บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการศึกษาเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำแกลบมาใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนและสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนพร้อมทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค โดยมีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์ปัญหา 5W1H

4.2 ผลการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาหลัก 3R

4.3 หลักการทำงานของเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

4.4 ผลการทดลองการทำงานของเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

4.5 ผลการทดสอบการติดไฟของแท่งเชื้อเพลิงแกลบ

4.6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคกับเครื่องอัดแกลบสำหรับเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน

4.7 ผลการศึกษาความพึงพอใจ

4.8 การวิเคราะห์ต้นทุน

4.9 การเผยแพร่เทคโนโลยีสู่ชุมชน

4.10 ข้อเสนอแนะ

4.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์ปัญหา 5W1H

จากการวิเคราะห์เครื่องปัญหาของเครื่องอัดแกบด้วยระบบไฮโดรลิคเมื่อพบปัญหาได้มีแนวทางการแก้ไขโดยการสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคต่อยอดจากเครื่องอัดแกลบสำหรับเป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนโดยการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจากเดิม4กระบอกเพิ่มเป็น6กระบอกและเพิ่มเกจวัดแรงดันจึงได้มีการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคเป็นการลดต้นทุนเป็นการลดต้นทุนภายในครัวเรือนลดการใช้แก๊สและลดการใช้ไฟฟ้า

4.2 ผลการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาหลัก 3R

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์หลัก 3R กับการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

หลัก3R	ความหมาย	การวิเคราะห์ผล
Reduce	การลดการใช้งาน	1.ลดการใช้พลังงานแก๊สหุงต้ม 2.ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 3.ลดการตัดไม้
Reuse	การใช้ซ้ำ	1.นำแกลบที่เหลือทิ้งกลับกลับใช้ซ้ำ 2.ใช้โครงสร้างเดิมมาออกแบบต่อยอดจาก 4กระบอกเป็น 6 กระบอก 3.นำเหล็กเส้นที่ใช้แล้วกลับมาสร้างหรือแปรรูปเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค
Recycle	การนำกลับมาใช้ใหม่	นำเศษเหล็กมาใช้แปรรูปและสร้างเครื่องด้วยระบบไฮโดรลิคเป็นการพัฒนาจากเครื่องเดิมจาก 4กระบอกเป็น 6 กระบอกและเพิ่มเกจวัดแรงดัน

จากตารางที่ 4.1 ทำให้เห็นว่า การสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค เป็นการสร้างวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการต่างๆที่สามารถหาได้ในชุมชน ซึ่งรูปแบบในการสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค ในภาคครัวเรือนสามารถสร้างขึ้นได้เอง ซึ่งหากใช้เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคจะช่วยลดการพลังงานต่างๆได้ เช่น เป็นการลดใช้แก๊ส พลังงานไฟฟ้า ลดขั้นตอนการทำเชื้อเพลิงขึ้นมา ซึ่งนำเอาแกลบมาใช้ประโยชน์ในการอัดแท่งขึ้นรูปเพื่อทดแทนการใช้แก๊ส

4.3 หลักการทำงานของเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

ผลการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคทำให้ได้เครื่องอัดแกลบด้วยระบบโดรลิคจำนวน 1 เครื่อง โดยมีหลักกระบวนการอัด จะใช้แรงอัดจากแม่แรงไฮโดรลิคที่แรงอัดขนาด 10 ตัน ทำการโยกด้วยมือให้แม่แรงดันฐานลูกสูบและลูกสูบขึ้นเพื่อทำการอัดจนสุดแรงมือ แล้วจะได้แท่งที่ผ่านการอัดแล้วจะมีขนาด 7-9 เซนติเมตรต่อแท่ง เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

4.4 ผลการทดลองการทำงานของเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

4.4.1 การทดลองขึ้นรูปส่วนผสมที่เหมาะสมในการผสมแกลบและตัวประสาน ที่ทำการทดลองมีทั้งหมด 12 สูตร Type A,B,C ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 การทดลองการขึ้นรูปสูตรตามผสมแกลบอัดแท่ง Type A

