

บทที่ 4


ผลการทดลอง

จากการศึกษาเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติสำหรับใช้บรรจุสมุนไพร เป็นการออกแบบที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ใช้งานง่าย เพื่อสนับสนุนการใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์จากธรรมชาติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเพื่อส่งเสริมการใช้บรรจุภัณฑ์ธรรมชาติสำหรับผู้ประกอบการสมุนไพรบ้านดินภูเขาไฟ โดยมีผลการศึกษาดังต่อไปนี้




- 4.1 แนวทางการออกแบบและการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ
- 4.2 ผลการทดลองและหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ
- 4.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์
- 4.4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน
- 4.5 การวิเคราะห์ต้นทุน

4.1 แนวทางการออกแบบและการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ




ตารางที่ 4.1 การสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

ขั้นตอน	การดำเนินงาน	รูปภาพ	หมายเหตุ
1	วัดขนาดเหล็ก		วัดขนาด เพื่อตัดทำเสา สองข้างขนาด 1.50 เมตร และตีเสา สองข้างขนาด 60 เซนติเมตร
2	ตัดเหล็กตาม ขนาด		ตัดเหล็กทำตัวเสา และตีเสา
3	เชื่อมตัวเสากับ ตีเสา		นำส่วนที่ตัดมาเชื่อม ประกอบเข้าตามแบบ




ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

ขั้นตอน	การดำเนินงาน	รูปภาพ	หมายเหตุ
4	เตรียมเชื่อมยึดเสาเข้าด้วยกัน		เตรียมวัดระยะห่างเพื่อเชื่อมยึดให้คงรูปทรง
5	เชื่อมยึดตัวเสาด้านล่าง		ยึดเพื่อคงรูปทรง
6	เชื่อมยึดเสาคานด้านบน		ยึดคานด้านบนและเป็นคานรับน้ำหนักของแม่แรง

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

ขั้นตอน	การดำเนินงาน	รูปภาพ	หมายเหตุ
7	ยึดโครงสร้างหลักเรียบร้อยแล้ว		เพื่อให้มีความมั่นคงไม่ให้เหล็กเคลื่อนตัวที่ทำการวัดระดับไว้
8	เตรียมเหล็กทำที่รองรับถังแก๊ส		เพื่อทำที่วางถังแก๊ส
9	เชื่อมตัวรองรับแก๊ส		เพื่อวางถังแก๊ส




ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

ขั้นตอน	การดำเนินงาน	รูปภาพ	หมายเหตุ
10	ตัดเหล็กเพื่อทำฐานรองรับแม่แรง		ตัดเหล็กขนาดความยาว 57 เซนติเมตร
11	นำเหล็กที่วัดตัดมาเชื่อมประกอบตามรูปแบบและนำแม่แรงมายึดไว้ด้านบน ด้วยการใช้การเจาะรูยึดสกรู		เพื่อยึดแม่แรงในการอัดลงแม่พิมพ์
12	เจาะรู คานบนเพื่อใส่ตัวยึดสปริง		เพื่อใส่ตัวยึดสปริง




ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

ขั้นตอน	การดำเนินงาน	รูปภาพ	หมายเหตุ
13	เจาะรูที่ฐานรองรับแม่แรง เพื่อใส่ที่ยึดสปริง		เพื่อใส่น็อตตัวยึดสปริง
14	นำสปริงมาใส่ทั้ง 2 ข้าง		เพื่อยึดแม่แรงขณะที่แม่แรงทำการอัดและช่วยดึงแม่แรงให้มีความเร็วขึ้นขณะลมออกจากแม่แรง
15	ทดสอบการยึดของแม่แรง		เพื่อที่จะได้รู้ว่าสปริงยึดได้ยาวขนาดไหน จึงจะทำการมาคจุดของแม่พิมพ์ตัวเมียได้




ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

ขั้นตอน	การดำเนินงาน	รูปภาพ	หมายเหตุ
16	วัดขนาดเหล็ก เพื่อทำเป็นฐาน แม่พิมพ์ตัวเมีย และฐานวางแก๊ส		เพื่อทำเป็นฐานแม่พิมพ์ตัว เมีย และฐานวางแก๊ส
17	เจาะรูที่เสา เครื่องทั้ง 2 ข้าง จามจุดที่กำหนด เพื่อยึดฐาน แม่พิมพ์ตัวเมีย และฐานวางแก๊ส		เพื่อยึดฐานแม่พิมพ์ตัวเมีย และฐานวางแก๊ส
18	ประกอบตัวฐาน เข้ากัน และยึดสกรู		เพื่อทำฐานรองรับแม่พิมพ์ตัว เมีย

