



รายงานการวิจัย

การพัฒนานวัตกรรมเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

Developing of innovation Guava Sizing Machine

เอราวัณ ชาญพหล และคณะ
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2565

รหัสโครงการสัญญา 65A145000020

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนานวัตกรรมเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

Developing of innovation Guava Sizing Machine

เอราวัณ ขาญพหล	สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
นรัศวร รัตนวัย	สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

งบประมาณสนับสนุนทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2565

(ก)

ชื่องานวิจัย	การพัฒนานวัตกรรมเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
ผู้วิจัย	เอราวัณ ชาญพหล
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	นรัตวี รัตนวิชัย
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการผลิต
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2565

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง สำหรับการคัดขนาดฝรั่งแบบเดิมใช้แรงงานคนในการคัดขนาดฝรั่ง ทำให้เกิดปัญหาคือ เกิดความเมื่อยล้าแก่ผู้ปฏิบัติงานอย่างมาก ใช้เวลามากในการคัดขนาดฝรั่ง เครื่องคัดขนาดฝรั่ง ที่พัฒนาขึ้นสามารถคัดขนาดฝรั่ง และลดเวลาในการคัดขนาดฝรั่ง ซึ่งโดยปกติแรงงานคนใช้เวลาในการคัดขนาดฝรั่ง 270 วินาที ต่อ 6 กิโลกรัม ผลการทดลอง พบว่า เครื่องคัดขนาดฝรั่งมีอัตราการผลิตเฉลี่ย 39.60 วินาที ต่อ 6 กิโลกรัม ซึ่งไวกว่าแรงงานคนประมาณ 7 เท่า เมื่อประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 20 รายใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการออกแบบ ด้านการใช้งาน และด้านสมรรถนะการผลิต ผลการประเมินเท่ากับ 4.74 จากคะแนนเต็ม 5 ซึ่งอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง

คำสำคัญ: การพัฒนา, เครื่องคัดขนาด, ฝรั่ง

Title Developing of innovation Guava Sizing Machine.

Author Arawan Chanpahon.

Co-Researcher Narat Rattanawai.

Branch Production Engineering and management.
Phetchabun Rajabhat University 2565.

Abstract

The objective of this research was to design and build a guava sizing machine. For traditional guava grading, manual labor is used to sizing guavas. The problem is that there is a lot of fatigue for the operator. It takes a lot of time to sort out the guava size. The guava grading machine developed can screen guava size and reduce the time it takes for manual workers to sort guava size by 270 seconds per 6 kg. It was found that the guava sizing machine had an average production rate of 39.60 seconds per 6 kg, which is about 7 times faster than manual labor. Phetchabun Province 20 cases in 3 areas: design, usability and production performance. The result was 4.74 out of a score of 5, which is strongly agreeable.

Keywords: Development, Machine Size, Guava

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ กลุ่มกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

เอรวิณ ขาญพหล

พฤษภาคม 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ฝรั่ง.....	5
2.2 พันธุ์ฝรั่ง.....	6
2.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง	11
2.4 ทฤษฎีการคัดขนาด	17
2.5 การประมวลผลภาพ (image Processing)	22
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	26
3.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง	26
3.2 ระยะที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพเครื่องคัดขนาดฝรั่ง	30
3.3 ระยะที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องคัดขนาดฝรั่ง.....	32
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	35
4.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ระยะที่ 1	35

(จ)

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ระยะที่ 2.....	36
4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องคัดขนาดฝรั่ง ระยะที่ 3	37
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	40
5.1 สรุปผลการวิจัย	40
5.2 อภิปรายผล.....	40
5.3 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	41
5.4 แนวทางในการพัฒนาข้อเสนอแนะ.....	41
บรรณานุกรม.....	42
ภาคผนวก	43
ภาคผนวก ก แบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง.....	44
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	46

(ก)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1	สมรรถนะเครื่องคัดขนาดฝรั่ง 30
4-1	ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องคัดขนาดฝรั่ง 36
4-2	ความถี่และร้อยละของด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 37
4-3	ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องคัดขนาดฝรั่ง 38

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ฝรั่งพันธุ์ขึ้นก	7
2-2 ฝรั่งพันธุ์เป็นสีทอง	7
2-3 ฝรั่งพันธุ์กลมสาเล่	8
2-4 ฝรั่งพันธุ์ไร้เมล็ดพันธุ์เงินจูหรือเชินจู	9
2-5 ฝรั่งพันธุ์บางกอกแอปเปิ้ล	9
2-6 ฝรั่งไร้เมล็ด	10
2-7 ฝรั่งพันธุ์เด่นขุนวัง	10
2-8 แผ่นสเดนเลส	12
2-9 แสดงลักษณะของเฟืองตรง	13
2-10 แสดงสกรูและน็อต	14
2-11 แสดงโซ่และเฟืองโซ่	14
2-12 แสดงโซ่เส้นเดี่ยว โซ่เส้นคู่ โซ่สามเส้นเรียงติดกัน	15
2-13 แสดงมอเตอร์ไฟฟ้า	16
2-14 แสดงเครื่องควบคุมอุณหภูมิ	17
2-15 แสดงสวิตช์ปุ่มกดทั่วไป	17
2-16 ห่วงคัตขนาดที่เจาะรูให้มีรหัสขนาดต่าง ๆ	20
2-17 แบบเครื่องคัตขนาดด้วยการใช้ตะแกรงหมุน	21
2-18 อุปกรณ์พื้นฐานของระบบการประมวลผลภาพ	23
3-1 แบบเครื่องคัตขนาดฝรั่ง	27
3-2 แบบโครงสร้างเครื่อง	28
4-1 เครื่องคัตขนาดฝรั่ง	35
4-2 ลักษณะฝรั่งที่ใช้ในการคัตขนาด	37

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การปลูกฝรั่งในประเทศไทย พบว่า ปี พ.ศ. 2555 มีเนื้อที่ปลูกรวมทั้งประเทศ 40,532 ไร่ โดยแบ่งออกเป็น ภาคเหนือ 2,848 ไร่ ภาคกลาง 34,211 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2,435 ไร่ และภาคใต้ 1,038 ไร่ และมีปริมาณผลผลิตรวมทั้งประเทศประมาณ 99,923 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวพื้นที่ปลูกฝรั่งในจังหวัดเพชรบูรณ์มีการกระจายตัวอยู่ทั่วบริเวณพื้นที่ทั้งจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยผลผลิตฝรั่งของเกษตรกรจะมีพ่อค้าคนกลางรายใหญ่มารับซื้อ ซึ่งพ่อค้าคนกลางจะเป็นผู้กำหนดราคารับซื้อฝรั่งจากเกษตรกรและเกษตรกรยังสามารถพึ่งพาตนเองโดยนำฝรั่งมาจำหน่ายเองตามตลาดท้องถิ่น ณ ปัจจุบันเกษตรกร พบปัญหาในการปลูกฝรั่ง คือ การคัดขนาดผลของฝรั่ง ผลของฝรั่งที่ตกเกรด การเก็บรักษาและการแปรรูปเพื่อขยายระยะเวลาสำหรับการจัดจำหน่าย ที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนโดยตรงแก่เกษตรกรผู้ปลูกเป็นอย่างมาก หากเกษตรกรผู้ผลิตฝรั่งสามารถแก้ไขจุดอ่อนและอุปสรรคตามที่กล่าวมาข้างต้นก็จะสามารถทำให้ระบบการผลิตฝรั่ง มีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืน ฝรั่งเป็นผลไม้ที่เป็นที่คุ้นเคยกับชีวิตประจำวันของคนไทยและเป็นผลไม้ที่มีขายตลอดทั้งปี มีรสชาติดี ราคาไม่แพง มีคุณค่าทางอาหารสูง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2541) ปัจจุบันมีการแปรรูปฝรั่งหลายรูปแบบ เช่น ฝรั่งอบแห้ง ฝรั่งแช่บ๊วย แยมฝรั่ง เป็นต้น การผลิตฝรั่งแช่บ๊วยเป็นทางเลือกหนึ่งที่นิยมทำกันในปัจจุบัน เนื่องจากการลงทุนต่ำ แต่เมื่อแปรรูปเป็นฝรั่งแช่บ๊วยแล้วมีมูลค่าเพิ่มขึ้น อีกทั้งเป็นที่นิยมต่อผู้บริโภค (โชกุน อินเตอร์ฟู้ดส์ คอท คอม, 2551) และยังเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกผลฝรั่งสำหรับการถนอมอาหารอีกด้วย

การสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกร พบว่า มีปัญหาในการคัดขนาดผลฝรั่งที่ต้องใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมาก ค่าจ้างแรงงานสูง และขาดทักษะความชำนาญสำหรับการคัดขนาดของผลฝรั่ง ซึ่งในการคัดขนาดผลฝรั่งเป็นต้นทุนที่ส่งผลกระทบต่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นผู้ดำเนินการวิจัยมีแนวความคิดในการพัฒนานวัตกรรมการคัดขนาดผลฝรั่ง ซึ่งกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่งจังหวัดเพชรบูรณ์สามารถลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตจากการใช้เครื่องคัดขนาดผลฝรั่งสำหรับรับประทานสดและการผลิตเป็นฝรั่งแช่บ๊วยได้อย่างเหมาะสม ช่วยลดระยะเวลาการคัดแยกผลผลิตได้

อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้แรงงานคนที่ขาดความชำนาญและทักษะประสบการณ์ในการคัดแยกขนาดผลผลิต

1.2 วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
- 1.2.2 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 1.3.2 พัฒนาและออกแบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
- 1.3.3 ทำการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่งที่ได้พัฒนาออกแบบขึ้นมา
- 1.3.4 ทดสอบการใช้งาน และวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งหาทางแก้ไข และทำการปรับปรุงให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 1.3.5 สรุปและรายงานผล

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย
 - 1) พื้นที่ในการวิจัยเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องคัดขนาดฝรั่งคือ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
 - 2) พื้นที่ในการทำวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง และทดสอบสมรรถนะที่คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
 - 3) พื้นที่ในการวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา
 - ระยะที่ 1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - ระยะที่ 2 ออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
 - ระยะที่ 3 ประเมินความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