สูตรที่	อัตราส่วนผสม (กรัม)				ความดัน (kg/cm^2)	ภาพประกอบ	ผลการขึ้นรูป
	แกลบดิบ	มันสำปะหลังต้มสุก	น้ำ	กาวลาเท็กซ์			
A1	350	400	200	100	120 (kg/cm^2)		อัดเป็นแท่งเพราะมันและกาวจะเป็นตัวประสานได้ต้องผ่านความร้อนจึงทำให้วัสดุเกาะตัวกัน
A2	350	200	100	0	115(kg/cm^2)		อัดไม่เป็นแท่งเนื่องจากแป้งและน้ำไม่ทำหน้าที่เป็นตัวประสานทำให้วัสดุไม่เกาะตัว
A3	350	500	100	100	110 (kg/cm^2)		อัดเป็นแท่งแต่วัสดุยังเกาะตัวกันไม่แน่น
A4	350	550	100	100	100 (kg/cm^2)		อัดแท่งได้เพราะมีกาวเป็นตัวประสานทำให้วัสดุจับตัวกันเป็นแท่ง

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการขึ้นรูปสูตรผสมแกลบดิบ พบว่า สูตรที่ดีที่สุดในการขึ้นรูป คือ สูตร A4 อัดแท่งได้เพราะมีมันสำปะหลังและกาวเป็นตัวประสานทำให้วัสดุจับตัวกันเป็นแท่ง และแท่งแกลบที่ได้มีขนาด 7-9 เซนติเมตร สูตร A3 อัดเป็นแท่งแต่วัสดุยังเกาะตัวกันไม่แน่น สูตร A2 อัดไม่เป็นแท่งเนื่องจากแป้งและน้ำไม่ทำหน้าที่เป็นตัวประสานทำให้วัสดุไม่เกาะตัว สูตร A1 อัดเป็นแท่งแต่น้ำมีปริมาณมากจึงขึ้นรูปยังไม่ดี ตามลำดับ

4.4.2 การทดลองขึ้นรูปส่วนผสมที่เหมาะสมในการผสมแกลบและตัวประสาน

ตารางที่ 4.3 การทดลองการขึ้นรูปตามสูตรผสมแกลบดำ Type B

สูตรที่	อัตราส่วนผสม (กรัม)				ความดัน (kg/cm^2)	ภาพประกอบ	ผลการขึ้นรูป
	แกลบดำ	มันสำปะหลังสุก	น้ำ	กาวลาเท็กซ์			
B1	700	100	0	0	90 (kg/cm^2)		แห้งง่ายและแตกง่ายเพราะไม่มีเส้นใยในการเกาะตัว
B2	700	200	300	0	93 (kg/cm^2)		อัดเป็นแท่งเพราะแกลบดำผ่านการเผาเมื่อผสมกับตัวประสานสามารถอัดขึ้นรูปได้ดี
B3	700	250	200	100	95 (kg/cm^2)		อัดเป็นแท่งเพราะแกลบดำผ่านการเผาเมื่อผสมกับตัวประสานสามารถอัดขึ้นรูปได้ดี

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) การทดลองการขึ้นรูปตามสูตรผสมแกลบดำ Type B

สูตรที่	อัตราส่วนผสม (กรัม)				ความดัน (kg/cm^2)	ภาพประกอบ	ผลการขึ้นรูป
	แกลบดำ	มันสำปะหลังสุก	น้ำ	กาวลาเท็กซ์			
B4	700	300	100	100	100(kg/cm^2)		อัดเป็นแท่งเพราะแกลบดำผ่านการเผาเมื่อผสมกับตัวประสานสามารถอัดขึ้นรูปได้ดี

จากตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการขึ้นรูปสูตรผสมแกลบดำ พบว่า สูตรที่ดีที่สุดในการขึ้นรูป คือ สูตร B4, B3, B2 อัดเป็นแท่งเนื่องจากแกลบดำผ่านการเผา เมื่อผสมกับตัวประสานสามารถอัดเป็นแท่งได้ดี และสูตร B1 อัดเป็นแท่งแต่จะแห้งง่ายและแตกง่ายเพราะไม่มีเส้นใยในการเกาะตัว และแท่งแกลบที่ได้มีขนาด 7-9 เซนติเมตร ตามลำดับ