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

ขั้นตอน	การดำเนินงาน	รูปภาพ	หมายเหตุ
19	ยึดแม่พิมพ์เข้ากับฐานทั้งด้านบนและด้านล่างระหว่างตัวฐานรองรับแม่พิมพ์ตัวเมียและตัวผู้		เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากแม่พิมพ์ตัวผู้หล่นทับ
20	ประกอบชุดหัวเตาหัวแรง		เพื่อเปิดเปลวไฟของแก๊สให้มีความร้อนสู่แม่พิมพ์ตัวเมีย
21	ประกอบอลูมิเนียม		เพื่อป้องกันการสัมผัสโดนเหล็กที่ร้อน

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

ขั้นตอน	การดำเนินงาน	รูปภาพ	หมายเหตุ
22	วัดแผ่นไม้อัด		ประกอบเข้าตัวเครื่องเพื่อป้องกันความร้อน
23	ทำการตัดแผ่นไม้อัด ขนาด		เพื่อกันความร้อนขณะที่เปิดไฟจากแก๊ส
24	ประกอบไม้อัดเข้ากับตัวเครื่องอัดบรรจุภัณฑ์และทาสีเก็บรายละเอียดเป็นการเสร็จการสร้างตัวเครื่อง		




4.2 ผลการทดลองและหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

4.2.1 การทดสอบหาประสิทธิภาพ

ทดลองใช้กากหมากในการอัดขึ้นรูปมีขั้นตอนการทดสอบดังตารางที่ 4.2
 ตารางที่ 4.2 ทดลองใช้กากหมากในการอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	รูปภาพ
1	เตรียมใบกากหมากไปแช่น้ำ 10-15 นาที ล้างทำความสะอาดนำมาตัดขนาดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 40*40 เซนติเมตร	
2	ให้ความร้อน 2 นาที เพื่อให้แม่พิมพ์ตัวเมียเกิดความร้อนในการอัด	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ทดลองใช้กาบหมากในการอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	รูปภาพ
3	นำกาบหมากที่แช่น้ำแล้วมาวางบนแม่พิมพ์	
4	ทำการอัดโดยการโยกแม่แรงจำนวน 65 ครั้ง 65 ครั้งและเปิดไฟความร้อน ระดับ ที่ 1 (270 องศาเซลเซียส)	
5	อัดทิ้งไว้ 2 นาที เพื่อให้รูปทรงของกาบหมากได้อยู่ทรง	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ทดลองใช้กาบหมากในการอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์




ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	รูปภาพ
6	ทำการปล่อยลมไฮดรอลิกให้สปริงดึงแม่พิมพ์ตัวผู้ขึ้น	
7	จะได้บรรจุภัณฑ์ตามแบบแม่พิมพ์ มีความคงรูปและได้ตามรูปทรงและสามารถใส่บรรจุภัณฑ์ได้	

จากตารางที่ 4.2 ใช้กาบหมากในการอัดขึ้นรูป ผลที่ได้คือ มีการขึ้นรูปได้ตามรูปทรงของตัวแม่พิมพ์และไม่ฉีกขาดหรือแตกหัก ใช้เวลาในการขึ้นรูป 3-4 นาที ใช้ความร้อนในระดับที่ 1 การใช้ งานสามารถใส่อาหารที่มีน้ำได้ไม่เกิดการรั่วซึม

ตารางที่ 4.3 ทดลองใช้กาบกล้วยในการอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์




ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	รูปภาพ
1	เตรียมกาบกล้วย ล้างทำความสะอาด กาบหมากที่นำมาทดลองมีความสดและมีความชุ่มชื้นอยู่ในตัว	
2	นำมาเทียบกับแม่พิมพ์เพื่อตัดให้ได้พอดีกับแม่พิมพ์	
3	เตรียมวัสดุขึ้นอัด	