ระยะที่ 4 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี

1.4.3 ขอบเขตด้านประชากร

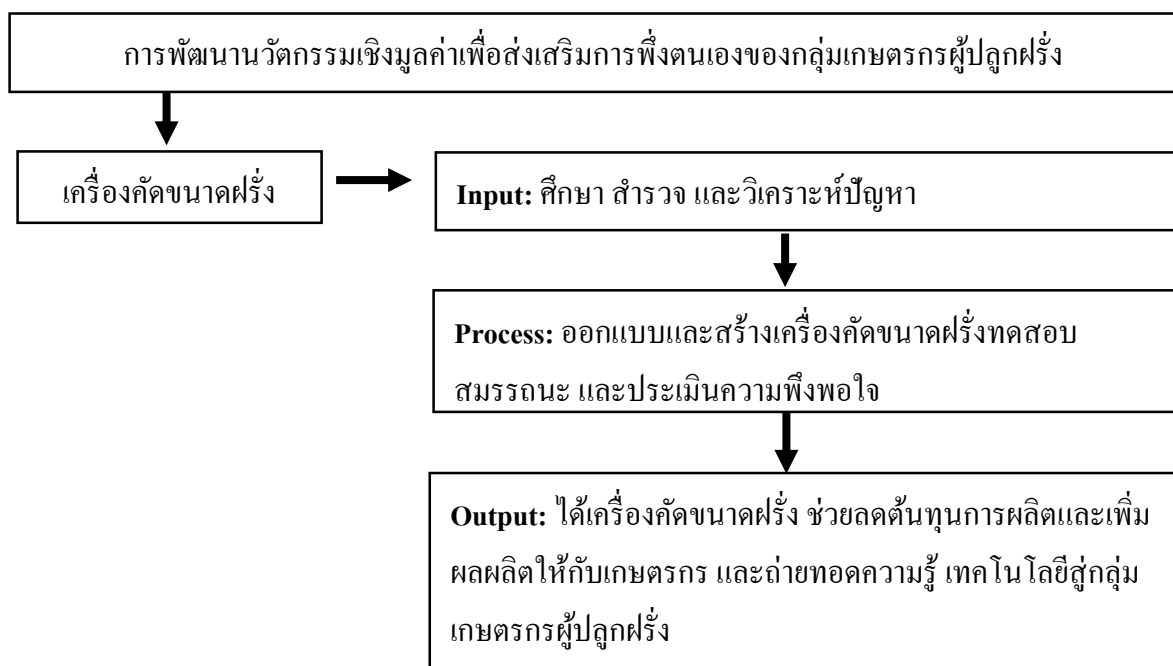
ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 12 เดือน

1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการ

แนวคิดการพัฒนานวัตกรรมเครื่องคัดขนาดฝรั่งสามารถลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตในการคัดขนาดฝรั่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดระยะเวลาในการคัดขนาดผลฝรั่ง และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีขึ้นไปในการใช้งาน โดยระยะเวลาที่เกิดผลจะเท่ากับระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการวิจัยตามสัญญาทุนโดยนวัตกรรมเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ลดเวลาในการทำงานและลดความเมื่อยล้าจากการทำงาน แก้ไขปัญหาของชุมชนและสังคมในพื้นที่ได้เพื่อส่งเสริมการพึ่งตนเองของเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้อย่างยั่งยืน



1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้พัฒนาตนเองในด้านวิชาการในการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
- 1.6.2 ได้เครื่องต้นแบบในการทอดกล้วยหินที่ช่วยแก้ไขปัญหาในชุมชนท้องถิ่น สอดคล้องกับปรัชญาและพันธกิจของมหาวิทยาลัย
- 1.6.3 กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้เทคโนโลยีเครื่องคัดขนาดฝรั่งที่สามารถลดเวลาในการผลิตได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการวิจัยและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ซึ่งทางกลุ่มผู้วิจัยได้นำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาอ้างอิงในการดำเนินโครงการดังนี้

2.1 ฝรั่ง (Guava)

ฝรั่ง มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปในแต่ละท้องถิ่น ได้แก่ ย่าหมู (สุราษฎร์ธานี) ชมพู (ตรัง, ปัตตานี) มะก้วย (เชียงใหม่, เหนือ) มะก้วยกา (เหนือ) มะกา (กลาง, แม่ฮ่องสอน) มะจีน (ตาก) มะมัน (เหนือ) ยะมวบเตบันยา (มลายู นราธิวาส) ยะริง (ละว้า เชียงใหม่) ยามู หรือ ย่าหมู หรือ ย่าหวน (ใต้) และ สีดา (นครพนม, นราธิวาส) เป็นไม้ยืนต้นขนาดย่อมสูง 5-10 เมตร ลำต้นกิ่งก้านมีเนื้อไม้เหนียวแข็งดี เปลือกต้นเรียบมีเกล็ดอ่อนออกเทา และมีรอยลอกออกเป็นแผ่นๆ ก้านอ่อนมีลักษณะสีเหลี่ยม มีขนสีขาวๆ สั้น ก้านแก่ ขนร่วงไปหมด ยอดอ่อนมีขนสีขาวสั้นๆ ปกคลุม ใบเป็นใบเดี่ยวออกตรงข้ามกันมีน้อยที่ออกเป็นวง (ที่ข้อเดียวกันออกเกินกว่า 2 ใบ) ใบรูปไข่ยาว 5-12 ซม. หรือกว้าง 3-5 ซม. ขี้ใบคม จะมียกกลิ่นหอมใบบางคล้ายแผ่นหนัง ปลายใบมนหรือแหลมสั้น ฐานใบค่อนๆ ขยายแหลมออกมาข้างกลางใบ ขอบใบเรียบหลังใบมีสีเขียวแก่ มีรอยเส้นใบ (นูนลงไปเล็กน้อย) ท้องใบมีขนสั้นๆ สีขาวอ่อนนุ่ม และมีเส้นใบเป็นรอยนูนออกมา มีเส้นใบ 7-11 คู่ ก้านใบยาว 4 ซม. ดอกอาจออกเป็นช่อ 1-4 ดอก มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ สีเขียวกลมมน กลีบดอกสีขาวบางๆ หลุดร่วงง่าย ยาว 2-2.5 ซม. มีเกสรตัวผู้มาก มีก้านเกสรตัวผู้สีขาวยาวพอๆ กับกลีบดอก มีอับเรณูสีเหลืองอ่อน มีก้านเกสรตัวเมีย 1 อันยาวพุ่งขึ้นมาสูงกว่าก้านเกสรตัวผู้ รังไข่อยู่ข้างล่างมี 5 ห้องและลักษณะทรงกลม และมีกลีบเลี้ยงเหลือติดอยู่ที่ปลายผล ผลรูปทรงกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาวประมาณ 3-15 ซม. เนื้อผลส่วนมากมีสีเหลือง ขาว หรือชมพู มีกลิ่นหอม เมล็ดแข็ง เป็นรูปไข่มีจำนวนมาก ขนาดเมล็ด 0.3-0.5 เซนติเมตร สีขาวอ่อน มักพบปลูกตามบ้าน หรือสวนทั่วไปเอาผลไว้กินหรือขาย

2.1.1 ลักษณะทั่วไป

ลำต้น ที่ผิวเปลือกตอนแรกลำต้นมีสีน้ำตาลอมแดงหรือน้ำตาลอมสีเขียว กิ่งอ่อนเป็นสีเหลี่ยม มีขนปกคลุมอย่างหนาแน่น ขนสีขาวจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำ ลำต้นเรียบเกลี้ยงเปลือกลอกออกง่ายเมื่อลำต้นแก่จัดแต่สำหรับกิ่งแก่ไม่มีปีก ใบฝรั่งจัดอยู่ในประเภทใบเลี้ยงคู่ ใบเป็นรูปไข่ปลายมน ใบเป็นใบหนา ใต้ท้องใบเป็นริ้วเห็นเส้นใบได้ชัด ใบอ่อนสีเขียวลักษณะไม่เรียบมีขนปกคลุม

แตกแยกออกเป็น 2 แนว เรียงตรงตรงข้ามกันส่วนด้านบนมีร่องลึกและมีขนขึ้นนวลบางขนาดของใบยาวประมาณ 2-5 นิ้ว กว้างประมาณ 1.5 ถึง 3.0 นิ้ว ดอกออกเป็นช่อบริเวณซอกใบ ในหนึ่ง ช่อมีดอกย่อยประมาณ 3-5 ดอก ลักษณะของดอกเป็นดอกเล็ก มีสีขาวอมเขียวอ่อนๆ กลีบเลี้ยงแข็งมีความคงทนมาก ก้านดอกเป็นสีเขียวอมเหลืองและมีขนอ่อนสีเขียวอมเหลืองปกคลุมอยู่บริเวณกลีบรองดอกขนาดดอกยังคลุมกลีบเลี้ยงหุ้มส่วนอื่นๆของดอกไว้หลังจากที่กลีบเลี้ยงที่หุ้มดอกแตกออกดอกเริ่มคลี่บานดอกเริ่มบานตั้งแต่ 04.00 ถึง 10.00 น แต่ช่วงที่ดอกบานมากที่สุดคือ 05.00 ถึง 07.00 น. ผล ลักษณะของผลเป็นรูปต่างกันตามลักษณะของแต่ละชนิดพันธุ์ แปลักษณะของผิวเกลี้ยงเรียบ ผลเมื่อยังอ่อนจะเป็นสีเขียวแก่หรือเขียวอ่อน แต่เมื่อผลสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลือง มีกลิ่นหอม เมล็ดติดอยู่กับเนื้อชั้นในใจกลางของ

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ฝรั่งเป็นไม้ยืนต้น สูง 3-10 เมตร ต้นเกลี้ยงมัน เปลือกต้นเรียบ ใบเดี่ยว กิ่งอ่อนเป็นสีเหลี่ยม ยอดอ่อนมีขนสั้นๆใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปวงรีแกมขอบขนาน กว้าง 3-8 ซม. ยาว 6-14 ซม. ดอกเดี่ยวหรือช่อ 2-3 ดอก ออกที่ซอก ใบ กลีบดอกสีขาว ร่วงง่าย มีเกสรตัวผู้จำนวนมาก ผลเป็นผลสด ผลดิบสีเขียว กินได้ เมื่อสุกเป็นสีเหลือง

2.2 พันธุ์ฝรั่ง

ความหลากหลายด้านพันธุกรรมของฝรั่งแสดงออกมาในหลายรูปแบบเช่นขนาดผล รูปร่างผล ขนาด และความแข็งของเมล็ด รสชาติ กลิ่น ลักษณะเนื้อ สีเนื้อ ปริมาณวิตามินซีความอ่อนแอต่อโรค และแมลงศัตรูพืชและการแตกของผลผลิตสูงต้นความแข็งแรงของต้นช่วงเวลาที่ใช้ในการออกจนถึงผลแก่ การตอบสนองต่อการชักนำการออกดอก มีสายพันธุ์

2.2.1 พันธุ์จีนก

ฝรั่งจีนกเป็นฝรั่งที่มีขนาดผลเล็กมากจำนวน 20 ถึง 25 ผลต่อกิโลกรัมทรายสีแดงไม่มีการปลูกเป็นสวนหรือการพาณิชย์สันนิษฐานว่าเป็นฝรั่งอินเดียที่มีการนำเข้ามาปลูกและมีการพัฒนาพันธุ์ขึ้นมาเป็นฝรั่งสายพันธุ์หนึ่ง เป็นไม้ยืนต้น มีทรงพุ่มขนาดกลาง ลำต้นแข็งแรงมีเปลือกผิวเรียบ ใบมีลักษณะทรงรี ดอกมีสีขาว มีกลิ่นหอม ผลมีลักษณะทรงกลม ทรงไข่ หรือทรงรี ตามสายพันธุ์ มีเปลือกบางผิวเรียบเกลี้ยง ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อผลสุกจะเปลี่ยนเป็น สีเขียวอมเหลือง ภายในผลข้างในจะมีเนื้อสีขาว เนื้อแน่นฉ่ำน้ำ มีไส้ตรงกลางมีสีชมพู หรือสีแดง มีเมล็ดเกาะติดอยู่มากมาย มีรสชาติหวานกรอบ มีกลิ่นหอม นำมาเป็นผลไม้รับประทาน ใช้ทำเป็นเครื่องดื่มต่างๆ ได้หลายเมนู



ภาพที่ 2-1 ฝรั่งพันธุ์จีนก

ที่มา: <https://farmerspace.co/ฝรั่งจีนก-บ้านสวนน้ำ/>, 2565.

