การพัฒนาและทดสอบเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

DEVELOPMENT AND TESTING OF AN AXIAL FLOW GROUNDNUT STRIPING MACHINE

กฤษณ์ ผลโพธิ์
KRID PHOLPO

วิทยานิพนธ์นี้สำหรับการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2560
KMITL-2017-EN-M-100-200

DEVELOPMENT AND TESTING OF AN AXIAL FLOW GROUNDNUT STRIPING MACHINE

KRID PHOLPO

A THESIS SUBMITTED IN FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2017

KMITL-2017-EN-M-100-200

COPYRIGHT 2017
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาและทดสอบเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน
Thesis Title Development and Testing of an Axial Flow Groundnut Striping Machine
นักศึกษา นายกฤษณ์ ผลโพธิ์
รหัสประจำตัว 58601086
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์
หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2017-EN-M-100-200

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
ผศ ดร ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์	
ดร นารถระพี นาคะวัจนะ	
ผศ.ดร ทรงวุฒิ แสงจันทร์	
รศ.ดร วินัย กล้าจริง	
ผศ.ดร ธีรพงศ์ ผลโพธิ์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันอังคารที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2560 เวลา 09 00-11 00 น
สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 5 ห้องประชุม 3

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร คมสัน มาลีสี)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2560

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาและทดสอบเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน
นักศึกษา	นายกฤษณ์ ผลโพธิ์
รหัสประจำตัว	58601086
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเกษตร
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงให้ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถนำเข้าไปในแปลงปลูกถั่วได้อย่างสะดวก มีความคล่องตัว และมีความปลอดภัยต่อการใช้งาน ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 6 ส่วน คือ 1) ชุดโครงสร้างและเครื่องยนต์ต้นกำลัง 2) ชุดปลิดฝักถั่วลิสง 3) ชุดป้อนต้นถั่วลิสง 4) ชุดตะแกรงร่อนและพัดลมทำความสะอาด 5) ชุดเกลียวลำเลียง และ 6) ชุดทดกำลัง ในการทำงานของเครื่องปลิดใช้ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 6 แรงม้า ชุดปลิดฝักถั่วลิสง ทำจากแผ่นเหล็กหนา 0.1 ซม. ม้วนเป็นทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 ซม. ยาว 60 ซม. เจาะรู 27 รู เพื่อใส่แท่งยาง ความยาว 8 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ซม. วางเรียงสลับกัน ใช้ต้นถั่วลิสง (พันธุ์ไทนาน 9) เป็นกำๆละ4 ต้น โดยเรียงเป็นแถวลำเลียงเข้าเครื่องอย่างต่อเนื่อง ในการทำงานของชุดปลิดฝักถั่วลิสงที่ถูกปลิดจะตกลงสู่ชุดตะแกรงร่อนมีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ซม. และมีพัดลมเป่าเพื่อคัดแยกฝักถั่วลิสง ผลการทดสอบ พบว่าเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงสามารถทำงานได้ดี ที่ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิดฝัก 9.84 เมตรต่อวินาที ความสามารถในการปลิดฝักที่ 36.54 กิโลกรัม (ฝัก) ต่อชั่วโมง ฝักดีไม่มีขั้วติดร้อยละ 93.97 ฝักดีมีขั้วร้อยละ 5.78 ประสิทธิภาพในการคัดแยกร้อยละ 89.71 และบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิง 0.8 ลิตรต่อชั่วโมง ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า เมื่อทำงานปีละ 300 วัน วันละ 8 ชั่วโมง จะมีระยะเวลาในการคืนทุนที่ 3 ปี และจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 50,000 กก./ปี

Thesis	Development and Testing of an Axial Flow Groundnut Striping Machine
Student	Mr. Kird Pholpo
Student ID.	58601086
Degree	Master of Engineering
Program	Agricultural Engineering
Year	2017
Thesis Advisor	Asst.Prof. Teerapong Pholpo

ABSTRACT

The objective of this research was to develop and test the axial flow groundnut striping machine to improve the efficiency of the machine continuously and bring into the bean plant conveniently, flexibly and safe for using. They had essential components for example 1) structure and powertrain 2) seed pods 3) peanut feeder 4) sieve and cleaning fan blade 5) conveyor belt and 6) gear wheel. The engine was powered by a 6-horsepower diesel engine. The stripping drum was made from a cylindrical rolled steel plate (length x diameter of 60 x 35 cm) attached with 27 rubber rods (length x diameter of 8 x 2 cm each). For the machine operation, four groundnut plants (Thai Nan 9 variety) were fed by a feeder and continuously flowed into the stripping drum in the axial flow manner. The stripped groundnut pods were then sieved by the sieving assembly having a sieving size of 2.5 cm diameter. The blower was set below the sieving assembly to separate crop residues. The results show that the linear speed for stripping the groundnut plant was 9.84 m/s. The stripping capacity was 36.54 kg pod/h. About 93.97% of good pods without attached vine and 5.78% of good pods with attached vine were achieved. The efficiency of residue separation was 89.71%. The fuel consumption was 0.8 liter/h. The result of engineering economic analysis of the Groundnut's pod stripper on axial type found that if the work times of stripper were 8 hours per day and work for 300 days, the payback period would be 3 years and the breakeven point would be 50,000 kg per year.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นผู้ตรวจทานต้นฉบับวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้าขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมเกษตรที่ให้ความอนุเคราะห์ให้คำแนะนำและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆ ท่านที่ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือข้าพเจ้าในเรื่องการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆและคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณบัณฑิตศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัยคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกเรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

กฤษณ์ ผลโพธิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญรูป.....VII
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ที่มาและความสำคัญของการศึกษาโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2
1.5 วิธีการดำเนินการ.....2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4
2.1 ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของถั่วลิสง.....4
2.2 ทฤษฎีการออกแบบเพลา.....12
2.3 ทฤษฎีการออกแบบเครื่องมือกล.....17
2.4 หลักการปลิดชนิดของลูกนวดและฟันลูกนวด.....31
2.5 หลักการทำความสะอาด.....33
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....35
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....38
3.1 ศึกษาข้อมูลจำเพาะของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9.....38
3.2 ศึกษาการทำงานของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงต้นแบบ.....39
3.3 การออกแบบ พัฒนาชุดลูกปลิด และชุดความสะอาด.....40
3.4 หาอัตราทดส่งกำลังและขนาดสายพาน.....44
3.5 ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน.....49
3.6 การทำงานของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน.....51
บทที่ 4 อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ.....52
4.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ.....52
4.2 วิธีการทดสอบเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกนสามารถแบ่งการทดสอบ
เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้.....52
4.3 การวิเคราะห์สรุปผล.....54
4.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม.....54
4.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ.....56

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 ผลการวิจัยและอภิปรายผล....57
5.1 ผลทดสอบเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน.. 57
5.2 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการทดสอบทางสถิติ....63
5.3 ผลวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม.... 64
บทที่ 6 สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ....67
6.1 สรุปผลการทดสอบ....67
6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข....68
เอกสารอ้างอิง....69
ภาคผนวก....71
ภาคผนวก ก....72
ภาคผนวก ข.... 74
ภาคผนวก ค.... 84
ภาคผนวก ง....89
ภาคผนวก จ.... 99
ภาคผนวก ฉ.... 101
ประวัติผู้เขียน 115

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 สถิติการผลิตถั่วลิสง 6
2.2 การส่งออกและนำเข้าถั่วลิสง...6
2.3 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R775 – 1969...13
2.4 ค่าตัวประกอบความล้า 16
2.5 ลิ่มมาตรฐานที่ใช้กับเพลาขนาดต่าง ๆ 30
3.1 การส่งกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลังไปยังชุดต่างๆ..45
5.1 แสดงการทดลองหาความเร็วเชิงเส้นลูกปลิดและจำนวนต้นที่ป้อนที่เหมาะสม 56
5.2 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพการปลิดที่การป้อน 4 ต้นต่อกำ......60
5.3 ผลการทดสอบระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด กับประสิทธิภาพความสะอาดของฝักถั่ว.........60
5.4 แสดงผลการการวิเคราะห์ทางสถิตของความเร็วชุดลูกปลิดและจำนวนต้นถั่วลิสงที่ป้อน..........63
6.1 แสดงรายละเอียดของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงต้นแบบกับที่พัฒนาขึ้น.. 68

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ลักษณะทั่วไปของถั่วลิสง 5
2.2 ถั่วลิสงที่เกษตรกรถอนเป็นต้น..... 10
2.3 การปลิดถั่วลิสงด้วยมือของเกษตรกร 10
2.4 ถั่วลิสงที่ได้จากการปลิด 11
2.5 เพลาอยู่ภายใต้แรงต่าง ๆ 14
2.6 การใช้อุปกรณ์ช่วยทำให้สายพานตึง 18
2.7 รูปร่างของสายพานวีแบบต่างๆ..... 19
2.8 ตลับ (ROLLING BEARINGS) ตลับลูกปืนชิ้นส่วนประกอบคู่กับเพลา 23
2.9 ลักษณะของรองเพลา..... 26
2.10 ตุ๊กตารองลื่นแบบปิด..... 26
2.11 รองลื่นแบบลูกกลิ้งชนิดต่างๆ 27
2.12 ลิ่มสี่เหลี่ยม 28
2.13 การยึดดุมเฟืองกับเพลาด้วย ลิ่มสี่เหลี่ยมแบบ Feather..... 29
2.14 ลิ่มสี่เหลี่ยมแบบ Feather แบบต่าง ที่มีการเจาะรูเพื่อใช้สกรูยึดติดกับเพลา 29
2.15 ลิ่มสี่เหลี่ยมแบบเรียว 30
2.16 ลักษณะของลูกนวดที่ใช้ในเครื่องนวดแบบไหลตามแนวสัมผัส 31
2.17 ลักษณะของลูกนวดแบบ Spiked Tooth ที่ใช้ในเครื่องนวดตามแนวแกน..... 32
2.18 ลักษณะของลูกนวดที่ใช้ในเครื่องนวดแบบนวดเฉพาะคอรวง 32
2.19 เมล็ดและเศษลำต้นตกไปยังระบบทำความสะอาดเมล็ดโดยแรงโน้มถ่วง..... 33
2.20 สายพานลำเลียงส่งเมล็ดไปยังระบบทำความสะอาด 33
2.21 ชุดเกลียวลำเลียงเมล็ดไปยังระบบทำความสะอาด 34
2.22 ถาดเขย่าส่งเมล็ดไปยังถาดร่อน 34
2.23 เครื่องปลิดฝักถั่วลิสง..... 35
2.24 แบบใช้เฟืองหมุนลูกปลิด 35
2.25 แบบใช้โซ่หมุนลูกปลิด..... 36
2.26 เครื่องปลิดคัดแยกถั่วลิสง 37
2.27 เครื่องกะเทาะถั่วลิสง 37
3.1 ต้นถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9..... 38
3.2 แสดงขนาดของฝักถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 39
3.3 แสดงเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงต้นแบบ..... 39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.4 ชุดโครงเครื่องสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ 41
3.5 ชุดปลิดฝักถั่วลิสง 41
3.6 ชุดลำเลียงต้นถั่วและถาดป้อนต้นถั่วลิสง 42
3.7 ชุดตะแกรงร่อน 42
3.8 พัดลมทำความสะอาด 43
3.9 ชุดเกลียวลำเลียง 43
3.10 เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน 44
3.11 ชุดส่งกำลัง 44
3.12 แบบคำนวณชุดส่งกำลัง 45
3.13 ชุดลูกปลิด 49
3.14 ชุดตะแกรงคัดแยก 50
3.15 ชุดพัดลมทำความสะอาด 50
3.16 ชุดเกลียวลำเลียง 51
5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (เมตรต่อวินาที) กับประสิทธิภาพการปลิด (%) 58
5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (เมตรต่อวินาที) กับจำนวนฝักดี (%)... 59
5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (รอบต่อนาที) กับจำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด (%) 59
5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (เมตรต่อวินาที) ประสิทธิภาพความสะอาดของฝักถั่วลิสง (%) 61
5.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (เมตรต่อวินาที) ความสามารถในการปลิด (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) 62

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ถั่วลิสงเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางอาหารสูง สามารถนำมาบริโภคได้หลายรูปแบบ ทั้งบริโภคเป็นอาหารโดยตรง หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังเป็นพืชตระกูลถั่วที่เป็นพืชบำรุงดิน สามารถปลูกได้ทุกภาคของไทย ทั้งในพื้นที่อาศัยน้ำฝนและน้ำชลประทาน แต่ผลผลิตยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้บริโภคในประเทศ [1] ถึงแม้ว่าจะมีการปลูกอย่างแพร่หลายกันมาช้านานแล้วก็ตาม แต่กระบวนการผลิตส่วนใหญ่ยังเป็นแบบเดิม โดยที่ถั่วลิสงเป็นพืชที่มีฝักเจริญเติบโตอยู่ในดินทำได้ยากต่อการเก็บเกี่ยวขึ้นมาแล้วก็ยากลำบากในการปลิดฝักถั่วออกจากต้น ซึ่งถ้าปลูกเป็นปริมาณมากแล้วเกษตรกรมักจะปลิดฝักไม่ทัน ทำให้เมล็ดถั่วเน่าเสียสร้างความสูญเสียทางมูลค่าแก่เกษตรกร ในปี พ.ศ. 2559 มีพื้นที่เพาะปลูกถั่วลิสงทั่วประเทศจำนวน 123,909 ไร่ ได้ผลผลิตจำนวน 33,379 ตัน ในปีเดียวปริมาณส่งออกถั่วลิสง 1,516 ตัน มีมูลค่าในการส่งออก 59.66 ล้านบาทและมีการนำเข้าถั่วลิง 68,671 ตัน มีมูลค่าการนำเข้า 2,815.88ล้านบาท [10]

การปลิดฝักออกจากต้นถั่วลิสง ทำได้ทั้งการปลิดทันทีหลังถอนหรือการถอนแล้วตากทิ้งต้นไว้ในแปลง 1-4 วันแล้วจึงปลิด การปลิดถั่วลิสงควรเลือกปลิดเอาเฉพาะฝักแก่ที่สมบูรณ์ ไม่มีโรคและแมลงทำลาย เกษตรกรส่วนใหญ่ปลิดถั่วลิสงโดยใช้มือ ซึ่งใช้เวลาและแรงงานมาก จึงนิยมจ้างปลิดได้โดยการชั่งน้ำหนักสด ประมาณ 10-12 กิโลกรัมหรือโดยการชั่งน้ำหนักแห้ง 5-6 กิโลกรัมต่อปี๊บและจ่ายค่าจ่างต่อปี๊บ 10-20 บาท แล้วแต่ท้องที่ เกษตรกรในบางท้องที่ ทุ่นแรงงานโดยการฟาดถั่วลิสงบนไม้สามเหลี่ยมเพื่อให้ฝักร่วงลงในภาชนะรองรับ หรือวัสดุอื่นที่หาได้ในท้องถิ่น[2]

กิตติและคณะ [3] สร้างเครื่องปลิดฝักถั่วลิสง 2 แบบ คือ แบบแถบยางมีริมเป็นรอยหยักฟันเลื่อย และแบบท่อนเหล็กหุ้มด้วยสายยางท่อน้ำ ติดตั้งเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงที่ด้านหน้ารถไถเดินตามโดยอาศัยเครื่องยนต์ของรถไถเป็นต้นกำลัง ทดสอบเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงกับถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 และ สข. 38 อายุ 110 วันหลังปลูก โดยเปรียบเทียบกับการปลิดฝักด้วยมือที่เป็นวิธีมาตรฐาน หลังจากนั้นนำฝักที่ปลิดได้ไปเก็บรักษาในสภาพเปิดระยะเวลาต่าง ๆ แล้วทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยการทดสอบความงอก การติดสีเตตระโซเลียม และการนำไฟฟ้าของน้ำแช่เมล็ดพันธุ์ ผลการทดสอบพบว่า เครื่องปลิดทั้ง 2 แบบสามารถปลิดฝักถั่วลิสงเฉลี่ยได้ฝักดีไม่มีขั้วประมาณร้อยละ 80 ฝักดีแต่มีขั้วประมาณร้อยละ 9 ฝักแตก / ร้าวประมาณร้อยละ 4 และส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 7 เป็นฝักอ่อน คุณภาพภายนอกของฝักถั่วลิสงที่ปลิดได้ยังไม่สูงพอสำหรับมาตรฐานเมล็ดพันธุ์เนื่องจากยังมีขั้วติดอยู่แต่อาจจะใช้ได้สำหรับทำเป็นถั่วต้มเพื่อบริโภค ในส่วนภาพรวมของการทดสอบเมล็ดพันธุ์ พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ได้จากการปลิดฝักด้วยเครื่องทั้ง 2 แบบมีคุณภาพต่ำกว่าที่ได้จากการปลิดฝักด้วยมือเล็กน้อย อย่างไรก็ตามในหลายกรณีเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการปลิดฝักถั่ว

ลิสงด้วยเครื่องแบบแถบยางมีริมเป็นรอยหยักฟันเลื่อยมีคุณภาพไม่แตกต่างทางสถิติจากเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการปลิดฝักถั่วลิสงด้วยมือ

เนื่องจากการปลิดถั่วลิสงสิ้นเปลืองแรงงานและเวลามาก หากมีเครื่องปลิดฝักที่มีประสิทธิภาพและมีขนาดที่เหมาะกับการใช้ในระดับครัวเรือนรวมทั้งมีราคาที่ถูกสามารถลดค่าใช้จ่ายในการปลิดตลอดจนสามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกได้มากขึ้น เนื่องจากการปลิดฝักทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น จึงเป็นอีกทางเลือกให้แก่เกษตรกรได้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษา ทดสอบประเมินผลชุดปลิด และชุดตะแกรงทำความสะอาดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบ พัฒนาชุดลูกปลิด และชุดพัดลมทำความสะอาด

1.2.2 เพื่อทดสอบ และประเมินสมรรถนะการทำงานชุดปลิด และชุดตะแกรงทำความสะอาดฝักถั่วลิสงตามแนวแกนของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ออกแบบ พัฒนาชุดลูกปลิด และพัดลมทำความสะอาดของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกนใช้กับถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9

1.3.2 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

1.3.3 ทดสอบการใช้งานจริง เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

1.3.4 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตรวิศวกรรม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เครื่องต้นแบบที่ใช้สำหรับปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการลดภาระทางด้าน แรงงาน และการขาดแคลนแรงงาน

1.4.2 ส่งเสริมการผลิต การตลาดของเครื่องจักรกลเกษตรอีกชนิดหนึ่ง คือ เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

1.5 วิธีการดำเนินการ

1.5.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อนำเอาวิธีการต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และชุดปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน ให้มีประสิทธิสูงขึ้น มีความแตกต่างกับเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงในท้องตลาด

1.5.2 ศึกษาคุณสมบัติของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ในด้านของขนาด ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง

1.5.3 นำผลที่ได้จากการศึกษาในข้อ 1.5.1, 1.5.2 มาคำนวณหาค่าต่าง ๆ ที่จะใช้ในการสร้างชุดลูกปลิด พัดลมทำความสะอาด และอุปกรณ์ต่าง ๆ หลังจากนั้นทำการเขียนแบบเพื่อทำการสร้าง

1.5.4 สร้างชุดลูกปลิดแบบใหม่ และพัดลมทำความสะอาด แล้วนำไปประกอบเข้ากับตัวเครื่อง

1.5.5 ทดสอบเครื่องปลิดถั่วลิสง โดยการสั่งงานให้เครื่องปลิดถั่วลิสงทำงาน แล้วสังเกตว่าเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกนทำงานตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ แล้วปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดก่อนการทดสอบปลิดถั่วลิสง

1.5.6 ทดสอบการปลิดถั่วลิสงโดยใช้แรงงานคน เพื่อทราบเวลา ความสามารถ และค่าใช้จ่ายในการปลิดผักถั่วลิสง เพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องถั่วปลิดแบบไหลตามแนวแกน

1.5.7 ทดสอบหาความเร็วรอบชุดปลิดถั่วลิสง โดยทดสอบที่ความเร็วแตกต่างกัน

1.5.8 ทดสอบหามุมของชุดปิด-เปิดพัดลมทำความสะอาดที่เหมาะสม

1.5.9 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างชุดปลิดถั่วลิสง กับชุดพัดลมทำความสะอาด

1.5.10 วิเคราะห์สรุปผล หาความสามารถในการทำงาน การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ส่วนรายละเอียดของการตรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย ผลการดำเนินการวิจัย และการสรุปผลการวิจัยนั้นได้แสดงในบทที่ 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ และพัฒนาชุดลูกปลิด ชุดพัดลมทำความสะอาดขึ้นเพื่อทดสอบปลิดถั่วลิสงและทำความสะอาดถั่วลิสง โดยได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยซึ่งได้จำแนกรายละเอียดต่าง ๆ เป็นหัวข้อต่อไปนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของถั่วลิสง

2.2 ทฤษฎีการออกแบบเพลา

2.3 ทฤษฎีการออกแบบเครื่องมือกล

2.4 หลักการปลิดชนิดของลูกปลิดและฟันลูกนวด

2.5 หลักการทำความสะอาด

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

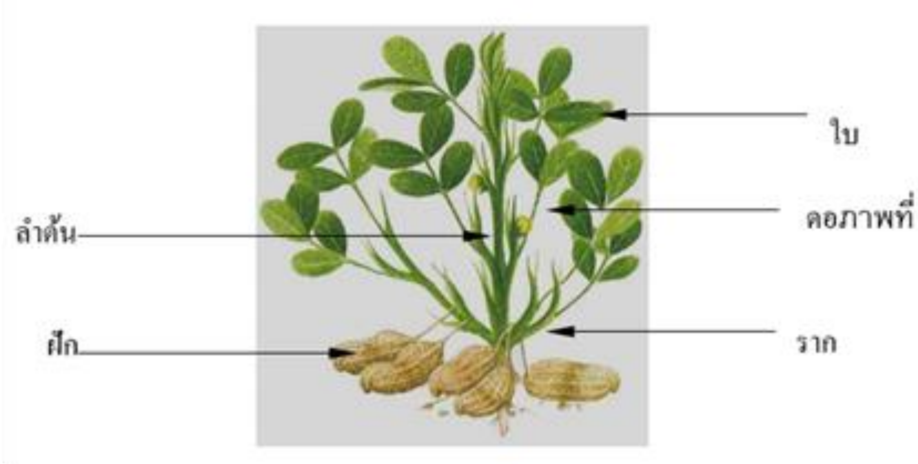
2.1 ความรู้เกี่ยวกับลักษณะและพันธุ์ถั่วลิสง

ถั่วลิสงเป็นพืชไร่ตระกูลถั่วที่มีคุณค่ามากพืชหนึ่ง ผลผลิตใช้เป็นอาหารมนุษย์ในหลายรูปแบบ ต้น/ซากของต้นถั่วลิสงใช้เลี้ยงสัตว์/บำรุงดิน เป็นพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ดี โดยอาศัยอยู่ร่วมกันกับ จุลินทรีย์ Bradyrhizobium spp. ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ถั่วลิสงสามารถตรึงไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 80-150 กิโลกรัมไนโตรเจน/เฮกตาร์ [4,6] เมื่อมีการนำซากคืนสู่แปลง สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตพืชที่ปลูกตามได้ [5,7,8] ทำให้เพิ่มเสถียรภาพในการผลิตพืชในระบบต่างๆ ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ถั่วลิสงยังเป็นพืชที่ใช้แรงงานในการผลิตค่อนข้างสูง คิดเป็น 70% ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด โดยใช้ในการปลูก ดูแลรักษา กำจัดวัชพืช และเก็บเกี่ยว จึงเกิดมีการจ้างแรงงานในท้องถิ่น ทำให้ช่วยลดปัญหาคนว่างงานลง และ/หรือมีการใช้แรงงานในครอบครัว ทำให้ช่วยลดปัญหาการละทิ้งพื้นที่เกษตรกรรมของตนเอง โดยทั่วไป ถั่วลิสงจัดเป็นพืชที่นิยมปลูกกันมากในระบบเกษตรของประเทศพืชหนึ่ง ทั้งนี้ เพราะเป็นพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวค่อนข้างสั้น เกษตรกรสามารถเลือกปลูกได้หลายฤดู ได้แก่ ต้นฤดูฝน (เมษายน-พฤษภาคม) ฤดูฝน (มิถุนายน) ปลายฤดูฝน (กรกฎาคม-สิงหาคม) หรือฤดูแล้ง (ปลูกหลังนาโดยอาศัยความชื้นในดิน ; ตุลาคม-พฤศจิกายน และการปลูกโดยใช้น้ำชลประทาน : ธันวาคม-มกราคม) และสามารถปลูกได้ดีในระบบปลูกพืชต่างๆ เช่น พืชเดี่ยว พืชแรก พืชที่ปลูกตามพืชอื่น พืชแซม (เช่น ในสวนไม้ยืนต้นในขณะที่ต้นยังเล็ก ฯ) หรือ พืชที่ปลูกหมุนเวียนกับพืชอื่น (เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ฯ เพื่อตัดวงจรการระบาดของโรคแมลงและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน)

ถั่วลิสง (peanut หรือ grondnut) อาจเรียกว่า ถั่วดิน ถั่วขุดหรือถั่วยี่สง เป็นพืชล้มลุกที่ เป็นพืชไร่ตระกูลถั่ว (Leguminosae) เช่นเดียวกับถั่วเหลือง และถั่วเขียว มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Arachis hypogaea L.เป็นถั่วเมล็ดแห้ง (legume) ซึ่งมีน้ำมันสูง จัดอยู่ในกลุ่มพืชน้ำมัน (oil crop) ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

ลักษณะทั่วไป เมล็ดถั่วลิลงอยู่ในฝัก ซึ่งอยู่ใต้ดิน เกิดจากดอกสมบูรณ์เพศ หลังจากผสมเกสรแล้วกลีบดอกจะเหี่ยวและร่วง แต่ก้านของรังไข่ขยายตัวยาวออกไปตามแนวดิ่ง เรียกว่า เข็ม ปลายเข็มแทงลงไปในดินแล้วจึงพัฒนาเป็นฝัก แต่ละฝักมีเมล็ด 2-4 เมล็ดถั่วลิสงต้นหนึ่งเมื่อถอนออกมามีฝักที่

สมบูรณ์อยู่จำนวน 8-20 ฝัก ฝักแก่มีลายเส้นและจะงอยเห็นได้ชัด ฝักคอดกิ่วตามจำนวนเมล็ดในฝัก เมื่อตากให้แห้งแล้วเขย่าจะมีเสียง เยื่อหุ้มเมล็ดมีหลายสี เช่น สีขาว ชมพู แดง ม่วง และน้ำตาล เมล็ดประกอบด้วยใบเลี้ยงขนาดใหญ่ 2 ใบ ห่อหุ้มต้นอ่อนไว้ภายในถั่วลิสงมีอายุตั้งแต่ 90-120 วัน (ตามลักษณะของพันธุ์) ผลผลิตถั่วลิสงต่อไร่ได้ เมล็ดที่กะเทาะเปลือกออกแล้วจำนวน 12-15 กิโลกรัมต่อไร่ หรือเมล็ดทั้งฝัก 20-30 กิโลกรัมต่อไร่[10]



รูปที่ 2.1 ลักษณะทั่วไปของต้นถั่วลิสง

พันธุ์ถั่วลิสงที่แนะนำให้เกษตรกรปลูกได้แก่ พันธุ์ลำปาง, สุโขทัย 38, ขอนแก่น 60-1, ขอนแก่น 60-2, ขอนแก่น 60-3 มีเมล็ดขนาดใหญ่ แนะนำพันธุ์โดยกรมวิชาการเกษตร มีน้ำหนักต่อ 100 เมล็ด ประมาณ 70 กรัม เป็นถั่วลิสงพันธุ์หลักในการส่งออกและบริโภคภายในประเทศ, พันธุ์ไทนาน 9 มีเมล็ดขนาดเล็ก มีน้ำหนักต่อ 100 เมล็ด เพียง 35-47 กรัม[9]

ในบรรดาพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ๆ หลายชนิดในเมืองไทย ถั่วลิสงนับเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจและปลูกกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้ เพราะเป็นพืชที่ปลูกง่าย ปลูกได้ดีในดินแทบทุกชนิด ปลูกได้ตลอดปี มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นและมีการปฏิบัติดูแลรักษาน้อยเมื่อเทียบกับพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ปัจจุบันเกษตรนิยมปลูกถั่วลิสงปีละประมาณหนึ่งล้านไร่ และให้ผลผลิตถึงปีละ 200,000 ตัน แหล่งปลูกส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดที่มีการปลูกถั่วลิสงกันมากได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง น่าน พะเยา เพชรบูรณ์ นครสวรรค์ กำแพงเพชร สุโขทัย อุตรดิตถ์ นครราชสีมา ศรีสะเกศ บุรีรัมย์ กาฬสินธุ์ และสุรินทร์

ตารางที่ 2.1 สถิติการผลิตถั่วลิสง[10]

การผลิต			
รายการ	2557	2558	2559
1. เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	147,120	135,902	123,909
2. ผลผลิต (ตัน)	39,670	36,337	33,379
3. ผลผลิตต่อไร่ (กก.)	270	267	269
4. ต้นทุนการผลิต (บาท/ตัน)	19,267	19,764	19,610
5.ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/ตัน) เปลือกแห้งคละ	42,090	47,260	48,880
6. ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ตัน)	22,823	27,496	27,270

ที่มา สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (ถั่วลิสง)

ปริมาณถั่วลิสงที่ผลิตได้ภายในประเทศมีการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการถั่วลิสงภายในประเทศสูงขึ้น จึงไม่เหลือพอที่จะส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ และยิ่งไปกว่านั้นประเทศไทยเรายังนำถั่วลิสงเข้ามาเพื่อบริโภคอีกด้วย

ตารางที่ 2.2 การส่งออกและนำเข้าถั่วลิสง[10]

การค้า			
รายการ	2557	2558	2559
1. ใช้ในประเทศ (ตัน)	126,908	148,868	130,534
2. การนำเข้า ปริมาณ (ตัน) มูลค่า (ล้านบาท)	 60,270 1,502.46	 76,270 1,963.88	 68,671 2,815.88
3. การส่งออก ปริมาณ (ตัน) มูลค่า (ล้านบาท)	 286 5.01	 328 9.00	 1,516 59.66
4. คู่ค้าที่สำคัญ	มาเลเซีย เวียดนาม จีน		
5. คู่แข่งที่สำคัญ	จีน อินเดีย เวียดนาม		

ที่มา สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (ถั่วลิสง)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าสถานการณ์ในด้านการผลิตถั่วลิสงยังมีอนาคตมากเพียงพอที่จะใช้บริโภคภายในประเทศ และควรขยายการผลิตให้มากขึ้นเพื่อให้สามารถส่งเป็นสินค้าออกไปขายยังต่างประเทศได้ด้วย เพราะประเทศที่รับซื้อถั่วลิสงจากไทยส่วนใหญ่เป็นประเทศที่อยู่ในเอเชียแทบ

ทั้งสิ้น เช่น ฮ่องกง มาเลเซีย สิงคโปร์ จำหน่ายได้มาก เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อย และตลาดค่อนข้างแน่นอน นอกจากนี้ยังพบว่าความต้องการของตลาดดังกล่าวนับวันแต่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เพราะประชาชนเพิ่มขึ้น และการขยายตัวในด้านอุตสาหกรรมก็เพิ่มขึ้นด้วย โดยเฉพาะการใช้ถั่วลิสงเป็นอาหารได้ก้าวหน้าไปมากสามารถนำไปใช้ทำเนยถั่วลิสง บรรจุกระป๋องตลอดจนทำเป็นขนมต่าง ๆ ที่เป็นที่นิยมบริโภคกันอยู่ทั่วไป

ประโยชน์ของถั่วลิสง

ถั่วลิสงเป็นพืชที่มีประโยชน์ต่อมวลมนุษย์มาก แทบทุกส่วนของถั่วลิสงสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็น เมล็ด ฝัก ต้น ลำต้น หรือส่วนอื่น ๆ ของถั่วลิสง ยังสามารถนำมาไปใช้เป็นประโยชน์ทางด้านโภชนาการ อุตสาหกรรมและการเกษตร เช่น ฝักสดใช้สำหรับต้มรับประทาน เมล็ดใช้ทำถั่วอบ ถั่วคั่ว ถั่วป่น ทำแป้งผสมทำอาหารเด็กอ่อน ทำขนมถั่วตัด ถั่วกระจก ถั่วทอด เนยถั่วลิสง และเนยเทียม

ประเภทของถั่วลิสง

ถั่วลิสงที่ปลูกกันอยู่ในปัจจุบันนี้ สามารถที่จำแนกออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ตามรูปร่างลักษณะทางพฤษศาสตร์ ได้ดังนี้

ถั่วลิสงพวกเวอร์จิเนีย (Virginia) เป็นถั่วลิสงที่มีลำต้นเป็นพุ่ม หรือทอดเลื้อยไปตามผิวดิน แตกกิ่งก้านสาขามาก กิ่งขนาดใหญ่ กิ่งที่แตกออกมาสลับกับลำต้นใบจะมีสีเขียวเข้ม ฝักและเมล็ดมีขนาดใหญ่ ส่วนมากมีฝักละ 2 เมล็ด บนฝักมีลายเส้นมองเห็นไม่ชัด เปลือกของเมล็ดหนา สีน้ำตาลแดง ออกดอกและแก่ และเก็บเกี่ยวได้เมื่อมีอายุ 120 – 130 วัน เมล็ดมีการฟักตัวนาน คือตั้งแต่ 60 วัน มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันค่อนข้างสูง เป็นที่นิยมใช้ในการบริโภค เช่น พันธุ์ไทนาน 9 และพันธุ์พลอย

ถั่วลิสงพวกวาเลนเซีย (Valencia) โดยทั่วไปจะมีลำต้นเป็นพุ่มสูง ตั้งตรง กิ่งค่อนข้างคดและมีจำนวนน้อย ใบมีขนาดใหญ่กว่าพวกอื่น ๆ มีสีม่วงหรือเขียว ฝักมีขนาดใหญ่ เห็นลายบนฝักชัดเจนแต่มีจงอยฝักเด่นชัดมาก เมล็ดมีทั้งแบบป้อมและยาวรี ขนาดโตปานกลาง เปลือกเมล็ดมีสีม่วง แดง น้ำตาล หรือน้ำตาลอ่อน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพวกอื่น ๆ เมล็ดไม่มีการพักตัว แต่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงเช่นเดียวกับพวกสแปนนิช ถั่วลิสงประเภทนี้สามารถปลูกได้ดีในที่แห้งแล้ง หรือดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เช่น พันธุ์ สข.38 ลำปาง ขอนแก่น 60 – 1 ขอนแก่น 60 – 2

ถั่วลิสงพวกสแปนนิช (Spanish) เป็นถั่วลิสงที่มีลำต้นตั้งตรงลักษณะเป็นพุ่ม ลำต้นและกิ่งจะมีความสูงเท่ากัน แตกกิ่งก้านสาขามาก ขนาดของใบค่อนข้างใหญ่สีเขียวจาง ปลายใบค่อนข้างแหลมกว่าพวกอื่น ๆ ฝักออกเป็นกระจุกอยู่ตามโคนต้น ฝักและเมล็ดมีขนาดเล็ก เปลือกของเมล็ดสีขาวนวล เมล็ดไม่มีการพักตัว ฝักและเมล็ดมีขนาดเล็ก มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง 47 – 50 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 120 – 135 วัน ถั่วลิสงประเภทนี้สามารถปลูกได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทนทานต่อความแห้งแล้งและดินเลวได้ดี แต่จะมีเมล็ดขนาดเล็ก จึงไม่

เป็นที่นิยมรับประทาน และเก็บไว้ได้ไม่นาน เพราะจะมีกลิ่นเหม็น เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ปัจจุบันปลูกกันน้อยมาก เช่น พันธุ์ระยอง

พันธุ์ถั่วลิสง

ถั่วลิสงที่ปลูกกันอยู่ในประเทศไทยขณะนี้ มีมากมายหลายพันธุ์ด้วยกัน และแต่ละพันธุ์ก็มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งการให้ผลผลิต อายุการเก็บเกี่ยว และคุณสมบัติที่เด่นบางประการในแต่ละพันธุ์ดังนี้

พันธุ์ สข.38 ถั่วลิสงพันธุ์ สข.38 หรือสุโขทัย 38 จัดอยู่ในพวกวาเลนเซีย เป็นถั่วลิสงที่มีทรงเป็นพุ่ม ลำต้นและกิ่งค่อนข้างโตและตั้งตรง ส่วนมากมี 4 – 6 กิ่งโตสูงกว่าลำต้น ใบมีขนาดค่อนข้างใหญ่ สีเขียวจัด ออกดอกเมื่ออายุ 37 วัน หลังจากปลูก มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 100 – 110 วัน ฝักจะออกเป็นกระจุกที่โคนต้นประมาณต้นละ 15 – 25 ฝัก หนึ่งฝักมีประมาณ 2 – 3 เมล็ด มองเห็นลายเส้นที่ฝักชัดเจน จงอยฝักแหลม ฝักค่อนข้างหนา มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงจัด เปอร์เซ็นต์การกะเทาะโดยเฉลี่ยประมาณ 65 – 70 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนัก 100 เมล็ด โดยเฉลี่ยหนักประมาณ 46 กรัม เมล็ดไม่มีระยะพักตัว เป็นพันธุ์ที่ขึ้นได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ 46 กรัม เมล็ดไม่มีระยะพักตัว เป็นพันธุ์ที่ขึ้นได้ดีในดินทีที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทนทานต่อการแห้งแล้งได้ดี ผลผลิตฝักแห้งทั้งเปลือกโดยเฉลี่ย 200 – 300 กิโลกรัมต่อไร่ (ผลผลิตทั้งเปลือกประมาณ 35 – 40 ถังต่อไร่)

พันธุ์ลำปาง ถั่วลิสงพันธุ์ลำปางนำเข้าจากต่างประเทศพร้อมกับถั่วลิสงพันธุ์ สข.38 ได้นำมารวบรวมและเปรียบเทียบพันธุ์ที่สถานีกสิกรร้อยเอ็ด (สถานีทดลองพืชไร่ร้อยเอ็ดในปัจจุบัน) ในปี พ.ศ. 2502 ลักษณะของถั่วลิสงพันธุ์ลำปางคล้ายพันธุ์ สข.38 กล่าวคือ มีต้นเป็นพุ่ม ลำต้นสีเขียว ใบค่อนข้างใหญ่ ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 37 วัน ฝักจะออกเป็นกระจุกที่โคนต้น จมอยู่ฝักแหลม ลายเส้นบนฝักเห็นชัดเจน น้ำหนัก 100 เมล็ด โดยเฉลี่ยหนักประมาณ 46 กรัม มีเปอร์เซ็นต์การกะเทาะประมาณ 73 เปอร์เซ็นต์ อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 100 – 110 วัน ให้ผลผลิตปานกลาง ถ้าปลูกในฤดูฝนให้ผลผลิตประมาณ 347 กิโลกรัม ในฤดูแล้งให้ผลผลิตประมาณ 392 กิโลกรัม อย่างไรก็ดี ถั่วลิสงพันธุ์นี้ค่อนข้างจะอ่อนแอต่อโรคโคนเน่า

พันธุ์พลอย ถั่วลิสงพันธุ์พลอย เป็นถั่วลิสงพันธุ์ใหม่ ที่ได้รับการปรับปรุงขึ้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ลักษณะทั่วไปมีลำต้นเป็นพุ่ม การแตกกิ่งเป็นแบบสลับ ไม่มีตาดอกบนลำต้นหลักจึงจัดอยู่ในประเภทเวอร์จิเนีย ขนาดของใบปานกลางซึ่งเล็กกว่าพันธุ์ไทนาน 9 และ สข.38 เล็กน้อย แต่มีสีเขียวเข้มกว่า ถ้าปลูกในฤดูฝนจะออกดอกประมาณ 30 วัน แต่ถ้าปลูกในฤดูแล้งที่มีอากาศเย็น การออกดอกจะออกช้าออกไปอีก

พันธุ์ไทนาน 9 ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 จัดเป็นถั่วลิสงพวกเวอร์จิเนีย ได้นำเข้ามาจากประเทศไต้หวัน และทดลองปลูกที่สถานีทดลองพืชไร่กาฬสินธุ์ ตั้งแต่ปี 2515 เป็นถั่วลิสงที่มีลำต้นเป็นพุ่ม แตกกิ่งก้านสาขาได้มาก ใบมีขนาดเล็กสีเขียวเข้ม ออกดอกเมื่ออายุ 30 วัน ฝักออกเป็นกระจุกที่โคนต้น ฝักหนึ่งมี 1 –3 เมล็ด ส่วนมากมี 2 เมล็ด ลายเส้นที่ฝักเห็นไม่ชัดเปลือกของฝักค่อนข้างบาง

จึงมีเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกสูงเฉลี่ย 78 เปอร์เซ็นต์ เยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพู เมล็ดมีขนาดใหญ่ น้ำหนัก 100 เมล็ด โดยเฉลี่ยหนัก 49 กรัม อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 110 – 130 วัน ให้ผลผลิตแห้งทั้งเปลือก 370 – 410 กิโลกรัม ต่อไร่ และถ้าดินปลูกมีความอุดมสมบูรณ์ก็จะให้ผลผลิตสูงขึ้นอีก