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ทดลองใช้กากกล้วยในการอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	รูปภาพ
4	ทำการอัดขึ้นรูป ด้วยการโยก 65 ครั้ง ไฟความร้อนจะใช้ที่ระดับ 2 (328 องศาเซลเซียส) เพื่อเพิ่มความร้อนให้มากขึ้นเพราะตัววัสดุมีความชุ่มชื้นอยู่มาก จึงต้องให้ความร้อนที่สูงขึ้นเพื่อไล่น้ำออกจากตัววัสดุ และอัดทิ้งไว้ 3 นาที	
5	หลังจากแช่ไว้ 3 นาทีแล้วทำการปล่อยไฮดรอลิก	
6	ลักษณะชิ้นงานบรรจุภัณฑ์ไม่สามารถขึ้นรูปตามรูปทรงของแม่พิมพ์ได้ เพราะลักษณะวัสดุมีขนาดเล็กกว่าแม่พิมพ์ จึงทำให้การกดทับได้ไม่สมบูรณ์ ลักษณะแบบนี้เหมาะกับแม่พิมพ์ถ้วยเล็ก หรือ จานขนาดเล็ก ขนาด 9.3 เซนติเมตร	




ตารางที่ 4.3 ใช้กากกล้วยในการอัดขึ้นรูป วัสดุมีความชุ่มชื้นมีน้ำในตัวทำให้การขึ้นรูปต้องเพิ่มเวลาไปที่ 4 นาที โดยกำหนดความร้อนให้สูงขึ้นไฟอยู่ที่ระดับ 2 (378 องศาเซลเซียส) เพื่อให้เกิดการคายน้ำออกได้รวดเร็ว ทำการโยก 65 ครั้ง ลักษณะชิ้นงานบรรจุภัณฑ์ไม่สามารถขึ้นรูปตามรูปทรงของแม่พิมพ์ได้ เพราะลักษณะวัสดุมีขนาดเล็กกว่าแม่พิมพ์ จึงทำให้การกดทับได้ไม่สมบูรณ์

ตารางที่ 4.4 ทดลองใช้มันสำปะหลังสดในการอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	รูปภาพ
1	เตรียมมันสำปะหลังสด ทำความสะอาดหัวมันเพื่อเอาไปสับ	
2	สับพอประมาณแล้วไปอัดขึ้นรูป โดยการอัดขึ้นรูปอยู่ที่ 65 ครั้ง ไฟระดับ 1 (270 องศาเซลเซียส)	
3	ชิ้นงานบรรจุภัณฑ์ที่ได้ ไม่สามารถขึ้นรูปได้เพราะ ตัวมันสำปะหลังโดนความร้อนก็จะละลายติดกับตัวแม่พิมพ์	

จากตารางที่ 4.4 ใช้มันสำปะหลังบดในการอัดขึ้นรูป ผลที่ได้คือ ไม่สามารถขึ้นรูปตามที่ต้องการได้ เมื่อมันสำปะหลังโดนความร้อนทำให้เกิดการละลายอย่างรวดเร็ววัสดุจึงไม่มีคุณสมบัติในการขึ้นรูป


ตารางที่ 4.5 ทดลองใช้ใบกล้วยในการอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	รูปภาพ
1	เตรียมใบกล้วยทำความสะอาด นำไปตัดตามขนาดความเหมาะสม ของแม่พิมพ์	
2	เตรียมแป้งมันและน้ำ เพื่อทำ ส่วนผสมเป็นกาว นำแป้งมันผสม กับน้ำ 1:1ผสมให้เข้ากันแล้วนำไป กวนด้วยความร้อนเพื่อให้เป็นกาว เพื่อที่จะใช้ยึด ใบกล้วยในการขึ้น รูป	
3	นำ ส่วนผสม น้ำเปล่า 1 แก้ว แป้งมัน 1 แก้ว ต้มเคี่ยวจนเป็น กาว จากธรรมชาติ	

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ทดลองใช้ใบกล้วยในการอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	รูปภาพ
4	ทาการแปงมัน เพื่อยึดติดใบกล้วยทั้ง 3 ใบ	
5	ทำการอัดลง 65 ครั้ง เปิดความร้อนที่ระดับ 1 (270 องศาเซลเซียส)	
6	ปล่อยให้แห้งไว้ให้แห้ง 2 นาที เพื่อให้ชิ้นงานอยู่คงรูป	

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ทดลองใช้ใบกล้วยในการอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	รูปภาพ
7	ขึ้นงานบรรจุภัณฑ์ที่ได้ สามารถขึ้นรูปได้และไม่มีการเสียหายของขึ้นงานบรรจุภัณฑ์	

จากตารางที่ 4.5 ใช้ใบกล้วยในการอัดขึ้นรูป ขึ้นรูปได้ แต่ไม่แข็งแรง มีการคลายตัวจากการขึ้นรูปแต่สามารถนำใส่อาหารได้ โดยกาวจากธรรมชาติ โดยการอัด 65 ครั้ง ความร้อนระดับ 1 (270 องศาเซลเซียส) การใช้งานสามารถใส่อาหารที่มีน้ำได้ไม่เกิดการรั่วซึม

