



รายงานการวิจัย
การออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหिन
Design and Fabrication for Saba banana Fried Machine

นรัทวั รัตนวัย และคณะ

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2563

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน

Design and Fabrication for Saba banana Fried Machine

นรินทร์ รัตนวัย

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ

เอราวัณ ชาญพหล

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต

ทุนอุดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

งบประมาณแผ่นดิน โดยผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประเภททุน โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

(ก)

ชื่องานวิจัย	การออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน
ผู้วิจัย	นรินทร์ รัตนวิชัย
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	เอราวัณ ชาญพหล
สาขาวิชา	วิศวกรรมการผลิตและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2563

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องทอดกล้วยหิน การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องทอดกล้วยหิน และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ผลการวิจัยพบว่า เครื่องทอดกล้วยหิน มีขนาดความกว้าง 700 มิลลิเมตร ความยาว 1,646 มิลลิเมตร ความสูง 1,126 มิลลิเมตร โดยผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ต่อการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน มีค่าเฉลี่ย 4.19 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยหิน ผลการวัดค่าของกล้วยแผ่นหลังการทอดอุณหภูมิที่ 140 °C ที่ต่ำที่สุดในการทดลองทอดกล้วยแผ่นมีค่าสีที่สว่างมากกว่าอุณหภูมิที่ 160 °C แต่อมน้ำมัน และผลการวัดค่าความกรอบของกล้วยแผ่นหลังการทอดอุณหภูมิที่ 140 °C ใช้เวลานานและไม่ค่อยกรอบอมน้ำมัน ส่วนอุณหภูมิที่ 160 °C ใช้เวลาน้อยและมีความกรอบที่เหมาะสมไม่ค่อยอมน้ำมัน และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยหิน มีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.79 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.26 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

คำสำคัญ : การออกแบบ, เครื่อง, กล้วยหิน

Title	Design and Fabrication for Saba banana Fried Machine.
Author	Narat Rattanawai.
Co-Researcher	Arawan Chanpahon.
Branch	Production Engineering and management. Phetchabun Rajabhat University 2563.

Abstract

The purpose of this research is to design and develop Saba banana fried. Performance test of the Saba banana fried and user satisfaction assessment. The results showed that the Saba banana fried It is 700 mm wide, 1,646 mm in length, height 1,126 mm. by the satisfaction assessment of the experts involved. Continue designing and building Saba banana fried. The average 4.19 standard deviation is 0.68, there is a very satisfied level. Performance Test Results of Saba banana fried The result of the measurement of the banana sheet after frying at the lowest temperature of 140 °C in the experiment, the banana sheet was brighter than the temperature of 160 °C, but the oil and the crispy measurement of the banana sheet after frying at 140 °C was very time consuming and rarely framed. The temperature of 160 °C is less time consuming and has a low frame and low oil quality, and the results of the assessment of the satisfaction of the users of the banana fried are not. With an average of 4.79, the standard deviation of 0.26 is satisfied at the most satisfaction level.

Keywords: Design, Machine, Saba banana

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน OTOP ใต้เมี่ยงสมุนไพร ตำบลวังชมพู จังหวัดเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

นรุตว์ รัตนวัย

พฤษภาคม 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 กล้วยหิน	4
2.2 ความเป็นมากลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไข่เมี่ยงกรอบสมุนไพร	5
2.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน.....	7
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	18
3.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน	18
3.2 ระยะที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพเครื่องทอดกล้วยหิน.....	20
3.3 ระยะที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องทอดกล้วยหิน	22
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	39
4.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน ระยะที่ 1	25
4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องทอดกล้วยหิน ระยะที่ 2	33

(จ)

สารบัญ (ต่อ)

	4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องทอดกล้วยหิน ระยะที่ 3.....	35
บทที่ 5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	38
	5.1 สรุปผลการวิจัย	38
	5.2 อภิปรายผล.....	39
	5.3 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	39
	5.4 แนวทางในการพัฒนาข้อเสนอแนะ.....	39
	บรรณานุกรม.....	40
	ภาคผนวก	41
	ภาคผนวก ก แบบประเมินความพึงพอใจในการสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน	42
	ภาคผนวก ข ภาพการลงพื้นที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่วิสาหกิจชุมชน	44
	ประวัติคณะผู้วิจัย.....	48

(จ)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 ตารางการวัดค่าสีของกล้วยแผ่นหลังการทอด.....	20
3-2 ตารางการทดสอบความกรอบของกล้วยแผ่นหลังการทอด	21
4-1 ผลการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องทอดกล้วยหิน	32
4-2 ตารางการวัดค่าสีของกล้วยแผ่นหลังการทอด.....	33
4-3 ตารางการทดสอบความกรอบของกล้วยแผ่นหลังการทอด	34
4-4 ความถี่และร้อยละของด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	35
4-5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยหิน	36

(ช)

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2-1 แสดงภาพกล้วยหิน	4
2-2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์กลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไข่เมี่ยงสมุนไพรร	5
2-3 แสดงกระบวนการทอดกล้วยแผ่น	6
2-4 แสดงแผ่นสแตนเลส	8
2-5 แสดงลักษณะของเฟืองตรง	9
2-6 แสดงสกรูและน็อต	10
2-7 แสดงโซ่และเฟือง	10
2-8 แสดงโซ่เส้นเดี่ยว โซ่เส้นคู่	11
2-9 แสดงมอเตอร์ไฟฟ้า	12
2-10 แสดงเครื่องควบคุมอุณหภูมิ	13
2-11 แสดงสวิทช์ปุ่มกดทั่วไป	13
2-12 แสดงขดลวดไฟฟ้า	14
4-1 แสดงแบบการออกส่วนประกอบของเครื่องทอดกล้วยหิน	25
4-2 แสดงแบบโครงสร้าง	26
4-3 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างเครื่อง	26
4-4 แสดงแบบชุดกระทะ	27

(ซ)

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4-5 แสดงภาพชุดกระทะ	27
4-6 แสดงแบบชุดตะแกรงยก.....	28
4-7 แสดงภาพถ่ายชุดตะแกรงยก	28
4-8 แสดงแบบชุดใบพัดกวน	29
4-9 แสดงภาพถ่ายชุดใบพัดกวน.....	29
4-10 แสดงแบบชุดควบคุมอุณหภูมิ.....	30
4-11 แสดงภาพถ่ายชุดควบคุมอุณหภูมิ.....	30
4-12 แสดงแบบตู้คอนโทรล	31
4-13 แสดงภาพถ่ายตู้คอนโทรล	31
ข-1 แสดงภาพถ่ายผู้ปฏิบัติงานนำกล้วยลงทอด	46
ข-2 แสดงภาพเครื่องทอดกล้วยหีนกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ไร่เมี่ยงสมุนไพร	46

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โครงการหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ เป็นหนึ่งในนโยบายเศรษฐกิจชุมชนที่สำคัญของ ยุทธศาสตร์ การสร้างรายได้ ลดรายจ่าย ขยายโอกาส มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาความยากจน สร้างงาน สร้าง รายได้ในท้องถิ่น กรมการพัฒนาชุมชนมีนโยบายและแนวทางในการส่งเสริมพัฒนา OTOP เชิงรุก โดยเฉพาะการตลาดเพื่อเพิ่มช่องทางการตลาด ได้มีการพัฒนาส่งเสริมโครงการหนึ่งตำบล หนึ่ง ผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันนี้ พ.ศ.2559 ทำให้ผลิตภัณฑ์ OTOP มีกลุ่มผู้ผลิตจำนวนเพิ่มมา กขึ้นขนาดเท่าตัว จังหวัดเพชรบูรณ์ก็เป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่มีการส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์ OTOP อย่างต่อเนื่องทำให้มีกลุ่มใหม่ๆเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก รวมแล้วทั้งจังหวัดเพชรบูรณ์มีกลุ่ม OTOP 312 กลุ่ม จาก 11 อำเภอ (ไทยตำบล, 2561) ซึ่งกลุ่มวิสาหกิจชุมชน OTOP ไร่เมี่ยงสมุนไพร ตำบลวังชมพู จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นหนึ่งในกลุ่มของจำนวนทั้งหมด

จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์กลุ่มวิสาหกิจชุมชน OTOP ไร่เมี่ยงสมุนไพร ตำบลวังชมพู จังหวัด เพชรบูรณ์ พบว่า ทางกลุ่มมีผลิตภัณฑ์มากมายหลายอย่าง ผลิตภัณฑ์ที่มีความโดดเด่นมากที่สุดของกลุ่ม คือ กล้วยหินไล่มะขาม เพราะมีรสชาติที่อร่อย ไม่เหม็นหืน ส่งขายไปยังทั่วประเทศ มีความต้องการ ของตลาดค่อนข้างสูง ซึ่งทางกลุ่มไม่สามารถที่จะผลิตได้ทันตามความต้องการของลูกค้า โดย กระบวนการในการทอดกล้วยหินต้องใช้คนที่มีความชำนาญถึงจะทอดกล้วยหินให้มีลักษณะตามความ ต้องการของผู้ผลิตได้

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน ที่ตอบสนองความต้องการ ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มผลผลิต ให้เพียงพอต่อความต้องการของ ตลาด โดยได้ทำการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อปรับปรุงและพัฒนายกระดับขีดความสามารถ ของวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตกล้วยอบไล่มะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.2 วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน จำนวน 1 เครื่อง

1.2.2 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยหิน

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน OTOP ไร่เมี่ยงสมุนไพร ตำบลวังชมพู จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.2 พัฒนาและออกแบบเครื่องทอดกล้วยหิน

1.3.3 ทำการสร้างเครื่องทอดกล้วยหินที่ได้พัฒนาออกแบบขึ้นมา

1.3.4 ทดสอบการใช้งาน และวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งหาทางแก้ไข และทำการปรับปรุงให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.5 สรุปและรายงานผล

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย

- 1) พื้นที่ในการวิจัยเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องทอดกล้วยหิน คือ วิสาหกิจชุมชน OTOP ไร่เมี่ยงสมุนไพร ตำบลวังชมพู อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 2) พื้นที่ในการทำวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน และทดสอบสมรรถนะที่คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และ วิสาหกิจชุมชน OTOP ไร่เมี่ยงสมุนไพร
- 3) พื้นที่ในการวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน ได้แก่ วิสาหกิจชุมชน OTOP ไร่เมี่ยงสมุนไพร ตำบลวังชมพู อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ระยะที่ 1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระยะที่ 2 ออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน

ระยะที่ 3 ประเมินความคิดเห็นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน OTOP ไร่เมี่ยงสมุนไพร

