การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง

DESIGN AND FABRICATION OF LOTUS LEAVES CUTTING MACHINE

เอกชัย บัวคลี่

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง

เอกชัย บัวคลี่

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง DESIGN AND FABRICATION OF LOTUS LEAVES CUTTING MACHINE
ชื่อ-นามสกุล	นายเอกชัย บัวคลี่
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, D.Eng.
ปีการศึกษา	2561

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาตราจารย์รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, D.Eng.)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาตราจารย์ศุภกิตต์ สายสุนทร, ปร.ด.)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาตราจารย์ดลหทัย ชูเมฆา, ปร.ด.)

.....กรรมการ
(รองศาตราจารย์จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, D.Eng.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาตราจารย์ศิวกร อ่างทอง, Ph.D.)
วันที่ 4 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2561

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง
ชื่อ-นามสกุล	นายเอกชัย บัวคลี่
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, D.Eng.
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

ปัจจุบันชาใบบัวหลวงเป็นสินค้าโอทอปของวิสาหกิจชุมชนหลายแห่งในประเทศไทย เป็นสินค้าเพื่อสุขภาพที่ส่งจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งขั้นตอนการตัดใบบัวหลวงเพื่อนำไปอบทำชาบัวนั้นยังคงใช้แรงงานคนเป็นหลัก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงขึ้นเพื่อลดเวลาและแรงงานในการตัดใบบัวหลวงสำหรับผลิตชาใบบัวหลวง

งานวิจัยนี้เริ่มจากการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ เช่น วิธีการตัดใบบัวหลวงของเกษตรกร และการศึกษาลักษณะทางกายภาพของใบบัวหลวง จึงได้เครื่องต้นแบบที่ประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง ชุดป้อนลำเลียง ชุดตัดใบบัวหลวง ชุดกลไกเจนีวา และระบบส่งกำลัง โดยใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 150 วัตต์ เป็นต้นกำลัง การทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ควบคุมเครื่องป้อนใบบัวหลวงลงในช่องป้อนทางด้านหลังของเครื่อง หลังจากนั้นใบบัวหลวงจะถูกลำเลียงเข้าไปในชุดใบมีดตัดโดยการเคลื่อนที่ของกลไกเจนีวา ซึ่งชุดใบมีดตัดทำหน้าที่ตัดใบบัวหลวงให้ได้ขนาด 4x4 เซนติเมตร และปล่อยให้ใบบัวหลวงที่ถูกตัดร่วงสู่ช่องทางออกทางด้านหน้าของเครื่อง

จากการทดสอบที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงที่ 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที และจำนวนชั้น 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ พบว่าเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบสามารถทำงานได้ดีสุดที่ความเร็วของชุดตัดลำเลียงใบบัวหลวง 1 เมตรต่อนาที และจำนวนชั้นใบบัวหลวง 5 ใบ ด้วยความสามารถในการทำงาน 8.58 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง 98.9% เปอร์เซนต์การสูญเสียในการตัดใบบัวหลวง 1.1% อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 92.4 วัตต์-ชั่วโมง จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าเมื่อใช้เครื่องตัดใบบัวหลวง 1,440 ชั่วโมงต่อปี มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 5.31 บาทต่อกิโลกรัม ระยะคืนทุน 6.4 เดือน จุดคุ้มทุน 40.5 ชั่วโมงต่อปี และเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้เร็วกว่าแรงงานคน 4.3 เท่า

คำสำคัญ: บัวหลวง ใบบัวหลวง เครื่องตัดใบบัวหลวง การออกแบบ

Thesis Title	Design and Fabrication of Lotus Leaves Cutting Machine
Name-Surname	Mr. Akachai Buaklee
Program	Agricultural Machinery Engineering
Thesis Advisor	Associate Professor Jaturong Langkapin, D.Eng.
Academic Year	2018

ABSTRACT

At present, the lotus leaf tea is an One Tambol One Product (OTOP) of many communal enterprises in Thailand. It becomes a health product that is widely available in both domestic and international markets. The lotus leaf cutting process for treating tea quality still mainly relies on manual labors these days, but it has been replaced with machines. Therefore, this research aimed to design and build lotus leave cutting machine that can reduce the processing time and labor cost in the lotus leaf cutting process for better lotus leaf tea production.

The study was based on the research about lotus leaf farmers and the physical characteristics of the lotus leaves. The prototype consisted of a machine of feeder brochure power transmission Geneva system and gear motor of 150 watt and related components. The power of the machine started when the operator input the lotus leaves into the hind feeder of the machine. Then the lotus leaves were transported into the cutter set processed by the Geneva mechanism. The cutter set could cut the lotus leaves along the horizontal axis. After that, the lotus leaves were cut into pieces of 4x4 centimeters and released down to the outlet in front of the machine.

The results revealed that the best average cutting speed of blade was 1 meter/minute in 5 layers of lotus leaves among all the trials at different average cutting speed rates of blades 0.5, 0.75 and 1 meter/minute and numbers of 1, 2, 3, 4 and 5 layers, respectively. The cutting percentage was 98.90% without any leaf damage with a working capacity of 8.58 kilograms/hour that consumed 92.40 Watt-hours. The engineering economic analysis showed that on average it cost 5.31 baht/kilogram at 1,440 hours/year with a 6.4 - month payback and 40.50 hours/year for a break-even point. This prototype could work 4.3 times faster than human labor.

Keywords: lotus, lotus leaves, lotus leaves cutting machine, design

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 ตลอดจนพี่ๆน้องๆร่วมชั้นในระดับปริญญาโท ที่ร่วมเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณสถานที่ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทดสอบการทำวิจัย ขอบคุณวิสาหกิจชุนชนสำหรับข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย จนประสบความสำเร็จอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกๆคนในครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยดูแลให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดเวลาการทำวิจัยที่ผ่านมา รวมถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ตั้งแต่เริ่มโครงการจนเสร็จสิ้นโครงการวิจัย

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจทั่วไป ส่วนข้อบกพร่อง ผู้วิจัยขอน้อมรับด้วยความยินดีเป็นอย่างยิ่ง

เอกชัย บัวคลี่

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..... 14

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 15

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 16

2.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบัวหลวง..... 16

2.2 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์..... 25

2.3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนต่างๆของบัว..... 30

2.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากใบบัวหลวง..... 34

2.5 คุณสมบัติทางกายภาพของผลผลิตเกษตร..... 36

2.6 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบเครื่องตัดใบบัวหลวง..... 37

2.7 ทฤษฎีเกี่ยวกับโซ่..... 45

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 49

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 65

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ..... 65

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 66

3.3 วิธีการทดสอบและประเมินผล..... 74

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม..... 76

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย..... 77

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับใบบัวหลวง..... 77

4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง..... 78

4.3 ผลการทดสอบเครื่องตัดใบบัวหลวง..... 80

4.4 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม..... 90

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 93

5.1 สรุป..... 93

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 93

บรรณานุกรม..... 94

ภาคผนวก..... 97

ภาคผนวก ก ตารางรวบรวมข้อมูลและผลการทดสอบ..... 98

ภาคผนวก ข การคำนวณค่าชี้ผลการทดสอบ..... 126

ภาคผนวก ค การเขียนแบบทางวิศวกรรม..... 130

ภาคผนวก ง การเผยแพร่ผลงาน..... 138

ประวัติผู้เขียน..... 146

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รูปร่างวัตถุต่างๆและคำอธิบาย..... 36
ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R 755-1969..... 40
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง..... 91

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1วิธีการตัดใบบัวหลวงสำหรับผลิตชาใบบัวหลวงอบแห้งของวิสาหกิจชุมชน..... 13
รูปที่ 2.1 ต้นบัวหลวง..... 17
รูปที่ 2.2 บัวแหลมชมพู 18
รูปที่ 2.3 บัวแหลมขาว..... 18
รูปที่ 2.4 บัวหลวงชมพูซ้อน..... 19
รูปที่ 2.5 บัวหลวงขาวซ้อน..... 20
รูปที่ 2.6 เหง้าบัวหรือรากบัว..... 20
รูปที่ 2.7 ไหลบัวหรือหลดบัว..... 21
รูปที่ 2.8 ใบบัวหลวง..... 21
รูปที่ 2.9 ดอกบัวหลวง..... 22
รูปที่ 2.10 ฝักบัวหลวง..... 23
รูปที่ 2.11 เมล็ดบัวหลวง..... 23
รูปที่ 2.12 ดีบัวหลวง..... 24
รูปที่ 2.13 ประโยชน์จากดอกบัวหลวง..... 30
รูปที่ 2.14 ประโยชน์จากเม็ดบัวหลวง..... 31
รูปที่ 2.15 ประโยชน์จากรากบัว..... 31
รูปที่ 2.16 ประโยชน์จากไหลบัวหรือต้นกล้าบัว..... 32
รูปที่ 2.17 ประโยชน์จากสายบัว..... 32
รูปที่ 2.18 ประโยชน์จากใบบัว..... 33
รูปที่ 2.19 ประโยชน์จากเกสรบัว..... 33
รูปที่ 2.20 ประโยชน์จากดีบัว..... 34
รูปที่ 2.21 ผลิตภัณฑ์ชาใบบัวหลวงวิสาหกิจชุมชนจากสวนบัวลัดดา..... 35
รูปที่ 2.22 กลไกเจนิวา..... 37
รูปที่ 2.23 การสัมผัสของข้อโซ่กับเฟืองโซ่..... 46

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.24 ล้อเฟืองโซ่ตาม DIN 8196 สำหรับโซ่ลูกกลิ้ง..... 46
รูปที่ 2.25 รูปแบบเฟืองโซ่ที่ลูกกลิ้ง a) เฟืองโซ่ขนาดเล็ก b) เฟืองโซ่ขนใหญ่แบบเฟืองโซ่ขนาดใหญ่แบบชิ้นเดียวและแบบแยกชิ้น..... 48
รูปที่ 2.26 รูปแบบการส่งกำลังด้วยโซ่ a) แนวนอน b) แนวเอียง..... 48
รูปที่ 2.27 การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นต้นหอม..... 50
รูปที่ 2.28 เครื่องสไลด์กล้วยตามแนวยาวของผล..... 50
รูปที่ 2.29 การพัฒนาเครื่องหันข่า..... 51
รูปที่ 2.30 เครื่องสไลด์กล้วยแนวนอนแบบใบมีดอยู่กับที่..... 52
รูปที่ 2.31 การพัฒนาเครื่องหั่นข้าวเกรียบสมุนไพรใบหม่อน..... 53
รูปที่ 2.32 เครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบ..... 54
รูปที่ 2.33 การพัฒนาเครื่องหั่นย่อยหอมแดง..... 55
รูปที่ 2.34 เครื่องหั่นข้าวเกรียบกือโป๊ะแบบแท่ง..... 56
รูปที่ 2.35 การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นชิ้นมันเส้น..... 57
รูปที่ 2.36 การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู..... 57
รูปที่ 2.37 การพัฒนาและสร้างเครื่องฝานต้นโสน..... 58
รูปที่ 2.38 ออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยต้นถั่วลิสง..... 59
รูปที่ 2.39 การวิจัยและพัฒนาเครื่องหั่นกาบมะพร้าว..... 60
รูปที่ 2.40 การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับยอดอ้อยและข้าวโพด..... 61
รูปที่ 2.41 เครื่องสับเปลือกมะพร้าว..... 62
รูปที่ 2.42 การวิจัยและพัฒนาเครื่องฝานกล้วยน้ำว้าสุก..... 63
รูปที่ 2.43 วิจัยและพัฒนาเครื่องฝานแผ่นทุเรียน..... 63
รูปที่ 2.44 การสร้างเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสาปะหลัง..... 64
รูปที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพของใบบัวหลวง..... 67
รูปที่ 3.2 เครื่องตัดใบบัวหลวงด้านหลัง..... 68
รูปที่ 3.3 เครื่องตัดใบบัวหลวงด้านหน้า..... 68

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.4 โครงสร้างของเครื่องตัดใบบัวหลวง..... 69
รูปที่ 3.5 ใบมีดลูกกลิ้งตัดแนวตรง..... 70
รูปที่ 3.6 ใบมีดตัดตัดแนวขวาง..... 70
รูปที่ 3.7 ลูกกลิ้งลำเลียงใบบัวหลวง..... 71
รูปที่ 3.8 ถาดรองรับใบบัวหลวง..... 71
รูปที่ 3.9 กลไกเจนิวา..... 72
รูปที่ 3.10 ระบบส่งกำลัง..... 72
รูปที่ 4.3 การเขียนแบบทางวิศวกรรมเครื่องตัดใบบัวหลวงด้านหน้าและด้านหลัง..... 79
รูปที่ 4.2 เครื่องตัดใบบัวหลวงที่ออกแบบและสร้างเสร็จด้านหน้าและด้านหลัง..... 79
รูปที่ 4.3ก) แสดงความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามความเร็วตัดของ
ชุดลำเลียง..... 81
รูปที่ 4.3ข) แสดงความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามจำนวนชั้นของ
ใบบัวหลวง..... 81
รูปที่ 4.4ก) แสดงเปอร์เซ็นต์การตัดของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามความเร็วตัดของชุดลำเลียง.... 83
รูปที่ 4.4ข) แสดงเปอร์เซ็นต์การตัดของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามจำนวนชั้นของใบบัวหลวง.... 83
รูปที่ 4.5ก) แสดงเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามความเร็วตัดของ
ชุดลำเลียง..... 85
รูปที่4.5ข) แสดงเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามจำนวนชั้นของ
ใบบัวหลวง..... 85
รูปที่4.6ก) แสดงอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามความเร็วตัด
ของชุดลำเลียง.....87
รูปที่4.6ข) แสดงอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามจำนวนชั้น
ของใบบัวหลวง.....87
รูปที่ 4.7 แสดงความสามารถในการตัดใบบัวหลวงของเครื่องกับวิสาหกิจชุมชน..... 88
รูปที่ 4.8 ผลต่างๆของใบบัวหลวง..... 89

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บัวหลวง เป็นพรรณไม้น้ำและพืชล้มลุกที่มีอายุหลายปี มีถิ่นกำเนิดแถบเอเชีย มีเหง้าและไหลอยู่ใต้ดิน ฝังตัวอยู่ในโคลนเลน ใบเดี่ยวมีลักษณะกลมใหญ่สีเขียวอมเทา ใบอ่อนจะลอยปริ่มน้ำ ส่วนใบแก่จะชูใบพ้นน้ำ แผ่นใบเกือบกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 20-50 เซนติเมตร ก้านใบแข็ง มีหนามเล็กๆ เมื่อหักเป็นสายใยและมีน้ำยางขาว ดอกเป็นดอกเดี่ยวขนาดใหญ่ มีสีขาวและสีชมพู มีทั้งดอกป้อมและดอกแหลม ก้านดอกแข็งมีหนามเล็กๆชูเหนือน้ำ กลีบดอกจำนวนมาก เรียงซ้อนกันหลายชั้น ดอกมีกลิ่นหอมอ่อนๆ เมื่อดอกบานเต็มที่จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15-25 เซนติเมตร ดอกมีหลายรูปทรงและมีหลายสี เช่น สีขาว สีชมพู แล้วแต่พันธุ์ พันธุ์ของบัวหลวงที่นิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์สีขาว และพันธุ์สีชมพู [1] ลักษณะที่น่าสนใจของการปลูกบัวหลวง คือสามารถปลูกได้ทุกสภาพพื้นที่ของประเทศไทย อีกทั้งยังเป็นพืชที่ปลูกง่าย ดูแลง่าย ไม่ยุ่งยาก ทั้งยังสามารถสร้างรายได้และสามารถเก็บเกี่ยวได้นาน ที่สำคัญเป็นสินค้าโอทอปของวิสาหกิจชุมชนหลายแห่งในประเทศไทย เป็นสินค้าเพื่อสุขภาพที่ส่งจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ จึงทำให้ตลาดบัวหลวงมีความน่าสนใจและน่าลงทุนเป็นอย่างมาก บัวหลวงที่พบและนิยมปลูกในประเทศไทยมีอยู่ 3 ชนิด คือ 1.บัวหลวงหรือบัวปทุมชาติ 2.บัวสายหรือบัวอุบลชาติ และ 3.บัววิกตอเรียหรือบัวกระด้ง ใบบัวหลวงนิยมทำเป็นชาใบบัวหลวงอบแห้ง เป็นชาเพื่อสุขภาพตำรับชาสมุนไพร จะช่วยลดคลอเลสเตอรอล ลดน้ำหนัก ลดความดัน ป้องกันโรคหัวใจหลอดเลือด ถุงน้ำดีอักเสบ นิ่วในถุงน้ำดี ไขมันพอกตับ [2]

ในปัจจุบันการตัดใบบัวหลวงเพื่อทำเป็นชาใบบัวหลวงอบแห้งต้องอาศัยแรงงานคนเป็นหลัก ตัดโดยใช้มีดหรือกรรไกร ซึ่งใช้เวลานานและได้ผลผลิตในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับการนำไปทำชาใบบัวหลวง และได้ขนาดที่ไม่สม่ำเสมอ ดังรูปที่ 1.1 ดังนั้นเพื่อต้องการลดเวลาในขั้นตอนการตัดใบบัวหลวงและเพิ่มผลผลิตให้กับวิสาหกิจชุมชนได้มากขึ้น จึงได้คิดค้นวิจัยออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงขึ้น ซึ่งคาดว่าการศึกษาและทดสอบนี้จะได้เครื่องตัดใบบัวหลวงที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมแก่การนำไปใช้งานของวิสาหกิจชุมชนเพื่อผลผลิตเป็นชาใบบัวหลวงอบแห้งต่อไป

บัวหลวง

ใบบัวหลวง

การตัดใบบัวหลวงด้วยแรงงานคน

ชาใบบัวหลวงอบแห้งและที่บรรจุซอง

รูปที่ 1.1 วิธีการตัดใบบัวหลวงสำหรับผลิตชาใบบัวหลวงอบแห้งของวิสาหกิจชุมชน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องตัดใบบัวหลวง เช่น ปัญหาการตัดใบบัวหลวงของวิสาหกิจชุมชน และลักษณะทางกายภาพของใบบัวหลวง

1.2.2 เพื่อออกแบบ และสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบ

1.2.3 เพื่อทดสอบ และประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ได้สร้างขึ้น

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงกับการตัดโดยใช้แรงงานคน และวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เคลื่อนย้ายสะดวก สามารถถอดบำรุงดูแลรักษาทำความสะอาดง่าย และทำงานโดยใช้ผู้ปฏิบัติงานเพียงคนเดียว โดยประกอบด้วยชุดโครงสร้างเครื่อง ชุดป้อนลำเลียง ชุดตัดใบบัวหลวง ชุดกลไกเจนีวา และระบบส่งกำลัง โดยใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 150 วัตต์ เป็นต้นกำลัง

1.3.2 ทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงโดยใช้ตัวแปรในการทดสอบ คือ ที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงที่ 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที และจำนวนชั้นใบบัวหลวงที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยที่นำมาพิจารณาได้แก่ ความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า โดยใช้ใบบัวหลวงสดพันธุ์ปทุมตลอดการทดสอบ มีขนาดความกว้างและความยาวของใบบัวหลวงเฉลี่ย 30 เซนติเมตร

1.3.3 เปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ได้สร้างขึ้นกับการตัดโดยใช้แรงงานคน เช่น ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง ระยะเวลาคืนทุน และจุดคุ้มทุน

1.4 ขั้นตอนการวิจัย/กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.4.1 ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ

1.4.2 ออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง

1.4.3 ทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวง

1.4.4 วิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้เครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบที่มีประสิทธิภาพสามารถตัดใบบัวหลวงที่มีความกว้างและความยาวเฉลี่ย 30 เซนติเมตร

1.5.2 ได้ประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ได้สร้างขึ้นสำหรับใช้ทดแทนแรงงานคน

1.5.3 ได้เปรียบเทียบการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ได้สร้างขึ้นกับการตัดโดยใช้แรงงานคน ซึ่งคาดว่าสามารถลดเวลาและเพิ่มความสามารถในการตัดใบบัวหลวง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้อง

ในการที่จะทำงานวิจัยนั้นมีความจำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลเอกสารหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในแต่ละเรื่องให้เข้าใจก่อนที่จะลงมือออกแบบ สร้าง หรือทดสอบเพื่อให้เกิดข้อผิดพลาดให้น้อยที่สุด เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและต้นทุนการผลิตในการออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงสำหรับผลิตชาใบบัวหลวง

2.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับใบบัวหลวง

บัวหลวง เป็นดอกไม้ที่คนไทยคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี บัวหลวงมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า ปทุมชาติ บัวหลวงเป็นไม้ล้มลุก มีลำต้นใต้ดินแบบเหง้าและไหล ใบ เป็นใบเดี่ยวรูปกลม เมื่อยังอ่อนจะลอยปิ่มน้ำ ส่วนใบแก่แผ่นใบจะโผล่พ้นน้ำ รูปใบเกือบกลมขนาดใหญ่ ใบมีสีเขียว ผิวใบมีนวล ก้านใบแข็งและมีหนาม ก้านใบจะติดตรงกลางแผ่นใบ ดอก เป็นดอกเดี่ยวขนาดใหญ่ชูสูงพ้นผิวน้ำ มีทั้งดอกทรงป้อมและแหลม กลีบดอกมีทั้งชนิดกลีบดอกซ้อนและไม่ซ้อน กลีบดอกสีขาว สีชมพูหรือสีเหลือง แล้วแต่แต่ละชนิดพันธุ์ ดอกบัวหลวงจะเริ่มบานตั้งแต่ตอนเช้า และหุบลงในช่วงพลบค่ำ พอครั้นถึงเช้าวันใหม่เมื่อดอกบัวที่ตูมนั้นได้รับแสงอาทิตย์ก็จะบานกลีบอีกครั้ง ดอกมีกลิ่นหอม ก้านดอกแข็งและมีหนามชูดอกเหนือน้ำ และชูสูงกว่าใบเล็กน้อย กลีบเลี้ยง 4-5 กลีบ ขนาดเล็ก สีขาวอมเขียวหรือสีชมพู หลุดร่วงง่าย กลีบดอกจำนวนมากเรียงซ้อนหลายชั้นบนฐานรองดอกรูปกรวย กลีบดอกมีสีตามลักษณะประจำของแต่ละชนิดพันธุ์ ผล รูปกลมรี สีเขียวนวล มีจำนวนมากฝังอยู่ในส่วนที่เป็นรูปกรวย เมื่ออ่อนมีสีเหลือง รูปกรวยนี้เมื่อเป็นผลแก่จะขยายใหญ่ขึ้นมีสีเทาอมเขียวที่เรียกว่า “ฝักบัว” มีผลสีเขียวอ่อนฝังอยู่เป็นจำนวนมาก [2] ดังรูปที่ 2.1 บัวหลวงเป็นพืชน้ำที่ปลูกง่ายและสามารถเพาะปลูกได้ทั่วไป ง่ายต่อการดูแลรักษาและควบคุมผลผลิตได้ง่าย ส่วนใบบัวหลวงสดจะมีความหนาวเย็นมากกว่าชนิดแห้ง ช่วยดับร้อน ขับชื้น ห้ามเลือดได้ผลดีกว่าชนิดแห้ง จึงมีคนนำมาทำเป็นข้าวต้มใบบัว หรือทำข้าวห่อใบบัว โดยมีคุณค่าทางอาหารสูง ทั้งช่วยลดไขมัน ช่วยดับร้อน ลดน้ำหนักไปด้วย หรือนำใบบัวแก่แต่ยังไม่เหลือง ล้างสะอาด หั่นฝอย นำมาปั่นกินน้ำช่วยแก้ท้องผูก หรือนำใบบัวมารองหม้อหุงข้าว ส่วนใบบัวแห้ง ต้องเก็บใบบัว นำมาล้างตากแห้งแล้วหั่นฝอย เก็บไว้ใช้ ทำเป็นชาหรือร่วมกับยาอื่นเป็นตำรับช่วยลดน้ำหนัก เสริมความงาม บำรุงสายตา ลดร้อนที่ตับได้เป็นอย่างดี ชาใบบัวดื่มบ่อยๆ จะช่วยลดคลอเลสเตอรอล ลดน้ำหนัก ลดความดัน ป้องกันโรคหัวใจหลอดเลือด ถุงน้ำดีอักเสบ นิ่วในถุงน้ำดี ไขมันพอกตับ [3] ถิ่นกำเนิดของบัวส่วนใหญ่อยู่ในเขตร้อน ดังนั้นจึง

สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกพื้นที่ของประเทศไทย วิสาหกิจชุมชนจำนวนมากในหลายจังหวัดยึดการปลูกบัวหลวงเป็นอาชีพหลักและเนื่องจากบัวหลวงเป็นไม้น้ำลักษณะของแปลงปลูกจึงต้องมีการขังน้ำเหมือนทำนาข้าวซึ่งอาจเรียกการปลูกบัวหลวงเป็นการค้าในพื้นที่มากๆอีกอย่างหนึ่งว่าการทำนาบัวสามารถดูแลรักษาง่ายกว่านาข้าว มีโรคและแมลงรบกวนน้อยใช้น้ำน้อยกว่าสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งในรูปดอกตูมและใบบัวหลวง ดังนั้นจากสภาพปัจจุบันชาใบบัวหลวงเป็นสินค้าโอทอปของวิสาหกิจชุมชนหลายแห่งในประเทศไทย เป็นสินค้าเพื่อสุขภาพที่ส่งจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ

รูปที่ 2.1 ต้นบัวหลวง [5]

2.1.1 สายพันธุ์บัวหลวง

1) บัวพันธุ์ดอกสีชมพ (บัวแหลมชมพู) มีชื่อเรียกว่า ปทุม ปัทมา โกกระนต หรือโกกนุต ดอกขนาดใหญ่ มีดอกตูมเป็นรูปไข่ ปลายเรียวสีชมพู กลีบดอกชั้นนอกมี 4-5 กลีบ รูปไข่มีขนาดเล็กเรียงตัวกัน 2 ชั้น ส่วนกลางของกลีบดอกมีรูปร่างโค้งป่อง ตรงกลางสีชมพูอมเขียว ส่วนกลีบดอกชั้นกลาง และกลีบดอกชั้นในมีสีชมพูเข้ม โคนกลีบมีสีขาวนวล มีประมาณ 13-14 กลีบ เรียงตัวกันเป็นชั้นประมาณ 3 ชั้น อยู่โดยรอบฐานดอก กลีบดอกชั้นนอกและชั้นในมีสีและรูปร่างคล้ายชั้นกลางแต่เล็กกว่ากลีบดอกในชั้นกลาง ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 บัวแหลมชมพู [4]

2) บัวหลวงพันธุ์ดอกสีขาว (บัวแหลมขาว) มีชื่อว่า บุณฑริกหรือปุณฑริก ดอกมีขนาดใหญ่ เป็นรูปไข่ ปลายเรียว คล้ายบัวพันธุ์ปทุม ดอกจะมีสีขาวประกอบด้วยกลีบดอกชั้นนอกมีสีขาวอมเขียว ส่วนกลีบในชั้นกลางและชั้นในมีสีขาวปลายกลีบดอกมีสีชมพูเรื่อๆ รูปร่างของกลีบดอกและการเรียงตัวของกลีบดอกคล้ายดอกบัวพันธุ์ปทุม ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 บัวแหลมขาว [4]

3) บัวหลวงชมพูซ้อน (บัวฉัตรชมพู) มีชื่อว่า สัตตบงกช มีดอกมีขนาดใหญ่ ดอกตูมเป็นรูปไข่ทรงป้อม สีชมพู ประกอบด้วยกลีบดอกนอกเป็นรูปรี มี 4-7 กลีบ กลีบดอกเล็กเรียงซ้อนกันเป็นชั้น 2-3 ชั้น สีเขียวอมชมพู กลีบในสีชมพูตลอด ส่วนโคนกลีบดอกที่ติดกับฐานรองดอกมีสีขาวอมเหลือง กลีบในมีประมาณ 12-16 กลีบ กลีบในชั้นนอกและชั้นในมีขนาดเล็กกว่าชั้นกลาง เป็นรูปไข่ที่มีส่วนกว้างอยู่ด้านบน เกสรตัวผู้ชั้นนอกเป็นหมัน โดยมีก้านชูที่เป็นเกสรตัวผู้ที่เป็นแผ่นบาง สีชมพูคล้ายกลีบในแต่มีขนาดเล็กกว่า ไม่มีอับเรณู แต่ปลายกลีบดอกมีส่วนยื่นออกมาที่มีฐานเรียวเล็ก ส่วนปลายพองใหญ่ มีสีขาวนวล ดังรูปที่ 2.4

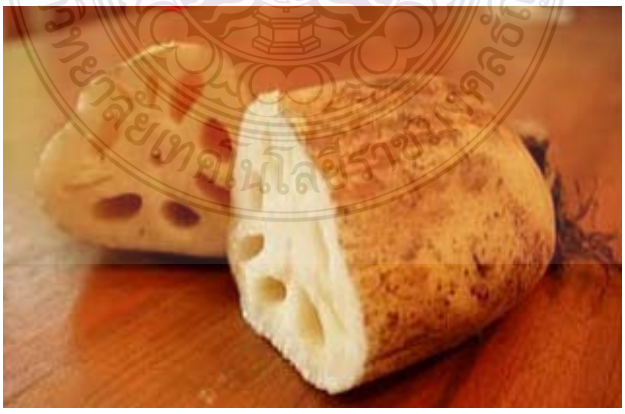
รูปที่ 2.4 บัวหลวงชมพูซ้อน [4]

4) บัวหลวงขาวซ้อน (บัวฉัตรขาว) มีชื่อเรียกว่า สัตตบุตย์ ดอกมีขนาดใหญ่ ดอกตูมเป็นรูปไข่ทรงป้อม คล้ายบัวพันธุ์สัตตบงกช ดอกมีสีขาว ประกอบด้วยกลีบดอกสีเขียวอมขาว ส่วนกลีบชั้นในสีขาวตลอด ส่วนรูปทรงและการเรียงตัวของกลีบดอกคล้ายบัวพันธุ์สัตตบงกช ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 บัวหลวงขาวซ้อน [4]

2.1.2 ลักษณะทั่วไปของบัวหลวง

1) ต้นบัวหลวงจัดเป็นพืชล้มลุก มีอายุหลายปี ลำต้นมีทั้งเป็นเหง้าอยู่ใต้ดิน [5] และเป็นไหลอยู่เหนือดินใต้น้ำลักษณะของเหง้าเป็นท่อนยาว มีปล้องสีเหลืองอ่อนจนถึงสีเหลือง มีความแข็งเล็กน้อยหากตัดตามขวางจะเห็นเป็นรูปกลมอยู่หลายรู ดังรูปที่ 2.6 โดยส่วนของไหล จะเป็นส่วนเจริญไปเป็นต้นใหม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเหนียว ในระดับน้ำลึก 30-50 เซนติเมตร และสามารถขยายพันธุ์ด้วยวิธีการโดยใช้เมล็ดหรือวิธีการแยกไหลดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 เหง้าบัวหรือรากบัว [5]

รูปที่ 2.7 ไหลบัวหรือหลดบัว [5]

2) ใบบัวหลวง เป็นใบเดี่ยว ใบอ่อนจะลอยปริ่มน้ำ ส่วนใบแก่แผ่นใบจะชูขึ้นเหนือน้ำ ลักษณะของใบเป็นรูปเกือบกลมและมีขนาดใหญ่ โดยมีขนาดประมาณ 20-50 เซนติเมตร ขอบเรียบและเป็นคลื่น ผิวใบด้านบนเป็นนวลเคลือบอยู่ก้านใบจะติดอยู่ตรงกลางของแผ่นใบ ก้านใบมีลักษณะแข็งและเป็นหนามหากตัดตามขวางจะเห็นรูอยู่ภายใน และก้านใบจะมีน้ำยาสีขาว เมื่อหักก้านจะมีสายใยสีขาวสำหรับใบอ่อนจะเป็นสีเทานวลปลายจะม้วนงอขึ้นเข้าหากันทั้งสองด้าน ดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 ใบบัวหลวง [5]

3) ดอกบัวหลวงออกดอกเป็นดอกเดี่ยว มีสีขาว สีชมพู ดอกมีกลิ่นหอม ดอกมีกลีบเลี้ยง 4-5 กลีบ กลีบเลี้ยงมีขนาดเล็กและสีขาวอมเขียวหรือเป็นสีเทาอมชมพู ส่วนกลีบดอกจะมีจำนวนมากและเรียงซ้อนกันอยู่หลายชั้นลักษณะของกลีบดอกเป็นรูปไข่กว้างประมาณ 5-6 เซนติเมตร และยาวประมาณ 7-9 เซนติเมตร เมื่อดอกบานเต็มที่จะมีขนาดประมาณ 20-25 เซนติเมตร ในดอกจะมีเกสรตัวผู้สีเหลืองอยู่เป็นจำนวนมาก และล้อมรอบอยู่บริเวณฐานรองดอกซึ่งมีลักษณะเป็นรูปกรวยหงายหรือที่เรียกว่า “ฝักบัว” ที่ปลายอับเรณูจะมีรยางค์คล้ายกระบองเล็กๆ มีสีขาวส่วนเกสรตัวเมียจะมีรังไข่ฝังอยู่ในฐานรองดอก เมื่ออ่อนเป็นสีเหลืองหากแก่แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว ช่องรังไข่จะเรียงเป็นวงบนผิวหน้าตัดมีจำนวน 5-15 อัน ส่วนก้านดอกมีสีเขียว ลักษณะยาวและมีหนามเหมือนก้านใบโดยก้านดอกจะชูขึ้นเหนือน้ำและชูขึ้นสูงกว่าก้านใบเล็กน้อยดอกบัวหลวงจะเริ่มบานในตอนเช้าโดยจะออกดอกและผลในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ดอกบัวหลวง [5]