2.2.2 พันธุ์เป็นสีทอง

ฝรั่งพันธุ์เป็นสีทองจัดว่าเป็นฝรั่งที่นิยมรับประทานผลสดมากที่สุดและคลองตลาดต่อเนื่องอย่างยาวนาน โดยปรากฏครั้งแรกในงานเกษตรแห่งชาติที่เกษตรศาสตร์บางเขนเมื่อวันที่ 31 มกราคม 2534 โดยคุณสมชัย แดงสมบูรณ์ ชาวสวนตำบลบางช้าง อำเภอสามปранจังหวัดนครปฐม ได้ส่งเข้าประกวดในนามฝรั่งกรมสาลีซึ่งได้รับรางวัลที่ 1 (ประจำปี, 2542) เป็นที่สนใจและเชื่อว่าฝรั่งเป็นสีทองอาจเกิดมาจากฝรั่งพันธุ์บางกอกแอปเปิ้ลลักษณะประจำพันธุ์ เป็นฝรั่งที่มีผลขนาดใหญ่เนื้อหนา มีเมล็ดน้อย ลำต้นใหญ่กิ่งก้านใหญ่แข็งแรงเพราะรูปร่างผลผิวสวยเป็นทรงกลมสวยงามและสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าสายพันธุ์อื่นจึงมีการตั้งครรภ์มีชื่อว่าป็นทอง



ภาพที่ 2-2 ฝรั่งพันธุ์เป็นสีทอง

ที่มา: <https://thaiguava.blogspot.com/>, 2565.

2.2.3 พันธุ์กลมสาเลี

เป็นพันธุ์ที่ตลาดนิยมที่สุดในอดีตตอนเปลี่ยนมานิยมพันธุ์เป็นสีทองในปัจจุบันเพราะมีข้อดีน้อยกว่าพันธุ์เป็นสีทองหลายประการเช่นผลที่มีขนาดเล็กกว่า ความคกของผลน้อยกว่าไว้ผลมากเท่าไรผลยิ่งเล็ก เพราะพันธุ์กลมสาเลีมีขนาดของกิ่งเล็ก ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการตัดแต่งกิ่งมากแต่มีข้อดีคือมีการให้ผลสม่ำเสมอผลค่อนข้างทนทานต่อการขนส่ง ไม่เหี่ยวง่าย เก็บไว้ได้นานเมื่อผลแก่สามารถปล่อยไว้บนต้นได้นานกว่าพันธุ์อื่น



ภาพที่ 2-3 ฝรั่งพันธุ์กลมสาเลี

ที่มา: <https://www.rakbankerd.com/>, 2565.

2.2.4 ไร่เมล็ดพันธุ์เงินจูหรือเงินจู

ในกลุ่มของฝรั่งไร่เมล็ดพันธุ์กิมจู โดยอาจารย์ประทีป กุณาสนอดิษฐ์เชี่ยวชาญทางด้านไม้ผลจากกรมวิชาการเกษตรนำเข้าจากไต้หวัน เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2542ประวัติความเป็นมาของฝรั่งพันธุ์นี้พบว่ามีความเกี่ยวข้องกับประเทศไทย คือเป็นสายพันธุ์ที่อยู่ในสถานทดลองพืชสวนไต้หวันแห่งหนึ่งของตอนใต้ของประเทศ เป็นฝรั่งที่ได้จากการเพาะเมล็ดและกลายพันธุ์มาดีโดยเกิดจากการผสมพันธุ์ของไทย 2 สายพันธุ์คือ พันธุ์กลมสาเลี (มีเมล็ด) และพันธุ์บางกอกแอปเปิล ลิ้มไม่มีเมล็ดสำหรับเกษตรกรที่ปลูกเริ่มแรกคือ คุณวิริงโก ดวงจิตา จังหวัดสมุทรสาคร ได้อธิบายถึงลักษณะเด่นของฝรั่งสายพันธุ์นี้ซึ่งจัดเป็นสถานที่ที่มีเมล็ดน้อยมากถึงไม่มีเมล็ดแต่ สนามบินเมื่อผลแก่มีรสชาติหวานกรอบมาก (นายเกษตร, 2548) และเนื้อไม่เฝือกเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์อื่น ส่วนใหญ่เนื้อหยาบ (ทวีศักดิ์,

2548) ซึ่งในประเทศไทยเรียกฝรั่งพันธุ์นี้ว่าพันธุ์กิมจู แต่มีข้อเสียคือ ไม่สามารถเก็บรักษาได้นานคือประมาณ 1 วัน ผลเริ่มสุกนึ่มและเสียวรสชาติ(ประสิทธิ์ศิลป์ , 2548)



ภาพที่ 2-4 ฝรั่งพันธุ์ไร้เมล็ดพันธุ์จินจูหรือเชนจู

ที่มา: <https://researchex.mju.ac.th/>, 2565

2.2.5 พันธุ์บางกอกแอปเปิล

พันธุ์บางกอกแอปเปิล เป็นพันธุ์นิยมปลูกในประเทศมาเลเซียอินโดนีเซียและฟิลิปปินส์ แต่ไม่นิยมในประเทศไทยลักษณะประจำสายพันธุ์ มีขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 600 ถึง 1,000 กรัม ผิวสีเขียวอ่อน เนื้อหนาแน่นตลอดทั้งผลรสชาติหวานอมเปรี้ยวกรอบรูปทรงกลมสวย ตั้งชื่อบางกอกแอปเปิล เพราะรูปร่างคล้ายผลแอปเปิล ไร้เมล็ดผลสุกซ่าเมื่อสุกเนื้อไม่เละ



ภาพที่ 2-5 ฝรั่งพันธุ์บางกอกแอปเปิล

ที่มา: <https://board.postjung.com/>, 2565

2.2.6 ฝรั่งไร้เมล็ด

เป็นฝรั่งไร้เมล็ดที่นิยมของผู้บริโภคและพันธุ์ที่นำเข้ามาจากมาเลเซียสันนิษฐานว่าฝรั่งพันธุ์นี้เป็นประเทศมาเลเซียพัฒนาขึ้นมาจากพันธุ์บางกอกแปเปิ้ล ซึ่งฝรั่งไร้เมล็ดเป็นที่รู้จักและปลูกเป็นการค้ามีเพียงพันธุ์บางกอกแปเปิ้ลเท่านั้น แต่ปัญหาของพันธุ์นี้คือติดผลยาก จึงทำให้พันธุ์สาทิทองไร้เมล็ด มีข้อดีกว่าในแง่การลงทุนเป็นที่ต้องการของตลาด



ภาพที่ 2-6 ฝรั่งไร้เมล็ด

ที่มา: <https://www.pooddee.com/>, 2565.

2.2.7 พันธุ์เด่นขุนวัง

ฝรั่งพันธุ์เด่นขุนวังเป็นฝรั่งที่ได้รับความนิยมจากชาวสวน แต่ให้ผลผลิตน้อยกว่าเป็นสีทองเล็กน้อยลักษณะประจำสายพันธุ์ มีรูปร่างและขนาดของผล ไม่แตกต่างจากฝรั่งพันธุ์เป็นสีทองแต่แตกต่างกันภายในผลเด่นขุนวังไร้เมล็ดและรสชาติ



ภาพที่ 2-7 ฝรั่งพันธุ์เด่นขุนวัง

ที่มา: Facebook: สวนลูกอินทร์ ไม้ผล & ไม้ด่าง, 2565.

2.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

การเลือกใช้วัสดุต่างๆ ในการสร้างเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ จะต้องมีความสามารถในการเลือกใช้อย่างเหมาะสมและต้องอาศัยข้อมูลจากการทดสอบมาพิจารณาร่วมด้วย ความสำคัญในการเลือกวัสดุยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นๆ ด้วย เช่น คุณภาพของวัสดุ การออกแบบ และการนำไปใช้งาน จึงจะทำให้เกิดความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสำหรับผู้ออกแบบอีกด้วย วัสดุที่ใช้มีดังนี้ สเตนเลส เฟือง สกรูและน็อต โช้และเฟืองโช้ คลับลูกปืนตุ๊กตา

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

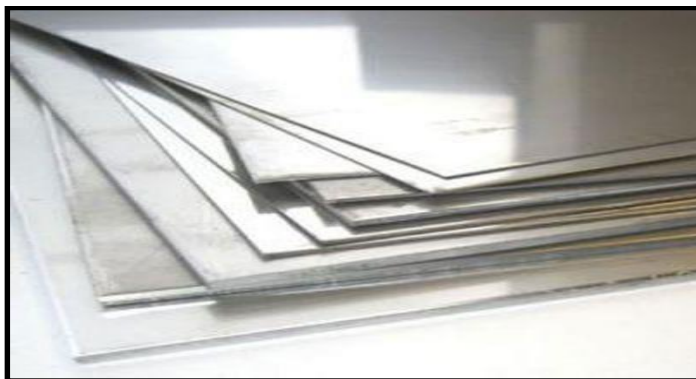
สนิม โดยการลดคาร์บอนลงจาก 0.08% ลงมาเหลือ 0.03% ทำให้สแตนเลสเหนียวขึ้นจนสามารถเป็นสปริงได้ เป็นเกรด SUS 316 L (Low Carbon)

สแตนเลสเกรด 430 (SUS 430) เป็นสแตนเลสที่คล้าย เกรด 304 แต่จะไม่มีสารนิกเกิล 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) เป็นสแตนเลสอีกเกรดที่น่าสนใจซึ่งจะประกอบด้วยโครเมียม นิกเกิล และแมงกานีส ซึ่งแม่เหล็กดูดไม่ติด แต่ความทนทานต่อสนิมจะต่ำกว่าเกรด SUS 304 มักนิยมใช้ในงานผลิตสินค้า ฮาร์ดแวร์ ต่าง ๆ เช่น บานพับ และกลอนประตูเกรดล่าง

ดังนั้น เครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ จึงเลือกใช้สแตนเลสเกรด 304 เพราะทนต่อความร้อนในการทอด ปลอดภัยในการทำอาหาร ไม่เกิดสนิม และไม่ผุพังง่าย



ภาพที่ 2-8 แผ่นสแตนเลส

ที่มา: บริษัท Sign-in-thai, 2563.