ระยะที่ 4 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี

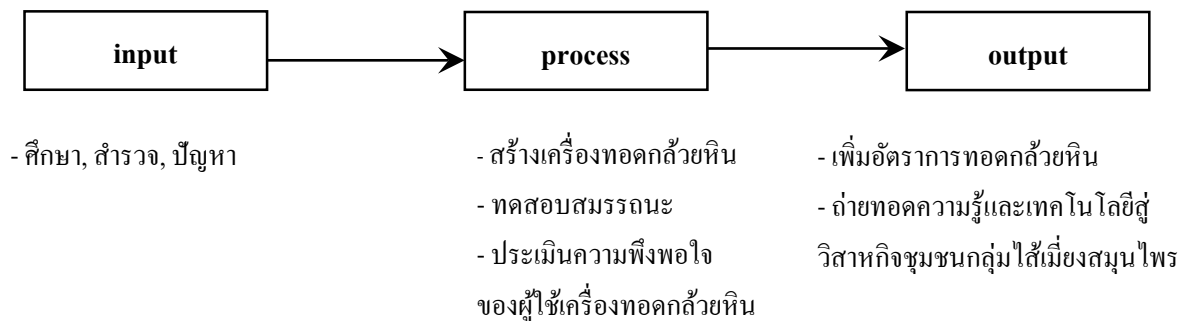
1.4.3 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน OTOP ไร่เมี่ยงสมุนไพร

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 12 เดือน

1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการ



1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้พัฒนาตนเองในด้านวิชาการในการสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน
- 1.6.2 ได้เครื่องต้นแบบในการทอดกล้วยหินที่ช่วยแก้ไขปัญหาในชุมชนท้องถิ่น สอดคล้องกับปรัชญาและพันธกิจของมหาวิทยาลัย
- 1.6.3 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนไส้เมี่ยงสมุนไพร ได้เทคโนโลยีเครื่องทอดกล้วยหินที่สามารถลดเวลาในการผลิตได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการวิจัยและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน ซึ่งทางกลุ่มผู้วิจัยได้นำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาอ้างอิงในการดำเนินโครงการดังนี้

2.1 กล้วยหิน

2.1.1 ประวัติของกล้วยหิน

กล้วยหิน หรือ กล้วยซาบา (Saba Banana) เป็นกล้วยลูกผสมกลุ่ม (ABB) ต้นกำเนิดอยู่ที่ฟิลิปปินส์ ผลขนาดกลางถึงใหญ่ ป้อมสั้น เป็นเหลี่ยม เปลือกหนา สีเหลือง เนื้อผลสีขาวครีม เนื้อละเอียด ผลมีแกนกลาง รสหวาน เป็นกล้วยที่ใช้ทำอาหารแม้ว่าจะรับประทานดิบได้ เป็นกล้วยที่สำคัญในการปรุงอาหารฟิลิปปินส์

2.1.2 ลักษณะกล้วยหิน

ลักษณะกล้วยหิน กล้วยหินมีลำต้นสูง 3-4 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร กาบด้านนอกเขียวมีนวล ก้านใบค่อนข้างสั้น ร่องใบเปิด เครือหนึ่งมี 7 - 10 หวี หวีหนึ่งมี 10 - 15 ผล ผลเป็นรูปห้าเหลี่ยมเปลือกหนา ผลเรียงกันแน่นเป็นระเบียบ ช่องว่างระหว่างหวีน้อย ปลายลูกป้าน เมื่อสุกสีเหลืองเนื้อสีขาวอมเหลือง ผลใช้รับประทานสด หรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบ



ภาพที่ 2-1 แสดงภาพกล้วยหิน

ที่มา: กลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไข่เมี่ยงสมุนไพร

2.2 ความเป็นมาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไข่เมี่ยงสมุนไพร

กลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไข่เมี่ยงสมุนไพร หมู่ 1 ตำบลวังชมภู อำเภอเมือง เพชรบูรณ์ จังหวัด เพชรบูรณ์ ก่อตั้งเมื่อปี 2542 เดิมดำเนินการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ดอกไม้ประดิษฐ์และการทำไข่เมี่ยง กรอบสมุนไพร แต่เนื่องด้วยผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์ เป็นสินค้าที่ไม่ได้รับความนิยม ในขณะที่ ผลิตภัณฑ์ไข่เมี่ยงซึ่งเป็นอาหารว่างของคน ภาคเหนือทานคู่กับใบเมี่ยงซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ต่อมา นางแสนสุข เป้าทองคำ หัวหน้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไข่เมี่ยงสมุนไพรได้เริ่มพัฒนา ผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้ มะขามซึ่งเป็นผลไม้ประจำจังหวัดเพชรบูรณ์ ไข่เป็นส่วนประกอบร่วมกับผลผลิต ทางการเกษตรที่ล้นตลาด ขณะนั้นเป็นกล้วยหิน จึงได้รวมกลุ่มเกษตรกรและคนใน ชุมชนจำนวนหนึ่ง ผลิตกล้วยหินสอดไส้มะขามเพื่อจำหน่ายจนได้รับความนิยมอย่างมาก ในปัจจุบัน



ภาพที่ 2-2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์กลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไข่เมี่ยงสมุนไพร

ที่มา: กลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไข่เมี่ยงสมุนไพร

2.2.1 กระบวนการทอดกล้วยฉาบ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไข่เมี่ยงสมุนไพร

- 1) ใช้มีดปอกเปลือกกล้วยหิน นำผล ที่ปอกแล้วมาใส่กะละมัง ล้างน้ำให้สะอาด (บางสูตร อาจผสมเกลือลงในน้ำเล็กน้อย เพื่อไม่ให้กล้วยหินมีสีดำ) จากนั้นนำ กล้วยหินขึ้นมาผึ่งไว้ในแดด
- 2) ใช้มีดปอกฝานกล้วยหินเป็นชิ้น บางๆ ตามความกว้างของผล เรียงไว้ใน ถาด โดยวาง กล้วยหินที่ฝานแล้วไม่ให้ ติดกัน เพื่อความสะดวกในการทอด (บางสูตร อาจนำกล้วยหินที่ฝานแล้วไป ตากแดด เพื่อไม่ให้ชั้นกล้วยหินติดกัน

3) ตั้งกระทะให้ร้อน ใส่น้ำมันพืชลงในกระทะ เมื่อน้ำมันร้อนพอดี (สามารถทดสอบได้โดยการใส่กล้วยหिनที่ผ่านแล้ว ลงไป 1 ชิ้น หากกล้วยหिनลอยขึ้นมาทันที แสดงว่าน้ำมันร้อนได้ที่แล้ว หรือบางสูตร อาจสังเกตความร้อนของน้ำมันได้จากควันที่ลอยอยู่บนกระทะ) ให้ใส่กล้วยหिन ที่ผ่านแล้วลงในน้ำมันทันที เมื่อกล้วยหिन ลอยตัวขึ้นมาบนผิวน้ำมัน ให้ใช้ตะหลิว คนและพลิกชั้นกล้วยหिन กลับไปมาให้ ถูกน้ำมัน เพื่อให้กล้วยหिनโดนความร้อน สมำเสมอทั่วกันทุกชั้น เมื่อทอดจนเหลือง ดีแล้ว (พยายามอย่าให้เหลืองมาก เพราะ เมื่อกล้วยหिनเย็น จะมีสีดำ และมีรสขม) ให้ตักขึ้นใส่ตะแกรง ลวด ทิ้งไว้ให้สะเด็ด น้ำมัน



ภาพที่ 2-3 แสดงกระบวนการทอดกล้วยแผ่น

ที่มา: กลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไร่เมี่ยงสมุนไพร

2.2.2 เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทอดกล้วยฉาบ

- 1) อุปกรณ์ ได้แก่ เตาแก๊ส กระทะ ตะหลิว ตะแกรงลวด หม้อ มีด กระดาษ มีดปอก ทัพพี และถาด
- 2) วัสดุ ได้แก่ กล้วยหिन น้ำมันพืช และเกลือป่น

2.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน

การเลือกใช้วัสดุต่างๆ ในการสร้างเครื่องทอดกล้วยหินแบบควบคุมอุณหภูมิ จะต้องมีความสามารถในการเลือกใช้อย่างเหมาะสมและต้องอาศัยข้อมูลจากการทดสอบมาพิจารณาร่วมด้วย ความสำคัญในการเลือกวัสดุยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นๆ ด้วย เช่น คุณภาพของวัสดุ การออกแบบ และการนำไปใช้งาน จึงจะทำให้เกิดความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสำหรับผู้ออกแบบอีกด้วย วัสดุที่ใช้มีดังนี้ สเตนเลส เฟือง สกรูและน็อต โชว์และเฟืองโชว์ ตลับลูกปืนตุ๊กตา

2.3.1 สเตนเลส (Stainless)

สเตนเลส คือ โลหะผสม (Ferrous Alloy) ระหว่างเหล็กกับสารหลายชนิดที่สำคัญ คือ สารโครเมียมอย่างน้อย 10% ที่ทำให้เหล็กกลายเป็นโลหะผสมที่สามารถทนการกัดกร่อน และทนสนิมทั้งจากธรรมชาติ และจากสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น สเตนเลส สตีล แบ่งออกได้มากกว่า 150 ชนิด แต่สามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ 8 กลุ่มด้วยกันขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ทำให้มีคุณสมบัติบางอย่างที่แตกต่างกันไป การเลือกใช้ต้องพิจารณาจากคุณสมบัติ และความเหมาะสมของงานด้วย ส่วนผสมที่ทำให้งานมีคุณสมบัติแตกต่างกันหลัก ๆ มีดังนี้ สารโครเมียม เป็นสารผสมหลักที่จะทำให้เหล็กมีคุณสมบัติในการทนทานต่อการเกิดสนิม และการกัดกร่อนต่าง ๆ สารนิกเกิล ช่วยเสริมความต้านทานในการเกิดสนิม และทำให้สเตนเลสไม่ดูดแม่เหล็กสาร โมลิบดีนัม ทำให้สเตนเลส มีความต้านทานในการเกิดสนิมสูงขึ้น และความทนต่อสารเคมี เช่น คลอรีน เป็นต้น สารคาร์บอน เป็นตัวเพิ่มความแข็งแรงให้กับสเตนเลส ถ้ามีคาร์บอนน้อย สเตนเลสก็จะมีคามเหนียวเพิ่มขึ้นแทนเกรดสเตนเลส สตีล ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในท้องตลาด ได้แก่

สเตนเลสเกรด 304 (SUS 304) เป็นสเตนเลสที่มีสารโครเมียมอยู่ 18% และนิกเกิลอยู่ 8 % บางที่เรียกว่า สเตนเลส 18/8 ซึ่งจะไม่มีส่วน โมลิบดีนัม มีคาร์บอนต่ำ และเป็นสเตนเลสที่ทนต่อการเกิดสนิม (Oxidation) และทนการกัดกร่อนต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี (Corrosion) เนื่องจากมีสารนิกเกิลจึงทำให้แม่เหล็กดูดไม่ติด มีคาร์บอนต่ำจึงมีความเหนียวสูง สามารถใช้กับการปั๊มขึ้นรูปสูง ๆ ได้ เช่น การทำอ่างซิงค์หรือภาชนะในครัวต่าง ๆ เพราะสามารถทนความร้อนได้ดี เช่น หม้อ กระทะ เป็นต้น

