัญทางด้านโครงสร้าง อันตรกิริยาที่สำคัญระหว่างสารยับยั้งกับเอนไซม์ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการออกแบบและพัฒนาสารยับยั้งตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง

วิธีการวิจัย

1. รวบรวมโครงสร้างของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide



โครงสร้างทั่วไปของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide

ตารางที่ 1 โครงสร้างและค่ากัมมันตภาพทางชีวภาพของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ทั้ง 29 โครงสร้าง

No	X (Aromatic ring)	Y (Linker)	Z (Five membered ring)	IC ₅₀ (μM)	log(1/IC ₅₀)
1*				0.04	7.40
2				0.005	8.30
3				0.006	8.22
4				0.007	8.15
5				0.011	7.96
6				0.009	8.25
7				8	5.10
8				18	4.74
9*				78	4.11
10				3	5.52
11				4.7	5.33
12				1.8	5.74
13				0.026	7.59
14				0.030	7.52

No	X (Aromatic ring)	Y (Linker)	Z (Five membered ring)	IC ₅₀ (μM)	log(1/IC ₅₀)
15				43	4.37
16				<0.006	8.22
17*				0.011	7.96
18				0.045	7.45
19				0.018	7.74
20				0.038	7.42
21				0.021	7.68
22				0.009	8.05
23				0.007	8.15
24				0.012	7.92
25				0.008	8.10
26				0.017	7.77
27				0.058	7.53
28				0.026	7.59
29*				0.183	6.74

* test set

2. การศึกษาความต้องการทางโครงสร้างของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ด้วยระเบียบวิธี 3D-QSAR

การศึกษาความต้องการทางโครงสร้างของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide โดยใช้ระเบียบวิธี 3D-QSAR (CoMSIA) ในงานวิจัยนี้สารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ทั้งหมด 29 โครงสร้างถูกทำการปรับเสถียรด้วยโปรแกรม Guassian 09 และทำการ alignment ด้วยโปรแกรม MOE โดยทำ

การแบ่งสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ออกเป็น 2 กลุ่มคือ training จำนวน 25 โครงสร้าง และ test set จำนวน 4 โครงสร้าง จากนั้นทำการคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ PLS แล้วทำการแปลผลสมการในรูปแบบแผนภาพคอนทัวร์

3. การคำนวณโมเลกุลาร์ต็อกกิ้ง

รวบรวมข้อมูลทางโครงสร้างและค่ากัมมันตภาพในการยับยั้งของเอนไซม์ DprE1 ของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ซึ่งแสดงดังตารางที่ 1 จากการสืบค้นเอกสารบนฐานข้อมูลต่างๆ ปรับโครงสร้างให้เสถียรที่สุดด้วยระเบียบวิธีการคำนวณเคมีควอนตัม *ab-initio* (M062X/6-31G*) โดยใช้โปรแกรม Gaussius 09 ทดสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรม Autodock 4.02 ศึกษาแบบการจับตัวกันของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ภายในโพรงการจับเอนไซม์ DprE1 (PDB Code: 4P8L) ด้วยวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ต็อกกิ้ง วิเคราะห์ผลการศึกษาและสรุปผลการศึกษา

4. การจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุล

การศึกษาสมบัติทางโครงสร้างและพลวัตเชิงโมเลกุลด้วยวิธีโมเลกุลาร์ไดนามิกส์ซิมูเลชัน (molecular dynamics simulation) ศึกษาการจับของสารยับยั้งกับเป้าหมายด้วยโปรแกรม AMBER12 ระบบที่ศึกษาเป็นแบบ Canonical การศึกษาทั้งหมดได้กำหนดให้ปริมาตรของระบบคงที่ และอุณหภูมิคงที่ที่ 300 K เป็นตัวควบคุม โดยใช้ ff03 สำหรับพารามิเตอร์ที่อธิบายโปรตีน ใช้ RESP จากการคำนวณโดยวิธี M062X/6-31G* โมเลกุลของน้ำชนิด TIP3P ได้ถูกเติมเข้าไปในทุกะบบที่ใช้ในการศึกษาโมเลกุลาร์ ไดนามิกส์ ซิมูเลชัน ในการกำหนดสนามแรงของลิแกนด์ และได้มีการกำหนด non-bonded cutoff ให้มีค่าเท่ากับ 10 Å และใช้ SHAKE method ช่วยในการ constrain อะตอมทั้งหมด สำหรับ time step ที่ใช้มีค่าเท่ากับ 2 fs ค่าพลังงานในการจับของสารยับยั้งที่จับกับเอนไซม์ เป้าหมาย คำนวณโดยระเบียบวิธี MM-PBSA

5. การคำนวณ fragment molecular orbital (FMO)

การคำนวณ FMO โดยใช้ระเบียบวิธี MP2 / 6-31G* เพื่อศึกษาโครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์และอันตรกิริยาที่สำคัญระหว่างเอนไซม์ DprE1 กับสารยับยั้ง โดยใช้โปรแกรม *ab initio* FMO ABINIT-MP ver.6.0 เพื่อลดระยะเวลาในการคำนวณ จึงใช้โมเลกุลของน้ำภายในระบบของแต่ละลิแกนด์ที่ 8 Å (78 โมเลกุล) สำหรับการคำนวณ FMO การจับกันระหว่างกรดอะมิโนแต่ละตัวและลิแกนด์ สามารถใช้อธิบายถึงอันตรกิริยาที่สำคัญระหว่าง fragment ของ DprE1 และลิแกนด์ ในขณะที่ FAD หรือโคแฟกเตอร์ ถูกแบ่งออกเป็นสามส่วนคือ flavin ring, diphosphate ที่เชื่อมโยงกับ D-ribital และ adenine deoxyribose ประจุของ DprE1, FAD และลิแกนด์คือ 0, -2 และ 0 ตามลำดับ พลังงานอันตรกิริยาของแต่ละส่วน (IFIE) เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นระหว่างอันตรกิริยาของเอนไซม์ DprE1 โคแฟกเตอร์ ลิแกนด์ และโมเลกุลของน้ำ [4] ผลที่ได้จากการศึกษาด้วยระเบียบวิธี FMO calculations จะได้พลังงานอันตรกิริยาระหว่างเอนไซม์ DprE1 กับสารยับยั้งในระดับอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้พลังงานรวม (TEs) ของโปรตีนโคแฟกเตอร์ และ ลิแกนด์ถูกนำมาคำนวณเพื่อหาพลังงานในการจับ (BE) โดยพลังงานในการจับสามารถหาได้จากสมการที่ 1 และ 2

$$BE = TE_{\text{complex}} - TE_{\text{receptor}} - TE_{\text{ligand}} - TE_{\text{water}} \quad (1)$$

$$BE = TE(\text{DprE1} + \text{FAD} + \text{AQ} + \text{water}) - TE(\text{DprE1} + \text{FAD} + \text{water}) - TE(\text{AQ} + \text{water}) + TE(\text{water}) \quad (2)$$

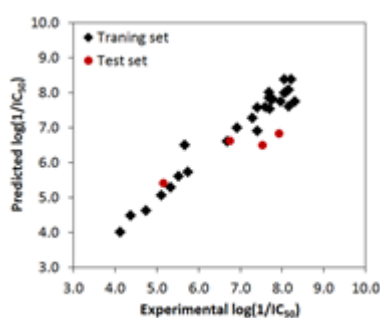
ผลการวิจัย

1. การศึกษาความต้องการทางโครงสร้างของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ด้วยระเบียบวิธี 3D-QSAR

ผลที่ได้จากการศึกษาความต้องการทางโครงสร้างของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ด้วยระเบียบวิธี 3D-QSAR พบว่าแบบจำลองที่ดีที่สุดมีค่าความสามารถในการทำนายเท่ากับ 0.62 ประกอบไปด้วยตัวอธิบายโมเลกุลคือ สนาม steric, สนาม electrostatic, สนาม hydrophobic และสนาม H-bond donor ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การมีส่วนร่วม คือ 8.2 % 37.9 %, 22.5 % และ 31.1 %, ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่าสถิติของแบบจำลอง QSAR

แบบจำลอง	พารามิเตอร์เชิงสถิติ						เปอร์เซ็นต์การมีส่วนร่วม
	q^2	r^2	N	S	SEE	F	
S/E/H/D	0.62	0.96	6	0.92	0.31	76.52	8.2/37.9/22.5/31.1



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคัมมันตภาพทางชีวภาพที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการทดลอง

การแปลผลสมการ

ผลการศึกษาคอมพิวเตอร์จะแสดงอันตรกิริยาของตัวยับยั้งที่มีผลต่อเอนไซม์ DprE1 พบว่าคอนทัวร์ steric (รูป 3 ก.) บริเวณคอนทัวร์สีเหลืองคือไม่ชอบความเกะกะ ผลจากการศึกษาพบคอนทัวร์สีเหลืองที่บริเวณรอบหมู่เอริล แสดงว่าหมู่แทนที่ที่ตำแหน่งนี้ควรเป็นหมู่นขนาดเล็ก คอนทัวร์ electrostatic (รูปที่ 3 ข.) พบว่าคอนทัวร์สีแดงที่บริเวณวงเอริล แสดงว่าหมู่แทนที่ที่ตำแหน่งนี้ควรมีคุณสมบัติเป็นหมู่ดิวติงอิเล็กตรอน คอนทัวร์ hydrophobic (รูปที่ 3 ค.) แสดงให้เห็นว่ามีคอนทัวร์สีเทาที่บริเวณวงอะโรมาติกและวงเอริล ดังนั้นหมู่แทนที่ที่ตำแหน่งนี้ควรมีคุณสมบัติเป็นไฮโดรโฟบิก คอนทัวร์ H-bond donor (รูปที่ 3 ง.) พบว่ามีคอนทัวร์มีฟ้าขึ้นที่ตำแหน่งไนโตรเจนของวงอะโรมาติก จากผลการศึกษาความต้องการโครงสร้างของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide สามารถสรุปได้ว่าหมู่แทนที่ของสารยับยั้งตัวใหม่ควรมีคุณสมบัติเป็นหมู่นขนาดเล็ก มีคุณสมบัติเป็นหมู่ดิวติงอิเล็กตรอนและมีความเป็นไฮโดรโฟบิกที่สูงเพื่อให้สารยับยั้งตัวใหม่มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ DprE1 ได้ดีขึ้น

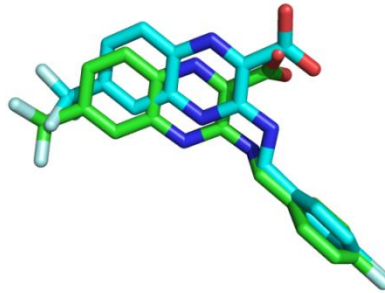


รูปที่ 2 แผนภาพคอนทัวร์ (ก) สนาม steric (ข) สนาม electrostatic (ค) สนาม hydrophobic (ง) สนาม H-bond donor

2. การคำนวณโมเลกุลาร์ด็อกกิ้ง

2.1. ผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของโปรแกรม Autodock 4.02

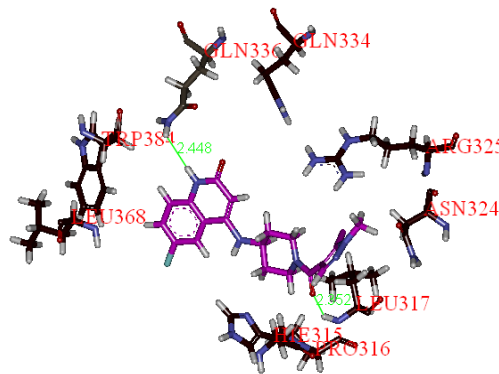
ผลจากการเปรียบเทียบระหว่างโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณของสารยับยั้งเชื้อวัณโรคในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1 พบว่าในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1 ของเชื้อวัณโรคให้ค่า RMSD เท่ากับ 1.15 ingsstrom จากการซ้อนทับกันระหว่างโครงสร้างผลึกทางเอ็กซ์เรย์กับโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณของสารยับยั้งเชื้อวัณโรคในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1 พบว่าทั้งสองโครงสร้างมีตำแหน่งการวางตัวใกล้เคียงกันดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ลิแกนด์ผลึกทางเอ็กซ์เรย์ (สีเขียว) และโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณ (สีฟ้า) ของสารยับยั้งเชื้อวัณโรคในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1

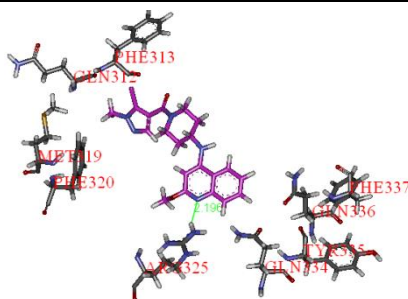
2.2 การวิเคราะห์อันตรกิริยาของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1

เมื่อพิจารณาถึงสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงสุดคือ สารหมายเลข 2 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ DprE1 ด้วยค่า IC_{50} เท่ากับ $0.005 \mu M$ มีตำแหน่งในการวางตัว แสดงดังในรูปที่ 4 พบว่าเกิดอันตรกิริยาที่สำคัญ คือ อันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนที่บริเวณอะตอมไนโตรเจนของวงอะโรมาติกกับหมู่เอมีนของกรดอะมิโน Gln336 และหมู่คาร์บอกซิลิกของหมู่เชื่อมต่อกับกรดอะมิโน Leu317 นอกจากนี้ยังพบอันตรกิริยาแบบไพของวงอะโรมาติกกับวงอะโรมาติกของโคแฟกเตอร์ (FAD)



รูปที่ 4 รูปแบบการจับของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide สารหมายเลข 2 ในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1 ที่ได้จากการคำนวณโมเลกุลาร์ด็อกกิ้ง

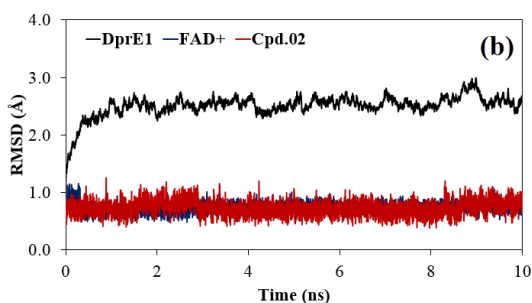
เมื่อพิจารณาถึงสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งต่ำสุดคือ สารหมายเลข 9 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ DprE1 ด้วยค่า IC_{50} เท่ากับ $78 \mu M$ มีตำแหน่งในการวางตัว แสดงดังในรูปที่ 5 พบว่าเกิดอันตรกิริยาที่สำคัญ คือ อันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนที่บริเวณอะตอมไนโตรเจนของวงอะโรมาติกกับกรดอะมิโน Arg325 นอกจากนี้ยังพบอันตรกิริยาแบบไพของวงอะโรมาติกกับวงอะโรมาติกของโคแฟกเตอร์



รูปที่ 5 รูปแบบการจับของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide สารหมายเลข 9 ในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1 ที่ได้จากการคำนวณโมเลกุลาร์ดอกกิ่ง

3. การจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุล (Molecular dynamic stimulation model)

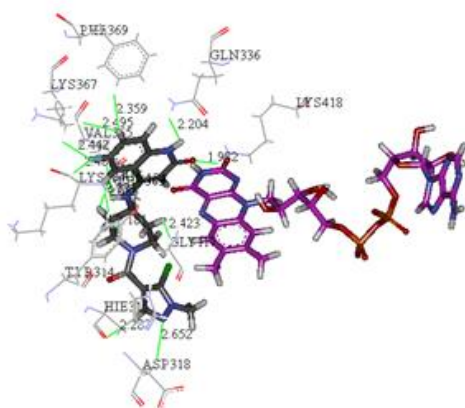
เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1 ด้วยระเบียบวิธีการจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุล ผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการพล็อตกราฟ RMSD ระหว่างเอนไซม์ DprE1 โคแฟกเตอร์ และสารหมายเลข 2 พบว่าระบบเข้าสู่สมดุลหลังจากผ่านไป 2 ns ดังแสดงในรูปที่ 6 จากรูปพบว่าระบบมีความเสถียรและมีความน่าเชื่อถือสำหรับนำไปศึกษาารูปแบบการจับและรูปแบบการวางตัวและการคำนวณพลังงานการจับ



รูปที่ 6 แสดง RMSD ของสารหมายเลข 2 ในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1

1. การวิเคราะห์อันตรกิริยาของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1 ด้วยระเบียบการจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุล

เมื่อพิจารณาถึงสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงสุดคือสารหมายเลข 2 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ DprE1 ด้วยค่า IC_{50} เท่ากับ $0.005 \mu M$ มีตำแหน่งในการวางตัว แสดงดังในรูปที่ 7 พบว่าเกิดอันตรกิริยาที่สำคัญคือ อันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนที่บริเวณอะตอมไนโตรเจนของวงอะโรมาติกกับหมู่เอมีนของกรดอะมิโน Gln336 และหมู่คาร์บอกซิลิกของหมู่เชื่อมต่อกับกรดอะมิโน Leu317 และ Lys418 นอกจากนี้ยังพบอันตรกิริยาแบบไพของวงอะโรมาติกกับวงอะโรมาติกของโคแฟกเตอร์ซึ่งสอดคล้องกับรูปที่ 4

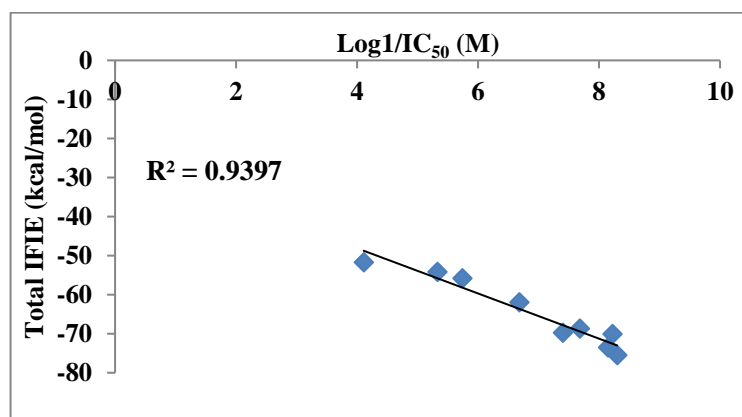


รูปที่ 7 รูปแบบการจับของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide สารหมายเลข 2 ในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1 ที่ได้รับการจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุล

4. พลังงานอันตรกิริยาระหว่างเอนไซม์ DprE1 กับสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amides (Total IFIE) /kcal/mol

ตารางที่ 3 พลังงานอันตรกิริยาระหว่างเอนไซม์ DprE1 กับสารยับยั้งที่ได้จากการคำนวณโดยระเบียบวิธี Fragment molecular orbitals

Compound	Log ₁ /IC ₅₀	Total IFIE (kcal/mol)
1	7.40	-69.7
2	8.30	-75.5
3	8.22	-70.1
4	8.15	-73.5
9	4.11	-51.7
11	5.33	-54.1
12	5.74	-55.7
15	6.68	-62.0
16	7.68	-68.7



รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานอันตรกิริยา (total IFIE) กับค่ากัมมันตภาพทางชีวภาพที่ได้จากการทดลอง (IC₅₀)

พลังงานในการจับระหว่างเอนไซม์ DprE1 กับสารยับยั้งที่ได้จากการศึกษาด้วยระเบียบวิธี FMO แสดงดังตารางที่ 3 จากตารางที่ 23 พบว่าสารหมายเลข 2 ให้ค่าพลังงานในการจับต่ำที่สุด จากนั้นทำการพล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานในการจับกับค่ากัมมันตภาพทางชีวภาพที่ได้จากการทดลองดังแสดงในรูปที่ 8 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.94 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าผลการศึกษาที่ได้มีความน่าเชื่อถือ และสามารถใช้อธิบายแนวโน้มของค่ากัมมันตภาพทางชีวภาพของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาการออกแบบโมเลกุลโดยใช้การคำนวณของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide โดยใช้ระเบียบวิธี 3D-QSAR การคำนวณโมเลกุลาร์ต็อกกิ้ง และการจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุล เพื่อใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพของสารอนุพันธ์เหล่านี้ในการยับยั้งเอนไซม์ DprE1 พบว่าหมู่แทนที่ของสารยับยั้งตัวใหม่ควรมีคุณสมบัติเป็นหมู่แทนที่ขนาดเล็ก มีคุณสมบัติเป็นหมู่ดึงอิเล็กตรอนและมีความเป็นไฮโดรโฟบิกที่สูงเพื่อทำให้สารยับยั้งตัวใหม่มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ DprE1 ได้สูงขึ้น ผลจากการศึกษาอันตรกิริยาที่สำคัญและรูปแบบการจับของสารยับยั้งเอนไซม์ DprE1 โดยใช้ระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ต็อกกิ้งด้วยโปรแกรม Autodock 4.02 มีความสามารถในการทำนายรูปแบบการจับของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1 โดยให้ค่า RMSD ระหว่างโครงสร้างผลึกทางเอ็กซ์เรย์กับโครงสร้างที่ได้จากการคำนวณ เท่ากับ 1.15 อังสตรอม จากค่าที่ได้ทำให้สามารถยืนยันได้ว่าระเบียบวิธีการคำนวณโมเลกุลาร์ต็อกกิ้งที่ใช้มีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง ในการทำนายตำแหน่งการจัดวางตัวของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ในโพรงการจับเอนไซม์ DprE1 และสามารถบ่งบอกอันตรกิริยาที่เฉพาะเจาะจงของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide และพบอันตรกิริยาชนิดพันธะไฮโดรเจนที่บริเวณอะตอมไนโตรเจนของวงอะโรมาติกกับหมู่เอมีนของกรดอะมิโน Gln336 และหมู่คาร์บอกซิลิกของหมู่เชื่อมต่อกับกรดอะมิโน Leu317 นอกจากนี้ยังพบอันตรกิริยาแบบไพของวงอะโรมาติกกับวงอะโรมาติกของโคแฟกเตอร์ ผลการศึกษาการจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุลของสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amide ในโพรงการจับของเอนไซม์ DprE1 พบว่าเมื่อทำการพล็อตกราฟ RMSD ระหว่างเอนไซม์ DprE1 โคแฟกเตอร์ และสารหมายเลข 2 พบว่าระบบเข้าสู่สมดุลหลังจากผ่านไป 2 ns พบว่าระบบมีความเสถียรและมีความน่าเชื่อถือสำหรับนำไปศึกษาในรูปแบบการจับและรูปแบบการวางตัวทำการคำนวณพลังงานการจับเมื่อนำโครงสร้างที่ได้จากการศึกษาการจำลองแบบพลวัตเชิงโมเลกุลไปเป็นโครงสร้างเริ่มต้นสำหรับการศึกษา FMO ทำให้เข้าใจถึงรูปแบบของโครงสร้างที่มีผลต่อค่ากัมมันตภาพทางชีวภาพของสารยับยั้งเอนไซม์ DprE1 ในระดับอิเล็กตรอนได้ อีกทั้งโครงสร้างระหว่างเอนไซม์ DprE1 กับลิแกนด์ที่ได้จากการศึกษาด้วยวิธี FMO ให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ นอกจากนี้พบว่ากรดอะมิโน Lys418 คือกรดอะมิโนที่เกิดอันตรกิริยาที่สำคัญกับสารอนุพันธ์ 4-aminoquinolone piperidine amides ดังนั้น ผลการศึกษาที่ได้ทั้งหมดนี้สามารถให้ข้อมูลทางโครงสร้างที่เป็นประโยชน์ในระดับโมเลกุล ซึ่งเป็นแนวทางนำไปสู่การออกแบบสารต้านวัณโรคที่มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงในการยับยั้งเอนไซม์ DprE1 ที่สูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติสำหรับเงินทุนสนับสนุนการวิจัย ศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC) สำหรับเงินทุนสนับสนุนทุนการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คณะ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ Toyohashi University of Technology และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติสำหรับการสนับสนุนโปรแกรมและเครื่องมือในการคำนวณ

เอกสารอ้างอิง

- [1] <https://www.medicalnewstoday.com/articles/8856.php> (สืบค้นเมื่อ 30/4/61)
- [2] Naik, M.; Humnabadkar, V.; Tantry, S. J.; Panda, M.; Narayan, A.; Guptha, S.; Panduga, V.; Manjrekar, P.; Jena, L. K.; Koushik, K.; Shanbhag, G.; Jatheendranath, S.; Manjunatha, M. R.; Gorai, G.; Bathula, C.; Rudrapatna, S.; Achar, V.; Sharma, S.; Ambady, A.; Hegde, N.; Mahadevaswamy, J.; Kaur, P.; Sambandamurthy, V. K.; Awasthy, D.; Narayan, C.; Ravishankar, S.; Madhavapeddi, P.; Reddy, J.; Prabhakar, K.; Saralaya, R.; Chatterji, M.; Whiteaker, J.; McLaughlin, B.; Chiarelli, L. R.; Riccardi, G.; Pasca, M.R.; Binda, C.; Neres, J.; Dhar, N.; Signorino-Gelo, F.; McKinney, J. D.; Ramachandran, V.; Shandil, R.; Tommasi, R.; Iyer, P.S.; Narayanan, S.; Hosagrahara, V.; Kavanagh, S.; Dinesh, N.; Ghorpade, S. R. *J. Med. Chem.* 2014, 57, 5419–5434.
- [3] Y. Mochizuki, K. Yamashita, T. Nakano, Y. Okiyama, K. Fukuzawa, N. Taguchi, S. Tanaka, , *Theor. Chem. Acc.*, 2011, 130, 515–530.
- [4] K. Fukuzawa, T. Nakano, A. Kato, Y. Mochizuki, S. Tanaka, *J. Comp. Chem.*, 2006, 6, 185–198.

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำพลาสมาไปใช้ในการผลิตเนื้อหมูหมัก (แหนม)

Feasibility Study of Plasma Application in the Production of Fermented Ground Porks (Naem)

นภาพร ดีสนาม^{1*} เสาวลักษณ์ งามสม¹ ปาริฉัตร แววนิล¹ และ นีอร โฉมศรี²

¹สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

²งานวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

*E-mail: mamnapadee@gmail.com

บทคัดย่อ

พลาสมาเป็นนวัตกรรมที่เกิดจากการประยุกต์ใช้กระแสไฟฟ้าแรงดันสูง พลาสมาก่อให้เกิดอนุมูลอิสระ ประจุไฟฟ้า และแก๊สชนิดต่างๆ เช่น โอโซน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ฮีเลียม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้พลาสมาที่มีต่อการลดจุลินทรีย์ปนเปื้อนในส่วนผสมหลักสำหรับการผลิตแหนม การผลิตแหนมทำโดยใช้เนื้อหมูสด หนังหมูสุก ข้าวสุก และกระเทียมสด ที่ผ่านกระบวนการลดจุลินทรีย์ปนเปื้อนด้วยการใช้พลาสมาที่ระดับ 15 kV เป็นระยะเวลา 10 นาที เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการใช้พลาสมาเพื่อลดจุลินทรีย์ปนเปื้อน ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี-กายภาพ และทางจุลินทรีย์ ของแหนมที่ระยะเวลาการหมักนาน 0, 12, 24, 36, 48, 60 และ 72 ชั่วโมง และกำหนดการบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พบว่า แหนมที่ทำจากส่วนผสมที่ผ่านกระบวนการลดจุลินทรีย์ด้วยพลาสมามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงในช่วงระยะเวลา 0-12 ชั่วโมง และพบว่า แบคทีเรียสร้างกรดแล็กติกมีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังจากการหมักนาน 24 ชั่วโมง และผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์แหนมที่ทำจากส่วนผสมซึ่งผ่านกระบวนการลดจุลินทรีย์ด้วยพลาสมา ได้รับการประเมินคะแนนความชอบในด้านกลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม สูงกว่าตัวอย่างควบคุม

คำสำคัญ : พลาสมา แหนม จุลินทรีย์

Abstract

Plasma is an innovation of high voltage application. Plasma creates free radicals, discharges and various gases, e.g. ozone, oxygen, hydrogen, nitrogen and helium. This project aims to study an effect of the use of plasma on reduction of microorganisms contaminated in main ingredients for naem production. The main ingredients, i.e. fresh ground pork, cooked pork skin, cooked rice and fresh garlic were treated with plasma at a level of 15 kV for 10 min. The control was performed by using ingredients without plasma treatment. Physicochemical and microbiological analyses were done in naem samples with different fermentation times of 0, 12, 24, 36, 48, 60 and 72 hours. The results showed that the total microbial count decreased during 0-12 hours in naem samples produced from ingredients with the plasma treatment while the lactic acid bacteria count increased in naem samples after 24 hours of fermentation. It was found that sensory attributes of odor, flavor and overall preference in naem produced from ingredients with plasma treatment were rated at higher than the control naem.

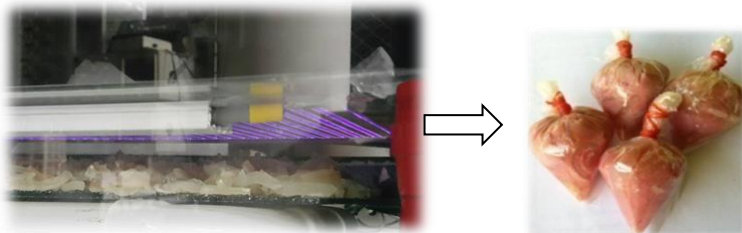
Keywords: Plasma, Fermented Ground Pork, Microorganism

บทนำ

พลาสมาเป็นนวัตกรรมที่เกิดจากการใช้กระแสไฟฟ้ากำลังสูง ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radicals) ประจุไฟฟ้า discharges และแก๊สชนิดต่างๆ เช่น โอโซน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ฮีเลียม ฯลฯ จากรายงานวิจัย ได้มีการนำพลาสมาแรงดันไฟฟ้าสูงในรูปแบบที่ไม่ทำให้เกิดความร้อน non-thermal มาใช้ประโยชน์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ในอาหาร (Scholtz et al., 2015) เช่น การศึกษาการใช้พลาสมาในผลิตภัณฑ์เนื้อพร้อมรับประทาน bresaola (พบว่า การใช้พลาสมาในระดับ 15.5 และ 62 W เวลา 20 วินาที กับ 10 นาที ช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อ *Listeria innocua* (Rod et al., 2012) จากการศึกษาการใช้พลาสมาแบบ flexible thin-layer dielectric barrier discharge (DBD) ในระยะเวลา 10 นาที ทำให้จุลินทรีย์พวก *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 และ *Salmonella* Typhimurium ลดลง ในตัวอย่างส่วนสะโพกเนื้อหมูที่ 3.04, 2.54, 2.68 Log CFU/g และลดลงในตัวอย่างเนื้อสะโพกวัว 1.09, 2.57, 2.58 Log CFU/g ตามลำดับ (Jayasena et al., 2015) การศึกษาการใช้พลาสมาเจ็ตส์ภายใต้สภาวะความดันบรรยากาศ ที่มีก๊าซผสมของ He, He ผสมกับ O₂, N₂ และ N₂ ผสมกับ O₂ ในระยะเวลา นาที ทำให้จำนวนของเชื้อ *Listeria monocytogenes* บนพื้นผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อลดลง โดย 0.87, 4.19, 4.26 และ 7.59 log units ตามลำดับ และในตัวอย่างของเนื้ออกไก่ชนิดแผ่น และแฮมทำให้ลดลง 1.37-4.73 และ 1.94-6.52 log units ตามลำดับ (Lee et al., 2011) ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีพลาสมาแรงดันไฟฟ้ากำลังสูง มาใช้ประโยชน์ในการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์แฮมที่ได้รับความนิยมสูงในปัจจุบัน เนื่องจากแฮมเป็นอาหารหมักพื้นบ้านที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบเป็นของสด วัสดุ และอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตซึ่งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียและก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์ (pathogens) มีโอกาสปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ได้ง่าย จึงได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการลดปริมาณจุลินทรีย์เบื้องต้นในวัตถุดิบที่เป็นส่วนหลักในการผลิตแฮม และศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาคุณภาพเนื้อหมูสดที่ผ่านพลาสมา โดยเปรียบเทียบคุณภาพเนื้อหมูสดที่ผ่านพลาสมาในช่วง 15 kV เป็นเวลา 10 นาที และเนื้อหมูสดที่ไม่ผ่านพลาสมา จากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแล็กติก ทำ 3 ซ้ำการทดลอง สถานที่ทำการทดลอง อาคารแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง และสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องกำเนิดพลาสมาแบบไดอิเล็กทริกแบร์เรียร์ดิสชาร์จ (dielectric barrier discharge (DBD)) ซึ่งเป็นแบบจำลองมีลักษณะเป็นกล่องกระจกสีเหลี่ยมครอบอุปกรณ์ภายใน ภายในประกอบด้วยแผ่นอิเล็กโทรดขนาด 15x20 ซม. เป็นแหล่งปลดปล่อยพลาสมา ใช้อากาศเป็นตัวกลางในการผ่านพลาสมาลงบนวัตถุดิบ โดยในแต่ละครั้งวัตถุดิบจำนวน 500-800 กรัม จะเกลี่ยแบนหนาประมาณ 0.5-0.8 ซม.บนแผ่นกระจก และวางแผ่นอิเล็กโทรดบนชั้นห่างจากแผ่นกระจกตลอดเชื้อที่มีวัตถุดิบประมาณ 1.2 นิ้ว หลังผ่านพลาสมา 5 นาทีที่วัตถุดิบจะถูกกลับด้านและผ่านพลาสมาอีก 5 นาที (รูปภาพที่ 1)



รูปภาพที่ 1 การใช้พลาสมาที่วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์แฮม

2. เตรียมส่วนผสมในการผลิตแฮม สูตรพื้นฐานประกอบด้วยเนื้อหมูร้อยละ 100 หนักรวม เกลือไนโตรทกระเทียมป่น น้ำตาล ผงชูรส ข้าวเจ้าสุก ร้อยละ 35, 2.2, 8, 1, 0.3 และ 8 ของน้ำหนักเนื้อหมู ตามลำดับ วิธีการทำ

หมวมโดยการนำเนื้อหมูสะโพกสดล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วเอาเฉพาะเนื้อแดง หั่นเป็นชิ้นและบดเนื้อแบบหยาบ ผสมเนื้อหมูดกกับหนังหมูสุกหั่นบาง เกลือไนไตรท์ กระเทียมป่น น้ำตาล ผงชูรส และข้าวเจ้าสุก นวดผสมจนเหนียว บรรจุในถุงพลาสติกชนิดร้อนขนาด 4x6 นิ้ว แบ่ง 40 กรัมต่อถุงและมัดให้แน่น ป้มไว้ที่อุณหภูมิห้อง และ รอดตรวจสอบคุณภาพ ดัดแปลงจาก (นภาพร, 2559)

3. ศึกษาการผลิตหมวมที่ผ่านพลาสติก โดยสิ่งทดลองที่ 1 ใช้พลาสติกในช่วง 15 kV เวลา 10 นาที ในส่วนผสมหลักคือ เนื้อหมู หนังหมูสุก ข้าวเจ้าสุก และกระเทียมสด และหมักที่อุณหภูมิห้อง สิ่งทดลองที่ 2 ใช้พลาสติกในช่วง 15 kV เวลา 10 นาที และหมักที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส สิ่งทดลองที่ 3 (ตัวอย่างควบคุม) ไม่ใช้พลาสติกและหมักที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิประมาณ)28±2 องศาเซลเซียส อยู่ในช่วงเดือน กันยายน 2559(

วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์หมวมที่เวลา 0, 12, 24, 36, 48, 60 และ 72 ชั่วโมง โดยวิเคราะห์ หาปริมาณกรดแล็กติก วัดค่า pH วิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแล็กติก ดัดแปลง จากวิธี (AOAC, 2000) ทำ 3 ซ้ำการทดลอง หลังบ่มครบชั่วโมงที่ 72 ทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสต่อ ผลิตภัณฑ์หมวมโดยผู้ทดสอบระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 50 คน ใช้วิธีการให้สเกลความชอบแบบ 9 จุด) 9 - point hedonic scaleไพโรจน์) (, 2545) วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ เปรียบเทียบ 95 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติแบบDNMRT (Duncan's new multiple range test)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อหมูสดที่ผ่านพลาสติก พบว่าตัวอย่างเนื้อหมูที่ผ่านพลาสติกมีปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงประมาณ 0.56 log CFU/g (3.83-3.27= 0.56 log CFU/g) จากการศึกษาของ Aly and Aragi (2013) ในการใช้พลาสติกเจ็ดภายใต้ความดันบรรยากาศเพื่อรักษาความสดของเนื้อไก่สด พลาสติกไม่มีผล ในองค์ประกอบทางเคมีของไก่สด และมีผลต่อการลดลงของปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมด ส่วนตัวอย่างเนื้อหมูที่ ผ่านพลาสติกมีปริมาณจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแล็กติกเพิ่มขึ้นประมาณ 0.18 log CFU/g (4.64-4.46= 0.18 log CFU/g) ดังตารางที่ 1 อาจเนื่องจาก แบคทีเรียแล็กติกส่วนมากเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ผนังเซลล์ไม่มีชั้นของไขมัน ซึ่งมีความหนาของสาร peptidoglycan มากกว่าแกรมลบ สามารถทนต่อความร้อน แรงดัน รังสี และสารเคมี ส่วนกลุ่มแบคทีเรียแกรมลบชั้นผนังเซลล์มีสารประกอบไขมันมากกว่าจึงว่องไวต่อพลาสติก (ปรีชาและนางลักขณ์, 2548)

ตารางที่ 1 ปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อหมูสดที่ผ่านพลาสติก

สิ่งทดลอง	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Log cfu/g)	ปริมาณจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแล็กติก (Log cfu/g)
เนื้อหมูสด	3.83 ± 0.14	4.46 ± 0.06
เนื้อหมูสดที่ผ่านพลาสติก	3.27 ± 0.06	4.64 ± 0.07

2. ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์หมวมที่ผ่านพลาสติกและบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จากการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ ทางจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส พบว่า

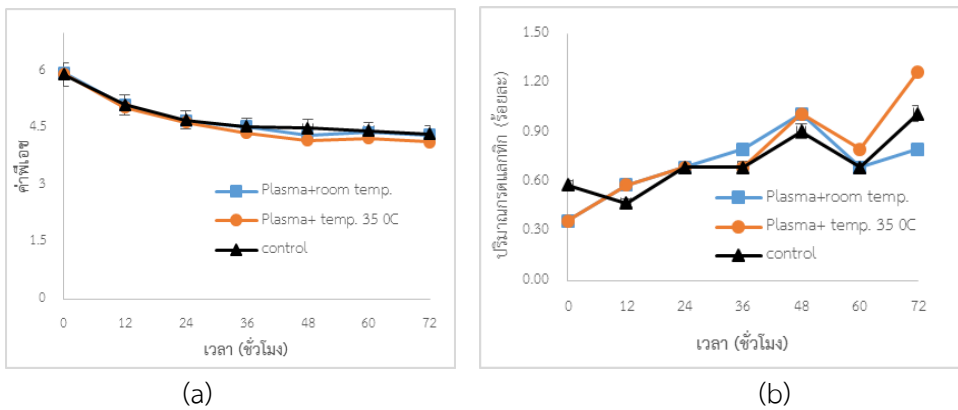
2.1 ปริมาณกรดแล็กติกและค่าพีเอช (pH)

จากกราฟที่ 1 (a) ระยะเวลาการหมักที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้หมวมมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นในทุกตัวอย่าง ชั่วโมงที่ 0 ตัวอย่างหมวมที่ผ่านพลาสติกทั้ง 2 ตัวอย่างที่ควบคุมอุณหภูมิในการบ่ม 35 องศาเซลเซียส และ ไม่ควบคุมอุณหภูมิ มีปริมาณกรดแล็กติกเริ่มต้นน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม ชั่วโมงที่ 36 เป็นต้นไปตัวอย่างหมวม ที่ผ่านพลาสติกทั้ง 2 ตัวอย่าง มีปริมาณกรดแล็กติกสูงกว่าตัวอย่างควบคุม

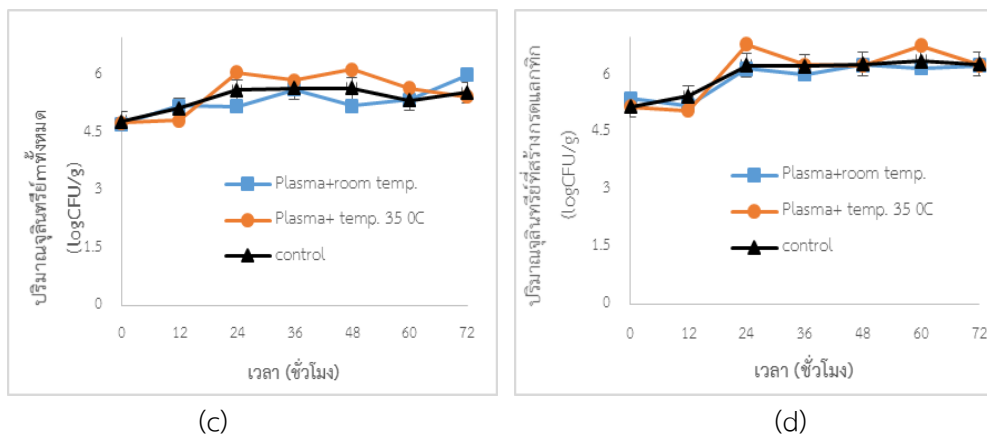
จากกราฟที่ 1 (b) แหนมทุกตัวอย่างมีค่า pH ลดลงตามระยะเวลาหมักเพิ่มขึ้น ค่า pH ของตัวอย่าง แหนมที่ผ่านพลาสมาที่มีแนวโน้มลดลงมากกว่าตัวอย่างควบคุมที่ 36 ชั่วโมง สอดคล้องกับปริมาณกรดแล็กติกที่สูงขึ้น ในกราฟที่ 1 (a) แหนมทุกตัวอย่างมีค่า pH ต่ำกว่า 4.6 ที่ 36 ชั่วโมง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)2547 (ระบุให้แหนมที่ควรบริโภคต้องมีค่า pH ไม่เกิน 4.6 ดังนั้นจึงส่งผลให้ตัวอย่างแหนมที่ผ่านพลาสมาและบ่มไว้ที่ อุณหภูมิ 35 °C มีการหมักเร็วขึ้น โดยมีปริมาณกรดแล็กติกสูงสุดและค่า pH ต่ำสุด ในชั่วโมงที่ 36

2.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแล็กติก

จากกราฟที่ 2 (c) และ (d) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแล็กติก ของตัวอย่างแหนมที่ผ่านพลาสมาและบ่มที่อุณหภูมิ 35 °C ลดลงในช่วง 0-12 ชั่วโมง โดยจำนวนจุลินทรีย์มีแนวโน้ม เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นในทุกตัวอย่าง ปริมาณจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแล็กติกในแหนมที่ผ่านพลาสมา และบ่มที่อุณหภูมิห้องชั่วโมงที่ 60 น้อยกว่าตัวอย่างควบคุม เนื่องจากอุณหภูมิบ่มที่ไม่สม่ำเสมออาจส่งผลให้ จุลินทรีย์กลุ่ม Heterofermentative bacteria สร้างสารประกอบที่ไม่ใช่กรดแล็กติกยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ สร้างกรดแล็กติกในแหนม



กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอช (a) และปริมาณกรดแล็กติก (ร้อยละ) (b) ในแต่ละระยะเวลา การบ่ม (ชั่วโมง) ของตัวอย่างแหนมฉายพลาสมาบ่มกับตัวอย่างควบคุม



กราฟที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g) (c) และปริมาณจุลินทรีย์ ที่สร้างกรดแล็กติก (log CFU/g) (d) ในแต่ละระยะเวลารบ่ม (ชั่วโมง) ของตัวอย่างแหนมฉาย พลาสมาบ่มกับตัวอย่างควบคุม

2.3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 2 ลักษณะความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหนมทุกตัวอย่างด้านสี ความ แน่นเนื้อ และความเปรี้ยว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยให้คะแนนความชอบทาง

ประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม ต่อผลิตภัณฑ์แฮมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์แฮมที่ผ่านพลาสมามากกว่าตัวอย่างควบคุม ตรงข้ามกับงานวิจัยของ Jayasena et al. (2015) ในการใช้พลาสมาแบบ flexible thin-layer dielectric barrier discharge (DBD) กับเนื้อหมูสดชนิดแผ่น พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของตัวอย่างเนื้อหมูสดที่ใช้พลาสมาระยะเวลา 5 และ 10 นาที ต่ำกว่าตัวอย่างอื่นและตัวอย่างควบคุม ส่วน Yong et al. (2016) (ศึกษาการฉายพลาสมาในผลิตภัณฑ์เนื้อ Jerky พบว่า การใช้พลาสมาส่งผลให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ กลิ่น และความชอบรวมลดลง

ตารางที่ 2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮม และหมักที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

คุณลักษณะ	สิ่งทดลอง		
	Plasma+ room temp.	Plasma+ temp. 35°C	Control
สี ^{ns}	7.5 ± 1.0	7.6 ± 0.8	7.4 ± 1.0
ความแน่นเนื้อ ^{ns}	7.5 ± 0.9	7.6 ± 0.9	7.4 ± 1.0
กลิ่นรส	7.2 ^{AB} ± 1.0	7.3 ^A ± 0.9	7.4 ^B ± 1.0
รสชาติ	7.4 ^{AB} ± 1.0	7.6 ^A ± 0.9	7.2 ^B ± 1.0
ความเปรี้ยว ^{ns}	7.1 ± 1.2	7.2 ± 1.2	7.0 ± 1.1
ความชอบรวม	7.5 ^{AB} ± 1.0	7.6 ^A ± 0.9	7.3 ^B ± 1.1

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

^{A, B, C} อักษรที่แตกต่างตามแนวนอน หมายถึง สิ่งทดลองมีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การใช้พลาสมาในเนื้อหมูสดช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดและมีจำนวนจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแล็กติกเพิ่มขึ้น การผลิตแฮมด้วยการนำเนื้อหมูสด หนึ่งหมูสุก ข้าวเจ้าสุก และกระเทียม ผ่านพลาสมาในช่วง 15 kv เวลา 10 นาที ช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในช่วงเริ่มต้นของการหมัก และช่วยให้กระบวนการหมักที่สร้างกรดแล็กติกเกิดเร็วขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรมที่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์เนื้อหมักบริโภคได้เร็วขึ้น ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม ผลิตภัณฑ์แฮมที่ผ่านพลาสมา มากกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การทดลองครั้งนี้พลาสมาช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบเริ่มต้นได้ไม่มากนัก ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาการใช้พลาสมา ร่วมกับการเติมก๊าซเช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน หรือฮีเลียม และพัฒนาเครื่องกำเนิดพลาสมาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น สามารถปรับอุณหภูมิและปรับสภาพบรรยากาศได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภายใต้แผนการวิจัยและพัฒนาการใช้งานไฟฟ้าแรงสูงพลาสมาและนาโนบับเบิลเพื่อการเกษตรกรรมที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ และอำนวยความสะดวกในการศึกษาทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นภาพร ดีสนาม. (2559). *เอกสารประกอบการสอน วิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ลัทธิปีก และประมง*. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง. จำนวน 218 หน้า.

- ปรีชา สุวรรณพินิจ และนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ. (2548). *จุลชีววิทยาทั่วไป*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สนพ.แห่ง. 735 หน้า.
- ไพโรจน์ วิริยจारी. (2545). *การวางแผนและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส*.
ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แหนม*. มอก. 1219-2547.
กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.
- Aly, A.A. and Aragi, G.M.El. (2013). Comparison between gamma irradiation and plasma technology to improve the safety of cold sliced chicken. *African Journal of Food Science*, 7(12): 461-467.
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis. 17th The association of Analytical Chemists*. Washing D, C, 1008 p.
- Jayasena, D.D., Kim, H.J., Yong, H.I., Park, S., Kim, K., Choe, W., and Jo, C. (2015). Flexible thin-layer dielectric barrier discharge plasma treatment of pork butt and beef loin: Effects on pathogen inactivation and meat-quality attributes. *Food Microbiology*, 46: 51-57.
- Lee, H.J., Jung, H., Choe, W., Ham, J.S., Lee, J.H. and Jo, C. (2011). Inactivation of *Listeria monocytogenes* on agar and processed meat surfaces by atmospheric pressure plasma jets. *Food Microbiology*, 28: 1468-1471.
- Rod, SK., Hansen, F., Leipold, F. and Knochel, S. (2012). Cold atmospheric pressure plasma treatment of ready-to-eat meat: Inactivation of *Listeria innocua* and changes in product quality. *Food Microbiology*, 30: 233-238.
- Scholtz, V., Pazlarova, J., Souskova, H., Khun, J. and Julak, J. (2015). Non thermal plasma — A tool for decontamination and disinfection. *Journal of Biotechnology Advances*, 33: 1108–1119.
- Yong, H.I., Lee, H., Park, S., Park, J., Choe, W., Jung, S. and Jo, C. (2016). Flexible thin-layer plasma inactivation of bacteria and mold survival in beef jerky packaging and its effects on meat's physicochemical properties. *Meat Science*, 123: 151-156.

การศึกษาอิทธิพลของส่วนผสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอก
ด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนอง

Study on the Effect of Ingredients on Quality of Thai Styled Custard from Germinated
Brown Rice Flour by Using Respond Surface Methodology

อภิญญา เอกพงษ์* ชุติมา ทองแก้ว ฐิติวรรณ สุขปลั่ง และธิดารัตน์ หลอดทอง
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
*E-mail: apinya.e@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์จากข้าวกล้องงอก โดยการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอก วางแผนการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture Design) ทำการศึกษา 3 ปัจจัย คือ น้ำแป้งข้าวกล้องงอก(ร้อยละ 10-40) ไข่(ร้อยละ 20-50) และน้ำกะทิ(ร้อยละ 40-70) ทำการทดลอง 7 สูตร จากนั้นศึกษาอิทธิพลของส่วนผสมด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนองและคัดเลือกสูตรขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอกที่เหมาะสม ผลจากการศึกษาอิทธิพลของส่วนผสม พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของไข่ทำให้ ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น ส่วนน้ำแป้งข้าวกล้องงอกทำให้ค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น การเพิ่มสัดส่วนของน้ำแป้งข้าวกล้องงอกและน้ำกะทิมีผลทำให้ค่าความแข็งและค่าการเกาะตัวกันของผลิตภัณฑ์ลดลงแต่เพิ่มค่าการเกาะติดผิวของผลิตภัณฑ์ การเพิ่มสัดส่วนของไข่และน้ำกะทิมีผลทำให้ค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น โดยสูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย น้ำแป้งข้าวกล้องงอกร้อยละ 20 ไข่ร้อยละ 30 และน้ำกะทिर้อยละ 50 ผลิตภัณฑ์มีค่าสีของเนื้อผลิตภัณฑ์ในระบบ $L^* a^* b^*$ เท่ากับ 48.98, 13.91 และ 26.15 ตามลำดับ มีค่าความแข็ง 388.2 gf ค่าการเกาะตัวกัน 428.18 ค่าแรงเกาะติดผิว 32.87 gf.mm และมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

คำสำคัญ: แป้งข้าวกล้องงอก ขนมหม้อแกง วิธีพื้นผิวตอบสนอง

Abstract

This study aims to enhance the utilization of germinated brown rice flour for making Thai styled custard. Mixture design was applied to formulate 7 recipes with different ratios of germinated brown rice flour slurry (10-40%), egg (20-50%) and coconut milk syrup (40-70%). The analysis was done by respond surface method to examine the affect of ingredients on quality of product and select the optimum formulation. The results showed that the higher the egg proportion in the recipe, the higher of the, red and yellow color (a^* and b^*) of the custard were observed. Meanwhile, addition of germinated brown rice flour slurry increased color brightness (L^*) of the custard. Increasing in proportions of germinated brown rice flour slurry and coconut milk syrup in the recipe were resulted in decreasing hardness and cohesiveness of the product but the adhesiveness was increased. However, higher proportions of egg and coconut milk syrup were outcome to the higher acceptance score. The optimum formulation was, then, consisted of germinated brown rice flour slurry 20%, egg 30% and coconut milk syrup 50% with L^* 48.98, a^* 13.91, b^* 26.15, hardness 388.2 gf, cohesiveness 428.18, adhesiveness 32.87 gf.mm and consumers rated overall liking of product as like slightly to like moderately.

Keywords: Germinated Brown Rice, Thai Styled Custard, Respond Surface Methodology

บทนำ

ข้าวกล้องงอก (germinated brown rice) หมายถึง ผลผลิตของข้าวที่ผ่านกระบวนการทำให้งอก โดยแช่ข้าวเปลือกหรือข้าวกล้องในน้ำ เพาะจนเกิดราก มีความยาวประมาณ 0.5 มิลลิเมตร (mm) ถึง 1 mm แล้วนำไปผ่านความร้อน หรือลดความชื้นเพื่อท/และ (นึ่ง อบ หรือต้ม) ให้แห้ง กรณีที่ผลิตจากข้าวเปลือก หลังจากทำให้แห้งแล้วต้องเอาเปลือกออก (มาตรฐานสินค้าเกษตร, 2555) เนื่องจากข้าวกล้องงอกมีใยอาหาร อินซิทอล แกมมาโอริซานอล และ สารกาบา (Gamma amino butyric acid) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง มีผลงานวิจัยยืนยันได้ว่าสารกาบาช่วยป้องกันโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง เบาหวาน ลดความดันโลหิต และช่วยควบคุมน้ำหนัก ป้องกันการทำลายสมอง ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคสูญเสียความทรงจำหรือโรคอัลไซเมอร์ เป็นต้น สุนัน และ)จตุรงค์, 2556; อุบลรัตน์ และคณะ, 2556; Charoenthaikij *et al.*, 2009; Tian *et al.*, 2004; Kayahara and Tsukahara, 2000)

ปัจจุบันมีการผลิตขนมไทยในระดับอุตสาหกรรมมากขึ้น ซึ่งขนมไทย คือสัญลักษณ์ของความเป็นไทย ที่มีความโดดเด่น การผลิตขนมไทยมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ยึดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นและเป็นสินค้าส่งออกได้ จึงทำให้อุตสาหกรรมขนมไทยสามารถทำรายได้เข้าสู่ประเทศ โดยตลาดส่งออกขนมที่สำคัญ ส่วนใหญ่จะส่งออกไปยังประเทศในภูมิภาคเอเชียเป็นหลัก อาทิ จีน ลาว ฮองกง กัมพูชา ใต้หวัน เวียดนาม สิงคโปร์ มาเลเซีย และพม่า โดยมูลค่าตลาดรวมของขนมไทยเมื่อปี.ศ. 2552 อยู่ที่ 15,200 ล้านบาท คาดว่าในปี 2553 ตลาดขนมไทยจะมีมูลค่าสูงขึ้นประมาณ 16,600 ล้านบาท ขนมหม้อแกงเป็นขนมชนิดหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมบริโภคในประเทศ และเริ่มมีการผลิตเพื่อส่งจำหน่ายในต่างประเทศอีกด้วย ขนมหม้อแกงมีส่วนผสมของไข่ น้ำตาล กะทิ นอกจากนี้ ยังมีส่วนผสมชนิดอื่นเพิ่มขึ้นตามชนิดของขนมหม้อแกง เช่น เผือก ถั่ว หรือเม็ดบัว แดงต้อย), 2534; นิรนาม, 2556ซึ่งส่วนผสมที่เพิ่มขึ้นนี้ทำให้ขนม (หม้อแกงมีรสชาติหลากหลายมากขึ้น ส่วนผสมที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวมีแปง เป็นองค์ประกอบหลัก จึงมีแนวคิดในการนำข้าวกล้องงอกซึ่งเป็นที่ยอมรับว่ามีคุณค่าทางอาหารและมีประโยชน์ ต่อสุขภาพมาแปงเป็นแปงแล้วนำไปใช้เป็นส่วนผสมของขนมหม้อแกง โดยมีจุดมุ่งหมายในการสร้างมูลค่าเพิ่มและเพิ่มแนวทางการใช้ประโยชน์ให้กับข้าวกล้องงอก ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของแปงข้าวกล้องงอก ไข่ และน้ำกะทิต่อคุณภาพของขนมหม้อแกง และคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมของขนมหม้อแกงแปงข้าวกล้องงอก

วิธีการวิจัย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การเตรียมวัตถุดิบแปงข้าวกล้องงอก

การเตรียมแปงข้าวกล้องงอก ตามวิธีของ ภาณุวัฒน์ (2553) ใช้ข้าวกล้องงอก ที่ผลิตจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ตราร่องมาลี ผลิตโดยวิสาหกิจชุมชนข้าวกล้องงอกร่องมาลี ตำบลสระสมิง อำเภอรินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยบรรจุแปงข้าวกล้องงอกในถุงลามิเนต เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ต่อไป

2. การเตรียมส่วนผสมและสูตรเบื้องต้นของขนมหม้อแกงแปงข้าวกล้องงอก

สูตรเบื้องต้นของขนมหม้อแกง อ้างอิงจาก วรารัตน์ (2552) ซึ่งเป็นสูตรขนมหม้อแกงไข่ที่ประกอบด้วย ไข่เป็ด ร้อยละ 43.63 กะทิ ร้อยละ 32.13 และน้ำตาลมะพร้าว ร้อยละ 24.24 การพัฒนาสูตรเบื้องต้นได้ทดลองเติมแปงข้าวกล้องงอกลงไปในสูตร พบว่า ขนมหม้อแกงที่ได้มีความแข็ง เนื่องจากมีปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการเกิดเจลลาตินของแปงข้าวกล้องงอก จึงปรับวิธีการเตรียมแปงให้เกิดการเจลลาตินได้ดีขึ้น ด้วยการเตรียมแปงให้อยู่ในรูปของน้ำแปงข้าวกล้องงอก โดยการเติมน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสลงในแปงและผสมให้เข้ากัน ใช้อัตราส่วนของแปงต่อน้ำที่ 1 : 2 (W/W) ส่วนน้ำกะทิ (coconut milk syrup) ใช้อัตราส่วนของกะทิสสำเร็จรูปและน้ำตาลมะพร้าวตามสูตรเบื้องต้นของวรารัตน์ (2552) ที่อัตราส่วน 5.7 : 4.3 (W/W)

3. ศึกษาอิทธิพลของส่วนผสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

วางแผนการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture design) ทำการศึกษา 3 ปัจจัย คือ น้ำแปงข้าวกล้องงอก (X_1) ไข่ (X_2) และน้ำกะทิ (X_3) โดยมีปริมาณน้ำแปงข้าวกล้องงอก ร้อยละ 10-40 ไข่เป็ด ร้อยละ 20-50 และ

น้ำกะทิ ร้อยละ 40-70 ทำการทดลอง 7 สูตร ดังตารางที่ 1 ขั้นตอนการผลิตขนมหม้อแกงข้าวกล้องงอก ดัดแปลงจากวารสาร (2552) โดยการเติมน้ำแป้งข้าวกล้องงอกภายหลังจากขั้นตอนการตีไข่ให้ขึ้นฟู อบส่วนผสม 200 กรัม ต่อถาดในเตาอบ ใช้ไฟบน 200 องศาเซลเซียส ไฟล่าง 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนผสมในการผลิตขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอก 7 สูตร

สูตร	ปริมาณส่วนผสม (ร้อยละโดยน้ำหนัก)		
	น้ำแป้งข้าวกล้องงอก (Germinated brown rice flour slurry)	ไข่ (Egg)	น้ำกะทิ (Coconut milk syrup)
	X ₁	X ₂	X ₃
1	40	20	40
2	10	50	40
3	10	20	70
4	25	35	40
5	25	20	55
6	10	35	55
7	20	30	50

4. การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

4.1 การตรวจสอบคุณภาพส่วนผสมก่อนการอบ

วิเคราะห์ส่วนผสมก่อนการอบ (batter) ประกอบด้วย การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วยเครื่อง Refractometer (Atago, Japan) วิเคราะห์ค่าพีเอชด้วยเครื่องวัดพีเอช (Hach, USA) และวิเคราะห์ค่าความหนืดด้วยเครื่อง Rheometer (Haake Mars III, Germany)

4.2 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

4.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

วิเคราะห์ค่าสีระบบ CIE L* a* b* โดยเครื่องวัดสี (Hunter Lab, USA) โดยรายงานค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) วิเคราะห์คุณภาพลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer (Lloyd, UK) ตามวิธีของกรมการอาหาร และคณะ (2546)

4.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยการทดสอบความชอบ โดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 40 คน (เพ็ญขวัญ, 2556)

5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลคุณภาพของผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple-Range Test (DMRT) จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยวิธี Response surface methodology (RSM) นำผลที่ได้ไปสร้างสมการถดถอย (Regression model) และสร้าง contour plot เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม โดยใช้โปรแกรม MINITAB 14

ผลการวิจัย

คุณภาพส่วนผสมก่อนการอบ (batter) 7 สูตร มีค่าคุณภาพดังนี้ ค่าของแข็งที่ละลายได้ 30.5-40 ปริกซ์พีเอช 6.52-7.00 ความหนืด 828.6-3376 พอยส์ ซึ่งส่วนผสมก่อนการอบสูตรที่ 4 มีค่าความหนืดที่สูงที่สุด แตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากเป็นสูตรที่มีปริมาณน้ำกะทิน้อยและสัดส่วนของไข่และ

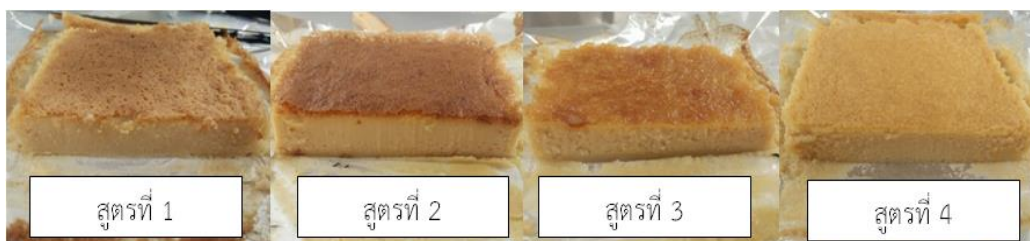
น้ำแป้งสูง (ตารางที่ 2) ส่วนภาพที่ 1 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแล้วทั้ง 7 สูตร เห็นได้ว่า สูตรที่ 3 มีการเกาะตัวกันไม่ดีและมีปริมาตรที่ต่ำกว่าสูตรอื่น ส่งผลต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ผลการวิเคราะห์ค่าสีเนื้อของขนมหม้อแกงดังตารางที่ 3 พบว่า สูตรที่ 2 เป็นสูตรที่มีปริมาณไข่มากที่สุดมีค่าความสว่าง(L*)เท่ากับ 57.60 ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ 15.86 และมีค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 32.00 ส่วนสูตรที่ 3 เป็นสูตรที่มีน้ำกะทิมากที่สุดมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 56.87 ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ 15.19 และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 31.86 ซึ่งสูตรที่ 2 ซึ่งมีปริมาณไข่มากที่สุด และสูตรที่ 3 ซึ่งมีปริมาณน้ำกะทิมากที่สุดมีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ที่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีค่าสีทั้งความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองสูงกว่าสูตรที่ 1 ซึ่งมีปริมาณแป้งข้าวกล้องงอกมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เมื่อศึกษาอิทธิพลของส่วนผสมที่มีต่อค่าสีผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีพินฉิวตอบสนอง ได้สมการคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4 และภาพ contour plot ดังภาพที่ 2 ซึ่งพบว่า การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนน้ำแป้งข้าวกล้องงอกและน้ำกะทิ (X_1X_3) มีผลทำให้ค่าความสว่างลดลงมากที่สุด การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนน้ำแป้งข้าวกล้องงอกและไข่ (X_1X_2) มีผลทำให้ค่าสีแดงลดลงมากที่สุด และ การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนไข่และน้ำกะทิ (X_2X_3) มีผลทำให้ค่าสีเหลืองลดลงมากที่สุด

ตารางที่ 2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ พีเอช และความหนืดของส่วนผสมขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอก ก่อนนำไปอบ

สูตรที่	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (brix)	พีเอช	ความหนืด (poise)
1	30.50±0.53 ^a	6.52±0.13 ^c	1875±55.00 ^c
2	33.80±1.55 ^d	7.09±0.07 ^a	1984±138.96 ^c
3	40.00±0.00 ^a	6.62±0.04 ^d	828.6±104.32 ^c
4	34.25±0.42 ^d	6.84±0.04 ^c	3376±191.38 ^a
5	37.95±1.12 ^b	6.61±0.03 ^d	2868±35.19 ^b
6	38.20±0.42 ^b	7.00±0.04 ^b	1131±101.00 ^{dc}
7	35.50±0.53 ^c	6.88±0.05 ^c	1185±157.16 ^d

หมายเหตุตัวอักษร : ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) $p<0.05$)



ภาพที่ 1 ลักษณะปรากฏของขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอก 7 สูตร

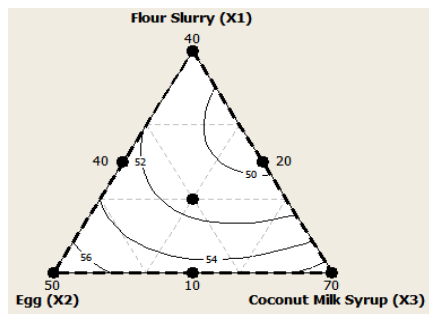
ตารางที่ 3 ค่าคุณภาพด้านสีของเนื้อผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอก

สูตรที่	ค่าสี (±SD)		
	L*	a*	b*
1	51.48±16.86 ^{cd}	13.16±6.22 ^c	26.86±3.97 ^{bc}
2	57.60±14.18 ^a	15.86±5.03 ^a	32.00±8.09 ^a
3	56.87±14.18 ^a	15.19±5.03 ^{ab}	31.86±8.09 ^a
4	53.77±9.62 ^{bc}	10.38±2.45 ^d	28.97±4.91 ^b
5	50.67±12.51 ^d	13.74±7.43 ^{bc}	32.37±9.90 ^a
6	55.91±11.94 ^{ab}	13.02±4.42 ^c	28.36±5.77 ^{bc}
7	48.98±18.82 ^d	13.91±5.79 ^{bc}	26.15±2.97 ^c

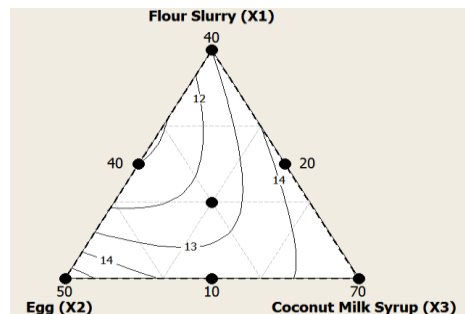
หมายเหตุตัวอักษร : ที่ต่างกันในแต่ละแถว แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) p<0.05)

ตารางที่ 4 สมการคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของอิทธิพลส่วนผสมที่มีต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์

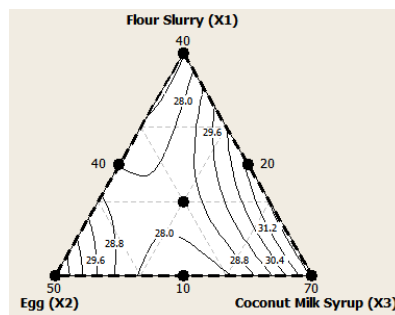
ค่าสี	สมการ	R ²
ค่าความสว่าง	$Y_1 = 124.8X_1 + 97.2X_2 + 83.5X_3 - 92.5X_1X_2 - 214.1X_1X_3 - 117.2X_2X_3$	0.86
ค่าสีแดง	$Y_2 = 23.5X_1 + 54.4X_2 + 20.5X_3 - 148.5X_1X_2 + 15.8X_1X_3 - 76.2X_2X_3$	0.82
ค่าสีเหลือง	$Y_3 = -14.8X_1 + 111.7X_2 + 53.1X_3 - 75.5X_1X_2 + 78.7X_1X_3 - 213.8X_2X_3$	0.80



(a) ค่าความสว่าง



(b) ค่าสีแดง



(c) ค่าสีเหลือง

ภาพที่ 2 Contour plot ค่าสีของเนื้อขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอก

ผลวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 5) ด้านความแข็ง (hardness) พบว่า สูตรที่ 1 ที่มีปริมาณแป้งข้าวกล้องมากที่สุด และสูตรที่ 2 เป็นสูตรที่มีปริมาณไขมันมากที่สุด มีค่าความแข็งสูงและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ สูตรที่ 2 ยังมีค่าการเกาะตัวกัน (cohesiveness) มากที่สุดแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนการวิเคราะห์ค่าแรงเกาะติดผิว พบว่า สูตรที่ 5 เป็นสูตรที่มีน้ำแป้งข้าวกล้องงอก: ไซ: น้ำกะทิ ที่ 25:20:55 มีค่าแรงเกาะติดผิวมากที่สุดแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อศึกษาอิทธิพลของส่วนผสมที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์ ได้สมการคณิตศาสตร์ดังตารางที่ 6 และภาพ contour plot ดังภาพที่ 3 ซึ่งรูปแบบเส้น contour plot ของค่าความแข็งและค่าการเกาะตัวกันเป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยของการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนน้ำแป้งข้าวกล้องงอกและน้ำกะทิ (X_1X_3) มีผลทำให้ค่าความแข็งและค่าการเกาะตัวกันลดลงมากที่สุด ในทางตรงกันข้ามค่าแรงการเกาะติดผิวจะเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนน้ำแป้งข้าวกล้องงอกและน้ำกะทิ (X_1X_3) เพิ่มขึ้น

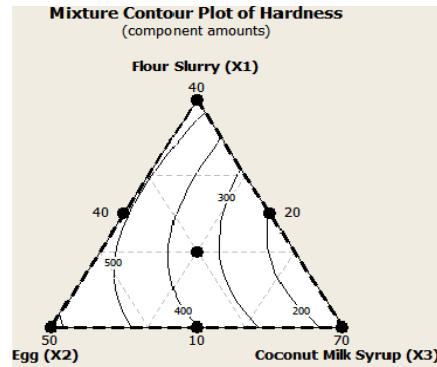
ตารางที่ 5 ค่าคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอก

สูตรที่	ค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (\pm SD)		
	ค่าความแข็ง (gf)	ค่าการเกาะตัวกัน	ค่าแรงเกาะติดผิว (gf.mm)
1	559.11 \pm 80.94 ^{ab}	445.53 \pm 33.88 ^{bc}	26.72 \pm 19.11 ^{bc}
2	624.20 \pm 282.81 ^a	546.40 \pm 18.78 ^a	16.43 \pm 12.34 ^c
3	165.81 \pm 126.99 ^d	327.05 \pm 96.25 ^d	22.78 \pm 11.74 ^{bc}
4	491.21 \pm 135.82 ^{bc}	484.44 \pm 19.95 ^b	31.53 \pm 7.47 ^b
5	177.68 \pm 80.14 ^d	310.03 \pm 57.82 ^d	51.07 \pm 18.33 ^a
6	380.64 \pm 78.20 ^c	436.70 \pm 32.83 ^c	30.41 \pm 11.03 ^b
7	388.20 \pm 104.48 ^c	428.18 \pm 61.28 ^c	32.87 \pm 10.23 ^b

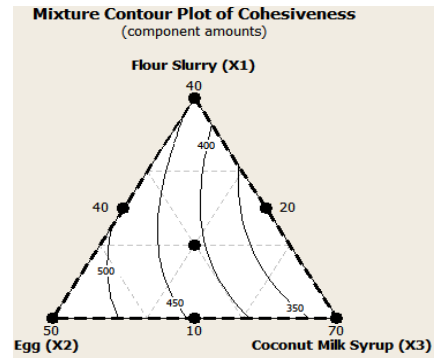
หมายเหตุตัวอักษร : ที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) $p < 0.05$)

ตารางที่ 6 สมการคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของอิทธิพลส่วนผสมที่มีต่อค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

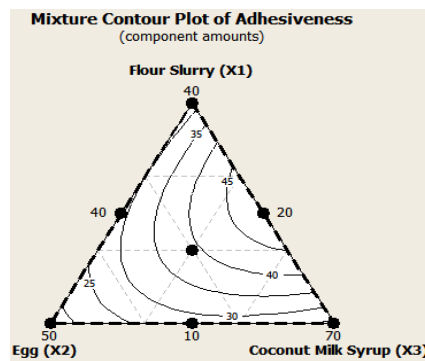
ลักษณะเนื้อสัมผัส	สมการ	R ²
ความแข็ง	$Y_4 = 4245X_1 + 1094X_2 + 31X_3 - 3379 X_1X_2 - 7127X_1X_3 + 447X_2X_3$	0.98
การเกาะตัวกัน	$Y_5 = 1655X_1 + 626X_2 + 266X_3 - 95 X_1X_2 - 2972X_1X_3 + 416X_2X_3$	0.99
แรงเกาะติดผิว	$Y_6 = -352.9X_1 - 82.3X_2 - 68.3X_3 + 290.5 X_1X_2 + 1017.8X_1X_3 + 328.2X_2X_3$	0.91



(a) ค่าความแข็ง



(b) ค่าการเกาะตัวกัน



(c) ค่าแรงเกาะติดผิว

ภาพที่ 3 Contour plot ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอก

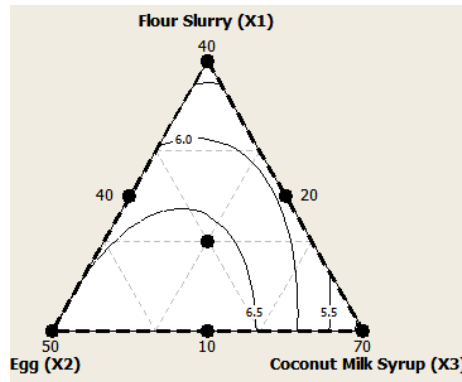
ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอก 7 สูตร โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน ได้ผลคะแนนเฉลี่ยของความชอบโดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 6 พบว่า สูตรที่ 3 ซึ่งเป็นสูตรที่มีปริมาณน้ำกะทิมากที่สุดมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมต่ำที่สุด (4.85 คะแนน) อยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อยและไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสูตร ที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรที่มีปริมาณแป้งข้าวกล้องงอกมากที่สุด

ตารางที่ 6 ค่าคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอก 7 สูตร

สูตรที่	ค่าคะแนนความชอบโดยรวม (Overall liking)
1	5.28±1.62 ^{cd}
2	6.48±1.65 ^{ab}
3	4.85±1.83 ^d
4	6.25±1.30 ^{ab}
5	5.88±1.68 ^{bc}
6	6.85±1.44 ^a
7	6.68±1.07 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) $p < 0.05$

เมื่อศึกษาอิทธิพลของส่วนผสมที่มีต่อค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ได้สมการคณิตศาสตร์ และภาพ contour plot ดังภาพที่ 4 โดยของการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนไข่และน้ำกะทิ (X_2X_3) มีผลทำให้ค่าคะแนนความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นมากที่สุด



$$Y_7 = -7.37X_1 - 8.16X_2 - 4.77X_3 + 17.81X_1X_2 + 37.59X_1X_3 + 54.03X_2X_3 \quad R^2 = 0.99$$

ภาพที่ 4 Contour plot และสมการแสดงความสัมพันธ์ของอิทธิพลส่วนผสมที่มีต่อค่าคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์

จากผลจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงแป้งข้าวกล้องงอกจากภาพที่ 4 แสดงว่าการมีส่วนผสมร่วมกันไม่ว่าจะเป็น แป้ง ไข่ และน้ำกะทิ มีผลทำให้ค่าคะแนนความชอบเพิ่มขึ้น สูตรที่มีค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยสูง คือ สูตรที่ 2 สูตรที่ 6 และสูตรที่ 7 (มีคะแนนมากกว่า 6.5) อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง เมื่อพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในการทดลองที่ต้องการใช้แป้งข้าวกล้องงอกในปริมาณมากที่สุดจึงเลือกสูตรที่ 7 เป็นสูตรที่เหมาะสมเนื่องจากมีสัดส่วนของแป้งข้าวกล้องงอกสูงกว่าสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 6

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การศึกษาอิทธิพลของแป้งข้าวกล้องงอก ไข่ และน้ำกะทิต่อคุณภาพของขนมหม้อแกง จากลักษณะปรากฏของสูตร ที่ 3 มีการเกาะตัวกันไม่ดี และมีปริมาตรที่ต่ำกว่าสูตรอื่น เนื่องจากเป็นส่วนผสมของน้ำกะทิมากที่สุด จึงมีปริมาณของเหลวมากและมีปริมาณน้ำตาลสูง ซึ่งปริมาณน้ำตาลที่สูงทำให้อุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้งสูงขึ้น แป้งเกิดเจลได้ยากขึ้น เกิดโครงสร้างที่ไม่แข็งแรงและเกิดการยุบตัวขณะทำการอบ (Kim and Walker, 1992) ค่าสีของเนื้อผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล จากการที่น้ำตาลได้รับความร้อนสูงทำให้เกิดการเมลานอยเซชันได้สารสีน้ำตาล (นิธิยา, 2549) ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เมื่อมีปริมาณไข่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งและการเกาะตัวกันเพิ่มขึ้น เนื่องจากโปรตีนในไข่เกิดการเสียสภาพและเกิดการแข็งตัวกลายเป็นเจล (denature and coagulate) เมื่อได้รับความร้อน (Wilderjans *et al.*, 2010) นอกจากนี้ปริมาณแป้งข้าวกล้องงอกที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งเพิ่มขึ้น แป้งข้าวกล้องงอกในส่วนผสมเมื่อได้รับความร้อนและมีปริมาณน้ำในระบบที่เพียงพอ เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวและเกิดเจลลาติไนซ์ เมื่อเย็นตัวลงโมเลกุลของอะมิโลสจะมากเกาะตัวรวมกันเกิดเป็นเจล โดยผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งหรืออ่อนจะผันแปรไปตามองค์ประกอบอื่นด้วย เช่น ไขมัน โปรตีน น้ำตาล และปริมาณน้ำในระบบ (นิธิยา, 2549) สอดคล้องกับงานวิจัยของ กมลวรรณ และคณะ (2546) ที่พบว่าการเติมถั่วทองบดซึ่งมีปริมาณแป้งและโปรตีนสูงทำให้ขนมหม้อแกงมีความแข็งเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในงานวิจัยที่ต้องการใช้แป้งข้าวกล้องงอกในปริมาณมากที่สุดและมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงจึงเลือกสูตรที่ 7 ซึ่งประกอบด้วย แป้งข้าวกล้องงอกร้อยละ 20 ไข่ร้อยละ 30 และน้ำกะทिर้อยละ 50 เป็นสูตรที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศ.ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ ที่ให้ข้อเสนอแนะ และขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่สนับสนุนงบประมาณเงินรายได้ ปี 2559

เอกสารอ้างอิง

- กมลวรรณ แจ่มชัด, วิชัย หฤทัยธนาสันต์, เกศรินทร์ มงคลวรรณ, และนภสร จุ้ยเจริญ.(2556) . การพัฒนาขนมหม้อแกงถั่วกึ่งสำเร็จรูป .ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41*(น.175-184). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- แดงต้อย มาลี.(2534). *ขนมหม้อแกง*. กรุงเทพฯ: บริษัท ต้นอ่อน.
- นิธิยา รัตนาปนนท์. (2549). *เคมีอาหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นรินนาม.(2556). *ขนมไทยสเตอริไลซ์ O-Cha เปิดกระป๋องพร้อมรับประทานรสไม่เพี้ยน*. สืบค้น 14 กรกฎาคม 2558, จาก <http://www.manager.co.th/iBizChannel/ViewNews.aspx?NewsID=9560000124492>.
- ภาณุวัฒน์ สกลกิจสกุล. (2553). *การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องงอกในผลิตภัณฑ์บราวนี่* (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มาตรฐานสินค้าเกษตร *ข้าวกล้องงอก*.(2555). *มกษ. 4003-2555*. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วรรัตน์ สานนท์. (2552) . *การพัฒนาขนมหม้อแกงใช้ลดพลังงานและการปรับปรุงสัดส่วนกรดไขมันด้วยสารให้ความหวานซูคราโลสและกะทิธัญพืช* (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนัน ปานสาคร, และจตุรงค์ ลังกาพินธุ์ .(2556). *ข้าวกล้องงอกทำง่ายได้ประโยชน์สูง* .ปทุมธานี: สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี .
- อุบลรัตน์ ลีกำจร, กมลวรรณ แจ่มชัด, ดวงกมล ฉายะศิริพันธ์, และพัชรี ตั้งตระกูล. (2556). ผลของการแช่ข้าวกล้องงอก พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในสารละลายโคโตซานร่วมกับกรด ต่อคุณภาพของแป้งข้าวกล้องงอก. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 51* (น. 368-375).กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Charoenthaikij, P., Jangchud, K., Jangchud, A., Piyachaomkuan, K., Tuntrakul, P. & Prinyawiwatkul, W. (2009). Germination conditions affect physicochemical properties of germinated brown rice flour. *Journal of Food Science*, 74, 658-665.
- Kayahara, H., & Tsukahara, K. (2000). Flavor, health and nutritional quality of pre-germinated brown rice. In Presented at the 2000 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies in Hawaii, December 2000.
- Kim, C. S., & Walker, C. E. (1992). Effects of sugars and emulsifiers on starch gelatinization evaluated by differential Scanning calorimetry. *Cereal Chemistry*, 69, 212-217.
- Tian, S., Nakamura, K., & Kayahara, H. (2004). Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice and germinated brown rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 4808-4813.
- Wilderjans, E., Luyts, A., Goesaert, H., Brijs, K., & Delcour, J. A. (2010). A model approach to starch and protein functionality in a pound cake system. *Food Chemistry*, 120, 44-51.

ไอโซเทอมการคายความชื้นของข้าวเม่า

Desorption Isotherm of Immature Green Rice

วิริยา อ่อนสอาด* ขรินทร์รัตน์ ยอดศิริ และ นิสากร ทองสุข
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
*E-mail: wiriya.p@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาไอโซเทอมการคายความชื้นของข้าวเม่าจำนวน 3 สายพันธุ์ เพื่อใช้สำหรับการนำไปสร้างสมการทำนายความชื้นสมดุล เพื่อประโยชน์ในการออกแบบการเก็บรักษาและการทำแห้งข้าวเม่า เพื่อยังคงคุณภาพที่ดีของข้าวเม่าไว้ได้ โดยหนึ่งในปัจจัยที่มีผลต่อกลไกการคายความชื้นของข้าวเม่าคือองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเม่า โดยในการศึกษาในครั้งนี้ใช้ข้าวเปลือกระยะเม่าทั้งสามสายพันธุ์ ที่เพาะปลูกในแหล่งเดียวกัน และจำลองการผลิตมาจากวิธีดั้งเดิมเพื่อผลิตเป็นข้าวเม่าสด พบว่ามีค่าแตกต่างกัน โดยข้าวเม่าพันธุ์ กช 6 มีปริมาณเถ้าและคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด ในขณะที่พันธุ์อี่เตี้ยมีปริมาณไขมัน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใยและโปรตีนมากที่สุด สำหรับพันธุ์หลีนกมีปริมาณเถ้าสูงที่สุด ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้สัมพันธ์กับค่าสีที่วัดได้ และนอกจากนี้ได้นำข้าวเม่าทั้งสามสายพันธุ์มาวางในภาชนะปิดสนิทที่บรรจุสารละลายเกลืออิมิตัวชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิระหว่าง 10 ถึง 50 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 11-87% หลังจากตัวอย่างข้าวเม่าเข้าสู่สมดุลกับสารละลายเกลืออิมิตัว จึงนำมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นสมดุลของข้าวเม่าเพื่อนำมาสร้างกราฟไอโซเทอม พบว่า กราฟมีลักษณะเป็นรูปตัว "s" (sigmoidal shape) ซึ่งเป็นลักษณะกราฟคล้ายกันกับไอโซเทอมของแป้งข้าวและธัญพืชอื่น ๆ และนำข้อมูลจากการทดลองไปหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมที่สามารถทำนายค่าความชื้นสมดุลของข้าวเม่าที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 สมการ และใช้เกณฑ์การพิจารณาแบบจำลองที่เหมาะสมได้แก่ค่า R^2 (Coefficient of Determination), SSE (Summation of square error), P-value (mean relative deviation used to calculate the standard error), SEE (Standard error of estimate) ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ทำนายความชื้นสมดุลของข้าวเม่าทั้งสามสายพันธุ์คือแบบจำลอง Modified Oswin ที่พบว่าให้ค่า R^2 สูงที่สุด และให้ค่า SEE, SSE และ P-value ต่ำที่สุด

คำสำคัญ : ข้าวเม่า ไอโซเทอมคายความชื้น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ความชื้นสมดุล

Abstract

This research aims to study desorption isotherm of immature green rice (Khao Mao) for 3 varieties. A good quality of immature green rice can be obtained by using the mathematical model to predict the equilibrium moisture content which advantage for storage and drying condition. Three varieties of immature green rice obtained from immature paddy growing in the same area presented different chemical compositions which would affect water desorption. RD6 variety provided the highest content of ash and carbohydrate. E-tei presented the highest content of lipid, carbohydrate, fiber and protein. However, Leenok provided the high value of ash content. The proximate analysis was found to correlate with color measurement. In addition, equilibrium moisture contents of immature green rice were obtained by placing in the container filling with saturated salted solution. The temperature was varied from 10 to 50°C, thus the equilibrium relative humidity were obtained between 11- 87%. The desorption isotherm was found in sigmoidal shape which agreed with rice flour and cereal. Moreover, mathematical model was obtained by fitting the experimental data using non-linear regression analysis method. The modified Oswin model was

found the best model which can be fit with the data obtained from the experiment with the highest value of R2 and the lowest value of SEE, SSE and P-value.

Keywords : Immature Green Rice, Desorption Isotherm, Mathematical Model, Equilibrium Moisture Content

บทนำ

ข้าวเม่าเป็นข้าวในระยะแป้งอ่อน (Dough stage) ที่ตั้งท้องออกรวงและผ่านระยะน้ำนมประมาณ 5-7 วัน ข้าวจะเริ่มมีเมล็ดแต่ยังไม่แก่ข้าวบ้านเรียก"ข้าวระยะเม่า"ข้าวเม่าเป็นผลิตภัณฑ์ว่าง โดยภูมิปัญญาชาวบ้านเป็นที่รู้จักกันมากทุกภูมิภาครวมทั้งใน จังหวัดอุบลราชธานีกลุ่มผลิตข้าวเม่า บ้านนาพิน ตำบลนาพิน อำเภอดงรัก จังหวัดอุบลราชธานี แต่ปัญหาด้านการเก็บรักษาข้าวเม่าเป็นปัญหาที่สำคัญข้าวเม่าเก็บได้เพียง 1-3 วันข้าวเม่ามีอาการเก็บรักษาสั้นและมีกลิ่นหืน (อริยาภรณ์ และนิตยา, 2543) ภายในเมล็ดข้าวมีความชื้นและมีองค์ประกอบทางเคมี คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และวิตามิน โดยข้าวเม่าทำมาจากข้าวเหนียวภายในโครงสร้างข้าวเหนียวมีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง ส่งผลทำให้ข้าว มี ความเหนียวนุ่ม เม็ดแป้งรวมภายในโครงสร้างกัน อยู่ในอะมิโลพลาสและล้อมรอบเม็ดแป้งด้วยโปรตีน โปรตีนของข้าวแบ่งออกเป็น 4 ชนิด อัลบูมิน โกลบูลิน โปรลามิน กลูเตลิน ซึ่งโครงสร้างหลักของข้าว คือ สตาร์ชเมื่อให้ความร้อนโดยการนึ่ง โครงสร้างเกิดการพองหรือที่เรียกว่า เจลาติไนเซชัน (gelatinization) เมื่อทำให้เย็นโมเลกุลของสตาร์ชเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ (retrogradation) ซึ่งข้าวเม่าที่ใช้เป็นข้าวเหนียวที่มีองค์ประกอบหลักคือ อะไมโลเพคตินที่มีปริมาณสูง โดยอะไมโลเพคตินสามารถจัดเรียงตัวใหม่ได้เช่นเดียวกับอะไมโลส แต่อาจใช้เวลานานกว่า จึงทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งขึ้นขณะการเก็บรักษาโดยการจัดเรียงตัวของสตาร์ช สามารถผันกลับหรือคืนตัวได้เนื่องจากโครงสร้างอาหารที่มีความชื้นเป็นองค์ประกอบ (Shifeng et al, 2009) และโปรตีนภายในข้าวมีปริมาณแตกต่างกัน ซึ่งมีโปรตีนกลูเตลินเป็นองค์ประกอบหลักอยู่จะแทรกอยู่ระหว่างเม็ดสตาร์ช และโปรตีนที่เชื่อมอยู่ระหว่างเม็ดสตาร์ชเมื่อมีความร้อนโปรตีนเกิดการเสียสภาพทางโครงสร้าง (อรอนงค์, 2547) ซึ่งอาจส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าวเม่าได้ อีกทั้งข้าวเม่าที่ผลิตในปัจจุบันนั้นมีหลากหลายสายพันธุ์ ซึ่ง วิริยา พรหมทองและคณะ (2557) พบว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ในข้าวเม่าในแต่ละสายพันธุ์มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) หลังจากที้นำข้าวเม่าสดที่ผ่านการผลิตแบบวิธีดั้งเดิมมาวางจำหน่ายพบว่า ข้าวเม่าสดมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากสภาวะในการเก็บข้าวเม่าอาจส่งผลต่อการดูดการหรือคายความชื้นของข้าวเม่าในสภาพบรรยากาศที่มีความชื้นและอุณหภูมิที่ต่างกันส่งผลทำให้ข้าวเม่ามีลักษณะคุณภาพเปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตามจากภาคครัวเรือนอาจอ้างอิงพบว่ายังไม่มีงานวิจัยใดศึกษาผลกระทบการคายความชื้นของข้าวเม่ามาก่อนเลย ดังนั้น การเข้าใจกลไกการคายความชื้นของข้าวเม่าในแต่ละสายพันธุ์ที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันจะทำให้สามารถทราบถึงแนวทางในการเก็บรักษาข้าวเม่าสดไว้ได้ โดยในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการสร้างสมการทำนายความชื้นของข้าวเม่าเพื่อนำไปหาอายุการเก็บรักษาหรือการทำแห้งที่เหมาะสมต่อไป

วิธีการวิจัย

1. วัตถุประสงค์

เก็บเกี่ยวข้าวในระยะเม่า (ข้าวหลังจากออกดอกเป็นระยะเวลา 15-17 วัน) ในช่วงเดือน กรกฎาคม-สิงหาคม 2558 สำหรับ กข 6 และพันธุ์อู๊ดเต๋ และเดือน เมษายน 2559 สำหรับพันธุ์หลัก ที่บ้านนาพิน ตำบลนาพิน อำเภอดงรัก จังหวัดอุบลราชธานี นำมาเก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (Laminated aluminum foil) โดยบรรจุแบบสุญญากาศ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

2. การเตรียมตัวอย่างข้าวเม่าสด

นำข้าวเปลือกระยะเม่าทำการละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน จากนั้นทำการนึ่ง เป็นเวลา 40 นาที นำไปคั่วในกระทะโดยใช้แก๊ส LPG ใช้ไฟระดับกลางเป็นเวลา 35 นาทีจนข้าวเม่าแห้ง

จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปตำด้วยครกเพื่อกะเทาะเปลือก (จำลองตามวิธีแบบดั้งเดิมของชาวบ้าน บ้านนาพิน ตำบลนาพิน อำเภอดงหลวง จังหวัดอุบลราชธานี) แล้วนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของข้าวเม่าสด ได้แก่ ความชื้น, ปริมาณเถ้าปริมาณโปรตีน, ปริมาณไขมัน, ปริมาณเยื่อใย, ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC (2000) และค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Color meter ระบบHunter lab วัดค่า L*,a*,b*,h° และ Chroma

3.การศึกษาไอโซเทอมคายความชื้นของข้าวเม่า

3.1 การเตรียมสารละลายเกลืออิ่มตัวทั้งหมด 6 ชนิด เพื่อสร้างสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ตามตารางที่ 1 โดยเตรียมสารละลายเกลืออิ่มตัวใสในกล่องพลาสติก ปิดฝาให้สนิททิ้งไว้ 2 สัปดาห์ เพื่อให้สารละลายเกิดการอิ่มตัวสังเกตได้จากการเกิดผลึกเกลือ

3.2 การศึกษาการคายความชื้นของข้าวเม่าในสารละลายเกลืออิ่มตัวโดยวิธี Saturated Salt Solution method โดยการนำตัวอย่างมาวางไว้ในสารละลายเกลืออิ่มตัวที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ หลังจากนั้นปิดภาชนะให้สนิทแล้วนำไปเก็บไว้ที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ระดับ 10, 30 และ 50 องศาเซลเซียส

3.3 ชั่งน้ำหนักทุกๆ 2-3 วัน จนจนกระทั่งน้ำหนักตัวอย่างคงที่ หลังจากนั้นนำตัวอย่างข้าวเม่าที่เข้าสู่สภาวะสมดุล มาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC (2000) ก่อนนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาค่า water activity และ ความชื้นสมดุล

ตารางที่ 1 ความชื้นสัมพัทธ์ของสารละลายเกลืออิ่มตัว (Phomkong et al., 2006)

สารละลายเกลืออิ่มตัว	อุณหภูมิ(°c)	ความชื้นสัมพัทธ์(%ERH)
ลิเทียมคลอไรด์ (LiCl)	10	11.29
	30	11.28
	50	11.10
โปแตสเซียมอะซิเตต (CH ₃ COOK)	10	23.38
	30	21.60
	50	21.60
แมกนีเซียมคลอไรด์(MgCl)	10	33.47
	30	32.44
	50	30.53
แมกนีเซียมไนเตรท(MgNO ₃)	10	57.38
	30	45.44
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	10	77.53
	50	69.04
โปแตสเซียมคลอไรด์ (KCl)	10	86.77
	50	81.20

4. การหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายความชื้นสมดุลของข้าวเม่า

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาคัดเลือกสมการที่เหมาะสมโดยคัดเลือกสมการจากเอกสารอ้างอิง โดยใช้โปรแกรม solver ใน excel เพื่อหาค่าคงที่ในสมการโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในการทำนายค่าความชื้นสมดุลได้แก่

- แบบจำลองของ Brunauer-Emmett -Teller หรือ สมการ BET

$$\ln \left(M_{eq} + \sqrt{M_{eq}^2 + M_{0.5}} \right) = A + B \cdot RH \quad (1)$$

เมื่อ A,B คือ ค่าคงที่
RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ

M_{eq} คือ ความชื้นสมดุล (% db)
 $M_{0.5}$ คือ ความชื้นสมดุลของวัสดุที่ความชื้นสัมพัทธ์ 50% (db)

- แบบจำลองของ Modified Halsey

$$RH = \exp\left(\frac{-A}{R(T+273)} \times M_{eq}^B\right) \quad (2)$$

เมื่อ A,B คือ ค่าคงที่
 RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ
 M_{eq} คือ ความชื้นสมดุล (% db)
 T คือ อุณหภูมิ (°C)
 R คือ ค่าคงที่ของแก๊ส เท่ากับ 8.314 kJ/kg.K

- แบบจำลองของ Modified Oswin

$$a_w = \left[\left(\frac{A+BT}{M}\right)^C + 1\right]^{-1} \quad (3)$$

เมื่อ aw คือ Water activity
 M คือ ความชื้นสมดุล (% db)
 A,B,C คือ ค่าคงที่
 T คือ อุณหภูมิ (°C)

- แบบจำลอง Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB)

$$Me = \frac{w_m Y K a_w}{(1 - K a_w)(1 - K a_w + Y a_w)} \quad (4)$$

เมื่อ aw คือ Water activity
 Me คือ ความชื้นสมดุล (% db)
 W_m คือ Monolayer moisture content (% db)
 K คือ Correction factor between multilayer properties and the bulk liquid
 Y คือ Guggenheim constant

- แบบจำลองของ Henderson

$$1 - RH = \exp(-A(T + 273)M_{eq}^B) \quad (5)$$

เมื่อ RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ
 M_{eq} คือ ความชื้นสมดุล (% db)
 T คือ อุณหภูมิ (°C)
 A,B คือ ค่าคงที่

การคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่ใช้ทำนายความชื้นสมดุลของข้าวเม่าทั้งสามสายพันธุ์ คือ พันธุ์อู่เตี้ย พันธุ์หลีนก พันธุ์กข6 จะพิจารณาจากค่าทางสถิติ ได้แก่ R^2 (Coefficient of Determination), SSE (Summation of square error), %P-value (mean relative deviation used to calculate the standard error), SEE (Standard error of estimate) ดังสมการต่อไปนี้

$$R^2 = \frac{\sqrt{\sum(Mi,exp - \bar{Mi,pre})}}{\sum(Mi,exp - \bar{Mi,pre})} \quad (6)$$

$$SSE = \sum_{i=1}^N (Mi,exp - Mi,pre)^2 \quad (7)$$

$$SEE = \frac{\sqrt{\sum(Mi,exp - Mi,pre)^2}}{n-1} \quad (8)$$

$$\%P = \frac{|Mi,exp - Mi,prel|}{Mi,exp} (100) \quad (9)$$

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

1. องค์ประกอบทางเคมีกายภาพของข้าวเม่า

องค์ประกอบทางเคมีข้าวเม่าที่ผ่านกระบวนการผลิตจะได้ “ข้าวเม่าสด” 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์หลัก พันธุ์ข6 พันธุ์อิตี๋ย แสดงดังตารางที่ 2 พบว่าปริมาณความชื้นของข้าวเม่าสดพันธุ์หลัก มีความชื้นสูงที่สุด รองลงมาคือข้าวเม่าสดพันธุ์อิตี๋ย และพันธุ์ กข6 (P>0.05) ข้าวเม่าสดพันธุ์ กข6 และพันธุ์หลัก มีปริมาณเถ้าสูงที่สุด ข้าวเม่าสดพันธุ์อิตี๋ยมีปริมาณเถ้าที่น้อยที่สุดนอกจากนี้ข้าวเม่าสดพันธุ์อิตี๋ยมีปริมาณเยื่อใยสูงที่สุด รองลงมาคือข้าวเม่าพันธุ์ กข6 และพันธุ์หลัก ซึ่ง 2 สายพันธุ์นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนข้าวเม่าพันธุ์ กข6 มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด รองลงมาคือข้าวเม่าพันธุ์หลักและพันธุ์อิตี๋ย (P<0.05) นอกจากนี้ข้าวเม่าพันธุ์อิตี๋ย มีปริมาณไขมันสูงที่สุด และแตกต่างทางสถิติกับข้าวเม่าพันธุ์หลักและพันธุ์กข6 (P<0.05) และพบว่าข้าวเม่าพันธุ์อิตี๋ยและพันธุ์ กข6 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด (P<0.05) สำหรับค่า water activity (a_w) ของข้าวเม่า พบว่าข้าวเม่าพันธุ์หลักและพันธุ์อิตี๋ยมีค่า a_w สูงที่สุด (P<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ekasit, and Jirapron, (2013) ที่พบว่าข้าวเม่ามีค่าน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.97 ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวเม่ามีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถนำน้ำส่วนนี้ไปใช้ในการเจริญเติบโต

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมี และเคมีกายภาพของข้าวเม่า

องค์ประกอบทางเคมี	สายพันธุ์ข้าวเม่า		
	พันธุ์อิตี๋ย	พันธุ์กข6	พันธุ์หลัก
ปริมาณความชื้น(%wb)	20.91±0.06 ^b	21.19±0.18 ^b	21.65±0.11 ^a
ปริมาณเถ้า(%db)	1.38±0.08 ^b	1.66±0.02 ^a	1.63±0.03 ^a
ปริมาณเยื่อใย(%db)	1.81±0.13 ^a	1.06±0.21 ^b	1.19±0.19 ^b
ปริมาณโปรตีน(%db)	9.28±0.15 ^a	8.46±0.19 ^b	6.67±0.12 ^c
ปริมาณไขมัน(%db)	1.81±0.16 ^a	1.06±0.06 ^b	1.19±0.05 ^b
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต(%db)	87.03±0.23 ^a	87.53±0.25 ^a	85.98±0.26 ^b
Water Activity (a _w)	0.94±0.002 ^a	0.92±0.008 ^b	0.93±0.004 ^a
L*	50.46±2.02 ^a	50.42±0.13 ^a	46.55±0.92 ^b
a*	0.55±0.87 ^{ab}	0.17±0.29 ^b	1.38±0.34 ^a
b*	26.25±1.38 ^a	25.95±0.72 ^a	27.07±0.85 ^a
C*	26.27±1.40 ^a	25.95±0.72 ^a	27.11±0.85 ^a
h°	88.89±1.81 ^{ab}	90.34±0.65 ^a	87.09±0.71 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

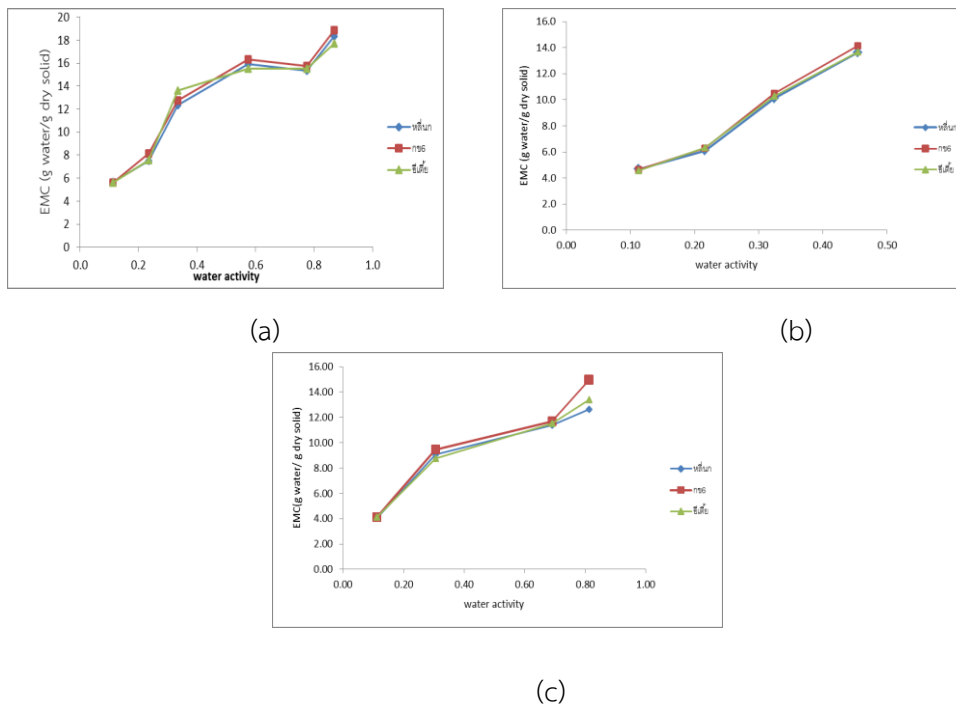
จากการวิเคราะห์วัดค่าสีข้าวเม่าทั้ง 3 สายพันธุ์ก่อนการวางในสารละลายเกลืออิมิตัว โดยวัดค่าสี L* ซึ่งเป็นค่าความสว่าง (lightness)ช่วง0-100 (0 หมายถึง มืด และ 100 หมายถึง สว่าง) a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greenness) (+a หมายถึง ความเป็นสีแดง และ -a หมายถึง ความเป็นสีเขียว) b* เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (yellowness/blueness) (+b หมายถึงความเป็นสีเหลือง และ -b หมายถึงความเป็นสีน้ำเงิน) c* (Chroma) เป็นค่าบ่งบอกความอิมิตัวของสี และ h° (hue angle) เป็นค่ามุมมองของสี 0 องศา(แดง) 90 องศา (เหลือง) 180 องศา(สีเขียว) และ 270 องศา (สีน้ำเงิน) พบว่า ข้าวเม่าพันธุ์กข6 และพันธุ์อิตี๋ยมีค่าความสว่าง (L*) มากกว่าข้าวเม่าพันธุ์หลัก (P<0.05) สำหรับค่า a* พบว่า ข้าวเม่าพันธุ์กข6 มีค่า a* ต่ำที่สุด มีค่าเข้าใกล้ 0

มากที่สุดบ่งบอกถึงข้าวเม่ามีสีเขียวมากที่สุด และข้าวเม่าพันธุ์หลักมีค่า a^* สูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับข้าวเม่าพันธุ์อื่นใด เนื่องจากในข้าวเม่าพันธุ์กข6 มีองค์ประกอบทางเคมีคือปริมาณเยื่อใยน้อยที่สุด ซึ่งข้าวเม่ามีส่วนประกอบของเยื่อใยยังไม่พัฒนาเต็มที่ซึ่งจะมีคลอโรฟิลล์ที่แทรกอยู่ในชั้นของเยื่อหุ้มผล (pericarp) ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวและมีเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสอยู่ในชั้นแอลูลอน (aleurone layer) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่อยู่ในชั้นรำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้าวเม่าพันธุ์อื่นใดและหลักที่มีปริมาณเยื่อใยสูงจะทำข้าวเม่ามีลักษณะสีคล้ำขึ้น สำหรับค่า b^* บ่งบอกความเป็นสีเหลืองของข้าวเม่า พบว่าข้าวเม่าทั้ง 3 พันธุ์มีค่า b^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เช่นเดียวกับกับค่า c^* บ่งบอกถึงความอิ่มตัวของสี ซึ่งค่า c^* จะมีค่าเป็น 0 ที่จุดศูนย์กลางและมีสีอิ่มตัวมากขึ้น เมื่อออกจากจุดศูนย์กลาง พบว่า ข้าวเม่าทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สำหรับค่ามุมของสี (h°) ข้าวเม่าพันธุ์กข6 พบว่ามีค่า h° สูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 90.34 ± 0.65 ซึ่งเป็นมุมของสีเหลือง เช่นเดียวกับกับพันธุ์อื่นใด อยู่ในมุมสีเหลือง โดยค่ามุมของสีทั้งสองสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกันกับค่า a^* ของข้าวเม่า โดยค่าสีจะสัมพันธ์กับรงควัตถุที่มีอยู่ในอาหารจากลักษณะปรากฏของข้าวเม่าที่มีสีเขียวนั้นแสดงได้ว่าข้าวเม่ามีคลอโรฟิลล์ ที่เป็นรงควัตถุที่มีสีเขียวที่พบอยู่ในชั้นรำแต่ในข้าวเม่าชั้นรำยังไม่พัฒนาเต็มที่ดังนั้นข้าวเม่าจึงมีคลอโรฟิลล์ที่เป็นรงควัตถุสีเขียวมีสูงกว่าข้าวเม่าแก่จึงทำให้ข้าวเม่ามีลักษณะสีเขียว

2. ไอโซเทอมการคายความชื้นของข้าวเม่า

2.1 ค่าความชื้นสมดุลของข้าวเม่าในสารละลายต่างๆ

จากการทดลองวิเคราะห์ค่าความชื้นสมดุลของข้าวเม่า โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอวเทอร์แอคทิวิตี (a_w) กับปริมาณความชื้นสมดุลของข้าวเม่า โดยการวางในสารละลายเกลืออิ่มตัว เปรียบเทียบระหว่างไอโซเทอมของข้าวเม่าที่อุณหภูมิเดียวกันโดยข้าวเม่าต่างสายพันธุ์ คือพันธุ์หลัก พันธุ์กข6 พันธุ์อื่นใด ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 1a) พบว่ากราฟมีลักษณะเป็นรูปตัว “s” (sigmoidal shape) (Labuza and Altunakar, 2007) ซึ่งมีลักษณะกราฟคล้ายกันกับไอโซเทอมของแป้งข้าว รูปแบบ Type V มีลักษณะกราฟเป็นรูปตัว “S” sigmoidal shape พบใน อาหารส่วนใหญ่ ซึ่งมีทั้งสารพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน (Labuza and Altunakar, 2007 และ Mathlouthi and Rogé, 2003) จากกราฟไอโซเทอมแบบคายความชื้นของข้าวเม่าพบว่า ข้าวเม่าพันธุ์ กข6 มีค่าความชื้นสมดุลสูงที่สุด แต่ยกเว้นที่ความชื้นสัมพัทธ์ 33.47% พบว่าข้าวเม่าพันธุ์อื่นใดมีความชื้นสมดุลสูงที่สุด ซึ่งที่ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 11-30% น้ำในส่วนนี้จะถูกดูดซับแน่นที่สุดและไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ น้ำในโซนนี้จะมีปริมาณน้อยแสดงช่วงเส้นกราฟค่อนข้างชัน ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 30-80% น้ำที่อยู่ภายในข้าวเม่าจะถูกกำจัดออกไปค่อนข้างยากเส้นกราฟจะค่อนข้างราบ และที่ความชื้นสัมพัทธ์ 80-90% เป็นน้ำอิสระ สามารถกำจัดออกได้ง่าย โมเลกุลของน้ำเกิดการเคลื่อนที่มากที่สุด และเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสื่อมเสีย เนื่องจากข้าวเม่าพันธุ์กข6 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สูงกว่าพันธุ์หลัก ซึ่งในคาร์โบไฮเดรตนั้นจะเกิดกระบวนการที่เรียกว่า เกลาติโนเซชัน คือความสามารถในการดูดน้ำของแป้ง และที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิต่ำจึงไม่เกิดการคายน้ำมากเมื่อเทียบกับอุณหภูมิสูง



ภาพที่ 1 กราฟไอโซเทอมในข้าวเม่า 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์หลัก พันธุ์6 พันธุ์อี่เตี้ย (a) อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (b) อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (c) อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

สำหรับการศึกษาการคายความชื้นของข้าวเม่าใน 3 สายพันธุ์ ที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 30 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 1b) พบว่า อุณหภูมิ 30 ค่าความชื้นสมดุลของข้าวเม่ามีค่าลดลงเมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส โดยข้าวเม่าพันธุ์กข6 ความชื้นสมดุลสูงที่สุด รองลงมาคือข้าวเม่าพันธุ์หลักกับพันธุ์อี่เตี้ยซึ่งแนวโน้มของกราฟมีลักษณะเช่นเดียวกันกับอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส กราฟมีลักษณะเป็นรูปตัว “s” (sigmoidal shape) สำหรับที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 1c) พบว่า ความชื้นสมดุลของข้าวเม่าทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิ 10 และ 30 องศาเซลเซียส กราฟมีลักษณะเป็นรูปตัว “s” (sigmoidal shape) เช่นเดียวกันเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณน้ำที่อยู่ภายในข้าวเม่ามีพลังงานมากขึ้น น้ำจึงมีการเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น ข้าวเม่าจึงเกิดการคายน้ำมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้ความชื้นสมดุลของข้าวเม่าที่วางในสารละลายเกลืออิ่มตัวมีค่าลดลง

2.2 การหาค่าคงที่ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการทำนายความชื้นสมดุลของข้าวเม่า

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ได้แก่ ค่า water activity และค่าความชื้นสมดุล มาหาสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม โดยสมการที่นำมาหาค่าคงที่ของสมการคือ GAB, BET, Modified-Oswin, Halsey และ Henderson ตามสมการที่ 1-5 (Brunauer et al, 1940) โดยใช้ Solver ในโปรแกรม Microsoft excel โดยค่าคงที่ของความชื้นสมดุลไอโซเทอมของข้าวเม่าสามสายพันธุ์ แสดงดังตารางที่ 2 โดยเกณฑ์ในการพิจารณาแบบจำลองที่เหมาะสมจะพิจารณาจากค่าทางสถิติสำหรับข้าวเม่าพันธุ์หลักพบว่า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบสมการของ Modified Oswin มีค่า R^2 สูงสุด รองลงมาคือ GAB, Henderson, Modified Halsey และ BET ตามลำดับ และพบว่าค่า %P-value แบบจำลองของสมการ Modified Oswin มีค่าต่ำสุดรองลงมาคือสมการ GAB, Henderson, BET และ Modified Halsey ตามลำดับ ส่วนค่า SSE และ ค่า SEE แบบจำลองสมการของ Modified Oswin มีค่าต่ำสุด รองลงมาคือสมการของ GAB, Henderson, BET และ Modified Halsey ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

สำหรับข้าวเม่าพันธุ์กข6 พบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบสมการของ Modified Oswin มีค่า R^2 สูงสุด รองลงมาคือ Henderson, Modified Halsey, BET และ GAB ตามลำดับ ส่วนค่า %P-value แบบจำลองของสมการ Modified Oswin มีค่าต่ำสุด รองลงมาคือ GAB, Henderson, BET และ Modified Halsey ตามลำดับ ส่วนค่า SSE แบบจำลองสมการของ Modified Oswin มีค่าต่ำสุด รองลงมาคือ Henderson, GAB, BET และ

Modified Halsey ตามลำดับ และค่า SEE แบบจำลองสมการของ Modified Oswin มีค่าต่ำสุด รองลงมาคือ Henderson, GAB, BET และ Modified Halsey ตามลำดับ

สำหรับข้าวเม่าพันธุ์อู่เตี้ย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบสมการของ GAB และ Modified Oswin มีค่า R^2 สูงสุด รองลงมาคือ Henderson, Modified Halsey และ BET ตามลำดับ ค่า %P-value แบบจำลองของสมการ Modified Oswin มีค่าต่ำสุด รองลงมาคือ GAB, Henderson, BET และ Modified Halsey ตามลำดับ ส่วนค่า SSE แบบจำลองสมการของ GAB และ Modified Oswin มีค่าต่ำ รองลงมาคือ Henderson, BET และ Modified Halsey ตามลำดับ และค่า SEE แบบจำลองสมการของ Modified Oswin มีค่าต่ำสุด รองลงมาคือ GAB, Henderson, BET และ Modified Halsey ตามลำดับ จากการทดลองจะพิจารณาจากค่า R^2 สูงสุด และค่า SSE และ SEE ต่ำสุด ดังนั้นรูปแบบสมการ Modified Oswin สามารถทำนายความชื้นสมดุลของข้าวเม่าทั้งสามสายพันธุ์ได้ดีที่สุด

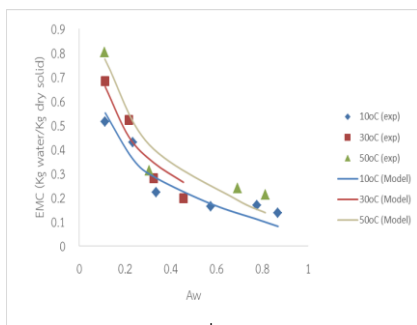
และเมื่อนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับค่าความชื้นสมดุลที่ทำนายได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Modified Oswin พบว่าแบบจำลองของ Modified Oswin มีแนวโน้มของค่าความชื้นที่ใกล้เคียงกับการทดลอง (ดังแสดงในภาพที่ 2) จึงเป็นการยืนยันการเลือกใช้แบบจำลองสมการของ Modified Oswin ในการทำนายไอโซเทอมแบบคายความชื้นของข้าวเม่า 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์หลินก พันธุ์กข6 และพันธุ์อู่เตี้ย ซึ่งจากการศึกษาของ Raji *et al.* (2011) ได้ศึกษาไอโซเทอมแบบคายความชื้นของข้าวฟ่าง EX-BORNO และ SOSAT C88 ที่ช่วงอุณหภูมิ 30-70 องศาเซลเซียส และ ช่วง aw 0.07-0.98 พบว่าไอโซเทอมของข้าวฟ่างทั้งสองชนิดลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็นกราฟชนิดที่สอง คือ “s” (sigmoidal shape) และศึกษาสมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 4 สมการ คือ Modified Henderson, Modified Halsey, Modified Oswin และ Modified GAB เพื่อคัดเลือกสมการที่เหมาะสมในการใช้ทำนายการคายความชื้นของข้าวฟ่างทั้งสองชนิดพบว่า สมการของ Modified Oswin เป็นสมการที่เหมาะสมที่สุดในการทำนายความชื้นสมดุลของข้าวฟ่างทั้งสองชนิดเช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้

ตารางที่ 2 ค่าคงที่ของแบบจำลองคณิตศาสตร์ในการทำนายความชื้นสมดุลไอโซเทอมของข้าวเม่าจำนวน 3 สายพันธุ์

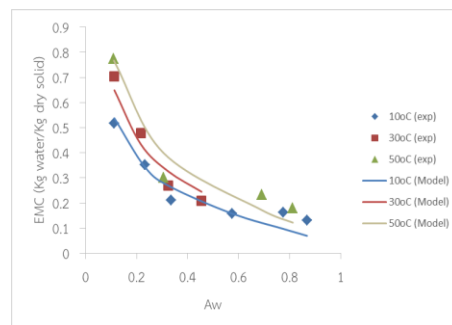
ค่าคงที่	ข้าวเม่าพันธุ์หลัก					ข้าวเม่าพันธุ์ กข6					ข้าวเม่าพันธุ์อู่เตี้ย				
	GAB	BET	Modified Halsey	Modified Oswin	Henderson	GAB	BET	Modified Halsey	Modified Oswin	Henderson	GAB	BET	Modified Halsey	Modified Oswin	Henderson
A	-	-	3977.46	0.20	1.0×10^{20}	-	-	4887.46	0.18	3.77×10^{18}	-	-	3882.03	0.17	5.11×10^{19}
B	-	-	20773.01	0.0015	89.15	-	-	27222.72	0.0020	84.84	-	-	20445.14	0.0019	84.66
C	-	-	-	-0.477	2.50×10^{19}	-	-	-	-0.49	1.0×10^{20}	-	-	-	-0.52	1.0×10^{20}
Y_0	219.11	-	-	-	-	191.13	-	-	-	-	1495.89	-	-	-	-
K_0	-5.68	-	-	-	-	-0.020	-	-	-	-	6380.31	-	-	-	-
W_m	1.60	0.067	-	-	-	0.22	0.066	-	-	-	0.16	0.063	-	-	-
K	-	69716.05	-	-	-	-	1.38×10^7	-	-	-	-	2.62×10^6	-	-	-
$\frac{\Delta H_1}{R}$	8.14	-	-	-	-	73.61	-	-	-	-	1037.166	-	-	-	-
$\frac{\Delta H_2}{R}$	229.82	-	-	-	-	307.24	-	-	-	-	3152.166	-	-	-	-

ตารางที่ 3 ค่า R², %P, SSE และ SEE ของแบบจำลองคณิตศาสตร์ทั้ง 5 แบบ ของข้าวเม่าพันธุ์หลีนก พันธุ์กข6 พันธุ์อี่เตี้ย

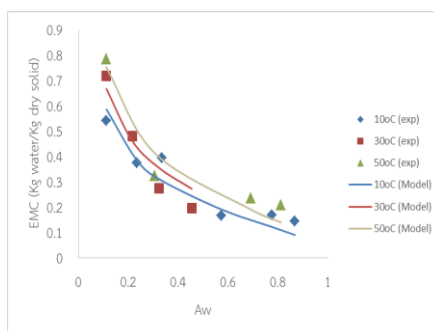
พันธุ์ข้าวเม่า	รูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์	R ²	(%P)	SSE	SEE
หลีนก	GAB	0.86	2.36	0.08	0.009
	BET	0.35	6.45	1.67	0.16
	Modified Halsey	0.63	94.51	6.52	0.24
	Modified Oswin	0.91	1.16	0.05	0.003
	Henderson	0.76	3.80	0.59	0.06
กข 6	GAB	0.81	1.73	1.32	0.15
	BET	0.34	8.28	1.58	0.16
	Modified Halsey	0.62	100.38	6.77	0.23
	Modified Oswin	0.94	0.03	0.04	0.003
	Henderson	0.77	4.18	0.58	0.06
อี่เตี้ย	GAB	0.92	0.77	0.05	0.004
	BET	0.38	20.44	1.71	0.16
	Modified Halsey	0.67	90.09	6.34	0.23
	Modified Oswin	0.92	0.75	0.05	0.003
	Henderson	0.81	9.52	0.57	0.05



(ก) หลีนก



(ข) กข6



(ค) อี่เตี้ย

ภาพที่ 2 แสดงกราฟไอโซเทอมของข้าวเม่าที่ได้จากการทดลองและจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของข้าวเม่าทั้งสามสายพันธุ์ที่เพาะปลูกในแหล่งเดียวกัน พบว่ามีค่าแตกต่างกัน โดยข้าวเม่าพันธุ์ กข6 มีปริมาณเถ้า และคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด ในขณะที่พันธุ์อีดี้มีปริมาณไขมัน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใยและโปรตีนมากที่สุด สำหรับพันธุ์หลิ่นก็มีปริมาณเถ้าสูงที่สุด ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้สัมพันธ์กับค่าสีที่วัดได้ สำหรับการศึกษาไอโซเทอมการคายความชื้นของข้าวเม่าทั้งสามสายพันธุ์พบว่ากราฟมีลักษณะเป็นรูปตัว “s” (sigmoidal shape) ซึ่งเป็นลักษณะกราฟคล้ายกันกับไอโซเทอมของแป้งข้าวและธัญพืชอื่นๆ ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ทำนายความชื้นสมดุลของข้าวเม่าทั้งสามสายพันธุ์คือแบบจำลอง Modified Oswin ที่พบว่าให้ค่า R^2 สูงที่สุด และให้ค่า SEE, SSE และ P-value ต่ำที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และหน่วยวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารพื้นบ้าน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- วิริยา พรหมกอง และคณะ. 2557. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง “การพัฒนากระบวนการผลิตและการประยุกต์ใช้ข้าวเม่าเพื่อประโยชน์เชิงสุขภาพ” แผนงานวิจัยมุ่งเป้าตอบสนองความต้องการของประเทศโดยเร่งด่วน: เรื่องข้าว สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ปีงบประมาณ 2555
- อรอนงค์ วินัยกุล. 2547. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 366 หน้า
- อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์ และ นิตยา วานิก. 2543. การศึกษาวัฒนธรรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าวในจังหวัดอุบลราชธานี. คณะเกษตรศาสตร์,มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- AOAC. 2000. Official method of analysis of AOAC International, 17th Ed; AOAC International: Gaithersburg, MD.
- Brunauer, S.; Deming, L.S.; Deming, W.E.; Teller, E. 1940. On a theory of the van der Waals adsorption of gases. Journal of American Chemistry Society 1940, 62, 1723–1732.
- Ekasit, O. and Jiraporn, B. 2013. Some physical characteristics and bioactive compounds, of young flattened rice (Khao-Mao). International Food Research Journal. 20, 1627-1632.
- Labuza, T.P. and Altunakar, L. 2007. Water activity prediction and moisture sorption isotherms. In Water activity in Foods: Fundamentals and applications. Ed. Barbosa-Cánovas, G.V., Fontana Jr. A.J., Schmidt S.J., and Labuza, T.P. Blackwell Publishing and the Institute of Food Technologists. Illinois.
- Mathlouthi, M. and Rogé, B. 2003. Water vapor sorption isotherms and the caking of food powder. Food Chemistry. 82, 61-71.
- Phomkong, W., Szrednicki, G. and Driscoll, R. 2006. Desorption isotherms for stone fruit. Drying Technology. 24: 201-210.
- Raji, A.O., Ojediran, J.O. 2011. Moisture sorption isotherms of two varieties of millet. Food and Bioproducts Processing. 89, 178-184.
- Shifeng, Y., Ma, Y. and Sun, D. 2009. Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. Journal of Cereal Science. 50, 139-144.

การดัดแปรสตาร์ชจากกลอยด้วยวิธีไฮดรอกซีโพรพิลเลชัน

Modification of Yam Starch by Hydroxypropylation Method

อัญชลี ฐุมมาภรณ์¹ เพียรพรรณ สุภะโคตร ¹และ ชุตติมา ทองแก้ว*¹¹สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail: chutima.t@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

กลอยเป็นพืชไม้เลื้อยเถาซึ่งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตและอะไมโลสในปริมาณค่อนข้างสูง จึงมีข้อจำกัดในการนำมาใช้ประโยชน์เนื่องจากเกิดรีโทรเกรเดชัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำกลอยที่กำจัดสารพิษออกแล้วมาสกัดเป็นสตาร์ชแล้วศึกษาสมบัติทางกายภาพและความร้อนของสตาร์ชก่อนที่จะนำมาปรับปรุงโครงสร้างทางเคมีด้วยวิธีไฮดรอกซีโพรพิลเลชันโดยใช้โพรพิลีนออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 3 6 9 และ 12 นำมาตรวจสอบปริมาณอะไมโลสดัชนีการดูดซับน้ำ กำลังการพองตัว ดัชนีการละลาย ร้อยละการละลาย ความใสและศึกษาสมบัติด้านความร้อนด้วยเครื่อง Differential Scanning Colorimeter (DSC) รวมทั้งศึกษาการเกิดรีโทรเกรเดชันด้วยวิธี freeze-thaw stability จากการทดลองพบว่าสตาร์ชจากกลอยมีปริมาณอะไมโลส 26.22% เมื่อผ่านการดัดแปรจะมีค่าดัชนีการดูดซับน้ำ กำลังการพองตัว ดัชนีการละลาย ร้อยละการละลายและความใส เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสตาร์ชจากกลอยที่ไม่ผ่านการดัดแปร โดยค่าดังกล่าวจะแปรผันตรงกับปริมาณโพรพิลีนออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น การดัดแปรสตาร์ชจากกลอยด้วยวิธีนี้ยังทำให้อุณหภูมิ (T_0 , T_c , T_p) และพลังงานในเกิดเจลลิตีในเซชันต่ำกว่าสตาร์ชที่ไม่ผ่านการดัดแปร และยังช่วยลดการเกิด syneresis หรือรีโทรเกรเดชันภายหลังการแช่เยือกแข็งและทำละลายได้

คำสำคัญ : กลอย สตาร์ชดัดแปร ไฮดรอกซีโพรพิลเลชัน สมบัติทางกายภาพ สมบัติด้านความร้อน

Abstract

Wild yam is a perennial creeper which contains rather high amounts of carbohydrates and amylose contents therefore, it has the applications limited due to retrogradation phenomena. The yam tuber without poisonous substances was processed into starch, and then the physicochemical properties were further studied. Starch modification was performed by hydroxypropylation using propylene oxide with different concentrations (3, 6, 9 and 12%). Furthermore, the amylose content, water absorption index (WAI), swelling power, water solubility index (WSI), solubility (%), paste clarity (%T) were examined. The thermal properties were monitored using Differential Scanning Colorimeter (DSC) to perform temperature and energy consumption of gelatinization. In addition, retrogradation of starch was indicated by freeze-thaw stability process. The results showed that yam starch with 26.22% amylose content gave an increasing in WAI, swelling power, WSI, solubility, and %T after modification process, which corresponded to propylene oxide concentrations used for structural altering of starch. The transition temperature (T_0 , T_p , and T_c) and enthalpy (ΔH) of gelatinization of modified yam starch were lower than those of native yam starch. Moreover, modification process of yam starch also showed better freeze-thaw stability with a significant decrease in syneresis compared to native yam starch.