2.3.2 เฟือง

เฟืองใช้ทำหน้าที่ถ่ายเทโมเมนต์หมุนระหว่างเพลาสองเพลามีระยะห่างระหว่างแกนเพลาสองที่สั้นโดยถ่ายเทในรูปแบบของแรง หมายความว่าไม่มีการสูญเสียการเลื่อนเหมือนสายพาน จึงมีอัตราทดที่คงที่ เฟืองเหมาะสำหรับการหมุนรอบต่ำไปจนรอบสูง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าเป็นเฟืองชนิดใดตามตำแหน่งของเฟืองและเพลาวางประกบกันมีการเรียกชื่อเฟืองตามลักษณะของเฟืองแบบต่าง ๆ

1) เฟืองตรง

เฟืองที่ใช้เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมีหลายชนิด แต่ละชนิดจะทำหน้าที่ส่งกำลังให้กับชิ้นอื่นๆของเครื่องจักรกลต่อไป เฟืองตรง ความตรงของฟันเฟืองจะขนานกับรูเพลาเฟืองตรงจะมีลักษณะดังภาพ



ภาพที่ 2-9 แสดงลักษณะของเฟืองตรง

ที่มา: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2563.

2.3.3 สกรูและน็อต

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



ภาพที่ 2-10 แสดงสกรูและน็อต

ที่มา: บริษัท pinterest, 2563.

2.3.4 โซ่และเฟืองโซ่

โซ่และเฟืองโซ่ใช้สำหรับส่งกำลังในกรณีที่เพลาทิ้งสองอยู่ห่างกันซึ่งก็คล้ายกับการส่งกำลังของสายพานธรรมดา แต่การส่งกำลังโดยโซ่และเฟืองโซ่ มีข้อดีที่สามารถ Torque ได้มาก เพราะไม่มีการ Slip และโซ่ยังมีความแข็งแรงมากกว่าสายพานธรรมดาในลักษณะการใช้งานของโซ่ จำเป็นต้องคำนึงถึงความตึงของโซ่ด้วยเหมือนกัน หากตึงจนเกินไปอาจทำให้โซ่ขาดได้



ภาพที่ 2-11 แสดงโซ่และเฟืองโซ่

ที่มา: ลาชาด้า, 2563.



ภาพที่ 2-12 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. เพลาอุตสาหกรรมจะมีค่าความตรงที่กำหนดไว้อยู่แล้ว แต่ความคดงจะเกิดขึ้นได้ทั้งจากค่าความผิดเพี้ยนในการผลิตหรือการใช้งาน การใช้ตลับลูกปืนแบบ Fixed และ Expansion คู่กันจะช่วยชดเชยค่าความผิดเพี้ยนในส่วนนี้ และทำให้สามารถใช้งานได้นานยิ่งขึ้น

2.3.6 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าจัดว่าเป็นต้นกำลังอย่างหนึ่งซึ่งมีความสำคัญมาก โดยที่มอเตอร์คือเครื่องจักรไฟฟ้าที่รับกระแสไฟฟ้าเข้ามาทำให้เพลามุนเป็นต้นกำลังขับ แต่กระแสไฟฟ้านั้นเกิดขึ้นได้เพราะมีต้นกำลังขับมาหมุนเพลายุน

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 2-13 แสดงมอเตอร์ไฟฟ้า

ที่มา: บริษัท Primusthai, 2563.

2.3.7 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ

อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ หรือ Temperature Controller คือเครื่องควบคุมที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลสัญญาณอินพุตจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และสั่งงานเอาต์พุต 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 2-14 แสดงเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

ที่มา: บริษัท Misumi Thailand, 2563.

2.3.8 สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมวงจรควบคุมแบบใช้มือกดเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม เช่น กดให้วงจรทำงาน หรือหยุดการทำงานของวงจรควบคุม



ภาพที่ 2-15 แสดงสวิตช์ปุ่มกดทั่วไป

ที่มา: บริษัท Vprosupply, 2563.

2.4 ทฤษฎีการคัดขนาด

ขนาด (Size) เป็นสมบัติทางกายภาพ (Physical Properties) ขนาดและรูปร่าง เป็นสมบัติที่แยกกันไม่ออก หากจะอธิบายว่ามีความขนาดอย่างไรต้องบอกรูปร่างด้วยเสมอความสำคัญของขนาดอาหาร ขนาดและรูปร่างของอาหาร เป็นสมบัติทางกายภาพที่สำคัญต่อกระบวนการแปรรูปอาหาร (Food Processing) เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจนถึงโต๊ะอาหารของผู้บริโภค ขนาดมีผลต่อประสิทธิภาพและราคา ขนาดของผลผลิตทางการเกษตรและประมง เช่น ผลไม้ ปลา กุ้ง เป็นผลมา

จากการเพาะปลูกการดูแลรักษาก่อนการเก็บเกี่ยว ซึ่งมีผลกระทบต่อการยอมรับของผู้บริโภคการซื้อขายสินค้าดังกล่าว มักใช้ขนาดเป็นเกณฑ์กำหนดด้านคุณภาพที่สำคัญ โดยทั่วไปผู้บริโภคมักนิยมผลผลิตที่มีขนาดใหญ่ เพราะบ่งชี้ว่าได้รับการดูแล บำรุง เลี้ยงดูอย่างดี มีความบริสุทธิ์ และมีความสัมพันธ์ที่ดีกับคุณภาพภายใน ซึ่งมาตรฐานคุณภาพสินค้าเกษตรโดยทั่วไป จะจัดผลผลิตที่มีขนาดใหญ่ ที่มีความสมบูรณ์ มีรูปร่างตรงตามพันธุ์อยู่ในชั้นคุณภาพที่สูงกว่าผลผลิตขนาดเล็ก ซึ่งมีผลต่อราคาของผลิตผลที่สูงด้วย ยกเว้นบางกรณีแต่น้อยมากที่มาตรฐานระบุว่าผลิตผลซึ่งมีขนาดใหญ่เกินไปเป็นตำหนิที่ไม่ต้องการเพราะแสดงถึงการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ เช่น ขนาดของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองตามมาตรฐานสินค้าการเกษตรและอาหารแห่งชาติ ระบุว่าให้มีขนาดระหว่าง 1.5 ถึง 6 กิโลกรัม ผลที่น้ำหนักมากกว่า 6 กิโลกรัม จัดเป็นที่ทุเรียนที่มีตำหนิ เป็นต้น ขนาดมีผลต่อการไปใช้ประโยชน์ ผลผลิตทางการเกษตรขนาดใหญ่มีราคาสูง นิยมจำหน่ายเพื่อบริโภคสด เช่น มะม่วงผลขนาดใหญ่ จำหน่ายทั้งผลเป็นผลสดได้ราคาสูงมะม่วงขนาดกลาง อาจนำมาแปรรูปด้วยการดองทั้งผล ส่วนมะม่วงกวนหรือน้ำมะม่วงอาจใช้ขนาดกลางถึงขนาดเล็ก ซึ่งมีราคาต่ำกว่าเพราะใช้เฉพาะส่วนเนื้อมาลดขนาด บดสับขนาดมีผลต่อประสิทธิภาพการแปรรูปและการบรรจุการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรในระดับอุตสาหกรรมต้องใช้เครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตต้องการวัตถุดิบที่มีขนาดสม่ำเสมอ เนื่องจากมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์แปรรูปอาหาร ดังนั้นขั้นตอนสำคัญของการเตรียมวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูปอาหารหรือการปรุงอาหารคือการคัดขนาดเพื่อให้วัตถุดิบที่มีขนาดสม่ำเสมอตรงตามวัตถุประสงค์ที่ใช้ประโยชน์ เช่น การผลิตสับประรดกระป๋องขนาดใหญ่เกินไปจะสูญเสียเนื้อมากระหว่างการปอกเปลือก นอกจากนั้นขนาดของชิ้นอาหาร มีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อน การถ่ายมวล ระหว่างขั้นตอนต่างๆในการแปรรูปอาหาร เช่น การแปรรูปอาหารด้วยความร้อน การทำแห้ง การแช่เยือกแข็ง การสกัดจึงต้องทำการคัดขนาด ลดขนาดก่อน เพื่อให้ชิ้นอาหารสม่ำเสมอ เข้าสู่กระบวนการเพื่อให้การกระจายความร้อนสม่ำเสมอ และขนาดของอาหารยังมีผลต่อการบรรจุ การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ วิธีการบรรจุ พื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บ การขนส่ง ซึ่งมีผลต่อต้นทุนผลิตสินค้า

2.4.1 เกณฑ์การกำหนดขนาด

เกณฑ์ที่ใช้เพื่อกำหนดขนาดของอาหาร ขึ้นอยู่กับรูปร่างและชนิดของอาหาร

2.4.1.1 มวล น้ำหนัก เช่น ปลา กุ้ง หอย

2.4.1.2 ความยาว

2.4.1.3 เส้นผ่าศูนย์กลาง เช่น ผลไม้ที่มีลักษณะกลม

2.4.1.4 เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเลขาคณิต

2.4.2 การคัดขนาด

การคัดขนาด เป็นการคัดคุณภาพ (Size) ของวัตถุดิบเป็นขั้นตอนสำคัญของการเตรียมวัตถุดิบที่ใช้เพื่อการแปรรูป อาหาร ผัก ผลไม้ เมล็ดธัญพืช ถั่วเมล็ดแห้ง ซากสัตว์ ชิ้นส่วนสัตว์ชำแหละ นอกเหนือจากการคัดวัตถุดิบ การคัดขนาดยังดำเนินการในระหว่างการผลิต เช่น วัตถุดิบที่ผ่านการลดขนาดแล้ว หรือผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการแปรรูป เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดสม่ำเสมอตรงความต้องการของผู้บริโภค

2.4.3 วัตถุประสงค์ของการคัดขนาด

2.4.3.1 เพื่อให้ได้วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดสม่ำเสมอ มีมาตรฐานเป็นคุณภาพซึ่งผู้บริโภคต้องการ สินค้าที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอ เช่น มีการแตกหัก เป็นตำหนิ ซึ่งมีผลต่อการยอมรับสินค้า