สเตนเลสเกรด 316 (SUS 316) เป็นสเตนเลส ที่นิยมใช้รองลงมาจากเกรด 304 เป็น สเตนเลสสตีล ที่มีส่วนผสมคล้ายกับเกรด SUS 304 แต่เกรด 316 จะมีส่วนผสมของ สาร โมลิบดีนัม เพิ่มเข้าไป ทำให้สเตนเลสเกรดนี้ สามารถทนต่อการเกิดสนิม และการกัดกร่อนได้สูงกว่าเกรด 304 โดยเฉพาะการทนต่อสารคลอรีน (Warm Chlorine Enviromentle) จึงนิยมใช้ในงานทำอุปกรณ์ต่าง ๆ ในห้องแลป ส่วนงานอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมสารเคมีต่าง ๆ อุปกรณ์เรือ จนถึงประเภทยานสปริง ที่ต้องให้ทน

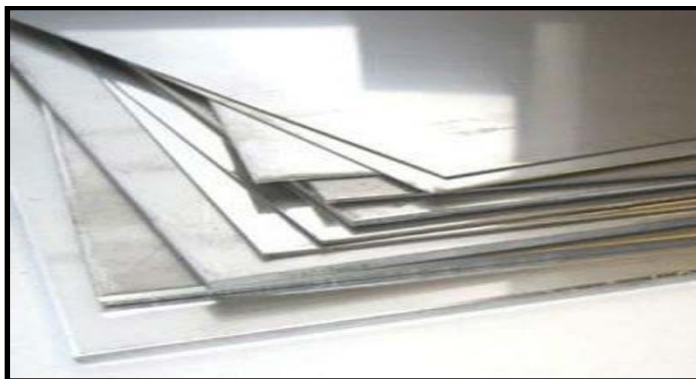
สนิม โดยการลดคาร์บอนลงจาก 0.08% ลงมาเหลือ 0.03% ทำให้สแตนเลสเหนียวขึ้นจนสามารถเป็นสปริงได้ เป็นเกรด SUS 316 L (Low Carbon)

สแตนเลสเกรด 430 (SUS 430) เป็นสแตนเลสที่คล้าย เกรด 304 แต่จะไม่มีสารนิเกิล จึงทำให้แม่เหล็กดูดติด แต่จะไม่ติดขนาดเหล็ก แต่ยังมีคุณสมบัติในการป้องกันสนิมได้ดี แม้จะไม่เท่าเกรด 304 แต่เกรดนี้จะมีคาร์บอนสูงถึง 0.12% จึงมีความแข็งแรงสูงกว่าสแตนเลสเกรด 304 และ 316 เหมาะสำหรับงานที่รับแรงสูงกว่า เพราะปกติสแตนเลสจะมีความเหนียวมากกว่าความแข็ง ในกรณีที่สารคาร์บอนสูงกว่า 0.15% จะกลายเป็นเกรด 420 ซึ่งมีความแข็งที่เหมาะสมสำหรับทำอุปกรณ์ชุดครัวในเรื่องการตัดหั่นต่าง ๆ เช่น ทำมีดต่าง ๆ เป็นต้น

การทำสกรูน็อตสแตนเลสจะนิยมใช้เกรด SUS 304 เพื่อมีความทนต่อสิ่งแวดล้อมได้ดีพอสมควร ส่วนเกรด SUS 316 จะนิยมใช้กับงานในอุตสาหกรรมเคมีในห้องแล็บ หรือในท้องทะเล ส่วนสกรูปลายสว่านที่เป็นสแตนเลสจะเป็นเกรด SUS 410 เพราะมีความแข็งแรงพอใช้ และเกรด 304 หรือเกรด 316 ใช้ไม่ได้ เพราะมีความแข็งไม่พอ แต่ความสามารถในการทนสนิมจะน้อยกว่า

สแตนเลสเกรด 202 (SUS202) เป็นสแตนเลสอีกเกรดที่น่าสนใจซึ่งจะประกอบด้วยโครเมียมนิเกิล และแมงกานีส ซึ่งแม่เหล็กดูดไม่ติด แต่ความทนทานต่อสนิมจะต่ำกว่าเกรด SUS 304 มักนิยมใช้ในงานผลิตสินค้า ฮาร์ดแวร์ ต่าง ๆ เช่น บานพับ และกลอนประตูเกรดล่าง

ดังนั้น เครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ จึงเลือกใช้สแตนเลสเกรด 304 เพราะทนต่อความร้อนในการทอด ปลอดภัยในการทำอาหาร ไม่เกิดสนิม และไม่ผุพังง่าย



ภาพที่ 2-4 แสดงแผ่นสแตนเลส

ที่มา: บริษัท Sign-in-thai, 2563.

2.3.2 เฟือง

เฟืองใช้ทำหน้าที่ถ่ายเทโมเมนตัมระหว่างเพลาสองเพลามีระยะห่างระหว่างแกนเพลาสองที่สั้น โดยถ่ายเทในรูปแบบของแรง หมายความว่าไม่มีการสูญเสียการเคลื่อนเหมือนสายพาน จึงมีอัตราทดที่คงที่ เฟืองเหมาะสำหรับการหมุนรอบต่ำไปจนรอบสูง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าเป็นเฟืองชนิดใดตามตำแหน่งของเฟืองและเพลาวางประกบกันมีการเรียกชื่อเฟืองตามลักษณะของเฟืองแบบต่าง ๆ

1) เฟืองตรง

เฟืองที่ใช้เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมีหลายชนิด แต่ละชนิดจะทำหน้าที่ส่งกำลังให้กับชิ้นอื่นๆของเครื่องจักรกลต่อไป เฟืองตรง ความตรงของฟันเฟืองจะขนานกับรูเพลานเฟืองตรงจะมีลักษณะดังภาพ



ภาพที่ 2-5 แสดงลักษณะของเฟืองตรง

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2563.

2.3.3 สกรูและน็อต

สกรูและน็อต เป็นวัสดุที่จำเป็นอย่างมากสำหรับการยึดวัตถุสองชิ้นให้ติดกัน มีหน้าที่คล้ายตะปูแต่จะอาศัยแรงหมุนเพื่อให้เกลียวเคลื่อนเจาะทะลุเข้าไปในเนื้อวัตถุ ซึ่งยกตัวอย่างใช้ในงานง่าย ๆ เช่น ยึดฐานมอเตอร์ ประกอบโบลเวอร์ ยึดฐานปั้มน้ำ เป็นต้น โดยทั่วไปคนส่วนมากมักเรียกสกรูนี้โดยรวมกันว่า น็อต แต่ความเป็นจริงแล้ว เจ้าตัวยึดติดที่มีเกลียวและตัวเป็นรับนํันมันเรียกแยกออกจากกัน



ภาพที่ 2-6 แสดงสกรูและน็อต

ที่มา: บริษัท pinterest, 2563.

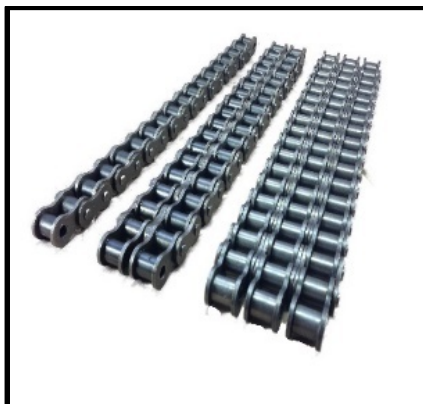
2.3.4 โซ่และเฟืองโซ่

โซ่และเฟืองโซ่ใช้สำหรับส่งกำลังในกรณีที่เพลาทิ้งสองอยู่ห่างกันซึ่งก็คล้ายกับการส่งกำลังของสายพานธรรมดา แต่การส่งกำลังโดยใช้โซ่และเฟืองโซ่ มีข้อดีที่ว่าสามารถ Torque ได้มาก เพราะไม่มีการ Slip และโซ่ยังมีความแข็งแรงมากกว่าสายพานธรรมดาในลักษณะการใช้งานของโซ่ จำเป็นต้องคำนึงถึงความตึงของโซ่ด้วยเหมือนกัน หากตึงจนเกินไปอาจทำให้โซ่ขาดได้



ภาพที่ 2-7 แสดงโซ่และเฟืองโซ่

ที่มา: ลาชาด้า, 2563.



ภาพที่ 2.8 แสดงโซ่เส้นเดี่ยว โซ่เส้นคู่ โซ่สามเส้นเรียงติดกัน

ที่มา: บริษัท Thaimechanic, 2563.

2.3.5 ตลับลูกปืนตุ้กตา

ตลับลูกปืนตุ้กตาจะต้องใช้เป็นคู่เพื่อยึดปลายเพลาทั้ง 2 ข้าง แต่หลายคนยังไม่ทราบว่าปกติแล้วตลับลูกปืนที่ใช้ทั้ง 2 ข้างจะไม่เหมือนกัน โดยลูกปืนตุ้กตาแต่ละรุ่นมักจะมีแบ่งเป็น 2 แบบคือ

- แบบ Fixed (ตรึงแน่น) มักจะถูกติดตั้งที่ฝั่งเดียวกับมอเตอร์หรือส่วนขับ
- แบบ Expansion (ขยับได้ในแนวแกนเพลาล็กน้อย) จะถูกติดตั้งไว้อีกฝั่งหนึ่งสาเหตุ

ที่ต้องแยกตลับลูกปืนตุ้กตาเป็น 2 แบบและใช้งานคู่กัน เนื่องจาก

1. ในการทำงานของเครื่องจักรมักจะทำให้เกิดความร้อนทำให้เพลาลอยเหิดการขยายตัว หากตลับลูกปืนทั้ง 2 ข้างเป็นแบบ Fixed จะทำให้เกิดแรงดัน (Axial Load) ขึ้นทั้ง 2 ข้างทำให้อายุการใช้งานของตลับลูกปืนลดลงอย่างมาก
2. เพลาลอยอุตสาหกรรมจะมีค่าความตรงที่กำหนดไว้อยู่แล้ว แต่ความคดงจะเกิดขึ้นได้ทั้งจากค่าความผิดเพี้ยนในการผลิตหรือการใช้งาน การใช้ตลับลูกปืนแบบ Fixed และ Expansion คู่กันจะช่วยชดเชยค่าความผิดเพี้ยนในส่วนนี้ และทำให้สามารถใช้งานได้นานยิ่งขึ้น

2.3.6 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าจัดว่าเป็นต้นกำลังอย่างหนึ่งซึ่งมีความสำคัญมาก โดยที่มอเตอร์คือเครื่องจักรไฟฟ้าที่รับกระแสไฟฟ้าเข้ามาทำให้เพลามุนเป็นต้นกำลังขับ แต่กระแสไฟฟ้านั้นเกิดขึ้นได้เพราะมีต้นกำลังขับมาหมุนเพลายน

มอเตอร์ไฟฟ้าหนึ่งเฟส (Single Phase Motor) มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับหนึ่งเฟส สังเกตง่ายๆ จะมีสายไฟฟ้าหนึ่งเฟสสองสายต่อใช้กับมอเตอร์หนึ่งเฟสเป็นมอเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้กับส่วนมากมีขนาด 2 แรงม้า ถึง 10 แรงม้า มีใช้กันอยู่บ้างแต่ไม่มากนักส่วประกอบที่สำคัญของมอเตอร์ จะประกอบด้วย สเตเตอร์ โรเตอร์และฝาปิดทั้งสองด้าน รูปร่างและส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าหนึ่งเฟสชนิดนี้ จะแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ 2 พวก คืออินดักชันมอเตอร์ (Induction Motor) และซิงโครนัสมอเตอร์ (Synchronous Motor)



ภาพที่ 2-9 แสดงมอเตอร์ไฟฟ้า

ที่มา: บริษัท Primusthai, 2563.