4) ฝักบัวหลวงในฝักมีผลอ่อนสีเขียวนวลและมีจำนวนมากผลจะฝังอยู่ในส่วนที่เป็นฝักรูปกรวยในดอกในรูปกรวยของดอกนั้นเมื่ออ่อนจะเป็นสีเหลืองเมื่อแก่แล้วจะขยายใหญ่ขึ้นและเปลี่ยนเป็นสีเทาอมเขียวโดยจะมีผลสีเขียวอ่อนฝังอยู่ในฝักรูปกรวยเป็นจำนวนมาก ดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 ฝักบัวหลวง [6]

5) ผลบัวหลวงหรือเมล็ดบัวหลวงออกผลเป็นกลุ่มหรือที่เรียกว่าฝัก ลักษณะผลเป็นรูปกลมรีผลอ่อนมีสีเขียวนวลและมีจำนวนมาก เมล็ดมีความกว้างประมาณ 1 เซนติเมตร ในเมล็ดมีดีบัว หรือต้นอ่อนที่ฝังอยู่กลางเมล็ดมีสีเขียว ดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 เมล็ดบัวหลวง [6]

6) ดีบัวหลวง คือ ส่วนของต้นอ่อนที่อยู่ในเม็ดบัวหลวง ดีบัวมีลักษณะคล้ายสากมีความยาวประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร มีใบอ่อน 2 ใบ ซึ่งใบหนึ่งสั้นส่วนอีกใบยาวใบมีสีเขียวเข้มหรือสีเขียวอมเหลือง ปลายใบมีลักษณะม้วนเป็นรูปคล้ายลูกศร มีต้นอ่อนตรง ขนาดเล็กมากอยู่ระหว่างใบอ่อนทั้งสอง มีความยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร โคนต้นมี

เหลืองอ่อนหรือเป็นสีเหลืองอมเขียวลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกยาวประมาณ 2-4 มิลลิเมตร เนื้อหนา เปราะร้อนหน้าตัดจะมีรูเล็กๆ จำนวนมาก ดีบัวมีรสขมจัด แต่ไม่มีกลิ่น ดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 ดีบัวหลวง [6]

2.1.3 ประโยชน์ของบัวหลวง

1) รากมีรสหวานหอมแก้ไข้ แก้ท้องเสีย บำรุงกำลัง บำรุงเพลิงธาตุ แก้เสมหะแก้กระหาย ต้มเป็นน้ำ แก้กระสาย แก้ร้อน แก้อ่อนเพลีย แก้อาเจียน พุพอง และละลายยาแก้สะอึก

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

3) ดอกมีรสฝาดหอมสรรพคุณแก้ไข้ ไข้มีพิษร้อน แก้ธาตุพิการ แก้เสมหะและโลหิต บำรุงหัวใจ บำรุงโลหิต บำรุงครรภ์ทำให้ บุตรคลอดง่าย

4) เกสรมีรสฝาดหอมเย็นแก้ไข้ ไข้มีพิษ ไข้รากสาด แก้เสมหะ แก้อ่อนเพลีย แก้คลื่นเหียน เป็นยาบำรุงครรภ์ มีกลิ่นหอมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยมีสารฟลาโวนอยด์ใช้ปรุงเป็นยาหอม บำรุงหัวใจบำรุงประสาท และชูกำลัง ทำให้ชุ่มชื่น ขัณฑสกรจากเกสรแก้เสมหะ จุกคอทำให้ชุ่มคอ บำรุงกำลังและขับปัสสาวะ

5) ฝักมีรสฝาดหอม แก้ท้องเดิน สมานแผลในมดลูก

6) เมล็ดมีรสหวานมันเย็น บำรุงกำลัง ไขข้อ เส้นเอ็นและบำรุงประสาททำให้กระชุมกระชวยแก้ร้อนใน

7) ใบอ่อนมีรสฝาดเปรี้ยว บำรุงร่างกายให้ชุ่มชื่น

8) ใบแก่มีรสฝาดเปรี้ยวเมาเล็กน้อย แก้ไข้ บำรุงโลหิต สูบแก้ริดสีดวงจมูกหวัดเรื้อรัง ลดเสมหะลดความดัน โลหิต และไขมันในเส้นเลือด (โคเลสเตอรอล)ใบบัวมีฤทธิ์ยับยั้งการหดตัวของหลอดเลือด

9) ดีบัวมีรสขม ขยายหลอดเลือดหัวใจ แก้กระหายน้ำ แก้น้ำกามขับเคลื่อนขณะหลับ และแก้อาเจียนเป็นโลหิต [6]

2.2 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์

บัวหลวงเป็นไม้น้ำและไม้ล้มลุกหลายฤดู มีเหง้าและไหลอยู่ใต้ดิน ฝังตัวอยู่ในโคลนเลนเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ แผ่นใบเกือบกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 20-50 เซนติเมตร ก้านใบแข็งมีหนามเล็กๆ เมื่อหักเป็นสายใยและมีน้ำยางขาว ดอกเป็นดอกเดี่ยวมีสีขาวและสีชมพูก้านดอกแข็งมีหนามเล็กๆ ชูเหนือน้ำ กลีบดอกจำนวนมาก เรียงซ้อนกันหลายชั้นดอกมีกลิ่นหอมอ่อนๆ เมื่อดอกบานเส้นผ่านศูนย์กลาง 15-25 เซนติเมตร ดอกมีหลายรูปทรงและมีหลายสี เช่น สีขาว สีชมพู แล้วแต่พันธุ์ [7,8]

2.2.1 การปลูก

บัวหลวงจะเจริญพันธุ์โดยไหลซึ่งแตกจากเหง้าใต้ดิน ปลูกลงในบ่อในโคลนเลนโดยตรง หรือปลูกในกระถางทรงแบนให้ตั้งตัวก่อน แล้วนำไปวางในโคลนเลนให้แตกไหลออกมาและเจริญต่อไป วิธีการปลูกมี 2 วิธี คือ

1) การปลูกโดยใช้ไม้คีบ

เหลาไม้ไผ่ให้มีความหนากว่าตอกเล็กน้อยยาวประมาณ 1 ฟุต โค้งงอตรงกลางคีบไหลบัวตรงส่วนของข้อแล้วปักลงให้ไหลบัวติดอยู่กับผิวดินซึ่งการปลูกโดยวิธีนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้ไหลบัวหลุดลอยสู่ผิวน้ำชาวบ้านนิยมเรียกไม้คีบนี้ว่า "ตะเกียบ"

2) การปลูกโดยวิธีใช้ดินหมก

วิธีนี้ใช้กับนาบัวที่สามารถบังคับระดับน้ำได้โดยปล่อยน้ำให้งวดขุดดินเป็นร่องลึกประมาณครึ่งฝ่ามือวางไหลบัวลงไปใช้ดินกลบไหลบัวโดยเว้นเตาเอาไว้แล้วจึงเริ่มเปิดน้ำเข้า

2.2.2 ศัตรูพืช

1) เพลี้ยจักจั่นเพลี้ยไฟ ไรแดง และเพลี้ยอ่อนจะดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบอ่อนทำให้ใบหยิกงอ สั้นลงการป้องกันกำจัด ใช้สารเคมี เช่น มาลาไธออน หรือโพรพาไกต์ (สำหรับกำจัดไร) ฉีดพ่นทุก 15 วัน หรืออย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง เพลี้ยจะแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ [7] เพลี้ยไฟ เกิดบัวใบบัวที่อ่อน

โดยจะทำให้ใบไม่คลี่ซึ่งจะเข้าทำลายที่ด้านหลังใบโดยมีรอยช้ำเป็นสีชมพูเรื่อๆ ต่อมาจะแห้งและดำ แต่ถ้าเพลี้ยไฟเข้าทำลายที่ดอกและก้านดอกจะทำให้ดอกที่ตูมอยู่เหี่ยวและก้านแห้งเป็นสีดำก้านดอกแห้งเป็นสีน้ำตาลและหักง่ายเพลี้ยอ่อน ลักษณะตัวเล็กๆสีน้ำตาลดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณโคนก้านดอกก้านใบหรือใต้และบนใบอ่อนทำให้ดอกมีใบขนาดเล็กสีเหลืองซีด แห้งตายได้ในที่สุด

2) หนอนชอนใบหนอนกระทู้ หนอนกินใบเป็นศัตรูที่สำคัญของบัวหลวงรองจากเพลี้ยไฟโดยเฉพาะหนอนกระทู้กินใบโกรนทั้งต้นจะเกิดในช่วงปลายฤดูฝนต้นฤดูหนาวซึ่งเป็นระยะที่บัวชะงักการเจริญเติบโตด้วย เราสามารถแก้ไขได้โดยตัดใบทิ้งทำลายหมดเพื่อตัดวงโคจรเชื้อหนอน รอให้แตกใบใหม่และออกดอกใหม่ หนอนจะกัดกินใบจนไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้มักจะระบาดในฤดูแล้งการป้องกันกำจัดใช้สารเคมี เช่น มาลาไธออน ฉีดพ่นทุกๆ 10 วัน

3) หนอนผีเสื้อหนอนพับใบ หนอนกอเป็นศัตรูที่สำคัญ และระบาดได้ตลอดปี หนอนพับใบ เป็นศัตรูพืชที่สำคัญของบัวสกุลอุบลชาติ ซึ่งสาเหตุจะเกิดจาก สีเสื้อกลางคืนมาวางไข่บนใบ เมื่อฟักตัวเป็นหนอนจะกัดกินและดูดน้ำเลี้ยงไปจนโตและกัดใบให้พับทับตัวไปเองเพื่อป้องกันศัตรู เช่น นก เราสามารถกำจัดหนอนชนิดนี้ได้ด้วยบี้ทำลายการป้องกันกำจัด ใช้สารเคมี เช่น มาลาไธออน ฉีดพ่นหรือหว่านลงในแปลง อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่

4) หนูจะกัดกินเมล็ด ใบและฝักบัวการป้องกันกำจัดใช้สารเบื่อหนูและกำจัดพืชรอบๆ แปลงที่เป็นที่อยู่อาศัยของหนู

5) หอย ปู เป็นสัตว์ที่มีประโยชน์และโทษประโยชน์ คือ ช่วยบอกคุณภาพของน้ำว่าน้ำในบ่อมีสภาพดีหรือเสียถ้าหอยลอยอยู่บนผิวน้ำเกาะบริเวณขอบบ่อ แสดงว่าน้ำเริ่มเสีย ควรรีบเปลี่ยนน้ำทิ้งโทษ คือ ถ้ามีในปริมาณมากหอยจะเกาะก้านบัวดูดกินน้ำเลี้ยงทำให้ใบอ่อนเจริญไม่พ่นน้ำกำจัดทิ้งโดยใช้ไม้ไผ่แช่น้ำทิ้งไว้ ยกขึ้นเก็บหอย 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ หอยและปูนั้นเป็นสัตว์ที่มีประโยชน์กับบัวเพราะถ้าน้ำเสียหอยจะลอยหรือเกาะตามผนังภาชนะบริเวณผิวน้ำเพื่อจะหาอากาศหายใจ แสดงว่าออกซิเจนในน้ำมีไม่เพียงพอ แต่หอยประเภท หอยขม หอยโข่ง หอยเชอรี่ ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดน้ำเลี้ยงจากใบอ่อนและกัดกินใบบัว ซึ่งการกำจัดนั้นเราสามารถทำได้โดยการจับทำลายทิ้งทั้งเป็นตัวอ่อนและไข่หอย การปราบหอยในที่บ่อบัว คือ มั่นเก็บออก แต่ถ้าหากว่าปลูกในภาชนะที่มีขนาดใหญ่มาก ไม่สะดวกในการเก็บควรจะเลี้ยงปลาช่อนในบ่อเพื่อช่วยกินตัวอ่อนของหอยและปู

2.2.3 โรค

โรคใบจุด เกิดจากเชื้อรา Cercosporasp เป็นโรคที่ไม่รุนแรงสำหรับบัว ป้องกันกำจัดโดยการตัดใบที่เป็นโรคทิ้งโรครากเน่า มีลักษณะอาการ ต้นบัวจะแคระแกรน ลักษณะคล้ายขาดอาหารป้องกันกำจัดโดยถอนบัวขึ้นมาตัดเหง้าที่เน่าทิ้ง แล้วปลูกใหม่

2.2.4 พันธุ์ที่ใช้

บัวหลวงขาว บุณฑริกและปุณฑริก ดอกจะมีสีขาว ทรงสลวย ดอกใหญ่ สัตตบุษย์และบัวฉัตรขาว ดอกจะมีสีขาวทรงป้อม ดอกใหญ่สัตตบงกช บัวฉัตรแดง ดอกจะมีสีชมพู ทรงป้อม ดอกใหญ่ปทุม ประทุม ปทุมมาลย์ ปัทมาดอกมีสีชมพู ทรงสลวย ดอกใหญ่

2.2.5 การทำนาบัว

ในพื้นที่ที่ลุ่มหลายแห่ง มักจะประสบปัญหาถูกน้ำท่วม ทำให้ได้รับความเสียหายอยู่เสมอๆ การทำนาข้าวจึงทำให้ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร หากเกษตรกรจะได้หันมาทำนาบัวจะมีความเหมาะสมดีกว่า ไม่ต้องเสี่ยงกับการถูกน้ำท่วม และการทำนาบัวยังง่ายกว่าการทำนาข้าว เพราะปลูกเพียงครั้งเดียวก็สามารถเก็บผลผลิตได้เรื่อยๆ ไม่ต้องลงทุนทุกปี นอกจากนั้นแล้วการทำนาบัวยังมีรายได้ดีกว่าการทำนาข้าวอีกด้วยแหล่งการทำนาบัวที่ได้ผลดีในปัจจุบัน ได้แก่การทำนาบัวในท้องที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกและในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ฤดูปลูกบัวควรเริ่มปลูกตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม [8]

2.2.6 การเลือกที่ดินปลูก

พื้นที่สำหรับทำนาบัว ควรเป็นพื้นที่สม่ำเสมอไม่ลุ่มๆดอนๆหรือมีจอมปลวก ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง ถ้าเป็นพื้นที่ที่ไม่สม่ำเสมอ ควรใช้รถเกลี่ยหรือไถปรับระดับ ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการให้น้ำ การเตรียมดินและบำรุงรักษา แต่ถ้าใช้พื้นที่ที่เป็นแปลงนาอยู่เดิม พื้นที่จะสม่ำเสมอดีอยู่แล้ว พื้นที่การทำนาบัวควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำเช่น ห้วย หนอง บึง สระ เป็นต้น

2.2.7 การเตรียมดิน

เมื่อเลือกสถานที่ได้แล้ว ยกคันดินโดยรอบให้สูงประมาณ 1 เมตร เพื่อให้สามารถเก็บกักน้ำได้ ถ้าต้องการจะเลี้ยงปลาในนาบัวด้วย จึงจำเป็นที่จะต้องยกคันดินให้สูงประมาณ 2 เมตรและกว้างประมาณ 3 เมตร ดังนั้นนาบัวแปลงหนึ่งๆ ควรมีเนื้อที่ไม่ต่ำกว่า 5 ไร่ เพื่อยกคันดิน ที่ดินที่ไม่

สม่ำเสมอ 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 3x3 เมตร ในกรณีดินดี ถ้าดินไม่ค่อยดีนักจะใช้ระยะปลูก 2x2 เมตร

การปักดำทำได้ 2 วิธี คือ

1) การปักดำโดยใช้ไม้คีบ และใช้ไม้ไผ่เหลา โดยโตกว่าดอกนิดหน่อย 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 ในแปลงนาบัวควรเก็บหญ้าหรือวัชพืชออกให้หมด ถ้ามีวัชพืชบัวจะไม่งาม

2.2.11 การเก็บเกี่ยว

1) การเก็บไหลหลังจากปลูกประมาณ 2-3 เดือน บัวที่ปลูกเจริญเติบโตเต็มที่สามารถเริ่มเก็บไหลได้ โดยสังเกตใบที่แตกขึ้นมาใหม่หากชูใบขึ้นมาพ้นน้ำและยังไม่คลี่ใบ แสดงว่าเก็บไหลบัวได้ระดับน้ำในบ่อต้องคงที่ที่ความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร ไหลบัวที่อ่อนมีคุณภาพและเก็บได้ง่ายแต่ถ้าความลึกของน้ำลึกมากกว่าใบบัวจะโผล่พ้นน้ำขึ้นมาต้องใช้เวลานานทำให้ไหลแก่เกินไป กรณีที่เก็บไหลจำหน่ายถ้าพบว่ามีดอกออกมาควรทำการหักทิ้งหากปล่อยให้บัวออกดอกจะทำให้ไหลไม่ค่อยแตกและมีขนาดสั้นลงอายุการเก็บไหล 1 ฤดูกาลปลูกใช้เวลา 3 เดือน หลังจากนั้นต้นบัวจะโทรมให้ผลผลิตน้อยจึงต้องมีการบังคับให้แตกไหลใหม่โดยการระบายน้ำออกจากนาให้แห้งแล้วไถเพื่อลดความหนาแน่นของต้นบัวแล้วปล่อยน้ำเข้าแปลงอีกครั้งการปลูกบัวเพื่อเก็บไหลไม่สามารถทำได้ทั้งปีเมื่อเข้าสู่ฤดูหนาวบัวจะหยุดการเจริญเติบโตและไม่แตกไหล รอพ้นฤดูหนาว (ช่วงเดือนกุมภาพันธ์) จึงเริ่มหันมาดูแลเพื่อเก็บเกี่ยวไหลใหม่

2) การเก็บเหง้า (รากบัว) ทำการผลิตในแหล่งน้ำธรรมชาติรากบัวที่เก็บควรจะมีอายุประมาณ 1 ปี เพื่อให้รากมีความสมบูรณ์เต็มที่รากบัวแต่ละแห่งจะมีคุณภาพไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ต้นที่เหมาะแก่การเก็บรากบัวสังเกตได้จากต้นมีการโอนตัวลงใบแก่ ใบตะแคงหนีน้ำฝนการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้ในช่วงฤดูแล้งโดยปล่อยให้ดินแห้งจนแตกระแหงใช้เสียมขุดงัดตามระแนงที่ดินแตกออกเป็นก้อนๆจากนั้นจึงนำมาล้างและคัดขนาดก่อนจำหน่าย

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

4) การเก็บฝักอ่อนการผลิตมีวิธีปฏิบัติเช่นเดียวกับการผลิตเพื่อตัดดอกแต่สายพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นสายพันธุ์แหลมขาวและแหลมชมพูการเก็บเกี่ยวจะเก็บฝักหลังจากดอกบานประมาณ 1 สัปดาห์ ความถี่ในการเก็บเกี่ยวประมาณ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลาของการเก็บเกี่ยวฝักประมาณ 6 เดือน การนำบัวฝักอ่อนสำหรับใช้ประดับจะนำฝักบัวไปชุบสีเงิน หรือสีทองแล้วจึงนำไปอบแห้ง ฝักบัวแต่ละขนาดจะมีราคาที่ต่างกัน เช่น เส้นผ่าศูนย์กลางฝัก 8 เซนติเมตร ขึ้นไปราคาฝักละ 5 บาท เส้นผ่านศูนย์กลางฝัก 6-7 เซนติเมตร ราคาฝักละ 4 บาท และเส้นผ่าศูนย์กลางฝักต่ำกว่า 6 เซนติเมตรขึ้นไป ราคาฝักละ 2 บาท

5) การเก็บฝักสดเพื่อรับประทานการผลิตส่วนใหญ่จะปลูกเองและมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ (บ่อน้ำ สระน้ำ)สายพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นสายพันธุ์แหลมขาวและแหลมชมพู จะปล่อยติดให้ฝักติดเมล็ดรับประทานเมล็ดสดแทน

6) การเก็บเมล็ดบัวที่แก่เพื่อนำมาแกะเปลือก ควรเป็นฝักบัวที่มีอายุหลังจากดอกบานแล้ว 25-26 วัน โดยสังเกตจากเปลือกเมล็ดบัวจะมีสีเขียวน้ำตาลเกือบดำแต่ผิวเมล็ดยังไม่แข็ง

7) การเก็บเมล็ดบัวปอกเปลือกแล้วตากแห้งโดยการนำเอาเมล็ดบัวที่แก่จัดไปต้มน้ำให้เดือดประมาณ 3-5 นาทีจากนั้นยกลงไปแช่น้ำเย็นแล้วแกะเปลือกและไส้ (ดีบัว)ในออก (ดีบัวเป็นส่วนของต้นอ่อนในเมล็ดมีรสขมนิยมใช้รับประทานเป็นยา) ตากให้แห้งเก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดปากถุงให้สนิทเพื่อป้องกันฝุ่นและความชื้นผลผลิตเมล็ดบัวแห้ง [8]

2.3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนต่างๆของบัว

ส่วนต่างๆของบัวนั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน เป็นทั้งยาและอาหารได้อย่างดี โดยจำแนกได้ดังนี้

2.3.1 ดอกบัวถือเป็นดอกไม้ที่สวยงาม ประชาชนหาซื้อไปบูชาพระมากกว่าดอกไม้ชนิดอื่น เพราะสามารถคงความงดงามไว้ได้นานกว่าดอกไม้หลายชนิดดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 ประโยชน์จากดอกบัวหลวง [9]

2.3.2 เม็ดบัวสามารถนำมากินได้ทั้งสดและแห้ง เม็ดบัวมีปริมาณสารอาหารที่สำคัญ คือ โปรตีน ประมาณ 23 % ซึ่งสูงกว่าข้าวถึง 3 เท่า และเป็นแหล่งรวมธาตุ อาหารหลายชนิดด้วยกัน เม็ดบัวนำมาประกอบอาหารได้ทั้งคาวหวาน เช่น สังขยา เม็ดบัว ขนมหม้อแกงเม็ดบัว เม็ดบัวเชื่อม สาคูเม็ดบัว เป็นต้นดังรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.14 ประโยชน์จากเม็ดบัวหลวง [9]

2.3.3 รากบัวนิยมนำมาเชื่อมแห้งกินเป็นของหวาน หรือนำไปต้มกับน้ำตาลกรวด แก้ร้อนใน ชาวอินเดีย จะให้เด็กดื่มน้ำรากบัว เพื่อระงับอาการท้องร่วงดังรูปที่ 2.15

รูปที่ 2.15 ประโยชน์จากรากบัว [9]

2.3.4 ไหลบัว หรือต้นกล้าบัวสามารถนำมาประกอบอาหารได้ทั้งสด ทั้งแห้ง โดยมากจะนำมาแกงส้ม แกงเลียง ผัดเผ็ดต่างๆดังรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 ประโยชน์จากไหลบัวหรือต้นกล้าบัว [9]

2.3.5 สายบัวสามารถปรุงอาหารแทนผักได้หลายชนิด ทั้งแกงส้มสายบัว แกงสายบัวกับปลาทู ฯลฯ ชาวอินเดีย กินเพื่อแก้อาการท้องร่วงดังรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 ประโยชน์จากสายบัว [9]

2.3.6 ใบบัวนิยมนำมาห่อข้าว ห่อของ เช่น ข้าวห่อใบบัว ส่วนใบอ่อนสามารถนำมากินเป็นผักสดแกล้มน้ำพริก หรือทำเป็นชาใบบัวอบแห้ง หรือใช้ร่วมกับอื่นๆเป็นตำรับชาสมุนไพร ชงดื่มแทนน้ำชาช่วยแก้ร้อนในกระหายน้ำ ช่วยลดคลอเลสเตอรอล ลดน้ำหนัก ลดความดัน ป้องกันโรคหัวใจหลอดเลือด ถุงน้ำดีอักเสบ นิ่วในถุงน้ำดี ไขมันพอกตับ ช่วยแก้ร้อนในกระหายน้ำได้เป็นอย่างดี ดังรูปที่ 2.18

รูปที่ 2.18 ประโยชน์จากใบบัว [9]

2.3.7 เกสรบัวส่วนของเกสรสีเหลือง สามารถใช้เข้าเครื่องยาทั้งไทยและจีน โดยเฉพาะยาลม ยาหอม ยาบำรุงหัวใจ และยาขับปัสสาวะดังรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.19 ประโยชน์จากเกสรบัว [9]

2.3.8 ดีบัวเป็นส่วนของต้นอ่อนที่อยู่ภายในเม็ดบัว มีรสขมจัด สามารถนำมาเป็นส่วนผสมของยาโบราณ มีฤทธิ์ขยายหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจได้ดังรูปที่ 2.20

รูปที่ 2.20 ประโยชน์จากดีบัว [9]

2.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากใบบัวหลวง

สวนบัวลัดดา และ Ladda Garden Shop ตั้งอยู่เลขที่ 32/4 หมู่ 7 ตำบลเทพมงคล อำเภอบางซ้าย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13270 ผู้ก่อตั้ง คือ คุณลัดดาหรือนางลัดดา พาลีขำ เป็นคนกรุงเก่าอยุธยา มีความรู้และความรักในการทำดอกไม้ประดิษฐ์ เป็นผู้มีพรสวรรค์และพร แสวงในด้านการเลี้ยงบัวเป็นอย่างมาก ตลอดระยะเวลา 50 ปี จนดูเหมือนจะเกือบทั้งชีวิต มีแต่คำว่าศึกษาและเรียนรู้ในการอยู่ร่วมกับบัวอันเป็นที่รัก เปรียบเสมือนเป็นสิ่งที่ทำให้มีกำลังที่จะสร้างอย่างไม่ท้อถอยจนทำให้ก่อกำเนิดสวนบัวลัดดาที่มีเนื้อที่กว่า 17 ไร่ เป็นสถานที่จำหน่ายบัวสายพันธ์ต่างๆมากมาย มีห้องวิจัย เกี่ยวกับชาและอาหารที่ทำจากบัวซึ่งเป็นที่รู้จักในท้องตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมถึงมีการสร้างสรรค์ผลผลิตอื่นๆที่มีความเกี่ยวข้องกับบัวอีกมากมาย

อย่างที่ได้กล่าวข้างต้นว่าสวนบัวลัดดานั้นมีความเชี่ยวชาญงานออกแบบที่เกี่ยวกับน้ำและธรรมชาติ โดยปัจจุบันทางสวนบัวลัดดาได้ออกแบบกระถางบัวภายใต้แนวทางที่รวมความเป็นธรรมชาติกับน้ำมาใช้เพื่อเพิ่มความผ่อนคลายและสวยงามต่อกระถางบัวแบบเดิมๆ ซึ่งการออกแบบครั้งนี้ได้คำนึงวัสดุที่ใช้ และพื้นที่การวางของสินค้าเป็นหลัก โดยสามารถจัดตั้งกระถางได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ในปัจจุบันนั้นมีร้านคาเฟ่มากมายที่ตกแต่งร้านให้ร่มรื่นด้วยต้นไม้ ซึ่งเป็นการตกแต่งที่ให้ความรู้สึกใกล้ชิดธรรมชาติและผ่อนคลาย แต่จะดีขนาดไหนถ้ามีกระถางหรืออ่างบัวเข้าไปตกแต่งเพิ่มความรู้สึกเย็นสบายและใกล้ชิดธรรมชาติยิ่งขึ้น และมีการพัฒนาตัวผลิตภัณฑ์ชาใบบัวหลวงอบแห้งมา ซึ่งขั้นตอนการเลือกใบบัวหลวงเพื่อทำชาอบแห้งนั้นจะเลือกใบอ่อนที่ลอยปริ่มน้ำมีอายุระหว่าง 1-2 สัปดาห์ ส่วนใบแก่จะชูใบพ่นน้ำ จะมีความแข็ง ไม่เหมาะมาทำชาใบบัว ชาใบบัว

หลวงอบแห้งเป็นที่รู้จักในจังหวัด และเริ่มแพร่ขยายเป็นใบบัวหลวงแห้งส่งออก เป็นใบบัวหลวงคัดเกรดส่งออก ซึ่งส่งออกให้ทั้งจีน อินเดีย ญี่ปุ่น ออสเตเรีย เยอรมัน เพื่อใช้ทำทั้งยาและบรรจุภัณฑ์ และอีกมากมายในการทำสปา และอาหาร โดยผ่านการคัดสรรค์ผลิตภัณฑ์โอทอป และได้ออกบูธแสดงสินค้าในงานโอทอป ทุกๆปี

ชาใบบัวหลวงเป็นสินค้าเพื่อสุขภาพ ที่หลายคนให้ความสนใจ เพราะเป็นเครื่องสมุนไพรที่มีสรรพคุณในการรักษาโรคหลายชนิด ชาบัวจะหลั่งสารที่ช่วยทำให้รู้สึกผ่อนคลายและสงบ นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณในการบำรุงระบบทางเดินอาหาร สามารถรักษาอาการท้องอืดและท้องร่วง และบำรุงระบบเลือด ช่วยแก้อาการประจำเดือนมาไม่ปกติ หากดื่มชาใบบัวหลวงเป็นประจำ จะส่งผลให้ร่างกายฟื้นตัวจากอาการปัญหาต่างๆเหล่านี้ได้ในระยะเวลาไม่นาน สำหรับวิธีชงชาบัวนั้นไม่ยาก เพียงแช่ซองชาบัวในน้ำอุ่น นวดซองชาเบาๆด้วยช้อนชา และทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาทีก่อนดื่ม ชาใบบัวหลวง ใบบัวหลวงมีสารอัลคาลอยด์บางชนิดที่ช่วยบำรุงร่างกาย บำรุงหัวใจ แก้ไข้ แก้หวัดเรื้อรัง ลดเสมหะ ใบบัวหลวงมีฤทธิ์ในการยับยั้งการหดตัวของหลอดเลือด สามารถลดความดันโลหิตและไขมันในเส้นเลือด ให้รสฝาดเปรี้ยว [10] ดังรูปที่ 2.21

รูปที่ 2.21 ผลิตภัณฑ์ชาใบบัวหลวงอบแห้งของวิสาหกิจชุมชนจากสวนบัวลัดดา [10]

2.5 คุณสมบัติทางกายภาพของผลผลิตเกษตร

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

2.5.1 รูปร่างและขนาด

รูปร่างและขนาดเป็นสิ่งที่จำเป็นและแยกจากกันไม่ได้ในการอธิบายวัตถุทางกายภาพ ในการระบุรูปร่าง เราต้องวัดตัวแปรมิติบางตัว Mohsenin (1978) เขียนไว้ว่าการวัดตามแนวแกนตั้งฉากกันที่สัมพันธ์กันหลายๆ แกนพียงพอ Griffith and Smith (1964) ได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก้อนกรวดกลุ่มหนึ่งกับมิติตามแนวแกน การอธิบายขนาดและรูปร่างโดยใช้มาตรฐานแผนภาพนี้จะมีภาพตัดขวางตามยาวและตามขวางของวัสดุต่างๆ ซึ่งเราสามารถใช้ภาพเปรียบเทียบกับรูปร่างวัตถุที่เราต้องการได้ รูปร่างของผลิตภัณฑ์เกษตร สามารถจะอธิบายได้ดังในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 รูปร่างวัตถุต่างๆและคำอธิบาย [12]

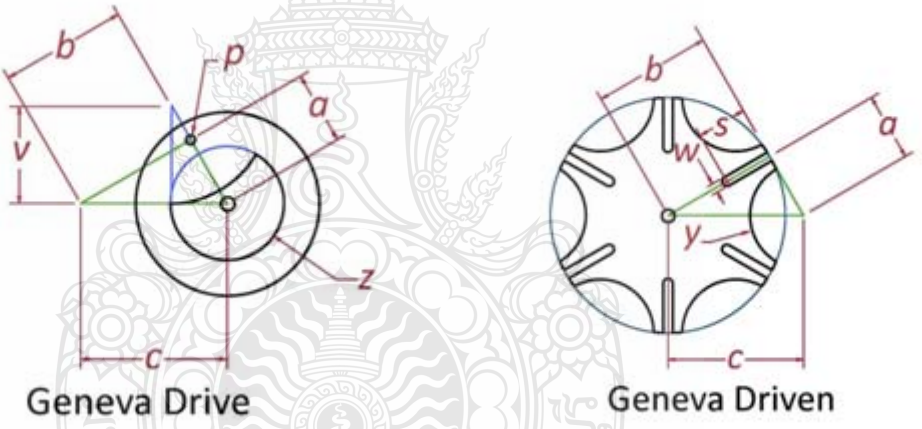
รูปร่าง	คำบรรยาย
กลม (Round)	เข้าใกล้วัตถุกลม (Spheriod)
แป้น (Oblate)	เรียวที่ขั้วหรือที่ปลาย
อ๊อบลอง (Oblong)	เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวดิ่งยาวกว่าในแนวระดับ
กรวย (Conic)	เล็กเรียวลงไปหาปลาย (Tapered toward apex)
รูปรังไข่ (Ovate)	รูปร่างเหมือนไข่และขยายออกที่ขั้ว (Stem end)
เบ้ หรือ เย้ หรือ เห (Oblique)	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