พันธุ์ขอนแก่น 60 – 1 ถั่วลิสงขอนแก่น 60 – 1 เดิมมีชื่อเรียกว่า โมเกต (Mo – Ket) เป็นพันธุ์ถั่วลิสงที่นักวิชาการสาขาน้ำมัน กองพืชไร่ (สถาบันวิจัยพืชไร่ในปัจจุบัน) กรมวิชาการเกษตร ได้นำมาจากประเทศฟิลิปปินส์ ปี พ.ศ. 2517 มีลักษณะทั่วไปคือต้นเป็นทรงพุ่ม ลำต้นและใบสีเขียว ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 27 – 30 วัน ฝักมีขนาดใหญ่มีลายสวยเห็นได้ชัด จำนวนฝักต่อต้นประมาณ 10 – 13 ฝัก ฝักหนึ่ง ๆ มี 2 เมล็ด เมล็ดที่มีขนาดใหญ่ ลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพู น้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 45.9 กรัม มีเปอร์เซ็นต์การกะเทาะประมาณ 69 เปอร์เซ็นต์ เก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 95 –100 วัน ให้ผลผลิตต่อไร่ประมาณ 274 – 335 กิโลกรัม ถั่วลิสงพันธุ์นี้มีข้อดี คือ ต้านทานต่อโรคใบจุดและโรคราสนิมได้ดี และเป็นพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่จึงเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ

พันธุ์ขอนแก่น 60 – 2 ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60 – 2 เป็นถั่วลิสงที่ใช้สำหรับบริโภคในรูปถั่วต้ม มีลักษณะประจำพันธุ์ คือ ต้นเป็นทรงพุ่ม ลำต้นและใบสีเขียว ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 27 – 30 วัน มักมีขนาดใหญ่ ยาวประมาณ 3 –4 เซนติเมตร จำนวนฝักต่อต้นประมาณ 19 ฝัก ลายเส้นบนฝักมองเห็นได้ชัดเจน ฝักหนึ่งมีเมล็ด 3 –4 เมล็ด เมล็ดมีขนาดใหญ่ เยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพู น้ำหนัก 100 เมล็ดหนักประมาณ 40.7 กรัม เปอร์เซ็นต์การกะเทาะประมาณ 61.5 เปอร์เซ็นต์ เก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 96 – 100 วัน ให้ผลผลิตต่อไร่ในรูปฝักสดประมาณ 572 กิโลกรัม ผลผลิตฝักแห้งประมาณ 254 กิโลกรัม ถั่วลิสงพันธุ์นี้มีความต้านทานต่อโรคเน่าได้ดี

การเก็บเกี่ยวถั่วลิสง

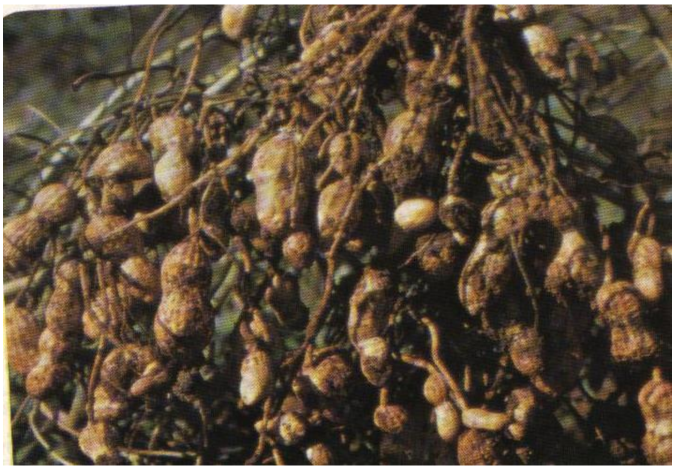
การเก็บเกี่ยวถั่วลิสงควรเก็บเมื่อเมล็ดแก่เต็มที่ ซึ่งจะทราบได้โดยแกะฝักออกดู ถ้าฝักยังอ่อนจะมีเปลือกด้านในสีขาว ส่วนฝักแก่สีของเปลือกด้านในจะเป็นสีน้ำตาลหรือดำ แต่เนื่องจากการเกิดฝักของถั่วลิสงภายในต้นไม่พร้อมกัน ฝักที่เกิดก่อนก็จะแก่ก่อนและจะทยอยกันแก่ หากเก็บเกี่ยวเร็วเกินไปจะมีฝักอ่อนอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ถ้าหากเก็บเกี่ยวช้าเกินไป ฝักที่เกิดขึ้นก่อนและแก่ก่อนจะหลุดอยู่ในดิน ดังนั้นเพื่อพิจารณาว่าถั่วลิสงถึงระยะที่ควรเก็บเกี่ยวแล้วหรือไม่ ควรใช้หลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้เป็นหลักพิจารณา หรืออาจจะใช้ร่วมกันก็ได้เพื่อจะได้มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

1. การประเมินอายุ ปัจจุบันมีถั่วลิสงหลายพันธุ์ที่ทางราชการได้ทำการส่งเสริมให้ปลูกและแต่ละพันธุ์ก็มีอายุการเก็บเกี่ยวเท่ากันเช่นกัน เช่น พันธุ์ขอนแก่น 60 – 1 มีอายุการเก็บเกี่ยว 95 – 100 วัน พันธุ์ขอนแก่น 60 – 2 มีอายุการเก็บเกี่ยว 95 – 105 วัน พันธุ์ลำปางและสุโขทัย 38 มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 100 วัน พันธุ์ไทนาน 9 มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 110 วัน เป็นต้น แต่อายุการเก็บเกี่ยวของถั่วลิสงที่กล่าวมานี้ยังแปรปรวนไปตามสภาพดินฟ้าอากาศ เช่น ถ้ามีอุณหภูมิ

ต่ำหรือดินมีความชุ่มชื้นสูงจะทำให้การเก็บเกี่ยวต้องยืดเวลาออกไปอีก และในทางตรงกันข้ามถ้าความชุ่มชื้นในดินน้อย ถั่วลิสงอาจจะถูกบังคับให้แก่เร็วกำหนดได้

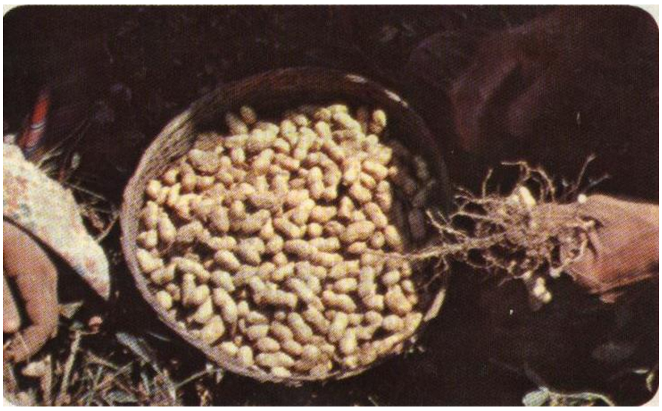
2. การสุ่มตัวอย่าง ก่อนที่จะถึงเวลาเก็บเกี่ยวถั่วลิสงตามอายุประมาณ 1 สัปดาห์ ให้ทำการสุ่มถอนต้นถั่วลิสงเพื่อดูการแก่ของฝัก ถ้าเห็นว่าฝักส่วนใหญ่แก่ก็ทำการถอนต้นได้ แต่ถ้าฝักยังอ่อนอยู่ก็ทิ้งไว้ก่อน 1 สัปดาห์ต่อไปจึงทำการสุ่มถอนใหม่จนกว่าจะแก่ทำการเก็บเกี่ยวได้

ลักษณะที่พอจะสังเกตได้เพิ่มเติม คือ เมื่อเห็นโรคใบจุดระบาดอย่างรุนแรง ใบส่วนใหญ่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและร่วง ต้นและกิ่งจะเป็นสีดำ แสดงให้ทราบว่าถั่วลิสงเริ่มจะทำการเก็บเกี่ยวได้แล้ว และเมื่อใบร่วงไปประมาณ ¾ ส่วนของลำต้น ก็แสดงว่าถั่วลิสงแก่พอที่จะถอนได้ ถั่วลิสงในระยะนี้ถ้าเขย่าฝักดูจะได้ยินเสียงเมล็ดคลอน เมื่อแกะฝักจะเห็นเมล็ดเต่งสมบูรณ์ ผนังด้านในของฝักเปลี่ยนเป็นสีเทาหรือน้ำตาล สำหรับพันธุ์ลำปางและ สข. 38 จะเห็นลวดลายบนฝักอย่างชัดเจน



รูปที่ 2.2 ถั่วลิสงที่เกษตรกรถอนเป็นต้น

รูปที่ 2.3 การปลิดถั่วลิสงด้วยมือของเกษตรกร



รูปที่ 2.4 ถั่วลิสงที่ได้จากการปลิด

ในปัจจุบันในการเก็บเกี่ยวถั่วลิสงฝักสดออกจากต้นทำได้หลายวิธีคือ

- การปลิดด้วยมือ การปลิดฝักถั่วลิสงด้วยมือเป็นวิธีการที่ใช้แรงงานและเวลามาก กล่าวคือ สามารถทำการปลิดได้ประมาณ 4 –5 ถังต่อคนต่อวันเท่านั้น (ประมาณ 20 – 25 กิโลกรัม เมื่อเทียบเป็นฝักแห้ง) ดังนั้นจากผลผลิตถั่วลิสงเฉลี่ยประมาณ 190 กิโลกรัม (ฝักแห้ง) ต่อไร่ จึงทำให้ต้องใช้เวลาในการปลิดฝักด้วยมือประมาณ 7 – 10 วัน/ไร่ เมื่อใช้คนงานคนเดียว ระยะเวลาดังกล่าวนี้เป็นระยะเวลาที่นานมาก หากมีการเพาะปลูกพืชชนิดอื่น ๆ ต่อเนื่องกันไป อาจทำให้ไม่สามารถทำการเพาะปลูกพืชต่อเนื่องครั้งต่อไปได้ทันฤดูกาล อย่างไรก็ดีการปลิดฝักถั่วลิสงด้วยมือมีข้อดีอยู่บ้างคือ ถั่วลิสงที่ทำการปลิดด้วยมือมีหนวดติดประมาณ 2 – 20 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น และจำนวนของฝักแตกหักนั้นมีน้อยมาก

- การปลิดด้วยเครื่องปลิดฝักแบบหวี เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบหวีประกอบด้วยโครงและซี่หวี หรือในบางครั้งใช้ตะปูตอกเข้ากับแผ่นเพื่อทำเป็นหวี่ ในการทำงานจะจับส่วนของลำต้นแล้วรูดฝักเข้ากับหวี เพื่อทำให้ฝักหลุดออก เครื่องปลิดฝักแบบหวีสามารถปลิดฝักถั่วลิสงได้ประมาณ 3 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อคน (เมื่อปรับความชื้นฝักให้เท่ากับ 9%) ความสามารถในการทำงานที่พอ ๆ กับการปลิดด้วยมือ ส่วนจำนวนฝักที่มีหนวดติดจะมีประมาณ 20 – 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เครื่องปลิดฝักแบบนี้ไม่เป็นที่นิยมใช้ นอกจากนี้ภายหลังจากการปลิดฝักจะมีความสกปรกมากกว่าการปลิดด้วยมือ และการปลิดจะกระทำได้ยาก เมื่อง่ามของลำต้นเข้าไปขัดกับซี่หวีของเครื่องปลิดนั้น

- การปลิดฝักแบบฟาด เกษตรกรในบางท้องที่จะมีการปลิดฝักถั่วลิสงโดยการฟาดกับปากเข่งหรือฟาดกับท่อนไม้ซึ่งผูกติดกับปากเข่ง หรือใช้ภาชนะรองรับอื่น ๆ การปลิดฝักถั่วลิสงโดยวิธีนี้จะได้จำนวนฝักที่หนวดน้อยมากเพื่อทำการปลิดในขณะที่ต้นถั่วยังสดอยู่แต่จำนวนฝักที่มีหนวดติดจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก เมื่อต้นถั่วมีความชื้นต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ หรือเมื่อตากถั่วทิ้งไว้เกิน 2 วันหลังจากถอน ส่วนที่แตกหักนั้นมีค่าประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อถั่วอยู่ในสภาพสดค่อย ๆ ลดลงเมื่อถั่วแห้งลง การปลิดฝักด้วยวิธีนี้สามารถปลิดฝักถั่วลิสงได้ประมาณ 8 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อคน (ที่ความชื้นของฝักถั่วลิสง 9 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตามการปลิดฝักด้วยวิธีนี้มีข้อเสียที่สำคัญ คือถั่วลิสงที่ปลิดแล้ว

จะกระเด็นออกจากภาชนะรองรับเป็นจำนวนค่อนข้างมาก และมีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่เป็นปริมาณค่อนข้างมากเช่นเดียวกัน

- การปลิดฝักด้วยเครื่องปลิดฝักแบบเท้าเหยียบ เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบเท้าเหยียบเป็นเครื่องปลิดถั่วลิสงซึ่งออกแบบขึ้นมาสำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่เพาะปลูกถั่วลิสงเป็นจำนวนไม่มากนัก คือประมาณ 3 –4 ไร่ สามารถปลิดฝักถั่วลิสงได้ประมาณ 10 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อคน (ความชื้นของฝักเท่ากับ 9 เปอร์เซ็นต์) เมื่อปลิดฝักในขณะที่ถั่วลิสงอยู่ในสภาพสด ถ้าถั่วแห้งความสามารถในการทำงานจะเพิ่มขึ้นกว่านี้ สำหรับเปอร์เซ็นต์ที่มีหนวดติดประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์เมื่อทำการปลิดในขณะที่ถั่วลิสงอยู่ในสภาพสด มีค่าสูงมากขึ้นเมื่อถั่วลิสงแห้ง ส่วนการแตกหักของฝักนั้นจะมีค่าน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการปลิดถั่วลิสงทั้งที่อยู่ในสภาพสดและแห้ง อย่างไรก็ตามเครื่องปลิดฝักแบบเท้าเหยียบขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนาอยู่ เชื่อว่าในอนาคตอันใกล้นี้เมื่อการพัฒนาเสร็จสิ้นลง ประสิทธิภาพในการทำงานคงจะเพิ่มขึ้น และจะเป็นเครื่องปลิดฝักที่นิยมใช้กันมากในหมู่เกษตรกรทั่วไป

2.2 ทฤษฎีการออกแบบเพลา [11]

เพลาเป็นชิ้นส่วนที่มีใช้อยู่ในเครื่องจักรเกือบทุกชนิด ทำหน้าที่ในการส่งถ่ายกำลังหรือทำให้เกิดจุดหมุนระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง ขณะใช้งานเพลาจะอยู่ภายใต้ภาระการกระทำชนิดต่าง ๆ เช่น แรงกด แรงดึง โมเมนต์ดัด และโมเมนต์บิดซึ่งอาจมีทั้งแรงสถิตและแรงแบบวัฏจักรทำให้เกิดการล้าได้เพลาอาจมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานดังนี้ คือ

เพลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง

แกน (Axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่ส่วนนั้นจะหมุนหรือไม่ก็ตาม

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

สตับชาฟ (Stub Shaft)เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์มอเตอร์ หรือเครื่องต้นกำลังอื่น ๆ มีขนาด รูปร่าง และส่วนยื่นออกมา สำหรับใช้ต่อกับเพลาอื่น ๆ

เพลาแนว (Line Shaft) หรือเพลาส่งกำลัง (Power transmission shaft) หรือเพลาเมน (Main shaft) เป็นเพลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลัง ใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่น ๆ โดยเฉพาะ

แจ็คชาฟ (Jack shaft) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลาแมนหรือเครื่องจักรกล

เพลาอ่อน (Fiexble shaft) เป็นเพลาที่สามารถอ่อนตัวหรือโค้งได้เพลาประเภทนี้ทำด้วยสายลวดใหญ่ (Cable) ลวดสปริงหรือลวดเหนียว (Wire rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้แต่ส่งกำลังได้น้อย

เพลาอาจรับแรงดึงแรงกดแรงบิด หรือแรงอัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้นการคำนวณจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้ามาช่วย แรงเหล่านี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้เพลาเสียหายได้ เพราะความล้า ฉะนั้นจึงต้องมีการออกแบบเพลาให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้

งานในลักษณะนี้ นอกจากนี้เพลายังต้องมีความแข็งเกร็ง (Rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเพลาให้อยู่ในขีดที่จำกัดที่พอเหมาะ ระยะโก่ง (Deflection) ของเพลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดเพลา เพราะถ้าเพลามีระยะโก่งมากก็จะเกิดการแกว่งขณะหมุนได้

1. วัสดุที่ใช้ทำ

ในการเลือกวัสดุและวิธีที่ใช้ในการทำเพลา นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงสภาพการใช้งานและภาระที่เพลาต้องรับเป็นหลักโดยทั่วไปแล้ว จะพิจารณาเลือกวัสดุและวิธีการผลิตเพลาตามขนาดระบุเพลา

วัสดุที่ใช้ทำเพลาทั่วไปคือ เหล็กกล้าละมุน (Mile steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานเป็นพิเศษ มักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเพลา เช่น AISI 3140, 1347, 4150 4340 เป็นต้น เพลาที่มีขนาดเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 90 mm. มักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอน ซึ่งผ่านการรีดร้อนอย่างไรก็ตามเพื่อให้เพลามีราคาถูกที่สุดผู้ออกแบบควรพยายามเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนชนิดอื่น

2. ขนาดของเพลา

เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลาซึ่งมีขนาดระบุ (Nominal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้เพื่อใช้สามารถเลือกได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลาด้วยขนาดระบุของเพลาแสดงไว้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R775 – 1969

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 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	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	400

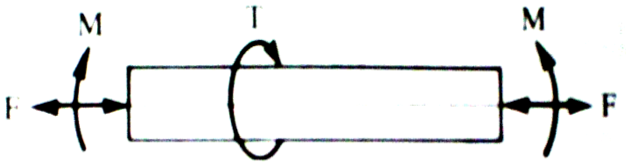
3. หลักพิจารณาในการออกแบบเพลา

การคำนวณหาขนาดเพลาที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ดังนั้น มุมบิดของเพลาที่เกิดขึ้นในขณะใช้งานจะต้องมีค่าไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ นั่นคือ เพลาจะต้องมีความแข็งเกร็งอยู่ภายในพิกัดที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากไปนอกจากจะเสียความเที่ยงตรงทางด้านตำแหน่งแล้วยังอาจก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนมีผลให้เฟืองและแบริ่งที่รองรับเพลาอยู่เกิดความเสียหายได้ง่ายขึ้น

ในทางปฏิบัติแล้วมักจะให้มุมบิดของเพลาในเครื่องจักรทั่วไปไม่เกิน 0.3 ต่อความยาวเพลา 1 เมตร สำหรับเพลาส่งกำลังทั่วไปอาจจะให้มุมบิดได้ถึง 10 ต่อความยาวเพลา 20 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลา

4. การออกแบบเพลาตามโค้ดของ ASME

ก่อนปี พ.ศ. 2497 ได้มีการยอมรับวิธีการคำนวณหาขนาดของเพลาส่งกำลังซึ่งกำหนดเป็นโค้ด (code) โดยสมาคมวิศวกรเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา ASME ก็ยังมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป



รูปที่ 2.5 เพลาอยู่ภายใต้แรงต่าง ๆ[11]

วิธีการดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดและไม่พิจารณาถึงความล้าหรือความเค้นหนาแน่นที่เกิดขึ้นบนเพลา ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตศาสตร์ (Static design method) ในการหาสมการสำหรับออกแบบเพลาให้พิจารณาเพลาในรูปที่ 2.5

ให้เพลาเป็นกลมและกลวง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกเท่ากับ dt และ d ตามลำดับ ความเค้นต่าง ๆที่เกิดขึ้นบนเพลามีดังต่อไปนี้ คือ

ความเค้นดึงหรือ

$$\sigma_a = \frac{4F}{\pi\left(d^2 - d_i^2\right)} \qquad \text{.................................. (2.1)}$$

ความเค้นดัด

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} = \frac{32Md}{\pi\left(d^4 - d_i^4\right)} \qquad \text{.................................. (2.2)}$$

ความเค้นเฉือน

$$\tau_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16Td}{\pi\left(d^4 - d_i^4\right)} \qquad \text{.................................. (2.3)}$$

ในกรณีที่เป็นแรงกดอาจมีผลจากการโค้งงอ (Bucking) ได้ ดังนั้นสมการ (3.1) จะกลายเป็น

$$\sigma_a = \frac{4\alpha\alpha}{\pi\left(d^2 - d_i^2\right)} \qquad \text{.................................. (2.4)}$$

เพลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักร เพราะเพลาหมุนอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำอาจเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาก็ได้ ดังนั้นเพลาจึงเกิดความเสียหายเนื่องจากความล้าเป็นส่วนใหญ่สำหรับวิธีการคำนวณ ASME ใช้วิธีการแบบสถิตศาสตร์ ดังนั้นต้องมีตัวประกอบความล้า (Fatigue factor) มาเกี่ยวข้องด้วย

เมื่อ C_m= ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการตัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

ดังนั้นสมการ (3.2) และ (3.3) จึงกลายเป็น

$$\sigma_b = \frac{32C_mMd}{\pi\left(d^4 - d_i^4\right)} \qquad \text{.......... (2.5)}$$

$$\tau_{xy} = \frac{16C_tTd}{\pi\left(d^4 - d_i^4\right)} \qquad \text{.......... (2.6)}$$

ความเค้นกดหรือความเค้นดึงรวม คือ

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_b \qquad \text{.......... (2.7)}$$

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

$$\tau = \left[\tau_{xy}^2 + \left[\frac{\sigma}{2}\right]^2\right]^{1/2}$$

แทนค่าสมการลงในสมการข้างบนและจัดรูปใหม่จะได้

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau\left(1 - K^4\right)}\left[\left(C_tT\right)^2 + \left[\frac{\alpha Fd\left(1 + K^2\right)}{8} + C_mM\right]^2\right]^{1/2} \qquad \text{.......... (2.8)}$$

โดยที่ k = d1/d

กรณีไม่มีแรง f กระทำอยู่ด้วยสมการ (8) จะลดรูปลดลงเหลือเพียง

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau\left(1 - K^4\right)}\left[\left(C_tT\right)^2 + \left(C_mM\right)^2\right]^{1/2} \qquad \text{.......... (2.9)}$$

ในกรณีของเพลาตัน k = d_1/d = 0 เมื่อแทนค่าลงในสมการ (9) ก็จะได้สมการ

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau}\left[\left(C_tT\right)^2 + \left(C_mM\right)^2\right]^{1/2} \qquad \text{.......... (2.10)}$$

ค่าตัวประกอบความล้าสามารถเลือกใช้ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ ซึ่งหาดูได้จากตาราง2.4

ตารางที่ 2.4 ค่าตัวประกอบความล้า

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลาอยู่นิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลาหมุน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

สำหรับตัวประกอบความโค้งงอ ASME ได้แนะนำให้ใช้ดังนี้

$\alpha = 1$ เมื่อ F เป็นแรงดึง .... (2.11)

$$\alpha = \frac{1}{1-0.0044(L/K)} \quad \text{เมื่อ} \quad \frac{L}{K} \le 115 \qquad (2.12)$$

$$\alpha = \frac{\sigma_y (L/K)^2}{\pi^2 nE} \qquad (2.13)$$

เมื่อ n = 1.00 เมื่อปลายเป็นแบบ SS

n = 2.25 เมื่อปลายเป็นแบบ CC

n = 1.6 เมื่อปลายถูกขีนเป็นบางส่วน (partially nestrairde)

L = ความยาวจริงของเพลา

นอกจากนี้โค้ดของ ASME ยังได้ระบุเอาไว้ว่า เพลาซึ่งมีใช้อยู่ในงานธรรมดาทั่วไปควรมีค่าความเค้นเฉือนใช้งานดังนี้

$\tau_d = 55 \ \frac{N}{mm^2}$ สำหรับเพลาที่ไม่มีร่องลิ่ม

$\tau_d = 41 \ \frac{N}{mm^2}$ สำหรับเพลาที่มีร่องลิ่ม

แต่ถ้ากำหนดวัสดุของเพลาที่บอกถึงหมายเลขของโลหะหรือส่วนผสมของโลหะให้ใช้ค่าความเค้นเฉือนใช้งานจากสมการ (2.14) โดยเลือกใช้ค่าน้อยมาคำนวณคือ

$\tau_d = 0.3\sigma_y$ หรือ $\tau_d = 0.18\sigma_u$ .... (2.14)

และถ้าเพลามีร่องลิ่มให้ลดค่าความเค้นเฉือนการใช้งานโดยใช้เพียง 75% ของค่าสมการ (2.14)

5. ความแข็งเกร็งทางด้านการบิด

สำหรับเพลาที่มีขนาดสม่ำเสมอ มุมบิดเป็น rad จะหาค่าได้จากสมการ

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \qquad (2.15)$$

สำหรับเพลากลมตัน $J = \frac{\pi}{32} d^4$ ดังนั้นจึงหาค่ามุมบิดเป็นองศาได้จากการสมการ

$$\theta = \frac{584TL}{Gd^4} \qquad \text{.......................................(2.16)}$$

ถ้าเป็นเพลากลมกลวง

$$\theta = \frac{584TL}{(1-K^4)Gd^4} \qquad \text{.......................................(2.17)}$$

ฉะนั้นถ้าต้องการให้เพลามีความแข็งเกร็งตามลักษณะการใช้งานแล้วก็ควรจะใช้สมการข้างบนนี้ตรวจสอบดูมุมบิดให้อยู่ในค่าที่ต้องการ

2.3 ทฤษฎีการออกแบบเครื่องมือกล

2.3.1 สายพานส่งกำลัง

1. ชนิดและวัสดุสายพาน สายพานแบ่งออกเป็นสี่ชนิดตามลักษณะหน้าตัดของสายพาน คือสายพานแบน (Flat Belt) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สายพานลิ่ม (V – Belt) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู สายพานกลม (Ropes) มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม และไทม์มิ่งเบ็ลท์ (Timming Belt) มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูแต่จะทำเป็นร่องคล้ายฟันเฟืองตลอดความยาวของสายพาน สายพานแต่ละชนิดจะมีลักษณะในการใช้งานต่างกัน

วัสดุที่ใช้ทำสายพานจะต้องมีค่าความเค้นแรงดึงสูง (Strength) สามารถบิดตัวได้ดีและจำต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทางระหว่างผิวสัมผัสสูง

วัสดุที่ใช้ทำสายพานซึ่งใช้งานกันมากก็คือ หนัง (Oak tanned Leather) แต่ถ้าเป็นการใช้งานเป็นพิเศษ เช่น อยู่ในบรรยากาศที่มีความชื้น มีไอของสารเคมี หรือมีน้ำมันอยู่ด้วย ก็มักใช้สายพานแบบ Chrome Leather เพื่อให้สายพานมีอายุการใช้งานได้นานพอสมควร จึงมักใช้ค่าความเค้นในการออกแบบสายพานต่ำกว่า ความต้านแรงดึงสูงสุดมาก โดยทั่วไปจะใช้ค่าความปลอดภัยประมาณ 10 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายพานจะมีค่าประมาณ 0.04 – 0.50 และค่าความเร็วในการใช้งานของสายพานควรจะอยู่ในช่วง 1,000 – 2,000 m/min

สายพานอีกชนิดหนึ่งคือสายพานยาง (Rubber Belt) สายพานประเภทนี้จะมีฝ้ายหรือผ้าใบเป็นไส้ภายใน และมียางหุ้มภายนอก ยางที่จะใช้หุ้มจะเป็นยางที่อบด้วยกำมะถันในอุณหภูมิที่สูง ๆ (Vulcanized) เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและความต้านแรง สายพานยางเหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีน้ำมันหรือแสงแดด เมื่อเปรียบเทียบกับสายพานหนังแล้ว สายพานยางจะมีราคาถูกกว่าแต่อายุการใช้งานสั้นกว่า สายพานยางทนต่อสภาพบรรยากาศในการใช้งานได้ดีกว่าสายพานหนัง ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายพานจะมีค่าประมาณ 0.3 – 0.4 และสามารถรับแรงดึงได้ประมาณ 20 N ต่อชั้นต่อความกว้างของสายพาน 1 มิลลิเมตร

สายพานบาลาตา (Balata Belt) เป็นยางคล้ายสายพานยาง แต่ไม่ต้องผ่านกรรมวิธีอบกำมะถัน ทนต่อกรดและความชื้นได้ดี แต่อุณหภูมิใช้งานไม่ควรเกิน 40 °C สายพานชนิดนี้มีความต้านทานแรงดึงมากกว่าสายพานยางประมาณ 25%

สายผ้าถัก (Textile Belt) ทำจากผ้าฝ้ายหรือผ้าใบซ้อนกันเป็นชั้น ๆ แล้วยึดติดกันจากนั้นจึงเคลือบด้วยน้ำมันลินซีด (Linseed) เพื่อทำให้สายพานกันน้ำได้ มักใช้งานประเภทชั่วคราว

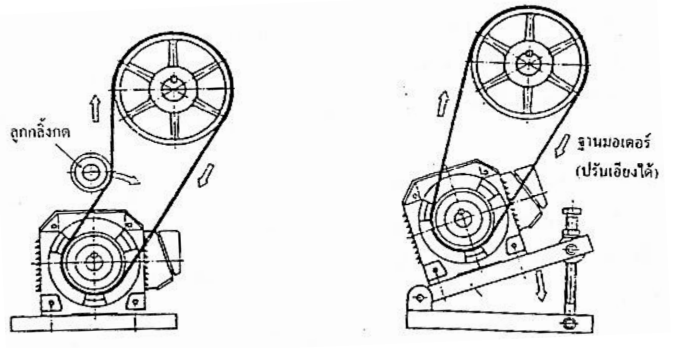
สายพานทุกชนิดที่กล่าวมานี้จะยืดตัวได้ดี ดังนั้น เมื่ออยู่ภายใต้แรงดึงจะยืดตัวทำให้เกิดการสลิปบนล้อสายพาน (Pulley) ในการปฏิบัติจึงยืดสายพานให้ตึงไว้ก่อนใช้งานครั้งนี้เพื่อเป็นการลดการสลิปของสายพาน

2. ลักษณะการขับด้วยสายพาน เนื่องจากคุณสมบัติในการอ่อนของสายพาน จึงอาจจัดลักษณะการขับสายพานได้ต่าง ๆ กัน เมื่อต้องการขับเพลาที่อยู่ขนานกัน และต้องการให้เพลาทั้งสองหมุนในทิศทางเดียวกันก็จะทำได้ในลักษณะ ซึ่งเรียกว่า โอพีไดรว์ (Oper Drive) และถ้าต้องให้เพลาอยู่ห่างกันมากควรจะให้สายพานด้านล่างตึง (Tight) และด้านบนหย่อน Zslack) แต่ถ้าต้องการให้เพลาทั้งสองหมุนสวนทางกันก็ทำได้ ซึ่งเรียกว่า ครอสไดรว์ (Crossed Dirve) แต่การขับในลักษณะนี้จุดที่สายพานไขว้กันจะทำให้สายพานถูกัน ทำให้จุดศูนย์กลางของล้อสายพานอยู่ห่างกันไม่น้อยกว่ายี่สิบเท่าของความกว้างสายพาน และทำงานที่ความเร็วสายพานไม่เกิน 15 m/s

การขับแบบควอเตอร์เทอนไดรว์ (Quarter Turn Drive) ใช้เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกัน และเพื่อป้องกันไม่ให้สายพานหลุดออกจากล้อสายพานในขณะใช้งานจึงต้องใช้ล้อสายพานที่กว้างเพียงพอโดยทั่วไปมักจะต้องกว้างมากกว่าความกว้างสายพานไม่น้อยกว่า 1.4 เท่า และก่อนใช้งานจะต้องทำทดสอบก่อนเสมอ ส่วนการขับแบบมิวล์ไดรว์ (Mule Drive) ใช้เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกันแต่ไม่อาจจัดในลักษณะ ควอเตอร์เทอนไดรว์ได้ หรือเมือต้องการให้หมุนกลับทิศทางได้

เมื่อไม่สามารถใช้ขับในลักษณะโอพีไดรว์ได้ เพราะส่วนโค้งสัมผัส (Are of Contact) บนล้อสะพานเล็กมีค่าน้อยเกินไป เพราะอัตราทดสูง และล้อสายพานอยู่ใกล้มากหรือเมื่อไม่อาจทำให้สายพานตึง โดยวิธีอื่นก็อาจทำได้โดยใช้ล้อช่วย (Idier) เป็นการช่วยให้สายพานสัมผัสกับล้อขึ้นซึ่งเพิ่มกำลังที่ส่งได้ง่าย ส่วนการขับแบบบริเวอร์สไดรว์ (Reverse Drive) ใช้เมื่อต้องการส่งกำลังไปยังเพลาหลาย ๆ อันพร้อมกัน

สายพานลักษณะส่งกำลังด้วยแรง จะส่งถ่ายโมเมนต์ด้วยความเสียดทาน (Friction) ระหว่างล้อสายพานและสายพาน ส่วนการทำให้สายพานตึงนั้นจะได้จากการ กำหนด ให้ มีความยาวสายพานที่ถูกต้อง ด้วยการขยายระยะห่างระหว่างแกนเพลา เช่น ให้มอเตอร์ขับยึดอยู่ในรางเลื่อนได้หรือบนแท่นเอียงปรับขึ้นลงหรือใช้ลูก กลิ้งกดสายพานด้านหย่อน (ขณะส่งกำลัง) ให้อยู่ใกล้ด้านล้อพูเล่ย์ (Pulley) ที่มีขนาดเล็กกว่า เพื่อให้มีการโอบของสายพานเพิ่มมากขึ้น แสดงดังรูปที่ 2.6 ยิ่งทำให้การส่งกำลังได้มากขึ้น

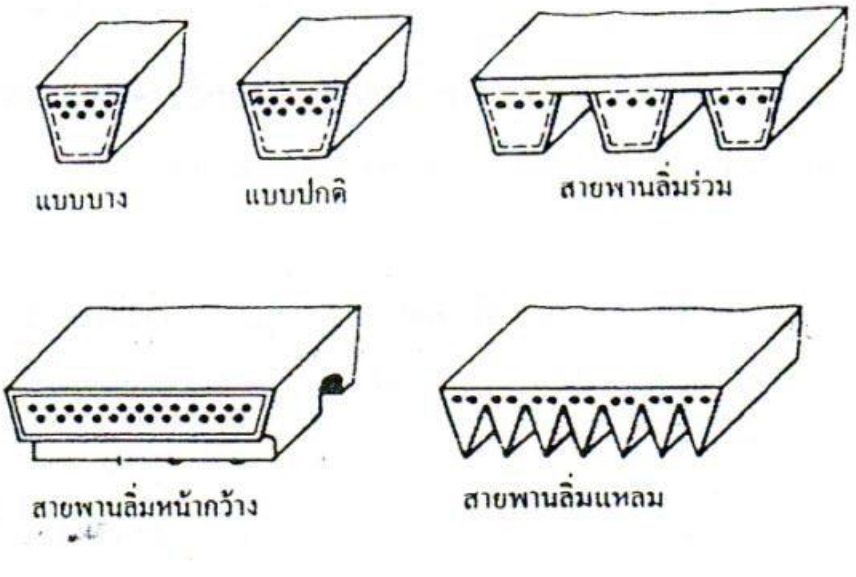


รูปที่ 2.6 การใช้อุปกรณ์ช่วยทำให้สายพานตึง[12]

3. สายพานลิ่ม สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมาก โดยต้องการแรงดึงขั้นต้นในสายพานค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เพราะผลมาจากการเกาะยึดตัวกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียว กับร่องรูปลิ่มของล้อสายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นผลให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดี แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อย ในการส่งกำลังจะส่งได้มากที่สุดเมื่อผิวด้านข้างของสายพานอัดแน่นกับร่องบนล้อสายพาน และในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน ก็อาจใช้ผลจากการอัดแน่นนี้ทำหน้าที่เบรกได้ด้วย

การขับด้วยสายพานลิ่ม มีข้อดีคือ เงียบ สะอาด และสามารถรับแรงมากเกินไปจึงมักใช้ในการขับขนาดกะทัดรัด มีประสิทธิภาพดี และแบริ่งของเพลาไม่ต้องรับแรงมากเกินไปจึงมักใช้ในการขับทางด้านอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งมีสายพานขับได้โดยมีอัตราทดสูงประมาณ 7 ต่อ 1 หรืออาจใช้ได้สูงถึง 10 ต่อ 1

4. ขนาดของสายพานและล้อสายพานลิ่ม สายพานลิ่มมีหน้าที่ตัดเป็นรูปลิ่ม แสดงดังรูปที่ 2.7 ดังนั้นในการกำหนดขนาดจึงมักกำหนดโดยใช้ความกว้างพิตซ์ (Pitch Width) และความหนาสายพานโดยใช้ตัวอักษรแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นสายพานลิ่มแบบแคบ (narrow V – Belt) มีขนาด SPZ SPA SPB และ SPC และสายพานลิ่มแบบธรรมดา มีขนาด Y Z A B C D และ E ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายพานลิ่มแบบธรรมดาเท่านั้น



รูปที่ 2.7 รูปร่างของสายพานวีแบบต่างๆ[12]

5.กลศาสตร์ของสายพานลิ่ม ในการขับด้วยสายพานลิ่ม แรงปฏิกิริยาระหว่างสายพานกับล้อสายพานจะอยู่ในทิศทางตั้งฉากกับผิวสัมผัส เป็นแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสของสายพานกับร่องบนล้อสายพาน ดังนั้นจากสมการ $fF_m = dF$ ของสายพานแบน ในกรณีของสายพานลิ่ม ดังสมการที่ 2.18

$$2fF = DF \quad \text{.......... (2.18)}$$

สายพานขับอัตราส่วนความเร็ว $m_@$ เรียกว่า อัตราทด ดังสมการที่ 2.19

$$m_{@} = \frac{D2}{D1} = \frac{RPM1}{RPM2} \quad \text{...} (2.19)$$

อัตราส่วนแรงดึงดูดของสายพาน จากสูตร ดังสมการที่ 2.20

$$\frac{T1}{T2} = 2.5, T1 = 2.5T2 \quad \text{..} (2.20)$$

แรงที่สายพานกดเพลา ดังสมการที่ 2.21

$$F = T1 + T2 \quad \text{..} (2.21)$$

การคำนวณความยาวของสายพาน

ความยาวของสายพานเปิด (Open Belts) อาจประมาณได้จากสมการ ดังสมการที่ 2.22

$$L = 2C + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{D2+D1}{4C} \quad \text{..} (2.22)$$

เมื่อ L = ความยาวพิตซ์ของสายพาน

C = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของล้อขับและล้อตาม

D_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อขับ

D_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

การกำหนดระยะ C นับว่ามีความยืดหยุ่นมากพอสมควร ผู้ผลิตรายหนึ่งแนะนำว่า ควรจะใช้ค่า C ดังสมการที่ 2.23

$$C = 0.7(D_p + d_p) \prec C \prec 2(D_p + d_p) \quad \text{..} (2.23)$$

การกำหนดค่า C ควรเผื่อระยะปรับ (ควรเป็นด้านมอเตอร์) ความห่างของเพลาทั้งสองด้วยเพื่อให้มีความตึงสายพานเพียงพอ เนื่องจากว่า C อาจเป็นพิกัดจำกัด (Limiting Factor) ได้เพราะมีที่ว่างจำกัดจึงอาจเป็นไปได้ว่า เราต้องลองคำนวณหาขนาดสายพานครั้งทีเดียว

6. มาตรฐานสายพานลิ่ม

1) BS 3790/DIN 7753 Wedge Belt ออกแบบเพื่อใช้งานทั่วไปในอุตสาหกรรม โดยจะสามารถส่งกำลังได้สูงกว่าแบบดั้งเดิมประมาณ 2 - 3 เท่า จะมีหน้าสัมผัสด้านข้างที่มากกว่า รหัสที่ใช้เรียกหน้าตัด คือ SPZ,SPA,SPB,SPC

2) USA Standard Wedge Belt ในระบบของ US จะมีหน้าตัดมาตรฐานของสายพานลิ่มหน้าแคบอยู่ 3 แบบ ซึ่งไม่สอดคล้องกับมาตรฐานของยุโรป ส่วนใหญ่ที่สามารถทดแทนกันได้จะใช้ในช่วง 3V และ 5V รหัสที่ใช้เรียกหน้าตัด คือ 3V , 5V , 8V

3) BS 3190/DIN 1153/DIN 2215 MOULDED COGGED เป็นสายพานลิ่มมาตรฐานเดียวกันแบบ SP แต่ในส่วนด้านในของสายพานถูกทำให้เป็นรองคล้ายซี่พัน จุดประสงค์เพื่อให้สามารถใช้กับล้อสายพานที่มีขนาดเล็ก ความเร็วสูงและกำลังส่งที่สูงมากกว่าแบบ Sp

7. มาตรฐานของล้อสายพานลิ่ม ล้อสายพานลิ่มที่จะใช้คู่กับสายพานลิ่มแต่ละมาตรฐานนั้นจะต้องใช้ล้อสายพานให้เหมาะสมกับหน้าตัดสายพานแต่ละประเภทนั้นด้วย ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด ล้อสายพานลิ่ม (V - pulleys) ส่วนใหญ่จะทำมาจากเหล็กหล่อเป็นหลัก หลักในการเลือกใช้ล้อสายพานลิ่ม ควรพิจารณาในหัวข้อต่อไปนี้

1) ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานมาตรฐานที่ควรเลือกใช้ โดยปกติในแต่ละมาตรฐานจะแนะนำค่าที่ต่ำสุดไว้ให้ ในกรณีไม่สามารถใช้ที่ค่าต่ำสุดได้ ให้พิจารณาใช้ค่าที่สูงกว่าค่าที่แนะนำ

2) ในกรณีที่มีการคำนึงถึงอายุการใช้งาน ประสิทธิภาพของการขับเป็นพิเศษ ขนาดของล้อสายพานที่แนะนำต่ำสุดนั้นไม่แนะนำให้ใช้