2.3.7 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ

อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ หรือ Temperature Controller คือเครื่องควบคุมที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลสัญญาณอินพุตจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และส่งงานเอาต์พุต เพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ที่ในการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิอีกที โดยกระบวนการควบคุมนั้นมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ เช่น ON-OFF Control, PID Control, Fuzzy Logic Control โดยการทำงานคือ จะมีหัววัดอุณหภูมิ หรือ Temperature Sensor ทำหน้าที่วัดอุณหภูมิส่งมาที่ Temperature Controller หากอุณหภูมิไม่ได้ตามที่ตั้งไว้ Temperature Controller จะจ่ายแรงดันไปให้ฮีตเตอร์ heater เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้ได้ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ



ภาพที่ 2-10 แสดงเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

ที่มา: บริษัท Misumi Thailand, 2563.

2.3.8 สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมวงจรควบคุมแบบใช้มือกดเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม เช่น กดให้วงจรทำงาน หรือหยุดการทำงานของวงจรควบคุม



ภาพที่ 2-11 แสดงสวิตช์ปุ่มกดทั่วไป

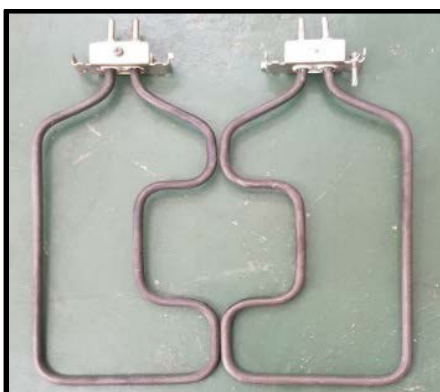
ที่มา: บริษัท Vprosupply, 2563.

2.3.9 ขดลวดไฟฟ้า

ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้าอย่างหนึ่งเช่น ลวดในรูปของขดลวด รูปเกลียวกัน หอยหรือเกลียวสปริง ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าถูกใช้ในวิศวกรรมไฟฟ้า ในการใช้งานที่กระแสไฟฟ้าจะมี ปฏิสัมพันธ์กับสนามแม่เหล็ก, ในอุปกรณ์เช่นตัวเหนี่ยวนำ, แม่เหล็กไฟฟ้า, หม้อแปลง, และขดลวด เซ็นเซอร์ เป็นได้ทั้งกระแสไฟฟ้าจะถูกส่งผ่านลวดของคอยล์เพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก หรือตรงกันข้าม

สนามแม่เหล็กภายนอกที่แปรตามเวลาพาดผ่านด้านในของขดลวดสร้าง EMF (แรงดัน) ในตัวนำกระแสไหลในตัวนำใดๆจะสร้างสนามแม่เหล็กวงกลมรอบตัวนำตามกฎของแอมแปร์

ประโยชน์ของการใช้รูปทรงแบบขดม้วนก็คือมันจะเพิ่ม ความแรงของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแส สนามแม่เหล็กที่เกิดจากแต่ละรอบที่แยกจากกันของลวดตัวนำทั้งหมดผ่านศูนย์กลางของขดลวดและซ้อนกันเพื่อสร้างสนามที่แข็งแกร่งที่นั่น จำนวนรอบของขดลวดยิ่งมาก สนามที่ถูกสร้างขึ้นก็ยิ่งแรง ในทางกลับกันการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กภายนอกทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าในตัวนำตามกฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ แรงดันไฟฟ้า ที่ถูกเหนี่ยวนำสามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้โดยพันลวดให้เป็นขดเพราะเส้นสนามจะตัดเส้นลวดหลายครั้ง



ภาพที่ 2-12 แสดงขดลวดไฟฟ้า

ที่มา : บริษัท Tarad, 2563.

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จกมล สุภารัตน์ และคณะ (2559) พัฒนาเครื่องทอดหอมเจียว เครื่องทอดหอมเจียวถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตหอมเจียวให้มีคุณภาพอันวยความสะดวก ลดการใช้แรงงาน และลดต้นทุนในการทอดหอมเจียว สำหรับใช้ในวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม ที่แปรรูปหอมแดงจำหน่าย เครื่องต้นแบบประกอบไปด้วย โครงสร้างเครื่อง หม้อน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 มิลลิเมตร ลึก 200 มิลลิเมตร หม้อตะแกรงทอดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 380 มิลลิเมตร ลึก 150 มิลลิเมตร ขนาดรูตะแกรง 2 มิลลิเมตร ชุดใบกวนมีรัศมีการกวน 200 มิลลิเมตร ใช้มอเตอร์ขนาด 25 วัตต์ เป็นต้นกำลัง และใช้ความร้อนจากฮีตเตอร์ ขนาด 2.8 กิโลวัตต์ การทำงานของเครื่องโดย

เริ่มจากการเทน้ำมันลงไปในห้องน้ำมัน ตั้งอุณหภูมิฮีตเตอร์ และรอให้น้ำมันร้อนตามอุณหภูมิที่กำหนด จากนั้นใส่หอมซอยลงในน้ำมัน และทำการเปิดมอเตอร์ใบกวนเมื่อหอมเจียวสุกได้ที่ก็จะยกตะแกรงทอดออกและเทหอมลงตะแกรงสะเด็ดน้ำมัน จากผลการทดลองเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่อุณหภูมิการทอด 170 องศาเซลเซียส และที่ความเร็วรอบของใบกวน 45 รอบต่อนาที มีความสามารถในการทอดหอมเจียว 3 กิโลกรัม ด้วยเวลา 28.4 นาที สามารถใช้น้ำมันทอดซ้ำได้ถึง 6 ครั้ง โดยที่ปริมาณสารโพลาร์ไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์หอมเจียวที่มีคุณภาพ และปลอดภัยต่อผู้บริโภค หลังจากการทดสอบเบื้องต้นและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เครื่องทอดหอมเจียวต้นแบบได้ถูกทดสอบและประเมินสมรรถนะในการทำงาน รวมทั้งคุณภาพในการรักษาระดับอุณหภูมิน้ำมัน โดยประเภทของหอมแดงที่ใช้ในการทดลอง คือ หอมแดงไทย ที่มีขนาดความหนาหลังการหั่นซอยประมาณ 2 มิลลิเมตร และทำการทอดโดยใช้น้ำมันปาล์ม ในการทดลองทอดหอมเจียวด้วยเครื่องต้นแบบนี้ทำการทดลองภายใต้เงื่อนไข อุณหภูมิ และความเร็วของใบกวน เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องที่ดีที่สุด โดยกำหนดอุณหภูมิในการทอดหอมเจียว 3 ระดับ ได้แก่ 170 190 และ 210 องศาเซลเซียส ขณะที่ความเร็วของใบกวนแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 25 35 และ 45 รอบต่อนาที

ชัยวัฒน์ เผ่าสันหัตถพาณิชย์ (2557) ศึกษาการทดสอบและพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศสำหรับเนื้อลำไย การนำเทคโนโลยีกระบวนการทอดในสภาวะสุญญากาศมาใช้ในการแปรรูปเนื้อลำไยให้เป็นผลิตภัณฑ์ลำไยทอดกรอบสุญญากาศเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม มีข้อดีที่ในระบบมีออกซิเจนอยู่น้อยมาก ทำให้น้ำมันพืชเกิดการออกซิเดชันที่ต่ำ และการให้ความร้อนในน้ำมันพืชที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ก็สามารถทำการทอดทำให้น้ำมันในผลิตภัณฑ์เกิดการเดือดระเหยได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งคุณภาพของน้ำมันทอดไม่เกิดการเสียหาย จะมีอายุการใช้งานทอดซ้ำได้นานกว่าการทอดแบบทั่วไปในสภาวะบรรยากาศปกติ ผลิตภัณฑ์ลำไยทอดกรอบสุญญากาศจึงมีคุณภาพด้านกลิ่น สี และรสชาติหวานใกล้เคียงกับธรรมชาติเดิมได้ค่อนข้างดี เนื่องจากผลิตภัณฑ์ลำไยแปรรูปชนิดใหม่นี้สามารถเก็บไว้รอการจำหน่ายนอกฤดูกาลได้ มีอายุการเก็บรักษาไว้ได้นาน และมีคุณภาพใกล้เคียงธรรมชาติเดิมได้ค่อนข้างดี ทำให้ลำไยที่ผ่านการแปรรูปนั้นมีมูลค่าสูงขึ้นทำให้ผู้ประกอบการมีรายได้เพิ่มสูงขึ้น การศึกษาวิจัยข้อมูลในกระบวนการทอดเนื้อลำไยแบบสุญญากาศในประเทศยังไม่ปรากฏแพร่หลายในเอกสารเผยแพร่ มีแต่การนำเข้าเครื่องทอดสุญญากาศจากต่างประเทศมาใช้งานซึ่งมีราคาที่สูงมากและมีผู้พยายามสร้างเครื่องทอดสุญญากาศขึ้นมาใช้เองในประเทศ แต่มีปัญหาเชิงขาดประสบการณ์ความรู้ทางด้านวิชาการและความเข้าใจในกระบวนการที่ถูกต้อง ทำให้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลำไยทอดกรอบสุญญากาศที่ได้มีปัญหาด้านคุณภาพกลิ่นและสีที่ไม่สม่ำเสมอ และปัญหาเนื้อลำไยเกิดการติดแน่นกับผิวของ

