รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ติดรถไถเดินตาม

Design and Fabricate of Upland rice Seeder attached power tiller

ผศ.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์

นายนิรันดร์ชัย สุรัตนาสถิตย์กุล

นายพิทักษ์ โพธาราม

นายชัยสันต์ กรศิริลักษณ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ติดรถไถเดินตาม

Design and Fabricate of Upland rice Seeder attached power tiller

ผศ.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์

นายนิรันดร์ชัย สุรัตนาสถิตย์กุล

นายพิทักษ์ โพธาราม

นายชัยสันต์ กรศิริลักษณ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ(ภาษาไทย) การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ติดรถไถเดินตาม

แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ 2557 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 60,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2556 ถึง กันยายน 2557

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ผศ.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Asst.Teerapong Pholpo

   หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-3298337-8 ต่อ 5007, โทรสาร 02-329-8336 E-mail: kpteerap@kmitl.ac.th, ppteerap@gmai..com

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายนิรันดร์ชัย สุรัตนาสถิตกุล

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Niranchai..Surattanasathitkul

   หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-3298337-8 ต่อ 5007, โทรสาร 02-329-8336 E-mail: canuseeme.yeot@gmail.com

2. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายพิทักษ์ โพธาราม

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Pitak..Photaram

   หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-3298337-8 ต่อ 5007, โทรสาร 02-329-8336 E-mail: bommmb@msn.com -

2. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายชัยสันต์ กรศิริลักษณ์

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Chaisun..kornsiriluk

   หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-3298337-8 ต่อ 5007, โทรสาร 02-329-8336 E-mail: arm_lm@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้าง และทดสอบประสิทธิภาพการหยอดของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่สำหรับใช้กับรถไถนาเดินตาม ซึ่งเครื่องมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้ 1) โครงเครื่อง 2) อุปกรณ์กำหนดเมล็ด 3) ล้อขับ 4) ถังบรรจุเมล็ด 5) ชุดสกี 6) อุปกรณ์เปิดร่อง 7) ตัวกลบเมล็ด โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อเครื่องทำงานอุปกรณ์เปิดร่องจะทำการเปิดดิน ล้อจิกดินก็จะส่งกำลังไปยังอุปกรณ์กำหนดเมล็ดที่อยู่ในถังบรรจุเมล็ด เมล็ดก็จะผ่านช่องหยอดลงไปตามท่อนำเมล็ดและลงสู่ดินที่ได้ทำการเปิดไว้ ในการทดลองใช้ข้าวไร่พันธุ์สามเดือน ผลการทดลองในแปลงพบว่าเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ที่ใช้ความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพของการหยอดสูงสุดเฉลี่ยที่ 99 เปอร์เซ็นต์ มีเมล็ดที่สูญเสีย (แตกหัก) เฉลี่ยที่ 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพเชิงพื้นที่เฉลี่ยที่ 0.30 ไร่ต่อชั่วโมง โดยใช้อุปกรณ์กำหนดเมล็ดแบบทรงกระบอกที่กำหนดเมล็ดให้ลงหลุมดีที่สุดเฉลี่ยที่ 2.65 เมล็ดต่อหลุม

คำสำคัญ: ออกแบบ, สร้าง, เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่,

Research Title: Design and Fabricate of Upland rice Seeder attached power tiller
Researcher: 1) Asst.Teeraponc Pholpho, 2) Mr. Niranchai Surattanasathitkul,
3) Mr. Pitak Photharam and 4) Mr. ChaisunKornsiriluck
Faculty of Engineering **Department of** Mechanical Engineering

ABSTRACT

This research aims were to design, fabricate and test the drop efficiency of upland rice seeder attached power tiller. The device is composed: 1) frame assembly 2) seed metering 3) ground wheel drive 4) seed hopper and seed tube 5) ski 6) furrow opening attachment, and 7) seed covering. The principle of the machine is working, furrow opening of soil and ground wheel was transition to seed metering in hopper. Then the seeds ("3 Duean" rice) flow through the pipe into the soil which has been grooved by using seed metering (cylindrical) the best averaged 2.65 seeds per hole. The result showed that upland rice seeder at a speed of 2 kilometer per hour has 99 percent of drop efficiency, 0.25 percent of seeds loss.

Keywords: design, fabricate, upland rice seeder

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทเงินรายได้จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ทุนในการทำวิจัย และขอขอบคุณหลักสูตรวิชาวิศวกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ใช้สถานที่ และอุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆในการทำวิจัยในครั้งนี้

ผศ.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์
นายนิรันดร์ชัย สุรัตนาสถิตกุล
นายพิทักษ์ โพธาราม
นายชัยสันต์ กรศิริลักษณ์

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของข้าว	4
2.1.1 จุดกำเนิดของข้าว	4
2.1.2 ประวัติของข้าวไทย	5
2.1.3 ชนิดของข้าว	5
2.1.4 ลักษณะทั่วไปของข้าว	6
2.1.5 ชนิดของพันธุ์ข้าว	8
2.1.6 การทำนา	9
2.1.7 เครื่องปลูกข้าวที่มีอยู่ในปัจจุบัน	12
2.1.8 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว	14
2.1.9 การเก็บเกี่ยว	17
2.2 ทฤษฎีของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่	17
2.2.1 เครื่องปลูกพืช (Planter Machinery)	17
2.2.2 ชนิดเครื่องปลูกพืช (Planter Machinery)	18
2.2.3 ลักษณะของการปลูกพืช	18
2.2.4 ส่วนประกอบของเครื่องหยอดเมล็ดพืช	23
2.2.5 การหาอัตราปลูกของเครื่องหยอดเมล็ดพืช	45
2.2.6 การประเมินผลการใช้เครื่องหยอดเมล็ด	45
2.3 การคำนวณของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่	46

สารบัญ

	หน้าที่
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างเครื่อง	47
3.1 แนวการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดข้าวไร่	47
3.2 ขั้นตอนการดาเนินโครงงาน	47
3.3 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่	48
3.2.1 การออกแบบชุดโครงสร้างของเครื่อง	48
3.2.2 การออกแบบอุปกรณ์กำหนดเมล็ด	49
3.2.3 การออกแบบชุดล้อขับ	50
3.2.4 การออกแบบถังบรรจุเมล็ด	51
3.2.5 การออกแบบชุดสกีและตัวปาดดินจากอุปกรณ์เปิดร่อง	53
3.2.6 การออกแบบอุปกรณ์เปิดร่อง	54
3.2.7 การออกแบบอุปกรณ์ตัวกลบเมล็ด	55
3.2.8 การออกแบบเฟืองทดรอบ	56
3.4 ประสิทธิภาพของการหยอดเมล็ด	57
3.5 ความสามารถในการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ทางทฤษฎี	57
3.6 ความสามารถของจริงในการทำงานเชิงพื้นที่ของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่	57
3.7 ความเสียของเมล็ดข้าวไร่	58
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ	59
4.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่	59
4.1.1 จุดประสงค์การทดสอบ	59
4.1.2 วัสดุอุปกรณ์	59
4.1.3 วิธีการทดสอบ	59
4.1.4 ผลการทดลอง	60
4.2 การทดลองในแปลงนาทดลองของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่	61
4.2.1 จุดประสงค์การทดสอบ	61
4.2.2 วัสดุอุปกรณ์	61
4.2.3 วิธีการทดสอบ	62
4.2.4 ผลการทดลอง	62
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	65
5.1 คุณลักษณะของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ที่สร้างมีลักษณะที่สำคัญดังนี้	63
5.2 สรุปผลการทดลอง	65
5.2.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการ	65
5.2.2 การทดลองในแปลงนาทดลอง	65
5.2 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง	65

สารบัญ

	หน้าที่
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	68
ภาคผนวก ก. ตารางผลการทดลอง	69
ภาคผนวก ข. รูปภาพส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง	70
ภาคผนวก ค. สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย	86

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
2.1 ค่ารับรองอัตราการปลูกระยะระหว่างแถวและความหนาแน่นในการปลูกสาหรับพืชสำคัญ	24
2.2 อุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆที่เหมาะสมกับดินสภาพพืช	37
2.3 ขนาดมู่เลย์ ตัวขับ ตัวตาม อัตราส่วนความเร็ว	45
2.4 ค่าที่กำหนดในการออกแบบเครื่องหยอดเมล็ด	46
3.1 คุณสมบัติต่างๆของเมล็ดข้าวไร่	50
4.1 สรุปประสิทธิภาพเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่	64
ตารางผนวก	68
ตารางผนวก ก.1 แสดงขนาดต่างๆของข้าวไร่	69
ตารางผนวก ก.1 แสดงขนาดต่างๆของข้าวไร่(มม.)	65
ตารางผนวก ก.2.1 – 2.4 แสดงผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ	70
ตารางผนวก ก.2.1 ผลทดลองจานวนเมล็ดต่อหลุม ที ความเร็วที 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	70
ตารางผนวก ก.2.2 ผลทดลองจานวนเมล็ดต่อหลุม ที ความเร็วที 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	71
ตารางผนวก ก.2.3 ผลทดลองจานวนเมล็ดต่อหลุม ที ความเร็วที 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	72
ตารางผนวก ก.2.4 ผลการทดลองจำนวนเมล็ดและค่าเฉลี่ยที่ลงหลุม	73
ตารางผนวก ก.2.5 – 2.8 แสดงผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ	74
ตารางผนวก ก.2.5 ผลทดลองในแปลงนาทดลองที ความเร็วที 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	74
ตารางผนวก ก.2.6 ผลทดลองในแปลงนาทดลองที ความเร็วที 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	75
ตารางผนวก ก.2.7 ผลทดลองในแปลงนาทดลองที ความเร็วที 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	76
ตารางผนวก ก.2.8 ผลการทดลองจำนวนเมล็ดและค่าเฉลี่ยที่ลงหลุม	77

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้าที่
2.1 รวงข้าว	7
2.2 นาหยอดในสภาพข้าวไร่	10
2.3 นาหยอดในสภาพที่ราบสูง	10
2.4 นาที่ปลูกด้วยวิธีการหว่าน	11
2.5 นาที่ปลูกด้วยวิธีการดำ	12
2.6 เครื่องพ่นหว่านเมล็ดข้าว	12
2.7 แสดงเครื่องดำนา	13
2.8 เครื่องหยอดข้าวนาแห้งแบบติดรถไถเดินตาม	13
2.9 เครื่องหยอดข้าวนาน้ำตมแบบติดรถไถเดินตาม	14
2.10 การปรับระดับพื้นที่	15
2.11 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้ในปัจจุบัน	17
2.12 เครื่องปลูกพืชแบบเป็นระยะ	18
2.13 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบกระทุ้งใช้แรงงานคน	19
2.14 เครื่องหยอดแบบลากล้อจิกจานวน 2 แถว	19
2.15 เครื่องหยอดล้อเอียงแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามจานวน 2 แถว	20
2.16 เครื่องหยอดเมล็ดพืชพร้อมใส่ปุ๋ยจานวน 4 แถวแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์	20
2.17 เครื่องหว่านเมล็ดพืชแบบสะพายไหล่	20
2.18 เครื่องดำนา	21
2.19 เครื่องปลูกอ้อย	21
2.20 ลักษณะการปลูกเมล็ดพืช และการหว่าน (หน่วย:ซม)	22
2.21 ลักษณะการปลูกบนพื้นราบ บนสันร่อง และในร่อง	22
2.22 อุปกรณ์กำหนดจานวนเมล็ดแบบต่างๆ	26
2.23 อุปกรณ์กำหนดจานวนเมล็ดแบบช่องทางออกหมุนได้สาหรับเครื่องหยอดข้าวงอก	27
2.24 อุปกรณ์กำหนดจานวนเมล็ดแบบรางเลื่อนสาหรับเครื่องหยอดเอนกประสงค์	27
2.25 อุปกรณ์หยอดแบบฟองนาพร้อมช่องทางออก	28
2.26 อุปกรณ์กำหนดจานวนเมล็ดแบบรางเหวี่ยง	28
2.27 หลักการทางานเบื้องต้นของเครื่องหยอดแบบใช้แรงดันลม	29
2.28 ระบบอุปกรณ์กำหนดจานวนเมล็ดสาหรับหยอดเมล็ดเดี่ยว	29
2.29 อุปกรณ์หยอดแบบสายพานพร้อมรูหยอดสาหรับหยอดเมล็ดเดี่ยว	30
2.30 เครื่องหยอดเมล็ดเดี่ยวระบบสุญญากาศ	31
2.31 ลักษณะการวางตัวของท่อนาเมล็ดสาหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช	33
2.32 ท่อนาเมล็ดที่ใช้ในการหยอด (Bernacki 1972)	34
2.33 ชนิดอุปกรณ์เปิดร่องสาหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช เครื่องใส่ปุ๋ยและเครื่องปลูก	36
2.34 อุปกรณ์กลบ (Morrison, et al.1988)	36
2.35 อุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้เมล็ดพืชมีการงอกได้ดีขึ้นสำหรับเขตเกษตรใช้นาฝน	39

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้าที่
2.36 ชนิดล้อขับที่ใช้สาหรับขับเคลื่อนอุปกรณ์กำหนดจานวนเมล็ด	40
2.37 อุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้เมล็ดพืชมีการงอกได้ดีขึ้นสำหรับเขตเกษตรใช้น้ำฝน	40
2.38 มิติของรถไถนาเดินตาม	41
2.39 ชนิดล้อขับที่ใช้สำหรับขับเคลื่อนอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด	43
3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	47
3.2 แบบจำลองโครงเครื่อง	48
3.3 ขนาดอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด	49
3.4 อุปกรณ์กำหนดเมล็ด	50
3.5 แบบจำลองชุดล้อขับ	51
3.6 แบบจำลองถุงบรรจุเมล็ด	51
3.7 แบบจำลองชุดสกี	53
3.8 แบบจำลองอุปกรณ์เปิดร่อง	54
3.9 แบบจำลองอุปกรณ์ตัวกลบเมล็ด	55
3.10 แบบจำลองเฟืองทดรอบ	56
4.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการ	59
4.2 แผนภูมิวงกลมผลการทดลองในห้องปฏิบัติการแสดงเปอร์เซ็นต์จานวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญเสียในความเร็วต่างๆ	60
4.3 กราฟผลการทดลองในห้องปฏิบัติการแสดงค่ากระจายตัวของจานวนเมล็ดต่อหลุมของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่	61
4.4 กราฟผลการทดลองในแปลงงานทดลองแสดงค่ากระจายตัวของจานวนเมล็ดต่อหลุมของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่	62
4.5 แผนภูมิวงกลมผลการทดลองในแปลงนาทดลองแสดงเปอร์เซ็นต์จานวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญเสียในความเร็วต่างๆ	63
1.ข โครงเครื่อง	78
2.ข ชุดสกี,ตัวกลบเมล็ดและอุปกรณ์เปิดร่อง	78
3.ข เรือนอุปกรณ์กำหนดเมล็ด	79
4.ข อุปกรณ์กำหนดเมล็ดแบบทรงกระบอก	79
5.ข ถังบรรจุเมล็ด	80
6.ค ล้อขับและเฟืองทดรอบ	80
7.ข ภาพเขียนแบบ AutoCad แบบสามมิติของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่	81
8.ข ภาพเขียนแบบ AutoCad แบบสามมิติด้านข้างและด้านหลังของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่	81
9.ข ภาพเขียนแบบ AutoCad แบบสามมิติด้านบนและสามมิติของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่	82
10.ข ภาพเขียนแบบ AutoCad ของชุดเปิดหน้าดินแบบด้านข้างและด้านหลังของชุดเปิดหน้าดิน	82
11.ข ภาพเขียนแบบ AutoCad ของชุดเปิดหน้าดินแบบด้านบนและสามมิติของชุดเปิดหน้าดิน	82
12.ข ภาพเขียนแบบ AutoCad ของชุดเรือนอุปกรณ์กำหนดเมล็ดแบบสามมิติและอุปกรณ์กำหนด	83

13.ข ภาพลักษณะของเมล็ดที่ถูกหยอดบนสายพานการทดลองในห้องปฏิบัติ 84
14.ข ภาพลักษณะของเมล็ดที่ถูกหยอดในแปลงนา 85

บทที่ 1

บทนำ

ข้าวเป็นธัญพืชที่สำคัญของโลกโดยที่ประเทศไทยส่งออกข้าวเป็นอับดับหนึ่งของโลก ปัจจุบัน กินเนสส์ เวิลด์ เรคคอร์ด ที่ล่าสุดออกประกาศนียบัตรยกย่องให้ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกข้าวมากที่สุดในโลก ข้อมูลจากองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติในปี 2550 ระบุประเทศไทยส่งออกข้าวมากที่สุดในโลกเป็นจำนวน 8,094,000 ตัน และคิดเป็น 27 เปอร์เซ็นต์ของตลาดข้าวส่งออกทั่วโลก ประเทศไทยในปัจจุบันมีพื้นที่ในการทำนาประมาณ 60 ล้านไร่มีผลผลิตรวมทั้งประเทศอยู่ที่ 30.92 ล้านตัน ข้าวเปลือก(สำนักงานสถิติการเกษตร, 2553-2555) โดยข้าวไร่มีพื้นที่ปลูกประมาณ 11 ล้านไร่ ผลผลิตประมาณ 5 ล้านตันจากสถิติการส่งออกข้าวเป็นอันดับ 1 ของโลกและราคาข้าวสูง แต่ชาวนาก็ยังมีสภาพความเป็นอยู่ที่ยากจนเหมือนเดิม เนื่องจากหลายปัจจัยซึ่งส่วนหนึ่งมาจาก ราคาต้นทุนการปลูกข้าวเพิ่มสูงขึ้นจากการกำจัดวัชพืชที่ทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตลดลง ปัจจุบันเริ่มมีการพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดมาประยุกต์เป็นเครื่องหยอดเมล็ดข้าว แต่ยังไม่มีการพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่บนที่เชิงเขาโดยไม่เตรียมดิน ดังนั้นทางผู้จัดทำโครงงานจึงได้ดำเนินการศึกษา ออกแบบ พัฒนา และสร้าง เครื่องหยอดข้าวงอกนาน้ำตมมีลักษณะการหยอดแบบเป็นแถวและเป็นหลุม เพื่อทำให้ง่ายต่อการดูแลรักษาต้นข้าวจากวัชพืชและช่วยลดค่าใช้จ่ายในการปลูกข้าว

1.1 ความเป็นมาของงานวิจัย

ในปัจจุบันการปลูกข้าวไร่จะทำการปลูกข้าวบนที่ดอนและไม่มีน้ำขังในพื้นที่ปลูกหรือดินบนพื้นที่สูง จะมีลักษณะของดิน และความอุดมสมบูรณ์ของดินตามธรรมชาติต่างกันออกไป แล้วแต่ชนิดของหินต้นกำเนิด ดินในสภาพทั่วไปจะเป็นแบบดินภูเขา (Lateritic soil) ชนิดของข้าวที่ปลูกก็เรียกว่า ข้าวไร่ พื้นที่ปลูกส่วนมากเป็นที่ดอน เชิงภูเขามักจะไม่มีระดับ คือ สูง ๆ ต่ำ ๆ หรือลาดเอียงตามไหล่เขา จึงทำให้การเตรียมดินและปรับระดับได้ยากเหมือนกับพื้นที่ราบ เพราะฉะนั้นชาวนามักจะปลูกโดยการหยอด โดยขั้นแรกทำการตัดหญ้าและต้นไม้เล็กออก แล้วทำความสะอาดพื้นที่ที่จะปลูกแล้วใช้หลักไม้ปลายแหลมเจาะดินเป็นหลุมเล็ก ๆ ลึกประมาณ 3 เซนติเมตร ปากหลุมมีขนาดกว้างประมาณ 1 นิ้ว หลุมนี้มีระยะห่างกันประมาณ 25 x 25 เซนติเมตร ระหว่างแถวและระหว่างหลุมภายในแถว ปกติจะต้องหยอดเมล็ดพันธุ์ทันทีหลังจากที่ได้เจาะหลุม โดยหยอด 3-5 เมล็ดต่อหลุม หลังจากหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้วก็ใช้เท้ากลบดินปากหลุม เมื่อฝนตกลงมาหรือเมล็ดได้รับความชื้นจากดิน ก็จะงอกและเจริญเติบโตเป็นต้นข้าว เนื่องจากที่ดอนไม่มีน้ำขังและไม่มีการชลประทาน การปลูกข้าวไร่จึงต้องใช้น้ำฝนเพียงอย่างเดียว พื้นดินที่ปลูกข้าวไร่จะแห้งและขาดน้ำทันทีเมื่อสิ้นฤดูฝน ดังนั้นการปลูกข้าวไร่จะต้องใช้พันธุ์ที่มีอายุเบา โดยปลูกในต้นฤดูฝนและแก่เก็บเกี่ยวได้ในปลายฤดูฝน การปลูกข้าวไร่ ชาวนาจะต้องหมั่นกำจัดวัชพืช เพราะที่ดอนมักจะมี

วัชพืชมากกว่าที่ลุ่ม เนื้อที่ที่ใช้ปลูกข้าวไร่ในประเทศไทยมีจำนวนน้อย และมีปลูกมากในภาคเหนือและภาคใต้ ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากการปลูกแบบหยอดโดยใช้คนทำให้มีความล่าช้า มีขั้นตอนในการปลูก เช่นระยะแถว ระยะหลุม ปริมาณข้าวที่หยอดและการกลบปากหลุม ซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้ ทำให้เกิดความไม่แม่นยำ ยุ่งยากและมีต้นทุนที่สูง จากปัจจัยต่างๆที่กล่าวมานั้นทำให้การผลิตข้าวไร่ได้ไม่มาก ทางผู้วิจัยจึงได้มีแนวความคิดที่จะเพิ่มผลผลิตให้มากกว่าเดิมโดยใช้เทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมเกษตรซึ่งเป็นองค์ความรู้ไปต่อยอดให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ๆที่เกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ให้มากกว่าแบบเดิมๆ โดยได้ออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ติดรถไถเดินตามขนาดเล็กให้เหมาะสมกับพื้นที่ในการปลูกแบบหยอด

1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาการออกแบบ สร้าง และทดสอบความสามารถและประสิทธิภาพของเครื่องปลูกแบบเตรียมดินที่เหมาะสมกับข้าวไร่

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่
2) พัฒนาและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่
3) ทดสอบปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องการวิเคราะห์ประเมินผลในเชิงวิศวกรรมของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์หยอดเมล็ดข้าวไร่ ให้มี ประสิทธิภาพมากขึ้นและทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1) ศึกษากายภาพของเมล็ดข้าวไร่
2) ศึกษาการทำงานของระบบต่างๆของเครื่องปลูกข้าวต้นแบบดำเนินการทดสอบและบันทึก ข้อมูลการทดสอบเบื้องต้นเพื่อใช้ในการออกแบบต่อไป
3) ทดสอบและปรับปรุงระบบการหยอดเพื่อให้สามารถใช้ปลูกข้าวไร่แบบเป็นหลุมได้
4) ออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ โยประยุกต์จากเครื่องหยอดเมล็ดต้นแบบ
5) ทดสอบและปรับปรุงเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ในห้องปฏิบัติการและในแปลงนาของภาควิชาฯ ให้สามารถทำงานได้และหยอดได้จำนวนเมล็ดที่ต้องการ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ที่สามารถปลูกได้ระยะห่างระหว่างแถวและระหว่างหลุมสม่ำเสมอการหยอดในแต่ละหลุมได้จำนวนเมล็ดที่ต้องการช่วยลดต้นทุนแรงงานแก้ปัญหาในการขาดแคลนแรงงานลดขั้นตอนในการดูแลรักษาต้นข้าว เพิ่มคุณภาพของข้าว และเพิ่มผลผลิตข้าวให้สูงขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของข้าว

2.1.1 จุดกำเนิดของข้าว

ข้าวที่มนุษย์เพาะปลูกในปัจจุบัน พัฒนามาจากุข้าวป่าในตระกูล Oryza gramineae สันนิษฐานว่าพืชสกุล Oryza ที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนชื้นของทวีป Goundwanaland ก่อนผืนดินจะเคลื่อนตัวและเคลื่อนออกจากกันเป็นทวีปต่างๆ เมื่อ 230-600 ล้านปีมาแล้ว จากนั้นกระจายจากเขตร้อนชื้นของแอฟริกา เอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงเหนือ ออสเตรเลีย อเมริกากลางและใต้ ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในเขตร้อน และเขตอบอุ่น ทั้งในที่ราบลุ่มจนถึงที่สูงจากระดับน้ำทะเล 2,500 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 53 องศาเหนือ ถึง 35 องศาใต้ มนุษย์ได้คัดเลือกข้าวป่าชนิดต่างๆ ตามความต้องการของตน เพื่อให้สอดคล้องกับระบบนิเวศ มีการผสมข้ามระหว่างข้าวที่ปลูกกับวัชพืชที่เกี่ยวข้อง เกิดข้าวพื้นเมืองมากมายหลายพันธุ์ ซึ่งสามารถให้ผลผลิตสูง ปลูกได้ตลอดปี ก่อให้เกิดสายพันธุ์ข้าวปลูกที่เรียกว่า ข้าวลูกผสมซึ่งมีประมาณ 120,000 พันธุ์ทั่วโลกข้าวปลูกในปัจจุบัน แบ่งออกเป็นข้าวแอฟริกาและข้าวเอเชีย

(1) ข้าวแอฟริกา (Oryza glaberrima) แพร่กระจายอยู่เฉพาะบริเวณเขตร้อนของแอฟริกาตะวันตกเท่านั้น สันนิษฐานว่าข้าวแอฟริกาอาจจะเกิดครั้งแรกเมื่อประมาน 1,500 ปี ก่อนคริสต์ศักราชหรือหลังจากนั้น

(2) ข้าวเอเชีย เป็นข้าวลูกผสม เกิดจาก Oryza sativa กับข้าวป่า มีถิ่นกำเนิดบริเวณประเทศอินเดีย และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปลูกกันอย่างแพร่หลาย ตั้งแต่อินเดีย ตอนเหนือของบังคลาเทศบริเวณดินแดนสามเหลี่ยมระหว่างพม่า ไทย ลาว เวียดนาม และจีนตอนใต้

แบ่งออกเป็น 3 สายพันธุ์

- ข้าวสายพันธุ์แรกเรียกว่าสายพันธุ์ Sanica หรือ Japonica ปลูกบริเวณแม่น้ำเหลืองของจีนแพร่ไปยังเกาหลีและ ญี่ปุ่น เมื่อประมาณ 300 ปีก่อนคริสต์ศตวรรษ เป็นข้าวเมล็ดป้อม
- ข้าวสายพันธุ์ที่สอง เรียกส่า Indica เป็นข้าวเมล็ดยาว ปลูกในเขตร้อน แพร่สู่ตอนใต้ของอินเดียศรีลังกา แหลมมลายู หมู่เกาะต่างๆ และลุ่มแม่น้ำแยงซีของจีนประมาณคริสต์ศักราช 200
- ข้าวสายพันธุ์ที่สามถือข้าวชวา(Javanica)ปลูกในอินโดนีเซีย กลาง เข้าสู่สหรัฐอเมริกาครั้งแรกประมาณคริสต์ศตวรรษที่17โดยนำเมล็ดพันธุ์ไปจากหมู่เกาะมาดากัสก้า

ในเบื้องแรก มนุษย์ค้นพบวิธีปลูกข้าวแบบทำไร่เลื่อนลอย ดังปรากฏหลักฐานในวัฒนธรรมลุงชานของประเทศจีน และวัฒนธรรมฮัวบิเนียนประเทศเวียดนาม เมื่อประมาณ 10,000 ปีมาแล้ว ต่อมามนุษย์ค้นพบการทำนาหว่าน ดังปรากฏหลักฐานในวัฒนธรรมยางเชา บริเวณลุ่มแม่น้ำเหลืองในวัฒนธรรมลุงชานประเทศจีน และในวัฒนธรรมฮัวบิเนียน ประเทศเวียดนาม เมื่อ 5,000-10,000 ปีมาแล้ว ภูมิปัญญาด้านการปลูกข้าวพัฒนาสู่การปักดำ พบหลักฐานในวัฒนธรรมบ้านเชียงประเทศไทย เมื่อไม่ต่ำกว่า 5000 ปีมาแล้ว

ประมาณ 1,084 ปีก่อนคริสต์ศักราชจากนั้นแพร่ไปยังฟิลิปปินส์ และญี่ปุ่น ข้าวเอเชียแพร่เข้าไปในยุโรปและแอฟริกา สู่อเมริกาใต้

2.1.2ประวัติของข้าวไทย

ในประเทศไทย เมล็ดข้าวที่เก่าแก่ที่สุดที่พบมีลักษณะคล้ายข้าวปลูกของชุมชนสมัยก่อนประวัติศาสตร์ อายุราว 3,000-3,500 ปีก่อนคริสต์ศักราช ได้แก่รอยแกลบข้าวซึ่งเป็นส่วนผสมของดินที่ใช้ปั้นภาชนะดินเผาที่โนนนกทาตำบลบ้านโคก อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น เป็นหลักฐานที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าเก่าแก่ที่สุดคือประมาณ 3,500 ปีก่อนคริสต์ศักราช หลักฐานอื่นๆ ที่แสดงให้เห็นว่าสยามประเทศเป็นแหล่งปลูกข้าวมาแต่โบราณ อาทิ เมล็ดข้าวที่ขุดพบที่ถ้ำปุงฮุง จังหวัดแม่ฮ่องสอน แสดงว่ามีการปลูกข้าวในบริเวณนี้เมื่อ 3,000 – 3,500 ปีก่อนคริสต์ศักราช หรือราว 5400 ปีมาแล้ว แกลบข้าวที่พบที่ถ้ำปุงฮุง มีทั้งลักษณะของข้าวเหนียวเมล็ดใหญ่ที่เจริญงอกงามอยู่ในที่สูงเป็นข้าวไร่และข้าวเจ้า แต่ไม่พบลักษณะของข้าวเหนียวเมล็ดป้อม หรือพวกข้าว Japonica เลยแหล่งโบราณคดีที่บ้านเชียงจังหวัดอุดรธานีพบรอยแหลบข้าวผสมอยู่กับดินที่นำมาปั้นภาชนะดินเผากำหนดอายุได้ใกล้เคียงกับแกลบข้าวที่ถ้ำปุงฮุง คือประมาณ 3,500-2,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช เป็นข้าวเอเชีย (Oryza sativa) พวกเมล็ดป้อมพันธุ์ Japonica

หลักฐานการค้นพบเมล็ดข้าว เถ้าถ่านในดินและรอยแกลบบนเครื่องปั้นดินเผาที่โคกพนมดีอำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี แสดงให้เห็นถึงชุมชนปลูกข้าวสมัยก่อนประวัติศาสตร์ชายฝั่งทะเล นอกจากนี้ยังพบหลักฐานคล้ายดอกข้าวป่าเมืองไทยที่ถ้ำทะลุ จังหวัดกาญจนบุรี อายุประมาณ 2,800 ปี (อาจจะก่อนหน้าหรือหลังจากนั้นประมาณ 300 ปี) ซึ่งเป็นช่วงรอยต่อยุคหินใหม่ตอนปลายกับยุคโลหะตอนต้น ส่วนหลักฐานภาพเขียนบนผนังถ้ำอายุไม่น้อยกว่า 2,000 ปี ที่ผาหมอนน้อยบ้านตากุ่ม ตำบลห้วยไผ่ อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี บันทึกการปลูกธัญพืชอย่างหนึ่ง มีลักษณะเหมือนข้าว ภาพความแปลงพืชคล้ายข้าวอาจตีความได้ว่ามนุษย์สมัยนั้นรู้จักข้าวหรือการเพาะปลูกข้าวแล้วศาสตราจารย์ชิน อยู่ดี สรุปไว้เมื่อปี พ.ศ. 2535 ว่าประเทศไทยทำนาปลูกข้าวมาแล้วประมาณ 5,471 ปี (นับถึงปี พ.ศ.2514) ก่อนก่อนปลูกข้าวในจีนหรืออินเดียราว 1,000 ปี ผลของการขุดค้นที่โนนนกทาสสนับสนุนสมมติฐานที่ว่าข้าวเริ่มปลูกในทวีปเอเชียอาคเนย์ในสมัยหินใหม่จากนั้นแพร่ขึ้นไปที่ประเทศอินเดียประเทศจีน ประเทศญี่ปุ่น และประเทศเกาหลี

2.1.3 ชนิดของข้าว

การแบ่งชนิดของข้าวทำได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ใช้เป็นมาตรการในการแบ่ง เช่น

(1) แบ่งตามประเภทของเนื้อแข็งในเมล็ดข้าวสาร ก็จะได้เป็นข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ซึ่งมีต้นและลักษณะอย่างอื่นเหมือนกันทุกอย่าง แต่ต่างกันที่ประเภทของเนื้อแข็งในเมล็ด เมล็ดข้าวเจ้าประกอบด้วยแป้ง amylose ประมาณน้อยละ 15-30 ส่วนของเมล็ดข้าเหนียว ประกอบด้วยแป้ง amylose เป็นส่จนเล็กน้อยประมาณร้อยละ 5-7 เท่านั้น

(2) แบ่งตามสภาพพื้นที่ปลูก ก็จะได้ข้าวไร่ ข้าวนาสวน และข้าวขึ้นน้ำข้าวไร่ (upland rice) เป็นข้าวที่ปลูกได้ทั้งพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดชัน ไม่ต้องทำคันนาเก็บกักน้ำ นิยมปลูกกันมากในบริเวณที่ราบสูง

ตามไหล่ เขาทางภาคเหนือ ภาคใต้ภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ คิดเป็นเนื้อที่เพาะปลูกประมาณ ร้อยละ 10 ของเนื้อที่เพาะปลูกทั่วประเทศข้าวนาหรือนาดำ (lowland rice) เป็นข้าวที่ปลูกในที่ลุ่มทั่วๆไป ในสภาพที่มีน้ำหล่อเลี้ยงต้นข้าวตั้งแต่ปลูกเนื้อที่เพาะปลูกประมาณร้อยละ 80 ของเนื้อที่เพาะปลูกทั่วประเทศจนกระทั่ง ก่อนเก็บเกี่ยว โดยที่สามารถ รักษาระดับน้ำได้และระดับน้ำต้องไม่สูงเกิน 1 เมตร ข้าวนาสวนนิยมปลูกกันมากแทบทุกภาคของประเทศคิดเป็น เนื้อที่เพาะปลูกประมาณร้อยละ 80 ของเนื้อที่เพาะปลูก ทั่วประเทศ ข้าวขึ้นน้ำหรือข้าวนาเมือง(floating rice)เป็นข้าวที่ปลูกในแหล่งที่ไม่สามารถรักษาระดับน้ำได้ บางครั้งระดับน้ำในบริเวณที่ปลูก อาจสูงกว่า 1 เมตร ต้องใช้ข้าวพันธุ์พิเศษที่เรียกว่า ข้าวลอยหรือ ข้าวฟ่างลอยปลูก ส่วนมากปลูก แถวจังหวัดพระนครศรีอยุธยาสุพรรณบุรี ลพบุรี พิจิตร อ่างทองและสิงห์บุรี คิดเป็นเนื้อที่เพาะปลูกประมาณร้อยละ 10 ของเนื้อที่เพาะปลูกทั่วประเทศ

