การศึกษาและทดสอบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

STUDY AND TESTING OF LOTUS SEED SHELL PEELING MACHINE

มาสสุภา โพธิ์รอด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การศึกษาและทดสอบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

มาสสุภา โพธิ์รอด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและทดสอบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง
	Study and Testing of Lotus Seed Shell Peeling Machine
ชื่อ - นามสกุล	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, D.Eng.
ปีการศึกษา	2559

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, D.Eng.)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภกิตต์ สายสุนทร, ปร.ด.)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดลหทัย ชูเมฆา, ปร.ด.)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, D.Eng.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวกร อ่างทอง, Ph.D.)

วันที่ 17 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2560

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและทดสอบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง
ชื่อ-นามสกุล	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, D.Eng.
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

ประเทศไทยได้สนับสนุนให้ปลูกบัวหลวงเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังไม่สามารถปลูกพืชชนิดอื่นได้ เมล็ดบัวหลวงเป็นวัตถุดิบที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นสินค้าโอท็อปของจังหวัดที่มีการทำนาบัว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบ และสร้างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงเพื่อลดเวลาและแรงงานในการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงสดของเกษตรกร

จากการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ เช่น วิธีการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงของเกษตรกร และการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัว จึงได้เครื่องต้นแบบที่ประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง ชุดใบมีดกรีด กลไก Scotch Yoke ระบบส่งกำลัง และใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 90 วัตต์ เป็นต้นกำลัง การทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ควบคุมเครื่องป้อนเมล็ดบัวหลวงลงในช่องป้อนทางด้านบนของเครื่อง หลังจากนั้นเมล็ดบัวหลวงจะถูกลำเลียงเข้าไปในชุดใบมีดกรีดโดยการเคลื่อนที่ของกลไก Scotch Yoke ซึ่งชุดใบมีดกรีดทำหน้าที่กรีดตัดเปลือกตามแนวเส้นรอบวงของเมล็ดบัวหลวงและปล่อยให้เมล็ดบัวหลวงร่วงสู่ช่องทางออกทางด้านล่างของเครื่อง

จากการทดสอบที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดใบมีดกรีดที่ 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที ตามลำดับ พบว่าเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดใบมีดกรีด 7 เมตรต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์ในการแกะเมล็ดบัว 79 % เมล็ดบัวไม่มีความเสียหาย มีความสามารถในการทำงาน 3.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.06 กิโลวัตต์-ชั่วโมง จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าเมื่อใช้เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง 1,440 ชั่วโมงต่อปี มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 6 บาทต่อกิโลกรัม ระยะคืนทุน 23 เดือน จุดคุ้มทุน 247 ชั่วโมงต่อปี และเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้เร็วกว่าแรงงานคนอย่างน้อย 2 เท่า

คำสำคัญ: การศึกษาและทดสอบ เครื่องแกะ เมล็ดบัวหลวง บัวหลวง

Thesis Title	Study and Testing of Lotus Seed Shell Peeling Machine
Name-Surname	Miss Massupha Prorod
Program	Agricultural Machinery Engineering
Thesis Advisor	Associate Professor Jaturong Langkapin, D.Eng.
Academic	2016

ABSTRACT

Growing lotus has been promoted in Thailand particularly in flooded areas where other plants cannot be grown. Lotus seeds can be processed as OTOP product of the provinces with lotus planting areas. This research attempted to design and build a prototype lotus seed shell peeling machine to minimize the time and labor requirement in the fresh lotus seed shell removal.

Traditional lotus seed shell peeling and physical properties of lotus seed were studied for the prototype designing. This prototype peeler consists of the main frame, cutting blade unit, Scotch Yoke mechanism, the power transmission unit and a prime mover by 90W-gear-motor. The operation started with manually feeding lotus seeds into chute at the top of machine. Then they were conveyed to blade unit to cut lotus peel in diametrical axis by Scotch Yoke mechanism, and finally seeds were released through outlet chute at the bottom.

The results revealed that the average speed of blade 7 m/min worked well among the average speed of blades 6, 7 and 8 m/min respectively. The peeling percentage was 79% without any seed damage with working capacity of 3.6 kg/hour consuming 0.06 kW-hour of energy. An engineering economic analysis showed that it cost an average of THB 6 per kilogram at 1,440 hours per year with 23-month payback and 247 hours per year for break-even point. This prototype can work at least twice as fast as human labor.

Keywords: study and testing, peeling machine, lotus seed, lotus

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.ดลหทัย ชูเมฆา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกิตติ์ สายสุนทร ผู้ทรงคุณวุฒิ ภาควิชาเกษตรกลวิธาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางด้านวิศวกรรมให้กับผู้วิจัย ตลอดจนพี่ๆน้องๆ ร่วมชั้นในระดับปริญญาโท ที่ร่วมเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณสถานที่ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทดสอบการทำวิจัย ขอบคุณเกษตรกรสำหรับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย จนประสบความสำเร็จอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกๆคน ในครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยดูแลให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดเวลาการทำวิจัยที่ผ่านมา รวมถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ตั้งแต่เริ่มโครงการจนเสร็จสิ้นโครงการวิจัย

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจทั่วไป ส่วนข้อบกพร่อง ผู้วิจัยขอน้อมรับด้วยความยินดีเป็นอย่างยิ่ง

มาสสุภา โพธิ์รอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... (4)

กิตติกรรมประกาศ..... (5)

สารบัญ..... (6)

สารบัญตาราง..... (8)

สารบัญรูป..... (9)

บทที่ 1 บทนำ..... 12

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 12

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 14

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 14

1.4 ขั้นตอนในการวิจัย/กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 15

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 15

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 16

2.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบัวหลวง..... 16

2.2 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์..... 24

2.3 แนวทางปฏิบัติต่อบัวหลวงในการส่งออก..... 29

2.4 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนต่างๆของบัว..... 30

2.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเม็ดบัว..... 33

2.6 คุณสมบัติทางกายภาพของผลผลิตเกษตร..... 37

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 38

2.8 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง..... 50

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 65

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ..... 65

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 66

3.3 วิธีการทดสอบและประเมินผล..... 74

3.4 การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม..... 76

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย..... 78

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเมล็ดบัวหลวง..... 78

4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัว..... 79

4.3 ผลการทดสอบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง..... 81

4.4 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม..... 90

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 94

5.1 สรุป..... 94

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 94

บรรณานุกรม..... 96

ภาคผนวก..... 99

ภาคผนวก ก ตารางรวบรวมข้อมูลและผลการทดสอบ..... 100

ภาคผนวก ข การคำนวณค่าชี้ผลการทดสอบ..... 117

ภาคผนวก ค การเขียนแบบทางวิศวกรรม..... 120

ภาคผนวก ง การเผยแพร่ผลงาน..... 137

ประวัติผู้เขียน..... 146

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รูปร่างวัตถุต่างๆและคำอธิบาย..... 38

ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R 755-1969..... 52

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง..... 91

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงและ
เกษตรกร..... 93

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 วิธีการแกะเปลือกเมล็ดบัวของเกษตรกรและเครื่องแกะ..... 13
รูปที่ 2.1 ดอกบัวและเมล็ด..... 17
รูปที่ 2.2 บัวแหลมชมพู..... 17
รูปที่ 2.3 บัวแหลมขาว..... 18
รูปที่ 2.4 บัวหลวงชมพูซ้อน..... 19
รูปที่ 2.5 บัวหลวงขาวซ้อน..... 19
รูปที่ 2.6 เหง้าบัวหรือรากบัว..... 20
รูปที่ 2.7 ไหลบัวหรือหลดบัว..... 20
รูปที่ 2.8 ใบบัวหลวง..... 21
รูปที่ 2.9 ดอกบัวหลวง..... 22
รูปที่ 2.10 ฝักบัวหลวง..... 22
รูปที่ 2.11 เมล็ดบัวหลวง..... 23
รูปที่ 2.12 ดีบัวหลวง..... 23
รูปที่ 2.13 ประโยชน์จากดอกบัวหลวง..... 30
รูปที่ 2.14 ประโยชน์จากเม็ดบัวหลวง..... 30
รูปที่ 2.15 ประโยชน์รากบัว..... 31
รูปที่ 2.16 ประโยชน์ไหลบัวหรือต้นกล้าบัว..... 31
รูปที่ 2.17 ประโยชน์สายบัว..... 32
รูปที่ 2.18 ประโยชน์ใบบัว..... 32
รูปที่ 2.19 ประโยชน์เกสรบัว..... 33
รูปที่ 2.20 ประโยชน์ดีบัว..... 33
รูปที่ 2.21 ผลิตภัณฑ์จากเม็ดบัวทอดกรอบสินค้า OTOP จังหวัดพิจิตร..... 34
รูปที่ 2.22 กระบวนการแปรรูปเม็ดบัว..... 35
รูปที่ 2.23 การออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัว..... 39
รูปที่ 2.24 การพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง..... 40

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.25 การออกแบบสร้างเครื่องแกะเม็ดกระเจี๊ยบ..... 41
รูปที่ 2.26 การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดมะคาเดเมีย..... 41
รูปที่ 2.27 การพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน..... 42
รูปที่ 2.28 เครื่องปอกเปลือกลำไย..... 43
รูปที่ 2.29 พัฒนาเครื่องปอกเปลือกหมากแห้ง..... 43
รูปที่ 2.30 การออกแบบและสร้างเครื่องแกะเมล็ดมะขามสุก..... 44
รูปที่ 2.31 การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกมันสำปะหลัง..... 45
รูปที่ 2.32 การพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดมะรุม..... 46
รูปที่ 2.33 การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกหน่อไม้..... 47
รูปที่ 2.34 เครื่องปอกเปลือกกระเทียมจีน..... 47
รูปที่ 2.35 การทดลองเครื่องปอกสับปะรดและหั่นแว่น..... 48
รูปที่ 2.36 การออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกมะพร้าว..... 49
รูปที่ 2.37 ทดสอบและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเขียวมะคาเดเมีย..... 50
รูปที่ 2.38 กลไก Scotch Yoke 50
รูปที่ 2.39 การใช้สายพานเพื่อให้อุปกรณ์ตึง..... 57
รูปที่ 2.40 แสดงมุมโอบ α ที่ล้อพูเล่ย์เล็ก..... 58
รูปที่ 2.41 การส่งกำลังของสายพาน..... 59
รูปที่ 2.42 แสดงหน้าตัดของสายพานลิ่มล้อสายพาน..... 60
รูปที่ 2.43 แสดงแรงบนสายพานลิ่ม..... 60
รูปที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวง..... 67
รูปที่ 3.2 การออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง..... 67
รูปที่ 3.3 การออกแบบและสร้างเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง..... 68
รูปที่ 3.4 เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง..... 70
รูปที่ 3.5 โครงสร้างเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง..... 71
รูปที่ 3.6 ชุดใบมีด..... 72

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.7 กลไก Scotch Yoke 72
รูปที่ 3.8 ระบบส่งกำลัง..... 73
รูปที่ 3.9 แผนผังการทดสอบใบมีดกรีด..... 74
รูปที่ 4.1 การเขียนแบบทางวิศวกรรม..... 80
รูปที่ 4.2 เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงที่ออกแบบและสร้างเสร็จ..... 80
รูปที่ 4.3 ความสามารถในการทำงานของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง..... 82
รูปที่ 4.4 แสดงเปอร์เซ็นต์ในการทำงานของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง..... 83
รูปที่ 4.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง..... 85
รูปที่ 4.6 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง..... 87
รูปที่ 4.7 แสดงอัตราการเมล็ดบัวหลวงของเครื่องแกะกับเกษตรกร..... 88
รูปที่ 4.8 ภาพแสดงผลต่างๆของเมล็ดบัวหลวง..... 89

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เมล็ดบัว คือธัญพืชที่ให้คุณค่าสารอาหารสูงทานได้ทั้งสดและแห้ง มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบมากกว่าข้าว 3 เท่า (ประมาณ 23%) เป็นแหล่งรวมของวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิด เช่น วิตามินเอ ซี อี เกลือแร่ และฟอสฟอรัส วิตามินเหล่านี้มีส่วนช่วยในการบำรุงประสาท บำรุงไต บำรุงสมอง มีสรรพคุณทางยาในการรักษาอาการท้องร่วง บิดเรื้อรัง น้ำอสุจิเคลื่อน และสรรพคุณพื้นบ้านที่ใช้เป็นยาบำรุงเลือดหรือเพิ่มเลือด[1] เมล็ดบัวสามารถนำมาทำอาหารทั้งคาวและหวาน เช่น ข้าวผัดเมล็ดบัว สังขยาเมล็ดบัว เมล็ดบัวเชื่อม ขนมหม้อแกงเมล็ดบัว ใส่ในเต้าฮวย เป็นต้น ถ้านำเมล็ดบัวมาปรุงอาหารร่วมกับลำไยแห้งจะทำให้สรรพคุณทางยาของเมล็ดบัวเพิ่มมากขึ้น ข้อควรระวังผู้ที่มีอาการท้องผูก ท้องเฟ้อ อาหารไม่ย่อย ไม่ควรกินไม่ควรปรุงอาหารที่มีเมล็ดบัวในภาชนะที่ทำจากเหล็ก เพราะจะทำให้เม็ดบัวกลายเป็นสีดำ บัว[2]ที่พบและนิยมปลูกในประเทศไทยมีอยู่ 3 ชนิด คือ บัวหลวงหรือมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า ปทุมชาติ บัวในสกุลนี้เป็นบัวที่รู้จักกันดีเพราะเป็นบัวที่มีดอกใหญ่นิยมนำมาไหว้พระ และใช้ในพิธีทางศาสนา อีกชนิดคือบัวสายหรือมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า อุบลชาติ ชนิดสุดท้ายคือบัววิกตอเรีย ซึ่งมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า บัวกระด้งแหล่งปลูกบัวเพื่อเก็บเมล็ดที่สำคัญ คือ จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดพิจิตร และจังหวัดพิษณุโลก พันธุ์บัวที่นิยมปลูกเพื่อเก็บเมล็ดคือ บัวหลวงพันธุ์ปทุม ซึ่งมีขนาดฝักใหญ่ และมีเมล็ดมาก[3]

ในปัจจุบันการแกะเปลือกเมล็ดบัวต้องอาศัยแรงงานคนอยู่ดังรูปที่ 1.1 ซึ่งใช้เวลานานและได้ผลผลิตในปริมาณที่น้อยไม่เพียงพอกับการนำไปแปรรูป ดังนั้นเพื่อต้องการลดระยะเวลาในการแกะเปลือกเมล็ดบัวและเพื่อเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกรได้มากขึ้นจึงได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวขึ้นใหม่ เพราะเครื่องเก่าที่เคยมีการออกแบบไว้เกิดปัญหาตอนป้อนเมล็ดบัว และเมล็ดบัวมีการติดขัดตอนทำการผ่าเปลือกออก ซึ่งคาดว่าการศึกษาและทดสอบนี้จะช่วยลดเปอร์เซ็นต์ความเสียหายให้เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง เพิ่มความสามารถในการทำงานได้ดีมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ฝักบัว

เมล็ดบัว

การแกะเปลือกเมล็ดบัวด้วยแรงงานคน

การแกะเปลือกเมล็ดบัวด้วยเครื่อง

เมล็ดบัวที่ถูกแกะเปลือกแล้ว

รูปที่ 1.1 วิธีการแกะเปลือกเมล็ดบัวของเกษตรกรและวิธีการแกะเปลือกเมล็ดบัวของเครื่อง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

1.2.2 เพื่อออกแบบ พัฒนา และสร้างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ

1.2.3 เพื่อทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่ได้พัฒนาขึ้น

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่พัฒนาขึ้นกับการแกะโดยใช้แรงงานคนและเครื่องเก่า

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง เช่น ปัญหาการทำงานของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงรุ่นเก่า ปัญหาการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงโดยเกษตรกร และลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวง

1.3.2 ศึกษาและทดสอบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วยชุดป้อนเมล็ดบัวหลวง ชุดแกะเมล็ดบัวที่ใช้กลไกแบบ Scotch Yoke ระบบส่งกำลัง และมอเตอร์เกียร์ขนาด 90 W เป็นต้นกำลัง สำหรับวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม(SMEs)

1.3.3 ทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง โดยใช้ตัวแปรในการทดสอบ คือ ชนิดใบมีด ความเร็วในการเคลื่อนที่ของใบมีดโดยใช้เมล็ดบัวหลวงพันธุ์ปทุมตลอดการทดสอบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดบัวระหว่าง 14-16 มิลลิเมตร และความยาวของเมล็ดบัวระหว่าง 16-22 มิลลิเมตร โดยเลือกเมล็ดบัวจากฝักอ่อนที่สีเปลือกสีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้ม ไม่ใช้เมล็ดจากฝักแก่ลักษณะเปลือกของเมล็ดบัวมีสีเขียวอมน้ำตาลเนื่องจากเปลือกจะเหนียวและแข็ง

1.3.4 เปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานจากเครื่องแกะเปลือกเมล็ดที่ได้พัฒนาขึ้นกับการแกะโดยใช้แรงงานคน

1.4 ขั้นตอนการวิจัย/กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.4.1 ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ เช่น ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัว ปัญหาวิธีการที่เกิดจากการแกะของเกษตรกร และปัญหาที่พบจากเครื่องแกะรุ่นเก่า

1.4.2 ออกแบบและสร้างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

1.4.3 ทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องต้นแบบ

1.4.4 วิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้เครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงต้นแบบที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

1.5.2 ได้ประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่ได้พัฒนาขึ้นสำหรับใช้ทดแทนแรงงานคน

1.5.3 ได้เปรียบเทียบการทำงานของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่พัฒนาขึ้นกับการแกะโดยใช้แรงงานคนและเครื่องเก่าซึ่งได้ผลผลิตมากขึ้น และช่วยลดต้นทุนในการจ้างแรงงานคน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้อง

ในการที่จะทำวิทยานิพนธ์นั้นจำเป็นจะต้องทราบข้อมูลเอกสารหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในแต่ละเรื่องให้ดีก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ หรือทดสอบเพื่อพัฒนาจะได้เกิดข้อผิดพลาดให้น้อยที่สุด และเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

2.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบัวหลวง

บัว เป็นพืชน้ำล้มลุก ลักษณะลำต้นมีทั้งที่เป็นเหง้า ไหล หรือหัว ใบเป็นใบเดี่ยวเจริญขึ้นจากลำต้น โดยมีก้านใบส่งขึ้นมาเจริญที่ใต้น้ำ ผิวน้ำหรือเหนือน้ำ บัวหลวงชอบขึ้นในน้ำจืดออกดอกตลอดปี ชอบน้ำสะอาด อยู่ในน้ำลึกพอสมควร ถิ่นกำเนิดของบัวอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จะเริ่มบานตั้งแต่ตอนเช้า ก้านดอกยาวมีหนามเหมือนก้านใบ ชูดอกเหนือน้ำ และชูสูงกว่าใบเล็กน้อย กลีบเลี้ยง 4-5 กลีบ สีขาวอมเขียวหรือสีเทาชมพู ร่วงง่าย กลีบดอกจำนวนมากเรียงซ้อนหลายชั้น เกสรตัวผู้มีจำนวนหลายสี [4] ดังรูปที่ 2.1 บัวหลวงเป็นพืชน้ำที่ปลูกง่ายและสามารถเพาะปลูกได้ทั่วไปง่ายต่อการดูแลรักษาและควบคุมผลผลิตได้ง่าย ส่วนเมล็ดบัวนั้น อุดมไปด้วยวิตามินเอ วิตามินซี วิตามินอี มีโปรตีน มีเกลือแร่ ฟอสฟอรัส นอกจากนี้ตัวเมล็ดบัวยังมีสรรพคุณ บำรุงสมอง บำรุงประสาท บำรุงไต ช่วยรักษาอาการท้องร่วง และบิดเรื้อรัง และสรรพคุณพื้นบ้านที่ใช้กันเป็นยาบำรุงเลือด หรือเพิ่มเลือด ถิ่นกำเนิดของบัวส่วนใหญ่อยู่ในเขตร้อน ดังนั้นจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกพื้นที่ของประเทศไทย เกษตรกรจำนวนมากในหลายจังหวัดยึดการปลูกบัวเป็นอาชีพหลัก และเนื่องจากบัวเป็นไม้น้ำ ลักษณะของแปลงปลูกจึงต้องมีการขังน้ำเหมือนทำนาข้าว อาจเรียกการปลูกบัวเป็นการค้าในพื้นที่มากๆ อีกอย่างหนึ่งว่า การทำนาบัว นาบัวสามารถดูแลรักษาง่ายกว่านาข้าว มีโรคและแมลงรบกวนน้อย ใช้น้ำน้อยกว่า สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งในรูปดอกตูมและเก็บเมล็ด

ซึ่งผลผลิตทั้งสองรูปแบบนี้ยังเป็นที่ต้องการของทั้งในประเทศและต่างประเทศดังนั้นจากสภาพปัจจุบันที่เกษตรกรผู้ทำนาประสบปัญหาทั้งในเรื่อง การขาดน้ำ และราคาข้าวไม่แน่นอน นาบัวจึงเป็นทางเลือกใหม่ทางหนึ่งที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่นาข้าว ในประเทศไทยนิยมซื้อขายเมล็ดบัวแห้งที่ยังไม่ได้กะเทาะเปลือก เพราะสามารถเก็บไว้ได้นาน

รูปที่ 2.1 ดอกบัวและเมล็ด [3]

2.1.1 สายพันธุ์บัวหลวง

2.1.1.1 บัวพันธุ์ดอกสีชมพู (บัวแหลมชมพู) มีชื่อว่า ปทุม ปัทมา โกกระนต หรือ โกกนุต ดอกขนาดใหญ่ ดอกตูมเป็นรูปไข่ ปลายเรียวสีชมพู กลีบดอกชั้นนอกมี 4-5 กลีบ รูปไข่มีขนาดเล็ดเรียงตัวกัน 2 ชั้น ส่วนกลางของกลีบมีรูปร่างโค้งป่อง ตรงกลางสีชมพูอมเขียว ส่วนกลีบดอกชั้นกลางและชั้นในสีชมพูเข้ม โคนกลีบดอกสีขาวนวล มีประมาณ 13-14 กลีบ เรียงตัวเป็นชั้น ประมาณ 3 ชั้น อยู่โดยรอบฐานดอก กลีบชั้นนอกและชั้นในมีสีและรูปร่างคล้ายชั้นกลางแต่เล็กกว่ากลีบในชั้นกลาง ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 บัวแหลมชมพู [4]

2.1.1.2 บัวหลวงพันธุ์ดอกสีขาว (บัวแหลมขาว) มีชื่อว่า บุณฑริก หรือ ปุณฑริก ดอกขนาดใหญ่เป็นรูปไข่ ปลายเรียว คล้ายบัวพันธุ์ปทุม ดอกมีสีขาวประกอบด้วยกลีบดอกชั้นนอกสีขาวอมเขียว ส่วนกลีบในชั้นกลางและชั้นในสีขาวปลายกลีบดอกสีชมพูเรื่อๆ รูปร่างของกลีบและการเรียงตัวของกลีบดอกคล้ายดอกบัวพันธุ์ปทุมดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 บัวแหลมขาว [4]

2.1.1.3 บัวหลวงชมพูซ้อน (บัวฉัตรชมพู) มีชื่อว่า สัตตบงกช ดอกมีขนาดใหญ่ ดอกตูมเป็นรูปไข่ทรงป้อม สีชมพู ประกอบด้วยกลีบนอกเป็นรูปรี มี 4-7 กลีบ กลีบเล็กเรียนซ้อนกันเป็นชั้น 2-3 ชั้น สีเขียวอมชมพู กลีบในสีชมพูตลอด ส่วนโคนกลีบที่ติดกับฐานรองดอกมีสีขาวอมเหลือง กลีบในมีประมาณ 12-16 กลีบ กลีบในชั้นนอกและชั้นในมีขนาดเล็กกว่าชั้นกลาง เป็นรูปไข่ที่มีส่วนกว้างอยู่ด้านบน เกสรตัวผู้ชั้นนอกๆ เป็นหมัน โดยมีก้านชูที่เป็นเกสรตัวผู้ที่เป็นแผ่นบางๆ สีชมพูคล้ายกลีบในแต่มีขนาดเล็กกว่า ไม่มีอับเรณู แต่ปลายกลีบมีส่วนยื่นออกมาที่มีฐานเรียวเล็ก ส่วนปลายพองใหญ่ มีสีขาวนวลดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 บัวหลวงชมพูซ้อน [4]

2.1.1.4 บัวหลวงขาวซ้อน (บัวฉัตรขาว) มีชื่อว่า สัตตบุตย์ ดอกมีขนาดใหญ่ ดอกตูมเป็นรูปไข่ทรงป้อม คล้ายบัวพันธุ์สัตตบงกช ดอกมีสีขาว ประกอบด้วยกลีบดอกสีเขียวอมขาว ส่วนกลีบชั้นในสีขาวตลอด ส่วนรูปทรงและการเรียงตัวของกลีบดอกคล้ายบัวพันธุ์สัตตบงกช ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 บัวหลวงขาวซ้อน [4]

2.1.2 ลักษณะทั่วไปของบัวหลวง

1) ต้นบัวหลวง จัดเป็นไม้ล้มลุก มีอายุหลายปี ลำต้นมีทั้งเป็นเหง้าอยู่ใต้ดิน [5]และเป็นไหลอยู่เหนือดินใต้น้ำ ลักษณะ ของเหง้าเป็นท่อนยาว มีปล้องสีเหลืองอ่อนจนถึงสีเหลือง มีความแข็งเล็กน้อย หากตัดตามขวางจะเห็นเป็นรูปกลมๆ อยู่หลายรูดังรูปที่ 2.6 โดยส่วนของไหลจะเป็นส่วนเจริญไปเป็นต้นใหม่ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเหนียว ในระดับน้ำลึก 30-50 เซนติเมตร และสามารถขยายพันธุ์ด้วยวิธีการใช้เมล็ดหรือวิธีการแยกไหล ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.6 เหง้าบัวหรือรากบัว [5]

รูปที่ 2.7 ไหลบัวหรือหลดบัว [5]

2) ใบบัวหลวง ใบเป็นใบเดี่ยว ใบอ่อนจะลอยปริ่มน้ำ ส่วนใบแก่แผ่นใบจะชูขึ้นเหนือน้ำ ลักษณะของใบเป็นรูปเกือบกลมและมีขนาดใหญ่ โดยมีขนาดประมาณ 50 เซนติเมตร ขอบใบเรียบและเป็นคลื่น ผิวใบด้านบนเป็นนวลเคลือบอยู่ ก้านใบจะติดอยู่ตรงกลางของแผ่นใบ ก้านใบมีลักษณะแข็งและเป็นหนาม หากตัดตามขวางจะเห็นรูอยู่ภายใน และก้านใบจะมีน้ำยาวสีขาว เมื่อหัก

ก้านจะมีสายใยสีขาวๆ สำหรับใบอ่อนจะเป็นสีเทานวล ปลายจะม้วนงอขึ้นเข้าหากันทั้งสองด้าน ดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 ใบบัวหลวง [5]

3) ดอกบัวหลวง ออกดอกเป็นดอกเดี่ยว มีสีขาว สีชมพู ดอกมีกลิ่นหอม ดอกมีกลีบเลี้ยง 4-5 กลีบ กลีบเลี้ยงมีขนาดเล็กและสีขาวอมเขียวหรือเป็นสีเทาอมชมพู ส่วนกลีบดอกจะมีจำนวนมากและเรียงซ้อนกันอยู่หลายชั้น ลักษณะของกลีบดอกเป็นรูปไข่กว้างประมาณ 5-6 เซนติเมตร และยาวประมาณ 7-9 เซนติเมตร เมื่อดอกบานเต็มที่จะมีขนาดประมาณ 20-25 เซนติเมตร ในดอกจะมีเกสรตัวผู้สีเหลืองอยู่เป็นจำนวนมาก และล้อมรอบอยู่บริเวณฐานรองดอกซึ่งมีลักษณะเป็นรูปกรวยหงาย หรือที่เรียกว่า “ฝักบัว” ที่ปลายอับเรณูจะมีรยางค์คล้ายกระบองเล็กๆ มีสีขาว ส่วนเกสรตัวเมียจะมีรังไข่ฝังอยู่ในฐานรองดอก เมื่ออ่อนเป็นสีเหลือง หากแก่แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว ช่องรังไข่จะเรียงเป็นวงบนผิวหน้าตัด มีจำนวน 5-15 อัน ส่วนก้านดอกมีสีเขียว ลักษณะยาวและมีหนามเหมือนก้านใบ โดยก้านดอกจะชูขึ้นเหนือน้ำและชูขึ้นสูงกว่าก้านใบเล็กน้อย ดอกบัวหลวงจะเริ่มบานในตอนเช้า โดยจะออกดอกและผลในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ดอกบัวหลวง [5]

4) ฝักบัวหลวง ในฝักมีผลอ่อนสีเขียวนวลและมีจำนวนมาก ผลจะฝังอยู่ในส่วนที่เป็นฝักรูปกรวยในดอก ในรูปกรวยของดอกนั้นเมื่ออ่อนจะเป็นสีเหลือง เมื่อแก่แล้วจะขยายใหญ่ขึ้นและเปลี่ยนเป็นสีเทาอมเขียว โดยจะมีผลสีเขียวอ่อนฝังอยู่ในฝักรูปกรวยเป็นจำนวนมาก ดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 ฝักบัวหลวง [6]

5) ผลบัวหลวงหรือเมล็ดบัวหลวง ออกผลเป็นกลุ่มหรือที่เรียกว่าฝัก ลักษณะผลเป็นรูปกลมรี ผลอ่อนมีสีเขียวนวลและมีจำนวนมาก เมล็ดมีความกว้างประมาณ 1 เซนติเมตร ในเมล็ดมีดีบัว หรือต้นอ่อนที่ฝังอยู่กลางเมล็ดมีสีเขียว ดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 เมล็ดบัวหลวง [6]

6) ดีบัวหลวง คือ ส่วนของต้นอ่อนที่อยู่ในเม็ดบัวหลวง ดีบัวมีลักษณะคล้ายสาก มีความยาวประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร มีใบอ่อน 2 ใบ ใบหนึ่งสั้น ส่วนอีกใบยาว ใบมีสีเขียวเข้มหรือสีเขียวอมเหลือง ปลายใบมีลักษณะม้วนเป็นรูปคล้ายลูกศร มีต้นอ่อนตรง ขนาดเล็กมากอยู่ระหว่างใบอ่อนทั้งสอง มีความยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร โคนต้นมีสีเหลืองอ่อนหรือเป็นสีเหลืองอมเขียว ลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกยาวประมาณ 2-4 มิลลิเมตร เนื้อหนาเปราะ ร้อนหน้าตัดจะมีรูเล็กๆ จำนวนมาก ดีบัวมีรสขมจัด แต่ไม่มีกลิ่น ดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 ดีบัวหลวง [6]

2.1.3 ประโยชน์ของบัวหลวง

1) รากมีรสหวานหอมแก้ไข้ แก้ท้องเสีย บำรุงกำลัง บำรุงเพลิงธาตุ แก้เสมหะ แก้กระหาย ต้มเป็นน้ำแก้กระสาย แก้ร้อน แก้อ่อนเพลีย แก้อาเจียน พุพอง และละลายยาแก้สะอึก

2) เหง้ามีรสหวานเย็นมันบำรุงกำลังแก้ร้อนในกระหายน้ำ แก้ลงท้อง แก้ไอขับเสมหะ แก้ฝี พุพอง ดีพิการ และแก้อาเจียน ลดน้ำตาลในเลือด รักษาแผล ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์แก้ท้องเสีย ก้านใบ มีฤทธิ์เป็นยาห้ามเลือด

3) ดอกมีรสฝาดหอมสรรพคุณแก้ไข้ ไข้มีพิษร้อน แก้ธาตุพิการ แก้เสมหะและโลหิต บำรุงหัวใจ บำรุงโลหิต บำรุงครรภ์ทำให้ บุตรคลอดง่าย

4) เกสรมีรสฝาดหอมเย็นแก้ไข้ ไข้มีพิษ ไข้รากสาด แก้เสมหะ แก้อ่อนเพลีย แก้คลื่นเหียน เป็นยาบำรุงครรภ์ มีกลิ่นหอม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยมีสารฟลาโวนอยด์ใช้ปรุงเป็นยาหอม บำรุงหัวใจ บำรุงประสาท และชูกำลัง ทำให้ชุ่มชื่น ขัณฑสกรจากเกสรแก้เสมหะ จุกคอ ทำให้ชุ่มคอ บำรุงกำลังและขับปัสสาวะ

5) ฝักมีรสฝาดหอม แก้ท้องเดิน สมานแผลในมดลูก

6) เมล็ดมีรสหวานมันเย็น บำรุงกำลัง ไขข้อ เส้นเอ็นและบำรุงประสาททำให้กระชุ่มกระชวยแก้ร้อนใน

7) ใบอ่อนมีรสฝาดเปรี้ยว บำรุงร่างกายให้ชุ่มชื่น

8) ใบแก่มีรสฝาดเปรี้ยวเมาเล็กน้อยแก้ไข้ บำรุงโลหิต สูบแก้ริดสีดวงจมูก หวัดเรื้อรัง ลดเสมหะลดความดัน โลหิต และไขมันในเส้นเลือด (โคเลสเตอรอล) ใบบัวมีฤทธิ์ยับยั้งการหดตัวของหลอดเลือด

9) ดีบัวมีรสขม ขยายหลอดเลือดหัวใจ แก้กระหายน้ำ แก้น้ำกามขับเคลื่อนขณะหลับและแก้อาเจียนเป็นโลหิต [6]

2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

บัวหลวงเป็นไม้น้ำและไม้ล้มลุกหลายฤดู มีเหง้าและไหลอยู่ใต้ดิน ฝังตัวอยู่ในโคลนเลน เป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ แผ่นใบเกือบกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 20-50 เซนติเมตร ก้านใบแข็ง มีหนามเล็ก ๆ เมื่อหักเป็นสายใยและมีน้ำยางขาว ดอกเป็นดอกเดี่ยวมีสีขาวและสีชมพู ก้านดอกแข็งมีหนามเล็ก ๆ ชูเหนือน้ำ กลีบดอกจำนวนมาก เรียงซ้อนกันหลายชั้น ดอกมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ เมื่อดอกบานเส้นผ่านศูนย์กลาง 15-25 เซนติเมตร ดอกมีหลายรูปทรงและมีหลายสี เช่น สีขาว สีชมพู แล้วแต่พันธุ์[7,8]

2.2.1 การปลูก

บัวหลวงจะเจริญพันธุ์โดยไหลซึ่งแตกจากเหง้าใต้ดิน ปลูกลงในบ่อในโคลนเลนโดยตรง หรือ ปลูกในกระถางทรงแบนให้ตั้งตัวก่อน แล้วนำไปวางในโคลนเลนให้แตกไหลออกมาและเจริญต่อไป วิธีการปลูกมี 2 วิธี คือ

2.2.1.1 การปลูกโดยใช้ไม้คีบ

เหลาไม้ไผ่ให้มีความหนากว่าตอกเล็กน้อยยาวประมาณ 1 ฟุตโค้งงอตรงกลาง คีบไหลบัวตรงส่วนของข้อแล้วปักลงให้ไหลบัวติดอยู่กับผิวดิน ซึ่งการปลูกโดยวิธีนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้ไหลบัวหลุดลอยสู่ผิวน้ำ ชาวบ้านนิยมเรียกไม้คีบนี้ว่า "ตะเกียบ"

2.2.1.2 การปลูกโดยวิธีใช้ดินหมก

วิธีนี้ใช้กับนาบัวที่สามารถบังคับระดับน้ำ ได้ โดยปล่อยน้ำให้งวด ขุดดินเป็นร่องลึกประมาณครึ่งฝ่ามือวางไหลบัวลงไปใช้ดินกลบไหลบัวโดยเว้นเตาเอาไว้ แล้วจึงเริ่มเปิดน้ำเข้า

2.2.2 ศัตรูพืช

1) เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยไฟ ไรแดง และเพลี้ยอ่อน จะดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบอ่อนทำให้ใบหยิกงอ สั้นลง การป้องกันกำจัด ใช้สารเคมี เช่น มาลาไธออน หรือโพรพาไกต์ (สำหรับกำจัดไร) ฉีดพ่นทุก 15 วัน หรืออย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง เพลี้ยจะแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ [7]

