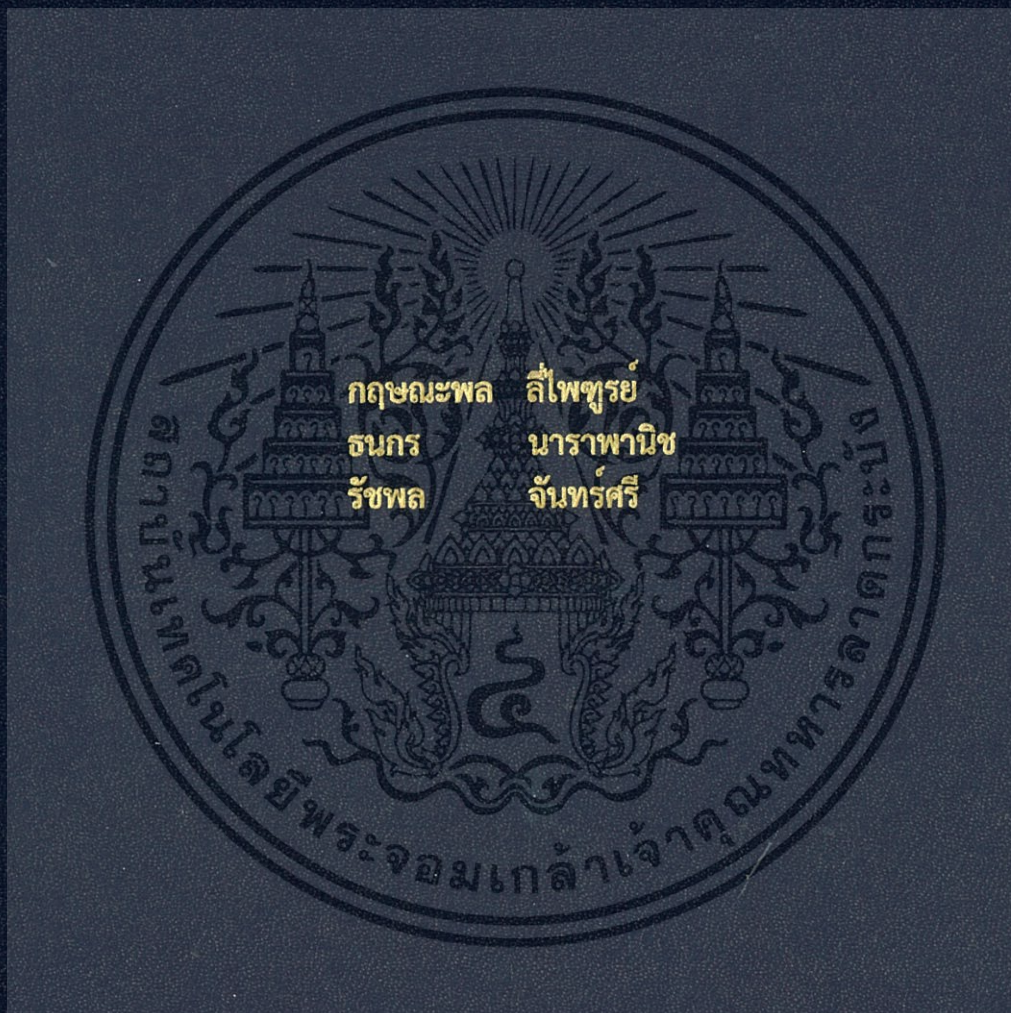


การออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบจานแนวตั้ง
Design and development of rice seeder machine using vertical
disk contactor



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบจานแนวตั้ง
Design and development of rice seeder machine using vertical
disk contactor



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design and development of rice seeder machine using vertical
disk contactor



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2559
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ การออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแบบจานแนวตั้ง
Design and development of rice seeder machine using vertical
disk contactor

นักศึกษาผู้จัดทำ นายกฤษณะพล ลีไพฑูรย์ รหัสนักศึกษา 56010035
นายธนกร นาราพานิช รหัสนักศึกษา 56010497
นายรัชพล จันทร์ศรี รหัสนักศึกษา 56011014

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)
หลักสูตร วิศวกรรมเกษตร
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. อีรพงศ์ ผลโพธิ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่แบบงานแนวตั้ง		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายกฤษณะพล	สีไพฑูรย์	รหัสนักศึกษา 56010035
	นายธนกร	นาราพานิช	รหัสนักศึกษา 56010497
	นายรัชพล	จันทร์ศรี	รหัสนักศึกษา 56011014
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ธีรพงศ์	ผลโพธิ์	
ปีการศึกษา	2559		

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่แบบงานแนวตั้งติดรถไถเดินตามขนาด 7 แรงม้า ซึ่งเครื่องมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้ 1) ถังบรรจุเมล็ด 2) จานกำหนดเมล็ด 3) โครงของเครื่อง 4) ล้อจิกดิน 5) อุปกรณ์เปิดร่อง 6) ท่อนำเมล็ด 7) อุปกรณ์กลบดิน 8) เฟืองทดรอบ โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อเครื่องทำงานอุปกรณ์เปิดร่องจะทำการเปิดดิน ล้อจิกดินก็จะส่งกำลังไปยังจานกำหนดเมล็ดที่อยู่ในถังบรรจุเมล็ด เมล็ดจะขึ้นมาตามกระพ้อในแผ่นจานหมุน จะตกมายังท่อนำเมล็ดเมื่อถึงจุดที่กำหนดไว้ลงดินที่ได้เปิดร่องไว้ แล้วจะมีแผ่นกลบดิน มาปิดร่องดิน โดยใช้จานกำหนดเมล็ดที่ 3 - 8 เมล็ดต่อหลุม ระยะห่างระหว่างหลุม 25 x 25 มีถังบรรจุเมล็ดจำนวน 2 ถัง แต่ละถังมีปริมาตรเท่ากับ 8340 ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถบรรจุเมล็ดข้าวได้ 3.7 กิโลกรัม ผลจากการทดลอง พบว่าเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ที่ใช้ความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพของการหยอดข้าวสูงสุดที่ 98.75 % มีความสามารถของการหยอดข้าวที่ 0.303 ไร่/ชั่วโมง มีเมล็ดที่สูญเสีย(แตก)ที่ 3±1.25% และมีการสิ้นเปลืองของล้อจิกดินที่ 6.25% การบริโภคน้ำมัน 0.23 ลิตรต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Design and development of rice seeder machine using vertical disk contactor		
Authors	Mr.Kritsanaphon	Leepaitoon	56010035
	Mr.Thanakorn	Narapanich	56010497
	Mr.Rashphon	Chunsri	56011014
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Teerapong	PholPho	
Year	2016		

Abstract

This project aimed to design and develop the rice seeder machine by using the vertical disk which was mounted on the 7 hp power tiller. The machine composed important components such as a tank seed, defining seed plates, a frame, digging soil wheel, opening furrow, seed tube, soil conceal equipment's and the gears. The principle of working would happen when the machine would reveal soil. Soil digging wheels would send the power to seed defining plate in the seed tank. Seed would go up from the seed feeder on rotating disk plates. Then it would fall into the tube at the point where soil had turned into a groove. After that, it would have soil digging ditches to close soil by using defining disk at 3-8 seeds per hole. The distance between holes 25x25 cm. There had 2 tanks. Each tank is 8340 cm³ that it can contain rice at 3.7 kg. From the result was found the seeder using speed at 2 km/hr, the machine had the best field efficiency at 98.75 %, effective field capacity was 0.303 rai/hr, seed damaged at 3±1.25 % and slip at 6.25 %. Oil consumption 0.23 l/hr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน และความร่วมมือจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ อาจารย์ ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ความเอาใจใส่ คำแนะนำทั้งการออกแบบและการทดสอบเครื่อง ช่วยเหลือเสมอมา เพื่อให้การเขียนปริญญาบัตรฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมเกษตรที่เอื้อเพื่อให้ยืมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการนี้ ขอขอบคุณพี่ตุ้ม พี่แอม เจ้าหน้าที่ดูแล shop ที่เปิด shop ให้ปฏิบัติงานและคอยช่วยเหลือแนะนำเทคนิคทางวิชาช่างได้อย่างดี

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายกฤษณะพล

นายธนกร

นายรัชพล

สีไพฑูรย์

นาราพานิช

จันทร์ศรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII

บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปริญญาโท.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท.....	2
1.3 ขอบเขตของปริญญาโท.....	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของข้าว.....	3
2.1.1 จุดกำเนิดของข้าว.....	3
2.1.2 ประวัติข้าวไทย.....	3
2.1.3 ชนิดของข้าว.....	4
2.1.3.1 แบ่งตามประเภทของเนื้อแข็งในเมล็ดข้าวสาร.....	4
2.1.3.2 แบ่งตามสภาพพื้นที่ปลูก.....	4
2.1.3.3 แบ่งตามรูปร่างของเมล็ดข้าวสาร.....	4
2.1.3.4 แบ่งตามฤดูปลูก.....	5
2.1.4 การทำนา.....	5
2.1.4.1 การปลูกข้าวไร่.....	5
2.1.4.2 การปลูกข้าวนาดำ.....	5
2.1.4.3 การปลูกข้าวนาหว่าน.....	5
2.2 ทฤษฎีเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่.....	6
2.2.1 เครื่องปลูกพืช.....	6
2.2.2 ชนิดเครื่องปลูกพืช.....	6
2.2.2.1 เครื่องปลูกพืชแบบเป็นระยะ.....	7
2.2.2.2 เครื่องหยอดเมล็ดพืช.....	7
2.2.2.3 เครื่องหว่าน.....	7
2.2.2.4 เครื่องปลูกเฉพาะงาน.....	7

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 2.2.3 ลักษณะของการปลูกเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ใด ๆ ภายใต้นามว่ากรณิใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.2.3.1 การปลูกบนพื้นราบ.....	9
2.2.3.2 การปลูกบนสันร่อง.....	9
2.2.3.3 การปลูกในร่อง.....	9
2.2.4 ส่วนประกอบของเครื่องหยอดเมล็ดพืช.....	10
2.2.4.1 ถังบรรจุเมล็ด.....	10
2.2.4.2 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด.....	10
2.2.4.3 ท่อนำเมล็ด.....	12
2.2.4.4 อุปกรณ์เปิดร่อง.....	14
2.2.4.5 อุปกรณ์กลบและอัดดิน.....	18
2.2.4.6 การถ่ายทอดกำลัง.....	21
2.3 การประเมินผลการใช้เครื่องหยอดเมล็ด.....	22
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
2.4.1 เครื่องพ่นหว่านเมล็ดข้าว.....	24
2.4.2 เครื่องดำนา.....	24
2.4.3 เครื่องปลูกข้าวแห้ง.....	25
2.4.4 เครื่องปลูกข้าวหน้าน้ำตม.....	25
2.4.5 การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่.....	26
2.4.6 การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่.....	26
2.4.7 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบใช้ลม.....	26
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างเครื่อง.....	27
3.1 แนวการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดข้าวไร่.....	27
3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ.....	27
3.3 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่.....	28
3.3.1 โครงของเครื่อง.....	28
3.3.2 อุปกรณ์เปิดร่อง.....	29
3.3.3 ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์.....	30
3.3.4 ท่อนำเมล็ด.....	31
3.3.5 จานกำหนดเมล็ด.....	32
3.3.6 ล้อจิกดิน.....	33
3.3.7 อุปกรณ์กลบดิน.....	33
3.3.8 เฟืองทดรอบ.....	34
3.4 ประสิทธิภาพของเครื่อง.....	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ.....	36
4.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่.....	36
4.1.1 จุดประสงค์การทดสอบ.....	36
4.1.2 วัสดุอุปกรณ์.....	36
4.1.3 วิธีการทดสอบ.....	36
4.1.4 ผลการทดลอง.....	36
4.2 การทดลองเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่.....	37
4.2.1 จุดประสงค์การทดสอบ.....	37
4.2.2 วัสดุอุปกรณ์.....	37
4.2.3 วิธีการทดสอบ.....	37
4.2.4 ผลการทดลอง.....	37
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	40
5.1 คุณลักษณะของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ที่สร้างมีลักษณะที่สำคัญดังนี้.....	40
5.2 สรุปผลการทดลอง.....	40
5.3 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง.....	40
ภาคผนวก ก.....	42
ภาคผนวก ข.....	46
เอกสารอ้างอิง.....	55

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ได้แสดงให้เห็นถึงอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับดิน สภาพพืช.....	17
2.2 แสดงค่าที่กำหนดในการออกแบบเครื่องหยอดเมล็ด.....	23
3.1 แสดงคุณสมบัติต่างๆของเมล็ดข้าวไร่.....	31
3.2 แสดงลักษณะของเมล็ดข้าวไร่.....	32
4.1 ตารางบันทึกระยะเวลาการสิ้นไถล ที่ความเร็วในการหยอดเมล็ดที่ 2,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง....	39
4.2 ตารางบันทึกการบริโภคน้ำมัน ที่ความเร็วในการหยอดเมล็ดที่ 2,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง...39	39
4.3 ตารางประสิทธิภาพเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่.....	39
ก1 บันทึกการทดลองจำนวนเมล็ดต่อหลุมในห้องปฏิบัติการ.....	42
ก2 บันทึกการทดลองจำนวนเมล็ดต่อหลุมในแปลงทดลอง ที่ความเร็ว 2 กิโลเมตร/ชั่วโมง.....	43
ก3 บันทึกการทดลองจำนวนเมล็ดต่อหลุมในแปลงทดลอง ที่ความเร็ว 3 กิโลเมตร/ชั่วโมง.....	44
ก4 บันทึกการทดลองจำนวนเมล็ดต่อหลุมในแปลงทดลอง ที่ความเร็ว 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง.....	45

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 เครื่องปลูกพืชแบบเป็นระยะ.....	7
2.2 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบกระทุ้งใช้แรงงานคน.....	7
2.3 เครื่องหยอดแบบลากล้อจิกจำนวน 2 แถว.....	8
2.4 เครื่องหยอดล้อเอียงแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามจำนวน 2 แถว.....	8
2.5 เครื่องหยอดเมล็ดพืชพร้อมใส่ปุ๋ยจำนวน 4 แถวแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์.....	8
2.6 เครื่องหว่านเมล็ดพืชแบบสพายไถล.....	9
2.7 เครื่องดำนา.....	9
2.8 ลักษณะการปลูกบนพื้นราบ บนสันร่อง และในร่อง.....	10
2.9 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบต่างๆ.....	11
2.10 ท่อนำเมล็ดที่ใช้ในการหยอด.....	13
2.11 ชนิดอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช เครื่องใส่ปุ๋ยและเครื่องปลูก.....	15
2.12 ลักษณะของร่องปลูกสำหรับอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ.....	16
2.13 อุปกรณ์กลบ.....	20
2.14 อุปกรณ์กลบและอัดดิน.....	20
2.15 อุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้เมล็ดพืชมีการงอกได้ดีขึ้นสำหรับเขตเกษตรใช้น้ำฝน.....	20
2.16 มิติของรถไถนาเดินตาม.....	21
2.17 ชนิดล้อขับที่ใช้สำหรับขับเคลื่อนอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด.....	22
2.18 เครื่องพ่นหว่านเมล็ดข้าว.....	24
2.19 เครื่องดำนา.....	25
2.20 เครื่องหยอดข้าวนาแห้งแบบติตรถไถเดินตาม.....	25
2.21 เครื่องหยอดข้าวนาแฉ่ำแบบติตรถไถเดินตาม.....	25
2.22 เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ ของ นิรันดร์ชัย สุรัตนาสถิตกุล และคณะ ปี 2556.....	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขายหรือบริการค่า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และตั้งกฏอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป (ต่อ)

2.23 เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ ของ นายชัชลักษณ์ เต็มกระโทก และคณะ ปี 2557.....	26
2.24 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบใช้ลม.....	26
3.1 ลำดับการทำงานในการสร้างเครื่อง.....	27
3.2 โครงของเครื่อง.....	28
3.3 ส่วนที่ต่อเข้ากับรถไถเดินตาม.....	28
3.4 อุปกรณ์เปิดร่อง.....	29
3.5 ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์.....	30
3.6 ท่อนำเมล็ด.....	31
3.7 งานกำหนดเมล็ด.....	32
3.8 ล้อจิกดิน.....	33
3.9 อุปกรณ์ กลบดิน.....	33
3.10 เฟืองทดรอบที่งานกำหนดเมล็ด กับ ล้อจิกดิน.....	34
4.1 แผนภูมิวงกลมแสดงเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญเสียทดลองในห้องปฏิบัติการ.....	36
4.2 กราฟแสดงผลทดลองในแปลงทดลองแสดงค่ากระจายตัวของจำนวนเมล็ดต่อหลุมที่ ความเร็ว 2,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง.....	38
4.3 แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญเสียที่ทดลองในแปลงทดลองที่ ความเร็ว 2,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง.....	38
ข1. เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่แบบงานตั้ง.....	46
ข2. ชุดเปิดและปิดร่องดิน.....	46
ข3. ชุดปรับสูงต่ำเครื่องหยอดเมล็ด.....	47
ข4. โครงเครื่อง.....	47
ข5. จุดยึดเครื่องกับรถไถเดินตาม.....	48
ข6. ชุดต้นกำลัง(ล้อจิก,โซ่และชุดต้นโซ่).....	48
ข7. ถังบรรจุเมล็ดข้าว และ ช่องทางออกของเมล็ดข้าว(ด้านใน).....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

ข8. ถังบรรจุเมล็ดข้าว(ด้านนอก).....	49
ข9. ขนาดของกล่องบรรจุเมล็ดพันธุ์.....	50
ข10. ขนาดของจานกำหนดเมล็ดพันธุ์.....	50
ข11. ขนาดของล้อจิกดิน.....	51
ข12. เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร้ติตรถไถเดินตาม.....	51
ข13. แปลงนาทดลอง.....	52
ข14. การทดลองเครื่องในแปลงนาทดลอง.....	52
ข15. ระยะห่างระหว่างหลุมที่หยอดเมล็ดข้าว.....	53
ข16. ความลึกของหลุมหยอดเมล็ดข้าว.....	53
ข17. จำนวนเมล็ดที่ลงหลุม 3 เมล็ด.....	54
ข18. จำนวนเมล็ดที่ลงหลุม 8 เมล็ด.....	54