(3) แบ่งตามอายุการเก็บเกี่ยว ก็ได้ข้าวเบา ข้าวกลาง และข้าวหนัก ข้าวเบามีอายุการเก็บเกี่ยว 90-100 วัน ข้าวกลาง 100-120 วัน และข้าวหนัก 120 วันขึ้นไป อายุการเก็บเกี่ยวนับแต่เพาะกล้าหรือหว่านข้าวในนาจนเก็บเกี่ยว

(4) แบ่งตามลักษณะความไวต่อแสง ก็จะได้ข้าวที่ไวและไม่ไวต่อแสง ข้าวที่ไวต่อแสง จะมีอายุการเก็บเกี่ยวที่ไม่แน่นอน เพราะจะออกดอกในช่วงเดือนที่มีความยาวของกลางวันสั้นกว่ากลางคืน ในประเทศไทยช่วงดังกล่าวเริ่มเดือนตุลาคม ฉะนั้น ข้าวพวกนี้ต้องปลูกในฤดูนาปี (ฤดูฝน) เท่านั้น ส่วนข้าวที่ไม่ไวต่อแสงจะสามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล

(5) แบ่งตามรูปร่างของเมล็ดข้าวสาร ก็จะได้ ข้าวเมล็ดสั้น (short grain) ความยาวของเมล็ดไม่เกิน 5.50 มิลลิเมตรข้าวเมล็ดปลายยาวปานกลาง (medium-long grain) ความยาวของเมล็ดตั้งแต่ 5.51-6.60 มิลลิเมตรข้าวเมล็ดยาว (long grain) ความยาวของเมล็ดตั้งแต่ 6.61-750 มิลลิเมตรข้าวเมล็ดยาวมาก (extra-long grain) ความยาว ของเมล็ดตั้งแต่ 7.51 มิลลิเมตรขึ้นไป

(6) แบ่งตามฤดูปลูก ก็จะได้ข้าวนาปีและข้าวนาปรัง(ข้าวนาน้ำฝน) ข้าวนาปี หรือข้าวนาน้ำฝน คือข้าวที่ปลูกในฤดูกาลทำนาปกติ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมและจะเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้นล่าสุดไม่เกินเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนข้าวนาปรัง คือข้าวที่ปลูกนอกฤดูกาลทำนาปกติ เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมในบางท้องที่และจะเก็บเกี่ยวอย่างช้าที่สุดไม่เกินเดือนเมษายน นิยมปลูกในท้องที่ที่มีการชลประทานดี

2.1.4 ลักษณะทั่วไปของข้าว

(1) ลักษณะที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของต้นข้าวได้แก่ ราก ลำต้น และใบ

- ราก รากเป็นส่วนที่อยู่ใต้ผิวดิน ใช้ยึดลำต้นกับดินเพื่อไม่ให้ต้นล้ม แต่บางครั้งก็มีรากพิเศษเกิดขึ้นที่ข้อซึ่งอยู่เหนือพื้นด้วย ต้นข้าวไม่มีรากแก้ว แต่มีรากฝอยแตกแขนงกระจายแตกแขนงอยู่ใต้ผิวดิน

- ลำต้น มีลักษณะเป็นโพรงตรงกลางและแบ่งออกเป็นปล้องๆ โดยมีข้อกั้นระหว่างปล้อง ความยาวของปล้องนั้นแตกต่างกัน จำนวนปล้องจะเท่ากับจำนวนใบของต้นข้าว ปกติมีประมาน 20-25 ปล้อง

- ใบ ต้นข้าวมีใบไว้สำหรับสังเคราะห์แสง เพื่อเปลี่ยนแร่ธาตุ – อาหาร น้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นแป้ง เพื่อใช้ในการเจริญเติบและ สร้างเมล็ดของต้นข้าว ใบประกอบด้วย กาบใบและแผ่นใบ

(2) ลักษณะที่เกี่ยวกับการขยายพันธุ์ ต้นข้าวขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดซึ่งเกิดจากการผสมระหว่างเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ลักษณะที่สำคัญเกี่ยวกับการ ขยายพันธุ์ ได้แก่ รวง ดอกข้าวและเมล็ดข้าวแสดงดังรูปที่ 2.1

- รวงข้าว (panicle) หมายถึง ช่อดอกของข้าว (inflorescence) ซึ่งเกิดขึ้นที่ข้อของปล้องอันสุดท้ายของต้นข้าว ระยะระหว่างข้ออันบนของปล้องอันสุดท้ายกับข้อต่อของใบธรงเรียกส่า คอรวง

- ดอกข้าว หมายถึง ส่วนที่เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียสำหรับผสมพันธุ์ ดอกข้าวประกอบด้วยเปลือกนอกใหญ่สองแผ่นประมานกัน เพื่อห่อ หุ้มส่วนที่อยู่ภายในไว้ เปลือกนอกใหญ่แผ่นนอก เรียกว่า เลมมา (lemma) ส่วนเหลือกนอกใหญ่แผ่นใน เรียกว่า พาเลีย (palea) ทั้งสองเลือกนี้ ภายนอกของมันอาจมีขนและไม่มีขนก็ได้

- เมล็ดข้าว หมายถึง ส่วนที่เป็นแป้งที่เรียกว่า เอ็นโดสเปิร์ม (endosperm) และส่วนที่เป็นคัพภะ ซึ่งห่อหุ้มไว้โดยเปลือกนอกใหญ่สองแผ่น เอ็นโดสเปิร์มเป็นแป้งที่เราบริโภคคัพภะเป็นส่วนที่มีชีวิตและงอกออกมาเป็นต้นข้าวเมื่อเอาไปเพาะ

รูปที่ 2.1 รวงข้าว

2.1.5 ชนิดของพันธุ์ข้าว

(1) แบ่งตามนิเวศการปลูก

- ข้าวนาสวน ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังหรือกักเก็บน้ำได้ระดับน้ำลุกไม่เกิน 50 เซนติเมตร ข้าวนาสวนมีปลูกทุกภาคของประเทศ แบ่งออกเป็น ข้าวนาสวนนาน้ำฝน และข้าวนาสวนนาชลประทาน

- ข้าวนาสวนนาน้ำฝน ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปี และอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การกระจายตัวของฝน ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกข้าวนาน้ำฝนประมาณ 70% ของเนื้อที่ปลูกข้าวทั้งหมด

-ข้าวนาสวนนาชลประทาน ข้าวที่ปลูกในที่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ โดยอาศัยน้ำจากการชลประทาน ปลูกได้ตลอดทั้งปี ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกข้าวนาชลประทาน 24 % ของเนื้อที่ปลูกข้าวทั้งหมด และพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลาง

- ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวที่ปลูกในนาที่น้ำท่วมขัง มีระดับน้ำลึกตั้งแต่ 1-5 เมตร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 เดือน ลักษณะพิเศษของข้าวขึ้นน้ำคือ มีความสามรถในการยืดปล้อง (Internode Elongation Ability) การแตกแขนงและรากที่ข้อเหนือผิวดิน (Upper Nodal Tillering and Rooting Ability)และการชูรวง (Kneeing Ability)

-ข้าวน้ำลึก ข้าวที่ปลูกในพื้นที่น้ำลึก ระดับน้ำนามากกว่า 50 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 100 เซนติเมตร

-ข้าวไร่ ข้าวที่ปลูกในที่ดินหรือในสภาพไร่ บริเวณไหล่เขาหรือพื้นที่ซึ่งไม่มีน้ำขังไม่มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ

- ข้าวนาที่สูง ข้าวปลูกในนาที่มีน้ำขังบนที่สูงตั้งแต่ 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พันธุ์ข้าวนาที่สูงต้องมีความสามารถทนทานอากาศหนาวเย็นได้ดี

- ข้าวไวต่อช่วงแสง เป็นข้าวที่ออกดอกเฉพาะเมื่อช่วงเวลากลางวันสั้นกว่า 12 ชั่วโมง โดยพบว่าข้าวไวต่อช่วงแสงในประเทศไทยมักจะออกดอกในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 40 นาที หรือสั้นกว่านี้ ดังนั้นข้าวที่ออกดอกได้ในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 40-50 นาที จึงได้ชื่อว่าเป็นข้าวที่มีความไวน้อยต่อช่วงแสง (Less Sensitive to Photoperiod) และพันธุ์ที่ออกดอกเฉพาะในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 10-20 นาที ก็ได้ชื่อว่าเป็นพันธุ์ที่มีความไวมากต่อช่วงแสง (Strongly Sensitive to Photoperiod) พันธุ์ข้าวในประเทศไทยที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อช่วงแสง

- ข้าวไม่ไวต่อแสง เป็นข้าวที่ออกดอกเมื่อต้นข้าวมีระยะเวลาการเจริญเติบโตครบตามกำหนด โดยไม่ขึ้นกับความยาวของกลางวัน ฉะนั้นพันธุ์ข้าว ไม่ไวต่อแสงจึงใช้ปลูกและให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี

(2) ธัญพืชเมืองหนาว

- ข้าวสาลี ข้าวสาลีเป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่ชอบอากาศหนาว สามารถปลูกได้ในฤดูหนาวของภาคเหนือ ทั้งในที่ลาบลุ่มและที่ราบสูง ทั้งในสภาพไรและสภาพนาอาศัยน้ำชลประทาน หรือบางท้องที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีช่วงเวลาที่เหมาะสมในการปลูก ข้าวสาลีในประเทศไทยคือ ตอนปลายฤดูฝน

ในระยะกลางเดือนตุลาคม จนถึงเดือนพฤศจิกายน แล้วแต่พื้นที่ โดยอาศัยความชื้น ในช่วงปลายฤดูฝนก็เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (ในเดือนกุมภาพันธ์ ถึงต้นเดือนมีนาคม) เพราะข้าวสาลีไม่ต้องการน้ำมากนัก แต่จำเป็นต้องปลูกให้เร็วที่สุดหลังจากฤดูฝนสิ้นสุดลง และสามารถเตรียมแปลงปลูกได้ ข้าวสาลีอาจใช้ปลูกเป็นพืชตามหลังข้าวนาปีได้ แต่ข้าวสาลีไม่เหมาะที่จะปลูกในสภาพดินที่เป็นกรดจัดหรือดินเหนียว

-ข้าวบาร์เลย์ เป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่ชอบอากาศหนาว ระยะเวลาปลูกที่เหมาะสมที่สุด อยู่ระหว่างช่วงวันที่ 15ตุลาคม ถึงวันที่ 15 พฤศจิกายน ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวบาร์เลย์คือ แป้ง โปรตีน และเยื่อใย ข้าวบาร์เลย์เป็นธัญพืชที่เหมาะสำหรับทำเบียร์ ข้าวบาร์เลย์ที่มีโปรตีนสูงไม่เหมาะในการทำมอลท์เพื่อผลิตเบียร์แต่มีคุณค่าทางอาหารสูง ย่อยง่าย เหมาะสำหรับทำอาหารเด็กอ่อนและอาหารเพื่อสุขภาพ

(3) ข้าวเฉพาะถิ่น ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่นิยมปลูกในบางพื้นที่เนื่องจากมีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่นั้น ๆ และมีคุณลักษณะ อยู่ในความต้องการของตลาดและเป็นที่นิยมของผู้บริโภคบางกลุ่ม

2.1.6 การทำนา

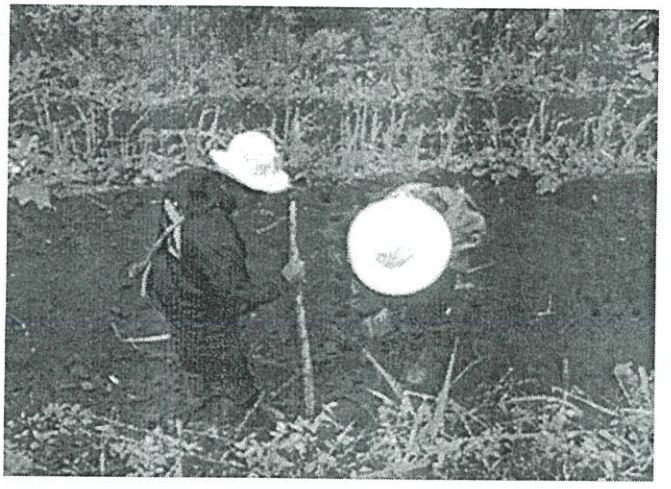
การทำนา หมายถึงการปลูกข้าวและการดูแลรักษาต้นข้าวในนาไป จนถึงการเก็บเกี่ยว การปลูกข้าวในแต่ละท้องถิ่น จะแตกต่างกันไปตามสภาพของดินฟ้าอากาศ และสังคมของท้องถิ่นนั้นๆ ในแหล่งที่ต้องอาศัยน้ำจากฝนเพียงอย่างเดียวก็ต้องกะระยะเวลาการปลูกข้าวให้เหมาะสมกับช่วงที่มีฝนตกสม่ำเสมอ และเก็บเกี่ยวในช่วงที่ฤดูฝนหมดพอดี เนื่องจากแต่ละท้องถิ่นมีสภาพดินฟ้าอากาศที่แตกต่างกัน ดังนั้น การปลูกข้าวจึงมีหลายวิธี

วิธีการปลูกข้าวในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 3 อย่างตามสภาพพื้นที่ปลูก ดังนี้

(1) การปลูกข้าวไร่ หมายถึง การปลูกข้าวบนที่ดอนและไม่มีน้ำขังในพื้นที่ปลูก พื้นที่ดอนส่วนมาก เช่น เชิงภูเขา มักจะไม่มีระดับ คือสูงๆต่ำๆ จึงไม่สามารถไถเตรียมดินและปรับระดับได้ง่ายเหมือนพื้นที่ราบ เพราะฉะนั้น ชาวนามักจะปลูกแบบหยอด โดยขั้นแรกทำการตัดหญ้าและต้นไม้เล็กออก และทำความสะอาดพื้นที่ที่จะปลูกแล้วใช้หลักไม้ปลายแหลมเจาะดินเป็นหลุมเล็ก ๆ แล้วหยอดเมล็ดพันธุ์ลงในหลุม หลังจากหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้ว ใช้เท้ากลบดินปากหลุม เมื่อฝนตกลงมาหรือเมล็ดได้รับความชื้นจากดินก็จะงอกและเจริญเติบโตเป็นต้นข้าว เนื่องจากที่ดอนไม่มีน้ำขังและไม่มีการชลประทาน การปลูกข้าวไร่จึงต้องใช้น้ำฝนเพียงอย่างเดียว พื้นดินที่ปลูกข้าวไร่จะแห้งและขาดน้ำทันทีเมื่อสิ้นฤดูฝน ดังนั้น การปลูกข้าวไร่จะต้องใช้พันธุ์ข้าวที่อายุเบา โดยปลูกในต้นฤดูฝน และเก็บเกี่ยวได้ในปลายฤดูฝน การปลูกข้าวไร่ ชาวนาต้องหมั่นกำจัดวัชพืช เพราะที่ดอนมักจะมีวัชพืชมากกว่าที่ลุ่ม เนื้อที่ ที่ใช้ใน การปลูก

- การทำนาหยอด เป็นวิธีการปลูกข้าวที่อาศัยน้ำฝน หยอดเมล็ดข้าวแห้ง ลงไปในดินเป็นหลุมๆ หรือโรยเป็นแถวแล้วกลบฝังเมล็ดข้าว เมื่อฝนตกลงมาดินมีความชื้นพอเหมาะเมล็ดก็จะงอกเป็นต้น นิยมทำในพื้นที่ข้าวไร่ หรือนาในเขตที่การกระจายของฝนไม่แน่นอนแบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่

- นาหยอดในภาพข้าวไร่พื้นที่ส่วนใหญ่มักเป็นที่ลาดชัน เช่น เชิงเขาเป็นต้น ปริมาณน้ำฝนไม่แน่นอน สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่สามารถเตรียมดินได้ จึงจำเป็นต้องหยอดข้าวเป็นหลุมแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 นาหยอดในสภาพข้าวไร่

- นาหยอดในสภาพที่ราบสูง เช่นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ส่วนใหญ่เป็นที่ราบเชิงเขาและหุบเขา การหยอดเป็นหลุมหรือใช้เครื่องมือหยอด หรือโรยเป็นแถวแล้วคราดกลบ นาหยอดในสาภพนี้ให้ผลผลิตสูงกว่านาหยอดในสภาพข้าวไร่มากแสดงดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 นาหยอดในสภาพที่ราบสูง

(2) การปลูกข้าวนาหว่าน มีวิธีการทำได้หลายวิธี เช่น

- การปลูกแบบหว่านแห้ง หรือหว่านสำรวย หลังจากที่เกษตรกำไถดะ ไถแปรแล้วก็จะหว่านเมล็ดแห้งเลย เมล็ดข้าวที่หว่านจะตกลงไปอยู่ตามซอกก้อนดิน เกษตรกรบางรายที่มีแรงงาน อาจจะคราดกลบอีกครั้งหนึ่ง แต่บางรายก็ไม่มีการคลาดกลบ ในแหล่งที่สามารถระบายน้ำเข้าได้ ให้ระบายเข้าช้า ๆ ถ้าระบายเร็วเกินไป เมล็ดก็จะลอยไปอยู่ปลายน้ำหมด

- การปลูกแบบไถหว่านหลังขี้ไถ ในบางครั้งหลังจากที่ไถดะแล้ว ฝนมาเร็วไม่สามารถไรแปรและคราดได้ทันก็อาจจะเอาเมล็ดข้าวแห้งมาหว่านบนหลังขี้ไถได้เลยแต่เมล็ดพันธุ์อาจได้รับความเสียหายจากนกหนูมาก

- การปลูกข้าวแบบหว่านเทือกหรือหว่านข้าวงอกหรือการทำนาหว่านน้ำตมแผนใหม่วิธีการเตรียมดิน เช่นเดียวกับแปลงกล้าหรือแปลงปักดำทั่วๆไป ต่อเมื่อทำเทือกหรือปรับเมือกให้เสมอกันครั้งสุดท้ายแล้ว ต้องปล่อยน้ำออกแห้ง จากนั้นให้ซักร่องหรือทำร่องให้เป็นแปลงย่อย ที่มีความกว้าง 3-4 เมตร เพื่อให้เทือกแห้งดียิ่งขึ้นเสร็จแล้วนำข้าวงอกที่เตรียมไว้แล้วมาหว่านลงในแปลงย่อยๆนั้น

- การปลูกข้าวแบบหว่านข้าวงอก หรือการปลูกแบบนาหว่านน้ำตม ในพื้นที่บางแห่งเป็นที่ลุ่มไม่สามารถ ระบายน้ำออกได้และบางแห่งดินเปรี้ยวด้วย เตรียมดินเหมือนกับทำนาดำแล้วทิ้งไว้ตกตะกอนเพื่อให้น้ำที่ขังอยู่นั้นใสในระหว่างที่ตกตะกอนนั้นให้รีบหว่านข้าวงอกลงไป เมล็ดข้าวซึ่งหนักกว่าตะก่อนจะตกถึงผิวดินก่อน และตะกอนนั้นจะตกลงไปทับเมล็ดข้าวอีกทีหนึ่งทำให้น้ำไม่สามารถพัดพาเมล็ดข้าวงอกลอยไปที่อื่นได้ เมื่อตะกอนตกหมดแล้ว น้ำจะใส ทำให้เมเล็ดข้าวได้รับแสงแดดที่ผ่านน้ำลงไป ข้าวก็เริ่มงอกและเจริญเติบโตต่อไปแสดงดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 นาที่ปลูกด้วยวิธีการหว่าน

(3) การปลูกข้าวนาดำหมายถึงปลูกข้าวที่ต้องมีการเพาะเมล็ดข้าวหรือตกหล้าในแปลงขนาดเล็กเสียก่อน แล้วจึงถอนต้นกล้าเอาไปปักดำแปลงใหม่ วิธีการแบบนี้ ถ้าพิจารณากันในด้านผลผลิตแล้วจะสูงกว่าการทำนาโดยวิธีอื่น หลังจากการทำการปลูกข้าวแล้ว ชาวนาต้องให้การดูแลรักษาต้นข้าวในนาเป็นอย่างดีจนกระทั่งเก็บเกี่ยว เช่นการป้องกันวัชพืชและแมลงต่างๆ ไม่ให้ทำลายต้นข้าว ซึ่งอาจจะทำให้ผลผลิตลดลงได้ นอกจากนั้น ก็ต้องดูแลให้ปุ๋ยแก่ต้นข้าวแสดงดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 นาที่ปลูกด้วยวิธีการดำ

2.1.7 เครื่องปลูกข้าวที่มีอยู่ในปัจจุบัน

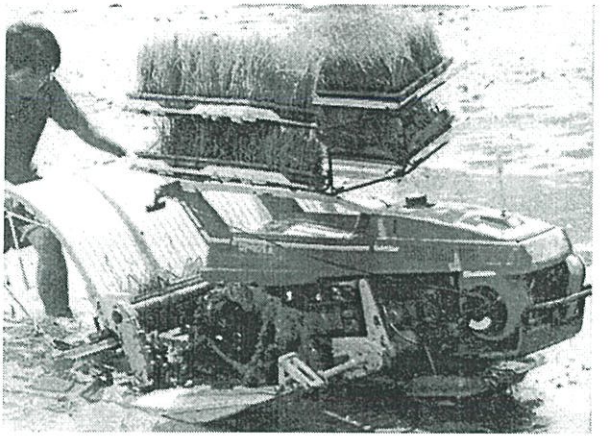
ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องปลูกข้าวขึ้นในหลายประเทศเช่น ญี่ปุ่น อินเดีย จีน ฟิลิปปินส์ รวมทั้งประเทศไทยด้วย ซึ่งแบบที่มีการพัฒนากันมาก ได้แก่

- เครื่องพ่นหว่านเมล็ดข้าวใช้พ่นหว่านเมล็ดข้าวในนาข้าว แทนที่การหว่านด้วยมือ ทำให้ช่วยผ่อนแรง และใช้เวลาน้อยลงสามารถพ่นหว่านได้คลอบคลุมพื้นที่นาแสดงดังรูปที่ 2.6

ความสามารถในการทำงาน : 5-8 ไร่/ชั่วโมง

รูปที่ 2.6 เครื่องพ่นหว่านเมล็ดข้าว

- เครื่องดำนา ใช้สำหรับดำนาโดยต้องทำการเพาะต้นกล้าก่อนจึงนำมาปักดำ เครื่องดำนานี้สามารถปลูกต้นข้าวได้เป็นแถวเป็นแนวอย่างมีระเบียบลดแรงงานในการปักดำนาด้วยมือ ประหยัดเวลาในการทำงาแสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงเครื่องดำนา

ความสามารถในการทำงาน	:	1.5 ไร่/วัน
จำนวนแถวในการปลูก	:	4 แถว
ระยะห่างระหว่างแถว	:	30 ซม.

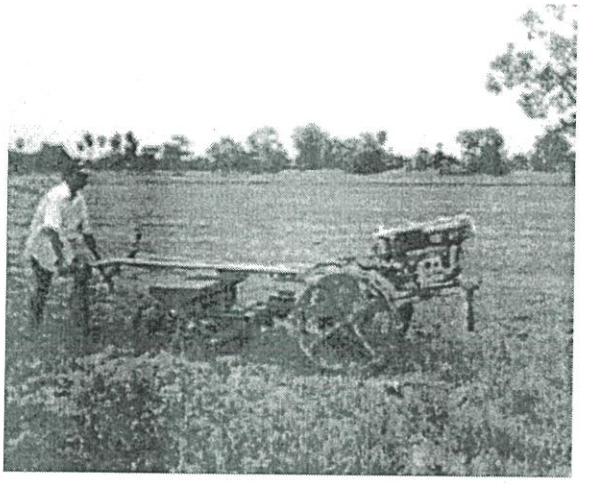
- เครื่องหยอดข้าวนาแห้งแบบติดรถไถเดินตามใช้สำหรับปลูกข้าวแห้งแบบติดรถไถเดินตามใช้สำหรับปลูกข้าวแห้ง สามารถปลูกข้าวได้เป็นแถวแบบโรยเหมาะสำหรับพื้นที่นาแห้งแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือแสดงดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 เครื่องหยอดข้าวนาแห้งแบบติดรถไถเดินตาม

ความสามารถในการทำงาน	:	7 ไร่/วัน

อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์	:	9.5 กก./ไร่
จำนวนแถวในการปลูก	:	4 แถว
ระยะห่างระหว่างแถว	:	30 ซม.

- เครื่องปลูกข้าวนาน้ำตมใช้ปลูกข้าวในพื้นที่นาน้ำตมโดยใช้เมล็ดข้าวงอกในการเพาะปลูก เครื่องนี้เป็นการปลูกแบบโรยเป็นแถวแสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงเครื่องหยอดข้าวนาน้ำตมแบบติดรถไถเดินตาม

ความสามารถในการทำงาน	:	18.8 ไร่/วัน
อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์	:	19 กก./ไร่
จำนวนแถวในการปลูก	:	10 แถว
ระยะห่างระหว่างแถว	:	20 ซม.

2.1.8 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว

ใช้เมล็ดพันธุ์ที่สะอาดไม่มีเมล็ดวัชพืชเจือปน เพราะถ้ามีเมล็ดวัชพืชปนติดไปกับเมล็ดพันธุ์ข้าวจะเป็นการเพิ่มวัชพืชลงไปในนาซึ่งมีเมล็ดวัชพืชสะสมอยู่มากแล้ว การทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ข้าว สามารถกระทำได้โดยใช้เครื่องสีฝัดเป่าเมล็ดวัชพืชและเศษเจือปน ที่เบาออกไปจากเมล็ดข้าว นอกจากนี้ขณะแช่ข้าวสำหรับใช้หว่านยังสามารถใช้มือชาวเอาเมล็ดข้าวลีบ และเศษสิ่งเจือปนที่ลอยออกได้อีกครั้ง จะได้เมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง และงอกได้เร็วแข็งแรงสามารถแข่งขันกับวัชพืชได้

- การเตรียมแปลงข้าวปลูกข้าว

การไถเตรียมดินมีวัตถุประสงค์ เพื่อกำจัดวัชพืช และทำให้ดินมีสภาพเหมาะแก่การปลูกข้าว การไถครั้งแรกพลิกดินขึ้นมาแล้วเว้นช่วงให้เมล็ดวัชพืชงอก ยิ่งอกมากยิ่งดี แล้วไถครั้งที่ 2 หรือไถแปรฟังกลบต้นวัชพืชลงในดิน จะช่วยลดปริมาณวัชพืชได้มาก ช่วงเวลาระหว่างครั้งแรกกับครั้งที่ 2 ขึ้นกับปัจจัยในการงอก

ของเมล็ดวัชพืชโดยเฉพาะความชื้น ถ้ามีความชื้นพอเหมาะจะทำให้งอกได้ดีและใช้เวลาไม่นาน แต่ถ้าดินแห้งอาจจะต้องใช้เวลานานมากขึ้น หลังการไถแล้วมีการคราดเอาเศษส่วนวัชพืชออกจากแปลงนาและทำให้ดินละเอียดนอกจากนี้ยังเป็นการปรับระดับพื้นที่ให้เรียบสม่ำเสมอ ถ้าเป็นนาหว่านน้ำตามและนาดำ ต้องทำเทือกเป็นขั้นสุดท้าย เพื่อทำให้ดินและง่ายต่อปักดำ และเหมาสมต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวงอกแสดงดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 การปรับระดับพื้นที่

การปรับระดับพื้นที่ เป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก มีผลต่อความสม่ำเสมอของต้นข้าวบริเวณที่ต่ำเป็นแอ่งน้ำมาขังไม่สามารถระบายน้ำออกได้หมดต้นข้าวมักจะเน่าตาย และระดับพื้นที่มีผลต่อการให้น้ำเมื่อข้าวเริ่มตั้งตัวได้หลังหว่าน ถ้าพื้นที่ไม่สม่ำเสมอจะทำให้เอาน้ำเข้านาได้ไม่ทั่วถึง ถ้าจะเอาน้ำเข้าให้ถึงบริเวณที่สูงกว่าจะทำให้น้ำท่วมต้นข้าวบริเวณต่ำการเจริญเติบโตไม่ดีหรืออาจจะตายได้ แต่ถ้าให้ระดับน้ำพอเหมาะสำหรับบริเวณต่ำ บริเวณที่สูงกว่าน้ำก็ไม่ถึง จะทำให้เกิดปัญหามีวัชพืชงอกขึ้นมาได้ นอกจากนี้ระดับพื้นที่ไม่สม่ำเสมอยังมีผลต่อประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช อันเนื่องมาจากน้ำเข้าแปลงมาได้ไม่ทั่วถึง เพราะความชื้นที่เหมาะสมทำให้การใช้สารกำจัดวัชพืชมีประสิทธิภาพมากขึ้น

- อัตราการเมล็ดพันธุ์

ความหนาแน่นของประชากรต้นข้าวมีส่วนแข่งขันกับวัชพืชได้ ในนาหว่านข้าวแห้งอัตราเมล็ดพันธุ์ 18-24 กก./ไร่ ช่วยลดปัญหาวัชพืชให้น้อยลง สำหรับนาหว่านน้ำตมอัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กก./ไร่ เป็นอัตราที่เหมาะสม ทำให้วัชพืชมีพื้นที่งอกขึ้นมาแข่งขันกับข้าวได้น้อย แต่ถ้าใช้อัตราสูงกว่านี้ ต้นข้าวจะแย่งอาหารกันเอง ส่วนนากำ ระยะปักดำ 20x20 , 25x25 และ 30x30 ซม. ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกัน

- การจัดการน้ำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการชักนำให้เกิดชนิดวัชพืชต่างๆ ในนาข้าว เนื่องจากความชื้นในดินมีส่วนช่วยให้เมล็ดหรือส่วนขยายพันธุ์ของวัชพืชงอกได้ วัชพืชแต่ละชนิดต้องการความชื้นในการงอก ในระดับที่แตกต่างกันออกไป เช่น หญ้านกสำชมพู หนวดปลาดุก และกกทราย ต้องการความชื้นระดับดินหมาด ก็สามารถงอกได้ หญ้าไม้กวาด สามารถงอกได้ตั้งแต่ความชื้นระดับดินหมาด ถึงระดับลึก 2 ซม. หญ้าข้าวนกงอกได้ดีที่ระดับความชื้นดินหมาด ถึงระดับ 1 ซม. แต่ระดับน้ำ 2-6 ซม. ยังงอกได้บ้าง สำหรับผักปอดนาและ

ขาเขียด งอกได้บ้างในความชื้นระดับดินหมาด ถึงระดับน้ำ 1 ซม. แต่งอกได้ดีตั้งแต่ระดับน้ำ 1-6 ซม. ส่วนแห้ว ทรงกระเทียมโป่งและผักตับเต่างอกได้ดีในน้ำลึก 2-6 ซม.