ตารางที่ 4.6 สรุปผลการทดลองและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

ประสิทธิภาพของการอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์	ข้อสังเกต
<p>กาบหมาก</p> <p>ใช้กาบหมากในการอัดขึ้นรูป โดยการอัด 65 ครั้ง ผลที่ได้คือ มีการขึ้นรูปได้ตามรูปทรงของตัวแม่พิมพ์และไม่ฉีกขาดหรือแตกหัก ใช้เวลาในการขึ้นรูป 3-4 นาที ใช้ความร้อนในระดับที่ 1 (270 องศาเซลเซียส)</p>	<p>บรรจุภัณฑ์มีลักษณะที่สามารถนำใส่อาหารได้ทั้งอาหารแบบแห้ง กระทั่งถึง แบบน้ำแกง รูปทรงสามารถอยู่คงรูปได้มีการคลายตัวเล็กน้อย แต่ยังสามารถใช้งานได้</p>
<p>ใบกล้วย</p> <p>ใบกล้วยในการอัดขึ้นรูป ขึ้นรูปได้ แต่ไม่แข็งแรง แต่สามารถนำใส่อาหารได้ โดยกาวจากธรรมชาติ โดยการอัด 65 ครั้ง ใช้เวลาในการขึ้นรูป 3-4 นาที ความร้อนระดับ 1 (270 องศาเซลเซียส)</p>	<p>บรรจุภัณฑ์มีลักษณะที่สามารถนำใส่อาหารได้ทั้งอาหารแบบแห้ง กระทั่งถึง แบบน้ำแกง ที่มีน้ำหนักไม่มากรูปทรงมีความยืดหยุ่นและคลายตัวออกจากการคงรูปแต่ยังสามารถใช้งานได้</p>
<p>กาบกล้วย</p> <p>วัสดุมีความชุ่มชื้นมีน้ำในตัวทำให้การขึ้นรูปต้องเพิ่มเวลาไปที่ 4 นาที โดยกำหนดความร้อนให้สูงขึ้นไฟอยู่ที่ระดับ 2 (378 องศาเซลเซียส) เพื่อให้เกิดการคายน้ำออกได้รวดเร็ว ทำการโยก 65 ครั้ง</p>	<p>ลักษณะชิ้นงานบรรจุภัณฑ์ไม่สามารถขึ้นรูปตามรูปทรงของแม่พิมพ์ได้ เพราะลักษณะวัสดุมีขนาดเล็กกว่าแม่พิมพ์ จึงทำให้การกดทับได้ไม่สมบูรณ์ ลักษณะแบบนี้เหมาะกับแม่พิมพ์ถ้วยเล็ก หรือ จานขนาดเล็ก ขนาด 9.3 เซนติเมตร แต่ยังสามารถใส่อาหารได้ไม่มีการรั่วซึมของน้ำเหมาะแก่การใส่ของแห้ง</p>
<p>มันสำปะหลัง</p> <p>เตรียมมันสำปะหลังสด ทำความสะอาดหัวมันเพื่อเอาไปสับพอประมาณแล้วไปอัดขึ้นรูป โดยการอัดขึ้นรูปอยู่ที่ 65 ครั้ง ไฟระดับ 1 (270 องศาเซลเซียส)</p>	<p>ลักษณะชิ้นงานบรรจุภัณฑ์ไม่สามารถขึ้นรูปตามที่ต้องการได้ เมื่อมันสำปะหลังโดนความร้อนทำให้เกิดการละลายอย่างรวดเร็ว วัสดุจึงไม่มีคุณสมบัติในการขึ้นรูป</p>

4.3 เปรียบเทียบเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

การสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ ผู้วิจัยได้หาประสิทธิภาพและการทำงานของเครื่องทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ต้นแบบ