ภาชนะตะกร้าทอดที่สัมผัสเนื้อลำไย รวมทั้งมีค่าใช้จ่ายก่อนข้างสูงปัจจุบันการปฏิบัติงานด้านเครื่องจักรกลการแปรรูปมีบทบาทมากขึ้น และจะเป็นรากฐานที่สำคัญของอุตสาหกรรมเกษตรในท้องถิ่น แต่เกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการใช้อุปกรณ์และเครื่องจักรกลการแปรรูป อีกทั้งยังไม่มีเครื่องจักรกลแปรรูปสำหรับลำไยที่เหมาะสมใช้ในการแปรรูปลำไยให้มีคุณภาพและมีปริมาณมากเพียงพอสำหรับเป็นธุรกิจขนาดเล็กได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษาพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศต้นแบบสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมเพื่อใช้สำหรับการทอดเนื้อลำไย โดยทำการทดสอบและพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศสำหรับเนื้อลำไย เพื่อให้ได้รูปแบบเครื่องทอดสุญญากาศที่มีประสิทธิภาพสามารถผลิตเนื้อลำไยทอดกรอบสุญญากาศที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของตลาด รวมทั้งสนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มีการฝึกปฏิบัติจริงให้แก่กลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการที่สนใจ ต้องการผลิตเนื้อลำไยทอดกรอบสุญญากาศได้เองในท้องถิ่น ผลการศึกษาทดสอบการทอดเนื้อลำไยด้วยเครื่องทอดสุญญากาศแบบพัฒนาเนื่องจากในปี 2556 ที่ผ่านมามีปัญหาอุปสรรคต่างๆ และงบประมาณการเหลืออยู่อย่างจำกัดไม่เพียงพอ จึงมาเริ่มดำเนินการสร้างต้นแบบเสร็จสิ้นได้ในปี 2557 นี้ ขณะดำเนินการศึกษาทดสอบเครื่องทอดสุญญากาศแบบพัฒนา ได้เกิดปัญหาอุปสรรคขึ้นใหม่อีก คือ เกิดการชำรุดขัดข้องของวงจรชุดควบคุมความร้อน ทำให้ชุดโซลินอยด์วาล์วไม่ทำงาน ไม่สามารถควบคุมการเปิดและปิดแกสของหัวเตาเผาแกสหุงต้มได้จึงต้องเสียเวลาหาช่างไฟฟ้าที่ชำนาญการและรู้เทคนิคมาซ่อมแซมแก้ไขจนแล้วเสร็จ และอยู่ในระหว่างเตรียมดำเนินการทดสอบการทอดเนื้อลำไยด้วยเครื่องทอดสุญญากาศใหม่อีกครั้ง

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม (2562) การออกแบบพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศ (สำหรับทุเรียน) เนื้อทุเรียนสุกสามารถนำมาทอดกรอบในระบบสุญญากาศได้การทอดแบบระบบสุญญากาศเป็นที่นิยมแพร่หลายในต่างประเทศ เนื่องจากผลิตภัณฑ์แปรรูปนั้นมีอายุการเก็บรักษาไว้ได้นาน และรักษาคุณภาพด้านกลิ่น สีและรสชาติหวานของผลผลิตนั้น ๆ ให้มีคุณภาพใกล้เคียงธรรมชาติเดิมได้ค่อนข้างดี จึงทำให้ผลผลิตที่ผ่านการแปรรูปแล้วมีมูลค่าสูงขึ้น ดังเช่นตัวอย่างของทุเรียนสุกทอดกรอบ ที่ซื้อขายกันในตลาดมีราคาถึงกิโลกรัมละประมาณ 800 บาทเทคโนโลยีดังกล่าวนี้นอกจากจะเพิ่มมูลค่าผลผลิตให้แก่สินค้าการเกษตรแล้ว ยังเป็นการช่วยระบายผลผลิตที่ล้นตลาดและทำให้ราคาไม่ต่ำเกินไป เทคโนโลยีการทอดภายใต้ความดันต่ำกว่าบรรยากาศ เป็นกรรมวิธีหนึ่งที่เพิ่มอัตราการระเหยของน้ำ โดยที่จุดเดือดของน้ำจะลดต่ำลง เนื่องจากในการทอดภายใต้ระบบสุญญากาศ จะมีน้ำมันเป็นตัวถ่ายเทความร้อนทำให้น้ำระเหยออกจากผลผลิตด้วยการเดือดได้ที่อุณหภูมิต่ำและใช้เวลาลดลง ในบรรยากาศปกติการเดือดของน้ำต้องการอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวค่อนข้างสูงและมีผลต่อ

กลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์รวมทั้งน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นั้นด้วย ดังนั้นการทำให้เนื้อเคี้ยวจึงจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะต้องทำการลดความดันบรรยากาศลงตามหลักของเทอร์โมไดนามิก เมื่อกระบวนการทอดเพื่อให้เนื้อระเหยออกจากผลผลิตเสร็จสิ้นลง ผลผลิตดังกล่าวจะต้องถูกสลิ้น้ำมันทอดที่ติดอยู่ในผลผลิตออกไปให้หมด เนื่องจากอาหารจำพวกทอดจะมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเจือปนอยู่ซึ่งทางการแพทย์พบว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ข้อมูลการวิจัยแบบการทอดระบบสุญญากาศในประเทศ ตามที่ปรากฏในเอกสารเผยแพร่มีน้อยมาก ปัจจุบันได้มีการนำเข้าเครื่องมือดังกล่าวมาจากต่างประเทศมาใช้งานและมีราคาที่สูงมาก จึงได้มีผู้พยายามสร้างเครื่องมือดังกล่าวขึ้นมาใช้เองในประเทศ แต่เนื่องจากยังขาดประสบการณ์ความรู้ทางด้านวิชาการและความเข้าใจในกระบวนการที่ถูกต้อง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอและมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ดังนั้นสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม จึงมีความสนใจที่จะดำเนินการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องมือสำหรับใช้ทอดทุเรียนสุกภายใต้อุณหภูมิต่ำ เพื่อให้ได้เครื่องทอดสุญญากาศที่มีประสิทธิภาพ โดยศึกษาพัฒนาออกแบบระบบให้ความร้อนกับน้ำมันทอดในถังทอดและระบบชุดควบคุมอัตโนมัติของเครื่องดังกล่าวทดสอบและเก็บข้อมูลด้านการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการผลิตให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุนแนวคิดการวิจัยเพื่อการแก้ปัญหาอย่างยั่งยืน คือหาทางที่ทำให้เกิดการแปรรูปทุเรียนสดเพิ่มมากขึ้นและพัฒนาปรับปรุงเครื่องจักรกลสำหรับการแปรรูปทุเรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ช่วยลดต้นทุน และเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งแนวทางนี้จะช่วยให้ตลาดทุเรียนภายในประเทศขยายมากขึ้น ช่วยระบายผลผลิตทุเรียนในฤดูได้และเกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ใช้ทุเรียนเป็นวัตถุดิบให้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์ทุเรียนที่มีศักยภาพทางตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ คือ ทุเรียนสุกทอดสุญญากาศ ดังนั้นจึงเสนองานวิจัยพัฒนาสำหรับการผลิตทุเรียนแปรรูปให้ได้คุณภาพ โดยการออกแบบพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศ เพื่อการผลิตทุเรียนแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทุเรียนทอด ที่มีมาตรฐานคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของตลาด ตลอดจนเพื่อการสนับสนุนให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มีการฝึกปฏิบัติจริง ให้แก่กลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการให้มีการผลิตทุเรียนทอดสุญญากาศได้เองในท้องถิ่น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบด้วยหิน

3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงแก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบด้วยหิน จำนวน 5 คน จำแนกเป็น ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกล ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าอุตสาหกรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านคหกรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือกล

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบสัมภาษณ์

เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อวัดระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบด้วยหิน จำแนกได้ดังนี้

- ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบด้วยหิน
- ด้านประสิทธิภาพของเครื่องทดสอบด้วยหิน
- ด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบด้วยหิน

2) วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

- ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบประมาณค่าตาม

ของลิเคิร์ท (R.A Likert) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

5 ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

4 ระดับความพึงพอใจ มาก

3 ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

2 ระดับความพึงพอใจ น้อย

1 ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

3.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการทอดกั้วหิ้นจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไร่เมี่ยงสมุนไพร 246 หมู่ 1 บ้านยาวิ ตำบลวังชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 2) ออกแบบเครื่องทอดกั้วหิ้น โดยใช้โปรแกรม NX 9.0 ช่วยในการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกั้วหิ้นแบบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิดันแบบ

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกั้วหิ้นแบบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ ได้แก่ ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกั้วหิ้นแบบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ ด้านประสิทธิภาพของเครื่องทอดกั้วหิ้นแบบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ และด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกั้วหิ้นแบบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลแต่ละข้อคำถาม

- 1) สถิติที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศ์ศรี. 2551)

$$\text{สูตร } \bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
 N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศ์ศรี. 2551)

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

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 x แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

- 2) สถิติที่ใช้ในการบรรยายลิเคิร์ท มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก

2.51-3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย

1.00-1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

3.2 ระยะที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยหิน

3.2.1 วัสดุที่ใช้

- 1) กล้วยหินที่ผ่านแล้ว อายุประมาณ 4 เดือน จำนวน 9 กิโลกรัม
- 2) น้ำมันพืช จำนวน 20 ลิตร

3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- 1) เครื่องทอดกล้วยหินต้นแบบ
- 2) ตารางการวัดค่าสีของกล้วยฉาบหลังการทอดและการทดสอบความกรอบของกล้วยฉาบ

หลังการทอดของเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ ดังแสดงตารางที่ 3.1-3.2

ตารางที่ 3-1 ตารางการวัดค่าสีของกล้วยแผ่นหลังการทอด

อุณหภูมิ (°C)	ครั้งที่	เวลา (นาท)	L*	a*	b*	หมายเหตุ
140	1					
	2					
	3					
รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด 3 ครั้ง						
150	1					
	2					
	3					
รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด 3 ครั้ง						
160	1					
	2					
	3					
รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด 3 ครั้ง						

L^* คือ ใช้กำหนดค่าความสว่าง (lightness) ได้แก่ $L = 0$ สีที่ได้จะมีดเป็นสีดำ , $L = 100$ สีที่ได้จะสว่างเป็นสีขาว

a^* คือ ใช้กำหนดสีแดงหรือสีเขียว ได้แก่ a เป็น + วัตถุมีสีออกแดง , a เป็น - วัตถุมีสีออกเขียว

b^* คือ ใช้กำหนดสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน ได้แก่ b เป็น + วัตถุมีสีออกเหลือง , b เป็น - วัตถุมีสีออกน้ำเงิน

ตารางที่ 3-2 ตารางการทดสอบความกรอบของกล้วยแผ่นหลังการทอด

อุณหภูมิ (°C)	ครั้งที่	เวลา(นาที)	ความแข็ง(g)	หมายเหตุ
140	1			
	2			
	3			
รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด 3 ครั้ง				
150	1			
	2			
	3			
รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด 3 ครั้ง				
160	1			
	2			
	3			
รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด 3 ครั้ง				