2.4.3.2 เพื่อแบ่งวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ออกเป็นระดับชั้นคุณภาพตามขนาด (Size grading) เพื่อเพิ่มมูลค่าและเพื่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์ เช่น มะม่วงผลขนาดใหญ่จำหน่ายเพื่อรับประทานสดผลขนาดเล็กจะนำมาแปรรูป เช่น มะม่วงกวน มะม่วงดอง เป็นต้น

2.4.3.3 เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่สม่ำเสมอสะดวกต่อการแปรรูปในขั้นตอนต่อไปโดยเฉพาะการแปรรูปด้วยเครื่องจักร เช่น การปอกเปลือก ผัก ผลไม้ มันฝรั่ง กุ้ง การลดขนาด การขูดเกล็ดปลา

2.4.3.4 เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของการกระจายอุณหภูมิ ระหว่างการแปรรูปอาหาร เช่น การนึ่ง การทอด การต้ม เพื่อให้สะดวกในการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ เช่น ผลไม้สดที่บรรจุกล่องขนาดมาตรฐานจะมีจำนวนผลในกล่องบรรจุเท่ากันตามการแปรรูปด้วยความร้อน (Thermal Processing) การแช่เย็นการแช่เยือกแข็ง เป็นต้น

2.4.3.5 เพื่อให้สะดวกในการบรรจุใน บรรจุภัณฑ์ เช่น ผลไม้สดที่บรรจุกล่องขนาดมาตรฐานจะมีจำนวนผลในกล่องบรรจุเท่ากัน

2.4.4 เกณฑ์การคัดขนาด

เกณฑ์ที่ใช้คัดขนาดของวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ สมบัติทางกาย ได้แก่

2.4.4.1 ปริมาตรของวัสดุ เนื่องจากการวัดปริมาตรทำได้ยาก จึงอาจใช้สมบัติทางกายภาพอื่นที่มีความสัมพันธ์กับปริมาตรเพื่อการประเมินขนาด วัสดุรูปทรงกลม เช่น ส้ม มะนาว ส้มโอ มังคุด แอปเปิ้ล หรือโกโก้แข็งทรงกลม อาจประเมินได้จากเส้นผ่าศูนย์กลางหรือเส้นรอบวงส่วนที่มาก

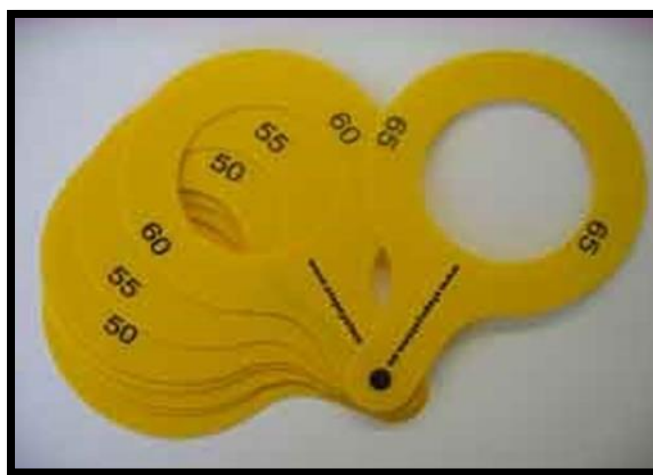
ที่สุด วัตถุดิบที่มีขนาดเล็ก เช่น ถั่วเมล็ดแห้ง ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วดำ อาจใช้เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยวัสดุรูปทรงกระบอก เช่น แครอท หัวผักกาด มันฝรั่ง อาจทั้งเส้นรอบวงส่วนที่กว้างที่สุด และความยาวหัว

2.4.4.2 ความยาว เช่น หน่อไม้ฝรั่ง เมล็ดข้าว

2.4.4.3 น้ำหนักใช้กับวัตถุดิบที่มีรูปร่างไม่เป็นทรงเรขาคณิตวัตถุดิบที่มีมูลค่าสูง เช่น กุ้ง ปลา ซากสัตว์ ชิ้นส่วนชำแหละ เช่น เนื้อหมู ไก่ โดยกำหนดเกณฑ์น้ำหนัก แล้วชั่งทุกชิ้นเพื่อประเมิน

2.4.5 วิธีการคัดขนาด

2.4.5.1. วิธีการคัดขนาดการคัดโดยคน โดยการใช้สายตาเพื่อตรวจสอบขนาดที่ไม่ต้องการออกมีข้อดีคือ คนมีความยืดหยุ่นสูง สามารถใช้ได้กับอาหารได้ทุกชนิด เหมาะกับอาหารที่มีรูปทรงแปลกไม่เป็นเรขาคณิต วัตถุดิบที่บอบช้ำง่ายหรือกับวัตถุดิบที่มีปริมาณการผลิตไม่มาก วัตถุดิบถูกคัดบนโต๊ะคัดหรือมีอุปกรณ์ลำเลียง เช่น Belt Conveyor, Roller Conveyor อาจมีอุปกรณ์ช่วยเพื่อการคัด เช่น ห่วงคัดขนาดที่มีเจาะรูให้มีรหัสขนาดต่างๆ แผ่นที่เทียบขนาดหรือเครื่องมือวัดขนาดอื่นๆ พนักงานงานจะหยิบเพื่อเลือกแบ่งตามขนาดต้องการ และยังสามารถคัดเลือกหยิบวัตถุดิบที่มีตำหนิอื่นๆ เช่น สีการเน่าเสียที่มองเห็นด้วยตาเปล่าออกจากวัตถุดิบที่ดีได้อีกด้วย



ภาพที่ 2-16 ห่วงคัดขนาดที่เจาะรูให้มีรหัสขนาดต่าง ๆ

ที่มา: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3240>, 2565

2.4.5.2 การคัดขนาดด้วยการใช้เครื่องคัด (Sizer) เป็นเครื่องคัดแยก (Sorter) ที่ใช้ทำการคัดแยก (Sorting) วัตถุดิบ โดยใช้ขนาด (Size) เป็นเกณฑ์ การคัดขนาดเป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อการเตรียมวัตถุดิบ (Raw – Material Preparation) หรือเป็นขั้นตอนระหว่างการผลิตหรือหลังจากผลิตภัณฑ์หลังการแปรรูปที่มีขนาดแตกต่างกันออกไป

2.4.5.3 การคัดขนาดด้วยการใช้ตะแกรง (มักใช้คำว่า Seiveing หรือ Screening) เป็นการคัดขนาด โดยใช้ตะแกรงที่มีช่องเปิด หรือแผ่นที่เจาะรูเป็นวงกลมให้มีเส้นรอบวงเท่ากับเส้นรอบวงของวัตถุดิบ ตามเกณฑ์ที่ต้องการวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่กว่าจะค้างอยู่บนตะแกรง วัตถุดิบที่มีขนาดเล็กกว่าจะหลุดรอดตะแกรงได้ ลักษณะของตะแกรงเป็นแผ่นแบน ที่เรียงเป็นชุดต่อเนื่องกัน หรือเรียงซ้อนกันเป็นชั้น มีรูเปิดไล่ขนาดกันมา เพื่อให้คัดได้หลายขนาด การคัดแยกด้วยตะแกรง มีการใช้แรงกล เขย่าโยกหรือหมุน ให้วัตถุดิบเคลื่อนที่ เหมาะกับวัตถุดิบที่มีรูปทรงกลมหรือใกล้เคียงทรงกลม ที่กลิ้งได้ เช่น สั้ม มะนาว สั้มโอ ตามขนาดที่ต้องการตามรูปร่างของวัสดุ ข้อจำกัดของการคัดขนาดด้วยการใช้ตะแกรง คือวิธีนี้ไม่เหมาะสมกับอาหารที่บอบช้ำง่ายแตกหักง่าย เพราะวัตถุดิบจะต้องมีการชนกัน กระแทกกันระหว่างการคัดขนาด



ภาพที่ 2-17 แบบเครื่องคัดขนาดด้วยการใช้ตะแกรงหมุน

ที่มา: <http://thai.vibratoryscreenseparator.com>, 2565

2.5 การประมวลผลภาพ (image Processing)

การประมวลผลภาพ หมายถึง การเรียกใช้ขั้นตอนหรือกรรมวิธีใดๆ มากระทำกับภาพโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพ ให้ได้ภาพใหม่ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ เช่น ความคมชัด การประหยัพื้นที่จัดเก็บ หรือใช้สำหรับการประมวลผลในระดับสูง เช่น การหาขอบภาพ และการจดจำรูปร่างลักษณะ ได้อย่างแม่นยำโดยทั่วไปวัตถุประสงค์ของการประมวลผลภาพคือ

1. การประมวลผลภาพ (Image Processing) วิธีนี้จะใช้ในกระบวนการประมวลผลภาพ เพื่อให้ได้ภาพออกมา เช่น การตกแต่งด้วยโปรแกรม Photoshop เป็นต้น

Image Processing : Image in  Image out

2. การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) วิธีนี้จะใช้ในกระบวนการประมวลผลภาพ เพื่อให้ได้ค่าการวัดออกมา เช่น การวัดขนาดในงานอุตสาหกรรม

Image Analysis : Image in  Measurements out

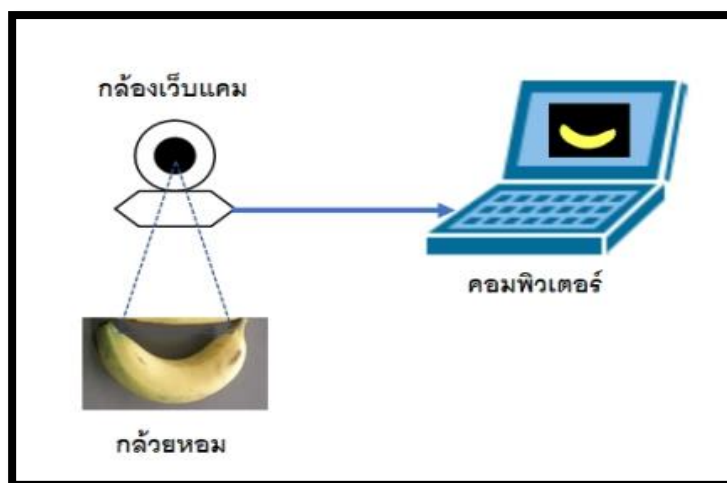
3. ความสามารถในการเข้าใจภาพ (Image Understanding) วิธีนี้จะใช้กระบวนการประมวลผลภาพ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นความหมาย ตัวอย่างเช่น การจดจำตัวอักษร (Optical Character Recognition : OCR) เป็นต้น