3) โดยทั่วไปล้อสายพานควรได้รับการปรับสมดุลในระหว่างอยู่นิ่งมาก่อน แต่หากกรณีที่จำเป็นต้องการให้เกิดสมดุลในขณะที่มีการเคลื่อนที่ ควรใช้คำแนะนำต่อไปนี้

3.1 ควรใช้ความเร็วแล่นของสายพาน (V) น้อยกว่า 30 m/s หรือ

3.2 อัตราส่วนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพิตซ์กับช่วงหน้ากว้างของล้อสายพาน

3.3 ควรน้อยกว่า 4 ที่ความเร็วแล่น V > 20 m/s

4) จะไม่ติดตั้งให้ผิวด้านในของสายพานสัมผัสถึงส่วนล่างของร่องบนล้อสายพาน เพราะจะทำให้อายุการใช้งานของสายพานสั้นลง

5) กรณีของสายพานหน้าแคบ จะถูกพิจารณาใช้ในเงื่อนไข ดังนี้

5.1 มีการกดหรือเชื่อมต่อด้วยล้อกดสายพาน

5.2 สายพานมีการบิดทำมุมไม่ขนานกันระหว่างตัวขับ และตัวตาม

5.3 สายพานจำเป็นต้องส่งกำลังในสภาพของภาระที่มีการสั่นสะเทือนสูง

8. การตรวจสอบแรงตึงสายพานและการวัด Static Load วิธีการสำหรับการติดตั้งของสายพานเพื่อให้สายพานมีค่าความตึงเริ่มต้นที่ถูกต้องอันจะเป็นค่า Static Load ที่เกิดบนเพลาที่เหมาะสม สามารถทำได้โดยวิธี ดังนี้

1) หาค่าของแรงที่ใช้ทดสอบความตึงของสายพาน

2) หาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพิตซ์เล็กที่สุดของตัวขับและเลือกค่าระยะการหย่อน

3) คำนวณหาระยะการปรับความตึงของสายพาน (E_a โดยสูตร ดังสมการที่ 2.24)

$$E_a = \frac{E(C_{nom})}{100} \quad \text{..(2.24)}$$

4) ภาวะแรง f ใช้ทดสอบต้องใส่เข้าในทิศทางที่ถูกต้องและที่ศูนย์กลางของหน้าตัดสายพานและค่อยปรับล้อสายพานให้ตึงจนกระทั่งได้ค่า E_a ตามที่คำนวณได้

5) การ Set แรงตึงผิว (T) ของสายพานที่ถูกต้อง จะนำไปสู่การคำนวณหาภาระแรงดึงรวม (Static Loading) ได้ดังสูตร ดังสมการที่ 2.25

$$S_a = 2(T)\sin 9(\frac{BxZ}{2}) \quad \text{..(2.25)}$$

โดยที่ B = มุมโอบของสายพานที่ตัวขับ (องศา)

Z = จำนวนเส้นของสายพาน (เส้น)

S_a = แรงตึงรวมที่กระทำต่อเพลา (N)

โดยการวัดค่า Static Belt เราอาจจะหาได้จากกราฟได้ โดยเป็นค่าโดยประมาณที่ผ่านการทดสอบมาแล้ว

9. อัตราการส่งกำลังของสายพาน (Power Rating: P_N) โดยทั่วไปสายพานหน้าตัดมาตรฐานจะกำหนดความสามารถในการส่งกำลังของสายพาน ในรูปแบบของค่าอัตราการส่งกำลังต่อเส้นของสายพาน (P_N) ค่านี้จะขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำสายพานและกรรมวิธีในการผลิต บางผู้ผลิตอาจมีค่าต่ำกว่าที่แสดงในตารางและบางผู้ผลิตอาจมีค่าสูงกว่าก็ได้

ค่า Power Rating เป็นค่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎีตามมาตรฐานของ British และ Getman โดยอ้างอิงที่ภาระที่ล้อสายพานตัวเล็กสุดจะขับได้

การอ่านค่า P_N จากตาราง จำเป็นต้องทราบตัวแปรดังต่อไปนี้

1) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อสายพานตัวขับ

2) ความเร็วรอบของล้อสายพานตัวขับ

3) อัตราส่วนความเร็ว

4) มุมโอบของสายพานที่ล้อสายพานตัวขับ (B) โดยปกติ

5) ความยาวอ้างอิงสำหรับแต่ละหน้าตัดสายพานที่ใช

10. การกำหนดแฟคเตอร์การใช้งาน (C_2) ค่าแฟคเตอร์การใช้งาน C_2 จะขึ้นอยู่กับระยะการใช้งานตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ตามประเภทของต้นกำลังขับ และตามอุปกรณ์ที่ถูกขับ ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อประกอบการออกแบบต้นกำลังสำหรับกำลังโดยสายพานลิ่ม โดยสูตร ดังสมการที่ 2.6

$$P_B = P.(C_2) \qquad (2.26)$$

โดย P_B คือ Power Design สำหรับการขับด้วยสายพานลิ่ม (K_W)

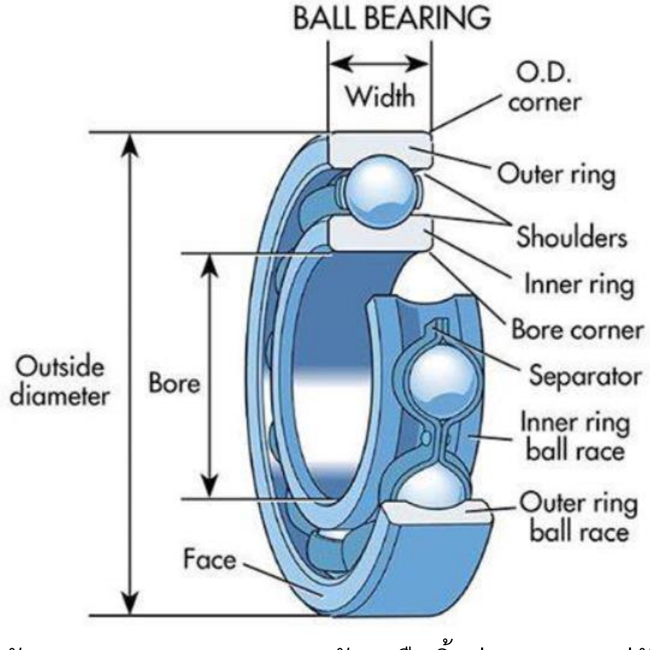
P คือ Power ที่ต้องการส่งจริง (K_W)

C_2 คือ แฟคเตอร์แก้ไขสภาพการใช้งานของต้นกำลังขับและอุปกรณ์ถูกขับ

11. การเลือกหน้าตัดของสายพานลิ่ม เพื่อให้การใช้สายพานเกิดประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัดการตัดสินใจ เลือกใช้หน้าตัดของสายพานที่เหมาะสมกับขนาดของกำลังที่ออกแบบ โดยค่าที่เลือกจะจำ กัดความเร็วที่เหมาะสมของล้อสายพานตัวขับอยู่ที่สูงสุด ประมาณ 30 m/s การเลือกใช้ค่าขนาดล้อสายพานเล็กที่สุดควรหลีกเลี่ยง เพราะจะทำให้ไม่ประหยัด เนื่องจากต้องการช่วงหน้าสัมผัสที่กว้างขึ้น[12]

2.3.2 โรลลิ่งแบริ่ง

โรลลิ่งแบริ่ง (Rolling Bearings) หมายถึง แบริ่งชนิดที่รองรับแรงโดยอาศัยชิ้นส่วนของแบริ่งที่มีลักษณะเป็นผิวสัมผัสแบบกลิ้ง (Rolling Contact) แทนที่จะเป็นผิวสัมผัสแบบเลื่อน (Sliding Contact) เนื่องจากแบริ่งชนิดนี้มีความเสียดทานน้อยมาก ดังนั้นจึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งที่นิยมใช้กันทั่วไปในวงการอุตสาหกรรมว่า แอ็นทิฟริคชันแบริ่ง (Antifriction Bearing) ตัวอย่างเช่น บอลแบริ่ง แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ตลับ (ROLLING BEARINGS) ตลับลูกปืนชิ้นส่วนประกอบคู่กับเพลา[13]

(ball Bearing) หรือตลับลูกปืน ซึ่งประกอบด้วยวงแหวนเหล็กกล้าสองวงที่แยกออกจากกันด้วยลูกกลิ้งทรงกลม ลูกกลิ้งเหล่านี้รับแรงมาจากวงแหวนวงหนึ่งแล้วส่งแรงนี้ผ่านไปยังวงแหวนอีกวงหนึ่ง โดยการกลิ้งไปบนวงแหวน เนื่องจากมีการใช้โรลลิ่งแบริ่งกันอย่างแพร่หลายทั่วไป สมาคมผู้ผลิตโรลลิ่งแบริ่ง (AFBMA (I) : Anti - Friction Bearing Manufactures Association) จึง

ได้วางมาตรฐานการกำหนดขนาดและหลักเกณฑ์ที่จะใช้ในการเลือกแบริ่งเหล่านี้ขึ้น จากมาตรฐานนี้ทำให้ผู้ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลสามารถเลือกแบริ่งจากแค็ตตาล็อกของผู้ผลิตหนึ่ง และทำการเปลี่ยนแบริ่งนี้โดยการเลือกจากอีกผู้หนึ่งได้ โดยที่แบริ่งที่เลือกจากผู้ผลิตทั้งสองยังคงมีขนาดเท่ากัน ถึงแม้ว่าสมาคม AFBMA แต่อย่างไรก็ตามแค็ตตาล็อกของผู้ผลิตก็มีข้อมูลเพียงพอที่จะให้ทำกาเปลี่ยนค่ามาเทียบกั บค่าของ AFBMA ได้ ก่อนที่จะตั ดสินใจเลือกใช้ โรลลิ่งแบริ่ง ผู้ ออกแบบ ก็ควรที่จะพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสีย เมื่อเปรียบเทียบกับเจอร์นัลแบริ่ง ดังต่อไปนี้

1. ข้อดีของโรลลิ่งแบริ่งเปรียบเทียบกับเจอร์นัลแบริ่ง

2. มีความเสียดทานขณะสตาร์ทน้อย (Low Starting Friction Torque) สำหรับเครื่องมือกลที่มีการเดินเครื่อง และหยุดเครื่องบ่อยครั้ง

3.ง่ายต่อการหล่อลื่นและดูแลรักษาโดยเฉพาะชนิดที่อัดด้วยไขมันหรือจาระบีจากโรงงานด้วยแล้วเกือบจะไม่ต้องดูแลเกี่ยวกับการหล่อลื่นอีกด้วย

4. ให้ปริมาณสารหล่อลื่นน้อย

5. ใช้เนื้อที่ทางด้านแกน (Axial Space)

6. สามารถรับรุนแรง (Thrust Load) และแรงในแนวรัศมี (Radial Load) ได้พร้อมกับยกเว้นโรลลิ่งแบริ่งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกตรง (Straight Roller Bearing) สำหรับเจอร์นัลแบริ่งรับแรงได้เฉพาะในแนวรัศมีเท่านั้น

7. สามารถที่จะทราบได้ว่าแบริ่งกำลังจะเสียโดยการสังเกตจากเสียงดัง ซึ่งผิดไปจากปกติ

8. มีเคลียรันซ์น้อยมาก จึงเหมาะที่จะใช้กับเครื่องจักรกลที่ต้องการความละเอียดแม่นยำในการทำงาน เช่น เฟือง และลูกเบี้ยว เป็นต้น

9. สามารถใช้รองรับเพลาในตำแหน่งใด ๆ ก็ได้เช่น ใช้รองรับเพลา ซึ่งวางเรียงเป็นมุมกับแนวระดับเป็นต้น

10. ทำการติดตั้งได้ง่าย

11. ข้อเสียของโรลลิ่งแบริ่งเปรียบเทียบกับเจอร์นัลแบริ่ง

12. ใช้เนื้อที่ทางด้านรัศมี (Radial Space) มากกว่า

13. โดยปกติแล้วราคาแพงกว่า

14. ขณะทำงานจะมีเสียงดังกว่า เนื่องจากมีการสัมผัสระหว่างผิวของลูกกลิ้งและวงแหวนบ้างในขณะ

15. อายุการใช้งานสั้นกว่าทั้งนี้เนื่องจากความเค้นที่เกิดขึ้นมีค่าสูง และกระทำซ้ำกัน (Repeated Load) จึงทำให้วัสดุเกิดความล้า

16. เมื่อมีแรงกระแทกทำให้อายุการใช้งานลดลงได้มาก

2.3.3.1 ชนิดของแบริ่งโดยทั่วไปแล้วโรลลิ่งแบริ่งจะแบ่งออกเป็นสองพวกใหญ่ ๆ คือ บอลแบริ่งซึ่งมีลูกกลิ้ง (Rolling Element) เป็นรูปทรงกลม และโรลเลอร์แบริ่ง (RollerBearing) ก็ได้โดยปกติแล้วแบริ่งเหล่านี้จะรับแรงได้ทั้งแรงในแนวรัศมี และรุนแรงได้ ยกเว้นโรลเลอร์แบริ่งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกตรงเท่านั้น แบริ่งทั้งสองพวกยังแยกออกเป็นชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะกล่าวถึงคุณลักษณะของแบริ่งแต่ละชนิดได้สังเขปดังต่อไปนี้

บอลแบริ่งชนิดมีลูกกลิ้งหนึ่งแถวร่องลึก (Single – Row Deep - Groove) เป็นแบ-ริ่งชนิดที่มี การใช้มากที่สุดประกอบด้วยร่องลึกเป็นทางกลิ้งสำหรับลูกกลิ้งทรงกลม สามารถรับแรงได้ทั้งแนวรัศมีและในแนวแกน (แรงรุน) อัตราส่วนของแรงในแนวแกนต่อแรงในแนวรัศมีที่รับได้ประมาณ 0.70 และสามารถรับการเยื้องแนวของเพลาได้ประมาณ ± 0° 15' เมื่อต้องการเพิ่มความสามารถในการรับแรงในแนวรัศมีขึ้นไปอีก ก็อาจทำได้โดยการเพิ่มจำนวนลูกกลิ้งที่บรรจุในรางให้มากขึ้น ซึ่งจำเป็นที่จะต้องตัดผิวหน้าวงแหวนด้านหนึ่งให้มีช่องสำหรับใส่ลูกกลิ้ง (Filling Notch) เพิ่มขึ้น การทำ เช่นนี้จะทำให้แบริ่งสามารถรับแรงในแนวรัศมีเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 20 ถึง 40% แต่ว่าสามารถในการรับแรงในแนวแกนจะลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นที่สำหรับรับแรงในแนวนี้ลดลงนั่นเอง

สำหรับแบริ่งชนิดนี้และแบริ่งชนิดที่จะได้กล่าวต่อไป ก็ยังมีการใช้แผ่นโลหะเปิด (Sealed) ไว้ระหว่างช่องว่างของวงแหวน เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกรวมทั้งช่วยรักษาปริมาณของไขมันไม่ให้ไหลออกมาจากแบริ่งก็แนะการใช้แผ่นโลหะปิดเพื่อจุดประสงค์เดียวกันแต่เป็นการปิดแบบตายตัว (Sealed)

แบริ่งชนิด Angular Contact เป็นแบริ่งที่ออกแบบสำหรับการใช้รับแรงในแนวแกนซึ่งมีค่าสูงโดยมีมุมสัมผัส(Contact Angle) ต่าง ๆกันเมื่อมุมสัมผัสเพิ่มขึ้น แบริ่งสามารถที่จะรับแรงในแนวแกนเพิ่มขึ้นด้วย แต่จะรับแรงในแนวรัศมีได้น้อยลงในกรณีที่ต้องการใช้รับแรงในแนวแกนสองทิศทางก็ให้ใช้แบบมีลูกกลิ้งสองแถว (Double Row) หรือใช้แบริ่งสองอันหันหน้าเข้าหากันจะมีการเยื้องแนวเป็นมุมค่อนข้างมากเป็นแนวปรับแนวได้เองภายในซึ่งอาศัยผิวทรงกลมของวงแหวนนอกในการช่วยปรับมุมได้ประมาณ ± 2° 30' ส่วนแบริ่งเป็นแบบปรับแนวได้เองภายนอก สามารถปรับมุมได้สูงมากโดยการเจียระไนผิวด้านนอกวงแหวนให้รับกับผิวหน้าของตัวรับแบริ่ง(Bearing Housing)

บอลแบริ่งกันรุน (Thrust Ball Bearing) ออกแบบสำหรับรับแรงในแนวแกนโดยเฉพาะถ้ามีแรงในแนวรัศมีอยู่ด้วยแล้วจะต้องใช้แบริ่งชนิดอื่นช่วยรับแรงนี้ดังนั้นในกรณีที่มีแรงทั้งสองชนิดอยู่พร้อมกันแล้วก็ควรที่จะเลือกใช้บอลแบริ่งชนิด Angular Conutact

บอลแบริ่งกันรุนปรับแนวได้เอง (Self Alighing Thrust) ออกแบบใช้รับแรงในแนวแกนในกรณีที่เพลาอาจจะมีการเยื้องแนวเกิดขึ้น

Cylindrical หรือ Strqight Roller Beraing ประกอบด้วยลูกกลิ้งทรงกระบองกลมตรงโรลเลอร์แบริ่งแบบนี้รับแรงในแนวรัศมีได้มากกว่าบอลแบริ่งเพราะมีพื้นที่รับแรงมากกว่า แต่ว่าไม่สามารถจะรับแรงในแนวแกนได้หรือถ้ารับได้ก็รับได้ไม่มากนักในกรณีที่ต้องการใช้รับแรงทั้งสองแนวซึ่งมีค่ามากก็ควรจะเลือกใช้ Tapered Roller Bearing

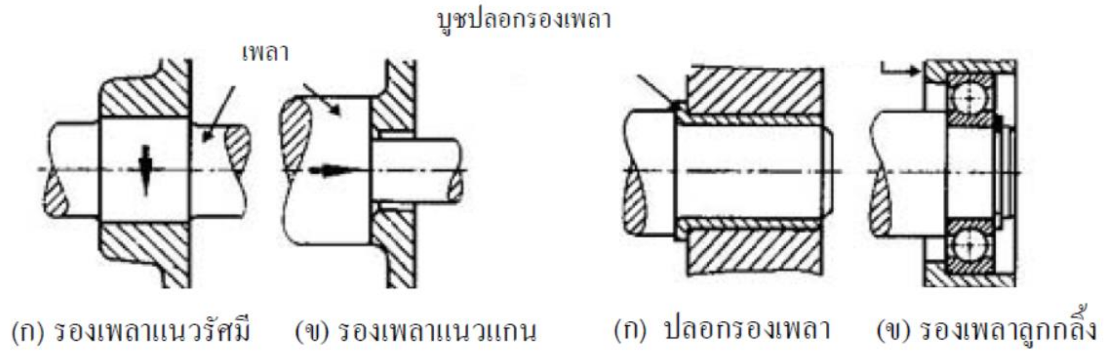
Spherial Roller Thrush Bearing และ Tapered Roller Thrush Bearing มีประโยชน์สำหรับใช้รับแรงในแนวแกนที่มีค่ามากและในที่ซึ่งอาจจะมีการเยื้องแนวได้บ้าง

นีดิลแบริ่ง (Needle Bearing) หรือตลับลูกปืนเข็มทำหน้าที่เช่นเดียวกันStraight Roller Bearing แต่เหมาะสำหรับใช้ในที่ซึ่งมีเนื้อในแนวรัศมีจำกั ด

แบริ่งที่กล่าวมาแล้วนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของแบริ่งชนิดต่าง ๆ ที่มีใช้อยู่ในชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลทั่วไปเท่านั้น ผู้อ่านที่มีความสนในละเอียดยิ่งขึ้นอีกอาจจะหาดูได้จากแค็ตตาล็อกของผู้ผลิตทั่วไป เช่น NTN STEYR KOYO SKF RHP และ TIMKEN เป็นต้น[12]

2.3.3 รองลื่น[12]

รองลื่นที่ใช้กับเครื่องจักรกลทั่วไปมี 2 ประเภท คือ รองลื่นแบบธรรมดา (PLAIN BEARING) และรองลื่นแบบกลิ้ง แสดงดังรูปที่ 2.9



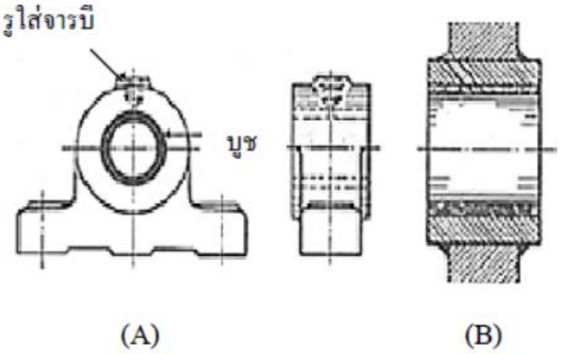
รูปที่ 2.9 ลักษณะของรองเพลา[12]

1) รองลื่นแบบธรรมดา (PLAIN BEARING) รองลื่นแบบธรรมดานี้ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปยังแบ่งออกได้ 3 แบบได้แก่

2) JOURNAL BEARING หรือ SLEEVE BEARING ใช้รองรับการเคลื่อนที่ของเพลาที่หมุนหรือแกว่งไปมา

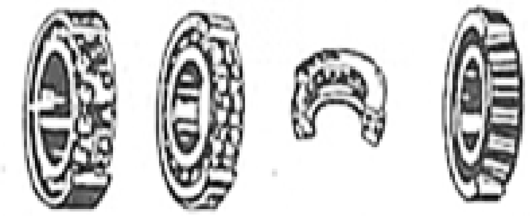
3) THRUST BEARING ใช้รองรับภาระในแนวแกนของเพลาที่หมุนหรือแกว่งไปมา

4) LINE BEARING หรือ QUIDE BEARINSG ใช้ รองรับและบังคับแนวการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่แบบเคลื่อนไหวแสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ตุ๊กตารองลื่นแบบปิด[12]

2.3.3.1 รองลื่นแบบลูกกลิ้ง (ROLLING BEARING) รองลื่นประเภทนี้จะรองรับโดยตรงหรือโดยอ้อมด้วยชิ้นส่วนหมุนเช่น ทรงกลม (BALLS) ทรงกระบอก (CYLINDRICAL ROLLERS) ทรงกระบอกเรียว (CONICON ROLLERS)หรือรูปเข็ม (NEEDLES)แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจะแตกต่างไปจากรองลื่นแบบธรรมชาติซึ่งเป็นแรงเสียดทานของการไถลรองลื่น แบบลูกกลิ้งมีหลายชนิด แสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 รองลื่นแบบลูกกลิ้งชนิดต่างๆ[12]

2.3.3.2 หน้าที่การใช้งานของรองลื่นหน้าที่ที่สำคัญในการใช้งานของรองลื่น คือเป็นตัวรองรับการเคลื่อนที่ของเพลาให้ทำงานให้เที่ยงตรงทั้งแนวรัศมีและแนวแกน ลดความเสียดทานให้เพลาสามารถหมุนให้เรียบไม่ฝืดโดยการหล่อลื่นด้วยสารหล่อลื่นที่รองลื่นแทนสามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดการสึกหรอหรือชำรุดจะประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายโดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนเพลาหรือเฟือง

2.3.3.3 วัสดุที่ใช้ทำตัวรองลื่นเนื่องจากเพลาส่วนใหญ่จะทำจากวัสดุเหล็กกล้าและผ่านการชุบผิวแข็งด้วยเหตุนี้วัสดุที่จะนำมารองลื่นและปลอกรองลื่นจะต้องมีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอทนต่อการกัดกร่อนและทนต่อแรงกดอัดได้ดีรวมทั้งต้องขยายตัวได้น้อยที่สุดขณะได้รับความร้อน วัสดุที่ใช้ทำรองลื่นต้องทนต่อแรงกดอัดได้ดี รวมทั้งต้องขยายตัวได้น้อยที่สุดขณะได้รับความร้อน วัสดุที่ใช้ทำรองลื่นมี

2.3.3.4 คุณสมบัติปรับตัวเข้ากับการหมุนรูปร่างเพลาในระยะเริ่มแรกได้รวมทั้งไม่เกิดการกัดผิวรองเพลาในกรณีที่สารหลอลื่นเกิดแห้งกะทันหันวัสดุที่ใช้ทำรองลื่นแบบธรรมดามีดังต่อไปนี้ เหล็กหล่อเทา GG-20 และ GG-25

1) โลหะรองเพลาเป็นโลหะขาว LgPb 13 ,LgPbSn5,LgPbSn 10,

2) ทองแดงหล่อเจือดีบุก G-CuSn 12 Pb หล่อในกระสวนทราย,หล่อแบบเหวี่ยง

3) ทองแดงหล่อเจือดีบุก – สังกะสี G-CuSn 10 Zn,G-CuSn 7 ZnPb

4) ทองแดงหล่อเจืออลูมิเนียม G- CuAl 11Ni

5) โลหะซินเตอร์ โลหะเหล็กซินเตอร์ โลหะซินเตอร์ประเภทไม่ใช่เหล็ก

6) พลาสติก วัสดุอัด ฟีโนลิกพลาสเตอร์

2.3.4 พูเล่ย์ (Pulley)

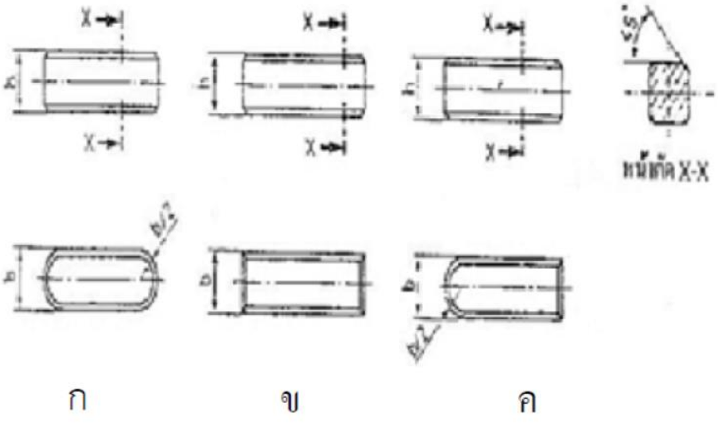
พูเล่ย์เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ใช้งานร่วมกับสายพาน ลักษณะรูปร่างของพูเล่ย์ ที่ใช้ก็จะขึ้นอยู่กับลักษณะของสายพานแต่ละชนิดยกตัวอย่าง พูเล่ย์สายพานลิ่ม พูเล่ย์สายพานลิ่มตามมาตรฐานของ DIN 2217 พูเล่ย์สายพานที่ลิ่มจะแบบร่องเดียวหรือหลายร่อง มุมรวมของร่องล้อพูเล่ย์สายพานลิ่มเท่ากับ 32 องศา 34 ลิปดาและ 38 องศา โดยล้อพูเล่ย์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่าจะมีมุมร่องล้อพูเล่ย์ที่โตกว่าร่องล้อพูเล่ย์จะมีการผลิตให้สายพานที่สวมประกอบแล้วไม่เลยพ้นจากขอบร่องล้อ และจะต้องไม่จมอยู่ในร่องล้อไม่เช่นนั้นสายพานจะสูญเสียปฏิกิริยาแรงลิ่ม[13]

2.3.5 ลิ่ม

ลิ่มเป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลที่ใช้ยึดเพลากับล้อสายพาน เฟือง ใบพัด ลูกเบี้ยวให้ติดเข้าด้วยกัน ให้หมุนเคลื่อนที่ไปพร้อมกับเพลา รับ – ส่ง ถ่ายกำลังวัสดุที่ใช้ทำลิ่มโดยมากใช้เหล็กกล้า ตาม DIN ASTM BS AISI ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ทำเพลาและเฟือง ล้อสายพาน ฯลฯ การใช้ลิ่มยึดเพลากับชิ้นส่วนดังกล่าว ที่เพลาและชิ้นส่วนต้องการนำมายึดทำร่องลิ่ม (Key Way) ลิ่มแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ตามลักษณะรูปร่าง ได้แก่

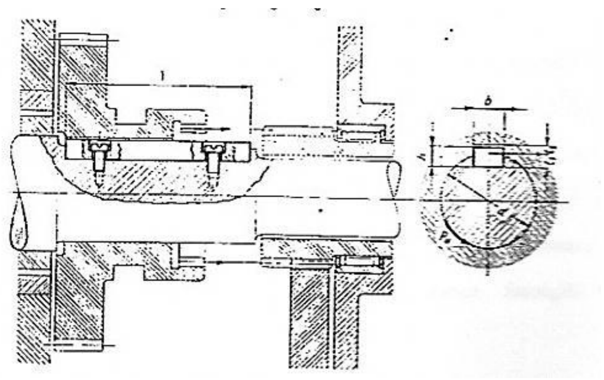
ลิ่มสี่เหลี่ยม (Square keys)

เป็นลิ่มที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสและสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีทั้งแบบตรง บางครั้งเรียกว่า “ลิ่มเฟียร์เธอร์” (Feather Key) ISO ได้กำหนดรูปร่างไว้ใน ISO / R773 แสดงดังรูปที่ 2.12



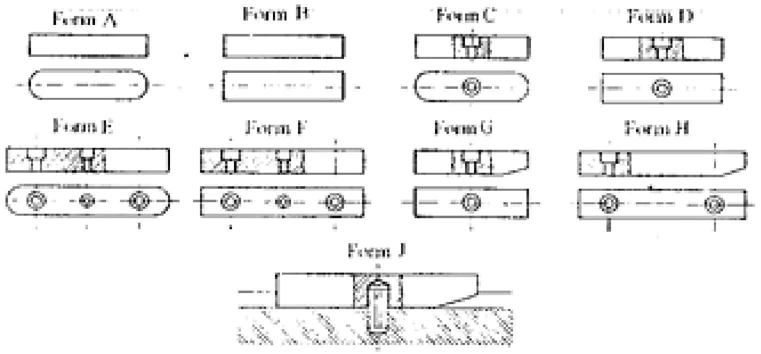
รูปที่ 2.12 ลิ่มสี่เหลี่ยม[11]

ซึ่งในบางครั้ง การยึดลิ่มกับเพลาต้องใช้สกรูยึด เพื่อให้ลิ่มไม่หลุดออกจากเพลา แสดงดังรูปที่ 2.13



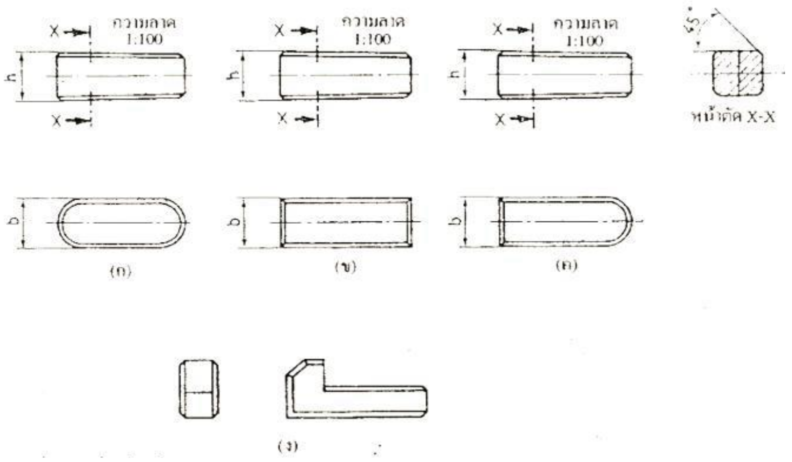
รูปที่ 2.13 การยึดดุมเฟืองกับเพลาด้วย ลิ่มสี่เหลี่ยมแบบ Feather[11]

ลิ่มสี่เหลี่ยมแบบ Feather ยึดดุมกับเพลาโดยที่ดุม สามารถเลื่อนไปบนเพลาได้ หรือเรียกว่า “ประกอบเลื่อนได้ (Sliding Fit) แสดงดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ลิ่มสี่เหลี่ยมแบบ Feather แบบต่าง ที่มีการเจาะรูเพื่อใช้สกรูยึดติดกับเพลา[11]

กรณีที่ต้องการให้ดุมล้อติดกับเพลาอย่างแน่นหนาควรเลือกใช้ลิ่ม Square แบบเรียว ซึ่งมีอัตราเรียว 1:100 ซึ่ง ISO ได้กำหนดรูปร่างไว้ใน ISO / R774 แสดงดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ลิ่มสี่เหลี่ยมแบบเรียว[11]

ตารางที่ 2.5 ลิ่มมาตรฐานที่ใช้กับเพลาขนาดต่าง ๆ[11]

ขนาดเพลา d (มม.)	ลิ่มสี่เหลี่ยม B x h	ลิ่มแบน B x h	ขนาดเพลา d (มม.)	ลิ่มสี่เหลี่ยม B x h	ลิ่มแบน B x h	ขนาดเพลา d (มม.)	ลิ่มสี่เหลี่ยม B x h	ลิ่มแบน B x h
3-4			22-25	8 x 7	8 x 5	110-130	32 x 18	32 x 11
4-5			25-28	8 x 7	8 x 5	130-150	36 x 20	36 x 12
5-6			28-32	8 x 7	8 x 5	150-170	40 x 22	40 x 14
6-7	2 x 2		32-38	10 x 8	10 x 6	170-200	45 x 25	45 x 16
7-8	2 x 2		38-44	12 x 8	12 x 6	200-230	50 x 28	50 x 18
8-10	3 x 3		44-50	14 x 9	14 x 6	230-260	56 x 32	
10-12	4 x 4		50-58	16 x 10	16 x 7	260-290	63 x 32	
12-14	5 x 5	5 x 3	58-65	18 x 11	18 x 7	290-300	70 x 36	
14-16	5 x 5	5 x 3	65-75	20 x 12	20 x 8	300-380	80 x 40	
16-18	5 x 5	6 x 4	75-85	22 x 14	22 x 9	380-440	90 x 45	
18-20	6 x 6	6 x 4	85-95	25 x 14	25 x 9	440-500	100 x 50	
20-22	6 x 6	6 x 4	95-110	28 x 16	28 x 10			

ลิ่มสี่เหลี่ยม (Square Key) ประกอบด้วยลิ่มสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบตรง; Feather key ตาม ISO / R 773 แต่ถ้าเป็นแบบเรียว 1: 100 ตาม ISO / R 774 ลิ่มแซดเดิลใช้ตาม DIN 6881

2.4 หลักการปลิดชนิดของลูกนวดและฟันลูกนวด

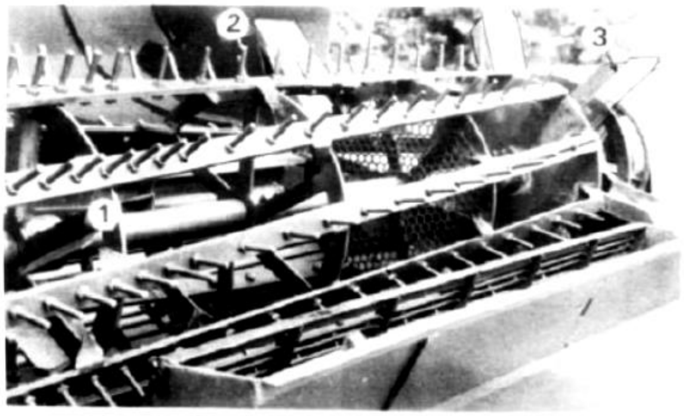
การนวด[14] (Threshing) กลไกการนวดต้นพืชประกอบด้วยลูกนวดทรงกระบอก ตะแกรงโค้ง ลูกตี และแผ่นกั้นฟาง เมล็ดพืชประมาณ 80 % ขึ้นไปจะถูกแยกจากต้นหรือฝักที่กระบวนการนวด ขณะที่ต้นพืชไหลผ่านลูกนวด และตะแกรงลูกนวดออกไป บริเวณนี้มีความสำคัญมาก ถ้ามีการแยกเมล็ดออกจากลำต้นน้อย เมล็ดจะสูญเสียไปที่ช่องทางออก ทำให้ระบบแยกเมล็ดทำงานเกินความสามารถ ทำให้เกิดการสูญเสียที่ช่องทางออกสูงขึ้น

ลูกนวดมี 2 แบบ โดยทั่งไปคือแบบ Rasp bar และแบบ Spike took ลูกนวดแบบ Spike took นิยมใช้ในประเทศญี่ปุ่น เกาหลี และจีน ลูกนวดแบบ Spike took มีการนวดที่รุนแรงกว่าแบบ Rasp bar ลูกนวดแบบ Spike took นิยมใช้ในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ลูกนวดแบบ Wire loop มีทั้งแบบที่มีตะแกรงลูกนวดและไม่มีตะแกรงลูกนวด และแบบ Spiral fin ใช้สำหรับนวดถั่วเหลือง

2.4.1 ลูกนวดที่ใช้ในเครื่องนวดแบบไหลตามแนวสัมผัส (Tangential Flow Thresher or Drum and Concave Thresher) ดังแสดงในภาพที่2.16ลักษณะของฟันลูกนวดที่ใช้มี 2 แบบคือ แบบ Spiked Tooth และแบบ Rasp Bar

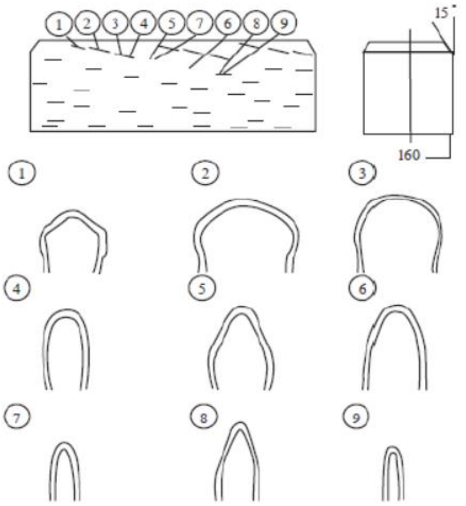
รูปที่ 2.16 ลักษณะของลูกนวดที่ใช้ในเครื่องนวดแบบไหลตามแนวสัมผัส (Tangential Flow Thresher or Drum and Concave Thresher)[14]

2.4.2 ลูกนวดที่ใช้ในเครื่องนวดแบบตามแนวแกน (Axial Flow Thresher) ดังแสดงในภาพที่ 2.17 ลักษณะของฟันลูกนวดที่ใช้นวดข้าวจะเป็นแบบ Spiked Tooth ความเร็วรอบของลูกนวดที่ใช้นวดข้าวประมาณ 550 ถึง 650 รอบต่อนาที



รูปที่ 2.17 ลักษณะของลูกนวดแบบ Spiked Tooth ที่ใช้ในเครื่องนวด
ตามแนวแกน (Axial Flow Thresher) [14]

2.4.3 ลูกนวดที่ใช้ในเครื่องนวดข้าวแบบนวดเฉพาะคอรวง (Head Feeding Rice Thresher) ดังแสดงในภาพที่ 2.18 ลักษณะของฟันลูกนวดที่ใช้จะเป็นแบบ Wire Loop โดยนำเหล็กเส้นมาดัดโค้งเป็นรูปตะขอที่เรียกว่า Wire Loop การนวดจะรุนแรงมากน้อยแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบตัว wire loop ซึ่งถ้าหากตัว Wire Loop กว้างการนวดจะรุนแรงมากกว่าตัว Wire Loop แคบ



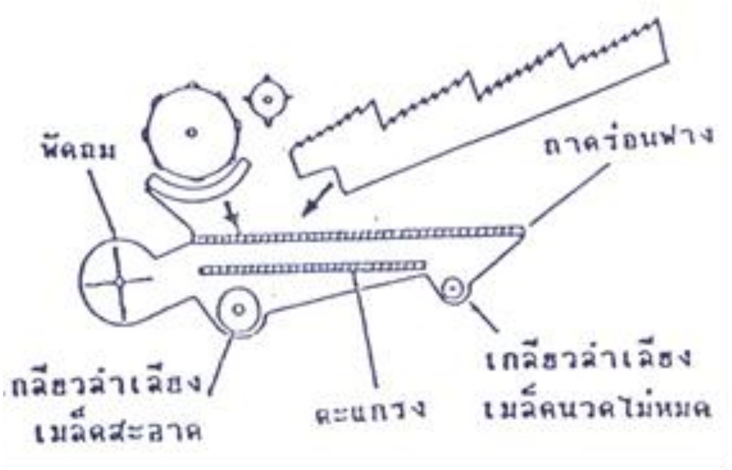
รูปที่ 2.18 ลักษณะของลูกนวดที่ใช้ในเครื่องนวดแบบนวดเฉพาะคอรวง
(Head Feeding Rice Thresher) [14]

2.5 หลักการทำความสะอาด

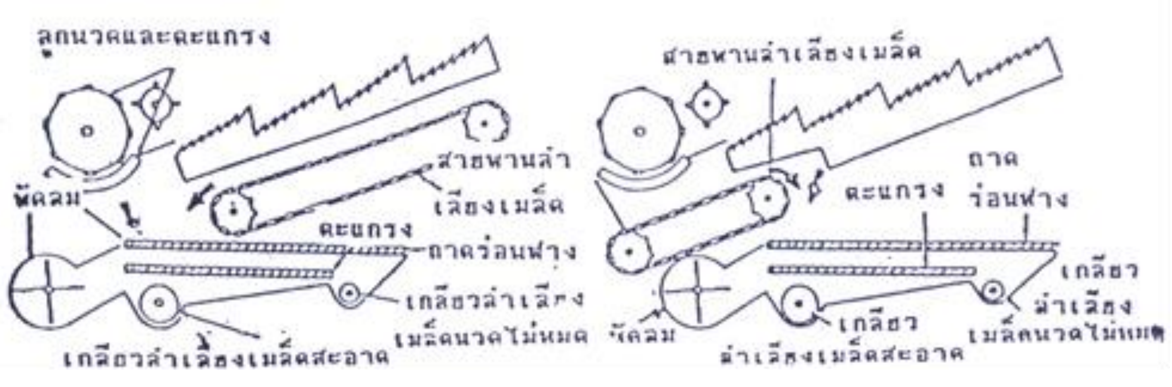
การทำความสะอาด[15] (Cleaning) ส่วนทำความสะอาด ประกอบด้วยตะแกรงร่อน ตะแกรงทำความสะอาด พัดลมเป่า และระบบ re-cleaner เพื่อนำวัสดุเล็กออกไปเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต

หลังจากเมล็ดถูกนวดและแยกจากลำต้น เมล็ดและเศษใบหรือลำต้นเล็กๆจะถูกส่งไปยังระบบทำความสะอาดเมล็ดดีจะตกผ่านตะแกรงไปยังเกลียวลำเลียง และส่งไปยังถังเก็บ เมล็ดที่ถูกนวดไม่หมด จะส่งไปยังเกลียวลำเลียงอีกตัว และส่งไปยังลูกนวดเพื่อทำการนวดซ้ำ พัดลมมีความเร็วรอบ 250-1500 รอบต่อนาที ขึ้นอยู่กับพืช ปริมาณลมสามารถปรับได้ ระบบการลำเลียงเมล็ดในการทำความสะอาดมี 4 วิธีการ ดังนี้

1. แรงโน้มถ่วงโลก
2. สายพานลำเลียงส่งเมล็ดไปยังระบบทำความสะอาด
3. เกลียวลำเลียงส่งเมล็ดไปยังระบบทำความสะอาด
4. ถาดเขย่าส่งเมล็ด

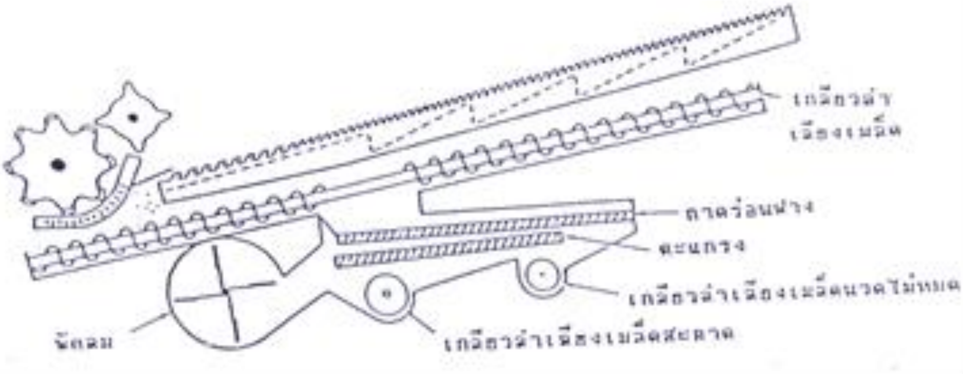


รูปที่ 2.19 เมล็ดและเศษลำต้นตกไปยังระบบทำความสะอาดเมล็ดโดยแรงโน้มถ่วง[15]

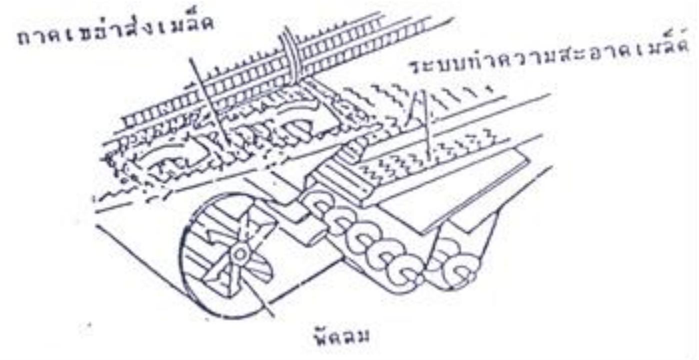


(ก) การลำเลียงเมล็ดใต้ถาดส่งฟาง (ข) การลำเลียงเมล็ดใต้ตะแกรงลูกนวด

รูปที่ 2.20 สายพานลำเลียงส่งเมล็ดไปยังระบบทำความสะอาด[15]



รูปที่ 2.21 ชุดเกลียวลำเลียงเมล็ดไปยังระบบทำความสะอาด[15]



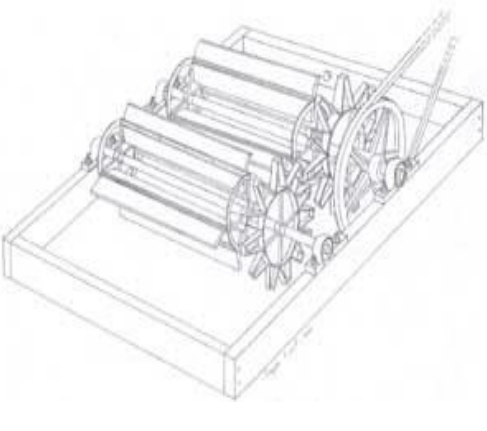
รูปที่ 2.22 ถาดเขย่าส่งเมล็ดไปยังถาดร่อน[15]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงในระดับเกษตรกร [2] การทดสอบการปลิดถั่วลิสง 3 พันธุ์คือ พันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ขอนแก่น 5 และพันธุ์ไทนาน 9 ทำการทดสอบการปลิดที่ความเร็วรอบหัวปลิด 120 รอบ/นาที พบว่ามีความสามารถในการปลิดฝักพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ขอนแก่น 5 ได้30 กก/ชม และไทนาน 9 ได้ 25 กก/ชม มีเปอร์เซ็นต์ขั้วติดประมาณ 5% และ16% ตามลำดับ และพบว่าการทดสอบปลิดถั่วลิสงทั้ง 3 พันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ฝักแตกไม่เกิน 1.5% ทั้งนี้เนื่องจากถั่วลิสงพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ขอนแก่น 5 เป็นถั่วที่มีฝักขนาดใหญ่และขั้วเปราะกว่าจึงทำให้ความสามารถในการปลิดสูง และเปอร์เซ็นต์ขั้วติดต่ำ ส่วนถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีลักษณะฝักเล็ก และเหนียว จึงทำให้มีความสามารถในการปลิดต่ำกว่า

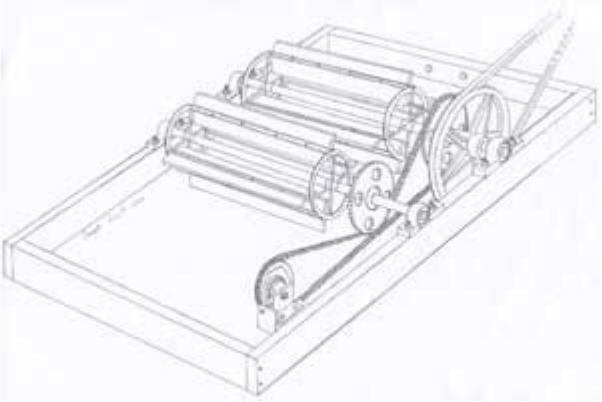
รูปที่ 2.23 เครื่องปลิดฝักถั่วลิสง[2]

2.6.2 เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบแถบยางมีริมเป็นรอยหยักฟันเลื่อย [3]เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงที่จัดทำมี 2 แบบคือ 1) แบบใช้เฟืองหมุนลูกปลิด เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบใช้เฟืองหมุนลูกปลิด



รูปที่ 2.24 แบบใช้เฟืองหมุนลูกปลิด[3]

2) แบบใช้โซ่หมุนลูกปลิด เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบใช้โซ่หมุนลูกปลิดนี้มีโครงสร้างทั่วไปเหมือนกับใช้เฟืองเครื่องแงหมุนลูกปลิด เพียงแต่ใช้โซ่และเฟืองท้ายรถจักรยานยนต์แทนเท่านั้น



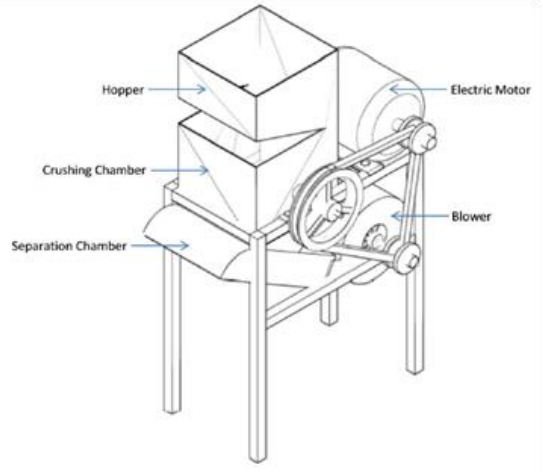
รูปที่ 2.25 แบบใช้โซ่หมุนลูกปลิด[3]

เครื่องปลิดฝักแบบใช้โซ่หมุนลูกปลิดมีขนาด 70 x 104 x 35 เซนติเมตร และหนักประมาณ 41 กิโลกรัม ทั้งหมดนี้ไม่รวมขาตั้งในการปรับปรุงและ/หรือพัฒนาเครื่องมือข้างต้นทุกชิ้น เมื่อทำเครื่องมือแต่ละชิ้นเสร็จแล้วใช้ตะไบและ/หรือกระดาษทรายน้ำลบคมโลหะตามจุดต่าง ๆ ของเครื่องมือที่อาจเป็นอันตรายต่อคนทำงาน เช่นที่มือจับ

การใช้งานเครื่องปลิดฝักถั่วลิสง ติดตั้งเข้ากับกันชนหน้าของรถไถเดินตาม เพื่อใช้กำลังจากเครื่องยนต์ในการหมุนเครื่องปลิดฝัก ปูผ้าใบหรือพลาสติกขนาดใหญ่ใต้เครื่องปลิดและยกขอบขึ้นโดยรอบเพื่อรองรับฝักถั่วที่ถูกปลิดลงมา จับถั่วที่ส่วนลำต้นครั้งละหนึ่งถึงสามกอให้โคนต้นห้อยลง เขย่าให้เศษดินหล่นออกมาและฝักถั่วโผล่ออกจากกอ ยื่นส่วนโคนต้นที่มีฝักถั่วเข้าระหว่างลูกปลิด หมุนกอถั่วซ้ายขวา เสร็จแล้วดึงออกมา เขย่ากอถั่วแล้วใช้มือช่วยปลิดฝักที่ตกค้างอยู่

2.6.3 สุกิจ ขัดชอนใบ[16]การพัฒนาและหาประสิทธิภาพเครื่องปลิดถั่วลิสงชนิดลูกปลิดแบบเรียงสลับมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปลิดถั่วลิสงที่มีอยู่มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 7ส่วนคือชุดโครงเครื่องและเครื่องยนต์ต้นกาลังชุดลูกปลิดถั่วลิสงชุดป้อนถั่วลิสงชุดตะแกรงร่อนชุดพัดลมทำความสะอาดชุดส่งกาลังชุดคายต้นถั่วลิสงออกจากช่องคายเศษการทำงานของเครื่องปลิดถั่วลิสงโดยเริ่มการนำต้นถั่วลิสงจัดเรียงครั้งละ 1 ต้นนาเข้าสู่ชุดป้อนชุดป้อนทาหน้าที่ลำเลียงต้นถั่วลิสงอย่างต่อเนื่องขณะป้อนต้นถั่วลิสงบริเวณรากที่มีฝักติดอยู่ด้านชุดลูกปลิดจะถูกชุดลูกปลิดถั่วลิสงตีที่บริเวณฝักของถั่วลิสงส่วนลูกปลิดใช้แท่งยางวางเรียงตัวกันแถวละ 8 แท่งและ 9 แท่งรวม 8 แถวแบบสลับฟันปลาจากนั้นฝักถั่วลิสงจะตกไปสู่ชุดตะแกรงซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 ชั้นตะแกรงชั้นบนมีรูตะแกรงขนาด40 × 13 มิลลิเมตรเพื่อคัดแยกฝักถั่วลิสงออกจากเศษพืชขนาดใหญ่ส่วนตะแกรงชั้นล่างมีรูตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ทำหน้าที่แยกวัสดุเจือปนที่มีขนาดเล็กกว่าฝักถั่วลิสงออกและในขณะเดียวกันจะมีชุดพัดลมทำความสะอาดเป่าเศษใบก้านใบและดินที่มีน้าหนักเบากว่าฝักถั่วลิสงออกไปผลการทดลองพบว่าเครื่องปลิดถั่วลิสงชนิดลูกปลิดแบบเรียบสลับมีความเร็วรอบของลูกปลิด 540 รอบต่อนาที ได้ฝักถั่วลิสงที่สมบูรณ์ได้ค่าเฉลี่ย 38.37 กิโลกรัมต่อชั่วโมง น้ำหนักถั่วลิสงที่ฝักแตกได้ค่าเฉลี่ย 0.13 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการปลิดถั่วลิสงคิดเป็นร้อยละ 99.66

2.6.4 การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดคัดแยกถั่วลิสง[17] การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิด คัดแยก ถั่วลิสง ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 1 แรงม้า ตัวเครื่องมีความจุ 400 กิโลกรัม ของถั่วลิสงต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการปลิดและคัดแยก 95.25% และ 91.67% ตามลำดับ เครื่องประดิษฐ์จากวัสดุที่มาจากท้องถิ่นซึ่งจะทำให้มีราคาถูกและไม่แพง นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักเบา ประกอบด้วยกรวยบดท้องห้องแยกและส่วนที่เป่าลม ในระหว่างขั้นตอนของการทดสอบก็พบว่าส่วนใหญ่ ฝักถั่วลิสงที่ออกมา มีสองเมล็ดเล็ก ๆ ในฝัก



รูปที่ 2.26 เครื่องปลิดคัดแยกถั่วลิสง[17]

2.6.5 การออกแบบและพัฒนาเครื่องกะเทาะถั่วลิสง [18] การออกแบบส่วนต่าง ๆ นี้เป็นสิ่งที่จำเป็นและการออกแบบของส่วนต่าง ๆ เนื่องจากคุณภาพการออกแบบชิ้นส่วนเหล่านั้นจะได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยโครงการวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกแบบการผลิตและประกอบชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน เราควรจะทำให้เครื่องมีกำลังการผลิตมากขึ้นและเครื่องใช้มอเตอร์ 1 แรงม้า มีขนาดเล็กที่สามารถเริ่มต้นธุรกิจที่ลงทุนน้อย การทำงานในจุดดังกล่าวเราออกแบบและผลิตเครื่องกะเทาะที่มีกำลังการผลิตใหม่ขนาดกล

รูปที่ 2.27 เครื่องกะเทาะถั่วลิสง[18]

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการวางแผนดำเนินงานแบ่งเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลจำเพาะของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9
3.2 ศึกษาการทำงานของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงต้นแบบ
3.3 การออกแบบ พัฒนาชุดลูกปลิด และชุดความสะอาด
3.4 หาอัตราทดส่งกำลังและขนาดสายพาน
3.5 ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน
3.6 การทำงานของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

3.1 ศึกษาข้อมูลจำเพาะของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9

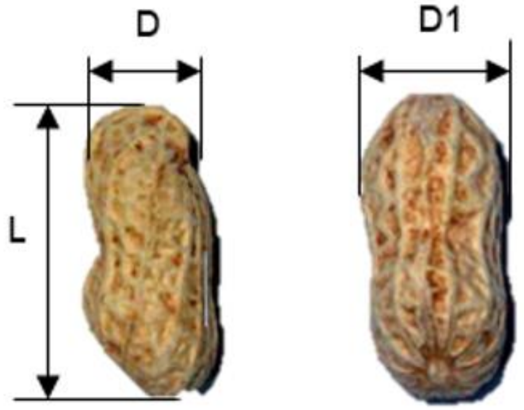
การศึกษาเกี่ยวกับถั่วลิสง ได้มีการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงของฝักมีรายละเอียดในการศึกษาต่อไปนี้

3.1.1 การศึกษาหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางฝักถั่วลิสง

ในการศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยและความสูงของฝักถั่วที่ใช้ทดสอบแล้วนำค่าที่ได้ไปใช้ในการออกแบบลูกปลิดและรูตะแกรง ทำการทดลองโดยใช้ต้นถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่นำมาจากจังหวัดสกลนคร และจังหวัดสระบุรี ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่นำมาทดลองมีลักษณะดัง รูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ต้นถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9

การดำเนินการศึกษาได้ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของฝักจำนวน 30 ฝัก โดยทำการวัดความยาวสุดของฝัก(L) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่สุด(D) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านขั้ว(D1) ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ จากนั้นนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย โดยค่าที่วัดได้ จะนำไปเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาการออกแบบลูกปลิดและรูตะแกรง ที่ได้ดังแสดงในตารางที่ ก.1 (ภาคผนวก ก.)



รูปที่ 3.2 แสดงขนาดของฝักถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9

3.2 ศึกษาการทำงานของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงต้นแบบ

3.2.1 เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงต้นแบบที่ใช้ในการทดลอง ได้จัดหามาให้ใช้ในการทดลองมีลักษณะรูปร่าง แสดงรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงต้นแบบ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบจุดบกพร่องที่ควรพัฒนาดังนี้

1. ลูกปลิดซึ่งทำจากเหล็กซึ่งความแข็งสูง ทำให้ฝักถั่วลิสงแตกเป็นจำนวนมาก และยังดึงเอาต้นถั่วลิสงเข้าไปด้วย ทำให้เศษต้นถั่วลิสงหล่นลงไปกองอยู่ที่ชุดพัดลม

2. ระยะห่างระหว่างชุดป้อนและลูกปลิดในด้านหัวมีระยะห่างมากเกินไป ทำให้การป้อนทำได้ยากและอาจเกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานได้

3. มุมเอียงของตะแกรงร่อนและทางเข้าตะแกรงร่อนน้อยเกินไป ทำให้ต้นและฝักถั่วลิสงไม่ไหลลงช่องทางออกและตะแกรงร่อน

4. ชุดพัดลมมีทิศทางการหมุนกลับทิศทางและมีลักษณะหงายขึ้นทำให้ลมออกมาจากชุดพัดลมได้ไม่มาก

5. ไม่มีช่องเปิดเพื่อทำความสะอาดเมื่อมีเศษต้นถั่วลิสงติดคาภายในเครื่อง ทำให้ยากต่อการบำรุงรักษา

6. ตะแกรงร่อนไม่มีชั้นสำหรับแยกเศษผงออกจากฝักถั่วลิสง ทำให้เศษผงปนกับฝักถั่วลิสงจำนวนมากที่ช่องทางออก

7. ชุดส่งกำลังมีโครงสร้างยุ่งยากจนเกินไป

8. ไม่มีเกลียวลำเรียงฝักถั่วหลังจากปลิดฝักถั่วแล้ว

3.3 การออกแบบ พัฒนาชุดลูกปลิด และชุดความสะอาด

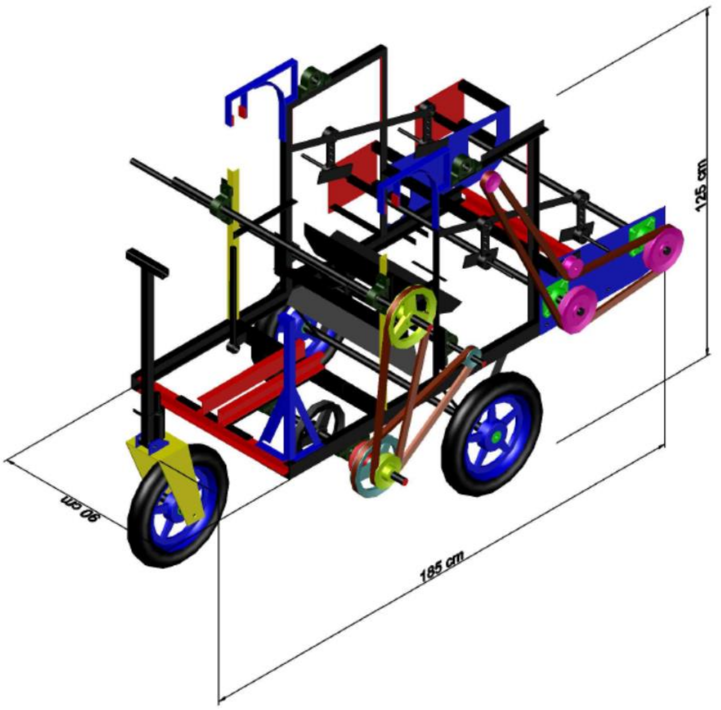
จากการศึกษาปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และข้อมูลสำคัญอื่น ๆ ที่นำมาประกอบการพิจารณาเพื่อออกแบบแล้ว จึงได้ดำเนินการออกแบบ พัฒนาชุดลูกปลิด และชุดความสะอาดดังต่อไปนี้

3.3.1 รายละเอียดในการออกแบบ

ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงจะนำเอาข้อบกพร่องของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงต้นแบบมาพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดขนาด และน้ำหนักของเครื่องให้เล็กลงและให้สามารถนำขึ้นรถบรรทุกขนาด 1 ตันได้และมีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายรวมทั้งมีความปลอดภัยในการทำงาน โดยมีส่วนประกอบหลักดังนี้

1. ชุดโครงเครื่อง

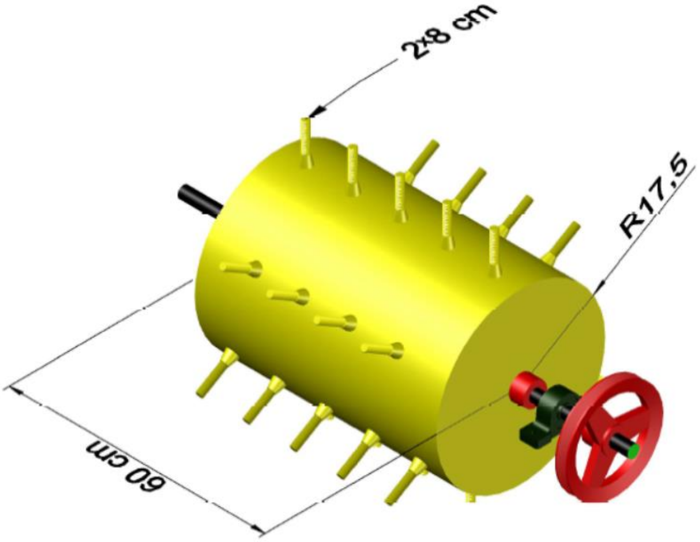
ชุดโครงเครื่องทำจากเหล็กตัวU ขนาด 5 x 2.5 เซนติเมตร และเชื่อมต่อกันเป็นสี่เหลียมผืนผ้าขนาด 66x140 เซนติเมตรด้านล่างของโครงติดตั้งล้อ 2 ล้อ ขนาด 8.50 x 10 นิ้ว ส่วนล้อหน้าเป็นขนาดเดียวกันและบังคับทิศทางได้ สามารถลากจูงได้สะดวก ส่วนด้านบนติดตั้งเหล็กตัวL ขนาด 3 x 3เซนติเมตร ต่อเชื่อมเพื่อติดตั้งชุดปลิดฝักถั่วและถาดป้อน ชุดลำเลียงต้นถั่ว ชุดตะแกรงร่อนและพัดลมทำความสะอาด ชุดเกลียวลำเลียง และเครื่องยนต์ต้นกำลัง ในส่วนของเครื่องยนต์ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ดีเซลระบายความร้อนด้วยอากาศยี่ห้อ Yanmar (Air Cool Diesel) ขนาด 6 แรงม้า โดยชุดโครงเครื่องนี้มีความกว้าง 90 เซนติเมตร ยาว 185 เซนติเมตร และสูง 125 เซนติเมตร แสดงในรูป 3.4



รูปที่ 3.4 ชุดโครงเครื่องสำหรับติดตั้งอุปกรณ์

2. ชุดปลิดฝักถั่วลิสง

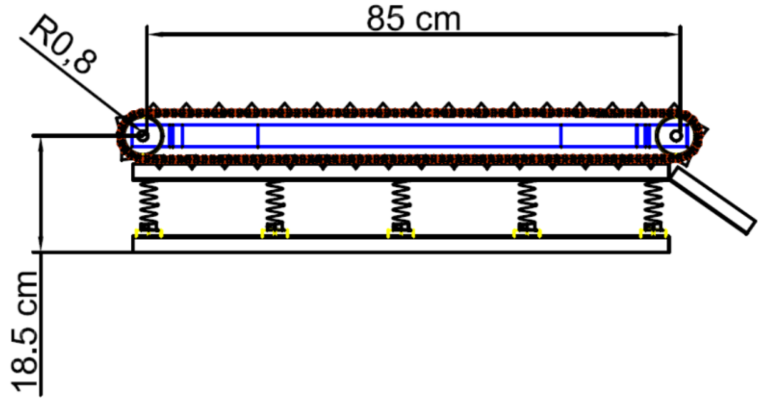
ชุดปลิดฝักถั่วลิสง ทำจากแผ่นเหล็กหนา 0.1 เซนติเมตร นำมาม้วนเป็นทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 35 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร โดยเจาะรูเพื่อใส่แท่งยาง มี 8 แถว แถวละ 4 และ 5 สลับกันมีระยะห่างของแท่งยาว 8 เซนติเมตร ด้านหัวและท้ายของลูกปลิดจะมีแป้นสวมเพลาประกบอยู่เพื่อสวมเพลาเข้ากับชุดส่งกำลัง ยางแท่งเป็นยางที่ใช้ในการถอนขนไก่ซึ่งมีขนาดความยาว 8 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร วางเรียงสลับกันจำนวน 27 แท่ง ซึ่งเมื่อประกอบกันแล้วจะเป็นดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ชุดปลิดฝักถั่วลิสง

3. ชุดลำเลียงต้นถั่วและถาดป้อนต้นถั่วลิสง

ชุดลำเลียงต้นถั่วลิสงประกอบไปด้วยโซ่เบอร์ 825 จำนวน 2 เส้น แต่ละเส้นจะเชื่อมติดเหล็กแผ่นรูปสามเหลี่ยมหนา 0.3 เซนติเมตร ขนาด 3 x 3 x3 เซนติเมตร ที่ข้อโซ่ โดยติดข้อเว้นข้อเพื่อพาลำต้นถั่วลิสงเข้าไปปลิดฝัก ชุดลำเลียงนี้ส่งกำลังมาจากชุดปลิดฝักถั่วลิสงแสดงดังรูป 3.6

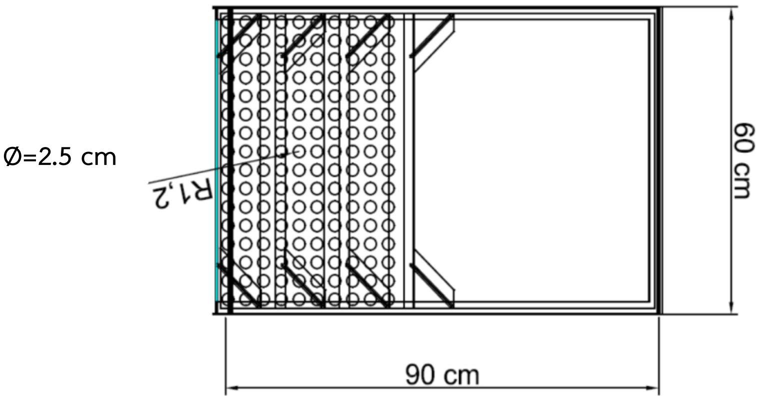


รูปที่ 3.6 ชุดลำเลียงต้นถั่วและถาดป้อนต้นถั่วลิสง

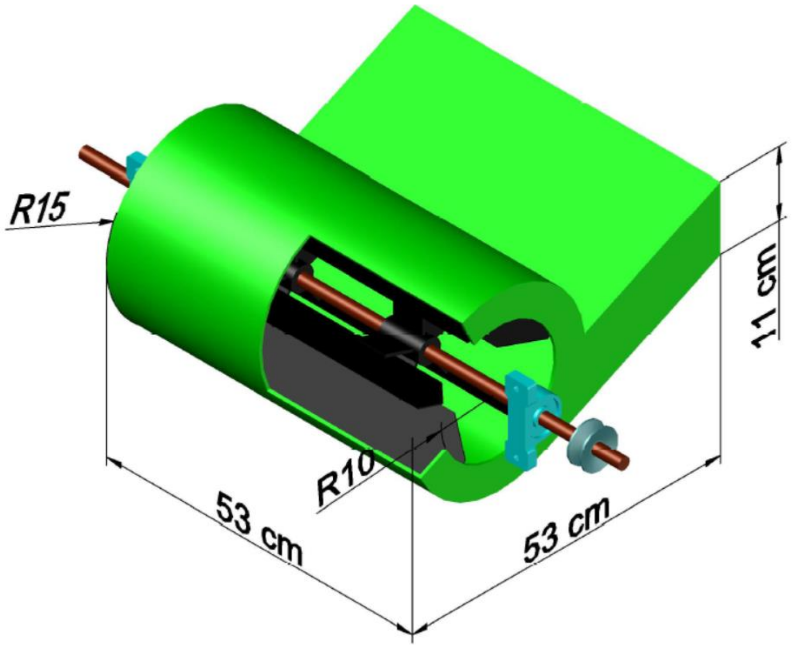
4. ชุดตะแกรงร่อนและพัดลมทำความสะอาด

ชุดตะแกรงร่อนใช้เหล็กฉากขนาด 2.5 x 2.5 เซนติเมตร ต่อเชื่อมเป็นสี่เหลียมผืนผ้าขนาด 60 x 90 เซนติเมตร ทำมุม 15 องศา โดยบริเวณด้านตอนบนของตะแกรงร่อนใช้แผ่นเหล็กหนา 0.12 เซนติเมตรขนาด 60 x 35 เซนติเมตร เป็นแผ่นเหล็กเต็ม ส่วนด้านตอนล่างจะเป็นแผ่นตะแกรงเป็นรู เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ขนาด 60 x 55 เซนติเมตร และบนตะแกรงร่อนนี้จะมีแผ่นเหล็ก จำนวน 3 แผ่น เชื่อมติดเป็นช่วงๆเพื่อให้ฝักถั่วได้เรียงตัวและบังคับลมได้ดียิ่งขึ้นแสดงดังรูป 3.7

ส่วนพัดลมทำความสะอาดพับขึ้นรูปมีขนาด 26 x 53 x 10 เซนติเมตรเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร และใบพัดลมขนาด 10 x 50 เซนติเมตรจำนวน 5 ใบทำมุม 72 องศากันแสดงดังรูป 3.8



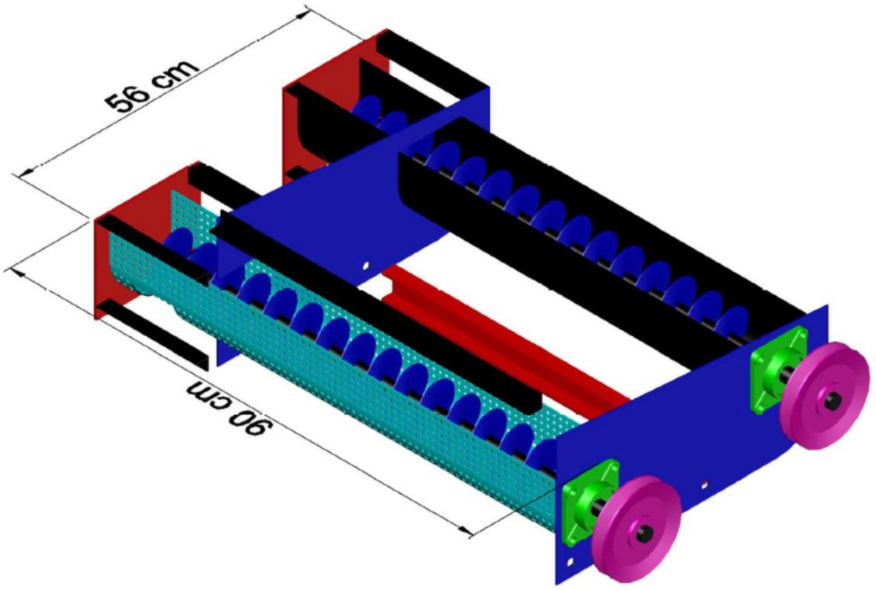
รูปที่ 3.7 ชุดตะแกรงร่อน



รูปที่ 3.8 พัดลมทำความสะอาด

5. ชุดเกลียวลำเลียง

ชุดเกลียวลำเลียงนี้มีจำนวน 2 ตัว แต่ละตัวประกอบไปด้วย ใบเกลียวขึ้นรูปเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร มีระยะห่างของใบ 7 เซนติเมตร ต่อเชื่อมกับเพลาเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตรยาว 75 เซนติเมตร จากรูปที่ 3.9 จะเห็นติดตั้งที่ปลายตะแกรง 1 ตัว สำหรับถั่วที่มีขนาดใหญ่ และที่ด้านล่างของตะแกรง อีก1 ตัว สำหรับถั่วที่มีขนาดเล็กที่ลอดลงได้ เป็นการคัดขนาดไปในตัว



รูปที่ 3.9 ชุดยึดแขนจับชุดใบมีด

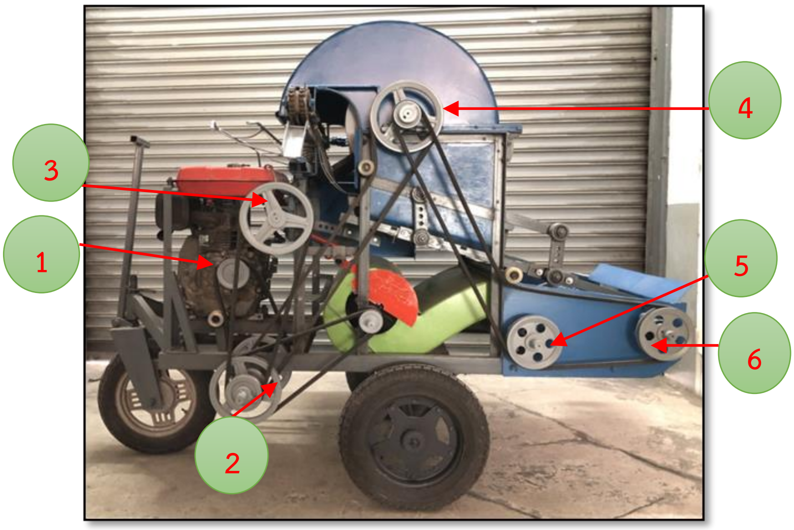
จากชุดอุปกรณ์ต่าง ๆ เมื่อประกอบเข้ากันแล้ว จะได้เป็นเครื่องปลิดถั่วลิสงดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

3.4 หาอัตราทดส่งกำลังและขนาดสายพาน

3.4.1 ต้นกำลัง

ต้นกำลังที่ใช้เป็นเครื่องยนต์ดีเซล ยันม่าร์ขนาด 6 แรงม้า ระบายความร้อนด้วยอากาศ ความเร็วรอบสูงสุดที่ 1800 รอบต่อนาที ซึ่งที่เพลาส่งกำลัง จากต้นกำลังไปยังชุดต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 3.11 และตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.11 ชุดส่งกำลัง

3.4.2 ชุดส่งกำลัง

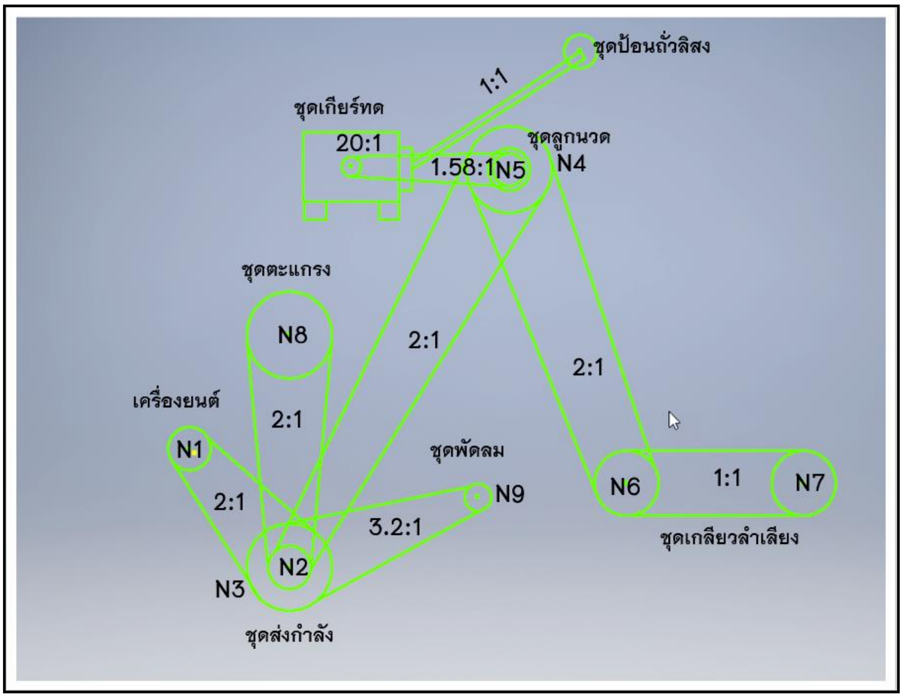
ชุดส่งกำลังนี้จะประกอบด้วยพูเล่ย์ สายพาน และเฟือง ซึ่งมีการส่งกำลังดังรูปที่ 3.12 และการส่งกำลังนี้มีอัตราทดจากต้นกำลังไปยังชุดต่างๆ ดังแสดงตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การส่งกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลังไปยังชุดต่างๆ

การส่งกำลัง	ขนาดพูเลย์ตัวขับ(นิ้ว)	ขนาดพู่เลย์ตัวรับแรง(นิ้ว)	อัตราทด
1) เครื่องต้นกำลัง / ส่งกำลัง	4	8	2 :1
2) ส่งกำลัง / พัดลม	8	2.5	3.2 :1
3) ส่งกำลัง / ตะแกรงร่อน	4	8	2 :1
4) ส่งกำลัง / ลูกปลิด	4	8	2 :1
5) ลูกปลิด / เกลียวลำเลียง(1)	3	6	2 :1
เกลียวลำเลียง(1) / เกลียวลำเลียง(2)	6	6	1 :1

สายพานที่ใช้เป็นสายพานรูป V ขนาดร่อง B ซึ่งมีความยาวตามการส่งกำลังดังนี้

- เครื่องยนต์ต้นกำลังไปยังเพลาส่งกำลังใช้สายพานขนาด 47 นิ้ว
- เพลาส่งกำลังไปเพลาชุดลูกปลิดใช้สายพานขนาด 92 นิ้ว
- ชุดสงกำลังไปยังตะแกรงร่อนใช้สายพานขนาด 47 นิ้ว
- เพลาส่งกำลังไปยังชุดพัดลมใช้สายพานขนาด 50 นิ้ว
- ชุดลูกปลิดส่งกำลังไปยังชุดเกลียวลำเลียงใช้สายพานขนาด 110.73 นิ้ว



รูปที่ 3.12 แบบคำนวณชุดส่งกำลัง

3.4.3 ความเร็วรอบของชุดต่างๆ ของเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

ในการคำนวณอัตราทดตามตารางที่ 3.1 นั้น เป็นการคำนวณอัตราทดไปยังชุดต่างๆ ที่ส่งกำลัง แต่ในการคำนวณความเร็วรอบของชุดต่างๆ นั้นสามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 3.1

สูตร $N_1D_1 = N_2D_2$ ....(3.1)

เมื่อ

D_1 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อขับ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

D_2 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อตาม มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

N_1 = ความเร็วรอบมูเล่ย์ตัวขับ มีหน่วยเป็นรอบต่อนาที

N_2 = ความเร็วรอบมูเล่ย์ตัวตาม มีหน่วยเป็นรอบต่อนาที

3.4.3.1 ความเร็วของเพลาส่งกำลัง สามารถคำนวณได้จากสมการ 3.1 โดยสมมติให้เครื่องยนต์ต้นกำลังมีความเร็วรอบ 1400 รอบต่อนาที ใช้มูเล่ย์ขนาด Ø 4 นิ้ว ส่งกำลังเพลาชุดส่งกำลังมีมูเล่ย์ขนาด Ø 8 นิ้ว เพลาส่งกำลังจะมีความเร็วรอบเท่าใด สามารถคำนวณได้ดังนี้

จากโจทย์ N_1 = ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,800 รอบต่อนาที

D_1 = มูเล่ย์ตัวขับขนาด Ø 4 นิ้ว

D_2 = มูเล่ย์ตัวตามขนาด Ø 8 นิ้ว

แทนค่าในสมการ 3.1 $N_1D_1 = N_2D_2$

$N_2 = (1,400 \times 4)/8 = 700$ รอบต่อนาที

ความเร็วของเพลาส่งกำลังจะเท่ากับ 700 รอบต่อนาที

3.4.3.2 ความเร็วรอบชุดลูกปลิด รับกำลังที่ส่งมาจากเพลาส่งกำลังใช้มูเล่ย์ขนาด Ø 4 นิ้ว มีความเร็ว 700 รอบต่อนาที ชุดลูกปลิดใช้มูเลย์ขนาด Ø 8 นิ้ว ความเร็วรอบจะเท่าใด คำนวณหาได้ดังนี้

จากโจทย์ N_2 = ความเร็วรอบเพลาส่งกำลัง 700 รอบต่อนาที

D_2 = มูเล่ย์ตัวขับขนาด Ø 4 นิ้ว

D_4 = มูเล่ย์ตัวตามขนาด Ø 8 นิ้ว

แทนค่าในสมการ 3.1 $N_2D_2 = N_4D_4$

$N_4 = (900 \times 4)/8 = 350$ รอบต่อนาที

ความเร็วรอบของชุดลูกปลิดจะเท่ากับ 350 รอบต่อนาที

3.4.3.3 ความเร็วรอบชุดพัดลม รับกำลังที่ส่งมาจากเพลาส่งกำลังใช้มูเล่ย์ขนาด Ø 8 นิ้ว มีความเร็ว 350 รอบต่อนาที ชุดลูกปลิดใช้มูเลย์ขนาด Ø 2.5 นิ้ว ความเร็วรอบจะเท่าใด คำนวณหาได้ดังนี้