Keywords: Yam, modified starch, hydroxypropylation, physical property, thermal property

บทนำ

กลอย เป็นพืชหัวที่อยู่ในวงศ์ Dioscoreaceae ซึ่งสามารถนำมารับประทานทั้งในรูปอาหารคาวและหวาน (เกศรินและพวงเพ็ญ, 2551) แต่ต้องมีการกำจัดสารพิษ ‘ไดออสโคริน (dioscorine)’ ออกก่อน (ภฤติยา, 2560) เนื่องจากกลอยเป็นพืชที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงและมีอะไมโลสใกล้เคียงกับแป้งสาลี (Freitas et al., 2004) ดังนั้นในหลายประเทศจึงมีการนำมาผลิตเป็นแป้ง/สตาร์ช แต่ในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรมมีเพียงแค่ว่าบริโภคในระดับครัวเรือนเท่านั้น (ธาริน, 2547) จากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างสมบัติทางเคมีกายภาพและสมบัติเชิงหน้าที่ของแป้งกลอย พบว่าแป้งกลอยมีสมบัติทางด้านการละลายในน้ำ swelling power รวมทั้ง hydration capacity ค่อนข้างต่ำ เกิดริโทรเกรเดชันสูง ไม่ทนต่อภาวะอุณหภูมิต่ำ (Sahore et al., 2005, 2007; Farombi et al., 2000; Brunnschweiler et al., 2005; Sahore and Amani, 2013) จึงจำเป็นต้องนำมาดัดแปรก่อนนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับการปรับปรุงโครงสร้างแป้งหรือการดัดแปรแป้งทำได้หลายวิธี เช่น การปรับปรุงพันธุ์ การดัดแปรทางกายภาพ และการดัดแปรทางเคมี ซึ่งการดัดแปรแป้งทางเคมีนั้นมีหลายวิธีโดยวิธีที่ค่อนข้างได้รับความนิยมเนื่องจากง่ายไม่ค่อยุ่งยากคือวิธีไฮดรอกซีโพรพิลเลชันซึ่งเป็นการดัดแปรแป้งโดยการทำให้เกิดปฏิกิริยาการแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลในโมเลกุลแป้งด้วยหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลที่เกิดจากปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของโมเลกุลแป้งกับโพรพิลีนออกไซด์ในสภาวะที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา โดยหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลนั้นจะมีคุณสมบัติชอบน้ำและเมื่อเข้าไปอยู่ในโครงสร้างสายโซ่ของแป้งจะไปทำลายพันธะระหว่างโมเลกุลแป้งทำให้โมเลกุลของแป้งอ่อนแอ ดังนั้นจึงทำให้แป้งมีสมบัติทางเคมีกายภาพเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีความหนืดสูงขึ้น ความใสเพิ่มขึ้น ลดการเกิดริโทรเกรเดชัน และซินเนอเรซิส เป็นต้น (Schmitz et al., 2006; Xie et al., 2005) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำแป้งกลอยมาดัดแปรโครงสร้างด้วยวิธีทางเคมีด้วยวิธีไฮดรอกซีโพรพิลเลชันแล้วศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและความร้อน โดยคาดว่าแป้งกลอยที่ผ่านการดัดแปรจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางมากขึ้น

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมสตาร์ชจากกลอย

นำกลอยที่ผ่านมากำจัดสารพิษออกแล้วมาอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ให้ได้ความชื้นสุดท้ายไม่เกิน 14% (wb) แล้วนำมาบดละเอียดและร่อนด้วยตะแกรงขนาด 60 mesh จะได้เป็นแป้งกลอย จากนั้นนำแป้งกลอยมาสกัดสตาร์ชโดยการนำมาแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (0.05%w/v) นาน 2 ชั่วโมง กรองแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3600 rpm เป็นเวลา 10 นาที ล้างตะกอนแป้ง แล้วทิ้งให้ตกตะกอน ก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 45 °C นาน 8-10 ชั่วโมง แล้วบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 140 mesh ก็จะได้สตาร์ชจากกลอย

2. ศึกษาสมบัติทางกายภาพและความร้อนของสตาร์ชจากกลอย

นำสตาร์ชจากกลอยที่ได้จากข้อ 1 มาศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ขนาดและรูปร่างของเม็ดสตาร์ช ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ปริมาณอะไมโลส ความสามารถในการอุ้มน้ำและการละลายน้ำ กำลังการพองตัวและดัชนีการละลาย ความใส (paste clarity) ตามวิธีของ Hung and Morita) 2005) วัดสมบัติทางความร้อน ได้แก่ อุณหภูมิ (ค่า T_0 , T_p , T_c) และพลังงานที่ใช้ในการเกิดเจลาติไนเซชัน (ΔH , J/g) ด้วยเครื่อง differential scanning calorimeter (DSC) ตามวิธีของ Zaidul et al. (2008) จากนั้นศึกษาความคงตัวต่อการแช่เยือกแข็งและการทำละลาย (freeze-thaw stability) โดยการนำเจลสตาร์ชจากกลอยมาแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 °C และทำละลายที่อุณหภูมิ 25-30 °C จำนวน 5 รอบ

3. การดัดแปรสตาร์ชจากกลอยด้วยวิธีไฮดรอกซีโพรพิลเลชัน

วิธีเตรียมสตาร์ชดัดแปรดัดแปลงจากวิธีของ Yu et al. (2006) อ้างโดย ปฐมพร (2545) โดยการนำสตาร์ชจากกลอยมาเติมสารละลายผสมของโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมซัลเฟต ปรับพีเอชเป็น 11.0-11.5 แล้วเติมโพรพิลีนออกไซด์เข้มข้น 3, 6, 9 และ 12% (w/v) เขย่าที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วปรับพีเอชเป็น 6.0-7.0 ก่อนนำมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9000 rpm นาน 15 นาที แล้วล้าง 2 รอบ ทิ้งให้ตกตะกอนก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 °C นาน 5 ชั่วโมง บดและร่อนด้วยตะแกรงขนาด 140 mesh

4. สถิติ

การศึกษาสมบัติทางกายภาพและความร้อนของสตาร์ชจากกลอย ใช้การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนการเปรียบเทียบความแตกต่างของสมบัติทางกายภาพและความร้อนของสตาร์ชก่อนและหลังการตัดแปรรววางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

1. สมบัติทางกายภาพของสตาร์ชจากกลอยก่อนและหลังการตัดแปรร

1.1 ลักษณะรูปร่างและขนาดของเม็ดสตาร์ชจากกลอย

เม็ดสตาร์ชจากกลอยก่อนการตัดแปรรมีขนาดเฉลี่ย 2-7 ไมครอน) ตารางที่ 1) ซึ่งเมื่อผ่านการตัดแปรรจะมีขนาดไม่แตกต่างจากเดิม สตาร์ชจากกลอยมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดเม็ดสตาร์ชของข้าวเจ้า (3-5 ไมครอน) รูปร่างของเม็ดสตาร์ชจากกลอยมีลักษณะเป็นเหลี่ยมและเกาะกันเป็นกลุ่มคล้ายลักษณะของเม็ดแป้งข้าวเจ้า แต่แตกต่างจากเม็ดสตาร์ชมันฝรั่งซึ่งมีขนาดใหญ่และมีรูปร่างคล้ายไข่ สำหรับลักษณะของเม็ดแป้งที่ได้จากหัว เช่น แป้งเท้ายายม่อม ขนาดเม็ดจะใหญ่กว่าเม็ดสตาร์ชจากธัญพืชอย่าง สตาร์ชจากข้าวเหนียว ข้าวเจ้าหรือข้าวโพด เป็นต้น สตาร์ชจากพืชตระกูลกลอยจะมีรูปร่างแตกต่างกันตามสายพันธุ์ (Sahore and Amani, 2013)

1.2 ปริมาณอะไมโลสและความใส

สตาร์ชจากกลอยก่อนการตัดแปรรมีปริมาณอะไมโลสค่อนข้างสูงคือ 26.22% (ตารางที่ 1) และภายหลังการตัดแปรรมีปริมาณอะไมโลสไม่เปลี่ยนแปลง โดยอะไมโลสของสตาร์ชจากกลอยมีปริมาณใกล้เคียงกับกลอยสายพันธุ์ *D. alata* ที่มีอะไมโลส 25.4% และมีปริมาณสูงกว่าในสตาร์ชจากข้าวเจ้าและมันสำปะหลัง ที่มีเพียง 19.8 และ 20.65% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมันจาวแดงและมันเลือดซึ่งเป็นพืชวงศ์เดียวกับกลอย พบว่ามีปริมาณอะไมโลสใกล้เคียงกันโดยมี 25.13 และ 24.25% ตามลำดับ ด้วยเหตุที่สตาร์ชจากกลอยมีอะไมโลสสูงหรือมีปริมาณอะไมโลสเพคตินต่ำจึงทำให้มีความใส (%T) ค่อนข้างต่ำ (29.64%) เมื่อเทียบกับกลอยสายพันธุ์ *D. alata* และมันสำปะหลัง (ตารางที่ 1) เมื่อสตาร์ชจากกลอยผ่านการตัดแปรรจะมีค่าความใสเพิ่มขึ้นตามจำนวนหมู่แทนที่ที่มากขึ้น (%T=34.48-49.22)

Table 1. Physical property and amylose content of modified and native yam starches

Properties	Native starch	Modified with 3% polyene oxide	Modified with 6% polyene oxide	Modified with 9% polyene oxide	Modified with 12% polyene oxide
Granule size (μm)	2-7 ^a	2-7 ^a	2-7 ^a	2-7 ^a	2-7 ^a
Amylose content (%)	26.22±0.08 ^a	26.26±0.15 ^a	26.35±0.11 ^a	26.33±0.10 ^a	26.24±0.04 ^a
Paste clarity (%T)	29.64±0.83 ^a	34.48±0.44 ^b	39.56±0.51 ^c	40.30±0.44 ^c	49.22±0.88 ^d
Shape	polyhedric	polyhedric	polyhedric	polyhedric	polyhedric
WSI (%)	1.46±0.35 ^a	1.53±0.58 ^b	1.99±0.53 ^{ab}	2.81±0.52 ^{bc}	3.35±0.60 ^c
WAI (g/g)	2.87±0.09 ^a	3.63±0.11 ^b	3.66±0.01 ^b	3.94±0.03 ^{bc}	4.32±0.60 ^c
Swelling power	10.85±0.11 ^a	20.69±0.23 ^b	29.94±2.11 ^c	52.65±1.80 ^d	57.41±2.01 ^d
Solubility (%)	6.35±0.68 ^a	7.84±0.33 ^a	10.99±0.62 ^b	13.79±1.14 ^c	11.53±0.58 ^b

Results are expressed as mean±standard deviation (n=3). Value with different letters in superscript in columns are significantly different ($p<0.05$)

1.3 ดัชนีการดูดซับน้ำและดัชนีการละลาย

ในการทดลองนี้สตาร์ชจากกลอยก่อนการตัดแปรมีค่าดัชนีการดูดน้ำและดัชนีการละลายต่ำ (ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็น 2.87g/g และ 1.46 ตามลำดับ ดัชนีการดูดซับน้ำของสตาร์ชจากกลอยมีค่าใกล้เคียงกับแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลังซึ่งมีค่า 2.43 และ 2.45 g/g ตามลำดับ และมีค่าดัชนีการละลายสูงกว่าแป้งมันสำปะหลังแต่ยังต่ำกว่าแป้งข้าวเจ้า (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee and Yoo (2011) ที่พบว่าสตาร์ชจากมันหวานที่ตัดแปรด้วยวิธีไฮดรอกซีโพรพิลเลชันจะมีดัชนีการดูดซับน้ำและดัชนีการละลายสูงกว่าสตาร์ชที่ไม่ผ่านการตัดแปรและจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนหมู่แทนที่ (molar substitution)

1.4 กำลังการพองตัวและการละลาย

สตาร์ชจากกลอยก่อนตัดแปรมีกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 85 °C และการละลายเป็น 10.85 และ 6.35% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าแป้งมันสำปะหลังที่มีค่าเป็น 51.40 และ 29.90% ตามลำดับ สตาร์ชจากพืชต่างชนิดกันจะมีกำลังการพองตัวและการละลายต่างกัน เช่น แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้ามีกำลังการพองตัวแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ 15.50 และ 51.40 ตามลำดับ และมีค่าการละลายเป็น 3.90 และ 29.90% ตามลำดับ ส่วนกลอยสายพันธุ์ *D. opposita* จะมีกำลังการพองตัวและการละลายอยู่ในช่วง 10.97-12.47 และ 10.61-11.30% ตามลำดับ (Sahore and Amani, 2013) ภายหลังจากการตัดแปรส่งผลให้สตาร์ชจากกลอยมีกำลังการพองตัวและการละลายเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของโพรพิลีนออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น (มีหมู่แทนที่มากขึ้น) เนื่องจากการตัดแปรส่งผลให้มีการแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลด้วยหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลีนมากขึ้น ส่งผลให้ความชอบน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น โมเลกุลของน้ำจึงสามารถแทรกเข้าไปในเม็ดสตาร์ชได้มากขึ้น จึงเกิดการพองตัวที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lawal (2009) ที่พบว่าแป้งข้าวฟ่างที่ตัดแปรด้วยวิธีไฮดรอกซีโพรพิลเลชันโดยใช้โพรพิลีนออกไซด์เข้มข้น 10, 20, 30 และ 40% จะมีการละลายเพิ่มขึ้นตามปริมาณโพรพิลีนออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น

2. สมบัติทางความร้อนของสตาร์ชจากกลอยก่อนและหลังการตัดแปร

เมื่อตรวจสอบการเกิดเจลาตินในเซชันของสตาร์ชจากกลอยด้วยเครื่อง DSC พบว่าอุณหภูมิในการเกิดเจลาตินในเซชันของสตาร์ชจากกลอยอยู่ในช่วง 68-79 °C และพลังงานในการเกิดเจลาตินในเซชันมีค่า 0.30 J/g ซึ่งมีค่าต่ำกว่าสตาร์ชชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 2) เช่น สตาร์ชจากข้าวเจ้า ($\Delta H = 13.17$ J/g) จะมีการจัดเรียงตัวของโครงสร้างภายในเม็ดสตาร์ชที่เป็นระเบียบ จึงต้องใช้พลังงานสูงในการเกิดเจลาตินในเซชัน หรือ กลอยสายพันธุ์ *D. alata*, *D. esculenta* และ *D. opposita* ก็จะมีอุณหภูมิในการเกิดเจลาตินในเซชันเป็น 73.4, 72.3 และ 64.3 °C ตามลำดับ โดยจะมีพลังงานในการเกิดเจลาตินในเซชันเป็น 20.2, 18.07 และ 20.3 J/g ตามลำดับ (Wickramasinghe et al., 2009; Jayakody et al., 2009) และเมื่อสตาร์ชจากกลอยผ่านการตัดแปรจะส่งผลให้อุณหภูมิในการเกิดเจลาตินในเซชันลดลงตามความเข้มข้นของโพรพิลีนออกไซด์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hoover (2001) ที่พบว่าแป้งมันฝรั่งที่ผ่านการตัดแปรด้วยวิธีไฮดรอกซีโพรพิลเลชันทำให้ค่า T_0 , T_p , T_c และ ΔH ลดลงเมื่อความเข้มข้นของโพรพิลีนออกไซด์เพิ่มขึ้น

Table 2. The transition temperatures and enthalpy of gelatinization of modified and native yam starches

Yam starch	T_0 (°C)	T_c (°C)	T_p (°C)	ΔH (J/g)
Native starch	68.31±0.99 ^e	79.16±0.10 ^d	74.62±0.04 ^d	0.30±0.01 ^b
3%Propylene oxide	64.43±0.91 ^d	76.18±0.67 ^c	69.97±0.18 ^c	0.25±0.01 ^a
6%Propylene oxide	62.29±1.04 ^c	73.59±0.95 ^b	68.06±1.37 ^b	0.24±0.04 ^a
9%Propylene oxide	60.58±0.50 ^b	73.56±0.11 ^b	67.03±0.28 ^b	0.23±0.02 ^a
12%Propylene oxide	55.16±0.27 ^a	70.62±0.44 ^a	59.22±1.47 ^a	0.23±0.02 ^a

Results are expressed as mean±standard deviation (n=3). Value with different letters in superscript in columns are significantly different ($p<0.05$)

3. ความคงตัวของแป้งแช่เยือกแข็งและการทำละลาย (freeze-thaw stability)

เมื่อนำเจลจากสตาร์ชจากกลอยที่ผ่านการตัดแปรและไม่ผ่านการตัดแปรมาแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C และนำมาทำละลายจำนวน 5 รอบ พบว่าสตาร์ชจากกลอยที่ไม่ผ่านการตัดแปร (native) มี % syneresis สูงถึง 56% โดยเมื่อจำนวนรอบของการแช่เยือกแข็งและทำละลายเพิ่มขึ้นส่งผลให้ % syneresis มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น บ่งบอกว่า สตาร์ชที่ไม่ผ่านการตัดแปรมีความคงทนต่อการแช่เยือกแข็งและการทำละลายลดลงตามจำนวนรอบของการแช่แข็งและทำละลายที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1) และเมื่อนำสตาร์ชจากกลอยมาตัดแปรด้วยวิธีดั่งที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า สตาร์ชที่ตัดแปรด้วยโพพริลีนออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 3 และ 6% มี % syneresis ไม่แตกต่างกับสตาร์ชที่ไม่ผ่านการตัดแปร แต่ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 9% ขึ้นไปจะมี % syneresis ลดลงอย่างชัดเจน

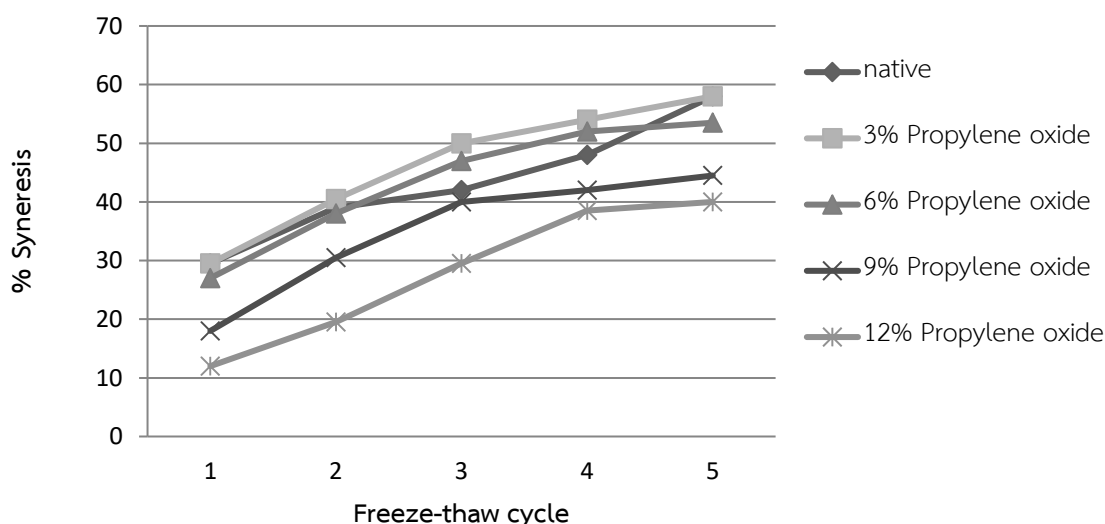


Figure 1. Freeze-thaw stability of modified yam starch

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ขนาดเม็ดสตาร์ชจากกลอยก่อนและหลังการตัดแปรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซีโพพริลจะเกิดที่ตำแหน่งไฮดรอกซิลของหน่วยกลูโคสซึ่งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างรวมทั้งขนาดของเม็ดสตาร์ช โดยส่วนใหญ่ขนาดของสตาร์ชจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสตาร์ชและสถานะแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น แสง และอุณหภูมิในการปลูก เป็นต้น (deMan, 1999) การตัดแปรสตาร์ชจากกลอยส่งผลให้มีค่าความใสเพิ่มขึ้น เนื่องจากหมู่ไฮดรอกซีโพพริลมีสมบัติชอบน้ำจึงสนับสนุนให้น้ำแทรกเข้าไปในเม็ดสตาร์ชได้สูงทำให้เม็ดสตาร์ชมีโครงสร้างหลวม การพองตัวจึงเพิ่มขึ้นส่งผลให้แสงส่องผ่านได้มากขึ้น (Lawal, 2009) สตาร์ชจากกลอยมีปริมาณอะไมโลสค่อนข้างสูงจึงไม่ละลายในน้ำเย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่เกิดเจลลิตีในเซชันเนื่องจากพันธะไฮโดรเจนที่เกิดจากหมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลของอะไมโลสที่อยู่ใกล้กันเกิดการเชื่อมต่อกันได้ง่าย ส่งผลให้มีโอกาสจับกับน้ำได้น้อย จึงมีค่าดัชนีการดูดน้ำและดัชนีการละลายต่ำ แต่เมื่อสตาร์ชจากกลอยผ่านการตัดแปรด้วยวิธีนี้จะไปเพิ่มหมู่ไฮดรอกซีโพพริลที่มีสมบัติชอบน้ำและมีโมเลกุลขนาดใหญ่ให้แก่เม็ดสตาร์ชจึงทำให้โมเลกุลของแป้งมีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบเพิ่มขึ้นและขัดขวางการสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างสายอะไมโลสส่งผลให้โครงสร้างเม็ดสตาร์ชอ่อนแอ ดังนั้น อุณหภูมิและพลังงานที่ใช้ในการเกิดเจลลิตีในเซชันจึงลดลง (Cooke and Gidley, 1992) และยังทำให้มีค่าดัชนีการดูดน้ำและดัชนีการละลายเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อนำเจลของสตาร์ชจากกลอยที่ไม่ผ่านการตัดแปรมาแช่แข็งและทำละลายจะทำให้มี % syneresis หรือเกิดรีโทรเกรเดชันสูงและมีอัตราการคืบตัวของน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนรอบในการแช่เยือกแข็ง

และทำละลายเพิ่มขึ้นโดยเจลจะมีลักษณะเป็นรูพรุนคล้ายฟองน้ำ จึงมีความคงทนต่อการแช่เยือกแข็งและทำละลายต่ำ แต่เมื่อนำมาตัดแปรจะทำให้ % syneresis มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เนื่องจากหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลช่วยในการสนับสนุนให้มีการกักเก็บน้ำไว้ในเจลสตาร์ช โดยการแทนที่ด้วยหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลมากขึ้นทำให้ขีดขวางการจัดเรียงตัวและยับยั้งการรวมตัวกันของโมเลกุลอะไมโลส ลดการเกิดรีโทรเกรเดชันได้ (ปฐมพร, 2545) ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าสตาร์ชจากกลอยมีปริมาณอะไมโลสค่อนข้างสูง เม็ดสตาร์ชมีขนาดเล็กรูปร่างหลายเหลี่ยม มีค่าดัชนีการดูดซับน้ำ ดัชนีการละลาย กำลังการพองตัว ร้อยละการละลายและความใสต่ำ เมื่อเทียบกับแป้งจากพืชชนิดอื่น สตาร์ชจากกลอยเกิดเจลาตินในซีในช่วงอุณหภูมิ 68-79°C และใช้พลังงานในการเกิดเจลาตินในเซชันต่ำ และเมื่อนำสตาร์ชจากกลอยมาตัดแปรด้วยวิธีไฮดรอกซีโพรพิลเลชัน จะไม่มีมีผลต่อขนาด รูปร่างและปริมาณอะไมโลส แต่ดัชนีการดูดซับน้ำ ดัชนีการละลาย กำลังการพองตัว ร้อยละการละลายและความใสเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซ็นต์การแทนที่ด้วยโพรพิลีนออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น การตัดแปรสตาร์ชจากกลอยทำให้อุณหภูมิในการเกิดเจลาตินในเซชันลดลงและลดการรีโทรเกรเดชันได้จึงมีความคงตัวต่ออุณหภูมิต่ำในสภาวะการแช่แข็งและทำละลาย

เอกสารอ้างอิง

- กฤติยา ไชยนอก. 2560. ก่อนกินกลอย...ดูกันให้ดีๆก่อนนะ.) ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:
<http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/knowledge/files/.0304pdf> (18 มีนาคม 2561).
- เกศริน มณีนน และพวงเพ็ญ ศิริรักษ์.)2551(. กลอย (*Dioscorea*) พืชอาหารหลักของชนเผ่าชาวกู. BRT Magazine 25: 43-45.
- ธาริน นาคศรีอรณ.)2547(. สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสตาร์ชจากกลอย *Dioscorea hispida* Dennst และสตาร์ชจากกลอยที่ผ่านการตัดแปรด้วยความร้อนขึ้น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ปฐมพร อุไรพันธ์. (2545). การแปรสภาพแป้งข้าวเจ้าด้วยวิธีการแทนที่ร่วมกับการเชื่อมข้ามเพื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชันลดไขมัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Brunnschweiler, J., D. Luethi, S. Handschin, Z. Farah, F. Escher and B. Conde-Petit. (2005). Isolation, physicochemical characterization and application of yam (*Dioscorea* spp.) starch as thickening and gelling agent. *Starch*, 57, 107-117.
- Cooke, D. and M.J. Gidley. (1992). Loss of crystalline and molecular order during starch gelatinisation: origin of enthalpic transition. *Carbohydrate Research*, 277, 103-112.
- deMan, J.M. (1999). *Principles of Food Chemistry*. 3rd ed. Maryland: Aspen Publishers Inc., Gaithersburg .
- Farombi, E.O., G. Britton and G.O. Emerole. (2000). Evaluation of the antioxidant activity and partial characterisation of extracts from browned yam flour diet. *Food Research International*, 33, 493-499.
- Freitas, R.A., R.C. Paula, J.P.A. Feitosa, S. Rocha and M.R. Sierakowski. (2004). Amylose contents, rheological properties and gelatinization kinetics of yam (*Dioscorea alata*) and cassava (*Manihot utilissima*) starches. *Carbohydrate Polymers*, 55, 3-8.
- Hung, P.V. and N. Morita. (2005). Physicochemical properties of hydroxypropylated and cross-linked starches from A-type and B-type wheat starch granules. *Carbohydrate Polymers*, 59, 239-246.
- Jayakody, L., R. Hoover, Q. Lui and E. Donner. (2009). Studies on tuber starches. III. Impact of annealing on the molecular structure, composition and physicochemical properties of yam (*Dioscorea* sp.) starches grown in Sri Lanka. *Carbohydrate Polymers*, 76, 145-153.

- Lawal, O.S. (2009). Starch hydroxyalkylation: Physicochemical properties and enzymatic digestibility of native and hydroxypropylated finger millet (*Eleusine coracana*) starch. *Food Hydrocolloids*, 23, 415-425.
- Lee, H.L. and B. Yoo. (2011). Effect of hydroxypropylation on physical and rheological properties of sweet potato starch. *Food Science and Technology*, 44, 765-770.
- Sahore, D.A. and N.G. Amani. (2013). Swelling and solubility of some wild yam species starch granules. *Focusing on Modern Food Industry*, 2(3), 118-122.
- Sahore, D.A., N.G. Amani and G.J. Nemlin. (2005). The properties of starches from some Ivory Coast wild yam (*Dioscorea*) species. *Tropical Science*, 45, 122-125.
- Sahore, D.A., N.G. Amani and A. Kamenan. (2007). Functional properties of wild yam (*Dioscorea* spp.) starches. *Tropical Science*, 47, 33-37.
- Schmitz, C.S., K.N. de Simas, K. Santos, J.J. Joao, R.D. de Mello Castanho Amboni and E.R. Amante. (2006). Cassava starch functional properties by esterification-hydroxypropylation. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 681-687.
- Wickramasinghe, H.A.M., S. Takigawa, C. Matsuura-Endo, H. Yamauchi and T. Noda. (2009). Comparative analysis of starch properties of different root and tuber crops of Sri Lanka. *Food Chemistry*, 112, 98-103.
- Xie, S.X., Q. Liu and S.W. Cui. (2005). *Starch modification and applications*. pp. 357-405. In: S. W. Cui (ed.). *Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties, and Applications*. CRC Press, Boca Raton.

การคัดแยกยีสต์จากลูกแป้งสาโทในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์

Isolation of Yeast from Starter of Rice Wine (Sato) in Surin Province

จิตาภา แสงสว่าง^{1*} และ ศศิธร หล่อเรืองศิลป์¹

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail : sanom.n@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกเชื้อยีสต์จากลูกแป้งสาโทในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ โดยนำตัวอย่างลูกแป้งจาก 6 อำเภอ จำนวน 8 ตัวอย่างมาเพาะเชื้อในอาหารเหลว Yeast extract-Malt extract (YM) ที่เติม 20 ppm Chloramphenicol บ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วทำการแยกเชื้อบนอาหาร YM agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สามารถแยกยีสต์ได้ทั้งหมด 30 ไอโซเลต จากการจัดจำแนกโดยการเทียบลำดับเบสของบริเวณ D1/D2 ของเชื้อยีสต์ทั้งหมด 21 ไอโซเลต มีผลการระบุสปีชีส์เป็นยีสต์ 5 สปีชีส์ คือ *Saccharomycopsis fibuligera* พบในตัวอย่างลูกแป้งจาก 4 แหล่ง ได้แก่ อ. รัตนบุรี อ. สำโรงทาบ อ. ท่าตูม และ อ. ศรีขรภูมิ (แสงจันทร์) ยีสต์ *Pichia kudriavzevii* พบในตัวอย่างลูกแป้ง 2 แหล่ง จาก อ. เมืองสุรินทร์ (อุยสงไถ่) และ อ. รัตนบุรี ยีสต์ *Issatchenkia orientalis* พบในตัวอย่างลูกแป้ง 2 แหล่ง คือ อ. เมืองสุรินทร์ (เกษตรภักดิ์) และ อ. ประสาท ยีสต์ *Meyerozyma caribbica* พบในตัวอย่างลูกแป้งจาก อ. ศรีขรภูมิ (แสงจันทร์) เท่านั้น และยีสต์ *Sacchaomyces cerevisiae* พบในลูกแป้งจาก อ. ศรีขรภูมิ(สร้อยเพชร) เท่านั้น จากทั้งหมด 8 ตัวอย่าง มี 5 ตัวอย่างที่พบยีสต์เพียงชนิดเดียวและมีเพียง 3 ตัวอย่างที่พบยีสต์ 2 สายพันธุ์ คือ *Saccharomycopsis fibuligera* ร่วมกับ *P. kudriavzevii* ยีสต์ *Meyerozyma caribbica* ร่วมกับ *Saccharomycopsis fibuligera* และ *Issatchenkia orientalis* ร่วมกับ *Pichia kudriavzevii*

คำสำคัญ : ยีสต์ ลูกแป้ง สาโท

Abstract

The objective of present study was to isolate yeast from the starter (loong-pang) of rice wine (Sato) in Surin Province. The 8 samples of long-pang from 6 Districts were collected. To grow yeast cells ,one gram of long-pang was added to Yeast extract-Malt extract (YM) broth supplemented with 20 ppm of Chloramphenical and incubated for 24 hours. Then cultured medium was streak on YM agar and incubated at 35 °C for 24-48 hours to isolate yeast. Thirty of yeast isolates were obtained in present study. The yeast identification procedure based on the sequencing of amplified D1/D2 region of the yeast 26S ribosomal DNA, twenty-one of yeast isolates were identified to 5 species including *Saccharomycopsis fibuligera* founded in 4 samples (50%) from Rattanaburi, Samrong Thap, Thatum and Sikhoraphum (Sang-Jun) Districts, *Pichia kudriavzevii* was found in 2 samples (25%) from Mueang-Surin (Oui-Hong-Tai) and Rattanaburi Districts, yeast *Issatchenkia orientalis* was found in 2 samples (25%) from Mueang-Surin (kasetphan) and Prasat Districts, *Meyerozyma caribbica* was only found in a samples from Sikhoraphum (Sang-Jan) District and *Sacchaomyces cerevisiae* was only found in a samples from Sikhoraphum (Soi-Pet) District. Among 8 samples, the present of one yeast species was found in five samples (62.5%) and combination of at least 2 yeast species was found in 3 samples (37.5%) which are combination of

Saccharomycopsis fibuligera with *P. kudriavzeii*, *Meyerozyma caribbica* with *Saccharomycopsis fibuligera* and *Issatchenkia orientalis* with *Pichia kudriavzevii*.

Keywords : Yeast, Starter of rice wine (Loog-pang-loa), Rice wine (sato)

บทนำ

สาโท (Sato) เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ไม่ผ่านการกลั่น จัดอยู่ในกลุ่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดไวน์ข้าว (Rice wine) เช่นเดียวกับสาเก (Sake) ผลิตโดยใช้ข้าวเหนียวหนึ่ง นำมาล้างเมือกข้าวออกให้หมด ปล่อยให้แห้ง จากนั้นคลุกเคล้าด้วยหัวเชื้อแห้งที่เรียกว่าลูกแป้ง ซึ่งหัวเชื้อมีส่วนผสมของเชื้อราและยีสต์ นิยมผลิตกันมากในแถบเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น จีน เกาหลี และประเทศไทย โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละประเทศ เช่น ประเทศจีน เรียกว่า chu ประเทศญี่ปุ่น เรียกว่า koji และ ประเทศเกาหลี เรียกว่า nuruk เป็นต้น (Limtong *et al*, 2002) ในประเทศไทย เครื่องดื่มในกลุ่มนี้มีชื่อเรียกหลายชื่อด้วยกัน โดยอาจมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันบ้างตามพื้นที่ เช่น กระแช่ (Krachae) เหล้าอาฮุน (Lao-argoon) น้ำขาว (Nam-khao) ส่วนคำที่นิยมและเป็นที่ยอมรับในปัจจุบันคือ สาโท สำหรับประเทศไทยแล้วการผลิตสาโทและลูกแป้งสาโทจัดเป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว เพราะนอกจากจะผลิตสาโทชนิดดั้งเดิมที่เติมน้ำต้มในขั้นตอนของการหมักแอลกอฮอล์แล้วยังสามารถปรับเปลี่ยนรสชาติ สี และกลิ่นของสาโทได้โดยใช้น้ำสกัดจากวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีอยู่ในพื้นบ้านของไทยเติมลงไป ในระหว่างการหมัก ทำให้ได้สาโทที่มีกลิ่นและรสออกมามากมาย เช่น สาโทองุ่น สาโทสับปะรด สาโทรสส้ม สาโทมะกึ๋ง และสาโทเมนทอล โดยลักษณะของสาโทที่ได้มีทั้งใสและขุ่นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตและความต้องการของผู้บริโภค

ลูกแป้งเป็นกล้าเชื้อจุลินทรีย์ผสมธรรมชาติ ที่ได้จากการผสมแป้งข้าวเจ้ากับลูกแป้งที่สำเร็จแล้ว เพื่อเป็นการต่อเชื้อผสมการเติมสมุนไพรบางชนิด เช่น กระเทียม ขิง ข่า ชะเอม และพริกไทย ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการ (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, 2533) กลุ่มของจุลินทรีย์ที่พบในลูกแป้งมี 2 ชนิดคือ เชื้อรา และ ยีสต์ โดยเชื้อราจะมีหน้าที่เปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล ส่วนยีสต์จะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ เชื้อราที่พบในลูกแป้ง ได้แก่ *Amylomyces* sp., *Aspergillus* sp., *Mucor* sp. และ *Rhizopus* sp. ส่วนเชื้อยีสต์ที่พบเป็นยีสต์กลุ่ม Ascomycetes เช่น *Saccharomyces* sp., *Endomycopsis* sp., *Hansenula* sp., *Pichia anomala*, *Issatchenkia orientalis*, *Tolulaspora delbrueckii* และ *Candida* sp. โดยยีสต์ กลุ่มนี้เหมาะสำหรับใช้ในการหมักสาโท เพราะเจริญได้เร็ว ทนต่อความเป็นกรด น้ำตาลความเข้มข้นสูง และ แอลกอฮอล์ความเข้มข้นสูงได้ (นภา โล่ห์ทอง, 2535; อภิษฎา เตชะวสันต, 2550)

เหล้าสาโทมีความเป็นมาควบคู่มากับบรรพบุรุษและประวัติศาสตร์ของไทย เป็นต้นตำรับสุรายอดข้าวสกุลไทยมาแต่เนิ่นนาน トラบทุกวันนี้บางครั้งเรายังคงทำเพื่อใช้สำหรับดื่มกันเอง ในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์เองก็เช่นกัน ชาวบ้านมักจะหมักสาโทรับประทานเอง หรือหมักสาโทในโอกาสที่มีงานเลี้ยงฉลอง งานรื่นเริงในหมู่บ้าน ซึ่งลูกแป้งสาโทซึ่งผลิตและจำหน่ายของแต่ละร้านในแต่ละพื้นที่นั้นจะให้กลิ่นและรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะคัดแยกเชื้อยีสต์จากตัวอย่างลูกแป้งสาโทจากพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ ยีสต์ที่คัดแยกได้จะนำมาจัดจำแนกและระบุชนิด และยีสต์สายพันธุ์ต่างๆเหล่านี้จะนำไปเก็บรักษาไว้ เพื่อเป็นการอนุรักษ์สายพันธุ์ยีสต์เหล่านี้ไว้และอาจจะพัฒนาไปสู่การผลิตกล้าเชื้อสำหรับการผลิตสาโทที่มีมาตรฐานต่อไป

วิธีการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างลูกแป้ง

เก็บตัวอย่างลูกแป้งสาโทจาก 6 อำเภอในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ ได้แก่ อ.เมือง (2 แหล่ง) อ.ปราสาท อ.รัตนบุรี อ.สำโรงทาบ อ.ศรีขรภูมิ(2 แหล่ง) และ อ.ท่าตูม โดยสุ่มเก็บตัวอย่างแหล่งละ 10 เม็ด ตัวอย่างลูกแป้งสาโทที่ซื้อได้ให้นำมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดให้แน่น เก็บที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะนำมาแยกยีสต์

2. การแยกเชื้อยีสต์บริสุทธิ์จากลูกแป้ง

นำลูกแป้งไปบดให้ละเอียด ปริมาณ 1 กรัม เติมนลงในอาหาร Yeast extract-Malt extract (YM) broth ที่เติมยาปฏิชีวนะ Chloramphenicol ความเข้มข้น 20 ppm นำไปบ่มเขย่า 150 rpm ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไป cross streak plate ลงบนอาหาร Yeast extract- Malt extract (YM) agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง คัดเลือกโคโลนีที่มีลักษณะต่างกัน ได้แก่ ลักษณะโคโลนี สี ขนาด ผิวหน้าโคโลนี จากนั้นนำโคโลนีที่คัดเลือกมา streak ลงบนอาหาร YM agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง นำโคโลนีเดี่ยวมา re-streak ลงบนอาหาร YM agar จนกว่าจะได้เชื้อบริสุทธิ์ ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเชื้อยีสต์ โดยวิธี wet mount แล้วตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า ตั้งชื่อของยีสต์แต่ละไอโซเลตที่ทำให้บริสุทธิ์แล้ว เก็บเชื้อยีสต์ในอาหาร YM agar slant แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป พร้อมทำการเก็บเชื้อ ใน 15% glycerol เพื่อเป็น stock culture

3. การศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของโคโลนีของยีสต์ที่แยกได้

นำยีสต์ที่คัดแยกได้ไป cross streak บนอาหาร Yeast extract peptone dextrose (YPD) agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง แล้วสังเกตรูปร่าง ลักษณะขอบ สี กลิ่น ผิวหน้าของโคโลนียีสต์

4. การศึกษาลักษณะพื้นฐานของเซลล์

ทำการถ่ายเชื้อยีสต์ที่เจริญบนอาหาร YPD agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ลงในอาหารเหลว YM ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เมื่อครบเวลา 24-48 ชั่วโมง ทำการเตรียมสไลด์โดยเทคนิค wet mount แล้วนำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ สังเกตรูปร่าง การแตกหน่อ การสร้างเส้นใยเทียมและวัดขนาดเซลล์

การศึกษาเส้นใยแท้และเส้นใยเทียมโดยวิธี Dalmau plate technique เพาะเชื้อยีสต์บนอาหารยีสต์แห้ง YPD โดยใช้เข็มเย็บเชื้อลากเป็นเส้นตรงและทำการแตะเชื้อที่ปลายทั้งสองด้านของเส้นตรงในงานเพาะเชื้อเดียวกัน ปิดทับด้วยกระดาษปิดสไลด์ที่ปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-10 วัน ตรวจสอบการสร้างเส้นใยแท้และเส้นใยเทียมภายใต้กล้องจุลทรรศน์บริเวณที่ปิดด้วยกระดาษปิดสไลด์

5. การสกัดดีเอ็นเอ

ขั้นตอนการสกัดดีเอ็นเอ ทำตามขั้นตอนที่อธิบายไว้โดย Nonklang (2012) เมื่อได้ chromosomal DNA แล้วจะนำมาใช้เป็นแม่แบบในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี Polymerase chain reaction (PCR) โดย ทำการเจือจาง chromosomal DNA ที่สกัดได้ให้มีความเข้มข้นในช่วง 10-200 นาโนกรัม/ไมโครลิตร สำหรับการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอใน ส่วน ของ D1/D2 ของ 26s rRNA gene นั้น forward primer ที่ใช้คือ NL1 (5'-CATATCAATAAGCGGAGGAAAAG-3') และ reverse primer ที่ใช้คือ NL4 (5'-GTCCGTGTTTCAAGACGG-3') และใช้ชุด KOD Plus PCR kit (Toyobo, Osaka, Japan) การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี PCR สภาวะที่ใช้คือ Pre-heat ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที จำนวน 1 รอบ และตามด้วย Denaturation ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาที Annealing ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที และ Extension ที่อุณหภูมิ 68 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที จำนวน 30 รอบ แล้วนำ PCR product ที่ได้ไปตรวจสอบขนาดด้วยเทคนิค Gel electrophoresis

6. การเปรียบเทียบลำดับเบสของ 26S rDNA บริเวณ D1/D2 ของยีสต์ที่ต้องการระบุ สปีชีส์กับฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม BLAST

นำลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีสต์ที่แยกได้จากลูกแป้งสาโททั้ง 21 ไอโซเลต มาระบุสปีชีส์โดยเปรียบเทียบความเหมือนของลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ D1/D2 ของยีสต์ 26S rDNA ที่ได้ผลจากการทำ sequencing ไประบุ

สปีชีส์ โดยเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์กับฐานข้อมูลใน GenBank โดยใช้โปรแกรม Blast ใน <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

ผลการวิจัย

ตัวอย่างลูกแป้ง

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างลูกแป้งสาโทในเขตพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ จากทั้งหมด 6 อำเภอ ได้แก่ อ.เมือง อ.ปราสาท อ.รัตนบุรี อ.สำโรงทาบ อ.ศรีณรงค์ และ อ.ท่าตูม จากตัวอย่างที่นำมาพบว่าลูกแป้งสาโทของแต่ละอำเภอมีสูตรทำลูกแป้งไม่เหมือนกัน ทำให้ได้ลูกแป้งที่มีลักษณะที่หลากหลาย ลักษณะลูกแป้งส่วนใหญ่เป็นก้อนครึ่งทรงกลม มีทั้งผิวเรียบเนียนและขรุขระ มีขนาดเฉลี่ย 2.5-3.5 เซนติเมตร ลูกแป้งมีทั้งสีขาว เหลืองนวล และสีเหลืองปนเทาเล็กน้อย น้ำหนักค่อนข้างเบา และมีเนื้อหยาบ มีชิ้นส่วนสมุนไพรติดบนผิวเล็กน้อย กลิ่นของลูกแป้งจะคล้ายกันคือ มีกลิ่นแป้งหมัก มีกลิ่นข้าว และกลิ่นเครื่องเทศ แต่ลูกแป้งของอำเภอรัตนบุรีจะมีกลิ่นเปรี้ยวอ่อนๆ นอกจากนี้ยังมีการทำเครื่องหมายประทับบนผิวลูกแป้งเพื่อเป็นยี่ห้อ หรือเพื่อบ่งบอกความแตกต่างของแหล่งผลิต เช่น เครื่องหมายต่างๆ หรือตัวอักษร ดังแสดงในภาพที่ 1, 2 และ ตารางที่ 1



(a) (b) (c) (d)

ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างลูกแป้งสาโทที่นำมาจาก อำเภอเมือง ร้อยเอ็ด (a) ร้อยเอ็ดสองใต้ (b) อำเภอรัตนบุรี (c) และ อำเภอปราสาท (d)



(a) (b) (c) (d)

ภาพที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างลูกแป้งสาโทที่นำมาจาก อำเภอสำโรงทาบ (a) อำเภอศรีณรงค์ จากร้านสาโทแสงจันทร์ (b) และร้านสาโทสร้อยเพชร (c) และ อำเภอท่าตูม(d)

ตารางที่ 1 ลักษณะ ขนาด สี และกลิ่นของลูกแป้งสาโทจากแต่ละอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์

แหล่งเก็บตัวอย่าง	ลักษณะภายนอก	สี	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (ซม.)	อักขระบนพื้นผิว	กลิ่น	น้ำหนัก (กรัม)
อ.ปราสาท	วงกลมแบน หน้าผูนผิวเนียน ขนาดไม่แน่นอน	เหลืองนวล	3.6	อักษร อ สีแดง	แป้งหมัก หอมกลิ่นเครื่องเทศ	6.80
อ.เมือง (อุยสงใต้)	ก้อนกลมใหญ่คล้ายเห็ด ผิวเรียบ ขนาดไม่แน่นอน	สีเหลืองนวล	3.3	รูปหัวใจสีแดง	แป้งหมัก มีกลิ่นข้าว	7.53
อ.เมือง (ร้านเกษตรภัณฑ์)	ก้อนกลมใหญ่คล้ายเห็ด ผิวขรุขระ	สีเหลืองนวล	3.0	อักษร ค สีแดง	แป้งหมัก หอมกลิ่นเครื่องเทศ และมีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย	7.31
อ.รัตนบุรี	ก้อนกลมผูน ผิวขรุขระ	สีเหลืองนวล มีสีเทาปนเล็กน้อย	3.0	ไม่มี	มีกลิ่นข้าว เครื่องเทศ และมีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย	6.68
อ.สำโรงทาบ	ก้อนครึ่งทรงกลม เป็นเหลี่ยมตรงด้านบน ผิวขรุขระ	ขาวเหลืองนวล	3.3	อักษร อ สีแดง	กลิ่นหอม	10.42
อ. ศรีขรภูมิ (ร้านสาโทแสงจันทร์)	ก้อนครึ่ง ทรงกลม ผิวเรียบเนียน	ขาวนวล	3.4	อักษร ค สีแดง	กลิ่นหอมและกลิ่นข้าวเล็กน้อย	6.88
อ. ศรีขรภูมิ (ร้านสาโทสร้อยเพชร)	ก้อนครึ่งทรงกลม ขนาดใหญ่มีเกล็ดผสมอยู่	เหลืองนวล	5.8	ไม่มี	กลิ่นหอมกลิ่นข้าว และกลิ่นสมุนไพร	20.57
อ. ท่าตูม	ก้อนครึ่งทรงกลมผิวเรียบเนียน	ขาวเหลืองนวล	3.2	อักษร ค สีแดง	กลิ่นหอม	9.88

การคัดแยกยีสต์จากลูกแป้ง

สามารถแยกยีสต์จากลูกแป้งสาโทในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 8 ตัวอย่าง ได้ทั้งหมด 30 ไอโซเลต โดยอำเภอสำโรงทาบ แยกได้ 4 ไอโซเลต อำเภอศรีขรภูมิ แยกได้ 6 ไอโซเลต อำเภอท่าตูม แยกได้ 2 ไอโซเลต อ.เมืองสุรินทร์แยกได้ 7 ไอโซเลต อ.ปราสาทแยกได้ 7 ไอโซเลต และ อ.รัตนบุรีแยกได้ 4 ไอโซเลต เมื่อนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาบนอาหาร YPD agar และอาหาร YM agar ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง พบว่า โคโลนีของยีสต์มีลักษณะผิวหน้าเรียบ สีขาวครีม หรือขาวนวล ขอบเรียบ (smooth) นูน (raised) และมีบางไอโซเลตที่โคโลนีกลม ขอบหยัก และผิวหน้าแห้ง เมื่อส่องดูลักษณะเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่ายีสต์มี ส่วนใหญ่จะเห็นลักษณะเซลล์รูปร่างกลมรี พบการสร้างเส้นใยในบางไอโซเลต ส่วนใหญ่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยวิธีแตกหน่อ (budding) ยกเว้นยีสต์ที่แยกจากลูกแป้งสาโทในอำเภอปราสาทบางไอโซเลตที่พบการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยวิธีฟิชชัน (fission)

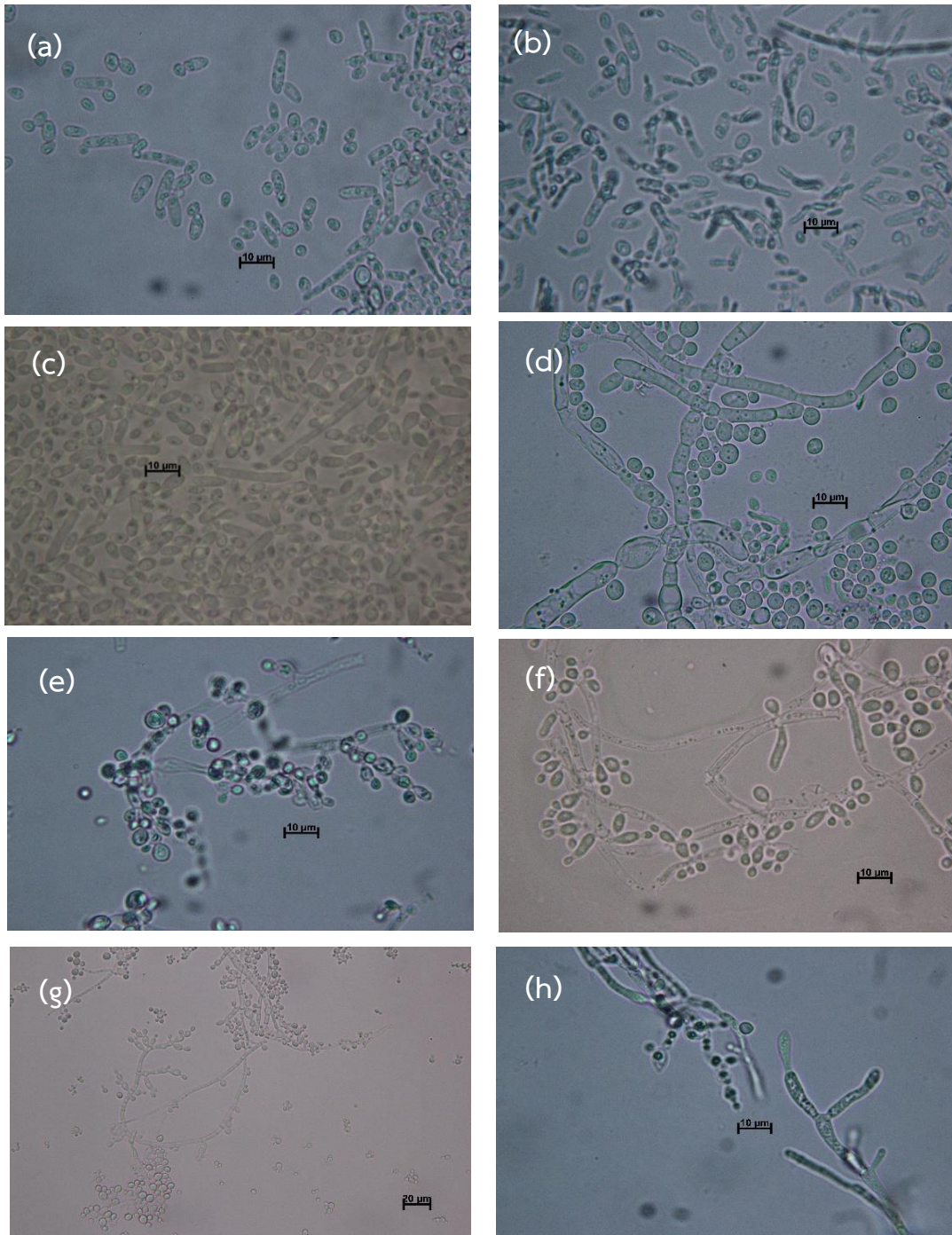
ตารางที่ 2 สรุปจำนวนยีสต์ที่แยกได้จากลูกแป้งสาโทจากแต่ละอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์

แหล่งที่เก็บตัวอย่าง	จำนวนยีสต์ที่ แยกได้	ชื่อไอโซเลต
อ.เมือง (อุยฮงไถ่)	3 ไอโซเลต	MSR1-1, MSR1-2, MSR1-3
อ.เมือง (ร้านเกษตรภัณฑ์)	4 ไอโซเลต	MSR2-1, MSR2-2, MSR2-3, MSR 2-4
อ.ปราสาท	7 ไอโซเลต	PS-1, PS-2, PS-3, PS-4, PS-5, PS-6, PS-7
อ.รัตนบุรี	4 ไอโซเลต	RTN-1, RTN-2, RTN-3, RTN-4
อ.สำโรงทาบ	4 ไอโซเลต	SRT-1, SRT-2, SRT-3, SRT- 4
อ. ศรีขรภูมิ (ร้านสาโทแสงจันทร์)	4 ไอโซเลต	SJ-1, SJ -2, SJ -3, SJ 4
อ. ศรีขรภูมิ (ร้านสาโทสร้อยเพชร)	2 ไอโซเลต	SP-1, SP-2
อ. ท่าตูม	2 ไอโซเลต	TT-1, TT-2

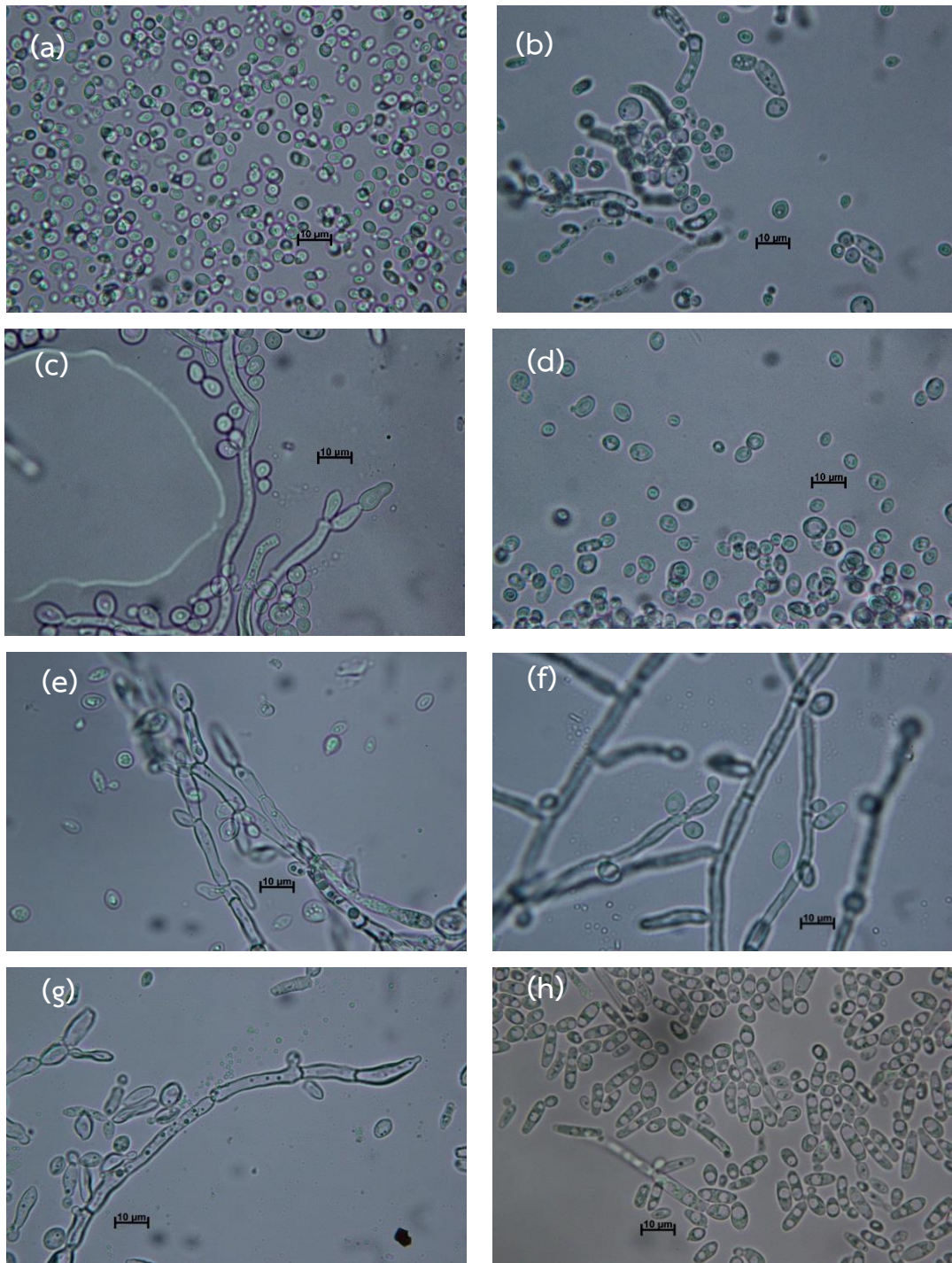
ผลจากการทดสอบความสามารถในการสร้างเส้นใยแท้และเส้นใยเทียมพบว่ามียีสต์ที่สามารถสร้างเส้นใยได้ 6 ไอโซเลต คือ SRT-1, SRT-2, SRT-3, SRT-4, SJ-4 และ TT-2 ส่วนไอโซเลต MSR2-2, MSR2-3, SJ-2, SJ-3, และ SP-2 ไม่พบการสร้างเส้นใย ดังแสดงในภาพที่ 3-5 ซึ่งในกลุ่มที่สร้างเส้นใยนั้นภายหลังที่นำไปจัดจำแนกพบว่า เป็นยีสต์สายพันธุ์เดียวกัน คือ *Saccharomycopsis fibuligera*

การจัดจำแนกสายพันธุ์

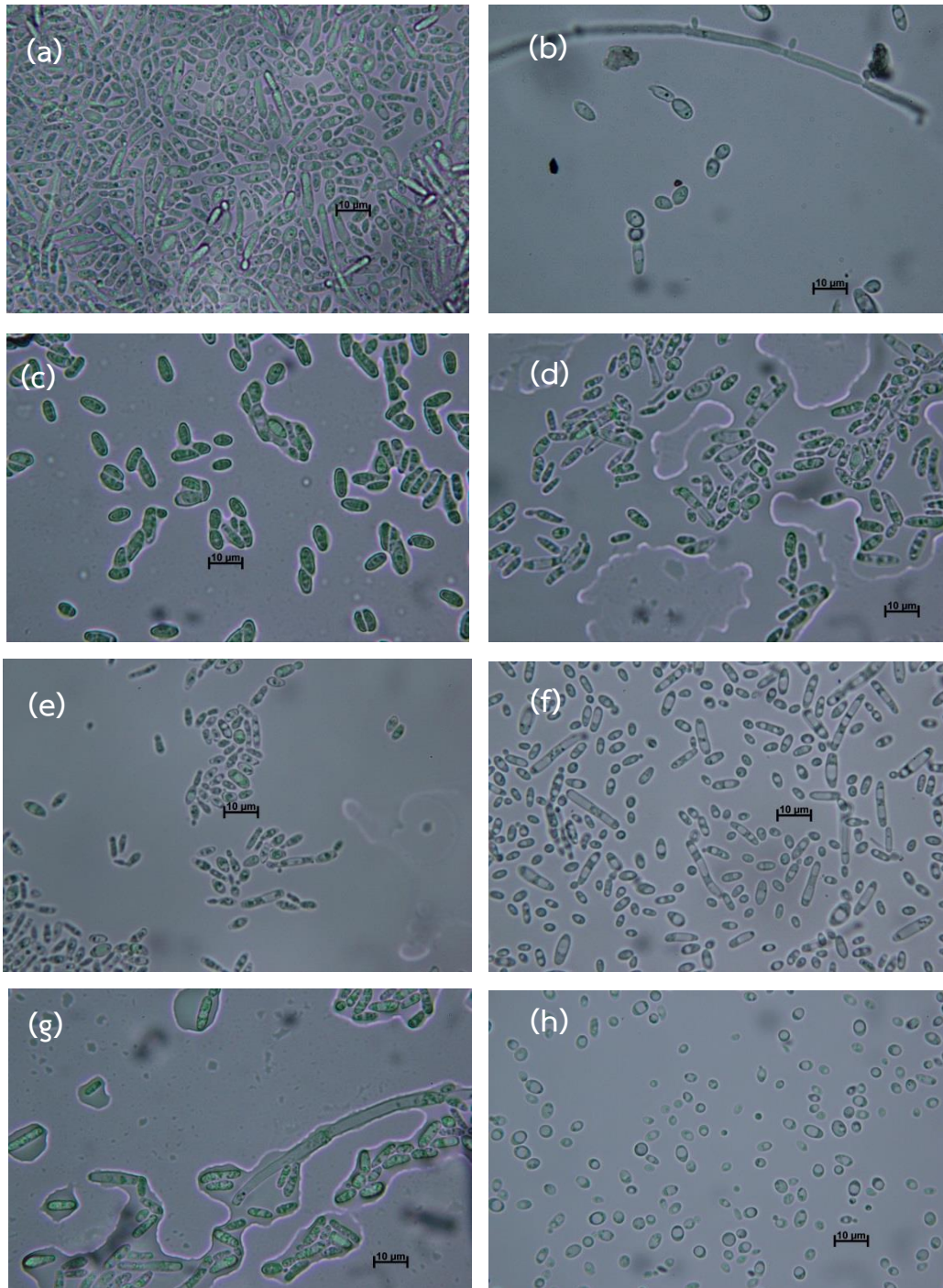
เมื่อนำ PCR product ที่ได้จากยีสต์ที่แยกได้ ไปทำการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA sequenci) และ นำผลลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีสต์ที่ปรากฏอยู่ในฐานข้อมูล GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) โดยใช้โปรแกรม (Blast ได้ผลดังนี้ จากการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของ เชื้อยีสต์ทั้งหมด 21 ไอโซเลต มีผลการระบุสปีชีส์ เป็นยีสต์ 5 สายพันธุ์ คือ *Saccharomycopsis fibuligera*, *Pichia kudriavzevii*, *Issatchenkia orientalis*, *Meyerozyma caribbica* และ *Sacchaomyces cerevisiae* (ตารางที่ 3) ซึ่งยีสต์ *Saccharomycopsis fibuligera* ในลูกแป้งจำนวน 4 ตัวอย่าง (50 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ ยีสต์ *Pichia kudriavzeii* พบในลูกแป้ง 3 ตัวอย่าง (37.5 เปอร์เซ็นต์) และ ยีสต์ *Issatchenkia orientalis* พบในลูกแป้ง 2 ตัวอย่าง (25 เปอร์เซ็นต์) จากตัวอย่างลูกแป้งทั้งหมด 8 อย่าง และเมื่อพิจารณาจำนวนสายพันธุ์ ยีสต์ที่พบในแต่ละตัวอย่างลูกแป้งนั้น มี 5 ตัวอย่างที่พบยีสต์เพียง 1 สายพันธุ์ และอีก 3 ตัวอย่างพบยีสต์ 2 สายพันธุ์ ซึ่งในลูกแป้งจากทั้งสามแหล่งก็พบการใช้สายพันธุ์ยีสต์ ต่างกันคือ *Saccharomycopsis fibuligera* ร่วมกับ *P. kudriavzeii* พบในลูกแป้งจากอำเภอรัตนบุรี ยีสต์ *Meyerozyma caribbica* ร่วมกับ *Saccharomycopsis fibuligera* พบในลูกแป้งจากอำเภอศรีขรภูมิ (ร้านสาโทแสงจันทร์) และ *Issatchenkia orientalis* ร่วมกับ *Pichia kudriavzevii* พบในลูกแป้งจากอำเภอปราสาท (ตารางที่ 4)



ภาพที่ 3 การสร้างเส้นใยของยีสต์ไอโซเลต MSR2-2 (a) MSR2-3 (b) MSR1-2 (c) TT-2 (d) SRT-1 (e) SRT-2 (f) SRT-3 (g) SRT-4 (h) โดยวิธี Dalmau plate technique



ภาพที่ 4 การสร้างเส้นใยของยีสต์ไอโซเลต SJ-2 (a) SJ-3 (b) SJ-4 (c) SP-2 (d) RTN-1 (e) RTN-2 (f) RTN-3 (g) RTN-4 (h) โดยวิธี Dalmau plate technique



ภาพที่ 5 การสร้างเส้นใยของยีสต์ไอโซเลต PS1 (a) PS2 (b) PS3 (c) PS4 (d) PS5 (e) PS6 (f) PS7 (g) MSR2-1 (h) โดยวิธี Dalmau plate technique

ตารางที่ 3 ความเหมือนของลำดับนิวคลีโอไทด์ของ D/1D2 domain ของหน่วยย่อยขนาดใหญ่ของ ribosomal DNA ของยีสต์ทั้ง 21 ไอโซเลต กับลำดับนิวคลีโอไทด์ของบริเวณ D/1D 2domain จากฐานข้อมูล GenBank

ลำดับที่	ยีสต์ไอโซเลต	สายพันธุ์ยีสต์ที่มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรม	Accession Number	Identity (%)
1	RTN-1 RTN-2 RTN-3	<i>Saccharomycopsis fibuligera</i> strain -3 1Y	KF717372.1	100
2	RTN-4 MSR2-1	<i>Pichia kudriavzevii</i> strain Scj01	KF667515.1	100
3	PS1-3	<i>Pichia kudriavzevii</i> isolate YTHJL-3	JX848640.1	99
4	PS-4 PS-5 PS-6	<i>Issatchenkia orientalis</i> isolate YZ4	EU394711.1	99
5	MRS2-2 MRS2-3			
6	PS-7	<i>Pichia kudriavzevii</i> strain T91-NL1	KF214396.1	99
7	SRT-1 SRT-2 SRT-3 SRT-4 SJ-3 SJ-4	<i>Saccharomycopsis fibuligera</i> NRRL Y-2388 ^T = CBS 2521 ^T	EU057552	100
8	SJ-2	<i>Meyerozyma caribbica</i> (Teleomorph) CBS 9966 ^T = NRRL Y-27274 ^T หรือ <i>Candida fermentati</i> (Anamorph)	EU348786	100
9	SP-2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> strain 6	HM107799.1	77
10	TT-2	<i>Saccharomycopsis fibuligera</i> g-4b-1	HM107785	99

ตารางที่ 4 จำนวนและสายพันธุ์ยีสต์ที่พบในแต่ละตัวอย่างลูกแป้งสาโทจากแต่ละอำเภอ ในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์

แหล่งลูกแป้ง	สายพันธุ์ยีสต์ที่พบ
เมืองสุรินทร์ (อุยฮงไถ่))	<i>Pichia kudriavzevii</i>
เมืองสุรินทร์ (ร้านเกษตรภัณฑ์))	<i>Issatchenkia orientalis</i> isolate YZ4
ปราสาท	<i>Issatchenkia orientalis</i> & <i>Pichia kudriavzevii</i>
รัตนบุรี	<i>Saccharomycopsis fibuligera</i> & <i>Pichia kudriavzevii</i>
สำโรงทาบ	<i>Saccharomycopsis fibuligera</i> strain ZDHY1
ศรีขรภูมิ (ร้านสาโทแสงจันทร์)	<i>Saccharomycopsis fibuligera</i> & <i>Meyerozyma caribbica</i>
ศรีขรภูมิ (ร้านสาโทสร้อยเพชร)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
ท่าตูม	<i>Saccharomycopsis fibuligera</i> g-4b-1

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการคัดแยกและศึกษาความหลากหลายของยีสต์จากลูกแป้งสาโท ในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ จากทั้งหมด 6 อำเภอ จำนวน 8 ตัวอย่าง จาก อ.เมือง อ.ปราสาท อ.รัตนบุรี อ.สำโรงทาบ อ.ศรีขรภูมิ และ อ.ท่าตูม สามารถคัดแยกยีสต์ได้ทั้งหมด 30 ไอโซเลต และสามารถสกัดสารพันธุกรรม และ นำไปศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีสต์ทั้งหมด 21 ไอโซเลต พบว่าเป็นยีสต์ 5 สายพันธุ์ คือ *Saccharomycopsis fibuligera*, *Pichia kudriavzevii*, *Issatchenkia orientalis*, *Meyerozyma caribbica* และ *Sacchaomyces cerevisiae* ซึ่งตรวจพบยีสต์ *Saccharomycopsis fibuligera* มากที่สุด โดยพบในลูกแป้งจำนวน 4 ตัวอย่าง (50 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือยีสต์ *Pichia kudriavzevii* พบในลูกแป้ง 3 ตัวอย่าง (37.5 เปอร์เซ็นต์) และ ยีสต์ *Issatchenkia orientalis* พบใน

ลูกแป้ง 2 ตัวอย่าง (25 เปอร์เซ็นต์) จากตัวอย่างลูกแป้งทั้งหมด 8 อย่าง ซึ่งผลการคัดแยกยีสต์ของงานวิจัยนี้ข้อมูลของสายพันธุ์ยีสต์ที่คัดแยกได้มีความสอดคล้องกับรายงานการศึกษาความหลากหลายของยีสต์ในลูกแป้งแหล่งอื่นๆ โดยรายงานวิจัยก่อนหน้านี้ว่า พบยีสต์ *Saccharomycopsis fibuligera* มากที่สุดในลูกแป้งแหล่งที่คัดแยกได้จากพื้นที่ต่างๆของประเทศไทย (Limtong *et al.*, 2002) ในหัวเชื้อไวน์ข้าว Hong Qu และ Yao Qu ของประเทศจีน (Lv, *et al.*, 2013) และ ในหัวเชื้อไวน์ข้าว nuruk ของประเทศเกาหลีใต้ ซึ่งยีสต์ *Saccharomycopsis fibuligera* เป็นยีสต์ที่มีความสามารถในการสร้างเอินไซม์อะไมเลส (Limtong *et al.*, 2002; Lv, *et al.*, 2013; Farh *et al.*, 2017) ในลูกแป้งสาโทส่วนใหญ่จะพบยีสต์เพียง 1 สปีชีส์ มีส่วนน้อยที่พบ 2 สปีชีส์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Limtong *et al.* (2002) พบยีสต์ 1 สปีชีส์ในลูกแป้ง 24 ตัวอย่างจากตัวอย่างลูกแป้งข้าวหมาก 31 ตัวอย่าง

จากรายงานการศึกษาวิจัยก่อนหน้านี้ได้การศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์ในลูกแป้งข้าวหมากของจังหวัดอยุธยา อ่างทอง ลพบุรีและสระบุรี พบว่า จุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกแป้งข้าวหมากพื้นบ้านส่วนใหญ่เป็นเชื้อรา เช่น *Rhizopusoryzae*, *Mucorindicus* ยีสต์ เช่น *Candida parapsidida*, *Pichia kudriavzevii*, *Candida quercitrusa* และแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก เช่น *Pediococcus pentosaceus* (อรุณี ทรัพย์เจริญเลิศ, 2553) และ จากการศึกษาความหลากหลายของยีสต์ในลูกแป้งเหล้า พบยีสต์ *Saccharomycopsis fibuligera*, *Pichia anomala*, *Issatchenkia orientalis*, *P. burtonii*, *P. fabianii*, *Candida rhagii*, *C. glabrata*, *Torulaspora globosa*, *P. Mexicana*, *P. heimii*, *Rhodotorula philyla*, *Saccharomyces cerevisiae*, *T. delbrueckii* และ *Trichosporon asahii* จากลูกแป้งเหล้าที่แยกมาตัวอย่างจากพื้นที่ต่างๆในประเทศไทย ซึ่งจะเห็นได้ว่ายีสต์ที่พบในลูกแป้งในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์มีความเหมือนกับยีสต์ที่พบในลูกแป้งในภาคอื่นๆของประเทศไทย ยกเว้นเชื้อ *Meyerozyma caribbica* (*Candida fermentati*) ซึ่งยังไม่มีรายงานการค้นพบเชื้อยีสต์ดังกล่าวในลูกแป้ง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ทุนทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม ม. อุบลราชธานี ประจำปีงบประมาณ 2555

เอกสารอ้างอิง

- นภา โล่ห์ทอง. (2535). กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต. กรุงเทพฯ : ฟีนีพับลิชชิ่ง.
- ปราโมทย์ ธรรมรัตน์. (2533). การควบคุมขบวนการหมักสาขาวและสาแดง. ในการสัมมนาและควบคุม การหมักและการวิเคราะห์เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ กรมสรรพสามิต กระทรวงการคลัง. กรุงเทพฯ.
- อภิขญา เตชะสวัสดิ์. (2550). การแยก จำแนก และลักษณะสมบัติของยีสต์และราในลูกแป้งสุรา เพื่อการผลิตสาโท. กรุงเทพมหานคร :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุณี ทรัพย์เจริญเลิศ. (2553). การคัดแยกสายพันธุ์ราและยีสต์จากลูกแป้งเหล้า. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ชนบุรี.
- Farh, M.EA., Cho, Y., Lim, J.Y. et al. (2017) Journal of Microbiolbiology, 55: 337.
- Limtong, S., Sintara, S., Suwannarit, P., & Lotong, N. (2002). Yeast diversity in Thai traditional alcoholic starter (Loog-pang). Kasetsart Journal (Natural Sciences), 36,149e15
- Lv, Xu-Cong & Huang, Xiao-Lan & Zhang, Wen & Rao, Ping-Fan & Ni, Li. (2013). Yeast diversity of traditional alcohol fermentation starters for Hong Qu glutinous rice wine brewing, revealed by culture-dependent and culture-independent methods. Food Control. 34. 183-190.
- Nonklang, S. (2012). Factor affecting the transformation efficiency of linear DNA in Yeast *Kluyveromyces marxianus* UBU-1-1. Journal of Science & Technology, Ubon Ratchathani University 14(4): 35-41.

การจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองในตำบลธาตุ
อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

Emotional Management Towards Postmenopausal Women: A Case Study
in That Sub-District , Aumphur Warincham District, Ubon Ratchathani Province

ธารรัตน์ จุปะมะตัง สุภาณี จันทร์ศิริ และมินตรา สาระรักษ์^{1*}

¹กลุ่มวิชาสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail: supanee_ys@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาภาคตัดขวาง(Cross-sectional descriptive research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทอง และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลส่วนบุคคลและภาวะสุขภาพทางกายกับการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองในตำบลธาตุ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 270 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เป็นสตรีวัยทองที่มีอายุ 40-59 ปี เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ เปอร์เซ็นไทล์ที่25 และเปอร์เซ็นไทล์ที่75 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และทดสอบความสัมพันธ์โดยใช้ Fisher's Exact test ผลการศึกษาวิธีการจัดการทางอารมณ์ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 71.1 และส่วนใหญ่มีวิธีการจัดการทางอารมณ์ที่ปฏิบัติเป็นประจำ คือ การให้กำลังใจตัวเองว่าทุกสิ่งทุกอย่างจะดีขึ้น ร้อยละ 57.0 วิธีที่ปฏิบัติบ่อยครั้ง คือ พยายามมองปัญหาอย่างรอบคอบปราศจากอคติ ร้อยละ 58.5 วิธีที่ปฏิบัติมานานๆครั้ง คือ หงุดหงิดมากจนตะคอกใส่คนอื่น ร้อยละ 52.6 และวิธีการจัดการทางอารมณ์ที่สตรีวัยทองส่วนใหญ่ไม่เคยปฏิบัติเลย คือ การรับประทานยาระงับประสาทหรือยานอนหลับ ร้อยละ 83.3 ในส่วนของภาวะสุขภาพทางกายของสตรีวัยทอง พบว่า อาการผิดปกติทางกายของสตรีวัยทองที่พบมากที่สุด คือ ความรู้สึกทางเพศลดลง ร้อยละ 69.6 มีอารมณ์แปรปรวน เช่น โกรธง่าย หงุดหงิดง่าย ร้อยละ 64.4 และปวดกล้ามเนื้อตามร่างกาย ร้อยละ 63.0 ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนบุคคลกับการจัดการทางอารมณ์ พบว่าข้อมูลส่วนบุคคลและภาวะสุขภาพทางกายไม่มีความสัมพันธ์กับการจัดการทางอารมณ์ ($p>0.05$) การส่งเสริมด้านการจัดการทางอารมณ์นั้นบุคลากรสาธารณสุขควรมีการให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายและจิตใจที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมของสตรีวัยทองในพื้นที่ เพื่อให้สามารถเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของร่างกายตามพัฒนาการของชีวิตและดำรงชีวิตอย่างมีความสุขเมื่อก้าวเข้าสู่วัยสูงอายุ

คำสำคัญ : สตรีวัยทอง ภาวะทางสุขภาพ การจัดการทางอารมณ์

Abstract

This study was a cross-sectional descriptive study research. The objectives were to study the emotional management towards postmenopausal women and to study the relationship between personal characteristics, health status and with emotional management towards postmenopausal women at That Sub-District , Warinchamrap District, Ubon Ratchathani Province within 207 post menopause women and age ranged in between 40- 59 year. Questionnaire was used to collect the data. Data analysis techniques were descriptive statistics, i.e., frequencies, Percentile 25, Percentile 75, median, mean and Fisher's Exact test was used for relationship analysis.

The results revealed that the emotional management towards post menopause women was in moderate level at 71.1%, the most of emotional management among the post menopause

women was to encourage themselves at 57.0 % and look at problems without prejudice at 58.5%, they rarely action while annoyed that shout to other people at 52.6%, they never used sedation or sleeping medicine at 83.3%. In terms of physical health status, postmenopausal women were found to be at the highest level of sexual dysfunction at 69.6%, emotional distress such as got angry and restive at 64.4% and got a muscular pain 63.0%. The relationship between personal data and emotional management study found that personal data and physical health were not correlated with emotional management ($p > 0.05$). Therefore the public health personnel should provide counseling and advice on the physical and mental changes which occur to postmenopausal women for able to face the changes of the physical development of life and maintain a happy life while stepping to elderly.

Keywords: Postmenopausal Women, Health Status, Emotional Management

บทนำ

วัยทองเป็นช่วงของการเปลี่ยนผ่านจากวัยผู้ใหญ่สู่ผู้สูงอายุ ซึ่งวัยทองในที่นี้หมายถึงบุคคลที่มีอายุอยู่ในช่วง 40-59 ปี ซึ่งถือว่ามีผลอย่างมากต่อสังคมไทย จากข้อมูลสถิติสาธารณสุข พ.ศ. 2545 ประเทศไทยมีจำนวนประชากรทั้งหมด 62.5 ล้านคนจำนวนทั้งหมด ประชากรหญิงช่วงอายุ 40-59 ปีมีจำนวน 7,278,602 คน คิดเป็นร้อยละ 12 ของจำนวนประชากรซึ่งในปี พ.ศ. 2553 มีจำนวนประชากรทั้งหมด 63.7 ล้านคนมีจำนวนประชากรหญิงช่วงอายุ 40-59 ปีเพิ่มขึ้นเป็น 9,318,462 คนคิดเป็นร้อยละ 14.6 ของจำนวนประชากรทั้งหมด(สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2553) และเนื่องจากความก้าวหน้าทางการแพทย์ในปัจจุบันเกี่ยวกับการป้องกันและรักษาโรคต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้คนมีอายุยืนยาวมากขึ้นเรื่อย ๆ วัยทอง เป็นวัยที่มีการทำงานของต่อมไร้ท่อของระบบสืบพันธุ์ผลิตฮอร์โมนลดลง ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ผลกระทบทางด้านจิตใจ เกิดกลุ่มอาการเรียกว่า Menopausal Syndrome และ Andropausal Syndrome ซึ่งได้แก่ อาการเปลี่ยนแปลงทางระบบประสาทอัตโนมัติ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบทางเดินปัสสาวะ ระบบสืบพันธุ์ และระบบโครงกระดูก เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในบุรุษจะเป็นไปอย่างช้าๆ ค่อยเป็นค่อยไป โดยเฉพาะการเสื่อมทางด้านร่างกาย คือ มีการเจ็บป่วยง่ายแต่หายหรือฟื้นตัวช้า ผมเส้นเล็กและเริ่มบางลงเรื่อย ๆ แต่ในสตรีจะมีช่วงเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วคือช่วงก่อนที่จะหมดระดูไปจนถึงช่วงหมดระดูใหม่ๆ ทำให้สตรีวัยทองต้องมีการปรับตัวอย่างมาก (มณีรัตน์ ไชยานนท์, 2548) ซึ่งสตรีวัยทองหรือวัยหมดประจำเดือนนั้น หมายถึงสตรีที่อยู่ในภาวะสิ้นสุดของการมีประจำเดือน โดยปกติแล้วจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงอายุประมาณ 40 ปีขึ้นไป ในสตรีวัยทองเมื่อรังไข่หยุดทำงานก็จะไม่มีการตกไข่อีกต่อไป สิ่งตามมาคือจะไม่มีการประจำเดือนและไม่มีการสร้างฮอร์โมนเพศ จึงทำให้อวัยวะต่างๆที่มีความสัมพันธ์กับระดับฮอร์โมนเพศเสื่อมถอยลงทำให้มีผลแสดงออกทั้งทางกายและจิตใจแปรปรวนไปจากเดิมได้ พบว่าประมาณร้อยละ 50-70 ของวัยนี้จะเกิดอาการร้อนวูบวาบ เหงื่อออกตอนกลางคืนหรือเวลาหลับ และส่วนใหญ่รู้สึกว่าการเหล่านี้รำคาญเพราะทำให้ตกใจตื่น จึงทำใหนอนหลับได้ไม่เต็มที่ ส่งผลให้ปวดศีรษะตามมาต่อมสร้างเมือกที่หล่อเลี้ยงช่องคลอดลดลง ทำให้ช่องคลอดรู้สึกแห้งและเจ็บในขณะที่มีเพศสัมพันธ์ เกิดปัญหาการนอนไม่หลับ จนอาจทำให้เกิดภาวะวิตกกังวล เครียด หงุดหงิดและอารมณ์แปรปรวน

การจัดการภาวะวิกฤตทางอารมณ์ ประกอบด้วย การรับรู้ภาวะวิกฤตตามความเป็นจริง และการจัดการทางอารมณ์ ซึ่งพบว่าตัวแปรสาเหตุเหล่านี้ส่งผลต่อพฤติกรรม(อังศินันท์ อินทรกำแหง, 2550) จากการศึกษาพบว่าวัยทองมีอาการภาวะวิกฤตทางอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อสุขภาพทางกาย ได้แก่ อาการไม่สบายทางกายต่าง ๆ เช่น ปวดหัว ปวดเมื่อยตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ความดันโลหิตสูง โรคกระเพาะ หอบหืด นอนไม่หลับ เสื่อมสมรรถภาพทางเพศ ฯลฯ และส่งผลต่อสุขภาพจิตใจ นำไปสู่ความวิตกกังวล อาการซึมเศร้า กลัวอย่างไร้เหตุผล อารมณ์ไม่มั่นคงเปลี่ยนแปลงง่าย หรือโรคประสาทบางอย่างมีปัจจัยหลายประการที่ทำให้คนวัยทองหรือผู้ที่มีอายุเริ่มเข้าวัยทองเกิดภาวะวิกฤตทางอารมณ์ได้ง่าย และมีการจัดการทางอารมณ์ลดลง เช่น ปัญหาการงาน ปัญหาครอบครัว อาการ

ป่วย อายุที่มากขึ้น ความเสื่อมสภาพของร่างกาย เป็นต้น นอกจากนี้ สิ่งแวดล้อมยังกระตุ้นให้เกิดอารมณ์ต่าง ๆ รวมทั้งความเครียดด้วย ร่างกายจะเกิด การเปลี่ยนแปลงทางเคมี กระตุ้นให้หลั่งสารอะดรีนาลีนออกมาเพิ่มขึ้น ทำให้ร่างกายตื่นตัวและเกิดอาการภาวะวิกฤตทางอารมณ์ ดังนั้น ถ้าบุคคลขาดการจัดการทางอารมณ์หรือการจัดการภาวะวิกฤตทางอารมณ์ที่จะทำให้ไม่สามารถเผชิญต่อเหตุการณ์ก่อให้เกิดความตึงเครียด แก้ปัญหาไม่ได้ หรือแก้ปัญหา ไม่ถูกต้อง จะส่งผลให้มีความเครียดสูงขึ้นเรื่อย ๆ มีความรุนแรงต่ออารมณ์และความรู้สึก ก่อให้เกิดภาวะวิกฤตทางอารมณ์ (Emotional Crisis) ซึ่งจะส่งผลให้บุคคลไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่หรือภารกิจประจำวันได้ (Lazarus, 1984)

ในตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี มีสตรีวัยทอง อายุ 40-59 ปี จำนวนทั้งหมด 1,014 คน ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าสตรีวัยทองควรมีการจัดการทางอารมณ์ที่ดี และทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการทางอารมณ์ เพื่อให้สามารถใช้ชีวิตอย่างมีคุณภาพและก้าวเข้าสู่วัยผู้สูงอายุที่มีประสิทธิภาพ จึงได้ศึกษาการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองในตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้แก่บุคลากรสาธารณสุขเพื่อใช้ในการวางแผนในการให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายและจิตใจที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมของสตรีวัยทองในพื้นที่ ให้สามารถเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของร่างกายตามพัฒนาการของชีวิตและดำรงชีวิตอย่างเป็นสุขเมื่อก้าวเข้าสู่วัยสูงอายุ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองในตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
2. เพื่อศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลและภาวะสุขภาพทางกายที่มีความสัมพันธ์กับการจัดการทางอารมณ์

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive research) เพื่อศึกษาการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทอง และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลส่วนบุคคลและภาวะสุขภาพทางกายกับการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองในตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยมีประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ประชากร คือ สตรีวัยทองที่มีอายุตั้งแต่ 40-59 ปี นับถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2559 ที่มีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้าน และปัจจุบันยังพักอาศัยอยู่ในบ้าน ในเขตตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี มีจำนวน 1,014 คน จาก 11 หมู่บ้าน

กลุ่มตัวอย่าง คือ ตัวแทนสตรีวัยทอง ซึ่งได้มาจากการคำนวณจากสูตรการคำนวณขนาดตัวอย่าง(อรุณ จิรวินท์กุล, 2552) เพื่อการประมาณค่าสัดส่วน

$$n = \frac{NZ^2_{\alpha/2} p(1-p)}{[e^2(N-1)] + [Z^2_{\alpha/2} p(1-p)]}$$

เมื่อ n = ขนาดตัวอย่างที่ต้องการศึกษา

N = จำนวนของประชากรทั้งหมด เท่ากับ 1,014 คน

α = ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05

$Z\alpha/2$ = ค่าสัมประสิทธิ์ภายใต้โค้งปกติมาตรฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ดังนั้น $Z(0.025)$ เท่ากับ 1.96

p = ค่าสัดส่วนของประชากรวัยทอง เท่ากับ 0.56

e = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ มีค่าเท่ากับ 0.05

แทนค่าในสูตร $n = \frac{[(1,014)(1.962)](0.56)(1-0.56)}{[0.05^2(1,014-1)] + [1.96^2(0.56)(1-0.56)]}$

$$[(0.052)(1,014-1)+[(1.962)[0.56(1-0.56)]]$$

$$n = 934.50$$

$$3.47$$

$$n = 269.3$$

ดังนั้น ขนาดของกลุ่มตัวอย่างต้องไม่น้อยกว่า 270 คน

การคำนวณสัดส่วนประชากร

$$\text{สัดส่วนประชากร} = \frac{\text{จำนวนตัวอย่าง} \times \text{จำนวนสตรีวัยทองแต่ละหมู่บ้าน}}{\text{จำนวนสตรีวัยทองทั้งหมด}}$$

การสุ่มตัวอย่าง

1. กำหนดตัวอย่างแต่ละหมู่บ้าน ตามสัดส่วนของสตรีวัยทอง
2. จัดทำฉลากหมายเลขสตรีวัยทองในแต่ละหมู่บ้าน
3. ทำการสุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยการจับฉลากหมายเลขแบบไม่ใส่คืน ในแต่ละหมู่บ้านกับจำนวนสตรีวัยทองตามที่แบ่งสัดส่วนได้จากการคำนวณขนาดตัวอย่าง โดยได้จำนวนสัดส่วนประชากรสตรีวัยทอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนของกลุ่มตัวอย่างสตรีวัยทองที่ศึกษา

หมู่	หมู่บ้าน	จำนวนสตรีวัยทองทั้งหมด (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่างตามค่าสัดส่วนประชากร (คน)
1	บ้านหนองโก	79	21
2	บ้านหนองสองห้อง	144	38
3	บ้านแก่น้อย	46	12
4	บ้านบัว	64	17
5	บ้านวัด	79	21
6	บ้านทุ่งเต็น	90	24
7	บ้านดอนกลางเหนือ	141	38
8	บ้านดอนกลางใต้	151	40
9	บ้านน้อยเจริญ	69	19
10	บ้านโนนสมบูรณ์	102	27
11	บ้านดวงเจริญ	49	13
รวม		1,014	270

เกณฑ์คัดเข้า

1. เป็นสตรีที่มีอายุระหว่าง 40-59 ปี ที่อาศัยอยู่ในตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
2. สื่อสารภาษาไทยได้
3. ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามข้อมูล ได้แก่ อายุ สถานภาพ สมรส ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ของครอบครัว จำนวนสมาชิกในครอบครัว โรคประจำตัวที่ได้รับการวินิจฉัยโดยแพทย์ ลักษณะการมีประจำเดือนในปัจจุบัน ประวัติผ่าตัดมดลูกและรังไข่ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ (Check list) จำนวน 6 ข้อ และคำถามปลายเปิด จำนวน 3 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลภาวะสุขภาพทางกาย แบบสอบถามส่วนนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยดัดแปลงจากแบบสอบถามเรื่องภาวะสุขภาพของหญิงวัยหมดประจำเดือนของกองอนามัยครอบครัว กระทรวงสาธารณสุข แบบสอบถามเรื่องกลุ่มอาการหมดประจำเดือนของนายแพทย์หทัย เทพพิสัย เป็นแบบสอบถามอาการหรือความรู้สึกที่เกิดขึ้นของสตรีวัยทอง ในส่วนนี้มีข้อความจำนวน 15 ข้อ โดยมีคำตอบให้เลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ

- ไม่มีอาการ หมายถึง ไม่มีอาการนั้นเลย
- มีอาการ หมายถึง มีอาการตามข้อความนั้น

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามวิธีการจัดการทางอารมณ์ สร้างและพัฒนาโดย Folkman และ Lazarus (1988) (อ้างถึงในชุดิกาญจน์ แซ่ตัน, 2557) เป็นข้อความที่ใช้ในการจัดการปัญหา มีจำนวน 15 ข้อ

การตรวจสอบเครื่องมือ

1. การหาความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือ (Content validity) เสนอแบบสอบถามต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ ความเหมาะสมของจำนวนภาษาและความครอบคลุมตามเนื้อหา หลังจากนั้นจึงนำมาแก้ไขปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์ตามคำแนะนำ ในส่วนของแบบสอบถามข้อมูลภาวะทางสุขภาพและแบบสอบถามวิธีการจัดการทางอารมณ์ ในแต่ละข้อมีค่า IOC ไม่ต่ำกว่า 0.5
2. การหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) นำแบบสอบถามที่ผ่านการพิจารณาความตรงของเนื้อหาเรียบร้อยแล้วไปทดสอบความเชื่อมั่นกับสตรีวัยทองในเขตตำบลศรีโค อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี หาความเชื่อมั่นแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเตอร์-ริชาร์ดสัน KR-20 ได้เท่ากับ 0.7 และวิธีการจัดการทางอารมณ์โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์อัลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ได้เท่ากับ 0.7

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยติดต่อเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบัววัด เพื่อขอข้อมูลด้านประชากรของสตรีวัยทองในตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
2. ผู้วิจัยขอหนังสือการท้าวิจัยจากฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข ถึงกำนัน ตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูล
3. ติดต่อประสานงานกับผู้ใหญ่บ้านในแต่ละหมู่บ้าน เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง
4. ดำเนินการเก็บข้อมูล โดยการแจกแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่างตอบด้วยตนเอง
5. ตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของการตอบแบบสอบถาม จากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ ลักษณะการพักอาศัย และโรคประจำตัว
2. ได้แก่ อายุ และรายได้ วิเคราะห์โดยใช้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่ามัธยฐาน และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 และ 75 เกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบในครั้งนี้อยู่สามารถแบ่งออก 4 ระดับ โดยใช้แบบประเมินวิธีวัดค่าบุคลิกภาพและเชาวน์อารมณ์-EQ อ้างถึงใน กวี ศรีเวศร, 2543 ได้แก่
 - 1) 50 - 60 คะแนน หมายถึง การจัดการทางอารมณ์อยู่ในระดับดีมาก
 - 2) 39 - 49 คะแนน หมายถึง การจัดการทางอารมณ์อยู่ในระดับดี
 - 3) 28 - 38 คะแนน หมายถึง การจัดการทางอารมณ์อยู่ในระดับปานกลาง
 - 4) 17 - 27 คะแนน หมายถึง การจัดการทางอารมณ์อยู่ในระดับต่ำ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลภาวะสุขภาพทางกายรายข้อ โดยใช้การแจกแจงความถี่และร้อยละ
2. การวิเคราะห์ข้อมูลวิธีการจัดการทางอารมณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแจกแจงความถี่และร้อยละ

3.สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistic) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนบุคคล ภาวะสุขภาพทางกาย และการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองในตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้สถิติ Fisher's exact

ผลการวิจัย

1. วิธีการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทอง พบว่า วิธีการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองที่ปฏิบัติเป็นประจำมากที่สุด คือ ให้กำลังใจตัวเองว่าทุกสิ่งทุกอย่างจะดีขึ้น ร้อยละ 57.0 รองลงมา คือ สร้างความเชื่อมั่นให้กับตนเอง ร้อยละ 49.6 และยอมรับในสิ่งที่เกิดขึ้นว่าเป็นสิ่งที่ต้องเผชิญ ร้อยละ 47.8 วิธีการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองที่ปฏิบัติบ่อยครั้งมากที่สุด คือ พยายามมองปัญหาอย่างรอบคอบปราศจากอคติ ร้อยละ 58.5 รองลงมา คือ คิดหาวิธีแก้ปัญหาหรือควบคุมอาการที่เกิดขึ้นให้ได้ ร้อยละ 50.0 และพยายามลืมสถานการณ์ปัญหาหรือความเครียดด้วยการออกไปพบปะพูดคุยกับเพื่อน ร้อยละ 47.4 วิธีการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองที่ปฏิบัตินานๆครั้งมากที่สุด คือ หงุดหงิดมากจนตะคอกใส่คนอื่น ร้อยละ 52.6 รองลงมา คือ ตำหนิผู้อื่นว่าเป็นตัวการที่ทำให้เกิดปัญหา ร้อยละ 50.7 และระบายความเครียดด้วยการร้องไห้คนเดียว ร้อยละ 34.4 ส่วนวิธีการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองที่ไม่เคยปฏิบัติเลยมากที่สุด คือ รับประทานยาระงับประสาทหรือยานอนหลับ ร้อยละ 96.7 รองลงมาคือ พยายามเลี่ยงหนีปัญหาโดยการดื่มสุรา ร้อยละ 87.4 และระบายความเครียดด้วยการร้องไห้คนเดียว ร้อยละ 59.6 ซึ่งพบว่าระดับการจัดการอารมณ์ของสตรีวัยทองอยู่ในระดับปานกลาง 192 คน คิดเป็นร้อยละ 71.1 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับการจัดการทางอารมณ์ (n=270)

ระดับการจัดการทางอารมณ์	ช่วงคะแนน	จำนวน	ร้อยละ
ระดับดีมาก	49-60	0	0.0
ระดับดี	38-48	72	26.7
ระดับปานกลาง	27-37	192	71.1
ระดับต่ำ	16-36	6	2.2

2. ภาวะสุขภาพทางกายของสตรีวัยทองในตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า อาการผิดปกติทางกายของสตรีวัยทองที่พบมากที่สุด คือ ความรู้สึกทางเพศลดลง ร้อยละ 69.6 รองลงมา คือ อารมณ์แปรปรวน เช่น โกรธง่าย หงุดหงิดง่าย ร้อยละ 64.4 และปวดกล้ามเนื้อตามร่างกาย ร้อยละ 63.0

3. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนบุคคลกับการจัดการทางอารมณ์ในตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่าข้อมูลส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับการจัดการทางอารมณ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะสุขภาพทางกายกับการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองในตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า ภาวะสุขภาพทางกายมีความสัมพันธ์กับการจัดการทางอารมณ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการจัดการทางอารมณ์ พบว่า วิธีการจัดการทางอารมณ์ของสตรีวัยทองที่ไม่เคยปฏิบัติมากที่สุด คือ การไม่เคยรับประทานยาระงับประสาทหรือยานอนหลับ คิดเป็นร้อยละ 96.7 ปฏิบัตินาน ๆ ครั้งมากที่สุด คือ หงุดหงิดมากจนตะคอกใส่คนอื่น คิดเป็นร้อยละ 52.6 ปฏิบัติบ่อยครั้งมากที่สุด คือ การพยายามมองปัญหาอย่างรอบคอบ ปราศจากอคติ คิดเป็นร้อยละ 58.5 และปฏิบัติเป็นประจำมากที่สุด คือ ให้กำลังใจตัวเอง

ว่าทุกสิ่งทุกอย่างจะดีขึ้น คิดเป็นร้อยละ 57.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ฉัตรทอง จารุพิสิฐไพบูลย์ และคณะ ได้ศึกษาพฤติกรรมสุขภาพของสตรีวัยทองในเขต อ.เมือง จ.นครราชสีมา พบว่า สตรีวัยทองมีความรู้สึกรังเกียจ หึงหวาด ร้อยละ 49.30 ซึ่งการจัดการกับอารมณ์ที่เกิดขึ้นนั้น จำเป็นต้องได้รับการส่งเสริมสุขภาพตนเองที่ถูกต้อง ให้รับรู้การเปลี่ยนแปลงและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นซึ่งมีผลต่อการดำรงสุขภาพที่ดีได้ ซึ่งสตรีวัยหมดประจำเดือนควรมีพฤติกรรมสุขภาพในด้านต่างๆอย่างเหมาะสม เช่น ความสามารถในการดูแลตนเองทั่วไป, พฤติกรรมด้านโภชนาการที่ดี, การออกกำลังกายและพักผ่อนอย่างเหมาะสม, การนอนหลับเพียงพอ, มีการจัดการกับความเครียดที่เหมาะสม, ตระหนักในการรู้ค่าแห่งตน, รู้จักการควบคุมสภาวะแวดล้อมและมีการใช้บริการสุขภาพที่เหมาะสม (Pender, 1987) การบอกให้คนรอบข้างรู้ว่าเรากำลังอยู่ในช่วงวัยทอง ซึ่งไม่ใช่เรื่องเสียหายแต่จะช่วยคลายความกังวลใจลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคุยกับคนในวัยเดียวกัน ฝึกการควบคุมอารมณ์ให้มีความคิดในทางบวก ทำจิตใจให้แจ่มใสเบิกบาน และปรับปรุงสิ่งแวดล้อมรอบตัวให้เหมาะสม เช่น เก็บข้าวของให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ทำความสะอาดบ้านและที่ทำงานให้ดูดีขึ้น ซึ่งหากสิ่งแวดล้อมดูสะอาดเรียบร้อยและสวยงามน่าอยู่แล้ว ย่อมทำให้เกิดบรรยากาศที่ดีและช่วยลดความเครียดลงได้ เป็นต้น เมื่อพิจารณาระดับการจัดการทางอารมณ์ของกลุ่มตัวอย่างแล้ว พบว่า อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 71.1 อาจจะเป็นเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีการจัดการทางอารมณ์ด้วยการสวดมนต์ นั่งสมาธิ ทำจิตใจให้สงบ ซึ่งปฏิบัติมานานๆครั้ง คิดเป็นร้อยละ 29.3 มีการพยายามเลี่ยงหนีปัญหาโดยการดื่มสุรา ซึ่งปฏิบัติมานานๆครั้ง คิดเป็นร้อยละ 10.0 และมีการรับประทานยาระงับประสาทหรือยานอนหลับ ซึ่งปฏิบัติมานาน ๆ ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 2.2 ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายและจิตใจที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมของสตรีวัยทองในเขตรับผิดชอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนบุคคลและภาวะสุขภาพทางกาย กับการจัดการทางอารมณ์ พบว่า ข้อมูลส่วนบุคคลไม่มีความสัมพันธ์กับการจัดการทางอารมณ์ ($p>0.05$) เนื่องจากระดับการจัดการทางอารมณ์ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับปานกลาง สตรีวัยทองมีการปฏิบัติตนในการดูแลตนเองได้ และส่วนมากสตรีวัยทองนี้ มีสถานะภาพทางครอบครัวดี คือส่วนมากไม่ได้อยู่อย่างลำพัง ซึ่งทำให้มีผู้รับฟังปัญหาลดความเครียดที่จะเกิดขึ้นได้ รวมถึงมีการให้กำลังใจตัวเองอยู่เสมอและมองปัญหาอย่างปราศจากอคติ มีการรับรู้ภาวะวิกฤตตามความเป็นจริง ส่งผลทำให้มีการจัดการอารมณ์ได้ดี อย่างไรก็ตาม เนื่องจากวัยทองเป็นวัยที่มีการทำงานของต่อมไร้ท่อของระบบสืบพันธุ์ผลิตฮอร์โมนลดลง ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านโครงสร้างและหน้าที่ของร่างกาย เกิดอาการที่ทำให้รบกวนความรู้สึกและจิตใจ ส่งผลให้สร้างความทุกข์ให้กับวัยนี้เป็นอย่างมาก จึงควรให้การดูแลใกล้ชิด และการให้สุขศึกษาด้านการปรับตัว และเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย (มณี รัตนไชยานนท์, 2548)

ผลการศึกษาภาวะสุขภาพทางกายของสตรีวัยทองในตำบลธาตุ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า มีความรู้สึกรังเกียจทางเพศลดลงมากที่สุด ร้อยละ 69.6 รองลงมา คือ อารมณ์แปรปรวน เช่น โกรธง่าย หงุดหงิดง่าย ร้อยละ 64.4 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของมลฤดี ประสิทธิ์ และคณะ ได้ศึกษาอาการของสตรีวัยหมดประจำเดือนที่มาใช้บริการคลินิกวัยหมดประจำเดือนที่โรงพยาบาลศรีนครินทร์ พบว่าสตรีวัยใกล้หมดประจำเดือนมีความต้องการทางเพศลดลงมากที่สุด ร้อยละ 75.5 โดยสตรีวัยใกล้หมดประจำเดือนเป็นช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาจากวัยเจริญพันธุ์เข้าสู่วัยหมดระดู (สุชาติ อินทวิวัฒน์, 2552) อีกทั้งการลดลงของฮอร์โมนเอสโตรเจน ทำให้เนื้อเยื่อบางลง น้ำหล่อลื่นลดลง ช่องคลอดแห้งจึงทำให้มีอาการเจ็บเวลามีเพศสัมพันธ์และการตอบสนองทางเพศลดลง (ตุ้ยวนป้อ และคณะ, 2552) นอกจากนี้สตรีวัยทองในตำบลธาตุยังมีอาการปวดกล้ามเนื้อตามร่างกาย ร้อยละ 63.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของปิยะนุช แก้วภู (2548) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภาวะสุขภาพของครอบครัวกับภาวะสุขภาพของหญิงวัยทอง พบว่าหญิงวัยทองมีอาการปวดเมื่อยตามตัวและข้อ ร้อยละ 17.7 ซึ่งอาการดังกล่าวเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเอสโตรเจนมีการทำงานลดลงและหยุดการสร้างฮอร์โมนเอสโตรเจน (กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข, 2554) ดังนั้น นอกจากผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพวัยทองจะจัดให้มีบริการดูแลส่งเสริมสุขภาพสตรีวัยทอง รวมทั้งการให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่อการเปลี่ยนแปลงของร่างกายที่เกิดในวัยทองแล้ว สตรีวัยทองก็ควรมีบทบาทรับผิดชอบตนเองด้วยการดูแลและส่งเสริมสุขภาพตนเองเช่นเดียวกัน ซึ่งการดูแลส่งเสริมสุขภาพด้วยตนเอง เป็นสิ่งที่สตรีวัยทองสามารถทำได้ด้วยตนเอง เพื่อให้เข้าสู่วัยทองอย่างมีความสุข เช่น ศึกษาและทำความเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงของร่างกายและ

จิตใจ พักผ่อนนอนหลับให้เพียงพอ มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับบุคคลอื่น ๆ หมั่นออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ควรรับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่ และเน้นการกินอาหารที่มีแคลเซียมสูง เช่น นม โยเกิร์ต พืชตระกูลถั่ว เต้าหู้ งาดำ ปลาเล็กปลาน้อยที่สามารถกินพร้อมก้าง ผักใบเขียว เป็นต้น แคลเซียมที่รับเข้าไปจะเป็นตัวเสริมสร้างกระดูก เพื่อป้องกันภาวะกระดูกพรุน และตรวจสุขภาพประจำปี เป็นต้น(รัตนา ตั้งชลทิพย์, 2552)

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

ควรมีการส่งเสริมสุขภาพสตรีวัยทองมีบทบาทรับผิดชอบตนเองด้วยการดูแลและส่งเสริมสุขภาพตนเอง เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องควรวางแผนการจัดการให้สุศึกษา เนื่องจากพบว่าสตรีวัยทองในพื้นที่ที่มีการจัดการทางอารมณ์ อยู่ในระดับปานกลาง จึงควรส่งเสริมให้สุศึกษาและแนะนำวิธีการปรับตัวเพื่อรองรับความเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพส่วนตำบลธาตุในการดำเนินการเก็บข้อมูลในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. **รู้จักรู้ใจวัยทอง**. [อินเทอร์เน็ต]. 2554. [อ้างถึง 19 สิงหาคม 2560]; แหล่งสืบค้น ข้อมูล: <http://www.dmh.go.th/news/view.asp?id=558>.

กวี ศรีเวศร. วิถีวัดค่าบุคลิกภาพและเขาวนอารมณ์-EQ. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท, 2543.

ฉัตรทอง จารุพิสิฐไพบูลย์ และคณะ. “พฤติกรรมสุขภาพของสตรีวัยทองในเขต อ.เมือง จ.นครราชสีมา” **วารสารพยาบาลกระทรวงสาธารณสุข**, 39-50. 2556.

ชุติกัญจน์ แซ่ตัน และ ศศิธร คำพันธ์. **ความเครียดและการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล**. วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี กรุงเทพฯ ปีที่ 30 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2557.

ตุ๋นหวานป้อ และคณะ. **100 วิธีสุขภาพดีวัยทอง (HEALTH CARE FOR MENOPAUSE)**. กรุงเทพฯ: นานามีบุ๊กส์พับลิเคชั่น; 2552.

ปิยะนุช แก้วภู. **ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะสุขภาพครอบครัวกับภาวะสุขภาพหญิงวัยทอง**. วิทยานิพนธ์ พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2548.

มณี รัตนไชยานนท์. **Menopause**. [อินเทอร์เน็ต]. 2548. [อ้างถึง 25 สิงหาคม 2560]; แหล่งสืบค้น ข้อมูล: http://www.sirirajmedj.com/content.php?content_id=201.2548.

มลฤดี ประสิทธิ์., **โภชนาการอาหารเพื่อป้องกันและรักษาโรคกระดูกพรุน**. คลินิกสตรีวัยหมดประจำเดือนโรงพยาบาลสงขลา. 2549.

รัตนา ตั้งชลทิพย์. **การส่งเสริมสุขภาพสตรีวัยทอง**. สำนักส่งเสริมสุขภาพ กรมอนามัย. 2553.

สุชาติ อินทวิวัฒน์. **สตรีวัยหมดระดู**. ภาควิชาสูติศาสตร์ นรีเวชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล. 2552.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. **สำมะโนประชากรและเคหะ**. [อินเทอร์เน็ต]. 2553. [อ้างถึง 19 สิงหาคม 2560]; แหล่งสืบค้น ข้อมูล: <http://www.nso.go.th>

อังศินันท์ อินทรกำแหง, อรพินท์ ชูชม, และอัจฉรา สุขารมณ. (2550). ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะวิกฤตชีวิตของสตรีไทยสมรสวัยกลางคนที่ทำงานในภาครัฐวิสาหกิจและเอกชน. **พฤติกรรมศาสตร์**, 15-29.

อรุณ จิรวัดณ์กุล สถิติทางวิทยาศาสตร์สุขภาพเพื่อการวิจัย ที่ใช้ในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพพิมพ์ .ครั้งที่1 กรุงเทพมหานครวิทย์พัฒน์ :: 2552

Lazarus, R. S.; & Folkman, S. *Stress Appraisal and Coping*. New York: Springer; 1984.

Pender, N.J. (1987). *Health Promotion in nursing practice*. 2 nd ed. Connecticut : Appleton & Lange.

การประเมินหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553

คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

The Curriculum Evaluation on Bachelor Degree in Nursing Science Program, B.E. 2553

Faculty of Nursing, Ubon Ratchathani University

อมรรัตน์ นธะสนธิ^{1*} สุวภัทร นกคุ้มพัฒนา¹ เกษร สายธนู¹ ภรณ์ แก้วลี¹ สุदारักษ์ ประสาร¹ อุไรวรรณ สาสังข์¹

นิชนันท์ สุวรรณภูมิ¹ ไพลิน พิณทอง¹ สิริทรัพย์ สีหะวงษ์¹

¹อาจารย์คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*Email: kittypom11@gmail.com (Corresponding author)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (descriptive research) เพื่อประเมินหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยใช้รูปแบบซีพี (CIPP model) ประเมินด้านบริบท ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการด้านผลผลิตและด้านผลกระทบ กลุ่มตัวอย่างคือ บัณฑิตหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 ปีการศึกษา 2559 พ.ศ. 2553 จำนวน 32 คน ผู้ใช้บัณฑิต จำนวน 23 คน อาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารและผู้บริหารหลักสูตร จำนวน 15 คน และนักศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 ที่กำลังศึกษาชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 2 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามการประเมินหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิตสำหรับบัณฑิตและผู้ใช้บัณฑิต ทดสอบความเชื่อมั่นได้ค่าความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ .85 และ .80 ตามลำดับ และแบบสัมภาษณ์เชิงลึกสำหรับนักศึกษา อาจารย์ผู้สอนและผู้บริหาร และการสนทนากลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการประเมินด้านบริบท ความคิดเห็นด้านวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและโครงสร้างหลักสูตรโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.26 ± 0.55)
2. ผลการประเมินด้านปัจจัยนำเข้า ด้านอาจารย์ผู้สอนโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.06 ± 0.61) การให้บริการสนับสนุนการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (3.89 ± 0.72)
3. ผลการประเมินด้านกระบวนการ การจัดการเรียนการสอนโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.14 ± 0.63) ระบบการให้คำแนะนำปรึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.28 ± 0.64) กิจกรรมพัฒนานักศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.13 ± 0.58)
4. ผลการประเมินด้านผลผลิตพบว่า เกรดเฉลี่ยสะสม 3.10 ร้อยละของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดในหลักสูตร คิดเป็นร้อยละ 91.43 ผลการสอบวัดความรู้เพื่อขึ้นทะเบียนรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพการพยาบาลของสภาการพยาบาลในปี 2560 มีผู้สอบผ่าน 8 รายวิชาในปีแรกร้อยละ 100.00
5. ผลประเมินด้านผลกระทบ ความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (3.81 ± 0.67)

ผลการวิจัยครั้งนี้ใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์

คำสำคัญ: การประเมินหลักสูตร หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต

Abstract

This descriptive research aimed to evaluate the Bachelor Degree in Nursing Science Program, B.E. 2553 in Faculty of Nursing, Ubon Ratchathani University. This study used CIPP model which examined context, input, process, product and impact of the program. The participants were 32 graduated in 2010, 23 graduates' employers, 15 instructors including a course manager,

an executives, and 2 nursing students. The instruments used in this study consisted of evaluate the curriculum for graduates, and evaluate the curriculum for graduates' employers. The two latter questionnaires were tested for their reliabilities with Cronbach's alpha coefficient were .85, and .80 respectively. In depth interview questions for nursing student, instructor, course manager, an executives and focus group were used for data collection. Data were analyzed using descriptive statistics and content analysis. The result were as follows:

1. The results of context evaluation, the purposes of this curriculum and structure of the course was reported at a high level (4.26 ± 0.55)
2. The results of input evaluation, the instructor was reported at a high level (4.06 ± 0.61) and service was reported at a moderate level (3.89 ± 0.72)
3. The results of process evaluation, the teaching process, advisory system were rated at high level (4.14 ± 0.63 , 4.28 ± 0.64), and student development activity were rated at high level (4.13 ± 0.58)
4. The results of product evaluation found that of mean GPA 3.10, scholar was graduate program at 91.43 percent, and 100.00 % of graduated nurses passed the Nation Nursing License B.E. 2560 examination at the first year
5. The results of impact evaluation, attitude toward graduates found that curriculum service was reported at a moderate level (3.81 ± 0.67)

The results of this study could be used as data in enhancing the competency of newly graduates nurses.