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

ลำดับที่	เครื่องขึ้นรูปผลิตงานใบไม้	เครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ	วิเคราะห์ผล
1	 <p>(เจษฎา ชัยโถม. 2562)</p> <p>การทำงาน เป็นการใช้ระบบนิวเมติกส์ซึ่งมีลมเป็นตัวดันกระบอกสูบในการอัดขึ้นรูปและเป็นระบบไฟฟ้าควบคุมและมีฮีทเตอร์ให้ความร้อนผ่านแม่พิมพ์ ประสิทธิภาพการทำงานมีกำลังการผลิตนาทีละ 3 ชิ้นงาน</p> <p>ผลการทดลอง สามารถขึ้นรูปใบเป็นแบบภาชนะงานได้อย่างสมบูรณ์ด้วยไฟความร้อน 200 องศาเซลเซียส</p>	 <p>การทำงาน เป็นการใช้ระบบไฮดรอลิกส์แบบคั่นโยกในการอัดขึ้นรูปใช้คนในการควบคุมทั้งหมด ใช้ความร้อนผ่านแม่พิมพ์จากแก๊สหุงต้ม ประสิทธิภาพกำลังการผลิต 3 นาทีต่อ 1 ชิ้นงาน</p> <p>ผลการทดลอง สามารถขึ้นรูปภาชนะที่เป็นแบบภาชนะ ถ้วย งานมีวัตถุดิบที่มีผลต่อประสิทธิภาพได้แก่ กาบหมาก ใบกล้วย</p>	<p>จากการเปรียบเทียบเครื่องขึ้นรูปผลิตงานใบไม้มีประสิทธิภาพการทำงานที่รวดเร็วกว่าเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ เนื่องจากมีกำลังการผลิตอยู่ที่ 1 ชิ้นต่อ 3 นาที เครื่องขึ้นรูปผลิตงานใบไม้มีกำลังการผลิตอยู่ที่ 3 ชิ้น ต่อ 1 นาที และรูปทรงชิ้นงานมีความคล้ายคลึงกันซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้และผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องทั้งสอง</p>

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) เปรียบเทียบเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

ลำดับ ที่	เครื่องขึ้นรูปภาชนะแบบใช้ คั่นโยก	เครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุ ภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ	วิเคราะห์ผล
2	 <p>(รัตยา วิเศษ. 2553)</p> <p>การทำงาน ใช้มือกดคั่นโยกลงเพื่อให้พิมพ์ขึ้นรูปกดทับแผ่นใบไม้ที่วางลงพิมพ์ ล็อกคั่นโยกค้างไว้นาน 3-5 นาทีใช้ความร้อนผ่านแม่พิมพ์ตัวผู้จากแก๊สทุ้งต้ม ในขณะที่พิมพ์ขึ้นรูปทั้งสองประกบกัน</p> <p>ผลการทดลอง สามารถขึ้นรูปภาชนะจากวัสดุธรรมชาติ ใบกล้วยแห้ง 1 ชิ้น ต่อ 3-5 นาที</p>	 <p>การทำงาน เป็นการใช้ระบบไฮดรอลิกส์แบบคั่นโยกในการอัดขึ้นรูปใช้คนในการควบคุมทั้งหมด ใช้ความร้อนผ่านแม่พิมพ์ตัวเมียจากแก๊สทุ้งต้ม ประสิทธิภาพกำลังการผลิต 3 นาทีต่อ 1 ชิ้นงาน</p> <p>ผลการทดลอง สามารถขึ้นรูปภาชนะที่เป็นแบบภาชนะ กล้วย จาน มีวัตถุประสงค์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพได้แก่ กาบหมาก ใบกล้วย</p>	<p>จากการเปรียบเทียบเครื่องขึ้นรูปภาชนะแบบใช้คั่นโยกสามารถขึ้นรูปภาชนะได้เพียงใบที่มีลักษณะ เส้นใบไม่ขาด และก็ไม่มีความร้อนสูงพอที่จะอัดให้แข็งแรงได้เวลายากำลังผลิตอยู่ที่ 3-5 นาทีต่อชิ้นงาน ส่วนเครื่องอัดขึ้นรูปจากวัสดุธรรมชาติ นั้นสามารถขึ้นรูปได้ทั้ง จาน ถ้วย และยังมีการอัดในการขึ้นรูปที่มากกว่า ส่วนความร้อนผ่านแม่พิมพ์ ทั้งสองเครื่องใช้หลักการผ่านความร้อนสู่แม่พิมพ์ เช่นเดียวกันคือใช้แก๊สทุ้งต้มในการผ่านความร้อนเข้าสู่แม่พิมพ์</p>

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) เปรียบเทียบเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

