แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1

เนื้อหาประจำบท

1.1 บทนำ

1.2 คำศัพท์ที่ควรรู้เกี่ยวกับสถิติ

1.3 การศึกษาสถิติแบ่งเป็น 2 สาขา

1.4 การจัดเก็บข้อมูล

1.5 การนำเสนอข้อมูล

1.6 การสรุปข้อมูล

1.7 การประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐาน

1.8 บทบาทของสถิติสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ

1.9 บทสรุป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักศึกษาได้ศึกษาจบบทที่ 1 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายเกี่ยวกับคำศัพท์ที่ควรรู้เกี่ยวกับสถิติได้
2. สามารถจำแนกประเภทของสถิติได้
3. สามารถอธิบายถึงขั้นตอนการการจัดเก็บข้อมูล การนำเสนอข้อมูลและการสรุปข้อมูลได้
4. สามารถประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐานได้
5. สามารถอธิบายถึงบทบาทของสถิติสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ ได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียน การสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายหัวข้อต่อไปนี้พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม
    - คำศัพท์ที่ควรรู้เกี่ยวกับสถิติ
    - การศึกษาสถิติ
    - การจัดเก็บข้อมูล
    - การนำเสนอข้อมูล
    - การสรุปข้อมูล
    - การประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐาน
    - บทบาทของสถิติสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ

2. ให้นักศึกษาทำกิจกรรมต่อไปนี้

- ศึกษาข้อมูลจากสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น อินเทอร์เน็ต ซีดีรอม
- ทำแบบฝึกหัดใบงานที่กำหนดให้
- ร่วมอภิปรายถึงประเด็นการศึกษาสถิติ และความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของสถิติสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ

สื่อการเรียนการสอน

- เอกสารประกอบการสอนและตำราต่างๆ
- slide power point presentation
- เอกสารสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น อินเทอร์เน็ต ซีดีรอม แผนภูมิ แผ่นภาพ วีดีทัศน์ และ VCD ที่เกี่ยวข้อง

การวัดผลและการประเมินผล

- สังเกตความสนใจของนักศึกษาขณะสอน ความตั้งใจ การฟัง การจดบันทึกและการซักถาม
- แบบทดสอบ
- การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ทำแบบฝึกหัด
- ใบงานที่ให้ทำ
- การวิเคราะห์เนื้อหาเป็นกลุ่ม นำเสนอและสรุปร่วมกันในคาบเรียน

บทที่ 1
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติ
Introduction of Statistical

1.1 บทนำ

สถิติเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการวิจัย การที่จะทำวิจัยได้ผลดีนั้น นักวิจัยควรมีความรู้ทางศาสตร์ของงานวิจัยนั้น ๆ ควบคู่ไปกับความรู้ทางสถิติ เพราะสถิติจะเข้าไปเกี่ยวข้องกับการทำวิจัยหลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การวางแผน การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณขนาดหรือตัวอย่างที่จะใช้ เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของงายวิจัย หากผู้วิจัยใช้สถิติที่ไม่ถูกต้อง ส่งผลให้สรุปผลการวิจัยผิด และนำไปใช้ในทางที่ผิด ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่งานที่เกี่ยวข้องได้ ดังนั้น การเลือกใช้สถิติสำหรับงานวิจัยจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

รูปที่ 1.1 สถิติสำหรับงานวิจัย
ที่มา : https://www.empoweredstaffing.com/thought-leadership-blog
สืบค้นวันที่ : 1 ธันวาคม พ.ศ.2564

สถิติเข้ามาเกี่ยวข้องกับกระบวนการวิจัยหลายขั้นตอน ตัวอย่างเช่น การคำนวณขนาดตัวอย่าง การสุ่มตัวอย่าง การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อบรรยายลักษณะกลุ่มที่ศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยหรือสรุปผล ใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินและสรุปผลการวิจัย เพื่อให้เข้าใจสถิติมากยิ่งขึ้นและนำความรู้สถิติไปใช้ในงานวิจัยได้อย่างเหมาะสม นักศึกษาควรมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติดังต่อไปนี้

1.2 คำศัพท์ที่ควรรู้เกี่ยวกับสถิติ

สถิติ มีความหมายกว้าง ๆ ได้ 2 ประการ ประการแรก หมายถึง ข้อความจริงหรือตัวเลขซึ่งได้จากการรวบรวมไว้เพื่อหาความหมายที่แน่นอน เช่น สถิติพลเมือง สถิตินักท่องเที่ยว ฯลฯ และ ประการที่สอง หมายถึง ศาสตร์แขนงหนึ่งว่าด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อความจริง (ข้อมูล) การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการตีความตลอดจนสรุปผลข้อมูล

1.2.1 ประชากร หมายถึง ขอบเขตของข้อมูลทั้งหมดที่เรากำลังศึกษา หรืออาจหมายถึงกลุ่มของสิ่งทั้งหมดที่ให้ข้อมูลตามที่เราต้องการศึกษา เช่น ต้องการหาอายุขัยเฉลี่ยของคนไทย ประชากร คือ คนไทยทุกคน

1.2.2 ค่าพารามิเตอร์ หมายถึง ค่าที่ประมวลได้จากข้อมูลทั้งหมดของประชากรโดยวิธีการทางสถิติ นิยมใช้สัญลักษณ์กรีกแทน

เช่น ค่าเฉลี่ย แทนด้วย μ อ่านว่า มิว

ค่าความแปรปรวน แทนด้วย σ^2 อ่านว่า ซิกมากำลังสอง

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แทนด้วย σ อ่านว่า ซิกมา

1.2.3 ตัวอย่าง หมายถึง ส่วนหนึ่งของประชากรซึ่งถูกเลือกมาศึกษา

1.2.4 ค่าสถิติ หมายถึง ค่าที่ประมวลได้จากข้อมูลตัวอย่างโดยวิธีการทางสถิติ

เช่น ค่าเฉลี่ย แทนด้วย $\bar{X}$

ค่าความแปรปรวน แทนด้วย S^2

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แทนด้วย S

1.3 การศึกษาสถิติแบ่งเป็น 2 สาขา คือ

1.3.1 สถิติพรรณนา หมายถึง การศึกษาลักษณะของข้อมูลเฉพาะกลุ่มในรูปของการแจกแจงความถี่ การหาค่าสัดส่วนหรือร้อยละ การหาค่ากลางและการวัดการกระจาย ผลการศึกษาก็จะสรุปเฉพาะกลุ่มนั้น ๆ จะไม่นำไปอ้างอิงถึงกลุ่มอื่นๆ

1.3.2 สถิติอนุมาน หมายถึง การศึกษาสรุปลักษณะของประชากรโดยใช้ข้อมูลตัวอย่าง จัดเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง ได้แก่ การประมาณค่า การทดสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์ถดถอยและสหสัมพันธ์ การวิเคราะห์ความแปรปรวน เป็นต้น

1.4 การจัดเก็บข้อมูล

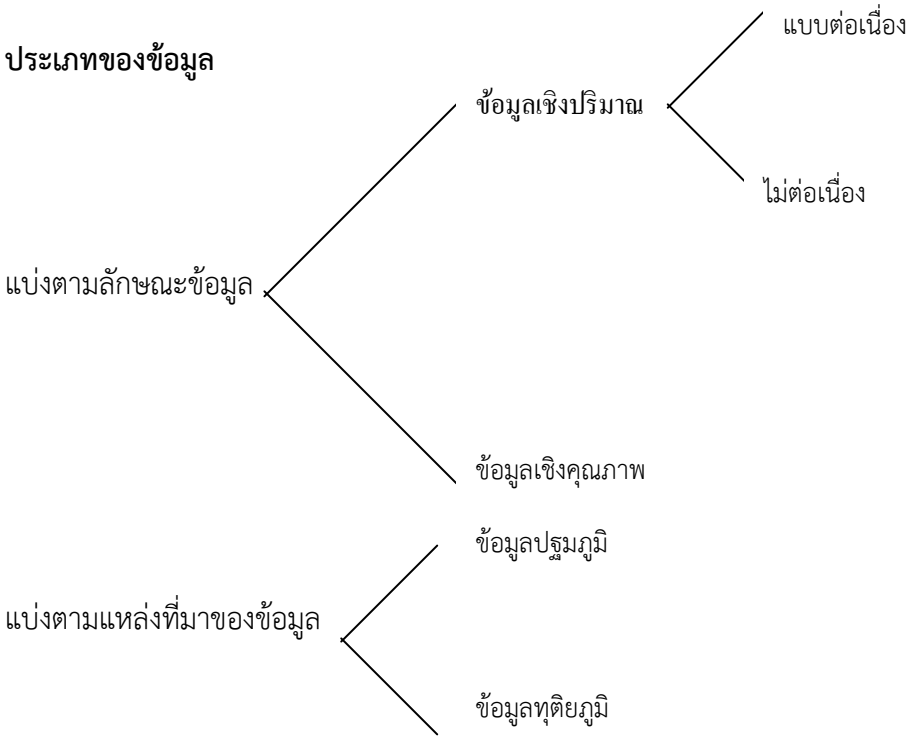
1.4.1 มาตราการวัด

1.4.1.1 มาตรานามบัญญัติ (Nominal Scale) เป็นมาตรวัดที่ไม่มีความละเอียด เป็นการแบ่งกลุ่มหรือจัดประเภทตามคุณลักษณะของสิ่งต่างๆ

1.4.1.2 มาตราเรียงอันดับ (Ordinal Scale) เป็นมาตรวัดที่แบ่งกลุ่มตามลำดับความสำคัญ

1.4.1.3 มาตราอันตรภาค (Interval Scale) เป็นมาตรวัดที่มีความละเอียด หน่วยการวัดคงที่ สามารถระบุความแตกต่างระหว่างสิ่งต่างๆได้ เป็นมาตรวัดที่มีความหมายเชิงปริมาณ แต่ไม่มีศูนย์ที่แท้จริง (true zero) ข้อมูลที่ได้จากการวัดระดับนี้ สามารถนำมาบวกลบกันได้ แต่ไม่สามารถนำมาคูณและหารกันได้

1.4.1.4 มาตราอัตราส่วน (Ratio Scale) เป็นมาตรวัดในระดับที่มีความละเอียดมากที่สุดเท่าที่มีอยู่ มีศูนย์ที่แท้จริงซึ่งเป็นจุดเริ่มต้น



รูปที่ 1.2 แผนผังแสดงประเภทของข้อมูล

1.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 3 วิธี ดังนี้

1.4.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากงานทะเบียน เช่นมหาวิทยาลัยจะมีการบันทึกหมายเหตุรายวัน ในเรื่องจำนวนอาจารย์ เจ้าหน้าที่ที่มาปฏิบัติราชการ , จำนวนอาจารย์เจ้าหน้าที่ที่ลา , จำนวนอาจารย์ที่ไปราชการ เป็นต้น

1.4.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสำรวจ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยที่ศึกษาโดยตรง เช่น การสำรวจความคิดเห็นของประชาชนในการร่างรัฐธรรมนูญ ซึ่งหน่วยที่ศึกษาคือ ประชาชนคนไทย การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสำรวจจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การสำมะโน (Census) และการสำรวจตัวอย่าง (Sample Survey) กล่าวคือ การสำมะโนหมายถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกๆหน่วยศึกษาของประชากร ส่วนการสำรวจด้วยตัวอย่าง หมายถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบางหน่วยศึกษาของประชากร

1.4.2.3 การเก็บข้อมูลจากการทดลอง ข้อมูลบางประเภทไม่สามารถหาได้จากการสำรวจ แต่จัดทำได้จากการทดลอง เช่น การศึกษาวิธีการปลูกพืชที่แตกต่างกัน 3 วิธี การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตข้าว 4 สายพันธุ์ เป็นต้น

1.4.3 วิธีการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1.4.3.1 การสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น (Probability sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างที่คำนึงถึงความน่าจะเป็นของแต่ละหน่วยตัวอย่างที่จะได้รับเลือก โดยไม่จำเพาะเจาะจงเพื่อนำผลไปใช้อ้างอิง (Inference) ถึงประชากรมี 5 รูปแบบดังนี้

(1) การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random Sampling)

(2) การสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic sampling)

(3) การสุ่มตัวอย่างแบบสุ่มกลุ่ม (Cluster sampling)

(4) การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified sampling)

(5) การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi – stage sampling)

1.4.3.2 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่อาศัยหลักความน่าจะเป็น (Non probability sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างที่ไม่คำนึงถึงความน่าจะเป็นที่หน่วยตัวอย่างจะได้รับเลือกเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ส่วนมากมักจะใช้กับการวิจัยที่ไม่ต้องมีการกำหนดกรอบของประชากร เช่น การให้ลูกค้าทดสอบรสชาดของเครื่องดื่มชนิดใหม่ อาจไปตั้งโต๊ะแจกเครื่องดื่มตามศูนย์การค้า หรือ ซุปเปอร์มาร์เก็ต แล้วให้ลูกค้าชิมเครื่องดื่มแล้วสอบถามความพอใจในรสชาด กรณีนี้ไม่ต้องมีกรอบตัวอย่าง

1.5 การนำเสนอข้อมูล

1.5.1 การนำเสนอแบบบทความ

1.5.2 การนำเสนอแบบตาราง

1.5.2.1 ตารางทางเดียว (one – way table)

1.5.2.2 ตารางสองทาง (two – way table)

1.5.2.3 ตารางหลายทาง (multi – way table)

1.5.2.4 ตารางแจกแจงความถี่ (frequency distribution table)

โดยการสร้างตารางแจกแจงความถี่ มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาพิสัยของข้อมูล (R)

พิสัย (Range) = ค่าสูงสุด - ค่าต่ำสุด

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดจำนวนชั้น (K)

$K = 1 + 3.3\log N$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาความกว้างของชั้น (Class Interval : I)

$I = \text{ความกว้างของชั้น} = \dfrac{\text{พิสัย}}{\text{จำนวนชั้น}}$

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาขีดจำกัดชั้น (Class limit)

ขีดจำกัดล่างของชั้นแรก = ค่าต่ำสุด – $(I \times K - R)/2$

ขั้นตอนที่ 5 นับจำนวนค่าของข้อมูล (ความถี่) ในแต่ละชั้น

1.5.3 ฮิสโตรแกรม (Histrogram) เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้แจกแจงความถี่ในตารางแจกแจงความถี่แสดงเป็นภาพ

1.5.4 โพลิกอน (Polygon) เป็นการนำเสนอข้อมูลให้เห็นเด่นชัดขึ้นโดยการลากเส้นตรงเชื่อมต่อระหว่างค่ากึ่งกลางชั้นของฮิสโตรแกรม

1.6 การสรุปข้อมูล

จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ นอกจากการนำเสนอด้วยรูปแบบต่างๆแล้ว การสรุปลักษณะของประชากรด้วยการวิเคราะห์ขั้นต้นนั้น โดยทั่วไปจะดูที่ค่ากลางและค่าวัดการกระจาย การคำนวณค่าดังกล่าวมีดังนี้

1.6.1 การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง เป็นการคำนวณหาค่ากลางๆ ของข้อมูลว่ามีค่าเท่าใด ค่ากลางที่นิยมใช้กันอยู่ มี 3 ชนิด คือ

1.6.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

(1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต หรือมัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) เป็นค่าเฉลี่ยที่นิยมใช้กันมากที่สุดเพราะสามารถสื่อความหมายและทำความเข้าใจได้ง่าย และยังมีสมบัติทางสถิติที่ดี

ประชากร แทนด้วย μ

โดยที่ ข้อมูลไม่ได้จัดกลุ่ม $\mu = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N} = \frac{(X_1 + X_2 + \ldots + X_N)}{N}$

ข้อมูลที่จัดกลุ่ม $\mu = \frac{\sum_{i=1}^{R} X_i f_i}{N}$ เมื่อ X_i คือค่ากึ่งกลางของชั้นที่ i

f_i คือความถี่ของชั้นที่ i

ตัวอย่าง แทนด้วย $\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$

(2) ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean)

(3) ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค (Hamonic Mean)

1.6.1.2 มัธยฐาน (Median , Me) คือ ค่าของข้อมูลที่มีตำแหน่งอยู่ตรงกลางของชุดข้อมูล เมื่อ

นำชุดข้อมูลเรียงจากน้อยไปหามาก

(1) กรณีข้อมูลเป็นเลขคี่ (n เป็นเลขคี่)

ค่ามัธยฐาน คือ ค่าของข้อมูลที่อยู่ที่ตำแหน่ง $\frac{(n+1)}{2}$

(2) กรณีข้อมูลเป็นเลขคู่ (n เป็นเลขคู่)

ค่ามัธยฐาน คือ ค่าเฉลี่ยระหว่างข้อมูลที่อยู่ที่ตำแหน่งและในกรณีข้อมูลจัดกลุ่ม

$$M_e = L + I\left(\frac{\frac{n}{2} - \sum f_L}{f}\right)$$

โดยที่ L แทน ขอบเขตล่างของชั้นมัธยฐาน

I แทน ความกว้างของชั้นมัธยฐาน

n แทน จำนวนค่าสังเกตทั้งหมด

$\sum f_L$ แทน ผลรวมความถี่ของอันตรภาคชั้นทุกชั้นที่มีค่าสังเกตต่ำกว่าชั้นมัธยฐาน

f แทนความถี่ของชั้นมัธยฐาน

1.6.1.3 ฐานนิยม (Mode , M_o)

ในกรณีที่ข้อมูลไม่ได้จัดกลุ่ม ฐานนิยม คือ ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดหรือมีความถี่สูงสุด

ในกรณีที่ข้อมูลจัดกลุ่ม

$$M_0 = L + I\left(\frac{d_1}{d_1 + d_2}\right)$$

โดยที่ L แทน ขอบเขตล่างของชั้นฐานนิยม

d_1 แทน ความแตกต่างระหว่างความถี่ของชั้นฐานนิยมกับชั้นก่อนฐานนิยม

d_2 แทน ความแตกต่างระหว่างความถี่ของชั้นฐานนิยมกับชั้นหลังฐานนิยม

I แทน ความกว้างของชั้นฐานนิยม

1.6.2 การวัดการกระจาย

การสรุปลักษณะของข้อมูล โดยทั่วไปมักดูที่ค่ากลาง และค่าการกระจาย เพราะข้อมูล 2 ชุด อาจมีค่ากลางเท่ากัน แต่ค่าการกระจายไม่เท่ากัน ดังนั้นการดูแต่ค่ากลาง อาจไม่ช่วยให้เห็นลักษณะของข้อมูลที่ชัดเจน เช่น มีข้อมูล 2 ชุด คือ A และ B

ชุด A : 4 5 7 9 10 ; $\overline{X} = 7$

ชุด B : 2 4 7 10 12 ; $\overline{X} = 7$

จะเห็นว่าข้อมูลชุด A และ B มีค่ากลางเท่ากันแต่การกระจายของข้อมูลไม่เท่ากัน ดังนั้นการเปรียบเทียบข้อมูล 2 ชุด ก็ควรพิจารณาทั้งค่ากลางและค่าวัดการกระจาย ค่ากลางที่นิยมใช้มีดังนี้

1.6.2.1 พิสัย (Range)

เป็นความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตสูงสุดและค่าสังเกตต่ำสุดของข้อมูล

$$R = X_{max} - X_{min}$$

1.6.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (MD)

เป็นค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าเฉลี่ย

ประชากร

$$MD = \frac{\sum |X - \mu|}{N}$$

ตัวอย่าง

$$MD = \frac{\sum |X - \bar{X}|}{n}$$

1.6.2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเมื่อยกกำลังสองจะเป็นความแปรปรวน

ประชากร

$$\sigma^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{N} X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{N} X_i \right)^2}{N} \right]}{N}$$

(ข้อมูลไม่ได้จัดกลุ่ม)

$$= \frac{\sum_{i=1}^{R} f_i X_i^2 - \frac{\left[\sum_{i=1}^{R} f_i X_i\right]^2}{N}}{N} \qquad \text{(ข้อมูลจัดกลุ่ม)}$$

ตัวอย่าง

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)^2}{n}}{n-1}$$

1.6.2.4 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variance) หรือสัมประสิทธิ์การกระจาย เป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูลที่ไม่มีหน่วย ถ้าข้อมูลชุดใดมีค่า C.V. มากจะมีการกระจายมากกว่าข้อมูลที่มีค่า C.V. น้อย

ประชากร

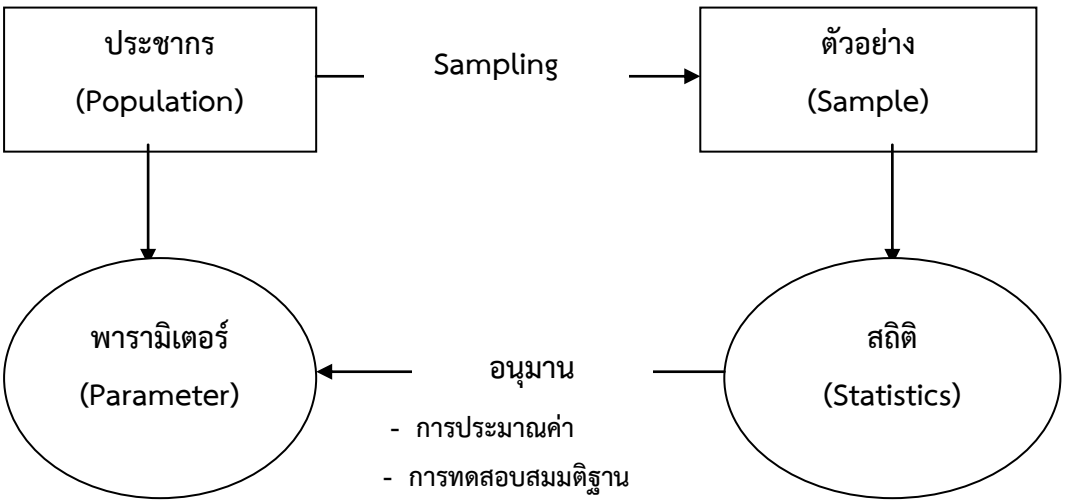
$$C.V. = \frac{\sigma}{\mu} \times 100$$

ตัวอย่าง

$$C.V. = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

1.7 การประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐาน

การสรุปผลเกี่ยวกับลักษณะของประชากรโดยการศึกษาจากลักษณะประชากรโดยตรงนั้นทำได้ยากในกรณีที่ประชากรมีขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงอาศัยลักษณะของตัวอย่างสุ่มแทน แล้วนำผลที่ได้จากตัวอย่างไปสรุปผลเกี่ยวกับลักษณะประชากร วิธีการทางสถิติดังกล่าวเรียกว่า การอนุมานทางสถิติ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Estimation) ซึ่งเป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยอาศัยข้อมูลตัวอย่างที่สุ่มเลือกมาจากประชากร มีทั้งการประมาณค่าแบบค่าเดียวหรือการประมาณค่าแบบจุด (Point estimation) และแบบเป็นช่วง (Interval estimation) การอนุมานทางสถิติอีกลักษณะหนึ่งคือ การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis testing) ซึ่งเป็นการศึกษาว่าค่าพารามิเตอร์มีค่าดังที่คาดหวังไว้หรือไม่โดยอาศัยข้อมูลจากตัวอย่างที่ทำการสุ่มเลือกมา



รูปที่ 1.3 กระบวนการของสถิติอนุมาน

การอนุมานทางสถิติในบทนี้จะกล่าวถึงการประมาณค่าพารามิเตอร์ และการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งการประมาณค่าแบ่งได้ 2 วิธี คือ การประมาณค่าแบบช่วง (Interval estimation) และการประมาณค่าแบบจุด (Point estimation) แต่จะขอกล่าวถึงเพียงการประมาณค่าแบบช่วงดังนี้

1.7.1 การประมาณค่าแบบช่วง (Interval estimation)

การประมาณค่าแบบช่วงนี้เป็นช่วงที่สร้างขึ้นรอบๆค่าประมาณแบบจุดโดยคาดหวังว่าจะครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ด้วยความเชื่อมั่นที่กำหนดให้ และการประมาณค่าแบบช่วงนี้ค่าประมาณที่ได้มีโอกาสที่จะถูกต้องมากกว่าการประมาณค่าแบบจุด ดังนั้นจึงนิยมประมาณค่าแบบช่วงมากกว่าแบบจุด

ให้ θ เป็นพารามิเตอร์ การประมาณค่าแบบช่วงจะอยู่ในรูป $a < \theta < b$ ด้วยความน่าจะเป็น $(1 - \alpha)$

นั่นคือ $P(a < \theta < b) = 1 - \alpha$

ซึ่ง a และ b เป็นตัวแปรสุ่มขึ้นอยู่กับตัวประมาณ $\hat{\theta}$ ของ θ และการแจกแจงความน่าจะเป็นของ $\hat{\theta}$

a และ b เรียกว่า เป็นขีดจำกัดล่างและขีดจำกัดบนของช่วง หรือเรียกว่าเป็นลิมิตของความเชื่อมั่น (Confidence limits)

ช่วง (a , b) เรียกว่า ช่วงแห่งความเชื่อมั่น (Confidence interval)

และเรียก (1 - α) ว่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Confidence coefficient)

เนื่องจากช่วงของการประมาณ (a , b) ขึ้นอยู่กับค่าสถิติที่เป็นตัวประมาณค่า ดังนั้นในการประมาณค่าจึงต้องทราบการแจกแจงของตัวสถิติก่อน แล้วจึงจะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยความเชื่อมั่น (1 - α) 100% ที่กำหนดให้ พิจารณาแต่ละกรณีดังนี้

1.7.1.1 การประมาณค่าเฉลี่ยประชากรกลุ่มเดียว แบ่งเป็น 3 กรณี คือ

(1) กรณีที่ 1 ทราบค่าความแปรปรวน σ^2 จะได้ว่า $\bar{X}$ มีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน $\frac{\sigma^2}{n}$

ดังนั้น ช่วงความเชื่อมั่น (1 - α) 100% ของ μ คือ

$$\bar{X} - Z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma/\sqrt{n} < \mu < \bar{X} + Z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma/\sqrt{n}$$

(2) กรณีที่ 2 ถ้าไม่ทราบค่า σ^2 จะประมาณ σ^2 ด้วย S^2 เมื่อตัวอย่างที่สุ่มมามีขนาดใหญ่ ($n \geq 30$) ช่วงแห่งความเชื่อมั่น (1 - α) 100% ของ μ คือ

$$\bar{X} - Z_{\frac{\alpha}{2}}s/\sqrt{n} < \mu < \bar{X} + Z_{\frac{\alpha}{2}}s/\sqrt{n}$$

(3) กรณีที่ 3 ในกรณีที่ไม่ทราบค่า σ^2 ต้องประมาณ σ^2 ด้วย S^2 และตัวอย่างที่สุ่มมามีขนาดเล็ก ($n < 30$) ค่าสถิติที่ใช้ คือ $t = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}} \sim t_{(n-1)}$

ดังนั้นช่วงความเชื่อมั่น (1 - α) 100% ของ μ คือ

$$\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}}s/\sqrt{n} < \mu < \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}}s/\sqrt{n}$$

1.7.1.2 ตัวอย่าง

(1) ตัวอย่างที่ 1 สมมติว่าน้ำหนักของนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่งมีการแจกแจงแบบปกติ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 15 ปอนด์ สุ่มนักเรียนจากโรงเรียนแห่งนี้มา 25 คน พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยเป็น 100 ปอนด์ จงประมาณน้ำหนักเฉลี่ยของนักเรียนโรงเรียนแห่งนี้ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 90 %

วิธีทำ ให้ X เป็นตัวแปร แทนน้ำหนักของนักเรียน

$X \sim N(\mu, 15^2)$

สุ่มตัวอย่าง n = 25 พบว่า $\bar{X}$ = 100

และ (1 - α) 100% = 90%

ดังนั้น α = 0.10

$$\frac{\alpha}{2} = 0.05$$

$$Z_{\frac{\alpha}{2}} = Z_{0.05} = 1.645$$

ดังนั้น ช่วงความเชื่อมั่น 90% ของ μ คือ

$$\bar{X} - Z_{0.05}\sigma/\sqrt{n} < \mu < \bar{X} + Z_{0.05}\sigma/\sqrt{n}$$

แทนค่า

$$100 - (1.645)(\frac{15}{\sqrt{25}}) < \mu < 100 + (1.645)(\frac{15}{\sqrt{25}})$$

$$100 - 4.94 < \mu < 100 + 4.94$$

$$95.06 < \mu < 104.64$$

นั่นคือ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ค่าประมาณของน้ำหนักเฉลี่ยของนักเรียนโรงเรียนนี้จะอยู่ระหว่าง 95.06 ปอนด์ ถึง 109.94 ปอนด์

(2) ตัวอย่างที่ 2 ในการประมาณเวลาเฉลี่ย (ชั่วโมง) ที่ครอบครัวคนไทยดูทีวีต่อสัปดาห์ จึงสุ่มตัวอย่างครอบครัวคนไทยมา 400 ครอบครัว ถามถึงระยะเวลาที่ดูทีวีต่อสัปดาห์และคำนวณหาเวลาเฉลี่ยได้ 32.6 ชั่วโมง และเวลาเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 9.9 ชั่วโมง จงประมาณเวลาเฉลี่ยที่ครอบครัวคนไทยดูทีวีต่อสัปดาห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

วิธีทำ เนื่องจากสุ่มตัวอย่างขนาด 400 ครอบครัว (n $\geq$ 30) และไม่ทราบค่า σ^2 จึงประมาณค่า σ^2 ด้วย S^2 และ $S^2 = (9.9)^2$ และ $Z_{0.025} = 1.96$ จะได้ค่าประมาณแบบช่วงของ μ เป็น

$$\bar{X} - Z_{\frac{\alpha}{2}} s/\sqrt{n} < \mu < \bar{X} + Z_{\frac{\alpha}{2}} s/\sqrt{n}$$

$$32.6 - 1.96\left(\frac{9.9}{\sqrt{400}}\right) < \mu < 32.6 + 1.96\left(\frac{9.9}{\sqrt{400}}\right)$$

$$32.6 - 0.97 < \mu < 32.6 + 0.97$$

$$31.63 < \mu < 33.57$$

นั่นคือ เวลาเฉลี่ยที่ครอบครัวไทยใช้ดูทีวีอยู่ในช่วง 31.63 ชั่วโมง และ 33.57 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(3) ตัวอย่างที่ 3 นายแพทย์ผู้หนึ่งต้องการประมาณอายุเฉลี่ยของคนไข้ชายที่เป็นโรคหัวใจที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลของรัฐ จึงได้สุ่มคนไข้ชายที่เป็นโรคหัวใจที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลของรัฐมาเป็นตัวอย่างจำนวน 20 ราย จากการสอบถามอายุคนไข้ชายทั้ง 20 ราย ปรากฏผลดังนี้

55	62	37	66	74	50	58	57	64	61
34	40	58	60	59	63	70	30	24	56

จงประมาณอายุเฉลี่ยของคนไข้ชายที่เป็นโรคหัวใจทั้งหมดที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลของรัฐ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิธีทำ ให้ X เป็นตัวแปร แทนอายุของคนไข้ชายที่เป็นโรคหัวใจจากข้อมูลจะได้ว่า

$$\sum X = 1078 \ , \ \sum X^2 = 61,682 \ , \ \bar{X} = 53.9$$

$$S^2 = \frac{\sum\left(X_i - \bar{X}\right)^2}{n-1} = \frac{\sum X_i^2 - \frac{\left(\sum X_i\right)^2}{n}}{n-1} = \frac{61682 - \frac{(1078)^2}{20}}{20-1} = 188.305$$

S = 13.722

(1 - α) 100% = 95%

ดังนั้น α = 0.05

$$\frac{\alpha}{2} = 0.025$$

$$t_{0.025,19} = 2.093$$

ไม่ทราบค่า σ^2 และ n มีขนาดเล็ก

ดังนั้น ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ μ คือ

$$\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}} s/\sqrt{n} < \mu < \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}} s/\sqrt{n}$$

แทนค่า

$$53.9 - 2.093\left(\frac{13.722}{\sqrt{20}}\right) < \mu < 53.9 + 2.093\left(\frac{13.722}{\sqrt{20}}\right)$$

$$53.9 - 6.422 < \mu < 53.9 + 6.422$$

$$47.478 < \mu < 60.322$$

นั่นคือ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของการประมาณอายุเฉลี่ยของคนไข้ชายที่เป็นโรคหัวใจทั้งหมดที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลของรัฐอยู่ในช่วง 47.478 ถึง 60.322

1.7.2 การประมาณค่าสัดส่วนประชากรกลุ่มเดียว (p)

ช่วงแห่งความเชื่อมั่นสำหรับการประมาณค่า p จะใช้การแจกแจงปกติมาประมาณการแจกแจงทวินาม ซึ่งจะได้ว่า ถ้า n มีขนาดใหญ่พอ $\hat{p}$ จะถูกประมาณว่ามีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปกติโดยมีค่าเฉลี่ย p และความแปรปรวน $\frac{pq}{n}$ เนื่องจากไม่ทราบค่า p ต้องประมาณจึงใช้ $\hat{p}\hat{q}$ แทน pq ในเทอมของความแปรปรวนจะได้ว่า

$$Z = \frac{\hat{p} - p}{\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}} \sim N(0, 1)$$

ดังนั้น ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น (1 - α) 100% ของการประมาณค่า p คือ

$$\hat{p} - Z_{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} < p < \hat{p} + Z_{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$$

1.7.2.1 ตัวอย่าง

(1) ตัวอย่างที่ 1 กองบริการการศึกษาทำการสำรวจภาวะการมีงานทำของบัณฑิต ปีการศึกษา 2541 โดยทำการเก็บข้อมูลบัณฑิต จำนวน 1,000 คน พบว่า มีงานทำ 640 คน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จงประมาณค่าสัดส่วนการมีงานทำของบัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ทั้งหมด

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ $x = 640,\ n = 1{,}000$

$\hat{P}$ = ค่าสัดส่วนการมีงานทำของบัณฑิต

$$= \frac{640}{1{,}000} = 0.64$$

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% $Z = 1.96$ ใช้สูตร

$$\hat{P} - Z_{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{\frac{\hat{P}\hat{Q}}{n}} < P < \hat{P} + Z_{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{\frac{\hat{P}\hat{Q}}{n}}$$

และ

$$\sqrt{\frac{\hat{P}\hat{Q}}{n}} = \sqrt{\frac{(0.64)(0.36)}{1{,}000}} = 0.017$$