2.6 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบเครื่องตัดใบบัวหลวง

2.6.1 กลไกเจนีวา

กลไกชนิดนี้ส่วนใหญ่จะเป็นกลไกที่เปลี่ยนการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง (Continuous) มาเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent) คือ ขณะที่เคลื่อนที่จะมีการหยุด ซึ่งสามารถนำเอาการทำงานของกลไกนี้ไปใช้ประโยชน์มาก เช่น การหยุดเพื่อให้ป้อนชิ้นงานใหม่ เป็นต้น



(a) (b)

รูปที่ 2.22 กลไกเจนีวา [13]

ส่วนประกอบของกลไกเจนีวา

1) รูป (a) ชิ้นส่วน Plate 1 ซึ่งจะมี Locking Plate ติดอยู่ และมีหมุด P ยื่นออกไปเพื่อใช้ขับในร่องของชิ้นส่วนตาม โดยชิ้นส่วนนี้จะเคลื่อนที่หมุนรอบตัวแบบต่อเนื่อง

2) รูป (b) ชิ้นส่วนตัวตาม จะมีร่องอยู่บนจำนวน 6 ร่อง ตาม Phase ดังรูป โดยชิ้นส่วนนี้จะเคลื่อนที่หมุนรอบตัวจากการขับของ Plate 1 แบบไม่ต่อเนื่อง

สูตรการคำนวนกลไกเจนีวา

Determine Geneva wheel radius b

a = drive crank radius

n = driven slot quantity

p = drive pin diameter

t = allowed clearance

c = center distance = a /sin(180 / n)

b = Geneva wheel radius = $\sqrt{c^2 - a^2}$

s = slot center length = $(a + b) - c$

w = slot width = $p + t$

y = stop arc radius = $a - (p\ 1.5)$

z = stop disc radius = $y - t$

v = clearance arc = bz / a

Determine drive crank radius a

b = Geneva wheel radius

n = driven slot quantity

p = drive pin diameter

t = allowed clearance

c = center distance = b / coos(180 / n)

a = drive crank radius = $\sqrt{c^2 - b^2}$

s = slot center length = $(a + b) - c$

w = slot width = $p + t$

y = stop arc radius = $a - (p\ 1.5)$

Z = stop disc radius = $y - t$

v = clearance arc = bz/a

2.6.2 การออกแบบเพลา

เพลาเป็นชิ้นส่วนที่มีใช้อยู่ในเครื่องจักรเกือบทุกชนิด ทำหน้าที่ในการส่งถ่ายกำลังหรือทำให้เกิดการหมุนระหว่างชิ้นส่วนต่างๆของเครื่อง ขณะใช้งานเพลาจะอยู่ภายใต้ภาระการกระทำชนิดต่างๆเช่น แรงกด แรงดึง โมเมนต์ดัด และโมเมนต์บิดซึ่งอาจมีทั้งแรงสถิตและแรงแบบวัฏจักรทำให้เกิดการล้าได้เพลาอาจมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานดังนี้คือ

1) เพลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง

2) แกน (Axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่หมุน เช่นล้อ ล้อสายพานเป็นต้นอย่างไรก็ตามทั้งเพลาและแกนก็นิยมเรียกรวมกันว่าเพลา ไม่ว่าชิ้นส่วนนั้นจะหมุนหรือไม่ก็ตาม

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

4) สตับชาฟ (Stub Shaft) เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์มอเตอร์หรือเครื่องต้นกำลังอื่นๆ มีขนาด รูปร่างและส่วนยื่นออกมาสำหรับใช้ต่อกับเพลาอื่นๆ

5) เพลาแนว (Line Shaft) หรือเพลาส่งกำลัง (Power Transmission Shaft) หรือเพลาเมน (Main shaft) เป็นเพลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลัง ใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่นๆ

6) แจ๊คชาฟ (Jack Shaft) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลาเมนหรือเครื่องจักรกล

7) เพลาอ่อน (Fiexble Shaft) เป็นเพลาที่สามารถอ่อนตัวหรือโค้งได้เพลาประเภทนี้ทำด้วยสายลวดใหญ่ (Cable) ลวดสปริงหรือลวดเหนียว (Wire Rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้แต่ส่งกำลังได้น้อย

ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO / R 755 – 1969 [14]

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	

2.6.3 การคำนวณแกนและเพลา

การหาโมเมนต์บิด

$$P = \frac{M_t \times 2 \times \pi \times n}{60} \quad (2.1)$$

$$M_t = \frac{P \times 1000 \times 30}{\pi \times n} \quad (2.2)$$

P = กำลังงานระบุในเพลา (kW)

n = ความเร็วรอบของเพลา(rpm)

M_t = โมเมนต์บิด(N-m)

M_B = Working Torque (N-m)

C_B = Working – factor

$$M_B = M_t \times C_B \quad (2.3)$$

การคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลาง ($\emptyset d$) ของเพลาโดยประมาณ

ส่วนใหญ่ในการคำนวณอันดับแรกจะยังไม่ทราบว่าค่าโมเมนต์ดัดที่แน่นอนเพราะระยะของเพลา ล้อหรือแรงยังไม่ทราบค่า จึงมีการคำนวณจากค่าโมเมนต์บิดและจำนวนรอบ เพื่อหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาได้โดยประมาณ ดังสูตร

$$\emptyset d \approx C_1 \times \sqrt[3]{M_B} \tag{2.4}$$

C_1= เป็นแฟกเตอร์ขึ้นอยู่กับโมเมนต์

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

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

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

การคำนวณให้ได้ค่าที่แน่นอน

เนื่องจากโมเมนต์ที่เกิดในเพลามี 2 ลักษณะคือ โมเมนต์ดัดและโมเมนต์หมุนบิดจึงต้องเป็นค่า Comparative Moment (M_c) ซึ่งจะได้จาก

$$M_c = \sqrt{(M_B{}^2 + 0.745\alpha_0 M_t{}^2)} \tag{2.5}$$

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

$$\sigma_{ball} = \frac{M_c}{W} \quad (2.6)$$

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

W = Section Modulus (N/mm^2)

เพลาตัน $W = \frac{\pi d^3}{32}$ (2.7)

$\approx 0.1d^3$

$$\sigma_{ball} = \frac{M_c}{0.1d^3}; d^3 = \frac{M_c}{0.1\sigma_{ball}} \quad (2.8)$$

$$\emptyset d = \sqrt[3]{M_c/0.1\sigma_{ball}} \quad (2.9)$$

ใช้ในกรณีที่มีค่าโมเมนต์หมุนดัดในเพลา

ในกรณีที่เกิดเฉพาะการหมุนบิดในเพลาอย่างเดียว จะใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\tau_{all} = \frac{M_t}{W_p} \quad (2.10)$$

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 $$\tau_{all} = \frac{M_t}{0.2 \times d^3} \quad (2.11)$$

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

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของเพลา(mm)

2.6.4 การคำนวณหากำลังของมอเตอร์

เมื่อต้องการจะคำนวณหามอเตอร์จะได้ F นิวตัน ที่กระทำสัมผัสกับเพลาทำให้เพลาหมุนด้วยความเร็วรอบ n รอบต่อนาที ขณะที่เพลาหมุนไป1รอบ สามารถหาค่าต่างๆได้ดังนี้ การคำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ขณะที่เพลาหมุนไป1รอบ สามารถคำนวณหาได้ดังสมการที่ (2.12)

สมการที่ใช้คำนวณหาระยะทางที่เคลื่อนที่

$$S = 2\pi r \quad (2.12)$$

การคำนวณหางานในการหมุนเพลา1รอบ คำนวณหาได้ดังแสดงในสมการที่ (2.13)

สมการที่ใช้คำนวณหางาน

$$W_t = F \times 2\pi r \quad (2.13)$$

การคำนวณหางานในการที่เพลากระทำต่อวินาที ขณะที่เพลาหมุน n รอบต่อนาที สามารถคำนวณได้ดังแสดงในสมการที่ (2.19)

สมการที่ใช้คำนวณหางานที่เพลากระทำต่อวินาที

$$W_F = F \times 2\pi r \times n \quad (2.14)$$

การคำนวณหาแรงบิด สามารถคำนวณได้ ดังแสดงในสมการที่ (2.15)

สมการที่ใช้คำนวณหาแรงบิด

$$T = F \times r \quad (2.15)$$

เพราะฉะนั้น การคำนวณหากำลังของมอเตอร์สามารถคำนวณหาได้ดังแสดงในสมการที่ (2.16)

$$P = \frac{2\pi Tn}{60} \tag{2.16}$$

เมื่อ P = กำลังที่เพลารับแรงจากมอเตอร์ (WหรือkW)

T = โมเมนต์แรงบิด(N)

N = ความเร็วรอบของเพลา(rpm)

r = รัศมีของเพลา(m)

การคำนวณหาความเค้นเฉือน สามารถคำนวณได้ ดังแสดงในสมการที่ (2.17)

จากสูตร $$\tau = \frac{16T}{\pi D^3} \tag{2.17}$$

เพราะฉะนั้น $$T = \frac{\tau \pi D^2}{6} \text{ หรือ } = \frac{\sigma_{zul} \pi D^3}{16} \tag{2.18}$$

จากสูตร $$\sigma_{zul} = \frac{\sigma\ lim}{\nu} \tag{2.19}$$

เมื่อ τ คือ ความเค้นเฉือน

ν คือ ค่าความปลอดภัยในทางเครื่องกล

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

σ_{lim} คือ พิกัดความเค้นขึ้นอยู่กับลักษณะการรับแรง

2.7 ทฤษฎีเกี่ยวกับโซ่

ในระบบการถ่ายทอดกำลังจากเฟืองทดไปยังระบบชุดหัวเจาะนั้นจำเป็นต้องใช้โซ่และเฟืองโซ่เป็นตัวถ่ายทอดกำลังเพื่อไม่เกิดการเลื่อน

2.7.1 โซ่ขับ (Chain drive)

โซ่ขับมีข้อดีตรงไม่มีการเลื่อน (Slip) ขณะส่งกำลังมีอายุการใช้งานนานและสามารถส่งถ่ายกำลังไปหลายเพลาจากแหล่งส่งกำลังแหล่งเดียวได้มาตรฐานโซ่ขับที่สำคัญได้แก่ BS-series Type B และมาตรฐานอเมริกัน (ANSI-ISO Type A)ในการใช้เฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟันน้อย จะทำให้เกิดการดัดงอของข้อโซ่โดยเฉพาะที่ความเร็วสูงจะทำให้เกิดการสึกหรอของข้อต่อโซ่เร็วขึ้นมีผลทำให้โซ่ยืดเร็วขึ้น ปกติจะอนุญาตให้ยืดออกไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ด้วยเหตุนี้เฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟัน (z) น้อยกว่า 17 ฟัน จะนำมาใช้งานที่ใช้มือหมุนหรืองานที่หมุนรอบเช้า ในทางปฏิบัติจำนวนฟันที่ล้อเฟืองสามารถกำหนดได้ ดังนี้

z =11-13 ฟัน ใช้งานที่ความเร็ว v น้อยกว่า 4 เมตรต่อวินาที ที่ระยะพิตช์ p น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร และความยาวโซ่เกิน 40 ข้อโซ่ สำหรับงานขับเคลื่อนที่มีแรงกระแทกน้อย

z = 14-16 ฟัน ใช้งานที่ความเร็ว v น้อยกว่า 7 เมตรต่อวินาที สำหรับภาระปานกลาง

z = 17-25 ฟัน ใช้งานที่ความเร็ว v น้อยกว่า 24 เมตรต่อวินาที เหมาะสำหรับเฟืองโซ่ขนาดเล็ก

z = 26-79 ฟัน ใช้งานกับเฟืองโซ่ขนาดโต

z = 80-120 ฟัน ใช้งานกับเฟืองโซ่ที่โตมากๆ

อัตราทดเฟืองโซ่ คือ $$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \qquad (2.20)$$

เมื่อ i = อัตราทดเฟืองโซ่

n_1 = ความเร็วรอบเฟืองขับ

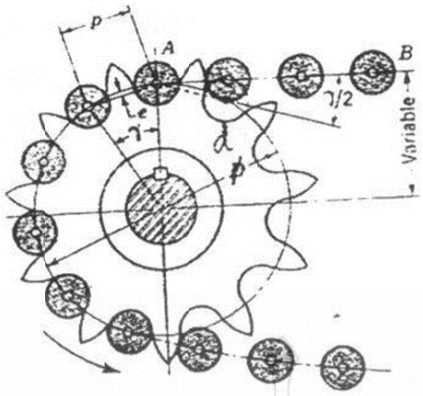
n_2 = ความเร็วรอบเฟืองตาม

z_1 = จำนวนฟันเฟืองขับ

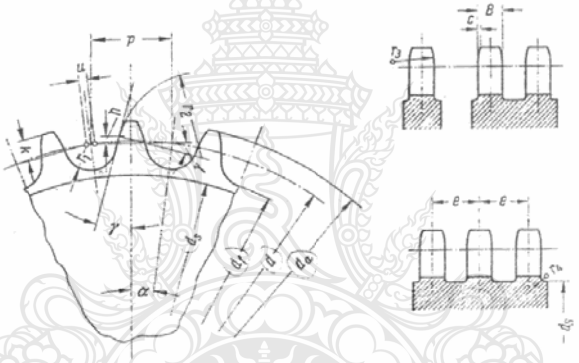
z_2 = จำนวนฟันเฟืองตาม

โดยปกติจะใช้ i น้อยกว่า 7 และ i = 10 สำหรับความเร็วโซ่ต่ำ

หมายเหตุ : ให้หลีกเลี่ยงการออกแบบเฟืองโซ่โตเป็นเฟืองขับเฟืองโซ่เล็กเป็นเฟืองตาม



รูปที่ 2.23 การสัมผัสของข้อโซ่กับเฟืองโซ่ [14]



รูปที่ 2.24 ล้อเฟืองโซ่ตาม DIN 8196 สำหรับโซ่ลูกกลิ้ง [14]

โดยทั่วไปภาระพิเศษที่โซ่ขับรับไว้จะเกิดจากสภาพดังต่อไปนี้

1) เฟืองโซ่ที่มีฟันน้อยกว่า 9 ฟัน ส่งกำลังที่ความเร็วต่ำหรือน้อยกว่า 16 ฟันที่ความเร็วสูง

2) ภาระกระชากหรือกระตุก (Shock load) หรือเปลี่ยนทิศทางส่งกำลังบ่อยๆ

3) มีเฟืองโซ่มากกว่า 3 ตัว ในการขับ

4) การหล่อลื่นไม่เพียงพอ

5) โซ่ต้องทำงานในสภาวะที่มีฝุ่นหรือสกปรก

2.7.2 การเลือกโซ่ขับ

1) อายุโซ่ลูกกลิ้งจะถูกกำหนดจากการสึกหรอระหว่างบูช และโบลต์ในลำดับแรก จะสัมพันธ์กับแรงดึงโซ่ พื้นที่ข้อต่อ การหล่อลื่น และจำนวนการหมุนรอบของโซ่

2) ต้องมีการหล่อลื่นที่เพียงพอ

3) สำหรับสภาพงานที่สม่ำเสมอโดยปรารถนาจากแรงพลวัตภายนอกมากระทำเพิ่มเติม และให้มีการยืดตัวออกจากการสึกหรอสูงสุดไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์

2.7.3 ความยาวโซ่

1) ระบบโซ่ขับ 2 เฟืองโซ่

เฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟันเท่ากัน $z = z_1 = z_2$ ใช้

$$x_o = \frac{2.a_0}{p} + z \tag{2.21}$$

เมื่อ x_0 = จำนวนข้อโซ่ที่คำนวณได้

a_0 = ระยะห่างระยะเพลาโดยประมาณ (มิลลิเมตร)

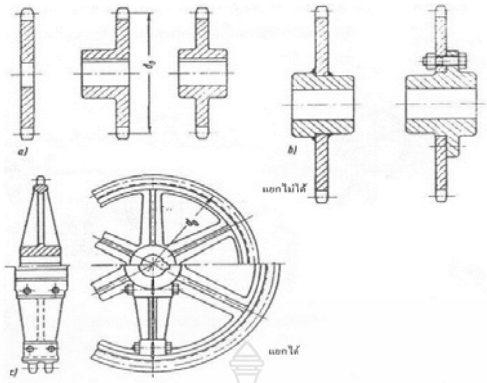
เฟืองโซ่ที่มีจำนวนฟันไม่เท่ากันใช้สมการจำนวนข้อโซ่ที่คำนวณ

$$x_o = \frac{2.a_0}{p} + \frac{z_1+z_2}{2} + \frac{f_3 p}{a_0} \tag{2.22}$$

เมื่อ $f_3 = \left[\frac{z_2 - z_1}{2\pi}\right]^2$ แฟกเตอร์ f_3 (2.23)

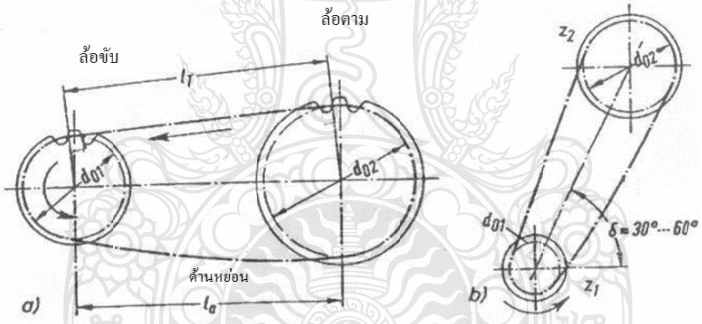
2.7.4 การออกแบบเฟืองโซ่

รูปร่างของเฟืองโซ่จะกำหนดจากเฟืองฟันและกำลังทำงานที่ส่งถ่ายจำนวนหรือความถี่ในการถอดประกอบ



รูปที่ 2.25 รูปแบบเฟืองโซ่ที่ลูกกลิ้ง a) เฟืองโซ่ขนาดเล็ก b) เฟืองโซ่ขนใหญ่แบบเฟืองโซ่ ขนาดใหญ่ที่มีแบบชิ้นเดียวและแบบแยกชิ้น [14]

สำหรับเฟืองโซ่ขนาดใหญ่ที่มีความเร็วปานกลางจะทำจากเหล็กหล่อ หรือเหล็กกล้าหล่อ ส่วนที่ความเร็วสูงกว่านี้จะทำจากเหล็กกล้าอบชุบ (Heat treatable steel)



รูปที่ 2.26 รูปแบบการส่งกำลังด้วยโซ่ a) แนวนอน b) แนวเอียง [14]

ข้อดีของการขับด้วยโซ่ คือ

1) มีขนาดกะทัดรัดกว่าเมื่อเทียบกับการขับด้วยสายพาน
2) โหลดบนเพลาน้อยกว่าการขับด้วยสายพาน
3) ส่งกำลังได้สูง
4) มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง
5) ส่งกำลังได้ระยะทางไกล 5-8 เมตร
6) โซ่เส้นเดียวสามารถขับได้หลายๆ เพลา

ข้อเสียของการขับด้วยโซ่ คือ

1) ระยะพิตช์ของโซ่เพิ่มขึ้น (โซ่ยืดออก) เนื่องจากการสึกกร่อนของข้อต่อ ซึ่งต้องใช้ตัวปรับความตึง

2) การบำรุงรักษายุ่งยากกว่าสายพาน

3) เกิดเสียงดังและการสั่นสะเทือนในขณะทำงาน เนื่องจากการกระแทกระหว่างโซ่กับโคนฟันของจานโซ่และความเร็วไม่คงที่

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องตัดใบบัวหลวง และนำวิธีการออกแบบการทดลองมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการออกแบบ สร้าง ทดสอบ และประเมินผลการออกแบบเครื่องตัดใบบัวหลวงซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

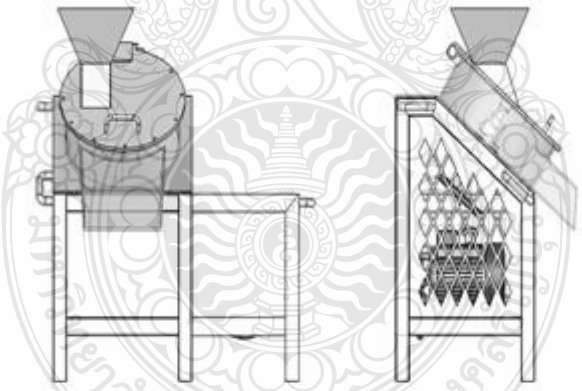
รุ่งเรือง ทารักษ์ [15] การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นต้นหอม เครื่องมีส่วนประกอบและอุปกรณ์ต่างๆ 3 ส่วน ได้แก่ ชุดใบมีด ชุดสายพานลำเลียง และชุดโครงสร้าง โดยทดสอบกับใบมีดแบบตรง ซึ่งมีทั้งชนิด 1 คม และ 2 คม หลักการทำงานของเครื่องหั่นต้นหอม ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 186 วัตต์ เป็นต้นกำลังและส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานไปขับเคลื่อนชุดใบมีดเพื่อหั่นต้นหอมที่ถูกป้อนด้วยชุดสายพานลำเลียง ซึ่งทั้งสองส่วนจะมีการทำงานที่สัมพันธ์กัน ใช้วิธีในการหั่นเฉือนต้นหอมที่ยังสด เพื่อนำไปแปรรูป การทดสอบแบ่งออก 2 วิธี คือ ใช้ใบมีดชนิด 1 คม และ 2 ทดสอบที่ความสูงของใบมีด 12.7, 13.2, 13.7 และ 14.2 เซนติเมตร เพื่อหารูปแบบในการหั่นต้นหอมที่มีสมรรถนะของเครื่องหั่นต้นหอมที่ดีที่สุด จากการทดสอบพบว่า ใบมีดแบบตรงชนิด 1 คม สามารถหั่นได้เร็วกว่าใบมีดแบบตรงชนิด 2 คม ที่ความเร็วรอบของมอเตอร์ 1,440 รอบต่อนาที เครื่องหั่นต้นหอมมีสมรรถนะในการหั่นได้ประมาณ 120 กิโลกรัมต่อชั่วโมง การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์โดยวิธี FUTURE WORTH โดยที่การหั่นต้นหอมด้วยแรงงานคน 1 คน สามารถหั่นต้นหอมได้ 42 กิโลกรัมต่อชั่วโมงถ้าจะหั่นต้นหอมให้เท่ากับความสามารถในการหั่นด้วยเครื่องจะต้องใช้แรงงานคนประมาณ 3 คนจึงจะสามารถหั่นได้เท่ากับเครื่องหั่นต้นหอม ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องหั่นต้นหอม 117,789.01 บาทค่าใช้จ่ายในการใช้แรงงานคน 264,622 บาท และระยะเวลาในการคืนทุน 94 วัน

รูปที่ 2.27 การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นต้นหอม [15]

สิทธิบูรณ์ และคณะ [16]ได้ออกแบบและสร้างเครื่องสไลด์กล้วยตามแนวยาวของผล ให้สามารถสไลด์กล้วยดิบให้เป็นแผ่นตามแนวยาวของผลและสามารถปรับบความหนาได้ระหว่าง 1-2 มิลลิเมตร เครื่องจักรถูกออกแบบให้ประกอบด้วย แผ่นน้ำหนักกดที่ติดตั้งอยู่เหนือซองบรรจุวัตถุดิบ และซองบรรจุวัตถุดิบสามารถบรรจุกล้วยได้ครั้งล่ะ 5 ผลในแนวนอน มีชุดใบมีดที่ติดตั้งบนจานหมุน และมีถาดลำเลียงออกติดตั้งอยู่ใต้จานหมุนเพื่อรองรับผลผลิต โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังสำหรับขับหมุนจานหมุน ตัวเครื่องจักรมีความกว้าง 0.60 เมตร ความยาว 0.50 เมตร และความสูง 1.60 เมตร ทดสอบสไลด์ที่ความหนา 1, 2 และ 1.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยเครื่องจักรสามารถสไลด์กล้วยได้ 24,600, 20,133 และ 6,520 ชิ้นต่อชั่วโมง ตามลำดับ โดยเครื่องจักรมีอัตราสิ้นเปลืองไฟฟ้าเฉลี่ย 2.01 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง และมีระยะคืนทุนประมาณ 0.11 ปี

รูปที่ 2.28 เครื่องสไลด์กล้วยตามแนวยาวของผล [16]

บุญเจิด และคณะ [17] ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องหันข่าขึ้นโดยมีส่วนประกอบที่สำคัญประกอบด้วย ส่วนของโครงเครื่อง ส่วนของจานใบมีดส่วนของชุดใบมีด ส่วนของเสื้อใบมีด และส่วนของระบบส่งกำลังหลักการทำงานของเครื่องหั่นข่า เริ่มต้นเมื่อเปิดสวิตช์ของเครื่องไปที่ตำแหน่ง ONมอเตอร์ต้นกำลังของเครื่องจะหมุน และส่งกำลังผ่านสายพานไปขับชุดของจานใบมีดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 41 เซนติเมตร ให้หมุนด้วยความเร็ว 250 รอบต่อนาที จากนั้นนำเหง้าขาที่ต้องการหั่นมาใส่ในช่องสำหรับใส่ข่า เหง้าข่าจะถูกใบมีดตัดขาดออกเป็นแผ่นๆ โดยมีขนาดความกว้าง และความยาวของแผ่นข่าเท่ากับขนาดของเหง้าข่า และมีความหนาของแผ่นข่า 5 มิลลิเมตรความสามารถในการทำงานขอเครื่องทดสอบการหั่นโดยใช้ข่าที่มีความชื้น 71 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก, Wet Basis) พบว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องหั่นข่าเฉลี่ย 240.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีเปอร์เซ็นต์ความยาวของแผ่นข่าที่หั่นได้มากกว่า 4 เซนติเมตร 88.2 เปอร์เซ็นต์ ความยาวระหว่าง 2-4 เซนติเมตร 8.7 เปอร์เซ็นต์ และความยาวของแผ่นข่าที่หั่นได้ มีขนาดน้อยกว่า 2 เซนติเมตร 3.1 เปอร์เซ็นต์ และจากการสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มเกษตรกรที่ทดลองใช้เครื่องหั่นข่าที่พัฒนาขึ้นโดยการประเมินผลความพึงพอใจด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านผลผลิต พบว่าอยู่ในระดับดีมาก ทั้ง 3 ด้าน



รูปที่ 2.29 การพัฒนาเครื่องหันข่า [17]

ธนฤทธิ์ และคณะ [18] ได้ออกแบบและสร้างเครื่องสไลด์กล้วยแนวนอนแบบใบมีดอยู่กับที่ส่วนประกอบของเครื่องจักรประกอบไปด้วย มอเตอร์ต้นกำลัง เพลาแกนหมุน กล่องใส่กล้วย ตัวดันกล้วย ใบมีด และถาดรับกล้วย ขนาดความกว้างของเครื่องเท่ากับ 30 เซนติเมตร ความยาว 30 เซนติเมตร ความสูง 70 เซนติเมตร มอเตอร์ปั๊ด น้ำฝน มีความเร็วรอบ 110 รอบ/นาที และมีความเร็ว

รอบของเครื่องสไลด์กล้วยแนวนอนแบบใบมีด อยู่กับที่ประมาณ 68.70 รอบ/นาที ทางด้านเทคนิคในส่วนของใบมีดที่ปรับตั้งได้ เพลาแกนหมุน และโครงสร้างของเครื่องสไลด์กล้วยใช้สแตนเลส ที่ไม่ทำให้เกิดสนิมปลอดภัยต่ออาหารผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องสไลด์กล้วยแนวนอนแบบใบมีดอยู่กับที่ ด้วยการสไลด์ กล้วย 25 ครั้ง ที่ขนาดความหนาที่ 1.30 มิลลิเมตร ใช้กล้วยในการทดสอบจำนวน 5 ลูกต่อครั้งและได้ค่าเฉลี่ย ทั้ง 25 ครั้ง พบว่าได้น้ำหนักรวมก่อนการสไลด์ที่ 8,680 กรัม ได้น้ำหนักรวมหลังการสไลด์ที่ 6,840 กรัม สูญเสียหลังการสไลด์ไป 1,840 กรัม ได้น้ำหนักหลังการนำไปทอด 2,370 กรัม ใช้เวลาในการสไลด์เฉลี่ย 36.09 วินาที อัตราการสูญเสียเฉลี่ย 30.41 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 0.8 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

รูปที่ 2.30 เครื่องสไลด์กล้วยแนวนอนแบบใบมีดอยู่กับที่ [18]

อานนท์ และคณะ [19] ได้พัฒนาเครื่องหั่นข้าวเกรียบสมุนไพรใบหม่อน เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตและขนาดแผ่นข้าวเกรียบที่เท่ากัน ทันต่อการสั่งซื้อซึ่งในพัฒนาเครื่องหั่นข้าวเกรียบสมุนไพรใบหม่อนในการวิจัยฉบับนี้ได้เลือกใช้วัสดุทำโครงสร้างเครื่องเป็นสแตนเลสซึ่งจะช่วยในเรื่องไม่เกิดสนิมใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์หรือไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ มีระบบคอนเวเตอร์สามารถประจุไฟเก็บไว้ในแบตเตอร์รี่ มีระบบใบมีดที่สามารถถอดเปลี่ยนทำความสะอาดได้สะดวกจำนวน 1ใบ หั่นข้าวเกรียบสมุนไพรใบหม่อนได้ที่ละ 1 ก้อน ผลการวิจัยพบว่า เมื่อเปิดสวิทช์ใช้งานเครื่องจะทางานแบบต่อเนื่อง มีความสวยงาม ขนาดกะทัดรัด สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย สามารถหั่นข้าวเกรียบได้ 20 กิโลกรัมใช้เวลาหั่น 1 ชั่วโมง ขนาดแผ่นข้าวเกรียบมีความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

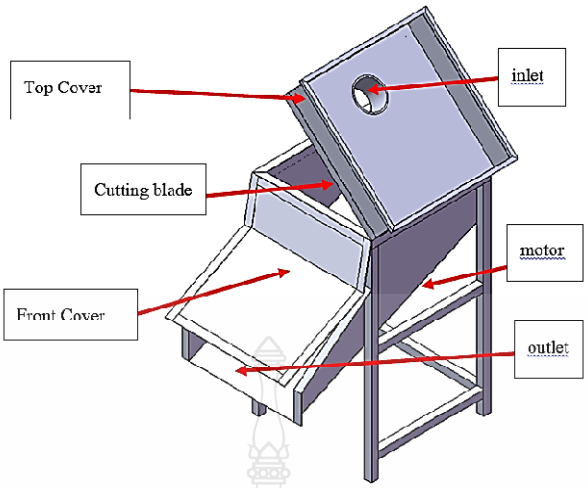
ลดการเกิดอุบัติจากใบมีดบาดจากการหั่นข้าวเกรียบ ลดความเมื่อยล้าทางานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ แบบสอบถาม กลุ่มตัวอย่างได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวเกรียบสมุนไพรใบหม่อน ตำบลหนองหลวง อำเภอลานกระบือ จังหวัดกาแพงเพชร วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความถี่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

รูปที่ 2.31 การพัฒนาเครื่องหั่นข้าวเกรียบสมุนไพรใบหม่อน [19]

อดิศักดิ์ และคณะ [20] ได้พัฒนาและสร้างเครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบ เครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบที่พัฒนาขึ้น สามารถลดเวลาในการฝานกล้วยทำกล้วยฉาบให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ที่ผลิตกล้วยฉาบมีอัตรากำลังการผลิตสูงขึ้น โดยการออกแบบ ให้ใบมีดมีขนาดความยาวของใบมีด 10 เซนติเมตร ความกว้างช่องใบมีดขนาด 1 เซนติเมตร ทำจากสเตนเลสชนิด 304 มีลักษณะ พิเศษโดยใช้กับอาหารได้ และไม่ก่อให้เกิดสนิม เครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบสามารถฝานกล้วยทำกล้วยฉาบได้สองลักษณะโดย สามารถฝานกล้วยได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้งพร้อมกัน จากการวัดประสิทธิภาพของเครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบเปรียบเทียบกับการฝานด้วยมือของกลุ่มเกษตรกรพบว่า การทดลองใช้คนจำนวน 1 คน ทำการฝานกล้วย 20 ครั้ง ใช้กล้วยจำนวน 180 ลูก ใช้เวลาในการทำงาน 125.49 นาที ส่วนเครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบใช้เวลาในการทำงาน 67.04 นาที ซึ่งเครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบสามารถลดเวลาในการฝานกล้วยได้ 58.45 นาที คิดเป็นร้อยละ 47 โดยประมาณ

