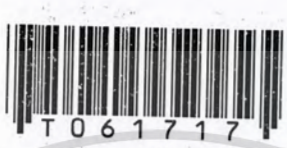
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตาม

RICE SEEDER ATTACHED TO WALK-BEHIND TRACTOR



นายญาณวัตน์ พรหมแก้ว
นายเรืองฤทธิ์ แบสิ่ว

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61717
วัน,เดือน,ปี 21 ก.ค. 2549
b 11583241
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตาม

RICE SEEDER ATTACHED TO WALK-BEHIND TRACTOR

โดย

นายญาณวัฒน์ พรหมแก้ว

นายเรืองฤทธิ์ แบสิ่ว

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. ประสิทธิ์ คำพันยิ้ม

อ. พงษ์ศักดิ์ คำมูล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตาม

RICE SEEDER ATTACHED TO WALK-BEHIND TRACTOR

ผู้จัดทำ

1. นาย ญาณวัฒน์ พรหมแก้ว รหัสประจำตัว 44010685
2. นาย เรืองฤทธิ์ แบสิ่ว รหัสประจำตัว 44010812

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. ประสิทธิ์ คำพันยิ้ม)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. พงษ์ศักดิ์ คำมูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตาม

นาย ญาณวัฒน์ พรหมแก้ว 44010685
นาย เรืองฤทธิ์ แบสิ่ว 44010812
อ. ประสิทธิ์ คำพันยิ้ม อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. พงษ์ศักดิ์ คำมูล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน แม้ว่าในประเทศไทยจะมีการพัฒนาภาคเศรษฐกิจในด้านอุตสาหกรรมมากขึ้น แต่เมื่อเทียบกับภาคเกษตรกรรมแล้ว ก็ถือว่ามีการทำเกษตรกรรมมากกว่าอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการทำนาซึ่งเป็นอาชีพดั้งเดิมของไทย สมัยก่อนต้องใช้การปักดำหรือถ้าหยอดเมล็ดก็ต้องใช้แรงงานคนซึ่งเกิดปัญหาในการหยอดเมล็ดเพราะต้องเสียเวลาและต้องใช้แรงงานคนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการจัดทำชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตามเพื่อช่วยทุ่นแรง ให้ได้งานมากขึ้นและช่วยประหยัดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rice Seeder Attached To Walk-Behind Tractor

Yanawat Promkaew
Ruangrit Basiw
Prasit Khampanyeem Advisor
Pongsak Khammool Advisor

ABSTRACT

The recent growth of Thai economy can be contributed to the increased industralisation of the various seeks. But when viewed as a whole , the agriculture sector still accounts for the major portion of Thai economy. Specifically , rice farming has always been the Thai way of life. Back then , seeding was and has been labour intensive. As such , this paper explores the attached walk-behind tractor rice seeding system that will reduce labour and increase productivity.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ ให้กำลังใจและร่วมมือจากหลาย ๆ ท่านด้วยกัน โดยเฉพาะ อ. ประสิทธิ์ คำพันยิ้ม และ อ. พงษ์ศักดิ์ คำมูล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง ตลอดจนวิธีการแก้ปัญหา อันเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้เสร็จสิ้นลงได้ ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมากและขอขอบพระคุณ

อาจารย์ในภาคเครื่องกลทุกท่านที่คอยประสิทธ์ประสาทวิชา

พี่ประมวล ที่คอยช่วยเหลือในการทำเครื่องชุดหยอดและอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆรวมทั้งวิธีการทำเสมอมา

เพื่อนๆที่คอยเป็นกำลังใจและช่วยเหลือเวลาที่มีปัญหาต่างๆ

ท้ายที่สุดนี้ ต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นาย ญาณวัฒน์ พรหมแก้ว

นาย เรืองฤทธิ์ แบสิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการออกแบบ	3
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นในการปลูกข้าว	3
2.2 ความรู้เบื้องต้นของเครื่องปลูกข้าว	4
2.3 ทฤษฎีของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวปลูก	8
2.4 ทฤษฎีการออกแบบเพลา	13
2.5 โรลลิ่งแบริ่ง	15
2.6 เฟืองโซ่และโซ่	16
2.7 เฟืองดอกจอก	18
2.8 การหาความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตาม	18
บทที่ 3 การคำนวณ การออกแบบ และการสร้างเครื่อง	19
3.1 แนวทางในการออกแบบชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือก	19
3.2 เงื่อนไขการออกแบบ	19
3.3 การออกแบบและสร้างชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือก	19
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	35
4.1 การทดลอง	35
4.2 ผลการทดลอง	45
บทที่ 5 วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	74
5.1 คุณลักษณะของชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตาม	74
5.2 สรุปผลการทดลอง	74
5.3 ปัญหาที่พบในขั้นตอนการดำเนินงานและแนวทางการแก้ไข	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. 77
ภาคผนวก ข. 79
ภาคผนวก ค. 81
ภาคผนวก ง. 83
บรรณานุกรม 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R 775-1969 14

ตารางที่ 4.1 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม
(ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร) 46

ตารางที่ 4.2 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม
(ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร) 47

ตารางที่ 4.3 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม
(ระยะห่างระหว่างหลุม $_{-1}^{}$ 30 เซนติเมตร) 48

ตารางที่ 4.4 จำนวนหลุมที่มีเมล็ด x^{+2} กับจำนวนแถวที่ระยะต่างๆ กรณีเมล็ดเต็มถัง 48

ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} กับจำนวนแถวที่ระยะต่างๆ
กรณีเมล็ด 1/5 ถัง 49

ตารางที่ 4.6 ร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด 50

ตารางที่ 4.7 ร้อยละของน้ำหนักการแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือกกับระยะห่างต่างๆ 51

ตารางที่ 4.8 ร้อยละของการงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด 52

ตารางที่ 4.9 ร้อยละของการงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอดที่ระยะห่างต่างๆ 52

ตารางที่ 4.10 การแปรผันระหว่างแถว (ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร) 54

ตารางที่ 4.11 การแปรผันระหว่างแถว (ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร) 55

ตารางที่ 4.12 การแปรผันระหว่างแถว (ระยะห่างระหว่างหลุม 30 เซนติเมตร) 55

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยของ $\overline{W} - W_n$ ที่ระยะห่างต่างๆ 56

ตารางที่ 4.14 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม (ลาดเทขึ้น 11 องศา) 58

ตารางที่ 4.15 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม (ลาดเทลง 11 องศา) 59

ตารางที่ 4.16 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม (ลาดเทซ้าย 11 องศา) 60

ตารางที่ 4.17 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม (ลาดเทขวา 11 องศา) 61

ตารางที่ 4.18 จำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} กับพื้นที่ลาดเทแบบต่างๆ กรณีเมล็ดเต็มถัง61 62

ตารางที่ 4.19 จำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} กับพื้นที่ลาดเทแบบต่างๆ กรณีเมล็ด 1/5 ถัง 63

ตารางที่ 4.20 การแปรผันระหว่างแถว (ลาดเทขึ้น 11 องศา) 64

ตารางที่ 4.21 การแปรผันระหว่างแถว (ลาดเทลง 11 องศา) 64

ตารางที่ 4.22 การแปรผันระหว่างแถว (ลาดเทซ้าย 11 องศา) 65

ตารางที่ 4.23 การแปรผันระหว่างแถว (ลาดเทขวา 11 องศา) 65

ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยของ $\overline{W} - W_n$ บนพื้นที่ลาดเทแบบต่างๆ 65

ตารางที่ 4.25 ความแม่นยำของระยะห่างระหว่างหลุมของอุปกรณ์กำหนดเมล็ดและล้อขับ 67

ตารางที่ 4.26 ระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ยที่ระยะห่างต่างๆ 68

ตารางที่ 4.27 อัตราการหยอดที่ใช้ต่อไร่ (ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร) 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 อัตราการหยอดที่ใช้ต่อไร่ (ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร) 69
ตารางที่ 4.29 อัตราการหยอดที่ใช้ต่อไร่ (ระยะห่างระหว่างหลุม 30 เซนติเมตร) 70
ตารางที่ 4.30 จำนวนเมล็ดในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม 71
ตารางที่ 4.31 จำนวนหลุมที่มีเมล็ด x^{+2}_{-1} ที่ความเร็วรอบต่างๆ 71
ตารางที่ 4.32 ร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอดที่ความเร็วต่างๆ 72
ตารางที่ 4.33 ผลต่างของร้อยละของน้ำหนักการแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก
ที่ความเร็วรอบต่างๆ 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้าที่
รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะโดยทั่วไปของเครื่องปลูกพืชเป็นระยะ	5
รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของเครื่องหยอดเมล็ด	5
รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะเครื่องหว่านที่ติดตั้งเข้ากับรถแทรกเตอร์	6
รูปที่ 2.4 แสดงเครื่องดำนาแบบอีรี่	6
รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะการหยอดเมล็ดและการหว่านสำหรับการปลูกพืช	7
รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะการปลูกบนพื้นราบ บนสันร่องและในร่อง	7
รูปที่ 2.7 ชนิดอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช	11
รูปที่ 2.8 ลักษณะของร่องปลูกสำหรับอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ	11
รูปที่ 2.9 แสดงเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบล้อเอียง 4 แถวในปัจจุบัน	14
รูปที่ 2.10 แสดงเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบล้อจิกใช้คนลากในปัจจุบัน	14
รูปที่ 2.11 แสดงเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบล้อเอียง 2 แถว ในปัจจุบัน	15
รูปที่ 3.1 แบบของล้อขับ	20
รูปที่ 3.2 ล้อขับที่สร้างเสร็จแล้ว	20
รูปที่ 3.3 แบบของล้อชุดหยอด	21
รูปที่ 3.4 ล้อชุดหยอดที่สร้างเสร็จแล้ว	21
รูปที่ 3.5 แบบของจานรับเมล็ด	23
รูปที่ 3.6 จานรับเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้ว	23
รูปที่ 3.7 แบบของถังบรรจุเมล็ด	25
รูปที่ 3.8 ถังบรรจุเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านข้าง	26
รูปที่ 3.9 ถังบรรจุเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านบน	26
รูปที่ 3.10 แบบของเพลา	26
รูปที่ 3.11 แสดงแรงที่กระทำกับเพลา	27
รูปที่ 3.12 รูปเพลาที่ติดกับเฟืองดอกจอกเพื่อขับจานรับเมล็ด	28
รูปที่ 3.13 แบบของท่อรับเมล็ด	28
รูปที่ 3.14 ท่อรับเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้ว	28
รูปที่ 3.15 แบบของอุปกรณ์เปิดร่อง	29
รูปที่ 3.16 อุปกรณ์เปิดร่องที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านข้าง	30
รูปที่ 3.17 อุปกรณ์เปิดร่องที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านหน้า	30
รูปที่ 3.18 แบบของอุปกรณ์กลบเมล็ด	31
รูปที่ 3.19 อุปกรณ์กลบเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านข้าง	31
รูปที่ 3.20 อุปกรณ์กลบเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านหน้า	31
รูปที่ 3.21 ชุดเฟืองทดรอบ	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22 ชุดเฟืองดอกจอก 32
รูปที่ 3.23 ชุดหยอดเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านหน้า 33
รูปที่ 3.24 อุปกรณ์กลบเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านข้าง 34
รูปที่ 3.25 อุปกรณ์กลบเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านหลัง 34
รูปที่ 4.1 การติดตั้งเครื่องหยอดให้ลอยจากพื้นโดยใช้ขาตั้ง 36
รูปที่ 4.2 การบรรจุข้าวเต็มถัง 36
รูปที่ 4.3 การบรรจุข้าว 1/5 ถัง 37
รูปที่ 4.4 ลักษณะการหยอดของเมล็ดข้าวบนภาชนะรองรับของแต่ละแถว 37
รูปที่ 4.5 การใช้ถุงรองรับเมล็ดเพื่อหาค่าร้อยละการแตกหัก 37
รูปที่ 4.6 การคัดแยกเมล็ดแตกหัก 38
รูปที่ 4.7 ลักษณะของดินในกระบะทดลอง (ดินร่วน) 38
รูปที่ 4.8 การเพาะเมล็ดในกระบะทดลองเพื่อหาร้อยละการงอก 39
รูปที่ 4.9 การติดตั้งเครื่องหยอดและใช้ถุงรองรับเพื่อหาค่าการแปรผันระหว่างแถว 40
รูปที่ 4.10 แสดงการชั่งน้ำหนักของเมล็ดข้าวเพื่อหาค่าความแปรผันระหว่างแถว 40
รูปที่ 4.11 การติดตั้งเครื่องหยอดลาดเทขึ้น 11 องศา 41
รูปที่ 4.12 การติดตั้งเครื่องหยอดลาดเทลง 11 องศา 41
รูปที่ 4.13 การติดตั้งเครื่องหยอดลาดเทซ้าย 11 องศา 41
รูปที่ 4.14 การติดตั้งเครื่องหยอดลาดเทขวา 11 องศา 42
รูปที่ 4.15 การบรรจุเมล็ดข้าว 1/2 ถัง 42
รูปที่ 4.16 ลักษณะของเมล็ดในแต่ละแถวบนพื้นที่ทดสอบ 43
รูปที่ 4.17 เครื่องที่ใช้วัดความเร็วรอบ (rpm) 44
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x^{+2}_{-1}
กับจำนวนแถวที่ระยะต่างๆ กรณีเมล็ดเต็มถัง 49
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x^{+2}_{-1}
กับจำนวนแถวที่ระยะต่างๆ กรณีเมล็ด 1/5 ถัง 50
รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของผลต่างระหว่างร้อยละของน้ำหนักการแตกหัก
ของเมล็ดก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด 51
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการงอกของเมล็ดก่อนผ่านเครื่องหยอด 53
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการงอกของเมล็ด
หลังผ่านเครื่องหยอดกรณีเมล็ดเต็มถัง 53
รูปที่ 4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการงอกของเมล็ด
หลังผ่านเครื่องหยอดกรณีเมล็ด 1/5 ถัง 54
รูปที่ 4.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของ $\overline{W} - W_n$ กับจำนวนแถว 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2}
กับพื้นที่ลาดเทแบบต่างๆ กรณีเมล็ดเต็มถัง 62
รูปที่ 4.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2}
กับพื้นที่ลาดเทแบบต่างๆ กรณีเมล็ด 1/5 ถัง 63
รูปที่ 4.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของ $\overline{W} - W_n$
บนพื้นที่ลาดเทแบบต่างๆ 66
รูปที่ 4.28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแถว
กับค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างหลุม 68
รูปที่ 4.29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} ที่ความเร็วรอบต่างๆ 72
รูปที่ 4.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างของร้อยละ
ของน้ำหนักการแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือกที่ความเร็วรอบต่างๆ 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

การนำเครื่องทุ่นแรงหรือเครื่องจักรกลการเกษตรมาใช้ในกิจกรรมทางการเกษตร ได้มีการใช้อย่างแพร่หลายในประเทศทางทวีปยุโรปและทวีปอเมริกาเป็นเวลานาน ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตและยกระดับฐานะความเป็นอยู่ของเกษตรกรอย่างเห็นได้ชัด สำหรับในประเทศไทย พื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเกษตรกรนิยมปลูกข้าวโดยวิธีการหว่านข้าวแห้ง เนื่องจากความไม่แน่นอนของฝนที่มักจะมาปลายฤดู ทำให้เกษตรกรไม่สามารถเตรียมต้นกล้าได้ทัน ประกอบกับผลผลิตของข้าวต่ำ อันเป็นผลมาจากการขาดความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้ต้องลดต้นทุนการผลิต และปัญหาที่สำคัญของนาหว่านข้าวแห้งคือ ปัญหาวัชพืช โรคพืช ศัตรูต่างๆที่เข้ามาทำลายต้นข้าว ซึ่งไม่สามารถกำจัดได้ด้วยเครื่องมือกลเพราะลักษณะของนาหว่านจะมีต้นข้าวงอกกระจายทั่วทั้งแปลง ทำให้เกษตรกรไม่สามารถเข้าไปดูแลได้อย่างทั่วถึง จึงทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช จากปัญหาดังกล่าว ทำให้มีผู้คิดแก้ไขปัญหา โดยได้แนวคิดมาจากการทำนาดำ ซึ่งมีลักษณะการปลูกข้าวเป็นแถว ง่ายต่อการเข้าไปดูแลรักษาต้นข้าว จึงได้ออกแบบและพัฒนาชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตาม เพื่อให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนและสามารถปลูกข้าวได้เป็นแถว ซึ่งจะช่วยลดปัญหาวัชพืช ลดต้นทุน และสามารถปลูกข้าวได้ทันเวลา นอกจากนี้ ยังคาดว่าการปลูกเป็นแถวเป็นแนว อาจจะช่วยบรรเทาปัญหาเรื่องความแห้งแล้งโดยลดการระเหยของน้ำจากดิน โดยที่ซากวัชพืชที่ถูกกำจัดจะกลายเป็นวัสดุคลุมดิน สำหรับการปลูกโดยใช้ชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตามนี้ รากของต้นข้าวสามารถหยั่งลงลึกในดินที่มีความชื้นมากกว่าผิวดิน ทำให้ทนแล้งได้ดีกว่าวิธีการหว่าน นอกจากนี้ยังสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานอื่นๆ เช่น การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยวอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกแบบใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตามที่มีอยู่เดิม

1.2.2 เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตาม

1.2.3 เพื่อเป็นเครื่องทุ่นแรงของเกษตรกร

1.3 ขอบเขตของงาน

สร้างอุปกรณ์ชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตาม ที่มีระยะระหว่างแถว 20 เซนติเมตร จำนวน 4 แถว และสามารถปรับระยะระหว่างแถวได้อีก 2 ระยะคือ 15 และ 30 เซนติเมตร

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับนาหว่านข้าวแห้ง เช่น วิธีการปลูก พื้นที่ เป็นต้น

1.4.2 ศึกษาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน

1.4.3 สัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับคุณสมบัติของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกที่ต้องการและระยะห่างระหว่างแถวที่เหมาะสมและนิยมปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 ออกแบบชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตาม

1.4.5 ทดสอบชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกในห้องปฏิบัติการ เพื่อตรวจสอบอัตราการหยอดของระบบหยอด , ความแตกต่างของอัตราการหยอดในแต่ละแถว , เปอร์เซ็นต์การแตกของเมล็ด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตามสามารถปลูกได้ระยะห่างระหว่างแถวที่มีความแน่นอน เป็นเครื่องช่วยทุ่นแรงสำหรับเกษตรกร ช่วยลดต้นทุนในการจ้างแรงงานสำหรับปลูกข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการออกแบบ

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นในการปลูกข้าว

การปลูกข้าวของเกษตรกรโดยทั่วไปมีอยู่ 4 วิธี ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและลักษณะภูมิประเทศ วิธีแรกคือ การปักดำ นิยมปฏิบัติในพื้นที่ที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์ เช่น ในพื้นที่ภาคกลาง วิธีนี้มีกิจกรรมหลายขั้นตอนคือ การเตรียมกล้า ไถพรวน ปักดำ ซึ่งต้องใช้แรงงานจำนวนมาก ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่ขนาดเล็กหรือมีแรงงานพอเพียง วิธีที่สองคือ การหว่านข้าวงอกหรือหว่านน้ำตม นิยมทำในพื้นที่เช่นเดียวกับวิธีแรก เกษตรกรสามารถลดการใช้แรงงานในการปักดำ เกษตรกรที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่นิยมใช้วิธีการนี้ วิธีที่สามคือ การหว่านข้าวแห้งหรือหว่านสำรวย มักใช้ในพื้นที่ลักษณะดอน อาศัยน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่ เช่น พื้นที่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สาเหตุที่เกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าวนิยมใช้วิธีนี้เนื่องจากความไม่แน่นอนของฝน ซึ่งมักจะมาปลายฤดู ทำให้เกษตรกรไม่สามารถเตรียมกล้าได้ทัน ประกอบกับผลผลิตของข้าวต่ำ อันเป็นผลมาจากการขาดความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้ต้องลดต้นทุนการผลิต เกษตรกรจะหว่านข้าวแห้งหลังการไถพรวนหรือพร้อมกับการไถพรวน ทำให้ประหยัดต้นทุนและเวลา วิธีสุดท้ายคือ การหยอดข้าวแห้ง เนื่องจากพื้นที่มีลักษณะไม่สะดวกในการใช้เครื่องมือทุ่นแรง เช่น ตามที่ลาดเนินหรือเชิงเขา เกษตรกรใช้ไม้หรือจอบเปิดหน้าดินเป็นร่องหรือหลุมแล้วหยอดเมล็ดข้าวลงไปและทำการกลบ

2.1.1 ลักษณะของการปลูกข้าวแบบหว่านโดยทั่วไป (กรมวิชาการเกษตร , 2544)

1. หว่านข้าวแห้งดินแห้ง

ดินทราย :

หว่านปุ๋ย หว่านข้าว ไถกลบ แล้วคราดอีก 1 ครั้ง

ดินเหนียว :

หว่านปุ๋ย หว่านข้าว ไถกลบ แล้วคราดอีก 1 ครั้ง (วิธีนี้ดีกว่า) หรือ หว่านปุ๋ยไถแปรหว่านข้าว แล้วคราดอีก 1 ครั้ง แล้วแต่กรณี

2. หว่านข้าวแห้งหรือข้าวงอกดินชื้น (ข้าวงอกคือข้าวที่แช่น้ำ 24 ชั่วโมง หุ้มข้าว 24-48 ชั่วโมง)

ดินทราย :

- ถ้าแน่ใจว่าฝนจะไม่ตกภายใน 5 วัน นับแต่วันหว่านข้าว ให้หว่านปุ๋ย หว่านข้าว ไถกลบ แล้วคราดอีก 1 ครั้ง
- ถ้าแกรงว่าฝนจะตกภายใน 5 วัน นับแต่วันหว่านข้าว ให้หว่านข้าว หว่านปุ๋ย ไถกลบ แล้วคราดอีก 1 ครั้ง
- ถ้ามีฝนตกปรอยๆหรือดินเปียก หว่านปุ๋ย ไถกลบ หว่านข้าว แล้วคราดอีก 1-2 ครั้ง

ดินเหนียว :

ไม่ว่าจะอยู่ในเงื่อนไขใดๆ ให้หว่านปุ๋ย ไถกลบ หว่านข้าว แล้วคราดอีก 1-2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หว่านน้ำตมตามแบบปกติ (กรณีน้ำขุ่น)

ดินทราย :

เอาน้ำออกจนแห้ง แล้วหว่านปุ๋ย ไถแปร หว่านข้าวงอก แล้วคราดอีก 1 ครั้ง

ดินเหนียว :

ทำเทือกระบายน้ำออกให้แห้ง (จะใส่ปุ๋ยขณะลูกเทือก หรือใส่เมื่อข้าวอายุ 10-15 วันก็ได้) หว่านข้าวงอก

4. หว่านน้ำตมแบบหว่านใต้น้ำ (กรณีน้ำใส) ระดับน้ำ 10-30 เซนติเมตร

ดินทราย :

ไถแปร (จะคราดหรือไม่ก็ได้) หว่านข้าวงอก หว่านปุ๋ย (น้ำจะตกตะกอนเร็วขึ้น) ไม่ต้องไขน้ำออก รักษาน้ำไว้ตลอด

ดินเหนียว :

ไถแปร คราด หว่านข้าวงอก หว่านปุ๋ย (น้ำจะตกตะกอนเร็วขึ้น) ไม่ต้องไขน้ำออก รักษาน้ำไว้ตลอด

2.1.2 การดูแลรักษา

การใส่ปุ๋ยเคมี : จำนวน 25 กิโลกรัม / ไร่ แบ่งใส่ดังนี้

ครั้งที่ 1 วันหว่านข้าวหรือหลังหว่านข้าวแล้ว 10-15 วัน แล้วแต่เหมาะสม ใช้สูตร 20-30-10 จำนวน 13 กิโลกรัม / ไร่

ครั้งที่ 2 ก่อนข้าวตั้งท้องประมาณ 10 วัน สูตรเดิมจำนวน 6 กิโลกรัม / ไร่

ครั้งที่ 3 หลังข้าวตั้งท้องประมาณ 10 วัน สูตรเดิมจำนวน 6 กิโลกรัม / ไร่

2.1.3 การเก็บเกี่ยว

แบบวางราย : นำตากแดด 2-3 แดด แล้วนวดจากนั้นนำเก็บเข้ายุ้งฉาง (ติดปัญหาข้าวเปียกฝนโดยสิ้นเชิง) กองสามฟ่อน ข้าวที่ตากแห้งแล้วบนลานนวดหรือบนดินนาเพื่อรอนวด (ลดปัญหาข้าวเปียกฝนได้ระดับหนึ่ง)

รถเกี่ยว-นวดข้าว : ย้ายข้าวสด แล้วรีบนำไปตากหรืออบให้แห้ง จากนั้นเก็บเข้ายุ้งฉาง

2.2 ความรู้เบื้องต้นของเครื่องปลูกข้าว

การปลูกพืชเป็นขั้นตอนหนึ่งของการเพาะปลูกซึ่งกระทำต่อจากการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกหรือกระทำควบคู่กันไป ขั้นตอนการทำงานของเครื่องปลูกเป็นไปเช่นเดียวกับการปลูกโดยคน ดังนั้นเครื่องปลูกพืชที่ดีจึงควรมีลักษณะการทำงานดังต่อไปนี้

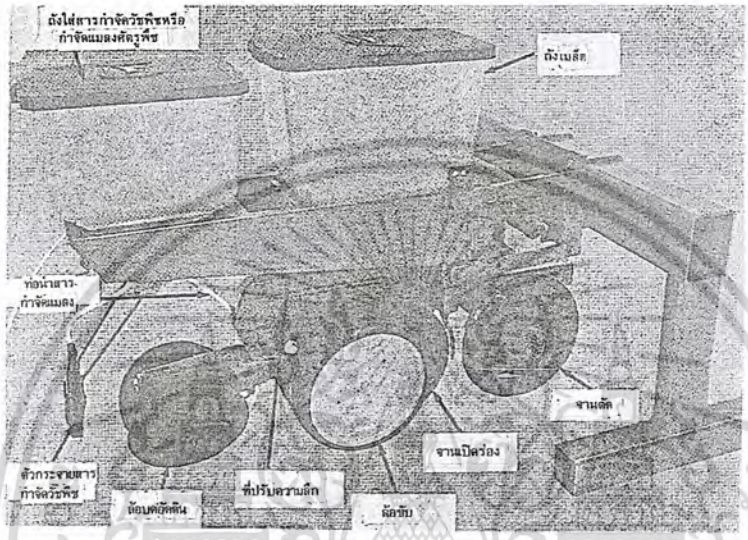
- เปิดหน้าดินให้มีความลึกเหมาะสมกับชนิดของเมล็ดพืชที่จะปลูก
- ปล่อยเมล็ดพืชได้ตามจำนวนที่ต้องการ
- หยอดเมล็ดพืชลงในร่องดินที่เปิดได้อย่างเหมาะสม
- กลบและอัดดินรอบๆเมล็ดพืชให้แน่นพอเหมาะกับชนิดของพืชที่ปลูก
- ไม่ทำลายเมล็ดพืชให้เสียหายจนไม่สามารถงอกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ชนิดของเครื่องปลูกพืช

