รายงานการวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ สำหรับเกษตรกรชาวสวนละมุด : กรณีศึกษาหมู่บ้านสวนละมุด ต.หนองไขว่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์

Design and Fabrication of Sapodilla Sorting Machine with Two Roll Spindle Model for Sapodilla Orchards : A Case Study of Suan Lamood Village, Tambon Nong Khwai, Lom sak District, Phetchabun Province.

ธรรม์ณชาติ วันแต่ง ปัญญา เทียนนาวา และบุษบากร คงเรือง
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

รหัสโครงการสัญญา PCRU_2559_ N002

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ สำหรับเกษตรกรชาวสวนละมุด : กรณีศึกษาหมู่บ้านสวนละมุด ต.หนองไขว่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์

Design and Fabrication of Sapodilla Sorting Machine with Two Roll Spindle Model for Sapodilla Orchards : A Case Study of Suan Lamood Village, Tambon Nong Khwai, Lom sak District, Phetchabun Province.

ธรรม์ณชาติ วันแต่ง	สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
ปัญญา เทียนนาวา	สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
บุษบากร คงเรือง	สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนโดย งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปีงบประมาณ 2559

ชื่องานวิจัย การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่สำหรับเกษตรกรชาวสวนละมุด : กรณีศึกษาหมู่บ้านสวนละมุด ต.หนองไขว่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์

ผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรรม์ณชาติ วันแต่ง

ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ, สุวิมล เทียกทุม, ปัญญา เทียนนาวา, บุษบากร คงเรือง

สาขาวิชา วิศวกรรมการผลิตและการจัดการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2560

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้คือการพัฒนาเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่รุ่น 2 โดยทำการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสร้างชุดคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ พร้อมประเมินสมรรถนะเครื่องที่สร้างขึ้นและนำไปประเมินความพึงพอใจกับเกษตรชาวสวนละมุด ในการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมจะทำการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล 3^2 และวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลอง เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุด 4 ขนาด คือ เบอร์ 1, 2, 3 และ 4 (เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ) ปัจจัยที่ทำการศึกษาคือปัจจัยด้านความเร็วรอบของเพลาที่ 100, 200 และ 300 rpm และปัจจัยด้านมุมเอียงของเพลาที่ 5°, 10° และ 15° จากผลการทดลองพบว่าในทุกปัจจัยมีผลต่อความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและปัจจัยที่เหมาะสมชี้ให้เห็นว่าการใช้ความเร็วรอบที่ 200 rpm และมุมเอียงที่ 5° จะสามารถให้ความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุดได้ดีที่สุด ต่อมาจึงนำปัจจัยที่เหมาะสมดังกล่าวไปออกแบบและสร้างเครื่อง จากผลการประเมินสมรรถนะพบว่าอัตราการผลิตเฉลี่ยของเครื่องเท่ากับ 473 กก./ชม. ซึ่งสูงกว่าแรงงานคนประมาณ 2.6 เท่า เมื่อแรงงานมีอัตราการผลิตเฉลี่ยที่ 183 กก./ชม. แต่เครื่องจะมีอัตราความผิดพลาดที่ 5.67% มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 5.88 บาท/ชม. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ระบุว่ามีระยะเวลาในการคืนทุน 1.13 ปี ด้านผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องด้วยแบบประเมินกับเกษตรชาวสวนละมุด จำนวน 43 คน มีผลการประเมินเท่ากับ 4.27 ซึ่งอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ : ละมุด เครื่องคัดขนาด ปัจจัยที่เหมาะสม

Title Design and Fabrication of Sapodilla Sorting Machine with Two Roll Spindle Model for Sapodilla Orchards : A Case Study of Suan Lamood Village, Tambon Nong Khwai, Lom sak District, Phetchabun Province.

Author Asst. Prof.Tannachart Wantang

Co-Researcher Hathainuch Janchaiyaphoom, Suwimon Theakthum, Panya Teannawa, Budsabagorn Kongreong

Branch Production Engineering and Management
Phetchabun Rajabhat University 2017

Abstract

This research is to study the development of the expanding roller, sapodilla sizing machine model 2. This has been done by studying the optimal factors for developing the expanding roller, sapodilla sizing machine, examining the machine's competency and evaluating the satisfaction of sapodilla orchards after trying out. The 3^2 factors factorial design and the analysis of experimental variance were applied in studying the optimal factors for developing this machine in order to study influential variable which affects the accuracy of sapodilla sizing which could be grouped into 4 sizes; 1, 2, 3, and 4 (small, medium, large, and extra-large). This research also studies the speed factor of spindle at 100, 200, and 300 rpm and the angle of inclination factor of spindle at 5 degree, 10 degree, and 15 degree. The study found that all factors statistically significant affect the accuracy of sapodilla sizing. The spindle speed at 200 rpm and the spindle's angle of inclination at 5 degree are the most proper for sizing. We took these factors to develop the machine. After examine the quality of the machine found that the mean of productivity is 473 kg/h which is more than the manual sorting about 2.6 time (manual sorting of productivity is 183 kg/h). The error rate is 5.67%. The electricity consumption rate is 5.88 bath/h. The economic

analysis indicates that the payback period is 1.13 years. The satisfaction evaluation, 43 sapodilla orchards evaluate this machine at 4.27 which is in good level.

Keywords : Sapodilla, Sizing machine, Optimal factor

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากคำแนะนำต่างๆ ของคณาจารย์ในสาขาวิชาและในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ตลอดจนความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากนักศึกษาปีที่ 4 ที่ได้สละเวลาช่วยกันออกแบบเครื่อง สร้าง และทดสอบ รวมถึงให้ข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอบพระคุณเกษตรกรหมู่บ้านสวนละมุด ต.หนองไขว่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณาร่วมการทดสอบ ให้การแนะนำแก่ผู้วิจัย และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรรม์ณชาติ วันแต่ง

27 กุมภาพันธ์ 2560

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญรูป ..... ฌ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย 3
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย 4
1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของการวิจัย 6
1.6 ประโยชน์ของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ 6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7
2.1 ละมุด 7
2.2 หลักการด้านการคัดขนาด 11
2.3 เหล็กกล้าไร้สนิมหรือสแตนเลส 21
2.4 การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่า 25
2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลอง 28
2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 37
3.1 อุปกรณ์และวิธีการ 37
3.2 การทดสอบเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสม 42
3.3 การทดสอบหาอัตราการผลิตของเครื่องและประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคน 43
3.4 การประเมินความพึงพอใจของเครื่องกับเกษตรกรชาวสวนละมุด 44

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการวิจัย 46
4.1 ผลการทดสอบปัจจัยที่เหมาะสมในการสร้างชุดคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ 46
4.2 ผลการทดสอบหาอัตราการผลิตของเครื่องและประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคน 50
4.3 ผลการทดสอบเพื่อประเมินความพึงพอใจกับเกษตรกรชาวสวนละมุด 52
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 54
5.1 สรุปผลการวิจัย 54
5.2 ข้อเสนอแนะ 54
บรรณานุกรม 55
ภาคผนวก 59
ภาคผนวก ก (แบบประเมินความพึงพอใจ) 60
ภาคผนวก ข (การประเมินความพึงพอใจกับเกษตรกร) 63
ภาคผนวก ค (การยื่นขอจดทรัพย์สินทางปัญญา) 69
ประวัติผู้วิจัย 78

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1-1 ขนาดของละมุดที่ใช้ในการคัดแยกขนาด 5

2.1 ข้อมูลภาวะการผลิตพืช (รต.02) ละมุด ระดับประเทศ ประจำปี 2558 10

3-1 เกณฑ์การคัดขนาดของเครื่อง 39

3-2 ชนิดของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง 43

4-1 ผลการทดลอง 47

4-2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากการทดลอง 48

4-3 ผลการทดสอบหาอัตราการผลิตของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคน 50

4-4 ระยะเวลาคืนทุน 52

4-5 ผลการทดสอบเพื่อประเมินความพึงพอใจกับเกษตรกรชาวสวนละมุด 53

ก-1 แบบประเมินความพึงพอใจ 61

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

1-1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย 6
2-1 ละมุดไทยหรือละมุดสีดา 8
2-2 ละมุดพันธุ์ไข่ห่าน 8
2-3 ละมุดพันธุ์มะกอก 9
2-4 ขนาดความสูงของผลไม้ 13
2-5 ห่วงคัดขนาดที่เจาะรูให้มีรหัสขนาดต่างๆ 14
2-6 โต๊ะคัดขนาดพุทรา 14
2-7 แบบเครื่องคัดขนาดชุดตะแกรงหมุน 15
2-8 เครื่องคัดขนาดส้มเขียวหวาน 15
2-9 เครื่องคัดกระเทียม 16
2-10 เครื่องคัดกระเทียมแบบตะแกรงทรงกระบอก 16
2-11 เครื่องคัดขนาดมันฝรั่ง 17
2-12 เครื่องคัดขนาดส้มเขียวหวาน 17
2-13 รูปร่างของลูกกลิ้ง K, L, M, N คือจุดสัมผัสระหว่างผลผลิตกับลูกกลิ้ง 18
2-14 เครื่องคัดขนาดส้มโอแบบสายพานบานออก 19
2-15 เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบกรีฟ่า 19
2-16 เครื่องคัดขนาดมะม่วงระบบแปรรูปภาพ 20
2-17 เครื่องคัดขนาดมะม่วงแบบน้ำหนักเปรียบเทียบ 21
2-18 ท่อสแตนเลส 25
3-1 แบบงานต้นแบบในการคัดแยกขนาดละมุด 37
3-2 เพลาคัดขนาดแบบหมุนคู่ 39
3-3 ระบบส่งกำลัง 41
3-4 เครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ 41
3-5 ขนาดละมุด 42
4-1 ผลการกระจายตัวจากการทดลอง 49
4-2 ปัจจัยที่เหมาะสมจากกราฟอันตรกิริยา 49

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ข-1 เครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ที่นำไปประเมินความพึงพอใจ..... 64
ข-2 เกษตรกรปลูกละมุดในจังหวัดเพชรบูรณ์..... 64
ข-3 สาธิตการใช้งานเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่..... 65
ข-4 เกษตรกรทดสอบใช้เครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่..... 65
ข-5 เกษตรกรประเมินความพึงพอใจเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ 1..... 66
ข-6 เกษตรกรประเมินความพึงพอใจเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ 2..... 66
ข-7 เกษตรกรประเมินความพึงพอใจเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ 3..... 67
ข.8 ถ่ายภาพรวมกับเกษตรกร..... 67
ค.1 ขอรับบริการการจัดการทรัพย์สินทางปัญญา สถาบันวิจัยและพัฒนา..... 69
ค.2 คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร แผ่นที่ 1..... 70
ค.3 คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร แผ่นที่ 2..... 71
ค.4 รายละเอียดการประดิษฐ์ แผ่นที่ 1..... 72
ค.5 รายละเอียดการประดิษฐ์ แผ่นที่ 2..... 73
ค.6 รายละเอียดการประดิษฐ์ แผ่นที่ 3..... 74
ค.7 รายละเอียดข้อถือสิทธิ์..... 75
ค.8 รูปเขียนแบบรายละเอียดการประดิษฐ์..... 76
ค.9 บทสรุปการประดิษฐ์..... 77

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ละมุดจัดเป็นผลไม้เมืองร้อนที่มีพุ่มหรือทรงต้นขนาดปานกลางสูงประมาณ 5-20 เมตร เป็นไม้ที่ไม่ผลัดใบจึงทำให้มีใบเขียวชอุ่มตลอดปี ละมุดที่ปลูกในประเทศไทยสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด คือ ละมุดพันธุ์ฝรั่งและละมุดพันธุ์ไทย แต่พันธุ์ที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นละมุดพันธุ์ฝรั่งที่มาจากต่างประเทศ ได้แก่ ละมุดพันธุ์มะกอก ละมุดพันธุ์กระสวย ละมุดพันธุ์ไข่ห่าน และละมุดพันธุ์ต่างประเทศอื่นๆ เช่น พันธุ์เวียดนาม และพันธุ์มาเลเซีย ส่วนด้านละมุดพันธุ์ไทยหรือละมุดสีดานั้นเป็นพันธุ์ที่มีอยู่ในประเทศไทยมานานจะมีผลขนาดเล็ก รสหวาน ปัจจุบันมีการปลูกน้อยลงเพราะมีขนาดเล็ก ในปัจจุบันละมุดพันธุ์มะกอกจึงมีการปลูกกันมากโดยเฉพาะจะปลูกเพื่อการค้าเพราะเป็นพันธุ์ที่มีการดูแลรักษาง่าย ทนทานต่อน้ำท่วมขังได้ดีและให้ผลค่อนข้างดก ลักษณะผลทรงกลมรีมีเนื้อแน่นละเอียด กรอบ รสหวาน กลิ่นหอม จึงทำให้ชาวสวนนิยมปลูกเพื่อจำหน่าย ละมุดเป็นไม้ผลที่ให้ผลเป็นรุ่นตลอดทั้งปีแต่ช่วงที่มีผลผลิตมาก คือ ช่วงตั้งแต่ปลายตุลาคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์และให้ผลผลิตน้อยที่สุดในเดือนกรกฎาคม ละมุดจะเริ่มออกดอกติดผลหลังจากปลูกไปแล้วประมาณ 3-4 ปี หลังจากออกดอกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลได้ใช้เวลาประมาณ 7 เดือน ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 50-100 กิโลกรัมต่อต้น หากดูแลเป็นอย่างดีละมุดสามารถมีอายุยืนได้ถึง 70-80 ปี ผลผลิตละมุดส่วนใหญ่จะใช้บริโภคในประเทศในรูปของผลไม้สด ด้านราคาของละมุดในท้องตลาดจะมีราคาประมาณกิโลกรัมละ 30-50 บาท ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดและฤดูกาล แต่อย่างไรก็ตามด้านราคาของละมุดนั้นจะไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณของละมุดในท้องตลาดมากนักแต่จะขึ้นอยู่กับว่าช่วงเวลาที่ละมุดออกสู่ตลาดนั้นเป็นเป็นช่วงที่มีผลไม้อื่นออกสู่ตลาดมากหรือไม่ เพราะผลไม้ชนิดอื่นๆจะเป็นปัจจัยที่จะทำให้ราคาของผลละมุดสูงขึ้นหรือตกต่ำลง ตลอดจนมีการปลอมปนสีย้อมไหมซึ่งเป็นสีสังเคราะห์สำหรับย้อมสีผิวเพื่อให้ผลละมุดดูสวยงามและช่วยปกป้องรอยช้ำหรือแผลต่างๆหรือไม่ (กิตติคุณ ตอพล, 2550: 3) พื้นที่ปลูกละมุดจะกระจายอยู่ทั่วประเทศแต่จะมีการปลูกมากที่บริเวณจังหวัดสุโขทัย ราชบุรี นครราชสีมา เพชรบูรณ์ เพชรบุรี เป็นต้น

จังหวัดเพชรบูรณ์มีการปลูกสวนละมุดมากที่สุดที่หมู่บ้านสวนละมุด ตำบลหนองไขว่ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยเป็นละมุดพันธุ์มะกอก เกษตรกรที่หมู่บ้านสวนละมุดจะมีการปลูกละมุดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดจึงได้รับการตั้งชื่อว่าหมู่บ้านสวนละมุด ในด้านผลผลิต

ในการเก็บเกี่ยวผลละมุดจะมีประมาณ 60-70 ตันต่อปี อายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตของต้นละมุดที่นี่มีอายุยาวนานมากประมาณ 10 - 15 ปี แต่ปัจจุบันประสบปัญหาด้านการขาดแคลนแรงงานมากทั้งแรงงานในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นและแรงงานในการคัดขนาดเพื่อขายส่ง อีกทั้งการประสบปัญหาด้านต้นทุนที่สูงมากจากค่าแรงงานตามกลไกการปรับเงินค่าจ้างขั้นต่ำ ด้วยปริมาณผลผลิตที่มากและจะออกในระยะเวลาใกล้เคียงกันจึงทำให้ต้องดำเนินการจัดการกับผลผลิตโดยเร็วซึ่งมักจะมีการเสียหายจากกระบวนการต่างๆก่อนถึงขั้นตอนการขายประมาณ 10% ของผลผลิตทั้งหมด ด้านราคาขายส่งนั้นละมุดที่ไม่ทำการคัดขนาดจะมีราคาประมาณ 6 – 7 บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้ามีการคัดขนาดราคาจะสูงขึ้น เช่น ละมุดขนาดเบอร์สองจะมีราคาประมาณ 10 – 12 บาทต่อกิโลกรัม ละมุดขนาดใหญ่พิเศษหรือจัมโบ้จะมีราคาประมาณ 15 – 20 บาทต่อกิโลกรัม เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วจากข้อมูลการสอบถามผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 12 หมู่บ้านสวนละมุด ตำบลหนองไขว่ ได้กล่าวว่าเกษตรกรชาวสวนละมุดในหมู่บ้านมีความต้องการสิ่งประดิษฐ์เกี่ยวกับเครื่องคัดแยกละมุดเพื่อนำมาใช้ในช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิตละมุด เพราะในแต่ละครัวเรือนอย่างน้อยก็มีประมาณ 1-3 ตันต่อการเก็บเกี่ยวในแต่ละครั้ง จนได้นำเรื่องไปปรึกษากับทางเจ้าหน้าที่เกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์ และเจ้าหน้าที่เกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์ก็ได้นำข้อมูลเบื้องต้นดังกล่าวมายังมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ตามลำดับ โดยข้อมูลจากทางเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์กล่าวว่ามีกลุ่มเกษตรกรผู้ทำสวนละมุดได้มาติดต่อสอบถามและปรึกษาปัญหาเรื่องละมุดและต้องการให้ทางมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์จัดสร้างสิ่งประดิษฐ์เกี่ยวกับเครื่องคัดแยกละมุด ทางคณะผู้วิจัยจึงได้ทราบและได้ดำเนินการค้นหาเกี่ยวกับข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องก็พบว่ามีการประดิษฐ์เครื่องคัดแยกละมุดบ้างแล้ว เช่น เครื่องคัดแยกละมุดจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี แต่เมื่อสอบถามกับต้นสังกัดก็พบว่าเครื่องดังกล่าวยังไม่สามารถใช้งานในภาคสนามได้จริงและเกิดการช้ำเสียหายของผลละมุดเป็นจำนวนมาก หรือเครื่องคัดแยกละมุดที่ใช้ในตลาดไทยก็ใช้การประยุกต์มาจากเครื่องคัดผลไม้ชนิดอื่นมาประยุกต์ใช้ เป็นต้น ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ไปสำรวจข้อมูลเบื้องต้นกับเกษตรกรชาวสวนละมุดในหมู่บ้านสวนละมุด ตำบลหนองไขว่ อำเภอหล่มสักจังหวัดเพชรบูรณ์ จึงพบปัญหาหลักๆนอกเหนือจากที่กล่าวข้างต้นแล้วนั้นยังพบว่าในการคัดแยกละมุดในแต่ละครั้งจะใช้เวลาในการคัดแยกนานเพราะต้องใช้ความนุ่มนวลในการคัดด้วยเหตุว่าละมุดเป็นผลไม้ที่มีเปลือกบาง ช้ำง่ายและต้องระมัดระวังในการคัดแยกเป็นพิเศษ ในการคัดแยกแต่ละครั้งนั้นเกษตรกร 2 คน จะคัดแยกละมุดได้ 700-800 กิโลกรัมต่อวัน ระยะเวลาคัดแยก 3-5 ชั่วโมงต่อวันหากต้องการคัดแยกละมุดให้รวดเร็วนั้นเกษตรกรต้องจ้างแรงงานในการคัดแยกเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตามเช่นกัน

ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษางานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องและดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องคัดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ขึ้นทำการออกแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป NX 8.5 สร้างแบบงานและนำไปสร้างเครื่องจริง โดยใช้หลักการของเพลาเหล็กกล้าไร้สนิมหมุนคู่ขนาดความยาวท่อ 1.7 เมตร 4 ท่อน วางคู่กันในลักษณะ 2 คู่ โดยให้ระยะห่างหัวท้ายไม่เท่ากันเมื่อละมุดถูกลำเลียงไปในระหว่างเพลาหมุนจะเกิดการหมุดหาศูนย์น้ำหนักของละมุดและหมุดไหลไปตามแนวท่อและจะตกลงในช่วงที่มีระยะห่างตามขนาดของละมุดไหลลงสู่ตะกร้าคัดขนาดในแต่ละเบอร์ซึ่งมีขนาดในการคัดแยกละมุดออกได้ 4 ขนาดคือ เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ ดังนั้นในการคัดแยกละมุดจึงอาศัยหลักการระยะห่างระหว่างหัว-ท้ายของเพลาที่ไม่เท่ากันประกอบกับการหมุนของเพลา โดยกำหนดให้เพลาด้านซ้ายหมุนทวนเข็มนาฬิกาส่วนด้านขวาหมุนตามเข็มนาฬิกา เพลาแต่ละคู่วางโดยลาดเอียงทำมุมประมาณ 10 องศา เพื่อให้เกิดการไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลก และระยะห่างของเพลาทั้ง 2 คู่นั้นสามารถปรับขนาดได้โดยปรับขนาดตามสเกลด้านหน้าเครื่อง ส่วนการเทผลละมุดเพื่อเตรียมคัดแยกนั้นจะเทใส่กระบะละมุดที่อยู่ด้านหัวเครื่องและไหลสู่ชุดคัดขนาด ในบริเวณที่มีการสัมผัสกับผิวละมุดจะมีการบุด้วยยางเพื่อไม่ให้เกิดรอยช้ำเสียหาย เมื่อออกแบบ สร้างเครื่อง และปรับปรุงแก้ไขแล้วนั้นจะทำการทดสอบหาอัตราการผลิตต่อชั่วโมง อัตราผลิตเทียบกับแรงงานคน อัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและอัตราการเกิดรอยตำหนิของละมุดในการคัดให้เป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตร ละมุด มกษ. 19-2554 และประเมินความพึงพอใจกับกลุ่มตัวอย่างกับเกษตรกรผู้ปลูกละมุด เพื่อสรุปผลการดำเนินงานและขยายผลให้งานวิจัยชิ้นนี้สามารถใช้ได้จริงในการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรและเพิ่มผลิตภาพการผลิตเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสม ลดต้นทุนการผลิตสร้างรายได้ให้กับชุมชนด้วยการใช้เทคโนโลยีเข้ามาพัฒนา และนำไปสู่การเกิดประโยชน์เชิงพาณิชย์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์หลักของการวิจัย

1.2.1 ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่จำนวน 1 เครื่อง

1.2.2 ทดสอบสมรรถนะเครื่องและประสิทธิภาพของเครื่องที่สร้างขึ้นกับเกษตรกรชาวสวนละมุด ต.หนองไขว่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 ศึกษาปัญหา แนวทางการดำเนินงาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์ปัญหาที่ได้และกำหนดแนวทางแก้ไข

1.3.2 ออกแบบและเขียนแบบส่วนประกอบของเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ จัดหาวัสดุ-อุปกรณ์ วางแผนการทดสอบและทดสอบภาคสนาม

1.3.3 สร้างเครื่อง ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไขเครื่อง

1.3.4 ทดสอบสมรรถนะของเครื่อง และเก็บข้อมูลการทดสอบ ได้แก่ อัตราการผลิตต่อชั่วโมง อัตราผลิตเทียบกับแรงงานคน อัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และอัตราการเกิดรอยตำหนิของละมุดให้เป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตร ละมุด มกษ. 19-2554 ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

1.3.5 ทดลองภาคสนามในพื้นที่จริงกับเกษตรกรปลูกละมุดในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.6 ทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้การประเมินความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่างที่ทำการประเมินความพึงพอใจได้แก่ กลุ่มตัวอย่างในจังหวัดเพชรบูรณ์ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกละมุดในตำบลหนองไขว่ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 43 ราย โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งเป็นคำถามแบบมาตราสวนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert Scale)

1.3.7 วิเคราะห์จุดคุ้มทุนในการลงทุนสร้างเครื่องเพื่อใช้ในกระบวนการคัดแยกขนาดละมุด ประกอบด้วยการหาจุดคุ้มทุน (Break Even Point) และระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period)

1.3.8 สรุป วิเคราะห์ผล และจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เกษตรกรชาวสวนละมุด ต.หนองไขว่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.4.2.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในส่วนของเครื่องคัดแยกขนาดละมุด และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคัดแยกละมุดในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.2.2 ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่เพื่อใช้ในกระบวนการคัดแยกละมุดกับเกษตรกรชาวสวนละมุดในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 1 เครื่อง

1.4.2.3 ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ให้สามารถคัดขนาดละมุดได้ 4 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ ดังตารางที่ 1 เพื่อนำบรรจุใส่ตะกร้าขนาดความกว้าง 40 เซนติเมตรความยาว 80 เซนติเมตรและความสูง 30 เซนติเมตร

ตารางที่ 1-1 ขนาดของละมุดที่ใช้ในการคัดแยกขนาด

ขนาดของละมุด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	น้ำหนักต่อลูก (กรัม)	จำนวนลูกต่อกิโลกรัม (ลูก)
เล็ก	30 - 45 มิลลิเมตร	> 60 – 75	13 – 16
กลาง	46 - 55 มิลลิเมตร	>75 – 90	11 – 13
ใหญ่	56 - 65 มิลลิเมตร	> 90 – 105	9 – 11
ใหญ่พิเศษ	65 ขึ้นไป	> 105	≤ 9

(สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554)