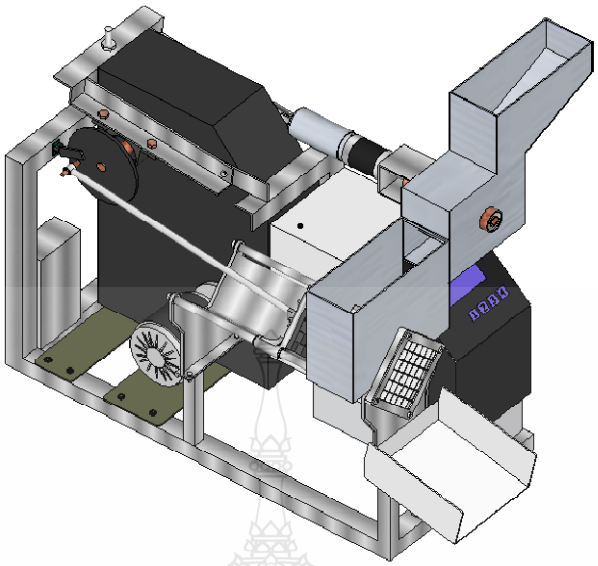
รูปที่ 2.32 เครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบ [20]

บัญญัติ [21] ได้พัฒนาเครื่องหั่นย่อยหอมแดง เนื่องจากในขั้นตอนการหั่นหอมแดงจะเกิดการระคายเคืองตาและกำลังการผลิตด้วยแรงงานคนก็ไม่สูงมากนัก จึงทำให้เป็นที่มาของการพัฒนาเครื่องหั่นหอมแดงในครั้งนี้ โดยเครื่องหั่นหอมแดงจะทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม มีใบมีดสำหรับหั่นหอมแดงติดตั้งบนแผ่นจานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 เซนติเมตรที่หมุนได้ โดยใบมีดมีจำนวน 2 ใบ ติดตั้งตรงข้ามกันมอเตอร์ที่เป็นต้นกำลังขับมีขนาด 1/8 แรงม้า หมุนด้วยความเร็วรอบ 1,410 รอบต่อนาที ทำการทดรอบมอเตอร์ในอัตรา 1:3 จนได้ความเร็วในการหมุนของแผ่นจานใบมีดเท่ากับ 470 รอบต่อนาที การทดลองจะทำการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องหั่นหอมแดง และแรงงานคน พบว่าเครื่องหั่นหอมแดงสามารถหั่นหอมแดงจำนวน 1 กิโลกรัมที่มีจำนวนหัวเฉลี่ยเท่ากับ 34 หัว ในเวลา 95.7 วินาที (37.6กิโลกรัม/ชั่วโมง) ส่วนแรงงานคนจะหั่นหอมแดงจำนวน 1 กิโลกรัมที่มีจำนวนหัวเฉลี่ยเท่ากับ 34 หัว ในเวลา 486 วินาที (7.4 กิโลกรัม/ชั่วโมง)คิดเป็นเวลาที่เร็วกว่ากันอยู่ 5 เท่า



รูปที่ 2.33 การพัฒนาเครื่องหั่นย่อยหอมแดง [21]

อันวา [22] ได้ออกแบบและสร้างเครื่องหั่นข้าวเกรียบกือโป๊ะแบบแท่ง กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนจะบังติกอปัตตานี เพื่อลดเวลาในการหั่นข้าวเกรียบกือโป๊ะรูปแบบแท่ง ลดการใช้ปริมาณแรงงานคนในขั้นตอนการหั่นข้าวเกรียบกือโป๊ะให้เป็นแท่งสี่เหลี่ยม โดยคำนึงถึงความสะอาดถูกหลักขององค์การอาหารและยา (อย.) และความปลอดภัยทั้งผู้ปฏิบัติงานและผู้บริโภคเครื่องหั่นข้าวเกรียบกือโป๊ะแบบแท่ง ถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้ 2 โหมด คือ (1)โหมดมีผู้ควบคุม(Manual) และ(2) โหมดอัตโนมัติ (Automatic) ควบคุมด้วยโปรแกรมไมโครคอลโทรลเลอร์ และสามารแสดงผลการทดลองผ่านจอแอลอีดี เครื่องหั่นข้าวเกรียบกือโป๊ะแบบแท่ง สามารถหั่นได้ 2 ขนาด คือ ขนาด 5×5 มิลลิเมตร และ 10×10 มิลลิเมตร ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน พบว่าเครื่องหั่นข้าวเกรียบกือโป๊ะ สามารถหั่นข้าวเกรียบทั้ง 2 ขนาด คือ ขนาด 5×5 มิลลิเมตร และ 10×10 มิลลิเมตร สามารถหั่นให้เป็นแท่งสี่เหลี่ยมได้ 86 กิโลกรัมต่อชั่วโมง คิดเป็น 7 เท่าของแรงงานคน โดยค่าพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปเท่ากับ 3.08 กิโลวัตต์ และนอกจากหั่นข้าวเกรียบกือโป๊ะได้แล้วยังสามารถตัดพืชผลชนิดอื่นได้ เช่น เผือก แครรอท มัน หัวไชเท้า เป็นต้น

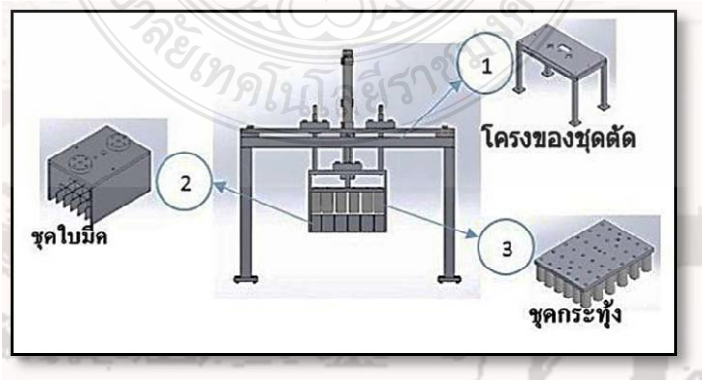


รูปที่ 2.34 เครื่องหั่นข้าวเกรียบกือโป๊ะแบบแท่ง [22]

วิรัตน์ [23] ได้ออกแบบและสร้างเครื่องหั่นชิ้นมันเส้น ที่สร้างขึ้นมีหลักการทำงานคือ ป้อนหัวมันสำปะหลังเข้าสู่ส่วนทำความสะอาดที่ใช้หลักการขัดสีของวัสดุกับผิววัตถุดิบในน้ำเพื่อขัดผิวและล้างให้สะอาดแล้วลำเลียงส่งเข้าชุดใบมีดที่ใช้หลักการเฉือน และหั่นหัวมันให้ได้เป็นชิ้นมันเส้นสะอาด โดยใช้ต้นกำลังขับในเพลาเดียวกันทำให้ทุกส่วนทำงานต่อเนื่องพร้อมกัน จึงได้ผลผลิตชิ้นมันเส้นสะอาด และได้เครื่องหั่นชิ้นมันเส้นแบบใบมีดหมุนที่ทำงานต่อเนื่องกันตรงตามที่เกษตรกรทุกฝ่ายต้องการ ผลการทดสอบการทำงาน ที่ความเร็วรอบเพลาขับ 50 รอบต่อนาที เครื่องสามารถทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังจนไม่พบเห็นดินทรายปนเปื้อน โดยมีเปอร์เซ็นต์เปลือกติดค้างหลังการทำความสะอาด 14.44 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการหั่นชิ้นมันเส้น 1,457.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพการหั่นชิ้นมัน 85.6 เปอร์เซ็นต์ ในการหั่นหัวมันสำปะหลังมีชิ้นมันเส้นเต็ม และมีชิ้นแตกหัก 85.2 เปอร์เซ็นต์ และ 11.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

รูปที่ 2.35 การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นชิ้นมันเส้น [23]

ธนากร และคณะ [24] ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั่นปลาทูซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตข้าวยัดไส้ปั่นปลาทูให้เป็นอาหารพร้อมรับประทานซึ่งสามารถหาซื้อได้ในร้านสะดวกซื้อ ได้ออกแบบให้เครื่องตัดประกอบด้วย โครงเครื่อง ชุดกระทุ้งข้าว ชุดใบมีดตัด และกระบอกนิวแมติกส์ การทำงานเครื่องใช้ระบบนิวเมติกส์และควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล การทดสอบทำโดยทดลองตัดข้าวยัดไส้ปั่นปลาทูขนาดกว้าง 190 มม. ยาว 254 มม. หนา 40 มม. ซึ่งจะได้ชิ้นย่อยจำนวน 36 ชิ้นต่อการตัด 1 ครั้ง ทำการทดลองที่ความเร็วในการตัด 5 ระดับ ได้แก่ 4, 4.5, 5, 6 และ 7 วินาทีต่อรอบ ระดับละ 5 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่ามีความคล่องตัวมากในการทำงานตัวเปล่า และที่ความเร็วในการตัด 7 วินาทีต่อรอบให้ผลดีที่สุดโดยมีประสิทธิภาพในการตัดแล้วได้ชิ้นดีเป็น 100% ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการตัดคำนวณจากจำนวนชิ้นที่ไม่ติดใบมีดและเป็นชิ้นที่รูปร่างดีหารด้วยจำนวนชิ้นทั้งหมด

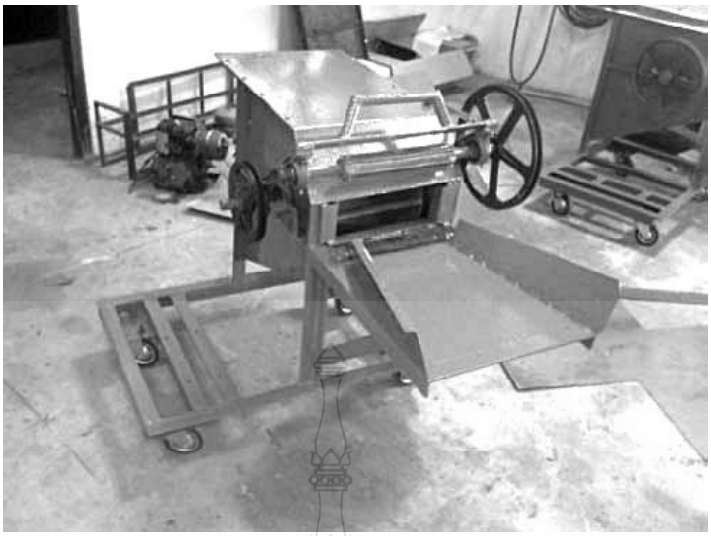


รูปที่ 2.36 การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู [24]

สุวันชัย และคณะ[25]ได้พัฒนาและสร้างเครื่องฝานต้นโสนและทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่อง โดยได้นำหลักการฝานต้นโสนจากเครื่องเดิมของชาวบ้านเป็นต้นแบบที่มีกำลังการผลิตฝานแผ่นโสนได้เฉลี่ย 0.6 กิโลกรัมต่อวัน ผลการทดลองโดยสรุปมีดังต่อไปนี้เครื่องฝานต้นโสนที่พัฒนาขึ้นสามารถฝานต้นโสนได้ความหนาระหว่าง 0.5-1.0 มิลลิเมตร ขนาดกว้าง 160 มิลลิเมตร มีกำลังการผลิตฝานแผ่นโสนเฉลี่ย 2.4 กิโลกรัมต่อวัน มีประสิทธิภาพการผลิตในการฝานต้นโสนเป็นแผ่นที่สามารถนำไปใช้งานได้สูงสุด 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ความหนา 0.5 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการฝานเฉลี่ย 19 วินาที และผลการประเมินระดับความพึงพอใจของเกษตรกรภาพรวมอยู่ในระดับดี

รูปที่ 2.37 การพัฒนาและสร้างเครื่องฝานต้นโสน [25]

มงคล และคณะ [26]ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยย่อยต้นถั่วลิสง ให้มีความเหมาะสมสำหรับหั่นย่อยต้นถั่วลิสงหลังปลิดฝักเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์และทำปุ๋ยหมัก ตัวเครื่องมีใบมีดสำหรับหั่นย่อย จำนวน 2 ใบ ความยาว 1 ฟุต ทำจากเหล็กไฮสปีด ติดตั้งตรงข้ามกัน วางมุมเอียง 18 องศา กับแนวระดับที่ความเร็วรอบของใบมีดหั่น 900 รอบต่อนาที มีอัตราการทำงาน 515 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็วในการป้อน 3 เมตรต่อนาที ขนาดชิ้นที่หั่นย่อยได้ 6.2-7.6 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องยนต์ 6 แรงม้า เป็นต้นกำลัง อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1 ลิตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 2.38 ออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยต้นถั่วลิสง [26]

สุทัศน์ และคณะ [27] ได้วิจัยและพัฒนาเครื่องหั่นกาบมะพร้าวมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าของกาบมะพร้าวให้สูงขึ้น โดยพัฒนาเครื่องให้สามารถหั่นกาบมะพร้าวให้ได้ขนาด 2, 4, 6, 8 และ 10 เซนติเมตร ตัวเครื่องมีโครงสร้างขนาด 96x66x102 เซนติเมตร โดยประกอบด้วย 1.ชุดลำเลียง 2.ชุดรีดกาบ และ3.ชุดหั่นกาบ โดยใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า ขับชุดลำเลียงและชุดรีดกาบ และใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า ขับชุดหั่นกาบ การปรับเปลี่ยนขนาดการหั่นกาบมะพร้าวทำได้โดยการเปลี่ยนปลอกปรับระยะห่างของใบหั่นให้มีขนาดตามต้องการ การทำงานจะป้อนกาบมะพร้าวตามขวางผ่านชุดลำเลียงและชุดรีดให้มีขนาดประมาณ 2 เซนติเมตร กาบมะพร้าวจะถูก หั่นด้วยชุดหั่นกาบแล้วตกลงผ่านช่องออกด้านหน้าเครื่องการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นกาบมะพร้าวที่พัฒนา เครื่องสามารถหั่นกาบมะพร้าวขนาด 2 เซนติเมตรได้ เท่ากับ 117.3 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ขนาด 4 เซนติเมตรได้ เท่ากับ 122 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ขนาด 6 เซนติเมตรได้เท่ากับ 123.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ขนาด 8 เซนติเมตรได้เท่ากับ 127.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ขนาด 10 เซนติเมตรได้เท่ากับ 129.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และใช้เวลาปรับเปลี่ยนขนาด ที่ต้องการหั่นกาบมะพร้าว 30 นาทีต่อครั้ง ระดับเสียงดังของเครื่องขณะทำงาน 88.4 เดซิเบล

รูปที่ 2.39 การวิจัยและพัฒนาเครื่องหั่นกาบมะพร้าว [27]

ณัฐดนย์ และคณะ [28]ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องสับยอดอ้อยกับต้นข้าวโพด ตลอดจนทดสอบ และประเมินผลเครื่องสับยอดอ้อยกับต้นข้าวโพดจากผลการทดสอบ และประเมินผลความเร็วรอบเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนมที่ความเร็วรอบการสับในระดับต่างๆ และปริมาณการป้อนทั้ง 3 ระดับ พบว่า ความเร็วรอบที่เหมาะสมที่ 700 รอบต่อนาที ตัวอย่างการป้อนยอดอ้อยและการป้อนต้นข้าวโพดที่ 3 กิโลกรัม มีความยาวการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเฉลี่ยเท่ากับ 2.5 เซนติเมตร ความสามารถการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเท่ากับ 607.10 และ 685.59 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์สูญเสียยอดอ้อยและต้นข้าวโพด 5.0 และ 5.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ประสิทธิภาพการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพด 95 และ 94.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการประเมินเครื่องสับยอดอ้อยต้นแบบพบว่า ความสามารถในการทำงาน 383.84 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์สูญเสีย 8 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการทำงาน 80 เปอร์เซ็นต์.

รูปที่ 2.40 การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับยอดอ้อยและข้าวโพด [28]

ภาณุวัฒน์ และคณะ [29] ได้ออกแบบและสร้างเครื่องสับเปลือกมะพร้าวเพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกพืช เพื่อเป็นประโยชน์ในการทุ่นแรง ความสะดวกสบายต่อการใช้งานทางการเกษตรและแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเกษตรกรรม ซึ่งการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์เครื่องสับเปลือกมะพร้าว และหาประสิทธิภาพของเครื่องสับเปลือกมะพร้าว ซึ่งการวิจัยนี้ได้ทำการหาเวลาในการสับเปลือกมะพร้าวให้มีขนาดเฉลี่ย 2-4 เซนติเมตร โดยผลการทดลองพบว่าจำนวน 10 กิโลกรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 4.08 นาที และจากข้อมูลผลการวิจัยในการสับเปลือกมะพร้าวจะได้เฉลี่ยประมาณ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมงโดยใช้แรงงาน 1 คนและได้ประสิทธิภาพดีกว่าการตัดด้วยมีด

รูปที่ 2.41 เครื่องสับเปลือกมะพร้าว [29]

นายพงษ์ศักดิ์ และคณะ [30] ได้ออกแบบและสร้างเครื่องฝานกล้วยน้ำว้าสุกสำหรับทำกล้วยเบรกแตก จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างเครื่องฝานกล้วยน้ำว้าสุก ฝานกล้วยให้สามารถผลิตเป็นขนมกล้วยเบรกแตกได้และให้สามารถเพิ่มผลผลิตและลดเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการฝานกล้วย ใช้กรณีตัวอย่างกับกลุ่มแม่บ้าน บ้านสระน้อย จ.นครราชสีมา โดยเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลในขั้นตอนการฝานด้วยมือของคนงาน เพื่อนำมา ใช้ออกแบบเครื่องจักร การออกแบบและสร้างเครื่องฝานกล้วยน้ำว้าสุกสำหรับทำกล้วยเบรกแตกครั้งนี้ใช้มอเตอร์กระแสสลับ 220โวลต์ ขนาด 1 แรงม้า เป็นตัวต้นกำลังต่อเข้ากับคลับปลิงเพื่อขับชุดทดรอบที่มีเฟืองติดอยู่กับแกนของชุดทดรอบเป็นตัวขับให้ข้อเหวี่ยงหมุนชักให้แท่นสไลด์ที่มีใบมีดติดอยู่เคลื่อนที่ในแนวราบตัดเฉือนเนื้อกล้วย โดยใช้คุณภาพของแผ่นกล้วยที่ฝานได้และเวลาที่ใช้ในการฝานกล้วยเป็นดัชนีชี้วัด จากการทดลองการทำงานของเครื่องฝานกล้วยน้ำว้าสุกสำหรับทำกล้วยเบรกแตก ผลการตรวจสอบพบว่า คุณภาพของแผ่นกล้วยที่ใช้เครื่องฝานกล้วยน้ำว้าสุกสำหรับทำกล้วยเบรกแตกมีคุณภาพไม่ด้อยไปกว่าการใช้มือฝาน จากการทดลองใช้เครื่องฝานกล้วยน้ำว้าสุกที่ทำการสร้างขึ้นมาสามารถฝานกล้วยน้ำว้าสุกได้ปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 27.84 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็น 52.08 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีขนาดความหนาของแผ่นกล้วยที่ฝานได้ไม่เกิน 3 มิลลิเมตร

รูปที่ 2.42 การวิจัยและพัฒนาเครื่องฝานกล้วยน้ำว้าสุก [30]

พิมล และคณะ[31]ออกแบบและพัฒนาเครื่องฝานทุเรียนต้นแบบจานหมุนในแนวนอน ขนาดของเครื่องต้นแบบ 50x50x72 เซนติเมตร สามารถป้อนทุเรียนได้ 2 ช่อง ตามแนวยาวและตามขวางของชิ้นเนื้อทุเรียน ขนาดช่องป้อน 8x13 เซนติเมตร ชุดใบมีดเฉือนเนื้อทุเรียนได้มีการออกแบบและพัฒนาหลายแบบซึ่งได้มีการปรับปรุงแก้ไขตั้งแต่ชุดใบมีดโค้งน้อย ชุดใบมีดแบบใบตรง ชุดใบมีดแบบเพิ่มความกว้างที่ใบมีดโค้ง และชุดใบมีดแบบไส ตามลำดับ ผลการทดสอบพบว่า เครื่องฝานทุเรียนที่ใช้ชุดใบมีดแบบไสมีความเหมาะสมที่สุดโดยมีความสามารถในการทำงาน53.14 กิโลกรัม/ชั่วโมง ที่ระยะปรับตั้งใบมีด 1.5 มิลลิเมตร

รูปที่ 2.43 วิจัยและพัฒนาเครื่องฝานแผ่นทุเรียน [31]

กริชติศักดิ์ และคณะ [32] การสร้างเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสาปะหลังประกอบด้วยท่อบรรจุต้นพันธุ์มันสาปะหลังจานวน 4 ท่อ โดยใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า 1 เฟสมีความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาทีเป็นต้นกาลัง โดยมีใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 355 มิลลิเมตร จานวน 72 ฟันคมตัดสาหรับในการทดลองจะใช้ต้นพันธุ์มันสาปะหลังที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 40 มิลลิเมตร ยาวไม่เกิน 1,500 มิลลิเมตร เป็นชุดกลุ่มตัวอย่างโดยการทดลอง จะใส่ต้นพันธุ์มันสาปะหลังลงในท่อบรรจุท่อละ 12 ท่อนหรือครั้งละ 48 ท่อน จากผลการทดลองของเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสาปะหลังที่สร้างขึ้นมานั้น สามารถลดระยะเวลาในการทางานลงได้ 6.47 นาทีที่เปรียบเทียบกับคน และมีประสิทธิภาพในการทางานคิดเป็นร้อยละ 95.06

รูปที่ 2.44 การสร้างเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสาปะหลัง [32]

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ผ่านมา ได้นำทฤษฎีต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ สร้าง ทดสอบ และประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่สร้างขึ้นได้เพื่อให้มีประสิทธิภาพ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง

1) วัสดุโครงสร้าง

1. มอเตอร์เกียร์ขนาด 150 วัตต์
2. ตัวปรับรอบมอเตอร์
3. แผ่นอะลูมิเนียม
4. แผ่นสเตนเลส
5. เหล็กเพลา
6. เฟืองโซ่
7. โซ่ส่งกำลัง
8. ชุดมีดตัด
9. ลูกปืน
10. สปริง
11. สกรูและนัต

2) อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง

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

3.1.2 อุปกรณ์ในการทดสอบ

1. ตะกร้า
2. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ใบบัวหลวงพันธ์ปทุม
5. กรรไกร
6. เครื่องมือวัดค่ากระแสไฟฟ้า

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงวางแผนการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ
2. การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง
3. การทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวง
4. การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ

วัตถุประสงค์ในการศึกษาขั้นตอนนี้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับใบบัวหลวงสำหรับนำมาใช้การออกแบบเครื่องตัดใบบัวหลวง มีรายละเอียดในการศึกษาดังต่อไปนี้

1) การศึกษาปัญหาและวิธีการตัดใบบัวหลวงของวิสาหกิจชุมชน

จากการศึกษาสอบสัมภาษณ์วิสาหกิจชุมชน สวนบัวลัดดา และ Ladda Garden Shop ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ชื่อคุณลัดดา ได้บอกถึงปัญหาการตัดใบบัวหลวงโดยอาศัยแรงงานคนซึ่งจ้างวันล่ะ 300 บาท ตัดได้เฉลี่ยชั่วโมงล่ะ 2 กิโลกรัม คิดที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน จะได้อยู่ที่ 16 กิโลกรัม และทำการตัดด้วยมีดหรือกรรไกร ตัดครั้งล่ะ1-2 ใบซ้อนกันแล้วแต่ความชำนาญของคนตัด ตัดใบบัวหลวงขนาดประมาณกว้างxยาว เฉลี่ย 4x4 เซนติเมตร แต่อาจยาวบ้างสั้นบ้าง จากข้อมูลเบื้องต้นทำให้

ทราบถึงปัญหาในการตัดใบบัวหลวงของวิสาหกิจชุมชน รวมถึงหาข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงกับวิสาหกิจชุมชน และวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายเชิงเศรษฐศาสตร์

2) การศึกษาลักษณะกายภาพของใบบัวหลวง

โดยการวัดใบบัวหลวงด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ได้แก่ ความยาว ความกว้างและความหนาของใบบัวหลวงใหญ่สุด เล็กสุด และศึกษาข้อมูลเรื่องความชื้นของใบบัวหลวง สำหรับเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ ชุดป้อนลำเลียง ชุดตัดใบบัวหลวง ระยะในการติดตั้งใบมีดตัด และจำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่สามารถตัดได้สูงสุด ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพของใบบัวหลวง

3.2.2 การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง

จากการศึกษาข้อมูลที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ จึงได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงขึ้น ซึ่งกำหนดเกณฑ์และรายละเอียดในการออกแบบ ดังต่อไปนี้

1) เกณฑ์ในการออกแบบ ที่สำคัญดังนี้

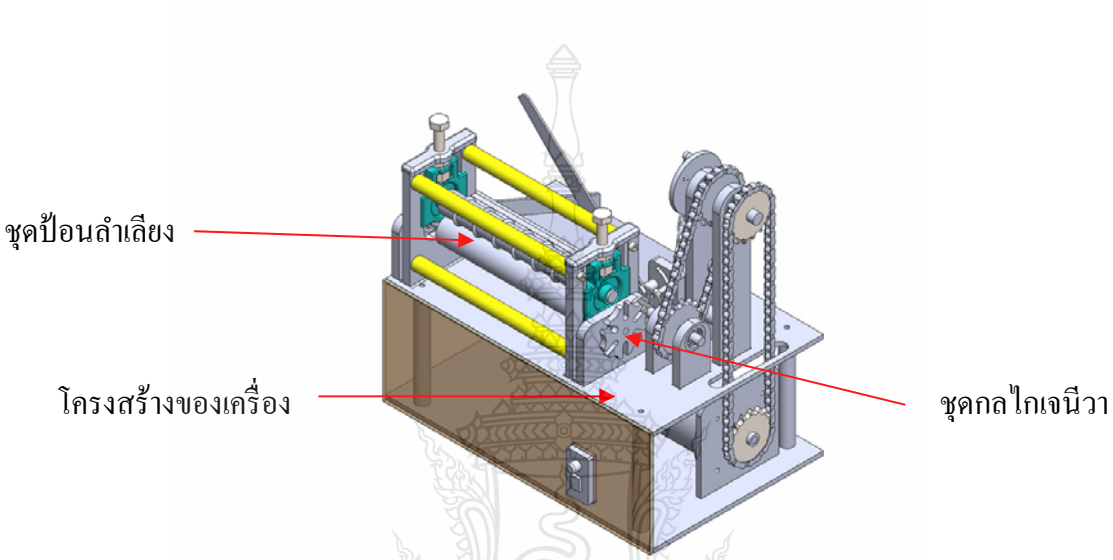
1.1) ตัดใบบัวหลวง โดยเป็นการลำเลียงใบบัวหลวงจากชุดป้อนลำเลียงและสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ทำงานโดยใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน

1.2) กลไกการทำงานของเครื่อง ใช้กลไกเจนีวามาเป็นกลไกหลักในการทำงาน

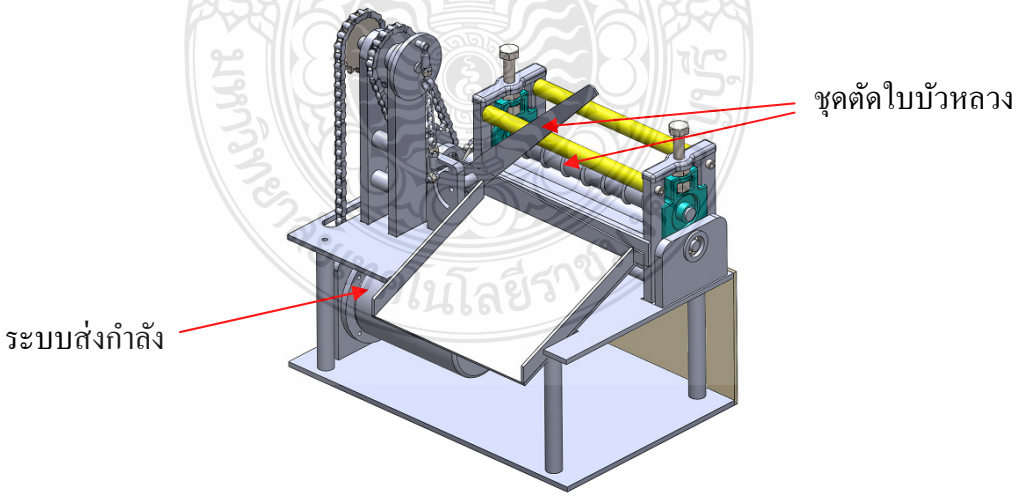
1.3) สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ถอดบำรุงดูแลรักษาทำความสะอาดง่าย

2) รายละเอียดในการออกแบบ

ในการออกแบบเครื่องตัดใบบัวหลวงได้ออกแบบให้มีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วนคือ โครงสร้างเครื่อง ชุดตัดใบบัวหลวง ชุดป้อนลำเลียง ชุดกลไกเจนีวา และระบบส่งกำลัง ดังรูปที่ 3.2 และ รูปที่ 3.3 ซึ่งมีรายละเอียดในการออกแบบดังนี้



รูปที่ 3.2 เครื่องตัดใบบัวหลวงด้านหลัง

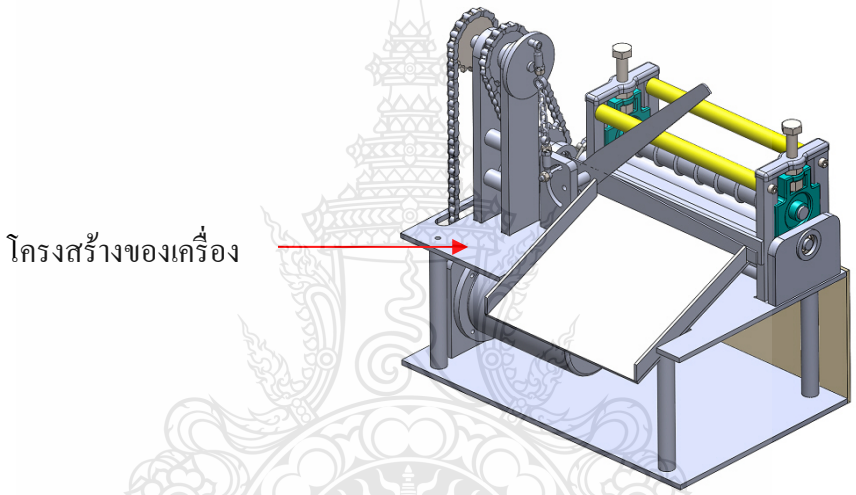


รูปที่ 3.3 เครื่องตัดใบบัวหลวงด้านหน้า

โดยแต่ละส่วนมีการสร้างดังนี้

1. โครงสร้างของเครื่องตัดใบบัวหลวง

ทำจากอะลูมิเนียมเชื่อมประกอบกันเป็นโครงสร้างขนาด 362x556x531 มิลลิเมตร (กว้างxยาวxสูง) ดังรูปที่ 3.4 โดยออกแบบให้รองรับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น มอเตอร์เกียร์ ชุดป้อนลำเลียงใบบัวหลวง ชุดตัดใบบัวหลวง ชุดกลไกเจนีวา เกียร์ทดรอบ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ต่างๆทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยมีโครงเป็นส่วนหลักในการยึดชุดตัดใบบัวหลวง และอุปกรณ์ต่างๆในการทำงาน

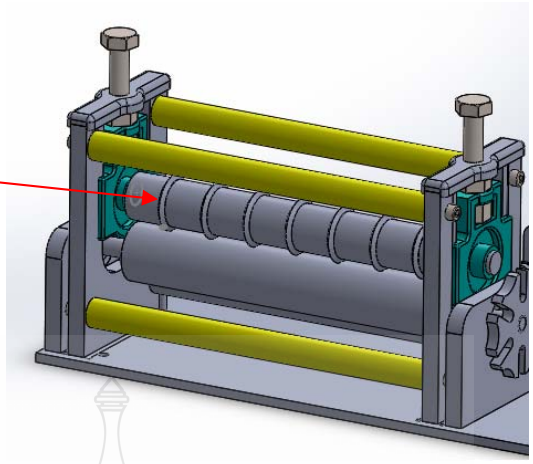


รูปที่ 3.4 โครงสร้างของเครื่องตัดใบบัวหลวง

2. ชุดตัดใบบัวหลวง

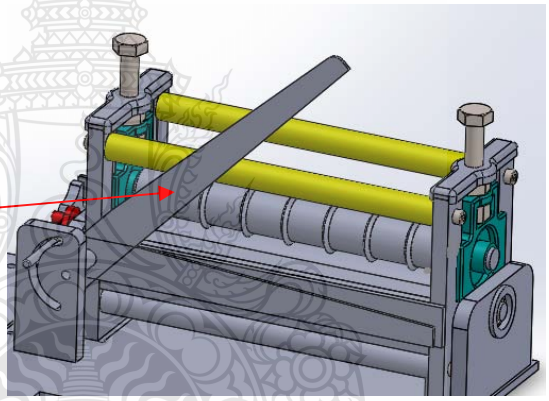
ชุดตัดใบบัวหลวง ประกอบด้วยใบมีดตัดแนวขวาง และใบมีดลูกกลิ้งตัดแนวตรง ซึ่งทำจากสเตนเลส โดยมีใบมีดลูกกลิ้งตัดแนวตรงจะเซาะร่องตรงกลางเพื่อติดตั้งใบมีด สำหรับเป็นช่องให้ตัดใบบัวหลวงโดยออกแบบให้มี 8 ช่อง โดยมีระยะพิตซ์แต่ละช่องเท่ากับ 40 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.5 และติดใบมีดตัดแนวขวางติดกับที่ตัวกลไกเจนีวา ซึ่งใบมีดจะทำจากสเตนเลสโดยจะทำหน้าที่ตัดตามแนวขวางหลังจากบัวหลวงตัดตามแนวตรงมาแล้ว ดังรูปที่ 3.6