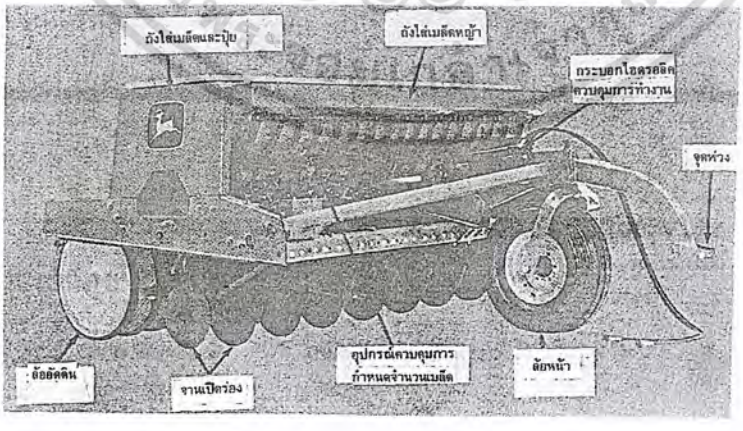
เครื่องปลูกสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิดใหญ่ๆดังต่อไปนี้

1. เครื่องปลูกพืชเป็นระยะ (Row-crop planter) เป็นเครื่องปลูกที่ปลูกพืชเป็นแถวโดยมีระยะระหว่างต้นที่ค่อนข้างแน่นอน การปลูกเป็นแถวนี้จะช่วยให้สามารถใช้เครื่องจักรกลเกษตรเพื่อทำการกำจัดวัชพืชและเก็บเกี่ยวได้สะดวกภายหลัง พืชที่ปลูกโดยใช้เครื่องปลูกพืชเป็นระยะได้แก่ ข้าวโพดและถั่วเหลือง เป็นต้น



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะโดยทั่วไปของเครื่องปลูกพืชเป็นระยะ

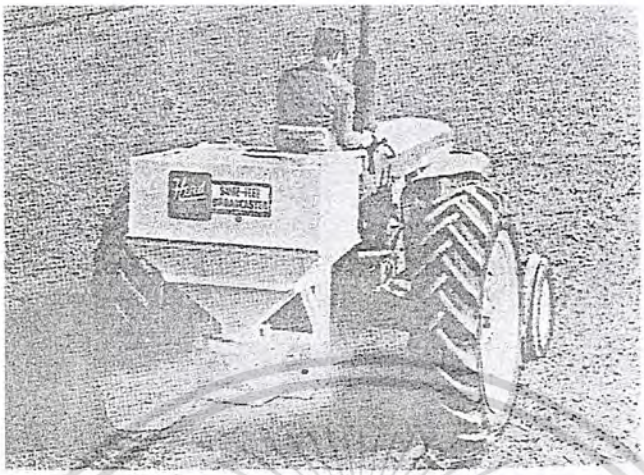
2. เครื่องหยอดเมล็ด (Seed drill) เป็นเครื่องปลูกสำหรับหยอดเมล็ดธัญพืชขนาดเล็กที่ต้องการปลูกเป็นแถวแต่มีจำนวนต้นในแต่ละแถวมากและไม่จำเป็นต้องมีระยะระหว่างต้นที่แน่นอน



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของเครื่องหยอดเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เครื่องหว่าน (Broadcast seeder) เป็นเครื่องมือสำหรับหว่านพืชให้กระจายบนพื้นที่เพาะปลูก โดยมีรูปแบบการปลูกที่ไม่แน่นอน



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะเครื่องหว่านที่ติดตั้งเข้ากับรถแทรกเตอร์

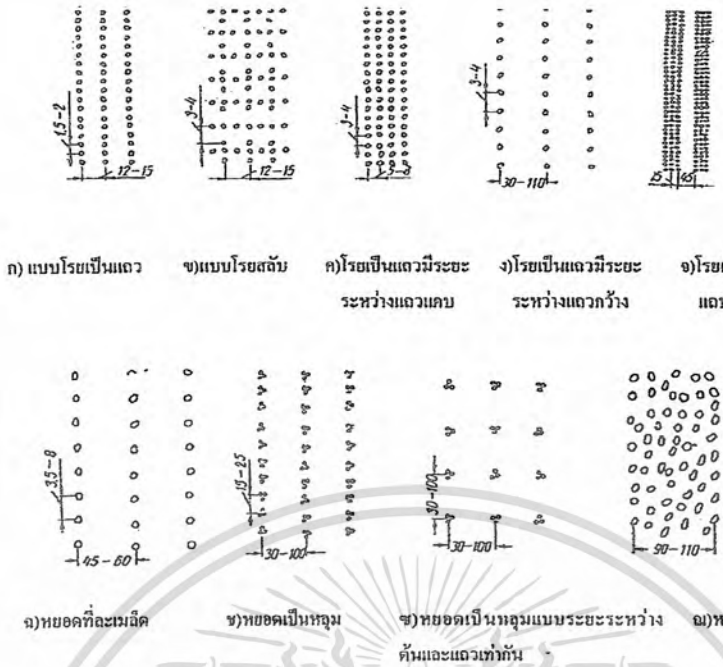
4. เครื่องปลูกเฉพาะงาน (Specialized planter) เป็นเครื่องปลูกที่ใช้เฉพาะงาน เช่น เครื่องปลูกต้นกล้า เครื่องดำนา เครื่องปลูกมันฝรั่ง เครื่องปลูกอ้อยและเครื่องปลูกผักต่างๆ

รูปที่ 2.4 แสดงเครื่องดำนาแบบอีรี่

2.2.2 ลักษณะของการปลูก

เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ตก อุณหภูมิและสภาพของดินซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละท้องที่

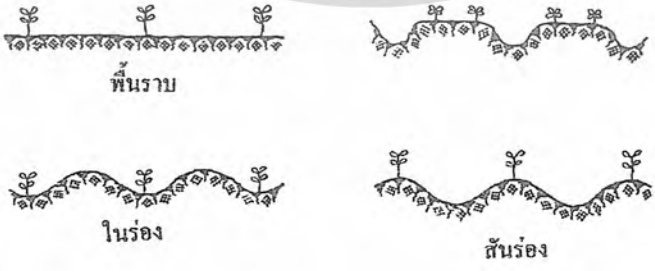
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะการหยอดเมล็ดและการหว่านสำหรับการปลูกพืช

การปลูกพืชแบ่งได้ 3 ลักษณะคือ การปลูกบนพื้นราบ การปลูกบนสันร่องและการปลูกในร่อง

- การปลูกพืชบนพื้นราบ เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเพียงพอต่อการปลูกพืชโดยไม่ต้องอาศัยน้ำชลประทาน
- การปลูกบนสันร่อง เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีความชื้นในดินมากเกินไปก่อนการปลูกหรือพื้นที่ที่ต้องการน้ำชลประทานเข้าไปในร่อง
- การปลูกในร่อง เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนจำกัดในช่วงของการเพาะปลูก การปลูกแบบนี้จะทำให้พืชได้รับความชื้นมากขึ้นเนื่องจากน้ำฝนจะไหลไปรวมกันในร่อง นอกจากนี้ยังสะดวกในการให้น้ำชลประทาน กรณีที่พืชขาดน้ำอีกด้วย



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะการปลูกบนพื้นราบ บนสันร่องและในร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทฤษฎีของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือก

2.3.1 เครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือกที่ดี

ควรมีลักษณะเหมือนเครื่องปลูกพืชทั่วไปคือ

1. หยอดเมล็ดได้ระยะห่างระหว่างต้นและระหว่างแถวตามที่กำหนด
2. ปล่อยเมล็ดข้าวได้ตามจำนวนที่ต้องการ
3. ไม่ทำลายเมล็ดข้าวให้เสียหายจนไม่สามารถงอกได้

2.3.2 ส่วนประกอบของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเปลือก

1. ถังบรรจุเมล็ด

ถังบรรจุเมล็ดโดยทั่วไปทำด้วยโลหะหรือพลาสติกหนาประมาณ 1.0-1.5 มิลลิเมตร เหล็กแผ่นกันสนิมใช้ทำถังในกรณีที่บรรจุวัสดุเคมีที่กัดกร่อน แต่ในปัจจุบันถังบรรจุเมล็ดนิยมทำจากพลาสติกและไฟเบอร์กลาส เนื่องจากทนต่อการกัดกร่อนและดูแลรักษาง่าย ในประเทศที่กำลังพัฒนามักจะใช้ไม้ในการทำถังบรรจุปุ๋ยเนื่องจากมีราคาถูกกว่าวัสดุอย่างอื่น สำหรับถังบรรจุปุ๋ยต้องเลือกวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนหรือเป็นโลหะที่เคลือบด้วยเรซินชนิดพิเศษเพื่อป้องกันการกัดกร่อน ถังบรรจุเมล็ดจะต้องติดตั้งให้เมล็ดไหลลงได้อย่างสม่ำเสมอและอัตราการปลูกไม่มีผลต่อระดับความสูงของวัสดุในถัง ถังบรรจุเมล็ดทรงกระบอกที่ใช้กับเครื่องหยอดควรจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกับเส้นผ่านศูนย์กลางของขอบนอกจานหยอด เครื่องหยอดเมล็ดแบบหลายแถวจะมีถังบรรจุเมล็ดขนาดเล็กซึ่งสามารถจุเมล็ด 6-8 กิโลกรัมต่อถัง ความสูงของถังมีค่าตั้งแต่ 0.2-0.25 เมตร และถังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 เมตร

2. อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดทำหน้าที่กำหนดจำนวนเมล็ดที่จะหยอดลงไปในดินแต่ละครั้ง เพื่อให้ได้อัตราปลูกที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิดทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่มีค่าสูงสุด ดังนั้นอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดจึงนับได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากของเครื่องหยอดเมล็ด อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดที่นิยมใช้กันมากเป็นแบบจานปล่อยเมล็ด (seed plate) ซึ่งทำหน้าที่นำเมล็ดจากถังเก็บไปปล่อยลงในท่อนำเมล็ด จานปล่อยเมล็ดมี 3 ชนิดคือ จานปล่อยเมล็ดแนวราบ จานปล่อยเมล็ดแนวเอียง จานปล่อยเมล็ดแนวดิ่ง ซึ่งมีหลายแบบแล้วแต่ความเหมาะสมในการใช้งาน

3. ท่อนำเมล็ด

ท่อนำเมล็ดทำหน้าที่นำเมล็ดที่ถูกปล่อยออกจากอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดลงไปในร่องดินที่เปิดไว้โดยอุปกรณ์เปิดร่อง ท่อนำเมล็ดที่ใช้กันอยู่มีทั้งรูปแบบที่เป็นโลหะหรือพลาสติก ซึ่งมีทั้งแบบที่ปล่อยให้เมล็ดตกลงโดยแรงโน้มถ่วงของโลกและแบบใช้กำลังขับเคลื่อน โดยแบบที่ใช้กำลังขับเคลื่อนใช้สำหรับพืชที่มีรูปร่างของเมล็ดแปลกๆ สำหรับเครื่องปลูกที่มีหลายแถวท่อนำเมล็ดควรแยกลงในแต่ละแถวนำเมล็ดและควรเอียงจากแนวดิ่งน้อยกว่า 20 องศา ชนิดของท่อนำเมล็ดควรเป็นแบบ spiral , tapered , funnel-shaped , corrugated , spiral-wound wire และ telescopic โดยทำจากวัสดุต่อไปนี้

- spiral tubes ทำจากเหล็กแผ่น มีความยืดหยุ่นตัวสูงและสามารถปรับขึ้นลงได้ตามความสูงของตัวเปิดร่อง ท่อนำเมล็ดแบบนี้ใช้กับเครื่องโรยเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- tapered tubes ทำจากยางหรือพลาสติก มีความยืดหยุ่นตัว น้ำหนักเบาและมีราคาไม่แพง การโค้งงอของท่อมีผลทำให้เมล็ดไหลลงไม่สม่ำเสมอ ท่อนำเมล็ดแบบนี้ใช้กันอย่างกว้างขวางกับเครื่องโรยเมล็ด

- funnel-shaped tubes ทำจากวัสดุพีวีซีประกอบด้วยท่อรูปกรวยหลายชั้นประกอบยึดกันด้วยโซ่ ท่อแบบนี้จะใช้กับวัสดุที่ไม่สามารถไหลได้อิสระโดยเฉพาะปุ๋ย การสั่นสะเทือนของท่อขณะที่เครื่องกำลังเคลื่อนที่จะทำให้วัสดุที่ถูกปล่อยลงมาซึ่งมีโอกาสติดค้างด้านในของท่อบริเวณระหว่างอุปกรณ์จ่ายปุ๋ยและอุปกรณ์เปิดร่องสามารถไหลลงได้สะดวกขึ้น ท่อนำเมล็ดแบบนี้ใช้สำหรับปุ๋ยในเครื่องปลูกแบบหลอดทั้งเมล็ดและปุ๋ย

- corrugated seed tubes ทำจากยาง ท่อแบบนี้เมื่อใช้เป็นท่อนำเมล็ดพืช ความสม่ำเสมอในการไหลลงของเมล็ดจะมีน้อยกว่าท่อนำเมล็ดชนิดอื่นๆ

- spiral-wound wire tubes เป็นท่อที่ยืดหยุ่น แข็งแรงและมีน้ำหนักมาก เมื่องอท่อนำเมล็ดมีแนวโน้มว่าท่อนำเมล็ดจะหนีบหรือทำลายเมล็ด

- telescopic tubes ทำจากพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง มีความแม่นยำและสม่ำเสมอในการหยอดเมล็ดสูง ท่อนี้สามารถปรับความสูงได้แต่ไม่มีความยืดหยุ่น มักใช้ติดตั้งกับเครื่องหยอดที่มีอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดลงในแต่ละแถว โดยระยะห่างระหว่างเมล็ดและปุ๋ยจะมีระยะที่สม่ำเสมอ

ลักษณะของท่อนำเมล็ดกับการกระจายของเมล็ด (Seed tube characteristics and seed distribution) ชนิดและขนาดของท่อจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการร่วงของเมล็ด เนื่องจากการชน การกระเด้งกระดอนของเมล็ดที่ผิวท่อ ในการออกแบบเครื่องปลูกพืช ท่อนำเมล็ดควรอยู่ในแนวดิ่งหรือเอียงจากแนวดิ่งไม่เกิน 20 องศา ท่อควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ความเร็วของเมล็ดที่ปลายสุดของท่อควรเป็นความเร็วต่ำเพื่อที่จะลดการกระเด้งและการกลิ้งของเมล็ดลงในร่อง

4. อุปกรณ์เปิดร่อง

เครื่องหยอดและเครื่องปลูกพืชจะมีอุปกรณ์เปิดร่อง ทำหน้าที่เปิดหน้าดินให้เป็นร่องสำหรับให้เมล็ดลงฝังและสัมผัสกับความชื้นในดินด้วยความลึกและระยะห่างที่สม่ำเสมอ ความลึกในการปลูกขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและระดับความชื้นในดิน โดยในดินแห้งจะมีความชื้นน้อยที่ผิวของหน้าดิน ดังนั้นการกระทบกระเทือนที่ผิวหน้าดินจะเกิดน้อยที่สุด ส่วนดินที่มีความชื้นสูงเกินไปจะทำให้เกิดการลดความสามารถในการเจริญเติบโตของต้นกล้าและนอกจากนี้การเตรียมดินที่ดีจะช่วยลดการอุดตันของดินที่อุปกรณ์เปิดร่อง ซึ่งอุปกรณ์เปิดร่องที่ใช้อยู่มีหลายชนิดได้แก่

- แบบหมุน (Rotating type) สำหรับเครื่องหยอดธัญพืช จะนิยมใช้อุปกรณ์เปิดร่องแบบหมุนซึ่งเป็นแบบจานเปิดร่องเดี่ยวและแบบจานเปิดร่องคู่ จานเปิดร่องเดี่ยวเป็นตัวเปิดร่องที่จะทำหน้าที่ตัดดินและดันดินให้เป็นแผ่นไปด้านข้างอันเป็นสาเหตุให้มีการกระทบกระเทือนที่ผิวหน้าดิน จานเปิดร่องคู่ประกอบด้วยแผ่นจานเรียบ 2 ใบ วางเอียงจากแนวดิ่งซึ่งจะทำให้เกิดร่องตัว V ในดิน ท่อนำเมล็ดจะวางอยู่ระหว่างจานตัวเปิดร่องจะผลักดินลงและเปิดดินด้านข้างเป็นร่องรูปตัว V การรับแรงกดของจานเปิดร่องจะใช้สปริงและกระบอกไฮดรอลิก จานเปิดร่องแบบคู่สามารถทำงานดีภายใต้สภาพดินหลายรูปแบบ ดินจะถูกผลักไปด้านข้างน้อยกว่าจานเปิดร่องแบบเดี่ยวแต่จะสามารถตัดวัชพืชบนผิวดินได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบอยู่กับที่ (fixed type openers)

Suffolk coulter คืออุปกรณ์เปิดร่องแบบรองเท้า (shoe-type openers) มีการเปิดร่องเป็นรูปตัว V ตัวตัดดิน (shoe coulter) ทำจากเหล็กหล่อและสามารถเปลี่ยนได้ซึ่งขอบมีลักษณะเป็นมุมเอียงและโค้งไปด้านหลังเหมาะสำหรับการปลูกพืชในระดับตื้นๆ

- แบบจอบ (hoe type) ลักษณะการเปิดดินจะขึ้นอยู่กับชุดของตัวเปิดร่องมีการยกและผลักหน้าดินไปด้านหลังและด้านข้างทำให้เกิดร่องรูปตัว V ใบมีดจอบขนาดมาตรฐานติดตั้งอยู่บนโครงอย่างตายตัวหรือสปริงที่ติดอยู่บนโครงเครื่อง อุปกรณ์เปิดร่องแบบจอบสามารถทำงานได้ดีในดินหลายสภาพแต่ไม่อาจทำงานได้ในพื้นที่ที่มีฟางข้าวมาก

- แบบ runner มีลักษณะเป็นใบมีดยาวมีขอบคมสำหรับตัดดินโดยมีการรบกวนผิวหน้าดินน้อยที่สุดสามารถทำงานได้ดีในแปลงที่มีการเตรียมดินเรียบร้อยแล้วและเหมาะสำหรับการปลูกในระดับตื้นเนื่องจากอุปกรณ์เปิดร่องมีความยาว ดังนั้นจึงมีการอัดตัวที่ก้นร่อง นิยมใช้ปลูกข้าวโพดและพืชชนิดอื่นๆ

- แบบพลั่วหรือเสียม (shovel type) เป็นอุปกรณ์เปิดร่องที่มีลักษณะแคบขนาด 100 มิลลิเมตร มุมเปิดดินเป็นวัสดุคมและเป็นรูปสามเหลี่ยม สามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย ด้านหลังประกอบด้วยท่อนำเมล็ดและท่อใส่ปุ๋ย อุปกรณ์เปิดร่องแบบพลั่วสร้างได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์เปิดร่องแบบจาน

- แบบรองเท้า (shoe type) สามารถหยอดเมล็ดพืชและปุ๋ยที่ความลึกเดียวกัน เมล็ดพืชและปุ๋ยจะหยอดห่างกัน 50 มิลลิเมตร ในช่องป้องกันการอุดตันของดิน โดยดินเปียกสามารถติดไปด้านข้างของช่องป้องกันการอุดตันของดินแต่ไม่ติดที่ปลายท่อนำเมล็ดและท่อใส่ปุ๋ย

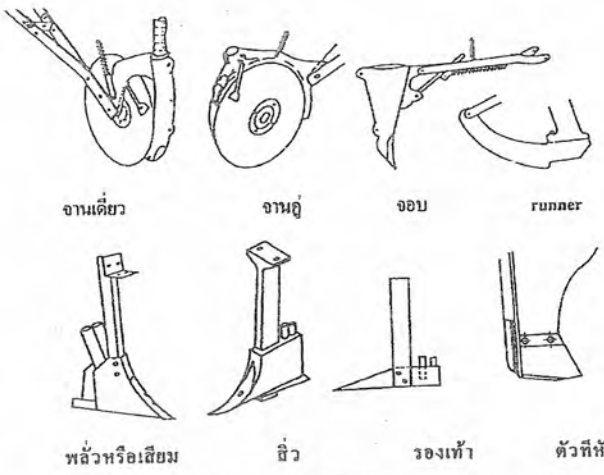
- แบบตัว T กลับหัว (inverted-T furrow opener) ได้รับการออกแบบและพัฒนาโดย choudhary (1988) สำหรับใช้หยอดเมล็ดข้าวในสภาพดินไร่ที่ไม่มีการเตรียมดิน ตัวเปิดร่องเปิดดินเป็นร่องเล็กๆซึ่งมีการกระทบกระเทือนดินน้อยช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว

5. อุปกรณ์กลบและอัดดิน

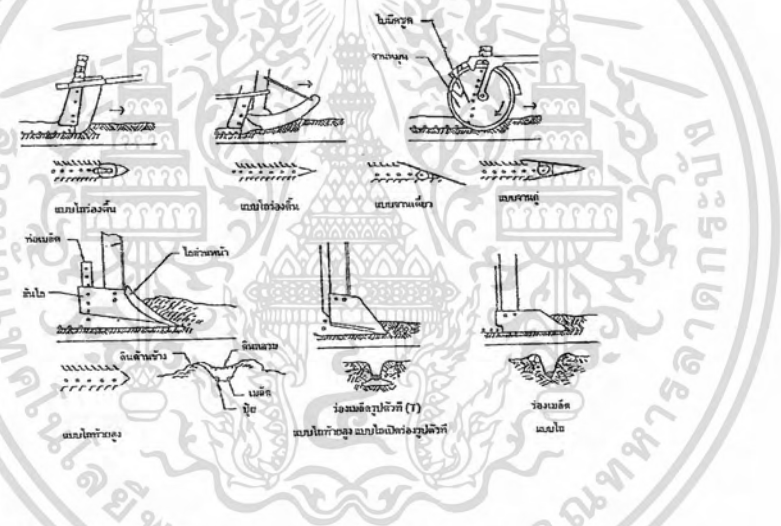
อุปกรณ์กลบและอัดดินทำหน้าที่กลบดินฝังเมล็ดพืชและอัดดินรอบๆเมล็ดพืชให้แน่นตามความเหมาะสม การที่พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้นอยู่กับการกดอัดของดินเหนือเมล็ด การงอกของต้นกล้าขึ้นอยู่กับความชื้นในดินที่ระดับความลึกในการปลูกและแรงเสียดทานของหน้าดินที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด ดังนั้นเมล็ดควรปลูกที่ความลึกสม่ำเสมอและมีปริมาณแรงกดของดินที่กลบอย่างสม่ำเสมอ ชนิดอุปกรณ์กลบและอัดดิน มี 2 ประเภทคือ

- แบบลากหรือแบบอยู่กับที่ เครื่องหยอดเมล็ดพืชที่ต้องการการกลบเมล็ดที่ระดับตื้นจะใช้โซ่กลบ (drag chains) คราดสปริง (spring type) และแผ่นกลม (bar drag) อุปกรณ์กลบแบบนี้จะให้เมล็ดงอกเป็นที่น่าพอใจ สำหรับเครื่องปลูกอุปกรณ์กลบจะนิยมใช้แบบใบมีด แบบปีกลากหรือแบบจอบและสามารถปรับได้ด้วยสปริงเพื่อให้สามารถเกลี่ยดินที่ผิวดินได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ชนิดอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช



รูปที่ 2.8 ลักษณะของร่องปลูกสำหรับอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ

- แบบหมุน ส่วนมากนิยมใช้ได้แก่แบบเปิดตรงศูนย์กลาง โดยใช้กันอย่างกว้างขวางกับเครื่องหยอดและเครื่องปลูก จากการทดลองปรากฏว่าล้อกลบดินมีผลดีต่อการงอกของเมล็ด ซึ่งล้อกลบดินที่มีราคาถูกและมีประสิทธิภาพดีคือล้อเหล็กหล่อ ล้อขอบเรียบ ล้อร่างตัว V และล้อจานโค้ง

6. การถ่ายทอดกำลัง

เครื่องหยอดและเครื่องปลูกพืชสามารถจำแนกได้ 3 แบบตามชนิดของเครื่องต้นกำลังคือ แบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ แบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม และแบบใช้แรงงานคน ซึ่งต้นกำลังเหล่านี้ใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์หยอดเมล็ดให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า สำหรับเครื่องหยอดแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ การถ่ายทอดกำลังมีวิธีการดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) เพลาอำนวยกำลังรถแทรกเตอร์เป็นตัวขับพัดลม (air blower) ให้มีแรงลมดูดสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดและเครื่องปลูก และเป็นตัวหมุนให้เมล็ดกระจาย

(ข) สำหรับเครื่องหยอดเมล็ดและเครื่องปลูกแบบก่อนนั้น การขับเคลื่อนจะมาจากล้อหลังมีการถ่ายกำลังโดยโซ่และเฟืองสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หยอด

(ค) ต้นกำลังอาจได้มาจากล้อควบคุมความลึกของเครื่อง

(ง) ต้นกำลังอาจได้มาจากล้อขับเคลื่อนบนดิน (floating type ground wheel)

ล้อขับที่ใช้กันอยู่มี 2 แบบคือ แบบล้อลม (pneumatic wheel) และแบบล้อเหล็ก (rigid steel wheel) ล้อเหล็กเป็นแบบที่นิยมใช้มากเพราะราคาถูก ต้องการการดูแลรักษาน้อยและใช้งานได้นาน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

- ล้อเรียบ (plain wheel) มีขนาดความกว้าง 75-100 มิลลิเมตรเส้นผ่านศูนย์กลาง 400-700 มิลลิเมตร จำนวนซี่เหล็กในวงมรจำนวน 8-12 ซี่ ล้อแบบนี้จะวิ่งเรียบและสัมผัสกับผิวดินได้ดี มีแรงฉุดลากที่พอเหมาะกับกลไกการขับเคลื่อน นิยมใช้กับดินร่วนและใช้ได้ไม่ดีในดินเหนียวแฉะ

- ล้อมีครีบ (lugged wheel) มีแรงฉุดดีกว่าหรือมีการจับยึดดินที่ดีกว่า ครีบเล็กมีอยู่บริเวณขอบนอกของล้อมีความสูง 25 มิลลิเมตร และเชื่อมทำมุม 20-25 องศากับแกนหมุนเพื่อลดการลื่นไถล ครีบที่วางทำมุมมากกว่า 0 องศาและวางถี่ๆจะช่วยการสึกหรอ การสั่นสะเทือนและแรงต้านทานการกลิ้ง (rolling resistance) การพัฒนาเครื่องหยอดแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ จะเป็นล้อแบบมีครีบขนาดใหญ่ติดตั้งอยู่บนโครง โดยครีบวางอยู่ชิดกันวางทำมุม 0 องศาเพื่อให้มีแรงฉุดมากขึ้น วงล้อมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 350-400 มิลลิเมตร

- ล้อแบบมีซี่ (pegged type wheel) เหมาะที่จะใช้กับดินเปียกหรือดินเหนียวซึ่งล้อแบบเรียบ ล้อแบบมีครีบหรือล้อลมไม่สามารถทำงานได้ ขอบล้อมีความกว้าง 25-40 มิลลิเมตรและซี่ล้อมีความยาวระหว่าง 75-120 มิลลิเมตร วงล้อมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 500-800 มิลลิเมตร จำนวนซี่ล้อมีจำนวน 12-30 ซี่ ขึ้นอยู่กับขนาดของล้อ ซี่ล้อส่วนใหญ่ทำจากเหล็กกลมหรือเหล็กแบน การเคลื่อนที่ของล้อมีลักษณะเป็นวงกลม ซี่ล้อจะจิกลงดินในแนวดิ่งและเคลื่อนที่ขึ้นซึ่งเป็นการผลักดินลงไม่ใช่ตะกุยดินขึ้น