4.3.3 การทดลองขึ้นรูปส่วนผสมที่เหมาะสมในการผสมแกลบและตัวประสาน

ตารางที่ 4.4 การทดลองการขึ้นรูปสูตรตามผสมแกลบผสม Type C

สูตรที่	อัตราส่วนผสม (กรัม)				ความดัน (kg/cm^2)	ภาพประกอบ	ผลการขึ้นรูป
	แกลบผสม	มันสำปะหลังสุก	น้ำ	กาวลาเท็กซ์			
C1	600	200	0	0	90 (kg/cm^2)		การอัดขึ้นรูปไม่เป็นแท่งเพราะวัสดุและตัวประสานไม่เกาะตัวกัน
C2	600	300	100	0	93 (kg/cm^2)		การอัดขึ้นรูปไม่เป็นแท่งเพราะแกลบและตัวประสานไม่เกาะตัวกันทำให้แกลบเกิดการขยายตัว
C3	600	300	100	0	95 (kg/cm^2)		การอัดขึ้นรูปเป็นแท่งได้แต่วัสดุและตัวประสานยังไม่จับตัวกันแน่น
C4	600	350	150	100	100 (kg/cm^2)		การอัดขึ้นรูปเป็นแท่งเนื่องจากมีกาวเป็นตัวประสานทำให้วัสดุเกิดการเกาะตัวกัน

จากตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการขึ้นรูปสูตรผสมแกลบผสม พบว่า สูตรที่ดีที่สุดในการขึ้นรูป คือ สูตร C4 อัดเป็นแท่งเนื่องจากมีกาวเป็นตัวประสานทำให้วัสดุเกิดการเกาะตัวกัน และแท่งแกลบที่ได้มีขนาด 8-10 เซนติเมตร สูตร C3 อัดเป็นแท่งได้แต่วัสดุและตัวประสานยังไม่จับตัวกันแน่น สูตร C2 อัดไม่เป็นแท่งเพราะแกลบและตัวประสานไม่เกาะตัวกันทำให้แกลบเกิดการขยายตัว และสูตร C1อัดไม่เป็นแท่งเพราะวัสดุและตัวประสานไม่เกาะตัวกัน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 สรุปสูตรผสมที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการขึ้นรูป (กรัม) แกลบ : มันสำปะหลังต้มสุก : น้ำ : กาวลาเท็กซ์	**Type**	**ภาพประกอบ**	**ผลการขึ้นรูป**
350 : 550 : 100 : 100	A4		อัดแท่งได้เพราะมีกาวเป็นตัวประสานทำให้วัสดุจับตัวกันเป็นแท่ง
700 : 300 : 100 : 100	B4		อัดเป็นแท่งเพราะแกลบดำผ่านการเผาเมื่อผสมกับตัวประสานสามารถอัดขึ้นรูปได้ดี
600 : 350 : 150 : 100	C4		อัดเป็นแท่งเนื่องจากมีกาวเป็นตัวประสานทำให้วัสดุเกิดการเกาะตัวกัน

จากตารางที่ 4.5 พบว่าสูตรผสมที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล พบว่า สูตรที่ดีที่สุดในการขึ้นรูป คือ สูตรที่ 1 (แกลบดิบ : หัวมันสำปะลัง : น้ำ : กาว (กรัม) ; 350 : 550 : 100 : 100) อัดแท่งได้เพราะมีกาวเป็นตัวประสานทำให้วัสดุจับตัวกันเป็นแท่ง และแท่งแกลบที่ได้มีขนาด 7-9 เซนติเมตร สูตรที่2 (แกลบดำ : หัวมันสำปะลัง : น้ำ : กาว (กรัม) ; 700 : 300 : 100 : 100) อัดเป็นแท่งเนื่องจากแกลบดำผ่านการเผาเมื่อผสมกับตัวประสานสามารถอัดเป็นแท่งได้ดี สูตรที่3 (แกลบ

ผสม : หัวมันสำปะหลัง : น้ำ : กาว (กรัม) ; 600 : 350 : 150 : 100) อัดเป็นแท่งเนื่องจากมีกาวเป็นตัวประสานทำให้วัสดุเกิดการเกาะตัวกัน ตามลำดับ

4.5 ผลการทดสอบการติดไฟและการให้ความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงแกลบ

4.5.1 การทดสอบการติดไฟของแท่งเชื้อเพลิงแกลบ

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบการติดไฟและความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิง	**เวลาในการติดไฟ**	**เวลาที่ใช้ในการขึ้นรูป(นาที)**	**ค่าความร้อนเมื่อเผาไหม้เต็มที่ (องศาเซลเซียส)**	**ค่าความร้อนเมื่อเวลาเชื้อเพลิงดับ (องศาเซลเซียส) 28 นาที**	**ภาพประกอบ**	**ผลการติดไฟ**
แกลบดิบ (สูตร) 350 : 550 : 100 : 100	34.13 วินาที	28 นาที	699 ในช่วงเวลา 4.42 นาที	457		เชื้อเพลิงติดไฟเร็วเพราะแกลบดิบมีเกิดการขยายตัวมีช่องให้อากาศผ่าน
แกลบดำ (สูตร) 700 : 300 : 100 : 100	6 นาที 15 วินาที	28 นาที	558	398		เชื้อเพลิงติดไฟช้าเนื่องจากเชื้อเพลิงมีการอัดแน่นมาก
แกลบผสม (สูตร) 600 : 350 : 150 : 100	3 นาที 32 วินาที	28 นาที	572	430		เชื้อเพลิงติดไฟเร็วแต่เกิดควันในการเผา

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) เปรียบเทียบการติดไฟและความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิง	**เวลาในการติดไฟ**	**เวลาที่ใช้ในการขึ้นรูป(นาที)**	**ค่าความร้อนเมื่อเผาไหม้เต็มที่ (องศาเซลเซียส)**	**ค่าความร้อนเมื่อเวลาเชื้อเพลิงดับ (องศาเซลเซียส) 28นาที**	**ภาพประกอบ**	**ผลการติดไฟ**
ถ่าน	39.47 วินาที	647 ในช่วงเวลา 8.07 นาที	648 ในช่วงเวลา 8.07 นาที	606		เชื้อเพลิงติดไฟเร็วและติดไฟนาน

จากตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบการทดสอบการติดไฟของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลทั้ง 4 ชนิด พบว่า แท่งเชื้อเพลิงแกลบดิบและถ่าน มีการติดไฟเร็วและให้ค่าความร้อนสูง ซึ่งแกลบดิบใช้เวลาในการติดไฟที่ 34.13 วินาที โดยเวลาที่ใช้ในการขึ้นรูปเท่ากับ 28 นาที ค่าความร้อนเมื่อเผาไหม้เต็มที่ 699 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 04.42 นาที ค่าความร้อนเมื่อเวลาเชื้อเพลิงดับที่ 455 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 28 นาที และถ่านใช้เวลาในการติดไฟที่ 39.47 วินาที ค่าความร้อนเมื่อเผาไหม้เต็มที่ 648 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 08.07 นาที ค่าความร้อนเมื่อเวลาเชื้อเพลิงดับที่ 606 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 28 นาที

4.6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค กับเครื่องอัดแกลบสำหรับเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน

4.6.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคกับเครื่องอัดแกลบสำหรับเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน (เครื่องเดิม) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องและของแท่งแกลบ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค	ภาพประกอบ
1.เพิ่มเกจวัดเพื่อวัดความหนาแน่นของแท่งแกลบ 2.เพิ่มจำนวนกระบอกจาก 4 กระบอกเป็น 6กระบอก 3.ประสิทธิภาพของการขึ้นรูปได้ดี 4.ประสิทธิภาพของการติดไฟได้ดี	

ตารางที่ 4.8 เครื่องอัดแกลบสำหรับเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน เครื่องเดิม

เครื่องอัดแกลบสำหรับเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน	ภาพประกอบ
1.อัดขึ้นรูปใช้เวลานาน 2.ไม่สามารถวัดความหนาแน่นของแท่งแกลบ 3.อัดได้ครั้งละ4แท่ง	

สรุป ตารางย่อที่ 4.7 และ 4.8 เครื่องอัดแกลบสำหรับเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน เครื่องเดิม จะเห็นได้ว่า เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค ดีกว่าเพราะมีเกจวัดแรงดันและเพิ่มเป็น 6 กระบอก และเพิ่มประสิทธิภาพของของเครื่องและของแท่งแกลบ

