



รายงานการวิจัย

การพัฒนานวัตกรรมเชิงมูลค่าเพื่อส่งเสริมการพึ่งตนเอง
ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

**Development of value innovation to promote self-reliance
of guava farmers, Phetchabun Province**

ยศวรรัตน์ จันทนา และคณะ
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2565

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนานวัตกรรมเชิงมูลค่าเพื่อส่งเสริมการพึ่งตนเอง
ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

Development of value innovation to promote self-reliance
of guava farmers, Phetchabun Province

ยศวรรธน จันทนา	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
นริศว์ รัตนวัย	สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
เอราวัณ ชาญพหล	สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

งบประมาณสนับสนุนทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2565

(ก)

ชื่องานวิจัย	การพัฒนานวัตกรรมเชิงมูลค่าเพื่อส่งเสริมการพึ่งตนเองของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
ผู้วิจัย	ยศวรธรณ์ จันทนา
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	นรุตว์ รัตนวัย และ เอราวัน ชาญพล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเศรษฐกิจ 2565

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง สำหรับการคัดขนาดฝรั่งแบบเดิมใช้แรงงานคนในการคัดขนาดฝรั่ง ทำให้เกิดปัญหา คือ 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

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัมตัวเครื่องสามารถปฏิบัติงานได้ตามการออกแบบ ซึ่งอาศัยเทคโนโลยีการตัดสินใจจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ภาพในการคัดแยกผลฝรั่งจากการตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่ง C สำหรับการนำไปแปรรูป และเคลื่อนย้ายวัตถุไปยังสถานที่กำหนดไว้อัตโนมัติโดยอาศัยการควบคุมของ Raspberry Pi จากกระบวนการแยกวัตถุด้วยเซ็นเซอร์อ่านค่าปริมาณของความเข้ม

(ข)

ของแสงที่กระทบกับวัตถุและสะท้อนกลับมายังเซ็นเซอร์แปลผลเป็นสัญญาณที่แตกต่างกันตามแต่ละตัวแปรที่ตั้งไว้ของผลฝรั่ง นอกจากนี้ตัวเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดที่ศึกษา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการวิจัยเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่งพบว่าสามารถคัดแยกผลฝรั่งโดยมีระยะเวลาารทดสอบคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด A ผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่ง C สำหรับการนำไปแปรรูป ปรากฏว่าได้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 14.93, 15.46 และ 16.59 วินาที ตามลำดับ และได้ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงานของตัวเครื่อง 15.66 วินาที และสามารถแยกจำแนกผลฝรั่งได้ทั้งหมด และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกถูกต้องได้ทั้งหมด

คำสำคัญ : การวิเคราะห์สเปกตรัม, การคัดแยก, ฝรั่ง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย สำหรับการคลุกฝรั่งแบบเดิมใช้แรงงานคนในการคลุกฝรั่ง ทำให้เกิดปัญหา คือ เกิดความเมื่อยล้าแก่ผู้ปฏิบัติงานอย่างมาก ใช้เวลามากในการคลุกฝรั่ง เครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย ที่พัฒนาขึ้นสามารถคลุกฝรั่ง และลดเวลาในการคลุกฝรั่ง ซึ่งโดยปกติแรงงานคนใช้เวลาในการคลุกฝรั่ง 1,480 วินาที ต่อ 15 กิโลกรัม ผลการทดลอง พบว่าเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วยมีอัตราการผลิตเฉลี่ย 290 วินาที ต่อ 15 กิโลกรัม ซึ่งไวกว่าแรงงานคนประมาณ 5 เท่า เมื่อประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 20 รายใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการออกแบบ ด้านการใช้งาน และด้านสมรรถนะการผลิต ผลการประเมินเท่ากับ 4.81 จากคะแนนเต็ม 5 ซึ่งอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง

คำสำคัญ: การพัฒนา, เครื่อง, ฝรั่ง

Title	Development of value innovation to promote self-reliance of guava farmers, Phetchabun Province.
Author	Yotsawat Jantana
Co-Researcher	Narat Rattanawai and Arawan Chanpahon
Branch	Computer Engineer. Phetchabun Rajabhat University 2022

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

This research is to Development of Innovative Separation of Guava using Spectrum Analysis. The machine can operate according to the design. Based on principles technology from the image processing sensor device to sort guava fruit from the main hypothesis is guava fruit sorting according to A size, guava fruit sorting according to B size, and guava C grading for processing. And move the object to the specified tray automatically by using the control of the Raspberry Pi from the process of separating the object with the sensor reading the amount of light intensity that hits the object and reflected back to the sensor, interpreting it into different signals accordingly Each set variable of guava fruit in addition, the prototype can operate according to the requirements studied and efficiently.

(3)

From the research results of the guava fruit sorting prototype, it was found that guava fruit sorting was possible with a test period of sorting according to A size, guava fruit to B size, and guava C grading for processing. It turned out that the mean time was 14.93, 15.46 and 16.59 seconds, respectively, and the average operating time of the machine was 15.66 seconds, and all guava fruits could be classified. and the position that needs to be sorted correctly.

Keywords: Spectrum Analysis, Separation, Guava

The objective of this research was to design and build a plum-soaked guava mash. For traditional guava mashing, manual labor is used to knead guava. The problem is that there is a lot of fatigue for the operator. It takes a lot of time to mingle guava. The developed guava mash machine can knead guava and reduce the time it takes for manual labor to knead 1,480 seconds per 15 kilograms. It was found that the plum-soaked guava masher had an average production rate of 290 seconds per 15 kilograms, which is about 5 times faster than manual labor. Phetchabun Province 20 cases in 3 areas: design, usability and production performance. The result was 4.81 out of a score of 5, which is strongly agreeable.

Keywords: Development, Machine, Guava

(จ)

กิตติกรรมประกาศ

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

ยศวรธน จันทนา

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.....	3
1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
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 การแปรรูปฝรั่ง	26
2.7 ทฤษฎี Machine Learning	26
2.8 Raspberry Pi 4 (model B).....	30
2.9 Webcamera.....	31
2.10 ระบบควบคุมเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง	32
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33

(จ)

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	38
3.1 การออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง	38
3.2 เครื่องต้นแบบการคัดแยกฝรั่ง	47
3.3 การออกแบบและการสร้างเครื่องคลุกฝรั่ง	55
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	69
4.1 การออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง	69
4.2 เครื่องต้นแบบการคัดแยกฝรั่ง	72
4.3 การออกแบบและการสร้างเครื่องคลุกฝรั่ง	82
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	86
5.1 สรุปผลการวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง	86
5.2 สรุปผลการวิจัยเครื่องต้นแบบการคัดแยกฝรั่ง	87
5.3 สรุปผลการวิจัยการออกแบบและการสร้างเครื่องคลุกฝรั่ง	88
บรรณานุกรม	90
ภาคผนวก	92
ภาคผนวก ก แบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง	93
ภาคผนวก ข ภาพถ่ายจากการทดสอบเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่ง	95
ภาคผนวก ค แบบเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย	99
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	101

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 สมรรถนะเครื่องคัดขนาดฟุ้ง	43
3-2 การทดสอบกระบวนการรู้จำวัตถุผลฟุ้งตามการตั้งค่าตัวแปรของเครื่องต้นแบบ	51
3-3 ตารางการหาความแม่นยำของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฟุ้งตามขนาด A	51
3-4 ตารางการหาความแม่นยำของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฟุ้งตามขนาด B	52
3-5 ตารางการหาความแม่นยำของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฟุ้งตามเกรด C	52
3-6 สมรรถนะเครื่องคลุกฟุ้งแซ่บัว	63
4-1 ผลการทดสอบสมรรถนะคัดขนาดฟุ้ง จำนวน 30 กิโลกรัม	69
4-2 ความถี่และร้อยละของด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	70
4-3 ความคิดเห็นผู้ใช้เครื่องคัดขนาดฟุ้ง	70
4-4 ผลค่าความถี่ และค่าร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	74
4-5 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	75
4-6 ผลการทดสอบแยกผลฟุ้งตามการตั้งค่าตัวแปรของเครื่องต้นแบบการคัดแยกฟุ้ง... ..	76
4-7 การหาความแม่นยำและระยะเวลาของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฟุ้งตามขนาด A ..	77
4-8 การหาความแม่นยำและระยะเวลาของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฟุ้งตามขนาด B ..	78
4-9 การหาความแม่นยำและระยะเวลาของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฟุ้งตามเกรด C ..	78
4-10 ค่าความถี่และร้อยละ	79
4-11 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบ	80
4-12 ผลการทดสอบสมรรถนะคลุกฟุ้ง จำนวน 15 กิโลกรัม	83
4-13 ความถี่และร้อยละของด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	84
4-14 ความคิดเห็นผู้ใช้เครื่องคลุกฟุ้งแซ่บัว	84

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1	ฝรั่งพันธุ์จีนก
2-2	ฝรั่งพันธุ์เป็นสีทอง
2-3	ฝรั่งพันธุ์กลมสาเลี.....
2-4	ฝรั่งพันธุ์ไร่เมล็ดพันธุ์เงินจูหรือเซินจู
2-5	ฝรั่งพันธุ์บางกอกแอปเปิล
2-6	ฝรั่งไร่เมล็ด
2-7	ฝรั่งพันธุ์เด่นขุนวัง
2-8	แผ่นสเดนเลส.....
2-9	แสดงลักษณะของเฟืองตรง
2-10	แสดงสกรูและน็อต
2-11	แสดงโซ่และเฟืองโซ่
2-12	แสดงโซ่เส้นเดี่ยว โซ่เส้นคู่ โซ่สามเส้นเรียงติดกัน
2-13	แสดงมอเตอร์ไฟฟ้า.....
2-14	แสดงเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
2-15	แสดงสวิตช์ปุ่มกดทั่วไป
2-16	ห้วงคัดขนาดที่เจาะรูให้มีรหัสขนาดต่าง ๆ
2-17	แบบเครื่องคัดขนาดด้วยการใช้ตะแกรงหมุน
2-18	อุปกรณ์พื้นฐานของระบบการประมวลผลภาพ
2-19	ฝรั่งแซ่บ๊วย
2-20	ภาพประกอบการแยก train และ test
2-21	ภาพประกอบการแยก train และ validation
2-22	บอร์ด Raspberry Pi (model B)
2-23	การเขียนโค้ดในบอร์ด Raspberry Pi 4 Model B.....
3-1	แบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง
3-2	แบบโครงสร้างเครื่อง.....

(๕)

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-3	แบบเครื่องคลุกฝักรั้ว..... 57
3-4	แบบโครงสร้างเครื่อง..... 57
3-5	ถัง PE100 ลิตร 58
3-6	เพลาขนาด 6 นิ้ว 58
3-7	มอเตอร์ 59
3-8	ตลับลูกปืนคู่คต 59
3-9	ชุดส่งกำลัง 60
3-10	วงจรควบคุมการทำงาน..... 60
4-1	เครื่องคัดขนาดฝักรั้ว..... 68
4-2	ลักษณะฝักรั้วที่ใช้ในการคัดขนาด..... 69
4-3	แสดงแผนภูมิการออกแบบเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝักรั้ว..... 72
4-4	ตัวอย่างภาพที่ประมวลผลด้วยเซ็นเซอร์สำหรับการคัดแยกผลฝักรั้วตกรวด 73
4-5	เครื่องคลุกฝักรั้วแช่บัว 82
4-6	ฝักรั้วแช่บัว 83

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 มีปัญหาในการคัดแยกผลฝรั่ง การคัดที่ต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก ค่าจ้างแรงงานสูง และขาดทักษะความชำนาญสำหรับการคัดขนาดผลฝรั่งเพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสมต่อช่องทางการจัดจำหน่าย การคัดแยกผลฝรั่งจากลักษณะรูปร่างภายนอกของผล ที่มีอยู่ 2 ลักษณะ คือผลฝรั่งที่มีลักษณะผลสวยจะนำมาบรรจุเพื่อส่งขายเป็นผล และฝรั่งที่มีลักษณะผลไม่สวยงามจะนำมาผลิตเป็นฝรั่งแช่บ๊วย ซึ่งเป็นการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลฝรั่งที่ตกเกรดและเป็นการขยายช่องทางการจัดจำหน่ายผลผลิตอีกด้วย ซึ่งในการคัดแยกผลฝรั่งเป็นต้นทุนที่ส่งผลกระทบต่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้ดำเนินการวิจัยมีแนวความคิดในการพัฒนานวัตกรรมเชิงมูลค่าเพื่อส่งเสริมการพึ่งตนเองของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ วิเคราะห์ และสังเกตกระบวนการในการผลิตของกลุ่มเกษตรกร โดยที่นำเอาเทคโนโลยีและนวัตกรรมในปัจจุบันไปใช้ประโยชน์สำหรับการคัดแยกผลฝรั่งได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับการแปรรูปเป็นฝรั่งแช่บ๊วยหรือการจัดจำหน่ายเป็นแบบผล ซึ่งกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่งจังหวัดเพชรบูรณ์สามารถลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตจากการนวัตกรรมการประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม ช่วยลดระยะเวลาการคัดแยกผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้แรงงานคนที่ขาดความชำนาญและทักษะประสบการณ์ในการคัดแยกผลผลิต

1.2 วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม

1.2.2 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบสำหรับคัดแยกผลฝรั่ง

1.2.3 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

1.2.4 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

1.2.5 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย

1.2.6 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.2 พัฒนาและออกแบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง เครื่องต้นแบบคัดแยกฝรั่ง และเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย

1.3.3 ทำการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง เครื่องต้นแบบคัดแยกฝรั่ง และเครื่องฝรั่งแช่บ๊วย ที่ได้พัฒนาออกแบบขึ้นมา

1.3.4 ทดสอบการใช้งาน และวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งหาทางแก้ไข และทำการปรับปรุงให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.5 สรุปและรายงานผล

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย

- 1) พื้นที่ในการวิจัยเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งาน คือ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 2) พื้นที่ในการทำวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง เครื่องต้นแบบคัดแยกฝรั่ง และเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย และทดสอบสมรรถนะที่คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 3) พื้นที่ในการวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

- ระยะที่ 1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ระยะที่ 2 ออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง เครื่องต้นแบบคัดแยกฝรั่ง และเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย
- ระยะที่ 3 ประเมินความคิดเห็นของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
- ระยะที่ 4 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี

1.4.3 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

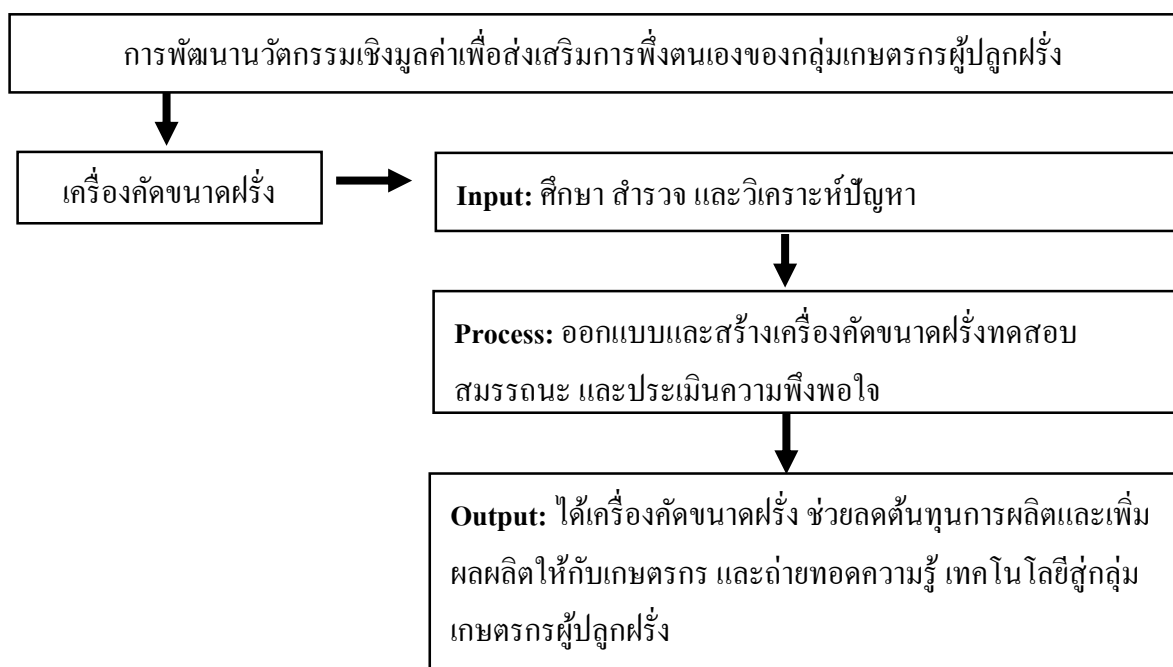
การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 12 เดือน

1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ

1. การพัฒนานวัตกรรมเครื่องคัดขนาดผลฝรั่ง

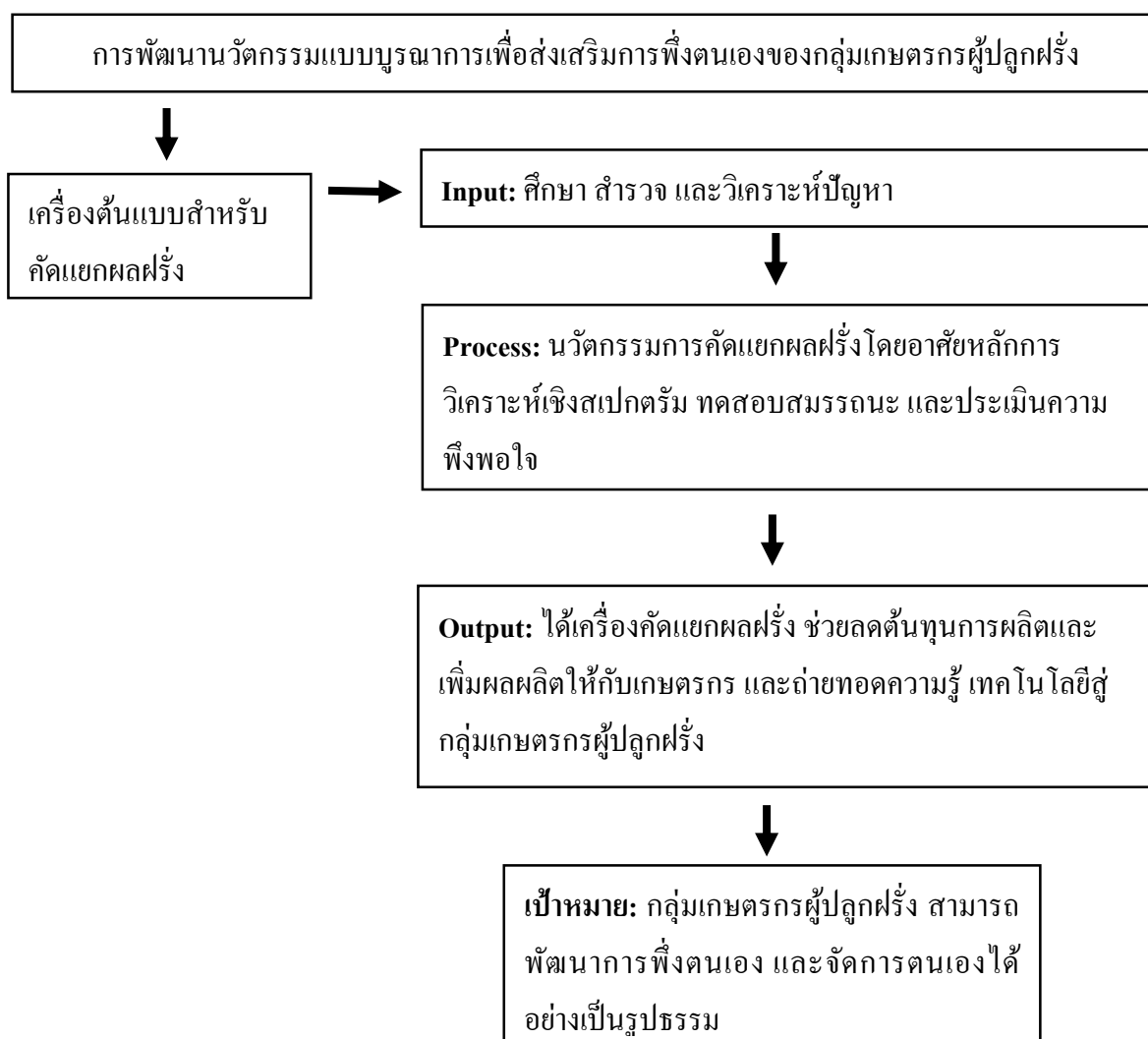
แนวคิดการพัฒนานวัตกรรมเครื่องคัดขนาดฝรั่งสามารถลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตในการคัดขนาดฝรั่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดระยะเวลาในการคัดขนาดผลฝรั่ง และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีขึ้นไปในการใช้งาน โดยระยะเวลาที่เกิดผลจะเท่ากับระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการวิจัยตามสัญญาทุนโดยนวัตกรรมเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ลดเวลาในการทำงานและลดความเมื่อยล้าจากการทำงาน