1.4.2.4 ทดสอบสมรรถนะของเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ ได้แก่ อัตราการผลิตต่อชั่วโมง อัตราผลิตเทียบกับแรงงานคน อัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และอัตราการเกิดรอยตำหนิของละมุดให้เป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตร ละมุด มกษ. 19-2554 ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ทดสอบสมรรถนะของเครื่อง ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.4.2.5 ทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้การประเมินความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่างที่ทำการประเมินความพึงพอใจได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกละมุดในตำบลหนองไขว่ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 43 ราย ในช่วงปี พ.ศ. 2559

1.4.2.6 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในการสร้างเครื่องจะใช้ข้อมูลการเงิน อัตราดอกเบี้ย ราคาวัสดุ ในช่วงเวลา พ.ศ. 2559 - 2560

1.4.3 ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่ในการวิจัยเพื่อศึกษาข้อมูลประกอบการดำเนินการวิจัย ได้แก่ เกษตรกรชาวสวนละมุด ต.หนองไขว่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

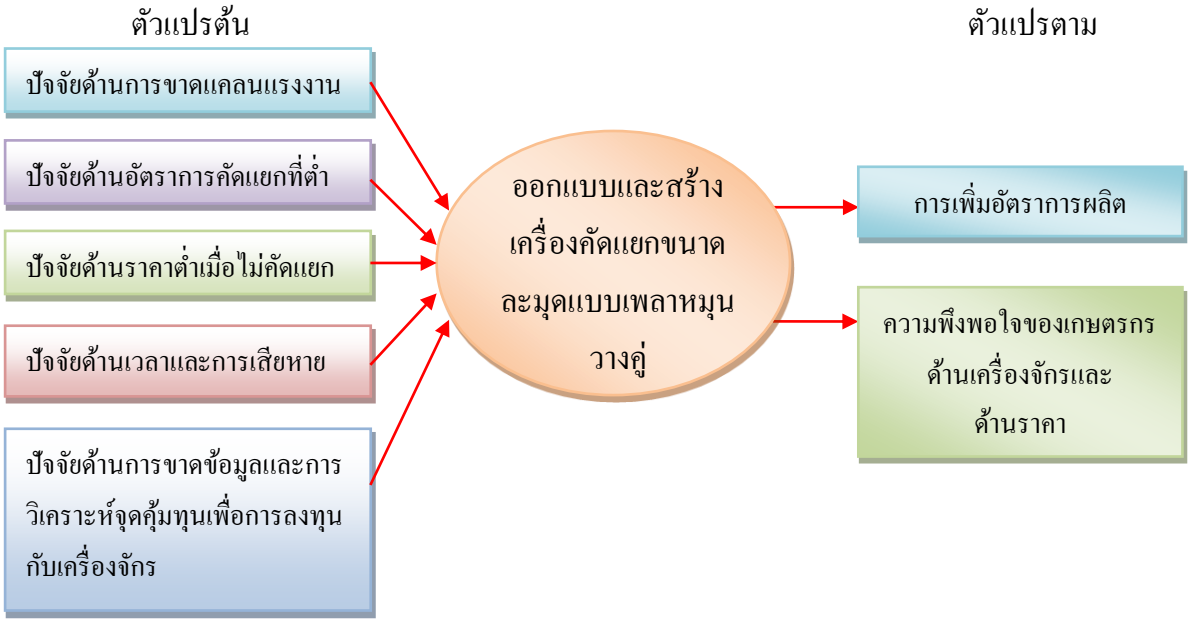
การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 12 เดือน

1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของการวิจัย

1.5.1 สมมติฐานการวิจัย

- ปัจจัยด้านการใช้เครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่มีผลต่อการเพิ่มอัตราการผลิตในการคัดแยกขนาดละมุดของชุมชนได้มากขึ้น
- ปัจจัยด้านการแยกขนาดที่ได้จากเครื่องฯมีผลต่อระดับการตัดสินใจซื้อในราคาที่สูงขึ้น

1.5.2 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



รูปที่ 1-1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

1.6 ประโยชน์ของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ต้นแบบจำนวน 1 เครื่อง ที่สามารถใช้งานจริง โดยการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการช่วยเกษตรกรอย่างเป็นรูปธรรม

1.6.2 แก้ไขปัญหาด้านการขาดแคลนแรงงานและอัตราผลผลิตที่ต่ำ

1.6.3 การเผยแพร่ผลงานในวารสารวิชาการ วารสารวิจัย และจดอนุสิทธิบัตร

1.6.4 เกษตรกรชาวสวนละมุด ต.หนองไขว่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ มีความพึงพอใจในสิ่งประดิษฐ์ที่มหาวิทยาลัยฯได้สร้างขึ้น และเป็นการสนับสนุนเกษตรกรและท้องถิ่นในจังหวัดเพชรบูรณ์ตามพันธกิจ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้คณะผู้วิจัยจะกล่าวถึงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับละมุด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุด

2.1 ละมุด

ละมุด (Sapodilla) มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปในแต่ละท้องถิ่น ได้แก่ ละมุดสีดา ละมุดฝรั่ง ทางใต้เรียก สหวา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า อะครัสซาโปทา (Achrassapota L.) ถิ่นกำเนิดของละมุดอยู่ในอเมริกากลางละมุดชอบอากาศร้อนชื้น

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

2.1.1.1 ต้น : เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง ไม่ผลัดใบ สูงประมาณ 15-20 เมตรต้นแผ่กิ่งก้านสาขาแข็งแรง กิ่งเหนียวไม่หักง่าย เมื่อต้นยังไม่แก่ เปลือกจะเรียบมีสีน้ำตาลอ่อน เมื่อต้นแก่เปลือกจะแยกแตกออกจากกัน เปลือกของลำต้นมีสีน้ำตาล

2.1.1.2 ใบ : มีสีเขียวเข้มค่อนข้างแข็ง หนา เรียบ รูปรี ปลายใบแหลมเล็กน้อย ยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร กว้างประมาณ 3-7 เซนติเมตร ด้านบนใบเป็นมัน ใต้ท้องใบสีเขียวอ่อน เกิดเป็นกระจุกแน่นตามปลายกิ่ง

2.1.1.3 ดอก : เป็นดอกเดี่ยว เกิดตามซอกใบใกล้ปลายกิ่งเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีกลีบเลี้ยง 6 กลีบ กลีบดอก 6 กลีบ เชื่อมติดกันเป็นแตร มีสีเหลืองนวล

2.1.1.4 ผล : รูปไข่ ยาวรีหรือกลม ขึ้นอยู่กับพันธุ์ เปลือกผลบางมีสีน้ำตาลอ่อน ผลขณะยังดิบอยู่จะมียางสีขาว มีรสฝาด เนื้อแข็ง เมื่อสุกจะไม่มียาง เนื้อผลมีสีน้ำตาลปนแดง ผลมีรสหวานหอม เนื้อมีทั้งกรอบและนิ่ม

2.1.1.5 เมล็ด : เมล็ดมีลักษณะแข็งสีดำเป็นมัน เปลือกแข็ง รูปร่างยาวเรียวประมาณ 4 เซนติเมตร ในผลหนึ่งๆ มีเมล็ดประมาณ 2-6 เมล็ด

2.1.2 พันธุ์ละมุด

พันธุ์ละมุดที่ปลูกกันอยู่ทั่วไปในประเทศไทย มี 2 ชนิด คือ ละมุดไทยหรือละมุดสีดา และละมุดฝรั่ง

ละมุดพันธุ์ไทยหรือละมุดสีดานั้นเป็นพันธุ์ที่มีอยู่ในประเทศไทยมานานจะมีผลขนาดเล็ก รสหวาน ปัจจุบันมีการปลูกน้อยลงเพราะมีขนาดเล็ก ละมุดฝรั่ง มีหลากหลายพันธ์ เช่น ละมุดพันธุ์ไข่ห่าน ลักษณะและขนาดของผลใกล้เคียงกับไข่ห่าน เปลือกบาง เวลาสุกเนื้อค่อนข้างหยาบไม่แข็งกรอบ เนื้อสีน้ำตาลอ่อน รสหวานเย็น และมีเนื้อมาก ละมุดพันธุ์มะกอก ลักษณะและขนาดของผลคล้ายกับผลมะกอกเมื่อผลแก่จัดผิวของผลมีสีน้ำตาลอมเหลืองเมื่อสุกเนื้อในของผลจะมีสีน้ำตาลอมแดง รสหวานหอมอร่อย

รูปที่ 2-1 ละมุดไทยหรือละมุดสีดา

รูปที่ 2-2 ละมุดพันธุ์ไข่ห่าน

รูปที่ 2-3 ละมุดพันธุ์มะกอก

2.1.3 การออกผลของละมุด

ละมุดจะเริ่มให้ผลตั้งแต่ปีที่ 3 และจะออกผลตลอดปี รุ่นแรกจะออกดอกเดือนธันวาคมเก็บผลได้ในเดือนมิถุนายน ละมุดอายุ 3 ปี จะได้ผลปีละประมาณ 100-200 ผลต่อต้น ละมุดอายุ 4-6 ปี จะได้ผลปีละประมาณ 300-500 ผลต่อต้น และละมุดอายุ 7-10 ปี จะได้ผลปีละประมาณ 600-1,000 ผลต่อต้น การให้ผลของละมุดจะทวีขึ้นเรื่อยๆ ถ้าเจ้าของสวนเอาใจใส่ปฏิบัติบำรุงรักษาให้ดีแล้ว ละมุดจะมีอายุยืนไปถึง 70-80 ปี (ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ, 2549)

2.1.4 การเก็บเกี่ยวผลละมุด

ผลละมุดจะเริ่มออกช่วงปลายปี โดยจะเริ่มติดผลในช่วงเดือนกรกฎาคมและโตเต็มที่พร้อมเก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายนถึงปลายๆ เดือนกุมภาพันธ์ การเก็บผลละมุดควรใช้กรรไกรตัดให้ติดก้านขั้ว แล้วนำผลละมุดมาล้างให้สะอาดหลังเก็บเกี่ยว และรอให้ผลละมุดน้ำหมาด ๆ เอามาใส่ตะกร้า เมื่อได้ผลละมุดที่สะอาดแล้วนำไปคัดแยกขนาด การคัดแยกขนาดผลละมุดจะแบ่งออกเป็น 4 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ และจะคัดผลที่มีรอยช้ำและมีตำหนิออก เมื่อคัดแยกขนาดผลละมุดเสร็จจะต้องนำไปบ่มก่อน โดยการบ่มคือเอาผลละมุดใส่กล่องหรือภาชนะใหญ่ ๆ จากนั้นนำกระสอบปาดหรือผ้าหนา ๆ มาคลุมปิดเอาไว้ให้สนิท หากอากาศร้อนเพียงพอหากจะทำให้ผลละมุดดูสวยงาม และก็สามารถย้อมสีด้วย ปูนแดงเพื่อให้ละมุดมีรสชาติที่ดี ไม่ฝาด (ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ, 2549)

ตารางที่ 2-1 ข้อมูลภาวะการผลิตพืช (รต.02) ละมุด ระดับประเทศ ประจำปี 2558

ลำดับ	จังหวัด	จำนวนครัวเรือน	เนื้อที่ปลูกทั้งหมด (ไร่)			เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต (ไร่)	ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ (กิโลกรัม)	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัม /ไร่)		ราคาเฉลี่ย (บาท/กิโลกรัม)
			ให้ผลผลิต	ยังไม่ให้ผล	รวม			/เนื้อที่ให้ผลผลิต	/เนื้อที่เก็บเกี่ยว	
1.	ปทุมธานี	4	6.50	31.50	38.00	5.00	6,500.00	1,000.00	1,300.00	16.92
2.	พระนครศรีอยุธยา	22	6.00	13.50	19.50	1.00	5,000.00	833.33	5,000.00	30.00
3.	อ่างทอง	46	13.00	3.00	16.00	12.00	1,200.00	92.31	100.00	20.00
4.	ลพบุรี	33	529.00	25.00	554.00	14.00	5,200.00	9.83	371.43	14.77
5.	สิงห์บุรี	5	2.00	0.00	2.00	2.00	750.00	375.00	375.00	10.00
6.	สระบุรี	1	8.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.	ชลบุรี	19	66.50	4.00	70.50	28.00	15,090.00	226.92	538.93	20.00
8.	ระยอง	17	34.00	3.00	37.00	5.00	12,620.00	371.18	2,524.00	24.01
9.	ตราด	3	2.00	0.00	2.00	2.00	1,800.00	900.00	900.00	41.67
10.	ปราจีนบุรี	9	16.00	1.00	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.	นครราชสีมา	372	1,790.00	917.00	2,707.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.	ชัยภูมิ	29	58.00	8.00	66.00	10.00	10,000.00	172.41	1,000.00	30.00
13.	อุดรธานี	9	20.00	0.00	20.00	10.00	3,250.00	162.50	325.00	23.69
14.	เลย	5	8.00	0.00	8.00	6.00	1,800.00	225.00	300.00	6.00
15.	กาฬสินธุ์	2	2.00	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.	สกลนคร	1	7.00	2.00	9.00	7.00	5,700.00	814.29	814.29	38.07
17.	เชียงใหม่	13	16.00	10.00	26.00	2.00	2,950.00	184.38	1,475.00	25.76
18.	ลำปาง	60	0.00	10.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19.	อุตรดิตถ์	6	0.00	9.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.	นครสวรรค์	193	209.00	37.00	246.00	105.00	55,336.00	264.77	527.01	11.36
21.	กำแพงเพชร	1	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22.	สุโขทัย	1,627	5,521.50	62.00	5,583.50	5,521.00	5,589,285.00	1,012.28	1,012.37	5.08
23.	พิษณุโลก	37	18.00	12.00	30.00	3.00	580.00	32.22	193.33	14.76
24.	พิจิตร	7	17.25	16.00	33.25	16.00	1,360.00	78.84	85.00	20.00
25.	เพชรบูรณ์	19	48.00	3.00	51.00	21.00	31,500.00	656.25	1,500.00	10.00
26.	ราชบุรี	537	5,848.00	294.00	6,142.00	4,207.00	7,227,734.00	1,235.93	1,718.03	19.04
27.	สมุทรสงคราม	16	0.00	86.00	86.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.	เพชรบุรี	429	830.00	5.00	835.00	176.00	389,000.00	468.67	2,210.23	20.72
29.	ประจวบคีรีขันธ์	8	33.00	0.00	33.00	10.00	3,000.00	90.91	300.00	18.00
30.	นครศรีธรรมราช	1	3.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.	สุราษฎร์ธานี	7	33.00	0.00	33.00	33.00	8,125.00	246.21	246.21	20.00
32.	สงขลา	143	228.00	31.75	259.75	216.00	78,159.00	342.80	361.85	36.26
33.	สตูล	1	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34.	พัทลุง	68	88.00	33.00	121.00	76.00	31,400.00	356.82	413.16	31.34
รวมทั้งหมด		3,750	15,463	1,618	17,082.50	10,488.00	13,487,339	872.19	1,285.98	13.41

(กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559)

2.2 หลักการด้านการคัดขนาด

ขนาด (Size) เป็นสมบัติทางกายภาพ (Physical Properties) ขนาดและรูปร่าง เป็นสมบัติที่แยกกันไม่ออก หากจะอธิบายวัสดุว่ามีขนาดอย่างไรต้องบอกรูปร่างด้วยเสมอ ความสำคัญของขนาดอาหาร ขนาดและรูปร่างของอาหาร เป็นสมบัติทางกายภาพที่สำคัญต่อกระบวนการแปรรูปอาหาร (Food Processing) เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจนถึงโต๊ะอาหารของผู้บริโภค

ขนาดมีผลต่อประสิทธิภาพและราคา ขนาดของผลผลิตทางการเกษตรและประมง เช่น ผัก ผลไม้ ปลา กุ้ง เป็นผลมาจากการเพาะปลูกการดูแลรักษาก่อนการเก็บเกี่ยว ซึ่งมีผลกระทบต่อการยอมรับของผู้บริโภคการซื้อขายสินค้าดังกล่าว มักใช้ขนาดเป็นเกณฑ์กำหนดด้านคุณภาพที่สำคัญ โดยทั่วไปผู้บริโภคมักนิยมผลผลิตที่มีขนาดใหญ่ เพราะบ่งชี้ว่าได้รับการดูแล บำรุง เลี้ยงดูอย่างดี มีความบริบูรณ์ และมีความสัมพันธ์ที่ดีกับคุณภาพภายใน ซึ่งมาตรฐานคุณภาพสินค้าเกษตรโดยทั่วไป จะจัดผลผลิตที่มีขนาดใหญ่ ที่มีความสมบูรณ์ มีรูปร่างตรงตามพันธุ์อยู่ในชั้นคุณภาพที่สูงกว่าผลิตผลขนาดเล็ก ซึ่งมีผลต่อราคาของผลิตผลที่สูงกว่าด้วย ยกเว้นบางกรณีแต่น้อยมากที่มาตรฐานระบุว่าผลิตผลซึ่งมีขนาดใหญ่เกินไป เป็นตำหนิที่ไม่ต้องการเพราะแสดงถึงการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ เช่น ขนาดของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ระบุว่าให้มีขนาดระหว่าง 1.5 ถึง 6 กิโลกรัม ผลที่น้ำหนักมากกว่า 6 กิโลกรัม จัดเป็นทุเรียนที่มีตำหนิ เป็นต้น ขนาดมีผลต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ผลิตผลทางการเกษตรขนาดใหญ่มีราคาสูง นิยมจำหน่ายเพื่อบริโภคสด เช่น มะม่วงผลขนาดใหญ่ จำหน่ายทั้งผลเป็นผลสดได้ราคาสูงมะม่วงผลขนาดกลาง อาจนำมาแปรรูปด้วยการดองทั้งผล ส่วนมะม่วงกวนหรือน้ำมะม่วงอาจใช้ขนาดกลางถึงขนาดเล็ก ซึ่งมีราคาต่ำกว่าเพราะใช้เฉพาะส่วนเนื้อมาลดขนาด บดสับ ขนาดมีผล ต่อประสิทธิภาพการแปรรูปและการบรรจุการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรในระดับอุตสาหกรรมต้องใช้เครื่องจักรเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ต้องการวัตถุดิบที่มีขนาดสม่ำเสมอ เนื่องจากมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์แปรรูปอาหาร ดังนั้นขั้นตอนสำคัญของการเตรียมวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูปอาหาร หรือการปรุงอาหารคือการคัดขนาดเพื่อให้วัตถุดิบที่มีขนาดสม่ำเสมอตรงตามวัตถุประสงค์ที่ใช้ประโยชน์ เช่น การผลิตสับปะรดกระป๋องต้องคัดขนาดสับปะรดให้ได้ขนาดที่ต้องการก่อนเข้าสู่เครื่องปอกเปลือก เครื่องเจาะแกนสับปะรดที่มีขนาดใหญ่เกิดไปจะสูญเสียเนื้อมากระหว่างการปอกเปลือก นอกจากนั้นขนาดของชิ้นอาหาร มีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อน การถ่ายเทมวล ระหว่างขั้นตอนต่างๆ ในการแปรรูปอาหาร เช่น การแปรรูปอาหารด้วยความร้อน การทำแห้ง การแช่เยือกแข็ง การสกัด จึงต้องทำการคัดขนาด ลดขนาดก่อน เพื่อให้ได้ชิ้นอาหารที่สม่ำเสมอ เข้าสู่กระบวนการเพื่อให้การ

กระจายความร้อนสม่ำเสมอ และขนาดของอาหารยังมีผลต่อการบรรจุ การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ วิธีการบรรจุ พื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บ การขนส่ง ซึ่งมีผลต่อต้นทุนการผลิตสินค้า

2.2.1 เกณฑ์การกำหนดขนาด

เกณฑ์ที่ใช้เพื่อการกำหนดขนาดของอาหาร ขึ้นอยู่กับรูปร่างและชนิดของอาหาร มวล น้ำหนัก เช่น ปลา กุ้ง หอย ความยาว เส้นผ่าศูนย์กลาง เช่น ผลไม้ที่มีลักษณะกลมและเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต

2.2.2 การคัดขนาด

การคัดขนาด เป็นการคัดคุณภาพตามขนาด ของวัตถุดิบเป็นขั้นตอนสำคัญของการเตรียมวัตถุดิบที่ใช้เพื่อการแปรรูปอาหาร ผัก ผลไม้ เมล็ดธัญพืช ถั่วเมล็ดแห้ง ซากสัตว์ ชิ้นส่วนสัตว์ชำแหละ นอกเหนือจากการคัดขนาดวัตถุดิบ การคัดขนาดยังดำเนินการในระหว่างกระบวนการผลิต เช่น วัตถุดิบที่ผ่านการลดขนาดแล้ว หรือผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการแปรรูป เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดสม่ำเสมอตรงความต้องการของผู้บริโภค

2.2.3 วัตถุประสงค์ของการคัดขนาด

2.2.3.1 เพื่อให้ได้วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดสม่ำเสมอ มีมาตรฐานซึ่งเป็นคุณภาพซึ่งผู้บริโภคต้องการ สินค้าที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอ เช่น มีการแตกหัก เป็นตำหนิ ซึ่งมีผลต่อการยอมรับสินค้า

2.2.3.2 เพื่อแบ่งวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ออกเป็นระดับชั้นคุณภาพตามขนาด (Size Grading) เพื่อเพิ่มมูลค่าและเพื่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์ เช่น มะม่วงผลขนาดใหญ่จำหน่ายเพื่อรับประทานผลสด ผลขนาดเล็กจะนำมาแปรรูป เช่น มะม่วงกวน มะม่วงดอง เป็นต้น

2.2.3.3 เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีขนาดสม่ำเสมอสะดวกต่อการแปรรูปในขั้นตอนต่อไป โดยเฉพาะการแปรรูปด้วยเครื่องจักร เช่น การปอกเปลือก ผัก ผลไม้ มันฝรั่ง กุ้ง การลดขนาด การขอดเกล็ดปลา

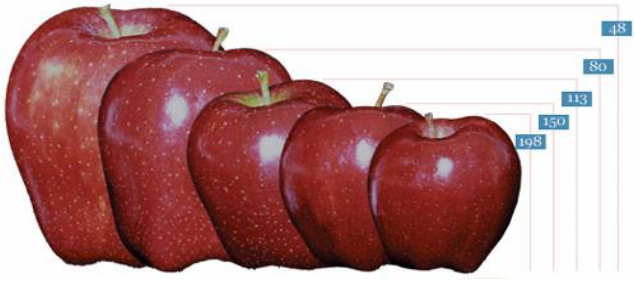
2.2.3.4 เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของการกระจายอุณหภูมิ ระหว่างการแปรรูปอาหาร เช่น การนึ่ง การทอด การต้ม เพื่อให้สะดวกในการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ เช่น ผลไม้สดที่บรรจุกล่องขนาดมาตรฐานจะมีจำนวนผลในกล่องบรรจุเท่ากันการแปรรูปด้วยความร้อน (Thermal Processing) การแช่เย็น การแช่เยือกแข็ง เป็นต้น

2.2.3.5 เพื่อให้สะดวกในการบรรจุใน บรรจุภัณฑ์ เช่น ผลไม้สดที่บรรจุกล่องขนาดมาตรฐานจะมีจำนวนผลในกล่องบรรจุเท่ากัน

2.2.4 เกณฑ์การคัดขนาด

เกณฑ์ที่ใช้คัดขนาดของวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ สมบัติทางกายภาพ ได้แก่

2.2.4.1 ปริมาตรของวัสดุ เนื่องจากในการวัดปริมาตรทำได้ยากจึงอาจใช้สมบัติทางกายภาพอื่นที่มีความสัมพันธ์กับปริมาตรเพื่อการประเมินขนาด วัสดุรูปทรงกลม เช่น ส้ม มะนาว ส้มโอ มังคุด แอปเปิล หรือใกล้เคียงทรงกลม อาจประเมินได้จากเส้นผ่านศูนย์กลางหรือเส้นรอบวงส่วนที่มากที่สุด วัตถุดิบที่มีขนาดเล็ก เช่น ถั่วเมล็ดแห้ง ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วดำ อาจใช้เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยวัสดุรูปทรงกระบอก เช่น แครอท หัวผักกาด มันฝรั่ง อาจทั้งเส้นรอบวงส่วนที่กว้างที่สุด และความยาวของหัว



ภาพที่ 2-4 ขนาดความสูงของผลไม้

2.2.4.2 ความยาว เช่น หน่อไม้ฝรั่ง เมล็ดข้าว

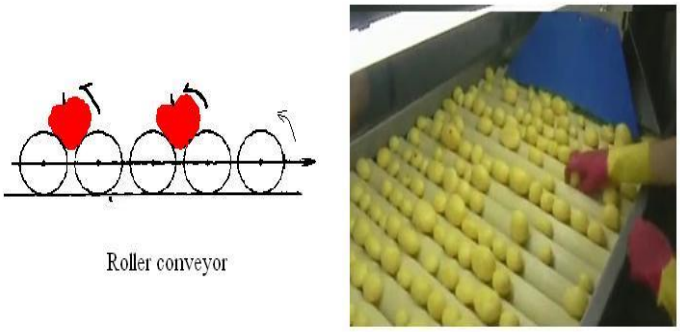
2.2.4.3 น้ำหนักใช้กับวัตถุดิบที่มีรูปร่างไม่เป็นทรงเรขาคณิตวัตถุดิบที่มีมูลค่าสูง เช่น กุ้ง ปลาซากสัตว์ ชิ้นส่วนชำแหละ เช่น เนื้อหมู ไก่ โดยกำหนดเกณฑ์น้ำหนัก แล้วชั่งทุกชิ้นเพื่อประเมิน