ใบมีดตัดลูกกลิ้งตัดแนวตรง



รูปที่ 3.5 ใบมีดลูกกลิ้งตัดแนวตรง

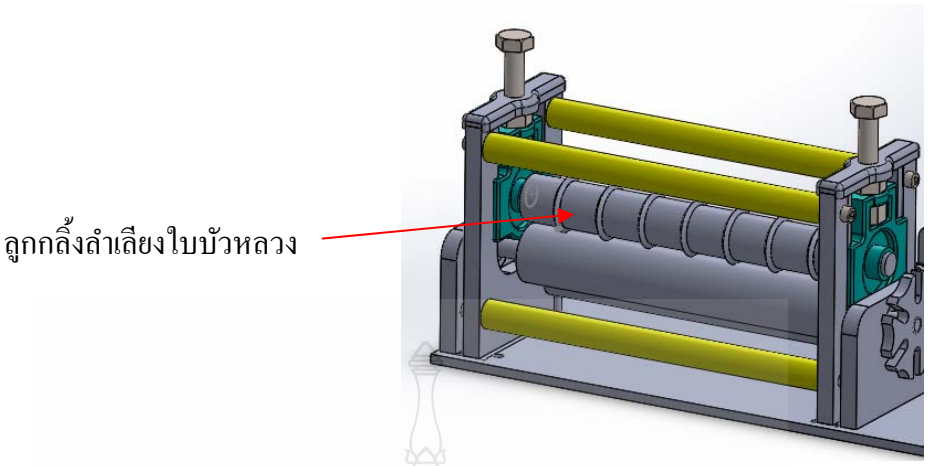
ใบมีดตัดแนวขวาง



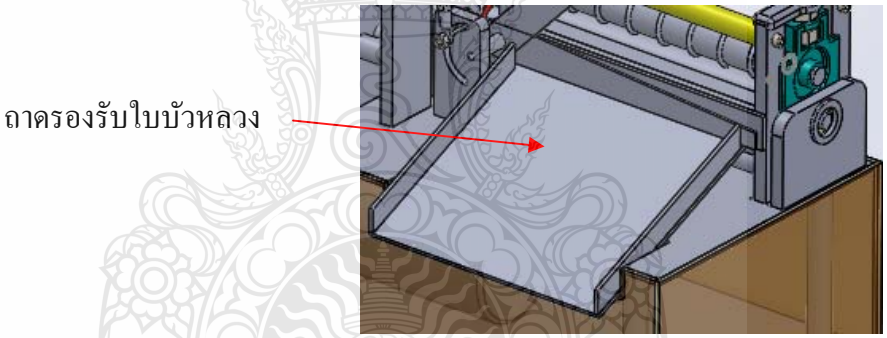
รูปที่ 3.6 ใบมีดตัดตัดแนวขวาง

3. ชุดป้อนลำเลียงใบบัวหลวง

ชุดป้อนลำเลียงใบบัวหลวง ประกอบด้วยลูกกลิ้งลำเลียงใบบัวหลวง และถาดรองรับใบบัวหลวง ซึ่งทำจากสเตนเลส โดยลูกกลิ้งลำเลียงใบบัวหลวงทำจากอะลูมิเนียมโดยจะติดเป็นชิ้นเดียวกันกับใบมีดลูกกลิ้งตัดแนวตรงจะเซาะร่องตรงกลางเพื่อติดตั้งใบมีด สำหรับเป็นช่องให้ใบบัวหลวงเลื่อนตามช่องลำเลียงออกแบบให้มี 8 ช่อง ดังรูปที่ 3.7 และมีถาดรองรับใบบัวหลวงโดยจะทำหน้าที่รองรับใบบัวหลวงหลังจากตัดตามแนวตรงและแนวขวางแล้ว ดังรูปที่ 3.8



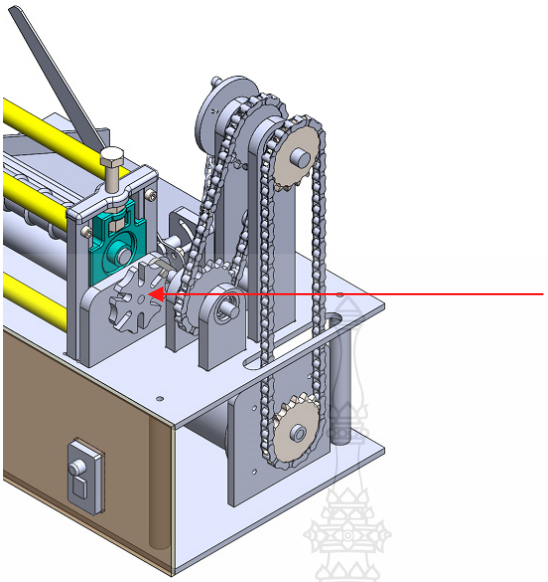
รูปที่ 3.7 ลูกกลิ้งลำเลียงใบบัวหลวง



รูปที่ 3.8 ถาดรองรับใบบัวหลวง

4. ชุดกลไกเจนีวา

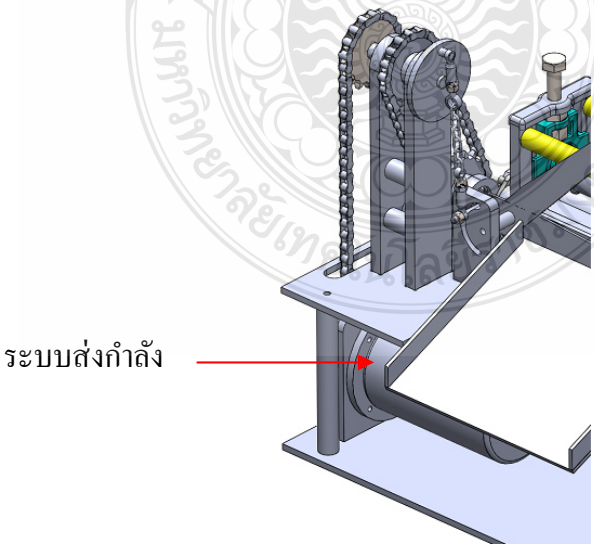
กลไกชนิดนี้ทำอะลูมิเนียมออกแบบเป็นหกแฉก ดังรูปที่ 3.11 ทำหน้าที่ เป็นกลไกหลักในการสับจังหวะการหมุนของการตัดตามแนวตรงและแนวขวางของใบมีด โดยจะทำงานร่วมกับชุดโซ่และเฟือง เพื่อให้ได้ขนาดความกว้างและความยาวที่ต้องการ



รูปที่ 3.9 กลไกเจนีวา

5. ระบบส่งกำลัง

ระบบส่งกำลังของเครื่องตัดใบบัวหลวง ดังรูปที่ 3.10 จะใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 150 วัตต์ เป็นต้นกำลัง โดยมีตัวปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ เพื่อปรับความเร็วส่งกำลังมาเกียร์ทดรอบ โซ่ และไปยังชุดกลไกต่างๆไปยังตัวกลไกเจนีวา



รูปที่ 3.10 ระบบส่งกำลัง

3) หลักการทำงานของเครื่อง

เครื่องตัดใบบัวหลวงที่สร้างขึ้นจะทำงานอาศัยต้นกำลังจากมอเตอร์เกียร์โดยหมุนปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ตามที่ต้องการเพื่อส่งกำลังมาที่โซ่มาขับเคลื่อนเกียร์ทดรอบเพื่อให้มีความเร็วเฉลี่ยที่เหมาะสมกับการใช้งานส่งกำลังมายังชุดกลไกของเครื่อง ทำการป้อนใบบัวหลวงไปในช่องป้อนลำเลียงด้านหลังของเครื่องผ่านทางลูกกลิ้งลำเลียง และกลไกเจนีวาจะเคลื่อนที่สับจังหวะการหมุนของการตัดตามแนวตรง และแนวขวางของใบมีด เพื่อให้ได้ขนาดความกว้างและความยาว 4x4 เซนติเมตร โดยจะทำงานร่วมกับชุดโซ่ และเฟือง และปล่อยให้ใบบัวหลวงที่ถูกตัดร่วงสู่ช่องทางออกทางด้านหน้าของเครื่องผ่านถาดรองรับใบบัวหลวง โดยกำหนดความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงที่ 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที และจำนวนชั้นของใบบัวหลวง 1, 2, 3, 4 และ 5 ใบ ตามลำดับ ซึ่งค่าที่กำหนดดังกล่าวได้จากการออกแบบความเร็วตัดของชุดลำเลียงตามตัวปรับรอบมอเตอร์ซึ่งกำหนดไว้ 3 ระดับที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียง 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที โดยความเร็วตัดของชุดลำเลียงที่มากกว่า 1 เมตรต่อนาที จะมีผลทำให้โครงสร้างของเครื่องสั่น เสี่ยงต่อความเสียหายของตัวเครื่องได้ และจากการออกแบบลูกกลิ้งตัดแนวตรงสามารถตัดใบบัวหลวงสูงสุดได้ไม่เกินจำนวนชั้น 5 ใบ ตามระยะความสูงของใบมีดที่สามารถลำเลียงตัดได้ ซึ่งถ้าจำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่มากกว่า 5 ใบ จะทำให้ใบบัวหลวงเข้าไปติดที่ชุดลูกกลิ้งลำเลียง

4) การสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบ

ดำเนินการสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบ ณ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี

3.3 วิธีการทดสอบและประเมินผล

การทดสอบเครื่องตัดใบบัวหลวงมีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องซึ่งปัจจัยที่นำมาพิจารณาได้แก่ ความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ คือ ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงที่ 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที และจำนวนชั้น 1, 2, 3, 4 และ 5 ใบ ตามลำดับ ซึ่งตัวแปรดังกล่าวได้จากการออกแบบความเร็วตัดของชุดลำเลียงตามตัวปรับรอบมอเตอร์ซึ่งกำหนดไว้ 3 ระดับที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียง 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที โดยความเร็วตัดของชุดลำเลียงที่มากกว่า 1 เมตรต่อนาที จะทำให้โครงสร้างของเครื่องสั่น เสี่ยงต่อความ

เสียหายของตัวเครื่องได้ และออกแบบลูกกลิ้งตัดแนวตรงสามารถตัดใบบัวหลวงสูงสุดได้ไม่เกินจำนวนชั้น 5 ใบ ตามระยะความสูงของใบมีดที่สามารถลำเลียงตัดได้ ซึ่งถ้าจำนวนชั้นมากกว่า 5 ใบ การลำเลียงใบบัวหลวงเข้าไปจะติดที่ลูกกลิ้ง

3.3.1 การทดสอบเครื่องตัดใบบัวหลวง

1) เตรียมใบบัวหลวงในการทดสอบ

1. นำใบบัวหลวงมาชั่งน้ำหนัก วัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบ

2. เมื่อได้ใบบัวหลวงที่พร้อมในการทดสอบก็นำมาแยกตามส่วน เพื่อทำการทดสอบแต่ละความเร็วตัดของชุดลำเลียง และแต่ละจำนวนชั้นของใบ

2) ทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ แต่ละความเร็วตัดของชุดลำเลียง

1. เตรียมใบบัวหลวง มาชั่งน้ำหนัก บันทึกค่า

2. เดินเครื่องตัดใบบัวหลวง โดยปรับความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงที่ 0.50 เมตรต่อนาที

3. ป้อนใบบัวหลวงเข้าไปในเครื่องตัดใบบัวหลวง จับเวลาตั้งแต่เริ่มป้อนจนสิ้นสุดการตัดใบบัวหลวง และบันทึกค่า

4. ทำการคัดแยกใบบัวหลวงที่ตัดออกมาแล้วสมบูรณ์ และใบบัวหลวงที่เสียหายจากการตัด และบันทึกค่า

5. บันทึกค่ากระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า

6. ทำซ้ำ 3 ซ้ำ ขั้นตอนที่ 1-5

7. ทำการปรับความเร็วเฉลี่ยของใบมีดตัดที่ 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที ตามลำดับ

8. ทดสอบซ้ำตามข้อที่ 2 ถึง 6

9. ทำการทดสอบตัดเป็นจำนวนชั้น 2, 3, 4 และ 5 ใบ ตามลำดับ โดยทำซ้ำข้อ 1 ถึง 8

3) ค่าชี้ผลการศึกษา

1.ความสามารถในการทำงานจริงของเครื่องตัดใบบัวหลวง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

การหาความสามารถในการทำงานจริงของเครื่องตัดใบบัวหลวงหาได้จากอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของใบบัวหลวงที่ตัดได้ทั้งหมดส่วนด้วยเวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมดแสดงได้จากสมการที่ 3.1

$$\text{ความสามารถในการทำงานจริง} = \frac{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงที่ตัดได้ทั้งหมด}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด}} \qquad (3.1)$$

2. เปอร์เซนต์การตัดใบบัวหลวง (%)

การหาเปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวงของเครื่องตัดใบบัวหลวงหาได้จากน้ำหนักของใบบัวหลวงที่ตัดได้ทั้งหมดส่วนด้วยน้ำหนักของใบบัวหลวงที่ชั่งทั้งหมด แสดงได้จากสมการที่ 3.2

$$\text{เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง} = \frac{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงที่ตัดได้ดี}}{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงทั้งหมด}} \times 100 \qquad (3.2)$$

3.เปอร์เซ็นต์การเสียหาย (%)

การหาเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการตัดใบบัวหลวงของเครื่องตัดใบบัวหลวงหาได้จากน้ำหนักของใบบัวหลวงที่เสียหายทั้งหมด (ดูได้จากใบที่มีรอยแตกและมีรอยช้ำจากการตัด) ส่วนด้วยน้ำหนักของใบบัวหลวงที่ชั่งทั้งหมด แสดงได้จากสมการที่ 3.3

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเสียหาย} = \frac{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงที่ตัดเสียหาย}}{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงทั้งหมด}} \times 100 \qquad (3.3)$$

4. อัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวง (วัตต์-ชั่วโมง)

คำนวณอัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวงหาได้จากผลคูณของกระแสไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้า และเวลา แสดงได้จากสมการที่ 3.4

$$\text{อัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้า} = IVt \qquad (3.4)$$

เมื่อ I = กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

V = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (โวลต์)

t = เวลา (ชั่วโมง)

3.4 การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1) การวิเคราะห์และประเมินค่าใช้จ่ายเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมโดยเฉลี่ยอาศัยแนวคิดการประเมินค่าใช้จ่ายโดยรวม เกี่ยวกับต้นทุนในการใช้เครื่องตัดใบบัวหลวง สมมติว่าวิสาหกิจชุมชนซื้อเครื่องตัดใบบัวหลวงแทนวิธีการตัดโดยใช้แรงงานคน ซึ่งค่าใช้จ่ายโดยรวมจะประกอบต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนผันแปร (Variable cost) โดยต้นทุนคงที่ได้แก่ ค่าเสื่อมราคาของเครื่อง (คิดค่าเสื่อมราคาโดยวิธีเส้นตรง เมื่อประมาณอายุการใช้งานของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ 5 ปี) และค่าเสียโอกาสของเงินทุน (โดยกำหนดให้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ต่อปีของธนาคารแห่งประเทศไทย ณ เดือนกันยายน 2561 เท่ากับ 7.37 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนคงที่จะไม่เปลี่ยนแปลงไป ตามปริมาณของการตัดใบบัวหลวงของวิสาหกิจชุมชน ซึ่งการวิเคราะห์ในที่นี้จะไม่คิดต้นทุนคงที่เกี่ยวกับค่าประกันภัย ค่าภาษี ค่าโรงเรือน และค่าจ้างขนย้ายเครื่องไปทำงาน ตามสถานที่ต่างๆ เป็นต้น สำหรับต้นทุนผันแปรซึ่งเป็นต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการตัดใบบัวหลวงได้แก่ ค่าจ้างแรงงานคน ที่ทำร่วมกับเครื่อง ค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา และค่าซ่อมแซม เป็นต้น

2) การวิเคราะห์ระยะเวลาการคุ้มทุน (Pay-back period) เป็นการคาดการณ์ว่า เมื่อลงทุนในเครื่องตัดใบบัวหลวงแล้วจะได้รับผลตอบแทนกลับคืนมาในจำนวนเงินเท่ากับที่ลงทุนไปแล้วภายในระยะกี่ปี โดยพิจารณาจากการทราบค่า (i) (10 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่ทราบค่า n ทำการเปลี่ยน n ไปเรื่อย ๆ จนค่าทั้งสองข้างของสมการเท่ากันก็จะได้ค่า n โดยที่ n คือระยะเวลาคืนทุน (ปี)

3) การคำนวณหาจุดคุ้มทุน (Break–even point) เป็นการคำนวณเปรียบเทียบการตัดใบบัวหลวงโดยใช้แรงงานคนกับเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบว่าสามารถใช้ต้นทุนในการทำงานเท่ากับต้นทุนของการตัดใบบัวหลวงได้ปริมาณเท่าไร

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

จากวิธีดำเนินการงานวิจัยที่กล่าวมาแล้ว สามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย

1. การศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องตัดใบบัวหลวง
2. การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบ
3. การทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวง
4. การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับใบบัวหลวง

4.1.1 ผลการศึกษาปัญหาและวิธีการตัดใบบัวหลวงของเกษตรกร

ผลของการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับใบบัวหลวง สรุปได้ดังนี้

1) แรงงานส่วนใหญ่เป็นแรงงานในวิสาหกิจชุมชน โดยแรงงานและจำนวนในการตัดใบบัวหลวงนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณใบบัวหลวงของวิสาหกิจชุมชน และความต้องการของตลาด

2) ค่าจ้างของแรงงานในการตัดใบบัวหลวงอยู่ที่คนละ 300 บาทต่อวัน

3) จำนวนการตัดบัวหลวงในแต่ละวัน คิดที่ทำงาน 8 ชั่วโมง จะเท่ากับ 16 กิโลกรัม โดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถและความชำนาญของแรงงาน

4) ปัญหาที่พบในขั้นตอนการตัดใบบัวหลวง

1. ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในการตัดใบบัวหลวงประมาณ 150 บาทต่อวัน ประกอบด้วย ค่าถุงมือ ค่ามีด ค่ากรรไกร และค่าภาชนะรองรับ

2. แรงงานมีน้อยในการตัดใบบัวหลวงในช่วงของตัดใบบัวหลวงแต่ละวัน

3. มีความเมื่อยล้า และอันตรายในการตัดใบบัวหลวง เช่น อุบัติเหตุจากมีดตัดหรือกรรไกรที่อาจบาดมือได้

5) คุณลักษณะของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ต้องการ

1. ตัดใบบัวหลวงตามขนาดที่มีความกว้างและความยาว 4x4 เซนติเมตร ตัดได้ต่อเนื่องและรวดเร็ว และทำงานโดยใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน

2. สามารถบำรุงรักษาและซ่อมแซมได้ง่าย

3. ทนทาน แข็งแรง และราคาไม่แพง

4. ลดเวลาการทำงาน และทำงานได้เร็วกว่าแรงงานคน

4.1.2 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของใบบัวหลวง

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของใบบัวหลวง สรุปได้ดังนี้

1. ทำการเก็บใบบัวหลวงตัวอย่าง จำนวน 30 ใบ โดยเลือกความยาวและความกว้างของใบบัวหลวงมีค่าอยู่ระหว่าง 25-35 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30±5 เซนติเมตร และความหนาใบบัวหลวงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.0-1.4 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.25±0.1 มิลลิเมตร ซึ่งวัดด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

2. นำใบบัวหลวงสดมาหาค่าเปอร์เซนต์ความชื้นเฉลี่ยด้วยวิธี Drying method สามารถคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.5 เปอร์เซนต์

4.1.3 ผลการศึกษาลักษณะของใบมีดตัดที่ใช้ในการตัดใบบัวหลวง

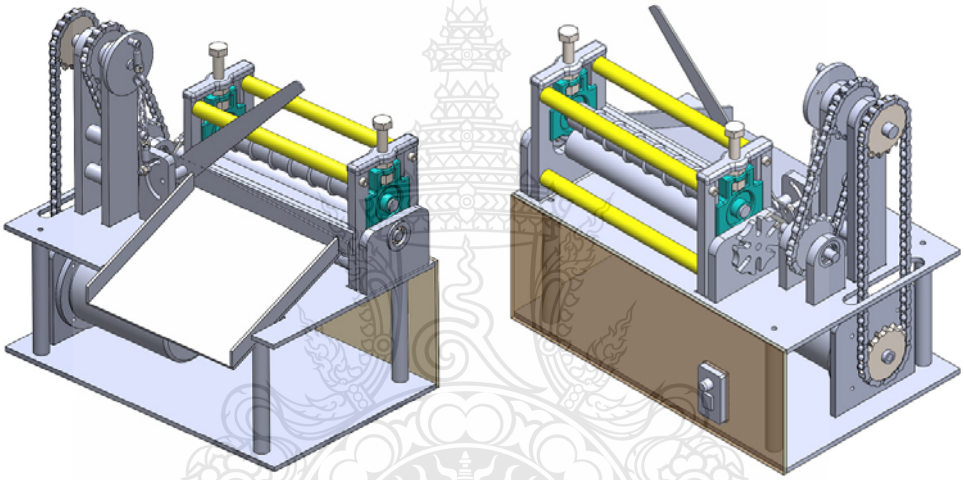
จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับใบบัวหลวงข้างต้น นำไปสู่การออกแบบลักษณะการวางของใบมีดที่ใช้ในการตัดใบบัวหลวง โดยวิสาหกิจชุมชนส่วนมากจะใช้มีดปอกผลไม้หรือกรรไกรที่หาได้ทั่วไปมาใช้ในการตัดใบบัวหลวง จึงได้เลือกแผ่นสเตนเลสมาใช้ เป็นวัสดุทำใบมีดเพราะมีขนาดบาง สามารถทำให้คม และหาได้ง่าย

4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง

จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าใบบัวหลวงมีลักษณะเกือบกลม โดยมีขนาดความยาวและความกว้างของใบบัวหลวงมีค่าอยู่ที่ 20-50 เซนติเมตร ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวจึงได้ออกแบบ และกำหนดช่องป้อนลำเลียงให้มีความกว้างอยู่ที่ 30 เซนติเมตร สามารถปรับความสูงต่ำของชุดป้อนลำเลียง ชุดตัดใบบัวหลวงสามารถตัดได้อย่างต่อเนื่องสามารถปฏิบัติงานได้เพียงคนเดียวโดยใช้กลไกเจนีวาเป็น

ตัวสับจังหวะการหมุนของการตัดตามแนวตรง และแนวขวางของใบมีด และจากการศึกษาความยาวและความกว้างของใบบัวหลวงทำให้สามารถกำหนดความกว้างของช่องใบมีดตัดได้ ส่วนต้นกำลังนั้นเลือกใช้มอเตอร์เกียร์และมีตัวปรับรอบความเร็ว เพราะสะดวกในการปรับความเร็วรอบในการทดสอบ ซึ่งเครื่องตัดใบบัวหลวงประกอบด้วย ส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน คือ โครงสร้างเครื่อง ชุดป้อนลำเลียง ชุดตัดใบบัวหลวง ชุดกลไกเจนีวา และระบบส่งกำลัง

หลังจากได้คำนวณและออกแบบขนาดต่าง ๆ ของเครื่องตัดใบบัวหลวงแล้ว จึงได้ทำการเขียนแบบทางวิศวกรรม แสดงดังรูป 4.1 เมื่อดำเนินการเขียนแบบเสร็จสิ้น จึงได้ดำเนินการสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบตามแบบที่เขียนแบบไว้ ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 การเขียนแบบทางวิศวกรรมออกแบบเครื่องตัดใบบัวหลวงด้านหน้าและด้านหลัง

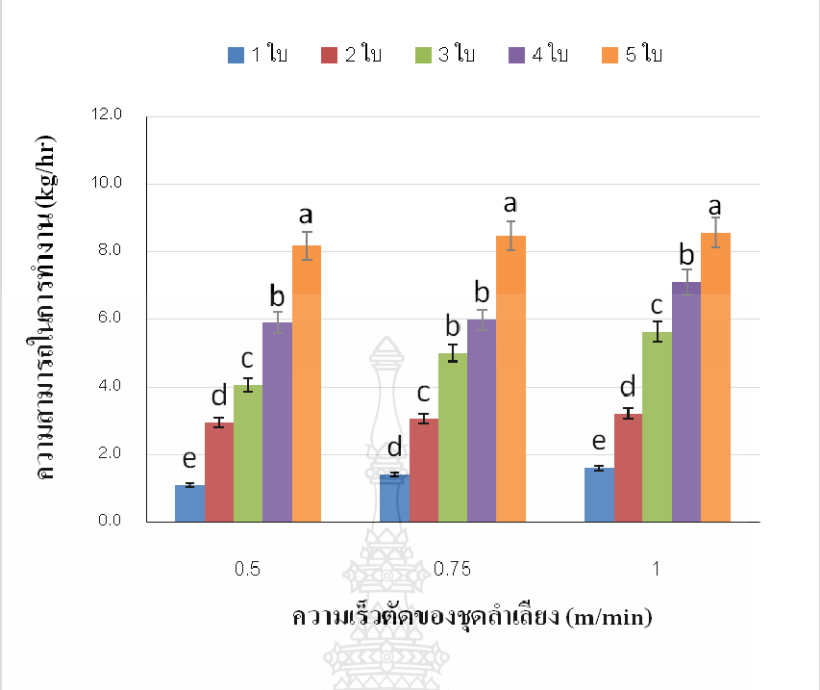
รูปที่ 4.2 เครื่องตัดใบบัวหลวงที่ออกแบบและสร้างเสร็จด้านหน้าและด้านหลัง

4.3 ผลการทดสอบเครื่องตัดใบบัวหลวง

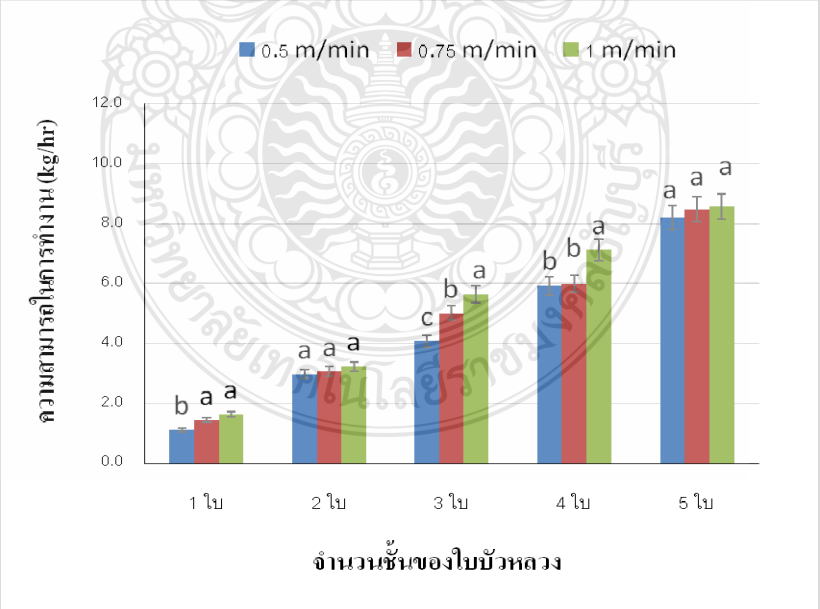
ผลการทดสอบการตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงที่ 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที และจำนวนชั้นใบบัวหลวง 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ เพื่อหาความเร็วตัดเฉลี่ยของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ดีที่สุด โดยใช้ค่าชี้ผลการศึกษา ได้แก่ ความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และวิเคราะห์ประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ดังต่อไปนี้

4.3.1 ความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการทดสอบที่แยกความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงที่ 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที ที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ใบ ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.3ก) เนื่องจากเมื่อจำนวนชั้นของใบบัวหลวงและความเร็วตัดของชุดลำเลียงเพิ่มขึ้น จะทำให้ความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงเพิ่มขึ้นตามด้วย และเมื่อทดสอบแยกจำนวนชั้นของใบบัวหลวง จะมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 1, 3, และ 4 ใบ และจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 2 และ 5 ใบ ดังรูปที่ 4.3ข) เนื่องจากจำนวนชั้นของใบบัวหลวงยิ่งซ้อนกันมาก ใบบัวหลวงจะมีความแน่นและชิดกันมากขึ้นจึงส่งผลให้ชุดป้อนลำเลียงและชุดตัดใบบัวหลวงสามารถตัดได้ดีตามผลที่แสดงออกมา ส่วนค่าความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่แยกตามจำนวนชั้นตั้งแต่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ใบ ที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงตั้งแต่ 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที ตามลำดับ มีทั้งแตกต่างทางสถิติและไม่มีความต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั้น อาจเนื่องมาจากความชำนาญและความแม่นยำในการป้อนใบบัวหลวงของตัวผู้ทดสอบเอง ดังรูปที่ 4.3ข) และจากผลการทดสอบพบว่า ที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 1 ใบ ที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียง 0.5 เมตรต่อนาที จะมีความสามารถในการทำงานน้อยที่สุด คือ 1.11 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 5 ใบ ที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียง 1 เมตรต่อนาที จะมีความสามารถในการทำงานสูงสุดที่ 8.58 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ดังนั้นค่าความสามารถในการทำงานที่ดีที่สุดคือ 8.58 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จึงเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการตัดของใบบัวหลวงของเครื่องตัดบัวหลวง ไปใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมต่อไป



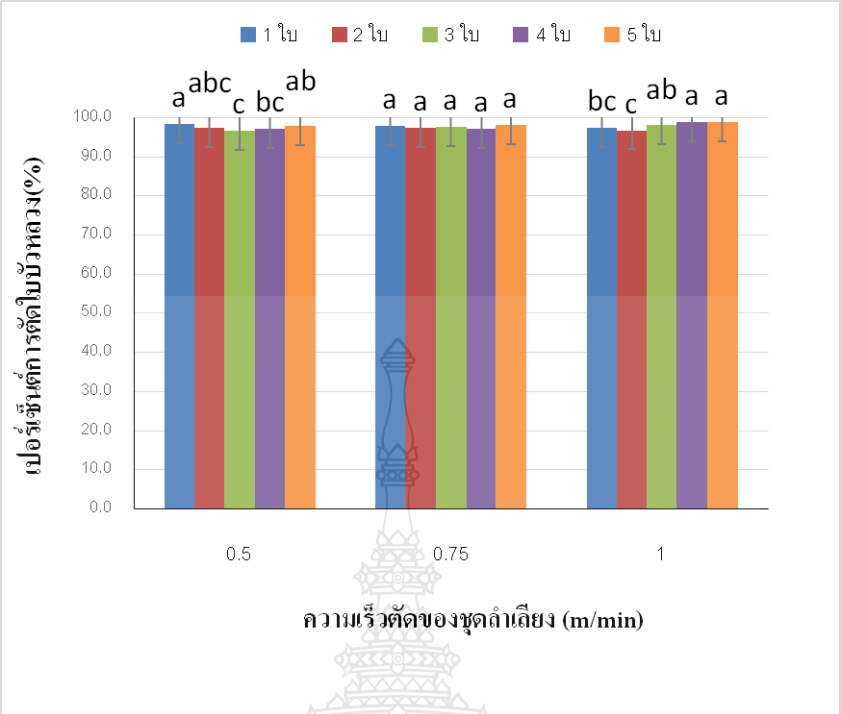
รูปที่ 4.3ก) แสดงความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามความเร็วตัดของชุดลำเลียง (โดยที่ตัวอักษร a, b, c, d และ e แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)



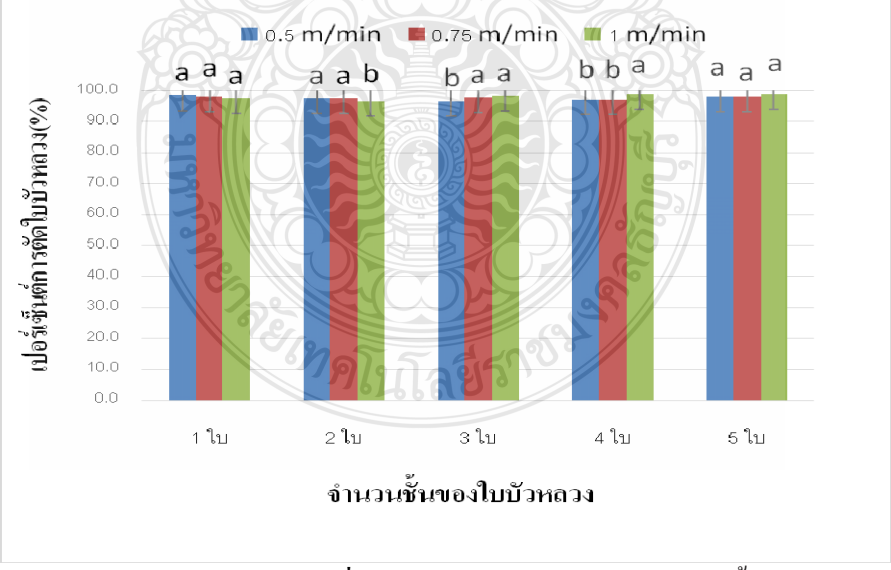
รูปที่ 4.3ข) แสดงความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามจำนวนชั้นของใบบัวหลวง (โดยที่ตัวอักษร a และ b แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