แก้ไขปัญหาของชุมชนและสังคมในพื้นที่ได้เพื่อส่งเสริมการพึ่งตนเองของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัด เพชรบูรณ์ ได้อย่างยั่งยืน



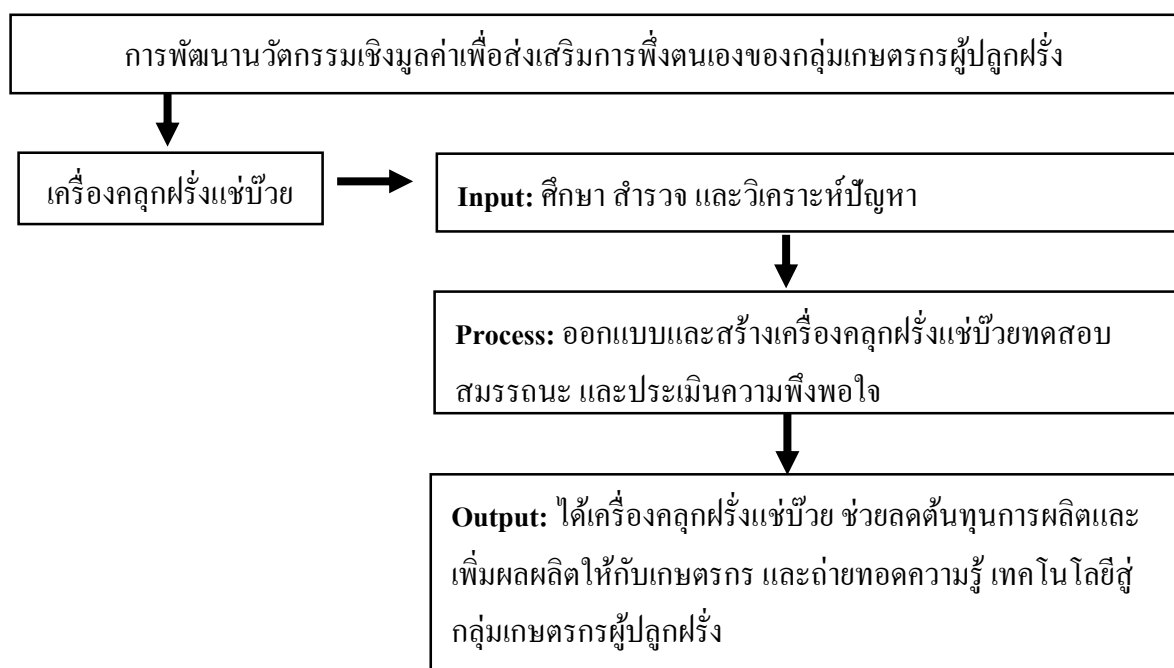
2. การพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม

แนวคิดการพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งแบบอัตโนมัติที่อาศัยหลักการวิเคราะห์และเปรียบเทียบทางความยาวคลื่น (Spectrum Analysis) เพื่อพิจารณาและสังเกตลักษณะทางกายภาพ โดยนำเอาเทคโนโลยีการตัดสินใจจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ในการหาค่าความยาวคลื่นที่แตกต่างกันของผลผลิตไปใช้ประโยชน์ในการคัดแยกผลฝรั่งได้อย่างเหมาะสม



3. การพัฒนานวัตกรรมเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย

แนวคิดการพัฒนานวัตกรรมเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย สามารถลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตในการผลิตฝรั่งแช่บ๊วย โดยใช้เครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วยช่วยลดระยะเวลาผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีขึ้นไปในการใช้งาน โดยระยะเวลาที่เกิดผลจะเท่ากับระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการวิจัยตามสัญญาทุนโดยนวัตกรรมเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย สามารถลดเวลาในการทำงานและลดความเมื่อยล้าจากการทำงาน แก้ไขปัญหาของชุมชนและสังคมในพื้นที่ได้เพื่อส่งเสริมการพึ่งตนเองของเกษตรกร จังหวัดเพชรบูรณ์



1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้พัฒนานตนเองในด้านวิชาการในการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง เครื่องต้นแบบคัดแยกฝรั่ง และเครื่องปลูกฝรั่งแช่บ๊วย

1.6.2 ได้เครื่องต้นแบบที่ช่วยแก้ไขปัญหาในชุมชนท้องถิ่น สอดคล้องกับปรัชญาและพันธกิจของมหาวิทยาลัย

1.6.3 กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้เทคโนโลยีเครื่องคัดขนาดฝรั่ง เครื่องต้นแบบคัดแยกฝรั่ง และเครื่องปลูกฝรั่งแช่บ๊วย ที่สามารถลดเวลาในการผลิตได้

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 อันยาวพุ่งขึ้นมาสูงกว่า ก้านเกสรตัวผู้ 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 ฝรั่งพันธุ์จีน

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

2.2.2 พันธุ์แป้นสีทอง

ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองจัดว่าเป็นฝรั่งที่นิยมรับประทานผลสดมากที่สุดและคลองตลาดต่อเนื่องอย่างยาวนาน โดยปรากฏครั้งแรกในงานเกษตรแห่งชาติที่เกษตรศาสตร์บางเขนเมื่อวันที่ 31 มกราคม 2534 โดยคุณสมัช แดงสมบุรณ์ ชาวสวนตำบลบางช้าง อำเภอสทิงพระ จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้ส่งเข้าประกวดในนามฝรั่งกรมสาลีซึ่งได้รับรางวัลที่ 1 (ประทีป, 2542) เป็นที่สนใจและเชื่อว่าฝรั่งแป้นสีทองอาจเกิดมาจากฝรั่งพันธุ์บางกอกแอปเปิ้ลลักษณะประจำพันธุ์ เป็นฝรั่งที่มีผลขนาดใหญ่ เนื้อหนา มีเมล็ดน้อย ลำต้นใหญ่กิ่งก้านใหญ่แข็งแรงเพราะรูปร่างผลผิวสวยเป็นทรงกลมสวยงามและสามารถเก็บรักษานานกว่าสายพันธุ์อื่นจึงมีการตั้งกรรมสิทธิ์ว่าเป็นทอง



ภาพที่ 2-2 ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง

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

2.2.3 พันธุ์กลมสาละ

เป็นพันธุ์ที่ตลาดนิยมที่สุดในอดีตตอนเปลี่ยนมานิยมพันธุ์เป็นสีทองในปัจจุบันเพราะมีข้อดีน้อยกว่าพันธุ์เป็นสีทองหลายประการเช่นผลที่มีขนาดเล็กกว่า ความดกของผลน้อยกว่าไว้ผลมากเท่าไรผลยิ่งเล็ก เพราะพันธุ์กลมสาละมีขนาดของกิ่งเล็ก ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการตัดแต่งกิ่งมากแต่มีข้อดีคือมีการให้ผลสม่ำเสมอผลค่อนข้างทนทานต่อการขนส่ง ไม่หิวง่าย เก็บไว้ได้นานเมื่อผลแก่สามารถปล่อยไว้บนต้นได้นานกว่าพันธุ์อื่น



ภาพที่ 2-3 ฝรั่งพันธุ์กลมสาละ

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

2.2.4 ไร่เมล็ดพันธุ์เงินจูหรือเงินจู

ในกลุ่มของฝรั่งไร่เมล็ดพันธุ์เงินจู โดยอาจารย์ประทีป กุณาสอนอดีตผู้เชี่ยวชาญทางด้านไม้ผลจากกรมวิชาการเกษตรนำเข้าจากไต้หวัน เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2542 ประวัติความเป็นมาของฝรั่งพันธุ์นี้พบว่ามีความเกี่ยวข้องกับประเทศไทย คือเป็นสายพันธุ์ที่อยู่ในสถานทดลองพืชสวนไต้หวันแห่งหนึ่งของตอนใต้ของประเทศ เป็นฝรั่งที่ได้จากการเพาะเมล็ดและกลายพันธุ์มาดีโดยเกิดจากการผสมพันธุ์ของไทย 2 สายพันธุ์คือ พันธุ์กลมสาละ (มีเมล็ด) และพันธุ์บางกอกแอปเปิล ลิ้มไม่มีเมล็ดสำหรับเกษตรกรที่ปลูกเริ่มแรกคือ คุณวิริงโก ดวงจิตา จังหวัดสมุทรสาคร ได้อธิบายถึงลักษณะเด่นของฝรั่งสายพันธุ์นี้ซึ่งจัดเป็นสถานที่ที่มีเมล็ดน้อยมากถึงไม่มีเมล็ดแต่ สนามบินเมื่อผลแก่มีรสชาติหวานกรอบมาก (นายเกษตร, 2548) และเนื้อไม่เฝื่อนเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์อื่น ส่วนใหญ่เนื้อหยาบ (ทวีศักดิ์, 2548) ซึ่งในประเทศไทยเรียกฝรั่งพันธุ์นี้ว่าพันธุ์เงินจู แต่มีข้อเสียคือ ไม่สามารถเก็บรักษาได้นานคือประมาณ 1 วัน ผลเริ่มสุกนิ่มและเสียรสชาติ(ประสิทธิ์ศิลป์ , 2548)



ภาพที่ 2-4 ฝรั่งพันธุ์ไร้เมล็ดพันธุ์เงินจูหรือเซินจู

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

2.2.5 พันธุ์บางกอกแอปเปิล

พันธุ์บางกอกแอปเปิล เป็นพันธุ์นิยมปลูกในประเทศมาเลเซียอินโดนีเซียและฟิลิปปินส์ แต่ไม่นิยมในประเทศไทยลักษณะประจำสายพันธุ์ มีขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 600 ถึง 1,000 กรัม ผิวสีเขียวอ่อน เนื้อหนาแน่นตลอดทั้งผลรสชาติหวานอมเปรี้ยวกรอบรูปทรงผสมสวย ตั้งชื่อบางกอกแอปเปิล เพราะรูปร่างคล้ายผลแอปเปิล ไร้เมล็ดผลสุกซ่าเมื่อสุกเนื้อไม่ละ



ภาพที่ 2-5 ฝรั่งพันธุ์บางกอกแอปเปิล

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

2.2.6 ฝรั่งไร้เมล็ด

เป็นฝรั่งไร้เมล็ดที่นิยมของผู้บริโภคและพันธุ์ที่นำเข้ามาจากมาเลเซียสันนิษฐานว่าฝรั่งพรรณีเป็นประเทศมาเลเซียพัฒนาขึ้นมาจากพันธุ์บางกอกแปเปิ้ล ซึ่งฝรั่งไร้เมล็ดเป็นที่รู้จักและปลูกเป็นการค้ามีเพียงพันธุ์บางกอกแปเปิ้ลเท่านั้น แต่ปัญหาของพันธุ์นี้คือติดผลยาก จึงทำให้พันธุ์สาธิตองไร้มเมล็ด มีข้อดีกว่าในแง่การลงทุนเป็นที่ต้องการของตลาด



ภาพที่ 2-6 ฝรั่งไร้เมล็ด

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

2.2.7 พันธุ์เด่นขุนวัง

ฝรั่งพันธุ์เด่นขุนวังเป็นฝรั่งที่ได้รับความนิยมจากชาวสวน แต่ให้ผลผลิตน้อยกว่าเป็นสีทองเล็กน้อยลักษณะประจำสายพันธุ์ มีรูปร่างและขนาดของผล ไม่แตกต่างจากฝรั่งพันธุ์เป็นสีทองแต่แตกต่างกันภายในผลเด่นขุนวังไร้เมล็ดและรสชาติดี



ภาพที่ 2-7 ฝรั่งพันธุ์เด่นขุนวัง

ที่มา: Facebook: สวนลูกอินทร์ ไม้ผล & ไม้ด่าง, 2565.

2.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

การเลือกใช้วัสดุต่างๆ ในการสร้างเครื่องทอดกล้วยฉาบกึ่งอัตโนมัติแบบควบคุมอุณหภูมิ จะต้องมีความสามารถในการเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมและต้องอาศัยข้อมูลจากการทดสอบมาพิจารณาร่วมด้วย ความสำคัญในการเลือกใช้วัสดุยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นๆ 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 ซึ่งจะไม่มีการโมลิบดีนัม 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

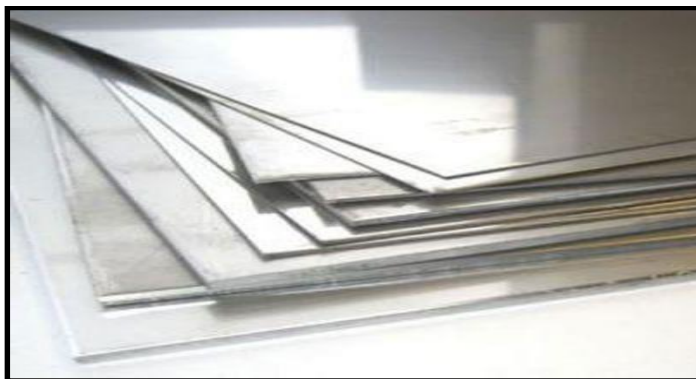
สนิม โดยการลดคาร์บอนลงจาก 0.08% ลงมาเหลือ 0.03% ทำให้สแตนเลสเหนียวขึ้นจนสามารถเป็นสปริงได้ เป็นเกรด SUS 316 L (Low Carbon)

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 2-8 แผ่นสแตนเลส

ที่มา: บริษัท Sign-in-thai, 2563.

2.3.2 เฟือง

เฟืองใช้ทำหน้าที่ถ่ายเทโมเมนต์หมุนระหว่างเพลาสองเพลามีระยะห่างระหว่างแกนเพลาสองที่สั้นโดยถ่ายเทในรูปแบบของแรง หมายความว่าไม่มีการสูญเสียการเลื่อนเหมือนสายพาน จึงมีอัตราทดที่คงที่ เฟืองเหมาะสำหรับการหมุนรอบต่ำไปจนรอบสูง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าเป็นเฟืองชนิดใดตามตำแหน่งของเฟืองและเพลาวางประกบกันมีการเรียกชื่อเฟืองตามลักษณะของเฟืองแบบต่าง ๆ

1) เฟืองตรง

เฟืองที่ใช้เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมีหลายชนิด แต่ละชนิดจะทำหน้าที่ส่งกำลังให้กับชิ้นอื่นๆของเครื่องจักรกลต่อไป เฟืองตรง ความตรงของฟันเฟืองจะขนานกับรูเพลานเฟืองตรงจะมีลักษณะดังภาพ



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. ในการทำงานของเครื่องจักรมักจะทำให้เกิดความร้อนทำให้เพลาลอยเหิด การขยายตัว 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 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 2-13 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 ผลิตผลทางการเกษตรขนาดใหญ่มีราคาสูง 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 หรือกล้วยทรงกลม อาจประเมินได้จากเส้นผ่าศูนย์กลางหรือเส้นรอบวงส่วนที่มาก

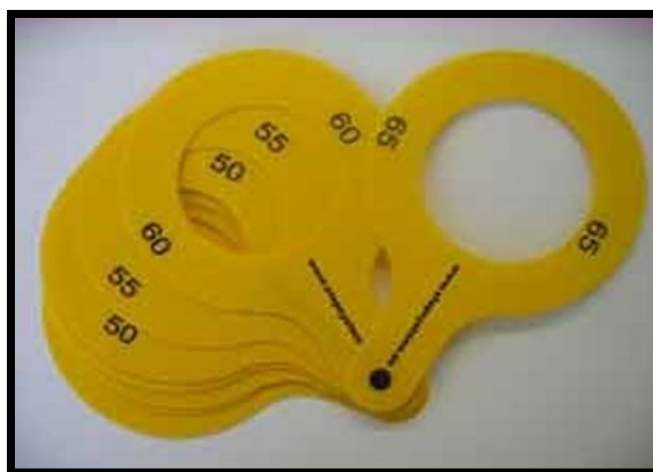
ที่สุด วัตถุดิบที่มีขนาดเล็ก เช่น ถั่วเมล็ดแห้ง ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วดำ อาจใช้เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยวัสดุรูปทรงกระบอก เช่น แครอท หัวผักกาด มันฝรั่ง อาจทั้งเส้นรอบวงส่วนที่กว้างที่สุด และความยาวหัว

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 และการจดจำรูปร่างลักษณะได้อย่างแม่นยำโดยทั่วไปวัตถุประสงค์ของการประมวลผลภาพคือ

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

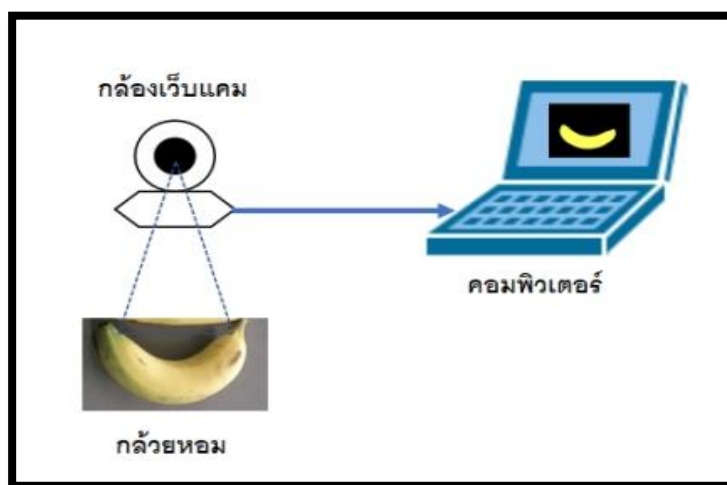
3. ความสามารถในการเข้าใจภาพ (Image Understanding) วิธีนี้จะใช้กระบวนการประมวลผลภาพ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นความหมาย ตัวอย่างเช่น การจดจำตัวอักษร (Optical Character Recognition : OCR) เป็นต้น

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) ซึ่งจะต่อกับกล้องวิดีโอตรวจจับภาพ 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. การแก้ไขข้อมูลภาพในส่วนที่มีการผิดเพี้ยน

2.6 การแปรรูปฝรั่ง

การแปรรูป เป็นการสร้างรายได้เพิ่ม และเป็นการสร้างความแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์ สามารถทำให้เก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น แก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาดและมีราคาตกต่ำได้ ฝรั่งนิยมนำมาทำ ฝรั่งแช่บ๊วย ฝรั่งดอง ฝรั่งกวน ฝรั่งอบแห้งปรุงรส น้ำฝรั่ง และฝรั่งยังสามารถทำเป็นเองสำอางและสมุนไพรได้

ฝรั่งแช่บ๊วย ผลไม้ที่นำมาแปรรูปให้มีรสชาติอร่อย สีสันเขียวสดใสสวยงามน่ารับประทานอย่าง ที่เห็นอยู่นี้ สีน่ารับประทาน ดังภาพที่ 2-16



ภาพที่ 2-19 ฝรั่งแช่บ๊วย

ที่มา: ปิ่น โตคุกกิ้ง, 2565.