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของไทย มีที่ดินปลูกข้าวเป็นอันดับที่ 5 ของโลก และติดลำดับส่งออกข้าว 1 ใน 3 ของโลก แต่ชาวนายังมีความชีวิตเป็นที่ไม่ดี เนื่องด้วย ปัญหาภัยธรรมชาติ เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม ปัญหาการคุกคามจากศัตรูพืช ปัญหาการเปลี่ยนแปลงการดำเนินชีวิตขาดแรงงานภายในครอบครัว ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่จะจ้างแรงงานแทนการทำนาเอง จึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เช่น ค่าแรงงานสูง เป็นต้น โดยในประเทศไทยมีการปลูกข้าวอยู่หลายรูปแบบตามความเหมาะสมกับพื้นที่ต่างๆ ได้แก่ ข้าวนาสวนเหมาะกับพื้นที่น้ำขัง ข้าวน้ำลึกเหมาะกับพื้นที่ที่มีน้ำลึก ข้าวไร่เหมาะกับพื้นที่ดอนหรือในสภาพไร่ เป็นต้น

ในปัจจุบันมีข้าวชนิดหนึ่งที่มีความนิยมอย่างมาก คือ พันธุ์ข้าวชนิดข้าวไร่ ประเทศไทยมีการปลูกข้าวไร่ใช้ประโยชน์ทางการค้าและความมั่นคงทางอาหารของประชากรในพื้นที่ต่างๆ จากข้อมูลของศูนย์วิจัยข้าวทั่วประเทศพบว่าขณะนี้พื้นที่ปลูกข้าวไร่รวม 668,486 ไร่ อยู่ในภาคเหนือ 343,461 ไร่ ภาคตะวันตก 202,383 ไร่ ภาคตะวันออก 41,979 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 42,293 ไร่ และภาคใต้ 38,370 ไร่ ซึ่งพื้นที่ปลูกข้าวไร่มีแนวโน้มที่จะลดลงอย่างมาก โดยเฉพาะพื้นที่ภาคใต้ที่มีสภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบและทิวเขา เกษตรกรจึงนิยมปลูกยางพารา ปาล์มน้ำมัน กาแฟ และผลไม้ ทำให้พื้นที่ลุ่มสำหรับทำนาข้าวมีปริมาณน้อยและจำกัด ส่งผลให้แหล่งทำนาข้าวเป็นอาหารหลักไม่เพียงพอต่อการบริโภคของประชากรในพื้นที่ภาคใต้

ข้าวไร่ เป็นการปลูกข้าวบนที่ดอนและไม่มีน้ำขังในพื้นที่ปลูก ชนิดของข้าวที่ปลูกก็เรียกว่า ข้าวไร่ พื้นที่ดอนส่วนมาก เช่น เขิงภูเขา มักจะไม่มีระดับ คือ สูง ๆ ต่ำ ๆ จึงไม่สามารถไถเตรียมดินและปรับระดับได้ง่าย ๆ เหมือนกับพื้นที่ราบ เพราะฉะนั้นชาวนามักจะปลูกแบบหยอด โดยใช้หลักไม้ปลายแหลมเจาะดินเป็นหลุมแล้วหยอดเมล็ดพันธุ์ทันที หลังจากหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้วก็ใช้เท้ากลบดินปากหลุม เมื่อฝนตกลงมาหรือเมล็ดได้รับความชื้นจากดิน ก็จะงอกและเจริญเติบโตเป็นต้นข้าว การปลูกข้าวไร่จะต้องใช้พันธุ์ที่มีอายุเบา โดยปลูกในต้นฤดูฝน และแก่เก็บเกี่ยวได้ในปลายฤดูฝน โดยหลุมลึก 3 เซนติเมตร ปากหลุมกว้าง 1 นิ้ว หลุมมีระยะห่างกัน 25 x 25 เซนติเมตร หยอด 5-8 เมล็ดต่อหลุม ซึ่งใช้เมล็ดพันธุ์ไร่ละ 6-8 กิโลกรัม ส่วนการปลูกแบบโรยเป็นแถว ใช้เมล็ดพันธุ์ไร่ละ 10-15 กิโลกรัม, การปลูกแบบหว่านใช้เมล็ดพันธุ์ไร่ละ 15 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากการปลูกข้าวแบบหยอดเมล็ดข้าวที่ใช้คนทำนั้น มีต้นทุนที่สูง มีความสามารถในการทำงานที่น้อย ต่อคนต่อไร่ต่อวัน เกิดความไม่แน่นอนเนื่องจาก ระยะเวลา ระยะหลุม จำนวนเมล็ดข้าว แต่ละหลุมและการกลบปากหลุม ทำให้ผลผลิตที่ได้ออกมาไม่มาก ทางผู้จัดจึงได้มีแนวคิดที่จะเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นโดยการใช้เทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมเกษตร โดยได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่แบบงานหมุนตั้งติดรถไถเดินตามขนาดเล็กให้เหมาะสมกับพื้นที่ในการปลูกแบบหยอด

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่แบบงานแนวตั้งติดรถไถเดินตาม

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. พัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่แบบงานแนวตั้งสำหรับติดรถไถตามขนาด 7 แรงม้า
2. สถานที่ที่ใช้ในการทดสอบแปลงนา ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. เก็บข้อมูลเพื่อออกแบบและคำนวณเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่
2. ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่
3. ทดลองและแก้ไขเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่
4. ทดสอบหาสมรรถนะการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่แบบงานแนวตั้งสามารถปลูกได้ระยะแถวและระหว่างหลุมสม่ำเสมอ เพื่อได้ระยะห่าง 25 x 25 เซนติเมตร ในการเจริญเติบโตที่เหมาะสม
2. เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่แบบงานแนวตั้งสามารถหยอดเมล็ดข้าวได้ตามจำนวนที่กำหนด
3. แก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานคนในการปลูกข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของข้าว

2.1.1 จุดกำเนิดของข้าว[1]

พันธุ์ข้าวที่เพาะปลูกในปัจจุบันพัฒนามาจากข้าวป่าในตระกูล *Oryza gramineae* สันนิษฐานว่าพืชสกุล *Oryza* มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนชื้น เมื่อ 230-600 ล้านปีมาแล้ว จากนั้นกระจายจากเขตร้อนชื้นของแอฟริกา เอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงเหนือ ออสเตรเลีย อเมริกากลางและใต้ ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ตั้งแต่ความสูงระดับน้ำทะเลถึง 2,500 เมตรหรือมากกว่า ทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ทั้งในที่ราบลุ่มจนถึงที่สูง ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 53 องศาเหนือถึง 35 องศาใต้ มนุษย์ได้คัดเลือกข้าวป่าชนิดต่างๆ ตามความต้องการของตน เพื่อให้สอดคล้องกับระบบนิเวศน์ มีการผสมพันธุ์ข้ามระหว่างข้าวที่ปลูกกับวัชพืชที่เกี่ยวข้อง เกิดข้าวพื้นเมืองมากมายหลายสายพันธุ์ ซึ่งสามารถให้ผลผลิตสูง ปลูกได้ตลอดปี ก่อให้เกิดพันธุ์ข้าวปลูกที่เรียกว่า ข้าวลูกผสมซึ่งมีปริมาณ 120,000 พันธุ์ทั่วโลก

แบ่งออกเป็น 3 สายพันธุ์ :

- ข้าวสายพันธุ์แรกเรียกว่าสายพันธุ์ Senica หรือ Japonica เป็นข้าวที่ปลูกในเขตอบอุ่น เช่น จีน ญี่ปุ่น เกาหลี มีลักษณะเมล็ดป้อมกลมรี ต้นเตี้ย
- ข้าวสายพันธุ์ที่สอง เรียกว่า Indica มีลักษณะเมล็ดยาวรี ต้นสูง เป็นข้าวที่ปลูกในเอเชียเขตร้อน ตั้งแต่ จีน เวียดนาม ฟิลิปปินส์ ไทย อินโดนีเซีย อินเดีย และศรีลังกา ข้าวพันธุ์นี้ค้นพบครั้งแรกในอินเดียและต่อมาได้พัฒนาไปปลูกที่ทวีปอเมริกา
- ข้าวสายพันธุ์ที่สาม คือ ข้าวชวา (Javanica) ปลูกในอินโดนีเซียและฟิลิปปินส์ มีเมล็ดป้อมใหญ่ แต่ไม่ได้รับความนิยมเพราะให้ผลผลิตต่ำ

2.1.2 ประวัติข้าวไทย

ในประเทศไทยเมล็ดข้าวที่เก่าแก่ที่สุดที่พบสมัยก่อนประวัติศาสตร์อายุราว 3,000 - 3,500 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ตำบลบ้านโคก อำเภอกุเวียง จังหวัดขอนแก่น เป็นหลักฐานที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าเก่าแก่ที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ชนิดของข้าว

2.1.3.1 แบ่งตามประเภทของเนื้อแข็งในเมล็ดข้าวสาร

แบ่งได้เป็นข้าวเจ้าและข้าวเหนียวซึ่งมีต้นและลักษณะอย่างอื่นเหมือนกัน ทุกอย่างแตกต่างกันที่ประเภทของเนื้อแข็งในเมล็ด เมล็ดข้าวเจ้าประกอบด้วยแป้งอมิโลส (Amylose) ประมาณร้อยละ 15-30 ส่วนเมล็ดข้าวเหนียวประกอบด้วยแป้งอมิโลเพคติน (Amylopectin) เป็นส่วนใหญ่และมีแป้งอมิโลสเพียงเล็กน้อยประมาณร้อยละ 5-7 เท่านั้น

- ข้าวเจ้า เป็นข้าวที่มีเนื้อเมล็ดใส เมื่อหุงแล้วเมล็ดจะร่วนและสลายไม่ติดกัน ใ้รับประทานกันเป็นประจำใน ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคอีสานตอนใต้ของประเทศไทย

- ข้าวเหนียว เป็นข้าวที่เนื้อเมล็ดขุ่นกว่าข้าวเจ้า เมื่อหุงหรือนึ่งแล้ว เมล็ดจะเหนียวติดกัน ใ้รับประทานกันเป็นประจำในภาคเหนือ และภาคอีสานตอนเหนือ และใช้ทำขนมต่างๆ ในภาคกลางและภาคใต้

2.1.3.2 แบ่งตามสภาพพื้นที่ปลูก

- ข้าวไร่ (Upland rice) เป็นข้าวที่ปลูกได้ทั้งบนที่ราบและที่ลาดชันไม่ต้องทำคันนาเก็บกักน้ำ

- ข้าวนาสวนหรือนาดำ (Lowland rice) เป็นข้าวที่ปลูกในที่ลุ่มต่างๆ ไปในสภาพที่มีน้ำหล่อเลี้ยงต้นข้าว

- ข้าวขึ้นน้ำหรือข้าวนาเมือง (Floating rice) เป็นข้าวที่ปลูกในแหล่งที่ไม่สามารถรักษาระดับน้ำได้บางครั้งระดับน้ำในบริเวณที่ปลูกอาจสูงกว่า 1 เมตร เป็นข้าวที่ปลูกในฤดูนาปี พันธุ์ข้าวส่วนมากเป็นพันธุ์พื้นเมือง หรือพันธุ์ข้าวที่คัดมาจากพันธุ์พื้นเมือง ตัวอย่างเช่น ปิ่นแก้ว 56, แจ็กเซย 159, เล็บมือนาง 111 เป็นต้น พันธุ์ข้าวเหล่านี้สามารถยึดปล้องตามระดับน้ำได้ มีการแตกแขนงและรากที่ข้อ ทนต่อสภาพน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน รวมทั้งสภาพแห้งแล้งได้ดี แต่ผลผลิตจะต่ำกว่านาน้ำฝน

2.1.3.3 แบ่งตามรูปร่างของเมล็ดข้าวสาร

- ข้าวเมล็ดสั้น (Short grain) ความยาวของเมล็ดไม่เกิน 5.50 มิลลิเมตร

- ข้าวเมล็ดยาวปานกลาง (Medium grain) ความยาวของเมล็ดตั้งแต่

5.51-6.60 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้าวเมล็ดยาว (Long grain) ความยาวของเมล็ดตั้งแต่ 6.61-7.50 มิลลิเมตร
- ข้าวเมล็ดยาวมาก (Extra-long grain) ความยาวของเมล็ดตั้งแต่ 7.51 มิลลิเมตรขึ้นไป

2.1.3.4 แบ่งตามฤดูปลูก

- ข้าวนาปีหรือข้าวหน้าน้ำฝน คือ ข้าวที่ปลูกในฤดูการทำนาปกติ
- ข้าวนาปรัง คือ ข้าวที่ปลูกนอกฤดูการทำนาปกติ

2.1.4 การทำนา [2]

วิธีการปลูกข้าวหรือการทำนาในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 วิธีตามสภาพวิธีเพาะปลูก [3]

2.1.4.1 การปลูกข้าวไร่

หมายถึง การปลูกข้าวบนที่ดอน และไม่มีน้ำขังในพื้นที่ปลูก ชนิดของข้าวที่ปลูก เรียกว่า ข้าวไร่ พื้นที่ดอนส่วนมาก เช่น เขียงภูเขา มักจะไม่มีระดับ คือ สูงๆ ต่ำๆ จึงไม่สามารถไถเตรียมดิน และปรับระดับได้ง่ายๆ เหมือนกับพื้นที่ราบ เพราะฉะนั้น ชาวนามักจะปลูกแบบหยอด โดยขั้นแรกทำการตัดหญ้าและต้นไม้เลื้อยออก ทำความสะอาดพื้นที่ที่จะปลูก แล้วใช้หลักไม้ปลายแหลมเจาะดินเป็นหลุมเล็กๆ แล้วจึงหยอดเมล็ดพันธุ์ลงในหลุม หลังจากหยอดเมล็ดพันธุ์แล้ว จะใช้เท้ากลบดินปากหลุม เมื่อฝนตกลงมา เมล็ดได้รับความชื้น ก็จะงอกและเจริญเติบโตเป็นต้นข้าว เนื่องจากที่ดอนไม่มีน้ำขัง และไม่มีกรชลประทาน การปลูกข้าวไร่จึงต้องใช้น้ำฝนเพียงอย่างเดียว

2.1.4.2 การปลูกข้าวนาดำ

เรียกว่า การปักดำ ซึ่งวิธีการปลูกแบ่งออกได้เป็นสองตอน ตอนแรก ได้แก่ การตกกล้าในแปลงขนาดเล็ก และตอนที่สอง ได้แก่ การถอนต้นกล้า เอาไปปักดำในนาผืนใหญ่

2.1.4.3 การปลูกข้าวนาหว่าน มีวิธีการทำได้หลายวิธี เช่น

- การปลูกแบบหว่านแห้ง หรือหว่านสำรวย หลังจากที่ใช้เกษตรกรกำจัดวัชพืชแล้วก็จะหว่านเมล็ดแห้งเลย เมล็ดข้าวที่หว่านจะตกลงไปอยู่ตามซอกก้อนดิน เกษตรกรบางรายเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีแรงงาน อาจจะคราดกลบอีกครั้งหนึ่ง แต่บางรายก็ไม่มีคราดกลบ ในแหล่งที่สามารถระบายน้ำเข้าได้ ให้ระบายเข้าช้า ๆ ถ้าระบายเร็วเกินไป เมล็ดก็จะลอยไปอยู่ปลายน้ำหมด

- การปลูกแบบไถหว่านหลังซีไถ ในบางครั้งหลังจากที่ไถตะแล้ว ฝนมาเร็วไม่สามารถไถแปรและคราดได้ทันทีอาจจะเอาเมล็ดข้าวแห้งมาหว่านบนหลังซีไถได้เลยแต่เมล็ดพันธุ์อาจได้รับความเสียหายจากนกหนูมาก

- การปลูกข้าวแบบหว่านเทือกหรือหว่านข้าววงหรือการทำนาหว่านน้ำตามแผนใหม่วิธีการเตรียมดิน เช่นเดียวกับแปลงกล้าหรือแปลงปักดำทั่วไป ต่อเมื่อทำเทือกหรือปรับเมือกให้เสมอกันครั้งสุดท้ายแล้ว ต้องปล่อยน้ำออกแห้ง จากนั้นให้ซักร่องหรือทำร่องให้เป็นแปลงย่อย ที่มีความกว้าง 3-4 เมตร เพื่อให้เทือกแห้งดียิ่งขึ้นเสร็จแล้วนำข้าววงที่เตรียมไว้แล้วมาหว่านลงในแปลงย่อยๆนั้น

- การปลูกข้าวแบบหว่านข้าววง หรือการปลูกแบบนาหว่านน้ำตาม ในพื้นที่บางแห่งเป็นที่ลุ่มไม่สามารถระบายน้ำออกได้และบางแห่งดินเปรี้ยวด้วย เตรียมดินเหมือนกับทำนาดำแล้วทิ้งไว้ตกตะกอนเพื่อให้ น้ำที่ขุ่นอยู่นั้นใสในระหว่างที่ตกตะกอนนั้นให้รับหว่านข้าววงลงไป เมล็ดข้าวซึ่งหนักกว่าตะกอนจะตกลงถึงผิวดินก่อน และตะกอนนั้นจะตกลงไปทับเมล็ดข้าวอีกทีหนึ่งทำให้น้ำไม่สามารถพัดพาเมล็ดข้าววงลอยไปที่อื่นได้ เมื่อตะกอนตกหมดแล้ว น้ำจะใส ทำให้เมล็ดข้าวได้รับแสงแดดที่ผ่านน้ำลงไป ข้าวก็เริ่มงอกและเจริญเติบโตต่อไป

2.2 ทฤษฎีเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

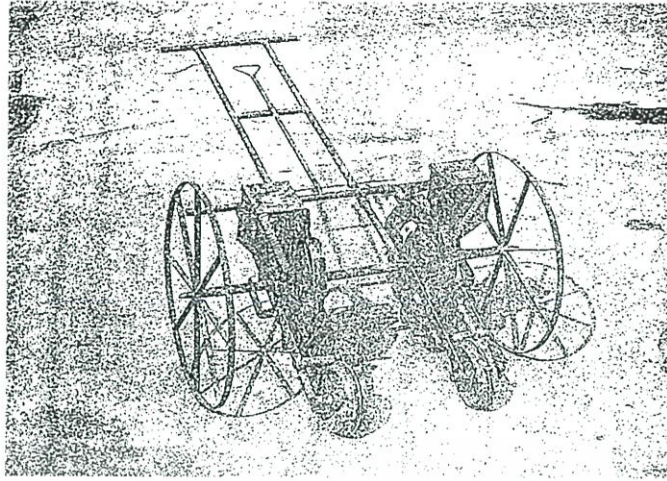
2.2.1 เครื่องปลูกพืช (Planter Machinery) [4]