ลำดับ ที่	เครื่องขึ้นรูปภาชนะที่ทำ จากวัสดุธรรมชาติ	เครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุ ภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ	วิเคราะห์ผล
3	 <p>(ธีรภัทร หลิมบุญเรือง .2560)</p> <p>การทำงาน มีกลไกการทำงานด้วยระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า มีกระบอกสูบ 2 ตัว ใช้เลื่อนแม่พิมพ์ด้านบนลงมาประกบแม่พิมพ์ด้านล่าง กระบอกสูบ A และใช้เลื่อนแม่พิมพ์ด้านล่างเข้า-ออก กระบอกสูบ B</p> <p>ผลการทดลอง พบว่าการทำงานของเครื่องขึ้นรูปภาชนะที่ทำจากวัสดุธรรมชาติสามารถทำงานได้ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ กระบอกสูบทั้งสองตัวทำงานได้ตามขั้นตอน สามารถอัดขึ้นรูปภาชนะได้</p>	 <p>การทำงาน เป็นการใช้ระบบไฮดรอลิกส์แบบคั่นโยกในการอัดขึ้นรูปใช้คนในการควบคุมทั้งหมด ใช้ความร้อนผ่านแม่พิมพ์ตัวเมียจากแก๊สหุงต้ม ประสิทธิภาพกำลังการผลิต 3 นาทีต่อ 1 ชิ้นงาน</p> <p>ผลการทดลอง พบว่าสามารถขึ้นรูปภาชนะที่เป็นแบบภาชนะถ้วย งาน มีวัตถุดิบที่มีผลต่อประสิทธิภาพได้แก่ กาบหมาก ใบกล้วย</p>	<p>จากการเปรียบเทียบเครื่องขึ้นรูปภาชนะที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ พบว่าเครื่องขึ้นรูปภาชนะสามารถทำงานได้ตามการออกแบบได้ดี ภาชนะที่อัดได้เป็นชามปากกว้างตามขนาดที่ต้องการที่ทำมาจากเส้นใยผักตบชวาปั่นละเอียดซึ่งแตกต่างจากเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติที่ขึ้นรูปจากใบไหม้ พบว่าสามารถขึ้นรูปภาชนะที่เป็นแบบภาชนะ ถ้วย งาน ซึ่งมีวัตถุดิบที่มีผลต่อประสิทธิภาพคือ กาบหมาก ใบกล้วย ประสิทธิภาพกำลังการผลิต 3 นาทีต่อ 1 ชิ้นงาน</p>

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) เปรียบเทียบเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์

ลำดับ ที่	การออกแบบและสร้าง เครื่องขึ้นรูปภาชนะที่ทำ จากเส้นใยธรรมชาติ	เครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุ ภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ	วิเคราะห์ผล
4	 <p>(นพดล จันทรลักษณ์. 2555)</p> <p>การทำงาน นำตะแกรงสแตนเลสมากดบนแม่พิมพ์บนแท่นกตนิวมแมตติกส์ให้ตะแกรงเปลี่ยนรูปตามแม่พิมพ์หลังจากนั้นนำน้ำเยื่อตามปริมาณที่กำหนดมาเทบนตะแกรงที่วางอยู่บนแม่พิมพ์เกลี่ยน้ำเยื่อให้กระจายตัวให้ทั่วแม่พิมพ์อย่างสม่ำเสมอ เปิดปั๊มสูญญากาศดูดน้ำออกจากชิ้นงาน กตชิ้นงานด้วยแท่นนิวมแมตติกส์</p> <p>ผลการทดลอง พบว่าเมื่อขึ้นรูปที่ความดัน 6 บาร์พบว่าการขึ้นรูปจานขนาด 6 นิ้วพบว่าความชื้นที่มีค่า ร้อยละ 2.74-6.20 นั้นชิ้นงานมีความเสถียร ไม่บิดงอหลังจากขึ้นรูป</p>	 <p>การทำงาน เป็นการใช้ระบบไฮดรอลิกส์แบบคั่นโยกในการอัดขึ้นรูปใช้คนในการควบคุมทั้งหมด ใช้ความร้อนผ่านแม่พิมพ์ตัวเมียจากแก๊สหุงต้ม ประสิทธิภาพกำลังการผลิต 3 นาทีต่อ 1 ชิ้นงาน</p> <p>ผลการทดลอง พบว่าสามารถขึ้นรูปภาชนะที่เป็นแบบภาชนะถ้วย จาน ในการโยก 65 ครั้งใช้เวลารวมทั้งสิ้น 3 นาที มีวัสดุขี้ดที่มีผลต่อประสิทธิภาพได้แก่ กาบหมาก ใบกล้วย</p>	<p>จากการเปรียบเทียบ การออกแบบและสร้างเครื่องขึ้นรูปภาชนะที่ทำจากเส้นใยธรรมชาติ พบว่า การทำงานของเครื่องมีความซับซ้อน มีชุดควบคุมอุณหภูมิแม่พิมพ์ที่ตัวแม่พิมพ์ตัวเมียมีรูเพื่อระบายความชื้นระหว่างการอัด มีน้ำหนักมาก ราคาสูงซึ่งเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ เป็นการใช้ภาชนะจากถ้วย จาน ที่มีใช้ในครัวเรือนมาทำการเป็นแม่พิมพ์ขึ้นรูปโดยตรงและความร้อนเป็นการผ่านความร้อนสู่แม่พิมพ์ตัวเมียด้วยแก๊สหุงต้ม</p>