Image Understanding : image  High-Level Description out

2.5.1 ขั้นตอนหลักของการประมวลผลภาพดิจิทัล

ขั้นตอนการประมวลผลภาพจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

1. ขั้นตอนการนำข้อมูลภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์
2. ขั้นตอนการนำคอมพิวเตอร์มาพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อประมวลผลภาพ
3. ขั้นตอนการแสดงผลภาพ



ภาพที่ 2-18 อุปกรณ์พื้นฐานของระบบการประมวลผลภาพ

ที่มา: ประเมษฐ์ ประโยชน์ดี, 2557

โดยทั่วไปอุปกรณ์พื้นฐานในการประมวลผลภาพตามขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นจะประกอบด้วย เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีอุปกรณ์ตรวจจับภาพ (frame grabber card) ซึ่งจะต่อกับกล้องวิดีโอตัวจับภาพ ดังภาพที่ 2.12 ขั้นตอนการนำภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นการแปลงสัญญาณภาพทั่วไปเป็นสัญญาณอนาล็อก (analog signal) ให้เป็นสัญญาณภาพดิจิทัล เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลภาพได้ทั้งนี้สามารถทำได้นำข้อมูลภาพจากตัวจับภาพ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วภาพดิจิทัลที่ได้จากการแปลงสัญญาณจะถูกเก็บในหน่วยความจำที่มีอยู่ในอุปกรณ์ตัวจับภาพและสามารถนำมาประมวลผลได้โดยการเขียนโปรแกรมภาษาระดับสูง อาทิเช่น ภาษาซีอุปกรณ์ตัวจับภาพที่นิยมใช้จะสามารถเก็บภาพขนาด 512 X 512 จุดภาพ (pixel) และแต่ละจุดภาพสามารถแสดงระดับเทาได้อย่างน้อย 256 ระดับ ส่วนกล้องวิดีโอที่ใช้ในการเก็บภาพมักจะเป็นกล้องซีซีดี (charge coupled device; CCD camera) ก่อนการประมวลผลภาพต้องเตรียมข้อมูลภาพซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ปรับปรุงข้อมูลภาพในส่วนที่ไม่คมชัด
2. กำจัดสัญญาณรบกวน
3. การปรับคอนทราสต์ หรือปรับปรุงคุณสมบัติของการมองเห็น เช่น การปรับค่าความเข้มของจุดภาพการกลับข้อมูลภาพ เป็นต้น
4. การแบ่งแยกข้อมูลภาพออกจากสีพื้น โดยใช้ค่าเทรชโฮลด์

5. การแปลงข้อมูลภาพในทางเรขาคณิต เช่น การหมุนภาพ การเปลี่ยนแปลง ขนาดภาพและการแก้ไขตำแหน่งของจุดภาพ

6. การแก้ไขข้อมูลภาพในส่วนที่มีการบิดเบี้ยว

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธรรม์ณชาติ วันแต่ง (2558) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลลาหมุนวงคู่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลลาหมุนวงคู่ ทดสอบสมรรถนะและนำไปประเมินความพึงพอใจกับเกษตรกรชาวสวนละมุด โดยเครื่องมีขนาด 90x180x96 เซนติเมตร ใช้หลักการเพลลาขยายและหมุนตก เพลาเอียง 10 องศา คัดแยกละมุดได้ 4 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ จากผลการลองพบว่าอัตราการผลิตของเครื่องมีค่าเท่ากับ 1.02 นาฬิกา ต่อละมุด 20 กิโลกรัม หรือประมาณ 1,176 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยเครื่องจะมีอัตราการผลิตสูงกว่าแรงงานคนคัดประมาณ 5.93 เท่า แต่เครื่องจะมีค่าความผิดพลาดของขนาดเท่ากับ 1.33 กิโลกรัม ต่อละมุด 20 กิโลกรัม มีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 1.71 บาทต่อชั่วโมง ด้านผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องด้วยแบบประเมิน 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการออกแบบเครื่อง ความปลอดภัย ความสะดวกในการใช้งาน และผลผลิตกัลป์เกษตรกรชาวสวนละมุด จำนวน 39 คน มีผลการประเมินเท่ากับ 4.03 ซึ่งอยู่ในระดับดี มีระยะเวลาในการคืนทุน 2.14 ปี

โชครัตน์ ฤทธิ์เย็น และคณะ (2561) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาเครื่องคัดแยกขนาดลูกมะนาวโดยใช้ระบบสมองกลฝังตัวซึ่งนำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดลูกมะนาวโดยใช้ระบบสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนช่องใส่ลูกมะนาว ส่วนคัดแยกลูกมะนาว ส่วนนับจำนวนลูกมะนาวและส่วนซึ่งน้ำหนักลูกมะนาว ซึ่งสามารถคัดแยกมะนาวได้ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 27 มิลลิเมตร ขนาดกลางเส้นผ่านศูนย์กลาง 27–40 มิลลิเมตร และขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 41 มิลลิเมตร เครื่องคัดแยกมะนาวที่พัฒนาขึ้นควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน้ ในการทำงานสามารถคัดแยกลูกมะนาวได้ 2 แบบ คือ แบบนับจำนวนและแบบซึ่งน้ำหนัก จากการทดสอบการคัดแยกและนับจำนวนมะนาวพบว่า มะนาวขนาดเล็ก กลาง และใหญ่มีความถูกต้อง 97.5 98.5 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับและผลการทดสอบคัดแยกและซึ่งน้ำหนักมะนาวพบว่ามีความถูกต้อง 98.7 99.3 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หทัยนุช จันทรชัยภูมิ (2562) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดแมคคาเดเมียแบบชั้นรางท่อ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมรรถนะเครื่องและประเมินความ

พึงพอใจของเครื่องที่สร้างขึ้นกับกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมีย อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ จากผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องคัดแยกขนาดแมคคาเดเมียแบบชั้นรางท่อนแบบเทียบกับแรงงานคน โดยทดลองการปรับความเร็วรอบมอเตอร์ของเครื่องที่ระดับแตกต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 50, 100, 150, 200 และ 250 rpm พบว่าการใช้เครื่องสามารถทำการคัดขนาดแมคคาเดเมียได้ถูกต้องและรวดเร็วกว่าการใช้แรงงานคน เมื่อทำการปรับความเร็วรอบมอเตอร์เครื่องให้เร็วขึ้นจะสามารถทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการคัดแยกขนาดไม่ได้เพิ่มขึ้นตามระดับความเร็วรอบมอเตอร์ ซึ่งความเร็วรอบมอเตอร์ที่ให้เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการคัดแยกขนาดได้ถูกต้องที่สุด คือ 150 rpm ซึ่งมีความแม่นยำในการคัดขนาดเท่ากับ 97% เมื่อเทียบกับแรงงานคนที่มีความแม่นยำในการคัดแยกขนาดเท่ากับ 82.33% แสดงว่าเครื่องมีความแม่นยำมากกว่าแรงงานคน และจากผลการทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องคัดแยกขนาดแมคคาเดเมียแบบชั้นรางท่อนของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมีย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการออกแบบเครื่อง 2) ด้านความปลอดภัย 3) ด้านความสะดวกในการใช้งาน และ 4) ด้านผลผลิตที่ได้ มีค่าเฉลี่ยรวมความพึงพอใจเท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 ระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมาก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การออกแบบและการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่งเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และ ประเมินความพึงพอใจเครื่องคัดขนาดฝรั่งซึ่งจะมีวิธีการดำเนินการวิจัยที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ดัง จะแสดงตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

3.1.1 ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบและการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ได้แก่ กลุ่ม เกษตรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.2.1 แบบสัมภาษณ์ เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อวัดระดับความพึงพอใจของ ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและการสร้าง จำแนกได้ดังนี้

- 1) ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญตอบแบบประเมิน
- 2) ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น
 - (1) ด้านการออกแบบและการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
 - (2) ด้านประสิทธิภาพของการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
 - (3) ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

3.1.2.2 วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบประมาณค่าตามของลิเคิร์ต (R.A Likert) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

ระดับความคิดเห็น เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน
ระดับความคิดเห็น เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน
ระดับความคิดเห็น ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
ระดับความคิดเห็น ไม่เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน

ระดับความคิดเห็น ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้ 1 คะแนน

3.1.2.3 นำเครื่องมือวิจัยที่ดำเนินการเสร็จแล้วเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไข

3.1.2.4 นำข้อมูลกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.1.2.5 ตรวจสอบข้อมูลแบบสัมภาษณ์

3.1.2.6 แก้ไขปรับปรุงแบบสัมภาษณ์

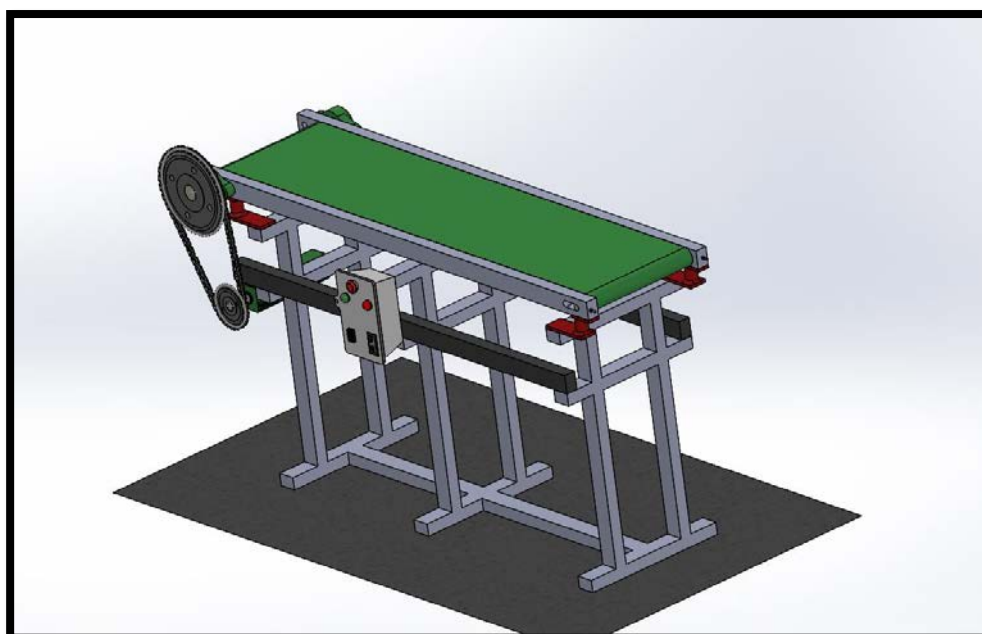
3.1.2.7 นำแบบสัมภาษณ์ที่สมบูรณ์ไปสัมภาษณ์