ระบบเกียร์ เกียร์ที่ทำจากเหล็กหล่อหรือพลาสติกใช้กันอย่างมากในการถ่ายทอดกำลังสำหรับเครื่องหยอดและเครื่องปลูก แต่เกียร์ที่ทำจากเหล็กหล่อจะมีผิวงานขรุขระทำให้ไม่มีความแม่นยำเมื่อใช้งาน แต่สำหรับเกียร์พลาสติกซึ่งทำงานได้ดีกับเครื่องหยอดและเครื่องปลูกแต่มีต้นทุนการผลิตแม่พิมพ์สูงมาก จึงต้องมีการผลิตเกียร์พลาสติกในปริมาณมาก

ระบบโซ่ โซ่และเฟืองใช้ขับเคลื่อนถ่ายทอดกำลังจากล้อไปยังอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด ต้นกำลังถ่ายทอดกำลังไปยังเพลาทดรอบเฟืองเพลาเดียวก็สามารถถ่ายทอดกำลังไปยังอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดชุดต่างๆได้ชุดเฟืองและโซ่ที่ปรับความเร็วได้ติดตั้งบนเครื่องหยอดเพื่อให้สามารถปรับความเร็วได้ตามความต้องการ การทดสอบนี้ใช้กับเครื่องปลูกแบบแถวเดียวที่ต่ออยู่บนคาน จำนวนของโซ่เฟืองเมื่อใช้กับโซ่ลูกล้อไม่ควรต่ำกว่า 10-12 ซี่ หรือเมื่อใช้กับโซ่ที่ความเร็วต่ำไม่ควรต่ำกว่า 7-8 ซี่ จำนวนฟันเฟืองที่น้อยกว่าที่ระบุไว้มีผลให้เกิดการสึกหรอของโซ่อย่างรวดเร็ว เฟืองขับควรมีมุมฟันเฟืองอย่างน้อย 135 องศา เพื่อป้องกันการหลุดของโซ่ออกจากฟันเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทฤษฎีการออกแบบเพลา

เพลาเป็นชิ้นส่วนที่มีใช้อยู่ในเครื่องจักรกลเกือบทุกชนิด ดังนั้นจึงควรที่จะพิจารณาถึงการออกแบบเพลาโดยเฉพาะ เพลาอาจจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามลักษณะของการใช้งานดังต่อไปนี้คือ

เพลา (shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง

แกน (axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่หมุนเช่น ล้อ ล้อสายพาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามทั้งเพลาและแกนก็นิยมเรียกรวมกันว่าเพลาไม่ว่าชิ้นส่วนนั้นจะหมุนหรืออยู่นิ่งก็ตาม

สพินเดิล (spindle) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ไม่หมุนเช่น เพลาที่หัวแท่นกลึง (head-stock spindle) เป็นต้น

สตับชาฟต์ (stub shaft) หรือบางครั้งเรียกเฮดชาฟต์ (head shaft) เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์ มอเตอร์หรือเครื่องต้นกำลังอื่นๆ มีขนาด รูปร่างและส่วนยื่นออกมาสำหรับใช้ต่อกับเพลาอื่นๆ

เพลาแนว (line shaft) หรือเพลาส่งกำลัง (power transmission shaft) หรือเพลาเมน (main shaft) เป็นเพลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลังและใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่นๆ โดยเฉพาะ

แจ็คชาฟต์ (jackshaft) หรือเคาเตอร์ชาฟต์ (counter shaft) เป็นเพลาขนาดสั้นที่มีต่อเครื่องต้นกำลังกับเพลาเมนหรือเครื่องจักรกล

เพลาอ่อน (flexible shaft) เป็นเพลาที่สามารถอ่อนตัวหรืองอโค้งได้ เพลาประเภทนี้ทำด้วยสายลวดใหญ่ (cable) ลวดสปริงหรือลวดเกลียว (wire rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้แต่ส่งกำลังได้น้อย

2.4.1 วัสดุเพลา

วัสดุที่ใช้สำหรับทำเพลาทั่วไปคือ เหล็กกล้าละมุน (mild steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานต่อแรงกระตุกเป็นพิเศษแล้วมักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเพลาเช่น AISI 1347 3140 4150 4340 เป็นต้น เพลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 90 มิลลิเมตร มักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนซึ่งผ่านการรีดร้อน อย่างไรก็ตามเพื่อให้เพลามีราคาถูกที่สุดผู้ออกแบบควรพยายามเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าชนิดอื่นๆ

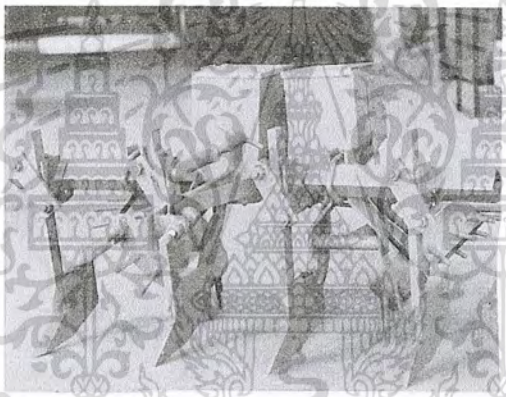
2.4.2 ขนาดของเพลา

เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลาซึ่งเป็นขนาดระบุ (nominal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ทั้งนี้เพื่อให้สามารถหาซื้อได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลาด้วย ขนาดระบุของเพลาดูได้จากตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นมิลลิเมตร				
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	

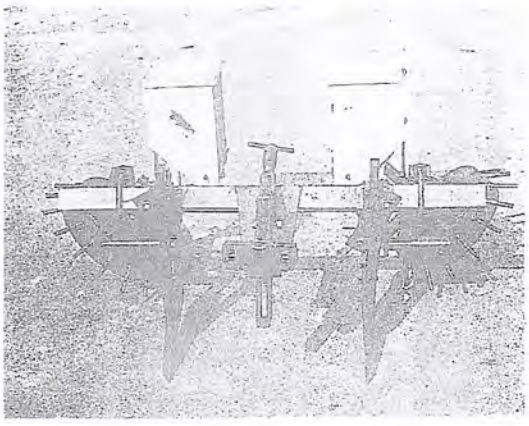
ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R 775-1969



รูปที่ 2.9 แสดงเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบล้อเอียง 4 แถวในปัจจุบัน

รูปที่ 2.10 แสดงเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบล้อจิกใช้คนลากในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบล้อเอียง 2 แถว ในปัจจุบัน

2.4.3 การออกแบบเพลาตาม code AMSE

สำหรับการหาขนาดเพลาตาม code AMSE โดยใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด สำหรับเพลาตัน

$$d^3 = (16/\pi\tau)\{(C_tT)^2 + (C_mM)^2\}^{1/2} \qquad (2.1)$$

เมื่อ τ = ความเค้นเฉือน

C_t, C_m = ค่าตัวประกอบความล้า

T = ค่าโมเมนต์บิด

M = ค่าโมเมนต์ดัดสูงสุด

d = เส้นผ่านศูนย์กลางเพลา

2.5 โรลลิ่งแบริ่ง (rolling bearings)

โรลลิ่งแบริ่ง หมายถึง แบริ่งชนิดที่รับแรงโดยอาศัยชิ้นส่วนของแบริ่งที่มีลักษณะเป็นผิวสัมผัสแบบกลิ้ง (rolling contact) แทนที่จะเป็นผิวสัมผัสแบบเลื่อน (sliding contact) เนื่องจากแบริ่งชนิดนี้มีค่าความเสียดทานน้อยมาก ดังนั้นจึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปในวงการอุตสาหกรรมว่า แอนติฟริคชันแบริ่ง (anti-friction bearing) เช่น บอลแบริ่ง (ball bearing) หรือตลับลูกปืน

ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกใช้โรลลิ่งแบริ่ง ผู้ออกแบบก็ควรที่จะพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสีย เมื่อเปรียบเทียบกับเจอร์นัลแบริ่งดังต่อไปนี้คือ

ข้อดีของโรลลิ่งแบริ่งเปรียบเทียบกับเจอร์นัลแบริ่ง

1. มีความเสียดทานขณะสตาร์ทน้อย (low starting friction torque) จึงเหมาะสำหรับเครื่องจักรกลที่มีการเดินเครื่องและหยุดเครื่องบ่อยครั้ง
2. ง่ายต่อการหล่อลื่นและดูแลรักษา โดยเฉพาะชนิดที่อัดด้วยไขข้นหรือจาระบีมาจากโรงงานด้วยแล้ว เกือบจะไม่ต้องดูแลเกี่ยวกับการหล่อลื่นอีกเลย
3. ใช้ปริมาณการหล่อลื่นน้อย
4. ใช้เนื้อที่ทางด้านแกน (arial space) น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สามารถรับแรงรุน (trust load) และแรงในแนวรัศมี (radial load) ได้พร้อมกันยกเว้นโรลลิ่งแบริ่งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกตรง (straight roller bearing) สำหรับเจอร์นัลแบริ่งรับแรงได้เฉพาะในแนวรัศมีเท่านั้น
6. สามารถที่จะทราบได้ว่าแบริ่งกำลังจะเสียโดยการสังเกตจากเสียงดังซึ่งผิดไปจากปกติ
7. มี clearance น้อยมากจึงเหมาะสมที่จะใช้กับเครื่องจักรกลที่ต้องการความละเอียดแม่นยำในการทำงานเช่น เฟืองและลูกเบี้ยว เป็นต้น
8. สามารถใช้รองรับเพลาในตำแหน่งใดๆได้เช่น ใช้รองรับเพลาซึ่งวางเรียงเป็นมุมกับแนวระดับ เป็นต้น
9. ทำการติดตั้งได้ง่าย

ข้อเสียของโรลลิ่งแบริ่งเปรียบเทียบกับเจอร์นัลแบริ่ง

1. ใช้เนื้อที่ทางด้านรัศมี (radial space) มากกว่า
2. โดยปกติแล้วราคาแพงกว่า
3. ขณะทำงานจะมีเสียงดังกว่า เนื่องจากมีการสัมผัสระหว่างผิวของลูกกลิ้งและวงแหวนบ้างในบางขณะ
4. อายุการใช้งานสั้นกว่าทั้งนี้เนื่องมาจากความเค้นที่เกิดขึ้นมีค่าสูงและกระทำซ้ำกัน (repeated load) จึงทำให้วัตถุเกิดความล้า
5. เมื่อมีแรงกระแทกทำให้อายุการใช้งานลดลงได้มาก

โดยทั่วไปแล้วบอลแบริ่ง ชนิดมีลูกกลิ้งหนึ่งแถวร่องลึก (single-row deep-groove) เป็นแบริ่งชนิดที่มีการใช้งานมากที่สุดประกอบด้วยร่องลึกเป็นทางกลิ้งสำหรับลูกกลิ้งทรงกลม สามารถรับแรงได้ทั้งในแนวรัศมีและในแนวแกน และสามารถรับการเยื้องแนวของเพลาได้ประมาณ 10° 15'

$$F_r = (W_p \times 60)/(f_r \times d \times n \times \pi) \qquad (2.2)$$

$$F_a = (W_p \times 60)/(f_a \times d \times n \times \pi) \qquad (2.3)$$

เมื่อ W_p = กำลังงาน หน่วยเป็น วัตต์

F_r = แรงที่กระทำกับแบริ่งในแนวรัศมี หน่วยเป็น นิวตัน

F_a = แรงที่กระทำกับแบริ่งในแนวแกน หน่วยเป็น นิวตัน

f_r = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานในแนวรัศมี

f_a = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานในแนวแกน

n = ความเร็วรอบของเพลา (rpm)

d = ขนาดรูสวม (bore) ของแบริ่ง (m)

2.6 เฟืองโซ่และโซ่

การขับด้วยโซ่มีวิธีอยู่มากทางด้านงานเครื่องจักรกล เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับการขับด้วยสายพาน โซ่จะคล้องอยู่กับล้อโซ่หรือเฟืองโซ่ (sprocket) ซึ่งติดอยู่บนเพลาขับและเพลาตาม อัตราการทดของเพลาขับจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสองและการขับด้วยโซ่นี้จะไม่มีการสลิปเกิดขึ้นระหว่างโซ่กับเฟืองโซ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากการขับด้วยโซ่มีความไว้ใจได้และถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์จึงนิยมใช้มากเช่น ในการส่งกำลังของเรือ เครื่องยนต์ เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องมือกล เครื่องทอผ้า เครื่องจักรกลงานไม้ เครื่องพิมพ์ งานขนส่งและการขนถ่ายวัตถุ

การขับด้วยโซ่มีข้อดีอยู่ระหว่างการขับด้วยสายพานและการขับด้วยเฟือง ทางด้านราคา สมรรถนะในการส่งกำลังและการบำรุงรักษา โซ่สามารถขับได้ในระยะทางไกลกว่าสายพานและขับได้พร้อมกันหลายๆเพลาซึ่งมีทิศทางหมุนตามกันหรือสวนทางกันก็ได้

ข้อดีของการขับด้วยโซ่

1. ในการติดตั้งไม่ต้องการความเที่ยงตรงเท่ากับเฟือง
2. ไม่จำเป็นต้องมีแรงดึงขั้นต้นในโซ่ด้านดึงเหมือนกับสายพานทำให้อายุการใช้งานของแบริ่งที่รองรับเพลาเพิ่มมากขึ้น
3. ไม่มีการสลิปในขณะการส่งกำลังเหมือนสายพานทำให้ได้อัตราทดที่แน่นอน
4. มีขนาดกะทัดรัดกว่าสายพาน เมื่อใช้งานด้วยอัตราทดเท่ากัน เฟืองโซ่จะมีขนาดเล็กกว่าล้อสายพานและถ้าต้องการส่งกำลังเท่ากัน ความกว้างของโซ่จะน้อยกว่าสายพาน
5. ติดตั้งง่ายกว่าสายพานเพราะเพียงแต่คล้องเข้ากับเฟืองโซ่แล้วสอดสลักเข้าไปเท่านั้น
6. ใช้งานได้กับอุณหภูมิสูง บริเวณที่มีความชื้นและฝุ่นละออง

ข้อเสียของการขับด้วยโซ่

1. มีเสียงดัง
2. เนื่องจากความเร็วรอบสูงจะมีอันตรายเมื่อโซ่ขาด
3. ไม่มีความอ่อนตัวในการส่งกำลัง เพลาจะต้องขนานกัน
4. ส่งกำลังแบบครอสไดรว์ไม่ได้
5. มีราคาแพงกว่าการขับด้วยสายพาน
6. ต้องมีการหล่อลื่น

ในทางปฏิบัติการคำนวณหาขนาดโซ่มักจะใช้วิธีเลือกขนาดโซ่จาก catalog ของบริษัทผู้ผลิตโซ่ โดยทำตามคำแนะนำใน catalog นั้นและอาจดูได้จากข้อมูลต่างๆ

$$P = W_p N_s \qquad (2.4)$$

$$V = Pzn \qquad (2.5)$$

$$F_t = W_p / V \qquad (2.6)$$

$$F_{ct} = (W/g)/V^2 \qquad (2.7)$$

$$F = F_t + F_{ct} \qquad (2.8)$$

$$N_b = (F_b / F) \qquad (2.9)$$

$$X = (2C / P) + ((Z + z) / 2) + (P / C)((Z - z) / 2\pi)^2 \qquad (2.10)$$

เมื่อ P = กำลังที่ใช้เลือกขนาดโซ่

W_p = กำลังงาน

N_s = ค่าตัวประกอบใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61717

V = ความเร็วโซ่

P = ระยะพิตช์ของโซ่

z = จำนวนฟันบนเฟืองโซ่ขับ

Z = จำนวนฟันบนเฟืองโซ่ตาม

n = ความเร็วรอบ

F_t = แรงในแนวเส้นสัมผัส

F_{ct} = แรงย่อยในแนวเส้นสัมผัสของข้อต่อโซ่ เนื่องจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

F = แรงดึงในโซ่

W/g = น้ำหนักของโซ่ต่อความยาว 1 เมตร

N_b = ค่าความปลอดภัย

F_b = แรงแตกหักน้อยสุดของโซ่

X = จำนวนโซ่

C = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเฟืองโซ่โดยประมาณ

2.7 เฟืองดอกจอก

เฟืองดอกจอก (bevel gear) ใช้สำหรับส่งกำลังผ่านเพลาที่ทำมุมใดๆต่อกัน เฟืองดอกจอกอาจจะเรียกได้ว่าเฟืองกรวยตัด (conical gear) ทั้งนี้เพราะเฟืองชนิดนี้ผลิตขึ้นมาจากแบบรูปกรวย (conical bank) การรับแรงของเฟืองดอกจอกมีส่วนคล้ายคลึงกับเฟืองตรงและเฟืองเฉียง เฟืองดอกจอกจะต้องผลิตขึ้นมาเป็นคู่เพื่อใช้เฉพาะงานและไม่สามารถจะสลับการใช้งานกับเฟืองอันอื่นๆได้เหมือนกับเฟืองตรง

2.8 การหาความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตาม

อัตราเร็วรอบหมุนเพลาล้อ = อัตราทดรอบเพลาล้อ × อัตราเร็วรอบหมุนเครื่องยนต์ (2.11)

$$\text{ความเร็วการเคลื่อนที่} = \frac{(\pi \times \text{เส้นผ่านศูนย์กลางล้อ} \times \text{อัตราเร็วรอบหมุนเพลาล้อ})}{(60 \times 1000)} \quad (2.12)$$

ความเร็วของรถไถเดินตาม = ความเร็วของชุดหยอดเมล็ด (2.13)

$U = \pi DN / 60$ (2.14)

$R = S_1/S_2 = D_1/D_2$ (2.15)

$S_1 = \pi D_1$ (2.16)

เมื่อ U = ความเร็วของชุดหยอดเมล็ด

S_1 = ระยะทางของล้อขับ

S_2 = ระยะห่างระหว่างแถว

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของชุดหยอดเมล็ด

R = อัตราทด

D_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อขับ

D_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางของจานรับเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณ การออกแบบและการสร้างเครื่อง

3.1 แนวทางในการออกแบบชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือก

1. วัสดุที่ใช้ในการผลิตสามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด
2. มีกลไกในการทำงานไม่ยุ่งยากซับซ้อน
3. มีต้นทุนในการผลิตไม่สูงมาก
4. มีความคงทนแข็งแรง
5. ใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตาม

3.2 เงื่อนไขการออกแบบ

1. สามารถปลูกข้าวได้ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่เกษตรกรในประเทศนิยมปลูกมาก [2]
2. สามารถปรับระยะระหว่างแถวเพิ่มได้คือ 15 และ 30 เซนติเมตร
3. สร้างเครื่อง 4 แถวเพื่อทำงานศึกษาและออกแบบ (สามารถสร้างได้มากกว่า 4 แถว ในกรณีที่ต้องการงานทีมาก)
4. ใช้กับรถไถเดินตามขนาด 8 hp , 2500 rpm ซึ่งเป็นขนาดที่มีใช้กันโดยทั่วไปในประเทศ [8]
5. จำนวนเมล็ดข้าวเปลือกในแต่ละหลุมประมาณ 5-7 เมล็ด [2]
6. เส้นผ่านศูนย์กลางล้อขับ 57.3 เซนติเมตร (เพื่อความสะดวกในการออกแบบและสะดวกในการสร้างเครื่อง)

3.3 การออกแบบและสร้างชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือก

ชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกมีส่วนประกอบที่สำคัญๆ ได้แก่ ล้อขับ , ล้อหยอด , ถังบรรจุเมล็ด , จานรับเมล็ด , ท่อรับเมล็ด , อุปกรณ์เปิดร่อง , อุปกรณ์กลบเมล็ด , ชุดเฟืองทดรอบ , เฟืองดอกจอกและโครงตัวเครื่อง โดยในแต่ละส่วนมีหลักการในการออกแบบดังต่อไปนี้

3.3.1 การออกแบบล้อขับและล้อชุดหยอด

3.3.1.1 ล้อขับ

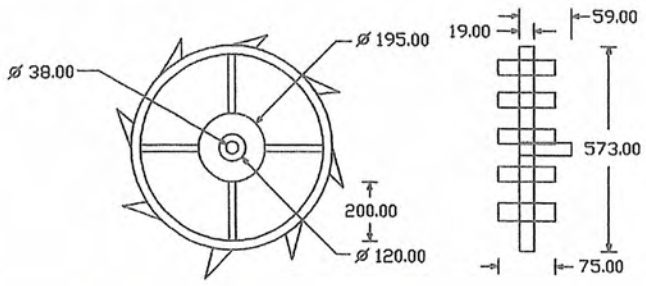
กำหนดความยาวเส้นรอบวงเท่ากับ 1800 มิลลิเมตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง 573 มิลลิเมตร) เพื่อความสะดวกในการออกแบบและสะดวกในการสร้างเครื่องเป็นล้อแบบมีครีบ (lugged wheel) เพื่อป้องกันการลื่นไถล [2] โดยมีขนาดตามรูปที่ 3.1

3.3.1.1.1 จุดประสงค์หลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบ

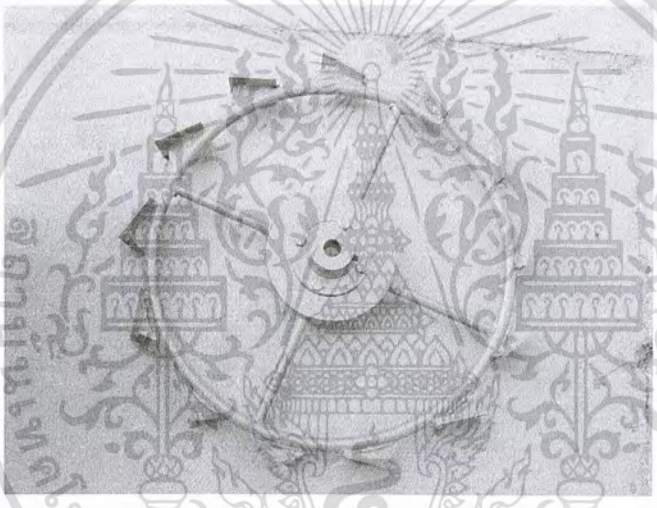
1. ความเร็วใช้งาน 5.07 กิโลเมตร/ชั่วโมง (หาจากความเร็วเกียร์ 3 ต่ำของรถไถเดินตาม)
2. ป้องกันการลื่นไถลได้ดี
3. ช่วยลดการสึกหรอ การสั่นสะเทือนและการต้านทานการกลิ้ง
4. สามารถใช้งานได้สะดวก ไม่เกะกะ
5. สามารถซ่อมแซมได้ง่ายเมื่อเกิดการชำรุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำไปประกอบกับชิ้นส่วนอื่นได้ง่าย



รูปที่ 3.1 แบบของล้อขับ



รูปที่ 3.2 ล้อขับที่สร้างเสร็จแล้ว

3.3.1.1.2 หน้าที่ของล้อขับ

ใช้เป็นต้นกำลังในการทำงานของกลไกการหยอด

3.3.1.1.3 การคำนวณความเร็วใช้งานของล้อขับ

จากการหาความเร็วการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามขนาด 8 hp อัตราเร็วรอบหมุน 2500 rpm อัตราทดรอบเพลาล้อ 0.01348 (หาจากความเร็วเกียร์ 3 ต่ำของรถไถเดินตาม [8]) เส้นผ่านศูนย์กลางล้อ 800 มิลลิเมตร[8]

จากสมการ (2.11)

อัตราเร็วรอบหมุนเพลาล้อ = อัตราทดรอบเพลาล้อ × อัตราเร็วรอบหมุนเครื่องยนต์

= 0.01348 × 2500

= 33.7 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ (2.12)

$$\text{ความเร็วการเคลื่อนที่} = \frac{(\pi \times \text{เส้นผ่านศูนย์กลางล้อ} \times \text{อัตราเร็วรอบหมุนเพลาล้อ})}{(60 \times 1000)}$$

$$= (\pi \times 800 \times 33.7) / (60 \times 1000)$$

$$= 1.41 \text{ เมตร/วินาที}$$

$$= 5.07 \text{ กิโลเมตร/ชั่วโมง}$$

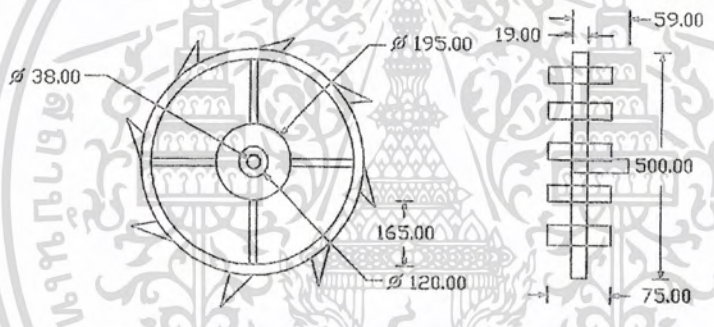
จากสมการ (2.13)

ความเร็วของรถไถเดินตาม = ความเร็วของชุดหยอดเมล็ด

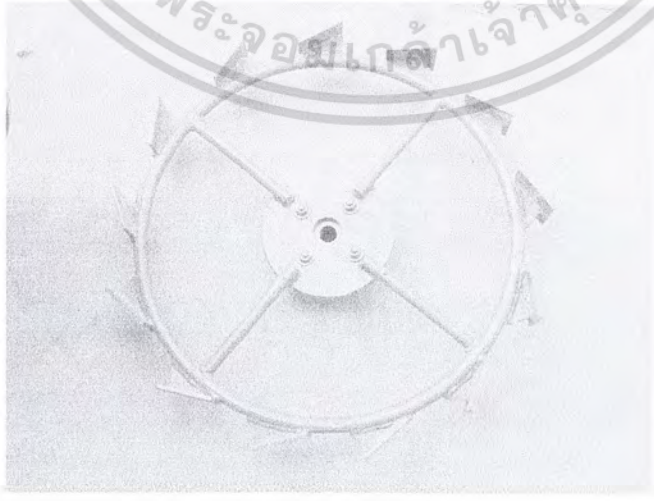
ดังนั้นจะได้ ความเร็วของชุดหยอดเมล็ด = 5.07 กิโลเมตร/ชั่วโมง

3.3.1.2 ล้อชุดหยอด

กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 500 มิลลิเมตร เพื่อความเหมาะสมสมดุลของโครงชุดหยอดเป็นล้อแบบมีครีบเหมือนล้อขับ เพื่อป้องกันการลื่นไถลโดยมีขนาดตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แบบของล้อชุดหยอด



รูปที่ 3.4 ล้อชุดหยอดที่สร้างเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2.1 จุดประสงค์หลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบ

1. ต้องมีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักของโครงทั้งหมดได้
2. ป้องกันการลื่นไถลได้ดี
3. สามารถใช้ได้ดีทั้งดินร่วนและดินเหนียว
4. มีขนาดไม่ใหญ่เกินไปเพื่อลดความสูงของชุดหยอด
5. สามารถซ่อมแซมได้ง่ายเมื่อมีการชำรุด
6. ช่วยลดการสึกหรอ แรงสั่นสะเทือนและแรงต้านทานการกลิ้ง

3.3.1.2.2 หน้าที่ของชุดหยอด

1. นำพาชุดหยอดทั้งหมดเคลื่อนที่ไปตามรถไถเดินตาม
2. รับน้ำหนักของโครงทั้งหมด

3.3.2 การออกแบบจานรับเมล็ด

3.3.2.1 การคำนวณจานรับเมล็ด

ต้องการเจาะรูรับเมล็ด 3 รู และต้องได้ระยะห่างระหว่างแถว 60 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อขับ 573 มิลลิเมตร (D_1 = 57.3 เซนติเมตร) ทำการหาระยะทางของล้อขับ (S_1)