2.2.5 วิธีการคัดขนาด

2.2.5.1 วิธีการคัดขนาดการคัดด้วยคน โดยการใช้สายตาเพื่อตรวจคัดขนาดที่ไม่ต้องการออกมีข้อดีคือ คนมีความยืดหยุ่นสูง สามารถใช้ได้กับอาหารได้ทุกชนิด เหมาะกับอาหารที่มีรูปทรงแปลกไม่เป็นเรขาคณิต วัตถุดิบที่บอบช้ำง่ายหรือกับวัตถุดิบที่มีปริมาณการผลิตไม่มาก วัตถุดิบถูกคัดบนโต๊ะคัดหรือมีอุปกรณ์ลำเลียง เช่น สายพานลำเลียง อาจมีการใช้อุปกรณ์ช่วยเพื่อการคัด เช่น

ห่วงคัดขนาดที่เจาะรูให้มีรหัสขนาดต่างๆ แผ่นเทียบขนาดหรือเครื่องมือวัดขนาดอื่นๆ พนักงานจะหยิบเพื่อเลือกแบ่งตามรหัสขนาดที่ต้องการ และยังสามารถคัดเลือกหยิบวัตถุดิบที่มีตำหนิอื่นๆ เช่น สีการเน่าเสียที่มองเห็นด้วยตาเปล่าออกจากวัตถุดิบที่ดีได้อีกด้วย

รูปที่ 2-5 ห่วงคัดขนาดที่เจาะรูให้มีรหัสขนาดต่างๆ

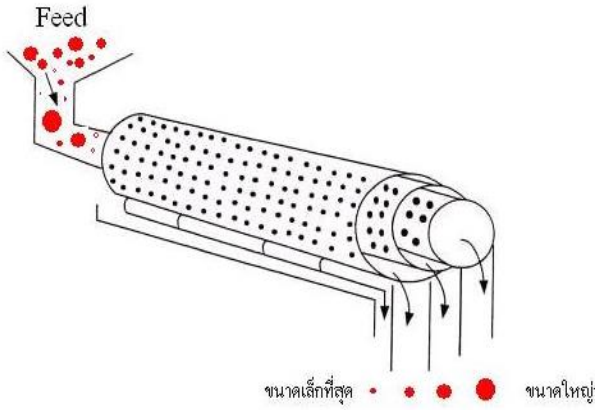


รูปที่ 2-6 โต๊ะคัดขนาดพุทรา

2.2.5.2 การคัดขนาดด้วยการใช้เครื่องคัดขนาดเครื่องคัดขนาดเป็นเครื่องคัดแยก (Sorter) ที่ใช้เพื่อการคัดแยก (Sorting) วัตถุดิบ โดยใช้ขนาดเป็นเกณฑ์ การคัดขนาดเป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อการเตรียมวัตถุดิบ หรือเป็นขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิตหรือหลังจากได้ผลิตภัณฑ์หลังการแปรรูปที่มีขนาดแตกต่างกันออกจากกัน

2.2.5.3 การคัดขนาดด้วยการใช้ตะแกรง เป็นการคัดขนาด โดยการใช้ตะแกรงที่มีช่องเปิด หรือแผ่นที่เจาะรูเป็นวงกลมให้ มีเส้นรอบวงเท่ากับเส้นรอบของวัตถุดิบ ตามเกณฑ์ที่ต้องการ

วัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่กว่าจะค้างอยู่บนตะแกรง วัตถุดิบที่มีขนาดเล็กกว่าจะหลุดรอดตะแกรงได้ ลักษณะของตะแกรง เป็นแผ่นแบน ที่เรียงเป็นชุดต่อเนื่องกัน หรือ เรียงซ้อนกันเป็นชั้น มีรูเปิดไล่ขนาดกันมา เพื่อให้คัดได้หลายขนาด การคัดแยกด้วยตะแกรง มีการใช้ แรงกล เขย่าโยกหรือ หมุน ให้วัตถุดิบเคลื่อนที่ เหมาะกับวัตถุดิบที่มีรูปทรงกลม หรือใกล้เคียงทรงกลม ที่กลิ้งได้ เช่น ส้มส้มโอ มะนาว ตามขนาดที่ต้องการตามรูปร่างของวัสดุ ข้อจำกัดของการคัดขนาดด้วยการใช้ตะแกรง คือวิธีนี้ไม่เหมาะกับอาหารที่บอบช้ำง่ายแตกหักง่าย เพราะวัตถุดิบจะต้องมีการชนกันกระแทกกันระหว่างการคัดขนาด



รูปที่ 2-7 แบบเครื่องคัดขนาดชุดตะแกรงหมุน

รูปที่ 2-8 เครื่องคัดขนาดส้มเขียวหวาน

รูปที่ 2-9 เครื่องคัดกระเทียม

2.2.5.4 เครื่องคัดขนาดแบบตะแกรงทรงกระบอก (Drum Screen) เครื่องคัดขนาดประเภทนี้ประกอบด้วย ตะแกรงทรงกระบอกหมุนได้ ขนาดรูเปิดของตะแกรงสอดคล้องกับขนาดของวัตถุดิบที่ต้องการคัด อาจเป็นแบบทรงกระบอกเดี่ยว หรือทรงกระบอกที่เรียงซ้อนกันเป็นชุดจำนวน 3-4 ชั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเปิดของตะแกรงชั้นในจะมีขนาดใหญ่สุด และเล็กลงมาตามลำดับ วัตถุดิบจะถูกลำเลียงเข้าสู่เครื่องคัดด้วยเกลียวลำเลียงและหมุนอยู่ภายในตะแกรง เมล็ดพืชที่มีขนาดใหญ่จะค้างอยู่บนตะแกรงและถูกลำเลียงออก เมล็ดขนาดเล็กจะรอดผ่านรูตะแกรง ผ่านออกมาชั้นนอก เครื่องคัดขนาดแบบเป็นชุด จะแยกขนาดของวัตถุดิบได้ตามจำนวนของตระแกรง 3 ชั้นจะแยกวัตถุดิบได้ 3 ขนาด ตามขนาดรูเปิด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ เครื่องคัดขนาดแบบตระแกรงทรงกระบอกเหมาะสำหรับวัตถุดิบที่มีขนาดเล็กทนต่อแรงกระแทกได้ดี เช่น ถั่วเมล็ดแห้ง ถั่วลิสง กระเทียม เมล็ด-กาแฟ เมล็ดโกโก้ และเมล็ดธัญพืช

รูปที่ 2-10 เครื่องคัดกระเทียมแบบตะแกรงทรงกระบอก

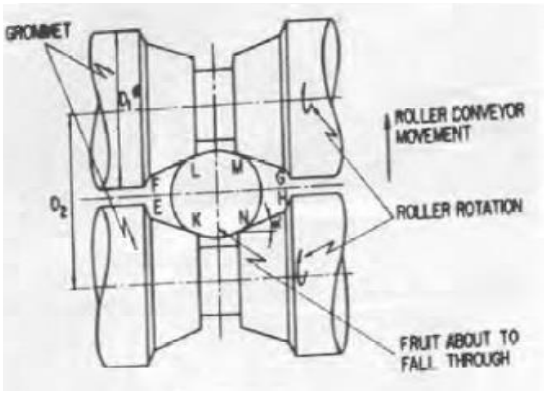
2.2.5.5 เครื่องคัดขนาดโดยใช้การกระเด้ง (Bouncing Properties) โดยใช้สมบัติของการกระเด้ง (Bouncing Properties) ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ของการคืนตัว (Coefficient of Restitution) โดยให้เมล็ดพืช ตกจากที่สูงจากสายพานลำเลียง (Conveyer) ไหลลงมาตามรางส่ง (Laner) ตกลงมากระทบกับลูกกลิ้ง (Drum) ทำให้เมล็ดโกโก้กระเด้งออกไปตามวิถีโค้งตามขนาดของเมล็ด แล้วลงไปในที่รองรับต่อไป

รูปที่ 2-11 เครื่องคัดขนาดมันฝรั่ง

2.2.5.6 เครื่องคัดขนาดแบบสายพานลำเลียงเจาะรู (Perforated Conveyor Size, PCS) เครื่องคัดขนาดแบบนี้ผลผลิตจะถูกส่งไปบนสายพานที่มีรู สายพานมีความยาวไม่มากนักการใช้งานต้องใช้สายพานหลายๆ ชุดต่อเนื่องกันแต่ละชุดมีขนาดของรูไม่เท่ากันการคัดเริ่มจากขนาดเล็กก่อน ตัวสายพานอาจเป็นผ้าใบ แผ่นยาง พลาสติก หรือโลหะ เช่น โซ่ตาข่ายที่มีตาห่างระยะต่างๆ กันก็ได้ เครื่องคัดขนาดส้มในประเทศไทยในปัจจุบันก็จัดอยู่ในประเภทนี้ แต่แทนที่จะใช้สายพานกลับใช้ลูกกลิ้งทรงกระบอกขนาดใหญ่ที่เจาะรูไว้ขนาดต่างๆ กัน

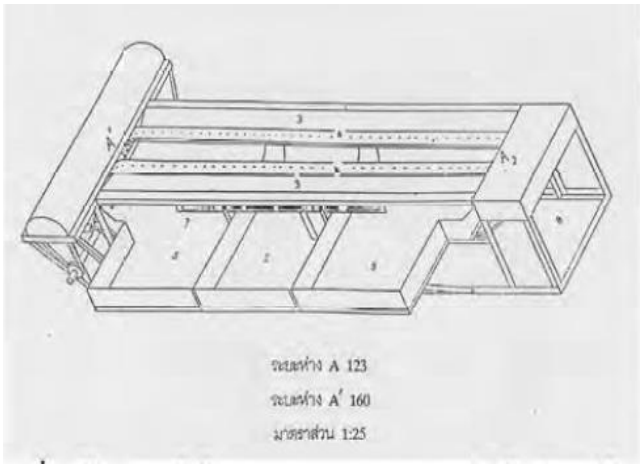
รูปที่ 2-12 เครื่องคัดขนาดส้มเขียวหวาน

2.2.5.7 เครื่องคัดขนาดแบบลูกกลิ้งบานออก (Diverging Roller Sizer, DRS) เครื่องคัดขนาดแบบนี้ผลผลิตถูกปล่อยให้กลิ้งไปบนลูกกลิ้งที่มีรูปร่างเหมือนแกนกลางของหลอดด้ายลูกกลิ้ง จะหมุนอยู่ตลอดเวลาและเคลื่อนที่ไปด้วย เมื่อลูกกลิ้งเคลื่อนที่ไปแต่ละแถวของลูกกลิ้งจะแยกจากกันมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ผลผลิตขนาดเล็กหลุดลอดลงไปก่อน วิธีการนี้สามารถคัดขนาดผลผลิตได้รวดเร็วและถูกต้องเพราะสามารถขยายความกว้างของแผ่นลูกกลิ้งได้ นอกจากนั้นผลผลิตยังพลิกตัวอยู่ตลอดเวลาและมีจุดสัมผัส กับลูกกลิ้งถึง 4 จุด มากกว่าเครื่องแบบอื่นที่มี 2 จุด เครื่องคัดขนาดแบบนี้ต้องมีส่วนป้องกันการบอบช้ำของผลผลิตทุกระยะ โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ต้องรองรับผลผลิตที่ตกลงมาหลังการลอดผ่านเครื่องคัดควรได้รับการบุนวมและปรับระดับไม่ให้ต่ำกว่าระดับแผงคัดมากนัก



รูปที่ 2-13 รูปร่างของลูกกลิ้ง K,L,M,N คือจุดสัมผัสระหว่างผลผลิตกับลูกกลิ้ง

2.2.5.8 เครื่องคัดขนาดแบบสายพานบานออก (Diverging Belt Sizer, DBS) เครื่องคัดขนาดแบบนี้จะมีสายพาน 2 เส้นจัดวางเกือบขนานกันให้ช่องว่างระหว่างสายพานทั้งสองค่อยๆ ห่างออกจากกันและสามารถปรับระยะห่างนี้ได้ตามความต้องการ เมื่อทำการคัดขนาดผลิตผลถูกสายพานทั้ง 2 เส้นลำเลียงไป ผลผลิตที่มีขนาดเล็กจะหลุดลอดแผ่นสายพานทั้งสองก่อน ผลไม้ที่มีขนาดใหญ่จะหลุดลอดต่อๆ กันไปตามลำดับขนาด เครื่องคัดขนาดแบบนี้ทำงานได้ช้าเพราะผลิตผลผ่านการคัดไปครั้งละ 1 ผลความถูกต้องดีพอควรและขึ้นอยู่กับว่าจะคัดแยกออกเป็นกี่ขนาดถ้าคัดแยกเป็นหลายขนาดสายพานต้องค่อยๆ ห่างออกจากกันที่ละน้อย ความถูกต้องในการคัดมีมากกว่าการคัดแยกน้อยขนาดซึ่งสายพานจะห่างออกจากกันทีละมากๆ

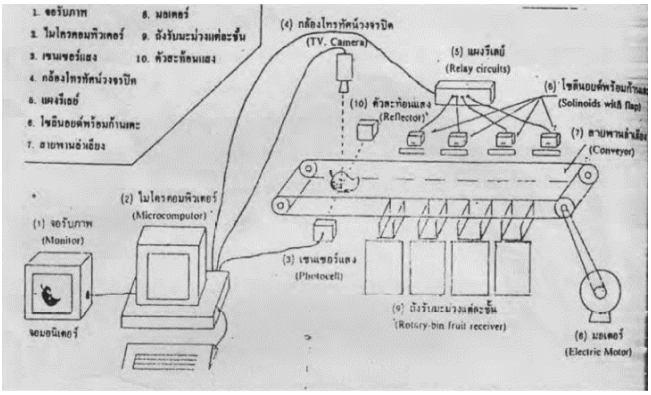


รูปที่ 2-14 เครื่องคัดขนาดส้มโอแบบสายพานบานออก

2.2.5.9 เครื่องคัดขนาดแบบกรีฟ่า (Rotary Greefa Sizer, RGS) เครื่องคัดขนาดแบบนี้กลไกการคัดขนาดประกอบด้วยจานหมุน และแผ่นกั้นที่บุด้วยวัสดุดูดกลืนพลังงานและวางอยู่เหนือขอบจานหมุน ผลไม้ที่มีขนาดเล็กจะลอดผ่านแผ่นกั้นออกไปก่อนผลไม้ที่มีขนาดใหญ่จะหลุดลอดต่อๆ กันไปตามลำดับขนาด เครื่องคัดแบบนี้ถูกสร้างให้เป็นโต๊ะกลมเพื่อประหยัดพื้นที่และเคลื่อนย้ายไปมาได้สะดวก แต่เครื่องคัดขนาดแบบนี้ยังคงทำงานได้ไม่เร็วมากนักเพราะการคัดยังเป็นการคัดทีละผล

รูปที่ 2-15 เครื่องคัดขนาดมังคุดแบบกรีฟ่า

2.2.5.10 เครื่องคัดขนาดระบบแปรรูปภาพ (Image Processed Sizing Machine, IPS) เครื่องคัดขนาดแบบนี้สร้างขึ้นมาบนหลักการที่ว่า ภาพฉาย (Projected Area) ของผลไม้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักของผลไม้นั้น เครื่องคัดขนาดประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนคือ ระบบลำเลียง ระบบคัดเลือก และถังรับผลมะม่วง เครื่องคัดขนาดมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อผลไม้ถูกลำเลียงมาตามสายพานจนถึงเซนเซอร์แล้วจะส่งสัญญาณให้กล้องโทรทัศน์วงจรปิดถ่ายภาพฉายของผลไม้ ภาพที่ได้จะถูกส่งให้ระบบคัดเลือก คำนวณพื้นที่ภาพฉายของผลไม้เปรียบเทียบกับพื้นที่ภาพฉายตามขนาดมาตรฐานในแต่ละชั้น แล้วตัดสินใจว่าผลไม้นั้นเป็นของชั้นใด ระบบคัดเลือกจะควบคุมโซลินอยด์ให้พาผลไม้นั้นเคลื่อนออกจากสายพานลงไปยังถังรับ



รูปที่ 2-16 เครื่องคัดขนาดมะม่วงระบบแปรรูปภาพ

2.2.5.11 เครื่องคัดขนาดด้วยน้ำหนัก (Weight Sizer, WS) ผลผลิตหลายอย่างมีรูปร่างต่างไปจากรูปทรงกลม หรือกึ่งทรงกลม เช่น หัวแครอท ผลมะม่วงเป็นต้น การคัดขาดโดยอาศัยเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวผิดพลาดได้ง่ายการใช้น้ำหนักของผลผลิตเหล่านี้ทำได้ถูกต้องมากกว่า แต่เครื่องมือมีราคาแพง และการที่จะชั่งน้ำหนักให้ถูกต้องมักทำได้ช้าเมื่อเทียบกับการคัดขนาดตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความยาว เครื่องคัดขนาดโดยน้ำหนักแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

2.2.5.12 แบบใช้น้ำหนักเปรียบเทียบ (Counter Weight Type) เครื่องคัดขนาดแบบนี้ผลผลิตถูกลำเลียงไปบนถ้วย และเคลื่อนที่ผ่านอุปกรณ์ที่สามารถดันพลิกถ้วยให้ผลิตผลหล่นลงข้างล่างได้ อุปกรณ์ดันพลิกถ้วยนี้เรียงกันอยู่เป็นแถว แต่ละอันเชื่อมโยงกับสปริงหรือตุ้มน้ำหนักที่มีขนาดต่างกัน และจะทำงานก็ต่อเมื่อผลผลิตมีน้ำหนักมากเกินกว่าตัวสปริงหรือตุ้มน้ำหนักที่จะรับได้

รูปที่ 2-17 เครื่องคัดขนาดมะม่วงแบบน้ำหนักเปรียบเทียบ

2.2.5.13 แบบเครื่องชั่งโหลดเซลล์ เครื่องคัดขนาดแบบนี้ผลิตผลทุกชิ้นจะถูกชั่งน้ำหนักด้วยโหลดเซลล์ ซึ่งจะส่งข้อมูลน้ำหนักผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือพีแอลซี (PLC) เมื่อรับข้อมูลมาแล้วคอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณและสั่งการให้อุปกรณ์ผลักดัน หรือเป่าผลิตผลด้วยลมให้ไหลไปอยู่รวมกันในขนาดต่างๆ

2.3 เหล็กกล้าไร้สนิมหรือสแตนเลส

เหล็กกล้าไร้สนิม เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ (น้อยกว่า 2%) ของน้ำหนัก มีส่วนผสมของโครเมียมอย่างน้อย 10.5% กำเนิดขึ้นในปี พ.ศ.1903 เมื่อนักวิทยาศาสตร์พบว่า การเติมนิกเกิล โมลิบดินัม ไททาเนียม ไนโอเนียม หรือโลหะอื่นแตกต่างกันไปตามชนิดของคุณสมบัติเชิงกล และการเติมลงในเหล็กกล้าธรรมดาทำให้เหล็กกล้ามีความต้านทานการเกิดสนิมได้

2.3.1 ประเภทของสแตนเลส

2.3.1.1 เกรดออสเตนิติก (Austenitic) แม่เหล็กดูดไม่ติด นอกจากส่วนผสมของโครเมียม 18% แล้วยังมีนิเกิลที่ช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนอีกด้วย ชนิดออสเตนิติกเป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางมากที่สุด ในกลุ่มสแตนเลสด้วยกัน ส่วนออสเตนิติกที่มีโครเมียมผสมอยู่สูง 20% ถึง 25% และนิกเกิล 1% ถึง 20% จะสามารถทนการเกิดออกซิไดซ์ได้ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งใช้ในส่วนประกอบของเตาหลอม ท่อนำความ-ร้อน และแผ่นกันความร้อนในเครื่องยนต์จะเรียกว่า เหล็กกล้าไร้สนิมชนิดทนความร้อน (Heat Resisting Steel)

2.3.1.2 เกรดเฟอร์ริติก (Ferritic) แม่เหล็กดูดติด มีส่วนผสมของคาร์บอนต่ำ และมีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลัก คือประมาณ 13% หรือ 17%

2.3.1.3 เกรดมาร์เทนซิติก (Martensitic) แม่เหล็กดูดติด โดยทั่วไปจะมีโครเมียมผสมอยู่ 12% และมีส่วนผสมของคาร์บอนในระดับปานกลาง มักนำไปใช้ทำซ้อม มีด เครื่องมือตัด และเครื่องมือวิศวกรอื่นๆ ซึ่งต้องการคุณสมบัติเด่นในด้านการต้านทานการสึกกร่อนและความแข็งแรงทนทาน

2.3.1.4 เกรดดูเพล็กซ์ (Duplex) แม่เหล็กดูดติด มีโครงสร้างผสมระหว่างเฟอร์ไรต์และออสเต-ไนต์มีโครเมียมผสมอยู่ประมาณ 18-28% และนิกเกิล 4.5-8% เหล็กชนิดนี้มักถูกนำไปใช้งานที่มีคลอรีนสูงเพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อนแบบรูเข็ม (Pitting Corrosion) และช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนที่เป็นรอยร้าวอันเนื่องมาจากแรงกดดัน (Stress Corrosion Cracking Resistance) เหล็ก กล้าชุบแข็งแบบตกผลึก (Precipitation Hardening Steel) มีโครเมียมผสมอยู่ 17% และมีนิกเกิล ทองแดง และไนโอเบียมผสมอยู่ด้วย เนื่องจากเหล็กชนิดนี้สามารถชุบแข็งได้ในคราวเดียว จึงเหมาะสำหรับทำแกน ปั๊ม หัววาล์ว และส่วนประกอบของอากาศยาน สแตนเลสสตีล ที่นิยมใช้ทั่วไปคือ ออสเตนิก และ เฟอร์ริติก ซึ่งคิดเป็น 95% ของเหล็กกล้าไร้สนิม ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

2.3.1.5 กลุ่มมาร์เทนซิติค (Martensitic) แม่เหล็กดูดติด (Magnetic) มีส่วนผสมของโครเมียม12-14% และมีธาตุคาร์บอนผสมอยู่ปานกลาง มีโมลิบดีนัมเป็นส่วนผสมอยู่ประมาณ 0.2-1% ไม่มีนิกเกิล สเตนเลสตระกูลนี้สามารถปรับความแข็งได้โดยการให้ความร้อนแล้วทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว (Quenching) และอบคืนตัว (Tempering) สามารถลดความแข็งได้คล้ายกับเหล็กกล้าคาร์บอน และพบการใช้งานที่สำคัญในการผลิตเครื่องตัดอุตสาหกรรมเครื่องบินและงานวิศวกรรมทั่วไป

2.3.1.6 กลุ่มเพิ่มความแข็งโดยการตกผลึก (Precipitation Hardening) เกรดที่เป็นที่รู้จักในตระกูลนี้ คือ 17-4H ซึ่งมีส่วนผสมของโครเมียม 17% และนิกเกิล 4% สามารถเพิ่มความแข็งแรงได้โดยกลไกเพิ่มความแข็งจากการตกผลึก (Precipitation Hardening Mechanism) โดยสามารถเพิ่มความแข็งแรงสูงมาก มีค่าความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) อยู่ระหว่าง 1,000 ถึง 1,500 เมกาปาสคาล (MPa) ขึ้นอยู่กับชนิดและกรรมวิธีปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความร้อน

2.3.2 ชนิดของสแตนเลส

2.3.2.1 ชนิด 304 เป็นสแตนเลสเกรดออสเตนิติก ที่พบเห็นและใช้แพร่หลายที่สุดมีส่วนผสมของโครเมียม (Chromium) ประมาณ 18% และนิกเกิล (Nickel) ประมาณ 8% ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร, เครื่องดื่ม, อุปกรณ์ในกระบวนการทางเคมี, อุปกรณ์เครื่องครัว, เครื่องใช้บนโต๊ะ

อาหาร, เครื่องใช้ในบ้าน, เครื่องล้างจาน, อ่างล้างจาน, ภาชนะหุงต้ม, เครื่องมือในโรงพยาบาล และเวชภัณฑ์, ตู้รถไฟ, ตู้คอนเทนเนอร์ ฯลฯ

2.3.2.2 ชนิด 304D เป็นสแตนเลสเกรดออสเตนิติก ที่มีโครเมียมผสมอยู่ 18% และมีนิกเกิลผสมอยู่ 8.5% จะมีความสามารถขึ้นรูปเย็นได้ดีกว่าชนิด 304 เหมาะสำหรับการผลิตวัตถุที่มีการขึ้นรูปแบบหลุมลึก และการดึงขึ้นรูปสำหรับรูปทรงที่ซับซ้อน เช่น ภาชนะที่เป็นหลุมลึก เครื่องล้างจาน ภาชนะหุงต้ม อ่างล้างจาน เป็นต้น

2.3.2.3 ชนิด 304DDQ เป็นสแตนเลสเกรดออสเตนิติก ที่มีโครเมียมผสมอยู่ 18% และมีนิกเกิล ผสมอยู่ 9% จะมีความสามารถขึ้นรูปเย็นได้ดี เมื่อแผ่นสแตนเลสต้องมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปมาก จึงเหมาะกับงานพิเศษ เช่น การขึ้นรูปแบบหลุมลึก การดึงขึ้นรูปที่มีรูปทรงที่ซับซ้อน การขึ้นรูปที่ใช้ทั้งการดึงและการยืดตัว เป็นต้น