การปลูกพืชเป็นกิจกรรมที่กระทำต่อจากการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกหรือกระทำไปพร้อมกับการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก และต้องกระทำกับช่วงเวลาที่เหมาะสม ขั้นตอนการทำงานของเครื่องปลูกพืชมีวิธีการเช่นเดียวกันกับการปลูกพืชโดยคน ดังนั้นเครื่องปลูกพืชที่ดีต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

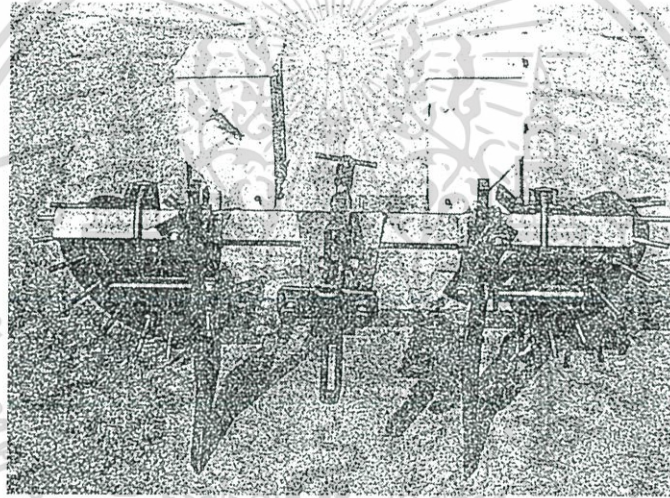
- เปิดหน้าดินให้มีความลึกที่เหมาะสมกับพืชที่ต้องการปลูก
- กำหนดเมล็ดได้ตามต้องการ
- กลบและอัดดินรอบๆเมล็ดพืชให้แน่นพอเหมาะกับความต้องการในการเจริญเติบโตของพืช
- ไม่ทำลายเมล็ดพืชจนไม่สามารถงอกได้

2.2.2 ชนิดเครื่องปลูกพืช เครื่องปลูกพืชแบ่งได้ 4 ประเภทดังนี้ [4]

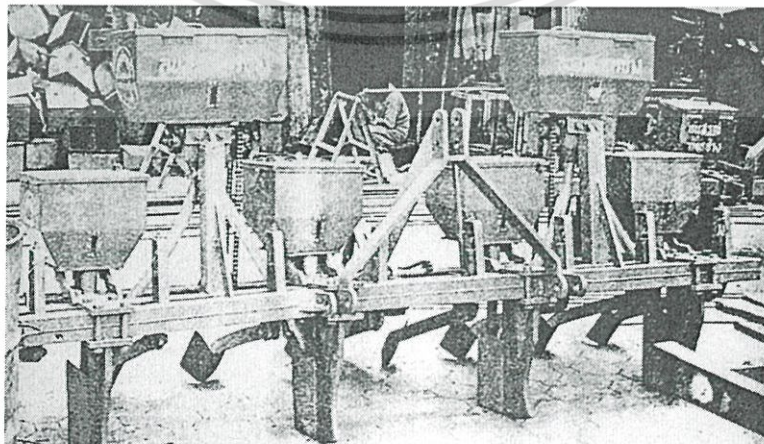
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



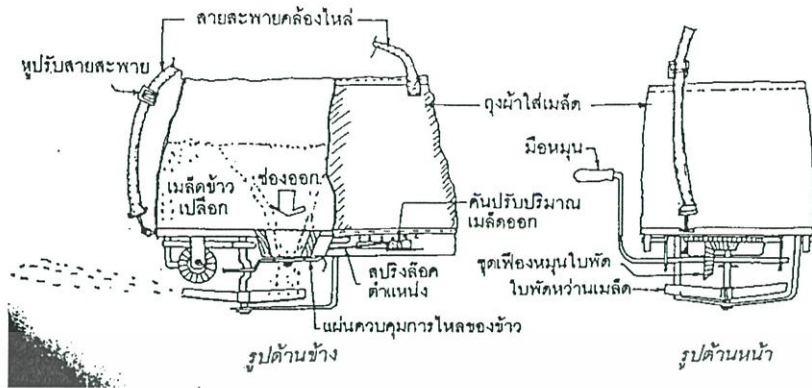
รูปที่ 2.3 เครื่องหยอดแบบลากล้อจิกจำนวน 2 แกว



รูปที่ 2.4 เครื่องหยอดล้อเอียงแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามจำนวน 2 แกว



รูปที่ 2.5 เครื่องหยอดเมล็ดพืชพร้อมใส่ปุ๋ยจำนวน 4 แกวแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 เครื่องหว่านเมล็ดพืชแบบสะพายไหล่



รูปที่ 2.7 เครื่องดำนา

2.2.3 ลักษณะของการปลูก [4]

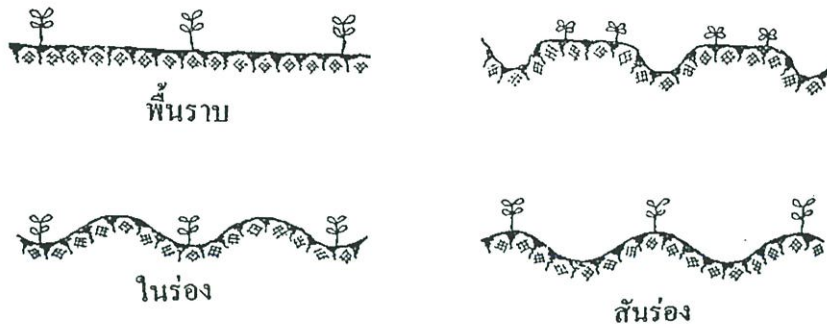
ลักษณะการหยอดเมล็ดปลูกพืชและหว่าน และการปลูกแบ่งได้ 3 ลักษณะ การเลือกวิธีการปลูกขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และสภาพของดินที่แตกต่างกันในแต่ละท้องที่ แสดงในรูปที่ 2.8

2.2.3.1 การปลูกบนพื้นราบเหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนที่ตกเพียงพอต่อการปลูกพืชโดยไม่ต้องอาศัยน้ำชลประทาน

2.2.3.2 การปลูกบนสันร่องเหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งมีความชื้นบนดินมากเกินไปก่อนการปลูก หรือพื้นที่ที่ต้องการน้ำชลประทานเข้าไปในร่อง

2.2.3.3 การปลูกในร่องเหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนที่ตกเป็นจำนวนจำกัด ในช่วงของการเพาะปลูก การปลูกพืชในร่องจะทำให้พืชได้รับความชื้นมากขึ้นเนื่องจากน้ำฝนจะไหลไปรวมกันในร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ลักษณะการปลูกบนพื้นราบ บนสันร่อง และในร่อง

2.2.4 ส่วนประกอบของเครื่องหยอดเมล็ดพืช[4]

2.2.4.1 ถังบรรจุเมล็ด (Hopper)

ทำจากเหล็กแผ่นรีดร้อนหนา 1.0-1.5 มิลลิเมตร เหล็กแผ่นกันสนิมใช้ทำถัง ในกรณีที่บรรจุวัสดุเคมีที่กัดกร่อน ในปัจจุบันถังบรรจุนิยมทำจากพลาสติกและไฟเบอร์กลาส เนื่องจากทนต่อการกัดกร่อน และดูแลรักษาง่าย ในประเทศที่กำลังพัฒนามักใช้ไม้ในการทำถังบรรจุ เนื่องจากมีราคาถูกกว่าวัสดุอื่น สำหรับถังบรรจุต้องเลือกวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนหรือเป็นโลหะที่เคลือบด้วยเรซินชนิดพิเศษเพื่อป้องกันการกัดกร่อน

การคำนวณความจุของถังบรรจุเมล็ดพืชและปุ๋ย คำนวณโดยคิดจากปริมาณของเมล็ดที่จะบรรจุถังดังนี้

$$V = Q/\rho$$

เมื่อ V = ปริมาตรของถังบรรจุเมล็ด (ลบ.ม.), Q = ความจุถัง (กก.), ρ = ความหนาแน่นรวม (กก./ลบ.ม)

2.2.4.2 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด (Seed Metering Devices)

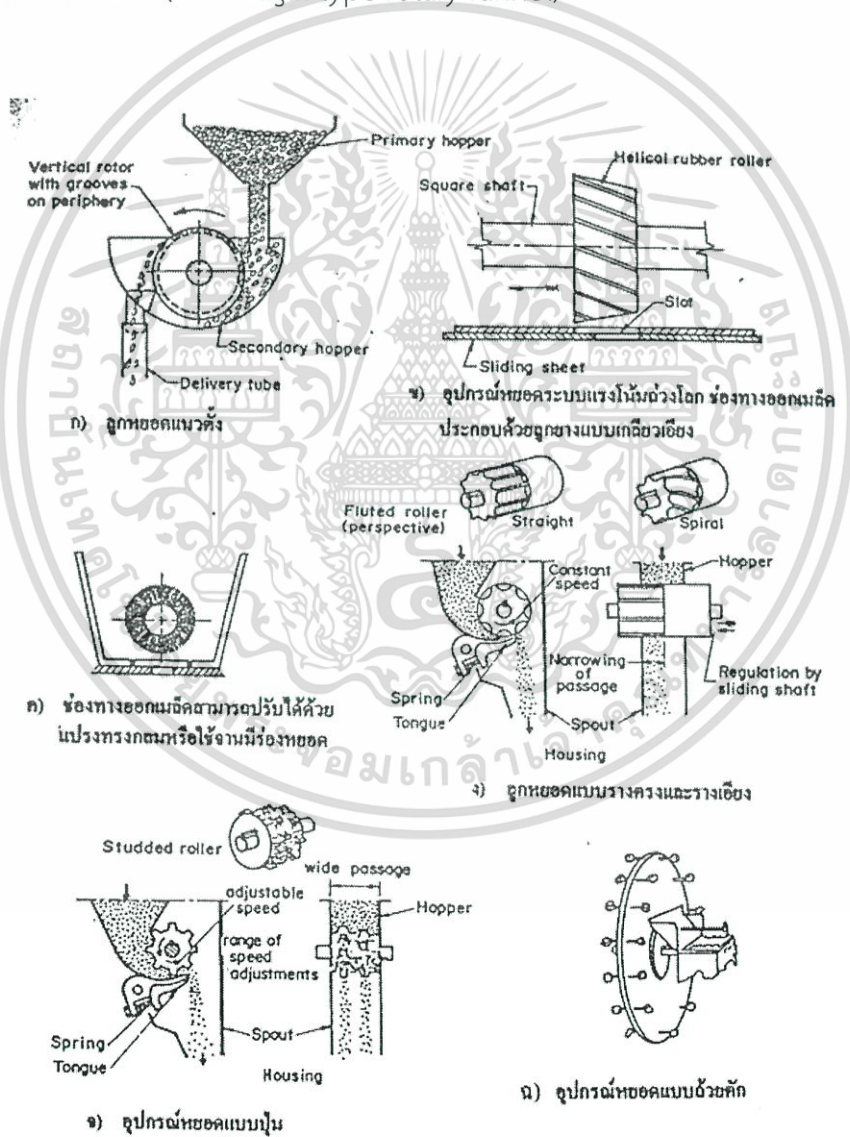
มีหน้าที่จำกัดอัตราการปลูก อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดที่ดีไม่ควรทำให้เมล็ดพันธุ์เสียหาย ขนาดและรูปร่างของเมล็ดพันธุ์มีผลต่ออัตราการปลูกพืช

อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดมีแบบต่างๆดังนี้ แสดงในรูปที่ 2.9

- แบบมีช่องทางออกอยู่กับที่และมีชุดควมเมล็ด (Stationary orifice with)
- ลูกหยอดในแนวตั้งพร้อมร่องหยอดเมล็ด (Vertical rotor with calls : grooves)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบถ้วยหรือช้อน (Cup or spoon-type)
- ลูกหยอดแบบรางตรง,แบบเกลียว (Fluted rollers-either with straight , helical flutes)
- ลูกหยอดแบบปุ่ม (Stud-type rollers)
- แบบช่องทางหมุนออกได้ (Rotating orifice type)
- แบบช่องทางออกเลื่อนได้ (Sliding orifice type)
- แบบฟองน้ำ (Foam pad type)
- แบบรางเหวี่ยง (Centrifugal type rotary funnel)



รูปที่ 2.9 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์หยอดสามารถจำแนกเป็นแบบแผ่นนอน แผ่นเอียง แผ่นตั้งและแบบลูกหมุน

- อุปกรณ์หยอดแบบลูกหมุนในแนวตั้ง พร้อมรูกวักเมล็ด (Vertoca; rotor with cells metering device)
- อุปกรณ์หยอดแบบจานหมุนในแนวนอน (Horizontal plate metering device)
- อุปกรณ์หยอดแบบแผ่นเอียง (Inclined plate device)
- อุปกรณ์หยอดแบบสายพานพร้อมรูดหยอด (Belt with cell-type metering device)
- อุปกรณ์หยอดแบบถ้วย (Cup-type)
- อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบใช้แรงลมสำหรับการปลูกที่ต้องการความแม่นยำ (Pneumatic metering for precision planting)

2.2.4.3 ท่อนำเมล็ด (Seed delivery tubes) [4]

เมล็ดพันธุ์จะร่วงโดยอิสระจากถังบรรจุเมล็ดผ่านท่อนำเมล็ดลงสู่ร่องปลูก ระยะระหว่างเมล็ดมีค่าสม่ำเสมอเมื่ออุปกรณ์กำหนดเมล็ดอยู่ที่ความสูงและความเร็วเดียวกัน ควรเอียงจากแนวตั้งน้อยกว่า 20 องศา ชนิดของท่อนำเมล็ด (Type of seed tubes) ควรเป็นแบบ spiral, tapered, funnel-shaped, corrugated, spiral-wound wire หรือ telescopic และทำจากวัสดุ ดังต่อไปนี้ Spiral tubes, Tapered tubes, Funnel-shaped tubes, Corrugated seed tubes, Spiral-wound wire tube, Telescopic tubes

ความเร็วของเมล็ดที่ไหลลงที่ระดับความสูง h สามารถอธิบายดังนี้

$$V = V_0^2 + 2gh$$

เมื่อ V = ความเร็วของเมล็ดที่ปลายท่อ (m/s), V_0 = ความเร็วเริ่มแรกของเมล็ด (m/s),
 g = แรงดึงดูดโลก $9.81 \text{ (m/s}^2\text{)}$, ค่า $V_0 = 0$ ดังนั้น $t = \sqrt{\frac{h}{2g}}$

ตัวแปรอื่นๆ ที่มีผลต่อการกระจายของเมล็ด (Other factors affecting seed distribution) ในร่องปลูกมีสาเหตุดังต่อไปนี้

- ความแปรปรวนที่ตำแหน่งปล่อยเมล็ด
- เส้นทางโคจรของเมล็ด
- การเคลื่อนที่ของเมล็ดจากตำแหน่งเดิม เนื่องจากแรงปะทะของดินที่เปิดเป็นร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเคลื่อนที่ของเมล็ดจากตำแหน่งเดิม เนื่องจากการเคลื่อนที่ของดินในร่อง

ชนิดของท่อนำเมล็ด (Type of seed tubes) ควรเป็นแบบ spiral, tapered, funnel-shaped, Corrugated , spiral-wound wire หรือ telescopic และทำจากวัสดุดังต่อไปนี้ แสดงในรูปที่ 2.10

ก) Spiral tubes ทำจากเหล็กแผ่น มีความยืดหยุ่นตัวสูงและสามารถปรับขึ้นลงได้ตามความสูงของตัวเปิดร่อง ท่อนำเมล็ดแบบนี้ใช้กับเครื่องโรยเมล็ดพืช

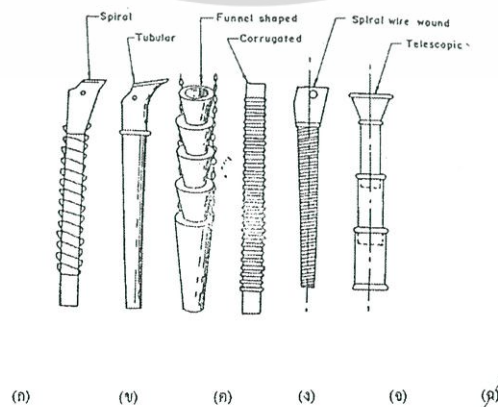
ข) Tapered tubes ทำจากยางหรือพลาสติก มีความยืดหยุ่นตัว น้ำหนักเบาและมีราคาไม่แพง การโค้งงอของท่อ มีผลให้เมล็ดไหลลงไม่สม่ำเสมอ ท่อนำเมล็ดแบบนี้ ใช้กันอย่างกว้างขวางกับเครื่องโรยเมล็ดพืช

ค) Funnel-shaped tubes ทำจากวัสดุพีวีซีประกอบด้วยท่อรูปกรวยหลายชั้นประกบยึดกันด้วยโซ่ ท่อแบบนี้จะใช้กับวัสดุที่ไม่สามารถไหลได้โดยอิสระ โดยเฉพาะปุ๋ย การสั่นสะเทือนของท่อขณะที่เครื่องกำลังเคลื่อนที่ จะทำให้วัสดุจะถูกปล่อยลงและติดด้านในของท่อ ระหว่างอุปกรณ์จ่ายปุ๋ยและอุปกรณ์เปิดร่องไหลลงสะดวกขึ้น ท่อนำเมล็ดแบบนี้ใช้สำหรับส่งปุ๋ยในเครื่องปลูกแบบหยอดทั้งเมล็ดและปุ๋ย (Seed – cum – fertilizer drills)

ง) Corrugated seed tubes ทำจากยาง ท่อแบบนี้เมื่อใช้เป็นท่อนำเมล็ดพืช ความสม่ำเสมอในการไหลลงของเมล็ด จะมีน้อยกว่าท่อนำเมล็ดชนิดอื่นๆ

จ) Spiral – wound wire tube เป็นท่อที่ยืดหยุ่น แข็งแรงและมีน้ำหนักมาก เมื่องอท่อนำเมล็ด มีแนวโน้มว่าท่อนำเมล็ดจะหนีบหรือทำลายเมล็ด

