บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค คณะวิจัยได้ดำเนินการศึกษาขั้นตอนการวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.3 การออกแบบเครื่องอัดแกลบระบบไฮโดรลิค

3.4 ขั้นตอนการจัดสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

3.5 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

3.6 ขั้นตอนการทดลองเผยแพร่สู่ชุมชน

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.8 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยมี 4 ขั้นตอนต่อไปนี้

3.1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษากระบวนการอัดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล

1.3 ศึกษาการออกแบบและการสร้างเครื่องอัดแกลบ

1.4 ศึกษาหาความหนาแน่นแต่ละชิ้นด้วยตัวแรงดัน

ขั้นตอนที่ 2 เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นที่วิจัย

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวทางการออกแบบและสร้างเครื่องอัดแกลบ

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการทดลองและทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องอัดแกลบ

3.1.2 การวิเคราะห์แนวทางการดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์แนวทางการดำเนินงานวิจัย

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	หลักการทำงาน	ภาพประกอบ	ผลการวิเคราะห์/ข้อสังเกต
1	เครื่องอัดแท่งถ่านในรูปแบบเกลียว	ใช้วางวงจรปรับความเร็วรอบมอเตอร์โดยการปรับความเร็วเกลียวอัดในระดับที่แตกต่างกัน	(ที่มา : พงษ์ศักดิ์ อยู่มั่น, 2559)	เครื่องอัดแบบเกลียวเหมาะที่จะใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่งครั้งล่ะมากๆเพราะใช้มอเตอร์ในการผลิตทำให้ผลิตได้เร็ว
2	เครื่องอัดแบบสกรูโดยใช้แรงคนแบบมือหมุน	หลักการทำงานโดยให้เพลาสกรูสองตัวเพลาสกรูตัวผู้และเพลาสกรูตัวเมียหมุนเข้าหากันดูดและอัดอากาศผ่านเกลียวสกรูและใช้แบริ่งช่วยลดแรงเสียดทานรองรับน้ำหนักรับเพลาให้เที่ยงตรงทั้งแนวรัศมีและแนวแกนเพื่อช่วยป้องกันไม่ให้สกรูสองตัวสัมผัสกัน	(ที่มา : ทินกร พิริยโยธา, 2561)	เครื่องอัดแบบสกรูโดยใช้แรงคนแบบมือหมุนเหมาะสำหรับผลิตขึ้นใช้เองในครัวเรือนสะดวกในการขนย้าย

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) การวิเคราะห์แนวทางการดำเนินงานวิจัย

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	หลักการทำงาน	รูปภาพ	ผลการวิเคราะห์/ข้อสังเกต
3	เครื่องอัดแบบสกรูโดยใช้แรงคนแบบจักรยานปั่น	เครื่องปั่นจักรยานที่ใช้ในการอัดแท่งจะเป็นเครื่องจักรยานที่ไม่ใช้แล้วและจะถูกดัดแปลงให้มีลักษณะกลไกให้สามารถ ปั่นเพื่อมีแรงส่งไปยังเพลาหมุนสกรู จากนั้นสกรูจะอัดผงถ่านและผลผลิตที่ได้คือ ถ่านอัดแท่ง	(ที่มา : อยู่ แขมพลกรัง , 2558)	เครื่องอัดแบบสกรูโดยใช้แรงคนแบบจักรยานปั่นเหมาะสำหรับการใช้ในครัวเรือนเพราะวัสดุที่ใช้ในการผลิตหาได้ง่าย
4	เครื่องอัดถ่านแบบลูกกลิ้งไฟฟ้า	เป็นเครื่องอัดถ่านแบบลูกกลิ้ง 2 ตัว วิ่งเข้าประกบกัน อาศัยแรงกดอัดพร้อมกันเป็นส่วนทำให้ถ่านแน่นติดกันเป็นแท่ง กำลังการผลิตถ่านของเครื่องลักษณะนี้จะสูงมาก สามารถอัดก้อนให้มีลักษณะแตกต่างกัน	(ที่มา : วีพีเอสแมดดานิคอล-TARAD, 2561)	เครื่องอัดถ่านแบบลูกกลิ้งใช้แรงกดอัดพร้อมกัน ทำให้ถ่านแน่นติดกันเป็นแท่ง มีกำลังการผลิตถ่านสูงมาก สามารถอัดแท่งให้มีลักษณะแตกต่างกัน

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) การวิเคราะห์แนวทางการดำเนินงานวิจัย

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	หลักการทำงาน	รูปภาพ	ผลการวิเคราะห์/ข้อสังเกต
5	เครื่องอัดถ่านแบบไฮโดรลิค	เครื่องอัดถ่านแบบไฮโดรลิคตัวเครื่องเป็นเหล็กหนาที่สามารถทนแรงกดดันได้ดีเหล็กสปริงใช้งานในส่วนของการติดกลีบของเครื่องและแม่แรงขนาด 10 ตันเป็นตัวขับเคลื่อนหัวอัดในทิศทางขึ้นด้านบน	(ที่มา : ธวัชชัย สิงหศิริ, 2561)	เครื่องอัดถ่านแบบไฮโดรลิคเป็นเครื่องอัดที่สามารถอัดถ่านให้เป็นก้อนได้ดีและได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก
6	เครื่องอัดแกลบสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน	เครื่องอัดแกลบแบบไฮโดรลิคตัวเครื่องเป็นเหล็กหนาที่สามารถทนแรงกดดันใช้พลังงานจากคนด้วยมือกด แม่แรงขนาด 10 ตันเป็นตัวขับเคลื่อนหัวอัดในทิศทางขึ้นด้านบน	(ที่มา : อุไร จั้นพลแสน และคณะ, 2561)	เครื่องอัดแกลบแบบไฮโดรลิคสามารถอัดเป็นก้อน และสามารถใช้วัสดุจากธรรมชาติได้ -ไม่สามารถบอกแรงดันได้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) การวิเคราะห์แนวทางการดำเนินงานวิจัย