4.7 ผลการศึกษาความพึงพอใจ

4.7.1 สรุปการผลการประเมิน

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อสอบถามความความพึงพอใจและนำมาวิเคราะห์ผลของความพึงพอใจในเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค เมื่อวันที่ 10 สิงหาคม 2562 ที่โดมโรงเรียนวัดโพธิ์ บ้านยาง ตำบลบ้านยาง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ในงานการถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการขยะแบบครบวงจร จากการถ่ายทอดและเผยแพร่ให้ความรู้ด้านการใช้เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค ผลการศึกษาได้ดังนี้

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (เพศ)

	รายละเอียด	**จำนวน(N)**	**ร้อยละ**
1. เพศ	ชาย	5	16.7
	หญิง	25	83.3
	รวม	30	100.0

จากตางรางที่ 4.9 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากเป็นเพศหญิง ร้อยละ 83.3 รองลงมาเป็นเพศชายร้อยละ 16.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (สถานะ)

	รายละเอียด	**จำนวน(N)**	**ร้อยละ**
1. สถานะ	บุคลากร	4	13.3
	ประชาชนทั่วไป	26	86.7
	รวม	30	100.0

จากตางรางที่ 4.10 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากมีสถานะ เป็นประชาชนทั่วไป ร้อยละ 86.7 รองลงมามีสถานะเป็นบุคลากร ร้อยละ 13.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (วุฒิการศึกษา)

	รายละเอียด	**จำนวน(N)**	**ร้อยละ**
1. วุฒิการศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	18	60.0
	ปริญญาตรี	12	40.0
	รวม	30	100.0

จากตางรางที่ 4.11 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากมีวุฒิการศึกษา ระดับต่ำกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 60.0 รองลงมา มีวุฒิการศึกษา ระดับปริญญาตรี ร้อยละ 40.0 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (อายุ)

	รายละเอียด	**จำนวน(N)**	**ร้อยละ**
1. อายุ	20-40 ปี	7	23.3
	41 ปีขึ้นไป	23	76.7
	รวม	30	100.0

จากตางรางที่ 4.12 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากมีอายุอยู่ 41 ปีขึ้นไป ร้อยละ 76.7 รองลงมา มีอายุอยู่ระหว่าง 20-40 ปี ตามลำดับ

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (อาชีพ)

	รายละเอียด	**จำนวน(N)**	**ร้อยละ**
1. อาชีพ	รับจ้างทั่วไป	11	36.7
	เกษตรกร	17	56.7
	รับราชการ	1	3.3
	อื่น ๆ ระบุ	1	3.3
	รวม	30	100.0

จากตางรางที่ 4.13 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมาก ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 56.7 รองลงมา ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป ร้อยละ 36.7 ประกอบอาชีพรับราชการ ร้อยละ 3.3 และ ประกอบอาชีพอื่นๆ ร้อยละ 3.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.14 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามต่อโครงการ ด้านที่ 1 เครื่องอัดแกลบ

รายละเอียด	**จำนวน (N)**	$\overline{X}$	**S.D**	**แปลผล**
1.1 มีการเคลื่อนย้ายง่าย สะดวก	30	4.13	.776	มาก
1.2 ผลิตง่าย	30	4.00	.788	มาก
1.3 วัสดุหาได้ตามร้านท้องตลาด	30	4.03	.809	มาก
1.4 ประหยัดพลังงานไฟฟ้า	30	4.07	.828	มาก
1.5 ราคา	30	4.00	.871	มาก
รวม	30	4.0467	.68417	มาก

จากตารางที่ 4.14 ผู้เข้าฝึกอบรมมีความพึงพอใจ ด้านที่ 1 เครื่องอัดแกลบ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.04 , S.D. = .68417) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีการเคลื่อนย้ายง่าย สะดวก มีระดับความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.13 , S.D. = .776) รองลงมา ประหยัดพลังงานไฟฟ้า ($\overline{X}$=4.07 , S.D. = .828) วัสดุหาได้ตามร้านท้องตลาด ($\overline{X}$=4.03 , S.D. = .809) ผลิตง่าย ($\overline{X}$=4.00 , S.D. = .788) และ ราคา ($\overline{X}$=4.00 , S.D. = .871) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.15 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามต่อโครงการ ด้านที่ 2 ด้านแท่งแกลบ