แทนค่า $0.64 - 1.96(0.017) < P < 0.64 + 1.96(0.017)$

$0.64 - 0.030 < P < 0.64 + 0.030$

$0.61 < P < 0.67$

ดังนั้น ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าสัดส่วนการมีงานทำของบัณฑิตมีค่าอยู่ระหว่าง 0.61 ถึง 0.67

1.8 บทบาทของสถิติสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ ดังนี้

1.8.1 ด้านธุรกิจ ในการประกอบธุรกิจในแต่ละระดับจำเป็นต้องมีข้อมูลพื้นฐานการพยากรณ์ ทั้งภายในองค์กร ต้นทุนสินค้า ยอดขายสินค้า ค่าจ้างพนักงาน ด้านการผลิต การตลาด เพื่อใช้ในการวางแผนระยะสั้น ระยะปานกลาง และระยะยาว จะต้องใช้ความรู้ทางสถิติขั้นพื้นฐานและขั้นสูงช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา

1.8.2 ด้านเศรษฐศาสตร์ การเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจในปัจจุบันนี้อยู่ในสภาวะที่ไม่มีความแน่นอน ดังนั้นในการทาธุรกิจต่างๆ นั้นจำเป็นต้องมีการตัดสินใจท่ามกลางความไม่แน่นอนนั้น จาเป็นต้องใช้เทคนิควิธีการทางสถิตินั่นคือ ทฤษฎีการตัดสินใจมาช่วย นอกจากนี้ในการทานายแนวโน้มทางเศรษฐกิจ หรือวิจัยตลาด จาเป็นต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอย และวิธีการทางสถิติอื่นๆ ที่เหมาะสม

1.8.3 ด้านการเกษตร ด้านเกษตรกรรม ส่วนใหญ่จะเป็นในการวิจัยและพัฒนาพันธุ์พืช สัตว์ ให้มีผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น น้ำหนักของสัตว์เลี้ยง เช่น หมู ไก่ ปลา เติบโตเร็ว การประยุกต์ทฤษฎีด้านการวางแผนการทดลอง (Experimental Design) เพื่อพิจารณาว่าวิธีการเลี้ยงหรือปลูกแบบใดจะให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลสถิติพื้นฐาน เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นของอากาศ เพื่อใช้วางแผนการเพาะปลูกหรือเลี้ยงสัตว์ต่อไป

1.8.4 ด้านการศึกษา สถิติทางการศึกษามีความสำคัญต่อการกำหนดนโยบาย และวางแผนการศึกษา

1.8.5 ด้านวิทยาศาสตร์ จะใช้สถิติในงานวิเคราะห์วิจัย และจะต้องมีการวางแผนการทดลองเพื่อให้การวิเคราะห์และการสรุปผลที่ถูกต้อง เช่น การทดลองผลของยาฆ่าแมลงที่มีต่อพืช ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การปรับปรุงวิธีการเลี้ยงสัตว์ ฯลฯ

1.8.6 ด้านอุตสาหกรรม ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าเพื่อบริโภคภายในประเทศ และส่งออก หัวใจหลัก คือ มาตรฐานสินค้าในการที่จะทำให้สินค้ามีมาตรฐานตามที่กำหนด เช่น ISO 9000 ISO 9002 จาเป็นต้องมีการควบคุมการผลิตสินค้าในทุกชั้น ดังนั้นการประยุกต์วิธีการทางสถิติ คือ การควบคุมคุณภาพทางสถิติ (Statistical Quality Control) นอกจากนี้การผลิตก็ควรที่จะดาเนินการให้ต้นทุนการผลิตที่เหมาะสม และสามารถทากาไรได้ จึงมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีด้านการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis)

1.8.7 ด้านสาธารณสุข ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้มีสุขภาพที่ดี หน่วยงานของรัฐและเอกชนจาเป็นต้องใช้ข้อมูลสถิติสาธารณสุข เช่น อัตราการเกิด อัตราการตาย น้ำหนักเด็กแรกเกิด อัตราการป่วยของประชากรในโรคต่าง ๆ ตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก ดังนั้นจึงจาเป็นต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางสถิติเพื่อช่วยในการวิเคราะห์เปรียบเทียบและพยากรณ์

1.8.8 ด้านการเมืองการปกครอง ใช้ในการสำรวจประชามติ ทำให้ทราบถึงสภาพความเป็นจริงสะท้อนให้เห็นถึงความต้องการของสังคม เช่น สวนดุสิตโพลและเอแบคโพล เป็นต้น

1.9 บทสรุป

เมื่อกล่าวถึงคำว่า “สถิติ” คนทั่วไป มักจะนึกถึงตัวเลขจานวนมาก ๆ ตาราง สูตรหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่มีลักษณะแปลก ๆ เกินกว่าที่จะทาความเข้าใจ แต่ความจริงเราสามารถใช้ความรู้ความเข้าใจในเรื่องสถิติที่เป็นพื้นฐานมาสัมพันธ์กัน ก็สามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ เช่น การใช้ข้อมูลสถิติที่เป็นตัวเลขแสดงข้อเท็จจริง ช่วยในการตัดสินใจวางแผนการดาเนินงาน การสรุปปัญหาและการปัญหาต่าง ปัจจุบันสถิติได้เข้าไปมีบทบาทในการดาเนินชีวิตของคนเราเป็นอย่างมากจนไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ ไม่ว่าจะเป็นด้านธุรกิจ การค้าขาย อุตสาหกรรม เกษตรกรรม การมีความรู้ทาง

ด้านสถิติย่อมอำนวยประโยชน์ในการทางานและการศึกษาอย่างมาก ดังจะเห็นได้ว่าหลักสูตรการศึกษาในสาขาวิชาต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะมีวิชาที่เกี่ยวกับสถิติอยู่เสมอ

ประโยชน์ของสถิติไม่ใช่เพียงแต่ใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยตัดสินใจ และกำหนดนโยบายต่างๆ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น เมื่อพิจารณาอีกด้านหนึ่งจะเห็นวา สถิติเป็นเครื่องมือที่ทรงคุณประโยชน์อย่างยิ่งในการประเมินผลงานโครงการต่าง ๆ ที่จัดทำไปแล้วว่าได้ผลตามเป้าหมายที่วางไว้เพียงไร สมควรที่จะต้องปรับปรุงหรือแก้ไขโครงการนั้น ๆ หรือไม่อย่างไรอีกด้วย เนื่องจากสถิติมีขอบข่ายกว้างขวาง ได้รับการนำไปใช้ประโยชน์แทบทุกแขนงวิชาการ ดังนั้น นักบริหาร นักวิชาการ หรือแม้แต่สามัญชนทั่วไป จึงควรมีความรู้ทางสถิติตามสมควร หรือตามความจำเป็น กล่าวคือ อย่างน้อยก็สามารถอ่านข้อมูลจากตาราง จากแผนภูมิ หรือจากแผนภาพต่าง ๆ ให้เข้าใจได้ถูกต้อง ประโยชน์ของสถิติสรุปได้ คือ ด้านการวางแผนเพื่อพัฒนา เศรษฐกิจของประเทศ ด้านธุรกิจ ด้านการเกษตรกรรม สถิติเป็นเครื่องมือที่สำคัญยิ่งสำหรับการวิจัย ทั้งนี้เพราะข้อมูลที่รวบรวมมาจากการวิจัยมีตัวเลขจำนวนมาก การนำสถิติมาจัดตัวเลขเหล่านั้นให้เป็นระเบียบ จะทำให้ผู้อ่านเข้าใจได้ถูกต้องตรงความเป็นจริงในเวลาอันรวดเร็วและการทำงานวิจัยเป็นการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาข้อสงสัยด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ ข้อมูลที่รวบรวมมาได้ เมื่อนำมาผ่านกระบวนการทางสถิติก็จะทำให้นักวิจัยมีข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ประกอบการตัดสินใจ

กิจกรรมท้ายบทที่ 1

คำสั่ง : ให้นักศึกษาชมซีดีรอมเกี่ยวกับ “บทบาทของสถิติในยุคปัจจุบัน” แล้วสรุปเนื้อสาระที่สำคัญจากการรับชมซีดีรอม

1. สื่อการสอน

- ซีดีรอมเกี่ยวกับ “บทบาทของสถิติในยุคปัจจุบัน”

2. ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

- นักศึกษาชมซีดีรอมเกี่ยวกับ “บทบาทของสถิติในยุคปัจจุบัน”
- นักศึกษาสรุปเนื้อหาสาระจากซีดีรอมเกี่ยวกับ “บทบาทของสถิติในยุคปัจจุบัน”
- การอภิปรายและซักถาม

3. การประเมินผล

- การอภิปรายซักถาม
- การสรุปเนื้อสาระสำคัญจากการรับชมซีดีรอม

คำถามท้ายบทที่ 1

1. ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.1 โรงเรียนแห่งหนึ่งจำนวน 30 คน ได้คะแนนดังนี้

50	46	30	17	45	29	20	19	18	40
49	48	47	31	33	35	37	38	39	21
27	26	24	42	44	43	22	30	30	25

จงสร้างตารางแจกแจงความถี่

2. จงหาค่าพิสัย ค่าความแปรปรวนประชากร และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากรของข้อมูลต่อไปนี้

2	1	7	6	5	3	8	5	2
4	5	6	3	4	4	6	9	4
3	4	5	5	7	3	5		

3. ถ้าสมาคมนักกีฬาแห่งประเทศไทยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเงินที่มีผู้บริจาค ดังนี้

เงินบริจาค (บาท)	จำนวนคน
1-400	2
401-800	6
801-1200	12
1201-1600	6
1601-2000	4

3.1 จงหาความถี่สัมพัทธ์ และความถี่สะสม

3.2 จงหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่ามัธยฐาน

4. จากการสุ่มตัวอย่างนักเศรษฐศาสตร์มา 10 คน เพื่อให้ประมาณอัตราการว่างงานของปีหน้าได้คำตอบ ดังนี้

7.2 6.9 6.6 7.3 7.4 6.7 6.8 6.9 7.2 6.4

4.1 จงหาค่าเฉลี่ยตัวอย่าง

4.1 จงหาค่ามัธยฐานตัวอย่าง

5. ถ้านายวินัยจะต้องตัดสินใจเลือกซื้อหุ้นบริษัทใดบริษัทหนึ่งจากที่มีให้เลือก 3 บริษัทที่มีอัตราเงินปันผลดังนี้

บริษัท A : เงินปันผลเฉลี่ยเท่ากับ 15.6 % ต่อปี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 3.7 %

บริษัท B : เงินปันผลเฉลี่ยเป็น 13.7 % ต่อปี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเงินปันผล เป็น 2.5 %

บริษัท C : เงินปันผลเฉลี่ยเป็น 18.9 % ต่อปี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 5.8%

ถ้านักศึกษาเป็นนายวินัย นักศึกษาจะตัดสินใจเลือกลงทุนซื้อหุ้นบริษัทใด

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา .(2542). **การวิเคราะห์สถิติ : สถิติเพื่อการตัดสินใจ** . พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย .

กัลยา วานิชย์บัญชา .(2541). **การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS for Windows** . กรุงเทพ ฯ :โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

ชูศรี วงศ์รัตนะ (2541). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย** . พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพ ฯ :ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

นงนุช ภัทราคร . (2538). **สถิติการศึกษา** . กรุงเทพ ฯ : สุวีริยาสาสน์ .

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ .(2540). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์** . พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์และปกเจริญผล .

บุญเรียง ขจรศิลป์ .(2536). **สถิติวิจัย I.** กรุงเทพมหานคร : พิชาญเพรส .

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ . (2540). **สถิติวิทยาทางการวิจัย .** กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น

ศิริชัย กาญจนวาสี , ดิเรก ศรีสุโข และทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ .(2535) **การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสม สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์** . กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

ศิริชัย กาญจนวาสี .(2545). **สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย** . พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

Bryman, A. and Cramer, D. (2001). **Quantitative Data Analysis with SPSS Release 10 for Windows** . London : Taylor&Francis Group.

Freund,J.E.and Simon,G.A. (1997). **Modern Elementary Statistics** .New Jersey : Prentice-Hall,Inc.

Heiman,G.W. (1996). **Basic Statistics for the Behavioral Sciences** . 2 nd Edition. Boston : Houghton Mifflin Company.

Howell,D.C. (1989). **Fundamental Statistics for the Behavioral Sciences** . 2 nd Edition. Boston : PWS- KENT Publishing Company.

Kanji, G.K. (1993). **100 Statistical Tests.** 3 **nd** Edition. London : SAGE Publications Inc.

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 2

เนื้อหาประจำบท

2.1 บทนำ

2.2 ประชากร

2.3 กลุ่มตัวอย่าง

2.4 การกำหนดขนาดของตัวอย่าง

2.5 เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง

2.6 ความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่าง

2.7 บทสรุป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักศึกษาได้ศึกษาจบบทที่ 2 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างประชากรและกลุ่มตัวอย่างได้
2. สามารถกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้จากเทคนิคการสุ่มตัวอย่าง
3. รู้และเข้าใจความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่าง
4. สามารถอธิบายถึงการกำหนดขนาดของตัวอย่างได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียน การสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายหัวข้อต่อไปนี้พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม
    - ประชากร
    - กลุ่มตัวอย่าง
    - การกำหนดขนาดของตัวอย่าง
    - เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง
    - ความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่าง
2. ให้นักศึกษาทำกิจกรรมต่อไปนี้
    - ศึกษาข้อมูลจากสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น อินเทอร์เน็ต ซีดีรอม
    - ทำแบบฝึกหัดใบงานที่กำหนดให้
    - ร่วมอภิปรายถึงประเด็นของการกำหนดขนาดของตัวอย่างและความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่าง

สื่อการเรียนการสอน

- เอกสารประกอบการสอนและตำราต่างๆ
- slide powerpoint presentation
- เอกสารสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น อินเทอร์เน็ต ซีดีรอม แผนภูมิ แผ่นภาพ วีดีทัศน์ และ VCD ที่เกี่ยวข้อง

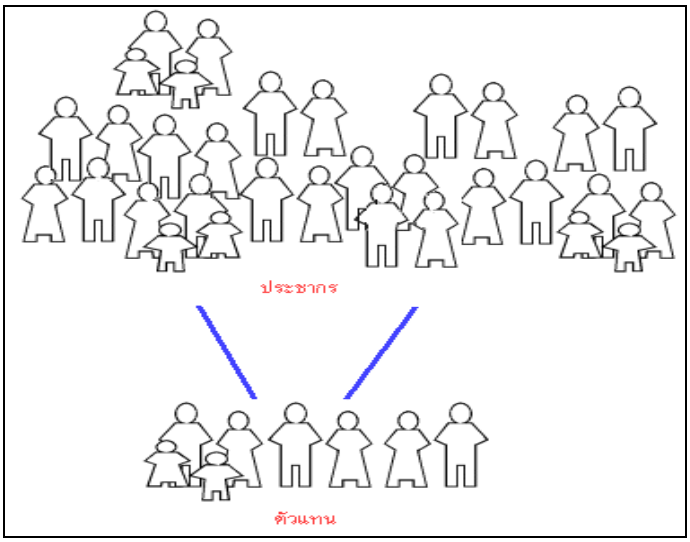
การวัดผลและการประเมินผล

- สังเกตความสนใจของนักศึกษาขณะสอน ความตั้งใจ การฟัง การจดบันทึกและการซักถาม
- แบบทดสอบ
- การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ทำแบบฝึกหัด
- ใบงานที่ให้ทำ
- การวิเคราะห์เนื้อหาเป็นกลุ่ม นำเสนอและสรุปร่วมกันในคาบเรียน
- การศึกษาค้นคว้าเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ตามเนื้อหาและประเด็นที่กำหนดไว้

บทที่ 2
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
The Population and Sample

2.1 บทนำ

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างจัดว่าเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของการดำเนินการวิจัย หลังจากที่ผู้วิจัยได้ประเด็นปัญหาการวิจัย วัตถุประสงค์การวิจัย การกำหนดสมมติฐานก็ต้องมีการระบุและนิยามประชากรให้ชัดเจนตลอดจนการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างและเลือกวิธีในการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้ก็เพื่อให้งานวิจัยดังกล่าวเป็นงานวิจัยที่มีขอบเขตที่ชัดเจนและช่วยให้ผู้วิจัยได้มีแนวทางในการทีจะวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดีขึ้น



รูปที่ 2.1 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย
ที่มา : https://sites.google.com/site/bb24441/khwam-hmay-khxng
สืบค้นวันที่ : 15 ธันวาคม พ.ศ.2562

จึงจัดได้ว่าขั้นตอนดังกล่าวเป็นขั้นตอนที่สำคัญและเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยที่จะต้องดำเนินการ โดยในการกำหนดประชากรจะกว้างหรือแคบอย่างไรก็ขึ้นอยู่กับขอบเขตของปัญหาการวิจัยที่ต้องการอ้างถึงเป็นหลักแต่ทั้งนี้ก็ต้องคำนึงถึงระยะเวลาและงบประมาณในการวิจัยประกอบด้วยงานวิจัยที่กำหนดประชากรและมีวิธีในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมและใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเป็นอย่างดีจะทำให้ผลการวิจัยเป็นที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

2.2 ประชากร

2.2.1 ความหมายของประชากร

ประชากร (Population) หมายถึง หน่วยที่เราต้องการจะศึกษาทั้งหมด ไม่จำกัดว่าจะต้องเป็นคน สัตว์ สิ่งของ หรือวัตถุ แต่ต้องเป็นสิ่งที่สามารถมองเห็นหรือเก็บข้อมูลได้ โดยที่คุณลักษณะของประชากรจะมีลักษณะอย่างไรก็ขึ้นอยู่กับขอบเขตของการวิจัยที่กำหนดไว้

2.2.2 ประเภทของประชากร

จากความหมายของประชากรดังกล่าว จะเห็นได้ว่าประชากรจะเป็นอะไรก็ได้ที่ผู้วิจัยต้องการจะศึกษาและสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ จึงต้องจัดประเภทของประชากร ให้มีความหมายที่ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยสามารถจัดประเภทได้ ดังนี้

2.2.2.1 ประชากรที่นับได้หรืออาจจะเรียกว่าประชากรที่มีจำนวนจำกัด (Finite Population) เป็นลักษณะของประชากรที่สามารถจะนับจำนวนได้หมด แม้ว่าจะมีขนาดใหญ่เพียงใดก็ตาม เช่น จำนวนครูประถมศึกษาในประเทศไทย ซึ่งจำนวนครูดังกล่าวแม้มีจำนวนมาก แต่ก็สามารถตรวจสอบข้อมูลได้จาก คุรุสภา หรือ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้

2.2.2.2 ประชากรที่นับไม่ได้หรืออาจจะเรียกว่าประชากรที่มีจำนวนไม่จำกัด (Infinite Population) เป็นประชากรที่ไม่สามารถนับปริมาณเป็นหน่วยได้ เช่น จำนวนมดในบ้าน จำนวนเส้นผมบนหนังศีรษะ เป็นต้น

2.2.3 ข้อจำกัดของการศึกษาจากประชากร

การดำเนินงานวิจัย โดยทั่วไปแล้วผู้วิจัยมักจะไม่รวบรวมข้อมูลจากประชากร ยกเว้นในกรณีที่ประชากรมีจำนวนน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการรวบรวมข้อมูลจากประชากรมักจะมีข้อจำกัดต่างๆ มากมาย ดังนี้

2.2.3.1 สิ้นเปลืองเวลามาก

2.2.3.2 เสียค่าใช้จ่ายสูง

2.2.3.3 ใช้ทรัพยากรบุคคลเป็นจำนวนมาก ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.3.4 ข้อมูลมีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย

2.2.3.5 ข้อมูลไม่ลึกซึ้ง อันเนื่องมาจากมีประชากรจำนวนมาก

2.2.3.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลไม่ทันต่อการใช้ประโยชน์

2.3 กลุ่มตัวอย่าง

2.3.1 ความหมายของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง (Sample) หมายถึง กลุ่มย่อยส่วนหนึ่งของประชากรที่เราต้องการจะศึกษาโดยกลุ่มตัวอย่างที่ดีต้องมีความเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร (Representation) ผลที่ได้จากการวัดจึงจะกล่าวอ้างอิงไปยังประชากรได้

2.3.2 ข้อดีของการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง

2.3.2.1 ความถูกต้องแม่นยำ ได้ข้อมูลที่ทันสมัย เนื่องจากหน่วยตัวอย่างมีจำนวนน้อย

2.3.2.2 ประหยัดเวลา แรงงานและงบประมาณ การเลือกตัวอย่างที่เหมาะสมจะช่วยผู้วิจัยประหยัดเวลา แรงงานและงบประมาณสำหรับผู้วิจัยเป็นอย่างมาก

2.3.2.3 ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งอาจเกิดจากการวัดหรือการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย

2.3.2.4 สามารถบริหารงานวิจัยได้ง่ายและรายงานผลการวิจัยได้รวดเร็ว

2.3.3 ลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่ดี

ในการวิจัยที่ผู้วิจัยต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนั้น ควรคำนึงถึงสิ่งสำคัญที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

2.3.3.1 มีความเป็นตัวแทน (Representation) โดยมีคุณลักษณะของประชากรอย่างครบถ้วน

2.3.3.2 มีขนาดที่เหมาะสมหรือมีจำนวนเพียงพอ

2.3.3.3 มีความน่าเชื่อถือ

2.3.4 กรอบการสุ่มหรือกรอบตัวอย่าง

กรอบการสุ่ม หรือกรอบตัวอย่าง (Sampling Frame) หมายถึง รายชื่อหรือรายการของข้อมูลในหน่วยประชากรทั้งหมดทุกหน่วย เพื่อใช้ในการสุ่มตัวอย่าง

2.3.5 ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง

การที่ผู้วิจัยจะได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างเพื่อที่จะให้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรนั้นควรจะประกอบไปด้วย ขั้นตอนต่อไปนี้

2.3.5.1 การนิยามประชากร ผู้วิจัยต้องนิยามประชากร หรือกำหนดขอบเขตของประชากรให้ชัดเจนว่าในการวิจัยดังกล่าว ประชากรที่จะใช้ในการศึกษาหมายถึงใคร มีจำนวนเท่าไหร่ ทั้งนี้จะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.3.5.2 การทำบัญชีรายชื่อ เพื่อเป็นกรอบในการเลือกตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อเป็นการสำรวจจำนวนหน่วยตัวอย่างอีกครั้งหนึ่งว่าจะมีหน่วยตัวอย่างใดที่ยังอยู่และหน่วยตัวอย่างใดที่ไม่สามารถจะค้นหาได้

2.3.5.3 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง การที่กำหนดจำนวนของหน่วยตัวอย่างที่ต้องคำนึงถึงความเป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของประชากร

2.3.5.4 การคัดเลือกตัวอย่าง หลังจากได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังกล่าวแล้ว ก็ต้องสุ่มกลุ่มตัวอย่างหรือคัดเลือกตัวอย่างตามแผนการที่ได้กำหนดไว้ เพื่อที่จะรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนต่อไป

2.4 การกำหนดขนาดของตัวอย่าง

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่จะให้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรนั้น ผู้วิจัยจำเป็นต้องคำนึงถึงหลักการเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรและนอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นๆ อีกหลายประการด้วยกัน เช่น เวลาในการดำเนินงานวิจัย งบประมาณ วิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูล การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (n) ที่มีความเป็นตัวแทนประชากรเป้าหมายนั้นมีหลักในการพิจารณาโดยทั่วไป ซึ่งจะมีวิธีในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างอยู่ 2 วิธี ดังนี้

2.4.1 การคำนวณจากสูตร

การใช้สูตรในการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จะมีอยู่ 2 กรณี คือ

2.4.1.1 กรณีที่ทราบค่าของประชากร และกรณีที่ไม่ทราบค่าของประชากร โดยแต่ละวิธีมีวิธีการคำนวณดังนี้

(1) การกำหนดขนาดของตัวอย่างโดยทราบค่าประชากร

$$n = \frac{N}{1+ Ne^2}$$

n = จำนวนตัวอย่างที่ต้องการ

N = จำนวนประชากร

e = ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า

ตัวอย่าง ต้องการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จากประชากร 2,000 คน โดยกำหนดที่ระดับความคลาดเคลื่อน ที่ .05

$$N = \frac{2,000}{1+2,000\ (0.05)^2}$$

$$= \frac{2,000}{6}$$

$$= 331 \text{ คน}$$

ดังนั้น ผู้วิจัยต้องใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 331 คน

2.4.1.2 กรณีไม่ทราบค่าของประชากร ถ้าหากนักวิจัยไม่ทราบขนาดของประชากรและต้องการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเพื่อนำไปประมาณค่าของประชากร ให้ใช้สูตรดังนี้

$$n = \boxed{\frac{z^2 PQ}{e^2}}$$

n = จำนวนตัวอย่างที่ต้องการ

z = คะแนนมาตรฐาน

p = สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร

Q = 1- P

e = ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า

2.4.2 กำหนดขนาดของตัวอย่าง โดยใช้ตารางสำเร็จรูป

บางกรณีผู้วิจัยไม่ต้องการที่จะคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยการใช้สูตรเนื่องจากยุ่งยากและเสียเวลาเพื่อให้สะดวกและรวดเร็วในการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยสามารถใช้ตารางสำเร็จรูปของ ทาโร ยามาเน่ และตารางสำเร็จรูปของเครซี่และมอร์แกน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนตัวอย่าง เมื่อทราบจำนวนประชากร จำแนกตามระดับความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า ที่ระดับความเชื่อมั่นในการเลือกตัวอย่าง ประมาณ 99.73% ของ Taro Yamané

จำนวนประชากร (N)	**จำนวนตัวอย่าง (n) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน (e)**				
	± 1%	**± 2%**	**± 3%**	**± 4%**	**± 5%**
500	*	*	*	*	*
1,000	*	*	*	*	474
1,500	*	*	*	726	563
2,000	*	*	*	826	621
2,500	*	*	*	900	662
3,000	*	*	1,364	958	692
3,500	*	*	1,458	1,003	716
4,000	*	*	1,539	1,041	735
4,500	*	*	1,607	1,071	750
5,000	*	*	1,667	1,098	763
6,000	*	2,903	1,765	1,139	783
7,000	*	3,119	1,842	1,171	798
8,000	*	3,303	1,905	1,196	809
9,000	*	3,462	1,957	1,216	818
10,000	*	3,600	2,000	1,233	826
15,000	*	4,091	2,143	1,286	849
20,000	*	4,390	2,222	1,314	861
25,000	11,842	4,592	2,273	1,331	869
50,000	15,517	5,056	2,381	1,368	884
100,000	18,367	5,325	2,439	1,387	892
α	22,500	5,625	2,500	1,406	900

หมายเหตุ : เครื่องหมาย * เป็นกรณีที่ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการกระจายแบบโค้งปกติไม่สามารถนำไปใช้ได้

ที่มา : (Yamane Taro, 1973, p. 1088)

ตารางที่ 2.2 แสดงจำนวนตัวอย่าง เมื่อทราบจำนวนประชากร จำแนกตามระดับความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า ที่ระดับความเชื่อมั่นในการเลือกตัวอย่างประมาณ 95.5% ของ Taro Yamané

จำนวนประชากร (N)	**จำนวนตัวอย่าง (n) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน (e)**					
	± 1%	**± 2%**	**± 3%**	**± 4%**	**± 5%**	**± 10%**
500	*	*	*	*	222	83
1,000	*	*	*	385	286	91
1,500	*	*	638	441	316	94
2,000	*	*	714	476	333	95
2,500	*	1,250	769	500	345	96
3,000	*	1,364	811	517	353	97
3,500	*	1,458	843	530	359	97
4,000	*	1,538	870	541	364	98
4,500	*	1,607	891	549	367	98
5,000	*	1,667	909	556	370	98
6,000	*	1,765	938	566	375	98
7,000	*	1,842	959	574	378	99
8,000	*	1,905	976	580	381	99
9,000	*	1,957	989	584	383	99
10,000	5,000	2,000	1,000	588	385	99
15,000	6,000	2,143	1,034	600	390	99
20,000	6,667	2,222	1,053	606	392	100
25,000	7,143	2,273	1,064	610	394	100
50,000	8,333	2,381	1,087	617	397	100
100,000	9,091	2,439	1,099	621	398	100
α	10,000	2,500	1,111	625	400	100

หมายเหตุ : เครื่องหมาย * เป็นกรณีที่ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการกระจายแบบโค้งปกติไม่สามารถนำไปใช้ได้

ที่มา : (Yamane Taro, 1973, p. 1088)

ตารางที่ 2.3 กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของเครซซี่และมอร์แกน

จำนวนประชากร	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	จำนวนประชากร	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	จำนวนประชากร	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
10	10	220	140	1200	291
15	14	230	144	1300	297
20	19	240	148	1400	302
25	24	250	152	1500	306
30	28	260	155	1600	310
35	32	270	159	1700	313
40	36	280	162	1800	317
45	40	290	165	1900	320
50	44	300	169	2000	322
55	48	320	175	2200	327
60	52	340	181	2400	331
65	56	360	186	2600	335
70	59	380	191	2800	338
75	63	400	196	3000	341
80	66	420	201	3500	346
85	70	440	205	4000	351
90	73	460	210	4500	354
95	76	480	214	5000	357
100	80	500	217	6000	361
110	86	550	226	7000	364
120	92	600	234	8000	367
130	97	650	242	9000	368
140	103	700	248	10000	370
150	108	750	254	15000	375
160	113	800	260	20000	377
170	118	850	265	30000	379
180	123	900	269	40000	380
190	127	950	274	50000	381
200	132	1000	278	75000	382
210	136	1100	285	100000	384

ที่มา : (Krejcie R.V., & Morgan D.W.,1970, p. 608)

2.5 เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง

ในการสุ่มตัวอย่างนั้นผู้วิจัยสามารถดำเนินการสุ่มตัวอย่างได้โดยเทคนิคการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Technices) 2 เทคนิค ได้แก่ การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling) และการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability Sampling)

2.5.1 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling)

ลักษณะการสุ่มตัวอย่างที่ไม่เปิดโอกาสให้หน่วยตัวอย่างถูกเลือกโดยเท่าเทียมกัน หรือเป็นการสุ่มโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็น จึงมักใช้กับประชากรที่ผู้วิจัยไม่อาจระบุขอบเขตที่ชัดเจน และไม่ต้องการที่จะนำผลของการวิจัยไปอ้างอิงสู่ประชากรกลุ่มอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง การใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยไม่อาศัยความน่าเป็นลักษณะนี้ก็มีทั้ง ข้อดี และข้อเสีย ข้อดี ได้แก่ 1) ง่ายและสะดวกในการปฏิบัติ 2) ประหยัดงบประมาณ 3) ประหยัดเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ส่วนข้อเสีย คือ ขาดความน่าเชื่อถือในการสรุปไปยังประชากร

2.5.1.1 การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling or judgement sampling)

การสุ่มแบบเจาะจง เป็นการกำหนดคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เหตุผล ของผู้วิจัยในการที่จะเจาะจงกลุ่มตัวอย่าง จึงมักจะใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยและมีลักษณะเฉพาะที่โดดเด่น เช่น ผู้ที่เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดการศึกษา จึงหนีไม่พ้นที่จะต้องเป็นผู้บริหารในระดับสูง หรือผู้ที่มีหน้าที่ที่จะต้องรับผิดชอบหรือดำเนินการในเรื่องดังกล่าวโดยตรง ลักษณะการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีนี้มี

(1) ข้อดี ได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรที่ตรงกับจุดมุ่งหมายที่เราต้องการจะศึกษา

(2) ข้อเสีย ถ้ากลุ่มตัวอย่างไม่เป็นตัวแทนที่ดีจริง ๆ ผลการวิจัยจะไม่น่าเชื่อถือ และการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีดังกล่าว มักจะประสบปัญหา ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างไม่มีเวลาในการให้ข้อมูล เนื่องจากผู้ที่มีความรู้ความชำนาญจริง ๆ นั้นมักจะมีภารกิจมาก

2.5.1.2 การสุ่มแบบตามความสะดวกหรือแบบบังเอิญ (Accidental Sampling)

การสุ่มแบบตามความสะดวกหรือแบบบังเอิญเป็นลักษณะการสุ่มตัวอย่างโดยที่ผู้วิจัยยึดความสะดวกเป็นหลักในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจในการจัดงานสัปดาห์หนังสือแห่งชาติ ปี 2544 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ ผู้วิจัยก็กำหนดหน่วยตัวอย่างที่จะเก็บข้อมูลไว้ที่ 200 คน ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถใช้วิธีในการที่จะคำนวณขนาดของตัวอย่างได้ เนื่องจากไม่ทราบจำนวนที่แท้จริงของประชากรผู้มาเยี่ยมชมงาน ผู้วิจัยก็จะเก็บข้อมูลโดยเมื่อพบใครก็จะเก็บข้อมูลจากคนนั้น เมื่อครบจำนวนตามที่ต้องการก็หยุดเก็บ โดยไม่ได้สนใจว่าผู้ที่จะมาเที่ยวชมงาน จะมีภูมิลำเนาที่ใดและจะมีอาชีพอะไร เป็นต้น

(1) ข้อดี เก็บข้อมูลได้ง่าย เนื่องจากขั้นตอนการดำเนินงานไม่ซับซ้อน

(2) ข้อเสีย กลุ่มตัวอย่างอาจจะไม่ใช่ตัวแทนที่ดีของประชากร

2.5.1.3 การสุ่มแบบโควต้า (Quota Sampling)

การสุ่มแบบโควต้า (Quota Sampling)เป็นลักษณะการสุ่มโดยการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนออกเป็นกลุ่ม ๆ และมีลักษณะคล้ายกับการสุ่มแบบ แบ่งชั้น แต่ต่างกันที่การสุ่มแบบโควัต้า ไม่ได้อาศัยความน่าจะเป็นในการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง แต่จะใช้ความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น ต้องการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับ การจัดกิจกรรมรับน้องใหม่ของนักศึกษาคณะครุศาสตร์ โดยผู้วิจัยต้องการตัวอย่างจำนวน 500 คน และได้กำหนดสัดส่วน นักศึกษาแต่ละชั้นปี ไว้ดังนี้ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 : ปีที่ 2 : ปีที่ 3 : ปีที่ 4 ได้ดังนี้ 30 : 30 : 20 : 20 ได้จำนวนนักศึกษาที่จะมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ 150 : 150 : 100 :100 เป็นต้น