ฉ) Telescopic tubes ทำจากพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง มีความแม่นยำและความสม่ำเสมอในการหยอดเมล็ดสูง สามารถปรับความสูงได้แต่ไม่มีความยืดหยุ่น มักใช้กับเครื่องหยอดที่มีอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดลงในแต่ละแถว และระยะห่างระหว่างเมล็ดและปุ๋ยจะมีระยะที่สม่ำเสมอ



รูปที่ 2.10 ท่อนำเมล็ดที่ใช้ในการหยอด (Bernacki 1972)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อประโยชน์แก่เกษตรกรเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.4 อุปกรณ์เปิดร่อง (Furrow openers) [4]

เครื่องหยอดและเครื่องปลูกพืชมีอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเมล็ดร่วงลงในร่องด้วยความลึกและระยะห่างที่สม่ำเสมอความลึกในการปลูกขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและระดับความชื้นในดินแห้งและอัตราความชื้นแห้งที่ผิวหน้าดิน โดยมีการกระทบกระเทือนผิวหน้าดินน้อยที่สุด ดินที่ความชื้นสูงเกินไปจะลดความสามารถในการเจริญเติบโตของต้นกล้าและนอกจากนี้การเตรียมดินที่ดีจะช่วยลดการอัดตัวของดินที่อุปกรณ์เปิดร่อง แสดงในรูปที่ 2.11

อุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ อธิบายความเหมาะสมของอุปกรณ์เปิดร่องในสภาพดินต่างๆ ชนิดของอุปกรณ์เปิดร่องอธิบายดังนี้ แสดงในรูปที่ 2.12

ก) แบบหมุน (Rotating type)

สำหรับเครื่องหยอดธัญพืช จะนิยมใช้อุปกรณ์เปิดร่องแบบหมุน ซึ่งเป็นแบบจานเปิดร่องเดี่ยว (single disc furrow openers) และจานเปิดร่องคู่ (double disc furrow openers) จานเปิดร่องแบบเดี่ยว เป็นตัวเปิดร่องที่จะทำหน้าที่ตัดดิน จานเปิดร่องสามารถทำงานได้ดีภายใต้สภาพดินที่แตกต่างกัน ท่อนำเมล็ดจะต้องวางอยู่หลังจานหรือด้านข้างของจาน ในการปรับปรุงแรงกดของจานให้เพิ่มสปริงรับแรงกด

จานเปิดร่องแบบร่องคู่ ประกอบด้วยแผ่นจานเรียบ 2 ใบ วางเอียงจากแนวตั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดร่องตัววีในดิน ท่อนำเมล็ดจะวางอยู่ระหว่างจานตัวเปิดร่อง จะผลัดดินลงและเปิดดินด้านข้างเป็นร่องรูปตัววี การรับแรงกดของจานเปิดร่องจะใช้สปริงและกระบอกไฮดรอลิก จานเปิดร่องแบบคู่สามารถทำงานดีภายใต้สภาพดินหลายรูปแบบ ดินจะถูกผลัดไปด้านข้างน้อยกว่าจานเปิดร่องแบบเดี่ยวแต่จะสามารถตัดวัชพืชบนผิวดินได้

ข) แบบอยู่กับที่ (Fixed type openers)

Suffolk coulter คืออุปกรณ์เปิดร่องแบบรองเท้า (Shoe – type opener) มีการเปิดร่องเป็นรูปตัววี ตัวตัดดิน (Shoe coulter) ทำจากเหล็กหล่อและสามารถเปลี่ยนได้ ซึ่งชอบมีลักษณะเป็นมุมเอียงและโค้งไปด้านหลัง เหมาะสมกับการปลูกพืชในระดับตื้นๆ มีความลึกในการปลูกสม่ำเสมอและสามารถทำงานได้ดีในสภาพดินปกติ ท่อนำเมล็ดมักจะอุดตันเมื่อทำงานในดินเหนียว อุปกรณ์เปิดร่องแบบนี้นิยมใช้สำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช

แบบจอบ (hoe type) ลักษณะการเปิดดินของอุปกรณ์เปิดร่องแบบจอบขึ้นอยู่กับชุดของตัวเปิดร่อง มีการยกและผลัดหน้าดินไปด้านข้างทำให้เกิดร่องรูปตัววี ใบมีดจอบขนาดมาตรฐานติดตั้งอยู่

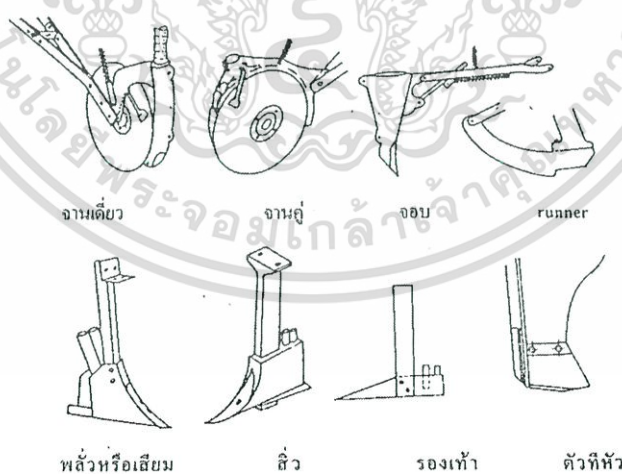
บนโครงตายตัว หรือ สปริง ที่ติดอยู่บนโครงเครื่องอุปกรณ์เปิดร่องแบบจอบ ทำงานได้ดีในดินหลายสภาพแต่ไม่สามารถทำงานได้ในพื้นที่ที่มีพงข้าวมาก

แบบ Runner เป็นอุปกรณ์เปิดร่องที่มีลักษณะเป็นใบมีดยาวมีขอบคมสำหรับตัดดินโดยมีการรบกวนผิวหน้าดินน้อยที่สุดสามารถทำงานได้ดี ในแปลงที่มีการเตรียมดินดีและเหมาะสำหรับการปลูกในระดับต้น เนื่องจากอุปกรณ์เปิดร่องมีความยาว ดังนั้นจึงมีการอัดตัวที่กันร่อง ใบมีดแบบ Runner จะเอียงไปด้านหลัง นิยมใช้ปลูกกันมากกับข้าวโพดและพืชอื่นๆ ที่มีการปลูกในระดับต้น

แบบพลั่วหรือเสียม (Shovel type) เป็นอุปกรณ์เปิดร่องที่มีลักษณะแคบ ขนาด 100 มิลลิเมตร มุมเปิดดินเป็นวัสดุคมและเป็นรูปสามเหลี่ยม และสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย ด้านหลังประกอบด้วยท่อหน้าเมสิด และท่อใส่ปุ๋ย ความยาวของพลั่วมีค่าตั้งแต่ 100-250 มิลลิเมตร ด้านหลังของฝาครอบจะมีร่องสำหรับป้องกันดินแห้งไหลย้อนมากลบเมสิด อุปกรณ์เปิดร่องแบบพลั่วสร้างได้ง่าย เปรียบเทียบกับอุปกรณ์เปิดร่องแบบจอบ

แบบรองเท้า (Shoe type) สามารถหยอดเมสิดพืชและปุ๋ย ที่ความลึกเดียวกัน เมสิดและปุ๋ยจะหยอดห่างกัน 50 มิลลิเมตร ในช่องป้องกันการอุดตันของดิน ดินเปียกสามารถติดไปด้านข้างของช่องป้องกันการอุดตันของดินแต่ไม่ติดที่ปลายท่อหน้าเมสิดและท่อใส่ปุ๋ย

แบบตัวทีกลับหัว (Inverted - T furrow opener) ได้รับการออกแบบและพัฒนาโดย Choudhary (1988) สำหรับใช้ในการหยอดเมสิดข้าวในสภาพดินไร่ที่ไม่มีการเตรียมดิน ตัวเปิดร่องเปิดดินเป็นร่องเล็กๆ ซึ่งมีการกระทบกระเทือนดินน้อย ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.11 ชนิดอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเครื่องหยอดเมสิดพืช เครื่องใส่ปุ๋ยและเครื่องปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ได้แสดงให้เห็นถึงอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับดิน สภาพพืช

ชนิดของ อุปกรณ์ เปิดร่อง	รา คา ต่อ หน้ วย	สภาพดิน				ความลึกในการปลุก (ซม.)			หมายเหตุ
		ทร าย	ร่วน	เหนียว	ปก คลุม ด้วย วัช พืช	ตื้น 2-4	ปาน กลาง 4-7	ลึก 7- 16	
แบบจานคู่	5	+	+	++	++	+	++	+	เหมาะสำหรับที่มีเศษวัชพืชและสภาพพื้นที่ไม่ดีเพื่อรักษาความลึกในการปลุกให้คงที่
แบบจานเดี่ยว	4	+	+	++	++	+	++	-	เหมาะสำหรับที่ดินแฉะแลมีความแปรปรวนความลึกในการปลุกสูง
Runner-type	3	++	+	-	-	++	+	-	เหมาะสำหรับดินร่วนและปลุกในระดับตื้น
จอบ	3	++	+	+	+	+	++	++	เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีหินและรากไม้ปลุกได้ดีในระดับลึก
พลั่ว	2	++	+	+	-	-	+	++	กรณีปลุกลึกจะมีการรบกวนผิวหน้าดินมาก
ไถลั่ว	3	+	+	++	-	-	++	++	ร่องปลุกแคบและปลุกในระดับลึก
Suffolk shoe	2	++	+	-	-	++	+	-	เหมาะกับการปลุกในระดับตื้นและไม่มีวัชพืช
แบบร่องเท้า+ ห้องแยก ปุ๋ย,เมล็ด	3	++	+	++	+	-	++	++	เหมาะสำหรับการหยอดปุ๋ยและเมล็ดให้เป็นแถบแยกออกจากกัน
แบบตัวที่ กลับหัว	2	++	+	++	++	-	+	++	พื้นที่ที่ไม่มีการเตรียมดินหรือมีเศษฟางในแปลง

หมายเหตุ 1-5 การเพิ่มขึ้นของราคาเครื่อง, ++ทำงานดี, + สามารถทำงานในสภาพที่แน่นอน,

- ไม่มีข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.5. อุปกรณ์กลบและอัดดิน (Covering and compacting Devices) [4]

การที่พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้นอยู่กับการกดอัดของดินเหนือเมล็ด การงอกของต้นกล้าขึ้นอยู่กับความชื้นในดินที่ระดับความลึกในการปลูก และแรงเสียดทานของหน้าดินที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด ดังนั้นเมล็ดควรปลูกที่ความลึกสม่ำเสมอ และมีปริมาณแรงกดของดินที่กลบสม่ำเสมอ กรณีดินที่แห้งเร็วควรจะร่วนซุยเพียงพอที่จะเก็บรักษาความชื้น และหลีกเลี่ยงการแตกตัวของดินหลังการกลบในร่อง การอัดดินของดินที่มากเกินไป จะมีผลดังต่อไปนี้

- เมล็ดจะงอกได้ยากเนื่องจากมีแรงต้านของดินที่อัดตัวบนเมล็ดมาก
- รากเจริญเติบโตได้ยากเนื่องจากมีแรงต้านดินที่อัดตัวอยู่ด้านล่างของเมล็ด
- ขาดน้ำและอุณหภูมิสูง ซึ่งทำให้เกิดโรคที่รากและเมล็ดเน่าเปื่อย

วิธีการกดอัดดินขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์กดและน้ำหนักที่ใช้ ในการออกแบบอุปกรณ์กลบและอัดดิน ในขณะที่เกิดการงอกของเมล็ดนั้นเมล็ดจะมีความสามารถที่จำกัด ในการทะลุออกจากเปลือก

ดังนั้นควรพิจารณาสิ่งเหล่านี้ประกอบ คือ

- ค่าแรงเสียดทานสูงสุดของดินซึ่งเมล็ดพืชชนิดต่างๆยังสามารถงอกได้
- ความลึกของดินที่กลบเมล็ด
- ความชื้นและความหนาแน่นของดินที่อัด
- รูปร่างของร่องรอยหรือการยกร่องขึ้นอยู่กับความต้องการพืชและสภาพภูมิอากาศ
- น้ำหนักของอุปกรณ์กลบดิน
- ความเร็วในการทำงาน

ลักษณะของดินที่กลบเมล็ดพืชที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. เมื่อความชื้นของดินมีเพียงพอ เมล็ดพืชไม่จำเป็นต้องมีการกดอัดดินของอุปกรณ์กลบเมล็ด อุปกรณ์กลบเมล็ดควรเป็นแบบง่ายหรือแบบผิวเรียบที่สามารถให้ดินสัมผัสกับเมล็ดได้โดยตรง
2. เมื่อเมล็ดปลูกลึกลงในดินแน่น (soil heavy) ให้หลีกเลี่ยงการอัดตัวดินที่เป็นอุปสรรคในการงอกของเมล็ด
3. ในฤดูฝนเมื่อดินเปียก ไม่มีความจำเป็นต้องอัดดิน
4. ในสภาพดินความชื้นต่ำ เช่น ในเขตเกษตรใช้น้ำฝน การปลูกพืชในขณะที่ดินมีความชื้นต่ำจึงจำเป็นต้องมีการกดอัดดินในร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ในสภาพที่แห้งแล้ง ควรกดอัดดินบนเมล็ดทันทีหลังจากปล่อยเมล็ดลงหลุม และกลบเมล็ดด้วยดินขึ้นจากนั้นตามด้วยดินแห้งในกรณีนี้เมล็ดจะสัมผัสโดยตรงกับดินขึ้น โดยไม่มีดินแห้งไหลกลับลงร่อง

ชนิดอุปกรณ์กลบและอัดดิน (Type of covering and compacting devices)
มี 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบลากหรือแบบอยู่กับที่ (Drag type or fixed type covering unit) เครื่องหยอดเมล็ดพืชที่ต้องการการกลบเมล็ดที่ระดับต้นจะใช้โซ่กลบ (drag chains) คราดสปริง (spring types) และแผ่นกลม (bars drag) คืออุปกรณ์กลบแบบนี้จะให้เมล็ดงอกเป็นที่น่าพอใจ หลังจากการหว่านเมล็ด ใช้ไม้กระดานหรือไม้ปรับระดับลากกลบร่องปลูก อุปกรณ์แบบลากสามารถกลบเมล็ดได้ด้วยความสะดวก สม่ำเสมอ โดยไม่มีการกดอัดดิน เพราะดินจะร่วนซุย นอกจากนั้นจะช่วยลดความซรุขระของผิวดิน

สำหรับเครื่องปลูกอุปกรณ์กลบ จะนิยมใช้แบบใบมีด แบบปีกลากหรือแบบจอบ อุปกรณ์แบบนี้สามารถปรับได้ด้วยสปริง เพื่อให้สามารถเกลี่ยดินที่ผิวดินได้

2. แบบหมุน (Rotating type) อุปกรณ์กลบแบบหมุน แบบเปิดตรงศูนย์กลาง (open center) นิยมใช้กันอย่าง กว้างขวางกับเครื่องหยอดและเครื่องปลูกพืช (ดูรูปที่ 28) ซึ่งจะกดอัดดิน การทดลองได้ปรากฏผลว่า

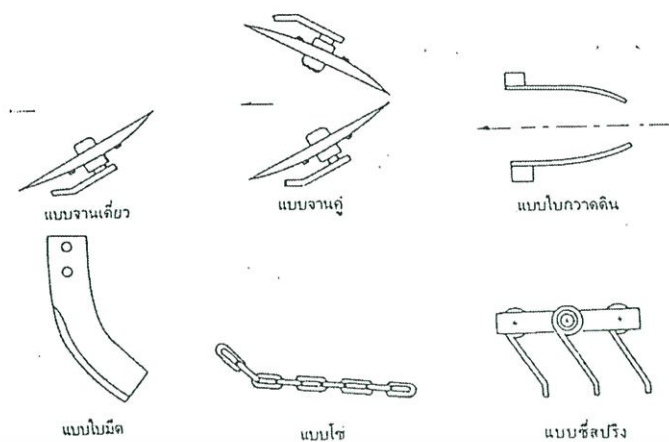
ล้อกลบดินมีผลดีต่อการงอกของเมล็ด ล้อกลบดินมีรูปร่างแตกต่างกัน เช่น ผิวเรียบ, ผิวมัน, ล้อยางแข็ง, ล้อลมพร้อมดอกยางเล็กๆ ล้อยางแข็งมีส่วนโค้งด้านข้างหรือล้อยางสำหรับใช้กับดินสภาพต่างๆ ล้อยางมีข้อดีเพราะไม่มีดินติดที่ล้อ ลดการเคลื่อนที่ของเมล็ดในร่อง ล้อกลบดินที่มีราคาถูกและประสิทธิภาพดีคือ