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	หลักการทำงาน	รูปภาพ	ผลการวิเคราะห์ข้อสังเกต
7	แท่นอัดไฮโดรลิคขนาดเล็ก	หลักการทำงานเปลี่ยนพลังงานการไหลเป็นพลังงานกลโดยผ่านกลไกสำคัญต่างๆ อันประกอบไปด้วยกระบอกสูบไฮโดรลิคและลูกสูบไฮโดรลิคขนาด 5 ตัน	(**ที่มา**: จิธาวัฒน์ สุนทร ,2554)	กระบอกสูบไฮโดรลิคและลูกสูบไฮโดรลิคแท่นอัดไฮโดรลิคขนาดเล็กเป็นเครื่องทุ่นแรงขนาดเล็กและใช้ต้นทุนในการประดิษฐ์ต่ำสามารถเคลื่อนย้ายได้และประหยัดพื้นในการปฏิบัติงาน
8	เครื่องอัดถ่านแบบไฮโดรลิค	เครื่องถ่านแบบไฮโดรลิคอัดผงถ่านในรูปแบบทรงกระบอกได้เนื่องจากการอัดผงถ่านนั้นสามารถทำให้ได้ความร้อยจากผงถ่านได้ดี และคุ้มค่ากว่าการใช้ถ่านไม้ปกติ	(**ที่มา:** นายอลงกรณ์ เล็กอุทัย ,2554)	สามารถทำให้ได้ความร้อยจากผงถ่านได้ดีและคุ้มค่ากว่าการใช้ถ่านไม้ปกติ โดยปกติเกษตรกรจำการอัดผงถ่านด้วยการสร้างรูปการอัดจากระบบไฮโดรลิค

3.1.3 สังเคราะห์แนวทางการวิจัยโดยการหาข้อดีข้อเสียของเครื่องทั้ง 8 แบบ ดังตารางที่ตารางที่ 3.2

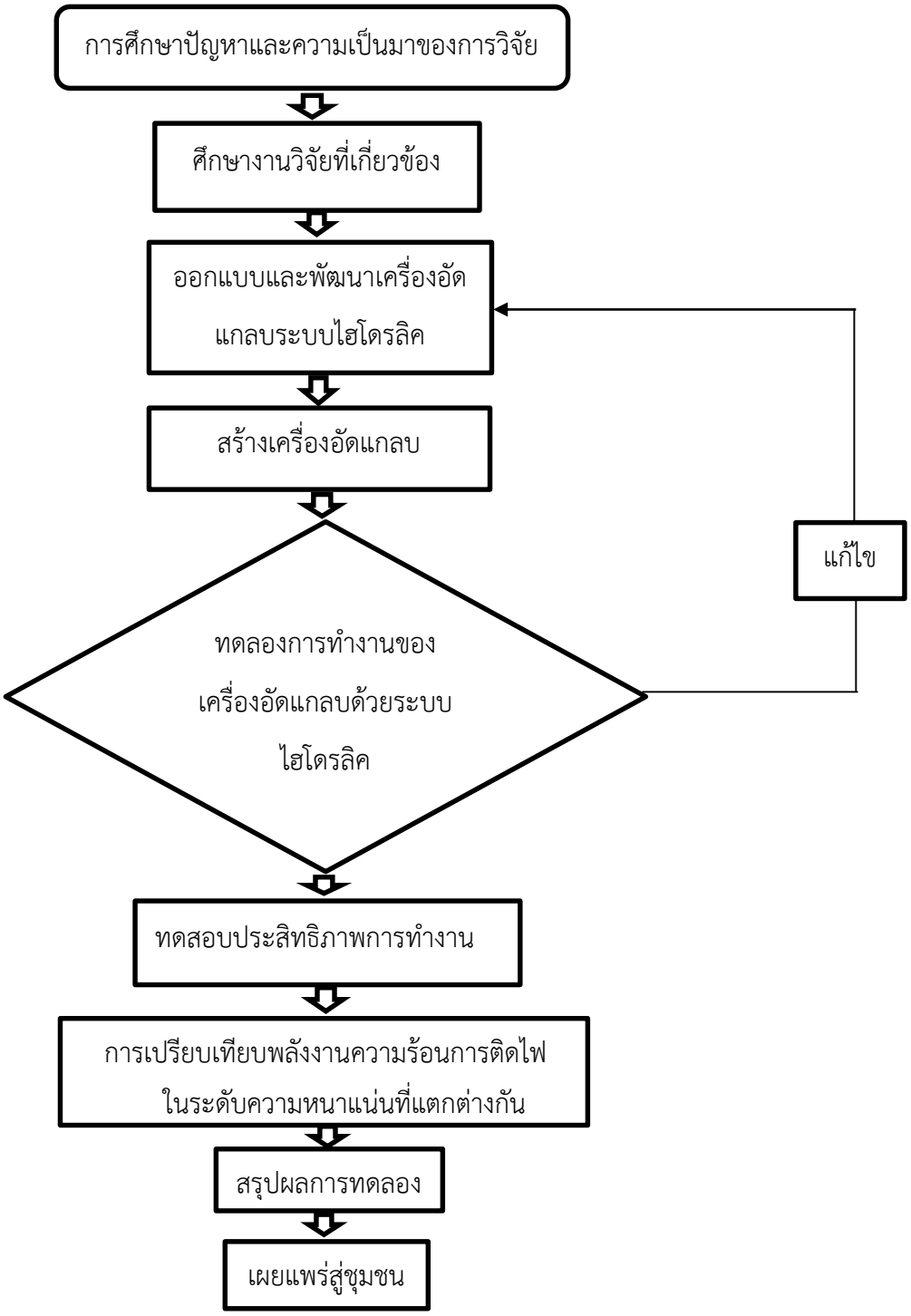
ตารางที่ 3.2 การสังเคราะห์แนวทางการวิจัยโดยการหาข้อดีข้อเสียของเครื่องทั้ง 8 แบบ