เพลี้ยไฟ เกิดบัวใบบัวที่อ่อน โดยจะทำให้ใบไม่คลี่ซึ่งจะเข้าทำลายที่ด้านหลังใบโดยมีรอยช้ำเป็นสีชมพูเรื่อๆ ต่อมาจะแห้งและดำ แต่ถ้าเพลี้ยไฟเข้าทำลายที่ดอกและก้านดอกจะทำให้ดอกที่ตูมอยู่เหี่ยวและก้านแห้งเป็นสีดำก้านดอกแห้งเป็นสีน้ำตาลและหักง่าย

เพลี้ยอ่อน ลักษณะตัวเล็กๆสีน้ำตาลดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณโคนก้านดอกก้านใบหรือใต้และบนใบอ่อนทำให้ดอกมีใบขนาดเล็กสีเหลืองซีด แห้งตายได้ในที่สุด

2) หนอนชอนใบ หนอนกระทู้ หนอนกินใบ เป็นศัตรูที่สำคัญของบัวหลวงรองจากเพลี้ยไฟโดยเฉพาะหนอนกระทู้กินใบโกรนทั้งต้นจะเกิดในช่วงปลายฤดูฝนต้นฤดูหนาวซึ่งเป็นระยะที่บัวชะงักการเจริญเติบโตด้วย เราสามารถแก้ไขได้โดยตัดใบทิ้งทำลายหมดเพื่อตัดวงโคจรเชื้อหนอนรอให้แตกใบใหม่และออกดอกใหม่ หนอนจะกัดกินใบจนไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้มักจะระบาดในฤดูแล้ง การป้องกันกำจัด ใช้สารเคมี เช่น มาลาไธออน ฉีดพ่นทุกๆ 10 วัน

3) หนอนผีเสื้อ หนอนพับใบ หนอนกอ เป็นศัตรูที่สำคัญและระบาดได้ตลอดปี หนอนพับใบ เป็นศัตรูพืชที่สำคัญของบัวสกุลอุบลชาติซึ่งสาเหตุจะเกิดจาก สีเสื้อกลางคืนมาวางไข่บนใบ เมื่อฟักตัวเป็นหนอนจะกัดกินและดูดน้ำเลี้ยงไปจนโตและกัดใบให้พับและทับตัวไปเองเพื่อป้องกันศัตรูเช่น นก เราสามารถกำจัดหนอนชนิดนี้ได้ด้วยบี้ทำลายการป้องกันกำจัด ใช้สารเคมี เช่น มาลาไธออน ฉีดพ่นหรือหว่านลงในแปลง อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่

4) หนู จะกัดกินเมล็ด ใบและฝักบัว การป้องกันกำจัดใช้สารเบื่อหนู และกำจัดพืชรอบๆแปลงที่เป็นที่อยู่อาศัยของหนู

5) หอย ปู เป็นสัตว์ที่มีประโยชน์และโทษ ประโยชน์คือช่วยบอกคุณภาพของน้ำว่าน้ำในบ่อมีสภาพดีหรือเสียถ้าหอยลอยอยู่บนผิวน้ำ เกาะบริเวณขอบบ่อ แสดงว่าน้ำเริ่มเสีย ควรรีบเปลี่ยนน้ำทิ้ง โทษคือถ้ามีในปริมาณมากหอยจะเกาะก้านบัวดูดกินน้ำเลี้ยงทำให้ใบอ่อนเจริญไม่พ่นน้ำ กำจัดทิ้งโดยใช้ไม้ไผ่แช่น้ำทิ้งไว้ ยกขึ้นเก็บหอย 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ หอยและปูนั้นเป็นสัตว์ที่มีประโยชน์กับบัวเพราะถ้าน้ำเสียหอยจะลอยหรือเกาะตามผนังภาชนะบริเวณผิวน้ำเพื่อจะหาอากาศหายใจ แสดงว่าออกซิเจนในน้ำมีไม่เพียงพอ แต่หอยประเภท หอยขม หอยโข่ง หอยเชอรี่ ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดน้ำเลี้ยงจากใบอ่อนและกัดกินใบบัว ซึ่งการกำจัดนั้นเราสามารถทำได้โดยการจับทำลายทิ้งทั้งเป็นตัวอ่อนและไข่หอย การปราบหอยในที่บ่อบัว คือมั่นเก็บออก แต่ถ้าหากว่าปลูกในภาชนะที่มีขนาดใหญ่มาก ไม่สะดวกในการเก็บควรจะเลี้ยงปลาช่อนในบ่อเพื่อช่วยกินตัวอ่อนของหอยและปู

2.2.3 โรค

โรคใบจุด เกิดจากเชื้อรา Cercospora sp . เป็นโรคที่ไม่รุนแรงสำหรับบัว ป้องกันกำจัดโดยการตัดใบที่เป็นโรคทิ้ง โรครากเน่า มีลักษณะอาการ ต้นบัวจะแคระแกรน ลักษณะคล้ายขาดอาหาร ป้องกันกำจัดโดยถอนบัวขึ้นมาตัดเหง้าที่เน่าทิ้ง แล้วปลูกใหม่

2.2.4 พันธุ์ที่ใช้

บัวหลวงขาว, บุณฑริก, ปุณฑริก ดอกจะมีสีขาว ทรงสลวย ดอกใหญ่ สัตตบุษย์, บัวฉัตรขาว ดอกจะมีสีขาว ทรงป้อม ดอกใหญ่ สัตตบงกช บัวฉัตรแดง ดอกจะมีสีชมพู ทรงป้อม ดอกใหญ่ ปทุม ประทุม ปทุมมาลย์ ปัทมา ดอกมีสีชมพู ทรงสลวย ดอกใหญ่

2.2.5 การทำนาบัว

ในพื้นที่ที่ลุ่มหลายแห่ง มักจะประสบปัญหาถูกน้ำท่วม ทำให้ได้รับความเสียหายอยู่เสมอๆ การทำนาข้าวจึงทำให้ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร หากเกษตรกรจะได้หันมาทำนาบัวจะมีความเหมาะสมดีกว่า ไม่ต้องเสี่ยงกับการถูกน้ำท่วม และการทำนาบัวยังง่ายกว่าการทำนาข้าว เพราะปลูกเพียงครั้งเดียวก็สามารถเก็บผลผลิตได้เรื่อยๆ ไม่ต้องลงทุนทุกปี นอกจากนั้นแล้วการทำนาบัวยังมีรายได้ดีกว่าการทำนาข้าวอีกด้วยแหล่งการทำนาบัวที่ได้ผลดีในปัจจุบัน ได้แก่การทำนาบัวในท้องที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกและในจังหวัดอยุธยาฤดูปลูกบัว ควรเริ่มปลูกตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม [8]

2.2.6 การเลือกที่ดินปลูก

พื้นที่สำหรับทำนาบัว ควรเป็นพื้นที่สม่ำเสมอไม่ลุ่มๆ ดอน ๆ หรือมีจอมปลวก ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง ถ้าเป็นพื้นที่ที่ไม่สม่ำเสมอ ควรใช้รถเกลี่ย หรือไถปรับระดับ ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการให้น้ำ การเตรียมดินและบำรุงรักษา แต่ถ้าใช้พื้นที่ที่เป็นแปลงนาอยู่เดิม พื้นที่จะสม่ำเสมอดีอยู่แล้ว พื้นที่การทำนาบัวควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำ เช่น ห้วย หนอง บึง สระ เป็นต้น

2.2.7 การเตรียมดิน

เมื่อเลือกสถานที่ได้แล้ว ยกคันดินโดยรอบให้สูงประมาณ 1 เมตร เพื่อให้สามารถเก็บกักน้ำได้ ถ้าต้องการจะเลี้ยงปลาในนาบัวด้วย จึงจำเป็นที่จะต้องยกคันดินให้สูงประมาณ 2 เมตร และกว้างประมาณ 3 เมตร ดังนั้นนาบัวแปลงหนึ่ง ๆ ควรมีเนื้อที่ไม่ต่ำกว่า 5 ไร่ เพื่อยกคันดิน ที่ดินที่ไม่สม่ำเสมอ อาจทำแปลงใหญ่ขนาด 30-100 ไร่ก็ได้ แต่เพื่อสะดวกในการให้น้ำและบำรุงรักษาเนื้อที่แปลงหนึ่งๆ ควรมีขนาด 20-25 ไร่ หลังจากยกคันดินแล้ว ไถดะตากดินทิ้งไว้ประมาณ 7-15 วัน แล้วไถแปรอีกครั้ง แล้วสูบเอาน้ำเข้าให้ระดับน้ำสูงจากพื้นประมาณ 15 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 3-5 วัน ให้ต้นอ่อนตัวเพื่อปักดำบัวต่อไป

2.2.8 การเตรียมพันธุ์เพื่อใช้ปลูก

พันธุ์บัวที่ใช้ปลูกส่วนใหญ่ขยายพันธุ์โดยใช้ไพล ไพลที่ใช้ทำพันธุ์มีประมาณ 2-3 ข้อ เกษตรกรผู้ขุดไพลบัวจำหน่ายจะมัดไพลบัวให้มีตาที่จะเจริญเติบโตเป็นต้นบัวจำนวน 3 ตา เกษตรกรส่วนใหญ่จะเรียกว่า 3 ทาง ซึ่งใช้ปักดำได้ 1 จับ

2.2.9 การดำและระยะปลูก

หลังจากเอาน้ำเข้าแปลงที่เตรียมดินเรียบร้อยแล้ว 3-5 วัน ดินจะอ่อนตัว เกษตรกรจะใช้ไม้หรือต้นพงปักเป็นระยะ เพื่อเป็นที่สังเกตในการปลูกบัว โดยใช้ระยะปลูก 3 X 3 เมตร ในกรณีดินดี ถ้าดินไม่ค่อยดีนักจะใช้ระยะปลูก 2 X 2 เมตร

การปักดำทำได้ 2 วิธี คือ

1) การปักดำโดยใช้ไม้คีบ ใช้ไม้ไผ่เหลา โตกว่าดอกนิดหน่อย หรือต้นพง ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร คีบไพลบัวปักดำตามระยะให้ไพลบัวติดอยู่กับผิวดิน การปักดำใช้ไม้คีบนี้ ใช้ในกรณีที่มีน้ำไหล ทั้งนี้เพื่อป้องกันไพลบัวหลุดลอย

2) การปักดำโดยใช้ดินหมก คุ้ยดินให้เป็นหลุมลึกประมาณ 2-3 นิ้ว วางไพลบัวลงในหลุม แล้วใช้ดินกลบไพลบัว โดยเว้นตรงตาเอาไว้ ส่วนใหญ่เกษตรกรที่ทำนาบัว โดยยกคันดินใช้วิธีปลูกวิธีที่ 2 ในเนื้อที่ 1 ไร่ จะใช้ไพลบัวประมาณ 200-300 จับ

2.2.10 การให้น้ำและการดูแลรักษา

หลังจากปลูกบัวแล้ว ควรให้มีน้ำขังอยู่ในแปลงประมาณ 50 เซนติเมตร โดยตลอดทั้งนี้เพื่อป้องกันหญ้าขึ้นในแปลงนาบัว ระดับน้ำไม่ควรให้ลึกเกิน 1 เมตร เพราะถ้ามีมากเกินไปจะทำให้ได้ผลผลิตต่ำ ในแปลงนาบัวควรเก็บ หญ้าหรือวัชพืชออกให้หมด ถ้ามีวัชพืชบัวจะไม่งาม

2.2.11 การเก็บเกี่ยว

1) การเก็บไหล หลังจากปลูกประมาณ 2-3 เดือน บัวที่ปลูกเจริญเติบโตเต็มที่สามารถเริ่มเก็บไหลได้ โดยสังเกตใบที่แตกขึ้นมาใหม่ หากชูใบขึ้นมาพ้นน้ำและยังไม่คลี่ใบ แสดงว่าเก็บไหลบัวได้ ระดับน้ำในบ่อต้องคงที่ที่ความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร ไหลบัวที่อ่อนมีคุณภาพและเก็บได้ง่ายแต่ถ้าความลึกของน้ำลึกมากกว่าใบบัวจะโผล่พ้นน้ำขึ้นมาต้องใช้เวลานานทำให้ไหลแก่เกินไป กรณีที่เก็บไหลจำหน่ายถ้าพบว่ามีดอกออกมาควรทำการหักทิ้งหากปล่อยให้บัวออกดอกจะทำให้ไหลไม่ค่อยแตกและมีขนาดสั้นลงอายุการเก็บไหล 1 ฤดูกาลปลูกใช้เวลา 3 เดือน หลังจากนั้นต้นบัวจะโทรมให้ผลผลิตน้อย จึงต้องมีการบังคับให้แตกไหลใหม่ โดยการระบายน้ำออกจากนาให้แห้งแล้วไถเพื่อลดความหนาแน่นของต้นบัวแล้วปล่อยน้ำเข้าแปลงอีกครั้ง การปลูกบัวเพื่อเก็บไหลไม่สามารถทำได้ทั้งปี เมื่อเข้าสู่ฤดูหนาวบัวจะหยุดการเจริญเติบโตและไม่แตกไหล รอพ้นฤดูหนาว (ช่วงเดือน กุมภาพันธ์) จึงเริ่มหันมาดูแลเพื่อเก็บเกี่ยวไหลใหม่

2) การเก็บเหง้า (รากบัว) ทำการผลิตในแหล่งน้ำธรรมชาติ รากบัวที่เก็บควรจะมีอายุประมาณ 1 ปี เพื่อให้รากมีความสมบูรณ์เต็มที่ รากบัวแต่ละแห่งจะมีคุณภาพไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ต้นที่เหมาะแก่การเก็บรากบัวสังเกตได้จากต้นมีการโอนตัวลง ใบแก่ ใบตะแคงหนีน้ำฝน การเก็บเกี่ยวสามารถทำได้ในช่วงฤดูแล้งโดยปล่อยให้ดินแห้งจนแตกระแหง ใช้เสียมขุดงัดตามระแนงที่ดินแตกออกเป็นก้อนๆ จากนั้นจึงนำมาล้างและคัดขนาดก่อนจำหน่าย

3) การเก็บใบแห้ง สามารถทำได้โดยตัดใบชิดโคน จากนั้นนำมาตากแดดประมาณ 1-2 วัน (ให้แห้งพอหมาด) แล้วจึงนำมาพับครึ่งใบเรียงซ้อนกันประมาณ 1 กิโลกรัม (60 ใบ)

4) การเก็บฝักอ่อน การผลิตมีวิธีปฏิบัติเช่นเดียวกับการผลิตเพื่อตัดดอก แต่สายพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นสายพันธุ์แหลมขาวและแหลมชมพู การเก็บเกี่ยวจะเก็บฝักหลังจากดอกบานประมาณ

1 สัปดาห์ ความถี่ในการเก็บเกี่ยวประมาณ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลาของการเก็บเกี่ยวฝักประมาณ 6 เดือน การนำบัวฝักอ่อนสำหรับใช้ประดับจะนำฝักบัวไปชุบสีเงิน หรือสีทองแล้วจึงนำไปอบแห้ง ฝักบัวแต่ละขนาดจะมีราคาที่ต่างกัน เช่น เส้นผ่าศูนย์กลางฝัก 8 เซนติเมตร ขึ้นไป ราคาฝักละ 5 บาท เส้นผ่าศูนย์กลางฝัก 6-7 เซนติเมตร ราคาฝักละ 4 บาท และ เส้นผ่าศูนย์กลางฝักต่ำกว่า 6 เซนติเมตร ขึ้นไป ราคาฝักละ 2 บาท

5) การเก็บฝักสดเพื่อรับประทาน การผลิตส่วนใหญ่จะปลูกเองและมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ (บ่อน้ำ สระน้ำ) สายพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นสายพันธุ์แหลมขาวและแหลมชมพู จะปล่อยติดให้ฝักติดเมล็ด รับประทานเมล็ดสดแทน

6) การเก็บเมล็ดบัวที่แก่เพื่อนำมาแกะเปลือก ควรเป็นฝักบัวที่มีอายุหลังจากดอกบานแล้ว 25-26 วัน โดยสังเกตจากเปลือกเมล็ดบัวจะมีสีเขียวน้ำตาลเกือบดำแต่ผิวเมล็ดยังไม่แข็ง

7) การเก็บเมล็ดบัวปอกเปลือกแล้วตากแห้ง โดยการนำเอาเมล็ดบัวที่แก่จัดไปต้มน้ำให้เดือดประมาณ 3-5 นาที จากนั้นยกลงไปแช่น้ำเย็นแล้วแกะเปลือกและไส้ (ดีบัว) ในออก (ดีบัว เป็นส่วนของต้นอ่อนในเมล็ดมีรสขมนิยมใช้รับประทานเป็นยา) ตากให้แห้ง เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดปากถุงให้สนิทเพื่อป้องกันฝุ่นและความชื้นผลผลิตเมล็ดบัวแห้ง [8]

2.3 แนวทางปฏิบัติต่อบัวหลวงในการส่งออก

ควรเก็บดอกบัวในระยะที่เหมาะสมของบัวแต่ละสายพันธุ์ เช่น พันธุ์สัตตบงกช (ฉัตรชมพู) ควรเก็บเกี่ยวเมื่อดอกบัวโผล่พ้นน้ำ 10 วัน (สำหรับพื้นที่กรุงเทพฯ และ ตะวันออกโดยจะสังเกตเห็นกลีบเลี้ยงเป็นสีน้ำตาลแล้ว) ควรเก็บดอกบัวด้วยมีดที่คมและสะอาด ถ้าไม่สะดวกรีบลำเลียงถึงโรงเรือนแล้วตัดปลายก้านด้วยมีดที่คมและสะอาด ถ้าจุ่มรอยตัดในน้ำร้อนสักประมาณ 3 วินาที เพื่อกำจัดน้ำยางออกไปจะดียิ่งขึ้น ในระหว่างเก็บเกี่ยวควรมีภาชนะบรรจุน้ำไว้ใส่ดอกบัวที่ตัดจากต้น เพื่อลดการช้ำจากการหอบด้วยอ้อมแขนรวมถึงเพื่อลดอาการขาดน้ำ ภาชนะนั้นอาจคล้องแขนหรือวางในเรือแล้วลากตามไปแล้วแต่สะดวก [9]

การบรรจุหีบห่อลงกระดาษลูกฟูกโดยรองพื้นด้วยแผ่นฟิล์มพลาสติกและยึดก้านดอกไม่ให้เคลื่อนที่ภายในกล่องจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีวัสดุดูดเอธิลีนด้วย

การตลาดในประเทศ ตลาดที่สำคัญคือ ตลาดปากคลองตลาด, สี่มุมเมือง, ตลาดไทย และตลาดไม้ดอกในแต่ละจังหวัด ตลาดต่างประเทศตลาดที่สำคัญคือ เนเธอร์แลนด์, ญี่ปุ่น, สวิตเซอร์แลนด์, สหรัฐอเมริกา ฯลฯ

2.4 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนต่างๆของบัว

ส่วนต่าง ๆ ของบัวนั้น สามารถใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน เป็นทั้งยาและอาหารได้อย่างดี โดยจำแนกได้ดังนี้

2.4.1 ดอกบัว ถือเป็นดอกไม้ที่สวยงาม ประชาชนหาซื้อไปบูชาพระมากกว่าดอกไม้ชนิดอื่น เพราะสามารถคงความงามไว้ได้นานกว่าดอกไม้หลายชนิด ดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 ดอกบัวหลวง [9]

2.4.2 เม็ดบัว สามารถนำมากินได้ทั้งสดและแห้ง เม็ดบัวมีปริมาณสารอาหารที่สำคัญ คือ โปรตีน ประมาณ 23 % ซึ่งสูงกว่าข้าวถึง 3 เท่า และเป็นแหล่งรวมธาตุ อาหารหลายชนิดด้วยกัน เม็ดบัวนำมาประกอบอาหารได้ทั้งคาวหวาน เช่น สังขยา เม็ดบัว ขนมหม้อแกงเม็ดบัว เม็ดบัวเชื่อม สาคูเม็ดบัว เป็นต้น ดังรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.14 เม็ดบัวหลวง [9]

2.4.3 รากบัว นิยมนำมาเชื่อมแห้งกินเป็นของหวาน หรือนำไปต้มกับน้ำตาลกรวด แก้ร้อนใน ชาวอินเดีย จะให้เด็กดื่มน้ำรากบัว เพื่อระงับอาการท้องร่วง ดังรูปที่ 2.15

รูปที่ 2.15 รากบัว [9]

2.4.4 ไหลบัว หรือต้นกล้าบัว สามารถนำมาประกอบอาหารได้ทั้งสด ทั้งแห้ง โดยมากจะนำมาแกงส้ม แกงเลียง ผัดเผ็ดต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 ไหลบัว หรือต้นกล้าบัว [9]

2.4.5 สายบัว สามารถปรุงอาหารแทนผักได้หลายชนิด ทั้งแกงส้มสายบัว แกงสายบัวกับปลาทู ฯลฯ ชาวอินเดีย กินเพื่อแก้อาการท้องร่วง ดังรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 สายบัว [9]

2.4.6 ใบบัว นิยมนำมาห่อข้าว ห่อของ เช่น ข้าวห่อใบบัว ส่วนใบอ่อนสามารถนำมากินเป็นผักสดแกล้มน้ำพริก หรือนำมาหั่นฝอย ๆ ชงดื่มแทนน้ำชา ช่วยแก้ร้อนในกระหายน้ำได้เป็นอย่างดี ดังรูปที่ 2.18

รูปที่ 2.18 ใบบัว [9]

2.4.7 เกสรบัว ส่วนของเกสรสีเหลือง สามารถใช้เข้าเครื่องยาทั้งไทยและจีน โดยเฉพาะยาลม ยาหอม ยาบำรุงหัวใจ และยาขับปัสสาวะ ดังรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.19 เกสรบัว [9]

2.4.8 ดีบัว เป็นส่วนของต้นอ่อนที่อยู่ภายในเม็ดบัว มีรสขมจัด สามารถนำมาเป็นส่วนผสมของยาโบราณ มีฤทธิ์ขยายหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจได้ ดังรูปที่ 2.20

รูปที่ 2.20 ดีบัว [9]

2.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเม็ดบัว

นอกจากการกินเม็ดบัวสดแล้ว เกษตรกรในพื้นที่อำเภอบึงสีไฟ จังหวัดพิจิตร ได้มองเห็นว่าภายในบึงสีไฟนั้นมีการทำนาบัวกันเป็นอย่างมากทั้งยังได้สัมผัสกับผู้ที่ประกอบอาชีพทำนาบัว จึงทำให้ทราบปัญหาที่ชาวนาบัวประสบกันอยู่ว่าในการเก็บขายแต่เฉพาะบัวอ่อน ใบบัว รากบัวและบัวสาย (บัวที่เอาสายมากินได้) ทำให้ขายได้ไม่หมดและยังเก็บผลผลิตมาขายไม่ได้ทุกวันทำให้เกิดการ

เสียหายทางผลผลิต จึงทำให้เกิดปัญหาการว่างงานและคุณภาพชีวิตตกต่ำภายในชุมชนเกิดการย้ายถิ่นเพื่อเข้าไปหางานทำในเมืองใหญ่ทางคุณ จรูญ(กาญจนา) สวัสดิกุล จึงได้หาแนวทางในการนำผลผลิตที่มีในชุมชนมาแปรรูปให้เกิดคุณค่าและมีราคามากขึ้นจึงได้เดินทางไปในต่างจังหวัดต่างๆ ทำให้พบเห็นว่าบัวสามารถนำมาแปรรูปแทนได้ และยังได้นำองค์ความรู้ที่มีในชุมชนและประสบการณ์ของชาวนาบัวมาประยุกต์ใช้โดยเริ่มแรกได้นำเม็ดบัวมาทำเป็นขนมก่อน แต่ก็ยังไม่พบความแปลกใหม่ในรสชาติ จึงได้ลองทำเป็นอาหาร เช่น แกงเม็ดบัว แต่ก็ไม่เป็นที่ต้องการของตลาดมากนัก จนได้นำเม็ดบัวไปลองทอดดู เพราะคนในสมัยก่อนเวลาจะกินเม็ดบัวจะนิยมนำไปทอดกัน จึงได้ทดลองทำดูก็ได้รสชาติที่ดีขึ้นแต่ยังประสบปัญหาว่า เม็ดบัวยังอมน้ำมันอยู่มากและสีของเม็ดบัวไม่สวย (มีสีคล้ำจากการอมน้ำมัน) จึงได้ทดลองนำไปอบดูปรากฏว่ามีรสชาติที่ดีขึ้นมาก และมีสีสันสวยจึงได้คิดริเริ่มพัฒนาตัวผลิตภัณฑ์มาโดยตลอด จนเป็นที่รู้จักในจังหวัด และเริ่มแพร่ขยายเป็นที่รู้จักกันในประเทศโดยผ่านการคัดสรรค์ผลิตภัณฑ์ OTOP และได้ออกบูธแสดงสินค้าในงาน OTOP ทุกๆ ปี ตลอดจนคนในชุมชนกลับมาคืนถิ่น และช่วยสร้างงาน สร้างรายได้เป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิตของคนในท้องถิ่นให้ดีมากขึ้น [10]ดังรูปที่ 2.21

รูปที่ 2.21 ผลิตภัณฑ์จากเม็ดบัวทอดกรอบสินค้า OTOP จังหวัดพิจิตร [10]

2.5.1 กระบวนการแปรรูปเม็ดบัว

เทคนิค/เคล็ดลับในการผลิต เม็ดบัวที่ใช้แปรรูปต้องเป็นเม็ดบัวที่แก่ เม็ดบัวแก่ คือ เม็ดบัวที่ผ่าออกมาแล้ว มีดีบัว (สีเขียวที่อยู่ตรงกลางเม็ดบัว) เป็นสีเขียวเข็ม เนื้อบัวจะแข็ง รสชาติบัวจะออกมันๆ เวลาทอดออกมาแล้วจะทำให้เม็ดบัวดูสวยน่ารับประทาน ที่สำคัญการใช้น้ำมัน

ใหม่ในการทอดทำให้รสชาติของบัวหอม กรอบ อร่อย มาก และต้องทอดที่ไฟไม่แรงมาก จนเกินไป เพราะจะทำให้บัวไหม้ได้

รูปที่ 2.22 กระบวนการแปรรูปเม็ดบัว [10]

2.5.2 กรรมวิธีการปอกเปลือกผลผลิตเกษตร

การปอกเปลือกเป็นกระบวนการในการแปรรูปผักและผลไม้หลายชนิด ทั้งนี้เพื่อกำจัดเปลือกและรากที่บริโภคไม่ได้หรือไม่ต้องการ ผิวของวัตถุดิบที่ผ่านการปอกควรสะอาดและไม่เกิดการเสียหาย วิธีการปอกเปลือกที่สำคัญมี 5 วิธีดังต่อไปนี้ [11]

2.5.2.1 การปอกเปลือกอย่างรวดเร็วโดยใช้ไอน้ำ (Flash steam peeling)

อาหาร เช่น มันฝรั่ง จะถูกส่งเข้ามายังภาชนะที่มีความดันสูงซึ่งหมุนอยู่ด้วยความเร็ว 4-6 รอบต่อนาที ภายใต้ไอน้ำความดันสูง ผิวหน้าของอาหารทั้งหมดจะสัมผัสกับไอน้ำในขณะที่ภาชนะหมุนอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ตามแต่ชนิดอาหาร อุณหภูมิที่สูงนี้จะทำให้ชั้นผิวหน้าของอาหารได้รับความร้อนอย่างรวดเร็ว (ภายใน 15-30 วินาที) ผลิตภัณฑ์หรืออาหารที่มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าต่ำจึงป้องกันการส่งผ่านความร้อนต่อไปจนทำให้ผลิตภัณฑ์สุกได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ยังคงรักษาลักษณะเนื้อสัมผัสและสีไว้ได้ ต่อจากนั้นความดันจะถูกลดลงอย่างรวดเร็วทำให้เกิดไอน้ำใต้ผิวอาหาร มีผลให้ผิวหรือเปลือกของอาหารนั้นลอกออก

2.5.2.2 การปอกเปลือกโดยใช้มีด (Knife peeling)

มีดที่ตรึงอยู่กับที่จะกดลงไปบนผิวของผักหรือผลไม้ที่หมุนอยู่เพื่อปอกเปลือกออกไป หรือในทางกลับกันมีดจะหมุนรอบอาหารที่ตรึงอยู่กับที่ วิธีนี้เหมาะกับผลไม้ประเภทส้มที่ปอกเปลือกง่ายและเกิดการสูญเสียน้อย

2.5.2.3 การปอกเปลือกโดยการขัดสี (Abrasion peeling)

อาหารถูกส่งผ่านไปยังลูกกลิ้งที่ทำจากคาโบรันดัม (Carborundum) หรือส่งเข้าไปในภาชนะซึ่งบุด้วยคาโบรันดัมซึ่งทำมาจากซิลิกอนและคาร์บอน ผิวที่ขรุขระจะขัดสีกับเปลือกของวัตถุดิบและเปลือกนี้จะหลุดออกไปด้วยการชะล้างด้วยน้ำปริมาณมาก ข้อดีของวิธีนี้ได้แก่ การใช้พลังงานต่ำเนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้เป็นอุณหภูมิห้อง การลงทุนต่ำและได้ลักษณะผิวภายนอกของอาหารที่ดี อย่างไรก็ตามอาจจะต้องมีการตกแต่งหลังการปอกเปลือกสำหรับวัตถุดิบที่มีผิวขรุขระ เช่น มันฝรั่ง ข้อจำกัดของวิธีนี้ได้แก่

1) การสูญเสียเนื้อของผลิตภัณฑ์ไปกับเปลือกมากกว่าวิธีปอกเปลือกโดยใช้ไอน้ำ เช่น เกิดการสูญเสีย 25 เปอร์เซ็นต์ โดยการขัดสีเทียบกับ 8-18 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธีปอกเปลือกโดยใช้ไอน้ำในผัก

2) เกิดของเสียที่มีความเข้มข้นต่ำปริมาณมาก ทำให้ยากแก่การกำจัดและต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง

3) ประสิทธิภาพของการทำงานต่ำ เนื่องจากอาหารทุกชิ้นจะต้องสัมผัสกับผิวของเครื่องขัดสีแต่จะมีข้อยกเว้นสำหรับหอมหัวใหญ่ซึ่งเปลือกจะหลุดออกได้ง่ายด้วยเครื่องขัดสีแบบลูกกลิ้งนี้ และมีกำลังการผลิตสูง 2,500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

2.5.2.4 การปอกโดยใช้ด่าง (Caustic peeling)

ในการปอกเปลือกด้วยด่างนี้จะใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นต่ำที่เรียกว่า น้ำด่าง (Lye) อุณหภูมิ 100-120 องศาเซลเซียส โดยการปอกเปลือกด้วยน้ำด่างนั้นอาหารจะถูกส่งผ่านเข้าไปในอ่างซึ่งบรรจุน้ำด่างเข้มข้น 1-2 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้ผิวของวัตถุดิบนุ่มและหลุดออกไปด้วยการพ่นละอองน้ำที่มีความดันสูง การสูญเสียผลิตภัณฑ์ประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าจะเป็นวิธีที่นิยมสำหรับอาหารประเภทหัว แต่อาจจะทำให้สีของผลิตภัณฑ์บางอย่างเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง ปัจจุบันจึงมีผู้นิยมหันมาใช้วิธีปอกเปลือกอย่างรวดเร็วด้วยไอน้ำเพิ่มขึ้น มีการพัฒนาวิธีการปอกเปลือกด้วยน้ำด่างโดยการใช้น้ำด่างเข้มข้นด้วยการจุ่มอาหารลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ และเปลือกจะถูกกำจัดออกอีกทีด้วยแผ่นยางหรือ

ลูกกลิ้งยาง วิธีนี้จะลดปริมาณการใช้น้ำและการสูญเสียผลิตภัณฑ์ และให้ของเสียที่มีความเข้มข้นสูง ทำให้กำจัดได้ง่าย

2.5.2.5 การปอกเปลือกโดยใช้เปลวไฟ (Flame peeling)

วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมมากกับหอมหัวใหญ่ เครื่องประกอบด้วยสายพานซึ่งจะลำเลียงและหมุนอาหารผ่านเตาซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 1,000 องศาเซียลเซียส เปลือกกรอบๆด้านนอกและรากของหัวหอมจะไหม้ ผิวไหม้เกรียมนี้จะหลุดออกด้วยการพ่นละอองน้ำที่มีความดันสูง เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเฉลี่ย 9 เปอร์เซ็นต์

2.6 คุณสมบัติทางกายภาพของผลผลิตเกษตร

คุณสมบัติทางกายภาพของผลผลิตเกษตรได้แก่ ขนาด รูปร่าง พื้นที่ผิว ปริมาตร ความชื้น และคุณลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ซึ่งเป็นตัวแปรทางวิศวกรรมที่สำคัญสำหรับผลิตภัณฑ์นั้นๆ เมื่อจะศึกษาถึงกระบวนการหรือการพัฒนาเครื่องมือมาทำงานกับเมล็ดธัญพืช เมล็ดพันธุ์ ผัก ผลไม้ ไข่ เส้นใย ฯลฯ จำเป็นต้องมีความรู้และคำนวณให้แม่นยำได้ถึงคุณสมบัติดังกล่าว [12]

2.6.1 รูปร่างและขนาด

รูปร่างและขนาดเป็นสิ่งที่จำเป็นและแยกจากกันไม่ได้ในการอธิบายวัตถุทางกายภาพ ในการระบุรูปร่าง เราต้องวัดตัวแปรมิติบางตัว Mohsenin (1978) เขียนไว้ว่าการวัดตามแนวแกนตั้งฉากกันที่สัมพันธ์กันหลายๆ แกนพียงพอ Griffith and Smith (1964) ได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก้อนกรวดกลุ่มหนึ่งกับมิติตามแนวแกน การอธิบายขนาดและรูปร่างโดยใช้มาตรฐานแผนภาพนี้จะมีภาพตัดขวางตามยาวและตามขวางของวัสดุต่างๆ ซึ่งเราสามารถใช้ภาพดังกล่าวเปรียบเทียบกับรูปร่างวัตถุที่เราต้องการได้ รูปร่างของผลิตภัณฑ์เกษตร สามารถจะอธิบายได้ดังในตารางที่ 2.2และตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 รูปร่างวัตถุต่างๆและคำอธิบาย [12]

รูปร่าง	คำบรรยาย
กลม (Round)	เข้าใกล้วัตถุกลม (Spheriod)
แป้น (Oblate)	เรียวที่ขั้วหรือที่ปลาย
อ๊อบลอง (Oblong)	เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวดิ่งยาวกว่าในแนวระดับ
กรวย (Conic)	เล็กเรียวลงไปหาปลาย (Tapered toward apex)
รูปรังไข่ (Ovate)	รูปร่างเหมือนไข่และขยายออกที่ขั้ว (Stem end)
เบ้ หรือ เย้ หรือ เห (Oblique)	แกนเชื่อมขั้วและปลายเอียงทำมุม (Slanted)
รังไข่กลับหัว (Obovate)	รูปรังไข่กลับหัว (Inverted ovate)
วงรี (Elliptical)	เข้าใกล้วัสดุทรงรี
เหลี่ยมและมน (Truncate)	ปลายทั้งสองแบนหรือเป็นสี่เหลี่ยม
ไม่เท่ากัน (Unequal)	ครึ่งหนึ่งใหญ่กว่าอีกครึ่งหนึ่ง
ขรุขระ (Ribbed)	ในภาคตัดขวาง ด้านต่างๆ เป็นมุมไม่มากก็น้อย
สม่ำเสมอ หรือ ปกติ (Regular)	ภาคตัดขวางในแนวระดับใกล้เคียงวงกลม
ไม่สม่ำเสมอ หรือ ผิดปกติ(Irregular)	ภาคตัดขวางในแนวระดับไม่เป็นวงกลม

การเปรียบเทียบรูปร่างของวัสดุด้วยสายตาโดยใช้แผนภาพมาตรฐานเป็นเทคนิคที่ง่าย แต่เป็นการประเมินผลที่หยาบและขึ้นอยู่กับความโน้มเอียงของบุคคล ผู้สังเกตการณ์ต่างกันอาจจะได้รับผลแตกต่างกัน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง และนำวิธีการออกแบบการทดลองมาประยุกต์ใช้ ในการวางแผนการออกแบบ สร้าง ทดสอบ และประเมินผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เพทาย ศรีสุดโต และคณะ[13] มทร.ธัญบุรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ผู้ออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง โดยตัวเครื่องจะประกอบด้วย ชุดใบมีด