Keywords: Curriculum Evaluation, Bachelor Degree in Nursing Science Program

บทนำ

การประเมินหลักสูตรเป็นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตัดสินคุณค่าของหลักสูตรหรือทบทวนเกี่ยวกับคุณภาพของหลักสูตรหาคำตอบว่าหลักสูตรที่ประเมินนั้นมีความเหมาะสมหรือสัมฤทธิ์ผลตามที่กำหนดไว้ในความมุ่งหมายหรือไม่เพียงใด หลักสูตรเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่ กระบวนการจัดการเรียนการสอน เนื้อหาวิชา ทรัพยากรการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและเพียงพอหรือไม่ ซึ่งการประเมินหลักสูตรจะเป็นแนวทางในการหาข้อบกพร่องหรือปัญหาเพื่อปรับปรุงแก้ไขส่วนประกอบของหลักสูตรให้คุณภาพดียิ่งขึ้น และช่วยให้สามารถวางแผนการจัดการเรียนในอนาคตได้ (ศศิธร ชิดน้ายี และมณฑา อุดมเลิศ, 2555; อิศเรศ พิพัฒน์มงคลพร และคณะ, 2556)

การประเมินหลักสูตรในสถาบันอุดมศึกษา กลุ่มผู้ใช้หลักสูตรจะใช้ประเมินเพื่อพิจารณา ตรวจสอบระบบการบริหารจัดการหลักสูตรเพื่อปรับปรุงคุณภาพตามกระบวนการของการพัฒนาหลักสูตรและการสอน ซึ่งจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 28 กำหนดให้หลักสูตรการศึกษาระดับต่าง ๆ ให้มีลักษณะหลากหลาย มุ่งพัฒนาคุณภาพชีวิตของบุคคลให้เหมาะสมกับวัยและศักยภาพ รวมทั้งแผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 12 มีเป้าหมายมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้คู่คุณธรรม มีคุณภาพชีวิตที่ดี มีความสุขในสังคม และมีคุณลักษณะบัณฑิตที่สอดคล้องกับความต้องการของศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะการทำงาน ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตและทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี (วิจารณ์ พานิช, 2555) ประกอบกับเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรปริญญาตรี พ.ศ. 2548 ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ ที่กำหนดให้ทุกหลักสูตรมีการพัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัยแสดงการปรับปรุงดัชนีด้านมาตรฐานและคุณภาพการศึกษาเป็นระยะ ๆ อย่างน้อยทุก 5 ปี และมีการประเมินเพื่อพัฒนาหลักสูตรอย่างต่อเนื่องทุก 5 ปี สอดคล้องกับเกณฑ์การรับรองสถาบันของสภาการพยาบาล กำหนดให้สถาบันมีการพัฒนาหรือปรับปรุงหลักสูตรทุก 5 ปี เพื่อให้สอดคล้องตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ

ระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ซึ่งคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้นำมาเป็นนโยบายสำคัญในการจัดทำหลักสูตรเพื่อผลิตบัณฑิตพยาบาลที่มีคุณภาพในอนาคต

จากการพิจารณาแนวคิดและหลักการในการประเมินหลักสูตรของนักวิชาการพบว่า มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ

(อิศเรศ พิพัฒน์มงคลพร และคณะ, 2556) แนวคิดที่ยึดการตัดสินใจ (decision making model) ตามแนวคิดของสตัฟเฟิลบีม (Stufflebeam, 2000) ที่เรียกว่า CIPP model เป็นรูปแบบการประเมินที่สามารถประเมินสภาพข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรในด้านต่าง ๆ ได้อย่างครอบคลุมที่สุด หลักการของการประเมินหลักสูตรตามรูปแบบนี้ประกอบด้วย การประเมินบริบท (context) ปัจจัยนำเข้า (input) กระบวนการ (process) และผลผลิต (product) และในการประเมินหลักสูตรตามรูปแบบนี้ต่อมาได้ขยายแนวคิดโดยมีการศึกษาถึงผลกระทบ (impact) ซึ่งเป็นผลกระทบที่นอกเหนือจากผลผลิตที่ต้องการให้เกิด ดังนั้น การประเมินหลักสูตรครั้งนี้ดำเนินการตามแนวความคิดรูปแบบการประเมินแบบ CIPP model ประเมินผลกระทบมีจุดมุ่งหมายเพื่อพิจารณาผลที่เกิดขึ้น นอกเหนือจากวัตถุประสงค์ของหลักสูตรที่กำหนดไว้ อาจมีผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบ ประเด็นการประเมินครอบคลุมเกี่ยวกับการศึกษาต่อ การมีงานทำ การได้รับรางวัล เกียรติบัตร เกียรติยศ การเป็นที่ยอมรับ การมีชื่อเสียงของสถาบัน การนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน (มาเรียม นิลพันธุ์, 2553 อ้างใน อิศเรศ พิพัฒน์มงคลพร และคณะ, 2556) ผลการประเมินที่ได้จึงมีความครอบคลุมและสามารถนำมาประกอบการตัดสินใจ วางแผน ดำเนินงานในการปรับปรุงหลักสูตรที่มีประสิทธิภาพต่อไป

คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เป็นสถาบันอุดมศึกษาในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ จัดการเรียนการสอนหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต โดยเปิดสอนในหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต ปี พ.ศ. 2553 และใช้หลักสูตรดังกล่าวจนมาถึงปีการศึกษา 2557 จึงมีการปรับปรุงหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2558 เพื่อผลิตบัณฑิตพยาบาลวิชาชีพที่มีคุณภาพเน้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ระยะเวลาการผลิตบัณฑิตตามหลักสูตรดังกล่าวครบกำหนด 5 ปี ครบรอบที่สมควรประเมินเพื่อนำผลมาพัฒนาปรับปรุงโดยเน้นทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องทำการปรับปรุงหลักสูตรให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคม จึงเห็นความสำคัญในการติดตามประเมินหลักสูตร เพื่อนำผลการประเมินมาปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับความต้องการของสังคมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

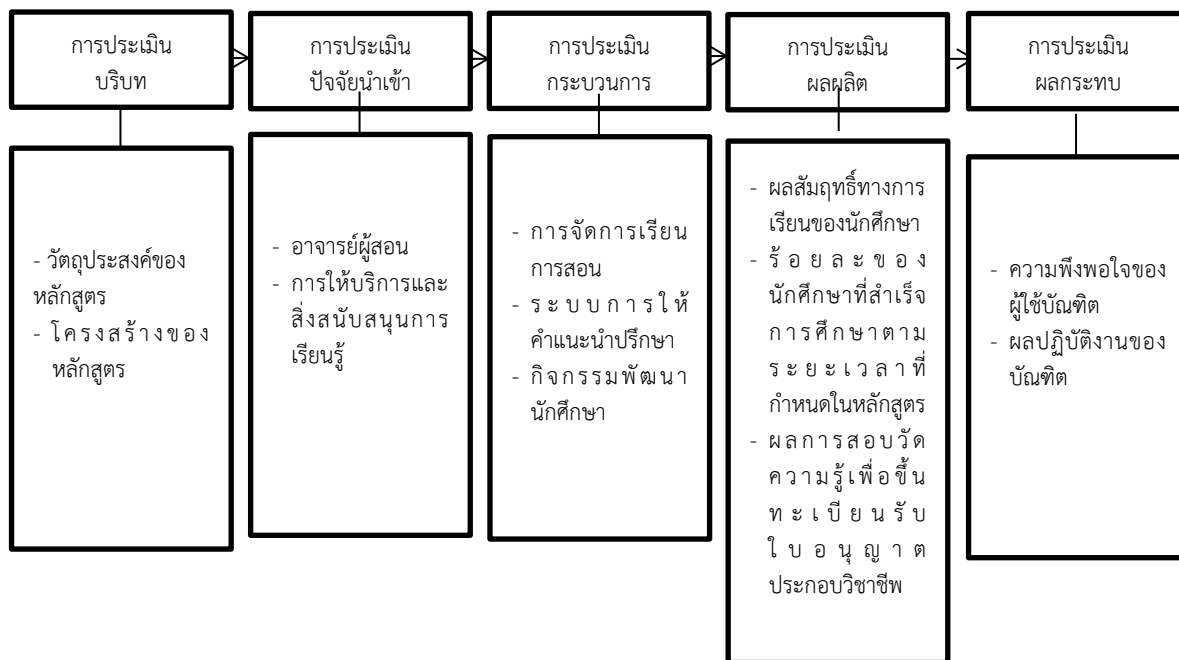
เพื่อประเมินหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ด้านบริบท ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ ด้านผลผลิตและด้านผลกระทบ

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการประเมินหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 โดยสำรวจจากผู้สำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2559 และผู้เกี่ยวข้องกับหลักสูตรดังกล่าว ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนธันวาคม 2560 ถึงเดือนมีนาคม 2561

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยประเมินผล (evaluation research) โดยใช้ CIPP model ประกอบด้วย การประเมินบริบท (context) ปัจจัยนำเข้า (input) กระบวนการ (process) ผลผลิต (product) และผลกระทบ (impact) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามคำศัพท์

1. หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต หมายถึง เอกสารที่เป็นแบบแผนของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่คณาจารย์ในคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จัดให้นักศึกษาเพื่อให้เกิดความสำเร็จตามจุดหมายของหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของหลักสูตร โครงสร้างหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร ตลอดจนคุณลักษณะของอาจารย์ อุปกรณ์การเรียนการสอน ตำราเรียน สถานที่เรียน การจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และการบริหารจัดการหลักสูตร

2. การประเมินหลักสูตร หมายถึง กระบวนการศึกษาผลการใช้หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยใช้การรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาใช้ตัดสินคุณค่า ความเหมาะสม ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของหลักสูตร รวบรวมข้อมูลดำเนินการโดย วิเคราะห์เอกสารหลักสูตรและเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบในกลุ่มผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้บริหาร อาจารย์ผู้สอนบัณฑิต นักศึกษา บัณฑิต และผู้ใช้บัณฑิต ประเมิน 5 ด้าน ดังนี้

1) การประเมินด้านบริบท หมายถึง กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โครงสร้างหลักสูตร

2) การประเมินด้านปัจจัยนำเข้า กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านอาจารย์ผู้สอน การให้บริการสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

3) การประเมินด้านกระบวนการ หมายถึง กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนการสอน ระบบการให้คำแนะนำปรึกษา กิจกรรมพัฒนานักศึกษา

4) การประเมินด้านผลผลิต หมายถึง กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ร้อยละของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดในหลักสูตร ผลการสอบวัดความรู้เพื่อขึ้นทะเบียนรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ

5) การประเมินด้านผลกระทบ หมายถึง กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต

3. อาจารย์ หมายถึง บุคลากรที่สอนในรายวิชาต่าง ๆ ในหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553

4. นักศึกษา หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาในหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560
5. บัณฑิต หมายถึง ผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในปีการศึกษา 2559 ที่ไปปฏิบัติงานในสถานบริการสุขภาพของรัฐบาลหรือเอกชน
6. ผู้ใช้บัณฑิต หมายถึง ผู้บังคับบัญชาของบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ หัวหน้าฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาล หัวหน้าหอผู้ป่วยทั้งในสถานบริการสุขภาพของรัฐบาลและเอกชนที่บัณฑิตไปปฏิบัติงาน
7. ผู้บริหาร หมายถึง ผู้บังคับบัญชาของคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ คณบดี รองคณบดีฝ่ายบริหาร รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รองคณบดีฝ่ายวิจัย บริการวิชาการและทำนุ ศิลปวัฒนธรรมและอาจารย์ประจำหลักสูตร

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คัดเลือกผู้ให้ข้อมูลแบบเฉพาะเจาะจงตามเกณฑ์ที่กำหนดและยินดีให้ความร่วมมือในการวิจัย กลุ่มบัณฑิต เป็นผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในปีการศึกษา 2559 จำนวน 32 คน กลุ่มผู้บริหารและผู้บริหารหลักสูตร จำนวน 5 คน กลุ่มผู้ใช้บัณฑิตทำการสุ่มตัวอย่างสถานบริการสุขภาพของรัฐบาลหรือเอกชนที่บัณฑิตไปปฏิบัติงานโดยวิธีสุ่มแบบง่าย (simple random sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากแบบไม่ใส่คืน ได้ตัวอย่างเป็นหัวหน้าฝ่ายการพยาบาลโรงพยาบาล จำนวน 2 คน และหัวหน้าหอผู้ป่วย จำนวน 21 คน ส่วนกลุ่มอาจารย์และนักศึกษาชั้นปี 4 ปีการศึกษา 2560 ทำการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มแบบง่ายด้วยวิธีการจับฉลากแบบไม่ใส่คืน ได้ตัวอย่างเป็นอาจารย์ผู้สอนรายวิชาต่าง ๆ จำนวน 10 คน และนักศึกษา จำนวน 2 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง จำแนกตามกลุ่มผู้ให้ข้อมูล จำนวน 4 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 สำหรับบัณฑิต ประกอบด้วย

1) แบบสอบถามการประเมินหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิตสำหรับบัณฑิต ปี พ.ศ. 2553 โดยพัฒนาจากแบบสอบถามความพึงพอใจของบัณฑิตที่มีต่อหลักสูตรของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประจำปีการศึกษา 2559 แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ สถานที่ทำงาน/ประเภทหน่วยงาน เกรดเฉลี่ยสะสม

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อหลักสูตร จำแนกรายด้าน 6 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 หลักสูตร ด้านที่ 2 อาจารย์ผู้สอน ด้านที่ 3 ระบบการให้คำแนะนำปรึกษา ด้านที่ 4 กิจกรรมพัฒนานักศึกษา ด้านที่ 5 การให้บริการและสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ด้านที่ 6 ผลการเรียนรู้ที่มีต่อการทำงาน ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับคือ พึงพอใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน กำหนดเป็นช่วงคะแนนดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 4.01-4.50 หมายถึงระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.00 หมายถึงระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย < 3.50 หมายถึงระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อสร้างจุดแข็งให้แก่หลักสูตร เป็นคำถามปลายเปิดให้แสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่น ๆ จำนวน 3 ข้อ

2) แบบสัมภาษณ์ เป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาสาระของหลักสูตร อาจารย์ผู้สอน การให้บริการและสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

ชุดที่ 2 สำหรับผู้ใช้บัณฑิต ประกอบด้วย

1) แบบสอบถามการประเมินหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิตสำหรับผู้ใช้บัณฑิต โดยพัฒนามาจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้บัณฑิตต่อคุณภาพบัณฑิตตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติด้านพยาบาลศาสตรบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2559 แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ ตำแหน่ง สถานที่ทำงาน/ประเภทหน่วยงาน ความเกี่ยวข้องกับบัณฑิตในสายบังคับบัญชา ระยะเวลาที่ได้ร่วมงานกับบัณฑิต

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชาที่มีต่อคุณลักษณะและสมรรถนะในการปฏิบัติงานของบัณฑิตตามคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ จำแนกรายด้าน 6 ด้าน ได้แก่ ด้านคุณธรรม จริยธรรม ด้านความรู้วิชาการ วิชาชีพ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ด้านทักษะการปฏิบัติงาน ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับคือ พึงพอใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนกำหนดเป็นช่วงคะแนนดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง ระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 4.01-4.50	หมายถึงระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.00	หมายถึงระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย < 3.50	หมายถึงระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง

ส่วนที่ 3 เป็นคำถามปลายเปิดให้แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อพัฒนาการปฏิบัติงานและคุณลักษณะบัณฑิต และข้อคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะเด่นเป็นพิเศษของบัณฑิตหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต

2) แบบสัมภาษณ์ เป็นคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับคุณลักษณะและสมรรถนะในการปฏิบัติงานของบัณฑิตตามคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ 6 ด้าน ได้แก่ ด้านคุณธรรม จริยธรรม ด้านความรู้วิชาการ วิชาชีพ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ด้านทักษะการปฏิบัติงาน และข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ชุดที่ 3 สำหรับนักศึกษา เป็นแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับ กระบวนการจัดการเรียนการสอน พฤติกรรมผู้สอน การให้บริการและสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ระบบการให้คำแนะนำปรึกษา กิจกรรมพัฒนานักศึกษา และข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ชุดที่ 4 สำหรับอาจารย์ผู้สอน ประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับ วัตถุประสงค์ โครงสร้างแผนการดำเนินงานของหลักสูตร พฤติกรรมผู้สอน การให้บริการและสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ระบบการให้คำแนะนำปรึกษา กิจกรรมพัฒนานักศึกษา และข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ชุดที่ 5 สำหรับผู้บริหาร ประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับ วัตถุประสงค์ โครงสร้างแผนการดำเนินงานของหลักสูตร พฤติกรรมผู้สอน การให้บริการและสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ระบบการให้คำแนะนำปรึกษา กิจกรรมพัฒนานักศึกษา และข้อเสนอแนะอื่น ๆ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

แบบสอบถามได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน หลังจากผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดแล้วนำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขและเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามการประเมินหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิตสำหรับบัณฑิตและผู้ใช้บัณฑิต ไปทดลองใช้กับประชาชนลักษณะเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ราย นำมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยง ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach'alpha coefficient) เท่ากับ .85 และ .80 ตามลำดับ

การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยยึดหลักการพิทักษ์สิทธิของผู้เข้าร่วมวิจัย โดยชี้แจงวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการทำวิจัย บอกให้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทราบถึงสิทธิในการตอบรับหรือปฏิเสธ ในการให้ข้อมูลและเข้าร่วมการวิจัย โดยผู้ที่เข้าร่วม

โครงการวิจัยจะต้องยินยอมด้วยความสมัครใจและลงนามในเอกสารยินยอมตนให้ทำการวิจัยทุกราย ข้อมูลที่ได้รับจากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะถือเป็นความลับอย่างเคร่งครัด โดยจะมีการระบุข้อมูลโดยใช้รหัสตัวเลข ไม่มีการระบุชื่อหรือที่อยู่ของผู้ที่เข้าร่วมโครงการวิจัยและในการตัดสินใจในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้หรือไม่ และจะไม่มีผลกระทบใด ๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งสิทธิที่จะยุติการให้ข้อมูลได้ตลอดเวลาในขณะที่เก็บข้อมูลโดยไม่มีข้อแม้ใด ๆ รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยซักถามข้อสงสัยเพิ่มเติมและทบทวนตัดสินใจในการเข้าร่วมการวิจัยตามความสมัครใจ ข้อมูลทุกประเภทจะถูกจัดเก็บไว้ในที่ปลอดภัยผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องจะไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ ทั้งหมดจะถูกทำลายทิ้งหลังจากการวิจัยแล้วเสร็จอย่างสมบูรณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลจะวิเคราะห์ที่ในภาพรวมและจะเผยแพร่เพื่อประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. คณะผู้วิจัยติดต่อความร่วมมือจากนักศึกษาที่กำลังศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 อาจารย์ผู้สอน ผู้บริหาร บัณฑิต ผู้ใช้บัณฑิต เพื่อขออนุญาตกำหนดเวลาสัมภาษณ์หรือขออนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามดังนี้

2. เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยส่งแบบสอบถามให้บัณฑิตและผู้ใช้บัณฑิตทางไปรษณีย์

3. เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ โดย

1) ข้อมูลจากอาจารย์ผู้สอนและผู้บริหารใช้การสัมภาษณ์รายบุคคล

2) ข้อมูลจากบัณฑิตและนักศึกษาใช้การสนทนากลุ่ม

3) ข้อมูลจากผู้ใช้บัณฑิตใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกในหัวหน้าฝ่ายการพยาบาลโรงพยาบาล และการสนทนากลุ่มกับหัวหน้าหอผู้ป่วย

4. คณะผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายและตรวจสอบแบบสอบถามที่สมบูรณ์แล้ว กลุ่มบัณฑิตได้แบบสอบถามทั้งสิ้น 32 ชุด คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนทั้งหมด ในส่วนของผู้ใช้บัณฑิต ได้แบบสอบถามทั้งสิ้น 21 ชุด คิดเป็นร้อยละ 65.62 ของจำนวนทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย และร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) ตรวจสอบข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบสามเส้า (triangulation) โดยวิธีการสัมภาษณ์ต่างเวลา สถานที่และบุคคล ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลกับผู้ให้ข้อมูล ทั้งในระหว่างและสิ้นสุดการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งในการศึกษาประเด็นเดียวกันในการสัมภาษณ์บุคคลที่หลากหลายกลุ่ม

ผลการศึกษา

ข้อมูลส่วนบุคคล ผู้ให้ข้อมูล ประกอบด้วย บัณฑิตพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 ที่สำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2559 และทำงานในสถานบริการสุขภาพแล้ว จำนวน 32 คน ผู้ใช้บัณฑิต จำนวน 23 คน นักศึกษาปัจจุบันชั้นปีที่ 4 หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 จำนวน 2 คน อาจารย์ผู้สอนรายวิชาต่าง ๆ จำนวน 10 คน ผู้บริหารและผู้บริหารหลักสูตร จำนวน 5 คน 1) *บัณฑิต* ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 96.87) บัณฑิตทุกคนประกอบอาชีพตรงตามสาขาที่จบการศึกษา คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนใหญ่ทำงานในโรงพยาบาลสังกัดของรัฐบาล (ร้อยละ 91.89) เกรดเฉลี่ยสะสม 3.10 2) *ผู้ใช้บัณฑิต* เป็นเพศหญิงทั้งหมด ทำงานในโรงพยาบาลสังกัดของรัฐบาลในตำแหน่งหัวหน้าฝ่ายการพยาบาล และหัวหน้าหอผู้ป่วย และมีระยะเวลาที่ได้ร่วมงานกับบัณฑิต 3-6 เดือน (ร้อยละ 100.00) 3) *อาจารย์ผู้สอนรายวิชาต่าง ๆ* ประกอบด้วย อาจารย์ที่สอนในหมวดวิชาทั่วไป ได้แก่ กลุ่มวิชาภาษากลุ่มวิทยาศาสตร์ กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และอาจารย์ที่สอนในหมวดวิชาเฉพาะ ได้แก่ กลุ่มวิชาพื้นฐานวิชาชีพและกลุ่มวิชาชีพ ซึ่งเป็นอาจารย์ทั้งภายในและภายนอกคณะ ส่วนใหญ่มีคุณวุฒิปริญญาโท

ด้านบริบท ความคิดเห็นด้านวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โครงสร้างหลักสูตร บัณฑิตประเมินว่า ความพึงพอใจต่อหลักสูตรโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.26 ± 0.55) และอยู่ในระดับมากทุกรายข้อ โครงสร้างหลักสูตรมีความเหมาะสม มีการกำหนดการลงทะเบียนเรียนตามรายวิชาและกลุ่มวิชาตามลำดับที่เหมาะสม สอดคล้องกับค่ากล่าว

ของอาจารย์ผู้สอนภายนอกคณะที่ว่า “การจัดเรียงลำดับรายวิชาของวิชาพื้นฐานวิชาชีพและกลุ่มวิชาชีพมีความเหมาะสมในการเรียนรู้ของเด็ก” สอดคล้องกับคำกล่าวของบัณฑิตและนักศึกษาที่ว่า “การเรียงลำดับการจัดการเรียนการสอนเหมาะสมแล้ว” หลักสูตรมีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและวัฒนธรรม สอดคล้องกับความต้องการของสังคมในยุคปัจจุบัน สามารถนำความรู้ไปใช้ในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประเมินว่า เป็นสาขาที่สำเร็จการศึกษามีงานรองรับมากที่สุด (4.46 ± 0.56) โดยพบว่า บัณฑิตส่วนใหญ่มีงานทำในโรงพยาบาลของรัฐบาล สอดคล้องกับเหตุผลของผู้ใช้บัณฑิตที่ว่า “เราได้รับบัณฑิตเข้าทำงานเนื่องจากมีความรู้ความสามารถตรงความต้องการของหน่วยงาน” รองลงมาคือ การได้รับการฝึกภาคปฏิบัติที่เป็นไปตามหลักสูตรและรายวิชาที่เรียนเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาคือในระดับที่สูงขึ้น (4.38 ± 0.55 , 4.38 ± 0.55) ตามลำดับ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้จริง สอดคล้องกับคำกล่าวของบัณฑิตที่กล่าวว่า “การฝึกปฏิบัติการภาคสนามทำให้สามารถนำไปใช้ได้จริงในการทำงาน” ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรในการผลิตบัณฑิตให้เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ มีศักยภาพให้การพยาบาลแบบองค์รวม แก่ผู้ใช้บริการทุกช่วงวัย ทุกภาวะสุขภาพทุกระดับสถานบริการ และกระบวนการสอนของหลักสูตรมีการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมที่ดี (4.27 ± 0.65) สอดคล้องกับคำกล่าวของนักศึกษาและบัณฑิตที่กล่าวว่า “อาจารย์มีการสอนสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมที่ดีเพียงพอ ดีแล้ว” ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรในการผลิตบัณฑิตให้มีคุณธรรม จริยธรรม ในการปฏิบัติงานและดำเนินชีวิตบนพื้นฐานความพอเพียง สอดคล้องกับคำกล่าวของผู้บริหารและอาจารย์ผู้สอนภายในคณะที่กล่าวว่า “เรา มีการสอนสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมทั้งในการเป็นตัวอย่างที่ดี ความรับผิดชอบ การมีวินัย การตรงต่อเวลา” “การให้สอนให้นักศึกษาฝึกวิเคราะห์ประเด็นคุณธรรม จริยธรรมในกรณีศึกษาทั้งในวิชาทฤษฎีและฝึกปฏิบัติการ” “ในหน้าที่การเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาประจำชั้น การเข้าพบนักศึกษาในแต่ละครั้งก็จะสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม การสร้างสัมพันธ์ภาพระหว่างบุคคลให้กับเขาอยู่แล้ว เพราะวิชาชีพเราต้องการคนที่มีทั้งความรู้ ความสามารถ มีคุณธรรม จริยธรรม มีความรับผิดชอบและเอื้ออาทร และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่นเสมอ” สอดคล้องกับคำกล่าวของอาจารย์ภายนอกคณะที่กล่าวว่า “นักศึกษาพยาบาลจะเรียบร้อย ตั้งใจเรียน” “มารอดแต่เช้า กระตือรือร้น ตั้งใจเรียนอย่างดี” “มีสัมมาคารวะดีมาก แต่งตัวเรียบร้อย ดีกว่าหลาย ๆ คณะ” สอดคล้องกับผู้ใช้นักศึกษาที่ว่า “เหตุผลที่รับบัณฑิตเข้าทำงานเนื่องจากมีความรู้ความสามารถตรงความต้องการ บุคลิกภาพดี มีสัมมาคารวะ มีคุณธรรมจริยธรรม” และการจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร (4.27 ± 0.51) สอดคล้องกับคำกล่าวของนักศึกษาและบัณฑิตที่กล่าวว่า “การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การได้ฝึกประสบการณ์จริง ทำให้เรามีความเชื่อมั่นที่จะเป็นพยาบาลที่ดีได้” “การปฏิบัติทำให้เข้าใจในทฤษฎีได้มากขึ้น” อย่างไรก็ตามมีข้อเสนอแนะให้จัดลำดับการเรียนวิชาทฤษฎีและภาคปฏิบัติใกล้เคียงกันดังคำกล่าวของบัณฑิตที่ว่า “หลักสูตรควรมีความต่อเนื่องไม่ควรเว้นช่วงห่างระหว่างวิชาทฤษฎีและปฏิบัติ” นอกจากนี้บัณฑิตมีข้อเสนอแนะอยากให้คณะฯ เพิ่มทักษะด้านภาษาต่างประเทศ การใช้คอมพิวเตอร์ ดังคำกล่าวที่ว่า “อยากให้มีการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมด้านการพูด อ่าน และเขียนภาษาต่างประเทศ วิชาชีพพยาบาลเป็นวิชาชีพที่สังคมอาเซียนต้องการเป็นอย่างมาก” “การจัดอบรมเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เทคโนโลยี” สอดคล้องกับคำกล่าวของผู้ใช้บัณฑิตที่ว่า “ควรเพิ่มความรู้ความเชี่ยวชาญตามสาขาวิชา ทักษะคอมพิวเตอร์ และทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเพื่อพัฒนาการปฏิบัติงาน” “ทักษะด้านการสื่อสาร อาจยังไม่กล้า เด็กไทยชอบเรียน grammar แต่ยังไม่สามารถในการสื่อสารได้เท่าที่ควร”

ด้านปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย ความคิดเห็นด้านอาจารย์ผู้สอน การให้บริการและสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้อันประกอบด้วย

1) อาจารย์ผู้สอน บัณฑิตประเมินอาจารย์ผู้สอนโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.06 ± 0.61) การปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีและเป็นที่น่าเคารพมากที่สุด (4.30 ± 0.57) รองลงมาคือ มีความสามารถในการสอนการถ่ายทอดเนื้อหาวิชา (4.22 ± 0.48) สอดคล้องกับคำกล่าวของนักศึกษาและบัณฑิตที่กล่าวว่า “อาจารย์เป็นตัวอย่างที่ดีในการเป็นพยาบาลที่ดี” “อาจารย์เก่ง มีความรู้ถ่ายทอดและสามารถเชื่อมโยงให้เราเข้าใจได้ดี” “อาจารย์เป็นทั้งพี่ เพื่อน อาจารย์และแม่ รู้สึกอบอุ่นค่ะ” “อาจารย์ให้คำปรึกษาทั้งเรื่องความรู้และเรื่องส่วนตัวและให้ความสนนิทสนมดีค่ะ ติดต่อกันได้ทุกช่องทาง โทรศัพท์ facebook line ได้หมด” สอดคล้องกับคำกล่าวของผู้บริหารและอาจารย์ที่ว่า “อาจารย์ทุกท่านมีความเป็นครูสูง เป็นแบบอย่างที่ดีให้กับเด็ก” “เราที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาติดต่อปรึกษาได้หลายช่องทาง”

นอกจากนี้คณะยังมีนโยบายในด้านการพัฒนาอาจารย์อย่างเป็นรูปธรรม มีคณะกรรมการพัฒนาบุคลากร ส่งเสริมให้มีการพัฒนาทักษะการจัดการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล การพัฒนาวิชาการและวิชาชีพด้านอื่น ๆ “เราส่งเสริมให้อาจารย์เข้าร่วมโครงการ *faculty practice* ตามความเชี่ยวชาญ และสนับสนุนให้ทำผลงานวิชาการอย่างต่อเนื่อง” “คณะฯ มีนโยบายในด้านการพัฒนาอาจารย์อย่างเป็นรูปธรรมตั้งแต่การรับอาจารย์ใหม่มีการปฐมนิเทศ การพัฒนาความเป็นครูโดยส่วนใหญ่ทุกคนจะผ่านการอบรมครูคลินิก การมีพี่เลี้ยงและมีแนวทางพัฒนาสมรรถนะอาจารย์ การก้าวสู่ตำแหน่งวิชาการ การศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น” “เรามีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตามความเชี่ยวชาญในสาขาตนเอง โดยคณะฯและมหาลัยมีแผนสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการอบรมและลาศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น” “ตอนเข้ามาใหม่ได้รับการปฐมนิเทศการจัดการเรียนการสอน การพัฒนาตนเองเป็นไปตามนโยบายคณะชัดเจน” อย่างไรก็ตามพบว่า จำนวนอาจารย์มีเพียงพอต่อหลักสูตรมีระดับคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในระดับปานกลาง (3.73 ± 0.69) และอาจารย์ยังมีข้อจำกัดด้านคุณวุฒิการศึกษาและตำแหน่งทางวิชาการ สอดคล้องกับคำกล่าวของผู้บริหารที่ว่า “เรายังมีข้อจำกัดทางด้านคุณวุฒิการศึกษาและตำแหน่งทางวิชาการ”

2) การให้บริการและสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ บัณฑิตประเมินโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (3.89 ± 0.72) การให้บริการของเจ้าหน้าที่ในภาพรวมมีประสิทธิภาพมากที่สุด (4.24 ± 0.64) สอดคล้องกับคำกล่าวของนักศึกษาและบัณฑิตที่กล่าวว่า “พี่ ๆ นักวิชาการให้ความช่วยเหลือดี เป็นกันเอง” รองลงมาคือ มีการให้บริการด้านสถานพยาบาลภายในมหาวิทยาลัยมีความเพียงพอ (4.08 ± 0.68) การให้บริการหอพักภายในมหาวิทยาลัยอย่างมีประสิทธิภาพมีระดับคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด (3.65 ± 0.86) อย่างไรก็ตามมีข้อเสนอแนะให้เพิ่มอุปกรณ์ในการเรียนวิชาปฏิบัติการ และสถานที่ในการทำกิจกรรม โต๊ะ เก้าอี้ ดังคำกล่าวของนักศึกษาและบัณฑิตที่กล่าวว่า “อยากให้มีอุปกรณ์ในการทำทดลองมากขึ้นและทั่วถึง หนังสือเพียงพอกับนักศึกษาและทันสมัยแล้ว” “อยากให้มีโต๊ะหรือห้องสำหรับการทำงานกลุ่มมากขึ้น” สอดคล้องกับคำกล่าวของอาจารย์และผู้บริหารที่กล่าวว่า “ห้องเรียนเกือบทั้งหมดเป็นห้องแบบบรรยาย เราจำเป็นต้องไปขอใช้ห้องเรียนของส่วนกลางในการทำกลุ่มย่อยบ้าง” “คณะฯเรากำลังหาการจะย้ายไปตึกใหม่ที่จะสร้างเสร็จในปี 2560 เราวางแผนจัดให้มีบริเวณพักผ่อนให้นักศึกษามาพบปะ สังสรรค์ ทำกิจกรรมร่วมกัน และมีที่พักก่อนเข้าเรียน”

ด้านกระบวนการ ความคิดเห็นด้านการจัดการเรียนการสอน ระบบการให้คำแนะนำปรึกษา กิจกรรมพัฒนานักศึกษา 1) การจัดการเรียนการสอน บัณฑิตประเมินว่า มีความพึงพอใจต่อคุณภาพการจัดการเรียนการสอนและระบบการบริหารจัดการในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (4.14 ± 0.63) และเมื่อจำแนกรายด้านพบว่า บัณฑิตได้รับความรู้และประสบการณ์ด้านความรับผิดชอบและด้านคุณธรรมจริยธรรมมากที่สุด (4.41 ± 0.64 , 4.41 ± 0.64) ตามลำดับ รองลงมาคือ ด้านทักษะปฏิบัติและการทำงานร่วมกับคนอื่น (4.38 ± 0.59 , 4.38 ± 0.64) ตามลำดับ หลักสูตรมีกระบวนการสอน ส่งเสริม และพัฒนาทักษะความคิดให้แก่นักศึกษา และการวัดผลและประเมินผลการเรียนมีความโปร่งใส ยุติธรรมอยู่ในระดับมาก (4.19 ± 0.57 , 4.08 ± 0.60) ตามลำดับ สอดคล้องกับคำกล่าวของบัณฑิตและนักศึกษาที่กล่าวว่า “การจัดการเรียนสอนของอาจารย์มีหลายวิธี แต่เน้นให้นำไปประยุกต์ใช้ในปฏิบัติในสถานการณ์จริง การจัดกิจกรรมบูรณาการเรียนการสอนกับบริการวิชาการวิจัย และศิลปวัฒนธรรมกับชุมชนอย่างต่อเนื่อง” “การได้ออกทำกิจกรรมกับพ่อฮักแม่ฮัก ในชุมชน ทำให้ได้ความรู้และเรียนรู้อย่างเข้าใจค่ะ” “อาจารย์ส่งเสริมให้ค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเองมากกว่าการเรียนรู้ในห้องเรียน” “มีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน” สอดคล้องกับคำกล่าวของอาจารย์และผู้บริหารที่ว่า “คณะมีนโยบายในการสนับสนุนพันธกิจให้ครบ 4 ด้าน ควบคู่กับการเรียนการสอน การทำกิจกรรมของนักศึกษาเพื่อพัฒนาคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ ทั้ง 6 ด้าน คณะเราทำมาตลอดและเป็นโครงการที่สอดคล้องกับความต้องการของชุมชนและวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัย” คณะมีระบบการบริหารหลักสูตรโดยคณะประกาศข้อปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลและแนวทางการควบคุมคุณภาพการศึกษาชัดเจน ทำให้การจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลมีความโปร่งใส” “เราจะเริ่มต้นจากการประชุมจัดทำ มคอ. มีผู้รับผิดชอบรายวิชา ซึ่งเราจะนำข้อมูลการประเมินในแต่ละปีมาปรับปรุงพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน โดยมีการประชุมในกลุ่มคณะกรรมการบริหารวิชาการ การทวนสอบ การประเมินผลหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนในแต่ละภาคการศึกษาอย่างเป็นระบบ” อย่างไรก็ตามพบว่า ความพร้อมด้านเอกสาร คู่มือหรือตำราประกอบการสอน และการใช้สื่อการสอนหรือเทคโนโลยีที่ทันสมัยประกอบการสอนอยู่ในระดับปานกลาง

(3.89 ± 0.61 , 3.89 ± 0.70) ตามลำดับ 2) ระบบการให้คำแนะนำปรึกษา จัดให้มีการแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประจำชั้นแต่ละชั้นปี บัณฑิตประเมินการให้คำปรึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.28 ± 0.64) โดยให้ความช่วยเหลือนักศึกษาในการวางแผนการศึกษาหรือให้คำปรึกษา และแนะนำเกี่ยวกับโอกาสในการศึกษาต่อหรือแนวทางการประกอบอาชีพมากที่สุด (4.35 ± 0.68 , 4.35 ± 0.59) ตามลำดับ รองลงมาคือ ระบบการให้นักศึกษาเข้าพบอย่างเหมาะสม (4.24 ± 0.60) สอดคล้องกับคำกล่าวของนักศึกษาและบัณฑิตที่กล่าวว่า “อาจารย์เป็นทั้งพี่ เพื่อน อาจารย์และแม่ รู้สึกอบอุ่นค่ะ” “อาจารย์ให้คำปรึกษาและให้ความสนิทสนมดีค่ะ “ติดต่อได้ทุกช่องทาง โทรศัพท์ facebook line ได้หมด” สอดคล้องกับคำกล่าวของอาจารย์ที่ว่า “เราก้เปิดโอกาสให้นักศึกษาติดต่อปรึกษาได้หลายช่องทาง เพื่อความสะดวก” “เรามีระบบอาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งอาจารย์แต่ละคนจะดูแลนักศึกษาให้คำแนะนำทั้งเรื่องเรียน เรื่องการปรับตัวและอื่น ๆ ตั้งแต่เด็กเข้ามาในปี 1 จนกระทั่งจบออกไป” 3) กิจกรรมพัฒนานักศึกษามหาบัณฑิตประเมินกิจกรรมพัฒนานักศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.13 ± 0.58) โดยกิจกรรมนักศึกษาที่จัดสามารถพัฒนาทักษะความคิดให้แก่ศึกษามากที่สุด (4.24 ± 0.60) รองลงมาคือ พัฒนาทักษะการทำงานที่ดี (4.22 ± 0.53) สอดคล้องกับคำกล่าวของนักศึกษาและบัณฑิตที่กล่าวว่า “การจัดการเรียนสอนของอาจารย์มีหลายวิธี แต่เน้นให้นำไปประยุกต์ใช้ในปฏิบัติในสถานการณ์จริง การจัดกิจกรรมบูรณาการเรียนการสอนกับบริการวิชาการวิจัย และศิลปวัฒนธรรมกับชุมชนอย่างต่อเนื่อง” “การได้ออกทำกิจกรรมกับพ่ออีกแม่อีก ในชุมชน ทำให้ได้ความรู้และเรียนรู้อย่างเข้าใจค่ะ” “การทำกิจกรรมพัฒนานักศึกษาทำให้ฝึกการทำงานเป็นทีม อยู่ร่วมกับคนอื่น เราไปประยุกต์ใช้ในการทำงานร่วมกับทีมสุขภาพ การดูแลผู้ป่วย” “ฝึกกระบวนการคิดแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ดีค่ะ” สอดคล้องกับคำกล่าวของอาจารย์และผู้บริหารที่ว่า “การจัดกิจกรรมแต่ละอย่างของเรามีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ ทั้งด้านความรู้ ทักษะปฏิบัติ ทักษะปัญญา ความรับผิดชอบ การทำงานเป็นทีม การส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรม ดังนั้น จึงมีการวางแผนการทำกิจกรรมอย่างเป็นรูปธรรมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว” “เรามีการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการกับงานด้านต่าง ๆ ชัดเจน เช่น ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม บริการวิชาการ การวิจัย เป็นต้น”

ด้านผลผลิต ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า บัณฑิตส่วนใหญ่มีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.10 ร้อยละของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดในหลักสูตร จำนวน 32 คน จาก 35 คน คิดเป็นร้อยละ 91.43 ผลการสอบวัดความรู้เพื่อขึ้นทะเบียนรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพการพยาบาลของสภาการพยาบาลครั้งที่ 1/2560 มีผู้สอบผ่าน 8 รายวิชาในครั้งแรกร้อยละ 60.00 (งานบริการศึกษา คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2561)

ด้านผลกระทบ ความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตซึ่งกำหนดตามคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ของสภาการพยาบาล 6 ด้าน ผลความพึงพอใจต่อการปฏิบัติงานของผู้ใช้บัณฑิตพบว่า ผู้ใช้บัณฑิตมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (3.81 ± 0.67) และเมื่อจำแนกเป็นรายด้านพบว่า มีความพึงพอใจบัณฑิตด้านคุณธรรม จริยธรรมมากที่สุด (4.17 ± 0.57) สอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า “บุคลิกภาพดี เป็นพี่น้อง ดีกว่าบางที่มีคุณธรรม จริยธรรมสัมพันธ์ภาพที่ดี มีการทักทายเพื่อนร่วมงาน แต่ทั้งนี้ขึ้นกับพื้นฐานของแต่ละคน” “มีบุคลิกภาพและทัศนคติที่ดีต่อความเป็นพยาบาล” รองลงมาคือ ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี (3.86 ± 0.69) และด้านความรู้วิชาการ วิชาชีพ (3.69 ± 0.67) ตามลำดับ และด้านทักษะปัญญาดีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด (3.64 ± 0.69) สอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า “ทักษะการปฏิบัติการพยาบาลถือว่าอยู่ในระดับดี ประมาณ 7 คะแนน หากคะแนนเต็ม 10” “ส่วนที่ต้องการพัฒนาคือ การตัดสินใจ และกระบวนการคิดวิเคราะห์ แต่น้องฟังเข้ามาประสบการณ์ยังไม่เยอะมาก ค่อย ๆ ฝึกฝนกันไป” อย่างไรก็ตามพบว่า บางที่ยังต้องมีการทบทวนความรู้ให้บางประเด็น สอดคล้องกับคำกล่าวของผู้ใช้บัณฑิตที่ว่า “ทักษะปฏิบัติ ยังไม่ได้รับการร้องเรียน จากหัวหน้าตึก ในระบบการทำงานของ รพ. บัณฑิตจะได้รับการ ฝึกจาก รพ. จะได้รับการ turn ward 1 เดือน และมีระบบการ train จากพี่เลี้ยง ส่วนด้านความรู้ได้รับการไว้วางใจ ส่วนทักษะปฏิบัติยังต้องได้รับการเทรนอบรม CPR IC เป็น course และอยากให้เพิ่มทักษะความเป็นผู้นำให้มากขึ้น”

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ด้านบริบทบัณฑิตประเมินว่า หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2553 มีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์หลักสูตรกับความต้องการของสังคมอยู่ในระดับมาก อาจเนื่องจากวิชาชีพพยาบาลเป็นวิชาชีพที่เป็นการต้องการของตลาด สอดคล้องกับข้อมูลของสภาการพยาบาลที่มีการศึกษาการคาดประมาณความต้องการพยาบาลในระยะ 10 ปี ข้างหน้า ด้วยวิธี health demand method ทั้งจากการใช้บริการของประชาชนไทยและต่างชาติพบว่า ในระหว่างปี พ.ศ. 2553-2562 ประเทศไทยมีความต้องการพยาบาลในอัตราส่วนพยาบาล 1 คน ต่อประชากร 400 คน หรือประมาณ 163,500-170,000 คน (อรุณรัตน์ คันธา, 2557) และอาจเนื่องจากโครงสร้างของเนื้อหาหลักสูตร วัตถุประสงค์หลักสูตรมีความเหมาะสมทำให้บัณฑิตทุกคนประกอบอาชีพตรงสาขาที่จบการศึกษา มีความรู้ความสามารถตรงตามความต้องการของวิชาชีพ มีคุณธรรม จริยธรรม มีคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ 6 ด้าน สอดคล้องกับเหตุผลของผู้ใช้บัณฑิตที่รับบัณฑิตเข้าทำงานเนื่องจากมีความรู้ความสามารถตรงตามความต้องการ บุคลิกภาพดี มีสัมมาคารวะ มีคุณธรรม จริยธรรม ประกอบกับหลักสูตรมีแผนการดำเนินการจัดการเรียนการสอนที่ สอดคล้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทั้งด้านการสอน การวิจัย บริการวิชาการและการทำนุบำรุง ศิลปวัฒนธรรม โดยบูรณาการกับการเรียนการสอน มุ่งแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ตามสภาพจริงที่เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้ชุมชนเป็นฐานในการเรียนรู้ สอดคล้องกับปรัชญาและแนวคิดในการจัดทำหลักสูตรที่ว่า การจัดการศึกษาพยาบาลที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ร่วมพัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้กับ ชุมชนและท้องถิ่น โดยเน้นการพยาบาลองค์รวม จะสามารถผลิตบัณฑิตพยาบาลที่มีความรู้ คุณธรรม จริยธรรม จิตสำนึกต่อท้องถิ่น ความเป็นผู้นำ และสมรรถนะในการทำงานในชุมชน เพื่อให้สามารถพัฒนาสุขภาพชุมชน บนพื้นฐานความพอเพียง และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 การจัดการ การศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สอดคล้องกับกระบวนการจัดการศึกษาของคณะฯ ที่ส่งเสริมให้ ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพจากการเรียนรู้ในประสบการณ์จริง

ด้านปัจจัยนำเข้า อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้ความรู้ประสบการณ์ในเนื้อหาวิชาที่สอน การถ่ายทอดความรู้และ เชื่อมโยงไปสู่การปฏิบัติ การสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมในการเรียนการสอน เป็นแบบอย่างที่ดีในด้านวิชาชีพ สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของบัณฑิตพยาบาล สอดคล้องกับคุณลักษณะของอาจารย์พยาบาลที่ดี ในทัศนะนักศึกษาพยาบาลที่ว่า ต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี รู้จักถ่ายทอด เข้าใจหลักสูตร (นวลอนงค์ บุญฤทธิพิงค์, 2539) ทำให้ผลประเมินความพึงพอใจต่อคุณภาพการจัดการเรียนการสอนและระบบ การบริหารจัดการของคณะฯ อยู่ในระดับมาก โดยเห็นว่าได้รับความรู้และประสบการณ์ด้านความรับผิดชอบและ ด้านคุณธรรมจริยธรรมมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากการจัดการเรียนการสอน มุ่งแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ ตามสภาพจริงที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้ชุมชนเป็นฐานในการเรียนรู้ และการเป็นตัวอย่างที่ดีของอาจารย์ ด้านคุณธรรมจริยธรรม สอดคล้องกับคำกล่าวของนักศึกษาและบัณฑิตที่กล่าวว่า “อาจารย์มีการสอนสอดแทรก คุณธรรม จริยธรรมที่ดีเพียงพอ ดีแล้ว” และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรในการผลิตบัณฑิตให้มีคุณธรรม จริยธรรม ในการปฏิบัติงานและดำเนินชีวิตบนพื้นฐานความพอเพียง สอดคล้องกับคำกล่าวของผู้บริหารและอาจารย์ ผู้สอนภายในคณะที่กล่าวว่า “เรามีการสอนสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมทั้งในการเป็นตัวอย่างที่ดี ความรับผิดชอบ การมีวินัย การตรงต่อเวลา” “การให้สอนให้นักศึกษาฝึกวิเคราะห์ประเด็นคุณธรรม จริยธรรมในกรณีศึกษาทั้งใน วิชาทฤษฎีและฝึกปฏิบัติการ” และสอดคล้องกับคำกล่าวของบัณฑิตและนักศึกษาที่กล่าวว่า “การจัดการเรียนสอน ของอาจารย์มีหลายวิธี แต่เน้นให้นำไปประยุกต์ใช้ในปฏิบัติในสถานการณ์จริง การจัดกิจกรรมบูรณาการเรียน การสอนกับบริการวิชาการวิจัย และศิลปวัฒนธรรมกับชุมชนอย่างต่อเนื่อง” ซึ่งเป็นการทำกิจกรรมพัฒนานักศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้จากสถานการณ์จริงในชุมชน ทำให้บัณฑิตประเมินความพึงพอใจด้านกิจกรรมพัฒนานักศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมาก และเกิดการพัฒนาทักษะความคิดแก่ตนเองมากที่สุด อย่างไรก็ตาม อาจารย์ยังมีข้อจำกัด ด้านจำนวนอาจารย์ คุณวุฒิการศึกษาและตำแหน่งทางวิชาการ ซึ่งฝ่ายบริหารควรดำเนินการรับอาจารย์ ให้เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา และส่งเสริมอาจารย์เพิ่มคุณวุฒิและตำแหน่งทางวิชาการให้ สูงขึ้นต่อไป ส่วนการ ให้บริการและสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ บัณฑิตประเมินโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง อาจเนื่องจากอุปกรณ์บางอย่าง ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการในการทดลอง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แล้วต้องทิ้ง ทำให้ต้องเพิ่มจำนวนมากให้เพียงพออีกรอบ

ที่นักศึกษาต้องฝึกฝนด้วยตนเองนอกเวลา ซึ่งฝ่ายผู้รับผิดชอบรายวิชาที่เกี่ยวข้องควรจัดเตรียมให้เพียงพอและเหมาะสมกับจำนวนนักศึกษา ประกอบกับคณะฯ ยังไม่มีตึกอาคารเป็นของตนเองจึงทำให้จำกัดพื้นที่ในการทำกิจกรรม อย่างไรก็ตามในปี 2560 คณะฯ ได้ย้ายมาที่ตึกอาคารหลังใหม่และอยู่ในช่วงการปรับเปลี่ยนพื้นที่ให้มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้

ด้านกระบวนการ คณะมีการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ระบบการบริหารหลักสูตรประกาศนียบัตรในการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลและแนวทางการควบคุมคุณภาพ มีการแต่งตั้งอาจารย์ประจำหลักสูตรในสาขาความเชี่ยวชาญ 5 สาขาหลักเป็นคณะกรรมการบริหารวิชาการ จัดการประชุมมอบหมายความรับผิดชอบการเรียนการสอนรายวิชาต่าง ๆ ให้กลุ่มวิชาตามสาขา แต่งตั้งผู้รับผิดชอบรายวิชา กลุ่มวิชาควบคุมการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนให้เป็นไปตามรายละเอียดหลักสูตรและรายละเอียดรายวิชาที่รับผิดชอบและเสนอต่อคณะกรรมการบริหารวิชาการ คณะกรรมการบริหารวิชาการควบคุมคุณภาพการจัดการเรียนการสอนทุกรายวิชาและดำเนินการประเมินผลสอนของอาจารย์ และแต่งตั้งคณะกรรมการทบทวน ประเมินผลการดำเนินการ โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิติดตามรายละเอียดหลักสูตรเมื่อสิ้นสุดการศึกษาและปรับปรุงตามความเหมาะสม มีการประเมินหลักสูตรทุกรอบการใช้ทุก 5 ปี โดยการแต่งตั้งคณะกรรมการประเมินหลักสูตรจากทุกสาขา ความเชี่ยวชาญหลัก ร่วมกันกำหนดแนวทางการประเมิน เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ระดมความคิดเกี่ยวกับการปรับปรุงหลักสูตรและแต่ละสาขาปรับปรุงรายวิชาตามผลการประเมิน การประกันคุณภาพหลักสูตรจากคณะกรรมการบริหารวิชาการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ทำให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ประกอบกับคณะฯ มีระบบการให้คำแนะนำปรึกษา จัดให้มีการแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประจำชั้นแต่ละชั้นปีอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนกำหนดหน้าที่ของอาจารย์ที่ปรึกษาไว้อย่างชัดเจน โดยมีแนวทางให้จัดชั่วโมงให้คำปรึกษานักศึกษาให้คำปรึกษาตลอดจนช่องทางให้คำปรึกษาหลากหลายช่องทางตามความสะดวก ทั้งนี้การศึกษที่ผ่านมาพบว่า บทบาทอาจารย์ที่ปรึกษามีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อพฤติกรรมเรียนของนักศึกษา (สมบัติ แสงพล และคณะ 2554) ดังนั้น การที่มีระบบอาจารย์ที่ปรึกษาที่ดีจะส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาตามมาร่วมกับคณะฯ มีการจัดกิจกรรมพัฒนานักศึกษาควบคู่กับการเรียนการสอนซึ่งเป็นการส่งเสริมกระบวนการคิด วิเคราะห์ การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม ฝึกความรับผิดชอบ มีวินัย ส่งเสริมความมีคุณธรรมจริยธรรม ความเสียสละ สอดคล้องกับผลการประเมินของบัณฑิตที่ว่า กิจกรรมนักศึกษาสามารถพัฒนาทักษะความคิดมากที่สุด รองลงมาคือ พัฒนากิจกรรมการทำงานที่ดี สอดคล้องกับคำกล่าวของนักศึกษาและบัณฑิตที่กล่าวว่า “การได้ออกทำกิจกรรมกับพ่อฮักแม่ฮัก ในชุมชน ทำให้ได้ความรู้และเรียนรู้อย่างเข้าใจค่ะ” “การทำกิจกรรมพัฒนานักศึกษาทำให้ฝึกการทำงานเป็นทีม อยู่ร่วมกับคนอื่น เราไปประยุกต์ใช้ในการทำงานร่วมกับทีมสุขภาพ การดูแลผู้ป่วย” “ฝึกกระบวนการคิดแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ดีค่ะ” ซึ่งหากมีด้านบริบท ด้านปัจจัยนำเข้า และด้านกระบวนการที่เหมาะสมจะทำให้เกิดผลผลิตที่ดีตามมาคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ดี โดยพบว่า บัณฑิตมีเกรดเฉลี่ยสะสม 3.10 และส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดในหลักสูตร ทำให้ผลการสอบวัดความรู้เพื่อขึ้นทะเบียนรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพการพยาบาลของสภาการพยาบาลครั้งที่ 1/2560 มีผู้สอบผ่าน 8 รายวิชาในปีแรก (ร้อยละ 100.00) สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า เกรดเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตรมีความสัมพันธ์กับผลการสอบวัดความรู้เพื่อขึ้นทะเบียนรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพการพยาบาลของสภาการพยาบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (จารุณี วาระหัส และคณะ, 2550)

อย่างไรก็ตาม ด้านผลกระทบ ผู้ใช้บัณฑิตมีความพึงพอใจต่อการปฏิบัติงานของบัณฑิตโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีความพึงพอใจด้านคุณธรรม จริยธรรมมากที่สุด รองลงมาคือ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีและด้านความรู้วิชาการ วิชาชีพ และมีความพึงพอใจด้านทักษะทางปัญญาน้อยที่สุด อาจเนื่องจากการประเมินบัณฑิตครั้งนี้อยู่ในระหว่าง 3-6 เดือนแรกของการเข้าทำงาน อยู่ในช่วงแรกของการปรับตัวจากนักศึกษาสู่พยาบาลวิชาชีพ ซึ่งในช่วง 1ปีแรกของการเปลี่ยนบทบาทจากนักศึกษาพยาบาลเป็นพยาบาลวิชาชีพใหม่ เป็นช่วงที่ต้องเผชิญกับความไม่สอดคล้องของสิ่งที่ปรากฏหรือสิ่งที่ปฏิบัติจริง ๆ ในคลินิกกับสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้มาตลอดระยะเวลาการเป็นนักศึกษา ความคาดหวังจากผู้ปฏิบัติงานรอบข้างอาจเกินกว่าความสามารถของพยาบาลที่จบใหม่ และมีปัญหาความขัดแย้งในแนวคิดเกี่ยวกับค่านิยมทางวิชาชีพที่สั่งสมมาในระหว่างนักศึกษา

กับค่านิยมขององค์กร (ยุพาพิน ศิริโพธิ์งาม, 2538 อ้างใน ปริญญา แร่ทอง และธีรนุช ห่านิรติศัย, 2555) รวมทั้งกฎระเบียบที่ต้องปฏิบัติในฐานะที่เป็นบุคลากรคนหนึ่งขององค์กร และเป็นช่วงเวลาที่มีการปรับตัวกับบทบาทใหม่ซึ่งไม่เคยเผชิญมาก่อน ทำให้เกิดความเครียดในการปฏิบัติงานได้ ซึ่งความเครียดที่เกิดขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพการปฏิบัติงานตามมาได้ (ปริญญา แร่ทอง และธีรนุช ห่านิรติศัย, 2555) สอดคล้องกับคำกล่าวของผู้ใช้บัณฑิตที่ว่า “ส่วนที่ต้องการพัฒนาคือ การตัดสินใจและกระบวนการคิดวิเคราะห์ แต่น้องเพิ่งเข้ามาประสบการณ์ยังไม่เยอะมาก ต้องอาศัยเวลา ค่อย ๆ ฝึกฝนกันไป” สอดคล้องกับคำกล่าวของบัณฑิตที่กล่าวว่า “เครียดค่ะอาจารย์ ช่วงแรก ๆ ทำอะไรไม่ค่อยถูก กลัว แต่พยายามทำให้ดีที่สุด” “วันแรกกับการทำงานผ่านไป 3 เดือนเริ่มวางตัวได้ถูก กล้าขึ้นเรื่อย ๆ แต่ก็ต้องมีอะไรให้ปรับตลอด” ประกอบกับวิชาชีพพยาบาลจำเป็นต้องมีความรู้ ความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญา ทั้งการสืบค้น การคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณในการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อวางแผนให้การพยาบาลและปฏิบัติการพยาบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องอาศัยเวลาในสั่งสมประสบการณ์ในการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าต่าง ๆ ร่วมกับการฝึกฝนความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติการพยาบาล จึงอาจทำให้ผู้ใช้บัณฑิตประเมินความพึงพอใจผลการปฏิบัติงานของบัณฑิตอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งคณะฯ ควรมีการดำเนินมาตรการเพื่อส่งเสริมการปรับตัว การคิดวิเคราะห์ การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า และการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณลักษณะบัณฑิตให้ครบ 6 ด้านอย่างต่อเนื่อง ร่วมกับทักษะด้านการสื่อสารภาษาต่างประเทศ และทักษะคอมพิวเตอร์ ดังคำกล่าวของบัณฑิตที่ว่า “อยากให้มีการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมด้านการพูด อ่าน และเขียนภาษาต่างประเทศ วิชาชีพพยาบาลเป็นวิชาชีพที่สังคมอาเซียนต้องการเป็นอย่างมาก” “การจัดอบรมเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เทคโนโลยี” และสอดคล้องกับคำกล่าวของผู้ใช้บัณฑิตที่ว่า “ควรเพิ่มความรู้ความเชี่ยวชาญตามสาขาวิชา และทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเพื่อพัฒนาการปฏิบัติงาน” “ทักษะด้านการสื่อสาร อาจยังไม่กล้าเด็กไทยชอบเรียน grammar แต่ยังไม่สามารถในการสื่อสารเท่าที่ควร” “อยากให้เน้นด้านการวิจัย การศึกษาค้นคว้าความรู้สม่ำเสมอ มีความคิดสร้างสรรค์เพื่อการนำไปสู่การปฏิบัติการพยาบาลที่ประสิทธิภาพ” “ควรมีการพัฒนางานด้านการวิจัย และนวัตกรรม ส่วนใหญ่นักศึกษาที่จบมายังไม่สามารถทำงานวิจัยได้ ควรมีการคิดต่อยอดได้ ควรเน้นนวัตกรรม” ดังนั้นการปรับปรุงหลักสูตรครั้งต่อไปควรจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ 6 ด้านอย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการพัฒนานวัตกรรมและงานวิจัยที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมต่อไป

ข้อเสนอแนะ ผลการศึกษาครั้งนี้มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

- 1.1 ปรับปรุงโครงสร้างของหลักสูตร รายวิชาและเนื้อหาให้มีความเหมาะสมตามบริบทการเปลี่ยนแปลงของสังคม
- 1.2 การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ 6 ด้านอย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการพัฒนาทักษะการสื่อสารด้านภาษาต่างประเทศ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม และงานวิจัย
- 1.2 ปรับปรุงปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนในด้านต่าง ๆ ให้มีปริมาณเพียงพอและมีคุณภาพ
- 1.3 ปรับแผนการศึกษาให้จัดรายวิชาที่เรียงลำดับความสำคัญต่อการเรียนรู้
- 1.4 พัฒนาบุคลากรอาจารย์ประจำให้มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพและคุณวุฒิให้สูงขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตบัณฑิตและการสอบขึ้นทะเบียนใบประกอบอาชีพ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

- 2.1 ควรจะมีการพิจารณาประเมินผลความพึงพอใจผู้ใช้บัณฑิตภายหลังการทำงาน 1 ปีแรก เพื่อเปรียบเทียบผลปฏิบัติงานของบัณฑิต
- 2.2 การประเมินหลักสูตรในแต่ละองค์ประกอบตามรูปแบบการประเมิน ควรออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (stakeholder) ในแต่ละประเด็นอย่างครบถ้วนเพื่อให้ได้ข้อมูลหลากหลายมิติมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- จารุณี วารหัส พิมพา กายประสิทธิ์และเทิดศักดิ์ นำเจริญ. (2550). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสอบประเมินความรู้ผู้ขอขึ้นทะเบียนรับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบอาชีพการพยาบาลและการผดุงครรภ์ชั้นหนึ่ง ครั้งที่ 1/2549 ของผู้สำเร็จการศึกษาจากวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สงขลา*. รายงานวิจัย. วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีสงขลา.
- งานบริการศึกษา คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2561). *สรุปจำนวนและร้อยละผลการสอบความรู้ผู้ขอขึ้นทะเบียนฯ ชั้นหนึ่ง คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*. ค้นเมื่อ 29 มีนาคม 2561, จาก <http://www.ubu.ac.th/web/nueducation>
- นวลอนงค์ บุญฤทธิ์พงศ์. (2539). *การประเมินหลักสูตรประกาศนียบัตรระดับต้น กระทรวงสาธารณสุข*. ปริญญา นิพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปริญญา แร่ทอง และจีรณัฐ ห่านิรติศัย. (2555). *ประสบการณ์การเปลี่ยนบทบาทจากนักศึกษาพยาบาลสู่การเป็นพยาบาลวิชาชีพ*. *วารสารสภาการพยาบาล*, 27(2), 51-62.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- ศศิธร ชิดนายี่ และมณฑา อุดมเลิศ. (2555). *การประเมินหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2545 วิทยาลัยพยาบาลราชชนนี อุตรดิตถ์*. *วารสารการพยาบาลและการศึกษา*, 5(1), 78-89.
- สมบัติ แสงพล พนิดา สังข์พันธ์ ยุพดี เจริญสว่าง ฐฎาภพ เสขัง. (2554). *บทบาทอาจารย์ที่ปรึกษาที่ส่งผลต่อพฤติกรรมกรรมการเรียนของนักศึกษา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. *วารสารวิจัย มข.* 16(1), 83-93.
- อิสเรศ พิพัฒน์มงคลพร ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง ดวงหทัย โสมไชยะวงศ์ วิลาพันธ์ อรุบุญนวลชาติ และวิสูตร โพธิ์เงิน. (2556). *การประเมินหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*. รายงานวิจัย. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อรุณรัตน์ คันทา. (2557). *ผลกระทบและทางออกของการขาดแคลนกำลังคนทางการพยาบาลในประเทศไทย*. *วารสารพยาบาลศาสตร์*, 32(1), 81-90.
- Stufflebeam, D.L., Madaus, G.F., & Kellaghan, T. (2000). *Evaluation models: Viewpoints on educational and human services evaluation*. (2nd eds.). Boston: Kluwer Academic Publishers.

ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุในเขตรับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ
ตำบลบ้านวังดารา ตำบลวังทอง อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี

Ability to Activities of Daily Living of Aging in Ban-Wangdara Hospital Health Care,
Wangtong Sub-District, Bandung District, Udon Thani Province.

จิรพร โปศาล^{1*} นัสพงษ์ กลิ่นจำปา¹ นัฐพล จำปาเทศ¹ ภัศราภรณ์ ศรีศักดิ์¹ และภริราภรณ์ จันทร์เขียว¹
Teeraporn Paisan¹ Nastsaphong Klinchampa¹ Nuttapol Jumpated¹ Passaraporn Sornsakda¹ Piraporn Chunhkeaw¹

¹สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน คณะวิทยาศาสตร์, วิทยาลัยพิตชัยบัณฑิต
Community Public Health, Faculty of Science, Pitchayabundit College

*E-mail : pop_salat@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม และแบบประเมินความสามารถในเชิงปฏิบัติกิจวัตรประจำวันพื้นฐาน (Basic activity of daily living: ADLs) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้สูงอายุในเขตรับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านวังดารา ตำบลวังทอง อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี การสุ่มตัวอย่างแบบจัดชั้นอย่างเป็นสัดส่วน (Proportional stratified random sampling) จับฉลากแบบง่ายตามรายชื่อประชากรผู้สูงอายุในหมู่บ้านนั้นๆ จำนวน 365 คน เก็บข้อมูลระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 วิเคราะห์ข้อมูล หาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างสามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ดี ร้อยละ 93.3 กลุ่มที่มีปัญหาการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ไม่สะดวก มีร้อยละ 5.1 และกลุ่มที่ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้เลย มีร้อยละ 1.3 สำหรับปัญหาในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน พบว่าผู้สูงอายุต้องการความช่วยเหลือในเรื่องการล้างหน้า หวีผม แปรงฟัน โกนหนวด และการอาบน้ำ ร้อยละ 5.2 การรับประทานอาหารเมื่อเตรียมสำหรับไว้ให้เรียบร้อยต่อหน้าส่วนใหญ่ทำได้ แต่ต้องมีคนช่วย ร้อยละ 6.0 และไม่สามารถทำได้ ร้อยละ 1.4 การใช้ห้องน้ำช่วยเหลือตัวเองได้บ้าง ร้อยละ 8.2 ช่วยตัวเองไม่ได้ ร้อยละ 2.7 การสวมใส่เสื้อผ้า ช่วยตัวเองได้บ้าง ร้อยละ 8.2 ต้องมีคนสวมใส่ให้ ร้อยละ 2.5 การขึ้นลงบันได 1 ชั้นต้องการคนช่วย ร้อยละ 8.2 ไม่สามารถทำได้ ร้อยละ 4.9 การกลั้นการถ่ายอุจจาระในระยะ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมากลั้นได้บ้าง ร้อยละ 15.3 และกลั้นไม่ได้ ร้อยละ 4.9 การลุกนั่งจากที่นอน หรือจากเตียงไปยังเก้าอี้ ผู้สูงอายุต้องการความช่วยเหลือบ้างร้อยละ 6.0 ต้องการความช่วยเหลืออย่างมาก ร้อยละ 1.9 ไม่สามารถทำได้ ร้อยละ 2.7 การเคลื่อนไหวภายในห้องหรือบ้าน ผู้สูงอายุเดินหรือเคลื่อนไหวโดยที่มีคนช่วย ร้อยละ 6.0 ต้องใช้รถเข็นช่วยตัวเองให้เคลื่อนที่ได้เอง ร้อยละ 0.5 และเคลื่อนที่ไปไหนไม่ได้เลย ร้อยละ 0.8 ซึ่งสามารถนำผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ไปวางแผนส่งเสริมให้ผู้สูงอายุดูแลตนเองเพิ่มขึ้น ด้วยการส่งเสริมทักษะการดูแลช่วยเหลือที่ถูกต้องสำหรับผู้ดูแลหรือสมาชิกในครอบครัว

คำสำคัญ : ผู้สูงอายุ ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน

Abstract

This study was a survey research. The data were gathered by questionnaire and Barthel ADL index. The participants consisted in ban-wangdara hospital health care, wangtong sub-district, bandung district, udon thani province. Proportional stratified random sampling Split into villages Simple random from the population. The subject comprised 365 samples. Data is collected during January to May 2018. The data were analyzed by descriptive statistics include frequency percentage mean standard deviation minimum and maximum values. The results found the ability to activities of daily living of aging people had normal daily activity ability at 93.3 percent is not easy 5.1

percent and can't perform daily activity 1.3 percent. For the problem activity of daily living the findings are aging people need help in regard to the hair comb, brush teeth, shave and shower 5.2 percent. Eating when preparing the table most of the time but need help 6.0 percent and can't help myself 1.4 percent. Bathroom use help yourself 8.2 percent and can't help myself 2.7 percent. Wearing clothes Help yourself 8.2 percent, must have someone to wear 2.5 percent. Climb up the stairs 1 floor need help myself 8.2 percent and can't do it 4.9 percent. Tolerant defecate in 1 week have some 15.3 percent and can't tolerant 4.9 percent. Sitting out of bed or from bed to chair aging need some help 6.0 percent, need help a lot 1.9 percent and can't do it 2.7 percent. Movement in the room or house aging walking or moving with someone help 6.0 percent, need to use a wheelchair to help themselves 0.5 percent and can't move wheelchair 0.8 percent.

The results of this study can be used plan to promote the aging can live happily and assistance increase self-care. It also promotes skills correct self-care valid for the caregiver's seniors or family members.

Keywords: Aging, Activity of Daily Living : ADLs

บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการสาธารณสุขทำให้มนุษย์มีโอกาสรอด และมีอายุยืนยาวขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างประชากรโลกองค์การสหประชาชาติได้ให้นิยามว่าประเทศใดมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป ในสัดส่วนเกินร้อยละ 10 ของประชากรทั้งประเทศ ถือว่าประเทศนั้นได้ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging society) และจะเป็นสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged society) เมื่อสัดส่วนประชากรที่มีอายุ 60 ปี มากกว่าร้อยละ 20 และสังคมสูงอายุเป็นประเด็นของประชากรของประเทศถือว่าก้าวสู่สังคมผู้สูงอายุตามนโยบายสำคัญที่ได้รับความสนใจ ทั้งในระดับชาติและระดับโลก เพราะมีผลกระทบอย่างกว้างขวาง อาทิเช่น ภาระค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพของผู้สูงอายุปัญหาด้านสังคม ปัญหาด้านสุขภาพของผู้สูงอายุ ประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging society) โดยพบว่าในปี พ.ศ. 2559 มีสัดส่วนประชากรผู้สูงอายุ 60 ปี เท่ากับร้อยละ 16.50 ของประชากรทั้งหมด และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มเป็นร้อยละ 19.12 ในปี พ.ศ. 2563 และร้อยละ 26.56 ในปี พ.ศ. 2573. (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และ UNFPA อ้างถึงใน Health at a glance Thailand, 2559)

สถานการณ์ด้านประชากรดังกล่าว ส่งผลให้เกิดภาระค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพของผู้สูงอายุต่อค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพของประเทศที่เพิ่มขึ้น อาทิ ค่าใช้จ่ายในด้านการรักษาพยาบาลในปี พ.ศ. 2552 คิดเป็นร้อยละ 29 ต่อมาในปี 2558 เพิ่มเป็นร้อยละ 31 ตามมาด้วยประเด็นท้าทายต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุหลายประการไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านสังคมของผู้สูงอายุ ซึ่งพบว่า แนวโน้มของผู้สูงอายุที่ต้องอยู่คนเดียวเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3.6 ในปี พ.ศ. 2537 เป็นร้อยละ 6.3, 7.7, 8.6 และร้อยละ 8.7 ในปี พ.ศ. 2545, 2550, 2554 และ 2557 ตามลำดับจากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เกิดภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น (สำนักงานสถิติแห่งชาติ: อ้างถึงใน Health at a glance Thailand 2559) รวมถึงปัญหาเกี่ยวกับภาวะสุขภาพที่ถดถอยลงตามวัย การเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรัง และการอยู่ในภาวะทุพพลภาพหรือมีข้อจำกัดในการดำเนินกิจกรรมประจำวัน และการตกอยู่ในภาวะความยากจนในสัดส่วนที่สูงกว่าประชากรวัยอื่น ดังนั้น ผู้อยู่ในวัยแรงงานจะต้องรับภาระดูแลผู้สูงอายุมากขึ้นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น หากทุกภาคส่วนไม่ให้ความสำคัญในการเตรียมความพร้อมที่จะรองรับสถานการณ์นี้ อย่างจริงจัง (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2550)

ผู้สูงอายุเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์และสังคมถ้าผู้สูงอายุมีความสามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน อาทิ การรับประทานอาหาร การเคลื่อนไหว การขับถ่าย เป็นต้น จะทำให้ผู้สูงอายุสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุขหากไม่สามารถดูแลตนเองได้จำเป็นจะต้องได้รับการดูแลช่วยเหลือ เพื่อให้ความสามารถในการดูแลตนเองเพิ่มมากขึ้น จึงต้องมีการวางแผนชีวิตที่ดี เพื่อให้ผู้สูงอายุเหล่านี้เป็น “ผู้สูงวัยอย่างมีคุณค่า ชรา

อย่างมีศักดิ์ศรี”แบบคัดกรองประกอบกิจวัตรประจำวัน (Activity of daily living: ADL) เป็นเครื่องมือประเมิน ภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุบ่งบอกถึงความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ได้แก่ การรับประทานอาหาร การล้างหน้า (หวีผม แปรงฟัน โกนหนวด) การลุกนั่งจากที่นอน หรือจากเตียงไปยังเก้าอี้ การใช้ห้องสุขา การเคลื่อนที่ภายในห้องหรือบ้าน การสวมใส่เสื้อผ้า การขึ้นลงบันได การอาบน้ำ การกลั่นกรองถ่ายอุจจาระ และการ กลั้นปัสสาวะ และหากผู้สูงอายุยังคงสามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเองแสดงว่ายังคงมีสุขภาพดี (กระทรวงสาธารณสุข, 2554)

เขตสุขภาพที่ 8 จังหวัดที่มีจำนวนและร้อยละของผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปมากเป็นอันดับที่ 1 คือ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 200,821 คน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 15.49 อันดับที่ 2 คือจังหวัดสกลนคร จำนวน 138,711 คน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 15.02 อันดับที่ 3 คือ จังหวัดเลย จำนวน 96,866 คน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 18.20 สำหรับตำบลวังทองเป็น 1 ใน 18 ตำบลของอำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี มีหมู่บ้านจำนวน 9 หมู่บ้าน ประชากร อาศัยอยู่ จำนวน 5,376 คน ในจำนวนนี้มีประชากรผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป 784 คนคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 14.58 ของประชากรในพื้นที่และเนื่องจากปัจจุบันมีผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นทุกปี ในปี 2561 อำเภอบ้านดุงยังขาด การได้รับการคัด กรอง 724 คน คิดเป็นร้อยละ 95.40 ซึ่งมีผู้สูงอายุติดเตียง จำนวน 85 คน เป็นอันดับ 3 รองจาก กุมภวาปี และ อำเภอมือ และมิผู้สูงอายุที่ยังไม่ได้รับการคัดกรองรวมทั้งสิ้นจำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 11.37 (กระทรวง สาธารณสุข, 2561)

ผู้ศึกษาจึงสนใจศึกษาความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายรรวมทั้งศึกษาปัจจัยที่มี ความสัมพันธ์กับความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุในตำบลวังทองอำเภอบ้านดุง จังหวัด อุดรธานี เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนที่จะสามารถเกิดประโยชน์ในการกำหนดนโยบายวางแผนจัดระบบสนับสนุนการ ให้บริการสุขภาพผู้สูงอายุต่อหน่วยงานหรือบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบด้านภาระค่าใช้จ่าย ปัญหา ด้านสังคมและปัญหาด้านสุขภาพของผู้สูงอายุต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุในเขตรับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริม สุขภาพตำบลบ้านวังดารา ตำบลวังทอง อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย: การวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) เก็บข้อมูลระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561

ประชากรที่ศึกษา: กลุ่มประชากรในการศึกษานี้คือ ผู้สูงอายุทั้งเพศหญิง และเพศชายที่อยู่ในเขต รับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านวังดารา จำนวน 784 คน (ข้อมูลจากระบบคลังข้อมูล ด้านการแพทย์และสุขภาพ (Health data center : HDC) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวง สาธารณสุข, 2561)

ตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง: กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างในกรณี ทราบประชากรแน่ชัด ซึ่งเวนนี ดับบลิว. แดเนียล (Wayne W. Daniel, 1995 อ้างถึงใน อรุณ จิรวัดณ์กุล, 2548) ได้นำเสนอโดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{e^2(N-1) + Z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{784(1.96^2)(0.61^2)}{0.05^2(784-1) + (1.96^2)(0.61^2)}$$

$$n = 330.8856171926$$

ได้ขนาดตัวอย่างสำหรับการศึกษาวิจัยอย่างน้อย 331 คน ทั้งนี้เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการสุ่มตัวอย่างของข้อมูลผู้วิจัย จึงทำการเก็บเพิ่มอีกร้อยละ 10 ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยในครั้งนี้จึงเท่ากับ 365 คน และทำการสุ่มตัวอย่างแบบจัดชั้นอย่างเป็นสัดส่วน (Proportional stratified random sampling) จับฉลากแบบง่ายตามรายชื่อประชากรผู้สูงอายุในหมู่บ้านนั้นๆ ให้ได้จำนวนตามที่ต้องการคือ 365 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย: ได้แก่ แบบสอบถาม ส่วนที่หนึ่ง ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส รายได้ ระดับการศึกษา ลักษณะครอบครัว โรคประจำตัว ระยะเวลาการเจ็บป่วย จำนวน 9 ข้อ ส่วนที่สอง เป็นแบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรขั้นพื้นฐานของผู้สูงอายุซึ่งแปลเป็นภาษาไทย และปรับปรุงโดย สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล และคณะ (2541) จาก Barthel ADL Index ของ Mahoney และ Barthel ประกอบด้วย ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ แบบประเมินมี 20 คะแนน แปลผลจำแนกตามระดับคะแนน ดังนี้

0 – 4 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันด้วยตนเองได้ต้องการความช่วยเหลือทั้งหมด เรียกว่า กลุ่มติดเตียง

5 – 11 คะแนน หมายถึง สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันด้วยตนเองได้เพียงบางส่วนและต้องการความช่วยเหลือจากผู้อื่นบางส่วนจึงจะสมบูรณ์ เรียกว่า กลุ่มติดบ้าน

12 คะแนนขึ้นไป หมายถึง สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันด้วยตนเองได้ทั้งหมด เรียกว่า กลุ่มติดสังคม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์: ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด

ผลการวิจัย แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคล

กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 55.6 และเพศชาย ร้อยละ 44.4 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 65-69 ปี ร้อยละ 30.1 อายุเฉลี่ย 71 ปี สถานภาพสมรส ร้อยละ 42.2 และหม้ายหรือหย่าร้าง ร้อยละ 28.5 รายได้เฉลี่ย 3,153 บาทต่อเดือน กลุ่มตัวอย่างมีรายได้พอใช้และมีเงินออม ร้อยละ 41.1 ไม่พอใช้ร้อยละ 27.1 ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาอยู่ในขั้นประถมศึกษา ร้อยละ 69.0 ลักษณะครอบครัว ผู้สูงอายุจะอยู่ร่วมกับคู่สมรสและบุตรหลานมากที่สุด ร้อยละ 41.9 รองลงมาคือ อยู่ตามลำพังกับบุตรหลานร้อยละ 38.1 ผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 64.4 โดยโรคที่เป็นปัญหาคือ โรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 28.8 รองลงมาคือ โรคเบาหวาน และปวดหลัง ร้อยละ 23.8 และ 14.5 ตามลำดับ มีการเจ็บป่วย 1-5 ปีมากที่สุด รองลงมาคือ 5-10 ปี ร้อยละ 26.3 และ 22.5 ตามลำดับ รายละเอียดนำเสนอตั้งตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล $n(365)=$

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	162	44.4
หญิง	203	55.6
อายุ		
ปี 64 - 60	88	24.1
ปี 69 - 65	110	30.1
ปี 74 - 70	62	17.0
79 - 75ปี	53	14.5
ปี 84 - 80	34	9.3
ปี 89 - 85	16	4.4

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
ปีขึ้นไป 90	2	0.5
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	(7.401)	70.08
ค่ามัธยฐาน (สูงสุด : ค่าต่ำสุด)	(90-60)	68.00
สถานภาพสมรส		
โสด	38	10.4
คู่สมรส	55	15.1
หม้ายหย่าร้าง/ แยกกันอยู่	154	42.2
หม้ายหย่าร้าง/ แยกกันอยู่	104	28.5
แยกกันอยู่	14	3.8
รายได้ต่อเดือน		
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	3,153.59 (3,340.733)	
ค่ามัธยฐาน (สูงสุด : ค่าต่ำสุด)	1,900 (600-20,000)	
ความพอเพียงของรายได้		
ไม่พอใช้	99	27.1
พอใช้มีเงินออม	151	41.1
พอใช้ไม่มีเงินออม	115	31.5
ระดับการศึกษา		
ไม่ได้เรียนหนังสือ	16	4.4
ต่ำกว่าประถมศึกษา	60	16.4
ประถมศึกษา	252	69.0
มัธยมศึกษาตอนต้น หรือ ปวช.	31	8.5
มัธยมศึกษาตอนปลาย	1	0.3
อนุปริญญา หรือ ปวส.	5	1.4
ปริญญาตรีขึ้นไป	0	0.0
ลักษณะครอบครัว		
อยู่คนเดียว	17	4.7
อยู่ร่วมกับคู่สมรส	42	11.5
อยู่ร่วมกับคู่สมรส และบุตรหลาน	153	42.2
อยู่ร่วมกับบุตรหลาน	139	37.8
อยู่ร่วมกับญาติ	14	3.8
ไม่มีโรคประจำตัว	130	35.6
มีโรคประจำตัว	235	64.4
โรคความดันโลหิตสูง	105	28.8
โรคเบาหวาน	87	23.8
ไขมันในเลือดสูง	32	8.8
โรคหลอดเลือดสมอง	4	1.1
โรคหัวใจขาดเลือดชั่วคราว	5	1.4
อัมพาต	5	1.4
โรคหอบหืด	28	7.7
โรกระบบทางเดินหายใจ (ที่ไม่ใช่ หอบหืด)	14	3.8
โรคสมองเสื่อม	4	1.1

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
โรคซึมเศร้า	5	1.4
โรคทางจิตเวชอื่น ๆ	1	0.3
เนื้องอกชนิดร้ายแรง	0	0.0
ปวดหลัง	53	14.5
ปวดข้อต่อ (ข้อบวม กระดูกพรุน) กระดูก -	33	9.0
โรคเกาต์	21	5.8
โรคไตวาย	8	2.2
โรคมะเร็ง	1	0.3
โรคกระเพาะอาหาร	33	9.0
โรคตา (ต้อกระจก ต้อเนื้อ)	18	4.9
โรคอื่น ๆ	11	3.2
ระยะเวลาการป่วย	123	33.7
น้อยกว่า 1 ปี	27	7.4
1-5 ปี	96	26.3
5-10 ปี	82	22.5
มากกว่า 10 ปีขึ้นไป	37	10.1

ตอนที่ 2 ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุ

2.1 ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุ

ผลการวิเคราะห์ที่ข้อมูล พบว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่สามารถล้างหน้า หวีผม แปรงฟัน โกนหนวด ได้เอง จำนวน 346 คน (ร้อยละ94.8) ต้องการความช่วยเหลือ จำนวน 19 คน (ร้อยละ 5.2) กลุ่มตัวอย่างสามารถอาบน้ำได้เอง 346 คน (ร้อยละ94.8) ต้องการความช่วยเหลือ จำนวน 19 คน (ร้อยละ 5.2) กลุ่มตัวอย่างรับประทานอาหารเมื่อเตรียมสำรับไว้ให้เรียบร้อยต่อหน้าได้เอง จำนวน 338 คน (ร้อยละ92.6) ต้องมีคนช่วย จำนวน 22 คน (ร้อยละ 6.0) ไม่สามารถทำได้ จำนวน 5 คน (ร้อยละ1.4) กลุ่มตัวอย่างสามารถใช้ห้องน้ำเองได้ จำนวน 325 คน (ร้อยละ89.0) ทำได้เองบ้าง จำนวน 30 คน (ร้อยละ 8.2) ทำไม่ได้เลย จำนวน 10 คน (ร้อยละ2.7) กลุ่มตัวอย่างสามารถสวมใส่เสื้อผ้าเองได้ จำนวน 326 คน (ร้อยละ89.3) ทำเองได้บ้าง จำนวน 30 คน (ร้อยละ 8.2) ต้องมีคนสวมใส่ให้ จำนวน 9 คน (ร้อยละ2.5) กลุ่มตัวอย่างสามารถขึ้นลงบันได 1 ชั้นได้เอง จำนวน 317 คน (ร้อยละ86.8) ต้องการคนช่วย จำนวน 30 คน (ร้อยละ 8.2) ไม่สามารถทำได้ จำนวน 18 คน (ร้อยละ4.9) กลุ่มตัวอย่างสามารถกลั่นการถ่ายอุจจาระในระยะ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมาได้เป็นปกติ จำนวน 292 คน (ร้อยละ80.0) กลั่นไม่ได้บ้างครั้ง จำนวน 52 คน (ร้อยละ 14.2) กลั่นไม่ได้ จำนวน 21 คน (ร้อยละ5.8) กลุ่มตัวอย่างสามารถกลั่นปัสสาวะในระยะ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมาได้ปกติ จำนวน 289 คน (ร้อยละ79.2) กลั่นไม่ได้บ้างครั้ง จำนวน 56 คน (ร้อยละ 15.3) กลั่นไม่ได้ จำนวน 18 คน (ร้อยละ4.9) กลุ่มตัวอย่างสามารถลุกนั่งจากที่นอน หรือจากเตียงไปยังเก้าอี้เองได้ จำนวน 326 คน (ร้อยละ89.3) ต้องการความช่วยเหลือ จำนวน 22 คน (ร้อยละ 6.0) ไม่สามารถทำได้ จำนวน 10 คน (ร้อยละ2.7) ต้องการความช่วยเหลืออย่างมาก จำนวน 7 คน (ร้อยละ 1.9) กลุ่มตัวอย่างสามารถเคลื่อนที่ภายในห้องหรือบ้านได้เอง จำนวน 337 คน (ร้อยละ92.3) ต้องมีคนช่วย จำนวน 22 คน (ร้อยละ 6.0) เคลื่อนที่ไปไหนไม่ได้ จำนวน 3 คน (ร้อยละ0.8) ต้องใช้รถเข็นช่วยตัวเองให้เคลื่อนที่ จำนวน 2 คน (ร้อยละ 1.9) รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวน และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันรายข้อ
(n=365)

ความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ล้างหน้า หวีผม แปรงฟัน โกนหนวด ในระยะเวลา 24-48 ชั่วโมงที่ผ่านมา		
ต้องการความช่วยเหลือ	19	5.2
ทำเองได้	346	94.8
2. การอาบน้ำ		
ต้องมีคนช่วยหรือทำให้	19	5.2
อาบน้ำเองได้	346	94.8
3. รับประทานอาหารเมื่อเตรียมสำหรับไว้ให้เรียบร้อยแล้ว		
ไม่สามารถทำได้	5	1.4
ทำได้แต่ต้องมีคนช่วย	22	6.0
ทำเองได้	338	92.6
4. ใช้ห้องน้ำ		
ช่วยตัวเองไม่ได้	10	2.7
ทำเองได้บ้าง	30	8.2
ช่วยตัวเองได้	325	89.0
5. การสวมใส่เสื้อผ้า		
ต้องมีคนสวมใส่ให้	9	2.5
ช่วยตัวเองได้บ้าง	30	8.2
ช่วยตัวเองได้	326	89.3
6. การขึ้นลงบันได ชั้น 1		
ไม่สามารถทำได้	18	4.9
ต้องการคนช่วย	30	8.2
ขึ้นลงได้เอง	317	86.8
7. การก้มการถ่ายอุจจาระในระยะ สัปดาห์ที่ผ่านมา 1		
ก้มไม่ได้	21	5.8
ก้มไม่ได้บางครั้ง	52	14.2
ก้มได้เป็นปกติ	292	80.0
8. การก้มปัสสาวะในระยะ สัปดาห์ที่ผ่านมา 1		
ก้มไม่ได้	21	5.8
ก้มไม่ได้บางครั้ง	52	14.2
ก้มได้เป็นปกติ	292	80.0
9. ลุกนั่งจากที่นอน หรือจากเตียงไปยังเก้าอี้		
ไม่สามารถทำได้	10	2.7
ต้องการความช่วยเหลืออย่างมาก	7	1.9
ต้องการความช่วยเหลือบ้าง	22	6.0
ทำเองได้	326	89.3
10. การเคลื่อนที่ภายในห้องหรือบ้าน		
เคลื่อนที่ไปไหนไม่ได้	3	0.8
ต้องใช้รถเข็นช่วยตัวเองให้เคลื่อนที่ได้เอง	2	0.5
เดินหรือเคลื่อนที่โดยมีคนช่วย	22	6.0
เดินหรือเคลื่อนที่ได้เอง	337	92.3

2.2 ความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุ (ภาพรวม)

ในภาพรวม ผู้สูงอายุมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.58 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน หมายถึง ผู้สูงอายุส่วนใหญ่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตัวเอง เมื่อพิจารณาแยกตามระดับคะแนนแล้วพบว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันด้วยตนเองได้ทั้งหมด หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นผู้สูงอายุกลุ่มติดสังคม จำนวน 341 คน (ร้อยละ 93.4) รองลงมาคือ กลุ่มที่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันด้วยตนเองได้เพียงบางส่วนและต้องการความช่วยเหลือจากผู้อื่นบางส่วนจึงจะสมบูรณ์ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่ากลุ่มติดบ้าน จำนวน 19 คน (ร้อยละ 5.2) และกลุ่มที่ไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันด้วยตนเองได้ต้องการความช่วยเหลือทั้งหมด หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่ากลุ่มติดเตียง จำนวน 5 คน (ร้อยละ 1.4) รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ภาพรวม (n=365)

ความสามารถในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
กลุ่มติดเตียง (0-4 คะแนน)	5	1.4
กลุ่มติดบ้าน (5-11 คะแนน)	19	5.2
กลุ่มติดสังคม (12 คะแนน ขึ้นไป)	341	93.4
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	(3.31)	18.58
ค่าสูงสุด : ต่ำสุด	(20-0)	

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

สรุปและอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ ได้ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 55.6) และเพศชาย (ร้อยละ 44.4) ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 65-69 ปี (ร้อยละ 30.1) รายได้เฉลี่ย 3,153 บาทต่อเดือน ซึ่งส่วนใหญ่พอใช้ (ร้อยละ 72.9) และมีเงินออม (ร้อยละ 41.1) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กนกวรรณ สิทธิวิรัชธรรม และคันสนีย์ เมฆรุ่งเรืองวงศ์ (2558) ซึ่งศึกษาความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุในเขตเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีอายุ 60-69 ปี ร้อยละ 41.9 ซึ่งเป็นวัยที่ยังคงสามารถช่วยเหลือตนเองได้ดี และมีรายได้เพียงพอในการดำรงชีวิตประจำวันร้อยละ 71.5 การศึกษาความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุในเขตรับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านวังดาราครั้งนี้ยังพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีโรคประจำตัวร้อยละ 64.4 โดยโรคที่เป็นปัญหาคือ โรคความดันโลหิตสูง (ร้อยละ 28.8) รองลงมาคือ โรคเบาหวาน และปวดหลัง (ร้อยละ 23.8, 14.5 ตามลำดับ) ส่วนใหญ่มีระยะเวลาการเจ็บป่วยอยู่ระหว่าง 1-5 ปี รองลงมาคือ 5-10 ปี (ร้อยละ 26.3, 22.5 ตามลำดับ) สอดคล้องกับการศึกษาของนงนุช แยมวงษ์ (2557) ซึ่งศึกษาคุณภาพชีวิต และความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุที่มาใช้บริการในโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพฯ จังหวัดนครนายก พบว่า ผู้สูงอายुर้อยละ 74.7 มีโรคประจำตัวอย่างน้อย 1 โรค ในจำนวนผู้ที่มีโรคประจำตัวพบว่าเป็นโรคความดันโลหิตสูง เบาหวาน และไขมันในเลือดสูง ร้อยละ 71.3, 30.6, 18.4 ตามลำดับ สามารถนำผลไปใช้ในการจัดบริการส่งเสริมสุขภาพให้แก่ผู้สูงอายุให้ถูกโรคถูกภัยดังจะเห็นได้จากกลุ่มผู้สูงอายุในการศึกษาเป็นกลุ่มผู้สูงอายุตอนต้น ซึ่งกลุ่มดังกล่าวเป็นกลุ่มที่ยังมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาไม่มาก เมื่อมีการเจ็บป่วยยังคงสามารถช่วยเหลือตนเองได้และรายได้เป็นส่วนหนึ่งในปัจจัยสนับสนุนการดำรงชีวิต และศักยภาพการดูแลตนเอง

คะแนนความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ในภาพรวมผู้สูงอายุในเขตรับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านวังดารา มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันเท่ากับ 18.58 ซึ่งอยู่ในกลุ่มติดสังคม หรือกลุ่มที่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตัวเอง หรือเรียกว่ากลุ่มติดสังคม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุตอนต้น ที่ยังมีสุขภาพดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของเฉลิมพล อุไรรัตน์ และคณะ (2557) ที่ศึกษาความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุในตำบล

ห้วยขวาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม พบว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ (ร้อยละ 93.10) สามารถการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันด้วยตนเองได้ทั้งหมด อาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุตอนต้นที่ยังมีสุขภาพดี อีกทั้งมีการดำเนินงานส่งเสริมสุขภาพจากชมรมผู้สูงอายุในพื้นที่ซึ่งได้รับการดูแลจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ห้วยขวางและได้รับการสนับสนุนการดำเนินงานของชมรมผู้สูงอายุจากกองทุนหลักประกันสุขภาพองค์การบริหารส่วนตำบลห้วยขวาง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของออมลิน ศิลสังวร (2555) ซึ่งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความผาสุกทางใจของผู้สูงอายุ ในจังหวัดพิษณุโลก พบว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีอายุในช่วงวัยสูงอายุตอนต้น ซึ่งเป็นช่วงวัยที่ร่างกายยังมีการเปลี่ยนแปลงทางเสื่อมถอยน้อยกว่าในช่วงวัยอื่น ๆ ยังมีสุขภาพแข็งแรงช่วยเหลือตนเองได้ดี (พึ่งพาคือคนอื่นน้อย) เมื่อพิจารณารายชื่อ จะพบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้เองในทุกกิจกรรม ได้แก่ ล้างหน้า หวีผม แปรงฟัน โกนหนวด การอาบน้ำ รับประทานอาหารเมื่อเตรียมสำหรับไว้ให้เรียบร้อยต่อหน้า การใช้ห้องน้ำ การสวมใส่เสื้อผ้า การขึ้นลงบันได 1 ชั้น ลุกนั่งจากที่นอน หรือจากเตียงไปยังเก้าอี้ การเคลื่อนที่ภายในห้องหรือบ้าน ยกเว้นด้านการควบคุมการขับถ่ายได้แก่ การกลั้นปัสสาวะ และการกลั้นอุจจาระที่พบว่า มีผู้สูงอายुर้อยละ 20 ที่มีปัญหา สามารถกลั้นปัสสาวะ หรืออุจจาระได้บ้าง และไม่ได้เลย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กนกวรรณ สิทธิวิรัชธรรม และศันสนีย์ เมฆรุ่งเรืองวงศ์ (2558) ซึ่งศึกษาความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุในเขตเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่า ผู้สูงอายุสามารถทำกิจวัตรประจำวันทั้ง 10 ด้าน ส่วนใหญ่สามารถทำกิจวัตรประจำวันได้เองมากกว่าร้อยละ 70 ยกเว้นด้านการควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะที่มีเพียงร้อยละ 46.4 ที่สามารถควบคุมการขับถ่ายได้ ซึ่งผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้สนับสนุนในการกำหนดนโยบายวางแผนจัดระบบสนับสนุนการให้บริการสุขภาพผู้สูงอายุในกรณีที่ผู้สูงอายุยังสามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ดี ในส่วนของผู้สูงอายุที่ต้องการความช่วยเหลือนั้นก็จะต้องมีกรวางแผนเพื่อเพิ่มทักษะให้แก่ผู้ดูแลและสมาชิกในครอบครัวให้สามารถดูแลให้ผู้สูงอายุเหล่านั้นเกิดความสบายใจได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านวังดาราที่ได้ให้การสนับสนุนข้อมูลเบื้องต้น ช่วยอนุเคราะห์ในการประสานงานการลงพื้นที่กับอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน และผู้นำชุมชนเพื่อเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัย ตลอดจนกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในการอนุเคราะห์ให้ข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ สิทธิวิรัชธรรม และศันสนีย์ เมฆรุ่งเรืองวงศ์. (2558). ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุในเขตเมือง จังหวัดอุดรธานี. *วารสารพยาบาลศาสตร์และสุขภาพ*. 38(4), 11-21.
- กระทรวงสาธารณสุข. (2554). *การดูแลสุขภาพผู้สูงอายุระยะยาว (สำหรับเจ้าหน้าที่)* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก
- กระทรวงสาธารณสุข. (2561). *ประชากรจำแนกเพศ [กลุ่มอายุรายปี เขตสุขภาพที่ 8 จังหวัดอุดรธานี อำเภอบ้านดุง ตำบลวังทอง ปี 2561]*. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 เดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2561, จาก www.hdcservice.moph.go.th: URL: https://hdcservice.moph.go.th/hac/report.php?source=populationpyramid.php&cat_id=ac4eed1dbdb23d6130746d62d2538fd0&id=db4e8d42e1234a75bd03d430c31feb2f.
- เฉลิมพล ทรัพย์อุไรรัตน์, อภิชาติ ใจอารีย์, และสันติ ศรีสวนแดง. (2557). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุในตำบลห้วยขวาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. *วารสารวิชาการ*. 7(2), 187-202.
- นงนุช แยม่วงษ์. (2557). คุณภาพชีวิต และความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุที่มารับบริการในโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพฯ. *วารสารการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ*. 21(1), 37-44.

สุทธิชัย จิตะพันธุ์กุล และคณะ. (2541). *การวิเคราะห์ผู้สูงอายุ. หลักสำคัญของเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์. (2559). สังคมผู้สูงอายุ (Aging society). ใน พงศธร พอกเพิ่มดี (บรรณาธิการ), *Health at a Glance Thailand 2016* (8). ม.ป.พ.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2550). *รายงานสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2550*. กรุงเทพมหานคร: ธนาเพรส.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2557). *การสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2557*. กรุงเทพมหานคร: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.

ออมสิน ศิลสังวร. (2555). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความพอใจทางใจของผู้สูงอายุ*. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการพยาบาลเวชปฏิบัติชุมชน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อรุณ จิรวัดน์กุล. (2548). *ชีวิตที่ดีสำหรับงานวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. ขอนแก่น : โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.

Mahoney FI, Barthel DW. (1965). *Functional evaluation. The Barthel index*. Maryland State Med J.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยโดยรอบบ่อฝังกลบขยะ
กรณีศึกษา ชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอบึงสามพัน จังหวัดอุบลราชธานี

Factors Related to the Quality of Life of People Living Around the Landfill :
a Case Study in Nongpan Community, Pho Sai, Phibun Mangsahan District,
Ubonratchathani Province

พัจณา ธานี^{1*} และ นฤกร เรืองฤทธิ์¹

¹วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail : patnapa.w@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวางมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพชีวิตและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยโดยรอบบ่อฝังกลบขยะ กรณีศึกษา ชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอบึงสามพัน จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 101 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบสอบถามวัดคุณภาพชีวิตในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และหาความสัมพันธ์โดยใช้ Fisher's Exact Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ผลการศึกษา พบว่า รายได้ต่อเดือนมีความสัมพันธ์กับระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอบึงสามพัน จังหวัดอุบลราชธานี (p-value = 0.005) ซึ่งคุณภาพชีวิตโดยรวมของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน อยู่ในระดับปานกลาง โดยคุณภาพชีวิตด้านสัมพันธภาพทางสังคมอยู่ในระดับสูง ร้อยละ 53.5 แต่คุณภาพชีวิตด้านสิ่งแวดล้อม ด้านสุขภาพกาย และด้านจิตใจ อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 63.4, 56.4 และ 46.5 ตามลำดับ อีกทั้ง พบว่า ในชุมชนมีปัญหาความเดือดร้อนจากกลิ่นเหม็นมูลฝอย จากสัตว์และแมลงนำโรค ร้อยละ 41.6 และ 36.6 ตามลำดับ ดังนั้น หน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงและที่เกี่ยวข้อง เช่น เทศบาลเมืองบึงสามพัน เทศบาลตำบลโพธิ์ไทร เป็นต้น จะต้องมีการดำเนินการแก้ไขปัญหาความเดือดร้อนจากสถานที่กำจัดมูลฝอย ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน เช่น ปัญหากลิ่นเหม็นของขยะมูลฝอย และแมลงนำโรค เป็นต้น ควรเข้ามาจัดการ ควบคุมดูแลและป้องกันผลกระทบ ที่จะเกิดขึ้น รวมทั้งควรมีการติดตามเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง อันจะส่งผลต่อการมีคุณภาพชีวิตของประชาชนที่ดีขึ้น

คำสำคัญ : คุณภาพชีวิต ประชาชน บ่อฝังกลบขยะ

Abstract

This research is a cross-sectional descriptive research. The objectives were to study the quality of life and the factors related to the quality of life of people living around the landfill. The researcher used questionnaire to measure quality of life. Descriptive statistics and Fisher's Exact Test were used to analyze the data with the statistical significant level at 0.05.

The results showed that the monthly income was correlated with the quality of life of people living in Nongpan community, Pho Sai, Phibun Mangsahan district. Ubonratchathani Province (p-value = 0.005). The overall quality of life of people living in Nongpan community was at the moderate level. The quality of life in social relationships was at a high level of 53.5%. Environmental, physical and mental health were at moderate level. (63.4%, 56.4% and 46.5%, respectively) In addition, there were problems of smelly garbage and insects/animals-borne diseases at 41.6% and 36.6% respectively. The direct and responsible agencies such as Phibun Mangsahan Municipality have to take actions of the waste disposal sites such as the smell of solid

waste and insect pests, which may affect the quality of life of people living in Nongpan community. Municipality could be manage, control and prevent these effects by monitoring them continuously for well-being of villagers.

Keywords : Quality of Life, Population, Landfill

บทนำ

คุณภาพชีวิตที่ดีเป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาประชากรของประเทศ โดยได้มุ่งเน้นให้คนเป็นศูนย์กลางแห่งการพัฒนาที่พึงปรารถนา ซึ่งจะต้องทำให้ทุกคนได้รับการพัฒนาศักยภาพอย่างเต็มที่ซึ่งจะทำให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดี ซึ่งคุณภาพชีวิตที่ดีเป็นเป้าหมายสำคัญดังกล่าวยังมีความหมายที่คลุมเครือและยังเป็นนามธรรม แม้ว่าการเริ่มต้นของการวัดชีวิตที่ดีและการยกระดับคุณภาพชีวิตในเชิงศาสตร์จะได้รับความสนใจจากสถาบันหรือองค์กรต่าง ๆ ทั่วโลกที่เกี่ยวข้องกับการวางนโยบายเพื่อพัฒนาโดยพยายามพัฒนามาตรวัดและวิธีการวัดคุณภาพชีวิตขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการติดตามประเมินผล กำหนดนโยบาย และวางแผนพัฒนา แต่การศึกษาดังกล่าวก็เป็นเรื่องที่ยุ่ยากพอสมควร เนื่องจากความต้องการของมนุษย์ในแต่ละสังคมล้วนแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมความเป็นอยู่ หรือคนในสังคมเดียวกันก็อาจมีความต้องการที่แตกต่างกันตามความจำเป็นของแต่ละคน ตลอดจนภายในตัวบุคคลก็อาจมีความต้องการที่แตกต่างกัน (จักรพงษ์ เกยีน, 2554) จากข้อมูลแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 – 2564 พบว่า ประเทศไทยยังประสบปัญหาคุณภาพคน คุณภาพการศึกษา คุณภาพบริการสาธารณะและบริการสาธารณสุข สังคมไทยยังมีความเหลื่อมล้ำสูงก่อให้เกิดความแตกแยก นอกจากนี้ทรัพยากรธรรมชาติยังร่อยหรอและสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว มีภาวะขยะล้นเมือง เนื่องจากขยะมูลฝอยที่มีการฝังกลบหรือนำไปกำจัดที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อร่างกายถึงร้อยละ 92.3 โดยโรคร้ายที่มาจากขยะ 4 อันดับแรก ได้แก่ ท้องร่วงท้องเสีย โรคมุมิแพ้ คลื่นไส้อาเจียน และปวดศีรษะ ตามลำดับ ถึงแม้โรคที่เกิดจากขยะโดยตรงยังไม่ปรากฏให้เห็นอย่างแน่ชัด แต่จากข้อมูลการวิจัยที่ผ่านมา มีหลักฐานยืนยันว่ากลุ่มผู้ที่ได้รับผลกระทบด้านสุขภาพโดยตรงคือ กลุ่มคนผู้รับซื้อของเก่า ซาเล้ง ผู้ค้าขยะ คนเก็บขยะ และประชาชนที่อยู่ใกล้เคียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฝนตกจะมีแมลงวัน หนู และสัตว์พาหะนำโรคอื่นๆ เป็นจำนวนมาก รวมทั้งกลิ่นเหม็นที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงบริเวณดังกล่าว ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนและสิ่งแวดล้อมตามมา เทศบาลเมืองพิบูลมังสาหาร มีปริมาณขยะที่จัดเก็บได้จำนวน 17 ตัน/วัน กำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบในสถานที่กำจัดมูลฝอยเทศบาลเมืองพิบูลมังสาหาร ซึ่งมีพื้นที่ 29 ไร่ 3 งาน ตั้งอยู่ในชุมชนหนองแปน ถนนสถิตินิมานกาล ซอย 3 ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี โดยอยู่ในความรับผิดชอบของเทศบาลเมืองพิบูลมังสาหาร ซึ่งชุมชนที่อยู่ใกล้สถานที่กำจัดมูลฝอยเทศบาลเมืองพิบูลมังสาหาร มีระยะห่างประมาณ 0.5 – 1 กิโลเมตร คือ ชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี ปัจจุบันเทศบาลเมืองพิบูลมังสาหารมีตลาดสดที่เป็นศูนย์กลางในการจำหน่ายแลกเปลี่ยน สินค้าอุปโภค บริโภค สินค้าการเกษตร รวมทั้งธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ห้างสรรพสินค้า ซึ่งธุรกิจเหล่านี้มีแนวโน้มการขยายตัวเพิ่มขึ้น และยังมีสถานีรถประจำทาง ที่เชื่อมต่อการเดินทางไปยังอำเภอต่างๆ ภายในจังหวัดอุบลราชธานีและจังหวัดที่ใกล้เคียง ทำให้มีประชาชนสัญจรไปมาจำนวนมาก เป็นการเพิ่มภาระในการกำจัดขยะมูลฝอยมากขึ้น รวมถึงพื้นที่ในเขตตำบลหรืออำเภอที่อยู่ข้างเคียงอำเภอพิบูลมังสาหารก็นำขยะมูลฝอยมาฝังกลบที่สถานที่กำจัดมูลฝอยเทศบาลเมืองพิบูลมังสาหาร ทำให้มีปริมาณมูลฝอยที่นำมากำจัดมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น (เทศบาลเมืองพิบูลมังสาหาร, 2560) ประกอบกับสถิติสาเหตุการป่วยของผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพิบูลมังสาหาร พ.ศ. 2559 ซึ่งครอบคลุมการเข้ารับบริการของประชาชนชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า มีประชาชนที่ป่วยเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ การติดเชื้อของทางเดินหายใจส่วนบนแบบเฉียบพลันอื่นๆ คออักเสบเฉียบพลันและต่อมทอนซิลอักเสบเฉียบพลัน โรคหลอดลมอักเสบ กุ้งลมโป่งพองและปอดชนิดอุดกั้นแบบเรื้อรังอื่นๆ และโรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลันกับหลอดลมเล็กอักเสบเฉียบพลันมีจำนวน 40,173 17,189 6,895 และ 5,799 คน ตามลำดับ และโรคอื่นๆ

ทางผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง จำนวน 9,517 คน และจากสถิติสาเหตุการป่วยของผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านสร้างแก้ว ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอบึงสามพัน จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2559 พบว่ามีประชากรที่ป่วยเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ การติดเชื้อของทางเดินหายใจส่วนบนแบบเฉียบพลันอื่นๆ และคออักเสบเฉียบพลันกับต่อมทอนซิลอักเสบเฉียบพลัน มีจำนวน 1,141 และ 549 คน ตามลำดับ โรคอื่นๆ ทางผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง โรคอักเสบติดเชื้อทางผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง เยื่อぶตาอักเสบและความผิดปกติของเยื่อぶตาอื่นๆ และโรคติดเชื้อรา มีจำนวน 184, 175, 109 และ 79 คน ตามลำดับ ซึ่งโรคเหล่านี้อาจมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่เกิดจากสถานที่กำจัดมูลฝอยเทศบาลเมืองพิบูลมังสาหารโดยอ้อมหรืออาจมาจากสาเหตุอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานที่กำจัดมูลฝอยเทศบาลเมืองพิบูลมังสาหาร และจากที่ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ถึงปัญหาจากสถานที่กำจัดมูลฝอยกับผู้อยู่บ้าน ชุมชนหนองแปน พบว่า ปัญหาที่ชุมชนหนองแปนได้รับจากสถานที่กำจัดมูลฝอย คือ ในช่วงฤดูฝนจะมีสัตว์นำโรครุนแรงที่สุด คือ แมลงวัน และนาข้าวของชาวบ้านที่อยู่ใกล้สถานที่กำจัดมูลฝอยได้รับความเสียหาย เนื่องจากมีน้ำเสียจากกองขยะไหลลงปนเปื้อน และในช่วงฤดูแล้งชาวบ้านจะได้รับความเดือดร้อนคือ กลิ่นควันไฟ และเศษขี้เถ้าจากการเผาขยะ เป็นการสร้างมลพิษทางอากาศ และทำลายทัศนียภาพของชุมชน จากสาเหตุดังกล่าวทำให้เกิดความเดือดร้อนต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้สถานที่กำจัดมูลฝอยเทศบาลเมืองพิบูลมังสาหาร และอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของชาวบ้านที่อยู่ในชุมชนหนองแปน จากสถานการณ์ที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการขยายตัวของชุมชนเมืองและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจก่อให้เกิดปัญหาขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลเพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและเป็นเหตุให้เกิดปัญหาหามลพิษให้กับสิ่งแวดล้อมและเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แพร่เชื้อโรคของสัตว์นำโรค (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2559) ซึ่งก่อให้เกิดความเดือดร้อนต่อผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงเป็นอย่างมาก สืบเนื่องจากรายงานวิจัยที่ศึกษาคุณภาพชีวิตและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณบ่อขยะฝั่งกลบ บ้านดอนผอง ตำบลคูเมือง อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า คุณภาพชีวิตอยู่ในระดับปานกลาง อีกทั้งรายได้และอาชีพ มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของกลุ่มตัวอย่างประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณบ่อขยะฝั่งกลบ บ้านดอนผอง ตำบลคูเมือง อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี (p-value = 0.027 และ 0.009) ตามลำดับ (จันทร์นิภา แสงสว่าง, 2559)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนชุมชนหนองแปนที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณสถานที่กำจัดมูลฝอยเทศบาลเมืองพิบูลมังสาหารเพื่อเป็นแนวทางให้กับองค์กรหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้สำหรับการวางแผนในการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตให้กับประชาชนในพื้นที่ต่อไป

วิธีการวิจัย

1. รูปแบบที่ใช้ในการศึกษา

รูปแบบของการศึกษางานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional descriptive research)

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ ประชาชนที่มีอายุ 15 – 60 ปี ที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอบึงสามพัน จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 166 คน โดยการศึกษาครั้งนี้ได้คำนวณขนาดตัวอย่างโดยขนาดประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นกลุ่มประชากรขนาดเล็ก ซึ่งทราบจำนวนประชากร (N) โดยใช้สูตรคำนวณขนาดตัวอย่างดังนี้

$$n = \frac{[NZ^2\alpha/2 P(1-P)]}{[e^2(N-1)]+[Z^2\alpha/2 P(1-P)]}$$

$$n = \frac{[(166)(1.96^2)] [(0.86) (1 - 0.86)]}{[(0.043^2) (166 - 1)] + [(1.96^2)] [0.86 (1 - 0.86)]}$$

$$n = 100.02 \approx 101 \text{ คน}$$

ดังนั้น จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เท่ากับ 101 คน

3. การสุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) ซึ่งอาศัยหลักความน่าจะเป็น โดยนำรายชื่อประชาชนที่มีอายุ 15 – 60 ปี เป็นกลุ่มตัวอย่างแล้วเขียนบ้านเลขที่ของผู้ที่มีอายุ 15 – 60 ปี ทำเป็นฉลากใส่ลงไปในกล่องแล้วสุ่มโดยการจับฉลากแบบไม่ใส่คืนจนได้จำนวนขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเพื่อเป็นขนาดตัวอย่างที่ดีในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

4. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผู้ศึกษาเป็นผู้สร้างขึ้นตามหลักเกณฑ์การสร้างแบบสอบถามและทบทวนวรรณกรรมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีเนื้อหาสาระอยู่ภายใต้กรอบแนวคิด ทฤษฎี และตัวแปรที่ผู้ศึกษาต้องการศึกษา ซึ่งแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ส่วนโดยแต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง มีจำนวน 11 ข้อ โดยเป็นคำถามแบบเลือกตอบและแบบเติมคำตอบ มีรายละเอียด ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้ต่อเดือน อาชีพ สถานภาพการสมรส ลักษณะการพักอาศัย โรคประจำตัว ระยะเวลา ที่อยู่อาศัย เหตุผลในการอยู่อาศัย และการคิดจะย้ายไปอยู่ที่อื่น

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามปัญหาความเดือดร้อนจากมูลฝอย

แบบสอบถามปัญหาความเดือดร้อนจากมูลฝอยมีจำนวน 5 ข้อ โดยเป็นคำถามปลายปิด ซึ่งสามารถเลือกตอบได้เพียงคำตอบเดียว ลักษณะคำถามเป็นแบบ 5 ตัวเลือก คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามวัดคุณภาพชีวิต

แบบสอบถามวัดคุณภาพชีวิต โดยผู้วิจัยประยุกต์ใช้จาก เครื่องชี้วัดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลก ชุดย่อ ฉบับภาษาไทย (WHOQOL - BREF - THAI) (สุวัฒน์ มหัตถินรัตน์กุล และคณะ, 2540) มีทั้งหมด 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านสุขภาพกาย จำนวน 6 ข้อ ด้านจิตใจ จำนวน 6 ข้อ ด้านสัมพันธภาพทางสังคม จำนวน 6 ข้อ ด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 6 ข้อ และคุณภาพชีวิตโดยรวม จำนวน 2 ข้อ รวมทั้งหมด 26 ข้อ ซึ่งสามารถเลือกตอบได้เพียงคำตอบเดียว ลักษณะคำถามเป็นแบบ 5 ตัวเลือก คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด

เครื่องมือได้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พิจารณาความตรงได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item objective congruence; IOC) มากกว่า 0.5 ทุกข้อ (ค่าที่เหมาะสม คือ 0.5 ขึ้นไป) และได้้นำแบบสอบถามไปทดสอบ (try out) ประชาชนที่อาศัยอยู่บ้านดอนผอุง ตำบลคูเมือง อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี (พื้นที่ใกล้บ่อฝังกลบขยะ) โดยได้ เป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามคุณภาพชีวิตโดยรวม เท่ากับ 0.857 และเมื่อแยกเป็นองค์ประกอบย่อยรายด้าน เป็นด้านสุขภาพกาย ด้านจิตใจ ด้านสัมพันธภาพทางสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.708, 0.708, 0.753 และ 0.723 ตามลำดับ (ซึ่งค่าที่ยอมรับได้อยู่ประมาณ 0.70 ขึ้นไป)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากนำแบบสอบถามที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ จากนั้นนำมาจัดทำคู่มือ ลงรหัส และบันทึกผล แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมทางสถิติ ใช้สถิติพรรณนา (descriptive statistics) ด้วยค่าความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และค่าสูงสุด ต่ำสุด (max-min) และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนบุคคลกับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้สถิติ Fisher Exact Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการวิจัย

ข้อมูลส่วนบุคคลของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน พบว่า เป็นเพศหญิง ร้อยละ 55.4 โดยมีอายุระหว่าง 48 – 60 ปี ร้อยละ 48.6 โดยมีรายได้ต่อเดือนอยู่ระหว่าง 2,000 – 5,000 บาท ร้อยละ 35.6 มีระดับการศึกษาสูงสุด คือ ระดับประถมศึกษา ร้อยละ 63.4 รองลงมา คือ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น/ปวช. ร้อยละ 25.7 กลุ่มตัวอย่างมีอาชีพเกษตรกร มากที่สุด ร้อยละ 40.6 รองลงมา คือ รับจ้างทั่วไป ร้อยละ 33.7 โดยมีสถานะภาพสมรสมากที่สุด ร้อยละ 71.3 ในส่วนของลักษณะการพักอาศัย พบว่าร้อยละ 56.4 อาศัยอยู่กับคู่สมรสและบุตร/หลาน และกลุ่มตัวอย่างไม่มีโรคประจำตัว อีกทั้งประชาชนมีระยะเวลาในการอยู่อาศัยมากกว่า 30 ปี ร้อยละ 46.5 ในส่วนของเหตุผลในการอยู่อาศัย พบว่า เป็นบ้านเกิดมากที่สุด ร้อยละ 64.4 และการคิดจะย้ายไปอยู่ที่อื่น พบว่ากลุ่มตัวอย่างไม่เคยคิดจะย้ายไปอยู่ที่อื่นถึง ร้อยละ 94.1 และปัญหาความเดือดร้อนจากการสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีปัญหาความเดือดร้อนจากกลิ่นเหม็นมูลฝอยมากที่สุด ร้อยละ 41.6 รองลงมา คือ ปัญหาความเดือดร้อนจากสัตว์และแมลงนำโรค ร้อยละ 36.6 และความเดือดร้อนจากน้ำเสียไหลลงแหล่งน้ำ/ที่ทำการเกษตรกรรม ร้อยละ 27.7 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละ ระดับปัญหาที่ได้รับความเดือดร้อนจากขยะมูลฝอยของกลุ่มตัวอย่าง (n=101)

ปัญหาความเดือดร้อนจากขยะมูลฝอย	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ความเดือดร้อนจากสัตว์และแมลงนำโรค	20 (19.8)	17 (16.8)	34 (33.7)	21 (20.8)	9 (8.9)
2. ความเดือดร้อนจากกลิ่นเหม็นมูลฝอย	18 (17.8)	24 (23.8)	32 (31.7)	17 (16.8)	10 (9.9)
3. ความเดือดร้อนจากควันไฟ/ฝุ่นละออง	10 (9.9)	12 (11.9)	46 (45.5)	19 (18.8)	14 (13.9)
4. ความเดือดร้อนจากเศษขยะหล่นหรือลมพัดปลิว เรียราด	11 (11.9)	11 (10.9)	32 (31.7)	37 (36.6)	10 (9.9)
5. ความเดือดร้อนจากน้ำเสียไหลลงแหล่งน้ำ/ที่ทำการเกษตรกรรม	10 (9.9)	18 (17.8)	22 (21.8)	26 (25.7)	25 (24.8)

ระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี มีระดับคุณภาพชีวิตโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 57.4 รองลงมา คือ ระดับคุณภาพชีวิตระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 39.6 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของระดับคุณภาพชีวิตโดยรวมของกลุ่มตัวอย่าง (n=101)

คุณภาพชีวิต	จำนวน	ร้อยละ
ระดับสูง	40	39.6
ระดับปานกลาง	58	57.4
ระดับต่ำ	3	3.0

เมื่อพิจารณารายด้านของคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี มีคุณภาพชีวิตด้านสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับปานกลาง มากที่สุด ร้อยละ 63.4 รองลงมา คือ ด้านสุขภาพกาย ร้อยละ 56.4 และด้านสัมพันธภาพทางสังคมมีคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับสูง ร้อยละ 53.5 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของระดับคุณภาพชีวิตของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกรายด้าน (n=101)

ด้านคุณภาพชีวิต	คุณภาพชีวิต ระดับสูง	คุณภาพชีวิต ระดับปานกลาง	คุณภาพชีวิต ระดับต่ำ
ด้านสุขภาพกาย	41 (40.6)	57 (56.4)	3 (3.0)
ด้านจิตใจ	40 (39.6)	47 (46.5)	14 (13.9)
ด้านสัมพันธภาพทางสังคม	54 (53.5)	43 (42.5)	4 (4.0)
ด้านสิ่งแวดล้อม	31 (30.7)	64 (63.4)	6 (5.9)

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนบุคคลกับระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ สถานภาพสมรส ลักษณะการพักอาศัย โรคประจำตัว ระยะเวลาที่อยู่อาศัย เหตุผลในการอยู่อาศัย และการคิดจะย้ายไปอยู่ที่อื่นไม่มี ความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิต (p-value = 0.447, 0.193, 0.164, 0.719, 0.468, 0.772, 0.163, 0.219, 0.278, 0.099 ตามลำดับ) ยกเว้น รายได้ต่อเดือนที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p-value = 0.005) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนบุคคลกับคุณภาพชีวิตของกลุ่มตัวอย่าง (n=101)

ปัจจัยส่วนบุคคล	ระดับคุณภาพชีวิต			Fisher Exact test	p-value
	สูง	ปานกลาง	ระดับต่ำ		
เพศ				1.794	0.447
ชาย	15 (33.3)	28 (62.2)	2 (4.4)		
หญิง	25 (44.6)	30 (53.6)	1 (1.8)		
อายุ				7.806	0.193
15-27 ปี	4 (23.5)	11 (64.7)	2 (11.8)		
28-37 ปี	2 (25.0)	6 (75.0)	0 (0.0)		
38-47 ปี	12 (44.4)	14 (51.9)	1 (3.7)		
48-60 ปี	22 (44.9)	27 (55.1)	0 (0.0)		
รายได้ต่อเดือน				15.485	0.005
น้อยกว่า 2,000	8 (25.0)	24 (75.0)	0 (0.0)		
2,000 – 5,000	19 (52.8)	16 (44.4)	1 (2.8)		
5,000 – 8,000	12 (50.0)	12 (50.0)	0 (0.0)		
มากกว่า 8,000	1 (11.1)	6 (66.7)	2 (22.2)		
ระดับการศึกษา				8.757	0.164
ระดับประถมศึกษา	27 (42.2)	36 (56.3)	1 (1.6)		
ระดับมัธยมศึกษา ตอนต้น/ปวช./	10 (38.5)	16 (61.5)	0 (0.0)		
ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย/ปวส.	2 (22.2)	5 (55.6)	2 (22.2)		
ระดับปริญญาตรี	1 (50.0)	1 (50.0)	0 (0.0)		
อาชีพ				8.188	0.719
ไม่ได้ทำงาน	7 (43.8)	9 (56.3)	0 (0.0)		
เกษตรกร	16 (39.0)	25 (61.0)	0 (0.0)		
รับจ้างทั่วไป	14 (41.2)	17 (50.0)	3 (8.8)		
ค้าขายหรือประกอบ กิจการส่วนตัว	2 (40.0)	3 (60.0)	0 (0.0)		
รับราชการ	0 (0.0)	2 (100.0)	0 (0.0)		
นักเรียนหรือนักศึกษา	1 (33.3)	2 (66.7)	0 (0.0)		
ลักษณะการพักอาศัย				5.173	0.772
อยู่คนเดียว	5 (55.6)	4 (44.4)	0 (0.0)		
อยู่กับคู่สมรส	5 (29.4)	12 (70.6)	0 (0.0)		
อยู่กับคู่สมรสและ/บุตรหลาน	23 (40.3)	31 (54.4)	3 (5.3)		
อยู่กับญาติ					
อยู่กับบิดา/มารดา	5 (33.3)	10 (66.7)	0 (0.0)		
	2 (66.7)	1 (33.3)	0 (0.0)		

โรคประจำตัว				3.623	0.163
ไม่มีโรคประจำตัว	28 (46.7)	31 (51.7)	1 (1.7)		
มีโรคประจำตัว	12 (29.3)	27 (65.9)	2 (4.9)		
ระยะเวลาที่อยู่อาศัย				7.346	0.219
น้อยกว่า 10 ปี	4 (30.8)	9 (69.2)	0 (0.0)		
11 – 20 ปี	12 (48.0)	13 (52.0)	0 (0.0)		
21 – 30 ปี	8 (50.0)	6 (37.5)	2 (12.5)		
มากกว่า 30 ปี	16 (34.0)	30 (63.8)	1 (2.1)		
เหตุผลในการอยู่อาศัย				4.569	0.279
บ้านเกิด	23 (35.4)	39 (60.0)	3 (4.6)		
ย้ายติดตามครอบครัว และญาติ	9 (37.5)	15 (62.5)	0 (0.0)		
ย้ายมาประกอบอาชีพ	8 (66.7)	4 (33.3)	0 (0.0)		
การคิดจะย้ายไปอยู่ที่อื่น				4.749	0.099
ไม่เคยคิด	40 (42.1)	52 (54.7)	3 (3.2)		
เคยคิด	0 (0.0)	6 (100.0)	0 (0.0)		

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอบึงสามพัน จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 101 คน ผลการศึกษาวิจัยสามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ ดังนี้

1. ระดับคุณภาพชีวิตของกลุ่มตัวอย่าง

ระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอบึงสามพัน จังหวัดอุบลราชธานี โดยรวมแล้วมีคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อมาวสี บัวทองจันทร์ (2550) ที่ศึกษา ผลกระทบของการกำจัดขยะมูลฝอยจากสถานที่กำจัดขยะเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียง พบว่า หัวหน้าครัวเรือนเห็นว่าการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดมีผลกระทบต่อการต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียงสถานที่กำจัดขยะโดยรวม อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากหัวหน้าครัวเรือนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้าง ทำงานนอกพื้นที่ห่างไกลจากสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดจึงไม่ได้รับผลกระทบมากนักและสอดคล้องกับงานวิจัยของจันทร์นิภา แสงสว่าง (2559) ที่ศึกษาคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณบ่อขยะฝ่งกลบ บ้านดอนผอง ตำบลคูเมือง อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคุณภาพชีวิตโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ในส่วนขององค์ประกอบรายด้าน ซึ่งประกอบด้วย ด้านสุขภาพกาย ด้านสุขภาพจิต ด้านสัมพันธภาพทางสังคม และสิ่งแวดล้อม ส่วนใหญ่จะมีคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้มีเพียงด้านเดียวที่อยู่ในระดับสูง คือ ด้านสัมพันธภาพทางสังคม เนื่องจากชาวบ้านมีความรู้สึกอยากย้ายออกจากชุมชนน้อยที่สุด ร้อยละ 53.5 และมีปัญหาความขัดแย้งกับหน่วยงานที่รับผิดชอบสถานที่กำจัดมูลฝอยน้อยที่สุด ร้อยละ 41.6 โดยมีความพึงพอใจการช่วยเหลือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 38.6 สอดคล้องกับการศึกษาของจอห์น ดี มิลเลท (John D. Millett อ้างถึงใน มาลัย ไทประเสริฐ, (2557) ได้อธิบายว่า ความพึงพอใจของประชาชนที่มีต่อบริการสาธารณะ หรือความสามารถในการที่จะพิจารณาว่าบริการสาธารณะนั้น จะเป็นที่พึงพอใจหรือไม่ก็ให้พิจารณาได้จากการให้บริการอย่างเสมอภาค (Equitable Service) ดังนั้น ประชาชนทุกคนจะได้รับการปฏิบัติอย่างเท่าเทียมกันในแง่ของกฎหมาย ไม่มีการแบ่งแยกกีดกันใน การให้บริการประชาชน จะได้รับการปฏิบัติในฐานะที่เป็นปัจเจกบุคคลที่ใช้มาตรฐานการให้บริการเดียวกัน แต่ปัญหาความเดือดร้อนจากขยะมูลฝอยที่สอบถามความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีปัญหาความเดือดร้อนจากกลิ่นเหม็นมูลฝอยมากถึงมากที่สุด ร้อยละ 41.6 รองลงมา คือ ปัญหาความเดือดร้อนจากสัตว์และแมลงนำโรค ร้อยละ 36.6 และความเดือดร้อนจากน้ำเสียไหลลงแหล่งน้ำ/ที่ทำการ

เกษตรกรรม ร้อยละ 27.7 ถึงแม้คุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนใกล้สถานที่กำจัดมูลฝอย จะได้รับผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนอยู่ในระดับปานกลาง ก็จำเป็นต้องมีการดำเนินการแก้ไขปัญหาคความเดือนร้อนที่ประชาชนชุมชนหนองแปนได้รับจากสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เช่น ปัญหากลิ่นเหม็นของขยะมูลฝอย และแมลงนำโรค เป็นต้น ดังนั้นหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงและที่เกี่ยวข้องควรเข้ามาจัดการ ควบคุมดูแล และป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้น รวมทั้งควรมีการติดตามเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง ดังรายงานของ นคร กาเหיים (2553) ที่ได้ศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการจัดการมูลฝอย ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พบว่า ประชาชนมีอัตราการเจ็บป่วยเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยที่ไม่ถูกสุขลักษณะทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพทางกาย ได้แก่ เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ โรคระบบทางเดินอาหาร โรคผิวหนังอักเสบ รวมถึง/ประชาชนมีความวิตกกังวลกับปัญหาความสกปรกของระบบการจัดการมูลฝอย ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนมากถึง ร้อยละ 58.9 นอกจากนี้ยังเกิดผลกระทบทางสุขภาพเชิงลบ ได้แก่ สถานที่ฝังกลบมูลฝอยทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในชุมชน ในขณะที่ จิราภรณ์ หลาบคำและคณะ (2559) ที่ได้ทำการประเมินผลกระทบทางสุขภาพของชุมชนที่อยู่รอบสถานที่ฝังกลบมูลฝอยเทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า ประชาชนได้รับผลกระทบสุขภาพทางร่างกายเชิงลบค่อนข้างมาก คือ มีประชาชนได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองและควันไฟจากเตาเผาขยะติดเชื้อ ร้อยละ 46.8 สถานที่ฝังกลบมูลฝอยเป็นแหล่งกำเนิดสัตว์นำโรคที่เป็นสาเหตุของโรคติดต่อ ร้อยละ 40.4 ประชาชนได้กลิ่นเหม็นจากมูลฝอย ร้อยละ 39.7 สำหรับผลกระทบทางจิตเชิงลบ คือ ประชาชนมีความกังวลต่อการใช้น้ำผิวดินและน้ำบาดาลถึงร้อยละ 77.3 และ 71.6 ตามลำดับ กังวลใจกับการตั้งบ้านเรือนใกล้กับสถานที่ฝังกลบมูลฝอย ร้อยละ 72.3 ผลกระทบทางสังคมเชิงลบ คือ เกิดความขัดแย้งระหว่างชุมชนกับเทศบาล ร้อยละ 26.3 และชุมชนอื่นรังเกียจ ร้อยละ 24.1 เป็นต้น

2. ความสัมพันธ์ของปัจจัยส่วนบุคคลกับคุณภาพชีวิตของกลุ่มตัวอย่าง

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน ตำบลโพธิ์ไทร อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า รายได้ต่อเดือน มีความสัมพันธ์กับระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p\text{-value} = 0.005$) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่าง มีรายได้อยู่ระหว่าง 2,000 – 5,000 เพราะรายได้เป็นแหล่งที่มาของเงินเพื่อใช้ในการดำรงชีพ หากมีรายได้ดี ก็จะนำไปสู่ความสามารถในการตอบสนองความต้องการด้านอื่นๆ ตามไปได้ด้วย โดยช่วยในการลดภาระของครอบครัวและจะส่งผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นตามมา ซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพเกษตรกร และมีอาชีพรองลงมา เป็นอาชีพรับจ้างทั่วไป ซึ่งเป็นอาชีพที่ไม่มีความมั่นคงและมีรายได้ไม่แน่นอนส่งผลต่อสภาพจิตใจเป็นไปในทางลบ (กรมสุขภาพจิต, 2554) สอดคล้องกับงานวิจัยของ จันทรนิภา แสงสว่าง (2559) ที่ศึกษา คุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณบ่อขยะฝังกลบ บ้านดอนผอุง ตำบลคูเมือง อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า รายได้และอาชีพ มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของกลุ่มตัวอย่างประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณบ่อขยะฝังกลบ บ้านดอนผอุง ตำบล คูเมือง อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p\text{-value} = 0.027$ และ 0.009) ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์

หน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงและที่เกี่ยวข้อง เช่น เทศบาลเมืองพิบูลมังสาหาร เทศบาลตำบลโพธิ์ไทร เป็นต้น มีการดำเนินการแก้ไขปัญหาคความเดือนร้อนจากสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ชุมชนหนองแปน เช่น ปัญหากลิ่นเหม็นของขยะมูลฝอย และแมลงนำโรค เป็นต้น ควรเข้ามาจัดการควบคุมดูแล และป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้น รวมทั้งควรมีการติดตามเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะเป็นการส่งเสริมการมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของประชาชนที่อาศัยในพื้นที่โดยรอบบริเวณหลุมฝังกลบขยะ

เอกสารอ้างอิง

- กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (2545). เครื่องชี้วัดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลกชุดย่อฉบับภาษาไทย (WHOQOL-BREF-THAI). สืบค้นเมื่อ 9 สิงหาคม 2560. เข้าถึงจาก : <http://www.dmh.go.th/test/whoqol/>.
- จักรพงษ์ เกะเย็น. (2554). คุณภาพชีวิตผู้อยู่อาศัยในชุมชนของการเคหะแห่งชาติ ในเขตกรุงเทพมหานคร :กรณีศึกษา โครงการเคหะชุมชนทุ่งสองห้องอาคารแพลตเซ่า. [ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารการพัฒนา] (สังคม) .สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์; กรุงเทพมหานคร.
- จันทร์นิภา แสงสว่าง. (2559). คุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณบ่อขยะฝั่งกลบ บ้านดอนผ่อง ตำบลคูเมือง อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี. [วิทยาสตรบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์)]. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี; อุบลราชธานี.
- จิราภรณ์ หลาบคำ และคณะ. (2559) การประเมินผลกระทบทางสุขภาพของชุมชนที่อยู่รอบสถานที่ฝังกลบมูลฝอยเทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นคร กาเหיים. (2553) การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการจัดการมูลฝอย ตำบลท่าพระ อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น .[วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น; ขอนแก่น.
- เทศบาลเมืองพิบูลมังสาหาร. (2560). สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐาน. สืบค้นเมื่อ 9 สิงหาคม 2560 เข้าถึงจาก : <http://www.phibuncity.go.th/index.php /introduce/elementary-data>.
- มาลัย โห้ประเสริฐ. (2557). ความพึงพอใจของประชาชนต่อการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาล ตำบลทับมา อำเภอมือง จังหวัดระยอง. [ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)]. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์; กรุงเทพมหานคร.
- สำนักนายกรัฐมนตรี. (2559). ผลการตรวจราชการแบบบูรณาการเพื่อขับเคลื่อนประเด็นนโยบายสำคัญการจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งแวดล้อมตามแผนการตรวจราชการแบบบูรณาการของผู้ตรวจราชการสำนักนายกรัฐมนตรี เขต 13 .สืบค้นเมื่อสืบค้นเมื่อ 9 สิงหาคม 2560 เข้าถึงจาก :http://www.pmi.opm.go.th:/8081inspect_main/re_result.asp?_bounds_id=13&typeid= .1
- สุวัฒน์ มหัตนิรันดร์กุล และคณะ. (2540). เปรียบเทียบแบบวัดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลกชุด 100 ตัวชี้วัด และ 26 ตัวชี้วัด. กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพมหานคร
- อมวาลี บัวทองจันทร์ .(2550). ผลกระทบของการกำจัดขยะมูลฝอยจากสถานที่กำจัดขยะเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียง .[ปริญญารัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; มหาสารคาม.

ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดและการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล ที่ขึ้นฝึกปฏิบัติการพยาบาลบนหอผู้ป่วย

Factors that Influencing on Stress and Coping Strategies of Nursing Student During Clinical Nursing Practice

อณัญญา ลาอุณ^{1*} สุภาพ หวังช่อกลาง² และ สุวรรณิ มณีศรี³

¹สาขาการพยาบาลชุมชน คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น บุรีรัมย์

²สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีพนมวันท์

³สาขาการพยาบาลชุมชน คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น บุรีรัมย์

*E-mail : ananyalalun.2522@gmail.com (Corresponding author)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดและการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาลที่ขึ้นฝึกปฏิบัติการพยาบาลบนหอผู้ป่วย ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 2 ที่ขึ้นฝึกวิชาปฏิบัติการพยาบาลขั้นพื้นฐาน คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ จำนวน 76 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถามลักษณะทั่วไป แบบสอบถามความเครียด แบบสอบถามปัจจัยที่มีผลต่อความเครียด และแบบสอบถามการเผชิญความเครียด วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างตามตัวแปร โดยการทดสอบความแปรปรวน หากการทดสอบพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะตรวจสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีของ นิวแมน-คูลล์ (Newman-Keuls Method) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ของเพียร์สัน (Pearson Product moment correlation coefficient = \bar{x}) ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาพยาบาลมีความเครียดโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (1.02, S.D. = 0.48) ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษา โดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับปานกลาง (3.48, S.D. = 0.51) และพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษาพยาบาลกับการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาลมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1.

ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจัดการกับความเครียดและนำมาประยุกต์ใช้ในการเตรียมความพร้อมก่อนการขึ้นฝึกภาคปฏิบัติของนักศึกษาพยาบาลต่อไป

คำสำคัญ : นักศึกษาพยาบาล ความเครียดและการเผชิญความเครียด

Abstract

This description research purposed to study stress factors of nursing and coping strategies of Nursing student during clinical nursing practice. The sample group were 76 nursing students at faculty of Nursing in Rajabhat Chaiyaphum University. The research instruments used in data collection comprised 4 sets: a general questionnaire, concerning stress and stress factors. Data were analyzed by using percentage, mean and standard deviation, Multiple comparisons were studied by Newman-Keuls Method and Pearson Product moment correlation coefficient. The results were as follow: nursing students perceived stress during practicing overall were moderate level = 1.02, (\bar{x}) S.D. = 0.48). Stress factors effect to stress during practicing overall were moderate level = \bar{x}) 3.48, S.D. = 0.51) and The result of research Factors that Influencing on stress and Coping strategies of Nursing student was positively related ($p < 0.01$)

The result in this study serve as data base information to develop stress management program and apply to prepare the readiness of nursing students practice.

Keywords : Nursing Student, Stress and Coping Strategies.

บทนำ

ประเทศไทยให้ความสำคัญในการผลิตบุคลากรด้านสุขภาพ โดยเฉพาะผู้ปฏิบัติงานในวิชาชีพการพยาบาล เนื่องจากเป็นกำลังสำคัญในการดูแลสุขภาพให้แก่บุคคล ครอบครัว และชุมชนเป็นอย่างดีมาโดยตลอด จากการศึกษาในศตวรรษที่ 21 และการก้าวเข้าสู่ประชาคมอาเซียน ทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาเกี่ยวกับวิธีการสอนยุคใหม่ มีการปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ (กมลรัตน์) เทอร์เนอร์และคณะ, 2559(โดยการเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางส่งเสริมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง มีการสอนที่หลากหลาย และนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาปรับใช้ในวิธีการเรียนการสอนและเป็นการสร้างทรัพยากรให้มีคุณภาพ มีความสมดุรอบด้านทั้งในด้านวิชาการ ความคิดความสามารถ มีทักษะสูง มีความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม ความดีงาม มีมีจิตสาธารณะความรับผิดชอบ ต่อสังคมส่วนรวม และเป็นบัณฑิตพยาบาลที่มีคุณภาพ สามารถให้การดูแลผู้ใช้บริการ ตอบสนองความต้องการของสังคม โดยมีการจัดการเรียนการสอนการพยาบาลที่หลากหลายทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในรายวิชาต่างๆ เพื่อให้ นักศึกษามีประสบการณ์ตรงและสามารถปฏิบัติได้เมื่อเจอสถานการณ์ที่เป็นจริง ดังนั้นการศึกษาภาคปฏิบัติจึงเป็นการเพิ่มเติมประสบการณ์และพัฒนาทักษะต่างๆให้เกิดขึ้นกับนักศึกษาได้เป็นอย่างดี ประกอบกับนักศึกษาพยาบาลเป็นวัยที่มีพัฒนาการเริ่มเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ตอนต้นหรือเป็นช่วงวัยของการเป็นนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา ซึ่งเป็นวัยที่มีความเปราะบางไม่มั่นคงทางจิตใจ อ่อนไหวง่าย ประกอบกับเด็กกลุ่มนี้เป็นเด็กที่มีความเป็นตัวของตัวเอง คิดเร็ว ทำเร็ว มีความมั่นใจในตนเอง ชอบความท้าทาย นิยมสื่อสารผ่านเทคโนโลยีที่ทันสมัย เยาวลักษณ์ (โพ) อิตาราร, 2554เมื่อเข้ามาศึกษาในสาขาวิชาชีพการพยาบาลที่ อาจต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงในชีวิตทั้งในด้าน (การเรียน การดำเนินชีวิตรวมถึงพัฒนาการตามวัยที่ต้องเผชิญ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อจิตใจ วัลภา ศรีบุญพิมพ์สวย) และศิริรัตน์ ศรีสุทธิพันธ์พร, 2559 ,สุมาลี จุมทองและคณะ, 2552 (จึงอาจส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมที่เป็นปัญหาหรือพฤติกรรมเสี่ยงต่างๆ นอกจากนั้นนักศึกษาพยาบาลจะต้องเผชิญกับสิ่งท้าทาย รวมถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลเป็นอย่างมากต่อการศึกษานำให้นักศึกษาเหล่านี้เกิดความเครียดได้ง่าย หากไม่สามารถปรับตัวต่อความเครียดได้จะนำมาซึ่งปัญหาสุขภาพและส่งผลกระทบต่อกระบวนการเรียนรู้ได้ เป็นต้น

ในการจัดเรียนการสอนทางการพยาบาลเป็นการเรียนที่หนักทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งการเรียนการสอนด้านวิชาชีพการพยาบาลเป็นการเรียนมีเนื้อหาที่อัดแน่นและยากสลับซับซ้อน ต้องมีความรับผิดชอบสูงซึ่งอาจทำให้นักศึกษาเกิดความเครียดอาจทางออกหรือผ่อนคลายความเครียดได้ไม่ถูกวิธี เช่น การใช้สมาร์โฟนเป็นตัวกลางในการฟังเพลง เล่นเกมส์ คุยกับเพื่อนผ่านโลกออนไลน์ เป็นต้น ทำให้ส่งผลกระทบต่อการเรียนของนักศึกษาได้ จุฑามาศ กิติศรีและคณะ), 2560ประกอบการเรียนภาคปฏิบัติทางการพยาบาล (เวลานั้นนักศึกษาจะต้องได้รับการส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้โดยต้องขึ้นฝึกปฏิบัติบนหอผู้ป่วย ซึ่งจะต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ทำให้นักศึกษามีแนวโน้มวิตกกังวลและเกิดความเครียดได้สูง หรืออาจเกิดปัญหาสุขภาพจิตอื่นๆตามมาได้ วัลย์พร นุชสุธรรม, 2559) จะเห็นได้ว่านักศึกษาที่ก้าวเข้ามาสู่การศึกษวิชาชีพพยาบาลต้องมีการปรับตัวต่อสภาพการเรียน จากการศึกษาของชาบานและคณะ)Shaban ,et al, 2012 (ยังพบว่าสาเหตุของความเครียดของนักศึกษาพยาบาลเกิดจากการเรียนและการได้รับมอบหมายงานจากวิชาต่างๆ ทั้งจากวิชาทฤษฎีและวิชาปฏิบัติต้องรับผิดชอบชีวิตมนุษย์ รับผิดชอบต่อตนเองและบุคคลอื่น ซึ่งหากเกิดการผิดพลาดในการปฏิบัติการพยาบาลย่อมเป็นอันตรายต่อชีวิตผู้รับบริการ นอกจากนี้แล้วในการฝึกปฏิบัติการพยาบาล ต้องมีการปรับตัวทั้งกับสถานที่ บุคลากร อาจารย์ เพื่อนนักศึกษา ผู้รับบริการ การเจ็บป่วย และความพร้อมของนักศึกษาพยาบาล โดยเฉพาะนักศึกษาพยาบาลที่ไม่เคยขึ้นฝึกปฏิบัติบนหอผู้ป่วยมาก่อนหากไม่สามารถปรับตัวสู่การฝึกภาคปฏิบัติได้ มีพื้นฐานทางด้านอารมณ์ที่ไม่มั่นคงก็จะก่อให้เกิดความเครียดได้ หรือมีการเผชิญความเครียดไม่เหมาะสม ทำให้เกิดปัญหาการเรียน ในทางตรงกันข้ามหากนักศึกษาที่มีความฉลาดทางอารมณ์ มีอารมณ์มั่นคงจะสามารถปรับตัวได้เป็นอย่างดี ก็จะมีสติและความพอใจและสามารถปรับตัวได้ในการเรียน เป็นต้น วัลย์พร นุชสุธรรม), 2559 (

เนื่องจากวิชาชีพการพยาบาลพื้นฐาน ของหลักสูตรพยาบาลศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ เป็นวิชาแรกของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 จะต้องเริ่มก้าวเข้าสู่การเป็นพยาบาล ซึ่งถือเป็นประสบการณ์ตรง

ที่จะได้ต่อยอดองค์ความรู้ นำความรู้ไปประยุกต์ใช้บนหอผู้ป่วย จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเครียดได้ ทั้งนี้ อาจเนื่องจากเป็นงานที่ต้องรับผิดชอบชีวิตมนุษย์ ปัญหาจากสภาพแวดล้อมต่างๆ ประกอบกับนักศึกษาพยาบาล ดังกล่าวยังไม่เคยขึ้นฝึกปฏิบัติหรือไม่มีประสบการณ์ในการดูแลผู้รับบริการมาก่อน จึงอาจทำให้นักศึกษาไม่มั่นใจ ทั้งในด้านความรู้และทักษะ ทำให้มีความวิตกกังวล มนุษชาติ ล้มเหลว และสุขภาพ อารีย์เอื้อ) , 2552 (ขาดความ มั่นใจในการปฏิบัติ วิตกกังวลกับการพยาบาล และการปฏิบัติพยาบาลต่างๆประกอบกับต้องมีการปรับตัว สร้างสัมพันธ์กับบุคลากรอื่นๆ ผู้รับบริการและญาติ รวมทั้งอาจารย์นิเทศหรือพยาบาลที่เลี้ยงซึ่งแต่ละคน มีบุคลิกที่แตกต่าง ต้องเผชิญต่อสิ่งใหม่ๆ มาแล้ว เลิศสาครศิริ), 2555 ดังนั้นการขึ้นหอผู้ป่วยครั้งแรก การคาดเดา (เหตุการณ์ต่างๆหรือตัวของนักศึกษาอาจวิตกกังวลกลัวทำไม่ได้ไม่ตี สิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมก็ล้วน เป็นสาเหตุให้เกิดความเครียดได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและให้ความสนใจต่อปัจจัยที่มีผลต่อความเครียด และการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาลที่ขึ้นฝึกปฏิบัติบนหอผู้ป่วย และหาความสัมพันธ์ของปัจจัยของ ความเครียดกับการเผชิญความเครียด เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนแก้ไขปัญหาที่อาจ ก่อให้เกิดความเครียดและส่งเสริมให้การฝึกปฏิบัติบนหอผู้ป่วยของนักศึกษาเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ส่งเสริม การเรียนรู้ของนักศึกษา และผลิตบัณฑิตพยาบาลที่มีคุณภาพ มีความสมบูรณ์ทั้งทางร่างกาย จิตใจ อารมณ์และ สังคม มีคุณภาพตามมาตรฐานวิชาชีพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเครียดและการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล ชั้นปี 2 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิที่ขึ้นฝึกปฏิบัติการพยาบาลบนหอผู้ป่วย
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษาพยาบาล ชั้นปี 2 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัย ราชภัฏชัยภูมิที่ขึ้นฝึกปฏิบัติการพยาบาลบนหอผู้ป่วย
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดกับการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาลคณะ พยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยสำรวจ (Survey research) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดและการเผชิญ (ความเครียดของนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรเป็นนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 ที่ขึ้นฝึกปฏิบัติวิชาปฏิบัติการพยาบาลขั้นพื้นฐาน คณะพยาบาล ศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ปีการศึกษา 2557 จำนวน 76 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 2 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ที่ขึ้นฝึกปฏิบัติงานที่หอผู้ป่วยใน โรงพยาบาลชัยภูมิ โดยเลือกแบบเจาะจง จำนวน 76 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ คณะแผนกเฉลี่ยสะสม และค่าใช้จ่ายในการศึกษา
2. แบบสอบถามเกี่ยวกับความเครียดของนักศึกษาพยาบาลที่ฝึกปฏิบัติงานบนหอผู้ป่วย จำนวน 15 ข้อ
3. แบบสอบถามปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษาพยาบาลที่ฝึกปฏิบัติบนหอผู้ป่วย 6 ด้าน คือ ด้าน การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ด้านพฤติกรรมการสอนของอาจารย์นิเทศด้านสัมพันธ์ภาพระหว่างอาจารย์กับ นักศึกษา ด้านสัมพันธ์ภาพระหว่างนักศึกษาด้วยกันเพื่อนร่วมชั้นปี ด้านสัมพันธ์ภาพระหว่างนักศึกษากับผู้ร่วมงาน และด้านสถานที่และอุปกรณ์ต่าง ๆ
4. แบบสอบถามการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาลที่ฝึกปฏิบัติบนหอผู้ป่วย 6 ด้าน รวม 52 ข้อ

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และหาความเชื่อมั่นด้วยการวิเคราะห์ความสอดคล้องภายในโดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (ครอนบาค) Cronbach's Coefficient of Alpha (ได้ 0.75 - 0.86 ตามลำดับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการวิจัยคณะพยาบาลศาสตร์ ดังนี้

1. ทำหนังสือถึงคณบดีเพื่อขออนุญาตทำการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมแบบสอบถาม
2. ผู้วิจัยดำเนินการพบนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 2 และชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม หลังจากกลุ่มตัวอย่างได้ให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับตัวอย่างจำนวน 76 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเอง ได้จำนวนชุดของข้อมูลที่มีครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งสิ้น 76 ฉบับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป โดยการแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ
2. นำแบบสอบถามความเครียดของนักศึกษาพยาบาลปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษาพยาบาล 6 ด้าน และ การเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาลมาหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.(\bar{x})
3. นำแบบสอบถามความเครียดของนักศึกษาพยาบาล ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษาพยาบาล และการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล มาเปรียบเทียบความแตกต่างของการเผชิญความเครียดตามตัวแปร เพศ โดยการทดสอบค่าที (t-test independent)
4. นำแบบสอบถามความเครียดของนักศึกษาพยาบาล ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษาพยาบาล และการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล มาเปรียบเทียบความแตกต่างของการเผชิญความเครียดตามตัวแปร คะแนนเฉลี่ยสะสม โดยการทดสอบความแปรปรวน และถ้าการทดสอบพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะตรวจสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีของ นิวแมน-คูลล์ (Newman-Keuls Method)
5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเครียด ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียด และการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล กับความเครียดและการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาลคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ของเพียร์สัน (Pearson Product moment correlation coefficient)

ผลการวิจัย

1. วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย เพศ คะแนนเฉลี่ยสะสม โดยการแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ พบว่านักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 ที่ขึ้นฝึกปฏิบัติการพยาบาลบนหอผู้ป่วย ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 72 คน คิดเป็นร้อยละ 94.75 และเป็นเพศชายจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 5.25 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.00 - 3.49 จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 43.40 รองลงมาคือคะแนนเฉลี่ย 2.50 - 2.99 คิดเป็นร้อยละ 26.30 และร้อยละ 21.10
2. วิเคราะห์ความเครียดและการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล ชั้นปีที่ 2 ที่ขึ้นฝึกปฏิบัติการพยาบาลบนหอผู้ป่วย คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (\bar{x}) 1.02, S.D. = 0.48) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าทุกข้ออยู่ในระดับปานกลาง ดังตาราง 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและร้อยละของความเครียดและการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล

ความเครียดของนักศึกษาพยาบาล	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
1. นักศึกษานอนไม่หลับและคิดถึงแต่เรื่องการขึ้นฝึกปฏิบัติบนหอผู้ป่วย	1.21	0.61	ปานกลาง
2. นักศึกษารู้สึกหงุดหงิด รำคาญใจทุกครั้งที่มีการกล่าวถึงการขึ้นฝึกปฏิบัติบนหอผู้ป่วย	0.92	0.64	ปานกลาง
3. นักศึกษาไม่อยากทำอะไรเลย เพราะรู้สึกตึงเครียด	0.94	0.67	ปานกลาง
4. นักศึกษารู้สึกท้อใจ กลัวความผิดพลาดในขณะที่ปฏิบัติงาน	1.09	0.59	ปานกลาง
5. นักศึกษารู้สึกปวดศีรษะข้างเดียว หรือปวดขมับทั้งสองข้าง มึนงง เวียนศีรษะ	1.02	0.72	ปานกลาง
6. นักศึกษารู้สึกไม่มีความสุขและเศร้าหมอง	0.93	0.71	ปานกลาง
7. นักศึกษารู้สึกไม่มีคุณค่า หมดหวัง ยอมแพ้	0.76	0.72	ปานกลาง
8. นักศึกษารู้สึกว่าตนเองไม่มีสมาธิขณะปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมการพยาบาล	0.98	0.62	ปานกลาง
9. นักศึกษารู้สึกตนเองไม่มีสมาธิขณะประชุมทางการพยาบาลหรือขณะฟังการสอนในคลินิก	0.92	0.58	ปานกลาง
10. นักศึกษารู้สึกอ่อนเพลียหรือเหนื่อยง่าย	1.32	0.64	ปานกลาง
11. นักศึกษารู้สึกตกใจ ตื่นเต้นทุกครั้งที่ถูกอาจารย์ซักถาม มีอัสัน ปาก) สัน เสียงสั่น มือเย็นใจเต้นเร็ว(	1.14	0.68	ปานกลาง
12. นักศึกษาตกใจ ตื่นเต้นทุกครั้งที่ต้องเข้าปฏิบัติกิจกรรมการพยาบาล	1.17	0.61	ปานกลาง
13. นักศึกษารู้สึกอีกอัดใจหรือเบื่อหน่ายในการขึ้นฝึกปฏิบัติงานในแผนกผู้ป่วยใน	0.89	0.74	ปานกลาง
14. นักศึกษารู้สึกไม่มั่นใจเมื่อลงมือปฏิบัติการพยาบาลทุกครั้ง	1.18	0.62	ปานกลาง
15. นักศึกษารู้สึกโกรธ เกลียด การขึ้นฝึกปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยใน	0.80	0.76	ปานกลาง
รวม	1.02	0.48	ปานกลาง

3. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดและการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล พบว่าโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 3.48$, S.D. = 0.51) เพื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า

ด้านการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของนักศึกษาพยาบาลอยู่ในระดับดี ($= 3.84$, S.D. = 0.67 \bar{x}) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือข้อมูลการปฐมนิเทศเป็นประโยชน์สำหรับการเตรียมความพร้อมก่อนการฝึกปฏิบัติงานอยู่ในระดับดี ($= 3.94$, S.D. = 0.79 \bar{x})

ด้านพฤติกรรมการสอนของอาจารย์ อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็น ($= 3.24$, S.D. = 0.59 \bar{x}) = 4.03, S.D. \bar{x}) รายข้อพบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคืออาจารย์ซักถามความรู้ของนักศึกษาขณะปฏิบัติงานอยู่ในระดับดี ($= 0.73$)

ด้านสัมพันธภาพระหว่างอาจารย์กับนักศึกษา อยู่ในระดับปานกลาง 3.45= \bar{x}), S.D = 0 เมื่อ (59. พิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคืออาจารย์ให้โอกาสการปรึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะในการ = 4.01, S.D. = 0.84) \bar{x}) ปฏิบัติงานด้วยอยู่ในระดับดี

ด้านสัมพันธภาพระหว่างนักศึกษากับเพื่อนร่วมชั้นปี อยู่ในระดับดี 3.88= \bar{x}), S.D. = 0.73) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือนักศึกษามีกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอ =4.01, S.D. \bar{x}) = 0.85)

ด้านสัมพันธภาพระหว่างนักศึกษา กับเพื่อนร่วมงานของนักศึกษายาบาล อยู่ในระดับปานกลาง $= \bar{x}$ 3.59, S.D. = (0.53 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือนักศึกษาเคารพและให้เกียรติผู้ร่วมงานในการทำงานร่วมกันอยู่ในระดับดี ($= 4.05$, S.D. = $0.81 \bar{x}$)

ด้านสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆของนักศึกษายาบาล อยู่ในระดับปานกลางเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า $= 2.86$, S.D = $1.12 \bar{x}$) ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคืออุปกรณ์มีการจัดเก็บไม่เป็นระเบียบอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของการเผชิญความเครียดของนักศึกษายาบาลตามตัวแปรเพศ พบว่าไม่แตกต่างและพบว่าการเผชิญความเครียดของนักศึกษายาบาล ชั้นปี 2 ที่ขึ้นฝึกปฏิบัติการพยาบาลบนหอผู้ป่วย คณะพยาบาลศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิจำแนกตามตัวแปรคะแนนเฉลี่ยสะสม พบว่าไม่แตกต่างกัน

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นประชากรนักศึกษายาบาลศาสตร์บัณฑิตชั้นปีที่ 2 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ จำนวน 76 คน ที่กำลังขึ้นฝึกปฏิบัติรายวิชาปฏิบัติการพยาบาลขั้นพื้นฐาน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 72 คน คิดเป็นร้อยละ 94.75 และเป็นเพศชายจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 5.25 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.00 – 3.49 จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 43.40 รองลงมามีคะแนนเฉลี่ย 2.50 – 2.99 คิดเป็นร้อยละ 26.30 และร้อยละ 21.10 ผลการศึกษาความเครียดและการเผชิญความเครียดของนักศึกษายาบาลศาสตร์ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของมณฑา ลิ้มทองกุล และสุภาพ อารีย์เอื้อ (2552) ที่พบว่าเผชิญความเครียด หรือความวิตกกังวล พบว่านักศึกษายาบาลมีความรู้สึกรู้สึกวิตกกังวลในระดับปานกลางและสอดคล้องกับวัลภา ศรีบุญพิมพ์สวยและศิริรัตน์ ศรีสุทธิพันธ์พร (2559) ที่พบว่านักศึกษายาบาลศาสตร์มีความเครียดในระดับปานกลาง สอดคล้องกับ ชูทิมา อนันตชัยและคณะ (2553) นักศึกษายาบาลมีระดับความเครียดในการฝึกปฏิบัติงานโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลางสอดคล้องกับ คริสตินและคณะ (Christine.et.al., 2009) ที่ศึกษาความเครียดและการเผชิญความเครียดของนักศึกษายาบาลที่ฝึกภาคปฏิบัติ พบว่านักศึกษายาบาลมีความเครียดอยู่ในระดับปานกลาง และสอดคล้องกับศิริวัลท์ วัฒนสินธุ์ (2553) ที่พบว่านิสิตพยาบาลมีความเครียดในระดับปานกลาง อาจเนื่องมาจากนักศึกษายาบาลได้ทำความเข้าใจก่อนที่จะเข้ามาศึกษาในระดับอุดมศึกษา สาขาพยาบาล จึงทำให้สามารถปรับตัวต่อจัดการเรียนการสอนทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ และก่อนการขึ้นฝึกปฏิบัติที่ห้องปฏิบัติการ ได้ทดลองทำในบางหัตถการ โดยมีอาจารย์คอยแนะนำ มีการปฐมนิเทศก่อนการขึ้นฝึกปฏิบัติบนหอผู้ป่วยพร้อมอธิบายรายละเอียดของการฝึกปฏิบัติรวมถึงการปฏิบัติให้แก่ศึกษายาบาลได้ทราบ อย่างไรก็ตามการขึ้นฝึกปฏิบัติการพยาบาลในครั้งนี้เป็นครั้งแรกของนักศึกษาอาจทำให้นักศึกษามีความไม่มั่นใจ ขาดความรู้และทักษะในการปฏิบัติ พบเจอสถานที่และอุปกรณ์ที่ไม่คุ้นชิน ผู้รับบริการที่มีปัญหาสุขภาพแตกต่างกัน เป็นต้นจึงอาจทำให้นักศึกษายาบาลศาสตร์เกิดความเครียดและกลัว กังวล จึงทำให้มีความเครียดในระดับปานกลาง เมื่อหากพิจารณาเป็นรายข้อ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ด้านการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของนักศึกษายาบาลอยู่ในระดับดี และข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ข้อมูลการปฐมนิเทศเป็นประโยชน์สำหรับการเตรียมความพร้อมก่อนการฝึกปฏิบัติงานอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับนิลวรรณ เมื่องคำ(2548) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษายาบาล คือการปฐมนิเทศรายวิชา รายวิชา สอดคล้องกับ จิตรา สุขเจริญและสุวรรณ วุฒิธรรณฤทธิ์ (2551) ได้ศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษายาบาล คือ การปฐมนิเทศรายวิชา และพฤติกรรมการสอนของอาจารย์
2. ด้านพฤติกรรมการสอนของอาจารย์ต่อนักศึกษายาบาลพบว่าอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งพบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคืออาจารย์ซักถามความรู้ของนักศึกษายาบาลขณะปฏิบัติงานอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับ จิตรา สุขเจริญและสุวรรณ วุฒิธรรณฤทธิ์ (2551)พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษายาบาล คือ พฤติกรรมการสอนของอาจารย์
3. ด้านสัมพันธภาพระหว่างอาจารย์กับนักศึกษายาบาลพบว่าอยู่ในระดับปานกลาง และพบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคืออาจารย์ให้อาสาการปรึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงานด้วยอยู่ในระดับดี สอดคล้อง

กับจิตรา สุขเจริญและสุวรรณา วุฒิรัตนฤทธิ์)2551พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษาพยาบาล คือ (สัมพันธ์ภาพระหว่างนักศึกษาพยาบาลกับผู้ร่วมงาน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการสอนของอาจารย์ สามารถทำนายการเผชิญความเครียดทั้งด้านมุ่งแก้ปัญหาและด้านมุ่งเน้นอารมณ์ของนักศึกษาพยาบาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ อัศวินี นามะกันคำ และคณะ)2551พบว่านักศึกษาเกิด (ความเครียดในการฝึกปฏิบัติการพยาบาลทางคลินิก ได้แก่ ลักษณะส่วนตัวของอาจารย์นิเทศ ลักษณะเจ้าหน้าที่และบุคลากรบนหอผู้ป่วย

4. ด้านสัมพันธ์ภาพระหว่างนักศึกษาพยาบาลกับเพื่อนร่วมชั้นปี พบว่าอยู่ในระดับดี และพบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือนักศึกษามีกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอ สอดคล้องกับสุปราณี ฉายาวิจิตร)2552พบว่า (ปัจจัยที่ทำนายความเครียดได้แก่ปัจจัยที่ทำนายการเผชิญปัญหาแบบมุ่งเน้นอารมณ์ ได้แก่ สัมพันธ์ภาพระหว่างนักศึกษาพยาบาลกับผู้ร่วมงาน สอดคล้องกับ จิตรา สุขเจริญและสุวรรณา วุฒิรัตนฤทธิ์)2551พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการ (เผชิญความเครียดทั้งด้านมุ่งแก้ปัญหาและด้านมุ่งเน้นอารมณ์ของนักศึกษาพยาบาลคือระดับชั้นปี

5. ด้านสัมพันธ์ภาพระหว่างนักศึกษาพยาบาลกับเพื่อนร่วมงานพบว่าอยู่ในระดับปานกลาง และพบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือนักศึกษาเคารพและให้เกียรติผู้ร่วมงานในการทำงานร่วมกันอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับ จิตรา สุขเจริญและสุวรรณา วุฒิรัตนฤทธิ์)2551(พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเผชิญความเครียดทั้งด้านมุ่งแก้ปัญหาและด้านมุ่งเน้นอารมณ์ของนักศึกษาพยาบาลคือ เพื่อนร่วมชั้นเรียนและผู้ร่วมงาน

6. ด้านสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ พบว่าอยู่ในระดับปานกลางและพบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คืออุปกรณ์มีการจัดเก็บไม่เป็นระเบียบอยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับปาวันและนายัส)Parveen, A,& Inayat S. 2017 (ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินปัจจัยเกี่ยวกับความเครียดของนักศึกษาพยาบาลพบว่าสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลทำให้เกิดความเครียดในนักศึกษาพยาบาล และสอดคล้องกับรัชนิบูล เศรษฐภูมิรินทร์และจินตนา ตั้งวรพงศ์)ชัย2541 พบว่า (ปัจจัยที่ทำให้เกิดความเครียดสูงสุดคือสิ่งแวดล้อม ตามด้วยปัจจัยด้านการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล ตามตัวแปร เพศพบว่าไม่แตกต่างกันและจำแนกตามตัวแปรคะแนนเฉลี่ยสะสม พบว่าไม่แตกต่างกัน

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดปัจจัยที่มีผลต่อความเครียด และการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาลกับพฤติกรรมการเผชิญความเครียด พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของนักศึกษาพยาบาลกับการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาลมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01. แต่ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียด การเผชิญความเครียดไม่มีความสัมพันธ์กับความเครียดของนักศึกษาพยาบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยนี้ควรมีการจัดกิจกรรมเพิ่มพูนทักษะต่างๆ เพื่อเตรียมความพร้อมนักศึกษาพยาบาลก่อนขึ้นฝึกปฏิบัติโดยเฉพาะเป็นการขึ้นฝึกปฏิบัติในครั้งแรก เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษามีความรู้ มีทักษะการปฏิบัติ ซึ่งจะนำไปสู่ความมั่นใจ ลดความวิตกกังวล ความเครียด รวมถึงการหาแนวทางในการช่วยนักศึกษาพยาบาลเมื่อเกิดปัญหาจากการขึ้นฝึกปฏิบัติ ส่วนข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการติดตามนักศึกษาหลังมีการเตรียมความพร้อม และผลสัมฤทธิ์การในการเตรียมความพร้อมก่อนการขึ้นฝึกปฏิบัติบนหอผู้ป่วย หาแนวทางในการลดความเครียด การพัฒนาช่องทางต่างๆเพื่อช่วยเหลือนักศึกษา เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ เทอร์เนอร์, สมพร รักความสุข, จิตภา เรือนใจมัน, จิตรา สุขเจริญ และธัญญมล สุรียานิมิตรสุข.)

2559(. สภาพการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ชลบุรี.วารสารกระทรวงสาธารณสุข, 26) 2(,128-129.

- จิตรา สุขเจริญและสุวรรณา วุฒิธรณฤทธิ.)2551(. ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดและการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนลบุรี (รายงานผลการวิจัย). วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนลบุรี.
- ชุตินา อนันตชัย กรองทิพย์ นาควิเชตรและเริงจิตร กลันทปุระ.)2555(. การศึกษาสาเหตุ ระดับความเครียด และการเผชิญความเครียดในการฝึกภาคปฏิบัติของนักศึกษาพยาบาล มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล*, 15-22.
- นิลวรรณ เมืองคำ.)2548(. การรับรู้ความเครียด ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเครียดและการจัดการกับความเครียดของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 3 ในการฝึกปฏิบัติการพยาบาลบนหอผู้ป่วย. *วารสาร มฉก. วิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 8)16(, 106-119.
- มณฑา ลิ้มทองกุล และสุภาพ อาริย์เอื้อ.)2552(. แหล่งความเครียด วิธีการเผชิญความเครียด และผลลัพธ์การเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล ในการฝึกภาคปฏิบัติครั้งแรก. *รามธิบดีพยาบาลสาร*, 15)2(, 192-205.
- มาลีวัล เลิศสารศิริ.)2555(. ความเครียดและการจัดการความเครียดของนักศึกษาพยาบาลวิทยาลัยเซนต์หลุยส์ในการฝึกปฏิบัติงานห้องคลอด. วิทยาลัยเซนต์หลุยส์ กรุงเทพฯ.
- เยาวลักษณ์ โปธิดารา.)2554(. การจัดการศึกษาทางการพยาบาล : สำหรับนักศึกษา Generation Y. *วารสารพยาบาลศาสตร์และสุขภาพ*, 34)2(, 61-69.
- รัชนีบุล เศรษฐภูมิรินทร์และจินตนา ตั้งวรพงษ์ชัย.)2541ความเครียดของนักศึกษาพยาบาลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *วารสารคณะพยาบาลศาสตร์*, 21)1(, 33-42.
- วัลภา ศรีบุญพิมพ์สวยและศิริรัตน์ ศรีสุทธิพันธ์พร.)2559(. ความเครียดและการเผชิญความเครียดก่อนการขึ้นปฏิบัติแผนกห้องคลอดของนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยบรมราชชนนีนลบุรี. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น*, 13)2(, 30-38.
- ศิริวัลท์ วัฒนสินธุ์.)2553(. การรับรู้ระดับความเครียดและต้นเหตุความเครียดของนิสิตพยาบาลคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. *วารสารพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, (ฉบับเพิ่มเติม) 18, 47-59.
- สมาลี จุมทอง, ดุษฎี ไยเหล่า, งามตา วนินทานนท์ และ สธัญ ภู่ง. (2552). ประสบการณ์ความเครียด และวิธีการเผชิญความเครียดของนักศึกษาพยาบาล จากการเรียนภาคปฏิบัติในห้องคลอด. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์*, 15 (1), 39-56.
- สุปราณี ฉายวิจิตร.)2552(. ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดและการเผชิญ ความเครียดของนักศึกษาพยาบาล. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี*, 20)2(, 49-58.
- อัศวินี นามะกันคำ, ซาลินี สุวรรณยศ พจนีย์, ภาควินิ และวรวรรณ ภูมิคำ. (2551). ความเครียดและปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเครียดของนักศึกษาพยาบาลในการฝึกปฏิบัติงานที่หอผู้ป่วย. *พยาบาลสาร*, 35(2), 26-36.
- Christine K.L., et al., Hong Kong Baccalaureate nursing students' stress and their coping strategies in clinical practice. *Journal of Professional Nursing* 2009; 25 (5), 307-13.
- Parveen, A, & Inayat, S.)2017(. Evaluation of factors of stress among Nursing Students. *Journal Advanced Practices in Nursing* ,2)2(:1-4.
- Shaban ,I.A., Khater ,W.A., Akhu-Zaheya, L.M.)2012(. Undergraduate nursing students' stress sources and coping behaviors during their initial period of clinical training: A Jordanian perspective. *Nurse Educ Pract*, 12(4):204-9.

ปัจจัยเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

Factors Affecting Sexual Activity of High School Students in Ubon Ratchathani
Municipality, Ubon Ratchathani Province

นุชนารถ โพธิ์โคตร¹ ทักษิณ พิมพ์ภักดิ์¹ และ ปวีณา ลิ้มปิทีปปราการ^{*1}

¹วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail: pawena.l@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศเป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้เกิดปัญหาโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์และการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร ซึ่งส่งผลกระทบต่อสังคมและประเทศชาติโดยเฉพาะในวัยรุ่น การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 324 คน ซึ่งได้มาด้วยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนธันวาคม พ.ศ.2560 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา และสถิติอนุมาน ได้แก่ Chi-Square Test และ Fisher's Exact test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเคยมีเพศสัมพันธ์ ร้อยละ 6.5 มีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกอายุเฉลี่ย 15.5 ปี (S.D= 1.12) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในด้านปัจจัยนำ ได้แก่ เพศ (p-value= 0.002) การมีคู่วัย (p-value< 0.001) ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม (p-value= 0.001) ทักษะการมีเพศสัมพันธ์ (p-value< 0.001) การเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (p-value< 0.001) และการเที่ยวสถานบันเทิง (p-value< 0.001) ด้านปัจจัยเสริม ได้แก่ มีกลุ่มเพื่อนสนิทที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือใช้สารเสพติด (p-value = 0.01) มีกลุ่มเพื่อนสนิทที่เที่ยวสถานบันเทิง (p-value< 0.001) กลุ่มเพื่อนสนิททูทูนง/CD/DVD โป๊ (p-value= 0.003) มีกลุ่มเพื่อนสนิทที่เคยผ่านการมีเพศสัมพันธ์มาแล้ว (p-value< 0.001) และการดูสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ (p-value = 0.022) ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สถานศึกษา และหน่วยงานด้านสาธารณสุข และครอบครัว ควรเฝ้าระวังในการควบคุมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การเที่ยวสถานบันเทิง และการเข้าถึงสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ อย่างเข้มงวดในกลุ่มวัยรุ่น และควรส่งเสริมทักษะชีวิตในการป้องกันพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ เช่น ส่งเสริมการรู้เท่าทันสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ และการเลือกคบเพื่อนที่ไม่มีพฤติกรรมเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์ เป็นต้น

คำสำคัญ : ปัจจัยเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์ การมีเพศสัมพันธ์ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เทศบาลนคร

Abstract

Sexual risk behavior is an important factor which affects both society and the nation, especially in adolescents. Hence the purpose of this research was to investigate factors affecting sexual activity of high school students in Ubon Ratchathani municipality, Ubon Ratchathani province. The sample consisted of 324 students, who were randomly sampled. Data was collected using questionnaires in December 2017. Data analysis was by descriptive statistics. Inference statistics used are Chi-Square Test and Fisher's Exact test at a significant level of 0.05. The research found that 6.5 percent of the sample had sexual activity. The age to have sex for the first time was at 15.5 years old (S.D = 1.12). Factors related to sexual activity of high school students were sex (p-value = 0.002), lovers (p-value <0.001), average cumulative grade (p-value = 0.001), attitudes

toward sex (p-value <0.001), alcohol use (p-value <0.001) and going to clubs or bars (p-value <0.001). Supporting factors included a group of friends who drink alcohol or use drugs (p-value = 0.01), go to clubs or bars (p-value = 0.001), watch a pornographic movie (CD/DVD) (p-value = 0.003), having previous sexual experience (p-value <0.001) and viewing sexually stimulating media (p-value = 0.022). Therefore, relevant agencies like educational institutions, public health agencies and families should have strict measures in place to regulate drinking alcohol, going to nightclubs and access to sexually stimulating media in the school age group. They should also promote life skills to prevent sexually risky behaviors such as avoiding things which promote sexual arousal (e.g. sexually stimulating media) and to choose friends who do not have high risk sexual behavior.

Keywords : Factors Affecting Sex, Sexual Risk, High School Student, Municipality

บทนำ

วัยรุ่นเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากมาทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สังคม และสติปัญญา ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงจากความเป็นเด็กไปสู่ความเป็นผู้ใหญ่ กล้าเสี่ยง กล้าลองมากขึ้นเพื่อสนองความต้องการด้านอารมณ์ของตัวเอง อยากทดลองและอยากเรียนรู้โดยลำพัง การกระตุ้นจากฮอโรโมนเพศจะทำให้วัยรุ่นมีความรู้สึทางเพศ มีความสนใจในเพศตรงข้ามและอยากมีความรักระหว่างเพศ จากอิทธิพลด้านทัศนคติในเรื่องเพศของวัยรุ่นที่เปลี่ยนไป ประกอบกับสถานการณ์สังคมในปัจจุบันที่มีส่วนช่วยในเรื่องเพศ เช่น การมีภาพยนตร์เกี่ยวกับการปลุกเร้าอารมณ์ทางเพศเผยแพร่ผ่านสื่อต่างๆ ทำให้วัยรุ่นเกิดความอยากทดลอง อยากหาประสบการณ์ในเรื่องเพศสัมพันธ์กันมากขึ้น ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นแนวโน้มของปัญหาพฤติกรรมทางเพศของวัยรุ่นที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้นตามไปด้วย [1] จากสถานการณ์ปัญหาสุขภาพวัยรุ่น ที่สำรวจโดยสำนักอนามัยการเจริญพันธุ์ กรมอนามัย พบว่า อัตราป่วยโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ในวัยรุ่นและเยาวชนอายุ 15-24 ปี ต่อ 100,000 ประชากร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมากจาก 80.8 ในปี 2553 เป็นร้อยละ 143.4 ในปี 2559 นอกจากนี้ยังพบว่า ร้อยละของนักเรียนหญิงที่เคยมีเพศสัมพันธ์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 16.4 ในปี 2554 เป็นร้อยละ 18.7 ในปี 2559 กลับกันกับนักเรียนชายที่สัดส่วนร้อยละของนักเรียนชายที่เคยมีเพศสัมพันธ์ลดลงจากร้อยละ 28.0 ในปี 2554 เป็นร้อยละ 23.6 ในปี 2559 อายุเฉลี่ยของการมีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกคืออายุ 115-4 ปี และมีแนวโน้มที่จะมีอายุน้อยลงเรื่อยๆ ส่งผลให้เกิดการตั้งครรภ์ที่ไม่พึงประสงค์และการทำแท้งมากขึ้น โดยกลุ่มวัยที่มีการทำแท้งมากที่สุดคือ กลุ่มเด็กอายุต่ำกว่า 20 ปี ร้อยละ 26.3 มีสถานะเป็นนักเรียน นักศึกษา ร้อยละ 28.6 สาเหตุในการทำแท้งมาจากปัญหาด้านการเรียน ที่ยังเรียนไม่จบ คิดเป็นร้อยละ 30.0 แม้ว่าจะมีการทำแท้งในอัตราที่สูง แต่อัตราการคลอดในหญิงอายุ 15-19 ปี ต่อประชากรหญิงอายุ 15-19 ปี 1,000 คน ในช่วงปี พ.ศ. 2557 ถึงปี พ.ศ. 2559 นั้นก็ไม่ได้ลดลงตามไปด้วย โดยมีอัตราการคลอดเท่ากับ 47.9 44.8 ,และ 42.5 ตามลำดับ เฉพาะในเขตจังหวัดอุบลราชธานีเอง มีอัตราการคลอดของหญิงอายุ 15-19 ปี ในปี 2559 อยู่ที่ 42.1 ถ้าแบ่งตามเขตสุขภาพเขต 10 จะมีอัตราการคลอดอยู่ที่ 39.3 เด็กที่คลอดออกมาที่มีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ถึงร้อยละ 14.9 [2] โรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ที่พบมากที่สุด ได้แก่ โรคหนองใน และพบมากในกลุ่มอายุ 1 24-0ปี คิดเป็นร้อยละ 51.7 ในเยาวชนหญิงมีการติดโรคหนองในเทียม ร้อยละ 9.2 เมื่อพิจารณาโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์โดยรวมแล้ว ก็ยังพบกลุ่มผู้ป่วยสูงที่สุดในกลุ่มอายุ 15-24 ปี และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น มีอัตราป่วย 93.41 ต่อประชากรแสนคน [3] จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าปัจจุบันประเทศไทย กำลังเผชิญปัญหาเกี่ยวกับพฤติกรรมทางเพศของวัยรุ่น สัดส่วนการป่วยเกี่ยวกับโรคทางเพศสัมพันธ์นั้นมีแนวโน้มการป่วยในผู้ที่มีอายุน้อยลงไปทุกปี เนื่องจากนักเรียนหญิงนั้นมีการใช้ถุงยางอนามัยเพื่อการมีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกในระดับต่ำ [4] ในงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการมีเพศสัมพันธ์ของวัยรุ่นในเขตเมือง พบว่า ปัจจัยนำในการส่งผลให้มีพฤติกรรมทางเพศ ได้แก่ เพศชาย ปัจจัยเอื้อ ได้แก่ การเที่ยวสถานที่บันเทิงและสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ การใช้สารเคมีกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ ปัจจัยเสริม ได้แก่ สถานภาพสมรสของบิดามารดา และสัมพันธ์ภาพในครอบครัว ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลให้วัยรุ่นมีพฤติกรรมทางเพศที่เสี่ยงมากขึ้น [6] โดยผลที่เกิดขึ้นเมื่อวัยรุ่นคนหนึ่งเกิดตั้งครรภ์ขึ้นนั้นจะทำให้เกิดผลกระทบต่อตนเอง ครอบครัว

และสังคมโดยรวม และเกิดผลเสียบางอย่างมีความสัมพันธ์เป็นลูกโซ่ เช่น การทำแท้ง การลาออกจากโรงเรียน กลางคัน เป็นเหตุให้วัยรุ่นขาดความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการประกอบอาชีพที่จะทำให้เกิดรายได้เพียงพอในการเลี้ยงดูสมาชิกในครอบครัว นอกจากนี้ทารกที่เกิดจากแม่วัยรุ่นบางรายถูกทอดทิ้ง ไม่ได้รับการเลี้ยงดูที่มีประสิทธิภาพ ขาดความอบอุ่นและความรู้สึกมั่นคงในชีวิต เมื่อทารกเติบโตขึ้นอาจทำให้เป็นเด็กมีปัญหา ก่อความเดือดร้อนให้กับสังคม เป็นการส่งผลกระทบต่อจากรุ่นหนึ่งไปอีกรุ่นหนึ่ง และเป็นผลกระทบระยะยาวของประเทศที่ต้องแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาและผลกระทบดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นในวัยรุ่น จึงได้ทำการศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานีขึ้น เพื่อให้ทราบสถานการณ์ในปัจจุบันและทราบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการมีเพศสัมพันธ์ของวัยรุ่นเนื่องจากในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี นั้นมีสถานศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งของรัฐบาลและเอกชนอยู่ถึง 4 แห่ง และส่วนมากบริเวณโดยรอบของสถานศึกษาจะรายล้อมไปด้วยห้างสรรพสินค้า ร้านเกม คอฟฟี่ช็อป และสถานบันเทิงต่างๆ ทำให้วัยรุ่นโดยเฉพาะในกลุ่มที่กำลังศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการเข้าถึงปัจจัยเสี่ยงทางเพศได้มากขึ้น ประกอบกับข้อมูลการตรวจราชการกระทรวงสาธารณสุข ของจังหวัดอุบลราชธานี ในปี 2555 พบว่า อัตราการตั้งครรภ์ของแม่อายุ 15-19 ปี ต่อประชากรหญิงอายุ 15-19 ปี 1,000 คนเท่ากับ 46.1 และมีอัตราการป่วยด้วยโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ในวัยรุ่นและเยาวชนอายุ 24-15ปี สูง [5] ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาพฤติกรรมความเสี่ยงของวัยรุ่น ในวัยเรียนได้ต่อไป

วิธีการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study)

2. ประชากรกลุ่มตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2560 ในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี จาก 4 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช โรงเรียนนารีนุกูล โรงเรียนอาเวมาเรีย และโรงเรียนอัสสัมชัญอุบลราชธานี จำนวน 4,665 คน คำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรประมาณค่าสัดส่วนของประชากร ดังนี้

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 P(1-P)}{[e^2(N-1)] + [Z_{\alpha/2}^2 P(1-P)]}$$

$$n = \frac{5,091(1.96^2)(0.45)(1 - 0.45)}{[0.05^2(5,091 - 1)] + [(1.96^2)(0.45)(1 - 0.45)]}$$

$$n = 324$$

โดยค่า P แทนค่าสัดส่วนร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยมีเพศสัมพันธ์แล้วทั้งชายและหญิง ในปี 2555 มีค่าเท่ากับ 0.45[7] คำนวณแล้วได้ขนาดตัวอย่าง จำนวน 324 คน จากนั้นสุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในแต่ละโรงเรียน ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยใช้หน่วยสุ่มเป็นจำนวนห้องเรียนของแต่ละโรงเรียน จนครบตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างของแต่ละโรงเรียน ดังตารางที่ 1 โดยผู้วิจัยจะเข้าหาอาจารย์ประจำชั้นที่เป็นตัวแทนห้องของแต่ละโรงเรียน เพื่อขอชี้แจงวัตถุประสงค์กับกลุ่มตัวอย่าง เมื่อนักเรียนกรอกข้อมูลเสร็จผู้วิจัยก็ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล ก็จะทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามทำการเพิ่มเติมให้สมบูรณ์

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา จำแนกตามโรงเรียน

โรงเรียน	ประชากร(คน)*	กลุ่มตัวอย่าง(คน)
โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช	1861	129
โรงเรียนนารีนุกูล	1955	136
โรงเรียนอาเวมาริ้อา	415	29
โรงเรียนอัสสัมชัญอุบลราชธานี	434	30
รวม	4,665	324

*ที่มา: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 29 (2560)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม ประกอบด้วยข้อมูล 6 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 13 ข้อ ส่วนที่ 2 แบบสอบถามทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์ จำนวน 10 ข้อ แบ่งเป็นคำถามเชิงบวก จำนวน 3 ข้อ และคำถามเชิงลบ จำนวน 7 ข้อ เป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ให้เลือก 5 ตัวเลือก คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง ได้ 4 คะแนน เห็นด้วยมาก ได้ 3 คะแนน เห็นด้วยปานกลาง ได้ 2 คะแนน เห็นด้วยน้อย ได้ 1 คะแนน และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ได้ 0 คะแนน ส่วนที่ 3 ส่วนที่ 4 ส่วนที่ 5 และส่วนที่ 6 เป็นแบบสอบถามปลายปิดลักษณะของคำถามเป็นแบบให้เลือก เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ จำนวน 4 ข้อ การเข้าถึงสถานที่เรีงรมย์ จำนวน 3 ข้อ ลักษณะของกลุ่มเพื่อนที่คบ จำนวน 9 ข้อ และการเข้าถึงสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ จำนวน 7 ข้อ

แบบสอบถามได้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พิจารณาความตรงได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence; IOC) มากกว่า 0.5 ทุกข้อ (ค่าที่เหมาะสม คือ 0.5 ขึ้นไป) และได้้นำแบบสอบถามไปทดสอบ (Try Out) กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนนอกเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 30 คน และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบสัมภาษณ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์ เท่ากับ 0.74

เกณฑ์การแปลผลคะแนนเป็นระดับทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์ ของผู้ตอบแบบสอบถาม คิดจากค่าเฉลี่ยของคะแนนของผู้ตอบแบบสอบถามในภาพรวม แบ่งเป็นระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และทดสอบปัจจัยที่เสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์โดยใช้สถิติ Chi-Square Test และ Fisher's Exact test) ในกรณีความถี่คาดหวังน้อยกว่า 5 เกินกว่า 20% (ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 74.1 โดยมีอายุเฉลี่ย 17.0 ปี กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ร้อยละ 68.8 รองลงมา กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ร้อยละ 21.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยสะสมอยู่ที่ 3.09 (SD. = 0.57) และเมื่อแบ่งเป็นระดับมีผลการเรียน อยู่ระหว่าง 3.00 – 4.00 ร้อยละ 53.4 นักเรียนไม่เคยมีคูรัก/แฟน ร้อยละ 70.4 รองลงมา มีคูรัก/แฟนแล้ว ร้อยละ 17.6

ตารางที่ 1 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์) n = 324(

ทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
1) การมีเพศสัมพันธ์ในวัยเรียนเป็นการแสดงออกถึงความรักที่มีต่อคู่รักของตน	15 (4.6)	7 (2.2)	40 (12.3)	82 (25.3)	180 (55.6)
2) การมีเพศสัมพันธ์โดยการเก็บสะสมแต้ม เป็นเรื่องที่น่าชื่นชม	10 (3.1)	8 (2.5)	14 (4.3)	18 (5.6)	274 (84.6)
3) การมีเพศสัมพันธ์ในวัยเรียนเป็นอุปสรรคในการเรียน*	56 (17.1)	41 (12.7)	69 (21.3)	61 (18.8)	97 (29.9)
4) เมื่อเกิดการตั้งครรภ์ไม่พึงประสงค์ ควรแก้ไขด้วยการไปทำแท้ง	13 (4.0)	10 (3.1)	27 (8.3)	36 (11.1)	238 (73.5)
5) การมีเพศสัมพันธ์กันในวัยเรียน ถือว่าเป็นการผูกมัดอีกฝ่ายได้เป็นอย่างดี	10 (3.1)	7 (2.2)	29 (9.0)	41 (12.7)	237 (73.1)
6) ผู้หญิงควรรักษานวลสงวนตัว เพื่อศักดิ์ศรีของตนเอง*	10 (3.1)	10 (3.1)	25 (7.7)	57 (17.6)	222 (68.5)
7) การป้องกันการตั้งครรภ์ ถือว่าเป็นหน้าที่ของฝ่ายหญิงเท่านั้น	10 (3.1)	8 (2.5)	23 (7.3)	39 (12.0)	244 (75.3)
8) เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วการมีเพศสัมพันธ์ในวัยเรียนมีผลดีมากกว่าผลเสีย	16 (4.9)	7 (2.2)	31 (9.6)	54 (16.7)	216 (66.7)
9) การมีเพศสัมพันธ์ในวัยเรียน ส่งผลเสียต่อสังคมและประเทศชาติ*	48 (14.8)	62 (19.1)	66 (20.4)	57 (17.6)	91 (28.1)
10) เมื่อมีเพศสัมพันธ์ควรหลั่งนอกเพราะเป็นวิธีการคุมกำเนิดที่ดีที่สุด	28 (8.6)	23 (7.1)	46 (14.2)	49 (15.1)	178 (54.9)

หมายเหตุ * คือข้อความเชิงบวก

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับการมีเพศสัมพันธ์โดยการเก็บสะสมแต้ม เป็นเรื่องที่น่าชื่นชม ร้อยละ 84.6 รองลงมาคือ การป้องกันการตั้งครรภ์ ถือว่าเป็นหน้าที่ของฝ่ายหญิงเท่านั้น ร้อยละ 75.3 และเมื่อเกิดการตั้งครรภ์ไม่พึงประสงค์ ควรแก้ไขด้วยการไปทำแท้ง ร้อยละ 73.5 ส่วนข้อที่เห็นด้วยมากที่สุดคือ การมีเพศสัมพันธ์ในวัยเรียนเป็นอุปสรรคในการเรียน ร้อยละ 17.3 รองลงมาคือการมีเพศสัมพันธ์ในวัยเรียน ส่งผลเสียต่อสังคมและประเทศชาติ ร้อยละ 14.8

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละ ของทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์ในภาพรวม (n = 324)

ระดับทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์	ช่วงคะแนน	จำนวน	ร้อยละ
ระดับสูง	25.01 – 40.00	273	84.0
ระดับปานกลาง	12.01 – 25.00	43	13.3
ระดับต่ำ	0.00 – 12.00	9	2.8

)Mean = 31.8 , SD.= 6.4 min = 4.0 , max =40.0(

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 31.8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน เมื่อแบ่งตามเกณฑ์ที่กำหนดพบว่า ทักษะคิดต่อการมีเพศสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 84.0 รองลงมา คือ มีทักษะคิดต่อการมีเพศสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 13.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของปัจจัยเอื้อ (n=324)

ข้อมูลปัจจัยเอื้อ	จำนวน	ร้อยละ
รายได้ที่ได้รับ(บาท/ เดือน)		
≤ 3,000	187	57.7
> 3,000	137	42.3
)Median = 3,000 , P ₂₅ =3,000 , P ₇₅ =4,000 , IQR = 1,000(
จำนวนเงินที่ได้รับเพียงพอต่อค่าใช้จ่ายหรือไม่		
เพียงพอ	271	83.6
ไม่เพียงพอ	53	16.4
บุคคลที่พักอาศัยอยู่ด้วยในปัจจุบัน		
พักอยู่บ้านกับบิดาและมารดา	169	52.2
พักอยู่บ้านกับบิดาหรือมารดา	95	29.3
พักอยู่บ้านญาติ	27	8.3
เช่าหอพัก แยกเพศชาย/หญิง	18	5.6
เช่าหอพัก ไม่แยกเพศชาย/หญิง	15	4.6
การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์		
1. เคยดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ สุรา สเปย์		
ไวน์ ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา		
ไม่เคยดื่ม	183	56.5
เคยดื่ม	141	43.5
2. สาเหตุของการที่ทำให้ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์)n=141(
เพื่อนชวน	56	39.7
ต้องการหาประสบการณ์	48	34.0
ผ่อนคลายความตึงเครียด	37	26.3
3. มักดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ที่)n=141(
ที่พักของนักเรียนเอง	44	31.2
ที่พักของเพื่อน	51	36.2
ผับ/บาร์/คาราโอเกะ	23	16.3
ร้านอาหาร/ร้านขายเหล้า	23	16.3
4. หลังจากดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มักจะทำกิจกรรม)n=141(
นอนพักผ่อน	130	92.2
มีเพศสัมพันธ์	5	3.5
สำเร็จความใคร่ด้วยตัวเอง	6	4.3
การเข้าถึงสถานที่เริงรมย์		
1. เคยไปเที่ยวสถานเริงรมย์ (ผับ บาร์ ไนท์คลับ คาราโอเกะ ร้านเหล้า และสถานบริการทางเพศ) ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา		
ไม่เคย	258	79.6
เคย	66	20.4
2. สาเหตุของการไปเที่ยวสถานเริงรมย์) n = 66(

ข้อมูลปัจจัยเอื้อ	จำนวน	ร้อยละ
เพื่อนชวน	38	57.5
ต้องการหาประสบการณ์	8	12.1
ผ่อนคลายความตึงเครียด	20	30.3
3. สถานะกิจกรรมที่ไปเที่ยวบ่อยที่สุด) n = 66(
คาราโอเกะ	10	15.2
ผับ/บาร์/ร้านเหล้า	56	84.8

จากตารางที่ 3 ปัจจัยเอื้อในด้านข้อมูลค่าใช้จ่ายที่ได้รับ (บาทต่อเดือน) พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายร้อยละ 57.7 มีรายได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 83.6 มีจำนวนเงินที่ได้รับเพียงพอต่อค่าใช้จ่าย บุคคลที่พักอาศัยอยู่ด้วยในปัจจุบันส่วนใหญ่พักอาศัยอยู่บ้านกับบิดามารดา ร้อยละ 52.2

ด้านการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 43.5 เคยดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ ดื่มมานานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ปี ร้อยละ 63.8 เคยดื่มเดือนละ 1-2 วัน ร้อยละ 77.3 สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเริ่มดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เพราะเพื่อนชวน ต้องการหาประสบการณ์ และผ่อนคลายความตึงเครียด (ร้อยละ 39.7 , 34.0 และ 26.3) ตามลำดับ ส่วนใหญ่สถานที่ที่นักเรียนมักดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ คือ ดื่มที่พักของเพื่อน ร้อยละ 36.2

ส่วนด้านส่วนการเข้าถึงสถานที่กิจกรรม พบว่า ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา ร้อยละ 20.4 นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเคยไปเที่ยวสถานกิจกรรม โดยมีนักเรียนระบุว่า เคยไปเที่ยวสถานกิจกรรมน้อยกว่าเท่ากับ 2 ครั้งต่อเดือน ร้อยละ 66.7 สาเหตุหลักที่ไปเที่ยว ร้อยละ 57.6 คือ เพื่อนชวน รองลงมา ร้อยละ 30.3 คือ เพื่อผ่อนคลายความตึงเครียด สถานะกิจกรรมที่นักเรียนไปเที่ยวบ่อย อันดับแรก คือ ผับ/บาร์/ร้านเหล้า ร้อยละ 84.8 รองลงมา คือ ร้านคาราโอเกะ ร้อยละ 15.2

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของปัจจัยเสริม (n = 324)

ข้อมูลปัจจัยเสริม	จำนวน	ร้อยละ
ลักษณะของกลุ่มเพื่อนที่คบ		
1. นักเรียนมีกลุ่มเพื่อนสนิท		
มี	319	98.5
ไม่มี	5	1.5
2. กลุ่มเพื่อนสนิทมีการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น เหล้า เบียร์ เป็นต้น) n = 319(
มี	198	61.1
ไม่มี	85	26.6
ไม่ทราบ	36	11.3
3. กลุ่มเพื่อนสนิทมีการใช้สารเสพติด เช่น บุหรี่ ยาบ้า ยาไอซ์ เป็นต้น)n = 319(
มี	51	16.0
ไม่มี	229	71.8
ไม่ทราบ	39	12.2
4. กลุ่มเพื่อนสนิทไปเที่ยวสถานบันเทิง เช่น ผับ บาร์ ร้านอาหารที่จำหน่ายสุรา เป็นต้น)n = 319(
มี	128	40.1
ไม่มี	151	47.3
ไม่ทราบ	40	12.6
5. กลุ่มเพื่อนสนิทมีคนทีคบในเชิงชู้สาวมากกว่า 1 คน) n = 319(

ข้อมูลปัจจัยเสริม	จำนวน	ร้อยละ
มี	86	26.9
ไม่มี	178	55.8
ไม่ทราบ	55	17.3
6. กลุ่มเพื่อนสนิท มีการดูหนัง/ CD/ DVD ไป)n = 325(
มี	147	46.1
ไม่มี	107	33.5
ไม่ทราบ	65	20.4
7. กลุ่มเพื่อนสนิทมีคนที่เคยผ่านการมีเพศสัมพันธ์มาแล้ว) n = 325(
มี	68	21.3
ไม่มี	160	50.2
ไม่ทราบ	91	28.5
8. กลุ่มเพื่อนสนิทมีคนที่ขายบริการทางเพศ) n = 325(
มี	4	1.3
ไม่มี	276	86.5
ไม่ทราบ	39	12.2
9. กลุ่มเพื่อนสนิท มีคนที่เคยตั้งครรภ์หรือทำให้ผู้หญิงตั้งครรภ์) n = 325(
มี	13	4.1
ไม่มี	269	84.3
ไม่ทราบ	37	11.6
การเข้าถึงสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ		
1. เคยดูสื่อวิดีโอ/วีซีดี/อินเทอร์เน็ต/หนังสือ ที่มีรูปโป๊ ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา		
ไม่เคยดู	161	49.7
เคยดู	163	50.3
2. อายุที่เริ่มดูสื่อที่มีรูปโป๊ ครั้งแรก)n = 163(
14 ≥ ปี	108	.663
14 < ปี	55	33.7
)Median =14.0 , P ₂₅ =12.0 , P ₇₅ =15.0 , IQR = 3.0(
3. สื่อที่อ่าน/ดู มากที่สุด)n = 163 (
การ์ตูนโป๊	45	27.1
หนังสือ/วารสาร โป๊	5	.31
วิดีโอ/ซีดี โป๊	11	.67
ภาพยนตร์โป๊	17	.104
อินเทอร์เน็ตที่มีรูปหรือวิดีโอโป๊	85	52.2
4. สาเหตุที่ดูสื่อที่มีรูปโป๊)n = 163(
เพื่อนชวน	44	.270
ต้องการหาประสบการณ์	60	.368
อยากลอง	59	.362
5. สถานที่ที่ ดูสื่อที่มีรูปโป๊ บ่อยครั้งมากที่สุด)n = 163(
ที่พักของนักเรียนเอง	145	.890

ข้อมูลปัจจัยเสริม	จำนวน	ร้อยละ
ที่พักของเพื่อน	10	.61
ที่พักของคูรัก	5	.31
โรงเรียน	3	1.8
6. ดูสื่อที่มีรูปโป๊ กับใครบ่อยครั้งมากที่สุด)n = 163(
ดูคนเดียว	134	82.2
ดูกับเพื่อน	23	.141
ดูกับคูรัก	6	.37
7. หลังจากดูสื่อที่มีรูปโป๊ มักจะทำกิจกรรมใด)n = 163(
นอนพักผ่อน	113	.693
มีเพศสัมพันธ์	4	.25
สำเร็จความใคร่ด้วยตัวเอง	46	.282

จากตารางที่ 4 ปัจจัยเสริมในด้านลักษณะของกลุ่มเพื่อนที่คบ พบว่า ร้อยละ 98.5 ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีกลุ่มเพื่อนสนิท โดยส่วนใหญ่มีกลุ่มเพื่อนสนิทที่มีการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 62.1 รองลงมา มีเพื่อนสนิทที่มีการดูหนัง/ CD/ DVD โป๊ ไปเที่ยวสถานบันเทิง เช่น ผับ บาร์ ร้านอาหารที่จำหน่าย สุรา เป็นต้น และมีเพื่อนสนิทที่คบในเชิงชู้สาวมากกว่า 1 คน (ร้อยละ 46.1 , .401 และ 26.9 (ตามลำดับ

ส่วนด้านการเข้าถึงสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ พบว่า ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายร้อยละ 50.3 เคยดูสื่อวิดีโอ/วีซีดี/อินเทอร์เน็ต/หนังสือ ที่มีรูปโป๊ ส่วนใหญ่เคยอ่าน/ดูสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศน้อยกว่าหรือเท่า 3 ครั้งต่อเดือน ร้อยละ 53.4 เริ่มดูสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศครั้งแรกอายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 14 ปี ร้อยละ 66.3 โดยอายุน้อยที่สุดที่เริ่มดูสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศครั้งแรก คือ อายุ 12 ปี เมื่อแยกตามสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่นิยมดูอินเทอร์เน็ตที่มีรูปหรือวิดีโอโป๊ รองลงมาการ์ตูนโป๊ และภาพยนตร์โป๊ (ร้อยละ 52.2 , .276 และ 10.4 (ตามลำดับ สาเหตุที่อ่าน/ดูสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศส่วนใหญ่ ร้อยละ 36.8 เพราะต้องการหาประสบการณ์ รองลงมา เพราะอยากลอง ร้อยละ 36.1 สถานที่ที่นักเรียนใช้ดูสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ ดูที่ที่พักของนักเรียนเองร้อยละ 89.2 รองลงมาดูที่ที่พักของเพื่อน ร้อยละ 6.0 ตามลำดับ ส่วนใหญ่นักเรียนดูสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศคนเดียว ร้อยละ 82.2 และหลังจากอ่าน/ดูสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ นักเรียนจะนอนพักผ่อน รองลงมาสำเร็จความใคร่ด้วยตัวเอง และมีเพศสัมพันธ์ (ร้อยละ 69.3 , .282 และ 2.5 (ตามลำดับ

ตาราง 5 จำนวนและร้อยละของปัจจัยด้านการมีเพศสัมพันธ์และการป้องกันขณะมีเพศสัมพันธ์)n =324(

การมีเพศสัมพันธ์และการป้องกันขณะมีเพศสัมพันธ์	จำนวน	ร้อยละ
1. นักเรียนเคยมีเพศสัมพันธ์กับคูรัก/แฟน		
ไม่เคยมีเพศสัมพันธ์	303	93.5
เคยมีเพศสัมพันธ์	21	6.5
2. อายุตอนที่เริ่มมีเพศสัมพันธ์ครั้งแรก)n =(21		
15 ≥ปี	11	52.4
15 <ปี	10	47.6
)Mean=15.52 , SD.=1.12 , min = 14.0 , max =18.0(
3. สถานการณ์ของการมีเพศสัมพันธ์ครั้งแรก)n =(21		
โดยความสมัครใจ	20	95.2
รู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือถูกล่อลวง	1	.48
4. การป้องกันการตั้งครรภ์หรือป้องกันการติดโรคจากการมีเพศสัมพันธ์)n =(21		

การมีเพศสัมพันธ์และการป้องกันขณะมีเพศสัมพันธ์	จำนวน	ร้อยละ
มีทุกครั้ง	14	.666
มีบางครั้ง	5	23.8
ไม่มี	1	.48
จำไม่ได้	1	.48

5. วิธีการป้องกันการตั้งครรภ์หรือป้องกันการติดเชื้อจากการมีเพศสัมพันธ์ n =(19

ถุงยางอนามัย	17	.895
ยาเม็ดคุมกำเนิด	2	10.5

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี เคยมีเพศสัมพันธ์ ร้อยละ 6.5 มีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกอายุเฉลี่ย 15.5 ปี (S.D = 1.12) โดยส่วนใหญ่เคยมีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกเมื่ออายุต่ำกว่าหรือเท่ากับ 15 ปี ร้อยละ 52.4 สถานการณ์ของการมีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกกว่าครึ่งมีเพศสัมพันธ์โดยความสมัครใจ ร้อยละ 95.2 และรู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือถูกล่อลวง ร้อยละ 4.8 โดยร้อยละ 4.8 ไม่มีการป้องกันการตั้งครรภ์หรือป้องกันการติดเชื้อจากการมีเพศสัมพันธ์และจำไม่ได้ ในกลุ่มที่มีการป้องกัน พบว่า ร้อยละ 66.6 มีการป้องกันการตั้งครรภ์หรือป้องกันการติดเชื้อจากการมีเพศสัมพันธ์ทุกครั้ง รองลงมา ร้อยละ 23.8 มีการป้องกันการตั้งครรภ์หรือป้องกันการติดเชื้อจากการมีเพศสัมพันธ์บางครั้ง ตามลำดับ ส่วนวิธีการป้องกันการตั้งครรภ์หรือป้องกันการติดเชื้อจากการมีเพศสัมพันธ์ส่วนใหญ่ นักเรียนใช้ถุงยางอนามัย ร้อยละ 89.5 และยาเม็ดคุมกำเนิด ร้อยละ 10.5

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำกับการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย n=324

ปัจจัยนำ	การมีเพศสัมพันธ์		Chi - square	p-value
	มี	ไม่มี		
เพศ			.9723	0.002
ชาย				
หญิง	12 (14.3)	72 (85.7)		
ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม			13.989*	0.001
น้อยกว่า 2.50	9 (3.8)	231 (96.2)		
2.50 – 3.00	11 (18.3)	49 (81.7)		
3.00 – 4.00	2 (2.2)	89 (97.8)		
สถานะภาพการมีคูรัก/แฟน			37.293*	<0.001
ไม่มีคูรัก/แฟน	8 (4.6)	165 (95.4)		
มีคูรัก/แฟนแล้ว	2 (0.9)	226 (99.1)		
เคยมีคูรัก/แฟน	12 (21.1)	45 (78.9)		
ระดับทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์			.24362*	<0.001
ระดับดี	10 (3.7)	262 (96.3)		
ระดับปานกลาง	6 (14.0)	37 (86.0)		
ระดับต่ำ	5 (55.6)	4 (44.4)		

หมายเหตุ: * ใช้สถิติ Fisher's Exact test เนื่องจากความถี่คาดหวังน้อยกว่า 5 เกินกว่า 20%

จากตารางที่ 6 พบว่า ปัจจัยนำที่มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เพศ) p-value = (0.002ระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสม) p-value = 0.001 (

สถานภาพการมีคู่รัก/แฟน(p-value < (0.001และทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์) p-value < (0.001โดยพบว่านักเรียนที่มีทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์ในระดับต่ำเคยมีเพศสัมพันธ์แล้ว มากกว่านักเรียนที่มีทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์ในระดับปานกลางและระดับสูง

ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเอื้อต่อการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (n=324)

ปัจจัยเอื้อ	การมีเพศสัมพันธ์		Chi - square	p-value
	มี	ไม่มี		
ลักษณะที่พักอาศัยในปัจจุบัน			.14036*	0.004
พักอยู่บ้านกับบิดาและมารดา	9(5.3)	160(94.7)		
พักอยู่บ้านกับบิดาหรือมารดา	3(3.2)	92(96.8)		
พักอยู่บ้านญาติ	3(11.1)	24(88.9)		
เช่าหอพัก แยกเพศชาย/หญิง	1(5.6)	17(94.4)		
เช่าหอพัก ไม่แยกเพศชาย/หญิง	5(33.3)	10(66.7)		
เคยดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์				
ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา			.22239	< 0.001
ไม่เคยดื่ม	1(0.5)	182(99.5)		
เคยดื่ม	20(14.2)	121(85.8)		
เคยไปเที่ยวสถานเริงรมย์ ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา			.26 698	< 0.001
ไม่เคย	7(2.7)	251(97.3)		
เคย	14(21.2)	52(78.8)		

หมายเหตุ: * ใช้สถิติFisher's Exact test เนื่องจากความถี่คาดหวังน้อยกว่า 5 เกินกว่า 20%

จากตารางที่ 7 พบว่า ปัจจัยเอื้อที่มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้แก่ ลักษณะที่พักอาศัยในปัจจุบัน (p-value = 0.004 (การเคยดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา (p-value = (0.001และการไปเที่ยวสถานเริงรมย์ (p-value < (0.001

ตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสริมกับการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (n=324)

ปัจจัยเสริม	การมีเพศสัมพันธ์		Fisher's Exact test	p-value
	มี	ไม่มี		
ลักษณะของกลุ่มเพื่อนที่คบ				
กลุ่มเพื่อนสนิทมีการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์			.10700*	0.010
มี	20(10.1)	178(89.9)		
ไม่มี	1(1.2)	84(98.8)		
ไม่ทราบ	0	36(100.0)		
กลุ่มเพื่อนสนิทมีการใช้สารเสพติด			.10947*	0.008
มี	9(17.6)	42(82.4)		
ไม่มี	9(3.9)	220(96.1)		
ไม่ทราบ	3(7.7)	36(92.3)		

ปัจจัยเสริม	การมีเพศสัมพันธ์		Fisher's Exact test	p-value
	มี	ไม่มี		
กลุ่มเพื่อนสนิทไปเที่ยวสถานบันเทิง			.23917*	<0.001
มี	19(14.8)	109(85.2)		
ไม่มี	1(0.7)	150(99.3)		
ไม่ทราบ	1(2.5)	39(97.5)		
กลุ่มเพื่อนสนิท มีการดูหนัง/ CD/ DVD ไป			.13606*	0.003
มี	18(12.2)	129(87.8)		
ไม่มี	2(1.9)	105(98.1)		
ไม่ทราบ	1(1.5)	64(98.5)		
กลุ่มเพื่อนสนิทเคยผ่านการมีเพศสัมพันธ์มาแล้ว			36.348*	<0.001
มี	17(25.0)	51(75.0)		
ไม่มี	2(1.2)	158(98.8)		
ไม่ทราบ	2(2.2)	89(97.8)		
กลุ่มเพื่อนสนิทเคยตั้งครรภ์หรือทำให้หญิงตั้งครรภ์			13.088*	0.003
มี	4(30.8)	9(69.2)		
ไม่มี	12(4.5)	257(95.5)		
ไม่ทราบ	5(13.5)	32(86.5)		
การเข้าถึงสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา			4.961	0.022
ไม่เคยดู	5(3.1)	156(96.9)		
เคยดู	16(9.8)	147(90.2)		

หมายเหตุ: * ใช้สถิติFisher's Exact test เนื่องจากความถี่คาดหวังน้อยกว่า 5 เกินกว่า 20%

จากตารางที่ 8 พบว่า ปัจจัยเสริมที่มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้แก่ มีกลุ่มเพื่อนสนิทดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (p-value =0.010) มีกลุ่มเพื่อนสนิทใช้สารเสพติด (p-value =0.008) มีกลุ่มเพื่อนสนิทไปเที่ยวสถานบันเทิง (p-value<0.001) มีกลุ่มเพื่อนสนิทดูหนัง/CD/DVD ไป (p-value =0.003) มีกลุ่มเพื่อนสนิทที่เคยผ่านการมีเพศสัมพันธ์มาแล้ว (p-value<0.001) และมีกลุ่มเพื่อนสนิทที่เคยตั้งครรภ์หรือทำให้หญิงตั้งครรภ์ (p-value =0.003)

ด้านการเข้าถึงสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p-value =0.022)

อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี ส่วนใหญ่ ร้อยละ 93.5 ไม่เคยมีเพศสัมพันธ์ ร้อยละ 6.5 ที่เคยมีเพศสัมพันธ์ มีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกอายุเฉลี่ย 15.5 ปี (S.D = 1.12)โดยสถานการณ์ของการมีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกของนักเรียนกว่าครึ่งมีเพศสัมพันธ์โดยความสมัครใจ ร้อยละ 95.2 โดยนักเรียนร้อยละ 4.8 ไม่มีการป้องกันการตั้งครรภ์หรือป้องกันการติดเชื้อจากการมีเพศสัมพันธ์ ส่วนวิธีการป้องกันการตั้งครรภ์หรือป้องกันการติดเชื้อจากการมีเพศสัมพันธ์ส่วนใหญ่ นักเรียนใช้ถุงยางอนามัย และยาเม็ดคุมกำเนิด คิดเป็นร้อยละ 89.5 และ 10.5 ทั้งนี้ร้อยละของการมีเพศสัมพันธ์น้อยกว่าค่าประมาณสัดส่วนของร้อยละของนักเรียนที่เคยมีเพศสัมพันธ์แล้วที่สำรวจในปี 2559 [7] ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเก็บแบบสอบถามครั้งนี้

นักเรียนส่วนใหญ่จะเป็นเด็กที่สนใจการเรียนมากกว่าการมีคูร์กหรือมีเพศสัมพันธ์ เนื่องจากมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยสะสมอยู่ระหว่าง 3.00 – 4.00 ถึงร้อยละ 54.2 และนักเรียนร้อยละ 70.4 ที่ตอบคำถามยังไม่เคยมีคูร์ก/แฟน ทำให้อัตราการมีเพศสัมพันธ์ต่ำกว่าผลการสำรวจ และในงานวิจัยของอังคณา เพชรภาพ [1] ที่พบว่าร้อยละ 28.3 และ 16.6 ของนักเรียนวัยรุ่นชายและหญิงเคยมีเพศสัมพันธ์แล้ว

ปัจจัยนำที่มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ เพศ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่าเพศชายมีอัตราการมีเพศสัมพันธ์และพฤติกรรมเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์มากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [1] ซึ่งเพศชายก็มักจะเป็นเพศที่กล้าได้กล้าเสีย และอยากลองมากกว่าเพศหญิง สถานภาพการมีคูร์ก/แฟน พบว่า นักเรียนที่มีคูร์ก/แฟนมีโอกาสมีเพศสัมพันธ์มากกว่านักเรียนที่ไม่มีคูร์ก/แฟน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอังคณา เพชรภาพ [1] ที่พบว่าการมีคูร์กเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งการมีคูร์กในวัยเรียนนั้น จะมีความอยากรู้อยากลองและอาจจะนำไปสู่การมีเพศสัมพันธ์ได้ ด้านผลการเรียนเฉลี่ยสะสมพบว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 2.50 เคยมีเพศสัมพันธ์มากกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมตั้งแต่ 2.50 ($p\text{-value} = 0.001$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อังคณา เพชรภาพ และ นิชาภัทร ปูนมิกิจ ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ โดยนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมต่ำกว่าจะมีพฤติกรรมเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมที่สูงกว่า [1,8] ทั้งนี้เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี เป็นเครื่องบอกถึงความรับผิดชอบของบุคคลที่ศึกษาผู้ที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ส่วนทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) โดยนักเรียนมีทัศนคติต่อการมีเพศสัมพันธ์อยู่ในระดับดี ร้อยละ 83.64 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอังคณา เพชรภาพ นิชาภัทร ปูนมิกิจ และจันทนา สงนุ้ย ที่พบว่าทัศนคติต่อเรื่องเพศมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมทางเพศของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [1,8,9] ทั้งนี้เพราะว่า หากบุคคลมีความคิดความเชื่อความรู้สึกที่ถูกต้องเหมาะสมเรื่องเพศย่อมส่งผลให้มีพฤติกรรมทางเพศที่ถูกต้อง และเหมาะสม แต่หากบุคคลมีความคิดความเชื่อความรู้สึกที่ไม่ถูกต้องเรื่องเพศจะทำให้มีพฤติกรรมทางเพศที่ไม่เหมาะสมได้ [10]

ปัจจัยอื่นที่มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ บุคคลที่พักอาศัยอยู่ด้วยในปัจจุบัน ($p\text{-value} = 0.004$) นักเรียนส่วนใหญ่พักอาศัยอยู่กับบิดาและ/หรือมารดา ทำให้นักเรียนอยู่ในสายตาผู้ปกครองเกือบตลอดเวลาจึงมีโอกาสถูกซักจูงหรือสัมผัสพฤติกรรมเสี่ยงน้อย แต่พบว่าในนักเรียนที่เคยมีเพศสัมพันธ์ส่วนใหญ่เข้าหอพัก ไม่แยกเพศชาย/หญิง มีโอกาสเสี่ยงมีเพศสัมพันธ์มากกว่านักเรียน ที่พักอาศัยอยู่กับญาติ เข้าหอพัก แยกเพศชาย/หญิง พักอยู่บ้านกับบิดาและมารดา ส่วนการดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับอังคณา เพชรภาพ กว่า [1] ทั้งนี้ นักเรียนมักจะดื่มเพื่อเป็นการสังสรรค์ระหว่างเพื่อนฝูง ทำให้เกิดความใกล้ชิดสนิทสนม รวมทั้งบรรยากาศที่อาจชวนให้เคลิ้ม ทำให้ตกอยู่ในสถานการณ์ที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงหรือปฏิเสธได้ และนำไปสู่การมีเพศสัมพันธ์แบบไม่ได้ตั้งใจได้ ไม่ว่าจะเป็นถูกหลอกลวงหรือเต็มใจก็ตาม และการไปเที่ยวสถานเริงรมย์มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์ ($p\text{-value} < 0.001$) เนื่องจากปัจจุบันการเข้าถึงสถานเริงรมย์เช่น ผับ บาร์ ร้านเหล้า ของเด็กวัยเรียนในช่วงมัธยมศึกษาตอนปลายสามารถเข้าถึงได้ง่ายมากขึ้น ส่วนใหญ่มาในรูปแบบของการจัดเลี้ยงฉลองวันเกิด สอบเสร็จ เรียนจบ สอบติด ซึ่งส่วนใหญ่จะจัดในเวลากลางคืนย่อมถือเป็นปัจจัยเสี่ยงของสังคมที่มีอิทธิพลต่อการมีเพศสัมพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอังคณา เพชรภาพ [1] ที่พบว่า การไปเที่ยวสถานเริงรมย์มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัจจัยเสริมที่มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ การที่นักเรียนเคยมีเพศสัมพันธ์แล้ว มีกลุ่มเพื่อนสนิทที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มีกลุ่มเพื่อนสนิทที่ใช้สารเสพติด มีกลุ่มเพื่อนสนิทไปเที่ยวสถานบันเทิง มีกลุ่มเพื่อนสนิทดูหนัง/ CD/ DVD ใ้ มีกลุ่มเพื่อนสนิทที่เคยผ่านการมีเพศสัมพันธ์มาแล้ว และมีกลุ่มเพื่อนสนิทที่เคยตั้งครร์กหรือทำให้ผู้หญิงตั้งครร์กนั้น มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจันทนา สงนุ้ย ที่พบว่า การคบเพื่อนที่มีพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ

มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [9] เนื่องจากกลุ่มวัยรุ่นเป็นกลุ่มที่มักทำตามเพื่อน ถ้าคบคนไม่ดีมีพฤติกรรมไม่ถูกต้อง เช่น ชอบเที่ยวกลางคืน หรือมีพฤติกรรมเบี่ยงเบนทางเพศ ก็จะทำให้เกิดการชักจูงให้มีเพศสัมพันธ์ได้ จะเห็นได้ว่าปัจจัยด้านเพื่อนนี้มีอิทธิพลมากกว่าพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ

นอกจากนี้นักเรียนที่เคยมีเพศสัมพันธ์ มักเป็นกลุ่มที่เคยดูสื่อวิดีโอ/วีซีดี/อินเทอร์เน็ต/หนังสือ ทั้งนี้เนื่องจากวัยรุ่นเป็นวัยที่มีการเรียนรู้สิ่งต่างๆทางเพศด้วยตนเองจากสื่อต่าง ๆ และ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ได้ง่าย เมื่อมีการชักชวนกันดูคลิป วิดีโอโป๊ จึงอาจทำให้เกิดการอยากเลียนแบบเกิดขึ้น ซึ่งนำไปสู่การมีเพศสัมพันธ์และพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศได้ [9] ดังนั้น หากวัยรุ่นบริโภคสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศมากเกินไป ย่อมนำไปสู่การมีเพศสัมพันธ์ที่มากขึ้นด้วย

สรุปและข้อเสนอแนะ

โรงเรียน ในฐานะสถานศึกษาที่ผลิตบุคคลที่มีคุณภาพ ควรจะส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจ และปลูกฝังทัศนคติในการมีเพศสัมพันธ์ที่เหมาะสมให้กับนักเรียน เพื่อเป็นการป้องกันและลดความเสี่ยงต่อการมีพฤติกรรมทางเพศที่ไม่เหมาะสม เช่น การมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควรของวัยรุ่น ที่จะนำไปสู่การเกิดปัญหาทางสุขภาพและสังคม โดยเฉพาะในด้านของการตีแม่ตีเมีย แอลกอฮอล์ และการเข้าถึงสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ อีกทั้งควรจะส่งเสริมในเรื่องของการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียนที่เป็นประโยชน์ และสร้างสรรค์ต่อตนเองและสังคมให้มากขึ้น เช่น การสร้างแกนนำสุขภาพเพื่อเป็นแบบอย่างที่ดีด้านสุขภาพและถ่ายทอดความรู้ ทักษะเกี่ยวกับพฤติกรรมทางเพศแก่กลุ่มเพื่อน สถาบันครอบครัว โรงเรียน และชุมชน ควรหาแนวทางร่วมกัน เพื่อนำมาดำเนินการป้องกันปัญหาพฤติกรรมเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์ในวัยรุ่น ช่วยกันลดช่องว่างของสื่อกระตุ้นทางเพศที่ไม่เหมาะสม ส่งเสริมการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ โดยใช้กิจกรรมเบี่ยงเบนความสนใจ เช่น การออกกำลังกาย หรือฝึกให้เด็กรู้จักควบคุมปัจจัยเสี่ยงต่างๆ เหล่านี้ให้เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนักเรียน และอาจารย์จากโรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช โรงเรียนนาเรีนกุล โรงเรียนอาเวมารีอาและโรงเรียนอัสสัมชัญอุบลราชธานี ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] อังคณา เพชรกาฬ. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนวัยรุ่นภาคใต้ตอนบน (วิทยานิพนธ์). มหาวิทยาลัยมหิดล, 2551
- [2] กรมอนามัย สำนักอนามัยการเจริญพันธุ์. สถานการณ์อนามัยเจริญพันธุ์ในวัยรุ่นและเยาวชน ปี 2559. [ออนไลน์]. .2559 [เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2561] .เข้าถึงได้จาก: http://rh.anamai.moph.go.th/download/all_file/index/RH@2559.pdf
- [3] ศรีนยา พงศ์พันธุ์ .สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ประจำปี 2557: โรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์. [ออนไลน์]. .2557[เข้าถึงเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561] .เข้าถึงได้จาก: <http://www.boe.moph.go.th/Annual/AESR2014/aesr2557/Part%201/1-6/sexually.pdf>
- [4] วีระพล สีนอ .สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ประจำปี 2555: โรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์. [ออนไลน์]. .2555[เข้าถึงเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561] .เข้าถึงได้จาก: http://www.boe.moph.go.th/Annual/AESR2012/main/AESR55_Part1/file/3155_STI.pdf
- [5] สุกานดา แก้วล้อมบึง. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีเพศสัมพันธ์ของวัยรุ่นในเขตตรวจราชการกระทรวงสาธารณสุขที่ 11 และ 13. ศูนย์อนามัยที่ 10 อุบลราชธานี. [ออนไลน์]. .2557[เข้าถึงเมื่อ 10 พฤษภาคม 2561] .เข้าถึงได้จาก: http://hpc10.anamai.moph.go.th/ewt_dl_link.php?nid=2042
- [6] วนิดา ภูพันหงส์, กฤษณา วุฒิสินธ์ และ ธวัชวงศ์ชัย ไตรทิพย์. 2559. วารสารวิชาการแพรวกาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ (2)3:72-54

- [7] พิรวัฒน์ ตั้งตระกูล. รายงานผลการเฝ้าระวังพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อเอชไอวี ในกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประเทศไทย ปี พ.ศ. .2559[ออนไลน์]. .2559[เข้าถึงเมื่อ 30สิงหาคม 2560] .เข้าถึงได้จาก: http://www.boe.moph.go.th/aids/Downloads/book/2559/Report_BSS_STU_2559_complete.pdf
- [8] ณิชภัทร ปุ่นมีกิจ. ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเมืองพัทยา (วิทยานิพนธ์). บурพา: มหาวิทยาลัย, 2559.
- [9] จันธนา สงนุ้ย. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์).มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2556
- [10] จารุวรรณ ศรีเวียงยา. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางกะปิ กรุงเทพมหานคร(วิทยานิพนธ์).มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ, 2557

ผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อย
ในหมู่บ้านแห่งหนึ่ง อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู

The Health Impact of the Sugar Cane Farmers,
A Village in Sibunruang District, Nong Bua Lam Phu Province.

สมเจตน์ ทองคำ และเสาวลักษณ์ สุวรรณพล.

วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข กลุ่มวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail: s.chin40@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพ ด้านร่างกาย จิตใจ สังคม จากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อยในหมู่บ้านแห่งหนึ่ง อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 175 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด

ผลการศึกษาพบว่าผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อยด้านร่างกาย โดยทางกายภาพที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด คือ มีผื่นแดงที่ผิวหนัง ผิวแห้งแตกจากการสัมผัสแสงแดดในการทำงานและมีอาการปวดศีรษะ เวียนศีรษะเนื่องจากสัมผัสกับแสงแดดในขณะที่ทำงาน ร้อยละ 58.9 ทางเคมีได้รับผลกระทบมากที่สุด คือมีอาการคอแห้ง เหงื่อออกตามมือ ง่วงซึม เนื่องจากสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ร้อยละ 49.7 และทางชีวภาพได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ แมลงเข้าตาเข้าจมูกขณะทำงาน ร้อยละ 58.9 ผลกระทบต่อสุขภาพด้านจิตใจที่ไม่ดีที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ วิตกกังวลและกลัวลูกหลานจะไปในที่ที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ร้อยละ 90.9 ส่วนผลกระทบต่อสุขภาพด้านสังคมผลกระทบที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ การฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในบริเวณที่ติดกับถนนโดยไม่บอกกล่าวทำให้เพื่อนบ้านต่อว่าและไม่พอใจ ร้อยละ 80.6

ทั้งนี้ผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดขึ้น หน่วยงานด้านสุขภาพควรมีการจัดกิจกรรมในการใช้สารเคมีที่ถูกต้องเพื่อป้องกันสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเข้าสู่ร่างกายและจัดกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพเพื่อเน้นให้เกษตรกรรู้จักวิธีป้องกันอันตรายหรือผลกระทบต่างๆในระหว่างการทำงาน

คำสำคัญ : ผลกระทบต่อสุขภาพ เกษตรกรไร้อ้อย หนองบัวลำภู

Abstract

This research aimed to study the health impact in physical mental and social impact of the sugar cane farmers in a village in Sibunruang District, Nong Bua Lam Phu Province. The subjects were 175 farmers. The tool used in this research was interview. Data was analyzed by the use of descriptive statistics, including frequency, percentage, average, standard deviation, minimum and maximum values.

The study found that the physical health impact was the most impact were skin rash, dry skin, headache and dizziness from the sunlight (58.9%). The most chemical impact were fell dry, sweat by hand and narcosis with the pesticide contacted 49.7% and the most biological impact were the affected to eyes and arms from insects. In a section of mental health impact were they fear about the cumulate of pesticide expose to the child contacted 90.9%. The result of social health the most impact was the spread of pesticide spray that effected to the neighborhood 80.6%. In addition to this impact, the health organization should be have the activity or training for prevent or hazardous exposure to pesticide and activities for health promotion providers to worker.

Keywords : The Health Impact, the Sugar Cane Farmers, Nong Bua Lam Phu Province.

1. บทนำ

ประเทศไทยนับเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลทรายใหญ่เป็นอันดับที่ 3 ของโลก รองจากประเทศบราซิล^[1] ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของประเทศไทยมีแนวโน้มขยายตัวไปได้อีกไกลเนื่องจากการขอตั้งและขยายโรงงานน้ำตาลทรายเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นจำนวนมาก และสืบเนื่องจากรัฐบาลผลักดันนโยบายบริหารพื้นที่เกษตรกรรมของพืชโดยเปลี่ยนพื้นที่ปลูกข้าวที่อยู่ในพื้นที่ไม่เหมาะสมไปสู่การปลูกอ้อยโรงงาน มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ส่งผลให้พื้นที่ปลูกอ้อยของประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น ในปีการผลิต 2558/ 59 มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยทั่วประเทศ รวม 47 จังหวัด จำนวน 11,012,839 ไร่ แบ่งเป็น พื้นที่ปลูกอ้อยส่งโรงงาน 10,278,045 ไร่ และพื้นที่ปลูกอ้อยทำพันธุ์ 734,794 ไร่ โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้นจากปีการผลิต 2557/58 จำนวน 481,912 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 4.58^[2] ทั้งนี้ อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมให้ชาวนาหันมาปรับเปลี่ยนไร่นาเป็นไร่อ้อย เนื่องจากอ้อยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่อุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องได้ นอกจากนี้จะผลิตเป็นน้ำตาลทรายแล้วยังนำผลพลอยได้จากการผลิตไปเป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน และยังสามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าหรือนำไปผลิตเป็นเยื่อกระดาษได้อีกด้วย^[2] กระบวนการเกษตรกรรมนั้นมีลักษณะของการทำงานที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพหลายปัจจัย ซึ่งความเสี่ยงอันตรายด้านโรคจากการประกอบอาชีพภาคเกษตรกรรมความเสี่ยงอันตรายจากปัจจัยทางเคมี การใช้สารเคมีทางการเกษตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีกำจัดศัตรูพืชส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาว อาการที่เกิดขึ้นแตกต่างกันตั้งแต่อาการเล็กน้อยจนรุนแรงถึงแก่ชีวิต ขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณ และทางเข้าสู่ร่างกายและระยะเวลาการรับสัมผัสสารเคมี ความเสี่ยงอันตรายจากปัจจัยทางชีวภาพ เช่น โรคฉี่หนูหรือเลปโตสไปโรซิส ซึ่งมีรายงานการป่วยสูงเมื่อเทียบกับโรคอื่น รวมถึงการบาดเจ็บจากการถูกสัตว์ร้ายกัด หนูหรือสัตว์มีพิษ กัดต่อย ความเสี่ยงอันตรายจากปัจจัยทางกายภาพท่าทาง และสภาพการทำงานที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดการปวดหลังปวดกล้ามเนื้อและอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้ออื่นๆ ซึ่งเป็นปัญหาสุขภาพที่มักเกิดขึ้นในเกษตรกร ส่วนใหญ่การทำงานในที่ที่มีอากาศร้อนทำให้เกิดการเสียน้ำจากเหงื่อออกมากเกินไป อ่อนเพลีย เป็นลมและหมดสติได้^[3] เกษตรกรเป็นกลุ่มที่เสี่ยงต่อการสัมผัสปัจจัยอันตรายจาก การทำงาน จากบริบทการทำงาน เกษตรกรจะต้องเผชิญปัจจัยอันตรายจากการทำงานที่หลากหลาย ทั้งปัจจัยอันตรายด้านกายภาพ ด้านเคมี ด้านชีวภาพ ด้านการยศาสตร์ และด้านจิตสังคม^[4]

จังหวัดหนองบัวลำภูมีขนาดพื้นที่ประมาณ 2,411, 928.74 ไร่จำนวนครัวเรือนทั้งหมด 120,873 ครัวเรือน มีประชากรประมาณ 496,859 คน เป็นชายจำนวน 250,053 คน และหญิงจำนวน 246,806 คน^[5] ประชากรชาวจังหวัดหนองบัวลำภู มีอาชีพทางการเกษตร พืชเศรษฐกิจที่สำคัญ คือ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลืองและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เศรษฐกิจที่สำคัญขึ้นต่อกับการผลิตการเกษตรกรรมเป็นหลัก (สำนักงานเกษตรจังหวัดหนองบัวลำภู, 2560) (อำเภอศรีบุญเรืองมีลักษณะโดยทั่วไปเป็นพื้นที่ราบ มีประชากรทั้งหมด จำนวน 101, 194 คน แบ่งเป็นชาย 50, 814 คนและเป็นหญิง 50, 380 คน ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทั้งหมด จำนวน 17,601 ครัวเรือน มีพื้นที่ในการทำไร่อ้อยทั้งหมด 174,245 ไร่ จำนวนครัวเรือนที่ปลูกอ้อยทั้งหมด 10,318 ครัวเรือน^[5] ตำบลโนนสะอาด พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสภาพดินเป็นดินทรายปนหินมีพื้นที่ทั้งหมด 72,356 ไร่ ประกอบด้วย 17 หมู่บ้าน จำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 3,120 ครัวเรือน (ข้อมูลสำรวจเมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2555 (และพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งสิ้น 14,348 ไร่^[6] หมู่บ้านแห่งหนึ่งซึ่งเป็นชุมชนขนาดเล็กอยู่ภายใต้การปกครองของเทศบาลตำบลโนนสะอาด มีพื้นที่ประมาณ 100 ไร่ จำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 175 ครัวเรือน มีประชากรทั้งสิ้น 8190 คน เป็นชาย 4070 คนและหญิง 412 คน ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก เช่น ปลูกข้าวนาปี และการทำไร่อ้อย จำนวนครัวเรือนที่ปลูกอ้อยประมาณ 158 ครัวเรือน หรือประมาณร้อยละ 90 ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมด ประชาชนส่วนใหญ่มองมีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบต่อสุขภาพ ทั้งการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยจากการทำงาน เช่น โรคระบบกล้ามเนื้อและอาการอื่นๆ เช่น วิงเวียนศีรษะ ปวดศีรษะ ผื่นคัน ตุ่มพุพอง เป็นต้น^[7]

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อยในพื้นที่แห่งนี้ ทั้งนี้เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำไร้อ้อย ซึ่งเกษตรกรกลุ่มนี้ควรได้รับการดูแลสุขภาพ การศึกษานี้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการวางแผนส่งเสริมสุขภาพป้องกันและลดความเสี่ยงจากอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรตลอดจนส่งเสริมให้เกษตรกรไร้อ้อยและผู้ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ บ้านโต้งใต้ หมู่ 7 ตำบลโนนสะอาด อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู มีการดูแลตนเองอย่างเหมาะสมในการป้องกันการเจ็บป่วยที่เกิดจากการทำงาน หรือเกี่ยวข้องกับการทำงาน เพื่อให้มีสุขภาพที่แข็งแรงและมีคุณภาพชีวิตที่ดีต่อไป

2. วัตถุประสงค์และวิธีการวิจัย

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้คือ เกษตรกรไร้อ้อยหมู่บ้านแห่งหนึ่ง ตำบลโนนสะอาด อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 175 คน โดยกลุ่มตัวอย่างทำการศึกษาในประชากรทั้งหมด โดยมีเกณฑ์คัดเลือกเข้าดังนี้คือ

- เป็นตัวแทนครัวเรือนที่ทำไร้อ้อยโดยเป็นเจ้าของไร้อ้อยที่มีที่ดินเป็นของตนเอง และทำไร้อ้อยเองหรือผู้ที่เป็นแรงงานรับจ้างในไร้อ้อย
- มีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไปอ่านออกเขียนได้ และมีประสบการณ์ในการทำไร้อ้อยมาไม่น้อยกว่า 1 ฤดูกาล
- ครัวเรือนที่มีคนทำงานในไร้อ้อย มากกว่า 1 คน จะเลือกหัวหน้าครัวเรือนที่เป็นผู้ใช้แรงงานหลักเป็นอันดับแรก

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม เพื่อศึกษาผลกระทบจากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อย โดยสร้างขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและผู้วิจัยประยุกต์มาจากแบบสอบถามของนิภาพร ศรีวงษ์ (2555) ศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำไร้อ้อยของเกษตรกรชาวไร้อ้อยและแบบสอบถามของสมเจตน์ ทองคำ (2559) ศึกษาผลกระทบทางด้านสุขภาพของแรงงานค้ายะในหลุมฝังกลบขยะเทศบาลเมืองวารินชำราบ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยมีเนื้อหาครอบคลุมประเด็นที่ต้องศึกษาซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำถามเป็นลักษณะเลือกตอบ (Check list (จำนวน 12 ข้อประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพหลัก อาชีพเสริม รายได้เฉลี่ยต่อเดือน พื้นที่ปลูกอ้อย การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช งานที่ทำในไร้อ้อย ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานในไร้อ้อย การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตราย การได้รับข่าวสาร

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ

คำถามเป็นลักษณะเลือกตอบ (Check list (จำนวน 6 ข้อประกอบด้วย การตรวจสุขภาพประจำปี โรคประจำตัว พฤติกรรมสุขภาพ การเจ็บป่วยจากการทำงาน การบาดเจ็บจากการทำงาน สถานที่เข้ารับบริการสุขภาพ

ส่วนที่ 3 ผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อย

แบบสอบถามจะเป็นลักษณะปลายปิด มีทั้งหมด 3 ด้าน คือ ผลกระทบด้านร่างกาย ผลกระทบด้านจิตใจ และผลกระทบด้านสังคม ลักษณะข้อคำถามแต่ละข้อมี 3 คำตอบให้เลือกตอบ ได้แก่ ได้รับผลกระทบ ไม่แน่ใจในผลกระทบ และไม่ได้รับผลกระทบ

ได้รับผลกระทบ	หมายถึง	ได้รับผลกระทบจากการทำงาน
ไม่แน่ใจในผลกระทบ	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าได้รับผลกระทบจากการทำงานหรือไม่
ไม่ได้รับผลกระทบ	หมายถึง	ไม่ได้รับผลกระทบจากการทำงาน

ด้านที่ 1 ผลกระทบด้านร่างกาย จำนวน 15 ข้อ ซึ่งแบ่งเป็นผลกระทบทางด้านต่างๆดังนี้

- ผลกระทบทางกายภาพ 5 ข้อ
- ผลกระทบทางเคมี 5 ข้อ

- ผลกระทบทางชีวภาพ 5 ข้อ

ด้านที่ 2 ผลกระทบด้านจิตใจ จำนวน 10 ข้อ

ด้านที่ 3 ผลกระทบด้านสังคม จำนวน 10 ข้อ

2.3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถาม โดยศึกษาจากการทบทวนวรรณกรรม และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือกำหนดขอบเขตโครงสร้างเนื้อหาที่ใช้ในการสอบถาม ผลกระทบต่อสุขภาพในการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อย ซึ่งผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยการหาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

1. การทดสอบความตรงของเนื้อหา (Content Validity) โดยนำเครื่องมือที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านคืออาจารย์วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตรวจสอบ ความตรงด้านเนื้อหาโดยพิจารณาให้ครอบคลุมถึงความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาและสำนวนที่ใช้ หลังจากนั้น ได้นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดสอบหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามต่อไปและหาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence: IOC) ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบโดยคำถามทุกข้อมีค่า IOC ไม่น้อยกว่า 0.5 จึงจะถือว่ายอมรับได้ โดยแบบสอบถามชุดนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.6 ถึง 1.0

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หาโดยนำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 30 ชุด หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ใช้เกณฑ์พิจารณาค่า Cronbach's Alpha Coefficient ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.75 ขึ้นไป โดยได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.86

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้มีระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2560 ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 มีวิธีการดำเนินการดังนี้

1 (ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับประชากรบ้านโต้งไต้้น หมู่ 7 ตำบลโนนสะอาด อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู

2 (สร้างแบบสอบถาม ตรวจสอบความครบถ้วน ความเรียบร้อย และจัดเตรียมเพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลของประชากร

3 (เก็บข้อมูลภาคสนาม ผู้วิจัยแนะนำตัวและขอความร่วมมือจากประชาชนโดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูลและประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้รวมทั้งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

4 (ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยชี้แจงรายละเอียดในการตอบแบบสอบถามแก่เกษตรกร บ้านโต้งไต้้น หมู่ 7 ตำบลโนนสะอาด อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู

5 (ตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วน และสมบูรณ์ของแบบสอบถามทุกชุด รวบรวมข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อนำมาบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรมทางสถิติ

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Description Statistic) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ตาม ชนิดของตัวแปรตามลำดับดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป

-ตัวแปรที่มีระดับการวัดเชิงคุณภาพ (Nominal Scale, Ordinal Scale) ได้แก่ เพศ อาชีพหลัก อาชีพเสริม ระดับการศึกษา การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช งานที่ทำในไร้อ้อย การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตราย การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับผลกระทบจากการทำงานในไร้อ้อย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการหาค่าจำนวน และร้อยละ (Percentage)

-ตัวแปรที่มีระดับการวัดเชิงปริมาณ (Interval Scale, Ratio Scale) ได้แก่ อายุ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครอบครัว พื้นที่ปลูกอ้อย ระยะเวลาปฏิบัติงานในไร้อ้อย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการหาค่าสูงสุด (Maximum) ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2 .การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ

ตัวแปรที่มีระดับการวัดเชิงคุณภาพ (Nominal Scale, Ordinal Scale) ได้แก่ การตรวจสุขภาพประจำปี โรคประจำตัว พฤติกรรมสุขภาพ การเจ็บป่วยจากการปฏิบัติงาน การบาดเจ็บจากการปฏิบัติงาน สถานที่เข้ารับบริการสุขภาพ การหยุดงานจากการเจ็บป่วย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการหาค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3 .การวิเคราะห์ข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อย

ผลกระทบต่อสุขภาพ จะประกอบไปด้วยผลกระทบต่อสุขภาพด้านร่างกาย ซึ่งแบ่งเป็นผลกระทบทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ อุบัติเหตุจากการทำงาน ผลกระทบต่อสุขภาพด้านจิตใจ และผลกระทบต่อสุขภาพด้านสังคม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการหาค่าจำนวน และค่าร้อยละ(Percentage)

3. ผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพ ด้านร่างกาย จิตใจ สังคม จากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อย บ้านโต้งไต้น หมู่ 7 ตำบลโนนสะอาด อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 175 คน โดยนำเสนอผลการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

3.1 ข้อมูลทั่วไป

3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ

3.3 ผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อย

3.3.1 ด้านร่างกาย

3.3.2 ด้านจิตใจ

3.3.3 ด้านสังคม

3.1 ข้อมูลทั่วไป

พบว่าเกษตรกรไร้อ้อยเป็นเพศชายร้อยละ 74.3 เพศหญิง ร้อยละ 25.7 มีอายุเฉลี่ย 46.82 ปี โดยอายุน้อยที่สุด 18 ปี และอายุมากที่สุด 75 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1 – ม.3 หรือ เทียบเท่า) มากที่สุด ร้อยละ 41.1 โดยมีอาชีพหลักเป็นเกษตรกรมากที่สุดร้อยละ 91.4 อาชีพเสริมรับจ้างทั่วไปมากที่สุด ร้อยละ 81.1 และมีรายได้เฉลี่ย 2,715.42 บาทต่อเดือน โดยมีรายได้ต่ำสุด 500 บาทต่อเดือนและรายได้สูงสุด 35,000 บาทต่อเดือน และส่วนใหญ่มีพื้นที่ปลูกอ้อย 6-10 ไร่ ร้อยละ 62.3 มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการทำไร้อ้อยมากที่สุดคือเลบาน ร้อยละ 39.40 และมีกิจกรรมที่ทำในไร้อ้อยมากที่สุดคือการปลูกอ้อย ร้อยละ 85.7 มีระยะเวลาในการทำไร้อ้อยเฉลี่ย 3.7 ปี โดยระยะเวลาสั้นที่สุด 1 ปี และมากที่สุด 7 ปี อุปกรณ์ป้องกันการอันตรายที่ใช้มากที่สุดคือถุงมือ ร้อยละ 96.0 รองลงมาคือเสื้อแขนยาว ร้อยละ 90.3 และกางเกงขายาว ร้อยละ 89.1 และพบว่าเกษตรกรไม่เคยได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับผลกระทบจากการทำไร้อ้อยมากถึง ร้อยละ 76.6

3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ

พบว่าตัวแทนครัวเรือนเกษตรกรไร้อ้อยเคยตรวจสุขภาพประจำปี ร้อยละ 46.9 และพบว่ามิโรคประจำตัว ร้อยละ 2.3 โดยเป็นโรคเบาหวานมากที่สุดร้อยละ 50.0 และมีพฤติกรรมสุขภาพดังนี้คือ มีการออกกำลังกายเพียง ร้อยละ 32.0 ซึ่งมีความถี่ในการออกกำลังกาย 1 ครั้งต่อสัปดาห์มากที่สุดร้อยละ 60.7 โดยระยะเวลาที่ออกกำลังกาย

กายครั้งละ 20-30 นาที มากที่สุดร้อยละ 69.6 และพบว่ามีการดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 41.7 โดยดื่ม 1-3 วันต่อสัปดาห์มากที่สุดร้อยละ 72.6 และปริมาณการดื่มมากที่สุดวันละ 1-3 แก้ว ร้อยละ 86.3 และมีพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มชูกำลัง ร้อยละ 46.30 โดยดื่มน้อยกว่า 5 วันต่อสัปดาห์มากที่สุด ร้อยละ 95.1 และปริมาณการดื่มมากที่สุดวันละ 1-2 ขวด ร้อยละ 93.8 และมากที่สุด 4 ขวด/วัน และพบว่ามีการสูบบุหรี่ร้อยละ 39.4 โดยสูบ 6-10 มวนต่อสัปดาห์มากที่สุด ร้อยละ 65.2 และมากที่สุด 17 มวนต่อสัปดาห์ ในส่วนของการเจ็บป่วยจากการปฏิบัติงาน พบร้อยละ 72.6 โดยมีอาการเคล็ดขัดยอกมากที่สุด ร้อยละ 89.7 รองลงมาคือปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ร้อยละ 85.0 และเป็นผื่นคันที่ผิวหนัง ร้อยละ 11.8 ตามลำดับ ในด้านการบาดเจ็บจากการปฏิบัติงานพบ ร้อยละ 29.1 โดยพบการบาดเจ็บจากของมีคมบาดเจ็บมากที่สุดร้อยละ 84.3 รองลงมาคือ แมลง สัตว์ กัดต่อยร้อยละ 58.8 ของแผลมมีคมทิ่มแทงร้อยละ 5.8 และวัตถุกระเด็นเข้าตาหรือหล่นทับร้อยละ 3.9 ตามลำดับ และเมื่อเจ็บป่วยไปรักษาที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบลโนนสะอาด มากที่สุดร้อยละ 94.8 และซื้อยากินเอง ร้อยละ 57.1 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนร้อยละของข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ (N=175)

ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
1. การตรวจสุขภาพประจำปี		
ไม่เคยตรวจ	93	53.1
เคยตรวจ	82	46.9
ครั้งล่าสุด ไม่เกิน 1 ปี (2559-2560)	58	70.7
ครั้งล่าสุด มากกว่า 1 ปี (2554-2558)	24	29.3
2. โรคประจำตัว		
ไม่มีโรค	171	97.7
มีโรค	4	2.3
เบาหวาน	2	50.0
วิงเวียนศีรษะ	1	25.0
ความดัน	1	25.0
3. พฤติกรรมสุขภาพ		
ออกกำลังกาย		
ไม่ออกกำลังกาย	119	68.0
ออกกำลังกาย	56	32.0
ความถี่ในการออกกำลังกาย		
1 ครั้ง/สัปดาห์	34	60.7
2 ครั้ง/สัปดาห์	9	16.0
3 ครั้ง/สัปดาห์	10	17.9
5 ครั้ง/สัปดาห์	2	3.6
6 ครั้ง/สัปดาห์	1	1.8
3.1 ออกกำลังกาย	56	32.0
ระยะเวลาในการออกกำลังกายแต่ละครั้ง 10-15 นาที	17	30.4
ระยะเวลาในการออกกำลังกายแต่ละครั้ง 20-30 นาที	39	69.6
Mean=6.37, S.D.=10.26, Min=10, Max=30		
3.2 การดื่มแอลกอฮอล์		
ไม่ดื่ม	102	58.3
ดื่ม	73	41.7

ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ความถี่ในการดื่ม		
1-3 วัน/สัปดาห์	53	72.6
4-6 วัน/สัปดาห์	19	26.0
7 วัน/สัปดาห์	1	1.4
Mean=1.24, S.D.=1.70, Min=1.00, Max=7.00		
ปริมาณการดื่ม		
ดื่มวันละ 1-3 แก้ว	63	86.3
ดื่มวันละ 4-5 แก้ว	10	13.7
Mean=0.98, S.D.=0, Min=1.00, Max=5.00		
3.3 การดื่มเครื่องดื่มชูกำลัง		
ไม่ดื่ม	94	53.7
ดื่ม	81	46.3
ความถี่ในการดื่ม		
<5 วัน/สัปดาห์	77	95.7
>5 วัน/สัปดาห์	4	4.9
Mean=1.50, S.D.=1.95, Min=1.00, Max=10.00		
ปริมาณในการดื่ม		
ดื่มวันละ 1-2 ขวด	76	93.8
ดื่มวันละ 3-4 ขวด	5	6.2
Mean=0.62, S.D.=0.80, Min=1.00, Max=4.00		
3.4 การสูบบุหรี่		
ไม่สูบ	106	60.6
สูบ	69	39.4
สูบ 1-5 มวน/สัปดาห์	7	10.1
สูบ 6-10 มวน/สัปดาห์	45	65.2
สูบ 11-17 มวน/สัปดาห์	17	24.7
Mean=4.00, S.D.=5.37, Min=1.00, Max=17.00		
4. การเจ็บป่วยจากการปฏิบัติงาน		
ไม่เคย	48	27.4
เคย)ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	127	72.6
เคล็ดขัดยอก	114	89.7
ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ	108	85.0
เป็นผื่นคันที่ผิวหนัง	15	11.8
เจ็บหน้าอก	4	3.1
5. การบาดเจ็บจากการปฏิบัติงาน		
ไม่เคย	124	70.9
เคย)ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	51	29.1
ของมีคมบาด	43	84.3
แมง สัตว์ กัดต่อย	30	58.8
ของแหลมมีคมทิ่มแทง	3	5.8
วัตถุกระเด็นเข้าตา	2	3.9

ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
วัตถุหล่นทับ	2	3.9
สารเคมีกัดกร่อนผิวหนัง	1	1.9
6. สถานที่เข้ารับบริการสุขภาพเมื่อเจ็บป่วย) ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ชื่อยากินเอง	100	57.1
รพ.สต. โนนสะอาด	166	94.8
โรงพยาบาล ศรีบุญเรือง	40	22.9
ปล่อยให้หายเอง	26	14.9
คลินิก	1	0.6

3.3 ผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อย

3.3.1 ด้านร่างกาย

ผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อยด้านร่างกายทางกายภาพ พบว่าผลกระทบที่ได้รับมากที่สุดคือ มีผื่นแดงที่ผิวหนัง ผิวแห้งแตก จากการสัมผัสแสงแดดในการทำงาน และมีอาการปวดศีรษะเวียนศีรษะเนื่องจากสัมผัสกับแสงแดดในขณะทำงาน ร้อยละ 58.9 รองลงมาคือมีอาการแสบตา ตาพร่า เนื่องจากทำงานกลางแจ้งสัมผัสกับแสงแดดมากเกินไป ร้อยละ 34.8 และมีอาการอ่อนเพลียเนื่องจากทำงานในที่ที่มีอากาศร้อนและสูญเสียเหงื่อมากเกินไป ร้อยละ 33.7 ตามลำดับ ในส่วนของผลกระทบทางเคมี พบว่าผลกระทบที่ได้รับมากที่สุดคือมีอาการคอแห้ง เหงื่อออกตามมือ ง่วงซึม เนื่องจากสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ร้อยละ 49.7 รองลงมาคือมีอาการไอ แสบจมูกเนื่องจากละอองปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ร้อยละ 44.6 และมีตุ่มพุพองที่ผิวหนัง คันตามผิวหนังเนื่องจากสัมผัสปุ๋ยเคมี และมีอาการไอ ไอมีเสมหะเนื่องจากฝุ่นละอองสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ร้อยละ 44.0 ตามลำดับและทางชีวภาพ พบว่าผลกระทบที่ได้รับมากที่สุดคือ แมลงเข้าตาเข้าจมูกขณะทำงาน ร้อยละ 58.9 รองลงมาคือมีอาการแพ้พิษสัตว์เมื่อถูกกัดต่อขณะทำงาน ร้อยละ 55.4 และถูกสัตว์มีพิษกัดต่อขณะทำงาน ร้อยละ 54.8 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนร้อยละของการได้รับผลกระทบต่อสุขภาพทางด้านร่างกายทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ จากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อย (N=175)

ผลกระทบต่อสุขภาพ	การได้รับผลกระทบ		
	ได้รับผลกระทบ จำนวน (ร้อยละ)	ได้รับผลกระทบ จำนวน (ร้อยละ)	ได้รับผลกระทบ จำนวน (ร้อยละ)
ทางกายภาพ			
1.มีผื่นแดงที่ผิวหนัง ผิวแห้งแตก จากการสัมผัสแสงแดดในการทำงาน	103 (58.9)	103 (58.9)	103 (58.9)
2.มีอาการปวดศีรษะ เวียนศีรษะเนื่องจากสัมผัสกับแสงแดดในขณะทำงาน	103 (58.9)	103 (58.9)	103 (58.9)
3.มีอาการ หูอื้อ หูตึง เนื่องจากเสียงดังของเครื่องจักรที่ใช้ในการทำงานไร้อ้อย	58 (33.1)	58 (33.1)	58 (33.1)
4.มีอาการแสบตา ตาพร่า เนื่องจากทำงานกลางแจ้งสัมผัสกับแสงแดดมากเกินไป	61 (34.8)	61 (34.8)	61 (34.8)

ผลกระทบต่อสุขภาพ	การได้รับผลกระทบ		
	ได้รับ ผลกระทบ จำนวน (ร้อยละ)	ได้รับ ผลกระทบ จำนวน (ร้อยละ)	ได้รับ ผลกระทบ จำนวน (ร้อยละ)
5.มีอาการอ่อนเพลีย เนื่องจากทำงานในที่ที่มีอากาศร้อนและ สูญเสียเหงื่อมากเกินไป	59 (33.7)	59 (33.7)	59 (33.7)
ทางเคมี			
6.มีตุ่มพุพองที่ผิวหนัง คันตามผิวหนังเนื่องจากสัมผัสปุ๋ยเคมี	77 (44.0)	77 (44.0)	77 (44.0)
7.มีอาการระคายเคืองจมูก มีน้ำมูกไหลเนื่องจากฝุ่นละอองจาก อ้อยและปุ๋ยเคมี	75 (42.8)	75 (42.8)	75 (42.8)
8.มีอาการไอ ไอมีเสมหะ เนื่องจากฝุ่นละอองสารเคมี กำจัดศัตรูพืช	77 (44.0)	77 (44.0)	77 (44.0)
9.มีอาการไอ แสบจมูก เนื่องจากละอองปุ๋ยเคมีและสารเคมี กำจัดศัตรูพืช	78 (44.6)	78 (44.6)	78 (44.6)
10.มีอาการคอแห้ง เหงื่อออกตามมือ ง่วงซึม เนื่องจากสัมผัส สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	87 (49.7)	87 (49.7)	87 (49.7)
ทางชีวภาพ			
11.แมลง เข้าตา เข้าจมูกขณะทำงาน	103 (58.9)	25 (14.3)	47 (26.8)
12.เจ็บป่วยไม่สบายหลังจากสัมผัสกับสัตว์ในไร้อ้อย เช่น หนูนา งู ไล่เดือน	76 (43.4)	26 (14.9)	73 (41.7)
13.ถูกยุงหรือแมลงรบกวนขณะทำงาน	73 (41.7)	38 (21.7)	64 (36.6)
14.ถูกสัตว์มีพิษกัด ต่อยขณะทำงาน	96 (54.8)	22 (12.6)	57 (32.6)
15.มีอาการแพ้พิษสัตว์เมื่อถูกกัด ต่อยขณะทำงาน	97 (55.4)	18 (10.3)	60 (34.3)

3.3.2 ด้านจิตใจ

พบว่าเกษตรกรได้รับผลกระทบด้านจิตใจมากที่สุดคือ มีความสุขเมื่อได้ผลผลิตมากขึ้นและรายได้เพิ่มขึ้นจากการทำไร้อ้อย ร้อยละ 88.6 รองลงมาคือการทำไร้อ้อยทำให้ท่านและครอบครัวมีรายได้มั่นคง ร้อยละ 87.4 และการทำไร้อ้อยทำให้ท่านมีปัจจัยในการช่วยเหลือเครือญาติและสังคมได้มากขึ้น ร้อยละ 83.4 และผลกระทบด้านจิตใจที่ไม่เหมาะสมที่เกษตรกรได้รับมากที่สุด คือวิตกกังวลและกลัวลูกหลานจะไปในที่ที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ร้อยละ 90.9 รองลงมาคือ เป็นทุกข์และขาดความปลอดภัยในชีวิตเพราะเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยจากสารเคมีสะสมในร่างกาย ร้อยละ 89.1 และเครียดเพราะกลัวได้รับผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการทำไร้อ้อย ร้อยละ 88.6 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามการได้รับผลกระทบต่อสุขภาพด้านจิตใจจากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อย (N=175)

ผลกระทบต่อสุขภาพ	การได้รับผลกระทบ		
	ได้รับผลกระทบ	ไม่แน่ใจ	ไม่ได้รับผลกระทบ
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
ผลกระทบด้านจิตใจ			
1.มีอาการเครียด นอนไม่หลับ เนื่องจากภาระหนี้สิน	151 (86.3)	17 (9.7)	7 (4.0)
2. การทำไร้อ้อยทำให้ท่านและครอบครัวมีรายได้มั่นคง	153 (87.4)	14 (8.0)	8 (4.6)
3.การทำไร้อ้อยทำให้ท่านมีปัจจัยในการช่วยเหลือเครือญาติและสังคมได้มากขึ้น	146 (83.4)	16 (9.1)	13 (7.5)
4.ข้อดีจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีราคาแพงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง	152 (86.9)	13 (7.4)	10 (5.7)
5.มีความเครียดจากการลงทุนที่สูงในการทำไร้อ้อย	153 (87.4)	14 (8.0)	8 (4.6)
6.มีความสุขเมื่อได้ผลผลิตมากขึ้นและรายได้เพิ่มขึ้นจากการทำไร้อ้อย	155 (88.6)	7 (4.0)	13 (7.4)
7.เครียดเพราะกลัวได้รับผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการทำไร้อ้อย	155 (88.6)	8 (4.6)	12 (6.8)
8.เป็นทุกข์และขาดความปลอดภัยในชีวิตเพราะเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยจากสารเคมีสะสมในร่างกาย	156 (89.1)	10 (5.7)	9 (5.2)
9.วิตกกังวลและกลัวลูกหลานจะไปในที่ที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง	159 (90.9)	5 (2.9)	11 (6.2)
10.วิตกกังวลกลัวการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในอาหาร ดิน น้ำ และอากาศ	90 (51.4)	17 (9.7)	68 (38.9)

3.3.3 ด้านสังคม

พบว่าผลกระทบด้านสังคมที่ดีที่เกษตรกรได้รับมากที่สุดคือ การทำไร้อ้อยทำให้มีความพึงพอใจต่อภาวะเศรษฐกิจและวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของตนเองและครอบครัวร้อยละ 92.6 รองลงมาคือการทำไร้อ้อยทำให้เกษตรกรและคนในครอบครัวมีงานทำ ไม่ตกงาน ไม่ต้องไปทำงานต่างถิ่นร้อยละ 91.5 และการที่มีผลผลิตที่สูงขึ้นจากการทำไร้อ้อยในปัจจุบันทำให้เกษตรกรและครอบครัวมีภาวะการเงินที่คล่องตัว ร้อยละ 90.3 และผลกระทบด้านสังคมที่ไม่ดีที่เกษตรกรได้รับมากที่สุด คือ การฉีดยาฆ่าแมลงสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในบริเวณที่ติดกับถนนโดยไม่บอกกล่าวทำให้เพื่อนบ้านต่อว่าและไม่พอใจ ร้อยละ 80.6 รองลงมาคือการทำไร้อ้อยทำให้มีเวลาในการไปมาหาสู่หรือการร่วมกิจกรรมในหมู่เครือญาติ เพื่อนบ้าน ชุมชนน้อยลง ร้อยละ 79.4 และรายได้ที่ไม่เพียงพอก่อให้เกิดความขัดแย้งและทะเลาะกันในครอบครัว รวมถึงการทำไร้อ้อยทำให้ตัวเกษตรกรและคนในครอบครัวมีเวลาอยู่ด้วยกันพร้อมหน้าน้อยลง ร้อยละ 74.9 เท่ากัน ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามการได้รับผลกระทบต่อสุขภาพทางด้านสังคมจากการทำงานของเกษตรกรไร้อ้อย (N=175)