เครื่อง	ข้อดี	ข้อเสีย
เครื่องอัดแท่งถ่านในรูปแบบเกลียว	สามารถอัดแกลบได้เป็นจำนวนมากและรวดเร็วเพราะใช้มอเตอร์ในการทำงาน	วัสดุที่จะนำมาเข้าเครื่องอัดนั้นต้องทำให้มีขนาดเล็กก่อนนำมาเข้าเครื่อง
เครื่องอัดแบบสกรูโดยใช้แรงคนแบบมือหมุน	ใช้เพลาสกรูสองตัวในการอัดมีความสะดวกในการอัด	การขับเคลื่อนของเพลาตัวผู้และเพลาตัวเมีย
เครื่องอัดแบบสกรูโดยใช้แรงคนแบบจักรยานปั่น	สามารถทำได้ง่ายและมีความสะดวกในการผลิตในครัวเรือน	ใช้แรงคนในการปั่นอาจทำให้เกิดความล่าช้า
เครื่องอัดถ่านแบบลูกกลิ้ง	กำลังการผลิตถ่านของเครื่องจะสูงมาก สามารถอัดก้อนให้มีลักษณะแตกต่าง	ขนาดตัวเครื่องมีขนาดใหญ่มีผลต่อแรงอัดและความแข็งแรงของตัวเครื่อง
เครื่องอัดถ่านแบบไฮโดรลิค	อัดได้สะดวก ใช้งานง่ายเนื่องจากใช้แรงคนในการอัด	อุปกรณ์ที่ใช้งานต้องผลิตขึ้นอย่างละเอียดทำให้มีราคาแพง
เครื่องอัดแกลบสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้ม	ช่วยในการประหยัดไฟฟ้าสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	เครื่องมีขนาดเล็ก แรงอัดไม่เพียงพอ ไม่มีเกจวัดแรงดันผลิตได้ล่าช้า
แท่นอัดไฮโดรลิคขนาดเล็ก	ประหยัดพลังงานไฟฟ้าสะดวกต่อการผลิตไปใช้ในครัวเรือน	ต้นทุนแพง ผลิตแต่ละครั้งได้น้อย
เครื่องอัดถ่านแบบไฮโดรลิค	ซึ่งมีพลังงานในการอัดที่ดีกว่าทำให้ได้ก้อนถ่านที่มีคุณภาพ	หมดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้ามาก

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) การสังเคราะห์แนวทางการวิจัยโดยการหาข้อดีข้อเสียของเครื่องทั้ง 8 แบบ

สรุปแนวทางการออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดแกลบ	จากการศึกษาเครื่องอัดแบบเย็นแต่ล่ะเครื่อง ทำให้เห็นข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันในการทำงานและขนาดที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งเครื่องอัดทั้ง 8 เครื่องจะมีทั้งที่ใช้ไฟฟ้าในการอัดและแบบไม่ใช้ไฟฟ้าในการอัดแท่ง ทำให้คณะผู้วิจัยเกิดแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคแบบใช้แรงคนในการอัด พร้อมเกจวัดแรงดัน ซึ่งมีข้อดีคือสะดวก ใช้งานง่าย เนื่องจากใช้แรงคนในการอัดจึงช่วยประหยัดการใช้ไฟฟ้าลงได้ - เครื่องอัดแกลบแบบไฮโดรลิคใช้หลักการออกแรงกระทำดันของไหล(ของเหลว หรือ ก๊าซ) ด้วยลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัดน้อย แล้วของไหลนั้นจะไปดันลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัดมากลูกสูบที่พื้นที่หน้าตัดมากก็จะไปดันเพื่อทำการอัดแกลบให้แน่น - แนวทางการสร้างเครื่องอัดแกลบสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน 1. ออกแบบตัวเครื่องให้มีขนาดเล็กลงเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานและเคลื่อนย้าย 2. ใช้แม่แรงกระปุกไฮโดรลิค พร้อมเกจวัด ในการอัดขึ้นรูปขนาด 10ตัน 3. เพิ่มขนาดของรูอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้สามารถอัดแกลบให้แน่น 4.เพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบแท่งให้ดีกว่าของเดิม ด้วยการเพิ่มเกจวัดแรงดัน 5.เพิ่มขนาดรูอัดให้มากกว่าของเดิม จาก 4 กระบอก เป็น 6 กระบอก

3.1.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค
สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินงานได้ตามแผนภาพต่อไปนี้แสดง ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างต้นแบบเครื่องอัดแกลบสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มในครัวเรือน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ในการวิจัยเรื่องนี้เป็นการทดลองเพื่อการศึกษาหลักการทำงานของเครื่องอัดแกลบสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน ซึ่งมีการสร้างเพื่อนำไปใช้แทนการใช้เชื้อเพลิง ฟืนและถ่านในการหุงต้มในครัวเรือน บ้านโคกสะอาด ต.สองชั้น อ.กระสัง จ.บุรีรัมย์ ซึ่งมีเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย ดังนี้

3.2.1 การทดลอง ในการทดลองและสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค ดังนี้