กรีด ชุดสายพานลำเลียง ระบบส่งกำลัง และมอเตอร์ไฟฟ้า 0.25 แรงม้าเป็นต้นกำลัง หลักการทำงานของเครื่องเริ่มจากการทำงานป้อนเม็ดบัวหลวงลงในช่องป้อน หลังจากนั้นสายพานลำเลียงจะลำเลียงเม็ดบัวหลวงหมุนผ่านชุดใบมีด และร่วงสู่ช่องทางออก จากการทดลองพบว่าเครื่องแกะเม็ดบัวหลวงต้นแบบสามารถทำงานผ่าได้ดีที่อัตราลำเลียงของสายพาน ลำเลียง 4 เมตรต่อวินาที มีความสามารถในการทำงาน 4.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ในการแกะเม็ดบัว 71.4 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเม็ดบัว 3.9 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 5.8 วัตต์-ชั่วโมง จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าเมื่อใช้เครื่องแกะเม็ดบัวหลวง 2,400 ชั่วโมงต่อปี จะมีระยะเวลาคืนทุน 0.11 ปี โดยราคาต้นทุนการประดิษฐ์เครื่องต้นแบบ เครื่องแกะเม็ดบัวหลวงอยู่ที่ 5,000 บาท

รูปที่ 2.23 การออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง [13]

ประเสริฐ วิโรจน์ชีวันและคณะ[14] การพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวเดิม ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับกำลัง 2 แรงม้า ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ เป็นต้นกำลัง เพื่อขับชุดลูกกลิ้งขบและชุดขนแปรงขัดดีบัว โดยนำเมล็ดบัวใส่ลงทางช่องใส่เมล็ดบัว ลูกกลิ้งแกะเมล็ดจะทำการแกะเมล็ดบัวให้แยกออกเป็น 2 ส่วน แต่ยังมีดีบัวติดอยู่ จากนั้นส่วนของเมล็ดบัวที่แกะแล้วจะไหลมาตามท่อลำเลียง เพื่อจะส่งต่อไปยังห้องแกะดีบัว เมื่อเมล็ดบัวเข้ามาสู่ห้องแกะดีบัว แปรงขัดดีบัวจะทำการปั่นแยกดีบัวให้หลุดออกจากส่วนของเมล็ดบัว จากนั้นดีบัวและเมล็ดบัวที่แตกหรือไม่ได้ขนาดจะรอดผ่านรูตะแกรงที่อยู่ด้านล่างห้องแกะดีบัวออกมา ส่วนเมล็ดบัวที่สมบูรณ์จะถูกแยกออกไปทาง

ช่องทางออก ผลจากการทดสอบของเครื่องแกะเมล็ดบัว จำนวน 1 กิโลกรัม จะได้ส่วนที่เป็นเมล็ดดี 71.66% เมล็ดที่แตกหัก 13.84% และเมล็ดที่ไม่ได้ขนาด 14.5% เครื่องสามารถคัดแยกดีบัวออกจากเมล็ดได้ 85% โดยเฉลี่ย อัตราการผลิตโดยเฉลี่ยของเครื่องที่ได้รับการพัฒนาแล้วเป็น 3.06 กิโลกรัม /ชั่วโมง

รูปที่ 2.24 การพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัว [14]

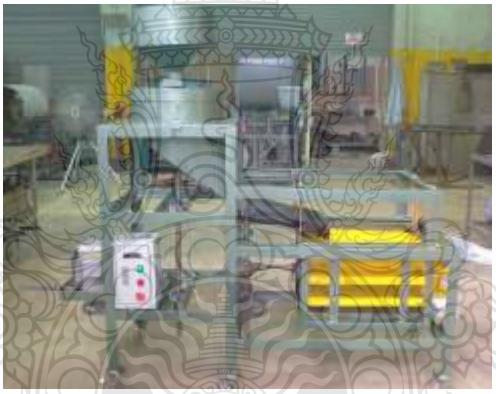
พุธวงค์ นาทองและคณะ [15] มทร.ธัญบุรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรผู้ออกแบบสร้างเครื่องแกะเม็ดกระเจี๊ยบขึ้น โดยหลักการทำงานของเครื่องจะอาศัยต้นกำลังจากมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เพื่อส่งกำลังด้วยโซ่ในการขับเคลื่อน เพื่อให้ชุดหัวเจาะกดที่ดอกกระเจี๊ยบแดงและโซ่ลำเลียงหมุนด้วยความเร็วรอบที่เหมาะสม ในเวลาทำงาน ในส่วนของชุดหัวเจาะ จะกดหัวเจาะลง เมื่อ ชุดลำเลียงหมุนเอาเบ้าที่ใส่ดอกกระเจี๊ยบในลักษณะคว่ำไว้แล้ว หัวเจาะจะกดส่วนที่เป็นเม็ดกับกลีบเลี้ยงออกจากกัน แล้วตกลงสู่ถาดรองรับที่ ทั้งสองส่วนจะแยกจากกัน แม้ในการป้อนดอกกระเจี๊ยบจะยังใช้มืออยู่ แต่ก็สามารถทำงานได้เร็วและไม่ทำให้ผู้แกะต้องเจ็บมือ ประสิทธิภาพการทำงานพบว่าความเร็วรอบที่เหมาะสม คือ 800 รอบต่อนาที อัตราการทำงาน อยู่ที่ 18.08 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงานเท่ากับ 86.1 เปอร์เซ็นต์ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 1.5 kW-h

รูปที่ 2.25 การออกแบบสร้างเครื่องแกะเม็ดกระเจี๊ยบ [15]

สิงห์คาน แสนยากุล และคณะ[16] ได้ทดลองเครื่องกะเทาะเมล็ดแมคคาเดเมียที่สร้างขึ้นโดยแยกเมล็ดแมคคาเดเมียที่ใช้กะเทาะเป็น 2 ขนาดคือขนาดกลางมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 -24 มม. และขนาดใหญ่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25-29 มม. ผลปรากฏว่าเมื่อใช้เครื่องที่สร้างขึ้นนี้กะเทาะเมล็ดแมคคาเดเมียสามารถเหวี่ยงกะเทาะเปลือกกะลาแตกได้จริงโดยการกะเทาะเมล็ดขนาดกลางใช้ความเร็วรอบที่เหมาะสมคือ 3750 รอบต่อนาที ได้เมล็ดที่มีคุณภาพดีสามารถนำไปแปรรูปต่อได้ทันที 30.8 % และมีเมล็ดที่ไม่แตก 0.16 % และเมื่อกะเทาะเมล็ดขนาดใหญ่ความเร็วรอบที่เหมาะสมคือ 3600 รอบต่อนาที ได้เมล็ดที่มีคุณภาพดีสามารถนำไปแปรรูปต่อได้ทันที 27.6 % และมีเมล็ดที่ไม่แตก 1.2 % ด้านต้นทุนการสร้างเครื่องต้นแบบอยู่ที่ราคาประมาณ 20,000 บาท ต่อเครื่องซึ่งถูกว่าการซื้อจากต่างประเทศประมาณ 5 เท่าตัว

รูปที่ 2.26 การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดมะคาเดเมีย [16]

กิตติพงษ์ ดวงมณีรัตน์ [17] ได้พัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน หลักการทำงานโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 2 แรงม้า(1492 วัตต์)เป็นต้นกำลัง ส่งกำลังผ่านล้อสายพาน เพิ่มความเร็วรอบให้เป็น 2100 รอบต่อนาที ไปขับเพลาที่ยึดชุดเหวี่ยงเมล็ด เมื่อป้อนเมล็ดทานตะวันใส่ในกรวยรับเมล็ด เครื่องจะทำการกะเทาะเมล็ดโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง หลังจากผ่านการกะเทาะเมล็ด เมล็ดทั้งหมดจะตกผ่านรูตะแกรงคัดเมล็ด ซึ่งชุดตะแกรงคัดเมล็ดขนาดประกอบด้วยตะแกรง 3 ชั้น ขนาดรูตะแกรงชั้นบนสุด ชั้นกลาง และชั้นล่างสุดเป็น 6, 4.8 และ3 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากนั้นก็จะตกลงถาดรองรับของแต่ละตะแกรง ผลการทดสอบพบว่าเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวันทำงานอย่างต่อเนื่อง อัตราการป้อนเมล็ดทานตะวันเฉลี่ย 136.98 กิโลกรัมแรงต่อชั่วโมง มีเปอร์เซ็นกะเทาะคือ 96.50 % และเปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกหัก 20.59 % ที่ความเร็วรอบชุดเหวี่ยง 2100 รอบต่อนาที วัสดุรองกระทบ คือ ไม้ และความเร็วรอบในการคัดแยกเมล็ด 300 รอบต่อนาที ที่อัตราการคัดแยกเมล็ดทานตะวันคือ 124.29 กิโลกรัมแรงต่อชั่วโมง



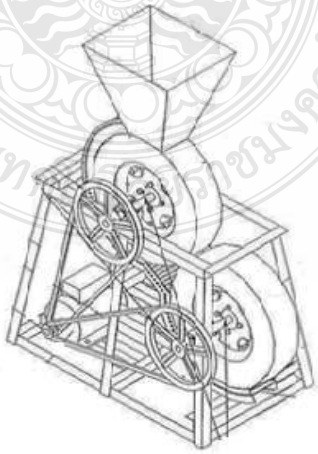
รูปที่ 2.27 การพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน [17]

สุริยา ใจดีเจริญและคณะ[18] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมการอาหาร (2544) สร้างเครื่องปอกเปลือกลำไย แนวคิดในการออกแบบเครื่องปอกเปลือกคือ การทำให้เกิดแรงเฉือนขึ้นที่เปลือกหมากแห้งด้วยแรงเสียดทานจลน์ที่เกิดขึ้นในทิศทางตรงกันข้ามจากแรงกดปกติที่กระทำตรงกันข้ามของผลหมาก โดยมีสายพานและมอเตอร์เป็นต้นกำลัง มีลูกกลิ้งยางสองตัวหมุนเข้าหากันเพื่อบิดเปลือกลำไยออกจากกัน โดยจะมีตัวกดลำไยเพื่อกันไม่ให้ลำไยลื่นไถลออกจากลูกกลิ้ง เมื่อเสร็จแล้วลำไยและเปลือกจะไหลสู่ทางออก จากการทดลองพบว่าเครื่องปอกเปลือกลำไย สามารถทำงานได้ดีที่ความชันของลูกกลิ้ง 30 องศากับแนวระดับ ความเร็ว

รอบการหมุน 80 รอบต่อนาทีความสามารถในการทำงาน 16.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ในการปอก 89 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความช้ำ7% และเปอร์เซ็นต์การปอกไม่หมด 4 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 2.28 เครื่องปอกเปลือกลำไย [18]

สุทธิพร เนียมหอม [19] พัฒนาเครื่องปอกเปลือกหมากแห้งโดยมีการออกแบบสร้าง ทดสอบและประเมินผลเครื่องปอกเปลือกหมากแห้งต้นแบบ ผลการวิจัยพบว่า ก) สภาวะการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องคือ ใช้แรงดัน 138 กิโลพาสคาล รอบหมุนของล้อยาง440 รอบต่อนาที และช่องว่างระหว่างตะแกรงกับล้อยาง 15 มิลลิเมตร ข) สภาวะของผลหมากแห้งที่เหมาะสมในการปอกเปลือกคือ มีความชื้น 6.31% มาตรฐานเปียก สมรรถนะการทำงานของเครื่องสามารถปอกเปลือกผลหมากแห้ง แบบคละขนาดได้เมล็ดหมากเต็ม 64.4% มีเมล็ดหมากแตก 15.2% และผลหมากแห้งที่ปอกไม่ออก 20.5% ที่ประสิทธิภาพการผลิต 76.9%

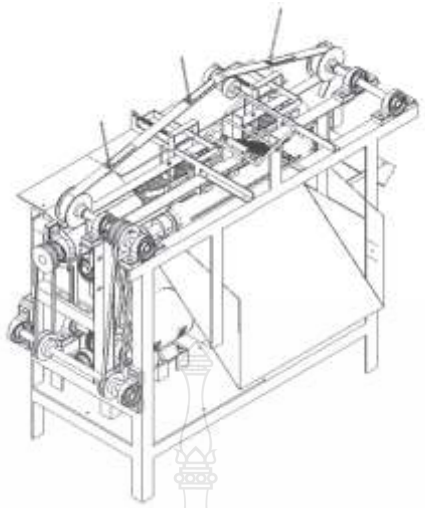


รูปที่ 2.29 พัฒนาเครื่องปอกเปลือกหมากแห้ง [19]

พัฒน์พงษ์ บัวไพจิตรและคณะ[20] การออกแบบและสร้างเครื่องแกะเมล็ดมะขามสุนี้ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ2 แรงม้าเป็นต้นกำลัง เครื่องประกอบด้วยชุดลูก หนีบสองลูก หมุนโดยมีความเร็วรอบที่แตกต่างกันเพื่อทำให้เกิดแรงเฉือน ทำให้บีบเนื้อมะขามและ เมล็ดหลุดออกจากกัน การทดสอบเครื่องแกะมะขาม ได้ทำทดลองอบแห้งมะขามในตู้อบแบบลมร้อน ที่ อุณหภูมิต่างๆ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และใช้เวลาอบแห้ง 1, 2 และ 3 ชั่วโมงตามลำดับ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งคือ อุณหภูมิอบแห้ง 70 องศาเซลเซียส เวลาอบแห้ง 2 ชั่วโมงและความเร็วรอบของลูกหนีบมะขามคือความเร็วรอบ 772 และ 338 รอบต่อนาที และขีดความสามารถของเครื่องสามารถแกะมะขามได้ 7 กิโลกรัมมะขามรวมเมล็ดต่อชั่วโมง (โดยแยกได้เนื้อมะขาม 4.17 กิโลกรัม และ แยกเมล็ดได้ 2.01 กิโลกรัมและเกิดการสูญเสีย 0.82 กิโลกรัม)

รูปที่ 2.30 การออกแบบและสร้างเครื่องแกะเมล็ดมะขามสุก [20]

ธวัชชัย ทิวาวรรณวงศ์ และคณะ [21] การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกมันสำปะหลัง ผลการทดสอบโดยใช้ท่อนมันสำปะหลังที่มีช่วงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางส่วนกว้างที่สุด 41-70 มิลลิเมตร ความยาวของท่อน 120 มิลลิเมตร ความเร็วปลายใบมีด 4.5 เมตรต่อวินาที อัตราเร็วของลูกกลิ้งหมุนท่อนมัน 70 รอบต่อนาที และความเร็วเชิงเส้นของซี่ลำเลียง 0.22 เมตรต่อวินาที พบว่าโดยเฉลี่ยจะได้อัตราส่วนการได้เนื้อมัน 0.88 อัตราส่วนการปอกเปลือกมัน0.86 อัตราการปอกเปลือกท่อนมัน 224 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพการปอกเปลือก 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำผลการประเมินนี้มาเปรียบเทียบกับวิธีปอกเปลือกท่อนมันสำปะหลังโดยใช้มีดปอก พบว่าการใช้เครื่องได้อัตราการปอกเปลือกท่อนมันสูงกว่าวิธีการใช้แรงคนประมาณ 7 เท่า



รูปที่ 2.31 การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกมันสำปะหลัง [21]

กองพล กรุณาและคณะ [22] เครื่องปอกเปลือกปาล์มน้ำมันได้มีการพัฒนารูปแบบเครื่องแยกผลปาล์มน้ำมันสามารถหมุนเทก้านทะลายโดยไม่ต้องหยุดเครื่องจักรโดยตัวถังแยก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1,400 มม. มีความสูง1,100 มม. โดยใช้เหล็กแผ่นที่มีความหนา 3 มม. ผนังด้านในของถังมีใบมีดขนาด 65x65x5 มม.จานหมุนตีทะลายปาล์มหมุนด้วยความเร็ว 145 rpm.ใช้เหล็กชนิดเดียวกับตัวถัง หนา 3 มม. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 900 มม. สูง 200 มม.โดยมีมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า 3 เฟส ส่งกาลังผ่านเกียร์ทดขนาด 3 แรงม้า อัตราทด (10:1) หมุนเหวี่ยงทะลายปาล์มน้ำมันกลิ้งกระแทกกับใบมีด ทำให้ผลปาล์มจะหลุดออกจากทะลายปาล์มหล่นลงช่องระหว่างถังกับจานหมุน ส่วนก้านทะลายจะถูกเทออกทางปากถังและ เครื่องนี้มีค่า สั่งการผลิต 333 กิโลกรัมผลปาล์ม/ชั่วโมง จากการทดสอบควรบ่มปาล์มน้ำ มันก่อนเข้าเครื่องแยกผลปาล์มน้ำมันประมาณ 2-3 วัน ผลปาล์มจะหลุดง่ายงบประมาณในการสร้าง 56,595 บาท ระยะคืนทุน 7 เดือนเครื่องปอกเปลือกผลปาล์มประกอบด้วยใบมีดติดถังอยู่กับเพลาทรงกรวย หมุนในแนวตั้งประกอบอยู่ในเสื้อรูปทรงกรวย โดยมีระยะห่างภายในด้านบนประมาณ 30 มม.ส่วนด้านล่างประมาณ 12 มม. การทำงานของเครื่องนำผลปาล์มใส่ด้านบนใบมีดจะปอกเปลือกปาล์มออก เมล็ดจะตกลงมาข้างล่าง เนื้อปาล์มจะถูกเหวี่ยงออกทางด้านหน้าของเครื่อง ความเร็วใบมีดประมาณ 482 รอบต่อนาที กำลังการผลิตประมาณ 13 กิโลกรัมต่อชั่วโมง งบประมาณในการสร้าง 14,242 บาทระยะคืนทุน 1 ปี

สาทิป รัตนภาสกร และคณะ[23] การพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดมะรุมแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์เพื่อนำเมล็ดมะรุมที่ได้ไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเมล็ดมะรุม เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดมะรุมได้รับการออกแบบให้สามารถป้อนเมล็ดมะรุมผ่านถังป้อนได้อย่างต่อเนื่อง จากการทดสอบการทำงานของเครื่องโดยการปรับเปลี่ยนมุมของใบพัดในชุดกะเทาะเปลือกที่ 45 70 และ 90 องศา ที่ความเร็วรอบจานเหวี่ยงกะเทาะเปลือก 4,200 รอบ/นาที พบว่าการกะเทาะเปลือกด้วยใบพัดทำมุม 45 องศาให้ผลการกะเทาะดีที่สุดด้วยประสิทธิภาพ 58% ความสามารถการกะเทาะเปลือกเป็น 19 กก./ชม. และค่าใช้จ่ายในการกะเทาะเปลือกเป็น 2.43 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าการใช้แรงคนเป็น 12.35 เท่า

รูปที่ 2.32 การพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดมะรุม [23]

กิตติพงษ์ กิมะพงศ์และคณะ[24] การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกหน่อไม้ ซึ่งเป็นเครื่องต้นแบบขนาดเล็ก โดยทำการศึกษารายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับโครงสร้างของหน่อไม้ จากนั้นทำการออกแบบและสร้างให้เป็นไปตามหลักการออกแบบเครื่องจักรกล ทำการทดสอบเครื่องโดยนำหน่อไม้ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 10-20 นิ้ว ทำการปอกด้วยเครื่องปอกหน่อไม้แล้วจับเวลาเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ, เวลา, ข้อบกพร่องของการปอก และทำการแก้ไขปรับปรุงให้ได้เครื่องหน่อไม้ที่สามารถทำงานได้ ผลการทดสอบสรุปได้ว่าเครื่องปอกหน่อไม้ สามารถปอกโดยใช้เวลาเฉลี่ย 57.8 วินาที ซึ่งเร็วกว่าแรงงานคนปอก และมีประสิทธิภาพในการปอกคิดเป็นร้อยละ 80 หรือ 80 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 2.33 การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกหน่อไม้ [24]

ฐนัทธ์ ยศแก้ว และคณะ[25] เครื่องปอกเปลือกกระเทียมจีน หลักการของการเสียดสีระหว่างแผ่นยาง 2 แผ่น มาประยุกต์ใช้ร่วมกับกลไกการเคลื่อนที่แบบ Four – bar linkage และกลไกการเคลื่อนที่ของสายพานลำเลียง เพื่อให้แผ่นยางทั้งสองแผ่นมีลักษณะการเคลื่อนที่ในทิศทางที่ต่างกัน ซึ่งสามารถปอกเปลือกกระเทียมจีนออกได้จากผลการทดลองความเร็วรอบที่เหมาะสมในการปอกเปลือกกระเทียมจีน กำหนดให้ชุดคลึงหมุนด้วยความเร็วรอบ 72 รอบต่อนาที และชุดสายพานลำเลียงหมุนด้วยความเร็วรอบ 90 รอบต่อนาที การปอกเปลือกกระเทียมจีนเกรด A ระยะห่างระหว่างชุดคลึง และชุดสายพานลำเลียงที่เหมาะสม เลือกใช้ระยะห่าง 12 มิลลิเมตร และระยะที่กลีบกระเทียมออกจากกลไกการปอกเปลือก ใช้ระยะห่าง 6 มิลลิเมตร สามารถปอกเปลือกกระเทียมจีนออกได้ 75% ของปริมาณกลีบกระเทียมที่ป้อนเข้าเครื่อง ส่วนการปอกเปลือกกระเทียมจีนเกรด B ระยะห่างระหว่างชุดคลึงและชุดสายพานลำเลียงที่เหมาะสม เลือกใช้ระยะห่าง 6 มิลลิเมตร และระยะที่กลีบกระเทียมออกจากกลไกการปอกเปลือกใช้ระยะห่าง 3 มิลลิเมตร สามารถปอกเปลือกกระเทียมจีนออกได้ 72 % ของปริมาณกลีบกระเทียมที่ป้อนเข้าเครื่อง

รูปที่ 2.34 เครื่องปอกเปลือกกระเทียมจีน [25]

Adetoro [26] ออกแบบ ประดิษฐ์ และทดสอบเครื่องปอกเปลือกมันเทศ เนื่องจากการปอกเปลือกมันเทศในปัจจุบันใช้เวลานาน และเกิดความสูญสียมาก ออกแบบโดยใช้แปรงในการขัดปอกเปลือก และทดสอบสอบเครื่องที่ความเร็วรอบ 20 และ 50 รอบต่อนาที พบว่าประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่อง 80 และ 95 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพของเครื่องขึ้นอยู่กับความเร็วรอบ ขนาด และรูปร่างของมันเทศ การสูญเสียการปอกของเครื่อง 3.9 เปอร์เซ็นต์ อัตราการปอกเฉลี่ย 0.0108 กิโลกรัมต่อวินาที

จิรายุทธ ตันทา และคณะ [27] การทดลองเครื่องปอกสับปะรดและหั่นแว่น และการใช้คนปอกสับปะรดทั้ง 2 อย่างแตกต่างกัน สาหรับการใช้คนปอกสับปะรดจะขึ้นอยู่การชำนาญและความเคยชินแต่ละบุคคลนั้นถ้าบุคคลที่ไม่เคยปอกเลยจะใช้เวลามากกว่า ส่วนเครื่องปอกสับปะรดและหั่นแว่น จะใช้เวลาที่น้อยกว่ามากถึงแม้บุคคลที่ไม่เคยปอกสับปะรดก็ตาม แต่ละบุคคลจะใช้เวลาไม่เกิน 1.30 ต่อลูก และจะขึ้นอยู่กับการปอกขนาด 10 มิลลิเมตร. หรือ 5 มิลลิเมตร. ถ้าปอกขนาด 10 มิลลิเมตร. จะใช้เวลาไม่ถึง 1นาที 5 มิลลิเมตร จะใช้เวลาอยู่ประมาณ 1 นาทีถึง 1.30 นาที

รูปที่ 2.35 การทดลองเครื่องปอกสับปะรดและหั่นแว่น [27]

วิรัช แสงสุริยฤทธิ์และคณะ[28] การออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกมะพร้าว มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ก) ชุดโครงสร้าง ทำจากเหล็กฉาก มีขนาด 56x57x85 ซม. (กว้างxยาวxสูง), ข) ชุดต้นกำลัง ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1.5 กิโลวัตต์ถ่ายทอดกำลังผ่านเกียร์ทดขนาด 60:1 และเฟืองโซ่ และ ค) ชุดเพลาปอก ทำจากท่อเหล็กขนาด Ø10 ซม. ยาว 45 ซม. โดยผิวนอกรอบท่อเหล็กยึดติดด้วยเหล็กแหลม การทดสอบแบ่งมะพร้าวเป็น 2 ขนาดคือ มะพร้าวขนาด A และ B (Ø > 20 และ Ø $\leq$20 ซม. ตามลำดับ) ผลการทดสอบพบว่า อัตราการปอกเปลือกมะพร้าวมี

ค่าสูงสุด 140±5 และ 172±2 ผลต่อชั่วโมงประสิทธิภาพการปอก 97.39±0.56 และ 97.16±0.49 % สิ้นเปลืองพลังงาน 1.68 และ 1.57 กิโลวัตต์ชั่วโมง และอัตราการใช้พลังงาน 83±3 และ 110±1 ผล/กิโลวัตต์ชั่วโมง เมื่อเพลาปอกหมุนด้วยความเร็ว 30 และ 35 รอบต่อนาที ตามลำดับ สำหรับมะพร้าวขนาด A และ B ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคนพบว่า เครื่องปอกเปลือกมะพร้าวมีอัตราการปอกเปลือกมะพร้าวมากกว่าแรงงานคน ประมาณ 2.5 เท่า เมื่อคิดที่เพลาปอกหมุนด้วยความเร็ว 30 รอบต่อนาที

รูปที่ 2.36 การออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกมะพร้าว [28]

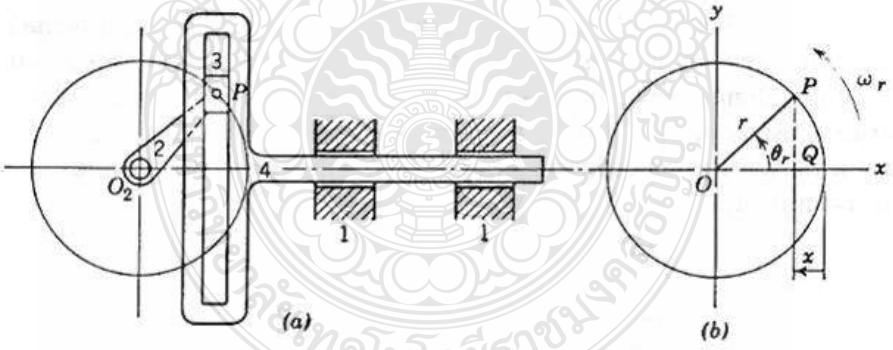
สนอง อมฤกษ์ [29] การศึกษาวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเขียวมะคาเดเมียได้ทำการออกแบบและพัฒนาชุดกะเทาะเปลือกเขียวให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพประกอบด้วยชุดเกลียวกะเทาะ และชุดแผ่นกดอัดเมล็ด โดยตัวเกลียวกะเทาะมีระยะพิทช์ 68 มม. ตัวเกลียวกะเทาะยาว 1,150 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มม. ทำงานที่ความเร็วรอบ 330 รอบ/นาที โดยใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ส่วนชุดแผ่นกดอัดเมล็ดมีจำนวน 4 ชุด วางอยู่ด้านบนของชุดเกลียวกะเทาะทำจากเหล็กแบนขนาดกว้าง×ยาว×หนา เท่ากับ 36×195×6 มม. ผลการทดสอบพบว่ามีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 618.10 กก./ชม. ได้เมล็ดเต็ม 99.50% กะเทาะไม่หมด 0.5%

รูปที่ 2.37 ทดสอบและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเขียวมะคาเดเมีย [29]

2.8 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

2.2.1 กลไก Scotch Yoke

กลไกชนิดนี้จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบ S.H.M (Simple Harmonic Motion) ชิ้นต่อโยงที่ 2 หมุนได้รอบ และยึดอยู่กับชิ้นต่อโยง 3 ที่เคลื่อนที่อยู่ในร่อง (Slot) ของชิ้นต่อโยง 4 ดังรูปที่ 2.38 กลไกนี้ถูกนำมาใช้ในเครื่องทดสอบการสั่นสะเทือนของเครื่องจักรต่างๆ [30]



รูปที่ 2.38 กลไก Scotch Yoke [30]

จากรูปที่ 2.11b รัศมี r หมุนด้วยความเร็วคงที่ ω_r และเงา (Projection) ของจุด P บนแกน x จะเคลื่อนที่แบบ S.H.M หาได้จาก

$$x = r - r\cos\theta_r \quad (2.1)$$

$$\theta_r = \omega_r t; x = r(1 - \cos\omega_r t) \quad (2.2)$$

$$v = \frac{dx}{dt} = r\omega_r \sin\omega_r t = r\omega_r \sin\theta_r \quad (2.3)$$

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = r\omega_r \cos\omega_r t = r\omega_r \cos\theta_r \quad (2.4)$$

2.2.2 การออกแบบเพลา

เพลาเป็นชิ้นส่วนที่มีใช้อยู่ในเครื่องจักรเกือบทุกชนิด ทำหน้าที่ในการส่งถ่ายกำลัง หรือ ทำให้เกิดการหมุนระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่อง ขณะใช้งานเพลาจะอยู่ภายใต้ภาระการกระทำชนิดต่างๆ เช่น แรงกด แรงดึง โมเมนต์ดัด และโมเมนต์บิดซึ่งอาจมีทั้งแรงสถิตและแรงแบบวัฏจักร ทำให้เกิดการล้าได้เพลาอาจมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานดังนี้ คือ

- เพลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง

- แกน (Axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่หมุน เช่น ล้อ ล้อสายพาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามทั้งเพลาและแกนก็นิยมเรียกรวมกันว่า เพลา ไม่ว่าชิ้นส่วนนั้นจะหมุนหรือไม่ก็ตาม

- สพินเดิล (Spindle) เป็นเพลาขนาดสั้น เช่น เพลาที่หัวแท่นกลึง (Head-Stock spindle)เป็นต้น

- สตับชาฟ (Stub Shaft) เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์มอเตอร์ หรือ เครื่องต้นกำลังอื่นๆ มีขนาด รูปร่าง และส่วนยื่นออกมา สำหรับใช้ต่อกับเพลาอื่น ๆ

- เพลาแนว (Line Shaft) หรือเพลาส่งกำลัง (Power Transmission Shaft) หรือเพลาเมน (Mainshaft) เป็นเพลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลัง ใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่นๆ

- แจ๊คชาฟ (Jack Shaft) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลาเมน หรือเครื่องจักรกล

-เพลาอ่อน (Fiexble Shaft) เป็นเพลาที่สามารถอ่อนตัวหรือโค้งได้เพลาประเภทนี้ทำด้วย สายลวดใหญ่ (Cable) ลวดสปริงหรือลวดเหนียว (Wire Rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่ แกนหมุนทำมุมกันได้แต่ส่งกำลังได้น้อย

ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO / R 755 – 1969

		ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm)		
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	40	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

4.) การคำนวณแกนและเพลา

- การหาโมเมนต์บิด

$$P = \frac{M_t \times 2 \times \pi \times n}{60} \quad (2.5)$$

$$M_t = \frac{P \times 1000 \times 30}{\pi \times n} \quad (2.6)$$

P = กำลังงานระบุในเพลา (kW)

n = ความเร็วรอบของเพลา (rpm)

M_t = โมเมนต์บิด (N-m)

M_B = Working Torque (N-m)

C_B = Working – factor

$$M_B = M_t \times C_B \quad (2.7)$$

- การคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลาง($\emptyset d$) ของเพลาโดยประมาณ

ส่วนใหญ่ในการคำนวณอันดับแรกจะยังไม่ทราบว่าค่าโมเมนต์ดัดที่แน่นอนเพราะระยะของเพลา ล้อหรือแรงยังไม่ทราบค่า จึงมีการคำนวณจากค่าโมเมนต์บิดและจำนวนรอบ เพื่อหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาได้โดยประมาณ ดังสูตร

$$\emptyset d \approx C_1 \times \sqrt[3]{M_B} \quad (2.8)$$

C_1 = เป็นแฟกเตอร์ขึ้นอยู่กับโมเมนต์

C_1 = 6.9 เมื่อ τ_{all} = 15 N/mm^2 สำหรับ St 37, St 42

C_1 = 6.9 เมื่อ τ_{all} = 20 N/mm^2 สำหรับ St 50, St 60

C_1 = 6.9 เมื่อ τ_{all} = 25 N/mm^2 สำหรับเหล็กกล้าที่มีความเค้นสูงกว่า

- การคำนวณให้ได้ค่าที่แน่นอน

เนื่องจากโมเมนต์ที่เกิดในเพลามี 2 ลักษณะคือ โมเมนต์ดัดและโมเมนต์หมุนบิดจึงต้องเป็นค่า Comparative Moment (M_c) ซึ่งจะได้จาก

$$M_c = \sqrt{(M_B{}^2 + 0.745\alpha_0 M_t{}^2)} \quad (2.9)$$

M_c = Comparative Moment (N-m)

M_b = โมเมนต์ดัดสำหรับพื้นที่หน้าตัดน้อยและเป็นอันตราย (N-m)

M_t = โมเมนต์บิดสำหรับเพลาหาได้จากสมการ(2.6) (N-m)

α_0 = อัตราส่วนการเกร็งตัว

α_0 = 0.7 เมื่อภาระการหมุนบิดอยู่ในลักษณะ Static (dead) load หรือ Undulating Load หรือเป็น Alternating Bending Load

$\alpha_0 \approx$ เมื่อภาระการหมุนบิดและการดัดอยู่ในกรณีรับภาระเช่นเดียวกัน เช่นเป็น Alternating Load ทั้งสอง

$$\sigma_{ball} = \frac{M_c}{W} \tag{2.10}$$

σ_{ball} = ค่าความเค้นดัดอนุญาต (N/mm^2)

W = Section Modulus (N/mm^2)

เพลาตัน $$W = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0.1\ d^3 \tag{2.11}$$

$$\sigma_{ball} = \frac{M_c}{0.1\ d^3};\ d^3 = \frac{M_c}{0.1\ \sigma_{ball}} \tag{2.12}$$

$$\emptyset d = \sqrt[3]{M_c/0.1\sigma_{ball}} \tag{2.13}$$

ใช้ในกรณีที่มีค่าโมเมนต์หมุนดัดในเพลา

ในกรณีที่เกิดเฉพาะการหมุนบิดในเพลาอย่างเดียว จะใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\tau_{all} = \frac{M_t}{W_p} \tag{2.14}$$

M_t = โมเมนต์บิดดูจากสมการที่ (2.6)

τ_{all} = ความเค้นบิดอนุญาต (N/mm^2)

W_p = Polar Section Modulus

สำหรับเพลาตัน $W_p = \approx 0.2 \times d^3$

จะได้ $$\tau_{all} = \frac{M_t}{0.2 \times d^3} \quad (2.15)$$

$$\emptyset d = \sqrt[3]{M_c / 0.2\sigma_{ball}} \quad (2.16)$$

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของเพลา (mm)

2.2.3 การคำนวณหากำลังของมอเตอร์

เมื่อต้องการจะคำนวณหามอเตอร์จะได้ F นิวตัน ที่กระทำสัมผัสกับเพลาทำให้เพลาหมุนด้วยความเร็วรอบ n รอบต่อนาที ขณะที่เพลาหมุนไป1 รอบ สามารถหาค่าต่างๆได้ดังนี้ การคำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ขณะที่เพลาหมุนไป 1 รอบ สามารถคำนวณหาได้ดังสมการที่

สมการที่ใช้คำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่

$$S = 2\pi r \quad (2.17)$$

การคำนวณหางานในการหมุนเพลา 1 รอบ คำนวณหาได้ดังแสดงในสมการที่ (2.18)

สมการที่ใช้คำนวณหางาน

$$W_t = F \times 2\pi r \quad (2.18)$$

การคำนวณหางานในการที่เพลากระทำต่อวินาที ขณะที่เพลาหมุน n รอบต่อนาที สามารถคำนวณได้ดังแสดงในสมการที่ (2.19)