จากสมการ (2.16)

$$S_1 = \pi D_1$$
$$= \pi \times 57.3$$
$$= 180 \text{ เซนติเมตร}$$

อธิบายการเจาะรูจานรับเมล็ด

ถ้าเจาะจานรับเมล็ด 1 รู ต้องการให้ได้ระยะห่างระหว่างแถว 60 เซนติเมตร ดังนั้นเมื่อจานรับเมล็ดหมุน 1 รอบ รับเมล็ดข้าว 1 ครั้งจะได้ระยะห่างระหว่างแถว (S_2) 60 เซนติเมตรซึ่งหมุนโดยใช้ชุดเฟืองโซ่ต่อกับล้อขับ ดังนั้นจะได้อัตราทดของชุดเฟือง (R) คือ

จากสมการ (2.15)

$$R = S_1/S_2 = D_1/D_2$$
$$= 180/60 = 3$$

ทำการหาขนาดจานรับเมล็ด (D_2) คือ

จากสมการ

$$R = D_1/D_2$$

แก้สมการได้

$$D_2 = D_1/R$$
$$= 57.3/3 = 19.1 \text{ เซนติเมตร(191 มิลลิเมตร)}$$

ดังนั้นเลือกขนาดจานรับเมล็ดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร

เมื่อได้ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตรและอัตราทด 3 จึงต้องเจาะรูจานรับเมล็ดของแต่ละแนวรัศมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจาะ 1 รู ได้ระยะห่างระหว่างแถว 60 เซนติเมตร

เจาะ 2 รู ได้ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

เจาะ 3 รู ได้ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร

เจาะ 4 รู ได้ระยะห่างระหว่างแถว 15 เซนติเมตร

เลือกเจาะ 3 แนวรัศมีคือ 2 , 3 และ 4 รู ตามลำดับ ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่เจาะเท่ากับ 12 มิลลิเมตร อันได้จากการทดลองใส่เมล็ดข้าวประมาณ 5 เมล็ด โดยมีขนาดที่ออกแบบตามรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 แบบของจานรับเมล็ด

รูปที่ 3.6 จานรับเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้ว

3.3.2.2 จุดประสงค์หลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบ

1. สามารถบรรจุเมล็ดในรูได้ประมาณ 5-7 เมล็ด
2. มีขนาดเล็กกะทัดรัดไม่เกะกะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีความคงทนแข็งแรง ไม่สึกหรอง่าย
4. ต้องสามารถเปลี่ยนจานได้
5. ต้องมีหมายเลขบอกแนวรัศมีของระยะการหยอด
6. สามารถรับเมล็ดได้จริง
7. มีผิวเรียบเพื่อไม่ให้ติดขัดกับการหมุน

3.3.2.3 หน้าที่ของจานรับเมล็ด

1. รับเมล็ดข้าวเปลือกจากถังบรรจุเมล็ด
2. นำเมล็ดข้าวเปลือกส่งไปยังท่อรับเมล็ด

3.3.3 การออกแบบถังบรรจุเมล็ด

มีลักษณะเป็นทรงกระบอกโดยบริเวณก้นถังจะเป็นทรงกรวย สามารถบรรจุเมล็ดข้าวเปลือกได้ประมาณถังละ 4 กิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่มากพอที่จะใช้ได้สำหรับพื้นที่นาขนาด 1 ไร่ ซึ่งปริมาณที่เกษตรกรใช้ปลูก 1 ไร่ประมาณ 15 กิโลกรัม (จากหนังสือเครื่องจักรกลการเกษตร เล่ม 2 โดยผศ. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์) โดยใช้เหล็กหนา 1 มิลลิเมตร ในการสร้างถังบรรจุเมล็ด

3.3.3.1 การคำนวณถังบรรจุเมล็ด

จากคำรับรองอัตราการปลูก ระยะห่างระหว่างแถวและความหนาแน่นในการปลูกสำหรับพืชสำคัญในภาคผนวก ข. คือ สำหรับข้าวไร่ ความหนาแน่นรวม 500-650 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร จำนวนเมล็ด 25-30 เมล็ด/กิโลกรัม ($* 10^3$) จำนวนเมล็ด/จำนวนต้นกล้า/ตารางเมตรเท่ากับ 150-200

จากมาตราวัดพื้นที่ได้

2.471 เอเคอร์ = 10000 ตารางเมตร

1 เอเคอร์ = 2.5 ไร่

1 ลูกบาศก์เมตร $= 10^6$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

ดังนั้นจะได้

1 เอเคอร์ = 10000/2.471

= 4046.94 ตารางเมตร = 2.5 ไร่

จะได้

1 ไร่ = 4046.94 /2.5

= 1618.77 ตารางเมตร

จากคำรับรองอัตราการปลูกได้ 1 ตารางเมตร ใช้ข้าว 150-280 เมล็ด

เลือกใช้ข้าว 280 เมล็ด จะได้ 1 ไร่= 1618.77 ตารางเมตร ใช้ข้าว 280×1618.77

ได้ 1 ไร่ ใช้ข้าว = 453257.8 เมล็ด

จาก ข้าว 30×10^3 เมล็ด หนัก 1 กิโลกรัม

ดังนั้น ข้าว 453257.8 เมล็ด หนัก $(1 \times 453257.8)/(30 \times 10^3)$

จะได้ 1 ไร่ ใช้ข้าว = 15 กิโลกรัม

จาก ข้าวไร่ 650 กิโลกรัม มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ ข้าวไร่ 15 กิโลกรัม มีปริมาตร 15/650 = 0.0230769 ลูกบาศก์เมตร

จาก 1 ลูกบาศก์เมตร $= 10^6$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

ดังนั้นข้าว 0.0230769 ลูกบาศก์เมตร $= 10^6 \times 0.0230769 = 23076.9$ ลูกบาศก์เซนติเมตร = 1 ไร่

เราใช้ถังบรรจุเมล็ด 4 ถัง

ดังนั้น 1 ถัง ต้องบรรจุข้าวได้ = 23076.9/4 = 5769.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ทำการออกแบบให้ถังบรรจุเมล็ดให้มีความสูงน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อต้องการลดความสูงทั้งหมดของเครื่อง

ดังนั้น จึงทำการออกแบบโดยมีขนาดตามรูปที่ 3.7 ซึ่งแต่ละถังมีปริมาตรดังนี้

ปริมาตรถังทั้งหมด = ปริมาตรส่วนที่เป็นทรงกระบอก + ปริมาตรส่วนที่เป็นกรวย

$$= [(\pi/4) \times d^2 \times h] + [(\pi/4) \times d^2 \times (h/3)]$$

$$= [(\pi/4) \times 25^2 \times 14] + [(\pi/4) \times 25^2 \times (6/3)]$$

$$= 6872.2 + 981.7 = 7853.9 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

ซึ่งมีปริมาณมากกว่า 5769.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร จึงสามารถยอมรับได้

รูปที่ 3.7 แบบของถังบรรจุเมล็ด

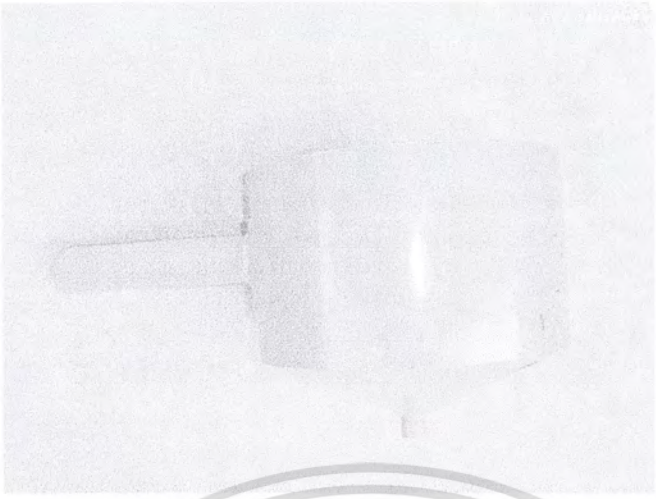
3.3.3.2 จุดประสงค์หลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบ

1. สามารถบรรจุเมล็ดได้เพียงพอตามที่กำหนดไว้
2. มีขนาดเล็กกะทัดรัด ไม่เกะกะ
3. มีความคงทนแข็งแรง ไม่สึกหรอง่าย
4. เมล็ดข้าวสามารถไหลลงตามรูได้สะดวก
5. มีน้ำหนักเบา
6. มีผิวเรียบไม่เป็นอุปสรรคต่อการไหลของเมล็ดข้าว

3.3.3.3 หน้าที่ของถังบรรจุเมล็ด

ใส่เมล็ดข้าวเพื่อทำการส่งเมล็ดข้าวไปยังจานรับเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

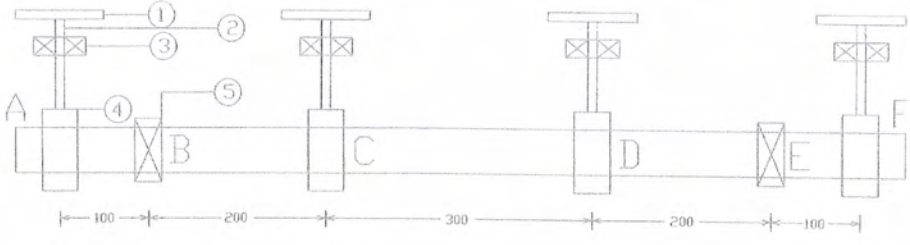


รูปที่ 3.8 ถังบรรจุเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านข้าง

รูปที่ 3.9 ถังบรรจุเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านบน

3.3.4 การออกแบบเพลา

3.3.4.1 การคำนวณขนาดเพลา



รูปที่ 3.10 แบบของเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ① คือ จานรับเมล็ด น้ำหนัก 1 กิโลกรัม

② คือ แบริ่ง น้ำหนัก 1.74 กิโลกรัม

③ คือ แกน น้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม

④ คือ เฟืองดอกจอก น้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม

⑤ คือ แบริ่ง

จากการรวมน้ำหนักคือ ① + ② + ③ + ④ = 1 + 1.74 + 0.5 + 0.5 = 3.74 กิโลกรัม

ได้เป็นแรง F = 3.74 ×9.81 = 36.69 นิวตัน

คิดแนวดิ่ง

รูปที่ 3.11 แสดงแรงที่กระทำกับเพลา

$(\circlearrowleft \Sigma M_B = 0)$; $(-36.69 \times 800) + (F_{EV} \times 700) - (36.69 \times 500) - (36.69 \times 200) + (36.69 \times 100) = 0$

แก้สมการได้ F_{EV} = 73.38 นิวตัน

$(\uparrow \Sigma F = 0)$; $(36.69 \times 4) - F_{BV} - 73.38 = 0$

แก้สมการได้ F_{BV} = 73.38 นิวตัน

จากการคำนวณได้ M_{MAX} = 3.669 กิโลนิวตันมิลลิเมตร

จากสมการ (2.1)

$$d^3 = (16 / \pi\tau) \{ (C_t T)^2 + (C_m M)^2 \}^{1/2}$$

เลือกค่าตัวประกอบความล้า $C_t = 1$, $C_m = 1.5$, $\tau = 41$ นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร

และไม่มีค่าโมเมนต์บิดในแนวระดับ ดังนั้น T = 0 , M = 3.669 กิโลนิวตันมิลลิเมตร

แทนค่าในสมการจะได้

$$d^3 = [(16\times10^3)/(\pi\times41)] [(1\times0)^2 + (1.5\times3.669)^2]^{1/2}$$

แก้สมการได้ d = 8.81 มิลลิเมตร

เพื่อความสะดวกในการเลือกซื้อ ดังนั้นใช้เพลา 6/8 นิ้ว

3.3.4.2 จุดประสงค์หลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบ

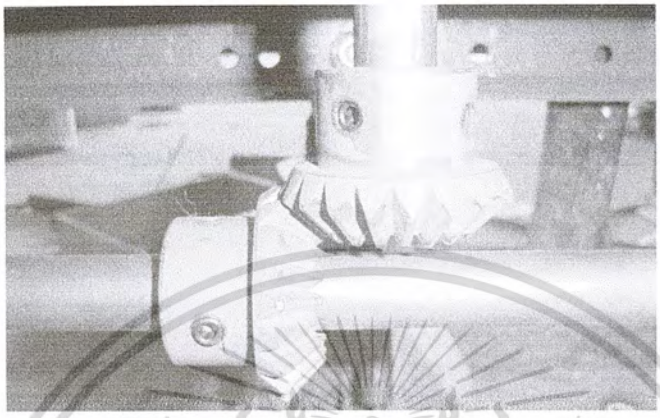
1. เพลาต้องแข็งแรง
2. ควรเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดแบริ่งมาตรฐาน
3. หาซื้อได้ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ควรมีราคาถูก

3.3.4.3 หน้าที่ของเพลา

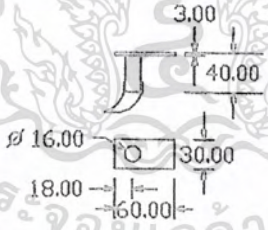
1. รับกำลังมาจากล้อขับ
2. ขับเฟืองดอกจอกเพื่อทำให้จานรับเมล็ดหมุนไปรับเมล็ดข้าว



รูปที่ 3.12 รูปเพลาที่ติดกับเฟืองดอกจอกเพื่อขับจานรับเมล็ด

3.3.5 การออกแบบท่อรับเมล็ด

ท่อรับเมล็ดประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนท่อที่มีลักษณะงอโค้งและส่วนที่เป็นสายยางติดกับส่วนที่เป็นท่อยาวลงมาจนถึงปลายสุดของอุปกรณ์เปิดร่อง โดยมีขนาดตามรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แบบของท่อรับเมล็ด

รูปที่ 3.14 ท่อรับเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.1 จุดประสงค์หลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบ

1. สามารถรับเมล็ดได้ดี ไม่ติดขัด
2. สามารถลำเลียงเมล็ดไปตามท่อได้ดี
3. มีขนาดเล็กกะทัดรัด และมีน้ำหนักเบา
4. สามารถเคลื่อนย้ายได้ตามอุปกรณ์เปิดร่อง
5. มีความคงทนแข็งแรง

3.3.5.2 หน้าที่ของท่อรับเมล็ด

1. รับเมล็ดจากจานรับเมล็ด
2. นำเมล็ดลำเลียงไปตามท่อแล้วส่งไปยังร่องดินที่เปิดไว้

3.3.6 การออกแบบอุปกรณ์เปิดร่อง

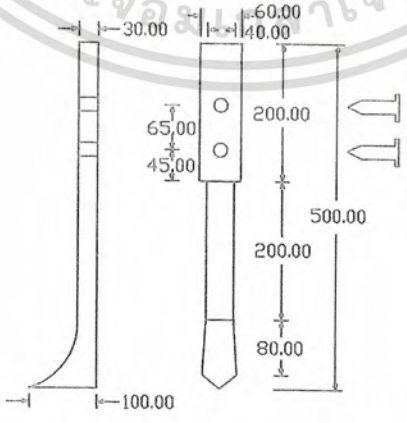
มีลักษณะเป็นแบบจอบแต่มีความโค้งเล็กน้อย เพื่อให้มีการยกและพลิกหน้าดินไปด้านหน้าและด้านข้าง โดยอุปกรณ์เปิดร่องแบบนี้สามารถทำงานได้ดีในดินหลายสภาพเช่น ดินทราย ดินร่วน ดินเหนียว และดินที่ปกคลุมด้วยวัชพืช แต่จะไม่สามารถทำงานได้ในพื้นที่ที่มีฟางข้าวมาก โดยมีขนาดตามรูปที่ 3.15

3.3.6.1 จุดประสงค์หลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบ

1. สามารถเปิดร่องดินได้ดี
2. สามารถปรับระดับความลึกในการเปิดร่องดิน
3. มีขนาดเล็กกะทัดรัด
4. มีความคงทนแข็งแรง
5. สามารถใช้งานได้จริง
6. สามารถติดตั้งได้ง่าย

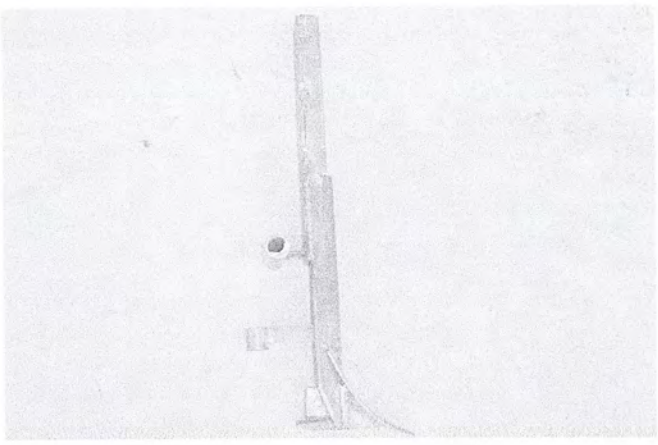
3.3.6.2 หน้าที่ของอุปกรณ์เปิดร่อง

เปิดร่องดินเพื่อให้เมล็ดข้าวลงสู่พื้นดิน



รูปที่ 3.15 แบบของอุปกรณ์เปิดร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



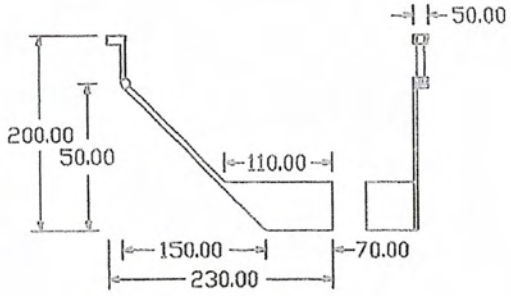
รูปที่ 3.16 อุปกรณ์เปิดร่องที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านข้าง

รูปที่ 3.17 อุปกรณ์เปิดร่องที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านหน้า

3.3.7 การออกแบบอุปกรณ์กลบเมล็ด

อุปกรณ์กลบเมล็ดนี้จะอยู่ด้านหลังสุดติดกับอุปกรณ์เปิดร่องซึ่งจะมี 2 ข้าง ใบกลบดินหันหน้าเข้าหากัน สามารถปรับระยะความสูงต่ำและสามารถดีดตัวได้โดยใช้ระบบสปริง สามารถเลือกได้ว่าจะกลบดินมากเท่าไร โดยมีขนาดตามรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แบบของอุปกรณ์กลบเมล็ด

รูปที่ 3.19 อุปกรณ์กลบเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านข้าง

รูปที่ 3.20 อุปกรณ์กลบเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านหน้า

3.3.7.1 จุดประสงค์หลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบ

1. สามารถกลบเมล็ดได้ดี
2. สามารถปรับระยะความสูงต่ำได้
3. สามารถดีดตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สามารถเลือกปริมาณการกลบดินได้
5. มีขนาดเล็กกะทัดรัดและมีน้ำหนักเบา
6. มีความคงทนแข็งแรง
7. สามารถติดตั้งได้ง่าย

3.3.7.2 หน้าที่ของอุปกรณ์กลบเมล็ด

ทำหน้าที่เขี่ยดินกลบเมล็ดข้าวที่หยอดลงไป

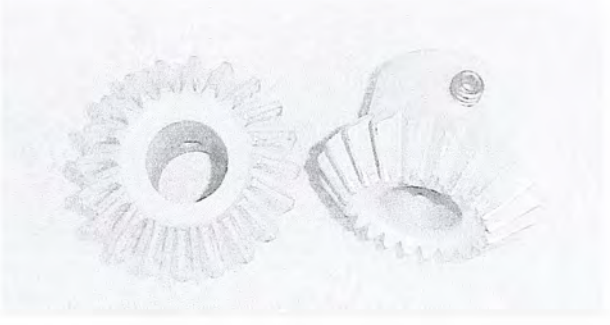
3.3.8 การออกแบบชุดเฟืองโซ่

จากการคำนวณหาอัตราทดในหัวข้อ 3.3.2.1 ได้อัตราทดระหว่างล้อขับกับจานรับเมล็ดเท่ากับ 3:1 ดังนั้นเพื่อความเหมาะสมจึงเลือกใช้เฟืองตรงโดยเฟืองขับ 45 ซี่และเฟืองตาม 15 ซี่ ดังรูปที่ 3.21

รูปที่ 3.21 ชุดเฟืองทดรอบ

3.3.9 การออกแบบเฟืองดอกจอก

ใช้เฟืองดอกจอกเพื่อต้องการเปลี่ยนมุมการหมุนของจานรับเมล็ดในแนวตั้ง เพื่อรับเมล็ดข้าวจากถังบรรจุเมล็ดโดยเลือกใช้เฟืองดอกจอกขนาด 20 ฟันและมีมุมกด (ø) เท่ากับ 20° ใช้เหล็กกล้าดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 ชุดเฟืองดอกจอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.10 การออกแบบโครงตัวเครื่อง

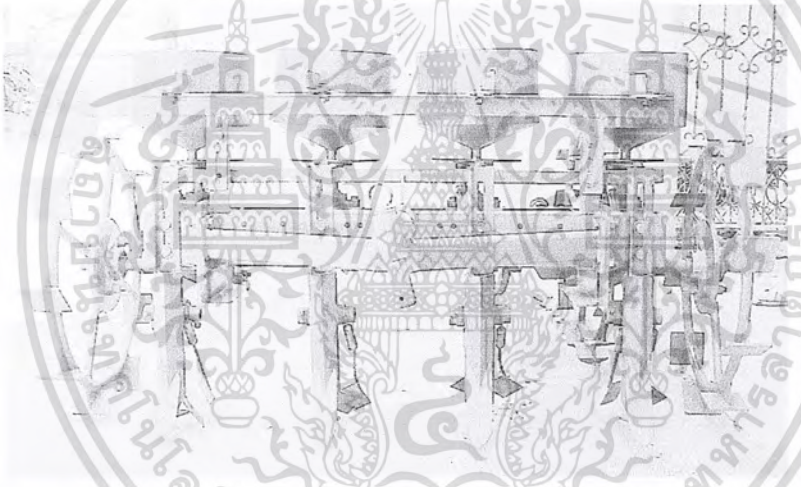
ในการออกแบบตัวเครื่องนั้นจะต้องใช้ข้อมูลจากชิ้นส่วนๆของเครื่องมาใช้ในการออกแบบด้วย ดังนั้นการที่จะออกแบบได้นั้นจะต้องออกแบบชิ้นส่วนอื่นๆของเครื่องให้เสร็จเสียก่อนจึงจะสามารถออกแบบโครงได้ว่า จะต้องสร้างโครงอย่างไรจึงจะสามารถติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆเหล่านี้ให้สามารถทำงานได้ตามกลไกที่ตั้งไว้

3.3.10.1 จุดประสงค์หลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบ

1. โครงสร้างต้องคงทนแข็งแรง ไม่หักหรืององ่าย
2. ต้องสามารถติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆได้อย่างสัมพันธ์กัน
3. พยายามให้มีน้ำหนักเบาที่สุด

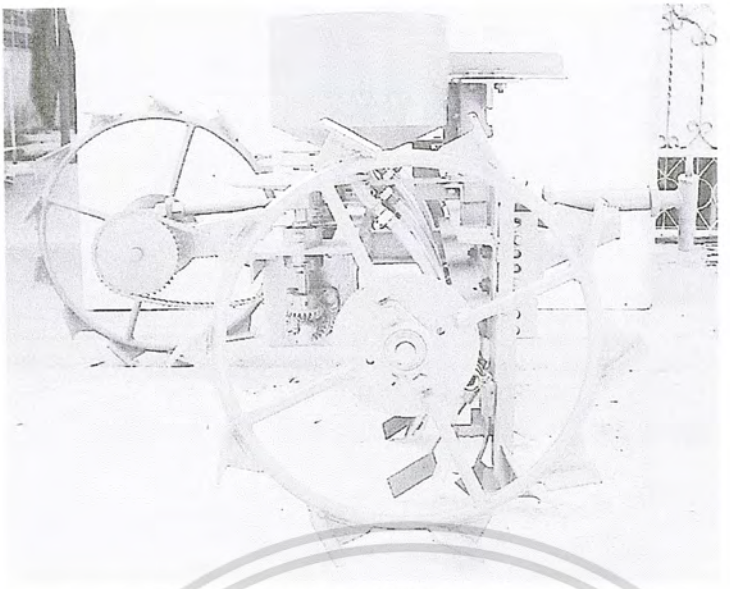
3.3.10.2 หน้าที่ของโครงตัวเครื่อง

1. รับชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆเข้าด้วยกัน
2. เป็นตัวนำพาชุดหยอดเมล็ดทั้งหมดไปด้วยกัน



รูปที่ 3.23 ชุดหยอดเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 อุปกรณ์กลบเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านข้าง

รูปที่ 3.25 อุปกรณ์กลบเมล็ดที่สร้างเสร็จแล้วมองจากด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลอง

ดำเนินการทดลองโดยยึดตามแนวทางปฏิบัติการของกองเกษตรวิศวกรรมและมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องหยอดเมล็ดพืช (มอก.1236-2537) โดยมีวัตถุประสงค์ คือ

1. ความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด (จานรับเมล็ด)
2. ร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด
3. ร้อยละของการงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด
4. ความแปรผันระหว่างแถว
5. ความสามารถในการทำงานบนพื้นที่ลาดเท
6. ความแม่นยำของระยะห่างของอุปกรณ์กำหนดเมล็ดและล้อขับ
7. อัตราเมล็ดที่ใช้
8. การเปรียบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดเมล็ดและร้อยละการแตกหักของเมล็ดที่ความเร็วรอบต่างกัน

4.1.1 การทดลองหาความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด (จานรับเมล็ด)

วิธีการทดลอง

1. สุ่มตัวอย่างเมล็ดจำนวน 100 กรัม แยกเมล็ดแตกหักนำไปชั่งเพื่อหาเป็นร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนผ่านเครื่องหยอด
2. ติดตั้งเครื่องหยอดโดยใช้ขาตั้งยกเครื่องหยอดให้ลอยจากพื้นในลักษณะใช้งานจริง ใช้ภาชนะรองรับเมล็ดที่ออกมาแต่ละครั้งแทนระดับพื้นร่อง บรรจุเมล็ดลงในถังบรรจุเมล็ดให้เต็มถังทุกถัง
3. ขับอุปกรณ์กำหนดเมล็ดความเร็วรอบ 47 rpm โดยทำการหมุนล้อขับแทนการเคลื่อนที่ของเครื่องหยอดซึ่งเท่ากับระยะทางที่เคลื่อนที่ไปบนพื้นที่จริง ทดลองทุกระยะห่างระหว่างหลุมคือ 15 , 20 และ 30 เซนติเมตร
4. หยอดเมล็ดบนภาชนะที่ใช้รองรับเมล็ดจำนวน 30 หลุม
5. นับจำนวนเมล็ดในแต่ละหลุม
6. หยอดเมล็ดต่อโดยใช้ภาชนะรองรับเพื่อเก็บตัวอย่างเมล็ดไว้หาร้อยละของเมล็ดแตกหักและร้อยละของการงอกหลังผ่านเครื่องหยอด โดยการหมุนล้อขับจำนวน 30 รอบ
7. ทดสอบซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 - 6 โดยบรรจุเมล็ดลงในถังบรรจุเมล็ด 1/5 ถังโดยปริมาตร
8. บันทึกผลการทดลองในหัวข้อที่ 4.2.1 ตามตารางที่ 4.1 , 4.2 และ 4.3