จากการที่วัชพืชต้องการความชื้นในการงอกแตกต่างกัน เราสามารถนำวิธีการจัดการน้ำมาใช้เพื่อลดปัญหาวัชพืช จะเห็นได้ว่ามีวัชพืชน้อยชนิดที่งอกในน้ำได้ ดังนั้นการทำนาดำ ซึ่งจะมีน้ำขังตั้งแต่เริ่มปักดำ จึงไม่ค่อยมีปัญหาวัชพืช สำหรับนาหว่านน้ำตม ลดปัญหาหญ้าข้าวนกได้โดยปล่อยให้น้ำแห้งหลังหว่านข้าวจนดินแตกระแหงแล้วจึงปล่อยน้ำเข้านา แต่หญ้าไม่กวาดอาจจะมาแทนที่เพราะชอบงอกในสภาพเช่นนี้ วัชพืชประเภทหญ้าและกกส่วนใหญ่ไม่สามารถงอกในสภาพน้ำขัง ดังนั้นถ้าเอาน้ำเข้านาได้เร็ว คือ 7 วันหลังหว่านข้าว จะสามารถควบคุมวัชพืชได้ดี ถ้าเอาน้ำเข้าช้าเกินไปวัชพืชมีโอกาสงอกขึ้นมาได้ เมื่องอกได้แล้วสามารถเจริญเติบโตในสภาพน้ำขังต่อไปได้

- การใช้สารกำจัดวัชพืช

สารกำจัดวัชพืชเป็นสารเคมีที่พัฒนาเพื่อใช้ควบคุมวัชพืช ซึ่งย่อมเป็นอันตราย ดังนั้นการใช้จะต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเคมี วิธีการใช้ ตลอดจนความระมัดระวัง จึงจะใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยประเภทสารกำจัดวัชพืช สารกำจัดวัชพืชสามารถจำแนกได้หลายแบบเพื่อสะดวกในการใช้ ส่วนใหญ่นิยมจำแนกตามช่วงเวลาการใช้ดังนี้

- สารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนปลูก เป็นสารเคมีที่ใช้พ่นก่อนการเตรียมดินเพื่อฆ่าวัชพืชที่ขึ้นอยู่ก่อนแล้ว จึงไถเตรียมดินหรือใช้พ่นฆ่าวัชพืชแทนการเตรียมดินแล้วปลูกพืชเลย สารกำจัดวัชพืชประเภทนี้ได้แก่ พาราควอท ไกลโฟเสต กลูโฟซิเนต-แอมโมเนียม

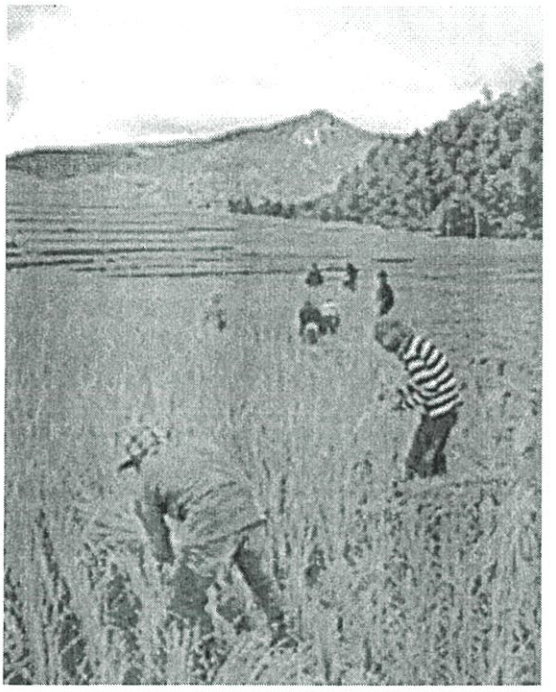
- สารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก ส่วนใหญ่เกษตรกรเรียกว่า ยาคุมหญ้า เป็นสารเคมีที่พ่นหลังปลูกพืช แต่ก่อนวัชพืชงอกในช่วงเวลาประมาณไม่เกิน 10 วัน เป็นการพ่นลงไปในผิวดินโดยตรง สารเคมีพวกนี้จะเข้าไปทำลายวัชพืชทางส่วนของเมล็ด ราก และยอดอ่อนใต้ดินโดยต้องพ่นในสภาพที่ดินมีความชื้นที่เหมาะสม และมีการเตรียมดินที่สม่ำเสมอ สารกำจัดวัชพืชประเภทนี้ได้แก่ บิวทาคลอร์ เพราทิลาคลอร์ อ๊อกซาไดอะซอน

- สารกำจัดวัชพืชประเภทหลังการงอก ส่วนใหญ่เกษตรกรเรียกว่า หญ้าฆ่าหญ้า เป็นสารเคมีที่ใช้พ่นหลังจากวัชพืชงอกขึ้นมาแล้วในช่วงเวลาเกินกว่า 10 วันขึ้นไป โดยพยายามพ่นให้สัมผัสส่วนของวัชพืชให้มากที่สุด สารกำจัดวัชพืชประเภทนี้ได้แก่ โปรปานิล ฟิโนซาพรอบ-พี-เอทิล2,4-ดี การใช้การกำจัดวัชพืชให้มีประสิทธิภาพ

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.1.9 การเก็บเกี่ยว

แบบวางราย ตากแดด 2-3 แดด แล้วนวดเก็บเข้ายุ้งฉาง (ตัดปัญหาข้าวเปียกฝนโดนสิ้นเชิง) กองซ้อนฟ่อนข้าวที่ตากแห้งแล้วบนลานนวด หรือบนคันนา เพื่อรอนวด (ลดปัญหาข้าวเปียกฝนระดับหนึ่ง) รถเกี่ยว-นวดข้าว ย้ายข้าวหรือรีบจาก หรือ รีบอบให้แห้ง แล้วเก็บเข้ายุ้งฉางแสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้ในปัจจุบัน

2.2 ทฤษฎีของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

2.2.1. เครื่องปลูกพืช (Planter Machinery)

การปลูกพืชเป็นกิจกรรมที่กระทำต่อจากการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกหรือกระทำไปพร้อมกับการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก และต้องกระทำกับช่วงเวลาที่เหมาะสม ขั้นตอนการทำงานของเครื่องปลูกพืชมีวิธีการเช่นเดียวกันกับการปลูกพืชโดยคน ดังนั้นเครื่องปลูกพืชที่ดีต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

- เปิดหน้าดินให้มีความลึกที่เหมาะสมกับพืชที่ต้องการปลูก
- กำหนดเมล็ดได้ตามต้องการ
- กลบและอัดดินรอบๆเมล็ดพืชให้แน่นพอเหมาะกับความต้องการในการเจริญเติบโตของพืชนั้น
- ไม่ทำลายเมล็ดพืชจนไม่สามารถงอกได้

142074

2.2.2 ชนิดเครื่องปลูกพืช เครื่องปลูกพืชแบ่งได้ 4 ประเภทดังนี้

- 1) เครื่องปลูกพืชแบบเป็นระยะ เป็นเครื่องปลูกพืชที่ปลูกเป็นแถวโดยมีระยะระหว่างต้นที่ค่อนข้างแน่นอน แสดงดังรูปที่ 2.12

2) เครื่องหยอดเมล็ดพืช เป็นเครื่องปลูกสำหรับหยอดเมล็ดพืชขนาดเล็กที่ต้องการปลูกเป็นแถวและไม่จำเป็นต้องมีระยะระหว่างต้นที่แน่นอน แสดงในรูปที่ 2.13, 2.14, และ2.15

3) เครื่องหว่าน เป็นเครื่องมือสำหรับหว่านเมล็ดพืชให้กระจายบนพื้นที่ปลูกโดยมีรูปแบบการปลูกที่ไม่แน่นอน

4) เครื่องปลูกเฉพาะงาน เป็นเครื่องปลูกที่ใช้เฉพาะงานเช่นเครื่องปลูกกล้า เครื่องดำนา เครื่องปลูกมันฝรั่ง เครื่องปลูกอ้อย และเครื่องปลูกผักต่างๆ แสดงในรูปที่ 2.16, 2.17, 2.18 และ 2.19

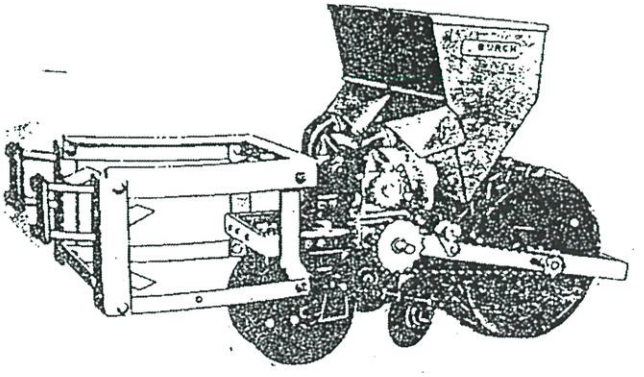
2.2.3 ลักษณะของการปลูก

ลักษณะการหยอดเมล็ดปลูกพืชและหว่านแสดงในรูปที่ 2.20 และการปลูกแบ่งได้ 3 ลักษณะคือ 1) การปลูกบนพืชราบ 2) การปลูกบนสันร่อง และ3) การปลูกในร่อง ดังแสดงในรูปที่ 2.21 การเลือกวิธีการปลูกขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และสภาพของดินที่แตกต่างกันในแต่ละท้องที่

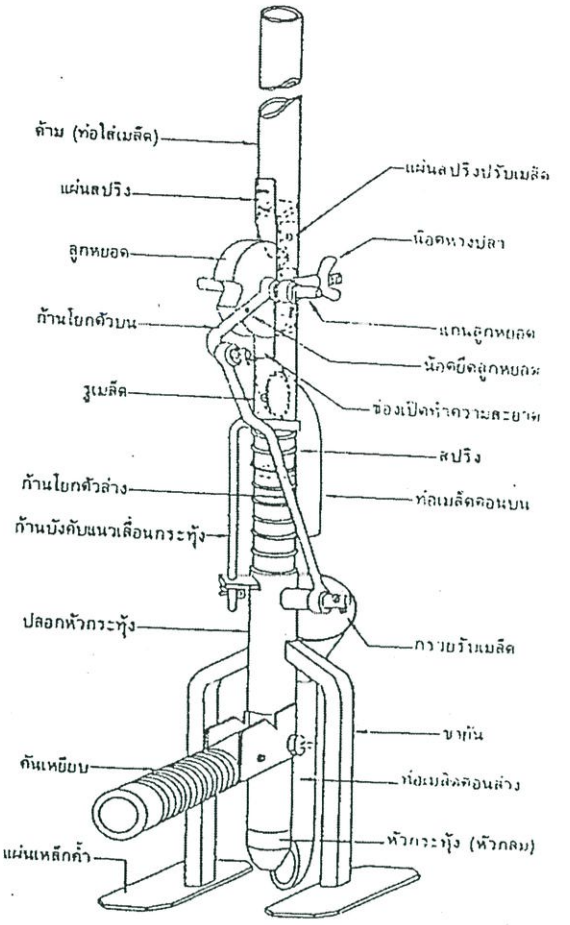
การปลูกบนพื้นราบเหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนที่ตกเพียงพอต่อการปลูกพืชโดยไม่ต้องอาศัยน้ำชลประทาน

การปลูกบนสันร่องเหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งมีความชื้นบนดินมากเกินไปก่อนการปลูก หรือพื้นที่ที่ต้องการน้ำชลประทานเข้าไปในร่อง

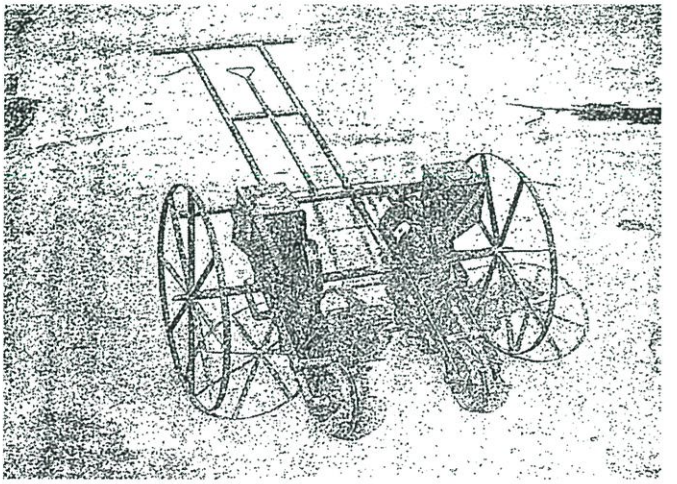
การปลูกในร่องเหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนที่ตกเป็นจำนวนจำกัดในช่วงของการเพาะปลูก การปลูกพืชในร่องจะทำให้พืชได้รับความชื้นมากขึ้นเนื่องจากน้ำฝนจะไหลไปรวมกันในร่อง



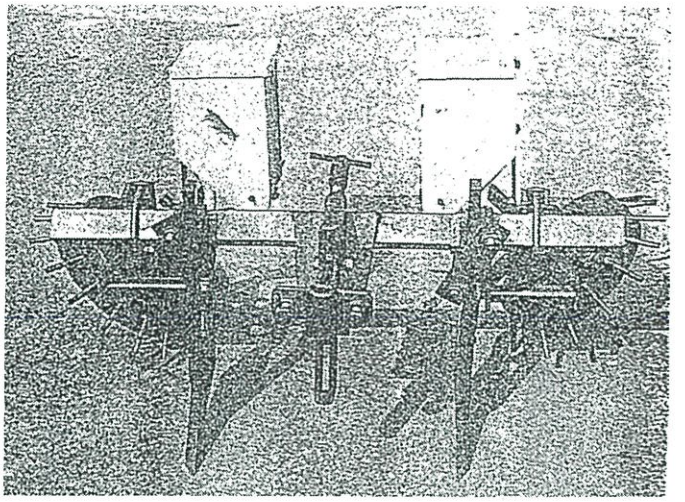
รูปที่ 2.12 เครื่องปลูกพืชแบบเป็นระยะ



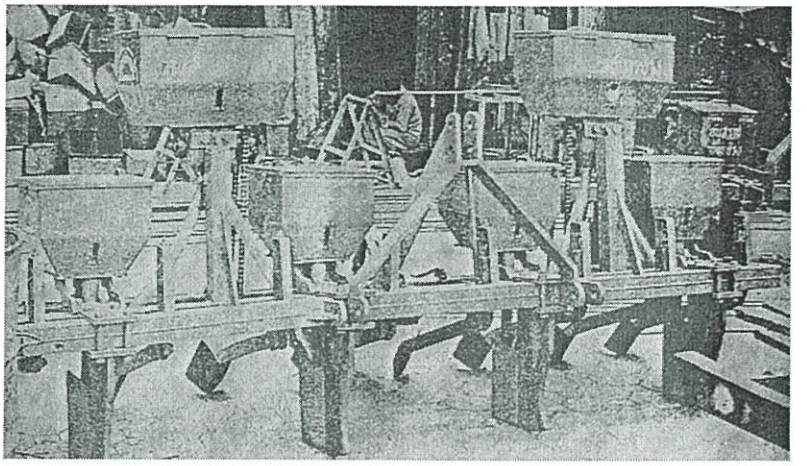
รูปที่ 2.13 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบกระทุ้งใช้แรงงานคน



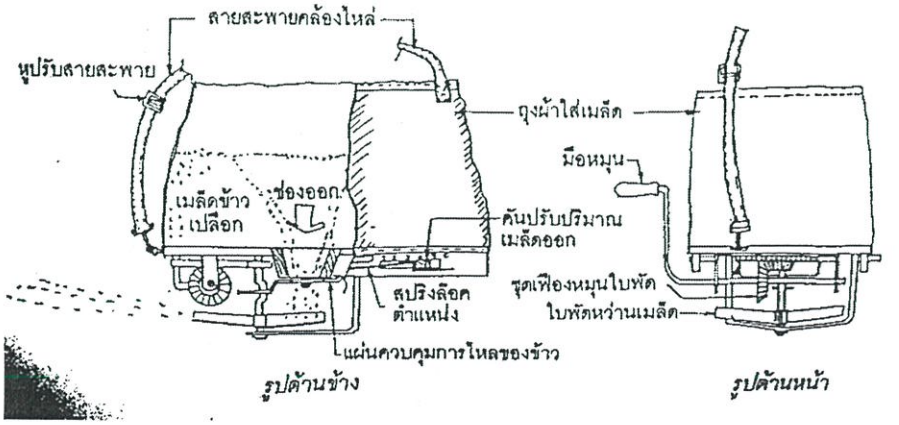
รูปที่ 2.14 เครื่องหยอดแบบลากล้อจิกจำนวน 2 แถว



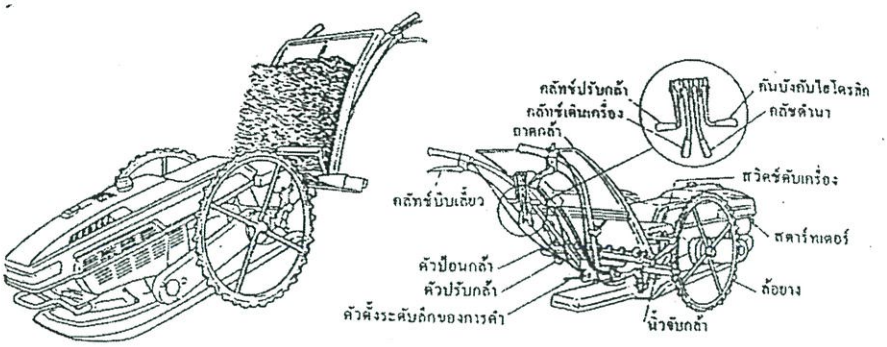
รูปที่ 2.15 เครื่องหยอดถ้อเอียงแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามจำนวน 2 แถว



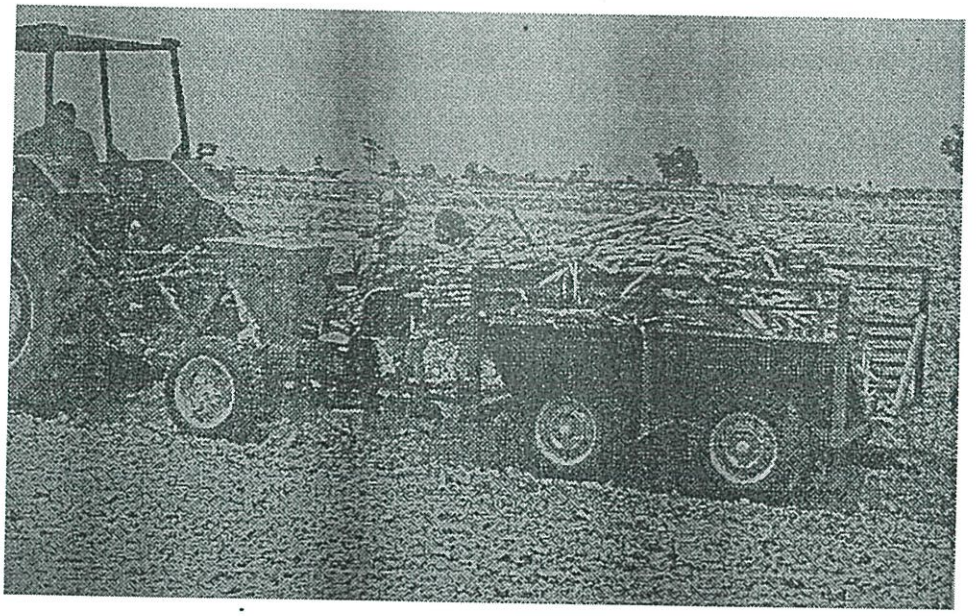
รูปที่ 2.16 เครื่องหยอดเมล็ดพืชพร้อมใส่ปุ๋ยจำนวน 4 แถวแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์



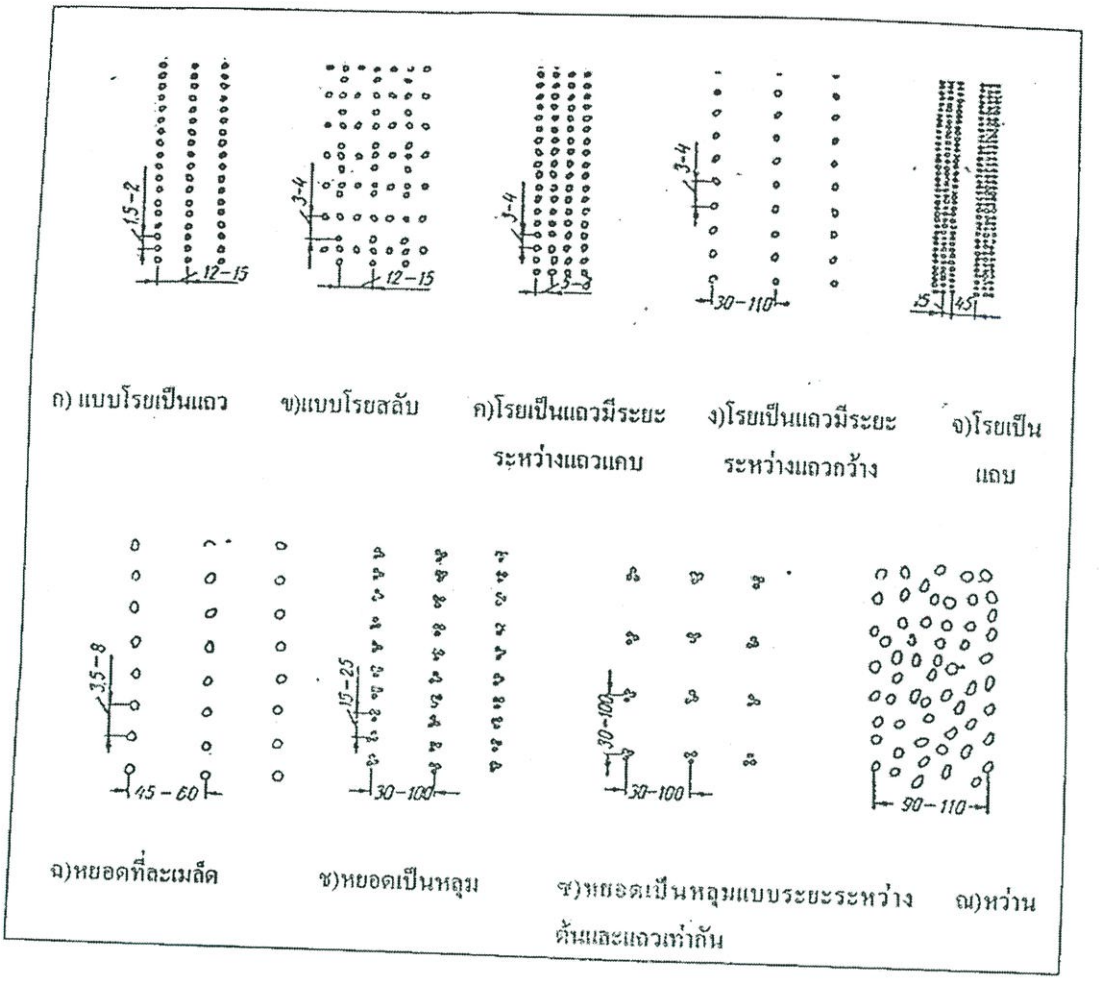
รูปที่ 2.17 เครื่องหว่านเมล็ดพืชแบบสะพายไหล่



รูปที่ 2.18 เครื่องดำนา



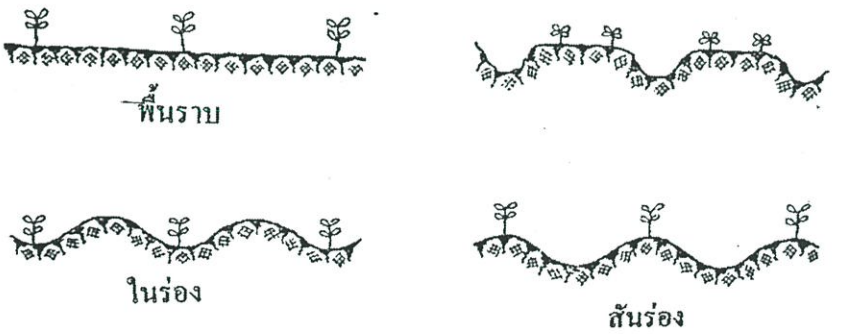
รูปที่ 2.19 เครื่องปลูกอ้อย



ก) แบบโรยเป็นแถว ข)แบบโรยสลับ ค)โรยเป็นแถวมีระยะระหว่างแถวแคบ ง)โรยเป็นแถวมีระยะระหว่างแถวกว้าง จ)โรยเป็นแถบ

ฉ)หยอดที่ละเมล็ด ช)หยอดเป็นหลุม ซ)หยอดเป็นหลุมแบบระยะระหว่างต้นและแถวเท่ากัน ฌ)หว่าน

รูปที่ 2.20 แสดงลักษณะการปลูกเมล็ดพืช และการหว่าน (หน่วย:ซม)



รูปที่ 2.21 ลักษณะการปลูกบนพื้นราบ บนสันร่อง และในร่อง

2.2.4 ส่วนประกอบของเครื่องหยอดเมล็ดพืช

(1) ถังบรรจุเมล็ด (Hopper) ถังบรรจุเมล็ดพืชและปุ๋ยทำจากเหล็กแผ่นรีดร้อนหนา 1.0-1.5 มิลลิเมตร เหล็กแผ่นกันสนิมใช้ทำถังในกรณีที่บรรจุวัสดุเคมีที่กัดกร่อน ในปัจจุบันถังบรรจุนิยมทำจากพลาสติกและไฟเบอร์กลาส เนื่องจากทนต่อการกัดกร่อน และดูแลรักษาง่าย ในประเทศที่กำลังพัฒนามักใช้ไม้ในการทำถังบรรจุปุ๋ยเนื่องจากมีราคาถูกกว่าวัสดุอื่น สำหรับถังบรรจุปุ๋ยต้องเลือกวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนหรือเป็นโลหะที่เคลือบด้วยเรซินชนิดพิเศษเพื่อป้องกันการกัดกร่อน

ถังบรรจุเมล็ดจะติดตั้งให้เมล็ดไหลลงอย่างสม่ำเสมอ และอัตราการปลูกไม่มีผลต่อระดับความสูงของวัสดุในถัง ถังบรรจุเมล็ดทรงกระบอกที่ใช้กับเครื่องหยอด เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกมีค่าใกล้เคียงกับเส้นผ่านศูนย์กลางของขอบนอกจานหยอด เครื่องหยอดข้าวโพดแบบหลายแถว ถังบรรจุเมล็ดจะมีขนาดเล็กจุเมล็ดได้ 6-8 กิโลกรัมต่อถัง ความสูงของถังมีค่าตั้งแต่ 0.2- 0.25 เมตร และยังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 เมตร

ความจุของถังบรรจุเมล็ดสำหรับเครื่องหยอดและเครื่องปลูกมีดังนี้

ก) เครื่องหยอดแบบใช้แรงงานคน ความจุถัง 2-10 ลิตร

ข) เครื่องหยอดแบบใช้แรงงานสัตว์ ความจุถัง 10-60 ลิตร

ค) เครื่องหยอดแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ (มีหน้ากว้างในการทำงาน 1.5-2.0 เมตร) ความจุถัง 100-150 ลิตร

การคำนวณความจุของถังบรรจุเมล็ดพืชและปุ๋ย คำนวณโดยคิดจากปริมาณของเมล็ดที่จะบรรจุถังดังนี้

$$V = Q/\rho \qquad (1)$$

เมื่อ V = ปริมาตรของถังบรรจุเมล็ด, ลบ.ม.

Q = ความจุถัง, กิโลกรัม

ρ = ความหนาแน่นรวม, กก./ลบ.ม

ง) เครื่องหยอดแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ (หน้ากว้างในการทำงานมากกว่า 3 เมตร) ความจุถัง 200-300 ลิตร

(2) อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด (Seed Metering Devices) อุปกรณ์จำกัดจำนวนเมล็ดมีหน้าที่จำกัดอัตราการปลูก และระยะห่างระหว่างเมล็ดที่ไหลจากถังบรรจุเมล็ดเข้าสู่อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด และผ่านท่อสู่ท่อนำเมล็ด อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดที่ดีไม่ควรทำให้เมล็ดพันธ์เสียหาย ขนาดและรูปร่างของเมล็ดพันธ์มีผลต่ออัตราการปลูกพืช

ตารางที่ 1 แสดงถึงความแปรปรวนของอัตราการปลูกพืชต่างๆ และค่าอัตราการปสูกสามมารถเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับสภาพการปลูกพืช ในแต่ละท้องถิ่นนั้น ค่าความแปรปรวนขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ และสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน

อุปกรณ์จำกัดจำนวนเมล็ดแสดงรูปที่14 มีแบบต่างๆดังนี้

ก) แบบมีช่องทางออกอยู่กับที่และมีชุดกวนเมล็ด (Stationary orifice with agitator แสดงดังรูปที่ 2.22.ข และ ค)

ข) ลูกหยอดในแนวดิ่งพร้อมร่องหยอดเมล็ด (Vertical rotor with calls ; grooves แสดงดังรูปที่ 2.22.ก)

ค) แบบถ้วยหรือช้อน (Cup or spoon-type แสดงดังรูปที่ 2.22.ค)

ง) ลูกหยอดแบบรางตรงหรือแบบเกลียว (Fluted rollers – either with straight or helical flutes, แสดงดังรูปที่ 2.22.ง)

จ) ลูกหยอดแบบปุ่ม (Stud–type rollers แสดงดังรูปที่ 2.22.จ)

ฉ) แบบช่องทางออกหมุนได้ (Rotating orifice type แสดงดังรูปที่ 2.23)

ช) แบบช่องทางออกเลื่อนได้ (Sliding orifice type แสดงดังรูปที่ 2.24)

ซ) แบบฟองน้ำ (Foam pad type แสดงดังรูปที่ 2.25)

ฌ) แบบรางเหวี่ยง (Centrifugal type rotary funnel แสดงดังรูปที่ 2.26)

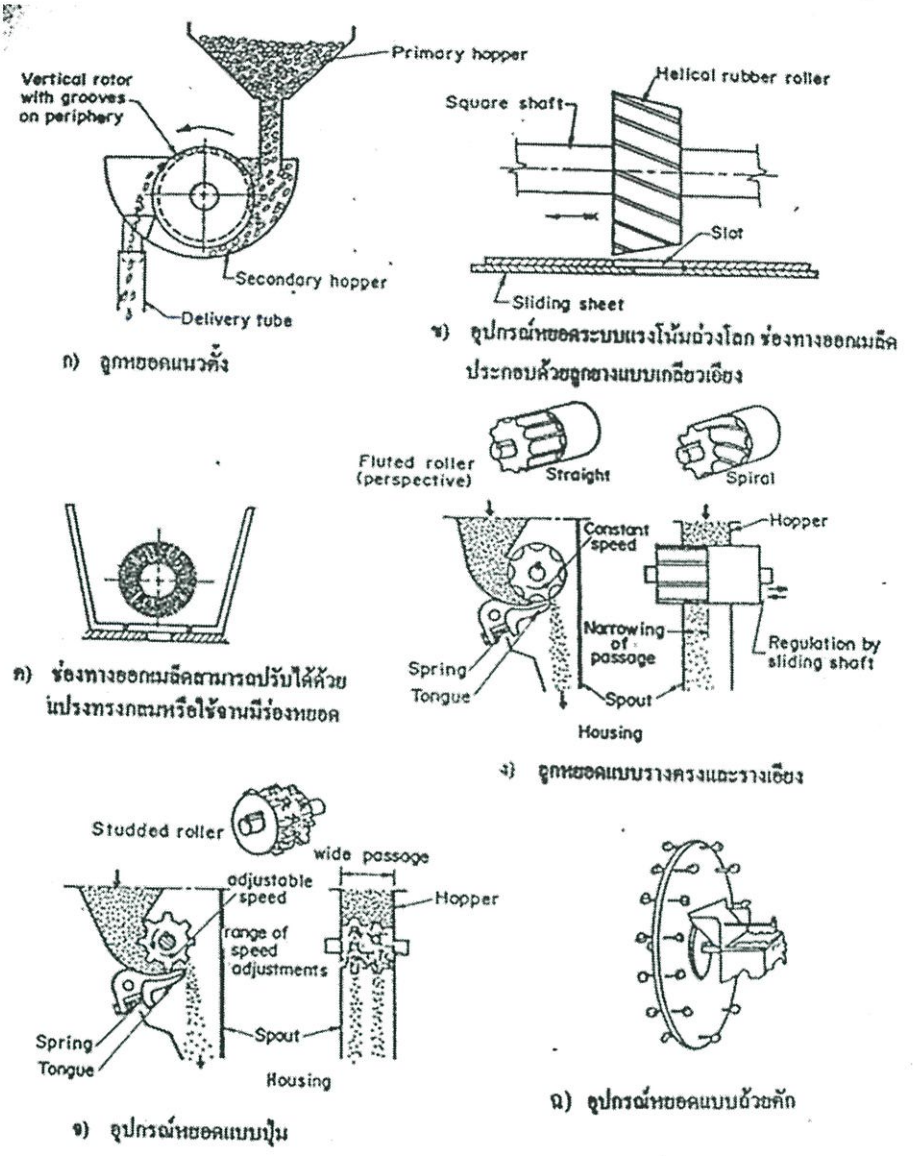
ตารางที่ 2.1 ค่ารับรองอัตราการปลูก ระยะระหว่างแถว และความหนาแน่นในการปลูกสำหรับพืชสำคัญ

พืช	อัตราปลูก (กก./แฮกเตอร์)	ความหนาแน่นแปรปรวน (กก./ลบ.ซม)	จำนวนเมล็ดต่อกิโลกรัม (*1000)	ระยะระหว่างแถว (ซม.)	ระยะระหว่างต้น (ซม.)	ความลึกในการปลูก (ซม.)	จำนวนเมล็ด/จำนวนต้น/ตารางเมตร	จำนวนต้นที่เหมาะสมเมื่อเก็บเกี่ยว/ตารางเมตร
ธัญพืช ข้าวสาลี	70-120	768-797	18-24	15-22.5	3-5	5-6	160-240	100-160
ข้าว ข้าวไร่ ข้าวนาดำ	60-80 20-30	500-650 500-650	25-30 25-30	20 20/30	2-3 15-20	3-5 2-3	150-280 30-40	75-150 25-30
ข้าวโพด เมล็ดพันธุ์ อาหารสัตว์	15-20 25	718 718	5-6 5-6	45-60 45	20-25 20-25	3-5 3-5	7-12 10-12	6-7 10
ข้าวฟ่าง ชลประทาน น้ำฝน อาหารสัตว์ Peral millet	 10-15 5-8 18-20 3-5	 719 719 719 -	 28-30 28-30 28-30 -	 45 30-45 30-45 30-45	 15 15 10-15 -	 3-5 3-5 3-5 -	 28-40 14-24 30-40 -	 15-20 5-10 20 -
พืชตระกูลถั่ว ถั่วเหลือง	 40-60	 719	 5-8	 45-60	 4-5	 2-3	 20-48	 17-20

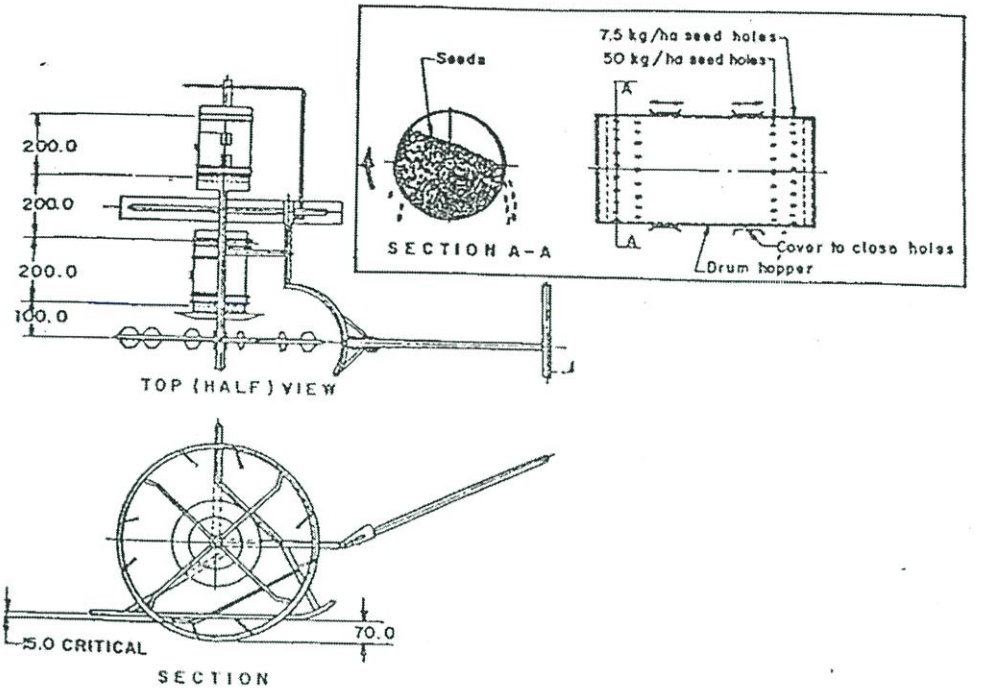
Bengal	60-80	650	-	30	-	8-10	39-48	20-30
gram	60-75	-	4.6	45-60	5-15	3-4	-	-
ถั่ว (Pea)	30-40	-	10.15	45-75	10-20	3-4	20-30	10-20
Pigeon pea								
พืชน้ำมัน								
ถั่วลิสง	100-130	640	2.5-3	22.5-	5-10	3-5	25-39	16-22
	50-100	640	2.5-3	30	10	3-5	12-20	5-10
Rape seed	3-5	724	255	45-60	4-5	1-1.5	30-35	16-20
Mustard	5-8	689	245	30-60	-	-	-	-
Linseed	30-35	696	134	-	5-6	3-4	50-80	40-60
ทานตะวัน	10-15	409	23.24	22-30	20	3-5	20 25	10-15
				45-80				
พืชเส้นใย								
ฝ้าย	10-12	400	8-10	50-80	20-40	3-6	8-12	5-7
	5-8	-	250	25-30	5-10	2-3	150-250	40-50
C.olitorrius	5-8	-	250	25-30	10	2-3	125250	40-50
	8-12	-	-	25-30	5-10	2-3	150-250	40-50
C.capsulsris								
ปลอกระเจา								