สมการที่ใช้คำนวณหางานที่เพลากระทำต่อวินาที

$$W_F = F \times 2\pi r \times n \quad (2.19)$$

การคำนวณหาแรงบิด สามารถคำนวณได้ ดังแสดงในสมการที่ (2.20)

สมการที่ใช้คำนวณหาแรงบิด

$$T = F \times r \tag{2.20}$$

เพราะฉะนั้น การคำนวณหากำลังของมอเตอร์สามารถคำนวณหาได้ดังแสดงในสมการที่ (2.21)

$$P = \frac{2\pi Tn}{60} \tag{2.21}$$

เมื่อ P = กำลังที่เพลารับแรงจากมอเตอร์ (WหรือkW)

T = โมเมนต์แรงบิด (N)

N = ความเร็วรอบของเพลา (rpm)

r = รัศมีของเพลา (m)

การคำนวณหาความเค้นเฉือน สามารถคำนวณได้ ดังแสดงในสมการที่ (2.22)

จากสูตร $$\tau = \frac{16T}{\pi D^3} \tag{2.22}$$

เพราะฉะนั้น $$T = \frac{\tau \pi D^2}{6} \text{ หรือ } = \frac{\sigma_{zul} \pi D^3}{16} \tag{2.23}$$

จากสูตร $$\sigma_{zul} = \frac{\sigma_{\ lim}}{v} \tag{2.24}$$

เมื่อ τ คือ ความเค้นเฉือน

v คือ ค่าความปลอดภัยในทางเครื่องกล

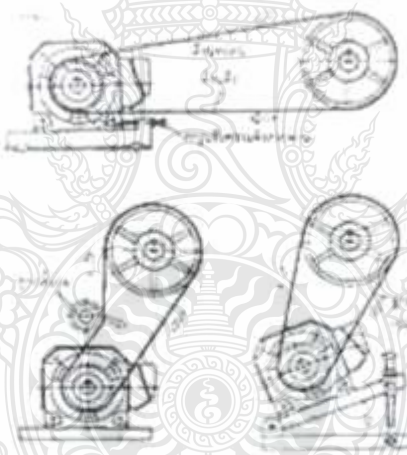
σ_{zul} คือ ค่าความเค้นสูงสุด (Maximum stress) (N/mm)

σ_{lim} คือ พิกัดความเค้นขึ้นอยู่กับลักษณะการรับแรง

2.2.4 การออกแบบสายพานส่งกำลัง

สายพานเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้ถ่ายทอกการหมุน และกำลังระหว่างเพลา 2 เพลา หรือมากกว่านั้น สายพานจะแบ่งเป็นลักษณะส่งกำลังด้วยแรงและแบบลักษณะส่งกำลังด้วยรูปร่าง

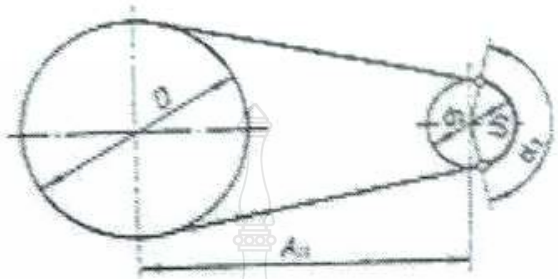
ลักษณะการส่งกำลังด้วยแรง จะส่งถ่ายโมเมนต์ด้วยความเสียดทาน (Friction) ระหว่างล้อสายพานและสายพาน ส่วนการทำให้สายพานตึงนั้นจะได้จากการ กำหนดให้มีความยาวสายพานที่ถูกต้อง ด้วยการขยายระยะห่างระหว่างแกนเพลา เช่น ให้มอเตอร์ขับยึดอยู่ในรางเลื่อนได้ หรือบนแท่นเอียงปรับขึ้นลงหรือใช้ลูกกลิ้งกดสายพานด้านหย่อน (ขณะส่งกำลัง) ให้อยู่ใกล้ด้านล้อพูเล่ (Pullry) ที่มีขนาดเล็กกว่า เพื่อให้มีการโอบของสายพานเพิ่มมากขึ้นดังรูปที่ 2.39 ยิ่งทำให้การส่งกำลังได้มากขึ้น[30]



รูปที่ 2.39 การใช้สายพานเพื่อให้อุปกรณ์ตึง [30]

แรงตามขอบล้อสายพานที่ส่งกำลังจะทำให้สายพานเกิดการยืดตัวแบบยืดหยุ่นที่มีผลให้สายพาน เกินการลื่นในขณะส่งกำลังบนล้อสายพาน =2% ของการส่งกำลังทั้งหมด ด้วยเหตุนี้ สายพานที่มีลักษณะการส่งกำลังด้วยแรง จึงไม่เหมาะนำมาใช้งานในที่ต้องการอัตราทดที่เที่ยงตรง ระหว่างเพลาตั้งแต่ 2 เพลาขึ้นไป โดยปกติจะต้องให้มีมุมโอบที่ล้อสายพานตัวเล็กให้มากเพียงพอที่การส่งกำลังจะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิ จึงต้องกำหนดอัตราทดสำหรับการส่งกำลังสายพานแบนให้ไม่เกิน I = มากกว่า 6 : 1 และระยะห่างระหว่างแกนล้อสายพาน a มากกว่าหรือเท่ากับ 1,2 (d1+d2) ใน

กรณีที่อัตราทด I = มากกว่า 6 : 1 หรือในกรณีที่มุมโอบของสายพานด้านล้อสายพานตัวเล็กสุดน้อยกว่า 100 องศา ก็ให้ใช้ลูกกลิ้งกดสายพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อยที่สุดเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานตัวเล็ก ดังรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.40 แสดงมุมโอบ α ที่ล้อพูเล่ย์เล็ก [30]

ผลของการใช้ลูกกลิ้งกดสายพาน

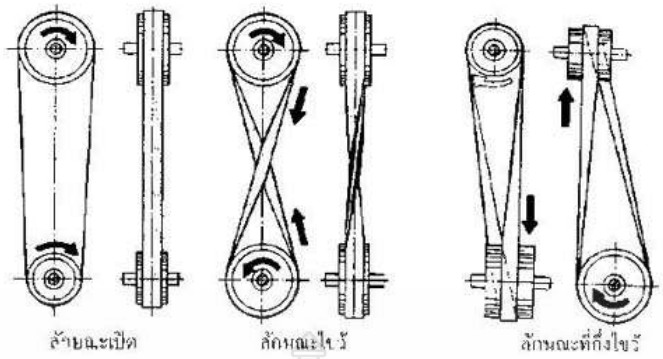
- ทำให้เกิดภาระดัดสูงขึ้น
- ทำให้เกิดเสียงดังมากขึ้น
- ทำให้ประสิทธิภาพลดลง

การใช้ลูกกลิ้งกดภายในสายพาน

- ทำให้มุมโอบล้อสายพานน้อยลง
- ถ้าเป็นไปได้ควรวางให้ใกล้กลับล้อสายพานใหญ่ การใช้ลูกกลิ้งกดภายนอกสายพาน
- ทำให้มุมโอบสายพานมากขึ้น ถ้าเป็นไปได้ควรวางให้ใกล้กับล้อสายพานตัวเล็ก
- เพื่อมิให้สายพาน 1 รับภาระดัดมาก ควรจะเลือกขนาดลูกกลิ้งให้โตขึ้น

การปรับหรือทำให้สายพานตึงเพื่อใช้งานนั้น จะมีผลให้รองเพลาต้องรับภาระสูง สายพานลักษณะส่งกำลังด้วยแรงแบ่งออกเป็น แบบสายพานแบน, สายพานลิ่ม, และสายพานกลม

1.) สายพานแบน จะผลิตจากหนัง, สิ่งทอ หรือทำจากชั้นต่างๆ ของหนังพลาสติกและเส้นใยหลายๆชั้น สายพานแบนสามารถนำไปใช้งานในลักษณะไขว้หรือกึ่งไขว้ได้ แต่การสึกหรอของสายพานดังกล่าวจะเกิดขึ้นมากกว่าการใช้ของสายพานลักษณะเปิด ดังรูปที่ 2.41



รูปที่ 2.41 การส่งกำลังของสายพาน [30]

2.) สายพานลักษณะไขว้ เป็นลักษณะการวางสายพานที่ทำให้มีมุมโอบมากกว่าลักษณะเปิดอัตราทดเปลี่ยนแปลงนั้นซึ่งล้อสายพานจะหมุนไปในทิศทาง ตรงกันข้าม เนื่องจากสายพานไขว้สัมผัสกันจึงทำให้เกิดการสึกหรอ

3.) สายพานลักษณะกึ่งไขว้ จะทำให้มีมุมโอบล้อสายพานมากกว่าแบบลักษณะเปิดล้อสายพาน ซึ่งจะวางในทิศทางตั้งฉากกันแต่มีทิศทางการหมุนเหมือนกัน เพื่อให้การหมุนของสายพานบนล้อสายพานมั่นคง จะกำหนดให้ความกว้างของล้อสายพานขับโตกว่าประมาณ 1/4 เท่าของล้อแบบลักษณะเปิดและให้ล้อสายพานโตกว่าประมาณ 1/3 เท่าของล้อแบบลักษณะเปิด

4.) สายพานสิ่งทอ จะผลิตแบบไม่มีปลายจากเส้นใยของโพลิเอสเตอร์ สายพานแบบนี้เวลาใช้งานจะมีเสียงน้อยมากและไม่มีการสั่นสะเทือน จึงเหมาะใช้งานขับเพลาสปินเดิล (ภายใน) ของเครื่องเจียระไนและความเร็วสูงสำหรับล้อสายพานขนาดเล็ก

5.) สายพานแบบหลายชั้น จะมีชั้นความฝืดที่เป็นพลาสติกยืดหยุ่นหรือหนัง ส่วนชั้นที่รับการดึงจะทำจากแถบโพลิเอไมด์ชั้นเดียวหรือหลายชั้น หรือทำจากเชือกเกลียวโพลิเอสเตอร์

ข้อดีของสายพานแบบหลายชั้น

- มีความสามารถในการฉุดดึงได้ดีเพราะมีความเสียดทานสูง
- สามารถดัดงอได้มากเพราะสายพานมีความหนาน้อย
- สามารถส่งถ่ายกำลังงานได้ถึง 600 kW
- ใช้งานที่มีความเร็วได้ถึง 100 m/s

ประเภทของสายพาน

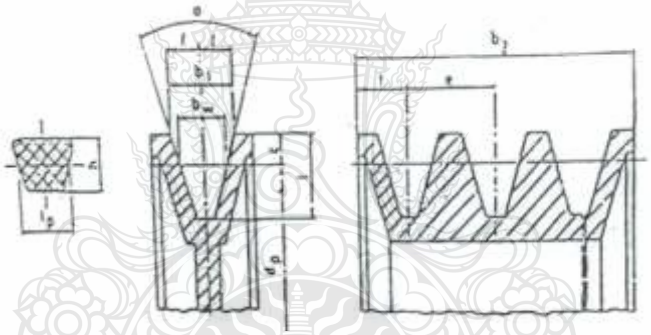
สำหรับระบบถ่ายทอดกำลังนั้นจะเป็นระบบหนึ่งที่มีความสำคัญในการส่งถ่ายกำลังขับจากมอเตอร์ไฟฟ้ามายังเฟืองทด

- สายพานลิ่ม

สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างยาก โดยต้องการแรงดึงในสายพานค่อนข้างน้อย เพราะผลจากการเกาะยึดตัวกัน ระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียวกับร่องรูปลิ่มของสายพานทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นผลให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดีถึงจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อย และมีแรงดึงด้านค่อนข้างต่ำ และเหมาะสมกับงานที่กรณีระยะห่างศูนย์กลางน้อย การส่งกำลังจะส่งได้มากที่สุดก็ต่อเมื่อผิวด้านข้างของสายพานอัดแน่นกับร่องบนสายพานและเหตุฉุกเฉินอาจใช้ผลจากการอักแน่น ทำหน้าที่เป็นเบรกได้ด้วย การขับสายพานลิ่มมีข้อดี คือเงียบ สะอาดและสามารถรับแรงกระตุกได้มีขนาดกะทัดรัดและมีประสิทธิภาพดี อีกทั้งแบริ่งและเพลาไม่ต้องรับแรงกระแทกมากเกินไป ทำให้มีสภาพการใช้งานได้ดี

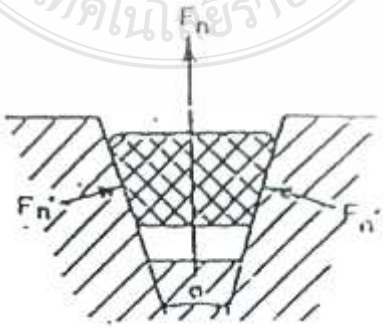
- ขนาดของสายพานและล้อสายพาน

ลักษณะจะมีหน้าต้องเป็นรูปลิ่ม การกำหนดขนาดจะกำหนดโดยใช้ความกว้างพิตช์และความหนาสายพานใช้อักษรแทน ซึ่งสายพานลิ่มแบบธรรมดา จะมีขนาดดังนี้ คือ Y, Z, A, B, C และขนาด E



รูปที่ 2.42 แสดงหน้าตัดของสายพานลิ่มล้อสายพาน [30]

ซึ่งการขับด้วยสายพานลิ่มจะมีแรงปฏิกิริยาแนวตั้งฉากระหว่างผลสัมผัสของล้อสายพานกับร่องสายพานซึ่งจากสมการ $fF_N = dF$ ของสายพาน



รูปที่ 2.43 แสดงแรงบนสายพานลิ่ม [30]

ในกรณีของสายพานลิ่มจะกลายเป็น

$$2fF_N = dF \tag{2.25}$$

แรงปฏิกิริยารวมของแรง F_N ทั้งสองแรงคือ

$$F_N = \frac{2F_n \text{Sin}\alpha}{2} \text{ หรือ } F_N = \frac{F_n}{2} x \frac{\text{Sin}\alpha}{2} \tag{2.26}$$

กำลังที่ส่งสายพานลิ่มหาค่าได้จากสมการ

$$W_p = Z(F_1 - F_2)V \tag{2.27}$$

โดยที่ V = ความเร็วสายพาน

Z = จำนวณสายพาน

ความยาวพิตช์โดยประมาณของสายพานลิ่มหาค่าได้จากสมการ

$$L_p = 2C + 1.57\left(D_P - d_p\right) + \frac{(D_P - d_p)}{4C} \tag{2.28}$$

เมื่อ L_p = ความยาวพิตช์

c = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางล้อสายใหญ่

D_p = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่

d_p = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก

สายพานลิ่มจะใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ หรือในกรณีที่ต้องการทราบความยาวพิตช์ ต้องการหาระยะเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยใช้สมการ

$$C = P + (P^2 - q)^{\frac{1}{2}} \tag{2.29}$$

โดยที่ $P = 0.25L_p - \left(D_P - d_p\right)$ (2.30)

ซึ่งการทำให้แรงดึงในสายพานในขั้นต้น จะช่วยทำให้สายพานขับมีประสิทธิภาพดี และยืดอายุการใช้งานของสายพาน จากสมการ

$$F = F_1 - F_2$$

$$F_w = F_1 - F_2 \quad (2.31)$$

แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเนื่องจากน้ำหนักของสายพาน

$$F_c = \frac{WAV^2}{g} \quad (2.32)$$

แรงลัพธ์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง คือ

$$F_R = \frac{2ZF_c Sic\alpha}{2} \quad (2.33)$$

โดยที่ Z = จำนวนสายพาน

แรงดึงขั้นต้นในสายพานจึงหาได้จากสมการการรวมแรงดึงในแนวแกน ขณะส่งกำลังกับแรงเนื่องจากแรงหนีศูนย์กลาง คือ

$$F_1 = F_W - F_R \quad (2.34)$$

ในทางปฏิบัติจะใช้วิธีหาค่าประมาณของแรงดึงในแนวแกนจากสมการ

$$F_W = \frac{K_1 F\, Sic\alpha}{2} \quad (2.35)$$

ค่า K_1 เป็นตัวประกอบใช้งาน ขึ้นอยู่กับสภาวะการทำงานของแต่ล่ะค่า

ในกรณีที่ขับโดยมีระยะห่างระหว่างศูนย์กลางคงที่ หรือไม่มีอุปกรณ์ทำให้เกิดแรงดึงในสายพานตลอดเวลา ก็จำเป็นต้องเอาแรงศูนย์กลางมาคิดด้วยจากสมการ

$$F_R = \frac{2ZF_c Sic\alpha}{2} \quad (2.36)$$

หรือ $$F = \frac{2K_2V^2 Sic\alpha}{2} \quad (2.37)$$

ดังนั้นแรงดึงในสายพานขั้นต้นจึงเท่ากับ

$$F_1 = \frac{(K_1F_1 \div ZK_2V^2)Sic\alpha}{2} \quad (2.38)$$

- การคำนวณขนาดสายพานลิ่ม

การคำนวณด้านการส่งกำลังโดยสายพานลิ่ม จะใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของล้อสายพาน d_p เป็นพื้นฐานและแสดงวิธีการเลือกขนาดสายพานลิ่ม ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การหาขนาดหน้าตัดโดยประมาณของสายพานลิ่ม ซึ่งการส่งกำลังอาจทำได้โดยการเลือกขนาดหน้าตัดของล้อสายพาน บริษัทได้แนะนำให้เลือกขนาดล้อสายพานลิ่มให้ใหญ่ที่สุดเท่าที่ทำได้ ขนาดล้อสายพานไม่ควรเล็กกว่าค่าที่กำหนด แต่ข้อระวังคือ ขณะการใช้งานปกติของสายพานไม่ควรสูงกว่า 30 เมตรต่อวินาที การเลือกขนาดล้อสายพานลิ่มจะมีข้อแตกต่างกันไปจากสายพานแบบเล็กน้อย คือจะต้องใช้วิธีการคำนวณหาจำนวนเส้นของสายพานลิ่มที่ต้องการใช้งานกำลังที่ต้องขับ และตัวประกอบที่ใช้ แก้ไขต่างๆ จำนวนเส้นสายพานลิ่มหาได้จากสมการ

$$Z = \frac{W_p N_s}{P_R N_a N_1} \quad (2.39)$$

โดยที่ Z = จำนวนสายพานลิ่ม

W_p = กำลังที่ต้องการส่ง

N_a = ตัวประกอบการใช้งาน

N_s = ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

N_l = ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน

P_R = กำลังที่สายพานเส้นหนึ่งส่งได้

การส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังเพลาอีกอันหนึ่ง อาจทำได้โดยสามวิธีการ คือใช้เฟือง ใช้โซ่และใช้สายพาน การส่งกำลังแบบใช้สายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ คือ มีข้อดีและข้อเสียหลายประการเมื่อเทียบกับการส่งแบบอื่น ข้อดี คือมีราคาถูกและใช้งานง่ายรับแรงกระตุกและการสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับส่งกำลังระหว่างเพลาที่อยู่ห่างกันมากๆ และค่าบำรุงรักษาต่ำ ข้อเสียคืออัตราการทดไม่แน่นอนเนื่องจากเกิดสลิปและเกิดครีบของสายพานต้องปรับระยะห่างระหว่างเพลาหรือปรับแรงดึงในสายพาในระหว่างใช้งานนอกจากนั้นยังใช้งานที่อัตราทดสูงมากได้ โดยสายพานดังกล่าวมาทั้งหมดนี้ ยืดตัวได้ดี ดังนั้นเมื่ออยู่ภายใต้แรงดึงจะยืดตัวทำให้เกิดการ สลิปบนล้อสายพาน (Pulley) ในทางปฏิบัติจึงมักจะยึดสายพานให้ตึงก่อนใช้งานเพื่อลดการสลิปของสายพาน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ผ่านมา ได้นำทฤษฎีต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ สร้าง ทดสอบ และประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่สร้างได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

1) วัสดุโครงสร้าง

1. มอเตอร์เกียร์ขนาด 90 W
2. สายพาน
3. แผ่นสเตนเลส
4. น็อตและนัต

2) อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบ

1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
2. เครื่องตัดเหล็ก
3. เครื่องกลึง
4. เครื่องเจาะ
5. ตะไบ

3.1.2 อุปกรณ์ในการทดสอบ

1. ถาด
2. เครื่องชั่งเครื่องทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. นาฬิกาจับเวลา
4. เมล็ดบัวหลวง
5. ใบมีดคัตเตอร์และใบมีดสเตนเลส
6. เครื่องมือวัดความเร็วรอบมอเตอร์

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงวางแผนการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ
2. การออกแบบและสร้างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง
3. การทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องต้นแบบ
4. การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ

วัตถุประสงค์ในการศึกษาขั้นตอนนี้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเมล็ดบัวสำหรับนำมาใช้พัฒนาการออกแบบเครื่องต้นแบบ มีรายละเอียดในการศึกษาดังต่อไปนี้

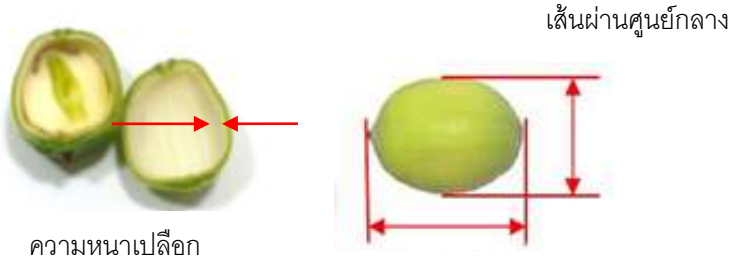
1) การศึกษาปัญหาและวิธีการแกะเมล็ดบัวหลวงของเกษตรกร

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงปัญหาในการแกะเมล็ดบัวหลวงของเกษตรกร รวมถึงหาข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงกับเกษตรกร และวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายเชิงเศรษฐศาสตร์

2) การศึกษาลักษณะกายภาพของเมล็ดบัวหลวง

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวงดังรูปที่ 3.1 โดยการวัดเมล็ดบัวหลวงด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ได้แก่ ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดบัวหลวงใหญ่สุดและเล็กสุด และความหนาของเปลือกเมล็ดบัวสำหรับเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ ชุดใบมีด ระบบลำเลียง และระยะในการตั้งใบมีด

จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับเมล็ดบัวหลวงข้างต้น นำไปสู่การออกแบบลักษณะการวางของใบมีดที่ใช้ในการแกะเมล็ดบัวหลวง โดยจะเลียนแบบการทำงานของเกษตรกร และยังนำลักษณะทั่วไปของเมล็ดบัวมาใช้ในการออกแบบชุดใบมีดในการทำงานอีกด้วย



รูปที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวง

3) การศึกษาปัญหาการทำงานของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงรุ่นเก่า

รูปที่ 3.2 การออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง [13]

จากการศึกษาข้อมูลของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงดังรูปที่ 3.2 พบว่าการใช้งานไม่สามารถป้อนเมล็ดได้มาก โดยที่ผู้ปฏิบัติงานต้องคอยป้อนหรือหยอดเมล็ดทีละเมล็ดเพื่อไม่ให้เสียหายและเกิดการอุดตันที่ช่องลำเลียง ซึ่งความสามารถทำงานได้ดีที่อัตราลำเลียงของสายพานลำเลียง 4 เมตรต่อวินาที มีความสามารถในการทำงาน 4.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ในการแกะเม็ดบัว 71.4

เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเม็ดบัว 3.9 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 5.8 วัตต์-ชั่วโมง

จากข้อมูลข้างต้นได้ดำเนินการออกแบบเพื่อพัฒนาเครื่องใหม่[32] วัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานให้มากขึ้น เปอร์เซ็นต์ในการแกะมากขึ้น มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายลดลง ชุดทดสอบประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง ชุดใบมีดกรีด กลไก Scotch Yoke และระบบส่งกำลัง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/4 แรงม้า เป็นต้นกำลัง หลักการทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ควบคุมเครื่องป้อนเมล็ดบัวลงในช่องป้อนทางด้านบนของเครื่อง หลังจากนั้น เมล็ดบัวจะถูกลำเลียงเข้าไปแกะเปลือกในชุดมีดกรีดโดยกลไก Scotch Yoke และร่วงสู่ช่องทางออกทางด้านล่างของเครื่อง จากการทดสอบที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดมีดกรีดที่ 7.5, 8.5 และ 9.5 เมตรต่อนาที ตามลำดับ พบว่าเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีด 7.5 เมตรต่อนาที มีความสามารถในการทำงาน 2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ในการแกะ เมล็ดบัว 79.8 เปอร์เซ็นต์ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.8 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และไม่มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดดังรูปที่ 3.3และได้นำหลักการของเครื่องนี้ไปออกแบบเครื่องสำหรับพัฒนาต่อไป

รูปที่ 3.3 การออกแบบและสร้างเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง [32]

3.2.2 การออกแบบและสร้างเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

จากการศึกษาข้อมูลที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องแล้ว จึงได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงขึ้น ซึ่งกำหนดเกณฑ์และรายละเอียดในการออกแบบ ดังต่อไปนี้

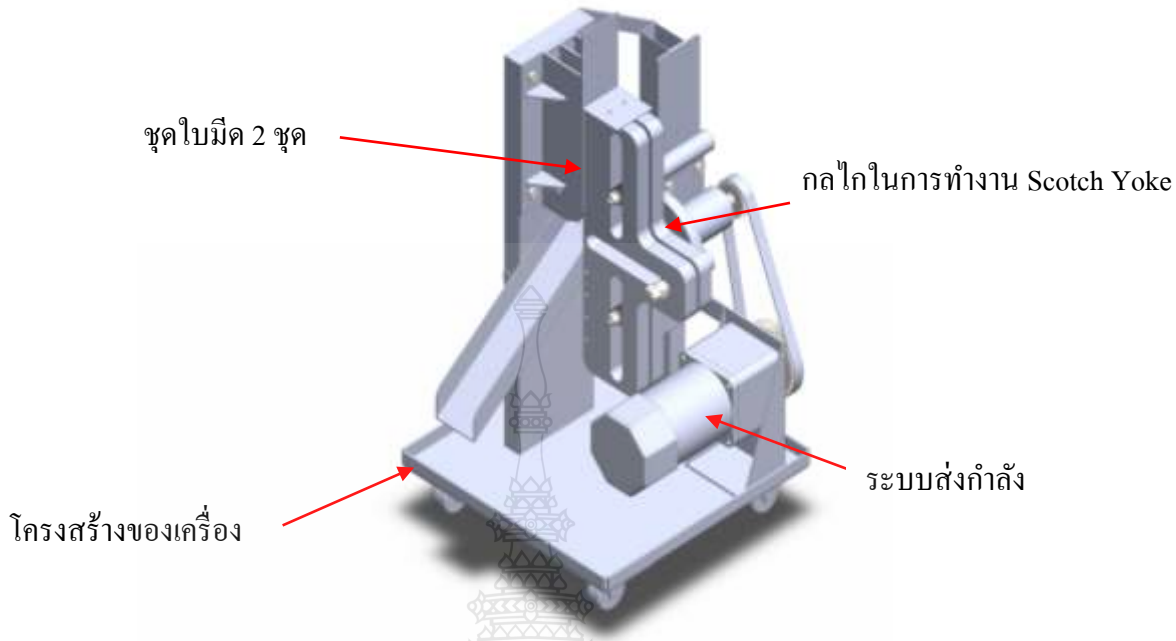
1) เกณฑ์ในการออกแบบ ที่สำคัญดังนี้

- แกะเมล็ดบัวหลวง โดยการลำเลียงเมล็ดบัวหลวงจากช่องป้อนผ่านมาที่ชุดใบมีดทั้ง 2 ช่อง ซึ่งมีใบมีดติดอยู่ช่องละ 2 ชุด
- กลไกการทำงานของเครื่อง ใช้กลไก Scotch Yoke มาเป็นกลไกหลักในการทำงานของเครื่อง
- การบำรุงรักษาและเคลื่อนย้ายสะดวก สามารถถอดทำความสะอาดได้ง่าย
- ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน

2) รายละเอียดในการออกแบบ

ในการออกแบบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงได้ออกแบบให้มีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน คือ โครงสร้างของเครื่อง ชุดใบมีด กลไกการทำงาน Scotch Yoke และระบบถ่ายทอดกำลัง ดังรูปที่ 3.4 ซึ่งมีรายละเอียดในการออกแบบดังนี้

1. โครงสร้างของเครื่อง
2. ชุดใบมีด
3. กลไกในการทำงาน Scotch Yoke
4. ระบบส่งกำลัง

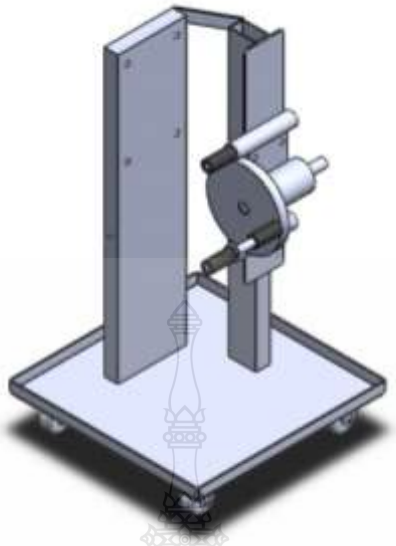


รูปที่ 3.4 เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

โดยแต่ละส่วนมีการสร้างดังนี้

- โครงสร้างของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

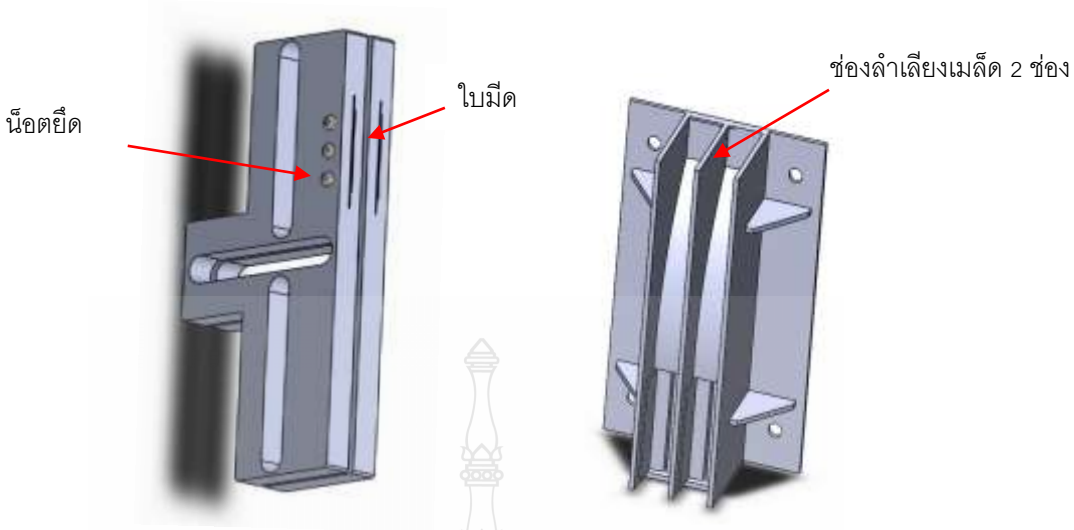
ทำจากสเตนเลสเชื่อมประกอบกันเป็นโครงสร้างขนาด 346x346x520 มิลลิเมตร (กว้างxยาวxสูง) ดังรูปที่ 3.5 โดยออกแบบให้รองรับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น มอเตอร์เกียร์ ชุดใบมีด เกียร์ทดรอบ เป็นต้น และทำให้อุปกรณ์ต่างๆทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยมีโครงเป็นส่วนหลักในการยึดชุดใบมีด และอุปกรณ์ต่างๆในการทำงาน



รูปที่ 3.5 โครงสร้างเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

- ชุดใบมีด ประกอบด้วย
  - ใบมีด
  - เรือนใบมีด
  - ช่องลำเลียงเมล็ด

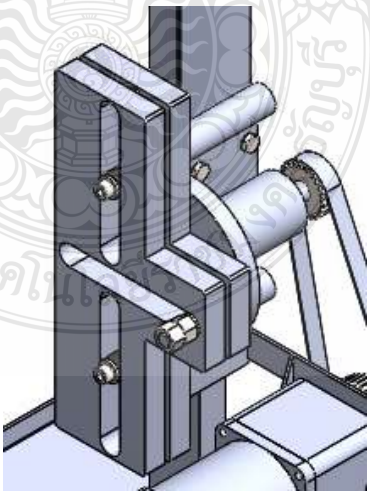
ชุดใบมีด ประกอบด้วยใบมีด และเรือนใบมีด ซึ่งเรือนทำจากซุปเปอร์ลีนโดยช่องและเซาะร่องตรงกลางเพื่อติดตั้งใบมีด สำหรับเป็นช่องให้เมล็ดบัวกลิ้ง ช่องลำเลียงเมล็ดออกแบบให้มี 2 ช่องทำจากแผ่นสเตนเลส มีระยะความกว้าง 22 มิลลิเมตร มีแผ่นรองช่องเพิ่มความลาดเอียงเพื่อที่จะทำให้เมล็ดบัวนั้นได้มีการไหลลงโดยไม่ติดขัด และติดใบมีดเพิ่มที่ตัวกลไก Scotch Yoke ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ชุดใบมีด

- กลไก Scotch Yoke

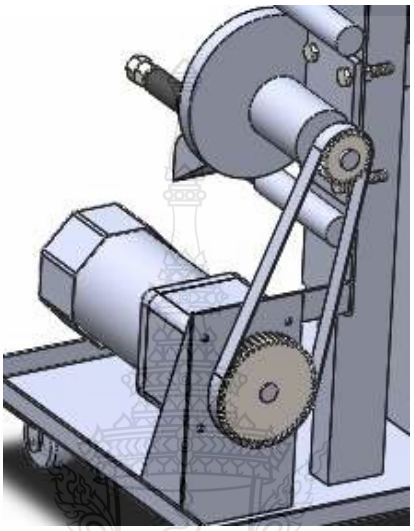
กลไกชนิดนี้ทำจากแผ่นซุปเปอร์ลีน มาทำการตัดและทำการเจาะสล็อตรูดังรูปที่ 3.7 หน้าที่ คือ เป็นกลไกหลักในการแกะเมล็ด จะทำงานโยกกลับไปกลับมาตามแนวแกนและความยาวแขนโยกได้จากความยาวของเมล็ดบัวที่กลิ้งครบ 1 รอบ และได้มีการเผื่อความยาวไว้ โดยที่ตัวโยกจะเป็นตัวกดเมล็ดบัวหลวงและดันให้เมล็ดบัวออกจากชุดใบมีด



รูปที่ 3.7 กลไก Scotch Yoke

- ระบบส่งกำลัง

ระบบส่งกำลังของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง ดังรูปที่ 3.8 จะใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 90 W เป็นต้นกำลัง โดยหมุนปรับที่ตัวสปีดคอนโทรลเพื่อปรับความเร็วส่งกำลังมาที่มอเตอร์เกียร์ทดรอบ สายพาน และส่งกำลังไปยังชุดกลไกต่างๆ ไปยังตัวกลไก Scotch Yoke



รูปที่ 3.8 ระบบส่งกำลัง

3) หลักการทำงานของเครื่อง

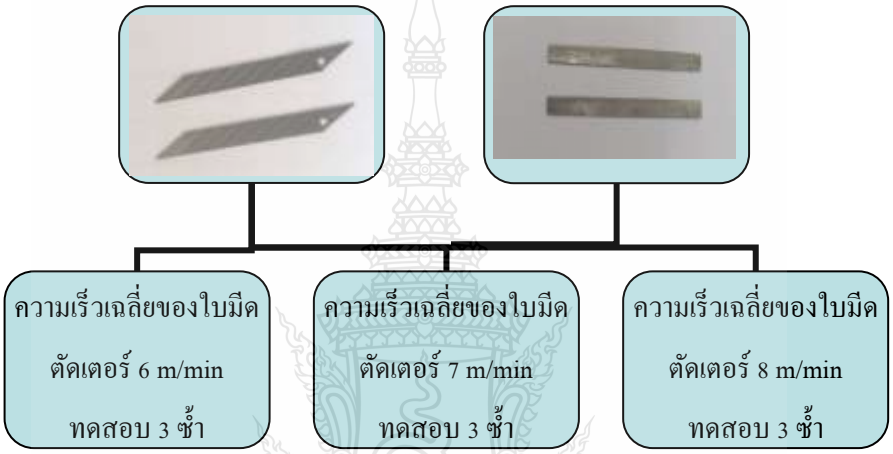
เครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่สร้างขึ้นจะทำงานอาศัยต้นกำลังจากมอเตอร์เกียร์ โดยหมุนปรับที่ตัวสปีดคอนโทรลในการเลือกความเร็วที่ต้องการเพื่อส่งกำลังมาที่สายพานมาขับเคลื่อนมอเตอร์เกียร์ทดรอบเพื่อให้มีความเร็วเฉลี่ยที่เหมาะสมกับการใช้งานส่งกำลังมายังชุดกลไกของเครื่อง ทำการใส่เมล็ดบัวหลวงไปในช่องป้อนและกลไก Scotch Yoke เคลื่อนที่ขึ้นลงเมล็ดบัวหลวงก็จะผ่านชุดใบมีดและจะถูกกรีดและก็จะตกลงมาตามช่องทางออกของเครื่องทางด้านล่างของเครื่อง