- 3) เครื่องวัดอุณหภูมิ
- 4) เครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร (Texture Analyzer)
- 5) เครื่องวัดสี
- 6) การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องทอดกล้วยหั่นมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

- การหาลักษณะค่าสีของกล้วยหลังการทอด โดยใช้กล้วยหืนที่ผ่านแล้วจำนวน 1 กิโลกรัม/ครั้ง โดยใช้อุณหภูมิ 140 , 150 , 160 องศา และใช้น้ำมันพืชจำนวน 20 ลิตร มาทดสอบโดยเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ ต้นแบบ และบันทึกข้อมูลลงในตารางที่ 3.1
- การหาค่าความกรอบของกล้วยหลังการทอด โดยใช้กล้วยหืนที่ผ่านแล้วจำนวน 1 กิโลกรัม/ครั้ง โดยใช้อุณหภูมิ 140 , 150 , 160 องศา และใช้น้ำมันพืชจำนวน 20 ลิตร มาทดสอบโดยเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ ต้นแบบ และบันทึกข้อมูลลงในตารางที่ 3.2

7) การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ ได้แก่ การหาลักษณะค่าสีของกล้วยหลังการทอดและการหาค่าความกรอบของกล้วยหลังการทอด ด้วยการนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และการหาค่าร้อยละ สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี. 2551)

$$\text{สูตร } P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่หรือข้อมูลที่ต้องการแปลค่าให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1. ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี. 2551)

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.3 ระยะที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องทอดกล้วยหืน

3.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้พิจารณาคุณสมบัติความเป็นผู้ประกอบการ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ใต้เมี่ยงสมุนไพร 246 หมู่ 1 บ้านยาวิ ตำบลวังชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง คือ ผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยหิน

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้การวิจัย

1) แบบสอบถาม กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการสัมพัทธ์ความคิดเห็นแบบประมาณค่าตามของลิเคิร์ต (R.A Likert) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

5 ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

4 ระดับความพึงพอใจ มาก

3 ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

2 ระดับความพึงพอใจ น้อย

1 ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยนำแบบสอบถามพร้อมกับเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิเดินทางไปสาธิตการทำงานและสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ใต้เมี่ยงสมุนไพร 246 หมู่ 1 บ้านยาวิ ตำบลวังชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน โดยถามเกี่ยวกับประสบการณ์การทำงาน แล้วข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน โดยถามเกี่ยวกับประสบการณ์การทำงาน แล้วข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ

2) การวิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ ได้แก่ ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ ด้านประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ และด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ เป็นการสอบถามความพึงพอใจ ประมาณค่า 5 ระดับ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลแต่ละข้อคำถาม

3) สถิติที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี. 2551)

$$\text{สูตร} \quad P = \frac{F \times 100}{n}$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่หรือข้อมูลที่ต้องการแปลค่าให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี. 2551)

$$\text{สูตร} \quad \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) (พิสนุ พองศรี. 2551)

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

x แทน คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนทั้งหมด

สถิติที่ใช้ในการบรรยายลิเคิร์ท มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

- 4.51-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด
- 3.51-4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก
- 2.51-3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง
- 1.51-2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย
- 1.00-1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

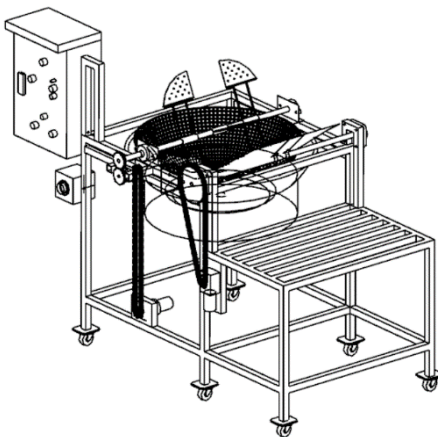
บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน ระยะที่ 1

4.1.1 ผลการออกแบบหลักการทำงานของเครื่องทอดกล้วยหิน การออกแบบหลักการทำงานของเครื่อง เครื่องจะเป็นแบบตู้คอนโทรลในการสั่งการทำงานทั้งหมดของเครื่อง โดยมีเซฟตี้เบรกเกอร์เปิด-ปิด การทำงานของเครื่อง โดยการออกแบบพิเศษให้เหมาะสมต่อการใช้งานของเครื่อง การจะเริ่มใช้งานเครื่องให้ยกเซฟตี้เบรกเกอร์ขึ้น โดยจะมีไฟสีแดงขึ้นมา คือเครื่องพร้อมเริ่มใช้งาน การใช้เครื่องทอดกล้วยขั้นตอนแรกให้เทน้ำมันพืชลงไปที่จะทอด และไปที่กล่องตัวปรับอุณหภูมิ เพื่อปรับอุณหภูมิที่เรากำหนดไว้ที่จะทำการทอดกล้วย เมื่อปรับอุณหภูมิได้แล้วจะมีไฟสีเขียวขึ้นมา คือการเริ่มทำงานของฮีตเตอร์เพื่อทำให้น้ำมันในกระทะร้อน พอน้ำมันร้อนได้ที่แล้วเปิดชุดใบพัดกวน โดยกดสวิทช์ขึ้นให้ไฟสีเขียวขึ้นและไปที่ตัวหมุนปรับความเร็วใบพัดกวนและมีสวิทช์ขึ้น-ลง เพื่อให้ใบพัดกวนหมุนไปหน้าและหมุนกลับ พอกล้วยสุกพอดีแล้ว กดสวิทช์ขึ้นสีดำเพื่อให้ตะแกรงยกเทกล้วย และกดสวิทช์ลงเพื่อให้ตะแกรงลงมายังกระทะที่เดิม พร้อมจะทำการทอดในครั้งต่อไป

4.1.2 ผลการออกแบบและส่วนประกอบของเครื่องทอดกล้วยหิน เครื่องทอดกล้วยหินมีส่วนประกอบ หมายเลข 1 โครงสร้างเครื่อง หมายเลข 2 ชุดกระทะ หมายเลข 3 ชุดตะแกรงยก หมายเลข 4 ชุดใบพัดกวน หมายเลข 5 ชุดควบคุมอุณหภูมิ หมายเลข 6 ตู้คอนโทรล

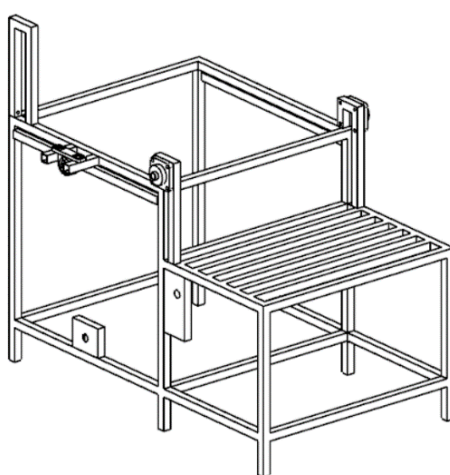


ภาพที่ 4-1 แสดงแบบการออกแบบส่วนประกอบของเครื่องทอดกล้วยหิน

4.1.3 ผลการสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน

1) โครงสร้างเครื่อง

ทำหน้าที่ยึดอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ ทำมาจากสแตนเลส (สแตนเลสกล่อง) มีขนาด 250 x 250 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตร ทำการเชื่อมขึ้นรูปขึ้นส่วนด้วยเครื่องเชื่อมแบบทิก เป็นโครงสร้างของเครื่อง ขนาดความกว้าง 700 มิลลิเมตร ความยาว 1,346 มิลลิเมตร ความสูง 1,261 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพ 4-2 และ 4-3



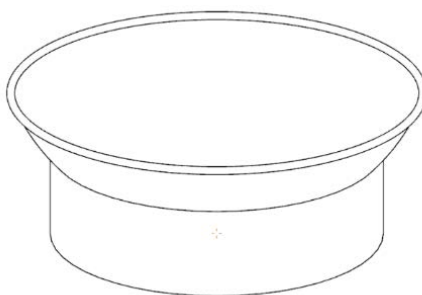
ภาพที่ 4-2 แสดงแบบโครงสร้างเครื่อง



ภาพที่ 4-3 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างเครื่อง

2) ชุดกระทะ

ทำหน้าที่ ใส่น้ำมันพืชในการทอดกล้วย ประกอบด้วย กระทะ ขนาดความกว้าง 680 มิลลิเมตร ความสูง 200 มิลลิเมตร ความหนา 2 มิลลิเมตร และที่ครอบฮิตเตอร์ ขนาดความกว้าง 550 มิลลิเมตร ความสูง 150 มิลลิเมตร ความหนา 1 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 4-4 และ 4-5



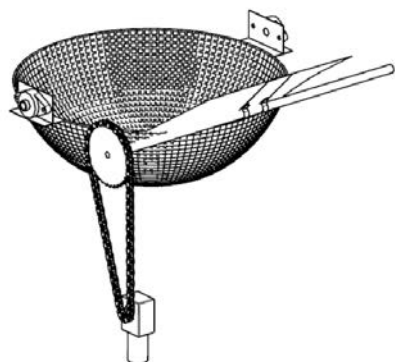
ภาพที่ 4-4 แสดงแบบชุดกระทะ



ภาพที่ 4-5 แสดงภาพถ่ายชุดกระทะ

3) ชุดตะแกรงยก

ทำหน้าที่ มอเตอร์ส่งกำลังด้วยเฟืองโซ่ เบอร์ 420 ขนาด 9 ฟัน ส่งกำลังไปยังเฟืองโซ่ เบอร์ 420 ขนาด 36 ฟัน ทำให้เกิดแรงบิดที่แกนเพลลา ขนาดความกว้าง 19 มิลลิเมตร ความยาว 800 มิลลิเมตร ทำให้ตะแกรง ขนาดความกว้าง 600 มิลลิเมตร ความสูง 200 มิลลิเมตร ยกขึ้นและลง ดังแสดงภาพที่ 4-6 และ 4-7