2.7 ทฤษฎี Machine Learning

Machine Learning เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการเรียนรู้ ด้วยตนเอง เมื่อมีข้อมูลเข้าสามารถทำนายหรือตัดสินใจได้โดยปราศจากการทำงานตามลำดับคำสั่ง โปรแกรม ซึ่ง Machine Learning นั้นเปรียบได้กับการรวบรวมศาสตร์หลายแขนงเข้าไว้ด้วยกัน

อาทิเช่น วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมและที่สำคัญนั้น คือ สถิติ นอกจากนี้มันยังเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ปลายทางที่เราต้องการนำไปประยุกต์ใช้ เช่น ชีววิทยา เคมี หลักการตลาด

Machine Learning คือ ส่วนการเรียนรู้ของเครื่อง ถูกใช้งานเสมือนเป็นสมองของ AI (Artificial Intelligence) เราอาจพูดได้ว่า AI ใช้ Machine Learning ในการสร้างความฉลาด มักจะใช้เรียกโมเดลที่เกิดจากการเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์ไม่ได้เกิดจากการเขียนโดยใช้นุชย์ มนุษย์มีหน้าที่เขียนโปรแกรมให้ AI (เครื่อง) เรียนรู้จากข้อมูลเท่านั้น

1. กระบวนการเรียนรู้ Machine Learning

เป้าหมายหลักของกระบวนการ คือ การพยายามทำความเข้าใจโครงสร้างของข้อมูล เช่นเดียวกับแบบจำลองทางสถิติต่าง ๆ หรือการนำการกระจายตัวทางทฤษฎีสถิติมาจับเปรียบเทียบกับ เข้ากับข้อมูลที่ผ่านการทำความเข้าใจอย่างดีแล้ว งานด้านสถิตินั้น มักมีทฤษฎีที่ได้รับการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์รองรับแบบจำลองต่าง ๆ ไว้ แต่ก็ยังต้องอาศัยข้อมูลที่ตรงตามข้อกำหนดที่เคร่งครัดของทฤษฎีนั้น ๆ ด้วย ทั้งนี้เทคโนโลยี machine learning ถูกพัฒนาขึ้นด้วยขีดความสามารถในการใช้ คอมพิวเตอร์เพื่อสำรวจหาโครงสร้างในชุดข้อมูล แม้ว่าเราจะไม่ทราบเลยว่าโครงสร้างนั้นเป็นอย่างไร และไม่มีทฤษฎีรองรับการทดสอบแบบจำลองสำหรับการเรียนรู้ของเครื่องนั้นจึงเป็นการทดสอบค่าความผิดพลาดจากชุดข้อมูลใหม่ ๆ มิใช่การทดสอบสมมติฐานตามทฤษฎีที่มีการตั้งไว้แล้ว กระบวนการเรียนรู้ นั้น สามารถดำเนินการโดยอัตโนมัติได้ เนื่องจากการทำงานมักอาศัยการทำซ้ำ (iteration) ในการเรียนรู้จากชุดข้อมูลต่าง ๆ โดยมีการรันแบบจำลองซ้ำ ๆ จนกว่าจะพบรูปแบบ ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพในการใช้งานจริง วิธีการเกี่ยวกับการเรียนรู้ของเครื่องที่เป็นที่แพร่หลายที่สุด สองกระบวนการ ได้แก่ วิธี Supervised learning, Semisupervised learning, Unsupervised learning และ Reinforcement learning แต่ในปัจจุบันได้มีวิธีการและเทคนิคอื่น ๆ อีกมากมาย

1.1 Supervised learning

เมื่ออัลกอริทึมได้รับการ "ฝึกฝน" ด้วยการใช้ตัวอย่างแบบมีเป้าหมายหรือ labeled example เช่น การให้ข้อมูลขาเข้า (inputs) โดยระบุถึงผลลัพธ์ขาออก (outputs) ที่ต้องการให้ทราบ ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ชิ้นหนึ่งอาจเรียนรู้โดยกำหนดผลลัพธ์เป็นสองทางคือ "F = failed" และ "R = runs" โดยอัลกอริทึมการฝึกฝนดังกล่าวจะได้รับข้อมูลขาเข้าจำนวนหนึ่ง พร้อมกับผลลัพธ์ขาออกที่ ถูกต้อง และให้ระบบเรียนรู้ด้วยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ตนประเมินออกมาได้ เปรียบเทียบกับ "เฉลย" เพื่อหาความแตกต่างและจุดที่ผิดพลาด จากนั้นระบบจึงปรับแก้แบบจำลองการวิเคราะห์ของตนเองตามข้อมูลนั้น โดยอาศัยเทคนิคหลากหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นการจำแนกแยกแยะข้อมูล การทำสมการถดถอย

การคาดการณ์หรือเทคนิค gradient boosting ซึ่งเป็นการที่กระบวนการ supervised learning นี้ ใช้รูปแบบต่าง ๆ ที่ค้นพบเพื่อคาดการณ์ "ค่า" ของตัวแปรหรือ labels ต่าง ๆ เมื่อใดก็ตามที่พบกับข้อมูลที่ยังไม่มีผลการเฉลยชุดต่อไปในอนาคต โดยกระบวนการ supervised learning นี้ เป็นที่นิยมใช้กันในสถานการณ์ที่ข้อมูลในอดีตสามารถเป็นเครื่องทำนายเหตุการณ์ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 Semisupervised learning

การเรียนรู้แบบ Semisupervised learning ใช้ในสถานการณ์เดียวกันกับ supervised learning แต่ความแตกต่าง คือ มีการใช้ข้อมูลทั้งแบบ labeled data และ unlabeled data เพื่อการฝึกฝนระบบ โดยทั่วไปแล้วจะใช้ข้อมูลแบบ labeled จำนวนน้อยผสมกับข้อมูลแบบ unlabeled จำนวนมาก (ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลแบบ unlabeled มักมีต้นทุนถูกกว่าและได้มาด้วย ความง่ายดายมากกว่า) การเรียนรู้ของเครื่องในรูปแบบดังกล่าวนี้ สามารถใช้ร่วมกับเทคนิคอื่น ๆ เช่น การจำแนกประเภทข้อมูล การใช้งานสมการถดถอยหรือการคาดการณ์และพยากรณ์ โดย semisupervised learning นั้น มีประโยชน์เมื่อต้นทุนของการทำ labeling ให้แก่ข้อมูลนั้นสูงเกิน กว่าที่จะทำการฝึกฝนระบบด้วยกระบวนการแบบ labeled เต็มรูปแบบ ตัวอย่างของการใช้วิธีนี้ เช่น การระบุและจดจำใบหน้าของบุคคลด้วยกล้อง webcam

1.3 Unsupervised learning

การเรียนรู้แบบ Unsupervised learning ใช้กับข้อมูลที่ไม่มี label สำหรับข้อมูลในอดีตมาก่อน ระบบจะไม่ได้รับการบอก "เฉลย" และต้องทำการเรียนรู้ หากคำตอบด้วยตัวของมันเอง เป้าหมายของการทำเช่นนี้ คือ การสำรวจชุดข้อมูลและค้นหารูปแบบหรือโครงสร้างบางอย่างที่ซ่อน อยู่ภายใน การเรียนรู้แบบ unsupervised learning นั้น ทำงานได้ดีสำหรับการจัดการข้อมูลการทำธุรกรรม ตัวอย่างเช่น ระบบสามารถทำการระบุกลุ่มลูกค้าที่มีพฤติกรรมหรือคุณลักษณะคล้าย ๆ กัน ซึ่งจะนำไปสู่การตอบสนองที่คล้ายคลึงกันสำหรับลูกค้าที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เมื่อมีการทำโครงการ ด้านการตลาด เป็นต้น หรือระบบสามารถทำการค้นหาลักษณะสำคัญที่เป็นตัวแบ่งแยกลูกค้าแต่ละกลุ่มออกจากกันก็ได้เช่นกัน เทคนิคที่เป็นที่นิยมใช้ในการเรียนรู้ประเภทนี้ เช่น การทำ self-organizing maps, nearest-neighbor mapping, k-means clustering และเทคนิค singular value decomposition เป็นต้น โดยอัลกอริทึมเหล่านี้ยังถูกนำมาใช้เพื่อแบ่งแยกหัวเรื่องของ ข้อความต่าง ๆ ทำการแนะนำรายการหรือสิ่งต่าง ๆ และตรวจหาข้อมูลที่ผิดปกติได้อีกด้วย

1.4 Reinforcement learning

การเรียนรู้แบบ Reinforcement learning มักนำมาใช้กับด้านหุ่นยนต์ การเล่นเกม ต่าง ๆ การนำทางและการเคลื่อนที่ การเรียนรู้ชนิดนี้อัลกอริทึมจะลองผิดลองถูกและเรียนรู้ว่า เส้นทางการทำงานแบบใดที่ให้ผลตอบแทนดีที่สุด การเรียนรู้ประเภทนี้จะแบ่งองค์ประกอบออกเป็น สามส่วน คือ agent (ผู้เรียนรู้หรือตัดสินใจ นั่นคือระบบ), environment (ทุกสิ่งที่ agent มี ปฏิสัมพันธ์ด้วย) และ actions (สิ่งที่ agent สามารถเลือกปฏิบัติได้) เป้าหมายของกระบวนการนี้ คือ การให้ agent เลือกหนทางปฏิบัติที่ให้รางวัลหรือผลตอบแทนสูงที่สุดในช่วงเวลาที่กำหนด โดย agent หรือตัวระบบนั้นจะสามารถบรรลุเป้าหมายได้รวดเร็วขึ้นมากหากมันมีแนวทางการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นเป้าหมายของเทคนิค reinforcement learning คือ การสอนให้ระบบเรียนรู้ วิธีการไปสู่เป้าหมายที่ดีที่สุด

2. การแบ่ง Dataset ในการพัฒนา Machine learning

การพัฒนา Machine Learning (การเรียนรู้ของเครื่องจักร) หรือ Deep Learning (อัลกอริทึมที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการเรียนรู้ของเครื่อง) จำเป็นต้องมี dataset เพื่อให้ Model ของ Machine Learning สามารถเรียนรู้ได้จาก Dataset หรือชุดข้อมูลที่เราได้ Train แต่ในการแบ่ง Dataset จะไม่ได้มีแค่ Train อย่างเดียว ในการพัฒนา Model ของ Machine Learning ซึ่งวิธีการ แบ่ง Dataset มีดังนี้

2.1 การแบ่ง Dataset จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ train กับ test ในขั้นตอนนี้ จะต้องแบ่งโดยแยกเป็น folder



ภาพที่ 2-20 ภาพประกอบการแยก train และ test

ที่มา: <https://shorturl.asia/bfMDO>, 2565

2.2 การแบ่ง train set อีกเป็น train กับ validation set เพื่อใช้ส่วนนี้ในการ train model



ภาพที่ 2-21 ภาพประกอบการแยก train และ validation

ที่มา: <https://shorturl.asia/bfMDO>, 2565

dataset ในการพัฒนา Machine Learning (การเรียนรู้ของเครื่องจักร) หรือ Deep Learning (อัลกอริทึมที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการเรียนรู้ของเครื่อง) จะถูกแบ่งออกเป็นทั้งหมด 3 ส่วน คือ train set, validation set, test set ซึ่งแต่ละชุดข้อมูลก็จะมีหน้าที่ไม่เหมือนกัน ซึ่ง train set ทำหน้าที่เป็นชุดข้อมูลที่ใช้สำหรับการเรียนรู้ (โดย model) กล่าวคือ เพื่อให้เหมาะสมกับพารามิเตอร์ กับ model ของ machine learning ส่วน validation set ทำหน้าที่เป็นชุดข้อมูลที่ใช้สำหรับ ประเมิน model ระหว่างการ train model เพื่อปรับให้ model ทำนายได้ดีขึ้น และ test set ทำหน้าที่เป็นชุดข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบ model ของ machine learning ที่ใช้ทดสอบก่อนเอาไปใช้งานจริง

2.8 Raspberry Pi 4 (model B)

Raspberry Pi (model B) เป็นคอมพิวเตอร์ในบอร์ดเดียว (Single Board Computer) ขนาดเล็กเท่าบัตรเครดิต พัฒนาโดยทีมของ Raspberry Pi Foundation สหรัฐอเมริกา ภายใต้การทำงานขององค์กรไม่หวังผลกำไร สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนพื้นฐานวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ในสาขา Computer Science ปัจจุบัน Raspberry Pi ผลิตออกมา 4 แบบดังนี้ model A+, model A, model B+ และ model B ซึ่งสามารถรองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์และยูนิกซ์ที่หลากหลายการจัดจำหน่าย Raspberry Pi ลิขสิทธิ์ร่วมระหว่างบริษัท Newark elemental 4 (Premier Farnell), บริษัท RS Components และบริษัท Egoman สำหรับจำหน่ายออนไลน์



ภาพที่ 2-22 บอร์ด Raspberry Pi (model B)

ที่มา: <https://th.element14.com/raspberry-pi/rpi4-modbp-4gb/raspberry-pi-4-model-b-4gb/dp/3051887>, 16 กันยายน 2565

คุณสมบัติของ Raspberry Pi (model B)

1. Chip ควบคุมหลัก Broadcom BCM2835 เทียบเท่าซึ่งรวม CPU, หน่วยประมวล กราฟฟิก หรือ GPU และหน่วยความจำ SD RAM ไว้ภายในตัวเดียวกัน

2. หน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU ARM11 Core ARM1176JZF-S ความเร็ว 700MHz

3. หน่วยประมวลกราฟิกหรือ GPU Broadcom Video core IV หรือเทียบเท่ารองรับการ

4. หน่วยแสดงผลผ่านจอภาพที่ใช้จุดต่อแบบ HDMI

5. หน่วยความจำ SDRAM 512 MB

6. USB 2.0 (2 พอร์ต)

7. เอาต์พุต RCA และ HDMI เอาต์พุตสัญญาณวิดีโอสำหรับต่อกับโทรทัศน์หรือจอแสดงผล

8. เอาต์พุตเสียงแจ็กหูฟังขนาด 3.5 มิลลิเมตร

9. พอร์ต Ethernet หรือ LAN

10. พอร์ตอินพุตเอาต์พุต GPIO (General Purpose Input/Output) ที่มีขาต่อแบบบัส

SPI (SerialPeripheral Interface Bus), I2C, I2S

11. ขาสัญญารับส่งข้อมูลอนุกรม หรือ UART

12. Socket ของSD การ์ด

13. ไฟเลี้ยง 5 โวลต์700 มิลลิแอมป์

14. ขนาด 85.60 x 53.93 มิลลิเมตร PoE (ผ่านส่วนเสริม PoE HAT แบบแยก)

2.9 Webcam

Webcamera หรือเรียกว่า Video Camera หรือ Video Conference เป็นอุปกรณ์ที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวของเราไปปรากฏในหน้าจอคอมพิวเตอร์ และสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวนี้ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้คนอื่นอีกฟากหนึ่งสามารถเห็นตัวเราเคลื่อนไหวได้เหมือนอยู่ต่อหน้า ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์อีกตัวหนึ่ง และเริ่มมีความจำเป็นมากขึ้นเรื่อย ๆ ยี่ห้อกล้องเว็บแคมที่มีชื่อเสียงและใช้กันทั่วไป โดยที่เด่นที่สุดในตอนนี้คือ กล้องเว็บแคมของ Logitech ซึ่งผลิตกล้องเว็บแคมออกมาในท้องตลาดมากที่สุด ทั้งเรื่องคุณภาพและความสวยงามก็จัดอยู่ในอันดับต้นๆ

กล้องเว็บแคมเรา แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ แบบมีสาย และแบบไร้สาย โดยแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันดังนี้

1. กล้องเว็บแคมเรา แบบมีสาย จะมีความยุ่งยากในเรื่องการใช้สายต่อพ่วงเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์แต่จะมีราคาถูกกว่าแบบไร้สายมาก ทำให้คนส่วนใหญ่นิยมซื้อกล้องเว็บแคมเรา แบบมีสายมาใช้งาน

ข้อเสีย ของกล้องเว็บแคมเรา แบบมีสาย คือ ทำให้ไม่สามารถวางตัวกล้องได้ไกลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้กล้องไม่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวในระยะไกล ๆ ได้เหมือนแบบไร้สาย

2. กล้องเว็บแคมเรา แบบไร้สาย จะมีราคาค่อนข้างแพงมากเมื่อเทียบกับแบบมีสาย เนื่องจากตัวกล้อง ต้องใช้เทคโนโลยีแบบไร้สายที่เรียกว่า Wireless WiFi หรือ IEEE 802.11 ที่ค่อนข้างมีต้นทุนสูง จึงส่งผลให้ตัวกล้องมีราคาแพงจึงไม่ค่อยได้รับความนิยมนัก

จุดเด่น ของกล้องเว็บแคมเรา แบบไร้สาย คือ สามารถนำไปติดตั้งที่จุดใดก็ได้โดยไม่ต้องคำนึงระยะห่างระหว่างตัวกล้องกับคอมพิวเตอร์

ส่วนประกอบของกล้องเว็บแคมเรา

โดยหลัก ๆ แล้วการซื้อกล้องเว็บแคมเราใช้งาน จะเห็นว่ากล้องเว็บแคมเราประกอบด้วย ส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

1. เลนส์กล้อง จะทำหน้าที่ในการจับภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหวผ่านไปมา อยู่หน้ากล้องหรืออยู่ในตำแหน่งที่เลนส์กล้องสามารถมองเห็นภาพได้
2. ตัวปรับระยะโฟกัส จะทำหน้าที่ในการปรับโฟกัสของภาพ เพื่อให้ภาพมีความชัดเจนมากขึ้น
3. ฐานรองกล้อง มีไว้สำหรับเป็นที่ตั้งของตัวกล้อง ซึ่งช่วยให้เราสามารถวางกล้อง บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้สะดวก

2.10 ระบบควบคุมเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

การพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่ง โดยอาศัยหลักการ Deep Learning จะมีการเขียนคำสั่งไว้ใน อุปกรณ์ Raspberry Pi4 Model B ที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งด้วยการประมวลผลภาพ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างระบบควบคุมเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

1.1 Raspberry Pi4 Model B ใช้ในการประมวลผลภาพที่รับมา

1.2 กล้อง Webcam ใช้สำหรับรับค่าภาพของผลฝรั่งที่จะคัดแยก

1.3 มอเตอร์ ใช้ในการควบคุมการหมุนของสายพานลำเลียงผลฝรั่ง

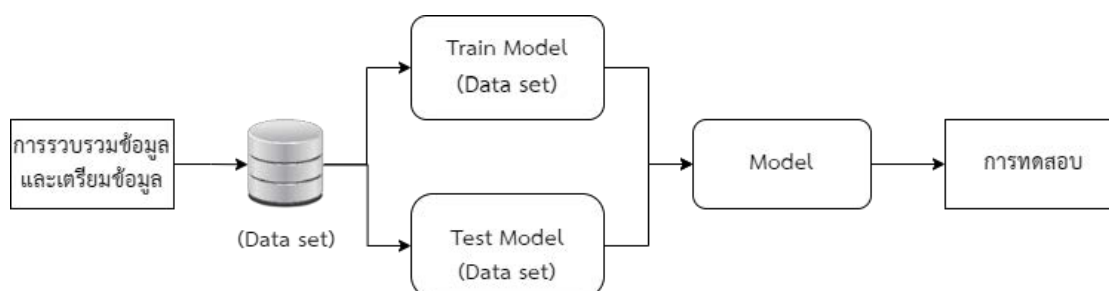
1.4 Driver Module เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ตามค่าที่กำหนดไว้ใน Raspberry Pi4 Model B และปรับแรงดันในการจ่ายไฟให้กับมอเตอร์

1.5 สเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นมอเตอร์ ใช้ในการควบคุมของการคัดแยกผลฝรั่งสำหรับการแยกขนาดของผลฝรั่งเพื่อบรรจุลงตระกร้า

2. การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง โดยใช้โปรแกรม Python IDE และโปรแกรม Visual studio ซึ่งใช้ภาษา Python ในการเขียนโปรแกรม สำหรับการเขียนโค้ดในบอร์ด Raspberry Pi4 Model B เพื่อสร้างนวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการ Deep Learning

3. การสร้างโมเดลเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งด้วยการประมวลผลภาพ

การสร้างโมเดลระบบการประมวลผลภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง เมื่อผู้ใช้จ่ายไฟให้กับเครื่องต้นแบบการคัดแยก ก็ต้องทำการจับภาพไปที่ผลฝรั่งที่เรานำมาคัดแยกและทำการประมวลผลว่าเป็นผลฝรั่งขนาดต่างๆ ว่าเป็นแบบใด โดยทำการตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่งสำหรับการนำไปแปรรูป C ตามลำดับ โดยอาศัยกระบวนการวิเคราะห์หลักการรู้จำวัตถุดังต่อไปนี้ดังภาพที่ 2-23