2.3.2.4 ชนิด 316 เป็นสแตนเลสเกรดออสเตนิติก ที่มีส่วนผสมของโครเมียม 16% ถึง 18% และนิกเกิล 11% ถึง 14% และยังมีโมลิบดินัม (Molybdenum) ผสมอยู่อย่างน้อยที่สุด 2% ซึ่งจะทนการกัดกร่อนที่เป็นหลุมได้ดี (Pitting Resistance) สแตนเลสชนิด 316 ใช้ในกระบวนการทางเคมี ปั๊ม แท้งค์ อุตสาหกรรมกระดาษ กระบวนการผลิตอาหารและเครื่องดื่ม การก่อสร้าง ฯลฯ

2.3.2.5 ชนิด 430 เป็นสแตนเลสเกรดเฟอร์ริติก มีความต้านทานการกัดกร่อนน้อยกว่าชนิด 304 มีส่วนผสมของโครเมียม 17% ใช้ทำเครื่องใช้ในครัว เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร อุปกรณ์เฟอร์นิเจอร์และการตกแต่งภายในอาคาร ฯลฯ

L" Grades "L" เกรดแสดงถึงสแตนเลสนั้นมีคาร์บอนผสมอยู่น้อย (Low Carbon) ซึ่ง L เกรดจะเพิ่มความต้านทานพิเศษของการกัดกร่อนตามขอบเกรน แม้ผ่านการเชื่อมมาแล้ว แต่สแตนเลสชนิด L เกรด จะมีราคาสูงกว่าชนิดธรรมดา เกรดที่พบทั่วไปได้แก่ 304L, 316L เป็นต้น

2D มีลักษณะผิวด้าน มีความสะท้อนแสง 13%

2B ลักษณะผิวจะเงาขึ้นเล็กน้อยจากผิว 2D มีความสะท้อนแสง 22% ในเกรดออสเตนิติก และ 46% ในเกรดเฟอร์ริติก

BA มีลักษณะผิวมันเงา มีความสะท้อนแสง 54%

No.4 เป็นผิวที่มีการขัดด้วยกระดาษทราย #180

No.8 มีลักษณะผิวเงาวาวเหมือนกระจก (Mirror Finish) มีความสะท้อนแสง 85%

2.3.3 สแตนเลสสำเร็จรูป

สแตนเลสสำเร็จรูป ประกอบไปด้วย สแตนเลสเส้น (Stainless Bar), สแตนเลสเส้นกลม (Stainless Round Bar), สแตนเลสเส้นสี่เหลี่ยม (Stainless Square Bar), สแตนเลสเส้นหกเหลี่ยม (Stainless Hexagon Bar), สแตนเลสเส้นฉาก (Stainless Angle), เส้นแบน (Stainless Flat Bar), แผ่น (Stainless Sheet) No. 304, 316L, 430, สแตนเลสแผ่นเรียบ (Stainless Steel Sheet), สแตนเลสแผ่นลายกันลื่น (Checker Plate Stainless Steel), สแตนเลสแผ่นเจาะรู, ท่อสแตนเลส (Stainless Pipe) No. 304, 316L, 420, ท่อสแตนเลสเงา (Stainless Steel Solid Pipe), ท่อสแตนเลสด้านมีตะเข็บ, ท่อสแตนเลสด้านไม่มีตะเข็บ (Seamless Stainless Pipe), ท่อสแตนเลสกลม (Round Stainless Pipe)

2.3.4 คุณสมบัติทางกายภาพของสแตนเลส

คุณสมบัติทางกายภาพของ สแตนเลส เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุประเภทอื่น เนื่องจากการเปรียบเทียบทำได้ยาก ค่าความหนาแน่นสูงของสแตนเลสแตกต่างจากวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด ในส่วนของคุณสมบัติเกี่ยวกับความร้อนความสามารถทนความร้อนของสแตนเลส มีข้อสังเกต 3 ประการ คือ

2.3.4.1 การที่มีจุดหลอมเหลวสูง ทำให้มีอัตราความคืบดี เมื่อเทียบกับเซรามิก ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 1000 องศาเซลเซียส

2.3.4.2 การที่มีค่านำความร้อนระดับปานกลาง ทำให้สแตนเลสเหมาะที่จะใช้ในงานที่ต้องทน ความร้อน (คอนเทนเนอร์) หรือต้องการคุณสมบัตินำความร้อนได้ดี (เครื่องถ่ายความร้อน)

2.3.4.3 การมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวระดับปานกลาง จึงสามารถใช้ความยาวมากๆ ได้โดยใช้ตัวเชื่อมน้อย (เช่น ในการทำหลังคา)

2.3.5 คุณสมบัติเชิงกลของสแตนเลส

สแตนเลสโดยทั่วไปจะมีส่วนผสมของเหล็กประมาณ 70-80% จึงทำให้มีคุณสมบัติของเหล็กที่สำคัญ 2 ประการคือ ความแข็งและความแกร่ง เป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงกลกับวัสดุชนิดอื่น จะเห็นได้ว่าพลาสติกมีความแข็งแรงและความเหนียวสูง ส่วนเซรามิกมีความแข็งแรงและโมดูลัสความยืดหยุ่นต่ำ หรือสามารถรับแรงกระแทกโดยไม่แตกหักต่ำ สแตนเลสให้ค่าที่เป็นกลางของทั้งความแข็ง ความแกร่ง และความเหนียว เนื่องจากมีส่วนผสมของธาตุเหล็กอยู่มาก และจะมีเพิ่มขึ้นอีกในชนิดออสเตนิติก ค่าความแข็งแรงสูงสุดของสแตนเลส ไม่ว่าจะชนิดที่อ่อนตัวง่ายซึ่งสามารถทำให้ขึ้นรูปเย็นได้ดี เช่น การขึ้นรูปลึก (Deep Drawing) จนถึงชนิดความแข็งแรงสูงสุดซึ่งได้จากการขึ้นรูปเย็นหรือการทำให้เย็นตัวโดยเร็ว หรือชนิดชุบแข็งแบบตกผลึกซึ่งเหมาะใช้ทำสปริง

รูปที่ 2-18 ท่อสแตนเลส

2.3.6 ประโยชน์ของการใช้งานสแตนเลส

ประโยชน์ของการใช้งานสแตนเลส ประกอบด้วย ใช้ในสิ่งแวดล้อมที่กัดกร่อน (Corrosive Environment), งานอุณหภูมิเย็นจัด ป้องกันการแตกเปราะ, ใช้งานอุณหภูมิสูง (High Temperature) ป้องกันการเกิดคราบออกไซด์ (Scale) และยังคงความแข็งแรง, มีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับมวล (High Strength vs. Mass), งานที่ต้องการสุขอนามัย (Hygienic Condition) ต้องการความสะอาดสูง, งานด้านสถาปัตยกรรม (Aesthetic Appearance) ไม่เป็นสนิม ไม่ต้องทาสี, ไม่ปนเปื้อน (No Contamination) ป้องกันการทำ ปฏิกิริยากับสารเร่งปฏิกิริยา, ต้านทานการขัดถูแบบเปียก (Wet Abrasion Resistance)

2.4 การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่า

ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องคำนึงถึงความต้องการของบุคคล 2 ฝ่ายคือ ผู้บริโภคและผู้ผลิต ดังนั้นผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ 8 ประการ ดังต่อไปนี้ที่มา

2.4.1 สมรรถนะ

สมรรถนะเป็นสิ่งที่สำคัญและเป็นพื้นฐานที่สุดคุณภาพผลิตภัณฑ์คือ การประเมินระดับสมรรถนะเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคพึงประสงค์ที่จะให้ผลิตภัณฑ์ทำงานได้สำเร็จถูกต้อง สมรรถนะเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้ ก่อนตัดสินใจพัฒนาสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ให้ไปในแนวทางใด และระดับไหนมิฉะนั้นจะเสียเวลาเปล่าอ่านทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ล่าช้ากว่าคู่แข่ง

2.4.2 ความมั่นใจได้

ผู้บริโภคมุ่งหวังผลิตภัณฑ์ที่ซื้อสามารถทำงานได้โดยไม่เสียในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาไม่ดี มีการเสียเกิดขึ้น ผู้บริโภคต้องเสียเวลา เสียค่าใช้จ่าย เสียอารมณ์ บางครั้ง

อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้เองด้วย ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกรณีนี้ไม่ใช่มีแต่เฉพาะค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ที่เสียเท่านั้น ยังอาจมีค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น อุปกรณ์ที่ต้องพลอยเสียไปด้วย การเสียโอกาสในการดำเนินธุรกิจ เป็นต้น ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่จะออกสู่ตลาด ควรผ่านขั้นตอนการตรวจสอบต่าง ๆ เพื่อสร้างความมั่นใจต่อผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์ที่มีชิ้นส่วนมาก ๆ ชิ้นส่วนที่สลับซับซ้อน มีโอกาสเสียได้ง่าย จึงควรออกแบบให้มีชิ้นส่วนน้อยที่สุด เพื่อลดโอกาสการเสียน้อยลง

2.4.3 ซ่อมแซมได้ง่าย

เมื่อผลิตภัณฑ์เสีย การซ่อมแซมได้ง่ายแล้วสามารถใช้งานได้ดีเหมือนเดอมเป็นสิ่งที่มีคุณค่ามาก ถ้าผู้ออกแบบไม่คำนึงถึงความยากลำบากในการซ่อมแซมก็จะเป็นภาระแก่ผู้บริโภคเป็นอย่างมาก เสียเวลาด้วย การออกแบบจึงควรคำนึงถึงด้วยว่าชิ้นส่วนใดที่เสียได้ง่าย ต้องออกแบบให้สามารถถอดเปลี่ยนได้สะดวก ไม่ต้องซื้อชิ้นส่วนอื่นอีกมากมายเพื่อให้เข้าถึงชิ้นส่วนที่จะเปลี่ยน เพราะการรื้อออกแล้วเปลี่ยนเข้าไปใหม่ นอกจากจะเสียเวลาแล้วยังอาจทำให้ชิ้นส่วนที่ไม่เสีย พลอยเสียไปด้วย

2.4.4 ความประทับใจเมื่อได้เป็นเจ้าของ

ถ้าออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สะดุดตา ให้ประทับใจเมื่อเห็นเครื่องและใช้งานได้สะดวกคล่องแคล่ว ก็เพิ่มความเชื่อถือให้แก่ผู้บริโภคอย่างเป็นเจ้าของ การออกแบบเพื่อให้เกิดความประทับใจแก่ผู้พบเห็น ควรพิจารณาปัจจัยเพิ่มเติมดังนี้

2.4.4.1 รูปร่าง ให้มีรูปร่างสวยงามเข้ากับสมัยนิยมกลมกลืนกับผลิตภัณฑ์อื่นที่ผู้บริโภคต้องใช้ร่วมกัน

2.4.4.2 วัสดุ เลือกวัสดุที่ดูสวยงามตามสมัยนิยม ขณะเดียวกันก็มีคุณสมบัติตามความต้องการในการใช้ผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปง่าย

2.4.4.3 เลือกสี ใช้สีให้เหมาะกับผู้บริโภคส่วนใหญ่ หรือมีหลากสีให้เลือก

2.4.4.4 เนื้อผิว จัดทำเนื้อผิวให้สะดุดตา ทำความสะอาดได้ง่าย ทำให้ใช้งานสะดวกไม่เมื่อยล้า ออกแบบให้ใช้งานง่าย ไม่ต้องเสียเวลาในการศึกษาวิธีการใช้ผลิตภัณฑ์นาน โอกาสการใช้งานผิดพลาดน้อยลง

2.4.5 ความปลอดภัย

ผู้บริโภคคำนึงถึงความปลอดภัยมากขึ้น มีกฎหมายต่าง ๆ ออกมาบังคับอีกต่างหาก ผู้ออกแบบจึงต้องมีความรับผิดชอบในด้านความปลอดภัยของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ด้วย ต้องวิเคราะห์ว่าการใช้งานนั้นอาจมีอุบัติเหตุใดเกิดขึ้นได้บ้าง ควรหาทางป้องกันไว้ก่อน ขณะเดียวกันต้องมีการเตือนให้

ผู้ใช้ระมัดระวังอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ บอกวิธีป้องกันหรือแก้ไขให้ด้วย นอกจากนี้สิ่งใดที่มีกฎหมายบังคับก็ต้องทำให้เป็นไปตามกฎหมายนั้น ๆ

2.4.6 ค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่ายสำหรับผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ค่าใช้จ่ายนี้ไม่เพียงแต่ค่าใช้จ่ายของผู้บริโภคที่นำผลิตภัณฑ์นี้ไปใช้งานเท่านั้นแต่รวมไปถึงค่าใช้จ่ายของผู้ผลิตในการผลิตตัวนี้ขึ้นมา การออกแบบที่ดีจะต้องทำให้ทั้งสองฝ่ายประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด ดังนั้นจึงต้องคำนึงถึงสภาพการผลิต และการใช้งานว่ามีค่าใช้จ่ายส่วนใดเกี่ยวข้องบ้าง จะลดได้อย่างไร โดยไม่กระทบกระเทือนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์บางอย่างถ้าออกแบบเป็นที่พอใจของผู้บริโภคอาจขายราคาแพงได้ ผู้ผลิตได้กำไรสูง แต่ในทางตรงข้ามถ้าออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพสูงเกินความต้องการของผู้บริโภค ผู้บริโภคอาจมองไม่เห็นประโยชน์ในจุดนี้ ก็จะเป็นต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น อาจขายราคาสูงไม่ได้ทำกำไรลดลงหรืออาจขาดทุนได้

2.4.7 ความทันสมัย

ผลิตภัณฑ์ที่ประสบความสำเร็จนอกจากมีจุดอ่อนน้อยที่สุดแล้วยังต้องออกสู่ตลาดให้ได้ในเวลาที่เหมาะสมอีกด้วย การออกสู่ตลาดของผลิตภัณฑ์เร็วเกินหรือช้าเกินไป อาจเป็นผลเสียต่อตัวผลิตภัณฑ์เอง นอกจากนี้ความทันสมัยของผลิตภัณฑ์ยังทำให้ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์นั้นรู้สึกได้ เป็นคนทันสมัย เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบมือถือ เมื่อออกสู่ตลาดใหม่ ๆ มีผู้นิยมมาก นอกจากสามารถนำมาใช้ในงานได้สะดวก ยังแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้เป็นผู้มีฐานะและทันสมัย แม้ค่าใช้จ่ายค่อนข้างแพงก็ตาม

2.4.8 การผลิตได้ง่าย

ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบใหม่ควรผลิตได้ง่าย ทำให้ไม่เสียเวลาและค่าใช้จ่ายปัจจุบันผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตมักมีความสลับซับซ้อนมาก การออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อให้ผลิตได้ง่าย จึงต้องอาศัยทีมงานจากหลาย ๆ ฝ่ายมาช่วยกันให้ความคิดเห็นในตอนออกแบบทั้งจากฝ่ายผลิต ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายซ่อมบำรุง การออกแบบตองคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย ความประหยัด เทคโนโลยีการผลิตที่มีอยู่ ข้อจำกัดต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่ใช้ผลิต ขณะออกแบบต้องคำนึงถึงด้วยว่า เมื่อผลิตจริงต้องทำได้ง่ายและไม่มีปัญหา เคล็ดลับอย่างหนึ่งของการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ผลิตได้ง่าย คือ ออกแบบให้มีชิ้นส่วนน้อยที่สุดพิกัดความเผื่อของแต่ละชิ้นส่วนต้องไม่มากหรือน้อยเกินไป

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE) เป็นการออกแบบเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสม โดยการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ซึ่งอาศัยแบบจำลองหรือสมการทางคณิตศาสตร์มาอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยสามารถศึกษาผลของหลายๆปัจจัยพร้อมกันในเวลาเดียวกัน การออกแบบการทดลองจึงเป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพโดยการเปลี่ยนแปลงหรือปรับค่าของปัจจัย (Factors) อย่างมีจุดมุ่งหมายที่จะสังเกตการเปลี่ยนแปลงของผลตอบ (Response) ที่เกิดขึ้น กระบวนการที่มีปัจจัยหรือผลตอบ (Response : X1, X2, X3, X4) ต่างๆ ที่ส่งผลต่อค่า Y ซึ่งเป็นคุณลักษณะด้าน คุณภาพ (Quality Characteristic) ของกระบวนการ ในการออกแบบการทดลองเราต้องทำการทดลองอย่างเป็นระบบเพื่อที่จะหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของ Y และ X อื่นๆ โดยที่พยายามใช้ทรัพยากรในการทดลองให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ความสัมพันธ์เชิงสถิติที่ได้จะทำให้เรามีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการที่เหมาะสมและเพื่อการปรับปรุงต่อไป

2.5.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA)

โรนอล ฟิชเชอร์ (Ronald A. Fisher) ได้คิดค้นวิธีการการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไปด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีรูปแบบและวิธีการหลากหลาย เช่น การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายทาง (Factorial ANOVA) หากพิจารณาการออกแบบการวิจัยด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวก็สามารถออกแบบย่อยได้อีกหลายวิธี เช่น การทดลองอย่างสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CR-k), การทดลองอย่างสุ่มสมาชิกภายในบล็อค (Randomized Block, RB-k) แต่โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวมักจะหมายถึงรูปแบบการวิเคราะห์แบบ CR-k เมื่อ k คือ ระดับของตัวแปรอิสระหรือปัจจัย (บุญชม ศรีสะอาด, 2547) และในงานวิจัยนี้จะเสนอเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์แบบ CR-k เท่านั้น

2.5.1.1 ลักษณะของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

การวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นวิธีการที่แบ่งความแปรปรวนของข้อมูลออกเป็นส่วนๆตามสาเหตุที่ทาให้เกิดความแปรปรวน โดยจะแยกออกเป็นความแปรปรวนระหว่างกลุ่มกับความแปรปรวนภายในกลุ่มแต่ละกลุ่ม การทดสอบสมมติฐานจะพิจารณาอัตราส่วนของความแปรปรวนระหว่างกลุ่มและความแปรปรวนภายในกลุ่มเดียวกันว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

โดยข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์จะประกอบด้วยตัวแปรต้นหรือบางครั้งเรียกว่าตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ที่แบ่งเป็น 2 กลุ่มขึ้นไป ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นข้อมูลต่อเนื่องที่อยู่ในช่วงระดับ (Interval Scale)

ตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ความแปรปรวน เรียกว่า ปัจจัย (Factor) แต่ในการวิจัยเชิงทดลอง เรียกว่า สิ่งทดลอง (Intervention) สิ่งทดลองหรือปัจจัยจึงเป็นประเด็นสำคัญของการวิเคราะห์ความแปรปรวน การวิเคราะห์ที่มีปัจจัยเดียวหรือตัวแปรอิสระตัวเดียว เรียกว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2549) เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอน 3 วิธี ตัวแปรอิสระ คือ วิธีการสอนแบ่งเป็น 3 วิธี และ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1.2 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโรเจอร์ (Roger E. Kirk) ได้ให้ข้อกำหนดไว้ 3 ประเด็น คือ

(1) ความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นอย่างอิสระ (Independence of Errors) ซึ่งข้อตกลงเบื้องต้นข้อนี้จะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อมีการสุ่มตัวอย่างจากประชากร (Random Selection)

(2) ประชากรแต่ละกลุ่มมีการแจกแจกปกติ (Normality)

(3) ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะต้องได้มาจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากันทุกกลุ่ม (Homogeneity of Variance)

2.5.1.3 วิธีการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

(1) การตรวจสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงเป็นปกติหรือไม่ (Normality) สามารถตรวจสอบเบื้องต้นด้วยการดูจากกราฟ จะต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในการดูกราฟและอาจเกิดการผิดพลาดได้ง่าย (ศิริชัย สงวนแก้ว, 2551) ดังนั้นผู้วิเคราะห์แต่ละคนจะสรุปแตกต่างกันจึงควรใช้วิธีการตรวจสอบที่ละเอียดตรวจสอบทางสถิติควบคู่ไปด้วย เช่น การทดสอบแบบโคลโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test) ในกรณีที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากรจะใช้ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างแทน หรือใช้การทดสอบแบบชาปิโรส์วิลค์ (Shapiro-Wilk Test) ในกรณีที่ทราบหรือไม่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของประชากรก็ได้ แต่กลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดไม่เกิน 50 (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546) หรือการทดสอบแบบลีลีฟอส (Lilliefors Test) ซึ่งเป็นวิธีการที่ปรับปรุงมาจากวิธีของโคลโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ แต่จะให้ค่าความน่าจะเป็นในการทดสอบน้อยกว่าวิธีของโคลโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (ศิริชัย สงวนแก้ว, 2551)

(2) การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางสถิติ เช่น ในกรณี 2 กลุ่ม สามารถใช้ค่าเอฟเรโช (F-ratio) เป็นสถิติทดสอบและกรณีมีตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม สามารถใช้การทดสอบความแปรปรวนเท่ากันด้วยการทดสอบแบบบาร์ตเลต (Bartlett test) การทดสอบแบบเลวิล (Levene test) หรือการทดสอบแบบไฟลเกอร์ (Fligner test) เป็นต้น

(3) การตรวจสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน (Independence of Errors) สามารถตรวจสอบได้จากการออกแบบการวิจัย (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2551)

ถ้าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว พบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มก็จะต้องทดสอบความแตกต่างต่อไปเพื่อดูว่าค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน แต่ถ้าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มก็ไม่ต้องทดสอบต่อไปแสดงว่าไม่มีค่าเฉลี่ยคู่ใดที่แตกต่างกัน วิธีการทางสถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Post-hoc tests) ใช้การทดสอบเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple Comparison tests) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551) ซึ่งมีอยู่หลายวิธี แต่วิธีที่ได้รับความนิยมและควบคุมความคลาดเคลื่อนได้ดี ได้แก่ วิธีของตูเก้ (Tukey) และเชฟเฟ่ (Scheffe) วิธีของตูเก้จะใช้ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มเท่ากัน ส่วนวิธีของเชฟเฟ่จะใช้ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2551)

2.5.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบอโนวา (Analysis of Variance : ANOVA)

ในความแปรปรวนทั้งหมดจะประกอบด้วยความแปรปรวนเนื่องมาจากอิทธิพลของระดับของปัจจัย (variance of treatment effects) และความแปรปรวนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (variance of errors) ดังนั้นในการทดลองจึงจำเป็นต้องควบคุมข้อมูล จึงได้กำหนดความหมายของนิยามต่างๆไว้ดังนี้

- หน่วยทดลอง (Experimental Unit) หมายถึงกลุ่มของวัตถุทดลองที่ได้รับการปฏิบัติอย่างเดียวกันซึ่งหน่วยทดลองไม่ควรแตกต่างกัน

- สิ่งทดลองหรือปัจจัย (treatment) หมายถึงวิธีการต่างๆที่กระทำต่อหน่วยทดลองเพื่อวัดผลเปรียบเทียบ

- อโนวาเป็นการวิเคราะห์เพื่อแบ่งแยกความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนออกเป็นส่วนๆ โดยแบ่งตามแหล่งกำเนิดของความคลาดเคลื่อนนั้นๆเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวอย่างโดยที่ใช้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของ

ประชากรหลายๆประชากร (มากกว่าสองประชากรขึ้นไป) ตัวอย่าง การตั้งสมมติฐานจะให้ค่าระดับนัยสำคัญ α (level of significant) ที่คงที่ $\alpha = 0.05$

$$H_0: \ \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D$$
$$H_1: \ \mu_A \neq \mu_B \neq \mu_C \neq \mu_D$$

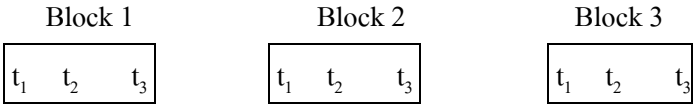
ในกรณีต้องการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร 4 ประชากร ถ้าใช้การทดสอบสมมติฐานแบบทีเทส (t-test) จะต้องทำการทดสอบสมมติฐานถึง 6 ครั้ง และระดับนัยสำคัญที่แท้จริง α จะไม่เท่ากับ 0.05 แต่จะมีค่าเป็น $\alpha = 1-(1-\alpha)^6 = 1-(0.95)^6 = 0.265$

2.5.2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว (Completely Randomized Single Factor ANOVA)

เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยเพียงปัจจัยเดียวหรือตัวแปรเดียวว่ามีผลต่อหน่วยทดลองหรือไม่ โดยวิเคราะห์ระดับของปัจจัยมากกว่าสองระดับขึ้นไป

2.5.2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเนื่องจากปัจจัยเดี่ยวและบล็อค (Randomized Complete Block Design : Single Factor)

ใช้สำหรับการทดลองที่มีตัวแปรสองตัวแปรหรือมีปัจจัยสองปัจจัย แต่ต้องการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรหรือปัจจัยเดียวเท่านั้นจะควบคุมความแปรผันของข้อมูลที่มาจากอิทธิพลของตัวแปรที่เราไม่ต้องการศึกษาโดยการบล็อคอิทธิพลของตัวแปรนั้นไว้ ดังภาพที่ 9



รูปที่ 2-19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเนื่องจากปัจจัยเดี่ยวและบล็อค

2.5.2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเนื่องจากสองปัจจัย (Two-Factor Factorial Experiments: Two variables)

เมื่อการทดลองมีสองปัจจัยที่ต้องการศึกษาและต้องการศึกษาผลที่เกิดขึ้นเมื่อสองปัจจัยนั้นอยู่ร่วมกันด้วย (Interaction) จะต้องทำการทดลองหลายๆครั้งและลำดับการทดลองภายใต้ปัจจัยทั้งสองจะเป็นแบบสุ่ม โดยสมมติว่าค่าของหน่วยทดลองมีการแจกแจงแบบปกติและมีความแปรปรวนเท่ากัน