2.5.2 การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability Sampling)

เป็นการเปิดโอกาสให้ทุกหน่วยของประชากรถูกเลือกโดยเท่าเทียมกัน ลักษณะการสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยความน่าจะเป็นที่ใช้กัน ได้แก่

2.5.2.1 การสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

การสุ่มตัวอย่างอย่าง่าย (Simple Random Sampling) คือ การที่หน่วยตัวอย่างทุกหน่วยถูกเลือกโดยเท่าเทียมกัน และจะใช้กับลักษณะของประชากรที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกันหรือคล้าย ๆ กัน ลักษณะการสุ่มจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การสุ่มแบบแทนที่ (Sampling with Replacement) ลักษณะดังกล่าว คือ ทุกหน่วยจะได้รับการสุ่มโดยมีค่าความน่าจะเป็น เท่ากับ 1/n ทุกครั้ง และอีกวิธีหนึ่ง คือ การสุ่มแบบไม่แทนที่ (Sampling without Replacement) การสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย มีวิธีในการสุ่มดังนี้

(1) การจับฉลาก วิธีนี้เหมาะที่จะใช้ในกรณีที่ประชากรมีจำนวนไม่มากนัก และปัจจุบันก็ไม่นิยมใช้แล้ว เนื่องจากมีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย ขั้นตอนในการสุ่มประกอบด้วย

1) ระบุคุณลักษณะของประชากรที่ต้องการจะศึกษา และกำหนดขอบเขตของประชากร

2) กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

3) ใส่หมายเลขให้กับประชากรทุกหน่วย

4) นำหมายเลขของประชากรใส่กล่องไว้ และจับฉลากให้ได้ครบตามจำนวนที่ต้องการ

(2) การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางเลขสุ่ม เป็นตารางที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้ในการสุ่มโดยเฉพาะ และเหมาะสำหรับจะใช้กับประชากรที่มีจำนวนมาก มีวิธีการในการสุ่มดังนี้

1) การกำหนดหมายเลขให้กับประชากรที่ศึกษา

2) เลือกตารางเลขสุ่ม โดยพิจารณาว่าตัวเลขเป็นเลขกี่หลัก

3) กำหนดจุดเริ่มต้น ซึ่งจะใช้วิธีใดก็ได้ เช่น จับฉลาก โยนลูกเต๋า หรือจะใช้ดินสอหรือปากกาจี้

4) กำหนดลักษณะการอ่าน โดยเลือกเป็นแนวตั้งหรือแนวนอนก็ได้

(2) ข้อดี

ทำได้ง่าย เนื่องจากขั้นตอนการดำเนินการที่ไม่ซับซ้อน

(2) ข้อเสีย

การดำเนินการในกรณีที่ประชากรมีจำนวนมากเกินไปจะทำได้ยาก เนื่องจากต้องเสียเวลากับการจัดทำฉลาก

2.5.2.2 การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (Systematic Random Sampling)

การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ เป็นลักษณะการสุ่มตัวอย่างที่ประชากรถูกเรียงกันแล้วอย่างมีระบบเป็นการเลือกตัวอย่างที่มีช่วงการสุ่มเท่า ๆ กัน โดยผู้วิจัยต้องมีกรอบของประชากรอย่างชัดเจน

(1) ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ

1) สร้างบัญชีรายชื่อประชากรที่จะศึกษา และใส่หมายเลข กำกับในกรณีที่ประชากรเรียงลำดับไว้แล้วก็ไม่จำเป็นต้องใส่หมายเลขกำกับ เช่น รายชื่อนักศึกษาที่เรียงตามลำดับตัวอักษร

2) กำหนดช่วงการสุ่ม สัญลักษณ์ที่ใช้คือ (K) การหาตัวเลขเริ่มต้น โดยอาจจะใช้การสุ่มตัวเลขเริ่มต้นด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น ใช้ปากกาจิ้มหรือจับฉลากเริ่มดำเนินการสุ่มอย่างเป็นระบบ เช่น สุ่มตัวเลขขั้นต้น ได้ คือเลข 4 หมายถึงหน่วยตัวอย่างแรกคือหน่วยตัวอย่างที่เรียงอยู่ที่ลำดับที่ 4 หน่วยตัวอย่างต่อไป คือ หน่วยตัวอย่างที่เรียงลำดับอยู่ตัวที่ 8 ทำในลักษณะดังกล่าวจนกว่าจะได้ครบตามขนาดของตัวอย่างที่กำหนดไว้ รูปแบบ คือ r , r+1k,r+2k, ...r+nk

สูตรการคำนวณช่วงเวลาของการสุ่ม

$$\text{ช่วงการสุ่ม } (K) = \frac{\text{จำนวนประชากร (N)}}{\text{จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (n)}}$$

เช่น การวิจัยเรื่องหนึ่งมีประชากรทั้งหมด 1000 คน ผู้วิจัยต้องการตัวอย่างหรือขนาดตัวอย่าง 250 คน โดยใช้สูตร ดังนี้

$$(K) = \frac{1,000}{250}$$

$$= 4$$

(2) ข้อดี

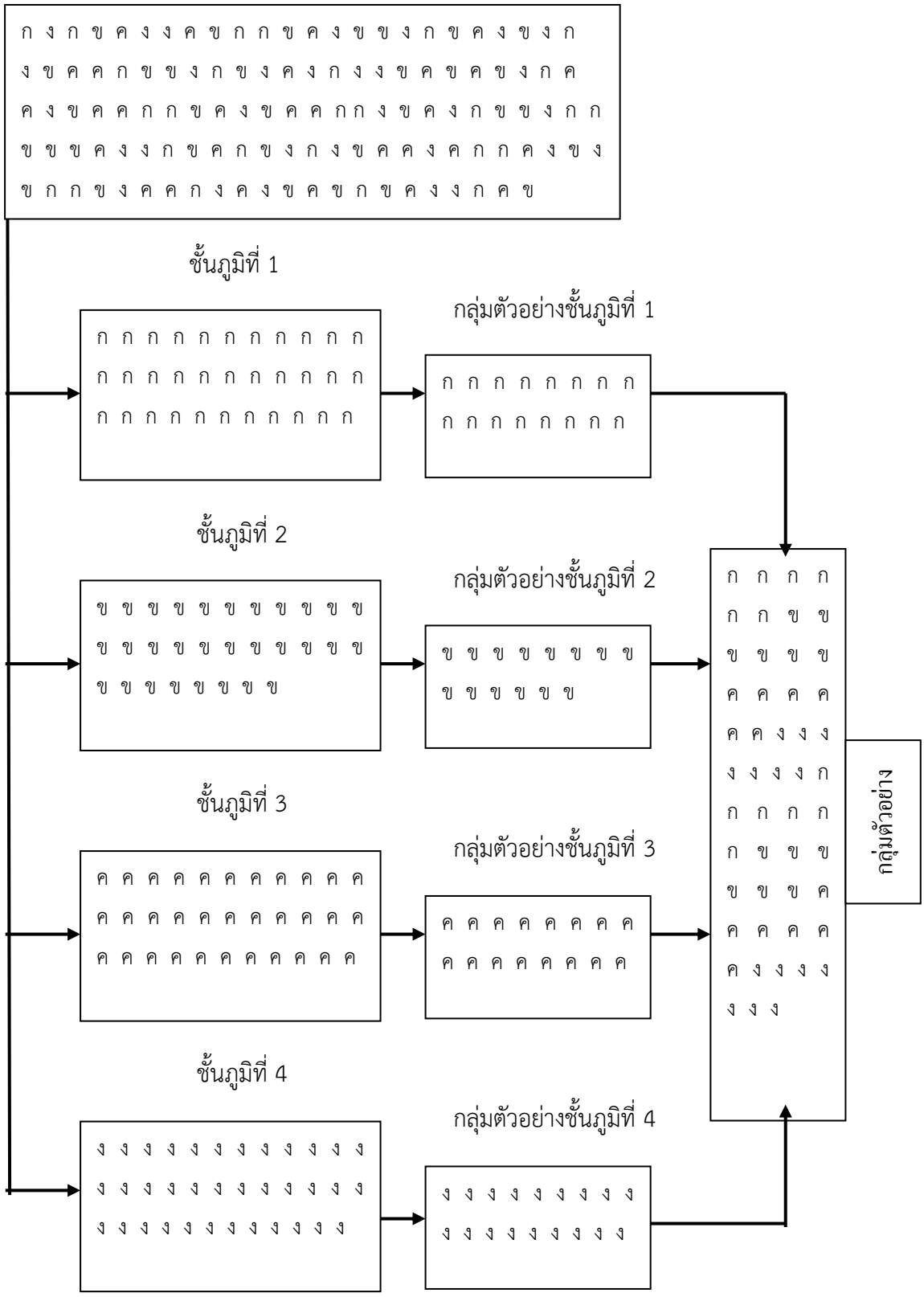
ทำได้ง่ายสะดวก

(3) ข้อเสีย

ในกรณีที่จำนวนประชากรมีมาก หน่วยตัวอย่างแรกกับหน่วยตัวอย่างสุดท้ายอาจจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน

2.5.2.3 การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) บางกรณีอาจเรียกว่าเป็นการสุ่มแบบแบ่งเป็นชั้นภูมิ ใช้ในกรณีที่หน่วยตัวอย่างมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน หรือในกรณีที่ผู้วิจัยต้องการจะศึกษาคุณลักษณะของตัวแปร แต่ละชั้นภูมิ เรียกว่าเป็น strata



รูปที่ 2.2 ลักษณะการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling)

(1) ขั้นตอนการดำเนินการสุ่ม

1) การแบ่งประชากรออกเป็นชั้นย่อย โดยให้ประชากรที่มีลักษณะเหมือนกันอยู่ในชั้นภูมิเดียวกัน เช่น กลุ่มนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา แบ่งชั้นภูมิเป็นคณะ ได้แก่ คณะครุศาสตร์ , มนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ , คณะวิทยาศาสตร์ , คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เป็นต้น

2) การเลือกตัวอย่าง ให้ดำเนินการเลือกตัวอย่างแบบสุ่มเชิงเดียวจากประชากรแต่ละชั้นย่อยจนครบตามขนาดของตัวอย่างที่กำหนด การเลือกตัวอย่างจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

3) การเลือกตัวอย่างที่ไม่เป็นสัดส่วน วิธีนี้คือนักวิจัยกำหนดเองว่าในแต่ละชั้นภูมิจะใช้ตัวอย่างเป็นจำนวนเท่าไร วิธีนี้เหมาะกับจำนวนประชากรในแต่ละชั้นภูมิมีขนาดที่ใกล้เคียง

4) การเลือกตัวอย่างโดยการกำหนดสัดส่วน นักวิจัยต้องกำหนดสัดส่วนตามขนาดของประชากร ที่แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ

(2) ข้อดี

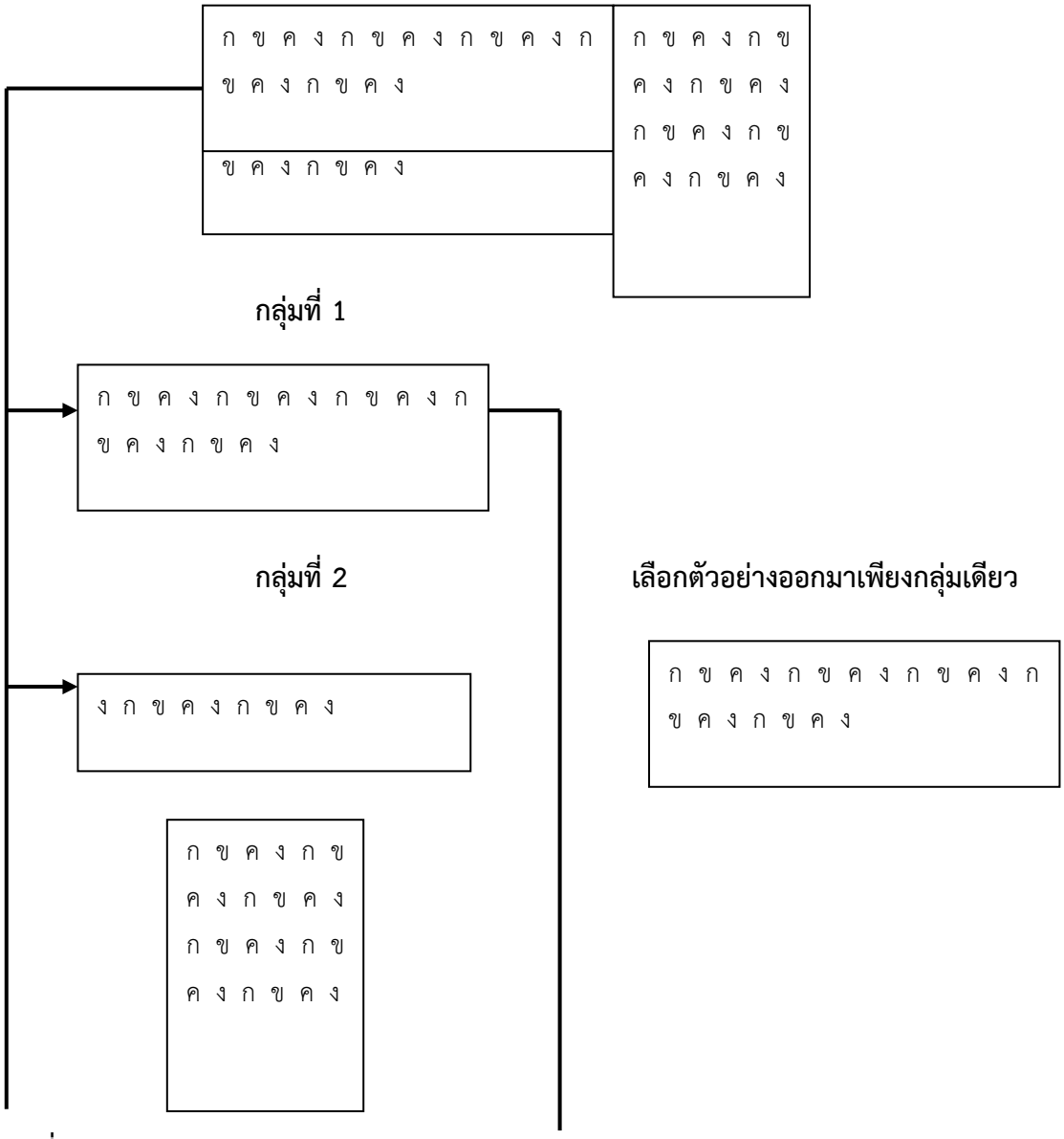
ง่ายและสะดวกในทางปฏิบัติในกรณีที่ต้องการศึกษา คุณลักษณะของประชากรที่มีความแตกต่างกัน

(3) ข้อเสีย

หากมีจำนวนกลุ่มย่อยมากเกินไป จะทำให้มีปัญหาในการแบ่งกลุ่มและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

2.5.2.4 การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เป็นลักษณะการสุ่มตัวอย่างที่ประชากร มีลักษณะเป็นกลุ่มอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยจะเป็นการแบ่งกลุ่มตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ ตัวอย่าง ต้องการศึกษาจากประชากรในจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ก็จะแบ่งออกเป็นอำเภอ ๆ แต่ละอำเภอก็จะมีลักษณะของประชากรที่คล้ายคลึงกัน เช่น ในแต่ละอำเภอ ประกอบด้วยคนที่มีทั้งเพศชาย เพศหญิง นับถือศาสนาพุทธ คริสต์ อิสลาม ฯลฯ หรือ ลักษณะของอาชีพที่เหมือนกัน ลักษณะเอากลุ่มตัวอย่าง คือ สมาชิกภายในกลุ่มมีคุณลักษณะแตกต่างกันมากที่สุด (Hetelogeniety within group) แต่คุณลักษณะของกลุ่ม (Cluster) แต่ละกลุ่มมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน (Homogeniety between group) มากที่สุด ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างจากการสุ่มแบบบ่งชี้และในการสุ่มตัวอย่างมักจะสุ่มมาเพียงบางกลุ่มเท่านั้น ไม่เก็บข้อมูลจากทุกกลุ่ม



รูปที่ 2.3 ลักษณะการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

(1) ขั้นตอนการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม

1) การแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่มย่อย

2) การสุ่มตัวอย่างกลุ่มย่อย

3) การสุ่มหน่วยตัวอย่างจากกลุ่มย่อย ซึ่งอาจจะเป็นการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย หรือ การสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ ในกรณีที่ประชากรมีเป็นจำนวนมากและอยู่ใน

ลักษณะกระจัดกระจายการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบคงจะไม่เหมาะ เนื่องจากจะมีปัญหาในการรวบรวมข้อมูล

(2) ข้อดี

ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูล

(3) ข้อเสีย

ต้องใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างหลายวิธีอาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการเป็นตัวแทนของประชากรได้

2.5.2.5 การสุ่มแบบกลุ่มควรเช็คใหม่อีกครั้งหนึ่ง

การเลือกตัวอย่างแบบหลายชั้น (Multi – stage Sampling) เป็นการเลือกตัวอย่างที่ประกอบไปด้วยการดำเนินการหลายขั้นตอนใช้ในกรณีที่ประชากรที่ต้องการจะศึกษามีขนาดใหญ่และคุณลักษณะของประชากรมีความซับซ้อนและต้องการศึกษาตัวแปรหลายตัวแปร

(1) ขั้นตอนการดำเนินการ

1) แบ่งประชากรออกเป็นกลุ่มใหญ่ เช่น เขตพื้นที่การศึกษาในประเทศไทย

2) สุ่มเขตพื้นที่การศึกษา

3) สุ่มโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษา

(2) ตัวอย่าง

1) ปัญหาการวิจัย

ปัญหาการเรียนวิชาพื้นฐานวิชาชีพของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดสกลนคร

2) ประชากรที่ใช้ในการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย นักเรียนสายวิทย์และนักเรียนสายศิลป์ ที่กำลังเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตจังหวัดสกลนคร มีโรงเรียนที่เปิดทำการเรียนการสอนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมด 70 โรงเรียน ทำการเรียนการสอนสายวิทย์ จำนวน 40 จำนวนนักเรียน 3,579 คน และทำการเรียนการสอนสายศิลป์ด้วย จำนวน 30 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 1,772 คน

จากคุณลักษณะดังกล่าว เป็นประชากรที่ประกอบด้วยหลายลักษณะ ผู้วิจัยจึงได้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบการสุ่มหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) โดยมีวิธีการในการสุ่มดังนี้

1. จัดกลุ่มโรงเรียนตามจำนวนห้องเรียน 1,2,3,4 และมากกว่า 4 ห้องเรียน

2. สุ่มรายชื่อโรงเรียนโดยการจับฉลาก แต่ละกลุ่มไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของแต่ละกลุ่ม

3. สุ่มห้องเรียน 1 ห้อง จากโรงเรียนที่สุ่มได้ในข้อ 2

4. เก็บข้อมูลนักเรียนจากห้องเรียนที่สุ่มได้เป็นตัวอย่างในการวิจัย

2.6 ความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนั้น อาจจะมีข้อผิดพลาดซึ่งทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรได้ เนื่องมาจากเหตุหลาย ๆ ประการดังที่ ภัทรา นิคมานนท์ (2544, หน้า 81 – 82) ได้เสนอแนะดังนี้

2.6.1 กำหนดกรอบประชากรผิด ซึ่งอาจเนื่องมาจากการระบุขอบเขตหรือคุณลักษณะของสมาชิกไม่ชัดเจน

2.6.1.1 กำหนดคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่างไม่ถูกต้อง

2.6.1.2 ควบคุมการสุ่มตัวอย่างไม่ได้ เช่น แจกแบบสอบถามไปแล้วบุคคลอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างตอบแทน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ผู้วิจัยไม่อาจจะทราบได้จึงแก้ไขได้ยาก

2.6.1.3 ขาดความระมัดระวังในการเลือกกลุ่มตัวอย่างได้ถูกต้อง เช่น เลือกตามสะดวกโดยไม่คำนึงถึงคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

2.6.1.4 ความเข้าใจในวิธีการสุ่มตัวอย่างไม่ถูกต้อง เช่น จัดระบบไว้ว่าจะสัมภาษณ์บุคคลที่เดินเข้าประตูมาในสถาบันทุก ๆ สิบคนจะสัมภาษณ์หนึ่งคนซึ่งผลจากการสุ่มเช่นนี้ไม่อาจรับประกันได้ว่าจะได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรได้ เพราะการเดินเข้าประตูของนักศึกษา อาจเข้ามาในอัตราที่มีความถี่แตกต่างกัน ด้วยจุดประสงค์ที่ต่างกันหรืออาจมีบุคคลภายนอกที่ไม่ใช่นักศึกษาก็ได้ เรียกว่าเป็นการสุ่มแบบบังเอิญมากกว่าสุ่มแบบมีระบบ การสุ่มแบบมีระบบนี้มักใช้กับประชากรที่มีจำนวนที่มีการจัดระบบและได้จัดเรียงลำดับหน่วยประชากรอย่างมีระบบแล้ว วิธีการแก้ไขความผิดพลาดดังกล่าว สามารถแก้ไขได้โดยการขยายขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้ใหญ่ขึ้น

2.6.2 ความผิดพลาดที่เกิดจากการไม่ได้รับความร่วมมือของกลุ่มตัวอย่าง การสุ่มตัวอย่างที่ดีนั้นผู้วิจัยไม่อาจทราบล่วงหน้าได้ว่ากลุ่มตัวอย่างที่สุ่มได้จะเป็นใคร มาจากไหน จึงหวังได้ยากว่าจะได้รับความร่วมมือจากทุกหน่วยตัวอย่าง ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการไม่ได้รับความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

2.6.2.1 ผู้วิจัยไม่สามารถเข้าถึงหน่วยตัวอย่างได้โดยตรง กลุ่มตัวอย่างที่สุ่มได้บางหน่วยอาจอยู่กระจัดกระจายมาก การเดินทางไปเก็บข้อมูลอาจสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก จึงใช้

วิธีการส่งทางไปรษณีย์ บางหน่วยอาจมีความยุ่งยากในการเข้าพบอาจฝากแบบสอบถามไปกับบุคคลอื่นต่อ เพื่อนำไปให้กลุ่มตัวอย่างซึ่งวิธีการดังกล่าวอาจทำให้ไม่ได้รับข้อมูลกลับคืนมา เป็นต้น

2.6.2.2 บางกรณีผู้วิจัยสามารถติดต่อกับกลุ่มตัวอย่างได้โดยตรงแล้ว แต่อาจไม่ได้รับความร่วมมือโดยกลุ่มตัวอย่างปฏิเสธที่จะให้ข้อมูลจะด้วยเหตุผลใดก็ตาม

วิธีการแก้ไขความผิดพลาดนี้ ผู้วิจัยจำเป็นต้องหาวิธีการที่จะให้ได้รับความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่าง เช่น มีการนัดหมายล่วงหน้า เลือกเวลาเข้าพบให้เหมาะสม ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างเห็นความสำคัญของการวิจัย บางครั้งอาจต้องมีการอ้างอิงบุคคลที่ใกล้ชิดกับกลุ่มตัวอย่างให้ช่วยกระตุ้นในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างลืม บางครั้งอาจมีความจำเป็นต้องส่งแบบสอบถามไปให้ใหม่เพื่อเตือนความจำหรือในกรณีที่หน่วยตัวอย่างลืมหรือทำหายหรือไม่ได้รับ

2.6.3 กลุ่มตัวอย่างให้ข้อมูลผิดพลาด ในกรณีนี้ผู้วิจัยได้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างกลับคืนมาแล้ว แต่ข้อมูลที่ได้มาใช้ไม่ได้เนื่องจาก

2.6.3.1 ได้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ มีอยู่บ่อย ๆ ที่ได้ข้อมูลมาแล้วใช้ไม่ได้เพราะมีคำตอบไม่ครบทุกข้อ อาจเป็นเพราะผู้ตอบไม่ให้ความสนใจ ไม่เต็มใจที่จะตอบไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ถามหรือไม่รอบคอบในการตอบจึงทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์

2.6.3.2 ตอบข้อมูลไม่ถูกต้อง ไม่ตรงกับความเป็นจริง ในกรณีที่ผู้ตอบไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ถาม แต่มีความรับผิดชอบและเต็มใจในการให้ความร่วมมือจึงพยายามตอบจบครบทุกข้อ บางกรณีผู้ตอบอาจไม่เต็มใจตอบ เพราะรู้สึกอึดอัด อายที่จะตอบในการตอบบางเรื่อง อาจเลี่ยงตอบผิดไปจากความจริงได้หรือบางครั้งผู้ตอบอาจไม่เห็นความสำคัญของการตอบตอบด้วยความเกรงใจ อาจตอบอย่างเสียไม่ได้ ไม่มีการคิดอย่างจริงจัง คำตอบเหล่านี้จึงเป็นข้อมูลที่ไม่ถูกต้องทำให้ผลการวิจัยผิดพลาดได้

2.6.3.3 มีความผิดพลาดในการสื่อความหมาย มีการแปลความ ตีความในคำถามผิด จึงทำให้ได้คำตอบที่ผิดพลาด

วิธีการแก้ไขความผิดพลาดนี้ ผู้วิจัยจะต้องชี้ให้ผู้ตอบเห็นความสำคัญของการให้ข้อมูลที่ถูกต้องของเขา พยายามสื่อความหมายให้ชัดเจน เลี่ยงการถามเรื่องที่ทำให้ผู้ตอบอึดอัดหรือเกิดความละอายในการตอบ หากมีความจำเป็นที่จะต้องถามเรื่องที่ผู้ตอบละอายใจหรือไม่เต็มใจตอบ ก็ควรชี้แจงให้เห็นความจำเป็นที่จะต้องถามและให้ความมั่นใจได้ว่าจะรักษาข้อมูลไว้เป็นความลับ ไม่นำไปเปิดเผยให้ผู้ตอบเกิดความเสื่อมเสีย

2.7 บทสรุป

กล่าวโดยสรุป คือ ในการทำวิจัยครั้งหนึ่ง ๆ นั้นผู้วิจัยต้องดำเนินการรวบรวมข้อมูลทุกครั้ง ซึ่งในการรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยต้องกำหนดขอบเขตของการให้ข้อมูลให้ชัดเจน ในที่นี้ก็คือ ประชากรที่เราต้องการจะศึกษานั้นเอง ซึ่งลักษณะของประชากรไม่จำเป็นต้องเป็น คน อาจจะเป็นสัตว์หรือสิ่งของก็ได้ เช่น หนังสือ หรือเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง หากผู้วิจัยกำหนดขอบเขตของประชากรไว้ชัดเจนจะทำให้งานวิจัยดังกล่าว สามารถที่จะวางแผนในการดำเนินงานวิจัยได้อย่างรัดกุม แต่ในความจริงแล้วแม้จะกำหนดขอบเขตไว้อย่างชัดเจนแล้วก็ตามแต่ผู้วิจัยก็ไม่สามารถที่จะเก็บข้อมูลจากประชากรทั้งหมดได้ เนื่องจากข้อจำกัดหลายประการด้วยกัน เช่น เสียเวลา และงบประมาณในการที่จะเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลอาจจะล่าช้าเนื่องจากข้อมูลมีเป็นจำนวนมาก ฯลฯ ยกเว้นในกรณีที่ประชากรมีจำนวนน้อย และต้องการที่จะศึกษาเป็นรายกรณีเท่านั้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องเลือกประชากรมาเพียงบางส่วนที่คิดว่าจะเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรมาใช้ในการศึกษาเท่านั้น เรียกกันว่า “กลุ่มตัวอย่าง” ในการเลือกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยต้องมีการวางแผนเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่ดีที่สุด เริ่มตั้งแต่การนิยามประชากรว่าจะมีขอบเขตมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ก็ต้องคำนึงถึงเวลาและงบประมาณในการดำเนินการวิจัยด้วย หลังจากได้นิยามประชากรแล้ว ก็ต้องมีการกำหนดขนาดของตัวอย่างให้มีขนาดที่พอเหมาะ เกิดข้อผิดพลาดในการอ้างอิงไปสู่ประชากรให้น้อยที่สุด การกำหนดขนาดของตัวอย่างจะใช้วิธีในการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยการใช้สูตรคำนวณ หรือจากการเปิดตารางก็ได้ การเลือกวิธีการสุ่มตัวอย่าง ที่มีทั้งลักษณะของการอาศัยความน่าจะเป็น มีวิธีในการเลือกตัวอย่างดังนี้ คือ การสุ่มแบบเจาะจง การสุ่มแบบบังเอิญ และการสุ่มแบบโควต้า และการสุ่มตัวอย่างแบบอาศัยความน่าจะเป็น เช่น การสุ่มตัวอย่าง การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม และการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน ในการที่ผู้วิจัยจะเลือกการสุ่มตัวอย่างแบบใดนั้นก็ขึ้นอยู่คุณลักษณะของประชากร และวัตถุประสงค์ของการวิจัยเป็นสำคัญ และข้อดี ข้อเสีย ของการเลือกตัวอย่างแต่ละประเภท

กิจกรรมท้ายบทที่ 2

คำสั่ง : ให้นักศึกษาชมซีดีรอมเกี่ยวกับ “Statistics - Introduction” แล้วสรุปเนื้อสาระที่สำคัญจากการรับชมซีดีรอม

1. สื่อการสอน

- ซีดีรอมเกี่ยวกับ “Statistics - Introduction”

2. ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

- นักศึกษาชมซีดีรอมเกี่ยวกับ “Statistics - Introduction”
- นักศึกษาสรุปเนื้อหาสาระจากซีดีรอมเกี่ยวกับ “Statistics - Introduction”
- การอภิปรายและซักถาม

3. การประเมินผล

- การอภิปรายซักถาม
- การสรุปเนื้อสาระสำคัญจากการรับชมซีดีรอม

คำถามท้ายบทที่ 2

1. จงอธิบายสาเหตุที่ทำให้ในการวิจัยไม่สามารถศึกษาประชากรทั้งหมด
2. จงอธิบายขั้นตอนของการสุ่มตัวอย่างมาให้เข้าใจ
3. จงอธิบายแนวความคิดวิธีการเลือกสุ่มโดยไม่ใช้หลักทฤษฎีความน่าจะเป็นว่าเป็นอย่างไร
4. จงอธิบายวิธีการสุ่มแบบโดยไม่ใช้หลักทฤษฎีความน่าจะเป็นดังต่อไปนี้
    4.1 การสุ่มตัวอย่างตามความสะดวกหรือแบบบังเอิญ
    4.2 การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง หรือการสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิจารณญาณ
    4.3 การสุ่มตัวอย่างแบบกำหนดจำนวน
    4.4 การสุ่มตัวอย่างแบบก้อนหิมะ
5. จงอธิบายวิธีการสุ่มแบบโดยใช้หลักทฤษฎีความน่าจะเป็นดังต่อไปนี้
    5.1 การสุ่มแบบง่าย
    5.2 การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ
    5.3 การสุ่มตัวอย่างแบบระดับชั้น
    5.4 การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

เอกสารอ้างอิง

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2543). **พรมแดนความรู้ด้านการวิจัยและสถิติ**. ชลบุรี:วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2540). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์**.พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์และปกเจริญผล.

สุวิมล ว่องวาณิช และนงลักษณ์ วิรัชชัย. (2546). **แนวทางการให้คำปรึกษาวิทยานิพนธ์**. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยลัย.

สุวิมล ติรกานันท์. (2543). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Balnaves,M.,and Caputi,P. (2001). **Introduction to Quantitative Research Methods**. London: Sage Publications.

Kumar,R. (1996). **Research Methodology**. London: Sage Publications.