4) การสร้างเครื่องต้นแบบ

ดำเนินการสร้างเครื่องต้นแบบ ณ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี

3.3 วิธีการทดสอบและประเมินผล

การทดสอบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงมีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องซึ่งปัจจัยที่นำมาพิจารณาได้แก่ ความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์แกะเมล็ดบัวหลวง เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ คือ ชนิดของใบมีด (มีดคัตเตอร์และมีดสเตนเลส) ความเร็วเฉลี่ย 6,7 และ 8 เมตรต่อนาที ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 รูปแผนผังการทดสอบใบมีดกรีด (ใบมีดคัตเตอร์ และใบมีดสเตนเลส)

3.3.1 การทดสอบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

ก) เตรียมเมล็ดบัวหลวงในการทดสอบ

1. นำเมล็ดบัวหลวงมาชั่งน้ำหนัก วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความยาวของเมล็ด

2. เมื่อได้เมล็ดบัวหลวงที่พร้อมในการทดสอบก็นำมาแยกตามส่วนเพื่อทำการทดสอบในแต่ละชนิดของใบมีด

ข) ทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงที่ แต่ละความเร็วเฉลี่ยของใบมีดคัตเตอร์

1. เตรียมเมล็ดบัวหลวง มา 9 กอง ชั่งน้ำหนักเมล็ดบัวกองละ 100 กรัม

2. เดินเครื่องแกะเมล็ดบัว โดยปรับความเร็วเฉลี่ยของใบมีดคัตเตอร์ 6 เมตรต่อนาที

3. ป้อนเมล็ดบัวเข้าไปในเครื่องแกะเมล็ดบัว จับเวลาตั้งแต่เริ่มป้อนจนสิ้นสุดการการแกะเมล็ดบัวหลวง และบันทึกค่า

4. ทำการคัดแยกเมล็ดบัวหลวงที่แกะออกมาแล้วสมบูรณ์และที่ไม่ได้รับการแกะออกมา และเมล็ดที่เสียหายจากการแกะ และบันทึกค่า

5. บันทึกค่ากระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า

6. ทำซ้ำ 3 ซ้ำ ขั้นตอนที่ 1-5

7. ทำการปรับความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีดที่ 7 และ 8 เมตรต่อนาที ตามลำดับ

8. ทดสอบซ้ำตามข้อที่ 2 ถึง 6

9. ทำการทดสอบใบมีดสเตนเลส โดยทำซ้ำข้อ 1 ถึง 8

ค) ค่าชี้ผลการศึกษา

1) ความสามารถในการทำงานจริงของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

การหาความสามารถในการทำงานจริงของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง หาได้จากอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของเมล็ดบัวที่แกะเปลือกได้ทั้งหมด(กิโลกรัมต่อชั่วโมง)ต่อเวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมดแสดงได้จากสมการที่ 3.1

$$\text{ความสามารถในการทำงานจริง} = \frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่แกะเปลือกได้ทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}} \quad (3.1)$$

2) เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดบัวหลวง (%)

การหาเปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดบัวหลวงของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงหาได้จากน้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่แกะเปลือกได้ทั้งหมดต่อน้ำหนักของเมล็ดบัวที่ชั่งทั้งหมด แสดงได้จากสมการที่ 3.2

$$\text{เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดบัวหลวง} = \frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่แกะเปลือกได้}}{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงทั้งหมด}} \times 100 \quad (3.2)$$

3) เปอร์เซ็นต์การเสียหาย (%)

การหาเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการแกะเมล็ดบัวหลวงของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงหาได้จากน้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่เสียหายทั้งหมด(เมล็ดที่มีรอยแตกไม่เป็นลูกสมบูรณ์)ต่อน้ำหนักของเมล็ดบัวที่ชั่งทั้งหมด แสดงได้จากสมการที่ 3.3

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเสียหาย} = \frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่เสียหาย}}{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงทั้งหมด}} \times 100 \quad (3.3)$$

4) อัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้าของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

คำนวณอัตรากาสิ้นเปลืองไฟฟ้าของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงหาได้จากการสมการที่ 3.4

$$\text{อัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้า} = \frac{IVt}{1000} \quad (3.4)$$

เมื่อ I = กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)
V = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (โวลต์)
t = เวลา (ชั่วโมง)

3.4 การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ก) การวิเคราะห์และประเมินค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย อาศัยแนวคิดการประเมินค่าใช้จ่ายโดยรวม เกี่ยวกับต้นทุนในการใช้ เครื่อง สมมติว่าเกษตรกรซื้อเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงแทนวิธีการใช้แรงงานคน ซึ่ง ค่าใช้จ่ายโดยรวมจะประกอบต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนผันแปร (Variable cost) โดยต้นทุนคงที่ได้แก่ ค่าเสื่อมราคาของเครื่อง (คิดค่าเสื่อมราคาโดยวิธีเส้นตรง เมื่อประมาณอายุการใช้งานของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงได้ 5 ปี) และค่าเสียโอกาสของ เงินทุน (คิดอัตรา

ดอกเบี้ย 10%) ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนคงที่ที่จะไม่เปลี่ยนแปลงไป ตามปริมาณของการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงอย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ในที่นี้จะไม่คิด ต้นทุนคงที่เกี่ยวกับค่าประกันภัย ค่าภาษี ค่าโรงเรือน และค่าจ้างขนย้ายเครื่องไปทำงาน ตามสถานที่ต่าง ๆ เป็นต้น สำหรับต้นทุนผันแปรซึ่งเป็นต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงไปตาม ปริมาณการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงออกจากฝัก ได้แก่ ค่าจ้างแรงงานคนเพื่อทำร่วมกับเครื่อง ค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา และค่าซ่อมแซม เป็นต้น

ข) การวิเคราะห์ระยะเวลาการคุ้มทุน (Pay-back period) เป็นการคาดคะเนว่า เมื่อลงทุนในเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงแล้วจะได้รับผลตอบแทนกับคืนมาในจำนวนเงินเท่ากับที่ลงทุนไปแล้วภายในระยะกี่ปี โดยพิจารณาจากการทราบค่า (i) (10 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่ทราบค่า n ทำการเปลี่ยน n ไป เรื่อย ๆ จนค่าทั้งสองข้างของสมการเท่ากันก็จะได้ค่า n โดยที่ n คือระยะเวลาคืนทุน (ปี)

ค) การคำนวณหาจุดคุ้มทุน (Break–even point) เป็นการคำนวณเปรียบเทียบการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง โดยใช้แรงงานคนกับ เครื่องต้นแบบว่าสามารถใช้ต้นทุนในการทำงานเท่ากับต้นทุนของการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงได้ปริมาณเท่าไร

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

จากวิธีการดำเนินงานวิจัยที่กล่าวมาแล้ว ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. การศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ
2. การออกแบบและสร้างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง
3. การทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องต้นแบบ
4. การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเมล็ดบัวหลวง

4.1.1 ผลการศึกษาปัญหาและวิธีการแกะเมล็ดบัวหลวงของเกษตรกร

ผลของการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับเมล็ดบัว สรุปได้ดังนี้

1. แรงงานส่วนใหญ่เป็นแรงงานในชุมชน หรือหมู่บ้านใกล้เคียง โดยจำนวนแรงงานและปริมาณในการแกะเมล็ดบัวหลวงนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตของเกษตรกรในแต่ละปี

2. ค่าจ้างแรงงานการแกะเมล็ดบัว 10 บาทต่อกิโลกรัม

3. ปริมาณการแกะเมล็ดบัวหลวงในแต่ละวัน (ทำงาน 4-8 ชั่วโมง) 12 กิโลกรัม โดยจะขึ้นอยู่กับความชำนาญ

4. ปัญหาที่พบในขั้นตอนการแกะเมล็ดบัวหลวง

- ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นของแรงงานในการแกะเมล็ดบัวหลวงประมาณ 150 บาทต่อวัน (ค่ามีด ค่าถุงมือ ค่าผ้าปูพื้น)
- มีความเหนื่อยยาก และความไม่ปลอดภัยในการทำงาน เช่น อุบัติเหตุจากมีดแกะเปลือกบาดมือ
- ขาดแคลนแรงงานในการแกะเมล็ดบัวหลวงในช่วงของการเก็บเกี่ยวผลผลิตชนิดต่างๆ

5. คุณลักษณะของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงที่ต้องการ

- แกะเมล็ดบัวหลวงตามขนาดที่กำหนด แกะได้รวดเร็วและต่อเนื่อง
- บำรุงรักษาและซ่อมแซมได้ง่าย
- ทนทานต่อการใช้งาน ราคาไม่แพง
- ประหยัดเวลาการทำงาน

4.1.2 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวง

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวง สรุปได้ดังนี้

1. ทำการเก็บเมล็ดบัวหลวงจำนวน 200 เมล็ด โดยเส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดบัวมีค่าอยู่ระหว่าง 14 -16 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยคือ 15±0.6 มิลลิเมตร ความยาวของเมล็ดบัวหลวงมีค่าอยู่ระหว่าง 16 – 22 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยคือ 19±2.5 มิลลิเมตร และความหนาเปลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 1.0-1.4 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย คือ 1.25±0.1 มิลลิเมตร

2. นำข้อมูลในการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของเมล็ดบัวหลวงที่บันทึกมาเป็นแนวทางในการออกแบบชุดใบมีดแกะเมล็ดบัวหลวง ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวง จากการสุ่มวัดขนาดเมล็ดบัวหลวง จำนวน 200 เมล็ด ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

4.1.3 ผลการศึกษาลักษณะของใบมีดที่ใช้ในการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

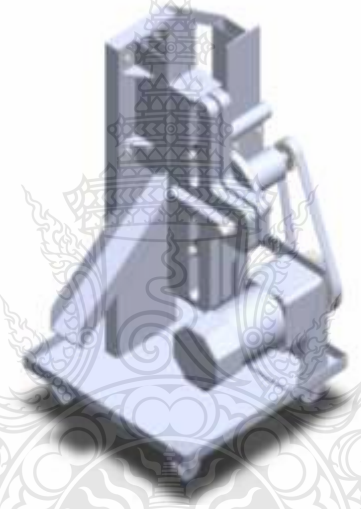
จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับเมล็ดบัวหลวงข้างต้น นำไปสู่การออกแบบลักษณะการวางของใบมีดที่ใช้ในการแกะเมล็ดบัวหลวง โดยเกษตรกรส่วนมากจะใช้มีดปอกผลไม้หรือมีดคัตเตอร์ที่หาได้ทั่วไปตามท้องตลาดมาใช้ในการแกะเมล็ดบัวหลวง จึงได้เลือกใบมีดคัตเตอร์มาใช้ เพราะมีขนาดบางและหาได้ง่าย

4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัว

จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าเมล็ดบัวมีลักษณะวงรี โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดบัวมีค่าอยู่ที่ 14-16 มิลลิเมตร และความยาวของเมล็ดบัว ระหว่าง 20-22 มิลลิเมตร ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวจึงได้ออกแบบ ช่องใบมีดให้มีความกว้างกว่าเมล็ดบัวเล็กน้อย ซึ่งเมื่อใส่เมล็ดบัวลงไปเมล็ดก็ไปอยู่ที่ชุดมีดกรีด แต่ปัญหาที่พบเมล็ดบัวมีขนาดเล็กบ้างใหญ่บ้าง จะทำให้ชุดใบมีดกรีดเปลือกเมล็ด

บัวไม่ได้ ดังนั้นการออกแบบจึงต้องมีสปริงติดไว้ที่ชุดมีดกรีด เพื่อที่จะได้ให้มีดกรีดเมล็ดบัวขนาดเล็กได้ และจากการศึกษาความยาวของเมล็ดบัวทำให้สามารถกำหนดความกว้างของช่องใบมีดได้ ส่วนต้นกำลังนั้นเลือกใช้มอเตอร์เกียร์ที่มีตัวสปีดคอนโทรล เพราะสะดวกในการปรับความเร็วรอบ ในการทดสอบ ซึ่งเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวประกอบด้วย ส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน คือ ชุดป้อนเมล็ด ชุดมีดกรีด กลไก Scotch Yoke และระบบส่งกำลัง

หลังจากได้คำนวณและออกแบบขนาดต่าง ๆ ของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงแล้ว จึงได้ทำการเขียนแบบทางวิศวกรรม แสดงดังรูป 4.1 เมื่อดำเนินการเขียนแบบเสร็จสิ้น จึงได้ดำเนินการสร้างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงต้นแบบตามแบบที่เขียนแบบไว้ ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 การเขียนแบบทางวิศวกรรมเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

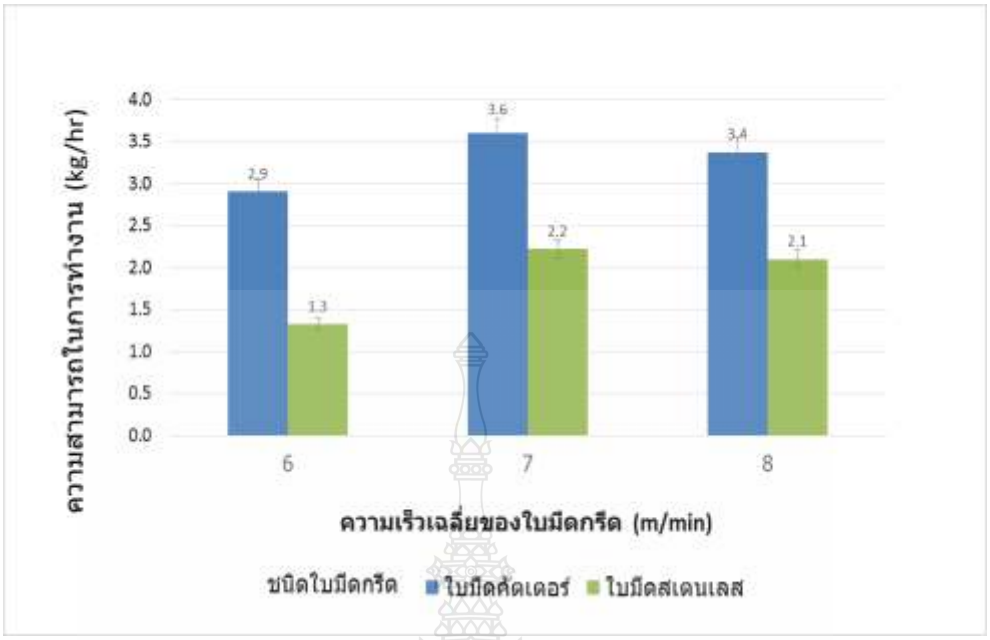
รูปที่ 4.2 เครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่ออกแบบและสร้างเสร็จ

4.3 ผลการทดสอบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

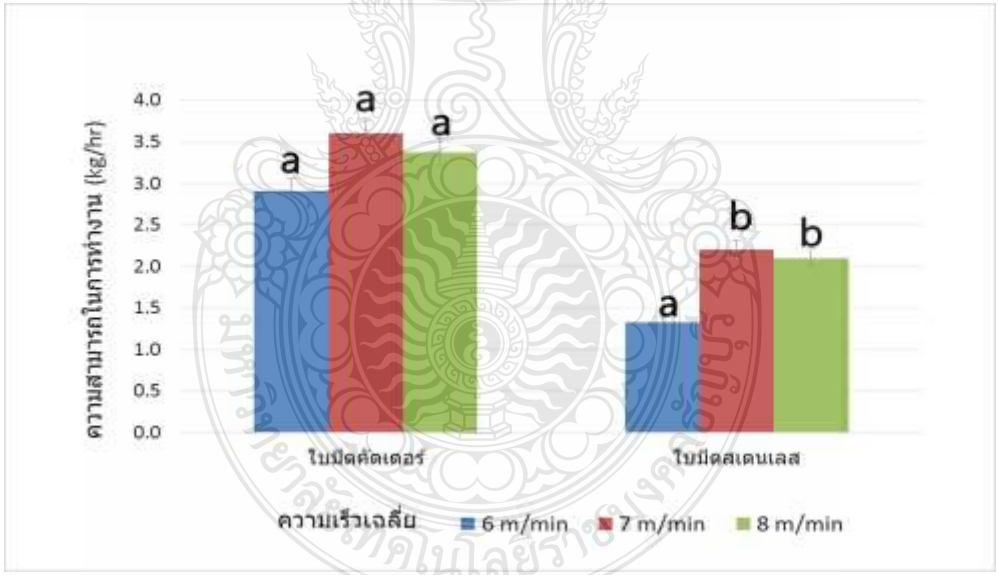
ผลการทดสอบการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง ที่ความเร็วเฉลี่ยของใบมีด 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที เพื่อหาความเร็วเฉลี่ยของกลไกที่ดีที่สุด โดยใช้ค่าชี้ผลการศึกษา ได้แก่ ความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดได้ เปอร์เซ็นต์การเสียหาย และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ดังต่อไปนี้

4.3.1 ความสามารถในการทำงานของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

จากผลการทดสอบดังรูปที่ 4.3 ก) พบว่าความสามารถในการทำงานของชุดใบมีดคัตเตอร์ที่ความเร็วเฉลี่ย 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที เครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงมีความสามารถในการทำงาน 2.9, 3.6 และ 3.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ เห็นได้ว่าความสามารถในการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงจะเพิ่มขึ้นที่ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีดที่ 7 เมตรต่อนาที และจะลดลงเมื่อเพิ่มความเร็วของชุดใบมีดกรีดที่ 8 เมตรต่อนาที และพบว่าที่ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีด 6 เมตรต่อนาที จะมีความสามารถในการทำงานน้อยสุด เนื่องจากเมื่อลดความเร็วของชุดใบมีดที่ยึดติดกับกลไก Scotch Yoke เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดบัวหลวงลดลง และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดเพิ่มขึ้นดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อตารางแสดงการหาเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง ดังนั้นจึงเลือกใช้ความสามารถในการทำงานของชุดใบมีดคัตเตอร์ที่ความเร็วเฉลี่ย 7 เมตรต่อนาที ไปใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมต่อไป ซึ่งความสามารถในการทำงาน คือ 3.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.3 ก) ความสามารถในการทำงานของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

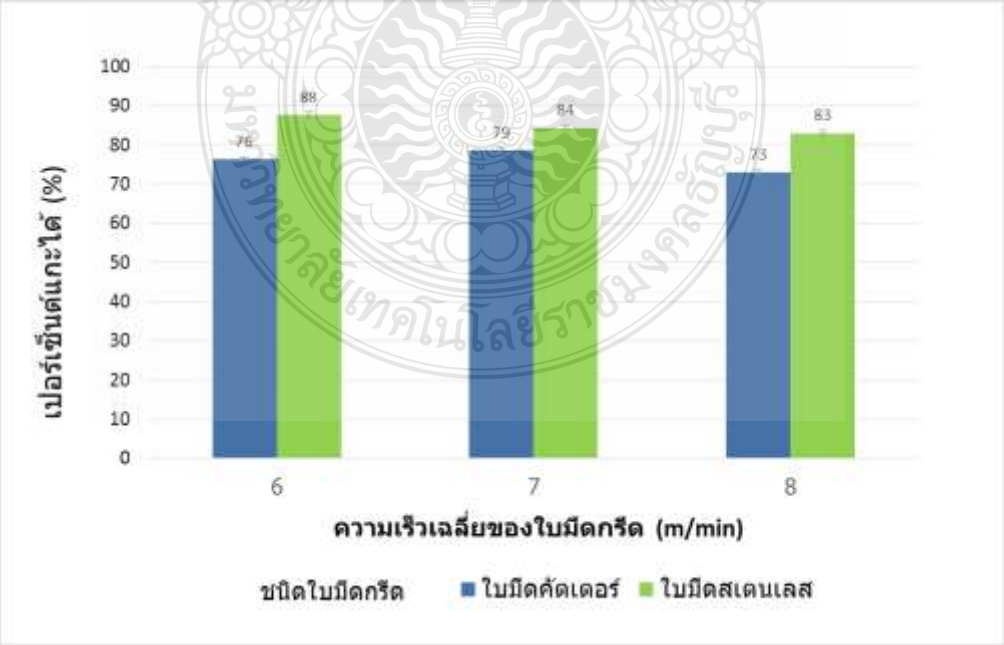


รูปที่ 4.3 ข) [abc] อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละชุดการทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความสามารถในการทำงานของชุดใบมีดคัตเตอร์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ที่ความเร็วเฉลี่ย 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที (a,a,a) แต่ชุดใบมีดสเตนเลสมีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05) ที่ความเร็วเฉลี่ย 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที (a,b,b) เพราะชุดใบมีดสเตนเลสที่ทำเลียนแบบชุดใบมีดคัตเตอร์มีความคมน้อยกว่า ดังรูปที่ 4.3 ข)

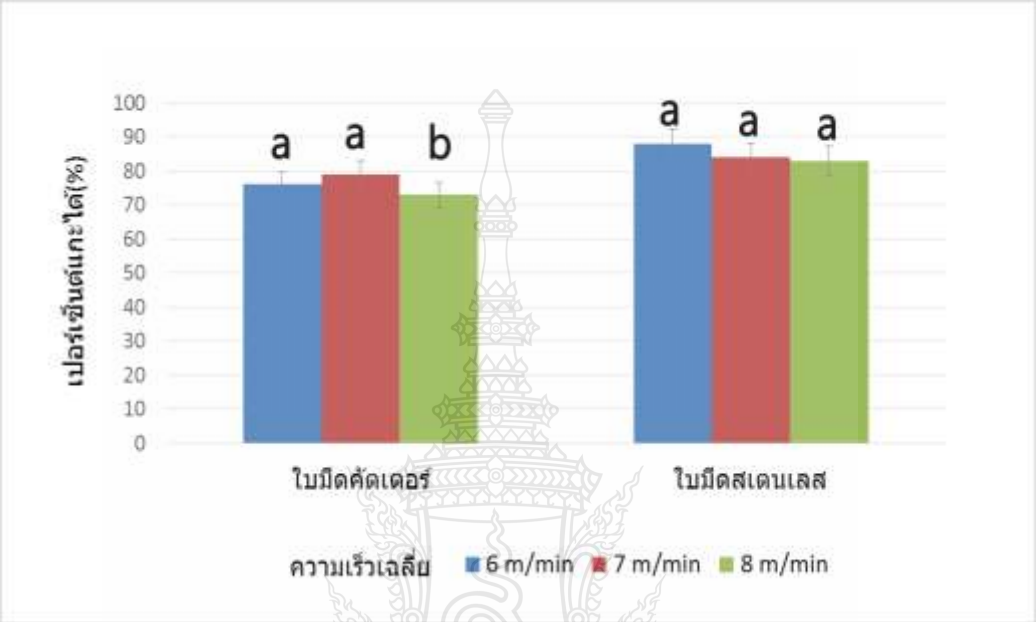
4.3.2 เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

จากผลการทดสอบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง ดังรูปที่ 4.4 ก) ที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดใบมีดกรีดคัตเตอร์ที่ 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที พบว่าเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงสามารถแกะเมล็ดบัวได้ 76, 79 และ 73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดจะลดลงเมื่อเพิ่มความเร็วของชุดใบมีดกรีด เนื่องจากเมื่อชุดใบมีดที่ยึดติดกับกลไก Scotch Yoke เคลื่อนที่เร็วขึ้น แรงเฉือนของใบมีดที่ตัดเฉือนเปลือกของเมล็ดบัวมีลักษณะการไถลมากกว่าการเฉือนทำให้เมล็ดบัวหมุนกลิ้งไปตัดกับใบมีดอีกชุดที่ติดตั้งในเรือนใบมีด ทำให้ใบมีดไม่สามารถเฉือนตัดเปลือกให้ครบรอบตามเส้นรอบวงของเมล็ดบัวได้ และเมื่อลดความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีดลงก็จะส่งผลต่อความสามารถในการทำงาน เนื่องจากจำนวนของเมล็ดบัวที่กลไก Scotch Yoke ลำเลียงเข้าไปตัดเฉือนในชุดใบมีดน้อยลง ดังนั้นความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีดคัตเตอร์ที่เหมาะสม คือ 7 เมตรต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์การแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง 79 %



รูปที่ 4.4 ก) แสดงเปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

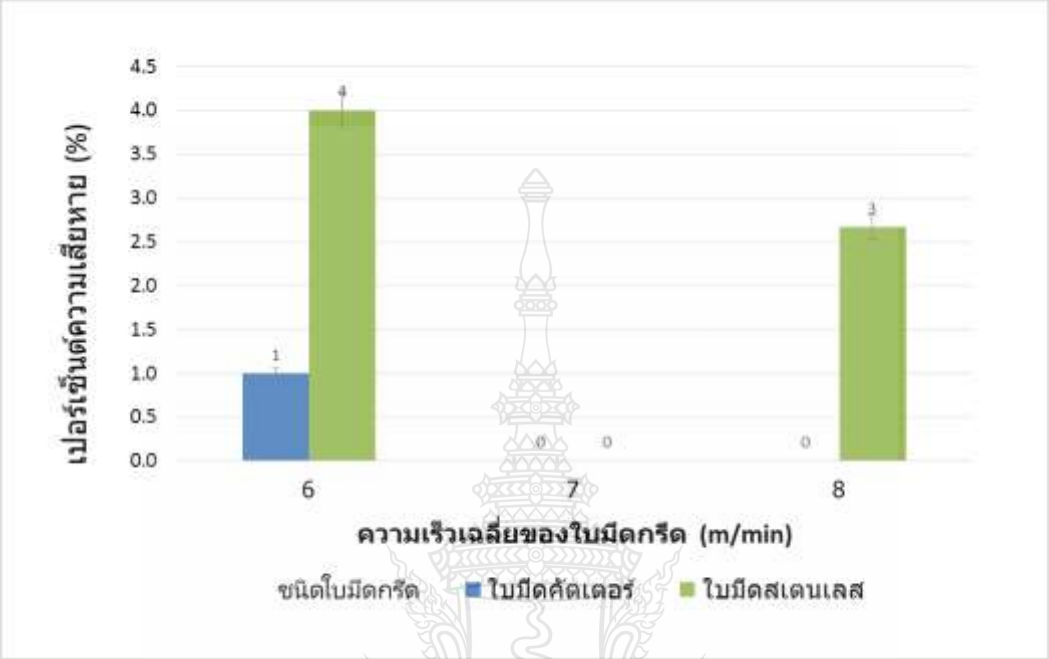
จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าเปอร์เซ็นต์การแกะได้ของชุดใบมีดคัตเตอร์มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) ที่ความเร็วเฉลี่ย 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที (a,a,b) และชุดใบมีดสเตนเลสไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ที่ความเร็วเฉลี่ย 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที (a,a,a) ดังรูปที่ 4.4 ข)



รูปที่ 4.4 ข) [abc] อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละชุดการทดสอบเปอร์เซ็นต์การแกะได้ของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

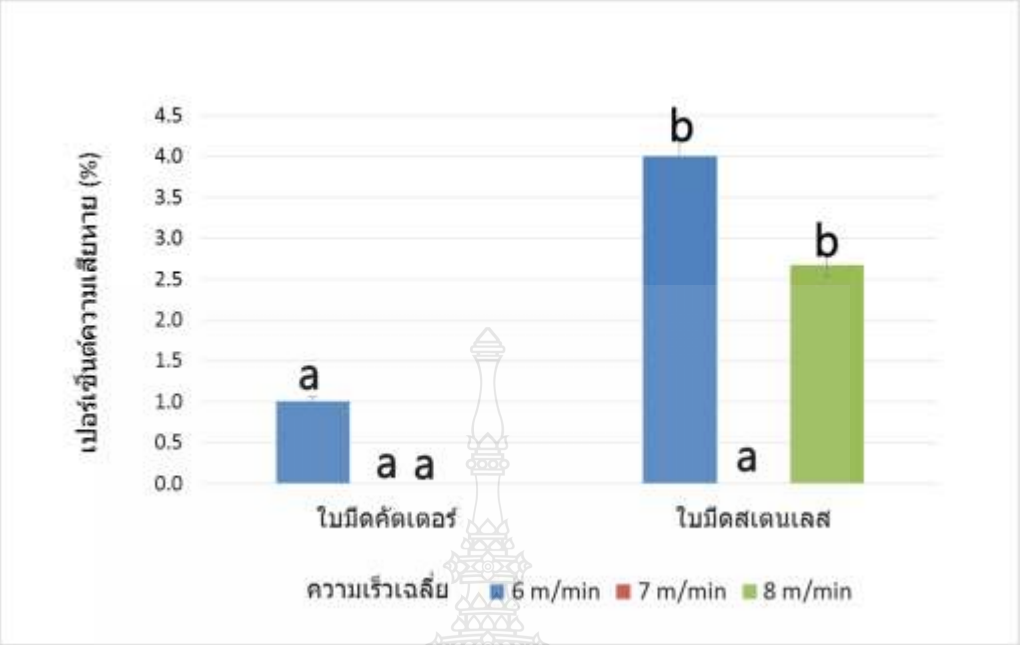
4.3.3 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

จากผลการทดสอบดังรูปที่ 4.5 ก) แสดงให้เห็นว่าที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดใบมีดกรีดคัตเตอร์ที่ 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ด 1, 0 และ 0 % ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เมล็ดบัวหลวงไม่เกิดความเสียหายเมื่อทดสอบความเร็วเฉลี่ยของชุดใบมีดกรีดคัตเตอร์ที่ 7 และ 8 เมตรต่อนาที และมีความเสียหายมากสุดที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดใบมีดกรีดคัตเตอร์ที่ 6 เมตรต่อนาที เนื่องจากความเร็วของชุดใบมีดที่ยึดติดกับกลไก Scotch Yoke เคลื่อนที่ช้า แรงเฉือนของใบมีดที่ตัดเฉือนเปลือกของเมล็ดบัวจะน้อยลงเป็นผลทำให้เนื้อของเมล็ดบัวแตกเสียหายจากแรง ดังนั้นที่ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีดคัตเตอร์ที่เหมาะสม คือ 7 เมตรต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วเฉลี่ยที่ทำให้แรงเฉือนของใบมีดกรีดไม่ทำให้เมล็ดบัวแตกเสียหาย



รูปที่ 4.5 ก) แสดงเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

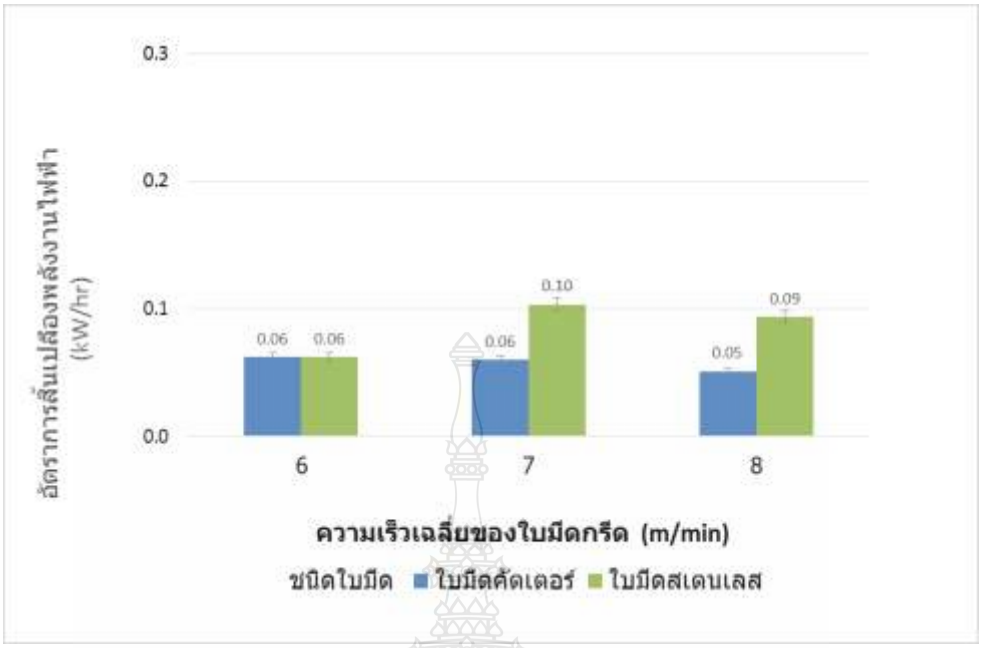
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความสามารถในการทำงานของชุดใบมีดคัตเตอร์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ที่ความเร็วเฉลี่ย 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที (a,a,a) และชุดใบมีดสเตนเลสมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) ที่ความเร็วเฉลี่ย 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที (a,b,b) ดังรูปที่ 4.5 ข) เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงมีความเหมาะสมที่ความเร็วเฉลี่ย 7 เมตรต่อนาที มีค่าน้อยที่สุดคือ 0 เปอร์เซ็นต์



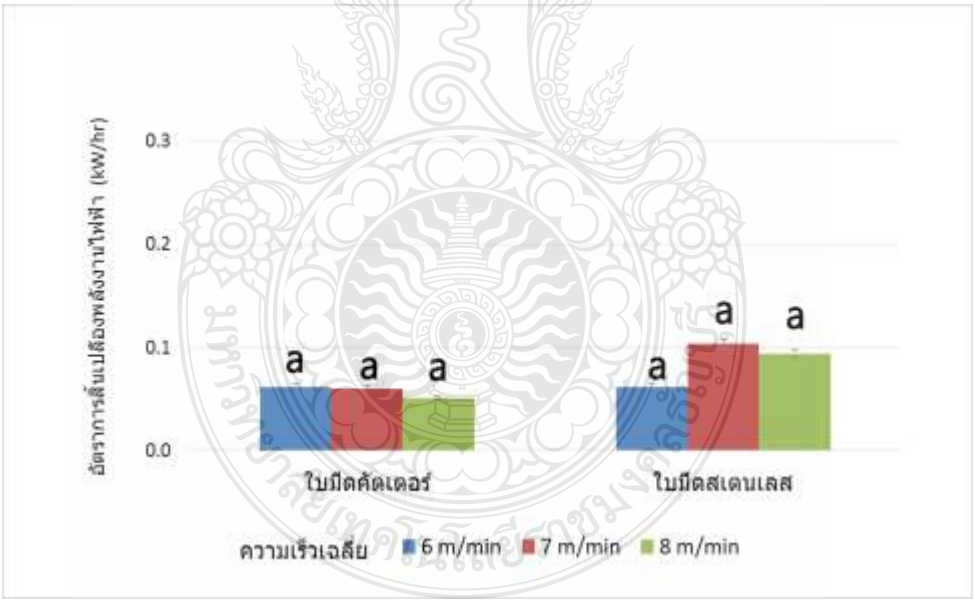
รูปที่ 4.5 ข) [abc] อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละชุดการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3.4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

จากผลการทดสอบดังรูปที่ 4.6 ก) พบว่าที่ ช่วงความเร็วเฉลี่ยของชุดใบมีดคัตเตอร์ ทั้งสามความเร็วมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความเร็วการหมุนของมอเตอร์เกียร์ที่เพิ่มขึ้น อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดใบมีดกรีด 7 เมตรต่อนาที จะอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.06 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และนำไปเป็นค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมต่อไป