รายละเอียด	**จำนวน(N)**	$\overline{X}$	**S.D**	**แปลผล**
2.1 การขึ้นรูปของแท่งแกลบง่าย	30	4.27	.785	มาก
2.2 ติดไฟของแท่งแกลบ	30	4.07	.828	มาก
2.3 ระยะเวลาในการติดไฟ	30	4.00	.871	มาก
2.4 ความร้อนของแท่งแกลบ	30	3.93	.868	มาก
รวม	30	4.0667	.65959	มาก

จากตารางที่ 4.15 ผู้เข้าฝึกอบรมมีความพึงพอใจ ด้านที่ 2 ด้านแท่งแกลบ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.06 , S.D. = .65959) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า การขึ้นรูปของแท่งแกลบ มีระดับความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.27 , S.D. = .785) รองลงมา ติดไฟของแท่งแกลบ ($\overline{X}$=4.07 , S.D. = .828) ระยะเวลาในการติดไฟ ($\overline{X}$=4.00 , S.D. = .871) และความร้อนของแท่งแกลบ ($\overline{X}$=3.93 , S.D. = .868) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.16 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามต่อโครงการ ด้านที่3 ลักษณะทั่วไปของแท่งแกลบ

รายละเอียด	**จำนวน (N)**	$\overline{X}$	**S.D**	**แปลผล**
3.1 กระบวนการผลิตทุกขั้นตอนเข้าใจง่าย สามารถไปปฏิบัติได้	30	4.20	.664	มาก
3.2 ประมาณแกลบในชุมชน/ท้องถิ่น/ เพียงพอสำหรับการทำแกลบอัดแท่ง	30	3.93	.785	มาก
3.3 แกลบอัดแท่งที่ทำขึ้นสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร	30	3.93	.828	มาก

ตารางที่ 4.16 (ต่อ) ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามต่อโครงการ ด้านที่3 ลักษณะทั่วไปของแท่งแกลบ

3.4 ช่วยลดการตัดไม้ทำลายป่าในการตัดไม้มาทำถ่าน	**30**	**4.03**	**.890**	**มาก**
3.5 สามารถใช้เป็นแนวทางการประกอบอาชีพหรือการเสริมสร้างรายได้	30	4.07	.740	มาก
รวม	30	4.0333	.68296	มาก

จากตารางที่ 4.16 ผู้เข้าฝึกอบรมมีความพึงพอใจ ด้านที่ 3 ลักษณะทั่วไปของแท่งแกลบ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.03 , S.D. = .68296) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า กระบวนการผลิตทุกขั้นตอนเข้าใจง่ายสามารถไปปฏิบัติได้ มีระดับความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.20 , S.D. = .664) รองลงมา สามารถใช้เป็นแนวทางการประกอบอาชีพหรือการเสริมสร้างรายได้ ($\overline{X}$=4.07 , S.D. = .740) ช่วยลดการตัดไม้ทำลายป่าในการตัดไม้มาทำถ่าน ($\overline{X}$= 4.03 , S.D. = .890) ประมาณแกลบในชุมชน/ท้องถิ่น/เพียงพอสำหรับการทำแกลบอัดแท่ง ($\overline{X}$=3.93 , S.D. = .785) และแกลบอัดแท่งที่ทำขึ้นสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร ($\overline{X}$=3.93 , S.D. = .828) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.17 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามต่อโครงการ ด้านที่ 4 วัสดุ

รายละเอียด	**จำนวน (N)**	$\overline{X}$	**S.D**	**แปลผล**
4.1 เป็นวัสดุหาง่าย และมีอยู่ตามท้องถิ่น	30	4.20	.761	มาก
4.2 วัสดุมีราคาไม่แพง	30	4.13	.819	มาก
4.3 มีจำนวนเพียงพอในการผลิต	30	4.07	.868	มาก
4.4 ไม่เป็นวัสดุหวงห้ามหรือผิดกฎหมาย	30	4.23	.679	มาก
รวม	30	4.1583	.71161	มาก