หมายเหตุ: 1. อัตราการปลูกขึ้นอยู่กับพันธ์พืช ระยะระหว่างแถว วิธีการหว่าน ปริมาณน้ำฝนและความอุดมสมบูรณ์ของดิน

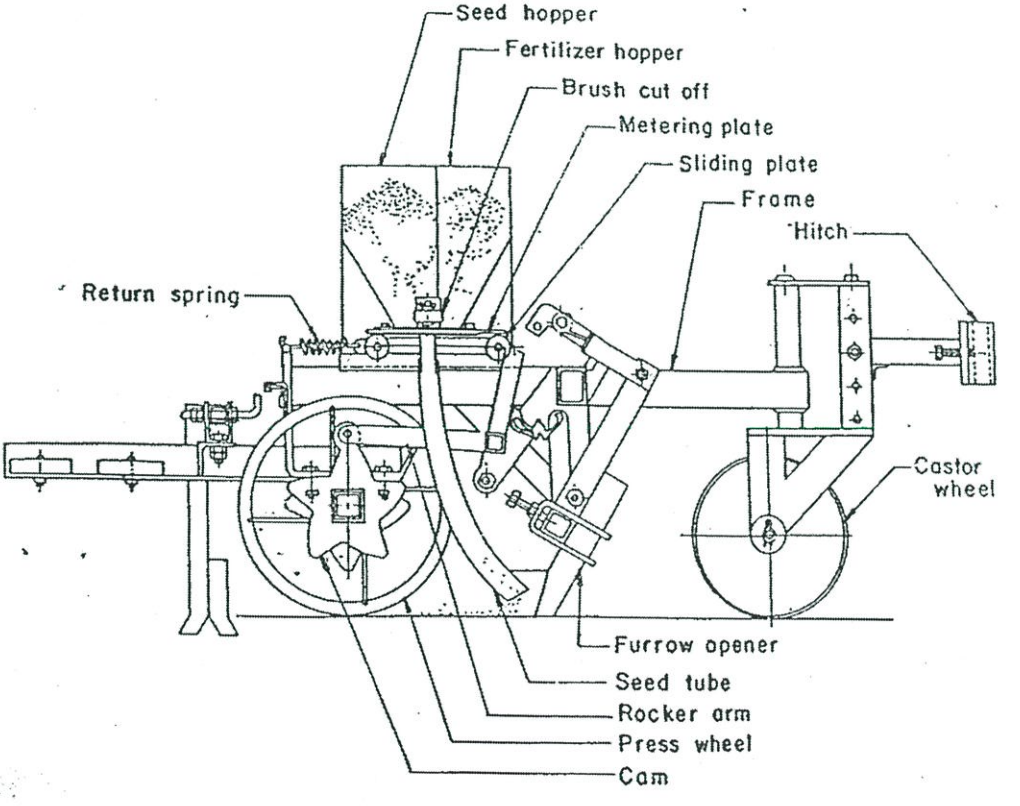
2. ระยะระหว่างแถวขึ้นอยู่กับ ลักษณะการเจริญเติบโตของพืชซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องมือที่นำมาปฏิบัติงาน เช่น เครื่องเกี่ยว เครื่องปลูก



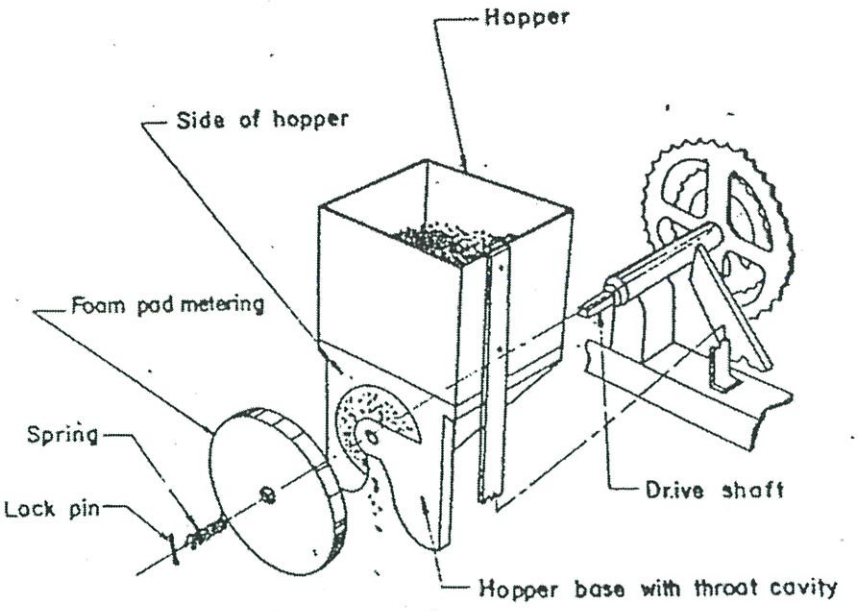
รูปที่ 2.22 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบต่างๆ



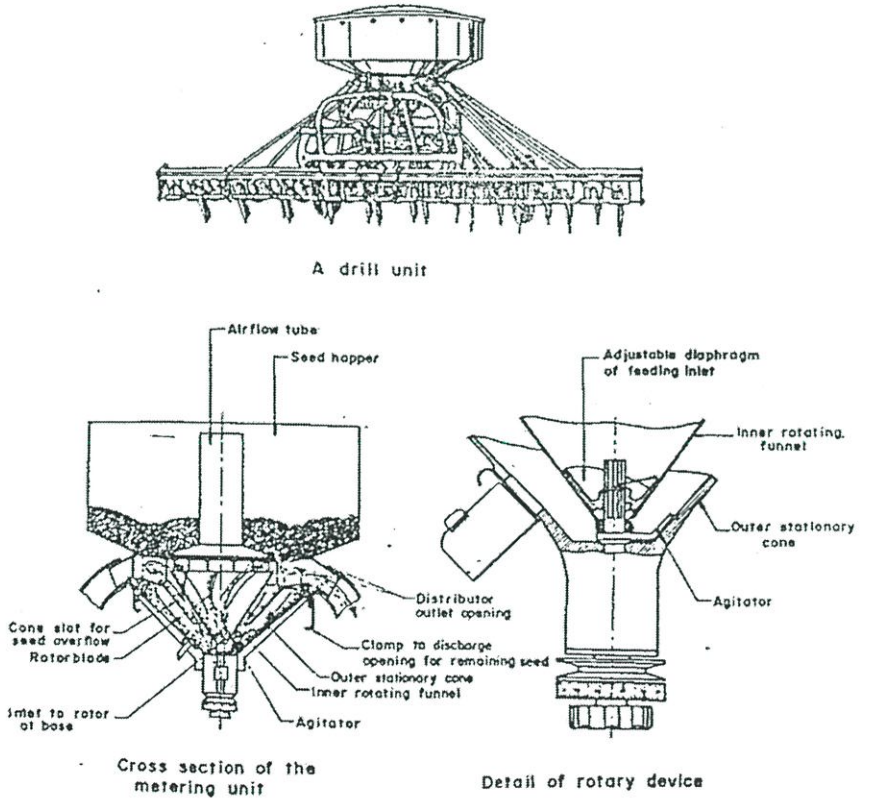
รูปที่ 2.23 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบช่องทางออกหมุนได้สำหรับเครื่องหยอดข้าวงอก



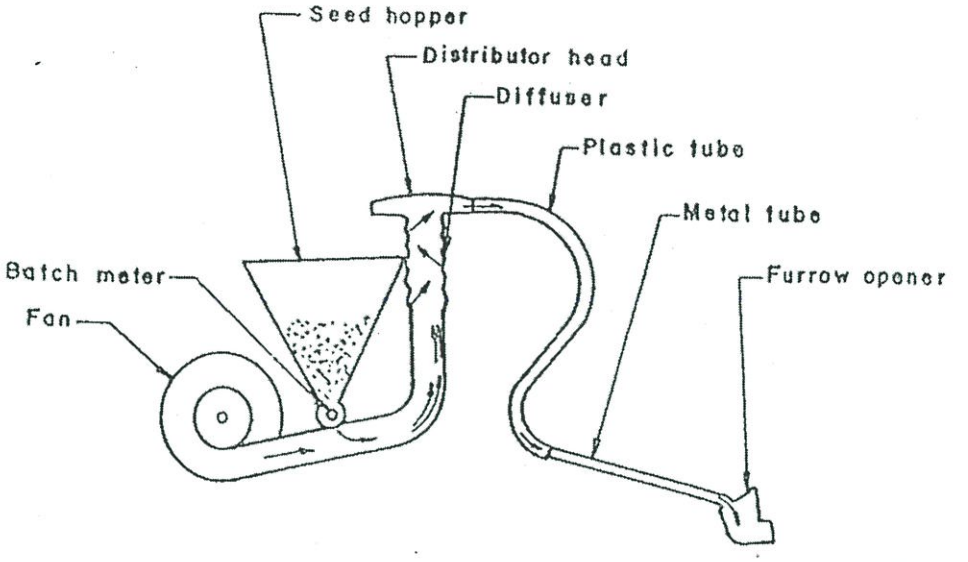
รูปที่ 2.24 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบรางเลื่อนสำหรับเครื่องหยอดเอนกประสงค์



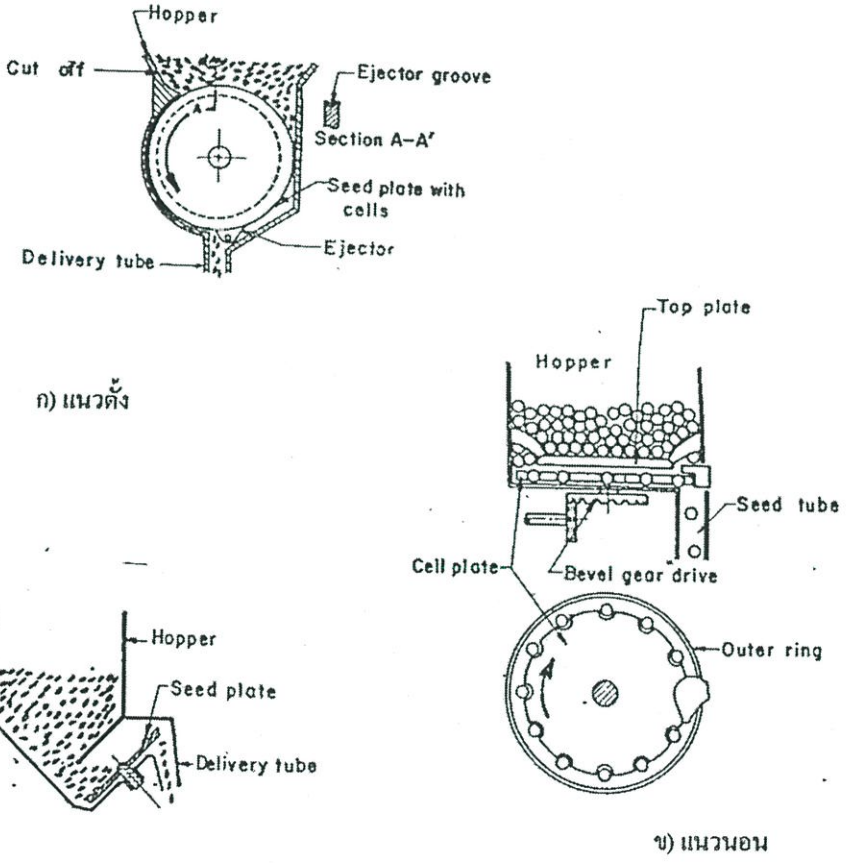
รูปที่ 2.25 อุปกรณ์หยอดแบบฟองน้ำพร้อมช่องทางออก



รูปที่ 2.26 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบรางเหวี่ยง (Stockland system)



รูปที่ 2.27 หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องหยอดแบบใช้แรงดันลม



รูปที่ 2.28 ระบบอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดสำหรับหยอดเมล็ดเดี่ยว

สำหรับระบบหยอดเมล็ดพืชที่ต้องการความแม่นยำสูง เครื่องปลูกสามารถออกแบบให้หยอดเมล็ดครั้งละเมล็ดได้ โดยมีระยะระหว่างเมล็ดสม่ำเสมอ ความสูงในการตกของเมล็ดต้องมีระยะสั้น และเมล็ดต้องวางอยู่ในร่องพอดี

อุปกรณ์หยอดสามารถจำแนกแยกแยะเป็นแบบแผ่นนอน แผ่นเอียง แผ่นตั้ง และแบบลูกหมุน อุปกรณ์หยอดเหล่านี้จะมีร่อง รอยบาก หลุม หรือรูหยอดบนจานหยอด ที่สามารถกวักเมล็ดจากถังบรรจุเมล็ดและปล่อยลงในท่อ จานหยอดจะถูกขับโดยล้อดิน (Ground wheel) อัตราปลูกสามารถเปลี่ยนแปลงปรับความเร็วในการหมุนของจานหยอด หรือโดยเปลี่ยนแปลงจำนวนของร่องกวักเมล็ดระบบหยอดที่ใช้กับเครื่องปลูกได้แสดงในรูปที่ 2.27

ก) อุปกรณ์หยอดแบบลูกหยอดหมุนในแนวตั้ง พร้อมรูกวักเมล็ด (Vertical rotor with cells metering device) (แสดงดังรูปที่ 2.28.ก)

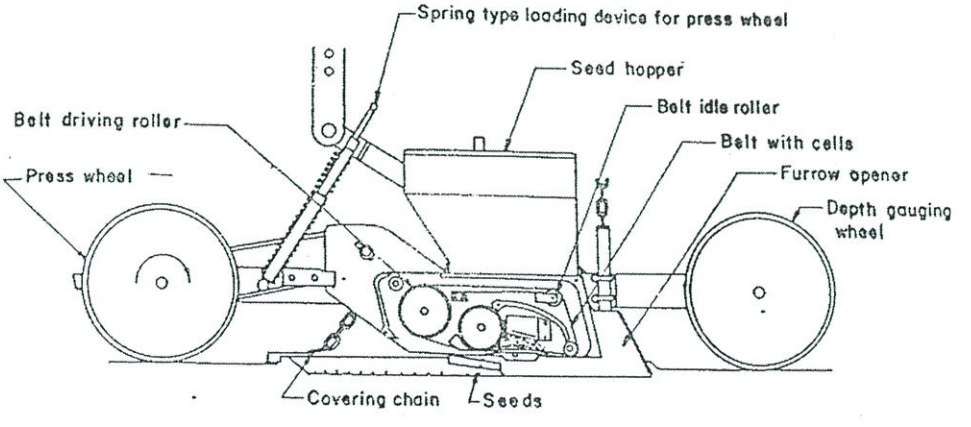
ข) อุปกรณ์หยอดแบบจานหยอดหมุนในแนวนอน(Horizontal plate metering device)(แสดงดังรูปที่ 2.28.ข)

ค) อุปกรณ์หยอดแบบแผ่นเอียง (inclined plate device) (แสดงดังรูปที่ 2.28.ค)

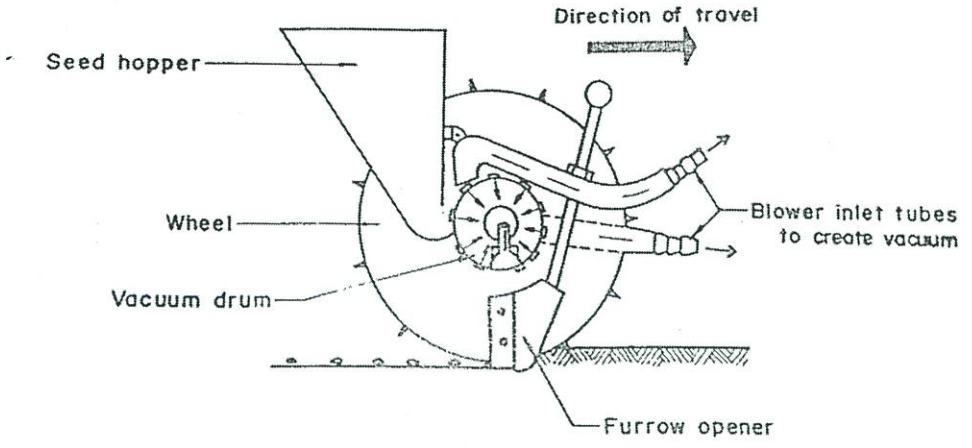
ง) อุปกรณ์หยอดแบบสายพานพร้อมรูหยอด (Belt with cell-type metering device) (แสดงดังรูปที่ 2.29)

จ) อุปกรณ์หยอดแบบถ้วย (cup-type) (แสดงดังรูปที่ 2.22ฉ)

ฉ) อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบใช้แรงลมสำหรับการปลูกที่ต้องการความแม่นยำ (Pneumatic metering for precision planting) (แสดงดังรูปที่ 2.30)



รูปที่ 2.29 อุปกรณ์หยอดแบบสายพานพร้อมรูหยอดสำหรับหยอดเมล็ดเดี่ยว



รูปที่ 2.30 เครื่องหยอดเมล็ดเดี่ยวระบบสุญญากาศ

(3) ท่อนำเมล็ด (Seed delivery tubes)

เมล็ดพันธ์จะร่วงโดยอิสระจากถังบรรจุเมล็ดผ่านท่อนำเมล็ดลงสู่ร่องปลูก (แสดงดังรูปที่ 2.31) ระยะระหว่างเมล็ดมีค่าสม่ำเสมอเมื่ออุปกรณ์กำหนดเมล็ดและปุ๋ยอยู่ที่ความสูงและความเร็วเดียวกัน สำหรับเครื่องปลูกที่มีหลายแถว ท่อนำเมล็ดควรแยกลงในแต่ละแถวท่อนำเมล็ด และควรเอียงจากแนวดิ่งน้อยกว่า 20 องศา

ชนิดของท่อนำเมล็ด (Type of seed tubes) ควรเป็นแบบ spiral, tapered, funnel-shaped, Corrugated , spiral-wound wire หรือ telescopic (แสดงดังรูปที่ 2.32) และทำจากวัสดุดังต่อไปนี้

ก) Spiral tubes ทำจากเหล็กแผ่น มีความยืดหยุ่นตัวสูงและสามารถปรับขึ้นลงได้ตามความสูงของตัวเปิดร่อง ท่อนำเมล็ดแบบนี้ใช้กับเครื่องโรยเมล็ดพืช

ข) Tapered tubes ทำจากยางหรือพลาสติก มีความยืดหยุ่นตัว น้ำหนักเบาและมีราคาไม่แพง การโค้งงอของท่อ มีผลให้เมล็ดไหลลงไม่สม่ำเสมอ ท่อนำเมล็ดแบบนี้ ใช้กันอย่างกว้างขวางกับเครื่องโรยเมล็ดพืช

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

ง) Corrugated seed tubes ทำจากยาง ท่อแบบนี้เมื่อใช้เป็นท่อนำเมล็ดพืช ควรมสม่ำเสมอในการไหลลงของเมล็ด จะมีน้อยกว่าท่อนำเมล็ดชนิดอื่นๆ

จ) Spiral – wound wire tube เป็นท่อที่ยืดหยุ่น แข็งแรงและมีน้ำหนักมาก เมื่องอท่อนำเมล็ด มีแนวโน้มว่าท่อนำเมล็ดจะหนีบหรือทำลายเมล็ด

ฉ) Telescopic tubes ทำจากพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง มีความแม่นยำและความสม่ำเสมอในการหยอดเมล็ดสูง ท่อนี้สามารถปรับความสูงได้แต่ไม่มีความยืดหยุ่น มักใช้ติดตั้งกับเครื่องหยอดที่มีอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดลงในแต่ละแถว และระยะห่างระหว่างเมล็ดและปุ๋ยจะมีระยะที่สม่ำเสมอ

ลักษณะของท่อนำเมล็ดกับการกระจายของเมล็ด (Seed tube characteristics and seed distribution) ชนิดและขนาดของท่อจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการร่วงของเมล็ด เนื่องจากการชน การกระเด้ง กระดอน ของเมล็ดที่ผิวท่อในการออกแบบเครื่องปลูกพืชท่อนำเมล็ดควรอยู่ในแนวดิ่ง หรือเอียงจากแนวดิ่งไม่เกิน 20 องศา ท่อควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ความเร็วของเมล็ดที่ปลายสุดของท่อควรเป็นความเร็วต่ำเพื่อที่จะลดการกระเด้งและการกลิ้งของเมล็ดลงในร่อง

ความเร็วของเมล็ดที่ไหลลงที่ระดับความสูง h สามารถอธิบายดังนี้

$$V=V_0^2+2gh \qquad (2)$$

เมื่อ V = ความเร็วของเมล็ดที่ปลายต่อ, m/s

V_0= ความเร็วเริ่มแรกของเมล็ด, m/s

g = แรงดึงดูดโลก, 9.81 m/s^2

ค่า V_0= 0 ดังนั้น

$$t = \sqrt{(h/2g)} \qquad (3)$$

ตัวแปรอื่นๆ ที่มีผลต่อการกระจายของเมล็ด (Other factors affecting seed distribution) ในร่องปลูกมีสาเหตุดังต่อไปนี้

ก) ความแปรปรวนที่ตำแหน่งปล่อยเมล็ด

ข) เส้นทางโคจรของเมล็ด

ค) การเคลื่อนที่ของเมล็ดจากตำแหน่งเดิม เนื่องจากแรงปะทะของดินที่เปิดเป็นร่อง

ง) การเคลื่อนที่ของเมล็ดจากตำแหน่งเดิม เนื่องจากการเคลื่อนที่ของดินในร่อง

ทิศทางและความเร็วของเมล็ดที่ปล่อยลงมา เป็นผลเนื่องจากความเร็วของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด ความเร็วในการทำงานของเครื่องและตำแหน่งในการปล่อยเมล็ดในทางทฤษฎีความเร็วของเมล็ดในแนวระดับตอนปลายที่ตำแหน่งปล่อยเมล็ด ที่ปลายท่อควรมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นเมล็ดจึงร่วงลงในแนวดิ่ง เมล็ดที่มีความเร็วในแนวระดับสูงจะกระเด็นหรือกลิ้งลงในท่อ อุปกรณ์กลบดินจะทำหน้าที่กลบดิน และล้ออัดดินเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเมล็ดจากตำแหน่งเดิม ล้ออัดดินจะทำหน้าที่อัดดินทันทีหลังจากเมล็ดถูกปล่อยลงดิน ซึ่งเมล็ดจะไม่เคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิม ถ้าเมล็ดไม่เกาะติดกับล้อ เมล็ดที่เคลื่อนย้ายจากตำแหน่งเดิมในร่องปลูกหลังจากถูกปล่อยจากท่อนำเมล็ด ที่ตั้งในตำแหน่งที่ถูกต้อง สาเหตุเนื่องมาจาก

ก) ความสูงในการปล่อยเมล็ดมีค่าต่ำ และปล่อยลงจากตำแหน่งที่กำหนดไว้

ข) มุมในการตกของเมล็ดในร่องมีค่า 70-90 องศา จากแนวระดับ

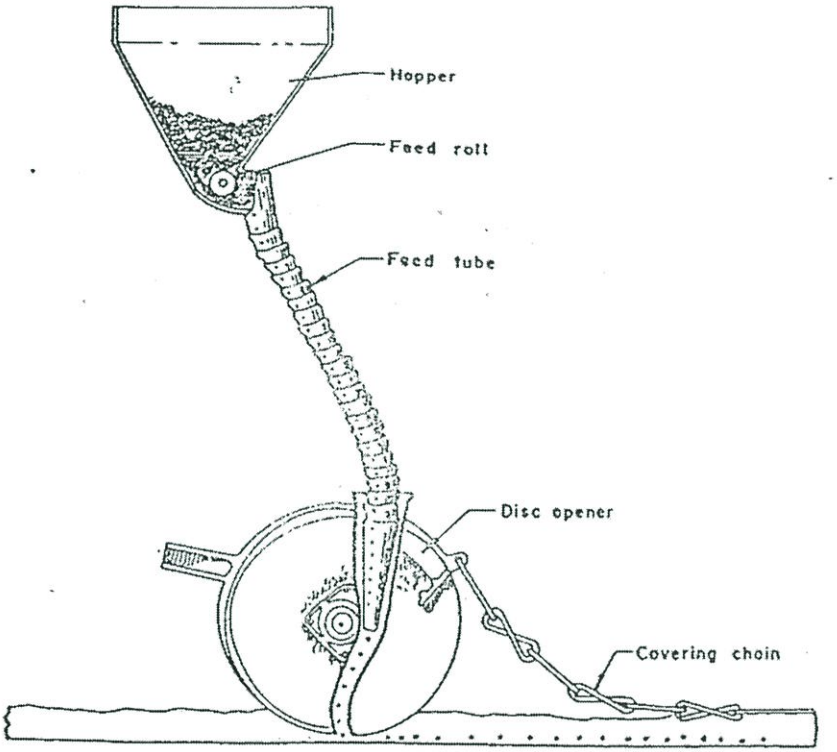
ค) ความเร็วในการตกของเมล็ดควรมีค่าต่ำ เพื่อป้องกันการกระเด็นหรือกลิ้งของเมล็ด

ง) ล้อกลบเมล็ดวิ่งทับทันทีหลังจากเมล็ดถูกปล่อยลง ซึ่งระยะระหว่างเมล็ดจะไม่เปลี่ยนแปลง

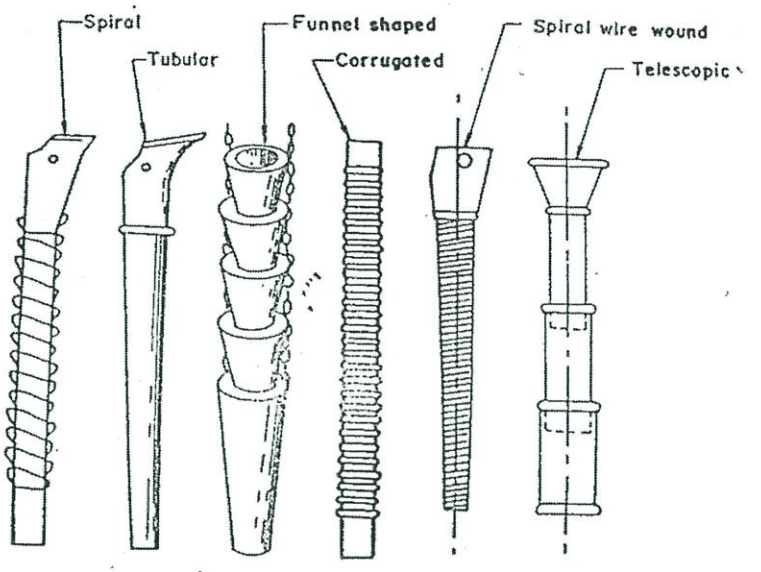
จ) มุมตัวเปิดร่องที่ทำให้เกิดทิศทางการผลักดิน ที่ไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของเมล็ด ควรมีใบตัวเปิดร่องทำมุม 20 องศา กับทิศทางการเคลื่อนที่

ฉ) เมล็ดที่ไหลลงด้วยแรงดันอากาศความเร็วที่รับรองคือ 5 เมตร/วินาที

ช) ท่อนำเมล็ดควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22-25 มิลลิเมตร และผิวท่อควรเรียบ



รูปที่ 2.31 ลักษณะการวางตัวของท่อนำเมล็ดสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช



รูปที่ 2.32 ท่อนำเมล็ดที่ใช้ในการหยอด (Bernacki 1972)

(4) อุปกรณ์เปิดร่อง (Furrow openers)

เครื่องหยอดและเครื่องปลูกพืชจะมีอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับให้เมล็ดร่วงลงในร่องด้วยความลึกและระยะห่างที่สม่ำเสมอ ความลึกในการปลูกขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและระดับความชื้นในดิน ในดินแห้ง และอัตราความชื้นแห้งที่ผิวหน้าดิน โดยมีการกระทบกระเทือนผิวหน้าดินน้อยที่สุด ดินที่ความชื้นสูงเกินไปจะลดความสามารถในการเจริญเติบโตของต้นกล้าและนอกจากนี้การเตรียมดินที่ดีจะช่วยลดการอุดตันของดินที่อุปกรณ์เปิดร่อง

อุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ ได้แสดงดังรูปที่ 2.33 และแสดงลักษณะการทำงานแสดงดังรูปที่ 2.34 และตารางที่ 2 อธิบายความเหมาะสมของอุปกรณ์เปิดร่องในสภาพดินต่างๆ ชนิดของอุปกรณ์เปิดร่องอธิบายดังนี้

ก) แบบหมุน (Rotating type)

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

จานเปิดร่องแบบร่องคู่ ประกอบด้วยแผ่นจานเรียบ 2 ใบ วางเอียงจากแนวดิ่ง ซึ่งจะทำให้เกิดร่องตัววีในดิน ท่อนำเมล็ดจะวางอยู่ระหว่างจานตัวเปิดร่อง จะผลักดันลงและเปิดดินด้านข้างเป็นร่องรูปตัววี การรับแรงกดของจานเปิดร่องจะใช้สปริงและกระบอกไฮโดรลิก จานเปิดร่องแบบคู่สามารถทำงานดีภายใต้

สภาพดินหลายรูปแบบ ดินจะถูกผลักไปด้านข้างน้อยกว่าจานเปิดร่องแบบเดี่ยวแต่จะสามารถตัดวัชพืชบนผิวดินได้

ข) แบบอยู่กับที่ (Fixed type openers)

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

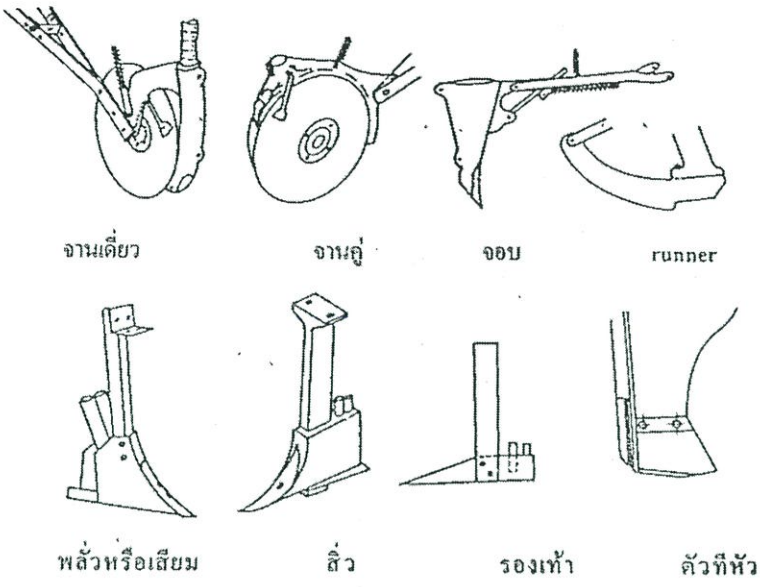
แบบจอบ (hoe type) ลักษณะการเปิดดินของอุปกรณ์เปิดร่องแบบจอบขึ้นอยู่กับชุดของตัวเปิดร่อง มีการยกและผลักหน้าดินไปด้านข้างทำให้เกิดร่องรูปตัววี ใบมีดจอบขนาดมาตรฐานติดตั้งอยู่บนโครงตายตัว หรือ สปริง ที่ติดอยู่บนโครงเครื่องอุปกรณ์เปิดร่องแบบจอบ ทำงานได้ดีในดินหลายสภาพแต่ไม่สามารถทำงานได้ในพื้นที่ที่มีฟางข้าวมาก

แบบ Runner เป็นอุปกรณ์เปิดร่องที่มีลักษณะเป็นใบมีดยาวมีขอบคมสำหรับตัดดินโดยมีการรบกวนผิวหน้าดินน้อยที่สุดสามารถทำงานได้ดี ในแปลงที่มีการเตรียมดินดีและเหมาะสำหรับการปลูกในระดับตื้น เนื่องจากอุปกรณ์เปิดร่องมีความยาว ดังนั้นจังมีการอัดตัวที่ก้นร่อง ใบมีดแบบ Runner จะเอียงไปด้านหลัง นิยมใช้ปลุกกันมากกับข้าวโพดและพืชอื่นๆ ที่มีการปลูกในระดับตื้น

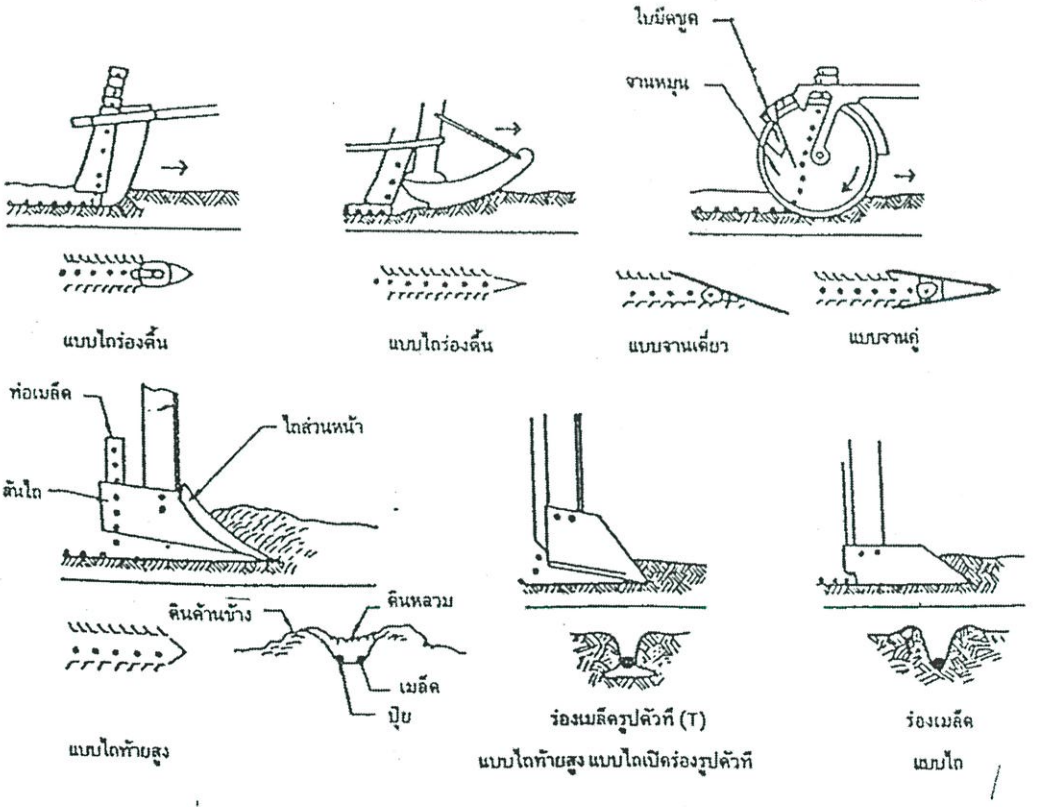
แบบพลั่วหรือเสียม (Shovel type) เป็นอุปกรณ์เปิดร่องที่มีลักษณะแคบ ขนาด 100 มิลลิเมตร มุมเปิดดินเป็นวัสดุคมและเป็นรูปสามเหลี่ยม และสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย ด้านหลังประกอบด้วยท่อนำเมล็ด และท่อใส่ปุ๋ย ความยายของพลั่วมีค่าตั้งแต่ 100-250 มิลลิเมตร ด้านหลังของฝาครอบจะมีร่องสำหรับป้องกันดินแห้งไหลย้อนมากลบเมล็ด อุปกรณ์เปิดร่องแบบพลั่วสร้างได้ง่ายเปรียบเทียบกับอุปกรณ์เปิดร่องแบบจาน