1) อุปกรณ์ใช้สำหรับสร้างเครื่อง

2) เครื่องมือใช้สำหรับสร้างเครื่อง

3) วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.2.2 หลัก 5W1H

3.2.3 การวิเคราะห์ SWOT

3.2.4 หลัก 3R

3.2.5 เครื่องอัดแกลบ

3.2.6 แบบสอบถามความพึงพอใจ

3.2.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.9 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.2.10 การวิเคราะห์ต้นทุน

3.2.1 ผลการทดลอง ในการทดลองและสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค ดังนี้

1) อุปกรณ์

ตารางที่ 3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

ลำดับ	อุปกรณ์	รูปภาพอุปกรณ์	การนำไปใช้งาน
1	เกจวัด		ทำให้รู้ขนาดแรงดันของแท่งแกลบ
2	แม่แรงกระปุกไฮโดรลิค ขนาด 10ตัน ติดเกจวัดแรงดัน		ใช้ทุ่นแรงใช้แรงกดแรงอัด ใช้เพื่ออัดเข้ารูป

2) วัสดุ

ตารางที่ 3.4 วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

ลำดับ	วัสดุ	รูปภาพวัสดุ	การนำไปใช้งาน
1	เหล็กแท่ง		ใช้สำหรับทำโครงสร้างเสาของเครื่องอัด
2	เหล็กแผ่น		ใช้สำหรับสร้างตัวเครื่องและแผ่นอัด

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยไฮโดรลิค

ลำดับ	วัสดุ	รูปภาพวัสดุ	การนำไปใช้งาน
3	เหล็กกลม		ใช้สำหรับทำตัวกระบอกอัดหรือกระบอกสูบ
4	สีสเปรย์		ใช้สำหรับพ่นสีสเปรย์ตัวเครื่อง
5	กาวลาเท็กซ์		ใช้เพื่อให้เกะติดกับแท่งแกลบ
6	ล้อ		ใช้ประกอบกับตัวเครื่องสำหรับการเคลื่อนย้าย

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยไฮโดรลิค

7	สปริงขนาด18.5 มิลลิเมตร		ใช้สำหรับยืด หดหรือขยายตัวในระหว่างที่ทำการอัด
8	แผ่นอะคีลิกใส		ใช้ปิดประกอบด้านข้างตัวเครื่อง
8	หัวมันสำปะหลังต้มสุก		นำหัวมันสำปะหลังต้มสุกบดให้ละเอียด นำมาแทนแป้งมันสำปะหลัง
9	แกลบดิบ		ส่วนผสมสำคัญที่จะทำให้ติดไฟ
10	แกลบดำ		แกลบดำทำให้แท่งแกลบแข็งและติดไฟได้ง่าย

3) เครื่องมือ

ตารางที่ 3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

ลำดับ	เครื่องมือ	รูปภาพเครื่องมือ	การนำไปใช้งาน
1	ลูกหนู		ใช้สำหรับเจียรเหล็ก
2	ตู้เชื่อม		ใช้สำหรับเชื่อมต่อเหล็ก
3	เครื่องตัดเหล็ก		ใช้สำหรับตัดเหล็ก
4	เครื่องวัดอุณหภูมิเทอร์โมมิเตอร์		ใช้สำหรับวัดความวัดอุณหภูมิของแท่งแกลบ
5	เหล็กฉาก		ใช้สำหรับวัดความกว้างยาวของเหล็ก

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

ลำดับ	เครื่องมือ	รูปภาพวัสดุ	การนำไปใช้งาน
6	ค้อน		ใช้สำหรับตอกเหล็ก
7	ตลับเมตร		ใช้สำหรับวัดขนาดของเหล็กที่จะนำมาตัดทำเป็นโครงสร้าง

3.2.2 หลักตั้งคำถาม 5W1H

5W1H ซึ่งจะประกอบด้วย Who, What, Where, When, Why, และHow เป็นการตั้งคำถามในการพัฒนาเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

ตารางที่ 3.6 การวิเคราะห์ตามหลัก 5W1H

Who	คือ เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคนั้นในภูมิภาคท้องถิ่นมีในการใช้แก๊สและถ่านมากเกินไป เกิดการเสียสมดุล อาจทำให้การปล่อยควันจากการเผาไหม้มีมาก ในการปล่อยควันนั้นมีผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศของโลกทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน
What	คือ ปัญหาคืออะไร ใช้อะไรในการแก้ปัญหา ได้ใช้อะไรในการแก้ปัญหา จากการพัฒนาเครื่องอัดแกลบสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน (ของเดิม) นั้นมีปัญหาคือเกิดการเมื่อยล้าเพราะใช้แรงมือในการโยก และมีการขึ้นรูปของแท่งแกลบช้า คณะผู้วิจัยจึงคิดที่จะสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค ซึ่งสามารถลดการเมื่อยล้าและวัดความหนาแน่นได้
Where	คือ การลงพื้นที่ศึกษาหาข้อมูลจากบ้านโคกสะอาด หมู่17 ตำบลสองชั้น อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อหาปัญหาภายในครัวเรือน จากปัญหาที่ค้นพบมีปัญหาแกลบที่เหลือจากการสีข้าวมีประมาณมาก คณะผู้วิจัยจึงใช้วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการการสีข้าวมาเพิ่มมูลค่าด้วยการอัดแท่งแกลบเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน
When	คือ เมื่อค้นพบปัญหา ได้มีแนวทางการแก้ไขโดยการสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค ได้มีการแก้ไขการดำเนินงานวิจัยใช้ระยะเวลาเริ่มจากเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562
Why	คือ จากปัญหาการใช้แก๊สในครัวเรือน ควรหันมาใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดการใช้แก๊สในครัวเรือนและไฟฟ้ากระทบพลังงานมากเกินไปและนับวันจะหมดไป ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบ เป็นการแก้ไขปัญหาโดยใช้แกลบที่เหลือจากการสีข้าวมาเป็นเชื้อเพลิงแทนแก๊ส
How	คือ คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค ซึ่งแนวทางการแก้ไขทำการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบเป็นการลดต้นทุนภายในครัวเรือนโดยนำแกลบและวัสดุเหลือใช้ นำมาใช้แทนพลังงานไฟฟ้าและแก๊สในครัวเรือนได้