ล้อเหล็กหล่อ ล้อขอบเรียบ ล้อร่วงตัววีและล้อจานโค้ง

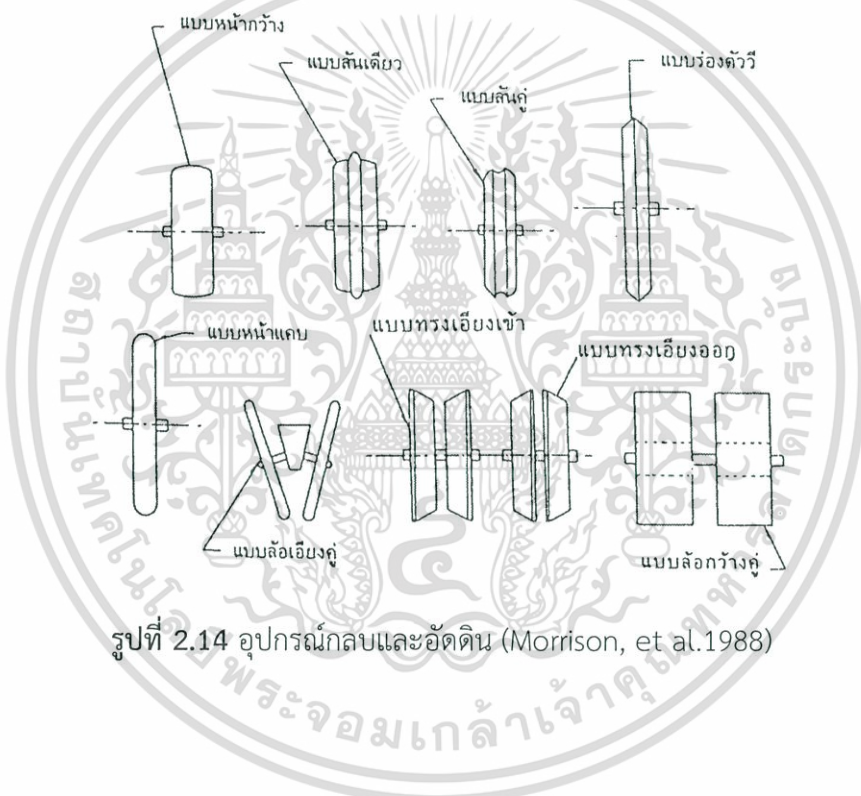
การศึกษาอุปกรณ์กลบอัดดิน (Studies of compacting devices) พบว่าการอัดตัวของดินมีผลต่อความชื้น อัตราการแพร่ของออกซิเจนและความเสียหายของเครื่องมือในรูปที่ 28 การศึกษาอุปกรณ์กลบอัดดินในห้องปฏิบัติการ ได้ทดสอบกับถั่ว ข้าวโพด และอ้อยในดินทราย ดินเหนียว และดินร่วน ต้นพืชจะงอกเมื่อให้แรงกด 34-69 KPa (5-10 psi) บนผิวดิน และต้นกล้าจะไม่งอกขึ้นมาเมื่อให้แรงกดขนาด 3-4 KPa (0.5psi) การให้แรงกดขนาด 34-69 KPa ที่ดินในระดับเมล็ดจะช่วยให้เมล็ดงอกได้ดี เมื่อดินที่ระดับต่ำกว่าเมล็ดมีความชื้นเพียงพอ ผลการทดสอบปรากฏว่า เพื่อให้เมล็ดงอกดีขึ้น ควรจะมีการอัดบริเวณต่ำกว่าระดับเมล็ด เมล็ดควรกดลงบนดินที่อัดแน่นแล้วปกคลุมดินร่วน

ล้อกดดิน (press wheel) ควรเลือกใช้ตามสภาพและพืช สำหรับเครื่องปลูกพืชล้อกดดินควรเป็น ล้อเหล็กตัน หรือล้อยาง ควรใช้ดินที่มีความชื้นต่ำๆ ในกรณีอื่นๆ ควรใช้ล้อแบบไม่กดดินตรงกลาง (open center wheel) ล้อเหล็กเรียบ (Cast-iron plain wheel) ระดับแรงกดของดินสามารถปรับได้โดยสปริงกดที่ล้อ

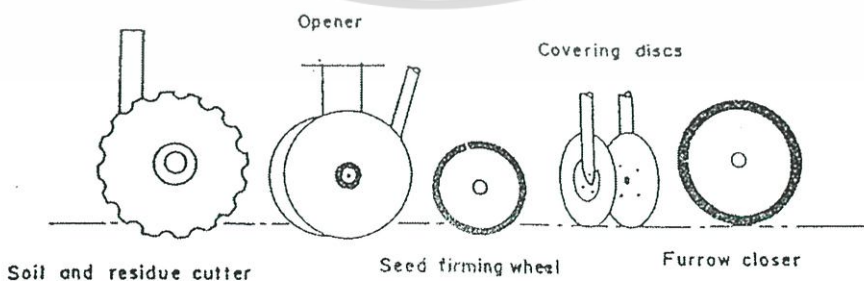
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 อุปกรณ์กลบ (Morrison, et al.1988)



รูปที่ 2.14 อุปกรณ์กลบและอัดดิน (Morrison, et al.1988)



รูปที่ 2.15 อุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้เมล็ดพืชมีการงอกได้ดีขึ้นสำหรับเขตเกษตรใช้น้ำฝน

(Morrison, et al.1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

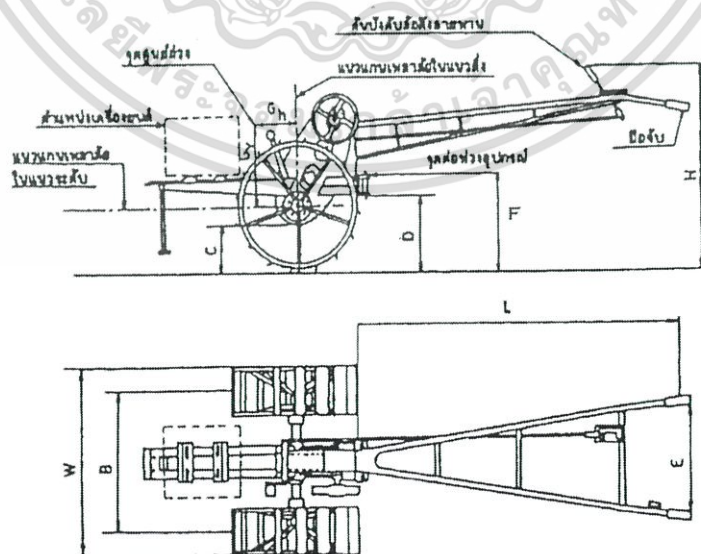
2.2.4.6 การถ่ายทอดกำลัง (Drive for Power Transmission) [4]

เครื่องหยอดและเครื่องปลูกพืชสามารถจำแนกได้ 3 แบบ ตามชนิดของเครื่องต้นกำลัง คือ
1) แบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ 2) แบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม และ 3) แบบใช้แรงงานคน

- รถไถเดินตาม สำหรับงานเกษตรกรรม เป็นเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้เป็นต้นกำลังหลักสำหรับในการลากและขับอุปกรณ์เกษตรชนิดต่างๆ รถไถนาเดินตามใช้กันอย่างแพร่หลายในการทำนา เนื่องจากรถไถเดินตามใช้เครื่องยนต์ต้นกำลังตั้งแต่ 3 ถึง 12 แรงม้า (สูงสุดไม่เกิน 14 แรงม้า) จึงทำให้มีขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา ทำงานได้คล่อง ราคาไม่สูงมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานสัตว์ นอกจากนี้การบำรุงดูแลรักษาและการซ่อมแซมก็ไม่ยุ่งยาก รถไถเดินตามจึงเหมาะสำหรับใช้เป็นเครื่องต้นกำลังในการทำนาที่มีพื้นที่แบ่งออกเป็นแปลงขนาดเล็ก มีคันนาล้อมรอบ นอกจากนี้การทำนาต้องอาศัยน้ำมากทำให้ดินชั้นบนอ่อน หากใช้รถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก รถแทรกเตอร์จะจมดินลึกทำงานไม่สะดวกหรืออาจจะจมดินจนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

มีตรรถไถเดินตามที่ผลิตภายในประเทศ ซึ่งมีขนาด แสดงในรูปที่ 2.16

1. ช่วงกว้างของล้อวัดจากขอบนอก $W = 1080$ mm
2. ระยะห่างระหว่างหน้าแปลนจุดต่อพ่วงอุปกรณ์กับตำแหน่งกึ่งกลางมือจับ $L = 1080$ m
3. ความสูงของจุดต่อพ่วง อุปกรณ์วัดจากตำแหน่งต่ำสุด $D = 365$ mm
4. ความสูงของจุดต่อพ่วง อุปกรณ์วัดจากตำแหน่งสูงสุด $F = 500$ mm



รูปที่ 2.16 มิติของรถไถนาเดินตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งต้นกำลังเหล่านี้ใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์หยอดเมล็ดให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า สำหรับเครื่องหยอดแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์การถ่ายทอดกำลังมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. เพลาอำนาจกำลังรถแทรกเตอร์ เป็นตัวขับเคลื่อน (air blower) ให้มีแรงลมดูดสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดและเครื่องปลูกและเป็นตัวหมุนให้เมล็ดกระจาย
2. สำหรับเครื่องหยอดเมล็ดและเครื่องปลูกแบบก่อนนั้น การขับเคลื่อนจะมาจากล้อหลัง ถ่ายกำลังโดยโซ่และเฟืองสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หยอด
3. ต้นกำลังอาจได้มาจากล้อควบคุมความลึกของเครื่อง
4. ต้นกำลังอาจได้มาจากล้อขับเคลื่อนบนดิน (floating type ground wheel)

การเลือกใช้ล้อขับให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาพดิน ล้อขับที่ใช้กันอยู่มี 2 แบบ คือ แบบล้อกลม (pneumatic wheel) และแบบล้อเหล็ก (rigid steel wheel) ล้อเหล็กเป็นแบบที่นิยมใช้มากเพราะว่าราคาถูก มีการดูแลรักษาน้อย และใช้งานได้นาน ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 ชนิด ดังนี้ แสดงในรูปที่ 2.17

- ล้อเรียบ (plain wheel) จะวิ่งเรียบและสัมผัสกับผิวดินได้ดี มีแรงฉุดลากที่พอเหมาะกับกลไกการขับเคลื่อน นิยมใช้กับดินร่วน ใช้ได้ไม่ดีในดินเหนียวแฉะ
- ล้อมีครีบ (lugged wheel) มีแรงฉุดลากดีกว่า หรือมีการจับยึดดินที่ดีกว่า เพื่อลดการลื่นไถล ครีบที่วางทำมุมมากกว่า ศูนย์องศา และวางถี่ๆ จะช่วยลดการลื่นไถลหรือ
- ล้อแบบมีซี่ (pegged type wheel) ล้อแบบมีซี่เหมาะที่จะใช้กับดินเปียกหรือดินเหนียวขณะที่ล้อเรียบ ล้อแบบมีครีบ หรือล้อกลม ไม่สามารถทำงาน ซึ่งล้อส่วนใหญ่ทำจากเหล็กกลมหรือเหล็กแบน

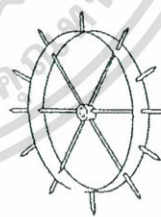
การเคลื่อนที่ของล้อเป็นวงกลม ซึ่งล้อจะจมลงดินในแนวตั้ง และเคลื่อนที่ขึ้น ซึ่งเป็นการผลัดดินลง ไม่ใช่ตะกุดดินขึ้น ล้อขับที่ถ่ายทอดกำลังไปยังอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด มีค่าการลื่นไถลระหว่าง 20-25 % การเพิ่มน้ำหนักล้อด้วยสปริง ช่วงในระยะเวลาสัมผัสระหว่างผิวดินและล้อมีความสม่ำเสมอ สามารถลดการลื่นไถลลงได้ 10-12 %



Plain wheel



Wheel with lugs



Wheel with pegs

รูปที่ 2.17 ชนิดล้อขับที่ใช้สำหรับขับเคลื่อนอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

2.3 การประเมินผลการใช้เครื่องหยอดเมล็ด

โดยทั่วไปการประเมินผลการใช้เครื่องหยอดเมล็ด จะพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์ ความเที่ยงตรงในการปลูก และความสามารถในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์ จะคิดเงินลงทุนซึ่งประกอบด้วย ราคาเครื่องหยอดเมล็ด ค่าจ้าง จำนวนพื้นที่เพาะปลูก ความสามารถในการทำงาน และอื่นๆ

ความเที่ยงตรงในการปลูก ความสามารถในการทำงาน สามารถทราบได้เมื่อมีการใช้เครื่องหยอดเมล็ดในสภาพที่แท้จริง

การทดสอบหาสมรรถนะเครื่องหยอดเมล็ด จะพิจารณาค่าเหล่านี้ในการประเมินค่าความเที่ยงตรงในการปลูก เช่นเปอร์เซ็นต์ในการสูญเสียเครื่องเพาะปลูก จำนวนต้นในแต่ละหลุม ความลึกในการปลูก และระยะระหว่างหลุม ในประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดค่าดังกล่าวไว้ใน ตารางที่ 2.2 และเครื่องทดสอบเครื่องหยอดเมล็ดแบบต่างๆ

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่กำหนดในการออกแบบเครื่องหยอดเมล็ด

เปอร์เซ็นต์ความสูญเสียหลุมเพาะปลูก	น้อยกว่า 1%
จำนวนต้นในแต่ละหลุม	3-8 เมล็ด
ความลึกในการปลูก	1 นิ้ว
ระยะระหว่างแถว	25 เซนติเมตร
ระยะระหว่างหลุม	25 เซนติเมตร

ในการพิจารณาค่าประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งต้องพิจารณาประเภทของเครื่องดำนานา จำนวนแถว และความเร็วในการทำงานด้วย ซึ่งประสิทธิภาพในการทำงานหาได้จาก

$$E = C \times 100 / C_s$$

เมื่อ E = ประสิทธิภาพในการทำงาน (%), C = ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่/ชม),

C_s = ความสามารถในการทำงานตามทฤษฎี (ไร่/ชม)

$$C = S / (T_1 + T_2 + T_3 + T_4)$$

เมื่อ S = พื้นที่เพาะปลูก (ไร่), T_1 = เวลาที่ใช้ในการปลูกทั้งหมด (ชม), T_2 = เวลาป้อนกล้า (ชม),

T_3 = เวลาเลี้ยง (ชม), T_4 = เวลาปรับแต่ง (ชม)

$$C_s = (9/4) \times W \times V$$

เมื่อ W = ความกว้างในการทำงาน (เมตร), V = ความเร็วในการทำงาน (เมตร/วินาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประสิทธิภาพของการหยอดที่ 2-5 เมล็ด (%)

$$= \frac{\text{จำนวนหลุมที่มีเมล็ด 3-5 เมล็ด}}{\text{จำนวนหลุมทั้งหมด}} \times 100$$

- เมล็ดที่สูญเสีย (%)

$$= \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่แตกหักเสียหาย}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมดทั้งหมด}} \times 100$$

- หาอัตราการบริโภคน้ำมัน

อัตราการบริโภคน้ำมัน (ลิตรต่อชั่วโมง) = น้ำมันที่ใช้(ลิตร)/เวลาที่ใช้ไป(ชั่วโมง)

- หาการสิ้นเปลือง

การสิ้นเปลือง(เปอร์เซ็นต์) = (ระยะส่วนเกิน × 100)/ระยะจริง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [4]

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องปลูกข้าวขึ้นในหลายประเทศเช่น ญี่ปุ่น อินเดีย จีน ฟิลิปปินส์ รวมทั้งประเทศไทยด้วย ซึ่งแบบที่มีการพัฒนากันมาก ได้แก่

2.4.1 เครื่องพ่นหว่านเมล็ดข้าว ใช้พ่นหว่านเมล็ดข้าวในนาข้าว แทนที่การหว่านด้วยมือ ทำให้ ประหยัดแรงงาน และใช้เวลาน้อยลงสามารถพ่นหว่านได้ครอบคลุมพื้นที่นา ความสามารถในการทำงาน : 5-8 ไร่/ชั่วโมง แสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 เครื่องพ่นหว่านเมล็ดข้าว

2.4.2 เครื่องดำนา ใช้สำหรับดำนาโดยต้องทำการเพาะต้นกล้าก่อนจึงนำมาปักดำ เครื่องดำนานี้สามารถปลูกต้นข้าวได้เป็นแถวเป็นแนวอย่างมีระเบียบลดแรงงานในการปักดำนาด้วยมีด ประหยัดเวลาในการทำงานความสามารถในการทำงาน : 1.5 ไร่/วัน จำนวนแถวในการปลูก : 4 แถว ระยะห่างระหว่างแถว : 30 ซม. แสดงในรูปที่ 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 เครื่องดำนา

2.4.3 เครื่องปลูกข้าวแห้ง สามารถปลูกข้าวได้เป็นแถวแบบโรยเหมาะสำหรับพื้นที่นาแห้ง แถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ความสามารถในการทำงาน : 7 ไร่/วัน, อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ : 9.5 กก./ไร่, จำนวนแถวในการปลูก : 4 แถว, ระยะห่างระหว่างแถว : 30 ซม. แสดงในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 เครื่องหยอดข้าวนาแห้งแบบติตรถไถเดินตาม

2.4.4 เครื่องปลูกข้าวหน้าน้ำตม ใช้ปลูกข้าวในพื้นที่น้ำตมโดยใช้เมล็ดข้าววงอกในการเพาะปลูก เครื่องนี้เป็นการปลูกแบบโรยเป็นแถว ความสามารถในการทำงาน : 18.8 ไร่/วัน, อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ : 19 กก./ไร่, จำนวนแถวในการปลูก : 10 แถว, ระยะห่างระหว่างแถว : 20 ซม. แสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 เครื่องหยอดข้าวหน้าน้ำตมแบบติตรถไถเดินตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ ของ นิรันดร์ชัย สุรัตน์สถิตกุล และคณะ ปี 2556 ใช้เมล็ดพันธุ์อัตราเฉลี่ย 9.2 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวนเมล็ดต่อหลุมเฉลี่ยที่ 3-5 เมล็ด และระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ย 25 เซนติเมตร มีร้อยละความเสียหายเฉลี่ยเนื่องจากเมล็ดแตกหักเท่ากับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนเมล็ดข้าวที่ลงหลุมทั้งหมด แสดงในรูปที่ 2.22



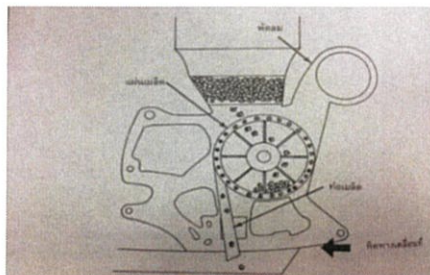
รูปที่ 2.22 เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ ของ นิรันดร์ชัย สุรัตน์สถิตกุล และคณะ ปี 2556

2.4.6 การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ของนายชัชลักษณ์ เต็มกระโทกและคณะปี 2557 [5] ประสิทธิภาพของการหยอดสูงสุดร้อยละ 82 เมล็ดที่สูญเสีย(แตกหัก)ร้อยละ 0.30 มีประสิทธิภาพเชิงไร่ ร้อยละ 89.76 มีอัตราการบริโภคน้ำมัน 0.76 ลิตรต่อชั่วโมง และมีการสิ้นเปลืองร้อยละ 3.85 แสดงในรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ ของ นายชัชลักษณ์ เต็มกระโทก และคณะ ปี 2557

2.4.7 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบใช้ลม [6] เป็นแบบที่ใช้อุปกรณ์หยอดเมล็ดเป็นแบบใช้สูญญากาศหรือแรงอัดของอากาศ ซึ่งจะทำให้สามารถกำหนดเมล็ดได้แม่นยำ และมีความเสียหายของเมล็ดน้อยมาก ปัจจุบันเครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบใช้ลมยังมีการใช้ในประเทศไทยน้อยมาก แต่ก็ได้เริ่มมีการนำมาใช้ แสดงในรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบใช้ลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