แบบรองเท้า (Shoe type) สามารถหยอดเมล็ดพืชและปุ๋ย ที่ความลึกเดียวกัน เมล็ดและปุ๋ยจะหยอดห่างกัน 50มิลลิเมตร ในช่องป้องกันการอุดตันของดิน ดินเปียกสามารถติดไปด้านข้างของช่องป้องกันการอุดตันของดินแต่ไม่ติดที่ปลายท่อนำเมล็ดและท่อใส่ปุ๋ย

แบบตัวทีกลับหัว (Inverted – T furrow opener) ได้รับการออกแบบและพัฒนาโดย Choudhary (1988) สำหรับใช้ในการหยอดเมล็ดข้าวในสภาพดินไร่ที่ไม่มีการเตรียมดิน ตัวเปิดร่องเปิดดินเป็นร่องเล็กๆ ซึ่งมีการกระทบกระเทือนดินน้อย ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.33 ชนิดอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช เครื่องใส่ปุ๋ยและเครื่องปลูก



รูปที่ 2.34 ลักษณะของร่องปลูกสำหรับอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ

อุปกรณ์เปิดร่องสำหรับใส่ปุ๋ยและเมล็ด (Furrow openers for placement of seed and fertilizer) การใส่ปุ๋ยได้กำหนดให้ใส่เป็นแถบห่างจากเมล็ด 5 เซนติเมตร ระดับที่ความลึกเดียวกัน หรือใส่ปุ๋ยลึกกว่าเมล็ด 5 เซนติเมตร โดยทั่วไปเมล็ดพืชจะหยอดที่ความลึก 3-7 เซนติเมตร ดังนั้น ความลึกของปุ๋ยที่กำหนดคือ 8-1เซนติเมตร เมื่อความชื้นในดินต่ำ เช่น ในเขตเกษตรใช้น้ำฝน การหยอดเมล็ดและปุ๋ยจะต้องหยอดให้ลึกกว่าที่กล่าวมาแล้ว

ในการออกแบบนั้นระยะปลูกระหว่างแถว (20-25 เซนติเมตร) จะมีปัญหาในการออกแบบมาก การติดตั้งอุปกรณ์เปิดร่องใกล้กันเป็นสิ่งที่ยาก เนื่องจากดินจะไหลจากร่องหนึ่งไปยังร่องข้างเคียง ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณดินที่กลบเมล็ด เมื่อความลึกในการปลูกเป็นสิ่งจำเป็นปัญหาการติดตั้งอุปกรณ์เปิดร่องแก้ไขโดยการติดตั้งให้สลับกันบนคานหลัก

การแยกอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเมล็ดพืช และปุ๋ยเป็นการเพิ่มต้นทุนของเครื่องปลูก และแรงฉุดลาก สิ่งเหล่านี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้การแบ่งห้อง 2 ห้อง สำหรับหยอดเมล็ดและปุ๋ยห่างกัน 5 เซนติเมตร ที่ความลึกเดียวกัน

แรงฉุดลากของอุปกรณ์เปิดร่องขึ้นอยู่กับสภาพดิน ชนิดของอุปกรณ์เปิดร่อง ความเร็วและความลึกในการทำงาน จำนวนอุปกรณ์เปิดร่องคือค่าแรงฉุดลากรวมของเครื่องหยอด เครื่องต้นกำลังที่เลือกใช้ขึ้นอยู่กับแรงฉุดลากรวม

ค่าแรงฉุดลากเครื่องปลูก 2 แถว และ 2 แถว ที่ประเมินตามชนิดของดินแบบต่างๆ ในประเทศต่างๆมีค่าระหว่าง 60 Kgf ถึง 100 Kgf สำหรับดินอ่อน (light soils) แรงฉุดลากมีค่า 20 Kgf ต่อแถว และสำหรับดินแข็ง (heavy soils) แรงฉุดลากมีค่า 30 Kgf ถึง 35 Kgf ต่อแถว

ตารางที่ 2.2 แสดงอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับดิน สภาพพืช

ชนิดของอุปกรณ์เปิดร่อง	ราคาต่อหน่วย	สภาพดิน				ความลึกในการปลูก (ซม.)			หมายเหตุ
		ทราย	ร่วน	เหนียว	ปกคลุมด้วยวัชพืช	ตื้น 2-4	ปานกลาง 4-7	ลึก 7-16	
แบบจานคู่	5	+	++	++	++	+	++	+	เหมาะสำหรับที่มีเศษวัชพืชและสภาพพื้นที่ไม่ดีเพื่อรักษาความลึกในการปลูกให้คงที่
แบบจานเดี่ยว	4	+	++	++	++	+	++	-	เหมาะสำหรับที่ดินแฉะแลมีความแปรปรวนความลึกในการปลูกสูง
Runner-type	3	++	++	-	-	++	+	-	เหมาะสำหรับดินร่วนและปลูกในระดับตื้น
จอบ	3	++	++	+	+	+	++	++	เหมาะสำหรับพื้นที่ ที่มีหินและรากไม้ปลูกได้ดีในระดับลึก
พลั่ว	2	++	++	+	-	-	+	++	กรณีปลูกลึกจะมีการรบกวนผิวหน้าดินมาก
ไถสิ่ว	3	+	++	++	-	-	++	++	ร่องปลูกแคบและปลูกในระดับลึก
Suffolk shoe	2	++	++	-	-	++	+	-	เหมาะกับการปลูกในระดับตื้นและไม่มีวัชพืช
แบบรองเท้าพร้อมห้องแยกปุ๋ยและเมล็ด	3	++	++	++	+	-	++	++	เหมาะสำหรับการหยอดปุ๋ยและเมล็ดให้เป็นแถบแยกออกจากกัน
แบบตัวทีกลับหัว	2	++	++	++	++	-	+	++	พื้นที่ ที่ไม่มีการเตรียมดินหรือมีเศษฟางในแปลง

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

(5) อุปกรณ์กลบและอัดดิน (Covering and compacting Devices)

การที่พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้นอยู่กับการกดอัดของดินเหนือเมล็ด การงอกของต้นกล้าขึ้นอยู่กับความชื้นในดินที่ระดับความลึกในการปลูก และแรงเสียดทานของหน้าดินที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด ดังนั้นเมล็ดควรปลูกที่ความลึกสม่ำเสมอ และมีปริมาณแรงกดของดินที่กลบสม่ำเสมอ กรณีดินที่แห้งเร็วควรจะร่วนซุยเพียงพอที่จะเก็บรักษาความชื้น และหลีกเลี่ยงการแตกตัวของดินหลังการกลบในร่อง การอัดดินของดินที่มากเกินไป จะมีผลดังต่อไปนี้

ก) เมล็ดจะงอกได้ยากเนื่องจากมีแรงต้านของดินที่อัดตัวบนเมล็ดมาก

ข) รากเจริญเติบโตได้ยาก เนื่องจากมีแรงต้านดินที่อัดตัวอยู่ด้านล่างของเมล็ด

ค) ขาดน้ำและอุณหภูมิสูง ซึ่งทำให้เกิดโรคที่รากและเมล็ดเน่าเปื่อย

วิธีการกดอัดดินขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์กดและน้ำหนักที่ใช้ ในการออกแบบอุปกรณ์กลบและอัดดิน ในขณะที่เกิดการงอกของเมล็ดนั้นเมล็ดจะมีความสามารถที่จำกัด ในการทะลุออกจากเปลือก ดังนั้นควรพิจารณาสิ่งเหล่านี้ประกอบ คือ

ก) ค่าแรงเสียดทานสูงสุดของดินซึ่งเมล็ดพืชชนิดต่างๆยังสามารถงอกได้

ข) ความลึกของดินที่กลบเมล็ด

ค) ความชื้นและความหนาแน่นของดินที่อัด

ง) รูปร่างของร่องรอยหรือการยกร่องขึ้นอยู่กับความต้องการพืชและสภาพภูมิอากาศ

จ) น้ำหนักของอุปกรณ์กลบดิน

ฉ) ความเร็วในการทำงาน

ลักษณะของดินที่กลบเมล็ดพืชที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

ก) เมื่อความชื้นของดินมีเพียงพอ เมล็ดพืชไม่จำเป็นต้องมีการกดอัดดินของอุปกรณ์กลบเมล็ด อุปกรณ์กลบเมล็ดควรเป็นแบบง่ายหรือแบบผิวเรียบที่สามารถให้ดินสัมผัสกับเมล็ดได้โดยตรง

ข) เมื่อเมล็ดปลูกลึกลงในดินแน่น (soil heavy) ให้หลีกเลี่ยงการอัดตัวดินที่เป็นอุปสรรคในการงอกของเมล็ด

ค) ในฤดูฝนเมื่อดินเปียก ไม่มีความจำเป็นที่ต้องอัดดิน

ง) ในสภาพดินความชื้นต่ำ เช่น ในเขตเกษตรใช้น้ำฝน การปลูกพืชในขณะที่ดินมีความชื้นต่ำจึงจำเป็นต้องมีการกดอัดดินในร่อง

จ) ในสภาพที่แห้งแล้ง ควรกดอัดดินบนเมล็ดทันทีหลังจากปล่อยเมล็ดลงหลุม และกลบเมล็ดด้วยดินชื้นจากนั้นตามด้วยดินแห้งในกรณีนี้เมล็ดจะสัมผัสโดยตรงกับดินชื้น โดยไม่มีดินแห้งไหลกลับลงร่อง

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

ก) แบบลากหรือแบบอยู่กับที่ (Drag type or fixed type covering unit) เครื่องหยอดเมล็ดพืชที่ต้องการการกลบเมล็ดที่ระดับตื้นจะใช้โซ่กลบ (drag chains) คราดสปริง (spring types) และแผ่นกลม (bars drag) (ดูรูปที่ 2.35) คืออุปกรณ์กลบแบบนี้จะให้เมล็ดงอกเป็นที่น่าพอใจ หลังจากการหว่านเมล็ด

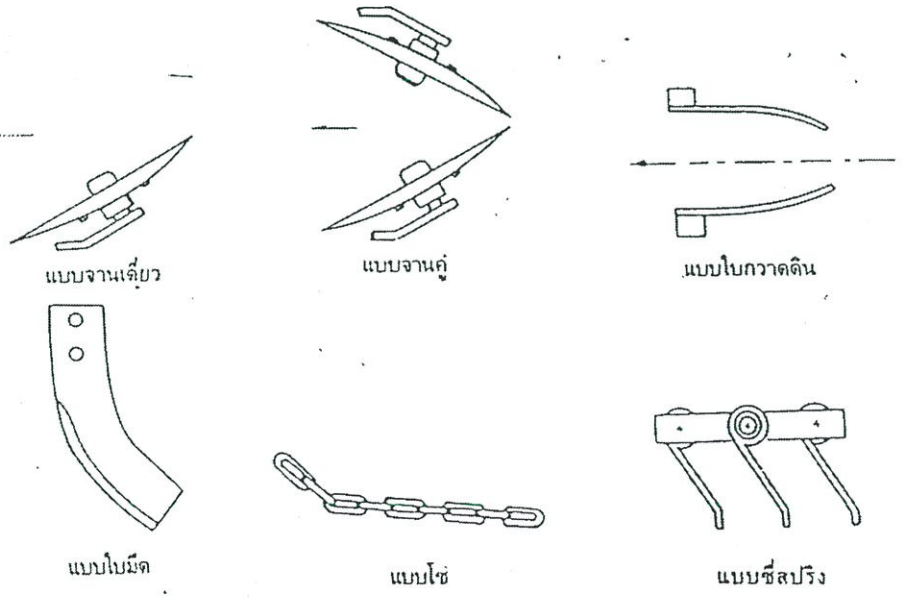
ใช้ไม้กระดานหรือไม้ปรับระดับลากกลบร่องปลูก อุปกรณ์แบบลากสามารถกลบเมล็ดได้ด้วยความลึกสม่ำเสมอ โดยไม่มีการกดอัดดิน เพราะดินจะร่วนซุย นอกจากนั้นจะช่วยลดความขรุขระของผิวดิน

สำหรับเครื่องปลูกอุปกรณ์กลบ จะนิยมใช้แบบใบมีด แบบปีกลากหรือแบบจอบ อุปกรณ์แบบนี้สามารถปรับได้ด้วยสปริง เพื่อให้สามารถเกลี่ยดินที่ผิวดินได้

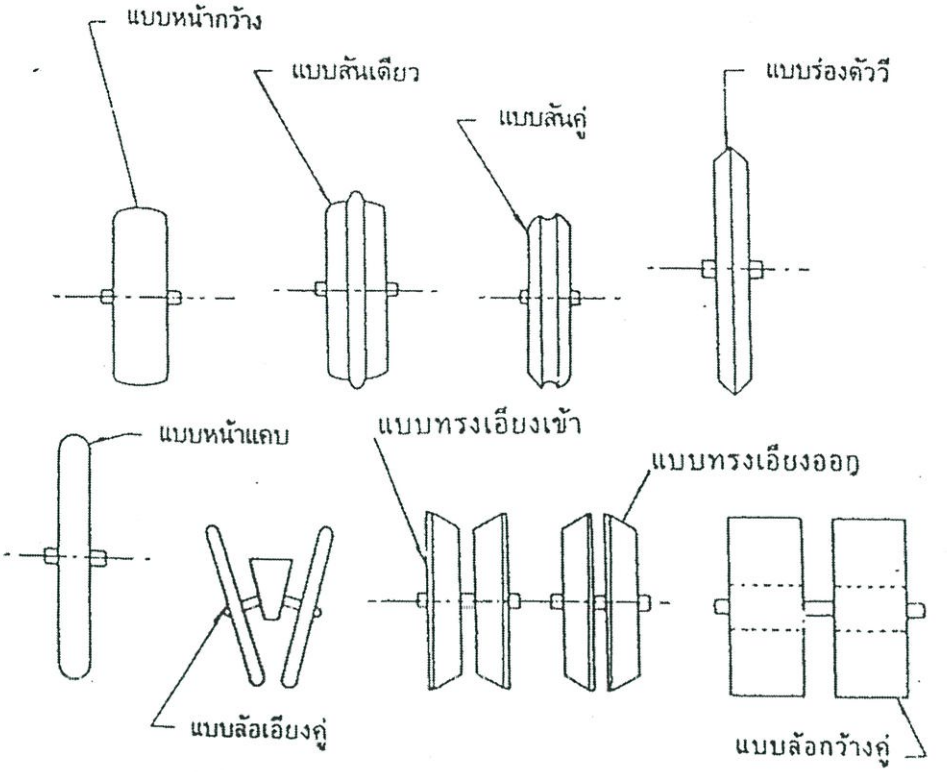
ข) แบบหมุน (Rotating type) อุปกรณ์กลบแบบหมุน แบบเปิดตรงศูนย์กลาง (open center) นิยมใช้กันอย่าง กว้างขวางกับเครื่องหยอดและเครื่องปลูกพืช (ดูรูปที่ 2.35) ซึ่งจะกดอัดดิน การทดลองได้ปรากฏผลว่า ล้อกลบดินมีผลดีต่อการงอกของเมล็ด ล้อกลบดินมีรูปร่างแตกต่างกัน เช่น ผิวเรียบ, ผิวมัน, ล้อยางแข็ง, ล้อลมพร้อมดอกยางเล็กๆ ล้อยางแข็งมีส่วนโค้งด้านข้างหรือล้อยางสำหรับใช้กับดินสภาพต่างๆ ล้อยางมีข้อดีเพราะว่าไม่มีดินติดที่ล้อ ลดการเคลื่อนที่ของเมล็ดในร่อง ล้อกลบดินที่มีราคาถูกและประสิทธิภาพดีคือ ล้อเหล็กหล่อ ล้อขอบเรียบ ล้อร่วงตัววีและล้อจานโค้ง

การศึกษาอุปกรณ์กลบอัดดิน (Studies of compacting devices) พบว่าการอัดตัวของดินมีผลต่อความชื้น อัตราการแพร่ของออกซิเจนและความเสียดทานของเครื่องมือในรูปที่ 2.36 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 เพื่อให้เมล็ดงอกดีขึ้นควรจะมีการอัดบริเวณต่ำกว่าระดับเมล็ด เมล็ดควรกดลงบนดินที่อัดแน่นแล้วปกคลุมดินร่วน

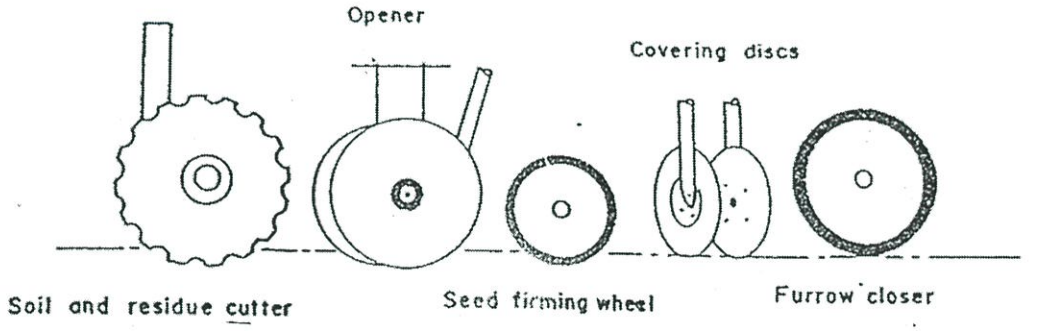
ล้อกดดิน (press wheel) แสดงในรูปที่ 2.36 ควรเลือกใช้ตามสภาพและพืช สำหรับเครื่องปลูกพืชล้อกดดินควรเป็น ล้อเหล็กตัน หรือล้อยาง ควรใช้ในดินที่มีความชื้นต่ำๆ ในกรณีอื่นๆ ควรใช้ล้อแบบไม่กดดินตรงกลาง (open center wheel) ล้อเหล็กเรียบ (Cast-iron plain wheel) ระดับแรงกดของดินสามารถปรับได้โดยสปริงกดที่ล้อ



รูปที่ 2.35 อุปกรณ์กลบ (Morrison, et al.1988)



รูปที่ 2.36 อุปกรณ์กลบและอัดดิน (Morrison, et al.1988)



รูปที่ 2.37 อุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้เมล็ดพืชมีการงอกได้ดีขึ้นสำหรับเขตเกษตรใช้น้ำฝน (Morrison, et al.1988)

(6) การถ่ายทอดกำลัง (Drive for Power Transmission)

เครื่องหยอดและเครื่องปลูกพืชสามารถจำแนกได้ 3 แบบ ตามชนิดของเครื่องต้นกำลัง คือ 1) แบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ 2) แบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม และ3) แบบใช้แรงงานคน

(6.1) รถไถเดินตาม

รถไถนาเดินตาม สำหรับงานเกษตรกรรม เป็นเครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้เป็นต้นกำลังหลักสำหรับในการลากและขับอุปกรณ์เกษตรชนิดต่างๆ รถไถนาเดินตามใช้กันอย่างแพร่หลายในการทำนา เนื่องจากรถไถเดินตามใช้เครื่องยนต์ต้นกำลังตั้งแต่ 3 ถึง 12 แรงม้า (สูงสุดไม่เกิน 14 แรงม้า) จึงทำให้มีขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา ทำงานได้คล่อง ราคาไม่สูงมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานสัตว์ นอกจากนั้นการบำรุง

ดูแลรักษาและการซ่อมแซมก็ไม่ยุ่งยาก รถไถเดินตามจึงเหมาะสำหรับใช้เป็นเครื่องต้นกำลังในการทำนาที่มีพื้นที่แบ่งออกเป็นแปลงขนาดเล็ก มีคันนาล้อมรอบ นอกจากนั้นการทำนาต้องอาศัยน้ำมากทำให้ดินชั้นบนอ่อน หากใช้รถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก รถแทรกเตอร์จะจมดินลึกทำงานไม่สะดวกหรืออาจจะจมดินจนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

2.2.1 มิติรถไถเดินตามที่ผลิตภายในประเทศ

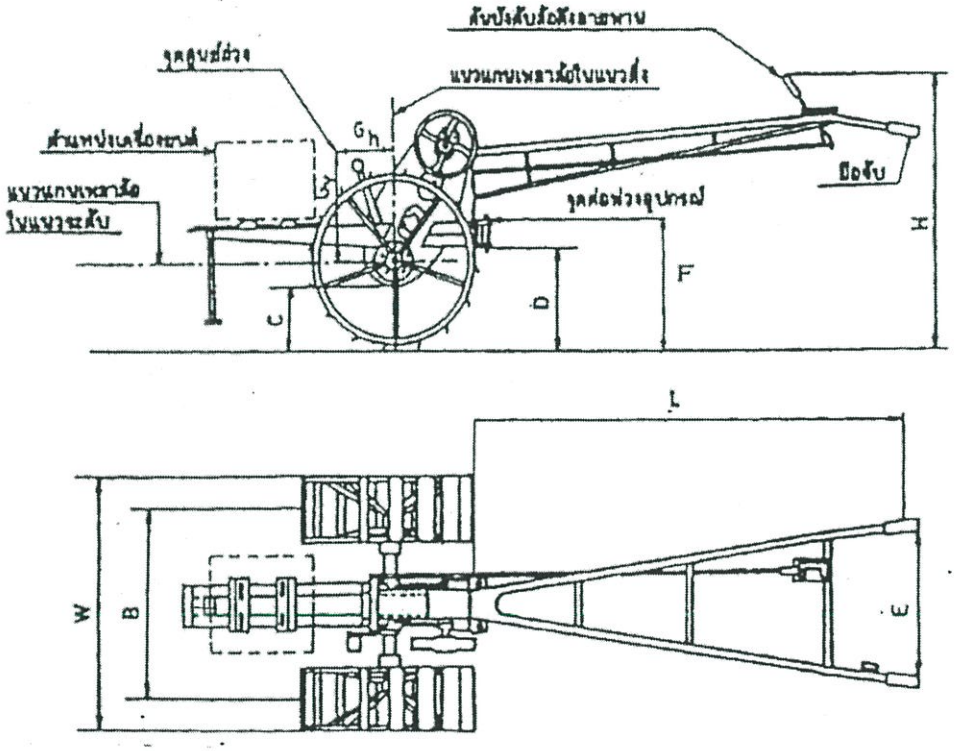
มิติรถไถเดินตามที่ผลิตภายในประเทศมีมิติต่างดังนี้ (แสดงดังรูปที่ 2.38)

(1)ช่วงกว้างของล้อวัดจากขอบนอก W = 1080 mm

(2) ระยะห่างระหว่างหน้าแปลนจุดต่อพ่วงอุปกรณ์กับตำแหน่งกึ่งกลางมือจับL=1080 m

(3) ความสูงของจุดต่อพ่วง อุปกรณ์วัดจากตำแหน่งต่ำสุด D = 365 mm

(4) ความสูงของจุดต่อพ่วง อุปกรณ์วัดจากตำแหน่งสูงสุด F = 500 mm



รูปที่ 2.38 มิติของรถไถนาเดินตาม

2.2.2 ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของรถไถเดินตามที่ทำในประเทศไทย

(1) เครื่องยนต์ (Engine)

(2) ระบบส่งกำลัง (Transmission system)

(2) คลัตช์หลัก คลัตช์บังคับเลี้ยวและเบรก (main clutch , steering clutch and brake)

(3) ล้อยางหรือล้อเหล็ก (rubber wheel or iron wheel)

(4) จุดพ่วงอุปกรณ์ (hitch point)

(5) กลไกควบคุมการทำงาน (Operating control mechanism)

สำหรับส่วนประกอบย่อยอาจจะแตกต่างกัน เนื่องจากวัตถุประสงค์การออกแบบในการใช้งานเฉพาะต่างกัน ดังนั้นเกษตรกรที่ซื้อรถไถเดินตามและอุปกรณ์เตรียมดินควรศึกษารายละเอียดเบื้องต้นจากข้อกำหนดเฉพาะ specifications ซึ่งมีอยู่ 3 ส่วนด้วยกันคือ ข้อกำหนดเฉพาะโครงสร้างตัวรถ chassis specifications ข้อกำหนดเฉพาะเครื่องยนต์ engine specifications และข้อกำหนดเฉพาะอุปกรณ์ implement specifications เพื่อสามารถเลือกซื้อชนิดรถไถเดินตามและอุปกรณ์เกษตรที่เหมาะสมตามต้องการ

ซึ่งต้นกำลังเหล่านี้ใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์หยอดเมล็ดให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า สำหรับเครื่องหยอดแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์การถ่ายทอดกำลังมีวิธีการดังต่อไปนี้

ก) เพลาอำนวยกำลังรถแทรกเตอร์ เป็นตัวขับพัดลม (air blower) ให้มีแรงลมดูดสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดและเครื่องปลูก และเป็นตัวหมุนให้เมล็ดกระจาย

ข) สำหรับเครื่องหยอดเมล็ดและเครื่องปลูกแบบก่อนนั้น การขับเคลื่อนจะมาจากล้อหลังถ่ายกำลังโดยโซ่และเฟือง สำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หยอด

ค) ต้นกำลังอาจได้มาจาก ล้อควบคุมความลึกของเครื่อง

ง) ต้นกำลังอาจได้มาจากล้อขับเคลื่อนบนดิน (floating type ground wheel)

การเลือกใช้ล้อขับให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาพดิน เมื่อล้อดิน (ground wheel) รับน้ำหนักของเครื่อง เช่น เมล็ดและปุ๋ยในถังบรรจุเมล็ด น้ำหนักนี้จะลงที่ล้อมีมากเพียงพอที่จะถ่ายทอดกำลังจากล้อไปยังอุปกรณ์ขับเมล็ด เนื่องจากกำลังที่ใช้สำหรับใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดมีค่าน้อย

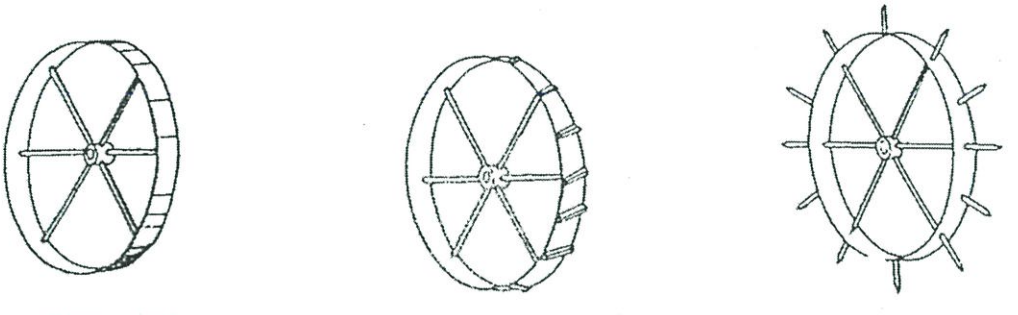
ล้อขับที่ใช้กันอยู่ที่ 2 แบบ คือ แบบล้อกลม (pneumatic wheel) และแบบล้อเหล็ก (riqid steel wheel) ล้อเหล็กเป็นแบบที่นิยมใช้มากเพราะว่าราคาถูก มีการดูแลรักษาน้อย และใช้งานได้นาน ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 ชนิด ดังนี้

ก) ล้อเรียบ (plain wheel) ในรูปที่ 2.39 มีขนาดความกว้าง 75-100 มม. มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 400-700 มม. จำนวนซี่เหล็กในวงมีจำนวน 8-12 ซี่ ล้อแบบนี้จะวิ่งเรียบและสัมผัสกับผิวดินได้ดี มีแรงฉุดลากที่พอเหมาะกับกลไกการขับเคลื่อน นิยมใช้กับดินร่วนและใช้ได้ไม่ดีในดินเหนียวแฉะ

ข) ล้อมีครีบ (lugged wheel) มีแรงฉุดลากดีกว่า หรือมีการจับยึดดินที่ดีกว่า ครีบเล็กมีอยู่ในบริเวณของนอกของล้อ มีความสูง 25 มม. และเชื่อมทำมุม 20-25 องศากับแกนหมุน เพื่อลดการลื่นไถล ครีบที่วางทำมุมมากว่า ศูนย์องศา และวางถี่ๆ จะช่วยลดการศึกหรอ การสั่นสะเทือนและแรงต้านทานการกลิ้ง การพัฒนาเครื่องหยอดสำหรับต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์จะมีล้อแบบมีครีบขนาดใหญ่ติดตั้งอยู่บนโครงครีบวางอยู่ชิดกันวางทำมุมศูนย์องศาเพื่อให้มีแรงฉุดมากขึ้น วงล้อมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 350 ถึง 400 มม.