4.3.2 เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวงของเครื่องตัดใบบัวหลวง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวงของเครื่องตัดใบบัวหลวงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการทดสอบที่แยกตามความเร็วตัดของชุดลำเลียง 0.50 และ 1 เมตรต่อนาที ที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 2, 3 และ 4 ใบ แต่จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการทดสอบที่แยกความเร็วตัดของชุดลำเลียง 0.75 ที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 1 และ 5 ใบ ดังรูปที่ 4.4ก) และดังรูปที่ 4.4ข) เนื่องจากแนวโน้มของผลการทดสอบเปอร์เซนต์การตัดใบบัวหลวงดังกล่าวสามารถบอกได้ว่ายิ่งจำนวนชั้นของใบบัวหลวงยิ่งซ้อนกันมากใบบัวหลวงจะมีความแน่นและชิดกันมากขึ้นจะมีเปอร์เซนต์การตัดมากตาม โดยจะสอดคล้องกับความเร็วตัดของชุดลำเลียงยิ่งเร็วจะส่งผลให้แรงเฉือนของใบมีดตัดแนวขวางได้ดี แต่ทั้งนี้ผลการทดสอบที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงที่ 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที ที่จำนวนชั้นใบบัวหลวง 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวงตั้งแต่ 96.71 เปอร์เซ็นต์ ถึง 98.90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่สูงมาก ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์การตัดน้อยสุดที่ 96.71 เปอร์เซ็นต์ เป็นการทดสอบที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 3 ใบ ที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียง 0.50 เมตรต่อนาที และค่าเปอร์เซ็นต์การตัดมากสุดที่ 98.90 เปอร์เซ็นต์ เป็นการทดสอบที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 5 ใบ ที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียง 1 เมตรต่อนาที ดังนั้นค่าเปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวงที่มากสุด 98.90 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นค่าที่เหมาะสมในการตัดใบบัวหลวงของเครื่องตัดใบบัวหลวง



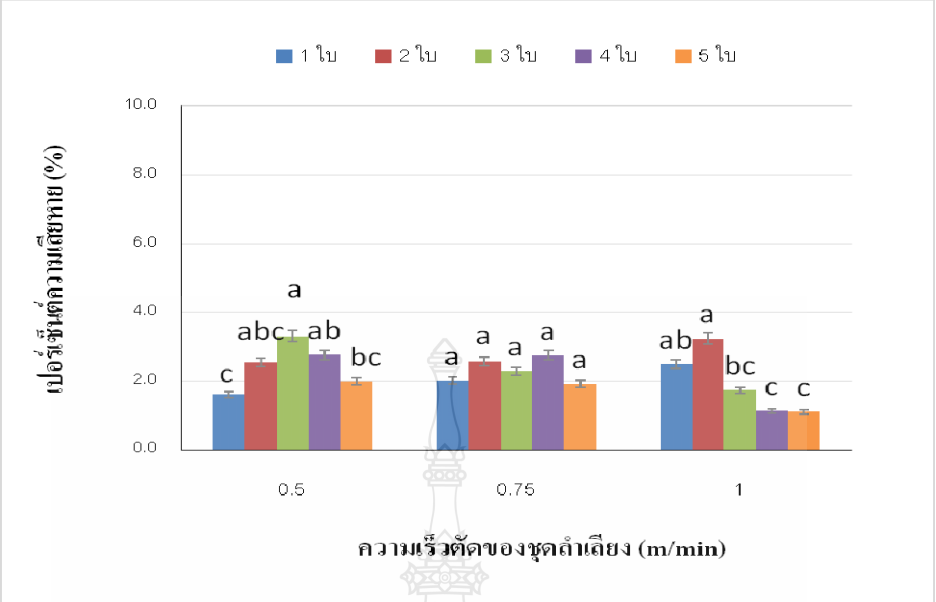
รูปที่ 4.4ก) แสดงเปอร์เซ็นต์การตัดของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามความเร็วตัดของชุดลำเลียง (โดยที่ตัวอักษร a, b และ c แสดงถึงความแตกต่างแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)



รูปที่ 4.4ข) แสดงเปอร์เซ็นต์การตัดของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามจำนวนชั้นของใบบัวหลวง (โดยที่ตัวอักษร a และ b แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

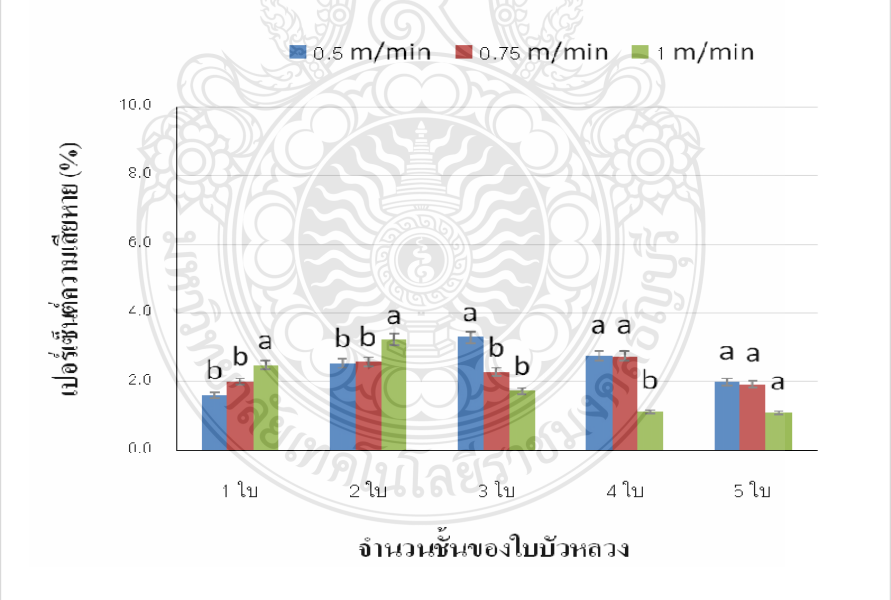
4.3.3 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องตัดใบบัวหลวง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องตัดใบบัวหลวง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการทดสอบที่แยกตามความเร็วตัดของชุดลำเลียง 0.50 และ 1 เมตรต่อนาที ที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 1, 2, 3 และ 4 ใบ แต่จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการทดสอบที่แยกความเร็วตัดของชุดลำเลียง 0.75 ที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 5 ใบ ดังรูปที่ 4.5ก) และดังรูปที่ 4.5ข) จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อทดสอบที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 1 ใบ ที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียง 0.50 เมตรต่อนาที จะมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายมากสุดที่ 3.30 เปอร์เซ็นต์ และที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 5 ใบ ที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียง 1 เมตรต่อนาที จะมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายน้อยสุดที่ 1.1 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากแนวโน้มของผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายดังกล่าวสามารถบอกได้ว่ายิ่งจำนวนชั้นของใบบัวหลวงยิ่งซ้อนกันมากใบบัวหลวงจะมีความแน่นและชิดกันมากขึ้นจะมีความเสียหายน้อยตาม โดยจะสอดคล้องกับความเร็วตัดของชุดลำเลียงยิ่งเร็วจะส่งผลให้แรงเฉือนของใบมีดตัดใบบัวหลวงได้ดีจะมีความเสียหายน้อยตามเช่นกัน ทั้งนี้ผลการทดสอบที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงที่ 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที และจำนวนชั้นใบบัวหลวง 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ มีเปอร์เซนต์ความเสียหายในการตัดใบบัวหลวงตั้งแต่ 1.10 เปอร์เซ็นต์ ถึง 3.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่น้อยมาก ค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายน้อยสุดที่ 1.10 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นค่าที่เหมาะสมในการตัดใบบัวหลวงของเครื่องตัดใบบัวหลวง



รูปที่4.5ก) แสดงเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามความเร็วตัดของชุดลำเลียง

(โดยที่ตัวอักษร a, b และ c แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

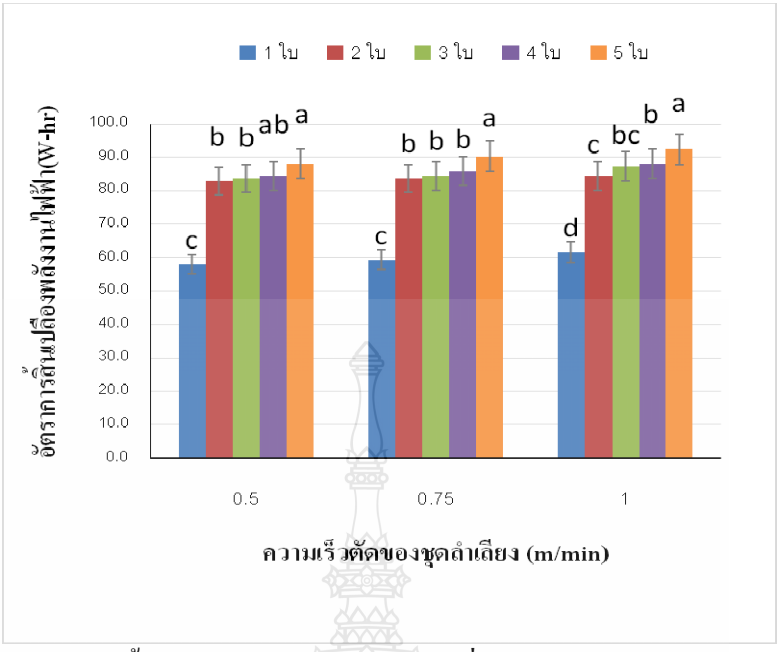


รูปที่4.5ข) แสดงเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามจำนวนชั้นของใบบัวหลวง

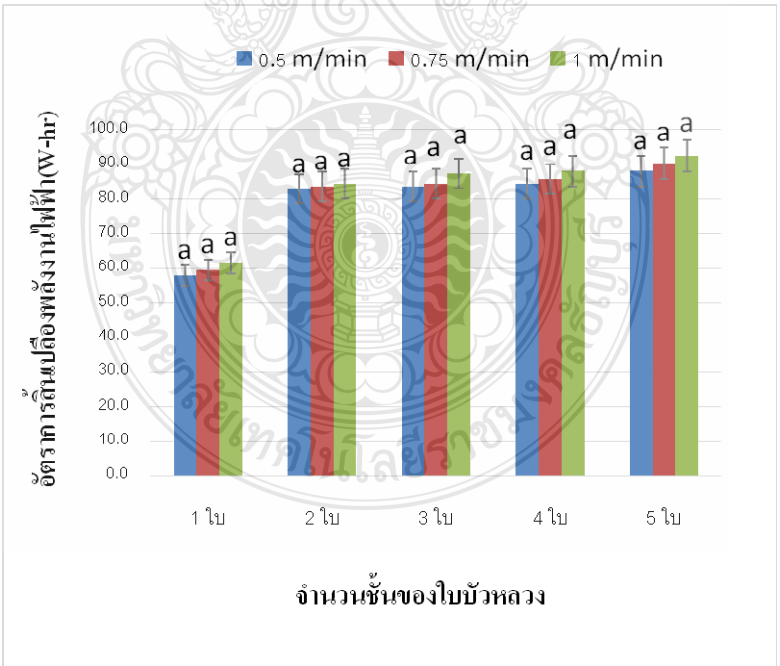
(โดยที่ตัวอักษร a และ b แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

4.3.4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการทดสอบการตัดใบบัวหลวงที่แยกตามความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงที่ 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที ที่จำนวนชั้นใบบัวหลวง 1, 2, 3, 4 และ 5 ใบ ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.6ก) แต่จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการทดสอบที่แยกตามจำนวนชั้นใบบัวหลวง 1, 2, 3, 4 และ 5 ใบ ที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงที่ 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.6ข) จากผลการทดสอบพบว่า อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวงจะเพิ่มมากขึ้นตามความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าส่งผลให้ต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามด้วย และเนื่องจากจำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ต้องออกแรงเฉือนของใบมีดตัดที่มากขึ้นตาม ส่งผลให้ต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามนั่นเอง อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงของใบบัวหลวง 1 เมตรต่อนาที ที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวง 5 ใบ จะมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากที่สุดที่ 92.40 วัตต์-ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่ามากที่สุดที่จะนำไปเป็นค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมต่อไป

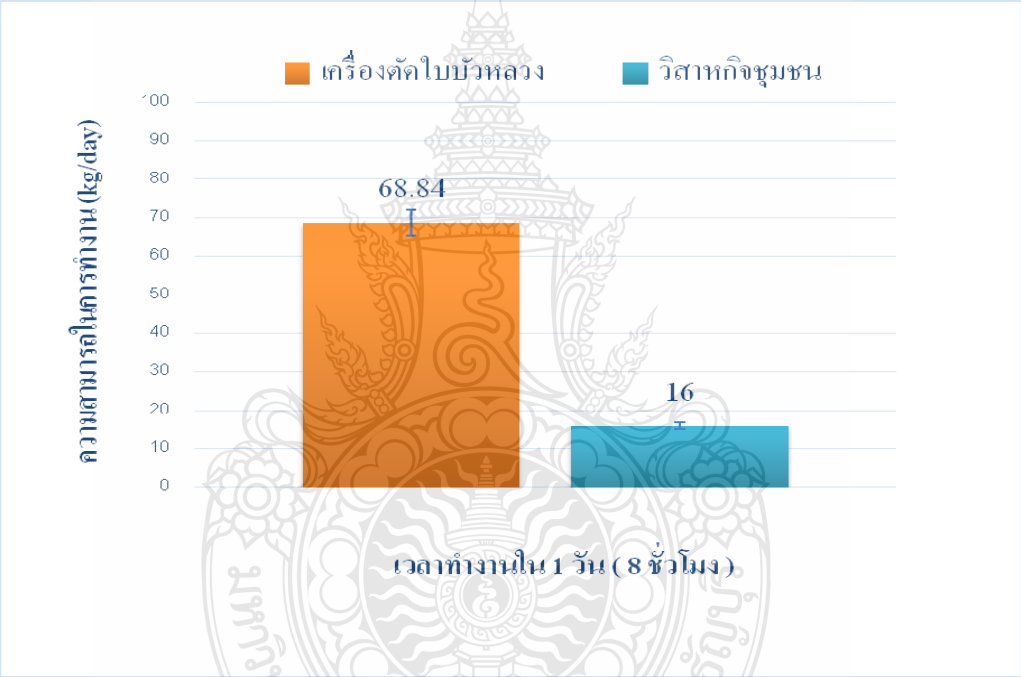


รูปที่ 4.6ก) แสดงอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามความเร็วตัดของชุดลำเลียง (โดยที่ตัวอักษร a, b และ c แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)



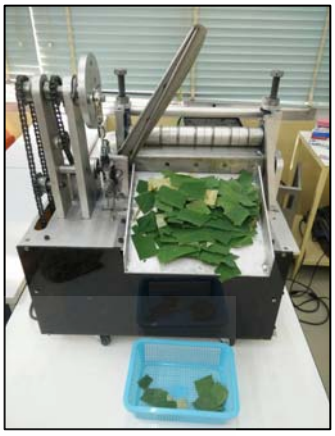
รูปที่ 4.6ข) แสดงอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวงแยกตามจำนวนชั้นของใบบัวหลวง (โดยที่ตัวอักษร a แสดงถึงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)

ผลการทดสอบการตัดใบบัวหลวงด้วยเครื่องตัดใบบัวหลวง ได้ความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงดีที่สุดที่ทำงานที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียง 1 เมตรต่อนาที ที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวงที่ 5 ใบ มีค่าเท่ากับ 8.58 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือ 68.84 กิโลกรัมต่อวัน (โดยคิดที่ 1วันทำงานที่ 8 ชั่วโมง) มาเทียบกับวิสาหกิจชุมชนในการตัดใบบัวหลวงที่มีอัตราการตัดใบบัวหลวง 2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือ 16 กิโลกรัมต่อวัน (โดยคิดที่ 1วันทำงานที่ 8 ชั่วโมงเหมือนกัน) และนำผลที่ได้มาเทียบ ดังรูปที่ 4.7 ซึ่งเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบสามารถตัดได้เร็วกว่าวิสาหกิจชุมชน 52.84 กิโลกรัมต่อวัน หรือได้เร็วกว่าแรงงานคน 4.3 เท่า ด้วยผลดังกล่าวเครื่องตัดใบบัวหลวงสามารถลดเวลา และเพิ่มความสามารถในการตัดใบบัวหลวงได้ต่อไปในอนาคต



รูปที่ 4.7 แสดงความสามารถในการตัดใบบัวหลวงของเครื่องต้นแบบกับวิสาหกิจชุมชน

ใบบัวหลวงก่อนเข้าเครื่องตัด



ใบบัวหลวงหลังเข้าเครื่องตัด

ใบบัวหลวงที่ตัดได้ไม่เสียหาย

ใบบัวหลวงที่ตัดได้เสียหาย

ลักษณะใบบัวหลวงที่ตัดด้วยความเร็วตัดของชุดลำเลียงที่ 0.50, 0.75 และ 1 เมตรต่อนาที

รูปที่ 4.8 ผลต่างๆของการตัดใบบัวหลวง

4.4 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

จากผลการทดสอบของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ได้ออกแบบขึ้นโดยใช้ปฏิบัติงานเพียงคนเดียว มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 92.4 วัตต์-ชั่วโมง ความสามารถในการทำงาน 8.58 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมื่อกำหนดให้การทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยทำงานปีละ 180 วัน สามารถคิดค่าใช้จ่ายในการทำงาน ระยะคืนทุน และจุดคุ้มทุนของเครื่องตัดใบบัวหลวงได้ดังนี้

4.4.1 ค่าใช้จ่ายในการทำงาน

ค่าใช้จ่ายในการทำงานคำนวณได้จาก ต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร ซึ่งมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

1.) ต้นทุนคงที่ (Fixed cost)

ค่าเสื่อมราคา (Depreciation,DP) คิดค่าเสื่อมราคา (DP) แบบ Straight line method DP = (P-S)/L โดยที่ P คือ ราคาซื้อของเครื่องจักร (บาท)

S คือ ราคาขายหรือมูลค่าคงเหลือเมื่อเครื่องจักรหมดอายุ (บาท)

และ L คือ อายุการใช้งานของเครื่องจักร (ปี)

ราคาของเครื่องตัดใบบัวหลวงจากตาราง 4.1 เท่ากับ 40,000 บาท ให้มูลค่าซากของเครื่องตัดใบบัวหลวง เมื่อสิ้นปีที่ 5 มีมูลค่าคงเหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาต้นทุนของเครื่อง ดังนั้น

ราคาซากเครื่อง S = (10 / 100) x (40,000) = 4,000 บาท

ค่าเสื่อมราคา DP = (P - S) / L = (40,000 – 4,000) / 5 = 7,200 บาท

ดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาส (lnterest on investment)

คิดค่าเสียโอกาส I = ((P+S)/2) x (I/100)

โดยที่ I คือ อัตราดอกเบี้ยต่อปี (โดยกำหนดให้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ต่อปีของธนาคารแห่งประเทศไทย ณ เดือนกันยายน 2561 เท่ากับ 7.37 เปอร์เซ็นต์) ดังนั้น

ค่าเสียโอกาสต่อปี = (40,000 +4,000/ 2) x (7.37 / 100) = 3,095.40 บาทต่อปี

รวมต้นทุนคงที่ต่อปี (Fixed cost) = 7,200 + 3,095.40 = 10,295.40 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. มอเตอร์เกียร์ขนาด 150 วัตต์	2,800
2. ตัวปรับรอบมอเตอร์	3,900
3. วัสดุที่ใช้สร้างตัวเครื่อง	
แผ่นอะลูมิเนียมและแผ่นสแตนเลส	5,900
เหล็กเพลา	3,400
เฟืองโซ่	3,500
โซ่ส่งกำลัง	1,500
ชุดมีดตัด	3,000
ลูกปืน	1,300
สปริง	1,000
อื่นๆ	3,700
4. ค่าจ้างแรงงานสร้างและประกอบเครื่อง	10,000
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	40,000

2.) ต้นทุนผันแปร (Variable cost)

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

ค่าไฟฟ้า จากการทดลองอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 92.4 วัตต์-ชั่วโมง หรือ 0.0924 กิโลวัตต์ต่อชัวโมง ราคาไฟฟ้าหน่วยละ 3.5 บาทใน 1 ปีทำงาน 180 วัน วันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็นค่าไฟฟ้า เท่ากับ 0.0924 x 3.5 x 180 x 8 = 465.696 บาทต่อปี

ค่าจ้างแรงงาน อัตราค่าจ้างแรงงานวันละ 300 บาท จำนวน 1 คน ทำงาน 180 วัน คิดเป็นค่าจ้างเท่ากับ 300 x 180 x 1 = 54,000 บาทต่อปี รวมต้นทุนผันแปรเท่ากับ 900 + 465.696 +54,000 = 55,365.696 บาทต่อปี คิดต้นทุนในการใช้งานของเครื่องตัดใบบัวหลวง โดยรวมต้นทุนคงที่กับต้นทุนผันแปรเท่ากับ 10,295 + 55,365.696 = 65,660.696 บาทต่อปี

ค่าใช้จ่ายในการทำงาน (บาทต่อกิโลกรัม) ของเครื่องตัดใบบัวหลวงใน 1 ปี เวลาทำงาน 1,440 ชั่วโมง มีความสามารถในการทำงาน 8.58 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะได้เท่ากับ 65,660.696/(1,440 × 8.58) = 5.31 บาทต่อกิโลกรัม

4.4.2 ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องตัดใบบัวหลวง

รายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณระยะเวลาคืนทุนมีดังนี้

1.) ต้นทุนผันแปร คือ ค่าผลรวมของค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ค่าไฟฟ้า ค่าจ้างแรงงาน

2.) ต้นทุนรวม คือ ต้นทุนผันแปรรวมกับดอกเบี้ยผลประโยชน์ที่ได้รับคิดจากอัตราค่าจ้างในการตัดใบบัวหลวงคูณชั่วโมงการทำงานต่อปี อัตราค่าตัดใบบัวหลวงต่อชั่วโมง โดยใช้แรงงานคนของวิสาหกิจชุมชน 100 บาทต่อกิโลกรัม คูณกับความสามารถในการทำงาน 8.58 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เท่ากับ 858 บาทต่อชั่วโมง

3.) ผลประโยชน์สุทธิ คือ ผลต่างระหว่างผลประโยชน์ที่ได้รับกับต้นทุนรวม

4.) ระยะเวลาคืนทุน คือ ผลหารระหว่างราคาซื้อเครื่องกับประโยชน์สุทธิ

ชั่วโมงการทำงาน			1,440	ชั่วโมงต่อปี
ดอกเบี้ย			3,095.40	บาทต่อปี
ต้นทุนผันแปร			65,660.696	บาทต่อปี
ต้นทุนรวม	65,660.696 + 3,095.40	=	68,756.096	บาทต่อปี
ผลประโยชน์ที่ได้รับ	1,440 × 100	=	144,000	บาทต่อปี
ผลประโยชน์สุทธิ	144,000 - 68,756.096	=	75,243.904	บาทต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน	(40,000/75,243.904) × 12	=	6.4	เดือน

ดังนั้น 1 ปี ทำงาน 1,440 ชั่วโมง ระยะเวลาคืนทุนจะเท่ากับ 6.4 เดือน หรือ 192 วัน

4.4.3 การใช้งานคุ้มทุน

การใช้งานคุ้มทุน = ค่าใช้จ่ายคงที่ / (อัตราค่าจ้าง – ค่าใช้จ่ายในการทำงาน) โดยที่ ค่าใช้จ่ายคงที่ = 10,295.40 บาทต่อปี

อัตราค่าจ้างการตัดใบบัวหลวงของวิสาหกิจชุมชน = 100 บาทต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบอัตราการทำงาน 8.58 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะได้อัตราค่าจ้าง 100 x 8.58 = 858 บาทต่อชั่วโมง

ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงเท่ากับ 5.314 บาทต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบอัตราการทำงาน 8.58 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะได้ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องเท่ากับ 5.314 x 8.58 = 45.594 บาทต่อชั่วโมง ดังนั้นการใช้งานที่จุดคุ้มทุนเท่ากับ 10,295.40 / (300-45.594) = 40.5 ชั่วโมงต่อปี

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการศึกษาปัญหาและวิธีการตัดใบบัวหลวงของวิสาหกิจชุมชน ขั้นตอนการตัดใบบัวหลวงเป็นขั้นตอนที่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งมีปัญหาอยู่หลายประการได้แก่ ใช้เวลาในการปฏิบัติงานมาก ขนาดใบบัวหลวงที่ได้จากการตัดไม่เท่ากัน เกิดความเมื่อยล้าในการทำงาน อันตรายในการปฏิบัติงานอันเกิดจากอุบัติเหตุระหว่างการตัดใบบัวหลวง เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง โดยศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของใบบัวหลวง และวิธีการตัดใบบัวหลวงที่เหมาะสมจนได้รูปแบบการทำงานของเครื่องที่มีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน คือ โครงสร้างเครื่อง ชุดป้อนลำเลียง ชุดตัดใบบัวหลวง ชุดกลไกเจนีวา และระบบส่งกำลัง ซึ่งเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง ช่วยประหยัดแรงงานและลดเวลาในการตัดใบบัวหลวง เครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบสามารถทำงานได้ดีสุด ที่ความเร็วของชุดตัดลำเลียงใบบัวหลวง 1 เมตรต่อนาที และที่จำนวนชั้นของใบบัวหลวง 5 ใบ ด้วยความสามารถในการทำงาน 8.58 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ในการตัดใบบัวหลวง 98.9 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในการตัดใบบัวหลวง 1.1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 92.4 วัตต์ชั่วโมง และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องตัดใบบัวหลวงพบว่ามีค่าใช้จ่าย 5.31 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อใช้เครื่องทำงาน 1,440 ชั่วโมงต่อปี ระยะเวลาคืนทุนจะเท่ากับ 6.4 เดือน หรือ 192 วัน และจุดคุ้มทุน 40.5 ชั่วโมงต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการตัดด้วยแรงงานคนสามารถทำงานได้เร็วกว่าแรงงานคน 4.3 เท่า

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ก่อนตัดใบบัวหลวงด้วยเครื่องจะต้องมีการคัดขนาดใบบัวหลวงที่มีขนาดกว้างและยาวเฉลี่ย 30 เซนติเมตร ทำให้สูญเสียเวลาในการทำงาน ควรมีอุปกรณ์สำหรับคัดขนาดใบบัวหลวงเพื่อลดเวลาในการทำงาน

5.2.2 การใช้ใบมีดตัดในชุดใบมีดตัด ควรเปลี่ยนใบมีดใหม่เมื่อความคมของใบมีดตัดลดลงดูจากการตัดใบบัวหลวงไม่เข้า

5.2.3 ก่อนการใช้เครื่องตัดใบบัวหลวงควรทำความสะอาดชุดป้อนลำเลียง ชุดตัดใบบัวหลวง

บรรณานุกรม

[1] สุภาวดี จริยาธนประภา. 2560. **ชนิดของดอกบัว**. [ออนไลน์]; เข้าถึงได้จาก http://supawadee767.blogspot.com/2017/09/blog-post_93.html, (16 กันยายน 2560).

[2] หมอไพร. 2557.**ไขปัญหาสุขภาพแผนจีน:บัวหลวง**. [ออนไลน์]; เข้าถึงได้จาก http://www.jamrat.net/jamrathealth.aspx?blogid=509,(6 มกราคม 2557).

[3] **เรื่องเล่าพรรณพรรษาอาเซียน ตอนที่10 (EP.1/2)**. [ออนไลน์]; เข้าถึงได้จาก : http://www.royalparkrajapruek.org/Knowledge/view/48

[4] **บัว**.[ออนไลน์]; เข้าถึงได้จาก : http://duyday.wordpress.com/บัว/

[5] **บัวหลวง**. (2552). [ออนไลน์]; เข้าถึงได้จาก: https://medthai.com/บัวหลวง/

[6] ชฎาพรนุชจังหรีด, (2551). **นานาสรรพคุณของบัว**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์, สำนักบริการวิชาการมหาวิทยาลัยบูรพา.

[7] **โรคแมลงและการป้องกัน**, พิพิธภัณฑ์บัวมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี**,** [ออนไลน์]; เข้าถึงได้จาก:https://jaroonrat.wordpress.com/

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

[9] สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี. **ประโยชน์ของเม็ดบัว.** (นายบุญลิน บุญมาแคน นักวิชาการเกษตรชำนาญการ). [ออนไลน์]; เข้าถึงได้จาก: banphue.udonthani.doae.go.th. (2 ธันวาคม 2556)

[10] **Laddagarden**, [ออนไลน์]; เข้าถึงได้จาก https://www.nanagarden.com/shop/1322

[11] **ชาใบบัวหลวงคัดพิเศษ (Dried Lotus Leaves Tea)**, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.laddagardenshop.com .

[12] บัณฑิต จริโมภาส, (2545). **สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เกษตร**, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[13] **กลไกGeneva**. [ออนไลน์]; เข้าถึงได้จาก: http://newgottland.com/2012/01/08/make-geneva-wheels-of-any-size/(8 มกราคม. 2555).

[14] มานพ ตันตระบัณฑิตย์, (2545). **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1**, พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพฯ: บริษัท ประชาชน จำกัด.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[15] รุ่งเรือง ทารักษ์, (2553).“ การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นต้นหอม,” สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล,คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

[16] นายสิทธิบูรณ์ ศิริพรอัครชัย, วุฒิศักดิ์ กาวินันท์, และอริยะ แสนทวีสุข (2555).“เครื่องสไลด์กล้วยตามแนวยาวของผล,” สาขาวิศวกรรมเครื่องกล,คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

[17] บุญเจิด กาญจนา, ประไพพร ศิริคติธรรม, และแมน ฟักทอง,(2553). “ การพัฒนาเครื่องหั่นข่าเพื่อทำข่าแห้งสำหรับเกษตรกรในพื้นที่หลังน้ำท่วมจังหวัดอุตรดิตถ์,”,คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

[18] ธนฤทธิ์ แสงกระจุย, พิษณุ เขื่อนเพชร,และวิทวัส สายมงคล, (2554). “ เครื่องสไลด์กล้วยแนวนอนแบบใบมีดอยู่กับที่,”สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

[19] อานนท์ วงษ์มณี, คัทลียา ปัญญาอูด, และนคร เมืองกระจ่าง, (2560).“ การพัฒนาเครื่องหั่นข้าวเกรียบสมุนไพรใบหม่อน,” การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดิน. ไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 7 “ สหวิทยาการ สู่ไทยแลนด์ 4.0 ”

[20] อดิศักดิ์ ฤาชา, และมัติ ศรีหล้า, (2558). “ เครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบ,”สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

[21] บัญญัติ นิยมวาส, (2560).“ การพัฒนาเครื่องหั่นย่อยหอมแดง,” สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย,สงขลา.มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[22] อันวา สะหะ, (2558). “เครื่องหั่นข้าวเกรียบกือโป๊ะแบบแท่ง กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนจะบังติกอปัตตานี,”สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า,คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, สงขลา.

[23] วิรัตน์ หวังเขื่อนกลาง, (2555).“ เครื่องหั่นชิ้นมันเส้น,” สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

[24] ธนากร คำฟู, สุรพงษ์ กาญจนเลิศชัย, ณภัสนันท์ ศักดิ์เสงี่ยม, และปานมนัส ศิริสมบูรณ์, (2558).“ การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดชิ้นข้าวยัดไส้ปั่นปลาทู,” การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติครั้งที่ 16.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[25] สุวันชัย สินโพธิ์, นิรันดร์ พรมเกษา, วิษณุ แฟงเมือง, พงษ์ศักดิ์ เกิดลาภ, และดวงจันทร์ สินโพธิ์, (2559).“ การพัฒนาและสร้างเครื่องฝานต้นโสน,” การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1.

[26] มงคล ตุ่นเฮ้า, กลวัชร ทิมินกุล, และรังสิทธิ์ ศิริมาลา, (2554). “ออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยต้นถั่วลิสง,” ขอนแก่นเกษตร 39 ฉบับพิเศษ 3 : 60-65.

[27] สุทัศน์ ยอดเพ็ชร, และมาโนช ริทินโย, (2553). “ การวิจัยและพัฒนาเครื่องหั่นกาบมะพร้าว,” สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ,คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

[28] ณัฐดนย์ พรรณุเจริญวงษ์, สุกัญญา ทองโยธี, กำภู พรมโสดา, เชิดพงษ์ โภคา,และวรชัย ทองสุทธิ์, (2555).“ การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับยอดอ้อยและข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนม,” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26 ตุลาคม 2555 จังหวัดเชียงราย.