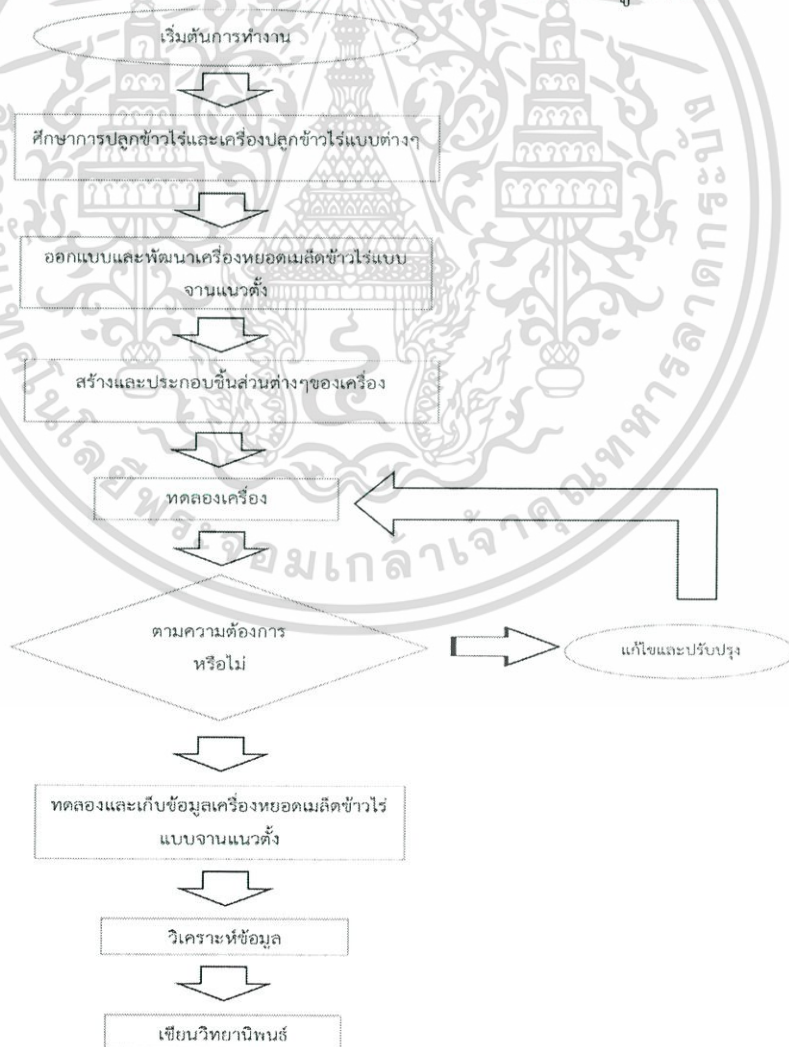
การออกแบบและการสร้างเครื่อง

3.1 แนวการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดข้าวไร้

- วัสดุที่ใช้ในการผลิตสามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด
- มีต้นทุนในการผลิตไม่สูงมาก
- มีกลไกการทำงานง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน
- มีความแม่นยำในการทำงาน
- มีความคงทนแข็งแรง

3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

มีวิธีการทำงานตามลำดับการทำงานในการสร้างเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ลำดับการทำงานในการสร้างเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่มีส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่

3.3.1 โครงเครื่อง

3.3.2 อุปกรณ์เปิดร่อง

3.3.3 ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์

3.3.4 ท่อนำเมล็ด

3.3.5 จานกำหนดเมล็ด

3.3.6 ล้อจิกดิน

3.3.7 อุปกรณ์กลบดิน

3.3.8 เฟืองทดรอบ

ส่วนประกอบของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ ที่ออกแบบมีดังนี้

3.3.1 โครงเครื่อง

โครงของเครื่องเป็นโครงเหล็กที่ยึดอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องโดยออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสมกับรถไถเดินที่มีขายในท้องตลาดหรือเกษตรกรมีอยู่แล้ว และอุปกรณ์ต่างๆอย่างเหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงของเครื่อง

โครงของเครื่องใช้เหล็กกล่องขนาด 5x5 เซนติเมตร หนา 0.2 เซนติเมตร โครงเครื่องมีมิติรวมขนาด กว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร สูง 55 เซนติเมตร มีส่วนที่ต่อเข้ากับรถไถเดินตาม ทำจากเหล็กแผ่นหนา 1.5 เซนติเมตร และแผ่นเหล็กหนา 1 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตรต่อระหว่างโครงเครื่องกับเพลาล้อจิกดิน ซึ่งสามารถปรับระยะของโครงเครื่องเพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่ในการหยอด การติดตั้งนั้นจะติดตั้งกับรถไถเดินตามที่เกษตรกรส่วนใหญ่มีอยู่แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ส่วนที่ต่อเข้ากับรถไถเดินตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขการออกแบบ

- โครงของเครื่องต้องมีความคงทนแข็งแรง ไม่หักหรืององ่าย รอยเชื่อมไม่หลุด น็อตไม่ขาด
- ต้องสามารถติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ ได้อย่างสัมพันธ์กัน

หลักการในการออกแบบ

ในการออกแบบโครงของเครื่อง อ้างอิงจากขนาดของรถไถเดินตามและเครื่องมาประกอบในการออกแบบด้วย ดังนั้นก่อนการออกแบบโครงเครื่องนั้น จะต้องออกแบบกล่องบรรจุเมล็ดก่อน จึงสามารถออกแบบโครงเครื่องได้ เช่น อุปกรณ์กำหนดการหยอดเมล็ดแต่ละชุดหยอดจะต้องมีระยะห่าง 25 เซนติเมตร โครงเครื่องจะต้องออกแบบให้สัมพันธ์กับอุปกรณ์ที่ติดตั้ง และสามารถติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆได้และสามารถทำงานตามกลไกที่ตั้งไว้

3.3.2 อุปกรณ์เปิดร่อง

อุปกรณ์เปิดร่องทำจากเหล็กฉากที่มีความหนา 4 มิลลิเมตร ยาว 18 เซนติเมตรนำมางอให้เหลือ 60 องศา อุปกรณ์เปิดร่องสามารถปรับความสูงได้ 46 - 52 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 อุปกรณ์เปิดร่อง

เงื่อนไขการออกแบบ

- ใช้งานได้กับดินที่มีความแข็งได้ สามารถทนต่อแรงชนกับหินหรือดินก้อนใหญ่
- เปิดร่องได้กว้าง 2.5 เซนติเมตร ความลึก 3 เซนติเมตร
- สามารถกลบดินที่ทำการเปิดร่องไว้ได้

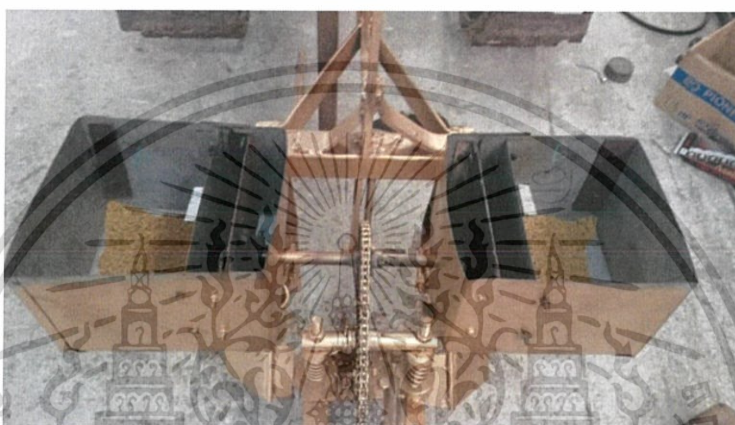
หลักการในการออกแบบ

ต้องมีความแข็งแรง ทนทาน สามารถทำการเปิดร่องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์

ถังบรรจุเมล็ดทำจาก GI sheets gage No.18 มีความหนา 1 มิลลิเมตร มีขนาด กว้าง 24 เซนติเมตรยาว 18 เซนติเมตร สูง 25 เซนติเมตร ที่ด้านล่างถังบรรจุทำมุม 35 องศา เพื่อให้เมล็ดข้าวไหลเข้าไปในช่องกำหนดเมล็ดได้ มีปริมาตรเท่ากับ 8,340 ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถบรรจุเมล็ดข้าวได้ 3.7 กิโลกรัม ซึ่งมีช่องจางกำหนดขนาดเมล็ดมีขนาด กว้าง 24 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร สูง 25 เซนติเมตร ติดตุ๊กตาเพลขนาด 1.9 เซนติเมตร ไว้สวมเพลากับจางกำหนดเมล็ด และมีแผ่นกั้นข้าวที่มีช่องเปิดขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ระหว่างช่องบรรจุเมล็ดกับช่องจางกำหนดเมล็ด มีจำนวนถังบรรจุเมล็ดพันธุ์ 2 ถัง ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูป 3.5 ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์

เงื่อนไขในการออกแบบ

- ข้าวมีอัตราการไหลที่ดี สม่ำเสมอ ที่ทุกระดับความสูงของถังบรรจุเมล็ด

หลักการในการออกแบบ

เราต้องการระยะห่างระหว่างแถวที่ 25 เซนติเมตร ดังนั้นเราจึงทำการประกบถังบรรจุเมล็ดเข้าด้วยกัน เครื่องปลูกข้าวมีจำนวน 2 แถว และกำหนดให้ระยะห่างระหว่างหลุมเท่ากับ 25 เซนติเมตร มีระยะระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร แล้วกำหนดให้จำนวนเมล็ดแต่ละหลุมเท่ากับ 3 - 8 เมล็ด แปลงนามีลักษณะสี่เหลี่ยม ขนาด 1 ไร่ เท่ากับ 1600 ตารางเมตร

ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

ที่ระยะห่างระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร

ใน 1 หลุม ใช้พื้นที่ $25 \times 25 = 625$ ตารางเซนติเมตร

ใน 1 ตารางเมตร มีจำนวนหลุม $10000/625 = 16$ หลุม

ใน 1 ไร่จะได้จำนวนหลุม $16 \times 1600 = 25600$ หลุม

กำหนดให้มีหลุมละ 3-8 เมล็ด

ดังนั้น 1 ไร่ หลุมละ 3 เมล็ด จำนวนเมล็ดข้าว $25600 \times 3 = 76800$ เมล็ด

1 ไร่ หลุมละ 8 เมล็ด จำนวนเมล็ดข้าว $25600 \times 8 = 204800$ เมล็ด

ข้าว 1 เมล็ดมีน้ำหนัก = 0.036 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน 1 ถัง มีข้าว (หลุมละ 3 เมล็ด) = $38400 \times 0.036 = 1382.4$ กรัม
 (หลุมละ 8 เมล็ด) = $102400 \times 0.036 = 3686.4$ กรัม
 ปริมาตรจำเพาะ = 2.26 มิลลิลิตรต่อกรัม
 ใน 1 ถังมีปริมาตร = $2.26 \times 3686.4 = 8331.264$ มิลลิลิตร
 = 8.34 ลิตร

ถังสามารถบรรจุข้าวได้ 3.69 กิโลกรัม

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณสมบัติต่างๆของเมล็ดข้าวไร่

วัสดุปริมาณมวล (ความชื้น % wb)	มูกองพื้น(องศา)		ส.ป.ส ของแรงเสียดทานขณะหยุดนิ่ง			
	ขณะสิ้นไกล	ขณะนิ่ง	กับเหล็ก	กับไม้	กับยาง	กับพลาสติก
ข้าวเปลือก(12-16)	-	31-41	0.223- 0.315	0.4- 0.450	-	-

3.3.4 ท่อนำเมล็ด

เป็นอุปกรณ์ที่อยู่หลังอุปกรณ์เปิดร่อง มีลักษณะเป็นท่อจากกันกล่องบรรจุเมล็ดหลังจากกำหนดเมล็ด ไปยังหลุมที่ได้หลังเปิดร่อง ความยาว 22 เซนติเมตร หนา 0.4 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.6 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ท่อนำเมล็ด

เงื่อนไขการออกแบบ

- สามารถนำเมล็ดจากงานกำหนดเมล็ดไปยังหลุมได้ทั้งหมด

หลักการในการออกแบบ

ต้องสวมกับกันกล่องบรรจุเมล็ดได้อย่างพอดี ไม่มีช่องว่างให้เมล็ดร่วงหล่น โดยใช้อัดแปเตอร์ทำจากแผ่นเหล็กชิง หนา 0.04 เซนติเมตร มาทำเป็นตัวแปลงใส่ที่รู้กันกล่องลักษณะสี่เหลี่ยม กับท่ออย่างลักษณะวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 งานกำหนดเมล็ด

ทำมาจากแผ่นเหล็กหนา 3 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร มีช่องหยอดเมล็ดจำนวน 4 ช่อง แต่ละช่องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตรมีลักษณะเหมือนกระทงวงกลม เพื่อให้เมล็ดข้าวลงได้ 3 - 8 เมล็ด และ กลางแผ่นเจาะทำรูขนาดยาว 19 มิลลิเมตร แล้วบ่าเป็นร่อง เพื่อสวมกับเพลลาที่ทำร่อง โดยเพลลา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร มีความยาว 330 มิลลิเมตร เพื่อรับการส่งกำลังที่มาจากล้อจิกดิน ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 งานกำหนดเมล็ด

เงื่อนไขการออกแบบ

- ลักษณะช่องหยอดเป็นกระทงสามารถบรรจุเมล็ดข้าวได้ 3-8 เมล็ด

หลักการในการออกแบบ

ในการออกแบบต้องใช้เมล็ดข้าวไร่ที่มีความกว้าง, ความยาวและความหนาของเมล็ดข้าวไร่ โดยใช้หลักการเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometric Mean Diameter, GMD) เพื่อให้ลงในช่องงานกำหนดเมล็ดขนาด 3 - 8 เมล็ด ตามเงื่อนไขในการออกแบบดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงลักษณะของเมล็ดข้าวไร่

ขนาดมิติ	ขนาดเมล็ดข้าวไร่พันธุ์สามเดือน (มิลลิเมตร)
ความยาว	10.22
ความกว้าง	2.13
ความหนา	1.96
Geometric Mean Diameter, GMD	3.494

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 ล้อจิกดิน

ล้อจิกดินเป็นต้นกำลังของเครื่องหยอดข้าวไร่ ทำจากเหล็กหนา 1 เซนติเมตร กว้าง 4 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางล้อจิกดิน 28 เซนติเมตร และมีแท่งกลมที่จิกดิน ยาว 7.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.3 เซนติเมตร โดยต่อเข้ากับเพลารขนาด 52 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ล้อจิกดิน

เงื่อนไขการออกแบบ

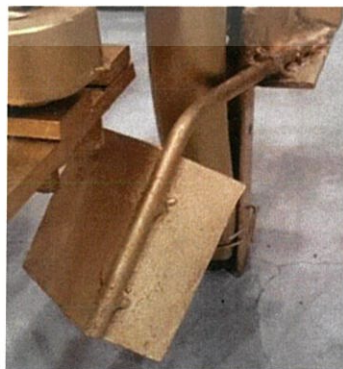
- ใช้งานได้ที่ความเร็ว 2, 3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- ใช้เป็นตัวถ่ายทอดกำลังในการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ได้
- ควรมีการสิ้นเปลืองน้อยกว่า 12 %

หลักการในการออกแบบ

ล้อขับที่ใช้เป็นเหล็ก ต้องมีความทนทาน ดูแลรักษาง่าย และใช้งานได้นาน จึงเป็นที่นิยมใช้กัน ใช้ล้อจิกดินที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 28 เซนติเมตร มีจำนวนซี่ล้อ 15 ซี่

3.3.7 อุปกรณ์กลบดิน

เป็นอุปกรณ์ที่อยู่หลังท่อนำเมล็ด มีลักษณะเป็นแขนยื่นออกไปข้างหลัง ทำจากเหล็กเส้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร และแผ่นกลบดินทำจากเหล็กแผ่นกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร หนา 0.3 เซนติเมตร มีหน้าที่กลบดินหลังจากเมล็ดลงไปหลุม ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 อุปกรณ์กลบดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขการออกแบบ

- สามารถกลับคืนที่ทำการเปิดร่องไว้ได้
- มีความแข็งแรง สามารถทนต่อการชนของหินหรือดินก้อนใหญ่ได้

หลักการในการออกแบบ

ในการออกแบบอุปกรณ์กลับดิน ควรพิจารณา ความลึกของดินที่กลับเมล็ด 3 เซนติเมตร, รูปร่างของร่องรอยหรือการยกร่อง

3.3.8 เฟืองทดรอบ

โดยเฟืองที่งานกำหนดเมล็ดขนาด 25 ฟัน(A) เฟืองที่ล้อจิกดินมีเฟืองขนาด 35 ฟัน(B) โข่มีความยาว 105 เซนติเมตร และมีชุดคันโซ่ ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 เฟืองทดรอบที่งานกำหนดเมล็ด(A) กับ ล้อจิกดิน(B)

เงื่อนไขการออกแบบ

- ต้องการให้ระยะระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร

หลักการในการออกแบบ

ให้ R = ความเร็วของล้อจิกดิน ต่อความเร็วงานกำหนดเมล็ด
เมื่อล้อขับเคลื่อนผ่านศูนย์กลาง 42 เซนติเมตร เคลื่อนที่หมุน 1 รอบได้ระยะทาง ดังนี้

$$\pi D = \pi \times 42 = 132 \text{ เซนติเมตร}$$

สมมติ ให้การคลาดเคลื่อน(Slip) 5% ทำให้ระยะทางเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น ดังนี้

$$132 \times 1.05 = 138.6 \text{ เซนติเมตร}$$

จำนวนหลุมที่ต้องการเมื่อล้อขับเคลื่อน 1 รอบ สามารถคำนวณ ได้ดังนี้

$$138.6 \div 25 = 5.544 \text{ หลุม}$$

ดังนั้นเมื่อล้อจิกดิน 1 รอบ งานกำหนดเมล็ด (มี 4 กระพ้อ) จะต้องหมุน ได้ดังนี้

$$5.544 \div 4 = 1.386 \text{ รอบ}$$

จากการคำนวณล้อจิกดิน หมุน 1 รอบ งานกำหนดเมล็ด จะต้องหมุน 1.386 รอบ

ฉะนั้น เลือกเฟืองที่ล้อจิกดิน มีขนาด 35 ฟัน เฟืองที่งานกำหนดเมล็ด มีขนาด 25 ฟัน สามารถคำนวณได้จาก สมการที่ 3.1