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 7

เนื้อหาประจำบท

7.1 บทนำ

7.2 กระบวนการวิจัย

7.3 การเขียนรายงานการวิจัย

7.4 ตัวอย่างงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

7.5 บทสรุป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักศึกษาได้ศึกษาจบบทที่ 7 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยได้
2. สามารถอธิบายเกี่ยวกับการเขียนรายงานการวิจัยได้
3. สามารถอธิบายหลักการขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่างงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียน การสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายหัวข้อต่อไปนี้พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม
    - กระบวนการวิจัย
    - การเขียนรายงานการวิจัย
    - ตัวอย่างงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
2. ให้นักศึกษาทำกิจกรรมต่อไปนี้
    - ศึกษาข้อมูลจากสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น อินเทอร์เน็ต ซีดีรอม
    - ทำแบบฝึกหัดใบงานที่กำหนดให้
    - ร่วมอภิปรายถึงตัวอย่างงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

สื่อการเรียนการสอน

- เอกสารประกอบการสอนและตำราต่างๆ
- slide powerpoint presentation
- เอกสารสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น อินเทอร์เน็ต ซีดีรอม แผนภูมิ แผ่นภาพ วีดีทัศน์ และ VCD ที่เกี่ยวข้อง

การวัดผลและการประเมินผล

- สังเกตความสนใจของนักศึกษาขณะสอน ความตั้งใจ การฟัง การจดบันทึกและการซักถาม
- แบบทดสอบ
- การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ทำแบบฝึกหัด
- ใบงานที่ให้ทำ
- การศึกษาค้นคว้าเป็นรายบุคคล ตามเนื้อหาและประเด็นที่กำหนดไว้

บทที่ 7
ระเบียบวิธีวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
The Environmental Research Methodology

7.1 บทนำ

เนื่องจากการวิจัยมีเรื่องที่ต้องวิจัยหลากหลายตามความจำเป็นและความสนใจของนักวิจัย ที่มีความแตกต่างกันหลายศาสตร์และหลายสาขาวิชา เพื่อความเหมาะสมกับลักษณะและธรรมชาติของเรื่องที่จะวิจัย จึงมีระเบียบวิธีวิจัยหลายแบบ วิธีวิจัยแบบหนึ่งจะเหมาะสมกับเรื่องหนึ่งของศาสตร์หนึ่ง นั่นก็คือแต่ละศาสตร์แต่ละสาขาวิชา แต่ละเรื่องที่เป็นหัวข้อการวิจัย ต้องเลือกวิธีการวิจัยที่เหมาะสมจึงจะได้ผลการวิจัยออกมาถูกต้องเพื่อที่นักศึกษาจะได้มีความรู้ไปออกแบบการวิจัยได้อย่างเหมาะสม จำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทและระเบียบวิธีวิจัย

รูปที่ 7.1 การวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
ที่มา : https://www.empoweredstaffing.com/thought-leadership-blog
สืบค้นวันที่ : 1 มกราคม พ.ศ.2563

ในประเทศที่ก้าวหน้าทางการอุตสาหกรรมจะต้องมีสถาบันวิจัยและพัฒนาทั้งของรัฐของสถาบันการศึกษา และของเอกชน โดยเฉพาะบริษัทใหญ่ ๆ จะต้องมีฝ่ายวิจัยและพัฒนาเป็นของตัวเองเพื่อคิดค้นพัฒนาผลิตภัณฑ์ ใหม่ ทันสมัย ให้ได้ก่อนคนอื่นและการวิจัยจะต้องเก็บเป็นความลับจนกว่าจะถึงเวลาอันสมควร

7.2 กระบวนการวิจัย

งานวิจัยชิ้นหนึ่ง ๆ กว่าจะทำเสร็จเรียบร้อย ก็กินเวลานานและผ่านกระบวนการหลายตอน จึงจะสำเร็จเป็นรายงานการวิจัยได้ ขั้นตอนของการทำวิจัยโดยทั่วไป มักเป็นไปตามลำดับดังนี้

7.2.1 เลือกหัวข้อปัญหา (Selection of Problem Area) : ระบุประเด็นความสนใจลงไปว่าจะทำการศึกษาในเรื่องอะไร (เพื่อคลี่คลายความสงสัยในปัญหาใน สาขาวิชาใด หรือที่เกี่ยวข้องกับงานประเภทใด)

7.2.2 กำหนดขอบเขตของการวิจัย (Delimitation of Research) : จำกัดขอบเขตการศึกษาค้นคว้าให้แน่นอนลง ได้แก่ในเรื่องของขนาด และลักษณะตัวอย่างประชากร ชนิดของเครื่องมือที่จะใช้รวบรวมข้อมูล ลักษณะ และขอเขตของเนื้อหา ตัวแปรที่จะศึกษา และอื่น ๆ

7.2.3 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Review of Related Literature) : ศึกษางานการค้นคว้าของผู้อื่นที่อยู่ในขอบข่ายเดียวกันนี้ ซึ่งจะศึกษาหรือหาอ่านได้จาก บทความ วารสาร หนังสือตำรา รายงานการวิจัย และอื่น ๆ

7.2.4 กำหนดสมมุตฐานการวิจัย (Development of Hypothesis) : ผู้วิจัยคาดคะเนคำตอบของปัญหาไว้ล่วงหน้า.โดยอาศัยเหตุผล ซึ่งอาจจะได้มาจากความรู้ จากประสบการณ์ หรือเอกสารของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้ศึกษามา (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ . 2529 : 30)

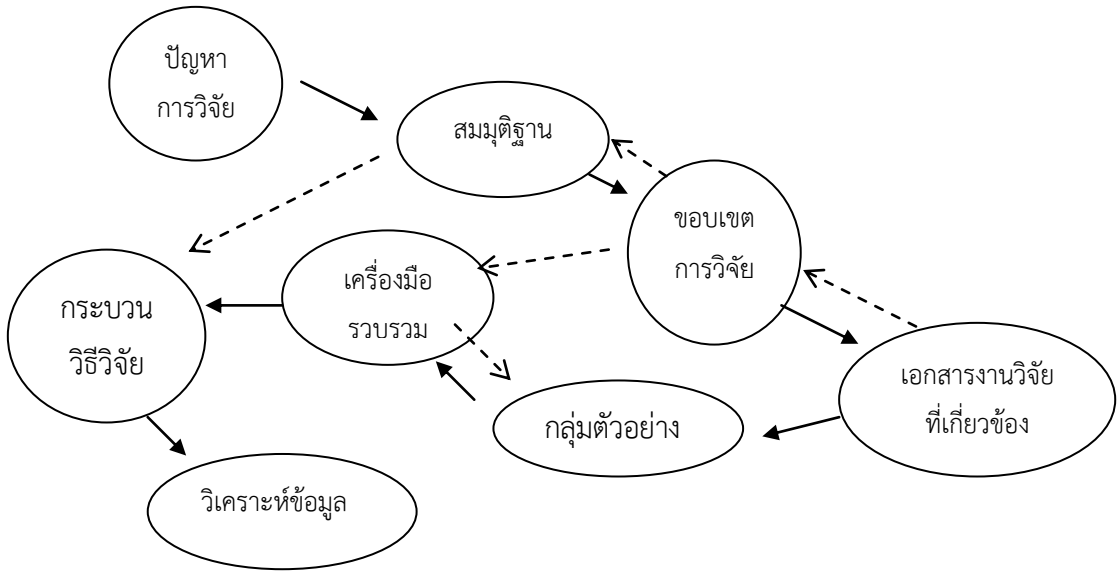
7.2.5 วางรูปแบบและลักษณะวิจัย (Research Design) : กำหนดเทคนิควิในแต่ละขั้นของการวิจัยเพื่อจะให้ได้ผลการวิจัยที่ถูกต้อง และเชื่อถือได้ นับแต่ วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างการเนินการเก็บรวบรมข้อมูล วิธีการทางสถิติที่จะใช้ และวิธีวิเคราะห์ข้อมูล

7.2.6 สร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูล (Creation of the Instrument) : สร้างหรือตระเตรียมเครื่องมือที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องอาจเป็นแบบสอบถาม แบบทดสอบ และอื่น ไ- ทั้งนี้แล้วแต่ ลักษณะของการวิจัยและลักษณะข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัย นั้น ๆ

7.2.7 ดำเนินการรวบรวมข้อมูล (Collection of Data) นำเครื่องมือที่ได้ตระเตรียมไว้หรือพัฒนามาแล้วเป็นอย่างดีนั้น ไปใช้สืบเสาะค้นหาความจริง หรือ หาคำตอบในเรื่องที่สงสัยนั้น เช่น การแจกแบบสอบถาม เป็นต้น

7.2.8 จัดกระทำกับข้อมูล หรือประมวลผลข้อมูล (Data Processing) : นำข้อมูลที่รวบรวมมาได้ มาจัดประเภท หมวดหมู่ และคิดคำนวณด้วยวิธีการทางสถิติ ถ้าหากว่าจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เข้าช่วยก็จะต้องเขียนโปรแกรม เลือกสถิติที่จะใช้ วางรหัส ป้อนข้อมูลตามรูแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สั่งเครื่องให้ประมวล เสร็จแล้วอ่านผลการประมวล หรือผลการวิเคราะห์จากเครื่องคอมพิวเตอร์

7.2.9 สรุปและเขียนรายงาน (Write-up of Conclusion Reached) : เขียนรายงานกรค้นพบเพื่อให้ผู้อื่นได้เข้าใจกระบวนการวิจัยทั้ง 9 ขั้นที่กล่าวมานี้ ๆไม่จำเป็นที่นักวิจัยทุกคน จะดำเนินตามทุกประการนักวิจัยบางคนเมื่อได้หัวข้อปัญหาแล้ว อาจตั้งสมมุติฐาน ทันทีเลยก็ได้ บางคนเมื่อตั้งสมมุติฐานในตอนต้นไว้แล้ว เมื่อทราบจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลว่า สมมุติฐานนั้นไม่เหมาะสมก็อาจจะแก้สมมุติฐานนั้นก็ได้ (Good. 1959 :3)



รูปที่ 7.2 กระบวนการทำวิจัย

7.3 การเขียนรายงานการวิจัย

7.3.1 ลักษณะของรายงานผลการวิจัย

รายงานผลการวิจัยที่มีกำหนดให้ใช้กันทั่วไป อาจจะแบ่งออกเป็นลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้

7.3.1.1 รายงานความก้าวหน้าของงานวิจัย (Progress report)

7.3.1.2 รายงานผลการวิจัยฉบับย่อ/หรือชั่วคราว (interim report)

7.3.1.3 รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (Final report)

7.3.1.4 รายงาน (หรือบทความ) เพื่อลงวารสาร (Report for publication)

7.3.1.5 รายงาน (หรือเอกสาร) เพื่อการขอสิทธิบัตร (Patent application)

7.3.2 รายละเอียดของแต่ละลักษณะมีดังต่อไปนี้

7.3.2.1 รายงานความก้าวหน้าของงานวิจัย

ตามปกติโครงการวิจัยแต่ละโครงการจะใช้เวลานานกว่าจะจบ อาจจะเป็นเวลา 1 ปี 2 ปี 3 ปี ฯลฯ แต่ในระหว่างที่การทำงานวิจัยยังไม่เสร็จนี้ ผู้ให้ทุนมักจะต้องการทราบผลความก้าวหน้าของงานวิจัยนั้น ทั้งนี้เพื่อจะดูว่างานวิจัยนั้นประสบปัญหาอุปสรรคอะไรบ้างหรือไม่ ถ้ามีจะช่วยแก้ไขได้อย่างไร ดังนั้นจึงมักจะมีการกำหนดให้ผู้รับทุนทำรายงานความก้าวหน้าให้ทราบ ซึ่งอาจจะทุก 6 เดือน หรือ 1 ปี แล้วแต่กรณี และผู้ทำการวิจัยก็ควรจะได้ปฏิบัติตามโดยเคร่งครัด

การเขียนรายงานความก้าวหน้านี้ มักจะทำตามแบบนี้ผู้ให้ทุนกำหนด แต่ถ้าไม่ได้กำหนดรูปแบบไว้ก็อาจจะรายงานแบบฟอร์มที่สะดวก เช่น ทำเป็นบันทึกหรือทำเป็นจดหมายรายงาน ซึ่งแล้วแต่จะเห็นว่าทำอย่างไรจะเหมาะสม

7.3.2.2 รายงานผลการวิจัยฉบับย่อ/หรือชั่วคราว

รายงานผลการวิจัยฉบับย่อนี้มักจะมีโอกาสใช้ในกรณีที่ต้องการนำผลการวิจัยไปพิจารณา หรือไปหารือ หรือใช้เป็นเอกสารรายงานขั้นต้น ก่อนที่จะทำรายงานฉบับสมบูรณ์เสร็จ ดังนั้นรายงานดังกล่าวจะยังไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร ข้อมูลหรือการวิเคราะห์ต่าง ๆ อาจจะยังไม่ครบถ้วนแต่ก็พอจะเป็นข้อมูลขั้นต้น ที่จะใช้เป็นรายงานผลการวิจัยได้เป็นส่วนใหญ่

รูปแบบของรายงานผลการวิจัยฉบับย่อนี้ จะมีรูปแบบเช่นเดียวกับรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุกประการเว้นแต่ว่า ข้อมูล ผลของการศึกษาค้นคว้าและข้อสรุปอาจจะไม่ครบถ้วนเท่ากับรายงานฉบับสมบูรณ์ข้างล่างนี้

7.3.2.3 **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์**

การเขียนรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์นั้น จะมีหัวข้อและขั้นตอนการเขียนที่เป็นหลักสากลที่ใช้กันทั่วไปทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วยหัวข้อย่อยของการเขียน ดังนี้

(1) บทคัดย่อ (Abstract)

(2) คำนำ (Introduction)

(3) วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ (Materials apparatus and methodology)

(4) ผลการทดลอง (Experimental results)

(5) วิจารณ์ผล (Discussion)

(6) สรุป (Conclusion)

(7) คำขอบคุณหรือกิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

(8) เอกสารอ้างอิง (References)

(9) ภาคผนวก (Appendix)

(10) คำแนะนำทั่วไป (General suggestion)

7.3.3 รายละเอียดของการเขียนแต่ละหัวข้อย่อย มีดังต่อไปนี้

7.3.3.1 บทคัดย่อ

หมายถึง การย่อเรื่องการวิจัยทั้งหมดภายหลังที่สรุปผลและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์เสร็จแล้ว แต่จะนำมาพิมพ์ไว้ข้างหน้าของรายงานฉบับสมบูรณ์นั้น การเขียนบทคัดย่อควรจะต้องเขียนเฉพาะสาระสำคัญจริง ๆ ของการวิจัยลงไป และมีการเรียบเรียงข้อความให้ได้ใจความที่สำคัญของการวิจัยนั้น บทคัดย่อโดยทั่วไปจะมีความยาวตั้งแต่ประมาณ 1/4 หน้า (กระดาษ A4) ถึงประมาณครึ่งหน้า หรืออย่างมากเต็มที่ประมาณ 1 หน้า

7.3.3.2 คำนำ

การเขียนคำนำของรายงานการวิจัยนั้น จะเป็นการพูดถึงความเป็นมาของปัญหา ซึ่งส่วนใหญ่จะนำมาจากแบบเสนอโครงการวิจัยที่เขียนไว้เพื่อการเสนอขอทุนอุดหนุนการวิจัย

7.3.3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ในที่นี้การเขียนมักจะกล่าวถึงการจัดเตรียมตัวอย่าง การเตรียมวัสดุทดลองหรือสารเคมี การเตรียม/การออกแบบ / การใช้อุปกรณ์ในการทดลอง และวิธีการ และขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำการทดลอง ในบางกรณีการอธิบายด้วยคำพูดหรือการเขียนอย่างเดียวอาจจะมองเห็นภาพได้ไม่ชัดเจนดังนั้น อาจจะมีรูปประกอบหรือมีตารางประกอบการอธิบายแต่รูปหรือตารางถ้ามีจำนวนมากก็มักจะนำไปไว้ในภาคผนวก ส่วนการเขียนคำอธิบายต่าง ๆ ในที่นี้ก็เขียน โดยสรุปและอ้างอิงภาคผนวกที่เกี่ยวข้องนั้น

หมายเหตุ ในการเขียนหัวข้อย่อยเรื่อง วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ ถ้าหากเห็นว่าเรื่องใดที่ไม่จำเป็นหรือไม่มีความสำคัญที่ต้องกล่าวถึง ก็อาจจะใส่หัวข้อเฉพาะเรื่องที่จำเป็นก็ได้ เช่น วัสดุและวิธีการ หรืออุปกรณ์และวิธีการ หรือถ้าหากแต่ละเรื่องมีความสำคัญและมีสาระที่ต้องพูดถึงค่อนข้างมากก็อาจจะแยกเขียนแต่ละหัวข้อก็ได้ เช่น วัสดุ (หนึ่งข้อย่อย) อุปกรณ์ (หนึ่งข้อย่อย) และวิธีการ (หนึ่งข้อย่อย) เช่นนั้นก็ได้

7.3.3.4 ผลการทดลอง

ผลการทดลองในที่นี้อาจจะหมายความรวมถึงข้อมูลดิบ (Raw data) ข้อมูลกึ่งสำเร็จ (Semi – finishad data) ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูลที่ได้จากการนำข้อมูลดิบไปคำนวณบางขั้นตอนแต่ยังไม่ถึงขั้นสุดท้ายที่ต้องการวิเคราะห์ และข้อมูลสำเร็จขั้นสุดท้าย (Finally evaluated results) ซึ่งได้มาจากการคำนวณและการประเมินจนถึงขั้นสุดท้ายแล้ว

ข้อมูลที่จะนำมาเขียนไว้ในที่นี้ไม่ควรจะเป็นข้อมูลที่ยืดยาวและควรจะแสดงไว้ด้วยตารางเพื่อให้ดูได้ง่าย การแสดงข้อมูลการทดลองด้วยวิธีการบรรยายด้วยคำพูดผสมกับตัวเลขนั้นจะไม่ใช่วิธีการที่ดีเพราะผู้อ่านจะมองเห็นภาพไม่ชัดเจนเท่าที่ควรและการบรรยายถ้าหากผู้เขียนรายงานไม่คล่องในเรื่องของการเขียนภาษาที่ดีแล้วอาจจะทำให้รายงานนั้นด้อยคุณภาพลงไปอีก ดังนั้นวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวเลขที่ดีที่สุดคือ การเสนอด้วยตาราง

ตารางข้อมูลที่จะนำมาเขียนไว้ในที่นี้ เนื่องจากไม่ควรจะมีตารางมากเกินความจำเป็นจึงควรจะเสนอข้อมูลสำเร็จขั้นสุดท้าย (ส่วนข้อมูลดิบ และข้อมูลกึ่งสำเร็จควรจะเสนอไว้ในภาคผนวก) หรือถ้าข้อมูลดิบและข้อมูลกึ่งสำเร็จมีไม่มากจนถึงขั้นที่ต้องนำเป็นผนวก ก็สามารถจะนำมาเสนอไว้ในที่นี้ได้ ทั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสมหรือถ้าข้อมูลดิบมาก ก็อาจจะทำเป็นภาคผนวกแล้วนำข้อมูลกึ่ง – สำเร็จรูป และข้อมูลสำเร็จมาเสนอไว้ในที่นี้ก็ได้แล้วแต่จะพิจารณาเห็นว่าเหมาะสมเพียงใด

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้น ถ้าหากมีสูตรการทดลองนี้ไม่ยาวมากก็สามารถอธิบายไว้ในที่นี้ได้ แต่ถ้าเป็นสูตรที่ยืดยาวที่ต้องอธิบายที่มาของสูตรเป็นขั้น ๆ ในกรณีเช่นนั้นก็อาจจะนำไปไว้ในภาคผนวกก็ได้ (เว้นแต่การวิจัยทางคณิตศาสตร์หรือทางสถิติที่เป็นเรื่องของการวิจัยทางการคำนวณ ก็สามารถนำมาไว้ในที่นี้ได้)

ในทำนองเดียวกันถ้าหากการวิจัยนี้มีการใช้หลักสถิติมาประกอบการพิจารณาด้วย การคำนวณทางสถิติดังกล่าวถ้าไม่มากจนเกินไปก็นำมาไว้ในที่นี้ได้ แต่ถ้ามีมากก็ควรจะแสดงไว้ในภาคผนวก และนำเฉพาะผลที่สำคัญ ๆ มาแสดงไว้ในที่นี้

7.3.3.5 วิจารณ์ผล

การวิจารณ์ผลการทดลองนั้น ถือว่ามีความสำคัญมากในเรื่องของการวิจัย เพราะว่าผลการวิจัยจะเด่นหรือไม่เด่น จะมีคุณค่ามากหรือคุณค่าน้อย จะเป็นที่ยอมรับได้มากหรือน้อยนั้นมักจะขึ้นอยู่กับผลการวิจัยนี้เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรให้ความสนใจในส่วนนี้ให้มาก

หลักการของการวิจารณ์

ในการวิจารณ์ผลการทดลองนั้นผู้วิจัยสามารถจะวิจารณ์ผลในทรรศนะต่าง ๆ หลายด้าน ดังตัวอย่าง เช่น

(1) ด้านความแม่นยำ (Precision) และความถูกต้อง (Accurecy) หรือความผิดพลาด (Error) ของข้อมูลจากการทดลอง ซึ่งจะนำไปสู่ความเชื่อมั่นของผลงานวิจัยนั้น ความผิดพลาดนั้นมักจะวิจารณ์ในแง่ของความแม่นยำ (ต่างจากค่าเฉลี่ยน้อย) หรือความถูกต้อง (ใกล้ค่าจริงมากหรือน้อย) โดยธรรมชาติแล้วค่าเฉลี่ยของการทดลองหลาย ๆ ครั้ง (ถ้าแก้ไขความผิดพลาดที่เป็นระบบแล้ว) จะมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับค่าจริง

ความผิดพลาดของการทดลองแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ (a) ความผิดพลาดที่เป็นระบบ (Systematic errors) หมายถึง ความผิดพลาดจากความไม่เที่ยงตรงของเครื่องมือซึ่งสามารถจะแก้ไขได้ด้วยการสอบเทียบ (b) ความผิดพลาดตามยถากรรมหรือความผิดพลาดแบบสุ่ม (Random errors) ซึ่งเป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากความไม่แน่นอนโดยธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นการชั่ง ตวง วัด หรือทดสอบอะไร ค่าที่ได้จะเป็นค่า ± ..... ได้ (โปรดดูคำอธิบายเรื่องการคำนวณค่าความผิดพลาดในหัวข้อคำแนะนำ การเขียนทั่วไป) ส่วนการทดลองที่ไม่สามารถควบคุมตัวแปรทางธรรมชาติได้มักจะวิจารณ์ในลักษณะความเชื่อมั่นของผลการทดลอง เช่น หา % Confidence, F = test T – Test .etc.

(2) ด้วยจุดเด่นของผลงาน ผู้วิจัยควรจะชี้ให้เห็นจุดเด่นของผลงานนี้อย่างชัดเจน โดยเปรียบเทียบให้เห็นว่าเด่นหรือแตกต่างจากผลงานอื่นที่ มีผู้ทำไว้แล้วหรือเทคโนโลยีที่มีอยู่แล้ว เช่นชี้ให้เห็นว่าผลงานวิจัยที่ทำไว้แล้วได้เน้นอะไร ยังขาดอะไร ผลงานนี้ได้เน้นอะไร พบอะไรใหม่หรือแตกต่างไปจากผลงานที่มีผู้ทำไว้แล้วที่ล่าที่สุด เช่นเดียวกับด้านเทคโนโลยีก็ต้องชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยีเดิมเป็นอย่างไร และเด่นกว่าอย่างไร

นอกจากนี้ยังอาจจะชี้จุดเด่นในด้านความยุ่งยากทางเทคนิค และวิธีการในการทดลอง หรือการทำวิจัยเพื่อการแก้ปัญหา และความสะดวกในการนำผลงานมาใช้ในการแก้ปัญหา ฯลฯ

(3) ด้านอุปสรรคทางเทคนิคและวิชาการ รวมทั้งข้อแนะนำในการป้องกันแก้ไขดังเช่น การทดลองนั้น มีความไวต่อความชื้นมาก ถ้าหากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองไม่สามารถป้องกันความชื้นได้ดีจะทำให้การทดลองให้ผลผิดพลาดมาก ผู้วิจัยได้พัฒนาวิธีการป้องกันและการเฝ้าระวังอย่างไร มีคำแนะนำพิเศษอย่างไร ฯลฯ

(4) ด้านการทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม โดยเฉพาะมูลค่าเพิ่มที่มีผลสะท้อน หรือผลกระทบในทางดีต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม การค้า และการแก้ปัญหาสำคัญ ๆ โดยการเปรียบเทียบให้เห็นข้อดีข้อเสียที่จะเป็นผลตามมาจากการประยุกต์ผลงานวิจัยนี้ ฯลฯ

7.3.3.6 สรุปผล

เป็นการสรุปผลการทดลองครั้งนี้ ซึ่งอาจจะสรุปเป็นเรื่อง ๆ ดังนี้

(1) ผลสรุปจากการคำนวณที่เป็นขั้นสุดท้าย

(2) ข้อผิดพลาด หรือความเชื่อถือได้ ที่ได้จากการคำนวณและการวิจารณ์ผล

(3) ความเด่นของผลงานวิจัย หรือเทคโนโลยีที่ได้จากการวิจัย

(4) คุณค่าของผลงานวิจัย หรืออื่น ๆ ที่เหมาะสม

7.3.3.7 คำขอบคุณหรือกิตติกรรมประกาศ

โดยมรรยาทของการทำงานวิจัยจะต้องมีคำขอบคุณแก่ผู้ที่ให้ความช่วยเหลือให้การสนับสนุน ช่วยบริการหรือให้ความสะดวก แก่ผู้ทำการวิจัย เช่น “งานวิจัยนี้ได้ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี ทั้งนี้เพราะได้รับการสนับสนุนด้านทุนการวิจัยจาก..... คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณ.....ไว้ ณ ที่นี้ด้วย นอกจากนั้นยังใคร่ขอขอบคุณ..... ที่ช่วย.....ฯลฯ.....”

7.3.3.8 เอกสารอ้างอิง

การเขียนเอกสารอ้างอิงในรายงานการวิจัย (หรือในแบบเสนอโครงการ) จะใช้วิธีการเขียนอย่างเดียวกัน ซึ่งมีการเขียน 2 แห่ง คือ

(1) เขียนเพื่ออ้างในเนื้อเรื่องของรายงาน ซึ่งวิธีการเขียนมีหลายระบบ แต่ระบบที่ใช้ในระดับนักวิจัยอาชีพ จะใช้ระบบที่กินเนื้อที่กระดาษน้อยที่สุด เช่น เขียน “ตัวเลข” ไว้ตอนบนด้านขวาของข้อความที่จะอ้าง เช่น SO_2 ทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจ[1] หรือ .....[(2)] ฯลฯ แล้วหมายเลขและเอกสารที่อ้างจะไปเรียงไว้ตอนท้ายรายงาน แต่ถ้าเขียนบทความอาจจะนำหมายเลขและเอกสารที่อ้างมาไว้ด้านล่างสุดของหน้ากระดาษที่มีการอ้างเรื่องนั้นก็ได้

การอ้างโดยวิธีนี้ก็มักจะมีปัญหาในด้านการพิมพ์ ทั้งพิมพ์ดีดและพิมพ์คอมพิวเตอร์ จึงอาจจะเลี่ยงมาเขียนตัวเลขอ้างอิงในบรรทัดเดียวกันกับข้อความอื่น ๆ เช่น ..... (1) หรือ .....(2) ฯลฯ ตัวเลขที่อ้างอิงเช่นนี้ควรจะทำให้แตกต่างหรือไม่สับสนกับหัวข้อในบทความซึ่งจะมีทั้งตัวเลข 1,2,.... และ (1), (2), (3) ฯลฯ (โปรดดูตัวอย่างการอ้างอิงในตัวอย่างรายงานที่แนบท้าย) ส่วนวิธีการอ้างอิงแบบอื่น ๆ สามารถศึกษาจากเอกสารอื่นได้

(2) การทำบัญชีเอกสารอ้างอิงพร้อมตัวเลขกำกับที่ใช้อ้าง จะมีการเขียนส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันมาก

7.3.3.9 ภาคผนวก

ในการจัดทำรายงานการวิจัย โดยทั่วไปมักจะมีภาคผนวก ซึ่งอาจจะมีหลายผนวก เช่น ผนวก ก. ผนวก ข. หรือ Appendix A, Appendix B etc. ซึ่งอาจจะใช้แสดงตารางข้อมูลดิบ หรือข้อมูลกึ่งสำเร็จ หรือกราฟและการแสดงการพิสูจน์สูตรการคำนวณ หรือปฏิกริยา หรือโครงสร้าง หรือรูปที่ต้องการใช้ประกอบรายละเอียดบางอย่าง ฯลฯ โดยที่สิ่งเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องนำไปใส่ไว้ในเนื้อเรื่องของรายงานการวิจัย

7.3.3.10 คำแนะนำทั่วไป

(1) คุณภาพของรายงาน

การเขียนรายงานที่ดีนั้นจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ให้มาก เพราะถือว่าเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงคุณภาพของผลงาน ซึ่งแบ่งตัวบ่งชี้คุณภาพผลงานเป็น 5 ลักษณะ[(2)] ที่แต่ละลักษณะมีคะแนนเต็มเท่ากัน (20 %) คือ

1) หัวข้อ การแบ่งหัวข้อย่อย การเรียบเรียงสละสลวย เข้าใจง่าย

2) การอ้างอิง ครบถ้วน ทันสมัย ทันเหตุการณ์ทั้งภายในและ/หรือภายนอกประเทศ

3) ผลงานที่ชูประเด็นต้องเป็นผลงานเด่น มีความใหม่ หรือมีการปรับปรุงหรือมีความคิดริเริ่ม หรือมีความยุ่งยากมาก เป็นที่ยอมรับทั้งในและ/หรือต่างประเทศ

(2) การเผยแพร่ ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ เป็นเอกสารเผยแพร่หรือพิมพ์ในวารสารทั้งในและ/หรือต่างประเทศ

(3) ประโยชน์ในด้านวิชาการและ/หรือด้านการแก้ปัญหา

7.3.3.11 การคำนวณค่าความผิดพลาด

การคำนวณค่าความผิดพลาดแบบสุ่ม โดยทั่วไปจะนิยมคำนวณ และแสดงค่าผิดพลาดเป็น 2 ลักษณะ คือ

(1) ค่าผิดพลาดจากการทดลองน้อยครั้งหรือหนึ่งครั้ง (ไม่ได้ทำการทดลองซ้ำ) มักจะนิยมคำนวณค่าผิดพลาดจากค่าผิดพลาดของเครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง เช่น การชั่ง การตวง การวัด ความบริสุทธิ์ของสาร ฯลฯ ที่จะมีความผิดพลาดอยู่ในตัวของมันเอง ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ได้มาจากผู้ผลิตเครื่องมือเหล่านั้น / หรือ สถาบันทางมาตรฐาน เช่น National Bureau of Standards) U.S.A. เช่น ตัวอย่างต่อไปนี้

เครื่องมือวิเคราะห์		**ค่าผิดพลาด**
เครื่องชั่งน้ำหนัก	- เครื่องชั่งวิเคราะห์ทั่วไป	dw = $\pm$ 0.1 มก.
	- เครื่องชั่งชนิดจาน ตุ้มเลื่อน	$\pm$ 0.1 ก.
เครื่องวัดปริมาตร	- ฟลาสก์ 25 มล.	dv = $\pm$ 0.03 มล. (0.12%)
	- ฟลาสก์ 1 ล.	$\pm$ 0.5 มล. (0.05%)
	- ไปเปตต์ 10 มล.	$\pm$ 0.01 มล. (0.15%)
	- ไปเปตต์ 2 มล.	$\pm$ 0.006 มล. (0.30%)

เครื่องวัดความดัน	- บาโรมิเตอร์	dP =	$\pm$	0.2 มม.
	- แมนโนมิเตอร์ปรอท		$\pm$	1.0 มม.
เครื่องวัดอุณหภูมิ	- ปรอทในแก้ว, เทอร์โมคัปเปิล		$\pm$	4%

การควณความผิดพลาดของการทดลองจากค่าผิดพลาดเครื่องมือการทดลองจะใช้หลักการของ differentiation ของสูตรการคำนวณค่าต่าง ๆ ดังเช่นการคำนวณค่า u และค่า du (ค่าผิดพลาด) ดังนี้

(2) $u = x + y$ หรือ $x - y$;

$du = dx + dy, dx - dy$

แต่ค่าผิดพลาด คิดเฉพาะค่า + ดังนั้น

$du = dx + dy$

(3) $u = xy$; $du = xdy + ydx$

หรือ $\frac{du}{u} = \frac{dy}{y} = \frac{dx}{x}$

(4) $u = \ln X$; $du = \frac{dx}{x}$

(5) $P = Mr^{1/4}$ หรือ

$\ln P = \ln M - \ln d + 1/4 \ln r$

$\frac{dP}{P} = \frac{dM}{M} \quad \frac{d(d)}{d} + \frac{1/4\ dr}{r}$ (ใช้เฉพาะเครื่องหมาย +)

$= \frac{dM}{M} + \frac{d(d)}{d} + \frac{1/4\ dr}{r}$

(6) ค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (a) จากค่าที่คำนวณหลายค่า

$$a = \pm \frac{\Sigma(d)}{n} ;$$

d เป็นค่าผิดพลาดของแต่ละการทดลอง

n เป็นจำนวนการทดลอง

(7) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน δ

$$\delta = \pm\frac{\sqrt{\Sigma(d)^2}}{n-1}$$

(8) Probable error ρ

$$\rho = \pm 0.6745\frac{\sqrt{\Sigma(d)^2}}{n-1}$$

หมายเหตุ สำหรับการทดลองที่ไม่สามารถควบคุมตัวแปร (โดยเฉพาะทางธรรมชาติ) ได้ มักจะนิยมคำนวณ ความเชื่อมั่น (Reliability) โดยอาศัยหลักการทางสถิติ

7.3.4 รายงานเพื่อลงวารสาร

การเขียนรายงานหรือบทความเพื่อการตีพิมพ์ในวารสาร ซึ่งวารสารต่าง ๆ มีอยู่มากทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ และถ้าเราจะเขียนรายงานเพื่อลงในวารสารฉบับใดก็ต้องเขียนตามแบบฟอร์ม หรือเงื่อนไขของวารสารนั้น ๆ เช่น รูปแบบ ความยาว ฯลฯ และเราจะต้องเขียนรายงานให้ได้ตามเงื่อนไขนั้น ๆ

การเขียนรายงานประเภทนี้มักจะกำหนดจำนวนหน้าหรือจำนวนคำที่เขียน เช่น ไม่เกิน 2 หน้า กระดาษ A4 หรือไม่เกิน 800 คำ ฯลฯ ดังนั้นผู้เขียนจึงต้องรักษาจำนวนตามที่กำหนด คือต้องย่อยรายงานสมบูรณ์ลงและยังคงให้ได้ความชัดเจนตามรายงานฉบับสมบูรณ์ ดังนั้นภาษาที่ใช้เขียนต้องกะทัดรัด สละสลวยและถูกต้องตามหลักเกณฑ์นั้น ๆ สำหรับข้อมูลที่ต้องการแสดงมักจะแสดงในรูปของตาราง กราฟ และสมการ การเขียนรายงานดังกล่าวมักจะตัดคำขอบคุณและภาคผนวกออกไป และบางกรณีอาจจะตัดวัสดุอุปกรณ์และวิธีการออก นอกจากกรณีที่เรื่องนี้มีความสำคัญต่อผลการวิจัยมากจึงจะยังคงไว้ในลักษณะย่อความลง หรือคงไว้เฉพาะส่วนที่สำคัญเท่านั้น

7.3.5 รายงาน หรือเอกสารเพื่อการขอสิทธิบัตร

ผลงานวิจัยที่สามารถจะนำไปทำอุตสาหกรรมและ/หรือธุรกิจได้มักจะไม่มีการตีพิมพ์ในวารสารเผยแพร่ เพราะต้องเก็บเป็นความลับ และถ้าเผยแพร่แล้วก็จะขอจดสิทธิบัตรไม่ได้ ผลงานที่ขอจดสิทธิบัตรได้นั้นจะเป็นประเภท **การประ**ดิษฐ์ และ **การออกแบบ** ในที่นี้การประดิษฐ์จะรวมถึงเครื่องจักร เครื่องกล เครื่องมืออุปกรณ์ วิธีการ/ระบบกระบวนการ หรือกรรมวิธีที่เป็นของใหม่ไม่ซ้ำกับสิ่งที่มีผู้จดสิทธิบัตรไว้แล้ว และการออกแบบ หมายความรวมถึงรูปแบบความโค้งงอ มุมหัก

ลวดลาย รูปร่าง ฯลฯ ของสิ่งของวัสดุหรือสินค้า ฯลฯ ที่เป็นการออกแบบใหม่ ซึ่งไม่เหมือนกับแบบที่ใช้ทั่วไปหรือที่มีผู้จดสิทธิบัตรไว้แล้ว

หัวข้อของสิทธิบัตรตามที่กำหนด โดยกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ ประกอบด้วยรายละเอียดการประดิษฐ์ (Specifications)

7.3.5.1 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ (Title) คือ บอกชื่อของสิ่งที่ขอจดทะเบียนสิทธิบัตร

7.3.5.2 สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ (Technical field) หมายถึง ชื่อสาขาวิชาการ หรือสาขาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เช่น วิศวกรรมเคมี อิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมไฟฟ้า ฯลฯ

7.3.5.3 ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์โดยย่อ (Field of the invewtion) เป็นข้อความที่บอกว่าการประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับกรรมวิธี หรือผลิตภัณฑ์หรือการผลิตหรือผลิตภัณฑ์อะไร โดยวิธีใด หรือจากอะไร ฯลฯ ซึ่งจะคล้ายกับวัตถุประสงค์ของรายงานผลการวิจัยที่มีความยาวตั้งแต่ 3-4 บรรทัดถึงครึ่งหน้ากระดาษ หรืออย่างมากประมาณหนึ่งหน้ากระดาษ

7.3.5.4 ภูมิหลังของศิลปวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ (Background or Related arts) หมายถึง การเล่าความเป็นมา และสิ่งที่ได้เคยมีผู้ขาดสิทธิบัตร เกี่ยวกับเรื่องนี้ได้แล้วตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน แล้วชี้ให้เห็นจุดอ่อน หรือความไม่สมบูรณ์ของสิทธิบัตรที่จดไว้แล้ว ซึ่งถ้าจะเปรียบกับการเขียนรายงานการวิจัยก็คล้ายกับการตรวจเอกสาร (Literature review) นั่นเอง เรื่องนี้จะมีความยาวมากน้อยแล้วแต่เนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับศิลป หรือสิทธิบัตรเก่ากับการวิจารณ์ที่จะเพิ่มเติม โดยผู้ขอสิทธิบัตรเพื่อให้ผู้อ่านเห็นชัดว่าสิทธิบัตรเก่าเหล่านั้นมีความไม่สมบูรณ์ในกรณีใด ประเด็นใด โดยเฉพาะที่ควรจะแก้ไขปรับปรุงได้

7.3.5.5 คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ (Brief description of the drawings)

ส่วนนี้เป็นคำอธิบายรูปประกอบ (ถ้ามี) เช่น

รูปที่ 1 แสดง.....