ผลกระทบสุขภาพ	การได้รับผลกระทบ		
	ได้รับผลกระทบ	ไม่แน่ใจ	ไม่ได้รับผลกระทบ
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
ผลกระทบด้านสังคม			
1.การนำสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมาใช้ในการทำไร้อ้อยของท่านและครอบครัวทำให้ประหยัดแรงงาน สะดวกรวดเร็ว	152 (86.9)	9 (5.1)	14 (8.0)
2.การมีผลผลิตที่สูงขึ้นจากการทำไร้อ้อยในปัจจุบันทำให้ท่านและครอบครัวมีภาวะการเงินที่คล่องตัว	158 (90.3)	6 (3.4)	11 (6.3)
3.รายได้ที่ไม่เพียงพอก่อให้เกิดความขัดแย้งและทะเลาะกันในครอบครัว	131 (74.9)	12 (6.8)	32 (18.3)
4.การมุ่งเพิ่มผลผลิตจากการทำไร้อ้อยทำให้ท่านและคนในครอบครัวมีเวลาอยู่ด้วยกันพร้อมหน้าน้อยลง	131 (74.9)	11 (6.3)	33 (18.8)
5.การทำไร้อ้อยทำให้ท่านและครอบครัวมีรายได้และมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น	155 (88.6)	6 (3.4)	14 (8.0)
6. การฉีดยาฆ่าแมลงกำจัดศัตรูพืชในบริเวณที่ติดกับถนนโดยไม่บอกกล่าวทำให้เพื่อนบ้านต่อว่าและไม่พอใจ	141 (80.6)	6 (3.4)	28 (16.0)
7. การมุ่งเพิ่มผลผลิตจากการทำไร้อ้อยทำให้ท่านมีเวลาในการไปมาหาสู่ หรือการร่วมกิจกรรมในหมู่เครือญาติ เพื่อนบ้าน ชุมชนน้อยลง	139 (79.4)	8 (4.6)	28 (16.0)
8. การทำไร้อ้อยทำให้ท่านและคนในครอบครัวมีงานทำ ไม่ต้องไปทำงานต่างถิ่น	160 (91.5)	6 (3.4)	9 (5.1)
9.การทำไร้อ้อยทำให้ท่านพึงพอใจต่อภาวะเศรษฐกิจและวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของตนเองและครอบครัว	162 (92.6)	4 (2.3)	9 (5.1)
10. การไม่ไปพบปะกับเกษตรกรที่ทำไร้อ้อยเหมือนกันทำให้ขาดโอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประสบการณ์ในการทำ	117 (66.9)	7 (4.0)	51 (29.1)

4. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ผลกระทบด้านร่างกาย โดยทางกายภาพที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ มีผื่นแดงที่ผิวหนัง ผิวแห้งแตกจากการสัมผัสแสงแดดในการทำงาน และมีอาการปวดศีรษะเวียนศีรษะเนื่องจากสัมผัสกับแสงแดดในขณะทำงาน ร้อยละ 58.9 ทางเคมีได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ มีอาการคอแห้ง เหนื่อยออกตามมือ ง่วงซึม เนื่องจากสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ร้อยละ 49.7 และทางชีวภาพที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ แมลงเข้าตาเข้าจมูกขณะทำงาน ร้อยละ 58.9

ผลกระทบต่อสุขภาพด้านจิตใจพบว่า ผลกระทบต่อสุขภาพด้านจิตใจที่ดีที่เกษตรกรได้รับมากที่สุดคือ มีความสุขเมื่อได้ผลผลิตมากขึ้นและรายได้เพิ่มขึ้นจากการทำไร้อ้อย ร้อยละ 88.6 และผลกระทบด้านจิตใจที่ไม่ดีที่เกษตรกรได้รับมากที่สุด คือวิตกกังวลและกลัวลูกหลานจะไปในที่ที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ร้อยละ 90.9

ผลกระทบด้านสังคมพบว่า ผลกระทบด้านสังคมที่ดีที่เกษตรกรได้รับมากที่สุดคือ การทำไร้อ้อยทำให้ท่านพึงพอใจต่อภาวะเศรษฐกิจและวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของตนเองและครอบครัวร้อยละ 92.6 และผลกระทบ

ด้านสังคมที่ไม่ดีที่เกษตรกรได้รับมากที่สุดคือ การฉีดยาฆ่าแมลงเคมีกำจัดศัตรูพืชในบริเวณที่ติดกับถนนโดยไม่บอกกล่าวทำให้เพื่อนบ้านต่อว่าและไม่พอใจ ร้อยละ 80.6

อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรไร่อ้อยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 46.8 ปี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ^[8] ซึ่ง ผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรส่วนมากเป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 47.23 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหรือเทียบเท่า มีอาชีพหลักเป็นเกษตรกร และรับจ้างทั่วไปเป็นอาชีพเสริม เนื่องจากพื้นที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ดอนที่ราบลุ่มลำห้วยเหมาะกับการปลูกพืชไร่ พืชสวนโดยเฉพาะข้าวและอ้อย รวมไปถึงการเลี้ยงสัตว์ หรือทำสวนโดยอาศัยน้ำตามธรรมชาติ และเมื่อว่างจากการทำไร่ ทำสวน เกษตรกรก็หันไปประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไปเพื่อรอให้ถึงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร โดยรายได้เฉลี่ยไม่เกิน 10,000บาท/เดือน เนื่องจากในบางเดือนไม่ใช้ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร รายได้ส่วนใหญ่ก็จะมาจากการรับจ้างทั่วไป ค่าแรงที่ได้จะขึ้นกับลักษณะงานที่ทำ แต่บางเดือนที่อยู่ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต เกษตรกรจะมีรายได้ตั้งแต่ 10,000-20,000บาท/เดือน พื้นที่ในการปลูกอ้อยส่วนใหญ่ ประมาณ 6-10 ไร่ เกษตรกรไร่อ้อยไม่เคยตรวจสุขภาพประจำปี ร้อยละ 53.1 และไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 97.7 มีพฤติกรรมสุขภาพ คือ ส่วนใหญ่ไม่ออกกำลังกาย สอดคล้องกับการศึกษาของ^[9] ศึกษาการดูแลสุขภาพตนเองของเกษตรกรไร่อ้อย ตำบลหนองสรวง อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าเกษตรกรยังขาดความรู้ในการออกกำลังกาย และเกษตรกรไร่อ้อยส่วนใหญ่ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 58.3 ไม่ดื่มเครื่องดื่มชูกำลัง ร้อยละ 53.7 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ^[10] ศึกษาการดูแลสุขภาพตนเองของเกษตรกรไร่อ้อย ตำบลโนนสะอาด อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู พบว่าเกษตรกรไร่อ้อยส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่มากที่สุด ส่วนที่สูบบุหรี่ โดยสูบ 6-10 มวน/สัปดาห์ และสอดคล้องกับการศึกษาของ^[11] ศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำไร่อ้อยของเกษตรกรชาวไร่อ้อย ตำบลหนองกุงแก้ว อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู พบว่าการสูบบุหรี่ของเกษตรกรชาวไร่อ้อยส่วนใหญ่ และปริมาณที่สูบต่อวันมากที่สุด คือ 1-10 มวนต่อวัน เกษตรกรไร่อ้อยเคยเจ็บป่วยจากการปฏิบัติงานมากที่สุด ร้อยละ 72.6 โดยมีอาการเคล็ดขัดยอกมากที่สุด เกษตรกรไร่อ้อยส่วนใหญ่ไม่เคยบาดเจ็บจากการปฏิบัติงาน ส่วนที่บาดเจ็บจากของมีคมบาดเจ็บมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ^[11] ศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำไร่อ้อยของเกษตรกรชาวไร่อ้อย ตำบลหนองกุงแก้ว อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู พบว่าปัจจุบันลักษณะการเจ็บป่วยส่วนใหญ่เป็นการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อปวดหลัง เนื่องจากการทำงานหนักและส่วนใหญ่เคยได้รับสิ่งคุกคามสุขภาพจากมิดหรือของมีคม

ผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานของเกษตรกรไร่อ้อยด้านร่างกาย ทางกายภาพ โดยได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ มีผื่นแดงที่ผิวหนัง ผิวแห้งแตกต่างจากการสัมผัสแสงแดดในการทำงาน และมีอาการปวดศีรษะเวียนศีรษะเนื่องจากสัมผัสกับแสงแดดในการทำงานโดยผลกระทบต่อร่างกายสอดคล้องกับ^[11] พบว่า เกษตรกรชาวไร่อ้อยปวดศีรษะ/เวียนศีรษะ เนื่องจากแดดร้อน มีผื่นแดง/ตุ่มพุพอง/ผิวแห้งแตก/คันตามผิวหนังเนื่องจากผดผื่นจากแดดคอบแห้ง/เหงื่อออกตามมือเท้า/ง่วงซึม เนื่องจากสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช อากาศร้อนเหงื่อออกมาก ในด้านผลกระทบต่อสุขภาพเคมีเกษตรกรได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ มีอาการคอบแห้ง เหงื่อออกตามมือ ง่วงซึม เนื่องจากสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ซึ่งการใช้สารเคมีทางการเกษตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีกำจัดศัตรูพืชส่งผลกระทบท่อสุขภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาวอาการที่เกิดขึ้นแตกต่างกันตั้งแต่อาการเล็กน้อยจนรุนแรงถึงแก่ชีวิต ขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณ และทางเข้าสู่ร่างกายและระยะเวลาการรับสัมผัสสารเคมี^[12] ทางด้านชีวภาพเกษตรกรได้รับผลกระทบมากที่สุดคือ แมลงเข้าตาเข้าจมูกขณะทำงาน และเกษตรกรส่วนใหญ่เคยได้รับสิ่งคุกคามสุขภาพประเภทสัตว์มีพิษ แมลง และเคยได้รับสิ่งคุกคามสุขภาพจากการยกของหนัก ทั้งนี้การทำงานในภาคเกษตร มีโอกาสได้รับอันตรายจากปัจจัยทางชีวภาพและมีความเสี่ยงสูงต่อโรคติดต่อจากสัตว์สู่คน ยกตัวอย่าง เช่น โรคฉี่หนูหรือเลปโตสไปโรซิส นอกจากนี้ยังมีโรคอื่นๆ เช่น โรคแอนแทรกซ์ พยาธิ การติดเชื้อโรคทั่วไปรวมถึงการบาดเจ็บจากการถูกสัตว์ร้ายกัด งูหรือสัตว์มีพิษกัดต่อย^[12] ด้านจิตใจได้รับผลกระทบร้อยละ 57.6 โดยผลกระทบต่อสุขภาพด้านจิตใจที่ดีที่เกษตรกรได้รับมากที่สุดคือ มีความสุขเมื่อได้ผลผลิตมากขึ้นและรายได้เพิ่มขึ้นจากการทำไร่อ้อย

ผลกระทบด้านจิตใจที่ไม่เหมาะสมที่เกษตรกรได้รับมากที่สุด คือวิตกกังวลและกลัวลูกหลานจะไปในที่ที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง และด้านสังคมได้รับผลกระทบ ร้อยละ 71.2 โดยผลกระทบต่อสุขภาพด้านสังคมที่ดี พบว่า การทำไร่ไถ้ทำให้เกษตรกรพึงพอใจต่อภาวะเศรษฐกิจและวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของตนเองและครอบครัว ผลกระทบด้านสังคมที่ไม่เหมาะสม พบว่าการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในบริเวณที่ติดกับถนนโดยไม่บอกกล่าว ทำให้เพื่อนบ้านต่อว่าและไม่พอใจ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์

1. จากการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานของเกษตรกรไร่ไถ้ ด้านร่างกายพบว่าผลกระทบที่ได้รับมากที่สุด คือ มีผื่นแดงที่ผิวหนัง ผิวแห้งแตกต่างจากการสัมผัสแสงแดดในการทำงานและมีอาการปวดศีรษะ เวียนศีรษะเนื่องจากสัมผัสกับแสงแดดในขณะทำงาน ซึ่งแนวทางในการป้องกันและลดผลกระทบดังกล่าวคือ ควรดื่มน้ำให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย พักเป็นระยะๆ ไม่ควรตากแดดนานเกิน 1-2 ชั่วโมง สวมหมวก สวมเสื้อแขนยาว กางเกงขายาวป้องกันแดด และควรมีการล้างทำความสะอาดร่างกายหลังจากทำงานเสร็จทันทีในแต่ละวัน

2. ผลกระทบด้านจิตใจพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่วิตกกังวลกลัวลูกหลานจะไปในที่ที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างและเป็นทุกข์รู้สึกขาดความปลอดภัยในชีวิตเพราะเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยจากสารเคมีสะสมในร่างกาย รวมไปถึงเครียดเพราะกลัวได้รับผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการทำไร่ไถ้ ซึ่งแนวทางในการป้องกันและลดผลกระทบคือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเข้าไปสร้างเสริมกิจกรรมในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ปลอดภัยแก่เกษตรกร

3. ผลกระทบด้านสังคมพบว่า การฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในบริเวณที่ติดกับถนนใกล้กับบริเวณที่พักอาศัยของเพื่อนบ้านโดยไม่บอกกล่าวทำให้เพื่อนบ้านต่อว่าและไม่พอใจ และการมุ่งเพิ่มผลผลิต ทำให้การไปมาหาสู่พบปะพูดคุยกับคนในครอบครัว เพื่อนบ้าน หรือร่วมกิจกรรมในชุมชนลดลง ซึ่งแนวทางในการป้องกันและลดผลกระทบ ควรมีการนำเทคโนโลยีหรือเครื่องมือ เครื่องจักร มาใช้ในการทำไร่ไถ้ เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการทำงานลง จะช่วยให้มีเวลาสามารถไปร่วมกิจกรรมกับสังคมได้มากขึ้น รวมถึงควรมีการบอกกล่าวเพื่อนบ้านก่อนฉีดพ่นสารเคมีและติดป้ายประกาศบริเวณที่ฉีดสารเคมีหลังการฉีดพ่นจะสามารถลดผลกระทบดังกล่าวได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อม ทั้งคุณภาพดิน คุณภาพน้ำ และคุณภาพอากาศที่ส่งผลต่อสุขภาพของเกษตรกร
2. ศึกษาการพัฒนาแบบการสร้างสรรค์เสริมสุขภาพแบบมีส่วนร่วมเพื่อป้องกันและดูแลเกษตรกรผู้มีอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างกล้ามเนื้อ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ เกษตรกรไร่ไถ้ทุกท่านและผู้นำชุมชนที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณวิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่สนับสนุนและส่งเสริมงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

บรรณานุกรม

- [1] เกษสุตา เดชภิมล. การจัดทำต้นทุนผลผลิตอ้อยในปีเพาะปลูก 2557/58 [โครงการจัดทำต้นทุนผลผลิตและถ่ายทอดความรู้เพื่อลดต้นทุนในการผลิตอ้อยของเกษตรกรในปีเพาะปลูก 2557/58]. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2557.
- [2] สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต 2558/59 [กลุ่มวิชาการและสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย สำนักนโยบายอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย]. กรุงเทพฯ: 2557

- [3] สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. **ความเสี่ยงต่อสุขภาพและโรคการประกอบอาชีพภาคเกษตรกรรม** [สืบค้นเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 60]. 2560. แหล่งสืบค้น URL; <http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/vie>
- [4] จิว เซาว์ถาวร. **ภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงานของเกษตรกรปลูกหอมแดง ตำบลจำปาหวาย อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา** :โรงพยาบาลพะเยา; 2557.
- [5] สำนักงานเกษตรจังหวัดหนองบัวลำภู. **ข้อมูลพื้นฐานการใช้พื้นที่ด้านการเกษตรจังหวัดหนองบัวลำภู ปี 2557/58**. [สืบค้นเมื่อวันที่ 21 สิงหาคม 60]. 2560 แหล่งสืบค้น URL; <http://www.nongbualamphu.doae.go.th/history.html>
- [6] สำนักงานเกษตรอำเภอสรีบุญเรือง. **ข้อมูลปลูกพืชเศรษฐกิจ.** [สืบค้นเมื่อวันที่ 21 สิงหาคม 60]. 2556 แหล่งสืบค้น URL; <http://sibunruang.nongbualamphu.doae.go.th/page1.html>
- [7] _____. **ข้อมูลจังหวัดหนองบัวลำภู**. [สืบค้นเมื่อวันที่ 21 สิงหาคม 60]. 2560. แหล่งสืบค้น URL; <http://www.nongbualamphu.doae.go.th/history.html>
- [8] เจนจิรา ใจทาน. **การรับรู้ถึงผลกระทบจากการเผาอ้อยของเกษตรกรในเขตอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์** [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2556.
- [9] จุฑารัตน์ อัครวภูมิ. **การดูแลตนเองของเกษตรกรไร้อ้อย ตำบลหนองสรวง อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์** การศึกษาอิสระปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลชุมชน]. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2553.
- [10] ยุพิน ปัดถา. **การดูแลตนเองของเกษตรกรไร้อ้อยตำบลโนนสะอาด อำเภอสรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู** [การศึกษาอิสระปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลชุมชน]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2553.
- [11] นิภาพร ศรีวงษ์. **ผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำไร้อ้อยของเกษตรกรชาวไร้อ้อย ตำบลหนองกุงแก้ว อำเภอสรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู** [วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2555.
- [12] สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. **ความเสี่ยงต่อสุขภาพและโรคการประกอบอาชีพภาคเกษตรกรรม** [สืบค้นเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 60]. 2560. แหล่งสืบค้น URL; <http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/vie>

ผลของการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเอง
ก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาพยาบาล

Effects of the Pre-practicum Preparation with Self-development Supportive for
in the Child and Adolescent Nursing among Nursing Students

เดือนเพ็ญ บุญมาชู *วิศนีย์ บุญหมั่น สุพัตรา ดิดวงพันธ์ และภรณ์ แก้วลี
คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*Email : nsmukku@hotmail.co.th (Corresponding Author)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เพื่อศึกษาผลการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาพยาบาล รายวิชาปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น 2 ของนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 62 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบบันทึกวางแผนการพัฒนาตนเอง และแบบทดสอบความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่นก่อนและหลังฝึกปฏิบัติการพยาบาล มีค่าความเชื่อมั่น .68 และ .72 ตามลำดับ แบบประเมินทักษะปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence: IOC) เท่ากับ .95 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา สถิติ paired t-test

ผลการวิจัยพบว่า หลังการได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาพยาบาล มีค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่น และค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น สูงกว่าก่อนได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) $t = 10.03, p < .001$ และ $t = 34.89, p < .001$ ตามลำดับ)

จากการวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะว่าควรมีการจัดการเตรียมความพร้อมก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลในรายวิชาทางการพยาบาลอื่นๆ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการเรียนรู้ของนักศึกษาด้านความรู้และทักษะการปฏิบัติการพยาบาลมากขึ้น

คำสำคัญ : การเตรียมความพร้อมก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น การพัฒนาตนเอง นักศึกษาพยาบาล

Abstract

This quasi-experimental research was to examine the effects of the pre-practicum preparation with self-development supportive for clinical nursing practice in the Child and Adolescent Nursing. Sixty two of the third year nursing student, in academic year of 2016 at Faculty of Nursing, Ubon Ratchathani University. The tool used in the study were questionnaire about planning of self-development supportive for the pre-practicum preparation, pre-test and post-test of knowledge in child and adolescent nursing with the reliability of .68 and .72, respectively. Test of skills in child and adolescent nursing practice with index of item-objective congruence of .95. The intervention was implemented and the data were collected from May 2017 to July 2017. Statistics used for data analysis included descriptive and paired t-test.

The findings revealed that after the pre-practicum preparation with self-development supportive, mean scores of knowledge in child and adolescent nursing and skills in child and

adolescent nursing practice of the samples were statistically significantly higher than those before the pre-practicum preparation with self-development supportive ($t = 10.03, p < .001$ and $t = 34.89, p < .001$, respectively).

This study suggested that the preparation for nursing practice should be an ongoing development and further applied to other nursing subjects to strongly promote knowledge and skills in nursing practice.

Keywords : The Pre-Practicum Preparation in the Child and Adolescent Nursing, Self-Development, Nursing Students

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 4 มาตรา 22 กำหนดไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) การจัดการเรียนการสอนแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรคทางปัญญา (Constructivism) ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวก ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้น โดยกระบวนการคิดขั้นสูง กล่าวคือ ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่าจากสิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาวร พงษ์พิบูล, (2558) วิชาชีพพยาบาลเป็นวิชาชีพที่ต้องอาศัยทักษะความชำนาญ เพื่อสามารถปฏิบัติการพยาบาลให้กับผู้ใช้บริการ โดยให้เกิดความปลอดภัยมากที่สุด โดยอาศัยองค์ความรู้ที่เชี่ยวชาญให้เหมาะสมกับผู้ป่วยที่ต้องไปปฏิบัติงาน ต้องใช้เวลาในการฝึกฝนและเรียนรู้เพื่อให้สามารถให้บริการสุขภาพแก่สังคมได้อย่างมีคุณภาพ การพัฒนาให้นักศึกษาพยาบาลและพยาบาลวิชาชีพมีสมรรถนะเชิงวิชาชีพและเป็นผู้ใฝ่เรียนรู้ตลอดชีวิตถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้ นักศึกษาพยาบาลมีสมรรถนะเชิงวิชาชีพตามเป้าหมายที่ต้องการ การจัดการเรียนการสอนทางการพยาบาลจึงจำเป็นต้องมีทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติควบคู่กัน การจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาพยาบาลจึงมีทั้งภาคทฤษฎี และปฏิบัติ เพื่อใช้ความรู้ในภาคทฤษฎี มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงให้เกิดความชำนาญพร้อมที่จะจบเป็นพยาบาลวิชาชีพที่ปฏิบัติต่อผู้ใช้บริการได้อย่างเต็มความสามารถ อย่างไรก็ตาม นักศึกษาพยาบาลจะมีความสามารถทางการปฏิบัติการพยาบาลมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ทั้งตัวนักศึกษาเอง เนื้อหาวิชาที่เรียน การจัดการเรียนการสอนและสภาพแวดล้อม ซึ่งในส่วนของผู้เรียนนั้นขึ้นอยู่กับความพร้อม ความสนใจ แรงจูงใจ ความคาดหวัง และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และการที่ผู้เรียนทราบความคาดหวังต่อการปฏิบัติการพยาบาลของตนเอง จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตนเอง ทราบถึงความสนใจและศักยภาพของตนเอง รวมทั้งเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนมีการเตรียมความพร้อม มีความพยายามที่ปรับปรุงตนเองอย่างต่อเนื่อง

การพยาบาลเด็กและวัยรุ่นมีความแตกต่างจากผู้ใหญ่ทั้งในด้านร่างกาย อารมณ์ และสังคม ด้านร่างกายวัยเด็กมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ การทำหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ระดับของภูมิคุ้มกันต่อโรค การตอบสนองต่อผลกระทบจากโรค ดังนั้นพยาบาลเด็กและวัยรุ่นควรมีความรู้ความเข้าใจในหลักการดูแลผู้ป่วยเด็ก รวมทั้งครอบครัวซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดูแลสุขภาพเด็กให้มีความสามารถในการควบคุมปัจจัยเสี่ยงต่อสุขภาพและเพิ่มสมรรถนะในการส่งเสริมสุขภาพ เพื่อให้เด็กมีพฤติกรรมที่เหมาะสมอันจะนำไปสู่การมีสุขภาพที่ดีต่อไป ดังนั้นคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สาขาการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น จึงได้มีการจัดการเรียนการสอนโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้เกี่ยวกับการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น มาวางแผน

การพยาบาลเด็กและวัยรุ่น ซึ่งผู้ให้การพยาบาลหรือนักศึกษาพยาบาลต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวอย่างถ่องแท้ ถึงจะสามารถให้การพยาบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยได้มีการเรียนการสอนในรายวิชาฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น2 (คณะพยาบาลศาสตร์, (2553 ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอนปฏิบัติได้หาแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน ที่จะส่งผลให้นักศึกษาพยาบาลสามารถให้การพยาบาลผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดความปลอดภัยต่อผู้ป่วยมากที่สุด

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ายังไม่มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมการพัฒนาตนเอง การเตรียมความพร้อมก่อนการฝึกภาคปฏิบัติที่เกี่ยวกับการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น แต่มีการวิจัยบางงานที่ศึกษาในรายวิชาปฏิบัติการพยาบาลในหอผู้ป่วยหนัก ซึ่งพบว่า การส่งเสริมการพัฒนาตนเองให้นักศึกษาพยาบาลก่อนการฝึกปฏิบัติในหอผู้ป่วยหนัก นักศึกษาพยาบาลมีความพร้อมด้านความรู้ และมีเกิดความมั่นใจในการปฏิบัติการพยาบาลมากขึ้น) นางณภัทร รุ่งเนย และจันทร์จิรา สีสว่าง (2559 ,นอกจากนี้ได้ศึกษาแนวคิดซึ่งการเรียนรู้อาจเกิดได้มากที่สุดเมื่อมีวิธีการและเทคนิคการสอนที่ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องในการเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาตนเอง (self-development) ของ Megginson and Pedler (1992ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น การพัฒนาตนเองให้ประสบผลสำเร็จนั้น ควรประเมินผลการพัฒนาตนเองเป็นระยะๆอย่างสม่ำเสมอเพื่อจะได้ทราบว่าบรรลุเป้าหมายหรือไม่ ต้องแก้ไขหรือปรับปรุงอย่างไร และการพัฒนาตนเองนั้นควรพัฒนาในด้านต่างๆ ไปพร้อมๆ กันด้วย เช่น ร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม และการงาน) เติมทรัพย์ จันเพชร (2557 ,และการศึกษาของรุ่งฤดี กล้าหาญ (2557) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านต่างๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ พบว่าความมีวินัย และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติของนิสิตพยาบาล ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการพัฒนาตนเองในการจัดกิจกรรมการเตรียมความพร้อมสำหรับนักศึกษาพยาบาลก่อนขึ้นฝึกปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษาได้ประเมินและวิเคราะห์ตนเองถึงจุดเด่น จุดบกพร่อง และเป้าหมายก่อนการฝึกปฏิบัติการพยาบาล และส่งเสริมให้วางแผนพัฒนาตนเอง โดยมีอาจารย์ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการความสะดวกและให้คำปรึกษาอย่างต่อเนื่อง และให้นักศึกษาพยาบาลประเมินผลตนเอง เพื่อนำมาปรับปรุงพัฒนาตนเอง รวมทั้งเสริมสร้างแรงจูงใจในการพัฒนาตนเองของนักศึกษาพยาบาล ซึ่งแรงจูงใจจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และช่วยให้นักศึกษาพยาบาลมีความมั่นใจและปฏิบัติการพยาบาลผู้ป่วยเด็กและวัยรุ่นได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาพยาบาล ระหว่างก่อนและหลังได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาพยาบาล ระหว่างก่อนและหลังได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น

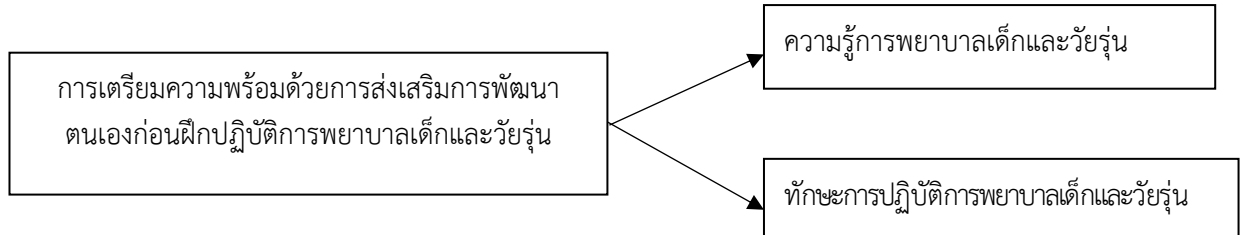
สมมติฐานการวิจัย

1. หลังได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น นักศึกษาพยาบาลมีความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาพยาบาล สูงกว่าก่อนได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น
2. หลังได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น นักศึกษาพยาบาลมีทักษะการปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาพยาบาล สูงกว่าก่อนได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยใช้แนวคิดการพัฒนาตนเองของ Megginson and Pedler (1992เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยการพัฒนาตนเองเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องการเปลี่ยนแปลงสภาพของตนเองไปสู่สิ่งใหม่

เริ่มจากการที่ผู้เรียนมีความต้องการเรียนรู้ วินิจฉัยตนเอง รับผิดชอบเลือกสิ่งที่ต้องการเรียน กำหนดเวลาและวิธีเรียนรู้ ควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และพยายามพัฒนาตนเองไปสู่เป้าหมายที่กำหนด ดังนั้นจึงได้จัดกิจกรรมเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการฝึกปฏิบัติโดยมุ่งเน้นการเสริมสร้างแรงจูงใจในการพัฒนาตนเองของนักศึกษาพยาบาล สรุปลงเป็นกรอบแนวคิด ในการวิจัยได้ดังนี้



วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ชนิดกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง (one group pretest-posttest design) โดยงานวิจัยได้รับการพิจารณาเห็นชอบจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เพื่อศึกษาผลการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาพยาบาล ในรายวิชาปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น 2 ในหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต ในภาคการศึกษาฤดูร้อน ปีการศึกษา 2559

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เป็นนักศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 62 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างคือ 1) เป็นนักศึกษาพยาบาลที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น 2) มั่นใจว่าจะสามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ครบถ้วนตามที่กำหนด และ 3) ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ชี้แจงรายละเอียดและเปิดโอกาสให้ทุกคนตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยด้วยตนเอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามและแบบทดสอบ ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ อายุ เกรดเฉลี่ย ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบเลือกตอบและเติมข้อความ

ส่วนที่ 2 แบบบันทึกวางแผนการพัฒนาตนเองของนักศึกษาพยาบาล เป็นแบบสอบถามเป็นเติมข้อความสำหรับให้กลุ่มตัวอย่างบันทึกเกี่ยวกับการประเมินตนเอง การวางแผนการพัฒนาตนเอง คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นจากกรอบทฤษฎีทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน ทั้งนี้การประเมินความตรงตามเนื้อหาใช้แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีลักษณะคำตอบเป็นแบบมาตราประมาณค่า 3 ระดับ ได้แก่ ไม่สอดคล้อง (ให้คะแนน -1) ไม่แน่ใจ (ให้คะแนน 0) และสอดคล้อง (ให้คะแนน +1) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence: IOC) เท่ากับ .90

ส่วนที่ 3 แบบประเมินความพร้อมของนักศึกษาพยาบาลในการฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น ประกอบด้วย (1) แบบทดสอบความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่น เป็นข้อสอบแบบปรนัยที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ ทั้งนี้ในการทดสอบก่อนและหลังการฝึกปฏิบัติการพยาบาลใช้ข้อสอบคนละชุดกัน ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบคู่ขนาน โดยเกณฑ์ในการให้คะแนนคือ ถ้าตอบถูกจะได้ 1 คะแนน และถ้าตอบผิดจะได้ 0 คะแนน สำหรับแบบทดสอบ (pre-test) มีค่าความเชื่อมั่น (KR-20) 0.68 และแบบทดสอบ (post-test) มีค่าความเชื่อมั่น (KR-0) (2072 ส่วนเกณฑ์ในการสอบผ่านคือ ร้อยละ 60 ของคะแนนรวม (2) แบบประเมินทักษะปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น ที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากแบบวัดความสามารถปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น

ประกอบด้วย 3 ฐาน ได้แก่ การให้อาหารทางสายยาง การดูแลหะในเด็ก และการให้ออกซิเจนในเด็ก ใช้เกณฑ์ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Likert's scale) 3 ระดับ คือ ระดับดี)ให้คะแนนเท่ากับ 2) ระดับผ่าน)ให้คะแนนเท่ากับ 1) ระดับไม่ผ่าน)ให้คะแนนเท่ากับ 0) มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence: IOC) เท่ากับ .95 โดยการสอบผ่านเมื่อได้คะแนนรวมทั้งทักษะปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือน พฤษภาคม – กรกฎาคม 2560 โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยเข้าพบกลุ่มตัวอย่างเข้าพบกลุ่มตัวอย่างเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและชี้แจงการพิทักษ์สิทธิ์
2. ผู้วิจัยแจกแบบบันทึกวางแผนการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาล เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างประเมินตนเองก่อนการฝึกปฏิบัติการพยาบาล
3. ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเตรียมความพร้อมให้กลุ่มตัวอย่าง ประเมินความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่น และประเมินทักษะปฏิบัติการก่อนการฝึกปฏิบัติการพยาบาล
4. ผู้วิจัยตรวจสอบการบันทึกการวางแผนการพัฒนาตนเอง ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาตนเอง และส่งเสริมให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาค้นคว้าความรู้และฝึกทักษะที่จำเป็นเพิ่มเติมก่อนการฝึกปฏิบัติการพยาบาล
5. ผู้วิจัยติดตามและให้คำปรึกษาขณะฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง
6. ผู้วิจัยทำการประเมินความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่นและแบบประเมินทักษะการปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นเมื่อสิ้นสุดการฝึกปฏิบัติ
7. หลังการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์และนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง การวิจัยครั้งนี้คำนึงถึงหลักจริยธรรมการวิจัย การเคารพสิทธิส่วนบุคคลและพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยมีการอธิบายและชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบรายละเอียดเกี่ยวกับการวิจัย วัตถุประสงค์การวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ การดำเนินการวิจัย สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง การปกปิดความลับ และความรู้ยินยอมของผู้วิจัย เปิดโอกาสให้ซักถามและให้อิสระในการตัดสินใจ หากกลุ่มตัวอย่างไม่ต้องการเข้าร่วมวิจัยสามารถปฏิเสธได้ หรือระหว่างที่เข้าร่วมวิจัย หากมีความประสงค์ที่จะยุติการเข้าร่วมการวิจัย กลุ่มตัวอย่างสามารถกระทำได้โดยไม่มีผลเสียใดๆต่อกลุ่มตัวอย่าง และในการเขียนรายงานการวิจัยจะเปิดเผยข้อมูลตามความเป็นจริงในภาพรวม

การวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูลทั้งหมด และทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนทั่วไป ด้วยสถิติพรรณนา ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่นและการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาด้วยสถิติ paired t-test

ผลการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างในการศึกษารุ่นนี้ คือ นักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 3 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา ฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น 2 ภาคการศึกษาฤดูร้อน ปีการศึกษา 2559 มีอายุระหว่าง 22-20ปี อายุเฉลี่ย 21 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 91.94 และเพศชาย ร้อยละ 8.16 มีเกรดเฉลี่ยสะสม (GPAX) อยู่ระหว่าง 2. 3.87 - 45เฉลี่ย 3.14

2. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาระหว่างก่อนและหลังได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น พบว่าก่อนได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาล นักศึกษามีค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่น 9.69 คะแนน (SD = 2.43) ส่วนหลังได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลนักศึกษามีค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่น 13.76 คะแนน (SD = 2.86) และพบว่าหลังได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึก

ปฏิบัติการพยาบาลนักศึกษาที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่นสูงกว่าก่อนได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 10.03, p < .001$) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาาระหว่างก่อนและหลังได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาล

ความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่น	N	\bar{x}	S.D.	t-test	p
ก่อนได้รับการเตรียมความพร้อม	62	9.69	2.43	10.03	<.001
หลังได้รับการเตรียมความพร้อม	62	13.76	2.86		

3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาาระหว่างก่อนและหลังได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นพบว่าก่อนได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลนักศึกษาที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น 63.68 คะแนน (SD = 3.68) ส่วนหลังได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาล นักศึกษามีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น 82.35 คะแนน (SD = 22.46) และพบว่าหลังได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาล นักศึกษามีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นสูงกว่าก่อนได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 34.89, p < .001$) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทักษะการปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นก่อนและหลังได้รับการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาล

ทักษะการปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น	N	\bar{x}	S.D.	t-test	p
ก่อนได้รับการเตรียมความพร้อม	62	63.68	3.68	34.89	<.001
หลังได้รับการเตรียมความพร้อม	62	82.35	2.46		

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. การเตรียมความพร้อมก่อนฝึกปฏิบัติช่วยให้นักศึกษาพยาบาลมีค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้การพยาบาลเด็กและวัยรุ่นของนักศึกษาสูงกว่าก่อนการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้แนวคิดการส่งเสริมการพัฒนาตนเองมาใช้ในการวางแผนจัดกิจกรรมเตรียมความพร้อมก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลเป็นการเสริมสร้างแรงจูงใจให้นักศึกษาพยาบาลสามารถประเมินและวิเคราะห์ตนเองก่อนขึ้นฝึกปฏิบัติการพยาบาล และวางแผนการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องทั้งก่อนและขณะฝึกปฏิบัติการพยาบาลทำให้นักศึกษาทราบประเด็นที่ควรพัฒนาตนเองและทำให้นักศึกษาได้ทบทวนความรู้จากภาคทฤษฎีที่เรียนมาผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ทำให้เข้าใจกระจ่างขึ้น โดยมีอาจารย์ในแหล่งฝึกช่วยชี้แนะอย่างใกล้ชิดในจุดที่นักศึกษายังไม่เข้าใจให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น ช่วยลดความเครียดในขณะฝึกปฏิบัติการพยาบาล สอดคล้องกับการศึกษาของนางณภัทร รุ่งเนย และจันทร์จิรา สีสว่าง ((2559 พบว่าการเตรียมความพร้อม

ก่อนการฝึกภาคปฏิบัติที่ดี ช่วยให้ผู้เรียนมีความพร้อมด้านความรู้ และมีเกิดความมั่นใจในการปฏิบัติการพยาบาลมากขึ้น และการศึกษาของศรีสกุล ฉะบับ และคณะ (2558) พบว่า หลังการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติการพยาบาลในผู้ป่วยวิกฤตของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 3 นักศึกษาพยาบาลมีค่าเฉลี่ยความรู้ด้านการพยาบาลผู้ป่วยวิกฤตมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของปาริชาติ เมืองขวา (2557) พบว่ากิจกรรมการเตรียมความพร้อมก่อนฝึกปฏิบัติงานวิชา ปฏิบัติการพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวชของนักศึกษาพยาบาลศาสตรบัณฑิตชั้นปีที่ 3 ช่วยให้นักศึกษามีความพร้อมด้านความรู้ เจตคติ และทักษะปฏิบัติการพยาบาลก่อนขึ้นฝึกปฏิบัติงาน

2. การเตรียมความพร้อมก่อนฝึกปฏิบัติช่วยให้ นักศึกษาพยาบาลมีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นสูงกว่าก่อนการเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การวางแผนการพัฒนาตนเองโดยการวิเคราะห์และประเมินตนเองจะช่วยให้ นักศึกษาพยาบาลทราบจุดเด่น จุดบกพร่อง และเป้าหมายก่อนการฝึกปฏิบัติ กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจน สามารถวางแผนการพัฒนาตนเองทำให้มีความมั่นใจในการปฏิบัติทักษะการพยาบาลเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของนงนภัทร รุ่งเนย และจันทร์จิรา สีสว่าง (2559) พบว่าการเตรียมความพร้อมก่อนการฝึกภาคปฏิบัติที่ดี ช่วยให้ ผู้เรียนมีความพร้อมด้านความรู้ และมีเกิดความมั่นใจในการปฏิบัติการพยาบาลมากขึ้น และการศึกษาของศรีสกุล ฉะบับ และคณะ (2558) พบว่า หลังการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติการพยาบาลในผู้ป่วยวิกฤตของ นักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 3 นักศึกษาพยาบาลมีค่าเฉลี่ยทักษะการปฏิบัติการพยาบาลผู้ป่วยวิกฤตมากขึ้น นักศึกษา ส่วนใหญ่มีความมั่นใจในการปฏิบัติการพยาบาลผู้ป่วยมากขึ้น รู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของทีม และมีความภาคภูมิใจที่ได้ ปฏิบัติกิจกรรม

จากผลการวิจัยครั้งนี้เห็นได้ว่า การเตรียมความพร้อมด้วยการส่งเสริมการพัฒนาตนเองก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาลโดยการสะท้อนคิดทำให้นักศึกษาตระหนักในศักยภาพตนเอง ช่วยส่งเสริมความสามารถของนักศึกษาในการพัฒนาความรู้และทักษะปฏิบัติการพยาบาลเด็กและวัยรุ่นก่อนฝึกปฏิบัติการพยาบาล ทำให้นักศึกษาวางแผนการพยาบาลได้อย่างครอบคลุม ได้ฝึกการประเมินภาวะสุขภาพ ได้วิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบในการกำหนดข้อวินิจฉัยการพยาบาล วางแผนการพยาบาล และกิจกรรมการพยาบาลที่มีเหตุผลทางวิชาการ นำไปสู่การปฏิบัติการพยาบาลที่ตอบสนองความต้องการพื้นฐานของผู้ป่วยเด็กและครอบครัวได้อย่างเป็นองค์รวม

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาทางการพยาบาลอื่นๆ เพื่อส่งเสริมการพัฒนาตนเองและส่งเสริมสมรรถนะการเรียนรู้ของนักศึกษาด้านความรู้และทักษะการปฏิบัติการพยาบาลให้มีคุณภาพตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติที่กำหนดไว้ในหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประจำปีงบประมาณ 2560 และขอขอบพระคุณอาจารย์ดร. สมจิตต์ ลูประสงค์ อาจารย์ยมนา ชนะนิล และอาจารย์สุพิศตรา พรหมกุล ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ.พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม. (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2553). *หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2553.* คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- เต็มทรัพย์ จันเพชร. (2557). การพัฒนาตนเองของผู้ใหญ่. *วารสารเกื้อการุณย์, 21.23-17* ,(1)

- นงนภัทร รุ่งเนย และจันทร์จิรา สีสว่าง. (2559). ผลของการส่งเสริมการพัฒนาตนเองเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการฝึกภาคปฏิบัติต่อความรู้และทักษะการปฏิบัติการพยาบาลในหอผู้ป่วยหนักของนักศึกษาพยาบาล. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี*, 27(2), 29-38.
- ปาริชาติ เมืองขวา. (2557). (ผลของการเตรียมความพร้อมก่อนฝึกปฏิบัติงานของนักศึกษาพยาบาลศาสตร์บัณฑิต ชั้นปีที่ 3 ต่อความพร้อมด้านความรู้ เจตคติและทักษะการพยาบาลในการฝึกปฏิบัติวิชาปฏิบัติการพยาบาล สุขภาพจิตและจิตเวช. กลุ่มวิชาการพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวชศาสตร์ วิทยาลัยบรมราชชนนีนครพนม มหาวิทยาลัยนครพนม.
- รุ่งฤดี กล้าหาญ. (2557). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติของนิสิตพยาบาล ชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. *วารสารพยาบาลทหารบก*, 15(3), 412-420.
- ศิริจิตร จันทร และธัญลักษณ์ บรรลือชิตกุล. (2555)ความพร้อมในการฝึกปฏิบัติในรายวิชาปฏิบัติการพยาบาลพื้นฐานของนักศึกษาพยาบาลวิทยาลัยพยาบาลสภากาชาดไทย. *วารสารพยาบาล สภากาชาดไทย*, 6.45-32 ,(1)
- ศรีสกุล ฉะชัยแหลม, กรรณิกา อำพนธ์, ปรีดาวรรณ บุญมาก และปัทมา บุญช่วยเหลือ. (2558). ผลของการเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติการพยาบาลในคลินิกต่อความรู้และทักษะการปฏิบัติการพยาบาลผู้ป่วยวิกฤตของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี.
- สถาพร พุทธิภูมิ. (2558) *การจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning*. เอกสารประกอบการฝึกอบรม “คุณภาพผู้เรียน เกิดจากกระบวนการเรียนรู้” วันที่ 3 ธันวาคม 2558. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว.
- Meggison, D., & Pedler, M. (1992). *Self-development: A facilitator's guide*. London: McGraw Hill.

การสร้างโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ

A Construction of An Applied Fon-Klongtum Exercise Training Program for Fall Prevention Among the Elderly

เดชภณ ทองเต็ม^{1*} ขนิษฐา ฉิมพาลี¹ วารี นันทสิงห์¹ นันทชนก เปี้ยแก้ว¹

อธิวัฒน์ สายทอง¹ ศรินันท์ เรืองไพศาล¹ และ จิรนนท์ แก้วมา²

¹สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

²วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

*E-mail : jojoe_spsc_chula@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุเพศหญิง จำนวน 60 คน ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง แล้วทำการสุ่มเพื่อแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกโดยใช้โปรแกรมออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมที่ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) โปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2) แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวผู้สูงอายุ จำนวน 4 รายการประกอบด้วย Berg Balance Scale (BBS) Functional Reach Test (FRT) -8Foot Up and Go Test (8FUGT) และ Timed Up and Go Test (TUG) และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที่ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ผลการวิจัยสรุป ได้ดังนี้

1) โปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ มีความหนักอยู่ในระดับเบา ใช้เวลาออกกำลังกายทั้งหมด ช่วง ได้แก่ ช่วงอบอุ่นร่างกาย จำนวน 3 ครั้ง แบ่งออกเป็น/นาที 305 ท่า ใช้ระยะเวลา นาที ช่วงออกกำลังกาย จำนวน 55 ท่า ใช้ระยะเวลา น 20าที และช่วงคลายอุ่น จำนวน 5 ท่า ใช้ระยะเวลา นาที ซึ่งมีท่าทางการปฏิบัติเช่นเดียวกับช่วงอบอุ่นร่างกาย 5

2) ผลของการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์ที่มีต่อการป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ พบว่า หลังการฝึก กลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบในรายการ 8-Foot Up and Go Test และ Timed Up and Go Test สูงกว่าก่อนฝึก และสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผู้เข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผู้สูงอายุสามารถนำโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์ ไปใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านการป้องกันการล้มได้ อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อหาโปรแกรมการออกกำลังกายสำหรับพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านอื่นๆ ของผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ : โปรแกรมออกกำลังกาย ป้องกันการล้ม ผู้สูงอายุ

Abstract

This experimental research was designed to create and develop the model of an applied Fon-Klongtum exercise program for fall prevention among elderly. The 60 female elderly subjects were purposively selected by using predetermined criteria. The subjects were equally divided into an experimental group (n=30) and a control group (n=30) by similar characteristics. The research instruments consisted of 1) an applied Fon-Klongtum exercise program 2) the 4 physical fitness

tests regarding balance which were Berg Balance Scale (BBS), Functional Reach Test (FRT), -8Foot Up and Go Test (8FUGT) and Timed Up and Go Test (TUG) and 3) the satisfaction assessment. The data were analyzed by using descriptive statistics, mean, standard deviation and t-test. The followings were the research results:

1. an applied Fon-Klongtum exercise program was light exercise intensity program. The duration of this program was 30 minutes which was divided into 3 parts; 1) 5 minutes for warm up time with 5 steps, 2) 20 minutes for exercise time with 5 steps and 3) 5 minutes for cool down time with 5 steps as well as the warm up time steps.

2. After an applied Fon-Klongtum exercise program the experimental group had a significantly developed mean score of balance compared the control group and pretest ($p < 0.05$) on Timed Up and Go Test (TUG) and 8-Foot Up and Go Test (8FUGT). The result of satisfaction assessment of experimental group was very good level.

In conclusion, this finding showed that the elderly can use an applied Fon-Klongtum exercise program for fall prevention. However, the next study should develop other physical fitness for the elderly.

Keywords : Exercise Program, Fall Prevention, Elderly

บทนำ

สภาพสังคม เศรษฐกิจและวัฒนธรรมที่เปลี่ยนแปลงไปในปัจจุบัน วัยแรงงานต้องออกจากบ้านเพื่อทำมาหาเลี้ยงชีพ ส่งผลให้ผู้สูงอายุส่วนหนึ่งขาดบุตรหลานดูแล ถูกทอดทิ้งให้ใช้ชีวิตอยู่ตามลำพัง การประกอบกิจกรรมประจำวันอาจทำให้ผู้สูงอายุเกิดการล้มและเกิดความพิการตามมาได้ ผลการศึกษาปัญหาการล้มในชุมชนต่างๆ พบว่าอัตราการล้มแตกต่างกันขึ้นกับลักษณะของชุมชนที่ไปศึกษา โดยอัตราการล้มที่พบว่า ผู้สูงอายุอายุ 65 ปีขึ้นไปที่มีสุขภาพดีในชนบทมีอัตราการล้มต่ำที่สุด พบประมาณ 0.3-1.6 ครั้งต่อคนต่อปี ซึ่งอัตรานี้จะเพิ่มเป็น 2 เท่าในคนที่มียุวมามากกว่า 75 ปีขึ้นไป สำหรับจำนวนครั้งของการล้มในผู้สูงอายุไทยที่อาศัยในเขตเมือง พบว่า อัตราการล้มเท่ากับร้อยละ 24.1 ในเพศหญิง และร้อยละ 12.1 ในเพศชาย ขณะเดียวกันอุบัติการณ์ของการล้มในผู้สูงอายุไทยในเขตเมืองเมื่อติดตามไปเป็นเวลา 1 ปี พบว่าเท่ากับร้อยละ 10.1 โดยเฉลี่ยแล้วพบว่าผู้สูงอายุไทยจะหกล้มประมาณ ร้อยละ 20 เมื่อสอบถามย้อนหลังไปนาน 6 เดือน โดยพบว่ามีการล้มมากกว่า 2 ครั้ง ถึงร้อยละ 8 ประเสริฐ อัสสันตชัย, 2554(นอกจากนี้ยังพบว่าผู้สูงอายุมีอัตราการล้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น และเกิดในเพศหญิงมากกว่าเพศชายประมาณ 1.5 เท่า) สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล, 2544(

การล้มในกลุ่มผู้สูงอายุนั้นเกี่ยวข้องกับปัจจัยเสี่ยง 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยเสี่ยงภายใน ได้แก่ การมองเห็นไม่ชัดเจน ความดันโลหิตต่ำ มีความผิดปกติของการทรงตัว มีประวัติใช้ยาที่มีผลต่อระบบประสาท เป็นต้น ปัจจัยภายนอก เช่น พื้นต่างระดับ พื้นมีน้ำขัง สวมรองเท้าที่ไม่เหมาะสม แสงสว่างไม่เพียงพอ มีสิ่งกีดขวางทางเดิน เป็นต้น) Tuunainen, et al., 2014 (ซึ่งจากการศึกษารายงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าสมรรถภาพในการปฏิบัติกิจกรรม) Functional fitness) มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการหกล้มในกลุ่มผู้สูงอายุ (Van Heuvelen et al., 2000; Van Heuvelen, GJ.M., Brouwer, and De Greef, 2000 (ตั้งรายงานวิจัยของ Shin et al)2012 (ที่ได้รายงานไว้ว่าสมรรถภาพด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและขา และการทรงตัวของผู้สูงอายุที่มีปัญหาทางด้านอาการหกล้ม จะมีความแข็งแรงน้อยกว่าผู้สูงอายุที่ไม่มีปัญหาทางด้านอาการหกล้ม และ Toraman & Yildirim) 2010 (ได้รายงานไว้ว่า ความเสี่ยงของการหกล้มมีความสัมพันธ์อย่างมากกับสมรรถภาพทางกายทางด้านอาการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและขา และความคล่องแคล่วว่องไวของร่างกาย การออกกำลังกาย การเล่นกีฬา และการมีกิจกรรมนันทนาการที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุจะสามารถช่วยชะลอภาวะเสื่อมของร่างกาย ช่วยส่งเสริมการมีสมรรถภาพทางกายที่ดี ช่วยเพิ่มสุขสมรรถนะ และช่วยให้ผู้สูงอายุได้พบปะเพื่อนฝูงในกลุ่มวัยเดียวกันได้ เตชภณ ทองเติม), 2555 (ส่วน

การเล่นพื้นบ้านถือเป็นกิจกรรมนันทนาการที่มีการเล่นสืบทอดต่อกันมาตั้งแต่อดีต ในปัจจุบันการเล่นพื้นบ้านไทยได้ถูกจัดเป็นศิลปวัฒนธรรมไทยแขนงหนึ่งที่มีเอกลักษณ์ มีความงามและทรงคุณค่า ซึ่งบรรพบุรุษได้ค้นคิด สืบสาน ถ่ายทอดและพัฒนาสืบทอดเนื่องกันมา โดยการเล่นพื้นบ้านนอกจากจะช่วยให้ร่างกายได้เคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ สร้างความแข็งแรง เพิ่มการทรงตัว เพิ่มความคล่องแคล่วว่องไวของร่างกายแล้ว การเล่นพื้นบ้านหลายประเภทยังช่วยให้ผู้เล่นได้ฝึกฝนสมาธิ มีความคิดสร้างสรรค์ มีปฏิภาณไหวพริบ รู้จักแก้ปัญหา และการเล่นบางชนิดใช้ผู้เล่นเป็นหมู่คณะทำให้ผู้เล่นรู้จักมีความรัก ความสามัคคี ความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ของตนเอง มีความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกัน ตลอดจนเป็นคนมีน้ำใจเป็นนักกีฬา รู้แพ้ รู้ชนะ และรู้จักยับ

สำหรับในท้องถิ่นจังหวัดศรีสะเกษ มีศิลปะการฟ้อนซึ่งเป็นการเล่นสำคัญที่ถือว่าเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นอย่างหนึ่งคือ “ฟ้อนกลองตุ้ม” โดยพบในสังคมวัฒนธรรมของกลุ่มคนชาติพันธุ์ลาวเป็นส่วนใหญ่ การฟ้อนกลองตุ้มเป็นศิลปะการฟ้อนที่มีความงามและมีความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น แสดงให้เห็นว่าคนท้องถิ่นนั้น ๆ มีศิลปะด้านการฟ้อนรำที่บ่งบอกถึงสุนทรียะทางด้านความคิด จิตใจ และจินตนาการ อันเป็นมรดกที่ได้รับการตกทอดมาแต่บรรพบุรุษ และสะท้อนให้เห็นถึงความเป็นกลุ่มชนที่มีสังคมวัฒนธรรมที่เต็มไปด้วยศาสตร์และศิลป์ในการดำรงชีวิต การฟ้อนกลองตุ้มของบ้านฝ้าง ตำบลทาม อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ เริ่มมีการฟ้อนตั้งแต่บรรพบุรุษซึ่งก็ยากที่จะหาหลักฐานมายืนยันให้แน่ชัดได้ว่าเริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. ไต สมัยใด จากการสัมภาษณ์คนเฒ่าคนแก่ที่มีอายุ 70-80 ปี ก็มักจะได้อธิบายตอบเหมือนกันคือ “เกิดมาพอจำความได้ก็เห็นแล้ว” คำกล่าวนี้จึงพอจะเป็นที่ยืนยันได้ว่า การฟ้อนกลองตุ้มของบ้านฝ้าง ตำบลทาม อำเภอกันทรารมย์ มีความเป็นมายาวนานหลายชั่วอายุคนและยังถือปฏิบัติสืบทอดต่อกันมาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน วรรณิกา นาโสภ), 2551)

การฟ้อนกลองตุ้ม เป็นการฟ้อนรำเพื่อประกอบประเพณีบุญบั้งไฟของชาวบ้านหนองแก้ว ตำบลหนองแก้ว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ มีวัตถุประสงค์เพื่อบูชาเทพเจ้า คือ พญาแถน ซึ่งชาวบ้านมีความเชื่อว่าเป็นเทพเจ้าผู้ควบคุมการทำฝนตก โดยชาวบ้านเชื่อว่าการจัดงานบุญบั้งไฟและพิธีรำบูชาพญาแถนนั้น จะทำให้พญาแถนพึงพอใจ แล้วตกลงมาให้ฝนตกต้องตามฤดูกาล โดยการฟ้อนกลองตุ้มเป็นกิจกรรมที่นิยมมากในแถบอำเภอกันทรารมย์ และอำเภอขามเฒ่า จังหวัดศรีสะเกษ การเล่นประเภทนี้ใช้อุปกรณ์ที่ประกอบด้วยกลองตุ้ม และพวงฮาดเท่านั้น สำหรับท่าฟ้อนรำของกลองตุ้ม จะเป็นท่ารำอิสระ เรียบง่าย เป็นการเคลื่อนไหวของแขนซึ่งสัมพันธ์กับการย่างก้าวให้เข้ากับจังหวะดนตรี โดยไม่มีการซับซ้อนใดๆ ทั้งสิ้น จากการศึกษาการเล่นพื้นบ้านที่สัมพันธ์กับความเชื่อของคนท้องถิ่นในจังหวัดศรีสะเกษ ของเดชภณ ทองเติม)2556 (พบว่า การเล่นฟ้อนกลองตุ้ม เป็นการเล่นที่นิยมเล่นกันแถบอำเภอขามเฒ่า และอำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ โดยมีจังหวะดนตรีที่ชัดเจน เป็นเอกลักษณ์ และท่วงท่าของการเคลื่อนไหวซ้ำ ปฏิบัติได้ง่าย ทำให้คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นและตั้งสมมติฐานว่า จังหวะดนตรี และท่วงท่าของการฟ้อนกลองตุ้มในปัจจุบัน สามารถนำมาพัฒนาเป็นโปรแกรมการออกกำลังกายที่มีความสนุกสนาน มีความน่าสนใจ และฝึกการทรงตัวสำหรับผู้สูงวัยได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาวิจัยเรื่อง การ “สร้างและพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายฟ้อนกลองตุ้มประยุกต์สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงวัย” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาโปรแกรมการออกกำลังกายฟ้อนกลองตุ้มประยุกต์สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงวัย ซึ่งคณะผู้วิจัยคาดว่าหน่วยงานทางด้านสุขภาพและการกีฬาทั้งภาครัฐและภาคเอกชน จะสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยไปใช้เพื่อส่งเสริมสุขภาพ และสมรรถภาพทางกายในกลุ่มผู้สูงวัยไทยต่อไปได้ และยังเป็นทางเลือกให้ผู้สูงวัยหรือชมรมผู้สูงวัยมีโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อช่วยลดปัจจัยเสี่ยงด้านการหกล้มเพิ่มมากขึ้นด้วย

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) โดยศึกษา 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยรูปแบบการฟ้อนกลองตุ้มประยุกต์ และกลุ่มควบคุมที่ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ มีการจัดสมาชิกเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมโดยการสุ่ม (Random assignment) และมีการทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (The Pretest-Posttest Control Group Design) ดังนี้

กลุ่มทดลอง (30 คน)

กลุ่มควบคุม (30 คน)

R	O ₁	X	O ₂
		R	O ₃
			O ₄

R	หมายถึง	การสุ่มตัวอย่าง
X	หมายถึง	การทดลองโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยรูปแบบการฟอนกลองตุ้มประยุกต์
O ₁ , O ₃	หมายถึง	การทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวก่อนการทดลอง
O ₂ , O ₄	หมายถึง	การทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12

ประชากร

ประชากรในการวิจัยคือ ผู้สูงวัยเพศหญิงที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ในตำบลยางชุมน้อย อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 3,506 คน (ศูนย์ข้อมูลประเทศไทย, 2560)

กลุ่มตัวอย่าง

คณะผู้วิจัยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่สนใจสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายฟอนกลองตุ้มประยุกต์จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมที่ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติจำนวน 30 คน หลังจากคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อให้ได้ตัวอย่างผู้สูงวัยสุขภาพดีแล้ว คณะผู้วิจัยได้ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง (Random assignment) เพื่อเข้าสู่กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมต่อไป สำหรับเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าร่วมโครงการวิจัย มีดังนี้

เกณฑ์คัดเข้า (Inclusion criteria)

1. ผู้สูงวัยเพศหญิงที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป
2. ไม่เป็นผู้มีปัญหาด้านระบบประสาทขั้นรุนแรง หรือความผิดปกติทางจิตเวชศาสตร์อื่นๆ
3. ไม่เป็นผู้พิการด้านการเคลื่อนไหวร่างกาย หรือ ด้านการมองเห็น หรือ ด้านการได้ยิน
4. มีความสมัครใจเข้าร่วมการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria)

1. มีคำวินิจฉัยจากแพทย์ว่าห้ามออกกำลังกาย
2. เป็นผู้มีปัญหาด้านระบบประสาทขั้นรุนแรง เช่น อาการที่เป็นผลมาจากโรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) หรือความผิดปกติทางจิตเวชศาสตร์อื่นๆ
3. เป็นผู้พิการด้านการเคลื่อนไหวร่างกาย หรือด้านการมองเห็น หรือด้านการได้ยิน
 4. เมื่ออาสาสมัครไม่สามารถทดสอบสมรรถภาพทางกายต่อไปได้ หรืออาสาสมัครบอกละเลิกการทดสอบ
5. เคยเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยรูปแบบอื่นๆ น้อยกว่า 6 เดือน ก่อนเข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยนี้

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

1. โปรแกรมการออกกำลังกายฟอนกลองตุ้มประยุกต์ที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวผู้สูงวัย จำนวน 4 รายการทดสอบ ได้แก่
 - 2.1) Berg Balance Scale (BBS) (Berg et al., 1992)
 - 2.2) Functional Reach Test (FRT) (Duncan et al., 1990)
 - 2.3) 8-Foot Up and Go Test (8FUGT) (Rikli and Jones, 1999)
 - 2.4) Timed Up and Go Test (TUG) (Podsiadlo & Richardson, 1991)

3. แบบประเมินความพึงพอใจโปรแกรมการออกกำลังกายฟอนกลองต๋มประยุกต์ที่สร้างขึ้นโดยมีการกำหนดเกณฑ์ระดับความพึงพอใจดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	1.00 - 1.80	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	1.81 - 2.60	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
คะแนนเฉลี่ย	2.61 - 3.40	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	3.41 - 4.20	หมายถึง	พึงพอใจมาก
คะแนนเฉลี่ย	4.21 - 5.00	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นที่ 1 ทบทวนวรรณกรรม และเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการฟอนกลองต๋ม และโปรแกรมการออกกำลังกาย ตลอดจนการลงพื้นที่เพื่อสังเกตการณ์ และสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการฟอนกลองต๋ม

ขั้นที่ 2 ทดลองใช้ท่าออกกำลังกายด้วยรูปแบบการฟอนกลองต๋มประยุกต์ในกลุ่มผู้สูงอายุ จำนวน 5 คน แล้วออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยรูปแบบการฟอนกลองต๋มประยุกต์ประกอบจังหวะดนตรี สำหรับเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวเพื่อป้องกันการล้มแก่ผู้สูงอายุ

ขั้นที่ 3 ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมของโปรแกรมการออกกำลังกายฟอนกลองต๋มประยุกต์ประกอบจังหวะดนตรี โดยใช้สูตรการคำนวณค่า IOC (Item Objective Congruence) แล้วคัดเลือกรายการประเมินที่มีค่าความสอดคล้อง 0.50 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ, 2551)

ขั้นที่ 4 ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมการออกกำลังกายฟอนกลองต๋มประยุกต์ ประกอบจังหวะดนตรีตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 5 ทำการทดลองใช้ (Pilot study) โปรแกรมการออกกำลังกายฟอนกลองต๋มประยุกต์ประกอบจังหวะดนตรี ในกลุ่มผู้สูงอายุ จำนวน 5 คน

ขั้นที่ 6 ทำการรับสมัคร และคัดเลือกผู้สูงอายุในตำบลเป้าหมายที่กำหนดไว้เพื่อเข้าร่วมโครงการวิจัย และทำการสุ่มคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุเพื่อเข้ากลุ่มทดลองโปรแกรมการออกกำลังกายฟอนกลองต๋มประยุกต์จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมที่ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติจำนวน 30 คน รวมทั้งสิ้น 60 คน

ขั้นที่ 7 ทำการประเมินสุขภาพพื้นฐาน และสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัว ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมก่อนเริ่มดำเนินการทดลอง

ขั้นที่ 8 ผู้สูงอายุในกลุ่มทดลองทำการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายฟอนกลองต๋มประยุกต์ ประกอบจังหวะดนตรี วันละ 30 นาที จำนวน 3 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และสำหรับกลุ่มควบคุมดำเนินกิจกรรมประจำวันตามปกติ โดยดำเนินการที่ลานกีฬาบ้านยางชุมใหญ่ ตำบลยางชุมน้อย อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ ในช่วงเดือนมกราคม 2560 ถึง เมษายน 2560

ขั้นที่ 9 ทำการประเมินสุขภาพพื้นฐาน และสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม หลังทำการฝึกครบ 12 สัปดาห์

ขั้นที่ 10 สรุป วิเคราะห์ผลการศึกษา และจัดทำรายงานการศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล คณะผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อประสานงานชมรมผู้สูงอายุตำบลยางชุมน้อย อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ
2. ออกหนังสือขอความร่วมมือ
3. ชี้แจงกำหนดการต่างๆ
4. ดำเนินงานตามแผนงาน โดยคณะผู้วิจัยดำเนินการเองทุกขั้นตอน

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป หาค่าต่างๆ ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ของข้อมูลสุขภาพพื้นฐานทั้งในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
2. หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ทั้งก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง
3. ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัว ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12 โดยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
4. หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนความพึงพอใจโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยรูปแบบการฟ้อนกลองตุ้มประยุกต์

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนำเสนอเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ผลการสร้างโปรแกรมการออกกำลังกายฟ้อนกลองตุ้มประยุกต์สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ และ 2) ผลของการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายฟ้อนกลองตุ้มประยุกต์ที่มีต่อสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวเพื่อป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ ดังต่อไปนี้

1. ผลการสร้างโปรแกรมการออกกำลังกายฟ้อนกลองตุ้มประยุกต์สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ พบว่าการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมการออกกำลังกายโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ จำนวน 3 ท่าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยความสอดคล้องอยู่ที่ 0.97 ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยโปรแกรมการออกกำลังกายฟ้อนกลองตุ้มประยุกต์ที่สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงอายุที่สร้างและพัฒนาขึ้น มีรูปแบบ (Type) เป็นการออกกำลังกายประกอบเพลงที่เน้นท่าทางช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัว ใช้ระยะเวลา (Time) ทั้งหมด 30 นาที แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm up) ใช้ 5 นาที ช่วงออกกำลังกาย (Exercise) ใช้เวลา 20 นาที และช่วงคลายอุ่น (Cool down) ใช้เวลา 5 นาที มีความถี่ (Frequency) ในการฝึก วัน 3 ต่อสัปดาห์ และมีระดับความหนัก (Intensity) อยู่ในระดับเบา (Light exercise intensity) ซึ่งจากการทดลองใช้พบว่า ระดับการเต้นของหัวใจจะมีค่า 40-50 % ของ Maximal heart rate (MHR) โดยระยะเวลาและท่าท่าแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมการออกกำลังกายฟ้อนกลองตุ้มประยุกต์สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงอายุโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ (N = 3)

รายการประเมิน	ความถี่ของการประเมิน (N = 3)			ค่าความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ/ ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	1	0	-1		
1. จำนวนวันในการออกกำลังกาย 3 วันต่อสัปดาห์	3	-	-	1.00	
2. ระยะเวลาในการออกกำลังกาย 30 นาที	3	-	-	1.00	
3. ระยะเวลาช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm up) 5 นาที	3	-	-	1.00	
4. ระยะเวลาช่วงออกกำลังกาย (Exercise) 20 นาที	3	-	-	1.00	
5. ระยะเวลาช่วงคลายอุ่น (Cool down) 5 นาที	3	-	-	1.00	
6. ท่าทางช่วงอบอุ่นร่างกาย จำนวน 7 ท่า	2	1	-	0.67	- มากเกินไป
6.1 ท่าเอียงศีรษะ	3	-	-	1.00	
6.2 ท่ายืดเหยียดเขย่ง-	3	-	-	1.00	
6.3 ท่ายืดเหยียดแขน-	3	-	-	1.00	

รายการประเมิน	ความถี่ของการประเมิน (N = 3)			ค่าความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ/ ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	1	0	-1		
6.4 ท่าหมุนไหล่	3	-	-	1.00	
6.5 ท่ายืดเหยียดขา-	3	-	-	1.00	
6.6 ท่าสะบัดอุ้ง	3	-	-	1.00	
6.7 ท่าโยกแยก	3	-	-	1.00	
7. ท่าทางช่วงออกกำลังกาย จำนวน 5 ท่า	2	1	-	0.67	- น้อยเกินไป
7.1 ท่าหว่านแห	3	-	-	1.00	
7.2 ท่าโบยบิน	3	-	-	1.00	
7.3 ท่าถอนหอมแดง	3	-	-	1.00	
7.4 ท่าวิดน้ำ	3	-	-	1.00	
7.5 ท่าอัญเชิญ	3	-	-	1.00	
8. ท่าทางช่วงคลายอุ้ง จำนวน 7 ท่า	2	1	-	0.67	- มากเกินไป
8.1 ท่าเอียงศีรษะ	3	-	-	1.00	
8.2 ท่ายืดเหยียดเขย่ง-	3	-	-	1.00	
8.3 ท่ายืดเหยียดแขน-	3	-	-	1.00	
8.4 ท่าหมุนไหล่	3	-	-	1.00	
8.5 ท่ายืดเหยียดขา-	3	-	-	1.00	
8.6 ท่าสะบัดอุ้ง	3	-	-	1.00	
8.7 ท่าโยกแยก	3	-	-	1.00	
9. จำนวนท่าฟอนกลองตุ้มประยุกต์ทั้งหมด 12 ท่า	3	-	-	1.00	
10. เพลงและดนตรีประกอบการฟอนกลองตุ้มประยุกต์	3	-	-	1.00	
ค่าเฉลี่ยของความสอดคล้อง	3	-	-	0.97	

หมายเหตุ 1= เห็นด้วย ,0= ไม่แน่ใจ ,-1 = ไม่เห็นด้วย

ตารางที่ 2 โปรแกรมการออกกำลังกายฟอนกลองตุ้มประยุกต์ที่สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ

จำนวนวัน	ช่วง	ระยะเวลา	จำนวนท่าฟอน	ชื่อท่าทางการออกกำลังกาย
3 วันต่อสัปดาห์	Warm up	5 นาที	7 ท่า	ท่าที่ 1 ท่าเอียงศีรษะ ท่าที่ 2 ท่ายืดเหยียด-เขย่ง ท่าที่ 3 ท่าเหยียด-แขน ท่าที่ 4 ท่าหมุนไหล่ ท่าที่ 5 ท่ายืดเหยียด-ขา ท่าที่ 6 ท่าสะบัดอุ้ง ท่าที่ 7 ท่าโยกแยก
	Exercise	20 นาที	5 ท่า	ท่าที่ 1 ท่าหว่านแห ท่าที่ 2 ท่าโบยบิน ท่าที่ 3 ท่าถอนหอมแดง ท่าที่ 4 ท่าวิดน้ำ ท่าที่ 5 ท่าอัญเชิญ

จำนวนวัน	ช่วง	ระยะเวลา	จำนวนท่า พ็อน	ชื่อท่าทางการออกกำลังกาย
	Cool down	5 นาที	7 ท่า	เหมือนกับช่วง Warm up
รวม	3 ช่วง	30 นาที	12 ท่า	

2. ผลของการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายพ็อนกลองตุ้มประยุกต์ที่มีต่อสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวเพื่อป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายพ็อนกลองตุ้มประยุกต์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวในรายการ 8-Foot Up and Go Test และ Timed Up and Go Test สูงกว่าก่อนฝึก และสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวระหว่างก่อนและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองโดยการทดสอบค่าที่ (paired-samples t-test)

รายการประเมิน สมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัว	ก่อนฝึก		หลังฝึก		t	p
	M	S.D.	M	S.D.		
1. Berg Balance Scale (BBS)	55.83	.46	55.93	.25	-1.361	.184
2. Functional Reach Test (FRT)	25.60	3.12	26.53	2.75	-.752	.458
3. 8-Foot Up and Go Test	9.16	1.79	7.09	1.07	10.727	.000*
4. Timed Up and Go Test (TUG)	9.20	1.52	6.95	.99	12.329	.000*

*p < 0.05

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวหลังการฝึกระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยการทดสอบค่าที่ (independent-samples t-test)

รายการประเมิน สมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัว	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p
	M	S.D.	M	S.D.		
1. Berg Balance Scale (BBS)	55.83	.65	55.93	.25	-.787	.434
2. Functional Reach Test (FRT)	26.00	3.19	26.53	2.75	-.693	.491
3. 8-Foot Up and Go Test	9.19	1.55	7.09	1.07	6.060	.000*
4. Timed Up and Go Test (TUG)	9.46	1.48	6.95	.99	7.702	.000*

*p<0.05

สำหรับการประเมินความพึงพอใจของตัวอย่างผู้สูงอายุกลุ่มทดลองที่มีต่อโปรแกรมการออกกำลังกายพ็อนกลองตุ้มประยุกต์ จำนวน 30 คน พบว่า ตัวอย่างผู้สูงอายุกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจโดยรวมต่อโปรแกรมการออกกำลังกายพ็อนกลองตุ้มประยุกต์อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 4.44 ± 0.27 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความพึงพอใจของตัวอย่างผู้สูงวัยกลุ่มทดลองที่มีต่อโปรแกรมการออกกำลังกายฟอนกลองตุ้มประยุกต์ (n=30)

ข้อ	รายการประเมิน	M	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	จำนวนวันในการออกกำลังกาย 3 วันต่อสัปดาห์	4.30	0.64	มากที่สุด
2	ระยะเวลาในการออกกำลังกายทั้งหมด 30 นาที	4.37	0.66	มากที่สุด
3	ระยะเวลาช่วงอุ่นร่างกาย (Warm up) 5 นาที	4.43	0.56	มากที่สุด
4	ระยะเวลาช่วงออกกำลังกาย (Exercise) 20 นาที	4.47	0.50	มากที่สุด
5	ระยะเวลาช่วงผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool down) 5 นาที	4.50	0.50	มากที่สุด
6	ท่าฟอนช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm up) 7 ท่า	4.53	0.56	มากที่สุด
7	ท่าฟอนช่วงออกกำลังกาย (Exercise) 5 ท่า	4.57	0.50	มากที่สุด
8	ท่าฟอนช่วงผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool down) 7 ท่า	4.43	0.56	มากที่สุด
9	ชื่อท่าฟอนในแต่ละท่า	4.33	0.65	มากที่สุด
10	ดนตรีและเพลงประกอบท่าฟอน	4.50	0.50	มากที่สุด
ความพึงพอใจโดยรวม		4.44	0.27	มากที่สุด

ส่วนกลุ่มควบคุมที่ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวทุกรายการ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวระหว่างก่อนและหลังการฝึกของกลุ่มควบคุมโดยการทดสอบค่าที (paired-samples t-test)

รายการประเมินสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัว	ก่อนฝึก		หลังฝึก		t	p
	M	S.D.	M	S.D.		
1. Berg Balance Scale (BBS)	55.70	1.20	55.83	.65	-1.278	.211
2. Functional Reach Test (FRT)	25.86	3.52	26.00	3.19	-.379	.707
3. 8-Foot Up and Go Test	9.10	1.69	9.19	1.55	-.368	.716
4. Timed Up and Go Test (TUG)	9.23	2.44	9.46	1.48	-.809	.425

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างโปรแกรมการออกกำลังกายฟอนกลองตุ้มประยุกต์สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงวัย ทำให้ได้โปรแกรมการออกกำลังกายที่มีคุณภาพ มีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยรวมอยู่ที่ 0.97 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1.00 ทั้งนี้ อาจสืบเนื่องมาจากโปรแกรมการออกกำลังกายฟอนกลองตุ้มประยุกต์สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงวัยได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับหลัก ของ FITT คือ F = (Frequency) ความบ่อยของการออกกำลังกาย I = (Intensity) ความหนักของการออกกำลังกาย T = (Time) ระยะเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย และ T = (Type) รูปแบบของการออกกำลังกาย ตามที่ สุพิตร สมานิติ และคณะ (2556) ได้กำหนดหลักในการจัดโปรแกรมออกกำลังกาย เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุ กล่าวคือ มีความบ่อยในการออกกำลังกาย 3 วันต่อสัปดาห์ ความหนักของการออกกำลังกายด้วยท่าฟอนกลองตุ้มประยุกต์อยู่ในระดับเบา ระยะเวลาที่ใช้ออกกำลังกายแบ่งเป็น 3 ช่วง ประกอบด้วย ช่วงการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) 5 นาที ช่วงการออกกำลังกาย (Exercise) 20 นาที และช่วงผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool down) 5 นาที รวมใช้เวลา 30 นาที ตลอดจนมีรูปแบบการออกกำลังกายที่ชัดเจน คือ เป็นรูปแบบการฟอนรำประกอบเสียงดนตรี และสอดคล้องกับแนวทางการป้องกันการล้มในผู้สูงอายุของ สุนันทา ผ่องแผ้ว (2556) ที่ว่า การออกกำลังกายช่วยในเรื่องการทรงตัว และลดความเสี่ยงของการหกล้มได้

ลักษณะการออกกำลังกายที่ผู้สูงอายุสามารถทำได้ เช่น การรำไท่เก๊ก การรำมวยจีนไทชิ การเดิน ซึ่งการออกกำลังกายแบบแอโรบิคเป็นการออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกายอย่างต่อเนื่อง สำหรับผู้สูงอายุควรออกกำลังกาย 20-30 นาทีต่อครั้ง ประมาณ 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์

2. ผลของการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์ที่มีต่อสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวเพื่อป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ พบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์ เป็นโปรแกรมการออกกำลังกายที่สามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวเพื่อป้องกันการล้มในผู้สูงอายุได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการประเมินด้วยรายการทดสอบ -8Foot Up and Go Test และ Timed Up and Go Test (TUG) ซึ่งเป็นการทดสอบการทรงตัวและความแคล่วคล่องว่องไวที่มีการเคลื่อนที่ ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาที่พบว่า หลังการฝึกโปรแกรม กลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบในรายการ-8 Foot Up and Go Test และ Timed Up and Go Test สูงกว่าก่อนฝึก และสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากท่าทางในการพ่อนกลองตุ้มประยุกต์ซึ่งประกอบด้วย การเดินย่อท่า การย่อตัว การก้าวเท้า การสะบัดมือ และการโยกตัว เป็นกิจกรรมที่ทำให้ร่างกายผู้สูงอายุได้เคลื่อนไหว เพิ่มความแข็งแรง ฝึกการทรงตัว สอดคล้องกับการขอแนะนำในการออกกำลังกายเพื่อป้องกันการล้มในผู้สูงอายุของสถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ (2551) ที่ว่าการออกกำลังกายที่แนะนำสำหรับผู้สูงอายุ คือ การเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อ (Progressive muscle strengthening) การฝึกการทรงตัว (Balancing training) และการฝึกเดิน (Walking plan)

การเดิน การย่อท่า และการถ่ายเทน้ำหนักตัวในขณะที่พ่อนกลองตุ้มประยุกต์ในช่วงระยะเวลา 30 นาทีของโปรแกรมการออกกำลังกาย เป็นการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ อาจเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณขา พัฒนากล้ามเนื้อขาและข้อเท้าให้สามารถช่วยพยุงการทำงานของข้อต่อต่างๆ บริเวณขาและเท้า ส่งผลให้มีการทรงตัวดีขึ้น สอดคล้องผลการวิจัยของ พรศิริ พุกษะศรี และคณะ (2551) ที่ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยลีลาศต่อการทรงตัวของผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้ม ซึ่งพบว่า การเต้นลีลาศมีการถ่ายเทน้ำหนักตัว การเดิน และการย่อท่าช่วยพัฒนาการทรงตัวในผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้มได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ ผลการประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์ที่พบว่าผู้สูงอายุกลุ่มทดลอง มีความพึงพอใจโดยรวมต่อโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์อยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อพิจารณาการประเมินรายข้อก็พบว่า กลุ่มทดลองให้คะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดทุกรายการ ซึ่งด้วยความพึงพอใจต่อโปรแกรมการฝึกนี้ ก็อาจมีส่วนทำให้ผู้สูงอายุกลุ่มทดลองตั้งใจและให้ความร่วมมือในการออกกำลังกายเป็นอย่างดี ส่งผลให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัวได้ด้วย

จากผลการวิจัยที่ได้โปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์สำหรับป้องกันการล้มในผู้สูงอายุนำมาสู่ข้อเสนอแนะที่เป็นข้อดีของการวิจัย คือ 1(ผู้สูงอายุสามารถนำโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์ ไปใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านการป้องกันการล้มได้ และ 2(ชมรมผู้สูงอายุหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำโปรแกรมการออกกำลังกายพ่อนกลองตุ้มประยุกต์ไปปรับใช้ในการส่งเสริมสุขภาพในกลุ่มผู้สูงอายุในพื้นที่บริบทของตนเองได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาสาสมัครผู้สูงอายุทุกท่านที่เข้าร่วมโครงการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ งานวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่สนับสนุนทุนการดำเนินวิจัยแก่คณะผู้วิจัย และขอขอบคุณคณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่สนับสนุนงบประมาณในการนำเสนอผลงานวิชาการในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เตชภณ ทองเต็ม. (2555). รายงานวิจัยเรื่อง พฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพ : กรณีศึกษาตำบลขะยุง อำเภออุทุมพรพิสัย จังหวัดศรีสะเกษ. ศรีสะเกษ: มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ.

- ตรชนธ ทงตม .(2556). รายงานวิจัยเรื่อง การละเล่นพื้นบ้านที่สัมพันธ์กับความเชื่อของคนท้องถิ่นในจังหวัดศรีสะเกษ. ศรีสะเกษ: มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ.
- ประเสริฐ อัสสันตชัย .(2554). "ภาวะหกล้มในผู้สูงอายุและการป้องกัน" ใน ประเสริฐ อัสสันตชัย .(บรรณาธิการ) ปัญหาสุขภาพที่พบบ่อยในผู้สูงอายุและการป้องกัน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกัน : และสังคม คณะแพทยศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พรศิริ พุกกะศรี วิภาวี คงอินทร์ และปิยะนุช จิตตอนุนท์ .(2551). ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยลีลาศต่อการทรงตัวของผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้ม .*สงขลานครินทร์เวชสาร* ,26 (4) ,323-337.
- วรรณิกานา โสภ .(2551). *พัฒนาการพ้องกลองตุ้ม อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ*. วิทยานิพนธ์สาขาวิชานาฏศิลป์ไทย คณะศิลปกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพมหานคร ,
- ศิริชัย กาญจนวาสิ ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และดิเรก ศรีสุข .(2551). พิมพ์ครั้งที่ 5. *การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัยกรุงเทพฯ .: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- ศูนย์ข้อมูลประเทศไทย .)2560(. *อำเภอยางชุมน้อย, 1 มีนาคม 2560. [เว็บไซต์]*. สืบค้นจาก <http://sisaket.kapook.com/%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%8A%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A2>
- สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข .(2551). *แนวทางเวชปฏิบัติการป้องกันประเมินภาวะหกล้มในผู้สูงอายุ*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีจีพูล จำกัด.
- สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล .)2544(. *หลักสำคัญของเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ*. กรุงเทพฯโรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .: สุนันทา ผ่องแผ้ว .)2556(. *ปัจจัยทำงานพฤติกรรมป้องกันการหกล้มของผู้สูงอายุจังหวัดนนทบุรี*. วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย.นครปฐม ,มหาวิทยาลัยมหิดล ,
- สุพิตร สมานิติโต วลัยภัทโรภาส สิริพร ศศิณทลกุล อำพร ศรียาภย์ นันทวัน เทียนแก้ว อาริสร์ กาญจนศิลานนท์ ไพลิน เพ็ญประคอง และเพ็ญนิภา พูลสวัสดิ์ .(2556). *แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุ อายุ 60-89 ปี*. กรุงเทพมหานคร: สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.
- Berg K, Wood-Dauphinee S, and Williams JI. (1992). "Measuring balance in the elderly : Validation of an instrument". *Can J Pub Health*, 83, S7-S11.
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., and Studenski, S. (1990). "Functional reach: A new clinical measure of balance". *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 45, 192-197.
- Podsiadlo, D. and Richardson, S. (1991). "The timed "up & go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons". *Journal of the American Geriatrics Society*, 39, 142- 148.
- Rikli RE and Jones CJ. (1999). "Development and validation of functional fitness test for community-residing older adults". *Journal of Aging and Physical Activity*, 7, 129-161.
- Shin KR, Kang Y, Jung D, Kim M and Lee E. (2012). A Comparative Study on Physical Function Test between Faller Group and Nonfaller Group among Community-Dwelling Elderly. *Asian Nursing Research*, 6(1), 42-48.
- Toraman, A & Yildirim, N. (2010). The falling risk and physical fitness in older people. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 51(2), 222-226.
- Tuunainen E, Rasku J, Jäntti P and Pyykkö I. (2014). Risk factors of falls in community dwelling active elderly. *Auris Nasus Larynx*, 41(1), 10-16.
- van Heuvelen, MJG., Kempen, GIJM., Brouwer, WH and De Greef, MHG. (2000). Physical fitness related to disability in older persons. *Gerontololy*, 46, 333-341.
- Van Heuvelen, M. K., GIJM.,Brouwer, WH., and De Greef, MHG. . (2000). Physical fitness related to disability in older persons. *Gerontololy*, 46, 333-341.

วิจัยถอดบทเรียนการพัฒนาแนวปฏิบัติที่ดี การรณรงค์การตรวจมะเร็งปากมดลูก
กรณีศึกษาอำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี

Lesson Learned from The Good Practice of Cervix Cancer Examining Campaign
: Case Study of Khemarat District Ubon Ratchathani Province.

สุรีย์ ธรรมิกบวร^{1*} และ จารุวรรณ ชูปวา^{2*}

¹ สาขาวิชาการพยาบาลครอบครัวและชุมชน คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

² สาขาวิชาการพยาบาลมารดาทารกและผดุงครรภ์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail : chuppawa@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการวิจัยถอดบทเรียนการพัฒนาแนวปฏิบัติที่ดี การรณรงค์การตรวจมะเร็งปากมดลูก ประชากรเป้าหมาย คือ พยาบาล เจ้าหน้าที่สาธารณสุข สำนักงานสาธารณสุขอำเภอเขมราฐ จำนวน 20 คน ที่ร่วมโครงการพัฒนารูปแบบการรณรงค์การตรวจมะเร็งปากมดลูก และประชากรเป้าหมายที่ได้รับการตรวจจำนวน 153 คน รวบรวมข้อมูลจากเอกสาร การสนทนากลุ่ม และการสัมภาษณ์เชิงลึก เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แนวคำถาม แนวการสนทนากลุ่ม แบบรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลส่วนบุคคล วิเคราะห์ด้วยร้อยละ และจำนวนนับ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการศึกษาพบว่าแนวปฏิบัติที่ดีในการรณรงค์การตรวจมะเร็งปากมดลูกประกอบด้วย 1) การรณรงค์โดยการใช้สื่อสารด้วยสื่อและการสื่อสารโดยตรง 2) การร่วมดำเนินการโดยการหมุนเวียน บุคลากร อุปกรณ์ และ 3) การเข้าถึงผู้รับบริการโดยตรงเช่นการส่งจดหมายเชิญโดยตรง

คำสำคัญ : การตรวจมะเร็งปากมดลูก การรณรงค์ ถอดบทเรียน

Abstract

The objective of this study was to research lessened learned from the good practice of cervix cancer examining campaign. The participants total 20 persons : health care personnel and health care volunteers Khemarat health district and 153 people who had first time cervix cancer examining. Data were collected by focus groups and in-depth interviews and analyzed by the use of content analysis.

The results showed that good practice of cervix cancer examining campaign insist of 1) Campaign by using direct contact and media can raise number of client 2) Effective of co share personnel and instrument and 3) Direct contact to people by sending letter

Keywords : cervix cancer examining, campaign, lessened learned

บทนำ

กระทรวงสาธารณสุขร่วมกับสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ตั้งเป้าให้การตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกเป็นไปได้อย่างทั่วถึง (มีความครอบคลุม ร้อยละ 80) ทั่วประเทศ โดยค่านึงถึง”ทรัพยากร”ที่มีอยู่ปัจจุบัน ประเทศไทยเริ่มมีแผนดำเนินการป้องกันและควบคุมมะเร็งปากมดลูกอย่างเป็นระบบจริงจังกังในปี 2548 สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ได้จัดทำบันทึกข้อตกลงความร่วมมือระหว่างสำนักงานฯกับกระทรวงสาธารณสุข ให้ดำเนินการคัดกรองมะเร็งปากมดลูก มีเป้าหมายที่จะลดอัตราการตายของหญิงไทยจาก

มะเร็งปากมดลูกลงร้อยละ 50 ระยะเวลาดำเนินการ 5 ปี ใน 75 จังหวัดทั่วประเทศ โดยใช้การตรวจคัดกรองสองวิธี คือ Pap smear และ VIA (& cryotherapy) มะเร็งปากมดลูกหากพบในระยะต้นอัตราการหายจะมีมาก การตรวจแป็บเสมียร์เป็นสิทธิของสตรีทุกคนที่สำนักงานหลักประกันสุขภาพให้ความสำคัญ และให้สิทธิสตรีทุกคนอายุระหว่าง 30- 60 ปีรับการตรวจฟรี 1 ครั้งทุก ๆ 5 ปี

(http://www.rtcog.or.th/html/photo/articlesfile_905957.pdf; <http://www.thaihealth.or.th/Content/26100-2557>)

การตรวจแป็บเสมียร์เป็นวิธีการตรวจที่สามารถช่วยในการค้นพบ การเกิดมะเร็งปากมดลูกในระยะต้นซึ่งมีผลดีต่อการลดอัตราการตายจากโรคมะเร็งปากมดลูกซึ่งพบว่าเป็นสาเหตุ การเกิดโรคมะเร็งในสตรีในอันดับสองรองจากมะเร็งเต้านม และการตรวจแป็บเสมียร์เป็นการตรวจที่มีความไวและ ความจำเพาะในการตรวจพบมะเร็งปากมดลูกขั้นสูง สำนักงานสาธารณสุขเขมราฐมีผลงานด้านการตรวจมะเร็ง ปากมดลูกที่ดีและมีความต้องการพัฒนาให้มีจำนวนผู้รับบริการเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มที่ยังไม่เคยรับการตรวจ เพื่อหาแนวทางในการดำเนินการ อำเภอเขมราฐเป็นอำเภอชายแดนตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดอุบลราชธานี มีอาณาเขตติดต่อกับแม่น้ำโขงบริเวณตรงข้ามกับเมืองสองคอน แขวงสะหวันเขต ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตย ประชาชนลาว รวมความยาวที่มีพรมแดนติดต่อกันยาวประมาณ 45 กิโลเมตร และอยู่ห่างจากจังหวัดอุบลราชธานี 102 กิโลเมตร สาเหตุการตายที่สำคัญคือโรคมะเร็ง (<http://www.khemmarat.org/ss05/index.jsp> ค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2556) สถานบริการภายใต้ความรับผิดชอบของ สำนักงานสาธารณสุขอำเภอเขมราฐมีทั้งสิ้นจำนวน 11 แห่ง ค่าเฉลี่ยต่อเจ้าหน้าที่ 1 คน คือ 2,004 คน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อถอดบทเรียนแนวปฏิบัติที่ดีใน การรณรงค์ให้สตรีที่ไม่เคยตรวจแป็บเสมียร์เข้ารับการตรวจ คำถามการวิจัย 1.กลุ่มที่รับการตรวจมะเร็งปากมดลูก เป็นครั้งแรกมีการตัดสินใจอย่างไร 2.แนวปฏิบัติที่ดีในการรณรงค์การตรวจมะเร็งปากมดลูกเป็นอย่างไร

วิธีการวิจัย

1. ประชากรเป้าหมาย ประกอบด้วย

กลุ่ม 1 พยาบาล เจ้าหน้าที่สาธารณสุขเขตพื้นที่ความรับผิดชอบสำนักงานสาธารณสุขอำเภอเขมราฐ จำนวน 20 คน ที่ร่วมโครงการพัฒนารูปแบบการรณรงค์การตรวจมะเร็งปากมดลูก

กลุ่ม 2 ประชาชนที่เข้ารับการตรวจมะเร็งปากมดลูกในช่วงการรณรงค์ และเป็นการตรวจครั้งแรก

2. ระยะเวลาดำเนินการวิจัย ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม 2556

3. กระบวนการวิจัยแบ่งเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

3.1 การวิเคราะห์สถานการณ์ โดยการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร และการสนทนากลุ่ม การสัมภาษณ์เชิงลึก รวบรวมข้อมูลจากผู้บริหาร พยาบาล เจ้าหน้าที่สาธารณสุขจากสำนักงานสาธารณสุขอำเภอเขมราฐ ประเด็นคำถามการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย การแสดงข้อมูลผลการดำเนินงานปัจจุบัน แนวทางการดำเนินการที่ผ่านมา ปัญหา อุปสรรคในการดำเนินการ แนวปฏิบัติที่ดี ผู้มีส่วนร่วมในการดำเนินการ และข้อเสนอแนะต่อการดำเนินการต่อไป

3.2 การออกแบบการรณรงค์ โดยการร่วมกันระบุปัญหา และแนวทางปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยกระบวนการสนทนากลุ่ม และการเชิญผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญด้านการตรวจมะเร็งปากมดลูก จากโรงพยาบาลมะเร็ง จังหวัดอุบลราชธานี ร่วมให้ข้อเสนอแนะ วางแผนดำเนินการตามข้อสรุปที่ได้จากการประชุมกลุ่ม โดยการร่วมดำเนินการรณรงค์ร่วมกันผ่านสื่อวิทยุ จัดให้มีการร่วมตรวจในแต่ละตำบล รวม 11 ตำบลเพื่อให้สะดวกในการเดินทางของผู้ที่มารับการตรวจ การรวมบุคลากร อุปกรณ์ เพื่อให้มีการหมุนเวียนใช้เพียงพอเพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการทำงาน การจัดอบรมฟื้นฟูและพัฒนาทักษะในการตรวจแป็บเสมียร์ให้บุคลากร การประชาสัมพันธ์โดยตรง ด้วยการส่งจดหมาย การจัดสื่อผ่านวิทยุ การแจ้งข่าวโดยอาสาสมัครสาธารณสุขหมู่บ้าน

3.3 การประเมินผล โดยการเชิญผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกประเมินโครงการจำนวน 2 คน และสนทนากลุ่มผู้ร่วมดำเนินการ ภายหลังจากสิ้นสุดการรณรงค์ ทันทิ และภายหลังจากได้รับผลการตรวจ รวบรวมข้อมูลโดยการสนทนากลุ่ม และการสัมภาษณ์

4. วิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลส่วนบุคคลวิเคราะห์ด้วยร้อยละ และจำนวนนับ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา

5. การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มประชากรเป้าหมาย โดยยึดตามหลักการสำคัญ 4 ประการคือ หลักความเป็นอิสระในการตัดสินใจ (Autonomy) หลักการไม่ทำให้เกิดความกลัว (Nonmaleficence) หลักความเสี่ยงและผลตอบแทน (Beneficence) และหลักความเป็นธรรม (Justice) โดยผู้วิจัยชี้แจงสิทธิในการร่วมกิจกรรม แจ้งวัตถุประสงค์ในการสนทนา การดำเนินการตรวจโดยผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการทบทวนความรู้กับผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญ การดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน รวดเร็ว และผลการศึกษารั้งนี้จะเป็นการเผยแพร่ในภาพรวม และการศึกษาครั้งนี้ได้คำนึงถึงคุณภาพของการศึกษา โดยการตรวจสอบสามเส้าด้วยการเก็บข้อมูลจากหลากหลายวิธี ได้แก่การเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก และการสนทนากลุ่ม และการสังเกตแบบมีส่วนร่วม

ผลการวิจัย

1. ลักษณะทั่วไปของกลุ่มประชากรเป้าหมาย ผู้เข้ารับการตรวจมะเร็งเร็งปากมดลูกเป็นครั้งแรกมีจำนวน 153 คน(จากจำนวนที่รับการตรวจทั้งหมด 800 คน) พบว่า มีอายุ ระหว่าง 19-68 ปี มีอายุเฉลี่ย 38.8 ปี (S.D.=9.7 ปี) พบว่า สตรีที่มีอายุระหว่าง 31-40 ปี เข้ารับการตรวจมะเร็งเร็งปากมดลูกมากที่สุดคือ ร้อยละ 44 ระดับการศึกษา พบว่า มากกว่าครึ่ง คือร้อยละ 61.4 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา รองลงมาจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ร้อยละ 36.6 และหนึ่งในสามของกลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 79.7 ประกอบอาชีพ การเกษตร รองลงมาประกอบอาชีพ รับจ้างทั่วไป และค้าขาย ร้อยละ 5.9 และ 5.2 ตามลำดับ และส่วนใหญ่ร้อยละ 86.3 มีสถานภาพคู่ มีโรคประจำตัว ร้อยละ 28.1 พบว่าโรคประจำตัว ส่วนใหญ่เป็นโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง ส่วนการรับรู้ประเมินภาวะสุขภาพของตนเอง พบว่า ร้อยละ 66.0 มีการรับรู้สุขภาพตนเองอยู่ในระดับดี ร้อยละ 29.4 อยู่ใน ระดับพอใช้ และมีส่วนน้อยเท่านั้นที่ต้องดูแล ร้อยละ 4.6 เหตุผลของกลุ่มตัวอย่าง ที่ไม่เคยตรวจมะเร็งเร็งปากมดลูกมาก่อน พบว่า ร้อยละ 22.9 ไม่ทราบว่าจะต้องตรวจ และรองลงมา คือ กลัว ร้อยละ 19.6 และไม่มีอาการผิดปกติร้อยละ 6.5 จึงไม่ไปตรวจ และเหตุผลอื่นๆ ไม่ระบุร้อยละ 34 และการทราบข้อมูล ของการตรวจร้อยละ 41.2 ได้รับจดหมายเชิญ และรองลงมาได้ข้อมูลจาก อสม. ร้อยละ 39.2 และหอกระจายข่าวร้อยละ 13.7 เหตุผลของการมารับ การตรวจในครั้งนี้ คือ ร้อยละ 57.5 มีความกลัว และรองลงมาคือมีหนังสือเชิญ ร้อยละ 32.7 และมีอาการผิดปกติ ร้อยละ 10.5 ตามลำดับ และระบุความต้องการให้การแจ้งผลการตรวจโดยจดหมาย ร้อยละ 57.5 และรองลงมาให้ แจ้งโดย อสม. ร้อยละ 24.2 และไปรับผลด้วยตนเองร้อยละ 6.5 ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวน ร้อยละ จำแนกตามเหตุผลการตรวจมะเร็งเร็งปากมดลูกกลุ่มที่ไม่เคยตรวจ

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
เหตุผลที่ไม่ตรวจ)n=153)		
กลัว	30	19.6
ไม่ทราบว่าต้องตรวจ	35	22.9
ไม่ทราบที่ตรวจ	9	5.9
อาย	9	5.9
ไม่มีอาการผิดปกติ	10	6.5
ไม่คิดว่าตนเองมีความเสี่ยงที่จะเป็น	8	5.2
อื่น ๆ ระบุ	52	34
ทราบข้อมูลการตรวจครั้งนี้จาก		
ฟังวิทยุ	8	5.2
จดหมายเชิญ	63	41.2
อสม	60	39.2

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
เจ้าหน้าที่สาธารณสุข	9	5.9
เจ้าหน้าที่ อบต	1	0.7
เพื่อนบ้านชวน	6	3.9
หอกระจายข่าว	21	13.7
ป้ายประกาศเชิญ	3	2.0
อื่นๆ	14	9.2
เหตุผลที่มาตรวจ (ข้อ 1 ตอบได้มากกว่า)		
(ร้อยละของผู้รับการตรวจ N=153)		
กลัว	88	57.5
มีอาการผิดปกติ	16	10.5
มีหนังสือเชิญ	50	32.7
เพื่อนชวน	13	8.5
เหตุผลอื่น ๆ	20	13.1
ความต้องการแจ้งผลการตรวจ		
จดหมายแจ้ง	88	57.5
ไปรับฟังด้วยตนเอง	10	6.5
อาสาสมัครสาธารณสุข	37	24.2
เจ้าหน้าที่สาธารณสุข	4	2.6
ไม่ระบุ	14	9.2

2. การดำเนินงาน ในระยะแรกพบว่าเมื่อข้อติดขัดในการดำเนินการ 2 ประการ คือ ไม่มีแพทย์ร่วมตรวจตามที่ประชาสัมพันธ์เนื่องจากแพทย์ติดภารกิจ และการรณรงค์ทางวิทยุ มีการดำเนินการไม่แพร่หลาย ในการจัดกิจกรรมรณรงค์ตรวจในครั้งนี้ 1 จึงพบว่าผู้มารับการตรวจส่วนใหญ่เป็นผู้ที่เคยตรวจแล้วเป็นส่วนใหญ่ แต่ผลดำเนินการที่สำคัญคือ ทำให้มีการวางระบบในการตรวจในลักษณะเป็นกลุ่มใหญ่ ส่งผลที่ดีต่อการจัดการอุปกรณ์ และการจัดระบบการซักประวัติ การดำเนินการตรวจทั้งหมดมีทั้งสิ้น 11 ครั้ง หมุนเวียนไปตามโรงพยาบาล สร้างเสริมสุขภาพเพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทางมารับการตรวจของผู้รับบริการในพื้นที่ การดำเนินการรณรงค์ตรวจครั้งสุดท้ายผลการประเมินพบว่า การมีกิจกรรมรณรงค์การตรวจเป็นสิ่งที่ดีทำให้ผู้มารับบริการตื่นตัวให้ความสนใจ และเป็นการร่วมกันทำงานอย่างเป็นระบบมีการจัดการด้านอุปกรณ์ และการส่งต่อผู้ป่วย ผลจากการดำเนินการรณรงค์ และผลการตรวจมะเร็งปากมดลูกพบว่าผลส่วนใหญ่ปกติมีเพียงส่วนน้อยที่ได้รับการส่งต่อเพื่อรับการรักษาและไม่พบว่ามีผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูก

3. การตรวจมะเร็งปากมดลูกที่ดำเนินการสามารถถอดบทเรียนจากการดำเนินการเพื่อเสนอเป็นแนวปฏิบัติดังนี้

3.1 การรณรงค์ในกลุ่มที่ไม่เคยรับการตรวจต้องการการเข้าถึงเฉพาะราย ดังการสัมภาษณ์ ผู้ให้บริการระบุว่า “ในผู้ที่ไม่ตรวจเราต้องลงคุยที่บ้านจัดเตรียมไปตรวจที่บ้านแต่อย่างไรก็ตามในบางครั้งก็ไม่ประสบความสำเร็จ”

3.2 การรณรงค์และร่วมกันดำเนินการสามารถกระตุ้น ความตื่นตัวในการรับการตรวจมากขึ้น สามารถดำเนินการได้ในข้อจำกัด ของเวลา อุปกรณ์ และอัตรากำลัง โดยการร่วมมือดำเนินการ

3.3 การหมุนเวียนบุคลากรจากภายนอกพื้นที่ร่วมตรวจทำให้มีความตื่นตัวในการรับการตรวจมากขึ้น และการจัดอบรมฟื้นฟูวิธีปฏิบัติร่วมกันทำให้บุคลากรมีความมั่นใจในการให้บริการมากขึ้น “มั่นใจมากขึ้น มีอะไรสามารถปรึกษากันได้”

3.4 การร่วมดำเนินการเป็นการสร้างโอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้การทำงานร่วมกันระหว่าง
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ สำนักงานสาธารณสุขอำเภอ คณะพยาบาลศาสตร์ และโรงพยาบาลเฉพาะทางมะเร็ง

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

อภิปรายผลการศึกษาที่ 1 กลุ่มที่รับการตรวจมะเร็งปากมดลูกเป็นครั้งแรกมีการตัดสินใจอย่างไร

จากตารางสรุปได้ว่าการตัดสินใจรับการตรวจเกือบครึ่งหนึ่ง คือ ร้อยละ 41.2 ได้รับจดหมายเชิญ และรองลงมาได้ข้อมูลจากอสม. ร้อยละ 39.2 และหอกระจายข่าว ร้อยละ 13.7 เหตุผลของการมารับการตรวจในครั้งนี้ คือ มากกว่าครึ่งหนึ่ง ร้อยละ 57.5 มีความกลัว และรองลงมาคือมีหนังสือเชิญ ร้อยละ 32.7 และมีอาการผิดปกติร้อยละ 10.5 จากผลการศึกษาสะท้อนว่าการรณรงค์เพื่อมารับการตรวจนั้นสิ่งสำคัญคือการแจ้งข่าวโดยตรง และการบอกกล่าวโดยตรง มากกว่าการรณรงค์ทางวิทยุ และในกลุ่มที่ไม่เคยตรวจนั้น การไม่มาตรวจนั้นเหตุผลหลักที่สำคัญคือกลัวและไม่รู้ว่าจะจำเป็นต้องตรวจสิ่งนี้สะท้อนว่าการให้ความรู้เพื่อส่งเสริมให้สตรีรับการตรวจมะเร็งปากมดลูกนั้นคือ การให้ความรู้เกี่ยวกับโรค และความรู้เกี่ยวกับการตรวจหามะเร็งปากมดลูก โดยเฉพาะการแก้ไขความกลัว และเหตุผลการมาตรวจมาจากความกลัวเช่นเดียวกันซึ่งอาจกลัวจากการรณรงค์อันตรายจากความรุนแรงแต่ความกลัวไม่มาตรวจก่อนนั้นอาจเกิดจากความกลัวเจ็บ การรณรงค์เป็นการดำเนินการตรงกับเป้าหมายจึงมีประสิทธิภาพ (Kline,2015) ดังนั้นจึงต้องศึกษาในเชิงลึกต่อไปเฉพาะกลุ่มที่ไม่รับการตรวจว่ามีเหตุผลสำคัญใดที่ไม่มาตรวจ เพื่อหาทางแก้ไขต่อไป ทั้งนี้จากการสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้องพบว่าได้มีความพยายามดำเนินการติดตามเป็นรายคนที่บ้านแต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ แต่จากประสบการณ์ของบุคลากรที่ปฏิบัติงาน ของสำนักงานสาธารณสุขเขมรรัฐ พบว่า สตรีจะเข้ารับการตรวจมากขึ้นเมื่อมีบุคลากรแพทย์พยาบาลจากส่วนอื่นที่เชี่ยวชาญและผู้รับการตรวจไม่คุ้นเคยมาตรวจให้ จึงน่าสนใจว่าเพราะเหตุใดจึงมารับการตรวจมากเมื่อมีแพทย์หรือผู้ตรวจมาจากส่วนงานอื่น ดังในการศึกษาครั้งนี้ถึงแม้ไม่สามารถดำเนินการให้แพทย์มาร่วมตรวจได้ แต่มีการร่วมดำเนินการโดยบุคลากรจาก หน่วยงานนอกพื้นที่ได้แก่พยาบาลจากโรงพยาบาลมะเร็งอุบลราชธานี ศูนย์อนามัยแม่และเด็กเขต 7 โรงพยาบาลสร้างเสริมสุขภาพตำบลจากเขตใกล้เคียง และอาจารย์จากคณะพยาบาลศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทำให้เกิดการความสนใจในการรับการตรวจมากขึ้น นอกจากนี้การดำเนินการครั้งนี้ได้มีการจัดอบรมบุคลากรให้มีความเชี่ยวชาญในการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญ เพิ่มเติม เพื่อสร้างความมั่นใจให้ผู้รับการตรวจ

อภิปรายผลการศึกษาที่ 2 จากผลการถอดบทเรียนจากการดำเนินการรณรงค์

การรณรงค์ในกลุ่มที่ไม่เคยรับการตรวจ ควรทำร่วมกับพูดคุยเฉพาะราย เพื่อรับทราบข้อกังวล ทั้งนี้การรณรงค์มีผลต่อการตื่นตัวในภาพรวมทำให้ลูกคิด และโน้มน้าวได้ง่ายขึ้น เป็นกิจกรรมที่ควรทำร่วมกันอย่างต่อเนื่อง เพราะการตรวจมะเร็งปากมดลูก เป็นสิ่งที่อ่อนไหวต่อผู้รับการตรวจ และโดยวัฒนธรรมเพศเป็นสิ่งปกปิดสำหรับหญิงไทยอีสาน ยิ่งเป็นสิ่งที่ยากมากขึ้นเพราะเกี่ยวข้องกับผลการตรวจ เกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตในครอบครัว ดังนั้นการสื่อสารรับฟังโดยตรงจึงสามารถสร้างความมั่นใจและความเข้าใจได้ดีเพราะมีความสอดคล้องกับวัฒนธรรม (Gonzalez, 2008)

การรณรงค์และร่วมกันดำเนินการ สามารถดำเนินการได้ในข้อจำกัด ของเวลา และอัตรากำลัง โดยการแบ่งโซนในการทำงานซึ่งโดยทั่วไปแนวทางในการทำงานในพื้นที่ได้มีการร่วมกันทำงานเป็นโซน และการแสวงหาเครือข่ายภายนอก โดยการหมุนเวียนบุคลากรจากภายนอกพื้นที่ร่วมตรวจทำให้มีความตื่นตัวในการรับการตรวจมากขึ้น และการอบรมฟื้นฟูการตรวจ ความรู้ที่ทันสมัยเกี่ยวกับมะเร็งปากมดลูก เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้ประชาชนในพื้นที่ เพราะผลลัพธ์การพัฒนาแนวทางการดำเนินการคือ ประชาชนสนใจเชื่อมั่นและรับการตรวจสม่ำเสมอ ดังนั้นการรณรงค์จำเป็นในช่วงเริ่มสร้างความเข้าใจและการตื่นตัวให้ประชาชนเท่านั้น

นอกจากนี้การร่วมดำเนินการเป็นโซนเป็นการสร้างโอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้การทำงานร่วมกันระหว่างโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ สำนักงานสาธารณสุขอำเภอ คณะพยาบาลศาสตร์ และโรงพยาบาลเฉพาะทางมะเร็ง ส่งผลดีต่อการส่งต่อ การขอความร่วมมือในทางวิชาการ และการปรึกษาหารือในการทำงานร่วมกันต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ จากคุณสายสุนีย์ ไคว์สุรัตน์

เอกสารอ้างอิง

Gonzalez,L.O. (2008). Understanding each other : communication and culture. In Balzer Riley, J.editor. *Communication in Nursing*. 6th ed.Philadelphia : Mosby elsevier.

Kline,M.V. (2015). Planing health promotion and disease prevention programs. in Huff, R.M., Kline,M.V. and Peterson,D.V. *Health Promotion in Multicultural Populations*. Thousand Oaks,california : Sage publication.

http://www.rtcog.or.th/html/photo/articlesfile_905957.pdf;[http: // www.thaihealth.or.th/Content/26100-2557](http://www.thaihealth.or.th/Content/26100-2557)

<http://www.khemmarat.org/sso05/index.jsp> ค้นเมื่อ 26 สิงหาคม 2556

การพัฒนาเครื่องดื่มเยลลี่เพื่อสุขภาพที่ผสมสารสกัดหยาดผักโขมและถั่งเช่าสีทอง

Development of Jelly Beverage for Health Care Contained *Amaranthus viridis* and *Cordyceps militaris* Crude Extracts.

นำพล แบนเมือง^{1*} อุษณา พัวเพิ่มพูลศิริ¹ ไพจิตร ศรีธนานุวัฒน์² และ วริษฐา ศิลาอ่อน¹

¹กลุ่มวิชาเภสัชเคมีและเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

²กลุ่มวิชาชีวเภสัชศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail : nayjojo_ln@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดหยาดผักโขมและถั่งเช่าสีทอง และพัฒนาสูตรตำรับเครื่องดื่มเยลลี่โดยศึกษาผลของสารก่อเจลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ นำผักโขมลวกด้วยน้ำเดือดนาน 3 นาที ก่อนนำไปสกัดด้วยน้ำ ส่วนถั่งเช่าสีทองนำมาสกัดด้วยน้ำร้อน นำสารสกัดหยาดทั้ง 2 ชนิดมาทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity และ 2,2'-azino-bis (-3 ethylbenzthiazoline--6 sulphonic acid) (ABTS⁺) radical cation decolorization assay ผลการทดลองพบว่าสารสกัดหยาดผักโขมมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสูงกว่าสารสกัดหยาดถั่งเช่าสีทอง โดยมีค่า I_{c50} เท่ากับ 2.35 ± 0.11 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ 6.87 ± 0.30 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH ตามลำดับ และทดสอบด้วยวิธี ABTS⁺ มีค่า I_{c50} เท่ากับ 1.55 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ 6.57 ± 0.30 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ สูตรตำรับที่เหมาะสมในการเตรียมเป็นเครื่องดื่มเยลลี่ประกอบด้วยสารก่อเจลคือคาราจีแนนและผงเมล็ดมะขามในอัตราส่วน 1:1 มี pH ของตำรับเท่ากับ 6 และมีปริมาณสารสำคัญคือ cordycepin 170.03 ไมโครกรัมต่อกรัมของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นสามารถนำสารสกัดหยาดผักโขมและถั่งเช่าสีทองมาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่เพื่อสุขภาพได้

คำสำคัญ : ถั่งเช่าสีทอง ผักโขม เครื่องดื่มเยลลี่เพื่อสุขภาพ ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

Abstract

The objectives of this study was to determine the antioxidant activities of *Amaranthus viridis* (spinach) and *Cordyceps militaris* crude extracts and develop the jelly beverage by the studying the effect of gelling agents on the characteristic of products. Spinach was blanched for 3 min in boiled water before extracting with water. *Cordyceps militaris* was extracted in hot water. The antioxidant activities of both extracts were assessed by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, and 2,2'-azino-bis (-3 ethylbenzthiazoline--6 sulphonic acid) (ABTS⁺) radical cation decolorization assay. It was found that the crude extract of spinach showed the higher antioxidant activity than that of *Cordyceps militaris* crude extract. I_{c50} value (DPPH) of spinach and *Cordyceps militaris* crude extracts were 2.35 ± 0.11 mg/ml and 6.87 ± 0.30 mg/ml, respectively. And I_{c50} value (ABTS⁺) of spinach and *Cordyceps militaris* crude extracts were subsequently 1.55 ± 0.03 mg/ml and 6.57 ± 0.30 mg/ml. The desirable formulation of jelly beverage composed of carrageenan and tamarind gum in a ratio of 1:1. pH of this formulation was 6 and contained the active compound of cordycepin 170.03 μ g/g of product. Therefore, spinach and *Cordyceps militaris* crude extracts were able to prepare the jelly beverage for health care product.

Keywords : *Amaranthus viridis*, *Cordyceps militaris*, Jelly Beverage for Health Care, Antioxidant activity

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความใส่ใจด้านสุขภาพของตนเองและคนรอบข้างมากขึ้น จึงนิยมการออกกำลังกายและบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ จึงมีผลิตภัณฑ์จำหน่ายมากมายทั้งในรูปแบบอาหารหรือเครื่องดื่มสุขภาพ ซึ่งรูปแบบการบริโภคในปัจจุบันจะเน้นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบจากธรรมชาติ สะดวกในการใช้ มีความปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสภาพสังคมที่เร่งรีบ ความเครียดจากการทำงานและสภาวะแวดล้อมที่เป็นมลพิษในปัจจุบัน เป็นสาเหตุทำให้ผู้บริโภคมีความอ่อนล้า สูญเสียพลังงานและทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคร้ายไข้เจ็บได้

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำผักโขม (*Amaranthus viridis*) ซึ่งเป็นผักพื้นบ้านที่ผู้คนนิยมนำมารับประทาน เพราะเป็นผักที่อุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ ได้แก่ วิตามินซี ไรโบฟลาวิน โฟเลต รวมถึงกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย นอกจากนี้ยังมีความสนใจในถั่งเช่าซึ่งในทางการค้ามีหลายชนิดได้แก่ ถั่งเช่าทิเบต ถั่งเช่าสีทอง ถั่งเช่าหิมาและถั่งเช่าจ๊กจั่น ซึ่งถั่งเช่าทิเบตจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญในการนำถั่งเช่าชนิดนี้มาใช้ในการบริโภค เป็นถั่งเช่าที่อาศัยอยู่ใต้ดิน มีราคาสูงมากและหาได้ยาก ตามตำรายาแพทย์แผนโบราณของจีน ถั่งเช่าทิเบตเป็นยาอายุวัฒนะ ส่วนถั่งเช่าหิมาจะมีสรรพคุณลดระดับคอเลสเตอรอล ลดระดับน้ำตาลในเลือด (Du, Liu et al. 2016) และยาที่สังเคราะห์มาจากโครงสร้างทางเคมีของสารสกัดจากถั่งเช่าจ๊กจั่นมีประสิทธิภาพในการป้องกันการปฏิเสธอวัยวะที่ปลูกถ่ายและโรคที่มีการต่อต้านภูมิคุ้มกันตัวเอง (Han, Zhang et al. 2004) ปัจจุบันประเทศไทยมีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) อย่างแพร่หลาย ซึ่งมีคุณสมบัติและสรรพคุณที่ใกล้เคียงกับถั่งเช่าทิเบต มีสารออกฤทธิ์ ได้แก่ โพลีแซคคาไรด์ เช่น betaglucan, galactomannan, adenosine, cordycepin, cordycepic acid, กรดอะมิโน นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารอาหารสำคัญอื่น ๆ เช่น โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี และซีลีเนียม ซึ่งสารอาหารเหล่านี้ล้วนมีคุณประโยชน์ต่อร่างกายและถั่งเช่าสีทองมีราคาที่ถูกและหาได้ง่ายกว่าถั่งเช่าทิเบต และถั่งเช่าสีทองที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดอยู่ในรูปแบบผงแห้งบรรจุแคปซูล ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำถั่งเช่าสีทองมาศึกษาในงานวิจัย

ตามที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาเครื่องดื่มยาลูกอมเพื่อสุขภาพที่ผสมสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทอง โดยการนำผักโขมและถั่งเช่าสีทองมารวมกันจนได้เป็นเครื่องดื่มยาลูกอมเพื่อสุขภาพนั้นนับว่าเป็นผลิตภัณฑ์อีกชนิดที่เหมาะสมกับการเสริมสร้างและบำรุงร่างกายสำหรับบุคคลทุกเพศทุกวัย โดยศึกษาผลของสารก่อเจลที่มีต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมและเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคต่อไป

วิธีการวิจัย

1.สารเคมีและวัสดุอุปกรณ์

1.1สารเคมีทดสอบ

DPPH (Sigma-Aldrich, Denmark), Ascorbic acid (Sigma-Aldrich, USA), ABTS (Sigma- Aldrich, Germany), Potassium per sulfate (Ajax finechem, Australia), Methanol HPLC grade (Rci labscan, Thailand) Pectin, Carrageenan, power tamarind

1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

Horizontal Shaker (HS501, IKA, USA), Centrifuge (Centrifuge 5810 R, Eppendorf, Germany), Rotary evaporator (Buchi R-100, Switzerland), Freeze dryer (Alpha 1-4, Christ, Switzerland), Hot air oven (Steriliser SN30, Germany), Desiccator cabinet (Wandefu, Japan), Micro plate Reader (EZ Read 400, Biochrom, UK), Plate shaker (shaker ST3, Elmi, UK), HPLC (Thermo Dionex UV/Vis Ultimate 3000, Thermo, USA)

2. วิธีเตรียมสารสกัด

2.1 วิธีการสกัดผักโขม

นำผักโขมส่วนต้น ใบและดอกล้างน้ำทำความสะอาด ผึ่งลมให้แห้งในที่ร่มเพื่อสะเด็ดน้ำ นำไปลวกในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที ผึ่งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง แล้วอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดลดขนาดด้วยเครื่องบดลดขนาดจะได้ผงแห้งแบบหยาบ

ชั่งผักโขม 10 กรัม ใส่ลงในขวดลูกชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 ml สกัดด้วยน้ำ ปริมาตร 300 ml ปิดปากขวดให้สนิท จากนั้นนำไปเข้าเครื่อง Horizontal Shaker (HS501, IKA, USA) เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ด้วยแรง 150 รอบ/นาที เมื่อครบเวลาแล้วนำไปกรองเพื่อแยกเศษกากและของเหลวออกจากกัน นำส่วนของเหลวเข้าเครื่อง centrifuge (Centrifuge 5810 R, Eppendorf, Germany) ที่ความเร็ว 3,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 40 นาที ที่ 25 องศาเซลเซียส แล้วทำแห้งด้วยเครื่อง Freeze dryer เก็บผงแห้งที่ได้ในขวดสีชาและเก็บในตู้ควบคุมความชื้นเพื่อนำไปศึกษาต่อไป

2.2 วิธีการสกัดถั่งเช่าสีทอง

แช่ผงแห้งถั่งเช่าสีทองประมาณ 1 กรัม ในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบางเพื่อแยกกากและน้ำของถั่งเช่าสีทองออกจากกัน แล้วบรรจุส่วนของน้ำถั่งเช่าสีทองลงในภาชนะที่สะอาดเพื่อนำไปเป็นส่วนผสมต่อไป

3. ศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทองออกเป็นดังนี้

3.1 ศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทองวิธี DPPH

เตรียมสารละลาย DPPH radical ในเมทานอล เตรียมสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทองที่ความเข้มข้น 50 - 1000 µg/ml นำสารตัวอย่างปริมาณ 40 µl ผสมเข้ากันกับสาร DPPH ปริมาณ 160 µl นำหยดลงใน 96 well plate ปริมาตรหลุมละ 200 µl เขย่าให้เข้ากันตั้งไว้ในที่มืดที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร (n=3) ด้วยเครื่อง Microplate Rader โดยเปรียบเทียบกับ ascorbic acid เป็นสารละลายมาตรฐาน แล้วคำนวณหา % radical scavenging และค่า IC₅₀ โดยสมการดัดแปลงมาจากวิธีของ (Williams et al, 1995)

$$\% \text{ radical scavenging} = [1 - (A_{\text{sample}} / A_{\text{control}})] \times 100$$

A_{sample} คือ ค่าดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

A_{control} คือ ค่าดูดกลืนแสงของสาร DPPH

3.2 ศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทองวิธี ABTS

เตรียมสารละลาย ABTS เพื่อให้เป็นสารที่อเล็กตรอนมีความเสถียร เตรียมสาร ABTS และ Potassium persulfate ผสมเข้าด้วยกันด้วยอัตราส่วน 1 : 1 นำไปบ่มในที่มืดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง เติมน้ำกลั่น (DI) เติล่งไปเพื่อเจือจางประมาณ 40-50 ml นำไปหยดลงใน 96 well plate ปริมาตรหลุมละ 200 µl แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate Rader ให้ได้ค่าที่ 0.7-1 จะ

ได้เป็นสาร ABTS⁺ ที่มีความเสถียร เตรียมสารสกัดหยาบจากผักโขมและถั่งเช่าสีทองที่ความเข้มข้น 50-1000 µg/ml นำสารตัวอย่างปริมาณ 20 µl ผสมเข้ากันกับสาร ABTS⁺ ปริมาณ 180 µl นำหยดลงใน 96 well plate ปริมาตรหลุมละ 200 µl เขย่าให้เข้ากันตั้งไว้ในที่มืดที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร (n=3) คำนวณค่า I_{c50} ใช้ ascorbic acid เป็นสารละลายมาตรฐาน วิธีนี้ดัดแปลงมาจากวิธีของ (Pellegriani et al, 1999)

4. การพัฒนาเครื่องต้มเยลลี่เพื่อสุภาพที่ผสมสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทองโดยศึกษาผลของสารก่อเจลต่อคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

สูตรตำรับแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบในตำรับเครื่องต้มเยลลี่เพื่อสุภาพที่ผสมสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทอง

ชื่อสาร / ส่วนประกอบ	สูตรที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
น้ำถั่งเช่าสีทอง (ml)	70	70	70	70	70	70	70	70
น้ำผักโขม (ml)	10	10	10	10	10	10	10	10
เพคติน (g)	0.16	0.2	2.4	3.0	-	-	-	-
คาราจีแนน (g)	-	-	-	-	0.16	0.2	2.4	3.0
ผงมะขาม (g)	2.4	0.2	0.16	0.1	2.4	0.2	0.16	0.1
สารให้ความหวาน (g)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
สารปรับ pH (g)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
สารกันเสีย (ml)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Flavoring agent	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.	q.s.
น้ำถั่งเช่าสีทอง (ปรับน้ำหนักจนครบ) (g)	100	100	100	100	100	100	100	100

(*q.s. มาจากภาษาละติน quatum satis หมายถึง sufficient quantity to as much as is necessary)

เครื่องต้มเยลลี่เพื่อสุภาพที่ผสมสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทองเตรียมโดย ละลายสารให้ความหวาน สารควบคุม pH ลงในสารสกัดถั่งเช่าสีทอง แล้วค่อยๆ โพรยสารก่อเจลลงไปผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวจากนั้นเติมสารสกัดผักโขม ผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อนประมาณ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิห้องแล้วเติมสารกันเสียและสารแต่งกลิ่นแล้วปรับน้ำหนักจนครบ 100 กรัม

5. วิเคราะห์หาปริมาณ cordycepin ในผลิตภัณฑ์โดยวิธี HPLC

เตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเยลลี่เพื่อสุภาพที่ผสมผักโขมและถั่งเช่าสีทอง (n=3) โดยชั่งตัวอย่างผสมกับน้ำกลั่น sonicate เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำเข้าเครื่องปั่นหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำส่วน supernatant วิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญต่อไป

สภาวะในการวิเคราะห์ใช้คอลัมน์ C18 (Phenomenex) 250 × 4.60 mm ขนาดอนุภาค 5 µm mobile phase คือ เมทานอล : น้ำ ในอัตราส่วน 75 : 25, flow rate 1.0 ml/min อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ปริมาณสารละลายตัวอย่างที่ฉีด 5 µl ใช้ UV Detector ที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร สารละลายมาตรฐานที่ใช้คือ Cordycepin โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 0.3125-2.5 µg/ml คำนวณหาปริมาณ Cordycepin จากกราฟมาตรฐาน

ผลการวิจัย

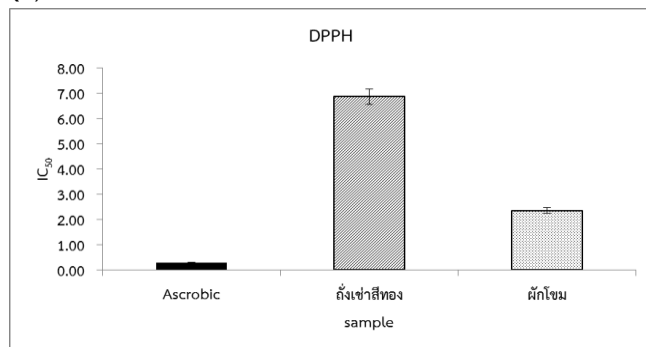
1. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทอง

เมื่อนำผักโขมมาลวกด้วยน้ำเดือดแล้วนำมาสกัดสกัดด้วยน้ำแล้วนำมาคำนวณด้วยสูตรการคำนวณหาปริมาณสารสกัด (% Yield Crude Extract) ดังนี้

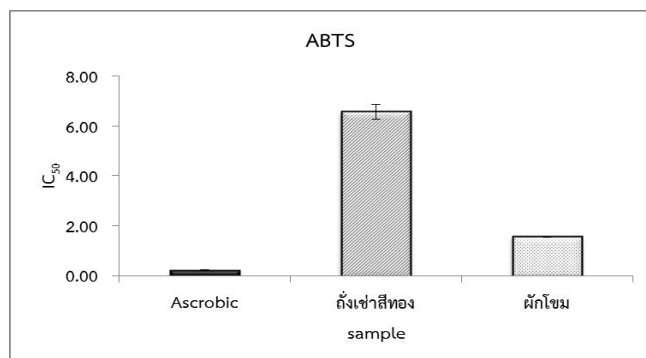
$$\% \text{ Yield Crude Extract} = \frac{a}{b} \times 100\%$$

โดย a คือ น้ำหนัก (กรัม) ของสารที่สกัดได้ ; b คือ น้ำหนักผงแห้งของผักโขม (กรัม) ที่นำมาใช้สกัด

จากการทดลองได้ % yield ของสารสกัดผักโขมเท่ากับ 15.8 และสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทองที่สกัดด้วยน้ำเมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH พบว่ามีค่า IC₅₀ เท่ากับ 2.35±0.11 และ 6.87±0.30 mg/ml ตามลำดับ ส่วนสารละลาย ascorbic acid มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.29±0.00 mg/ml แสดงดังรูปที่ 1 (A) และเมื่อทดสอบด้วยวิธี ABTS⁺ พบว่าสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทองมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 1.55±0.03 และ 6.57±0.30 mg/ml ตามลำดับ ส่วนสารละลาย ascorbic acid มีค่า IC₅₀ ที่ 0.22±0.00 mg/ml แสดงดังรูปที่ 1 (B)



A. วิธี DPPH



B. วิธี ABTS⁺

รูปที่ 1 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH (A), ABTS (B)

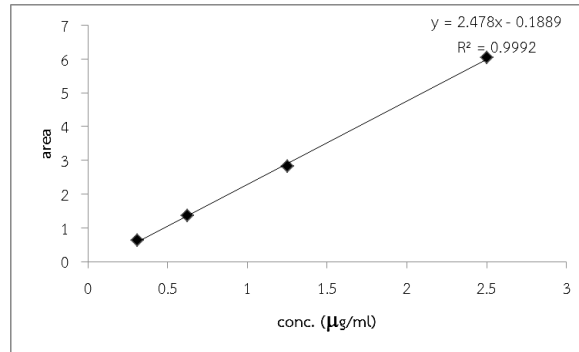
2. การพัฒนาเครื่องต้มเยลลี่เพื่อสุภาพที่ผสมสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทอง

จากการศึกษาอัตราส่วนสารก่อเจลในผลิตภัณฑ์ทั้ง 8 ตำรับ สารก่อเจลที่ใช้ศึกษาคือ เพคติน คาราจีแนน และผงเมล็ดมะขาม พบว่าตำรับที่ 6 ซึ่งประกอบด้วยคาราจีแนนและผงเมล็ดมะขามในอัตราส่วน 1:1 ให้คุณสมบัติเป็นเจลที่ดีคือมีลักษณะเนื้อเจลใส ไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน เนื้อสัมผัสไม่แข็งกระด้างหรือเหลวจนเกินไป มีค่า pH ประมาณ 6 ซึ่งเป็น pH ที่ทำให้ cordycepin คงตัวได้ดีคือที่ pH 4-5 (Lee et al., 2017) และคงตัวในสภาวะที่เป็นต่าง (Chutvirasakul et al., 2017).