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{N_1}{N_2} \\
 &= \frac{35}{25} \\
 &= 1.4
 \end{aligned}
 \quad \text{--- (3.1)}$$

ดังนั้นอัตราระหว่างเฟืองที่ล้อจิกติดกับเฟืองที่งานกำหนดเมล็ดจะได้อัตรา 1 : 1.4

3.4 ประสิทธิภาพของเครื่อง

กำหนดอุปกรณ์กำหนดเมล็ดมีประสิทธิภาพต้องหยอดได้จำนวนเมล็ดต่อหลุมหนึ่งและสุ่มเลือกพื้นที่ คาดว่าเมล็ดที่ลงหลุมเท่ากับ 3-8 เมล็ดต่อ 1 หลุม ใช้ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ กำหนดเมล็ดของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่จากการคำนวณจากสมการที่ 3.2

$$SE = [1 - (E-A)/E] \times 100 \quad \text{--- (3.2)}$$

โดยที่ SE = ประสิทธิภาพของอุปกรณ์กำหนดเมล็ด

E = จำนวนที่เมล็ดที่ลงตามทีออกแบบ

A = จำนวนเมล็ดจริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

4.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

4.1.1 จุดประสงค์การทดสอบ

เพื่อหาความแม่นยำจากกำหนดเมล็ดของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่และความสูญเสียของเมล็ดข้าว

4.1.2 วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่
2. เมล็ดข้าวไร่

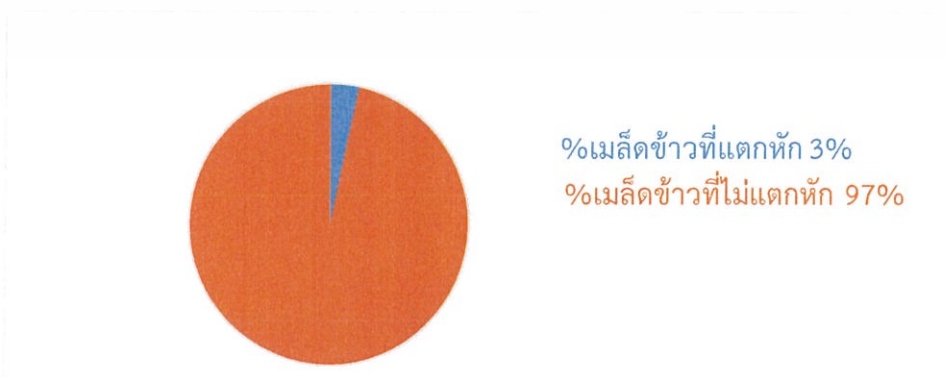
4.1.3 วิธีการทดสอบ

1. ใช้มือหมุนที่ล้อจิกดินให้เมล็ดข้าวไร่หยอด
2. บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางการทดสอบ
3. ทำทั้งหมด 80 รอบการหยอดของจากกำหนดเมล็ด

4.1.4 ผลการทดลอง

- ผลของประสิทธิภาพของการหยอดที่ 3-8 เมล็ด พบว่ามีผลการหยอดเมล็ด เท่ากับ 93.125 % จากการทดสอบที่จำนวนหลุม 160 หลุม(ตารางที่ ก1 หน้า42)

- ผลของจำนวนเมล็ดที่แตกหัก และ จำนวนเมล็ดที่ไม่แตกหัก จากการทดสอบที่จำนวนหลุม 160 หลุม (ตารางที่ ก1 หน้า42) โดยมีเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดที่แตกหัก 3 เปอร์เซ็นต์ และ จำนวนเมล็ดที่ไม่แตกหัก 97 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนภูมิวงกลมแสดงเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญเสียจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองในแปลงนาของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

การทดลองติดเครื่องหยอดข้าวไร่กับรถไถเดินตามที่ความเร็วที่ 2, 3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในแปลงนาทดลอง โดยการกำหนดระยะทาง 20 เมตร และใช้เวลา 35 วินาที, 24 วินาที, 18 วินาทีเพื่อหาคาบเครื่องที่สัมพันธ์กับความเร็วที่ต้องการ จึงได้ 620 รอบต่อนาที ที่ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง, 850 รอบต่อนาที ที่ 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง, 1280 รอบต่อนาที ที่ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

4.2.1 จุดประสงค์การทดสอบ

เพื่อหาความแม่นยำของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่, ความสูญเสียของเมล็ดข้าว(%), การสิ้นเปลือง(%), และการบริโภคน้ำมัน(ลิตรต่อชั่วโมง)

4.2.2 วัสดุอุปกรณ์

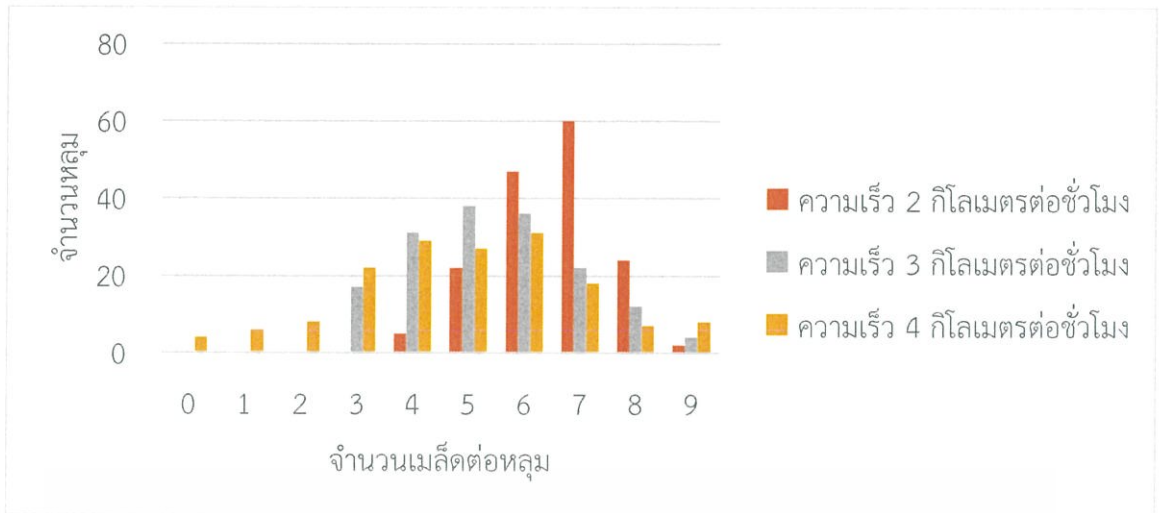
1. เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่
2. เมล็ดข้าวไร่
3. กรอบวัดพื้นที่ขนาด 1 ตารางเมตร
4. อุปกรณ์วัดรอบเครื่องรถไถเดินตาม

4.2.3 วิธีการทดสอบ

1. นำเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม ทำงานบนพื้นที่ 20x0.5 เมตร เพื่อหาความแม่นยำ, ความสูญเสียและการสิ้นเปลืองในการหยอดเมล็ดข้าว ที่ความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
2. ทุก 10 นาที ตรวจวัดอัตราการบริโภคน้ำมัน โดยการวัดปริมาณน้ำมันที่เติมกลับไป ในถังน้ำมัน
3. ทำซ้ำ 10 ซ้ำ
4. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 ถึง 3 ที่ความเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
5. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 ถึง 3 ที่ความเร็ว 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
6. บันทึกผลการทดลอง

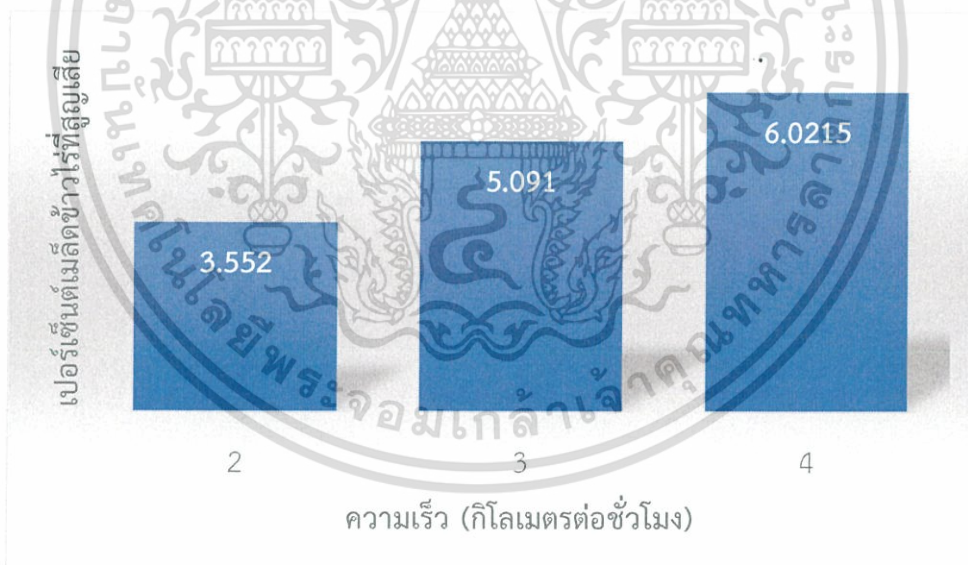
4.2.4 ผลการทดลอง

-ผลการทดลองพบว่าจำนวนเมล็ดที่ลงหลุม 160 หลุม ในแปลงนาทดลอง (ตารางที่ ก2-ก4 หน้า43-45) ที่ความเร็วที่ 2, 3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีจำนวนเมล็ดที่ลงหลุม ตั้งแต่ 0 ถึง 9 เมล็ด ซึ่งความเร็วที่ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเมล็ดข้าวที่ลงหลุมจะอยู่ในช่วง 3 ถึง 8 เมล็ด มากที่สุด แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงผลทดลองในแปลงทดลองแสดงค่ากระจายตัวของจำนวนเมล็ดต่อหลุมที่ความเร็ว 2,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

- ผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวไร่ที่สูญเสียที่ลงหลุม 160 หลุม ในแปลงนาทดลอง ที่ความเร็วที่ 2 ,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ตารางที่ ก2-ก4 หน้า43-45) จะเห็นได้ว่า ความเร็วที่ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวไร่ที่สูญเสียน้อยกว่าความเร็วที่ 3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญเสียที่ทดลองในแปลงทดลองที่ความเร็ว 2,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

- ผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การสิ้นไถระยะยะของหลุมที่ 1 ถึงหลุมที่ 10 เท่ากับ 225 เซนติเมตร ในความเร็วที่ 2 ,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะเห็นได้ว่าการสิ้นไถที่ความเร็วแต่ละความเร็ว ซึ่งความเร็วที่ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจะได้ค่าเปอร์เซ็นต์การสิ้นไถน้อยกว่าความเร็วที่ 3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมงแสดงดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกการเคลื่อนไถ ที่ความเร็วในการหยอดเมล็ดที่ 2,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ความเร็วรถไถ กม./ชม.	ระยะทางที่ได้ (ชม. $\times 10^5$)										เฉลี่ย	%การ สิ้นไถ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2	1078	1057	1062	1055	1063	1059	1048	1069	1036	1098	1062	6.25
3	1098	1121	1086	1095	1054	1087	1092	1106	1118	1093	1095	9.50
4	1198	1206	1235	1168	1250	1203	1298	1106	1301	1265	1223	22.30

- ผลการทดลองพบว่าอัตราการบริโภคน้ำมันที่ความเร็วในการหยอดที่ 2,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะเห็นได้ว่าอัตราการบริโภคน้ำมันที่ความเร็วในการหยอดที่ 2,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แสดงดัง ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกการบริโภคน้ำมัน ที่ความเร็วในการหยอดเมล็ดที่ 2,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ความเร็วรถไถ กม./ชม.	ข้าวที่ (ลิตร/ชั่วโมง)					เฉลี่ย (ลิตร/ชั่วโมง)
	1	2	3	4	5	
2	0.3	0.18	0.24	0.24	0.18	0.23
3	0.36	0.42	0.36	0.39	0.42	0.39
4	0.54	0.57	0.54	0.6	0.57	0.56

- ผลการทดลองพบว่าสมรรถนะของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ ผลจากการทดลองในแปลงทดลองพบว่า ที่ความเร็วของเครื่องหยอดเมล็ดที่ 2,3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความสามารถทางไร่เชิงทฤษฎีที่ 0.315, 0.466 และ 0.624 ไร่ต่อชั่วโมงตามลำดับ มีความสามารถเชิงไร่จริงที่ 0.303, 0.423 และ 0.588 ไร่ต่อชั่วโมงตามลำดับ มีประสิทธิภาพเชิงไร่ที่ 96.19, 90.77 และ 94.23 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีประสิทธิภาพการหยอดที่ 3-8 เมล็ดที่ 98.75, 97.50 และ 83.75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีการบริโภคน้ำมันที่ 0.23, 0.39 และ 0.56 ลิตรต่อชั่วโมงตามลำดับ และมีการสิ้นไถที่ 6.25, 9.50 และ 22.30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางสมรรถนะเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

ตัวแปร	ความเร็ว, (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)		
	$V_1 = 2$	$V_2 = 3$	$V_3 = 4$
ความสามารถทางไร่เชิงทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง)	0.315	0.466	0.624
ความสามารถเชิงไร่จริง (ไร่/ชั่วโมง)	0.303	0.423	0.588
ประสิทธิภาพเชิงไร่ (เปอร์เซ็นต์)	96.19	90.77	94.23
ประสิทธิภาพของการหยอดที่ 3-8 เมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	98.75	97.50	83.75
การสิ้นไถ (เปอร์เซ็นต์)	6.25	9.50	22.30
การบริโภคน้ำมัน (ลิตร/ชั่วโมง)	0.23	0.39	0.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 คุณลักษณะของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ที่สร้างมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

รายละเอียด	จำนวน	หน่วย
ความกว้าง	80	เซนติเมตร
ความยาว	115	เซนติเมตร
ความสูง	66	เซนติเมตร
จำนวนแถว	2	แถว
ระยะห่างระหว่างแถว	25	เซนติเมตร
ความจุของถังแต่ละใบ	0.00834	ลูกบาศก์เมตร
อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์	3.7	กิโลกรัมต่อไร่

5.2 สรุปผลการทดลอง

ผลจากการทดลองในแปลงนาทดลองที่โดยใช้งานกำหนดเมล็ดที่ 3 - 8 เมล็ดต่อหลุม ผลการทดลองในแปลงพบว่าเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ที่ใช้ความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพของการหยอดสูงสุดร้อยละ 98.75 มีเมล็ดที่สูญเสีย (แตกหัก) ร้อยละ 3 มีประสิทธิภาพเชิงไร่ร้อยละ 96.19 และมีการสิ้นเปลืองร้อยละ 6.25 การบริโภคน้ำมัน 0.23 ลิตรต่อชั่วโมง

ดังนั้น การทดลองในแปลงนาทดลองที่ความเร็วที่ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ที่มากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่มีความสามารถในการทำงานมากกว่าแรงงานและเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ยังเป็นเครื่องมือทุ่นแรงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการจ้างแรงงานคนและสามารถทำงานได้ทันต่อช่วงเวลาการเพาะปลูกที่เหมาะสม เกษตรกรสามารถเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกได้มากขึ้น เนื่องจากเครื่องมือทุ่นแรงสามารถช่วยแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับแรงงานคนและช่วงเวลาที่มืออยู่จำกัด อันจะเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร

5.3 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองในแปลงนาทดลองพบปัญหาในการหยอดเมล็ดอันเนื่องมาจากสภาพพื้นที่ ทำให้ล้อต้นกำลังมีอัตราการหมุนไม่คงที่ และอีกหนึ่งปัญหาคือเกิดจากการสั่นสะเทือนที่มาจากเครื่องรถไถเดินตามทำให้เกิดปัญหาในการกำหนดเมล็ดของกระพ้อในการตักข้าว จึงส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการหยอดน้อยลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ ก1 บันทึกผลการทดลองจำนวนเมล็ดต่อหลุมในห้องปฏิบัติการ

หลุมที่	จำนวนเมล็ด 10 ซ้ำ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	4	4	7	5	3	4	5	3	4
2	5	8	4	4	3	5	4	5	4	7
3	3	4	3	4	7	8	4	6	9	6
4	3	8	7	4	3	3	5	4	6	5
5	5	5	5	5	7	3	3	6	7	6
6	8	3	8	3	3	2	2	8	6	9
7	5	5	5	6	5	5	3	7	9	3
8	5	7	5	2	5	3	8	6	8	9
9	4	8	6	3	7	3	4	6	2	4
10	7	8	4	4	2	7	7	2	8	7
11	4	8	3	9	5	4	3	3	6	5
12	4	3	5	3	3	2	4	4	8	4
13	5	3	4	4	5	3	3	3	3	5
14	6	8	5	6	5	5	5	8	8	7
15	7	3	2	4	7	2	6	7	2	8
16	3	3	3	2	6	4	4	3	3	3
max	8	8	8	9	7	8	8	8	9	9
min	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3
average	4.88 ±1.50	5.50 ±2.23	4.56 ±1.55	4.38 ±1.86	4.88 ±1.67	3.88 ±1.75	4.31 ±1.58	5.19 ±1.87	5.75 ±2.54	5.75 ±1.95
จำนวนเมล็ดทั้งหมด	78	88	73	70	78	62	69	83	92	92
จำนวนเมล็ดที่สูญเสีย	3	3	2	2	3	3	2	2	4	2
ช่วงที่เมล็ดลงหลุม	3-8	3-8	2-8	2-9	2-7	2-8	2-8	2-8	2-9	3-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก2 บันทึกการทดลองจำนวนเมล็ดต่อหลุมในแปลงทดลอง ที่ความเร็ว 2 กิโลเมตร/ชั่วโมง