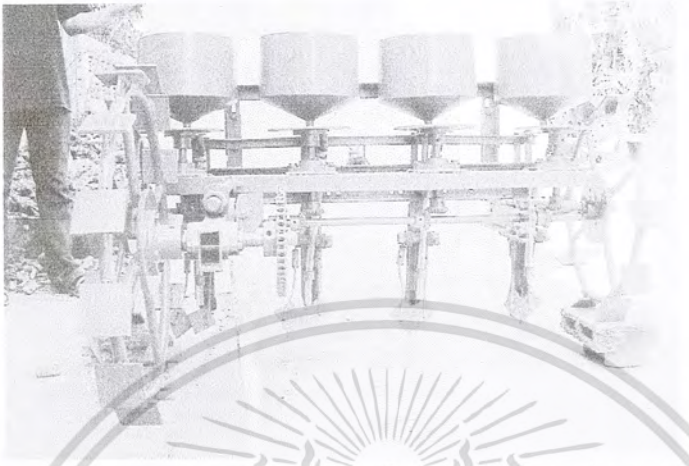
4.1.2 การทดลองหาร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

วิธีการทดลอง

1. หยอดเมล็ดโดยใช้ถุงรองรับเมล็ดทั้ง 4 แถว โดยการหมุนล้อขับจำนวน 30 รอบ ทำทุกระยะห่างระหว่างหลุมคือ 15 , 20 และ 30 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

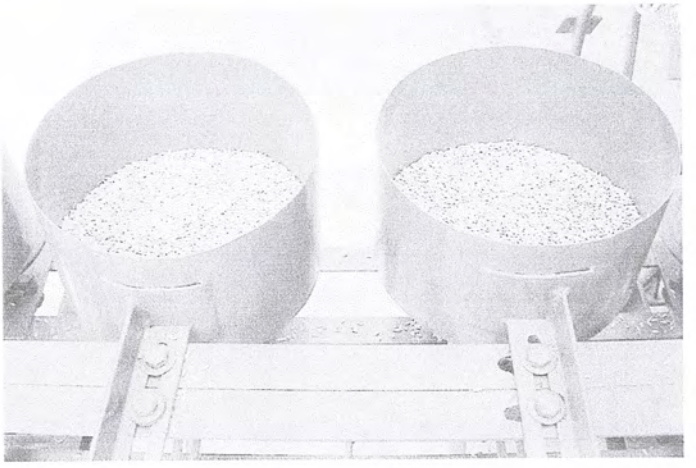
2. นำเมล็ดทั้ง 4 ถุงมารวมกัน โดยแยกตามระยะห่างระหว่างหลุม
3. ทำการคัดแยกเมล็ดแตกหัก
4. บันทึกผลการทดลองในหัวข้อที่ 4.2.2 ตามตารางที่ 4.6



รูปที่ 4.1 การติดตั้งเครื่องหยอดให้ลอยจากพื้นโดยใช้ขาตั้ง

รูปที่ 4.2 การบรรจุข้าวเต็มถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

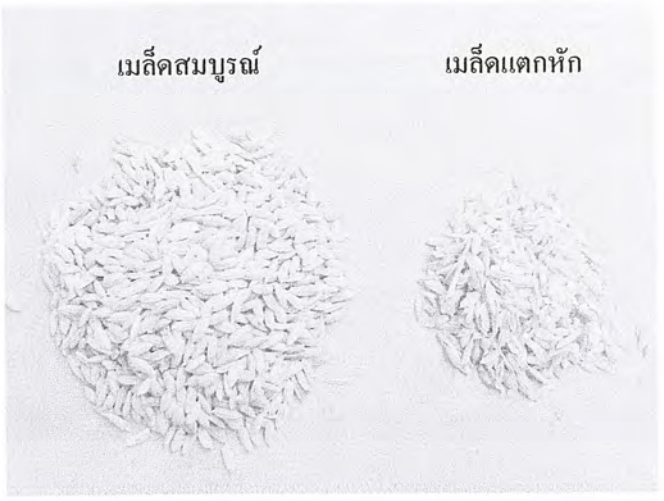


รูปที่ 4.3 การบรรจุข้าว 1/5 ถัง

รูปที่ 4.4 ลักษณะการหยอดของเมล็ดข้าวบนภาชนะรองรับของแต่ละแถว

รูปที่ 4.5 การใช้ถุงรองรับเมล็ดเพื่อหาค่าร้อยละการแตกหัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

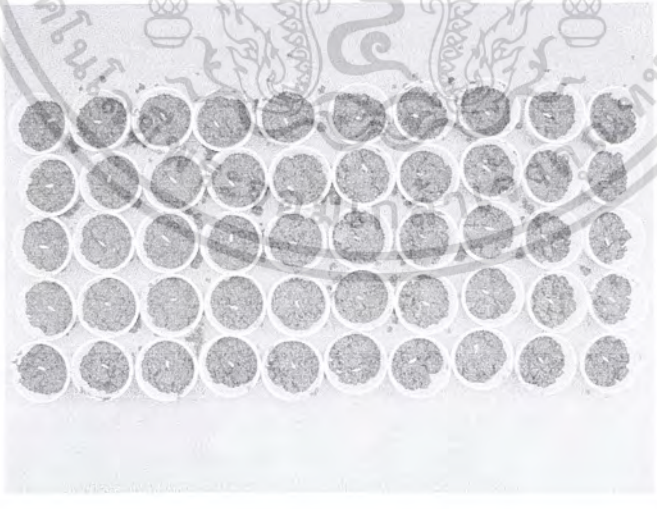


รูปที่ 4.6 การคัดแยกเมล็ดแตกหัก

4.1.3 การทดลองหาร้อยละของการงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

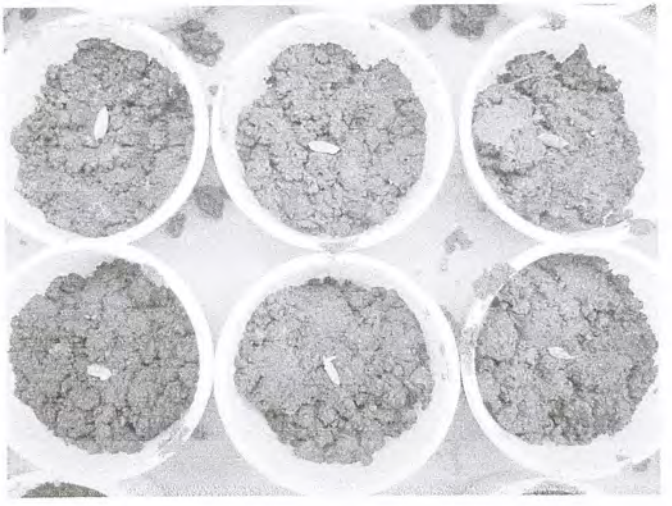
วิธีการทดลอง

1. เมล็ดที่เลือกไว้จากข้อ 1 ในหัวข้อที่ 4.1.1 สุ่มเลือกมาจำนวน 50 เมล็ด
2. เมล็ดที่ทดลองจากข้อ 2 ในหัวข้อที่ 4.1.2 สุ่มเลือกมาจำนวน 50 เมล็ด
3. นำเมล็ดที่สุ่มจากข้อ 1 และข้อ 2 มาทำการเพาะในกระบะทดลอง
4. บันทึกจำนวนการงอกของเมล็ดหลังจากปลูกไปแล้ว 3 , 5 และ 7 วัน ในหัวข้อที่ 4.2.3 ตาม ตารางที่ 4.8



รูปที่ 4.7 ลักษณะของดินในกระบะทดลอง (ดินร่วน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 การเพาะเมล็ดในกระบะทดลองเพื่อหาร้อยละการงอก

4.1.4 การทดลองหาความแปรผันระหว่างแถว

วิธีการทดลอง

1. ติดตั้งชุดหยอดตัวอย่างบนชุดทดสอบการแปรผันระหว่างแถว บรรจุเมล็ดลงในถังบรรจุเมล็ดให้เต็มทุกถัง

2. ขับอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดโดยหมุนล้อขับ เก็บเมล็ดตัวอย่างที่ปล่อยออกมาจากเครื่องหยอดในแต่ละแถวและแต่ละระยะห่างระหว่างหลุมที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร นำไปหาน้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตรในแต่ละแถว ทดสอบซ้ำ 5 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยเป็นน้ำหนักเมล็ดในแต่ละแถว (W_1 , W_2 , …, W_n)

3. หาค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ด ($\overline{W}$) จากสมการ

$$\overline{W} = \frac{(W_1 + W_2 + \ldots + W_n)}{n}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแถวที่ 1

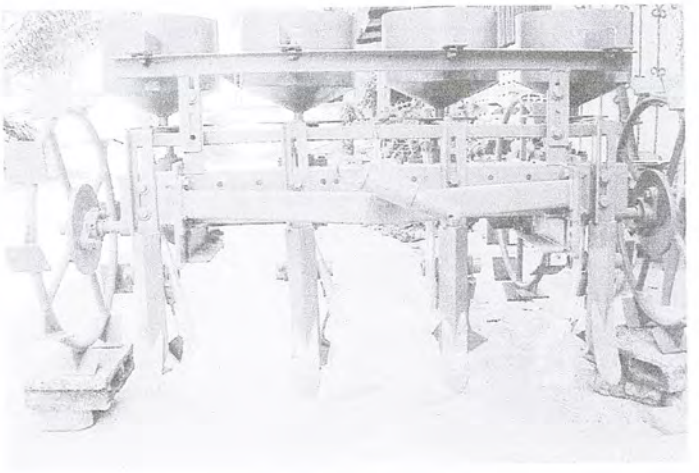
W_2 = น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแถวที่ 2

W_n = น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแถวที่ n

n = จำนวนแถว

4. บันทึกผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.4 ตามตารางที่ 4.10 , 4.11 และ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การติดตั้งเครื่องหยอดและใช้ถุงรองรับเพื่อหาค่าการแปรผันระหว่างแถว

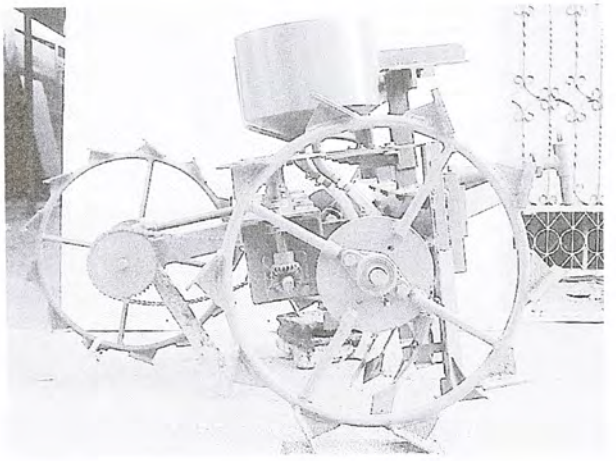
รูปที่ 4.10 แสดงการชั่งน้ำหนักของเมล็ดข้าวเพื่อหาค่าความแปรผันระหว่างแถว

4.1.5 การทดลองหาความสามารถในการทำงานบนพื้นที่ลาดเท

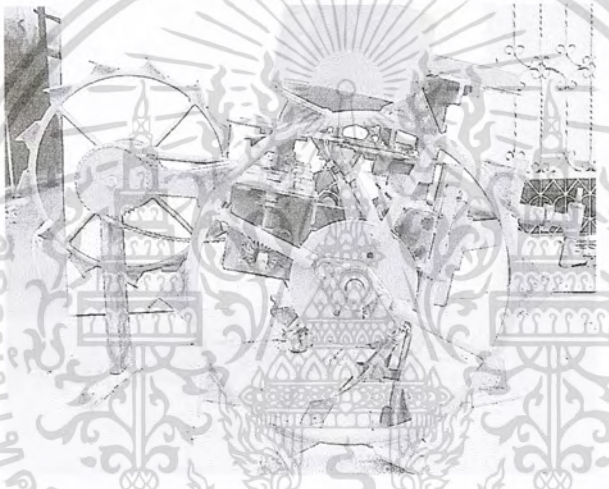
วิธีการทดลอง

1. ทดสอบตามหัวข้อที่ 4.1.1 และหัวข้อที่ 4.1.4 โดยติดตั้งเครื่องหยอดให้อยู่ในลักษณะเหมือนกับการทำงานบนพื้นที่ลาดเทขึ้น 11 องศา ใส่เมล็ดลงในถังบรรจุเมล็ด 1/2 ถังโดยปริมาตร ทำการหมุนล้อขับแล้วบันทึกผลการทดลอง โดยใช้ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร
2. ทดสอบซ้ำตามข้อที่ 1 แต่ติดตั้งเครื่องหยอดให้อยู่ในลักษณะเหมือนกับการทำงานบนพื้นที่ลาดเทลง 11 องศา ลาดเทซ้าย 11 องศา และลาดเทขวา 11 องศา ตามลำดับ
3. บันทึกผลการทดลองในหัวข้อที่ 4.2.5 ตามตารางที่ 4.14 - 4.17 และ 4.20 - 4.23

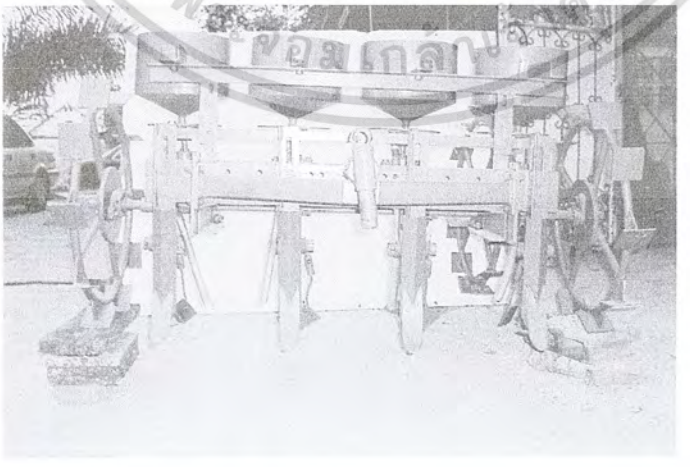
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การติดตั้งเครื่องหยอดลาดเทขึ้น 11 องศา

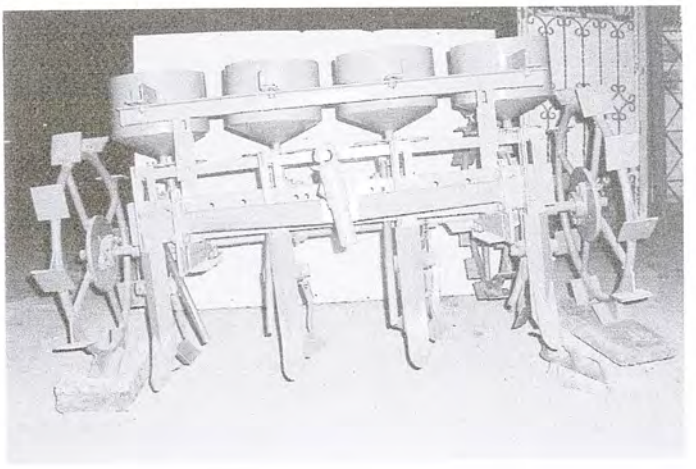


รูปที่ 4.12 การติดตั้งเครื่องหยอดลาดเทลง 11 องศา

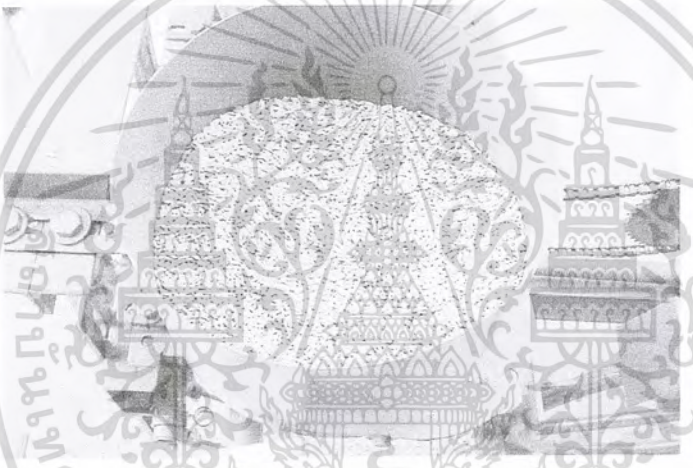


รูปที่ 4.13 การติดตั้งเครื่องหยอดลาดเทซ้าย 11 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 การติดตั้งเครื่องหยอดลาดเทขวา 11 องศา



รูปที่ 4.15 การบรรจุเมล็ดข้าว 1/2 ถัง

4.1.6 การทดลองหาความแม่นยำของระยะห่างของอุปกรณ์กำหนดเมล็ดและล้อขับ

วิธีการทดลอง

1. นำเครื่องหยอดมาทดสอบในพื้นที่ที่สม่ำเสมอ โดยทำการลากเครื่องหยอดไปตามพื้นที่ให้ได้จำนวนหลุมทั้งหมด 30 หลุม

2. ทำการทดลองตามข้อ 1 โดยการปรับระยะห่างระหว่างหลุมที่ 15 , 20 และ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ

3. ทำการวัดระยะห่างของแต่ละหลุม

4. บันทึกผลการทดลองในหัวข้อที่ 4.2.6 ตามตารางที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.16 ลักษณะของเมล็ดในแต่ละแถวบนพื้นที่ทดสอบ

4.1.7 การทดลองหาอัตราเมล็ดที่ใช้

วิธีการทดลอง (ตามการปฏิบัติการของกองเกษตรวิศวกรรม)

1. บรรจุเมล็ดข้าวลงในถังบรรจุเมล็ดประมาณ 1/5 ถังของทุกถัง
2. ใช้ขาตั้งยกเครื่องหยอดให้ลอยจากพื้น
3. ทำการหมุนล้อขับ 5 รอบ ซึ่งเท่ากับระยะทางเคลื่อนที่ไปบนพื้นที่เท่ากับ 9 เมตร โดยทำการทดลองที่ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร
4. ใช้ภาชนะรองเมล็ดข้าวที่ไหลออกมาทางท่อรับเมล็ดในแต่ละแถว
5. นำไปคัดแยกเมล็ดแตกและชั่งน้ำหนัก
6. ทำการทดสอบ 5 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย
7. บันทึกผลการทดลองในหัวข้อที่ 4.2.7 ตามตารางที่ 4.27 - 4.29

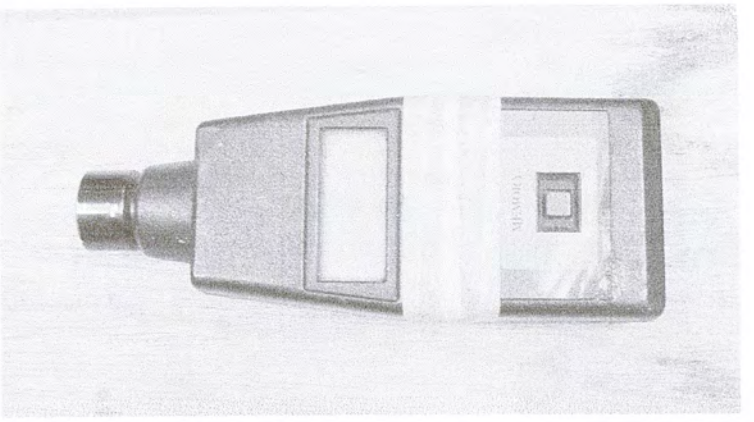
4.1.8 การเปรียบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดเมล็ดและร้อยละการแตกหักของเมล็ดที่ความเร็วรอบต่างกัน

4.1.8.1 ความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดเมล็ด

วิธีทำการทดลอง

1. ทดลองที่ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร โดยบรรจุเมล็ด 1/5 ถัง
2. ทำการทดลองตามหัวข้อที่ 4.1.1 โดยทำที่ความเร็วรอบ 30 , 40 และ 55 rpm
3. บันทึกผลการทดลองในหัวข้อที่ 4.2.8 ตามตารางที่ 4.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 เครื่องที่ใช้วัดความเร็วรอบ (rpm)

4.1.8.2 ร้อยละการแตกหักของเมล็ด

วิธีการทดลอง

1. ทดลองที่ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร โดยบรรจุเมล็ด 1/5 ถัง
2. ทำการทดลองตามหัวข้อที่ 4.1.2 โดยทำที่ความเร็วรอบ 30 , 40 และ 55 rpm
3. บันทึกผลการทดลองในหัวข้อที่ 4.2.8 ตามตารางที่ 4.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 บันทึกผลการทดลองจำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม

หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	7	6	4	5	4	6	3	5
2	5	4	3	7	3	4	3	3
3	3	6	5	3	4	5	4	2
4	8	4	9	8	5	3	4	4
5	5	4	5	4	4	6	5	3
6	9	8	4	3	3	5	4	3
7	1	9	6	6	5	4	3	4
8	6	6	5	5	3	4	3	5
9	8	5	7	4	5	5	3	5
10	4	3	4	3	6	4	4	6
11	7	3	8	1	4	3	5	6
12	7	4	9	2	3	4	3	7
13	6	2	8	4	4	5	4	3
14	5	8	7	5	6	6	5	3
15	5	8	9	7	4	4	6	4
16	9	3	5	6	3	3	7	4
17	5	5	7	8	4	4	5	5
18	7	7	3	4	5	3	4	6
19	5	7	9	6	6	4	3	6
20	5	9	6	5	4	4	3	4
21	6	6	7	7	5	5	4	4
22	8	5	6	4	4	4	5	3
23	8	8	9	3	3	6	6	5
24	8	6	5	3	3	3	4	5
25	8	6	7	6	4	7	6	5
26	4	4	7	4	5	6	7	6
27	8	8	5	3	6	5	4	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
28	3	7	8	2	3	5	3	3
29	6	4	6	8	4	4	3	3
30	5	4	5	5	4	3	4	4
ค่าเฉลี่ย	6.03	5.63	6.26	4.80	4.20	4.46	4.23	4.33

ตารางที่ 4.1 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม (ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร)

หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	5	5	6	6	9	9	4	5
2	7	5	5	5	3	7	4	3
3	6	7	6	4	5	8	4	4
4	7	7	6	3	4	3	3	3
5	9	9	7	9	5	8	2	4
6	9	7	8	6	6	3	3	4
7	9	7	5	5	8	6	4	3
8	3	9	8	6	6	7	5	4
9	7	4	9	5	2	9	7	5
10	6	5	9	5	4	8	5	4
11	3	5	7	7	9	5	6	4
12	9	3	9	4	4	6	6	5
13	6	9	9	3	8	7	2	6
14	7	6	7	3	6	8	4	7
15	5	2	7	4	9	7	6	4
16	7	3	7	2	8	9	4	3
17	8	9	9	8	3	6	9	9
18	6	8	9	6	9	2	6	8
19	8	7	6	5	2	6	5	3
20	6	8	6	6	4	8	5	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
21	5	7	6	5	3	3	6	4
22	4	7	8	5	7	5	6	3
23	6	6	4	4	4	3	6	4
24	5	9	9	3	9	7	3	6
25	6	5	9	4	9	1	8	5
26	7	6	8	5	6	5	6	4
27	6	3	6	6	8	6	5	4
28	9	5	4	4	9	7	3	9
29	4	2	5	3	9	5	2	7
30	8	3	6	2	8	7	7	6
ค่าเฉลี่ย	6.43	5.93	7.00	4.76	6.20	6.03	4.86	4.53

ตารางที่ 4.2 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม (ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร)

หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	6	7	3	6	5	4	3	5
2	5	9	8	5	7	5	4	4
3	7	7	6	4	9	3	5	3
4	8	6	5	7	9	8	6	3
5	8	7	3	6	8	6	4	4
6	4	6	2	3	6	4	2	3
7	4	4	8	4	6	3	4	4
8	4	3	7	5	6	5	3	5
9	8	8	6	1	8	1	4	6
10	8	4	6	8	9	8	6	3
11	6	3	6	6	7	6	5	4
12	4	9	4	4	9	4	4	6
13	5	6	6	5	6	5	3	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

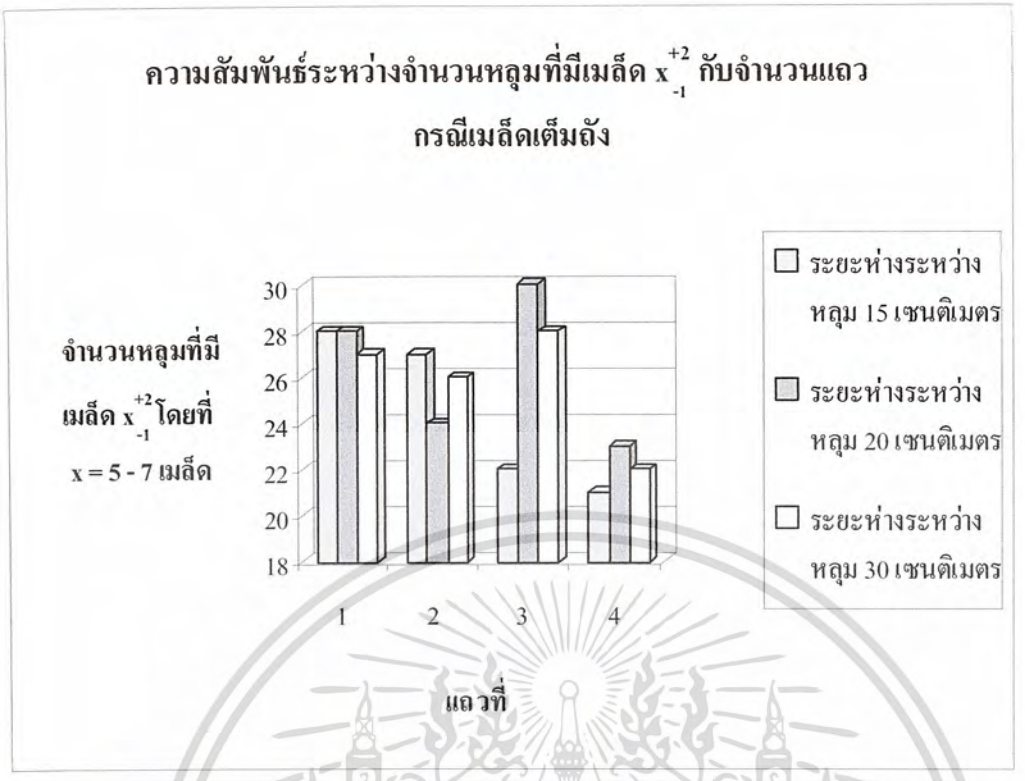
หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
14	3	5	8	3	7	6	4	3
15	7	5	4	4	5	5	5	4
16	7	7	7	5	5	4	6	5
17	4	4	3	3	7	3	4	3
18	7	6	3	4	6	5	3	4
19	5	8	9	3	7	6	2	6
20	6	7	2	6	9	4	4	3
21	5	6	8	7	8	3	3	2
22	6	4	4	6	5	8	4	8
23	5	5	3	3	8	6	4	7
24	4	4	7	4	6	4	3	4
25	4	8	4	3	7	5	5	5
26	8	7	6	5	9	4	6	6
27	2	3	3	3	8	5	4	4
28	5	6	6	5	3	6	3	5
29	5	7	6	6	6	4	4	3
30	7	6	7	3	7	7	6	8
ค่าเฉลี่ย	5.56	5.96	5.66	4.56	6.96	8.90	4.10	4.46

ตารางที่ 4.3 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม (ระยะห่างระหว่างหลุม 30 เซนติเมตร)

แถวที่	จำนวนหลุมที่มี x_{-1}^{+2} (x = 5 - 7) กรณีเมล็ดเต็มถัง		
	ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร	ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร	ระยะห่างระหว่างหลุม 30 เซนติเมตร
1	28	28	27
2	27	24	26
3	22	30	28
4	21	23	22