3.2.3 การวิเคราะห์ SWOT

ตารางที่ 3.7 การวิเคราะห์ SWOT ของเครื่องอัดด้วยระบบไฮโดรลิค

Strength (จุดแข็ง)	Weakness (จุดอ่อน)
1.สามรถวัดแรงของถ่านอัดแท่ง, กำหนดความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง 2.สามารถเคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวก	1.เกิดความเมื่อยล้าเพราะใช้แรงคนโดยการใช้มือโยก 2.ไม่สามรถวัดความหนาแน่นของแท่งแกลบและใช้เวลานานในการขึ้นรูปนาน
Opportunity (โอกาส)	Threats (อุปสรรค)
สามารถนำแกลบอัดแท่งมาใช้แทนแก๊สได้ สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ และใช้แกลบ	1.แกลบมีการยืดหยุ่นทำให้แกลบขึ้นรูปยาก 2.สูตรผสมที่ยังไม่เหมาะสม

3.2.4 หลัก 3R

หลัก 3R ลดการใช้,ใช้ซ้ำ,แปรรูปนำกลับมาใช้ใหม่

ตารางที่ 3.8 หลัก 3R ลดการใช้,ใช้ซ้ำ,แปรรูปนำกลับมาใช้ใหม่

หลัก 3R	**ประโยชน์**
R=Reduce (ลดการใช้)	การลดละเลิกใช้สิ่งของเครื่องใช้ที่ไม่จำเป็นความฟุ่มเฟือย หรือใช้จำนวนให้น้อยลง
R=Reuse (ใช้ซ้ำ)	การใช้แล้วใช้อีก จนกว่าจะหมดสภาพและประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีก
R=Recycle (รีไซเคิล)	เมื่อมีของเสียที่ไม่สามารถซ่อมหรือใช้ซ้ำได้แล้วก็จะนำวัสดุชิ้นนั้นมาแยกส่วนหรือประกอบ แปรรูปใหม่และใช้ประโยชน์ได้อีก

3.2.5 การทดลองสร้างเครื่องอัดแกลบไฮโดรลิค

เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค หมายถึง เครื่องอัดแกลบชีวมวลที่นำ วัสดุ อุปกรณ์ และ แม่แรงขนาด 10 ตัน ที่ประกอบขึ้นรูปสามารถอัดได้ครั้งละ 6 แท่ง ที่มีกระบวนการทำงานด้วยระบบไฮโดรลิคแบบโดยควบคุมด้วยเกจวัดแรงดันทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน

3.2.6 แบบสอบถามความพึงพอใจ

เป็นแบบประเมินเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจของเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ
2. สถานะ
3. สังกัดภาควิชา/หน่วยงาน
4. วุฒิการศึกษา
5. อายุ
7. อาชีพ

<u>ส่วนที่ 2</u> ความพึงพอใจต่อเครื่องอัดแกลบประกอบด้วย 4 ด้าน

1. เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค
2. ด้านแท่งแกลบ
3. ลักษณะทั่วไปของแท่งแกลบ
4. วัสดุ

การแปรคะแนน ค่าเฉลี่ย **($\bar{x}$)** โดยการแปรผลมีความหมายดังต่อไปนี้

4.50 - 5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
3.50 - 4.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
2.50 - 3.40	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

3.2.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลผู้ศึกษาได้ดำเนินการ ดังนี้

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงาวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยการสร้างเครื่องมือและการทดลอง

2) ลงพื้นที่เก็บข้อมูล จากชุมชน บ้านยาง ตำบลบ้านยาง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

3) เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองและสรุปผลการทดลอง

4) นำเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค ที่ได้จากการทดลองไปแบบสอบถามเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

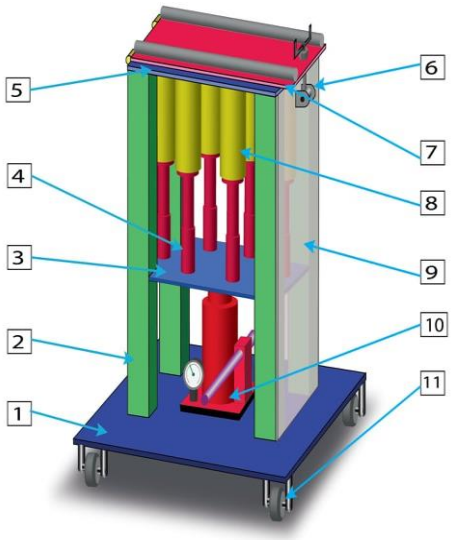
5) รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามและตรวจสอบความถูกต้องและสมบูรณ์

6) วิเคราะห์ข้อมูล

3.3 การออกแบบเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

3.3.1การออกแบบเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

การออกแบบเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคทำได้โดยการสร้างแบบจำลองขึ้นมาจากโปรแกรม Autocad โดยการจัดรูปแบบและโครงสร้างอุปกรณ์ให้อยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับหน้าที่ในการทำงานของโครงสร้างของอุปกรณ์ชนิดต่างๆเพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนลักษณะของเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคที่ได้ออกแบบแล้วดังภาพที่ 3.2