ภาพที่ 2-23 การเขียน โค้ดในบอร์ด Raspberry Pi 4 Model B

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กันตภณ พรวิไลสง (2559) ได้ทำวิจัยการพัฒนาออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกสีวัตถุอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงที่ถูกควบคุมด้วยอาคูโน ตัวเครื่องสามารถปฏิบัติงานได้ตามการออกแบบ ให้แยกชนิดวัตถุที่เป็นสีแดง สีเขียว สีนํ้าเงินและสีอื่นๆ และเคลื่อนย้ายวัตถุไปยังภาตที่กำหนดไว้วัตถุอัตโนมัติโดยอาศัยการควบคุมของอาคูโน ใช้ตัวตรวจจับแบบไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์อ่านค่าปริมาณของความเข้ม

ของแสงที่กระทบกับวัตถุและสะท้อนกลับมายังเซนเซอร์แปลผลเป็นสัญญาณที่แตกต่างกันตามแต่ละสีของวัตถุ นอกจากนี้งานวิจัยสามารถนำเอาไปใช้เป็นพื้นฐานในการฝึกปฏิบัติการวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทงานแยกวัตถุในรายการผลิตเพื่อจำแนกวัตถุสีได้ตามที่โปรแกรมสั่งงาน รวมถึงระบบการเคลื่อนที่อัตโนมัติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพจากผลการวิจัยเครื่องคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงพบว่าสามารถคัดแยกวัตถุสีแดง สีเขียว สีน้ำเงินและสีอื่นๆ โดยเวลาเฉลี่ยของวัตถุที่ทดสอบปรากฏว่าวัตถุสีแดง 9.96 วินาที วัตถุสีเขียว 13.47 วินาที วัตถุสีน้ำเงิน 16.58 วินาที และวัตถุอื่นๆ 9.04 วินาที และสามารถหมุนถาดเพื่อรับวัตถุในตำแหน่งที่ต้องการได้ถูกต้อง

วิชิตชัย ชาญสงคราม (2560) ได้ทำวิจัยการวิเคราะห์การนำเสียของลองกองโดยเทคโนโลยีมิกอิเล็คทรอนิกส์ การวิเคราะห์การนำเสียของลองกองโดยใช้กลิ่นและภาพในการวิเคราะห์ โดยการวิเคราะห์ด้วยกลิ่นจะใช้เครื่องตรวจวัดกลิ่นที่พัฒนาขึ้นมาเป็นอุปกรณ์ในการตรวจสอบ เมื่อลองกองเริ่มมีการนำเสียเกิดขึ้นเช่นเซนเซอร์ที่บรรจุภายในเครื่องจะรับกลิ่นการนำเสียที่ออกมาจากลองกองได้ทำให้กราฟแสดงความแตกต่างระหว่างกลิ่นของอากาศปกติกับกลิ่นของลองกองที่นำมาเปรียบเทียบกับกันและความแตกต่างของกราฟจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามการนำเสีย และผลจากการนำไปทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเพื่อจำแนกกลุ่มตามระดับการนำเสียของลองกองสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับคือปกติ นำเสียเล็กน้อยถึงปานกลางและนำเสียอย่างมาก และการวิเคราะห์ด้วยภาพจะใช้วิธีการจำแนกค่าสี RGB เมื่อลองกองมีลักษณะปกติค่าสีแดง เขียวและสีน้ำเงินจะมีค่าประมาณ 187 148 78 ตามลำดับ และเมื่อลองกองเริ่มมีการนำเสียเกิดขึ้นค่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินจะมีค่าต่ำกว่า 140 100 55 ตามลำดับ และจะน้อยลงเรื่อย ๆ ตามการนำเสีย แต่ยังมีลองกองบางลูกที่มีลักษณะการนำเสียแตกต่างจากปกติสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ แบบแรกค่าสี RGB อยู่ในเกณฑ์ปกติแต่เครื่องตรวจวัดกลิ่นแสดงความแตกต่างระหว่างกลิ่นของลองกองกับอากาศปกติ แบบที่สองค่าสี RGB อยู่ในเกณฑ์มีการนำเสียแต่เครื่องตรวจวัดกลิ่นไม่สามารถตรวจจับกลิ่นได้ (กรณีของลองกองที่มีลักษณะการนำเสียแตกต่างจากปกติคิดเป็น 5.45% ของลองกองทั้งหมด) ดังนั้นในการวิเคราะห์การนำเสียของลองกองจำเป็นที่จะต้องใช้การวิเคราะห์การนำเสียทั้ง 2 แบบร่วมกันเพิ่มความแม่นยำและถูกต้องในการวิเคราะห์มากขึ้น

โชคชรัตน์ ฤทธิ์เย็น และคณะ (2561) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาเครื่องคัดแยกขนาดลูกมะนาวโดยใช้ระบบสมองกลฝังตัวซึ่งนำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดลูกมะนาวโดยใช้ระบบ

สมองกลฝังตัว ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนช่องใส่ลูกมะนาว ส่วนคัดแยกลูกมะนาว ส่วนนับจำนวนลูกมะนาวและส่วนชั่งน้ำหนักลูกมะนาว ซึ่งสามารถคัดแยกมะนาวได้ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 27 มิลลิเมตร ขนาดกลางเส้นผ่านศูนย์กลาง 27–40 มิลลิเมตร และขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 41 มิลลิเมตร เครื่องคัดแยกมะนาวที่พัฒนาขึ้นควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน้ ในการทำงานสามารถคัดแยกลูกมะนาวได้ 2 แบบ คือ แบบนับจำนวนและแบบชั่งน้ำหนัก จากการทดสอบการคัดแยกและนับจำนวนมะนาวพบว่า มะนาวขนาดเล็ก กลาง และใหญ่มีความถูกต้อง 97.5 98.5 และ 100 เปอร์เซนต์ ตามลำดับและผลการทดสอบคัดแยกและชั่งน้ำหนักมะนาวพบว่ามีความถูกต้อง 98.7 99.3 และ 100 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

วิศนิ วรรณนิคม และคณะ (2552) ได้ทำการพัฒนากระบวนการผลิตฝรั่งอินทรีย์ :กรณีศึกษาเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม พบว่าพันธุ์ที่ปลูกส่วนใหญ่ คือ พันธุ์เป็นสีทอง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแปลงปลูกแบบยกร่องมีร่องระบายน้ำ มีรูปแบบการปลูกแบบแถวเดี่ยว ใช้ระยะปลูก 2 เมตร ให้น้ำโดยใช้เรื่อรดน้ำและให้ปุ๋ยหลังตัดแต่งกิ่ง การปรับปรุงดินไม่ใช้วัสดุเพื่อปรับปรุงโครงสร้างดินหรือเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน การตัดแต่งกิ่งจะตัดแต่งพร้อมการห่อผลด้วยวัสดุห่อผล 2 ชั้น ชั้นในห่อด้วยถุงพลาสติกหุ้มหั่วไสและชั้นนอกห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ เก็บผลผลิตโดยพิจารณาจากลักษณะสีผิว โดยมีการคัดเกรดฝรั่งก่อนจำหน่าย สำหรับการวิเคราะห์ SWOT ของระบบการผลิตฝรั่ง พบว่าการผลิตฝรั่งนั้นมีข้อได้เปรียบอยู่มาก ทั้งในด้านการใช้สายพันธุ์ฝรั่งที่ได้รับความนิยมในท้องตลาด ความได้เปรียบของสภาพพื้นที่ปลูกที่มีความเหมาะสม รวมทั้งเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่งมีความรู้และประสบการณ์ในการผลิต ซึ่งยังมีโอกาสส่งเสริมเพื่อกระตุ้นให้เกิดการขยายตลาดทั้งภายในและต่างประเทศให้มากขึ้น หากเกษตรกรผู้ผลิตฝรั่งสามารถแก้ไขจุดอ่อนและอุปสรรคสำคัญ เช่น ปัญหาด้านการผลิตที่ขาดความปลอดภัยทางสุขลักษณะของผู้ผลิตและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ฯลฯ จะสามารถทำให้ระบบการผลิตฝรั่งมีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืน

ธรรม์ณชาติ วันแต่ง (2558) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาลมวนวงคู่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาลมวนวงคู่ ทดสอบสมรรถนะและนำไปประเมินความพึงพอใจกับเกษตรกรชาวสวนละมุด โดยเครื่องมีขนาด 90x180x96 เซนติเมตร ใช้หลักการเพลาลมและลมดูด เพลาลม 10 องศา คัดแยกละมุดได้ 4 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ จากผลการลองพบว่าอัตราการผลิตของเครื่องมีค่าเท่ากับ 1.02 นาที 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

โชคชรัตน์ 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 เครื่องคัดแยกมะนาวที่พัฒนาขึ้นควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ 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) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดแมคคาเดเมียแบบชั้นรางท้อ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมรรถนะเครื่องและประเมินความพึงพอใจของเครื่องที่สร้างขึ้นกับกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมีย อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ จากผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องคัดแยกขนาดแมคคาเดเมียแบบชั้นรางท้อต้นแบบเทียบกับแรงงานคน โดยทดลองการปรับความเร็วรอบมอเตอร์ของเครื่องที่ระดับแตกต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 50, 100, 150, 200 และ 250 rpm พบว่าการใช้เครื่องสามารถทำการคัดขนาดแมคคาเดเมียได้ถูกต้องและรวดเร็วกว่าการใช้แรงงานคน เมื่อทำการปรับความเร็วรอบมอเตอร์เครื่องให้เร็วขึ้นจะสามารถทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นแต่เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการคัดแยกขนาดไม่ได้เพิ่มขึ้นตามระดับความเร็วรอบมอเตอร์ ซึ่งความเร็วรอบมอเตอร์ที่ให้เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการคัดแยกขนาดได้ถูกต้องที่สุด คือ 150 rpm ซึ่งมีความแม่นยำในการคัดขนาดเท่ากับ 97% เมื่อเทียบกับแรงงานคนที่มีความแม่นยำในการคัดแยกขนาดเท่ากับ 82.33% แสดงว่าเครื่องมีความแม่นยำมากกว่าแรงงานคน และจากผลการทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องคัดแยกขนาดแมคคาเดเมียแบบชั้นรางท้อของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมีย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการออกแบบเครื่อง 2) ด้านความปลอดภัย 3) ด้านความ

สะดวกในการใช้งาน และ 4) ด้านผลผลิตที่ได้ มีค่าเฉลี่ยรวมความพึงพอใจเท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 ระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมาก

ปิยะวัฒน์ ศรีธรรม และคณะ (2559) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาเครื่องผสมพร้อมกับอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อศึกษาผลของการผลิตปุ๋ยเม็ดจากเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์รวมเข้ากับเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์เป็นเครื่องเดียวกัน เพื่อเป็นการพัฒนาระบบการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ขนาดของเครื่องจักรมีความกว้าง 60 เซนติเมตร ความยาว 100 เซนติเมตร และสูง 129 เซนติเมตร ในการทดสอบเครื่องจะแยกการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบการผสมปุ๋ยและการทดสอบการอัดเม็ดปุ๋ยของเครื่องจักร โดยส่วนผสมของปุ๋ยมีวัตถุดิบ 5 ประเภท ได้แก่ ปุ๋ยคอก รำข้าว แกลบดำ กากน้ำตาล และน้ำ จากการทดสอบจะได้อัตราการจับตัวเป็นเม็ดปุ๋ยเข้ากันได้ดีที่ความชื้นระหว่างค่า 26.66-33.33% โดยเครื่องมีค่าประสิทธิภาพในการผลิตเม็ดปุ๋ยที่ 95.75% และสามารถทำการผลิตเม็ดปุ๋ยสูงสุดครั้งละ 29 กิโลกรัม ที่ความเร็วรอบในการผลิต 350 รอบต่อนาที

อภิชาติ ศรีชาติ และคณะ (2562) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาเครื่องผสมอาหารสัตว์ แนวนอนด้วยใบกวน 2 ชั้น งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องผสมอาหารสัตว์แนวนอนใบกวน 2 ชั้น โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง ขนาด 2 แรงม้า ถึงผสมขนาด 350 ลิตร ชุดเกลียวผสม เกลียววงนอกจะเป็นเกลียวทางขวาและซ้ายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 680 mm. มีระยะพิตซ์ 195 mm. ส่วนเกลียวผสมวงในจะเป็นเกลียวทางขวาและซ้ายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 480 mm. มีระยะพิตซ์ 195 mm. ท การทดสอบความสามารถในการผสมของเกลอบปริมาตร 0.2 m³ กับเม็ดลูกปัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 mm จำนวน 5,000 เม็ดทดสอบลงในเกลอบที่มีค่าความชื้น 22.11% เก็บตัวอย่างวัสดุที่เวลา 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 และ 360 วินาที โดยเปลี่ยนความเร็วรอบของใบกวน 3 ระดับ คือ 6, 12 และ 18 rpm พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่ดีคือความเร็วรอบ 18 rpm. ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายคือ 28.6% ที่เวลา 210 วินาที สมรรถนะการทำงานที่ดีที่สุด คือ 0.343 m³/hr (343 ลิตร/ชั่วโมง) ระยะเวลาคืนทุนสำหรับการซื้อเครื่องผสมอาหารสัตว์มาใช้ทดแทนแรงงานแบบเดิมเท่ากับ 0.99 เดือน

สุวดี เอื้ออรรณูโชติ และคณะ (2563) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาการเกิดฟองอากาศในวัสดุพิมพ์ปากอัลจินต์ที่ได้รับการผสมด้วยมือ เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น และเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเกิดฟองอากาศที่เกิดขึ้นในชิ้นงานอัลจินต์ที่ได้จากการผสมด้วยมือ เครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น และเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง ท การแบ่งกลุ่มชิ้นงานอัลจินต์ 45 ชิ้น ออกเป็น 3 กลุ่มกลุ่มละ 15 ชิ้นตามวิธีผสม นับจำนวนและคำนวณพื้นที่ของฟองอากาศที่เกิดขึ้นในชิ้นงานอัลจินต์ด้วยโปรแกรม NIS-Element BR เมื่อนำค่าร้อยละพื้นที่ผิว

ฟองอากาศต่อพื้นที่ผิวของชิ้นงานอัลจินตจากแต่ละวิธีการผสม ทดสอบด้วยสถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส และ สถิติทดสอบ แมน-วิทนีที่ช่วงเชื่อมั่น 95% พบว่า แต่ละวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p < 0.05$) ในส่วนการเปรียบเทียบจำนวนฟองอากาศ พบว่า การผสมด้วยเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้น มีค่าเฉลี่ยของร้อยละพื้นที่ผิวฟองอากาศต่อพื้นที่ผิวของชิ้นทดสอบน้อยกว่าการผสมด้วยมือ แต่มากกว่าการผสมด้วยเครื่องผสมอัตโนมัติแบบหมุนเหวี่ยง สรุปว่าเครื่องผสมกึ่งอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นสามารถใช้ทดแทนการผสมด้วยมือได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินวิจัยในแผนงานวิจัย การพัฒนานวัตกรรมเชิงมูลค่าเพื่อส่งเสริมการพึ่งตนเองของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ แบ่งออกเป็น 3 โครงการย่อย ดังนี้

3.1 การออกแบบและการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

3.1.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

1. ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบและการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์ เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อวัดระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและการสร้าง จำแนกได้ดังนี้

1) ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญตอบแบบประเมิน

2) ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น

(1) ด้านการออกแบบและการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

(2) ด้านประสิทธิภาพของการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

(3) ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

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) นำเครื่องมือวิจัยที่ดำเนินการเสร็จแล้วเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไข

4) นำข้อมูลกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5) ตรวจสอบข้อมูลแบบสัมภาษณ์

6) แก้ไขปรับปรุงแบบสัมภาษณ์

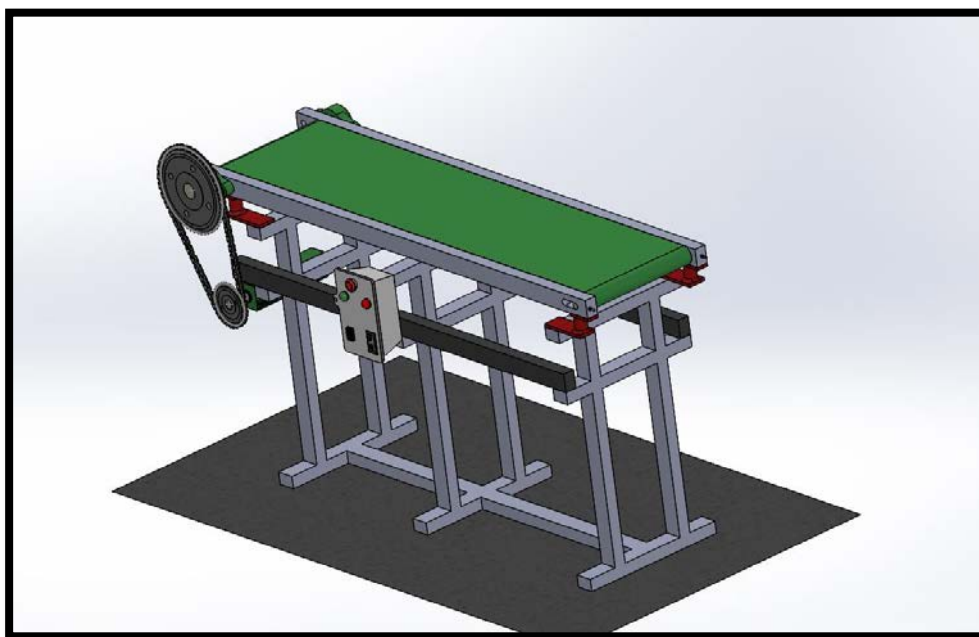
7) นำแบบสัมภาษณ์ที่สมบูรณ์ไปสัมภาษณ์

3. การดำเนินงานวิจัย

การวิจัยและพัฒนา มีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

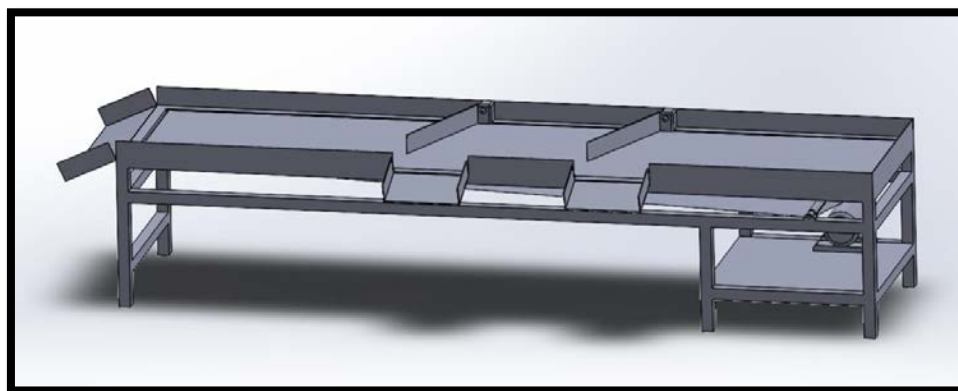
1) การวิเคราะห์สภาพปัญหาโดยการสำรวจข้อมูล โดยการสำรวจข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อการศึกษาการแก้ไขปัญหา แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคัดขนาดฝรั่ง เพื่อพัฒนากระบวนการคัดขนาดฝรั่งให้ดียิ่งขึ้น

2) การออกแบบเครื่องคัดขนาดฝรั่งต้นแบบ



ภาพที่ 3-1 แบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

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

4. ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่งจำแนกเป็น

ตัวแปรต้น ได้แก่ ประสิทธิภาพในการทำงาน

ตัวแปรตาม คือ ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องจำแนกเป็น

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

สร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ลงพื้นที่เก็บข้อมูลการทำฝรั่งกับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ ฟองศรี, 2551)

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

7. 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

8. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) (พิสนุ พองศรี, 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