รูปที่ 2 แสดง.....

ฯลฯ

7.3.5.6 การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์ (Detailed description of the invention) เป็นคำอธิบายการศึกษาค้นทดลอง ที่นำไปสู่การได้มาซึ่งสิ่งประดิษฐ์โดยละเอียดเป็นขั้นตอนเป็นขั้นตอนซึ่งจะแสดงการทดลองอย่างละเอียดคล้ายกับคำแนะนำในการทดลองในห้องปฏิบัติการที่จะบอกขั้นตอนการควบคุม การใช้อุณหภูมิ ความดัน ส่วนผสม ฯลฯ ไว้อย่างละเอียด รวมทั้งการทดลองซ้ำ และผลที่ได้แต่ละการทดลองการพิสูจน์คุณสมบัติของผลผลิตหรือกระบวนการหรือเครื่องมืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอย่างละเอียดทั้งหมด หรือถ้าสิ่งใดไม่ได้ทำการทดลองเองก็สามารถ

จะอ้างอิงสิทธิบัตรอื่นที่เกี่ยวข้องก็ได้ แต่สิ่งที่อ้างอิงนั้นจะนำมาขอถือสิทธิไม่ได้ นอกจากส่วนที่เป็นการประดิษฐ์ขึ้นใหม่เท่านั้น

7.3.5.7 วิธีการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด (Best description of the invention) ส่วนนี้ถ้าไม่ได้เขียนไว้เป็นกรณีพิเศษ แต่ทุกอย่างได้เปิดเผยไว้หมดแล้วในข้อ 6 ก็ไม่จำเป็นต้องเขียนอธิบายอีก อาจจะเขียนไว้เพียงว่า “เหมือนกับที่ได้อธิบายไว้ในการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์” เท่านั้นก็พอ

7.3.5.8 ข้อถือสิทธิ (Claims) โดยทั่วไปจะบอกสิ่งที่ขอถือสิทธิไว้เป็นข้อ ๆ และถ้าในแต่ละข้อมีสิ่งที่จะต้องบอกรายละเอียดให้ชัดเจนต่อการครอบครองสิทธิก็จะอธิบายไว้ในข้อต่อ ๆ ไป ซึ่งอาจจะมีกี่ข้อก็ได้

7.3.5.9 บทสรุป (Abstract) จะมีลักษณะคล้ายบทคัดย่อของรายงานการวิจัย คือเป็นการย่อความโดยกล่าวถึงสาระสำคัญของการประดิษฐ์ ซึ่งอาจจะมีความยาวตั้งแต่ 4-5 บรรทัดถึงประมาณครึ่งหน้ากระดาษ ความยาวของสิทธิบัตรทั้งฉบับแต่ละฉบับจะมีความยาวแตกต่างกัน โดยทั่วไปจะมีความยาวตั้งแต่ประมาณ 10 หน้า ขึ้นไปถึง 80 – 100 หน้า แต่สิทธิบัตรส่วนใหญ่จะมีความยาวประมาณ 15-30 หน้า

7.4 ตัวอย่างงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

การทำงานวิจัยและการเขียนรายงานการวิจัยนั้น เป็นสิ่งที่ต้องทำควบคู่กันและมีความสำคัญเท่าเทียมกัน หากทำงานวิจัยไปแล้วแต่ไม่มีการเขียนรายงาน ก็เหมือนกับว่าเราทำงานวิจัยแล้วก็ไม่ได้ให้ผู้อื่นรู้ และผลงานนั้นก็จะไม่งอกงามต่อไป แม้แต่ผู้ที่ทำงานวิจัยที่เป็นความลับของบริษัทหรือองค์กร ก็ต้องมีรายงานเพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถนำรายละเอียดไปดำเนินการขั้นต่อไปได้ แต่รายงานจะเป็นลักษณะใดหรือมีความละเอียดมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับความต้องการของแต่ละหน่วยงาน

สำหรับงานวิจัยที่ผู้ทำการวิจัย ขอรับทุนอุดหนุนจากองค์กรที่สนับสนุนการวิจัยนั้นจะมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องจัดทำรายงานตามความต้องการของผู้ให้ทุนหรือเพื่อการเผยแพร่และ/หรือเพื่อประโยชน์ของผู้วิจัยและหน่วยงานที่ผู้วิจัยสังกัด ทั้งนี้ผู้เขียนขอแสดงตัวอย่างงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ผู้เขียนได้พัฒนาและดำเนินการทำเองทุกเรื่อง โดยมีรายละเอียดของเนื้อหา ดังนี้

7.4.1 การพัฒนาวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานน้ำตาลเพื่อผลิตแท่งเพาะชำกล้าไม้ (The Development of Organic Waste from Sugar Mill for Nursery Block Planting Production)

7.4.1.1 บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาในการผลิตแท่งเพาะชำจากกากตะกอนอ้อย (Filter Press Cake) ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งของโรงงานน้ำตาลร่วมกับขุยมะพร้าว ในอัตราส่วนต่างๆ ด้วยแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design รวมหน่วยการทดลองทั้งสิ้น 21 หน่วยการทดลอง ทำ 3 ซ้ำ มี 7 ทรีทเม้นท์ โดยในแต่ละทรีทเม้นท์มีอัตราส่วนระหว่างกากตะกอนอ้อยต่อขุยมะพร้าว เท่ากับ 50:50 60:40 70:30 80:20 90:10 100:0 และ 0:100 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร แล้วทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแท่งเพาะชำก่อนนำไปทดสอบปลูกดาวเรือง เพื่อศึกษาอัตราการงอก การเจริญเติบโตและสำรวจค่าความพึงพอใจของผู้ใช้แท่งเพาะชำโดยเน้นคุณสมบัติทางกายภาพ ผลการทดลองพบว่า ก่อนการทดลองปริมาณธาตุไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติระหว่างทรีทเม้นท์ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ความชื้นและความพรุนรวม มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณของกากตะกอนอ้อยมากขึ้น ทั้งนี้หากพิจารณาความเหมาะสมจากลักษณะทางกายภาพด้านความคงทน คุณสมบัติทางเคมีด้านธาตุอาหารและปริมาณผลผลิต ต้นกล้า พบว่า ทรีทเม้นท์ที่ 5 ซึ่งมีอัตราส่วนของกากตะกอนอ้อยต่อขุยมะพร้าวที่ 90:10 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร มีความเหมาะสมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวโดยสรุปได้ว่ากากตะกอนอ้อยสามารถใช้เป็นวัสดุเพื่อการผลิตเป็นแท่งเพาะชำได้ ทั้งนี้การเพิ่มปริมาณของกากตะกอนอ้อยต่อขุยมะพร้าวส่งผลต่อคุณสมบัติของแท่งเพาะชำที่ดีขึ้น

คำสำคัญ : แท่งเพาะชำ กากตะกอนอ้อย ดาวเรือง

7.4.1.2 Abstract

The objective of this study were to nursery block planting production. By using the filter press cake which is a residue from sugar mill with coconut dust in various ratios. The experiments were conducted under Complete Randomized Design with 21 unit sampling 3 replications and 7 treatments. In each treatment group, the ratio between the filter press cake with coconut dust were 50:50 60:40 70:30 80:20 90:10 100:0 and 0:100 percent by volume. Seven treatments of nursery block planting were produced and analyzed for physical and chemical properties before germination test on marigold (*Tagetes erecta L.*) to study about germination rate, growth and the satisfaction survey in physical properties of nursery block planting. Result indicated that there was no statistical diferrent in nitrogen

content among treatment, whereas phosphorus, potassium, moisture and total porosity trended to be increased in the high rate of filter press cake. However, if considered appropriate in nutrients, durability and productivity index found that significantly in treatment 5 was the ratio of the filter press cake with coconut dust to 90:10 percent by volume. In conclusion, filter press cake could be used in nursery block planting. The result is clearly demonstrate that increasing the amount of filter press cake with coconut dust affect to properties of nursery block planting better.

Key words : Nursery Block Planting, Filter Press Cake, Marigold

7.4.1.3 บทนำ (Introduction)

ประเทศไทยมีปริมาณเศษวัสดุอินทรีย์ที่เกิดจากกระบวนการผลิตทั้งในภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมที่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผลการสำรวจพบว่ามีวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลเกิดขึ้นอย่างมากมายเนื่องจากประเทศไทยมีโรงงานน้ำตาลอยู่ถึง 46 โรงงาน กระจายอยู่ตามภูมิภาคต่างๆ ของประเทศ และจากรายงานของวีรวุฒิ (2547) ได้กล่าวว่า กากตะกอนอ้อย (filter press cake) ซึ่งเป็นหนึ่งในผลิตผลพลอยได้ (by products) มีปริมาณจากกระบวนการผลิตมากถึง 1.5 ล้านตันต่อปี ดังนั้น ถ้าพิจารณาจากข้อมูลที่กล่าวข้างต้น จะพบว่า ในหนึ่งปีจะมีกากตะกอนอ้อยออกมาทั้งหมดประมาณ 3,540 ล้านตัน ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีปริมาณมากจนกลายเป็นปัญหาในการกำจัด ซึ่งเป็นภาระของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตอ้อยและน้ำตาลที่ต้องรับผิดชอบต่อไป แม้ว่าในปัจจุบันได้มีการนำกากตะกอนอ้อยมาใช้ประโยชน์บ้างแล้ว เช่น ทำปุ๋ยปรับปรุงสภาพดิน ผลิตกระแสไฟฟ้าและพลังงาน แต่ก็เป็นเพียงบางส่วนเท่านั้น ที่นำมาใช้ประโยชน์หากเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมน้ำตาลอีกแหลายแห่งที่ยังคงประสบกับปัญหาภาวะปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่มากเกินควรอยู่ อีกทั้งยังต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายในด้านการกำจัดที่อาจก่อให้เกิดปัญหาในการจัดการของเสียที่ไม่ถูกวิธี

ทั้งนี้หากทำการพิจารณาถึงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของกากตะกอนอ้อยแล้วจะพบว่ากากตะกอนอ้อยนั้น มีคุณสมบัติที่เอื้อต่อการเป็นสารปรับปรุงดินไม่ว่าจะเป็นสารปรับปรุงสภาพทางเคมีของดิน ซึ่งพบว่าในกากตะกอนอ้อยประกอบด้วยฟอสฟอรัส (P_2O_5) ในรูปของสารประกอบฟอสโฟไลปิดนิวคลีโอโปรตีน และแคลเซียมฟอสเฟต ประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีความเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของพืช (จุฑามาศ, 2539) อีกทั้งสมบัติทางกายภาพของกากตะกอนอ้อยในด้านความชื้นก็อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงค่าความหนาแน่นรวมของกากตะกอนอ้อยก็ยังมีส่วนช่วยทำให้ปัญหาการจับกันเป็นแผ่นแข็งที่ผิวดินลดน้อยลง เนื่องจากกากตะกอนมีเนื้อสัมผัส (texture) ที่ร่วนซุยทำให้เนื้อดินมีอากาศถ่ายเทได้ดีขึ้น อีกทั้งมีผลต่อการยึด

เกาะของเม็ดดินทำให้เกิดการเกาะตัวกันอย่างหลวมๆ ส่งผลให้รากพืชสามารถแผ่ขยาย และชอนไชไปหาแร่ธาตุอาหารได้ง่าย (สุธีรา, 2550)

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงประโยชน์ในการนำกากตะกอนอ้อยมาใช้เป็นวัสดุเพาะกล้าไม้ และเพื่อให้มีการนำมาใช้งานได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น จึงได้นำกากตะกอนอ้อยมาผสมกับวัสดุทางการเกษตร คือ ขุยมะพร้าว มาขึ้นรูปอัดเป็นแท่งเพาะชำ (nursery block) สามารถปลูกพร้อมกับต้นกล้าในแปลงปลูกได้ทันที โดยไม่ต้องฉีกถุงออก ซึ่งเป็นการสร้างทางเลือกในการเลือกใช้วัสดุเพาะกล้าที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่จะเพาะชำกล้าไม้ลงในถุงดำหรือกระถางเพาะชำที่ทำมาจากพลาสติก เพราะมีความสะดวกและมีราคาถูกจึงถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย แต่มีข้อเสีย คือ เมื่อต้องการย้ายกล้าปลูกลงดินจะต้องฉีกถุงออกก่อน โดยถุงดำเหล่านี้กลายเป็นขยะพลาสติกที่ย่อยสลายยากและมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นทุกวัน จากรายงานของกรมป่าไม้ (2553) พบว่า ถ้ามีการเพาะชำกล้าไม้ลงในถุงดำจำนวน 68,400,000 กล้า สามารถคิดเป็นมูลค่าของการใช้จ่ายในด้านการจัดซื้อวัสดุและการจัดจ้างแรงงานเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 134,000,000 บาท หรือหากมีการเพาะชำกล้าไม้ลงในถาดเพาะชำพลาสติกจำนวน 1,500,000 กล้า สามารถคิดมูลค่าเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 2,000,00 บาท ทำให้ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการผลิตแท่งเพาะชำจากกากตะกอนอ้อยจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะลดปริมาณเศษวัสดุเหลือใช้ทั้งจากภาคการเกษตรและภาคอุตสาหกรรมโดยจะช่วยในการลดต้นทุนการผลิตและค่าใช้จ่ายในด้านการจัดการกำจัดของเสียตามหลักของเทคโนโลยีสะอาด (zero waste) ได้อีกด้วย

7.4.1.4 วัตถุประสงค์ (Objectives)

(1) เพื่อพัฒนาอัตราส่วนในการผลิตแท่งเพาะชำจากกากตะกอนอ้อยร่วมกับขุยมะพร้าวที่เหมาะสมที่สุดในการขึ้นรูปเป็นแท่ง เพื่อความเหมาะสมต่อการใช้งาน

(2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำโดยการวัดผลการเจริญเติบโตของพืชทดลอง

7.4.1.5 ระเบียบวิธีวิจัย (Methodology)

(1) อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1) อุปกรณ์และเครื่องมือ ได้แก่ เครื่องมืออัดแท่งเพาะชำ เครื่องชั่งน้ำหนัก กระบอกตวงและภาชนะพลาสติกสำหรับผสมวัสดุ

2) วัสดุที่นำมาใช้ในการทดลอง ได้แก่ กากตะกอนอ้อยจากโรงงานน้ำตาลคูเมือง ตำบลหินเหล็กไฟ อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ขุยมะพร้าวและเมล็ดดาวเรืองพันธุ์ลูกผสมดาวน้อย F1 หมวดหมายเลข (Lot No.) 193435 ของบริษัทอีสท์ เวสท์ ซีด จำกัด ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ 100 เปอร์เซ็นต์

(2) วิธีการวิจัย

1) การเตรียมวัตถุดิบ นำกากตะกอนอ้อยที่นำมาจากโรงงานน้ำตาลฯ มาตากกลางแจ้งเพื่อลดความชื้นและทำการเก็บกากตะกอนไว้ในกระสอบปุ๋ย เมื่อต้องการใช้งานให้ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เพื่อให้กากตะกอนมีเนื้อละเอียด สำหรับขุยมะพร้าวนำไปหมักทิ้งไว้ 1 เดือน เพื่อลดสารแทนนินที่มีคุณสมบัติ ในการยับยั้งการงอกของเมล็ด จากนั้นจึงนำไปตากให้แห้งแล้วนำมาร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร

2) วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design ทำ 3 ซ้ำ (replication) มี 7 ทรีทเม้นท์ (treatment) โดยในแต่ละทรีทเม้นท์มีอัตราส่วนระหว่างกากตะกอนอ้อยต่อขุยมะพร้าว เท่ากับ 50:50 60:40 70:30 80:20 90:10 100:0 และ 0:100

3) การสร้างเครื่องมืออัดแท่ง สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการอัดแท่งเพาะชำ ได้มุ่งเน้นใช้วัสดุที่มีอยู่ทั่วไป มีความคงทน ใช้งบประมาณต่ำ น้ำหนักไม่มาก สะดวกในการเคลื่อนย้ายและการใช้งาน โดยไม่เป็นเครื่องจักรกลที่ใช้พลังงานอื่น นอกจากแรงคนเป็นหลัก ซึ่งมีโครงสร้างของเครื่องมืออัดแท่งประกอบด้วย กระบอกอัด ใช้ท่อพีวีซีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 5.5 นิ้ว ฐานของกระบอกอัด ทำด้วยไม้เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.9 นิ้ว สูง 0.5 นิ้ว โดยสวมเข้าไปในท่อพีวีซีเพื่อใช้เป็นฐาน สามารถเลื่อนเข้าออกได้ ไม้อัดกระบอก ขนาดพอเหมาะที่สามารถอัดลงไปในกระบอกท่อพีวีซีได้ และไม้สำหรับเจาะรูตรงกลาง เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สำหรับวิธีการใช้งานเครื่องอัดแท่งมีวิธีที่ไม่ซับซ้อน อาศัยแรงคนเป็นหลัก โดยสวมฐานไม้เข้ากับท่อพีวีซีด้านใดด้านหนึ่ง และบรรจุวัสดุลงในกระบอกอัดจนเต็มใช้ไม้อัดลงไปให้แน่น เจาะรูตรงกลางให้มีความลึก 2 ใน 3 ของแท่งเพาะชำ จากนั้นดันฐานไม้ ขึ้นสุดปลายกระบอกอัด เพื่อให้แท่งเพาะชำโผล่ขึ้นมา ใช้มือประคองแท่งเพาะชำออกจากกระบอกอัด นำมาผึ่งในร่ม

4) วิธีการดำเนินงาน ในการศึกษาการผลิตแท่งเพาะชำจากกากตะกอนอ้อย ประกอบด้วยแผนการทดลองออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ศึกษาถึงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุแต่ละชนิด ขั้นที่ 2 ศึกษาการขึ้นรูปในอัตราส่วนต่างๆ ขั้นที่ 3 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแท่งเพาะชำทั้งก่อนและหลังการทดลอง และขั้นที่ 4 ทดสอบประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำด้านของบุคคลเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำและทดสอบการปลูกดาวเรือง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของวัสดุ การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ โดยจะทำการพิจารณาจากลักษณะโดยทั่วไป สี กลิ่น และความชื้นและความพรุนรวม สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้ทำการวิเคราะห์สภาพความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม)

2. การศึกษาการขึ้นรูปของแท่งเพาะชำในอัตราส่วนต่างๆ ภายหลังการทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุแต่ละชนิดแล้วจึงทดลองอัดแท่งเพาะชำ ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการทดลองได้แก่ กากตะกอนอ้อย และขุยมะพร้าว ในการทดลองอัดแท่งการผสมวัสดุต้องใช้ปริมาตรเป็นเกณฑ์ตามทรีทเม้นท์ที่วางไว้ โดยในในขณะที่ทำการอัดแท่งเพาะชำในอัตราส่วนต่างๆ ผู้วิจัยจะคอยสังเกตถึงความแตกต่างในขณะที่อัดแท่ง ว่าในแต่ละทรีทเม้นท์มีการอัดขึ้นรูปยากง่ายอย่างไรแล้วทำการบันทึกผล

3. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแท่งเพาะชำทั้งก่อนและหลังการทดลอง เป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติของเพาะชำด้านความชื้น ความพรุนรวมและปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม)

4. วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ โดยการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้แท่งเพาะชำ โดยเน้นเฉพาะคุณสมบัติทางกายภาพของแท่งเพาะชำเป็นหลัก ซึ่งแบบสอบถามประกอบด้วยเกณฑ์การประเมิน 5 ข้อ ได้แก่ รูปทรงความสวยงาม แท่งเพาะชำมีความคงรูป ไม่บุบหรือบิ่น พื้นผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีรอยแตกร้าว มีความคงทนต่อการสัมผัสและเคลื่อนย้ายและมีความเหมาะสมต่อการนำมาเพาะปลูก ร่วมด้วยการทดสอบปลูกพืช โดยทำการคัดเลือดเมล็ดพันธุ์สมบูรณ์ 100 % เพื่อศึกษาอัตราการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้า ตลอดระยะเวลาที่ปลูกดาวเรือง คือ 4 สัปดาห์

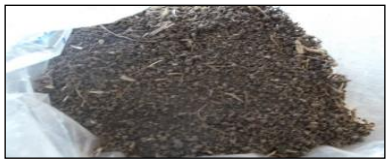
5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แบ่งทำการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน [Analysis of Variance] หากพบว่าตัวแปรใดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ให้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan’ s New Multiple Range Test (DMRT) ของตัวแปรนั้นๆ และการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำ โดยนำแบบสอบถามมาตรวจสอบให้คะแนนแล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS (Statistical-Package for the Social Sciences) ทำการหาค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

7.4.1.6 ผลการวิจัย **(Resualts)**

การศึกษาการผลิตแท่งเพาะชำจากกากตะกอนอ้อย ได้ดำเนินการศึกษาโดยทดลองนำกากตะกอนอ้อยและขุยมะพร้าวไปขึ้นรูปอัดเป็นแท่งในอัตราส่วนต่างๆ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 5 นิ้ว แล้วนำมาทดสอบประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแท่งเพาะชำ มีผลการทดลองดังนี้

(1) ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของวัสดุแต่ละชนิดในการผลิตแท่งเพาะชำ ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพเบื้องต้นของวัสดุ ได้แก่ กากตะกอนอ้อย และขุยมะพร้าว ซึ่งมีผลการทดลองดังตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุแต่ละชนิด

การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุทดลอง	**วัสดุทดลอง**	
	กากตะกอนอ้อย	**ขุยมะพร้าว**
ลักษณะปรากฏของวัสดุทดลอง / คุณสมบัติของวัสดุทดลอง		
คุณสมบัติทางกายภาพ :		
สี	ดำ	น้ำตาล
กลิ่น	คล้ายดิน	ไม่มี
ความชื้น (%)	60.77	40.62
ความพรุนรวม (%)	40.60	78.60
ลักษณะทั่วไป	เนื้อละเอียด มีใยกากอ้อยปะปนน้ำหนักเบา	ขุยละเอียด มีใยมะพร้าวปะปน น้ำหนักเบา
	นุ่ม	
คุณสมบัติทางเคมี :		
ความเป็นกรด-ด่าง	7.01	6.45
ไนโตรเจน (TKN, %)	1.63	0.41
ฟอสฟอรัส (P_2O_5, %)	0.41	0.13
โพแทสเซียม (K_2O, %)	0.33	1.37

จากตารางที่ 7.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุแต่ละชนิด พบว่า กากตะกอนอ้อย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ในระดับที่เป็นกลาง คือ 7.01 ค่าความชื้น 60.77 % ค่าความพรุนรวม 40.60 % และปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 1.63, 0.41 และ 0.33 ตามลำดับ ส่วนขุยมะพร้าว มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ในระดับที่เป็นกรดเล็กน้อยคือ 6.45 มีความชื้น 40.6 % ค่าความพรุนรวม 78.60 % และมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.41, 0.13 และ 1.37 ตามลำดับ

(2) ผลการศึกษาการขึ้นรูปของแท่งเพาะชำในอัตราส่วนต่าง ๆ เป็นการทดลองหาส่วนผสมของแท่งเพาะชำ โดยใช้กากตะกอนอ้อยเป็นวัสดุหลักผสมกับขุยมะพร้าวซึ่งมีผลการทดลองดังตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 ผลการสังเกตการขึ้นรูปขณะอัดแท่ง

ทรีทเม้นท์ทดลอง (Treatment)	ส่วนผสม กากตะกอนอ้อยต่อขุยมะพร้าว (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)	ลักษณะปรากฏภายหลังการอัดแท่ง	ผลการสังเกตขณะอัดแท่ง
1	กากตะกอนอ้อย 50% + ขุยมะพร้าว 50%		วัสดุที่ผสมมีความชื้นในระดับปรับปรุง อัดขึ้นรูปค่อนข้างยาก สภาพแท่งไม่สมบูรณ์ ไม่คงรูป แตกหักง่าย
2	กากตะกอนอ้อย 60% + ขุยมะพร้าว 40%		วัสดุที่ผสมมีความชื้นในระดับพอใช้ อัดขึ้นรูปค่อนข้างยาก สภาพแท่งไม่สมบูรณ์ ไม่คงรูป แตกหักง่าย
3	กากตะกอนอ้อย 70% + ขุยมะพร้าว 30%		วัสดุที่ผสมมีความชื้นในระดับดี อัดขึ้นรูปง่าย สภาพแท่งสมบูรณ์ มีรอยแตกร้าวเล็กน้อย
4	กากตะกอนอ้อย 80% + ขุยมะพร้าว 20%		วัสดุที่ผสมมีความชื้นในระดับดี อัดขึ้นรูปง่าย สภาพแท่งสมบูรณ์ พื้นผิวเรียบ
5	กากตะกอนอ้อย 90% + ขุยมะพร้าว 10%		วัสดุที่ผสมมีความชื้นในระดับดี อัดขึ้นรูปง่าย สภาพแท่งสมบูรณ์ พื้นผิวเรียบ
6	กากตะกอนอ้อย 100% + ขุยมะพร้าว 0%		วัสดุที่ผสมมีความชื้นในระดับพอใช้ อัดขึ้นรูปค่อนข้างยาก สภาพแท่งสมบูรณ์ พื้นผิวเรียบ
7	กากตะกอนอ้อย 0% + ขุยมะพร้าว 100%		ไม่สามารถอัดขึ้นรูปได้

(3) ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแท่งเพาะชำทั้งก่อนและหลังการทดลอง

เป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติของเพาะชำด้านความชื้น ความพรุนรวมและปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ซึ่งมีผลการทดลองดังตารางที่ 7.3

ตารางที่ 7.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแท่งเพาะชำทั้งก่อนและหลังการทดลอง

ทรีทเม้นท์ทดลอง (Treatment)	ก่อนการทดลอง					หลังการทดลอง				
	ความชื้น (%)	ความพรุนรวม (%)	ไน-โตรเจน (%)	ฟอส-ฟอรัส (%)	โพแทส-เซียม (%)	ความชื้น (%)	ความพรุนรวม (%)	ไน-โตรเจน (%)	ฟอส-ฟอรัส (%)	โพแทส-เซียม (%)
1	54.25	49.04	0.261	0.312	1.422	50.66c	46.26c	0.266c	0.389c	0.851c
2	56.02	48.22	0.262	0.411	1.302	56.80b	55.35b	0.325b	0.390c	0.869bc
3	55.60	50.26	0.275	0.452	1.489	52.65c	48.90c	0.265c	0.498b	0.886b
4	58.24	51.28	0.245	0.450	1.237	64.30a	61.02a	0.368a	0.524ab	1.145a
5	60.16	50.12	0.282	0.466	1.543	65.60a	60.80a	0.390a	0.547a	1.163a
6	58.32	52.32	0.279	0.470	1.424	62.32ab	58.34ab	0.332ab	0.516ab	0.930ab
CV (%)	**32.46**	**20.45**	**16.72**	**13.45**	**21.23**	**20.23**	**15.31**	**6.78**	**5.34**	**18.98**
F-test	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	******	*****	*****	*****	******

หมายเหตุ : 1) 1 หมายถึง กากตะกอนอ้อย 50% + ขุยมะพร้าว 50%, 2 หมายถึง กากตะกอนอ้อย 60% + ขุยมะพร้าว 40%, 3 หมายถึง กากตะกอนอ้อย 70% + ขุยมะพร้าว 30%, 4 หมายถึง กากตะกอนอ้อย 80% + ขุยมะพร้าว 20%, 5 หมายถึง กากตะกอนอ้อย 90% + ขุยมะพร้าว 10% และ 6 หมายถึง กากตะกอนอ้อย 100% + ขุยมะพร้าว 0%

2) ตัดทรีทเม้นท์ทดลอง 7 (ขุยมะพร้าว 100%) ออก เนื่องจากไม่สามารถอัดขึ้นรูปได้ ซึ่งผิดวัตถุประสงค์ของการเป็นแท่งเพาะชำ

3) W หมายถึง สัปดาห์

4) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

5) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

6) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มากกว่า 1 ตัวในแต่ละสดมภ์ เช่น ab หมายความว่าค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มที่จะความแตกต่างจาก a หรือ b อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

7) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

8) * หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

9) ** หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตามวิธีของ DMRT

(4) ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้แท่งเพาะชำจากกากตะกอนอ้อยร่วมกับขุยมะพร้าว

ในการสำรวจผลความพึงพอใจเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพของแท่งเพาะชำ ได้ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จากผู้ใช้งานจริง จำนวน 50 คน ในเขตพื้นที่อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของบุคคลที่มีต่อแท่งเพาะชำ โดยมีการแปลผลระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ โดยผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 50 คน แบ่งเป็นเพศชาย 21 คน คิดเป็นร้อยละ 42 เพศหญิง 29 คิดเป็นร้อยละ 58 ทั้งนี้ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดประกอบอาชีพเกษตรกร และจากผลการสำรวจความพึงพอใจเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำ พบว่า ทรีทเม้นท์ที่ 5 ในอัตราส่วนของกากตะกอนอ้อยต่อขุยมะพร้าวที่ 90:10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำในระดับที่ดีมากทุกด้านเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ โดยพบว่าปริมาณของขุยมะพร้าวในอัตราส่วนที่มากขึ้นมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำ ซึ่งส่งผลให้การอัดแท่งเป็นไปอย่างยากลำบาก ทำให้แท่งเพาะชำมีสภาพแท่งที่ไม่สมบูรณ์ เมื่อสัมผัสหรือเคลื่อนย้ายจะเกิดการแตกหักได้ง่าย แต่ถ้าหากมีการเพิ่มปริมาณของกากตะกอนอ้อยลงไปจะทำให้อัดขึ้นรูปง่ายขึ้น แท่งเพาะชำมีความคงรูป ทนทานต่อการสัมผัสและเคลื่อนย้าย และมีข้อสังเกตเพิ่มเติมคือ หากมีการอัดแท่งโดยใช้ปริมาณกากตะกอนอ้อยเพียงอย่างเดียว เมื่อตากทิ้งไว้จนแห้ง จะพบว่าแท่งเพาะชำจะมีรอยแตกร้าว และบางแท่งอาจมีลักษณะไม่สมบูรณ์ คือ มีรอยบุบหรือบิ่น

(5) ผลการศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพแท่งเพาะชำโดยการวัดผลการเจริญเติบโตของพืชทดลอง ทำการทดสอบการปลูกพืชโดยใช้เมล็ดดาวเรืองลูกผสมดาวน้อย F1 หมวดหมายเลข (Lot No.) 193435 ของบริษัท อีสท์ เวสท์ ซีด จำกัด โดยศึกษาอัตราการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของต้นกล้าในระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีผลการทดลองดังตารางที่ **7.4**

ตารางที่ 7.4 ผลการทดสอบอัตราการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของดาวเรือง

ทรีทเม้นท์ทดลอง (Treatment)	อัตราส่วนผสม		ผลการทดสอบการปลูกพืชในระยะเวลา 4 สัปดาห์				
	กากตะกอนอ้อย (% โดยปริมาตร)	ขุยมะพร้าว (% โดยปริมาตร)	อัตราการงอก 7 วัน (%)	ส่วนสูงต้นกล้า (เซนติเมตร)			
				W1	W2	W3	W4
1	50	50	44.44c	1.48d	3.28c	4.68c	6.33d
2	60	40	66.66b	2.02bc	4.08bc	5.50bc	6.93cd
3	70	30	66.66b	2.10b	4.12bc	5.68b	7.40bc
4	80	20	100a	2.25ab	4.30ab	6.24b	7.93b
5	90	10	100a	2.42a	5.09a	7.42a	9.32a
6	100	0	33.33c	1.83c	3.73bc	5.27bc	6.83cd
CV (%)			**7.25**	**25.60**	**8.46**	**5.32**	**15.23**
F-test			*	**	*	*	**

หมายเหตุ : 1) ไม่มีทรีทเม้นท์ทดลอง 7 (ขุยมะพร้าว 100%) เนื่องจากไม่สามารถอัดขึ้นรูปได้

2) W หมายถึง สัปดาห์

3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

4) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

5) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มากกว่า 1 ตัวในแต่ละสดมภ์ เช่น ab หมายความว่าค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มที่จะความแตกต่างจาก a หรือ b อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

6) * หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

7) ** หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตามวิธีของ DMRT

จากตารางที่ 7.4 หากทำการเปรียบเทียบถึงอัตราการเจริญเติบโตของดาวเรืองระหว่างทรีท์เม้นท์ที่ 5 และ 4 ที่มีอัตราการงอกของเมล็ด 100% ที่เท่ากันนั้น มีการเจริญเติบโตของดาวเรืองที่แตกต่างกัน คือ ความสูงของกล้าดาวเรืองทั้ง 4 สัปดาห์ใน ทรีทท์เม้นที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของความสูงมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนของกากตะกอนอ้อยต่อขุยมะพร้าวอัตราส่วนที่ 90:10 มีผลทำให้เกิดอัตราการงอกของเมล็ดได้ดีที่สุด และต้นกล้ามีการเจริญเติบโตมากที่สุด

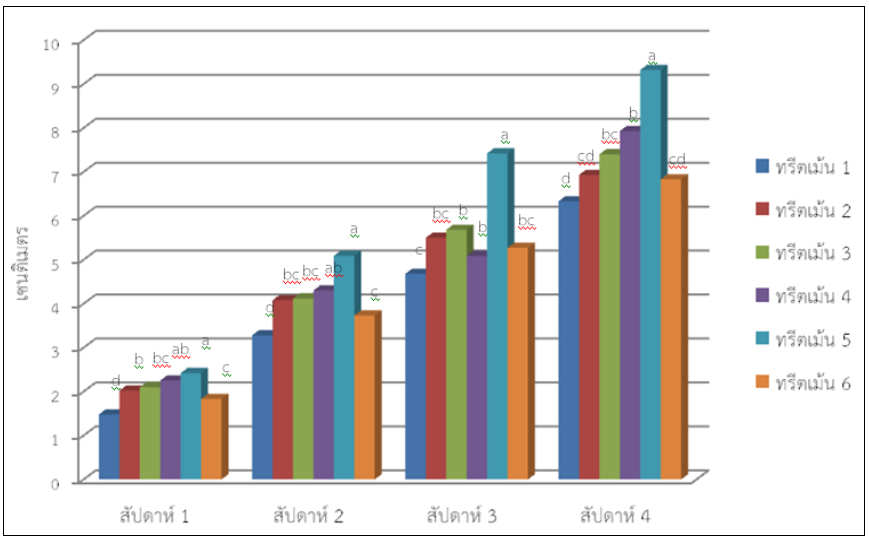
7.4.1.7 สรุป (Conclusion) และอภิปรายผล **(Discussion)**

(1) การศึกษาการขึ้นรูปของแท่งเพาะชำด้วยเครื่องมืออัดแท่งอย่างง่าย จากการทดลองอัดแท่งในอัตราส่วนต่างๆ รวม 7 ทรีทท์เม้น โดยใช้กากตะกอนอ้อยและขุยมะพร้าวเป็นวัตถุดิบหลักนั้น พบว่า ทรีทท์เม้นที่มีอัตราส่วนของกากตะกอนอ้อยมากจะขึ้นรูปได้ง่าย ในขณะที่ทรีทท์เม้นที่ 7 ซึ่งมีขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียวไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแท่งเพาะชำได้

(2) การสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้แท่งเพาะชำ ได้สำรวจความพึงพอใจในลักษณะทางกายภาพของแท่งเพาะชำ เพื่อหาอัตราส่วนที่ทำให้แท่งเพาะชำมีความคงรูป และสภาพแท่งมีความสมบูรณ์ที่สุด พบว่า ทรีทเม้นท์ที่ 5 ในอัตราส่วนของกากตะกอนอ้อยต่อขุยมะพร้าวที่ 90:10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีระดับความพึงพอใจในแต่ละด้านมากที่สุด กล่าวคือ ด้านรูปทรงความสวยงาม ค่าเฉลี่ย 4.89 ระดับความพึงพอใจดีมาก ด้านความคงรูป ไม่บุบหรือบิ่น ค่าเฉลี่ย 4.93 ระดับความพึงพอใจดีมาก พื้นผิวเรียบไม่มีรอยแตกร้าว ค่าเฉลี่ย 5.00 ระดับความพึงพอใจดีมาก คงทนต่อการสัมผัสและเคลื่อนย้าย ค่าเฉลี่ย 5.00 ระดับความพึงพอใจดีมากและความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งาน ค่าเฉลี่ย 4.75 ระดับความพึงพอใจดีมาก

(3) การศึกษาอัตราการงอกของดาวเรืองด้วยวิธีนับจำนวนต้นกล้าที่งอกในระยะเวลา 7 วัน พบว่า ทรีทเม้นท์ที่ 4 และ 5 ในอัตราส่วนของกากตะกอนอ้อยต่อขุยมะพร้าวที่ 80:20 และ 90:10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรตามลำดับ ให้จำนวนต้นกล้ามากที่สุด โดยมีอัตราการงอกที่เท่ากันคือ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัย (วีรวุฒิ, 2542) ว่ากากตะกอนอ้อยเป็นวัสดุเหลือใช้ที่มีคุณสมบัติทำให้พืชเจริญเติบโตได้ตั้งแต่เป็นวัสดุเพาะเมล็ดและวัสดุปลูก

(4) การศึกษาการเจริญเติบโตของดาวเรืองในระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ทรีทเม้นท์ที่ 5 ในอัตราส่วนของกากตะกอนอ้อยต่อขุยมะพร้าวที่ 90:10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีผลทำให้ต้นกล้ามีความสูงมากที่สุด เนื่องจากกากตะกอนอ้อยและขุยมะพร้าวมีธาตุอาหารในปริมาณที่สูง ซึ่งเหมาะแก่การเจริญเติบโตของดาวเรือง จึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของดาวเรือง ดังรูปที่ 7.3



หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันของแท่งกราฟ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันของแท่งกราฟ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มากกว่า 1 ตัวในแต่ละแท่งกราฟ เช่น ab หมายความว่าค่าเฉลี่ยมีแนวโน้ม ที่จะความแตกต่างจาก a หรือ b อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

รูปที่ 7.3 แสดงการเจริญเติบโตของดาวเรืองด้านความสูงที่ปลูกด้วยแท่งเพาะชำ ระยะเวลา 4 สัปดาห์

จากปัญหาปริมาณเศษวัสดุอินทรีย์ที่เกิดจากกระบวนการผลิต ทั้งในภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมที่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดปัญหาในด้านการจัดการและการกำจัดเป็นอย่างยิ่ง กากตะกอนอ้อยเป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานน้ำตาลที่มีปริมาณมากจนกลายเป็นปัญหา และเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ดังนั้น การนำกากตะกอนอ้อยมาใช้เพื่อประโยชน์ทางการเกษตรก็น่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสม อีกทั้งการผลิตแท่งเพาะชำเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการปลูกต้นไม้ก็มีวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก นอกจากจะเป็นการนำเอาวัสดุเหลือใช้มาสร้างมูลค่าเพิ่มได้แล้ว ยังเป็นการช่วยประหยัดต้นทุนการผลิตควบคู่กับการรักษาสภาพแวดล้อมได้อีกด้วย

7.4.1.8 เอกสารอ้างอิง (Reference)

(1) กรมป่าไม้. 2553. **ส่วนอนุรักษ์ป่าไม้ พ.ศ.2553**. สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร. 256 น.

(2) จุฑามาศ บุญมาแย้ม. 2539. **ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล**. วารสารน้ำตาลปีที่ 32 ฉบับที่ 4 : 1 - 12.

(3) ชัยสิทธิ์ ทองจู, กอเกียรติ ฉายรัศมีกุล, สุภชัย ศรีทันดร.2541.**วัสดุเหลือใชจากโรงงานอุตสาหกรรม : ประโยชนในแงวัสดุปลูกกับไมกระถางในอนาคต**. วารสารสถาบันคนควาและพัฒนาระบบเกษตรในเขตวิกฤต. 5 (3) : 29-33.

(4) วีรวุฒิ พรหมมา. 2547. **การศึกษาเพื่อพัฒนาวัสดุเพาะเมล็ดจากก้นตะกอนอ้อย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปะศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาการวิจัยและพัฒนาท้องถิ่น สถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์. 51 หน้า

(5) สุธีรา สุนทรารักษ์. 2550. **การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของ Filter Press Cake จากโรงงานน้ำตาลจังหวัดบุรีรัมย์ ต.หินเหล็กไฟ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โดยสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ : บทคัดย่อ.

7.4.2 การใช้ประโยชน์จากมูลวัวร่วมกับใบจามจุรีในรูปแบบของเชื้อเพลิงอัดแท่ง (Utilization of Cow Manure with Rain tree Leaves (*Samanca Saman*) as Briquette Fuel)

7.4.2.1 บทคัดย่อ

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากมูลวัวและใบจามจุรีด้วยวิธีอัดเย็น ในอัตราส่วนของมูลวัว : ใบจามจุรี เท่ากับ 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9 และ 0:10 ทั้งนี้ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ (ค่าความหนาแน่นและดัชนีการแตกร่วน) และคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง (ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้าและค่าความร้อน) พบว่า ที่อัตราส่วน 10:0, 9:1, 8:2, 7:3 และ 6:4 เท่านั้นที่สามารถขึ้นรูปและคงรูปอยู่ได้ จึงนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยทำวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ 6 : 4 มีศักยภาพในการผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยจะพิจารณาจากค่าความหนาแน่น (0.69 เปอร์เซ็นต์) ดัชนีการแตกร่วน (0.32 เปอร์เซ็นต์) ค่าความชื้น (2.03 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณเถ้า (26.25 เปอร์เซ็นต์) ที่เหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง อีกทั้งยังมีค่าความร้อนสูงถึง 5,812 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม รวมทั้งผลการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากมูลวัวร่วมกับใบจามจุรีในรูปแบบของเชื้อเพลิงอัดแท่งยังพบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

7.4.2.2 ABSTRACT

The production briquetted fuel from cow manure with eucalyptus Leaves by means of cold compression, with ratio of manure : eucalyptus Leaves are 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9 and 0:10. The analysis of physical properties (density and brittle cracking index) and thermal properties (moisture content, ash and heating value). The results showed that, the heating fuel briquettes is 10:0, 9:1, 8:2, 7:3 and 6:4 that were capable of forming and stable in appropriate to use. Then to the analysis of fuel briquettes on physical properties and

thermal properties. The results showed that, the ratio of 6 : 4 had the physical properties and thermal properties on best performance significantly (P < 0.05). By considering the density (0.69 %), brittle cracking index (0.32 %), moisture content (2.03 %) and ash content (25.25 %) that were suitable for the production of heating fuel briquettes. It also had a high calorific value was 5,812 kcal per kg. In addition, The results of workshop about utilization of cow manure with rain tree leaves as briquette fuel found that the target group were satisfied with the overall level is very good.

Key Words : Cow Manure, Rain tree Leaves, Briquette Fuel

7.4.2.3 คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาในด้านต่างๆ ทั้งทางด้านคมนาคม ด้านอุตสาหกรรมด้านเกษตรกรรม และอื่นๆ ซึ่งการพัฒนาในทุกๆ รูปแบบจำเป็นต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อภาวการณ์ขาดแคลนพลังงาน เนื่องจากกลุ่มพลังงานดังกล่าวจัดเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป (Nonrenewable Energy) อีกทั้งยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ (Renewable Energy) น่าจะเป็นอีกทางเลือกที่สามารถลดปัญหาดังกล่าวได้ แต่ในขณะเดียวกันการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ก็ต้องประสบปัญหาข้อจำกัดตามธรรมชาติบางประการ ได้แก่ พลังงานบางชนิดมีอยู่มากแต่ก็ไม่สามารถนำมาใช้ได้ตลอดเวลาและไม่เพียงพอ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลมและพลังงานน้ำ ดังนั้น หากพิจารณาถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศที่มีวิถีชีวิตเกี่ยวกับเกษตรกรรม พลังงานชีวมวล (Biomass Energy) จึงเป็นอีกหนึ่งในพลังงานหมุนเวียนที่น่าสนใจ สำหรับมาใช้เพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทนหลัก

จากการศึกษาวิถีชีวิตในชนบท พบว่า ไม้ฟืนและถ่านยังเป็นเชื้อเพลิงหลักสำหรับการหุงต้มประกอบอาหาร ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการช่วยกำจัดวัสดุเหลือใช้จากชุมชนโดยเฉพาะเศษใบไม้จามจุรีและมูลโค เพราะนอกจากจะช่วยกำจัดทำลายวัสดุเหลือได้แล้ว ยังสามารถช่วยคนในชุมชนให้มีเชื้อเพลิงสำหรับใช้เพื่อการประกอบอาหารในราคาถูกได้อีกทางหนึ่งด้วย และจากผลการศึกษาเพิ่มเติมยังพบว่า ค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากมูลโคและใบจามจุรีมีค่าความร้อนที่ค่อนข้างสูง เท่ากับ 2,969 แคลอรี่/กรัม (กฤษพนธิ์, 2546) และ 5,078.74 แคลอรี่/กรัม ตามลำดับ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2550) ซึ่งนับว่ามีความเหมาะสมในการผลิตเป็นเชื้อเพลิงได้ อีกทั้ง อรรถกรและคณะ (2549) ได้ทำการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากขยะมูลฝอยชุมชนอัดแท่งโดยการนำเศษกระดาษและเศษไม้/ใบไม้ มาผสมกันในอัตราส่วนต่างกัน 5 อัตราส่วน ได้แก่ 95%:5%, 75%:25%, 50%:50%, 25%:75% และ 5%:95% โดยน้ำหนัก ซึ่งผลจากการ

วิเคราะห์ พบว่า ที่อัตราส่วน 95%:5% โดยน้ำหนัก ส่งผลต่อค่าความร้อนสูงที่สุด คือ 3,518.06 แคลอรี่/กรัม ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ว่าการนำเอาเศษใบไม้จามจุรีและมูลโคมาทำเป็นเชื้อเพลิงจึงมีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นแรงจูงใจให้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาโดยนำมูลโคร่วมกับใบจามจุรีมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งสำหรับใช้ทดแทนฟืนหรือถ่านเพื่อการหุงต้มประกอบอาหารในครัวเรือน พร้อมกับการส่งเสริมองค์ความรู้จากงานวิจัยสู่ชุมชนในรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ ตลอดจนสร้างค่านิยมและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมด้านพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้ภายในชุมชนในเชิงบวก และยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดการจัดการของเหลือทิ้งในชุมชนเพื่อการผลิตพลังงานมาหมุนเวียนใช้ประโยชน์ในระดับท้องถิ่นของตนเองได้อย่างยั่งยืนในสถานการณ์ที่ประเทศไทยกำลังประสบกับปัญหาทั้งวิกฤติเศรษฐกิจและวิกฤติพลังงานดังเช่นในปัจจุบันได้

7.4.2.4 อุปกรณ์และวิธีการ

(1) อุปกรณ์

เครื่องมือ ประกอบด้วย เครื่องชั่ง เตาเผาความร้อนสูง พอร์เลนและฝา โถดูดความชื้น เตาอบความร้อนสูงและบอมบ์แคลอรีมอเตอร์ สำหรับอุปกรณ์ ประกอบด้วย อุปกรณ์สำหรับทำเครื่องอัดแท่ง กะละมัง ถุงมือและเครื่องแก้ววัดปริมาณ

(2) วิธีการ

การเตรียมวัตถุดิบ มูลโคและใบจามจุรีแห้ง ทำการรวบรวมวัตถุดิบทั้งหมดจากหมู่บ้านไทยเจริญ หมู่ 8 ตำบลอิสาณ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จากนั้นเก็บตัวอย่างโดยการสุ่มในบริเวณต่างๆ ของกองวัตถุดิบ ให้ได้ปริมาณที่ต้องการ แล้วนำไปตากแห้งเพื่อลดปริมาณความชื้นของวัตถุดิบเป็นเวลา 2 วัน ทั้งนี้มีการเตรียมตัวอย่างของใบจามจุรีโดยการนำมาขยี้ด้วยมือให้พอละเอียด และนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาดเฉลี่ย 4-5 มิลลิเมตร ก่อนนำมาอัดแท่ง

(3) การวางแผนการทดลอง

ทำการออกแบบการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบรูณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มีทั้งสิ้น 11 ทรีทเมนต์ ทำ 3 ซ้ำ รวมหน่วยการทดลองรวมทั้งสิ้น 33 หน่วยการทดลอง ตามอัตราส่วนระหว่าง มูลโค : ใบจามจุรี ดังนี้ 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9 และ 0:10 ทั้งนี้ใช้น้ำเป็นตัวเชื่อม แล้วจึงนำไปขึ้นรูปอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง

(4) การอัดแท่งเชื้อเพลิง

นำมูลโคที่ผสมกับใบจามจุรีตามอัตราส่วนต่างๆ มาขึ้นรูปด้วยกระบวนการอัดเย็นจากเครื่องอัดแท่ง (โดยใช้แรงคนอัด) ได้แท่งเชื้อเพลิงที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ความ

ยาวประมาณ 8 เซนติเมตร จากนั้นนำไปวางในร่องของกระเบื้องลอนเล็กแล้วนำไปตากแดดในที่โล่งกลางแจ้ง ประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อลดความชื้น และทำให้แข็งตัวเกาะกันแน่น เมื่อครบกำหนดระยะเวลาให้นำเชื้อเพลิงอัดแท่งมาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกล (ค่าความหนาแน่นและดัชนีการแตกร่วน (Drop Shatter Test)) และคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง (ปริมาณความชื้น (ASTM D 3173) ค่าความร้อน (ASTM D 3286) และปริมาณเถ้า (ASTM D 3174)) ทั้งนี้ ในแต่ละตัวแปรจะหาค่าความแตกต่างโดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (version 11.5) ในการวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบแบบ Analysis of Variance หากพบว่าตัวแปรใด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ก็จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test ของตัวแปรนั้นๆ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบว่าอัตราส่วนใดที่ดีและเหมาะสมที่สุด

(5) จัดประชาสัมพันธ์ข้อมูลผลงานวิจัยในรูปแบบประชุมเชิงปฏิบัติการ เพื่อสาธิตวิธีการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากมูลโคร่วมกับใบจามจุรีสำหรับการใช้ทดแทนฟืนหรือถ่านในการประกอบอาหาร ให้แก่ชาวบ้านในหมู่บ้านไทยเจริญ หมู่ 8 ตำบลอิสาณ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ประชุมขององค์การบริหาร ส่วนตำบลอิสาณ พร้อมทำการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเชื้อเพลิงอัดแท่งจากมูลโคร่วมกับใบจามจุรีในการสร้างค่านิยมและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมด้านการใช้พลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้ภายในชุมชนในเชิงบวก

7.4.2.5 **ผลการทดลอง**

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของวัตถุดิบ คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของมูลโคร่วมกับใบจามจุรี ที่ได้จากหมู่บ้านไทยเจริญ หมู่ 8 ตำบลอิสาณ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่ามูลโคและ ใบจามจุรี มีค่าความร้อนเหมาะสมกับการเป็นเชื้อเพลิงได้ (Table 7.5)

Table 7.5 The results analysis of experimental material before being pressed into briquetted fuel.

The properties of experimental material	Experimental material in dry conditions	
	Cow Manure	Rain tree Leaves
Appearance		

Table 7.5 Continues

The properties of experimental material	Experimental material in dry conditions	
	Cow Manure	**Rain tree Leaves**
General characteristics	Texture of materials with the resolution, black surface and smells like soil	Texture of materials with the rough, brown surface and smells like dry leaves
Moisture value (%)	3.5	1.8
Heating value (Kcal/kg)	2,460	4,980

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของวัตถุดิบ (Table 1) พบว่า มูลโคมีลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างละเอียดและมีสีค่อนข้างดำ มีกลิ่นคล้ายดิน นอกจากนี้มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 3.5 และมีค่าพลังงานความร้อน เท่ากับ 2,460 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ส่วนใบจามจุรีมีลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างหยาบและมีสีน้ำตาล มีกลิ่นเหมือนไปไม้แห้งโดยทั่วไป นอกจากนี้มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 1.8 และมีค่าพลังงานความร้อน เท่ากับ 4,980 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

ผลการอัดแท่งเชื้อเพลิง การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากมูลโคร่วมกับใบจามจุรีมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ การผสม การอัดแท่งและการทำให้แห้ง

การผสม ทำการผสมมูลโค : ใบจามจุรี ในอัตราส่วนผสมต่างๆ ซึ่งมีทั้งสิ้น 11 ทรีทเมนต์ ได้แก่ 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9 และ 0:10 ทำการผสมอยู่ในสภาพเปียกด้วยน้ำสะอาดเพื่อให้เป็นตัวเชื่อมประสานได้สำหรับการอัดเป็นแท่ง

การอัดแท่ง นำส่วนผสมที่ผสมจนเป็นเนื้อเดียวกันมาทำการอัดเป็นแท่งโดยใช้กระบอกอัดชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้จะเป็นรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ความสูง 8 เซนติเมตร อัตราส่วนผสมที่มีมูลโคปริมาณสูงจะสามารถอัดเป็นแท่งได้ง่ายกว่าอัตราส่วนผสมที่มีใบจามจุรีในปริมาณที่น้อยกว่า ทั้งนี้พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4 และ 5:5 สามารถขึ้นรูปได้ โดยที่ทรีตเมนต์ที่ 4:6, 3:7, 2:8, 1:9 และ 0:10 ไม่สามารถขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงได้เนื่องจากมีปริมาณใบจามจุรีแห้งมากเกินไป ทำให้แท่งเชื้อเพลิงขณะทำการอัดแท่งไม่เกาะติดกัน

การทำให้แห้ง นำไปวางในร่องของกระเบื้องลอนเล็ก แล้วนำไปตากแดดในที่โล่งกลางแจ้ง ประมาณ 1 สัปดาห์ พบว่า มีเพียงทรีตเมนต์ที่ 10:0, 9:1, 8:2, 7:3 และ 6:4 ที่สามารถคงรูปอยู่ได้ (Table 7.6)

Table 7.6 The results for appropriate the ratio in briquettes fuel from Cow Manure with Rain tree Leaves.

Treatment	Ratio of Cow Manure : Rain tree Leaves	Characteristics of physical		
		Ability in forming	Ability in stable	Appearance of briquetted fuel
T1	10:0	Formability	Stability	
T2	9:1	Formability	Stability	
T3	8:2	Formability	Stability	
T4	7:3	Formability	Stability	
T5	6:4	Formability	Stability	

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งจากมูลโคและใบจามจุรี ในการนี้ทำการคัดเลือกเฉพาะในทรีทเมนต์ที่สามารถคงรูปได้ คือ 10:0, 9:1, 8:2, 7:3 และ 6:4 มาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกล (ค่าความหนาแน่นและดัชนีการแตกร่วน) และคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง (ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้าและค่าความร้อน) (Table 7.7)

Table 7.7 The fuel properties of briquetted fuel from from Cow Manure with Rain tree Leaves.

The properties of briquettes fuel	Cow Manure : Rain tree Leaves				
	10:0	9:1	8:2	7:3	6:4
Mechanical Properties :					
Density (g/cm^3)	0.45^c	0.44^c	0.58^b	0.61^a	0.69^a
Brittle cracking index (g/cm^3)	0.47^b	0.46^b	0.41^a	0.39^a	0.32^a
Properties of the fuel :					
moisture content (%)	2.10^{ns}	2.08^{ns}	2.06^{ns}	2.11^{ns}	2.03^{ns}
ash (%)	30.24^{ns}	27.25^{ns}	25.50^{ns}	27.85^{ns}	26.25^{ns}
heating value (Kcal/kg)	2,650^d	3,840^c	5,190^b	5,630^a	5,812^a

Remark :

1) Different letters in each column means are a different at the 0.05 level according to DMRT

2) Same letters in each column means are not different at the 0.05 level according to DMRT

3) Ns is a Non-Significant mean are not different at statistically significant

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งจากมูลโคและใบจามจุรี (Table 2) พบว่า อัตราส่วน ระหว่างมูลโค : ใบจามจุรี เท่ากับ 6:4 มีค่าความหนาแน่นและค่าดัชนีการแตกร่วน สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ (a) อีกทั้งยังมีค่าความร้อนสูงถึง 5,812 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (a) ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง

จากการร่วมประชุมเพื่อเผยแพร่องค์ความรู้จากผลงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากมูลโคร่วมกับใบจามจุรี ในอัตราส่วนแนะนำที่ 6:4 สำหรับการใช้ทดแทนฟืนหรือถ่านในการประกอบอาหาร แก่ชาวบ้านหมู่บ้านไทยเจริญ หมู่ 8 ตำบลอิสาณ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ในวันที่ 4 เมษายน พ.ศ.2558 ณ ศาลาอเนกประสงค์ตำบลอิสาณ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยกลุ่มเป้าหมายที่ทำการเลือกเป็นแบบเจาะจงเฉพาะกลุ่มผู้ที่มีการใช้ฟืนหรือถ่านในการประกอบอาหาร จำนวน 120 ราย คิดเป็นเพศชายร้อยละ 20.00 และเพศหญิง ร้อยละ 80.00 จากการอบรมเชิงปฏิบัติการ เกิดผลลัพธ์ ดังนี้ ร้อยละ 85 ยังไม่มีความรู้ในเรื่องของการนำมูลโคมาใช้ประโยชน์ในด้านพลังงาน และมีความเข้าใจว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งน่าจะมีกระบวนการผลิตที่ค่อนข้างยุ่งยาก ไม่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงประกอบอาหารได้และมีประสิทธิภาพสู้ถ่านไม้ไม่ได้ และจากการประเมินความพึงพอใจต่อความรู้ความเข้าใจในการฝึกอบรมจะเห็นได้ว่าผู้เข้าประชุมมีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยสูงสุด คือ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง ($\bar{X}$ = 4.90) และได้รับความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น ($\bar{X}$ = 4.75) รวมถึงเนื้อหาที่อบรม มีความสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน

($\overline{X}$ = 4.60) สำหรับความคิดเห็นต่อวิทยากร ผู้เข้าประชุมมีความพึงพอใจในความสามารถโดยรวมของวิทยากร ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.70) วิทยากรบรรยายได้ชัดเจนและเข้าใจง่ายในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.65) และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมมีความสนใจที่จะเรียนรู้ถึงวิธีการขั้นตอน การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากมูลโคร่วมกับใบจามจุรี เพื่อจะได้ลงมือปฏิบัติหลังจากรู้ขั้นตอนการผลิต เนื่องจากวัตถุดิบหลักที่เป็นทั้งมูลโคและใบจามจุรีเป็นสิ่งเหลือใช้ซึ่งได้จากในชุมชน อีกทั้งยังมีปริมาณมากและเพียงพอต่อความต้องการของชุมชนอย่างแน่นอน เนื่องจากในทุกวันๆ จะต้องเสียค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการประกอบอาหารที่มีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้น เชื้อเพลิงอัดแท่งจากมูลโคร่วมกับใบจามจุรีจึงนับว่าเป็นพลังงานทดแทนที่มีราคาถูกเหมาะแก่การใช้งานในครัวเรือน

Figure 7.4 A. The research group was dissemination of knowledge from research about the production of fuel briquettes from cow manure with rain tree leaves at the village hall on I-san subdistrict, Maung district, Buriram province.

B. The target group of research project was respondents on questionnaire about satisfaction with the production of fuel briquettes from cow manure with rain tree leaves.

7.4.2.6 **วิจารณ์**

คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของมูลโคและใบจามจุรี จากการวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของมูลโค พบว่า มีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถพัฒนาและนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ มีค่าความร้อนสูง ส่วนใบจามจุรีก็เช่นเดียวกัน คือ มีคุณสมบัติเด่นในเรื่องการมีค่าความร้อนสูงเช่นกัน ดังนั้น หากพิจารณาคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีเบื้องต้นของวัตถุดิบที่ใช้สำหรับการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากมูลโคและใบจามจุรี จะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงานเชื้อเพลิงแต่ยังคงต้องปรับปรุงคุณภาพในด้านเขม่าและควัน เนื่องด้วยเชื้อเพลิงอัดแท่งยังคงมีปริมาณของเขม่าและควันค่อนข้างมากในทุกอัตราส่วน ทั้งนี้ คุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากมูลโคร่วมกับใบจามจุรี พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งทั้ง 5 ทรีทเมนต์ ที่คงรูป ได้แก่ 10:0, 9:1, 8:2, 7:3 และ 6:4 มีค่าความร้อนค่อนข้างสูง โดยทั้งนี้มีค่าความร้อนอยู่

ระหว่าง 2,650 - 5,812 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ซึ่งอัตราส่วนที่ 6:4 มีค่าความร้อนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความร้อนที่ได้จะสัมพันธ์กับค่าความชื้นของแท่งเชื้อเพลิงด้วย โดยในทุกอัตราส่วนผสม พบว่า มีปริมาณความชื้นค่อนข้างต่ำ คือมีค่าอยู่ระหว่าง ร้อยละ 2.03 – 2.11

7.4.2.7 **สรุป**

การส่งเสริมการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากมูลโคร่วมกับใบจามจุรี สามารถแนะนำให้ชาวบ้านหรือผู้ที่สนใจผลิตได้ในอัตราส่วนที่ 6:4 เพื่อให้เกิดสมบัติทางกลและความร้อนที่ดีที่สุด เนื่องจากที่อัตราส่วนที่ 6:4 จะส่งผลต่อค่าความร้อนที่สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งมีผลโดยตรงกับการเป็นเชื้อเพลิงคุณภาพดีตามมาด้วย เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตได้มีสมบัติทางความร้อนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุนชนมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก.- ธ.ก.ส. โดยกำหนดให้เชื้อเพลิง/ถ่านมีค่าความร้อนสูงสุดไม่ควรต่ำกว่า 5,000 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม นอกจากนี้พบว่าสัดส่วนของใบจามจุรี ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นและดัชนีการแตกร่วนลดลง สำหรับความพึงพอใจหรือความต้องการของผู้ตอบแบบสอบถามและแบบประเมิน โดยคัดเลือกผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการแบบเฉพาะเจาะจงที่ประกอบหรือปรุงอาหารด้วยฟืน/ถ่าน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามภายหลังได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการมีความพึงพอใจต่อเชื้อเพลิงอัดแท่งในระดับมากที่สุด ทั้งนี้หากประเมินถึงศักยภาพในการเป็นประโยชน์ด้านพลังงานทดแทนของมูลโคร่วมกับใบจามจุรี กล่าวได้ว่าสามารถพัฒนาและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคได้

7.4.2.8 กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้างานวิจัยอิสระ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ประจำ ปี พ.ศ.2558

7.4.2.9 เอกสารอ้างอิง

(1) กฤษพนธิ์ เพี้ยนศรี. (2546). **ฐานข้อมูลศักยภาพพลังงานจากชีวมวล.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

(2) มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันติ์และคณะ. (2550). **ศักยภาพของกระถินยักษ์จามจุรี กระถินเทพา และกระถินเทพณรงค์ ในการปลูกเป็นสวนป่าพืชพลังงาน.** สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร, มหาลัยเกษตรศาสตร์.

(3) อรรถกร ฤกษ์วิรีและคณะ. (2549). **ได้ศึกษาการทำเชื้อเพลิงแข็งจากขยะมูลฝอยชุมชนอัดแท่ง.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

(4) กระทรวงพลังงาน. (2554). **สถานการณ์การใช้พลังงานปี 2554 และแนวโน้มปี 2555** (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.energy.go.th/ [1 พฤษภาคม 2557]

(5) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2551). **ถ่านอัดแท่ง** (ออนไลน์). สืบค้นจาก : www.library.tis.go.th. [1 พฤษภาคม 2557]

7.4.3 ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร ตำบลเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ (The Biodiversity on Mushrooms Folk at Khao Angkhan National Forest Area Charoen Suk Sub-District, Chalerm Phra Kiat District, Buriram Province)

7.4.3.1 บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสำรวจความหลากชนิดของเห็ดในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร ตำบลเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2562 โดยนำตัวอย่างเห็ดที่เก็บได้มาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา เพื่อจำแนกชนิดของเห็ดมาเปรียบเทียบกับคำบรรยายและรูปภาพจากคู่มือการจำแนกเห็ด พบว่าเห็ดที่พบทั้งหมดมี 20 ชนิด 9 วงศ์ จากการศึกษาทางอนุกรมวิธานสามารถจำแนกชนิดลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มเห็ดมีครีบ 2) กลุ่มเห็ดหิ้ง 3) กลุ่มเห็ดขมิ้น 4) กลุ่มเห็ดผึ้ง และ 5) กลุ่มเห็ดที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม จากนั้นก็สามารถแยกชนิดของเห็ดที่สามารถนำมาบริโภคได้พบมากที่สุดอยู่ในวงศ์ Russulaceae ได้แก่ *Russula emetic* (เห็ดน้ำหมาก), *Russula alboareolata* (เห็ดน้ำแป้ง), *Russulaceae cyanoxantha* (เห็ดหน้าม่วง), *Rusula viresceus* Fr (เห็ดไค), *Lactarius hygrophoroides* (เห็ดฟานสีเหลืองทอง) และ *Lactarius glaucescens* (เห็ดข่า) รองลงมาวงศ์ Polyporaceae ได้แก่ *Ganoderma lucidum* (เห็ดหลินจือ), *Lentinus polychrous* (เห็ดลม) และ *Polyporus grammocephalus* (เห็ดพัดใบลาน)

คำสำคัญ : ความหลากหลายของเห็ด ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร การนำมาใช้ประโยชน์

7.4.3.2 Abstract

This research were survey on the diversity of macro-fungi at Khao Angkhan National Forest Area Charoen Suk Sub-District, Chalerm Phra Kiat District, Buriram Province. During january – june 2019. The macro-fungi were found and collected for study morphology and identified by their scientific names at the generic level. This was achieved comparing species with descriptions and photograph in the references and keys. In this, 20 species 9 families. The study of taxonomy whereas 5 groups such as 1) gilled fungi 2) boletus fungi 3) polypores fungi 4) Coral fungi and 5) puffballs fungi. The most found edible mushroom was Russulaceae such as *Russula emetic*, *Russula alboareolata*, *Russulaceae cyanoxantha, Rusula viresceus* Fr, *Lactarius hygrophoroides,* and *Lactarius glaucescens*, the second most was Polyporaceae such as *Ganoderma lucidum*, *Lentinus polychrous*, *Lentinus squarrosulas* Mont., and *Lentinus strigoeue* (Schw) Fr.