หมายเลข 1. ฐานเครื่อง หมายเลข 2. เสาเครื่อง หมายเลข 3. ฐานลูกสูบ
หมายเลข 4. ลูกสูบ หมายเลข 5. ฐานกระบอกลูกสูบ หมายเลข 6. ชุดล็อกฝาปิดเครื่อง
หมายเลข 7. ฝาปิดเครื่อง หมายเลข 8. กระบอกลูกสูบ หมายเลข 9. ฝาปิดข้างเครื่อง
หมายเลข 10. ชุดไฮโดรลิคติดเกจวัดแรงดัน หมายเลข 11. ชุดล้อเครื่อง

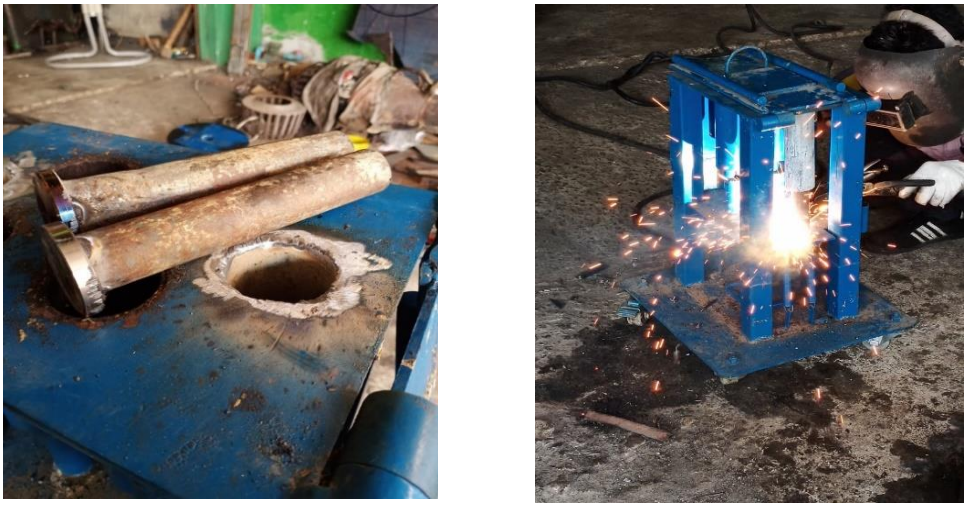
ภาพที่ 3.2 ลักษณะของเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

จากภาพที่ 3.2 เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค คือ เริ่มจากการนำแกลบและตัวประสานผสมกัน แล้วทำการใส่ลงในกระบอกสูบ (8) แล้วทำการปิดฝาเครื่อง (7) และล็อกฝาปิด (6) จากนั้นโยกแม่แรงไฮโดรลิคที่ควบคุมด้วยเกจวัดแรงดัน (10) โดยหมุนวาล์วแม่แรงไปด้านขวาเพื่อล็อกแม่แรงและทำการโยกแม่แรงให้ดันฐานลูกสูบ (3) และลูกสูบ (4) ขึ้นโยกแม่แรงไปเรื่อยๆจนสุดแรงไม่สามารถโยกต่อได้ให้หมุนวาล์วแม่แรงไฮโดรลิคมาทางซ้ายเพื่อคลายแม่แรงทำการเปิดฝา

3.4 ขั้นตอนการจัดสร้างเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

3.4.1 กระบอกลูกสูบ ชุดกระบอกสูบ ตัดเหล็กแผ่นสี่เหลี่ยมกว้าง 25 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร เจาะรูตรงกลาง 2 รูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร จากนั้นตัดเหล็กกลมขนาด 16 เซนติเมตร จำนวน 2ชิ้น

3.4.2 ลูกสูบ ชุดลูกสูบ ตัดเหล็กแผ่นสี่เหลี่ยมกว้าง 25 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร จากนั้นทำการตัดตรงมุมทั้ง4 มุมขนาด 5.2 เซนติเมตร ตัดเหล็กตันขนาด4 เซนติเมตร 7 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร แล้วนำมากลึงเข้าด้วยกันเป็นตัวลูกสูบและเชื่อมเหล็กเกี่ยวสปริงระหว่างแผ่นลูกสูบกับฐานเครื่องใช้สปริงขนาด 18.5 มิลลิเมตร 2 ตัว ทำการประกอบกันเป็นชุดลูกสูบและประกอบเข้ากับชุดโครงสร้าง ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 การจัดสร้างชุดกระบอกลูกสูบและลูกสูบ

3.4.3 การเก็บรายละเอียด แก้ไขอุปกรณ์ และตรวจความเรียบร้อย

เมื่อทำการประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วทำการตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์ต่างๆ ว่าถูกต้องหรือมีจุดที่ต้องแก้ไขใหม่หรือไม่ถ้ามีให้ทำการเก็บรายละเอียดต่างๆแสดงขั้นตอนการตรวจสอบความเรียบร้อย และการตกแต่ง ดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4 การเก็บรายละเอียดชิ้นงาน