2.5.3 แบบสัมภาษณ์

2.5.3.1 โครงสร้างแบบสัมภาษณ์

แบบมีโครงสร้าง (Structured Or Standardized) รูปแบบข้อคำถามแบบผสม โดยข้อคำถามประกอบด้วยจำแนกได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นต่อแบบอุปกรณ์ต้นแบบในการคัดแยกขนาดละมุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

2.5.3.2 วิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์

(1) ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(2) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบประมาณค่า มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

ระดับที่ 5 ระดับความคิดเห็น เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ระดับที่ 4 ระดับความคิดเห็น เห็นด้วย

ระดับที่ 3 ระดับความคิดเห็น ไม่แน่ใจ

ระดับที่ 2 ระดับความคิดเห็น ไม่เห็นด้วย

ระดับที่ 1 ระดับความคิดเห็น ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

(3) เกณฑ์การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยข้อมูลจากแบบสอบถาม ที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกละมุด ตามแบบของลิคเคอร์ท (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

4.51 – 5.00	มีระดับความคิดเห็น	ดีมาก
3.51 – 4.50	มีระดับความคิดเห็น	ดี
2.51 – 3.50	มีระดับความคิดเห็น	ปานกลาง
1.51 – 2.50	มีระดับความคิดเห็น	พอใช้
0.00 – 1.50	มีระดับความคิดเห็น	ต้องปรับปรุง

2.5.3.3 นำเครื่องมือวิจัยที่ดำเนินการแล้วเสร็จเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบและแก้ไข

2.5.3.4 นำข้อมูลกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.5.3.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่สมบูรณ์เรียบร้อยไปสัมภาษณ์

2.5.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.5.4.1 การเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบสัมภาษณ์ความคิดเห็น ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

(1) ขอหนังสือแนะนำตัวผู้วิจัย

(2) นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้รับคืนมาดำเนินการวิเคราะห์สรุปผลตามขั้นตอนของการวิจัย

2.5.4.2 การเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

(1) กำหนดตารางการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญต่อการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบในการคัดแยกขนาดละมุดโดยผู้วิจัยประสานงานเพื่อขอนัดวัน เวลาการสัมภาษณ์ในวันที่ผู้วิจัยเดินทางไปสัมภาษณ์

(2) ผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์และแบบอุปกรณ์ต้นแบบไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในพื้นที่การทำวิจัยได้แก่ ตำบลหนองไขว่ อำเภอหล่มสักจังหวัดเพชรบูรณ์ และ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุสาหกรรม

(3) เก็บรวบรวมข้อมูลและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบในการคัดขนาดละมุดและปรับปรุง

2.5.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

(1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบสัมภาษณ์ โดยการหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ

(2) การวิเคราะห์ผลความคิดเห็นต่ออุปกรณ์ต้นแบบในการคัดแยกขนาดฝักมะขาม โดยการหาเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมินระดับความคิดเห็นโดยใช้การประมาณค่า 5 ระดับ ของ ลิเคิร์ทสเกล

2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 ศิวลักษณ์ ปฐวีรันต์ และคณะ (2532) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ออกแบบสร้างและทดสอบปรับปรุงเครื่องคัดขนาดมะม่วง โดยใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการคัดแบบใช้กลไกในการทำงานทั้งหมด มีลักษณะเป็นรูปวงรี กว้าง 1.8 เมตร ยาว 2.8 เมตร สูง 1.2 เมตร ประกอบด้วยชุดตาชั่งลำเลียงจำนวน 22 ชุด ชุดตาชั่งพิกัด (สถานีชั่ง) จำนวน 5 ชุด ประกอบกับกระบะรองรับผลมะม่วงที่คัดแล้ว ซึ่ง บุนวมป้องกันผลมะม่วงช้ำ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 0.5 แรงม้า ใช้ชุดเฟืองทดและโซ่ในการส่งกำลัง ใช้คนวางผลมะม่วงลงบนชุดตาชั่งลำเลียงทีละ 1 ผล สามารถคัดได้ 5 ขนาด ซึ่งปรับพิกัดของ

แต่ละระดับได้ ไม่ทำให้ผลมะม่วงช้ำ ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 3 คน จากการทดสอบประสิทธิภาพการคัดขนาดมะม่วง พบว่าที่อัตรา การป้อน 2,400 และ 3,120 ผลต่อชั่วโมง ที่ความเที่ยงตรง +/- 10 กรัม มีประสิทธิภาพ 98.67**%** และ 94.86**%** ที่ความเที่ยงตรง +/- 5 กรัม มีประสิทธิภาพ 97.73**%** และ 93.99**%** ตามลำดับ

2.6.2 กิตติพล แก้วพันธ์ และคณะ (2545) มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ได้ค้นคว้าการทำงานและออกแบบโครงสร้างให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยใช้เหล็กฉากเป็นโครงสร้าง ใช้เหล็กแผ่นเป็นกระบะรองรับผลมะนาว และท่อพลาสติกมาเป็นช่องทางลำเลียงเพื่อลดน้ำหนักของเครื่องและสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องคัดแยกขนาดและนับจำนวนผลมะนาว คณะผู้ศึกษาค้นคว้าได้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในการควบคุมการทำงานของเครื่อง เช่น อุปกรณ์โปรแกรมเมเบิ้ลรีเลย์ ตัวตรวจรู้ อุปกรณ์แสดงผลการนับจำนวน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ คณะผู้ศึกษาค้นคว้าได้ออกแบบการทดสอบและประเมินการทำงานของเครื่องคัดแยกขนาดและนับจำนวนผลมะนาว สรุปได้ว่าเครื่องสามารถคัดแยกขนาดและนับจำนวนผลมะนาวได้ 4 ขนาด และคัดแยกผลมะนาวได้ 10,800 ผล ต่อชั่วโมง ทำการคัดแยกขนาดและนับจำนวนได้ตรงตามที่ต้องการ สามารถคัดแยกขนาดและนับจำนวนผลมะนาวต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 8 เซนติเมตร โดยไม่เกิดความผิดปกติต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ทางกล ใช้พลังงานไฟฟ้าชั่วโมงละ 0.25 หน่วย โดยคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้า ชั่วโมงละ 0.7 บาท ผลการประเมินประสิทธิภาพจากกการทำงานจริงของเครื่อง โดยการทดสอบของเกษตรกร ผู้ปลูกมะนาวและตอบแบบประเมินประสิทธิภาพโดยคิดเป็นร้อยละดังนี้ ด้านรูปแบบจะได้ร้อยละ 76 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ด้านการใช้งานจะได้ร้อยละ 75.27 อยู่ในเกณฑ์ระดับดี ด้านเทคนิคการทำงานจะได้ร้อยละ 75.26 อยู่ในเกณฑ์ระดับดี ซึ่งสรุปได้ว่าเครื่องสามารถทำงานได้ในระดับดี และใกล้เคียงกับขอบเขตการศึกษาค้นคว้าที่กำหนดไว้

2.6.3 สยาม ตุ้มแสงทอง และคณะ (2546) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้พัฒนาเครื่องคัดขนาดผลมังคุดแบบจานหมุนและแผ่นกั้นตามหลักวิชาการที่มีประสิทธิภาพ และสมรรถนะเหมาะกับการใช้งานของผู้ประกอบการขนาดเล็ก วิธีการประกอบด้วย การออกแบบ สร้าง ทดสอบ ประเมินผลทางวิศวกรรมศาสตร์และเศรษฐศาสตร์ ตัวเครื่องประกอบด้วย โครงเหล็กฉากขนาด 40**x**40 มิลลิเมตร กว้าง 820 มิลลิเมตร ยาว 820 มิลลิเมตร สูง 960 มิลลิเมตร น้ำหนักเครื่อง 72 กิโลกรัม จานหมุนคัดขนาดเป็นกรวยกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 712 มิลลิเมตร มุมเอียงของผิวจาน 10 องศา แผ่นกั้นคัดขนาดทำด้วยเหล็กแผ่นหนา 9 มิลลิเมตร กว้าง 50 มิลลิเมตร ทั้งจานหมุนและแผ่นกั้นกุด้วยวัสดุดูดกลืนพลังงาน ตัวแปรการทำงานได้แก่ อัตราการคัดผิดพลาดเฉลี่ย C_R ประสิทธิภาพการคัดขนาด E_W และสมรรถนะ

ในการคัดขนาด Q ความเร็วในการคัดขนาดที่เหมาะสม 21 รอบต่อนาที ทำให้ได้ผลการทำงานของเครื่องคัดขนาดผลมังคุดดีที่สุดคือ C_R = 7.556% E_W = 93.072% Q = 1,059.63 กิโลกรัมต่อชั่วโมง การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ระบุว่า เมื่อใช้เครื่องทำงานปีละ 750 ชั่งโมง อัตราค่าจ้าง 0.08 บาท ต่อกิโลกรัม จุดคุ้มทุนอยู่ที 46,020 กิโลกรัมต่อปี ระยะเวลาในการคืนทุน 6 เดือน

2.6.4 บูลย์วิช ศิริสวัสดิ์ และคณะ (2549) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้พัฒนาเครื่องคัดขนาด ผลส้มโอแบบสายพานบานออก วิธีการประกอบด้วยการออกแบบ สร้าง และทดสอบประเมินผล ทางวิศวกรรมศาสตร์และเศรษฐศาสตร์ ตัวเครื่องประกอบด้วย โครงเหล็กกกล่อง ขนาด 40**x**40 มิลลิเมตร กว้าง 650 มิลลิเมตร ยาว 1,350 มิลลิเมตร สูง 737 มิลลิเมตร สายพานคัดขนาดกว้าง 100 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร 2 เส้น ถาดรับผลส้มโอและแผ่นกั้นคัดขนาดทำด้วยเหล็กแผ่นหนา 3 มิลลิเมตร กว้าง 650 มิลลิเมตร ยาว 1,000 มิลลิเมตร มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 60 วัตต์ พร้อมเกียร์ทดรอบและอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ การทดสอบได้กำหนดปัจจัยควบคุม 3 ปัจจัย คือ ความเร็วสายพานคัด (4 8 12 และ 14.5 เมตรต่อนาที) มุมเอียงของสายพานคัด (70 75 และ 80 องศา) ลักษณะการป้อนผลส้มโอ (คว่ำขั้วผลและหงายขั้วผล) ผลการทดสอบปรากฏว่าความเร็วสายพานคัดขนาด และมุมเอียงสายพานคัดขนาด มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5**%** ต่อตัวแปรการทำงานได้แก่ ความผิดพลาดในการคัดขนาด C_R ประสิทธิภาพการคัดขนาด E_W และสมรรถนะในการคัดขนาด Q ปัจจัยที่เหมาะสม คือ ความเร็วสายพานคัดขนาด 14.5 เมตรต่อนาที และมุมเอียงของสายพานคัดขนาด 75 องศา ทำให้ได้ผลการทำงานของเครื่องคัดขนาดผลส้มโอดีที่สุดคือ พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง C_R =12.61% E_W =87.35% Q =4171.89 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พันธุ์ขาวทองดี C_R =6.98% E_W =90.28% Q =3,376.98 กิโลกรัมชั่วโมง การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ระบุว่า เมื่อใช้เครื่องทำงานปีละ 540 ชั่วโมง อัตราค่าจ้าง 0.05 บาทต่อกิโลกรัม จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 74,223.9 กิโลกรัมต่อปี ระยะเวลาในการคืนทุน 4 เดือน กรณีที่ใช้ร่วมกับเครื่องป้อนจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 118,429.1 กิโลกรัมต่อปี ระยะเวลาในการคืนทุน 6 เดือน

2.6.5 ชนิดา บุพตา และคณะ (2550) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบเครื่องคัดขนาดผลชมพู่และการพัฒนาเครื่องคัดขนาดชมพู่ วิธีการศึกษาแก่การหามุมเอียงสายพานและการหาความหนาของฟองน้ำ ทดสอบกับชมพู่ 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ทูลเล้า พันธุ์ทับทิมจันทร์ และพันธุ์ทองสามสี พันธุ์ละ 3 ขนาดคือ ใหญ่ กลาง เล็ก การออกแบบสร้าง ทดสอบ ประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์และวิศวกรรมของเครื่องต้นแบบเครื่องคัดขนาดผลชมพู่ การทดสอบได้กำหนดปัจจัยควบคุม 2 ปัจจัย คือ ความเร็วรอบสายพาน 4 ระดับ (7 15 22 และ 29 เมตรต่อนาที) และมุมเอียงสายพาน 3 ค่า (75, 80 และ 85 องศา) เครื่องประกอบด้วย โครงเหล็กฉาก กว้าง 390 มิลลิเมตร ยาว

1,510 มิลลิเมตร และสูง 765 มิลลิเมตร สายพานคัดขนาด กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 1.27 เมตร ถาดรับผลชมพู่ขนาดกว้าง 600 มิลลิเมตร ยาว 1,100 มิลลิเมตร ต้นกำลังมอเตอร์ขนาด 60 วัตต์ 220 โวลต์ 60 เฮิรตซ์ พร้อมเกียร์ทดขนาด 18:1 ผลการทดสอบโดยใช้คนปฏิบัติงาน 1 คน ปรากฏว่าความเร็วรอบสายพาน มุมเอียงสายพานมีอิทธิพลต่อพันธุ์ชมพู่ ปรากฏว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความสำคัญ 5% ซึ่งปัจจัยที่ควบคุมที่เหมาะสมต่อการคัดขนาดชมพู่คือ มุม 75 องศา ในพันธุ์ทูลเกล้า 80 องศาในพันธุ์ทับทิมจันทร์ และสำหรับพันธุ์ทองสามสีคือ 85 องศา ที่ความเร็วสายพาน 22 เมตรต่อนาที ทั้ง 3 พันธุ์ ในพันธุ์ทูลเกล้าจะได้ค่า Q = 471.83 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พันธุ์ทับทิมจันทร์จะได้ Q = 609.13 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และในพันธุ์ทองสามสีจะได้ค่า Q = 662.03 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่า เมื่อเครื่องทำงานปีละ 1,600 ชั่วโมง อัตราค่าจ้าง 0.1 บาทต่อกิโลกรัม จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 57.46 ตันต่อปี ระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 5 เดือน

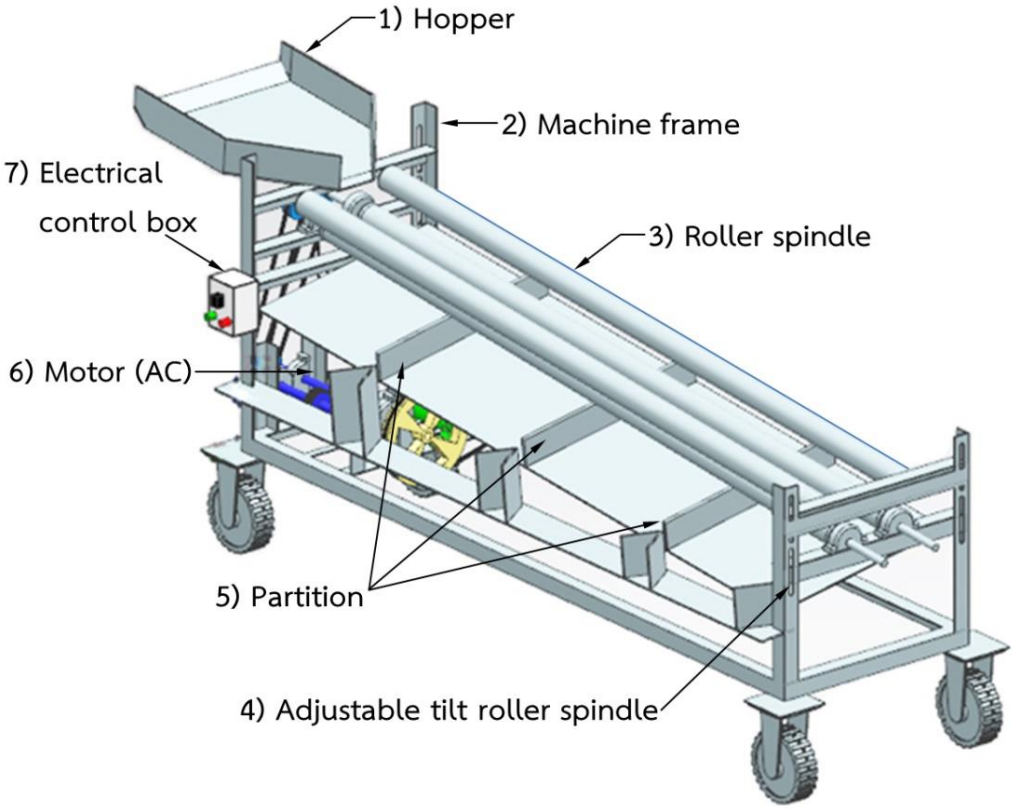
2.6.6 สาขาวิชาเครื่องกล มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี (2553) ได้ออกแบบและผลิตเครื่องคัดแยกละมุด เครื่องดังกล่าวมีต้นทุนค่าอุปกรณ์ประมาณ 10,000 บาท ทำจากเหล็กลักษณะเครื่องเหมือนเครื่องคัดแยกผลส้มและผลมะนาวทั่วไป แต่ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนรองรับผลละมุด ส่วนส่งกำลังขับเคลื่อนให้เครื่องทำงาน ส่วนคัดแยกขนาดผลทำจากลวดเหล็กเส้นกลมยาวประกอบเข้าด้วยกันคล้ายกับซี่โครง มีระยะห่างระหว่างเส้นลวดต่างกัน 4 ระยะ ซึ่งจะคัดแยกขนาดผลละมุดออกเป็น 4 ขนาด คือมีระยะห่างขนาด 35 มิลลิเมตร คัดผลละมุดเบอร์ 1 ผลเล็กสุด 41 มิลลิเมตร 45 มิลลิเมตร และมากกว่า 45 มิลลิเมตร สำหรับคัดผลละมุดเบอร์ 2 3 และ 4 ตามลำดับ จะคัดผลละมุด 100 กิโลกรัม ได้ 10 นาที สามารถทำงานติดต่อกันได้ทั้งวัน มีความแม่นยำกว่าการใช้แรงงานคน ซึ่งถ้าใช้แรงงานคน 1 คนต้องใช้เวลาคัดผลละมุด 100 กิโลกรัม 1-2 ชั่วโมง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

เมื่อศึกษาทฤษฎีบทและหลักการของขององค์ประกอบที่จำเป็นในการศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์ต้นแบบในการคัดแยกขนาดละมุดบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1.1 ส่วนประกอบของเครื่อง



รูปที่ 3-1 แบบงานต้นแบบในการคัดแยกขนาดละมุด

ในการออกแบบและสร้างเครื่องจะทำการออกแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป NX 8.5 สร้างแบบงานและนำไปสร้างเครื่องจริง พัฒนาต่อยอดจากเครื่องเดิมโดยคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน มีสมรรถนะด้านการผลิตที่สูงขึ้น มีความแม่นยำในการคัดขนาดเพิ่มขึ้น มีอัตราการเกิดรอยตำหนิของละมุดที่ผ่านการคัดเป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตร เมื่อสร้างเครื่องและปรับปรุงแก้ไขแล้วจึงทำการทดสอบเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมในด้านความเร็วรอบของเพลาและด้านมุมเอียงของเพลา หาอัตราการผลิตต่อชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า อัตราผลิตเทียบกับแรงงานคนและเครื่องต้นแบบ และเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการคัดขนาด ส่วนประกอบหลักของเครื่องจะมีรายละเอียดดังนี้

หมายเลข 1 กระบะใส่ละมุด

หมายเลข 2 โครงเครื่อง หมายเลข 3

เพลาคัดขนาดแบบหมุนคู่

หมายเลข 4 ชุดปรับมุมเอียงของเพลา

หมายเลข 5 ชุดแผงกั้นขนาด

หมายเลข 6 มอเตอร์ต้นกำลัง

หมายเลข 7 กล่องควบคุม

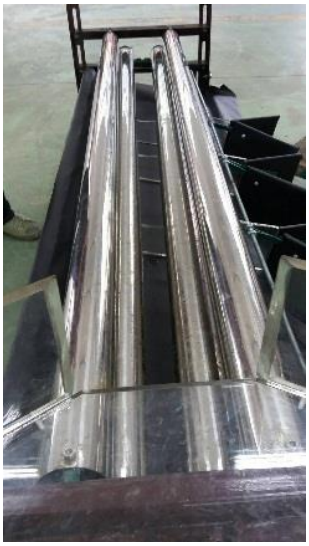
โดยส่วนประกอบหลักของเครื่องมีการอธิบายส่วนประกอบหลักๆออกเป็นส่วนๆ ดังต่อไปนี้

3.1.1.1 กระบะใส่ละมุด ทำหน้าที่สำหรับใส่ละมุดโครงสร้างทำด้วยเหล็กฉากขนาด 19 มิลลิเมตรหรือ 6/8 นิ้ว มีขนาด 41 x 51 x 8.5 ซ.ม. ผนังด้านข้างกระบะทำด้วยอะคริลิก หนา 1 ซ.ม. และมีช่องไหลของผลละมุดความกว้าง 8.5 ซ.ม. อยู่ภายใต้โครงกระบะละมุด

3.1.1.2 โครงเครื่อง ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักเครื่องและยึดส่วนประกอบต่างๆ มีขนาด 520 x 180 x 70 ซ.ม. จะมีขนาดเล็กลงและติดตั้งล้อเพื่อการเคลื่อนย้ายภายในสวนละมุดได้สะดวกเพิ่มขึ้น ปรับปรุงให้ต่ำลงกว่าเครื่องเดิมเพื่อความสะดวกในการทำงาน

3.1.1.3 เพลาคัดขนาดแบบหมุนคู่ ทำหน้าที่สำหรับคัดขนาดละมุด ทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304 ขนาด Ø 6.4 ซ.ม. ยาว 180 ซ.ม. ใช้หลักการของเพลายาว 2 ท่อน วางคู่กันในลักษณะเอียงและมีระยะห่างหัวท้ายไม่เท่ากันเมื่อละมุดถูกลำเลียงไปในระหว่างแกนเพลาที่หมุนอยู่นี้ละมุดจะไหลไปตามแนวท่อตามแรงโน้มถ่วงของโลกและหมุนหาจุดศูนย์ถ่วงของผล จนตกลงในช่วงที่มีระยะห่างของขนาดมากกว่าขนาดของผลละมุดและจะไหลลงสู่ตะกร้าตามขนาด โดย

กำหนดให้เครื่องสามารถคัดขนาดได้ 4 ขนาดคือ เบอร์ 1, 2, 3 และ 4 (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) โดยกำหนดให้เพลาด้านซ้ายหมุนทวนเข็มนาฬิกาส่วนด้านขวาหมุนตามเข็มนาฬิกา ความเร็วรอบของเพลาสามารถปรับได้โดยใช้กล่องควบคุมในการปรับค่าความเร็ว และมุมเอียงของเพลาสามารถปรับได้ตามสเกลที่ด้านหน้าเครื่องเพื่อใช้ในการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสร้างชุดคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ มีเพลายาวอีก 2 ท่อนประกบด้านบนชุดเพลาคัดขนาดเพื่อไม่ให้เกิดการกระเด็นออกของผลละมุดในขณะคัด



รูปที่ 3-2 เพลาคัดขนาดแบบหมุนคู่

ตารางที่ 3-1 เกณฑ์การคัดขนาดของเครื่อง

ขนาดของละมุด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	น้ำหนักต่อลูก (กรัม)	จำนวนลูกต่อกิโลกรัม (ลูก)
เล็ก	30 - 45 มิลลิเมตร	> 60 – 75	13 – 16
กลาง	46 - 55 มิลลิเมตร	> 75 – 90	11 – 13
ใหญ่	56 - 65 มิลลิเมตร	> 90 – 105	9 – 11
ใหญ่พิเศษ	65 ขึ้นไป	> 105	≤ 9

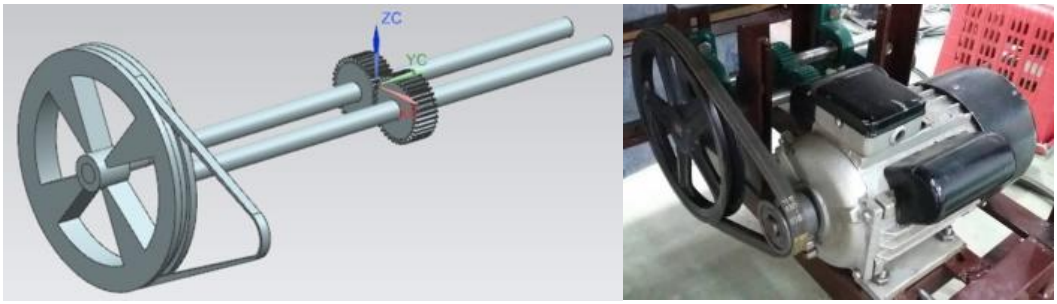
(สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554)

3.1.1.4 ชุดปรับมุมเอียงของเพลา สำหรับปรับองศาเพื่อใช้ในการทดสอบหาปัจจัยที่เหมาะสมในด้านมุมเอียงของเพลา และชุดปรับระยะห่างระหว่างเพลาเพื่อให้ขนาดของละมุดที่ตกเป็นไปตามขนาดมาตรฐาน