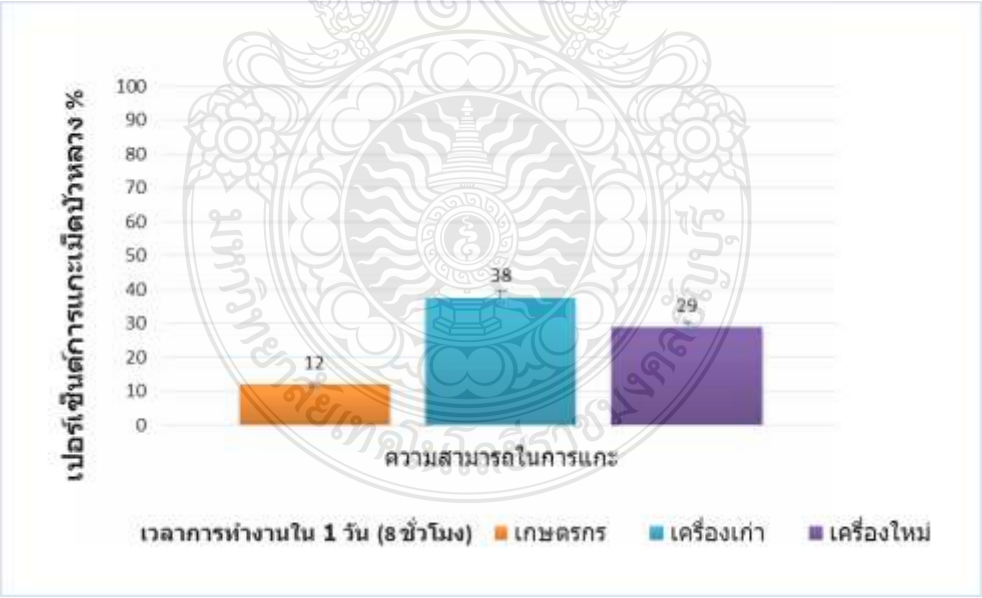
รูปที่ 4.6 ก) แสดงอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง



รูปที่ 4.6 ข) [abc] อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละชุดการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงของชุดใบมีดคัตเตอร์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ที่ความเร็วเฉลี่ย 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที (a,a,a) และชุดใบมีดสเตนเลสไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) (P<0.05) ที่ความเร็วเฉลี่ย 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที (a,a,a) ดังรูปที่ 4.6 ข)

ผลการทดสอบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง ได้อัตราการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่ 3.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือ 29 กิโลกรัมต่อวัน (1วันทำงาน 8 ชั่วโมง) ที่ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดคัตเตอร์ 7 เมตรต่อนาที มาเทียบกับเกษตรกรในการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่มีอัตราการแกะเมล็ดบัวหลวง 1.5 กิโลกรัมต่อชั่งโมง หรือ 12 กิโลกรัมต่อวัน และนำผลมาเทียบกับเครื่องเก่าในการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่มีอัตราการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง 4.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลการเปรียบเทียบดังรูปที่ 4.7 ซึ่งเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงแบบใหม่สามารถแกะได้มากกว่าเกษตรกร 2.1 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งนำมาเปรียบเทียบเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่พัฒนานั่น สามารถแกะได้มากกว่าเกษตรกร 17 กิโลกรัมต่อวัน และลดปัญหาในเรื่องของความเมื่อยล้า และปัญหาด้านอุบัติเหตุในการแกะเมล็ดบัวหลวงด้วย



รูปที่ 4.7 แสดงเปอร์เซ็นต์การแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงของเครื่องแกะกับเกษตรกร

เมล็ดบัวหลวงก่อนเข้าเครื่องแกะเปลือก

และหลังเข้าเครื่องแกะเปลือก

เมล็ดบัวหลวงที่แกะเปลือกได้

เมล็ดบัวหลวงที่แกะเปลือกไม่ได้

เมล็ดบัวหลวงที่แตกเสียหายที่ความเร็วเฉลี่ย 6, 7 และ 8 เมตรต่อนาที

รูปที่ 4.8 ภาพแสดงผลต่างๆของเมล็ดบัวหลวง

4.4 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

จากผลการทดสอบของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่ได้ออกแบบขึ้นโดยใช้แรงงานคนปฏิบัติงาน 1 คน กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยใช้งาน 0.06 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ความสามารถในการทำงาน 3.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมื่อกำหนดให้เรื่องทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวันทำงานปีละ 180 วัน สามารถคิดค่าใช้จ่ายในการทำงาน ระยะคืนทุน และจุดคุ้มทุนของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงได้ดังนี้

4.4.1 ค่าใช้จ่ายในการทำงาน

ค่าใช้จ่ายในการทำงานคำนวณได้จาก ต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนผันแปร (Variable - cost) ซึ่งมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

1.) ต้นทุนคงที่ (Fixed cost)

- ค่าเสื่อมราคา (Depreciation,DP) คิดค่าเสื่อมราคา (DP) แบบ Straight - linemethod DP = (P-S)/L โดยที่ P คือราคาซื้อของเครื่องจักร (บาท) S คือราคาขายหรือมูลค่าคงเหลือเมื่อเครื่องจักรหมดอายุ (บาท) และ L คือ อายุการใช้งานของเครื่องจักร (ปี)

- ราคาของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงจากตาราง 4.1 เท่ากับ 16,800 บาท ให้มูลค่าซากของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง เมื่อสิ้นปีที่ 5 มีมูลค่าคงเหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาต้นทุนเครื่อง ดังนั้น ราคาซากเครื่อง (S) = (10 / 100)*(16,800) = 1,680บาท

ค่าเสื่อมราคา (DP) = (P - S) / L = (16,800 – 1,680) / 5 = 3,024 บาท

- ดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาส (Interest on investment) คิดค่าเสียโอกาส (I) = ((P+S)/2)*(i/100) โดยที่ i คืออัตราดอกเบี้ยต่อปี (เปอร์เซ็นต์) กำหนดให้อัตราดอกเบี้ยต่อปีเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้น ค่าเสียโอกาสต่อปี = ((16,800 +1,680/ 2)*(10 / 100) = 924 บาทต่อปี

รวมต้นทุนคงที่ต่อปี (Fixed cost) = 3,024 +924= 3,948 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. มอเตอร์เกียร์ขนาด 90 W	2,500
2. วัสดุที่ใช้สร้างตัวเครื่อง	
- สเตนเลสแผ่น แบบกล่อง	4,000
- สายพาน	400
- พูเล่ย์ 2 ชุด	2,600
- ซุปเปอร์ลีน	1,800
- อื่นๆ	500
3. ค่าจ้างแรงงานสร้างและประกอบเครื่อง	5,000
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	16,800

2.) ต้นทุนผันแปร (Variable - cost)

- ค่าบำรุงรักษา (Repair and maintenance) คิดเฉลี่ยประมาณวันละ 5 บาท ทำงาน 180 วัน ค่าบำรุงรักษา = 5 × 180 = 900 บาทต่อปี

- ค่าไฟฟ้า จากการทดลองการสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 0.06 กิโลวัตต์ชั่วโมงราคาไฟฟ้าหน่วยละ 3.5 บาทในหนึ่งปีทำงาน 180 วัน วันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็นค่าไฟฟ้า = (0.06)·(3.5)·(180)·(8) = 302 บาทต่อปี

- ค่าจ้างแรงงาน อัตราค่าจ้างแรงงานวันละ 150 บาท จำนวน 1 คน ทำงาน 180 วัน คิดเป็นค่าจ้างแรงงาน = (150)·(180)·(1) = 27,000 บาทต่อปี รวมต้นทุนผันแปร = 900 + 302 +36,000 = 28,202 บาทต่อปี คิดต้นทุนในการใช้งานของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง โดยรวมต้นทุนคงที่กับต้นทุนผันแปรเท่ากับ 3,948 + 28,202 = 32,150 บาทต่อปี

- ค่าใช้จ่ายในการทำงาน (บาทต่อกิโลกรัม) ของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง ใน 1 ปี เวลาทำงาน 1,440 ชั่วโมง ความสามารถในการทำงาน 3.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะได้เท่ากับ 32,150 / (1,440 × 3.6) = 6 บาทต่อกิโลกรัม

4.4.2 ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

รายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณระยะเวลาคืนทุนมีดังนี้

1.) ต้นทุนผันแปร คือ ค่าผลรวมของค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ค่าไฟฟ้า ค่าจ้างแรงงาน

2.) ต้นทุนรวม คือ ต้นทุนผันแปรรวมกับดอกเบี้ยผลประโยชน์ที่ได้รับคิดจากอัตราค่าจ้างในการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงคูณชั่วโมงการทำงานต่อปี อัตราค่าแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงต่อชั่วโมง โดยใช้แรงงานคนของเกษตรกร 19 บาทต่อกิโลกรัม คูณกับอัตราการทำงาน 3.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เท่ากับ 68 บาทต่อชั่วโมง

3.) ผลประโยชน์สุทธิ คือ ผลต่างระหว่างผลประโยชน์ที่ได้รับกับต้นทุนรวม

4.) ระยะเวลาคืนทุน คือ ผลหารระหว่างราคาซื้อเครื่องกับประโยชน์สุทธิ

ชั่วโมงการทำงาน	1,440	ชั่วโมงต่อปี	
ดอกเบี้ย	924	บาทต่อปี	
ต้นทุนผันแปร	32,150	บาทต่อปี	
ต้นทุนรวม	32,150+ 924	= 33,074	บาทต่อปี
ผลประโยชน์ที่ได้รับ	1,440 × 29	= 41,760	บาทต่อปี
ผลประโยชน์สุทธิ	41,760-33,074	= -8,686	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	(16,800/-8,686) × 12	= 23 เดือน	

ดังนั้น 1 ปี ทำงาน 1,440 ชั่วโมง ระยะเวลาคืนทุนจะเท่ากับ 23 เดือน หรือ 700 วัน

4.4.3 การใช้งานคุ้มทุน

การใช้งานคุ้มทุน = ค่าใช้จ่ายคงที่ / (อัตราค่าจ้าง – ค่าใช้จ่ายในการทำงาน) ค่าใช้จ่ายคงที่ = 3,948 บาทต่อปี

อัตราค่าจ้างการแกะเมล็ดบัวหลวงของเกษตรกร = 19 บาทต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบอัตราการทำงาน 3.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะได้อัตราค่าจ้าง (19)·(3.6) = 68 บาทต่อชั่วโมง

ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง เท่ากับ 6 บาทต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบอัตราการทำงาน 3.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะได้ค่าใช้จ่ายในการทำงานเท่ากับ (6)·(3.6) = 22 บาทต่อชั่วโมง ดังนั้นการใช้งานที่จุดคุ้มทุน = 3,948 / (6-22) = 247 ชั่วโมงต่อปี

จากการดำเนินการวิจัยข้างต้น สามารถนำค่าต่างๆ ที่ได้รับจากการวิจัยมาเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงต้นแบบและเกษตรกรแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงต้นแบบและเกษตรกร

หัวข้อในการเปรียบเทียบ	เกษตรกร	เครื่องแกะเมล็ดบัวแบบเก่า	เครื่องแกะเมล็ดบัวแบบใหม่
1. ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	1.5	4.7	3.6
2. เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดบัวหลวง (เปอร์เซ็นต์)	100	71.4	79
3. เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์)	0	3.9	0
4. ค่าใช้จ่ายในการทำงาน (บาทต่อกิโลกรัม)	19	-	6

จากตารางที่ 4.2 พบว่าความสามารถในการทำงาน เกษตรกรจะมีความสามารถในการทำงาน 1.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เครื่องแกะเมล็ดบัวแบบเก่ามีความสามารถในการทำงาน 4.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวแบบใหม่มีความสามารถในการทำงาน 3.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดได้เครื่องแบบใหม่ 79 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเกษตรกร และเครื่องแกะเมล็ดบัวแบบใหม่เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย 0 เปอร์เซ็นต์ เครื่องแบบเก่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย 3.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในการปฏิบัติงานของเกษตรกรสามารถแกะเมล็ดบัวหลวงได้ตรงตำแหน่งของเมล็ดบัวหลวงพอดี จากการสังเกตและความชำนาญจึงเกิดความเสียหายต่อเมล็ดบัวหลวงน้อย

สำหรับเปอร์เซ็นต์การแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงของเครื่องแบบใหม่ที่ความเร็วใบมีดกรีดที่ดีที่สุดอยู่ที่ 79 เปอร์เซ็นต์มากกว่าเครื่องแบบเก่า ส่วนการทำงานของเกษตรกรจะมีเปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดบัวหลวง 100 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรสามารถแกะเมล็ดบัวหลวงได้ดีเพราะเกษตรกรจับเมล็ดบัวหลวงแล้วใช้มีดกรีดได้อย่างแม่นยำ

เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำงานจะพบว่าเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงแบบใหม่มีค่าใช้จ่าย 6 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อเทียบกับเกษตรกรมีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 19 บาทต่อกิโลกรัม เครื่องมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเพราะได้เพิ่มชุดใบมีดกรีด 2 ชุด ทำให้ประหยัดกว่าค่าใช้จ่ายเกษตรกร

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการศึกษาปัญหาและวิธีการแกะเมล็ดบัวของเกษตรกร ขั้นตอนการแกะเมล็ดบัวเป็นขั้นตอนที่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งมีปัญหาอยู่หลายประการได้แก่ ใช้เวลาในการปฏิบัติงานมาก เกิดความเมื่อยล้าในการทำงาน ความไม่ปลอดภัยในการปฏิบัติงานอันเกิดจากอุบัติเหตุระหว่างการแกะเปลือกเมล็ดบัว เครื่องที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูงและมีเปอร์เซ็นต์การแกะที่น้อย เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้ออกแบบ พัฒนาและสร้างเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง โดยศึกษาคุณสมบัติ ต่างๆ ของเมล็ดบัว และวิธีการแกะเมล็ดบัวที่เหมาะสมจนได้รูปแบบการทำงานของเครื่องที่มีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วนคือ โครงสร้างของเครื่อง ชุดใบมีด กลไกในการทำงาน Scotch Yoke และระบบส่งกำลัง ซึ่งเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง ช่วยประหยัดแรงงานในการแกะเมล็ดบัวรวมทั้งสามารถพัฒนาให้ใช้ได้ดีขึ้นได้ โดยมีความสามารถที่ดีที่สุดในการทำงานเครื่องคือ 3.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ความเร็วเฉลี่ยใบมีดกรีดที่ความเร็ว 7 เมตรต่อนาที อัตราการสูญเสีย 0 เปอร์เซ็นต์ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.06 กิโลวัตต์ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ในการแกะเมล็ดบัว 79 เปอร์เซ็นต์ และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องแกะเมล็ดบัวพบว่ามีค่าใช้จ่าย 6 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อใช้เครื่องทำงาน 1,440 ชั่วโมงต่อปี ระยะเวลาคืนทุนจะเท่ากับ 23 เดือน หรือ 700 วันและจุดคุ้มทุน 247 ชั่วโมงต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการแกะด้วยแรงงานคนสามารถทำงานได้มากกว่า 2 เท่า

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การแกะเมล็ดบัวด้วยเครื่องจะต้องมีการคัดขนาดเมล็ดบัวที่มีขนาดเล็กมากออก ทำให้สูญเสียเวลาในการทำงาน ควรมีอุปกรณ์สำหรับคัดขนาดเมล็ดเพื่อลดเวลาในการทำงาน

5.2.2 การใช้ใบมีดคัตเตอร์ในชุดแกะ เปลี่ยนใบมีดใหม่เมื่อความคมของใบมีดกรีดลดลง ดูจากการกรีดเมล็ดบัวไม่เข้า ส่วนเกษตรกรนั้นจะทาน้ำมันพืชที่ใบมีดเพื่อป้องกันสนิมและเปลี่ยนใบมีดเมื่อใบมีดกรีดเมล็ดบัวไม่เข้าเช่นกัน

5.2.3 ควรเพิ่มขั้นตอนการคัดแยกเมล็ดบัวอ่อนและเมล็ดแก่ ซึ่งถ้าเมล็ดแก่จะมีสีเขียวจะเข้มหรือมีสีน้ำตาลอ่อนขั้วเมล็ดบัว ทำให้ขั้นตอนกรีดของใบมีดกรีดช้าและกรีดเมล็ดไม่เข้าเนื่องจากเปลือกจะเหนียวและแข็ง

5.2.4 ถ้าต้องการเพิ่มความสามารถในการทำงานของเครื่องมากขึ้น ต้องทำช่องชุดมีดกรีดเมล็ดเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 ช่อง

5.2.5 ควรพัฒนาออกแบบชุดร่อนแยกเปลือกและเมล็ดบัวที่ช่องทางออกเพื่อแยกเปลือกและเมล็ดบัวออกจากกัน

บรรณานุกรม

[1] สรรพคุณของเมล็ดบัว.2556**.** (ออนไลน์) ; เข้าถึงได้จาก : http://healthmeplease.com, (6 มกราคม 2557).

[2] จำรัส เซ็นนิล. 2555. **เม็ดบัว**.[ออนไลน์] ; เข้าถึงได้จาก http://www.jamrat.net/jamrathealth.aspx?blogid=509, (6 มกราคม 2557).

[3] การปลูกบัว. 2556. (ออนไลน์) ; เข้าถึงได้จาก http://guru.thaibizcenter.com/articledetail.asp?kid=7151 (6 มกราคม 2557).

[4] บัว. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://www.kroonoi17.tripod.com/nelumbo.html

[5] บัวหลวง. 2552. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://www.matichon.co.th/new

[6] ชฎาพร นุชจังหรีด, 2551. “ นานาสรรพคุณของบัว,” ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์, สำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยบูรพา.

[7] โรค แมลงและการป้องกัน, พิพิธภัณฑ์บัวมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี**,** เข้าถึงได้จาก: https://jaroonrat.wordpress.com/

[8] การทำนาบัว. ไทยเกษตรศาสตร์, เข้าถึงได้จาก: http://www.thaikasetsart.com/

[9] สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านเผือ จังหวัดอุดรธานี, “ประโยชน์ของเม็ดบัว“. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: banphue.udonthani.doae.go.th, (2 ธ.ค. 2013).

[10] แจ๋วพารวย ครอบครัวข่าว 3, ผลิตภัณฑ์เม็ดบัวอบกรอบ, จ.พิจิตร, แหล่งข้อมูล : http://www.krobkruakao.com, (16 ธ.ค. 2557).

[11] วิไล รังสาดทอง, 2545. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร, พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[12] บัณฑิต จริโมภาส, 2545. สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เกษตร, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[13] เพทาย ศรีสุดโต, ปวริส พิมพา และทิพากร อัปมาเก, 2551. “ออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง,” ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[14] ประเสริฐ วิโรจน์ชีวัน, สมใจ เพียรประสิทธิ์, และนนทโชติ อุดมศรี, 2557. “การพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัว,” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 28 น. 294-302.

[15] พุธวงค์ นาทอง, และวิไลพร คำงาม, 2551. “ออกแบบสร้างเครื่องแกะเม็ดกระเจี๊ยบ,” ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[16] สิงห์คาน แสนยากุล, และนิพนธ์วงค์ทา, 2553. “เครื่องกะเทาะเมล็ดแมคคาเดเมีย,” สาขาวิชาวิศวกรรมแม่พิมพ์, และช่างกลโรงงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ เชียงใหม่.

[17] กิตติพงษ์ ดวงมณีรัตน์, และภานุพงศ์ หงษ์หิน, 2554. “พัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดทานตะวัน,” สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

[18] สุริยา ใจดีเจริญ, และปานชีวัน ป่านทอง, 2554. “ สร้างเครื่องปอกเปลือกลำไย, ” ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์.

[19] สุทธิพร เนียมหอม, บัณฑิต จริโมภาส, และเอนก สุขเจริญ, 2551. “เครื่องปอกเปลือกหมากแห้ง,” วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงเสน.

[20] พัฒน์พงษ์ บัวไพจิตร, และสุทธิพงษ์ ถาบุญเรือง, 2547. “ออกแบบและสร้างเครื่องแกะเมล็ดมะขามสุก,” สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

[21] ธวัชชัย ทิวาวรรณวงศ์, และและทยาวีร์ หนูบุญ, 2544. “การพัฒนาเครื่องปอกเปลือกมันสำปะหลัง,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[22] กองพล กรุณา, ปราโมทย์ วรรณ, และพรรณเชษฐ บุญแสงขัติ, 2553. “ เครื่องปอกเปลือกปาล์มน้ำมัน,” สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาภาคพายัพ, เชียงใหม่.

[23] สาทิป รัตนภาสกร, นวภัทรา หนูนาค, และอำนาจ คูตะคุ, 2555. “การพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดมะรุม,” การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13, น. 667-672.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[24] กิตติพงษ์ กิมะพงศ์, และศราวุฒิ มะโนหาญ, 2555. “การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกหน่อไม้,” การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9.

[25] ฐนัทธ์ ยศแก้ว, วีรชัย จันทร์จ๋าง, และศุภชัย สุวรรณกาศ, 2549. “ เครื่องปอกเปลือกกระเทียมจีน,” ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนาวิทยาเขต ภาคพายัพ.

[26] Adetoro K. A. (2012). Development of a yam peeling machine. Global Advanced Research Journal of Engineering (ISSN: 2315-5124), Vol. 1(4), 085-088

[27] จิรายุทธ ตันทา, พันธ์คม เกิดแล้ว,และเอกพงษ์ มูลคำ, 2556. “เครื่องปอกสับปะรดและหั่นแว่น,” สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง.

[28] วิรัช แสงสุริยฤทธิ์, จีระโรจน์ เขียวอ่อน, และเพิ่มพูน ราตรี, 2557. “ การออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกมะพร้าว,” ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี,

[29] สนอง อมฤกษ์,ชัยวัฒน์ เผ่าสันทัดพาณิชย์, สมเดช ไทยแท้, และประพัฒน์ ทองจันทร์, 2552. “ทดสอบและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเขียวมะคาเดเมีย,” การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 9.

[30] มานพ ตันตระบัณฑิตย์, 2545. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทประชาชน จำกัด.

[31] จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, 2555. ออกแบบและเขียนแบบวิศวกรรม ด้วยโปรแกรม SolidWorks (ฉบับเรียนลัดด้วยตัวเอง). สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

[32] มาสสุภา โพธิ์รอด, จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, ณัฐวุฒิ โคตรพรหมศรี, และนุชนารถ ขันติวีรวัฒน์, 2559. “การพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง.” การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 17, น. 376-380.

ภาคผนวก ก

ตารางรวบรวมข้อมูลและผลการทดสอบ

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของเมล็ดบัวหลวง

เมล็ดที่	ความยาวของเมล็ดบัว (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ความหนาเปลือกเมล็ดบัว (mm)
1	16	14	1.2
2	17	14	1.1
3	16	14	1.3
4	16	14	1.0
5	16	14	1.2
6	16	14	1.4
7	17	14	1.3
8	16	15	1.2
9	16	14	1.3
10	17	15	1.2
11	16	14	1.4
12	16	14	1.3
13	17	14	1.0
14	16	13	1.4
15	16	14	1.2
16	16	14	1.2
17	16	14	1.3
18	16	14	1.2
19	16	14	1.1
20	16	14	1.0
21	16	14	1.2
22	16	14	1.3
23	16	14	1.3
24	16	14	1.2
25	15	14	1.2

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของเมล็ดบัวหลวง

เมล็ดที่	ความยาวของเมล็ดบัว (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ความหนาเปลือกเมล็ดบัว (mm)
26	16	14	1.3
27	17	14	1.2
28	16	14	1.4
29	17	14	1.4
30	17	16	1.2
31	17	15	1.3
32	16	16	1.2
33	17	14	1.2
34	16	14	1.4
35	17	15	1.6
36	16	14	1.5
37	16	14	1.5
38	16	14	1.3
39	16	14	1.2
40	16	14	1.2
41	16.	14	1.4
42	17	14	1.2
43	17	15	1.3
44	17	14	1.3
45	17	15	1.2
46	17	14	1.4
47	17	14	1.3
48	17	15	1.4
49	17	15	1.3
50	17	15	1.4

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของเมล็ดบัวหลวง

เมล็ดที่	ความยาวของเมล็ดบัว (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ความหนาเปลือกเมล็ดบัว (mm)
51	16	14	1.2
52	16	15	1.3
53	17	15	1.2
54	17	15	1.3
55	17	15	1.0
56	16	15	1.2
57	18	15	1.4
58	18	15	1.3
59	17	15	1.0
60	16	15	1.1
61	16	15	1.1
62	17	15	1.3
63	17	14	1.3
64	17	14	1.4
65	16	14	1.2
66	16	15	1.2
67	16	14	1.3
68	17	15	1.3
69	17	15	1.4
70	18	14	1.2
71	17	14	1.2
72	17	15	1.3
73	17	14	1.1
74	16	15	1.2
75	18	14	1.2

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของเมล็ดบัวหลวง

เมล็ดที่	ความยาวของเมล็ดบัว (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ความหนาเปลือกเมล็ดบัว (mm)
76	17	15	1.3
77	17	14	1.0
78	17	18	1.2
79	17	14	1.0
80	17	15	1.1
81	17	14	1.2
82	17	14	1.2
83	17	15	1.4
84	16	15	1.2
85	17	14	1.3
86	17	15	1.1
87	17	14	1.2
88	16	14	1.3
89	16	14	1.4
90	16	14	1.2
91	16	14	1.4
92	16	14	1.3
93	15	14	1.4
94	17	14	1.2
95	17	14	1.3
96	16	14	1.2
97	16	15	1.4
98	17	14	1.3
99	16	14	1.2
100	16	14	1.1

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของเมล็ดบัวหลวง

เมล็ดที่	ความยาวของเมล็ดบัว (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ความหนาเปลือกเมล็ดบัว (mm)
101	20	15	1.2
102	22	15	1.1
103	21	14	1.3
104	20	15	1.0
105	21	15	1.2
106	22	15	1.4
107	22	15	1.3
108	20	15	1.2
109	21	15	1.3
110	22	16	1.2
111	20	15	1.4
112	22	14	1.3
113	22	15	1.0
114	22	16	1.4
115	20	15	1.2
116	21	15	1.2
117	22	15	1.3
118	22	14	1.2
119	21	16	1.1
120	22	14	1.0
121	22	15	1.2
122	20	16	1.3
123	22	15	1.3
124	21	16	1.2
125	21	15	1.2

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของเมล็ดบัวหลวง

เมล็ดที่	ความยาวของเมล็ดบัว (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ความหนาเปลือกเมล็ดบัว (mm)
126	21	14	1.3
127	22	14	1.2
128	20	14	1.4
129	22	15	1.4
130	22	15	1.2
131	20	14	1.3
132	21	15	1.2
133	21	15	1.2
134	22	15	1.4
135	22	14	1.6
136	22	14	1.5
137	22	14	1.5
138	20	15	1.3
139	22	15	1.2
140	21	16	1.2
141	22	14	1.4
142	22	15	1.2
143	22	14	1.3
144	22	15	1.3
145	22	14	1.2
146	20	15	1.4
147	21	14	1.3
148	21	15	1.4
149	22	14	1.3
150	22	14	1.4

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของเมล็ดบัวหลวง

เมล็ดที่	ความยาวของเมล็ดบัว (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ความหนาเปลือกเมล็ดบัว (mm)
151	20	15	1.2
152	22	14	1.3
153	20	15	1.2
154	22	15	1.3
155	20	15	1.0
156	22	15	1.2
157	20	14	1.4
158	21	15	1.3
159	20	15	1.0
160	22	14	1.1
161	22	15	1.1
162	21	15	1.3
163	21	16	1.3
164	20	15	1.3
165	22	15	1.2
166	22	15	1.2
167	20	14	1.4
168	22	14	1.3
169	22	15	1.4
170	20	16	1.2
171	22	15	1.2
172	22	15	1.3
173	21	15	1.1
174	21	14	1.2
175	22	14	1.2

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาของเมล็ดบัวหลวง

เมล็ดที่	ความยาวของเมล็ดบัว (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ความหนาเปลือกเมล็ดบัว (mm)
176	20	15	1.3
177	22	15	1.0
178	22	15	1.2
179	20	15	1.0
180	22	15	1.1
181	20	14	1.2
182	22	14	1.2
183	21	14	1.4
184	22	15	1.2
185	22	14	1.3
186	21	15	1.1
187	22	15	1.2
188	22	15	1.3
189	21	14	1.4
190	20	16	1.2
191	22	14	1.3
192	22	14	1.3
193	22	15	1.2
194	22	16	1.2
195	22	15	1.3
196	22	14	1.3
197	22	15	1.4
198	20	14	1.3
199	22	15	1.2
200	22	15	1.1
เฉลี่ย	19	15	1

ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

- ขนาดความยาวของเมล็ดบัว (mm)

ความยาวของเมล็ดบัวมากสุด	=	22
ความยาวของเมล็ดบัวน้อยสุด	=	16
ค่าเฉลี่ย	=	19

- เส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดบัว (mm)

เส้นผ่านศูนย์กลาง ใหญ่สุด	=	16
เส้นผ่านศูนย์กลาง เล็กสุด	=	14
ค่าเฉลี่ย	=	15

- ขนาดความหนาเปลือกของเมล็ดบัว (mm)

ความหนาของเมล็ดบัวใหญ่สุด	=	1.4
ความหนาของเมล็ดบัวเล็กสุด	=	1.0
ค่าเฉลี่ย	=	1

ผลตารางผนวกที่ ก.3 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วเฉลี่ยต่างๆของในมีดกรีดคัตเตอร์

อัตราเร็วเฉลี่ยใบมีดกรีด (m/min)	ครั้งที่	น้ำหนัก (g)	เวลา (min)	I (A)	V (v)	อัตราการแกะ (g)		ผลการแกะ (g)	
						แกะได้	แกะไม่ได้	ไม่เสียหาย	เสียหาย
6	1	100	1.31	0.28	220	76	24	100	0
	2	100	1.38	0.28	220	76	22	100	0
	3	100	2.37	0.28	220	77	22	100	0
7	1	100	1.38	0.25	220	82	18	100	0
	2	100	1.23	0.25	220	77	23	100	0
	3	100	1.28	0.25	220	77	23	100	0
8	1	100	1.23	0.23	220	74	26	100	0
	2	100	1.23	0.23	220	74	26	98	2
	3	100	1.36	0.23	220	71	29	99	1

ตารางผนวกที่ ก.3 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วต่างๆของในมีดกรีดคัตเตอร์

ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีดคัตเตอร์ (m/min)	ครั้งที่	ความสามารถในการทำงาน (kg/hr)	เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ด (%)	เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (%)	อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (kW-hr)
6	1	3.5	76	0	0.1
	2	3.3	76	2	0.1
	3	2.0	77	1	0.1
เฉลี่ย		2.9	76	0	0.3
7	1	3.6	82	0	0.1
	2	3.7	77	0	0.1
	3	3.6	77	0	0.1
เฉลี่ย		3.6	79	0	0.1
8	1	3.5	74	0	0.1
	2	3.5	74	0	0.1
	3	3.1	71	0	0.1
เฉลี่ย		3.4	73	0	0.1

ตารางผนวกที่ ก.4 แสดงสมรรถนะในการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีดคัตเตอร์ (m/min)	ครั้งที่	ความสามารถในการแกะ (kg/hr)	ค่าเฉลี่ย (kg/hr)
6	1	3.5	2.9
	2	3.3	
	3	2.0	
7	1	3.6	3.6
	2	3.7	
	3	3.6	
8	1	3.5	3.4
	2	3.5	
	3	3.1	

ตารางผนวกที่ ก.5 เปอร์เซ็นต์การแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีด (m/min)	เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดบัวหลวง (%)	
	แกะได้	แกะไม่ได้
6	76	24
7	79	21
8	73	27

ตารางผนวกที่ ก.6 เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย

ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีด (m/min)	ความเสียหาย (%)
6	0
7	0
8	0

ตารางผนวกที่ ก.7 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีด (m/min)	อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (kW-hr)
6	0.3
7	0.1
8	0.1

ผลตารางผนวกที่ ก.3 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วเฉลี่ยต่างๆของใบมีดสแตนเลส

อัตราเร็วเฉลี่ยใบมีดกรีด (m/min)	ครั้งที่	น้ำหนัก (g)	เวลา (min)	I (A)	V (v)	อัตราการแกะ (g)		ผลการแกะ (g)	
						แกะได้	แกะไม่ได้	ไม่เสียหาย	เสียหาย
6	1	100	4.48	0.28	220	89	11	99	1
	2	100	3.31	0.28	220	99	1	100	0
	3	100	4.50	0.28	220	75	14	89	11
7	1	100	2.36	0.25	220	84	16	100	0
	2	100	2.19	0.25	220	87	16	100	0
	3	100	2.38	0.25	220	82	13	100	0
8	1	100	2.35	0.23	220	83	17	100	0
	2	100	2.30	0.23	220	71	24	95	5
	3	100	2.27	0.23	220	85	12	97	3

ตารางผนวกที่ ก.3 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วต่างๆของในมีดกรีดสแตนเลส

ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีดสเตนเลส (m/min)	ครั้งที่	ความสามารถในการทำงาน (kg/hr)	เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ด (%)	เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (%)	อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (kW-hr)
6	1	1.2	89	1	0.1
	2	1.8	99	0	0.1
	3	1	75	11	0.1
เฉลี่ย		1.3	88	4	0.3
7	1	22	84	0	0.1
	2	2.4	87	0	0.1
	3	2.1	82	0	0.1
เฉลี่ย		2.2	84	0	0.1
8	1	2.1	83	0	0.1
	2	1.9	81	5	0.1
	3	2.3	85	3	0.1
เฉลี่ย		2.1	83	2.6	0.1

ตารางผนวกที่ ก.4 แสดงสมรรถนะในการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีดสเตนเลส (m/min)	ครั้งที่	ความสามารถในการแกะ (kg/hr)	ค่าเฉลี่ย (kg/hr)
6	1	1.2	1.33
	2	1.8	
	3	1	
7	1	2.2	2.22
	2	2.4	
	3	2.1	
8	1	2.1	2.1
	2	1.9	
	3	2.3	

ตารางผนวกที่ ก.5 เปอร์เซ็นต์การแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีดสเตนเลส (m/min)	เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดบัวหลวง (%)	
	แกะได้	แกะไม่ได้
6	88	12
7	84	16
8	83	17

ตารางผนวกที่ ก.6 เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย

ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีดสเตนเลส (m/min)	ความเสียหาย (%)
6	4
7	0
8	3

ตารางผนวกที่ ก.7 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีดสเตนเลส (m/min)	อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (kW-hr)
6	0.3
7	0.1
8	0.1

ภาคผนวก ข

การคำนวณค่าชี้ผลการทดสอบ

การคำนวณและการออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบ

1. การออกแบบช่องของชุดใบมีด

การหาระยะการทำช่องสำหรับทำชุดใบมีดที่เหมาะสม มาจากการวัดความยาวและความกว้างของเมล็ดบัว โดยความยาวมากสุดของเมล็ดบัวอยู่ที่ 22 มิลลิเมตร และความกว้างมากสุดอยู่ที่ 15 มิลลิเมตร จึงได้ออกแบบให้ช่องใบมีดกว้าง 22 มิลลิเมตร และให้ช่องลึกลงมา 15 มิลลิเมตร เพื่อให้เมล็ดบัวกลิ้งในช่องได้อย่างพอดี

2. แสดงตัวอย่างการคำนวณความสามารถในการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

ตัวอย่างการคำนวณความสามารถในการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง ที่มีความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีด 7 เมตรต่อนาที

$$\text{ความสามารถในการแกะเมล็ดบัว} = \frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่แกะเปลือกได้ทั้งหมด (kg)}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด (hr)}}$$

$$= \frac{0.077 \text{ kg}}{0.021 \text{ hr}} = 3.6 \text{ kg/hr}$$

ดังนั้น ความสามารถในการแกะเปลือกเมล็ดบัว เท่ากับ 3.6 kg/hr

3. **แสดงตัวอย่างการคำนวณการหาเปอร์เซ็นต์การแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง**

ตัวอย่างการคำนวณการหาเปอร์เซ็นต์การแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง ที่มีความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีด 7 เมตรต่อนาที

$$\text{เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดบัวหลวง} = \frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่แกะเปลือกได้ทั้งหมด(kg)}}{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงทั้งหมด(kg)}} \times 100$$

$$= \frac{0.079 \text{ kg}}{0.1 \text{ kg}} \times 100 = 79 \%$$

ดังนั้น เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดบัวหลวง เท่ากับ 79 %

4. แสดงตัวอย่างการคำนวณการหาเปอร์เซ็นต์การเสียหาย (%)