จากโจทย์ N_3 = ความเร็วรอบของชุดลูกปลิด 350 รอบต่อนาที

D_3 = มูเล่ย์ตัวขับขนาด Ø 8 นิ้ว

D_9 = มูเล่ย์ตัวตามขนาด Ø 2.5 นิ้ว

แทนค่าในสมการ 3.1 $N_3D_3 = N_9D_9$

$N_9 = (450 \times 8)/2.5 = 1{,}440$ รอบต่อนาที

ความเร็วรอบของชุดพัดลมจะเท่ากับ 1,440 รอบต่อนาที

3.4.3.4 ความเร็วรอบชุดตะแกรงคัดแยก รับกำลังที่ส่งมาจากเพลาส่งกำลังใช้มูเล่ย์ขนาด Ø 4 นิ้ว มีความเร็ว 900 รอบต่อนาที ชุดตะแกรงคัดแยก ใช้มูเลย์ขนาด Ø 8 นิ้ว ความเร็วรอบจะเท่าใด คำนวณหาได้ดังนี้

จากโจทย์ N_2 = ความเร็วรอบเพลาส่งกำลัง 900 รอบต่อนาที

D_2 = มูเล่ย์ตัวขับขนาด Ø 4 นิ้ว

D_8 = มูเล่ย์ตัวตามขนาด Ø 8 นิ้ว

แทนค่าในสมการ 3.1 $N_2D_2 = N_8D_8$

$N_8 = (900 \times 4)/8 = 450$ รอบต่อนาที

ความเร็วรอบชุดตะแกรงคัดแยกจะเท่ากับ 450 รอบต่อนาที

3.4.3.5 ความเร็วรอบชุดเกลียวลำเลียง รับกำลังที่ส่งมาจากเพลาลูกปลิดใช้มูเล่ย์ขนาด Ø 3 นิ้ว มีความเร็ว 1,200 รอบต่อนาที ชุดเกลียวลำเลียงใช้มูเลย์ขนาด Ø 6 นิ้ว ความเร็วรอบจะเท่าใด คำนวณหาได้ดังนี้

จากโจทย์ N_5 = ความเร็วรอบเพลาลูกปลิด 1,200 รอบต่อนาที

D_5 = มูเล่ย์ตัวขับขนาด Ø 3 นิ้ว

D_6 = มูเล่ย์ตัวตามขนาด Ø 6 นิ้ว

แทนค่าในสมการ 3.1 $N_5D_5 = N_6D_6$

$N_7 = N_6 = (1{,}200 \times 3)/6 = 600$ รอบต่อนาที

ความเร็วรอบชุดเกลียวลำเลียงจะเท่ากับ 600 รอบต่อนาที

3.4.4 การคำนวณความยาวของสายพาน

ความยาวของสายพานเปิด (Open Belts) ตัววีร่อง B คำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$L = 2C + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4C} \quad \text{.. (3.2)}$$

เมื่อ L = ความยาวพิทช์ของสายพาน

C = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของของมูเล่ย์ล้อขับและของมูเล่ย์ล้อตาม

D_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางของของมูเล่ย์ล้อขับ

D_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางของของมูเล่ย์ล้อตาม

3.4.4.1 ความยาวสายพานชุดเพลาส่งกำลัง

เมื่อ L = 2 , C = 322 มิลลิเมตร , D_2 = 203 มิลลิเมตร , D_1 = 102 มิลลิเมตร

L = 2(519) + 1.57(203+102) + [(203+102)^2/4(519)]

= 1,038 + 478.87 + 44.809

= 1,561.68 มิลลิเมตร

= 1,561.68 / 25.4

ดังนั้นชุดสายพานควรยาว = 61 นิ้ว

3.4.4.2 ความยาวสายพานชุดลูกปลิด

เมื่อ L = 2 , C = 914 มิลลิเมตร, D_2 = 203 มิลลิเมตร , D_1 = 102 มิลลิเมตร

L = 2(914) + 1.57(203+102) +[(203+102)^2/4(914)]

= 1,828 + 478.85 + 25.44

= 2,332.29 มิลลิเมตร

= 2,332.29 / 25.4

ดังนั้นชุดสายพานควรยาว = 92 นิ้ว

3.4.4.3 คำนวณสายพานชุดตะแกรง

เมื่อ L = 2 , C = 322 มิลลิเมตร , D_2 = 203 มิลลิเมตร , D_1 = 102 มิลลิเมตร

L = 2(322) + 1.57(203+102) +[(203+102)^2/4(322)]

= 644 + 478.87 + 72.22

= 1,195.09 มิลลิเมตร

= 1,195.09 / 25.4

ดังนั้นชุดสายพานควรยาว = 47 นิ้ว

3.4.4.4 คำนวณสายพานชุดพัดลม

เมื่อ L = 2 , C = 408 มิลลิเมตร, D_2 = 64 มิลลิเมตร , D_1 = 203 มิลลิเมตร

L = 2(408) + 1.57(64+203) +[(64+203)^2/4(408)]

= 816 + 419.19 + 43.68

= 1,278.87 มิลลิเมตร

= 1,278.87 / 25.4

ดังนั้นชุดสายพานควรยาว = 50 นิ้ว

3.4.4.5 คำนวณสายพานชุดเกลียวลำเลียง

เมื่อ L = 2 , C = 1,095 มิลลิเมตร , D_2 = 300 มิลลิเมตร , D_1 = 102 มิลลิเมตร

L = 2(1,095) + 1.57(300+102) +[(300+102)^2/4(1,095)]

= 1,095 + 590.32 + 32.28

= 2,812.6 มิลลิเมตร

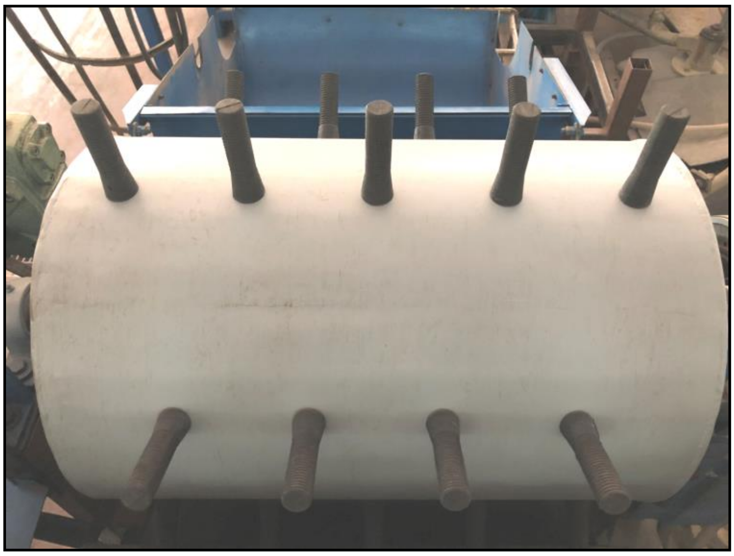
= 2,812.6 / 25.4

ดังนั้นชุดสายพานควรยาว = 110.73 นิ้ว

3.5 ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

3.5.1 ผลการออกแบบชุดลูกปลิด

ชุดลูกปลิดฝักถั่วลิสงจะใช้แท่งยางถอนขนเป็ดขนาดความยาว 8 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร วางเรียงสลับกันจำนวน 27 แท่ง โดยจะติดแท่งยางบนลูกปลิดซึ่งทำจากแผ่นเหล็กหนา 0.1 เซนติเมตร นำมาม้วนเป็นทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร โดยเจาะรูเพื่อใส่แท่งยาง ด้านหัวและท้ายของลูกปลิดจะมีแป้นสวมเพลาประกบอยู่เพื่อสวมเพลาเข้ากับชุดส่งกำลัง ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ชุดลูกปลิด

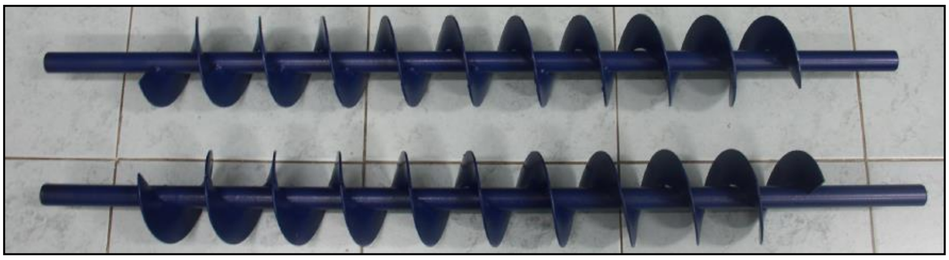
3.5.2 ผลการออกแบบชุดพัดลมและตะแกรงทำความสะอาด ผลการออกแบบ สร้างตะแกรงคัดแยกและทำความสะอาด ชุดตะแกรงร่อนใช้เหล็กฉากขนาด 2.5 x 2.5 เซนติเมตร ต่อเชื่อมเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 60 x 90 เซนติเมตร ทำมุม 15° โดยบริเวณด้านตอนบนของตะแกรงร่อนใช้แผ่นเหล็กหนา 0.12 เซนติเมตรขนาด 60 x 35 เซนติเมตร เป็นแผ่นเหล็กเต็ม ส่วน

ด้านตอนล่างจะเป็นแผ่นตะแกรงมีรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ขนาด 60 x 55 เซนติเมตร และบนตะแกรงร่อนมีแผ่นเหล็ก จำนวน 3 แผ่น เชื่อมติดเป็นช่วง ๆ เพื่อให้ฝักถั่วได้เรียงตัวและบังคับลมได้ดียิ่งขึ้น ส่วนพัดลมทำความสะอาดพับขึ้นรูปมีขนาด 26 x 53 x 10 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร และใบพัดลมขนาด 10 x 50 เซนติเมตร จำนวน 5 ใบ ทำมุม 72° ดังแสดงในรูปที่ 3.14, 3.15

รูปที่ 3.14 ชุดตะแกรงคัดแยก

รูปที่ 3.15 ชุดพัดลมทำความสะอาด

3.5.3 ผลการออกแบบชุดเกลียวลำเลียง ชุดเกลียวลำเลียงนี้มีจำนวน 2 ตัว แต่ละตัวประกอบไปด้วย ใบเกลียวขึ้นรูปเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร มีระยะห่างของใบ 7 เซนติเมตร ต่อเชื่อมกับเพลาเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.54 เซนติเมตรยาว 75 เซนติเมตร ใช้ลำเลียงฝักถั่วที่ปลิดได้ลงในภาชนะรองรับ ดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ชุดเกลียวลำเลียง

3.6 การทำงานของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

วิธีการสตาร์ทเครื่องโดยทำการเร่งคันเร่งเล็กน้อย และยกวาล์วจากนั้นดึกเชือกที่มือดึงเพื่อติดเครื่องยนต์ เดินเบาเครื่องไว้ 1 นาที จนเครื่องเดินเรียบ จากนั้นโยกคันโยกที่อยู่ทางด้านซ้ายของเครื่องปลิดถั่วลิสง เพื่อส่งกำลังไปยังระบบลูกปลิดและระบบอื่น เพิ่มความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ให้ลูกปลิดมีความเร็วที่ 400 รอบ/นาที และเปิดตัวปรับลมที่ข้างโบลเวอร์ที่ 75% นำต้นถั่วลิสงที่แบ่งเป็นกำ กำละ 4 ต้น/กำ ป้อนทางชุดป้อน ชุดป้อนจะลำเลียงต้นถั่วเข้าไปตามแนวแกนผ่านนิ้วของลูกปลิด นิ้วของลูกปลิดก็จะปลิดฝักถั่วลิสงออกจากต้นและต้นถั่วลิสงที่ถูกปลิดแล้ว จะถูกลำเลียงออกอีกด้านหนึ่งของเครื่อง ส่วนฝักถั่วลิสง และใบบางส่วนจะถูกคัดแยกโดยโบลเวอร์คัดแยกทำความสะอาด เมล็ดถั่วลิสงที่ได้จะถูส่งเข้าส่วนคัดแยกจะแยกคัดเป็น 2 ขนาดลำเลียงผ่านเกลียวลำเลียงลงภาชนะรองไว้

บทที่ 4

อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

ในการทดสอบเครื่องปลิดถั่วลิสงตามแนวแกน ประกอบด้วย 5 ส่วนดังนี้

4.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

4.1.1 วัสดุที่ใช้ของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสง จะใช้ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9

4.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้มีดังนี้

1. เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน
2. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Mitutoyo Absolute Digimatic 6 inch, Japan)
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Electronic Compact Scale รุ่น SF-400A) 10 กิโลกรัม
4. เครื่องวัดความเร็วรอบ Tachometer digicon DT- 250TP
5. นาฬิกาจับเวลา (Casio)
6. ไม้บรรทัด
7. ตะกร้าพลาสติก 15 กิโลกรัม

4.2 วิธีการทดสอบเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกนสามารถแบ่งการทดสอบเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

4.2.1 การทดสอบเบื้องต้นเครื่องต้นแบบเพื่อหาความเร็วรอบชุดปลิดถั่วลิสง

วิธีทดสอบ

1. ทำการจัดต้นถั่วลิสงเป็นกำ กำละ 3 , 4 และ 5 ต้น
2. เริ่มเดินเครื่องปลิดฝักถั่วลิสง โดยปรับความเร็วรอบลูกปลิดที่ 300 รอบต่อนาที
3. เริ่มป้อนต้นถั่วลิสงกำละ 3 ต้นเข้าชุดป้อน โดยนับจำนวนฝักก่อนป้อน จำนวนฝักหลังป้อน จำนวนฝักดีติดขั้ว จำนวนฝักแตก และนับจำนวนต้นที่ถูกดึงเข้าไปในชุดป้อน แล้วทำความสะอาดเครื่องปลิดฝักถั่วลิสง โดยทำซ้ำทั้งหมด 5 ครั้งบันทึกผล
4. เพิ่มจำนวนต้นที่ป้อนเป็นกำละ 4 และ 5 ต้นต่อกำตามลำดับ โดยปฏิบัติซ้ำตามขั้นตอนที่ 3
5. ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 4 โดยปรับความเร็วรอบเป็น 350, 400, 450 รอบต่อนาที ตามลำดับ
6. บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

4.2.2 การทดสอบเครื่องที่พัฒนาขึ้นเพื่อหาความเร็วรอบชุดปลิดถั่วลิสง

วิธีทดสอบ

1. ทำการจัดต้นถั่วลิสงเป็นกำ กำละ 3 , 4 และ 5 ต้น

2. เริ่มเดินเครื่องปลิดฝักถั่วลิสง โดยปรับความเร็วรอบลูกปลิดที่ 300 รอบต่อนาที

3. เริ่มป้อนต้นถั่วลิสงกำละ 3 ต้นเข้าชุดป้อนโดยนับจำนวนฝักก่อนป้อน จำนวนฝักหลังป้อน จำนวนฝักดีติดขั้ว จำนวนฝักแตก และนับจำนวนต้นที่ถูกดึงเข้าไปในชุดป้อน บันทึกผลแล้วทำความสะอาดเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงโดยทำซ้ำทั้งหมด 10 ครั้ง

4. เพิ่มจำนวนต้นที่ป้อนเป็นกำละ 4 และ 5 ต้นต่อกำ ตามลำดับโดยปฏิบัติซ้ำตามขั้นตอนที่ 3

5. ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 4 โดยเพิ่มความเร็วรอบเป็น 350, 400, 450 รอบต่อนาทีตามลำดับ

6. บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

4.2.3 การทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การเปิดลมชุดพัดลม

วิธีทดสอบ

1. ทำการจัดต้นถั่วลิสงเป็นกำ กำละ 4 ต้น

2. เริ่มเดินเครื่องปลิดฝักถั่วลิสง โดยปรับความเร็วรอบลูกปลิดที่ 400 รอบต่อนาที

3. ทำการเปิดช่องลมที่ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4. เริ่มป้อนต้นถั่วลิสงกำละ 4 ต้นเข้าชุดป้อน โดยนับจำนวนฝักก่อนป้อน จำนวนฝักหลังป้อนโดยทำซ้ำตัวอย่างละ 10 ครั้ง

5. บันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

4.2.4 การทดสอบหาประสิทธิภาพความสะอาดและความสามารถในการปลิดฝักถั่วลิสง

วิธีการทดสอบ

1. ถั่วลิสงแบ่งออกเป็นกำๆละ 4 ต้น

2. ทำการนับฝักถั่วลิสงก่อนป้อน

3. ในการทดสอบใช้ความเร็วรอบของลูกปลิดที่ระดับต่างกัน 3 ระดับ ดังนี้ ที่ 350, 400 และ 450 รอบ/นาทีตามลำดับ

4. ทำการป้อนต้นถั่วลิสงที่จำนวนต้นที่ป้อน 4 ต้นต่อกำ โดยทำการจับต้นถั่วบริเวณใบส่วนบริเวณราก และฝักถั่วลิสงจะถูกชุดลูกปลิดตีทำการป้อนต้นถั่วลิสงเข้าที่ชุดป้อนอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 10 นาที

5. นับจำนวนฝักหลังป้อน จำนวนฝักดีที่ติดขั้ว จำนวนฝักแตก และจำนวนต้นที่ถูกลูกปลิดดึงเข้าไป แล้วนำฝักถั่วที่ได้จากการปลิดไปชั่งน้ำหนักบันทึกผล

6. ทดสอบความเร็วรอบแต่ละระดับจำนวน 10 ซ้ำ จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบเป็น 400 และ 450 รอบต่อนาที ตามลำดับ

7. สรุปผลหาประสิทธิภาพการทำความสะอาดและความสามารถในการปลิดฝักถั่วลิสง

4.3 การวิเคราะห์สรุปผล

4.3.1. การทดสอบครั้งนี้จะทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างละ 10 ครั้ง เพื่อหาประสิทธิภาพในการปลิด จำนวนฝักดี จำนวนฝักดีที่ติดขั้ว จำนวนต้นที่ถูกดึงเข้าลูกปิด จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด จำนวนฝักแตก และหาประสิทธิภาพการทำความสะอาด เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ว่าใช้ได้เหมาะสม และถูกต้องในด้านการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1) ประสิทธิภาพในการปลิด = (จำนวนฝักที่ปลิดได้ / จำนวนฝักก่อนป้อน) x 100
2) จำนวนฝักดี = 100 – [(จำนวนฝักแตก / จำนวนฝักที่ปลิดได้) x 100]
3) จำนวนฝักดีที่ติดขั้ว = (จำนวนฝักดี – จำนวนฝักดีไม่มีขั้วติด)
4) จำนวนต้นที่ถูกดึงเข้าลูกปิด = (จำนวนต้นที่ถูกดึงเข้าลูกปลิด / จำนวนต้นที่ป้อน) x 100
5) จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด = (จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด / จำนวนฝักดี) x 100
6) จำนวนฝักแตก = (จำนวนฝักแตก / จำนวนฝักดี) x100
7) ประสิทธิภาพการทำความสะอาด = (น้ำหนักฝักดี/น้ำหนักรวม) x 100

4.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

วันชัย และ ชอุ่ม [19] กล่าวว่าเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเป็นการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกโครงการหรือบริการ ซึ่งมีความมุ่งหมายเพื่อประหยัดทรัพยากร โดยเน้นความคุ้มค่าและก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด แต่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด เป็นการประเมินต้นทุนเทียบกับผลตอบแทนที่ได้รับการลงทุน การประเมินค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน ในที่นี้คิดเฉพาะราคาที่จัดซื้อหรือไม่คิดค่าที่ดิน โรงเรือน ค่าประกันโรงเรือน และอื่น ๆ

1. ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น (First Cost) ต้นทุนเริ่มแรก คือ ค่าใช้จ่ายสำหรับลงทุนเริ่มต้น เช่น เครื่องจักร ที่ดิน เป็นต้น

2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operating Cost) ต้นทุนในการดำเนินการ คือ ค่าใช้จ่ายที่ต้องเตรียมไว้เพื่อดำเนินการกับทรัพย์สินที่ต้องลงทุนไปเพื่อให้เกิดผลผลิต

2.1 ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost) คือค่าที่คงที่ไม่แปรไปตามปริมาณการผลิต เช่น ค่าเสื่อมราคา ค่าเสียโอกาสของทุนในเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

2.2 ค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) คือค่าใช้จ่ายที่แปรไปตามปริมาณการผลิต เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะแปรเปลี่ยนตามปริมาณของต้นถั่วลิสงที่นำมาปลิด

3. ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการปลิดฝักถั่วลิสง คำนวณได้จากสมการ

AC = FC+VC ....(4.1)

เมื่อ AC = ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการปลิดถั่วลิสง (บาท/ปี)

FC = ค่าเสื่อมราคาของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน (D) +ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)

VC = ค่าจ้างแรงงาน (W) +ค่าน้ำมัน (E) +ค่าบำรุงรักษา (M)

ค่าเสื่อมราคา (คิดวิธีเส้นตรง) คำนวณได้จากสมการ

D = (P-S)/L..(4.2)

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน คำนวณได้จากสมการ

R = ((P+S)/2) x I ....(4.3)

โดยที่ P = ราคาซื้อหรือสร้างเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน (บาท)

L = อายุการใช้งานเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน = 10 ปี

S = ราคาเครื่องมือใช้งานครบ 10 ปี = 0.1P (บาท)

D = ค่าเสื่อมราคาต่อปี (บาท/ปี)

R = ค่าเสียโอกาสในการลงทุนต่อปี (บาท/ปี)

I = อัตราดอกเบี้ยที่ 10% ต่อปี

4. จุดคุ้มทุนของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสง คำนวณได้จากสมการ [20]

BEP = FC/(SU-VC) ....(4.4)

เมื่อ BEP = จุดคุ้มทุน (หน่วย)

FC = ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท)

SU = ราคาขายต่อหน่วย (บาท/หน่วย)

VC = ค่าใช้จ่ายแปรผันต่อหน่วย (บาท/หน่วย)

5. ระยะเวลาในการคืนทุน ของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน คำนวณได้จากสมการ

PBP = MC/P..(4.5)

เมื่อ PMP = ระยะเวลาในการคืนทุน (ปี)

MC = ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (บาท)

P = กำไร (บาท)

ในการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมมีสมมติฐานของการลงทุนคือ

1. ราคาผลิตภัณฑ์คงที่ เพราะฉะนั้นรายได้จากการวิเคราะห์จะเป็นเส้นตรง
2. ผลิตภัณฑ์สามารถขายได้หมดไม่ว่าจะผลิตเท่าไร่
3. อัตราดอกเบี้ยคงที่
4. ต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผันแยกออกจากกันได้ชัดเจน
5. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจไม่มีผลต่อราคาผลิตภัณฑ์
6. นโยบายระดับบริหาร วิทยาการ และประสิทธิภาพของการดำเนินงานไม่เปลี่ยนแปลง

4.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ในการวางแผนการทดลองของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกนจะใช้แบบ Factorial in CRD ซึ่งประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ

1) ความเร็วลูกปลิดที่ 4 ระดับ คือ 300, 350, 400 และ450 รอบ/นาที
2) อัตราการป้อนที่ 3 ระดับ คือ 3, 4 และ 5 ต้น

การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) ด้วย General Linear Model วิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s multiple range test (DMRT) ใช้โปรแกรม IBM.SPSS.Statistics.v19

บทที่ 5

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดสอบเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกนมีวิธีการดำเนินงานดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 ผลที่ได้มี 3 ส่วนดังนี้

5.1 ผลทดสอบเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

5.2 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการทดสอบทางสถิติ

5.3 ผลวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

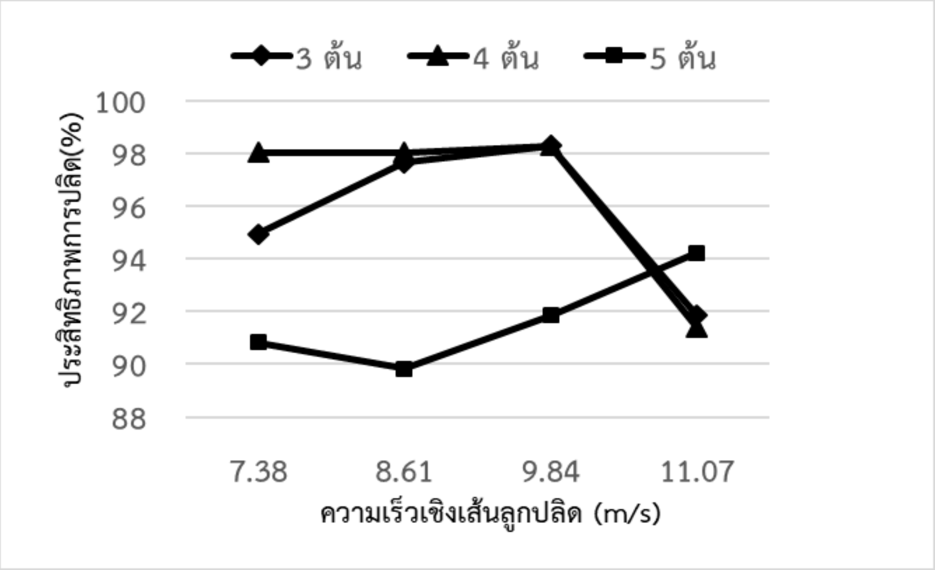
5.1 ผลทดสอบเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

5.1.1 การทดสอบเพื่อหาความเร็วรอบชุดปลิดถั่วลิสง

ตารางที่ 5.1 แสดงการทดลองหาความเร็วเชิงเส้นลูกปลิดและจำนวนต้นที่ป้อนที่เหมาะสม

รายละเอียดการทดลอง (ร้อยละ)	จำนวน (ต้น)	ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (เมตรต่อวินาที)			
		7.38	8.61	9.84	11.07
ประสิทธิภาพการปลิด	3	94.95	97.65	98.28	91.86
	4	98.04	98.04	98.30	91.39
	5	90.84	89.83	91.86	94.23
จำนวนฝักดี	3	100	100	100	100
	4	100	100	100	99.27
	5	100	99.37	100	99.32
จำนวนฝักดีที่มีขั้วติด	3	6.38	4.82	5.26	5.06
	4	5.50	5.91	5.78	5.84
	5	5.43	2.53	5.70	6.16
จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด	3	93.62	95.18	94.74	94.94
	4	94.50	94.09	93.97	94.16
	5	94.57	97.47	94.30	93.84
จำนวนต้นที่ดึงเข้าลูกปลิด	3	6.67	6.67	6	0
	4	0	5	0	5
	5	4	4	0	8
จำนวนฝักแตก	3	0	0	0	0
	4	0	0	0	0.73
	5	0	0.63	0	0.68

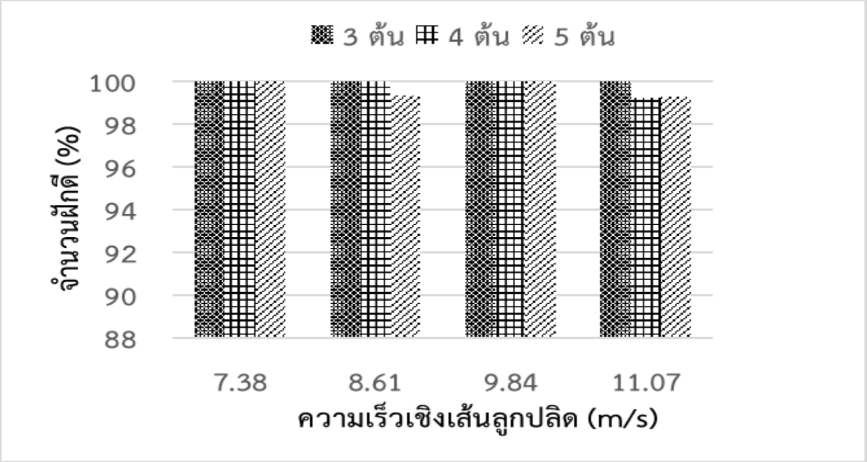
จากตารางที่ 5.1 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบลูกปลิด จำนวนต้นที่ป้อน และประสิทธิภาพการปลิด จะพบว่าที่ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด 8.61 และ 9.84 เมตรต่อวินาที จะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันที่จำนวนต้น 3 และ 4 ต้นต่อกำ ส่วนที่ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด 7.38 เมตรต่อวินาที ที่จำนวนต้น 3 ต้นต่อกำจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่า แต่ที่จำนวนต้นที่ป้อน 5 ต้นต่อกำจะมีประสิทธิภาพการปลิดน้อยกว่าที่จำนวนต้นที่ป้อน 3 และ 4 ต้น เพราะมีความหนาแน่นของต้นถั่วลิสงมากและฝักถั่วลิสงที่อยู่ด้านในจะไม่สัมผัสกับลูกปลิดทำให้ไม่สามารถปลิดฝักออกมาได้หมด ส่วนที่ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด 11.07 เมตรต่อวินาที เพราะความเร็วรอบลูกปลิดสูงจึงทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (เมตรต่อวินาที) กับประสิทธิภาพการปลิด (%)

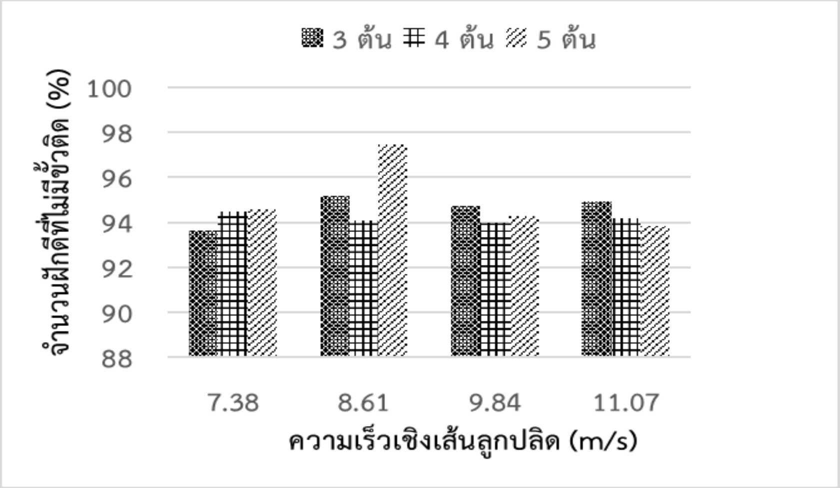
จากรูปที่ 5.1 แสดงผลการทดลองการหาประสิทธิภาพพบว่าที่ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด 8.61 และ 9.84 เมตรต่อวินาที ที่จำนวน 3 ต้นต่อกำที่ 97.65 % และ 98.28 % และที่ 4 ต้นต่อกำที่ 98.04 % และ 98.3 % จะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ส่วนที่ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด 7.38 เมตรต่อวินาที ที่จำนวน 3 ต้นต่อกำจะมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 94.95 % และ 98.04 % ตามลำดับ พบว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่าที่ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด 8.61 และ 9.84 เมตรต่อวินาที แต่ที่จำนวนต้นที่ป้อน 5 ต้นต่อกำ จะมีประสิทธิภาพการปลิดที่ความเร็วเชิงเส้น 7.38, 8.61 และ 9.84 เมตรต่อวินาที อยู่ที่ 90.84 %, 89.83 % และ 91.86 % ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าที่จำนวนต้นที่ป้อน 3 และ 4 ต้นต่อกำ เพราะมีความหนาแน่นของต้นถั่วลิสงมากและฝักถั่วลิสงที่อยู่ด้านในจะไม่สัมผัสกับนิ้วยางทำให้ไม่สามารถปลิดฝักออกมาได้หมด ส่วนที่ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด 11.07 เมตรต่อวินาที ที่จำนวน 3, 4 และ 5 ต้นต่อกำ จะมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 91.86 %,91.39 % และ 94.23 % ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าที่จำนวน 5 ต้นต่อกำ ให้

ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเพราะมีความหนาแน่นของต้นถั่วลิสงมากและความเร็วรอบนิ้วยางสูง จึงทำให้สามารถปลิดฝักออกมาได้มากกว่า ที่จำนวน 3 และ 4 ต้นต่อกำ



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (เมตรต่อวินาที) กับจำนวนฝักดี (%)

จากรูปที่ 5.2 จากการทดลองประสิทธิภาพการปลิดพบว่าที่จำนวน 3 ต้นต่อกำ มีจำนวนฝักดีสูงถึง 100 % ที่ทุกๆ ความเร็วรอบ ส่วนจำนวน 4 ต้นต่อกำ มีจำนวนฝักดี 100 % ที่ทุกๆ ความเร็วเชิงเส้นยกเว้น 11.07 เมตรต่อวินาที ที่มีจำนวนฝักดี 99.27 % และจำนวน 5 ต้นต่อกำมีจำนวนฝักดี 100 % ที่ความเร็วเชิงเส้น 7.38 และ 9.84 เมตรต่อวินาที ส่วนความเร็วเชิงเส้น 8.61 และ 11.07 เมตรต่อวินาที มีจำนวนของฝักดีเท่ากับ 99.37 % และ 99.32 % ตามลำดับ สาเหตุที่การใช้ความเร็วรอบในการปลิดสูงทำให้จำนวนร้อยละของฝักดีลดลงเนื่องจากนิ้วยางกระทบกับฝักถั่วที่ความเร็วสูงจึงทำให้ฝักถั่วเกิดความเสียหาย (แตก)



รูปที่ 5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (เมตรต่อวินาที) กับจำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด (%)

จากรูปที่ 5.3 การทดลองฝักดีไม่มีขั้วติดพบว่าที่จำนวนต้นที่ป้อน 4 ต้นต่อกำที่ความเร็วเชิงเส้น 7.38, 8.61, 9.84 และ11.07 เมตรต่อวินาที จะมีจำนวนฝักดีที่ไม่ติดขั้ว 94.5 %, 94.09 %, 93.97 %, และ 94.16 % ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ส่วนที่ความเร็วรอบเชิงเส้น 11.07 เมตรต่อวินาที ที่จำนวนต้นที่ป้อน 3 , 4 และ 5 ต้นต่อกำ จะมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันที่ 94.74 %, 93.97 %, และ 94.3 % ตามลำดับ

ตารางที่ 5.2 แสดงอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและความสามารถในการปลิดที่การป้อน 4 ต้นต่อกำ

ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (m/s)	การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (l/hr)	ความสามารถในการปลิด (kg/hr)
7.38	0.4	29.05
8.61	0.6	29.15
9.84	0.8	35.55
11.07	1.0	29.75

จากตารางที่ 5.2 การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพการปลิดที่การป้อน 4 ต้นต่อกำ ที่ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด 7.38, 8.61, 9.84 และ11.07 เมตรต่อวินาทีจะมีการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น พบว่าที่ความเร็วเชิงเส้น 9.84 เมตรต่อวินาทีมีความสามารถในการปลิดการปลิดสูงกว่าความเร็วเชิงเส้น 7.38, 8.61 และ 11.07 เมตรต่อวินาที ได้ 35.55 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

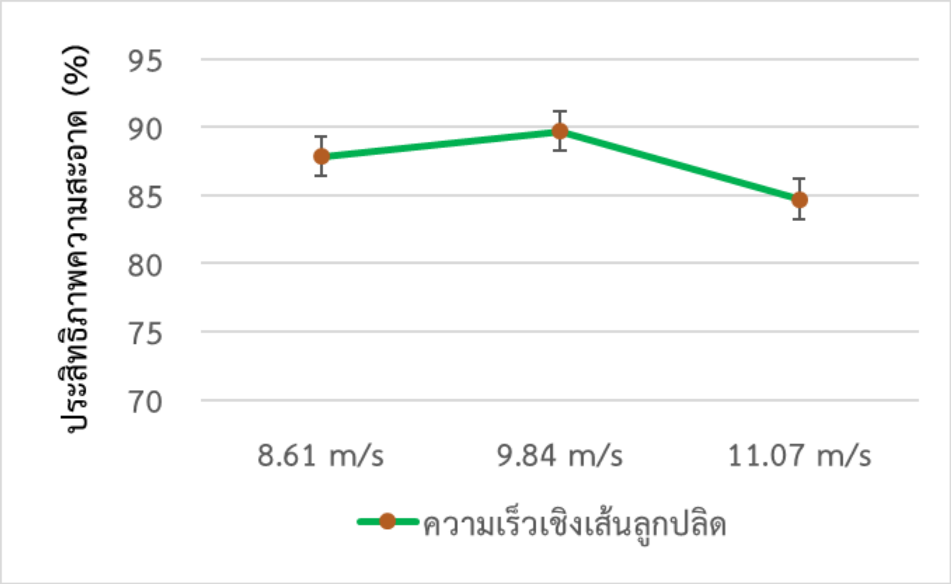
5.1.2 การทดสอบหาประสิทธิภาพความสะอาดและความสามารถในการปลิดฝักถั่วลิสง

ในการทดสอบหาประสิทธิภาพความสะอาดและความสามารถในการปลิดฝักถั่วลิสงได้นำผลที่ได้จากการทดสอบหาความเร็วเชิงเส้นลูกปลิดที่ทดสอบเบื้องต้น และการทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การเปิดลมชุดพัดลม มาใช้ในการทดสอบคือ 8.61, 9.84 และ 11.07 รอบต่อนาที เปิดช่องลมที่ 75 เปอร์เซ็นต์ และใช้จำนวนถั่วลิสง 4 ต้น

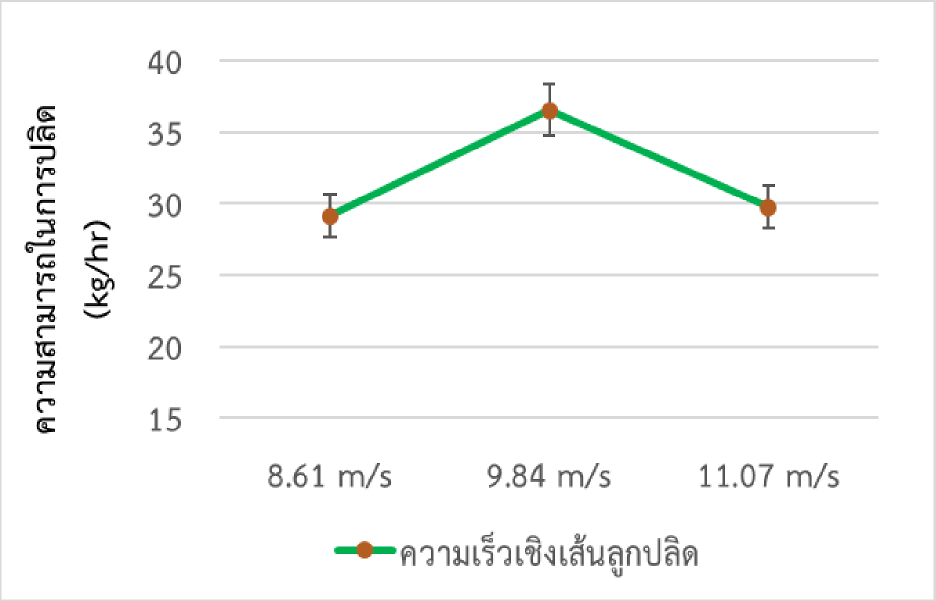
ตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด กับประสิทธิภาพความสะอาดของฝักถั่ว

linear speed of Stripper (m/s)	Total weight kg (pods)/h	Acceptable pods kg (pods)/h	Weight of leaves and dust kg/h	Cleaning efficiency (%weight)
8.61	33.18	29.15	4.03	87.84
9.84	40.73	36.54	4.18	89.71
11.07	35.12	29.75	5.37	84.72

จากตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด(เมตรต่อวินาที) กับประสิทธิภาพความสะอาดของฝักถั่วลิสง (%) พบว่าที่ความเร็วเชิงเส้น 9.84 เมตรต่อวินาที มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดที่มากสุด ส่วนที่ความเร็วเชิงเส้น 8.61 และ 11.07 เมตรต่อวินาที มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดน้อยกว่า เพราะมีเศษต้นและใบของต้นถั่วลิสงที่ถูกตีด้วยลูกปลิด แสดงดังรูป 5.4 ส่วนความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด(เมตรต่อวินาที) กับ ความสามารถในการปลิดฝักถั่วลิสง (กก.(ฝัก)/ชม.) พบว่าที่ความเร็วเชิงเส้น 9.84 เมตรต่อวินาที ให้ความสามารถในการปลิดมากที่สุด ส่วนที่ความเร็วเชิงเส้น 8.61 เมตรต่อวินาที มีความสามารถในการปลิดลดลงมา เพราะความเร็วรอบในการปลิดต่ำทำให้ผลผลิตที่ได้ต่ำ และที่ 11.07 เมตรต่อวินาทีนั้นมีฝักถั่วลิสงที่ไม่ถูกปลิดออกมาพร้อมกับต้นถั่วลิสงที่ปลิดแล้วเพราะความเร็วรอบสูง จึงได้ความสามารถในการปลิดต่ำกว่าที่ความเร็วเชิงเส้น 9.84 เมตรต่อวินาที แสดงดังรูป 5.5



รูปที่ 5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (เมตรต่อวินาที) ประสิทธิภาพความสะอาดของฝักถั่วลิสง (%)



รูปที่ 5.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (เมตรต่อวินาที) ความสามารถในการปลิด (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

5.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการทดสอบทางสถิติ

5.2.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิตของความเร็วชุดลูกปลิดและจำนวนต้นถั่วลิสงที่ป้อน

จากการทดลองทำงานของเครื่องปลิดถั่วลิสงโดยใช้ตัวอย่างถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 6 hp ที่ความเร็วเชิงเส้นชุดลูกปลิด 7.38, 8.61, 9.84 และ 11.07 เมตรต่อวินาทีตามลำดับจำนวนการป้อนต้นถั่วลิสงที่ 3,4,5 ต้นต่อกำ โดยทดลองความเร็วแต่ละระดับจำนวน 10 ซ้ำ แสดงดังตาราง 5.4 สามารถสรุปการทดสอบได้ดังนี้