ค) ล้อแบบมีซี่ (pegged type wheel) ล้อแบบมีซี่เหมาะที่จะใช้กับดินเปียกหรือดินเหนียว ขณะที่ล้อเรียบ ล้อแบบมีครีบ หรือล้อลม ไม่สามารถทำงานได้ ขอบล้อมีความกว้าง 25 ถึง 40 มม. และซี่ล้อมีความยาวระหว่าง 75 ถึง 120 มม. วงล้อมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 500-800 มม. จำนวนซี่ล้อมีจำนวน 12-30 ซี่ ขึ้นอยู่กับขนาดล้อ ซี่ล้อส่วนใหญ่ทำจากเหล็กกลมหรือเหล็กแบน

การเคลื่อนที่ของล้อเป็นวงกลม ซี่ล้อจะจิ้มลงดินในแนวดิ่ง และเคลื่อนที่ขึ้น ซึ่งเป็นการผลักดินลงไม่ใช่ตะกุยดินขึ้น ล้อขับที่ถ่ายทอดกำลังไปยังอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด มีค่าการลื่นไถลระหว่าง 20-25 % การเพิ่มน้ำหนักล้อด้วยสปริง ช่วงในระยะสัมผัสระหว่างผิวดินและล้อมีความสม่ำเสมอ สามารถลดการลื่นไถลลงได้ 10-12 %



รูปที่ 2.39 ชนิดล้อขับที่ใช้สำหรับขับเคลื่อนอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

การขับเคลื่อนอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

สามารถถ่ายทอดได้หลายวิธี เช่น เกียร์ โซ่ และเฟือง หรือสายพานร่องวี การขับเคลื่อนโดยสายพานจะถูกที่สุด แต่การใช้โซ่ก็เป็นที่นิยมเพราะว่าหาได้ง่ายและไม่มีการลื่นไถล แต่ในสภาพที่มีฝุ่นและแห้ง การใช้สายพานจะดีกว่าการใช้โซ่ ซึ่งจะมีการสึกหรอมาก สำหรับรถแทรกเตอร์จะใช้ทั้งเกียร์และโซ่ ชุดเกียร์จะทำจากเหล็ก เหล็กหล่อหรือพลาสติก ใช้สำหรับการเลือกความเร็วที่เหมาะกับอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดสำหรับพืชแต่ละชนิด

ก) ระบบเกียร์ เกียร์ที่ทำจาเหล็กหล่อหรือพลาสติก ใช้กันอย่างมากในการถ่ายทอดกำลังสำหรับเครื่องหยอดและเครื่องปลูก แต่เกียร์ที่ทำจากเหล็กหล่อจะมีผิวงานขรุขระทำให้ไม่มีความแม่นยำเมื่อใช้งาน แต่สำหรับเกียร์พลาสติก ซึ่งที่ทำจากเหล็กหล่อ จะมีผิวงานขรุขระทำให้ไม่มีความแม่นยำเมื่อใช้งาน แต่สำหรับเกียร์พลาสติก ซึ่งทำงานได้ดีกับเครื่องหยอดและเครื่องปลูก ซึ่งต้นทุนที่ใช้ในการผลิตแม่พิมพ์สูงมาก จึงต้องมีการผลิตเกียร์พลาสติกเป็นปริมาณมาก

ข) ระบบโซ่ โซ่และเฟือง ใช้ขับเคลื่อนถ่ายทอดกำลังจากล้อดินไปยังอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด ต้นกำลังถ่ายทอดกำลังไปยังเพลาทดรอบเฟืองเพลาเดียว ก็สามารถถ่ายทอดกำลังไปยังอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดชุดต่างๆ ได้ชุดเฟืองและโซ่ที่ปรับความเร็วได้ติดตั้งบนเครื่องหยอด เพื่อให้สามารถปรับความเร็วได้ตามความต้องการ การทดสอบแบบนี้ ใช้กับเครื่องปลูกแบบแถวเดียวที่ต่ออยู่บนคาน

จำนวนของโซ่เฟืองไม่ควรต่ำหว่า 10-12 ซี่ เมื่อใช้กับโซ่ลูกล้อ หรือ 7-8 ซี่ เมื่อใช้กับโซ่ที่ความเร็วต่ำ จำนวนฟันเฟืองที่น้อยกว่าที่ระบุไว้มีผลให้เกิดการสึกหรอของโซ่อย่างรวดเร็ว เฟืองขับควรมีมุมฟันเฟืองอย่างน้อย 135 องศา เพื่อป้องกันการหลุดของโซ่ออกจากเฟือง

กำลังที่ถ่ายทอดไปยังเฟืองของชุดขับเมล็ดมีค่าน้อยดังนั้นโซ่ที่ใช้จึงมีขนาดเล็ก มีระบบแยกการทำงานของล้อขับและอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดสำหรับเครื่องหยอดที่เมล็ดไหลอย่างต่อเนื่องต้องมีลิ้นสำหรับหยุดการไหลของเมล็ดและปุ๋ย ที่เนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก และการสั่นสะเทือนขณะขนส่ง

ความยาวของโซ่ (หน่วยเป็นนิ้ว) สามารถประมาณได้โดยสมการ

$$L = 2C + (N_1+N_2)/2 + (N_2-N_1)^2/4 \qquad (4)$$

เมื่อ L = ความยาวของโซ่, นิ้ว

N = จำนวนซี่ของเฟืองโซ่

C = ระยะจากจุดศูนย์กลาง, นิ้ว

P = ระยะ Pitch, นิ้ว

ค) การขับเคลื่อนด้วยสายพาน การขับเคลื่อนด้วยสายพานมีข้อดีคือ ราคาถูก เสียงเบา สามารถรับแรงกระแทกได้ไม่ต้องมีการหล่อลื่นและสามารถทำงานได้ดีแม้ขณะที่การติดตั้งไม่ได้แนว

เมื่อกำลังที่ถ่ายทอดมีค่าน้อย การออกแบบจึงควรสนใจที่ขนาดของเพลาหรือมูเล่ย์ มูเล่ย์ ขนาดใหญ่จะมีหน้าสัมผัสมากและมีค่าแรงหมุนต่ำเส้นผ่านศูนย์กลางของมูเล่ย์ เปล่า ควรมีขนาดระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างมูเล่ย์ ขับและมูเล่ย์ ตาม มูเล่ย์ เปล่าที่อยู่ข้างนอกสายพาน ควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่ามูเล่ย์ เปล่าที่อยู่ด้านใน การใช้มูเล่ย์ เปล่าส่วนใหญ่ นิยมใช้ในการตัดการถ่ายทอดกำลังจากระบบหยอด การยืดตัวของสายพานในระหว่างการทำงานควรนำมาคิดด้วย ในระบบขอบเคลื่อนของสายพานสามารถคำนวณ หรือ วัดจากแบบแผนของระบบขับเคลื่อนรายละเอียดขนาดของสายพานร่องวี และมูเล่ย์ ให้ดูจากหนังสือ Standard engineers 'hand books มูเล่ย์ ตัววีเมื่อขับเคลื่อนค่าลื่นไถล 10 %

เมื่อมีการออกแบบให้ล้อดินเป็นล้อขับเคลื่อน ดังนั้นอัตราการหว่านเมล็ดจะมีช่วงกว้างมากซึ่งสามารถควบคุมได้ โดยเฉพาะในเครื่องหยอดหรือเครื่องปลูกอเนกประสงค์เมื่อทำงานที่ค่าเฉลี่ย อัตราการปล่อยเมล็ดจะมีค่าสม่ำเสมอ แต่ถ้าทำงานที่ความเร็วสูงเกินกำหนด อัตราการปล่อยเมล็ดจะมีค่าความแปรปรวนสูง

ตารางที่ 2.3 แสดงขนาดมู่เลย์ ตัวขับ ตัวตาม และอัตราส่วนความเร็ว

ขนาดมู่เลย์		
ตัวขับ	ตัวตาม	อัตราส่วนความเร็ว
180	80	2.25
180	100	1.80
180	115	1.57
125	80	1.56
180	125	1.44
115	80	1.44
125	100	1.25
115	100	1.15
125	115	1.09
115	115	1.00
115	125	0.92
100	115	0.87
100	125	0.80
80	115	0.70
125	180	0.70
80	125	0.64
115	180	0.64
100	180	0.55
80	180	0.44

เช่นเดียวกันใช้เฟืองที่มีจำนวนฟัน 36, 25, 23, 20,และ16 ซี่ เป็นตัวขับและตัวตาม จะให้อัตราส่วนการทดรอบตามที่ต้องการ และจำนวนรูหยอดมี 2, 4, 10 และ 20 ทำให้มีอัตราการปลูกได้กว้างมาก

2.2.5 การหาอัตราปลูกของเครื่องหยอดเมล็ดพืช

อัตราการปลูกของเครื่องหยอดเมล็ดสามารถเปลี่ยนได้โดยการเปลี่ยนสัดส่วนการทดรอบความเร็วของเฟืองจากล้อขับเคลื่อนมายังอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

2.2.6 การประเมินผลการใช้เครื่องหยอดเมล็ด

โดยทั่วไปการประเมินผลการใช้เครื่องหยอดเมล็ด จะพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์ ความเที่ยงตรงในการปลูก และความสามารถในการทำงาน

การพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์ จะคิดเงินลงทุนซึ่งประกอบด้วย ราคาเครื่องหยอดเมล็ด ค่าจ้างจำนวนพื้นที่เพาะปลูก ความสามารถในการทำงาน และอื่นๆ

ความเที่ยงตรงในการปลูก ความสามารถในการทำงาน สามารถทราบได้เมื่อมีการใช้เครื่องหยอดเมล็ดในสภาพที่แท้จริง

การทดสอบหาสมรรถนะเครื่องหยอดเมล็ด จะพิจารณาค่าเหล่านี้ในการประเมินค่าความเที่ยงตรงในการปลูก เช่นเปอร์เซ็นต์ในการสูญเสียเครื่องเพาะปลูก จำนวนต้นในแต่ละหลุม ความลึกในการปลูก และระยะระหว่างหลุม ในประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดค่าดังกล่าวไว้ใน ตารางที่ 1.4 และเครื่องทดสอบเครื่องหยอดเมล็ดแบบต่างๆ

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าที่กำหนดในการออกแบบเครื่องหยอดเมล็ด

เปอร์เซ็นต์ความสูญเสียหลุมเพาะปลูก	น้อยกว่า 1
จำนวนต้นในแต่ละหลุม (ต้น)	3-5
ความลึกในการปลูก (เซนติเมตร)	2-3
ระยะระหว่างแถว (เซนติเมตร)	25
ระยะระหว่างหลุม (เซนติเมตร)	25

2.3 สูตรการคำนวณ

- ประสิทธิภาพของการหยอดที่ 3-5 เมล็ด (%)

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

- เมล็ดที่สูญเสีย (%)

$$= \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่แตกหักเสียหาย}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมดทั้งหมด}} \times 100 \quad (6)$$

- วัดความกว้างของระยะการหยอด แล้วคำนวณความสามารถทางไร่ทางทฤษฎีโดยใช้สูตร
ความสามารถทางไร่ทางทฤษฎี(ไร่/ชั่วโมง) = ความกว้าง x ความเร็วในการเคลื่อนที่/1.6

- จับเวลาในการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จ วัดขนาดพื้นที่ที่ทำงานได้คำนวณหาความสามารถทางไร่จริงจากพื้นที่ที่หยอดเมล็ดได้ต่อเวลาที่ใช้

ความสามารถทางไร่จริง(ไร่/ชั่วโมง) = พื้นที่ที่ได้/เวลาที่ใช้ (7)

- หาประสิทธิภาพการทำงานทางไร่จากสูตร

ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่(%) = ความสามารถจริง/ความสามารถทางทฤษฎี x 100 (8)

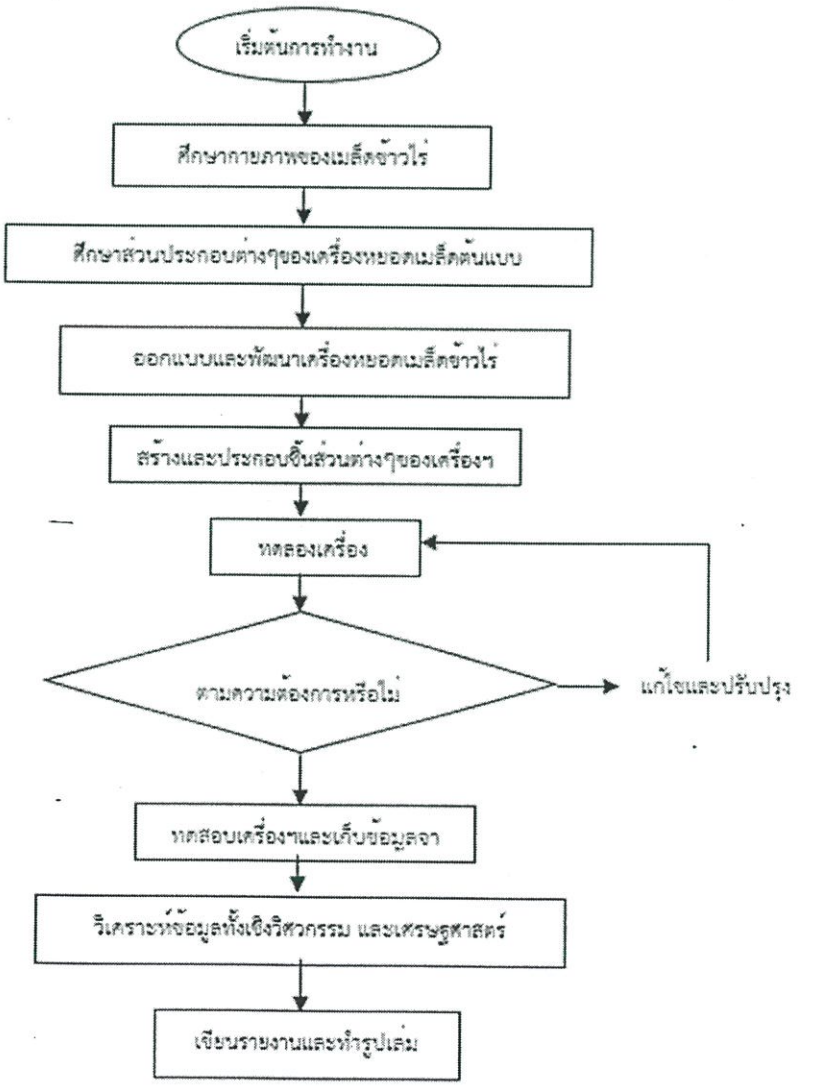
บทที่ 3

การออกแบบและการสร้างเครื่อง

3.1 แนวการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดข้าวไร่

- วัสดุที่ใช้ในการผลิตสามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด
- มีกลไกการทำงานง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน
- มีต้นทุนในการผลิตไม่สูงมาก
- มีความคงทนแข็งแรง

3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน



3.3 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

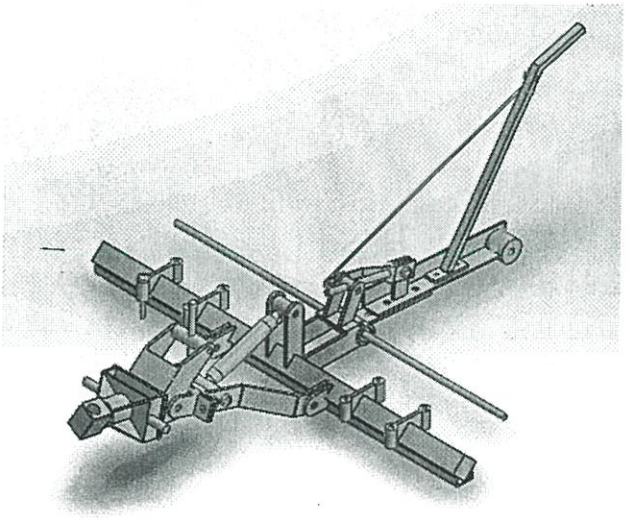
เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่มีส่วนประกอบสำคัญๆ ได้แก่

1. โครงของเครื่อง
2. อุปกรณ์กำหนดเมล็ด
3. ล้อขับ
4. ถังบรรจุเมล็ด
5. ชุดสกี
6. อุปกรณ์เปิดร่อง
7. ตัวกลบเมล็ด
8. เฟืองทดรอบ

จากการศึกษาข้อมูล การทดลอง และการคำนวณเบื้องต้นที่ได้นำมาออกแบบเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ โดยใช้หลักการออกแบบตามขั้นตอนออกแบบ ดังนี้

3.3.1 การออกแบบชุดโครงสร้างของเครื่อง

โครงของเครื่องมีความสำคัญมากในการประกอบตัวเครื่องซึ่งจะต้องมีการออกแบบให้พอเหมาะพอดีกับส่วนประกอบต่างๆของเครื่องแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงแบบจำลองโครงเครื่อง

เงื่อนไขการออกแบบที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

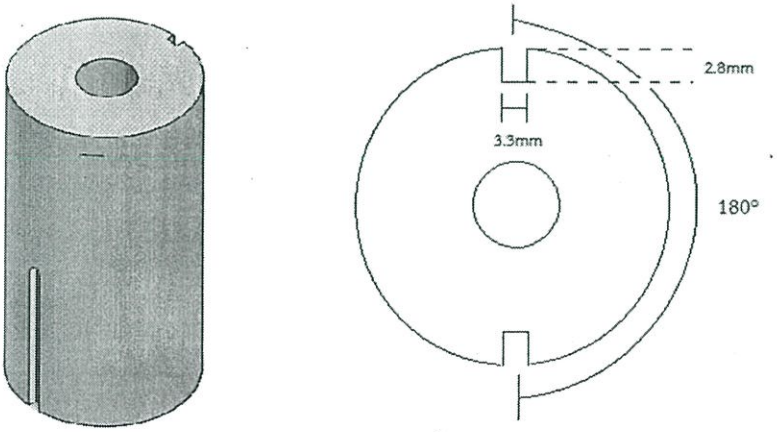
- โครงของเครื่องต้องมีความคงทนแข็งแรง ไม่หักหรืององ่าย มีน้ำหนักเบา
- ต้องสามารถติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ ได้อย่างสัมพันธ์กัน

หลักการในการออกแบบ

ในการออกแบบเครื่องนั้น อ้างอิงจากขนาดของรถไถเดินตามและต้องใช้ข้อมูลจากชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องมาประกอบในการออกแบบด้วย ดังนั้นการออกแบบโครงเครื่องนั้นจะต้องออกแบบชิ้นส่วนอื่นๆ ของเครื่องเสร็จเสียก่อน จึงสามารถออกแบบโครงเครื่องได้ เช่น อุปกรณ์กำหนดเมล็ดแต่ละช่องจะต้องมีระยะห่าง 25 เซนติเมตร เพราะระยะห่างระหว่างแถวที่กำหนดเท่ากับ 25 เซนติเมตร โครงเครื่องจะต้องออกแบบให้สัมพันธ์กับอุปกรณ์ที่ติดตั้ง และสามารถติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆได้และสามารถทำงานตามกลไกที่ตั้งไว้

3.3.2 การออกแบบอุปกรณ์กำหนดเมล็ด

อุปกรณ์กำหนดเมล็ด ทำมาจากแท่งเหล็กทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 46.5 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางใน 16.5 มิลลิเมตร มีความยาว 80 มิลลิเมตร ร่องหยอดเมล็ด กัดบริเวณตรงกลางของอุปกรณ์ มี 2 ช่อง ทำมุม 180 องศา มีขนาดความกว้าง 2.8 มิลลิเมตร และความยาว 375 มิลลิเมตร เพื่อให้กำหนดเมล็ดข้าวลงไปปลูกได้จำนวน 3-5 เมล็ดต่อหลุม แสดงดังรูปที่ 3.3 และมีตัวเรือนของตัวอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่3.3 แสดงขนาดอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

เงื่อนไขการออกแบบที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

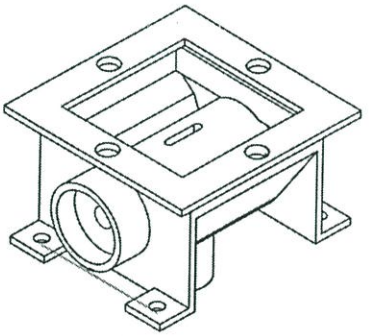
- ขนาดร่องและรูปร่างของอุปกรณ์กำหนดเมล็ดเป็นร่องรูปยาวตามลักษณะเมล็ดข้าวสามารถหยอดเมล็ดได้ตามต้องการ คือ 3-5 เมล็ด
- มีความแม่นยำในการกำหนดจำนวนเมล็ดต่อหลุม

หลักการในการออกแบบอุปกรณ์กำหนดเมล็ด

ในการออกแบบใช้เมล็ดข้าวไร่พันธุ์ 3 เดือน ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นำมาจากจังหวัดชุมพรที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ โดยการวัดความยาว ความกว้าง และความหนาของเมล็ดข้าวจำนวน 30 เมล็ดดังตารางที่ ก.1 และได้มีค่าเฉลี่ยของของเมล็ดข้าวไร่พันธุ์ 3 เดือนเฉลี่ย ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงกายภาพของเมล็ดข้าวไร่พันธุ์ 3 เดือนเฉลี่ย

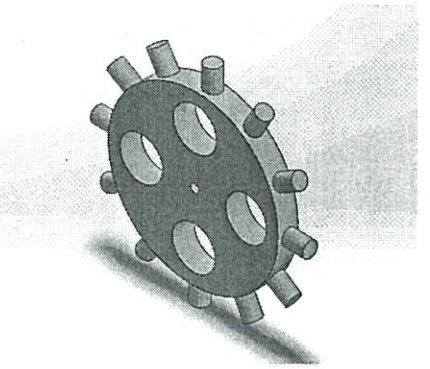
มิติ	ขนาดเมล็ดข้าวเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
ความยาว	10.22
ความกว้าง	2.13
ความหนา	1.96



รูปที่ 3.4 แสดงอุปกรณ์กำหนดเมล็ด

3.3.3 การออกแบบชุดล้อขับ

ชุดล้อขับนี้เป็นส่วนสำคัญของกลไกการหยอดเมล็ด โดยจะส่งกำลังจากล้อขับไปยังชุดอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดให้หยอดเมล็ดลงได้ตามที่กำหนดไว้ ชุดล้อขับซึ่งประกอบด้วย โครงทำจากเหล็กหนา 3 มิลลิเมตรกว้าง 25.4 มิลลิเมตร และยาว 1000 มิลลิเมตร ล้อจิกดินเส้นผ่านศูนย์ 300 มิลลิเมตร มีเส้นรอบวงเท่ากับ 1 เมตร มีแท่งทรงกระบอกที่จิกดิน ยาว 35 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่3.5 แบบจำลองชุดล้อขับ

เงื่อนไขการออกแบบ

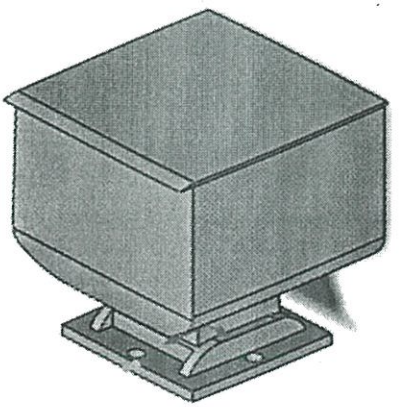
- ความเร็วใช้งานเท่ากับ 2, 3 และ4 กม./ชม. ซึ่งเป็นความเร็วของรถไถเดินตาม
- ใช้เป็นระบบถ่ายทอดกำลังในการทำงานของกลไกการหยอด
- ควรมีการลื่นไถลน้อยกว่า 5 %

หลักการในการออกแบบ

ล้อขับที่ใช้เป็นเหล็ก (Rigid steel) เนื่องจากเป็นแบบนิยมที่ใช้ ราคาถูก ดูแลรักษาง่าย และใช้งานได้นานและเนื่องจากเครื่องหยอดข้าวไร่ ใช้ล้อขับที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 30 ซม. มีจำนวนซี่ล้อ 14 ซี่

3.3.4 การออกแบบถังบรรจุเมล็ด

- ถังบรรจุเมล็ดทำจาก GI sheets gage#18 มีปริมาตรเท่ากับ 7600 ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถบรรจุเมล็ดข้าวไร่ได้ 3 กิโลกรัม เพื่อให้สามารถใช้หยอดได้มากกว่า3-5 ไร่ ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการเติมบ่อยๆ



รูปที่3.6 แบบจำลองถุงบรรจุเมล็ด

เงื่อนไขในการออกแบบ

- ข้าวมีอัตราการไหลที่ดี สม่ำเสมอ ที่ทุกระดับความสูงของถังบรรจุเมล็ด

แนวทางการออกแบบ

จะต้องออกแบบถังบรรจุเมล็ด ให้มีอัตราการไหลที่สม่ำเสมอ หลังจากการสร้างพบว่าถังบรรจุเมล็ดมีการไกลของเมล็ดได้ดี ไม่มีปัญหาการติดขัดของการไกลของเมล็ดข้าว เราจึงนำถังบรรจุเมล็ดของเครื่องนี้มาประกอบเข่ากับเครื่องได้เลย

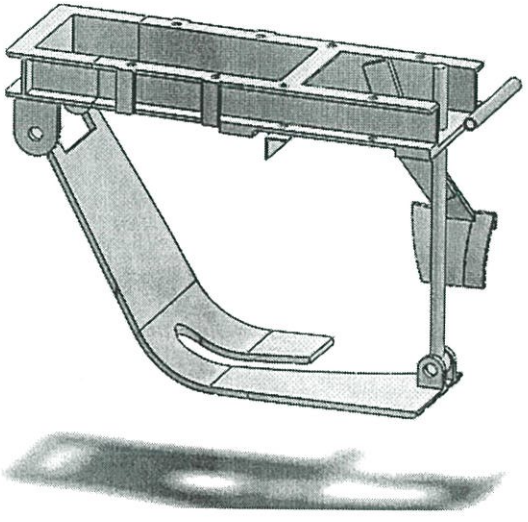
เครื่องปลูกข้าวไร่นี้มีจำนวน 2 แถว และกำหนดให้ระยะห่างระหว่างหลุมเท่ากับ 25 เซนติเมตร มีระยะระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร แล้วกำหนดให้จำนวนเมล็ดแต่ละหลุมเท่ากับ 3-5 เมล็ด

- แปรงนามีลักษณะสี่เหลี่ยม ขนาด 1 ไร่ เท่ากับ 1600 ตารางเมตร

ที่ระยะห่างระหว่างแถว	25 เซนติเมตร
ใน 1 ไร่ เครื่องจะปลูกเป็นระยะ	6400 เมตร
ที่ระยะห่างระหว่างหลุม	25 เซนติเมตร
ใน 1 ไร่จะได้จำนวนหลุม	6400/0.25 = 25600 หลุม
กำหนดให้มีหลุมละ 5 เมล็ด	
ดังนั้น 1 ไร่ ใช้ข้าวจำนวน	25600 x 4(AVG) = 102400 เมล็ด
ข้าว 1 เมล็ดมีน้ำหนัก	= 0.036 กรัม
ปริมาตรจำเพาะ	= 2.26 มิลลิลิตรต่อกรัม
ข้าว 1 เมล็ดมีปริมาตร	= 2.26x0.036 = 0.08136 มิลลิลิตร
พื้นที่ 1 ไร่ ใช้ปริมาตร	= 102400 x 0.08136
	= 8331.264 มิลลิลิตร
	= 8.34 ลิตร
ถังสามารถบรรจุข้าวได้	3 กิโลกรัม

3.3.5 การออกแบบชุดสกี

ชุดสกีนี้จะต่อกับชุดโครงเครื่องออกแบบให้รับแรงกดที่ส่งมาจากโครงเครื่องฯทำให้ตัวเครื่องสมดุลกับตัวรถไถเดินตาม และสามารถปรับความสูงของสกีได้ก็เพื่อให้จานเปิดร่องสามารถปรับความลึกของดินได้ตามความต้องการ โครงสร้างนี้ทำจากเหล็กตัวU ขนาด 2.54 x2.54 0.4 ,เซนติเมตร ยาว 50 ,เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น และยาว 15 ,เซนติเมตร เชื่อมต่อกันดังรูป ที่ 3.7 และสกีทำจากเหล็กหนา 4 มิลลิเมตร ยาว 50 ,เซนติเมตร กว้าง 20 ,เซนติเมตร ตัดให้เข้ารูปเว้ากับจานเปิดดินและต่อกับโครงสกีด้วยเหล็กเพลาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ดังรูป ที่ 3.7



- รูปที่3.7 แบบจำลองชุดสกี

เงื่อนไขในการออกแบบ

- สกีต้องสามารถปรับระดับพื้นที่ให้เรียบก่อนที่เครื่องจะเป็นการหยอดเมล็ด
- ต้องสามารถพ่ยุงเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ได้
- สกีต้องมีน้ำหนักเบา แข็งแรง ทนทาน

- หลักการในการออกแบบ

- จากกฎ $\Sigma F = 0$

แรงที่กดลงบนสกีจะต้องมีค่าน้อยกดกว่าแรงลอยตัว

$$w \quad \leq \quad F_b$$

$$w = Mass(kg) \times Gravity\ (\frac{m}{s^2})$$

- สมมติน้ำหนักเครื่องทั้งหมดเท่ากับ 40 กิโลกรัม

$$W = 40 \times 9.81 = 324\ N$$

- หาแรงลอยตัวเนื่องจากดินเลน

$$F_b = S_m \gamma_w \forall_c$$

เมื่อ S_m = ความถ่วงจำเพาะของดินเลน

γ_w = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

$\forall_c$= ปริมาตรของสกี (ลูกบาศก์เมตร)

- จาก $\Sigma F = 0$

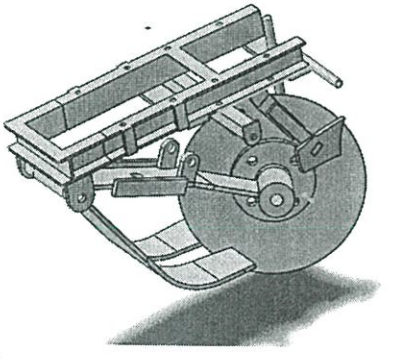
$$w = F_b$$

$$324\ N = 11.9 \times 9.81 \times \forall_c$$

$\forall_c = 0.29\ m^3$(ปริมาตรสกีที่ออกแบบต้องมีค่ามากกว่า $0.29\ m^3$)

3.3.6 การออกแบบอุปกรณ์เปิดร่อง

ตัวเปิดร่องเป็นแบบไถจานทำมาจากเหล็กคาร์บอนสูง มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 300 มิลลิเมตร และมีความหนา 0.65 มิลลิเมตร ประกอบกับโครงสกี แสดงดังรูป ที่ 3.8



รูปที่3.8 แบบจำลองอุปกรณ์เปิดร่อง

เงื่อนไขการออกแบบ

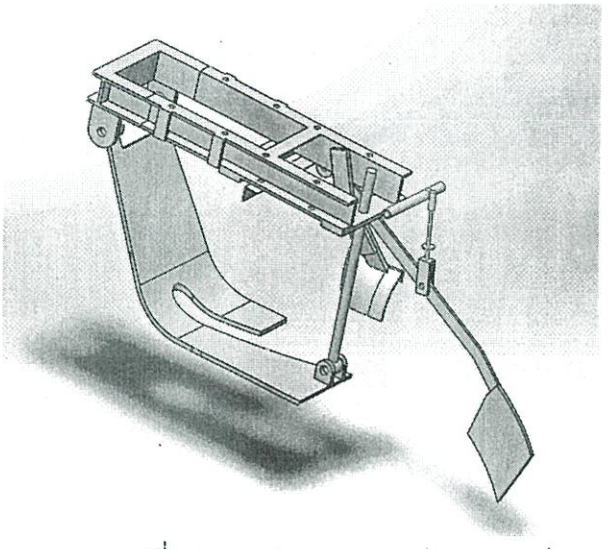
- สามารถเปิดร่องดินได้ลึกและความกว้างของร่องได้ตามต้องการ
- สามารถปรับความลึกของจานได้ตามต้องการ

หลักการในการออกแบบ

สามารถทำงานได้ดีภายใต้สภาพดินที่แตกต่างกัน ท่อนำเมล็ดจะต้องวางอยู่หลังจานหรือด้านข้างของจาน ในการปรับปรุงแรงกดของจานให้เพิ่มสปริงรับแรงกด

3.3.7 การออกแบบอุปกรณ์ตัวกลบเมล็ด

จะเป็นเหมือนแขนอยู่หลังท่อนำเมล็ด มีหน้าที่กลบดินหลังจากที่เมล็ดลงในหลุม แขนมีขนาดยาว 50เซนติเมตร ตัวที่กลบดินมีขนาดความกว้าง11.5เซนติเมตร และความยาวเท่ากับ16เซนติเมตรประกอบกับโครงของสกี แสดงดังรูป ที่ 3.9



รูปที่3.9 แบบจำลองอุปกรณ์ตัวกลบเมล็ด

เงื่อนไขในการออกแบบ

- ตัวกลบดินต้องมีความแข็งแรง สามารถต้านทานต่อแรงชนกันหินหรือดินก้อนใหญ่ได้

หลักการในการออกแบบ

วิธีการกดอัดดินขั้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์กดและน้ำหนักที่ใช้ ในการออกแบบอุปกรณ์กลบและอัดดิน ในขณะที่เกิดการงอกของเมล็ดนั้นเมล็ดจะมีความสามารถที่จำกัด ในการทะลุออกจากเปลือก ดังนั้นควรพิจารณาสิ่งเหล่านี้ประกอบ คือ

ก) ค่าแรงเสียดทานสูงสุดของดินซึ่งเมล็ดพืชชนิดต่างๆยังสามารถงอกได้

ข).ความลึกของดินที่กลบเมล็ด

ค) ความชื้นและความหนาแน่นของดินที่อัด

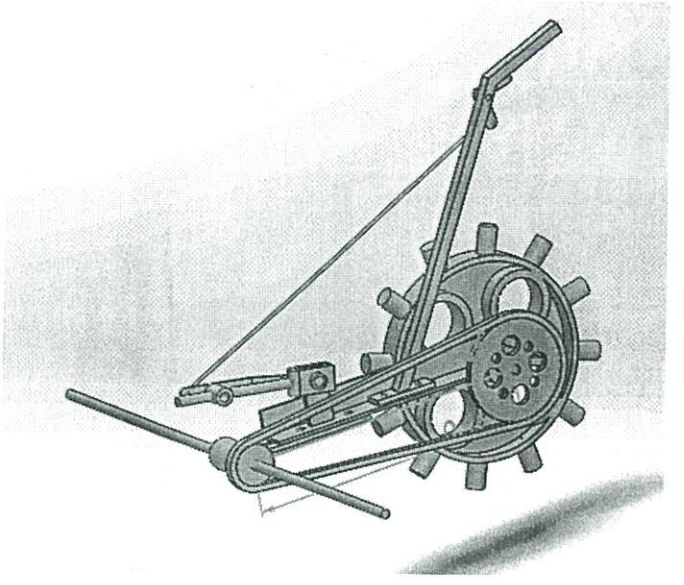
ง) รูปร่างของร่องรอยหรือการยกร่องขึ้นอยู่กับความต้องการพืชและสภาพภูมิอากาศ

จ) น้ำหนักของอุปกรณ์กลบดิน

ฉ) ความเร็วในการทำงาน

3.3.8 การออกแบบเฟืองทดรอบ

เฟืองและโซ่ เฟืองใช้แบบ 14 ฟัน และ 32 ฟัน โซ่มีความยาว 1280 มิลลิเมตร ล้อขับ เฟืองและโซ่และเพลาขับ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7 มิลลิเมตร มีความยาว1000มิลลิเมตร เพื่อให้มีระยะการหยอดที่ 25 เซนติเมตร และสามารถรับแรงกดของสปริงให้เหมาะสมกับการทำงานในแต่ละพื้นที่แสดงดังรูป ที่ 3.9



รูปที่3.10 แบบจำลองเฟืองทดรอบ

เงื่อนไขการออกแบบ

- ต้องการให้ระยะห่างระหว่างหลุมเท่ากับ 25 เซนติเมตร

หลักการในการออกแบบ

ให้ R = ความเร็วของล้อขับเคลื่อน ต่อความเร็วอุปกรณ์กำหนด

เมื่อล้อขับเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร เคลื่อนที่หมุน 1รอบได้ระยะทาง

$= 2\pi r$

$= \pi \times 30 = 94.2$ เซนติเมตร

สมมติ คิดว่า Slip 5% ทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น

$= 94.2 \times 1.05 = 98.91$ เซนติเมตร

จำนวนหลุมที่ต้องการเมื่อล้อขับเคลื่อน 1 รอบ

$= 98.91 \div 24.5 = 4.03$ หลุม

นั้นคือเมื่อล้อขับหมุน 1 รอบ อุปกรณ์กำหนดเมล็ด(มี2ร่อง)จะต้องหมุน

$= 4.03 \div 2 = 2.015$ รอบ

$R = 1 \div 2.015$

ฉะนั้น อัตราทดของล้อขับต่ออุปกรณ์ คือ 1 : 2

แสดงว่าเมื่อล้อขับหมุน 1 รอบ อุปกรณ์กำหนดเมล็ดจะต้องหมุน 2 รอบ

จาก R = จำนวนฟันเฟืองของเพลาตามต่อจำนวนฟันเฟืองของเพลาขับ

$$R = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{12}$$

ฉะนั้น เลือกเฟืองที่เพลาล้อขับ มีขนาด 32 ซี่ ที่เพลงถ่ายกำลังและที่เพลาชุดหยอด มีขนาด 14 ซี่

$$R = \frac{N_2}{N_1} = \frac{32}{14} = \frac{1}{2}$$

3.4 ประสิทธิภาพของการหยอดเมล็ด

การประเมินประสิทธิภาพของการอุปกรณ์กำหนดการหยอดของเมล็ดทีออกแบบ โดยสุ่มเลือกเมล็ดจำนวนเมล็ดที่หยอดลงหลุม จากทีออแบบให้เมล็ดลงหลุมอยู่ระหว่าง 3-5เมล็ดต่อหลุม สามารถหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์กำหนดการหยอดของเมล็ดข้าวไร่จากสมการ

$$SE = \left(1 - \frac{E - A}{E}\right) \times 100$$

โดยที่ SE = ประสิทธิภาพของอุปกรณ์กำหนดเมล็ด

E = จำนวนเมล็ดที่ลง

A = จำนวนเมล็ดจริง

3.5 ความสามารถในการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ทางทฤษฎี (Theoretical field capacity)

ความสามารถของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ทางทฤษฎีคำนวณได้จากสมการ

$$C = SW/1.6$$

โดยที่ C = ความสามารถของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ทางทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง)

S = ความเร็วของของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)

W = ความกว้างของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ (เมตร)

3.6 ความสามารถของจริงในการทำงานเชิงพื้นที่ของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ (Effective field capacity)

ความสามารถของจริงในการทำงานเชิงพื้นที่ของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$E_{fc} = A/T$$