ตัวอย่างการคำนวณการหาเปอร์เซ็นต์การเสียหาย ที่มีความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีด 7 เมตรต่อนาที

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเสียหาย} = \frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่เสียหาย (kg)}}{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงทั้งหมด kg)}} \times 100$$

$$= \frac{0 \text{ kg}}{0.1 \text{ kg}} \times 100 = 0 \%$$

ดังนั้น เปอร์เซ็นต์การแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง เท่ากับ 0 %

5. แสดงตัวอย่างการคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้าของเครื่องแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวง

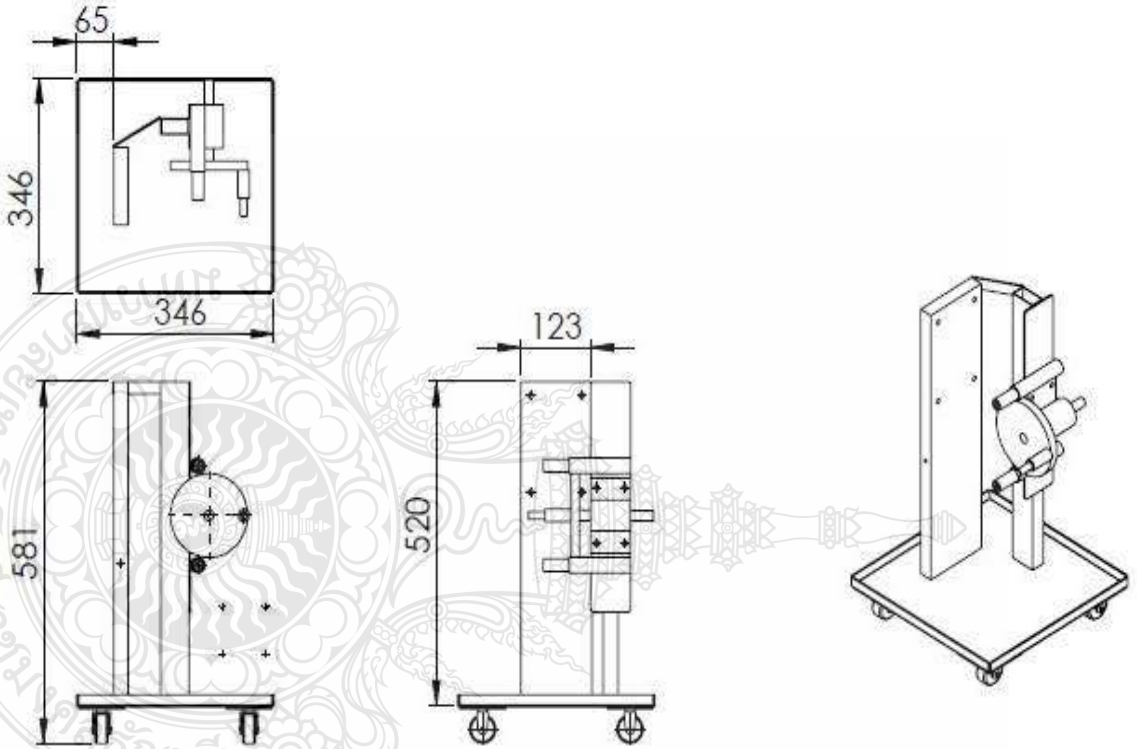
$$\text{อัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้า} = \frac{IVt}{1000} \text{ ; kW-hr}$$

$$= \frac{0.25 \times 220 \times 1}{1000} = 0.06 \text{ kW-hr}$$

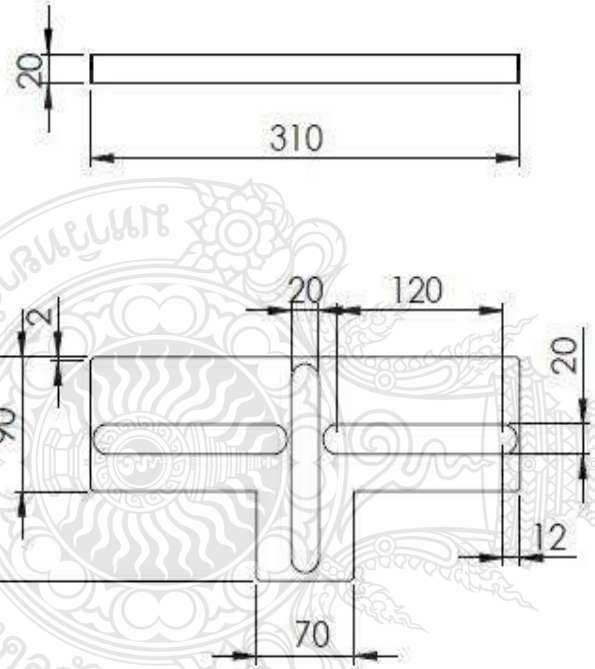
ดังนั้น อัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้า เท่ากับ 0.06 kW-hr

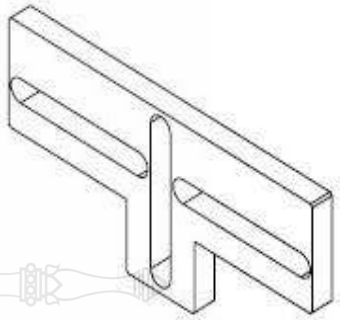
ภาคผนวก ค

การเขียนแบบทางวิศวกรรม

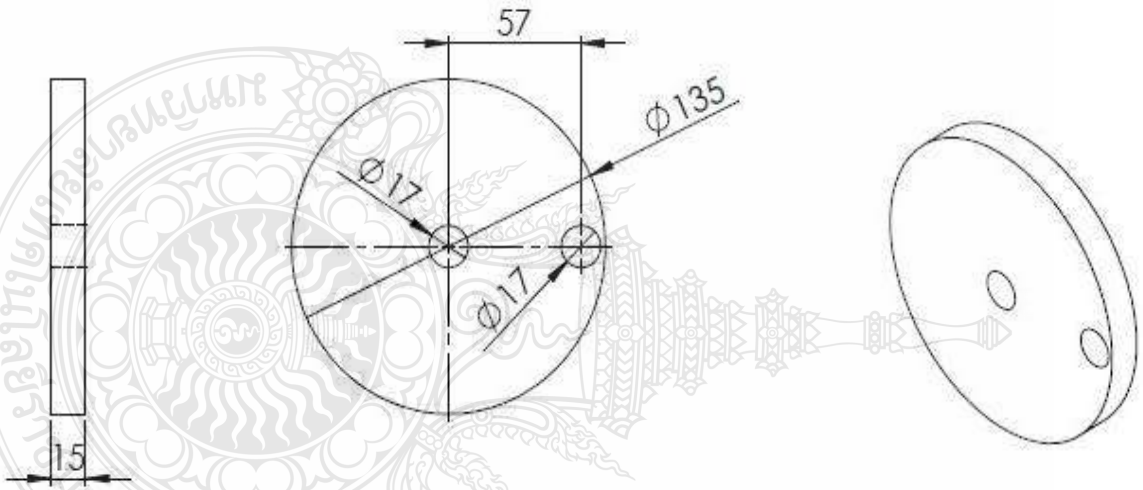


1	โครงสร้าง	346x346x581	Stainless		1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 12	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				

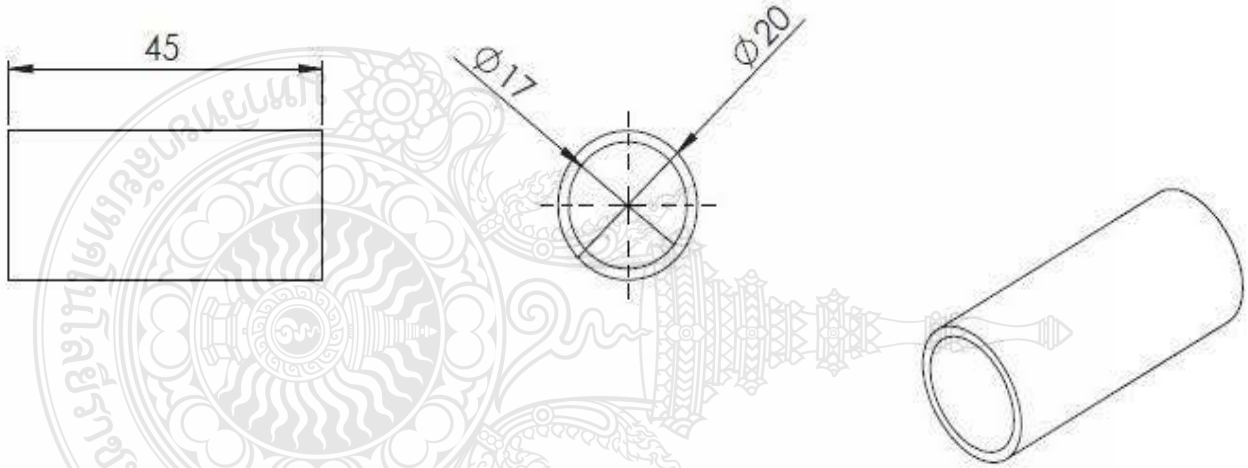


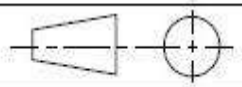


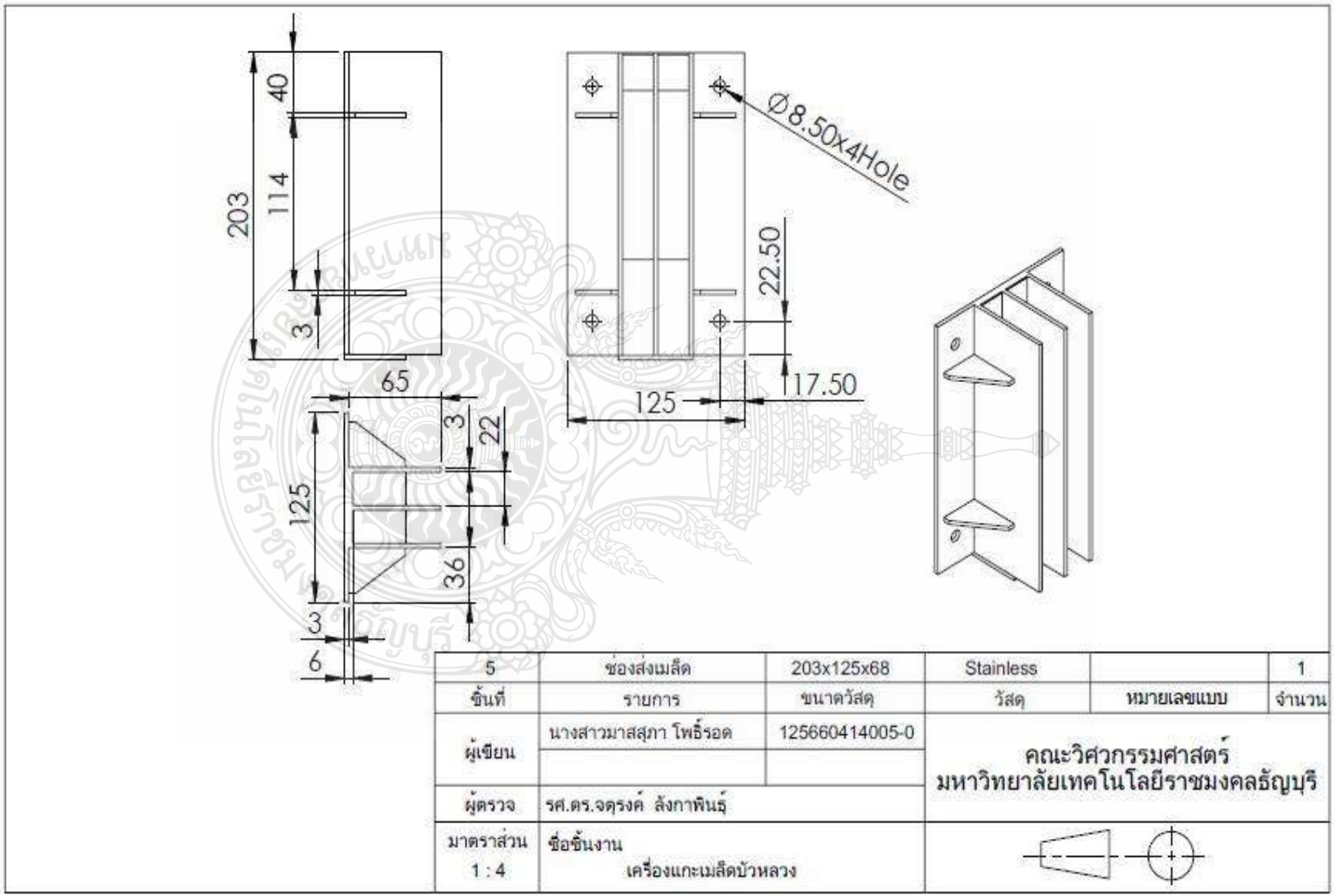
2	แขนกลไก Scotch Yoke	310x150x20	Suprelene		2
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ล้งกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 5	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				



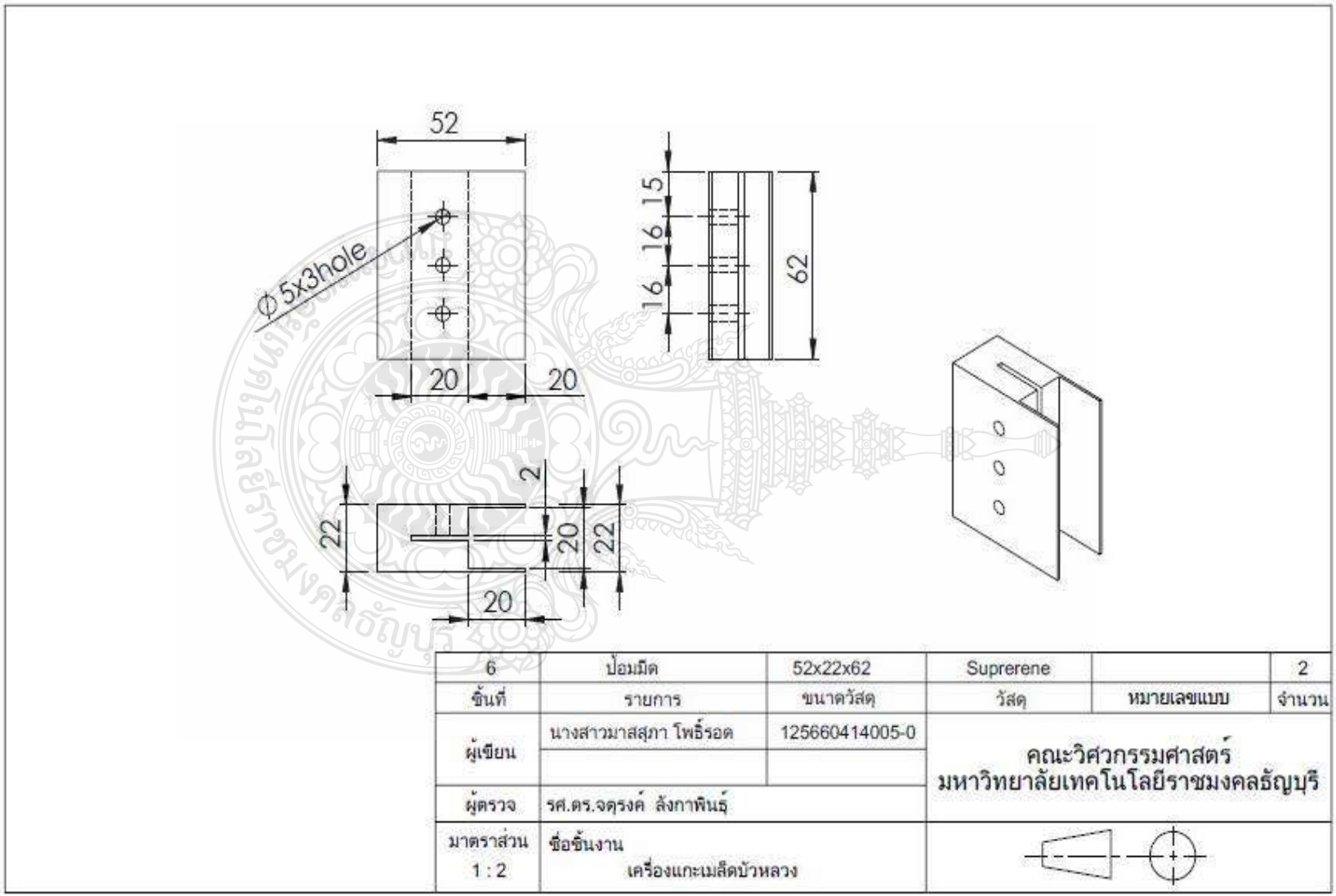
3	ตัวหมุนกลไก Scotch Yoke	∅ 135x15	Suprerene		1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ล้งกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 3	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				



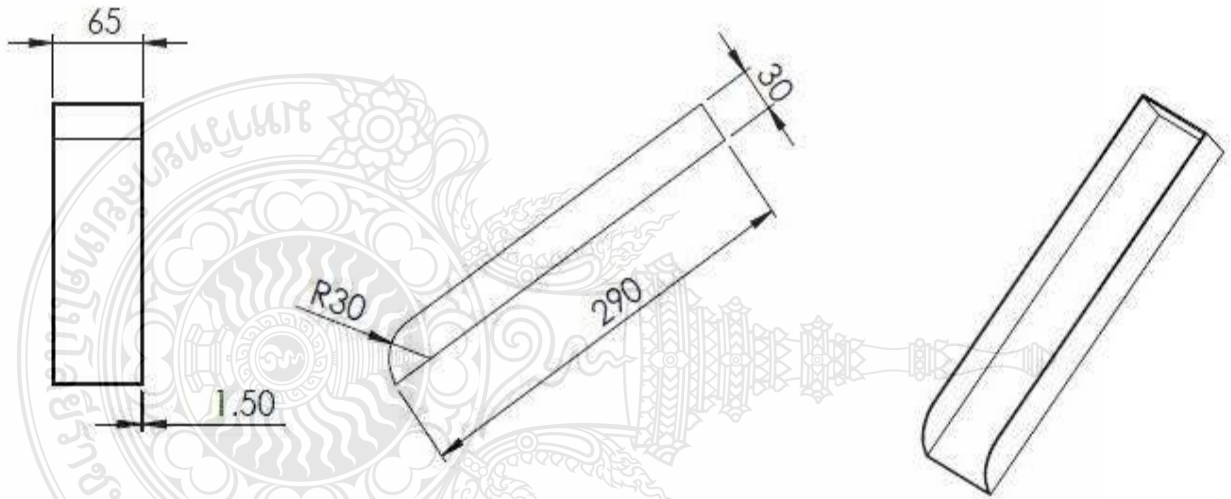
4	แขนตัวหมุนกลไก Scotch Yoke	Ø 20x45	Suprerene		1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 5	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				



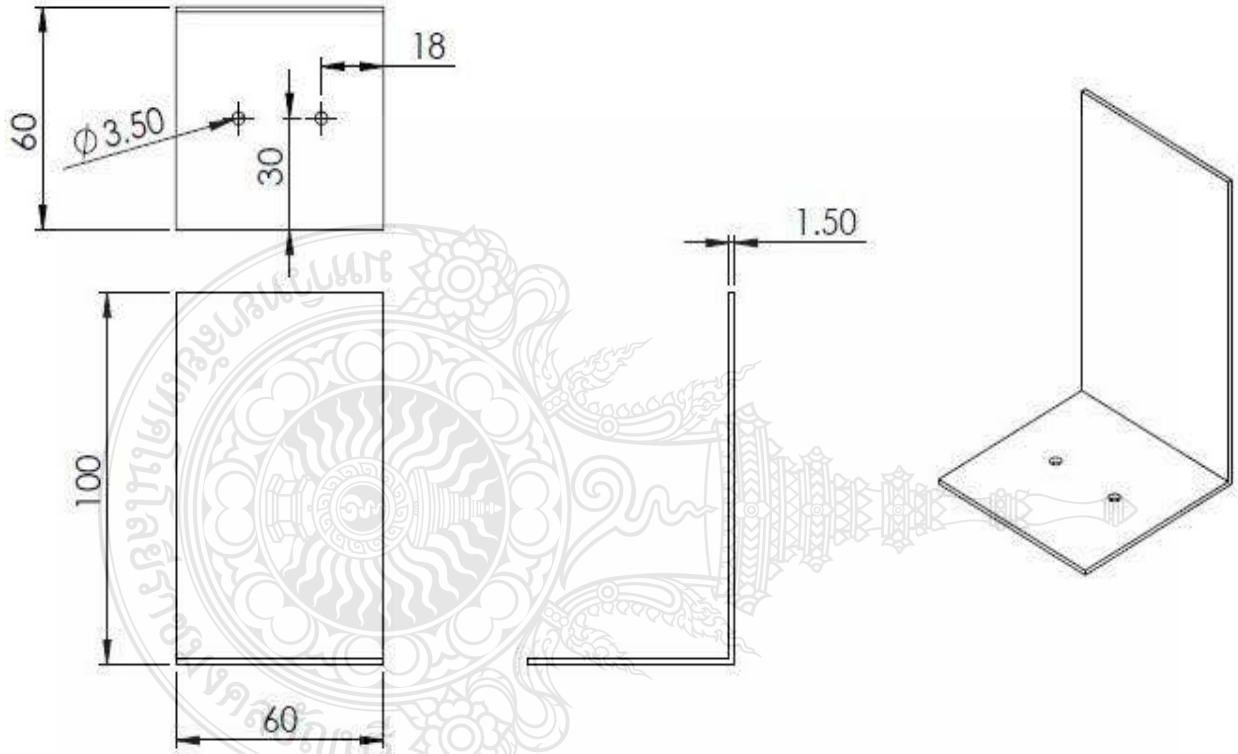
5	ช่องส่งเมล็ด	203x125x68	Stainless		1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ล้งกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 4	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				



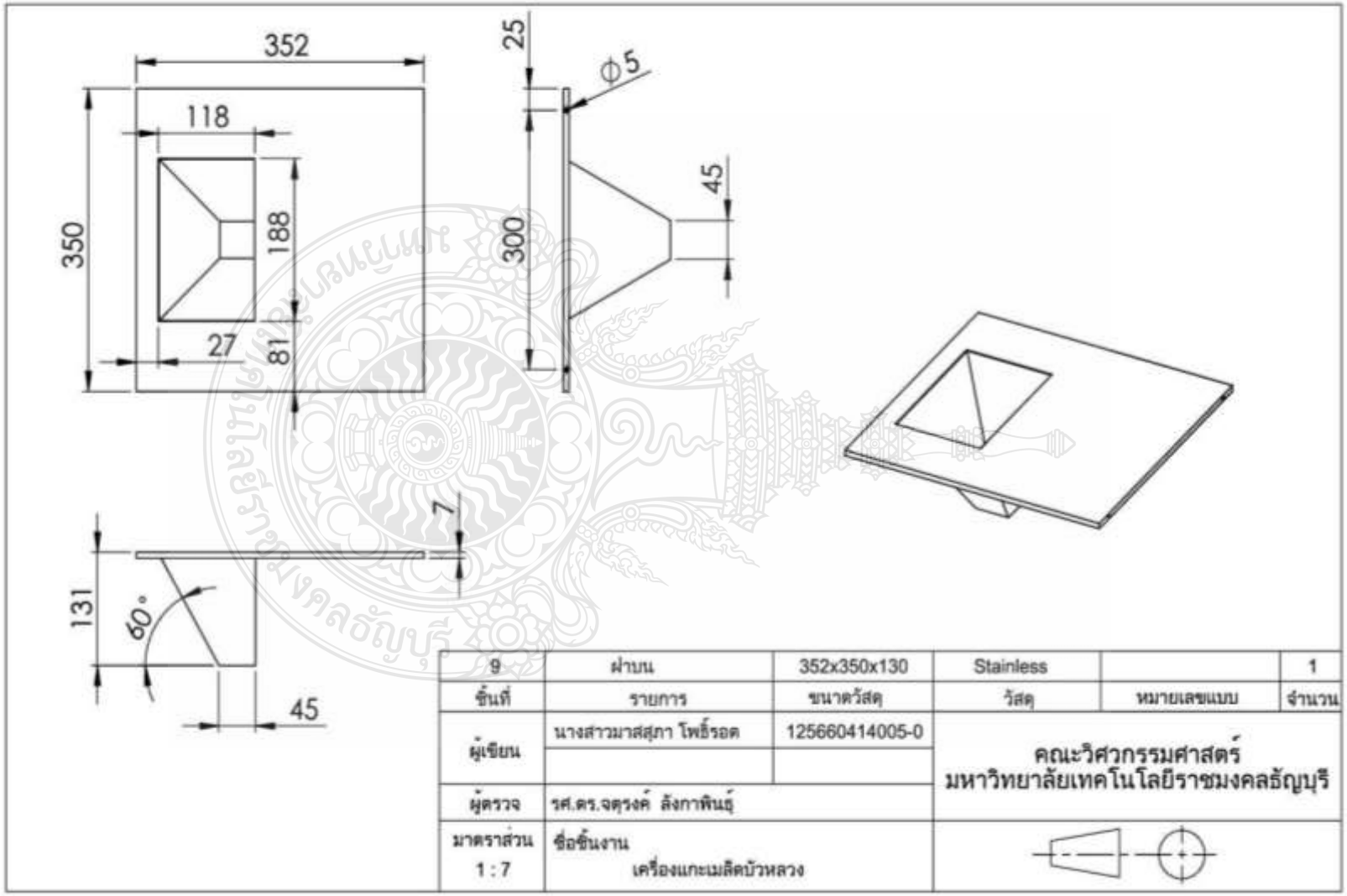
6	ป้อมมีด	52x22x62	Suprerene		2
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ล้งกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 2	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				

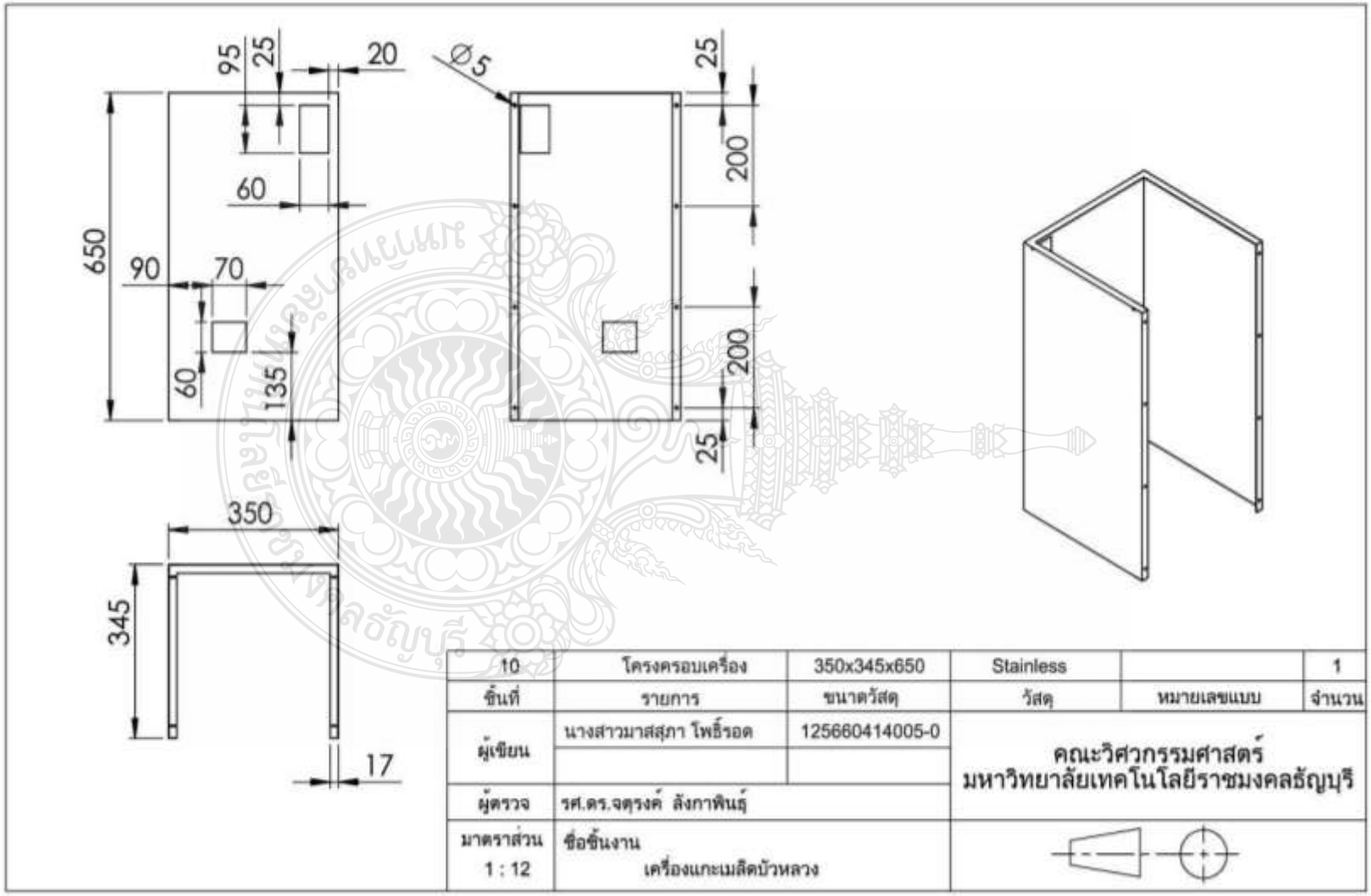


7	ช่องทางออกเมล็ด	290x65x30	Stainless		1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 5	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				

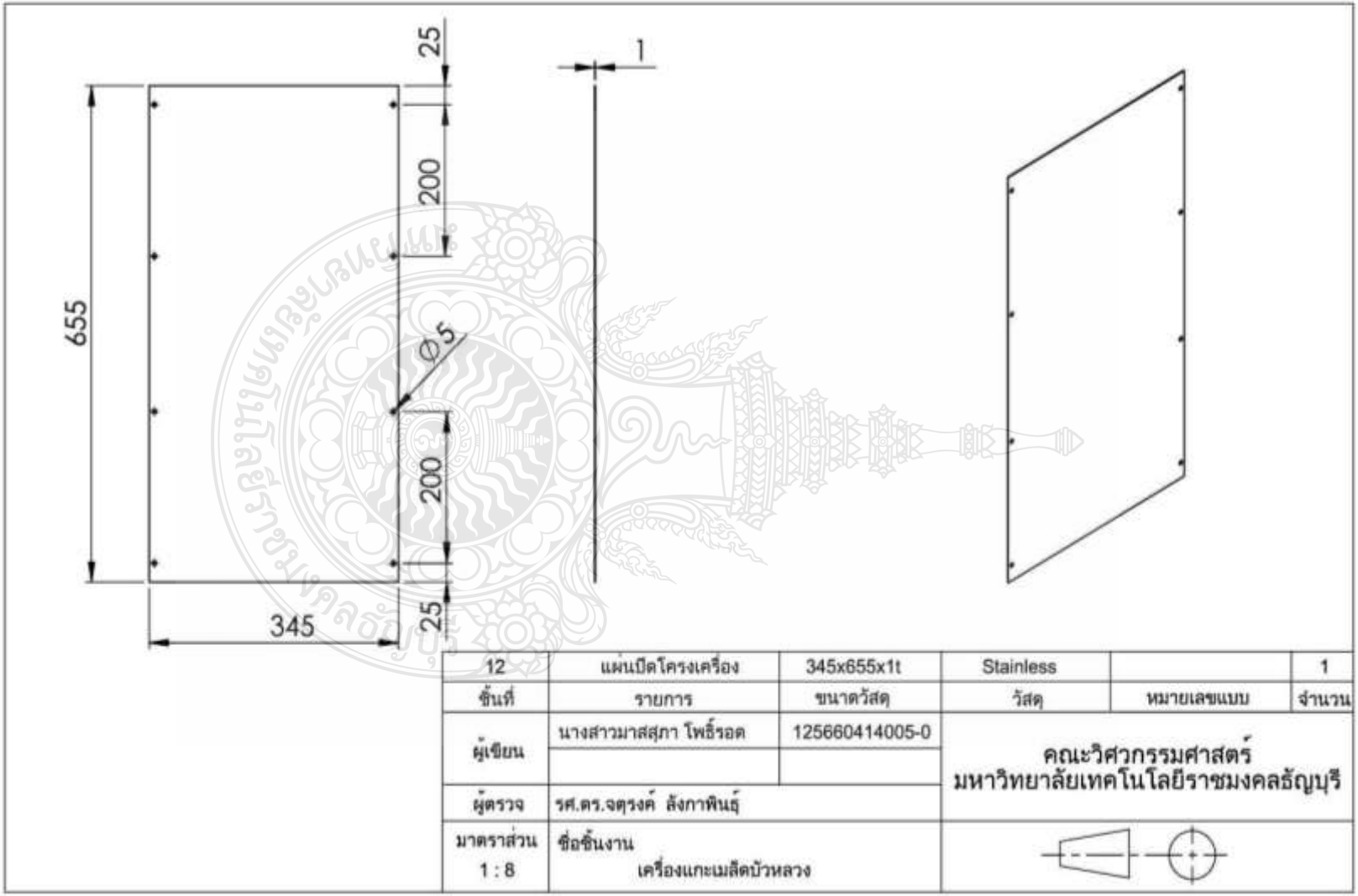


5	แผ่นปิดป้อมมีด	60x60x100	Stainless		1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 2	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				


352
118
350
188
27
81
25
ϕ5
45
300
7
131
60°
45
9
ฝาบน
352x350x130
Stainless
1
ชิ้นที่
รายการ
ขนาดวัสดุ
วัสดุ
หมายเลขแบบ
จำนวน
ผู้เขียน
นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด
125660414005-0
ผู้ตรวจ
รศ.ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์
มาตราส่วน
1 : 7
ชื่อชิ้นงาน
เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

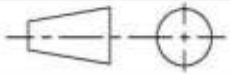


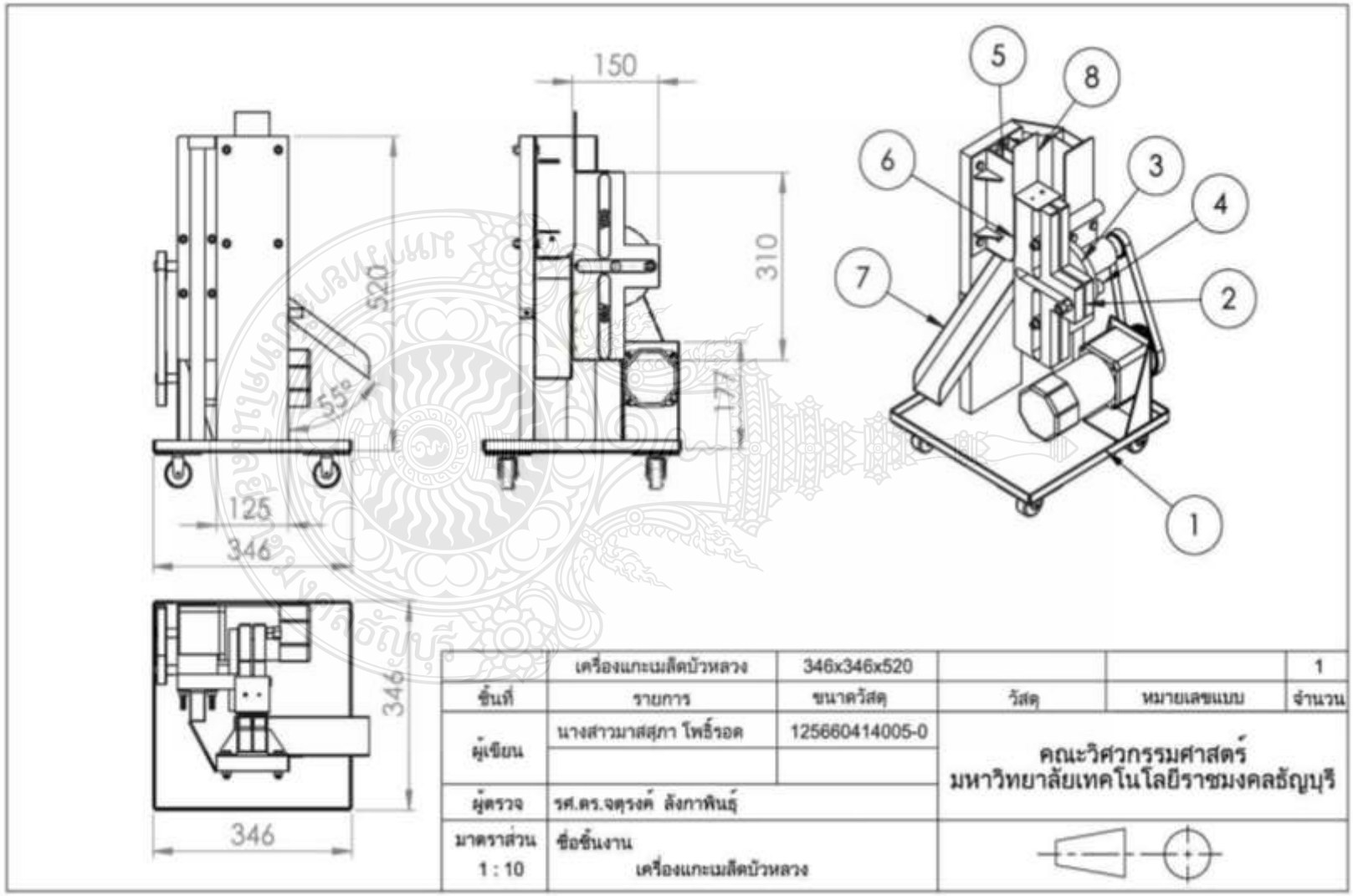
10	โครงครอบเครื่อง	350x345x650	Stainless		1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 12	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				