[29] ภาณุวัฒน์ หุ่นพงษ์, ธาดา คำแดง, และสมมาตร สุบรรณพงษ์, (2559).“ เครื่องสับเปลือกมะพร้าวเพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกพืช,” การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ครั้งที่ 6.

[30] พงษ์ศักดิ์ นาใจคง, และกัมปนาท ถ่ายสูงเนิน,(2552). “ การวิจัยและพัฒนาเครื่องฝานกล้วยน้ำว้าสุก,” สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ,คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์, วิทยาเขตนครราชสีมา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

[31] พิมล วุฒิสินธ์, ชัยวัฒน์ เผ่าสันทัดพาณิชย์,พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์, และเวียง อากรชี, (2548). “ วิจัยและพัฒนาเครื่องฝานแผ่นทุเรียน.” กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว,สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม.

[32] กริชติศักดิ์ เซียมตะคุ, นที อุดถา,และศิริโรจน์ บดีรัฐ, (2553). “ การสร้างเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสาปะหลัง,”สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางรวบรวมข้อมูลและผลการทดสอบ

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความยาว ความกว้าง และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
1	26	25	1.2
2	27	25	1.1
3	26	25	1.3
4	26	26	1.0
5	26	26	1.2
6	26	26	1.4
7	27	25	1.3
8	26	25	1.2
9	26	26	1.3
10	27	25	1.2
11	26	26	1.4
12	26	26	1.3
13	27	25	1.0
14	26	25	1.4
15	26	26	1.2
16	26	25	1.2
17	26	25	1.3
18	26	25	1.2
19	26	26	1.1
20	26	25	1.0
21	26	25	1.2
22	26	25	1.3
23	26	25	1.3
24	26	25	1.2
25	25	25	1.2

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
26	26	25	1.3
27	27	25	1.2
28	26	25	1.4
29	27	26	1.4
30	27	26	1.2
31	27	25	1.3
32	26	26	1.2
33	27	25	1.2
34	26	25	1.4
35	27	25	1.4
36	26	26	1.4
37	26	25	1.4
38	26	25	1.3
39	26	26	1.2
40	26	25	1.2
41	26.	25	1.4
42	27	26	1.2
43	27	25	1.3
44	27	26	1.3
45	27	25	1.2
46	27	26	1.4
47	27	25	1.3
48	27	25	1.4
49	27	25	1.3
50	27	25	1.4

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
51	26	24	1.2
52	26	25	1.3
53	27	25	1.2
54	27	25	1.3
55	27	25	1.0
56	26	25	1.2
57	28	25	1.4
58	28	25	1.3
59	27	25	1.0
60	36	35	1.1
61	36	35	1.1
62	37	35	1.3
63	37	34	1.3
64	37	34	1.4
65	36	34	1.2
66	36	35	1.2
67	26	25	1.3
68	27	35	1.3
69	27	25	1.4
70	28	24	1.2
71	27	24	1.2
72	27	25	1.3
73	27	26	1.1
74	26	25	1.2
75	28	26	1.2

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
76	27	25	1.3
77	27	25	1.0
78	27	26	1.2
79	27	26	1.0
80	27	25	1.1
81	27	26	1.2
82	27	26	1.2
83	27	25	1.4
84	26	25	1.2
85	27	26	1.3
86	27	25	1.1
87	27	26	1.2
88	26	25	1.3
89	26	25	1.4
90	26	25	1.2
91	26	26	1.4
92	26	25	1.3
93	25	25	1.4
94	27	26	1.2
95	27	25	1.3
96	26	25	1.2
97	26	25	1.4
98	27	25	1.3
99	26	25	1.2
100	26	25	1.1

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
101	30	28	1.2
102	32	30	1.1
103	31	29	1.3
104	30	29	1.0
105	31	28	1.2
106	32	30	1.4
107	32	31	1.3
108	30	29	1.2
109	31	28	1.3
110	32	30	1.2
111	30	29	1.4
112	32	32	1.3
113	32	31	1.0
114	32	30	1.4
115	30	29	1.2
116	31	30	1.2
117	32	31	1.3
118	32	30	1.2
119	31	29	1.1
120	32	30	1.0
121	32	29	1.2
122	30	29	1.3
123	32	29	1.3
124	31	30	1.2
125	31	29	1.2

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
126	31	30	1.3
127	32	29	1.2
128	30	29	1.4
129	32	31	1.4
130	32	31	1.2
131	30	29	1.3
132	31	30	1.2
133	31	30	1.2
134	32	31	1.4
135	32	31	1.4
136	32	31	1.4
137	32	30	1.4
138	30	29	1.3
139	32	28	1.2
140	31	30	1.2
141	32	31	1.4
142	32	30	1.2
143	32	31	1.3
144	32	31	1.3
145	32	31	1.2
146	30	29	1.4
147	31	28	1.3
148	31	28	1.4
149	32	31	1.3
150	32	31	1.4

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
151	30	30	1.2
152	32	31	1.3
153	30	29	1.2
154	32	31	1.3
155	30	29	1.0
156	32	31	1.2
157	30	28	1.4
158	31	29	1.3
159	30	29	1.0
160	32	31	1.1
161	32	31	1.1
162	31	29	1.3
163	31	28	1.3
164	30	29	1.3
165	32	31	1.2
166	32	27	1.2
167	30	28	1.4
168	32	28	1.3
169	32	30	1.4
170	30	28	1.2
171	32	30	1.2
172	32	31	1.3
173	31	30	1.1
174	31	30	1.2
175	32	31	1.2

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
176	30	29	1.3
177	32	30	1.0
178	32	31	1.2
179	30	27	1.0
180	32	29	1.1
181	30	27	1.2
182	32	31	1.2
183	31	29	1.4
184	32	28	1.2
185	32	30	1.3
186	31	29	1.1
187	32	30	1.2
188	32	31	1.3
189	31	29	1.4
190	30	29	1.2
191	32	31	1.3
192	32	30	1.3
193	32	31	1.2
194	32	30	1.2
195	32	30	1.3
196	32	29	1.3
197	32	31	1.4
198	30	28	1.3
199	32	31	1.2
200	32	31	1.1

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
201	26	29	1.2
202	27	27	1.1
203	26	26	1.3
204	26	25	1.0
205	26	25	1.2
206	26	25	1.4
207	27	26	1.3
208	26	25	1.2
209	26	26	1.3
210	27	26	1.2
211	26	25	1.4
212	26	25	1.3
213	27	26	1.0
214	26	25	1.4
215	26	25	1.2
216	26	25	1.2
217	26	25	1.3
218	26	25	1.2
219	26	25	1.1
220	26	25	1.0
221	26	25	1.2
222	26	25	1.3
223	26	25	1.3
224	26	25	1.2
225	25	25	1.2

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
226	26	25	1.3
227	27	25	1.2
228	26	26	1.4
229	27	26	1.4
230	27	26	1.2
231	27	26	1.3
232	26	25	1.2
233	27	26	1.2
234	26	25	1.4
235	27	25	1.4
236	26	26	1.4
237	26	25	1.3
238	26	25	1.3
239	26	26	1.2
240	26	25	1.2
241	26	25	1.4
242	27	26	1.2
243	27	25	1.3
244	27	26	1.3
245	27	25	1.2
246	27	25	1.4
247	27	26	1.3
248	27	25	1.4
249	27	25	1.3
250	27	27	1.4

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
251	26	25	1.2
252	26	25	1.3
253	27	25	1.2
254	27	25	1.3
255	27	25	1.0
256	26	25	1.2
257	28	26	1.4
258	28	25	1.3
259	27	27	1.0
260	26	26	1.1
261	26	25	1.1
262	27	25	1.3
263	27	26	1.3
264	27	26	1.4
265	26	25	1.2
266	26	25	1.2
267	26	25	1.3
268	27	25	1.3
269	27	25	1.4
270	28	26	1.2
271	27	26	1.2
272	27	25	1.3
273	27	25	1.1
274	26	25	1.2
275	28	26	1.2

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
276	27	25	1.3
277	27	25	1.0
278	27	28	1.2
279	27	26	1.0
280	27	25	1.1
281	27	25	1.2
282	27	26	1.2
283	27	25	1.4
284	26	25	1.2
285	27	26	1.3
286	27	25	1.1
287	27	25	1.2
288	26	26	1.3
289	26	25	1.4
290	26	25	1.2
291	26	25	1.4
292	26	26	1.3
293	25	25	1.4
294	27	26	1.2
295	27	25	1.3
296	26	25	1.2
297	26	25	1.4
298	27	26	1.3
299	26	25	1.2
300	26	25	1.1

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
301	30	29	1.2
302	32	31	1.1
303	31	30	1.3
304	30	29	1.0
305	31	30	1.2
306	32	31	1.4
307	32	30	1.3
308	30	29	1.2
309	31	30	1.3
310	32	31	1.2
311	30	29	1.4
312	32	31	1.3
313	32	31	1.0
314	32	31	1.4
315	30	29	1.2
316	31	31	1.2
317	32	31	1.3
318	32	31	1.2
319	31	30	1.1
320	32	31	1.0
321	32	31	1.2
322	30	29	1.3
323	32	31	1.3
324	31	30	1.2
325	31	30	1.2

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
326	31	29	1.3
327	32	30	1.2
328	30	29	1.4
329	32	31	1.4
330	32	31	1.2
331	30	29	1.3
332	31	30	1.2
333	31	30	1.2
334	32	31	1.4
335	32	31	1.3
336	32	31	1.2
337	32	30	1.4
338	30	29	1.3
339	32	30	1.2
340	31	30	1.2
341	32	31	1.4
342	32	32	1.2
343	32	31	1.3
344	32	31	1.3
345	32	30	1.2
346	30	29	1.4
347	31	30	1.3
348	31	30	1.4
349	32	31	1.3
350	32	31	1.4

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
351	30	30	1.2
352	32	31	1.3
353	30	29	1.2
354	32	31	1.3
355	30	29	1.0
356	32	31	1.2
357	30	29	1.4
358	31	30	1.3
359	30	29	1.0
360	32	31	1.1
361	32	30	1.1
362	31	30	1.3
363	31	30	1.3
364	30	29	1.3
365	32	31	1.2
366	32	31	1.2
367	30	29	1.4
368	32	30	1.3
369	32	28	1.4
370	30	29	1.2
371	32	30	1.2
372	32	29	1.3
373	31	30	1.1
374	31	30	1.2
375	32	28	1.2

ตารางผนวกที่ ก.1 วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของใบบัวหลวง

ใบที่	ความยาวของใบบัวหลวง (cm)	ความกว้างของใบบัวหลวง (cm)	ความหนาของใบบัวหลวง (mm)
376	30	29	1.3
377	32	31	1.0
378	32	31	1.2
379	30	29	1.0
380	32	30	1.1
381	30	28	1.2
382	32	29	1.2
383	31	30	1.4
384	32	30	1.2
385	32	29	1.3
386	31	30	1.1
387	32	30	1.2
388	32	31	1.3
389	31	30	1.4
390	30	29	1.2
391	32	31	1.3
392	32	31	1.3
393	32	30	1.2
394	32	31	1.2
395	32	31	1.3
396	32	31	1.3
397	32	31	1.4
398	30	29	1.3
399	32	31	1.2
400	32	31	1.1
เฉลี่ย	30	28	1.2

ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

- ขนาดความยาวของใบบัวหลวง (cm)

ความยาวของใบบัวหลวงมากสุด	=	32
ความยาวของใบบัวหลวงน้อยสุด	=	25
ค่าเฉลี่ย	=	30

- ขนาดความกว้างของใบบัวหลวง (cm)

ความกว้างของใบบัวหลวงมากสุด	=	31
ความกว้างของใบบัวหลวงน้อยสุด	=	25
ค่าเฉลี่ย	=	28

- ขนาดความหนาของใบบัวหลวง (mm)

ความหนาของใบบัวหลวงใหญ่สุด	=	1.4
ความหนาของใบบัวหลวงเล็กสุด	=	1.0
ค่าเฉลี่ย	=	1

ผลตารางผนวกที่ ก.2 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวง (ตัดที่ละ 1 ใบ แบบไม่ซ้อน)

ความเร็วตัดของชุดลำเลียง (m/min)	ครั้งที่	น้ำหนัก (g)	เวลา (min)	I (A)	V (v)	อัตราการตัด (g)		ผลการตัด (g)	
						ตัดได้	ตัดไม่ได้	ไม่เสียหาย	เสียหาย
0.5	1	61	3.40	0.25	220	61	0	60	1
	2	67	3.28	0.26	220	67	0	64	3
	3	59	3.45	0.28	220	59	0	58	1
0.75	1	65	2.63	0.27	220	65	0	64	1
	2	62	2.75	0.26	220	62	0	61	1
	3	70	2.85	0.28	220	70	0	68	2
1	1	58	2.23	0.29	220	58	0	57	1
	2	53	2.20	0.28	220	53	0	52	1
	3	78	2.50	0.27	220	78	0	75	3

ตารางผนวกที่ ก.3 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วต่างๆของชุดลำเลียงใบบัวหลวง (ตัดที่ละ 1 ใบ แบบไม่ซ้อน)

ความเร็วตัดของชุดลำเลียง (m/min)	ครั้งที่	ความสามารถในการทำงาน (kg/hr)	เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง (%)	เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (%)	อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (W-hr)
0.50	1	1.08	98.36	1.64	55.00
	2	1.22	98.52	1.48	57.20
	3	1.03	98.31	1.69	61.60
เฉลี่ย		1.11	98.40	1.60	57.93
0.75	1	1.48	98.36	1.64	55.00
	2	1.35	95.52	4.48	57.20
	3	1.47	98.30	1.70	61.60
เฉลี่ย		1.43	97.39	2.61	57.90
1	1	1.56	98.28	1.72	63.80
	2	1.45	98.11	1.89	61.60
	3	1.87	96.15	3.85	59.40
เฉลี่ย		1.63	97.51	2.49	61.60

ผลตารางผนวกที่ ก.4 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวง (แบบซ้อนกัน 2 ชั้น)

ความเร็วตัดของชุดลำเลียง (m/min)	ครั้งที่	น้ำหนัก (g)	เวลา (min)	I (A)	V (v)	อัตราการตัด (g)		ผลการตัด (g)	
						ตัดได้	ตัดไม่ได้	ไม่เสียหาย	เสียหาย
0.5	1	120	2.16	0.38	220	120	0	117	3
	2	116	2.08	0.37	220	116	0	112	4
	3	110	2.18	0.38	220	110	0	106	4
0.75	1	103	2.08	0.37	220	103	0	100	3
	2	115	2.33	0.39	220	115	0	110	5
	3	122	2.23	0.38	220	122	0	119	3
1	1	107	2.18	0.39	220	107	0	101	6
	2	110	2.25	0.38	220	110	0	107	3
	3	115	2.28	0.38	220	115	0	110	5

ตารางผนวกที่ ก.5 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วต่างๆของชุดลำเลียงใบบัวหลวง (แบบซ้อนกัน 2 ชั้น)

ความเร็วตัดของชุดลำเลียง (m/min)	ครั้งที่	ความสามารถในการทำงาน (kg/hr)	เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง (%)	เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (%)	อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (W-hr)
0.50	1	2.94	97.50	2.50	83.60
	2	2.93	97.58	2.45	81.40
	3	3.02	97.36	2.64	83.60
เฉลี่ย		2.96	97.47	2.53	82.87
0.75	1	2.97	97.07	2.91	81.40
	2	2.96	97.65	2.35	85.80
	3	3.28	97.54	2.46	83.60
เฉลี่ย		3.07	97.43	2.57	83.60
1	1	3.32	96.36	3.61	85.80
	2	3.34	97.27	2.73	83.60
	3	3.02	96.65	3.35	83.60
เฉลี่ย		3.23	96.77	3.23	84.33

ผลตารางผนวกที่ ก.6 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวง (แบบซ้อนกัน 3 ชั้น)

ความเร็วตัดของชุดลำเลียง (m/min)	ครั้งที่	น้ำหนัก (g)	เวลา (min)	I (A)	V (v)	อัตราการตัด (g)		ผลการตัด (g)	
						ตัดได้	ตัดไม่ได้	ไม่เสียหาย	เสียหาย
0.5	1	200	2.48	0.38	220	160	0	155	5
	2	188	2.72	0.39	220	188	0	181	7
	3	182	2.60	0.37	220	182	0	171	11
0.75	1	210	2.38	0.39	220	210	0	204	6
	2	188	2.43	0.38	220	188	0	185	3
	3	210	2.46	0.38	220	210	0	205	5
1	1	212	2.67	0.40	220	212	0	209	3
	2	211	2.17	0.40	220	211	0	207	4
	3	214	2.33	0.39	220	214	0	210	4

ตารางผนวกที่ ก.7 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วต่างๆของชุดลำเลียงใบบัวหลวง (แบบซ้อนกัน 3 ชั้น)

ความเร็วตัดของชุดลำเลียง (m/min)	ครั้งที่	ความสามารถในการทำงาน (kg/hr)	เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง (%)	เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (%)	อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (W-hr)
0.50	1	3.87	96.88	3.13	83.60
	2	4.15	96.28	3.27	85.80
	3	4.20	96.96	3.04	81.40
เฉลี่ย		4.07	96.71	3.30	83.60
0.75	1	5.29	97.14	2.86	85.80
	2	4.64	98.40	1.60	83.60
	3	5.11	97.62	2.38	83.60
เฉลี่ย		5.01	97.72	2.28	84.33
1	1	5.61	98.58	1.42	88.00
	2	5.84	98.10	1.90	88.00
	3	5.50	98.13	1.87	85.80
เฉลี่ย		5.65	98.27	1.73	81.27

ผลตารางผนวกที่ ก.8 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวง (แบบซ้อนกัน 4 ชั้น)

ความเร็วตัดของชุดลำเลียง (m/min)	ครั้งที่	น้ำหนัก (g)	เวลา (min)	I (A)	V (v)	อัตราการตัด (g)		ผลการตัด (g)	
						ตัดได้	ตัดไม่ได้	ไม่เสียหาย	เสียหาย
0.5	1	283	2.81	0.39	220	283	0	273	10
	2	286	2.91	0.38	220	286	0	278	8
	3	258	2.65	0.38	220	258	0	253	5
0.75	1	263	2.37	0.38	220	263	0	254	9
	2	230	2.50	0.39	220	230	0	224	6
	3	226	2.33	0.40	220	226	0	221	5
1	1	294	2.48	0.40	220	294	0	291	3
	2	303	2.61	0.41	220	303	0	298	5
	3	285	2.33	0.49	220	285	0	283	2

ตารางผนวกที่ ก.9 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วต่างๆของชุดลำเลียงใบบัวหลวง (แบบซ้อนกัน 4 ชั้น)

ความเร็วตัดของชุดลำเลียง (m/min)	ครั้งที่	ความสามารถในการทำงาน (kg/hr)	เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง (%)	เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (%)	อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (W-hr)
0.50	1	6.06	96.47	3.53	85.80
	2	5.88	97.20	2.80	83.60
	3	5.84	98.06	1.94	83.60
เฉลี่ย		5.93	97.24	2.76	84.33
0.75	1	6.67	96.58	3.42	83.60
	2	5.52	97.39	2.61	85.80
	3	5.81	97.79	2.21	88.00
เฉลี่ย		6.00	97.25	2.75	85.80
1	1	7.10	98.98	1.02	88.00
	2	6.95	98.35	1.65	90.20
	3	7.33	99.30	0.70	85.80
เฉลี่ย		7.13	98.88	1.12	88.00

ผลตารางผนวกที่ ก.10 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวง (แบบซ้อนกัน 5 ชั้น)

ความเร็วตัดของชุดลำเลียง (m/min)	ครั้งที่	น้ำหนัก (g)	เวลา (min)	I (A)	V (v)	อัตราการตัด (g)		ผลการตัด (g)	
						ตัดได้	ตัดไม่ได้	ไม่เสียหาย	เสียหาย
0.5	1	380	2.83	0.42	220	380	0	370	6
	2	383	2.67	0.41	220	383	0	375	2
	3	396	2.98	0.43	220	396	0	391	3
0.75	1	461	2.50	0.42	220	461	0	441	20
	2	460	2.58	0.41	220	460	0	450	10
	3	400	2.67	0.40	220	400	0	395	5
1	1	337	2.32	0.40	220	337	0	331	10
	2	319	2.25	0.39	220	319	0	317	8
	3	342	2.42	0.41	220	342	0	339	5

ตารางผนวกที่ ก.11 ตารางผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วต่างๆของชุดลำเลียงใบบัวหลวง (แบบซ้อนกัน 5 ชั้น)

ความเร็วตัดของชุดลำเลียง (m/min)	ครั้งที่	ความสามารถในการทำงาน (kg/hr)	เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง (%)	เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (%)	อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (W-hr)
0.50	1	8.05	97.37	2.63	88.00
	2	8.62	97.91	2.09	85.80
	3	7.92	98.79	1.26	90.20
เฉลี่ย		8.21	98.02	1.99	88.00
0.75	1	8.56	97.66	2.34	92.40
	2	8.38	97.83	2.17	90.20
	3	8.52	98.75	1.25	88.00
เฉลี่ย		8.49	98.08	1.92	90.20
1	1	8.73	98.22	1.78	92.40
	2	8.51	99.37	0.63	90.20
	3	8.49	99.12	0.88	94.60
เฉลี่ย		8.58	99.90	1.10	92.48

ภาคผนวก ข

การคำนวณค่าชี้ผลการทดสอบ

การคำนวณและการออกแบบสร้างเครื่องต้นแบบ

1. การออกแบบช่องของชุดใบมีดตัด

การหาระยะการทำช่องสำหรับทำชุดใบมีดที่เหมาะสม มาจากการวัดความยาวและความกว้างของใบบัวหลวง โดยกำหนดความยาวมากสุดของใบบัวหลวงอยู่ที่ 30 เซนติเมตร และความกว้างมากสุดอยู่ที่ 30 เซนติเมตร มาเป็นข้อมูลออกแบบให้กับเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบ

2. แสดงตัวอย่างการคำนวณหาเปอร์เซนต์ความชื้นของใบบัวหลวง

ทำการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของใบบัวหลวง ด้วยวิธีการ Drying method ได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของตัวอย่างใบบัวหลวง และนำมาคำนวณดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นของใบบัวหลวง} = \frac{100 \times (W_1 - W_2)}{W_1 - W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (g)

W_1 = น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างก่อนอบ (g)

W_2 = น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างหลังอบ (g)

ดังนั้น เปอร์เซ็นต์ความชื้นของใบบัวหลวง $= \frac{100 \times (17.6661 - 17.3566)}{17.6661 - 17.2671}$

$$= \frac{30.95}{0.399}$$

$$= 77.56\ \%$$

3. แสดงตัวอย่างการคำนวณความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวง

การคำนวณความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงสามารถหาได้จากระยะทางที่เจนีวาหมุน 1 ครั้งที่ 4 เซนติเมตร ต่อ เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของใบมีดตัดแนวตรง 1 ครั้ง เท่ากับ 4.80 วินาที ตามรอบความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ผู้ทดสอบปรับรอบตั้งรอบไว้

$$\text{ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวง (m/min)} = \frac{\text{ระยะทางที่เจนีวาเคลื่อนที่ 1 ครั้ง (m)}}{\text{เวลาที่ใช้เคลื่อนที่ของใบมีดตัดแนวตรง 1 ครั้ง (min)}}$$

$$= \frac{4\text{ cm}}{4.80\text{ s}} \times \frac{60}{100} = 0.5\text{ m/min}$$

4. แสดงตัวอย่างการคำนวณความสามารถในการตัดใบบัวหลวง

ตัวอย่างการคำนวณความสามารถในการตัดใบบัวหลวง ที่มีความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวง 0.5 เมตรต่อนาที

$$\text{ความสามารถในการตัดใบบัวหลวง} = \frac{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงที่ตัดได้ทั้งหมด (kg)}}{\text{เวลาที่ใช้ทั้งหมด (hr)}}$$

$$= \frac{0.061\text{ kg}}{0.056\text{ hr}} = 1.08\text{ kg/hr}$$

5. แสดงตัวอย่างการคำนวณการหาเปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง

ตัวอย่างการคำนวณการหาเปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง ที่มีความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวง 0.5 เมตรต่อนาที

$$\text{เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง} = \frac{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงที่ตัดได้ทั้งหมด(kg)}}{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงทั้งหมด(kg)}} \times 100$$

$$= \frac{0.060 \text{ kg}}{0.061 \text{ kg}} \times 100 = 98.36\ \%$$

6. แสดงตัวอย่างการคำนวณการหาเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (%)

ตัวอย่างคำนวณเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย ที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวง0.5 เมตรต่อนาที

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย} = \frac{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงที่เสียหาย (kg)}}{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงทั้งหมด (kg)}} \times 100$$

$$= \frac{0.001 \text{ kg}}{0.061 \text{ kg}} \times 100 = 1.63\ \%$$

7. แสดงตัวอย่างการคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวง

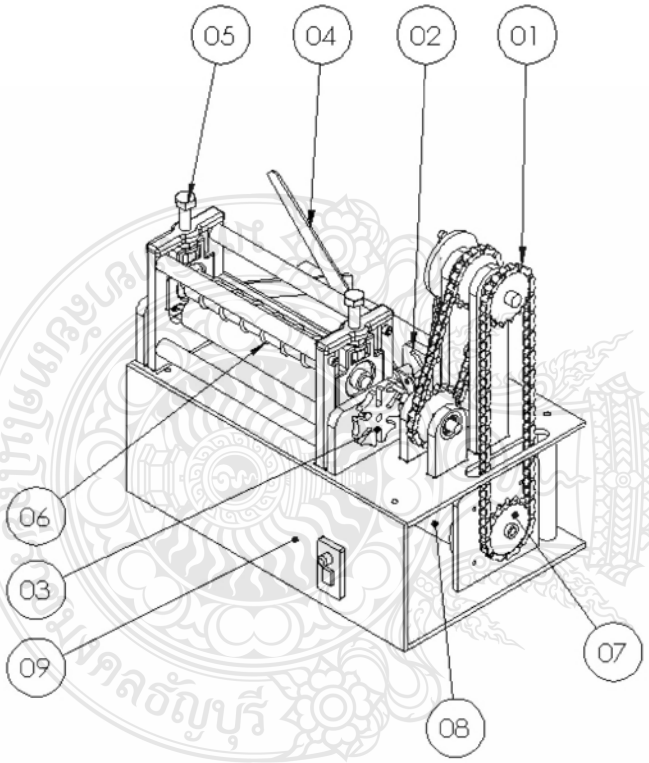
ตัวอย่างการคำนวณการหาอัตราสิ้นเปลืองพลังงาน ที่มีความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวง0.5 เมตรต่อนาที

$$\text{อัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้า} = IVt \ \text{(W-hr)}$$

$$= 0.25 \times 220 \times 1 = 55 \ \text{W-hr}$$

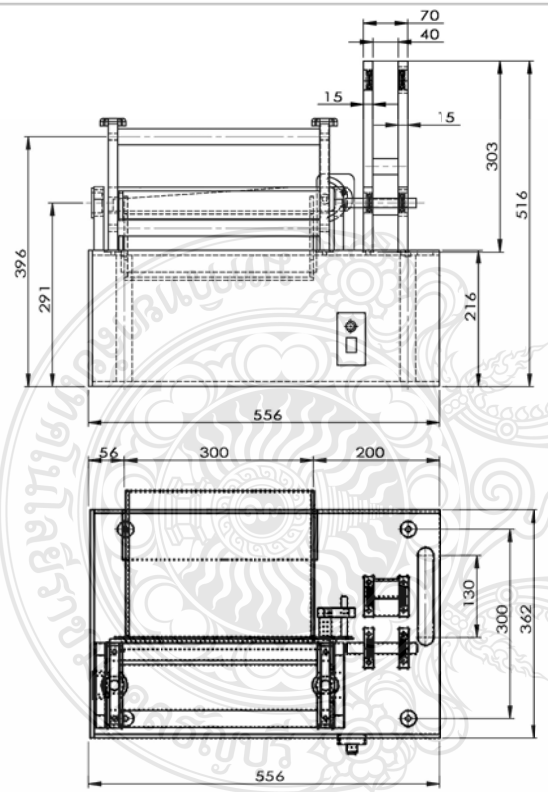
ภาคผนวก ค

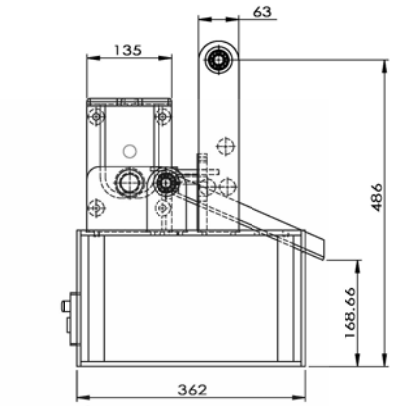
การเขียนแบบทางวิศวกรรม

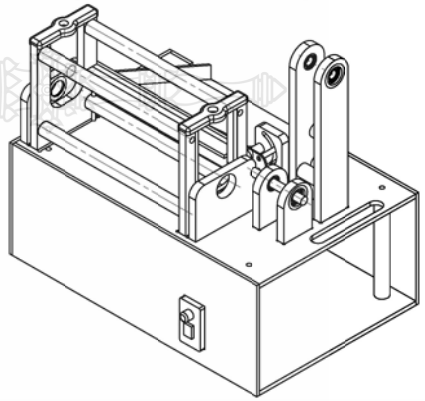


ลำดับที่	รายการ	หมายเลขแบบ	จำนวน
01	ชุดโซ่	-	1
02	แขนกลไก Geneva	AK-02	1
03	ตัว Geneva	AK-03	1
04	ชุดใบมีดแนวขวาง	AK-04	1
05	ชุดปรับระยะตัดใบบัว	AK-05	1
06	ลูกกลิ้งตัดแนวตรง	AK-06	1
07	เฟืองโซ่	-	2
08	AM-M8-S	-	1
09	โครงสร้าง	AK-09	1

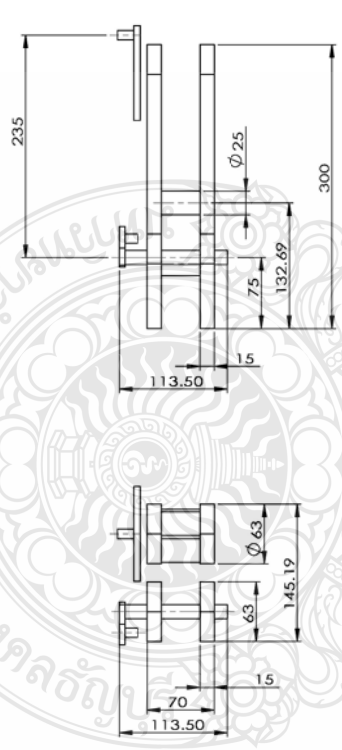
	ภาพประกอบเครื่อง				
ลำดับที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นาย เอกชัย บัวคลี	125660414007-6	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ. ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 5	การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง				

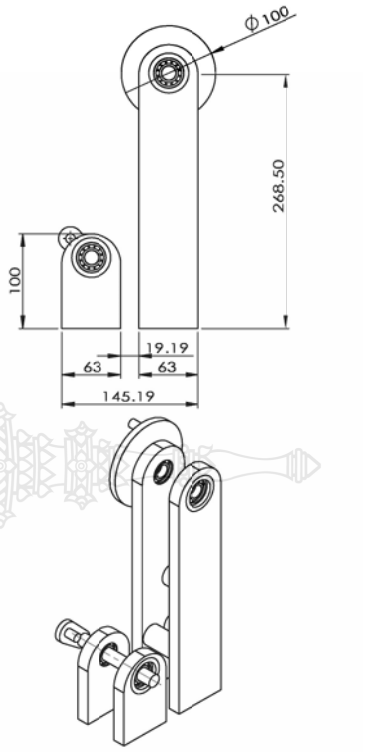


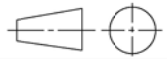


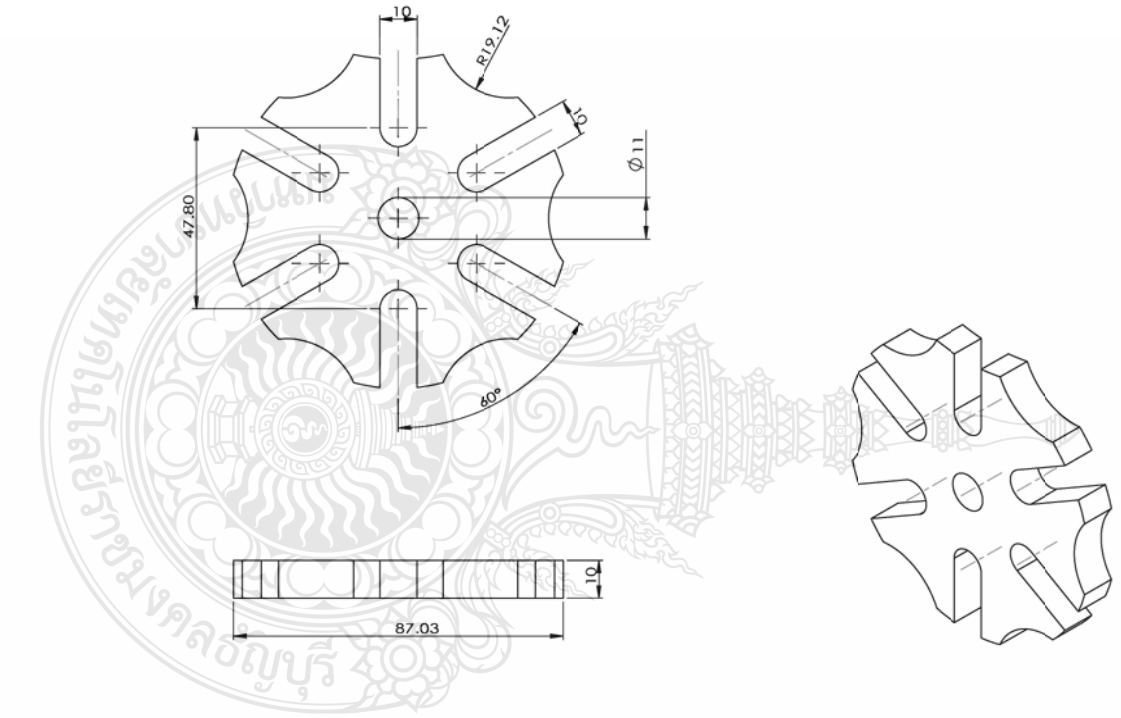


09	โครงสร้าง	556x362x516	อลูมิเนียม	AK-09	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นาย เอกชัย บัวคลี	125660414007-6	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ. ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 6	การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง				