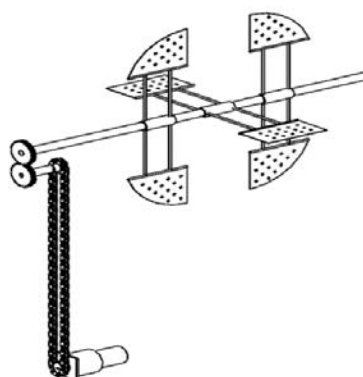
ภาพที่ 4-6 แสดงแบบชุดตะแกรงยก



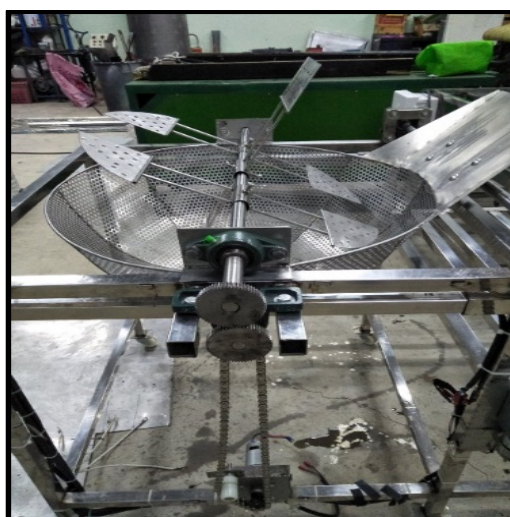
ภาพที่ 4-7 ภาพถ่ายชุดตะแกรงยก

4) ชุดใบพัดกว

ทำหน้าที่ มอเตอร์ส่งกำลังด้วยเฟืองโซ่ เบอร์ 420 ขนาด 9 ฟัน ส่งกำลังไปยังเฟืองโซ่ เบอร์ 420 ขนาด 9 ฟัน ทำให้เกิดแรงบิดที่เฟืองขบทั้ง 2 ตัว ขนาด ความกว้าง 62 มิลลิเมตร ความหนา 20 มิลลิเมตร ความหนาฟัน 10 มิลลิเมตร ไปยังแกนเพลลา ขนาดกว้าง 19 มิลลิเมตร ความยาว 820 มิลลิเมตร ทำให้ใบพัดกวทำงาน ดังแสดงภาพที่ 4-8 และ 4-9



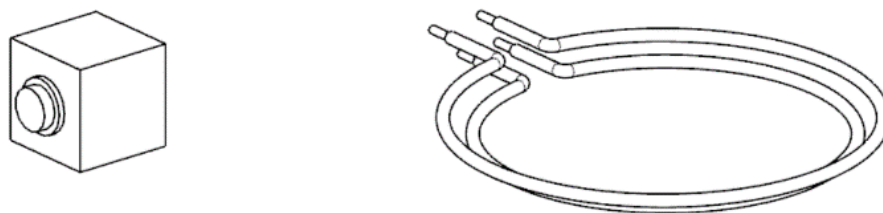
ภาพที่ 4-8 แสดงชุดใบพัดกวน



ภาพที่ 4-9 ภาพถ่ายชุดใบพัดกวน

5) ชุดควบคุมอุณหภูมิ

ทำหน้าที่ ควบคุมระบบทำความร้อน ขนาดความกว้าง 100 มิลลิเมตร ความยาว 100 มิลลิเมตร ความสูง 100 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 4-10 และ 4-11



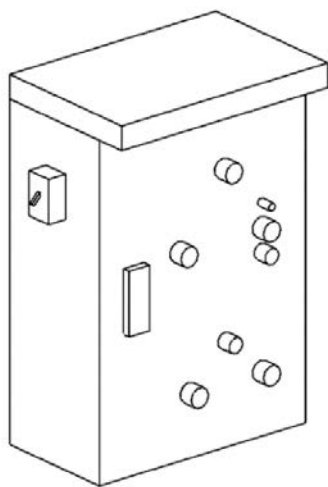
ภาพที่ 4-10 แสดงแบบชุดควบคุมอุณหภูมิ



ภาพที่ 4-11 ภาพถ่ายชุดควบคุมอุณหภูมิ

6) ตู้คอนโทรล

ทำหน้าที่ ควบคุมระบบการทำงานของเครื่อง ขนาดความกว้าง 300 มิลลิเมตร ความสูง 451 มิลลิเมตร ความยาว 160 มิลลิเมตร ดังแสดงภาพที่ 4-12 และ 4-13



ภาพที่ 4-12 แสดงแบบตู้คอนโทรล



ภาพที่ 4-13 แสดงภาพถ่ายตู้คอนโทรล

4.1.4 ผลข้อมูลแบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน

ตารางที่ 4-1 ผลการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วน
เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน

ประเด็นคำถาม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	สรุปเหตุผล
ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน			
1.ความเหมาะสมของโครงสร้างเครื่อง	4.6	0.55	พึงพอใจมากที่สุด
2.ความเหมาะสมของชุดกระทะ	4.4	0.55	พึงพอใจมาก
3.ความเหมาะสมของชุดตะแกรงยก	4.4	0.55	พึงพอใจมาก
4.ความเหมาะสมของชุดใบพัดกวน	4.2	0.84	พึงพอใจมาก
5.ความเหมาะสมของชุดควบคุมอุณหภูมิ	4.2	0.45	พึงพอใจมาก
6.ความเหมาะสมของตู้คอนโทรล	4	0.71	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.3	0.61	พึงพอใจมาก
ด้านประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยหิน			
7.ระยะเวลาในการทอด	4	0.71	พึงพอใจมาก
8.สึกด้วยหลังการทอด	4.2	0.45	พึงพอใจมาก
9.ความกรอบของกล้วยหลังการทอด	4.2	0.45	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.13	0.53	พึงพอใจมาก
ด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่กับการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน			
10.ความสะดวกในการทำงานของชุดตะแกรงยก	4.2	0.84	พึงพอใจมาก
11.ความสะดวกในการทำงานของชุดใบพัดกวน	4.2	0.84	พึงพอใจมาก
12.ความสะดวกในการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ	4.4	0.55	พึงพอใจมาก
13.ความสะดวกในการใช้งานเครื่อง	4.2	0.84	พึงพอใจมาก
14.ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องทอดกล้วยหิน	4	0.71	พึงพอใจมาก
15.เครื่องทอดกล้วยหินสามารถทอดได้เหมือนกับการใช้แรงงานคน	4.4	0.55	พึงพอใจมาก

16.ความปลอดภัยในการใช้งานเครื่อง	4	1.00	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.2	0.76	พึงพอใจมาก
รวมผลค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน	4.19	0.68	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 4-1 ผลวิจัย พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ต่อการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ มีความพึงพอใจในภาพรวมเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน มีค่าเฉลี่ย 4.19 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านด้านการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้านที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมา คือ ด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.76 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านด้านประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.13 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยหิน ระยะที่ 2

4.2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

ผลการหาค่าสีของกล้วยฉาบหลังการทอด

ตารางที่ 4-2 ตารางการวัดค่าสีของกล้วยแผ่นหลังการทอด

อุณหภูมิ (°C)	ครั้งที่	เวลา (นาท)	L*	a*	b*	หมายเหตุ
140	1	08:58	56.57±3.22	2.87±1.31	21.26±2.95	
	2	08:43	57.26±5.60	3.59±1.25	20.49±5.00	
	3	09:16	49.76±2.00	2.02±0.58	15.93±2.77	
รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด 3 ครั้ง		09:00	54.53±3.61	2.83±1.05	19.23±3.57	
	1	07:45	55.35±5.20	2.05±0.95	19.12±8.00	

150	2	07:11	53.22±2.50	2.66±1.13	21.06±3.67	
	3	07:33	52.50±2.16	4.12±0.62	22.27±3.67	
รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด 3 ครั้ง		07:50	53.69±3.29	2.94±0.90	20.82±5.11	
160	1	07:28	47.11±1.65	4.73±1.42	27.56±4.17	
	2	06:41	48.58±3.98	3.22±1.47	22.12±4.47	
	3	05:13	50.53±4.64	3.51±1.05	20.61±1.62	
รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด 3 ครั้ง		06:45	48.74±3.42	3.82±1.31	23.43±3.42	

จากตารางที่ 4.2 ผลการวัดค่าสีของกล้วยฉาบหลังการทอด พบว่า กล้วยฉาบมีค่า L^* ลดลง จากอุณหภูมิที่ 140 °C ไปอุณหภูมิที่ 150 °C ลดลง 0.84 และอุณหภูมิที่ 150 °C ไปอุณหภูมิที่ 160 °C ลดลง 4.95 อุณหภูมิที่น้อยสีจะสว่างกว่าอุณหภูมิที่มาก กล้วยฉาบมีค่า a^* เพิ่มขึ้น จากอุณหภูมิที่ 140 °C ไปอุณหภูมิที่ 150 °C เพิ่มขึ้น 0.11 และอุณหภูมิที่ 150 °C ไปอุณหภูมิที่ 160 °C เพิ่มขึ้น 0.88 และกล้วยฉาบมีค่า b^* เพิ่มขึ้น จากอุณหภูมิที่ 140 °C ไปอุณหภูมิที่ 150 °C เพิ่มขึ้น 1.59 และอุณหภูมิที่ 150 °C ไปอุณหภูมิที่ 160 °C เพิ่มขึ้น 2.61 แสดงว่าอุณหภูมิที่ 140 °C ที่ต่ำที่สุดในการทดลองทอดกล้วยฉาบมีค่าสีที่สว่างมากกว่าอุณหภูมิที่ 160 °C แต่ร้อนน้ำมัน

4.2.2 ผลการหาค่าความกรอบของกล้วยฉาบหลังการทอด

ตารางที่ 4-3 ตารางการทดสอบความกรอบของกล้วยแผ่นหลังการทอด

อุณหภูมิ (°C)	ครั้งที่	เวลา(นาที)	ความแข็ง(g)	หมายเหตุ
140	1	08:58	310.00±26.55	
	2	08:43	408.35±10.65	
	3	09:16	423.36±13.70	
รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด 3 ครั้ง		09:00	380.57±16.93	
150	1	07:45	403.37±14.28	
	2	07:11	417.50±11.39	
	3	07:33	443.54±13.64	

รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด 3 ครั้ง		07:50	421.47±13.05	
160	1	07:28	462.94±10.03	
	2	06:41	523.93±4.80	
	3	05:13	380.98±16.36	
รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด 3 ครั้ง		06:45	455.95±10.40	

จากตารางที่ 4-3 ผลการวัดค่าความกรอบของกล้วยฉาบหลังการทอด พบว่า กล้วยฉาบมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น จากอุณหภูมิที่ 140 °C ไปอุณหภูมิที่ 150 °C เพิ่มขึ้น 40.90 และอุณหภูมิที่ 150 °C ไปอุณหภูมิที่ 160 °C เพิ่มขึ้น 34.48 แสดงว่าอุณหภูมิที่ 140 °C ใช้เวลามากและไม่ค่อยกรอบมนน้ำมัน ส่วนอุณหภูมิที่ 160 °C ใช้เวลาน้อยและมีความกรอบที่เหมาะสมไม่ค่อยอมน้ำมัน

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องทอดกล้วยหีน ระยะที่ 3

4.3.1 ผลการหาค่าความถี่และร้อยละของด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตารางที่ 4-4 ความถี่และร้อยละของด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ประสบการณ์ในการทำงาน	ความถี่	ร้อยละ
ต่ำกว่า 1 ปี	-	-
1-3 ปี	-	-
3 ปีขึ้นไป	6	1
รวม	6	100

จากตารางที่ 4-4 ผลวิจัยพบว่าในภาพรวมด้านประสบการณ์ในการทำงานของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์มีประสบการณ์ในการทำงาน 3 ปีขึ้นไป มีความถี่ทั้งหมด 6 คิดเป็นร้อยละ 1