3.1.3 การดำเนินงานวิจัย

การวิจัยและพัฒนา มีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

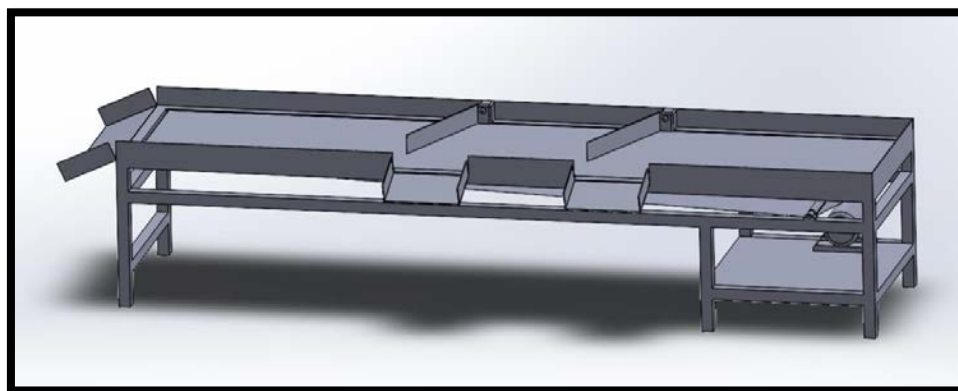
3.1.3.1 การวิเคราะห์สภาพปัญหาโดยการสำรวจข้อมูล โดยการสำรวจข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อการศึกษาการแก้ไขปัญห แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการคัดขนาดฝรั่ง เพื่อพัฒนากระบวนการคัดขนาดฝรั่งให้ดียิ่งขึ้น

3.1.3.2 การออกแบบเครื่องคัดขนาดฝรั่งต้นแบบ



ภาพที่ 3-1 แบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

1. โครงสร้างเครื่อง ทำหน้าที่ยึดอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ ทำมาจากเหล็กกล่อง มีขนาด 320x320 มิลลิเมตรหนา 1.2 มิลลิเมตร ทำการเชื่อมขึ้นรูปชิ้นส่วนด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เป็นโครงสร้างของเครื่อง ขนาดความกว้าง 400 มิลลิเมตร ความยาว 1500 มิลลิเมตร ความสูง 1200 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพ 3-2



ภาพที่ 3-2 แบบโครงสร้างเครื่อง

3.1.4 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่งจำแนกเป็น

3.1.4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ประสบการณ์ในการทำงาน

3.1.4.2 ตัวแปรตาม คือ ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องจำแนกเป็น

- 1) ด้านการออกแบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
- 2) ด้านการสร้างส่วนประกอบ และการทำงานของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
- 3) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
- 4) ด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบและ

สร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

3.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ลงพื้นที่เก็บข้อมูลการทำฝรั่งกับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

3.1.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1.6.1 ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ ฟองศรี, 2551)

สูตร	$P = \frac{F \times 100}{n}$
เมื่อ	P แทน ร้อยละ
	F แทน ความถี่หรือข้อมูลที่ต้องการแปลค่าให้เป็นร้อยละ
	n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.1.6.2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ ฟองศรี, 2551)

สูตร	$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$
เมื่อ	$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.1.6.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) (พิสนุ ฟองศรี, 2551)

สูตร	$S.D. = \sqrt{\frac{(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n})}{n - 1}}$
เมื่อ	$S.D.$ แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum x^2$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum x$ แทน คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง
	n แทน จำนวนทั้งหมด

3.1.7.4 สถิติที่ใช้ในการบรรยายลิเคิร์ท สเกล ดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2549)

คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง ระดับความคิดเห็น เห็นด้วยอย่างยิ่ง
 คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง ระดับความคิดเห็น เห็นด้วย
 คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง ระดับความคิดเห็น ไม่แน่ใจ
 คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง ระดับความคิดเห็น ไม่เห็นด้วย
 คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง ระดับความคิดเห็น ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.2 ระยะที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

3.2.1 วัสดุ

ผลฝรั่ง 15 กิโลกรัม

3.2.2 อุปกรณ์

3.2.2.1 เครื่องคัดขนาดฝรั่ง

3.2.2.2 นาฬิกาจับเวลา

3.2.2.3 กิโลชั่งน้ำหนัก

3.2.2.4 กล้องถ่ายภาพดิจิทัล

3.2.2.5 ตารางบันทึกข้อมูลการทดสอบ

3.2.3 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.3.1 เวลารวมที่ใช้ในการคัดขนาด

3.2.3.2 ผิวของฝรั่งก่อนและหลังการคัด

3.2.3.3 การหาความแม่นยำและเวลาในการคัดขนาด

3.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การหาเวลารวมที่ใช้ในการคัดขนาดฝรั่ง โดยการนำฝรั่งจำนวน 30 กิโลกรัม ทดสอบ 5 ครั้ง ครั้งละ 6 กิโลกรัม นำมาใส่ในเครื่องคัดขนาดฝรั่งและทำการจับเวลาในการคัดขนาด และบันทึกข้อมูลในตารางเก็บข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 สมรรถนะเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

ครั้งที่	จำนวน (kg)	ขนาดฝรั่งที่คัดได้			เวลาที่ใช้
		เล็ก (0.8-5 ซม.)	กลาง (0.8-5 ซม.)	ใหญ่ (0.8-5 ซม.)	
1					
2					
3					
4					
5					
รวม					

3.2.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.2.5.1 ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ ฟองศรี, 2551)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่หรือข้อมูลที่ต้องการแปลค่าให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.2.5.2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ ฟองศรี, 2551)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.2.5.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) (พิสนุ ฟองศรี, 2551)

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

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum x$ แทน คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนทั้งหมด

3.3 ระยะที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

3.3.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในวิจัยครั้งนี้ ได้จากแผนการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง คือ กลุ่มชาวสวนฝรั่ง ตำบลชนไพร อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สมาชิกผู้ใช้งานกลุ่มชาวสวนฝรั่ง จำนวน 20 คน

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.2.1 แบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามแบบผสม เพื่อวัดระดับความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้งานเครื่องคัดขนาดฝรั่งตัวแปรที่ศึกษา จำแนกเป็น

- 1) ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งานตอบแบบประเมิน
- 2) ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องคัดขนาดฝรั่งจำแนกเป็น
 - (1) ด้านการออกแบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
 - (2) ด้านการมีส่วนประกอบ และการทำงานของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
 - (3) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
 - (4) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
- 3) ตอนที่ 3 วิธีการสร้างเครื่อง
 - (1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - (2) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการสอบถามความพึงพอใจแบบประมาณค่าตามของ

ลิเคิร์ท (R.A Likert) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด	ให้	5	คะแนน
ระดับความพึงพอใจ มาก	ให้	4	คะแนน
ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
ระดับความพึงพอใจ น้อย	ให้	2	คะแนน
ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

4) ทดสอบแบบสอบถาม

5) ตรวจสอบข้อมูลแบบสอบถามและนำข้อมูลกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

6) แก้ไขปรับปรุงแบบสอบถาม

7) นำแบบสอบถามที่สมบูรณ์ไปสอบถาม

3.3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

3.3.3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

- 1) เพศ
- 2) ประสบการณ์การทำงาน

3.3.3.2 ตัวแปรตาม คือ ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานต้นแบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
จำแนกเป็น

- 1) ด้านการออกแบบและสร้างเครื่อง
- 2) ด้านประสิทธิภาพของเครื่อง
- 3) ด้านคุณลักษณะของเครื่อง

3.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.4.1 ทำหนังสือไปยังกลุ่มชาวสวนฝรั่ง ตำบลชอนไพร อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

3.3.4.2 นำเครื่องไปทดสอบใช้งานเครื่องจากนั้นผู้วิจัยนำแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยการอธิบายข้อความให้ผู้ใช้งานฟังจากนั้นให้ผู้ใช้งานทำการเลือกคะแนนในช่องว่างตามความคิดเห็นของผู้ใช้งาน

3.3.4.3 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน โดยสอบถามเกี่ยวกับ
ประสบการณ์การทำงาน แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยการหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ

3.3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานต้นแบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
โดย การนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลข้อเสนอแนะของผู้ใช้งานเครื่องแล้วนำมาสรุปข้อเสนอแนะ

3.3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.6.1 ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551)

$$\text{สูตร} \quad P = \frac{\square \square \square \square \square}{\square}$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

$\square$ แทน ความถี่หรือข้อมูลที่ต้องการแปลค่าให้เป็นร้อยละ

$\square$ แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.3.6.2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551)

สูตร $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.3.6.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) (พิสนุ ฟองศรี, 2551)

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

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum x$ แทน คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนทั้งหมด

3.3.6.4 สถิติที่ใช้ในการบรรยายลิเคิร์ท สเกล ดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ, 2549)

คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก

คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ระยะที่ 1

ผลการออกแบบและส่วนประกอบของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง มีส่วนประกอบ โครงสร้างเครื่อง ชุด
ถังเขย่า ตัวส่งกำลังมอเตอร์ เฟลาส่งกำลัง และตัวคอนโทรล



ภาพที่ 4-1 เครื่องคัดขนาดฝรั่ง

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ระยะที่ 2

4.2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการทดสอบสมรรถนะคัดขนาดฝรั่ง จำนวน 30 กิโลกรัม จำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 6 กิโลกรัม

ครั้งที่	จำนวน (kg)	ขนาดฝรั่งที่คัดได้ (kg)			เวลาที่ใช้ (วินาที)
		เล็ก (0.8-5 ซม.)	กลาง (0.8-5 ซม.)	ใหญ่ (0.8-5 ซม.)	
1	6	2	2	2	40
2	6	2	2	2	38
3	6	2	2	2	39
4	6	2	2	2	41
5	6	2	2	2	40
รวม	30	10	10	10	198

จากผลการทดสอบ ดังตารางที่ 4-1 ผลของทดสอบสมรรถนะคัดขนาดฝรั่ง จำนวน 30 กิโลกรัม จำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 6 กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ 39.60 วินาที ซึ่งเร็วกว่าการคัดขนาดฝรั่งด้วยแรงงานคนในปัจจุบันและยังลดความเมื่อยล้าของกลุ่มเกษตรกรผู้ฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ลักษณะฝรั่งแสดงดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 ลักษณะฝรั่งที่ใช้ในการคัดขนาด

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องคัดขนาดฝรั่ง ระยะที่ 3

4.3.1 ผลการหาค่าความถี่และค่าร้อยละของด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตารางที่ 4-2 ความถี่และร้อยละของด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ประเด็นคำถาม		ค่าความถี่ (คน)	ร้อยละ
ประสบการณ์ในการ ทำงาน	ต่ำกว่า 5 ปี	5	25
	5-10 ปี	5	25
	11 ปีขึ้นไป	10	50
	รวม	20	100

จากตารางที่ 4-2 ผลค่าความถี่และร้อยละพบว่าประสบการณ์การทำงานอายุ 11 ปี ขึ้นไปเป็นผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50

