

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาค้นคว้าการวิจัยเรื่องเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติแบบอัดขึ้นรูปเป็นภาชนะเพื่อหาประสิทธิภาพ คือ การดูลักษณะรูปทรงของภาชนะ ระยะเวลาที่อัดควบคุมอุณหภูมิความร้อนโดยใช้เครื่องอัดอุณหภูมิระบบดิจิทัลและจำนวนที่ผลิตได้ต่อวัน เพื่อนำไปใช้ในสถานประกอบการได้จริง และสามารถนำไปใช้ในครัวเรือนได้ อีกทั้งเป็นการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติ ซึ่งสรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ตามลำดับ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ โดยคำนึงถึงการขึ้นรูปของวัสดุจากธรรมชาติได้อย่างสมบูรณ์เป็นหลักและการหาประสิทธิภาพเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติพบว่า กระบวนการผลิตโดยใช้กำลังอัดไฮดรอลิคแบบคั่นโยก 65 ครั้งต่อขึ้น กดทับผ่านวัสดุธรรมชาติกับแม่พิมพ์ตัวผู้และตัวเมียเพื่อขึ้นรูปภาชนะ การอัดขึ้นรูปภาชนะผ่านความร้อนจากเตาแก๊สใช้เวลาที่เหมาะสม 3 นาทีต่อขึ้น โดยไฟปรับระดับอุณหภูมิเป็นแบบระดับ 1 - 2 ไฟระดับที่ 1 อุณหภูมิอยู่ที่ 270 องศาเซลเซียส ไฟระดับที่ 2 อุณหภูมิอยู่ที่ 328 องศาเซลเซียส โดยที่แก๊ส 1 ถังน้ำหนัก 15 กิโลกรัม สามารถผลิตได้ 533 ชิ้น ซึ่งในการผลิตต่อขึ้นใช้แก๊สปริมาณ 0.001607 กิโลกรัม/3นาที/ชิ้น สามารถขึ้นรูปภาชนะ ได้แก่ จาน ถ้วย ผลการทดสอบการขึ้นรูปด้วยกาบหมาก ใบกล้วย ใบทองกวาว และใบสัก พบว่า มีการขึ้นรูปได้สมบูรณ์และกันน้ำได้ดีเป็นการนำวัสดุธรรมชาติและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาเพิ่มมูลค่าเพื่อใช้ประโยชน์ด้านบรรจุภัณฑ์ เป็นการใช้วัสดุทางเลือกทดแทนวัสดุที่ผลิตจากพลาสติกและโฟมช่วยลดค่าใช้จ่ายสำหรับผู้บริโภคและผู้ประกอบการที่นิยมสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ จากการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ต้นทุนการสร้างเครื่องทั้งสี่เครื่องที่มีความคล้ายคลึงกันระหว่างเครื่องขึ้นรูปผลิตจานใบไม้นำมาเปรียบเทียบกับเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ พบว่าการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติใช้ต้นทุนในการผลิตต้นทุนการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุ

ภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติใช้บ 5,277 บาท ซึ่งมีราคาต่ำกว่าเครื่องขึ้นรูปผลิตงานใบไม้ที่มีราคาขายอยู่ที่ 18,349 บาทต่อเครื่อง จากการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต โดยมีต้นทุนในการผลิตการเสียค่าใช้จ่าย ดังนี้ เช่น ค่าแก๊สจำนวน 280 บาทต่อถัง โดยหนึ่งถังมี 15 กิโลกรัมและแป้งมัน 25 บาทต่อถุง สามารถผลิตได้ 533 ชิ้น ซึ่งในการผลิตต่อชิ้นใช้ค่าแก๊ส 0.001607 กิโลกรัม โดยต้นทุนการผลิต

$\frac{305(\text{ค่าแก๊ส} + \text{แป้งมัน})}{533(\text{จำนวนการผลิตต่อถัง})}$  ซึ่งจะได้ต้นทุนค่าแก๊สผลิตที่ 0.57 บาทต่อชิ้น

เมื่อกำหนดการผลิตต่อวันต่อคนซึ่ง 1 ชิ้นใช้เวลา 3 นาทีใช้ทำการผลิต 1 ชั่วโมง  $\frac{60}{3}$  ได้ ภาชนะ 20 ชิ้นต่อหนึ่งชั่วโมง โดยการทำงานต่อวัน 8 ชั่วโมง ทำการผลิตได้ 160 ชิ้นต่อวันดังนั้นถ้า ขายคิดเป็นค่าแรงในราคา 1.5 บาทต่อชิ้น ซึ่งในการผลิตหนึ่งวันต่อคน  $160 \times 1.5$  จะขายได้ 240 บาท

ทำการผลิต 1 เดือน การทำงาน 30 วัน สามารถทำการผลิตได้ 4,800 ชิ้นต่อเดือน ซึ่งในการผลิตหนึ่งเดือนต่อคนจะขายได้ 7,200 บาทต่อเดือน