4.4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

ทางผู้วิจัยได้นำเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติไปเผยแพร่ที่ กลุ่มสมุนไพรมานบ้านดินภูเขาไฟ บ้านใต้พัฒนา ตำบลถนนหัก อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ทำการสาธิตให้กับชาวบ้านถอดบทเรียนจากชุมชน โดยนำเอาวัสดุที่มีอยู่ในสวนของบ้านดินภูเขาไฟมาใช้ทดสอบ ดังนี้ ใบกล้วย กาบหมาก ใบสัก เพื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเครื่องอย่างชัดเจน และอธิบายถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและนำไปใช้ในการผสมสมุนไพร



ภาพที่ 4.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอัดบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติให้กับกลุ่มบ้านดินภูเขาไฟ ได้ข้อคิดเห็น และแนวทางการพัฒนา ความคิดเห็นด้านการอัดขึ้นรูปเห็นว่าเป็นการออกแบบ ง่ายไม่ซับซ้อน สามารถขึ้นรูปได้ง่ายซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ที่ไม่ต้องการรับน้ำหนักมากนัก และใช้ในการผสมสมุนไพรในการบริการและการบำบัดให้กับผู้ที่มาใช้บริการ

4.5 การวิเคราะห์ต้นทุน

จากการศึกษาต้นทุนในการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ ทำให้ทราบถึงต้นทุนของวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ ซึ่งจะวิเคราะห์ต้นทุนของการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

4.5.1 ต้นทุนการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

วัสดุหลักได้แก่ เหล็กตัวซี 4 นิ้ว, เหล็กฉาก $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$, เหล็กแป๊บแบนกัลป์วาไนท์, เหล็กกล่อง $3 \times 1 \frac{1}{2}$, แผ่นเหล็ก $\frac{1}{4}$ " แม่แรงกระปุกขนาด 10 ตัน, แคลมรัดสายยาง, สปริงยึดสปาร์คแก๊ส, ท่อทองแดง, สายแก๊ส, ถังแก๊ส,

วัสดุสิ้นเปลืองได้แก่ ลวดเชื่อม, แผ่นใบตัดเหล็ก, สี, ปูน ซึ่งมีต้นทุนวัสดุอุปกรณ์ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ต้นทุนการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

ต้นทุนการผลิต	รายการ	จำนวน	ราคา (บาท)
วัสดุหลัก	เหล็กตัวซี 4 นิ้ว 60 เซนติเมตร	1 เส้น	845
	เหล็กฉาก $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$	2 เส้น	680
	เหล็กแป๊บแบนกัลป์วาไนท์	1 เส้น	270
	เหล็กกล่อง $3 \times 1 \frac{1}{2}$,	1 เส้น	530
	แผ่นเหล็ก $\frac{1}{4}$ " $3 \times 3 \times \frac{1}{4}$	4 แผ่น	378
	แม่แรงกระปุก 10 ตัน	1 ชิ้น	815
	แคลมรัดสายยาง	2 ชิ้น	14
	สปริงยึด	2 ชิ้น	124
	สปาร์คแก๊ส	1 ชิ้น	340
	ท่อทองแดง	1 ชิ้น	145
	สายแก๊ส	1 เส้น	50
	ถังแก๊ส	1 ถัง	-
	ไม้อัด	1 แผ่น	-
	ถั่ว	3 ชิ้น	435
งาน	3 ชิ้น	177	

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) การวิเคราะห์ต้นทุนการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