ตารางที่ 4.4 จำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} กับจำนวนแถวที่ระยะต่างๆ กรณีเมล็ดเต็มถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



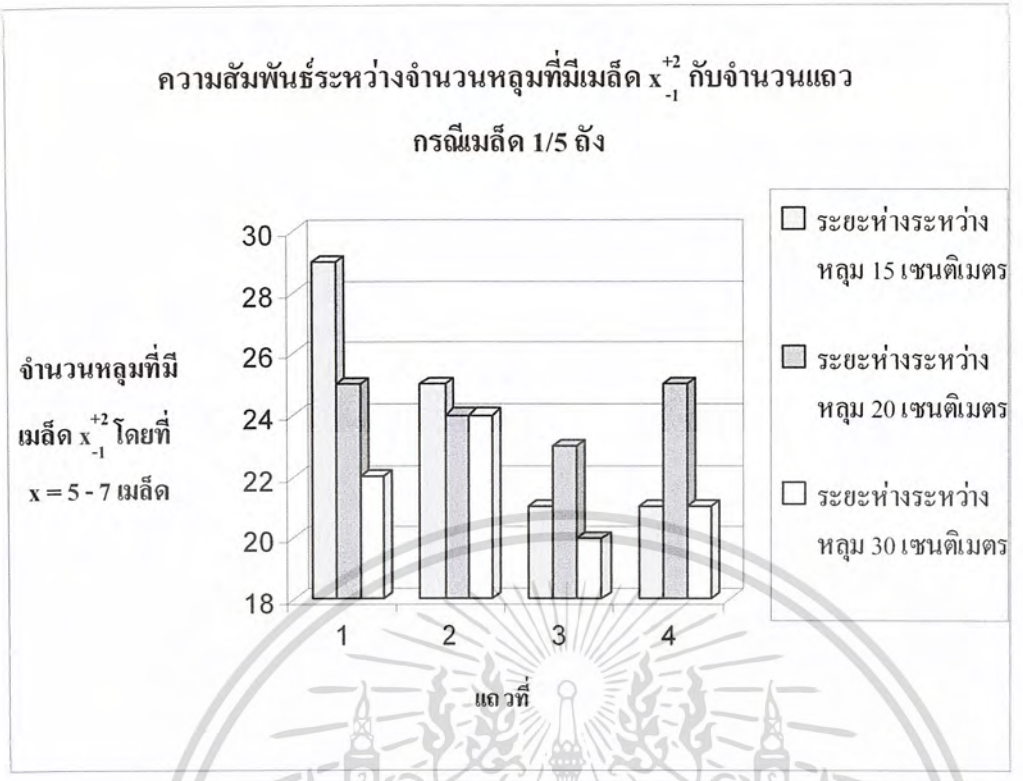
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x^{+2}_{-1} กับจำนวนแถวที่ระยะต่างๆ กรณีเมล็ดเต็มถัง

เฉลี่ยจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x^{+2}_{-1} = 25.5 หลุม < 27 หลุม

แถวที่	จำนวนหลุมที่มี x^{+2}_{-1} (x = 5 - 7) กรณีเมล็ด 1/5 ถัง		
	ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร	ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร	ระยะห่างระหว่างหลุม 30 เซนติเมตร
1	29	25	22
2	25	24	24
3	21	23	20
4	21	25	21

ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x^{+2}_{-1} กับจำนวนแถวที่ระยะต่างๆ กรณีเมล็ด 1/5 ถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} กับจำนวนแถวที่ระยะต่างๆ กรณีเมล็ด 1/5 ถัง

เฉลี่ยจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} = 23.3 หลุม < 27 หลุม

4.2.2 บันทึกผลการทดลองร้อยละของเมล็ดแตกหัก

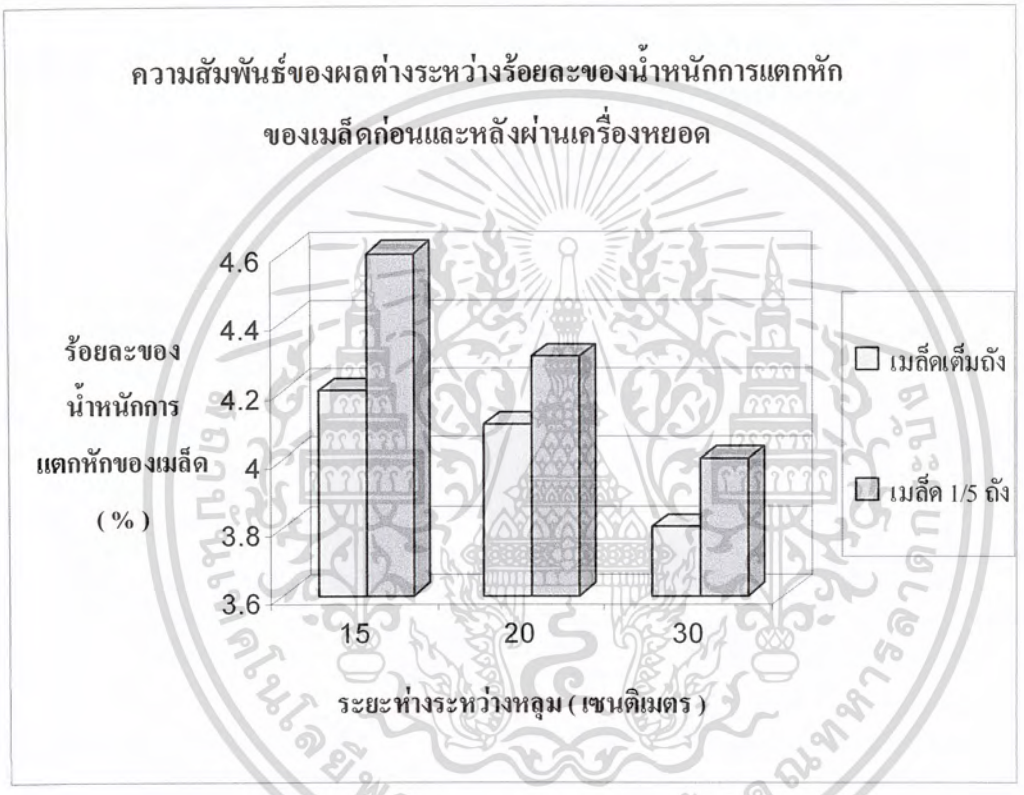
ระยะห่างระหว่างหลุม (เซนติเมตร)	ร้อยละของเมล็ดแตกหัก (%)			
	ก่อนผ่านเครื่องหยอด		หลังผ่านเครื่องหยอด	
	เมล็ดเต็มถัง	เมล็ด 1/5 ถัง	เมล็ดเต็มถัง	เมล็ด 1/5 ถัง
15	2.16	1.51	6.36	6.11
20	2.16	1.51	6.26	5.82
30	2.16	1.51	5.96	5.51

ตารางที่ 4.6 ร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะห่างระหว่างหลุม (เซนติเมตร)	ร้อยละของน้ำหนักการแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก (%)	
	เมล็ดเต็มถัง	เมล็ด 1/5 ถัง
15	4.2	4.6
20	4.1	4.3
30	3.8	4.0

ตารางที่ 4.7 ร้อยละของน้ำหนักการแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือกกับระยะห่างต่างๆ



รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของผลต่างระหว่างร้อยละของน้ำหนักการแตกหักของเมล็ดก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

ผลต่างระหว่างร้อยละของน้ำหนักการแตกหักของเมล็ดก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอดเฉลี่ย = 4.16 < 5 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตาม มอก. 1236-2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 บันทึกผลการทดลองร้อยละการงอกของเมล็ด

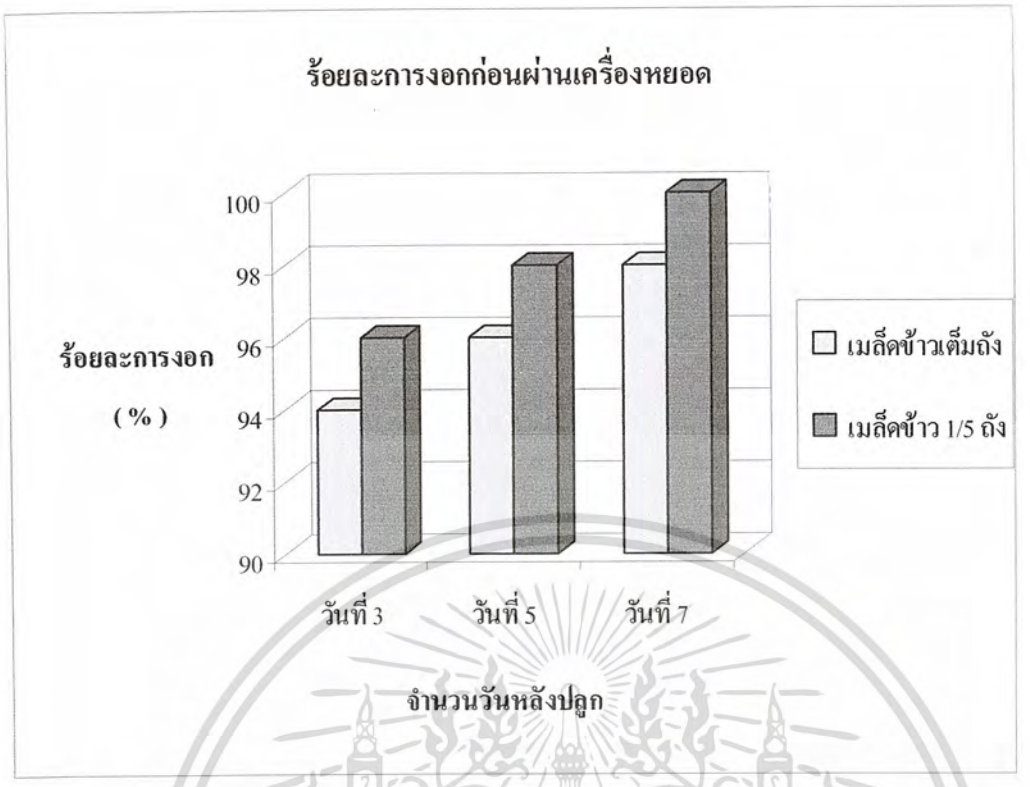
ระยะห่างระหว่างหลุม (เซนติเมตร)	ร้อยละการงอกของเมล็ด (%)			
	ก่อนผ่านเครื่องหยอด		หลังผ่านเครื่องหยอด	
	เมล็ดเต็มถัง	เมล็ด 1/5 ถัง	เมล็ดเต็มถัง	เมล็ด 1/5 ถัง
15	98	100	98	98
20	98	100	98	98
30	98	100	100	100

ตารางที่ 4.8 ร้อยละของการงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

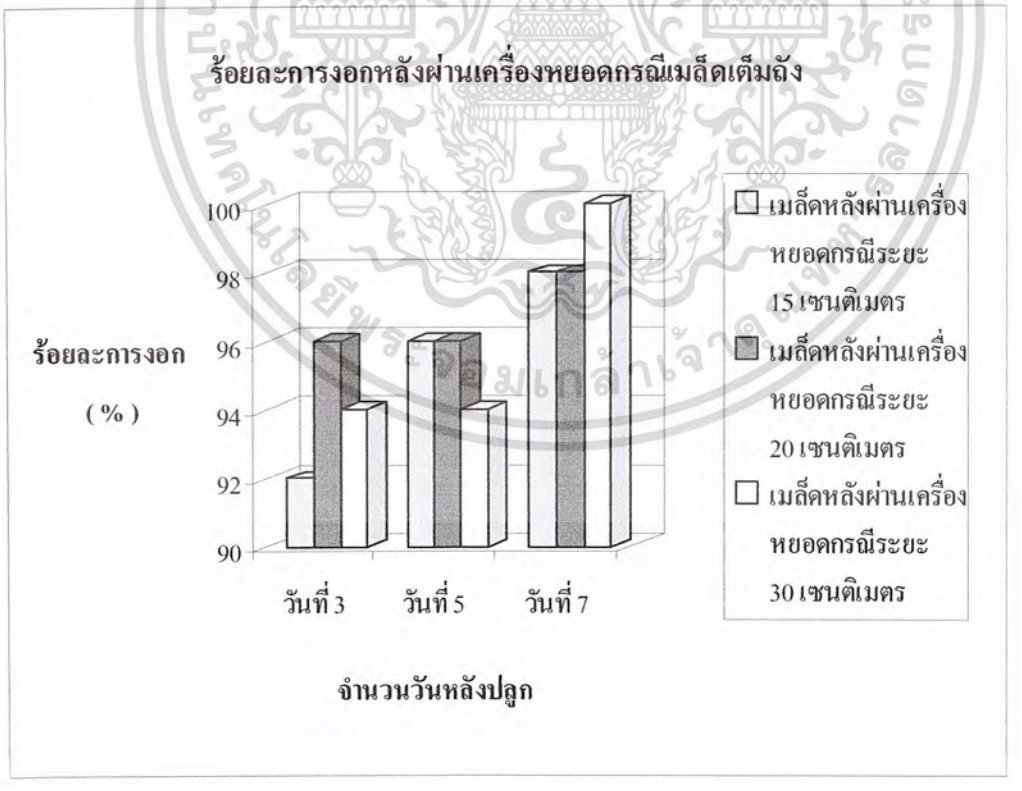
ระยะห่างระหว่างหลุม (เซนติเมตร)	ร้อยละการงอกของเมล็ด (%)											
	ก่อนผ่านเครื่องหยอด						หลังผ่านเครื่องหยอด					
	เมล็ดเต็มถัง			เมล็ด 1/5 ถัง			เมล็ดเต็มถัง			เมล็ด 1/5 ถัง		
	วันที่			วันที่			วันที่			วันที่		
	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7
15	94	96	98	96	98	100	92	96	98	96	96	98
20	94	96	98	96	98	100	96	96	98	94	96	98
30	94	96	98	96	98	100	94	94	100	98	98	100

ตารางที่ 4.9 ร้อยละของการงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอดที่ระยะห่างต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

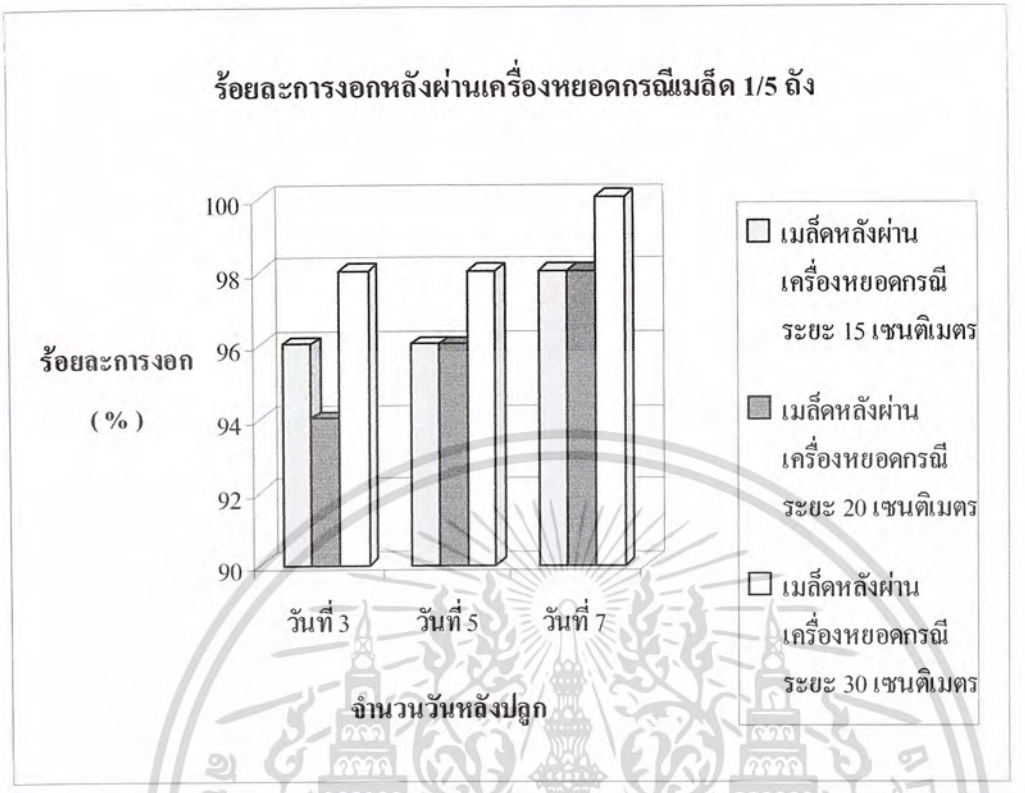


รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการงอกของเมล็ดก่อนผ่านเครื่องหยอด



รูปที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการงอกของเมล็ดหลังผ่านเครื่องหยอดกรณีเมล็ดเต็มถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการงอกของเมล็ดหลังผ่านเครื่องหยอดกรณีเมล็ด 1/5 ถัง

4.2.4 บันทึกผลการทดลองความแปรผันระหว่างแถว

การทดลองครั้งที่	น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว (กรัม)			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	20	30	25	25
2	25	25	35	30
3	40	25	30	30
4	50	51	30	41
5	26	25	30	38
ค่าเฉลี่ย	32.20	31.20	30.00	32.80
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	12.41	11.27	3.53	6.53
สัมประสิทธิ์การแปรผัน	38.54	36.12	11.76	19.90

ตารางที่ 4.10 การแปรผันระหว่างแถว (ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่	น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว (กรัม)			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	55	35	35	55
2	50	45	46	49
3	40	55	53	39
4	53	50	53	50
5	45	49	48	55
ค่าเฉลี่ย	48.6	46.8	47	49.6
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.10	7.49	7.36	6.54
สัมประสิทธิ์การแปรผัน	12.55	16.00	15.66	13.18

ตารางที่ 4.11 การแปรผันระหว่างแถว (ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร)

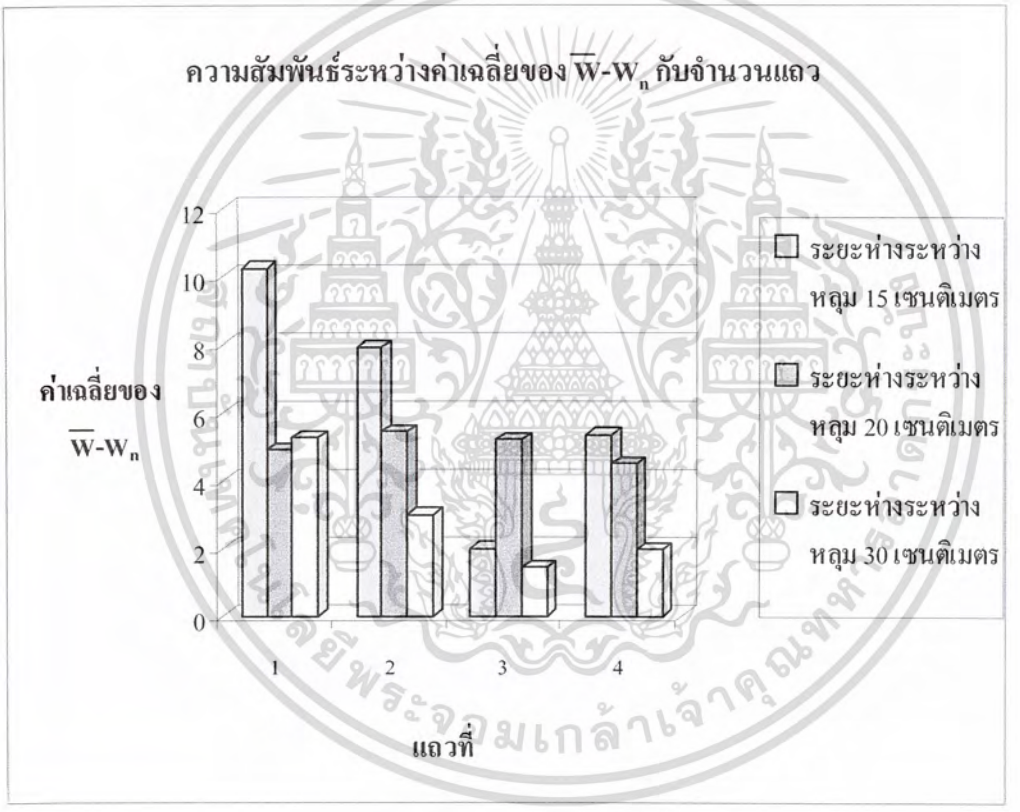
การทดลองครั้งที่	น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว (กรัม)			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	40	35	40	45
2	36	35	42	43
3	40	35	37	40
4	55	45	38	40
5	38	40	39	40
ค่าเฉลี่ย	41.8	38.0	39.2	41.6
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	7.56	3.93	1.92	2.30
สัมประสิทธิ์การแปรผัน	18.08	10.34	4.89	5.52

ตารางที่ 4.12 การแปรผันระหว่างแถว (ระยะห่างระหว่างหลุม 30 เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แถวที่	ค่าเฉลี่ยของ $\overline{W} - W_n$		
	ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร	ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร	ระยะห่างระหว่างหลุม 30 เซนติเมตร
1	10.24	4.92	5.28
2	7.92	5.44	3.00
3	2.00	5.20	1.44
4	5.36	4.48	1.98

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยของ $\overline{W} - W_n$ ที่ระยะห่างต่างๆ



รูปที่ 4.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของ $\overline{W} - W_n$ กับจำนวนแถว

ค่าเฉลี่ยของ $\overline{W} - W_n = 4.76 < 7$ ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตาม มอก. 1236-2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 บันทึกผลการทดลองการทำงานบนพื้นที่ลาดเท (ทดลองที่ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร)

4.2.5.1 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม

หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	5	3	8	4	6	3	4	4
2	8	4	7	5	5	4	5	3
3	6	2	3	5	4	5	4	4
4	7	4	6	7	4	6	4	6
5	7	4	7	3	2	4	5	3
6	6	2	7	4	3	5	5	4
7	3	7	8	8	6	3	6	4
8	9	5	9	7	7	8	7	5
9	5	3	9	6	3	6	4	3
10	8	5	6	8	5	4	3	4
11	3	8	7	9	9	3	2	2
12	7	7	7	8	6	2	3	2
13	4	9	3	4	6	1	4	5
14	8	5	6	8	6	6	2	6
15	8	3	7	9	7	4	3	8
16	9	4	7	7	6	5	5	9
17	8	9	7	8	3	8	6	4
18	5	8	6	6	2	3	4	3
19	3	6	7	7	8	6	3	2
20	7	6	6	4	2	4	4	4
21	7	5	8	5	2	5	4	3
22	8	3	5	8	4	5	6	3
23	6	4	2	9	4	3	5	5
24	5	2	3	3	3	3	4	6
25	4	2	6	9	8	5	6	3
26	8	2	9	6	5	4	4	4
27	7	3	7	6	5	3	6	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
28	5	9	6	8	4	2	6	3
29	8	6	3	7	3	4	7	4
30	9	7	2	4	6	6	7	8
ค่าเฉลี่ย	6.43	4.90	6.13	6.40	4.80	4.33	4.60	4.33

ตารางที่ 4.14 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม (ลาดเทขึ้น 11 องศา)

หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	7	6	7	5	7	7	4	4
2	6	5	4	5	7	3	4	6
3	6	6	3	4	9	8	5	6
4	5	7	6	4	6	9	4	4
5	8	5	5	3	8	4	6	3
6	6	4	4	4	4	5	6	4
7	8	4	8	1	8	8	3	5
8	8	7	6	6	5	5	4	4
9	4	6	4	4	6	9	5	6
10	4	6	5	3	4	4	6	6
11	5	5	3	1	6	6	4	4
12	3	7	4	2	9	3	3	3
13	5	5	6	3	8	6	4	2
14	8	6	3	4	4	6	6	4
15	7	6	4	4	4	5	6	3
16	8	7	7	6	4	4	8	4
17	6	8	6	6	7	3	9	4
18	5	8	8	7	7	7	2	5
19	8	4	4	7	7	7	3	4
20	9	6	4	5	6	8	5	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
21	9	9	5	2	8	4	4	8
22	8	5	4	4	7	5	4	4
23	4	4	3	6	5	7	8	5
24	6	7	2	6	7	6	4	4
25	3	4	4	7	9	6	6	3
26	6	7	5	7	8	6	5	2
27	5	9	6	8	3	1	4	4
28	4	6	4	4	8	8	3	4
29	7	7	4	3	8	4	3	3
30	2	3	3	2	4	9	4	4
ค่าเฉลี่ย	6.00	5.96	4.73	4.43	6.43	5.76	4.73	4.36

ตารางที่ 4.15 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม (ลาดเทลง 11 องศา)

หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	4	5	7	6	8	6	7	4
2	6	6	3	8	7	4	3	3
3	5	4	2	5	6	3	8	4
4	6	3	7	4	6	4	4	3
5	6	2	4	3	8	6	7	3
6	9	4	4	4	4	4	5	8
7	4	4	2	2	1	6	7	4
8	6	6	4	4	3	4	0	6
9	8	7	0	5	7	3	7	5
10	7	6	5	3	2	2	6	4
11	8	4	3	4	6	1	8	3
12	8	3	6	8	7	0	7	2
13	4	4	8	6	7	4	8	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
14	4	5	7	6	6	6	5	0
15	3	4	5	6	5	6	6	6
16	2	3	4	4	4	4	5	4
17	4	4	5	3	9	3	7	3
18	9	5	9	4	9	2	2	4
19	7	6	9	4	9	4	4	3
20	9	4	8	6	8	6	4	4
21	5	3	4	5	8	8	6	3
22	1	4	4	5	8	4	7	2
23	9	2	6	3	6	3	7	4
24	7	8	7	4	9	2	8	6
25	7	4	7	2	3	4	4	4
26	7	6	7	1	9	6	6	3
27	8	4	6	4	7	4	7	4
28	8	5	5	3	7	3	8	6
29	4	6	7	2	3	4	8	4
30	9	3	2	2	7	6	5	5
ค่าเฉลี่ย	6.13	4.46	5.23	4.2	6.3	4.06	5.86	3.8

ตารางที่ 4.16 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม (ลาดเทซ้าย 11 องศา)

หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	8	4	5	4	5	5	3	3
2	3	6	4	4	7	7	4	4
3	5	5	6	4	7	9	5	4
4	9	6	0	6	8	2	4	5
5	6	9	3	5	9	7	3	6
6	7	6	4	3	7	6	2	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