3. การวิเคราะห์ปริมาณ cordycepin ในผลิตภัณฑ์โดยวิธี HPLC

จากกราฟรูปที่ 2 ซึ่งเป็นกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน cordycepin ความเข้มข้น 0.3125-2.5 µg/ml มีค่า R² = 0.9992 เมื่อวิเคราะห์หาปริมาณ cordycepin ในผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเยลลี่เพื่อสุภาพที่ผสมสาร

สกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทอง พบว่ามีปริมาณ cordycepin 170.03 $\mu\text{g/g}$ ของผลิตภัณฑ์ในตำรับที่ 6 ซึ่งเป็นตำรับที่มีลักษณะทางกายภาพดีที่สุด



รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน cordycepin

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้พบว่าสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทองมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ซึ่งสารสกัดหยาบผักโขมในน้ำมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่มากกว่าสารสกัดถั่งเช่าสีทองในน้ำ โดยสารสกัดหยาบผักโขมมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันมากกว่าประมาณ 3 และ 6 เท่าเมื่อทดสอบโดยวิธี DPPH และ ABTS⁺ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสารสกัดทั้ง 2 ชนิดนี้มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันน้อยกว่า ascorbic acid ซึ่งฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดหยาบถั่งเช่าสีทองในน้ำขึ้นอยู่กับความเข้มข้น (Dose-dependent) (Jun young Park et al., 2014 ; Yu et al., 2007) และถั่งเช่าสีทองเมื่อนำมาสกัดด้วยน้ำร้อนและเอทานอล จากนั้นทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี chromatography มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.548 mg/ml ส่วนสารละลาย ascorbic acid มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.358 mg/ml (Yu et al., 2007) ดังนั้นตัวทำละลายและวิธีการทำให้สารสกัดบริสุทธิ์ขึ้นจะทำให้ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันมีความแตกต่างกัน (Chen Wu et al., 2013) ซึ่งสารในกลุ่ม โพลีแซกคาไรด์ ในถั่งเช่าสีทอง เช่น เบต้ากลูแคน มีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชัน (Das et al., 2010)

ในงานวิจัยนี้ นำต้นผักโขมมาลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 3 นาที เพื่อลดความขมของสารสกัดและไม่ทำให้สารสำคัญในผักโขมถูกทำลาย เวลาที่ใช้ในการลวกผักโขมในน้ำเดือดมีผลต่อฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน จากการศึกษาของ Amin และคณะพบว่าเมื่อนำผักโขมมาลวกในน้ำร้อนแล้วทำการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH พบว่าผักโขมที่ลวกในน้ำร้อนนาน 5 และ 10 นาทีมีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชันลดลงเมื่อเทียบกับผักโขมดิบ (Amin et al., 2006) ซึ่งสารในกลุ่ม ฟีนอลิก เช่น เบตาแคโรทีน กรดฟีนอลิก คาโรทีนอยด์ และกลุ่มวิตามินชนิดต่าง ๆ ได้แก่ วิตามินซี ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชันในผักโขม (Helmlja et al., 2007)

การพัฒนาสูตรตำรับเครื่องดื่มเยลลี่เพื่อสุขภาพโดยศึกษาปริมาณสารก่อเจล พบว่าคาราจีแนนผสมกับผงเมล็ดมะขามเป็นสารก่อเจลดีที่สุดตำรับที่อัตราส่วน 1:1 ถ้าใช้คาราจีแนนเดี่ยวจะทำให้ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มีความแข็งกระด้าง เนื้อสัมผัสไม่นุ่มนวลเท่าที่ควร เมื่อนำผงเมล็ดมะขามมาผสมกับคาราจีแนนจะทำให้ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มีความอ่อนนุ่มและมีความยืดหยุ่นพอเหมาะ ถ้าใช้ผงเมล็ดมะขามปริมาณมากขึ้นส่งผลให้คาราจีแนนไม่เกิดเป็นเจล ส่วนตำรับที่ใช้เพคตินเป็นสารก่อเจล ไม่สามารถเกิดเป็นเจลได้ที่ pH ของตำรับซึ่งมีค่าประมาณ 6 เนื่องจากเพคตินเกิดเป็นเจลได้ที่ pH ต่ำกว่า 3.5 (Raymond C Rowe et al., 2009) ซึ่งเป็น pH ที่ทำให้ cordycepin ไม่คงตัว (Chutvirasakul., 2017) และผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้มีปริมาณสารสำคัญคือ cordycepin 170.03 $\mu\text{g/g}$ ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ไม่ได้วิเคราะห์หาสารสำคัญในผักโขม เช่น L-glutamic acid เนื่องจากข้อจำกัดด้านวิธีการวิเคราะห์

ดังนั้นสารสกัดหยาบผักโขมและถั่งเช่าสีทองสามารถนำมาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่เพื่อสุขภาพได้ โดยใช้คาราจีแนนและผงเมล็ดมะขามในสัดส่วน 1:1 เป็นสารก่อเจล อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้น จำเป็นต้องทดสอบความคงสภาพของผลิตภัณฑ์ด้านจุลชีววิทยาต่อไป เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 356 (ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 356 พ.ศ. 2556 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท) นอกจากนี้ต้องวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น ปริมาณวิตามิน และเกลือแร่ ต่อไป เพื่อให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัยและมั่นใจในผลิตภัณฑ์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากโครงการวิจัยและพัฒนาสู่เชิงพาณิชย์หน่วยบ่มเพาะวิสาหกิจโครงการอุทยานวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 และศูนย์เชี่ยวชาญด้านเกษตรครบวงจรเพื่อนำไปสู่ผลิตภัณฑ์ด้านอาหารสุขภาพมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประจำปีงบประมาณ 2560 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข (2556). ฉบับที่ 356 เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน, 2561, จาก http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P356.pdf.
- Amin I, Norazaidah Y, and Hainida KE. (2006). Antioxidant activity and phenolic content of raw and blanched Amaranthus species, *Food chemistry*, 94(1) : 47-52.
- Brand-Williams, W., M.-E. Cuvelier and C. Berset (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *LWT-Food science and Technology*, 28(1): 25-30.
- Chen X, Wu G, Huang Z. (2013). Structural analysis and antioxidant activities of polysaccharides from cultured *Cordyceps militaris*, *International journal of biological macromolecules*, 58:18-22.
- Chutvirasakul, B. (2017). Stability-Indicating Method to Determine Bioactive Nucleosides in Crude Drugs, Extracts, and products from *Cordyceps Sinensis* and *Cordyceps Militaris*, *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences (TJPS)*, 41(2).
- Das, Shonkor Kumar, et al. (2010). Medicinal uses of the mushroom *Cordyceps militaris*, current state and prospects, *Fitoterapia* 81(8): 961-968.
- Du, L., C. Liu, M. Teng, Q. Meng, J. Lu, Y. Zhou, Y. Liu, Y. Cheng, D. Wang and L. Teng (2016). Anti-diabetic activities of *Paecilomyces tenuipes* N45 extract in alloxan-induced diabetic mice, *Molecular medicine reports*, 13(2): 1701-1708.
- Han, S., X. Zhang, G. Wang, H. Guan, G. Garcia, P. Li, L. Feng and B. Zheng (2004). FTY720 suppresses humoral immunity by inhibiting germinal center reaction, *Blood*, 104(13): 4129-4133.
- Lee, J. B., C. Adrower, C. Qin, P. M. Fischer, C. H. de Moor and P. Gershkovich (2017). Development of cordycepin formulations for preclinical and clinical studies, *AAPS PharmSciTech*, 18(8): 3219-322.
- Helmja, Kati et al. (2007). Characterization of bioactive compounds contained in vegetables of the Solanaceae family by capillary electrophoresis, *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences Chemistry*, 56(4).
- Park, J. M, J. S. Lee, K. R. Lee, S.-J. Ha and E. K. Hong (2014). *Cordyceps militaris* extract protects human dermal fibroblasts against oxidative stress-induced apoptosis and premature senescence, *Nutrients*, 6(9) : 3711-3726.

Raymond C Rowe, Paul J Sheskey and Marian E Quinn (2009). Handbook of pharmaceutical Excipients (sixth edition). UK : Published by the Pharmaceutical Press.

Re, R., N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang and C. Rice-Evans (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, Free radical biology and medicine 26(9): 1231-1237.

Yu, Rongmin, et al. (2007). Structural characterization and antioxidant activity of a polysaccharide from the fruiting bodies of cultured *Cordyceps militaris*, Carbohydrate Polymers, 70(4) : 430-436.

ผลของน้ำหมักสมุนไพรต่อการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium oxysporum*

Effect of Fermented Herbs on Inhibition of *Fusarium oxysporum*

ภาวิณี ศิลาเกษ^{1*} และ เพ็ญภา ไพรบึง¹

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

*E-mail : spawinee@yahoo.com

บทคัดย่อ

พริกเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง อย่างไรก็ตามพริกมักประสบปัญหาโรคเหี่ยวเหลืองพริกที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* อยู่เสมอ ทำให้เกษตรกรต้องใช้สารกำจัดเชื้อราในการป้องกันและควบคุมโรค เพื่อลดปัญหาจากการใช้สารเคมีดังกล่าว จึงได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักสมุนไพร 10 ชนิดต่อการยับยั้งเชื้อราดังกล่าว พบว่าน้ำหมักสาบเสือ น้ำหมักข่า และน้ำหมักขิง ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 (w/w) ให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ได้ดีที่สุด โดยมีร้อยละของการยับยั้งที่ 70.00 , 68.50 และ 66.50 ตามลำดับ

คำสำคัญ : โรคเหี่ยวเหลืองพริก น้ำหมักสมุนไพร

Abstract

Chilli is an important economic crop. However, chilli production always confronts with fusarium wilt disease. The farmers need to use some fungicides for controlling the disease. Therefore, to reduce fungicides application, effectiveness of fermented herbs on inhibition of chilli fusarium wilt (*Fusarium oxysporum*) was conducted. The efficiency of 10 fermented herbs on the growth of *Fusarium oxysporum* was tested. The result shown that 10% (w/w) of fermented herb of Siam weed (*Chromolaena odorata*), Ginger (*Zingiber officinale*) and Galangal (*Alpinia galanga* (L.) Willd) inhibited the growth of *Fusarium oxysporum* at the percentage of 70.00, 68.50 and 66.50 respectively

Keywords: Fusarium wilt Disease, Fermented Herbs

บทนำ

พริกเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในรูปแบบการบริโภคสดและการนำไปแปรรูป นอกเหนือไปจากคุณสมบัติในเรื่องของความเผ็ด พริกยังเป็นมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยในผลพริกมีวิตามินซี (Vitamin C) หรือกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) ซึ่งช่วยให้การดูดซึมอาหารในกระเพาะอาหารและลำไส้ อีกทั้งช่วยให้มีการลำเลียงธาตุอาหารไปยังเนื้อเยื่อในส่วนต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งมีสารสำคัญอีก 2 ชนิด คือ แคปไซซิน (Capsaicin) ซึ่งเป็นสารที่ให้ความเผ็ดร้อน และสามารถใช้เป็นผลิตภัณฑ์ยารักษาโรคต่างๆ เช่น ยาฆ่าเชื้อแบคทีเรียในกระเพาะอาหาร ยาช่วยการดูดซึมอาหาร สารสำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ โอลีโอเรซิน (Oleoresin) เป็นน้ำมันหอมระเหยทำให้พริกมีกลิ่นหอมสามารถนำมาผลิตเป็นสารกันเหี่ยวอาหาร (Salzer *et al.*, 1975) พริกไม่เพียงแต่บริโภคในไทย แต่ยังส่งไปขายต่างประเทศ จึงทำให้มีการส่งเสริมการปลูกพริกทั่วทุกภาคของประเทศไทย และตลอดทั้งปี ขณะเดียวกันพบว่ามีโรคและแมลงศัตรูเข้าทำลายหลายชนิดทำให้เกิดความเสียหายทั้งปริมาณและคุณภาพเป็นจำนวนมากในแต่ละฤดูปลูก การปลูกพริกมักประสบปัญหาจากภัยธรรมชาติอยู่สองประการคือ สภาวะแล้งมีน้ำไม่เพียงพอ และประสบปัญหาน้ำท่วมแปลง ส่วนศัตรูพืชที่พบเสมอ คือ แมลงศัตรูพืช และโรค

ต่าง ๆ ของฟริกทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารเคมี เพื่อป้องกันโรคและแมลง (ทิพวรรณและคณะ, 2554) และพบว่า ฟริกมียาฆ่าแมลงตกค้างจำนวนมากหรือตกค้างเกินค่ามาตรฐาน ผลดีที่จะได้รับเข้าสู่ร่างกายอาจจะกลายเป็นผลเสียได้ทันที ปัจจุบันการปลูกฟริกเพื่อจำหน่ายมักมีการใช้ยาฆ่าแมลงกันตั้งแต่ฟาร์มเพาะเมล็ดพันธุ์ฟริกและสวนของเกษตรกรที่ปลูกฟริกขายเพื่อให้ได้ฟริกที่อวบ สวยงาม สีแดงหรือเขียวสดใส โรคเหี่ยวเหลืองฟริก (Fusarium wilt Disease) สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* โดยเชื้อราทำลายรากฟริกบริเวณใต้ดินหรือโคนต้นที่อยู่ระดับผิวดิน เมื่อฟริกเป็นโรคใบที่อยู่ตอนล่างในทรงพุ่ม หรือบริเวณรอบทรงพุ่มเหลือง และร่วง ฟริกเหี่ยวช่วงแดดร้อนจัดพื้นตอนเช้า และเหี่ยวถาวร ภายใน 2-7 วัน ฟริกยืนต้นตายหรือใบร่วงหมด หากฟริกเป็นโรคเมื่อเริ่มออกดอกติดผลฟริกจะชะงักการเจริญเติบโต ดอก และผลร่วง โรคนี้พบบ่อยในสภาพอากาศร้อนและความชื้นในดินสูง สำหรับแนวทางการควบคุมโรคเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราประเภทดูดซึม (systemic fungicide) เช่น mancozeb captan benomyl (Eckert, 1983) ซึ่งการใช้สารเคมีปริมาณมากและติดต่อกันเป็นเวลานานส่งผลให้เชื้อราเกิดการกลายพันธุ์มีความต้านทานต่อสารเคมี จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เกษตรกรมีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมีเพื่อกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งก่อให้เกิดการสะสมของสารพิษในสภาพแวดล้อมมากยิ่งขึ้น สำหรับแนวทางการแก้ปัญหาของระบบการเกษตรในปัจจุบันได้มีการสนับสนุนให้เกษตรกรกลับมาทำการเกษตรแบบพึ่งพาธรรมชาติหรือเกษตรอินทรีย์ เช่น สารสกัดจากพืชเป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อทดแทนสารเคมีกำจัดโรคพืช ซึ่งกลุ่มพืชที่นิยมนำมาใช้กันมากคือพืชสมุนไพร เนื่องด้วยเหตุผลของการมีคุณสมบัติทางยาและการออกฤทธิ์ต่อเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคของมนุษย์และสัตว์ จึงเป็นแนวทางที่ดีในการนำมาปรับใช้กับเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรค การวิจัยนี้เป็นการนำน้ำหมักสมุนไพรจากพืช 10 ชนิดได้แก่ กระเทียม ขมิ้น ข่า ขิง ใบยาสูบ พลู มะกรูด สาบเสือ หอมแดงและหอมใหญ่ ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่มีอยู่ใน ประเทศไทยและไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์มาทำการทดลองหาประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ที่ทำให้เกิดโรคเหี่ยวเหลืองฟริก เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีประเภทยากำจัดศัตรูพืชที่เกิดจากเชื้อรา ซึ่งหากสามารถนำมาใช้ทดแทนกันได้จะเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสารเคมีจากต่างประเทศและทำให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัยมากขึ้น

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมเชื้อราสาเหตุโรคเหี่ยวเหลืองฟริก ได้รับความอนุเคราะห์ เชื้อรา *Fusarium oxysporum* ที่แยกได้จากต้นฟริกจากสำนักงานพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อพิสูจน์ว่าเป็นเชื้อรา *Fusarium oxysporum* นำเชื้อราเลี้ยงให้บริสุทธิ์และเก็บรักษาไว้ในอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) slant ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2. การเตรียมตัวอย่างสารสกัดจากพืชน้ำสมุนไพรคือ กระเทียม ขมิ้น ข่า ขิง ใบยาสูบ พลู มะกรูด สาบเสือ หอมแดงและหอมใหญ่ ล้างด้วยน้ำสะอาด อบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาแล้วหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นบดด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียด แล้วชั่งตัวอย่างสมุนไพรให้มีความเข้มข้นต่างกัน 3 ระดับ คือ 1, 5 และ 10 กรัมต่อน้ำหนักน้ำกลั่น โดยให้มีความเข้มข้นหลังจากผสมสมุนไพรกับน้ำกลั่นเท่ากับร้อยละ 1, 5 และ 10 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) แล้วนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้เพื่อให้สมุนไพรเข้ากันดีกับน้ำกลั่น แล้วเทใส่บีกเกอร์ หมักทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นใช้ผ้าขาวบางกรอง นำน้ำหมักสมุนไพรมากรองอีกชั้นด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ และทำให้ปราศจากเชื้อด้วยการกรองน้ำหมักสมุนไพรผ่าน Syringe Filter ขนาด 0.45 ไมครอน จะได้น้ำหมักสมุนไพรที่ปราศจากเชื้อแบคทีเรีย

3. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักสมุนไพรต่อการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ทดสอบด้วยวิธี Poisoned food technique นำเชื้อรา *Fusarium oxysporum* อายุ 3 วัน ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA มาตัดบริเวณขอบของโคโลนีด้วย Cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร นำชิ้นวงมาวางตรงกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่เติมสารสกัดตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้ โดยให้ด้านที่มีเชื้อราสัมผัสผิวด้านอาหาร ทำการบ่มที่อุณหภูมิห้องวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomize Design (CRD) มี 31 ชุดการทดลองๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (น้ำกลั่น)
 ชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 น้ำหมักกระเทียมความเข้มข้นร้อยละ 1, 5 และ 10 w/w
 ชุดการทดลองที่ 5, 6 และ 7 น้ำหมักขมิ้นความเข้มข้นร้อยละ 1, 5 และ 10 w/w
 ชุดการทดลองที่ 8, 9 และ 10 น้ำหมักข่าความเข้มข้นร้อยละ 1, 5 และ 10 w/w
 ชุดการทดลองที่ 11, 12 และ 13 น้ำหมักขิงความเข้มข้นร้อยละ 1, 5 และ 10 w/w
 ชุดการทดลองที่ 14, 15 และ 16 น้ำหมักใบยาสูบความเข้มข้นร้อยละ 1, 5 และ 10 w/w
 ชุดการทดลองที่ 17, 18 และ 19 น้ำหมักพริกความเข้มข้นร้อยละ 1, 5 และ 10 w/w
 ชุดการทดลองที่ 20, 21 และ 22 น้ำหมักมะกรูดความเข้มข้นร้อยละ 1, 5 และ 10 w/w
 ชุดการทดลองที่ 23, 24 และ 25 น้ำหมักสาบเสือความเข้มข้นร้อยละ 1, 5 และ 10 w/w
 ชุดการทดลองที่ 26, 27 และ 28 น้ำหมักหอมแดงความเข้มข้นร้อยละ 1, 5 และ 10 w/w
 ชุดการทดลองที่ 29, 30 และ 31 น้ำหมักหอมใหญ่ความเข้มข้นร้อยละ 1, 5 และ 10 w/w

ตรวจและสังเกตผลเมื่อเวลาผ่านไป 3 วัน โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาร้อยละการยับยั้งการเจริญโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ (Vincent, 1947)

$$\text{ร้อยละการยับยั้ง} = [(A - B) / A] \times 100$$

เมื่อ A คือ ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อราชุดควบคุม

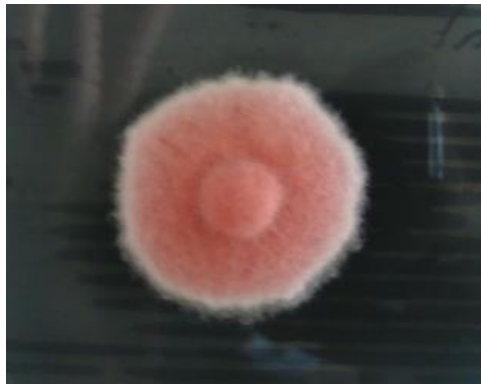
B คือ ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อราผสมน้ำหมักสมุนไพร

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ วิเคราะห์ผลการทดลองของแผนการทดลองแบบ CRD และการวิเคราะห์การแปรปรวนทางสถิติโดยใช้ ANOVA (Analysis of Variance) ของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น ($p \leq 0.05$) ด้วยโปรแกรม SPSS version 21 และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

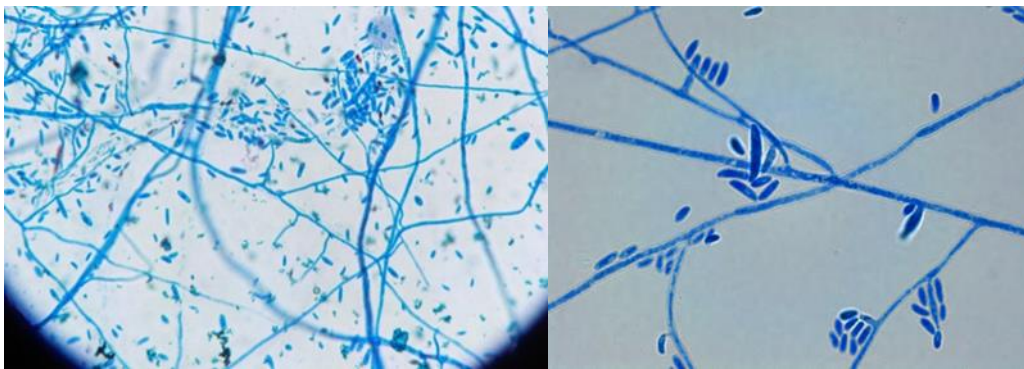
ผลการวิจัย

1. ลักษณะเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร PDA และการศึกษาลักษณะเชื้อที่แยกได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร PDA เมื่อเชื้อราเมื่ออายุ 7 วัน พบว่าโคโลนีมีสีขาวอมชมพู ขอบของโคโลนีจะมีสีขาวเส้นใยมีลักษณะฟูและกระจาย บริเวณด้านล่างโคโลนีมีสีเหลืองออกสีน้ำตาล เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี ประมาณ 3 – 4 เซนติเมตร (รูปที่ 1) เมื่อตรวจดูลักษณะสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าสปอร์มีการสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศเรียกว่าคอนิเดีย เป็นสปอร์ขนาดใหญ่ ผนังบางใส ประกอบด้วย 3-5 เซลล์ มีลักษณะโค้งตรงหัวท้าย (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 ลักษณะเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร PDA ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิห้องและใช้แสงธรรมชาติเป็นเวลา 7 วัน



รูปที่ 2 ลักษณะเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ภายใต้น้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่มีกำลังขยาย 400 เท่า

2. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักสมุนไพร 10 ชนิด ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวเหลืองพริก โดยใช้น้ำหมักสมุนไพรที่มีระดับความเข้มข้นแตกต่างกันคือร้อยละ 1, 5, และ 10 (w/w) พบว่า สมุนไพรทั้ง 10 ชนิดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ได้ดีที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 (w/w) รองลงมา คือ ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5 และ 1 (w/w) ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากผลการทดลองพบว่า น้ำสมุนไพรสาบเสือมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 (w/w) ได้ร้อยละ 70 (ตารางที่ 2 และรูปที่ 3) เนื่องจากสาบเสือนี้อาจมีสารยูจินอลที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญต่อเชื้อราได้ (อรุณ, 2547) ซึ่งเกษตรกรสามารถนำน้ำหมักสมุนไพรจากใบสาบเสือไปใช้ในการยับยั้งการเจริญเบื้องต้นของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ในพืชในสภาพแวดล้อมจริงได้ เนื่องจากขั้นตอนการเตรียมน้ำหมักสมุนไพรทำได้ง่ายสามารถทำได้ในครัวเรือน ทั้งนี้เพื่อประสิทธิภาพของการยับยั้งที่ดีขึ้นอาจเพิ่มระดับความเข้มข้นให้สูงขึ้นด้วยเนื่องจากสาบเสือเป็นพืชสมุนไพรธรรมชาติจึงไม่ส่งผลกระทบต่อการทำลายสภาพแวดล้อม แต่อาจมีพืชต่อสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น แมลง หนอน เป็นต้น ทำให้เกิดการทำลายต่อระบบนิเวศได้ ดังนั้นในการเพิ่มระดับความเข้มข้นของน้ำหมักสมุนไพรเพื่อใช้ยับยั้งเชื้อราในพืชนั้นจึงควรคำนึงถึงผลเสียต่อระบบนิเวศด้วย น้ำสมุนไพรที่สามารถยับยั้งเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ได้ดีอีกชนิดหนึ่งคือ ขิง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ได้ดีที่ความเข้มข้น 10 (w/w) ได้ร้อยละ 68.5 เนื่องจากเหง้าขิงประกอบด้วยสารเคมีที่สำคัญคือ ซิงจิเบอร์ิน (Zingiberene) ซิงจิเบอร์อล (Zingiberol) โบซาโบลี (bisabolene) และแคมฟีน (camphene) มีน้ำมัน (oleo - resin) ในปริมาณสูง ทำให้สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อื่นได้อีกด้วย (พีรพัฒน์และคณะ, 2553) น้ำหมักสมุนไพรอีกชนิดหนึ่งคือ ข่า เนื่องจากข่ามีสารที่มีฤทธิ์ลดการอักเสบและ

ฆ่าเชื้อราคือ 1- acetoxychavicol acetate และ 1 - acetoxy eugenol acetate และสารสำคัญในการออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย คือ eugenol (ศิรินทรรัตน์ และคณะ, 2557)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร Potato dextrose agar ที่มีน้ำหมักสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิห้องและใช้แสงธรรมชาติเป็นเวลา 3 วัน

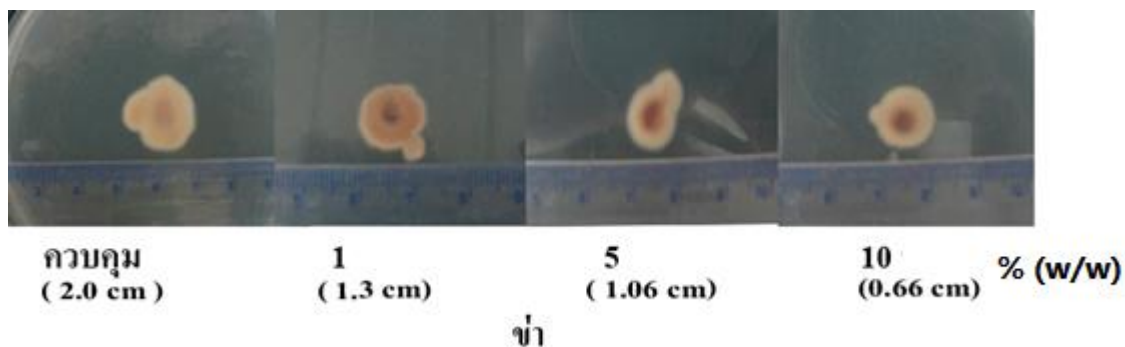
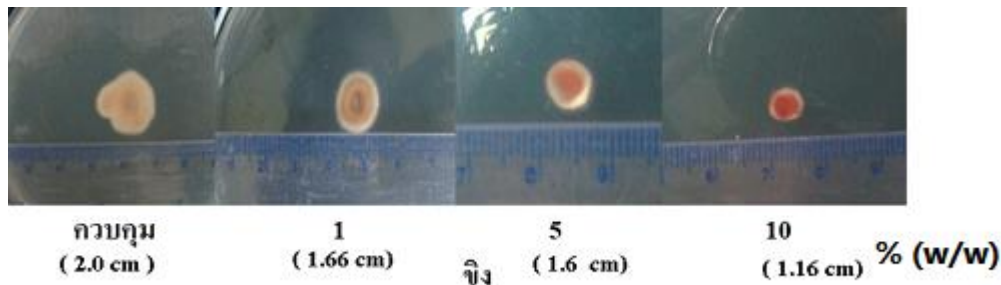
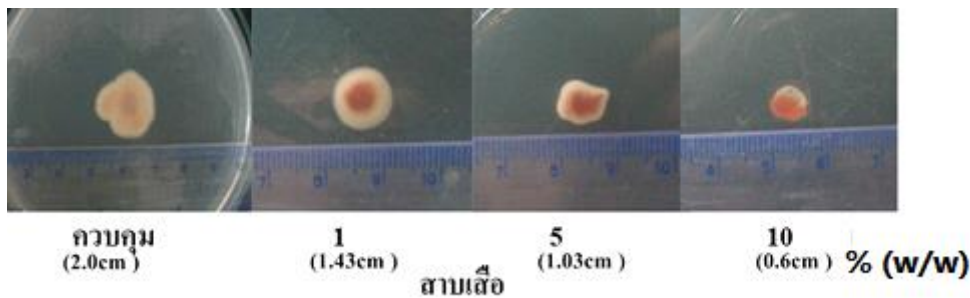
ชุดการทดลองที่	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อรา <i>Fusarium oxysporum</i> (เซนติเมตร)			
	ความเข้มข้นของน้ำหมักสมุนไพร (ร้อยละ (w/w))			
	0 (ชุดควบคุม)	1	5	10
PDA + น้ำหมักกระเทียม	2.00±0.10 ^A	1.27±0.21 ^B	0.97±0.12 ^C	0.77±0.12 ^C
PDA + น้ำหมักขมิ้น	2.00±0.10 ^A	1.67± 0.49 ^{AB}	1.60± 0.10 ^{AB}	1.17± 0.15 ^B
PDA + น้ำหมักข่า	2.00±0.10 ^A	1.3± 0.17 ^B	1.07± 0.06 ^B	0.67 ±0.15 ^C
PDA + น้ำหมักขิง	2.00±0.10 ^A	1.07± 0.06 ^B	0.70± 0.17 ^C	0.63± 0.06 ^C
PDA + น้ำหมักใบยาสูบ	2.00±0.10 ^A	1.27± 0.15 ^B	0.93± 0.06 ^C	0.70 ±0.10 ^D
PDA + น้ำหมักพลู	2.00±0.10 ^A	1.37± 0.25 ^B	1.17± 0.21 ^B	1.07 ±0.21 ^B
PDA + น้ำหมักมะกรูด	2.00±0.10 ^A	1.53± 0.06 ^B	1.17± 0.06 ^C	0.90± 0.17 ^D
PDA + น้ำหมักสาบเสือ	2.00±0.10 ^A	1.43 ±0.30 ^B	1.03± 0.12 ^C	0.6± 0.10 ^D
PDA + น้ำหมักหอมแดง	2.00±0.10 ^A	1.40± 0.10 ^B	1.27± 0.21 ^B	0.77± 0.15 ^C
PDA + น้ำหมักหอมใหญ่	2.00±0.10 ^A	1.60 ±0.26 ^B	1.20± 0.10 ^C	1.10 ±0.10 ^C

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ร้อยละของการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหาร Potato dextrose agar ที่มีน้ำหมักสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดที่ระดับความเข้มข้น (% w/w) ที่แตกต่างกัน ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิห้องและใช้แสงธรรมชาติเป็นเวลา 3 วัน

ชุดการทดลองที่	ร้อยละของการยับยั้งเชื้อรา <i>Fusarium oxysporum</i>			
	ความเข้มข้นของน้ำหมักสมุนไพร (% (w/w))			
	0 (ชุดควบคุม)	1	5	10
PDA + น้ำหมักกระเทียม	0.00	36.50	51.50	61.50
PDA + น้ำหมักขมิ้น	0.00	16.50	20.00	41.50
PDA + น้ำหมักข่า	0.00	35.00	46.50	66.50
PDA + น้ำหมักขิง	0.00	46.50	65.00	68.50
PDA + น้ำหมักใบยาสูบ	0.00	36.50	53.50	65.00

ชุดการทดลองที่	ร้อยละของการยับยั้งเชื้อรา <i>Fusarium oxysporum</i>			
	ความเข้มข้นของน้ำหมักสมุนไพร (% (w/w))			
	0 (ชุดควบคุม)	1	5	10
PDA + น้ำหมักพลู	0.00	31.50	41.50	46.50
PDA + น้ำหมักมะกรูด	0.00	23.50	41.50	55.00
PDA + น้ำหมักสาบเสือ	0.00	28.50	48.50	70.00
PDA + น้ำหมักหอมแดง	0.00	30.00	36.50	61.50
PDA + น้ำหมักหอมใหญ่	0.00	20.00	40.00	45.00



รูปที่ 3 ขนาดของโคโลนีเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ในอาหาร Potato dextrose agar ที่เติมน้ำหมักสาบเสือ ขิง และ ข่า ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ (% (w/w)) บ่มที่อุณหภูมิห้องและใช้แสงธรรมชาติเป็นเวลา 3 วัน

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

น้ำหมักสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดได้นำหมักกระเทียม ขมิ้น ข่า ขิง ใบยาสูบ พลู มะกรูด สาบเสือ หอมแดง หอมใหญ่นั้น สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวในพริกได้ โดยน้ำหมักสมุนไพรที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 (w/w) สามารถยับยั้งได้ดีกว่าระดับความเข้มข้นอื่นๆ จากผล

การทดลองพบว่า น้ำหมักสาบเสื่อ น้ำหมักสาบเสื่อ น้ำหมักขิง และน้ำหมักข้าว ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 (w/w) มีร้อยละการยับยั้งเท่ากับ 70.00, 68.50 และ 66.50 ตามลำดับ เนื่องจากสมุนไพรมีสารออกฤทธิ์ที่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้แตกต่างกัน สอดคล้องกับกับงานวิจัยของ ณ์ธีราและนิสาชล (2559) ที่ได้นำสารสกัดยาบจากสมุนไพรมุ่งถิ่นจังหวัดจันทบุรี 6 ชนิดคือ เร่วหอม กระวาน กระเทียม ชะมวง กลอย และ ชะเนียง ในการยับยั้งเชื้อราก่อโรคพืช *Fusarium oxysporum* พบว่าสารสกัดจากใบชะเนียงโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซนสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ได้ดีที่สุด โดยมีร้อยละการยับยั้งเฉลี่ยเท่ากับ 57.88 ที่ความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัยขั้นต่อไปควรศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดสารออกฤทธิ์จากสมุนไพรมุ่งถิ่นให้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium oxysporum* หรือเชื้อราก่อโรคพืชชนิดอื่น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ณ์ธีรา สมารักษ์ และนิสาชล เทศศรี. (2559). ฤทธิ์การต้านเชื้อราของสารสกัดสมุนไพรมุ่งถิ่นจันทบุรีต่อการยับยั้งเชื้อราก่อโรคพืช *Fusarium sp.* วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ฉบับพิเศษ 3) :112-117.
- ทิพวรรณ มานนท์ จินันทนา จอมดวง และอารยะ วรามิตร. กลยุทธ์ป้องกันกำจัดโรคแมลงศัตรูพริกโดยเกษตรกรมีส่วนรวม : เพื่อเพิ่มรายได้และความมั่นคงอาหาร. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 14(3) : 30-39.
- พีรพัฒน์ สุพรรณพันธ์, วีรพงศ์ วุฒิพันธ์ชัย และสุภัณฑิต นิมรัตน์. 2553. ประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรมุ่งถิ่นในการค้าและสารสมุนไพรมุ่งถิ่นชนิดในการยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* วารสารพิษวิทยาไทย. 25(1) : 15-28.
- ศิรินทร์รัตน์ สุโนภักดิ์, น้ำผึ้ง ดุงโคกกรวด และจิราภา เพชรสม. (2557). การยับยั้งเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* โดยใช้สารสกัดสมุนไพรมุ่งถิ่นในครัวเรือน (ขิง,ข้าว,ขมิ้น,กระชาย). วารสารวิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพ. 7(2) : 59-67.
- อรุณ วงศ์จิรัฐิติ. 2547. ผลยับยั้งของสารผสมของยูจินอล ร่วมกับสารสกัดจากสารสี หนอนตายหยาก และ สาบเสื่อ ต่อราก่อโรคพืชบางชนิด และ อายุการเก็บของสาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 51 หน้า
- Eckert, J. W. 1983. Control of post-harvest diseases with antimicrobial agents. pp. 265-258. In:M. Liebermans (ed.). **Post-harvest Physiology and Crop Protection**. Plenum Press, New York
- Vincent, J.M. 1947. Distortion of fungal hyphae in the presence of certain inhibitors. **Nature**. 159 : 850
- Salzer, U.J., G. Haarmann and G. Reimer. 1975. Analytical evaluation of seasoning extracts (oleoresin) and essential oils from seasoning. **Flavours**. 6(4) : 206-210.

ฤทธิ์ความเป็นพิษของสารสกัดหยาบเอทานอลจากแก่นไม้เหล็กเลือดต่อ
เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพาะเลี้ยงชนิด K562

Cytotoxic Effect of Crude Ethanolic Extract from

Senna timoriensis (DC.) H. S. Irwin & Barneby Heartwood on K562 Leukemic Cell Line

สุริยัน สุขติ^{1,2*}

¹สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ สำนักวิชาสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

²ศูนย์วิจัยความเป็นเลิศทางนวัตกรรมและผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

*E-mail : suriyan.su@wvu.ac.th (Corresponding author)

บทคัดย่อ

ไม้เหล็กเลือด พืชในวงศ์เข็ม มีสรรพคุณแพทย์แผนโบราณในการรักษาความผิดปกติทางโลหิตวิทยา การศึกษาเบื้องต้นพบว่าสารสกัดหยาบจากพืชในวงศ์เข็มเหล็กมีฤทธิ์เป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งหลายชนิด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษาฤทธิ์ความเป็นพิษของสารสกัดหยาบเอทานอลจากแก่นไม้เหล็กเลือดต่อเซลล์มะเร็งทางโลหิต โดยใช้เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพาะเลี้ยงชนิด K562 เป็นต้นแบบในการศึกษา ทำการวัดความเป็นพิษของสารสกัดสมุนไพรต่อเซลล์มะเร็ง K562 โดยวิธี MTT หลังจากทำการเพาะเลี้ยงเซลล์ 24 และ 48 ชั่วโมง ในสารสกัดที่มีความเข้มข้นต่างๆ (1,000, 500, 250, 125, 62.50, 31.25, 15.625 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) ระดับความเป็นพิษของสารสกัดแสดงเป็นค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง K562 ได้ร้อยละ 50 (IC₅₀) การศึกษาพบว่า สารสกัดหยาบเอทานอลจากแก่นไม้เหล็กเลือดมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง K562 ที่ระยะเวลาการเพาะเลี้ยง 24 ชั่วโมง มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 271.10±6.53 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 48 ชั่วโมง มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 97.65±5.78 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบเอทานอลจากแก่นไม้เหล็กเลือดมีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง K562 ตามระยะเวลาและความเข้มข้นที่สูงขึ้น ดังนั้นสารสกัดหยาบเอทานอลจากแก่นไม้เหล็กเลือดจึงมีแนวโน้มที่จะพิจารณาเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการรักษามะเร็งเม็ดเลือดขาว

คำสำคัญ : ไม้เหล็กเลือด ความเป็นพิษต่อเซลล์ มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพาะเลี้ยงชนิด K562

Abstract

Senna timoriensis (DC.) H. S. Irwin & Barneby (Caesalpinioideae) is used in folk medicine for the treatment of hematological disorders. The cytotoxic effect of the crude extracts of Caesalpinioideae has been previously reported against several cancer cells. The purpose of this study was to investigate the cytotoxicity against blood malignant cell of the crude ethanolic extract from *S. timoriensis* (DC.) H. S. Irwin & Barneby heartwood by using K562 leukemic cell line as a model system. The cytotoxicity of the herbal extract on K562 cells was determined by MTT assay after 24 and 48 hours of culture initiation with various concentrations of the extract (1,000, 500, 250, 125, 62.50, 31.25, 15.625 µg/ml). The level of cytotoxicity of the extracts was expressed as 50% growth inhibitory concentration (IC₅₀) of K562 cells. Crude ethanolic extract from *S. timoriensis* (DC.) H. S. Irwin & Barneby heartwood was found to be effective against K562 cells at 24 hr (IC₅₀ 271.10±6.53 µg/ml) and 48 hr (IC₅₀ 97.65±5.78 µg/ml). This study showed that ethanolic extract from *S. timoriensis* (DC.) H. S. Irwin & Barneby heartwood exhibits cytotoxic activity in K562 cell line in a dose- and time-dependent manner. Therefore, the extract could be a promising herb that should be further on studied as an alternative choice for the treatment of leukemia.

Keywords : *Senna timoriensis* (DC.) H. S. Irwin & Barneby, Cytotoxicity, K562 leukemic cell line

บทนำ

มะเร็งถือเป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย จากรายงานสถิติสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2559 (กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, 2560) พบว่ามะเร็งเป็นสาเหตุการตายของประชากรไทยเป็นลำดับแรก โดยมีอัตราการตาย 117.7 ต่อประชากร 100,000 คน มะเร็งที่เป็นสาเหตุของการตาย 5 อันดับแรก ได้แก่ มะเร็งตับ มะเร็งหลอดลมคอ หลอดลมใหญ่และปอด มะเร็งเต้านมหญิง มะเร็งปากมดลูก และมะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งเม็ดเลือดขาวเป็นความผิดปกติที่เกิดจากการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของเม็ดเลือดขาว เกิดการสะสมของเซลล์ที่ผิดปกติในไขกระดูกและออกมาในกระแสเลือด ชนิดของมะเร็งเม็ดเลือดขาวแบ่งตามระยะการดำเนินของโรคออกเป็น 2 ชนิด คือมะเร็งเม็ดเลือดเฉียบพลัน และเรื้อรัง มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิดเฉียบพลันเกิดจากความผิดปกติของเซลล์ต้นกำเนิดในไขกระดูกที่ไม่สามารถเจริญเติบโตไปเป็นเซลล์ตัวแก่ โดยมีการดำเนินของโรคเป็นไปอย่างรวดเร็ว หากไม่ได้รับการรักษาผู้ป่วยอาจเสียชีวิตได้ภายในระยะเวลาอันสั้น ขณะที่มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิดเรื้อรัง มีการสร้างเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่างๆ มากผิดปกติและเป็นเซลล์ระยะตัวแก่ค่อนข้างมาก มีการดำเนินของโรคค่อยเป็นค่อยไป สาเหตุของการเกิดมะเร็งนั้นในปัจจุบันยังไม่ทราบแน่ชัด แต่มีปัจจัยต่างๆ ที่เหนี่ยวนำให้เกิดโรคมะเร็งได้ เช่น พันธุกรรม สารเคมี สารรังสี บุหรี่ และการติดเชื้อไวรัส (Szczepanski et al., 2003) แนวทางการรักษาโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว มีหลายวิธี เช่น การใช้ยาเคมีบำบัด การใช้รังสีรักษา การปลูกถ่ายไขกระดูก การรักษาในปัจจุบันมุ่งเน้นการใช้ยาเคมีบำบัดเป็นหลัก เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าการรักษาด้วยวิธีอื่น (Davis et al., 2014) แม้ว่ายาเคมีบำบัดที่ใช้นั้นจะสามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งได้ แต่พบว่ามีผลข้างเคียงสูง อาการข้างเคียงของการใช้ยาเคมีบำบัด เช่น คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย ท้องผูก ผมและขนร่วง เลือดออกง่าย โลหิตจาง ภูมิคุ้มกันต่ำ (Hiddemann et al., 1990) เพื่อลดผลข้างเคียงจากการใช้ยาเคมีบำบัด จึงมีการศึกษาหาสารออกฤทธิ์ชนิดอื่นจากพืชสมุนไพร ซึ่งเป็นสารธรรมชาติ ที่มีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพืชสมุนไพร พบว่าพืชสมุนไพรหลายชนิดมีสารออกฤทธิ์ต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือด สารกลุ่มที่สำคัญ ได้แก่ alkaloids (Bezerra et al., 2007), polyphenols (Mahbub et al., 2013) และ terpenoids (Huang et al., 2012) โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ เช่น ยับยั้งการเกิดเซลล์มะเร็ง ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง กระตุ้นการตายของเซลล์แบบ apoptosis กระตุ้นการพัฒนาการเป็นตัวแก่ของเซลล์ หรือหลายกลไกร่วมกัน

ขี้เหล็กเลือด (*Senna timoriensis* (DC.) H. S. Irwin & Barneby) เป็นพืชวงศ์ขี้เหล็ก พบทั่วทุกภาคของประเทศไทย เป็นพรรณไม้ขนาดกลาง มีลักษณะคล้ายขี้เหล็กบ้าน ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ แก่น เปลือก ใบอ่อนและดอกตูม แก่น มีสรรพคุณทางยาแผนโบราณ คือ บำรุงเลือด ขับระดูเสีย ขับปัสสาวะและแก้กษัย เปลือกนำมาแก้โรคหิด ใบอ่อนและดอกตูมนำมารับประทานเป็นอาหาร (ชนานันต์ แสงอรุณ, 2557) การศึกษาที่ผ่านมาโดย Palasuwan (2005) พบว่าแก่นของขี้เหล็กเลือดมีสารต้านอนุมูลอิสระ และยับยั้งการเกิด Heinz bodies ในเม็ดเลือดแดงที่ขาดเอนไซม์ glucose-6-phosphate dehydrogenase จากการศึกษาที่ผ่านมายังพบอีกว่าแก่นของพืชวงศ์ขี้เหล็ก มีสารกลุ่มที่สำคัญ ได้แก่ polyphenols เช่น flavonoids และ anthraquinones มีฤทธิ์ยับยั้งการเพิ่มจำนวนและการตายแบบ apoptosis ของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดชนิดต่างๆ (Dai and Mumper, 2010) เนื่องจากแก่นของขี้เหล็กเลือด มีสรรพคุณทางยาแผนโบราณเกี่ยวข้องกับระบบเลือด และยังไม่มีการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการศึกษาฤทธิ์ความเป็นพิษของแก่นขี้เหล็กเลือดต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางเภสัชศาสตร์ ซึ่งอาจนำไปสู่การพัฒนาเป็นยารักษาหรือใช้ร่วมกับยาแผนปัจจุบันในการรักษาโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดยาจากแก่นขี้เหล็กเลือดด้วยเอทานอล

พืชสมุนไพร ส่วนของแก่นขี้เหล็กเลือดซื้อจากร้านขายยาแผนโบราณที่มีใบอนุญาตประกอบโรคศิลปะ แผนโบราณสาขาเภสัชกรรม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม อบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แล้วบดละเอียดด้วยเครื่องบดยา นำผงบดละเอียดของแก่นขี้เหล็กเลือดมาสกัดด้วยเอทานอลในสัดส่วน 1 ต่อ 10

(w/v) โดยตัดแปลงจากวิธีของ Harbone (1994) ทำการชั่งผงแก่นขี้เหล็กเลือด 25 กรัม ละลายด้วยเอทานอล ร้อยละ 95 ปริมาตร 250 มิลลิลิตร เขย่าโดยใช้เครื่องเขย่า ที่ความเร็วรอบ 160 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน กรองหยาบโดยใช้ผ้าก๊อช และกรองละเอียดโดยกระดาษกรองหมายเลข 1 ทำการระเหยแห้งด้วย เครื่องระเหยแบบหมุน ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนได้สารสกัดเข้มข้น ทำการเก็บสารสกัดไว้ในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

2. การตรวจวัดปริมาณสารฟีนอลรวมจากสารสกัดหยาบแก่นขี้เหล็กเลือด

ทำการตรวจปริมาณสารฟีนอลรวมในสารสกัดหยาบแก่นขี้เหล็กเลือด ด้วย Folin-Ciocalteu reagent ตามวิธีของ Miliauskas et al. (2004) โดยนำสารสกัดหยาบ 10 ไมโครลิตร ทำปฏิกิริยากับสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent 50 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 8 นาที แล้วเติม NaCO_3 150 ไมโครลิตร หลังจากตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 120 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้ gallic acid เป็นสารมาตรฐาน ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ คำนวณปริมาณฟีนอลรวมเฉลี่ยเป็นมิลลิกรัมของ gallic acid equivalents (GAE) ต่อสารสกัดหยาบ 1 กรัม

3. การเพาะเลี้ยงเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพาะเลี้ยงชนิด K562

เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพาะเลี้ยงชนิด K562 เป็นเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิดเรื้อรังของเม็ดเลือดสายไมอีลอยด์ ได้รับความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์.ดร.มล.เสาวรส สวัสดิ์วัฒน์ สถาบันวิจัยชีววิทยาศาสตร์ โมงกุฏ มหาวิทยาลัยมหิดล ทำการเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเซลล์ RPMI 1640 ที่มีส่วนผสมของ HEPES (4-(2-hydroxyethyl)-1-piperazineethanesulfonic acid) ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ L-glutamine ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ NaHCO_3 ความเข้มข้น 25 มิลลิโมลาร์ fetal bovine serum ความเข้มข้นร้อยละ 10 penicillin ความเข้มข้น 100 ยูนิตต่อมิลลิลิตร และ streptomycin ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยทำการเพาะเลี้ยงในตู้เพาะเลี้ยงเซลล์ ที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

4. การทดสอบฤทธิ์ความเป็นพิษของสารสกัดหยาบจากแก่นขี้เหล็กเลือดต่อเซลล์มะเร็ง K562

ทำการละลายสารสกัดหยาบในอาหารเพาะเลี้ยงเซลล์ RPMI 1640 ที่มี Dimethyl sulfoxide (DMSO) ความเข้มข้นน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 1 นำสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0-1,000 $\mu\text{g/ml}$ ทดสอบกับเซลล์มะเร็ง K562 ในจำนวนเซลล์ที่เหมาะสม เพาะเลี้ยงใน 96-well tissue culture ที่มีอาหารเลี้ยงเซลล์ชนิด RPMI 1640 เตรียมชุดควบคุมผลบวกโดยทำการเพาะเลี้ยงเซลล์ใน Triton X-100 ความเข้มข้นสุดท้ายร้อยละ 1 และชุดควบคุมผลลบ คืออาหารเพาะเลี้ยงเซลล์ที่มีเพียง DMSO ความเข้มข้นร้อยละ 1 นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อ 37 องศาเซลเซียส ที่มี คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ทำการเพาะเลี้ยงเซลล์มะเร็งหลังเติมสารสกัดหยาบ เป็นระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง วัดจำนวนเซลล์ที่ยังมีชีวิตด้วย วิธี MTT [3-(4,5 dimethylthiazol-2-yl)-5 diphenyltetrazolium bromide] โดยใช้ชุดทดสอบ CellTiter 96 Non-Radioactive cell Proliferation assay (Promega, Madison, MI, USA) อาศัยหลักการวัดเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ ที่มีเอนไซม์ mitochondrial reductase ภายในไมโทคอนเดรีย สามารถเปลี่ยน tetrasodium salt เป็น formazan ที่มีสีม่วง และดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร ค่าการดูดกลืนแสงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับเซลล์ที่มีชีวิต ทำการทดสอบแต่ละความเข้มข้นทำการทดลอง 2 หลุม และแต่ละการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ทำการคำนวณร้อยละของการมีชีวิตของเซลล์ (%cell viability) โดยเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงในหลุมควบคุม จากสมการ

$$\text{ร้อยละการมีชีวิตของเซลล์ (\% cell viability)} = \frac{\text{ค่าดูดกลืนแสงของชุดทดสอบ}}{\text{ค่าดูดกลืนแสงของชุดควบคุมผลลบ}} \times 100$$

แล้วทำการสร้างกราฟ ระหว่างค่า log ของความเข้มข้นของสารสกัดหยาบกับร้อยละการมีชีวิตของเซลล์มะเร็ง K562 และคำนวณหาความเป็นพิษของสารสกัดหยาบจากความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง K562 ได้ร้อยละ 50 (Inhibitory concentrations 50, IC_{50})

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

แสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละการมีชีวิตของเซลล์ เป็นค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean±SEM) รายงานค่าความเข้มข้นของสารสกัดหยาบแก่นขี้เหล็กเลือด ที่มีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง K562 ร้อยละ 50 (IC₅₀) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างด้วย unpaired t-test โดยโปรแกรม GraphPad Prism 6 (La Jolla, CA, USA) ค่า $p < 0.05$ แสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิจัย

1. ร้อยละของน้ำหนักของส่วนสกัดเอทานอลและปริมาณฟีนอลรวม

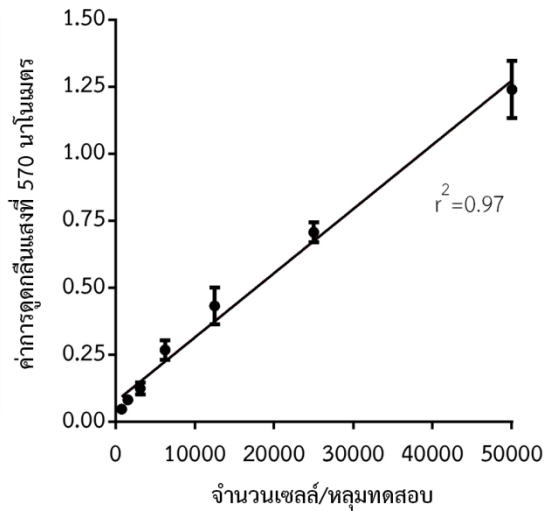
ทำการสกัดหยาบแก่นขี้เหล็กเลือดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 จำนวน 3 ครั้ง จากน้ำหนักแห้งของผงแก่นขี้เหล็กเลือด ครั้งละ 25 กรัม พบว่าได้สารสกัดหยาบ 0.92 ± 0.45 กรัม คิดเป็นร้อยละของสารสกัดหยาบต่อน้ำหนักแห้ง (% yield) เท่ากับ 3.69 ± 1.83 การวัดปริมาณสารฟีนอลรวม พบว่า ส่วนสกัดจากแก่นขี้เหล็กเลือดมีปริมาณฟีนอลรวม เท่ากับ 790.02 ± 202.29 มิลลิกรัม gallic acid ต่อส่วนสกัด 1 กรัม ซึ่งการหาปริมาณสารฟีนอลรวมของแก่นขี้เหล็กเลือดคำนวณได้จากกราฟมาตรฐานของสารละลาย gallic acid ตามสมการ $y = 0.0011x + 0.0357$, $r^2 = 0.9925$ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ร้อยละสารสกัดที่ได้ต่อน้ำหนักแก่นขี้เหล็กเลือดแห้งและปริมาณสารฟีนอลรวม

สารสกัดหยาบแก่นขี้เหล็กเลือด	% yield (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	ปริมาณของสารฟีนอลรวม mg Gallic acid/g (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
สกัดด้วยเอทานอล 95%	3.69 ± 1.83	790.02 ± 202.29

2. การหาจำนวนเซลล์มะเร็ง K562 เพื่อใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัด

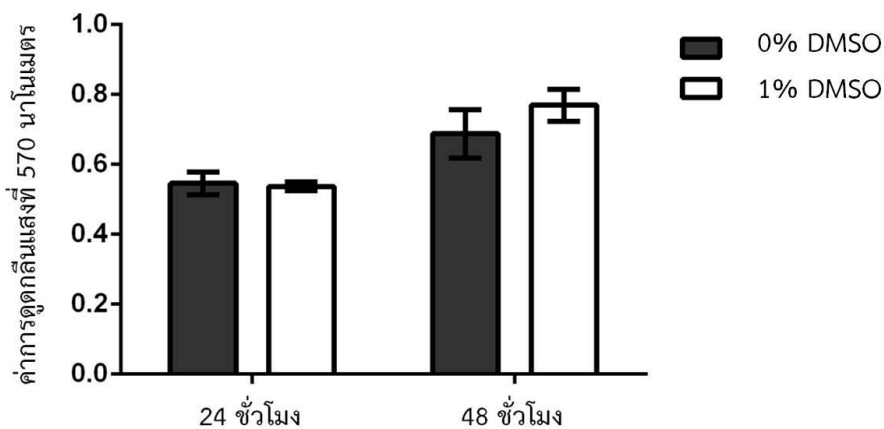
การหาจำนวนเซลล์มะเร็ง K562 ที่เหมาะสมในการทำการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดด้วยวิธี MTT ทำโดยเจือจางเซลล์ จำนวน 5×10^4 เป็น 2 เท่า เพื่อเตรียมเซลล์จำนวน $5 - 0.078 \times 10^4$ เซลล์ (5×10^4 , 2.50×10^4 , 1.25×10^4 , 0.625×10^4 , 0.312×10^4 , 0.156×10^4 และ 0.078×10^4 เซลล์) นำเซลล์จำนวนต่างๆ มาทำทดสอบกับชุดน้ำยา MTT เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง การศึกษาพบว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตรของช่วงจำนวนเซลล์ที่ทำการทดสอบยังคงมีค่าเป็นเส้นตรง ค่า r^2 เท่ากับ 0.97 (รูปที่ 1) ดังนั้นการศึกษานี้จึงสามารถเลือกใช้เซลล์มะเร็ง K562 จำนวนในช่วงดังกล่าวเพื่อการศึกษา แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากเซลล์มะเร็ง K562 ที่นำมาศึกษาอยู่ในระยะ log phase และมีอัตราการเพิ่มจำนวนประมาณ 1 เท่า ในระยะเวลาการเพาะเลี้ยง 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงเลือกจำนวนเซลล์เริ่มต้นที่ใช้ในการศึกษา คือ 1×10^4 เซลล์ สำหรับการศึกษที่ต้องทำการเลี้ยงเซลล์ 24 และ 48 ชั่วโมง



รูปที่ 1 การหาจำนวนเซลล์มะเร็ง K562 ที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัด

3. การทดสอบความเป็นพิษของ DMSO ความเข้มข้นร้อยละ 1 ต่อเซลล์มะเร็ง K562

ทำการทดสอบความเป็นพิษของ DMSO ที่ใช้เป็นตัวทำละลายสารสกัดหยาบเอทานอล โดยใช้ความเข้มข้นของ DMSO ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 (1%) เพื่อศึกษาผลของ DMSO ต่อการเจริญของเซลล์ K562 ในระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง การศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของเซลล์ที่เพาะเลี้ยงใน DMSO 1% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับการเพาะเลี้ยงเซลล์ที่ไม่มีการเติม DMSO ที่ระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง (รูปที่ 2) ดังนั้นจึงใช้ความเข้มข้นของ DMSO ไม่เกิน 1% ในการละลายสารสกัดเพื่อใช้ในการทดสอบฤทธิ์ความเป็นพิษของสารสกัดหยาบ

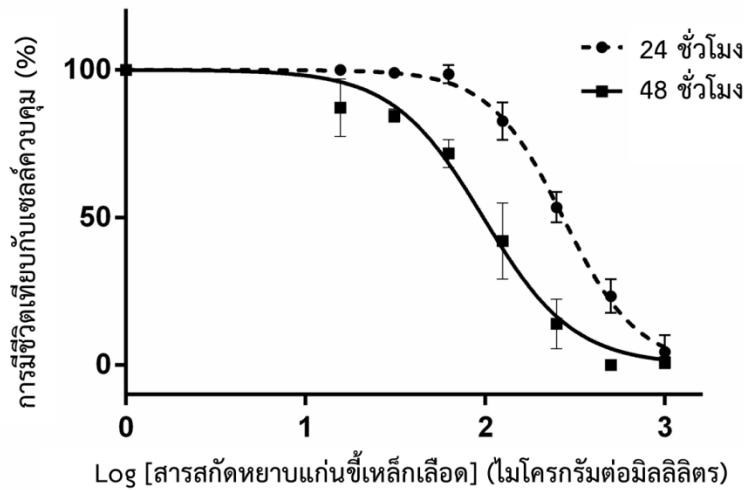


รูปที่ 2 การทดสอบความเป็นพิษของ DMSO ต่อการเจริญของเซลล์มะเร็ง K562

4. ฤทธิ์ความเป็นพิษของสารสกัดหยาบแก่นขี้เหล็กเลือดต่อเซลล์มะเร็ง K562

จากการศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดหยาบเอทานอลจากแก่นขี้เหล็กเลือดต่อเซลล์มะเร็งเพาะเลี้ยงชนิด K562 โดยทำการทดสอบกับสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 15.125, 31.25, 62.50, 125, 250, 500 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และมีสารควบคุมผลบวก คือ Triton X-100 (1%) เมื่อทำการสร้างกราฟ ระหว่างค่า log ของความเข้มข้นของสารสกัดหยาบกับร้อยละการมีชีวิตของเซลล์มะเร็ง K562 พบว่าสารสกัดหยาบแก่นขี้เหล็กเลือดมีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง K562 โดยมีค่า IC_{50} ตามระยะเวลาที่ทดสอบ 24 และ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 271.10 ± 6.53 และ 97.65 ± 5.78 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ย IC_{50} ของการเพาะเลี้ยงเซลล์ที่ 48

ชั่วโมง มีต่ำกว่าค่าเฉลี่ย IC₅₀ ของการเพาะเลี้ยงเซลล์ที่ 24 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทำการควบคุมผลบวกโดยการเติม Triton X-100 ให้มีความเข้มข้นสุดท้ายร้อยละ 1 ในหลุมทดสอบ พบว่าเซลล์มีชีวิตรอด 0% (รูปที่ 3 และ ตารางที่ 2)



รูปที่ 3 การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดหยาบแก่นขี้เหล็กเลือดต่อเซลล์มะเร็ง K562

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบแก่นขี้เหล็กเลือดที่เป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง K562 ร้อยละ 50

ชนิดเซลล์	สารสกัดหยาบเอทานอล 95%	IC ₅₀ (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	
		24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
เซลล์มะเร็ง K562	แก่นขี้เหล็กเลือด	271.10±6.53	97.65±5.78

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การรักษามะเร็งเม็ดเลือดขาวในปัจจุบันใช้ยาเคมีบำบัดเป็นส่วนใหญ่ ยาเคมีบำบัดแต่ละกลุ่มมีกลไกการออกฤทธิ์ที่แตกต่างกัน เช่น ยาในกลุ่ม alkylating agents จะไปจับกับ sulfa, nitrogen, oxygen หรือ phosphorus ที่เป็นส่วนประกอบในสาย DNA ทำให้เกิดการแตกหักของสาย DNA (Davies, 2001) ยาในกลุ่ม antimetabolites และ topoisomerase inhibitor ไปขัดขวางกระบวนการสร้าง DNA (Felix, 2001) และ ยาในกลุ่ม antimicrotubule agent ทำให้สมดุการทำงานของ microtubule ผิดปกติไป ส่งผลเหนี่ยวนำให้เซลล์ตายผ่านกระบวนการ apoptosis (Niitani and Hisakatsu, 1993) การใช้ยาเคมีบำบัดพบว่ามีผลข้างเคียงจากอาการแพ้ยา การเลือกใช้สารจากธรรมชาติ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการลดภาวะเสี่ยงดังกล่าว พืชสมุนไพรไทยหลายชนิดมีรายงานพบฤทธิ์ยับยั้งการเพิ่มจำนวนและการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง ขี้เหล็กเลือดเป็นสมุนไพรไทยนำมาใช้ประโยชน์เป็นยาแพทย์แผนโบราณ มีสรรพคุณรักษาสมดุลของระบบเลือด แก่นของพืชวงศ์ขี้เหล็ก มีสารองค์ประกอบหลัก คือ polyphenols ซึ่งเป็นสารที่มีรายงานว่าสามารถออกฤทธิ์ทำลายเซลล์มะเร็งได้ การศึกษาทำการสกัดหยาบแก่นของขี้เหล็กเลือดด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ผลการตรวจหาสารองค์ประกอบสำคัญพบว่าสามารถสกัดสารกลุ่ม polyphenols ออกมาได้ การศึกษาฤทธิ์ความเป็นพิษของสารสกัดหยาบต่อเซลล์มะเร็ง K562 พบว่าสารสกัดหยาบสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง K562 ได้ โดยมีค่าความเป็นพิษสูงขึ้นตามระยะเวลาที่ทำการทดสอบและตามความเข้มข้นที่สูงขึ้น การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าแก่นขี้เหล็กเลือดมีสาร polyphenols ที่สำคัญ ได้แก่ emodin และ aloe-emodin สารดังกล่าวพบได้ในแก่นของพืชวงศ์ขี้เหล็ก มีรายงานว่าสามารถสกัดออกมาได้จากแก่นของขี้เหล็กป่า (*Cassia garrettiana*) สารสกัดหยาบเอทานอลจากแก่นขี้เหล็กป่า มีรายงานว่ามียุทธียับยั้งเซลล์มะเร็งเพาะเลี้ยงหลายชนิด ได้แก่ มะเร็งเต้านม (MCF-7) มะเร็งปากมดลูก (Hela)

มะเร็งลำไส้ (HT-29) และมะเร็งช่องปาก (KB) (Yuenyongsawad et al., 2014) นอกจากนี้มีการศึกษาสารสกัดบริสุทธิ์ของ emodin และ aloe-emodin พบว่ามีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งทางระบบโลหิต ได้แก่ เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวสายไมอีลอยด์เพาะเลี้ยงชนิดเรื้อรัง (K562) เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวสายไมอีลอยด์เพาะเลี้ยงชนิดเฉียบพลัน (HT-60 และ KG1a) เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวสายลิมโฟยด์เพาะเลี้ยงชนิดเฉียบพลัน (MOLT-3 และ CCRF-CEM) (Mahbub et al., 2013) โดยเห็ยนวนำให้เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดหยุดวัฏจักรของเซลล์ และมีการตายผ่านกระบวนการ apoptosis (Dai and Mumper, 2010) จากข้อมูลข้างต้น emodin และ aloe-emodin อาจเป็นสารที่สกัดออกมาได้จากแก่นขี้เหล็กเลือดและมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง K562

การศึกษานี้พบว่าสารสกัดหยาบเอทานอลจากแก่นขี้เหล็กเลือดมีฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพาะเลี้ยงชนิด K562 ซึ่งเป็นเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวสายไมอีลอยด์ชนิดเรื้อรัง ดังนั้นแก่นของขี้เหล็กเลือดที่ทำการสกัดด้วยเอทานอล จึงเป็นที่น่าสนใจในการศึกษาเชิงลึกของสารสกัดบริสุทธิ์ต่างๆ และทำการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ปกติ รวมถึงการศึกษากลไกของสารสกัดในการออกฤทธิ์เป็นพิษเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสารต้านมะเร็งต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์.ดร.มล.เสาวรส สวัสดิวัฒน์ สถาบันวิจัยชีววิทยาศาสตร์โมกุล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความอนุเคราะห์เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพาะเลี้ยงชนิด K562 เพื่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. (2560). *สถิติสาธารณสุข พ.ศ.2559*. นนทบุรี: โรงพิมพ์ชุมนุม. (2557). *เภสัชกรรมไทย (ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเภสัชกรรม กองประกอบโรคศิลปะ)*. กรุงเทพฯ: ห้องสมุดแพทย์ไทย. เข้าถึงข้อมูล วันที่ 1 พฤษภาคม 2561. จาก <https://www.slideshare.net/UtaiSukviwatsirikul/ss-39035258>
- Bezerra, D. P., Militao, G. C. G., de Castro, F. O., Pessoa, C., de Moraes, M. O., Silveira, E. R., et al. (2007). Piplartine induces inhibition of leukemia cell proliferation triggering both apoptosis and necrosis pathways. *Toxicology in Vitro*, 21(1), 1-8.
- Dai, J., and Mumper, R. J. (2010). Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*, 15(10), 7313-7352.
- Davies, S. M. (2001). Therapy-related leukemia associated with alkylating agents. *Medical and Pediatric Oncology*, 36(5), 536-540.
- Davis, A. S., Viera, A. J., and Mead, M. D. (2014). Leukemia: an overview for primary care. *Am Fam Physician*, 89(9), 731-738.
- Felix, C. A. (2001). Leukemias related to treatment with DNA topoisomerase II inhibitors. *Med Pediatr Oncol*, 36(5), 525-535.
- Harbone, N. V. (1994). *Phytochemical method. A guide to modern techniques of plant analysis* (2nd ed) Chapman and Hall London.
- Hiddemann, W., Buchner, T., Heil, G., Schumacher, K., Diedrich, H., Maschmeyer, G., et al. (1990). Treatment of refractory acute lymphoblastic leukemia in adults with high dose cytosine arabinoside and mitoxantrone (HAM). *Leukemia*, 4(9), 637-640.
- Huang, M., Lu, J. J., Huang, M. Q., Bao, J. L., Chen, X. P., and Wang, Y. T. (2012). Terpenoids: natural products for cancer therapy. *Expert Opin Investig Drugs*, 21(12), 1801-1818.

- Mahbub, A. A., Le Maitre, C. L., Haywood-Small, S. L., McDougall, G. J., Cross, N. A., and Jordan-Mahy, N. (2013). Differential effects of polyphenols on proliferation and apoptosis in human myeloid and lymphoid leukemia cell lines. *Anticancer Agents Med Chem*, 13(10), 1601-1613.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P. R., and van Beek, T. A. (2004). Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, 85(2), 231-237.
- Niitani, H., and Hisakatsu, S. (1993). [Antimicrotubule agents]. *Gan To Kagaku Ryoho*, 20(1), 34-41.
- Palasuwan, A. (2005) Inhibition of Heinz body induction in an in vitro Model and total Antioxidant Activity Medicinal Thai plants. *Asian Pac J Cancer Prev*, 6: 458-63.
- Szczepanski, T., van der Velden, V. H. J., and van Dongen, J. J. M. (2003). Classification systems for acute and chronic leukaemias. *Best Practice & Research Clinical Haematology*, 16(4), 561-582.
- Yuenyongsawad, A., Bunluepuech, K., and Wattanapiromsakul, C. (2014). Anti-cancer activity of compounds from *Cassia garretiana* heartwood. *Songklanakarin J Sci Technol*, 36(2): 189-94.

ความชุกและแบบแผนการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาพยาบาล
แผนกผู้ป่วยนอก กรณีศึกษาโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี

The Prevalence and Pattern of Injecting Drugs Used
in Patient Drug Treatment Patients,
out Patient Department, A Case Study in Thanyarak Udonthani Hospital

กรรณิกา นามหย่อง¹มานพ คณะโต²

¹ สาขาวิชาการพัฒนาสุขภาพชุมชน ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*E-mail :manopkanato@gmail.com/Corresponding author)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาความชุกของผู้ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดในกลุ่มผู้ป่วยนอก 2) เพื่อศึกษาแบบแผนการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด 3) เพื่อศึกษาจุดประสงค์ในการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด 4) เพื่อศึกษาการรับรู้ผลกระทบของผู้ใช้ยาเสพติด ทำการศึกษาในผู้ที่เข้ารับการรักษาพยาบาล แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี 307 คน การเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ อาศัยเครื่องมือ คือ “แบบสัมภาษณ์ประวัติการใช้ยาเสพติด แบบแผนการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดและการรับรู้ผลกระทบของยาเสพติดของผู้มารับบริการในโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี” ที่สร้างขึ้นโดยผู้วิจัยเอง จากการทบทวนตามทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างมี 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 2 ประวัติการใช้ยาเสพติด ส่วนที่ 3 การรับรู้ผลกระทบจากการใช้ยาเสพติด และส่วนที่ 4 แบบแผนการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

ผลการวิจัยพบว่า ความชุกของผู้ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดของผู้เข้ารับการรักษาพยาบาล ร้อยละ 2.28 ยาเสพติดที่เสพ ได้แก่ ยาบ้าอันดับหนึ่ง ร้อยละ 42.85 อายุที่เริ่มใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดอยู่ระหว่าง 11-34 ปี เฉลี่ย 22 ปี ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.13 ยาเสพติดอื่นที่ฉีดเป็นไอซ์และเฮโรอีน ร้อยละ 71.42 มีการใช้เข็มฉีดยาใหม่เมื่อต้องฉีดยา ในขณะที่ร้อยละ 71.42 ไม่เคยตรวจคัดกรองการติดเชื้อเอชไอวี และไวรัสตับอักเสบบี

เหตุผลสำคัญที่ทำให้ฉีดยาเสพติดคือ ต้องการทดลอง และ อิทธิพลของเพื่อน ร้อยละ 42.85 รองลงมาคือ เพื่อคลายเครียด และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน มีจำนวนไม่มากนักที่ฉีดยาเพราะต้องการเข้าสังคมหรือการสังสรรค์ ผู้ฉีดยาทุกคนรับรู้ถึงผลกระทบของการฉีดยาเสพติดที่อาจเป็นอันตรายทั้งทางร่างกาย จิตใจ และสังคม

คำสำคัญ :ผู้ฉีดยาเสพติดโดยวิธีฉีด ผู้เสพยาเสพติด เมทแอมเฟตามีน

Abstract

The objectives of the study were 1) to explore prevalence of injecting drug users among OPD patients 2) to explore the pattern of injection drugs used. 3) to explore the purpose of injecting drug users, and 4) to explore the perception of result from drug addiction. 307 samples from patients of ThanyarakUdonThani Hospital were recruited. Data collected through face-to-face interview. The tool is "drug history, drug injection pattern and the perception of the effects of drug users in patient interview". That is based on theoretical reviews and related researches.

The structured interview are 4 part including general information of respondent, history of drug used, perception of drug used and injecting drug used patterns. Descriptive statistics was employed.

This study found that prevalence of injecting drug users among OPD patients was 2.28 % . The most popular drug for injection was methamphetamine tablet 42.85 % . First onset ranging between 11-34 years old with an average 22 years old and standard deviation 7.138. Other injecting drugs were methamphetamine crystal and heroin. 71.42% used new syringe when injecting and 71.42% had never got screening test for HIV and hepatitis virus C

Rationales for injecting drug, there were experimenting and peer influence 42.85%. Others reasons were stress released and increased work productivity. A few injecting drug users used it for social interaction. Every injecting drug users perceived potential impacts that could harm them in terms of physical, mental, and social.

Keywords: PWID, Drug Users, Methamphetamine

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาเสพติด กลายเป็นปัญหาในระดับโลกที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น และรวดเร็ว ซึ่งยาเสพติดให้โทษและวัตถุออกฤทธิ์เกิดจากการสังเคราะห์สารเคมีต่างๆในช่วงเวลาที่แตกต่างกันในช่วงที่เกิดสงครามกลางเมืองของสหรัฐอเมริกา ค.ศ.1861-1865 มีการเริ่มใช้เข็มฉีดยาฉีดเข้าใต้ชั้นผิวหนัง ทำให้มีผู้นำยาเสพติดมาใช้ในลักษณะของยาเสพติด ต่อมาเริ่มมีผู้เปลี่ยนมาใช้เฮโรอีนแทนการฉีดมอร์ฟิน จนกระทั่งปลายศตวรรษที่ 19 มีการนำโคเคนมาใช้ประโยชน์ในการรักษาโรค โดยมาผลิตเป็นยาชาเฉพาะที่ จนเป็นที่นิยมใช้และมีการเสพติดโคเคนเช่นกัน ส่วนแอมเฟตามีนมีการนำมาใช้ในช่วงระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 เพื่อให้ร่างกายกระฉับกระเฉง หลังจากพันสงครามยาที่เคยกักตุนเก็บไว้ได้ถูกปล่อยสู่ตลาดอย่างมาก ทำให้ประชาชนมีการใช้กันมาก และมีการเสพติดแอมเฟตามีนถึงร้อยละ 1 ปัญหาเสพติดเด่นชัดมากขึ้น จากการรายงานล่าสุดของ United Nation Office On Drug and Crime (2016) มีประชากรเสพยาเสพติดมากถึง 247 ล้านคนทั่วโลก ซึ่งมี 29 ล้านคนที่ใช้ยาเสพติดและทุกข์ทรมานจากการใช้ยา และมี 1 ใน 6 คนเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการรักษาด้วยยา และพบว่าประชากรช่วงอายุ 15-64 ปี มีการเสียชีวิตถึง 43.5 คนต่อ 1 ล้านคนที่ใช้ยาเสพติด และมีประชากรกว่า 12 ล้านคนทั่วโลกใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด พบว่าส่วนหนึ่งในนี้มีร้อยละ 14 ที่ติดเชื้อเอชไอวี (คิดเป็น 1.6 ล้านคน)และอีก 6 ล้านคนมีภาวะตับอักเสบยังมีรายงานแนวโน้มของผู้ป่วยที่ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด ที่เข้ารับบริการในโปรแกรม “Needle and Syringe ” ของประเทศอังกฤษ ตั้งแต่พ.ศ. 2552-2555 อีกว่า ร้อยละของผู้ที่ใช้โคเคนมีส่วนน้อยที่สุด ส่วนกลุ่มผู้ใช้เมทแอมเฟตามีนมีเกือบร้อยละ 40 ส่วนเฮโรอีนมีจำนวนผู้ใช้ลดลง จากเดิมร้อยละ 50 เหลือน้อยกว่าร้อยละ 20 ตามลำดับ ซึ่งรัฐบาลไทยทุกยุคทุกสมัยเห็นความสำคัญเรื่องยาเสพติด และนำมาเป็นวาระแห่งชาติ และจัดสรรงบประมาณเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาเสพติดเป็นจำนวนมาก ต้นทุนการบำบัดรักษา โดยยาบ้ามีต้นทุนผู้รับบริการแบบผู้ป่วยในและผู้ป่วยนอกเท่ากับ 83,673 บาทและ 29,718 บาท ตามลำดับ)นาวัน แพทยานันท์, 2554) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาสัดส่วนในการใช้ยาและสารเสพติดหลายชนิดในผู้เข้ารับการบำบัดรักษาเสพติดโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ซึ่งพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ยาเสพติดทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ ยาบ้า กัญชา สารระเหย และไอซ์ และมีความชุกของผู้ที่เคยใช้ยาและสารเสพติดหลายชนิด คิดเป็นร้อยละ 34.8) สวัสดิ์ อุ่นใจ, 2559)ความชุกของการติดเชื้อเอชไอวีในกลุ่มที่ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด ตั้งแต่ปี 2552-2556 แม้จะมีแนวโน้มลดลงมาก จากร้อยละ 40 เหลือเพียง 13.8 ก็ยังนับว่าเป็นปัญหาสำคัญในกลุ่มที่ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด (สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข,2557) จนก่อให้เกิดระบบการดูแลที่เรียกว่า Harm Reduction ในปัจจุบัน

ประเทศไทยจึงนับว่าประสบปัญหาประชากรบางส่วนมีการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด และมีการเข้าถึงเข็มฉีดยาได้ง่ายกว่าในอดีตมาก ซึ่งมีการศึกษาเกี่ยวกับจำนวนผู้ใช้ยาและสารเสพติดโดยวิธีฉีดยังไม่แพร่หลายมากนักบางการศึกษาข้างต้นมีบริบทของพื้นที่และช่วงเวลาแตกต่างกัน ประกอบกับการใช้สารเสพติดเข้าถึงทุกกลุ่มวัย

และทวีความรุนแรงมากขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการบำบัดรักษายาเสพติดสูงขึ้น การให้การบำบัดรักษาใช้เวลานานขึ้น และบางรายไม่สามารถหยุดเสพยาได้ ดังนั้นจึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาความชุกของผู้ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดยา แบบแผนผู้ใช้ยาเสพติดโดยวิธีจุดประสงค์ในการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดยาและการรับรู้ผลกระทบของผู้ใช้ยาเสพติด ซึ่งสำคัญมากในแง่ของการเฝ้าระวัง และช่วยเหลือทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สังคม และเข้าถึงการรับรู้ผลกระทบต่อการใช้ยาเสพติดสามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการนำมาพัฒนารูปแบบการบำบัดรักษาผู้ป่วยที่เหมาะสมในการพยาบาลผู้ป่วยที่บำบัดยาและสารเสพติดได้ต่อไปในอนาคต

วิธีการวิจัย

การออกแบบวิจัย ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนา (Descriptive Study) ในกลุ่มผู้ป่วยที่ใช้ยาเสพติดที่มารับบริการบำบัดยาเสพติด แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี

ประชากรกลุ่มเป้าหมาย เป็นผู้ป่วยยาเสพติดที่เข้ารับการบำบัดรักษา แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2561 - เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างมีอายุ 18 ปีขึ้นไปทั้งระบบสมัครใจ ระบบบังคับบำบัดและระบบต้องโทษ ,สามารถฟัง พูด และเข้าใจในการสื่อสารภาษาไทยมีหรือไม่มีประสบการณ์การใช้เข็มฉีดยาเสพติด จำนวน307 ราย

ขนาดกลุ่มที่ศึกษา คำนวณโดยใช้สูตรของคอคแรน (Cochran, 1977 อ้างใน ชีรุฒิ เอกะกุล, 2543) และกำหนดค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 ค่าสัดส่วนของประชากร(ค่า p) ทำการศึกษานำร่อง (pilot study)พบว่า ผู้ป่วยที่เข้ารับการบำบัดยาและสารเสพติดโรงพยาบาลธัญญารักษ์ขอนแก่น ในจำนวน 50 ราย มีผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาโดยวิธีการฉีดยาเสพติดเข้าสู่ร่างกาย มีจำนวน 10 ราย ได้ค่า $p = 10/50$ หรือเท่ากับ 0.2

$$n = \frac{p(1-p)Z^2_{\alpha/2}}{e^2}$$

n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

p = สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากรคือ จำนวนของผู้ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดยา ต่อจำนวนผู้ใช้ยาเสพติดทั้งหมดที่เข้ารับบริการ

e = ระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งกำหนดให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 5 % หรือ 0.05

Z = ค่า Z ที่ระดับความเชื่อมั่นหรือระดับนัยสำคัญ โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่น 95% หรือระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า Z = 1.96

นำมาแทนค่าในสูตร ได้

$$\begin{aligned} n &= \frac{(0.2)(1-0.2)(1.96)^2}{(0.05)^2} \\ &= \frac{(0.16)(3.8416)}{(0.0025)} &&= 0.6147 / 0.0025 \\ &= 245 \text{ คน} \end{aligned}$$

ซึ่งจากการคำนวณหาขนาดตัวอย่างได้ 245 คนใน 245 คนนี้เป็นกลุ่มนี้ให้ความร่วมมือร้อยละ 75 และเพื่อป้องกันกลุ่มตัวอย่างที่ลดจำนวนลงจากการไม่ให้ความร่วมมือร้อยละ 25 (61.25 คน หรือเท่ากับ 62 คน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้ คือ 307 รายจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้คือ 307 รายซึ่งจากการคำนวณหาขนาดตัวอย่างได้ 245 คนใน 245 คนนี้เป็นกลุ่มนี้ให้ความร่วมมือ ร้อยละ 75และเพื่อป้องกันกลุ่มตัวอย่างที่ลดจำนวนลงจากการ

ไม่ให้ความร่วมมือร้อยละ 25 (61.25 คน หรือเท่ากับ 62 คน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้ คือ 307 ราย ใช้วิธีการเลือกสุ่มแบบ Simple Random Sampling

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น คือ “แบบสัมภาษณ์ประวัติการใช้ยาเสพติดแบบแผนการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดยา และการรับรู้ผลกระทบของยาเสพติดของผู้มารับบริการในโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี จากการทบทวนตามทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบบสัมภาษณ์นี้เป็นแบบมีโครงสร้างจำนวนทั้งสิ้น 47 ข้อ ประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ประกอบด้วย ข้อคำถามสร้างขึ้นโดยผู้วิจัยประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับ เพศ อายุ การศึกษา สถานภาพสมรส อาชีพหลัก รายได้เฉลี่ยต่อเดือน จำนวน 6 ข้อ

ส่วนที่ 2 ประวัติการใช้ยาเสพติด ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับอายุที่เริ่มเสพ ประเภทยาเสพติดที่ใช้เสพ ปัจจุบัน ระยะเวลาที่ท่านเริ่มเสพจนถึงปัจจุบัน สาเหตุที่ทำให้ท่านเสพยาเสพติดครั้งแรก สถานที่ในการเสพ การใช้เข็มฉีดยาเสพติดเป็นกลุ่มหรือคนเดียว ปริมาณในการเสพต่อครั้ง ความถี่ในการเสพ การใช้ยาเสพติดร่วม จำนวน 10 ข้อ

ส่วนที่ 3 การรับรู้ผลกระทบจากการใช้ยาเสพติด ประกอบด้วย ข้อคำถาม แยกการรับรู้ผลกระทบเป็น 3 ด้านทั้งด้านร่างกาย ด้านจิตใจและอารมณ์ และด้านครอบครัวและสังคม จำนวน 15 ข้อเป็นข้อความให้เลือกตอบ 2 ตัวเลือกในแต่ละข้อ คือ “เห็นด้วย” หรือ “ไม่เห็นด้วย” และเพิ่มเติมข้อ 16 เพื่อคัดกรองผู้ที่ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดยา (หากผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ไม่เคยใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดยา จะสิ้นสุดการสัมภาษณ์ในข้อที่ 16 ของส่วนที่ 3) ในข้อคำถาม 15 ข้อแรกนี้ ให้ผู้ตอบเลือกได้เพียงคำตอบเดียวมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ส่วนที่ 4 แบบแผนการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดยา ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับอายุที่เริ่มเสพประเภทยาเสพติดที่ใช้เสพ วิธีในการเสพในอดีต ความถี่ ปริมาณ จุดประสงค์ของการเปลี่ยนมาใช้วิธีฉีดยา การเลือกใช้เข็มและอุปกรณ์ในการฉีด ตำแหน่งฉีด การทำความสะอาดตำแหน่งที่ฉีดและอุปกรณ์ รวมถึงขั้นตอนของการนำยาเสพติดเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีการฉีด และการตรวจคัดกรองโรคติดเชื้อที่เกิดจากการใช้เข็มฉีดยา รวมทั้งสิ้นจำนวน 15 ข้อ (โดยในข้อ 3.1-3.11 เป็นข้อคำถามที่นำมาจากกรมควบคุมโรคติดต่อ กระทรวงสาธารณสุข)

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการประยุกต์ใช้และปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ โดยอาศัยศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนของการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดยา ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการสังเกตบุคลากรที่ใช้เทคนิคการสื่อสารในการสัมภาษณ์ผู้ป่วย เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างเครื่องมือในการวิจัย โดยอาศัยฐานข้อมูลสำคัญของแผนกผู้ป่วยนอก 2 ฐาน ประกอบด้วย 1) ฐานข้อมูลผู้ป่วยยาเสพติดตามแบบบันทึกประวัติผู้ป่วย (Medical Record) ของโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี 2) ฐานข้อมูลการวินิจฉัยโรคของแพทย์การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดเป็นแบบสัมภาษณ์มีโครงสร้าง กลุ่มตัวอย่างที่ตอบคำถามได้รับชุดคำถามอันเดียวกันและในลำดับขั้นตอนเดียวกัน ผู้วิจัยได้ประยุกต์และปรับปรุงข้อคำถามให้เหมาะสมกับบริบทของโรงพยาบาล และตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2. หาค่าความตรงของเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการแพทย์ และด้านการพยาบาล ที่มีความรู้และมีประสบการณ์สูง จำนวน 3 ท่านซึ่งได้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความถูกต้องครอบคลุม ตามวัตถุประสงค์ รวมถึงเกณฑ์การให้คะแนนและการแปลผลแล้วนำมาประเมินปรับปรุงแก้ไขโดยพิจารณาจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญให้เหมาะสม

กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการสัมภาษณ์โดยผู้วิจัยเพียงคนเดียวทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเอง มี 2 ระยะได้แก่ **ระยะเตรียมการ**มีการเตรียมความพร้อมของผู้วิจัยด้วยการสืบค้น ศึกษาองค์ความรู้เรื่องยาเสพติด การออกฤทธิ์ ผลกระทบของการใช้ยาเสพติด ตลอดจนสถิติการระบาดของยาเสพติดโดยวิธีฉีดยาทั่วโลก ในประเทศไทย พื้นที่ภาคอีสาน จังหวัดอุดรธานี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยื่นแบบเสนอขอรับการพิจารณา ด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นผู้วิจัยติดต่อประสานงานและนำเสนอโครงร่างผู้บังคับบัญชา (ผู้อำนวยการโรงพยาบาล ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมาย (เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและขออนุญาตทำการศึกษา พร้อมนัดหมาย วัน เวลา และสถานที่ในการจัดเก็บข้อมูลเพื่อ

เก็บรวบรวมข้อมูล และทำหนังสือจากภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชนคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อขอ อนุมัติจัดเก็บข้อมูลในโรงพยาบาล **ระยะดำเนินการ** เริ่มจากเลือกกลุ่มประชากรตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามลักษณะ ประชากรที่กำหนดไว้ผู้วิจัยสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ที่แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ในระยะเวลา 3 เดือน และนับผู้มารับการบริการคนแรก เป็นกลุ่มตัวอย่าง หลังผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการ วิจัยในมนุษย์ ฯ โดย ผู้วิจัยแนะนำตัวสร้างสัมพันธ์กับกลุ่มตัวอย่าง โดยการขออนุญาตทุกครั้งก่อนเก็บข้อมูล เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการมารับบริการแล้ว อธิบายกระบวนการวิจัย ชี้แจงวัตถุประสงค์ การพิทักษ์สิทธิ การเข้าร่วมหรือไม่เข้าร่วมวิจัยครั้งนี้จะไม่เสียสิทธิ์ในการรักษาพยาบาลใดๆ และเปิดโอกาสให้ กลุ่มเป้าหมายตัดสินใจในการเข้าร่วมหรือไม่เข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ โดยใช้เวลาตัดสินใจไม่น้อยกว่า 30 นาที เปิดโอกาส ให้ซักถามข้อสงสัยและหากสมัครใจ เช่นยินยอมรับการสัมภาษณ์ จะไม่มีการบันทึกชื่อ-สกุลไม่มีการบันทึกเสียง จากนั้นเริ่มกระบวนการสัมภาษณ์รายบุคคลด้วยตัวนักวิจัยเอง สถานที่สัมภาษณ์ใช้ในห้องซักประวัติของแผนกผู้ป่วย นอก โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ใช้เวลาในการสัมภาษณ์รายละ 10-15 นาที

การจัดการข้อมูล แบบสัมภาษณ์ทุกฉบับนำมาตรวจสอบความถูกต้อง สมบูรณ์ ครบถ้วนของข้อมูล และ ลงรหัสข้อมูล มีการนำเข้าและสอบทานข้อมูล (Double data entry) เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของการบันทึก ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Office Exel และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จรูป SPSS for Window version 16 (Statistical Packages for the Social Science)

การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์โดยการหาค่าความถี่ (Frequency) ร้อยละ(Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (และการวิเคราะห์ทางสถิติที่ใช้ในการรายงานผล การศึกษาความชุกของผู้ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด

จริยธรรมการวิจัย ผู้วิจัยเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลหลังจากผ่านการอนุมัติการวิจัยจากคณะกรรมการ จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ : HE601467 ซึ่งอาสาสมัครสามารถยุติการเข้าร่วมวิจัยได้ ตลอดเวลา และข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะนำเสนอข้อมูลทางวิชาการในภาพรวม

ผลการวิจัย

กลุ่มผู้ที่เข้ารับการบำบัดรักษาเสพติด แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานีร้อยละ 97.4 เป็นเพศชาย ร้อยละ 2.6 เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 18-24 ปี คิดเป็นร้อยละ 42 ร้อยละ 62.9 สถานภาพโสด ร้อยละ 56.7 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษา อาชีพหลักรับจ้างร้อยละ 31.3 รองลงมาคือนักเรียน/นักศึกษา/ว่างงานร้อยละ 32.5 และส่วนใหญ่มีรายได้ไม่น้อยกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 80.8

ผู้เสพยาเสพติดที่มีอายุน้อยสุดที่เริ่มใช้ยาเสพติด ครั้งแรกคือ อายุ 10 ปีสูงสุดคืออายุ 50 ปี ยาเสพติดที่ ใช้ครั้งแรกอันดับที่ 1 คีอาน้ำ คิดเป็นร้อยละ 89.25 รองลงมาคือกัญชาคิดเป็นร้อยละ 10.75 และยาไอซ์ คิดเป็นร้อยละ 4.23 ตามลำดับ

ความชุกของผู้ที่ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดพบว่าในระยะเวลาตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 – เดือนมีนาคม 2561 มีผู้เข้ารับการบำบัดรักษาเสพติด ที่ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด ทั้งหมด 7 ราย ในจำนวน 307 ราย คิดเป็นสัดส่วนคิด เป็นร้อยละ 2.28

ข้อมูลทั่วไป และประวัติการฉีดยาเสพติด พบว่า ช่วงอายุที่เริ่มใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด อายุต่ำสุด 11 ปี สูงสุดอายุ 34 ปีอายุเฉลี่ย 22 ปี ระยะเวลาในการเสพส่วนใหญ่ระยะสั้นเพียง 0-6 เดือน ร้อยละ 57.16 ระยะเวลา เสพต่ำสุด 1 วัน (ฉีดครั้งเดียว) และสูงสุด 30 ปี ซึ่งมีการฉีดยาเสพติดเข้าสู่ร่างกายครั้งสุดท้าย ฉีดมานานกว่า 4 เดือนก่อนมาโรงพยาบาล (5 ราย) ร้อยละ 71.42 ด้านพฤติกรรมด้านการใช้เข็มฉีดยา พบว่าส่วนใหญ่มีการใช้ เข็มและกระบอกฉีดใหม่ ร้อยละ 71.42 และร้อยละ 14.29 เป็นผู้ที่เคยใช้เข็มฉีดยาที่คนอื่นใช้มาก่อนและในผู้ที่ใช้ยา เสพติดชนิดฉีด มีผู้ที่ไม่เคยตรวจคัดกรองการติดเชื้อ เอชไอวีและโรคตับอักเสบบีในช่วง 6 เดือนเท่ากัน คือร้อยละ 71.42 (แสดงในตารางที่ 2)

แบบแผนการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด จากการศึกษาทั้ง 7 รายที่ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด สามารถสรุปได้ ดังนี้ มีจำนวน 5 ราย สำหรับการเลือกเข็ม และตำแหน่งที่ฉีด ที่ไม่มีวิธีการเลือกขนาดของเข็ม และมี 2 รายที่ทราบว่า

ควรเลือกใช้เข็ม เบอร์ 25 เรียกว่า “เข็มฉีดยาอินซูลิน” ผู้ใช้เลือกฉีดเข้าทางหลอดเลือดดำ ร้อยละ 85.71 ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ 1 ราย อุปกรณ์ที่ใช้ในการเสพที่คล้ายกันได้แก่ ซ้อนโต๊ะ ถ้วย เข็มฉีดยา กระบอกฉีดยา น้ำดื่มสะอาด. การเตรียมยา มีขั้นตอนที่แตกต่างกันในเรื่องของการทำสารละลาย โดยใช้ยาที่แตกต่างกัน มี 3 ราย ที่ใช้น้ำที่ต้มสุก ทั้งจากการใช้ไฟแช็คจุดที่ต้้อร้อน (2ราย) และจากการต้มน้ำให้เดือดแล้วเก็บใส่ขวดไว้(1 ราย) มี 2 รายที่ใช้น้ำสะอาดทั่วไปโดยไม่ต้องต้ม และอีก 2 รายใช้สารละลายที่ซื้อจากร้านขายยา ชื่อว่า น้ำเกลือ และน้ำสะอาดปราศจากเชื้อ การทำความสะอาดเข็มตำแหน่งที่ฉีดมีการทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่จะฉีดยาเสพติดเข้าสู่ร่างกายทั้งหมด 4 ใน 7 ราย และลักษณะการฉีดยาเสพติดเข้าสู่ร่างกายส่วนใหญ่ฉีดยาเสพติดเข้าสู่ร่างกายอย่างช้าๆ โดยไม่มีการดูดเลือดออกมาและดันเข้า หรือเรียกว่าไม่มีการใช้ 5 ราย ส่วนอีก 2 รายมีการใช้ 2-3 ครั้ง การทำความสะอาดอุปกรณ์ และการเก็บรักษาอุปกรณ์ส่วนใหญ่ใช้อุปกรณ์จำพวกซ้อน ตะแกรง ถ้วย และกระบอกฉีดยาล้างน้ำเปล่า เก็บไว้ใช้ซ้ำ และเก็บไว้ในที่ที่ตนหยิบนำมาใช้ใหม่ได้ง่าย เช่น ในกระเป๋า หลังตู้ หรือลิ้นชัก เป็นต้น

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของประชากร

ข้อมูลส่วนบุคคล (n=307)	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	299	97.4
หญิง	8	2.6
อายุ		
18 ปี - น้อยกว่า 20ปี	71	23.1
20-24 ปี	58	18.9
25-29 ปี	54	17.6
30-35 ปี	59	19.2
36-45 ปี	52	16.9
อายุ 46 ปี ขึ้นไป	13	4.2
อายุเฉลี่ย 28ปี อายุต่ำสุด 18 ปี อายุสูงสุด 57 ปีSD = 8.341		
สถานภาพสมรส		
โสด	193	62.9
สมรส	92	30
แยกกันอยู่/หย่าร้าง	22	7.1
ระดับการศึกษาสูงสุด		
ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า	68	24.2
มัธยมศึกษา	174	56.7
อาชีวศึกษา/อนุปริญญา	48	15.6
ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	17	5.5
อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	36	11.7
ค้าขาย	34	11.1
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	15	4.9
รับจ้าง	96	31.3
เกษตรกรกรรม/ธุรกิจส่วนตัว	62	20.2
ว่างงาน	64	20.8

ข้อมูลส่วนบุคคล (n=307)	จำนวน	ร้อยละ
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	248	80.8
10,001-35,000 บาท	56	18.2
35,001 บาทขึ้นไป	3	1
รายได้เฉลี่ย 6,890บาท ต่ำสุด0 บาทสูงสุด 52,000 บาท SD = 8,080		

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไป และประวัติการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด

ข้อมูลทั่วไป และประวัติการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด(n=7)	จำนวน	ร้อยละ
ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด	7	2.28
ประเภทยาเสพติดที่ฉีด		
ยาบ้า	3	42.84
ยาไอซ์	2	28.58
เฮโรอีน	2	28.58
อายุที่เริ่มใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด		
น้อยกว่า 18ปี	1	14.29
18ปี - น้อยกว่า 20ปี	2	28.57
20-24 ปี	2	28.57
25-29 ปี	1	14.29
30-35 ปี	1	14.29
อายุน้อยที่สุด 11 ปี สูงสุดอายุ 34 ปีอายุเฉลี่ย 22 ปี		
ระยะเวลาในการเสพ		
เพียง 0-6 เดือน	4	57.16
มากกว่า 6 เดือน	3	42.84
ต่ำสุด 1 วัน (ฉีดเพียงครั้งเดียว) สูงสุด 30 ปี เฉลี่ย 56 เดือน หรือ 4 ปี 8 เดือน		
การฉีดยาเสพติดเข้าสู่ร่างกายครั้งสุดท้าย		
0 - 4 เดือน	2	28.58
นานกว่า 4 เดือน	5	71.42
การเลือกเข็มฉีดยา		
ไม่มีวิธีการเลือกขนาดของเข็ม	5	71.42
มีวิธีการเลือก โดยใช้เข็มฉีดยาอินซูลิน	2	28.58
การเลือกตำแหน่งที่ฉีด		
ฉีดเข้าทางหลอดเลือดดำ	6	85.72
ฉีดเข้าทางกล้ามเนื้อ	1	14.28
การเตรียมสารละลายเพื่อฉีด		
ใช้น้ำที่ต้มสุกจากการใช้ไฟแช็คจุดที่ใต้ซ็อน	2	28.58
ต้มน้ำให้เดือดแล้วเก็บใส่ขวดไว้	1	14.28
ใช้น้ำสะอาดไม่ผ่านการต้ม	2	28.58
0.9% NSS	1	14.28
Sterile water	1	14.28
การทำความสะอาดผิวหนังบริเวณก่อนฉีด		

ข้อมูลทั่วไป และประวัติการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด(n=7)	จำนวน	ร้อยละ
ทำ	4	57.16
ไม่ทำ	3	42.84
การใช้เข็มและกระบอกฉีดยา		
ใช้เข็มและกระบอกฉีดยาใหม่	5	71.42
เคยใช้เข็มฉีดยาที่คนอื่นใช้มาก่อน	1	14.29
ใช้เข็มและ/หรือกระบอกฉีดยาเก่าของตนเอง (ใช้ซ้ำ)	1	14.29
ในช่วง 6 เดือน		
ไม่เคยตรวจคัดกรองการติดเชื้อ เอชไอวีและโรคตับอักเสบซี	5	71.42

คำบอกเล่าแบบแผนการใช้ยาเสพติดของผู้ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานีสรุปได้ดังนี้

การเลือกตำแหน่งที่ฉีด :บริเวณข้อพับ

“แรกๆก็ให้เพื่อนฉีดให้ แต่ตอนนี้ผมฉีดเอง ฉีดสลับกันไปนะ ตรงข้อพับและก็ตรงหน้าแขนผมเห็นเส้นเลือดชัดดี ฉีดง่าย” “ส่วนใหญ่จะฉีดตรงหน้าแขน ใกล้ข้อพับ วนอยู่ตรงจุดนี้ละ”

“ก็จะฉีดเข้าเส้นเลือดที่มีตรงข้อพับ หาง่าย” “ ฉีดตรงข้อพับ บางวันข้างหนึ่งอีก บางวันฉีดข้างหนึ่ง ให้คนรู้จักฉีดให้ตลอด”

“ผมฉีด ตรงข้อพับ ที่คุณหมอชอบเจาะเลือดบ่อยๆ สังเกตเอา” “ ผมฉีด ประมาณแถวข้อพับแขนนี้ละ ใช้มือขวาผมฉีด ”

การเลือกตำแหน่งที่ฉีด : บริเวณต้นขา

“ก็ไม่รู้จะฉีดตรงไหน ก็จิ้มลองตรงต้นขานี้ละ ”

การเตรียมยา การทำความสะอาดเข็มตำแหน่งที่ฉีด และลักษณะการฉีดยาเสพติดเข้าสู่ร่างกาย

เริ่มจากนำเข็ม และกระบอกฉีดยาลวกน้ำต้มสุกให้สะอาดหลังจากนั้นเทผงขาว หรือยาบ้าเม็ดบด หรือยาบ้าเม็ดที่ไม่ผ่านการบด ใส่ปลายช้อนโต๊ะใส่น้ำประมาณ 1 ซีซีลงในช้อน บางรายต้มน้ำในช้อนนั้นให้เดือด และทำให้ยาเสพติดละลายโดยการจุดไฟแช็คใต้ช้อนนั้น หลังจากนั้นจึงใช้กระบอกฉีดยาดูดยาจากช้อน มีการทำความสะอาดบริเวณด้วยการเช็ดด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์บางรายไม่ได้ทำความสะอาดก่อนฉีด โดยช่วงแรกให้เพื่อนฉีดให้ หลังจากนั้นฉีดเองเป็นครั้งคราว ส่วนใหญ่ไม่มีการดูดเลือดกลับไปมา หรือมีการใช้ดยาเพียง 2 รายใน 7 ราย เมื่อแทงเข็มฉีดยาแล้วฉีดยาเข้าไปในหลอดเลือดอย่างช้าๆจนยาหมด มีเพียง 1 รายที่จะเก็บยาอีกครั้งไว้ฉีดครั้งถัดไปภายในวันเดียวกัน

การทำความสะอาดอุปกรณ์ และการเก็บรักษาอุปกรณ์อุปกรณ์จำพวกช้อน ถ้วย หลังใช้จะล้างน้ำยาล้างจานทั่วไปเท่ากันกับการล้างน้ำเปล่า และเก็บไว้บริเวณที่ตนเองหยิบได้สะดวก

จุดประสงค์ของการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด มีหลากหลาย เช่น เพื่ออยากลอง เท่ากันกับการทำตามเพื่อน เป็นส่วนมากถึง ร้อยละ 42.85 (3 ใน 7 ราย) รองลงมาคือเพื่อคลายกังวล และการทำงาน ร้อยละ 28.57 (2 ราย) และเพื่อเข้าสังคม/การสังสรรค์น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 14.28 (1ราย)

การรับรู้ผลกระทบของการใช้ยาเสพติด พบว่า ผู้ที่เข้ารับการบำบัดส่วนใหญ่รับรู้ถึงผลกระทบต่อตนเอง ด้านร่างกาย ร้อยละ 60.71 สูงที่สุดในด้านนี้คือ “ยาเสพติดทำให้ร่างกายของผู้เสพชิวผอม น้ำหนักลดลง และทรุดโทรมลง” (ร้อยละ 86.97) รองลงมาคือรับรู้ผลกระทบทางด้านอารมณ์และจิตใจ ร้อยละ 60.26) ในข้อ “ยาเสพติดทำให้ผู้เสพยาเสพติดหงุดหงิดโมโหง่าย” สูงถึงร้อยละ 75.24 (และด้านครอบครัวและสังคมน้อยที่สุด ร้อยละ 57.13) รับรู้มากที่สุดข้อ “บุคคลในครอบครัวเครียด และวิตกกังวลมากเกี่ยวกับการใช้ยาเสพติดของผู้เสพยาเสพติด” (แสดงในตารางที่3)

ตารางที่ 3 การรับรู้ผลกระทบจากการใช้ยาเสพติด

หัวข้อการรับรู้ผลกระทบจากการใช้ยาเสพติด	จำนวน (เห็นด้วย)	ร้อยละ
ด้านร่างกาย		
การใช้ยาเสพติดทำให้เจ็บป่วย	180	58.63
การใช้ยาเสพติดส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการขับขี่ยานพาหนะ	106	34.52
การใช้ยาเสพติดทำให้ต้องนอนพักเป็นเวลา 2 วันขึ้นไปหลังการใช้ยาเสพติด	178	57.98
การใช้ยาเสพติดทำให้ปวดเมื่อยตามร่างกายมากกว่าปกติ เมื่อหยุดเสพยาเสพติด	201	65.47
ยาเสพติดทำให้ร่างกายซูบผอม น้ำหนักลด และทรุดโทรมลง	267	86.97
ค่าเฉลี่ย	186.4	60.71
ด้านอารมณ์และจิตใจ		
ยาเสพติดทำให้อารมณ์หงุดหงิด โมโหง่าย	231	75.24
ยาเสพติดทำให้ขาดความยั้งคิด ตัดสินใจฉับพลัน	203	66.12
ยาเสพติดทำให้รู้สึกมีแรง ควบคุมตนเองได้น้อยลง	199	64.82
ยาเสพติดทำให้รู้สึกเบื่อ เหนงา และแยกตัวอยู่คนเดียว	164	53.42
ยาเสพติดทำให้ได้ยินเสียงแว่ว และเห็นภาพหลอน	128	41.69
ค่าเฉลี่ย	185	60.26
ด้านครอบครัวและสังคม		
การใช้ยาเสพติดทำให้ผู้เสพก่อความรุนแรงต่อคนในครอบครัวหรือคนในชุมชน	85	27.68
การใช้ยาเสพติดทำให้ความสัมพันธ์ภายในครอบครัวของผู้เสพยาแย่	198	64.49
การใช้ยาเสพติดทำให้บุคคลในครอบครัวของผู้เสพยาเครียด และวิตกกังวลมาก	250	81.43
ยาเสพติดทำให้ความสามารถในการทำงาน หรือการเรียนของผู้เสพลดลง	178	57.98
การใช้ยาเสพติดทำให้ผู้เสพยาขาดงาน/ขาดเรียน หรือต้องออกจากงาน/สถานศึกษา	166	54.07
ค่าเฉลี่ย	175.4	57.13

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงจำนวนผู้ใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด ที่เริ่มเข้ามาสู่กระบวนการบำบัดมากขึ้น จาก 0 เป็นร้อยละ 2.28 ตามแนวโน้มของสถิติจากระบบติดตามและเฝ้าระวังปัญหาเสพยาเสพติด (บสต.) ข้อมูลจากทั่วประเทศ รายงานจำแนกตามแบบบำบัดรักษา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557-กันยายน 2558 พบว่า มีจำนวนผู้บำบัดยาเสพติดประเภทเฮอร์อีน เพียง 731 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 8.65 ในจำนวนผู้เสพทั้งหมด 8,452 ราย และในรอบ 12 เดือนต่อมา จากสถิติเดือนตุลาคม 2558-กันยายน 2559 มีจำนวน 1,081 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 11.67 ในจำนวนผู้เสพทั้งหมด 9,261 และรายมีรายละเอียดวิธีการใช้ยาที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ตั้งแต่กระบวนการเตรียมอุปกรณ์ ยา การฉีดยาเสพติดเข้าสู่ร่างกาย ตลอดจนการทำความสะอาดอุปกรณ์หลังการใช้งานซึ่งแบบแผนการใช้ยาเสพติดที่และการศึกษาอิสระครั้งนี้แม้จะในระยะเวลาเพียง 3 เดือน พบว่ามีผู้บำบัดยาเสพติดโดยวิธีฉีด (ในจำนวนนี้มีผู้ใช้เฮอร์อีนร่วมด้วย)

แบบแผนการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด พบว่าระยะเวลาในการเสพส่วนใหญ่ระยะสั้นเพียง 0-6 เดือน ร้อยละ 57.14 แตกต่างจากการศึกษาที่มีรายงานว่า ร้อยละ 37 ของผู้ฉีดยาเสพติดเคยฉีดยาบ้า 2 ครั้ง หรือมากกว่านั้นต่อสัปดาห์ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา โดยมักใช้เข็มฉีดยาร่วมกันกับผู้อื่น(Hayashi K. et al., 2011)และผู้ที่เคยใช้เข็มฉีดยาที่คนอื่นใช้มาก่อนร้อยละ 14.2 9 สอดคล้องจากรายงานวิจัย ที่พบว่าร้อยละ 30เป็นผู้ที่เคยยืมเข็มฉีดยาที่ผู้อื่นใช้แล้วมาใช้ฉีดซ้ำ สาเหตุจากอยู่ห่างไกลแหล่งจำหน่ายเข็มฉีดยา (Kerr T. et al., 2010)

นอกจากนี้ ยังมีความหลากหลายด้านการฉีด ตำแหน่งใกล้เคียงกัน และความถี่ในการเสพจำนวนครั้งน้อยมาก ส่วนใหญ่ 4 รายฉีดคนเดียว ส่วนอีก 3 รายฉีดเป็นกลุ่ม พฤติกรรมการฉีดเป็นทั้งพฤติกรรมส่วนบุคคล

และพฤติกรรมกลุ่ม โดยทั่วไปมักจะฉีดยาคนเดียว แต่หากมีกลุ่มอยู่ด้วยจะฉีดเป็นกลุ่ม และลักษณะและขนาดของกลุ่มที่ฉีดจะแตกต่างกันตามระยะเวลาในการฉีดโดยถ้าฉีดครั้งแรกๆจะฉีดกับกลุ่มเพื่อน และถ้าฉีดมานานแล้วจะฉีดด้วยตนเอง)มณฑิรา อินคชสาร(2551 ,และนอกจากนี้ ผู้เสพที่มีความถี่ของจำนวนครั้งในการฉีดมากที่สุด มีอายุ 55 ปี ซึ่งมากกว่าคนอื่นๆ มีการฉีดมากกว่า 1-2 ครั้งต่อวัน พฤติกรรมการใช้สารเสพติดแบบฉีดเข้าเส้นมีความถี่ในการฉีดแตกต่างกันไปในแต่ช่วงเวลาของชีวิต โดยกลุ่มตัวอย่างที่ฉีดอย่างหนัก จะฉีดทุกวัน วันละหลายเข็มและส่วนใหญ่ฉีดครั้งสุดท้ายมานานกว่า 1 ปี โดยตำแหน่งที่ฉีด โดยทั่วไป ฉีดที่แขนตามเส้นเลือดที่มองเห็นและส่วนใหญ่ใช้เข็มใหม่เพราะทำให้ฉีดแล้วไม่เจ็บ และหาซื้อได้ง่ายตามร้านขายยาทั่วไป ไม่เหมือนในอดีต จึงมีการใช้เข็มใหม่และป้องกันตัวเองมากขึ้น และส่วนใหญ่กลัวการติดเชื้อเอชไอวี แต่ในกลุ่มฉีด ยังไม่ได้คำนึงถึงการแยกอุปกรณ์ในการฉีด)มณฑิรา อินคชสาร, 255(1ส่วนการทำความสะดวกเข็มหรืออุปกรณ์ซึ่งมีขั้นตอนง่าย ๆคือล้างน้ำเปล่าธรรมดา

จุดประสงค์ และความคาดหวังของการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีด ส่วนใหญ่มีมากกว่า 1 อย่าง ไม่ว่าจะเพื่ออยากลอง เท่ากันกับการทำตามเพื่อนเป็นส่วนมากเพื่อคลายกังวล เพื่อการทำงาน และเพื่อร่วมงานสังสรรค์น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 14.28 (1ใน7ราย)ซึ่งมณฑิรา อินคชสาร (2551) รายงานว่า การฉีดสารเสพติดครั้งแรกทุกคนที่ฉีด ส่วนใหญ่ฉีดจากการที่มีเพื่อนหรือคนรู้จักแนะนำให้ใช้ โดยกลุ่มที่ฉีดสารเสพติดที่สัมภาษณ์ในวิจัยดังกล่าว เห็นผู้อื่นฉีดอยู่ ก่อนที่ตนเองจะเริ่มฉีด และส่วนใหญ่เพราะตนเองอยากลองฉีดเอง และมีสถานการณ์ที่เอื้อให้ฉีดยาจิตใจจะฉีดต่ออีกเรื่อยๆ

การรับรู้ผลกระทบของการใช้ยาเสพติด พบว่า ผู้ที่เข้ารับการบำบัดส่วนใหญ่รับรู้ถึงผลกระทบต่อตนเองด้านร่างกาย เพราะยาเสพติดทำให้ร่างกายของผู้เสพชูปพอม น้ำหนักลดลง และทรุดโทรมลงรองลงมาคือรับรู้ผลกระทบต่อทางด้านอารมณ์และจิตใจ ที่ทำให้อารมณ์หงุดหงิดโมโหง่าย และด้านครอบครัวและสังคมน้อยที่สุด คือกลุ่มตัวอย่างคิดว่า บุคคลในครอบครัวเครียด และวิตกกังวลมากเกี่ยวกับการใช้ยาเสพติดของผู้เสพยาเสพติดน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิตรลดา บุญจำนง และมานพ คณะโต (2559)ที่ผู้เสพกัญชามีการรับรู้ผลต่อสุขภาพพวดยาเสพติดส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ร้อยละ 88.2 และมีผลต่อสัมพันธ์ทางสังคม ร้อยละ 39.3

ข้อจำกัดการสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลใช้เวลาค่อนข้างมากในการสร้างสัมพันธ์กับกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลที่ถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด การคาดคะเนระยะเวลาในการฉีดยาเข้าสู่ร่างกาย และปริมาณยาเสพติดที่ใช้เสพเป็นการใช้วัตถุที่มีความคล้ายคลึงกันอาจมีความคลาดเคลื่อนได้จากความเป็นจริง รวมถึงช่วงเวลาในการศึกษาเพียง 3 เดือน อาจไม่ครอบคลุมทั้งปี ประกอบกับกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่เข้ารับการบำบัด โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี จึงอาจสะท้อนภาพผู้เสพยาเสพติดในจังหวัดอุดรธานี ไม่สามารถสรุปรวม และนำข้อมูลไปใช้ในพื้นที่อื่นได้ เช่น ในจังหวัดที่ภาคอื่น จึงควรมีการศึกษาการใช้ยาเสพติดโดยวิธีฉีดในภาคอื่นๆด้วย

ข้อเสนอแนะการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในกลุ่มของผู้เสพยาเสพติด ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมผู้ป่วยที่ใช้สารเสพติดประเภทสุราและบุหรี่จึงควรศึกษาเพิ่มเติมให้ครอบคลุมตัวยาและสารเสพติดทั้งหมดจะทำให้ได้รายละเอียดครอบคลุมมากขึ้น

และถ้ามีการศึกษาผลการบำบัดรักษาร่วมด้วย จะช่วยให้สามารถนำช่วยเรื่องการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการบำบัดในผู้ที่เสพยาเสพติดโดยวิธีฉีด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ พ.ต.ต.หญิง ดร. พูนรัตน์ ลียุติกุล ผู้ให้คำแนะนำในการวางแผน เลือกราคำนวนทางสถิติ และออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์ที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มตัวอย่าง และขอขอบคุณนายแพทย์อรรถ อึ้งอารี ผู้อำนวยการโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานีที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลวิจัย และผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูลที่สละเวลาเข้าร่วมงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จิตรลดา บุญจ้านง และมานพ คณะโต. (2559). การรับรู้ผลกระทบต่อสุขภาพและพฤติกรรมการใช้กัญชาในผู้ใช้กัญชา จังหวัดอุดรธานี. *วารสารการพัฒนาศาสตร์สุขภาพชุมชน*, ปีที่ 4 (ฉบับที่ 2), 241-253.
- นาวิณ แพทยานันท์. (2554). *การวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ในการรับการรักษาผู้ติดยาเสพติดยาเสพติด ณ สถาบันธัญญารักษ์ สำนักเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มณฑิรา อินคชสาร (2551). *การศึกษาการใช้สารเสพติดแบบฉีดเข้าเส้น: การเริ่มเสพแบบฉีด การเลิกฉีด การกลับไปฉีดซ้ำและพฤติกรรมเสี่ยงในการติดเชื้อเอชไอวี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- สวัสดี อุ่นใจ และคณะ. (2559). การศึกษาสัดส่วนการใช้ยาและสารเสพติดหลายชนิดในผู้เข้ารับการบำบัดรักษา ยาเสพติด โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี. *วารสารการพัฒนาศาสตร์สุขภาพชุมชน*, ปีที่ 5 (ฉบับที่ 3), 417-434.
- สำนักกระบวนวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2557). *ความชุกและอุบัติการณ์การติดเชื้อเอชไอวี ประเทศไทย พ.ศ.2556*. นนทบุรี : สำนักกระบวนวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ;
- Hayashi K, Wood E, Suwannawong P, Kaplan K, Qi J, Kerr T. (2011). Methamphetamine Injection and syringe sharing among a community-recruited sample of injection drug users in Bangkok, Thailand. *Drug and alcohol dependence*.115(1-2),145-149.
- Kerr T, Fairbairn N, Hayashi K, Suwannawong P, Kaplan K, Zhang R, Wood E, (2010). Difficulty accessing syringe and syringe borrowing among injection drug users in Bangkok, Thailand. *Drug and alcohol Review*.(29),157-161.
- United Nations Office On Drugs and Crime. (2016). *World drug report 2016*. Accessed October 15, 2017. Retrieved from <http://www.unodc.org>.

การศึกษาระยะเวลาในการเสพเมทแอมเฟตามีนกับการเกิดโรคจิตเวช Duration of Methamphetamine use with Psychosis

กิจวัฒน์ นาถวิไล¹ มานพ คณะโต²

¹ สาขาวิชาการพัฒนาสุขภาพชุมชน ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*E-mail : manopkanato@gmail.com) Corresponding author)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงวิเคราะห์ย้อนหลัง มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาระยะเวลาในการเสพเมทแอมเฟตามีนกับการเกิดโรคจิตเวช 2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับโรคจิตเวช กลุ่มตัวอย่างคือผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีนที่เป็นโรคจิตเวช และกลุ่มที่ไม่เป็นโรคจิตเวช เก็บข้อมูลโดยการคัดลอกจากระบบฐานข้อมูลผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ปีงบประมาณ 2559-2560 จำนวน 294 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าโคสแควร์ สมการถดถอยโลจิสติก อัตราส่วนแอดัมต่อ และช่วงเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยด้านระยะเวลาในการเสพเมทแอมเฟตามีน มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจิตเวช อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (AOR=2.25/ 95%CI=1.27,3.99) ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจิตเวช ได้แก่ ปริมาณสารที่เสพแต่ละสัปดาห์ และความถี่ของการเสพเมทแอมเฟตามีนในแต่ละสัปดาห์

คำสำคัญ : ผู้เสพเมทแอมเฟตามีน โรคจิตเวช

Abstract

This case control study aimed to the duration of amphetamine use with psychiatric disorders and to explore factors associated with psychiatric disorders. 294 patients in Thanyarak Hospital Udon Thani who diagnosed as psychiatric disorders and non-psychiatric disorders were recruited. Data were analyzed by percentage, mean, chi-square, multiple logistic regression, odds ratio, and 95%CI.