Keywords : Diversity of mushrooms/ Khao Angkhan National Forest Area/ Utilization

7.4.3.3 บทนำ

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่เป็นไปอย่างรวดเร็วยังผลให้เกิดการสูญพันธุ์หรือการลดลงอย่างรวดเร็วทั้งปริมาณและชนิดพันธุ์ของพืชสัตว์และจุลินทรีย์ และในด้านความหลากหลายของจุลินทรีย์ในระบบนิเวศของป่าชนิดต่างๆ ในประเทศไทยยังมิได้มีการศึกษาหาข้อมูลอย่างจริงจังจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาถึงชนิดและปริมาณเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในงานวิจัยที่เกี่ยวกับจุลินทรีย์ ในด้านต่างๆ ต่อไป เห็ด (Mushroom) จัดเป็นราชนิดหนึ่งที่อยู่อยู่ในกลุ่ม Basidiomycota ซึ่งเป็นราขนาดใหญ่ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (4) เห็ดไม่มีคลอโรฟิลล์ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ดังนั้นเห็ดจึงมีการดำรงชีวิตที่ต่างกันเพื่อการหาอาหารในการดำรงชีวิต คือ อาศัยอยู่กับอินทรียวัตถุ อาศัยกับพืชและแมลง และอาศัยอยู่กับรากพืช (8) เห็ดมีบทบาทสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างยิ่งเนื่องจากสามารถนำมาใช้ประกอบอาหารและเป็นยาสมุนไพรรักษาโรค เห็ดที่เกิดในธรรมชาตินั้นมีแพร่กระจายไปทั่วโลก ซึ่งแต่ละสายพันธุ์และชนิดนั้น มีความแตกต่างกันไปตามภาวะแวดล้อม สำหรับประเทศไทยพบเห็ดมากในฤดูฝนอาณาเขตตั้งแต่ภูเขาสูงถึงริมทะเลและตามป่าที่มีความชื้นสูง ส่วนใหญ่พบเห็ดหลายๆ ชนิดเกือบตลอดทั้งปี

พื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร ตำบลเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นพื้นที่มีสภาพแวดล้อมที่อุดมสมบูรณ์เต็มไปด้วยพืชพรรณนานาชนิด รวมทั้งเห็ดที่หลากหลาย ดังนั้น เพื่อการนำไปสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ทราบถึงความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดจึงควรมีการสำรวจสำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ เนื่องจากสภาพป่าเขาอังคารมีสภาพเป็นป่าเต็งรัง และมีชาวบ้านทั้งในชุมชนและนอกชุมชนเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าเขาอังคารตลอดทั้งปี ทั้งนี้มีพื้นที่สำหรับการใช้ประโยชน์เป็นจำนวน 3 พื้นที่ ได้แก่ 1) พื้นที่ป่าโจด 2) พื้นที่ป่าสูงชัน และ 3) พื้นที่ป่าซับน้ำ จากพื้นที่ทั้งหมด 3,432 ไร่ (5)

ดังนั้นเพื่อให้เกิดความคงอยู่ของวิถีชีวิตท้องถิ่นและภูมิปัญญาในการจำแนกความหลากหลายของเห็ดเพื่อการนำมาใช้ประโยชน์ด้านการเป็นแหล่งอาหารชุมชนผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาความหลากหลายของเห็ดที่พบในบริเวณรอบเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร ตำบลเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์เพื่อเป็นการสร้างประโยชน์และสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดต่อไป

7.4.3.4 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

(1) วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วัสดุและสารเคมี ได้แก่ น้ำกลั่น เอทิลแอลกอฮอล์ น้ำยาฟอร์มาลิน แอซิติกแอซิค (เอฟ เอ เอ) และสำหรับอุปกรณ์ในการศึกษา ได้แก่ สายวัดระยะ เชือกฟาง มีดพับ ถุงพลาสติก แบบสำรวจและบันทึกข้อมูล เครื่องวัดพิกัดดาวเทียม (GPS) กล้องบันทึกภาพ ขวดแก้วมีฝาปิดขนาดต่างๆ หนังสือความหลากหลายของเห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย [8] และจัดทำบัญชีรายชื่อ ทั้งชื่อท้องถิ่น ชื่อวิทยาศาสตร์และชื่อวงศ์ของตัวอย่างเห็ดที่เก็บมาได้โดยแยกประเภทของเห็ดที่สามารถรับประทานได้และไม่สามารถรับประทานได้

(2) วิธีการทดลองที่ใช้ในการศึกษา

1) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ในการทำวิจัยทางผู้วิจัยจะศึกษาโดยทำการศึกษาบริบทของชุมชนในรอบเขตพื้นที่ ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิและการสัมภาษณ์ประชาชนในชุมชนเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดจุดสำรวจความหลากหลายของชนิดเห็ดป่าศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดและอนุกรมวิธานของเห็ดจากคู่มือการจำแนกเห็ด

2) สำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างของเห็ดที่พบในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร ตำบลเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์

ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling) ร่วมกับศึกษาตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติ แต่ละพื้นที่มีขนาด 100 เมตร X 100 เมตร ทั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างเห็ดที่ขึ้นในทุกแปลง เดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 6 เดือน ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 บันทึกลักษณะของแหล่งที่พบ (habitat) และลักษณะทางด้านสัณฐานวิทยาหลักของเห็ด (macrostructure) เช่น ลักษณะของหมวก (cap) ครีบ (gills) ก้านดอก (stalk) วงแหวน (ring) และเยื่อหุ้ม (volva) เป็นต้น พิมพ์สปอร์ (spore print) และรักษาตัวอย่างเห็ดในน้ำยาฟอร์มาลิน แอซิติกแอซิค (เอฟ เอ เอ)หรืออบแห้ง

รูปที่ 7.5 จุดพิกัดภูมิศาสตร์ที่ทำการวางแปลงสำรวจ

3) การจำแนกชนิดเห็ด

นำตัวอย่างเห็ดรามาทำการตรวจพิสูจน์ลักษณะอย่างหยาบ (macro-Identification) หรือลักษณะทางสัณฐาน ลักษณะอย่างละเอียด (micro-Identification) หรือลักษณะของโครงสร้างภายในต่างๆ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo และแบบ light microscope เพื่อตรวจสอบหาชนิดตามรูปวิธาน (keys) และข้อมูลชนิด (monographs of species descriptions) ตามเอกสารดังต่อไปนี้ เห็ดและราในประเทศไทย และหนังสือตำราอื่นๆ

4) การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเห็ดในห้องปฏิบัติการ

ทำการวัดขนาดส่วนประกอบต่างๆของดอกเห็ด ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกของเห็ดเช่นลักษณะหมวก (cap) ครีบ (gills) ก้านดอก (stalk) วงแหวน (ring) และเยื่อหุ้ม (volva) และกลุ่มเส้นใยจากนั้นทำการจัดจำแนกชนิดของเห็ดลักษณะทางอนุกรมวิธาน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์จากลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) แหล่งที่อยู่แล้วนำไปเทียบกับเอกสารอ้างอิงดังนี้ (8) และ (1)

7.4.3.5 ผลการวิจัย

จากการศึกษาการสำรวจความหลากหลายของเห็ดป่าในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร ตำบลเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้เวลาในการสำรวจเป็นระยะเวลา 6 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนตั้งแต่ในช่วงเดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 แล้วทำการศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวกับวิถีการดำเนินชีวิตที่มีความสัมพันธ์กับป่าชุมชน วิธีการเก็บเห็ดป่าและแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งการศึกษาความหลากหลายจะทำการสำรวจในบริเวณเส้นทางศึกษาตามธรรมชาติในบริเวณที่กำหนด โดยจะทำการสำรวจเดือนละ 1 ครั้ง และนำมา

เปรียบเทียบกับ (8) และ (1) พบว่า เห็ดที่พบทั้งหมดมี 20 ชนิด 10 วงศ์ จากการศึกษาทางอนุกรมวิธานสามารถจำแนกชนิดลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มเห็ดมีครีบ 2) กลุ่มเห็ดหิ้ง 3)กลุ่มเห็ดขมิ้น 4) กลุ่มเห็ดผึ้ง และ 5) กลุ่มเห็ดที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม จากนั้นก็สามารถแยกชนิดของเห็ดที่สามารถนำมาบริโภคได้พบมากที่สุดอยู่ในวงศ์ Russulaceae ได้แก่ *Russula emetic* (เห็ดน้ำหมาก), *Russula alboareolata* (เห็ดน้ำแป้ง), *Russulaceae cyanoxantha* (เห็ดหน้าม่วง), *Rusula viresceus* Fr (เห็ดไค), *Lactarius hygrophoroides* (เห็ดฟานสีเหลืองทอง) และ *Lactarius glaucescens* (เห็ดข่า) รองลงมาวงศ์ Polyporaceae ได้แก่ *Ganoderma lucidum* (เห็ดหลินจือ), *Lentinus polychrous* (เห็ดลม) และ *Polyporus grammocephalus* (เห็ดพัดใบลาน) โดยสามารถแสดงลักษณะของเห็ดป่าที่พบจากการสำรวจได้ในตารางที่ 7.8 และตารางที่ 7.9

ตารางที่ 7.8 ความหลากหลายของเห็ดป่าในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร

ลำดับที่	วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ลักษณะทั่วไป
1.	Amanitaceae	*Amanita princeps*	เห็ดระโงกขาว ไข่ห่านขาว	E
2.		*Amanita hemibapha*	เห็ดระโงกเหลือง ไข่เหลือง	E
3.		*Amanita vaginata*	เห็ดไส้เดือน	E
4.	Russulaceae	*Russula emetic*	เห็ดน้ำหมาก เห็ดแดง	E
5.		*Russula alboareolata*	เห็ดน้ำแป้ง เห็ดข้าวแป้ง	E
6.		*Russula ceaecyanoxantha*	เห็ดหน้าม่วง	E
7.		*Rusula viresceus* Fr.	เห็ดไค เห็ดโคกไค	E
8.		*Lactarius hygrophoroides*	เห็ดฟานสีเหลืองทอง เห็ดหาด	E
9.		*Lactariu sglaucescens*	เห็ดข่า	E
10.	Agaricaceae	*Macrole piotagracilenta*	เห็ดนกยูง เห็ดกระโดง	E
11.	Lyophyllaceae	*Termitomyces microcarpus*	เห็ดข้าวตอก	E
12.		*Termitomyces clypeatus*	เห็ดปลวกจิก เห็ดโคนปลวกจิก	E
13.	Tricholomataceae	*Tricholoma crissum*	เห็ดจั่น เห็ดตีนแรด	D
14.	Polyporaceae	*Ganoderma lucidum*	เห็ดหลินจือ	E
15.		*Lentinus polychrous*	เห็ดลม เห็ดกระด้าง	E
16.		*Polyporus grammocephalus*	พัดใบลาน	NA
17.	Cantharellaceae	*Cantharellus cibarius*	เห็ดมันปูใหญ่ ขมิ้นใหญ่	E
18.	Boletaceae	*Lactarius turpis*	เห็ดจมูกวัว เห็ดหน้างัว	E
19.	Diplocystaceae	*Astraeus hygrometricus*	เห็ดเผาะฝ้าย เห็ดถอบ	E
20.		*Astraeus odoratus*	เห็ดเผาะหนัง	E

หมายเหตุ : ตัวอักษร E หมายถึง รับประทานได้ NA หมายถึง ไม่มีข้อมูล D หมายถึง มีสรรพคุณเป็นยา

ตารางที่ 7.9 ตัวอย่างเห็ดป่าที่พบในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร

การจัดกลุ่ม	การเรียกชื่อ	ภาพประกอบ	ลักษณะทั่วไป
กลุ่มเห็ดมีครีบ **วงศ์ Lyophyllaceae**	เห็ดปลวกจิก *Termitomyces clypeatus*		หมวกดอกขนาดประมาณ 5-7 ซม. ก้านดอกมีความกว้างประมาณ 1 ซม. และยาวประมาณ 5 ซม. ส่วนครีบดอกเป็นอิสระจากก้านและสีขาวปนเทา สามารถพบเห็ดโคนชนิดนี้ได้บนจอมปลวก และดินข้างๆ จอมปลวก
กลุ่มเห็ดหิ้ง **วงศ์ Polyporaceae**	เห็ดหลินจือ *Ganoderma lucidum*		หมวกเห็ดมีลักษณะกลมหรือเป็นรูปพัด ขนาดที่พบทั่วไปมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 – 12 ซม. หรืออาจมากกว่า เมื่อเจริญเต็มที่ขอบหมวกจะงุ้มลง สีหมวกเข้มขึ้น ผิวด้านบนหมวกมีสีแดงหรือสีน้ำตาลแดง ด้านล่างหมวกเห็ดมีลักษณะคล้ายรูฟองน้ำ สีเหลืองนวล ภายในรูเป็นที่เก็บสปอร์ เนื้อเห็ดด้านในมีสีขาวหรือขาวนวล
กลุ่มเห็ดขมิ้น **วงศ์ Cantharellaceae**	เห็ดมันปูใหญ่ ขมิ้นใหญ่ *Cantharellus cibarius*		หมวกรูปทรงเตี้ยเกือบแบน เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.4-4.2 ซม. กลางหมวกเป็นแอ่งสีเหลือง ผิวด้านบนเรียบ ขอบเป็นคลื่นแห้งมีขนถึงเรียบ ด้านล่างมีสันหนาคล้ายครีบบางแห่งเชื่อมติดกันเป็นรูปร้อมและผนังเชื่อมกลางเรียงห่างเรียวลงไปติดก้านเหลืองอ่อนถึงเหลืองก้านทรงกระบอกโคนโป่งออก
กลุ่มเห็ดผึ้ง **วงศ์ Boletaceae**	เห็ดจมูกวัว เห็ดหน้างัว *Lactarius turpis*		หมวกเห็ดมีสีเขียวปนสีม่วง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-10 ซม. ตรงกลางของหมวกเห็ดมีสีเขียวเข้มกว่าขอบหมวกซึ่งมีสีม่วงมากกว่า ดอกเห็ดเป็นรูปกรวยปากบาน ตรงกลางเว้าบุ๋มลง
กลุ่มเห็ดก้อนกลม **วงศ์ Diplocystaceae**	เห็ดเผาะหนัง *Astraeus odoratus*		ดอกเห็ดอ่อนมีรูปร่างกลมผิวเรียบสีขาวหรือมีรอยเปื้อนดิน ที่ผิวด้านนอกของเห็ดเผาะจะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลอ่อนจนไปเป็นสีน้ำตาลแก่ มีเนื้อเหนียวและแข็งขึ้น เห็ดเผาะ มีเปลือก 2 ชั้น เปลือกชั้นนอกประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2-3 ชั้น ติดกันจะหนาประมาณ 1-3 มม.

เมื่อนำจำนวนชนิดของเห็ดที่พบแต่ละเดือนของพื้นที่ที่ทำการศึกษามาเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนแต่ละเดือนในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร พบว่า จำนวนชนิดของเห็ดมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนแต่ละเดือนอย่างเด่นชัด กล่าวคือ จำนวนชนิดของเห็ดมีมากในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ซึ่งได้แก่ เดือนมิถุนายน และจำนวนชนิดของเห็ดมีน้อยในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย จนถึงเกือบไม่มีน้ำฝนเลย ซึ่งได้แก่เดือน เมษายน ดังนั้น ช่วงเวลา

ที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาเห็ดภายในพื้นที่ คือ ช่วงเวลาระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน เพราะเป็นช่วงที่มีปริมาณฝนตกบ่อยที่สุดปริมาณน้ำฝนหรือความชื้นในพื้นที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของเห็ดทุกชนิด เนื่องจากภายในดอกเห็ดมีน้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญถึงประมาณ 80 – 90 % และช่วงที่มีปริมาณความชื้นสูงมีโอกาสที่จะพบเห็ดกลุ่มที่มีโครงสร้างอ่อนนิ่ม เน่าเสียง่าย ได้มากกว่าช่วงที่มีปริมาณความชื้นต่ำ แต่ในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากๆ อาจพบเห็ดกลุ่มนี้น้อยลง เนื่องจากความรุนแรงของฝนอาจเป็นตัวการทำลายโครงสร้างของดอกเห็ดได้

ความรู้จากภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการเก็บเห็ดป่าเกิดจากการสะสมประสบการณ์มาอย่างยาวนานจากรุ่นสู่รุ่น ซึ่งข้อมูลบางอย่างไม่สามารถเป็นลายลักษณ์อักษรเป็นตัวหนังสือได้จึงทำให้ความรู้ในลักษณะภูมิปัญญาท้องถิ่นสูญหายไปกับกาลเวลา หายไปพร้อมกับผู้เฒ่าผู้แก่ ซึ่งยังไม่มีการศึกษาอย่างแท้จริง และไม่มีการจดบันทึกไว้ หรือไม่มีการรวบรวมเป็นข้อมูลทางสถิติ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการเชื่อมโยงข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่น และได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการเก็บเห็ดป่าของคนในชุมชน อาทิเช่น วิธีการเก็บเห็ดป่า วิธีการจัดจำแนกชนิดเห็ดป่า ช่วงเวลาและพื้นที่เก็บเห็ดป่า เป็นต้น ทั้งนี้จากการเก็บข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยใช้แบบสัมภาษณ์ แบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ทำการเก็บข้อมูลเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้บริโภค กลุ่มผู้จำหน่าย กลุ่มผู้เก็บเห็ดป่าและกลุ่มปราชญ์ชุมชน/ผู้รู้ ได้ข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการจำแนกเห็ดกินได้และเห็ดกินไม่ได้ โดยพบว่ากลุ่มของเห็ดกินได้จะมีลักษณะดอกและก้านไม่สมบูรณ์และมีร่องรอยการกัดกินของแมลงและหนอน ส่วนเห็ดที่กินไม่ได้มีลักษณะของดอกและก้านมีสภาพสมบูรณ์ ไม่มีร่องรอยการกัดกินของแมลงหรือหนอน ลักษณะดอกมีสีสันสวยงามและถ้าตัดส่วนที่เป็นโคนออกจะมีน้ำยางสีขาว

7.4.3.6 การอภิปรายผล

จากการศึกษาการสำรวจความหลากหลายของเห็ดในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร ตำบลเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยทำการสำรวจระหว่างตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 สำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดจำนวน 20 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์และจัดจำแนกชนิดของเห็ดป่าโดยใช้รูปวิธาน (8) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชนิดของเห็ดป่าที่พบในป่าทั้ง 3 บริเวณ (พื้นที่ป่าโจด พื้นที่ป่าสูงชัน และพื้นที่ป่าซับน้ำ) พบว่าบริเวณที่ 1 พบเห็ด 6 ชนิด บริเวณที่ 2 พบเห็ด 6 ชนิด และบริเวณที่ 3 พบเห็ด 8 ชนิด จะเห็นได้ว่าบริเวณที่ 3 พบเห็ดมากกว่าทุกบริเวณ เนื่องด้วยบริเวณดังกล่าวมีสภาพป่าเต็งรังในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคาร ต้นไม้มีขนาดเล็กถึงขนาดกลางพันธุ์ไม้ที่พบ ได้แก่ เต็ง รัง มะกอกเลื่อม ตะคร้อ ขี้เหล็กป่า และสมอพิเภก เป็นต้น สำหรับไม้พื้นล่างเป็นพันธุ์พืชที่ชอบแสง จำพวกหญ้าชนิดต่างๆ เช่น หญ้าเพ็กและหญ้าคมบาง ในระดับไม้ชั้นรองจะพบไม้พุ่มเบิกนำหลายชนิด เช่น มะขามป้อม ติ้วขาวและติ้วแดง รวมถึงเศษใบไม้ที่ที่มีการทับถมเต็มพื้นที่ทั้งนี้ปัจจัยแวดล้อมมีผลต่อการเจริญและความสมบูรณ์ของเห็ดและดอกกระเจียวอย่างมาก แต่เนื่องจากการสำรวจในครั้งนี้นั้นทำการสำรวจ

ในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 ซึ่งในปีนี้พบว่าปริมาณน้ำฝนน้อยและตกทิ้งช่วง ซึ่งความชื้นไม่เพียงพอทำให้การเจริญของเห็ดจึงมีปริมาณน้อย ซึ่งการเจริญของเห็ดนั้นต้องอาศัยความชื้นที่เพียงพอประกอบกับสภาพอากาศที่อบอ้าวและมีแสงแดดจัดหลังจากที่มีฝนตกปริมาณมาก จะเป็นปัจจัยที่กระตุ้นการเจริญของเห็ด นอกจากสภาพอากาศแล้วสภาพพื้นดินที่มีเศษซากพืชทับถมก่อให้มีธาตุอาหารสมบูรณ์จะส่งผลให้ดอกเห็ดเจริญสมบูรณ์ได้ดี (6) และเนื่องจากเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาอังคารมีความชุ่มชื้นจากแหล่งน้ำก็น่าจะมีผลเกี่ยวข้องกับการเจริญของเห็ดด้วยอีกทั้งยังมีการป้องกันไฟป่าทำให้มีการสะสมของซากพืช ต่างๆ เป็นไปอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งพรรณไม้ต่างๆ ไม่ถูกทำลายไป

7.4.3.7 บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้มีการเดินสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดป่ามาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา เพื่อจำแนกชนิดของเห็ด ถึงระดับวงศ์ (Family) มาเปรียบเทียบกับคำบรรยายและรูปภาพจากคู่มือการจำแนกเห็ด พบว่า เห็ดที่พบทั้งหมดมี 20 ชนิด 9 วงศ์ จากการศึกษาทางอนุกรมวิธานสามารถจำแนกชนิดลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มเห็ดมีครีบ 2) กลุ่มเห็ดหิ้ง 3) กลุ่มเห็ดขมิ้น 4) กลุ่มเห็ดผึ้ง และ 5) กลุ่มเห็ดที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม ซึ่งสามารถแยกชนิดของเห็ดที่สามารถนำมาบริโภคได้ โดยพบมากที่สุดอยู่ในวงศ์ Russulaceae ได้แก่ *Russula emetic* (เห็ดน้ำหมาก), *Russula alboareolata* (เห็ดน้ำแป้ง), *Russulaceae cyanoxantha* (เห็ดหน้าม่วง), *Rusula viresceus* Fr (เห็ดไค), *Lactarius hygrophoroides* (เห็ดฟานสีเหลืองทอง) และ *Lactarius glaucescens* (เห็ดข่า) รองลงมาได้แก่ วงศ์ Polyporaceae ได้แก่ *Ganoderma lucidum* (เห็ดหลินจือ), *Lentinus polychrous* (เห็ดลม) และ *Polyporus grammocephalus* (เห็ดพัดใบลาน) อย่างไรก็ตามการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดป่าที่ได้ทำการศึกษาครั้งนี้มีระยะเวลาที่ทำการศึกษาค่อนข้างสั้น อีกทั้งเป็นช่วงที่ฝนทิ้งช่วง ดังนั้นจำนวนเห็ดที่สำรวจพบจึงไม่ใช่จำนวนเห็ดทั้งหมดของพื้นที่ เนื่องจากเห็ดป่าบางชนิดอาจเกิดในที่ต่างกันและสภาพแวดล้อมต่างกัน โดยปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการสำรวจพบเห็ดป่า คือ สภาพทางภูมิอากาศ ถ้าสภาพทางภูมิอากาศไม่เหมาะสมเห็ดป่าก็จะไม่สามารถเกิดได้หรืออาจเกิดจำนวนเพียงเล็กน้อย จำนวนชนิดของเห็ดมีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปีเนื่องจากปัจจัยที่สำคัญอยู่ 2 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ ในช่วงฤดูฝนในปีนี้มีปริมาณน้ำฝนน้อย ฝนทิ้งช่วงจึงทำให้เห็ดป่าที่ทำการสำรวจมีปริมาณน้อยสำหรับอุณหภูมิก็มีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ดป่า เพราะเห็ดป่าบางชนิดพบมากในฤดูร้อนเห็ดป่าบางชนิดพบมากในฤดูฝน นอกจากปัจจัยดังกล่าวแล้ว การเกิดของดอกเห็ดและความหลากชนิดของเห็ดยังขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความเข้มของแสง (7) อีกทั้งขนาดของพื้นที่ในการศึกษาและชนิดของป่าที่ต่างกัน ก็สามารถส่งผลให้

มีความหลากหลายของชนิดเห็ดต่างกันด้วยซึ่งปัจจัยอื่นที่มีผล ได้แก่ ชนิดของต้นไม้ ความหนาทึบของป่า ภูมิอากาศของป่าและการป้องกันไม่ให้เกิดไฟป่า (3)

สำหรับแนวทางการใช้ประโยชน์เห็ดป่าของคนในชุมชนจากการสัมภาษณ์ พบว่า คนในชุมชนตระหนักถึงความสำคัญและการคงอยู่ของเห็ดในธรรมชาติต่อไป เนื่องด้วยเห็ดมีรสชาติอร่อย และเป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยโปรตีน ที่มีกรดอะมิโนอยู่อย่างครบถ้วนมากกว่าเนื้อสัตว์หรือเมล็ดธัญพืช และที่สำคัญคือโปรตีนที่ได้จากเห็ดนั้นไม่ทำให้อ้วน นอกจากจะรับประทานได้แล้ว บางชนิดยังมีคุณสมบัติเป็นยารักษาโรค หรือใช้ย้อมสีและใช้เป็นสิ่งประดับตกแต่งในอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น (2) คนในชุมชนจึงมีความเห็นร่วมกันในการกำหนดแนวทางอนุรักษ์ กล่าวคือ ช่วยกันดูแลระบบนิเวศป่าไม้ ไม่ตัดไม้ทำลายป่า รณรงค์ในการปลูกป่า ป้องกันไม่ให้เกิดไฟไหม้ป่า ซึ่งเป็นแนวทางในการอนุรักษ์เห็ดป่าให้มีอยู่ในป่าชุมชนในทางอ้อม รวมถึงฟื้นฟูหรือพัฒนาพื้นที่เสื่อมโทรมให้คงความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดป่าเอาไว้ให้มากที่สุด เพื่อให้สามารถผลิตสปอร์สำหรับเกิดดอกเห็ดในฤดูต่อไป

7.4.3.8 กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากรพระราชดำริฯ และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

7.4.3.9 เอกสารอ้างอิง

(1) นิวัฒ เสนาะเมือง. (2553). **เห็ดป่าเมืองไทย : ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์.** กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ยูนิเวอร์แซล กราฟฟิคแอนด์ เทรดดิ้ง. 245-412.

(2) บารมี สกลรักษ์ กิตติมา ด้วงแค จันจิรา อายะวงศ์ วินันท์ดา หิมะมาน และกฤษณา พงษ์พานิช. (2553). **ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของเห็ดราในอุทยานแห่งชาติแม่ปิง.** งานกีฏวิทยาและจุลชีววิทยาป่าไม้. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ. 61

(3) ประเสริฐ วุฒิคัมภีร์ พีรชัย วงศ์เลิศ ชาติ เทียมทอง และวิทยา ศรีทานนท์. (2547). **ระบบวนเกษตรเพื่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูเห็ดธรรมชาติในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เห็ดไทย 2547.** สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย, กรุงเทพ.

(4) ราชบัณฑิตยสถาน. (2539). **เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพฯ : ทีฟิล์ม จำกัด. 43-245.

(5) สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์. (2561). **โครงการป่าชุมชนรอบพื้นที่คณะกรรมการนโนบายที่ดินแห่งชาติ (คทช.) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.**

เข าถึงเมื่อ (8 มีนาคม 2561).เข้าถึงได จาก (http://thainews.prd.go.th/th/website_th/news/news_detail/TNEVN6105070010005)

(6) สุจิตรา โกศล ตันติมา กำลัง ธนภักษ์อินยอด พงษ์มณี ทองใบ ทักษิณ อาชวาคม และสมัย เสวครบุรี. (2548). **รายงาน การวิจัยความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ของเห็ดและพืชกินได้ในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

(7) เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร เยาวลักษณ์ ติสระ วิไลลักษณ์ ริมวังตระกูล และวสันต์ เพชรรัตน์. (2542). **ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในป่าฮาลาบาลา จังหวัดนราธิวาส** *ใน* : รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT.กรุงเทพฯ.

(8) อนงค์ จันทร์ศรีสกุล พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ และอุทัยวรรณ แสงวณิช. (2551). ความหลากหลายของเห็ดราขนาดใหญ่ในประเทศไทย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 12-437.

7.4.4 การใช้ประโยชน์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่าเหลือทิ้งร่วมด้วยวัสดุเสริมอาหารเพื่อส่งเสริมเทคโนโลยีการผลิตเห็ดในชุมชน (Utilization from mushroom loaf waste with supplements to promote mushroom production technology in community)

7.4.4.1 บทคัดย่อ

การเพาะเห็ดนางรมฮังการีโดยใช้ก้อนเชื้อเห็ดเก่าเหลือทิ้งเป็นวัสดุเพาะ ได้ศึกษาทดลองในวัสดุเพาะ ได้แก่ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และฟางข้าวหมัก จ้านวน 5 สูตร คือ ชุดทดลองที่ 1 ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100% ชุดทดลองที่ 2 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 100% ชุดทดลองที่ 3 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 75% + ฟางข้าวหมัก 25% ชุดทดลองที่ 4 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 50% + ฟางข้าวหมัก 50% และชุดทดลองที่ 5 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 25% + ฟางข้าวหมัก 75% การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของวัสดุเพาะเห็ด ผลการศึกษา พบว่า วัสดุเพาะเห็ดแต่ละชนิดมีความชื้นที่แตกต่างกัน มีค่าความเป็นกรดด่างเหมาะสมต่อการใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ด และปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้นตามปริมาณฟางหมักที่เพิ่มขึ้น การให้ผลผลิตของนางรมฮังการีพบว่าสามารถให้ผลผลิตได้ทุกชุดการทดลอง โดยในชุดทดลอง ที่ 3 (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 75% + ฟางข้าวหมัก 25%) เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นอัตราส่วนผสมสำหรับเพาะเห็ดนางรมฮังการีได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับชุดทดลองอื่นๆ เนื่องจากให้น้ำหนักผลผลิตเห็ดเฉลี่ยสูงสุด คือ 75.17 กรัมต่อก้อน

คำสำคัญ : เห็ดนางรมฮังการี//ก้อนเชื้อเห็ดเก่า//เทคโนโลยีการผลิตเห็ด

7.4.4.2Abstract

The hungary oyster (*Pleurotus osttreatus* (Fr.) Kummer) mushroom cultivation by mushroom loaf waste. Experimental studies in cultivation material including mushroom loaf waste, rubberwood sawdust and fermented straw for 5 experiments - first experiment used 100 % of rubberwood sawdust, the second experiment used 100 % of mushroom loaf waste, the third one used 75 % of mushroom loaf waste mixed with 25 % of fermented straw, the forth one used 50 % of mushroom loaf waste mixed with 50 % of fermented straw and the last one used 25 % of mushroom loaf waste mixed with 75 % of fermented straw. All experiments were analyzed for chemical properties, nutrients in substrates for mushroom growing and yield of mushroom. The results showed that each type of mushroom substrate with different humidity. pH is suitable for use as a mushroom cultivation material. Increasing of nutrients is depending on increase fermented straw. Yield of Indian oyster (Phoenix mushroom) found in any treatments. Especially in experiment 3 (50 % of bamboo sawdust mixed with 50 % of fermented chopped straw) is more suitable for hungary oyster cultivation which compared to the other treatments because of highest yield mushrooms (75.17 grams per piece).