3.1.1.5 ชุดแผงกั้นขนาด ทำหน้าที่กั้นขนาดละมุดให้ไหลตกลงสู่ตะกร้าขนาด 25 กิโลกรัม ตามขนาด ชุดแผงกั้นทำด้วยแผ่นไม้อัดมีขนาด 51 x 180 ซ.ม. แบ่งออกเป็น 4 ช่อง สามารถปรับเลื่อนขนาดของช่องเพื่อความแม่นยำในการคัดขนาดได้ ในบริเวณที่มีการสัมผัสกับผิวละมุดจะมีการปูด้วยแผ่นยางเพื่อไม่ให้เกิดรอยช้ำเสียหาย

รูปที่ 3-3 ชุดแผงกั้นขนาด

3.1.1.6 มอเตอร์ต้นกำลัง ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการหมุนเพลาคู่สำหรับคัดขนาดละมุด โดยในช่วงเริ่มต้นจะทำการทดสอบเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมในด้านความเร็วรอบของเพลาก่อนด้วยชุดควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์แบบอินเวอร์เตอร์ ขนาด 4 kW – 6.7 kVA – 5 hp ความถี่ 50/60 Hz กับมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส 220 V แล้วนำปัจจัยที่เหมาะสมจากการทดลองนำไปกำหนดค่าความเร็วรอบคงที่สำหรับใช้ในการคัดขนาดกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 220 V ขนาด 1 hp เป็นมอเตอร์ต้นกำลัง ส่งกำลังไปยังล้อสายพานทดรอบและมีชุดเฟืองส่งกำลังเพื่อให้เพลาคนละด้านหมุนกลับทางกันใน



รูปที่ 3-4 ระบบส่งกำลัง

3.1.1.7 กล่องควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมระบบไฟฟ้าในการทำงาน ประกอบด้วยเบรกเกอร์เปิด-ปิดวงจรการทำงาน สวิตซ์ปิดและสวิตซ์มอเตอร์ไฟฟ้า 220 V เพื่อให้ชุดคัดทำงาน พร้อมหลอดไฟแสดงการทำงานในแต่ละขั้นตอน

รูปที่ 3-5 เครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่

3.2 การทดสอบเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสม

หลังจากการสร้างและประกอบชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องเสร็จแล้ว จากนั้นจะทำการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสร้างชุดคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ ใช้การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล 3^k เพื่อศึกษาผลกระทบหลักและผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อตัวแปรตอบสนอง คือ เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุด 4 ขนาด เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ ปัจจัยที่ควบคุม 2 ปัจจัยคือปัจจัยด้านความเร็วรอบของเพลา มี 3 ระดับ ประกอบด้วย 100, 200 และ 300 rpm และปัจจัยด้านมุมเอียงของเพลาที่ 5°, 10° และ 15° (ตารางที่ 3-2) เนื่องจากปัจจัยทั้งสองเป็นปัจจัยที่สำคัญและส่งผลมากที่สุดในการคัดขนาด สำหรับจำนวนการทดลองซ้ำ (Replicate) จะใช้การวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab R17 โปรแกรมลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยฯ ค่ากำลังการทดสอบที่มีค่ากำลังมากกว่า 0.95 (Power of test ; 1-β) จำนวนการทดลองซ้ำเท่ากับ 3 ครั้ง การทดลองมีจำนวนการทดลองเท่ากับ 3^2 เท่ากับ 9 ครั้ง ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง จึงมีการทดลองทั้งหมด 27 ครั้ง ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบอโนวาทางเดียว (One-Way ANOVA) ด้วยโปรแกรม Minitab R17 ตัวแปรควบคุมได้แก่ ขนาดละมุดที่ผ่านการคัดขนาดด้วยการช่างน้ำหนักไว้ 4 ขนาด คือ เบอร์ 1, 2, 3 และ 4 หรือ เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ ขนาดละ 50 ลูก รวมทั้งหมด 200 ลูก, ละมุดทุกผลมีความห่ามยังไม่สุกและไม่มีรอยตำหนิ ตัวแปรที่ตรวจวัด คือ เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการคัดขนาดละมุดทั้ง 4 ขนาด ในการทดสอบจะทำการเทละมุดใส่กระบะที่อยู่ด้านหัวเครื่องและไหลสู่ชุดคัดขนาดแล้วบันทึกผลอัตราความถูกต้อง

รูปที่ 3-6 ขนาดละมุด

ตารางที่ 3-2 ชนิดของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

ปัจจัย	ระดับ		
	ต่ำ	กลาง	สูง
ความเร็วรอบของเพลา (rpm)	100	200	300
มุมเอียงของเพลา (°)	5	10	15

การศึกษาการทำการคัดแยกขนาดละมุดของอุปกรณ์ตันแบบในการคัดแยกขนาดละมุด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ละมุด 200 ลูกแบ่งเป็นขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 50 ลูก ขนาดใหญ่ จำนวน 50 ลูก ขนาดกลาง จำนวน 50 ลูก ขนาดเล็ก จำนวน 50 ลูก โดยแบบได้ดังนี้ การหาข้อมูลองศาในการคัดที่เหมาะสมและความเร็วรอบเหมาะสมของอุปกรณ์ตันแบบในการคัดแยกขนาดละมุด และการศึกษาการทดสอบการคัดแยกขนาดละมุดของอุปกรณ์ตันแบบในการคัดแยกขนาดละมุด จำนวน 4 ขนาดคือ ใหญ่พิเศษ ใหญ่ กลาง เล็ก

3.3 การทดสอบหาอัตราการผลิตของเครื่องและประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคน

3.3.1 การทดสอบเพื่อหาอัตราการผลิตของเครื่อง

หลังจากได้ผลการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสร้างชุดคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่แล้วจึงนำมากำหนดความเร็วรอบของเพลาและมุมเอียงของเพลา และจึงทำการทดสอบเพื่อหาอัตราการผลิตของเครื่อง โดยในการทำงานของเครื่องจะใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน ทำการทดสอบหาอัตราการผลิตต่อชั่วโมง จำนวน 3 ซ้ำ ตัวแปรที่ชี้วัด คือ อัตราการผลิตต่อชั่วโมง ด้านการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องในขณะทำงานใช้การตรวจวัดด้วยคลิปแอมป์มิเตอร์และนำไปคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ใช้การคำนวณที่อัตราค่าไฟฟ้าในบ้านเรือนทั่วไปขนาดมิเตอร์ 15 A ที่ค่าไฟฟ้าอัตราปกติ หน่วยละ 3.94 บาท เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ

3.3.2 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคนและเครื่องต้นแบบ

ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคนคัด จำนวน 1 คน ใช้ระยะเวลาทำการทดลอง 1 ชั่วโมงด้วยการทำงานแบบต่อเนื่องเปรียบเทียบกัน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ตัว

แปรชี้วัด คือ เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการคัดขนาด ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้ (วัชรพล ชยประเสริฐ, 2555)

$$\text{Success} = \frac{S}{100} \times 100$$

3.4 การประเมินความพึงพอใจของเครื่องกับเกษตรกรชาวสวนละมุด

ด้านการประเมินความพึงพอใจของเครื่องที่ใช้การตอบแบบประเมินใน 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านผลผลิต ใช้เกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า การวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นใช้มาตราวัดเจตคติแบบลิเคิร์ท สเกล ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive selection) กับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกละมุดในหมู่บ้านสวนละมุด ต.หนองไขว่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ จำนวน 43 ราย ซึ่งประเมินความพึงพอใจของเครื่องจะประกอบด้วย

3.4.1 แบบสัมภาษณ์

แบบมีโครงสร้าง (Structured Or Standardized) รูปแบบข้อคำถามแบบผสม โดยข้อคำถามประกอบด้วยจำแนกได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นต่อแบบอุปกรณ์ต้นแบบในการคัดแยกขนาดละมุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

3.4.2 วิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์

ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบประมาณค่าตามแบบของลิคเคอร์ทมีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

ระดับที่ 5 ระดับความคิดเห็น เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ระดับที่ 4 ระดับความคิดเห็น เห็นด้วย

ระดับที่ 3 ระดับความคิดเห็น ไม่แน่ใจ

ระดับที่ 2 ระดับความคิดเห็น ไม่เห็นด้วย

ระดับที่ 1 ระดับความคิดเห็น ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.4.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบสัมภาษณ์ความคิดเห็น ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้ ขอหนังสือแนะนำตัวผู้วิจัย นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้รับคืนมาดำเนินการวิเคราะห์สรุปผลตามขั้นตอนของการวิจัย และเก็บรวบรวมข้อมูลและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบในการคัดขนาดละมุดและปรับปรุง

3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบสัมภาษณ์ โดยการหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ การวิเคราะห์ผลความคิดเห็นโดยการหาเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมินระดับความคิดเห็นโดยใช้การประมาณค่า 5 ระดับ ของ ลิเคิร์ทสเกล

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในการสร้างเครื่องจะทำการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสร้างชุดคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ เครื่องมีขนาดเล็กเพื่อการขนย้ายภายในสวนละมุดได้สะดวก ทำการทดสอบหาอัตราการผลิต เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการคัดขนาด ประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคนและเครื่องต้นแบบ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ระยะเวลาในการคืนทุน และนำเครื่องไปทดสอบภาคสนามเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องที่สร้างขึ้นกับเกษตรกรชาวสวนละมุด โดยมีผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลการทดสอบปัจจัยที่เหมาะสมในการสร้างชุดคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่

จากผลการทดลอง และนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลอง พบว่าทุกปัจจัยมีค่า P-Value = 0 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 (ความเชื่อมั่น 95%) ทำให้สรุปผลได้ว่าความเร็วรอบของเพลา (A) มีผลต่อความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมุมเอียงของเพลา (B) ก็มีผลต่อความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน และเมื่อพิจารณาผลร่วมของปัจจัยก็พบว่า ค่า P-Value = 0 ซึ่งยังคงน้อยกว่า 0.05 จึงสรุปผลได้ว่าข้อมูลทั้งสองมีอันตรกิริยาต่อกันจึงมีผลต่อความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจากข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้ว (R-2adj) มีค่าเท่ากับ 88.10% หมายความว่าสมการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตอบสนองได้มากกว่า 80%

ตารางที่ 4-1 ผลการทดลอง

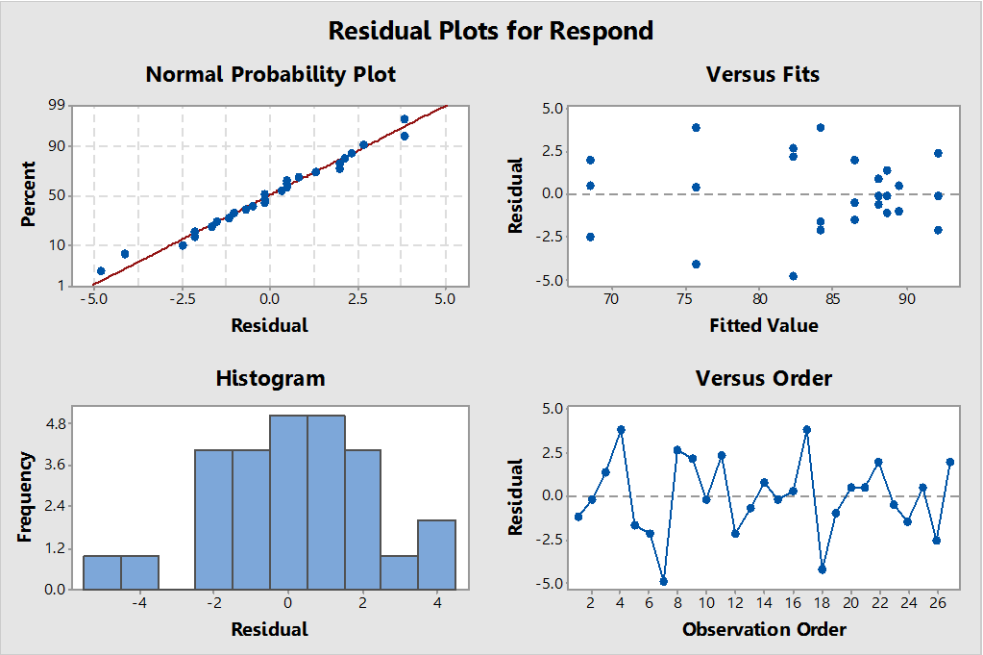
ความเร็วรอบของเพลา (rpm)	มุมเอียงของเพลา (°)	ความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุด (%)	
100	5	87.5	88.67
		88.5	
		90.0	
	10	88.0	84.17
		82.5	
		82.0	
	15	77.5	84.50
		85.0	
		84.5	
200	5	93.5	94.33
		94.5	
		95.0	
	10	87.5	88.17
		89.0	
		88.0	
	15	76.0	75.67
		79.5	
		71.5	
300	5	88.5	89.50
		90.0	
		90.0	
	10	88.5	86.50
		86.0	
		85.0	
	15	69.0	68.50
		66.0	
		70.5	

หลังจากนั้นจึงทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลให้เป็นไปตามสมมติฐานของมอนโกเมอรี่ 3 ข้อ (Montgomery, 2001) ได้แก่ ตรวจสอบการกระจายตัวเป็นแบบปกติ (รูปที่ 4-1) โดยมีการกระจายไปตามแนวเส้นตรง สามารถสรุปได้ว่ามีการแจกแจงแบบปกติ ต่อมาตรวจสอบค่าความผิดพลาดกับค่าเฉลี่ยการถดถอย (Fitted Value) พบว่ามีการกระจายแบบสุ่มรอบค่าศูนย์แบบไม่มีรูปแบบ แสดงว่าความแปรปรวนมีค่าคงที่ และตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความผิดพลาดกับลำดับการทดลอง พบว่าการกระจายตัวของส่วนตกค้างมีแนวโน้มความเป็นอิสระต่อกัน มีการกระจายตัวแบบสุ่ม แสดงว่าค่าแต่ละค่ามีความอิสระต่อกัน ซึ่งจากข้อมูลที่ได้เป็นไปตามสมมติฐานทั้ง 3 ข้อ ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีความถูกต้อง และเมื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมจากกราฟอันตรกิริยา (Interaction Plot) (รูปที่ 4-2) แสดงให้เห็นว่าการใช้ความเร็วรอบที่ 200 rpm และมุมเอียงที่ 5° ความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุด 94.33% จะสามารถให้ความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุดได้ดีที่สุด แล้วนำปัจจัยที่เหมาะสมนี้ไปกำหนดค่าความเร็วรอบคงที่และมุมเอียงของเครื่องที่พัฒนาสร้างขึ้นสำหรับใช้ในการทดสอบหาอัตราการผลิตของเครื่องต่อไป

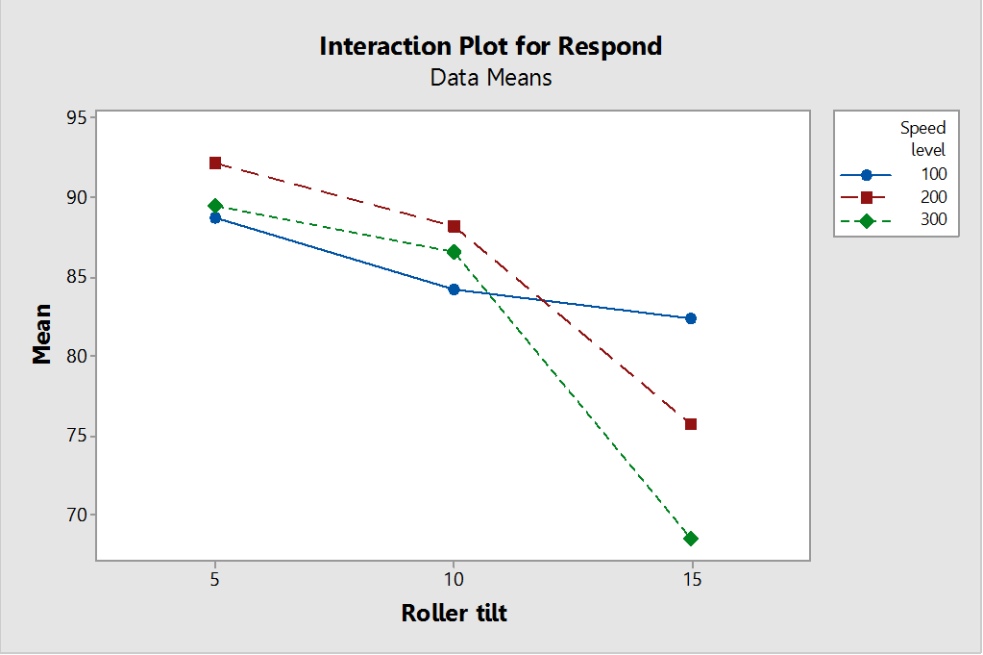
ตารางที่ 4-2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากการทดลอง

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	8	1483.6	185.454	29.41	0.00
Linear	4	1219.3	304.815	48.34	0.00
A	2	103.2	51.593	8.18	0.003
B	2	1116.1	558.037	88.50	0.00
2-Way Interactions	4	264.4	66.093	10.48	0.00
A*B	4	264.4	66.093	10.48	0.00
Error	18	113.5	6.306		
Total	26	1597.1			

S = 2.51109 R-sq = 92.89% R-sq (adj) = 89.74%



รูปที่ 4-1 ผลการกระจายตัวจากการทดลอง



รูปที่ 4-2 ปัจจัยที่เหมาะสมจากกราฟอันตรกิริยา

4.2 ผลการทดสอบหาอัตราการผลิตของเครื่องและประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคน

จากผลการทดลองอัตราการผลิตเครื่องจะได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 473 กก./ชม. ซึ่งสูงขึ้นกว่าแรงงานคนที่มีอัตราการผลิตที่ 183 กก./ชม. และจากข้อมูลดังกล่าวนี้จะทำให้อัตราการผลิตของเครื่องสูงกว่าแรงงานคนประมาณ 2.58 เท่า ซึ่งเป็นผลจากเครื่องมีขนาดต่ำลงมีความสะดวกในการใช้งานเพิ่มขึ้น ดังนั้นอัตราการผลิตต่อวันเมื่อใช้เครื่องจักรในการคัดขนาดละมุดจะมีอัตราการผลิตประมาณ 1,892 กก./วัน ที่การทำงาน 4 ชั่วโมงช่วงบ่ายเท่านั้น ส่วนด้านเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการคัดขนาดของเครื่องมีค่า 94.33% (ตารางที่ 4-3) หรือมีจำนวนความคลาดเคลื่อนของขนาดประมาณ 1.14 กก./ชม. เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคนคัดจะมีความถูกต้อง 100% ซึ่งประสิทธิภาพเครื่องในส่วนนี้จะมีค่าต่ำว่าแรงงานคนเพราะมีการกระโดดของละมุดในช่วงแรกของการไหลจนอาจเกิดการผิดพลาดของขนาดได้ แต่อย่างไรก็ตามจะมีอัตราการผลิตสูงกว่าแรงงานคนประมาณ 2.58 เท่า

ตารางที่ 4-3 ผลการทดสอบหาอัตราการผลิตของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคน

การทดลอง	อัตราการผลิต (กก./ชม.)	ความถูกต้องในการคัดขนาด (%)
อัตราการผลิตเครื่อง	240	93.50
	480	94.50
	480	95.00
เฉลี่ย	473	94.33
แรงงานคน	120	100
	186	100
	178	100
เฉลี่ย	183	100

ส่วนด้านผลการทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าพบว่าขณะเครื่องทำงานใช้กระแสไฟฟ้า 6.78 A หรือใช้กำลังไฟฟ้า 1.49 kW ค่าไฟฟ้าอัตราปกติ หน่วยละ 3.94 บาท จะได้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 5.88 บาท/ชม. 23.51 บาท/วัน. ซึ่งมีอัตราค่าไฟฟ้าใกล้เคียงกับหม้อหุงข้าว ขนาด

4.0 ลิตร เครื่องปรับอากาศ ขนาด 12,000 BTU หรือเตารีดแบบไอน้ำขนาดเล็ก เป็นต้น โดยมีการคำนวณดังนี้

กำลังไฟฟ้า (W) = แรงดันไฟฟ้า (V) x กระแสไฟฟ้า (A)

= 220 V x 6.78 A

= 1.49 kW

ที่การทำงาน 1 ชั่วโมง

หน่วยไฟฟ้า (Unit)= กำลังไฟฟ้า (kW) x ชั่วโมง (ชม.)

= 1.49 kW x 1 ชม.

= 1.49 หน่วย

ค่าไฟฟ้า(บาท) = หน่วยไฟฟ้า (Unit) x อัตราค่าไฟฟ้า (บาท)

= 1.49 Unit x 3.94 บาท

= 5.88 บาท/ชม.

ในด้านการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อหาระยะเวลาในการคืนทุน พบว่าราคาของเครื่องคัดแยกขนาดละมุดที่สร้างขึ้นมีมูลค่าวัสดุรวมค่าแรงงานสร้างในราคา 16,000 บาท อัตราการผลิตเฉลี่ยของเครื่องเท่ากับ 473 กิโลกรัมต่อวัน ที่การทำงานช่วงเวลาบ่าย 4 ชั่วโมง ส่วนแรงงานคนก็จะมีอัตราการผลิตที่ 1 วัน จำนวน 4 ชั่วโมง เท่ากับ 793 กิโลกรัมต่อวัน หมายความว่าถ้าต้องการมีอัตราการผลิตเฉลี่ยของแรงงานคนเท่ากับเครื่องต้องมีการจ้างแรงงานคนที่ 5.93 คน หรือประมาณ 6 คน ดังนั้นกำไรสุทธิรวมกับต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ 16,718 บาท (ตารางที่ 4-4) เทียบกับเงินลงทุนในการซื้อเครื่อง 16,000 บาท กับค่าบำรุงรักษารายปีประมาณ 1,500 บาท อายุการใช้งานประมาณ 10 ปี มีมูลค่าซากประมาณ 2,000 บาท รวมทั้งหมด ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 1.13 ปี

ตารางที่ 4-4 ระยะเวลาคืนทุน

	เครื่องคัดขนาด	แรงงานคนคัด
Production rate	473 kg/h	183 kg/h
	1,892 kg/day	732 kg/day
Wage	300 Baht/day	1,892 / 732 = 2.58 time
		2.58 x 300 = 775.41 Baht/day
Electricity charge	5.88 Bath x 4 hr = 23.52 Bath/day	-
Total cost	323.52 Baht/day	775.41 Baht/day
Difference cost	775.41 – 323.52 = 451.89 Baht/day	
Total product	70,000 kg / year	
Cost reduction	(70,000/1,892) x 451.89 = 16,718.97 Baht/day	
Straight – Line method	(16,000 Baht – 2,000 Baht) / 10 year = 1,400 Baht/year	
Cost	16,000 Baht + 1,400 Baht/year + 1,500 Baht/year = 18,900 Baht	
Pay back period	18,900 / 16,718.97 = 1.13 year	

4.3 ผลการทดสอบเพื่อประเมินความพึงพอใจกับเกษตรกรชาวสวนละมุด

ด้านผลการประเมินความพึงพอใจกับกับเกษตรกรผู้ปลูกละมุดในหมู่บ้านสวนละมุด ต.หนองไขว่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ จำนวน 43 ราย ผลการประเมินทั้ง 4 ด้าน พบว่า ด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านการผลิต มีผลการประเมินเท่ากับ 4.33, 4.22, 4.24 และ 4.31 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับดีทุกด้าน และผลประเมินเฉลี่ยทั้งหมด 4 ด้าน มีค่าเท่ากับ 4.27 ซึ่งอยู่ในระดับดี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67 แสดงว่ามีความแตกต่างของข้อมูลอยู่ในระดับที่น่าพอใจ (ตารางที่ 4-4) ส่วนด้านข้อเสนอแนะนั้นไม่มี

ตารางที่ 4-5 ผลการทดสอบเพื่อประเมินความพึงพอใจกับเกษตรกรชาวสวนละมุด

ประสิทธิภาพ	หัวข้อในการสอบถาม	ผลการประเมินความพึงพอใจ	
		($\bar{x}$)	(S.D)
การออกแบบเครื่องคัดแยกละมุด	ความเหมาะสมขนาดของตัวเครื่อง	4.56	0.56
	ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้	4.26	0.69
	ความเหมาะสมระบบการคัดแยก	4.37	0.66
	ความเหมาะสมความเร็วรอบคัดขนาด	4.12	0.59
	ระดับความพึงพอใจ	4.33	0.63
ความปลอดภัย	ความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า	4.16	0.69
	ความปลอดภัยของท่อหมุนที่ใช้คัดขนาด	4.19	0.63
	ความปลอดภัยของระบบส่งกำลัง	4.30	0.67
	ระดับความพึงพอใจ	4.22	0.66
ความสะดวกในการใช้งาน	ความสะดวกในการใช้งานสวิตช์ควบคุม	4.44	0.63
	ความสะดวกในการเทละมุดใส่กระบะ	4.30	0.74
	ความสะดวกในการปรับตั้งขนาด	4.12	0.73
	ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายตัวเครื่อง	4.12	0.70
	ความสะดวกในการย้ายตะกร้าใส่ละมุดเข้า-ออก	4.23	0.65
	ระดับความพึงพอใจ	4.24	0.69
ด้านผลผลิตที่ได้	ความถูกต้องของขนาดในการคัดละมุด	4.37	0.62
	อัตราผลผลิตของเครื่องคัดละมุด	4.30	0.60
	ผิวละมุดไม่มีการเสียหายและรอยช้ำ	4.20	0.80
	ระดับความพึงพอใจ	4.31	0.69
	ผลรวมระดับความพึงพอใจ	4.27	0.67

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดสอบเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ โดยใช้การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลเพื่อทำการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสร้างชุดคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ จากการทดลองพบว่าความเร็วรอบของเพลาและมุมเอียงของเพลามีผลต่อความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และปัจจัยที่เหมาะสมพบว่าการใช้ความเร็วรอบที่ 200 rpm และมุมเอียงที่ 5° จะสามารถให้ความแม่นยำในการคัดได้ดีที่สุด ผลการทดสอบด้านสมรรถนะเครื่องพบว่าเครื่องดังกล่าวสามารถเพิ่มอัตราการผลิตให้สูงขึ้นได้จริงตามสมมติฐานของงานวิจัยมีอัตราการผลิตของเครื่องเท่ากับ 473 กก./ชม. หรือประมาณ 1,892 กก./วัน ที่การทำงาน 4 ชั่วโมงในภาคบ่าย มีประสิทธิภาพสูงกว่าแรงงานคนคัดประมาณ 2.58 เท่า มีอัตราความผิดพลาดที่ 5.67% มีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 5.88 บาท/ชม. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ระบุว่ามีระยะเวลาการคืนทุนใน 1.13 ปี และในด้านผลการประเมินความพึงพอใจในผลการประเมินอยู่ในระดับดีทุกด้าน

5.2 อภิปรายผล

จากผลการทดลองละมุดที่ผ่านการคัดไหลลงสู่ตะกร้าตามขนาด 4 ขนาด คือ เบอร์ 1 ใหญ่พิเศษ, เบอร์ 2 ใหญ่, เบอร์ 3 กลาง และเบอร์ 4 เล็ก การเกิดรอยตำหนิของละมุดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานสินค้าเกษตร (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) ไม่เกิดรอยช้ำเหมือนเครื่องคัดแยกละมุดแบบเป็นล้อลูกกรงทรงกระบอกใช้การหมุนตกตามระยะห่าง และมีอัตราความผิดพลาดในการคัดขนาดที่ 5.67% สูงขึ้นกว่าเครื่องต้นแบบ (มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, 2555) ซึ่งจากผลการสร้างเครื่องดังกล่าวสามารถนำไปใช้งานในพื้นที่จริงได้ เป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับชุมชน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองยังพบปัญหาด้านการเทและป้อนละมุดในบริเวณกระบะใส่เพราะเมื่อทำการเทในปริมาณที่มากยังต้องใช้แรงงานคนช่วยปรับเพื่อให้ละมุดไหลลงช่องป้อน ข้อเสนอแนะจึงอาจแก้ไขด้วยการมีชุดกระบะที่ใหญ่ขึ้นหรืออาจสร้างเป็นชุดลำเลียงสายพานให้ละมุดไหลเข้าสู่ชุดคัด

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร. **รายงานข้อมูลการผลิตละมุด**. [online]. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์กรุงเทพฯ. 2558. แหล่งที่เข้าถึง : http://production.doae.go.th/report/report_main_land_02_A_new2.php?report_type=. [11 มกราคม 2560]

กระวีรีอำนรรค, ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์, อนุพันธ์ เทิดวงศ์วรกุล และมนูศักดิ์ จานทอง. “การทดสอบเครื่องคัดขนาดชมพู่แบบไร้ความเสียหาย.” **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 41(มกราคม-เมษายน 2553) : 585-588.