The study found that the duration of methamphetamine use caused psychiatric disorders. The causation was statistically significant (AOR=2.25, 95%CI=1.27-3.99). Other factors associated with psychiatric illness include the amount of methamphetamine use each week and frequency of methamphetamine use each week.

Keywords : Methamphetamine Users, Psychosis

บทนำ

ปัญหาเสพติดเป็นปัญหาที่สำคัญของทุกประเทศทั่วโลกในปัจจุบัน จากรายงานของสำนักงานป้องกันยาเสพติดและปราบปรามอาชญากรรมแห่งสหประชาชาติ (UN Office on Drugs and Crime – UNODC) ได้มีการประมาณการจำนวนผู้เสพยาเสพติดทั่วโลก ประมาณ 247 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 5 ของประชากรโลก ยาเสพติดที่พบว่า มีการแพร่ระบาดมากที่สุดได้แก่ กัญชา มีผู้เสพประมาณ 183 ล้านคน รองลงมาได้แก่ เมทแอมเฟตามีน มีผู้เสพ ประมาณ 33 ล้านคน นอกจากนี้ยังพบว่าเมทแอมเฟตามีน มีการแพร่ระบาดมากในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (UNODC, (2016 การแพร่ระบาดของยาเสพติดในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมทแอมเฟตามีน หรือยาบ้า เป็นปัญหาที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ทั้งต่อตัวผู้เสพ ครอบครัว ชุมชน และความ

มั่นคงของประเทศ ปัจจุบันปัญหาดังกล่าวได้ทวีความรุนแรงและมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ทั้งในด้านตัวยา ผู้ผลิต ผู้ค้า ผู้เสพ มีการกระจายตัวทุกพื้นที่ ทุกเพศ ทุกกลุ่มอายุ เห็นได้จากสถิติการจับกุมผู้ต้องหาติดยาเสพติด ในปีงบประมาณ 2558 มีผู้ถูกดำเนินคดีทั้งหมด 47,966 คน และในปีงบประมาณ 2559 ถูกดำเนินคดีทั้งหมด 249,109 คน ของกลางที่จับกุมได้ ประกอบด้วย ยาบ้า 93,737,695.34 เม็ด เฮโรอีน 147.49 กิโลกรัม ไอซ์ 1,161,03 กิโลกรัม กัญชา 11,183,85 กิโลกรัม นอกจากนี้ จากสถิติการบำบัดรักษา พบว่าจากการรวบรวมข้อมูล สถิติผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษา ในปีงบประมาณ 2547 มีผู้เสพเมทแอมเฟตามีนเข้ารับการรักษา จำนวน 23,000 คน และเพิ่มขึ้นเป็น 130,000 คน ในปีงบประมาณ 2554 (มานพ คณะโต, 2555) และในปีงบประมาณ 2559-2560 จำนวน 127,570 ราย และ 178,291 ราย ตามลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด, 2560) และจากรายงานผลการบำบัดรักษาผ่านระบบติดตามและเฝ้าระวังปัญหาเสพติด (บสต.3) ของกระทรวงสาธารณสุขในปีงบประมาณ 2560 พบว่า มีผู้เข้ารับการรักษาในทุกระบบทั่วประเทศ ร้อยละ 79.36 เป็นผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีน จากข้อมูลแสดงให้เห็นถึงปัญหาการแพร่ระบาดของเมทแอมเฟตามีน ที่ยังคงความรุนแรงและเป็นปัญหาของประเทศในปัจจุบัน

การเสพเมทแอมเฟตามีนหรือที่รู้จักกันทั่วไปในชื่อ ยาบ้า ส่งผลโดยตรงต่อตัวผู้เสพทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ ความคิด และพฤติกรรม ผลของเมทแอมเฟตามีนต่อร่างกาย คือ การกระตุ้นระบบประสาทอัตโนมัติ ทำให้ใจสั่น เหงื่อออก หายใจเร็ว ความดันโลหิตสูง หัวใจเต้นผิดจังหวะ โคม่าหรืออาจเสียชีวิตได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการเสพเมทแอมเฟตามีนยังส่งผลต่อสังคมด้านต่างๆ เช่น การเกิดอุบัติเหตุ อาชญากรรม ความขัดแย้ง การถูกจับกุม ปัญหาความรุนแรงในครอบครัว นอกจากนี้ การเสพเมทแอมเฟตามีนมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจิตเวช ทำให้เกิดอาการหงุดหงิด กระสับกระส่าย หูแว่ว ซึมเศร้า เกิดโรคทางจิตเวชได้ แสดงให้เห็นว่า การเสพเมทแอมเฟตามีน เป็นความเสี่ยงในการเกิดอาการทางจิต และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยจากสถิติผู้ป่วยยาเสพติดที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ปีงบประมาณ 2558-2559 พบว่าเป็นผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีน ร้อยละ 72.77, 68.46 และ 68.65 ตามลำดับ ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเกิดอาการทางจิตจากการเสพเมทแอมเฟตามีน (amphetamine induce psychosis) ร้อยละ 8.51 และ ร้อยละ 14.50 ตามลำดับ ในการบำบัดรักษาและฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีนที่มีอาการทางจิตมีความยุ่งยากซับซ้อนในการเพิ่มมากขึ้น ทั้งในด้านตัวยา และโปรแกรมในการบำบัดรักษา และผู้ป่วยมีแนวโน้มในการกลับไปเสพยาเสพติดซ้ำเพิ่มขึ้น มีการศึกษาพบว่าโรคทางจิตเวชมีค่าใช้จ่ายสูง กล่าวคือ สูญเสียการทำงาน การดูแลสุขภาพและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมากที่สุด จากเหตุผลดังกล่าว จึงนำมาซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อค้นหาสาเหตุ ปัจจัยด้านระยะเวลา ในการเสพเมทแอมเฟตามีนกับการเกิดโรคจิตเวช และศึกษาปัจจัยด้านอื่นๆ ที่สัมพันธ์กับการเกิดโรคจิตเวช เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ นำไปใช้ในการวางแผนการดูแลช่วยเหลือผู้ป่วยและครอบครัว ตลอดจนการส่งเสริมป้องกันการเกิดโรคจิตในกลุ่มเสี่ยง กลุ่มเสพยาเสพติด และเป็นข้อมูลในการวางแผนพัฒนาแนวทางในการให้การดูแลช่วยเหลือ เพื่อป้องกันและลดอันตรายจากการเสพเมทแอมเฟตามีนต่อไป

วิธีการวิจัย

การออกแบบวิจัย ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ย้อนหลัง (case control study) ในกลุ่มผู้ป่วยติดยาเสพติดประเภทเมทแอมเฟตามีน ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี

ประชากรกลุ่มเป้าหมาย (Target population) เป็นผู้ป่วย ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ในปีงบประมาณ 2559 – 2560

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง อายุ 18 ปี ขึ้นไป โดยกลุ่มศึกษา เป็นผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคจิตเวชจากเมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine induce psychosis) และกลุ่มควบคุม เป็นผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าติดเมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine dependence) (และไม่มีโรคจิตเวชร่วม) คำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม WINPEPI กำหนดค่าที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าอำนาจทางสถิติ 80% นัยสำคัญทางสถิติ 5% ได้ค่าสัดส่วนของกลุ่มศึกษา : กลุ่มควบคุม คือ 1 : 2 โดยกำหนดปัจจัยหลักในกลุ่มศึกษา คือ ระยะเวลาการเสพยาเสพติดมากกว่า 5 ปีที่เกิดโรคจิตเวช 0.50 ปัจจัยหลักในกลุ่มควบคุม คือ

ระยะเวลาการเสพยาเสพติดมีมากกว่า 5 ปีที่ไม่เกิดโรคจิตเวช 0.33 เป็นค่าที่ได้จากข้อมูลจาก Medical record ในโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานีในปี พ.ศ. 2558 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 294 คน (กลุ่มศึกษา จำนวน 98 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 196 คน)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบคัดลอก ในการคัดลอกข้อมูลจากฐานข้อมูลของโรงพยาบาล ตามกรอบแนวคิดในการวิจัย เก็บข้อมูลโดยการคัดลอกข้อมูลผู้ป่วยจากฐานข้อมูลของโรงพยาบาล ประกอบด้วย ฐานข้อมูลระบบติดตามระบบเฝ้าระวังปัญหาเสพติดของกระทรวงสาธารณสุข(บสต. 3) และฐานข้อมูลผู้ป่วยยาเสพติดตามแบบบันทึกประวัติผู้ป่วย (Medical Record)

การจัดการข้อมูล แบบคัดลอกข้อมูลทุกฉบับนำมาตรวจสอบความถูกต้อง สมบูรณ์ ครบถ้วนของข้อมูล และลงรหัสข้อมูล มีการนำเข้าสู่และสอบทานข้อมูล (Double data entry) เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของการบันทึกข้อมูล โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Office Excel และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Window version 16 (Statistical Packages for the Social Science)

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนาได้แก่ ร้อยละ(Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) สถิติอนุมานได้แก่ Chi-Square, Multiple Logistic Regression, Odds Ratio 95%CI

จริยธรรมการวิจัย การศึกษาครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE591413

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มศึกษา และกลุ่มควบคุม ทั้งหมดเป็นเพศชาย ทั้งสองกลุ่มมีอายุเฉลี่ย 26.5 ± 6.5 และ 27.7 ± 7.7 ส่วนใหญ่มีสถานภาพโสด ร้อยละ 75.5 และ 62.2 ตามลำดับ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้างรายวัน รายเดือน ร้อยละ 39.8 และ 44.9 ตามลำดับ มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท ทั้งสองกลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 42.9 และ 65.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

ชนิดตัวแปร	กลุ่มศึกษา (n=98)		กลุ่มควบคุม (n = 196)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
อายุ				
20-18 ปี	17	17.3	30	15.3
40-21 ปี	78	79.6	152	66.1
60-41 ปี	3	3.1	14	7.1
Mean \pm SD	26.5 \pm 6.5		27.7 \pm 7.7	
สถานภาพสมรส				
คู่	19	19.4	53	27.0
โสด	74	75.5	123	62.8
หย่าร้าง	5	5.1	18	9.2
หม้าย	0	0.0	2	1.0
รายได้				
ไม่มีรายได้	35	35.7	45	23.0
10,000 – 1 บาท	42	42.9	129	65.8
20,000 – 10,001 บาท	20	20.4	22	11.2
<20 000,บาท	1	1.0	0	0.0
Midian)min,max(	(22,000 ,2,000)8,500		(20,000 ,500) 7,000	

กลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม มีอายุเริ่มเสพยาเสพติด อยู่ในช่วง 13 – 20ปี คิดเป็นร้อยละ 80.6 และ 72.4 ตามลำดับ อายุเฉลี่ย เท่ากับ 17.76 ± 4.6 ปี และ 19.6 ± 6.1 ปี ตามลำดับ ชนิดของยาเสพติดที่เสพครั้งแรกได้แก่ เมทแอมเฟตามีน ร้อยละ 91.8 และ 95.4 ตามลำดับ เสพโดยวิธีการสูบเหมือนกันทั้งสองกลุ่ม สาเหตุการเสพยาเสพติดในครั้งแรกพบว่าทั้งสองกลุ่ม ส่วนใหญ่เสพยาเสพติดเนื่องจากอยากลอง คิดเป็นร้อยละ 74.5 และ 77.0 ตามลำดับ ระยะเวลาในการเสพยาเสพติดครั้งแรก เฉลี่ย 8.4 ± 6.1 ปี และ 7.7 ± 6.0 ปี ตามลำดับ ปริมาณการเสพเมทแอมเฟตามีน ต่อสัปดาห์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พบว่าเฉลี่ย 16.2 ± 10.2 เม็ด และ 5.1 ± 7.1 เม็ด ตามลำดับ ปริมาณการเสพต่อสัปดาห์ ต่ำสุดเท่ากับ 1 เม็ด เหมือนกันทั้งสองกลุ่ม และสูงสุด เท่ากับ 70 เม็ด และ 50 เม็ด ตามลำดับ ความถี่ของการเสพเมทแอมเฟตามีนต่อสัปดาห์ เฉลี่ย 4.7 ± 3.4 ครั้ง และ 2.1 ± 1.6 ครั้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ข้อมูลประวัติการใช้ยาและสารเสพติด

ชนิดตัวแปร	กลุ่มศึกษา (n=98)		กลุ่มควบคุม (n = 196)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
อายุที่เริ่มเสพยาเสพติด				
12 – 6 ปี	2	2.0	2	1.0
20 – 13 ปี	79	80.6	142	72.4
60 – 21 ปี	17	17.3	52	26.5
Mean \pm SD	17.7 \pm 4.6		19.6 \pm 6.1	
ชนิดยาเสพติดที่ใช้ครั้งแรก				
เมทแอมเฟตามีน	90	91.8	187	95.4
กัญชา	5	5.1	8	4.1
ยาไอซ์	3	3.1	1	0.5
สาเหตุที่เสพยาเสพติด				
อยากลอง	73	74.5	151	77.0
เพื่อนชวน	20	20.4	39	19.9
คลายเครียด	2	2.0	1	0.5
สนุกสนาน	3	3.1	0	0.0
ช่วยในการทำงาน	0	0.0	5	2.6
ปริมาณการเสพต่อสัปดาห์ (เม็ด)				
< 10	52	53.1	175	89.3
20 – 10	18	18.4	13	6.6
30 – 21	13	13.3	5	2.6
> 30	15	15.3	3	1.5
Mean \pm SD	16.2 \pm 10.2		5.15 \pm 7.1	
ความถี่ในการเสพ (ครั้ง/สัปดาห์)				
3 – 1	51	52.0	170	86.7
6 – 4	15	15.3	14	7.1
10 – 7	28	28.36	12	6.1
> 10	4	4.1	0	0.0
Mean \pm SD	4.7 \pm 103.4		2.1 \pm 4.7	

ชนิดตัวแปร	กลุ่มศึกษา (n=98)		กลุ่มควบคุม (n = 196)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระยะเวลาการเสพยาเสพติด				
เมทแอมเฟตามีน	3	33.7	102	52.0
5-1 ปี	41	41.8	48	24.5
10 – 6 ปี	10	10.2	21	10.7
15 – 11 ปี	11	11.2	15	7.7
20 – 16 ปี	3	3.1	10	5.1
< 20 ปี				

จากการเปรียบเทียบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจิตจากการเสพยาเสพติดเมทแอมเฟตามีน ทดสอบความสัมพันธ์โดยใช้สถิติ Chi-Square test พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจิตเวช ประกอบด้วย สถานภาพสมรส (COR = 1.830, %95CI = 1.06 – 3.152, P – value < (0.05, รายได้ (COR = 2.157, %95CI = 1.120 – 4.154, P – value < .05 ส่วนประวัติการใช้ยาเสพติดพบว่ามียาเสพติดพบว่ามีปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจิตเวช ได้แก่ ระยะเวลาในการเสพยาเสพติดเมทแอมเฟตามีน (COR = 2.137, 95%CI = 1.291 – 3.538, P – value < 0.5) ปริมาณที่เสพยาเสพติดเมทแอมเฟตามีน (COR = 9.400, 95%CI = 4.090 – 21.606, P – value < 0.05) และ ความถี่ในการเสพยาเสพติดเมทแอมเฟตามีน (COR = 7.434, 95%CI = 3.617 – 15.282, P – value < 0.05)

ตารางที่ 3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจิตจากการเสพยาเสพติดเมทแอมเฟตามีน

ปัจจัยส่วนบุคคล	กลุ่มศึกษา	กลุ่มควบคุม	COR	95% CI for COR		P-value
	n (%)	n (%)		Lower	Upper	
อายุ						
18 – 24 ปี	44(44.9)	81(41.3)	1.157	.709	1.887	.559
25 ปีขึ้นไป	54(55.1)	115(68.0)				
สถานภาพสมรส						
โสด	74(75.5)	123(62.8)	1.830	1.062	3.152	.028
สมรส	24(24.5)	73(37.2)				
รายได้ (บาท)						
0 – 10,000	77(78.6)	174(88.8)	2.157	1.120	4.154	.020
10,001	21(21.4)	22(11.2)				
อายุเริ่มเสพยาเสพติด						
ต่ำกว่า 18 ปี	65(66.3)	115(58.7)	1.387	.836	2.302	.204
18 ปีขึ้นไป	33(33.7)	81(41.3)				
ระยะเวลาการเสพยาเสพติดเมทแอมเฟตามีน						
1-5 ปี	33(33.7)	102(52.0)	2.137	1.291	3.538	.003
6 ปี ขึ้นไป	65(66.3)	94(48.0)				
ปริมาณที่เสพยาต่อสัปดาห์						

ปัจจัยส่วนบุคคล	กลุ่มศึกษา	กลุ่มควบคุม	COR	95% CI for COR		P-value
	n (%)	n (%)		Lower	Upper	
ต่ำกว่า 20 เม็ด	70(71.4)	188(95.2)	9.400	4.090	21.606	.000
20 เม็ดขึ้นไป	28(28.6)	8(4.1)				
ความถี่ในการเสพ ครั้ง/สัปดาห์						
1-6	66(67.3)	184(93.9)	7.434	3.617	15.282	.000
7 ครั้ง ขึ้นไป	32(32.7)	12(6.1)				

การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงกับการเกิดโรคจิตเวชจากการเสพเมทแอมเฟตามีน โดยใช้ Multiple logistic regression โดยใช้ Multi-variable analysis พบว่า ปัจจัยที่มีความเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจิตเวชจากการเสพเมทแอมเฟตามีน เมื่อควบคุมอิทธิพลของปัจจัยอื่นแล้ว ได้แก่ ระยะเวลาในการเสพ ปริมาณในการเสพ และความถี่ในการเสพ (AOR 2.253, 95%CI=1.270 -3.995, P-value = .005,) (AOR 3.985, 95%CI=1.525-10.415, P-value = .005) และ (AOR 3.661, 95%CI=1.567-8.553, P-value = .003 (ตามลำดับ

ส่วนที่ 4 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคจิตเวชจากการเสพเมทแอมเฟตามีน

ปัจจัยด้านอื่นๆ	COR	AOR	95% CI for AOR		P-value
			Lower	Upper	
ระยะเวลาการเสพเมทแอมเฟตามีน	2.137	2.253	1.270	3.995	.005
ปริมาณการเสพต่อสัปดาห์	9.400	3.985	1.525	10.415	.005
ความถี่ในการเสพ	7.434	3.661	1.567	8.553	.003
สถานภาพสมรส	1.830	2.123	1.095	4.118	.026
รายได้	2.157	2.247	1.021	4.949	.044

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ เป็นการศึกษาระยะเวลาในการเสพเมทแอมเฟตามีนของผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีน และปัจจัยอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจิตเวชของผู้ป่วยติดยาเสพติดประเภทเมทแอมเฟตามีน ที่เข้ารับการบำบัดรักษา ยาเสพติดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี โดยผลการศึกษพบว่า มีปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดโรคจิตเวชจากการเสพเมทแอมเฟตามีน ได้แก่

ระยะเวลาในการเสพเมทแอมเฟตามีน เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจิตเวช โดยคนที่เสพเมทแอมเฟตามีน มากกว่า 5 ปี จะมีโอกาสเสี่ยงในการเกิดโรคจิตเวชเป็น 2.1 เท่าของคนที่ไม่เกิน 5 ปี แสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงและอันตรายจากการเสพเมทแอมเฟตามีนในระยะเวลาต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุพรรณณี โทธิ (2543) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอาการทางจิตประสาทกับแบบแผนการเสพเมทแอมเฟตามีนของผู้ป่วยรายใหม่ที่มารับการบำบัดรักษาในโรงพยาบาลธัญญารักษ์ จำนวน 70 คน พบว่าปริมาณการเสพเมทแอมเฟตามีนและระยะเวลาการเสพเมทแอมเฟตามีนมีความสัมพันธ์กับอาการทางจิตประสาทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ จากการศึกษาของ วชิรี จุลยพันธ์และคณะ (2543) ได้ศึกษาเปรียบเทียบแบบแผนการเสพยาบ้าของผู้ป่วยเสพยาบ้าที่มีอาการทางจิตประสาทและผู้ป่วยเสพยาบ้าที่ไม่มีอาการทางจิตประสาทที่เข้ารับการบำบัดรักษาในโรงพยาบาลธัญญารักษ์ จำนวน 180 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่มีอาการทางจิตประสาทจำนวน 45 คน และกลุ่มที่ไม่มีอาการทางจิตประสาทจำนวน 135 คน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ปริมาณการเสพเมทแอมเฟตามีน โดย คนที่เสพเมทแอมเฟตามีนในปริมาณสูงพบว่ามีความเสี่ยงเพิ่มมากขึ้น คนที่เสพในปริมาณ มากกว่า 20 เม็ดต่อสัปดาห์ พบว่ามีความเสี่ยงในการเกิดโรคจิตเวชเป็น 9.4 เท่า ของคนที่เสพในปริมาณต่ำกว่า 20 เม็ด ต่อสัปดาห์

ความถี่ในการเสพเมทแอมเฟตามีน พบว่า คนที่เสพ เกิน 6 ครั้ง ต่อสัปดาห์ มีความเสี่ยงในการเกิดโรคจิตเวชเป็น 7.4 เท่า ของคนที่เสพไม่เกิน 6 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยคนที่เป็นโรคจิตเวช ส่วนใหญ่ จำนวนครั้งของการเสพออยู่ระหว่าง 7 – 10 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ร้อยละ 28.36 และคนที่ไม่เป็นโรคจิตเวช มีจำนวนครั้งของการเสพออยู่ระหว่าง 1 – 3 ครั้ง ต่อสัปดาห์

สถานภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พบว่า มีสถานภาพโสด ร้อยละ 75.5 และ 62.8 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ พบว่า คนที่เสพเมทแอมเฟตามีนที่มีสถานภาพสมรส โสด มีความเสี่ยงในการเกิดโรคจิตเวชเป็น 1.8 เท่าของคนที่มีสถานภาพสมรสคู่ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมไม่พบความสัมพันธ์เกี่ยวกับสภาพสมรสกับการเกิดโรคจิตเวช

ข้อเสนอแนะ การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบเฉพาะปัจจัยส่วนบุคคล และประวัติการเสพเมทแอมเฟตามีน และยาเสพติดร่วมเท่านั้น ยังไม่ครอบคลุมถึงบุหรื สุรา ซึ่งเป็นสารเสพติดร่วม จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมให้ครอบคลุมยาและสารเสพติดดังกล่าว นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาทางระบบประสาท สมอง และพยาธิสภาพทางด้านร่างกาย เพื่อหาสาเหตุ และปัจจัยในการเกิดโรคจิตเวชจากการเสพเมทแอมเฟตามีน เพื่อประโยชน์ในการป้องกันการเกิด การดูแลรักษาและฟื้นฟูต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ พ.ต.ต.หญิง ดร. พูนรัตน์ สียติกุล ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของงานจนบรรลุสำเร็จไปด้วยดี ขอขอบคุณนายแพทย์ธิดิ อั้งอารี ผู้อำนวยการโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลวิจัย และผู้ป่วยซึ่งเป็นเจ้าของข้อมูลทุกท่าน จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- มานพ คณะโต) .2555 .(สังเคราะห์สถานการณ์สารเสพติด พ.ศ.2545-2555 สถานการณ์ยาบ้า .สืบค้นเมื่อ 3, 12, 2560, จาก <http://www.nsaccmu.com>
- ระบบรายงาน ระบบติดตามและเฝ้าระวังปัญหาหายาเสพติด กระทรวงสาธารณสุข. (2560) สืบค้นเมื่อ 3, 12, 2560, จาก <https://antidrugnew.moph.go.th>
- วัชรี จุลยพันธ์, ภัฏญา ภูระหงส์ และอวยพร ศุภศจี. (2543). การศึกษาเปรียบเทียบแบบแผนการเสพยาบ้าของผู้ป่วยเสพยาบ้าที่ไม่มีอาการทางจิตประสาท .กรุงเทพฯ : โรงพยาบาลธัญญารักษ์.
- สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด. (2560) แผนปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติด ปี 2560 .สืบค้นเมื่อ 3, 12, 2560, จาก <http://www.oic.go.th>
- สุพรรณิ โปธิ. (2543). การศึกษาความสัมพันธ์อาการทางจิตประสาทกับแบบแผนการเสพเมทแอมเฟตามีนของผู้ป่วยรายใหม่ที่มารับการบำบัดรักษาในโรงพยาบาลธัญญารักษ์. กรุงเทพฯ: โรงพยาบาล ธัญญารักษ์.
- United Nations Office On Drugs and Crime. (2016). *World drug report 2016*. Accessed October 15,2017.Retrieved from <http://www.unodc.org>.

การศึกษาสัดส่วนของผู้ใช้สุราในผู้ป่วยเสพติดแอมเฟตามีน
ที่มารับบริการโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี

The Proportion of Alcohol Use Disorders with Methamphetamine Use Disorders
in Patients to Thanyarak Udonthani Hospital.

วรรณพร ประจันตะเสน¹ วริสรา ลูวีระ²

¹ สาขาวิชาการพัฒนาสุขภาพชุมชน ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

E-mail : Varisara_111@yahoo.com (Corresponding author)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นวิจัยเชิงพรรณนาเพื่อศึกษา 1. (สัดส่วนของผู้ใช้สุราในผู้ป่วยเสพติดแอมเฟตามีนที่มารับบริการที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์ อุดรธานี 2. (แบบแผนการใช้สุรากับการเสพติดแอมเฟตามีนที่มารับบริการที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์ อุดรธานี โดยเก็บข้อมูลจากผู้เข้ารับการรักษาเสพติดแอมเฟตามีนแบบผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ประชากรกลุ่มเป้าหมายคือผู้ป่วยที่เสพติดแอมเฟตามีนที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี คำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โปรแกรม winpepi version 11.65 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 349 คนและใช้วิธีการเลือกแบบ Consecutive sampling ใช้วิธีการสัมภาษณ์ในช่วงเดือนมกราคม 2561 ถึงเดือนมีนาคม 2561 โดยใช้แบบสัมภาษณ์ประกอบด้วยตอนที่ 1 คุณลักษณะส่วนบุคคลของผู้ตอบคำถามและตอนที่ 2 ประวัติการใช้สุราและคัดกรองโดยใช้แบบประเมิน AUDIT ตอนที่ 3 แบบแผนการใช้สุราร่วมกับการเสพติดแอมเฟตามีน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย ร้อยละ 88.3 มีอายุระหว่าง 18-24 ปี ร้อยละ 40.1 มีผู้ใช้สุราในผู้ป่วยเสพติดแอมเฟตามีนจำนวน 229 คน คิดเป็นร้อยละ 65.6 และมีผู้ไม่ใช้สุราจำนวน 120 คนคิดเป็นร้อยละ 34.4 ผลการประเมินปัญหาจากการใช้สุราในผู้ป่วยเสพติดแอมเฟตามีนมีปัญหาการใช้แบบเสี่ยงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36.2 แบบแผนการใช้สุรากับการเสพติดแอมเฟตามีนของผู้ป่วยเสพติดแอมเฟตามีน แบ่งเป็น 4 แบบแผน ได้แก่ แบบแผนการใช้คู่กันมีจำนวนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 36.0 รองลงมา คือใช้ก่อน-หลัง คิดเป็นร้อยละ 32.5 ใช้สลับกัน คิดเป็นร้อยละ 28.5 และใช้ทดแทนกันอย่างถาวรคิดเป็นร้อยละ 3.1

คำสำคัญ: ผู้ใช้สุรา ผู้ป่วยเสพติดแอมเฟตามีน

Abstract

The objective of the study has two folds 1) to explored proportion of alcohol use disorders with methamphetamine use disorders in patients to Thanyarak Udonthani Hospital 2) to explored the pattern of alcohol use disorders with methamphetamine use disorders in patients to Thanyarak Udonthani Hospital. This descriptive study recruited 349 samples from metamphetamine's patients of Thanyarak Udon Thani Hospital. Target population is methamphetamine use disorders in patients to Thanyarak Udonthani Hospital. Calculate sample size by winpepi version 11.65 get 349 samples use the selection method is consecutive sampling data collected through interview during January 2018 – March 2018. Descriptive statistics was employed. Composed of Episode 1, the personal qualities of the respondents. Episode 2, history of Alcohol Use and Screening with AUDIT test Episode 3, Alcohol Use with Methamphetamine Addiction Descriptive statistics was employed.

It is found that the study samples most of them were male 88.3%, aged between 18-24 years 40.1%. There were 229 cases of alcohol use in metamphetamines patients 65.6 % and there

were 120 non-drinkers 34.4%

The results of alcohol consumption assessment in patients with methamphetamine found Hazardous drinker 36.2 %.Patterns of alcohol use disorders with methamphetamine use disorders in patients have 4 patterns as the following most of them to use together 36.0% , use before - after 32.5%, used interchangeably 28.5% and replacement 3.1 %

Keywords : Alcohol User, Methamphetamine Use Disorders

บทนำ

ในประเทศไทยยาเสพติดเป็นสิ่งผิดกฎหมาย ตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ.2522 ได้ให้ความหมายของยาเสพติดให้โทษไว้ว่า “สารเคมีหรือวัตถุชนิดใดๆซึ่งเมื่อเสพเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าจะโดยรับประทาน ดม สูบ ฉีด หรือประการใดๆแล้วทำให้เกิดผลต่อร่างกายและจิตใจในลักษณะสำคัญ เช่น ต้องเพิ่มขนาดการเสพเป็นลำดับ มีอาการถอนยาเมื่อขาดยา มีความต้องการการเสพทั้งร่างกายและจิตใจอย่างรุนแรงตลอดเวลาและสุขภาพโดยทั่วไปจะทรุดโทรมลง”)พระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ.2522,2522(กฎหมายประเทศไทยได้จัดเมทแอมเฟตามีนเป็นยาเสพติดให้โทษประเภท 1 ตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ.2522 จัดอยู่ในประเภทสารกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง เมทแอมเฟตามีนที่แพร่ระบาดอยู่มี 3 รูปแบบด้วยกันคือเมทแอมเฟตามีนซัลเฟต (Amphetamine sulfate (เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine (และเมทแอมเฟตามีนไฮโดรคลอไรด์ (Methamphetamine hydrochloride (ที่แพร่หลายมากคือยาบ้าและยาไอซ์ (กรมการแพทย์กระทรวงสาธารณสุข, 2558 (ซึ่งเมทแอมเฟตามีนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้และ ส่งผลเสียต่อประเทศชาติอย่างมากภายนอกนี้ยังมียาเสพติดอื่นที่เป็นอันตรายแต่ถูกกฎหมายสามารถเข้าถึงได้ง่าย คือสุราและบุหรี่พฤติกรรมการณ์ดื่มสุราเป็นพฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพเป็นปัญหาทางสังคมและสาธารณสุข สุราจัดเป็นสารเสพติดชนิดหนึ่งเนื่องจากมีเอธิลแอลกอฮอล์เป็นส่วนผสม ฤทธิ์ในทางเสติดคือออกฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง มีการเสติดทั้งทางร่างกายและจิตใจปัจจุบันสุราจัดเป็นสารเสติดอีกชนิดหนึ่งที่มีผู้ใช้เกือบทุกกลุ่มวัย เพราะหาซื้อง่ายใช้ในหลายโอกาส จึงทำให้ปัญหาการดื่มสุราทวีความรุนแรงมากขึ้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน สวรรยา สิริภคกงศลและคณะ (2554) อ้างโดย WHO, (2004(จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลกพบว่า ทุกปีมีปัญหาจากการดื่มสุราและก่อให้เกิดผลกระทบคือมีอัตราการตายสูงมากถึง 1.8 ล้านคน และมีผู้ที่มีปัญหาการดื่มสุราสูงโดยในเพศชายมากกว่าเพศหญิงและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จังหวัดอุดรธานีตั้งอยู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยข้อมูลด้านยาเสพติดในจังหวัดอุดรธานีพบว่าจากสถิติการจับกุมยาเสพติดพบว่ายาบ้ามีจำนวนมากที่สุดแสดงให้เห็นถึงการความรุนแรงของการแพร่ระบาดในพื้นที่ได้เป็นอย่างดี (สำนักงานจังหวัดอุดรธานี, 2559(

สถานการณ์การแพร่ระบาดของยาเสพติดในพื้นที่จังหวัดอุดรธานีพบว่าชนิดของยาเสพติดที่มีการค้าและแพร่ระบาดยังคงเป็นยาบ้า กัญชาแห้ง สารระเหย กระท่อม และไอซ์และพื้นที่ที่จำนวนผู้ค้าลดลงแต่มีจำนวนผู้เสพเพิ่มขึ้นคือจังหวัดอุดรธานี รายงานยังระบุด้วยว่าจังหวัดที่มีผู้รับการบำบัดรักษารายเก่ามากที่สุดคือจังหวัดอุดรธานีอีกด้วยซึ่งข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกัน(คณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด, 2557(จากข้อมูลรายงานสถานการณ์การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์รายจังหวัด พ.ศ.2554 พบว่าจังหวัดอุดรธานีพบว่าสัดส่วนของนักดื่มที่ดื่มแล้วมีปัญหา ร้อยละ 8.1 ซึ่งปัญหาที่ตามมาจากการดื่มคือปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดื่มแอลกอฮอล์ได้แก่ ปัญหาสุขภาพ ปัญหาครอบครัว ปัญหาความรุนแรงและปัญหาทางการเงินโดยนำเสนอเป็นสัดส่วนของผู้ที่ได้รับปัญหาในนักดื่มผู้ใหญ่ และดัชนีคะแนนความเสี่ยงต่อปัญหาแอลกอฮอล์ของจังหวัด 0.536)อันดับที่ 23 ของประเทศ) ใช้คะแนน 0-1 โดยคะแนนเข้าใกล้หนึ่งหมายถึง มีความเสี่ยงต่อปัญหาแอลกอฮอล์มากและเมื่อเรียงตามระดับความรุนแรงจากน้อยไปมากเรียงตามสี คือ สีเขียว เหลือง ส้ม และแดง พบว่าอุดรธานีมีระดับความรุนแรงมากคือสีแดง (ศูนย์วิจัยปัญหาสุรา สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ, 2556 (การใช้สุราและการใช้เมทแอมเฟตามีนจึงเป็นปัญหาทางสุขภาพที่ต้องดำเนินการแก้ไขและป้องกันอย่างเร่งด่วนโรงพยาบาลธัญญารักษ์

อุดรธานี การศึกษาอิสระเรื่องสัดส่วนของผู้ดื่มสุราในผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีนที่มารับบริการที่โรงพยาบาล ศึกษารักษาอุดรธานีเพื่อเพิ่มองค์ความรู้ในการดูแลผู้ป่วยและเป็นข้อมูลทางวิชาการและเป็นการเฝ้าระวังผลกระทบ ของสุราและ เมทแอมเฟตามีนที่เกิดขึ้นและเพื่อเป็นการวางมาตรการหรือนโยบายให้สอดคล้องกับนโยบายของ รัฐบาล ตลอดจนนโยบายของหน่วยงานและสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนเพื่อดูแลผู้ป่วยได้และ แก้ปัญหาสุราและเมทแอมเฟตามีนให้สังคมและประเทศชาติต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสัดส่วนของผู้ใช้สุราในผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีนที่มารับบริการที่โรงพยาบาลอุดรธานี
2. เพื่อศึกษาแบบแผนการใช้สุรากับการเสพเมทแอมเฟตามีนที่มารับบริการที่โรงพยาบาลอุดรธานี

วิธีการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Study) ประชากรกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้ป่วยที่ เสพเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาลอุดรธานี ปีงบประมาณ 2561 ใช้เกณฑ์คัดเข้าคือ เป็นผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับบริการที่แผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลอุดรธานีอายุ 18 ปี บริบูรณ์ขึ้นไปเกณฑ์คัดออก คือมีภาวะ Psychosis หรือโรคทางจิตเวชร่วมคำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โปรแกรม winpepi vesion 11.65 กำหนด Confidence level)% (กำหนดค่าความเชื่อมั่น 95% Acceptable difference กำหนดเป็น 10% ของ Assumed proportion $0.2 \times 10\% = 0.02$ Assumed proportion จากการทำ Pilot Study ในลักษณะและบริบทใกล้เคียงกัน จากโรงพยาบาลอุดรธานีขอนแก่นพบว่า ผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีนที่มารับบริการผู้ป่วยจำนวน 50 รายมีผู้ติดสุราจำนวน 10 ราย = $10/50$ หรือเท่ากับ 0.2 Population size จากจำนวนผู้มารับบริการที่แผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลอุดรธานีตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2559-28 กุมภาพันธ์ 2560 มีจำนวนผู้มารับบริการทั้งหมด 340 คน Allow for loss of 20% of subjects จะได้ประชากรทั้งหมด 349 คน ใช้วิธีการเลือกแบบ Consecutive sampling

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ลักษณะข้อมูลเป็นแบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจากการทบทวนตามทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 คุณลักษณะส่วนบุคคลของผู้ตอบคำถามมี 11 ข้อประกอบด้วย อายุ เพศ สัญชาติ ศาสนา สถานภาพสมรสเขตที่อยู่อาศัย ระดับการศึกษาสูงสุด อาชีพ รายได้ ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดา ความสัมพันธ์ ในครอบครัว

ตอนที่ 2 ประวัติการใช้สุราคัดกรองโดยใช้แบบประเมิน AUDIT (The Alcohol Use Disorder Identification Test) คือวิธีการคัดกรองผู้ดื่มสุราที่ดื่มแบบมีความเสี่ยง (hazardous use) หรือดื่มแบบอันตราย (harmful use) ซึ่งแบบประเมินนี้พัฒนาโดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization) เพื่อให้เป็น เครื่องมือแบบง่ายในการคัดกรองการดื่มสุราที่มากเกินไปและในการประเมินที่มีเวลาจำกัดโดยกล่าวถึงวิธีการคัด กรองผู้ดื่มสุราที่ดื่มแบบมีความเสี่ยง (hazardous use)หรือดื่มแบบอันตราย (harmful use) ในเวชปฏิบัติทั่วไปเป็น เครื่องมือที่นิยมใช้กันมาที่สุดในปัจจุบันประกอบด้วยคำถาม 10 คำถามซึ่งแต่ละคำถามจะมีคะแนนตั้งแต่ 0 -4 คะแนน โดยผู้ที่มีคะแนน ตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไปคือมีผลบวกลือว่ามีปัญหาการใช้แอลกอฮอล์ที่อันตรายหรืออันตราย มาก (Hazardous or Harmful Use) แบบวัด AUDIT เป็นแบบคัดกรองผู้มีปัญหาการดื่มแอลกอฮอล์ที่ถูกใช้อย่าง แพร่หลายทั้งในการคัดกรองทางคลินิกและในงานวิจัยทั่วโลก (สาวิตรี อัญฉางค์กรชัยและคณะ, 2546)

ตอนที่ 3 แบบแผนการดื่มสุราร่วมกับการเสพเมทแอมเฟตามีน ประกอบด้วยลักษณะแบบแผนการใช้สุรากับ ลักษณะแบบแผนการใช้อ่อน-หลัง ลักษณะแบบแผนการใช้สลับกัน ลักษณะแบบแผนการใช้ทดแทน ลักษณะแบบ แผนการใช้ทดแทนอย่างถาวร

คุณภาพของเครื่องมือ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือมากจากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนของการใช้ยาและสารเสพติดหลายชนิด ทบทวนงานวิจัยและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนสังเกตและสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้อง และมีความรู้ของโรงพยาบาลธัญญารักษ์ อุดรธานีถึงวิธีการประเมิน การสร้างสัมพันธภาพและเทคนิคในการสัมภาษณ์ผู้ป่วยเพื่อนำมาเป็นฐานข้อมูลในการประยุกต์และสร้างแบบสัมภาษณ์ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย อีกทั้งยังมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ในการวิจัยโดยใช้การตรวจสอบด้านความตรงด้านเนื้อหา (content validity) ผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่านที่มีความชำนาญด้านยาเสพติด ได้แก่ แพทย์ผู้ทำการตรวจรักษาผู้ป่วยด้านยาเสพติดโรงพยาบาลธัญญารักษ์ อุดรธานี ผู้เชี่ยวชาญด้านยาเสพติด มหาวิทยาลัยขอนแก่นและผู้เชี่ยวชาญด้านการดูแลผู้ป่วยยาและสารเสพติดจากโรงพยาบาลธัญญารักษ์ อุดรธานี เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความถูกต้อง ครบคลุม ตามวัตถุประสงค์ แล้วนำแบบสัมภาษณ์ปรับปรุงแก้ไข โดยพิจารณาจากข้อคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ นำแบบสอบถามที่ แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เสพเมทแอมเฟตามีนที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์ขอนแก่น ซึ่งมีลักษณะบริบทใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา จำนวน 30 คนเพื่อให้ข้อคิดเห็นในเรื่องของ คำชี้แจง การใช้ภาษาตัวเลือก ความต่อเนื่องของคำถาม ความชัดเจนของข้อความถาม และความชัดเจนของแบบสอบถาม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์รายบุคคลตัวต่อตัว ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายโดยการขออนุญาตทุกครั้ง ก่อนเก็บข้อมูลโดยใช้ห้องซักประวัติที่มีความเป็นส่วนตัว มิดชิด ไม่มีเสียงหรือสิ่งรบกวนอื่นๆ และมีผู้เพียงผู้วิจัยและกลุ่มเป้าหมายเท่านั้นและแจ้งกลุ่มเป้าหมายในการเก็บรักษาข้อมูลเป็นความลับ

การจัดการข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบสัมภาษณ์ที่รวบรวมได้มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Window version 19 (Statistical Packages for the Social Science ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น)โดยสถิติที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย สถิติการแจกแจงความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

การจัดการข้อมูล

ตรวจสอบความถูกต้อง สมบูรณ์ ครบถ้วนของแบบสัมภาษณ์ทุกฉบับที่ได้จากการเก็บข้อมูล นำเข้าข้อมูลแบบ Data double entry เพื่อควบคุมคุณภาพของการบันทึกข้อมูล

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลหลังจากผ่านการอนุมัติการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ : HE601468 ดำเนินการโดยผู้วิจัยเข้าพบกลุ่มตัวอย่าง แนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอน และวิธีการเก็บ โดยอธิบายให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจและรับทราบว่าการให้ความยินยอมหรือไม่ให้การยินยอมในการศึกษานี้ จะไม่มีผลต่อการรับบริการแต่อย่างใด ซึ่งกลุ่มตัวอย่างสามารถยุติการเข้าร่วมวิจัยได้ตลอดเวลา การจัดเก็บข้อมูลจะไม่มีการบันทึกชื่อนามสกุลของผู้ให้ข้อมูลแต่อย่างใด และข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยเท่านั้น โดยนำเสนอข้อมูลทางวิชาการในภาพรวม

ผลการวิจัย

คุณลักษณะตัวอย่าง ประชากรที่ศึกษาคือผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์ อุดรธานี กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ร้อยละ 88.3 เป็นเพศชาย ร้อยละ 40.1 มีอายุระหว่าง 18-24 ปี ร้อยละ 61.9 มีสถานภาพโสด อาศัยในเขตชุมชนเมือง ร้อยละ 62.76 และอาศัยชุมชนชานบท ร้อยละ 37.24 สำเร็จการศึกษา

ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมากที่สุด ร้อยละ 28.7 มีอาชีพรับจ้างมากที่สุด ร้อยละ 23.8อาชีพรองลงมา ว่างานร้อยละ 20.6ส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ69.6 บิดามารดาอยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น ร้อยละ 67.0 บิดามารดาอยู่ด้วยกันอย่างไม่ราบรื่น ร้อยละ 8.3 และหย่าร้อยละ 9.2 ผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธร้อยละ 99.1 และมีสัญชาติไทยร้อยละ 99.4 แสดงข้อมูลในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวน และร้อยละของผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีนที่มารับบริการที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานีตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 - มีนาคม 2561 จำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อมูลส่วนบุคคล (n=349)		จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	308	88.3
	หญิง	41	11.7
อายุ	18-24ปี	140	40.1
	25-34ปี	124	35.5
	35- 44ปี	54	15.5
	45-54 ปี	27	7.7
	55-64 ปี	4	1.1
สถานภาพสมรส	โสด	216	61.9
	สมรส	102	29.2
	แยกกันอยู่	17	4.9
	หย่า	14	4.0
ระดับการศึกษาสูงสุด	ประถมศึกษา	54	15.5
	มัธยมศึกษาตอนต้น	63	18.1
	มัธยมศึกษาตอนปลาย	100	28.7
	อาชีวศึกษา(ปวช/ปวส)	71	20.3
	ปริญญาตรี	60	17.2
	ปริญญาโท	1	0.3
อาชีพหลัก	รับราชการ	5	1.4
	รัฐวิสาหกิจ	11	3.2
	ทหาร/ตำรวจ	4	1.1
	พนักงานบริษัทเอกชน	10	2.9
	พนักงานโรงแรม	8	2.3
	รับจ้าง	83	23.8
	ผู้ใช้แรงงาน	10	2.9
	ค้าขาย	29	8.3
	เกษตรกร	54	15.5
	การคมนาคม	1	0.3
	(อื่นๆ) นักเรียนนักศึกษา	44	12.6
	ว่างงาน	72	20.6
	พนักงานของรัฐ	8	2.3
	ลูกจ้างชั่วคราว	9	2.6
	แม่บ้าน	10	0.3

ข้อมูลส่วนบุคคล (n=349)		จำนวน	ร้อยละ
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	ต่ำกว่า 10,000 บาท	243	69.6
	10,001-35,000 บาท	106	30.4
ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดาในปัจจุบัน	อยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น	234	67.0
	อยู่ด้วยกันอย่างไม่ราบรื่น	29	8.3
	หย่า	32	9.2
	บิดาเสียชีวิต	33	9.5
	มารดาเสียชีวิต	12	3.4
	บิดาและมารดาเสียชีวิต	9	2.6

สัดส่วนของผู้ใช้สุราในผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี

พบว่า ผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี จำนวน 349 คน มีผู้ใช้สุรา จำนวน 229 คน คิดเป็นร้อยละ 65.6 และมีผู้ไม่ใช้สุรา จำนวน 120 คนคิดเป็นร้อยละ 34.4 ตามลำดับ ดังนั้นสัดส่วนของผู้ใช้สุราในผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี เท่ากับ 0.65 ผลการประเมินปัญหาจากการใช้สุราของผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี มีปัญหาการใช้แบบเสี่ยง จำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36.2 รองลงมาคือ มีปัญหาการใช้แบบติด คิดเป็นร้อยละ 26.6 มีปัญหาการใช้แบบเสี่ยงต่ำ คิดเป็นร้อยละ 20.1 และมีปัญหาการใช้แบบอันตราย คือ 17.0 ตามลำดับแสดงผลในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงผลการประเมินปัญหาจากการใช้สุราในผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 - มีนาคม 2561

ผู้ใช้สุราในผู้ป่วยเมทแอมเฟตามีน (N = 229)	จำนวน	ร้อยละ
ผู้ใช้แบบเสี่ยงต่ำ (Low risk drinker)	46	20.1
ผู้ใช้แบบเสี่ยง (Hazardous drinker)	83	36.2
ผู้ใช้แบบอันตราย (Harmful use)	39	17.0
ผู้ใช้แบบติด (Alcohol dependence)	61	26.6
รวม	229	100.0

จากตาราง 2 ได้อธิบายความเสี่ยงของการใช้ในระดับต่างกันดังนี้

ผู้ใช้แบบเสี่ยงต่ำ (Low risk drinker) คือกลุ่มผู้ใช้โดยทั่วไป หมายถึง ผู้ใช้เป็นครั้งคราวอาทิเวลาเข้าสังคม เป็นต้น ผู้ใช้แบบเสี่ยง (Hazardous drinker) หมายถึงลักษณะการใช้สุรา ที่มีความเสี่ยงต่อผลเสีย ตามมาทั้งต่อตัวผู้ใช้อเองหรือ ผู้อื่น พฤติกรรมการใช้สุราแบบ เสี่ยงนี้ถือว่ามีความสำคัญ ในเชิงสาธารณสุข แม้ว่า ขณะนี้ ผู้ใช้จะยังไม่เกิดความเจ็บป่วยใดๆ ก็ตาม

ผู้ใช้แบบอันตราย (Harmful use) หมายถึงการใช้สุราจนเกิด ผลเสียตามมาต่อสุขภาพกายหรือสุขภาพจิต รวมถึงผลเสีย ทางสังคมจากการใช้สุรา

ผู้ใช้แบบติด (Alcohol dependence) หมายถึงผู้ที่ใช้แล้วเกิดปัญหาด้านต่างๆรวมทั้งมีอาการลงแดงเมื่อขาดสุรา กลุ่มนี้ต้องการการบำบัดทางการแพทย์ เช่นการถอนพิษ การให้ยาเพื่อป้องกันและบำบัดอาการลงแดง ซึ่งบริการเหล่านี้ อาจจะต้องทำใน แผนกผู้ป่วยใน

แบบแผนการใช้สุรากับการเสพเมทแอมเฟตามีน

แบบแผนการใช้สุรากับการเสพเมทแอมเฟตามีนของผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับการบำบัดที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี แบ่งเป็น 4 แบบแผน ได้แก่ แบบแผนการใช้คู่กันมีจำนวนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 36.0 รองลงมา คือใช้ก่อน-หลัง คิดเป็น 32.5 ใช้สลับกัน คิดเป็น 28.5 และใช้ทดแทนกันอย่างถาวรคิดเป็นร้อยละ 3.1แสดงข้อมูลดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงแบบแผนการใช้สุรากับการเสพเมทแอมเฟตามีนของผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับการบำบัดที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานีตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 - มีนาคม 2561

แบบแผนการใช้สุราร่วมกับการเสพเมทแอมเฟตามีน (N = 229)	12 เดือนที่ผ่านมา		วิธีการใช้			
	จำนวน	ร้อยละ	สุรา	เมทแอมเฟตามีน		
ใช้คู่กัน	83	36.2	ดื่ม	สูบ	กิน	ฉีด
ใช้ก่อน-หลัง	74	32.5	ดื่ม	สูบ	กิน	ฉีด
ใช้สลับกัน	65	28.5	ดื่ม	สูบ	กิน	ฉีด
ใช้ทดแทนกันอย่างถาวร	7	3.1	ดื่ม	สูบ	กิน	ฉีด
รวม	229	100	100%	100%	0%	0%

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า สัดส่วนการของการสุราในผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีนมีจำนวนมากและแบบแผนการของการใช้สุราในผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีนมีหลากหลายขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของผู้ใช้และความคาดหวังผลของผู้ใช้สุราในผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีนโดยการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสัมภาษณ์และแบบประเมินปัญหาจากการดื่มสุรา AUDIT (Alcohol Use Disorders Identification Test) จำนวน 10 ข้อเพื่อต้องการมองเห็นปัญหาของการใช้สุราของผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีน ที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ให้ชัดเจนขึ้น สัดส่วนของผู้ใช้สุราในผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี มีจำนวน 349 คน มีผู้ที่ใช้สุรา จำนวน 229 คน คิดเป็นร้อยละ 65.6สอดคล้องกับงานวิจัย สวัสดิ์ อุ่นใจ (2560) ที่ได้ทำการศึกษาสัดส่วนการใช้ยาและสารเสพติดหลายชนิดที่เข้ารับการบำบัดรักษายา และสารเสพติดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี พบว่า มีแนวโน้มสูงขึ้น ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2559- เดือนมกราคม 2560 ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมาเคยใช้ยาและสารเสพติดหลายชนิด คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 16.55 (สวัสดิ์ อุ่นใจ, 2560) และจากการศึกษาของผู้ใช้ยาบ้าในกลุ่มผู้ใช้แรงงานในโรงงานอุตสาหกรรมเก็บข้อมูลในผู้ใช้แรงงานจำนวน 3,135 คน อายุระหว่าง 15-45 ปี จากโรงงาน 24 โรงงานในเขตจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนโดยใช้แบบสอบถามพบว่า ผู้ที่ดื่มสุรายาบ้ามากกว่าผู้ไม่ดื่มสุรา OR=5.3,95% CI=2.6-10.7 (สรिता ธีระวัฒน์สกุลและคณะ, 2545) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ยาบ้าและสุราว่าผู้ที่ดื่มสุรามีความเสี่ยงที่จะใช้ยาบ้าได้มากกว่า ผู้ไม่ดื่มจึงพบผลของการใช้สุราในผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีนมากกว่าผู้ไม่ใช้สุราในผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีน

แบบแผนการใช้สุราในผู้ป่วยเสพเมทแอมเฟตามีนที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานีพบว่า แบ่งเป็น 4 แบบแผน ได้แก่ แบบแผนการใช้คู่กันใช้ก่อน-หลัง ใช้สลับกัน ใช้ทดแทนกันอย่างถาวรแบบแผนและพบว่าแบบแผนการใช้คู่กันมีจำนวนมากที่สุด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ามีวัตถุประสงค์ที่หลากหลายตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยในแบบแผนการใช้คู่กันพบว่าจากงานวิจัยโสฬรรณ อินทสิทธิ์ (โสฬรรณ อินทสิทธิ์2554 ,) ซึ่งได้ศึกษากระบวนการและความสัมพันธ์ของการดื่มแอลกอฮอล์กับการใช้ยาเสพติด ในวัยรุ่นพบว่าพฤติกรรมใช้ยาเสพติดและแอลกอฮอล์สลับในช่วงเวลาเดียวกันเหตุผลคือใช้ฤทธิ์ของแอลกอฮอล์เพื่อบรรเทาอาการที่ไม่พึง

ประสงค์อันเกิดจากฤทธิ์ของยาบ้า และใช้ประโยชน์จากฤทธิ์ของยาบ้าเพื่อช่วยทำให้ไม่มีอาการเมาแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังพบว่า แบบแผนของการใช้ทดแทนกันอย่างถาวรมีน้อยที่สุดซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิรุทธ์ อุททา (นิรุทธ์ อุททา 2548 ,) ที่ทำการศึกษารวบรวมอัตราการเสพยาบ้าและพฤติกรรมการใช้สารเสพติดเพื่อทดแทนยาบ้าของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในประเทศไทยพบว่า สารเสพติดที่ใช้เพิ่มขึ้นเพื่อทดแทนยาบ้าคือ แอลกอฮอล์ซึ่งมากที่สุดคิดเป็น 5.7% อาจเกิดจากงานวิจัยของนิรุทธ์ อุททา ศึกษาสถาบันธัญญารักษ์ในบริบทระดับประเทศและศึกษาในผู้ป่วยเสพยาบ้าที่เข้ารับการรักษาในผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาแล้วภายในระยะเวลา 12 เดือนในขณะที่งานวิจัยนี้ศึกษาในผู้ป่วยเสพยาบ้าที่เข้ารับการรักษา ณ ห้วงเวลาที่ศึกษากลับคือเป็นผู้ใช้เมทแอมเฟตามีนอย่างต่อเนื่องและทำในบริบทพื้นที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี จึงทำให้แตกต่างกัน

ข้อจำกัดและอุปสรรค

การเข้าถึงข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจะต้องใช้เวลาในการสร้างสัมพันธภาพเนื่องจากเป็นแบบสัมภาษณ์ การสร้างสัมพันธภาพที่ดีจะได้มาซึ่งข้อมูลที่มีความถูกต้องเที่ยงตรง สมบูรณ์มากที่สุด และช่วงระยะเวลาของการศึกษาอาจยังไม่ครอบคลุมเนื่องจากใช้ระยะเวลาศึกษาเพียง 3 เดือนอาจไม่สามารถอธิบายพฤติกรรมของผู้ป่วยทั้งปีได้ และโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ให้บริการผู้ป่วยนอกและในทั้งเพศหญิงและเพศชายแต่ผู้ป่วยในจำกัดแค่เพศชายอาจทำให้กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงที่เข้ารับบริการผู้ป่วยนอกน้อยเนื่องจากปัจจัยหลายด้านเช่น ขาดการประชาสัมพันธ์ ผู้ป่วยหญิงบางส่วนต้องการรักษาแบบผู้ป่วยในเมื่อไม่สามารถเข้ารับบริการได้จึงไปใช้บริการที่อื่น

ข้อเสนอแนะ

1.ควรศึกษาแบบแผนการใช้สารร่วมกับการเสพยาบ้าเมทแอมเฟตามีนโดยการใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก เพื่อให้ได้ข้อมูลมีคุณภาพสมบูรณ์ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ต้องขอขอบคุณ คณะอาจารย์ประจำภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อนุเคราะห์ความรู้คำแนะนำ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่เป็นแหล่งความรู้ ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานีและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล สุดท้ายต้องขอขอบคุณกลุ่มประชากรตัวอย่างที่เสียสละเวลาตอบแบบสัมภาษณ์ ทำให้การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีประโยชน์และคุณค่าที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บุพการี ผู้มีพระคุณและทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด.(2557).สถานการณ์ค้าและแพร่ระบาดของยาเสพติดในพื้นที่. 13,ตุลาคม,2560 จากคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด: www.pmi.opm.go.th
- นิรุทธ์ อุททาและคณะ.)2548(.การสำรวจอัตราการเสพยาบ้าและพฤติกรรมการใช้สารเสพติดเพื่อทดแทนยาบ้าของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในประเทศไทย.1,เมษายน,2560 จากสถาบันธัญญารักษ์ขอนแก่น: <https://www.tyrkk.go.th>
- สิริตา อธิวัฒน์สกุลและคณะ.(2545). การใช้ยาบ้าในกลุ่มผู้ใช้แรงงานในโรงงานอุตสาหกรรม.วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย ปีที่ 48(2),99-106.
- สวรรยา สิริภคมงคลและคณะ.(2554).การป้องกันการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของวัยรุ่น.วารสารประชากร,ปีที่ 2(3),7
- สวัสดี อุ่นใจ และคณะ. (2559). การศึกษาสัดส่วนการใช้ยาและสารเสพติดหลายชนิดในผู้เข้ารับการรักษา ยาเสพติด โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี.วารสารการพัฒนาสุขภาพชุมชน,ปีที่ 5 (3), 417-434.

สุรศักดิ์ ไชยสงค์, กัณณพนธ์ ภักดี เศรษฐกุล & ทักษพล ธรรมรังสี. (2556). รายงานสถานการณ์การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์รายจังหวัด พ.ศ. 2554 (พิมพ์ครั้งที่ 1). นนทบุรี: ศูนย์วิจัยปัญหาสุรา สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ .

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. กองควบคุมวัตถุเสพติด. (2522) พระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ 2522 (รวมฉบับแก้ไขเพิ่มเติม). 10, ตุลาคม, 2560 จากศูนย์วิทยบริการ อย. : <http://elib.fda.moph.go.th>

สำนักงานจังหวัดอุดรธานี. (2559). บรรยายสรุปปี 2559 จังหวัดอุดรธานี., 12 ตุลาคม, 2560 จากอุดรธานี: <http://www.udonthani.go.th>

โสฬวรรณ อินทสิทธิ์. (2554). กระบวนการและความสัมพันธ์ของการดื่มแอลกอฮอล์กับการใช้ยาเสพติดในวัยรุ่น. 1, เมษายน, 2560 จาก ศูนย์วิจัยปัญหาสุรา: cas.or.th/wp-content/uploads/2015/11/52-k-008.pdf

การใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครอง
ที่มารับบริการคลินิกสุขภาพเด็กดี ในพื้นที่อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี

The Usage Developmental Surveillance and Promotion Manual: DSPM of Parents in
Well Child Clinic in Banphue District, Udon Thani.

เพชรวิชากุล¹ และ วริศรา ลูวีระ^{2*}

¹สาขาวิชาการพัฒนาสุขภาพชุมชน ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*E-mail : varisara_111@yahoo.com (Corresponding author)

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) การใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านผือ 2) ความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านผือ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย กับความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านผือ เก็บข้อมูลจากผู้ปกครองเด็กในช่วงอายุ 9, 18, 30, และ 42 เดือน ที่มารับบริการคลินิกสุขภาพเด็กดี ในศูนย์สุขภาพชุมชนโรงพยาบาลบ้านผือ และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลของพื้นที่อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 630 คน ใช้วิธีการแจกแบบสอบถามในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม 2561 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา

ผลการวิจัยพบว่า การใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านผือส่วนใหญ่ปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย ร้อยละ 86.5 อ่านวิธีประเมินเฝ้าระวัง โดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และเจ้าหน้าที่ ร้อยละ 81.9 บันทึกพัฒนาการของเด็ก 4 ช่วงอายุที่สำคัญ (อายุ 9, 18, 30, 42 เดือน (ร้อยละ 81 อ่านวิธีฝึกทักษะโดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และอสม. ร้อยละ 80.2 อ่านคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยโดยรวม ร้อยละ 79.2

ความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านผือพบว่า ทั้งหมดมีความคิดเห็นว่ารูปลักษณ์สีสันสวยงาม น่าสนใจ ทำให้ทราบวิธีการฝึกทักษะพัฒนาการของลูกน้อยที่เข้าใจง่าย ร้อยละ 94.8 คู่มือมีการแยกสีการประเมินในช่วงอายุที่สำคัญเปิดหาง่าย ร้อยละ 92.2 และมีความคิดเห็นไม่เห็นด้วยเกี่ยวกับเนื้อหาในคู่มือมีความกระชับไม่ยาวจนเกินไป ร้อยละ 100

ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย กับความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย พบว่า คู่มือมีการแยกสีการประเมินในช่วงอายุที่สำคัญเปิดหาง่าย (OR=7.02; %95CI= (13.61-3.62มีรูปภาพบอกอุปกรณ์ในการฝึกพัฒนาการเด็กที่เข้าใจง่าย (OR=3.06; %95CI= (5.83-1.60อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกพัฒนาการที่ใช้ร่วมกับคู่มือมีความยุ่งยากในการหาซื้อ (OR=1.79; %95CI= (2.89-1.11ไม่มีเวลาในการเปิดอ่าน(OR=0.62; %95CI= (0.99-0.38และทำให้ทราบวิธีการฝึกทักษะพัฒนาการของลูกน้อยที่เข้าใจง่าย (OR=4.52; %95CI= (10.01-2.30มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: การใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย ความคิดเห็นของผู้ปกครอง คลินิกสุขภาพเด็กดี

Abstract

This descriptive study aimed to study about the developmental surveillance and promotion manual (DSPM) in terms of 1) the usages, 2) the users' perspective, and 3) the relation between the usage and the opinion. The data were collected using the questionnaire distributing to 630 parents of the children age at 9, 18, 30 and 42 months who walked in the well child clinic in Banphue District,

Udonthani during January 2018 – March 2018. This study found that most of the parents (86.5%) adhered to the DSPM. All of the parents agreed that the DSPM was beautiful, attractive and containing of the concise content. The other merits such as easy to understand (94.8%) and easy for searching the development according to age groups (92.2%). There was the relation between the usage of the DSPM and the perspective of the DSPM. The advantages of the DSPM those affected the decision to use this manual included 1) the color differentiation of evaluation tools according to age group of the children (OR=7.02; 95% CI 3.62-13.61), 2) the clear pictures of the training equipment (OR=3.06; 95% CI 1.60-5.83), and 3) easy to understanding training process for children (OR=4.52; 95% CI 2.30-10.01). There were some drawbacks those made the negative effect to the usage of this manual that included 1) the difficulties to provide some training equipment mentioned in the manual (OR=1.79; 95% CI 1.11-2.89) and 2) the users had insufficient time to use the manual (OR=0.62; 95% CI 0.38-0.99).

Keywords: The Usage Developmental Surveillance and Promotion Manual, DSPM ,The Opinions, Parents, Well Child Clinic

บทนำ

เด็กเป็นทรัพยากรบุคคลที่มีคุณค่า และเป็นอนาคตที่สำคัญของชาติ ในหลายประเทศล้วนมุ่งเน้นการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ปัทมาและปราโมทย์, (2549ซึ่งจะต้องเริ่มต้นจากเด็กโดยเฉพาะในเด็กปฐมวัยเป็นช่วงที่เริ่มมีการพัฒนาในด้านต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว ทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ จิตใจ และสังคม เด็กในวัยนี้จะต้องได้รับการเลี้ยงดูที่เหมาะสม มีการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐาน และมีการส่งเสริมพัฒนาการที่ดีในแต่ละด้าน ก็จะทำให้เด็กนั้นเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพในอนาคต เสมือนเป็นการลงทุนที่ได้ผลตอบแทนกลับมา 6.7-17.6 เท่าของเงินที่ลงทุน) Susan et al., (2011

ที่ผ่านมาประเทศไทยได้มีการพัฒนาเครื่องมือในการเฝ้าระวัง ตรวจประเมินและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย ตั้งแต่สมุดสีชมพูบันทึกสุขภาพแม่และเด็ก, แบบอนามัย 49, แบบอนามัย 55, TDSI, และDSPM ที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งแต่ละชนิดจะมีลักษณะที่คล้ายๆ กัน และมีข้อจำกัดในการใช้แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะ Denver II ใช้โดยแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น

การส่งเสริมพัฒนาการคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย) Developmental Surveillance and Promotion Manual:(DSPM) เป็นแนวทางการบอกให้ทราบว่าเด็กแต่ละช่วงอายุควรมีพัฒนาการเป็นอย่างไร และวิธีการส่งเสริมพัฒนาการเด็กทุกช่วงวัยโดยพ่อแม่ผู้ปกครองเด็กเป็นผู้บันทึก สิ่งที่สำคัญที่สุดคือพ่อแม่ ผู้ปกครองควรสังเกตว่าลูกสามารถทำได้เหมาะสมตามวัยหรือไม่ โดยทำความเข้าใจว่าเด็กแต่ละคนมีพัฒนาการช้าหรือเร็วแตกต่างกัน กรณีที่ทำไม่ได้ควรฝึกประมาณ 1 เดือน หากยังทำไม่ได้ควรปรึกษาเจ้าหน้าที่สาธารณสุข) กระทรวงสาธารณสุข,(2560

กระทรวงสาธารณสุขได้จัดทำ “โครงการส่งเสริมพัฒนาการเด็กเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีเนื่องในโอกาสฉลองพระชนมายุ 5 รอบ 2 เมษายน 2558” เพื่อให้เด็กทุกคนได้รับการเฝ้าระวังและติดตามส่งเสริม เฝ้าระวัง และกระตุ้นพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง จากพ่อแม่ ผู้ดูแลเด็ก อาสาสมัครสาธารณสุขเชี่ยวชาญและบุคลากรสาธารณสุขในพื้นที่ โดยใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย) Developmental Surveillance and Promotion Manual:(DSPM) จนมาถึงปัจจุบัน

กระทรวงสาธารณสุขได้ทำการสุ่มสำรวจคัดกรองพัฒนาการเด็กไทย 4 ช่วงวัย ได้แก่อายุ 9, 18, 30, และอายุ 42 เดือน ในปีงบประมาณ 2560 พบว่าเด็กอายุ 9 เดือน จำนวน 8,232 คน คิดเป็นร้อยละของพัฒนาการสมวัย ร้อยละ 79.98 พัฒนาการล่าช้า ร้อยละ 19.84 ซึ่งแยกเป็นประเภทด้านการเคลื่อนไหว ร้อยละ 40.17 ด้านกล้ามเนื้อมัดเล็กและสติปัญญา ร้อยละ 31.23 ด้านการเข้าใจภาษา ร้อยละ 31.41 ด้านการใช้ภาษา ร้อยละ 30.56 และด้านการช่วยเหลือตนเอง ร้อยละ 12.55 ในเด็กอายุ 18 เดือน จำนวน 9,178 คน คิดเป็นร้อยละของ

พัฒนาการสมวัย ร้อยละ 75.30 พัฒนาการล่าช้า ร้อยละ 24.50 ซึ่งแยกเป็นประเภทด้านการเคลื่อนไหว ร้อยละ 13.83 ด้านกล้ามเนื้อมัดเล็กและสติปัญญา ร้อยละ 39.13 ด้านการเข้าใจภาษา ร้อยละ 45.75 ด้านการใช้ภาษา ร้อยละ 44.51 และด้านการช่วยเหลือตนเอง ร้อยละ 17.39 ในเด็กอายุ 30 เดือน จำนวน 9,567 คน คิดเป็นร้อยละของพัฒนาการสมวัย ร้อยละ 77.65 พัฒนาการล่าช้า ร้อยละ 22.38 ซึ่งแยกเป็นประเภทด้านการเคลื่อนไหว ร้อยละ 55.39 ด้านกล้ามเนื้อมัดเล็กและสติปัญญา ร้อยละ 7 9.12 ด้านการเข้าใจภาษา ร้อยละ 83.05 ด้านการใช้ภาษา ร้อยละ 65.48 และด้านการช่วยเหลือตนเอง ร้อยละ 68.1 และในเด็กอายุ 42 เดือน จำนวน 9,857 คน คิดเป็นร้อยละของพัฒนาการสมวัย ร้อยละ 74.20 พัฒนาการล่าช้า ร้อยละ 25.33 ซึ่งแยกเป็นประเภทด้านการเคลื่อนไหว ร้อยละ 21.75 ด้านกล้ามเนื้อมัดเล็กและสติปัญญา ร้อยละ 63.36 ด้านการเข้าใจภาษา ร้อยละ 27.79 ด้านการใช้ภาษา ร้อยละ 30.76 และด้านการช่วยเหลือตนเอง ร้อยละ 32.12 จากข้อมูลสะท้อนให้เห็นว่า สถานการณ์พัฒนาการของเด็กไทย เพื่อเป็นแนวทางการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยในประเทศไทย ต่อไป (กรมอนามัย.กระทรวงสาธารณสุข,(2560

สถานการณ์ในจังหวัดอุดรธานี พบว่า เด็กปฐมวัยในปีงบประมาณ 2560 ผลการคัดกรองเด็กที่มีอายุ 9, 18, 30 และ 42 เดือน ด้วยเครื่องมือคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย) Developmental Surveillance and Promotion Manual:(DSPM) พบว่า มีพัฒนาการสมวัย ร้อยละ 87.14 พัฒนาการไม่สมวัย ร้อยละ 12.86 (กลุ่มงานส่งเสริมสุขภาพ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุดรธานี,(2560

ในพื้นที่อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี ได้มีการจัดพิมพ์คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย (Developmental Surveillance and Promotion Manual:(DSPM) เพิ่มเติมนอกจากที่กรมอนามัยจัดสรรมาให้ เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายมีจำนวนมาก ตั้งแต่ในปีงบประมาณ 2558 เป็นต้นมา เพื่อแจกจ่ายให้กับมารดาหลังคลอดทุกคน พร้อมทั้งสอนวิธีการใช้คู่มือ เมื่อเด็กอายุครบ 1 เดือน ต้องมาประเมินพัฒนาการครั้งแรกโดยเจ้าหน้าที่ที่โรงพยาบาล บ้านผือ และเมื่อเด็กอายุครบ 4 ช่วงวัยที่สำคัญ ได้แก่ อายุ 9, 18, 30, และอายุ 42 เดือน พ่อแม่ผู้ปกครองต้องพาเด็กไปโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเขตพื้นที่รับบริการของตนเองเพื่อประเมินพัฒนาการโดยเจ้าหน้าที่สาธารณสุข แต่จากผลการดำเนินงานในปีงบประมาณ 2560 พบว่า เด็กปฐมวัย 0-5 ปี จำนวน 6,625 คน มีพัฒนาการสมวัย จำนวน 5,962 คน คิดเป็นร้อยละ 89.9 และพัฒนาการไม่สมวัย จำนวน 663 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 (กลุ่มงานส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลบ้านผือ, (2560จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าพบเด็กปฐมวัยที่มีพัฒนาการไม่สมวัย เป็นสัดส่วนที่น้อย แต่ยังคงเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญเร่งด่วนของพื้นที่ที่จำเป็นต้องรีบดำเนินการแก้ไข เนื่องจากงบประมาณในการจัดทำคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย)Developmental Surveillance and Promotion Manual:(DSPM) มีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองที่มารับบริการคลินิกสุขภาพเด็กดี ในพื้นที่อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี เพื่อศึกษาการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย ความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองเป็นอย่างไร และเพื่อหาความสัมพันธ์ความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านผือ

วิธีการวิจัย

การออกแบบวิจัย ในการศึกษาครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง) Cross-sectional descriptive study) เพื่อศึกษาการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย และความสัมพันธ์ความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองที่มารับบริการคลินิกสุขภาพเด็กดี ในพื้นที่อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี

ประชากรและกลุ่มศึกษา

ประชากรกลุ่มเป้าหมาย (Target population) ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ปกครองเด็กในช่วงอายุ 9, 18, 30, และ 42 เดือน ที่นัดมารับบริการคลินิกสุขภาพเด็กดีในศูนย์สุขภาพชุมชนโรงพยาบาลบ้านฝ้อ และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลของพื้นที่อำเภอบ้านฝ้อ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 4, 210 คน

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria) คือ เป็นผู้ปกครองที่มีสัญชาติไทยของเด็กในช่วงอายุ 9, 18, 30, และ 42 เดือน ที่นัดมารับบริการคลินิกสุขภาพเด็กดีในหน่วยบริการสังกัด คปสอ. บ้านฝ้อ และยินยอมที่จะเข้าร่วมงานวิจัย เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) คือ ประชากรเป้าหมายที่ไม่เคยใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย และคำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรการคำนวณหาสัดส่วนในกรณีที่ทราบจำนวนประชากร (Daniel, 1995) ได้ขนาดตัวอย่าง จำนวน 585 คน แต่เนื่องด้วยคลินิกสุขภาพเด็กดีในพื้นที่อำเภอบ้านฝ้อ จังหวัดอุดรธานี มีทั้งหมด 21 แห่ง ผู้วิจัยจึงกำหนดจำนวนตัวอย่างให้เท่ากันทุกแห่ง แห่งละ 30 คน รวมทั้งหมด 630 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างตามช่วงเวลาที่กำหนด) Consecutive sampling (นับหลังจากวันที่ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งกำหนดเป็นตัวอย่างแรกจากการมารับบริการคลินิกสุขภาพเด็กดีและนับจำนวนต่อไปจนครบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการพัฒนาต้นร่างของแบบสอบถามขึ้น ได้แก่ แบบสอบถามการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองที่มารับบริการคลินิกสุขภาพเด็กดี ในพื้นที่อำเภอบ้านฝ้อ จังหวัดอุดรธานี จากการทบทวนวรรณกรรมตามทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ความแม่นยำตรงทางเนื้อหา จากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน กำหนดแบบสอบถามแบบมีโครงสร้างจำนวนทั้งสิ้น 35 ข้อ ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามด้านคุณลักษณะทั่วไป ส่วนที่ 2 แบบสอบถามด้านความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย ส่วนที่ 3 แบบสอบถามด้านการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย

การจัดการข้อมูล หลังจากที่ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ รวมทั้งตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลในแบบสอบถามครบถ้วนแล้ว จึงดำเนินการเตรียมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และทำการตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วนของฐานข้อมูลด้วยวิธีสอบทานข้อมูล 2 ครั้ง (Double data entry) ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows version 19

การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยกับความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านฝ้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ การทดสอบไคสแควร์ การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Univariable logistic regression)

จริยธรรมการวิจัย ผู้วิจัยยื่นเสนอขอรับการพิจารณาด้านจริยธรรมต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และได้รับการอนุมัติและผ่านการรับรองจากคณะกรรมการ เลขที่ HE 601497 แล้วจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการชี้แจงผู้ปกครองเด็กที่อยู่ในช่วงอายุ 9, 18, 30, และ 42 เดือน เกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล และระยะเวลาการวิจัย พร้อมทั้งชี้แจงให้ทราบถึงสิทธิของกลุ่มตัวอย่างในการตอบรับหรือปฏิเสธในการเข้าร่วมการวิจัย ข้อมูลทุกอย่างที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยถือเป็นความลับโดยไม่มีการระบุชื่อ ที่อยู่ และจะนำเสนอข้อมูลที่เป็นจริงเท่านั้น เมื่อผู้เข้าร่วมการวิจัยยอมให้ความร่วมมือในการวิจัย จึงให้ทำการศึกษาวิจัยโดยให้ผู้วิจัยตอบแบบสอบถามด้วยตนเอง เมื่อทำเสร็จแล้วให้ส่งคืนโดยการหย่อนลงกล่องที่เตรียมไว้

ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 ด้านคุณลักษณะทั่วไป

พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นพ่อ-แม่มากที่สุด ร้อยละ 57.6 รองลงมาเป็นปู่ย่า-ตายาย ร้อยละ 36.5 ซึ่งเป็นผู้ดูแลหลัก ร้อยละ 93.2 ใช้เวลาเลี้ยงดูมากกว่า 5 วัน/สัปดาห์ ร้อยละ 93 มีอายุอยู่ในช่วง 18-38 ปี ร้อยละ 56.5

สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษามากที่สุด ร้อยละ 50.5 รองลงมาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 41.3 ของเด็กในช่วงอายุ 1-9 เดือน ร้อยละ 21.9 เด็กอายุ 10-18 เดือน ร้อยละ 26.3 เด็กอายุ 19-30 เดือน ร้อยละ 25.9 และเด็กอายุ 31-42 เดือน ร้อยละ 25.9 และส่วนใหญ่ทุกครั้งที่ท่านเด็กมาตรวจพัฒนาการในคลินิกสุขภาพเด็กดีได้นำคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยมาด้วยเสมอ ร้อยละ 86.8 แสดงข้อมูลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ด้านคุณลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (n=630)

ด้านคุณลักษณะทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
.1ความสัมพันธ์กับเด็ก		
พ่อ-แม่	363	57.6
ปู่ย่า-ตายาย	230	36.5
ลุงป้า-น้าอา	35	5.6
อื่นๆ... พี่เลี้ยง	2	0.3
2. ประเภทผู้ดูแล		
หลัก	587	93.2
รอง	43	6.8
.3ระยะเวลาในการเลี้ยงดูเด็ก		
น้อยกว่า 5 วัน/สัปดาห์	44	7.0
มากกว่า 5 วัน/สัปดาห์	586	93.0
4. อายุ		
18 – 38 ปี	356	56.5
39 – 59 ปี	242	38.4
60 – 80 ปี	32	5.1
5. ระดับการศึกษา		
ไม่ได้เข้ารับการศึกษ	5	0.8
ระดับประถมศึกษา(ป.1-ป.6หรือป.7)	260	41.3
ระดับมัธยมศึกษา(ม.1-ม.6หรือมศ.1-5)	318	50.5
ระดับปริญญาตรี หรือ เทียบเท่า	45	7.1
ระดับสูงกว่าปริญญาตรี	2	0.3
6. เด็กอายุ(นับเต็มเดือนบริบูรณ์)		
1-9 เดือน	138	21.9
10-18 เดือน	166	26.3
19-30 เดือน	163	25.9
31-42 เดือน	163	25.9
7. ทุกครั้งที่ท่านพาเด็กมาตรวจพัฒนาการในคลินิกสุขภาพเด็กดี ท่านได้นำคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยมาด้วย		
ใช่	547	86.8
ไม่ใช่	83	13.2

ส่วนที่ 2 ด้านการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย

พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย ร้อยละ 86.5 อ่านวิธีประเมิน เฝ้าระวัง โดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และเจ้าหน้าที่ ร้อยละ 81.9 บันทึกพัฒนาการของเด็ก

4 ช่วงอายุที่สำคัญ (อายุ 9, 18, 30, 42 เดือน) ร้อยละ 81 อ่านวิธีฝึกทักษะโดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และอสม. ร้อยละ 80.2 อ่านคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยโดยรวม ร้อยละ 79.2 แสดงข้อมูลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ด้านการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย (n=630)

ด้านการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย	ระดับการใช้	
	มาก)ร้อยละ)	น้อย)ร้อยละ)
1.อ่านคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยโดยรวม	79.2	20.8
2. อ่านแผนภูมิการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย	74.1	25.9
3. อ่านคำอธิบายแผนภูมิการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย	74.9	25.1
4. อ่านวิธีการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย	75.9	24.1
5. อ่านวิธีประเมิน เฝ้าระวัง โดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และเจ้าหน้าที่	81.9	18.1
6. อ่านวิธีฝึกทักษะโดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และอสม.	80.2	19.8
7. จัดหาอุปกรณ์สำหรับคัดกรองพัฒนาการเด็กปฐมวัย	76.7	23.3
8. บันทึกพัฒนาการของเด็กทุกช่วงอายุ	78.4	21.6
9. บันทึกพัฒนาการของเด็ก 4 ช่วงอายุที่สำคัญ(อายุ 9, 18, 30, 42 เดือน)	81.0	19.0
10. ปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย	86.5	13.5

ส่วนที่ 3 ด้านความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย

พบว่า กลุ่มตัวอย่างทุกคนมีความคิดเห็นว่ารูปเล่มสีนสวยงาม น่าสนใจ ทำให้ทราบวิธีการฝึกทักษะพัฒนาการของลูกน้อยที่เข้าใจง่าย ร้อยละ 94.8 คู่มือมีการแยกสีการประเมินในช่วงอายุที่สำคัญเปิดหาง่าย ร้อยละ 92.2 จำเป็นต้องใช้ในการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการของลูกน้อย ร้อยละ 90.8 มีรูปภาพบอกอุปกรณ์ในการฝึกพัฒนาการเด็กที่เข้าใจง่าย ร้อยละ 90.5 และกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความคิดเห็นไม่เห็นด้วยเกี่ยวกับเนื้อหาในคู่มือมีความกระชับไม่ยาวจนเกินไป ร้อยละ 100 แสดงข้อมูลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ด้านความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย (n=630)

ด้านความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย	เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วย	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. รูปเล่มสีนสวยงาม น่าสนใจ	630	100	0	0
2. เนื้อหาในคู่มือมีความกระชับไม่ยาวจนเกินไป	0	0	630	100
3. เนื้อหาในคู่มืออ่านเข้าใจง่าย	418	66.3	212	33.7
4. คู่มือมีการแยกสีการประเมินในช่วงอายุที่สำคัญเปิดหาง่าย	581	92.2	49	7.8
5. มีรูปภาพบอกอุปกรณ์ในการฝึกพัฒนาการเด็กที่เข้าใจง่าย	570	90.5	60	9.5
6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกพัฒนาการที่ใช้ร่วมกับคู่มือมีความยุ่งยากในการหาซื้อ	343	54.4	287	45.6
7. ไม่มีเวลาในการเปิดอ่าน	237	37.6	393	62.4
8. มีคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการประเมินพัฒนาการของลูกน้อยที่เข้าใจง่าย	39	6.2	591	93.8
9. ทำให้ทราบวิธีการฝึกทักษะพัฒนาการของลูกน้อยที่เข้าใจง่าย	597	94.8	33	5.2
10. จำเป็นต้องใช้ในการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการของลูกน้อย	572	90.8	58	9.2

ส่วนที่ 4 ด้านความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย กับความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านฝาง

พบว่า ความคิดเห็นที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้แก่ คู่มือมีการแยกสีการประเมินในช่วงอายุที่สำคัญเปิดหาง่าย) OR=7.02; %95 CI (13.61-3.62 มีรูปภาพบอกอุปกรณ์ในการฝึกพัฒนาการเด็กที่เข้าง่าย(OR=3.06; %95 CI (5.83-1.60 อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกพัฒนาการที่ใช้ร่วมกับคู่มือมีความยุ่งยากในการหาซื้อ) OR=1.79; %95 CI (2.89-1.11 ไม่มีเวลาในการเปิดอ่าน) OR=0.62; %95 CI (0.99-0.38 และทำให้ทราบวิธีการฝึกทักษะพัฒนาการของลูกน้อยที่เข้าใจง่าย) OR=4.52; %95 CI 10.01-2.30แสดงข้อมูลในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านฝาง(n=630

ความคิดเห็น	ระดับการใช้		OR	95% CI for OR		P-value
	มาก	น้อย		Lower	Upper	
1. เห็นด้วย รูปเล่มสีสันสวยงาม น่าสนใจ	100	-	-	-	-	0.4100
ไม่เห็นด้วย รูปเล่มสีสันสวยงาม น่าสนใจ	-	-	-	-	-	
2. เห็นด้วย เนื้อหาในคู่มือมีความกระชับไม่ยาวจนเกินไป	-	100	-	-	-	0.0000*
ไม่เห็นด้วย เนื้อหาในคู่มือมีความกระชับไม่ยาวจนเกินไป	-	-	-	-	-	
3. เห็นด้วย เนื้อหาในคู่มืออ่านเข้าใจง่าย	363	55	1.22	0.74	1.99	0.0001*
ไม่เห็นด้วย เนื้อหาในคู่มืออ่านเข้าใจง่าย	179	33				
4. เห็นด้วย คู่มือมีการแยกสีการประเมินในช่วงอายุที่สำคัญเปิดหาง่าย	516	65	7.02	3.62	13.61	0.0118*
ไม่เห็นด้วย คู่มือมีการแยกสีการประเมินในช่วงอายุที่สำคัญเปิดหาง่าย	26	23				
5. เห็นด้วย มีรูปภาพบอกอุปกรณ์ในการฝึกพัฒนาการเด็กที่เข้าง่าย	500	70	3.06	1.60	5.83	0.0348*
ไม่เห็นด้วย มีรูปภาพบอกอุปกรณ์ในการฝึกพัฒนาการเด็กที่เข้าง่าย	42	18				
6. เห็นด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกพัฒนาการที่ใช้ร่วมกับคู่มือมีความยุ่งยากในการหาซื้อ	306	37	1.79	1.11	2.89	0.7922
ไม่เห็นด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกพัฒนาการที่ใช้ร่วมกับคู่มือมีความยุ่งยากในการหาซื้อ	236	51				
7. เห็นด้วย ไม่มีเวลาในการเปิดอ่าน	195	42	0.62	0.38	0.99	0.0000*
ไม่เห็นด้วย ไม่มีเวลาในการเปิดอ่าน	347	46				
8. เห็นด้วย มีคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการประเมินพัฒนาการของลูกน้อยที่เข้าใจง่าย	33	6	0.89	0.31	2.43	0.0515
ไม่เห็นด้วย มีคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการประเมินพัฒนาการของลูกน้อยที่เข้าใจง่าย	509	82				0.4100
9. เห็นด้วย ทำให้ทราบวิธีการฝึกทักษะพัฒนาการของลูกน้อยที่เข้าใจง่าย	522	75	4.52	2.03	10.01	

ความคิดเห็น	ระดับการใช้		OR	95% CI for OR		P-value
	มาก	น้อย		Lower	Upper	
ไม่เห็นด้วย ทำให้ทราบวิธีการฝึกทักษะพัฒนาการของลูกน้อยที่เข้าใจง่าย	20	13				0.0000*
10. เห็นด้วย จำเป็นต้องใช้ในการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการของลูกน้อย	497	75	1.91	0.93	3.87	
ไม่เห็นด้วย จำเป็นต้องใช้ในการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการของลูกน้อย	45	13				0.0001*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านผือส่วนใหญ่ปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย อ่านวิธีประเมิน เฝ้าระวัง โดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และเจ้าหน้าที่บันทึกพัฒนาการของเด็ก 4 ช่วงอายุที่สำคัญ (อายุ 9, 18, 30, 42 เดือน) อ่านวิธีฝึกทักษะโดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และอสม. อ่านคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยโดยรวม เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยเป็นอย่างมาก เพื่อให้เด็กเติบโตสมวัย มีพัฒนาการที่ดีซึ่งมีความสอดคล้องกับผู้ปกครองหรือคนในครอบครัวจะต้องมีความรู้ และการปฏิบัติเกี่ยวกับการส่งเสริมพัฒนาการเด็กที่เหมาะสม) สุธรรม นันทมงคลชัย,2559)

ความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านผือพบว่า ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่ารูปลักษณ์สีสันสวยงาม น่าสนใจ ทำให้ทราบวิธีการฝึกทักษะพัฒนาการของลูกน้อยที่เข้าใจง่าย คู่มือมีการแยกสีการประเมินในช่วงอายุที่สำคัญเปิดหาง่าย และมีความคิดเห็นไม่เห็นด้วยเกี่ยวกับเนื้อหาในคู่มือมีความกระชับไม่ยาวจนเกินไป เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เห็นด้วยโดยรวมว่าคู่มือสวยงามน่าใช้ และมีความจำเป็นต้องใช้ในการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการของลูกน้อย และกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความคิดเห็นไม่เห็นด้วยกับเนื้อหาที่มากไม่มีความกระชับ เข้าใจยากเพราะกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษามากที่สุด ซึ่งมีความสอดคล้องกับการดูแลเด็กปฐมวัยมีความสำคัญซึ่งผู้เลี้ยงดูโดยเฉพาะพ่อแม่ควรต้องมีความรู้ความสามารถในการดูแลเด็กให้เจริญเติบโต และส่งเสริมให้เด็กมีพัฒนาการที่เหมาะสมตามวัย เพื่อที่จะเติบโตต่อไปอย่างมีคุณภาพ (ชนิกานต์ ชาญเดช และคณะ.,2558)

ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย กับความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านผือ พบว่า ความคิดเห็นที่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ ได้แก่ คู่มือมีการแยกสีการประเมินในช่วงอายุที่สำคัญเปิดหาง่าย ทำให้ทราบวิธีการฝึกทักษะพัฒนาการของลูกน้อยที่เข้าใจง่าย มีรูปภาพบอกอุปกรณ์ในการฝึกพัฒนาการเด็กที่เข้าใจง่าย ซึ่งมีความสอดคล้องกับความงามเป็นสิ่งที่เป็ความสุข ความเพลิดเพลิน และพึงพอใจ) ปรัชญาของเอมมานูเอล คานท์,1924-1804 อ้างโดยวัฒนาพร เชื้อนสุวรรณ (2547,เนื่องจากคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยรูปลักษณ์มีสีสันสดใส มีรูปภาพประกอบที่สวยงาม จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความสนใจในการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย) Developmental Surveillance and Promotion Manual:(DSPM) นอกจากนี้กลุ่มเป้าหมายไม่เห็นด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกพัฒนาการที่ใช้ร่วมกับคู่มือมีความยุ่งยากในการหาซื้อ เนื่องจากเจ้าหน้าที่คลินิกสุขภาพเด็กดีสนับสนุนอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกพัฒนาการที่ใช้ร่วมกับคู่มือ ทุกช่วงอายุ 9, 18, 30, 42 เดือน และกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เห็นความสำคัญในการเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กจึงให้เวลาในการอ่านคู่มือ ดังนั้นการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย มีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นต่อการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยของผู้ปกครองในพื้นที่อำเภอบ้านผืออยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย (Developmental Surveillance and Promotion Manual: DSPM) เป็นคู่มือที่ผลิตมาจากการรวมตัวของผู้ทรงคุณวุฒิเฉพาะด้าน และได้รับการพิสูจน์แล้วว่า มีผลดีต่อเด็ก ดังนั้นควรส่งเสริมให้ผู้ปกครองการใช้คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัยอย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลบ้านฝ้อ สาธารณสุข อำเภอบ้านฝ้อ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการประสานงาน และเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ การวิจัย และขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่เสียสละเข้าร่วมงานวิจัย และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. (2560). *คู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย: Developmental Surveillance and Promotion Manual (DSPM)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2560). *สถานการณ์พัฒนาการเด็กปฐมวัย ในระดับเขตสุขภาพและระดับประเทศ*.
- กลุ่มงานส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลบ้านฝ้อ. (2560). *สถานการณ์พัฒนาการเด็กปฐมวัยในอำเภอบ้านฝ้อ*.
- กลุ่มงานส่งเสริมสุขภาพ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุดรธานี. (2560) *สถานการณ์พัฒนาการเด็กปฐมวัยในจังหวัดอุดรธานี*.
- ชนิกานต์ ชาญเดช และคณะ. (2558) ปัจจัยทำนายความสามารถของมารดาในการดูแลบุตรวัยขวบปีแรกในเขตกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: *รามาศิริวิทยาลสาร*, ปีที่ 21 (ฉบับที่ 1), เลขหน้า 21-37
- ดวงหทัย จันทรเชื้อ และคณะ. (2547) . *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการเด็ก 0-5 ศูนย์อนามัยที่ 9 พิษณุโลก*. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม, 2560 , จากเว็บไซต์:
<http://hpc2.anamai.moph.go.th/research/index.php/2551/58-0-5->
- นิพัทธวรรณ แสงพรหม และคณะ. (2558). *ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเล่นดูบุตรของมารดาที่มารับบริการแผนกกุมารเวชกรรม โรงพยาบาลค่ายสุรนารีจังหวัดนครราชสีมา*. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม , 2560 , จากเว็บไซต์: http://journal.nmc.ac.th/th/admin/Journal/2558Vol3No1_52.pdf
- ปราโมทย์ ประสาทกุล และคณะ. (2549). *จุดเปลี่ยนประชากรประเทศไทย*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม , 2560 , จากเว็บไซต์: <http://www2.ipsr.mahidol.ac.th/ConferenceVII/Download/2011-Article-01.pdf>
- ประชากรกลางปีอำเภอบ้านฝ้อ. สำนักงานทะเบียนราษฎร กรมการปกครอง อำเภอบ้านฝ้อ, กรกฎาคม 2559
- พิทยาภรณ์ สิงหกันตพงศ์ และคณะ. (2556) . *ทฤษฎีพัฒนาการเด็กปฐมวัย*. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม, 2560 , จากเว็บไซต์: <https://kanokwan.1991files.wordpress.com/-1/09/2012e0b89ee0b8b1e0b892e0b899e0b8b2e0b881e0b8b2e0b8a3e0b897e0b8b2e0b887e0b894e0b899e0b895e0b8a3e0b8b.5pdf>
- พนิต โสเสถียรกิจและคณะ. (2560) สถานการณ์พัฒนาการเด็กปฐมวัยไทยในปี พ.ศ. 2557, วารสารวิชาการสาธารณสุข, ปีที่ 26 (ฉบับที่ Suppl (2, เลขหน้า S-199S 208
- พรณิดา ผุสดี. (2555). *ทฤษฎีและพัฒนาการทางภาษาของเด็กปฐมวัย*. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม, 2560, จากเว็บไซต์: <https://blog.eduzones.com/moobo/148061>
- เยาวรัตน์ รัตนันต์. (2557). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพัฒนาการเด็กปฐมวัยไทย เขตสุขภาพที่ 8*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม, 2560, จากเว็บไซต์:
http://kcenter.anamai.moph.go.th/download.php?info_id=2155&download_file=pdf/dcc759cb9a09c753df24f24460689ed9.pdf

รศ.ดร.บุญชม ศรีสะอาด. (2558) *การแปลผลเมื่อใช้เครื่องมือรวบรวมข้อมูลแบบมาตราส่วนประมาณค่า*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม, 2560, จากเว็บไซต์:

<http://www.watpon.com/th/mod/page/view.php?id=8>

วัฒนาพร เชื้อนสุวรรณ. (2557) *ความรู้พื้นฐานด้านความงาม*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 เมษายน, 2561, จาก เว็บไซต์:

[http://watkadarin.com/E-\(new\)1/02studio2classrm/unit5/chapt5.1art%20edu/art%20edcatn.htm#512](http://watkadarin.com/E-(new)1/02studio2classrm/unit5/chapt5.1art%20edu/art%20edcatn.htm#512)

สกวรัตน์ เทพรักษ์ และคณะ. (2557). *การศึกษาปัจจัยด้านการเลี้ยงดูของผู้ปกครอง และการมีส่วนร่วมของชุมชนต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตและพัฒนาการเด็กปฐมวัยใน เขตสาธารณสุขที่ 4 และ 5 ศูนย์อนามัยที่ 4 ราชบุรี*. สืบค้น เมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม, 2560, จาก

เว็บไซต์: http://hpc4.go.th/rcenter/_fulltext/20140331103024_1551/20140403134122_548.pdf

สุจิน ชนะบุญ. (2558). *สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยเบื้องต้น*. เอกสารเย็บเล่ม. ประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการตาม โครงการพัฒนาศักยภาพนักวิจัย คปสอ. บ้านฝื่อ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุดรธานี.

สุธรรม นันทมงคลชัย. (2559). *ครอบครัว การอบรมเลี้ยงดู และพัฒนาการเด็กปฐมวัยในประเทศไทย*,

วารสารสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, ปีที่ 46 (ฉบับที่ 3)

สมัย ศิริทองถาวร. (2558). *การพัฒนาคู่มือเฝ้าระวังและส่งเสริมพัฒนาการเด็กปฐมวัย*,

วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย, ปีที่ 2561; 2563 (ฉบับที่ 1), เลขหน้า 3-12

ไสววรรณ ไผ่ประเสริฐ และคณะ. (2555). *ปัจจัยที่มีอิทธิพล ต่อพัฒนาการเด็กวัยแรกเกิดถึง 3 ปี ในเขตตรวจราชการสาธารณสุขที่ 18 ศูนย์อนามัย ที่ 8 นครสวรรค์*, *วารสารกุมารเวชศาสตร์*, ปีที่ 2556, เลขหน้า 286-294

Anderson Shinn Carande-Kulis. (2003) *The effectiveness of early childhood development programs. A systematic review*. Retrieved July 24, 2017, from:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12668197>

Arnold Gesell. (1940) *Growth and Development Theory: ARNOLD GESELL*. Retrieved July 24, 2017, from: <https://schoolworkhelper.net/growth-and-development-theory-arnold-gesell-%1880E-93%680%2>

.1961

Erikson. (1963) *Childhood and Society*. Retrieved July 24, 2017, from: https://books.google.co.th/books?hl=th&lr=&id=L-rEpS3UbEC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Erikson&ots=HZchGYw7d6&sig=ED3W9vRHhoKW7lvknHCikdnuT98&redir_esc=y#v=onepage&q=Erikson&f=false

Gardner Howard. (1997) *Multiple Intelligences as Partner in School Improvement*". Retrieved July 24, 2017, from: <http://multipleintelligencesoasis.org/what-mi-am-i/>

Sigmund Freud. (1932) *The International Journal of Psycho-Analysis; London. 13* Retrieved July 24, 2017, from:

<https://search.proquest.com/openview/963d49949deb8f0f7a0da0f3a55aa4c1/1?pq-riqsite=gscholar&cbl=1818729>

Susan P Walker. et al. (2011). *Inequality in early childhood: risk and protective factors for early child development*. Retrieved July 24, 2017, from: [http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS2-60555\(11\)6736-0140fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS2-60555(11)6736-0140fulltext)

คุณภาพและประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านราษฎร์สำราญ ตำบลท่าลาด
อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

The Quality and Efficiency of Tap Water Production in Rat Samran Village,
Thalad Sub-District, Warin Chamrab District, Ubon Ratchathani Province

วิจิตรา อ่อนคำจันทร์ และ สิทธิชัย ใจขาน^{1*}

¹กลุ่มวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขานามัยสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail: sitthichia.chaikhan@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงสำรวจครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำดิบและน้ำประปา ประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาและการจัดการดูแลระบบประปาของหมู่บ้านราษฎร์สำราญ ตำบลท่าลาด อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยการสำรวจและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำดิบผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาพบว่า ค่าความขุ่นไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานและคุณภาพน้ำประปาจากท่อส่งน้ำไปสู่ครัวเรือน พบว่า ค่าพีเอช (pH) ค่าความขุ่น ค่าคลอรีนคงเหลือ และเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน การประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านในการลดเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียของแข็งสารละลายทั้งหมด และค่าความขุ่น ได้ ร้อยละ 100.0, 95.94 และ 55.18 ตามลำดับการจัดการดูแลระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านอยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 40.00 เมื่อพิจารณาทั้ง 4 ด้าน พบว่าด้านการดูแลสภาพแวดล้อมของที่ตั้งประปาอยู่ในระดับดี การดูแลแหล่งน้ำดิบอยู่ในระดับควรปรับปรุง ด้านการดูแลระบบผลิตน้ำประปาอยู่ในระดับปานกลาง และด้านการดูแลระบบจ่ายน้ำอยู่ในระดับปานกลาง ผู้ดูแลระบบและคณะกรรมการบริหารระบบประปาควรมีการฝึกอบรมเพิ่มเติม และองค์การบริหารส่วนตำบลควรให้การสนับสนุนงบประมาณและวัสดุอุปกรณ์ในการดูแลระบบประปาหมู่บ้านเพื่อให้การดูแลระบบประปามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : คุณภาพน้ำ, ระบบผลิตน้ำประปา, หมู่บ้านราษฎร์สำราญ

Abstract

This survey research aimed to study the quality of raw water and tap water, the efficiency of tap water, the efficiency management of tap water process in Rat Samran Village, Thalad Sub-District, Warin Chamrab District, Ubon Ratchathani Province. In this study used a questionnaire and some physical, chemical and microbiological analysis to solve the question. The result show that the water quality of raw water was lower that the limit of the third level of surface quality standard, whereas the water quality of tap water is higher than. In addition, the turbidity, pH, residual chlorine and coliform bacteria of the water quality of tap water are over the limit too. The efficiency of water supply plant show the coliform bacteria, the total dissolve solid and the turbidity are the value of 99.99, 95.94, and 55.18 consecutively. And the management of tap water system is revealed that the value of 40.00. Considering to all results, the environmental sustainability of tap water plant is good, the sustainability of raw water is improvement, and the sustainability of tap water production and tap water distribution are moderate. For a good effectiveness, the extra training should be provided for staff and the committee who are taking care the water supply

system. The budgets and equipment for take care the water system should be supported by local administration.

Keywords: Water Quality, Water Supply Plant, Rat Samran Village

บทนำ

น้ำประปาหมู่บ้านเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องใช้ในการอุปโภคหรือบริโภคในครัวเรือน การใช้น้ำนั้นมีความสัมพันธ์อยู่กับชีวิตประจำวันอย่างเห็นได้ชัด เช่น ใช้น้ำหุงต้มอาหาร ใช้ชะล้างสิ่งสกปรกต่างๆ ใช้ซักเสื้อผ้า การเกษตรกรรม การทำสวนไร่นา ทำสวนครัว เลี้ยงสัตว์ ก็ต้องใช้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญทั้งสิ้น (Department of Water Resources, 2012) โดยการใช้น้ำประปาที่ดี การผลิตน้ำประปานั้นจะต้องมีแหล่งน้ำดิบและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้ใช้น้ำสามารถนำไปใช้ประโยชน์ดังที่กล่าวข้างต้น ซึ่งหลักการผลิตน้ำประปานั้นจะต้องผ่านกระบวนการผลิตที่สำคัญหลายขั้นตอน ได้แก่ การจัดหาแหล่งน้ำดิบที่คุณภาพและมีปริมาณเพียงพอที่จะใช้ในการผลิตน้ำประปา การตรวจสอบคุณภาพของน้ำดิบ การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ การกำจัดสิ่งที่เป็นอันตรายกับน้ำ การทำให้ตกตะกอน การกรองเพื่อให้น้ำใสสะอาด การฆ่าเชื้อโรค และการตรวจสอบคุณภาพน้ำก่อนส่งจ่ายไปให้แก่ประชาชน นอกจากนี้การทำการตกตะกอนทางเคมีของน้ำ (Jar Test) ยังเป็นการเปรียบเทียบผลของการใช้สารเคมีในการสร้างตะกอน เพื่อทดสอบหาปริมาณสารเคมี ค่าพีเอช และการควบคุมความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตน้ำประปาในแต่ละวัน แต่จากการตรวจสอบของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์พบว่าปัญหาที่สำคัญของการผลิตน้ำประปา คือ น้ำที่ผลิตได้จากระบบประปาไม่ได้มาตรฐาน (Bureau of Technical Advisor, 2015) การคัดเลือกผู้ทำหน้าที่ดูแลประปาหมู่บ้านมักคัดเลือกจากผู้มีคุณสมบัติภายในหมู่บ้านมารับหน้าที่ในการบริหารกิจการประปาของชุมชน โดยไม่ได้มุ่งเน้นเรื่องกำไรในการบริหารกิจการ และไม่มีหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง ทำให้การเฝ้าระวังและตรวจสอบคุณภาพน้ำไม่สม่ำเสมออย่างต่อเนื่อง ระบบประปาขาดการดูแลอย่างเป็นระบบ ซึ่งมักพบปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำประปาไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาจากการสำรวจระบบประปาที่ผ่านการรับรองคุณภาพเป็นประปาที่ดี ไม่พบคลอรีนในระบบประปาหลายพื้นที่ (Phetcharat, 2010) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านในอำเภอเมืองจังหวัดอุบลราชธานีพบว่า ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี มีหมู่บ้านที่ผลิตน้ำประปาและจัดการบริการน้ำประปาของหมู่บ้านให้กับประชากรมีความหลากหลายและการผลิตน้ำประปาหมู่บ้านส่วนใหญ่ไม่ได้มีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปา จะมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาต่อเมื่อมีการร้องเรียนหากน้ำประปาที่ให้บริการดังกล่าวมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชากรในท้องถิ่น ทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของประชากรและการพัฒนาประเทศในระยะยาวต่อไป ในปี 2556 น้ำประปาส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์ด้านสี ความขุ่น โดยกรมอนามัยได้จัดทำระบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่ม ได้แก่ น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำบ่อน้ำตื้น น้ำบรรจุขวด น้ำตู้หยอดเหรียญ และแหล่งน้ำธรรมชาติที่ประชาชนใช้บริโภค เช่น น้ำฝน ครอบคลุมประชาชนในพื้นที่เขตเมืองชนบทพื้นที่ทุรกันดาร จากการเฝ้าระวังโรคติดต่อจากอาหารและน้ำ พบผู้ป่วย 1,013,225 ราย จาก 77 จังหวัด คิดเป็นอัตราป่วย 1595.00 ต่อแสนประชากร เสียชีวิต 37 ราย คิดเป็นอัตราตาย 0.06 ต่อแสนประชากร ในปี 2556 พบผู้ป่วยรวมทั้งหมด 1,252,259 ราย เสียชีวิต 9 ราย โรคที่พบผู้ป่วยมากอันดับ 1 คือ อุจจาระร่วง รายงานของสำนักกระบวนาวิทยาเมื่อปี 2557 พบผู้ป่วยโรคอุจจาระร่วง โรคบิด ซึ่งเกิดจากการดื่มน้ำไม่สะอาดทั่วประเทศ 1 ล้านกว่าคน เสียชีวิต 8 คน ในรอบ 2 เดือนของปี 2558 มีรายงานป่วยแล้ว ประมาณ 2 แสนคน สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดทุกแห่งมีการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่ม น้ำใช้ โดยเฉพาะน้ำประปาให้มีระดับคลอรีนน้ำตกค้างไม่ต่ำกว่า 0.2-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามมาตรฐานองค์การอนามัยโลกเพื่อให้ฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำได้ (Thai Health Promotion Foundation, 2016)

บ้านราษฎร์สำราญ ตำบลท่าลาด อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี มีจำนวนหลังครัวเรือนทั้งหมด 172 หลังครัวเรือน โดยระบบประปาหมู่บ้านราษฎร์สำราญ ตำบลท่าลาด อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ได้ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2547 ใช้แหล่งน้ำผิวดินจากแม่น้ำมูล ซึ่งเป็นแหล่งน้ำดิบที่มีการใช้ประโยชน์ทั้งการเลี้ยงกระชังปลา เลี้ยงกุ้ง ใช้ทางด้านการเกษตร และยังมีประสบบัญหาน้ำประปามีความขุ่น และมีกลิ่นเหม็น น้ำประปามีความ

กระด้างทำให้การซักล้างที่ไม่มีประสิทธิภาพ และเคยมีการร้องเรียนจากชุมชนบ้านราษฎร์สำราญ ในปี 2555-2558 มีรายงานการป่วยของชาวบ้านเป็นโรคนิว ทั้งหมด 13 ราย ซึ่งการดื่มน้ำที่ไม่สะอาดที่มีตะกอนและความขุ่นสามารถเป็นสาเหตุของโรคได้ ซึ่งคาดว่าในอนาคตจะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น และในปี 2558 ยังไม่มีการส่งตรวจคุณภาพน้ำ หากประชาชนบริโภคอุปโภคน้ำที่ไม่สะอาด มีสารปนเปื้อน และมีเชื้อโรคต่าง ๆ สามารถก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ตามมา เช่น โรคนิว โรคตับอักเสบ อีกทั้งยังมีพยาธิชนิดต่างๆเข้าสู่ร่างกายจนทำให้ร่างกายได้รับโทษได้ (Bureau of Technical Advisor, 2015) จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านราษฎร์สำราญ ตำบลท่าลาด อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนพัฒนาระบบผลิตน้ำประปา การปรับปรุง แก๊ซ และบำรุงรักษาระบบผลิตให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ประชาชนมีน้ำสะอาดในการอุปโภคบริโภคต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำดิบและน้ำประปาในหมู่บ้านราษฎร์สำราญ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านราษฎร์สำราญ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
3. เพื่อศึกษาการจัดการดูแลระบบประปาหมู่บ้านราษฎร์สำราญ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยมีประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้ ประชากร คือ ระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านของหมู่บ้านราษฎร์สำราญ ตำบลท่าลาด อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 1 แห่ง และ มีการเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำดิบน้ำและประปาจากท่อส่งน้ำไปสู่ครัวเรือน โดยใช้วิธีการเก็บแบบจ้วง (Grab Sampling) โดยมีรายละเอียดจุดเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1. แหล่งน้ำดิบ จำนวน 1 จุด และคุณภาพน้ำประปาที่ผ่านการปรับปรุงโดยเก็บที่จุดก่อนที่จะส่งให้บริการประชาชน 1 จุด โดยตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด 8 พารามิเตอร์ คือ อุณหภูมิ, ความขุ่น, ค่าพีเอช, คลอไรด์, คลอรีนอิสระคงเหลือ, ความกระด้าง, ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย, โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

2. น้ำประปาจากท่อส่งน้ำไปสู่ครัวเรือน ทั้งหมด 3 จุด คือ ต้นท่อ กลางท่อ ปลายท่อ โดยในแต่ละจุดสุ่มตรวจ 3 ซ้ำ คือในครัวเรือนบ้านที่ตรงจุดตรวจในรัศมี 10 เมตร โดยทำการตรวจทั้งหมด 5 พารามิเตอร์ คือ คลอรีนอิสระคงเหลือ, อุณหภูมิ, ความขุ่น, ค่า pH, โคลิฟอร์มแบคทีเรีย กลุ่มตัวอย่างในการเก็บตัวอย่างน้ำรวมทั้งหมด 11 จุด

จุดเก็บตัวอย่างน้ำประยุดต์จากเกณฑ์ข้อกำหนดการรับรองน้ำประปาหมู่บ้านของสำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ (Bureau of Food and Water Sanitation, 2015) กำหนดให้สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำตามจุดที่กำหนด 2 จุด คือ จุดต้นท่อระบบจ่ายน้ำ เก็บที่ก๊อกของท่อจากห้องสูงภายในระบบผลิต และจุดปลายท่อระบบจ่ายน้ำ เก็บที่จุดปลายสุดของท่อหลักจ่ายน้ำประปาบ้านผู้ใช้น้ำวิธีการสุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการวิจัยได้แก่ แบบสอบถาม และแบบประเมินในการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งผู้ศึกษาเป็นผู้สร้างขึ้นตามหลักเกณฑ์การสร้างแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีเนื้อหาสาระอยู่ภายใต้กรอบแนวคิดทฤษฎีและตัวแปรที่ผู้ศึกษาต้องการศึกษาซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปา โดยการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปา

ทางด้านกายภาพ ด้านเคมีและด้านชีวภาพ ดำเนินการ ตรวจสอบวิเคราะห์โดยใช้วิธีมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการและตรวจทางภาคสนาม

ส่วนที่ 2 แบบสัมภาษณ์ผู้ดูแลระบบประปา ประกอบด้วย

1. ข้อมูลทั่วไปผู้ดูแลระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน เป็นคำถามปลายปิดสร้างขึ้นโดยผู้วิจัยคำถามประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส อาชีพ ระยะเวลาที่ดูแลระบบประปา ระยะเวลาในการปฏิบัติงานเป็นผู้ดูแลระบบประปา การอบรมด้าน การดูแลระบบประปา

2. แบบสำรวจการดูแลระบบผลิตน้ำประปา (Checklist) ตามมาตรฐานการดูแลและบำรุงรักษาระบบประปา สำนักบริหารจัดการน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Office of Water Management and Hydrology, 2005) คือด้านการดูแลสภาพแวดล้อมของที่ตั้งระบบผลิตน้ำประปา แหล่งน้ำดิบและระบบผลิตน้ำประปาสำหรับการ ตรวจสอบและสังเกต สภาพแวดล้อมภายในภายนอกที่ตั้งระบบประปา ระบบน้ำผิวดิน ระบบผลิตและ ระบบจ่ายน้ำ รูปแบบโครงสร้างระบบ และสอบถามการปฏิบัติงานในการดูแลบำรุงรักษาระบบผลิต น้ำประปาหมู่บ้านหรือไม่ซึ่งแบบสัมภาษณ์ประกอบด้วย จำนวน 40 ข้อ มีคำตอบเป็นทางเลือก 2 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนการดูแลบำรุงรักษาระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน คือปฏิบัติงานและไม่ปฏิบัติงาน

การตรวจสอบเครื่องมือ

สร้างแบบสอบถามเพื่อเป็นเครื่องมือของการศึกษาในครั้งนี้ ได้ตรวจสอบความตรงทางเนื้อหา (Content Validity) หรือความสอดคล้องระหว่างข้อความที่เขียนขึ้นในแบบสอบถามกับนิยามศัพท์ที่กำหนดไว้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) ซึ่งข้อความทุกข้อนั้นมีค่า IOC มากกว่า 0.67

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ศึกษาค้นคว้าข้อมูลทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและขอหนังสือรับรองจากวิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุขมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีเพื่อแนะนำตัวยังองค์การบริหารส่วนตำบลท่าลาดอำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานีซึ่งเป็นหน่วยงานในการดูแลระบบผลิตประปาหมู่บ้าน

2) ติดต่อเจ้าหน้าที่ดูแลระบบผลิตประปาหมู่บ้านราษฎร์สำราญตำบลท่าลาดอำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

3) สร้างแบบสัมภาษณ์ผู้ดูแลระบบและผู้เกี่ยวข้องในการดูแลระบบประปาตามมาตรฐานการดูแลและบำรุงรักษาระบบประปาสำนักบริหารจัดการน้ำกรมทรัพยากรน้ำกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

4) ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยการวิจัยในครั้งนี้ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 รวมระยะเวลาที่ใช้ทำการวิจัย 3 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำดิบและน้ำประปาในหมู่บ้านราษฎร์สำราญ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี วิเคราะห์โดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ของกรมควบคุมมลพิษ และมาตรฐานคุณภาพน้ำประปากรมอนามัย 2553 ตามลำดับ โดยการประเมินผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ตามเกณฑ์ที่กำหนดดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปากรมอนามัย 2553

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่ามาตรฐาน
1. pH		8.5-6.5
2. Turbidity	NTU	5 ≥
3. Total dissolved solids	mg/l	1 ≥,000
4. Hardness	mg/l	≥500
5. Chloride	mg/l	≥250
6. Coliform bacteria	MPN/100 ml	Not found
7. Fecal Coliform bacteria	MPN/100 ml	Not found

2. ข้อมูลร้อยละประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน คำนวณโดยใช้วิธีการ ดังนี้ (Office of Water Management and Hydrology, 2014)

$$\text{จากสูตร} = \frac{(E_1 - E_2) \times 100}{E_1}$$

โดย E_1 = ค่าพารามิเตอร์ของน้ำดิบ

E_2 = ค่าพารามิเตอร์ของน้ำประปา

3. ข้อมูลการดูแลระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน ใช้แบบสำรวจประเมินตามมาตรฐานการดูแลและบำรุงรักษาระบบประปาสำนักบริหารจัดการน้ำกรมทรัพยากรน้ำกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการดูแลสภาพแวดล้อมของที่ตั้งประปา ด้านการดูแลแหล่งน้ำดิบ ด้านการดูแลระบบผลิตน้ำประปา และด้านการดูแลระบบจ่ายน้ำประปาโดยมีตัวเลือกในการประเมินซึ่งแบ่งเป็น 2 ตัวเลือกคือ ปฏิบัติงาน / ไม่ปฏิบัติงาน (มีการแปลผลเป็นค่าคะแนน เท่ากับ 1 และ 0 คะแนน ตามลำดับ)

การแปลความหมายคะแนนโดยภาพรวม แบ่งช่วงคะแนน เป็น 3 ระดับ โดยใช้การแบ่งระดับอิงเกณฑ์ของเบสท์ โดยคำนวณช่วงพิสัยจากสูตรดังต่อไปนี้โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ระดับดี หมายถึง ได้คะแนนการสำรวจระหว่าง 27 – 40 คะแนน

ระดับปานกลาง หมายถึง ได้คะแนนการสำรวจระหว่าง 13 –26 คะแนน

ระดับปรับปรุง หมายถึง ได้คะแนนการสำรวจระหว่าง 0-12 คะแนน

สำหรับตัวแปรเชิงคุณภาพ โดยใช้สถิติพรรณนาวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนร้อยละและค่าเฉลี่ย สำหรับเกณฑ์การแปลผลคะแนนการดูแลบำรุงรักษาระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน ส่วนคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน น้ำประปาวิเคราะห์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำดิบและน้ำประปา ประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน และข้อมูลการดูแลระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน นำเสนอโดยใช้ค่าความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัย

1. คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำดิบของระบบผลิตน้ำประปา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของบแหล่งน้ำดิบที่มาใช้ผลิตน้ำประปา พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28°C ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ค่า pH อยู่ในช่วง 7.81-9.28 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.58 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ความขุ่นเฉลี่ยเท่ากับ 16.49 NTU ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 2) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี แหล่งน้ำดิบที่มาใช้ผลิตน้ำประปา พบว่าคลอไรด์มีค่าสูงสุดที่ 43.50 mg/L ค่าต่ำสุดที่ 42.50 mg/L ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.99 mg/L ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ความกระด้างมีค่าสูงสุดที่ 28 mg/L ค่าต่ำสุดที่ 25 mg/L ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.33

mg/L ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานและของแข็งละลายน้ำทั้งหมด, ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.714 mg/L ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเทียบเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ของกรมควบคุมมลพิษ (ตารางที่ 3) และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพในรูปแบบของค่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มแบคทีเรียพบว่า แหล่งน้ำผิวดินมีโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เท่ากับ 75 MPN/100 ml ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 20,000 MPN /100 ml เมื่อเทียบค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3

ตารางที่ 2 คุณลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำดิบ

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลการประเมิน
Temperature (°C)	28.00	๘'	ผ่าน
pH	8.58	5 - 9	ผ่าน
Turbidity (NTU)	16.49	-	ผ่าน

หมายเหตุ: ๘' หมายถึง ลักษณะเป็นไปตามธรรมชาติ

ตารางที่ 3 คุณลักษณะทางเคมีของแหล่งน้ำดิบ

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลการประเมิน
Chloride (mg/l)	42.99	-	ผ่าน
Hardness (mg/l)	26.33	-	ผ่าน
Total dissolved solids (mg/l)	0.71	-	ผ่าน

หมายเหตุ: ลักษณะทางเคมีไม่ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานไว้ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ของกรมควบคุมมลพิษ

2. คุณภาพน้ำประปาของระบบผลิตน้ำประปา

คุณภาพน้ำประปาทางด้านกายภาพ พบว่าค่า pH มีค่าสูงสุด ที่ 8.22 ค่าต่ำสุดที่ 7.35 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.69 ซึ่ง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดอยู่ในช่วงระหว่าง 6.8- 8.5 อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28 °C (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 คุณลักษณะทางกายภาพของน้ำประปา

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลการประเมิน
Temperature (°C)	28.00	-	ผ่าน
pH	8.58	6.8 – 8.5	ผ่าน
Turbidity (NTU)	16.49	≤ 5	ไม่ผ่าน

คุณภาพน้ำประปาทางด้านเคมีพบว่าค่าคลอไรด์มีค่าสูงสุดที่ 34.49 mg/L และ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.49 mg/L ค่าความกระด้างเฉลี่ยเท่ากับ 20.67 mg/L ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 500 mg/L ค่าคลอรีนคงเหลือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.28 mg/L ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดอยู่ในช่วงระหว่าง 0.2-0.5 mg/L ส่วนค่าความขุ่นมีค่าสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 7.39 NTU ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ไม่เกิน 5 NTU เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปากรมอนามัย 2553 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 คุณลักษณะทางเคมีของน้ำประปา

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลการประเมิน
Chloride) (mg/l)	31.49	≥250	ผ่าน
Hardness (mg/l)	20.67	≥500	ผ่าน
Total dissolved solids (mg/l)	0.0240	≥1,000	ผ่าน
Total residual chlorine (mg/l)	0.28	0.2 - 0.5	ผ่าน

คุณภาพน้ำทางด้านเคมีของน้ำประปาจากท่อส่งน้ำไปสู่ครัวเรือนโดยสุ่มตรวจจุดแรก คือ น้ำประปาต้นท่อจ่ายน้ำ น้ำประปากลางท่อจ่ายน้ำ และน้ำประปาปลายท่อจ่ายน้ำ มีค่าคลอรีนคงเหลือเฉลี่ยไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดอยู่ในช่วงระหว่าง 0.2-0.5 mg/L เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปากรมอนามัย 2553 (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปริมาณคลอรีนคงเหลือในท่อจ่ายน้ำประปา

จุดเก็บตัวอย่าง	คลอรีนคงเหลือเฉลี่ย	เกณฑ์มาตรฐาน	ผลการประเมิน
น้ำประปาต้นท่อจ่ายน้ำ	0.15	0.2 – 0.5	ไม่ผ่าน
น้ำประปากลางท่อจ่ายน้ำ	0.15	0.2 – 0.5	ไม่ผ่าน
น้ำประปาปลายท่อจ่ายน้ำ	0.06	0.2 – 0.5	ไม่ผ่าน

สำหรับน้ำประปาที่ได้จากกระบวนการผลิตมีโคลิฟอร์มแบคทีเรีย <3 MPN/100 ml ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนน้ำต้นท่อ น้ำกลางท่อ และน้ำปลายท่อจ่ายน้ำประปามีเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปากรมอนามัย 2553 (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 คุณลักษณะทางชีวภาพของน้ำประปา

จุดเก็บตัวอย่าง	MPN index /100 ml	ผลการประเมิน
1. น้ำประปาจากระบบผลิต	<3	ผ่าน
2. น้ำประปาต้นท่อจ่ายน้ำ		
จุดที่ 1	4	ไม่ผ่าน
จุดที่ 2	9	ไม่ผ่าน
จุดที่ 3	21	ไม่ผ่าน
3. น้ำประปากลางท่อจ่ายน้ำ		
จุดที่ 1	4	ไม่ผ่าน
จุดที่ 2	9	ไม่ผ่าน
จุดที่ 3	150	ไม่ผ่าน
4. น้ำประปาปลายท่อจ่ายน้ำ		
จุดที่ 1	23	ไม่ผ่าน
จุดที่ 2	120	ไม่ผ่าน
จุดที่ 3	9	ไม่ผ่าน

2. การประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน การตรวจ คุณภาพน้ำดิบ และคุณภาพน้ำประปา พบว่าพารามิเตอร์ ทั้ง 6 พารามิเตอร์ มีประสิทธิภาพของการ ผลิตน้ำประปาในช่วงร้อยละ 10.37 – 99.99 ซึ่งพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพของการ ผลิต

น้ำประปาสูงที่สุด คือลดปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียร้อยละ 100 ส่วนสารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย ลดได้ร้อยละ 95.94 ลดค่าความขุ่นร้อยละ 55.18 ลดค่าคลอไรด์ ร้อยละ 26.75 ตามลำดับและพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพของการผลิตน้ำประปาต่ำที่สุด ตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำของระบบผลิตน้ำประปา

พารามิเตอร์	จุดตรวจวัด		ประสิทธิภาพ (%)
	แหล่งน้ำดิบ	น้ำประปา	
pH	8.58	7.69	10.37
Turbidity (NTU)	16.49	7.39	55.18
Chloride) mg/l)	42.99	31.49	26.75
Hardness)mg/l)	26.33	20.67	21.50
Total dissolved solids)mg/l)	0.714	0.029	95.94
Coliform bacteria)MPN100/ml)	75.00	<3	99.99
Fecal coliform bacteria)MPN100/ml)	4.00	<3	25.00