ตารางที่ 5.4 แสดงผลการการวิเคราะห์ทางสถิตของความเร็วชุดลูกปลิดและจำนวนต้นถั่วลิสงที่ป้อน

Efficiency (%)	Number of tree per bunch	linear speed of Stripper (m/s)			
		7.38	8.61	9.84	11.07
Efficiency of threshing	3	$_{ns}94.95\pm4. 27^{ns}$	$_{ns}97.65\pm6.15^{ns}$	$_{ns}98.28\pm3.31^{a}$	$_{ns}91.86\pm6.90^{ns}$
	4	$_{ns}98.04\pm4.71^{ns}$	$_{ns}98.04\pm5.00^{ns}$	$_{ns}98.30\pm2.45^{a}$	$_{ns}91.39\pm4.86^{ns}$
	5	$_{ns}90.84\pm3.86^{ns}$	$_{ns}89.83\pm6.07^{ns}$	$_{ns}91.86\pm4.99^{b}$	$_{ns}94.23\pm5.76^{ns}$
unbroken pods	3	$_{ns}100\pm0.00^{ns}$	$_{ns}100\pm0.00^{ns}$	$_{ns}100\pm0.00^{ns}$	$_{ns}100\pm0.00^{ns}$
	4	$_{ns}100\pm0.00^{ns}$	$_{ns}100\pm0.00^{ns}$	$_{ns}100\pm0.00^{ns}$	$_{ns}99.27\pm1.33^{ns}$
	5	$_{ns}100\pm0.00^{ns}$	$_{ns}99.37\pm1.21^{ns}$	$_{ns}100\pm0.00^{ns}$	$_{ns}99.32\pm1.37^{ns}$
unbroken pods with stem	3	$_{ns}6.38\pm5.39^{ns}$	$_{ns}4.82\pm4.82^{ns}$	$_{ns}5.26\pm4.29^{ns}$	$_{ns}5.06\pm5.26^{ns}$
	4	$_{ns}5.50\pm5.81^{ns}$	$_{ns}5.91\pm7.95^{ns}$	$_{ns}5.78\pm7.82^{ns}$	$_{ns}5.84\pm3.51^{ns}$
	5	$_{ns}5.43\pm4.63^{ns}$	$_{ns}2.53\pm2.21^{ns}$	$_{ns}5.70\pm4.23^{ns}$	$_{ns}6.16\pm6.09^{ns}$
unbroken pods without stem	3	$_{ns}93.62\pm5.39^{ns}$	$_{ns}95.18\pm4.82^{ns}$	$_{ns}94.74\pm4.29^{ns}$	$_{ns}94.94\pm5.26^{ns}$
	4	$_{ns}94.50\pm5.81^{ns}$	$_{ns}94.09\pm7.95^{ns}$	$_{ns}93.97\pm7.81^{ns}$	$_{ns}94.16\pm2.50^{ns}$
	5	$_{ns}94.57\pm4.63^{ns}$	$_{ns}97.47\pm2.67^{ns}$	$_{ns}94.30\pm4.22^{ns}$	$_{ns}93.84\pm5.56^{ns}$
broken pods	3	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0^{ns}$
	4	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0.73\pm1.33^{ns}$
	5	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0.63\pm1.21^{ns}$	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0.68\pm1.37^{ns}$

ค่าที่ตามด้วยตัวอักษรบนและล่างที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (α = 0.05) ในแถวและคอลัมน์ตามลำดับ สำหรับค่าแต่ละพารามิเตอร์ และ "ns" มีความหมายว่าไม่แตกต่าง

จากตารางที่ 5.4 เป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการปลิดฝักถั่วลิสง โดยมีการดูอิทธิพลของความเร็วเชิงเส้นของลูกปลิดและอัตราการป้อนต้นถั่วลิสง ซึ่งผลโดยทั่วไปแสดงว่าความเร็วเชิงเส้นของลูกปลิดและอัตราการป้อนต้นถั่วลิสง ไม่ทำให้ประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นที่ความเร็วเชิงเส้นของลูกปลิด ที่ 9.84 เมตรต่อวินาที ซึ่งพบว่าอิทธิพลของอัตราการป้อนต้นถั่วลิสงต่อประสิทธิภาพ เมื่อให้อัตราการป้อนสูงสุดที่ 5 ต้นต่อกำ พบว่าประสิทธิภาพลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ที่

ความเชื่อมั่น 95%) ส่วนผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ ฝักดีไม่มีขั้วติด ฝักดีติดขั้ว และจำนวนฝักแตก พบว่าไม่มีอิทธิพล จากการปรับความเร็วรอบของลูกปลิดและอัตราการป้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.3 การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

5.3.1 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกนที่ออกแบบนี้ มีต้นทุนในการสร้าง 65,000 บาท (ตารางภาคผนวกที่ จ.1) จากการทดสอบโดยใช้แรงงานปฏิบัติงาน 1 คน สามารถปลิดฝักถั่วลิสงได้เฉลี่ย 35.55 กก. (ฝัก)/ต่อชั่วโมง โดยใช้น้ำมันดีเซล 0.8 ลิตรต่อชั่วโมง ที่ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด 9.84 เมตรต่อวินาที เมื่อกำหนดให้ใช้งานเครื่องวันละ 8 ชั่วโมง ปีละ 300 วันสามารถคิดค่าใช้จ่ายในการทำงาน (บาทต่อกก.) และระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน ได้ดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการทำงาน

ราคาของเครื่องปลิดถั่วลิสง(P) เท่ากับ 65,000 บาท ให้มูลค่าซากของเครื่องเมื่อสิ้นปีที่ 10 มีมูลค่าเหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาต้นทุนเครื่อง และอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 10 % ต่อปี

มูลค่าซาก (S) = (10/100)(65,000)=6,500 บาท

ค่าเสื่อมราคา (D) = ((P-S)/L)=((65,000-6,500)/10)=5,850 บาท/ปี

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R) = ((P + S) / 2) x i

= ((65,000+6,500) /2) (0.1) = 7,150 บาท/ปี

ต้นทุนคงที่ (FC) = ค่าเสื่อมราคา (D) + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)

= 5,850 + 7,150 = 13,000 บาท/ปี

กำหนดให้อัตราค่าจ้างแรงงานวันละ 300 บาท จำนวน 1 คน ทำงานปีละ 300 วัน ราคาน้ำมันดีเซล 23.29 บาท (อ้างอิง ณ วันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2559) เครื่องปลิดถั่วลิสงใช้น้ำมันดีเซล 0.8 ลิตร/ชั่วโมง ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ค่าบำรุงรักษาคิดเฉลี่ยประมาณวันละ 5 บาท

ค่าจ้างแรงงาน (W) = 300 x 300 = 90,000 บาท/ปี

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง(F) = 0.8 x 23.29 x 8 x 300 = 44,717 บาท/ปี

ค่าบำรุงรักษา (M) = 5 x 300 = 1,500 บาท/ปี

ต้นทุนผันแปร (VC) = ค่าจ้างแรงงาน (W) + ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (F) + ค่าบำรุงรักษา (M)

= 90,000 + 44,717 + 1,500 = 136,217 บาท/ปี

ดังนั้น

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC) = ต้นทุนคงที่ (FC) + ต้นทุนผันแปร (VC)

= 13,000 + 136,217 = 149,217 บาท/ปี

2. จุดคุ้มทุนของเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

กำหนดให้ค่าจ้างใช้เครื่องปลิดฝักถั่วลิสง 2 บาท/กก. และภายในระยะเวลา 1 ปี เครื่องทำงาน 300 x 8 = 2400 ชั่วโมง สามารถปลิดฝักถั่วลิสงได้ 35.55 กก./ชม. ฉะนั้นเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกนสามารถทำงานได้ 85,320 กก./ปี

จุดคุ้มทุน (BEP_S) = ต้นทุนคงที่ (FC)/(ราคาค่าใช้เครื่องปลิดฝักถั่วลิสง/กก. , SU_U) – (ต้นทุนแปรผัน/กก., VC_U)

= 13,000 / (2-(149,217/85,320))

= 13,000 / (2-1.74)

= 50,000 กก./ปี

3. ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องปลิดถั่วลิสง

จากรายได้ในการรับจ้างใช้เครื่องปลิดถั่วลิสง= 2 บาท/กก. และ 1 ปี เครื่องปลิดถั่วลิสงได้ 85,320 กก./ปี จึงมีรายได้ 2 x 85,320 = 170,640 บาท/ปี

กำ ไร (P) = รายได้ (R) – ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC)

= 170,640 – 149,217

= 21,423 บาท

ระยะเวลาคืนทุน (PBP) = ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง (MC) / กำ ไร(P)

= 65,000 / 21,423

= 3 ปี

จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ถ้าในการสร้างเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกนต้นทุนอยู่ที่ 65,000 บาท รับจ้างปลิดฝักถั่วลิสงโดยคิดค่าจ้าง 6.50 บาท/กิโลกรัม จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 50,000 กิโลกรัม/ปี และสามารถคืนทุนได้ในเวลา 3 ปี

ค่าใช้จ่ายในการปลิดฝักถั่วลิสงโดยใช้เครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน (ต้นถั่วลิสง)

เสียค่าใช้จ่ายต่อวัน = ค่าจ้างแรงงาน + ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง + ค่าบำรุงรักษา

= 300 บาท+ (0.8 ลิตร x 8 ชม. x 23.29 บาท) + 5 บาท

= 454 บาท/วัน

ได้ถั่วลิสงที่ปลิดแล้ว 35.55 x 8 = 285 กิโลกรัม/วัน

ค่าใช้จ่ายในการปลิดถั่วลิสงโดยใช้แรงงานคนปลิด

ใน 1 วันแรงงาน 1 คนปลิดถั่วลิสงได้ 5 x 8 = 40 กิโลกรัม

เสียค่าใช้จ่าย 6.50 x 40 = 260 บาท/วัน

ถ้าต้องการให้คนปลิดได้ 275 กิโลกรัม

เสียค่าใช้จ่าย = (285x260) /40 =1,852 บาท

ดังนั้นเครื่องปลิดถั่วลิสงตามแนวแกนช่วยลดต้นทุนได้ = 1,852 – 454

= 1,399 บาท/ผลผลิต 275 กิโลกรัม

บทที่ 6

สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดสอบ

เครื่องปลิดถั่วลิสง ที่ออกแบบ และพัฒนาขึ้นมีความสามารถในการปลิด คัดแยก และทำความสะอาดถั่วลิสง มีข้อดี คือในชุดตะแกรงร่อนได้ออกแบบสร้างตะแกรงขึ้นใหม่ให้มีน้ำหนักลดลง โดยตะแกรงสามารถโยกได้เพื่อคัดแยกเศษใบและต้นถั่วที่มีขนาดใหญ่กว่าฝักถั่วลิสง นอกจากนี้ยังออกแบบสร้างโบลเวอร์(Blower)เพิ่มเข้าไประหว่างตะแกรงเพื่อเป่าคัดแยกเศษใบของต้นถั่วลิสงให้ออกไปทางด้านหลังของเครื่อง ส่วนชุดเกลียวลำเลียงนี้ช่วยให้การลำเลียงถั่วลิสงที่ปลิดแล้วเป็นไปอย่างมีระเบียบและง่ายต่อการบรรจุในภาชนะ และใบที่ถูกตีด้วยลูกปลิด ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ 6 แรงม้า และส่งกำลังด้วยมู่เล่ย์ทดรอบโดยใช้สายพานต่อกำลังจากเครื่องยนต์ มีความสามารถในการทำความสะอาดมากกว่าแรงงานคน ฝักถั่วลิสงเสียหายเพียงเล็กน้อย

จากการทดสอบหาสมรรถนะการทำงานของเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน โดยใช้ตัวอย่างถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 6 แรงม้า พบว่าที่ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด 9.84 เมตรต่อวินาที จำนวน 4 ต้นต่อกำมีความเร็วที่ดีที่สุดและความสามารถในการปลิดฝักถั่วลิสงเท่ากับ 36.54 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งเป็นฝักดีที่ไม่มีลอยแตกและขั้วติดเท่ากับ 93.97 % ฝักดีมีขั้วเท่ากับ 5.78 % และมีประสิทธิภาพการปลิด สูงสุดที่ 98.30 % อัตราการใช้เชื้อเพลิง 0.8 ลิตรต่อชั่วโมง ค่าใช้จ่ายในการทำงาน 2 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อทำงานปีละ 300 วัน วันละ 8 ชั่วโมง จะมีระยะเวลาในการคืนทุนที่ 3 ปี และจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 50,000 กิโลกรัม/ปี

ตารางที่ 6.1 แสดงรายละเอียดของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงที่ต้นแบบกับที่พัฒนาขึ้น

รายละเอียด	เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงต้นแบบ	เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงที่พัฒนาขึ้น
ความเร็วเชิงเส้นลูกปลิด (เมตรต่อวินาที)	6.78	9.84
ความเร็วเชิงเส้นชุดป้อน (เมตร/วินาที)	0.1	0.133
มุมเอียงตะแกรง (องศา)	15	15
ความเร็วชุดโบลเวอร์ (รอบต่อนาที)	-	2,270
จำนวนต้นป้อน	4	4
ประสิทธิภาพการปลิด(ร้อยละ)	98.21	98.30
จำนวนฝักดี	-	93.97
จำนวนฝักแตกร้าว(ร้อยละ)	< 1	0
จำนวนฝักติดขั้ว(ร้อยละ)	5.45	5.78
จำนวนต้นที่ถูกดึงเข้าลูกปลิด(ร้อยละ)	4.76	0
ความสามารถในการปลิด (กก.(ฝัก)/ชม.)	25.2	36.54
ประสิทธิภาพความสะอาด	-	89.71
สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ชั่วโมง)	-	0.8

6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

1. สามารถปรับเปลี่ยนความเร็วเชิงเส้นชุดป้อนของเครื่องได้
2. ควรมีที่ครอบป้องกันบริเวณชุดส่งกำลังเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน
3. ความเหมาะสมของความเร็วรอบลูกปลิดและโบลเวอร์ (Blower)จะขึ้นอยู่กับขนาดต้นและพันธุ์ของถั่วลิสง
4. การป้อนต้นถั่วลิสงจะต้องจับต้นถั่วลิสงเรียงกัน(กำละ 4 ต้น)พอเหมาะเพื่อประสิทธิภาพของการปลิดที่ดี

เอกสารอ้างอิง

[1] ถั่วลิสง. [Online].Available: http://agrimedia.agritech.doae.go.th/book/book- rice/RB%20038.pdf. เข้าถึงเมื่อ 10 มิถุนายน 2559.

[2] กลวัชร ทิมินกุล และคณะ. 2556.วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงในระดับเกษตรกร. ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 14 .วันที่ 1-4 เมษายน 2556 ณ โรงแรมหัวหินแกรนด์ แอนด์ พลาซ่า จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. หน้า 369-373

[3] กิตติ วงศ์พิเชษฐ์ และคณะ. 2545. เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบแถบ ยางมีริมเป็นรอยหยักฟันเลื่อย. วารสารวิชาการเกษตร. ปีที่ 20 ฉบับที่ 1 (มกราคม – เมษายน).

[4] Giller, K.E., P.T.C.Nambiar, B. Srinivasa Rao, P.J. Dart and J.M.Day. 1987. A comparison of nitrogen fixation in genotype of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) using ^{15}N-isotope dilution. Biol. Fertil. Soil 5 : 23-25.

[5] McDonagh, J.F. B. Toomsan, V. Limpinuntana and K.E.Giller. 1993. Estimate of the residual nitrogen benefit of groundnut to maize in Northeast Thailand. Plant and Soil 154 : 267-277.

[6] McDonagh, J.F. B. Toomsan, V. Limpinuntana and K.E.Giller. 1995. Grain legumes and green manures as pre-rice crops in Northeast Thailand : Legume N_2–fixation, production and residual nitrogen benefits to rice. Plant and Soil 177 : 111-126.

[7] Toomsan, B. 1990. Groundnut microbiology research at Khon Kaen University. *In* Groundnut Improvement Project, Khon Kaen University. Ed. A. Patanothai. pp 89-111. Report of Work for 1986-1988. Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. Khon Kaen, Thailand.

[8] Toomsan B, J.F. McDonagh, V. Limpinuntana and K.E.Giller. 1995. Nitrogen fixation by groundnut and soyabean and residual nitrogen benefits to rice in farmers' field in Northeast Thailand. Plant and Soil 175 : 45-56.

[9] สนั่น จอกลอย. 2533. ถั่วลิสง. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[10] ถั่วลิสง. [Online].Available: http://ssnet.doae.go.th/wp-content/uploads/2015/04/037_goober.pdf (15/2/2559)

[11] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาม. 2537.การออกแบบเครื่องจักรกล เล่มที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด

[12] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาม. 2554.การออกแบบเครื่องจักรกล เล่มที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ : บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด

[13] จำรูญ ตันติพิศาลกุล.2541. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพ ฯ.

[14] กองเกษตรวิศวกรรม. 2536.เครื่องจักรกลเกษตร.กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ.

[15] มงคล กวางวโรภาส.2530.**เค**รื่องทุ่นแรงฟาร์ม.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ.

[16] สุกิจ ขัดชอนใบ. 2554.การพัฒนาและหาประสิทธิภาพเครื่องปลิดถั่วลิสงชนิดลูกปลิดแบบเรียงสลับ. สาขาครุศาสตร์เครื่องกลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

[17] Ikechukwu C. U, Olawale J. O, Ibukun B. I.2014. Design and Fabrication of Groundnut Shelling and Separating Machine. International Journal of Engineering Science Invention.3(4), 60-66

[18] Raghtate A. S, Handa C. C.2014. Design and Fabrication of Groundnut Sheller Machine. International Journal for Innovative Research in Science & Technology.1(7), 38-45

[19] วันชัย วิจิรวนิช และ ชอุ่ม พลอยมีค่า.2538. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

[20] Blank. L.T. and A.J. Tarquin. 1998. Engineering Economy. Mc Graw Publishing, Singapore.

[21] เพียงจันทร์ จริงจิตร. 2539.เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.

[22] ประกายรัตน์ สุวรรณ. 2548.คู่มือการใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 12 สำหรับ Windows. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น

[23] ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์, สุภมาส อังศุโชติ, อัจฉรา ชำนิประศาสน์. 2550. สถิติสำหรับการวิจัยและเทคนิคการใช้ SPSS. กรุงเทพฯ : มิสชั่น มีเดีย

[24] ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. 2551.การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย. กาฬสินธุ์ : ประสานการ-พิมพ์

[25] Wanichbancha K. 2015. Advanced Statistical Analysis with SPSS for Window. Chulalongkorn University Press, Bangkok. 524 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ผลการทดสอบการวัดขนาดของฝักถั่วลิสง

ตารางภาคผนวกที่ ก.1 แสดงขนาดของฝักถั่วลิสงไทนาน 9 ที่ใช้ในการทดลอง

ฝักที่	ขนาดของฝักถั่ว (เซนติเมตร)		
	ความยาวสุดของฝัก, L	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฝักที่ใหญ่สุด, D	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านขั้ว , D1
1	3.4	1.1	1.27
2	3.7	1.3	1.3
3	3.2	1.1	1.1
4	3	1.2	1.3
5	3.3	1.2	1.4
6	3.8	1.2	1.2
7	3.2	1.3	1.3
8	3.2	1.4	1.35
9	3.5	1.3	1.25
10	3.15	1.2	1.2
11	3.1	1.3	1.3
12	3.8	1.1	1.3
13	3	1.1	1.4
14	3.3	1.2	1.4
15	2.5	1.3	1.3
16	2.6	1.2	1.5
17	3.2	1.4	1.5
18	3.5	1.2	1.3
19	3.2	1.3	1.5
20	3.4	1.2	1.3
21	3.3	1.1	1.4
22	3	1.2	1.5
23	3	1.3	1.35
24	2.8	1.2	1.2
25	2.7	1.1	1.2
26	2.7	1.1	1.4
27	2.75	1.2	1.2
28	2.6	1.2	1.3
29	3.2	1.4	1.4
30	2.9	1.2	1.3
ค่าเฉลี่ย	3.13	1.22	1.32

ภาคผนวก ข.

ผลการทดสอบหาความเร็วรอบลูกปลิดและจำนวนต้นที่ป้อนของเครื่องต้นแบบและเครื่องที่พัฒนา

ตารางผนวกที่ ข.1 การทดลองหาความเร็วรอบลูกปลิดที่ความเร็ว 300 รอบ/นาทีและจำนวนต้นถั่วที่ 3, 4, 5 ต้น (เครื่องปลิดถั่วลิสงต้นแบบ)

ความเร็วรอบลูกปลิด (รอบต่อนาที)	จำนวนต้นที่ป้อนต่อกำ	จำนวนฝักก่อนป้อน	จำนวนฝักค้างที่ต้นหลังป้อน	จำนวนฝักที่ปลิดได้	จำนวนฝักแตก	จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด	จำนวนต้นที่ถูกชุดปลิดดึงเข้าไป
300	3	18	1	17	0	1	2
		17	1	16	0	2	0
		20	0	20	0	2	1
		22	2	20	0	1	2
		18	1	17	0	0	0
	เฉลี่ย	19	0.8	18.2	0	1.2	1
	4	22	0	22	0	4	0
		21	0	21	0	1	0
		25	2	23	0	1	0
		20	0	20	0	0	0
		18	0	18	0	1	1
	เฉลี่ย	21.2	0.4	20.8	0	1.4	0.2
	5	28	1	27	0	2	0
		33	2	31	0	4	0
		31	2	29	0	1	0
		30	0	30	0	2	0
		31	1	30	0	2	0
	เฉลี่ย	30.6	1.2	29.4	0	2.2	0

ตารางผนวกที่ ข.2 การทดลองหาความเร็วรอบลูกปลิดที่ความเร็ว 350 รอบ/นาทีและจำนวนต้นถั่วที่ 3, 4, 5 ต้น (เครื่องปลิดถั่วลิสงต้นแบบ)

ความเร็วรอบลูกปลิด (รอบต่อนาที)	จำนวนต้นที่ป้อนต่อกำ	จำนวนฝักก่อนป้อน	จำนวนฝักค้างที่ต้นหลังป้อน	จำนวนฝักที่ปลิดได้	จำนวนฝักแตก	จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด	จำนวนต้นที่ถูกชุดปลิดดึงเข้าไป
350	3	15	0	15	0	2	3
		20	1	19	0	2	1
		18	0	18	0	1	1
		21	0	21	0	1	2
		17	1	16	0	0	0
	เฉลี่ย	18.2	0.4	17.8	0	1.2	1.4
	4	23	0	23	0	2	1
		20	1	19	0	0	0
		19	0	18	0	1	0
		17	0	17	0	4	0
		19	1	18	0	1	0
	เฉลี่ย	20	0.4	19.6	0	1.6	0.2
	5	28	3	25	0	2	0
		25	1	24	0	4	0
		30	1	29	0	2	0
		23	2	21	0	1	1
		21	0	21	0	3	0
	เฉลี่ย	25.4	1.4	24	0	2.4	0.2

ตารางผนวกที่ ข.3 การทดลองหาความเร็วรอบลูกปลิดที่ความเร็ว 400 รอบ/นาทีและจำนวนต้นถั่วที่ 3, 4, 5 ต้น (เครื่องปลิดถั่วลิสงต้นแบบ)

ความเร็วรอบลูกปลิด (รอบต่อนาที)	จำนวนต้นที่ป้อนต่อกำ	จำนวนฝักก่อนป้อน	จำนวนฝักค้างที่ต้นหลังป้อน	จำนวนฝักที่ปลิดได้	จำนวนฝักแตก	จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด	จำนวนต้นที่ถูกชุดปลิดดึงเข้าไป
400	3	16	0	16	0	2	1
		18	0	18	1	1	3
		23	1	22	0	1	2
		20	1	19	0	1	1
		19	0	19	0	0	0
	เฉลี่ย	19.2	0.4	18.8	0.2	1	1.4
	4	27	1	26	0	1	0
		21	0	21	0	0	0
		25	0	25	0	2	1
		19	0	19	0	3	1
		30	1	29	0	3	0
	เฉลี่ย	24.4	0.4	24	0	1.8	0.4
	5	33	3	30	0	2	0
		34	2	32	0	2	0
		30	2	28	0	2	0
		29	1	28	0	3	0
		25	0	25	0	0	0
	เฉลี่ย	30.2	1.6	28.6	0	1.8	0

ตารางผนวกที่ ข.4 การทดลองหาความเร็วรอบลูกปลิดที่ความเร็ว 450 รอบ/นาทีและจำนวนต้นถั่วที่ 3, 4, 5 ต้น (เครื่องปลิดถั่วลิสงต้นแบบ)

ความเร็วรอบลูกปลิด (รอบต่อนาที)	จำนวนต้นที่ป้อนต่อกำ	จำนวนฝักก่อนป้อน	จำนวนฝักค้างที่ต้นหลังป้อน	จำนวนฝักที่ปลิดได้	จำนวนฝักแตก	จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด	จำนวนต้นที่ถูกชุดปลิดดึงเข้าไป
450	3	20	1	19	1	2	2
		22	2	20	0	1	0
		16	1	15	0	1	2
		17	1	16	1	2	1
		15	0	15	0	0	1
	เฉลี่ย	18	1	17	0.4	1.2	1.2
	4	25	1	24	0	1	1
		22	0	22	0	2	0
		23	2	21	1	2	1
		26	2	24	1	2	1
		24	1	23	1	1	0
	เฉลี่ย	24	1.2	22.8	0.4	1.2	0.4
	5	28	1	27	0	4	0
		30	2	28	1	2	0
		31	1	30	0	1	0
		31	2	29	0	0	0
		32	2	30	0	2	1
	เฉลี่ย	30.4	1.6	28.8	0.2	1.8	0.2

ตารางผนวกที่ ข.5 การทดลองหาความเร็วรอบลูกปลิดที่ความเร็ว 300 รอบ/นาทีและจำนวนต้นถั่วที่ 3, 4, 5 ต้น (เครื่องปลิดถั่วลิสงที่พัฒนาขึ้น)

ความเร็วรอบลูกปลิด (รอบต่อนาที)	จำนวนต้นที่ป้อนต่อกำ	จำนวนฝักก่อนป้อน	จำนวนฝักค้างที่ต้นหลังป้อน	จำนวนฝักที่ปลิดได้	จำนวนฝักแตก	จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด	จำนวนต้นที่ถูกชุดปลิดดึงเข้าไป
300 (±3)	3	15	0	15	0	14	0
		22	1	21	0	21	0
		28	2	26	0	23	0
		18	2	16	0	14	1
		16	0	16	0	16	0
		27	2	15	0	21	1
		25	1	21	0	22	1
		15	0	22	0	19	0
		21	1	21	0	17	0
		20	0	20	0	22	0
	เฉลี่ย	20.7	0.9	19.3	0	18.9	0.3
	4	18	0	18	0	18	0
		19	0	19	0	16	0
		17	2	15	0	14	0
		24	0	24	0	23	0
		24	0	24	0	24	0
		21	0	24	0	16	0
		19	0	16	0	16	0
		23	0	20	0	21	0
		22	0	16	0	17	0
		24	2	15	0	16	0
	เฉลี่ย	21.1	0.4	19.1	0	18.1	0
	5	25	2	23	0	23	0
		27	2	25	0	25	0
		26	3	23	0	22	0
		34	5	29	0	26	1
		30	1	29	0	26	0
		28	4	29	0	25	0
		34	4	27	0	23	1
		26	3	29	0	22	0
		27	3	26	0	22	0
		32	3	23	0	26	0
	เฉลี่ย	29.4	3.4	26.8	0	23.6	0.2

ตารางผนวกที่ ข.5 การทดลองหาความเร็วรอบลูกปลิดที่ความเร็ว 350 รอบ/นาทีและจำนวนต้นถั่วที่ 3, 4, 5 ต้น (เครื่องปลิดถั่วลิสงที่พัฒนาขึ้น)

ความเร็วรอบลูกปลิด (รอบต่อนาที)	จำนวนต้นที่ป้อนต่อกำ	จำนวนฝักก่อนป้อน	จำนวนฝักค้างที่ต้นหลังป้อน	จำนวนฝักที่ปลิดได้	จำนวนฝักแตก	จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด	จำนวนต้นที่ถูกชุดปลิดดึงเข้าไป
350 (±3)	3	14	0	14	0	14	0
		22	0	22	0	20	0
		13	2	11	0	11	1
		19	0	19	0	17	0
		17	0	17	0	17	0
		21	2	20	0	13	0
		18	2	12	0	18	0
		13	0	17	0	20	0
		21	1	12	0	18	0
		17	2	16	0	17	1
	เฉลี่ย	18	1.4	15.4	0	17.2	0.2
	4	23	0	23	0	23	0
		16	2	14	0	11	0
		17	0	17	0	17	0
		23	0	23	0	22	1
		23	0	23	0	21	0
		22	1	17	0	14	0
		18	0	15	0	22	0
		18	0	21	0	15	0
		19	2	23	0	15	0
		18	0	22	0	13	0
	เฉลี่ย	19	0.6	19.6	0	15.8	0
	5	34	0	34	0	33	1
		39	5	34	0	32	0
		39	6	33	1	31	0
		32	5	27	0	27	0
		33	2	31	0	31	0
		32	1	27	0	28	0
		34	5	27	0	27	0
		32	3	28	0	31	0
		32	1	27	0	28	0
		35	5	29	0	30	0
	เฉลี่ย	34.2	3.3	29.7	0.1	29.8	0.1

ตารางผนวกที่ ข.5 การทดลองหาความเร็วรอบลูกปลิดที่ความเร็ว 400 รอบ/นาทีและจำนวนต้นถั่วที่ 3, 4, 5 ต้น (เครื่องปลิดถั่วลิสงที่พัฒนาขึ้น)

ความเร็วรอบลูกปลิด (รอบต่อนาที)	จำนวนต้นที่ป้อนต่อกำ	จำนวนฝักก่อนป้อน	จำนวนฝักค้างที่ต้นหลังป้อน	จำนวนฝักที่ปลิดได้	จำนวนฝักแตก	จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด	จำนวนต้นที่ถูกชุดปลิดดึงเข้าไป
400 (±3)	3	32	0	32	0	31	0
		8	0	8	0	7	1
		13	1	12	0	11	0
		18	1	17	0	17	0
		16	0	16	0	15	0
		14	0	28	0	30	1
		16	0	30	0	21	1
		30	0	23	0	31	1
		32	0	17	0	17	0
		29	0	29	0	25	1
	เฉลี่ย	20.8	0.2	21.2	0	20.5	0.5
	4	29	0	29	0	29	0
		17	1	16	0	16	0
		22	0	22	0	18	0
		23	0	23	0	20	0
		27	1	26	0	26	0
		23	0	27	0	17	0
		20	0	21	0	25	0
		26	1	28	0	23	0
		21	1	17	0	26	0
		24	1	21	0	21	0
	เฉลี่ย	23.2	0.5	23	0	22.1	0
	5	35	2	33	0	30	0
		26	2	24	0	24	0
		43	2	41	0	37	0
		27	5	22	0	22	0
		41	3	38	0	36	0
		30	2	27	0	26	0
		32	2	30	0	26	0
		34	2	29	0	28	0
		26	2	25	0	24	0
		26	2	33	0	30	0
	เฉลี่ย	32	2.4	30.2	0	28.3	0

ตารางผนวกที่ ข.5 การทดลองหาความเร็วรอบลูกปลิดที่ความเร็ว 450 รอบ/นาทีและจำนวนต้นถั่วที่ 3, 4, 5 ต้น (เครื่องปลิดถั่วลิสงที่พัฒนาขึ้น)

ความเร็วรอบลูกปลิด (รอบต่อนาที)	จำนวนต้นที่ป้อนต่อกำ	จำนวนฝักก่อนป้อน	จำนวนฝักค้างที่ต้นหลังป้อน	จำนวนฝักที่ปลิดได้	จำนวนฝักแตก	จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด	จำนวนต้นที่ถูกชุดปลิดดึงเข้าไป
450 (±3)	3	8	0	8	0	8	0
		18	1	17	0	15	0
		16	2	14	0	14	0
		21	0	21	0	19	0
		23	4	19	0	19	0
		11	0	9	0	13	0
		22	0	19	0	13	0
		14	1	10	0	11	0
		13	1	20	0	19	0
		15	0	17	0	15	0
	เฉลี่ย	16.1	0.9	15.4	0	14.6	0
	4	35	2	33	0	30	1
		31	1	30	1	29	0
		28	4	24	0	23	0
		22	1	21	0	19	0
		35	5	30	-	28	0
		22	2	23	0	24	0
		33	5	28	0	24	1
		25	2	21	0	26	0
		23	1	22	0	24	1
		23	2	31	1	30	1
	เฉลี่ย	27.7	2.5	26.3	0.2	25.7	0.4
	5	28	1	27	-	24	-
		29	-	29	1	28	1
		40	-	40	-	34	-
		27	4	23	-	23	-
		32	4	29	-	28	1
		29	3	24	1	24	-
		29	4	24	1	24	1
		28	-	27	-	23	-
		28	4	24	-	23	-
		28	3	26	-	24	-
	เฉลี่ย	29.8	3.3	27.3	1	25.5	1

ตารางผนวกที่ ข.6 การทดสอบหาการเปิดช่องลมที่ 50, 75, และ 100 เปอร์เซ็นต์

การเปิดช่องลม (%)	ตัวอย่างที่	จำนวนเมล็ดก่อนปลิด	จำนวนเมล็ดหลังปลิด	สูญเสีย(เมล็ด)
50	1	40	39	1
	2	46	43	3
	3	55	52	3
	4	46	43	3
	5	54	51	3
	6	45	44	1
	7	50	48	2
	8	51	50	1
	9	50	47	3
	10	46	45	1
	เฉลี่ย	**48.3**	**46.2**	**2.1**
75	1	62	57	5
	2	42	37	5
	3	52	47	5
	4	53	47	6
	5	52	45	7
	6	62	56	6
	7	54	48	6
	8	52	47	5
	9	54	46	8
	10	52	47	5
	เฉลี่ย	**53.5**	**47.7**	**5.8**
100	1	53	39	14
	2	63	42	21
	3	69	45	24
	4	69	44	25
	5	69	46	23
	6	68	43	25
	7	62	40	22
	8	56	41	15
	9	58	40	18
	10	58	39	19
	เฉลี่ย	**62.5**	**41.9**	**20.6**

ภาคผนวก ค.

รูปแสดงการทดสอบเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

รูปที่ 1ค. เตรียมถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9

รูปที่ 2ค. ทำการนับเม็ดก่อนทำการทดสอบ

รูปที่ 3ค. ทำการปรับความเร็วรอบก่อนทดสอบ

รูปที่ 4ค. ทำการป้อนถั่วลิสงเข้าเครื่องปลิด

รูปที่ 5ค. ถั่วลิสงที่ปลิดด้วยเครื่องปลิด

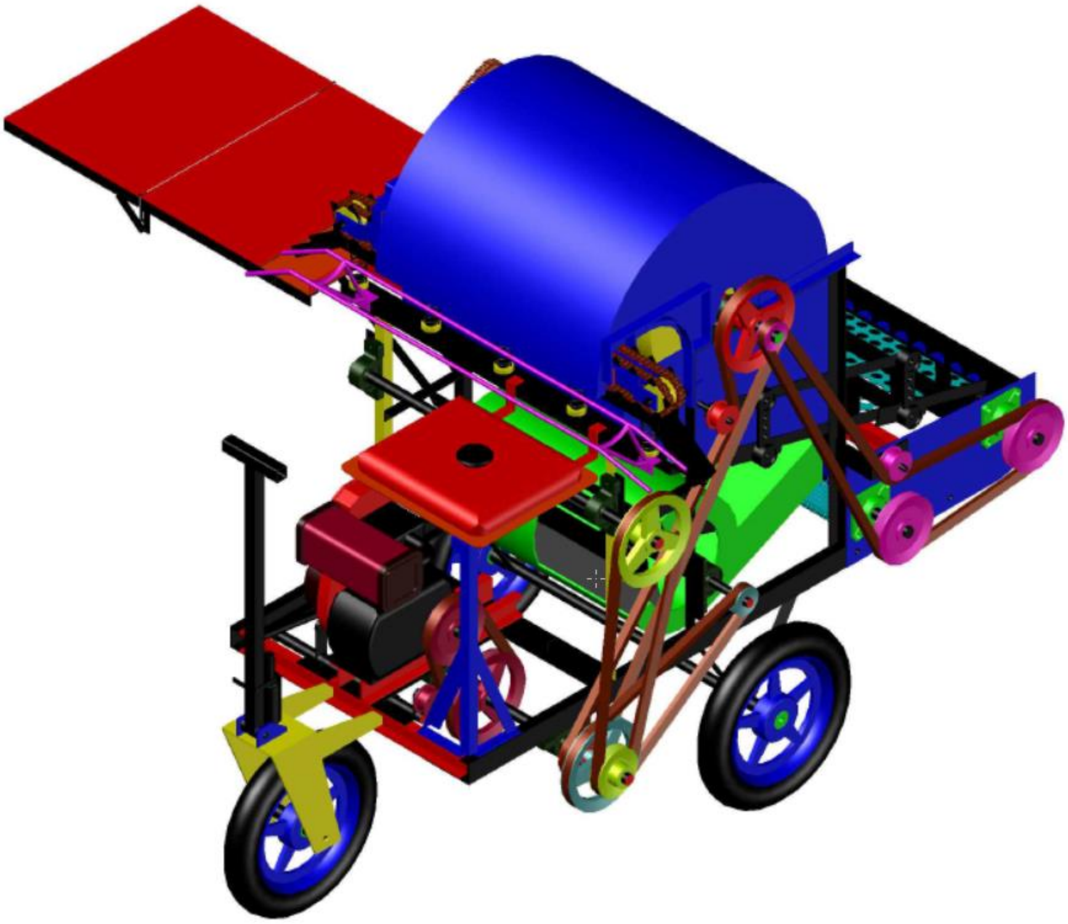
รูปที่ 6ค. นับจำนวนเม็ดถั่วหลังปลิด

รูปที่ 7ค. ต้นถั่วหลังปลิดที่ไม่เหลือเม็ดติด

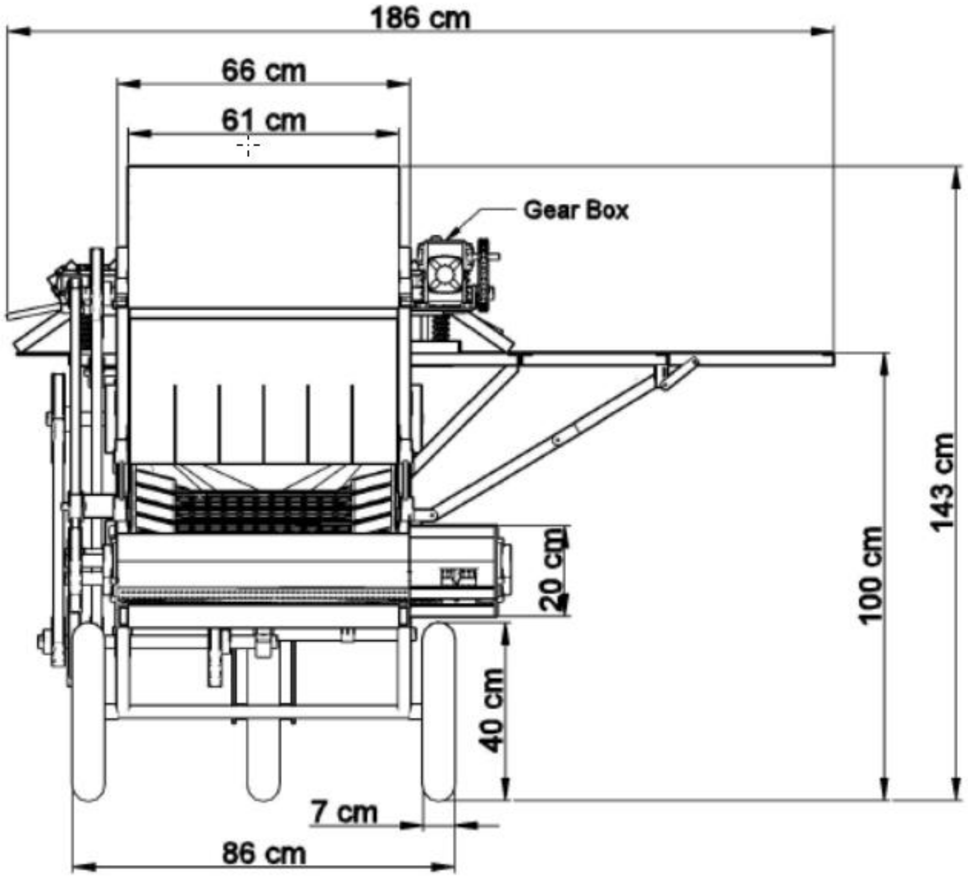
รูปที่ 8ค. ต้นถั่วหลังปลิดที่ปลิดเม็ดไม่หมด

ภาคผนวก ง.