9. 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

3.1.2 ระยะที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

1. วัสดุ

ผลฝรั่ง 15 กิโลกรัม

2. อุปกรณ์

- 1) เครื่องคัดขนาดฝรั่ง
- 2) นาฬิกาจับเวลา
- 3) กิโลชั่งน้ำหนัก
- 4) กล้องถ่ายภาพดิจิทัล
- 5) ตารางบันทึกข้อมูลการทดสอบ

3. ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

- 1) เวลารวมที่ใช้ในการคัดขนาด
- 2) ผิวของฝรั่งก่อนและหลังการคัด

3. การหาความแม่นยำและเวลาในการคัดขนาด

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					

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ ฟองศรี, 2551)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่หรือข้อมูลที่ต้องการแปลค่าให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

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

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

3.1.3 ระยะที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

1. ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในวิจัยครั้งนี้ ได้จากแผนการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง คือ กลุ่มชาวสวนฝรั่ง ตำบลชนไพร อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สมาชิกผู้ใช้งานกลุ่มชาวสวนฝรั่ง จำนวน 20 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

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. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่

- 1) เพศ
- 2) ประสบการณ์การทำงาน

ตัวแปรตาม คือ ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานต้นแบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง จำแนกเป็น

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

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) ทำหนังสือไปยังกลุ่มชาวสวนฝรั่ง ตำบลชนไพร อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 2) นำเครื่องไปทดสอบใช้งานเครื่องจากนั้นผู้วิจัยนำแบบสอบถามความพึงพอใจ โดย

การอธิบายข้อความให้ผู้ใช้งานฟังจากนั้นให้ผู้ใช้งานทำการเลือกคะแนนในช่องว่างตามความคิดเห็นของผู้ใช้งาน

3) สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน โดยสอบถามเกี่ยวกับประสบการณ์การทำงาน แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยการหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ
- 2) การวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานต้นแบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง โดย การนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 3) การวิเคราะห์ข้อมูลข้อเสนอแนะของผู้ใช้งานเครื่องแล้วนำมาสรุปข้อเสนอแนะ

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

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

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

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

$$\text{สูตร} \quad S.D. = \sqrt{\frac{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N})}{N}}$$

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

N แทน คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนทั้งหมด

สถิติที่ใช้ในการบรรยายลิเคิร์ท สเกล ดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 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

3.2 เครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม

จากการศึกษาวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัมโดยจะมีวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 3 ประเมินความคิดเห็นต่อเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและการสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง 5 ท่าน จำแนกเป็น ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกล

การเกษตร ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าอุตสาหกรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านการปลูกผลฝรั่ง ที่มีประสบการณ์การทำงาน 5 ปีขึ้นไป

1. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1) แบบสัมภาษณ์มีโครงสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง โดยข้อคำถามประกอบด้วย 2 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง
2. ด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

2) ข้อเสนอแนะ

2. วิธีสร้างเครื่องมือวิจัย

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบประมาณค่า ตามแบบของลิเคิร์ท (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

3) นำเครื่องมือวิจัยที่ดำเนินการเสร็จแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไข

4) นำข้อมูลกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

5) ตรวจสอบข้อมูลแบบสอบถามโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของคำถาม และแผนผัง การสร้างแบบสอบถาม โดยให้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

แล้วนำผลที่ได้พิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยเกณฑ์ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้และข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้ พบว่าดัชนี ความสอดคล้องของคำถามมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ

6) แก้ไขปรับปรุงแบบสอบถาม

7) นำแบบสอบถามที่สมบูรณ์แบบไปสอบถาม

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ

2) การวิเคราะห์ผลความคิดเห็นต่อเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งเป็นการถามระดับความคิดเห็นการประมาณค่า 5 ระดับ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลแต่ละคำถาม

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

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

$$\text{สูตร} \quad \square = \frac{\square}{\square} \times 100$$

เมื่อ P คือ ร้อยละ
F คือ ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ
N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2) ค่าเฉลี่ย ($\bar{\square}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551)

$$\text{สูตร} \quad \bar{\square} = \frac{\sum \square}{\square}$$

เมื่อ $\bar{\square}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย
 $\sum \square$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551)

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

เมื่อ	S.D	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{x}$		แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
s		แทน	คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง
N		แทน	จำนวนทั้งหมด

4) 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

1.01-1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

3.2.2 ระยะที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

1. วัสดุ ได้แก่ ผลฝรั่ง 10 กิโลกรัม

2. อุปกรณ์

1) เครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

การตั้งสมมติฐานหลักของตัวแปรแบ่งได้ดังนี้

- คลาสที่ 1 แยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด A มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 30-75 มิลลิเมตร

- คลาสที่ 2 แยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด B มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 75 มิลลิเมตร ขึ้นไป

- คลาสที่ 3 แยกวัตถุจากเกรดผลฝรั่ง C คือผลฝรั่งที่มีการตกเกรดที่เป็นผลฝรั่งสภาพพื้นที่ผิวไม่สวยงามเหมาะสำหรับการแปรรูปก่อนการจัดจำหน่าย

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งจากกระบวนการรู้จำวัตถุ ซึ่งผู้วิจัยต้องมีการสอนให้กับเครื่องคัดแยกผลฝรั่งมีการกำหนดตัวแปรเบื้องต้น (Train Model) ที่ศึกษา ได้แก่ ความแม่นยำในการตัดสินใจ ตัวแปรขนาดของผลฝรั่ง ความถูกต้องในการคัดผลจากการสอนให้ตัวเครื่องรู้จำภาพฝรั่ง โดยทำการตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A

คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่ง C (สำหรับการนำไปแปรรูป) ตามลำดับ โดยอาศัยกระบวนการวิเคราะห์หลักการรู้จำวัตถุดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การทดสอบกระบวนการรู้จำวัตถุผลฝรั่งตามการตั้งค่าตัวแปรของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

ครั้งที่	คลาส	จำนวนผลฝรั่ง ในการทดสอบ โมเดล (ผล)	จำนวนภาพที่ คัดแยกสำเร็จ	จำนวนภาพที่ คัดแยก ไม่สำเร็จ	ความถูกต้อง (%)
1	คัดผลฝรั่งตามขนาด A				
2	คัดผลฝรั่งตามขนาด B				
3	การคัดเกรดผลฝรั่ง C				

4. การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งจากกระบวนการรู้จำวัตถุ ซึ่งผู้วิจัยมีการทดสอบผลต่อจากกระบวนการสอนให้เครื่องรู้จำผลฝรั่งและการกำหนดตัวแปรเบื้องต้น (Test Model) การหาเวลาในการทำงาน โดยการนำผลฝรั่งมาทดสอบโดยการคัดบนตัวเครื่องจริง ว่ามีระยะเวลาเท่าไร เวลาเฉลี่ยเท่าไร ดังตารางที่ 3-3, 3-4 และ 3-5

ตารางที่ 3-3 ตารางการหาความแม่นยำของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด A

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนวัตถุตาม ขนาด A (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัด แยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
1			
2			
3			
n			
ค่าเฉลี่ย			

การหาความแม่นยำในการตัดสินใจเพื่อการคัดตัวแปร โดยใช้การคัดแยกวัตถุผลฝรั่งจากตัดสินใจ โดยทำการตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-4 ตารางการหาความแม่นยำของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด B

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนวัตถุตาม ขนาด B (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัด แยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
1			
2			
3			
n			
ค่าเฉลี่ย			

การหาความแม่นยำในการตัดสินใจเพื่อการคัดตัวแปร โดยใช้การคัดแยกวัตถุผลฝรั่งจากตัดสินใจ โดยทำการตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด B ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-5 ตารางการหาความแม่นยำของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามเกรด C

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนวัตถุคัดฝรั่ง ตามเกรด C (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัด แยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
1			
2			
3			
n			
ค่าเฉลี่ย			

การหาความแม่นยำในการตัดสินใจเพื่อการคัดตัวแปร โดยใช้การคัดแยกวัตถุผลฝรั่งจากตัดสินใจ โดยทำการตั้งสมมติฐานหลักคือ การคัดเกรดฝรั่ง C (สำหรับการนำไปแปรรูป) ดังตารางที่ 3-5

การหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำของการตัดสินใจในการคัดแยกผลฝรั่ง โดยการวิเคราะห์จาก การนำตารางการคัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่ง C (สำหรับการ นำไปแปรรูป) เพื่อคุณลักษณะของค่าเฉลี่ยว่าอยู่ในขอบเขตวัตถุประสงค์หรือไม่ แล้วนำมาสรุปผล

3.2.3 ระยะที่ 3 การประเมินความคิดเห็นต่อเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ใช้งานเครื่องจากเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปฝรั่งในจังหวัด เพชรบูรณ์ จำนวน 10 คน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถาม โครงสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งโดยข้อความประกอบด้วย 2 ด้าน ดังนี้

- 1) ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง
- 2) ด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง
- 3) ข้อเสนอแนะ

2. วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินสัมพันธภาพความคิดเห็นแบบประมาณค่า ตาม แบบของลิเคิร์ต (R.A Likert) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้
 - 5 = มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด
 - 4 = มีระดับความพึงพอใจมาก
 - 3 = มีระดับความพึงพอใจปานกลาง
 - 2 = มีระดับความพึงพอใจน้อย
 - 1 = มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด
- 3) นำเครื่องมือวิจัยที่ดำเนินการเสร็จแล้วปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการตรวจสอบ และแก้ไข
- 4) นำข้อมูลกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
- 5) ตรวจสอบข้อมูลแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของ คำถามและแผนผัง การสร้างแบบสอบถาม แล้วนำผลที่ได้พิจารณาหาคำดัชนี

ความสอดคล้อง (IOC) พบว่าดัชนีความสอดคล้องของคำถามมีค่าเท่ากับ 0.97 แสดงว่าคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังต่อไปนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์

6) นำแบบสอบถามที่สมบูรณ์ไปสอบถาม

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ

2) การวิเคราะห์ผลความคิดเห็นต่อเครื่องคัดแยกผลฝรั่งเป็นการถามระดับความคิดเห็นการประมาณค่า 5 ระดับ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลแต่ละคำถาม

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551)

$$\text{สูตร} \quad \square = \frac{\square}{\square} \times 100$$

เมื่อ P คือ ร้อยละ

F คือ ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

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

$$\text{สูตร} \quad \bar{\square} = \frac{\sum \square}{\square}$$

เมื่อ $\bar{\square}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum \square$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

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

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

เมื่อ	S.D	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{\square}$		แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
$\square$		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

3.3 การออกแบบและการสร้างเครื่องคลุกฟร้ง

ในการวิจัยเรื่อง การออกแบบและการสร้างเครื่องคลุกฟร้งเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจเครื่องคลุกฟร้งซึ่งจะมีวิธีการดำเนินการวิจัยที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ดังจะแสดงตามหัวข้อต่อไปนี้

3.3.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและการสร้างเครื่องคลุกฟร้ง

1. ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบและการสร้างเครื่องคลุกฟร้ง ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฟร้ง จังหวัดเพชรบูรณ์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์ เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อวัดระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและการสร้าง จำแนกได้ดังนี้

1) ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญตอบแบบประเมิน

2) ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น

(1) ด้านการออกแบบและการสร้างเครื่องคลุกฟร้ง

(2) ด้านประสิทธิภาพของการออกแบบและสร้างเครื่องคลุกฟร้ง

(3) ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบประมาณค่า

ตามของลิเคิร์ท (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

นำเครื่องมือวิจัยที่ดำเนินการเสร็จแล้วเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไข

นำข้อมูลกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ตรวจสอบข้อมูลแบบสัมภาษณ์

แก้ไขปรับปรุงแบบสัมภาษณ์

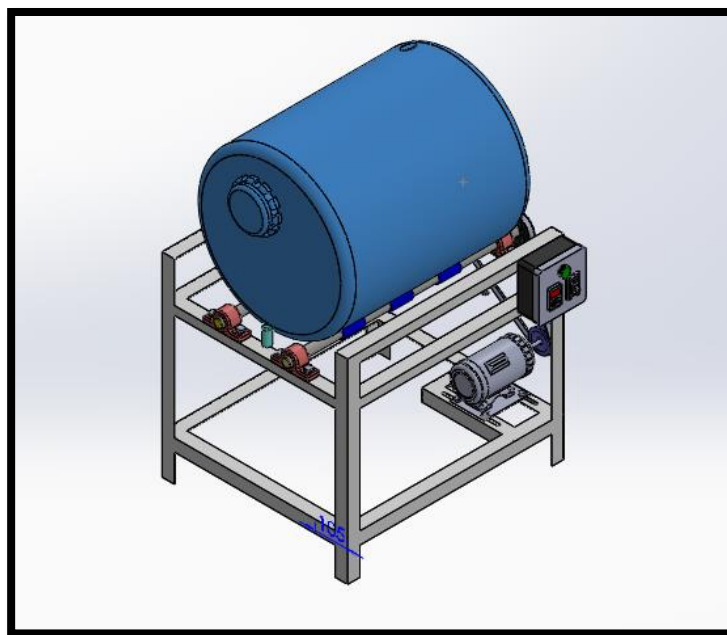
นำแบบสัมภาษณ์ที่สมบูรณ์ไปสัมภาษณ์

3. การดำเนินงานวิจัย

การวิจัยและพัฒนา มีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

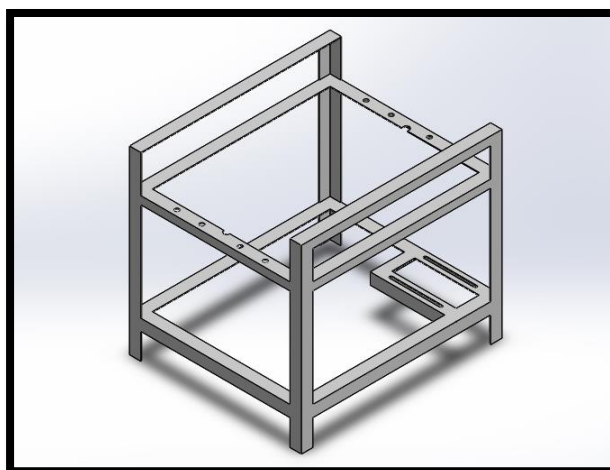
1) การวิเคราะห์สภาพปัญหาโดยการสำรวจข้อมูล โดยการสำรวจข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อการศึกษาการแก้ไขปัญหา แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคลุกฟร้ง เพื่อพัฒนากระบวนการคลุกฟร้งให้ดียิ่งขึ้น

2) การออกแบบเครื่องคลุกฟร้งต้นแบบ



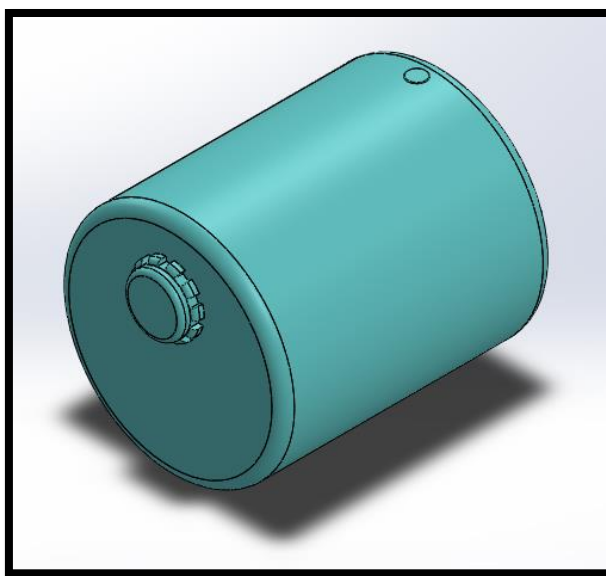
ภาพที่ 3-3 แบบเครื่องคลุกฟุ้ง

1. โครงสร้างเครื่องทำหน้าที่ที่ชั้คอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ ทำการเชื่อมขึ้นรูปด้วยตู้เชื่อมไฟฟ้าเป็น โครงสร้างเครื่องขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 60 เซนติเมตร ความสูง 120 เซนติเมตร ดังแสดงใน ภาพ 3-4



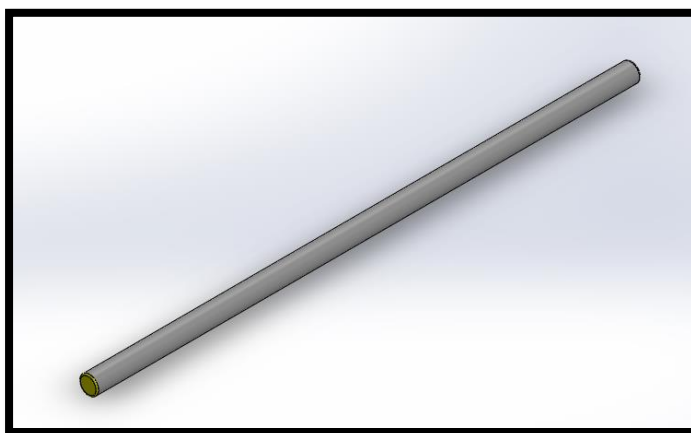
ภาพที่ 3-4 แบบโครงสร้างเครื่อง

2. ถัง EP 100 ลิตร สามารถบรรจุฟุ้งได้ 10-20 กิโลกรัม ขนาดความกว้าง 53 เซนติเมตร ความสูง 67 เซนติเมตร มีหน้าที่หมุนเพื่อให้ฟุ้งเข้าเพื่อที่จะสามารถทำให้น้ำแขวนลอยซึมเข้าไปในตัวเนื้อฟุ้ง แสดงดังภาพที่ 3-5



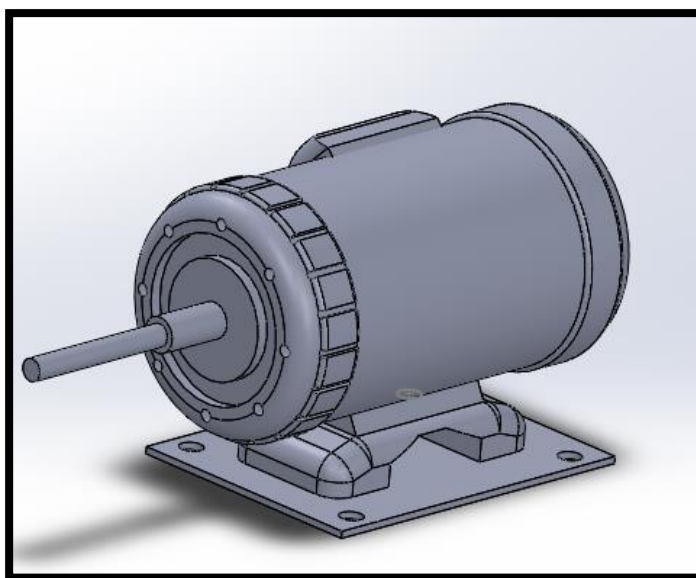
ภาพที่ 3-5 ถัง PE100 ลิตร

3. เพลขนาด 6 หุน ความยาว 70 เซนติเมตร มีหน้าที่หมุนถังที่มีมอเตอร์ และชุดมูลไส้สายพาน ส่งกำลังมายังเพล แสดงดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 เพลขนาด 6 หุน

4. มอเตอร์มีหน้าที่ส่งกำลังไปยังชุด มู่เล่สายพานเพื่อส่งกำลังไปยังเพลลา $\frac{1}{2}$ แรง 700 รอบต่อ นาที ดังภาพที่ 3-7