3. ผลการสำรวจการดูแลระบบผลิตน้ำประปา ระดับการปฏิบัติงานดูแลระบบผลิตน้ำประปาตามรอบการบำรุงรักษาในภาพรวม พบว่า อยู่ระดับคะแนนการปฏิบัติงาน 16 คะแนน อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 40 ของการปฏิบัติงาน และคิดเป็นร้อยละ 60 ของการไม่ปฏิบัติงาน โดยผลการสำรวจแบ่งเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการดูแลสภาพแวดล้อมของที่ตั้งประปา ระดับการปฏิบัติงานดูแลระบบผลิตน้ำประปาตามรอบการบำรุงรักษาในรายด้านการดูแลแหล่งน้ำดิบ พบว่า อยู่ในระดับปรับปรุงและพบปัญหาที่ผู้ดูแลระบบน้ำประปาไม่ปฏิบัติตามรอบการบำรุงรักษาดูแลระบบประปา คือ วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำดิบ เครื่องสูบน้ำและระบบควบคุมมีการตรวจสอบและทำความสะอาด ตรวจสอบรอยรั่วตามแนวท่อส่งน้ำดิบ ตรวจสอบการพังทลายของคันดิน ด้านระบบผลิตน้ำประปา ระดับการปฏิบัติงานดูแลระบบผลิตน้ำประปาตามรอบการบำรุงรักษาในรายด้านการดูแลระบบผลิตน้ำประปา พบว่า อยู่ในระดับปานกลางและพบปัญหาที่ผู้ดูแลระบบน้ำประปาไม่ปฏิบัติตามรอบการบำรุงรักษาดูแลระบบประปา คือ การล้างขั้วตักตะกอนและระบบสร้างตะกอน ตรวจสอบอัตราจ่ายสารละลายให้เป็นไปตามที่กำหนด ทำความสะอาดถังสร้างตะกอนและถังตกตะกอน/ตรวจสอบประตูน้ำ ตรวจสอบและซ่อมแซมประตูน้ำ ระบายตะกอนที่ขำรด รั่วซึม ตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำล้นและท่อน้ำทิ้ง ตรวจสอบซ่อมแซมรอยรั่วประตูน้ำถังกรอง ตรวจสอบรอยรั่วซึมข้อต่อ ท่อ อุปกรณ์ต่างๆ ตรวจสอบป้ายบอกระดับน้ำและ อุปกรณ์ให้อุณหภูมิในสภาพดี ต้องดูแลรักษาปิดฝาให้มิดชิดไม่ให้มีสิ่งของตกลงไปได้ และการล้างทำความสะอาดถังน้ำใสและตรวจสอบสภาพฝาปิดถังน้ำใสและ ด้านระบบจ่ายน้ำ ระดับการปฏิบัติงานดูแลระบบผลิตน้ำประปาตามรอบการบำรุงรักษาในรายด้านการดูแลระบบจ่ายน้ำพบว่า อยู่ในระดับปานกลางและพบปัญหาที่ผู้ดูแลระบบน้ำประปาไม่ปฏิบัติตามรอบการบำรุงรักษาดูแลระบบประปา คือ ตรวจสอบไวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ ล้างทำความสะอาดห้องสูง ระบายตะกอนในเส้นท่อเมนจ่ายน้ำและปล่อยน้ำไหลทิ้งลงรางระบายน้ำ ประตูน้ำทุกตัวในระบบจ่ายจะต้องทำการทดสอบ ตรวจสอบค่าคลอรีนคงเหลือ ท่อเมนทุกเส้นจะต้องทำการล้างโดยเปิดหัวดับเพลิงหรือประตูน้ำ

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาหมู่บ้านราษฎร์สำราญ ตำบลท่าลาด อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ทางด้านกายภาพ เคมีและทางชีวภาพ พบค่าที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา กรมอนามัย 2553 ดังนี้

คุณลักษณะทางกายภาพ พบว่าค่าความขุ่น ซึ่งทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 5 จุดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ 4 จุด คือ น้ำประปาที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้ว น้ำในท่อส่งจ่ายน้ำบริเวณต้นท่อจ่ายน้ำประปา กลางท่อจ่ายน้ำประปา และปลายท่อจ่ายน้ำประปา ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 5 NTU เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปากรมอนามัย 2553 และประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาสามารถลดค่าความขุ่นร้อยละ 55.18 ของน้ำแหล่งน้ำผิวดินและคุณภาพน้ำประปา ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน กรณีศึกษาบ้านหนองบัวทอง ตำบลหนองบัวทอง อำเภอรัตนบุรี จังหวัดสุรินทร์ (Cheunngan, 2015) พบว่าค่าความขุ่น ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา ระบบผลิตน้ำประปามีประสิทธิภาพในการลดความขุ่นร้อยละ 89.98 ซึ่งมีสาเหตุมาจากการไม่มีการปฏิบัติงานในส่วนของการตรวจสอบสภาพน้ำดิบ ไม่มีการทดสอบหาปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน เพื่อหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมและการวัดความขุ่น วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดิบ เพราะความขุ่นจะมีปริมาณของแข็งในน้ำทั้งหมด และปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด นั้นเกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ดิน ซากพืช ซากสัตว์ และลักษณะสีของน้ำ เกิดจากการสะท้อนแสงของสารแขวนลอยในน้ำ และตะกอนต่างๆ ในน้ำ (Metropolitan Waterworks Authority, 2011) หากไม่มีการเติมปูนขาวในกระบวนการสูบน้ำดิบมายังบ่อซึ่งทำให้ตะกอนจับตัวกันไม่ดีเท่าที่ควร และระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านยังไม่มีการขึ้นตอนการกวนเร็ว เมื่อผ่านบ่อตกตะกอน และบ่อกรอง ทำให้สารแขวนลอยและตะกอนต่างๆ ถูกกำจัดออกไป ทำให้น้ำประปามีความใสสะอาดเล็กน้อยค่าพารามิเตอร์ข้างต้นจึงมีค่าที่ลดลง แต่เมื่อน้ำประปาที่ส่งจ่ายให้ประชาชนจะสภาพค่าความขุ่นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในระยะน้ำต้นท่อ กลางท่อ และปลายท่อ รวมถึงยังขาดการล้างทำความสะอาดถังน้ำใสตามรอบเวลาที่กำหนดและยังไม่มีการตรวจสอบสภาพฝาปิดถังน้ำใสไม่มีการตรวจสอบการระบายตะกอนในเส้นท่อจ่ายน้ำหลักและปลายน้ำไหลทิ้งลงรางระบายน้ำและไม่มีการปฏิบัติการล้างทำความสะอาดท่อส่งสูงตามรอบเวลาที่กำหนดส่งผลให้น้ำประปามีความปนเปื้อนและมีความขุ่นรวมทั้งมีท่อบางส่วนที่ไม่มีการเปลี่ยนหลังจากใช้มาเป็นระยะเวลาที่ยาวนานทำให้ท่อส่งน้ำชำรุดก่อให้เกิดการปนเปื้อนน้ำประปาได้จึงทำให้น้ำมีขุ่นได้ สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ซึ่งทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 5 จุดพบว่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ 2 จุด คือ กลางท่อจ่ายน้ำประปา และปลายท่อจ่ายน้ำประปา ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดอยู่ในช่วงระหว่าง 6.8-8.5 เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปากรมอนามัย 2553 ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานโดยน้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่า 7 ทำให้มีความเป็นกรด และค่าประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาสามารถลดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้ร้อยละ 10.37 อาจส่งผลให้เกิดการกัดกร่อนและและการเสื่อมสภาพ เร็วขึ้นของท่อจ่ายน้ำประปาหรือวัสดุอุปกรณ์ประเภทโลหะและซีเมนต์ได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำให้เกิดการระคายเคืองต่อดวงตาของผู้ใช้น้ำได้ ซึ่งเป็นจุดที่มีปัญหาไม่มีการปรับตรวจสอบท่อส่งน้ำว่ามีการชำรุดหรือแตกเลย ดังนั้นจึงควรมีการตรวจสอบระบบจ่ายน้ำและดำเนินการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแก้ไขหากเกิดการชำรุดของอุปกรณ์ในระบบจ่ายน้ำและเส้นท่อจ่ายน้ำและควรมีการปรับค่าความเป็นกรด - ด่าง ให้เหมาะสมและตรวจสอบให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานก่อนจ่ายน้ำให้กับผู้ใช้น้ำคืออยู่ในช่วง 6.5-8.5 และอีกหนึ่งสาเหตุอาจเกิดจากไม่มีการวิเคราะห์การตกตะกอนทางเคมี (Jar Test) ในการหาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เช่น การเติมสารส้ม ปูนขาว เป็นต้น

คุณลักษณะทางเคมี พบว่า ค่าคลอรีนคงเหลือ ซึ่งทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 4 จุดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ 3 จุด คือ น้ำต้นท่อจ่ายน้ำประปา กลางท่อจ่ายน้ำประปา และท่อจ่ายน้ำประปา พบว่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดอยู่ในช่วงระหว่าง 0.2-0.5 mg/L เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปากรมอนามัย 2553 ซึ่งมีความสอดคล้องกับ ศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน กรณีศึกษาบ้านหนองบัวทอง ตำบลหนองบัวทอง อำเภอรัตนบุรี จังหวัดสุรินทร์ (Cheunngan, 2015) พบว่าคลอรีนตกค้าง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา ซึ่งอาจเกิดจากการเติมปริมาณคลอรีนที่ไม่เพียงพอหรือมีวิธีการเติมที่ไม่เหมาะสม ใช้วิธีการผสมแล้วปล่อยให้ตามท่อลงถังน้ำใสแบบหยดอาจทำให้ปริมาณคลอรีนไม่เพียงพอและการผสมผสานกันระหว่างน้ำและคลอรีนไม่ได้ประสิทธิภาพ การเติมคลอรีนในน้ำประปานั้นไม่เพียงพอตั้งแต่เริ่มต้น รวมถึงการระเหยออกไปตามท่อจ่ายน้ำประปาดังนั้นจึงควรมีการคำนวณหาค่าที่เหมาะสมและมีการ

ทดสอบหาค่าคลอรีนอิสระคงเหลือเป็นประจำ ซึ่งเมื่อมีเชื้อก่อโรคปนเปื้อนในน้ำประปาอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อุปโภคและบริโภคได้ (Metropolitan Waterworks Authority, 2011) ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 5 จุดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ 3 จุด คือ น้ำต้นท่อจ่ายน้ำประปา กลางท่อจ่ายน้ำประปา และปลายท่อจ่ายน้ำประปา ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจากการเติมคลอรีนในระบบฆ่าเชื้อโรคไม่เพียงพอ โดยอาจมีความเกี่ยวข้องกับปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือที่ไม่เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปาตั้งแต่ก่อนจ่ายน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตไปยังชุมชน ซึ่งหากมีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยเฉพาะ *Escherichia coli* ที่เป็นดัชนีวัดการปนเปื้อนจะมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนหรือแพร่กระจายของเชื้อโรคในระบบทางเดินอาหาร ในแหล่งน้ำ เช่น โรคอหิวา บิด ไทฟอยด์ หรืออุจจาระร่วง เป็นต้น (Environment Agency Region 6, 2011) ซึ่งสาเหตุมาจากดังนั้นจึงควรมีการจัดการระบบฆ่าเชื้อโรคให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสม

สำหรับการจัดการดูแลระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านราษฎร์สำราญ ตำบลท่าลาด อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่าการจัดการดูแลระบบผลิตน้ำประปา มีระดับการปฏิบัติตามดูแลระบบผลิตน้ำประปาตามรอบการบำรุงรักษา อยู่ในระดับปานกลาง โดยด้านการดูแลสภาพแวดล้อมของที่ตั้งประปา อยู่ในระดับดี และพบปัญหา คือ การมีน้ำขังบริเวณพื้นรอบถังน้ำใส ซึ่งอาจทำให้เกิดเป็นแหล่งของเชื้อโรคและแหล่งเพาะพันธุ์ของยุง จึงควรมีการจัดการไม่ให้เกิดการรั่วซึมของน้ำ และทำการซ่อมแซมอยู่เสมอ และบริเวณโรงสูบน้ำที่ยังมีอุปกรณ์ที่วางไม่เป็นระเบียบวางไว้ตามพื้น ซึ่งทำให้เป็นการกีดขวางทางเดิน เกิดความไม่สะดวกในขณะที่ปฏิบัติงาน ดังนั้นควรมีการจัดสิ่งของที่ไม้ได้ใช้แยกออกจากกระบวนการผลิต และจัดเก็บให้เป็นสัดส่วน โดยอาจกำหนดพื้นที่ในการเก็บสิ่งของที่ไม้ได้ใช้งานให้อยู่ในบริเวณเดียวกัน ด้านแหล่งน้ำดิบ อยู่ในระดับปรับปรุง และพบปัญหา คือ การวัดความขุ่นและความเป็นกรด-ด่างที่ไม่สม่ำเสมอ สอดคล้องกับการ ศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้านกรณีศึกษาบ้านหนองบัวทอง ตำบลหนองบัวทอง อำเภอรัตนบุรี จังหวัดสุรินทร์ (Cheunngan, 2015) ซึ่งพบว่าด้านการดูแลสุขภาพแวดล้อมของที่ตั้งระบบการดูแลทำความสะอาด และกำจัดวัชพืชมีการปฏิบัติแต่ไม่ถูกต้องตามรอบเวลาทั้งหมด แหล่งน้ำดิบการตรวจสอบการพังทลายของคันดินเป็นหัวข้อที่ไม่ปฏิบัติเลยมากที่สุด ซึ่งปัญหาที่จากการสำรวจดูแลแหล่งน้ำดิบแล้ว พบว่าวัชพืชต่างๆลอยอยู่บริเวณโรงสูบน้ำ ซึ่งอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนไปกับน้ำดิบที่เข้าสู่กระบวนการผลิตและส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตมีการทำงานที่หนักมากขึ้น และอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนลงไปในน้ำประปาที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปาอีกด้วย ด้านระบบผลิตน้ำประปา อยู่ในระดับปานกลาง และพบปัญหา คือ การล้างขัดผนังตักตะกอนและระบบสร้างตะกอน ตรวจสอบอัตราจ่ายสารละลายที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด ยังมี การทำความสะอาดถึงสร้างตะกอนและถึงตักตอน/ตรวจสอบประตุน้ำ ตรวจสอบและซ่อมแซมประตุน้ำ ระบายตะกอนที่ขรุขระรั่วซึม ตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำล้นและท่อน้ำทิ้งที่ไม่สม่ำเสมอ ในบ่อกรองมีตะไคร่น้ำและวัชพืชเกาะตามผนัง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำประปาไม่ตรงตามมาตรฐานได้ จึงควรมีการขัดล้างบริเวณทางเดินของระบบประปาเป็นประจำ อย่างน้อยทุก 6 เดือน (Metropolitan Waterworks Authority, 2011) ในส่วนชุดบ่อทรายกรองมีการล้างทรายกรองที่ถูกต้องตามหลักวิธีการล้างทรายกรอง ประตุน้ำ และอุปกรณ์ในระบบประปายังมีบางส่วนที่ชำรุด แต่ยังสามารถล้างหน้าทรายกรองได้แต่ต้องมีการดูแลและซ่อมแซมเป็นประจำ ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาการประเมินประสิทธิภาพและคุณภาพน้ำของ ระบบผลิตน้ำประปาหมู่บ้าน : กรณีศึกษา บ้านถ้ำลาด ตำบลลานข่อย อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง (Rakkamon and et al., 2009) การจัดการและการบำรุงรักษา ระบบประปา พบว่า ชาวอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ด้านคุณภาพน้ำประปาปลายท่อ พบว่าส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของกรมอนามัย พ.ศ. 2543 ส่วนการออกแบบโครงสร้างระบบประปาควรมีขั้นตอนการกวนเร็ว เพราะจะช่วยทำให้น้ำดิบกับการสร้างตะกอน (coagulant) มีการกวนผสมกัน อย่างรวดเร็วและเป็นไปอย่างทั่วถึง ส่วนขั้นตอนการกวนช้ามีอัตราการกวนในแต่ละที่จะไม่เท่ากัน (Office of Water Management and Hydrology, 2014)ด้านระบบจ่ายน้ำอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งปัญหาที่พบจากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ คือ คลอรีนคงเหลือ ความเป็นกรด-ด่าง ความขุ่น และปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ตั้งแต่ต้นท่อ กลางท่อ และปลายท่อที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปากรมอนามัย 2553 โดยอาจมีสาเหตุมาจากการดูแลระบบน้ำประปาที่ไม่ปฏิบัติตามรอบการบำรุงรักษาและระบบประปา คือ การล้างทำความสะอาดหอดังสูง การระบาย

ตะกอนในเส้นท่อเมนจ่ายน้ำและปลายน้ำไหลทิ้งลงรางระบายน้ำ ประตุน้ำทุกตัวในระบบจ่ายน้ำ ดังนั้นควรกรล้างทำความสะอาดท่อถึงสูง การระบายตะกอนในเส้นท่อเมนจ่ายน้ำและปลายน้ำไหลทิ้งลงรางระบายน้ำ ประตุน้ำทุกตัวในระบบจ่ายจะต้องทำการทดสอบให้ตรงตามรอบเวลาที่กำหนดไว้ และมีการส่งตรวจคุณภาพน้ำประปาทุกๆ 6 เดือน หรืออย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง (Office of Water Management and Hydrology, 2005)

การผลิตน้ำประปาของหมู่บ้านแม้จะมีแหล่งน้ำดิบที่ดี แต่คุณภาพของน้ำประปาที่ผ่านกระบวนการผลิตนั้นยังไม่ผ่านมาตรฐานอาจเป็นผลมาจากการขาดกระบวนการผลิตที่เหมาะสม ซึ่งมีปัญหาในหลายขั้นตอนตั้งแต่ต้นทาง ได้แก่ ขาดการตกตะกอนทางเคมีของน้ำ ซึ่งจะให้น้ำประปาปลายท่อมีสี ความขุ่นไม่พึงประสงค์ และความเป็นกรด-ด่างที่ไม่เหมาะสม ขาดการฆ่าเชื้อโรคโดยการใส่คลอรีนในน้ำประปาที่จะถูกส่งไปยังชุมชนทำให้พบเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียหลังจากน้ำประปาออกจากกระบวนการผลิตน้ำประปาไปตามเส้นท่อจนถึงปลายท่อจ่ายน้ำของบ้านเรือนประชาชนในชุมชน เนื่องจากสารแขวนลอยหรือสิ่งสกปรกต่างในท่อจ่ายน้ำประปาจะสามารถห่อหุ้มจุลินทรีย์ไว้ ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถถูกทำลายได้ง่ายและมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป ซึ่งปัญหาเหล่านี้เกิดจากการขาดบุคลากรที่มีความรู้และความชำนาญในการผลิตน้ำประปาและขาดงบประมาณในการติดตั้งเครื่องจักรและการจัดซื้อสารเคมีสำหรับผลิตและดูแลระบบผลิตน้ำประปาให้เป็นไปตามมาตรฐาน ทำให้กระบวนการผลิตและการดูแลระบบผลิตน้ำประปาขาดความเหมาะสมทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยเริ่มต้นกระบวนการต้นทางจึงอาจเป็นผลต่อเนื่องไปถึงคุณภาพน้ำประปาของผู้ใช้น้ำในชุมชน ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องมีการจัดสรรงบประมาณและพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องต่อไป

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผู้ดูแลระบบและคณะกรรมการบริหารระบบประปาควรมีการฝึกอบรมเพิ่มเติม และองค์การบริหารส่วนตำบลควรให้การสนับสนุนงบประมาณและวัสดุอุปกรณ์ในการดูแลระบบประปาหมู่บ้านเพื่อให้การดูแลระบบประปามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับความช่วยเหลือจากองค์การบริหารส่วนตำบลท่าลาด อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานีและเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการของวิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุขมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีในการดำเนินการเก็บข้อมูลในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Bureau of Food and Water Sanitation. 2015. **Village water supply certification requirements.**
http://foodsafety.anamai.moph.go.th/download/D_Water/Standard_water/%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%B3%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B8%94%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%9B%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%9A%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%99.doc. Accessed 5 August 2016. (in Thai)
- Bureau of Technical Advisor. 2015. **Health and environmental health situation in Thailand.**
<http://advisor.anamai.moph.go.th/main.php?filename=env207>. Accessed 15 August 2016. (in Thai)

- Cheunghan, C. 2015. **Efficiency of Tap Water Production System, Case Study Nongbuathong, Rattanaaburi District Surin province: Ubon Ratchathani : Ubon Ratchathani University.** (in Thai)
- Department of Water Resources. 2012. **Water Resources.** <http://www.dwr.go.th>. Accessed 15 August 2016. (in Thai)
- Environment Agency Region 6. **Water quality.** 2014. <http://reo06.mnre.go.th/newweb/index.php/2011-07>. Accessed 10 August 2016. (in Thai)
- Metropolitan Waterworks Authority. 2011. **The quality of water supply comes with the smell of chlorine.** https://www.mwa.co.th/ewt_news.php?nid=4847. Accessed 5 August 2016. (in Thai)
- Office of Water Management and Hydrology. 2005. **Standard of Care and Maintenance of Plumbing.** <http://www.prapathai.com>. Accessed 5 August 2016. (in Thai)
- Office of Water Management and Hydrology. 2014. **Project Planning Guide for Plumbing Production Capacity: 200 cu.m./hr. Standard Format: Department of Water Resources.** <http://202.129.59.73/tn/Design%20Guide/Design%20Guide%20%20200%20cubic-hr.pdf>. Accessed 5 August 2016. (in Thai)
- Phetcharat, S. 2010. **A Study on the System and Quality of Soil Surface Water Supply in Nong Bua Tambon Administrative Organization Nong Bua district, Nakhon Sawan Province.** Thesis, Uttaradit Rajabhat University. (in Thai)
- Rakkamon, T. and et el. 2009. **Assessment of efficiency and water quality of village water supply system : case study Ban Thumla Tambon Lankhoy Amphur Paprayoom .** Pattalung: Taksin University.
- Thai Health Promotion Foundation. 2016. **Check the safety of drinking water.** <http://www.thaihealth.or.th/>. Accessed 5 August 2016. (in Thai)

ความรู้และความคิดเห็นต่อมาตรการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวัง
(พาราควอต โกลโฟเสต คลอร์ไพริฟอส) ของชาวไร่น้ำแตงโม ตำบลกระเจาย อำเภอบ้านดู่ จังหวัดยโสธร

Knowledge and Opinion on Pesticides Usage Control (Paraquat, Glyphosate,
Chlorpyrifos) of Watermelon Farmer in Tambon Krajay, Patto District,
Yasothon Province

ศรินันท์ บุญทศ¹ และ สังกา ทับทิมหิน²

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์

วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

² อาจารย์ประจำกลุ่มวิชาสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Email: sanga.t@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงสำรวจนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้และความคิดเห็นต่อมาตรการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวังของชาวไร่น้ำแตงโมในตำบลกระเจาย อำเภอบ้านดู่ จังหวัดยโสธร จำนวน 95 คน โดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่าชาวไร่น้ำแตงโมส่วนใหญ่ปลูกเป็นอาชีพเสริมและปลูกมานานแล้วเฉลี่ย 20 ปี (SD=10.1) รู้จักพาราควอต (ร้อยละ 93.7) โกลโฟเสต (ร้อยละ 89.5) และ คลอร์ไพริฟอส (ร้อยละ 84.2) และเคยมีประสบการณ์ในการใช้สารพาราควอต คลอร์ไพริฟอส และ โกลโฟเสต ร้อยละ 93.7, 82.1 และ 81.1 ตามลำดับ ส่วนความรู้เกี่ยวกับมาตรการในการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวัง โดยรู้ว่าสารโกลโฟเสตถูกจัดอยู่ในบัญชีที่ต้องเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตร ร้อยละ 63.2 และรัฐบาลมีการยกเลิกการใช้สารพาราควอตและ คลอร์ไพริฟอส ร้อยละ 58.9 สำหรับความคิดเห็นต่อนโยบายและมาตรการในการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวังพบเห็นด้วยกับการยกเลิกการใช้สารคลอร์ไพริฟอส (ร้อยละ 60.0) เห็นด้วยในการยกเลิกการใช้สารพาราควอต (ร้อยละ 51.6) แต่ไม่เห็นด้วยในการจำกัดการใช้โกลโฟเสต (ร้อยละ 73.7)

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าชาวไร่น้ำแตงโมมีความรู้เกี่ยวกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มเฝ้าระวัง (พาราควอต โกลโฟเสต คลอร์ไพริฟอส) และเกินกว่าครึ่งหนึ่งเห็นว่ายังจำเป็นต้องใช้และไม่เห็นด้วยในการยกเลิกหรือควบคุมการใช้สารเคมีเหล่านี้โดยเฉพาะสารโกลโฟเสต ด้วยเหตุนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรมีการรณรงค์เพื่อให้ความรู้และความเข้าใจเพิ่มเติมทั้งด้านการใช้ ผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมและมาตรการในการควบคุมหรือยกเลิกการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มเฝ้าระวังดังกล่าวโดยให้เกษตรกรได้มีส่วนร่วม

คำสำคัญ : มาตรการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวัง พาราควอต โกลโฟเสต คลอร์ไพริฟอส ชาวไร่น้ำแตงโม

Abstract

This survey study aims to investigate the knowledge and opinions about pesticides using control (paraquat, glyphosate, chlorpyrifos) of the watermelon farmer in Tambon Krajay, Patto District, Yasothon Province, 95 people. The data were collected by questionnaire and analyzed using descriptive statistics, including frequencies, percentages and standard deviation. The results show that farmers are mostly know of chemical pesticides, such as paraquat (93.7%), glyphosate (89.5%) and chlorpyrifos (84.2%). In addition, they used paraquat (93.7%), chlorpyrifos (82.1%) and glyphosate (81.1), respectively. They know that glyphosate was considered by the government to

mentioning for agriculture chemicals (63.2%), and paraquat and chlorpyrifos were limited (58.9%). When they commented on the government's policy on controlling pesticide use, more than half agree with chlorpyrifos (60.0%) and paraquat (51.6%), but are not agree to limit the use of glyphosate (73.7%).

The results of the study indicate the farmer knows that pesticides were limited (paraquat, glyphosate, chlorpyrifos), but they are still used and do not agree with the use of these pesticides restrict or limit. For this reason, the governments or other relevant authorities should promote safe use practices for pesticides and environmental or health impact. Also, give farmers the opportunity to participate in the definition of guidelines for the purpose of policy about pesticides using control.

Keywords: Pesticide Using Control, Paraquat, Glyphosate, Chlorpyrifose, Watermelon Farmer

บทนำ

ปัจจุบันสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเข้ามามีบทบาทอย่างมากในภาคเกษตรกรรมของประเทศไทย โดยจากรายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางเกษตรกรรมระหว่างปี 2557-2559 ของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตรพบว่า มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องแสดงให้เห็นว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชถูกนำไปใช้ในการเพาะปลูกมากขึ้นแม้ว่าจะมีการควบคุมการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางเกษตรกรรมมากถึง 9,623 ชนิด และในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2551 ได้กำหนดให้มีวัตถุอันตรายที่อยู่ในบัญชีเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตร 11 ชนิด โดยมี 6 ชนิดอยู่ในกลุ่มเฝ้าระวัง 5 ชนิดที่ประกาศให้มีการยกเลิกการใช้ไปแล้วและอีก 3 ชนิด คือ พาราควอต คลอร์ไพริฟอส และ ไกลโฟเสต เป็นกลุ่มที่อยู่ในขั้นตอนการผลักดันให้มีการยกเลิกและควบคุมการใช้ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าจะมีข้อกำหนด นโยบายหรือมาตรการใดๆ ก็ยังพบการตกค้างของสารพิษชนิดต่างๆ ในพืชผลทางการเกษตรเป็นปริมาณมาก ทั้งที่ได้รับการขึ้นทะเบียนแล้วและยังไม่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นวัตถุอันตรายในผลิตผลทางการเกษตร เช่น การตกค้างของคลอร์ไพริฟอสในแตงโม เป็นต้น การใช้สารเคมีในปริมาณที่มากเกินไป ไม่มีการป้องกันร่างกายขณะใช้สารเคมีจะทำให้ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพต่อตัวของเกษตรกรเอง อีกทั้งเมื่อผลผลิตเก็บเกี่ยวนำไปจำหน่ายแล้วผู้บริโภคก็จะได้ผลกระทบจากการเคมีตกค้างอีกด้วย ซึ่งปัจจุบันมีสารเคมีที่ถูกขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางเกษตรกรรมไปแล้วมากมายและมีอีก 3 ชนิดที่กำลังผลักดันให้ไม่อนุญาตให้ขึ้นทะเบียนหรือจำกัดการใช้ ได้แก่ พาราควอต คลอร์ไพริฟอส และไกลโฟเสต โดยสองชนิดแรกจะมีการยกเลิกการใช้และมีไว้ในครอบครอง ส่วนชนิดหลังจะมีการจำกัดการใช้โดยจะมีผลบังคับในปี พ.ศ. 2562 เนื่องจากพบว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้ง 3 ชนิดส่งผลเสียต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก โดยพาราควอตซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ควบคุมวัชพืชก่อนหรือหลังการปลูกสามารถซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อสีเขียวอย่างรวดเร็วออกฤทธิ์เร็วและทนทานต่อการชะล้างด้วยน้ำฝน มีความเป็นพิษต่ำต่อผึ้งและเป็นพิษปานกลางต่อนก (1) และเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ผิวหนังอักเสบ ตาอักเสบ หายใจลำบากหรือไอ คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ (2) ส่วนไกลโฟเสตก็เป็นสารเคมีในกลุ่มปราบวัชพืชสามารถจับกับไอออนของโลหะได้หลายชนิดส่งผลให้ความเป็นประโยชน์ของสารอาหารในดินลดลงและมีผลกระทบต่อสุขภาพได้ด้วย เช่น ทำให้เคืองตา แสบตา แสบผิวหนัง ไอ แน่นหน้าอก การสัมผัสที่ดวงตาจะทำให้เกิดการระคายเคืองเยื่อตาและกระจกตา การสัมผัสที่ผิวหนังทำให้แสบผิวหนัง สำหรับคลอร์ไพริฟอสเป็นสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต เป็นสารกำจัดแมลงโดยพบว่ามีผลต่อการพัฒนาการทางสมองเด็กที่คลอดออกมามีลักษณะไม่พึงประสงค์ เช่น ไอคิวต่ำ ขนาดศีรษะเล็ก เป็นต้น (3) โดยมีจากการสำรวจที่ผ่านมาของกระทรวงสาธารณสุขพบว่าแตงโมมีสารเคมีตกค้างในกลุ่มเฝ้าระวัง คือ เมโทมิลและคลอร์ไพริฟอสในปริมาณมาก ซึ่งในตำบลกระจายอำเภอป่าต้ว จังหวัดยโสธร ประกอบไปด้วย 13 หมู่บ้าน มีพื้นที่ปลูกแตงโมประมาณ 420 ไร่ เกษตรกรส่วนใหญ่มีการปลูกแตงโมในช่วงเดือนสิงหาคม - ธันวาคม ใช้เวลาเพียง 55 - 75 วันก็สามารถเก็บผลผลิตสู่ท้องตลาดได้ แต่เกษตรกรยังประสบปัญหาจากต้นแตงโมตายด้วยโรคเหี่ยวและเกิดโรคทางใบมากทำให้เกษตรกรต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ รวมทั้งสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มเฝ้าระวังทั้ง 3 ชนิดด้วย ซึ่งอาจส่งผลให้มีสาร

ตกค้างในสิ่งแวดล้อมและสะสมในผลของแตงโมได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความรู้เกี่ยวกับนโยบายมาตรการ การป้องกันและความคิดเห็นต่อมาตรการการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวังดังกล่าว

วิธีการวิจัย

ประชากรในการวิจัยเชิงสำรวจนี้คือกลุ่มเกษตรกรชาวไร่แตงโมที่เป็นเจ้าของสวนที่มีรายชื้อขึ้นทะเบียน ในเขตตำบลกระเจาย อำเภอบ้านดู่ จังหวัดยโสธร จำนวน 95 คน และต้องเป็นเจ้าของสวนแตงโมที่อยู่ในพื้นที่ ระหว่างที่ทำการศึกษาในช่วงเดือนธันวาคม 2560 – มกราคม 2561 ใช้แบบสอบถามซึ่งประกอบด้วยข้อมูลทั่วไป ของผู้ให้ข้อมูล ความรู้เกี่ยวกับนโยบายมาตรการการป้องกันและผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมและความคิดเห็นต่อนโยบายและมาตรการในการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวัง (พาราควอต, คลอร์ไพริฟอส และไกลโฟเสต) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยตัวแปรเชิงกลุ่มพรรณนาด้วยจำนวนและร้อยละ ส่วนตัวแปรต่อเนื่องที่มีการแจกแจงแบบปกติพรรณนาด้วยค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

พบว่าผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 74.7 อายุเฉลี่ย 51 ปี (SD=7.1) การศึกษาในช่วง ประถมศึกษา ร้อยละ 47.4 การปลูกแตงโมส่วนใหญ่ประกอบเป็นอาชีพเสริม ร้อยละ 54.7 และปลูกแตงโมมาแล้ว เฉลี่ย 20 ปี (SD=10.1) รู้จักสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวัง โดยรู้จักสารพาราควอตมากที่สุด ร้อยละ 93.7 ไกลโฟเสต ร้อยละ 89.5 และคลอร์ไพริฟอส ร้อยละ 84.2 และมีประสบการณ์การใช้สารพาราควอตมากที่สุด ร้อยละ 93.7 คลอร์ไพริฟอส ร้อยละ 82.1 และ ไกลโฟเสต ร้อยละ 81.1 ตามลำดับ โดยสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ มากที่สุด คือ ไกลโฟเสต ร้อยละ 76.8 และพาราควอต ร้อยละ 65.3 ส่วนสารกำจัดแมลงคลอร์ไพริฟอส ร้อยละ 45.3 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปผู้ตอบแบบสอบถาม (N=95)

ลักษณะของข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	71	74.7
หญิง	24	25.3
อายุ เฉลี่ย = 50 ปี σ = 7.1 Max = 68 Min = 35		
ระดับการศึกษา		
- ไม่ได้เรียนหนังสือ	15	15.8
- ประถมศึกษา	45	47.4
- มัธยมศึกษาตอนต้น	17	17.9
- มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	13	13.7
- อนุปริญญา/ปวส.	4	4.2
- ปริญญาตรี	1	1.0
การปลูกแตงโมเป็นอาชีพหลักหรืออาชีพเสริม		
- หลัก	43	45.3
- เสริม	52	54.7
การรู้จักสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวัง		
พาราควอต		

ลักษณะของข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
- รู้จัก	89	93.7
- ไม่รู้จัก	6	6.3
คลอรีนไฟรีฟอส		
- รู้จัก	80	84.2
- ไม่รู้จัก	15	15.8
ไกลโฟเสต		
- รู้จัก	85	89.5
- ไม่รู้จัก	10	10.5
ประสบการณ์การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวัง		
พาราควอต		
- เคย	89	93.7
- ไม่เคย	6	6.3
คลอรีนไฟรีฟอส		
- เคย	78	82.1
- ไม่เคย	17	17.9
ไกลโฟเสต		
- เคย	77	81.1
- ไม่เคย	18	18.9
ระยะเวลาที่ปลูกแตงโม(ปี) $\mu = 19.5$ $\sigma = 10.1$ Max = 45 Min = 5		

สำหรับความรู้เกี่ยวกับนโยบายมาตรการ การป้องกัน และผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวังพบว่ากลุ่มเกษตรกรมีความรู้ที่ถูกต้องมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ หลังจากฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเสร็จแล้วจะต้องเปลี่ยนเสื้อผ้าและชำระร่างกายทันที ร้อยละ 96.8 รองลงมาคือหากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชซึมลงสู่ดินจะทำให้สัตว์ในดินได้รับพิษโดยตรง ร้อยละ 94.7 และสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทุกชนิดเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ร้อยละ 93.7 แต่ยังมีความรู้ที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการเลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีฉลากสีแดง ร้อยละ 68.4 สารไกลโฟเสตถูกจัดอยู่ในบัญชีที่ต้องเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตร ร้อยละ 63.2 และเข้าใจว่ารัฐบาลมีการยกเลิกการใช้สารพาราควอตและคลอรีนไฟรีฟอส ร้อยละ 58.9 ดังตารางที่ 2 โดยชาวไร่แตงโมมีความคิดเห็นต่อนโยบายและมาตรการในการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวัง คือ เห็นด้วยเกี่ยวกับการยกเลิกการใช้สารคลอรีนไฟรีฟอส ร้อยละ 60.0 เห็นด้วยในการยกเลิกการใช้สารพาราควอตร้อยละ 51.6 แต่ไม่เห็นด้วยในการจำกัดการใช้ไกลโฟเสต ร้อยละ 73.7 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของความรู้เกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม การป้องกันตนเองจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและมาตรการในการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (N=95)

ความรู้		ตอบถูก จำนวน (ร้อยละ)
ผลกระทบต่อสุขภาพจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช		
1	สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทุกชนิดเป็นอันตรายต่อสุขภาพ	89 (93.7)
2	การสัมผัสสารพาราควอตอาจทำให้เกิดโรคมาร์กินสัน (โรคลิ้นสันนิบาต)	62 (65.3)
3	การได้รับพิษจากสารพาราควอตมีส่วนทำให้เป็นโรคไตวาย และโรคตับอักเสบ	70 (73.7)
4	การได้รับสารไกลโฟเสตมีโอกาสทำให้เกิดมะเร็ง	79 (83.2)
5	สารคลอร์ไพริฟอส มีผลกระทบต่อพัฒนาการทางสมองของเด็กทารก	78 (82.1)
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช		
1	หากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชซึมลงสู่ดินจะทำให้สัตว์ในดินได้รับพิษโดยตรง	76 (80.0)
2	สารพาราควอตหากปนเปื้อนในดินเป็นเวลานานจะทำให้ดินเป็นพิษ	84 (88.4)
3	สารพาราควอตมีความคงตัวสูงในดินและสลายตัวยาก	85 (89.5)
4	สารคลอร์ไพริฟอสมีความเป็นพิษต่อปลาและสิ่งมีชีวิตในน้ำ	26 (86.7)
5	การใช้สารไกลโฟเสตกำจัดวัชพืชเป็นเวลานานจะทำให้ต้องใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้นจึงจะได้ผลเท่าเดิม	68 (71.6)
การป้องกันตนเองจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช		
1	หลังจากฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเสร็จแล้ว จะต้องเปลี่ยนเสื้อผ้าและชำระร่างกายทันที	92 (96.8)
2	*เลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีฉลากสีแดง	30 (31.6)
3	ขณะฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต้องยืนอยู่เหนือลมและหันหัวฉีดไปด้านหลัง	84 (88.4)
4	ขณะฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต้องสวมชุดป้องกันอันตราย เช่น ถุงมือ เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว ผ้าปิดจมูก	84 (88.4)
5	ในระหว่างที่ผสมสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต้องสวมใส่ถุงมือและหน้ากากป้องกันหรือผ้าปิดจมูก	85 (89.5)
นโยบายและมาตรการในการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช		
1	รัฐบาลกำหนดให้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทุกชนิดเป็นวัตถุอันตรายตาม พ.ร.บ.วัตถุอันตราย พ.ศ. 2551	79 (83.2)
2	*สารไกลโฟเสตถูกจัดอยู่ในบัญชีที่ต้องเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตร	35 (36.8)
3	สารเคมีกำจัดศัตรูพืชต้องมีการทดลองเบื้องต้นเกี่ยวกับพิษก่อนนำมาขึ้นทะเบียน	81 (85.3)
4	รัฐบาลมีการจัดเก็บภาษีสิ่งแวดล้อมจากบริษัทที่ผลิตและจำหน่ายสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	77 (81.1)
5	*รัฐบาลมีการยกเลิกการใช้สารพาราควอตและคลอร์ไพริฟอส	39 (41.1)

ตารางที่ 3 จำนวนและค่าร้อยละ ของความคิดเห็นต่อนโยบายและมาตรการในการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวัง

ความคิดเห็น	จำนวน	ร้อยละ
พาราควอต		
- เห็นด้วย	49	51.6
- ไม่เห็นด้วย	46	48.4
คลอร์ไพริฟอส		
- เห็นด้วย	57	60.0
- ไม่เห็นด้วย	38	40.0
ไกลโฟเสต		
- เห็นด้วย	25	26.3
- ไม่เห็นด้วย	70	73.3

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการสำรวจพบว่าชาวไร่แดงมีส่วนใหญ่เลือกใช้สารเคมีชนิดใดขึ้นอยู่กับลักษณะของแมลงและโรคที่ก่อให้เกิดปัญหาในไร่แดงมี รวมทั้งปัจจัยทางด้านการเงินที่จะสามารถซื้อหามาได้ โดยตลอดรอบการผลิตจะมีการใช้สารเคมีชนิดอื่น ๆ หมุนเวียนกันไป โดยพบว่ามีการใช้พาราควอตและไกลโฟเสตเพื่อกำจัดวัชพืชกันอยู่มาก สอดคล้องกับการศึกษาของ สง่า ทับทิมหินและคณะ ที่ได้ศึกษาการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกพริก แล้วพบว่าสารเคมีที่เกษตรกรเลือกใช้ในการกำจัดวัชพืชมากที่สุด คือ กรัสม็อกโซน ส่วนสารไกลโฟเสตและคลอร์ไพริฟอสนั้นก็เป็นที่รู้จักและใช้กันมากเช่นกัน ส่วนความรู้เกี่ยวกับนโยบายมาตรการ การป้องกัน และผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวังนั้นชาวไร่แดงไม่มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้ เช่น หลังจากฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเสร็จแล้วจะต้องเปลี่ยนเสื้อผ้าและชำระร่างกายทันที รู้ถึงผลกระทบจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชว่าถ้าซึมลงสู่ดินจะทำให้สัตว์ในดินได้รับพิษโดยตรงและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทุกชนิดเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งส่วนใหญ่รู้มาจากการอ่านฉลากคำเตือนหรือได้รับคำแนะนำจากผู้รู้ และบางคนได้รับประสบการณ์ตรงจากการใช้สารเคมีหรือพบเห็นว่ามีผู้ได้รับพิษจากสารเคมีหรือมีการติดตามข่าวสารเกี่ยวกับความเป็นอันตรายจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจึงทราบว่ามีอันตรายต่อสุขภาพ สอดคล้องกับการศึกษา พิมพ์ลดา ภิรมย์จิตร และสุชาดา ภัยหลีกลี ส่วนประเด็นที่ยังเข้าใจคลาดเคลื่อนอยู่ ได้แก่ สารไกลโฟเสตถูกจัดอยู่ในบัญชีที่ต้องเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตรและรัฐบาลมีการยกเลิกการใช้สารพาราควอตและคลอร์ไพริฟอสแล้ว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชาวไร่แดงยังไม่ทราบแน่ชัดเกี่ยวกับนโยบายและมาตรการในการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มดังกล่าว สำหรับความคิดเห็นต่อนโยบายและมาตรการในการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวัง (พาราควอต คลอร์ไพริฟอสและไกลโฟเสต) นั้นพบว่าเกินกว่าครึ่งหนึ่งเห็นด้วยเกี่ยวกับการยกเลิกการใช้พาราควอตและคลอร์ไพริฟอส แต่ไม่เห็นด้วยในการจำกัดการใช้ไกลโฟเสต แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรยังต้องใช้สารเหล่านี้อยู่ ซึ่งความเห็นในการยกเลิกการใช้พาราควอตและคลอร์ไพริฟอสนั้นอาจเนื่องจากเกษตรกรสามารถหาสารเคมีทดแทนสารทั้งสองชนิดนี้ได้อย่างหลากหลายมากกว่าสารไกลโฟเสต

ถึงแม้ว่าชาวไร่แดงไม่มีความรู้เกี่ยวกับนโยบาย มาตรการหรือผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมก็ตาม แต่ก็มีบางส่วนที่ไม่เห็นด้วยกับนโยบายและมาตรการในการควบคุมการใช้หรือยกเลิกการใช้สารเคมีและยังมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในไร่แดงมีอยู่ ฉะนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรมีการให้ความรู้เรื่องนโยบายและมาตรการในการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้องให้กับเกษตรกรเพิ่มมากขึ้น เพื่อความปลอดภัยในด้านสุขภาพของประชาชนและการลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงควรมีการเปิดโอกาสให้มีส่วนร่วมของประชาชนหรือเกษตรกรในการกำหนดมาตรการในการควบคุมสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวังดังกล่าว

ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1) ควรมีการให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรการในการควบคุมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวังในกลุ่มเกษตรกรชาวไร่แดงโมให้มากขึ้น เพื่อกระตุ้นให้เกิดความตระหนักในผลเสียที่จะเกิดขึ้น โดยเฉพาะไกลโฟเสตเพื่อประกอบการพิจารณาในการยกเลิกหรือควบคุมการใช้สารเคมีดังกล่าว

2) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรกระตุ้นให้เห็นถึงความสำคัญในมาตรการการยกเลิกพาราควอตและคลอร์ไพริฟอส และการจำกัดการใช้ไกลโฟเสต โดยแสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อสุขภาพและให้ความชัดเจนเกี่ยวกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวัง และเกษตรกรเองควรศึกษาเกี่ยวกับมาตรการการควบคุมเพื่อให้เป็นแนวทางในการตัดสินใจใช้สารเคมีกลุ่มเฝ้าระวัง

ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพและการป้องกันตนเองในกลุ่มเกษตรกรที่เป็นลูกจ้างในไร่แดงโม เนื่องจากเป็นผู้ที่ได้รับการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเฝ้าระวังโดยตรง
- 2) ควรศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยในการเลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยละเอียดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจและความคิดเห็นต่อการเลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบลกระจายและผู้ให้การสัมภาษณ์ข้อมูลทุกคนที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สละเวลาให้ข้อมูลที่สำคัญและอำนวยความสะดวกด้วยความมีน้ำใจและอภัยอย่างยิ่ง ขอบพระคุณคณาจารย์วิทยาลัยแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ส่งเสริมให้ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. รังสิต สุวรรณมรรคา. พาราควอตกับสิ่งแวดล้อม [Internet]. 2559. Available from: <http://www.weedthailand.org/upload/files/activity-paraquote01.pdf>
2. พันธุ์เทพ เพชรผึ้ง. ผลกระทบต่อสุขภาพจากการใช้พาราควอต. วารสารเภสัชกรรมไทย [Internet]. 2558;7(2):250–8. Available from: <http://tjpp.pharmacy.psu.ac.th/wp-content/uploads/2015/10/58-24final.pdf>
3. สุพัตรา ปรศุพัฒนา. จากแม่สู่ลูก คลอร์ไพริฟอสต่อพัฒนาการสมองของเด็ก [Internet]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2558. Available from: www.thaipan.org/sites/default/files/conference2558/3.3_supatra.pdf
4. สง่า ทับทิมหิน, ปณิตตา สุขุมาลัย, ปวีณา ลิ้มปิติปรากการ, ลักษณะนีย์ บุญขาว, สมเจตน์ ทองคำ, วนิดา อินทร์โสสม และคณะ. กระบวนการลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพื่อเพิ่มความปลอดภัยด้านสุขภาพของเกษตรกรปลูกพริกและชุมชน บ้านหัวเรือทอง หมู่ 16 ตำบลหัวเรือ อำเภอมือง จังหวัดอุบลราชธานี. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.); 2555.
5. พิมพ์ลดา ภิรมย์จิตร, สุชาดา ภัยหลีกลี่. ความรู้และพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร บ้านนาเหล่า อำเภอนาวัง จังหวัดหนองบัวลำภู. วารสารการพัฒนาสุขภาพชุมชน มหาวิทยาลัยขอนแก่น [Internet]. 2557 [cited 2018 May 15];2(3):299–309. Available from: https://home.kku.ac.th/chd/index.php?option=com_attachments&task=download&id=107&lang=th

ค่ารักษาพยาบาลจากอุบัติเหตุจราจรและการได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 ของผู้ป่วยที่รับบริการในโรงพยาบาลบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี

The Medical Cost of Traffic Accidents and Their Rights According to the Road Accident Victims Protection. Act, B.E. 2535 at Banphue Hospital, Udon thani

วรรณมล ไทกลี¹ วริสรา ลูวีระ^{2*}

¹ สาขาวิชาการพัฒนาสุขภาพชุมชน ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*E-mail : varisara_111@yahoo.com) Corresponding author)

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษา การศึกษาย้อนหลังเชิงพรรณนา เพื่อศึกษาค่ารักษาพยาบาลจากอุบัติเหตุจราจรและการได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 ของผู้ป่วยที่รับบริการในโรงพยาบาลบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี ประชากรที่ศึกษา คือ ผู้ป่วยด้วยอุบัติเหตุจราจรที่มารับบริการห้องฉุกเฉินโรงพยาบาลบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2559 – 30 กันยายน 2560 จำนวน 1, 842 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบบันทึกเวชระเบียน และแบบบันทึกค่าใช้จ่ายโรงพยาบาล

ผลการวิจัย พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยจากอุบัติเหตุจราจร พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 71.88 รองลงมาเพศหญิง ร้อยละ 28.12 อายุเฉลี่ย 30.36 ปี ค่าเบี้ยเบเนมาตรฐาน 12.74 ส่วนใหญ่ไม่ดื่มสุรา ร้อยละ 71.46 ยังพบว่าผู้บาดเจ็บเป็นผู้ขับขี่ ร้อยละ 49.78 พาหนะส่วนใหญ่ คือ จักรยานยนต์ ร้อยละ 73.76 การได้รับสิทธิการรักษาตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 ส่วนใหญ่พบว่า ไม่ได้รับสิทธิ พ.ร.บ.ผู้ประสบภัยจากรถ ร้อยละ 62.92 รองลงมา ได้รับสิทธิ พ.ร.บ.ผู้ประสบภัยจากรถ ร้อยละ 37.08 ค่ารักษาพยาบาลของผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจร พบว่า ค่ารักษาพยาบาลทั้งหมดตลอดการรักษา เท่ากับ 3,220,657 บาท เฉลี่ย 1,748 บาท (S.D. (2,323.40ค่ารักษาต่ำสุด เท่ากับ 94 บาท และค่ารักษาสูงสุด เท่ากับ 11,520 บาท ค่ารักษาพยาบาลไม่สามารถเรียกเก็บได้หรือขออนุเคราะห์ เท่ากับ 464,923 บาท เฉลี่ย 252.40 บาท)S.D. (868.12 ค่ารักษาพยาบาลที่ผู้รับบริการชำระเอง เท่ากับ 900,001 บาท เฉลี่ย 489.92 บาท) S.D.1,195.44 (และ ค่ารักษาพยาบาลที่เบิกจาก พ.ร.บ.ประกันภัยรถ เท่ากับ 1,740,300 บาท เฉลี่ย 945.30 บาท (S.D. (2,131.96 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่ารักษาพยาบาลกับการได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ. 2535 มีความแตกต่างกันกับการได้รับสิทธิการรักษาตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2 535อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

เมื่อเกิดอุบัติเหตุมีเพียงจำนวนน้อยที่ยื่นคำร้อง สำหรับผู้ประสบภัยที่รับการรักษาในโรงพยาบาล อุปสรรคในการใช้สิทธิรับค่าชดเชยของ ผู้ประสบภัย ได้แก่ ความไม่รู้ว่าตนมีสิทธิ ความยากลำบากในการรวบรวมเอกสารเพื่อยื่นขอความชดเชย ความหวาดกลัวความผิดทางกฎหมายเพราะตนไม่ได้ต่อทะเบียนรถยนต์หรือไม่ได้จ่ายค่าเบี้ยประกันภัยรถยนต์ ตามกฎหมาย เนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับกฎหมายผู้ประสบภัยจากรถ และขั้นตอนยุ่งยากในการขอรับ ยังทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ต้นทุนค่ารักษาพยาบาล ค่าเสียเวลาของผู้ประสบเหตุและญาติ สูญเสียรายได้ เป็นต้น

คำสำคัญ : ค่ารักษาพยาบาล อุบัติเหตุจราจร การได้รับสิทธิการรักษา

Abstract

This study is a retrospective descriptive study which aimed to evaluate the medical costs of road accidents and the protection of the law, Road Accident Victims Protection. Act, B.E. 2535 (AD 1992), at the hospital in Ban Phu. Udon Thani Province. The study population was 1,842 traffic accidents who came to the emergency room. Ban Phu Hospital, Udon Thani Province, between October 1, 2016 - September 30, 2017. Their medical records and hospital expenses were studied.

The results of the study revealed that most of the traffic accident victims were male (71.88%), mean age 30.36 (standard deviation 12.746). Most of them (71.46%) did not consume alcohol before the accident. Forty nine points seven eight percent of the injuries were drivers of the vehicle, which the most common were motorcycle (73.76%). Most of the patients (62.92%) did not receive the right to take the motor vehicle management right.

The cost of treatment was 3,220,657 baht in total and, 1,748.46 baht (SD 2,323.96) in average., The lowest cost was 94 baht and the maximum cost was 11,520 baht. The total cost of medical treatment paid by clients was 900,001 baht, average was 489.93 baht (SD 1,195.44). The withdrawal from the government from the car insurance policy was 1,740,300 baht, average 945.30 baht (S.D.2,131.96).

The medical expenses those related with the coverage under the Road Accident Victims Protection. Act, B.E. 2535, included all medical expenses throughout the treatment, expenses those could be reimbursed from the Insurance Act, expenses paid by the customers, and un-chargeable medical expenses. All of these relation reached the statistical significance at the level of $p < 0.05$.

When the accident occurred, only minority of them applied for the right to reimbursement the expenses.

The barriers fo the compensation of victims included ignorance of their rights, difficulties in gathering documents to apply, fear of legal offenses because they were not registered car or did not pay the car insurance, and the complexity of the procedures. These caused a lot of economic losses, including medical costs, time cost of victims and related loss of income, etc.

Keywords The Medical Cost , Traffic Accident , The Right of Patient

บทนำ

อุบัติเหตุจราจร (Road Traffic Accidents) ส่งผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน และประเทศ เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการรักษาผู้บาดเจ็บจำนวนมากนั้น สร้างภาระหนักต่อระบบสุขภาพ ทำให้ต้องใช้เตียงที่มีอยู่อย่างจำกัดของโรงพยาบาล ใช้ทรัพยากรต่างๆ และส่งผลให้สูญเสียกำลังการผลิตและเป็นอุปสรรคต่อความเจริญของประเทศ ทำให้เกิดผลกระทบอย่างมากต่อสังคมและเศรษฐกิจ จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบ่งชี้ว่า นี่คือนิเวศด้านสาธารณสุขและการพัฒนาที่คาดว่าจะรุนแรงกว่าเดิมหากไม่ได้รับการแก้ไข (WHO , 2013) จำนวนการเกิดอุบัติเหตุจราจรบนท้องถนนเพิ่มมากขึ้น ผู้บาดเจ็บจากการจราจรทางบกที่มีอาการรุนแรง และมีภาวะคุกคามต่อชีวิตจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนด้วยการทำหัตถการต่างๆ หรือต้องรับไว้ดูแลอย่างใกล้ชิดในหอผู้ป่วยวิกฤติ ดังนั้นหากผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บจากการจราจรทางบกสามารถเข้าถึงแหล่งบริการสุขภาพที่มีความพร้อมในเวลาอย่างรวดเร็ว จะช่วยให้อัตราการรอดชีวิตเพิ่มขึ้นและมีผลลัพธ์ทางสุขภาพที่ดี เช่น พ้นตัวจากการบาดเจ็บได้อย่างรวดเร็ว หรือไม่เกิดความพิการถาวร (ณรงค์ กลั่นความดี และคณะ 2558 ,

ผลกระทบจากอุบัติเหตุทางถนนไม่เพียงแต่เป็นภาระให้กับครอบครัว สังคม และเศรษฐกิจของประเทศ แต่ยังส่งผลกระทบต่อบริการสุขภาพ ทั้งด้านงบประมาณและภาระงานของบุคลากรที่มีจำกัด ทั้งๆ ที่ความสูญเสียและปัญหาเหล่านี้สามารถป้องกันได้ ส่งผลด้วยความพิการอย่างใดอย่างหนึ่ง และเป็นภาระการดูแลของครอบครัวและสังคม ข้อมูลเฝ้าระวังการบาดเจ็บของกระทรวงสาธารณสุข ในกลุ่มผู้บาดเจ็บรุนแรง ที่รับการรักษาประเภทผู้ป่วยใน จะพบว่า 2 ใน 3 เป็นกลุ่มที่ใช้รถจักรยานยนต์และเกือบทั้งหมด ร้อยละ 94 ไม่สวมหมวกนิรภัย ส่งผลให้มีการบาดเจ็บศีรษะร่วมด้วยถึงร้อยละ 50) ศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน ,(2558 ปัญหาในการบังคับใช้พระราชบัญญัติคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ. 2535 ใน 3 ประเด็น ประเด็นที่ 1 การดำเนินงานของบริษัทกลางคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เนื่องจากในปัจจุบันบริษัทกลางคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ มีอัตรารายได้สูงขึ้นในทุกๆปี แต่ยังคงมีปัญหาการจ่ายค่าเสียหายเบื้องต้นยังเกิดความล่าช้า ประเด็นที่ 3 การตั้งเบิกค่ารักษาพยาบาล ในการตั้งเบิกค่ารักษาพยาบาลยังมีข้อจำกัดอยู่กล่าวคือ ในกรณีที่ผู้ประสบภัยบาดเจ็บพักรักษาตัวที่โรงพยาบาล โรงพยาบาลจะตั้งเบิกค่ารักษาพยาบาลให้กับผู้ประสบภัย แต่หากผู้ประสบภัยไม่ได้พักรักษาตัวที่โรงพยาบาล ผู้ประสบภัยต้องสำรองจ่ายค่ารักษาพยาบาลก่อน และไปตั้งเบิกค่าเสียหายเบื้องต้นภายหลัง ทำให้ผู้ประสบภัยไม่ได้รับความสะดวก รวดเร็ว เป็นการสร้างภาระให้กับผู้ประสบภัย และประเด็นสุดท้ายพระราชบัญญัติฉบับนี้มีการแบ่งค่าสินไหม ออกเป็นสองส่วน คือ ค่าเสียหายเบื้องต้นและค่าเสียหายส่วนเกินกว่าค่าเสียหายเบื้องต้น ในกรณีที่ผู้ประสบภัยเกิดเหตุแต่คู่กรณีหลบหนีไปผู้ประสบภัยสามารถเบิกจ่ายได้แค่ค่าเสียหายเบื้องต้นเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่เป็นธรรมต่อผู้ประสบภัยเพราะหากมีค่าใช้จ่ายที่เกินกว่าค่าเสียหายเบื้องต้นผู้ประสบภัยต้องจ่ายเอง (วุฒิชัย นิลาวงษ์ , 2559)

อัตราเสียชีวิตด้วยอุบัติเหตุจราจร ปีงบประมาณ 2560 เขตอำเภอบ้านฝือเป็นอันดับ 3 ของจังหวัดอุดรธานี อัตรา 35.79 ต่อแสนประชากร เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปีงบประมาณ 2559 อัตรา 30.90 ต่อแสนประชากร และเกินเป้าหมายที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด คืออัตราการเสียชีวิตด้วยอุบัติเหตุทางท้องถนน ไม่เกิน 18 ต่อแสนประชากร สถานการณ์การเข้ารับบริการด้วยอุบัติเหตุจราจรโรงพยาบาลบ้านฝือ ปี พ.ศ.2557 – 2560 พบอัตรา 832.18 , 1,019.76 ,928.11 และ 1,673.71 ต่อแสนประชากร ตามลำดับ จะเห็นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมากในปี 2560 ยังพบสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุจราจรจากการไม่สวมหมวกนิรภัย ร้อยละ 62.04 ไม่คาดเข็มขัดนิรภัย ร้อยละ 32.81 และการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 16.79 ตามลำดับ ปัญหาข้างต้นส่งผลต่อเศรษฐกิจ และสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ ยังพบว่าค่ารักษาพยาบาลที่เกิดจากการรักษาผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจรโรงพยาบาลบ้านฝือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีตั้งแต่ปีงบประมาณ 2558 – 2560 มีค่ารักษาพยาบาล ดังนี้ 7,738,500 บาท 8 057,910, บาท และ 13,122,000 บาท ตามลำดับ โรงพยาบาลสามารถเบิกค่ารักษาพยาบาลได้เฉพาะกรณีได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 หากไม่ได้รับความคุ้มครองดังกล่าวผู้บาดเจ็บต้องชำระค่ารักษาพยาบาลเอง จึงทำให้พบปัญหาผู้บาดเจ็บที่ไม่ได้รับความคุ้มครองขออนุเคราะห์หรือค้างชำระไม่สามารถเรียกเก็บค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลได้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นทุกปี

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 ของผู้ป่วยที่รับบริการในโรงพยาบาลบ้านฝือ จังหวัดอุดรธานี
2. เพื่อศึกษาค่ารักษาพยาบาลจากอุบัติเหตุจราจรของผู้ป่วยที่รับบริการในโรงพยาบาลบ้านฝือ จังหวัดอุดรธานี
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ. 2535 กับค่ารักษาพยาบาลจากอุบัติเหตุจราจรของผู้ป่วยที่รับบริการในโรงพยาบาลบ้านฝือ จังหวัดอุดรธานี

วิธีการวิจัย

การออกแบบวิจัย ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาย้อนหลังเชิงพรรณนา (Retrospective study) ของผู้บาดเจ็บที่รับบริการในโรงพยาบาลบ้านฝ้อ จังหวัดอุดรธานี ผู้บาดเจ็บด้วยอุบัติเหตุจราจรที่มารับบริการห้องฉุกเฉิน โรงพยาบาลบ้านฝ้อ จังหวัดอุดรธานี ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2559 – 30 กันยายน 2560

ประชากรกลุ่มเป้าหมาย (Target population) ผู้บาดเจ็บที่รับบริการในโรงพยาบาลบ้านฝ้อ จังหวัดอุดรธานี ผู้บาดเจ็บด้วยอุบัติเหตุจราจรที่มารับบริการห้องฉุกเฉิน โรงพยาบาลบ้านฝ้อ จังหวัดอุดรธานี ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 30 – 2559 กันยายน 2560

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้บาดเจ็บด้วยอุบัติเหตุจราจรที่มารับบริการห้องฉุกเฉิน โรงพยาบาลบ้านฝ้อ จังหวัดอุดรธานี ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2559 – 30 กันยายน 2560 และเป็นผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจรรายใหม่ที่เข้ารับบริการในช่วงเวลาที่กำหนด อายุ 18 ปีขึ้นไป ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ประชากรที่ใช้ในการศึกษาจำนวนทั้งหมด 1,842คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บจากฐานข้อมูล 2 ส่วน คือ 1.แบบสำรวจที่ออกแบบเพื่อเก็บข้อมูลทุติยภูมิจากเวชระเบียน เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจร ที่เข้ารับบริการโรงพยาบาลบ้านฝ้อ จังหวัดอุดรธานี และแบบบันทึกค่าใช้จ่ายในโรงพยาบาลเกี่ยวกับค่ารักษาพยาบาลของผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจรที่เข้ารับบริการโรงพยาบาลบ้านฝ้อ จังหวัดอุดรธานี โดยใช้แบบคัดลอกข้อมูลทั้งหมด 31 ข้อ ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยจากอุบัติเหตุจราจร

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการบาดเจ็บของผู้ป่วยจากอุบัติเหตุจราจร

ส่วนที่ 3 การได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.253 5

ส่วนที่ 4 ค่ารักษาพยาบาลของผู้ป่วยจากอุบัติเหตุจราจร

การจัดการข้อมูล แบบคัดลอกข้อมูลทุกฉบับนำมาตรวจสอบความถูกต้อง สมบูรณ์ ครบถ้วนของข้อมูล และลงรหัสข้อมูล มีการนำเข้าและสอบทานข้อมูล (Double data entry) เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของการบันทึกข้อมูล โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Office Exel และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Window version 16 (Statistical Packages for the Social Science)

การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์โดยการหาค่าความถี่ (Frequency) ร้อยละ(Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation (ค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) และการวิเคราะห์ทางสถิติที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสิทธิการรักษาพยาบาลตามพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ พศ.2535 กับค่ารักษาพยาบาล โดยใช้ t-test

จริยธรรมการวิจัย ผู้วิจัยเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลภายหลังจากผ่านการอนุมัติการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE601487/2561 ผู้วิจัยได้ทำการขออนุญาตเก็บข้อมูลจากผู้อำนวยการโรงพยาบาล และหัวหน้างานเวชระเบียนและสถิติ โดยได้อธิบายให้และรับทราบว่าการอนุญาตให้เก็บข้อมูล หากไม่กีดกันการเก็บข้อมูล ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะนำเสนอข้อมูลทางวิชาการในภาพรวม

ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจร

ข้อมูลทั่วไปของผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจรพบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 71.88 รองลงมาเพศหญิงร้อยละ 28.12 อายุเฉลี่ย Mean = 30.36 ปี (S.D= (12.74ส่วนใหญ่ไม่ดื่มสุรา ร้อยละ 71.46 รองลงมาดื่มสุรา ร้อยละ 28.54 โรคประจำตัว พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 95.78 รองลงมามีโรคประจำตัว ร้อยละ 3.92 ส่วนใหญ่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 45.71 รองลงมาเป็นโรคเบาหวาน ร้อยละ 25.57 ตามรายละเอียดตารางที่ 1

ตาราง 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยจากอุบัติเหตุจราจร

ข้อมูลผู้ป่วย (n= 1,842)	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	1,324	71.88
หญิง	518	28.12
อายุ		
35 – 18ปี	1,280	69.49
59 – 36 ปี	503	27.31
60 ปีขึ้นไป	59	3.20
Mean = 30.36 ,S.D= 12.746 ,Min= 18 ,Max= 92		
การดื่มสุรา) Missing = 27)		
ดื่ม	518	28.54
ไม่ดื่ม	1,292	71.46
โรคประจำตัว (Missing = 5)		
ไม่มีโรคประจำตัว	1,781	95.78
มีโรคประจำตัว	72	3.92
1. ความดันโลหิตสูง	32	45.71
2. โรคเบาหวาน	20	28.57
3. ความดันโลหิตสูงและเบาหวาน	5	7.14
4. โรคหัวใจ	3	4.29
5. โรคหอบหืด	2	2.86
6. จิตเวช	2	2.86
7. อื่นๆ	1	1.43

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการบาดเจ็บของผู้ป่วยจากอุบัติเหตุจราจร

ข้อมูลการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจร พบว่า ส่วนใหญ่รับบริการ เวรบาย (เวลา 15.01 – 23.00 น.) ร้อยละ 47.01 รองลงมา เวรเช้า (07.01-15.00 น.) ร้อยละ 38.33 และ เวรตึก 07.00 – 23.01) น.) ร้อยละ 14.66 ตามลำดับ ผู้รับบริการมาเอง ร้อยละ 43.54 รองลงมาถูกชีพนำส่ง ร้อยละ 35.78 และ ญาตินำส่ง ร้อยละ 13.41 ตามลำดับ ยังพบว่าผู้บาดเจ็บเป็นผู้ขับขี่ ร้อยละ 49.78 รองลงมาเป็นผู้โดยสาร ร้อยละ 37.61 และคนเดินเท้า ร้อยละ 12.61 พาหนะส่วนใหญ่ คือ จักรยานยนต์ ร้อยละ 73.76 รองลงมารถกระบะ ร้อยละ 20.03 ความรุนแรงของการบาดเจ็บส่วนใหญ่อยู่ระดับสีขาบ ผู้บาดเจ็บทั่วไป (Non – Urgent) ร้อยละ 39.96 รองลงมา สีเขียว ผู้บาดเจ็บฉุกเฉินไม่รุนแรง (Semi-urgent) ร้อยละ 31.87 และสีเหลือง ผู้บาดเจ็บฉุกเฉินเร่งด่วน(Urgent) ร้อยละ 22.09 ตามลำดับ การได้รับการรักษาส่วนใหญ่กลับบ้าน (D/C) ร้อยละ 66.56 รองลงมา Admit ร้อยละ 17.81 และ Refer ร้อยละ 15.09 ตามลำดับ และการวินิจฉัยของแพทย์ส่วนใหญ่วินิจฉัยขั้นต้นด้วยรหัส S (S00-S99) ร้อยละ 75.30 รองลงมา ขั้นต้นด้วยรหัส T (M00 – M99) ร้อยละ 21.88 และขั้นต้นด้วยรหัส M 2.82 การบาดเจ็บหลายบริเวณ ตามลำดับ รายละเอียดตามตารางที่ 2

ตาราง 2 ข้อมูลการบาดเจ็บของผู้ป่วยจากอุบัติเหตุจราจร

ข้อมูลผู้ป่วย (n= 1,842)	จำนวน	ร้อยละ
เวลาแรกรับบริการ		
เวรเช้า 15.00 – 07.01) น.)	270	14.66
เวรบ่าย (15.01 – 23.00 น.)	866	47.01
เวรดึก 07.00 – 23.01) น.)	706	38.33
ประเภทการมาโรงพยาบาล		
มาเอง	802	43.54
พลเมืองดีนำส่ง	102	5.54
กู้ชีพนำส่ง	659	35.78
ญาตินำส่ง	247	13.14
ผู้ปกครองนำส่ง	27	1.47
อื่นๆ	5	0.27
สถานะผู้บาดเจ็บ)Missing = 4)		
คนเดินเท้า	228	12.61
ผู้ขับขี่	900	49.78
ผู้โดยสาร	680	37.6
ประเภทพาหนะ)Missing = 4)		
จักรยานยนต์	1,355	73.76
รถกระบะ	368	20.03
รถเก๋ง	50	2.72
รถตู้	15	0.82
รถโดยสาร	37	2.01
รถสิบล้อ/รถพ่วง	2	0.11
รถอื่นๆ	10	0.54
ความรุนแรงของการบาดเจ็บ		
สีแดง ผู้บาดเจ็บฉุกเฉินวิกฤต(Resuscitation)	48	2.61
สีชมพู ผู้บาดเจ็บฉุกเฉิน(Emergency)	64	3.47
สีเหลือง ผู้บาดเจ็บฉุกเฉินเร่งด่วน(Urgent)	407	22.09
สีเขียว ผู้บาดเจ็บฉุกเฉินไม่รุนแรง (Semi-urgent)	587	31.87
สีขาว ผู้บาดเจ็บทั่วไป (Non – Urgent)	736	39.96
การได้รับการรักษา		
กลับบ้าน	1,226	66.56
Admit	328	17.82
Refer	278	15.09
เสียชีวิต	10	0.54
การวินิจฉัยของแพทย์		
ขั้นต้นด้วยรหัส S (S00-S99) การบาดเจ็บ	1,357	75.30
ขั้นต้นด้วยรหัส M (M00 – M99) ระบบกล้ามเนื้อ	52	2.82
ขั้นต้นด้วยรหัส T (T00-T14) การบาดเจ็บหลายบริเวณ	403	21.88

ส่วนที่ 3 การได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535

การได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 ส่วนใหญ่ พบว่า ไม่ได้รับสิทธิ พ.ร.บ.ผู้ประสบภัยจากรถ ร้อยละ 62.92 รองลงมา ได้รับสิทธิ พ.ร.บ.ผู้ประสบภัยจากรถ ร้อยละ 37.08 รายละเอียดตามตาราง 3

ตาราง 3 การได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535

การได้รับความคุ้มครอง (n= 1,842)	จำนวน	ร้อยละ
การได้รับสิทธิการรักษาพยาบาล		
สิทธิ พ.ร.บ.ผู้ประสบภัยจากรถ	683	37.08
ไม่ได้รับสิทธิ พ.ร.บ.ผู้ประสบภัยจากรถ	1,159	62.92

ส่วนที่ 4 ค่ารักษาพยาบาลของผู้ป่วยจากอุบัติเหตุจราจร

ค่ารักษาพยาบาลของผู้ป่วยจากอุบัติเหตุจราจร พบว่า ค่ารักษาพยาบาลทั้งหมดตลอดการรักษา เท่ากับ 3,220,657 บาท เฉลี่ย 1,748 บาท (S.D. (2,323.40) ค่ารักษาต่ำสุด เท่ากับ 94 บาท และค่ารักษาสูงสุด เท่ากับ 11,520 บาท ค่ารักษาพยาบาลไม่สามารถเรียกเก็บได้หรือขออนุเคราะห์ เท่ากับ 464,923 บาท เฉลี่ย 252.40 บาท (S.D. (868.12) ค่ารักษาพยาบาลที่ผู้รับบริการชำระเอง เท่ากับ 900,001 บาท เฉลี่ย 489.92 บาท (S.D. (1,195.44) และ ค่ารักษาพยาบาลที่เบิกจาก พ.ร.บ.ประกันภัยรถ เท่ากับ 1,740,300 บาท เฉลี่ย 945.30 บาท (S.D. (2,131.96) ดังรายละเอียดตารางที่ 4

ตาราง 4 ค่ารักษาพยาบาลของผู้ป่วยจากอุบัติเหตุจราจร

ค่ารักษาพยาบาล	ค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	ค่าต่ำสุด- ค่าสูงสุด	จำนวนเงิน (บาท)
ค่ารักษาพยาบาลไม่สามารถเรียกเก็บได้ หรือขอ อนุเคราะห์	252.40 (868.129)	0-7,685	464,923
ค่ารักษาพยาบาลที่ผู้รับบริการชำระเอง	489.93 (1,995.443)	0-7,595	900,001
ค่ารักษาพยาบาลที่เบิกจาก พ.ร.บ.ประกันภัยรถ	945.30 (2131.962)	0-11,520	1,740,300
ค่ารักษาพยาบาลทั้งหมดของผู้บาดเจ็บ	1,748.46 (2,323.96)	94-11,520	3,220,657

ส่วนที่ 5 การได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 กับค่ารักษาพยาบาลจากอุบัติเหตุจราจรของผู้บาดเจ็บที่รับบริการในโรงพยาบาลบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่ารักษาพยาบาลกับการได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 มีความแตกต่างกันกับการได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ดังรายละเอียดตารางที่ 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่ารักษาพยาบาลกับการได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535

ตัวแปร	ค่ารักษาพยาบาลทั้งหมดตลอดการรักษา (บาท)	%95Confidence Interval of the Difference		t	df	P-value
		Lower	Upper			
ได้รับความคุ้มครอง ตาม พ.ร.บ.ผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535	1,740,300	847.85	1,042.75	19.025	1840	<0.001*
ไม่ได้รับความคุ้มครอง ตาม พ.ร.บ.ผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535	1,364,924	674.85	811.185	21.378	1836	<0.001*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 ส่วนใหญ่ พบว่า ไม่ได้รับสิทธิ พ.ร.บ.ผู้ประสบภัยจากรถ ร้อยละ 62.92 รองลงมา ได้รับสิทธิ พ.ร.บ.ผู้ประสบภัยจากรถ ร้อยละ 37.08 ส่วนมากการทำประกันภัยภาคบังคับไม่ยื่นเอกสารเพื่อมอบอำนาจให้โรงพยาบาลเบิกกับบริษัทประกันภัยรถ และเมื่อเกิดอุบัติเหตุไม่ยื่นร้องขอต่อบริษัทประกันภัย เพื่อขอรับค่าเสียหาย มีเพียงจำนวนน้อยที่ยื่นคำร้อง สำหรับผู้ประสบภัยที่รับการรักษาในโรงพยาบาล อุปสรรคในการใช้สิทธิรับค่าชดเชยของ ผู้ประสบภัย ได้แก่ ความไม่รู้ว่าตนมีสิทธิ ความยากลำบากในการรวบรวมเอกสารเพื่อยื่นขอความชดเชย ความหวาดกลัวความผิดทางกฎหมายเพราะตนไม่ได้ต่อทะเบียนรถยนต์หรือไม่ได้จ่ายค่าเบี้ยประกันภัยรถยนต์ ตามกฎหมาย เนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับกฎหมายผู้ประสบภัยจากรถ และขั้นตอนยุ่งยากในการขอรับ บางรายขอรับค่ารักษาจากด้านอื่น เช่น บัตรสวัสดิการการรักษายาพยาบาลในกรณีต่างๆ กลุ่มข้าราชการ กลุ่มประกันสังคม และทำประกันชีวิตกับบริษัทประกันชีวิต ซึ่งยอมจ่ายค่ารักษาพยาบาลเองหรือขออนุเคราะห์ค่ารักษาพยาบาลดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจารุวรรณ พุทธิผล ศึกษาในกลุ่มทำประกันภัยยื่นขอรับค่าเสียหายโดยมอบอำนาจให้โรงพยาบาลเพียงร้อยละ 30.50 (จารุวรรณ พุทธิผล ,2554) และการศึกษาของไพบุลย์ สุริยะวงศ์ไพศาล ที่พบว่า ไม่ได้ใช้สิทธิ พ.ร.บ.คุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถนั้น คือ ไม่ได้ ทำพ.ร.บ.คุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ43.3 และการใช้เอกสารและหลักฐานมีความยุ่งยาก คิดเป็นร้อยละ 36.9 (ไพบุลย์ สุริยะวงศ์ไพศาล ,2551)

ค่ารักษาพยาบาลทั้งหมดตลอดการรักษา เท่ากับ 3,220,657 บาท เฉลี่ย 1,748 บาท (S.D. 2,323.40) ค่ารักษาต่ำสุด เท่ากับ 94 บาท และค่ารักษาสูงสุด เท่ากับ 11,520 บาท ค่ารักษาพยาบาลไม่สามารถเรียกเก็บได้หรือขออนุเคราะห์ เท่ากับ 464,923 บาท เฉลี่ย 252.40 บาท (S.D.868.12) ค่ารักษาพยาบาลที่ผู้รับบริการชำระเอง เท่ากับ 900,001 บาท เฉลี่ย 489.92 บาท (S.D.1,195.44) และ ค่ารักษาพยาบาลที่เบิกจาก พ.ร.บ.ประกันภัยรถ เท่ากับ 1,740,300 บาท เฉลี่ย 945.30 บาท (S.D.2,131.96) จะทำให้เห็นว่า ค่ารักษาพยาบาลที่ผู้ป่วยต้องชำระเองคิดเป็นร้อยละ 22.82 ของค่ารักษาพยาบาลทั้งหมด และค่ารักษาพยาบาลที่เรียกเก็บไม่ได้หรือผู้รับบริการขออนุเคราะห์คิดเป็นร้อยละ 14.44 บาท ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจทั้งผู้รับบริการและโรงพยาบาลเอง จากผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับทฤษฎีทุนมนุษย์ ที่กล่าวว่ามนุษย์เป็นทรัพยากรทุนประเภทหนึ่ง มูลค่าของผลผลิตของมนุษย์สามารถคำนวณได้ด้วยรายได้ตลอดชีวิตการทำงานของแต่ละบุคคล ดังนั้น การสูญเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนน ย่อมทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจเป็นจำนวนเงินมหาศาล การพยายามตีมูลค่าของมนุษย์ออกมาเป็นตัวเงิน เพื่อเป็น การประมาณความสูญเสียเบื้องต้นที่คาดว่าจะเกิดขึ้นและเพื่อที่จะทำให้สามารถนำความสูญเสียดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับการลงทุนในโครงการของรัฐบาลที่เกี่ยวข้องกับสวัสดิการของประชาชน เช่น การลงทุนในโครงการสาธารณสุข การศึกษา เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการจัดสรรงบประมาณในอนาคตต่อไป สอดคล้อง

กับ การศึกษาของวีรพัฒน์ บุญทริก สูญเสียในการรักษาพยาบาล 169.89 ล้านบาทคิดเป็นร้อยละ 2.78 (วีรพัฒน์ บุญทริก ,2547) การศึกษาของวรินดา สิริสุวรรณ อุบัติเหตุจากรถเกิดความสูญเสียทั่วไป มีมูลค่าความสูญเสียเท่ากับ 17,201,650 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 24.31 (วรินดา สิริสุวรรณ 2554) และการศึกษาของกัญญา ประดับบุญ และคณะ พบว่า ต้นทุนค่ารักษาพยาบาลมีมูลค่า 19,120 บาทต่อราย โดยต้นทุนที่เกิดจากบริการฐานะผู้ป่วยใน เท่ากับ 11,963 บาทต่อราย (กัญญา ประดับบุญ และคณะ ,2557)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่ารักษาพยาบาลกับการได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติ ผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 มีความแตกต่างกันกับการได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ เนื่องจากไม่ได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535 เนื่องจากความยุ่งยากในการทำประกันภัยภาคบังคับ และความยุ่งยาก หวาดกลัว ไม่เข้าใจในการยื่น เอกสารเพื่อขอรับการชดเชยตามกฎหมาย ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจทั้งของโรงพยาบาล และผู้รับบริการทั้ง สูญเสียเวลางาน สูญเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาโดยการสัมภาษณ์ผู้ได้รับบาดเจ็บหรือญาติเพื่อที่จะได้ข้อมูลเพิ่มเติมและเป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น
2. ควรศึกษาสาเหตุเพิ่มเติมผู้ที่ไม่ได้สิทธิการรักษาพยาบาลตามพระราชบัญญัติผู้ประสบภัยจากรถ เพื่อให้ได้ทราบสาเหตุและนำไปแก้ไขปัญหามาให้ตรงประเด็น

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษาอิสระฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างดียิ่ง จาก รองศาสตราจารย์ ดร. มานพ คณะโต ประธานหลักสูตรสาขาพัฒนาสุขภาพชุมชน ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะ แพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้คำปรึกษาแนะนำ และให้กำลังใจใน การศึกษา

ขอขอบพระคุณ นายแพทย์ทวีรัชต์ ศรีกุลวงศ์ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลบ้านฝ้อ และนายมังกร ประดิษฐ์ ด้วง หัวหน้างานเวชระเบียนและสถิติ โรงพยาบาลบ้านฝ้อ ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และให้ข้อมูลใน การศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบคุณ ข้อมูลผู้รับบริการด้วยอุบัติเหตุจากรถที่โรงพยาบาลบ้านฝ้อทุกท่าน ที่เป็นข้อมูลในการศึกษา อิสระฉบับนี้ ขอขอบคุณ เพื่อนนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสุขภาพชุมชน ที่ให้ กำลังใจ และมีมิตรภาพอันมีค่า

เอกสารอ้างอิง

- กัญญา ประดับบุญ และคณะ . (2557) .รายงานวิจัยวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ ของการเกิดอุบัติเหตุทาง ถนนในกลุ่มผู้ประกันตนในระบบประกันสังคม. *วารสารบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร*, ปีที่ 9) ฉบับที่ 2, (108-123).
- จรรุวรรณ พุทธิผล . (2547) .*ศึกษาการสูญเสียจากอุบัติเหตุจากรถและการได้รับสิทธิตามพระราชบัญญัติคุ้มครอง ผู้ประสบภัยจากรถของผู้มารับการรักษาที่โรงพยาบาลบุญทริก. จังหวัดอุบลราชธานี .* วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต ,มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, จังหวัดอุบลราชธานี.
- ณรงค์ กลั่นความดี . (2558) .ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการเข้าถึงบริการสุขภาพของผู้ป่วยบาดเจ็บจาก การจราจรทางบก .*วารสารสภาการพยาบาล*, ปีที่ 30 (ฉบับที่ 3,55 .
- ไพบุลย์ สุริยะวงศ์ไพศาล และคณะ .(2551) .*โครงการประเมินการดำเนินการตามพระราชบัญญัติคุ้มครอง ผู้ประสบภัยจากรถ .* สำนักงานวิจัยเพื่อการพัฒนาหลักประกันสุขภาพไทย
- วรินดา สิริสุวรรณ . (2554) .*การประเมินความสูญเสียทางเศรษฐกิจเนื่องจากอุบัติเหตุจากรถทางบกของจังหวัด นครปฐม .*เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพมหานคร.

- วุฒิชัย นิลางษ์ .(2559) .ปัญหาการบังคับใช้พระราชบัญญัติคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ.2535. ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.
- ศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน .(2558) .อุบัติเหตุทางถนน กับ ผลต่อ “สุขภาพ” ของคนไทย สืบค้นวันที่ 2 ตุลาคม 2560 จาก <https://www.isranews.org/thaireform-other-news/-42298roads.html>
- องค์การอนามัยโลก .(2013) .ความปลอดภัยทางถนน : ข้อเท็จจริงเบื้องต้น สืบค้นเมื่อวันที่ 9 ตุลาคม 2560 จาก <http://www.searo.who.int/thailand/areas/-1rs-basic-fact-th.pdf?u>

ความสามารถในการย่อยเซลลูโลสของแบคทีเรียทนร้อน

Abilities of Thermotolerant Bacteria in Cellulose Degradation.

สังวาลย์ แก่นโส^{1*} รัตนา ลาวงค์¹ และ พิษณุภรณ์ สุวรรณภูมิ¹
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
*E-mail: scsungka@ubu.ac.th; samghamit@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการย่อยเซลลูโลสที่อุณหภูมิสูงของแบคทีเรียทนร้อน 5 ไอโซเลต จากการทดสอบเบื้องต้นโดยทดสอบการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสบนอาหารแข็ง Carboxymethylcellulose (CMC) พบว่าแบคทีเรียสามารถสร้างบริเวณใสรอบๆ หลุมที่หยดเชื้อทั้ง 5 ไอโซเลต โดยไอโซเลตที่สร้างเอนไซม์เซลลูเลสได้ดีที่สุดคือ STW45_5 และ YTM5 ให้ขนาดบริเวณใสเท่ากับ 3.05 cm. และ 3.01 cm. ตามลำดับ จากนั้นทำการทดสอบการย่อยเซลลูโลสโดยเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลว CMC บ่มเขย่าที่ 50°C 150 rpm เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วแยกเซลล์ออกจากอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยการปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 rpm ที่ 4°C เวลา 15 นาที ตูดอาหารเลี้ยงเชื้อที่ปราศจากเซลล์ (Supernatant) 25 ml. ไปทดสอบการย่อยเซลลูโลส 5 ชนิด คือ กระดาษกรอง ฟางข้าว ใบไม้แห้ง ผักตบชวา และเปลือกไม้ยูคาลิปตัส น้ำหนัก 0.25 g. ที่อุณหภูมิ 50°C บ่มเขย่าที่ 150 rpm วัดความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้นทุกๆ 24 ชม. เป็นเวลา 7 วัน ด้วยวิธี DNS Method พบว่า Supernatant จาก STW45_5 สามารถให้น้ำตาลรีดิวซ์ได้มากที่สุด และวัดความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ได้เท่ากับ 0.56 mg/ml. ส่วน Supernatant จาก YTM5 ให้น้ำตาลเท่ากับ 0.43 mg/ml. จากการย่อยฟางข้าวในทั้งสองกรณี

คำสำคัญ : แบคทีเรียทนร้อน การย่อยเซลลูโลส

Abstract

This research aimed to study the abilities of 5 bacteria isolates to digest cellulose at elevated temperature. From preliminary testing for cellulase producing abilities upon growing in carboxymethyl-cellulose (CMC) agar, it was found that all the five bacteria isolates could produce large clear zone. The best cellulase producing isolates were STW45_5 and YTM5 which gave the clear zones of 3.05 cm and 3.01 cm in diameter respectively. Then the cellulose digestion tests were performed. The bacteria were cultured in liquid CMC medium with shaking at 150 rpm at 50 °C for 48 h and then the cells were separated from the culture medium by centrifugation at 12,000 rpm at 4 ° C for 15 min. Supernatant (25 ml) were tested for cellulose digestion by adding onto 5 types of biomass which were filter paper, rice straw, dried leaves, hyacinth and eucalyptus bark weighted 0.25 g incubated at 50 °C with shaking at 150 rpm. Reducing sugar occurred were measured every 24 hours for 7 days by means of DNS method. The supernatant from STW45_5 gave the highest reducing sugar concentration of 0.56 mg/ml while the supernatant from YTM5 gave 0.43 mg/ml sugar from rice straw digestion in both cases.

Keywords : Thermotolerant Bacteria, Cellulose Degradation

บทนำ

แบคทีเรียทนร้อนคือแบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่ 45-80°C สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเทคโนโลยีชีว-ภาพ ได้มากมาย (Behera *et al.*, 2017). เช่น ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลสซึ่งเป็น inducible enzyme สำหรับย่อยสลายเซลลูโลสให้เป็นเซลลูโลไบโอส (cellulobiose) ได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเซลลูโลสสามารถพบได้ทั่วไปตามธรรมชาติโดยเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช จุลินทรีย์หลายกลุ่มมีความสามารถในการสังเคราะห์เอนไซม์เซลลูเลส เช่น กลุ่มแบคทีเรียทนร้อน อาทิ *Bacillus sp.*, *Clostridium thermocellum*, *Vibrio xiamenensis* และ *Bacteroides succinogenes* (Bhat and Maheshwari (1987) กลุ่มราทนร้อน เช่น *Myceliophthora heterothallica* (van den Brink *et al.*, 2013) นอกจากนี้ จุลินทรีย์เหล่านี้ยังมีความสามารถในการเจริญได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถควบคุมสภาวะการเจริญเพื่อให้จุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ได้ดีได้อีกด้วย ซึ่งเอนไซม์เซลลูเลสเป็นกุญแจสำคัญในการย่อยสลายวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว กิ่งไม้ และใบไม้แห้ง ฯลฯ ให้เป็นปุ๋ย จะเห็นได้ว่าแบคทีเรียทนร้อนเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่น่าสนใจ ควรค่าต่อการศึกษาวิจัยเป็นอย่างยิ่ง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญ (Optimal growth temperature) และเพื่อทดสอบความสามารถในการย่อยเซลลูโลสของแบคทีเรียทนร้อน 5 ไอโซเลตที่คัดแยกได้จากน้ำพุร้อนในภาคใต้ของประเทศไทย ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการหาแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรในอนาคต ผลการศึกษาที่ได้จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการพิจารณาโดยเฉพาะเมื่อต้องการนำเชื้อดังกล่าวไปใช้เป็นหัวเชื้อทำปุ๋ยหมัก ซึ่งในกระบวนการหมักปุ๋ยจะมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นโดยธรรมชาติและแบคทีเรียทนร้อนคือกลุ่มแบคทีเรียที่มีบทบาทสูงมาก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหา Optimal growth temperature ของแบคทีเรียทนร้อน 5 ไอโซเลต
2. ทดสอบความสามารถของแบคทีเรียทนร้อนในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลส
3. ทดสอบความสามารถในการย่อยสารชีวมวลจำพวกเซลลูโลส 5 ชนิดคือ กระดาษกรอง (filter paper) ฟางข้าว ใบไม้แห้ง ผักตบชวา และเปลือกไม้ยูคาลิปตัส

วิธีการวิจัย

การคัดแยกจุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษา

แบคทีเรียไอโซเลต SRO45_1, KZO60_4, STW45_5, LJ50_2 และ YTM5 ที่ใช้ศึกษาเป็นแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากน้ำพุร้อน สุราษฎร์ธานี โคนง สมอทอง โฉะจั้งกระ และ ตาเนาะแมเราะ ในภาคใต้ของประเทศไทย โดยใช้เทคนิค spread plate และใช้น้ำจากน้ำพุร้อนเกลี่ยลงบนอาหารแข็ง 0.5 X nutrient agar (NA) บ่มที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 2 วัน เมื่อได้เชื้อบริสุทธิ์แล้ว ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเชื้ออีกครั้ง โดยเลี้ยงเชื้อในอาหาร 0.5X nutrient broth (NB). แล้วย้อมแกรม และบันทึกลักษณะสัณฐานวิทยาของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การทดสอบหา Optimal growth temperature

เลี้ยงเชื้อในอาหาร 0.5X nutrient broth บ่มที่อุณหภูมิ 40°C, 50°C, 60°C และ 70 °C เป็นเวลา 24-72 ชั่วโมง แล้ววัดการเจริญของเชื้อ (OD 600 nm) เพื่อทดสอบว่าเชื้อเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิเท่าใด

การทดสอบความสามารถในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลส

ทดสอบความสามารถในการสร้างเอนไซม์โดยนำแบคทีเรียที่แยกได้ไปเลี้ยงในอาหาร 0.5X nutrient broth เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เจือจางเชื้อให้เท่ากัน (กำหนด OD = 0.2) จากนั้นนำแบคทีเรียปริมาตร 5 µl. หยดลงในหลุมที่เจาะไว้บนอาหาร CMC agar ที่เติม carboxymethylcellulose ความเข้มข้น 0.5% (w/v) บ่มที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นรดด้วยสารละลายแกรมไอโอดีนปล่อยให้ 5 นาที สังเกต clear zone รอบหลุมที่หยดแบคทีเรีย ถ้ามี clear zone แสดงว่าแบคทีเรียสามารถสร้างเอนไซม์เซลลูเลสได้ (Kasana *et al.*, (2008)

การทดสอบความสามารถในการย่อยเซลลูโลสธรรมชาติ 5 ชนิด

เลี้ยงเชื้อ YTM5 และ STW45_5 ในอาหารเหลว CMC บ่มเขย่าที่ 50°C 150 rpm เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วแยกเซลล์ออกจากอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยการปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 rpm ที่ 4°C เวลา 15 นาที ดูดอาหารเลี้ยงเชื้อที่ปราศจากเซลล์ (Supernatant) 25 ml. ไปทดสอบการย่อยเซลลูโลส 5 ชนิด คือ กระดาษกรอง ฟางข้าว ใบไม้แห้ง ผักตบชวา และเปลือกไม้ยูคาลิปตัส น้ำหนัก 0.25 g. ที่อุณหภูมิ 50°C บ่มเขย่าที่ 150 rpm วัดความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้นในวันที่ 1, 3,

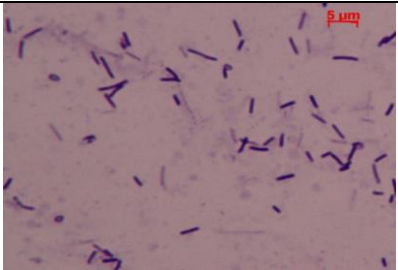
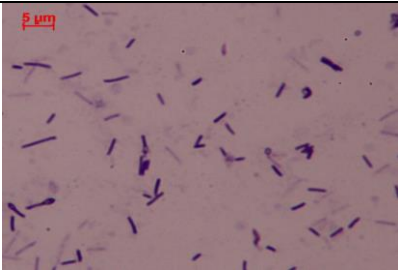
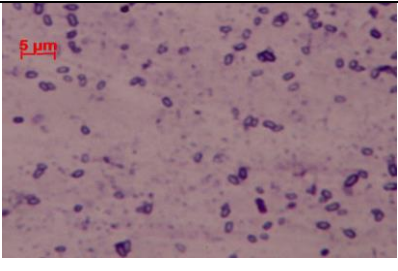
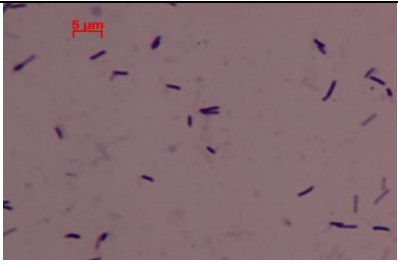
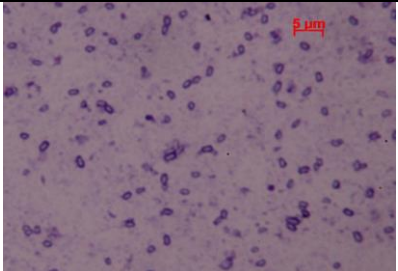
5 และ 7 วัน ด้วยวิธี DNS Method (Miller, 1959) วิธี DNS ใช้สำหรับการประเมินความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ในตัวอย่างน้ำตาลรีดิวซ์มีกลุ่มคาร์บอนิลอิสระที่มีคุณสมบัติในการรีดิวซ์สารหลายชนิด เมื่อสารละลายต่างของ 3,5-dinitrosalicylic acid ทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์ (เช่น กลูโคส) จะเปลี่ยนเป็น 3-amino-5-nitrosalicylic acid ที่มีสีส้ม ความเข้มข้นของสีคือดัชนีบ่งบอกความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ หลังการทำปฏิกิริยาในที่มืด อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร คำนวณปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานที่ได้จากการทำปฏิกิริยาของสารละลายน้ำตาลรีดิวซ์ที่ทราบความเข้มข้น

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาลักษณะเซลล์จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

ผลการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าทั้ง 5 ไอโซเลต เป็นเซลล์แกรมบวก มีลักษณะเซลล์แบบ Bacilli สร้างสปอร์ได้ ภาพถ่ายลักษณะและขนาดของเซลล์ ดังแสดงในตารางที่ 1

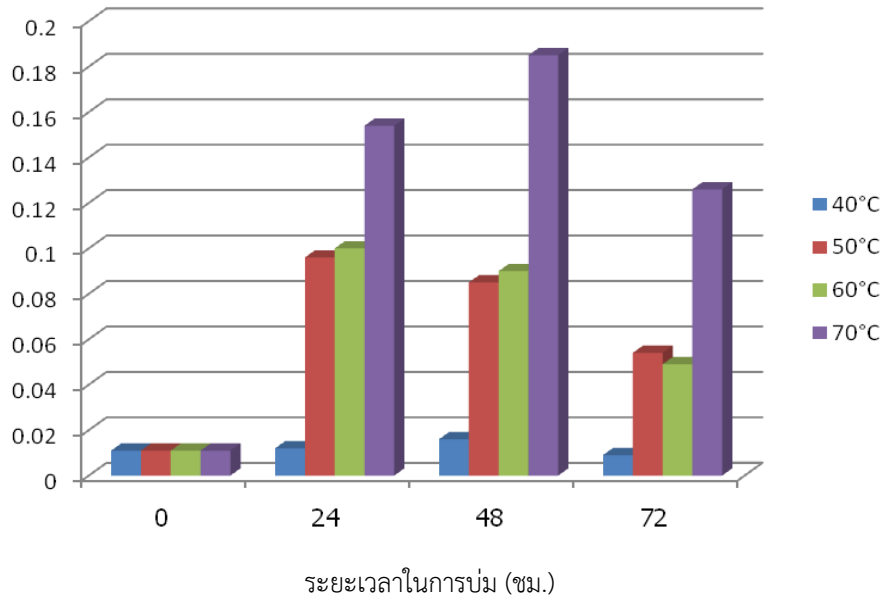
ตารางที่ 1 ภาพลักษณะและขนาดของเซลล์แบคทีเรียทั้ง 5 ไอโซเลต หลังการย้อมสีแบบแกรม

ลำดับที่	ภาพเซลล์หลังการย้อมสีแบบแกรม	ลำดับที่	ภาพเซลล์หลังการย้อมสีแบบแกรม
1	 SRO45_1 : Gram Positive Bacilli 1 x 5 µm, สร้างสปอร์	4	 LJ50_2 : Gram Positive Bacilli 0.8 x 3 µm, สร้างสปอร์
2	 KZO60_4 : Gram Positive Bacilli 1 x 5 µm, สร้างสปอร์	5	 YTM5 : Gram Positive Bacilli 0.8 x 5 µm, สร้างสปอร์
3	 STW45_5 : Gram Positive Bacilli 1 x 5 µm, สร้างสปอร์	-	-

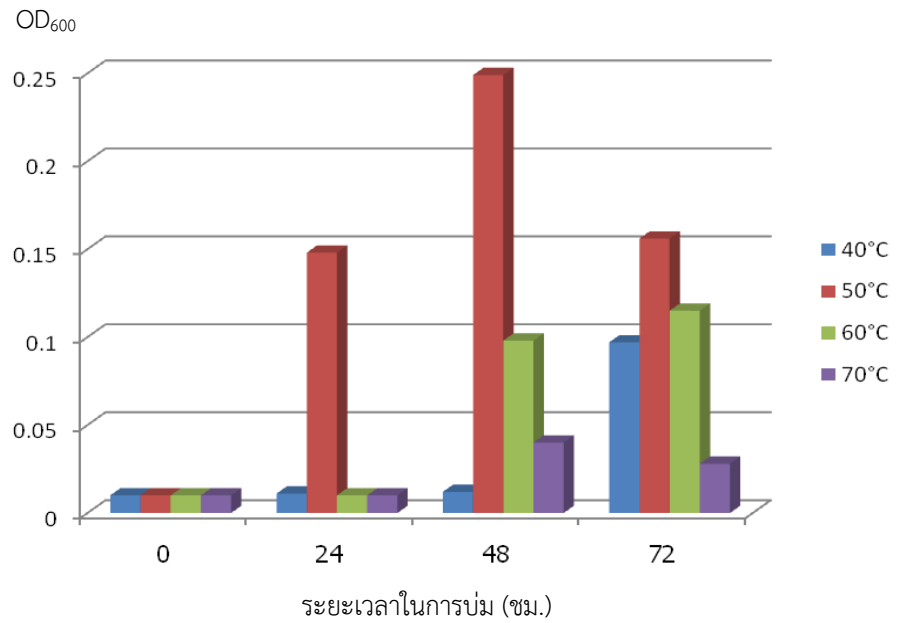
ผลการศึกษาหา Optimal growth temperature

จากการนำแบคทีเรียที่เรี่ยหนร้อนมาทดสอบหา Optimal growth temperature โดยบ่มที่อุณหภูมิ 40-70°C พบว่า เชื้อ SRO45_1, STW45_5 และ YTM5 สามารถเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 70°C เชื้อ LJ50_2 สามารถเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 60°C และ KZO60_4 สามารถเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 50°C ดังแสดงในภาพที่ 1-5

OD₆₀₀

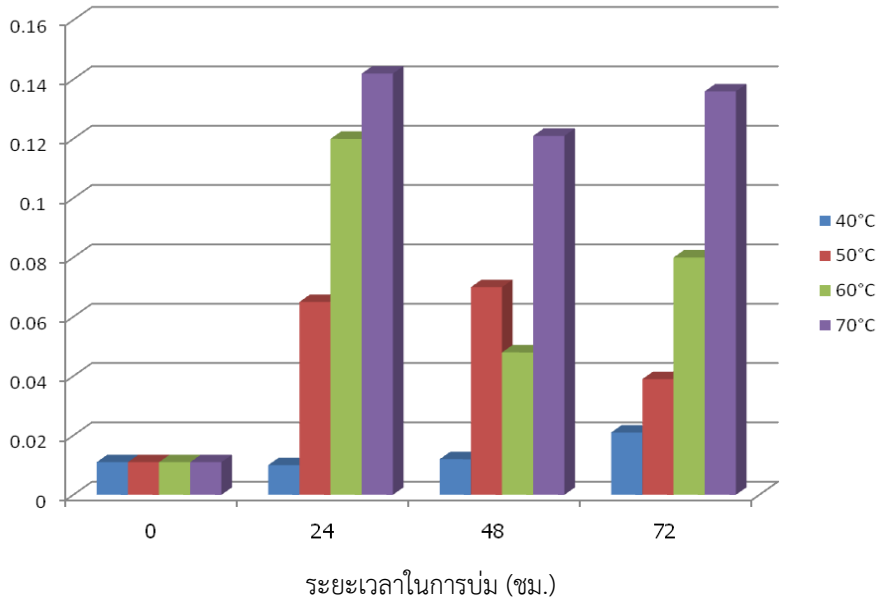


ภาพที่ 1 การเจริญของ SRO45_1 ที่อุณหภูมิ 40-70 °C

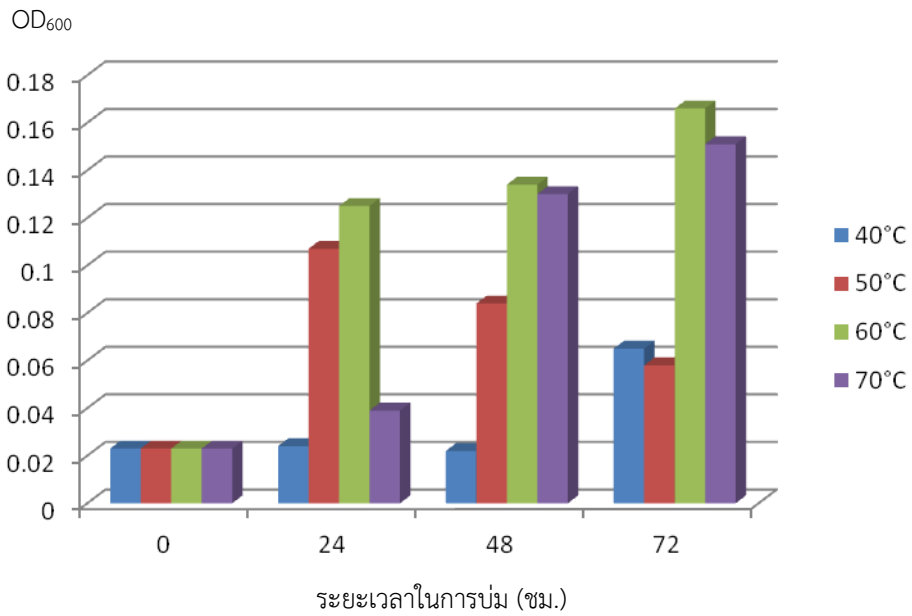


ภาพที่ 2 การเจริญของ KZO60_4 ที่อุณหภูมิ 40-70 °C

OD₆₀₀

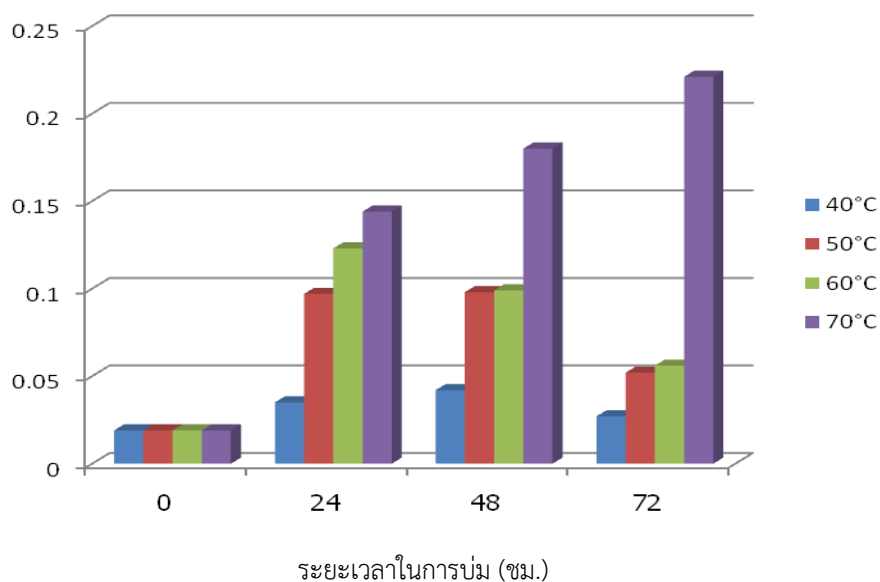


ภาพที่ 3 การเจริญของ STW45_5 ที่อุณหภูมิ 40-70 °C



ภาพที่ 4 การเจริญของ LJ50_2 ที่อุณหภูมิ 40-70 °C

OD₆₀₀



ภาพที่ 5 การเจริญของ YTM5 ที่อุณหภูมิ 40-70 °C

ผลการทดสอบความสามารถในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลส

ผลจากการทดสอบความสามารถในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสของแบคทีเรียโดยใช้แบคทีเรียปริมาณ 5 μ l. (OD = 0.2) หยดลงในหลุมที่เจาะไว้บนอาหาร CMC agar ที่เติม carboxymethylcellulose ความเข้มข้น 0.5% (w/v) บ่มที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วรดด้วยสารละลายไอโอดีนปล่อยให้ 5 นาที พบ clear zone บริเวณรอบหลุมที่หยดแบคทีเรีย (ภาพที่ 6-8) แสดงว่าแบคทีเรียสามารถสร้างเอนไซม์เซลลูเลสได้ทั้ง 5 ไอโซเลต โดยที่ ไอโซเลต STW45_5 และ YTM5 ให้ clear zone ขนาดใหญ่ที่สุด เท่ากับ 3.05 ซม. และ 3.01 ซม. ตามลำดับ นอกจากนี้ความสามารถในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสของแบคทีเรียอาจแสดงเป็นค่า Extracellular enzyme production ratios (EPR) คือ อัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone ต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีแบคทีเรีย (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความสามารถในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสของแบคทีเรียโดยการวัดจากขนาด clear zone

ไอโซเลต	การสร้างเอนไซม์ที่ 24 ชั่วโมง		การสร้างเอนไซม์ที่ 48 ชั่วโมง	
	ขนาด clear zone (ซม.)	ค่า EPR	ขนาด clear (ซม.)	ค่า EPR
SRO45_1	2.2	4.40	2.54	5.08
KZ060_4	2.05	4.10	2.10	4.20
STW45_5	2.65	5.30	3.05	6.10
LJ50_2	2.33	4.66	2.61	5.22
YTM5	2.35	4.70	3.01	6.02



ภาพที่ 6 ลักษณะการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสของ SRO45_1 บนอาหาร CMC agar ที่ 50°C เวลา 24 ชั่วโมง



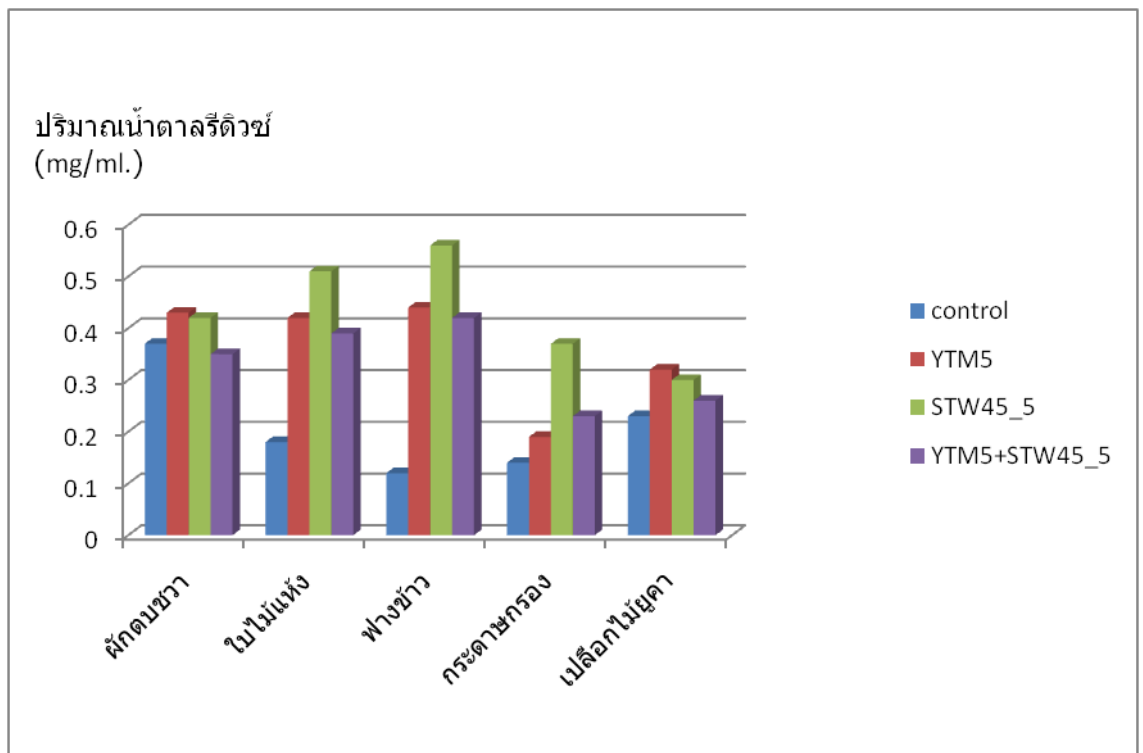
ภาพที่ 7 ลักษณะการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสของ KZO60_4 บนอาหาร CMC agar ที่ 50°C เวลา 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 8 ลักษณะการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสของ STW45_5, LJ50_2 และ YTM5 บนอาหาร CMC agar ที่ 50°C เวลา 24 ชั่วโมง

ผลการศึกษาความสามารถในการย่อยเซลลูโลสธรรมชาติ 5 ชนิด โดยไอโซเลต STW45_5 และ YTM5

จากการย่อยเซลลูโลสธรรมชาติชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 7 วัน พบว่า Supernatant ของ ทั้ง 2 ไอโซเลต สามารถย่อยเซลลูโลสธรรมชาติได้ทั้ง 5 ชนิด เพราะสามารถทำให้เกิดน้ำตาลรีดิวซ์ได้มากกว่าชุดควบคุมที่ย่อยด้วย Supernatant ของอาหาร CMC ที่ไม่มีเชื้อใดๆ เซลลูโลสธรรมชาติที่ให้น้ำรีดิวซ์ได้ดีเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ฟางข้าว ใบไม้แห้ง และ ผักตบชวา ส่วนกระดาศกรอง และเปลือกไม้อยูคาลิปตัสให้น้ำรีดิวซ์ต่ำ Supernatant ของไอโซเลต STW45_5 สามารถย่อยฟางข้าวให้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ได้มากที่สุดเท่ากับ 0.56 mg/ml.จากการย่อยฟางข้าว ส่วน Supernatant จาก YTM5 ให้น้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 0.44 mg/ml. จากการย่อยฟางข้าวเช่นกัน แต่เมื่อนำ Supernatant ของเชื้อทั้งสองไอโซเลตผสมกัน (สัดส่วน 1:1) เพื่อทดสอบความสามารถในการทำงานร่วมกัน พบว่าไม่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ดีเท่ากับการย่อยด้วย Supernatant ของเชื้อเดี่ยวแต่ละชนิด



ภาพที่ 9 น้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้นจากการย่อยเซลลูโลสชนิดต่างๆของ Supernatant ของไอโซเลต YTM5, STW45_5 และ YTM5+STW45_5 (สัดส่วน 1:1) ที่อุณหภูมิ 50°C ในวันที่ 7

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความสามารถในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสที่อุณหภูมิสูงของแบคทีเรียทนร้อน 5 ไอโซเลต พบว่า เชื้อทั้ง 5 ไอโซเลต สร้างเอนไซม์เซลลูเลสได้ดี โดยไอโซเลต STW45_5 และ YTM5 ให้อบริเวณใส (clear zone) รอบหลุมหยดเชื้อที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เท่ากับ 3.05 cm. และ 3.01 cm. (ที่ 50°C ในเวลา 48 ชม.) ตามลำดับ จากการทดสอบความสามารถของไอโซเลต STW45_5 และ YTM5 ในการย่อยเซลลูโลสธรรมชาติ 5 ชนิด คือ กระดาศกรอง ฟางข้าว ใบไม้แห้ง ผักตบชวา และเปลือกไม้อยูคาลิปตัส พบว่า Supernatant ของทั้งไอโซเลต STW45_5 และ YTM5 สามารถย่อยเซลลูโลสธรรมชาติได้ทั้ง 5 ชนิด เพราะสามารถทำให้เกิดน้ำตาลรีดิวซ์ได้มากกว่าชุดควบคุมที่ย่อยด้วย Supernatant ของอาหาร CMC ที่ไม่มีเชื้อใดๆ Supernatant จาก STW45_5 สามารถให้น้ำตาลรีดิวซ์ได้มากที่สุด วัดค่าความเข้มข้นได้เท่ากับ 0.56 mg/ml. ส่วน Supernatant จาก YTM5 ให้น้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 0.43 mg/ml. จากการย่อยฟางข้าวในทั้งสองกรณี เซลลูโลสธรรมชาติที่ให้น้ำรีดิวซ์ได้ดีเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ฟางข้าว ใบไม้แห้ง และ ผักตบชวา ส่วนกระดาศกรอง และเปลือกไม้อยูคาลิปตัส

ให้น้ำตาลรีดิวซ์ต่ำ Supernatant ของไอโซเลต STW45_5 สามารถย่อยฟางข้าวให้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ได้มากที่สุดเท่ากับ 0.56 mg/ml. จากการย่อยฟางข้าว ส่วน Supernatant จาก YTM5 ให้น้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 0.44 mg/ml. จากการย่อยฟางข้าวเช่นกัน แต่เมื่อนำ Supernatant ของเชื้อทั้งสองไอโซเลตผสมกัน (สัดส่วน 1:1) เพื่อทดสอบความสามารถในการทำงานร่วมกัน พบว่าไม่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ดีเท่ากับการย่อยด้วย Supernatant ของเชื้อเดี่ยวแต่ละชนิด ผลการศึกษาที่พบจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการพิจารณาเมื่อต้องการนำเชื้อดังกล่าวไปใช้เป็นหัวเชื้อทำปุ๋ยหมัก ซึ่งในกระบวนการหมักปุ๋ยจะมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นโดยธรรมชาติ

กิตติกรรมประกาศ งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

เอกสารอ้างอิง

Behera, B.C., Sethi, B.K., Mishra, R.R., Dutta, S.K., Thatoi, H.N. (2017). Microbial cellulases – Diversity & biotechnology with reference to mangrove environment: A review. J. Gen. Eng. Biotechnol. 15, 197–210

Bhat, K.M., Maheshwari, R. (1987). Sporotrichum thermophile growth, cellulose degradation, and cellulase activity. Appl. Environ. Microbiol. 53: 2175–2182.

Kasana, R.C, Salwan, R., Dhar, H., Dutt, S., Gulati, A. (2008). A rapid and easy method for the detection of microbial cellulases on agar plates using gram's iodine. Curr. Microbiol. 57 (5) : 503-7.

Miller, G.L. (1959). Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. Anal. Chemistry. 31 (3), 426-428

van den Brink, J., van Muiswinkel, G., Theelen, B., Hinz, S.W. A., de Vries, R. P. (2013). Efficient Plant Biomass Degradation by Thermophilic Fungus *Myceliophthora heterothallica*. Appl. Environ. Microbiol. 79 (4) : 1316 –1324.



ภาคผนวก

ประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 12

12-13 กรกฎาคม 2561

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



ประกาศมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
เรื่อง แต่งตั้งกองบรรณาธิการการประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ ๑๒

ตามที่ สำนักงานส่งเสริมบริหารงานวิจัย บริการวิชาการและทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม สำนักงานอธิการบดี ได้รับอนุมัติให้ดำเนินโครงการประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ ๑๒ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเวทีในการนำเสนอผลงานวิจัยของนักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา ในสาขาต่าง ๆ ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐ เอกชนและผู้สนใจทั่วไป ซึ่งนำมาสู่การสร้างบรรยากาศของการวิจัยและการเผยแพร่องค์ความรู้สู่สังคม และเพื่อให้การดำเนินงานโครงการดังกล่าวบรรลุตามวัตถุประสงค์ มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๘ และ ๒๑ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พ.ศ. ๒๕๓๓ จึงแต่งตั้งกองบรรณาธิการการประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ ๑๒ ดังมีรายชื่อต่อไปนี้

๑. หัวหน้ากองบรรณาธิการ

รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและพันธกิจสังคม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
มีหน้าที่ ดูแลการดำเนินการจัดทำหนังสือประมวลบทความในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ ๑๒ (Proceedings) และพิจารณาความเหมาะสมในการตีพิมพ์

๒. กองบรรณาธิการ

- | | |
|--|-----------------------------|
| ๑. ศาสตราจารย์ทวนทอง จุฑาเกตู | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| ๒. รองศาสตราจารย์สุรวิช วรรณไกรโรจน์ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ๓. รองศาสตราจารย์ชาติรี ฝ่ายคำตา | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ๔. รองศาสตราจารย์ชาญณรงค์ สายแก้ว | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| ๕. รองศาสตราจารย์ผกาวัต แก้วกันเนตร | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| ๖. รองศาสตราจารย์กองพัน อารีรักษ์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี |
| ๗. รองศาสตราจารย์กนกวรรณ มะโนรมย์ | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| ๘. รองศาสตราจารย์รุ่งรัศมี บุญดาว | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| ๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษกาญจนา ทองทั่ว | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| ๑๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกสิทธิ์ อ่อนสอาด | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| ๑๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุดม ทิพราช | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| ๑๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์รักเกียรติ จิตคติ | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| ๑๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีศักดิ์ จิ่งวัฒนตระกูล | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |

๑๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ร้อยตำรวจตรีหญิงปชาณัฐ นันไทยทวีกุล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
๑๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญจนา ครองธรรมชาติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
๑๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ก้องเกียรติ ไตรสุวรรณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
๑๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีดา ปราการกมานันท์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๑๘. นางสาวตติกา สระมณีอินทร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

มีหน้าที่ พิจารณากลับกรองผลงานที่เสนอขอรับการตีพิมพ์ ให้ข้อเสนอแนะและตรวจสอบความถูกต้องของบทความวิจัยฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ก่อนตีพิมพ์เผยแพร่ในหนังสือประมวลบทความในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ ๑๒ (Proceedings) และให้คำปรึกษาด้านวิชาการฝ่ายจัดการในการดำเนินงาน

๓. ฝ่ายจัดการ

๑. นายสุรสิทธิ์ สุทธิคำภา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๒. นางสาวปัญจิรา ศุภดล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๓. นายสุภวัฒน์ โสวรรณ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๔. นางสาวนิตยศรี วงศ์สุวรรณ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๕. นางสาวอัจฉรา ทังนะที่ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

มีหน้าที่ ดูแลการดำเนินการจัดทำหนังสือประมวลบทความในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ ๑๒ (Proceedings) ประสานงานระหว่างผู้ทรงคุณวุฒิ กองบรรณาธิการ และผู้เขียน ตรวจสอบความถูกต้องของการจัดรูปแบบ พิสูจน์อักษร

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ ๒๘ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๑ ถึงวันที่ ๓๑ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

ประกาศ ณ วันที่ ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๑

-รองศาสตราจารย์นงนิตย์ ธีระวัฒนสุข-
อธิการบดีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงาน

ศาสตราจารย์ทวนทอง จุฑาเกตุ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์จรูญ รุ่งอมรรัตน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ปรีชา ภูวไพโรศิรศาล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ชาติรี ฝ้ายคำตา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์สุรวิช วรรณไกรโรจน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์อรพินท์ จินตสถาพร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์กองพัน อารีรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์กฤตยา แสวงเจริญ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ชาญณรงค์ สายแก้ว	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ผกาวดี แก้วกันเนตร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ภิญญาชิตา มุ่งการดี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์วรมุข ศรีเกษมรักษ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์วันชัย สะตะ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์จิรรัตน์ อีระวราพฤกษ์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รองศาสตราจารย์กิตติศักดิ์ ศรีภา	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์มณีรัตน์ อีระวิวัฒน์	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์นุศรา ปิยะพลรุ่งโรจน์	มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
รองศาสตราจารย์ประกร รามกุล	มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
รองศาสตราจารย์กนกวรรณ มะโนรมย์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์กาญจนา รุ่งรัชกานนท์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์จักรกฤษณ์ อัมพูช	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ธนรัฐ ศรีวีระกุล	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ปราณี พัฒนพิพิธไพศาล	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์มานัส ลอศิริกุล	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์รุ่งรัศมี บุญดาว	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์สุรียพร เกตุงาม	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์สุวัฒน์ อีระพงษ์ธนากร	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์อนันต์ ไชยกุลวัฒนา	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัจฉริยา ชวงศ์เลิศ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัชพล ไชยพร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐกร ทับทอง	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ร้อยตำรวจตรีหญิงปชาณัฐ นันไทยทวีกุล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัตน์ ทานาค	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภัทร ลีลาฤทธิ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมเจตน์ พชรพันธ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนงค์นุช สาสนรักกิจ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชาติ โรจนโรวรรณ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เครือมาศ สมัครงการ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พริมา พิริยางกูร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัญมณี อาวุชานนท์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ก้องเกียรติ ไตรสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญพนมพร ธรรมไทย	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิชญา พูลลาภ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิห อินทอง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กীরติ สุลักษณ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวัฒน์ ผาวจันดา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญญาณีตา ครองธรรมชาติ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนิสา ชายเกลี้ยง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุมนา นีระ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยรัตน์ ต้นตีไพบูลย์วุฒิ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลักษณา เหล่าเกียรติ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไข่มณี มีภักดี	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์ลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชมพูชว วรางคณากุล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เบญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล	มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กชพร สิงหะหล้า	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กรนก ทิพรส	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชลธิ โปธิ์ทอง	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์บรรจบ วันโน	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เทียนทอง ทองพันซัง	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไชยนันต์ แห่งทอง	มหาวิทยาลัยมหิดล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภัทร ไชยกุล	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกพันธ์ แก้วมณีชัย	มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวัง สนามจันทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทัศนีย์ นะแส	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เมธีรัตน์ มั่นวงศ์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรืองยศ พิลาจันทร์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกสิทธิ์ อ่อนสอาด	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญจนา พยุหะ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิตติยา วงษ์ขันธุ์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จารุวรรณ วงบุตดี	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑารัตน์ จิตติมณี	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชริดา ปุกหุด	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ช่อทิพย์ กัณฑโชติ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีศักดิ์ จึงวัฒนตระกูล	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทินกร แก้วอินทร์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนาทิพย์ แหลมคม	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์น้องเล็ก คุณวรชาติสัย	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิพนธ์ กลีพร้อม	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีดา ปราการภมานันท์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุริม จารุจรัส	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พลากร สืบสำราญ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิสิทธิ์ กอบบุญ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์มารุตพงศ์ ปัญญา	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รักเกียรติ จิตคติ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิวัฒน์ พัวทัศนานนท์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศักดิ์ศรี สุภาจร	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สรารุช ประเสริฐศรี	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร พรไตร	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภัทร ศรีจงแสง	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุดม ทิพราช	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษกาญจนา ทองทั่ว	มูลนิธิประชาชนสังคม อุบลราชธานี
ดร.ธนธรรณ ขอทวีวัฒนา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร.ปิยะนันท์ หิรัณย์ชโลทร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