กัลยา วานิชย์บัญชา. **สถิติสำหรับงานวิจัย**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

กิตติพล แก้วพันธ์ และคณะ. เครื่องคัดแยกขนาดและนับจำนวนผลมะนาว. สารนิพนธ์เทคโนโลยีบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. 2545.

คณะทรัพยากรธรรมชาติ. **ละมุด**. [online]. บทความวิทยุรายการสาระความรู้ทางการเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ. แหล่งที่เข้าถึง : natres.psu.ac.th/radio/radio_article/radio48-49/48-490015.html. [11 มีนาคม 2559]

คุรุวรรณ์ ภามาตย์, พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์, บัณฑิต จิตจำนง, สากล วิริยานันท์, รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์ และณัฐสิทธิ์ อยู่เย็น. “วิจัยและพัฒนาเครื่องคัดขนาดผลน้อยหน่า.” **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 45(กันยายน-ธันวาคม 2557) : 433-436.

จิรรัตน์ ธีระวราพฤกษ์. **เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม**. กรุงเทพมฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2552.

ชนิดา บุพตา. การพัฒนาเครื่องคัดขนาดชมพู่. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรม-เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2550.

ชลีดล อินยาศรี, สุชาติ แย้มเม้น และพีระศักดิ์ ฉายประสาท. “การประมาณค่าน้ำหนักผลมะม่วงบนระบบการช่างน้ำหนักแบบพลวัตโดยใช้วงจรกรองมัฐยฐานปรับปรุง.” **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 41(กันยายน-ธันวาคม 2554) : 446-449.

ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ. **ละมุด**. [online]. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ . 2560. แหล่งที่เข้าถึง : http://natres.psu.ac.th/radio/radio_article/radio48-49/48-490015.html. [27 กุมภาพันธ์ 2560]

ทรงศักดิ์ ลิขิตชีวัน. เครื่องคัดขนาดอัตโนมัติแบบกระบอกคัดซ้อนกันหลายชั้น. **สิทธิบัตรไทย**. เลขที่ 23094(2548).

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. **การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย**. พิมพลักษณ์ กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์, 2551.

เทวรัตน์ ตรีอำนรรค, อธิพรรณ ขันธเสน และกระวี รีอำนรรค. “เครื่องคัดขนาดกลีบกระเทียม.” **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 44(กันยายน-ธันวาคม 2556) : 466-469.

นัสสรา มีอินทร์. การพัฒนาเครื่องคัดแยกขนาดและผ่าผลหมากด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่า. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2557.

บรรลุ เพียชิน, สุพรรณ ยั่งยิน และจักรมาส เลาหวณิช. “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคัดแยกลูกเดือยหลังการกระเทาะและทำความสะอาดแบบตะแกรงทรงกระบอกหมุน.” **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 42(กันยายน-ธันวาคม 2556) : 497-500.

บริษัท ช.นิคมสแตนเลส จำกัด. **สแตนเลส**. [online]. เข้าถึงได้จาก : www.sornikhom.com. [15 มิถุนายน 2559]

บัณฑิต จริโมภาส และดลหทัย ราชนุเคราะห์. “เครื่องคัดขนาดผลฝรั่ง.” **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 33(กันยายน-ธันวาคม 2555) : 49-53.

บุญชม ศรีสะอาด. **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น, 2545.

บุญชม ศรีสะอาด. **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น, 2547.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. **สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพ ฯ : จามจุรีโปรดักท์. 2549.

บูลย์วิช ศิริสวัสดิ์. การพัฒนาเครื่องคัดขนาดผลส้มโอ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2549.

ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา, พงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์. **การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด. 2551.

ปารเมศ ชุติมา. **การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.

พิทักษ์ คล้ายชมและคณะ. **เครื่องคัดแยกขนาดเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ดิบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์.** บทความ. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2555.

ภัทรชัย วิชัยยะ. “การออกแบบเครื่องต้นแบบเครื่องคัดพุทราพันธ์น้ำนม.” **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 42(กันยายน-ธันวาคม 2554) : 497-500..

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี . เครื่องคัดแยกผลละมุด. [online]. มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี. 2555. แหล่งที่เข้าถึง : มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี. แหล่งที่เข้าถึง : http://youtube.com/watch?v=cyxUize4QnY. [15 ตุลาคม 2559]

วรรยา สุธรรมชัย. ผลของอายุเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลละมุด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2546.

วัชรพล ชยประเสริฐ, กิตติเดช โพธิ์นิยม, อมรรัตน์ เขียวขำ, ปณัฐพงศ์ ดีทอง. **“**การพัฒนาเครื่องปักต้นกล้ายาสูบขนาดหนึ่งที่นั่ง.**” วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย** 18(มกราคม-มิถุนายน 2555) : 1–7.

เว็บเพื่อพืชเกษตรไทย. **ละมุด ประโยชน์ และการปลูกละมุด**. [online]. แหล่งที่เข้าถึง : http://puechkaset.com/%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%94/. [15 มิถุนายน 2559]

ศิริชัย กาญจนวาสี. **การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย**. พิมพลักษณ์ กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

ศิริชัย สงวนแก้ว. “ช่องทางใหม่ส าหรับนักการตลาด.” **คอมพิวเตอร์รีวิว**. 17(สิงหาคม 2543) : 69-71.

ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์และคณะ. การออกแบบและการพัฒนาเครื่องคัดขนาดมะม่วง. โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2532.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. **การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่ 2 กลุ่ม ขึ้นไป**. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2546.

สยาม ตุ้มแสงทอง. การปรับปรุงเครื่องคัดขนาดผลมังคุดแบบจานหมุน. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2546.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. **มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 19-2554 ละมุด**. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2554.

อารีรัตน์ พระเพชร, สุนัดดา เชาวลิต, วิภาวรรณ ดวนมีสุข, อรณิชชา สุวรรณโฉม, ชัยณรงค์ จันทร์แสน ตอ. **วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตละมุดเชิงพาณิชย์ในภาคเหนือตอนล่าง**. สุโขทัย: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย กรมวิชาการเกษตร. 2558.

Food Network Solution Co., Ltd. **Sizer.** [online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com/knowledge/content/162,. [15 พฤษภาคม 2559]

Kasetloongkim. **พันธุ์ละมุด.** [online]. แหล่งที่เข้าถึง : http://www.kasetloongkim.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=94. [27 กุมภาพันธ์ 2560]

Montgomery, D.C. 2001. **Design and Analysis of Experiments.** 5th ed. New York : John Wiley& Sons.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบประเมินความพึงพอใจ

ตารางที่ ก-1 แบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่

วันที่……

ชื่อ – นามสกุล……อายุ……

บ้านเลขที่……..หมู่……..ถนน……..……ตำบล……

อำเภอ……..……จังหวัด……อาชีพ……..

คำชี้แจง ให้ผู้กรอกข้อมูลใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องข้างล่างนี้ตามความคิดเห็น ซึ่งจะมีระดับคะแนนของความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพดังต่อไปนี้ คือ

5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1 = ปรับปรุง

ประสิทธิภาพ	**หัวข้อในการสอบถาม**	**ระดับความคิดเห็น**				
		5	4	3	2	1
การออกแบบเครื่องคัดแยกละมุด	ความเหมาะสมขนาดของตัวเครื่อง					
	ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้					
	ความเหมาะสมระบบการคัดแยก					
	ความเหมาะสมความเร็วรอบคัดขนาด					
ความปลอดภัย	ความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า					
	ความปลอดภัยของท่อหมุนที่ใช้คัดขนาด					
	ความปลอดภัยของระบบส่งกำลัง					
ความสะดวกในการใช้งาน	ความสะดวกในการใช้งานสวิตช์ควบคุม					
	ความสะดวกในการเทละมุดใส่กระบะ					
	ความสะดวกในการปรับตั้งขนาด					
	ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายตัวเครื่อง					
	ความสะดวกในการย้ายตะกร้าใส่ละมุดเข้า-ออก					
ด้านผลผลิตที่ได้	ความถูกต้องของขนาดในการคัดละมุด					
	อัตราผลผลิตของเครื่องคัดละมุด					
	ผิวละมุดไม่มีการเสียหายและรอยช้ำ					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ……ผู้ให้ข้อมูล

(……..…)

เกณฑ์การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยข้อมูลจากแบบสอบถาม

หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยข้อมูลจากแบบสอบถาม ที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกละมุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

4.51 – 5.00	มีระดับความคิดเห็น	ดีมาก
3.51 – 4.50	มีระดับความคิดเห็น	ดี
2.51 – 3.50	มีระดับความคิดเห็น	ปานกลาง
1.51 – 2.50	มีระดับความคิดเห็น	พอใช้
0.00 – 1.50	มีระดับความคิดเห็น	ต้องปรับปรุง

ภาคผนวก ข

การประเมินความพึงพอใจกับเกษตรกร

ภาคผนวก ข. การประเมินความพึงพอใจกับเกษตรกร

รูปที่ ข-1 เครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ที่นำไปประเมินความพึงพอใจ

รูปที่ ข-2 เกษตรกรปลูกละมุดในจังหวัดเพชรบูรณ์

รูปที่ ข-3 สาธิตการใช้งานเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่

รูปที่ ข-4 เกษตรกรทดสอบใช้เครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่

รูปที่ ข-5 เกษตรกรประเมินความพึงพอใจเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ 1

รูปที่ ข-6 เกษตรกรประเมินความพึงพอใจเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ 2

รูปที่ ข-7 เกษตรกรประเมินความพึงพอใจเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ 3

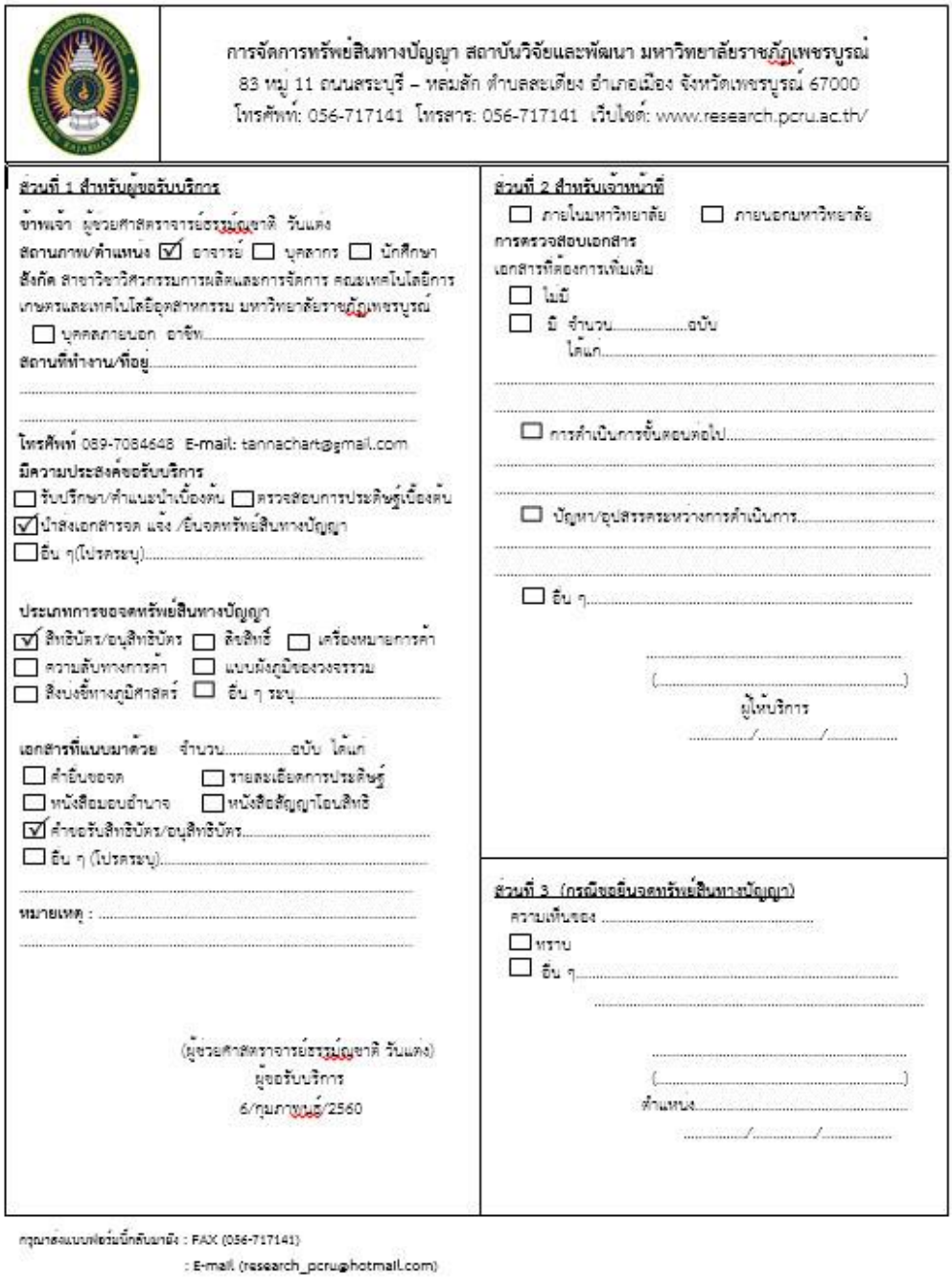
รูปที่ ข-8 ถ่ายภาพรวมกับเกษตรกร

ภาคผนวก ค

การยื่นขอจดทรัพย์สินทางปัญญา

ภาคผนวก ค การยื่นขอจดทรัพย์สินทางปัญญา

ทสป.01



การจัดการทรัพย์สินทางปัญญา สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
83 หมู่ 11 ถนนสระบุรี – หลมสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์: 056-717141 โทรสาร: 056-717141 เว็บไซต์: www.research.pcru.ac.th/

ส่วนที่ 1 สำหรับผู้ขอรับบริการ

ข้าพเจ้า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรรม์ญชาติ วันแต่ง
สถานภาพ/ตำแหน่ง ☑ อาจารย์ ☐ บุคลากร ☐ นักศึกษา
สังกัด สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
☐ บุคคลภายนอก อาชีพ.....
สถานที่ทำงาน/ที่อยู่.....
.....
.....
โทรศัพท์ 089-7084648 E-mail: tannachart@gmail.com
มีความประสงค์ขอรับบริการ
☐ รับปรึกษา/คำแนะนำเบื้องต้น ☐ ตรวจสอบการประดิษฐ์เบื้องต้น
☑ นำส่งเอกสารจด แจ้ง /ยื่นจดทรัพย์สินทางปัญญา
☐ อื่น ๆ(โปรดระบุ).....

ประเภทการขอจดทรัพย์สินทางปัญญา
☑ สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ ลิขสิทธิ์ ☐ เครื่องหมายการค้า
☐ ความลับทางการค้า ☐ แบบผังภูมิของวงจรรวม
☐ สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ ☐ อื่น ๆ ระบุ.....

เอกสารที่แนบมาด้วย จำนวน.....ฉบับ ได้แก่
☐ คำยื่นขอจด ☐ รายละเอียดการประดิษฐ์
☐ หนังสือมอบอำนาจ ☐ หนังสือสัญญาโอนสิทธิ
☑ คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร.....
☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....
.....
หมายเหตุ : .....
.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรรม์ญชาติ วันแต่ง)
ผู้ขอรับบริการ
6/กุมภาพันธ์/2560

ส่วนที่ 2 สำหรับเจ้าหน้าที่

☐ ภายในมหาวิทยาลัย ☐ ภายนอกมหาวิทยาลัย
การตรวจสอบเอกสาร
เอกสารที่ต้องการเพิ่มเติม
☐ ไม่มี
☐ มี จำนวน.....ฉบับ
ได้แก่.....
.....
.....
☐ การดำเนินการขั้นตอนต่อไป.....
.....
.....
☐ ปัญหา/อุปสรรคระหว่างการดำเนินการ.....
.....
.....
☐ อื่น ๆ.....

.....
(.....)
ผู้ให้บริการ
...../...../.....

ส่วนที่ 3 (กรณียื่นจดทรัพย์สินทางปัญญา)

ความเห็นของ .....
☐ ทราบ
☐ อื่น ๆ.....
.....

.....
(.....)
ตำแหน่ง.....
...../...../.....

กรุณาส่งแบบฟอร์มนี้กลับมายัง : FAX (056-717141)
: E-mail (research_pcru@hotmail.com)

รูปที่ ค-1 ขอรับบริการการจัดการทรัพย์สินทางปัญญา สถาบันวิจัยและพัฒนา

แบบ สป/สม/สสป/001-ก
หน้า 1 ของจำนวน 2 หน้า

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☑ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ.2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่2) พ.ศ.2535 และพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่3) พ.ศ.2542

สำหรับเจ้าหน้าที่	
วันรับคำขอ	เลขที่คำขอ
วันยื่นคำขอ	
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์	
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	

1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
ชุดตัดขนาดสมุดแบบเทลาหมุนวางซู

2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่
ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน

3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)	
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ถ.สระบุรี-หล่มสัก ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000	3.1 สัญชาติ ไทย 3.2 โทรศัพท์ 056-717141 3.3 โทรสาร 056-717141 3.4 อีเมล์ research_pcru@hotmail.com

4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☑ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☐ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น

5. ตัวแทน (ถ้ามี)/ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์)	
	5.1 ตัวแทนเลขที่
	5.2 โทรศัพท์
	5.3 โทรสาร
	5.4 อีเมล์

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรรมัญญาติ วันแดง
83 หมู่ 11 ถ.สระบุรี-หล่มสัก ต.สะเดียง
อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

7.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร
เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
เพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่อาจระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแบบท้ายแบบพิมพ์นี้ โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

รูปที่ ค-2 คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร แผ่นที่ 1

แบบ สป/สม/อสป/001-ก
หน้า 2 ของจำนวน 2 หน้า

8. การยื่นคำขอนอกราชอาณาจักร

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				

8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรไทยได้อ้างได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย
☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้

9.การแสดงการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด
วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด

10.การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ

10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ

11.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันที่ยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา
☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่น ๆ

12.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ชะลอประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ.
☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข ในการประกาศโฆษณา

13.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย

ก. แบบพิมพ์คำขอ		2	หน้า
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์		3	หน้า
ค. ข้อถือสิทธิ		1	หน้า
ง. รูปเขียน	2 รูป	1	หน้า
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์			
☐ รูปเขียน	รูป	-	หน้า
☐ ภาพถ่าย	รูป	-	หน้า
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์		1	หน้า

14.เอกสารประกอบด้วย
☐ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์
☐ หนังสือมอบอำนาจ
☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ
☐ เอกสารการรับรองวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย
☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ
☐ เอกสารอื่น ๆ จำนวน

15.ข้าพเจ้าขอรับรองว่า
☑ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน
☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....

16.ลายมือชื่อ (☑ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ ตัวแทน)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประยูร ลิ้มสุข)
ธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

รูปที่ ค-3 คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร แผ่นที่ 2

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

ชุดคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

วิศวกรรมเครื่องกลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกล

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

ละมุดจัดเป็นผลไม้เมืองร้อนที่ไม่ผลัดใบจึงทำให้มีใบเขียวชอุ่มตลอดปี ละมุดที่ปลูกในประเทศไทยสามารถแบ่งได้ 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ ละมุดพันธุ์ฝรั่งและละมุดพันธุ์ไทย แต่ในปัจจุบันละมุดพันธุ์ฝรั่งที่ชื่อสายพันธุ์ว่าพันธุ์มะกอกจะมีการปลูกกันมากเพื่อการจำหน่าย เพราะเป็นพันธุ์ที่มีการดูแลรักษาง่าย ทนทานต่อน้ำท่วมขังได้ดีและให้ผลมาก เนื้อแน่นละเอียด กรอบ รสหวาน กลิ่นหอม ส่วนละมุดพันธุ์ไทยหรือละมุดสีดานั้นจะเป็นพันธุ์พื้นเมืองจะมีรสหวานแต่มีผลเล็กจึงไม่นิยมที่จะปลูกเพื่อจำหน่าย ละมุดจะเริ่มออกดอกติดผลหลังจากปลูกไปแล้วประมาณ 3-4 ปี ให้ผลเป็นรุ่นตลอดทั้งปีแต่ช่วงที่มีผลผลิตมาก คือ ช่วงตั้งแต่เดือนตุลาคม-กุมภาพันธ์ ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 50-100 กิโลกรัมต่อต้นต่อฤดูกาล ละมุดสามารถมีอายุยืนได้ถึง 70-80 ปี พื้นที่ปลูกละมุดจะกระจายอยู่ทั่วประเทศแต่จะมีการปลูกมากที่บริเวณจังหวัดราชบุรี ลุโขทัย นครราชสีมา เพชรบุรี ลพบุรี เพชรบูรณ์ เป็นต้น การเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นและการคัดขนาดเพื่อขายส่งปัจจุบันยังคงใช้แรงงานคน โดยส่วนใหญ่ในช่วงเช้าจะเก็บผลละมุดจากต้นและช่วงบ่ายจะเป็นการคัดขนาดเพื่อขาย แต่ในปัจจุบันพบว่ามีการขาดแคลนแรงงานในสวนนี้เพราะแรงงานส่วนใหญ่จะนิยมเข้าไปทำงานในเมืองหลวงหรือเลือกทำงานที่สะดวก สบาย สะอาด จึงทำให้ขาดแรงงานคนในการการคัดแยกขนาด ด้านราคาขายส่งของละมุดที่ไม่ทำการคัดขนาดจะมีราคาประมาณ 6 - 8 บาท/กิโลกรัม แต่ถ้ามีการคัดขนาดราคาจะสูงขึ้น เช่น ละมุดขนาดเบอร์ 3 ราคาประมาณ 10 - 12 บาท/กิโลกรัม ส่วนละมุดขนาดเบอร์ 1 ราคาประมาณ 30 - 50 บาท/กิโลกรัม จะเห็นได้ว่าละมุดที่ทำการคัดแยกขนาดสามารถขายได้ในราคาที่สูงกว่าละมุดที่ไม่ทำการคัดขนาดอย่างชัดเจน เกษตรกรชาวสวนละมุดจึงมีความต้องการสิ่งประดิษฐ์เกี่ยวกับเครื่องคัดแยกละมุดเพื่อนำมาใช้ในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตละมุดอย่างยิ่ง เพราะในแต่ละครัวเรือนอย่างน้อยก็มีประมาณ 1-3 ต้นต่อการเก็บเกี่ยวในแต่ละครั้ง อีกทั้งยังพบว่าการคัดแยกละมุดในแต่ละครั้งจะใช้เวลาในการคัดแยกนานเพราะต้องใช้ความชำนาญในการคัดด้วยเหตุว่าละมุดเป็นผลไม้ที่มีเปลือกบาง ช้ำง่ายและต้องระมัดระวังในการคัดแยกเป็นพิเศษ ผู้ประดิษฐ์จึงได้ดำเนินการค้นหาเกี่ยวกับข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องก็พบว่ามีการประดิษฐ์เครื่องคัดแยกละมุดบ้างแล้ว เช่น เครื่องคัดแยกละมุดจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี แต่เมื่อสอบถามกับต้นสังกัดก็พบว่าเครื่องดังกล่าวยังไม่สามารถใช้งานในภาคสนามได้จริงและเกิดการช้ำเสียหายของผลละมุดเป็นจำนวนมาก หรือเครื่องคัดแยกละมุดที่ใช้ในตลาดไทยก็ใช้การประยุกต์มาจากเครื่องคัดผลไม้ชนิดอื่นมาประยุกต์ใช้ เป็นต้น เครื่องคัดแยกขนาดละมุดรุ่น 1 จึงได้ถูกสร้างขึ้นโดยใช้หลักการของเพลาเหล็กกล้าไร้สนิมหมุนวางคู่กัน โดยมีระยะห่างระหว่างหัวท้ายไม่เท่ากันเมื่อละมุดถูกลำเลียงไปในระหว่างเพลาหมุนจะเกิดการหมุนหาศูนย์ถ่วงและตกลงในช่วงที่มีระยะห่างตามขนาดของละมุดไหลลงสู่ตะกร้าคัดขนาดในแต่ละเบอร์ ซึ่งเครื่องคัดละมุดรุ่น 1 ดังกล่าวสามารถแก้ไขปัญหาด้าน