ภาพที่ 3.5 เครื่องอัดแกลบที่สมบูรณ์

3.5 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

เครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิคที่ได้ทำการออกแบบ และจัดสร้าง นำมาทำการทดสอบการใช้งานโดยทดสอบผลของการอัดแท่งแกลบและผลของการทำงานของเครื่อง เพื่อดูความสามารถในการอัดขึ้นรูปของแท่งแกลบ โดยการป้อนวัสดุปริมาณ 300 กรัม ต่อครั้ง และขนาดของแม่แรงไฮโดรลิคที่ใช้ในการอัดเท่ากับ 10 ตัน ซึ่งมีวิธีการทดลองที่สำคัญ ดังนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบโดยนำ แกลบ หัวมันสำปะหลังต้มสุก น้ำ และกาว
2. ทำการทดลองอัดแท่งแกลบให้ตรวจเช็คสภาพของเครื่องอัดเพื่อทดสอบดูสภาพความพร้อมในการใช้งาน
3. ทำการชั่งน้ำหนักของแกลบและตัวประสานให้ได้ตามสัดส่วนที่ต้องการทดลอง
4. หลังจากผสมวัตถุดิบกับตัวประสานได้ตามสัดส่วนที่ต้องการแล้ว นำวัตถุดิบทั้งหมด ใส่ลงกระบอกอัด
5. ทำการโยกอัดแท่งแกลบด้วยแม่แรงไฮโดรลิคขนาด 10 ตัน
6. แท่งแกลบที่อัดได้จะมีขนาดความยาวแท่งละ 7-9 เซนติเมตร
7. นำแท่งเชื้อเพลิงแกลบที่ผลิตได้ไปตากแดด เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานให้มีประสิทธิภาพ

3.5.1 หาสูตรผสมที่เหมาะสม เพื่อศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อการเกาะตัวเป็นแท่งและสัดส่วนที่เหมาะสมของเชื้อเพลิงสำหรับใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.5.2 ทดสอบการขึ้นรูปของแกลบจากแต่ละสูตรผสมโดยการสังเกตกายภาพโดยกำหนดแท่งแกลบอยู่ที่ 7-9 เซนติเมตร

3.5.3 ความหนาแน่น ใช้แม่แรงขนาด 10 ตัน และมีเกจวัดแรงอัดใช้ในการควบคุมความหนาแน่น

3.5.4 ทดสอบการติดไฟแท่งแกลบที่วัดได้ในแต่ละสูตรนั้นสามารถทดสอบการติดไฟ ด้วยระยะเวลาและความร้อนสูงสุด

ตารางที่ 3.9 สูตรส่วนผสมการอัดแท่ง

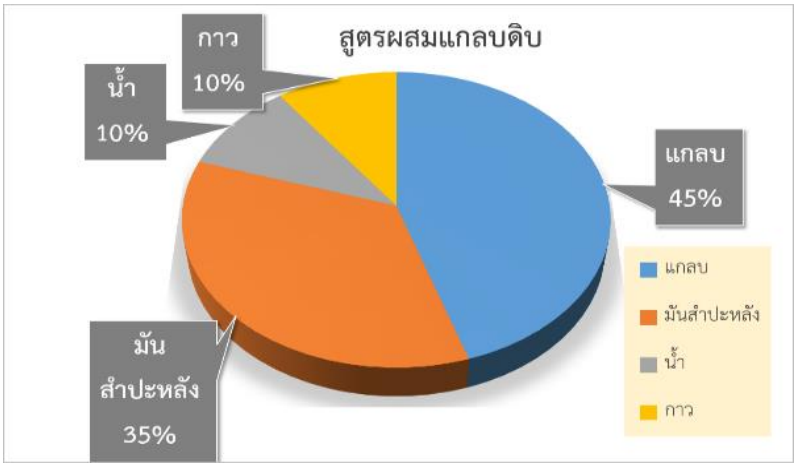
ลำดับที่	อ้างอิง	ชื่องานวิจัย	อัตราส่วนผสม	ส่วนผสม
1	ณัฐวัฒน์ ดวงไฟและสหรัฐ รังสิมันตุ์วงศ์ (2555)	ออกแบบและสร้างเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบสน	1 : 0.5 : 2	ใบสน:แป้ง:น้ำ
2	เดชณรงค์ ยะแสงและคณะ (2556)	การออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนเชื้อเพลิงแข็งชนิดสกรูอัดจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร	1 : 0.5 : 0.5 : 0.3	แกลบ:กากน้ำตาล:แป้งมัน:น้ำ
3	พงษ์ศักดิ์ อยู่มั่น (2559)	การพัฒนาประสิทธิภาพระบบอัดแท่งถ่านเชื้อเพลิงชีวมวลในรูปแบบอัดเกลียวเย็น	2 : 1 : 0.50	ผงถ่าน:แป้งมันสำปะหลัง:น้ำ
4	พรเทพ หอมผกา (2555)	การพัฒนาถ่านอัดแท่งจากกระดาษสำนักงานและมวลชีวภาพ	40 : 60 : 0.5	กระดาษ:เศษวัชพืช:แป้งมันสำปะหลัง
5	อุไร จั้นพลแสน และคณะ, 2562)	การพัฒนาเครื่องอัดแกลบสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน	2 : 05 : 1 : 05 : 3 : 3	แป้งมันสำปะหลัง:กาวลาเท็กซ์:น้ำ:แกลบดิบ:แกลบดำ

จากการศึกษาครั้งนี้ กลุ่มผู้วิจัยจึงได้ออกแบบสูตรผสมใหม่เนื่องจากวัตถุดิบแตกต่างจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กลุ่มผู้วิจัยจึงได้ออกแบบส่วนผสมใหม่เพื่อหาสูตรในการอัดขึ้นรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง ดังตารางที่ 3.10