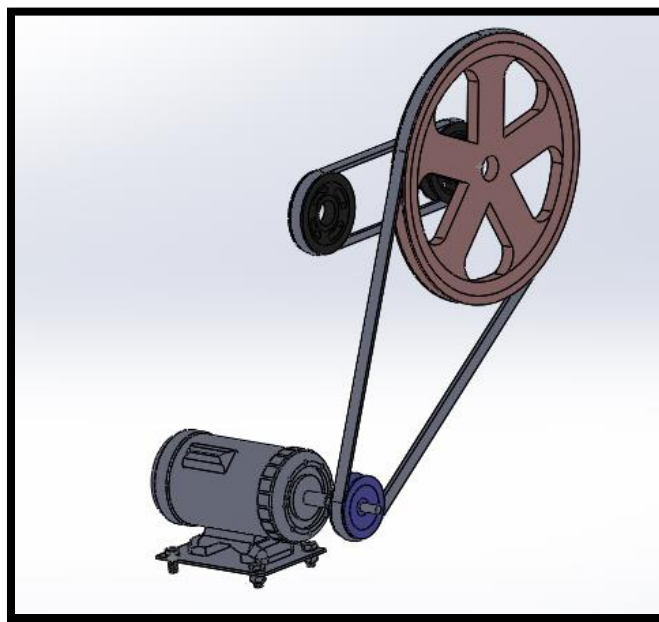
ภาพที่ 3-7 มอเตอร์

5. ตลับลูกปืนตักตามีหน้าที่เป็นจุดยึดและเป็นแกนหมุนให้กับเพลลา มีขนาดลูกปืน 6 หุน ดังภาพที่ 3-8



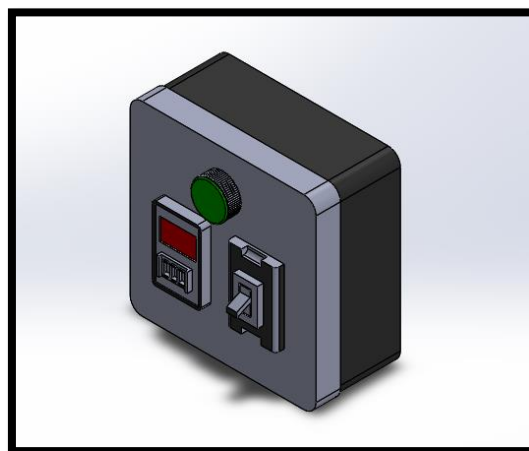
ภาพที่ 3-8 ตลับลูกปืนตักตา

6. ชุดส่งกำลัง ทำหน้าที่ส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยัง มุ่เล่สายพาน ขนาด 11 นิ้ว เผลา 6 หุน ดังภาพ
ที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 ชุดส่งกำลัง

7. วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง ทำหน้าที่ปิดเปิดกระแสไฟฟ้าและตั้งเวลาในการคลุก ดังภาพ
ที่ 3-10



ภาพที่ 3-10 วงจรควบคุมการทำงาน

4. ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องคลุกฟรังจำแนกเป็น

ตัวแปรต้น ได้แก่ ประสิทธิภาพในการทำงาน

ตัวแปรตาม คือ ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องจำแนกเป็น

- 1) ด้านการออกแบบเครื่องคลุกฟรัง
- 2) ด้านการสร้างส่วนประกอบ และการทำงานของเครื่องคลุกฟรัง
- 3) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคลุกฟรัง
- 4) ด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบและ

สร้างเครื่องคลุกฟรัง

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ลงพื้นที่เก็บข้อมูลการทำฟรังแช่บ้วยกับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฟรัง จังหวัดเพชรบูรณ์

6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551)

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

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

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

สูตร	$S.D. = \sqrt{\frac{(\square - \bar{X})^2}{\square - 1}}$
------	---

เมื่อ	S.D.	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	☐	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	☐	แทน คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง
	☐	แทน จำนวนทั้งหมด

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

3.3.2 ระยะที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคลุกฟร้ง

1. วัสดุ

ผลฟร้ง 15 กิโลกรัม

2. อุปกรณ์

- 1) เครื่องคลุกฟร้ง
- 2) นาฬิกาจับเวลา
- 3) กิโลชั่งน้ำหนัก
- 4) กล้องถ่ายภาพดิจิทัล
- 5) ตารางบันทึกข้อมูลการทดสอบ

3. ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

- 1) เวลารวมที่ใช้ในการคลุก
- 2) ผิวของฟร้งที่ซ้าจนได้ที่
- 3) การหาความแม่นยำและเวลาในการคลุก

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การหาเวลารวมที่ใช้ในการคลุกฟุ้งแช่บ้วย โดยการนำฟุ้งจำนวน 15 กิโลกรัม ทดสอบ 5 ครั้ง ครั้งละ 3 กิโลกรัม นำมาใส่ในเครื่องคลุกฟุ้งและทำการจับเวลาในการคลุก และบันทึกข้อมูลในตารางเก็บข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 สมรรถนะเครื่องคลุกฟุ้งแช่บ้วย

ครั้งที่	จำนวน (kg)	ฟุ้งแช่บ้วย		เวลาที่ใช้
		ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	
1				
2				
3				
4				
5				
รวม				

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่หรือข้อมูลที่ต้องการแปลค่าให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

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

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

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

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนทั้งหมด

3.3.3 ระยะที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องคลุกฟร้ง

1. ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในวิจัยครั้งนี้ ได้จากแผนการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง คือ กลุ่มชาวสวนฝรั่ง ตำบลชอนไพร อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สมาชิกผู้ใช้งานกลุ่มชาวสวนฝรั่ง จำนวน 20 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามแบบผสม เพื่อวัดระดับความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้งานเครื่องคลุกฟร้งตัวแปรที่ศึกษา จำแนกเป็น

- 1) ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งานตอบแบบประเมิน
- 2) ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องคลุกฟร้งจำแนกเป็น
 - (1) ด้านการออกแบบเครื่องคลุกฟร้ง
 - (2) ด้านการมีส่วนประกอบ และการทำงานของเครื่องคลุกฟร้ง
 - (3) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคลุกฟร้ง

(4) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องคลุกฝรั่ง

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. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่

1) เพศ

2) ประสบการณ์การทำงาน

ตัวแปรตาม คือ ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานต้นแบบเครื่องคลุกขนาดฝรั่ง จำแนกเป็น

1) ด้านการออกแบบและสร้างเครื่อง

2) ด้านประสิทธิภาพของเครื่อง

3) ด้านคุณลักษณะของเครื่อง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ทำหนังสือไปยังกลุ่มชาวสวนฝรั่ง ตำบลชอนไพร อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

2) นำเครื่องไปทดสอบใช้งานเครื่องจากนั้นผู้วิจัยนำแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยการอธิบายข้อความให้ผู้ใช้งานฟังจากนั้นให้ผู้ใช้งานทำการเลือกคะแนนในช่องว่างตามความคิดเห็นของผู้ใช้งาน

3) สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน โดยสอบถามเกี่ยวกับ ประสิทธิภาพการทำงาน แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยการหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ
- 2) การวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานต้นแบบเครื่องคลุกฝรั่ง โดยการนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 3) การวิเคราะห์ข้อมูลข้อเสนอแนะของผู้ใช้งานเครื่องแล้วนำมาสรุปข้อเสนอแนะ

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551)

$$\begin{array}{ll} \text{สูตร} & P = \frac{\square \square \square \square \square}{\square} \\ \text{เมื่อ} & P \quad \text{แทน} \quad \text{ร้อยละ} \\ & \square \quad \text{แทน} \quad \text{ความถี่หรือข้อมูลที่ต้องการแปลค่าให้เป็นร้อยละ} \\ & \square \quad \text{แทน} \quad \text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด} \end{array}$$

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

$$\begin{array}{ll} \text{สูตร} & \bar{X} = \frac{\sum x}{n} \\ \text{เมื่อ} & \bar{X} \quad \text{แทน} \quad \text{ค่าเฉลี่ย} \\ & \sum x \quad \text{แทน} \quad \text{ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด} \\ & n \quad \text{แทน} \quad \text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด} \end{array}$$

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

$$\begin{array}{ll} \text{สูตร} & S.D. = \sqrt{\frac{(\square - \bar{X})^2}{\square - 1}} \\ \text{เมื่อ} & S.D. \quad \text{แทน} \quad \text{ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง} \\ & \bar{X} \quad \text{แทน} \quad \text{ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง} \\ & \square \quad \text{แทน} \quad \text{คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง} \\ & \square \quad \text{แทน} \quad \text{จำนวนทั้งหมด} \end{array}$$

สถิติที่ใช้ในการบรรยายลิเคิร์ท สเกล ดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ์, 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

ผลการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลในแผนงานวิจัย การพัฒนานวัตกรรมเชิงมูลค่าเพื่อส่งเสริมการพึ่งตนเองของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ แบ่งออกเป็น 3 โครงการย่อย ดังนี้

4.1 ผลการออกแบบและการสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

4.1.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ระยะที่ 1

ผลการออกแบบและส่วนประกอบของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง มีส่วนประกอบ โครงสร้างเครื่อง ชุดถังเขย่า ตัวส่งกำลังมอเตอร์ เพลาลังกำลัง และตัวคอนโทรล



ภาพที่ 4-1 เครื่องคัดขนาดฝรั่ง

4.1.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ระยะที่ 2

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



ภาพที่ 4-2 ลักษณะฝรั่งที่ใช้ในการคัดขนาด

4.1.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องคัดขนาดฝรั่ง ระยะที่ 3

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

ผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่อง

ตารางที่ 4-3 ความคิดเห็นผู้ใช้เครื่องคัดขนาดฝรั่ง

ข้อ	หัวข้อในการสอบถาม	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่า เบี่ยงเบน (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

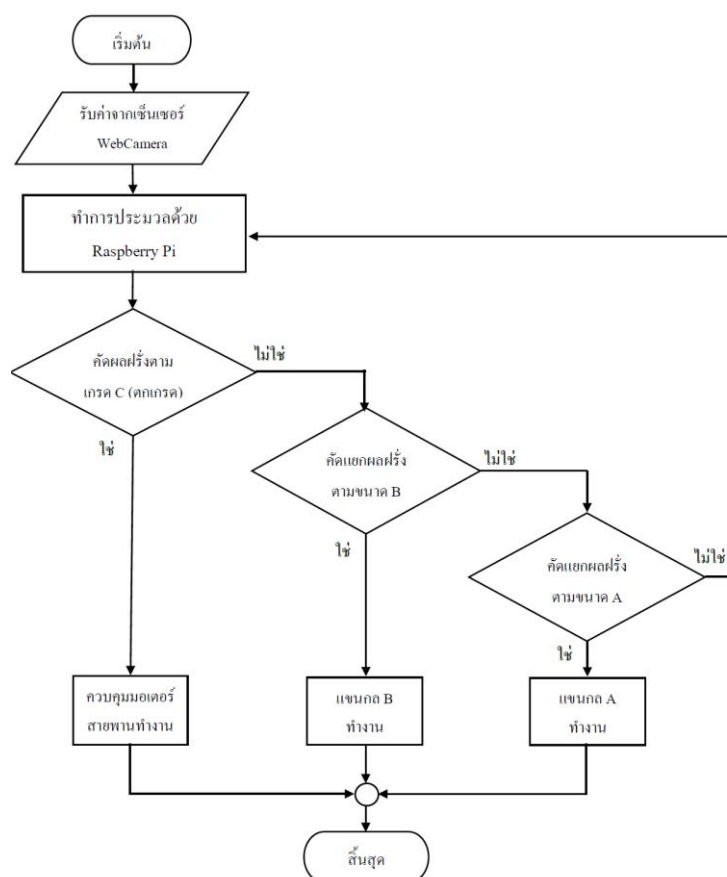
ตารางที่ 4-3 ผลการประเมินความคิดเห็นด้านการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ผู้ประเมินเห็นด้วยกับความเหมาะสมของการออกแบบชุดสายพานลำเลียง ได้ค่าเฉลี่ย 4.82 ของคะแนนการประเมินอยู่ในระดับ เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งถือว่าผู้ประเมินเห็นด้วยกับการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง โดยรวมและมีข้อเสนอแนะเพียงเล็กน้อย

ผลข้อมูลแบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

4.2 ผลการออกแบบและการสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

4.2.1 ผลการออกแบบและการสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 1

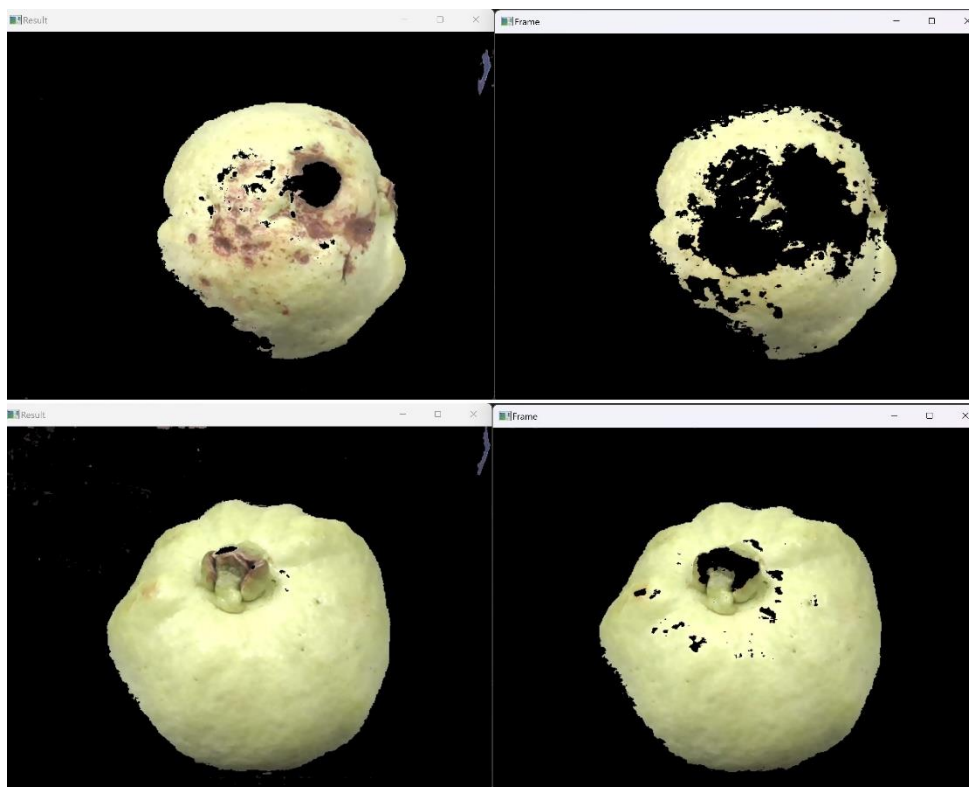
1. การออกแบบหลักการทำงานของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง



ภาพที่ 4-3 แสดงแผนภูมิการออกแบบเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

จากภาพที่ 4-3 แสดงแผนภูมิการออกแบบเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง เมื่อผลฝรั่งเข้าสู่สายพาน และประมวลผลภาพจากเซ็นเซอร์แล้ว Raspberry Pi ทำการประมวลผลจากนั้นจะสั่งการทำงานคัดแยกผลฝรั่งตกเกรด และขนาดของผลฝรั่งที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม โดยเปรียบเทียบตามค่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ด้วยหลักการรู้จำของระบบ แสดงดังภาพที่ 4-4 ตัวอย่างการคัดแยกผลฝรั่งประกอบด้วยผลตกเกรดและผลฝรั่งเกรดดีเพื่อจัดจำหน่าย จากนั้นผลฝรั่งรอรับคำสั่งการเคลื่อนตัวไปยัง

ตำแหน่งปลายทางจากการสั่งงานของ Raspberry Pi ให้แขนผลัก (Pusher) ทำงานเพื่อผลักผลฝรั่งพร้อมทั้งสั่งงานให้สายพานทำงาน เพื่อให้จบกระบวนการคัดแยกผลฝรั่งผลต่อไป



ภาพที่ 4-4 ตัวอย่างภาพที่ประมวลผลด้วยเซ็นเซอร์สำหรับการคัดแยกผลฝรั่งตกเกรด

หลักการทำงานของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม ซึ่งนำเอาเทคโนโลยีการตัดสินใจจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ภาพในการหาค่าความแตกต่างกันของผลผลิต มีรายละเอียดของขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ภาพสีที่ได้จากกล้องจะถูกปรับให้เป็นภาพเฉดสีเทา เพื่อให้สามารถพิจารณาภาพในรูปแบบภาพ 2 มิติได้ (McAndrew, 2004)

ขั้นตอนที่ 2 ปรับภาพสีเทาให้เป็นภาพขาวดำ โดยใช้เทคนิคการปรับเทรชโซล โดยประยุกต์ใช้การหาค่าเทรชโซลด้วยวิธีของออสตี (Otsu's method) (Otsu, 1979) เพื่อหาค่าของเทรชโซลจากภาพแบบอัตโนมัติ

ขั้นตอนที่ 3 การปรับปรุงคุณลักษณะเด่นให้กับภาพ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลแบบมอร์โฟโลยีดำเนินการโดยใช้การเติมเต็มพิกเซลด้วยวิธีการอุดรู (Filling holes) (McAndrew, 2004)

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณขนาดของผลฝรั่ง และการตัดแยกผลฝรั่งตกเกรดเพื่อนำไปแปรรูป โดยใช้สมการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมคือ กว้าง x ยาว เพื่อใช้เป็นค่าตัวแทนของขนาดผลฝรั่งให้อยู่ในรูปแบบของตัวเลข

ขั้นตอนที่ 5 การรู้จำขนาดผลฝรั่งและการแบ่งกลุ่มของผลฝรั่ง ที่ตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่ง C (สำหรับการนำไปแปรรูป) โดยมีการกำหนดแม่แบบก่อนเพื่อรู้จำขนาดของผลฝรั่งต้นแบบ และแบ่งกลุ่มโดยใช้สมการวัดระยะห่าง (Euclidean Distance) (Qu, Zhong & Wang, 2010) ของผลฝรั่ง

ส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง โครงสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง มอเตอร์ไฟฟ้าและกล่องควบคุมวงจรไฟฟ้า สายพานเลื่อนผลฝรั่ง พูลเลย์ขับเคลื่อนสายพาน ชุดดัดลูกปืน สายพานชุดส่งกำลัง ชุดผลัดผลฝรั่งลงช่องลำเลียง ชุดระบบจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ภาพ

2. ผลวิเคราะห์ข้อมูลจากสัมภาษณ์ความคิดเห็นของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้ใช้เชี่ยวชาญที่มีต่อคัดแยกผลฝรั่ง ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลค่าความถี่ และค่าร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ประสบการณ์ในการทำงาน	ความถี่	ร้อยละ
ต่ำกว่า 5 ปี	-	-
5 - 10 ปี	4	80
11 ปีขึ้นไป	1	20
รวม	5	100

จากตารางที่ 4-4 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 5 คน และจากข้อมูลร้อยละทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 5 คน ประสบการณ์การทำงาน 5 - 10 ปี มี 4 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และประสบการณ์การทำงาน 11 ปีขึ้นไป มี 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20

ตารางที่ 4-5 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	S.D	สรุปผลระดับความคิดเห็น
ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง			
1. ความเหมาะสมของการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง	4.77	0.35	พึงพอใจมากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการออกแบบสายพานลำเลียง	4.20	0.35	พึงพอใจมาก
3. ความเหมาะสมของการออกแบบกระบวนการตัดสินใจแยกสีของผลฝรั่ง	4.93	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
4. ความเหมาะสมของการออกแบบกลไกการทำงานของเครื่อง	4.60	0.40	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.63	0.33	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง			
1. ระยะเวลาสำหรับการคัดผลฝรั่ง 1 ผล ใช้เวลาคัดแยกเฉลี่ยที่เหมาะสม	4.47	0.35	พึงพอใจมาก
2. ผิวของผลฝรั่งก่อนและหลังจากการคัดแยกไม่เสียหาย	4.93	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
3. ความถูกต้องแม่นยำในการตัดสินใจสำหรับคัดแยกสี	4.27	0.45	พึงพอใจมาก
4. ความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้งานเครื่อง	4.17	0.38	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.46	0.36	พึงพอใจมาก
รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ด้าน	4.55	0.35	พึงพอใจมากที่สุด

จากตารางที่ 4-5 ผลของการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องต่อเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.33 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.46 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.36 มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ดังนั้น ในภาพรวมพบว่าทั้งสองด้านมีค่าเฉลี่ย 4.55

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.35 มีความคิดเห็น อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุดต่อเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