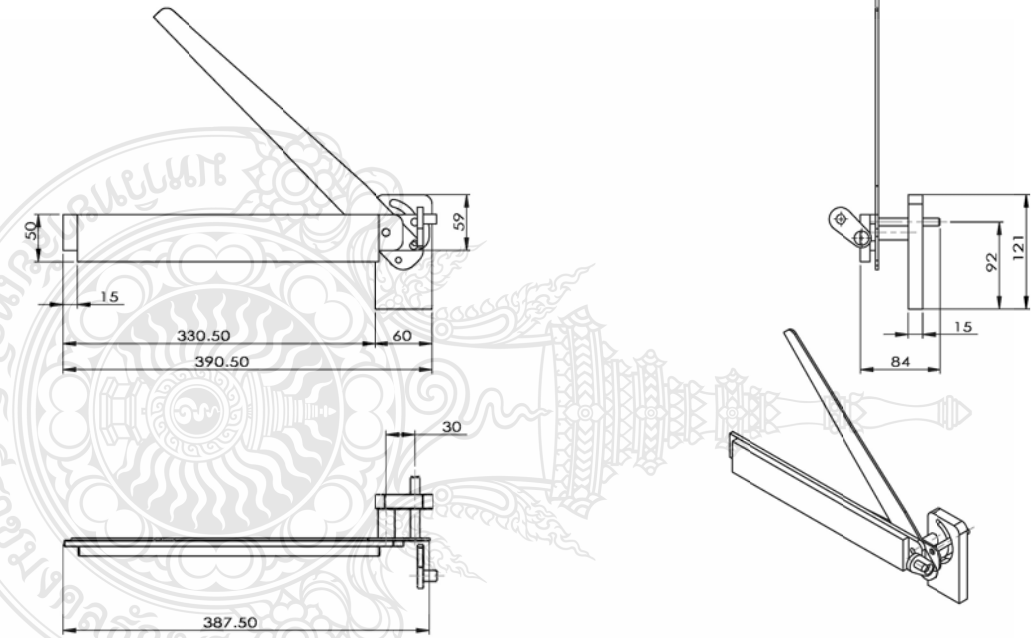




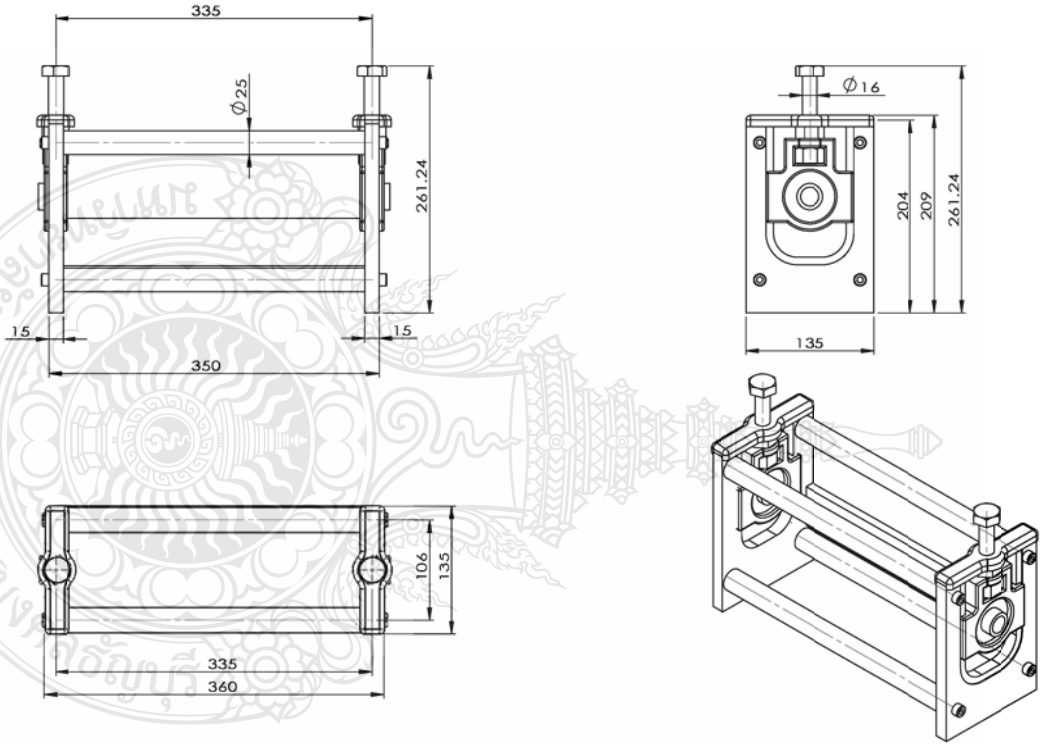
02	แขนกลไก Geneva	113.5x145x300	อลูมิเนียม	AK02	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นาย เอกชัย บัวคลี	125660414007-6	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ. ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 4	การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง				



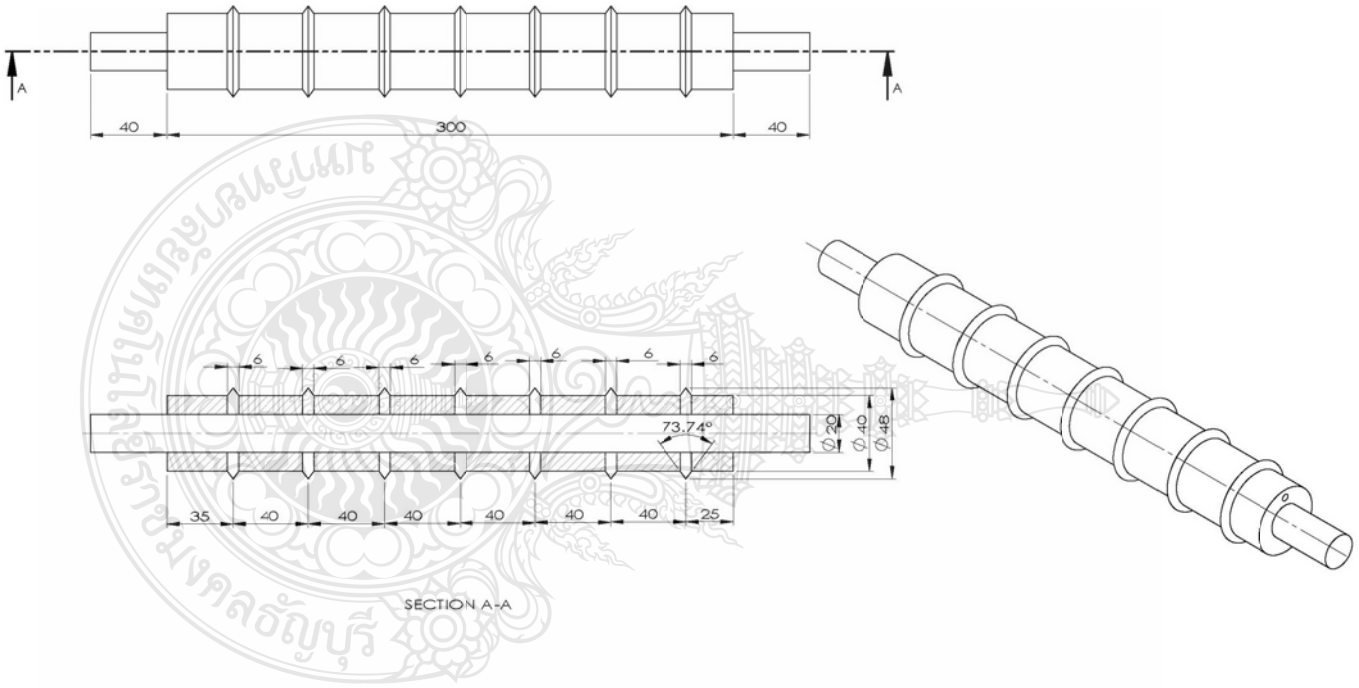
03	ตัว Geneva	Ø87x10	อลูมิเนียม	AK-03	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นาย เอกชัย บัวคลี	1256604140O7-6	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ. ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน	การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง				



04	ชุดใบตัดมีดแนวขวาง	475x145x300	Stainless	AK-04	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นาย เอกชัย บัวคลี	125660414007-6	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ. ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1:5	การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง				



05	ชุดปรับระยะตัดใบบัว	360x135x261	อลูมิเนียม	AK-05	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นาย เอกชัย บัวคลี	1256604140O7-6	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ. ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน 1 : 4	การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง				



06	ลูกกลิ้งตัดแนวตรง	∅ 48x380	อลูมิเนียม	AK-06	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นาย เอกชัย บัวคลี	12566041 4007-6	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี		
ผู้ตรวจ	รศ. ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์				
มาตราส่วน	การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง				

ภาคผนวก ง
การเผยแพร่ผลงาน

สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย

THAI SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING

ขอรับรองว่า

เอกชัย บัวคลี่

เรื่อง "การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง"

ได้นำเสนอผลงานวิจัย

ในการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 18 ประจำปี 2560

ณ. อิมแพค ฟอรั่ม เมืองทองธานี กรุงเทพมหานคร

7-9 กันยายน 2560

Dares Kittiyopas

Chair, Organizing CommitteeTSAE2017

ที่อยู่ : อาคาร 5 ชั้น 5 กรมส่งเสริมการเกษตร ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900 อีเมล์ : center@tsae.asia

address: Building 5 Floor 5 Department of Agriculture Extension Phaholyothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900, THAILAND. Email : center@tsae.asia, www.tsae.asia

TSAE
2017
การประชุมวิชาการ
สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ระดับชาติ ครั้งที่ 18 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 10
ประจำปี 2560
The 18th TSAE National Conference and
The 10th TSAE International Conference
(TSAE 2017)
ณ อิมแพค เมืองทองธานี
กรุงเทพมหานคร
7-9 กันยายน 2560
จัดโดย สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ร่วมกับ กรมส่งเสริมการเกษตร

FE010 Effect of Selected Freezing Methods on Quality of Durian Flesh with Seed 61

FE011 Effect of final drying condition on qualities of freeze dry dragon fruit (*Hylocercus undatus*).....66

FE013 Precision Test for Spectral Characteristic of On-line Vis-NIR versus Off-line NIR Spectroscopy for Measuring Dry matter of Durian (*Durio zibethinus* cv Monthong).....71

FE014 Effect of Drying Temperature and Oil content on the Quality of Spray Dried Rice Bran Oil Powder Production.....74

PT001 Effect of Thermal Shock by Impinging Stream Technique on Bioactive Compounds of Germinated Difference Rice Varieties.....80

PT003 The Study of Halogen Lamps and Microwave Drying on Mechanical Properties of Oil Palm Timbers.....85

PT004 Temperature Profile and Moisture Content during Infrared Drying of Pelletized Rice Bran91

PT005 Scanning precision test for organic and inorganic tomatoes at different maturity levels96

SW001 Assessment of Potential Irrigation Area for Agricultural Planning in Huai Samran basin, Amphoe Khukan, Sisakat Province 99

SW002 Benefits of Using Biofiltration Process for Pre-Treatment of Polluted River Water as Raw Water for Drinking Water Supply..... 105

NATIONAL CONFERENCE

TAM001 การพัฒนาเครื่องหั่นย่อยหอมแดง..... 112

TAM003 ออกแบบ และพัฒนาไถระเบิดดินดานชนิดสั่นที่ขา 2 ขา แบบมีชุดควบคุมความถี่ในการสั่น..... 118

TAM004 การออกแบบและสร้างเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง..... 127

TAM005 การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเมล็ดกระบก..... 133

TAM006 การศึกษาและทดสอบเครื่องกะเทาะเมล็ดบัวหลวงแห้ง..... 139

TAM007 การพัฒนาเครื่องย่อยและอัดหญ้าอาหารสัตว์..... 144

TAM008 วิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบโรตารีสำหรับผลปาล์มน้ำมัน..... 150

TAM009 การทดสอบและประเมินผลเครื่องสีข้าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม..... 154

TAM010 พฤติกรรมการคัดแยกเมล็ดสำหรับชุดกะเทาะข้าวโพดแบบไหลตามแกน..... 160

TAM011 การวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ปั่นเส้นด้ายจากฝ้ายสำหรับกลุ่มผู้ผลิตผ้าฝ้ายรายย่อย..... 161

TAM012 การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง..... 165

TAM014 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องอัดฟางสำหรับการอัดใบอ้อยในแปลงอ้อยหลังการเก็บเกี่ยวด้วยรถตัดอ้อย 169

TAM016 การออกแบบและพัฒนาชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองขนาดเล็ก..... 175

TAM012

การออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวง

เอกชัย บัวคลี่[1]*, จตุรงค์ ลังกาพินธุ์[1], รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์[1],สุนัน ปานสาคร[1]

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

ผู้เขียนติดต่อ:: เอกชัย บัวคลี่ E-mail: jaturong.l@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

เครื่องตัดใบบัวหลวงถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อลดเวลาและแรงงานในการตัดใบบัวหลวงสำหรับเป็นวัตถุดิบที่นำมาแปรรูปเป็นชาใบบัวหลวง เครื่องต้นแบบประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง ชุดตัดใบบัวหลวง ชุดลำเลียงใบบัวหลวง กลไกเจนิวา และระบบส่งกำลังและใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 150 w เป็นต้นกำลัง หลักการทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ทำงานป้อนใบบัวหลวงลงในช่องป้อนใบบัวทางด้านหน้าของเครื่อง หลังจากนั้นใบบัวหลวงจะถูกลำเลียง และตัดในชุดตัดใบบัวหลวงตัดเป็นชิ้นเล็กๆ และร่วงลงสู่ช่องทางด้านล่างของเครื่อง จากการทดสอบที่ความเร็วตัดของชุดลำเลียงใบบัวหลวงที่ 0.5, 0.75 และ 1 m min^{-1} พบว่าเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วของชุดลำเลียงใบบัว 1 m min^{-1} ด้วยความสามารถในการทำงาน 1.6 kg hr^{-1} เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง 97.5% เปอร์เซ็นต์การสูญเสียในการตัดใบบัวหลวง 2.5% อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 61.6 w-hr และเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้เร็วกว่าแรงงานคนอย่างน้อย 4 เท่า

คำสำคัญ: บัวหลวง, ใบบัวหลวง, เครื่องตัดใบบัวหลวง, การออกแบบ

Design and Fabrication of a Lotus Leaf Cutting Machine

Akachai Buaklee[1]*, Jaturong Langkapin[1], Roongruang Kalsirisilp[1], Sunan Pansakorn[1]

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

Corresponding author: Akachai Buaklee. E-mail: jaturong.l@en.rmutt.ac.th

Abstract

A lotus leaf cutting machine was designed and fabricatedto reduce cutting time and labor. Lotus leavesafter cutting can be processed as a lotus leaf tea product. The prototype consisted of a main frame, cutting unit, conveyor unit, Geneva mechanism, powertransmittion unitand150w electric motor was as a prime mover. The operation started with manually feeding lotus leaves into chute at the front of the machine. Then they were cut into small pieces by the cutting unit, falling into the outlet chute at the bottom.The feedingspeed of 1m min^{-1} worked well among the three speedstested 0.5, 0.75 and 1 m min^{-1}. Working capacity was found to be 1.6 kg hr^{-1}, the percentage of cutting and leaf damaged were 97.5% and 2.5% respectively, the pototype consumed 61.6 w-hr of energy and can work at least four times as fast as human labor.

Keywords: Lotus, Lotus leaf, Lotus leaf cutting machine, Design.

1. บทนำ

บัวหลวงเป็นพืชน้ำล้มลุก มีหัวเป็นส่วนลำต้น และรากอยู่ในดินใต้น้ำ ส่วนก้านใบ และก้านดอกจะเติบโตแทงพ้นขึ้นเหนือน้ำ ใบมีลักษณะกลม สีเขียว มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 cm ถึง 40 cm ผิวใบปกคลุมด้วยขนเล็กๆจำนวนมาก ทำให้ไม่เปียกน้ำ ส่วนดอกมีสีขาว สีชมพู สีชมพูออกม่วง สีชมพูออกแดง หรือ สีผสม เรียงซ้อนกันจำนวนมาก พันธุ์ของบัวหลวงที่นิยมปลูกในปัจจุบัน ได้แก่ พันธุ์ฉัตรขาว ฉัตรแก้ว และฉัตรแดง มีสรรพคุณ แก้อาการปวดศรีษะ เป็นไข้ ท้องร่วง ไอมีเสมหะปนเลือดเลือดกำเดาไหล ประจำเดือนมาผิดปกติ [1] ลักษณะที่น่าสนใจของการปลูกบัวหลวง คือสามารถปลูกได้ทุกสภาพพื้นที่ของประเทศไทย อีกทั้งยังเป็นพืชที่ปลูกง่าย ดูแลง่าย ไม่ยุ่งยาก ทั้งยังสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร และสามารถเก็บเกี่ยวได้นาน ที่สำคัญความต้องการของตลาดไม่เคยลดลงเลย ยิ่งในปัจจุบันในตลาดต่างประเทศก็หันมาให้ความสนใจและมีความนิยมบัวกันมากขึ้นด้วย จึงทำให้ตลาดบัวมีความหอมหวน และน่าลงทุนเป็นอย่างมาก บัวที่พบและนิยมปลูกในประเทศไทยมีอยู่ 3 ชนิด คือบัวหลวงหรือมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า ปทุมชาติ บัวในสกุลนี้เป็นบัวที่รู้จักกันดีเพราะเป็นบัวที่มีดอกใหญ่นิยมนำมาไหว้พระและใช้ในพิธีทางศาสนา อีกชนิดคือบัวสายหรือมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า อุบลชาติ ชนิดสุดท้ายคือบัววิกตอเรีย ซึ่งมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า บัวกระด้ง[2] ใบบัว

หลวงนิยมทำเป็นชาใบบัวหลวงอบแห้ง หรือใช้ร่วมกับอื่นๆเป็นตำรับชาสมุนไพร ช่วยลดน้ำหนัก เสริมความงาม บำรุงสายตา การดื่มชาบ่อยจะช่วยลดคลอเลสเตอรอล ลดน้ำหนัก ลดความดัน ป้องกันโรคหัวใจหลอดเลือด ถุงน้ำดีอักเสบ นิ่วในถุงน้ำดี ไขมันพอกตับ[3]

ในปัจจุบันการตัดใบบัวหลวงเพื่อทำเป็นชาใบบัวหลวงอบแห้งต้องอาศัยแรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งใช้เวลานานและได้ผลผลิตในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับการนำไปแปรรูป และได้ขนาดที่ไม่สม่ำเสมอ ดังรูปที่ 1 ดังนั้นเพื่อต้องการลดระยะเวลาในการตัดใบบัวหลวงและเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกรได้มากขึ้น จึงได้คิดค้นวิจัยออกแบบและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงขึ้น ซึ่งคาดว่าการศึกษาและทดสอบนี้จะได้เครื่องตัดใบบัวหลวงที่มีประสิทธิภาพเหมาะแก่การนำไปใช้งานของเกษตรกร

รูปที่ 1 ใบบัวหลวงที่ตัดด้วยคน

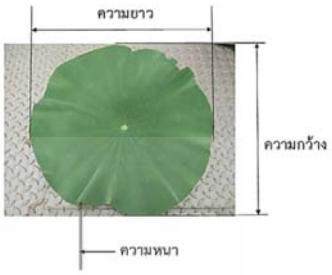
2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ

- ศึกษาปัญหาในขั้นตอนการตัดใบบัวหลวงในปัจจุบัน วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องตัดใบบัวหลวง เช่น ปัญหาการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวง ปัญหาการตัดใบบัวหลวงโดยเกษตรกร ขณะทำงานมีความล่าช้าในการทำงานเมื่อต้องการผลผลิตสูง ซึ่งใช้เวลากับแรงงานคนค่อนข้างมาก และเป็นอันตรายต่อผู้ตัดใบบัวหลวง เสี่ยงต่อการถูกใบมีด หรือกรรไกรบาดมือได้

- ศึกษาลักษณะทางกายภาพของใบบัวหลวง

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทางกายภาพของใบบัวหลวง ได้แก่ ขนาดความยาว ขนาดความกว้าง ที่มีขนาดใหญ่สุด และเล็กสุด และความหนาของใบบัวหลวง สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบช่องใส่ใบบัวและการปรับตั้งต่างๆที่จำเป็นของการออกแบบและสร้างเครื่อง จากการศึกษาโดยสอบถามเกษตรกร พบว่าเลือกใบบัวหลวงที่มีขนาดความยาว และขนาดความกว้าง มีค่าเฉลี่ย 30 cm ดังรูปที่ 2 และตัดใบบัวหลวงให้มีค่าเฉลี่ยขนาดความยาว 4 cm และค่าเฉลี่ยขนาดความกว้าง 4 cm ซึ่งจากการข้อมูลดังกล่าว จึงได้ออกแบบขนาดช่องใส่สำหรับใบบัวหลวง และระยะสำหรับการวางใบมีดตัดของใบบัวหลวง

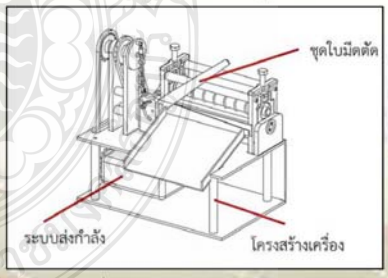


รูปที่ 2 ขนาดความยาว ความกว้าง และความหนาของใบบัวหลวง

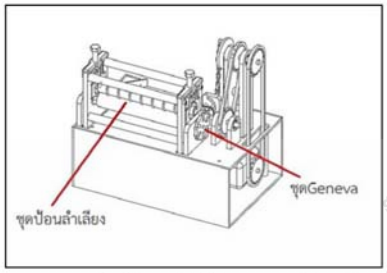
- ศึกษาชุดใบมีดตัดที่เหมาะสม

จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับใบบัวหลวงข้างต้น นำไปสู่การใช้ใบมีดตัดที่ใช้ในการตัดใบบัวหลวง โดยเกษตรกรส่วนมากจะใช้มีดปอกผลไม้หรือกรรไกรที่หาได้ทั่วไปตามท้องตลาดมาใช้ ดังนั้นเราจึงเลือกใช้จากวัสดุอะลูมิเนียมมาใช้ทำสำหรับการตัดในเครื่องตัดใบบัวหลวง เพราะไม่เป็นสนิมและมีขนาดเบา

หลังจากรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการศึกษาและสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงดังนั้นการออกแบบจึงต้องมีการตัดที่ทำงานอย่างต่อเนื่อง สามารถใส่ใบบัวหลวง และตัดได้ที่ขนาดความยาว 4 cm และขนาดความกว้าง 4 cm และตัดได้ขนาดที่เท่ากัน ส่วนต้นกำลังนั้นเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า เพราะสะดวกในการปรับความเร็วรอบในการทดสอบ ซึ่งเครื่องตัดใบบัวหลวงประกอบด้วย ส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน คือ ชุดโครงสร้างของเครื่อง ชุดใบมีดตัด ชุดป้อนลำเลียงใบบัวหลวง กลไกเจนิวา[4] และชุดระบบส่งกำลัง จึงได้คำนวณและออกแบบขนาดต่างๆของเครื่องตัดใบบัวหลวง[5] ซึ่งออกแบบโดยใช้หลักการทางวิศวกรรม และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ และเขียนแบบ[6] แสดงดังรูปที่3 (ก) และดังรูปที่3 (ข) เมื่อดำเนินการเขียนแบบเสร็จสิ้น จึงได้ดำเนินการสร้างเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบตามแบบที่เขียนแบบไว้ ดังรูปที่3 (ค) และดังรูป3 (ง)



ก) แบบเครื่องต้นแบบด้วยโปรแกรมCADด้านหน้า



ข) แบบเครื่องต้นแบบด้วยโปรแกรมCADด้านหลัง

ค) เครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบด้านหน้า

ง) เครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบด้านหลัง

รูปที่ 3 แบบและเครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบ

2.2 ทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องตัดใบบัวหลวง

การทดสอบใช้ใบบัวหลวงที่มีขนาดความยาวมีค่าเฉลี่ย 30 cm และขนาดความกว้างมีค่าเฉลี่ย 30 cm ตลอดการทดสอบ โดยทดสอบที่ความเร็วของชุดมีดตัดที่ความเร็ว 0.5, 0.75 และ 1 m min^{-1} ตามลำดับ โดยแต่ละทำการทดสอบ 3 ซ้ำ และบันทึกเวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด กระแสไฟฟ้า น้ำหนักของใบบัวหลวงที่ตัดได้ดีและน้ำหนักของใบบัวหลวงที่ตัดได้เสียหาย ดังรูปที่ 4 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าชี้ผลการศึกษา

รูปที่ 4 ใบบัวหลวงที่ผ่านการตัดจากเครื่องตัดใบบัวหลวง

- ความสามารถในการทำงานจริง (kw hr^{-1})

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

- เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวง (%)

$$\frac{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงที่ตัดได้ดี}}{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงทั้งหมด}} \times 100 \quad (2)$$

- เปอร์เซ็นต์การเสียหาย (%)

$$\frac{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงที่ตัดได้เสียหาย}}{\text{น้ำหนักของใบบัวหลวงทั้งหมด}} \times 100 \quad (3)$$

- อัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้า (w-hr)

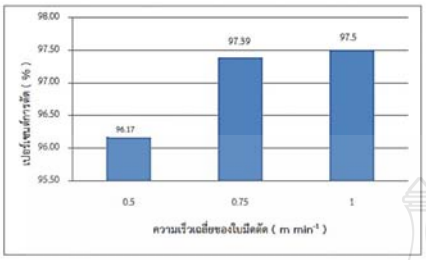
$$\frac{IVt}{1000}$$

เมื่อ I = กระแสไฟฟ้า (A)
V = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)
t = เวลา (hr)

3. ผลและวิจารณ์

3.1 เปอร์เซ็นต์การตัดของเครื่องตัดใบบัวหลวง

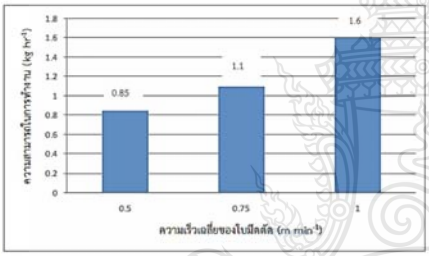
จากผลการทดสอบดังรูปที่ 5 พบว่าเครื่องตัดใบบัวหลวงมีเปอร์เซ็นต์การตัดเพิ่มขึ้นตามความเร็วของใบมีดตัดที่เพิ่มขึ้น โดยที่ความเร็วของใบมีดตัด 0.5, 0.75 และ 1 m min^{-1} จะมีเปอร์เซ็นต์การตัด 96.17, 97.39 และ 97.5% ตามลำดับซึ่งผลดังกล่าวทำให้ทราบว่าความเร็วของใบมีดตัดที่เหมาะสม ควรจะใช้ 1 m min^{-1} เนื่องจากใบบัวหลวงตัดได้เสียหายน้อยที่สุด



รูปที่ 5 เปอร์เซ็นต์การตัดใบบัวหลวงที่ความเร็วใบมีดตัดต่างๆ

3.2 ความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวง

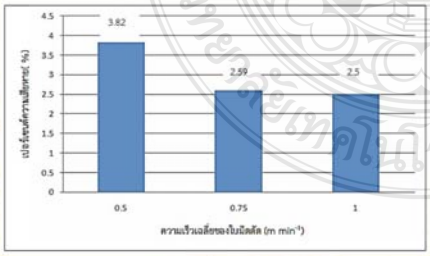
จากผลการทดสอบดังรูปที่ 6 พบว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดใบบัวหลวงจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วของใบมีดตัดที่เพิ่มขึ้น เพราะมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่ลดลง ทำให้ความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น โดยความสามารถในการทำงานที่มีค่ามากสุดคือ 1.6 kg hr^{-1} ที่ความเร็ว 1 m min^{-1}



รูปที่ 6 ความสามารถในการทำงานที่ความเร็วใบมีดตัดต่างๆ

3.3 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องตัดใบบัวหลวง

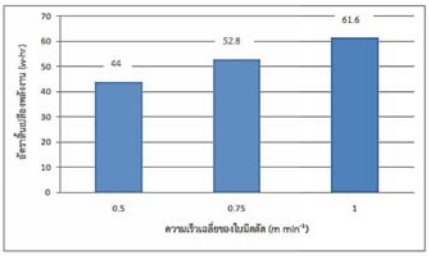
จากผลการทดสอบดังรูปที่ 7 จะพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการตัดของเครื่องตัดใบบัวหลวงจะมีค่าลดลงตามความเร็วของใบมีดตัดที่เพิ่มขึ้น เพราะเมื่อเพิ่มความเร็วของใบมีดตัด จะทำให้เกิดแรงตัดของชุดใบมีดกับใบบัวหลวงมากขึ้นจึงเกิดความเสียหายลดลง โดยเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่มีค่าน้อยที่สุดคือ 2.5% ที่ความเร็วของใบมีดตัด 1 m min-1



รูปที่ 7 เปอร์เซนต์ความเสียหายที่ความเร็วใบมีดตัดต่างๆ

3.4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวง

จากรูปที่ 8 จะพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องตัดใบบัวหลวงจะมีค่าเพิ่มขึ้น ตามความเร็วของใบมีดตัดที่เพิ่มขึ้น เพราะเมื่อเพิ่มความเร็วใบมีดตัดมากขึ้นกระแสไฟฟ้าก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากที่สุดคือ 61.6 w-hr ที่ความเร็วของใบมีดตัด 1 m min^{-1}



รูปที่ 8 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ความเร็วใบมีดตัดต่างๆ

4. สรุป

เครื่องตัดใบบัวหลวง มีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วนคือ ชุดโครงสร้างของเครื่อง ชุดใบมีดตัด ชุดป้อนลำเลียงใบบัวหลวง ชุดกลไกเจนิวา และชุดระบบส่งกำลัง เครื่องตัดใบบัวหลวงต้นแบบมีความสามารถที่ดีที่สุดในการทำงาน คือ 1.6 kg hr^{-1} ที่ความเร็วใบมีดตัด 1 m min^{-1} อัตราการสูญเสีย 2.5% อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 61.6 w-hr เปอร์เซ็นต์ในการตัด 97.5%

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณและสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

การปลูกบัวหลวง.2556. [ออนไลน์] ; เข้าถึงได้จาก:http://puceh-kaset.com

ชนิดของของบัว. 2555.[ออนไลน์] ; เข้าถึงได้จาก : http://www.u-toseen.com/lotus2/lotusindx/kind_bua.htm

ชาใบบัวหลวงอบแห้ง. 2556. [ออนไลน์] ; เข้าถึงได้จาก http://www.-chiangmaiteashop.com

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์. 2557. ทฤษฎีของเครื่องจักรกลเกษตร. สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ลเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.

มานพ ตันตระบัณฑิตย์. 2545. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท ประชาชน จำกัด.

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

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายเอกชัย บัวคลี่
วัน เดือน ปีเกิด	8 พฤศจิกายน 2526
ที่อยู่	56/90 ซอยวัดเวฬุวนาราม9 (เกตุวรชัย) แขวงดอนเมือง เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร 10210
การศึกษา	ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรสภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประวัติการทำงาน	วิศวกรฝ่ายขาย บริษัท ไทยเอเย่นซี เอ็นยีเนียริ่ง จำกัด ตั้งแต่ พ.ศ.2552 ถึงปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	08-9514-3811
อีเมล	akachai81@gmail.com