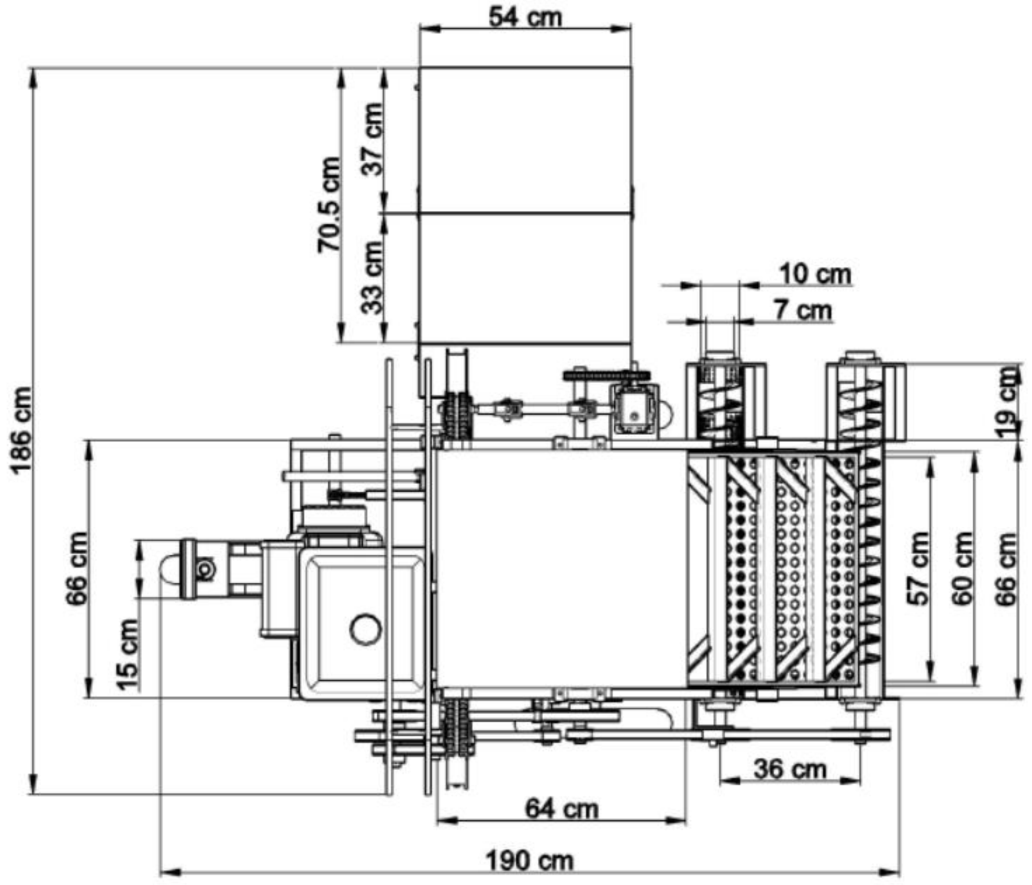
แบบโครงสร้างและชิ้นส่วนเครื่อง



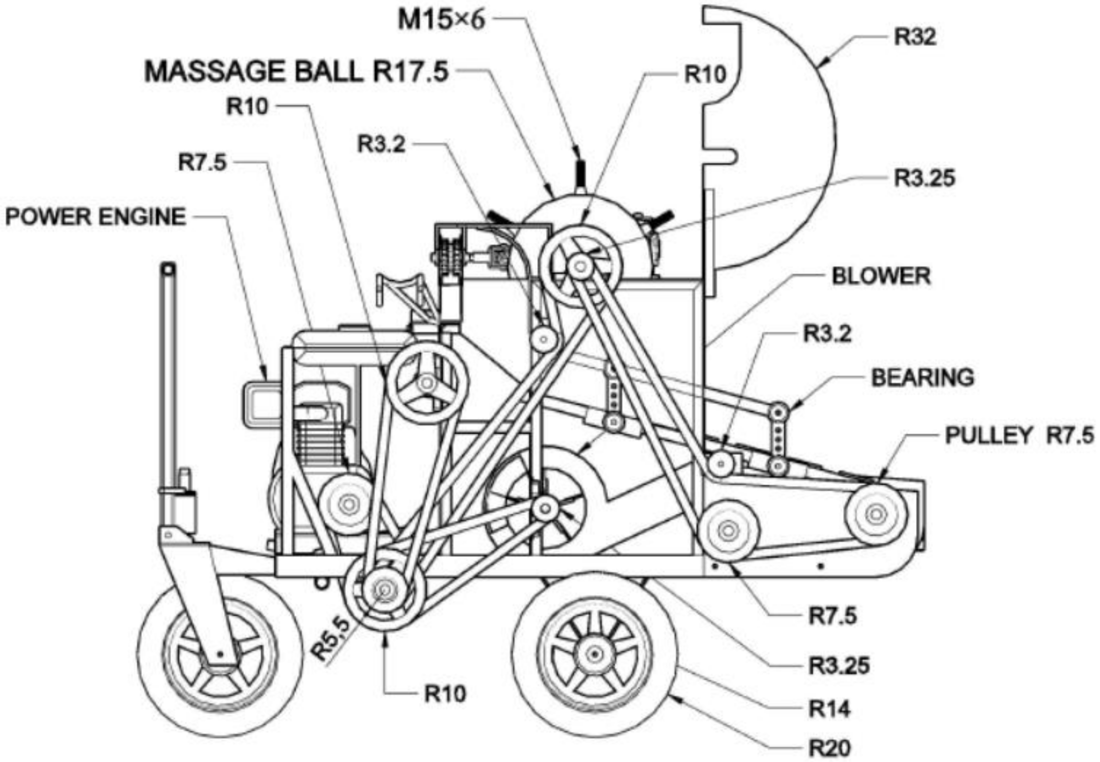
รูปที่ 1ง. แบบเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน



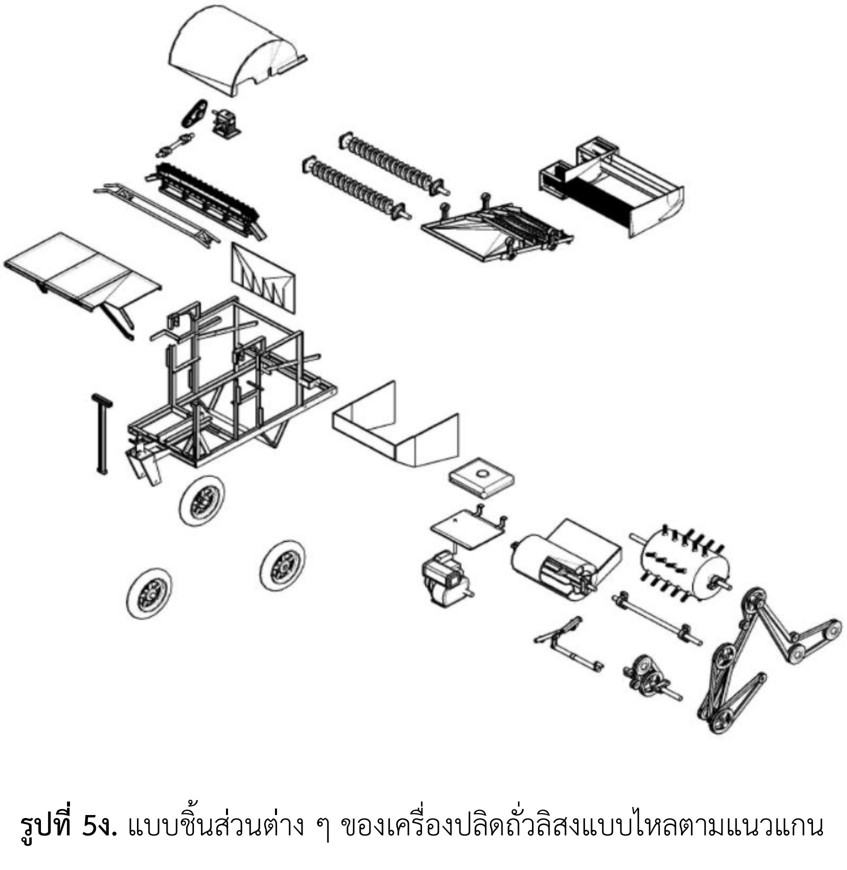
รูปที่ 2ง. แบบด้านหน้าเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน



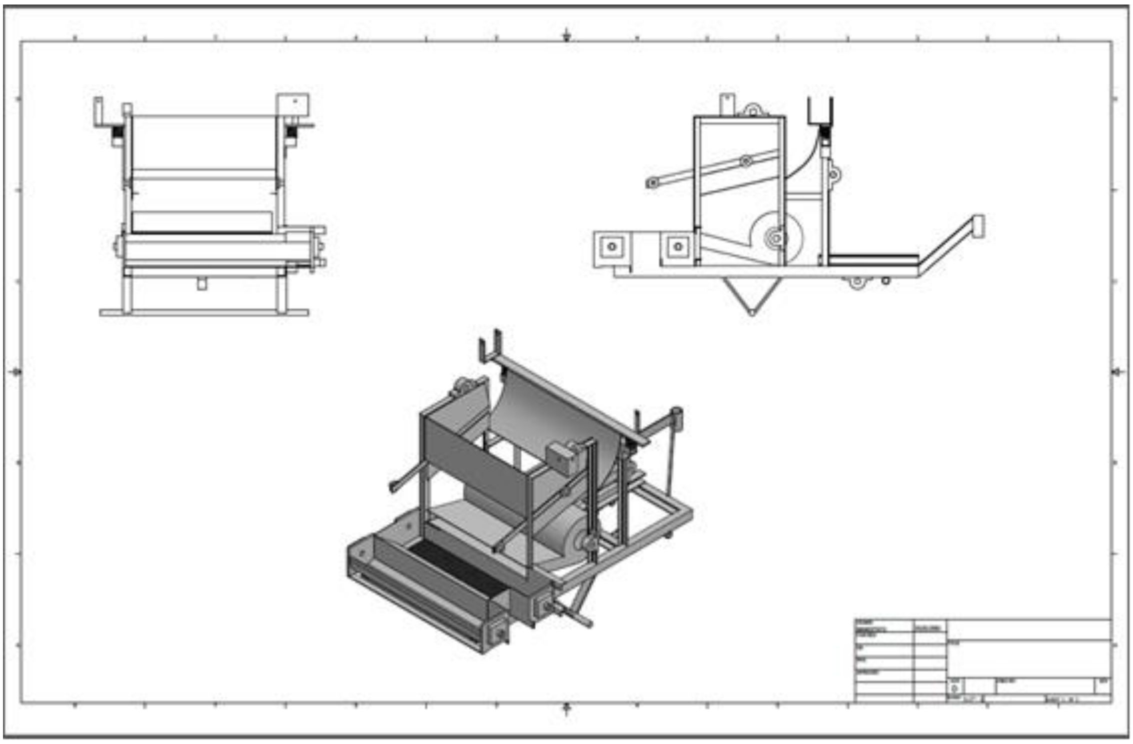
รูปที่ 3ง. แบบด้านบนเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน



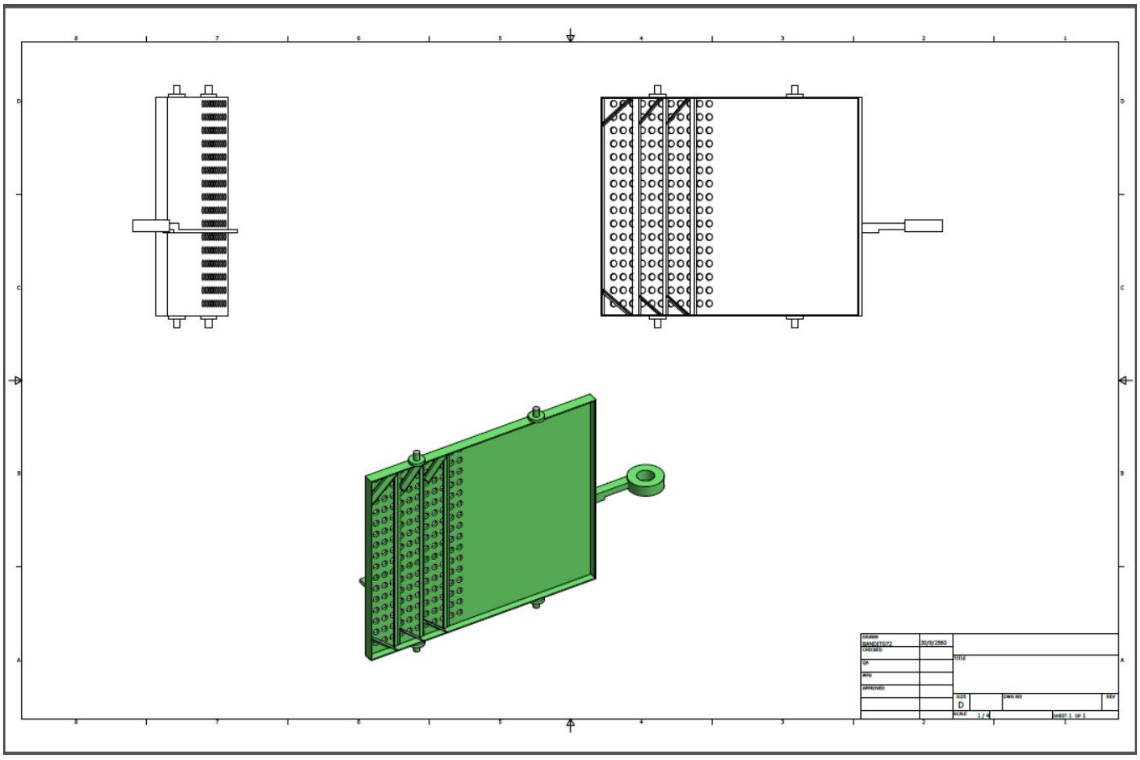
รูปที่ 4ง. แบบด้านข้างเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน



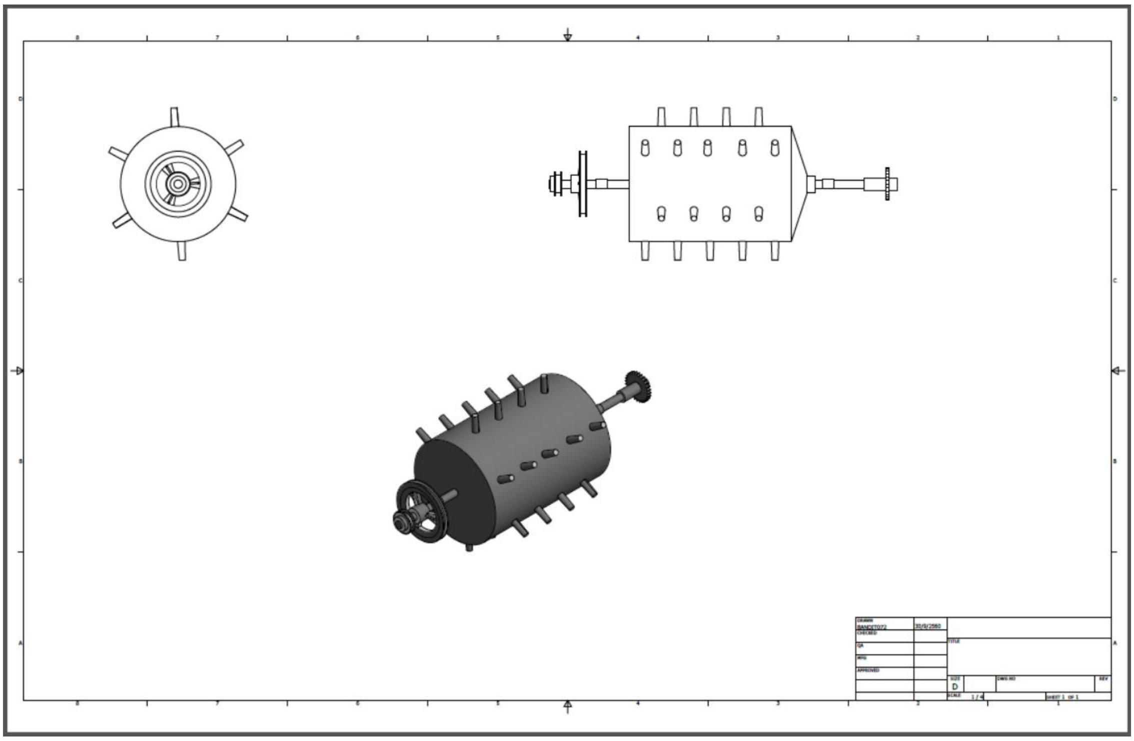
รูปที่ 5ง. แบบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน



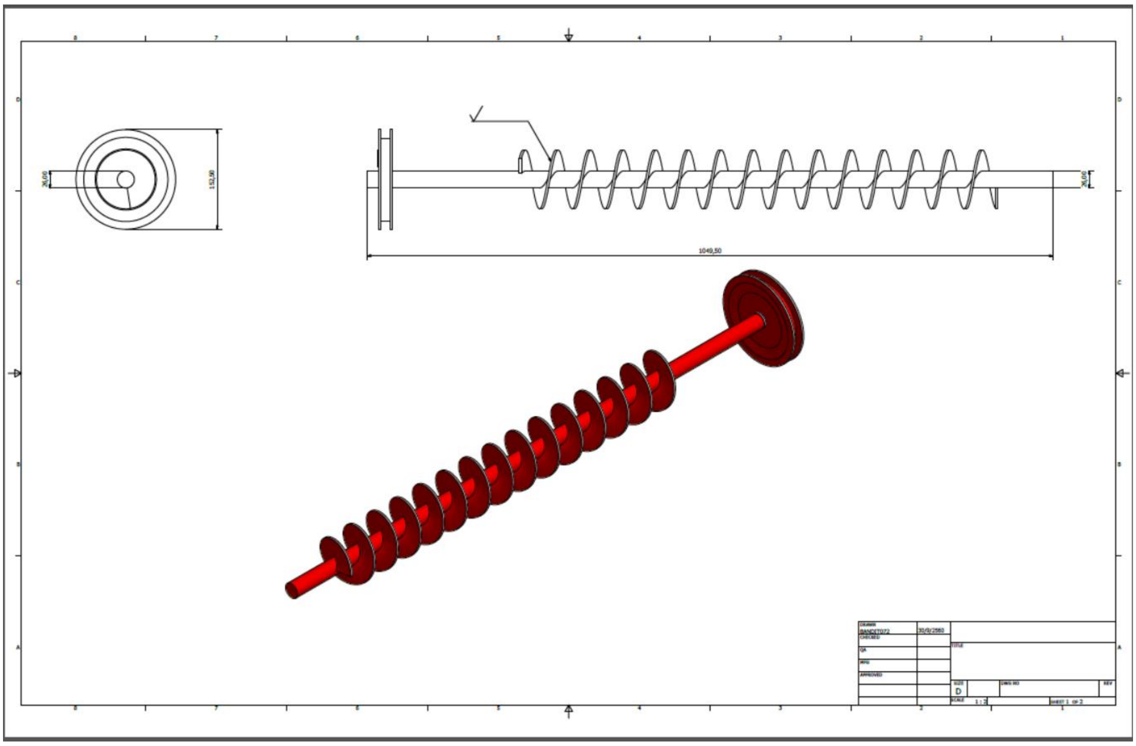
รูปที่ 6ง. แบบโครงเครื่อง



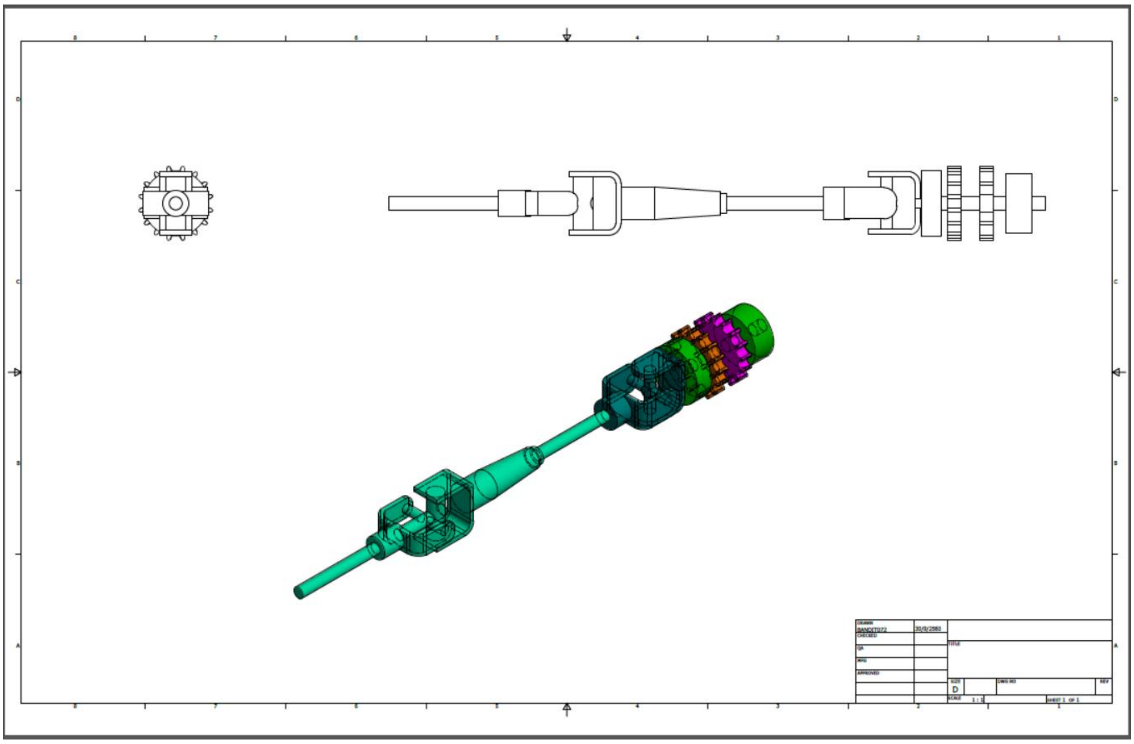
รูปที่ 7ง. แบบชุดตะแกรง



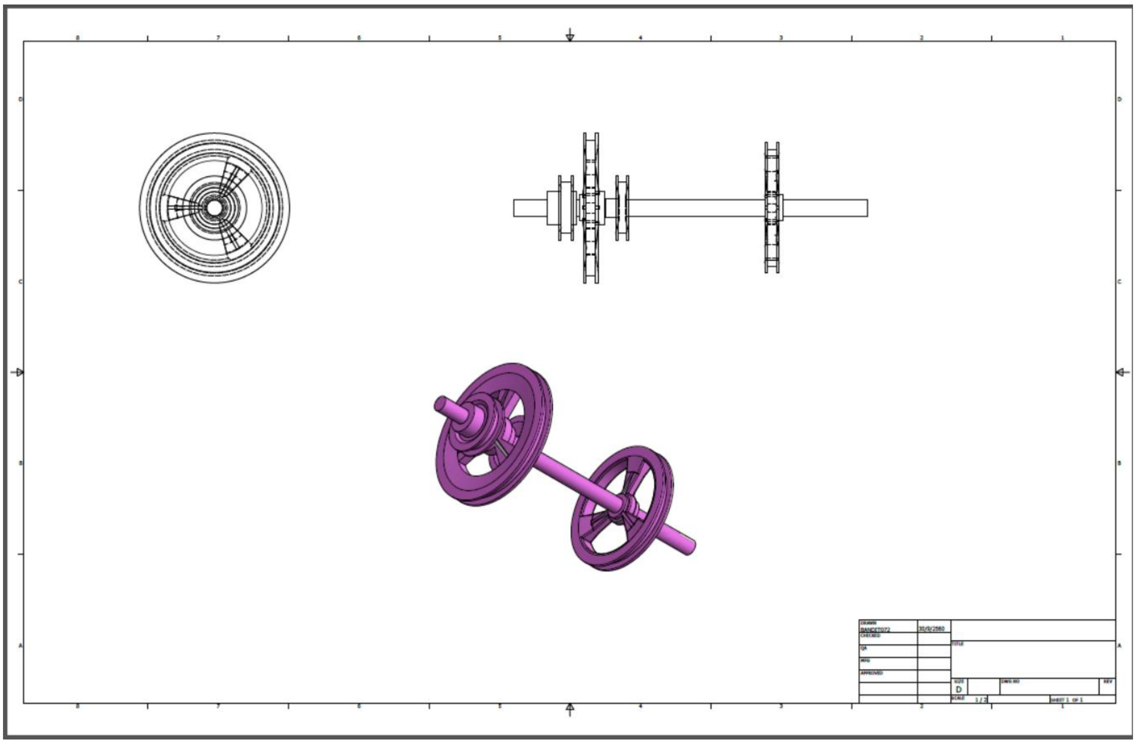
รูปที่ 8ง. แบบชุดลูกปลิด



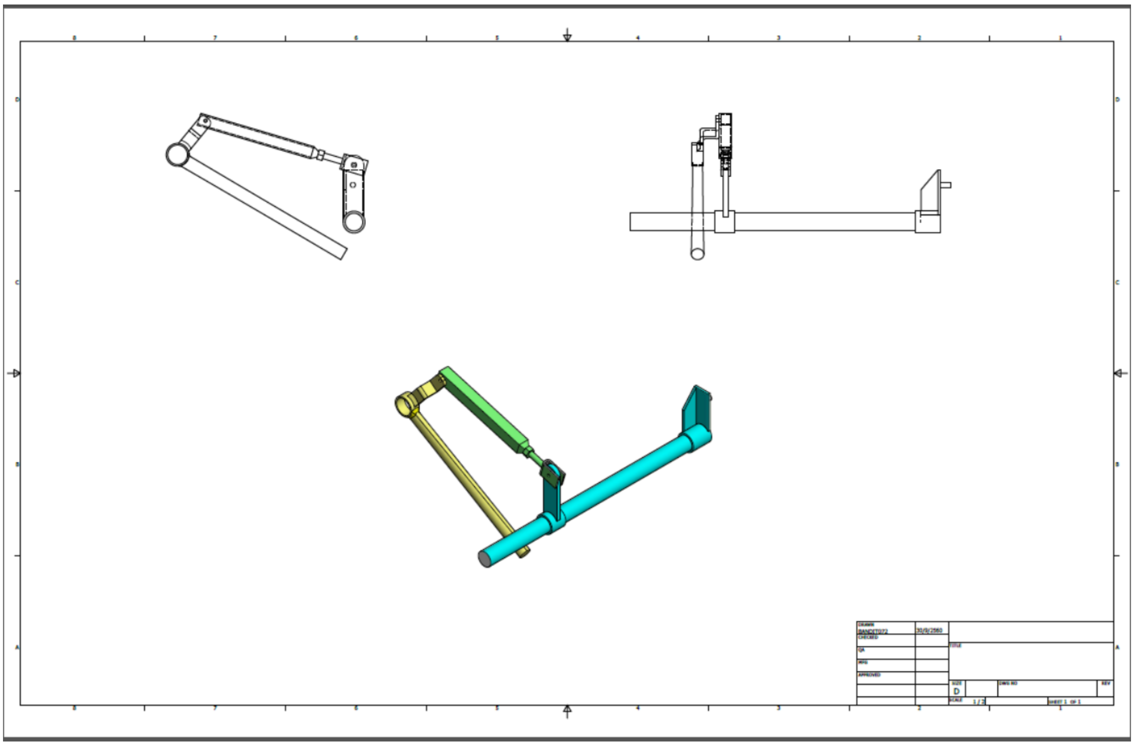
รูปที่ 9ง. แบบสกรูลำเรียง



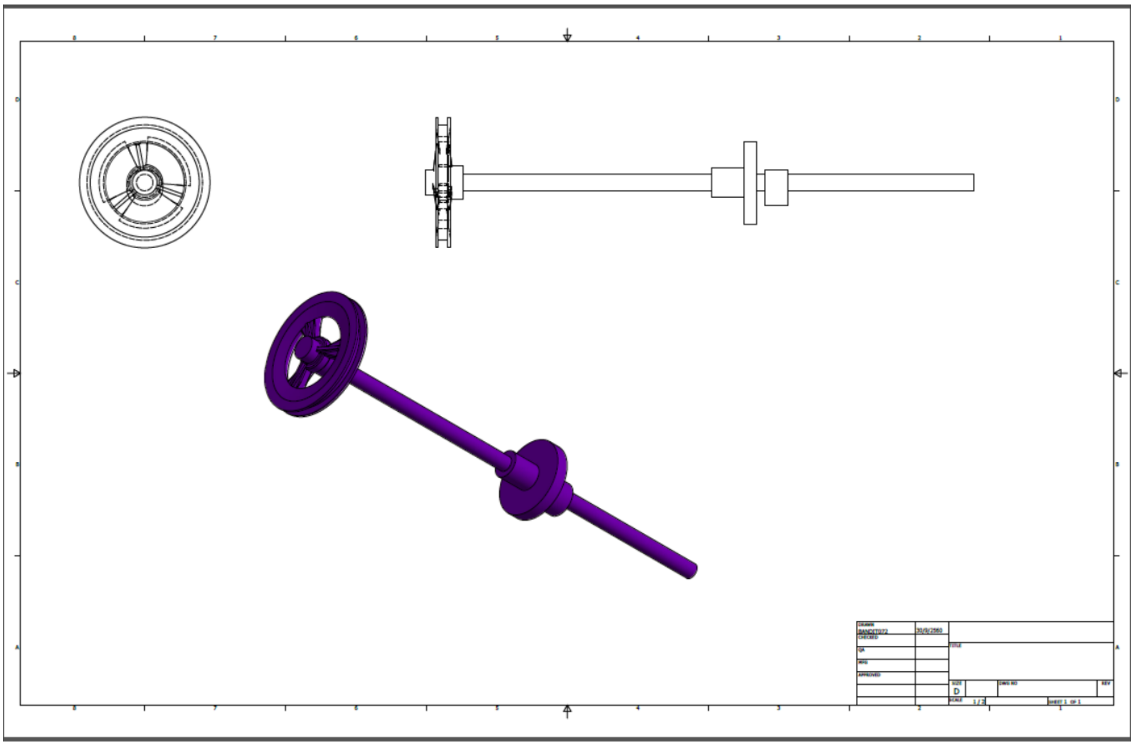
รูปที่ 10ง. แบบชุดข้อต่ออ่อน



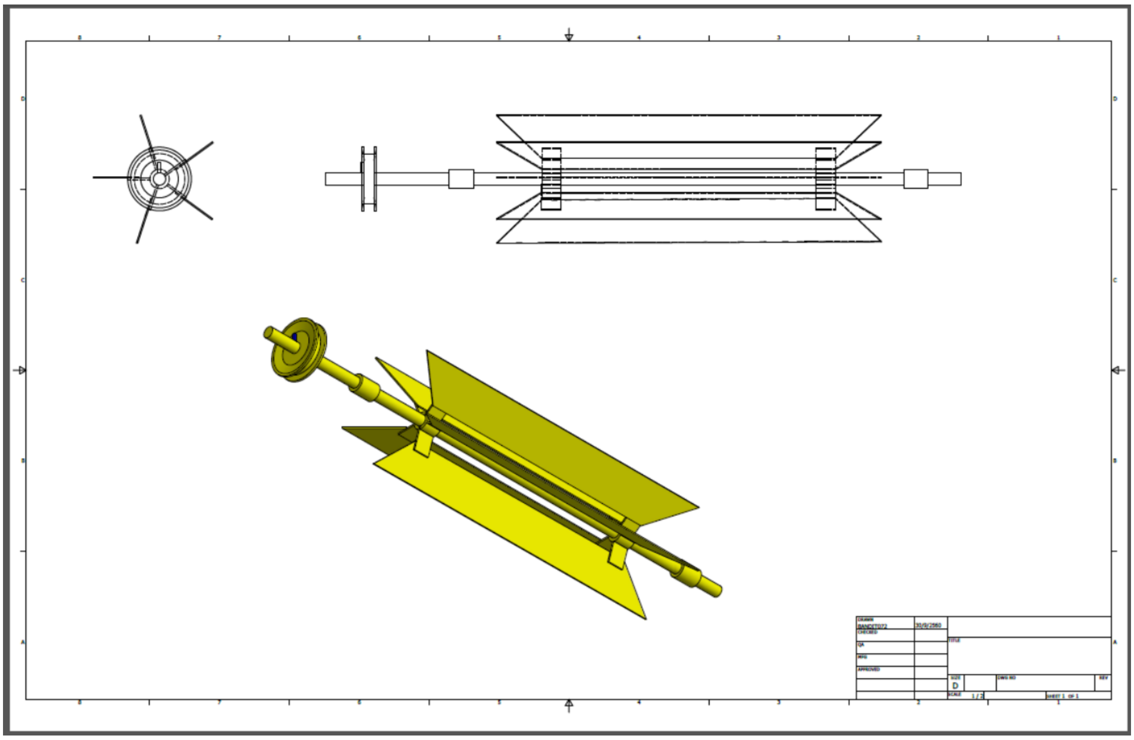
รูปที่ 11ง. แบบชุดส่งกำลัง



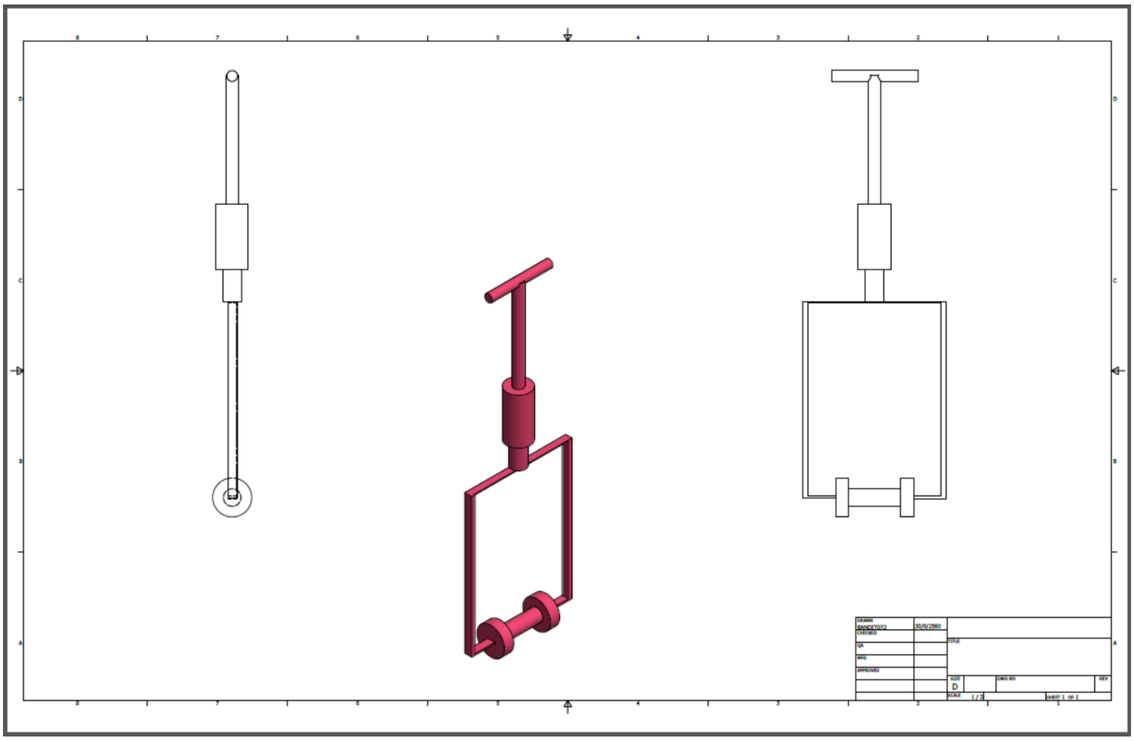
รูปที่ 12ง. แบบชุดตัดต่อกำลัง



รูปที่ 13ง. แบบชุดลูกเบี้ยว



รูปที่ 14ง. แบบชุดใบพัดลม



รูปที่ 15ง. แบบชุดโครงล้อหน้า

ภาคผนวก จ.

รายการค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

ตารางภาคผนวกที่ จ.1 ตารางรายการค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน

ค่าวัสดุและอุปกรณ์	**จำนวนเงิน**
ค่าวัสดุและอุปกรณ์ของชุดโครงเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงและชุดต้นกำลัง	35,000
ค่าวัสดุและอุปกรณ์ของชุดปลิดฝักถั่วลิสง	5,000
ค่าวัสดุและอุปกรณ์ของชุดคัดแยกขนาดฝักถั่วลิสง	8,000
ค่าวัสดุและอุปกรณ์ของระบบส่งกำลังของชุดฝักถั่วลิสง	12,000
วัสดุอื่นๆ	5,000
รวม	65,000

ภาคผนวก ฉ.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

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

TPHF-04 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันมะพร้าวผ่านกรรมวิธีและน้ำมันรำข้าวทอดซ้ำด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี 301

TPHF-05 ผลกระทบของปัจจัยการสกัดต่อสารพอลิแซ็กคาไรด์และสารประกอบฟีนอลลิกทั้งหมดจากเห็ดหูหนูดำ 310

TPHF-06 การศึกษาการอบแห้งยางแผ่นด้วยลมร้อนในอุโมงค์ลมแบบเปิด 316

TPHF-07 การพัฒนาช่องคายกากของเครื่องสกัดน้ำมันแบบเกลียวอัดสำหรับเมล็ดมะคาเดเมียแตกซีก 323

TPHF-08 ระดับความสุกและอุณหภูมิพัฟฟิงที่เหมาะสมของการผลิตกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมกรอบ 330

TPHF-09 การศึกษาปัจจัยของการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี่ โดยใช้เครื่องกลั่นแบบหอกลั่นทรงกรวย 337

PTHF-10 สมบัติทางกายภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสของบะหมี่เสริมแป้งเมล็ดบัว 341

PTHF-11 การอบแห้งรังไหมด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน: จลนพลศาสตร์การอบแห้งและสมบัติเชิงกล 345

PTHF-12 ชุดลำเลียงวัสดุลอยน้ำสำหรับระบบคัดแยกคุณภาพมังคุดโดยความถ่วงจำเพาะ 351

TPM-01 วิจัยและพัฒนาเครื่องหยอดปุ๋ยอ้อยแบบผสมแม่ปุ๋ยภายในตัวเอง 355

TPM-02 การจำลองพฤติกรรมการไหลของดินผ่านไถดินดานด้วยโปรแกรมทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ 361

TPM-03 การวิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อยแบบกึ่งอัตโนมัติ 365

TPM-04 การทดสอบเพื่อหามุมตัดที่เหมาะสมสำหรับกลไกตัดท่อนพันธุ์ในเครื่องปลูกมันสำปะหลัง 372

TPM-05 การพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง 376

TPM-06 การออกแบบและพัฒนาไถระเบิดดินดานแบบขาไถยกตัวได้โดยใช้แหนบสปริงรถยนต์ 381

TPM-07 การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องคีบอ้อย 386

TPM-08 การพัฒนาอุปกรณ์พรวนกลบเศษวัสดุอ้อยแบบไถจานชนิดใช้กำลังขับ 392

TPM-09 การพัฒนาเครื่องปลูกสับปะรดแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ขนาดกลาง 399

TPM-10 อุปกรณ์ฉีดพ่นสารเคมีติดท้ายรถแทรกเตอร์แบบมีกลไกควบคุมความสูงการฉีด 405

TPM-11 การศึกษาและทดสอบชุดปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน 410

TPM-12 การตรวจจับสถานะการทำงานของระบบการตัดในรถตัดอ้อยโดยใช้เทคนิคคลื่นเสียง 415

TPM-13 เครื่องโรยปุ๋ยคอกบนจอบหมุน 421

TSWE-01 ผลของขนาดท่อและอัตราการไหลต่อค่าสัมประสิทธิ์ของฮาเซนวิลเลี่ยมของท่อพีวีซี 426

TSWE-02 การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรกรรม กรณีศึกษาหมู่บ้านราษฎร์พัฒนา ตำบลสระ อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา 430

TSWE-03 การศึกษาพารามิเตอร์แรงต้านของดินในพื้นที่ไร่ของจังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย 436

The 17th TSAE National Conference and The 9th TSAE International Conference : TSAE 2016
การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 17 ประจำปี 2559 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 9

TPM-11

การศึกษาและทดสอบชุดปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน

กฤษณ์ ผลโพธิ์[1]* ธีรพงศ์ ผลโพธิ์[2]

[1]*วิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,กรุงเทพฯ, 10520*
[2]*ผู้ช่วยศาสตราจารย์, วิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,กรุงเทพฯ, 10520*

ผู้เขียนติดต่อ: กฤษณ์ ผลโพธิ์ E-mail: krid339@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ทดสอบ และประเมินผลชุดปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน เพื่อยกระดับการผลิตเนื่องจากปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรม เครื่องปลิดถั่วลิสงประกอบด้วย ชุดปลิดฝักถั่วลิสง ชุดป้อนต้นถั่วลิสง ชุดตะแกรงร่อน ชุดพัดลมทำความสะอาด และชุดทดกำลัง การทดสอบหาสมรรถนะ การทำงานของเครื่องต้นแบบโดยใช้ตัวอย่างถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 6 hp ที่ความเร็วรอบชุดลูกนวด 300, 350, 400 และ 450 rpm ตามลำดับจำนวนการป้อนต้นถั่วลิสงที่ 4 ต้นต่อกำ ความเร็วในการปลิดถั่วลิสง 300, 350, 400 และ 450 rpm ความสามารถในการปลิดฝักถั่วลิสง 21.43, 29.15, 35.55 และ 29.75 kg (ฝัก)/hr ฝักถั่วลิสงดีไม่มีขั้ว 94.50%, 94.09%, 93.97% และ 94.16% ฝักดีมีขั้ว 5.50%, 5.91%, 6.03 % และ 5.84% พบว่าความเร็วในการปลิดถั่วลิสงที่เหมาะสมคือ 400 rpm ความสามารถในการปลิดฝักถั่วลิสง 35.55 kg (ฝัก)/hr ฝักถั่วลิสงดีไม่มีขั้ว 93.97% ฝักดีมีขั้ว 6.03% และไม่พบว่ามีการแตกร้าวของฝักถั่ว

คำสำคัญ: เครื่องปลิดถั่วลิสง, ถั่วลิสง, ชุดลูกนวด

Study and Testing on the Picking of Groundnut Pod Stripper on Axial Type

Krid Pholpo[1]*, Teerapong Pholpo[2]

[1]*Curriculum of Agricultural Engineering, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, 10520*
[2]*Assistant professor, Curriculum of Agricultural Engineering, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, 10520*

Corresponding author: Krid Pholpo. E-mail: krid339@gmail.com

Abstract

The objective of this research to study and test the performance of Groundnut Pod Stripper on Axial type. The purpose of this research was to raise production of peanuts to higher performance and safe work-times due to the shortage of labor in the agricultural sector. The components of peanut thresher composed of thresher, feeder, sorting sieve, cleaning blower and speed reducer. The performance of thresher was tested by used peanuts variety Thainan-9 for five trunks per bunch. The engine was diesel 6 HP with 300, 350, 400 and 450 rpm of thresher revolution respectively. The results show the optimum revolution for four groundnut tree per feed is 400 rpm. The stripping capacity was 21.43, 29.15, 35.55 and 29.75 kg (pods)/hr. The 94.50%, 94.09%, 93.97% and 94.16% of good pods without attached vine and 5.50%, 5.91%, 6.03% and 5.84% of good pods with attached vine and not found broken pods.