Keywords : Hungary Oyster//Mushroom Loaf Waste//Mushroom Production Technology

7.4.4.3 บทนำ (Introduction)

ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตพื้นที่เขตร้อนที่มีชนิดของเห็ดหลากหลาย เช่น เห็ดป่า ชนิดต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติบริเวณ พื้นดินขอนไม้ที่ผุพัง เป็นต้น เห็ดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหาร เช่น โปรตีน ไขมัน ธาตุอาหาร ที่เป็นประโยชน์และย่อยง่าย เห็ดนับว่าเป็นอาหารของภูมิปัญญาท้องถิ่นประเภทหนึ่ง ที่อยู่คู่กับสังคมไทย มานาน การเพาะเห็ดเป็นกิจกรรมหนึ่งที่สามารถปฏิบัติได้ง่าย ใช้พื้นที่น้อยผลตอบแทนสูง วัสดุหลักของการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกส่วนใหญ่เป็นขี้เลื่อยจากไม้เนื้ออ่อน เช่น ไม้ยางพาราและไม้ฉำฉา ซึ่งสามารถเพาะเห็ดได้หลายชนิด ได้แก่ เห็ดหอม เห็ดขอนขาว เห็ดบด (เห็ดลมป่า) และเห็ดตระกูลนางรม เห็ดในตระกูลนางรมนี้ นอกจากจะเพาะได้บนวัสดุที่เป็นขี้เลื่อยแล้ว ยังสามารถเพาะได้บนวัสดุอื่น อีก เช่น ฟางหมัก (สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์ และปริญญา ไกลวุฒินันท์, 2558) แต่ปัจจุบันมีวิกฤตด้านวัสดุหลักในการเพาะเห็ด เนื่องจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการเพาะเห็ดถุง มีราคาแพงขึ้นอย่างมาก โดยมีสาเหตุมาจากพื้นที่ปลูกลดลง ดังนั้น หากยังใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุเพาะเห็ดต่อไป

อาจทำให้ไม่คุ้มค่าในการลงทุน จึงจำเป็นต้องศึกษาหาวัสดุอื่นที่มีศักยภาพในท้องถิ่นมาทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราต่อไป (สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย, 2551)

เห็ดนางรมฮังการีมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Pleurotus osttreatus* (Fr.) Kummer สามารถเพาะได้ตลอด รสชาติหอมหวาน มีคุณค่าทางอาหาร และสรรพคุณทางยา (บุญสนอง ช่วยแก้ว และอุมาภรณ์ แก้วถาวร, 2553) เห็ดนางรมฮังการีจัดเป็นเห็ดเศรษฐกิจที่ตลาดมีความต้องการสูง จำหน่ายง่าย มีช่องทางการจำหน่ายอย่างเปิดกว้าง อีกทั้งเป็นที่นิยมในการบริโภค เพราะมีรูปแบบในการบริโภคหลายๆ รูปแบบ เป็นเห็ดที่เพาะง่ายให้ผลผลิตตอบแทนคุ้มค่า (นันทินี ศรีจุมปา และศิราภานต์ ขยันการ, 2554)

ในทุกวันนี้การเพาะเห็ดเป็นการค้ามีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเพาะเห็ดให้ผลผลิตเร็ว ลงทุนไม่สูงนักอีกทั้งการดำเนินงานไม่ซับซ้อนหรือยุ่งยาก และยังสามารถทำรายได้ให้ตลอดปี จึงทำให้มีผู้สนใจที่จะเพาะเห็ดมากขึ้น ดังนั้น หากสามารถใช้วัสดุเหลือทิ้งเพื่อมาเป็นวัสดุหลักในการเพาะเห็ดได้ก็น่าจะเป็นการเพิ่มทางเลือกแก่ผู้ประกอบการเพาะเห็ดเพื่อนำไปประกอบอาชีพได้อีกทางหนึ่ง ทั้งนี้วัสดุหลักที่น่าสนใจเพื่อทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพารา ได้แก่ ก้อนเห็ดเก่าที่ผ่านกระบวนเพาะเห็ดมาแล้วเนื่องด้วย มีจำนวนที่มากอีกทั้งหาได้ง่ายและจากการศึกษายังพบว่า ก้อนเห็ดเก่ามีปริมาณไนโตรเจนอยู่ถึง 0.48 ppm รวมถึงมีปริมาณฟอสฟอรัส 956 ppm และปริมาณโพแทสเซียม 942 ppm ตลอดจนปริมาณแร่ธาตุอาหารเสริมอีกหลายชนิด (ปรียาภรณ์ แนมใส, 2546) อีกทั้งยังพบอีกว่าก้อนเชื้อเห็ดเก่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุปรับปรุงดินได้ โดยการนำมาหมักต่ออีกสักระยะหนึ่งก็สามารถที่จะนำไปใช้สำหรับการปลูกพืชได้ (วิภา ประพินอักษร, 2552) ดังนั้น การศึกษาความเป็นไปได้ของนำเอาก้อนเชื้อเห็ดเก่าที่เหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดมาเป็นวัสดุเพาะเห็ดจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ ในการนำวัสดุเหลือทิ้งที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์แทนขี้เลื่อย เพื่อการสร้างทางเลือกในการใช้วัสดุชนิดอื่นทดแทนและช่วยทำให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิต สร้างรายได้ ตลอดจนช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการกำจัดเศษวัสดุเหลือทิ้งโดยการเผาหรือการปล่อยทิ้งโดยเปล่าประโยชน์

7.4.4.4 **วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

(1) เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และปริมาณของธาตุอาหารวัสดุเพาะ อุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ อัตราส่วน C/N ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียม

(2) เพื่อศึกษาอัตราส่วนของก้อนเชื้อเห็ดเก่าที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรมฮังการี

(3) เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของเห็ดนางรมฮังการี จำนวนดอกเห็ด (ดอก) ความกว้างของดอกเห็ด (เซนติเมตร) ความยาวของก้านดอกเห็ด (เซนติเมตร) น้ำหนักสดรวม (กรัม) น้ำหนักสดแต่ละดอก (กรัม) น้ำหนักแห้ง (กรัม)

7.4.4.5 วิธีดำเนินการวิจัย (Materials and Methods)

(1) การวางแผนการทดลอง

ดำเนินการทดลองเพาะเห็ดนางรมฮังการีโดยใช้วัสดุเพาะอัตราส่วนน้ำหนักต่อน้ำหนักโดยมีก้อนเชื้อเห็ดเก่าเป็นส่วนประกอบหลักเพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีและธาตุอาหาร โดยแบ่งการทดลองเป็น 5 ชุดทดลอง ชุดทดลองละ 6 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้ ชุดทดลองที่ 1 ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100% ชุดทดลองที่ 2 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 100% ชุดทดลองที่ 3 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 75% + ฟางข้าวหมัก 25% ชุดทดลองที่ 4 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 50% + ฟางข้าวหมัก 50% และชุดทดลองที่ 5 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 25% + ฟางข้าวหมัก 75%

(2) การเตรียมวัสดุฟางหมัก

โดยทำการหมักฟางที่สับให้มีขนาด 1 ลบ.ซม. ปริมาณ 5 กิโลกรัม ฉีดน้ำให้แก่กองฟางให้เปียกอย่างทั่วถึง และสม่ำเสมอพร้อมโรยปุ๋ยยูเรียจำ 0.05 กิโลกรัม และดีเกลือ 0.01 กิโลกรัมให้ทั่วกองฟาง คลุกเคล้าส่วนผสมให้ เข้ากัน จากนั้นนำฟางที่ผสมเรียบร้อยแล้วใส่ถังซึ่งมีรูระบายอากาศแล้วทำการปิดฝาเพื่อหมักทิ้งไว้ 3 จึงทำการกลับในวันที่ 3 และในวันที่ 6 นำฟางในถังเทใส่กะละมังแล้วใช้มือขย้ำและบี้ฟางให้แยกออกจากกันและจึงทำการกลับเพื่อระบายความร้อน แล้วน้ำใส่ถังให้เหมือนเดิม ส่วนในวันที่ 7 จะดำเนินการกลับกองฟางอีกครั้งพร้อมโรยปูนขาว 0.05 กิโลกรัม ให้ทั่วกองและทำการผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วจึงนำใส่ไว้ในถังหมักต่ออีก 2 สองวัน รวมระยะเวลาในการหมักทั้งสิ้น 9 วัน แล้วจึงนำไปใช้ในลำดับต่อไป ส่วนการเตรียมวัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพารานั้น ดำเนินการโดยนำขี้เลื่อยฯ มากองบนพื้นที่สะอาด พร้อมกับโรยรำละเอียด 0.25 กิโลกรัม กากน้ำตาล 0.1 กิโลกรัม ดีเกลือ 0.01 กิโลกรัม และปูนขาว 0.05 กิโลกรัม ให้ทั่วกองขี้เลื่อยฯ แล้วทำการคลุกเคล้าให้ส่วนผสมเข้ากันดี จากนั้นจึงค่อยเติมน้ำลงไป คลุกให้ส่วนผสมเข้ากันหลายๆ รอบ ปรับความชื้นให้ได้ 4 เปอร์เซ็นต์แล้วจึงนำไปใช้ได้ ส่วนวัสดุเพาะก้อนเชื้อเห็ดเก่านั้นเตรียมเช่นเดียวกับวัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพารา

(3) การทำก้อนเชื้อเห็ด

1) การเตรียมวัสดุเพาะ ดำเนินการผสมตามสูตรที่วางแผนไว้ให้เข้ากัน

2) ปรับความชื้นจากนั้นแล้วนำวัสดุเพาะดังกล่าวมาบรรจุในถุงพลาสติกทนร้อน

3) นำวัสดุเพาะไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน

4) ใส่หัวเชื้อที่ทำจากเมล็ดข้าวฟ่างลงในวัสดุเพาะ

5) นำก้อนเชื้อดังกล่าวไปบ่มเชื้อให้เส้นใยเดินเต็มถุง หลังจากทำการบ่มก้อนเชื้อจนเส้นใยเห็ดนางรมฮังการีเจริญเต็มถุงก้อนเชื้อ ให้นำก้อนเห็ดเปิดดอกมาวางไว้บนโรงเพาะซึ่งในที่นี้ใช้เป็นชั้นวางของ 4 ชั้น โดยวางก้อนเห็ดในแนวนอนตามแผนผังการทดลองที่สุ่มไว้แล้ว และทำการให้น้ำทุกวันๆ ละ 2 ครั้ง รดน้ำก้อนเห็ดโดยไม่ให้โดนดอกเห็ดและพยายามควบคุมอุณหภูมิภายในโดยการติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ไว้ที่ชั้นพักเพาะเห็ด

(4) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของวัสดุเพาะ

ทำการสุ่มตัวอย่างวัสดุเพาะเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารพืชของวัสดุเพาะ ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ความชื้น (Moisture) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Metter) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus)

1) วัสดุก่อนเพาะ คือ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ขี้เลื่อยไม้ยางพาราและฟางหมัก แต่ละชนิดดำเนินการเก็บตัวอย่าง โดยแบ่งวัสดุเพาะแต่ละชนิดออกเป็นสามกอง จากนั้นเก็บวัสดุแต่ละกองจำนวน 2 กิโลกรัม แล้วเก็บไว้ในถุงพลาสติกปิด ปากถุงให้แน่น เพื่อป้องกันความชื้นและใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

2) วัสดุเพาะหลังนึ่งฆ่าเชื้อของการทดลองแต่ละชุดทดลอง (T1-T5) เก็บตัวอย่างมาชุดทดลองละ 3 ถุง เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3) วัสดุเพาะหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตของการทดลองแต่ละชุดทดลอง (T1-T5) เก็บตัวอย่างมาชุดทดลองละ 3 ถุง เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

(5) การบันทึกข้อมูลระยะเวลาการเจริญของเส้นใย

โดยนับจำนวนวันตั้งแต่ใส่หัวเชื้อเมล็ดข้าวฟ่าง จนถึงวันที่เส้นใยเจริญเต็มถุงวัสดุเพาะ บันทึกระยะเวลาที่เส้นใยเจริญเต็มถุง (วัน) ดอกเห็ด โดยบันทึกข้อมูลน้ำหนักดอกเห็ดสดต่อถุง (กรัม) จำนวนดอกเห็ดในแต่ละครั้งที่เก็บผลผลิตเส้นผ่านศูนย์กลางของหมวกดอกเห็ด (เซนติเมตร) และความยาวของก้านดอกถึงโคน (เซนติเมตร)

(6) การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลผลการทดลองแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้One–Way ANOVA และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการทดลองที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

7.4.4.6 ผลการศึกษา (Results)

การนำก้อนเชื้อเห็ดเก่ามาเป็นวัสดุในการเพาะเห็ดนางรมฮังการีโดยทำการศึกษาสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในวัสดุเพาะก่อนและหลังการปลูก การเจริญของเส้นใย จำนวนก้อนเสีย ศึกษาผลผลิตและอัตราส่วนที่เหมาะสมของก้อนเชื้อเห็ดเก่าต่อฟางหมักในการเป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรมฮังการี ผลการศึกษาพบว่า

(1) สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของก้อนเชื้อเห็ดเก่า ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และฟางข้าวหมัก ก่อนใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ด ก้อนเชื้อเห็ดเก่า มีความชื้นเท่ากับ 28.23 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 6.75 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจน (N) เท่ากับ 1.38 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัส (P) เท่ากับ 0.54 เปอร์เซ็นต์และปริมาณโพแทสเซียม 0.64 เปอร์เซ็นต์ ขี้เลื่อยไม้ยางพารามี ความชื้นเท่ากับ 45.73 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 6.74 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.10 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียม 0.42 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟางหมักมีความชื้น เท่ากับ 24.53 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 8.01 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.82 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.16 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียม 1.38 เปอร์เซ็นต์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 7.10

ตารางที่ 7.10 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของก้อนเชื้อเห็ดเก่า ขี้เลื่อยไม้ยางพาราและฟางข้าวหมักก่อนเป็นวัสดุเพาะเห็ด

คุณสมบัติ	ก้อนเชื้อเห็ดเก่า	ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	ฟางข้าวหมัก
คุณสมบัติทางเคมี			
ความชื้น (%)	28.23	45.73	24.53
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	6.75	6.74	8.01
ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) (%)	24.42	66.29	131.01
อัตราส่วน C/N	39.20	245.60	97.69
ปริมาณแร่ธาตุอาหาร			
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)	1.38	0.21	0.82
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	0.54	0.10	0.16
ปริมาณโพแทสเซียม (%)	0.64	0.42	1.38

(2) สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของในแต่ละชุดทดลองก่อนเพาะเห็ด ในส่วนผสมแต่ละชุดทดลอง พบว่า มีความชื้น (Moisture) อยู่ระหว่าง 12.60 – 19.40 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 4.20 – 6.20 ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0.21 – 1.86 มีแนวโน้มสูงขึ้นตาม อัตราส่วนของฟางหมักที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากฟางสับผ่าน

การหมักโดยผสมอาหารเสริมลงไปบ้างแล้วและมีปริมาณธาตุอาหารสูง ส่วนปริมาณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส มีปริมาณที่ใกล้เคียงกันทุกชุดทดลองอยู่ระหว่าง 0.10 – 0.70 เปอร์เซ็นต์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 7.11

ตารางที่ 7.11 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของแต่ละชุดทดลองก่อนเพาะเห็ด

ชุดการทดลอง	คุณสมบัติทางเคมี			
	Moisture (%)	pH	N (%)	P (%)
1	19.40a	6.20a	0.21d	0.10d
2	15.20ab	5.10b	1.38c	0.54c
3	14.20b	6.28a	1.60b	0.70a
4	14.80b	4.20c	1.72ab	0.56c
5	12.60c	4.40c	1.86a	0.62b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(3) คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของในแต่ละชุดทดลองหลังเพาะเห็ด วัสดุเพาะในแต่ละชุดการทดลองเมื่อผ่านการเพาะเห็ดและเก็บผลผลิตแล้ว มีความชื้น (Moisture) อยู่ระหว่าง 4.20 – 18.40 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งนี้ความชื้นมีค่าลดลงจากการวิเคราะห์ในชุดทดลองก่อนเพาะ โดยความชื้นที่ลดลงนี้อาจเนื่องมาจากเห็ดใช้ความชื้นในการเจริญเติบโต ส่วนค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.54 – 8.40 ดังรายละเอียดในตารางที่ 7.12

ตารางที่ 7.12 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของแต่ละชุดทดลองหลังเพาะเห็ด

ชุดการทดลอง	คุณสมบัติทางเคมี			
	Moisture (%)	pH	N (%)	P (%)
1	4.20d	7.80b	0.10d	0.07d
2	18.40a	8.40a	0.37b	0.40b
3	4.00d	5.90c	0.70a	0.70a
4	10.48c	5.54c	0.18c	0.01d
5	13.06b	5.60c	0.20c	0.10c

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(4) การเจริญของเส้นใยเห็ดและการเสียของก้อนเห็ดนางรมฮังการี การศึกษาระยะการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการี พบว่า ในช่วงระยะเวลาการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการีมีระยะเวลา 21-28 วัน และในชุดทดลองที่ 3 ที่มีการใช้ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 75% + ฟางข้าวหมัก 25% เส้นใยเห็ดเจริญเต็มถุงเร็วกว่าทุกชุดการทดลอง อีกทั้งมีเปอร์เซ็นต์การเสียของก้อนเห็ดนางรมฮังการีน้อยที่สุด ดังรายละเอียดในตารางที่ 7.13

ตารางที่ 7.13 การเจริญของเส้นใยเห็ดและการเสียของก้อนเห็ดนางรมฮังการี

ชุดการทดลอง				
1 (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100%)	2 (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 100%)	3 (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 75% + ฟางข้าวหมัก 25%	4 (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 50% + ฟางข้าวหมัก 50%	5 (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 25% + ฟางข้าวหมัก 75%)
ลักษณะการเจริญของเส้นใยเห็ด				
การเสียของก้อนเห็ดนางรมฮังการี (%)				
29.71	50.00	3.70	17.18	20.83

(5) ผลผลิตของเห็ดนางรมฮังการี จากผลการศึกษา พบว่า ผลผลิตในชุดการทดลองที่ 3 ที่มีการใช้ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 75% + ฟางข้าวหมัก 25% มีน้ำหนักดอกเห็ด คือ 75.17 กรัมต่อก้อน และเป็นชุดทดลองที่ให้น้ำหนักผลผลิตมากที่สุด ส่วนในชุดการทดลองที่ 1, 2, 4 และ 5 ที่มีการใช้ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100%, ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 100%, ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 50% + ฟางข้าวหมัก 50% และก้อนเชื้อเห็ดเก่า 25% + ฟางข้าวหมัก 75% พบว่า ให้น้ำหนัก คือ 61.17, 5.83, 56.67 และ 36.67 กรัมต่อก้อน ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 7.17

ตารางที่ 7.14 ผลผลิตของเห็ดนางรมฮังการีแต่ละชุดทดลอง

ชุดการทดลอง	คุณสมบัติทางเคมี			
	น้ำหนักเฉลี่ย	จำนวนดอก	ความกว้างดอก (ซม.)	ความยาวก้าน (ซม.)
1	61.17ab	7.83b	4.34a	3.12bc
2	5.83b	0.50b	0.55b	0.99c
3	75.17a	4.33ab	4.51a	3.57bc
4	56.67ab	3.17ab	6.13a	4.55b
5	36.67ab	2.83ab	4.37a	8.55a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

7.4.4.7 สรุปผล

การใช้ประโยชน์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่าเหลือทิ้งร่วมด้วยวัสดุเสริมอาหารเพื่อส่งเสริมเทคโนโลยี การผลิตเห็ดในชุมชน มีความเป็นไปได้และยังสามารถนำก้อนเชื้อเห็ดเก่ามาใช้ให้เกิดประโยชน์เชิงการเกษตรได้อีกครั้งอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั้งนี้จะพบว่าวัสดุเพาะเห็ดแต่ละชนิด อันได้แก่ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ขี้เลื่อยไม้ยางพาราและฟางข้าวหมัก จะมีความชื้นที่แตกต่างกันแต่ก็เป็นค่าความชื้นของวัสดุซึ่งมีความเหมาะสมอีกทั้งยังมีค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อการใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดอีกด้วย นอกจากนี้หากพิจารณาถึงปริมาณธาตุอาหารในก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีมากกว่าในขี้เลื่อยไม้ยางพาราและยังสูงกว่าในฟางหมักอีกด้วย แต่เมื่อทำการผสมวัสดุเข้าด้วยกันจะพบว่าปริมาณธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นนั้นจะแปรผันตรงตามกับปริมาณฟางหมักที่เพิ่มขึ้นในสัดส่วนการผสม สำหรับการเจริญของเส้นใยในก้อนเชื้อเห็ดเก่าเส้นใยจะเจริญเต็มถุงเร็วกว่าขี้เลื่อยไม้ยางพารา ส่วนการให้ผลผลิตของเห็ดนางรมฮังการี พบว่า สามารถให้ผลผลิตได้ทุกชุดการทดลองโดยในชุดทดลองที่ 3 (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 75% + ฟางข้าวหมัก 25%) เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นอัตราส่วนผสมสำหรับเพาะเห็ดนางรมฮังการีได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับชุดทดลองอื่นๆ เนื่องจากให้น้ำหนักผลผลิตเห็ดเฉลี่ยสูงสุด คือ 75.17 กรัมต่อก้อน การศึกษาหาวิธีการนำวัสดุเหลือทิ้งในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตเห็ดซึ่งเท่ากับเป็นการสร้างรายได้เพิ่มขึ้นอีกทางหนึ่ง นอกจากนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้ยังทำหน้าที่เพื่อสร้างทางเลือกในการใช้ประโยชน์จาก้อนเชื้อเห็ดเก่าได้อีกทางหนึ่งด้วย

7.4.4.8 อภิปรายผล (Conclusion)

การใช้ประโยชน์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่าเป็นการเสนอทางเลือกสำหรับการใช้วัสดุเหลือทิ้งมาผลิตเป็นก้อนเพาะเห็ดอีกครั้ง ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าก้อนเชื้อเห็ดเก่านั้นมีความเป็นไปได้และสามารถนำมาผลิตได้จริง โดยพิจารณาจากวัสดุก่อนหมักซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบวัสดุก่อนหมักทั้ง 3 ชนิด (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ขี้เลื่อยไม้ยางพาราและฟางข้าวหมัก) พบว่า สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีสูงกว่า ขี้เลื่อยไม้ยางพาราและฟางหมัก และเมื่อเปรียบเทียบวัสดุ 2 ชนิดระหว่างก้อนเชื้อเห็ดเก่ากับขี้เลื่อยไม้บางพารา สมบัติทางเคมีของก้อนเชื้อเห็ดเก่าจะสูงกว่าขี้เลื่อยไม้ยางพาราเล็กน้อย ดังนั้น ก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นวัสดุในการเพาะเห็ดได้ และเมื่อนำวัสดุหลักทั้ง 3 ชนิดมาผสมกันตามสูตรก็จะพบว่ามีคุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองก่อนเพาะเห็ด ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองก่อนเพาะเห็ด ทั้งนี้ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ลดลงอาจสืบเนื่องมาจากการใช้สำหรับการเจริญเติบโตของเห็ดนั่นเอง เนื่องจากธาตุอาหารที่เห็ดจำเป็นต้องใช้ในการเจริญเติบโต ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัสและไนโตรเจน โดยเฉพาะแร่ธาตุไนโตรเจนจะมีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและสังเคราะห์โปรตีน (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์, 2532) เป็นสำคัญ ส่วนการเจริญของเส้นใยเห็ดจะเห็นได้ว่ามีการเจริญของเส้นใยที่แตกต่างกันโดยพบว่าในชุการทดลองที่ 3 มีการเจริญเติบโตของเส้นใยสูงที่สุดและมีเปอร์เซ็นต์การเสียของก้อนเห็ดนางรมฮังการีน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวว่าเห็ดนางฟ้าในวัสดุเพาะที่ต่างกันใช้ระยะเวลาการเจริญของเส้นใยที่ต่างกัน (จรินทร์ บัวขม, 2539) สำหรับการศึกษาจำนวนดอกเห็ด ความกว้างของดอกเห็ด และความยาวของก้านดอกเห็ดมีความสัมพันธ์กัน คือ ถ้าจำนวนดอกเห็ดมีปริมาณน้อยในถุงเพาะก็จะส่งผลต่อความกว้างของดอกเห็ดและความยาวของก้านดอกเห็ดให้มีค่ามากตามลำดับ แต่ถ้าจำนวนดอกเห็ดมีปริมาณมาก ความกว้างของดอกเห็ดและความยาวของก้านดอกเห็ดก็จะน้อย ส่วนการให้ผลผลิตของเห็ดนางรมฮังการี พบว่า สามารถให้ผลผลิตได้ทุกชุดการทดลองแต่ในชุดทดลองที่ 3 (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 75% + ฟางข้าวหมัก 25%) ให้น้ำหนักผลผลิตเห็ดเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเทียบกับชุดทดลองอื่นๆ สำหรับการเพาะเห็ดนางรมฮังการีจากวัสดุเหลือทิ้ง 3 ชนิด คือ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ขี้เลื่อยไม้ยางพาราและฟางหมักผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเพาะเห็ดจากวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวสามารถนำมาเพาะเห็ดได้ (ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา, 2550)

7.4.4.9 เอกสารอ้างอิง (References)

(1) จรินทร์ บัวขม. (2539). **การเพาะเห็ดนางฟ้าโดยใช้วัสดุเพาะฟางหมักผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา.** วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

(2) ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา. (2550). **การเพาะเห็ดนางรมจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่แช่ในน้ำผสมด่างแทนการนึ่งฆ่าเชื้อ.** วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

(3) ปรียาภรณ์ แนมใส. (2546). **อิทธิพลของวัสดุเพาะต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผัก.** วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

(4) ปัญญา โพธิ์ฐิรัตน์. (2532). **เทคโนโลยีการเพาะเห็ด.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

(5) พรวิภา สะนะวงศ์และสุขุมวัฒณ์ พีระพันธุ์. (2550). **เปรียบเทียบวัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเพาะเห็ดตระกูล นางรม.** วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยล้านนาเขตพื้นที่พิษณุโลก. สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย. 2551. เห็ดไทย 2551. กรุงเทพฯ.

(6) สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย. (2551). **เห็ดไทย 2551.** กรุงเทพฯ.

7.5 บทสรุป

การวิจัย (Research) เป็นกระบวนการแสวงหา “องค์ความรู้ (knowledge)” การได้มาซึ่งองค์ความรู้ โดยการใช้กระบวนการทางการวิจัยนั้นมีหลายขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับสถิติ ดังนั้น สถิติจึงเป็น เครื่องมือที่สำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ องค์ความรู้ที่เราต้องการ คือ องค์ความรู้ที่มุ่งอธิบาย ลักษณะปรากฏการณ์หรือเรื่องศึกษาในประชากร (Population) ซึ่งค่าที่ใช้อธิบายหรือสรุปลักษณะของประชากร จะเรียกว่า ค่าพารามิเตอร์ (Parameter) แต่ในการศึกษาส่วนใหญ่เราไม่สามารถศึกษาสมาชิกทุกหน่วยของประชากรได้ เนื่องจากประชากรมีขนาดใหญ่เกินไป ศึกษาได้ยาก สิ้นเปลืองทรัพยากร ทั้งเงิน คน และเวลา แต่เราสามารถได้องค์ความรู้เกี่ยวกับประชากรโดยใช้สถิติเข้ามาช่วยในการสรุปและตัดสินใจ โดยอาศัยข้อมูลหรือการศึกษาจากสมาชิกบางส่วนที่เราสุ่มมาจากประชากร เรียกว่า ตัวอย่าง (Sample) การอธิบายหรือสรุปลักษณะของกลุ่มตัวอย่างจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมา เรียกว่า สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ค่าที่ใช้สรุปลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง เรียกว่า ค่าสถิติ (Statistic) แต่เป้าหมายหลักของการศึกษา คือ การได้องค์ความรู้เพื่อใช้อธิบายหรือสรุปลักษณะของประชากร การอธิบายหรือสรุปลักษณะของประชากรโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างนี้ เรียกว่า การอนุมานทางสถิติ (Inferential Statistics) หรือการสรุปค่าพารามิเตอร์จากค่าสถิตินั่นเอง

กิจกรรมท้ายบทที่ 7

คำสั่ง : ให้นักศึกษาชมซีดีรอมเกี่ยวกับ “ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวิจัยและการออกแบบการวิจัย” แล้วสรุปเนื้อสาระที่สำคัญจากการรับชมซีดีรอม

1. สื่อการสอน

- ซีดีรอมเกี่ยวกับ “ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวิจัยและการออกแบบการวิจัย”

2. ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

- **นักศึกษาชม**ซีดีรอมเกี่ยวกับ “ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวิจัยและการออกแบบการวิจัย”
- **นักศึกษาสรุปเนื้อหาสาระจาก**ซีดีรอมเกี่ยวกับ “ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวิจัยและการออกแบบ การวิจัย”
- **การอภิปรายและซักถาม**

3. การประเมินผล

- **การอภิปรายซักถาม**
- **การสรุปเนื้อสาระสำคัญ**จากการรับชมซีดีรอม

คำถามท้ายบทที่ 7

1. ให้นักศึกษาอธิบายถึงขั้นตอนของกระบวนการวิจัย
2. ให้นักศึกษาระบุขั้นตอนของการเขียนรายงานการวิจัย
3. ให้นักศึกษาอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่างงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
4. จงอธิบายว่าขั้นตอนใดของกระบวนการวิจัยที่มีการหาค่าความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม
5. จงยกตัวอย่างงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่นักศึกษาสนในมา 1 เรื่อง พร้อมระบุแนวคิดของงานวิจัยและอธิบายว่างานวิจัยดังกล่าวมีความสำคัญอย่างไรในงานด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ โพธิ์พฤกษานันท์. (2551). **ระเบียบวิธีวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: เอ็กซเปอร์เน็ท.

สรชัย พิศาลบุตร. (2555). **การวิจัยทางธุรกิจ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

สรชัย พิศาลบุตร. (2553). **วิธีวิจัยเชิงปฏิบัติ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2554). **สถิติสำหรับงานวิจัย.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มัลลิกา บุนนาค. (2551). **สถิติเพื่อการวิจัยและตัดสินใจ.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Zikmund, William G. (2000). **Business Research Methods.** (6nd ed). Florida: The Dryden Press.

Ranjit, K. (2005). **Research Methodology: A Step by Step Guide for Beginners.** London: SAGE Publications.

Panneerselvam, R. (2013). **Research Methodology.** New Delhi: Asoke K. Ghosh.

บรรณานุกรม

กัลยา วานิชย์บัญชา .(2541). **การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS for Windows** . กรุงเทพ ฯ :โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

กัลยา วานิชย์บัญชา .(2542). **การวิเคราะห์สถิติ : สถิติเพื่อการตัดสินใจ** . พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย .

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2554). **สถิติสำหรับงานวิจัย.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิตติพันธ์ คงสวัสดิ์เกียรติ, ไกรชิต สุตะเมือง และคณะ. (2556). **ระเบียบวิจัยทางธุรกิจ.**พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: พงษ์วริน พริ้นติ้ง.

คณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย. (2553). **สถิติเบื้องต้นและการวิจัย.** พระนครศรีอยุธยา: มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.

ชวนชัย เชื้อสาธุชน. (2544). **สถิติเพื่อการวิจัย.** กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ชูศรี วงศ์รัตนะ (2541). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย** . พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพ ฯ :ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2560). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : เทพเนรมิตการพิมพ์.

ณรงค์ โพธิ์พฤกษานันท์. (2551). **ระเบียบวิธีวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: เอ็กซเปอร์เน็ท.

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2554). **การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย.** (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

นงนุช ภัทราคร . (2538). **สถิติการศึกษา** . กรุงเทพ ฯ : สุวีริยาสาสน์ .

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2543). **พรมแดนความรู้ด้านการวิจัยและสถิติ**. ชลบุรี:วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2548). **สถิติชวนใช้.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2552). **วิจัยและสถิติ : คำถามชวนตอบ.** กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2553). **การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ: สถิติบรรยายและสถิติพาราเมตริกในประมวลสาระชุดวิชา 21701 การวิจัยหลักสูตรและการสอน หน่วยที่ 10.** นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช หน้า 10-1 ถึง 10-274.

บรรณานุกรม (ต่อ)

บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันราชภัฏกาญจนบุรี. (2544). **คู่มือวิทยานิพนธ์.** กาญจนบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องตน.** (พิมพครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ .(2540). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์** . พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์และปกเจริญผล .

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2535). **การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : สามเจริญพานิช.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2540). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์**.พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์และปกเจริญผล.

บุญเรียง ขจรศิลป์ .(2536). **สถิติวิจัย I.** กรุงเทพมหานคร : พิชาญเพรส .

ประคอง กรรณสูต. (2540). **สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์.**พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิ่นวดี ธนธานี. (2550). **เอกสารประกอบการสอน "การวัดและประเมินผลการศึกษา".** นครปฐม : คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2547). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2552). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : เฮ้าส์ออฟ เคอร์มิสท์.

พิษณุ ฟองศรี. (2551). **วิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : พรอพเพอร์ตี้ พรินท์.

ไพศาล วรคำ. (2554). **การวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์. มหาวิทยาลัยบูรพา.

มัลลิกา บุนนาค. (2551). **สถิติเพื่อการวิจัยและตัดสินใจ.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ . (2540). **สถิติวิทยาทางการวิจัย .** กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น

บรรณานุกรม (ต่อ)

ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ สุภมาส อังศุโชติ และอัจฉรา ชานิประศาสน์. (2555). **สถิติสำหรับการวิจัยและเทคนิคการใช้ SPSS** (ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 2) กรุงเทพมหานคร : เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.

ล่วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2539). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู.** (พิมพครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2542). **เอกสารประกอบการสอน รายวิชาการประเมินผลการเรียน.** สกลนคร : ครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสกลนคร.

ศิริชัย กาญจนวาสี , ดิเรก ศรีสุโข และทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ .(2535) **การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสม สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์** . กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

ศิริชัย กาญจนวาสี .(2545). **สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย** . พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). **การวัดผลการศึกษา.** (พิมพครั้งที่ 4). กาฬสินธุ : ประสานการพิมพ.

สมนึก ภัททิยธนี. (2553). **การวัดผลการศึกษา.** (พิมพ์ครั้งที่ 6). กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.

สรชัย พิศาลบุตร. (2553). **วิธีวิจัยเชิงปฏิบัติ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

สรชัย พิศาลบุตร. (2555). **การวิจัยทางธุรกิจ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

สุขแก้ว คำสอน. (2549). **ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ.** พิษณุโลก : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

สุทิติ ขัตติยะ และ วิไลลักษณ์ สุวจิตตานนท์.(2553). แบบแผนการวิจัยและสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บจ.ประยูรวงศ์พริ้นท์ติ้ง.

สุวิมล ติรกานันท์. (2543). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิมล ว่องวาณิช และนงลักษณ์ วิรัชชัย. (2546). **แนวทางการให้คำปรึกษาวิทยานิพนธ์**. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยลัย. ไอคอนพริ้นติ้ง.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Balnaves,M.,and Caputi,P. (2001). **Introduction to Quantitative Research Methods**. London: Sage Publications.

Best, John W. (1978). **Research in Education.** (3 rd ed.). New Delhi : Prentice Hall of India.

Borg, Walter R. and Gall, Meredith D. (1989). **Educational Research.** (5 th ed.). New York :

Bryman, A. and Cramer, D. (2001). **Quantitative Data Analysis with SPSS Release 10 for Windows** . London : Taylor&Francis Group.

Cochran, W.G. (1953). **Sampling Techniques.** New York : John Wiley & Sons. Inc.

Freund,J.E.and Simon,G.A. (1997). **Modern Elementary Statistics** .New Jersey : Prentice-Hall,Inc.

Garrett, Henry E. (1973). **Statistics in Psychology and Education.** 6th ed. Bombay : Feffer and Simon Private.

Heiman,G.W. (1996). **Basic Statistics for the Behavioral Sciences** . 2 nd Edition. Boston : Houghton Mifflin Company.

Howell,D.C. (1989). **Fundamental Statistics for the Behavioral Sciences** . 2 nd Edition. Boston : PWS- KENT Publishing Company.

Kanji, G.K. (1993). **100 Statistical Tests.** 3 **nd** Edition. London : SAGE Publications Inc.

Kumar,R. (1996). **Research Methodology**. London: Sage Publications.

Panneerselvam, R. (2013). **Research Methodology.** New Delhi: Asoke K. Ghosh.

Pitman. Burns, Robert B. (1995). **Introduction to Research Methods.** (2 nd ed.). Sydney : Longman Australia.

Ranjit, K. (2005). **Research Methodology: A Step by Step Guide for Beginners.** London: SAGE Publications.

Wiersma, William. (1995). **Research Methods in Education : An Introduction.** (6 th ed.). Massachusetts : Allyn and Bacon.

Yamane. Taro.(1973). **Statistics : An introductory Analysis.** New York : Harper 2 Row.

Zikmund, William G. (2000). **Business Research Methods.** (6nd ed). Florida: The Dryden Press.