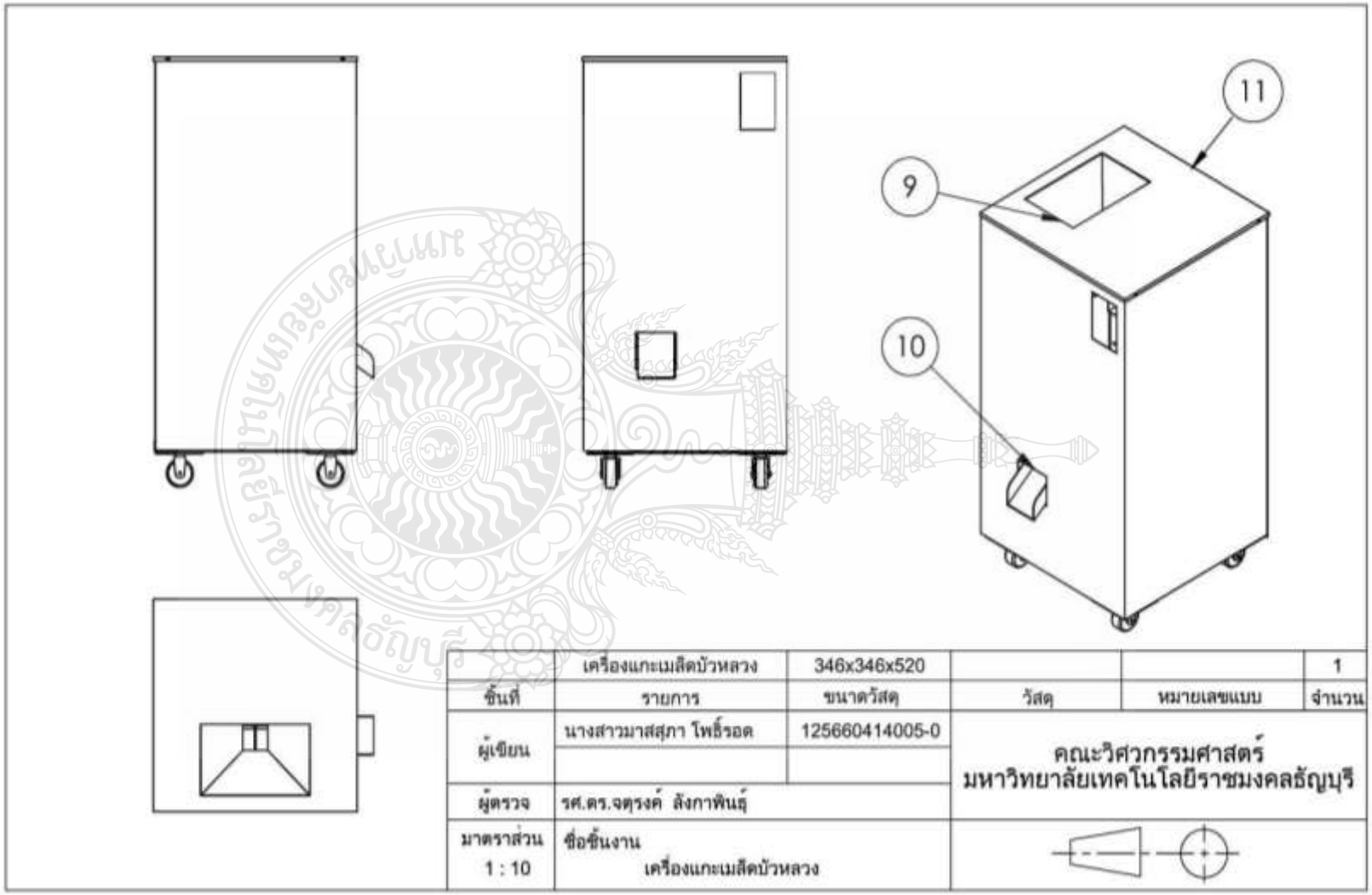
12	แผ่นปิดโครงเครื่อง	345x655x1t	Stainless		1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ล้งกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 8	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				

ชิ้นที่	รายการ	ขนาด	วัสดุ	จำนวน
1	โครงสร้าง	346x346x581	Stainless	1
2	แขนกลไก Scotch Yoke	310x150x20	Superlene	2
3	ตัวหมุนกลไก Scotch Yoke	∅135x15	Stainless	1
4	แขนหมุนกลไก Scotch Yoke	∅20x45	Stainless	1
5	ช่องส่งเมล็ด	203x125x68	Stainless	1
6	ป้อมมีด	52x22x62	Superlene	2
7	ช่องทางออกเมล็ด	290x65x30	Stainless	1
8	แผ่นปิดป้อมมีด	60x60x100	Stainless	1
9	ฝาปิดด้านบน	352x350x130	Stainless	1
10	โครงครอบเครื่อง	350x345x650	Stainless	1
11	แผ่นปิดโครงเครื่อง	345x655x1t	Stainless	1

ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ล้งกาพินธุ์				
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				



	เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง	346x346x520			1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 10	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				



	เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง	346x346x520			1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด	125660414005-0	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ.ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 10	ชื่อชิ้นงาน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง				

ภาคผนวก ง
การเผยแพร่ผลงาน

สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย

THAI SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING

Letter of Attendance

This is to certify that

MASSUPHA PROROD

การพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

has officially been presented in

The 17th TSAE National Conference (TSAE 2016)

held at IMPACT Exhibition and Convention Center, Bangkok Thailand

September 8-10, 2016

Dares Kittiyopas

Chair, Organizing CommitteeTSAE2016

ที่อยู่ : อาคาร 5 ชั้น 5 กองส่งเสริมวิศวกรรมเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900
address: Agricultural Engineering Promotion Division Phaholyothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900, THAILAND Tel. +66-2940-6175, Fax +66-2940-6185 www.tsae.asia

TSAE
2016
การประชุมวิชาการ
สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ประจำปี 2559
ระดับชาติ ครั้งที่ 17 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 9
The 17th TSAE National Conference and
The 9th TSAE International Conference
(TSAE 2016)
ณ อิมแพค เมืองทองธานี
กรุงเทพมหานคร
8-10 กันยายน 2559
จัดโดย สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
COMEXPOSIUM
AEMA
IMPACT

TPM-04 การทดสอบเพื่อหามุมตัดที่เหมาะสมสำหรับกลไกตัดท่อนพันธุ์ในเครื่องปลูกมันสำปะหลัง 70
TPM-05 การพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง 71
TPM-06 การออกแบบและพัฒนาโครงเบิดดินดานแบบขาโยกตัวได้โดยใช้แหนบสปริงรถยนต์ 72
TPM-07 การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องคีบอ้อย 73
TPM-08 การพัฒนาอุปกรณ์พรวนกลบเศษวัสดุอ้อยแบบโถจานชนิดใช้กำลังขับ 74
TPM-09 การพัฒนาเครื่องปลูกสับประดแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ขนาดกลาง 75
TPM-10 อุปกรณ์ฉีดพ่นสารเคมีติดท้ายรถแทรกเตอร์นั่งบนมีกลไกควบคุมความสูงการฉีด 77
TPM-11 การศึกษาและทดสอบชุดปลิดฝักถั่วลิสงต่อเนื่องด้วยแรงกล 78
TPM-12 การตรวจจับสถานะการทำงานของระบบการตัดในรถตัดอ้อยโดยใช้เทคนิคคลื่นเสียง 79
TPM-13 เครื่องโรยปุ๋ยคอกบนจอยหญ้า 80
TSWE-01 ผลของขนาดท่อและอัตราการไหลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความฮาเซนวิลเลี่ยมของท่อพีวีซี 81
TSWE-02 การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรกรรม กรณีศึกษาหมู่บ้านราษฎร์พัฒนา ตำบลสระ อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา 82
TSWE-03 การศึกษาพารามิเตอร์แรงต้านของดินในพื้นที่ไร่ของจังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย 83

TPM-05

การพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

มาสุภา โพธิ์รอด[1]* จตุรงค์ ลังกาพินธุ์[1] รุ่งเรือง กาลศิริสิลป์[1] ณัฐวุฒิ โคตรพรหมศรี[1], นุชนารถ ขันติวีรวัฒน์[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ธัญบุรี, ปทุมธานี, 12110

ผู้เขียนติดต่อ: มาสุภา โพธิ์รอด E-mail: Leaw44@yahoo.com

บทคัดย่อ

เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงได้ถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อลดเวลาและแรงงานในการแกะเมล็ดบัวหลวงของเกษตรกร เครื่องต้นแบบประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง ชุดใบมีดกรีด กลไก Scotch Yoke และระบบส่งกำลัง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/4 แรงม้า เป็นต้นกำลัง หลักการทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ควบคุมเครื่องป้อนเมล็ดบัวลงในช่องป้อนทางด้านบนของเครื่อง หลังจากนั้นเมล็ดบัวจะถูกลำเลียงเข้าไปแกะเปลือกในชุดมีดกรีดโดยกลไก Scotch Yoke และร่วงสู่ช่องทางออกทางด้านล่างของเครื่อง จากการทดสอบที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดมีดกรีดที่ 7.5, 8.5 และ 9.5 เมตรต่อนาที ตามลำดับ พบว่าเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีด 7.5 เมตรต่อนาที มีความสามารถในการทำงาน 2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ในการแกะเมล็ดบัว 79.8 เปอร์เซ็นต์ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.8 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และไม่มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ด จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าเมื่อใช้เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง 1,440 ชั่วโมงต่อปี จะมีระยะคืนทุน 0.95 ปีหรือ 11.4 เดือน และจุดคุ้มทุน 185.3 ชั่วโมงต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการแกะด้วยแรงงานคน

คำสำคัญ: เมล็ดบัวหลวง, เครื่องแกะ, บัวหลวง

DEVELOPMENT OF A LOTUS SEED PEELING MACHINE

Massupha Prorod[1]*, Jaturong Langkapin[1], Roongruang Kalasap[1], Nuttawut Khotpromsrt[1], Nutchanad Khantiweerawat[1]

[1]Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, ThanyaburiPathumthani, 12110

Corresponding author: Massupha Prorod, E-mail: Leaw44@yahoo.com

Abstract

This research was to design and fabricate of a lotus seed peeling machine prototype to minimize the peeling time and number of labor requirement in the fresh lotus seed shell removing. The prototype consisted of main frame, cutting blade unit, Scotch Yoke mechanism, the power transmission unit and 1/4 hp electric motor was used as a prime mover. In the operation, the lotus seeds were fed manually into feeding chute at the top of machine. Then the lotus seeds were conveyed to cutting blade unit by Scotch Yoke mechanism, and left through in outlet chute of the machine after peeling. Testing at the average speed of blade 7.5, 8.5 and 9.5 m/min respectively, testing results indicated that the optimal performance was achieved when the machine was operated at average speed of blade 7.5 m/min. Working capacity was found to be 2 kg/hour, the percentage of peeling were 79.8%, consumed 0.8 kW-hour of energy and no percentage of damaged seeds. Based on the engineering economical analysis, payback period 0.95 years or 11.4 month and the break-even point of the machine was 185.3 hour per year at the annual use of 1,440 hour per year.

Keywords: Lotus seed, Peeling Machine, Lotus

TPHF-04 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันมะพร้าวผ่านกรรมวิธีและน้ำมันรำข้าวหอมชำด้วยเมียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี 301
TPHF-05 ผลกระทบของปัจจัยการสกัดต่อสารพอลิแซ็กคาไรด์และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากเห็ดหูหนูดำ 310
TPHF-06 การศึกษาการอบแห้งยางแผ่นด้วยลมร้อนในอุโมงค์ลมแบบเปิด 316
TPHF-07 การพัฒนาช่องคายกากของเครื่องสกัดน้ำมันแบบเกลียวอัดสำหรับเมล็ดมะคาเดเมียแตกซีก 323
TPHF-08 ระดับความสุกและอุณหภูมิพัพพิงที่เหมาะสมของการผลิตกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมกรอบ 330
TPHF-09 การศึกษาปัจจัยของการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี่ โดยใช้เครื่องกลั่นแบบหอกลั่นทรงกรวย 337
PTHF-10 สมบัติทางกายภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวเสริมแป้งเมล็ดบัว 341
PTHF-11 การอบแห้งรังไหมด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน: จลนพลศาสตร์การอบแห้งและสมบัติเชิงกล 345
PTHF-12 ชุดลำเลียงวัสดุลอยน้ำสำหรับระบบคัดแยกคุณภาพมังคุดโดยความถ่วงจำเพาะ 351
TPM-01 วิจัยและพัฒนาเครื่องหยอดปุ๋ยอ้อยแบบผสมผสมปุ๋ยใช้ในตัวเอง 355
TPM-02 การจำลองพฤติกรรมการไหลของดินผ่านใบพัดด้วยโปรแกรมทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ 361
TPM-03 การวิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อยแบบกึ่งอัตโนมัติ 365
TPM-04 การทดสอบเพื่อหาจุดที่เหมาะสมสำหรับกลไกตัดหยอดปุ๋ยในเครื่องปลูกมันสำปะหลัง 372
TPM-05 การพัฒนาเครื่องทะเบียดบัวหลวง 376
TPM-06 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคำนวณแบบง่ายโดยการใช้โปรแกรมคำนวณแบบแผ่นปริวรรตยนต์ 381
TPM-07 การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องคัดอ้อย 386
TPM-08 การพัฒนาอุปกรณ์พรวนกลบเศษวัสดุอ้อยแบบโน้มถ่วงเพื่อใช้กำลังต่ำ 392
TPM-09 การพัฒนาเครื่องปลูกสับประแทบพร้อมพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืชตกค้างก่อนงอก 399
TPM-10 อุปกรณ์นิวทรอนสำหรับเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังควบคุมความลึกอัตโนมัติ 405
TPM-11 การศึกษาและทดสอบชุดตัดผักตั้งสิ่งตามแนวนอน 410
TPM-12 การตรวจจับสถานะการทำงานของระบบการตัดใบอ้อยโดยใช้เทคนิคคลื่นเสียง 415
TPM-13 เครื่องโรยปุ๋ยคอมบายน์ขนาดเล็ก 421
TSWE-01 ผลของขนาดท่อและอัตราการไหลต่อค่าสัมประสิทธิ์ของความสม่ำเสมอของท่อพีวีซี 426
TSWE-02 การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรกรรม กรณีศึกษาหมู่บ้านราษฎร์พัฒนา ตำบลสาระ อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา 430
TSWE-03 การศึกษาพารามิเตอร์แรงต้านของดินในพื้นที่ไร่ของจังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย 436

TPM-05

การพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

มาสสุภา โพธิ์รอด[1]* จตุรงค์ ลังกาพินธุ์[1] รุ่งเรือง กาลศิริสิลป์[1] ณัฐิวุฒิ โคตรพรหมศรี[1], นุชนารถ ขันติวีรวัฒน์[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ธัญบุรี, ปทุมธานี, 12110

ผู้เขียนติดต่อ: มาสสุภา โพธิ์รอด E-mail: Leaw44@yahoo.com

บทคัดย่อ

เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงได้ถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อลดเวลาและแรงงานในการแกะเมล็ดบัวหลวงของเกษตรกร เครื่องต้นแบบประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง ชุดใบมีดกรีด กลไก Scotch Yoke และระบบส่งกำลัง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/4 แรงม้า เป็นต้นกำลัง หลักการทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ควบคุมเครื่องป้อนเมล็ดบัวลงในช่องป้อนทางด้านบนของเครื่อง หลังจากนั้นเมล็ดบัวจะถูกลำเลียงเข้าไปแกะเปลือกในชุดมีดกรีดโดยกลไก Scotch Yoke และร่วงสู่ช่องทางออกทางด้านล่างของเครื่อง จากการทดสอบที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดมีดกรีดที่ 7.5, 8.5 และ 9.5 เมตรต่อนาที ตามลำดับ พบว่าเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วเฉลี่ยของใบมีดกรีด 7.5 เมตรต่อนาที มีความสามารถในการทำงาน 2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ในการแกะเมล็ดบัว 79.8 เปอร์เซ็นต์ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.8 กิโลวัตต์ ชั่วโมง และไม่มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ด จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าเมื่อใช้เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง 1,440 ชั่วโมงต่อปี จะมีระยะคืนทุน 0.95 ปีหรือ 11.4 เดือน และจุดคุ้มทุน 185.3 ชั่วโมงต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการแกะด้วยแรงงานคน

คำสำคัญ: เมล็ดบัวหลวง, เครื่องแกะ, บัวหลวง

DEVELOPMENT OF A LOTUS SEED PEELING MACHINE

Massupha Prorod[1]*, Jaturong Langkapin[1], Poongruang Kalsirisilp[1], Nuttiwut Khotpromsrt[1], Nutchanad Khantiweerawat[1]

[1]Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, ThanyaburiPathumthani, 12110

Corresponding author: Massupha Prorod. E-mail: Leaw44@yahoo.com

Abstract

This research was to design and fabricate of a lotus seed peeling machine prototype to minimize the peeling time and number of labor requirement in the fresh lotus seed shell removing. The prototype consisted of main frame, cutting blade unit, Scotch Yoke mechanism, the power transmission unit and 1/4 hp electric motor was used as a prime mover. In the operation, the lotus seeds were fed manually into feeding chute at the top of machine. Then the lotus seeds were conveyed to cutting blade unit by Scotch Yoke mechanism, and left through in outlet chute of the machine after peeling. Testing at the average speed of blade 7.5, 8.5 and 9.5 m/min respectively, testing results indicated that the optimal performance was achieved when the machine was operated at average speed of blade 7.5 m/min. Working capacity was found to be 2 kg/hour, the percentage of peeling were 79.8%, consumed 0.8 kW-hour of energy and no percentage of damaged seeds. Based on the engineering economical analysis, payback period 0.95 years or 11.4 month and the break-even point of the machine was 185.3 hour per year at the annual use of 1,440 hour per year.

Keywords: Lotus seed, Peeling Machine, Lotus

1 บทนำ

เมล็ดบัว คือธัญพืชที่ให้คุณค่าสารอาหารสูงทานได้ทั้งสดและแห้ง เป็นแหล่งรวมของวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิด เช่น วิตามินเอ ซี อี เกลือแร่ และฟอสฟอรัส วิตามินเหล่านี้มีส่วนช่วยในการบำรุงประสาท บำรุงไต บำรุงสมอง มีสรรพคุณทางยาในการรักษาอาการท้องร่วง บิดเรื้อรัง น้ำอสุจิเคลื่อน และสรรพคุณพื้นบ้านที่ใช้เป็นยาบำรุงเลือดหรือเพิ่มเลือด [1] เมล็ดบัวสามารถนำมาทำอาหารทั้งคาวและหวาน ถ้านำเมล็ดบัวมาปรุงอาหารร่วมกับ

ลำไยแห้งจะทำให้สรรพคุณทางยาของเมล็ดบัวเพิ่มมากขึ้น **ข้อควรระวัง**ผู้ที่มีอาการท้องผูก ท้องเฟ้อ อาหารไม่ย่อย ไม่ควรกินไม่ควรปรุงอาหารที่มีเมล็ดบัวในภาชนะที่ทำจากเหล็ก เพราะจะทำให้เมล็ดบัวกลายเป็นสีดำ บัวที่พบและนิยมปลูกในประเทศไทยมีอยู่ 3 ชนิด คือบัวหลวงหรือมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า ปทุมชาติ บัวในสกุลนี้เป็นบัวที่รู้จักกันดีเพราะเป็นบัวที่มีดอกใหญ่นิยมนำมาไหว้พระ และใช้ในพิธีทางศาสนา อีกชนิดคือบัวสายหรือมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า อุบลชาติ ชนิดสุดท้ายคือบัวกินเอ็ดเรีย ซึ่งมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า บัวกระด้ง[2] แหล่งปลูกบัวเพื่อเก็บเมล็ดที่สำคัญ คือ จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดพิจิตร และจังหวัดพิษณุโลก พันธุ์บัวที่นิยมปลูกเพื่อเก็บเมล็ด คือ บัวหลวงพันธุ์ปทุม ซึ่งมีขนาดดอกใหญ่ และมีเมล็ดมาก[3]เมล็ดบัวยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สินค้าโอทอปอย่างเมล็ดบัวอบกรอบแผ่จรูญของกลุ่มสตรีสหกรณ์บึงสีไฟได้

ในปัจจุบันการแกะเปลือกเมล็ดบัวต้องอาศัยแรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งใช้เวลานานและได้ผลผลิตในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับการนำไปแปรรูป ดังนั้นเพื่อต้องการลดระยะเวลาในการแกะเปลือกเมล็ดบัวและเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกรได้มากขึ้นจึงได้คิดค้นวิจัยออกแบบและสร้างเครื่องแกะเมล็ดบัวขึ้นใหม่ เนื่องจากเครื่องแบบเก่าที่ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ได้สร้างขึ้นยังมีข้อจำกัดที่ควรนำมาพัฒนาต่อไป เช่น การป้อนเมล็ดบัวเข้าช่องป้อนจะต้องป้อนทีละเมล็ด และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการแกะของเครื่องโดยเฉลี่ย 3.9% ซึ่งยังถือว่าค่อนข้างสูง [4]

ในปัจจุบันการแกะเปลือกเมล็ดบัวต้องอาศัยแรงงานคนอยู่ดังรูปที่1 ซึ่งใช้เวลานานและได้ผลผลิตในปริมาณที่น้อยไม่เพียงพอกับการนำไปแปรรูป ดังนั้นเพื่อต้องการลดระยะเวลาในการแกะเปลือกเมล็ดบัวและเพื่อเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกรได้มากขึ้นจึงได้ดำเนินการศึกษาและทดลองเครื่องแกะเมล็ดบัวขึ้นใหม่ ซึ่งคาดว่าการศึกษาและทดลองนี้จะช่วยให้เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงสามารถทำงานได้ดีมีประสิทธิภาพขึ้น

รูปที่ 1 วิธีการแกะเมล็ดบัวหลวงด้วยคน

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ

ก) ศึกษาปัญหาในขั้นตอนการแกะเปลือกเมล็ดบัวหลวงในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง เช่น ปัญหาการทำงานของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงรุ่นเก่า ปัญหาการแกะเมล็ดบัวหลวงโดยเกษตรกร ขณะทำงานมีความล่าช้าในการทำงานเมื่อต้องการผลผลิตสูง ซึ่งใช้เวลากับแรงงานคนค่อนข้างมากและเป็นอันตรายต่อผู้แกะเมล็ดบัวเสี่ยงต่อการถูกมีดบาดมือ

ข) ศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวง

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัว ได้แก่ ความกว้าง ความยาว ที่มีขนาดใหญ่สุดและเล็กสุด และความหนาของเปลือกเมล็ดบัวหลวง ดังรูปที่ 2 สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบช่องใส่เมล็ดและการปรับตั้งต่างๆที่จำเป็นของการพัฒนาและสร้างเครื่อง จากการศึกษาโดยสุ่มวัดเมล็ดบัวจำนวน 100 เมล็ด ด้วยเครื่องมือวัดเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ พบว่าความกว้างเมล็ดมีค่าระหว่าง 13-15 mm มีค่าเฉลี่ย 14 mm ความยามีค่าระหว่าง 19-22 mm มีค่าเฉลี่ย 20 mm และความหนาเปลือกมีค่าระหว่าง0.95-1.1 mm มีค่าเฉลี่ย 1.0 mm ซึ่งจากการวัดผลดังกล่าวจึงได้ออกแบบขนาดช่องใส่เมล็ดบัวหลวงสำหรับการวางในมิดในปลอกเปลือก

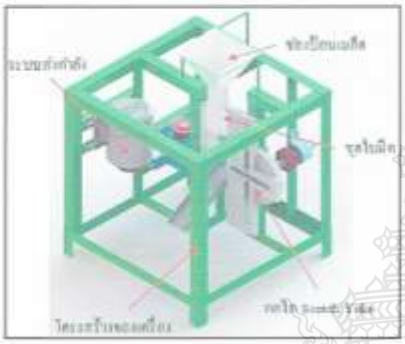
รูปที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัว

ค) ศึกษาชุดใบมีดปอกที่เหมาะสม

จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับเมล็ดบัวข้างต้นนำไปสู่การใช้ใบมีดที่ใช้ในการแกะเมล็ด โดยเกษตรกรส่วนมากจะใช้มีดปอกผลไม้หรือมีดคัตเตอร์ที่หาได้ทั่วไปตามท้องตลาดมาใช้ ดังนั้นเราจึงเลือกใช้มีดคัตเตอร์มาใช้ในเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง เพราะมีขนาดบางและคมกว่า

หลังจากรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการศึกษาและทดสอบเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงเพื่อการพัฒนา ดังนั้นการออกแบบจึงต้องมีสปริงคืนไว้ที่ชุดใบมีดกรีด เพื่อที่จะได้ให้มีดกรีดเมล็ดบัวขนาดเล็กได้ และจากการศึกษาความยาวของเมล็ดบัวทำให้สามารถกำหนดความกว้างของช่องใบมีดได้ ส่วนต้นกำลังนั้นเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเพราะสะดวกในการปรับความเร็วรอบในการทดสอบ ซึ่งเครื่องแกะ

เมล็ดบัวประกอบด้วย ส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน คือ ช่องป้อนเมล็ด ชุดมีดกรีด กลไก Scotch Yoke [5] และระบบส่งกำลังจึงได้คำนวณและออกแบบขนาดต่าง ๆ ของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงแล้ว [6] จะออกแบบโดยใช้หลักการทางวิศวกรรม และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ[7] แสดงดังรูปที่3 (ก)เมื่อดำเนินการเขียนแบบเสร็จสิ้น จึงได้ดำเนินการสร้างเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบตามแบบที่เขียนแบบไว้ (รูปที่3 (ข))



ก) การออกแบบเครื่องต้นแบบด้วยโปรแกรมด้าน CAD

ข) เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ

รูปที่ 3 ออกแบบและสร้างเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

2.2 ทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่อง

การทดสอบใช้เมล็ดบัวหลวงสุ่มความกว้างของเมล็ดบัวมีค่าอยู่ระหว่าง 13 ถึง 15 mm และความยาวของเมล็ดบัวสูงสุดเฉลี่ยกับ 22 mm (สุ่มวัด 100 เมล็ด) ตลอดการทดสอบ โดยทดสอบที่ความเร็วของชุดมีดกรีดที่ความเร็ว 7.5,8.5 และ 9.5 m/min ตามลำดับ โดยแต่ละการทดลอง 3 ซ้ำ และบันทึกเวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด กระแสไฟฟ้า น้ำหนักเมล็ดบัวที่แกะได้ น้ำหนักเมล็ดบัวที่แกะไม่ได้ และน้ำหนักเมล็ดบัวที่เสียหาย ดังรูปที่ 4 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าชี้ผลการศึกษา และใช้หลักทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย ระยะเวลาคืนทุน และจุดคุ้มทุน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวให้ใช้งานได้จริงในอนาคตต่อไป

รูปที่ 4 เมล็ดบัวหลวงที่ผ่านการแกะจากเครื่องที่พัฒนา

1) ความสามารถในการทำงานจริง

$$\frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่แกะเปลือกได้ทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}} \quad (1)$$

2) เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดบัวหลวง(%)

$$\frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่แกะเปลือกได้}}{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงทั้งหมด}} \quad (2)$$

3) เปอร์เซ็นต์การเสียหาย (%)

$$\frac{IVt}{1000} \quad (3)$$

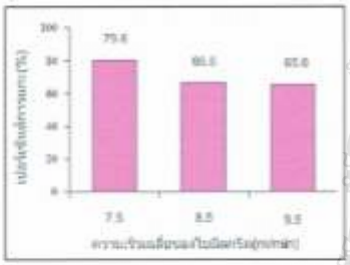
เมื่อ I = กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)
V = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (โวลต์)
t = เวลา (ชั่วโมง)

3 ผลและวิจารณ์

3.1 เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

จากผลการทดสอบดังรูปที่ 5 พบว่าเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงมีเปอร์เซ็นต์การแกะลดลงตามความเร็วของใบมีดกรีดที่เพิ่มขึ้น โดยที่ความเร็วของใบมีดกรีด 7.5 ,8.5 และ 9.5 เมตรต่อนาที จะมีเปอร์เซ็นต์การแกะ 79.8 ,66.6 และ 65.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

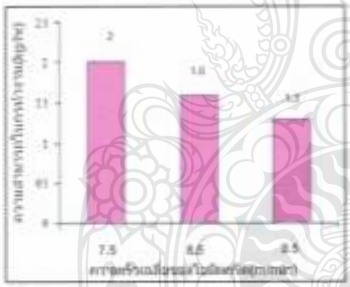
ซึ่งผลดังกล่าวทำให้ทราบว่าความเร็วของใบมีดกรีด ที่เหมาะสมควรจะใช้ 7.5 เมตรต่อนาที เนื่องจากเมล็ดบัวเสียหายน้อยที่สุด



รูปที่ 5 เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดหลวงที่ความเร็วใบมีดกรีดต่างๆ

3.2 ความสามารถในการทำงานของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

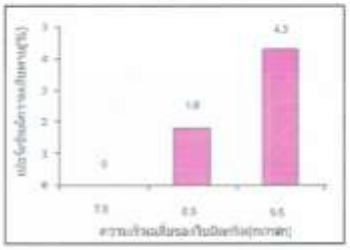
จากรูปที่ 6 พบว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงจะมีค่าลดลงตามความเร็วของใบมีดกรีดที่เพิ่มขึ้น เพราะมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เพิ่มขึ้นและมีเปอร์เซ็นต์การแกะลดลงทำให้ความสามารถในการทำงานลดลง โดยความสามารถในการทำงานที่มีค่ามากสุดคือ 2 กิโลกรัมต่อชั่วโมงที่ความเร็ว 7.5 เมตรต่อนาที



รูปที่ 6 ความสามารถในการทำงานที่ความเร็วใบมีดกรีดต่างๆ

3.3 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

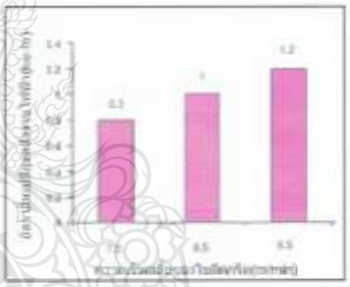
จากรูปที่ 7 จะพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วของใบมีดกรีดที่เพิ่มขึ้น เพราะเมื่อเพิ่มความเร็วของใบมีดกรีดทำให้มีแรงกระแทกของชุดใบมีดกับเมล็ดบัวมากขึ้นจึงเกิดความเสียหายเพิ่มขึ้น โดยเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่มีค่าน้อยที่สุดคือ 0 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็ว 7.5 เมตรต่อนาที



รูปที่ 7 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่ความเร็วใบมีดกรีดต่างๆ

3.4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

จากรูปที่ 8 จะพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงจะมีค่าเพิ่มขึ้น ตามความเร็วของใบมีดกรีดที่มากขึ้น เพราะเมื่อเพิ่มความเร็วใบมีดกรีดมากขึ้นกระแสไฟฟ้าก็จะมีค่ามากขึ้นด้วย โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุดคือ 0.8 กิโลวัตต์ชั่วโมง ที่ความเร็วของใบมีดกรีด 7.5 เมตรต่อนาที



รูปที่ 8 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ความเร็วใบมีดกรีดต่างๆ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงแบบใหม่และเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงแบบเก่า

หัวข้อในการเปรียบเทียบ	เครื่องแกะเมล็ดบัวแบบใหม่	เครื่องแกะเมล็ดบัวแบบเก่า
1. ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	2	4.7
2. เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ดบัวหลวง (เปอร์เซ็นต์)	79.8	74.1
3. เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์)	0	3.9
4. อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	0.8	0.6

3.5 ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

จากผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยคิดที่ราคาเครื่องต้นแบบ 10,800 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี อัตราดอกเบี้ย 10% ใช้ผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน ความสามารถในการทำงาน 2 กิโลกรัมชั่วโมง อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.8 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เมื่อใช้เครื่องต้นแบบทำงาน 6 เดือน หรือ 1,440 ชั่วโมงต่อปี (ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง) มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 6.9 บาทต่อกิโลกรัม ระยะเวลาคืนทุน 0.95 ปีหรือ11.4เดือน จุดคุ้มทุน 185.3 ชั่วโมงต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน 1 คน มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 10 บาทต่อกิโลกรัม

4 สรุป

เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง มีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วนคือ โครงสร้างของเครื่อง ชุดใบมีด ชุดป้อนเมล็ด กลไกในการทำงาน Scotch Yoke และระบบส่งกำลัง เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบมีความสามารถที่ดีที่สุดในการทำงานเครื่องคือ 2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ความเร็วใบมีดกรีดที่ความเร็ว 7.5 เมตรต่อนาที อัตราการสูญเสีย 0 เปอร์เซ็นต์ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.8 กิโลวัตต์ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ในการแกะเมล็ดบัว 79.8 เปอร์เซ็นต์ และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องแกะเมล็ดบัวพบว่ามีค่าใช้จ่าย 13.8 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อใช้เครื่องทำงาน 1,440 ชั่วโมงต่อปี จะมีระยะเวลาคืนทุน 0.95 ปี และจุดคุ้มทุน 185.3 ชั่วโมงต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการแกะด้วยแรงงานคน

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณและสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้

6 เอกสารอ้างอิง

สรรพคุณของเมล็ดบัว.2556. [ออนไลน์] ; เข้าถึงได้จาก : http://healthmeplease.com

จำรัส เขินนิล. 2555. เมล็ดบัว.[ออนไลน์] ; เข้าถึงได้จาก : http://www.jamrat.net/Jamrathealth.aspx?blogid=509

การปลูกบัว. 2556. [ออนไลน์] ; เข้าถึงได้จาก http://guru.thaibizcenter.com/articledetail.asp?kid=7151

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ และคณะ, 2552, การออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง, เอกสารรวบรวม ผลงานโครงงานที่ได้รับทุนวิจัยโครงการ IRPUS ประจำปี

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์. 2557. ทฤษฎีของเครื่องจักรกลเกษตร. สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น จำกัด. [6] มานพ ตันตระบัณฑิตย์. 2545. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1.พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท ประชาชน จำกัด.

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์. 2555. ออกแบบและเขียนแบบวิศวกรรมด้วยโปรแกรม SolidWorks (ฉบับเรียนลัดด้วยตัวเอง). สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวมาสสุภา โพธิ์รอด
วัน เดือน ปีเกิด	10 มิถุนายน 2530
ที่อยู่	190/5 หมู่ 1 ตำบลประจันตคาม อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี 25130
การศึกษา	ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมลคลธัญบุรี
ประวัติการทำงาน	วิศวกรฝ่ายขาย บริษัทไทยเอเย่นซี เอ็นยีเนียริ่ง จำกัด ตั้งแต่ พ.ศ.2556 ถึงปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	08-8281-3507
อีเมล	p.massupha@gmail.com