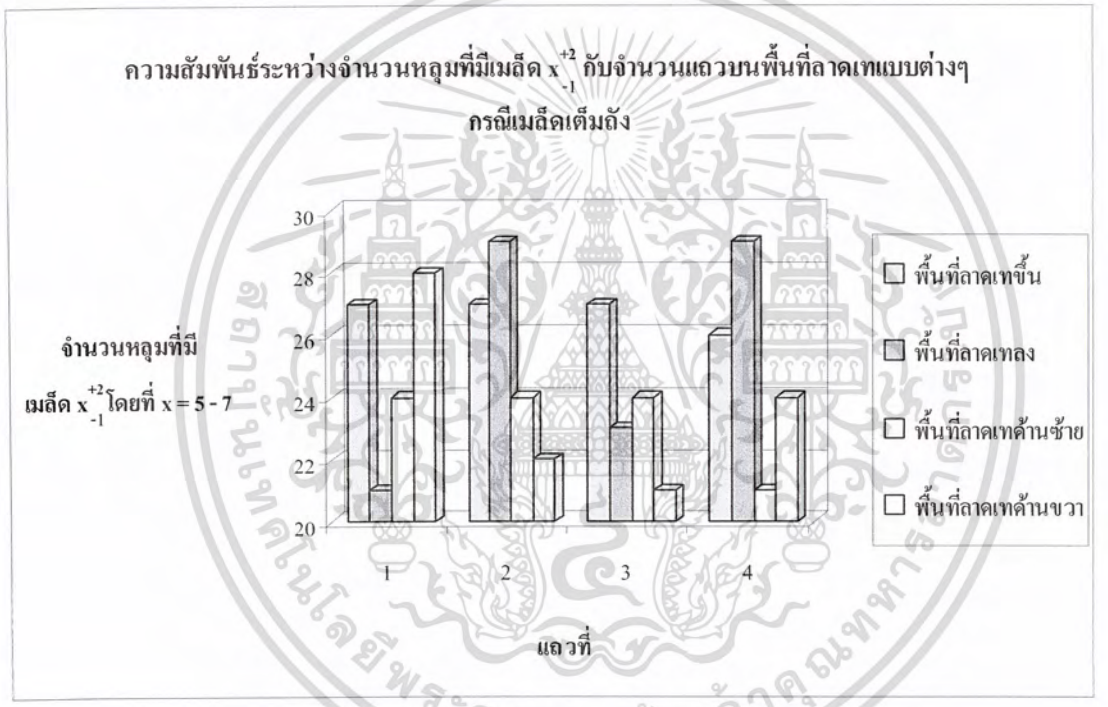
หลุมที่	จำนวนเมล็ด							
	เมล็ดเต็มถัง				เมล็ด 1/5 ถัง			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
7	3	4	5	0	8	2	4	5
8	4	3	6	1	2	0	3	4
9	2	4	7	2	6	5	4	3
10	8	7	4	8	8	2	3	6
11	4	6	6	6	8	3	3	4
12	8	6	4	4	5	2	4	0
13	5	8	5	6	9	7	3	3
14	4	8	3	6	3	3	2	4
15	8	6	2	5	9	3	4	6
16	6	7	4	5	6	2	3	7
17	2	7	1	4	6	6	4	5
18	8	7	6	6	8	7	5	5
19	9	9	4	4	4	0	6	4
20	4	7	0	3	8	4	4	3
21	4	8	3	4	9	1	3	4
22	8	9	4	3	5	2	4	9
23	9	9	3	4	4	4	0	8
24	5	6	4	6	7	7	4	4
25	9	8	5	7	9	3	2	3
26	8	6	6	8	4	7	1	3
27	7	9	4	4	9	3	0	7
28	8	6	3	6	3	8	1	4
29	6	6	4	7	5	9	2	3
30	8	7	6	6	6	7	4	4
ค่าเฉลี่ย	6.16	6.63	4.03	4.7	6.46	4.43	3.13	4.46

ตารางที่ 4.17 จำนวนเมล็ดข้าวในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม (ลาดเทขวา 11 องศา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แถวที่	จำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2}			
	พื้นที่ลาดเทขึ้น	พื้นที่ลาดเทลง	พื้นที่ลาดเทด้านซ้าย	พื้นที่ลาดเทด้านขวา
1	27	27	27	26
2	21	29	23	29
3	24	24	24	21
4	28	22	21	24

ตารางที่ 4.18 จำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} กับพื้นที่ลาดเทแบบต่างๆ กรณีเมล็ดเต็มถัง



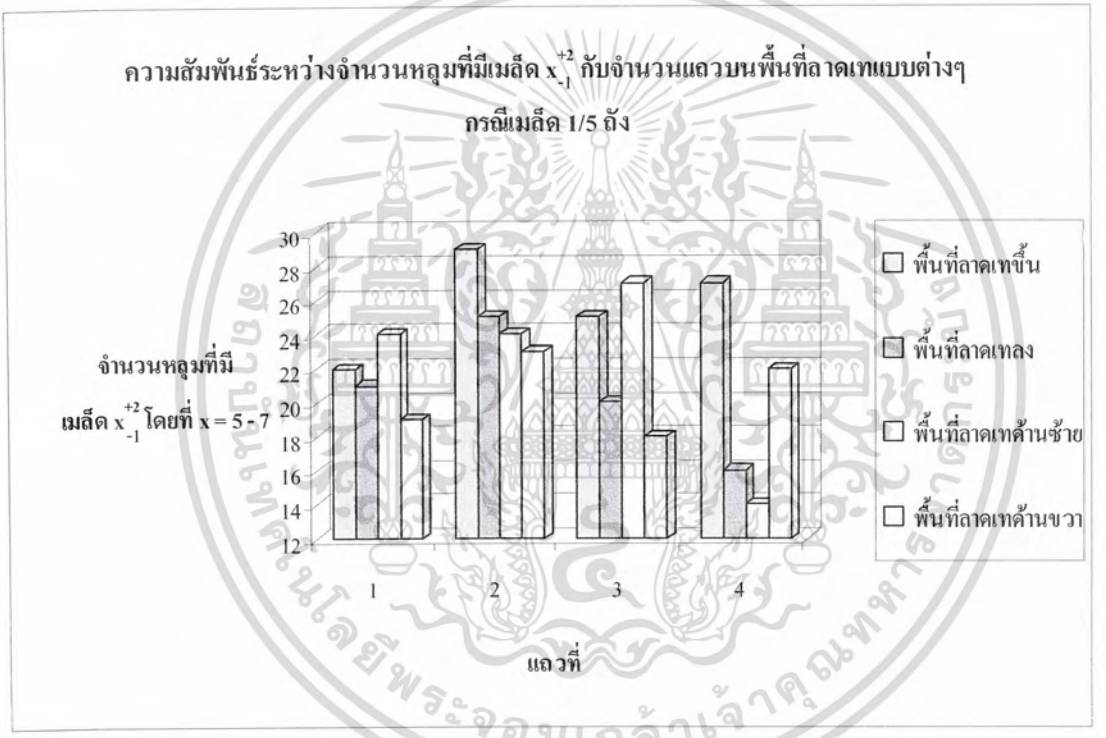
รูปที่ 4.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} กับพื้นที่ลาดเทแบบต่างๆ กรณีเมล็ดเต็มถัง

เฉลี่ยจำนวนหลุมที่มีเมล็ด $x_{-1}^{+2} = 24.81$ หลุม < 27 หลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แถวที่	จำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2}			
	พื้นที่ลาดเทขึ้น	พื้นที่ลาดเทลง	พื้นที่ลาดเทด้านซ้าย	พื้นที่ลาดเทด้านขวา
1	22	29	25	27
2	21	25	20	16
3	24	24	27	14
4	19	23	18	22

ตารางที่ 4.19 จำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} กับพื้นที่ลาดเทแบบต่างๆ กรณีเมล็ด 1/5 ถัง



รูปที่ 4.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} กับพื้นที่ลาดเทแบบต่างๆ กรณีเมล็ด 1/5 ถัง

เฉลี่ยจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} = 22.25 หลุม < 27 หลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5.2 การแปรผันระหว่างแถว

การทดลองครั้งที่	น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว (กรัม)			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	25	20	16	15
2	20	20	18	13
3	25	30	14	19
4	20	18	23	25
5	30	18	20	20
ค่าเฉลี่ย	24	21.2	18.6	18.4
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4.18	5.01	4.22	4.66
สัมประสิทธิ์การแปรผัน	17.41	23.63	22.68	25.32

ตารางที่ 4.20 การแปรผันระหว่างแถว (ลาดเทขึ้น 11 องศา)

การทดลองครั้งที่	น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว (กรัม)			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	15	20	10	20
2	16	25	12	21
3	20	26	23	20
4	20	24	24	21
5	25	20	20	22
ค่าเฉลี่ย	19.2	23	17.8	20.8
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.96	2.82	6.41	0.83
สัมประสิทธิ์การแปรผัน	20.62	12.26	36.01	3.99

ตารางที่ 4.21 การแปรผันระหว่างแถว (ลาดเทลง 11 องศา)

การทดลองครั้งที่	น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว (กรัม)			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	8	25	26	28
2	8	20	20	25
3	10	22	25	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองครั้งที่	น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว (กรัม)			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
4	15	40	23	24
5	10	24	24	28
ค่าเฉลี่ย	10.2	26.2	23.6	26
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.93	7.94	2.30	1.87
สัมประสิทธิ์การแปรผัน	38.53	18.26	9.74	7.19

ตารางที่ 4.22 การแปรผันระหว่างแถว (ลาดเทซ้าย 11 องศา)

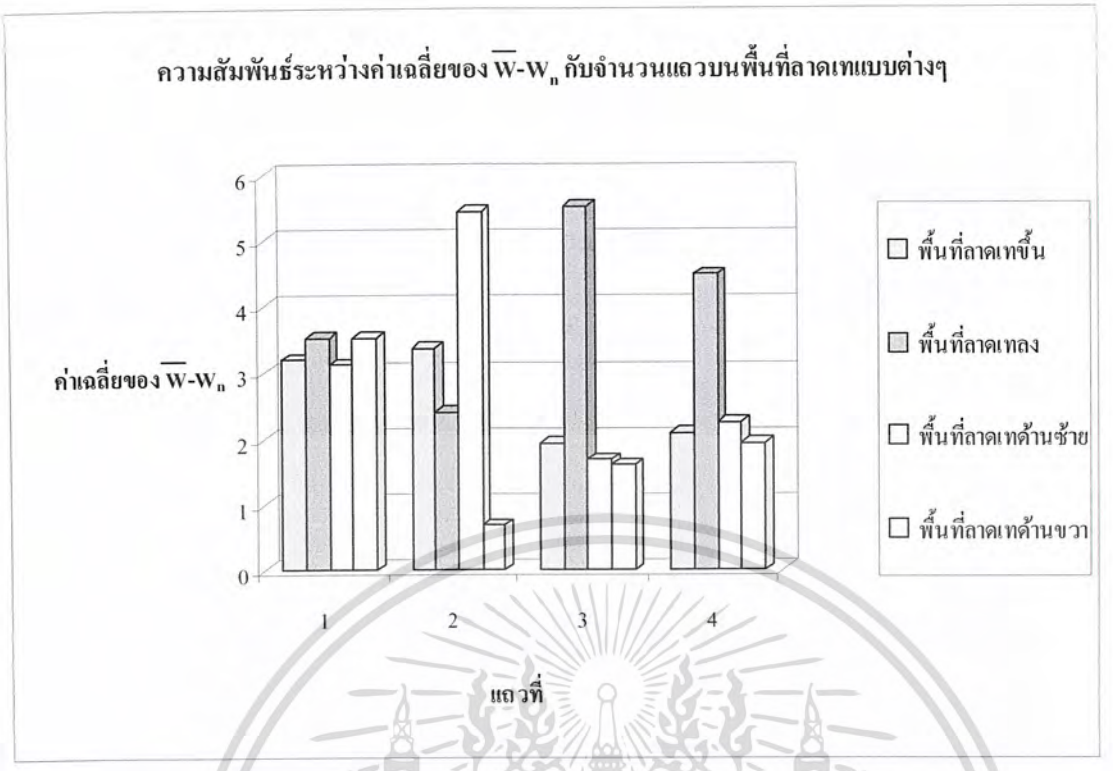
การทดลองครั้งที่	น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว (กรัม)			
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
1	12	20	21	22
2	14	20	22	26
3	16	25	24	27
4	18	30	26	28
5	18	32	28	29
ค่าเฉลี่ย	15.6	25.4	24.2	26.4
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.60	5.55	2.86	2.7
สัมประสิทธิ์การแปรผัน	16.66	21.85	11.81	10.22

ตารางที่ 4.23 การแปรผันระหว่างแถว (ลาดเทขวา 11 องศา)

แถวที่	ค่าเฉลี่ยของ $\overline{W} - W_p$			
	พื้นที่ลาดเทขึ้น	พื้นที่ลาดเทลง	พื้นที่ลาดเทด้านซ้าย	พื้นที่ลาดเทด้านขวา
1	3.20	3.36	1.92	2.08
2	3.52	2.40	5.52	4.48
3	3.12	5.44	1.68	2.24
4	3.52	0.68	1.60	1.92

ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยของ $\overline{W} - W_p$ บนพื้นที่ลาดเทแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของ $\overline{W}$ - W_n บนพื้นที่ลาดเทแบบต่างๆ

ค่าเฉลี่ยของ $\overline{W}$ - W_n = 2.92 < 7 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตาม มอก. 1236-2537

4.2.6 บันทึกผลการทดลองความแม่นยำของระยะห่างระหว่างหลุมของอุปกรณ์กำหนดเมล็ดและล้อขับ

หลุมที่	ระยะห่างระหว่างหลุม (เซนติเมตร)											
	ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร				ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร				ระยะห่างระหว่างหลุม 30 เซนติเมตร			
	แถวที่				แถวที่				แถวที่			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2	16	14	16	15	20	21	21	19	32	33	32	30
2-3	16	15	16	15	21	20	19	20	33	34	33	32
3-4	15	14	17	16	21	20	18	25	34	35	34	33
4-5	17	16	15	14	20	24	19	22	32	34	34	34
5-6	15	17	14	17	19	25	20	21	31	33	33	33
6-7	16	17	17	18	19	23	20	30	34	34	34	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

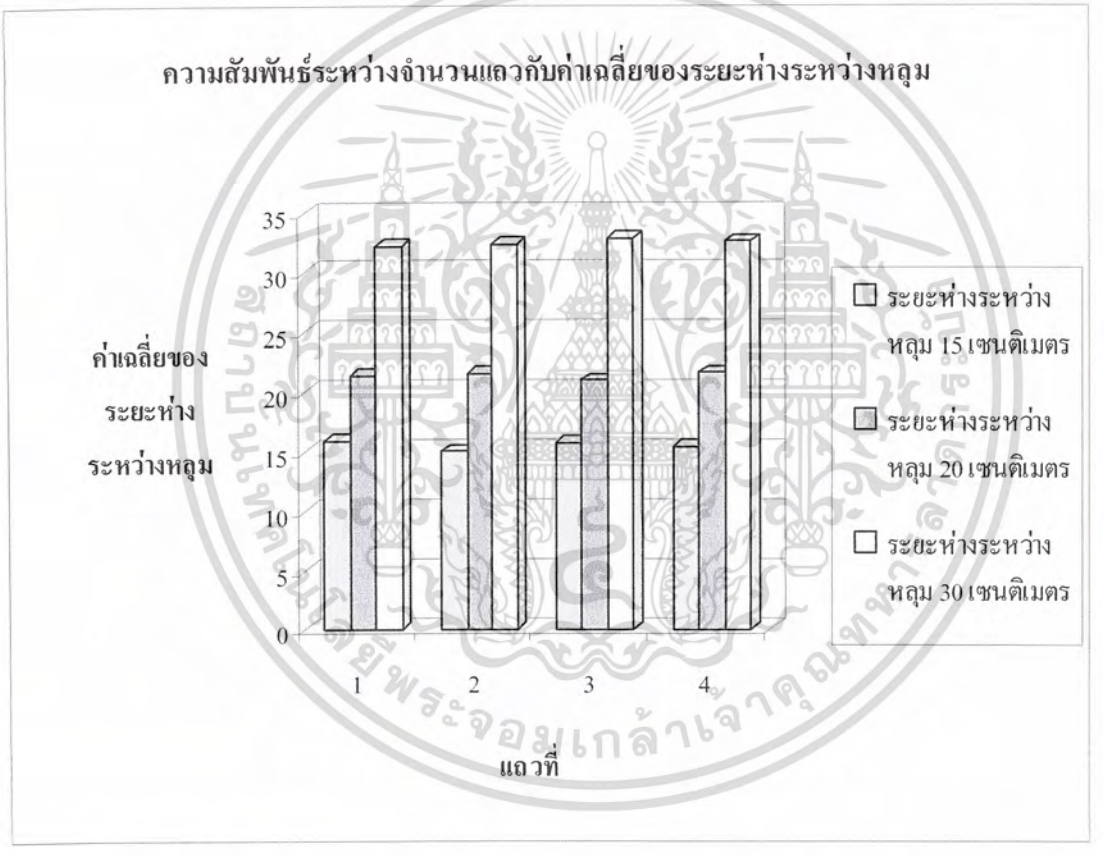
หลุมที่	ระยะห่างระหว่างหลุม (เซนติเมตร)											
	ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร				ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร				ระยะห่างระหว่างหลุม 30 เซนติเมตร			
	แถวที่				แถวที่				แถวที่			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
7-8	14	16	16	14	20	24	18	20	32	33	35	34
8-9	15	17	15	15	20	23	19	22	30	34	34	34
9-10	16	16	16	14	22	20	20	24	33	34	34	33
10-11	17	14	14	15	23	20	21	26	31	33	33	30
11-12	18	15	15	14	21	25	23	24	30	30	34	31
12-13	15	14	13	13	20	21	24	22	32	31	34	33
13-14	14	14	14	14	21	19	22	22	33	30	33	34
14-15	16	14	16	16	21	22	19	21	33	34	30	31
15-16	14	14	17	17	28	20	20	20	34	30	34	30
16-17	16	13	18	17	20	21	21	24	35	31	34	32
17-18	14	15	14	18	21	22	22	20	34	30	30	34
18-19	15	15	14	18	21	23	23	21	33	31	31	30
19-20	15	16	16	16	22	23	21	22	34	30	32	30
20-21	14	14	16	14	20	24	20	23	30	32	30	35
21-22	16	13	17	14	22	24	21	24	31	31	34	30
22-23	16	14	18	13	24	23	22	24	33	30	31	31
23-24	17	15	13	13	21	21	23	21	31	33	30	32
24-25	17	15	14	14	22	22	24	22	30	34	33	33
25-26	18	16	16	16	22	20	22	20	33	35	34	33
26-27	18	16	16	17	21	18	24	18	34	34	35	34
27-28	18	17	17	17	22	19	20	19	33	34	36	35
28-29	18	14	18	17	23	18	21	20	34	33	34	36
29-30	15	16	18	16	24	20	22	21	30	30	30	35
เฉลี่ย	15.9	15.0	15.7	15.4	21.4	21.6	21.0	21.6	32.2	32.4	32.9	32.6

ตารางที่ 4.25 ความแม่นยำของระยะห่างระหว่างหลุมของอุปกรณ์กำหนดเมล็ดและล้อขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แถวที่	ระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ย (เซนติเมตร)		
	ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร	ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร	ระยะห่างระหว่างหลุม 30 เซนติเมตร
1	15.89	21.41	32.24
2	15.03	21.55	32.41
3	15.72	21.00	32.86
4	15.41	21.62	32.62

ตารางที่ 4.26 ระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ยที่ระยะห่างต่างๆ



รูปที่ 4.28 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแถวกับค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างหลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 บันทึกผลการทดลองการหาอัตราการหยอดที่ใช้ต่อไร่ เมื่อหมุนล้อขับ 5 รอบ (9 เมตร)

ครั้งที่	แถวที่ (กรัม)				อัตราเมล็ดที่ใช้	
	1	2	3	4	กรัม/9 เมตร	กิโลกรัม/ไร่
1	9	5	6	8	28	11.189
2	10	9	6	5	30	11.988
3	6	7	7	9	29	11.588
4	8	5	7	6	26	10.390
5	8	4	8	5	25	9.990
เฉลี่ย	8.2	6	6.8	6.6	27.6	11.029

ตารางที่ 4.27 อัตราการหยอดที่ใช้ต่อไร่ (ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร)

ครั้งที่	แถวที่ (กรัม)				อัตราเมล็ดที่ใช้	
	1	2	3	4	กรัม/9 เมตร	กิโลกรัม/ไร่
1	5	5	5	6	21	6.289
2	5	5	6	6	22	6.588
3	5	5	4	4	18	5.390
4	3	4	5	5	17	5.091
5	6	5	5	6	22	6.588
เฉลี่ย	4.8	4.8	5	5.4	20	5.989

ตารางที่ 4.28 อัตราการหยอดที่ใช้ต่อไร่ (ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่	แถวที่ (กรัม)				อัตราเมล็ดที่ใช้	
	1	2	3	4	กรัม/9 เมตร	กิโลกรัม/ไร่
1	4	4	3	5	16	3.196
2	3	3	4	6	16	3.196
3	4	4	3	4	15	2.997
4	3	4	4	3	14	2.797
5	3.2	4	4.5	3	15	2.997
เฉลี่ย	3.4	3.8	3.8	4.2	15.2	3.036

ตารางที่ 4.29 อัตราการหยอดที่ใช้ต่อไร่ (ระยะห่างระหว่างหลุม 30 เซนติเมตร)

4.2.8 บันทึกผลการทดลองการเปรียบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดเมล็ดและร้อยละการแตกหักของเมล็ดที่ความเร็วรอบต่างกัน

หลุมที่	จำนวนเมล็ด											
	ความเร็วรอบ 30 rpm				ความเร็วรอบ 40 rpm				ความเร็วรอบ 55 rpm			
	แถวที่				แถวที่				แถวที่			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	6	7	5	6	9	7	5	6	6	6	7	6
2	8	8	5	6	5	8	5	4	7	4	6	8
3	9	6	5	7	5	6	5	4	4	3	3	7
4	3	5	4	8	6	6	4	4	8	2	4	8
5	8	4	6	4	9	7	3	6	7	3	6	4
6	8	7	7	3	5	4	4	5	8	7	7	3
7	6	6	8	6	7	3	6	4	7	6	6	8
8	5	4	9	3	7	8	7	7	2	8	8	4
9	3	3	7	7	7	6	8	6	4	9	9	9
10	7	8	8	8	5	4	9	9	6	4	7	7
11	9	7	8	9	9	4	9	8	5	3	6	6
12	8	9	4	8	2	8	4	7	6	7	6	5
13	8	9	7	8	7	6	3	7	7	6	6	4
14	8	4	3	8	9	8	6	8	7	8	4	8
15	7	7	9	4	3	7	7	6	8	8	5	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

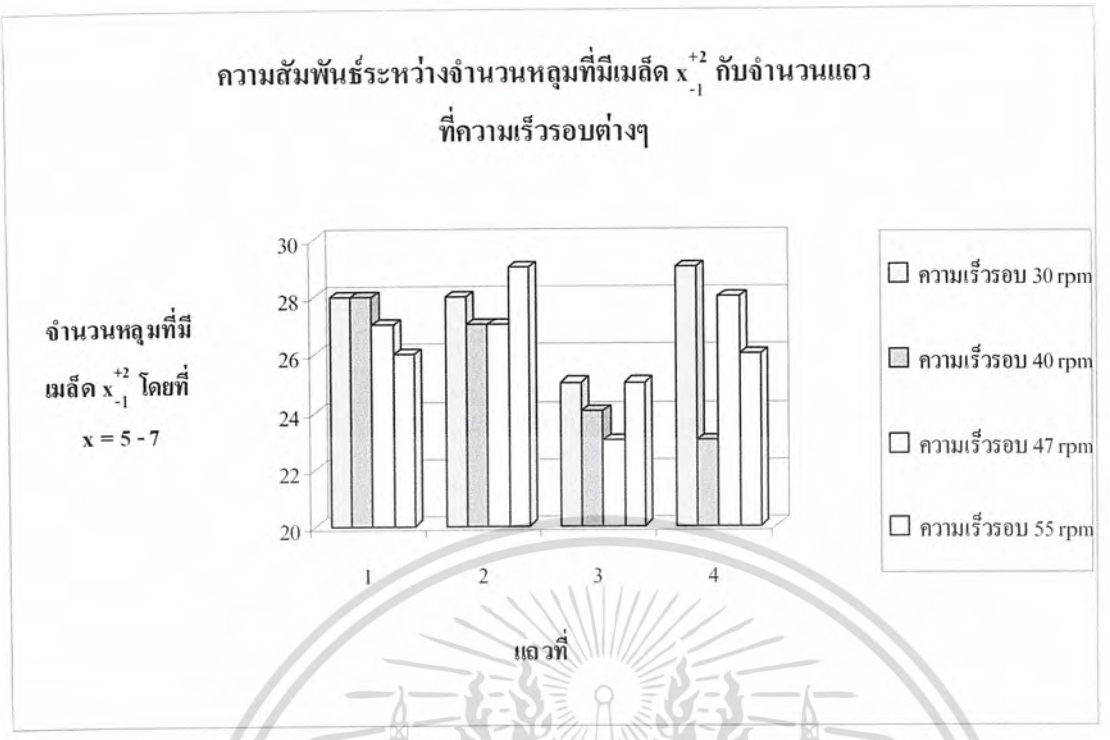
หลุมที่	จำนวนเมล็ด											
	ความเร็วรอบ 30 rpm				ความเร็วรอบ 40 rpm				ความเร็วรอบ 55 rpm			
	แถวที่				แถวที่				แถวที่			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
16	9	6	8	5	6	6	8	4	7	7	3	6
17	9	4	7	6	7	5	7	5	8	6	8	8
18	6	8	6	7	6	4	8	6	5	5	8	7
19	10	9	4	6	8	3	4	7	6	4	5	7
20	6	7	3	6	5	7	3	8	6	3	5	6
21	8	6	7	4	8	6	6	7	7	8	6	8
22	7	5	9	5	7	8	7	7	5	4	4	9
23	9	5	8	6	8	4	7	7	7	3	4	7
24	5	4	6	4	8	9	8	8	7	7	7	3
25	6	3	4	3	7	7	6	9	8	6	6	6
26	8	4	3	2	7	6	4	4	6	8	4	3
27	5	5	4	6	5	6	6	3	8	9	5	4
28	8	6	6	8	5	5	8	7	9	4	4	8
29	8	7	7	8	9	4	7	6	9	3	8	3
30	8	8	8	9	5	3	7	8	7	8	7	5
เฉลี่ย	7.16	6.03	6.50	6.00	6.70	5.83	6.13	6.23	6.56	5.63	5.80	6.13

ตารางที่ 4.30 จำนวนเมล็ดในแต่ละหลุมจำนวน 30 หลุม

แถวที่	จำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2}			
	ความเร็วรอบ 30 rpm	ความเร็วรอบ 40 rpm	ความเร็วรอบ 47 rpm	ความเร็วรอบ 55 rpm
1	28	28	25	29
2	28	27	24	23
3	27	27	23	28
4	26	29	25	26

ตารางที่ 4.31 จำนวนหลุมที่มีเมล็ด x_{-1}^{+2} ที่ความเร็วรอบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหลุมที่มีเมล็ด x^{+2}_{-1} ที่ความเร็วรอบต่างๆ