4.3.2 ผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่อง

ตารางที่ 4-3 ความคิดเห็นผู้ใช้เครื่องคัดขนาดฝรั่ง

ข้อ	หัวข้อในการสอบถาม	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ค่าเบี่ยงเบน (S.D)	สรุปเหตุผล
ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดฝรั่ง				
1	ความเหมาะสมของโครงสร้างตัวเครื่อง, โดยยึดหลักความมั่นคง แข็งแรง ซ่อมบำรุงง่าย	4.65	0.18	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2	ความเหมาะสมของรูปทรงของเครื่อง	4.73	0.15	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3	ความเหมาะสมของการเลือกใช้วัสดุในการทำโครงสร้างเครื่อง	4.77	0.17	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	ความเหมาะสมในการออกแบบและจัดวางตำแหน่งชิ้นส่วนและอุปกรณ์ประกอบเครื่อง	4.75	0.21	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
5	ความเหมาะสมของการออกแบบระบบส่งกำลังของเครื่อง	4.72	0.17	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
6	ความเหมาะสมของการออกแบบชุดสายพานลำเลียง	4.82	0.19	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7	ความเหมาะสมของการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง	4.70	0.13	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ด้านการใช้งานเครื่องคัดขนาดฝรั่ง				
1	ความสะดวกในการนำฝรั่งใส่ลงไปในชุดสายพานลำเลียง	4.80	0.18	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2	ความสะดวกในการซ่อมบำรุงและดูแลรักษา	4.72	0.19	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3	ความสะดวกในการปรับตั้งชุดส่งกำลัง	4.60	0.21	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ด้านสมรรถนะการทำงาน				
1	เวลาในการทำงานของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง	4.85	0.11	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2	ผลผลิตที่ได้	4.80	0.14	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
รวมเฉลี่ย		4.74	0.17	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตารางที่ 4-3 ผลการประเมินความคิดเห็นด้านการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ผู้ประเมินเห็นด้วยกับความเหมาะสมของการออกแบบชุดสายพานลำเลียงได้ค่าเฉลี่ย 4.82 ของคะแนนการประเมินอยู่ในระดับ เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งถือว่าผู้ประเมินเห็นด้วยกับการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง โดยรวมและมีข้อเสนอแนะเพียงเล็กน้อย

4.1.4 ผลข้อมูลแบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ในบทนี้เป็นการรายงานสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และแนวทางการพัฒนา ของการวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ดังต่อไปนี้

5.1.1 ผลการวิจัยเครื่องคัดขนาดฝรั่ง มีขนาดความกว้าง 400 มิลลิเมตร ความยาว 1,500 มิลลิเมตร ความสูง 1,200 มิลลิเมตร โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีความพึงพอใจในภาพรวมค่าเฉลี่ย 4.74 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ส่วนการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง มีค่าเฉลี่ย 4.73 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ส่วนด้านการใช้งานเครื่องคัดขนาดฝรั่ง มีค่าเฉลี่ย 4.71 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.19 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ด้านผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีความพึงพอใจด้านสมรรถนะการทำงาน มีค่าเฉลี่ย 4.83 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.13 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง

5.1.2 เมื่อผู้ประเมินเห็นด้วยกับการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง คณะผู้วิจัยได้นำเครื่องคัดขนาดฝรั่งไปทดสอบการทำงาน โดยใช้ฝรั่ง 30 กิโลกรัม ครั้งละ 6 กิโลกรัม จำนวน 5 ครั้ง พบว่าเวลาในการคัดขนาดฝรั่งที่ดีที่สุดคือ 38 วินาที ซึ่งปัจจุบันใช้แรงงานคนในการคัดขนาดฝรั่งจำนวน 6 กิโลกรัมใช้เวลา 270 วินาที โดยเครื่องคัดขนาดฝรั่งที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ไวกว่ามากถึง 7 เท่า

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ลักษณะความพึงพอใจของการใช้เครื่องคัดขนาดฝรั่ง สามารถคัดขนาดฝรั่งได้ตรงความต้องการของผู้ใช้งาน มีความรวดเร็ว และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน แต่เครื่องคัดขนาดฝรั่งที่พัฒนาขึ้นยังขาดชุดรองรับผลฝรั่งหลังการคัด โดยปัจจุบันต้องใช้กล่องหรือถังในการรองรับผลฝรั่งหลังทำการคัดขนาด

5.3 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการดำเนินงานวิจัย

5.3.1 ขนาดเครื่องมีความยาวมากเกินไป เคลื่อนย้ายลำบาก

5.3.2 การแก้ไขปัญหา

 ควรจะปรับขนาดให้ความยาวของเครื่องกั้ดขนาดสั้นลง

5.4 ข้อเสนอแนะ

 ควรออกแบบเครื่องให้เหมาะสมกับการใช้งานให้ดียิ่งขึ้น และพัฒนาชุดรองรับผลฝรั่งหลังการคัด

บรรณานุกรม

จันทนา ใจจิตร (2559). การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่อย่างมีคุณภาพในเขตภาคกลาง (วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตฝรั่ง). กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. มิถุนายน 2559. หน้า 3-35.

บุญธรรม นิธิอุทัย และชลดา เลวิส. (ม.ป.ป). สายพาน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

<http://readgur.com>. วันที่สืบค้นข้อมูล 2559, 23 พฤษภาคม.

มานพ ตันตระกูลบัณฑิตย์. (2540). ชิ้นส่วนเครื่องมือกล. บริษัทประชาชนจำกัด. กรุงเทพฯ :

สำนักพิมพ์ สมาคมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2539

มานพ ตันตระกูลบัณฑิตย์. (2552). เฟืองส่งกำลัง. บริษัทประชาชนจำกัด. กรุงเทพฯ :

สำนักพิมพ์ สมาคมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2539

สารานุกรมเสรี. (ม.ป.ป). มอเตอร์. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : <https://th.wikipedia.org/wiki>. วันที่สืบค้นข้อมูล 2559, 22 พฤษภาคม.

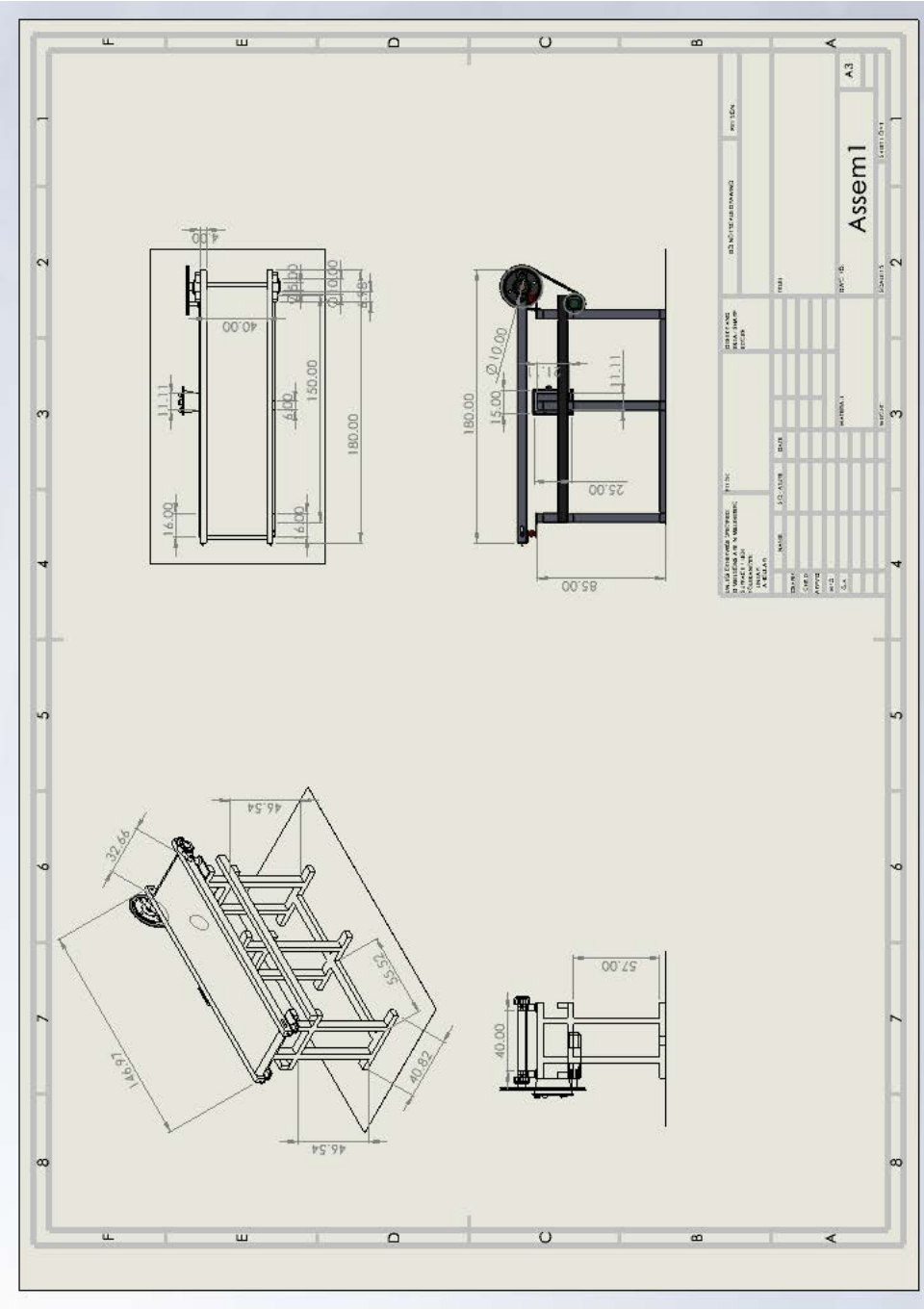
สารานุกรมเสรี. (ม.ป.ป). เฟืองส่งกำลัง. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : <https://th.wikipedia.org/wiki>. วันที่สืบค้นข้อมูล 2559, 23 พฤษภาคม.

สารานุกรมเสรี. (ม.ป.ป). เหล็ก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://th.wikipedia.org/wiki>. วันที่ สืบค้นข้อมูล 2559, 22 พฤษภาคม.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบเครื่องัดขนาดฝรั่ง



ภาพที่ ก-1 แบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย เอราวัณ 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 : การประยุกต์ใช้เทคนิคและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในโรงปฏิบัติการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เผยแพร่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์วิจัย ครั้งที่ 2 ปี 2558

8. งานวิจัยที่กำลังทำ

ผู้ร่วมวิจัย : การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตสำหรับการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในตำบลคงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

9. ผ่านการอบรม :

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

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

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

หัวข้อโครงการวิจัย : 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