โดยที่ Efc = ความสามารถจริงในการทำงานเชิงพื้นที่ (ไร่/ชั่วโมง)

A = พื้นที่ที่ทำงาน (ไร่)

T = จำนวนเวลาที่ทำงานทั้งหมด (ชั่วโมง)

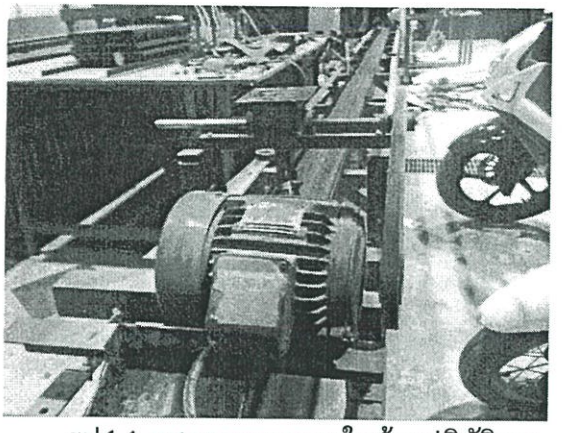
3.7 ความเสียของเมล็ดข้าวไร่ (Damage seeds)

ความเสียของเมล็ดข้าวไร่หาได้จากการสุ่มนับเมล็ดที่แตกหักหลังการหยอดทั้งจากการทดลองในห้องปฏิบัติการและในแปลงทดลองและทำการคิดเป็นเปอร์เซนต์ความเสียหาย

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

4.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่



รูป4.1 แสดงการทดลองในห้องปฏิบัติการ

4.1.1 จุดประสงค์การทดสอบ

เพื่อหาความแม่นยำของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ที่ความเร็วที่ 2, 3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

4.1.2 วัสดุอุปกรณ์

1.) เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

2.) Inverter รุ่น AF-500

3.) เมล็ดข้าวไร่พันธุ์สามเดือน

4.) มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า 380 โวลต์ 3 เฟส

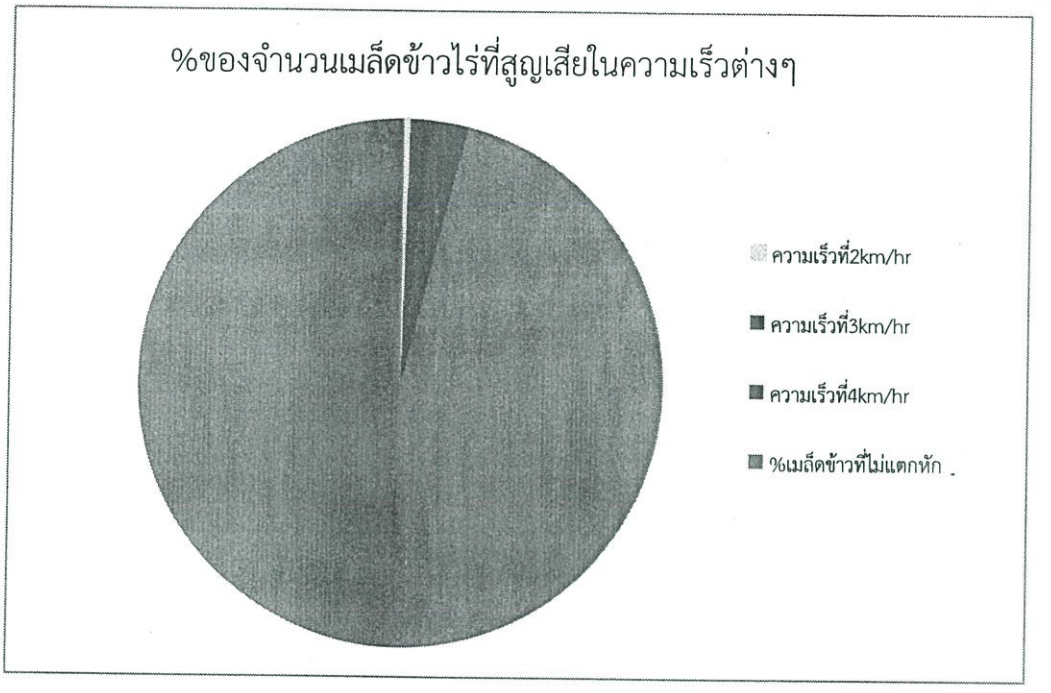
4.1.3 วิธีการทดสอบ

1.) นำ Inverter มาต่อกับมอเตอร์เพื่อปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ โดยปรับความเร็วที่ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (13.16 Hz) ดังในรูปที่ 4.1

2.) บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางการทดสอบ

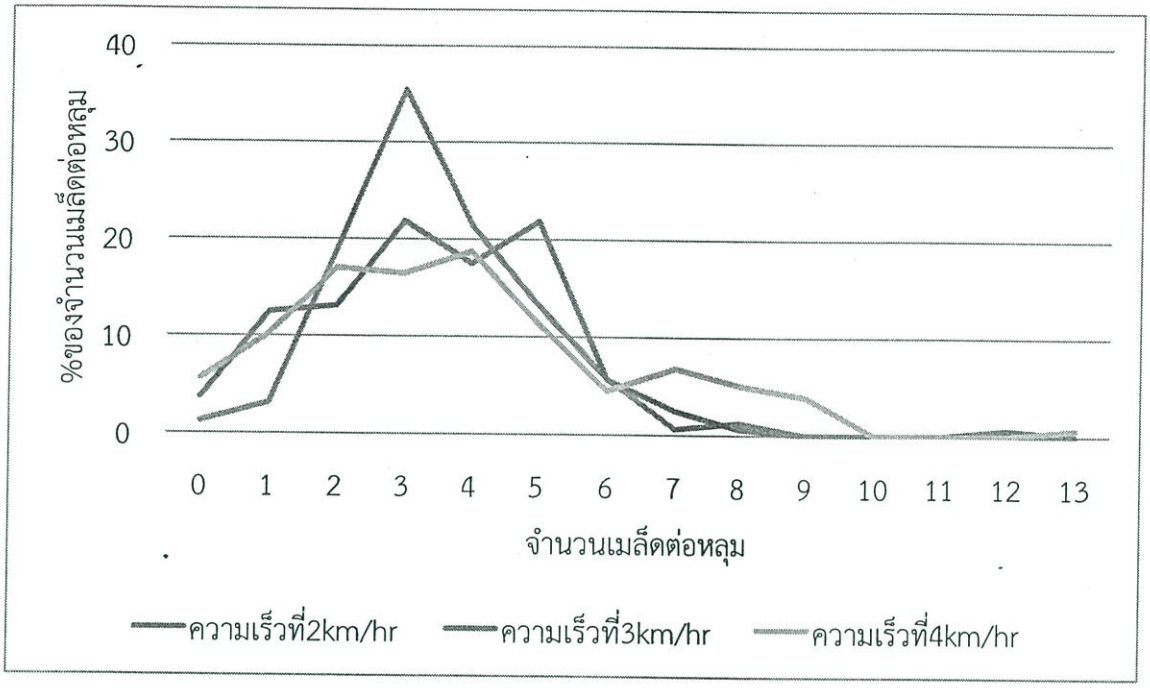
3.) ทำซ้ำข้อ1และข้อ2 โดยทดลองความเร็วละ 10 ซ้ำโดยปรับค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ความเร็วที่ 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (18.33 Hz) และที่ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (23.57 Hz) ตามลำดับ

4.1.4 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.2 แผนภูมิวงกลมผลการทดลองในห้องปฏิบัติการแสดงเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญเสียในความเร็วต่างๆ

จากรูปที่ 4.2 ความเสียหายของเมล็ดข้าวไร่ที่ความเร็วของเครื่องฯในห้องปฏิบัติการเฉลี่ยที่ 2, 3 และ 4 กิโลเมตร ตามลำดับ มีการแตกหักของเมล็ดข้าวไร่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยที่ 0.36, 1.26 และ 2.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมล็ดข้าวไม่เสียหายคิดเป็น 96.01 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.3 กราฟผลการทดลองในห้องปฏิบัติการแสดงค่าการกระจายตัวของจำนวนเมล็ดต่อหลุมของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

จากรูปที่ 4.3 พบว่าที่ความเร็วที่ 2 กม./ชม. มีเมล็ดลงหลุมสูงสุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนเมล็ดต่อหลุมเท่ากับ 3.44±1.31 เมล็ดต่อหลุม, ที่ความเร็วที่ 3 กม./ชม. มีเมล็ดลงหลุมสูงสุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนเมล็ดต่อหลุมเท่ากับ 3.48±1.80 เมล็ดต่อหลุม และความเร็วที่ 4 กม./ชม. มีเมล็ดลงหลุมสูงสุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนเมล็ดต่อหลุมเท่ากับ 3.83±2.29 เมล็ดต่อหลุมตามลำดับ จากผลที่ได้ทำให้พบว่าความเร็วที่ 2, 3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สามารถทำให้เปอร์เซ็นต์ของจำนวนเมล็ดต่อหลุมได้ตามที่กำหนดไว้คือระหว่าง 3-5 เมล็ดต่อหลุม แต่พบว่าที่ความเร็วที่ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีเปอร์เซ็นต์ของจำนวน 3.44 เมล็ดต่อหลุมและมีค่าเบี่ยงแบนน้อยที่สุดเท่ากับ 1.31 และมีเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญหายต่ำสุด(ดังรูปที่ 4.2)

4.2 การทดลองในแปลงทดลองของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

4.2.1 จุดประสงค์การทดสอบ

เพื่อหาความแม่นยำของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ที่ความเร็วที่ 2, 3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

4.2.2 วัสดุอุปกรณ์

1.) เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

2.) เมล็ดข้าวไร่พันธุ์สามเดือน

3.) กรอบวัดพื้นที่ขนาด 1 ตารางเมตร

4.) อุปกรณ์วัดรอบเครื่องรถไถเดินตาม

5) .ใช้พื้นที่ทดลอง 16 ตารางเมตร

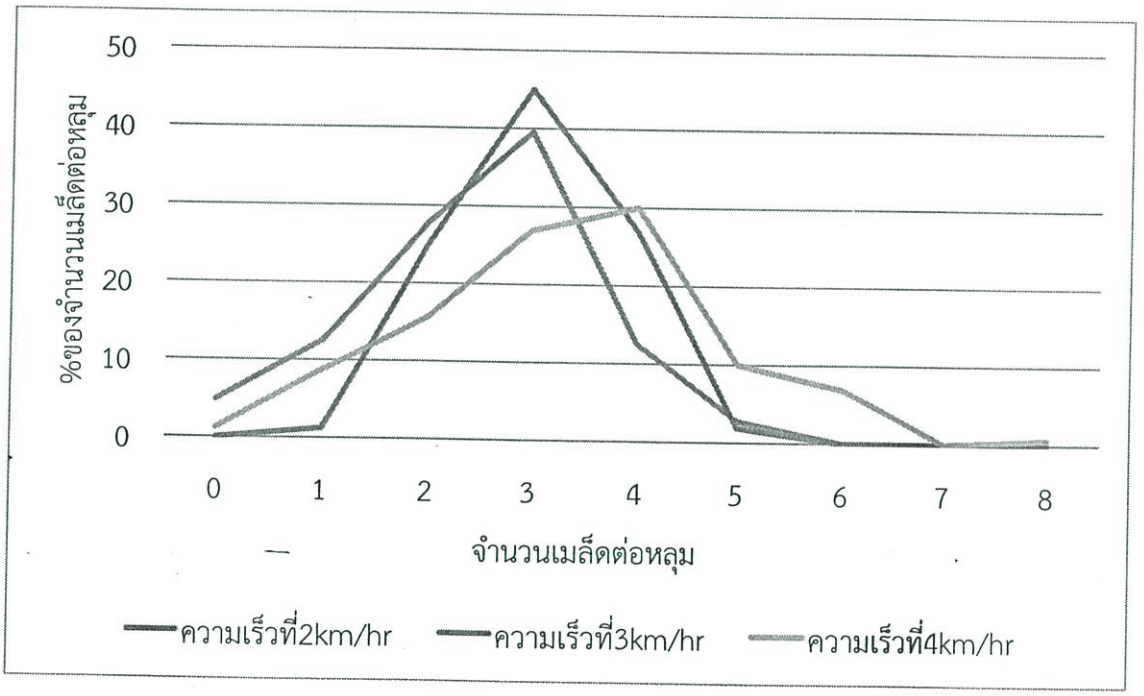
4.2.3 วิธีการทดสอบ

1.) นำเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ต่อพวงกับรถไถเดินตาม

2.) บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางการทดสอบ

3.) ทำสุ่ม10สุ่ม (สุ่มละ1ตารางเมตร) โดยปรับค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์ของรถไถเดินตามในค่าต่างๆ ที่ต้องการ คือ 600 รอบต่อนาที (rpm) หรือที่ความเร็วรถไถนาเดินตามเท่ากับ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/hr), ที่ 956 รอบต่อนาที (rpm) หรือที่ความเร็วรถไถนาเดินตามเท่ากับ 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/hr) และ ที่1250 รอบต่อนาที (rpm) หรือที่ความเร็วรถไถนาเดินตามเท่ากับ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/hr) ตามลำดับ

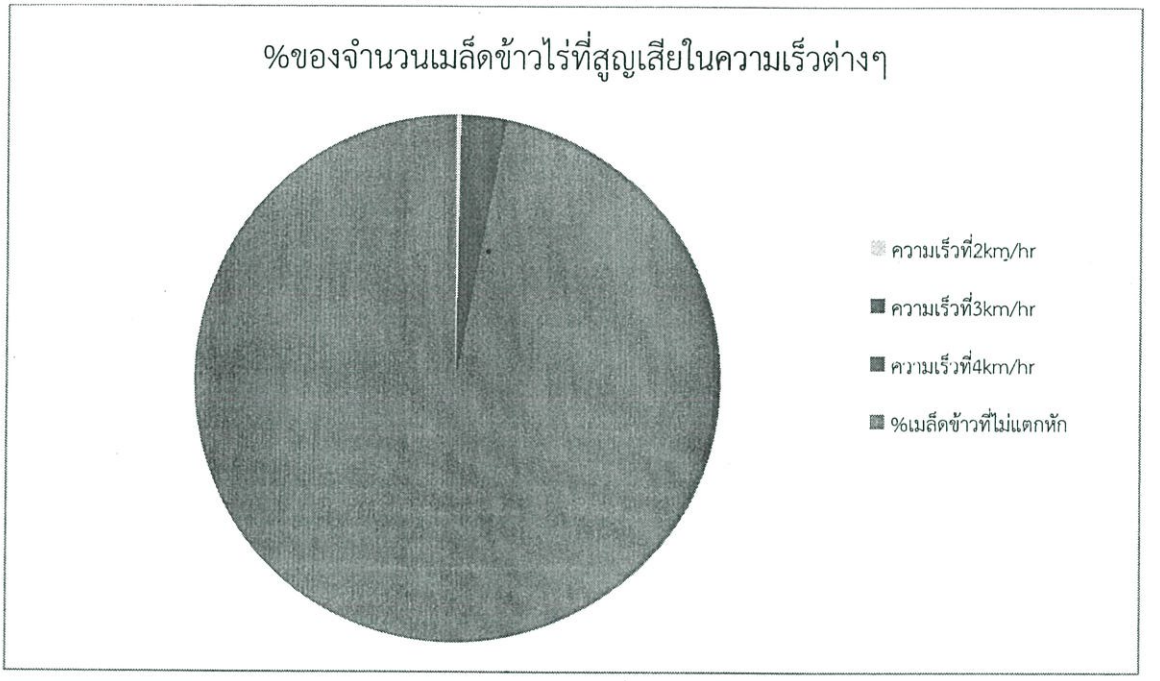
4.2.4 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.4 กราฟผลการทดลองในแปลงทดลองแสดงค่ากระจายตัวของจำนวนเมล็ดต่อหลุมของเครื่อง

จากรูปที่ 4.4 พบว่าที่ความเร็วที่ 2 กม./ชม. มีเมล็ดลงหลุมสูงสุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนเมล็ดต่อหลุมเท่ากับ 2.65±1.44 เมล็ดต่อหลุม, ที่ความเร็วที่ 3 กม./ชม. มีเมล็ดลงหลุมสูงสุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนเมล็ดต่อหลุมเท่ากับ 3.38±1.43 เมล็ดต่อหลุม และความเร็วที่ 4 กม./ชม. มีเมล็ดลงหลุมสูงสุดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนเมล็ดต่อหลุมเท่ากับ 3.03±0.80 เมล็ดต่อหลุมตามลำดับ จากผลที่ได้ทดลองในแปลงทำให้พบว่าความเร็วที่ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีจำนวนเมล็ดต่อหลุมเท่ากับ 2.65

เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเบี่ยงเบนเท่ากับ 1.44 และมีเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญหายต่ำสุด (ดังรูปที่ 4.6) ซึ่งต่างจากความเร็วที่ 3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมงที่สามารถทำให้เปอร์เซ็นต์ของจำนวนเมล็ดต่อหลุมได้ตามที่กำหนดไว้คือระหว่าง 3-5 เมล็ดต่อหลุม แต่มีเปอร์เซ็นต์ของจำนวน 3.38 และ3.03 เมล็ดต่อหลุม และมีค่าเบี่ยงแบนน้อยที่สุดเท่ากับ 1.43 และ 0.80 และมีเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญหายสูงกว่าความเร็วที่ (ดังรูปที่ 4.5)



รูปที่ 4.5 แผนภูมิวงกลมผลการทดลองในแปลงนาทดลองแสดงเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญเสียในความเร็วต่างๆ

จากรูปที่ 4.5 ความเสียหายของเมล็ดข้าวไร่ที่ความเร็วของเครื่องฯในแปลงทดลองเฉลี่ยที่ 2, 3 และ 4 กิโลเมตร ตามลำดับ มีการแตกหักของเมล็ดข้าวไร่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยที่ 0.25, 0.61 และ 2.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมล็ดข้าวไม่เสียหายคิดเป็น 96.69 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.1 สรุปประสิทธิภาพเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่

ตัวแปร	ความเร็ว, (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)		
	$T_1 = 2$	$T_2 = 3$	$T_3 = 4$
ความสามารถทางไร่เชิงทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง)	0.31	0.47	0.63
ความสามารถเชิงไร่จริง(ไร่/ชั่วโมง)	0.29	0.45	0.61
ประสิทธิภาพของการหยอดที่ 3-5 เมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	99.74	99.31	97.57

จากตารางที่ 4.1 ผลจากการทดลองในแปลงทดลองพบว่า ที่ความเร็วของเครื่องหยอดเมล็ดที่ 2, 3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความสามารถทางไร่เชิงทฤษฎีที่ 0.31, 0.47 และ 0.63 ไร่ต่อชั่วโมงตามลำดับ มีความสามารถเชิงไร่จริงที่ 0.30, 0.46 และ 0.61 ไร่ต่อชั่วโมงตามลำดับ มีประสิทธิภาพของการหยอดที่ 3-5 เมล็ดที่ 99.74, 99.31 และ 97.57 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 คุณลักษณะของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ที่สร้างมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

-	ความกว้าง	100	เซนติเมตร
-	ความยาว	150	เซนติเมตร
-	ความสูง	68	เซนติเมตร
-	จำนวนแถว	2	แถว
-	ระยะห่างระหว่างแถว	25	เซนติเมตร
-	ความจุของถังแต่ละใบ	7000	ลูกบาศก์เซนติเมตร
-	อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์	9.2	กิโลกรัมต่อไร่

5.2 สรุปผลการทดลอง

5.2.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการ

สรุปผลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าที่ความเร็วที่ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีเปอร์เซ็นต์ของจำนวน 3.44 เมล็ดต่อหลุมและมีค่าเบี่ยงแบนน้อยที่สุดเท่ากับ 1.31 และมีเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญหายต่ำสุดเฉลี่ยที่ 0.36 เปอร์เซ็นต์

5.2.2 การทดลองในแปลงนาทดลอง

สรุปผลจากการทดลองในแปลงนาพบว่าความเร็วที่ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีจำนวนการหยอดเมล็ดดีที่สุดจำนวน 2.65 เมล็ดต่อหลุม และมีค่าเบี่ยงเบนเท่ากับ 1.44 และมีเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดข้าวไร่ที่สูญหายต่ำสุด เฉลี่ยที่ 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถทางไร่เชิงทฤษฎีที่ 0.31 ไร่ต่อชั่วโมง มีความสามารถเชิงพื้นที่จริงที่ 0.30 ไร่ต่อชั่วโมง ซึ่งค่าความสามารถนี้ที่ได้ค่าไม่ห่างจากความสามารถทางไร่เชิงทฤษฎี เนื่องจากเครื่องยนต์ต้นกำลังสามารถรับภาระได้ดี และมีประสิทธิภาพของการหยอดที่ 99 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการทดลองในแปลงทดลองจึงความเร็วที่ดีที่สุดในการนำไปใช้เพราะมีจำนวนเมล็ดที่หยอดลงหลุมได้ตามต้องการและที่สำคัญมีการเสียหายน้อยสุด ซึ่งเมื่อเทียบกับผลการทดลองห้องปฏิบัติการ ก็พบว่าในแปลงทดลองเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่สามารถทำได้ดีกว่าแม้ว่าจะมีปัจจัยด้านอื่นๆก็ตาม

5.3 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการและแปลงทดลองนั้นมีความแตกต่าง ซึ่งเกิดจากปัจจัยต่างๆที่ไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะในห้องปฏิบัติการเป็นการทดลองบนสายพานที่เคลื่อนที่คงที่ อุปกรณ์กำหนดการหยอดจะมีการหยอดที่สม่ำเสมอ ส่วนการทดลองที่แปลงทดลองมีปัจจัยต่างๆเข้ามาเกี่ยวข้องมากมายได้แก่

ระดับพื้นดินไม่เรียบเสมอกัน การสั่นสะเทือนจากเครื่องยนต์ต้นกำลัง(ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องยนต์ดีเซล) และความลื่นไถลของล้อรถต้นกำลัง

ดังนั้นเครื่องยนต์ต้นกำลังที่ใช้ควรจะเป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะดีกว่าเพราะมีการสั่นสะเทือนน้อยกว่าเครื่องยนต์ดีเซลและตัวรถไถอาจต้องมีระบบบีบเลี้ยวและเกียร์เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากว่านี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ (2537), คณะทรัพยากรและธรรมชาติ, มอ. "บทความวิทยุรายการสาระความรู้ทางการเกษตร" Available: http://natres.psu.ac.th/radio/radio_article/radio37-38/37-380010.htm (26/07/2556)

[2] ปฐวี ปุยะติ และสุมาวลี โชติมากร .(.....) "การออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดข้าว", ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[3] คณะวิทยาศาสตร์, มทร. "การควบคุมมอเตอร์"
Available:http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/electric4/topweek9.htm
(27/06/256)

[4] กรมวิชาการเกษตร, ฝ่ายฝึกอบรม สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ2544

[5] อนันต์ วงศ์กระจ่าง (2533), การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม2, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์.

[6] รศ.ดร. วินิต ชินสุวรรณ, "เครื่องจักรกลเกษตรและการจัดการเบื้องต้น", ภาควิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2530

[7] กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาเกษตร, "เครื่องจักรกลเกษตร", กรมวิชาการเกษตร, 2544

[8] Green energy network, "ทฤษฎีเบื้องต้นของระบบก๊าซชีวภาพ"
Available:http://www.greenenergynet.net/tec_Theory%20of%20Biogas.html (20/09/2556)

[9] กรมวิชาการเกษตร, ฝ่ายฝึกอบรม สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ 2544

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตารางการทดลอง

ตารางแสดงขนาดทางกายภาพของข้าวไร่พันธุ์ 3 เดือน

ตารางที่ ก.1 **แสดงขนาดของเมล็ดข้าวไร่ โดยมีขนาดยาว** (a) กว้าง (b) และหนา (c)

ลำดับ	a	b	c	ลำดับ	a	b	c
1	10.37	2.29	1.94	16	9.69	2.45	2.05
2	8.79	2.28	2.05	17	8.17	2.18	2.01
3	10.25	2.29	1.81	18	9.98	2.21	1.77
4	11.04	2.32	2.02	19	9.68	2.26	1.92
5	10.63	2.06	1.82	20	9.86	2.1	1.81
6	9.89	2.65	2.99	21	10.77	2.22	1.86
7	11.22	2.26	1.98	22	10.55	2.01	1.77
8	9.6	2.28	1.99	23	10.25	2.27	1.98
9	9.77	1.99	1.66	24	9.89	1.96	1.78
10	9.33	2.16	1.76	25	9.99	2.16	1.94
11	9.79	2.23	1.85	26	10.13	2.27	1.96
12	10.14	2.54	1.63	27	10.77	1.81	2.03
13	9.33	2.11	1.89	28	9.56	2.21	1.02
14	9.79	2.45	2.14	29	9.8	2.01	1.97
15	10.14	2	1.93	30	9.77	1.91	2.07
Max					12.5	2.63	2.99
Min					8.67	1.6	1.6
Ave.					10.22	2.13	1.96
Stdev.					0.62	0.19	0.29

ตารางผนวก ก.2.1 – 2.4 แสดงผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ ก:2.1 ผลการทดลองจำนวนเมล็ดที่ลงต่อหลุมของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ (ที่ 2 กม./ชม.)

ครั้งที่ / หลุมที่	ความเร็วของเครื่องหยอดที่ความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่งโมง									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	2	2	3	3	2	4	6	4	2
2	4	2	3	3	7	2	4	3	4	2
3	6	1	5	5	3	5	4	3	5	4
4	4	3	1	4	5	3	3	4	4	3
5	3	2	2	6	1	3	5	3	3	2
6	5	3	2	4	2	3	3	4	3	4
7	3	3	3	4	4	5	3	4	2	5
8	4	3	4	5	3	2	3	5	3	4
9	3	2	2	2	5	2	3	5	4	2
10	5	6	3	3	1	3	5	4	4	2
11	4	5	2	5	3	3	4	2	3	3
12	7	4	3	1	6	3	4	2	3	3
13	3	3	6	0	0	3	3	3	6	6
14	6	4	8	5	4	5	4	4	2	3
15	3	3	3	3	3	5	3	3	3	2
16	2	3	4	2	5	3	3	4	3	3
Ave.	3.81	3.06	3.31	3.44	3.44	3.25	3.63	3.69	3.50	3.13
Stdev.	1.36	1.24	1.78	1.63	1.90	1.13	0.72	1.08	1.03	1.20
Max	7	6	8	6	7	5	5	6	6	6
Min	2	1	1	0	0	2	3	2	2	2

ตารางที่ ก.2.2 ผลการทดลองจำนวนเมล็ดที่ลงต่อหลุมของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ (ที่ 3 กม./ชม.)

ครั้งที่ / หลุมที่	ความเร็วของเครื่องหยอดที่ความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่งโมง									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	1	2	4	2	2	1	5	4
2	5	4	4	2	5	5	5	1	4	5
3	5	0	2	3	4	3	3	3	1	3
4	5	3	4	6	1	5	2	4	6	5
5	6	5	6	7	5	6	0	4	5	7
6	8	5	3	4	4	4	3	5	5	5
7	4	12	3	4	2	3	5	6	5	1
8	3	3	2	5	5	1	3	2	3	5
9	5	0	7	3	6	7	4	5	0	4
10	2	1	3	3	5	5	1	5	5	2
11	5	1	5	6	3	6	4	2	3	1
12	5	3	5	4	3	5	1	1	4	3
13	3	3	4	4	0	3	3	3	2	3
14	1	4	4	5	1	3	0	3	1	5
15	2	2	3	3	1	2	1	1	3	4
16	3	4	3	3	2	4	4	2	4	2
Ave.	3.94	3.25	3.69	4.00	3.19	4.00	2.56	3.00	3.50	3.69
Stdev.	1.91	1.78	1.54	1.46	1.83	1.67	1.63	1.67	1.75	1.66
Max	8	6	7	7	6	7	5	6	6	7
Min	1	0	1	2	0	1	0	1	0	1

ตารางที่ ก.2.3 ผลการทดลองจำนวนเมล็ดที่ลงต่อหลุมของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ (ที่ 4 กม./ชม.)

ครั้งที่ / หลุมที่	ความเร็วของเครื่องหยอดที่ความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่งโมง									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	4	4	4	3	3	7	0	3	9
2	5	6	5	5	3	4	4	3	4	5
3	4	5	3	3	3	6	1	5	8	13
4	2	4	8	8	2	7	4	3	1	3
5	2	5	3	3	0	8	1	4	2	4
6	3	4	4	4	2	5	0	2	9	1
7	5	2	8	8	1	2	7	2	2	2
8	2	3	3	3	3	3	2	6	3	9
9	3	5	2	2	3	7	4	9	7	8
10	1	4	2	1	2	1	4	6	2	0
11	1	5	5	5	2	2	2	3	1	2
12	4	5	2	2	7	2	5	2	0	3
13	4	2	3	3	2	2	4	0	4	7
14	5	4	4	4	5	3	6	9	8	4
15	7	2	1	1	6	5	4	1	9	5
16	9	3	1	1	7	7	3	8	1	3
Ave.	3.63	3.94	3.50	3.50	3.19	4.13	3.63	3.94	4.00	4.88
Stdev.	2.25	1.24	2.09	2.16	2.04	2.26	2.06	2.95	3.14	2.68
Max	9	6	8	8	7	8	7	9	9	13
Min	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0

ตารางที่ ก.2.4 ผลการทดลองจำนวนเมล็ดและค่าเฉลี่ยที่ลงหลุม, จำนวนเมล็ดที่เสียหายต่อหลุม,ค่าเฉลี่ยของช่วงที่เมล็ดลงหลุม ทดลองที่จำนวน 16 หลุม (ระยะหลุม 25 เซนติเมตรต่อหลุม) ที่ความเร็ว 2, 3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ที่ความเร็ว (กม./ชม)	ครั้งที่	จำนวนเมล็ดที่ลงหลุมรวม (เมล็ด)	ค่าเฉลี่ยต่อหลุม (เมล็ด)	เมล็ดที่เสียหาย(เมล็ด) (%เสียหาย)	ค่าเฉลี่ยของช่วงที่เมล็ดลงหลุม (เมล็ด)
2	1	61	3.81	0	2-7
	2	49	3.06	0	1-6
	3	53	3.31	1(1.9)	1-8
	4	55	3.44	1(1.9)	0-6
	5	55	3.44	0	0-7
	6	52	3.25	0	2-5
	7	58	3.63	0	3-5
	8	59	3.69	0	3-6
	9	56	3.50	0	2-6
	10	50	3.12	0	2-6
	เฉลี่ย	**54.80**	**3.43**	**0.20(0.36)**	**0-8**
3	1	63	3.94	2(3.18)	1-8
	2	52	3.25	0	0-12
	3	59	3.69	0	1-7
	4	51	3.19	0	0-5
	5	64	4	0	2-7
	6	64	4	0	1-7
	7	41	2.56	3(7.32)	0-5
	8	48	3	0	1-6
	9	56	3.5	1(1.79)	0-6
	10	59	3.68	1(1.70)	1-7
	เฉลี่ย	**55.7**	**3.48**	**0.7(1.26)**	**0-12**
4	1	58	3.63	1(1.72)	0-9
	2	63	3.94	1(1.59)	2-6
	3	56	3.50	1(1.78)	1-8
	4	56	3.50	2(3.57)	1-8
	5	51	3.19	1(1.96)	0-7
	6	66	4.13	1(1.51)	0-8
	7	58	3.63	2(3.44)	0-7
	8	63	3.94	2(3.18)	0-9
	9	64	4.00	1(1.56)	0-9
	10	78	4.88	2(2.56)	0-13
	เฉลี่ย	**61.30**	**3.83**	**1.40(2.28)**	**0-13**

ตารางผนวก ก.2.5 – 2.8 แสดงผลการทดลองแปลง

ตารางที่ ก.2.5 ผลการทดลองจำนวนเมล็ดที่ลงต่อหลุมของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ (ที่ 2 กม./ชม.)

ครั้งที่ / หลุมที่	ความเร็วของเครื่องหยอดที่ความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่งโมง									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	0	3	3	2	3	2	3	4	2
2	4	3	4	3	0	2	3	2	3	2
3	3	4	2	1	1	3	2	0	2	3
4	5	3	3	4	3	1	3	3	3	4
5	3	2	3	3	4	3	2	2	2	1
6	2	1	2	2	3	2	2	4	2	3
7	3	5	3	3	4	2	3	1	3	0
8	3	3	1	0	3	3	3	2	1	4
9	4	3	3	5	3	0	2	3	2	2
10	1	4	2	3	2	4	4	2	3	2
11	2	1	4	2	1	3	2	1	0	2
12	3	3	3	2	2	2	3	4	3	1
13	3	3	4	3	3	3	3	3	1	3
14	2	3	5	0	2	3	2	2	2	1
15	3	2	3	2	1	2	4	2	3	3
16	4	3	3	2	3	1	1	1	1	1
Ave.	3	2.69	3	2.38	2.31	2.31	2.56	2.19	2.19	2.12
Stdev.	1.05	1.22	0.94	1.33	1.28	1.33	1.33	1.77	1.94	2.21
Max	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4
Min	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0

ตารางที่ ก.2.6 ผลการทดลองจำนวนเมล็ดที่ลงต่อหลุมของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ (ที่ 3 กม./ชม.)

ครั้งที่ / หลุมที่	ความเร็วของเครื่องหยอดที่ความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่งโมง									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	2	4	2	4	3	3	4	3	3
2	4	3	3	2	3	2	3	2	4	4
3	2	2	2	4	4	4	2	4	3	3
4	3	3	4	3	2	4	3	2	2	2
5	4	4	2	4	4	3	3	2	4	3
6	5	3	3	4	2	3	5	3	3	3
7	3	2	4	2	3	4	3	2	2	3
8	2	2	3	3	4	2	2	3	2	2
9	3	3	4	2	2	3	3	4	3	3
10	2	3	3	3	3	3	4	3	3	4
11	2	4	3	4	3	3	4	2	3	3
12	3	2	2	3	4	3	3	4	2	4
13	2	3	4	3	3	3	4	3	3	3
14	3	3	2	1	4	3	3	4	2	2
15	4	3	1	4	4	4	3	5	3	2
16	3	3	4	3	3	4	4	4	2	3
Ave.	3	2.81	3	2.94	3.25	3	3.25	3.19	2.75	2.94
Stdev.	0.89	0.66	0.97	0.93	0.77	0.66	0.77	0.98	0.68	0.68
Max	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4
Min	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2

ตารางที่ ก.2.7 ผลการทดลองจำนวนเมล็ดที่ลงต่อหลุมของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ (ที่ 4 กม./ชม.)

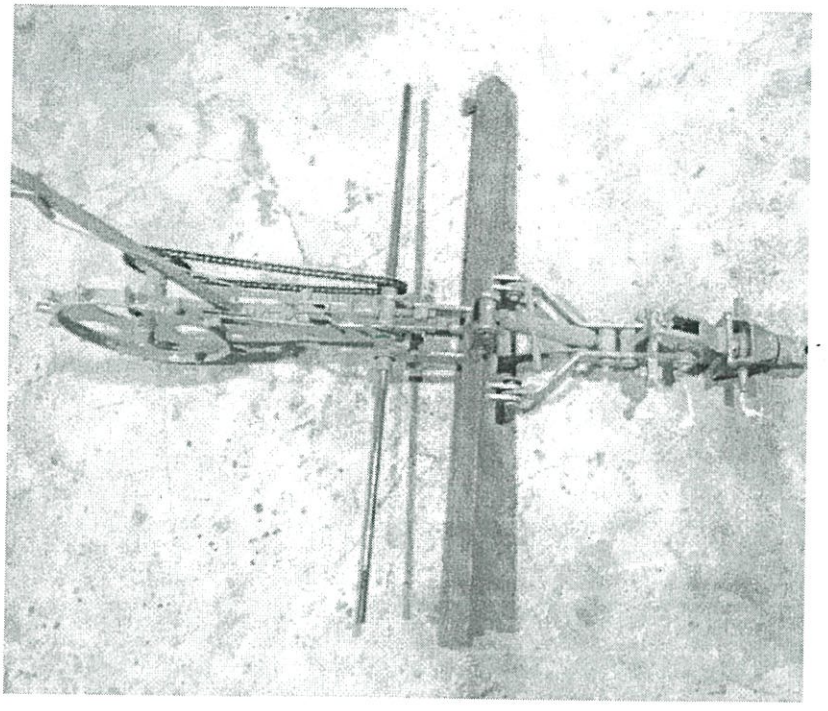
ครั้งที่ / หลุมที่	ความเร็วของเครื่องหยอดที่ความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่งโมง									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	4	6	3	2	4	3	2	5	5
2	4	2	4	1	5	3	2	1	2	6
3	3	4	3	4	3	2	4	5	3	4
4	4	4	6	2	4	4	3	3	5	3
5	5	3	2	2	1	4	2	2	4	4
6	4	4	3	4	3	6	4	4	3	5
7	5	4	4	4	6	3	3	5	4	3
8	2	6	1	2	3	2	5	4	3	3
9	6	1	2	4	5	4	1	0	5	6
10	3	4	4	3	3	1	1	4	3	5
11	4	4	3	3	5	4	2	2	6	3
12	4	4	3	3	5	4	2	2	6	3
13	1	3	4	1	3	3	4	4	2	2
14	3	3	2	4	3	4	5	3	3	2
15	4	1	2	6	1	3	2	4	1	0
16	6	4	4	2	3	4	8	3	4	3
Ave.	3.63	3.44	3.31	3.06	3.13	3.25	3.25	3.25	3.5	3.63
Stdev.	1.49	1.26	1.40	1.32	1.46	1.15	1.80	1.41	1.45	1.59
Max	6	6	6	6	6	6	8	5	6	6
Min	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0

ตารางที่ ก.2.8 ผลการทดลองจำนวนเมล็ดและค่าเฉลี่ยที่ลงหลุม, จำนวนเมล็ดที่เสียหายต่อหลุม,ค่าเฉลี่ยของช่วงที่เมล็ดลงหลุม ทดลองที่จำนวน 16 หลุม (ระยะหลุม 25 เซนติเมตรต่อหลุม) ที่ความเร็ว 2, 3 และ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

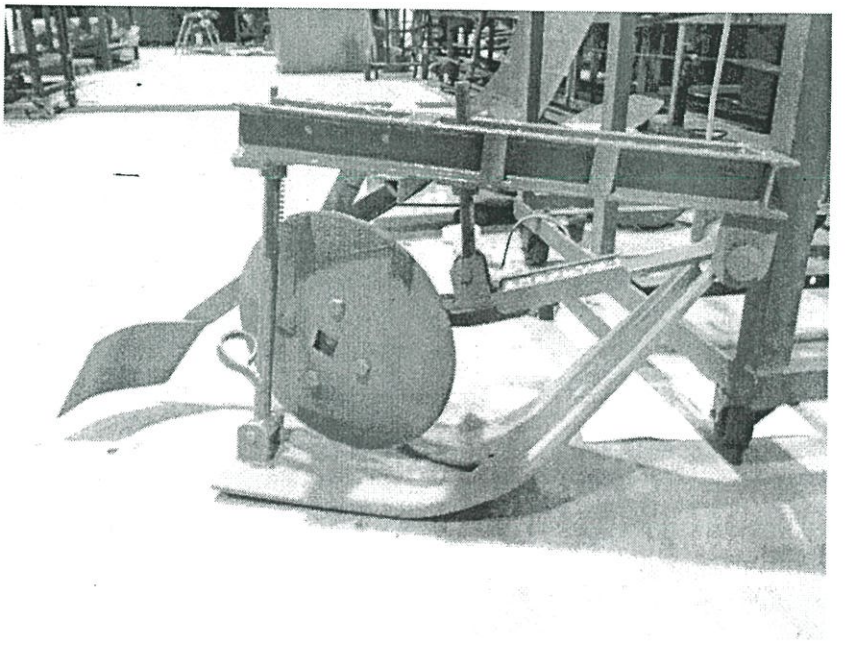
ที่ความเร็ว (กม./ชม)	ครั้งที่	จำนวนเมล็ดที่ลงหลุมรวม (เมล็ด)	ค่าเฉลี่ยต่อหลุม (เมล็ด)	เมล็ดที่เสียหาย(เมล็ด) (%เสียหาย)	ค่าเฉลี่ยของช่วงที่เมล็ดลงหลุม (เมล็ด)
2	1	48	3	1 (2.08)	1–5
	2	43	2.69	0	0–4
	3	48	3	0	1–5
	4	38	2.38	0	0–5
	5	37	2.31	0	0–4
	6	37	2.31	0	0–4
	7	41	2.56	0	1–4
	8	35	2.19	0	0–4
	9	35	2.19	0	0–4
	10	34	2.12	0	0–4
	เฉลี่ย	**3.97**	**2.48**	**0.1(0.25)**	**0–5**
3	1	1	48	3	0
	2	45	2.81	0	2–4
	3	48	3	0	2–4
	4	47	2.94	1(2.18)	1–4
	5	52	3.25	0	2–4
	6	48	3	1(2.08)	2–4
	7	52	3.25	0	1–5
	8	51	3.19	0	2–5
	9	44	2.75	1(2.27)	2–4
	10	47	2.94	0	2–4
	เฉลี่ย	**49.2**	**3.01**	**0.3(0.61)**	**1–5**
4	1	58	3.62	2 (3.4)	1–6
	2	55	3.44	1 (1.8)	1–6
	3	53	3.31	0	1–6
	4	49	3.06	3 (6.12)	1–6
	5	50	3.13	0	1–6
	6	52	3.25	1 (1.92)	1–6
	7	52	3.25	1 (1.92)	1–6
	8	52	3.25	0	1–5
	9	56	3.5	3 (5.36)	1–6
	10	58	3.63	1 (1.72)	0–6
	เฉลี่ย	**53.5**	**3.33**	**1.2 (2.24)**	**0–8**

ภาคผนวก ข รูปภาพส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง

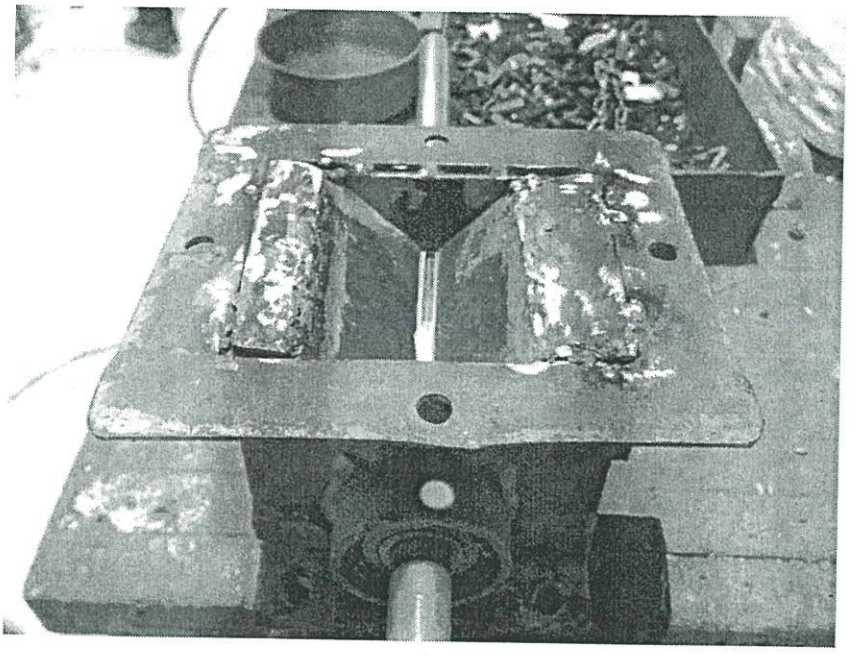
ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่



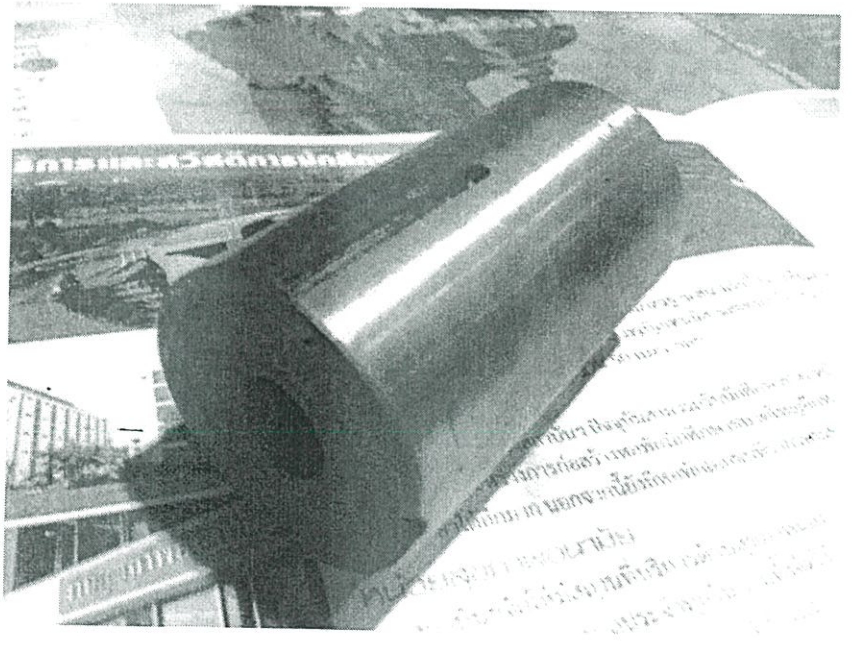
รูปที่ 1.ข โครงเครื่องและล้อขับและเฟืองทดรอบกำหนดการหยอดเมล็ด



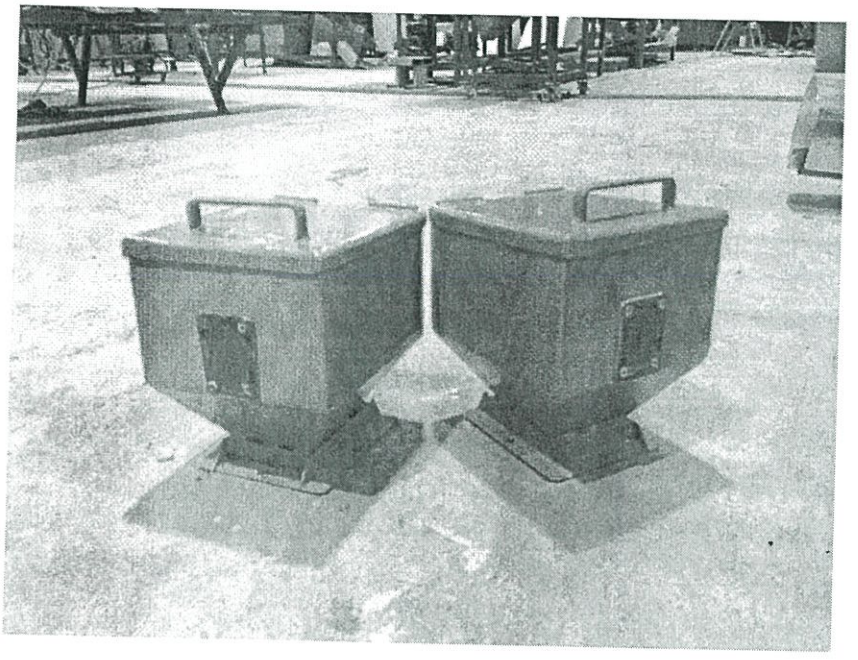
รูปที่ 2.ข ชุดสกี,ตัวกลบเมล็ดและอุปกรณ์เปิดร่อง



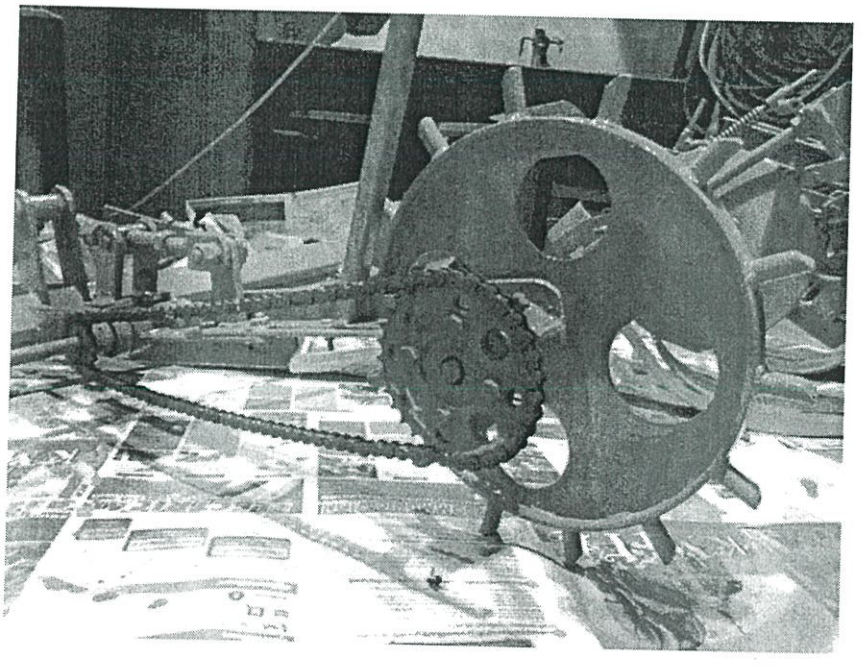
รูปที่ 3.ข เรือนอุปกรณ์กำหนดเมล็ด



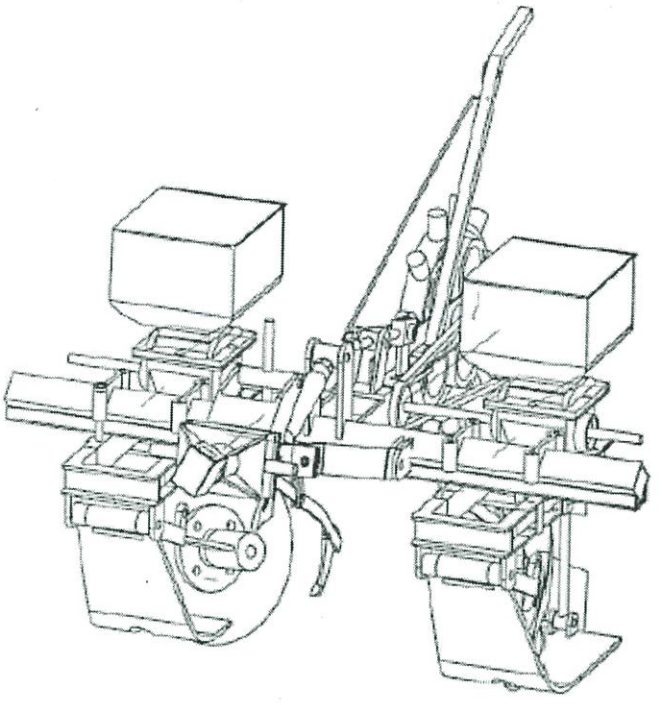
รูปที่ 4.ข อุปกรณ์กำหนดเมล็ดแบบทรงกระบอก (โรลเลอร์)



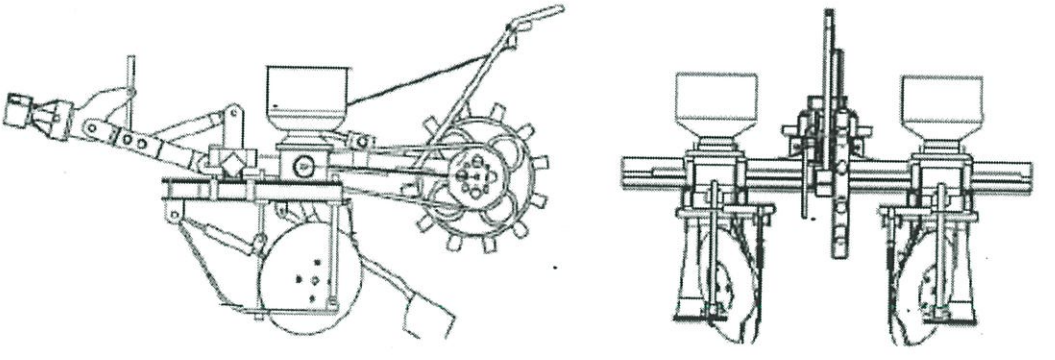
รูปที่ 5.ข ถังบรรจุเมล็ด



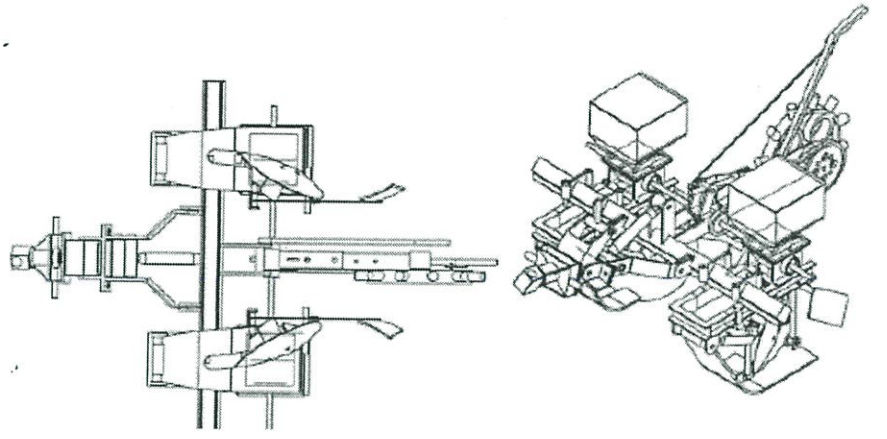
รูปที่ 6.ข ล้อขับและเฟืองทดรอบ



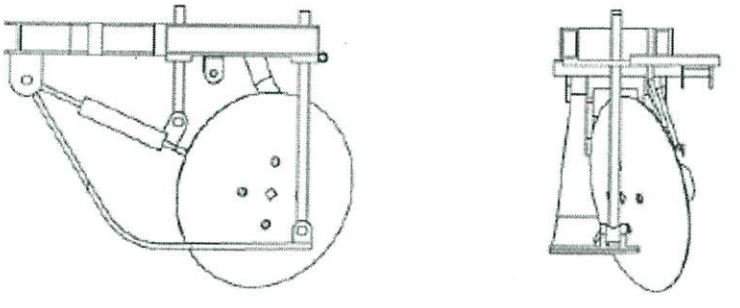
รูปที่ 7.ข ภาพเขียนแบบ AutoCad แบบสามมิติของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่



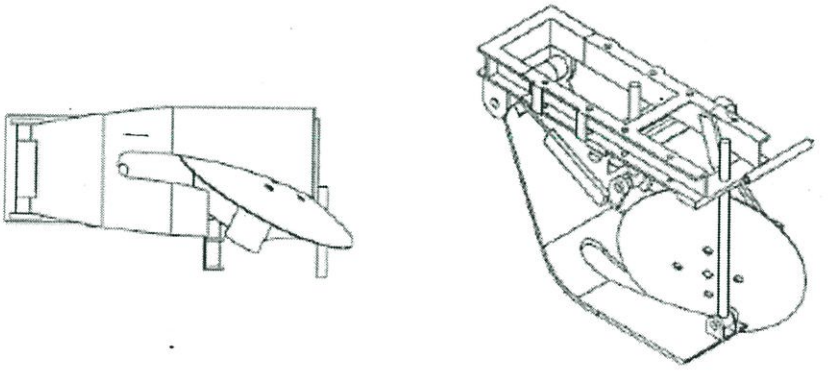
รูปที่ 8.ข ภาพเขียนแบบ AutoCad แบบสามมิติด้านข้างและด้านหลังของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่



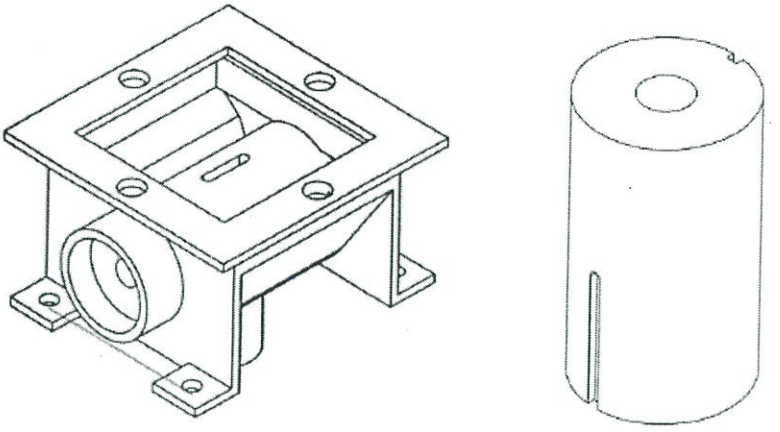
รูปที่ 9.ข ภาพเขียนแบบ AutoCad แบบสามมิติด้านบนและสามมิติของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่



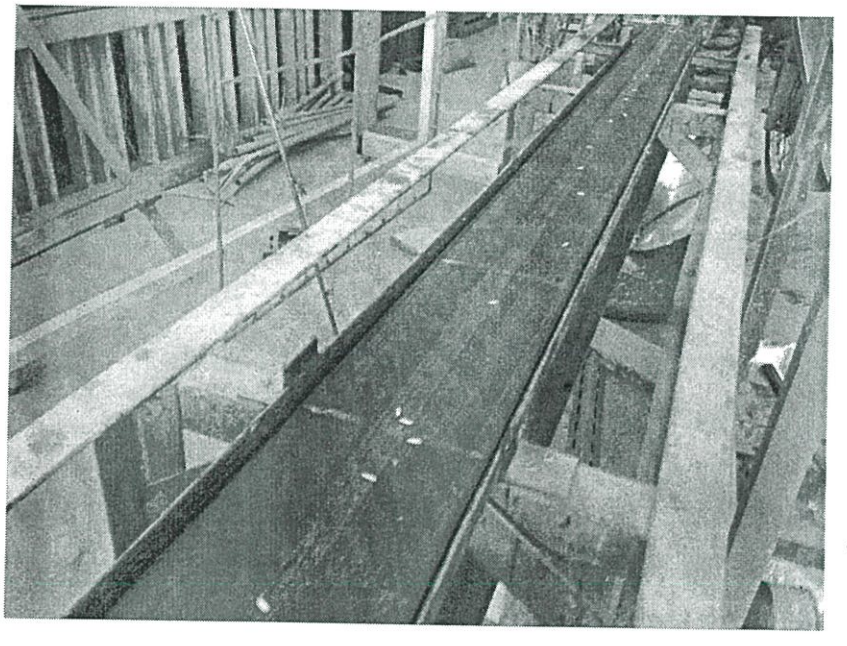
รูปที่ 10.ข ภาพเขียนแบบ AutoCad ชองชุดเปิดหน้าดินแบบด้านข้างและด้านหลังของชุดเปิดหน้าดิน



รูปที่ 11.ข ภาพเขียนแบบ AutoCad ชองชุดเปิดหน้าดินแบบด้านบนและสามมิติของชุดเปิดหน้าดิน



รูปที่ 12.ข ภาพเขียนแบบ AutoCad ชองชุดเรือนอุปกรณ์กำหนดเมล็ดแบบสามมิติและอุปกรณ์กำหนด



รูปที่13.ข. ภาพลักษณะของเมล็ดที่ถูกหยอดบนสายพานการทดลองในห้องปฏิบัติ

รูปที่14.ข. ภาพลักษณะของเมล็ดที่ถูกหยอดในแปลงนา

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัวหัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ-สกุล นายธีรพงศ์ ผลโพธิ์

ตำแหน่งปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วท.บ	เทคโนโลยีอุตสาหกรรม (เทคโนโลยีเครื่องกล)	สถาบันราชภัฏฉะเชิงเทรา	2539
M.S Agri. Eng.	Agricultural Engineering (Farm Machinery)	Central Luzon State University, Philippines	2545
ปร.ด	เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2557

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

1) เครื่องจักรกลการเกษตร

2) วิศวกรรมแทรกเตอร์

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
-	-	-
-	-	-
-	-	-

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

ระดับชาติ

1.ประสันต์ ชุ่มใจหาญ, ***ธีรพงศ์ ผลโพธิ์*** "เครื่องให้อาหารปลากะพงขาว" วารสารเพื่อการพัฒนาชนบท ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ฉบับที่ 34 ปีที่10 เดือน มกราคม – มีนาคม 2553

2.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์, ประสันต์ ชุ่มใจหาญ "เครื่องหั่นกล้วยน้ำว้าแบบต่อเนื่อง" วารสารเพื่อการพัฒนาชนบท ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ฉบับที่ 36 ปีที่ 10 เดือน กรกฎาคม – กันยายน 2553

3. ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ และ วินัย กล้าจริง 2549. การออกแบบและพัฒนาเครื่องตีเกลียวไหม. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, ปีที่ 24 ฉบับที่ 1, มกราคม- เมษายน 2549 24:1(13-19)

ระดับนานาชาติ

1. Panmanas Sirisomboon, Prakob Kitchaiya, *Teerapong Pholpho* and Wiroj Mahuttanyavanitch. Physical and mechanical properties of Jatropha curcas L., fruits, nuts and kernels, Biosystems Engineering, 2007, 97:201-20

2. Panmanas Sirisomboon, Prakob Kitchaiya, *Teerapong Pholpho* and Wiroj Mahuttanyavanitch. Physical and mechanical properties of Jatropha curcas L., fruits, nuts and kernels, Biosystems Engineering, 2007, 97:201-20

3. *T. Pholpho*, S. Pathaveerat and P. Sirisomboon, 2011,"Classification of longan fruit bruising using visible spectroscopy", Journal of Food Engineering, 104 (2011) 169–172.

การเสนอผลงานวิชาการ

ระดับชาติ

1. ***ธีรพงศ์ ผลโพธิ์*** และ สุนิศา ทรงเยาว์ศรี. 2548. "การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นตะไคร้แบบสไลซ์" การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6, 30-31 มีนาคม 2548, วิศวกรรมเกษตรไทยสู่ครัวโลก, ณ. โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ กรุงเทพฯ หน้า 257-263

2.***ธีรพงศ์ ผลโพธิ์***. 2549. "การพัฒนาเครื่องหั่นตะไคร้แบบหั่นตรงและหั่นเฉียง"การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7, 23-24 มกราคม 2549, งานวิจัยเพื่อเพิ่มศักยภาพสินค้าเกษตรไทยในตลาดโลก, ณ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต. ขามเรียง ต. เมือง จังหวัดมหาสารคาม หน้า 68

3. ***ธีรพงศ์ ผลโพธิ์*** บัณฑิต จริโมภาศ และปานมนัส ศิริสมบูรณ์. 2552. "ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวและสมบัติกายภาพบางประการของผลลำไยสด". การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 9, 31 มกราคม 2550 - 1 กุมภาพันธ์ 2552, เทคโนโลยีเพื่อการเกษตรและอุสาหกรรมเกษตรที่ยั่งยืน ณ. โรงแรมแม่ปิง จังหวัดเชียงใหม่ หน้า 152

4. ***ธีรพงศ์ ผลโพธิ์*** ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์ และปานมนัส ศิริสมบูรณ์. 2552."ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวและสมบัติกายภาพของผลลำไยสดพันธุ์สีชมพูและพันธุ์เบี้ยวเขียว" การสัมมนาทางวิชาการวิทยาการหลังการเก็บ

เกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 7, 19-20 สิงหาคม 2552, ณ. โรงแรมอ่าวนางวิลล่ารีสอร์ท อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ หน้า 20

5. ***ธีรพงศ์ ผลโพธิ์*** ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์และ ปานมนัส ศิริสมบูรณ์. 2553. "การพัฒนาและทดสอบเครื่องสั่นสะเทือนสำหรับทดสอบบรรจุภัณฑ์ผักและผลไม้" การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11, 6-7 พฤษภาคม 2553, ณ. อาคารศูนย์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

6. ***ธีรพงศ์ ผลโพธิ์***, และทรงวุฒิ แสงจันทร์ "การออกแบบและสร้างเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถเดินตาม" (Design and fabrication a Straw Compressing Machine of the roll-type for Hand tractors) การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13 ที่จังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 4 - 5 เมษายน 2555

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

ระดับนานาชาติ

1. Teresito G.Aguinaldo, Vinai Klajring and ***Teerapong Pholpo***., "Development of a Two-row Soybean Seeder in Thailand", Proceedings of the 52nd Philippines Society of Agricultural Engineering annual national convention –Lifeline to Agri-Fisheries Modernization - April 22-26, 2002, Puerto Princesa city, palawan, Philippines.

2. Vinai Klajring and ***Teerapong Pholpo***., Design and development of soybean Seeder attached power tiller with 8 Hp Engine. 17th Agricultural Engineering in week And 4th PSAE International Convention & Exhibition on " Agricultural Engineering role in Achieving the Millennium Development goal" 17-21 April 2006 , Balanghai Hotel, Butuan City, Philippines.

3. ***Teerapong Pholpho***, 2010 "Development and Locally-made Vibration Machine for Fruit and Vegetable Package Testing", The Evolving Agricultural Engineers: Spearheading Global and Local Economic Development, 8th International Conference and Exhibition, April 21-23, 2010, Benguet State University La Trinidad, Benguet 2601, Philippines

4.***Teerapong Pholpho*** and Panmanas Sirisomboon, 2013, "Jatropha Decorticator and Sheller" The 6th TSAE International Conference, April 1-4, 2013, Hua Hin Grand Hotel & Plaza, Hua Hin City Center, Hua Hin/Cha-am, Prachuap Khiri Khan, Thailand.

5. ***Teerapong Pholpho***, Bundit Jarimopas and Panmanas Sirisomboon. 2008. Postharvest Damage and Some Physical Properties of Fresh Longan., Proceedings of the 9th Thai Society of Agricultural Engineering annual meeting–Technology for Sustainable Agriculture and Agro-Industry- January 31- February 1, 2008, Faculty of Engineering and Agricultural Industry, Maejo University, Thailand. (in Thai).

6.*Teerapong Pholpho*, Bandit Jarimopas, Panmanas Sirisomboon and Siwalak Pathaveerat. 2009. "Mechanical bruising of fresh longan fruit" 10th International Conference of Thailand Society of Agricultural Engineering on "Innovations of Agricultural, Food and Renewable Energy Productions for Mankind" 1-3 April 2009, Suranaree University of Technology, Thailand.

7. *Teerapong Pholpho*, 2010 "Development and Locally-made Vibration Machine for Fruit and Vegetable Package Testing", The Evolving Agricultural Engineers: Spearheading Global and Local Economic Development, 8th International Conference and Exhibition, April 21-23, 2010, Benguet State University La Trinidad, Benguet 2601, Philippines.

8.**Teerapong Pholpho** and Panmanas Sirisomboon, 2013, "Jatropha Decorticator and Sheller" The 6th TSAE International Conference, April 1-4, 2013, Hua Hin Grand Hotel & Plaza, Hua Hin City Center, Hua Hin/Cha-am, Prachuap Khiri Khan, Thailand.

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

-

อื่นๆ(งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่)

1. "เรื่อสะเทือนน้ำสะเทือนบก"หนังสือพิมพ์รายวัน มติชน วันพุธที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ปีที่ 37 ฉบับที่ 13205 หน้า 17
2. "เรื่อ อะกริคราฟต์"หนังสือพิมพ์รายวัน เดลินิวส์ วันเสาร์ที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ. 2557 ฉบับที่ 23641 หน้า 30

ประวัติส่วนตัวผู้ร่วมโครงงานวิจัย

1. นายนิรันดร์ชัย สุรัตนาสถิตกุล นักศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
2. นายพิทักษ์ โพธาราม นักศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
3. นายชัยสันต์ กรศิริลักษณ์ นักศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

ภาคผนวก ค สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา.....

แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 2 รอบ 9 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2557

☐ แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) ☑ แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ติดรถไถเดินตาม

(ภาษาอังกฤษ) Design and Fabricate of Upland rice Seeder attached power tiller

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.) ธีรพงศ์ ผลโพธิ์

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2556 ถึงวันที่ 30 มีนาคม 2557

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2556 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2557

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)

งวดที่ 1 60,000 บาท 100 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) 12 ธันวาคม 2556

งวดที่ 2 - บาท - % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) -

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร :ค่าจ้างชั่วคราว	-	-	-
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน	-	-	-
ค่าใช้สอย	12,000	12,000	-
ค่าวัสดุ	40,000	40,000	-
ค่าสาธารณูปโภค	8,000	8,000	-
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
รวม	60,000	60,000	-

.....

(.....ผศ.ดร.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์.....)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

...1.../เมษายน/2558.....

.....

(.....).

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

...../...../.....

หมายเหตุ : นักวิจัยหรือเจ้าหน้าการเงินสามารถปรับหรือเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมข้อความได้ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับการดำเนินงาน อาทิเช่น นักวิจัยอยู่ระหว่างการดำเนินการเคลียร์ด้านเอกสารทางการเงิน หรือข้อความอื่นๆ