4.2.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 2

การทดสอบการคัดแยกผลฝรั่งที่ได้ตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดผลฝรั่งสำหรับการนำไปแปรรูป C ตามลำดับ ด้วยกระบวนการรู้จำวัตถุได้ผลการจำแนกภาพออกมาได้เป็น 3 ตัวแปรข้างต้น ที่ได้จากการคัดผลฝรั่งอย่างละเท่าๆ กัน ซึ่งจะแบ่งผลฝรั่งทั้งหมด 3 คลาส ทำการทดสอบเซ็นเซอร์จากการรับภาพทั้งหมด 90 ภาพ แบ่งเป็นคลาสที่ 1 แยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด A จำนวน 30 ภาพ คลาสที่ 2 แยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด B จำนวน 30 ภาพ คลาสที่ 3 แยกวัตถุจากการคัดเกรดผลฝรั่ง C จำนวน 30 ภาพ ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการทดสอบแยกผลฝรั่งตามการตั้งค่าตัวแปรของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

ครั้งที่	คลาส	จำนวนผลฝรั่ง ในการทดสอบ โมเดล (ผล)	จำนวนภาพที่ คัดแยกสำเร็จ	จำนวนภาพที่ คัดแยก ไม่สำเร็จ	ความถูกต้อง (%)
1	คัดผลฝรั่งตามขนาด A	30	24	6	80
2	คัดผลฝรั่งตามขนาด B	30	26	4	86.67
3	การคัดเกรดผลฝรั่ง C	30	25	5	83.33

จากตารางที่ 4-6 แสดงผลลัพธ์การทดสอบการคัดแยกผลฝรั่งโดยใช้โมเดลเซ็นเซอร์ภาพด้วยกระบวนการรู้จำวัตถุทั้งหมด 90 ผล ซึ่งแบ่งเป็น 3 คลาส แต่ละคลาสจะใช้ในการทดสอบ 30 ผล ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบคลาสแรกจะเป็นผลฝรั่งที่มีผลตามขนาด A คือผลมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 30-75 มิลลิเมตร ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการตัดสินใจเท่ากับ 80 % การทดสอบคลาสสองจะเป็นผลฝรั่งที่มีผลตามขนาด B คือผลมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 75 มิลลิเมตร ขึ้นไป มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการตัดสินใจเท่ากับ 86.67 % และการทดสอบคลาสสามเป็นผลฝรั่งที่มีการตกเกรด ผลฝรั่งสภาพพื้นที่ผิวไม่สวยงามเหมาะสำหรับการแปรรูป มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการตัดสินใจเท่ากับ 83.33 % ตามลำดับ

1. ผลการหาค่าเฉลี่ยความแม่นยำของการตัดสินใจ

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบจากการหาความแม่นยำในการตัดสินใจเพื่อการคัดแยกผลฝรั่งจากกระบวนการรู้จำวัตถุ ซึ่งผู้วิจัยมีการทดสอบผลต่อจากกระบวนการสอนให้เครื่องรู้จำผลฝรั่งและการกำหนดตัวแปรเบื้องต้น (Test Model) การหาเวลาในการทำงาน โดยการนำผลฝรั่งมาทดสอบโดยการคัดบนตัวเครื่องจริง ซึ่งทำการเลือกผลฝรั่งเพื่อทำการทดสอบ 30 ผล แบบคละกลุ่มตัวแปรอย่างเท่าๆ กัน จำนวนคลาๆ ละ 10 ผล โดยสุ่ม 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ผลสำหรับแยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด A กลุ่มที่ 2 ผลสำหรับแยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด B กลุ่มที่ 3 ผลสำหรับแยกวัตถุจากผลฝรั่งตกเกรด C แล้วหาค่าเฉลี่ยรวมแต่ละครั้ง ดังตารางที่ 4-7 , ตารางที่ 4-8 และตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-7 การหาความแม่นยำและระยะเวลาของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด A

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำแนกวัตถุตาม ขนาด A (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัด แยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
1	14.98	ได้	ถูกต้อง
2	15.16	ได้	ถูกต้อง
3	14.97	ได้	ถูกต้อง
4	14.99	ได้	ถูกต้อง
5	14.78	ได้	ถูกต้อง
6	15.05	ได้	ถูกต้อง
7	14.53	ได้	ถูกต้อง
8	14.81	ได้	ถูกต้อง
9	14.68	ได้	ถูกต้อง
10	15.31	ได้	ถูกต้อง
ค่าเฉลี่ย	14.93		

ตารางที่ 4-8 การหาความแม่นยำและระยะเวลาของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด B

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำแนกวัตถุตาม ขนาด B (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัด แยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
1	15.56	ได้	ถูกต้อง
2	15.21	ได้	ถูกต้อง
3	15.23	ได้	ถูกต้อง
4	15.56	ได้	ถูกต้อง
5	15.48	ได้	ถูกต้อง
6	15.39	ได้	ถูกต้อง
7	14.94	ได้	ถูกต้อง
8	15.55	ได้	ถูกต้อง
9	15.71	ได้	ถูกต้อง
10	15.93	ได้	ถูกต้อง
ค่าเฉลี่ย	15.46		

ตารางที่ 4-9 การหาความแม่นยำและระยะเวลาของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามเกรด C

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำแนกวัตถุตาม เกรด C (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัด แยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
1	16.78	ได้	ถูกต้อง
2	16.73	ได้	ถูกต้อง
3	16.43	ได้	ถูกต้อง
4	16.45	ได้	ถูกต้อง
5	16.80	ได้	ถูกต้อง
6	16.38	ได้	ถูกต้อง
7	16.67	ได้	ถูกต้อง
8	16.35	ได้	ถูกต้อง

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำแนกวัตถุตาม เกรด C (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัด แยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
9	16.56	ได้	ถูกต้อง
10	16.71	ได้	ถูกต้อง
ค่าเฉลี่ย	16.59		

จากตารางที่ 4-7 ตารางที่ 4-8 และตารางที่ 4-9 ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบ การคัดแยกผลฝรั่งจากกระบวนการรู้จำวัตถุ ซึ่งผู้วิจัยมีการทดสอบผลต่อจากกระบวนการสอนให้เครื่อง รู้จำผลฝรั่งและการกำหนดตัวแปรเบื้องต้น (Test Model) การหาเวลาในการทำงาน จำนวนทั้งหมด 30 ครั้ง ซึ่งแบ่งการทดสอบได้ดังนี้คือ

ผลสำหรับแยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด A จำนวนผลฝรั่งทดสอบ 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงาน 14.93 วินาที จากการทดลองสามารถแยกวัตถุผลฝรั่งตามขนาด A ได้ทั้งหมด และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกได้ถูกต้องทั้งหมดดังตารางที่ 4-4

ผลสำหรับแยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด B จำนวนผลฝรั่งทดสอบ 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงาน 15.46 วินาที จากการทดลองสามารถแยกวัตถุผลฝรั่งตามขนาด B ได้ทั้งหมด และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกได้ถูกต้องทั้งหมดดังตารางที่ 4-5

ผลสำหรับแยกวัตถุจากผลฝรั่งตกรเกรด C จำนวนผลฝรั่งทดสอบ 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงาน 16.59 วินาที จากการทดลองสามารถแยกวัตถุผลฝรั่งตามเกรด C ได้ทั้งหมด และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกได้ถูกต้องทั้งหมดดังตารางที่ 4-6

4.2.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 3

1. ผลค่าความถี่ ค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4-10 ค่าความถี่และร้อยละ

ประสบการณ์ในการทำงาน	ความถี่	ร้อยละ
ต่ำกว่า 5 ปี	10	33
5 - 10 ปี	17	57
11 ปีขึ้นไป	3	10
รวม	30	100

จากตารางที่ 4-10 ผลค่าความถี่และร้อยละพบว่าประสบการณ์การทำงานอายุ 5-10 ปีเป็นผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนมากที่สุด 17 คน คิดเป็นร้อยละ 57 รองลงมาคือประสบการณ์การทำงานอายุต่ำกว่า 5 ปี มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33 และประสบการณ์การทำงานมากกว่า 11 ปีขึ้นไป มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10

2. ผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่อง

ตารางที่ 4-11 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	S.D	สรุปผลระดับความคิดเห็น
ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง			
1. ความเหมาะสมของการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง	5.00	0.00	พึงพอใจมากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการออกแบบสายพานลำเลียง	4.93	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
3. ความเหมาะสมของการออกแบบกระบวนการตัดสินใจแยกสีของผลฝรั่ง	4.90	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
4. ความเหมาะสมของการออกแบบกลไกการทำงานของเครื่อง	4.90	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.93	0.19	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง			
1. ระยะเวลาสำหรับการคัดผลฝรั่ง 1 ผล ใช้เวลาคัดแยกสีเฉลี่ยที่เหมาะสม	4.80	0.35	พึงพอใจมากที่สุด
2. ผิวของผลฝรั่งก่อนและหลังจากการคัดแยกไม่เสียหาย	4.93	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
3. ความถูกต้องแม่นยำในการตัดสินใจสำหรับคัดแยก	4.93	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
4. ความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้งานเครื่อง	4.77	0.43	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.86	0.32	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านประสิทธิผลของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง			

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	S.D	สรุปผลระดับ ความคิดเห็น
1.ความพึงพอใจที่มีต่อภาพรวมของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง	4.90	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
2.ความพึงพอใจในด้านกลไกการทำงาน ของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง	4.60	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
3.ความพึงพอใจในด้านความปลอดภัย ของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง	4.60	0.35	พึงพอใจมากที่สุด
4.ความพึงพอใจในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง	4.47	0.25	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.64	0.28	พึงพอใจมากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน	4.81	0.26	พึงพอใจมากที่สุด

จากตารางที่ 4-11 ผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.81 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26 ความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 ความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งมีค่าเฉลี่ย 4.86 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 ความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด และด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 ความคิดเห็นระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4.3 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องคลุกฟุ้งแช่บ๊วย

4.3.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องคลุกฟุ้งแช่บ๊วย ระยะที่ 1

ผลการออกแบบและส่วนประกอบของเครื่องคลุกฟุ้งแช่บ๊วย มีส่วนประกอบ โครงสร้าง เครื่อง ชุดถังเขย่า ตัวส่งกำลังมอเตอร์ เฟลาส่งกำลัง และตู้คอนโทรล



ภาพที่ 4-5 เครื่องคลุกฟุ้งแช่บ๊วย

4.3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคลุกฟุ้งแช่บ๊วย ระยะที่ 2

1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพ ดังตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ผลการทดสอบสมรรถนะคลุกฟุ้ง จำนวน 15 กิโลกรัม จำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 3 กิโลกรัม

ครั้งที่	จำนวน (kg)	ฟุ้งแซ่บ้วย		เวลาที่ใช้ (วินาที)
		ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	
1	3	3	-	300
2	3	3	-	290
3	3	3	-	300
4	3	3	-	295
5	3	3	-	305
รวม	15	15	-	1,490

จากผลการทดสอบ ดังตารางที่ 4-12 ผลของทดสอบสมรรถนะคลุกฟุ้ง จำนวน 15 กิโลกรัม จำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 3 กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ 298 วินาที ฟุ้งหลังการใช้เครื่องคลุกใช้งานได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเร็วกว่าการคลุกฟุ้งด้วยแรงงานคนในปัจจุบันและยังลดความเมื่อยล้าของกลุ่มเกษตรกรผู้ฟุ้ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ฟุ้งแซ่บ้วย แสดงดังภาพที่ 4-6



ภาพที่ 4-6 ฟุ้งแซ่บ้วย

4.3.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องคลุกฟร้งแช่บ๊วย ระยะที่ 3

1. ผลการหาค่าความถี่และค่าร้อยละของด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตารางที่ 4-13 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 4-14 ความคิดเห็นผู้ใช้เครื่องคลุกฟร้งแช่บ๊วย

ข้อ	หัวข้อในการสอบถาม	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่า เบี่ยงเบน (S.D)	สรุปเหตุผล
ด้านการออกแบบและพัฒนาเครื่องคลุกฟร้งแช่บ๊วย				
1	ความเหมาะสมของโครงสร้างตัวเครื่อง,โดยยึดหลักความมั่นคง แข็งแรง ซ่อมบำรุงง่าย	4.75	0.20	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2	ความเหมาะสมของรูปทรงของเครื่อง	4.83	0.18	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3	ความเหมาะสมของการเลือกใช้วัสดุในการทำโครงสร้างเครื่อง	4.80	0.20	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	ความเหมาะสมในการออกแบบและจัดวางตำแหน่งชิ้นส่วนและอุปกรณ์ประกอบเครื่อง	4.80	0.21	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5	ความเหมาะสมของการออกแบบระบบส่งกำลังของเครื่อง	4.82	0.17	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
6	ความเหมาะสมของการออกแบบชุดถังเขย่า	4.92	0.18	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7	ความเหมาะสมของการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง	4.91	0.15	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ด้านการใช้งานเครื่องคลุกฟุ้งแช่บ้วย				
1	ความสะดวกในการนำฟุ้งใส่ลงไปนชุดถังเขย่า	4.80	0.25	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2	ความสะดวกในการซ่อมบำรุงและดูแลรักษา	4.70	0.22	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3	ความสะดวกในการปรับตั้งชุดส่งกำลัง	4.65	0.23	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ด้านสมรรถนะการทำงาน				
1	เวลาในการทำงานของเครื่องคลุกฟุ้งแช่บ้วย	4.90	0.20	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2	ผลผลิตที่ได้	4.80	0.25	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
รวมเฉลี่ย		4.81	0.20	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตารางที่ 4-4 ผลการประเมินความคิดเห็นด้านการออกแบบและสร้างเครื่องคลุกฟุ้งแช่บ้วย ผู้ประเมินเห็นด้วยกับความเหมาะสมของการออกแบบชุดถังเขย่าได้ค่าเฉลี่ย 4.92 ของคะแนนการประเมินอยู่ในระดับ เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งถือว่าผู้ประเมินเห็นด้วยกับการออกแบบและสร้างเครื่องคลุกฟุ้งแช่บ้วย โดยรวมและมีข้อแนะนำเพียงเล็กน้อย

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ การพัฒนานวัตกรรมเชิงมูลค่าเพื่อส่งเสริมการพึ่งตนเองของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ แบ่งออกเป็น 3 โครงการย่อย ดังนี้

5.1 การพัฒนานวัตกรรมเครื่องคัดขนาดผลฝรั่ง

5.1.1 สรุปผล

ในบทนี้เป็นการรายงานสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และแนวทางการพัฒนา ของการวิจัย เรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง ดังต่อไปนี้

1. ผลการวิจัยเครื่องคัดขนาดฝรั่ง มีขนาดความกว้าง 400 มิลลิเมตร ความยาว 1,500 มิลลิเมตร ความสูง 1,200 มิลลิเมตร โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีความพึงพอใจในภาพรวม ค่าเฉลี่ย 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

2. เมื่อผู้ประเมินเห็นด้วยกับการออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดฝรั่ง คณะผู้วิจัยได้นำเครื่องคัดขนาดฝรั่งไปทดสอบการทำงาน โดยใช้ฝรั่ง 30 กิโลกรัม ครั้งละ 6 กิโลกรัม จำนวน 5 ครั้ง พบว่าเวลาในการคัดขนาดฝรั่งที่ดีที่สุดคือ 38 วินาที ซึ่งปัจจุบันใช้แรงงานคนในการคัดขนาดฝรั่ง จำนวน 6 กิโลกรัมใช้เวลา 270 วินาที โดยเครื่องคัดขนาดฝรั่งที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ไวกว่ามาก ถึง 7 เท่า

5.1.2 อภิปรายผลการวิจัย

ลักษณะความพึงพอใจของการใช้เครื่องคัดขนาดฝรั่ง สามารถคัดขนาดฝรั่งได้ตรงความต้องการของผู้ใช้งาน มีความรวดเร็ว และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน แต่เครื่องคัดขนาดฝรั่งที่

พัฒนาขึ้นยังขาดชุดรองรับผลฝรั่งหลังการคัด โดยปัจจุบันต้องใช้กล่องหรือถังในการรองรับผลฝรั่งหลังทำการคัดขนาด

5.1.3 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการดำเนินงานวิจัย

1. ขนาดเครื่องมีความยาวมากเกินไป เคลื่อนย้ายลำบาก
2. การแก้ไขปัญหา ควรจะปรับขนาดให้ความยาวของเครื่องคัดขนาดสั้นลง

5.1.4 ข้อเสนอแนะ

ควรออกแบบเครื่องให้เหมาะสมกับการใช้งานให้ดียิ่งขึ้น และพัฒนาชุดรองรับผลฝรั่งหลังการคัด

5.2 การพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่ง

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม (Spectrum Analysis) ของเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปฝรั่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ดังนี้

5.2.1 สรุปผล

1. การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม ซึ่งนำเอาเทคโนโลยีการตัดสินใจจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ภาพในการหาค่าความแตกต่างกันของผลฝรั่ง มีผลการวิจัย พบว่า จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่พบว่า มีค่าเฉลี่ย 4.55 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.35 มีความคิดเห็น อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ขั้นตอนแรกผู้วิจัยทำการสอนให้ตัวเครื่องรู้จักวัตถุด้วยการกำหนดตัวแปรเบื้องต้น (Train Model) จากการวิเคราะห์ด้วยภาพ และหาค่าความแม่นยำในการตัดสินใจ ความถูกต้องสำหรับการคัดผลฝรั่งจากกระบวนการสอนให้ตัวเครื่องรู้จักภาพฝรั่ง โดยทำการตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดผลฝรั่งตกเกรด C (สำหรับการนำไปแปรรูป) ขั้นตอนต่อมาผู้วิจัยทำการทดสอบคัดแยกผลฝรั่ง (Test Model) ตามการกำหนดตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปร ซึ่งได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพจากการพัฒนาและสร้างเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่งด้วยระบบเซ็นเซอร์ภาพ จำนวน 30 ครั้ง สามารถตัดสินใจคัดแยกผลฝรั่งที่มีค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงานของตัวเครื่อง 15.66 วินาที สามารถคัดแยกผลฝรั่งได้ทั้งหมด และคัดแยกตรงตามตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกได้ทั้งหมด

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ในภาพรวมพบว่าทั้ง 3 ด้านผู้ใช้งานเครื่อง มีผลความพึงพอใจโดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.81 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26 คิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

5.2.2 แนวทางในการพัฒนา

เนื่องจากเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ยังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานขึ้นจึงนำเสนอแนวทางในการออกแบบพัฒนา ดังนี้

- 1) สภาพแสงในกล้องถ่ายภาพมีแสงสะท้อนกับสายพาน ปรับเปลี่ยนสายพานเป็นแบบทึบแสงเพื่อไม่ให้แสงที่อยู่ในกล้องสะท้อนเข้ากล้อง
- 2) ควรปรับเปลี่ยนเซ็นเซอร์ภาพให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพื่อการคัดแยกผลที่รวดเร็วขึ้น

5.3 การพัฒนานวัตกรรมเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย

5.3.1 สรุปผล

ในบทนี้เป็นการรายงานสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และแนวทางการพัฒนา ของการวิจัย เรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย ดังต่อไปนี้

1. ผลการวิจัยเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย มีขนาดความกว้าง 800 มิลลิเมตร ความยาว 800 มิลลิเมตร ความสูง 1,200 มิลลิเมตร โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีความพึงพอใจในภาพรวมค่าเฉลี่ย 4.81 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.20 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ส่วนการออกแบบและสร้างเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย มีค่าเฉลี่ย 4.83 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.18 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ส่วนด้านการใช้งานเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย มีค่าเฉลี่ย 4.72 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.23 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ด้านผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีความพึงพอใจด้านสมรรถนะการทำงาน มีค่าเฉลี่ย 4.85 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.23 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง

2. เมื่อผู้ประเมินเห็นด้วยกับการออกแบบและสร้างเครื่องคลุกฝรั่งแช่บ๊วย คณะผู้วิจัยได้นำเครื่องคลุกฝรั่งไปทดสอบการทำงาน โดยใช้ฝรั่ง 15 กิโลกรัม ครั้งละ 3 กิโลกรัม จำนวน 5 ครั้ง พบว่าเวลาในการคลุกฝรั่งที่ดีที่สุดคือ 290 วินาที ซึ่งปัจจุบันใช้แรงงานคนในการคลุกฝรั่งจำนวน 15 กิโลกรัม ใช้เวลา 1,480 วินาที โดยเครื่องฝรั่งแช่บ๊วยที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ไวกว่ามากถึง 5 เท่า

5.3.2 อภิปรายผลการวิจัย

ลักษณะความพึงพอใจของการใช้เครื่องคลุกฟร้งแช่บ๊วย สามารถคลุกฟร้งได้ตรงความต้องการของผู้ใช้งาน มีความรวดเร็ว และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน แต่เครื่องเครื่องคลุกฟร้งแช่ที่พัฒนาขึ้นไม่สามารถยกชุดเขย่าโดยอัตโนมัติได้เพื่อง่ายต่อการทำความสะอาดชุดถึงเขย่า

5.3.3 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการดำเนินงานวิจัย

1. ขนาดเครื่องมีน้ำหนักมากเกินไป เคลื่อนย้ายลำบาก
2. การแก้ไขปัญหาควจะปรับขนาดให้เล็กลงและมีน้ำหนักน้อยกว่าเครื่องเดิม

5.3.4 ข้อเสนอแนะ

ควรรออกแบบเครื่องให้เหมาะสมกับการใช้งานให้ดียิ่งขึ้น และพัฒนาระบบทำความสะอาดถึงเขย่า

บรรณานุกรม

- จันทนา ใจจิตร (2559). การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่อย่างมีคุณภาพในเขตภาคกลาง (วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตฝรั่ง). กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. มิถุนายน 2559. หน้า 3-35.
- ชุมชนคนรักมิด. (ม.ป.ป). **องศาใบมิด**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://thinkofliving.com>. วันที่สืบค้นข้อมูล 2559, 23 พฤษภาคม.
- ณัฐพงษ์ เฉลิมธารรงค์ ณรงค์ชัย โพธิ์เจริญ และปาริฉัตร เสริมวุฒิสาร. ม.ป.ป. **เครื่องคัดแยกพริกหวานอัตโนมัติ (Automatic sweet pepper separator)**. [Online]. Available: [http://cpe.eng.kps.ku.ac.th/db_cpeproj/fileupload/ project_IdDoc7_IdPro2.pdf](http://cpe.eng.kps.ku.ac.th/db_cpeproj/fileupload/project_IdDoc7_IdPro2.pdf). [สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2564.].
- บุญธรรม นิธิอุทัย และชลดา เลวิส. (ม.ป.ป). **สายพาน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://readgur.com>. วันที่สืบค้นข้อมูล 2559, 23 พฤษภาคม.
- ปริญญ์ รอบขอบ และคณะ.(2554). **เครื่องปอกฝรั่งเพื่อการผลิตฝรั่งแช่บ๊วย**. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น “การพัฒนาอนาคตชนบทไทย : ฐานรากที่มั่นคงเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน”. ณ วันที่ 27-29 มกราคม 2554.
- ภิระพล สุขเกษม, สุริยา หล้าบัววงศ์, และ วรเชษฐ์ ชัยวรรณ. (2557). **เครื่องซอยใบมะกรูด**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://ver.vec.go.th>. วันที่สืบค้นข้อมูล 2559 , 12 มิถุนายน.
- มานพ ตันตระกูลบัณฑิตย์. (2540). **ชิ้นส่วนเครื่องมือกล**. บริษัทประชาชนจำกัด. กรุงเทพฯ :
- สำนักพิมพ์ สมาคมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2539
- มานพ ตันตระกูลบัณฑิตย์. (2552). **เฟืองส่งกำลัง**. บริษัทประชาชนจำกัด. กรุงเทพฯ :
- สำนักพิมพ์ สมาคมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2539
- สิมิลัน อาศัทยานิชย์ และฐิติวรรณ ศรีนาถ. ม.ป.ป. **ระบบคัดแยกขนาดปลาอัตโนมัติโดยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอโปรแกรมเพื่องานการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. [Online]. Available: [http:// www.vcharkarn.com/uploads/project/394_1.pdf](http://www.vcharkarn.com/uploads/project/394_1.pdf). [สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2564.]
- สารานุกรมเสรี. (ม.ป.ป). **มอเตอร์**. [ออนไลน์].

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

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

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

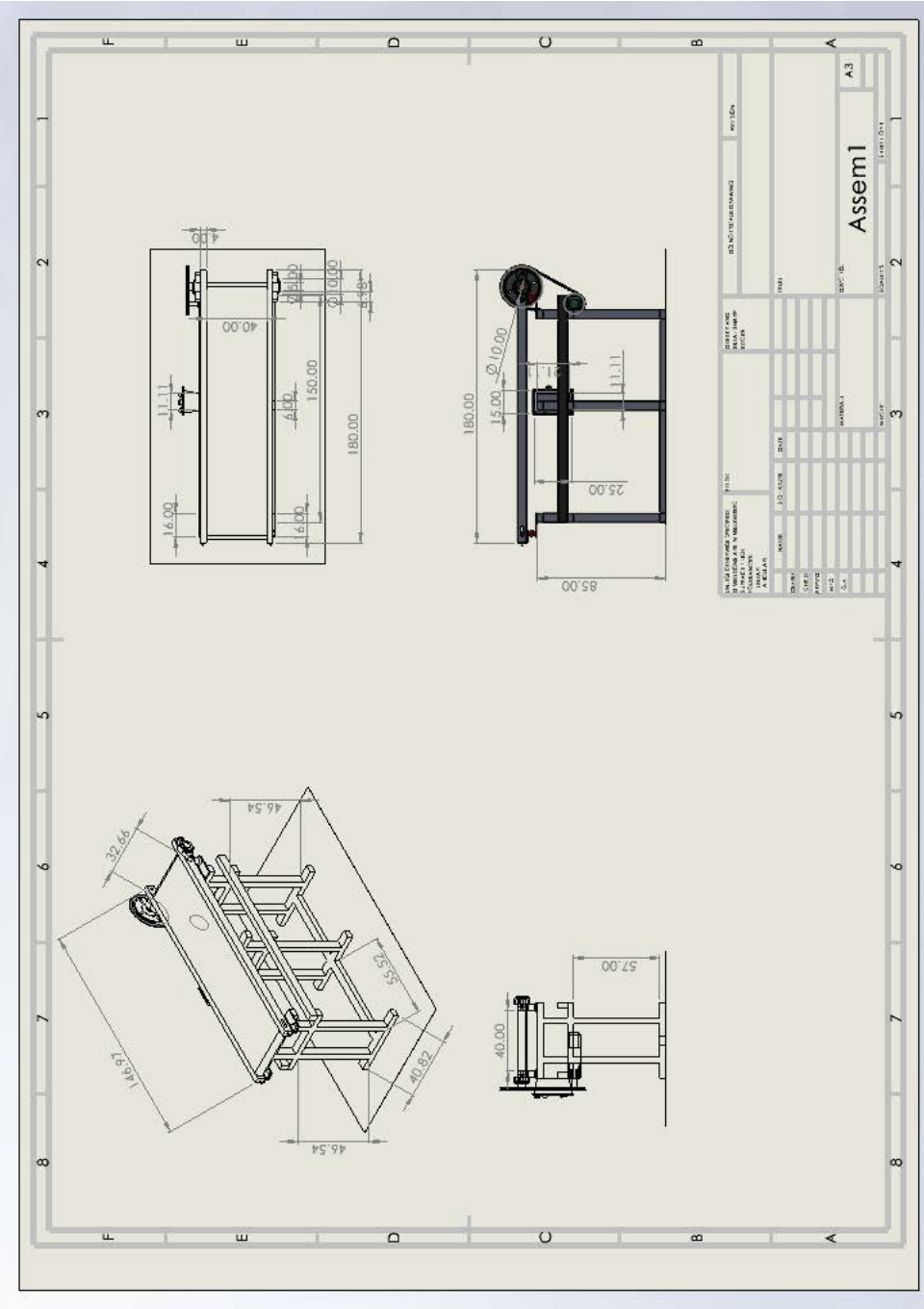
สารานุกรมเสรี. (ม.ป.ป). เหล็ก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://th.wikipedia.org/wiki>. วันที่ สืบค้น
ข้อมูล 2559, 22 พฤษภาคม.

อุสม เทศอาเส็น, สวาท จันทรชีว, และ อมฤต สุชาติานนท์. (2552). เครื่องหันหอม.

[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://ver.vec.go.th>. วันที่สืบค้นข้อมูล 2559, 12 มิถุนายน.

ภาคผนวก

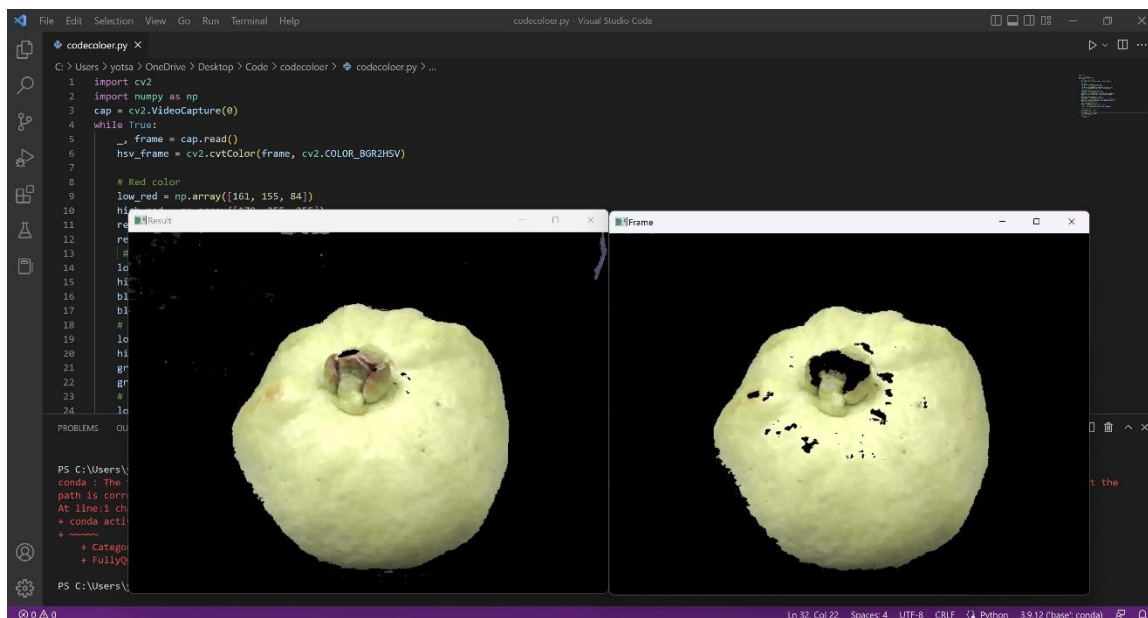
ภาคผนวก ก
แบบเครื่องัดขนาดฝรั่ง



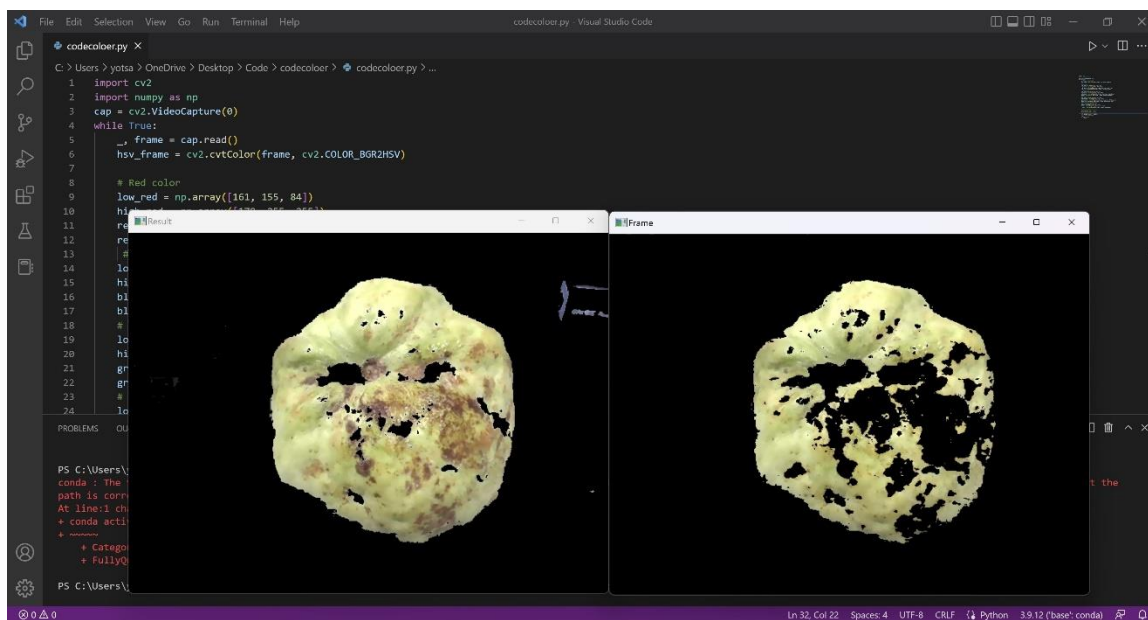
ภาพที่ ก-1 แบบเครื่องคัดขนาดฝรั่ง

ภาคผนวก ข

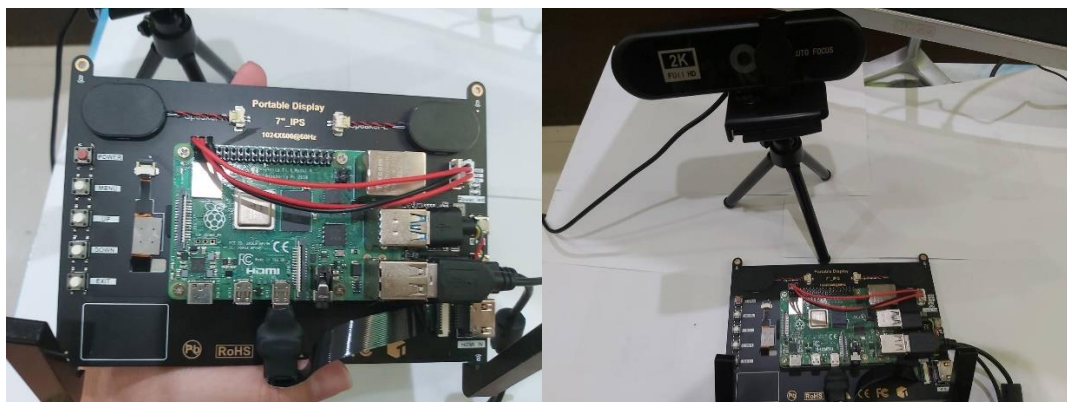
ภาพถ่ายจากการทดสอบเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่ง



ภาพที่ ข-1 แสดงภาพตัวอย่างการคัดเกรดผลฝรั่งที่จัดจำหน่ายเป็นผลของการคัดแยกจากเครื่อง



ภาพที่ ข-2 แสดงภาพตัวอย่างการคัดเกรดผลฝรั่งที่นำมาแปรรูปจากการคัดแยกด้วยตัวเครื่อง



ภาพที่ ข-3 แสดงภาพอุปกรณ์ภายในตัวเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่ง



ภาพที่ ข-4 แสดงตัวอย่างภาพผลฝรั่งที่นำมาทดสอบบนเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่ง

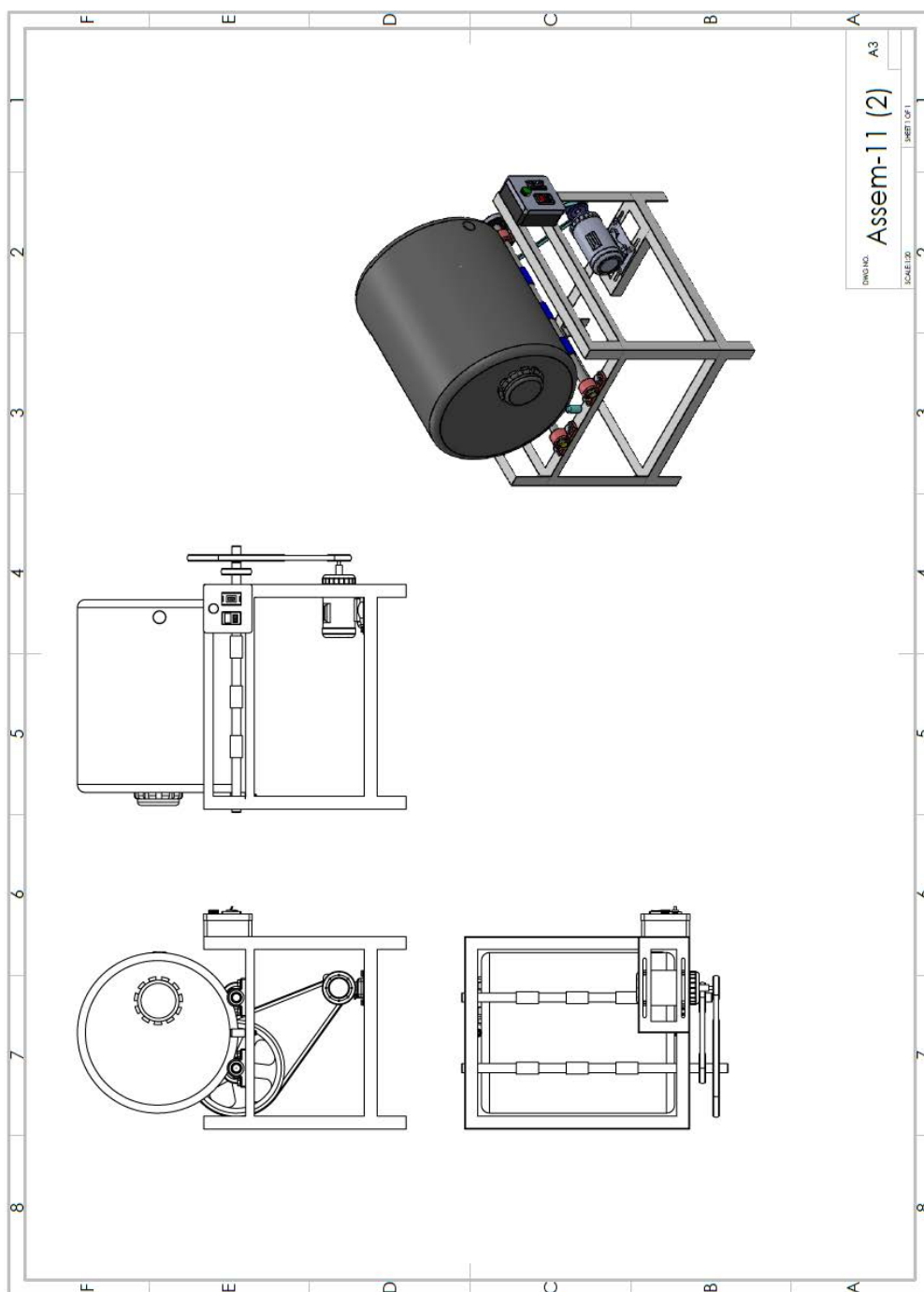


ภาพที่ ข-5 แสดงตัวอย่างภาพผลฝรั่งที่นำมาทดสอบคัดเกรดแปรรูป



ภาพที่ ข-6 แสดงตัวอย่างภาพผลฝรั่งที่นำมาทดสอบคัดขนาด A และขนาด B

ภาคผนวก ค
แบบเครื่องคลุกฟุ้งแช่บ้วย



ภาพที่ ก-1 แบบเครื่องกลึงไฟฟ้า

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 มหาวิทยาลัยนเรศวร
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

ผู้ร่วมวิจัย

2. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายยศวรรัตน์ จันทนา
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Yotsawat Jantana
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
3. สถานที่ติดต่อได้สะดวก วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โทรศัพท์ 056-717164
4. e-mail : yotsawat.j@pcru.ac.th
5. ประวัติการศึกษา วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้าโทคมណาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้าโทคมណาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) เทคโนโลยีการสื่อสาร
6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
7. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว
หัวหน้าโครงการ : การพัฒนาต้นแบบการเก็บถนอมและแปรรูปมะเดื่อฝรั่ง ปี 2563 ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ร่วมวิจัย : การพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี 2563 ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
9. งานวิจัยที่กำลังทำ
9. ผ่านการอบรม :
 - Basic Human Subject Protection Course (จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์)
 - อบรมโครงการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยในการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2