หลุมที่	จำนวนเมล็ด 10 ซ้ำ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7	5	7	7	5	6	7	7	6	4
2	5	8	5	7	8	5	6	5	4	7
3	6	4	6	7	7	8	7	6	9	6
4	6	8	7	6	7	5	5	5	6	5
5	5	7	6	6	6	7	7	6	6	6
6	7	7	6	5	7	7	5	5	8	7
7	6	8	7	6	7	6	6	6	5	7
8	5	7	6	8	8	8	7	6	6	8
9	5	7	6	7	8	7	6	7	7	6
10	8	6	8	7	6	8	5	5	7	7
11	7	7	8	7	7	7	6	8	7	6
12	5	8	6	8	7	7	7	7	8	6
13	4	6	7	9	6	5	4	7	7	7
14	6	7	7	7	7	6	6	7	7	7
15	6	7	7	8	5	6	6	8	6	7
16	7	8	6	7	6	7	8	6	8	6
max	8	8	8	9	8	8	8	8	9	8
min	4	4	5	5	5	5	4	5	4	4
average	5.94 ±1.07	6.88 ±1.15	6.56 ±0.81	7 ±0.97	6.69 ±0.95	6.56 ±1.03	6.13 ±1.02	6.31 ±1.01	6.69 ±1.25	6.38 ±0.96
จำนวนเมล็ดทั้งหมด	95	110	105	112	107	105	98	101	107	102
จำนวนเมล็ดที่สูญเสีย	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4
ช่วงที่เมล็ดลงหลุม	4-8	4-8	5-8	5-9	5-8	5-8	4-8	5-8	4-9	4-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก3 บันทึกการทดลองจำนวนเมล็ดต่อหลุมในแปลงทดลอง ที่ความเร็ว 3 กิโลเมตร/ชั่วโมง

หลุมที่	จำนวนเมล็ด 10 ซ้ำ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	4	4	7	5	3	4	5	3	4
2	7	8	4	4	3	5	4	5	4	7
3	6	4	3	4	7	8	4	6	9	6
4	6	8	7	4	3	3	5	4	6	5
5	8	7	7	5	4	5	7	7	5	4
6	7	6	8	5	5	6	8	9	6	5
7	7	6	8	4	5	6	6	6	6	6
8	8	5	6	6	3	3	7	6	3	5
9	7	6	5	6	3	7	6	5	5	7
10	6	4	4	6	4	6	4	5	7	4
11	6	5	5	6	5	5	6	4	3	5
12	5	5	5	7	6	6	6	7	4	7
13	6	5	5	8	4	3	5	3	4	6
14	5	4	5	9	4	7	5	5	5	3
15	4	8	4	6	3	5	4	8	9	4
16	6	7	3	5	6	6	6	7	5	3
max	8	8	8	9	7	8	8	9	9	7
min	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3
average	6.38 ±1.15	5.75 ±1.48	5.19 ±1.60	5.75 ±1.48	4.38 ±1.26	5.25 ±1.57	5.44 ±1.26	5.75 ±1.57	5.25 ±1.88	5.06 ±1.34
จำนวนเมล็ดทั้งหมด	102	92	83	92	70	84	87	92	84	81
จำนวนเมล็ดที่สูญเสีย	4	5	5	4	3	4	4	5	5	5
ช่วงที่เมล็ดลงหลุม	4-8	4-8	3-8	4-9	3-7	3-8	4-8	3-9	3-9	3-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก4 บันทึกการทดลองจำนวนเมล็ดต่อหลุมในแปลงทดลอง ที่ความเร็ว 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง

หลุมที่	จำนวนเมล็ด 10 ซ้ำ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	4	4	7	5	3	7	4	4	5
2	4	5	5	7	5	3	4	4	4	5
3	3	6	4	7	5	3	4	6	9	4
4	3	6	7	7	5	3	5	4	6	5
5	6	6	6	3	6	6	7	6	5	5
6	5	8	5	3	7	4	9	6	3	2
7	0	6	1	4	4	8	8	3	6	6
8	7	4	4	4	5	3	4	8	4	3
9	5	3	2	1	0	2	7	9	6	1
10	9	9	8	6	9	6	7	5	6	4
11	6	6	2	5	4	6	6	2	1	6
12	5	7	6	7	3	4	1	7	3	5
13	7	4	9	3	3	2	6	4	4	1
14	8	0	5	3	4	7	5	3	5	0
15	6	4	5	5	8	6	7	7	2	9
16	6	6	4	5	2	3	6	6	5	3
Max	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9
Min	0	0	1	1	0	2	1	2	1	0
average	5.19 ±2.23	5.25 ±2.11	4.87 ±2.14	4.81 ±1.91	4.69 ±2.21	4.31 ±1.89	5.81 ±1.94	5.25 ±1.95	4.56 ±1.90	4.00 ±2.28
จำนวนเมล็ดทั้งหมด	83	84	77	77	75	69	93	84	73	64
จำนวนเมล็ดที่สูญเสีย	5	3	6	4	3	4	4	5	6	6
ช่วงที่เมล็ดลงหลุม	0-9	0-9	1-9	1-7	0-9	2-8	1-9	2-9	1-9	0-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง



รูปที่ ข1. เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่แบบงานตั้ง

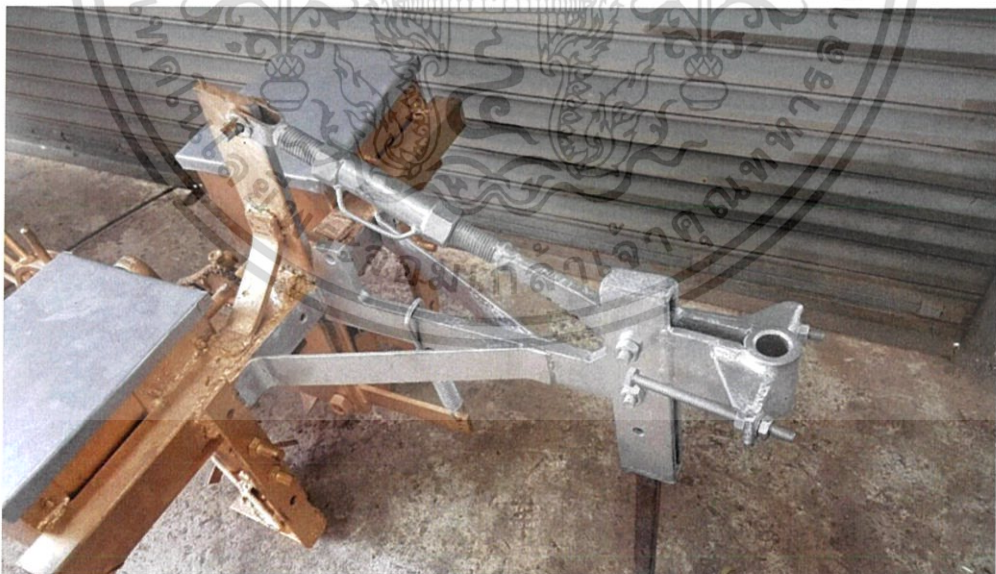


รูปที่ ข2. ชุดเปิดและปิดร่องดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข3. ชุดปรับสูงต่ำของเครื่องหยอดเมล็ด

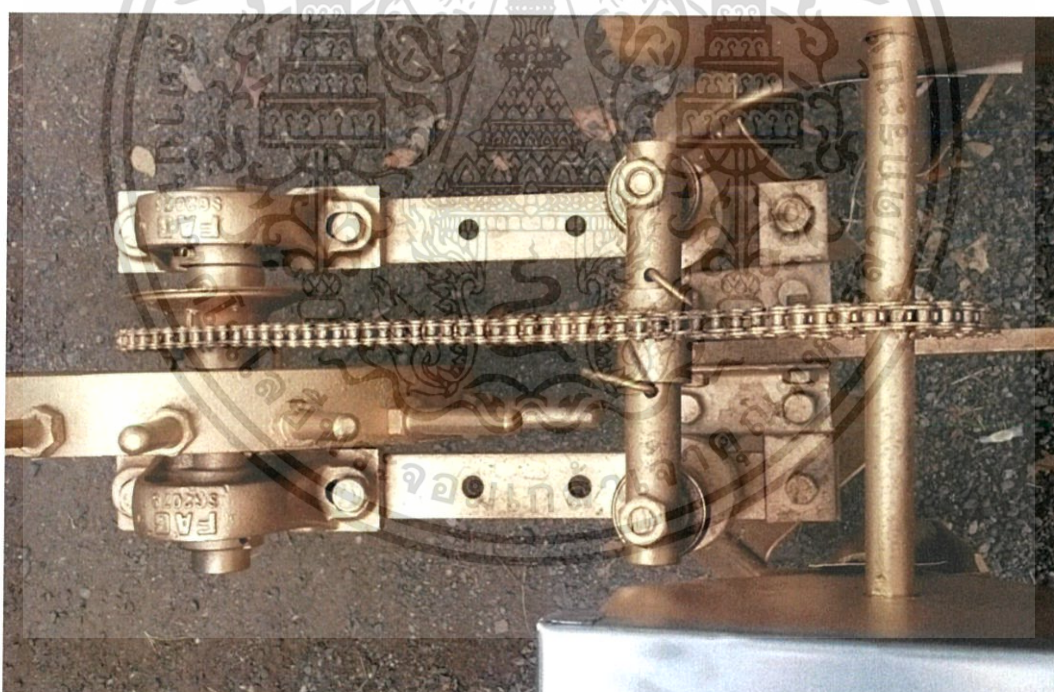


รูปที่ ข4. โครงเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข5. จุดยึดเครื่องกับรถไถเดินตาม



รูปที่ ข6. ชุดต้นกำลัง(ล้อจิก,โซ่และชุดต้นโซ่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

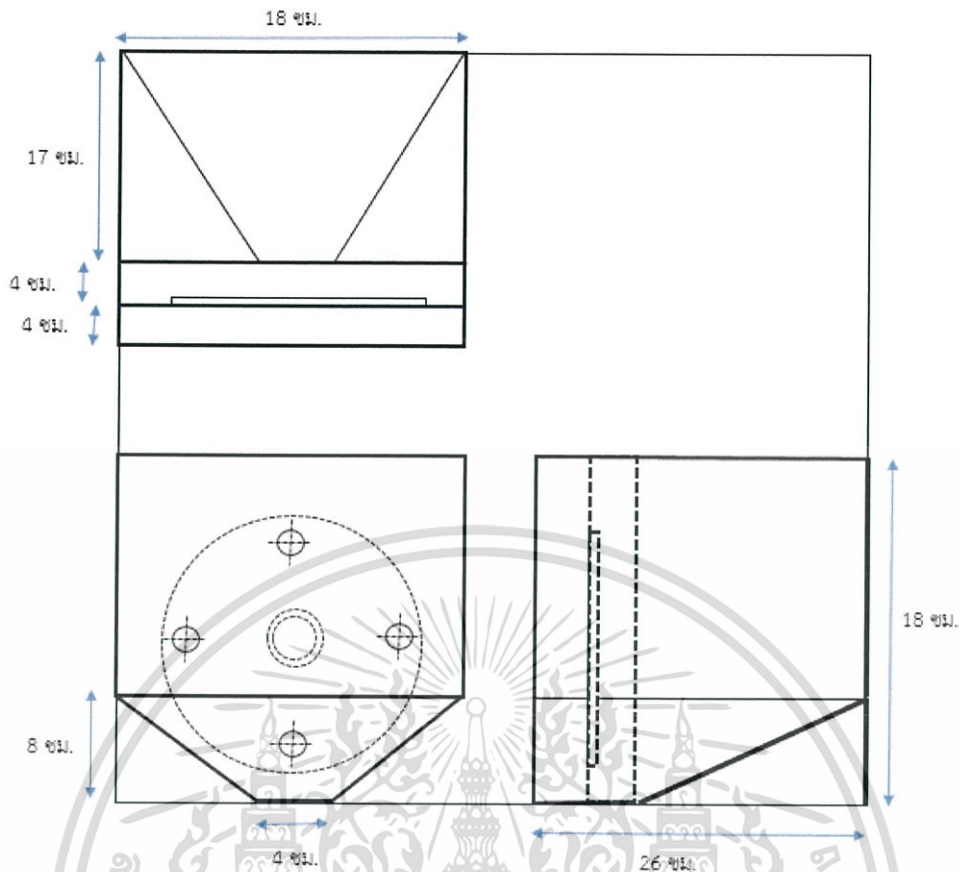


รูปที่ ข7. ถังบรรจุเมล็ดข้าว และ ช่องทางออกของเมล็ดข้าว(ด้านใน)

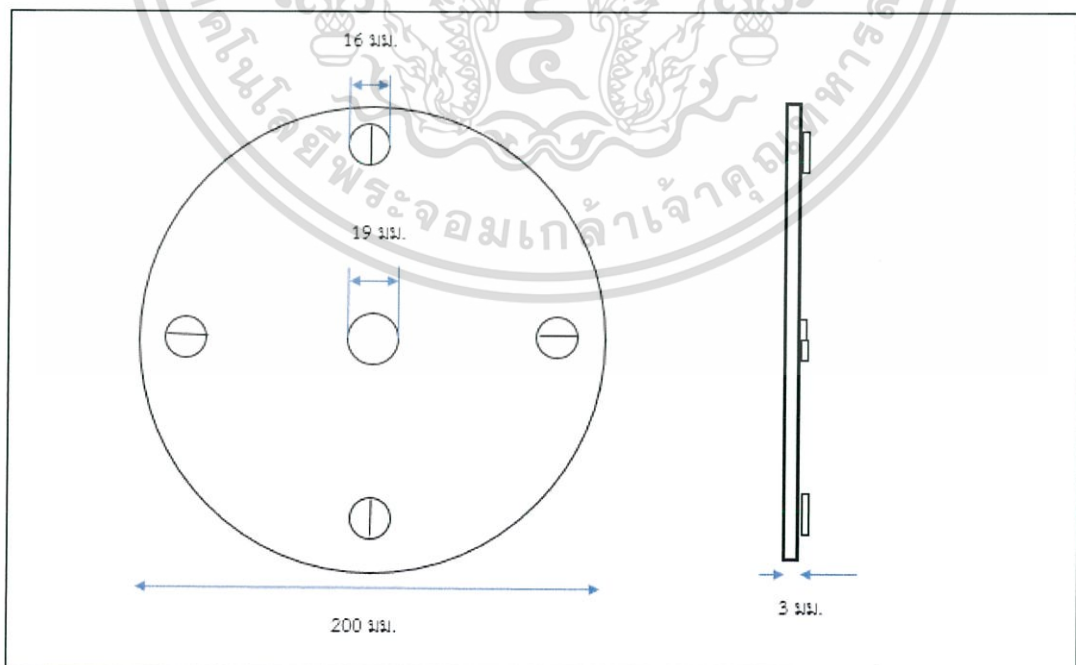


รูปที่ ข8. ถังบรรจุเมล็ดข้าว(ด้านนอก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

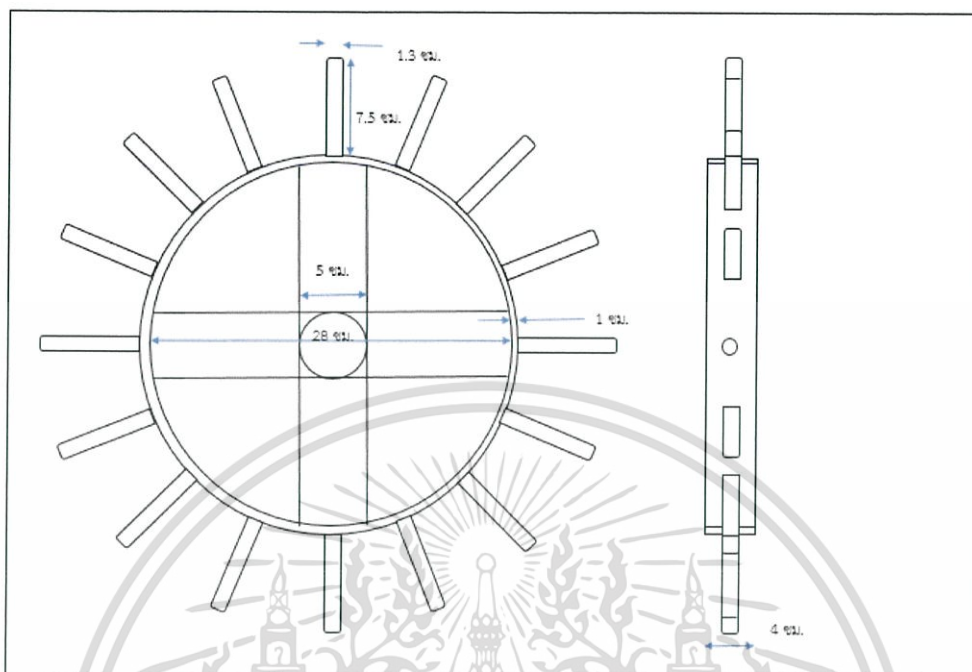


รูปที่ ข9. ขนาดของถังบรรจุเมล็ดพันธุ์



รูปที่ ข10. ขนาดของจานกำหนดเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11. ขนาดของล้อจิกดิน



รูปที่ ข12. เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร้ติตรถไถเดินตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข13. แปลงนาทดลอง



รูปที่ ข14. การทดลองเครื่องในแปลงนาทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25 เซนติเมตร



รูปที่ ข15. ระยะห่างระหว่างหลุมที่หยอดเมล็ดข้าว



รูปที่ ข16. ความลึกของหลุมหยอดเมล็ดข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข17. จำนวนเมล็ดที่ลงหลุม 3 เมล็ด



รูปที่ ข18. จำนวนเมล็ดที่ลงหลุม 8 เมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] มุลนิธิข้าวไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2557). จุดกำเนิดและประวัติข้าวไทย. 8 กันยายน 2559.
<http://www.thairice.org/>

[2] มุลนิธิข้าวไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2557). การทำนา. 8 กันยายน 2559.
<http://www.thairice.org/>

[3] ประพาส วีระแพทย์. 2556. ข้าวไร่. 8 กันยายน 2559.
<https://web.ku.ac.th/>

[4] นิรันดร์ชัย พิทักษ์ และชัยสันต์. (2556). การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่. ปริญญาโท, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[5] ชัยลักษณ์ ญัฐพงษ์ และสมฤทัย. (2557). การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่. ปริญญาโท, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[6] สุรวทย์ กฤษณะเศรณี.(2540). เครื่องจักรกลเกษตรสำหรับถั่วเหลือง. กรุงเทพฯ: ชุมชนุสกรณ์แห่งประเทศไทย.