ทำการผลิต 1 ปีได้โดยการทำงาน 365 วัน สามารถทำการผลิตได้ 58,400 ชิ้นต่อปี ซึ่งในการผลิตหนึ่งปีต่อคนจะขายได้ 87,600 บาทต่อปี

ในการเปรียบเทียบบรรจุภัณฑ์จากธรรมชาติกับบรรจุภัณฑ์ผลิตจากโฟม โดยบรรจุภัณฑ์ผลิตจากโฟม ขายเป็นแพ็คราคา 80 บาท มี 100 ชิ้น ชิ้นละ 0.8 บาท แต่ถ้วยโฟมสามารถย่อยสลายได้นาน 500 – 1,000 ปี ส่วนบรรจุภัณฑ์จากธรรมชาติชิ้นละ 1.5 บาท 100 ชิ้น ราคา 150 บาท โดยถ้วยที่ได้จากวัสดุธรรมชาติมีราคาที่สูงกว่า 0.7 บาท แต่บรรจุภัณฑ์ที่ได้จากวัสดุธรรมชาติสามารถย่อยสลายได้นานสุด 1 ปี โดยการย่อยสลายไปแล้วยังเป็นปุ๋ยชีวพืช และสามารถนำไปตกแต่งตามร้านเพาะชำหรือตามตลาดนัดที่ต้องการ และไม่ก่อให้เกิดมลพิษที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและหนึ่งเดือนทำการผลิต 30 วัน จะตกอยู่ที่ 9,750 บาทซึ่งนำมาเปรียบเทียบกับราคาเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติที่ราคา 5,277 บาท ถือได้ว่าภายในหนึ่งเดือนก็สามารถคืนทุนได้

จากการศึกษาถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอัดบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติให้กับกลุ่มบ้านดินภูเขาไฟได้ข้อคิดเห็น และแนวทางการพัฒนา ความคิดเห็นด้านการอัดขึ้นรูปเห็นว่าเป็นการออกแบบง่ายไม่ซับซ้อน สามารถขึ้นรูปได้ง่ายซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ที่ไม่ต้องการรับน้ำหนักมากและใช้ในการผสมสมุนไพรในการบริการและการบำบัดให้กับผู้ที่มาใช้บริการ

ข้อเสนอแนะจากการศึกษาถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอัดบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ พัฒนาฝีมือเชิงช่าง รอยต่อ เชื่อมเหล็กการต่อตะเข็บยังไม่เรียบร้อย เพิ่มตัวเลขเพื่อเพิ่มลดระดับอุณหภูมิ และมีคู่มือประกอบการใช้งานให้เข้าใจง่ายในการลงมือปฏิบัติ

## 5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติได้สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติด้วยระบบกำลังไฮดรอลิคแบบคั่นโยก ได้ทำการศึกษาเครื่องต้นแบบอัดขึ้นรูปจำนวน 4 รูปแบบ เพื่อนำมาทำการออกแบบและทดลองสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ ซึ่งจากการทดลองสร้างได้ทำให้ทราบถึงกระบวนการทำงานเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติซึ่งต้องอาศัยปัจจัยคือ แรงอัด ความร้อน วัสดุที่นำมาใช้ และความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับ ชานู แสงคำ (2556) ได้ศึกษาการสร้างเครื่องอัดเพื่อนำมาทำการอัดขึ้นรูปกระดาษเพาะกล้าประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า ปัมไฮดรอลิค ถังพักน้ำมันตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า วาล์วควบคุมต่าง ๆ และชุดรับแรงกดรวมถึงแม่พิมพ์กระดาษซึ่งเครื่องขึ้นรูปภาชนะจากวัสดุธรรมชาติที่เรานำมาทำการพัฒนานี้สามารถอัดขึ้นรูปกระดาษได้ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร ได้ครั้งละ 2 กระดาษ ผลการศึกษาพบว่า การขึ้นรูปภาชนะด้วยวัสดุธรรมชาติจากผักตบชวาตากแห้งและ กาบกล้วยตากแห้งใช้ส่วนผสมของวัสดุธรรมชาติ 250 กรัม และตัวประสานประเภทกาวแป้งมัน สำปะหลังและแคลบ 200 กรัม โดยนำมาผสมกันก่อนขึ้นรูปภาชนะส่วนผสมรวมกันทั้งหมด 200 กรัม สามารถขึ้นรูปภาชนะได้อย่างสมบูรณ์ไม่มีการแตกที่แรงดัน 50-70 บาร์ จากนั้นนำไป ตากแดดเป็นเวลา 7 ชั่วโมงพอให้ภาชนะแห้งสนิทแล้วใช้คัตเตอร์แต่งปากภาชนะ น้ำหนักของภาชนะที่ได้เท่ากับ 100 กรัม

2. เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ กระบวนการผลิตโดยใช้กำลังอัดไฮดรอลิคแบบคั่นโยก 65 ครั้งต่อขึ้น กดทับผ่านวัสดุธรรมชาติกับแม่พิมพ์ตัวผู้และตัวเมียเพื่อขึ้นรูปภาชนะ การอัดขึ้นรูปภาชนะผ่านความร้อนจากเตาแก๊สใช้เวลาที่เหมาะสม 3 นาทีต่อขึ้น โดยไฟปรับระดับอุณหภูมิเป็นแบบระดับ 1 - 2 ไฟระดับที่ 1 อุณหภูมิอยู่ที่ 270 องศาเซลเซียส ไฟระดับที่ 2 อุณหภูมิอยู่ที่ 328 องศาเซลเซียส โดยที่แก๊ส 1 ถังน้ำหนัก 15 กิโลกรัม สามารถผลิตได้ 533 ชิ้น ซึ่งในการผลิตต่อขึ้นเสียแก๊สปริมาณ = 0.001607 นิวตัน/ตารางเมตร/3นาที/ชิ้น สามารถขึ้นรูปภาชนะที่มีประสิทธิภาพ เช่น จาน ถ้วย ซึ่งสอดคล้องกับ พงษ์ศักดิ์ อยู่มั่น(2559) ได้ศึกษาโครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาประสิทธิภาพระบบอัดแท่งถ่านเชื้อเพลิงชีวมวลในรูปแบบอัดเกลียวเย็นและทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของผลิตภัณฑ์ถ่านชีวมวลอัดแท่งสำหรับชุมชนจากกระบวนการสร้างและพัฒนาเครื่องอัดแท่งถ่านเชื้อเพลิงชีวมวลในรูปแบบเกลียวอัดเย็นมีส่วนประกอบ ดังนี้ ส่วนต้นกำลัง ส่วนสกรูอัด พู่เล่ สายพาน เรือนสกรู และช่องสำหรับใส่ชีวมวล ควบคุมการทำงานด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปซึ่งประกอบด้วย เปลือก เนื้อ และผลกาแฟเสียมีอยู่เป็นปริมาณรวม 96 ตันต่อปี กลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้งจากนั้นทดสอบการอัดแท่งถ่านด้วยอัตราส่วนผสมต่าง ๆ ระหว่างผงถ่าน

เปลือกกาแฟ (ใช้เตาเผาถ่านชีวมวลถ้ำ 200 ลิตร) ตัวประสาน (แป้งมันสำปะหลัง) และน้ำ พบว่าผลิตภัณฑ์อัดถ่านเมื่อผสมองค์ประกอบต่าง ๆ ตามอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้ คือ ผงถ่าน แป้งมันสำปะหลังและน้ำ (2:1:0.50) มีลักษณะทางกายภาพที่มีรูปทรงที่ต้องการเกาะตัวกันแน่นและไม่มีรอยร้าวทำให้ความสามารถในการทำงานของเครื่องอัดถ่านชีวมวลที่ผลิตขึ้นทำงานสูงสุดเฉลี่ย 32 กิโลกรัมต่อชั่วโมงจากนั้นลดความชื้นด้วยวิธีการตากแดดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (2 วัน) ทดสอบ ระยะเวลาการจุดติดไฟระยะเวลาการมอดดับและปริมาณซีเ็กจากนั้นส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์เข้าทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานของ ASTM ดังนี้ ความชื้นร้อยละ 10.33 เถ้าร้อยละ 22.02 คาร์บอนคงตัวร้อยละ 33.71 กำมะถันร้อยละ 3.52 ค่าความจุความร้อน 4,178 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมและสารระเหยร้อยละ 33.94 ซึ่งผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงอัดแท่งจากงานวิจัยครั้งนี้สามารถนำมาใช้ในการผลิตเพื่อจำหน่ายและใช้ประโยชน์ในครัวเรือนต่อไปได้

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะการใช้งาน

1 การนำผลการวิจัยไปพัฒนาและใช้ประโยชน์สูงสุด การพัฒนาให้คำนึงถึงกระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ให้มีความเหมาะสมในการแข่งขันเชิงพาณิชย์ การเพิ่มเติมระบบการให้ความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อลดระยะเวลาการอัด และเพิ่มจำนวนการผลิตให้เร็วขึ้น ในการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

2 ใช้งานง่าย สะดวก สามารถต่อยอดเชิงพาณิชย์ อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้ดีมากเหมาะสำหรับนำไปใช้ในสถานประกอบการบ้านดินภูเขาไฟหรือในชุมชน

3 เนื่องจากแก๊สมีไฟแรง ควรใช้วัสดุที่มีความหนาพอเหมาะสำหรับเครื่องอัดบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์ในรูปแบบหรือรูปทรงอื่น ๆ รวมถึงประสิทธิภาพด้วยการทำงานในเชิงสร้างสรรค์ ที่ทางเลือกให้กับผู้บริโภค