4.3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ

ตารางที่ 4-5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยหิน

ประเด็นคำถาม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	สรุปเหตุผล
ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน			
1.ความเหมาะสมของโครงสร้างเครื่อง	5	0	พึงพอใจมากที่สุด
2.ความเหมาะสมของชุดกระทะ	4.83	0.41	พึงพอใจมากที่สุด
3.ความเหมาะสมของชุดตะแกรงยก	4.17	0.98	พึงพอใจมาก
4.ความเหมาะสมของชุดใบพัดกวน	4	0.89	พึงพอใจมาก
5.ความเหมาะสมของชุดควบคุมอุณหภูมิ	4	0.63	พึงพอใจมาก
6.ความเหมาะสมของตู้คอนโทรล	5	0	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.5	0.49	พึงพอใจมาก
ด้านประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยหิน			
7.ระยะเวลาในการทอด	4.33	0.82	พึงพอใจมาก
8.สึกฉีกหลังการทอด	5	0	พึงพอใจมากที่สุด
9.ความกรอบของกล้วยหลังการทอด	5	0	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยหิน			
10.ความสะดวกในการทำงานของชุดตะแกรงยก	5	0	พึงพอใจมากที่สุด
11.ความสะดวกในการทำงานของชุดใบพัดกวน	4.5	0.55	พึงพอใจมาก
12.ความสะดวกในการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ	4.5	0.55	พึงพอใจมาก
13.ความสะดวกในการใช้งานเครื่อง	5	0	พึงพอใจมากที่สุด
14.ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องทอดกล้วยหิน	5	0	พึงพอใจมากที่สุด
15.เครื่องทอดกล้วยหินสามารถทอดได้เหมือนกับการใช้แรงงานคน	4.83	0.41	พึงพอใจมากที่สุด
16.ความปลอดภัยในการใช้งานเครื่อง	5	0	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.83	0.21	พึงพอใจมากที่สุด
รวมผลค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน	4.79	0.26	พึงพอใจมากที่สุด

จากตาราง 4-5 ผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ มีความพึงพอใจในภาพรวมเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน มีค่าเฉลี่ย 4.79 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.26 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ พึงพอใจมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.83 ส่วนค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.21 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด และด้านที่รองลงมา คือ ด้านประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.78 ส่วนค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.33 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด และด้านที่น้อยที่สุด คือ ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.5 ส่วนค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.49 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ในบทนี้เป็นการรายงานสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และแนวทางการพัฒนา ของการวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน ดังต่อไปนี้

5.1.1 ผลการวิจัยเครื่องทอดกล้วยหิน มีขนาดความกว้าง 700 มิลลิเมตร ความยาว 1,646 มิลลิเมตร ความสูง 1,126 มิลลิเมตร โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีความพึงพอใจในภาพรวมค่าเฉลี่ย 4.19 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ส่วนการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน มีค่าเฉลี่ย 4.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ส่วนด้านประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยหิน พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.13 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมาก และด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.76 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

5.1.2 ด้านผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยหิน คือ ผลการทดสอบโดยกำหนดอุณหภูมิ 3 ค่า ได้แก่ 140 , 150 และ 160 องศา อุณหภูมิที่กำหนดแต่ละค่าทำการทดสอบ 3 ครั้ง โดยใช้กล้วยหินที่ผ่านแล้วจำนวน 1 กิโลกรัม/ครั้ง และใช้น้ำมันพืชจำนวน 20 ลิตร พบว่า ผลการวัดค่าของกล้วยแผ่นหลังการทอดอุณหภูมิที่ 140 °C ที่ต่ำที่สุดในการทดลองทอดกล้วยแผ่นมีค่าสีที่สว่างมากกว่าอุณหภูมิที่ 160 °C แต่อมน้ำมัน และผลการวัดค่าความกรอบของกล้วยแผ่นหลังการทอดอุณหภูมิที่ 140 °C ใช้เวลามากและไม่ค่อยกรอบอมน้ำมัน ส่วนอุณหภูมิที่ 160 °C ใช้เวลาน้อยและมีความกรอบที่เหมาะสมไม่ค่อยอมน้ำมัน

5.1.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยหิน มีความพึงพอใจในภาพรวมเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน มีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.79 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.26 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด คือด้านการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน มีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.5 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้านประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยหิน มีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.78 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.33 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจ

มากที่สุด และความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยหิน มีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.83 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.21 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน มีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.19 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยหิน ผลการวัดค่าของกล้วยฉาบหลังการทอดอุณหภูมิที่ 140 °C ที่ต่ำที่สุดในการทดลองทอดกล้วยแผ่นมีค่าสีที่สว่างมากกว่าอุณหภูมิที่ 160 °C แต่เมื่อน้ำมัน และผลการวัดค่าความกรอบของกล้วยแผ่นหลังการทอดอุณหภูมิที่ 140 °C ใช้เวลานานและไม่ค่อยกรอบมน้ำมัน ส่วนอุณหภูมิที่ 160 °C ใช้เวลาน้อยและมีความกรอบที่เหมาะสมไม่ค่อยมน้ำมัน และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยหิน มีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.79 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.26 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

5.3 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

- 5.3.1 ตระแกรงยกสูงเกินไป
- 5.3.2 ใบพัดกวานกวนไม่ทั่วถึง
- 5.3.3 น้ำมันร้อนช้าในการทอดครั้งแรก

5.4 แนวทางการพัฒนา

ในอนาคตข้างหน้าควรพัฒนาให้เป็นเครื่องทอดกล้วยหินแบบสุญญากาศ เพราะสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานในการทอดกล้วยหินได้

บรรณานุกรม

จกกล สุภารัตน์ และคณะ (2559) การออกแบบและพัฒนาเครื่องทอดหอมเจียว. วารสาร วิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลชัยบุรี.

ชัยวัฒน์ เผ่าสันต์พาณิชย์ (2557) การออกแบบพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศ (สำหรับทุเรียน). กรม วิชาการเกษตร.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2547) กำหนดปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันที่ใช้ทอดหรือประกอบอาหาร เพื่อการจำหน่าย. ฉบับที่ 283.

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) (2562) รายงานสถานการณ์ วิสาหกิจ ขนาดกลาง และขนาดย่อม ปี 2562.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2558) ข้อมูลการผลิตสินค้าทางการเกษตร. เข้าถึงได้จาก : <http://www.oae.go.th>. (5 เมษายน 2562).

อดิศักดิ์ ฤาชา และ มติ ศรีหาล้า (2558) เครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบ. วารสารเกษตรพระวรุณ. ปีที่ 12 ฉบับที่ 2. หน้า 136-143.

Manufacture Overhaul Rapid and Optimal Co., Ltd. (2562) ระบบส่งกำลังด้วยโซ่.

<http://www.moro.co.th/> สืบค้น 5 มกราคม 2562.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญในการ
ออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยหิน

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ

คำชี้แจง ให้ผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิให้ข้อมูลใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่างนี้ตามความพึงพอใจของผู้ให้ข้อมูล

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ประสบการณ์ในการทำงาน ☐ ต่ำกว่า 1 ปี ☐ 1-3 ปี ☒ 3 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ โดยมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ					
1. ความเหมาะสมของโครงสร้างเครื่อง	✓				
2. ความเหมาะสมของชุดกระทะ		✓			
3. ความเหมาะสมของชุดตะแกรงยก	✓				
4. ความเหมาะสมของชุดใบพัดกวน		✓			
5. ความเหมาะสมของชุดควบคุมอุณหภูมิ		✓			
6. ความเหมาะสมของตู้คอนโทรล	✓				
ด้านประสิทธิภาพของเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ					
7. ระยะเวลาในการทอด	✓				
8. สีกกล้วยหลังการทอด	✓				
9. ความกรอบของกล้วยหลังการทอด	✓				
ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ					
10. ความสะดวกในการทำงานของชุดตะแกรงยก	✓				
11. ความสะดวกในการทำงานของชุดใบพัดกวน		✓			
12. ความสะดวกในการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ	✓				
13. ความสะดวกในการใช้งานเครื่อง	✓				

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ					
14.ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ	/				
15.เครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิสามารถทอดกล้วยฉาบได้เหมือนกับการใช้แรงงานคนทอดและสะดวกในการทอดกล้วยฉาบ		/			
16.ความปลอดภัยในการใช้งานเครื่อง	/				

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....ป.ณ.ส.บ. วิชา 20070.....
 (...พ.อ.ป.ณ.ส.บ. วิชา 20070.....
 1

ภาคผนวก ข

ภาพการลงพื้นที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่วิสาหกิจชุมชน



ภาพที่ ข-1 แสดงภาพถ่ายผู้ปฏิบัติงานนำกล้วยลงทอด



ภาพที่ ข-2 แสดงภาพเครื่องทอดกล้วยหั่นกับผู้ใช้งานเครื่อง
กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไข่เมี่ยงสมุนไพร

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย นรตว์ รัตนวัย
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Narat Rattanawai
2. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย (สายวิชาการ)
3. สถานที่ติดต่อได้สะดวก สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โทรศัพท์ 056-717164
4. e-mail : narat_pcru@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร
วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
7. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

หัวหน้าโครงการวิจัย : การประยุกต์ใช้เทคนิคและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในโรงปฏิบัติการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เผยแพร่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์วิจัย ครั้งที่ 2 ปี 2558

ผู้ร่วมวิจัย : เครื่องทำไม้ไผ่ไถอย่าง ปี 2557 ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ร่วมวิจัย : การออกแบบและสร้างเครื่องปั้นเนื้อมะขามแก้ว เผยแพร่ราชภัฏวิจัยที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี 2558

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตสำหรับการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในตำบลคงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

8. ผ่านการอบรม :

- Basic Human Subject Protection Course (จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์)
- อบรมโครงการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยในการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย เอราวัน ชานพหล
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Arawan Chanpahon
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
3. สถานที่ติดต่อได้สะดวก สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โทรศัพท์ 056-717164
4. e-mail : arawan2519@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา คอ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
คอ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) เทคโนโลยีงานเชื่อม
6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
7. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

หัวหน้าโครงการวิจัย : เครื่องทำไม้ไผ่ไถอย่าง ปี 2557 ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัย
นเรศวร

ผู้ร่วมวิจัย : การประยุกต์ใช้เทคนิคและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในโรง
ปฏิบัติการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เผยแพร่มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์วิจัย ครั้งที่ 2 ปี 2558

8. งานวิจัยที่กำลังทำ

ผู้ร่วมวิจัย : การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตสำหรับการ
ผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในตำบลคงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

9. ผ่านการอบรม :

- Basic Human Subject Protection Course (จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์)
- อบรมโครงการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยในการเขียนบทความวิจัยเพื่อ
ตีพิมพ์เผยแพร่ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2