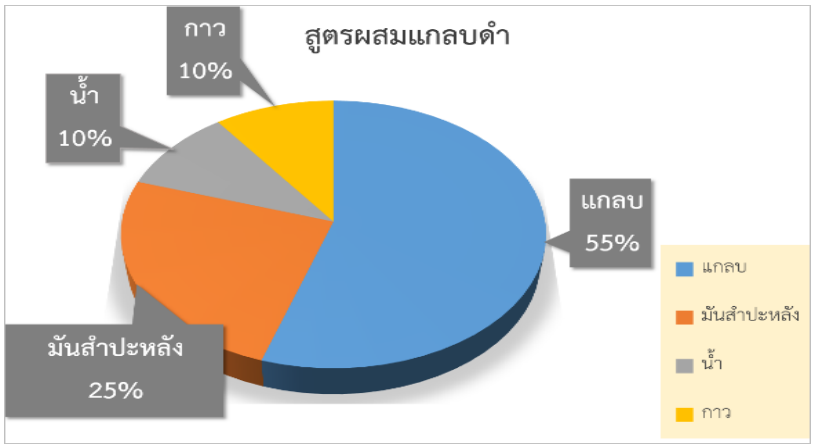
ตารางที่ 3.10 การออกแบบสูตรผสมแกลบอัดแท่งในการทำเชื้อเพลิง

วัตถุดิบและตัวประสาน (กรัม)				
สูตรผสม Type A	**แกลบดิบ**	**หัวมันสำปะหลังต้มสุก**	**น้ำเปล่า**	**กาวลาเท็กซ์**
A1	350	400	200	100
A2	350	200	100	100
A3	350	500	100	0
A4	350	550	100	100
สูตรผสม Type B	**แกลบดำ**	**หัวมันสำปะหลังต้มสุก**	**น้ำเปล่า**	**กาวลาเท็กซ์**
B1	700	100	0	0
B2	700	200	300	0
B3	700	250	200	100
B4	700	100	100	100
สูตรผสม Type C	**แกลบผสม**	**หัวมันสำปะหลังต้มสุก**	**น้ำเปล่า**	**กาวลาเท็กซ์**
C1	600	200	0	0
C2	600	300	100	0
C3	600	300	100	0
C4	600	350	150	100

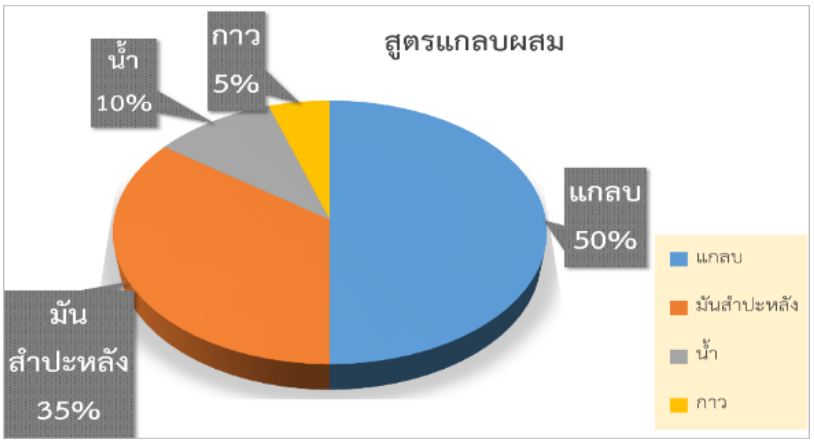
อัตราส่วนผสมแกลบอัดแท่งอัตราส่วนผสมแกลบอัดแท่งทั้ง 3 สูตร แผนภาพ ต่อไปนี้



ภาพที่ 3.6 อัตราส่วนผสม สูตรที่ 1 แกลบดิบ



ภาพที่ 3.7 อัตราส่วนผสม สูตรที่ 2 แกลบดำ



ภาพที่ 3.8 อัตราส่วนผสม สูตรที่ 3 แกลบดิบผสมแกลบดำ

3.6 ขั้นตอนการทดลองและการเผยแพร่เทคโนโลยีสู่ชุมชน

หลังจากพัฒนาออกแบบและสร้างเครื่องอัดแท่งแกลบระบบไฮโดรลิค ทำการทดลองและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องและหาสูตรผสมของแกลบ แท่งอัดแกลบที่เหมาะสมการขึ้นรูปในการเผาไหม้และให้พลังงานหุงต้ม โดยเปรียบเทียบและสรุปผลการทดสอบแล้วนำไปเผยแพร่ผลงานโดยการให้ความรู้ และทดลองการใช้งานของเครื่องอัดแกลบด้วยระบบไฮโดรลิค

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลที่ได้จากการทดลองวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยายและนำเสนอรูปแบบตาราง
2. ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามที่สมบูรณ์จำนวน

30 ชุด นำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยใช้สถิติค่าร้อยละและค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.8 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลองและการวิจัยเชิงพรรณนา สถิติในการวิจัยมี 2 ประเภท ดังนี้

3.2.9.1 ผลการทดลอง ใช้สถิติเชิงบรรยาย

3.2.9.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของชุมชน

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้แบบสอบถามใช้สถิติค่าร้อยละ (Percenage)

สูตร $P = \frac{f \times 100}{n}$

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. ข้อมูลจากการประเมินความพึงพอใจของชุมชนที่มีต่อเครื่องอัดแกลบ

2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean หรือ ($\bar{x}$))

สูตร $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูล

2.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation หรือ S.D.)

สูตร $S.D = \frac{\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2}}{n(n-1)}$

เมื่อ S.D แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละในกลุ่มตัวอย่าง

n-1 แทน จำนวนตัวแปรอิสระ

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$(\sum x)$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$\sum x^2$ แทน ผลรวมคะแนนแต่ละตัวอย่างกำลังสอง

(**ที่มา** : สูตรแบบสอบถาม ราช ศิริวัฒน์ 2560)