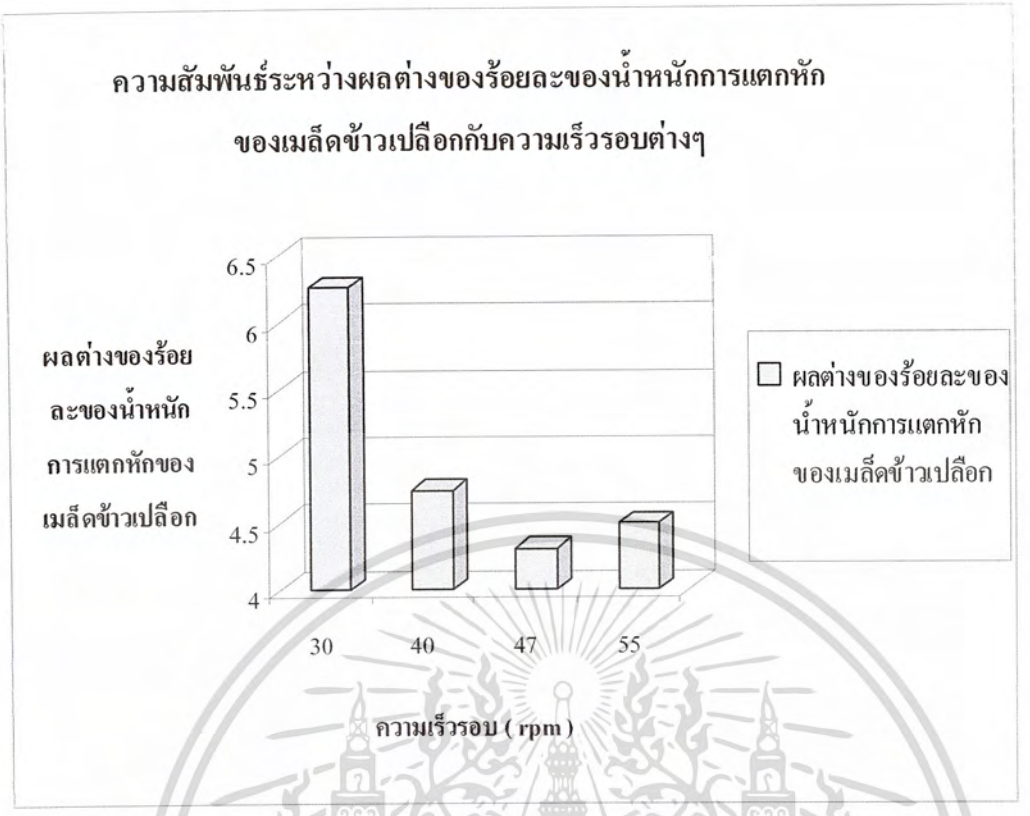
ความเร็วรอบ (rpm)	ร้อยละของน้ำหนักการแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก (%)	
	ก่อนผ่านเครื่องหยอด	หลังผ่านเครื่องหยอด
30	1.51	7.77
40	1.51	6.25
47	1.51	5.82
55	1.51	6.00

ตารางที่ 4.32 ร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอดที่ความเร็วต่างๆ

ความเร็วรอบ (rpm)	ผลต่างของร้อยละของน้ำหนักการแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก (%)
30	7.77 – 1.51 = 6.26
40	6.25 – 1.51 = 4.74
47	5.82 – 1.51 = 4.31
55	6.00 – 1.51 = 4.49

ตารางที่ 4.33 ผลต่างของร้อยละของน้ำหนักการแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือกที่ความเร็วรอบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างของร้อยละของน้ำหนักการแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือกที่ความเร็วรอบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

5.1 คุณลักษณะของชุดหยอดเมล็ดข้าวเปลือกใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตาม

น้ำหนักตัวเครื่อง	83	kg.
ความกว้าง	134	cm.
ความยาว	142	cm.
ความสูง	73	cm.
จำนวนแถว	4	แถว
ระยะห่างระหว่างหลุม	15 , 20 , 30	cm.
ระยะห่างระหว่างแถว	15 , 20 , 30	cm.
ความจุของถังแต่ละใบ	3.75	kg
ความลึกของหลุม	10	cm.
จำนวนเมล็ดต่อหลุม	5 - 7	เมล็ด

5.2 สรุปผลการทดลอง

5.2.1 การทดลองหาความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

1. จาก มอก.1236 -2537 กำหนดว่าเครื่องหยอดที่หยอดเมล็ดได้มากกว่า 3 เมล็ดต่อหลุม จำนวนหลุมที่มีเมล็ด x^{+2}_{-1} เมล็ด ต้องไม่น้อยกว่า 27 หลุม และจำนวนหลุมที่ไม่มีเมล็ดเลยต้องไม่เกิน 1 หลุม เมื่อ x คือจำนวนเมล็ดต่อหลุมที่ผู้ทำระบุ

2. จากการทดลองพบว่าจำนวนหลุมที่มีเมล็ด 4 – 9 เมล็ด เฉลี่ยแล้วมี 23.58 หลุม ซึ่งถือว่าแตกต่างจากข้อกำหนดไม่มากนัก

3. จากการทดลองไม่พบหลุมที่ไม่มีเมล็ด ดังนั้นจึงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตาม มอก.1236-2537

5.2.2 การทดลองหาร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

1. จาก มอก.1236 -2537 กำหนดว่าร้อยละของเมล็ดแตกหักหลังผ่านเครื่องหยอดจะมากกว่าร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนผ่านเครื่องหยอดได้ไม่เกินร้อยละ 5

2. จากการทดลองพบว่าร้อยละของเมล็ดแตกหักหลังผ่านเครื่องหยอดมีค่ามากกว่าร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนผ่านเครื่องหยอดเฉลี่ย 4.165 ซึ่งสามารถยอมรับได้ตาม มอก.1236 -2537

5.2.3 การทดลองหาร้อยละการงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

1. จาก มอก.1236 -2537 กำหนดว่าร้อยละการงอกหลังผ่านเครื่องหยอดจะน้อยกว่าร้อยละการงอกก่อนผ่านเครื่องหยอดได้ไม่เกินร้อยละ 5

2. จากการทดลองพบว่าร้อยละการงอกของเมล็ดทั้งก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอดมีค่าใกล้เคียงกันเกือบร้อยเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 การทดลองหาการแปรผันระหว่างแถว

1. จาก มอก.1236 -2537 กำหนดว่าน้ำหนักของเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว (W_1 , W_2 ,..., W_n) จะแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ($\overline{W}$) ได้ไม่เกิน ± ร้อยละ 7

2. จากการทดลองพบว่าน้ำหนักของเมล็ดในแต่ละแถวจะแตกต่างจากค่าเฉลี่ย โดยเฉลี่ยแล้ว 4.76 ซึ่งน้อยกว่า ± ร้อยละ 7 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตาม มอก.1236 -2537

5.2.5 การทดลองหาความสามารถในการทำงานบนพื้นที่ลาดเท

1. จาก มอก.1236 -2537 กำหนดว่าเครื่องหยอดต้องสามารถทำงานบนพื้นที่ลาดเททั้งในลักษณะลาดเทขึ้น 11 องศา , ลาดเทลง 11 องศา , ลาดเทซ้าย 11 องศาและลาดเทขวา 11 องศาโดยความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดและการแปรผันระหว่างแถวยังคงเป็นไปตามข้อ 1 ในหัวข้อ 5.2.1 และข้อ 1 ในหัวข้อ 5.2.4 ตามลำดับ

2. จากการทดลองหาความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดในส่วนการทำงานบนพื้นที่ลาดเทพบว่าจำนวนหลุมที่มี 4 - 9 เมล็ด เฉลี่ยแล้วมี 23.53 หลุมซึ่งมีค่าไม่แตกต่างจากข้อกำหนดมากนักและมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับการทำงานบนพื้นที่ราบสม่ำเสมอและมีจำนวนหลุมที่ไม่มีเมล็ดเฉลี่ย 0.343 หลุม ซึ่งไม่เกิน 1 หลุม จึงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตาม มอก. 1236-2537

3. จากการทดลองหาความแปรผันระหว่างแถวพบว่าน้ำหนักของเมล็ดในแต่ละแถวจะแตกต่างจากค่าเฉลี่ย โดยเฉลี่ยแล้ว 2.92 ซึ่งน้อยกว่า ± ร้อยละ 7 จึงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตาม มอก. 1236-2537

5.2.6 การทดลองหาความแม่นยำของระยะห่างของอุปกรณ์กำหนดเมล็ดและล้อขับ

1. จากเงื่อนไขต้องได้ระยะห่างระหว่างหลุมคือ 15 , 20 และ 30 เซนติเมตรตามลำดับ

2. จากการทดลองระยะห่างของแต่ละหลุมมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับเงื่อนไขที่กำหนดมากแต่วัดจริงมีค่าเกินกว่าที่กำหนด ซึ่งเป็นเพราะว่าเส้นรอบวงของล้อขับมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 180 เซนติเมตร เป็น 201 เซนติเมตร ซึ่งเป็นผลจากการที่ล้อขับมีครีบ จึงทำให้เส้นรอบวงเพิ่มขึ้น

3. การวัดโดยใช้สายตาดูอาจมีความคลาดเคลื่อนและต้องวัดที่ประมาณจุดศูนย์กลางของกลุ่มเมล็ดข้าว ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนบ้าง

5.2.7 การทดลองหาอัตราเมล็ดที่ใช้

1. จากเงื่อนไขที่กำหนดต้องใช้เมล็ดข้าวไม่เกิน 15 กิโลกรัมต่อไร่

2. จากการทดลองพบว่าเมื่อใช้ระยะห่างระหว่างหลุม 15 เซนติเมตร โดยเฉลี่ยแล้วจะใช้เมล็ดพันธุ์ 11.029 กิโลกรัมต่อไร่ โดยหากใช้ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร โดยเฉลี่ยแล้วจะใช้เมล็ดพันธุ์ 5.989 กิโลกรัมต่อไร่ และระยะห่างระหว่างหลุม 30 เซนติเมตร โดยเฉลี่ยแล้วจะใช้เมล็ดพันธุ์ 3.036 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่เกินเงื่อนไขที่กำหนด จะเห็นได้ว่าถ้าใช้ความถี่มากก็จะต้องใช้เมล็ดข้าวมากและถ้าปลูกห่างกันมากก็จะใช้เมล็ดข้าวน้อย ซึ่งตรงกับหลักความเป็นจริง

5.2.8 การเปรียบเทียบการทำงานที่ความเร็วรอบต่างกัน

1. จากการทดลองที่ความเร็วรอบ 30 , 40 และ 55 rpm พบว่าเครื่องหยอดสามารถทำงานได้มีค่าใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ปัญหาที่พบในขั้นตอนการดำเนินงานและแนวทางการแก้ไข

1. การทำชุดหยอดสามารถทำได้ช้าเพราะมักจะมีปัญหาในการทำส่วนที่เป็นถังบรรจุเมล็ดซึ่งต้องทำให้มีทั้งส่วนที่เป็นทรงกระบอกและส่วนที่เป็นทรงกรวยซึ่งทำได้ยากและจะมีปัญหาในส่วนที่เป็นจานรับเมล็ดจะต้องตัดเป็นวงกลมและต้องเจาะรูรับเมล็ดให้ได้ตามแนวรัศมี 100 เปอร์เซ็นต์ จึงจะทำให้เมล็ดข้าวลงได้ซึ่งทำได้ยาก

2. ปัญหาการติดตั้งถังบรรจุเมล็ด , จานรับเมล็ด และท่อรับเมล็ดจะต้องให้มีระยะห่างที่เหมาะสมและตรงกันมากที่สุดจึงจะทำให้เมล็ดข้าวลงไปตามท่อได้

3. ในกรณีที่บรรจุเมล็ดข้าวจำนวนมาก เมื่อทำงานเป็นระยะเวลานาน จะทำให้เมล็ดข้าวอัดตัวกันแน่น ไม่สามารถไหลลงไปยังจานรับเมล็ดได้ ดังนั้นควรมีการสร้างอุปกรณ์ที่ช่วยในคนเมล็ดข้าวในถังบรรจุเมล็ด เพื่อให้เมล็ดข้าวไม่จับตัวแน่นและควรสร้างส่วนที่เป็นทรงกรวยให้มีความสูงกว่ามากขึ้นเพื่อให้เมล็ดข้าวไหลได้สะดวก

4. ในการทดลองจะมีเมล็ดข้าวที่ไม่ไหลลงไปตามท่อแต่จะแตกกระเด็นออกด้านข้าง ซึ่งเป็นผลมาจากการติดตั้งระยะห่างที่ไม่เหมาะสมเท่าที่ควร ดังนั้นควรมีการสร้างตัวรองรับเมล็ดข้าวในส่วนที่กระเด็นออกด้านข้าง เพื่อไม่ให้กระเด็นตกลงไปในแปลงเกษตร

5. ไม่สามารถทำการทดลองในภาคสนามได้เพราะไม่สามารถหาพื้นที่ในการทดลองได้

6. ในการออกแบบควรมีการลดน้ำหนักของเครื่องให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานของเครื่องต้นกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
มาตรฐานสินค้าข้าว

หมวดคำนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานนี้ มีดังนี้

1. มาตรฐานสินค้าข้าว (Rice Standards) หมายถึง ข้อกำหนดขั้นต่ำสำหรับข้าวแต่ละประเภทและชนิดสำหรับการค้าภายในประเทศและการค้าระหว่างประเทศ

2. ข้าว (Rice) หมายถึง ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว (Oryzasativa L.) ไม่ว่าจะอยู่ในรูปใด

3. ข้าวเปลือก (Paddy) หมายถึง ข้าวที่ยังไม่ผ่านการกะเทาะเอาเปลือกออก

4. ข้าวกล้อง (Cargo rice , Loonzain rice , Brown rice , Husked rice) หมายถึง ข้าวทีผ่านการกะเทาะเอาเปลือกออกเท่านั้น

5. ข้าวขาว (White rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการนำข้าวกล้องเข้าไปขัดเอารำออกแล้ว

6. ข้าวเหนียวขาว (White glutinous rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการนำข้าวกล้องเหนียวไปขัดเอารำออกแล้ว

7. ข้าวนึ่ง (Parboiled rice) หมายถึง ข้าวเจ้าที่ได้ผ่านกระบวนการทำข้าวนึ่งและขัดเอารำออกแล้ว

8. พื้นข้าว (Rice classification) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีขนาดความยาวระดับต่างๆตามที่กำหนด ซึ่งเป็นส่วนผสมของข้าวแต่ละชั้นตามอัตราส่วนที่กำหนด

9. ชั้นของเมล็ดข้าว (Classes of rice kernels) หมายถึง ชั้นของเมล็ดข้าวที่แบ่งตามระดับความยาวของข้าวเต็มเมล็ด

10. ส่วนของเมล็ดข้าว (Parts of rice kernels) หมายถึง ส่วนของข้าวเต็มเมล็ดแต่ละส่วนที่แบ่งตามความยาวของเมล็ดออกเป็น 10 ส่วน เท่าๆกัน

11. ข้าวเต็มเมล็ด (Whole kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ด ไม่มีส่วนใดหักและให้รวมถึงเมล็ดข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 9 ส่วนขึ้นไป

12. ต้นข้าว (Head rice) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวมากกว่าข้าวหักแต่ไม่ถึงความยาวของข้าวเต็มเมล็ดและให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกเป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของเมล็ด

13. ข้าวหัก (Brokens) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึงความยาวของต้นข้าวและให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกเป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ไม่ถึงร้อยละ 80 ของเมล็ด

14. ปลายข้าวชีวัน (Small brokens C1) หมายถึง เมล็ดข้าวหักขนาดเล็กที่ร่อนผ่านตะแกรงโลหะรูกลมเบอร์ 7

15. ข้าวเมล็ดสีต่ำกว่ามาตรฐาน (Undermilled kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่ผ่านการขัดสีต่ำกว่าระดับการสีที่กำหนดไว้สำหรับข้าวแต่ละชนิด

16. ข้าวเมล็ดแดง (Red kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีรำสีแดงหุ้มอยู่ทั้งเมล็ดหรือติดอยู่เป็นบางส่วนของเมล็ด

17. ข้าวเมล็ดเหลือง (Yellow kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีบางส่วนของเมล็ดกลายเป็นสีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างชัดแจ้งรวมทั้งเมล็ดข้าวนึ่งที่เป็นสีน้ำตาลอ่อนบางส่วนหรือทั้งเมล็ด

18. ข้าวเมล็ดดำ (Black kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวนึ่งที่เป็นสีดำทั้งเมล็ดรวมทั้งที่เป็นสีน้ำตาลแก่ทั้งเมล็ด

19. ข้าวเมล็ดดำบางส่วน (Partly black kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวนึ่งที่เป็นสีดำรวมทั้งที่เป็นสีน้ำตาลแก่ตั้งแต่ 2.5 ส่วน ขึ้นไป แต่ไม่ถึงเต็มเมล็ด

20. ข้าวเมล็ดจุดดำ (Peck kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวนึ่งที่เป็นสีดำโดยชัดแจ้ง รวมทั้งที่เป็นสีน้ำตาลแก่อย่างชัดแจ้งไม่ถึง 2.5 ส่วน

21. ข้าวเมล็ดท้องไข่ (Chalky kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวเจ้าที่เป็นสีขาวขุ่นเหมือนชอล์กมีเนื้อที่ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปของเนื้อที่เมล็ดข้าว

22. ข้าวเมล็ดเสีย (Damaged kernels) หมายถึง เมล็ดที่เสียอย่างเห็นได้ชัดแจ้งด้วยตาเปล่าซึ่งเกิดจากความชื้น ความร้อน เชื้อรา แมลง หรืออื่นๆ

23. ข้าวเมล็ดลีบ (Undeveloped kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่ไม่เจริญเติบโตตามธรรมดาที่ควรจะเป็นมีลักษณะแฟบ แบน

24. ข้าวเมล็ดอ่อน (Immature kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีสีเขียวอ่อนได้จากข้าวเปลือกที่ยังไม่แก่

25. เมล็ดพืชอื่น (Other seeds) หมายถึง เมล็ดพืชอื่นๆที่มิใช่เมล็ดข้าว

26. วัตถุอื่น (Foreign matter) หมายถึง สิ่งอื่นๆที่มิใช่ข้าวรวมทั้งแกลบและรำที่หลุดจากเมล็ดข้าว

27. ระดับการสี (Milling degree) หมายถึง ระดับของการสีข้าว

28. ตะแกรง (Sieve) หมายถึง ตะแกรงโลหะรูกลมเบอร์ 7 หนา 0.79 มิลลิเมตร (0.031 นิ้ว) และเส้นผ่านศูนย์กลางรู 1.75 มิลลิเมตร (0.069 นิ้ว)

29. ร้อยละ หมายถึง ร้อยละโดยน้ำหนัก ยกเว้นร้อยละของพื้นข้าว เป็นร้อยละโดยปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

พืช	อัตราปลูก (กิโลกรัม/ แฮกเตอร์)	ความหนาแน่นรวม (กิโลกรัม/ ลูกบาศก์เมตร)	จำนวนเมล็ด/ กิโลกรัม (*1000)	ระยะระหว่างแถว (เซนติเมตร)	ระยะระหว่างต้น (เซนติเมตร)	ความลึกในการปลูก (เซนติเมตร)	จำนวนเมล็ด/ จำนวนต้นกล้า/ ตารางเมตร	จำนวนที่เหมาะสมเมื่อเก็บเกี่ยว/ ตารางเมตร
ธัญพืช								
ข้าวสาลี	70 - 120	768 - 797	18 - 24	15 - 22.5	3 - 5	5 - 6	160 - 240	100 - 160
ข้าว								
ข้าวไร่	60 - 80	500 - 650	25 - 30	20	2 - 3	3 - 5	150 - 280	75 - 150
ข้าวนาดำ	20 - 30	500 - 650	25 - 30	20 - 30	15 - 20	2 - 3	30 - 40	25 - 30
ข้าวโพด								
เมล็ดพันธุ์	15 - 20	718	5 - 6	45 - 60	20 - 25	3 - 5	7 - 12	6 - 7
อาหารสัตว์	25	718	5 - 6	45	20 - 25	3 - 5	10 - 12	10
ข้าวฟ่าง								
ชลประมาณ	10 - 15	719	28 - 30	45	15	3 - 5	28 - 40	15 - 20
น้ำฝน	5 - 8	719	28 - 30	45	15	3 - 5	14 - 24	5 - 10
อาหารสัตว์	18 - 20	719	28 - 30	30 - 45	10 - 15	3 - 5	30 - 40	20
Peral millet	3 - 5			30 - 45				
พืชตระกูลถั่ว								
ถั่วเหลือง	40 - 60	719	5 - 8	40 - 60	4 - 5	2 - 3	20 - 48	17 - 20
Bengal gram	60 - 80	650		30		8 - 10	30 - 48	20 - 30
ถั่ว (Pea)	60 - 75		4.6	45 - 60	5 - 15	3 - 4		
Pigeon pea	30 - 40		10.15	45 - 75	10 - 20	3 - 4	20 - 30	10 - 20
พืชน้ำมัน								
ถั่วลิสง	100 - 130 50 - 100	640 640	2.5 - 3 2.5 - 3	22.5 - 30 45 - 60	5 - 10 10	3 - 5 3 - 5	25 - 39 12 - 30	16 - 22 5 - 10
Rape seed	3 - 5	724	255	30 - 60	4 - 5	1 - 1.5	30 - 35	15 - 20
Mustard	5 - 8	689	245					
Linseed	30 - 35	696	134	22 - 30	5 - 6	3 - 4	50 - 80	40 - 60
ทานตะวัน	10 - 15	409	23.24	45 - 80	20	3 - 5	20 - 25	10 - 15
พืชเส้นใย								
ฝ้าย	10 - 12 5 - 8	400	8 - 10 250	50 - 80 25 - 30	20 - 40 5 - 10	3 - 6 2 - 3	8 - 12 150 - 250	5 - 7 40 - 50
C.olitorrius								
	5 - 8		250	25 - 30	10	2 - 3	125 - 250	40 - 50
C.capsulsris								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

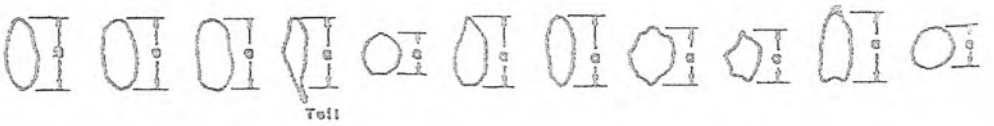
พืช	อัตราปลูก (กิโลกรัม/ แฮกเตอร์)	ความหนาแน่นรวม (กิโลกรัม/ ลูกบาศก์เมตร)	จำนวนเมล็ด/ กิโลกรัม (*1000)	ระยะระหว่างแถว (เซนติเมตร)	ระยะระหว่างต้น (เซนติเมตร)	ความลึกในการปลูก (เซนติเมตร)	จำนวนเมล็ด/ จำนวนต้นกล้า/ ตารางเมตร	จำนวนที่เหมาะสมเมื่อเก็บเกี่ยว/ ตารางเมตร
ปอกระเจา	8 - 12			25 - 30	5 - 10	2 - 3	150 - 250	40 - 50

ตารางที่ R-1 ค่ารับรองอัตราการปลูก ระยะระหว่างแถว และความหนาแน่นในการปลูกสำหรับพืชสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

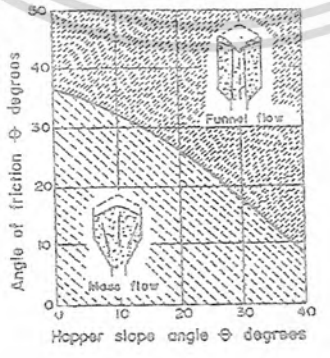
ความกว้าง



ความยาว

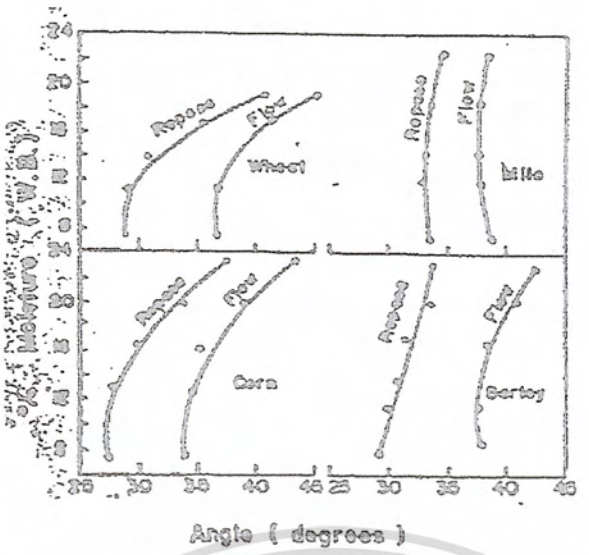
ความหนา

รูป R - 1แสดงลักษณะรูปร่างของเมล็ดข้าวทั้ง 3 ด้าน ที่หาโดยวิธี Photographic enlarger (Mohsenin , 1986)



รูป R - 2 แสดงมุมกองพื้นและมุมการไหล เมื่อความชื้นของเมล็ดพืชต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป R - 3 แสดงลักษณะการไหลของเมล็ดออกจากถังบรรจุ เมื่อมุมเอียงของถังบรรจุและมุมความเสียดทานของวัสดุกับผนังเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

รายการ	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2533	เปอร์เซ็นต์การเพิ่ม
รถไถเดินตาม 2 ล้อ	280,591	750,542	167.49
รถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่	37,177	57,739	55.31
เครื่องพ่นยาชนิดใช้แรงงานคน	1,138,025	3,264,604	186.86
เครื่องพ่นยาชนิดใช้เครื่องยนต์	130,118	223,433	71.86
เครื่องสูบน้ำ	517,975	1,101,850	112.72
เครื่องนวดเมล็ดพืช	18,394	41,876	127.66

ตาราง R - 2 เครื่องจักรกลเกษตรที่สำคัญซึ่งเกษตรกรใช้อยู่เปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2523 กับ พ.ศ.2533

เครื่องจักรกลเกษตร	ราคา (บาท / เครื่อง)
1. รถไถเดินตาม	15,000 - 25,000
2. เครื่องนวดข้าว	40,000 - 150,000
3. ไถแรงสัตว์	30 - 45
4. คันไถเทียมควาย	250 - 300
5. ผานจานติดรถไถเดินตาม	1,500 - 2,500
6. ผานจานติดรถแทรกเตอร์ใหญ่	20,000 - 45,000
7. เครื่องสูบน้ำท่อพญานาค	1,700 - 3,000
8. เครื่องพ่นยาชนิดคันโยก	900 - 1,500
9. เครื่องพ่นยาติดเครื่องยนต์	9,500 - 12,000
10. เครื่องกะเทาะเมล็ดข้าวโพด	6,500 - 16,000
11. เครื่องนวดเมล็ดพืชอื่นๆ	4,000 - 60,000
12. เครื่องหยอดเมล็ดพืช	3,500 - 35,000
13. เครื่องสีข้าว	25,000 - 1,000,000
14. เครื่องหั่นมันสำปะหลัง	5,000 - 15,000
15. รถเกษตรกร	70,000 - 100,000
16. เครื่องยนต์ดีเซล (5 - 12 แรงม้า)	20,000 - 28,000

หมายเหตุ 1. ราคาไม่รวมเครื่องยนต์ต้นกำลัง ยกเว้นระบุ

2. ราคาขึ้นอยู่กับแบบ ขนาด และคุณภาพ

3. สอบถามจากโรงงานผู้ผลิต ตัวแทนจำหน่าย และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ตาราง R - 3 ราคาของเครื่องจักรกลเกษตรสำคัญบางชนิดที่ผลิตในประเทศ ปี พ.ศ. 2533 - 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] อ. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์, "เครื่องจักรกลการเกษตร เพื่อการเตรียมดิน เล่ม 1", ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2] ผศ. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์, " เครื่องจักรกลการเกษตร เล่ม 2 ", ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[3] ศ.ดร. วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, รศ. ชาญ ถนัดงาน,"การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1"

[4] ศ.ดร. วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, รศ. ชาญ ถนัดงาน, "การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2 "

[5] กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร, "เครื่องจักรกลเกษตร 2544 "

[6] Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke, Richard G. Budynas, "Mechanical Engineering Design"

[7] R.C. Hibbeler, "Mechanics of Materials"

[8] สุรินทร์ พงศ์สุภสมิทธิ์, " วิศวกรรมรถไถเดินตาม"

[9] รศ.ดร.วินิต ชินสุวรรณ , " เครื่องจักรกลเกษตรและการจัดการเบื้องต้น "

[10] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1236 - 2537) , " เครื่องหยอดเมล็ดพืช "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้