จากตารางที่ 4.17 ผู้เข้าฝึกอบรมมีความพึงพอใจ ด้านที่ 4 วัสดุ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.15 , S.D. = .71161) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ไม่เป็นวัสดุหวงห้ามหรือผิดกฎหมาย มีระดับความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.23 , S.D. = .679) รองลงมา เป็นวัสดุหาง่าย และมีอยู่ตามท้องถิ่น ($\overline{X}$=4.20 , S.D. = .761) วัสดุมีราคาไม่แพง ($\overline{X}$=4.13 , S.D. = .819) และมีจำนวนเพียงพอในการผลิต ($\overline{X}$=4.07 , S.D. = .679) ตามลำดับ

4.8 การวิเคราะห์ต้นทุน

ในการวิเคราะห์ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดประกอบด้วยวัตถุดิบซึ่งต้นทุนที่เกี่ยวกับการใช้วัตถุดิบในการผลิตสินค้าอาจจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

วัตถุดิบหลัก หมายถึง วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตและสามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าใช้ในการผลิตสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งในปริมาณและต้นทุนเท่าใดรวมทั้งจัดเป็นวัตถุดิบส่วนใหญ่ที่ใช้ในการผลิตสินค้าชนิดนั้นๆ เช่น เหล็กเส้น เหล็กแผ่น เหล็กกลม แม่แรง เกจ สปริง สี เป็นต้น

วัตถุสิ้นเปลือง หลายถึง วัสดุหรือสิ่งของที่ใช้แล้วหมดไป เช่น ลวดเชื่อม ดอกสว่าน ใบลูกหนู เป็นต้น

ดังตารางที่ 4.18 และ 4.19

ตารางที่ 4.18 ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการผลิตเครื่องอัดแกลบสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน (เครื่องเดิม)

รายการต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการผลิตวัตถุดิบ				
ลำดับ	**รายการ**	**จำนวน**	**หน่วย**	**รวม(บาท)**
1	เหล็กแผ่น	4	แผ่น	300
2	เหล็กเหลี่ยม	4	แผ่น	189
3	เหล็กตัน	1	เส้น	100
4	ล้อ	4	ตัว	116
5	สี	7	กระป๋อง	300
6	แผ่นอะคีลิกใส	2	แผ่น	600
7	แม่แรงไฮโดรลิค	1	ตัว	815
8	สกรูล็อก	1	ตัว	45
9	ค่าตัดเหล็ก	8	ชิ้น	1,000
10	ค่ากลึงเหล็ก	4	ชิ้น	100
11	ใบลูกหนู	3	ใบ	105
12	ลวดเชื่อม	1	กล่อง	150
13	ดอกสว่าน	2	ดอก	80
14	ค่าแรง(เหมาจ่าย)	-	-	1,500
ต้นทุนรวมทั้งหมด = 5,400 บาท				

ตารางที่ 4.19 ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

รายการต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการผลิตวัตถุดิบ				
ลำดับ	**รายการ**	**จำนวน**	**หน่วย**	**รวม(บาท)**
1	แม่แรงไฮโดรลิค	1	ตัว	2500
2	เกจวัดแรงอัด	1	ตัว	500
3	เหล็กกลม	3	เส้น	250
4	สี่	6	กระป๋อง	300
5	เหล็กตัน	1	แผ่น	50
6	ค่าแรง	-	-	500
ต้นทุนรวมทั้งหมด = 4,100 บาท				

จากตารางที่ 4.18 และ ตารางที่ 4.19 โดยนำเครื่องอัดแกลบสำหรับใช้เป็นเชื่อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน นำมาต่อยอดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการขึ้นรูป และประสิทธิภาพในการติดไฟได้ดี โดยเพิ่มเกจวัดแรงดันและเพิ่มเป็น 6 กระบอก ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการผลิตเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคจะเห็นได้ว่ามีค่าใช้จ่ายจำนวน 4,100 บาท ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเครื่องอัดแกลบสำหรับใช้เป็นเชื่อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนที่มีขนาดแรงอัดที่เท่ากันจะมีต้นทุนในการผลิตที่ 5,400 บาท ซึ่งต้นทุนต่ำกว่า (5400 – 4100) เท่ากับ 1300 บาท