รูปที่ ค-4 รายละเอียดการประดิษฐ์ แผ่นที่ 1

การขาดแคลนแรงงานได้ แต่พบว่ามีอัตราความผิดพลาดของขนาดละมุดที่สูงอยู่จึงได้ทำการพัฒนาชุดคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่รุน 2 ขึ้นเพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสร้างชุดคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ที่มีความแม่นยำของขนาดสูงขึ้นมีความถูกต้องของขนาดประมาณ 96% ตัวเครื่องมีขนาดเล็กลงเพื่อการขนย้ายภายในสวนละมุดได้สะดวกเพิ่มขึ้น สามารถคัดแยกขนาดละมุดและผลไม้อื่นๆได้ เป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรชาวสวนละมุด

เครื่องคัดละมุดแบบเพลาหมุนคู่ได้ถูกประดิษฐ์ขึ้นเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิตแทนแรงงานคน โดยเครื่องมีขนาด 180 x 520 x 70 เซนติเมตร ใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ส่งกำลังด้วยระบบสายพาน ทำการหมุนรอบด้วยพูลเลย์เพื่อให้ความเร็วรอบช้าลงและส่งกำลังสู่ชุดเพลาหมุนคู่ที่ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมวางคู่กันในลักษณะ 2 คู่ คู่ด้านล่างสำหรับใช้คัดขนาดซึ่งจะหมุนสวนคู่ด้านบนไม่หมุนใช้ป้องกันการกระเด็นออกจากชุดคัด มีชุดเฟืองเพื่อหมุนกลับทางให้เพลาหมุนของชุดคัดขนาดกลับทางกันเพลาด้านซ้ายหมุนทวนเข็มนาฬิกาสวนด้านขวาหมุนตามเข็มนาฬิกา เพลาแต่ละคู่ให้มีระยะห่างหัวท้ายไม่เท่ากันและวางลาดเอียง เมื่อละมุดถูกลำเลียงไปในระหว่างเพลาหมุนจะเกิดการไหลลงไปตามแรงโน้มถ่วงของโลกและหมุนหาศูนย์จนตกลงในช่วงที่มีระยะห่างตามขนาดของละมุดแล้วไหลลงสู่ตะกร้าคัดขนาดในแต่ละเบอร์ซึ่งมีขนาดในการคัดแยกละมุดออกได้ 4 ขนาดคือ เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ มีอัตราการการคัดแยกละมุดประมาณ 1,200 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าแรงงานคนประมาณ 2 เท่า สูงกว่าเครื่องเดิมประมาณ 1.5 เท่า มีอัตราความผิดพลาดที่ 5.67% ซึ่งแม่นยำขึ้นกว่าเครื่องต้นแบบ มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 16.08 บาท/วัน ที่การทำงาน 8 ชั่วโมง การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ระบุว่ามีระยะเวลาในการคืนทุน 1.23 ปี การเกิดรอยตำหนิของละมุดมีน้อยเนื่องจากบริเวณที่มีการสัมผัสกับผิวละมุดจะมีการบุด้วยยางเพื่อไม่ให้เกิดรอยช้ำเสียหาย สามารถเพิ่มอัตราการผลิตได้สูงกว่าแรงงานคนและสามารถใช้ในคัดแยกละมุดเพื่อจำหน่ายได้จริง

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

เครื่องคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ ใช้หลักการของเพลายาว 2 ท่อน วางคู่กันในลักษณะเอียงที่มีระยะห่างหัวท้ายไม่เท่ากัน ด้านหนึ่งหมุนทวนเข็มนาฬิกาสวนอีกด้านหนึ่งหมุนตามเข็มนาฬิกา ละมุดถูกลำเลียงไปในระหว่างเพลาหมุนจะเกิดการไหลลงไปตามแรงโน้มถ่วงของโลกและหมุนหาศูนย์จนตกลงในช่วงที่มีระยะห่างตามขนาดของละมุดแล้วไหลลงสู่ตะกร้าคัดขนาดในแต่ละเบอร์ซึ่งมีขนาดในการคัดแยกละมุดออกได้ 4 ขนาด คือ เบอร์ 1, 2, 3 และ 4 (เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ) เพื่อแก้ไขปัญหาด้านการขาดแคลนแรงงาน เพิ่มอัตราการผลิตได้สูงกว่าแรงงานคน และลดการสูญเสียในกระบวนการคัด ละมุดที่ผ่านเครื่องคัดมีอัตราการเกิดรอยตำหนิเป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตร ชิ้นส่วนเครื่องทำมาจากวัสดุภายในประเทศ มีราคาถูก เคลื่อนย้ายได้สะดวก และสามารถประยุกต์ใช้เป็นเครื่องจักรในการคัดขนาดผลไม้อื่นๆได้

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

การประดิษฐ์เครื่องคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ ใช้หลักการของเพลายาววางคู่กันในลักษณะเอียง มีระยะห่างหัวท้ายไม่เท่ากันเมื่อละมุดถูกลำเลียงไปในระหว่างเพลาที่หมุนอยู่จะไหลตกตามขนาด มีองค์ประกอบ ดังนี้

รูปเขียนที่ 1 แสดงลักษณะของเครื่องคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ ประกอบด้วย

รูปที่ ค-5 รายละเอียดการประดิษฐ์ แผ่นที่ 2

โครงเครื่อง(1) ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักเครื่องและยึดส่วนประกอบต่างๆ มีขนาด 180 x 520 x 70 เซนติเมตร จะมีขนาดเล็กลงและติดตั้งล้อเพื่อการเคลื่อนย้ายภายในสวนละมุดได้สะดวกเพิ่มขึ้น ปรับปรุงให้ต่ำลงกว่าเครื่องเดิมเพื่อความสะดวกในการทำงาน เพลาคัดขนาดแบบหมุนคู่(2) ทำหน้าที่สำหรับคัดขนาดละมุด ทำมาจากเหล็กกล้าไร้สนิม SUS 304 ขนาด Ø 64 มิลลิเมตร ยาว 1,800 มิลลิเมตร ใช้หลักการของเพลายาว 2 ท่อน วางคู่กันในลักษณะเอียงและมีระยะห่างหัวท้ายไม่เท่ากัน เมื่อละมุดถูกลำเลียงไปในระหว่างแกนเพลาที่หมุนอยู่นี้ละมุดจะไหลไปตามแนวทอตามแรงโน้มถ่วงของโลกและหมุนหาจุดศูนย์ถ่วงของผล จนตกลงในช่วงที่มีระยะห่างของขนาดมากกว่าขนาดของผลละมุด และจะไหลลงสู่ตะกร้าตามขนาด โดยกำหนดให้เครื่องสามารถคัดขนาดได้ 4 ขนาดคือ เบอร์ 1, 2, 3 และ 4 ตามเกณฑ์สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ โดยกำหนดให้เพลาด้านซ้ายหมุนทวนเข็มนาฬิกาส่วนด้านขวาหมุนตามเข็มนาฬิกา ความเร็วรอบของเพลาสามารถปรับได้โดยใช้กลองควบคุมในการปรับค่าความเร็ว และมุมเอียงของเพลาสามารถปรับได้ตามสเกลที่ด้านหน้าเครื่อง เพื่อใช้ในการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสร้างชุดคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ มีเพลายาวอีก 2 ท่อนประกบด้านบนชุดเพลาคัดขนาดเพื่อไม่ให้เกิดการกระเด็นออกของผลละมุดในขณะหมุนคัด ชุดปรับมุมเอียงของเพลา(3) สำหรับปรับองศาเพื่อใช้ในการทดลองหาปัจจัยที่เหมาะสมในด้านมุมเอียงของเพลา และชุดปรับระยะห่างระหว่างเพลาเพื่อให้ขนาดของละมุดที่ตกเป็นไปตามขนาดมาตรฐาน มุมเอียงของเพลาที่ให้ความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุดมีมุมเอียงที่ 5 องศา ชุดแผงกั้นขนาด(4) ทำหน้าที่กั้นขนาดละมุดให้ไหลตกลงสู่ตะกร้าขนาด 25 กิโลกรัม ตามขนาด ชุดแผงกั้นทำด้วยแผ่นไม้อัดมีขนาด 51 x 180 เซนติเมตร แบ่งออกเป็น 4 ช่อง สามารถปรับเลื่อนขนาดของช่องเพื่อความแม่นยำในการคัดขนาดได้ ในบริเวณที่มีการสัมผัสกับผิวละมุดจะมีการปูด้วยแผ่นยางเพื่อไม่ให้เกิดรอยช้ำเสียหาย มอเตอร์ต้นกำลัง(5) ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการหมุนเพลาคู่สำหรับคัดขนาดละมุด โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 220 V ขนาด 1 hp เป็นมอเตอร์ต้นกำลัง ส่งกำลังไปยังล้อสายพานทดรอบให้ได้ความเร็วรอบของเพลาที่เหมาะสมในการคัดแยกขนาดละมุดควรใช้ความเร็วรอบที่ 200 รอบต่อนาที และมีชุดเฟืองส่งกำลังเพื่อให้เพลาคนละด้านหมุนกลับทางกันใน ดังนั้นความเร็วรอบของเพลาและมุมเอียงของเพลาที่เหมาะสมควรใช้ความเร็วรอบประมาณ 200 รอบต่อนาที และมุมเอียงที่ 5° จะสามารถให้ความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุดได้ดีที่สุด กล่องควบคุม(6) ทำหน้าที่ควบคุมระบบไฟฟ้าในการทำงาน ประกอบด้วยเบรกเกอร์เปิด-ปิดไฟฟ้า สวิตช์เปิดและปิดมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อให้ชุดคัดทำงาน พร้อมหลอดไฟแสดงการทำงาน และกระบะใส่ละมุด(7) ทำหน้าที่สำหรับใส่ละมุด โครงสร้างมีขนาด 41 x 51 x 8.5 เซนติเมตร ทำด้วยเหล็กกล่องขนาด 19 มิลลิเมตร ผนังด้านข้างกระบะทำด้วยอะคริลิก หนา 10 มิลลิเมตร และมีช่องไหลของผลละมุดความกว้าง 85 มิลลิเมตร อยู่ภายใต้โครงกระบะละมุด

คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูปเขียนที่ 1 แสดงถึงลักษณะของเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ตามการประดิษฐ์นี้

รูปเขียนที่ 2 แสดงถึงลักษณะชุดเฟืองเพื่อหมุนกลับทางตามการประดิษฐ์นี้

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

เหมือนกับที่บรรยายในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

รูปที่ ค-6 รายละเอียดการประดิษฐ์ แผ่นที่ 3

หน้า 1 ของจำนวน 1 หน้า

ข้อถือสิทธิ

1. ชุดคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ ประกอบไปด้วย เพลาคัดขนาดแบบหมุนคู่(2) และชุดเฟืองหมุนกลับทาง(8)

มีลักษณะพิเศษ คือ เพลาคัดขนาดแบบหมุนคู่(2) และชุดเฟืองหมุนกลับทาง(8) ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย

- เพลาคัดขนาดแบบหมุนคู่(2) ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 64 มิลลิเมตร ยาว 1,800 มิลลิเมตร จำนวน 2 คู่ เพลาคู่แรกจะวางคู่กันในลักษณะเอียงเพื่อให้เกิดการไหลลงและมีระยะห่างระหว่างหัวท้ายไม่เท่ากันสามารถปรับขนาดระยะห่างได้ ใช้การหดรอบความเร็วชุดแรกด้วยขนาดพูลเลห์ขับ 2 นิ้ว พูลเลห์ตาม 9 นิ้ว ชุดลองขนาดพูลเลห์ขับ 2 นิ้ว พูลเลห์ตาม 3 นิ้ว มีชุดเฟืองเพื่อหมุนกลับทางมีขนาด 1.5 โมดุล เฟืองขับและเฟืองตามขนาด 36 ฟัน เพื่อให้เกิดการหมุนกลับทางของเพลา โดยกำหนดให้เพลาด้านซ้ายหมุนทวนเข็มนาฬิกาส่วนด้านขวาหมุนตามเข็มนาฬิกา ความเร็วรอบของเพลาที่เหมาะสมในการคัดขนาดละมุด 200 รอบต่อนาที เพลาคู่สองจะใช้วัสดุและมีขนาดเหมือนคู่แรกแต่ถูกยึดแน่นด้านบนเพลาคู่แรก เพลาคู่นี้ไม่มีการหมุนแต่ถูกวางไว้เพื่อป้องกันการกระเด็นออกของละมุดระหว่างกระบวนการคัดขนาด เมื่อละมุดถูกเทจากตระกร้าลงสู่กระบะคัดละมุดจะไหลลงไปในระหว่างแกนเพลาที่หมุนอยู่และไหลไปตามแนวทอตามแรงโน้มถ่วงของโลกจนตกลงในช่วงที่มีระยะห่างของขนาดมากกว่าขนาดของผลละมุดและจะไหลลงสู่ตะกร้าตามขนาด 4 ขนาดคือ เบอร์ 1, 2, 3 และ 4 ตามเกณฑ์สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

- ชุดเฟืองหมุนกลับทาง(8) ใช้เฟืองมีขนาด 1.5 โมดุล เฟืองขับ 36 ฟัน เฟืองตาม 36 ฟัน เพื่อให้เกิดการหมุนกลับทางของเพลา โดยกำหนดให้เพลาด้านซ้ายหมุนทวนเข็มนาฬิกาส่วนด้านขวาหมุนตามเข็มนาฬิกา

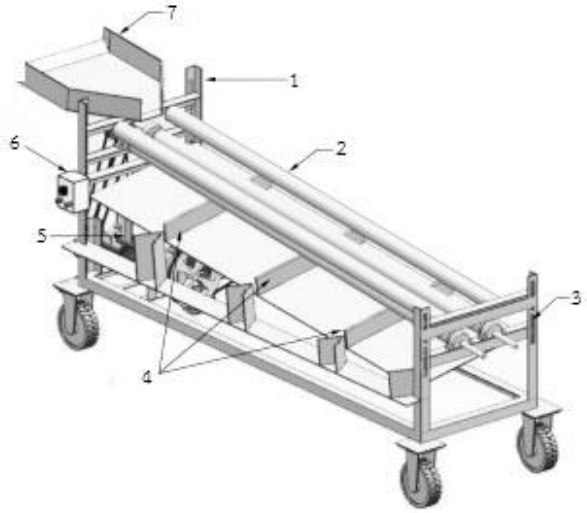
2. ชุดคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ตามข้อถือสิทธิที่ 1 ที่ซึ่งชุดคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ดังกล่าว มีความเร็วรอบในการคัดแยกขนาดละมุดที่เหมาะสม 200 รอบต่อนาที

3. ชุดคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ตามข้อถือสิทธิที่ 1 ที่ซึ่งชุดคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ดังกล่าว มีมุมเอียงของเพลาในการคัดแยกขนาดละมุดที่เหมาะสม 5 องศา

4. ชุดคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ตามข้อถือสิทธิที่ 1 ที่ซึ่งมีเพลาคัดขนาดแบบหมุนคู่(2) ซึ่งใช้หลักการของเพลายาว 2 ท่อน วางคู่กันในลักษณะเอียงที่มีระยะห่างหัวท้ายไม่เท่ากันเมื่อละมุดถูกลำเลียงไปตามแนวท่อขณะที่เพลาหมุนจะเกิดการไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลกและละมุดจะหมุนตัวหาศูนย์ถ่วงในลักษณะทางหัวขั้วตั้งขึ้น และถูกคัดตกลงในช่วงที่เพลามีระยะห่างกว้างกว่า สามารถคัดขนาดของละมุดได้ 4 ขนาดคือ เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษ

รูปที่ ค-7 รายละเอียดข้อถือสิทธิ์

หน้า 1 ของจำนวน 1 หน้า



รูปที่ 1

รูปที่ 2

รูปที่ ค-8 รูปเขียนแบบรายละเอียดการประดิษฐ์

หน้า 1 ของจำนวน 1 หน้า

บทสรุปการประดิษฐ์

เครื่องคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ สามารถคัดขนาดของละมุดได้ 4 ขนาด คือ เบอร์ 1, 2, 3 และ 4 ตามเกณฑ์สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ และจะไหลลงสู่ตะกร้าขนาด 25 กิโลกรัม เพื่อใช้สำหรับการขายส่ง ในบริเวณที่มีการสัมผัสกับผิวละมุดจะมีการปูด้วยแผ่นยางเพื่อไม่ให้เกิดรอยช้ำเสียหาย เครื่องคัดขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ประกอบไปด้วย โครงเครื่อง(1) มีขนาดเล็กและติดตั้งล้อเพื่อการเคลื่อนย้ายภายในสวนละมุดได้สะดวก เพลาคัดขนาดแบบหมุนคู่(2) ใช้หลักการของเพลายาว 2 ท่อน วางคู่กันในลักษณะเอียงและมีระยะห่างหัวท้ายไม่เท่ากันเมื่อละมุดถูกลำเลียงไปในระหว่างแกนเพลาที่หมุนอยู่นี้ละมุดจะไหลไปตามแนวท่อตามแรงโน้มถ่วงของโลกและหมุนหาจุดศูนย์ถ่วงของผล จนตกลงในช่วงที่มีระยะห่างของขนาดมากกว่าขนาดของผลละมุด และจะไหลลงสู่ตะกร้าตามขนาด ชุดปรับมุมเอียงของเพลา(3) มุมเอียงของเพลาที่ให้ความแม่นยำในการคัดแยกขนาดละมุดมีมุมเอียงที่ 5° ชุดแผงกั้นขนาด(4) มอเตอร์ต้นกำลัง(5) ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 220 V ขนาด 1 hp เป็นมอเตอร์ต้นกำลัง ลงกำลังด้วยสายพานและทดรอบช้าด้วยพูลเล่ และมีชุดเฟืองหมุนกลับทาง(8) ชุดเฟืองส่งกำลังเพื่อให้เพลาคนละด้านหมุนกลับทางกัน ความเร็วรอบของเพลาที่เหมาะสมในการคัดแยกขนาดละมุดควรใช้ความเร็วรอบที่ 200 รอบต่อนาที กล่องควบคุม(7) และกระบะใส่ละมุด(6)

รูปที่ ค-9 บทสรุปการประดิษฐ์

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายธรรม์ณชาติ วันแต่ง

(ภาษาอังกฤษ) Mr.TANNACHART WANTANG

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-6009-00087-04-7

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ)

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

โทรศัพท์ 05671-7100 ต่อ 1610 โทรสาร 05671-7164 E-mail : tannachart@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

- วศ.ม (เทคโนโลยีการขึ้นรูปโลหะ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- วศ.บ (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- วุฒิบัตรประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ สภาวิศวกร

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- วิศวกรรมการเกษตร / เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

7.1.1 การวิจัยและพัฒนาเสื้อเกราะกันกระสุนอินทนิลเพื่อการใช้งานสำหรับเจ้าหน้าที่รัฐชั้นประทวนในจังหวัดเพชรบูรณ์, 2560

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2.1 การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่สำหรับเกษตรกรชาวสวนละมุด : กรณีศึกษาหมู่บ้านสวนละมุด ต.หนองไขว่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์, 2559

7.2.2 การพัฒนาเครื่องทำขนมผิง, 2557

7.2.3 การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ปั๊มโลหะเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าของที่ระลึก สินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ กลุ่มสตรีก้าวหน้า ต.สักหลง อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์, 2557

7.2.4 การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการทำแผ่นเกราะกันกระสุนจากวัสดุงานประดับยนต์สำหรับทำเสื้อเกราะกันกระสุนป้องกันภัยคุกคามระดับ 3-3A, 2556

7.2.5 เครื่องบรรจุดินใส่ถุงเพาะชำกล้ายางพารา, 2554

7.2.6 การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการการทำงานเป็นกลุ่มในการสร้างแม่พิมพ์โลหะให้สำเร็จ, 2553

7.2.7 การศึกษาการใช้แผ่นคาร์บอน - เคฟล่าในงานประดับยนต์เพื่อใช้ทำเสื้อเกราะกันกระสุน ระดับ 2, 2553

7.2.8 การเพิ่มประสิทธิภาพความแข็งแรงของแผ่นเหล็กในเสื้อเกราะกันกระสุนโดยทำการเคลือบผิวฟิล์มแข็ง, 2552

7.2.9 การออกแบบและพัฒนาเครื่องคั่วข้าวใหม่ม้งแบบระบายความชื้นด้วยลมร้อนผสมกับกลิ่นกาแฟ, 2552

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

7.3.1 ธรรม์ณชาติ วันแต่ง, ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ และวิทยา ทรงศิรินันทกุล การพัฒนาเครื่องคั่วข้าวใหม่ม้งแบบแนวนอน ใน:รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2559 วันที่ 7-8 กรกฎาคม 2559 ; ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2559. ทุนวิจัยจาก ธกส.

7.3.2 หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ ปัญญา เทียนนาวา และ ธรรม์ณชาติ วันแต่ง การพัฒนาชุดกระทุ้งถ่านสำหรับเตาแก๊สซิไฟเออร์_ใน: รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 "งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น" 22 กรกฎาคม 2559; ทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์; 2559.

7.3.3 ธรรม์ณชาติ วันแต่ง หทัยนุช จันทรชัยภูมิ และสุวิมลเทียกทุม. การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ปั๊มโลหะเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าของที่ระลึกพวงกุญแจโลหะรูปฝักมะขาม กลุ่มสตรีก้าวหน้า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ และสำรวจความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. ๒๕๕๘; ๘(๑) : ๒๔-๓๓. ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2557

7.3.4 ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. การพัฒนาเครื่องกรอกดินใส่ถุงเพาะชำกล้ายางพารา รุ่น ๒. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ๒๕๕๗; ๒๐(๒): ๘-๑๔. ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

7.3.5 Kanokporn Boonjubut and Tannachat Wantang. Study of factors affecting artificial and aging of 6061 aluminium alloy by factorial design. In: Conference on interdisciplinary business and economics research, 2014 Sep 27-28; Hong Kong; 2014. ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

7.3.6 ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. การออกแบบและสร้างเครื่องทำขนมผิง. ใน: รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย ครั้งที่ ๓ วันที่ ๒๓–๒๔ มกราคม ๒๕๕๗; กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา. พะเยา; ๒๕๕๗. หน้า ๕๑๕-๕๒๒. ทุนวิจัยจากสถาบันไทย-เยอรมัน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

7.3.7 ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. การออกแบบและสร้างเครื่องกรอกดินใส่ถุงเพาะชำกล้ายางพารา. วารสารราชภัฏเพชรบูรณ์สาร ๒๕๕๖; ๑๕(๒): ๓๐-๓๗. ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

7.3.8 ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการใช้วัสดุในงานประดับยนต์สำหรับทำแผ่นเกราะกันกระสุน ระดับ ๒ โดยออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล $๒^{๒}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕%. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร ๒๕๕๖; ๒๑(๑): ๑-๘. ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

7.3.9 ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. เสื้อเกราะกันกระสุนอินทนิล ในงาน: มหกรรมการนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ ๒๕๕๖ วันที่ ๒๓–๒๗ สิงหาคม ๒๕๕๖; สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.) .ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ: ๒๕๕๖.

7.3.10 ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. เครื่องกรอกดินใส่ถุงเพาะชำกล้ายางพารา ในงาน: การนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ ๒๕๕๕ วันที่ ๒๔–๒๘ สิงหาคม ๒๕๕๕; สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.). ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ: ๒๕๕๕.

7.3.11 ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. การศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุฟิล์มแข็งเคลือบผิวในการเพิ่มความแข็งแรงของแผ่นเหล็กในเสื้อเกราะกันกระสุน, ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร ปีที่ 13 ฉบับที่ 1, 2554 ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

7.3.12 ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. การออกแบบและพัฒนาเครื่องคั่วข้าวใหม่มังแบบระบายความชื้นด้วยลมร้อนผสมกับกลิ่นกาแฟ, การรวบรวมผลงานโครงงานที่ได้รับทุนโครงการ IRPUS สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ประจำปี 2552

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

-