Keywords: Groundnut Stripper Machine, peanut, thresher

1 บทนำ

ถั่วลิสงเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางอาหารสูง สามารถนำมาบริโภคได้หลายรูปแบบ ทั้งบริโภคเป็นอาหารโดยตรง หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังเป็นพืชตระกูลถั่วที่เป็นพืชบำรุงดิน สามารถปลูกได้ทุกภาคของไทย ทั้งในพื้นที่อาศัยน้ำฝนและน้ำชลประทาน แต่ผลผลิตยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้บริโภคในประเทศ [1] ถึงแม้ว่าจะมีการปลูกอย่างแพร่หลายกันมาช้านานแล้วก็ตาม แต่กระบวนการผลิตส่วนใหญ่ยังเป็นแบบเดิม โดยที่ถั่วลิสงเป็นพืชที่มีฝักเจริญเติบโตอยู่ในดินทำได้ยากต่อการเก็บเกี่ยวขึ้นมาแล้วก็ยากลำบากในการปลิดฝักถั่วออกจากต้น ซึ่งถ้าปลูกเป็นปริมาณมากแล้วเกษตรกรมักจะปลิดฝักไม่ทัน ทำให้เมล็ดถั่วเน่าเสีย สร้างความสูญเสียทางมูลค่าแก่เกษตรกร

การปลิดฝักออกจากต้นถั่วลิสง ทำได้ทั้งการปลิดทันทีหลังถอน หรือการถอนแล้วตากทั้งต้นไว้ในแปลง 1 ถึง 4 วันแล้วจึงปลิด [2] เกษตรกรส่วนใหญ่ปลิดถั่วลิสงโดยใช้มือ ซึ่งใช้เวลาและแรงงานมาก จึงนิยมจ้างปลิดได้โดยการชั่งน้ำหนักสด ประมาณ 10 ถึง 12 kg หรือโดยการชั่งน้ำหนักแห้ง 5 ถึง 6 kg ต่อปี๊บและจ่ายค่าจ้างต่อปี๊บ 10 ถึง 20 บาท แล้วแต่ท้องที่ เกษตรกรในบางท้องที่หุ้นแรงงาน โดยการฟาดถั่วลิสงบนไม้สามเหลี่ยมเพื่อให้ฝักร่วงลงในภาชนะรองรับ หรือวัสดุอื่นที่หาได้ในท้องถิ่น

กิตติและคณะ (2545) สร้างเครื่องปลิดฝักถั่วลิสง 2 แบบ คือ แบบแถบยางมีริมเป็นรอยหยักฟันเลื่อย และแบบท่อนเหล็กหุ้มด้วยสายยางท่อน้ำ ติดตั้งเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงที่ด้านหน้ารถไถเดินตาม โดยอาศัยเครื่องยนต์ของรถไถเป็นต้นกำลัง ทดสอบเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงกับถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 และ สข. 38 อายุ 110 วันหลังปลูก โดยเปรียบเทียบกับการปลิดฝักด้วยมือที่เป็นวิธีมาตรฐาน หลังจากนั้นนำฝักที่ปลิดได้ไปเก็บรักษาในสภาพเปิดระยะเวลาต่างๆ แล้วทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยการทดสอบความงอกการติดสีเตตระโซเลียม และการนำไฟฟ้าของน้ำแช่เมล็ดพันธุ์ ผลการทดสอบพบว่า เครื่องปลิดทั้ง 2 แบบสามารถปลิดฝักถั่วลิสงเฉลี่ยได้ฝักดีไม่มีขั้วประมาณร้อยละ 80 ฝักดีแต่มีขั้วประมาณร้อยละ 9 ฝักแตก / ร้าวประมาณร้อยละ 4 และส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 7 เป็นฝักอ่อนคุณภาพภายนอกของฝักถั่วลิสงที่ปลิดได้ยังไม่สูงพอสำหรับมาตรฐานเมล็ดพันธุ์เนื่องจากยังมีขั้วติดอยู่แต่อาจจะใช้ได้สำหรับทำเป็นถั่วต้มเพื่อบริโภค ในส่วนภาพรวมของการทดสอบเมล็ดพันธุ์ พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ได้จากการปลิดฝักด้วยเครื่องทั้ง 2 แบบมีคุณภาพต่ำกว่าที่ได้จากการปลิดฝักด้วยมือเล็กน้อย อย่างไรก็ตามในหลายกรณีเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการปลิดฝักถั่วลิสงด้วยเครื่องแบบแถบยางมีริมเป็นรอยหยักฟันเลื่อยมีคุณภาพไม่แตกต่างทางสถิติจากเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการปลิดฝักถั่วลิสงด้วยมือ

เนื่องจากการปลิดถั่วลิสงสิ้นเปลืองแรงงานและเวลามาก หากมีเครื่องปลิดฝักที่มีประสิทธิภาพและมีขนาดที่เหมาะกับการใช้ในระดับครัวเรือนรวมทั้งมีราคาที่ถูกสามารถลดค่าใช้จ่ายในการปลิดตลอดจนสามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกได้มากขึ้น เนื่องจากการปลิดฝักทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น จึงเป็นอีกทางเลือกให้แก่เกษตรกรได้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษา ทดสอบ และประเมินผลชุดปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ตัวอย่างต้นถั่วลิสง

ตัวอย่างต้นถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 นำมาจากจังหวัดสระบุรี

2.2 ลักษณะของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน

เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบตามแนวแกน ที่พัฒนานี้เป็นเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบต่อเนื่องในการป้อนต้นถั่วลิสง (ภาพที่ 1) มีความคล่องตัวในการใช้งาน สามารถนำเข้าไปในแปลงปลูกถั่วโดยโครงเครื่องมีขนาดกว้าง 1.10 m ยาว 1.85 m และสูง 1.45 m ซึ่งมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญอยู่ 6 ส่วน คือเครื่องยนต์ต้นกำลังขนาด 6 hp ชุดลำเลียงต้นถั่วและถาดป้อน ชุดตะแกรงร่อนและพัดลมทำความสะอาด ชุดเกลียวลำเลียง ชุดส่งกำลัง และชุดปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน (ภาพที่2) โดยลูกนวดของชุดปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกนใช้วัสดุเป็นเหล็กแผ่นม้วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 cm ยาว 50 cm มีนิ้วยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 2 cm ยาว 8 cm ติดกับลูกนวดตามแนวยาวจำนวนแถวละ 4 และ 5 นิ้ว สลับกันโดยมีระยะห่างระหว่างนิ้วยาง 10 cm และมีมุมขนาด 60° ระหว่างแถว

Figure 1 Peanut thresher on axial

Figure 2 Thresher part

2.3 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองเก็บผล จัดต้นถั่วลิสงแบ่งออกเป็นกำๆ ละ 3, 4 และ 5 ต้น รวมทั้งหมด 60 กำ เริ่มเดินเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบลูกปลิด 300 rpm ทำการป้อนต้นถั่วลิสงที่จำนวนต้นที่ป้อน 3 ต้นต่อกำ โดยทำการจับต้นถั่วบริเวณใบ ส่วนบริเวณรากและฝักถั่วลิสงจะถูกชุดลูกปลิดตี ทำจนครบ 5 ซ้ำ แล้วจดบันทึกผลการทดลอง โดยนับจำนวนฝักก่อนป้อน จำนวนฝักหลังป้อน จำนวนฝักดีที่ติดขั้ว จำนวนฝักแตก และจำนวนต้นที่ถูกลูกปลิดดึงเข้าไป หลังจากนั้นป้อนต้นถั่วที่ 4 และ 5 ต้นต่อกำ ตามลำดับ โดยเปลี่ยน

ความเร็วรอบลูกปลิดเป็น 350, 400 และ 450 rpm ตามลำดับ และที่ความเร็ว รอบของชุดลำเลียงต้นถั่ว ที่ 300, 350, 400 และ 450 rpm ใช้เวลาในการปลิดฝักถั่ว 9.2, 8.8, 7.7 และ 7.1 s ต่อการปลิดฝักถั่วลิสงหนึ่งครั้งตามลำดับ ในภาพที่ 3 แสดงการป้อนต้นถั่วลิสง และภาพที่4 แสดงถั่วลิสงที่ปลิดได้

Figure 3 Feeding process

Figure 4 Peanuts after process

2.4 การคำนวณสมรรถณะของเครื่อง

การพิจารณาสมรรถนะของชุดปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน สามารถวัดได้จากการคำนวณค่าดังต่อไปนี้

$$\text{ประสิทธิภาพในการปลิด} = \frac{\text{จำนวนฝักที่ปลิดได้}}{\text{จำนวนฝักที่ป้อน}} \text{x}100 \quad (1)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์จำนวนฝักดี} = 100 - \left(\frac{\text{จำนวนฝักแตก}}{\text{จำนวนฝักที่ปลิดได้}} \text{x}100\right) \quad (2)$$

$$\text{จำนวนฝักดีที่ติดขั้ว} = (\text{จำนวนฝักดี} - \text{จำนวนฝักดีไม่มีขั้วติด}) \quad (3)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด} = \frac{\text{จำนวนฝักดีที่ไม่มีขั้วติด}}{\text{จำนวนฝักดี}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์จำนวนฝักแตก} = \frac{\text{จำนวนฝักแตก}}{\text{จำนวนฝักดี}} \times 100_ \quad (5)$$

Table 1 Effect of thresher revolution on efficiency of threshing

Efficiency (%)	Number of tree per bunch	Revolution of thresher (rpm)			
		300	350	400	450
Efficiency of threshing	3	$_{ns}94.95 \pm 4.27^{ns}$	$_{ns}97.65 \pm 6.15^{ns}$	$_{ns}98.28 \pm 3.31^{a}$	$_{ns}91.86 \pm 6.90^{ns}$
	4	$_{ns}98.04 \pm 4.71^{ns}$	$_{ns}98.04 \pm 5.00^{ns}$	$_{ns}98.30 \pm 2.45^{a}$	$_{ns}91.39 \pm 4.86^{ns}$
	5	$_{ns}90.84 \pm 3.86^{ns}$	$_{ns}89.83 \pm 6.07^{ns}$	$_{ns}91.86 \pm 4.99^{b}$	$_{ns}94.23 \pm 5.76^{ns}$
unbroken pods	3	$_{ns}100 \pm 0.00^{ns}$	$_{ns}100 \pm 0.00^{ns}$	$_{ns}100 \pm 0.00^{ns}$	$_{ns}100 \pm 0.00^{ns}$
	4	$_{ns}100 \pm 0.00^{ns}$	$_{ns}100 \pm 0.00^{ns}$	$_{ns}100 \pm 0.00^{ns}$	$_{ns}99.27 \pm 1.33^{ns}$
	5	$_{ns}100 \pm 0.00^{ns}$	$_{ns}99.37 \pm 1.21^{ns}$	$_{ns}100 \pm 0.00^{ns}$	$_{ns}99.32 \pm 1.37^{ns}$
unbroken pods with stem	3	$_{ns}6.38 \pm 5.39^{ns}$	$_{ns}4.82 \pm 4.82^{ns}$	$_{ns}5.26 \pm 4.29^{ns}$	$_{ns}5.06 \pm 5.26^{ns}$
	4	$_{ns}5.50 \pm 5.81^{ns}$	$_{ns}5.91 \pm 7.95^{ns}$	$_{ns}6.03 \pm 7.82^{ns}$	$_{ns}5.84 \pm 3.51^{ns}$
	5	$_{ns}5.43 \pm 4.63^{ns}$	$_{ns}2.53 \pm 2.21^{ns}$	$_{ns}5.70 \pm 4.23^{ns}$	$_{ns}6.16 \pm 6.09^{ns}$
unbroken pods without stem	3	ns93.62±5.39ns	ns95.18±4.82ns	ns94.74±4.29ns	ns94.94±5.26ns
	4	ns94.50±5.81ns	ns94.09±7.95ns	ns93.97±7.81ns	ns94.16±2.50ns
	5	ns94.57±4.63ns	ns97.47±2.67ns	ns94.30±4.22ns	ns93.84±5.56ns
broken pods	3	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0^{ns}$
	4	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0.73 \pm 1.33^{ns}$
	5	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0.63 \pm 1.21^{ns}$	$_{ns}0^{ns}$	$_{ns}0.68 \pm 1.37^{ns}$

Values followed by same upper and lower letters are not statistically different (α=0.05) in rows and columns respectively for each parameter. And "ns" meaning non-significant.

The 17th TSAE National Conference and The 9th TSAE International Conference : TSAE 2016
การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 17 ประจำปี 2559 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 9

3 ผลการทดลอง

จากตารางที่1 แสดงผลการทดลองการหาประสิทธิภาพพบว่าที่ความเร็วรอบ 350 และ 400 rpm ที่จำนวน 3 ต้นต่อกำที่ 97.65 % และ 98.28 % และที่ 4 ต้นต่อกำที่ 98.04 % และ 98.3 % จะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ส่วนที่ความเร็วรอบ 300 rpm ที่จำนวน 3 ต้นต่อกำจะมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 94.95 % และ 98.04 % ตามลำดับ พบว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่าที่ความเร็วรอบ 350 และ 400 rpm แต่ที่จำนวนต้นที่ป้อน 5 ต้นต่อกำจะมีประสิทธิภาพการปลิดที่ความเร็วรอบ 300, 350 และ 400 อยู่ที่ 90.84 %, 89.83 % และ 91.86 % ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าที่จำนวนต้นที่ป้อน 3 และ 4 ต้นต่อกำ เพราะมีความหนาแน่นของต้นถั่วลิสงมากและฝักถั่วลิสงที่อยู่ด้านในจะไม่สัมผัสกับนิ้วยางทำให้ไม่สามารถปลิดฝักออกมาได้หมด ส่วนที่ความเร็วรอบลูกปลิด 450 rpm ที่จำนวน 3, 4 และ 5 ต้นต่อกำ จะมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 91.86 %,91.39 % และ 94.23 % ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าที่จำนวน 5 ต้นต่อกำ ให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเพราะมีความหนาแน่นของต้นถั่วลิสงมากและความเร็วรอบนิ้วยางสูง จึงทำให้สามารถปลิดฝักออกมาได้มากกว่า ที่จำนวน 3 และ 4 ต้นต่อกำ แสดงดังภาพ 5

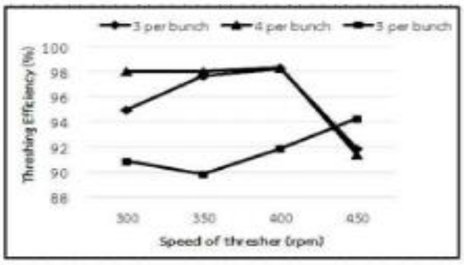


Figure 5 Effect of tresher's speed on efficiency of threshing

จากการทดลองประสิทธิภาพการปลิดพบว่าที่จำนวน 3 ต้นต่อกำ มีจำนวนฝักดีสูงถึง 100 % ที่ทุกๆ ความเร็วรอบ ส่วนจำนวน 4 ต้นต่อกำ มีจำนวนฝักดี 100 % ที่ทุกๆ ความเร็วรอบยกเว้น 450 rpm ที่มีจำนวนฝักดี 99.27 % และจำนวน 5 ต้นต่อกำมีจำนวนฝักดี 100 % ที่ความเร็วรอบ 300 และ 400 rpm ส่วนความเร็ว 350 และ 450 rpm มีจำนวนของฝักดีเท่ากับ 99.37 % และ 99.32 % ตามลำดับ ดังแสดงภาพที่ 6 สาเหตุที่การใช้ความเร็วรอบในการนวดสูงทำให้จำนวนร้อยละของฝักดีลดลงเนื่องจากนิ้วยางกระทบกับฝักถั่วที่ความเร็วสูงจึงทำให้ฝักถั่วเกิดความเสียหาย (แตก)

จากการทดลองฝักดีไม่มีขั้วติดพบว่าที่จำนวนต้นที่ป้อน 4 ต้นต่อกำที่ความเร็วรอบ 300, 350, 400 และ 450 rpm จะมีจำนวนฝักดีที่ไม่ติดขั้ว 94.5 %, 94.09 %, 93.97 %, และ 94.16 % ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ส่วนที่ความเร็วรอบ 400 rpm ที่จำนวนต้นที่ป้อน 3 , 4 และ 5 ต้นต่อกำ จะมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันที่ 94.74 %, 93.97 %, แล 94.3 % ตามลำดับ ดังภาพที่ 7

จากตารางที่ 1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ความเร็วรอบลูกปลิดถั่วลิสงไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการปลิด แต่อัตราการป้อนที่ 5 ต้น มีผลต่อประสิทธิภาพในการปลิด เมื่อเทียบกับอัตราการป้อนที่ 3, 4 ต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

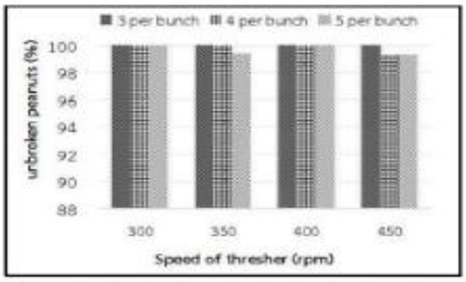


Figure 6 Effect of thresher's speed on no stem peanuts (%) and amount of peanut per bunch

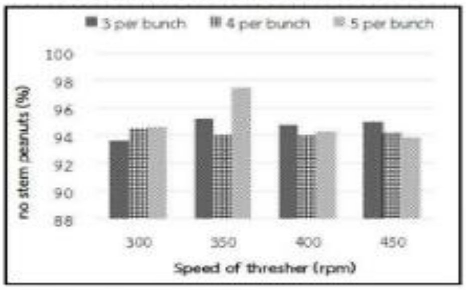


Figure 7 Effect of thresher's speed on stem peanuts (%) and amount of peanut per bunch

4 สรุป

การทดสอบหาสมรรถนะการทำงานของเครื่องปลิดถั่วลิสงแบบตามแนวแกนโดยใช้ตัวอย่างถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 6 Hp พบว่าที่ความเร็วรอบ 400 rpm จำนวน 4 ต้นต่อกำมีความเร็วที่ดีที่สุดและความสามารถในการปลิดฝักถั่วลิสง 34.35 kg (ฝัก)/hr ซึ่งเป็นฝักดีที่ไม่มีรอยแตกและขั้วติด 93.97 % ฝักดีมีขั้ว 6.03 % และมีประสิทธิภาพการปลิด สูงสุดที่ 98.30 %

5 เอกสารอ้างอิง

ถั่วลิสง. [Online].Available: http://agrimedia.agritech.doae.go.th/book/book-rice/R89620038.pdf. เข้าถึงเมื่อ 10 มิถุนายน 2559.

กลวัชร ทิมินกุล และคณะ. 2556.วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงในระดับเกษตรกร. ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 14 .วันที่ 1-4 เมษายน 2556 ณ โรงแรมหัวหินแกรนด์ แอนด์ พลาซ่า จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. หน้า 369-373

กิตติ วงศ์พิเชษฐ์ และคณะ. 2545. เครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบแถบยางมีริมเป็นรอยหยักฟันเลื่อย. วารสารวิชาการเกษตร. ปีที่ 20 ฉบับที่ 1 (มกราคม – เมษายน).

50 ปี วิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น
PHTIC
PERDO
การประชุมวิชาการ
วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ
ครั้งที่
15
15th National Postharvest Technology Conference
บทคัดย่อ
Abstracts
13-14 กรกฎาคม 2560
13-14 July, 2017
ณ โรงแรมอวานี ขอนแก่น โฮเทล แอนด์ คอนเวนชัน เซ็นเตอร์
AVANI Khon Kaen Hotel & Convention Centre
จังหวัดขอนแก่น
จัดโดย • ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว: หน่วยงานร่วมมหาวิทยาลัยขอนแก่น
• ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว
• ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น
• คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สารบัญการนำเสนอภาคบรรยาย

วันพฤหัสบดี ที่ 13 กรกฎาคม 2560 (ภาคเช้า)

			ห้อง Convention 3: พิธีเปิด
08:00	-	09:00	**ลงทะเบียน**
09:00	-	09:30	**พิธีเปิด โดย ศาสตราจารย์ ดร. อภิรัฐ ศิริธราธิวัตน์ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**
09.30		10.00	**บรรยายพิเศษเรื่อง *"ยุคทองเครื่องจักรกลเกษตรไทย"***
			โดย รองศาสตราจารย์ ดร.วินิต ชินสุวรรณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
10:00	-	10:30	**พักรับประทานอาหารว่าง**
10:30	-	11:00	**บรรยายพิเศษเรื่อง *"เมาไม่ขับ กับทุเรียนไม่อ่อน คนละเรื่องเดียวกัน"***
			โดย ศาสตราจารย์ ดร.จริงแท้ ศิริพานิช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
11:00	-	11:30	**บรรยายพิเศษเรื่อง *"ความคาดหวังของภาคเอกชนต่องานวิจัยด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว"***
			โดย ดร.ประยูร พลพิพัฒนพงษ์ ประธานกรรมการ บริษัท เชียงใหม่โฟรเซ่นฟู้ดส์ จำกัด (มหาชน) และ ประธานกรรมการ บริษัท สวนส้มทรายทอง จำกัด
11:30	-	12:00	**บรรยายพิเศษเรื่อง *"เกษตรอัจฉริยะ "(Smart Farm)"***
			โดย ดร.วาธิส ลีลาภัทร มหาวิทยาลัยขอนแก่น
12:00	-	13:00	**พักรับประทานอาหารกลางวัน**

วันพฤหัสบดี ที่ 13 กรกฎาคม 2560 (ภาคบ่าย)

ห้อง RATCHAPHRUEK 1 : Postharvest Machinery

ประธาน : ผศ.ดร. จักรมาส เลาหวณิช

13.00 – 13.15	OR-401	การพัฒนาและทดสอบเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน *กฤษณ์ ผลโพธิ์ และ ธีรพงศ์ ผลโพธิ์*	13
13.15 – 13.30	OR-402	การศึกษาหอผึ่งเย็นแบบบังคับสำหรับเครื่องกลั่นสมุนไพรแบบหอกลั่นทรงกรวย *นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร สิทธิชัย วงศ์หน่อ และ นเรศ สุยะโรจน์*	14
13.30 – 13.45	OR-403	ทดสอบและพัฒนาเครื่องลดความชื้นสำหรับผลิตผะไฟจีนแห้ง *เกรียงศักดิ์ นักผูก สถิตย์พงศ์ รัตนคำ และ นิสิต บุญเพ็ง*	15
13.45 – 14.00	OR-404	การศึกษาชุดอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบลดความชื้นเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ *ธนาวัฒน์ ทิพย์ชิด พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์ สากล วีริยานันท์ พักตร์วิภา สุทธิวารี คุรุวรรณ์ ภามาตย์ บัณฑิต จิตรจำนง อนุสรณ์ สุวรรณเวียง และ นิวัฒ อาระวิล*	16
14.00 – 14.15	OR-405	การจำแนกความสุก-แก่ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองด้วยการวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย *ธีรวัฒน์ ชื่นอัศดงคต กระวี ตรีอำนรรค และ เทวรัตน์ ตรีอำนรรค*	17
14.15 – 14.30	OR-406	เครื่องวิเคราะห์คุณภาพอ้อยภาคสนามด้วยเทคนิคอินฟราเรดย่านใกล้ *ลลิตา ออมสิน รณฤทธิ์ ฤทธิรณ และ วีระศักดิ์ สุระเรืองชัย*	18
14.30 – 15.00		**พักรับประทานอาหารว่าง**	

การพัฒนาและทดสอบเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน
Development and Testing of an Axial Flow Groundnut Striping Machine

กฤษณ์ ผลโพธิ์[1] และ ธีรพงศ์ ผลโพธิ์[2]
Krid Pholpo[1] and Teerapong Pholpo[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงให้ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถนำเข้าไปในแปลงปลูกถั่วได้สะดวก ในการทำงานของเครื่องปลิดใช้ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 6 แรงม้า ชุดปลิดฝักถั่วลิสง ทำจากแผ่นเหล็กหนา 0.1 ซม. ม้วนเป็นทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 ซม. ยาว 60 ซม. เจาะรู 27 รู เพื่อใส่แท่งยาง ความยาว 8 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ซม. วางเรียงสลับกัน ใช้ต้นถั่วลิสง (พันธุ์ไทนาน 9) เป็นกำๆละ4 ต้น โดยเรียงเป็นแถวลำเลียงเข้าเครื่องอย่างต่อเนื่อง ในการทำงานของชุดปลิดฝักถั่วลิสงที่ถูกปลิดจะตกลงสู่ชุดตะแกรงร่อนมีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ซม. และมีพัดลมเป่าเพื่อคัดแยกฝักถั่วลิสง ผลการทดสอบ พบว่าเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงสามารถทำงานได้ดี ที่ความเร็วของเพลาชุดปลิดฝัก 400 รอบต่อนาที ความสามารถในการปลิดฝักที่ 36.54 กิโลกรัม (ฝัก) ต่อชั่วโมง ฝักดีไม่มีขั้วติดร้อยละ 92.5 ฝักดีมีขั้วร้อยละ 5.88 ประสิทธิภาพในการคัดแยกร้อยละ 89.71 และบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิง 0.8 ลิตรต่อชั่วโมง ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า เมื่อทำงานปีละ 300 วัน วันละ 8 ชั่วโมง จะมีระยะเวลาในการคืนทุนที่ 3 ปี และจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 50,000 กก./ปี

คำสำคัญ: เครื่องปลิดถั่วลิสง, ถั่วลิสง, ชุดปลิดฝัก, ตะแกรงร่อน

Abstract

The objective of this research was to develop and test the axial flow groundnut striping machine to improve efficiency of the machine for continuous and on-field operations and the machine attached with a diesel engine of 6 HP. The stripping drum was made from a cylindrical rolled steel plate (length x diameter of 60 x 35 cm) attached with 27 rubber rods (length x diameter of 8 x 2 cm each). For the machine operation, four groundnut plants (Thai Nan 9 variety) were fed by a feeder and continuously flowed into the stripping drum in the axial flow manner. The stripped groundnut pods were then sieved by the sieving assembly having a sieving size of 2.5 cm diameter. The blower was set below the sieving assembly to separate crop residues. The results show that the optimum revolution for stripping the groundnut plant was 400 rpm. The stripping capacity was 36.54 kg pod/h. About 93% of good pods without attached vine and 5.88% of good pods with attached vine were achieved. The efficiency of residue separation was 87.3%. The fuel consumption was 0.8 liter/h. The result of engineering economical analysis of the Groundnut's pod stripper on axial type found that if the work times of stripper were 8 hours per day and work for 300 days, the payback period would be 3 year and the breakeven point would be 50,000 kg per year.

Keywords: groundnut stripping machine, groundnut, stripping, sieve

---

[1]นักศึกษาปริญญาโท, วิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,กรุงเทพฯ, 10520
[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์, วิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,กรุงเทพฯ, 10520

คำนำ

ถั่วลิสง ที่เรียกกันทั่วไปว่า ถั่วดิน นับว่าเป็นพืชตระกูลถั่วชนิดเดียวที่มีการนำ มาใช้ บริโภคแพร่หลายที่สุดในประเทศ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปใดรูปหนึ่งแต่ที่นิยมกันกว้างขวางที่สุดคือ ถั่วต้ม และถั่วทอด นอกจากนี้ถั่วลิสงสามารถนำไปแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ได้อีกมากมายหลายชนิด ดังนั้นประมาณได้ว่ากว่าร้อยละ 90 ของผลผลิตจะถูกนำมาใช้ภายในประเทศ (อารีย์ วรัญญูวัฒก์) ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีทรงพุ่มตรง อายุเก็บเกี่ยว 95-105 วัน ติดฝักเป็นกระจุกที่โคนต้น เส้นลายฝักเรียบ เมล็ดมี 2 เมล็ดต่อฝัก เยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพู น้ำหนัก 100 เมล็ด 42.70 กรัม ให้ผลผลิตฝักแห้ง 260 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับใช้ในรูปถั่วกะเทาะเปลือก (ถั่วเมล็ด) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557)

เนื่องจากการปลิดถั่วลิสงสิ้นเปลืองแรงงานและเวลามาก หากมีเครื่องปลิดฝักที่มีประสิทธิภาพมีขนาดที่เหมาะกับการใช้ในระดับครัวเรือนรวมทั้งมีราคาที่ถูกสามารถลดค่าใช้จ่ายในการปลิดตลอดจนสามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกได้มาขึ้น เนื่องจากการปลิดฝักทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น จึงเป็นอีกทางเลือกให้แก่เกษตรกรได้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาทดสอบ ประเมินผลชุดปลิด และชุดตะแกรงทำความสะอาดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของต้นถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 โดยการวัดขนาด ชั่งน้ำหนัก ข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบ และกำหนดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางรูตะแกรงคัดแยก

2. นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบขนาดของรูตะแกรงที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการคัดแยกฝักถั่วลิสง โดยเลือกขนาดของรูตะแกรงให้ใกล้เคียงกับขนาดของฝักถั่วลิสง มีหลักการออกแบบตัวเครื่องให้มีน้ำหนักเบา มีล้อสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย โดยมีรายละเอียดส่วนประกอบหลักของตัวเครื่อง คือ ชุดโครงสร้าง ถาดป้อนต้นถั่วลิสง ชุดตะแกรงร่อน พัดลมทำความสะอาด ชุดเกลียวลำเลียง และชุดส่งกำลัง

3. การทดสองหาประสิทธิภาพความสะอาดและความสามารถในการปลิดฝักถั่วลิสง

เตรียมอุปกรณ์เพื่อใช้ในการทดสอบเครื่อง เช่น เครื่องวัดความเร็วรอบ นาฬิกาจับเวลา เวอร์เนียคาร์ลิเปอร์ และเครื่องชั่งน้ำหนัก สำหรับวัตถุดิบถั่วลิสงที่ใช้ในการทดสอบได้จากตลาดไท จังหวัดปทุมธานี โดยนำต้นถั่วลิสง มาทำการจัดเป็นกำๆละ 4 ต้น เริ่มเดินเครื่องปลิดฝักถั่วลิสง โดยปรับความเร็วรอบลูกปลิดที่ 350 รอบต่อนาที ทำการป้อนต้นถั่วลิสงเข้าที่ชุดป้อนอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว นำฝักถั่วที่ได้จากการปลิดไปชั่งน้ำหนักบันทึกผล จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบเป็น 400 และ 450 รอบต่อนาที ตามลำดับ

4. การหาประสิทธิภาพการทำความสะอาด และความสามารถในการทำงานของเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงโดยทำการวิเคราะห์ประเมินผลการทดสอบดังสมการ

ประสิทธิภาพการทำความสะอาด = (น้ำหนักฝักดี/น้ำหนักรวม) x 100 (1)

ประสิทธิภาพในการปลิด = (จำนวนฝักที่ปลิดได้ / จำนวนฝักก่อนป้อน) x 100 (2)

5. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (วันชัย และชอุ่ม, 2538) การวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกโครงการหรือ บริการซึ่งมีความมุ่งหมายเพื่อประหยัดทรัพยากร โดยเน้นความคุ้มค่าและก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด แต่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด เป็นการประเมินต้นทุนเทียบกับผลตอบแทนที่ได้รับการลงทุนดังสมการ

จุดคุ้มทุน (Blank and Turquin,1998) เสนอสมการหาจุดคุ้มทุนไว้ดังนี้

$$BEP = FC/(SU-VC) \quad (3)$$

ระยะเวลาในการคืนทุน

$$PBP = MC/P \quad (4)$$

ผล

คุณสมบัติทางกายภาพของฝักถั่วลิสงที่ได้จากต้นถั่วลิสงพบว่า ต้นถั่วลิสงมีขนาดความสูงต้นเฉลี่ย 40-50 ซม. ความยาว(L) 2.54 ซม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง(D) 1.27 ซม. และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง(D1) 1.29 ซม. น้ำหนักเฉลี่ย 0.42 กรัมต่อเม็ด

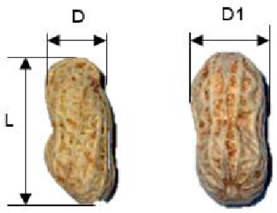


Figure 1 Dimension of Tinan 9 's Groundnut

ผลการออกแบบ สร้างตะแกรงคัดแยกและทำความสะอาด ชุดตะแกรงร่อนใช้เหล็กฉากขนาด 2.5 x 2.5 เซนติเมตร ต่อเชื่อมเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 60 x 90 เซนติเมตร ทำมุม 15° โดยบริเวณด้านตอนบนของตะแกรงร่อนใช้แผ่นเหล็กหนา 0.12 เซนติเมตรขนาด 60 x 35 เซนติเมตร เป็นแผ่นเหล็กเต็ม ส่วนด้านตอนล่างจะเป็นแผ่นตะแกรงมีรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ขนาด 60 x 55 เซนติเมตร และบนตะแกรงร่อนมีแผ่นเหล็ก จำนวน 3 แผ่น เชื่อมติดเป็นช่วง ๆ เพื่อให้ฝักถั่วได้เรียงตัวและบังคับลมได้ดียิ่งขึ้น_ส่วนพัดลมทำความสะอาดพับขึ้นรูปมีขนาด 26 x 53 x 10 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร และใบพัดลมขนาด 10 x 50 เซนติเมตร จำนวน 5 ใบ ทำมุม 72°

Figure 2 (a) Groundnut Striping Machine (b) Feeding Tray (c) Sieve and Screw Convey

ผลการทดสอบระหว่างความเร็วรอบลูกปลิด(รอบต่อนาที) กับ ประสิทธิภาพความสะอาดของฝักถั่วลิสง (%) พบว่าที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดที่มากสุด ส่วนที่ความเร็วรอบ 350 และ 450 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดน้อยกว่า เพราะมีเศษต้นและใบของต้นถั่วลิสงที่ถูกตีด้วยลูกนวด และ ความเร็วรอบลูกปลิด(รอบต่อนาที) กับ ความสามารถในการปลิดฝักถั่วลิสง (กก.(ฝัก)/ชม.) พบว่าที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที ให้ความสามารถในการปลิดมากที่สุด ส่วนที่ความเร็วรอบ 350 รอบต่อนาที มีความสามารถในการปลิดลดลงมา เพราะความเร็วรอบในการปลิดต่ำทำให้ผลผลิตที่ได้ต่ำ และที่ 450 รอบต่อนาทีนั้นมีฝักถั่วลิสงที่ไม่ถูกปลิดออกมาพร้อมกับต้นถั่วลิสงที่ปลิดแล้วเพราะความเร็วรอบสูง จึงได้ความสามารถในการปลิดต่ำกว่าที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที ดังแสดงในตารางที่ 1

Table 1 The Cleaning efficiency and stripping efficiency

Stripper speed (RPM)	Total weight kg (pods)/h	Acceptable pods kg (pods)/h	Weight of leaves and dust kg/h	Cleaning efficiency (%weight)	Fuel consumtion (l/hr)
350	33.18	29.15	4.03	87.84	0.6
400	40.73	36.54	4.18	89.71	0.8
450	35.12	29.75	5.37	84.72	1.0

ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยคิดที่ราคาเครื่องต้นแบบ 65,000 บาท อายุการใช้งาน 10 ปี อัตราดอกเบี้ย 10% ใช้ผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน สามารถปลิดฝักถั่วลิสงได้เฉลี่ย 36.54 กก. (ฝัก)/ต่อชั่วโมง โดยใช้น้ำมันดีเซล 0.8 ลิตรต่อชั่วโมง และทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ปีละ 300 วันจะได้ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่อง 454 บาทต่อวัน ระยะเวลาคืนทุน 3 ปี และจุดคุ้มทุน 50,000 กก./ปี

วิจารณ์ผล

เนื่องจากชุดลูกปลิดฝักถั่วลิสง ที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพสูง สามารถปลิดฝักถั่วลิสงได้โดยมีฝักแตกร้าวน้อยมากจึงไม่ได้มีการแก้ไขใดๆ นอกจากนี้ได้ออกแบบสร้างถาดป้อนขึ้นเพื่อเพิ่มความสะดวกและปลอดภัยในขณะป้อนต้นถั่วลิสง ในชุดส่งกำลังได้ติดตั้งลูกรอกกดสายพานตัดต่อกำลังจากเครื่องต้นกำลังเพื่อให้ผู้ใช้มีความสะดวก เนื่องจากสามารถหยุดการทำงานโดยไม่ต้องหยุดเครื่องต้นกำลัง ในชุดตะแกรงร่อนได้ออกแบบสร้างตะแกรงขึ้นใหม่ให้มีน้ำหนักลดลง มี 2 ชั้นแยกจากกัน โดยตะแกรงชั้นบนสามารถโยกได้เพื่อคัดแยกเศษใบและต้นถั่วที่มีขนาดใหญ่กว่าฝักถั่วลิสง ส่วนตะแกรงชั้นล่างติดตั้งอยู่กับที่จะคัดแยกเศษดินที่มีขนาดเล็กกว่าฝักถั่วลิสงออกจากกัน นอกจากนี้ยังออกแบบสร้างโบลเวอร์ (Blower) เพิ่มเข้าไประหว่างตะแกรงชั้นบนและตะแกรงชั้นล่างเพื่อเป่าคัดแยกเศษใบของต้นถั่วลิสงให้ออกไปทางด้านหลังของเครื่อง ส่วนชุดเกลียวลำเลียงนี้ช่วยให้การลำเลียงถั่วลิสงที่ปลิดแล้วลงในภาชนะ

สรุป

เครื่องปลิดถั่วลิสง ที่ทำการออกแบบ.และสร้างขึ้นมีความสามารถในการคัดแยก และทำความสะอาดถั่วลิสง มีข้อดีคือตัวเครื่องสามารถเคลื่อนที่ได้ ใช้ตะแกรงแบบรูกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. มีมุม 15 องศา มีใบพัดลมช่วยในการเป่าเศษต้นและใบที่ถูกตีด้วยลูกนวด ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ 6 แรงม้า และส่งกำลังด้วยพูเล่ย์ทดรอบ โดยใช้สายพานต่อกำลังจากเครื่องยนต์แทนแรงงานคน มีความสามารถในการทำความสะอาดสูง ฝักถั่วลิสงเสียหายเพียงเล็กน้อย สามารถนำไปใช้ในการปลิดและคัดแยกเศษใบได้ดี

เอกสารอ้างอิง

อารีย์ วรัญญูวัฒก์.เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตถั่วลิสง. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาลัยเกษตรศาสตร์.[ระบบออนไลน์]. http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/rice/peanut3.pdf (24 มิถุนายน 2560).

กรมส่งเสริมการเกษตร.2557. การปลูกถั่วลิสง. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.[ระบบออนไลน์]. http://ssnet.doae.go.th/wpcontent/uploads/2015/12/ถั่วลิสง.pdf (24 มิถุนายน 2560).

วันชัย วิจิรวนิช และ ชอุ่ม พลอยมีค่า.2538. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

Blank. L.T. and A.J. Tarquin. 1998. Engineering Economy. Mc Graw Publishing, Singapore.

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-นามสกุล นายกฤษณ์ ผลโพธิ์

วัน เดือน ปีเกิด 13 กันยายน 2525

ที่อยู่ 66/1 หมู่ 7 ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

ประวัติการศึกษา 2550 สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม(เทคโนโลยีเครื่องกล) มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

2560 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่วารสาร

1. ประสันต์ ชุ่มใจหาญ เรณู ชิงชัย และ ***กฤษณ์ ผลโพธิ์***, 2554,“ผลกระทบของสัดส่วนการสีข้าวต่อการขยายตัวของข้าวกล้องที่ผ่านการหุงต้ม”, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 42 ฉบับที่ 3 (พิเศษ) เดือนพฤษภาคม – มิถุนายน พ.ศ. 2554 หน้า 381 – 384.

2. ประสันต์ ชุ่มใจหาญ พลนน อ่อนไสว และ ***กฤษณ์ ผลโพธิ์***, 2554,“การทำนายศักยภาพของเครื่องขัดขาว:ส่วนที่ 2 การขยายตัวของข้าวที่ผ่านการหุงต้ม”, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 42 ฉบับที่ 3 (พิเศษ) เดือนพฤษภาคม – มิถุนายน พ.ศ. 2554 หน้า 442 – 445.

3. ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ และ ***กฤษณ์ ผลโพธิ์.*** 2556 “การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดลงถาดเพาะกล้า” การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14 โรงแรมหัวหินแกนด์ แอนด์ พลาซ่า จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ วันที่ 1 – 4 เมษายน 2556

4. **กฤษณ์ ผลโพธิ์** และ ธีรพงศ์ ผลโพธิ์. 2559. “การศึกษาและทดสอบชุดปลิดฝักถั่วลิสงตามแนวแกน” การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 17 ณ อิมแพค เมืองทองธานี จังหวัดกรุงเทพมหานคร วันที่ 8-10 กันยายน 2559.

5. **กฤษณ์ ผลโพธิ์** และ ธีรพงศ์ ผลโพธิ์. 2560. “การพัฒนาและทดสอบเครื่องปลิดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน” การประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 15 โรงแรมอวานี ขอนแก่น โฮเทล แอนด์ คอนเวนชัน เซ็นเตอร์ จังหวัดขอนแก่น วันที่ 13-14 กรกฎาคม 2560.