ตารางที่ 4.20 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเครื่องอัด

เครื่องอัด	**ภาพประกอบ**	**ต้นทุน(บาท)**	**ข้อดี**	**ข้อด้อย**
การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค		4,100	เพิ่มประสิทธิภาพในการติดไฟ และมีเกจวัดในการวัดความหนาแน่น	เครื่องมีน้ำหนักจนเกินไป เคลื่อนย้ายลำบาก

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเครื่องอัด

เครื่องอัด	ภาพประกอบ	ต้นทุน(บาท)	ข้อดี	ข้อด้อย
เครื่องอัดแกลบสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน	(ที่มา: อุไร จั้นพลแสนและคณะ,2561)	5,400	สะดวกในการเคลื่อนย้ายและการใช้งานใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าเครื่องต้นแบบ	ใช้เวลาในการอัดขึ้นรูปช้า ไม่มีเกจวัดความหนาแน่น
สรุป การเปรียบเทียบต้นทุนการสร้างเครื่องอัด	- เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าซึ่งเป็นการต่อยอดจากเครื่องอัดแกลบสำหรับใช้เป็นเชื่อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน **-**เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการขึ้นรูปและประสิทธิภาพในการติดไฟได้ดี ด้วยการปรับปรุงสูตรผสมการขึ้นรูปและควบคุมความหนาแน่น **-** จากการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคมีทุนทุนต่ำกว่า 1,300 บาท ชี้ให้เห็นว่ามีการสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคเหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่จะนำมาผลิตแท่งแกลบอัด เป็นเชื้อเพลิงทดแทนการใช้แก๊สและลดการถ่านฟืนจากไหม้			

4.9 การเผยแพร่เทคโนโลยีสู่ชุมชน

การเผยแพร่ผลงานสู่ชุมชน ในงานการถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการขยะแบบครบวงจร กิจกรรมอบรมให้ความรู้ด้านการใช้เครื่องอัดแท่งแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคในวันที่ 10 สิงหาคม 2562 พร้อมอธิบายการทำงานของเครื่อง และทดสอบการทำงานของเครื่องพร้อมอธิบายประโยชน์ของแท่งเชื้อเพลิงในการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

ภาพที่ 4.2 สาธิตการใช้เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค ซึ่งมีผู้เข้าร่วมรับการเผยแพร่จำนวน 30 คน ที่โรงเรียนวัดโพธิ์ บ้านยาง ตำบลบ้านยาง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

สรุป ในงานการถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการขยะแบบครบวงจร จากการถ่ายทอดและเผยแพร่ให้ความรู้ด้านการใช้เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค ที่โดมโรงเรียนวัดโพธิ์ บ้านยาง พร้อมอธิบายหลักการทำงานของเครื่อง และทดสอบการอัดแท่งเชื้อเพลิง พร้อมอธิบายถึงประโยชน์ที่ได้จากแท่งแกลบที่ผ่านการอัดของเครื่อง พบว่ามีผู้เข้ารับฟังถึง 30 คน ชาย 5 คน หญิง 25 คน ซึ่งส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในตัวเครื่องอัดแกลบมีความสะดวกสบายในการใช้งาน ผ่อนแรง และมีข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาเพิ่ม เพื่อให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.10 ข้อเสนอแนะ

จากผลการถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยีสู่ชุมชนให้เห็นถึงการพัฒนาและการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค เป็นการนำวัสดุที่เหลือทิ้งจากทำการสีข้าวแล้วซึ่งแกลบที่นำมาพัฒนาและต่อยอดจากการเหลือทิ้งจากการสีข้าวเหลือทิ้งมาใช้แทนแก๊สและใช้แทนพลังงานไฟฟ้า

1. ควรมีการเจาะรูตรงกลางของแท่งแกลบจะทำให้ติดไฟง่ายขึ้น
2. ควรนำวัสดุอื่นมาทำการทดลองการอัดแท่งเชื้อเพลิง เช่น ขี้เลื้อย ขี้ควายแห้ง เศษหญ้าแห้งหรือใบไม้แห้ง เป็นต้น