ต้นทุนการผลิต	รายการ	จำนวน	ราคา (บาท)
วัสดุสิ้นเปลือง	ลวดเชื่อม	1 ก่อ่ง	145 บาท
	แผ่นใบตัดเหล็ก	1 แผ่น	90 บาท
	สี	1 กระปุก	120 บาท
	ปูน	1 ถุง	120 บาท
ต้นทุนแรงงาน	ทำการประกอบขึ้นรูปเอง		
ค่าแรงประกอบ	ทำการประกอบขึ้นรูปเอง		
รวม	(วัสดุหลัก + วัสดุสิ้นเปลือง) 4,803 + 475 = 5,277 บาท		

สรุป ต้นทุนการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติใช้ขบ = 5,277 บาท

4.5.1 วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตจากเครื่องขึ้นรูปภาชนะแบบใช้คั่นโยกกับเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ

การขึ้นรูปของวัสดุจากธรรมชาติได้อย่างสมบูรณ์เป็นหลักและการหาประสิทธิภาพเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติพบว่า การผลิตโดยใช้กำลังอัดไฮดรอลิคแบบคั่นโยก 65 ครั้งต่อขึ้นกดทับผ่านวัสดุธรรมชาติกับแม่พิมพ์ตัวผู้และตัวเมียเพื่อขึ้นรูปภาชนะ การอัดขึ้นรูปภาชนะผ่านความร้อนจากเตาแก๊สใช้เวลาที่เหมาะสม 3 นาทีต่อขึ้น สามารถขึ้นรูปภาชนะ เช่น จาน ถ้วย ผลการทดสอบการขึ้นรูปด้วยกาบหมาก ใบกล้วย ใบทองกวาว และใบสัก มีต้นทุนในการผลิตการเสียค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้ เช่น ค่าแก๊สจำนวน 280 บาทต่อถัง 1ถัง 15 กิโลกรัม สามารถผลิตได้ 533 ขึ้น ซึ่งในการผลิตต่อขึ้นเสียค่าแก๊ส = 0.001607 กิโลกรัมโดยต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 0.53 บาทต่อขึ้น แตกต่างจากเครื่องขึ้นรูปภาชนะแบบใช้คั่นโยกโดยมีวิธีการผลิตขึ้นงานใช้มือกดคั่นโยกลงเพื่อให้พิมพ์ขึ้นรูปกดทับแผ่นใบไม้ที่วางลงพิมพ์ ล็อกคั่นโยกค้างไว้นาน 3-5 นาที ในขณะที่พิมพ์ขึ้นรูปทั้งสองประกบกันโดยต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 1.5 บาทต่อขึ้น ซึ่งทำการผลิต 1 ชั่วโมงได้ภาชนะ 20 ขึ้น โดยการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ทำการผลิตได้ 160 ขึ้นต่อวัน ดังนั้นถ้าขายคิดเป็นค่าแรงในราคา 1.5 บาทต่อขึ้น ซึ่งในการผลิตหนึ่งวันต่อคน 160×1.5 จะขายได้ 240 บาท

ทำการผลิตต่อ 1 เดือน โดยการทำงาน 30 วัน สามารถทำการผลิตได้ 4,800 ขึ้นต่อเดือน ซึ่งในการผลิตหนึ่งเดือนต่อคนจะขายได้ 7,200 บาทต่อเดือน

ทำการผลิตต่อ 1 ปีได้โดยการทำงาน 365 วัน สามารถทำการผลิตได้ 58,400 ชิ้น ต่อปี ซึ่งในการผลิตหนึ่งปีต่อคนจะขายได้ 87,600 บาทต่อปี

ในการเปรียบเทียบบรรจุภัณฑ์จากธรรมชาติกับบรรจุภัณฑ์ผลิตจากโฟม โดยบรรจุภัณฑ์ผลิตจากโฟม ขายเป็นแพ็คราคา 80 บาท มี 100 ชิ้น ชิ้นละ 0.80 บาท แต่ถ้ายโฟมไม่สามารถย่อยสลายได้ ส่วนบรรจุภัณฑ์จากธรรมชาติชิ้นละ 0.53 บาท 100 ชิ้น ราคา 53 บาท โดยถ้ายที่ได้จากวัสดุธรรมชาติมีราคาต่ำกว่า 0.27 บาท แต่บรรจุภัณฑ์ที่ได้จากวัสดุธรรมชาติย่อยสลายได้ไม่เกิน 1 ปี โดยการย่อยสลายไปแล้วยังเป็นปุ๋ยชีวพืช และสามารถนำไปตกแต่งตามร้านเพาะชำและไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม