การประเมินสมรรถนะเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว รุ่นที่ 2

Performance Evaluation of Germinated Paddy Rows Seeder

Version 2

นายภาสุ ศรีวิบูลย์รัตนา รหัส 54360766
นายนรินทร์ สีจ๊ะแปง รหัส 54363279
นายอัคนี กลมกลิ้ง รหัส 54363569

วันที่รับ.....
เลขทะเบียน 16912469
เลขเรียกหนังสือ ป.ร.
2557

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2557

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การประเมินสมรรถนะเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว รุ่นที่ 2			
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายภาสุ	ศรีวิบูลย์รัตนา	รหัสนิสิต	54360766
	นายนรินทร์	สีจ๊ะแปง	รหัสนิสิต	54363279
	นายอัคนี	กลมกลิ้ง	รหัสนิสิต	54363569
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ.ดร. มัทนี	สงวนเสริมศรี		
ที่ปรึกษาโครงงานร่วม	ผศ.ดร. รัตนา	การุญบุญญานันท์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล			
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล			
ปีการศึกษา	2557			

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(รศ.ดร. มัทนี สงวนเสริมศรี)

.....ที่ปรึกษาโครงงานร่วม

(ผศ.ดร. รัตนา การุญบุญญานันท์)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร. อนันต์ชัย อยู่แก้ว)

.....กรรมการ

(ผศ. นพรัตน์ สีหะวงษ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน : การประเมินสมรรถนะเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว รุ่นที่ 2
ผู้ดำเนินโครงงาน : นายภาสุ ศรีวิบูลย์รัตนา รหัสนิสิต 54360766
นายนรินทร์ สีจ๊ะแปง รหัสนิสิต 54363279
นายอัคนี กลมกลิ้ง รหัสนิสิต 54363569
ที่ปรึกษาโครงงาน : รศ.ดร. มัทนี สงวนเสริมศรี
ที่ปรึกษาโครงงานร่วม : ผศ.ดร. รัตนา การุญบุญญานันท์
ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา : 2557

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ รุ่นที่ 2 ในห้องปฏิบัติการและในแปลงนา โดยเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวประกอบด้วย ชุดต่อเชื่อมรถไถเดินตามแบบนั่งขับ ถังบรรจุเมล็ดขนาดความจุ 15 กิโลกรัม จำนวน 4 ถัง ท่อปล่อยเมล็ดจำนวน 12 ท่อ ชุดควบคุมอัตราการไหลของเมล็ด และชุดลูบหน้าดิน โดยชุดควบคุมอัตราการไหลของเมล็ดใช้เพลาลูกโรยแบบเพลาเซาะร่อง ซึ่งจะรับกำลังมาจากเพลาล้อต้นกำลังผ่านระบบสายพาน สามารถปรับความยาวร่องลูกโรยได้ 0-4 เซนติเมตร ทำให้สามารถปรับอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ได้ตามต้องการ

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้เมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ความชื้น 22.7 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ความยาวรากเฉลี่ย 2.44 มิลลิเมตร พบว่าเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบที่ระยะความยาวร่องลูกโรย 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 เซนติเมตร มีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ย 2.4, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 6.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ โดยความยาวร่องลูกโรยมีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้เมล็ดต่อพื้นที่แบบเชิงเส้น กรณีปลูกด้วยระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร จะคิดเป็นอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 5.28, 6.73, 8.87, 11.18, 13.57 และ 14.80 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และเมื่อปลูกด้วยระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร จะคิดเป็นอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 4.22, 5.38, 7.09, 8.95, 10.85 และ 11.84 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ที่อัตราเร็ว 3.20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกต้นแบบจะมีสมรรถนะทางทฤษฎีเท่ากับ 4.54 และ 5.67 ไร่ต่อชั่วโมง ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 และ 25 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยเมล็ดข้าวที่ผ่านเครื่องโรยมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงประมาณร้อยละ 3-4

แปลงนาทดสอบเป็นดินชนิดทรายแป้ง (clay loam) มีความลึกโคลนเฉลี่ย 19.3 เซนติเมตร ทดสอบโดยให้เครื่องโรยทำงานที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ที่ความยาวร่องลูกโรย 3 ระดับ คือ 2.0, 3.0 และ 4.0 เซนติเมตร พบว่าเครื่องโรยสามารถโรยข้าวได้เป็นแถวที่มีระยะห่างระหว่างแถวเฉลี่ย 25.0 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างกอเฉลี่ย 23.4 เซนติเมตร ด้วยอัตราเร็วการ

เคลื่อนที่เฉลี่ย 2.61 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราการใช้เมล็ดเฉลี่ยที่ความยาวร่องลูกโรย 2.0, 3.0 และ 4.0 เซนติเมตร เท่ากับ 7.56, 9.44 และ 13.62 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบมีสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล 4.14 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพทางไร่เฉลี่ยร้อยละ 84 อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.28 ลิตรต่อไร่ โดยเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบนี้มีจุดคุ้มทุนของการใช้งานที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 และ 25 เซนติเมตร เท่ากับ 112 และ 106 ไร่ต่อปี ตามลำดับเมื่อเทียบกับการหว่านด้วยเครื่องหว่านแบบสะพายหลัง และ 7 ไร่ต่อปี เมื่อเทียบกับการจ้างรถปักดำ

Project Title	: Performance Evaluation of Germinated Paddy Rows Seeder Version 2		
Name	: Mr. Pasu	Sriwibulrattana	ID : 54360766
	Mr. Narin	Srijapang	ID : 54363279
	Mr. Aknee	Klomkling	ID : 54363569
Project Advisor	: Assoc. Prof. Dr. Mathanee Sanguansermsri		
Project Co-Advisor	: Asst. Prof. Dr. Rattana Karoonboonyanan		
Academic Year	: 2014		

Abstract

This project aims to test the prototype of germinated paddy rows seeder version 2 in the laboratory and field. This machine consisted of the cart mounted to the power tiller,
four seed tanks with the capacity of 15 kg capacity of germinated seed per each tank, twelve seed tubes, seed metering device and soil surface smoothing set. The fluted-feed roller type seed metering device was driven by ground wheel via belt. The seeding rate was controlled by adjusting the length of fluted feed from 0 to 4 mm.

The test was conducted in the laboratory by using germinated Phitsanulok-2 paddy seed, moisture content of 22.7% (w.b.), and average root length of 2.44 mm. The result showed the seeding rate was 2.4, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 and 6.6 kg/h at the fluted feed length of 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 and 4.0 cm, respectively. The relationship between fluted feed length and seeding rate is linear. The result of row spacing of 20 cm showed the seeding rate was 5.28 (33.00), 6.73 (42.06), 8.87 (55.44), 11.18 (69.88), 13.57 (84.18), and 14.80 (92.50) kg/rai (kg/ha), respectively. And the seeding rate was 4.22 (26.38), 5.38 (33.63), 7.09 (44.31), 8.95 (55.94), 10.85 (67.81) and 11.84 (74.00) kg/rai (kg/ha) for row spacing of 25 cm. At the travel speed of 3.20 km/h, the theoretical performance was 4.54 (0.73) and 5.67 (0.91) rai/h (ha/h) for row spacing of 20 and 25 cm, respectively. Seed was damaged by the machines shown by the reduced germination rate ranging from 3 to 4%.

Field test was conducted in clay loam field with the average depth of mud 19.3 cm. The test was conducted with the row spacing of 25 cm and varying 3 levels

of fluted feed length, which are 20 cm, 25 cm and 30 cm. The result indicated that the seeder performed with uniform row spacing of 25 cm and seedling spacing of 23.4 cm in average. Travelling speed of the seeder was at 2.61 km/h. It was found that the seeding rate was 7.56 (47.25), 9.44 (59.00) and 13.62 (85.13) kg/rai (kg/ha) at the fluted feed length of 2.0, 3.0 and 4.0 cm, respectively. The effective field capacities was 4.14 (0.66) rai/h (ha/h) with field efficiency of 84%. The average fuel consumption rate was 0.28 (1.75) l/rai (l/ha). Breakeven point of this paddy row seeder, comparison to knack sack sprayer, are found to be 112 (17.92) and 106 (16.96) rai/y (ha/y) with the row spacing of 20 and 25 cm, respectively. And comparison to paddy transplanter, breakeven point are 7 (1.12) rai/y (ha/y) for both row spacing.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือในด้านการให้คำแนะนำในการทำโครงงานจาก รศ.ดร. มัทนี สงวนเสริมศรี และ ผศ.ดร. รัตนา การุญบุญญานันท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานให้คำปรึกษาแก่ผู้ดำเนินโครงงานตลอดมา ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ บริษัทเกษตรพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด ที่สร้างเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ให้ตามที่ได้ออกแบบไว้

ขอขอบพระคุณ อ.เกติษฐ์ กว้างตระกูล ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวจนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล แนะนำช่วยเหลือในการจัดทำโครงงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

และขอขอบพระคุณบิดา-มารดา ที่สนับสนุนและให้กำลังใจกับผู้ดำเนินโครงงาน จนโครงงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

นายภาสุ ศรีวิบูลย์รัตนา
นายนรินทร์ สีจ๊ะแปง
นายอัคนี กลมกลิ้ง

สารบัญ

ใบรับรองโครงงาน ก
บทคัดย่อ ข
กิตติกรรมประกาศ ฉ
สารบัญ ช
สารบัญตาราง ฌ
สารบัญรูป ญ
สัญลักษณ์และอักษรย่อ ฏ

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน 2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.6 แผนการดำเนินงาน 3
1.7 งบประมาณ 4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี
2.1 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ 5
2.2 สมการที่ใช้ในโครงงาน 11
2.3 ข้อมูลเมล็ดพันธุ์ข้าว 14
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน
3.1 วิธีการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในห้องปฏิบัติการ 18
3.2 การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในแปลง 25

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล
4.1 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอก 33
4.2 ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในห้องปฏิบัติการ 34
4.3 ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในแปลงนา 37
4.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ 40

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปสมบัติของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 42
5.2 ข้อเสนอแนะ 44

เอกสารอ้างอิง 45
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก 46
ภาคผนวก ข 52
ภาคผนวก ค 68
ภาคผนวก ง 86
ประวัติผู้เขียน 93

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.1	แผนการดำเนินงาน	3
ตารางที่ 1.2	งบประมาณการดำเนินงาน	4
ตารางที่ 2.1	ข้อมูลเปรียบเทียบลักษณะสำคัญระหว่างเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2	10
ตารางที่ 4.1	สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2	33
ตารางที่ 4.2	อัตราการใช้เมล็ดข้าวต่อพื้นที่ที่ความยาวร่องลูกโรยต่างๆ	35
ตารางที่ 4.3	เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2	36
ตารางที่ 4.4	ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ในแปลงนาที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร	38
ตารางที่ 5.1	ข้อมูลจำเพาะของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2	42
ตารางที่ 5.2	ค่าประมาณความยาวร่องลูกโรยที่เหมาะสมสำหรับจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ค่าต่างๆ	44

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่างๆ	5
รูปที่ 2.2	แบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว โดยปราโมทย์ และคณะ	6
รูปที่ 2.3	แบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว โดยธีรศักดิ์ และคณะ	6
รูปที่ 2.4	เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบที่สร้างขึ้น โดยธีรศักดิ์ และคณะ	7
รูปที่ 2.5	เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงโดย ศรายุทธ และคณะ	8
รูปที่ 2.6	เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2 โดย มัทนีและคณะ	9
รูปที่ 2.7	เมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2	15
รูปที่ 2.8	เครื่องหยอดเมล็ดข้าวงอก	16
รูปที่ 2.9	เครื่องหยอดเมล็ดข้าวงอก โดยสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม	16
รูปที่ 2.10	เครื่องหยอดเมล็ดข้าว โดยศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก	17
รูปที่ 3.1	การเตรียมเมล็ดข้าวงอก	18
รูปที่ 3.2	ขนาดและความยาวรากของเมล็ดข้าวงอก	19
รูปที่ 3.3	การหามวลและความหนาแน่นมวลรวมของเมล็ดข้าวงอก	20
รูปที่ 3.4	การวัดค่าความชื้นของเมล็ดข้าวงอก	20
รูปที่ 3.5	กล่องเพาะเมล็ดสำหรับหาเปอร์เซ็นต์การงอก	21
รูปที่ 3.6	ชุดขับล้อต้นกำลัง	22
รูปที่ 3.7	การทดสอบหาอัตราการไหลเมล็ดข้าวงอกของเครื่องโรยในห้องปฏิบัติการ	23
รูปที่ 3.8	ชุดวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง	24
รูปที่ 3.9	แปลงทดสอบ ก่อนและหลังการเตรียมดิน	26
รูปที่ 3.10	แปลงย่อยสำหรับการทดสอบ	26
รูปที่ 3.11	การกำจัดอินทรียวัตถุในดิน	28
รูปที่ 3.12	การวัดความลึกโคลน	29
รูปที่ 3.13	การจับเวลาการทำงานของเครื่องโรยในแปลง	30
รูปที่ 3.14	การหาอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ในแปลง	30
รูปที่ 3.15	การหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันในแปลง	31
รูปที่ 3.16	การวัดระยะห่างระห่างแถวและระหว่างกอ	32

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.1	เมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ	33
รูปที่ 4.2	อัตราการไหลเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ของเมล็ดข้าวงอกที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ที่ความยาวร่องลูกโรยต่างๆ เมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2	34
รูปที่ 4.3	เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวงอก ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร เมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2	35
รูปที่ 4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่กับความยาวร่องลูกโรย ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 และ 25 เซนติเมตร	36
รูปที่ 4.5	ปัญหาที่เกิดขึ้นกับแปรงปาดเมล็ด	37
รูปที่ 4.6	ระยะห่างระหว่างแถวของต้นข้าว ในแปลงทดสอบ	39
รูปที่ 4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดต่อกอกับความยาวร่องลูกโรยที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร	39

สัญลักษณ์และอักษรย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
C_E	สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล	ไร่ต่อชั่วโมง
C_T	สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี	ไร่ต่อชั่วโมง
e	ประสิทธิภาพทางไร่	ทศนิยม
E	จำนวนต้นกล้าที่สมบูรณ์ในพื้นที่	ต้นต่อไร่
G	เปอร์เซ็นต์การงอก	เปอร์เซ็นต์
L_s	ระยะทางการเคลื่อนที่ที่วัดได้จริง	เมตร
m	มวลเมล็ดข้าว	กิโลกรัม
MC	ค่าความชื้นฐานเปียก	ทศนิยม
n	จำนวนรอบที่ล้อต้นกำลังหมุน	รอบ
N	จำนวนเมล็ดข้าวงอกต่อมวล	เมล็ดต่อกิโลกรัม
q	อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก	กิโลกรัมต่อชั่วโมง
Q	อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่	กิโลกรัมต่อไร่
r	รัศมีของล้อต้นกำลัง	เมตร
%slip	เปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลัง	เปอร์เซ็นต์
S	อัตราเร็วการเคลื่อนที่	กิโลเมตรต่อชั่วโมง
t	เวลา	ชั่วโมง
V	ปริมาตรภาชนะ	ลูกบาศก์เมตร
w	หน้ากว้างการทำงาน	เมตร
ρ	ความหนาแน่นมวลรวม	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
FC	ค่าใช้จ่ายคงที่เฉลี่ยต่อปีของเครื่องจักร	บาทต่อปี
CC	เปอร์เซ็นต์ราคาแรกซื้อ	เปอร์เซ็นต์
F	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	บาทต่อชั่วโมง
O	ค่าน้ำมันหล่อลื่นเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	บาทต่อชั่วโมง
R&M	ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	บาทต่อชั่วโมง
P	ราคาแรกซื้อ	บาท
VC	ค่าใช้จ่ายผันแปร	บาทต่อไร่
L	ค่าแรง	บาทต่อชั่วโมง
BEP	จุดคุ้มทุน	ไร่ต่อปี

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญที่สุดของไทย มีพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุดเป็นอันดับที่ 5 ของโลก และติดลำดับส่งออกข้าว 1 ใน 3 ของโลก ปัจจุบันเกษตรกรได้มีการปลูกข้าวในหลายรูปแบบ มีการปลูกแบบนาหว่าน น้ำตม นาดำ และนาโยน ที่เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ การปลูกแบบนาหว่านน้ำตมเพราะว่า มีความสะดวก ใช้แรงงานน้อย แต่ยังมีปัญหาในเรื่องการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวในการหว่านมากเกินไป การกระจายตัวของเมล็ดพันธุ์ข้าวไม่สม่ำเสมอ ทำให้ดูแลรักษาและควบคุมวัชพืชได้ยาก ผลผลิตจึงน้อย และใช้ต้นทุนสูง ส่วนการปักดำนั้นจะได้ต้นข้าวที่เรียงเป็นแถวและดูแลง่ายแต่ต้องใช้ต้นทุนที่สูง เพราะต้องทำการเตรียมต้นกล้าและรถปักดำนั้นก็มีราคาที่สูงมาก[1]

จากปัญหาดังกล่าว ปราโมทย์ และคณะ (2553)[2] ได้ออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวสำหรับต่อพ่วงรถไถเดินตาม สามารถโรยได้ครั้งละ 8 แถว ต่อมาธีรศักดิ์ และคณะ (2554)[3] ได้ทำการสานต่อโครงงานโดยการสร้างเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบขึ้น และได้ทดสอบหาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบในห้องปฏิบัติการ และในแปลง พบว่าเมื่อปรับระยะห่างระหว่างแถวเป็น 30 เซนติเมตร เกิดปัญหาการตกค้างและอุดตันของเมล็ดข้าวงอกภายในท่อนำเมล็ดบางท่อ ปัญหาเพลาลูกโรยไม่หยุดโรยขณะเลี้ยวที่หัวแปลง และการปรับอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกทำได้ยาก ศรายุทธ และคณะ (2555)[4] จึงได้ทำการปรับปรุงชุดท่อนำเมล็ด, ชุดกลไกตึงสายพาน, วิธีการปรับตั้งค่าอัตราการไหลของเมล็ด และล้อต้นกำลังเป็นต้น ดำเนินการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกที่ปรับปรุงแล้วในห้องปฏิบัติการและในแปลง จากผลการศึกษาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 1 พบว่า เกิดโพรงภายในถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกด้านข้าง ปัญหาการตกค้างของเมล็ดข้าวงอกในท่อนำเมล็ด ปัญหาความไม่แข็งแรงของรอยต่อเชื่อม ปัญหาและการลื่นบริเวณที่วางเท้าของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกเมื่อเปียกน้ำโคลน เป็นต้น

จากปัญหาที่พบจากการทดสอบเครื่องโรยข้างต้น มัทนี และคณะ (2558)[5] ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ขึ้นเพื่อให้เครื่องโรยมีสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น สามารถตอบสนองความต้องการของเกษตรกรได้มากกว่ารุ่นที่ 1 เช่น เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกรุ่นที่ 2 นี้สามารถโรยได้ครั้งละ 12 แถว (จากเดิมครั้งละ 8 แถว) และมีระยะห่างระหว่างกอประมาณ 20 เซนติเมตร สามารถปรับระยะห่างระหว่างแถวได้ 2 ระยะ คือ 20 และ 25 เซนติเมตร และสามารถปรับอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ได้สะดวกขึ้น ล้อต้นกำลังได้ถูกออกแบบให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิม เพื่อช่วยให้สามารถทำงานในนาหล่มได้ และได้เพิ่มกลไกสำหรับปลดล้อซ้าย-ขวาออกจากกัน ทำให้เครื่องโรยรุ่นที่สองนี้มีวงเลี้ยวแคบลงกว่าเดิม เป็นต้น

เนื่องจากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 นี้เป็นเครื่องที่ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นใหม่ ยังไม่มีข้อมูลรายละเอียดการทำงานของเครื่องผู้ดำเนินงานจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาและทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2 นี้ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและใช้งานจริงในแปลงเพื่อให้ได้ข้อมูลสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ที่สนใจจะใช้เครื่อง รวมทั้งจะเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อการวิจัยและพัฒนาเครื่องต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ศึกษา และประเมินสมรรถนะของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2 ในห้องปฏิบัติการและแปลงนา

1.2.2 วิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์การใช้งานเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อมูลสมรรถนะ การทำงานและข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2 ซึ่งออกแบบโดยมัทนีและคณะ (2558)[5] โดยจะทำการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2 ทั้งในห้องปฏิบัติการและในแปลงนา

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 การศึกษาข้อมูลเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ

1.1) ข้อมูลการออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวของ ปราโมทย์ และคณะ (2553)[2]

1.2) ข้อมูลการสร้างและการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบของธีรศักดิ์ และคณะ (2554)[3]

1.3) ข้อมูลการสร้างและการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบของศรายุทธ และคณะ (2555)[4]

1.4) ข้อมูลการสร้างเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2 ของ มัทนี และคณะ (2558)[5]

1.5.2 การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

2.1) การทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อเก็บข้อมูลและคำนวณหาค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ขนาดและความยาวรากของเมล็ดข้าวงอก

- มวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ด และความหนาแน่นมวลรวม
- ความชื้นของเมล็ดข้าวงอก
- เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าว ก่อนและหลังผ่านเครื่องโรย
- อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก และอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่
- สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี

2.2) การทดสอบในแปลง ข้อมูลที่จะทำการเก็บและคำนวณจากผลการทดสอบในแปลงมี ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลสภาพแปลงทดสอบ ได้แก่ ชนิดของดิน ความลึกโคลน และขนาดแปลง
- สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบ
- อัตราเร็ว ระยะทางและเวลาการเคลื่อนที่ และเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลัง
- ระยะห่างระหว่างแถว ระยะห่างระหว่างกอ และจำนวนเมล็ดข้าวงอกต่อกอ
- ปริมาณเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ และอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่
- ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- เวลาในการโรย เวลาในการเลี้ยว และประสิทธิภาพทางไร่
- สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล

1.6 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงานในช่วงเวลาต่างๆ แสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2557					2558				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ	■	■								
2. วางแผนและออกแบบวิธีการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก			■	■						
3. ทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกในห้องปฏิบัติการ				■	■	■				
4. ทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกในแปลง					■	■	■			
5. วิเคราะห์และสรุปผล จัดทำรายงาน								■	■	■

1.7 งบประมาณ

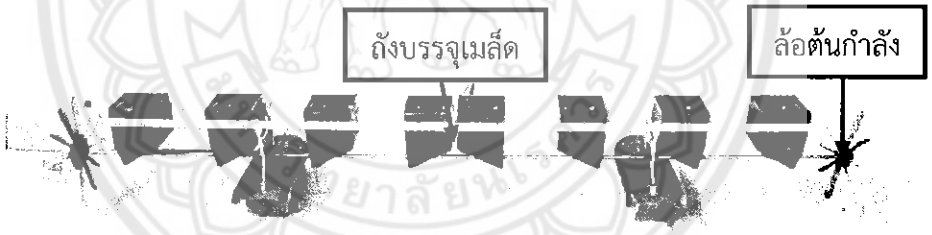
ตารางที่ 1.2 งบประมาณการดำเนินงาน

รายการ	จำนวนเงิน(บาท)
เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2	50,000.00
เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2 จำนวน 175 กิโลกรัม กิโลกรัมละ 16.50 บาท	2,887.50
วัสดุสำหรับการทดสอบในห้องปฏิบัติการและในแปลง	7,645.00
วัสดุอุปกรณ์สำหรับจัดทำรายงาน	1,600.00
รวมทั้งสิ้น	62,132.50

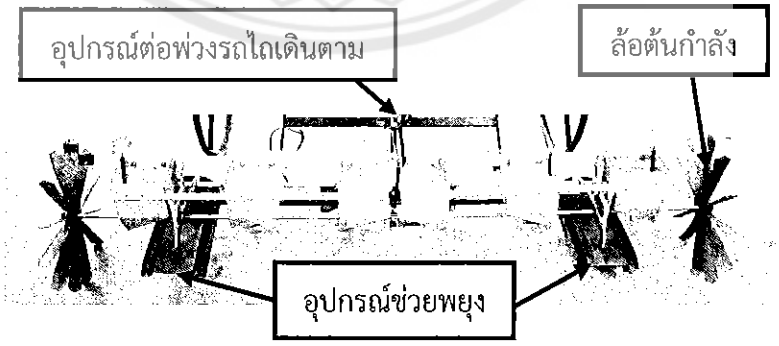
บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ

ปราโมทย์และคณะ (2553)[2] ได้ทำการศึกษาและทดสอบ เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก แบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม ดังรูปที่ 2.1 โดยพบว่า เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม ซึ่งศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลกได้นำเข้าจากต่างประเทศ ใช้กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดข้าวงอกแบบใบกวนเกิดปัญหาเมล็ดข้าวงอกแตกหักเสียหายและมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเฉลี่ย 3-24% และยังพบปัญหาโคลนอุดตันบริเวณช่องเปิดจ่ายเมล็ด ส่วนเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นใช้กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดข้าวงอกแบบเพลาเซาะร่อง มีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเฉลี่ย 1-6% จากผลการศึกษาและทดสอบดังกล่าว ปราโมทย์และคณะ (2553)[2] จึงได้นำกลไกเพลาเซาะร่องมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบชุดลูกโรยเมล็ดข้าวงอกแบบ 8 แถว ชนิดต่อพ่วงรถไถเดินตาม และออกแบบส่วนประกอบต่างๆของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ดังแสดงในรูปที่ 2.2

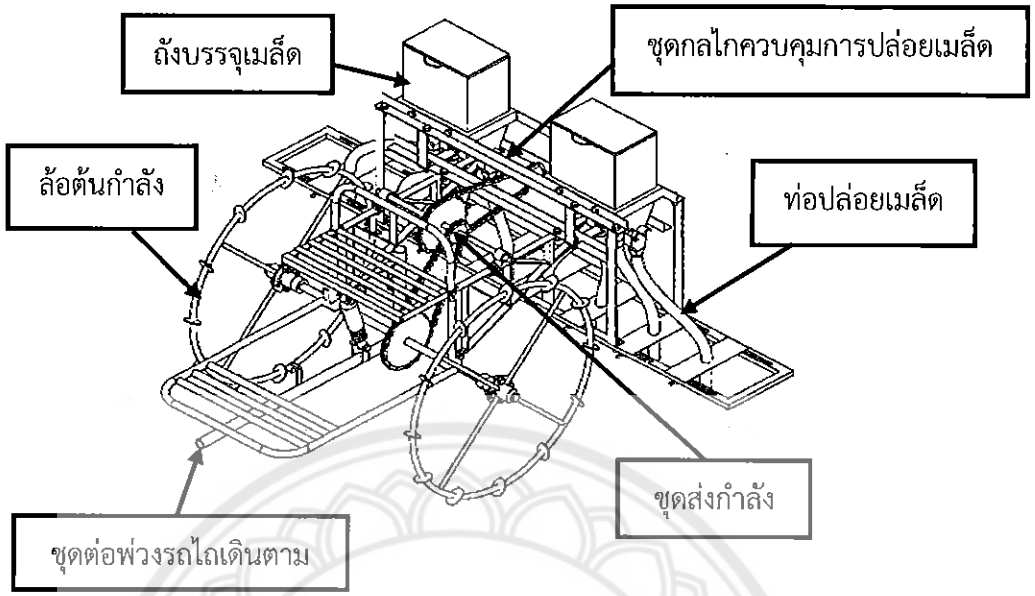


(ก) เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก



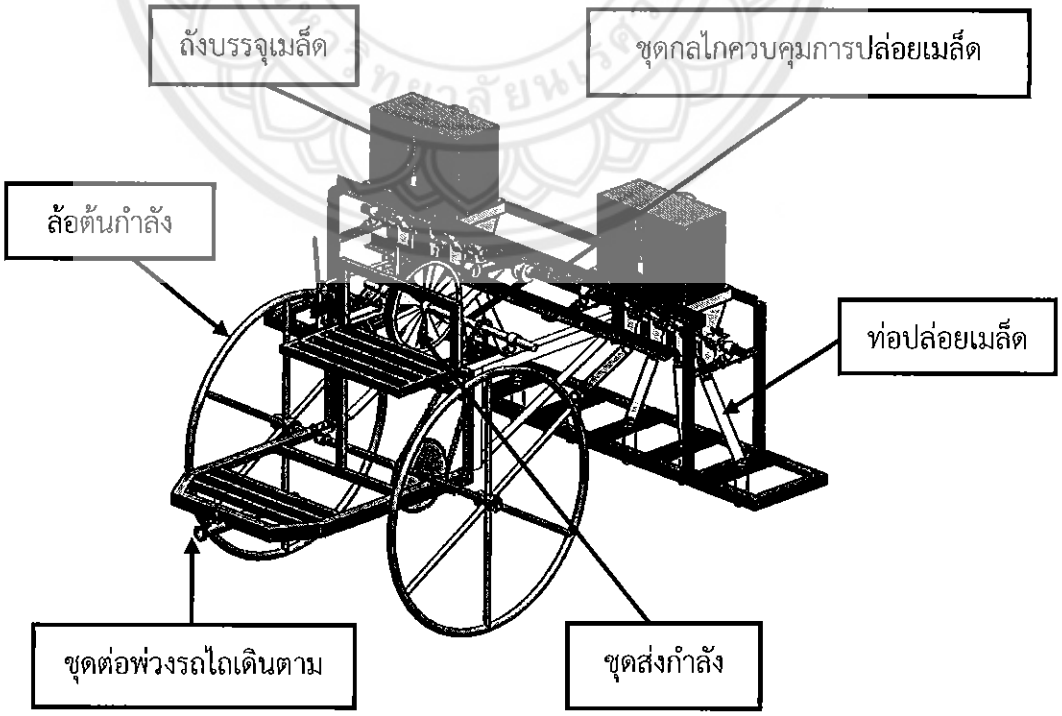
(ข) เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม

รูปที่ 2.1 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่างๆ

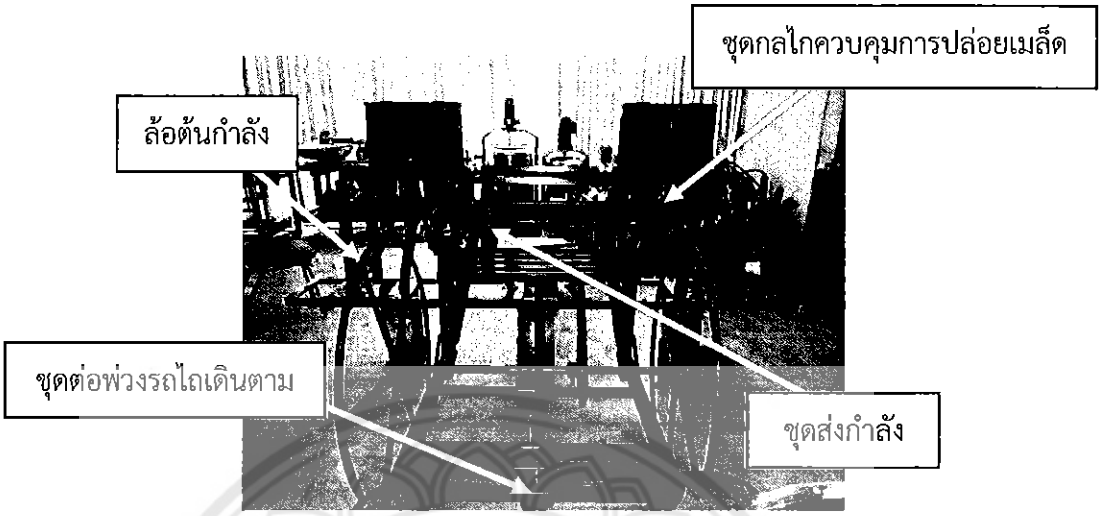


รูปที่ 2.2 แบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว โดยปราโมทย์ และคณะ [2]

ธีรศักดิ์ และคณะ (2554) [3] ได้ศึกษาแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวของ ปราโมทย์ และคณะ(2553)[2] และทำการแก้ไขแบบในบางจุด เช่น เปลี่ยนการส่งกำลังไปขับเพลาลูกโรยจากเดิมที่ใช้โซ่ให้เป็นสายพาน เป็นต้น แบบของเครื่องโรยที่แก้ไขแล้วแสดงในรูปที่ 2.3 โดยเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกต้นแบบที่สร้างจากแบบที่ปรับปรุงแล้ว แสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.3 แบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว โดยธีรศักดิ์ และคณะ [3]

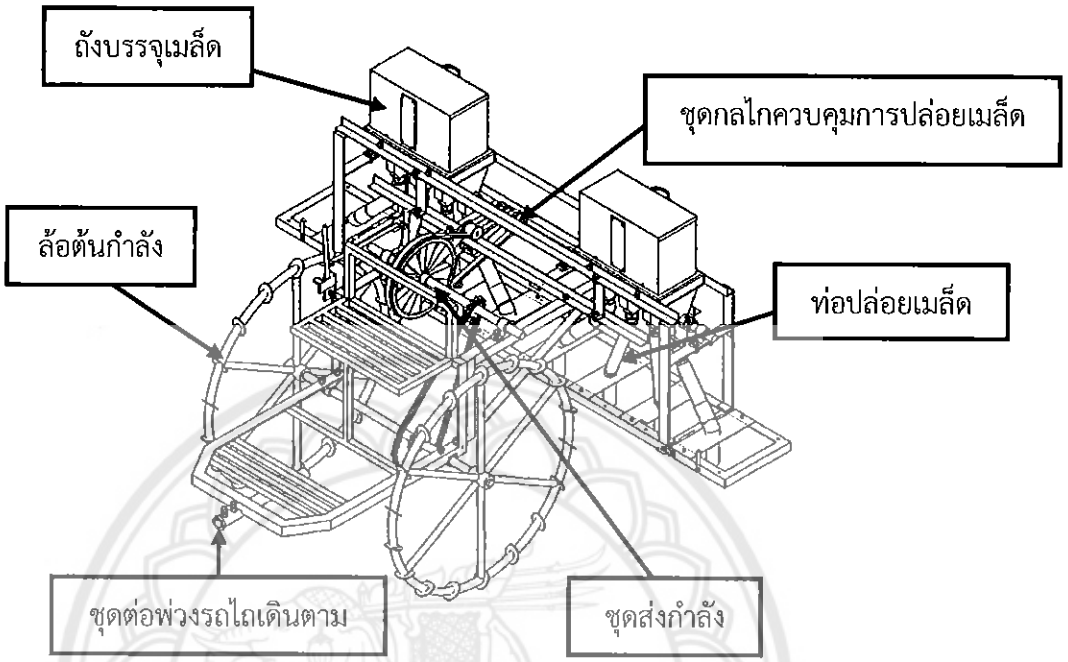


(ก) รูปด้านหน้า [3]

(ข) รูปด้านหลัง [3]

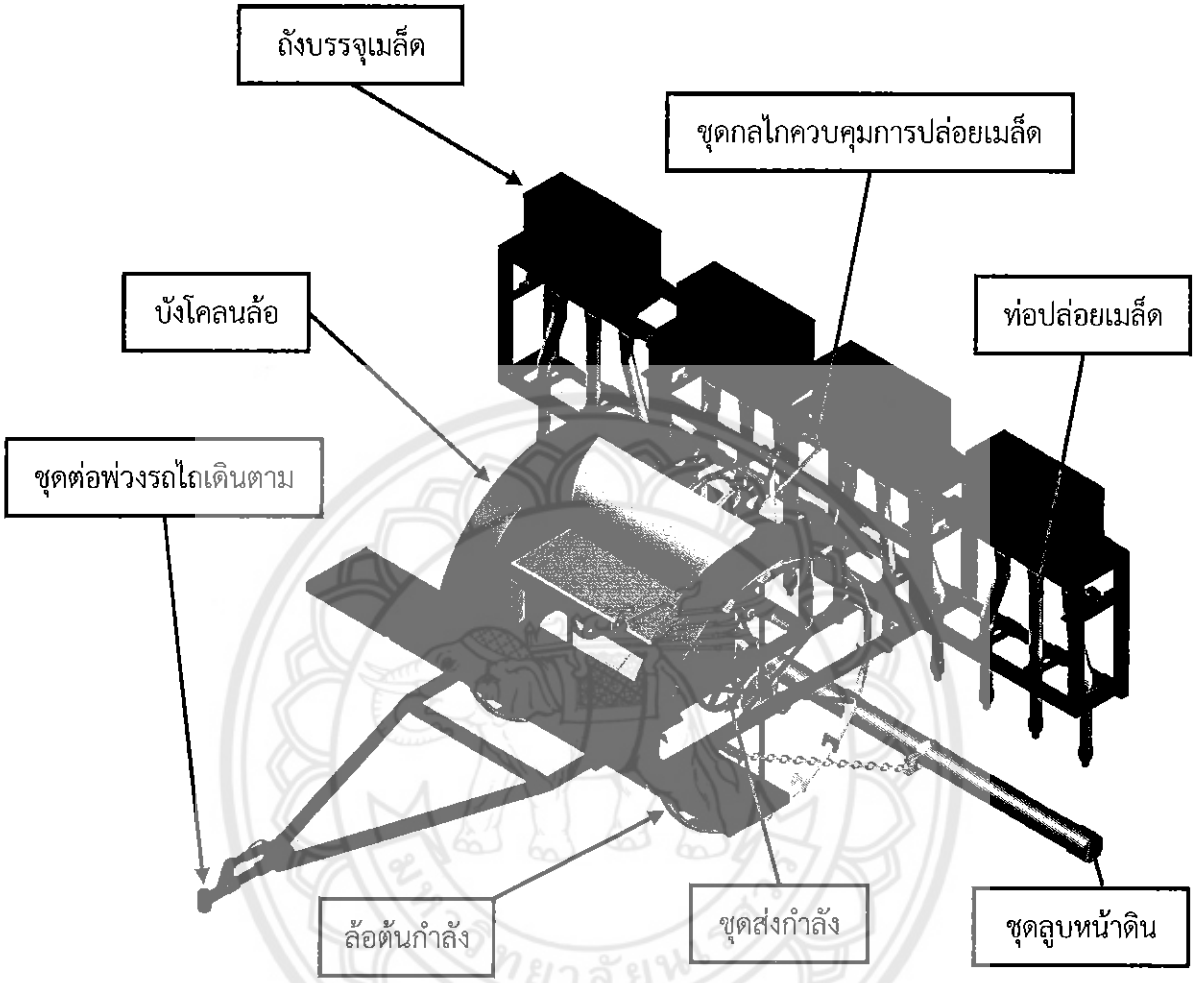
รูปที่ 2.4 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบที่สร้างขึ้นโดย ธีรศักดิ์ และคณะ [3]

ต่อมา ศรายุทธ และคณะ (2555)[4] ได้ทำการศึกษาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบของ ธีรศักดิ์ และคณะ (2554)[4] และได้ทำการปรับปรุงดังนี้ ออกแบบท่อนำเมล็ดใหม่ เปลี่ยนจากท่อยางใสชนิดหนามาเป็นท่อยางใสชนิดบาง และสวมเข้ากับชุดท่อพีวีซี, แก้ไขปัญหาเพลาลูกโรยไม่หยุดทำงาน, แก้ไขล้อต้นกำลังด้วยการติดครีบเพื่อลดการลื่นไถล, แก้ไขการปรับอัตราการไหลของเมล็ดข้าวที่ทำได้ไม่สะดวก, รวมทั้งแก้ไขการเสียรูปของแปรงปาดเมล็ด แบบเครื่องโรยที่ปรับปรุงแล้วแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงโดย ศรายุทธ และคณะ (2555)[4]

อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบนี้ ยังพบปัญหาบางประการคือ เกิดโพรงภายในถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกด้านข้าง ปัญหาการตกค้างของเมล็ดข้าวงอกในท่อนำเมล็ด ปัญหาความไม่แข็งแรงของรอยต่อเชื่อม และปัญหาการลื่นบริเวณที่วางเท้าของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกเมื่อเปียกน้ำโคลน มัทนีและคณะ (2558)[5] จึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2 ขึ้น ซึ่งสามารถโรยได้ 12 แถว ได้เพิ่มถังบรรจุเมล็ดพันธุ์เป็น 4 ถัง และแต่ละถังสามารถเลื่อนตำแหน่งได้ สามารถปรับระยะห่างระหว่างแถวได้ 2 ระยะ คือ 20 และ 25 เซนติเมตร และได้เพิ่มกลไกสำหรับปลดล้อซ้าย-ขวาออกจากกัน เพื่อให้เครื่องโรยมีวงเลี้ยวแคบลงกว่าเดิม โครงสร้างสามารถพับได้ ทำให้สะดวกในการเคลื่อนย้ายและประหยัดพื้นที่จัดเก็บ ล้อต้นกำลังถูกปรับขนาดให้ใหญ่กว่าเดิม เพิ่มบังโคลนล้อ และติดคลีบล้อเฉพาะด้านในวงล้อและ สามารถปรับระยะของตัวพ่วงของรถไถเดินตามได้ เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2 แสดงในรูปที่ 2.6



(ก) ขณะกางออก ติดตั้งชุดลูบหน้าดินพร้อมใช้งาน

(ข) ขณะพับเก็บ

(ค) ขณะใช้งานในแปลง

รูปที่ 2.6 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2 โดย มัทนีและคณะ (2558)[5]

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลเปรียบเทียบลักษณะสำคัญระหว่างเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2

คุณลักษณะ	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2
ถังบรรจุเมล็ด: ความจุ, จำนวน	10 กก., 2 ถัง	15 กก., 4 ถัง
จำนวนแถว	8	12
ระยะห่างระหว่างแถว	20, 25, 30 (ซม.)	20, 25 (ซม.)
ระยะห่างระหว่างกอ	5 (ซม.)	20 (ซม.)
ล้อต้นกำลัง - เส้นผ่านศูนย์กลาง	86 (ซม.), ติดครีบวงแหวน	108 (ซม.), ติดครีบเฉพาะด้านใน
- ระบบตัดต่อการหมุนล้อซ้าย-ขวา	ไม่มี	มี
- บังโคลน	ไม่มี	มี
การปรับอัตราการโรยของเพลาลูกโรย	ครั้งละ 1 ท่อ	ครั้งละ 3 ท่อ
ชุดลูบหน้าดิน	ไม่มี	มี

2.2 สมการที่ใช้ในโครงงาน

2.2.1 การคำนวณความหนาแน่นมวลรวม

การคำนวณความหนาแน่นมวลรวมของเมล็ดข้าวงอกสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.1

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{2.1}$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นมวลรวม (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

m = มวลเมล็ดข้าวงอกในภาชนะ (กิโลกรัม)

V = ปริมาตรภาชนะ (ลูกบาศก์เมตร)

2.2.2 การคำนวณมวลเมล็ดข้าวที่ความชื้นใดๆ

มวลเมล็ดข้าวที่ค่าความชื้นใดๆ, m_2 สามารถคำนวณได้จากมวลเมล็ดข้าวที่ทราบค่าแล้วที่ความชื้นหนึ่ง, m_1 ดังสมการที่ 2.2

$$m_2 = \frac{m_1\left(1 - MC_1\right)}{\left(1 - MC_2\right)} \tag{2.2}$$

เมื่อ m_1 = มวลเปียกเมล็ดข้าวที่มีความชื้น MC_1 (กิโลกรัม)

m_2 = มวลเปียกเมล็ดข้าวที่มีความชื้น MC_2 (กิโลกรัม)

MC_1 = ค่าความชื้นฐานเปียกที่ทราบค่ามวลเปียก (ทศนิยม)

MC_2 = ค่าความชื้นฐานเปียกของเมล็ดที่ต้องการหาค่ามวล (ทศนิยม)

2.2.3 การคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก

อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ผ่านช่องเปิดใดๆ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.3

$$q = \frac{m}{t} \tag{2.3}$$

เมื่อ q = อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

m = มวลเมล็ดข้าวงอกที่ไหลผ่านช่องเปิดในช่วงเวลา t (กิโลกรัม)

t = เวลาที่ข้าวงอกไหลผ่านช่องเปิด (ชั่วโมง)

2.2.4 การคำนวณอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่

อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่, Q สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q = \frac{q}{0.625SW} \tag{2.4}$$

เมื่อ Q = อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)

q = อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

S = อัตราเร็วการเคลื่อนที่ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

w = หน้ากว้างการทำงาน (เมตร)

กรณีที่ระบุจำนวนต้นกล้าที่สมบูรณ์ต่อพื้นที่, E และทราบค่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์, G อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่, Q คำนวณได้จากสมการที่ 2.5

$$Q = \frac{E}{NG} \tag{2.5}$$

เมื่อ Q = อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)

E = จำนวนต้นกล้าที่สมบรูณ์ต่อพื้นที่ (ต้นต่อไร่)

N = จำนวนเมล็ดข้าวงอกต่อมวล (เมล็ดต่อกิโลกรัม)

G = เปอร์เซ็นต์การงอก (ทศนิยม)

2.2.5 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลัง

เมื่อล้อต้นกำลังรัศมี, r หมุนไปเป็นจำนวน n รอบ เปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลัง (%slip) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.6

$$\%slip = \frac{n(2\pi r) - L_S}{n(2\pi r)} \times 100\% \qquad (2.6)$$

เมื่อ %slip = เปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลัง (ร้อยละ)

r = รัศมีของล้อต้นกำลัง (เมตร)

L_S = ระยะทางการเคลื่อนที่ที่วัดได้จริง (เมตร)

n = จำนวนรอบที่ล้อต้นกำลังหมุน (รอบ)

2.2.6 การคำนวณสมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี

สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (theoretical field capacity), C_T คำนวณได้จากอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของการทำงานและหน้ากว้างการทำงานของเครื่องจักร ดังแสดงในสมการที่ 2.7

$$C_T = \frac{Sw}{1.6} \qquad (2.7)$$

เมื่อ C_T = สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (ไร่ต่อชั่วโมง)

S = อัตราเร็วการเคลื่อนที่ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

W = หน้ากว้างการทำงาน (เมตร)

2.2.7 การคำนวณประสิทธิภาพทางไร่

ประสิทธิภาพทางไร่ (field efficiency) ,e เป็นอัตราส่วนระหว่างเวลาที่ได้งานต่อเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการทำงาน คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$e = \frac{\text{เวลาที่ทำงานและได้งาน}}{\text{เวลาทั้งหมดในแปลง}} \times 100\% \qquad (2.8)$$

2.2.8 การคำนวณสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล

สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (effective field capacity), C_E คำนวณได้จากสมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี, C_T และประสิทธิภาพทางไร่, e ดังสมการที่ 2.8

$$C_E = eC_T \tag{2.9}$$

เมื่อ C_E = สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (ไร่ต่อชั่วโมง)

e = ประสิทธิภาพทางไร่ (ทศนิยม)

C_T = สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (ไร่ต่อชั่วโมง)

2.2.9 การคำนวณค่าใช้จ่ายคงที่เฉลี่ยต่อปี

ค่าใช้จ่ายคงที่เฉลี่ยต่อปีของเครื่องจักร,FC คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$FC = \frac{CC \times P}{100} \tag{2.10}$$

เมื่อ FC = ค่าใช้จ่ายคงที่เฉลี่ยต่อปี (บาทต่อปี)

P = ราคาแรกซื้อของเครื่องจักร (บาท)

2.2.10 การคำนวณค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงF, คำนวณได้จาก

$$F = C_E \times \text{อัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตร/ไร่)} \times \text{ราคาน้ำมัน (บาท/ลิตร)} \times \frac{O \times F}{100} \tag{2.11}$$

เมื่อ F = ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาทต่อชั่วโมง)

C_E = สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (ไร่ต่อชั่วโมง)

O = ค่าน้ำมันหล่อลื่นเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาทต่อชั่วโมง)

2.2.11 การคำนวณค่า R&M

ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา,R&M ของเครื่องจักร คำนวณได้จาก

$$R\&M = P \times \frac{\text{เปอร์เซ็นต์ของราคาซื้อ}}{100} \tag{2.12}$$

เมื่อ R&M = ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา
P = ราคาแรกซื้อของเครื่องจักร (บาท)

2.2.12 การคำนวณค่าใช้จ่ายผันแปร

คำนวณได้จาก

$$VC = \frac{F+O+R\&M+L}{C_E} \quad (2.13)$$

เมื่อ VC = ค่าใช้จ่ายผันแปร (บาทต่อไร่)
C_E = สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (ไร่ต่อชั่วโมง)
R&M = ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา
F = ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาทต่อชั่วโมง)
O = ค่าน้ำมันหล่อลื่นเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาทต่อชั่วโมง)
L = ค่าแรง (บาทต่อชั่วโมง)

2.2.13 การคำนวณจุดคุ้มทุน

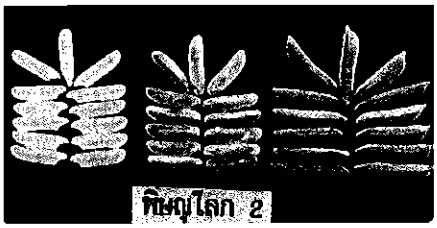
ขนาดพื้นที่ที่จุดคุ้มทุน, BEP คำนวณได้จาก

$$BEP = \frac{FC}{\text{อัตราการรับจ้าง} - VC} \quad (2.14)$$

เมื่อ BEP = ขนาดพื้นที่ที่จุดคุ้มทุน(ไร่ต่อปี)
FC = ค่าใช้จ่ายคงที่ต่อปี (บาทต่อปี)
VC = ค่าใช้จ่ายผันแปร (บาทต่อไร่)
อัตราการรับจ้าง (บาทต่อไร่)

2.3 ข้อมูลเมล็ดพันธุ์ข้าว

โครงงานนี้ใช้เมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 (รูปที่ 2.8)[6] สำหรับการทดสอบในห้องปฏิบัติการและในแปลงนา เพราะเป็นพันธุ์ที่มีความเหมาะสมในการใช้ปลูกบริเวณภาคเหนือตอนล่าง ในพื้นที่นาชลประทาน หรือนาซึ่งควบคุมน้ำได้ ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ของเมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.7 เมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 [6]

ลักษณะประจำพันธุ์ของเมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มีดังต่อไปนี้ [6]

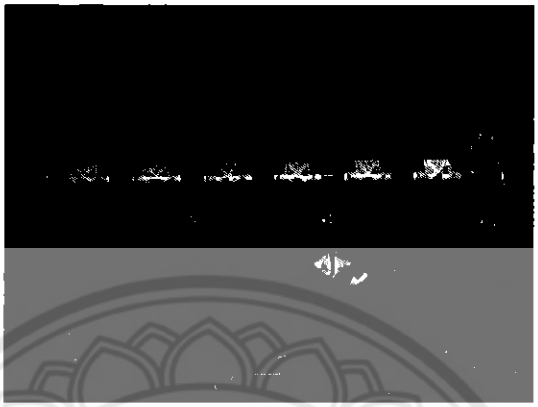
- พันธุ์ข้าวเจ้า สูงประมาณ 114 เซนติเมตร
- ไม่ไวต่อช่วงแสง
- อายุเก็บเกี่ยว 119-121 วัน
- ทรงกอตั้ง ใบสีเขียวเข้ม ใบธงตั้ง รวงแน่นปานกลาง ระแง้ค่อนข้างถี่ คอรวงสั้น ฟางแข็ง ใบแก่ช้า
- เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง
- ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์
- เมล็ดข้าวเปลือก ยาว 10.5 มิลลิเมตร กว้าง 2.5 มิลลิเมตร หนา 1.9 มิลลิเมตร
- เมล็ดข้าวกล้อง ยาว 7.9 มิลลิเมตร กว้าง 2.1 มิลลิเมตร หนา 1.6 มิลลิเมตร
- ปริมาณอมิโลส 28.6 %
- คุณภาพข้าวสุก ร่วน แข็ง
- ผลผลิตประมาณ 807 กิโลกรัมต่อไร่
- ผลผลิตสูง และมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิต
- ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว และเพลี้ยจักจั่นสีเขียว
- คุณภาพการสีดี
- ไม่ต้านทานโรคไหม้ และโรคใบหงิก ไม่ต้านทานแมลงบั่ว
- เมล็ดค่อนข้างร่วงง่าย
- พื้นที่ปลูกทุกภาคในเขตชลประทาน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการค้นหาข้อมูลเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในประเทศไทย ที่มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกันนี้ ซึ่งปัจจุบันแนวคิดนี้ได้มีเกษตรกรหลายท่านได้นำมาประดิษฐ์ใช้เองบ้างแล้ว

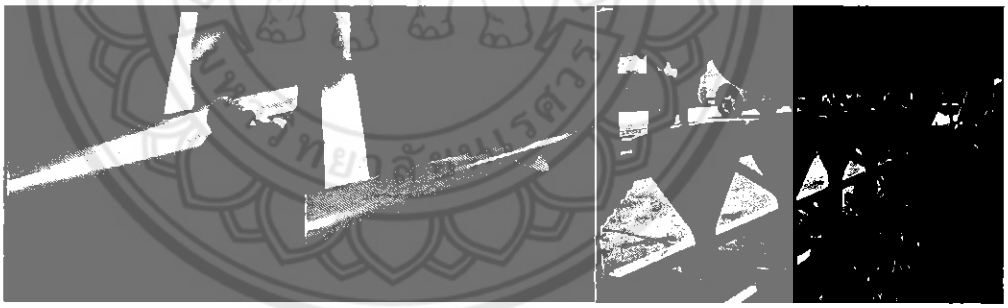
เครื่องหยอดแถวเมล็ดข้าวงอก (ดังรูปที่ 2.8)[7] ประกอบด้วยกระบอกใส่เมล็ด 6 กระบอก มีล้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 เซนติเมตร ที่ปลายทั้งสองด้าน ขนาดรูหยอด 8 มิลลิเมตร (ถ้าใช้พันธุ์ข้าวเมล็ดยาว หรือต้องการให้ข้าวออกมากขึ้น อาจจะต้องคว้านรูใหญ่ขึ้นเป็น 9-12 มิลลิเมตร เป็นต้น) 1 กระบอกมีรู 4 แถว (ในการใช้งานจะใช้ทีละ 2 แถวโดยใช้แถบผ้ายืดหรือยางปิดแถวรูที่ไม่ต้องการ) ระยะห่างระหว่างแถวคงที่คือ 18 เซนติเมตร โดยใช้กำลังคนในการลากเครื่องหยอดเมล็ดข้าวงอก

ระยะห่างระหว่างกอสามารถเลือกระยะห่างได้ 2 แบบ คือ
1) แถวรูห่าง 7 รูต่อรอบ จะได้ระยะห่างระหว่างกอที่ 25 เซนติเมตร
2) แถวรูถี่ 14 รูต่อรอบ จะได้ระยะห่างระหว่างกอที่ 12.5 เซนติเมตร

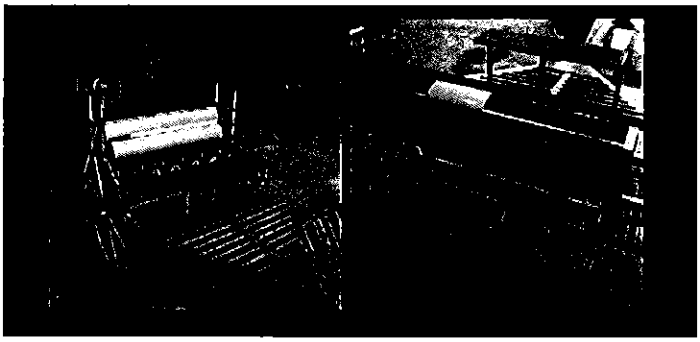


รูปที่ 2.8 เครื่องหยอดเมล็ดข้าวงอก [7]

เครื่องหยอดเมล็ดข้าวงอก โดยสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม (ดังรูปที่ 2.9)[8] มีหลักการทำงาน คือ ส่งกำลังจากล้อไปที่เพลาลูกโรยที่เป็นท่อพีวีซีเจาะรูไว้เพื่อให้ข้าวไหลลงรูที่เจาะไว้และร่วงลงที่ท่อปล่อยเมล็ด



(ก) เจาะรูที่ท่อ



(ข) เครื่องหยอด

รูปที่ 2.9 เครื่องหยอดเมล็ดข้าวงอก โดยสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม [8]

เครื่องหยอดเมล็ดข้าวงอก โดยศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก (ดังรูปที่ 2.10)[9] หลักการทำงานประกอบด้วยฐานรองรับส่วนกลไกลหยอดเมล็ดพันธุ์ ใช้วัสดุที่เป็นท่อพีวีซีตัดเป็นท่อน โดยเจาะรูครึ่งวงกลม 12 รู และนำสแตนเลสทำกล่องบรรจุเมล็ด โดยท่อนพีวีซีจะหมุน ตักเมล็ดข้าวจากกล่องเมล็ดข้าวงอก ลงแปลงปลูก ส่วนการขับเคลื่อนจะใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลัง

(ก) ตัวถัง

(ข) ถังบรรจุเมล็ด

(ค) เจาะรูที่ท่อ

รูปที่ 2.10 เครื่องหยอดเมล็ดข้าวจากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว

บทที่ 3
วิธีการทดสอบ

การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2 ประกอบด้วย การทดสอบในห้องปฏิบัติการ และการทดสอบใช้งานจริงในแปลงนา รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน มีดังต่อไปนี้

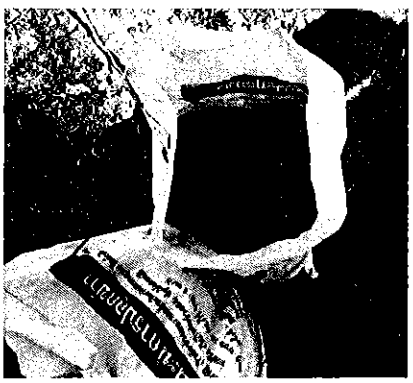
3.1 วิธีการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบในห้องปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง และสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกประกอบด้วย การทดลองหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก และเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องโรย และรายละเอียดของวิธีการศึกษาและทดสอบมีดังต่อไปนี้

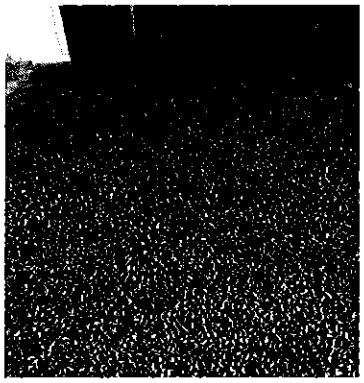
3.1.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอก

การเตรียมเมล็ดข้าวงอก

1. ชั่งเมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 จำนวน 20 กิโลกรัม
2. นำเมล็ดข้าวเปลือกจากข้อ 1) แช่น้ำทั้งกระสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำกระสอบเมล็ดข้าวขึ้นจากน้ำ และหุ้มเมล็ดข้าวไว้ภายในกระสอบเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยทำการรดน้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง
4. ก่อนนำเมล็ดข้าวงอกที่ได้ไปใช้ในการทดสอบ ให้นำออกผึ่งลมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ดังรูปที่ 3.1



(ก) กระสอบเมล็ดข้าว



(ข) เทออกผึ่งลม

รูปที่ 3.1 การเตรียมเมล็ดข้าวงอก

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อหาขนาดและความยาวรากเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ทดสอบ
2. เพื่อหามวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ด และความหนาแน่นมวลรวมของเมล็ดข้าวงอก
3. เพื่อหาค่าความชื้นของเมล็ดข้าวงอก
4. เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวงอก

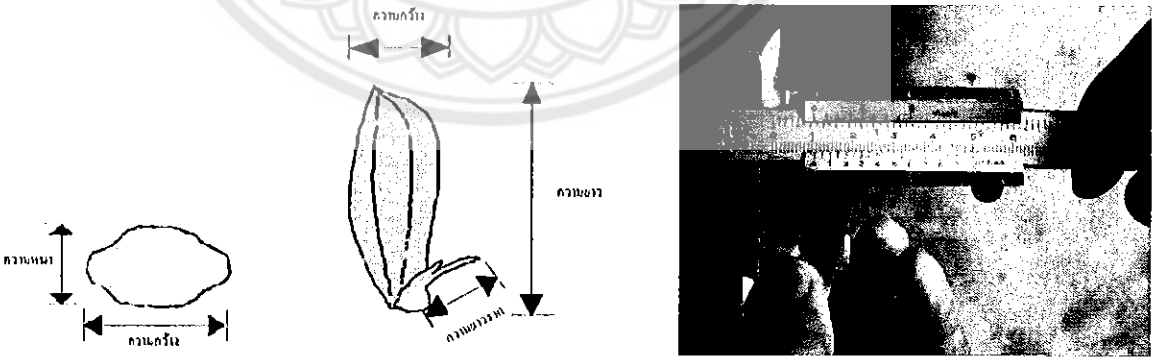
อุปกรณ์ที่ใช้

1. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์
2. เครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ MORITA รุ่น MS-3L
3. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล พิกัด 200 กรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (อ่านละเอียดได้ 0.01 กรัม)
4. ภาชนะทรงกระบอก
5. ภาชนะเพาะเมล็ด กล่องพลาสติก ฟองน้ำ กระดาษทิชชู่แบบหนา ยางรัด และถุงพลาสติก

วิธีการทดสอบ

1. การหาขนาดและความยาวราก

สุ่มเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 จำนวน 15 เมล็ด ทำการวัดขนาดความกว้าง ความยาว ความหนา และความยาวรากของเมล็ดข้าวงอก (ดังรูปที่ 3.2) โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ บันทึกผล และหาค่าเฉลี่ย



(ก) การระบุขนาดเมล็ดข้าวงอก (ข) การวัดความยาวเมล็ด

รูปที่ 3.2 ขนาดและความยาวรากของเมล็ดข้าวงอก

2. การหามวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ดและความหนาแน่นมวลรวม

1) สุ่มเมล็ดข้าวงอกมา 100 เมล็ด ชั่งหามวลแล้วบันทึกผล ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย

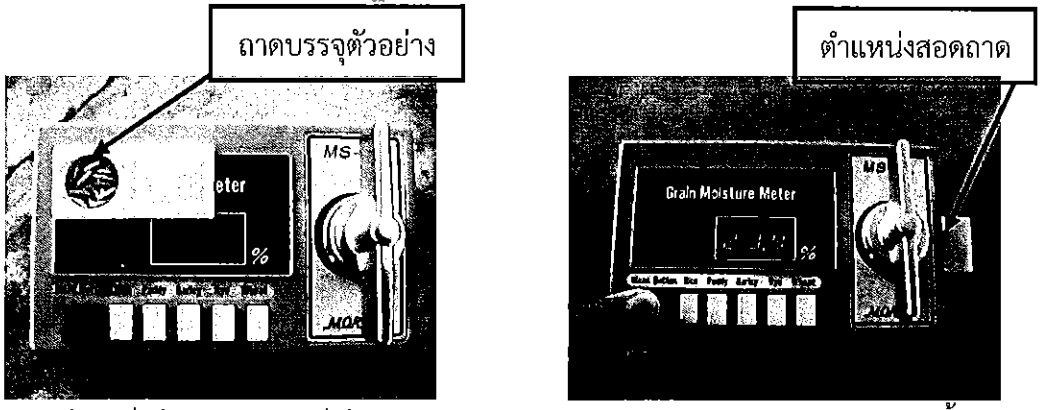
2) นำเมล็ดข้าวงอกใส่ภาชนะทรงกระบอกที่ทราบปริมาตร และปาดเมล็ดข้าวงอกส่วนที่เกินออกจากภาชนะทรงกระบอก นำเมล็ดข้าวงอกในภาชนะทรงกระบอกไปชั่งหามวล แล้วบันทึกผล ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความหนาแน่นมวลรวมจากสมการ 2.1 รูปที่ 3.3 แสดงการชั่งมวลเมล็ดข้าวงอก

(ก) การชั่งมวลเมล็ดข้าว 100 เมล็ด (ข) การชั่งมวลเมล็ดข้าวงอกในภาชนะทรงกระบอก

รูปที่ 3.3 การหามวลและความหนาแน่นมวลรวมของเมล็ดข้าวงอก

3. การหาความชื้นของเมล็ดข้าวงอก

สุ่มเมล็ดข้าวงอกประมาณ 10 - 12 เมล็ด นำมาทดสอบด้วยเครื่องวัดความชื้น (รูปที่ 3.4) ซึ่งทำงานโดยอาศัยการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของเมล็ดข้าวซึ่งขึ้นกับปริมาณความชื้นของเมล็ด โดยบรรจุเมล็ดข้าวตัวอย่างลงในถาดสำหรับใส่ตัวอย่าง (ถาดพลาสติกสีขาว) นำไปสอดเข้าที่ด้านขวาของเครื่อง หมุนมือหมุนให้แน่นเพื่อบดเมล็ดข้าวให้แตกออก บันทึกผล ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย ค่าที่เครื่องแสดงจะเป็นความชื้นฐานเปียก



(ก) ใส่เมล็ดข้าว 10-12 เมล็ดในถาดตัวอย่าง (ข) จอแสดงผลค่าความชื้น

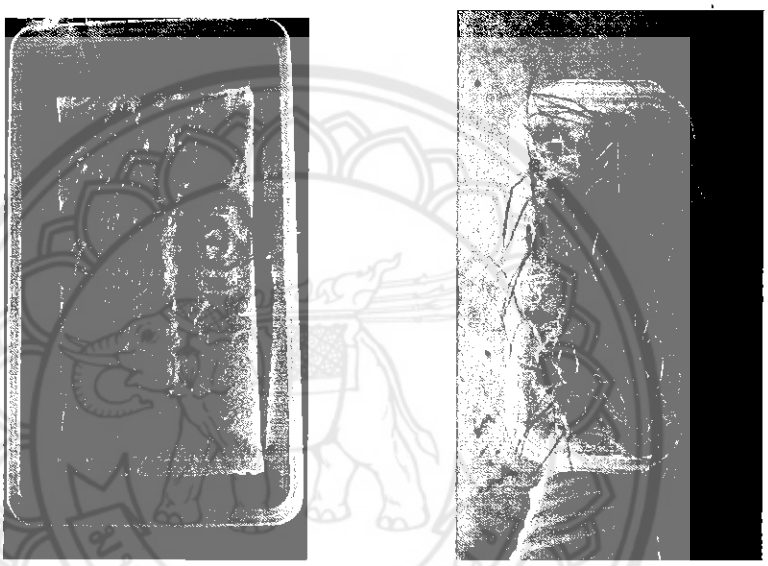
รูปที่ 3.4 การวัดค่าความชื้นของเมล็ดข้าวงอก

4. การหาเปอร์เซ็นต์การงอก

1) นำฟองน้ำมาตัดให้เท่ากับขนาดของกล่องพลาสติก แล้วนำกระดาษชำระแผ่นใหญ่มาวางด้านบน

2) สุ่มเมล็ดข้าวงอกจำนวน 100 เมล็ด ไปเพาะในกล่องเพาะเมล็ดที่เตรียมไว้ (รูปที่ 3.5) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

3) รดน้ำครั้งเดียวแล้วปิดกล่องให้สนิท ทิ้งไว้ 7 วัน แล้วทำการนับจำนวนต้นข้าวที่งอกบันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย



(ก) สุ่มเมล็ดข้าวงอกใส่กล่อง 100 เมล็ด (ข) หลังจากเพาะเมล็ด 7 วัน

รูปที่ 3.5 กล่องเพาะเมล็ดสำหรับหาเปอร์เซ็นต์การงอก

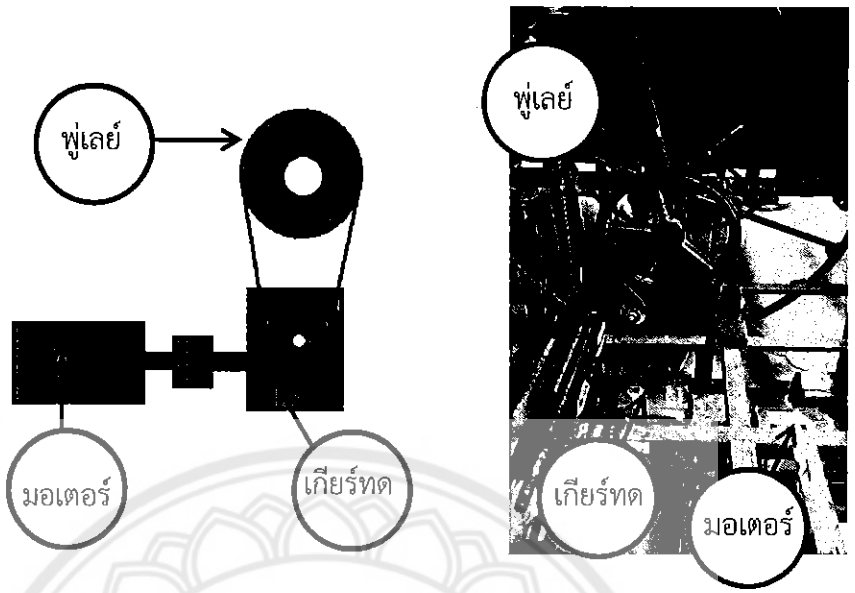
3.1.2 การทดสอบหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ได้จากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว การทดสอบในห้องปฏิบัติการจะใช้ชุดมอเตอร์และเกียร์ทดเป็นต้นกำลังในการหมุนล้อต้นกำลัง แทนการต่อพ่วงรถไถเดินตาม ทำให้สามารถทดสอบได้โดยที่เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกไม่ต้องเคลื่อนที่ การทดสอบจะกระทำที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตรคงที่ ที่ค่าความยาวร่องลูกโรย 6 ค่า ได้แก่ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 เซนติเมตร

อุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ รุ่นที่ 2

2. ชุดขับล้อต้นกำลัง ประกอบด้วยมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที เกียร์ทดอัตราทด 1 ต่อ 50 และโครงสำหรับยึดชุดมอเตอร์เข้ากับเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก ส่วนประกอบของชุดขับล้อต้นกำลังที่ออกแบบและสร้างขึ้นแสดงในรูปที่ 3.6



(ก) แผนภาพชุดขับล้อต้นกำลัง (ข) ชุดขับล้อต้นกำลังต่อกับเครื่องโรย

รูปที่ 3.6 ชุดขับล้อต้นกำลัง

ในการทดลองนี้ ชุดขับล้อต้นกำลังถูกออกแบบให้หมุนล้อต้นกำลังด้วยความเร็วรอบ 15.73 รอบต่อนาที ซึ่งจะเทียบเท่ากับเมื่อเครื่องโรยต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม ทำงานที่เกียร์ 1 และเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 3.20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

3. เมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 จำนวน 20 กิโลกรัม (ที่ได้ทำการเตรียมไว้ตามวิธีในหัวข้อ 3.1.1)

4. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 2 เครื่อง

5. เครื่องมือวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ Testo รุ่น 470

6. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล พิกัด 200 กรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (อ่านละเอียดได้ 0.01 กรัม)

7. ถาด ยางรัด และถุงพลาสติก

8. กล่องพลาสติกเพาะเมล็ดข้างงอก จำนวน 111 กล่อง

วิธีการทดสอบ

1. ติดตั้งชุดขับล้อต้นกำลังเข้ากับเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก

2. ปรับตั้งค่าระยะห่างระหว่างแถวให้เท่ากับ 25 เซนติเมตร ทำการจับฉลากเพื่อสุ่มลำดับค่าของความยาวร่องลูกโรยที่จะทำการทดลอง ผลการสุ่มจับฉลากแสดงในภาคผนวก ก.1

3. จัดให้ปลายขนแปรงปาดเมล็ดทุกอัน สัมผัสกับเพลาลูกโรยพอดี จากนั้นนำเมล็ดข้าวงอกใส่ถังบรรจุเมล็ด ถังละ 5 กิโลกรัม ทั้งสี่ถัง

4. นำถุงพลาสติกที่ใช้รองรับเมล็ดข้าว สวมเข้ากับปลายท่อปล่อยเมล็ดทั้ง 12 ท่อ ดังรูปที่ 3.7

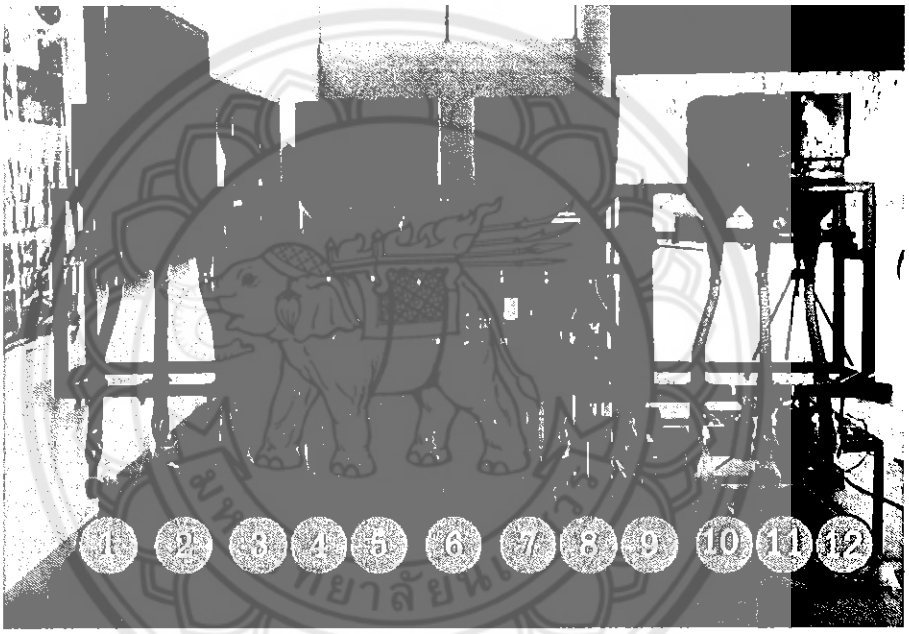
5. ตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยตามลำดับที่สุ่มไว้ในข้อ 2)

6. เปิดสวิตช์ให้มอเตอร์ของชุดขับล้อต้นกำลังหมุน สามารถตรวจสอบค่าความเร็วรอบของล้อต้นกำลังด้วยเครื่องมือวัดความเร็วรอบ จับเวลา 1 นาที แล้วปิดสวิตช์

7. นำเมล็ดข้าวงอกที่ไหลผ่านท่อปล่อยเมล็ดและตกลงในถุงทั้ง 12 ถุง ไปชั่งมวลแต่ละถุง และบันทึกผล

8. หลังจากชั่งมวลแล้ว ในแต่ละถุง สุ่มเมล็ดข้าวงอกจำนวน 100 เมล็ด 3 ครั้ง เพื่อนำไปเพาะหาเปอร์เซ็นต์การงอก

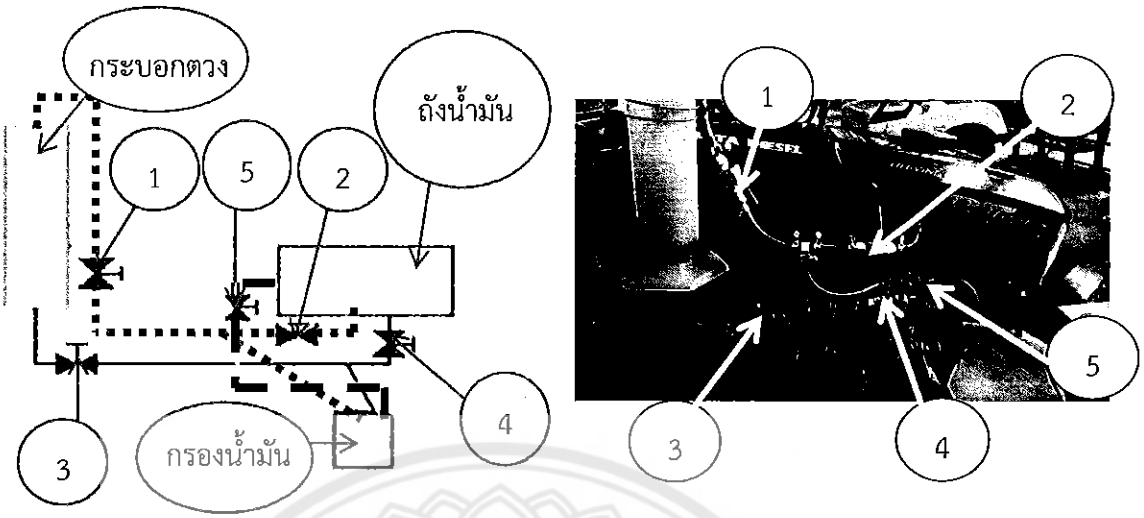
9. ทำซ้ำข้อ 4-8 โดยเปลี่ยนระยะความยาวร่องลูกโรยตามลำดับที่ได้สุ่มไว้



รูปที่ 3.7 การทดสอบหาอัตราการไหลเมล็ดข้าวงอกของเครื่องโรยในห้องปฏิบัติการ

3.1.3 การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องต้นกำลัง

เพื่อความสะดวกในการหาค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ของรถไถเดินตามที่ใช้เป็นต้นกำลังให้กับเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก ในโครงงานนี้ได้ออกแบบและสร้างชุดวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงขึ้น โดยนำไปติดตั้งเข้ากับเครื่องยนต์ของรถไถเดินตาม ดังแสดงในรูปที่ 3.8



(ก) ส่วนประกอบ (ข) การติดตั้งชุดวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ากับเครื่องยนต์ของรถไถเดินตาม

..... คือ เส้นน้ำมันไหลกลับถังน้ำมัน/กระบอกตวง

_ _ คือ เส้นที่น้ำมันไหลกลับถังน้ำมัน

——— คือ เส้นที่น้ำมันไหลจากถังน้ำมัน/กระบอกตวงไปที่กรองน้ำมัน

รูปที่ 3.8 ชุดวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง

ชุดวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

1. กระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตร พร้อมจุกปิด
2. สายน้ำมันสำหรับน้ำมันโซล่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มิลลิเมตร ยาว 150 เซนติเมตร
3. วาล์วปิดเปิด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มิลลิเมตร จำนวน 5 ตัว
4. ท่อสามทาง จำนวน 2 ตัว
5. สายรัดท่อ จำนวน 20 ตัว

วิธีการใช้

1. หากต้องการวัดปริมาณของน้ำมันที่ถูกใช้ ให้เติมน้ำมันที่กระบอกตวงประมาณ 600 มิลลิลิตร แล้วทำการเปิดวาล์ว 1 และ 3 และปิดวาล์ว 2, 4 และ 5 หลังทำงาน เติมน้ำมันลงไปให้อยู่ที่ระดับเดิมคือ 600 มิลลิลิตร บันทึกค่าปริมาณน้ำมันที่เติมลงไป

2. หากไม่ต้องการวัด และต้องการเปลี่ยนมาใช้น้ำมันจากถังของเครื่องยนต์ตามปกติ ทำได้โดยปิดวาล์ว 1, 3 และเปิดวาล์ว 2, 4 และ 5 แทน

3.2 การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในแปลง

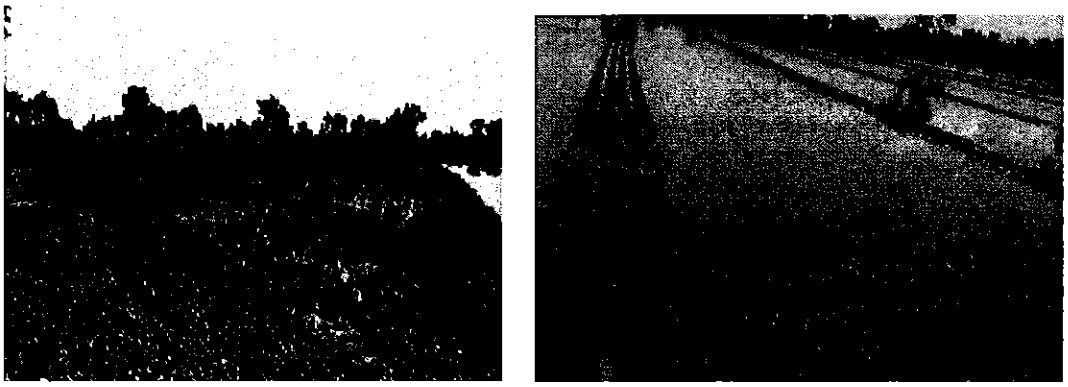
การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในแปลง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสมรรถนะทางไร่ ประสิทธิผล ประสิทธิภาพทางไร่ ระยะห่างระหว่างแถว ระยะห่างระหว่างกอ จำนวนเมล็ดต่อกอ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและการลื่นไถลของล้อต้นกำลัง รวมทั้งข้อมูลของแปลงนาที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ ชนิดดิน และความลึกโคลน ในโครงงานนี้แปลงนาทดสอบมีพื้นที่รวม 8 ไร่ 2 งาน ตั้งอยู่ที่ ต. บางระกำเมืองใหม่ อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก รายละเอียดของวิธีการทดสอบและอุปกรณ์ที่ใช้ มีดังต่อไปนี้

อุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2
2. รถไถเดินตามยี่ห้อ KUBOTA รุ่น RT120 เครื่องยนต์ 12 แรงม้า จำนวน 1 คัน
3. ชุดวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง โดยติดตั้งเข้ากับเครื่องยนต์ของรถไถเดินตาม
4. เมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 จำนวน 35 กิโลกรัม
5. น้ำมันเชื้อเพลิง จำนวน 3.79 ลิตร
6. เครื่องชั่งน้ำหนักพิกัด 3 กิโลกรัม
7. เครื่องวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ Testo รุ่น 470
8. เครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ MORITA รุ่น MS-3L
9. ตลับเมตรความยาว 5 เมตร
10. ตลับเมตรความยาว 40 เมตร
11. นาฬิกาจับเวลา 2 เครื่อง
12. ป้ายชื่อแปลงย่อย
13. เชือกฟาง
14. ท่อพีวีซีสำหรับปักหลัก และวัดความลึกโคลน
15. ถุงพลาสติก

3.2.1 วิธีการเตรียมแปลง

การเตรียมแปลงสำหรับการทดสอบในโครงงานนี้ ประกอบด้วยการสูบน้ำเข้าที่นาและขังน้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 2 วัน และใช้โรตารีต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ปั่นดิน 1 เที่ยว ใช้ขลุบต่อพ่วงรถไถเดินตามเพื่อทำเทือก และลูบเทือกเพื่อปรับระดับดินให้สม่ำเสมอ สุดท้ายทำการชักร่องเพื่อให้ระบายน้ำได้สะดวก ขั้นตอนการเตรียมแปลงทั้งหมดดำเนินการโดยเกษตรกรในพื้นที่ รูปแปลงทดสอบก่อนและหลังการเตรียมดิน แสดงดังรูปที่ 3.9



(ก) ขังน้ำในแปลง (ข) หลังการทำเทือกและชักร่องน้ำ

รูปที่ 3.9 แปลงทดสอบ ก่อนและหลังการเตรียมดิน

3.2.2 การวางผังแปลงย่อยเพื่อการทดสอบ

แปลงนาที่ใช้ทดสอบมีพื้นที่รวม 8 ไร่ 2 งาน ซึ่งถูกแบ่งด้วยคันนาเดิมออกเป็น 4 แปลง ในโครงงานนี้ได้จัดให้หนึ่งในสี่แปลงนั้นเป็นแปลงควบคุม คือเป็นแปลงที่จะทำการปลูกด้วยการหว่านด้วยเครื่องพ่นยาซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ โดยอีกสามแปลงที่เหลือได้ถูกแบ่งออกเป็นแปลงย่อยขนาด 13×65 ตารางเมตร จำนวน 9 แปลง ความกว้างแปลงย่อย 13 เมตรถูกกำหนดเพื่อให้เครื่องโรยซึ่งกว้าง 3 เมตร สามารถวิ่งไป-กลับได้ 2 เที่ยว โดยเผื่อระยะขอบแปลงไว้ข้างละ 0.5 เมตร (รูปที่ 3.10) จำนวนแปลงย่อยนั้นกำหนดจากเงื่อนไขการทดสอบที่จะดำเนินการโรยที่ค่าความยาวร่องลูกโรย 3 ค่า คือ 2.0, 3.0 และ 4.0 เซนติเมตร โดยจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ จึงต้องการแปลงย่อยทั้งหมดจำนวน $3 \times 3 = 9$ แปลงย่อย การทดสอบจะดำเนินการที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

รายละเอียดของผังแปลงย่อยของแปลงนาทดสอบ แสดงในภาคผนวก ข โดยตำแหน่งของแปลงย่อยสำหรับแต่ละเงื่อนไขการทดสอบนั้นกำหนดโดยการจับฉลาก

รูปที่ 3.10 แปลงย่อยสำหรับการทดสอบ

3.2.3 การเก็บข้อมูล

1) การเก็บข้อมูลแปลงทดสอบ

ข้อมูลแปลงทดสอบที่เก็บในโครงงานนี้ คือ ชนิดของดินและความลึกโคลน การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์หาชนิดดิน กระทำโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบกระจายเต็มพื้นที่แปลงทดสอบจำนวน 9 จุด และนำดินมารวมกัน เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งใช้การวิเคราะห์และจำแนกเนื้อดิน (soil texture) โดยวิธี Hydrometer method รายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์ มีดังต่อไปนี้

อุปกรณ์

1. Mechanical analysis stirrer (ASTM stirring apparatus A)
2. Soil dispersion cup
3. Soil testing graduated cylinder (Bouyoucos jar)
4. Standard hydrometer (ASTM 152 H)
5 .เทอร์โมมิเตอร์

วิธีการทดลอง

1. การกำจัดอินทรียวัตถุในดิน

1.1 เติมน้ำ 50 มิลลิลิตร และ H_2O_2 (30%) 5 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์

1.2 ปิดปากบีกเกอร์ให้สนิทด้วยกระจกนาฬิกา (watch glass) ถ้าหากปฏิกิริยาเกิดขึ้นรุนแรงสามารถลดปฏิกิริยาดังกล่าว โดยการนำบีกเกอร์ไปแช่ในอ่างน้ำเย็น

1.3 นำบีกเกอร์ไปอุ่นให้ร้อนบน hotplate ซึ่งมีอุณหภูมิ 90-400°C

1.4 สังเกตว่า H_2O_2 ได้ไล่อินทรียวัตถุไปหมดหรือไม่ ถ้ายังไม่หมด (ดูจากปฏิกิริยาและสีของดิน) ก็สามารถเติม H_2O_2 ลงไปอีกจนไม่ปรากฏปฏิกิริยาใดๆ ทั้งสิ้น

1.5 ตั้งบีกเกอร์ทิ้งไว้บน hot plate ต่อไปได้อีกประมาณ 30 ถึง 60 นาที เพื่อไล่ส่วนเกินของ H_2O_2 ให้หมดไป

1.6 นำดินไปอบที่อุณหภูมิ 105°C นาน 24 ชั่วโมง เมื่อแห้งแล้วนำดินออกจากตู้อบใส่โถดูดความชื้น แล้วนำไปชั่ง เพื่อหามวลดินรวมเก็บไว้ใช้คำนวณต่อไป

2. การวิเคราะห์

2.1 นำตัวอย่างดินซึ่งร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร อบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำออกมาใส่ desiccator ทิ้งไว้ให้เย็น

2.2 บดดินให้ละเอียดแล้ว ชั่งดิน 50 กรัม (ถ้าเป็นดินทรายใช้ 100 กรัม)ใส่ลงในโถดูดความชื้นเติม calgon 5% ลงไป 15 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ $\frac{1}{2}$ ถ้วย ปั่นดินเป็นเวลา 5 นาที (สำหรับดินทราย) หรือ 10 นาที (สำหรับดินเหนียว)

2.3 เทตัวอย่างดินลงในกระบอกตวง เติมน้ำให้ถึงขีดที่กำหนด (ดิน 50 กรัม ทำเป็น 1,130 มิลลิลิตร, ดิน 100 กรัม ทำเป็น 1,205 มิลลิลิตร) ปิดฝาเขย่ากลับไปกลับมาจนกระทั่งเม็ดดินอยู่ในสภาพแขวนลอย วางกระบอกตวง ลงบนโต๊ะแล้วเริ่มจับเวลาทันที

2.4 เมื่อครบ 40 วินาที หย่อน hydrometer ลงในสารละลายดิน บันทึกค่า hydrometer และอุณหภูมิของสารละลาย

2.5 บันทึกค่า hydrometer และอุณหภูมิของสารละลายดินอีกครั้งเมื่อครบ 2 ชั่วโมง

2.6 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินและจำแนกเนื้อดินจากแผนภาพวิเคราะห์ชนิดดิน (แสดงในภาคผนวก ข.2)

(ก) สารละลายดินและ Blank (สารละลายเปรียบเทียบ) (ข) ชั่งดินที่บดแล้ว 50 กรัม

(ค) การบดดิน

รูปที่ 3.11 การกำจัดอินทรียวัตถุในดิน

การวัดค่าความลึกของโคลนในแปลงทดสอบ กระทำโดยสุ่ม วัดความลึกโคลน 3 จุดในแปลงทดสอบย่อย โดยนำท่อพีวีซีที่เตรียมไว้จุ่มลงในโคลนจนกระทั่งถึงดินที่แข็งแล้วนำขึ้นมาวัดความยาวของรอยโคลนที่ติดอยู่ (รูป 3.12) บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย

รูปที่ 3.12 การวัดความลึกโคลน

2) การวัดค่าอัตราเร็วในการเคลื่อนที่และเปอร์เซ็นต์การลื่นไถล

นำเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว รุ่นที่ 2 ต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม ขับในแปลงนาทดสอบเป็นระยะทางตรง 20 เมตร โดยใช้เกียร์ 1 และความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 1,300 รอบต่อนาที และจับเวลา ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

การทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลังของเครื่องโรย ทำโดยวัดระยะทางการเคลื่อนที่จริงของล้อต้นกำลัง เมื่อล้อต้นกำลังหมุนไปเป็นจำนวน 10 รอบ บันทึกผล ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

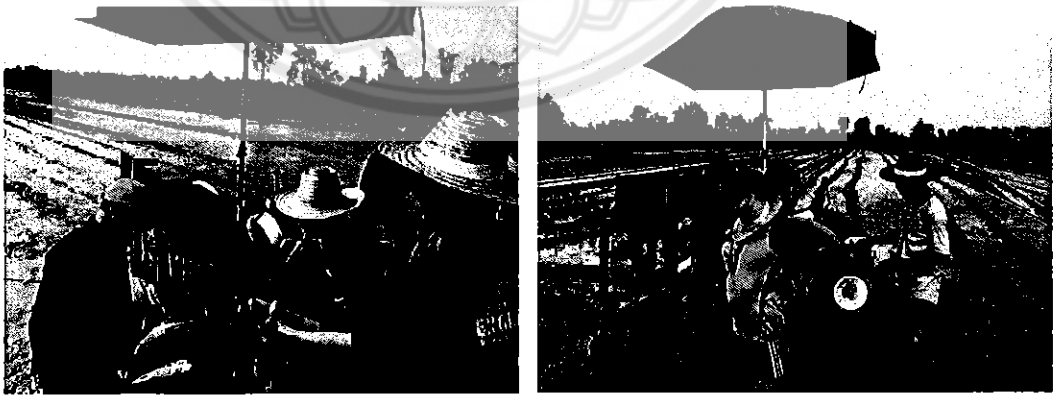
3) การหาประสิทธิภาพทางไร่

การหาประสิทธิภาพทางไร่ต้องเก็บข้อมูลเวลาการทำงานรวมที่ใช้ในการโรยหนึ่งแปลงย่อยและเวลาที่ได้งาน (นั่นคือเวลาที่ใช้ในการโรยจากหัวแปลงไปยังท้ายแปลงเท่านั้น ไม่รวมเวลาเลี้ยว) โดยจะใช้การจับเวลาด้วยนาฬิกา 2 เครื่อง เครื่องที่ 1 ใช้จับเวลาเมื่อเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวเริ่มการทำงานในแปลงจนกระทั่งจบการทำงานในแปลงนั้นๆ โดยเครื่องที่ 2 จะใช้จับเวลาเฉพาะเมื่อทำการโรยอย่างเดียว การทดลองจับเวลาในแปลงแสดงดังรูป 3.13

รูปที่ 3.13 การจับเวลาการทำงานของเครื่องโรยในแปลง

4) การหาอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่

อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่หาได้โดยนำข้อมูลปริมาณเมล็ดข้าวงอกที่ถูกใช้ในหนึ่งแปลงย่อย หารด้วยพื้นที่ของแปลงย่อยนั้นๆ ปริมาณเมล็ดข้าวงอกที่ถูกโรยในแต่ละแปลงย่อยมีวิธีการหาโดยก่อนการโรยแต่ละครั้ง ให้ทำการเติมเมล็ดข้าวงอกลงในถังบรรจุให้ได้ตามระดับที่กำหนดไว้ หลังจากโรยเสร็จในแต่ละแปลงย่อยแล้ว ให้เติมเมล็ดข้าวงอกลงในถังบรรจุให้อยู่ในระดับเดิม และบันทึกมวลของเมล็ดข้าวงอกที่ถูกเติมลงไป รูปที่ 3.14 แสดงการเติมและชั่งเมล็ดข้าวงอกในแปลง

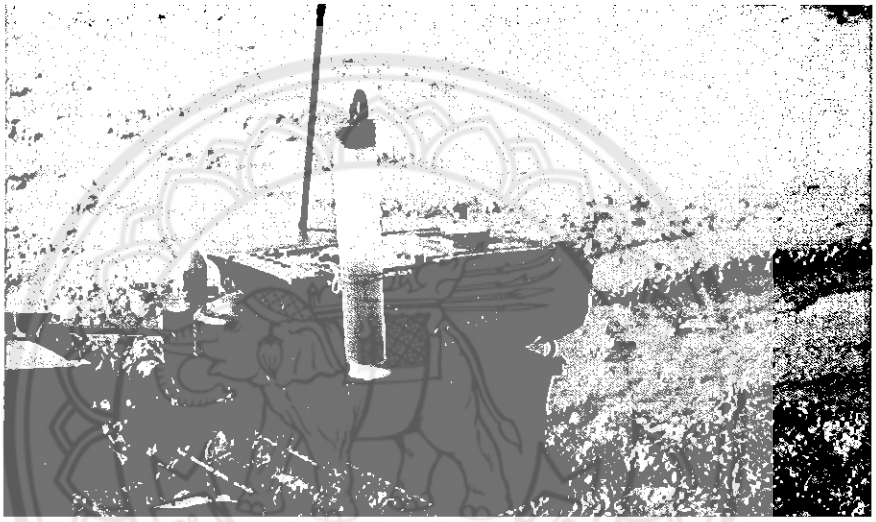


(ก) การเติมเมล็ดข้าวงอก (ข) การชั่งเมล็ดข้าวงอก

รูปที่ 3.14 การหาอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ในแปลง

5) การหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน

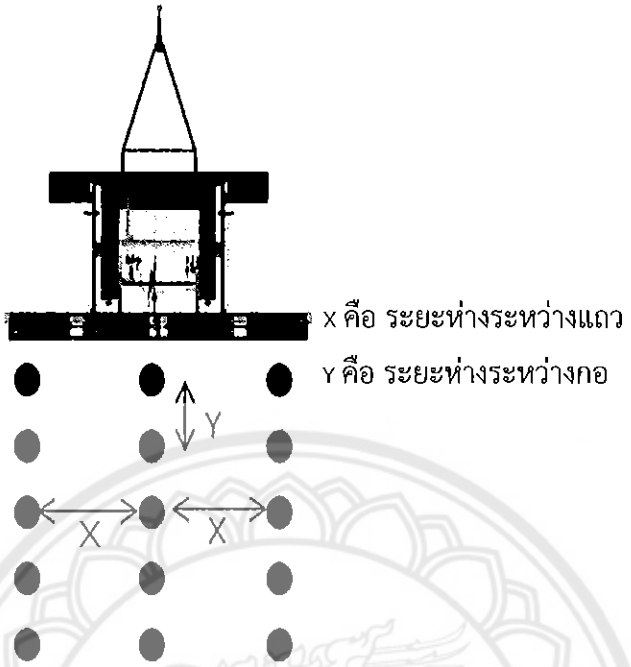
การหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่ถูกใช้ในแปลง หาได้จากปริมาณน้ำมันที่ถูกใช้ไปในแต่ละแปลงย่อยหารด้วยพื้นที่ของแปลงย่อยนั้นๆ การเก็บข้อมูลในแปลง ทำโดยก่อนเริ่มการโรยให้ทำการเติมน้ำมันลงในกระบอกตวงของชุดวัดปริมาณน้ำมันที่ติดตั้งไว้กับตัวเครื่องยนต์ของรถไถเดินตามให้ได้เท่ากับ 600 มิลลิลิตร (รูป 3.15) หลังทำงานเสร็จ ให้เติมน้ำมันลงในกระบอกตวงให้อยู่ที่ระดับเดิมคือ 600 มิลลิลิตร และบันทึกค่าน้ำมันที่เติมลงไป



รูปที่ 3.15 การหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันในแปลง

6) การเก็บข้อมูลข้าวหลังการโรย

การเก็บข้อมูลข้าวหลังการโรยในโครงงานนี้จะดำเนินการหลังจากปลูกได้ 7 วัน เพื่อให้เมล็ดข้าวงอก เติบโตเป็นต้นกล้าเห็นได้ชัดเจน ข้อมูลที่เก็บได้แก่ ระยะห่างระหว่างแถว ระยะห่างระหว่างกอ และจำนวนเมล็ดต่อกอ (รูปที่ 3.16) การวัดระยะห่างระหว่างแถวของแปลงย่อยแต่ละแปลงจะวัดแปลงละ 3 จุด คือ บริเวณหัวแปลง กลางแปลง และท้ายแปลง ตำแหน่งที่ทำการวัดระยะห่างระหว่างกอและนับจำนวนเมล็ดต่อกอ วัดระยะจากหัวแปลงและท้ายแปลงเข้ามาเป็นระยะทาง 5 เมตร และวัดระยะห่างระหว่างกอเป็นระยะทาง 3.5 เมตร



รูปที่ 3.16 ระยะห่างระหว่างแถวและระหว่างกอ

บทที่ 4
ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และในแปลงนา ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่2 และการวิเคราะห์ผล สรุปได้ดังต่อไปนี้

4.1 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอก

เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดลองเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวทั้งในห้องปฏิบัติการและแปลงนาคือเมล็ดพันธุ์พิษณุโลก 2 จากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก การเตรียมเมล็ดข้าวงอกทำโดยการนำข้าวเปลือกไปแช่น้ำทั้งกระสอบ 24 ชั่วโมง และนำมาหุ้มในกระสอบ 24 ชั่วโมง ระหว่างการหุ้มทำการรดน้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง และนำมาผึ่งลม 2 ชั่วโมง เมล็ดข้าวงอกที่ได้จะมีรากงอกออกเป็นลักษณะตุ่มตา แสดงดังรูปที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพและเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ในการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1

รูปที่ 4.1 เมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ

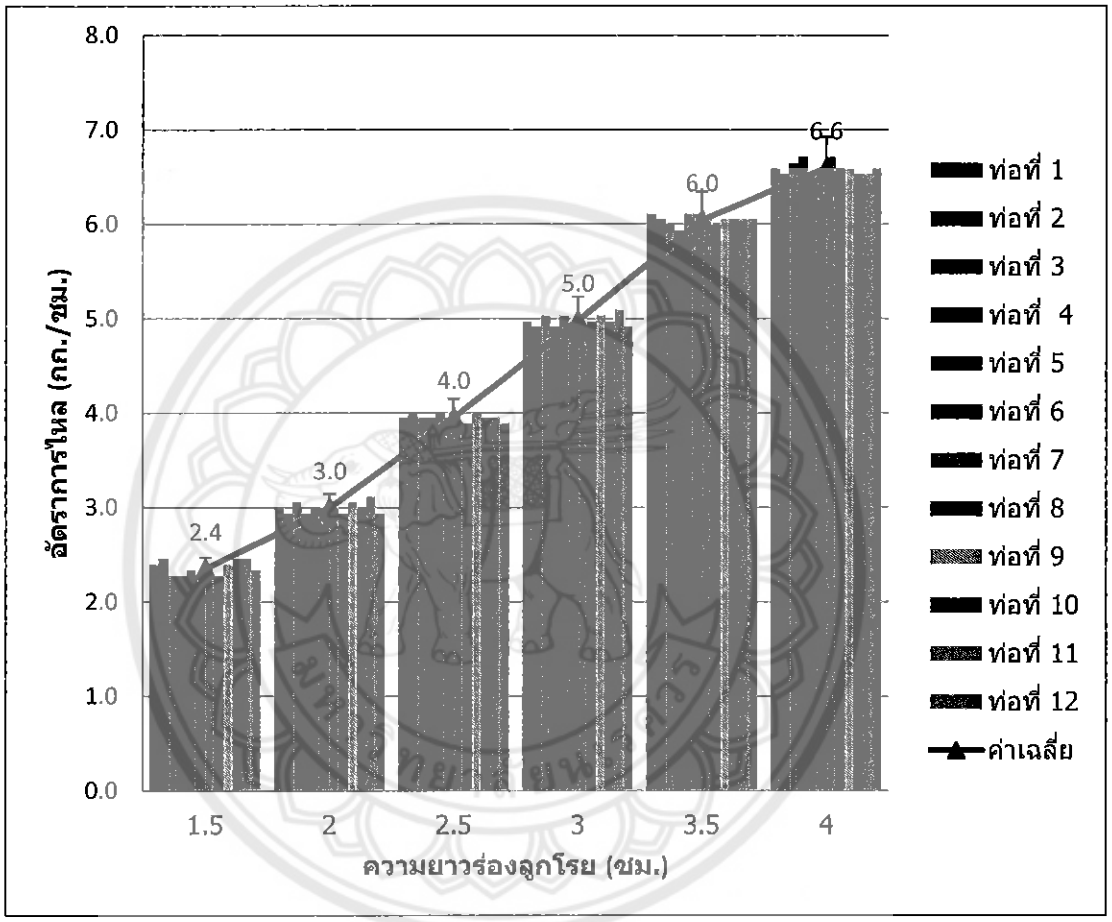
ตารางที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2

ลักษณะทางกายภาพ	ค่าเฉลี่ย
ขนาดของเมล็ดเฉลี่ย	
- กว้าง (มิลลิเมตร)	2.53
- ยาว (มิลลิเมตร)	10.65
- หนา (มิลลิเมตร)	2.04
ความยาวรากเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	2.44
ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	22.67
มวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ดเฉลี่ย (กรัม)	3.75
ความหนาแน่นมวลรวมเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	661.0
เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	97

4.2 ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ในห้องปฏิบัติการ

4.2.1 ผลการทดสอบอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก

ผลการทดสอบหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 22.7 (ฐานเปียก) เมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ในห้องปฏิบัติการ แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 อัตราการไหลเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ของเมล็ดข้าวงอกที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ที่ความยาวร่องลูกโรยต่างๆ เมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2

จากรูปที่ 4.2 ที่ค่าความยาวร่องลูกโรยหนึ่งๆ อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ผ่านท่อปล่อยเมล็ดแต่ละท่อมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยมีค่าแตกต่างกันไม่เกิน ±5 เปอร์เซ็นต์จากค่าเฉลี่ย เมื่อปรับให้ความยาวร่องลูกโรยมีค่ามากขึ้น จะทำให้อัตราการไหลเมล็ดข้าวงอกเพิ่มขึ้น ค่าอัตราการไหลเฉลี่ยที่ได้เท่ากับ 2.4, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 6.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมงที่ความยาวร่องลูกโรย 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 เซนติเมตรตามลำดับ ค่าอัตราการไหลเฉลี่ยนี้สามารถนำไปหาอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ได้ ตารางที่ 4.2 แสดงผลการคำนวณอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอก (ความชื้น 22.7% ฐานเปียก) ต่อพื้นที่ที่ค่าความยาวร่องลูกโรยต่างๆ เมื่อใช้ระยะห่างระหว่างแถว 20 และ 25 เซนติเมตร โดยสองคอลัมน์สุดท้ายของตารางที่ 4.2 แสดงอัตราการใช้เมล็ดต่อพื้นที่ เมื่อคิดเป็นมวลของเมล็ดข้าวเปลือกซึ่งยังไม่ได้แช่น้ำ (ความชื้น 14% ฐานเปียก)

ตารางที่ 4.2 อัตราการใช้เมล็ดข้าวต่อพื้นที่ ที่ความยาวร่องลูกโรยต่างๆ

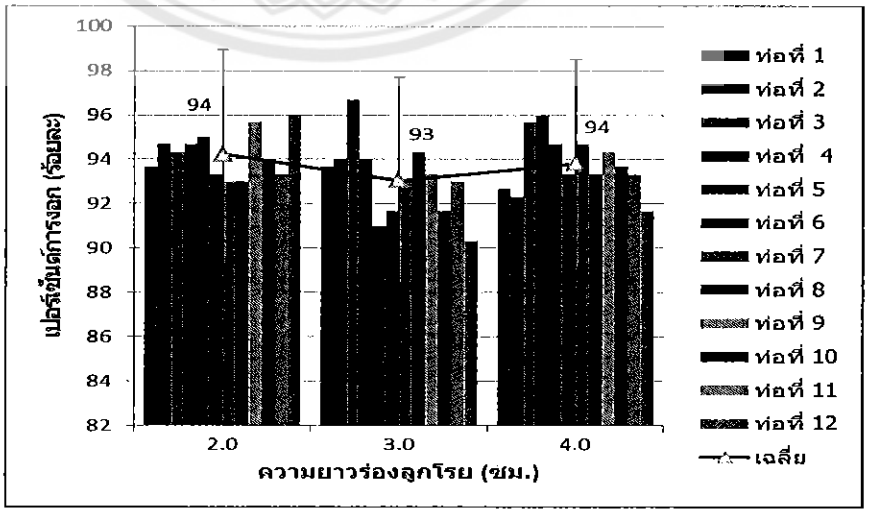
ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	อัตราการใช้เมล็ดต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)			
	ข้าวเปลือก*		ข้าวงอก**	
	ระยะห่างระหว่างแถว		ระยะห่างระหว่างแถว	
	20 ซม.	25 ซม.	20 ซม.	25 ซม.
1.5	5.28	4.22	5.87	4.69
2.0	6.73	5.38	7.48	5.98
2.5	8.87	7.09	9.87	7.89
3.0	11.18	8.95	12.43	9.95
3.5	13.57	10.85	15.09	12.07
4.0	14.80	11.84	16.46	13.17

*ความชื้น 14 % ฐานเปียก **ความชื้น 22.7 % ฐานเปียก

จากตารางที่ 4.2 พบว่าอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่สูงขึ้น เมื่อเพิ่มความยาวร่องลูกโรยขึ้นของแต่ละระยะห่างระหว่างแถว โดยระยะห่างระหว่างแถวมีผลต่ออัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ เมื่อใช้ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร จะใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่มากกว่าที่แต่ละความยาวร่องลูกโรย เมื่อเทียบกับระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร และอัตราการใช้เมล็ดต่ำสุดเท่ากับ 4.95 กิโลกรัมต่อไร่ที่ความยาวร่อง 1.5 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร และอัตราการใช้เมล็ดสูงสุดเท่ากับ 17.35 กิโลกรัมต่อไร่ที่ความยาวร่อง 4.0 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร

4.2.2 ผลเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวงอก

ผลการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 แสดงดังรูปที่ 4.3



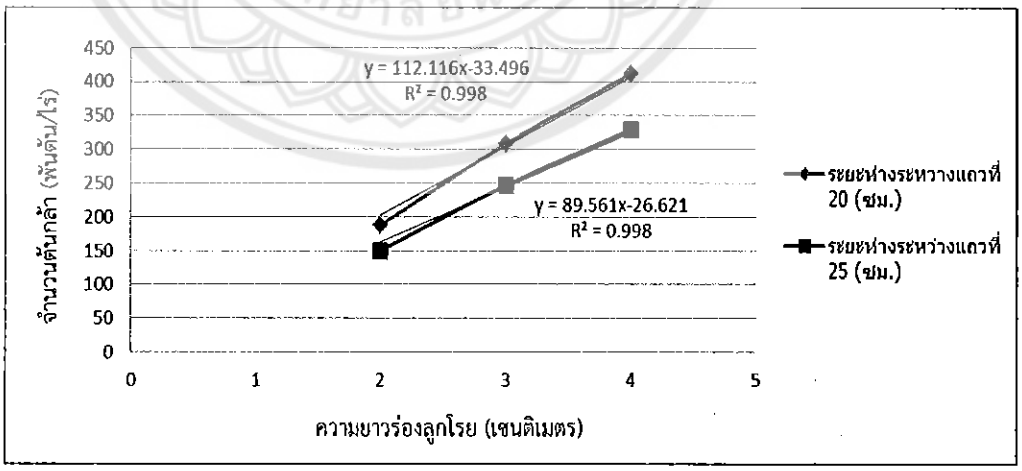
รูปที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวงอก ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตรเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2

จากกราฟในรูปที่ 4.4 พบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของแต่ละความยาวร่องลูกโรย อยู่ในช่วง 93-94 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ทุกความยาวร่องลูกโรยและระยะห่างระหว่างแถว มีเปอร์เซ็นต์การงอกค่อนข้างสม่ำเสมอ คือ มีค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน ±5 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเพียง 3-4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบจากเปอร์เซ็นต์การงอกก่อนผ่านเครื่องโรย (เท่ากับ 97 เปอร์เซ็นต์)

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2

ระยะห่างระหว่างแถว	ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
25 เซนติเมตร	2.0	94.22
	3.0	93.06
	4.0	93.81

ค่าอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ และเปอร์เซ็นต์การงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวนั้น สามารถนำไปสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่กับความยาวร่องลูกโรยได้ เราสามารถใช้สมการความสัมพันธ์นี้เพื่อประมาณจำนวนต้นกล้าที่จะได้ที่ระยะความยาวร่องลูกโรยต่างๆ หรือใช้หาค่าความยาวร่องลูกโรยที่เหมาะสมสำหรับจำนวนต้นกล้าที่ต้องการได้ กราฟแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่กับความยาวร่องลูกโรย ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 และ 25 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่กับความยาวร่องลูกโรย ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 และ 25 เซนติเมตร

จากกราฟในรูปที่ 4.5 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวร่องลูกโรยที่ใช้และจำนวนต้นกล้าที่คาดว่าจะได้ต่อพื้นที่ 1 ไร่ นั้น มีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้น การใช้ประโยชน์จากสมการความสัมพันธ์ที่ได้นี้ ตัวอย่างเช่น กรณีที่เกษตรกรต้องการให้มีจำนวนต้นกล้าเท่ากับ 300,000 ต้นใน 1 ไร่ ซึ่งเป็นอัตราทั่วไปที่แนะนำสำหรับนาหว่านตม เมื่อปลูกโดยใช้ระยะห่างระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ให้แทนค่า y = 300,000 ลงในสมการ y = 112116x – 33496, เมื่อแก้สมการจะได้ x = 2.97 นั่นคือให้ตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยเท่ากับ 3.0 เซนติเมตร และเมื่อปลูกโดยใช้ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ให้แทนค่า y = 300,000 ลงในสมการ y =89561x – 26621, เมื่อแก้สมการจะได้ x = 3.65 นั่นคือให้ตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยเท่ากับ 4.0 เซนติเมตร เป็นต้น

4.2.3 ปัญหาที่พบในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการพบว่าแปรงปาดเมล็ดจะมีผลต่อความสม่ำเสมอของอัตราการไหลในแต่ละท่อเป็นอย่างมาก ปัจจัยที่สำคัญคือระยะห่างระหว่างปลายขนแปรงกับเพลาลูกโรย และคุณภาพของขนแปรง ถ้าขนแปรงเกิดการเสียรูป หรือเปื้อนสี (รูปที่ 4.5) จะส่งผลให้ปาดเมล็ดได้ไม่ดี ก่อนการใช้งานจึงควรตรวจสอบสภาพแปรงและปรับตั้งให้ปลายขนแปรงแตะกับเพลาลูกโรยพอดี

(ก) ขนแปรงเสียรูป (ข) ขนแปรงเปื้อนสี

รูปที่ 4.5 ปัญหาที่เกิดขึ้นกับแปรงปาดเมล็ด

4.3 ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในแปลงนา

4.3.1 สรุปผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

แปลงนาที่ใช้ในการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 เป็นดินชนิดดินทรายแป้ง (clay loam) ประกอบด้วยดินเหนียวร้อยละ 39.00 ทรายร้อยละ 43.92 และตะกอนร้อยละ 17.08 (แผนภาพแสดงการวิเคราะห์ชนิดดิน แสดงในภาคผนวก ข.2) ความลึกโคลนในแปลงเฉลี่ย 19.31 เซนติเมตร เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ คือ พันธุ์พิษณุโลก 2 ความชื้นเฉลี่ย 24.3 % (ฐานเปียก) ในการทดสอบใช้งานในแปลง เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบถูกต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 2.61 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทำการโรยที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ที่ค่าความยาวร่องลูกโรย 2.0, 3.0 และ 4.0 เซนติเมตร ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในแปลงนา สรุปแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ในแปลงนาที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

คุณลักษณะ	ความยาวร่องลูกโรย (ซม.)		
	2.0	3.0	4.0
อัตราเร็วเฉลี่ย (กม./ชม.)	2.64	2.60	2.60
การลื่นไถลเฉลี่ย (ร้อยละ)	-10.4	-11.7	-10.4
ระยะห่างระหว่างแถวเฉลี่ย (ซม.)	25.1	24.9	25.1
ระยะห่างระหว่างกอเฉลี่ย (ซม.)	23.3	23.3	23.6
จำนวนเมล็ดต่อกอเฉลี่ย (เมล็ด)	3.5	4.5	10.3
อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกเฉลี่ย* (กก./ไร่)	8.59	10.73	15.47
อัตราการใช้เมล็ดข้าวเปลือกเฉลี่ย** (กก./ไร่)	7.6	9.4	13.6
อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเฉลี่ย (ลิตร/ไร่)	0.28	0.23	0.32
ประสิทธิภาพทางไร่เฉลี่ย (ร้อยละ)	84.3	86.4	82.6
สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผลเฉลี่ย (ไร่/ชม.)	4.17	4.22	4.03

* ความชื้นเฉลี่ย 24.3% (ฐานเปียก) ** ความชื้นเฉลี่ย 14% (ฐานเปียก)

จากตารางที่ 4.4 พบว่าอัตราเร็วการเคลื่อนที่ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกเมื่อทดสอบในแปลงค่อนข้างคงที่เพราะระหว่างการทดสอบได้ทำการล็อคคันเร่งของรถไถเดินตามไว้ จากผลการทดสอบพบว่าเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลังของเครื่องโรยมีค่าติดลบเฉลี่ยเท่ากับ -10.8% สันนิษฐานว่าเกิดจากการที่รถไถเดินตามฉุดให้เครื่องโรยเคลื่อนที่ไปโดยล้อต้นกำลังของเครื่องโรยถูกลากไปพร้อมกับการหมุน เนื่องจากล้อต้นกำลังติดครีบเฉพาะด้านในวงล้อและระหว่างการทดสอบมีโคลนดินเหนียวเข้าไปติดครีบล้อเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ล้อต้นกำลังหมุนได้ไม่ดีเท่าที่ควร จากผลการทดสอบวัดเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลซ้ำบนพื้นแข็ง (พื้นสนามหญ้า) พบว่า เปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลังเครื่องโรยมีค่าติดลบเฉลี่ยลดลงเหลือ -3% เนื่องจากไม่มีปัญหาโคลนติดครีบล้อ รายละเอียดของผลการทดสอบบนพื้นสนามหญ้าแสดงในตาราง ข.23 ในภาคผนวก และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่คงที่ เนื่องจากดินในแปลงนาจะมีความเหนียวไม่เท่ากันและผู้ขับไม่ชำนาญการขับรถไถเดินตามที่ต่อพวงเครื่องโรย

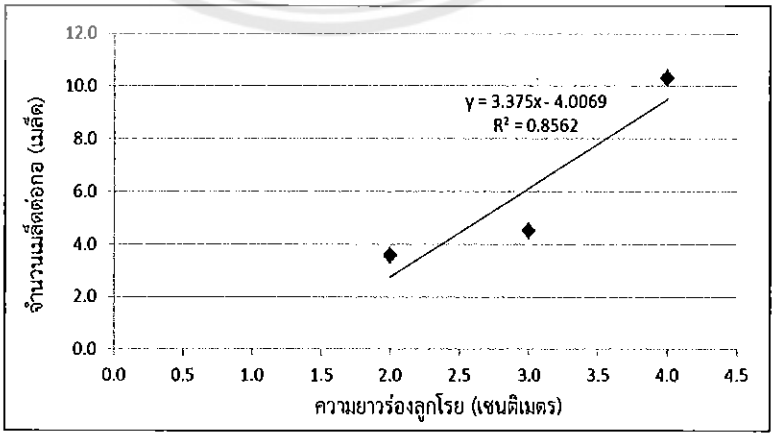
ระยะห่างระหว่างแถวที่โรยได้จริงเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกับค่าออกแบบ มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±5 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 4.6 นอกจากนี้พบว่าแถวที่โรยยังไม่ค่อยตรง เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์หรือเครื่องหมายช่วยในการเล็งแนว และผู้ขับยังขาดประสบการณ์ในการขับรถไถเดินตามที่ต่อพวงเครื่องโรย

รูปที่ 4.6 ระยะห่างระหว่างแถวของต้นข้าว ในแปลงทดสอบ

เมล็ดข้าวงอกที่ถูกโรยด้วยเครื่องโรยนี้มีลักษณะที่ค่อนข้างมองเห็นเป็นกอ จากลักษณะการโรยดังกล่าวข้างต้นนี้ ทำให้สามารถบันทึกระยะห่างระหว่างกอรวมถึงจำนวนเมล็ดต่อกอได้

สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎีของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 เมื่อใช้งานที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 4.88 ไร่ต่อชั่วโมง และสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (สมรรถนะทางไร่จริง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ไร่ต่อชั่วโมง

ผลแสดงจำนวนเมล็ดต่อกอเฉลี่ยที่สามารถนับได้หลังจากโรย 7 วันแสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดต่อกอกับความยาวร่องลูกโรยที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

จากกราฟรูปที่ 4.7 พบว่าจำนวนเมล็ดต่อกอมีความสัมพันธ์ต่อความยาวร่องลูกโรยที่ใช้ โดยจำนวนเมล็ดต่อกอจะเพิ่มขึ้นเมื่อความยาวร่องลูกโรยเพิ่มขึ้น ที่ความยาวร่องลูกโรย 2.0, 3.0 และ 4.0 เซนติเมตรจะมีจำนวนเมล็ดต่อกอเฉลี่ย 3.5, 4.5 และ 10.3 เมล็ด ตามลำดับ โดยจำนวนเมล็ดต่อกอ, y มีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นกับความยาวร่องลูกโรย, x ในรูปแบบ $y = 3.375x - 4.0069$ สมการนี้สามารถนำไปใช้ประมาณจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อกอที่ความยาวร่องลูกโรยต่างๆ หรือในทางกลับกัน คือ ใช้คำนวณค่าความยาวร่องลูกโรยที่ต้องใช้เมื่อทราบจำนวนเมล็ดต่อกอ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการให้มีจำนวนเมล็ด 8 เมล็ดต่อกอ เมื่อปลูกโดยใช้ระยะห่างระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ให้แทน $y = 8$ ลงในสมการ $y = 3.375x - 4.0069$ จะได้ $x = 3.55$ นั่นคือให้ตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยเท่ากับ 3.5 เซนติเมตร เป็นต้น

4.3.2 ปัญหาที่พบระหว่างการทดสอบในแปลง

(1) หลังจากการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกในแปลงนา 1 วัน เกิดฝนตกลงมาทำให้น้ำขัง ส่งผลให้เมล็ดข้าวที่ถูกโรยในบางบริเวณของแปลงที่เป็นที่ลุ่มลอยน้ำและกระจายตัวออกไม่เป็นแถว ไม่เป็นกอ ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลระยะห่างระหว่างแถว ระหว่างกอและจำนวนเมล็ดต่อกอในแปลงย่อยนั้นๆได้

(2) เกิดความล่าช้าในการปฏิบัติงานทำให้น้ำในแปลงย่อยท้ายๆที่ยังไม่ได้ทดสอบแห้ง จึงต้องถอดชุดลูบหน้าดินเพื่อให้รถเบาขึ้นจึงสามารถทำงานต่อได้ โดยดินในแปลงนาที่น้ำเริ่มแห้งนั้นเกิดการเหนียว ตัวและติดกับล้อรถไถเดินตามเป็นจำนวนมากทำให้ต้องหยุดเพื่อแคะดินออกจากล้อรถเป็นระยะๆ

(3) ผู้ทำหน้าที่ขับรถไถเดินตามในการทดสอบนั้น ยังไม่คุ้นเคยกับการขับพ่วงเครื่องโรย ทำให้ใช้เวลาการทำงานมากกว่าปกติและโรยไม่เป็นแถวตรงในบางช่วง

4.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในโครงงานนี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาขนาดพื้นที่ใช้งานต่อปีที่เหมาะสมกับการใช้งานเครื่องโรย โดยได้กำหนดให้เครื่องโรยมีราคาแรกซื้อเท่ากับ 50,000 บาท เปรียบเทียบกับการจ้างหว่านข้าวด้วยเครื่องพ่นยาแบบสะพายหลังและการจ้างรถปักดำ ซึ่งมีอัตราค่าจ้างเท่ากับ 100 และ 1,200 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการจ้างหว่านด้วยเครื่องพ่นยาแบบสะพายหลัง จุดคุ้มทุนของการใช้งานเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกเท่ากับ 112 และ 106 ไร่ต่อปี ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 และ 25 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับการจ้างรถปักดำพบว่าจุดคุ้มทุนจะเท่ากับ 7 ไร่ต่อปี เท่ากันที่ระยะห่างระหว่างแถวทั้งสองค่า รายละเอียดการคำนวณจุดคุ้มทุนของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวแสดงในภาคผนวก ค

โดยสรุป เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบรุ่นที่ 2 ทำงานได้ดีขึ้นและรวดเร็วยิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับรุ่นที่ 1 ด้วยหน้ากว้างการทำงานที่เพิ่มจาก 8 แถวเป็น 12 แถว มีกลไกทำให้ล้อซ้าย-ขวา เป็นอิสระต่อกันช่วยทำให้มีวงเลี้ยวที่แคบลง พร้อมถังบรรจุเมล็ดจากเดิม 2 ถัง ขนาดความจุ 10 กิโลกรัมต่อถัง เป็น 4 ถัง ขนาดบรรจุ 15 กิโลกรัมต่อถัง และมีความสะดวกในการทำงานเพิ่มขึ้น เช่น อุปกรณ์ปรับความยาวร่องลูกโรยจากเดิมจะใช้ชุดแผ่นปรับตั้งค่าจะปรับได้ครั้งละ 1 ท่อ แต่ในเครื่องโรยรุ่นที่ 2 นี้เมื่อคลายน็อตที่ยึดกับเพลาลูกโรยออกจะสามารถเลื่อนเพลาลูกโรยเพื่อปรับความยาวร่องลูกโรยได้พร้อมกันครั้งละ 3 ท่อ และได้เพิ่มบังโคลนล้อเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้เกษตรกรผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น และเพิ่มชุดลูบหน้าดินเพื่อลบรอยล้อรถ และในส่วนของการควบคุมการโรยเมล็ดข้าวงอก เครื่องโรยรุ่นที่ 2 สามารถทำการโรยและหยุดโรยเมล็ดข้าวงอกได้ตามต้องการ และไม่พบปัญหาเมล็ดอุดตันในท่อ และปัญหาปลายท่อปล่อยเมล็ดจมโคลนในแปลงทดสอบ

เนื่องจากข้อมูลการทดสอบในแปลงบางอย่างยังเก็บค่าได้ไม่สมบูรณ์ เช่น การลื่นไถลของล้อต้นกำลังของเครื่องโรย ดังนั้นจึงควรมีการทดสอบเครื่องโรยในแปลงเพิ่มเติมอีกในอนาคต

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปสมบัติของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่รุ่นที่ 2 ใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลัง มีส่วนประกอบหลัก คือ ถังบรรจุเมล็ด ชุดกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด ท่อปล่อยเมล็ด ระบบส่งกำลัง คานสำหรับต่อเชื่อมกับรถไถเดินตาม และล้อต้นกำลัง ข้อมูลจำเพาะเชิงเทคนิคของเครื่องสรุปได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2

คุณลักษณะ	รายละเอียด
ต้นกำลัง	รถไถเดินตามขนาด 10 แรงม้า ขึ้นไป
ขนาด กว้าง×ยาว×สูง	2.98×1.95×3.25×1.5 เมตร (กางออก) 1.95×3.25×1.5 เมตร (พับเก็บ)
จำนวนแถวการโรย ระยะห่างระหว่างแถว หน้ากว้างการทำงาน - ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร - ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร	12 แถว 20, 25 เซนติเมตร 2.4 เมตร 3.0 เมตร
ถังบรรจุเมล็ดข้าวงอก - จำนวนถังบรรจุ - ความจุเมล็ดข้าวงอกต่อถัง	 4 ถัง 15 กิโลกรัม
ระบบส่งกำลัง - ล้อต้นกำลัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง - อัตราทด	สายพาน 1.08 เมตร 16 : 1
กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด - รูปแบบ - จำนวนร่อง - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาลูกโรย - กว้าง×ลึก ของร่องลูกโรย - ความยาวร่องลูกโรย	เพลาลูกโรย เพลาเซาะร่องตามแนวแกนเพลา 1 ร่อง 40 มิลลิเมตร 8×5 มิลลิเมตร ปรับได้ 0 ถึง 4 เซนติเมตร

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 (ต่อ)

รายละเอียด	
ส่วนรองรับเมล็ด - ท่อปล่อยเมล็ด	ท่อยาง, ท่อพีวีซี
ทางออกของเมล็ด - สูงจากพื้น	30 เซนติเมตร
ชุดลูบหน้าดิน	ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 3 เมตร
อัตราการใช้เมล็ดข้าวเปลือก (ข้าวงอก)* ต่อพื้นที่ - ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรย - 1.5 เซนติเมตร - 2.0 เซนติเมตร - 2.5 เซนติเมตร - 3.0 เซนติเมตร - 3.5 เซนติเมตร - 4.0 เซนติเมตร - ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรย - 1.5 เซนติเมตร - 2.0 เซนติเมตร - 2.5 เซนติเมตร - 3.0 เซนติเมตร - 3.5 เซนติเมตร - 4.0 เซนติเมตร	 5.28 (5.87) กิโลกรัมต่อไร่ 6.73 (7.48) กิโลกรัมต่อไร่ 8.87 (9.87) กิโลกรัมต่อไร่ 11.18 (12.43) กิโลกรัมต่อไร่ 13.57 (15.09) กิโลกรัมต่อไร่ 14.80 (16.46) กิโลกรัมต่อไร่ 4.22 (4.69) กิโลกรัมต่อไร่ 5.38 (5.98) กิโลกรัมต่อไร่ 7.09 (7.89) กิโลกรัมต่อไร่ 8.95 (9.95) กิโลกรัมต่อไร่ 10.85 (12.07) กิโลกรัมต่อไร่ 11.84 (13.17) กิโลกรัมต่อไร่
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย	0.28 ลิตรต่อไร่
ประสิทธิภาพทางไร่	84%
สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี** -ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร - ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร	 4.81 ไร่ต่อชั่วโมง 6.01 ไร่ต่อชั่วโมง

หมายเหตุ

* คิดที่เมล็ดข้าวเปลือกความชื้น 14% (ฐานเปียก) เมล็ดข้าวงอกความชื้น 22.7% (ฐานเปียก)

** คิดที่อัตราเร็ว 3.20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จากข้อแนะนำในเรื่องของจำนวนต้นกล้าที่เหมาะสมของการทำนาหว่านน้ำตมและนาดำ สามารถประมาณค่าความยาวร่องลูกโรยที่เหมาะสมในการใช้งานเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกรุ่นที่ 2 ได้จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่และความยาวร่องลูกโรย ผลการคำนวณสรุปแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ค่าประมาณความยาวร่องลูกโรยที่เหมาะสมสำหรับจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ค่าต่างๆ

ระยะห่างระหว่างแถว	จำนวนต้นกล้า (ต้นต่อไร่)	ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)[a]
20 เซนติเมตร	120,000[b]	1.5
	200,000[c]	2.5
	300,000[d]	3.0
25 เซนติเมตร	120,000[b]	2.0
	200,000[c]	3.0
	300,000[d]	4.0

หมายเหตุ

a คือ ความยาวร่องลูกโรยที่คำนวณจากสมการความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟ รูปที่ 4.2

b คือ จำนวนต้นกล้าที่เหมาะสม เพื่อให้เทียบเท่ากับการทำนาดำที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างกอ 20 เซนติเมตร

c คือ จำนวนต้นกล้าที่เหมาะสม เพื่อให้เทียบเท่ากับการทำนาดำที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างกอ 25 เซนติเมตร

d คือ จำนวนต้นกล้าที่เหมาะสม เพื่อให้เทียบเท่ากับการทำนาหว่านน้ำตม

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยและพัฒนาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวอาจออกแบบให้มีเครื่องยนต์ในตัว ไม่ต้องต่อเชื่อมกับรถไถเดินตาม ซึ่งจะทำให้มีวงเลี้ยวที่แคบลงได้อีก รวมทั้งอาจติดตั้งอุปกรณ์เล็งแนวเพื่อช่วยให้สามารถโรยได้เป็นแถวตรงยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ความเป็นมาของข้าว สืบค้นวันที่ 17 พฤศจิกายน 57, จาก http://www.machineautopart.com/index.php/th/6in1

[2] นายปราโมทย์ รื่นเรณู นายคณิต ปานเพชร นายชัยณรงค์ สุริยา และนายศักดิ์ชัย น้ำเยื้อง. (2553). การศึกษาและออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[3] นายธีรศักดิ์ เนียมหอม นายกิตติภพ เทียนศรี และนายชุติวัต เหล็กจันทร์. (2554). การพัฒนาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว (ระยะที่ 2) ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[4] นายศรายุทธ แย้มสรวล นายสมพร จงบริบูรณ์ และนายพลกฤต ผิวหนองอ่าง. (2555). การปรับปรุงและทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[5] นางมัทนี สงวนเสริมศรี นางรัตนา การุญบุญญานันท์ นางสาวศลิษา วีระพันธ์ และนายเกดิษฐ์ กว้างตระกูล. (2558). โครงการวิจัยและพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีการพัฒนาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[6] สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. พันธุ์ข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสง. พิษณุโลก 2. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2557, จาก http://www.brrd.in.th

[7] เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกในประเทศไทย สืบค้นเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2557, จาก http://www.nanagarden.com

[8] เครื่องหยอดเมล็ดข้าวงอกแบบแถว สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตร สืบค้นวันที่ 17 พฤษภาคม 58, จาก https://www.youtube.com

[9] เครื่องหยอดเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ศูนย์เมล็ดพันธ์ข้าวพิษณุโลก สืบค้นวันที่ 17 พฤษภาคม 58, จาก https://www.youtube.com

ภาพผนวก ก

ตารางบันทึกผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวในห้องปฏิบัติการ

ตารางบันทึกผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ ก.1 ผลการสุ่มจับฉลากความยาวร่องลูกโรย

ครั้งที่	ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)
1	2.5
2	3.5
3	2
4	4
5	1.5
6	3

ตารางที่ ก.2 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2

สมบัติทางกายภาพ	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
มวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ด (กรัม)	3.58	3.84	3.82	3.75
ค่าความชื้น (% w.b.)	22.10	23.50	22.40	22.67
มวลในภาชนะทรงกระบอก (กรัม)	111.20	110.05	114.11	111.79
ความหนาแน่นมวลรวม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	0.658	0.651	0.675	0.661
เปอร์เซ็นต์การงอก (เปอร์เซ็นต์)	94.22	93.06	93.81	93.70

หมายเหตุ ภาชนะปริมาตร 168.96 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตารางที่ ก.3 ขนาดเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบ

เมล็ดที่	ความกว้าง (มม.)	ความยาว (มม.)	ความหนา (มม.)	ความยาวราก (มม.)
1	2.42	11.65	2.17	1.66
2	2.60	11.19	1.87	2.62
3	2.47	9.76	1.93	1.85
4	2.59	10.53	2.14	1.96
5	2.53	10.54	1.98	2.59
6	2.57	10.79	2.19	2.73
7	2.41	10.51	2.06	2.62
8	2.83	10.36	2.01	2.59
9	2.28	9.89	1.84	2.39
10	2.55	10.62	1.95	2.50
11	2.48	10.44	1.99	2.74
12	2.67	10.99	2.22	2.67
13	2.47	11.07	2.17	2.63
14	2.58	10.68	2.09	2.29
15	2.46	10.76	2.03	2.70
เฉลี่ย	2.53	10.65	2.04	2.44

ตารางที่ ก.4 มวลเมล็ดข้าวงอก (กรัม) ที่ออกจากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร เมื่อหมุนกลไกปล่อยเมล็ด 15.7 รอบ/นาที

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1			ถังที่ 2			ถังที่ 3			ถังที่ 4			เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1.5	1	40.50	42.13	39.06	38.55	40.25	38.81	37.62	37.58	41.35	41.50	40.48	38.74	39.71	42.13	37.58
	2	39.71	42.10	37.75	38.83	37.16	37.68	38.10	37.25	39.82	42.01	40.87	38.78	39.17	42.10	37.16
	3	39.76	39.98	37.13	37.29	40.52	38.11	37.51	38.12	38.03	39.03	40.26	39.71	38.79	40.52	37.13
	เฉลี่ย	39.99	41.40	37.98	38.22	39.31	38.20	37.74	37.65	39.73	40.85	40.54	39.08	39.22	41.58	37.29
2	1	48.92	48.35	50.56	50.50	50.28	49.82	49.60	48.15	49.57	50.51	51.62	48.59	49.71	51.62	48.15
	2	51.47	49.82	50.82	48.55	48.57	48.04	49.29	48.75	51.40	50.04	50.81	49.31	49.74	51.47	48.04
	3	48.89	48.52	52.03	48.95	50.31	51.76	50.02	49.52	51.23	49.94	52.22	48.82	50.18	52.22	48.52
	เฉลี่ย	49.76	48.90	51.14	49.33	49.72	49.87	49.64	48.81	50.73	50.16	51.55	48.91	49.88	51.77	48.24
2.5	1	65.30	66.14	67.55	64.83	66.31	67.88	64.19	66.85	67.72	64.78	66.94	64.24	66.06	67.88	64.19
	2	66.34	66.87	65.50	65.74	67.47	65.50	64.22	64.05	66.03	67.75	65.33	64.52	65.78	67.75	64.05
	3	66.95	67.52	65.04	66.92	65.74	65.07	67.89	65.57	66.23	66.95	65.08	65.02	66.17	67.89	65.02
	เฉลี่ย	66.20	66.84	66.03	65.83	66.51	66.15	65.43	65.49	66.66	66.49	65.78	64.59	66.00	67.84	64.42

ตารางที่ ก.4 มวลเมล็ดข้าวงอก (กรัม) ที่ออกจากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร เมื่อหมุนกลไกปล่อยเมล็ด 15.7 รอบ/นาที (ต่อ)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1			ถังที่ 2			ถังที่ 3			ถังที่ 4			เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
3	1	84.66	81.41	85.17	81.17	82.28	82.48	82.56	85.94	82.48	83.87	85.86	81.54	83.29	85.94	81.17
	2	81.70	82.43	84.65	82.10	83.05	85.19	82.49	81.47	84.23	82.58	84.63	83.02	83.13	85.19	81.47
	3	82.47	81.47	82.26	81.92	85.32	81.32	82.64	82.82	85.86	81.95	83.37	81.29	82.72	85.86	81.29
	เฉลี่ย	82.94	81.77	84.03	81.73	83.55	83.00	82.56	83.41	84.19	82.80	84.62	81.95	83.05	85.66	81.31
3.5	1	102.45	101.93	101.09	99.05	102.95	103.15	102.23	99.32	102.04	99.50	101.97	99.83	101.29	103.15	99.05
	2	100.60	99.56	98.23	99.23	101.07	102.80	99.40	100.35	99.80	101.39	101.29	101.68	100.45	102.80	98.23
	3	103.40	100.23	101.84	99.55	101.02	100.15	101.31	99.54	100.52	102.50	101.16	102.26	101.12	103.40	99.54
	เฉลี่ย	102.15	100.57	100.39	99.28	101.68	102.03	100.98	99.74	100.79	101.13	101.47	101.26	100.96	103.12	98.94
4	1	111.37	108.28	108.83	112.28	108.57	108.54	112.08	108.56	109.28	109.63	108.35	108.52	109.52	112.28	108.28
	2	108.58	108.62	112.15	112.11	108.62	109.43	111.43	112.83	110.45	108.35	108.57	110.05	110.10	112.83	108.35
	3	109.61	110.58	111.25	111.53	108.94	111.24	113.15	109.54	108.91	108.34	109.15	111.00	110.27	113.15	108.34
	เฉลี่ย	109.85	109.16	110.74	111.97	108.71	109.74	112.22	110.31	109.55	108.77	108.69	109.86	109.96	112.75	108.32

ตารางที่ ก.5 ผลจำนวนต้นข้าวที่งอกใน 7 วัน (เปอร์เซ็นต์) จากการเพาะ 100 เมล็ด ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

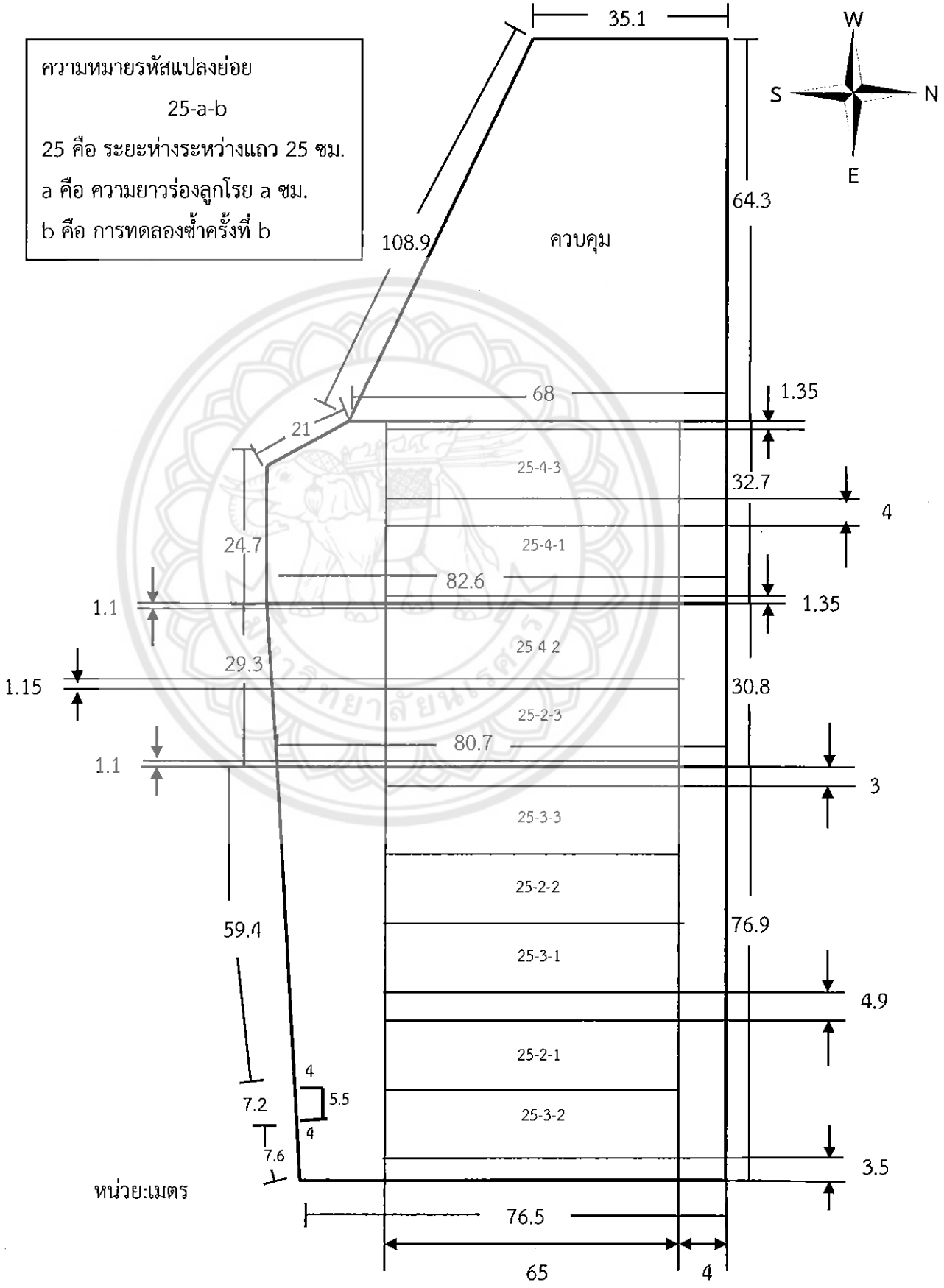
ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1			ถังที่ 2			ถังที่ 3			ถังที่ 4			เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
2	1	93	90	91	93	94	96	90	90	96	92	94	95	92.83	96.00	90.00
	2	93	96	97	97	96	92	97	94	97	94	93	94	95.00	97.00	92.00
	3	95	98	95	94	95	92	92	95	94	96	93	99	94.83	99.00	92.00
	เฉลี่ย	93.67	94.67	94.33	94.67	95.00	93.33	93.00	93.00	95.67	94.00	93.33	96.00	94.22	97.33	91.33
3	1	95	97	97	95	91	93	93	94	97	93	95	95	94.58	97.00	91.00
	2	94	91	96	90	93	94	94	93	86	87	90	85	91.08	96.00	85.00
	3	92	94	97	97	89	88	92	96	97	95	94	91	93.50	97.00	88.00
	เฉลี่ย	93.67	94.00	96.67	94.00	91.00	91.67	93.00	94.33	93.33	91.67	93.00	90.33	93.06	96.67	88.00
4	1	94	91	97	99	97	97	95	96	98	97	91	89	95.08	99.00	89.00
	2	91	92	94	91	93	90	92	91	92	94	95	94	92.42	95.00	90.00
	3	93	94	96	98	94	93	97	93	93	90	94	92	93.92	98.00	90.00
	เฉลี่ย	92.67	92.33	95.67	96.00	94.67	93.33	94.67	93.33	94.33	93.67	93.33	91.67	93.81	97.33	89.67

ภาคผนวก ข

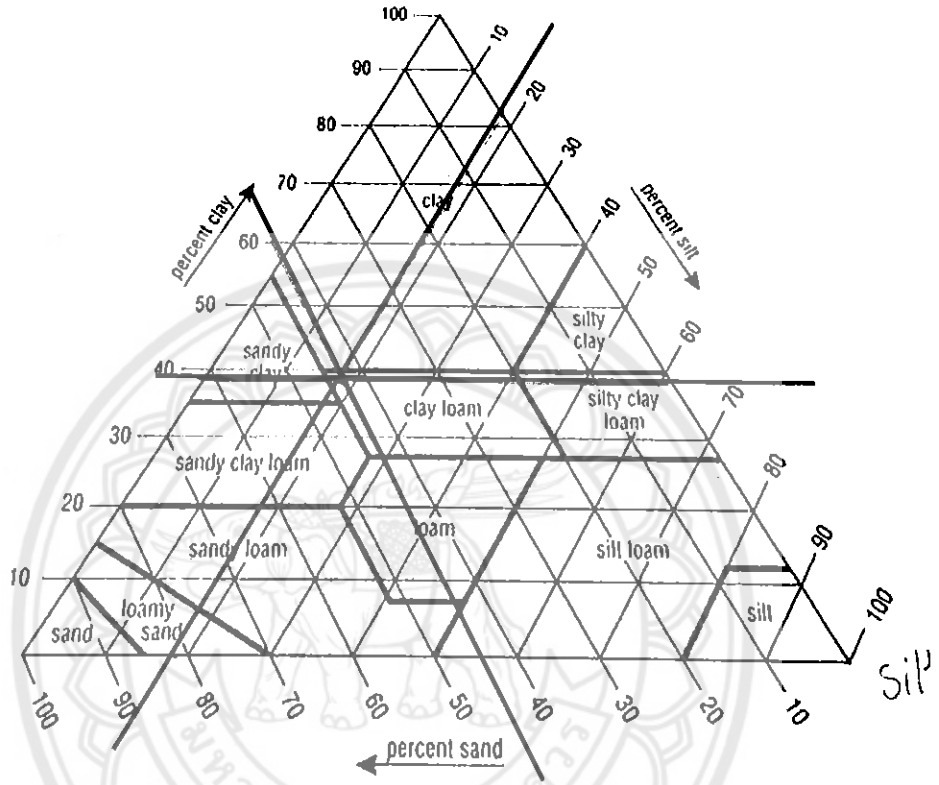
แผนผังแปลงทดสอบและ

ตารางบันทึกผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวในแปลงนา

ภาคผนวก ข.1 แผนผังแปลงทดสอบ



ภาคผนวก ข.2 แผนภาพวิเคราะห์ชนิดดิน



ตารางผลการวัดระยะห่างระหว่างแถวและระหว่างกอ

ตารางที่ ข.1 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ (เซนติเมตร) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 2 เซนติเมตร ครั้งที่ 1

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างแถวที่										
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
หัวแปลง	25	25	25	24	25	26	25	25	26	25	25
กลางแปลง	25	25	25	25	24	25	25	26	26	25	24
ท้ายแปลง	26	25	25	25	26	26	25	25	25	25	25
เฉลี่ย	25.33	25.00	25.00	24.67	25.00	25.67	25.00	25.33	25.67	25.00	24.67

ตารางที่ ข.2 ระยะห่างระหว่างกอที่ระยะวัดเข้ามาจากหัวแปลง 5 เมตร เป็นระยะทาง 3.5 เมตรที่วัดได้ (เซนติเมตร) และจำนวนเมล็ดต่อกอ (เมล็ด) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 2 เซนติเมตร ครั้งที่ 1

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างกอที่																
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	เฉลี่ย
ระยะห่างระหว่างกอที่วัดได้	-	23	24	23	23	23	23	22	24	25	23	25	24	24	24	24	23.60
จำนวนเมล็ดต่อกอ	3	4	3	3	3	4	5	4	4	5	5	4	4	3	4	3	3.81

ตารางที่ ข.3 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ (เซนติเมตร) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 2 เซนติเมตร ครั้งที่ 2

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างแถวที่										
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
หัวแปลง	24	25	26	25	25	25	25	26	25	25	24
กลางแปลง	24	26	25	26	25	24	25	25	25	25	24
ท้ายแปลง	26	25	25	24	25	25	25	25	25	26	25
เฉลี่ย	24.67	25.33	25.33	25.00	25.00	24.67	25.00	25.33	25.00	25.33	24.33

ตารางที่ ข.4 ระยะห่างระหว่างกอที่ระยะวัดเข้ามาจากหัวแปลง 5 เมตร เป็นระยะทาง 3.5 เมตรที่วัดได้ (เซนติเมตร) และจำนวนเมล็ดต่อกอ (เมล็ด) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 2 เซนติเมตร ครั้งที่ 2

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างกอที่															
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	เฉลี่ย
ระยะห่างระหว่างกอที่วัดได้	-	22	23	24	23	24	23	22	23	23	23	22	23	23	24	22	22.93
จำนวนเมล็ดต่อกอ	5	4	4	4	4	4	3	3	4	3	5	4	4	3	3	4	3.81

ตารางที่ ข.5 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ (เซนติเมตร) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 2 เซนติเมตร ครั้งที่ 3

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างแถวที่										
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
หัวแปลง	26	24.5	25	25	25	26	25	25	25.5	25	25
กลางแปลง	24.5	26	25	25	25	26	24	25	25	25	25
ท้ายแปลง	25	25	24	26	26	25	25	25	25	25	25
เฉลี่ย	25.17	25.17	24.67	25.33	25.33	25.67	24.67	25.00	25.17	25.00	25.00

ตารางที่ ข.6 ระยะห่างระหว่างกอที่ระยะวัดเข้ามาจากหัวแปลง 5 เมตร เป็นระยะทาง 3.5 เมตรที่วัดได้ (เซนติเมตร) และจำนวนเมล็ดต่อกอ (เมล็ด) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 2 เซนติเมตร ครั้งที่ 3

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างกอที่															
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	เฉลี่ย
ระยะห่างระหว่างกอที่วัดได้	-	23	23	24	25	24	23	23	23	22	23	24	25	24	23	22	23.40
จำนวนเมล็ดต่อกอ	3	4	4	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	4	3	4	3.00

ตารางที่ ข.7 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ (เซนติเมตร) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 3เซนติเมตร ครั้งที่ 1

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างแถวที่										
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
หัวแปลง	25	25	26	25	25	24	24	25	26	25	25
กลางแปลง	26	25	25	25	25	25	24	25	25	24	25
ท้ายแปลง	24	24	25	25	25	25	24	25	25	25	24
เฉลี่ย	25.00	24.67	25.33	25.00	25.00	24.67	24.00	25.00	25.33	24.67	24.67

ตารางที่ ข.8 ระยะห่างระหว่างกอที่ระยะวัดเข้ามาจากหัวแปลง 5 เมตร เป็นระยะทาง 3.5 เมตรที่วัดได้ (เซนติเมตร) และจำนวนเมล็ดต่อกอ (เมล็ด) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 3 เซนติเมตร ครั้งที่ 1

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างกอที่															
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	เฉลี่ย
ระยะห่างระหว่างกอที่วัดได้	-	23	23	24	23	23	23	23	23	23	23	22	22	22	22	21	22.67
จำนวนเมล็ดต่อกอ	6	5	5	4	5	2	3	4	4	4	6	5	4	6	4	6	4.56

ตารางที่ ข.9 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ (เซนติเมตร) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 3 เซนติเมตร ครั้งที่ 2 (หมายเหตุ เนื่องจากน้ำในแปลงนาเยอะเกินไปจึงทำให้ไม่สามารถเห็นระยะห่างระหว่างแถวได้ จึงไม่สามารถวัดระยะห่างระหว่างแถวในบางจุดได้)

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างแถวที่										
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
หัวแปลง	26	25	25	24	24	25	25	24	25	24	24
กลางแปลง	25	25	24	24	25	25	25	25	25	25	25
ท้ายแปลง	-	-	-	-	-	25	26	25	26	25	26
เฉลี่ย	25.50	25.00	24.50	24.00	24.50	25.00	25.33	24.67	25.33	24.67	25.00

ตารางที่ ข.10 ระยะห่างระหว่างกอที่ระยะวัดเข้ามาจากหัวแปลง 5 เมตร เป็นระยะทาง 3.5 เมตรที่วัดได้ (เซนติเมตร) และจำนวนเมล็ดต่อกอ (เมล็ด) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 3 เซนติเมตร ครั้งที่ 2

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างกอที่															
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	เฉลี่ย
ระยะห่างระหว่างกอที่วัดได้	-	22	24	24	23	23	23	23	23	24	24	23	24	24	24	22	23.33
จำนวนเมล็ดต่อกอ	3	5	3	4	4	4	3	4	4	4	5	6	5	4	4	3	4.06

ตารางที่ ข.11 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ (เซนติเมตร) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 3 เซนติเมตร ครั้งที่ 3

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างแถวที่										
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
หัวแปลง	24.5	25	25	25	26	24	25	25	25	25	26
กลางแปลง	25	25	25	26	25	25	25	26	25	25	24
ท้ายแปลง	25	25	25	25	25	26	25	25	24	25	24
เฉลี่ย	24.83	25.00	25.00	25.33	25.33	25.00	25.00	25.33	24.67	25.00	24.67

ตารางที่ ข.12 ระยะห่างระหว่างกอที่ระยะวัดเข้ามาจากหัวแปลง 5 เมตร เป็นระยะทาง 3.5 เมตรที่วัดได้ (เซนติเมตร) และจำนวนเมล็ดต่อกอ (เมล็ด) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 3 เซนติเมตร ครั้งที่ 3

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างกอที่															
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	เฉลี่ย
ระยะห่างระหว่างกอที่วัดได้	-	23	23	23	24	24	24	24	23	23	25	24	23	25	24	24	23.73
จำนวนเมล็ดต่อกอ	5	5	4	4	7	4	5	3	6	4	4	7	6	5	5	5	4.94

ตารางที่ ข.13 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ (เซนติเมตร) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 4 เซนติเมตร ครั้งที่ 1

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างแถวที่										
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
หัวแปลง	24.5	25	25.5	25	25	24.5	25	24.5	26	25	25
กลางแปลง	25.5	25	24.5	25	25.5	25	25.5	26	25.5	24.5	25.5
ท้ายแปลง	25	25.5	25	25	26	25	25.5	25.5	25.5	25	25
เฉลี่ย	25.50	25.17	25.00	25.00	25.50	24.83	25.33	25.33	25.67	24.83	25.17

ตารางที่ ข.14 ระยะห่างระหว่างกอที่ระยะวัดเข้ามาจากหัวแปลง 5 เมตร เป็นระยะทาง 3.5 เมตรที่วัดได้ (เซนติเมตร) และจำนวนเมล็ดต่อกอ (เมล็ด) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 4 เซนติเมตร ครั้งที่ 1

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างกอที่															
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	เฉลี่ย
ระยะห่างระหว่างกอที่วัดได้	-	26	25	25	24	23.5	24	23.5	23	24	24	23	23	23.5	24	24	23.97
จำนวนเมล็ดต่อกอ	9	11	12	7	10	12	12	11	10	10	9	12	9	11	8	12	10.31

ตารางที่ ข.15 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ (เซนติเมตร) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 4 เซนติเมตร ครั้งที่ 2

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างแถวที่										
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
หัวแปลง	24.5	25	25	25	25	26	26	25.5	25	25	24
กลางแปลง	25	26	25	25.5	25	25	24.5	25	24	25	25
ท้ายแปลง	25	25	24.5	25	25.5	25	24	25	25	25	25
เฉลี่ย	24.83	25.33	24.83	25.17	25.17	25.33	24.83	25.17	24.67	25.00	24.67

ตารางที่ ข.16 ระยะห่างระหว่างกอที่ระยะวัดเข้ามาจากหัวแปลง 5 เมตร เป็นระยะทาง 3.5 เมตรที่วัดได้ (เซนติเมตร) และจำนวนเมล็ดต่อกอ (เมล็ด) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 4 เซนติเมตร ครั้งที่ 2

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างกอที่															
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	เฉลี่ย
ระยะห่างระหว่างกอที่วัดได้	-	24	23	24	23	24	23	24	25	25	25	23	23	23	25	23	23.80
จำนวนเมล็ดต่อกอ	10	9	12	10	11	9	12	11	12	8	11	10	12	11	9	10	10.44

ตารางที่ ข.17 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ (เซนติเมตร) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 4 เซนติเมตร ครั้งที่ 3

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างแถวที่										
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
หัวแปลง	25	25	24.5	24.5	25.5	25	24.5	25	25.5	24.5	25
กลางแปลง	25.5	25	25.5	26	25.5	25	25	26	25	24.5	25.5
ท้ายแปลง	25.5	24.5	26	25	25	24.5	25.5	25.5	25	25.5	24
เฉลี่ย	25.33	24.83	25.33	25.17	25.33	24.83	25.00	25.50	25.17	24.83	24.83

ตารางที่ ข.18 ระยะห่างระหว่างกอที่ระยะวัดเข้ามาจากหัวแปลง 5 เมตร เป็นระยะทาง 3.5 เมตรที่วัดได้ (เซนติเมตร) และจำนวนเมล็ดต่อกอ (เมล็ด) เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรยที่ 4 เซนติเมตร ครั้งที่ 3

ที่จุด	ระยะห่างระหว่างกอที่															
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	เฉลี่ย
ระยะห่างระหว่างกอที่วัดได้	-	23.5	23	22.5	23	23	23.5	23.5	23	23.5	23.5	22	22.5	23	22.5	22	22.93
จำนวนเมล็ดต่อกอ	11	12	11	9	10	11	11	12	11	8	9	7	12	11	9	8	10.13

ตารางที่ ข.19 ตารางสรุปผลการทดสอบในแปลงนา

ระยะห่างระหว่างแถว	เซนติเมตร	25			
ความยาวร่องลูกโรย	เซนติเมตร	2			
ครั้งที่		1	2	3	เฉลี่ย
ความเร็วในการเคลื่อนที่	กิโลเมตร/ชั่วโมง	2.64			
การลื่นไถล	%	-10.37	-11.70	-10.38	-10.82
ระยะห่างระหว่างแถว	เซนติเมตร	25.12	25.00	25.11	25.08
ระยะห่างระหว่างกอ	เซนติเมตร	23.60	22.93	23.40	23.31
จำนวนเมล็ดต่อกอ	เมล็ด	3.81	3.81	3.00	3.54
อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่	กิโลกรัม/ไร่	8.71	8.33	8.73	8.59
อัตราการใช้เมล็ดข้าวเปลือกต่อพื้นที่	กิโลกรัม/ไร่	7.7	7.3	7.7	7.6
สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี	ไร่/ชั่วโมง	4.88			
สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล	ไร่/ชั่วโมง	4.21	4.16	4.14	4.17
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน	(ลิตร/ไร่)	0.25	0.25	0.36	0.28

ตารางที่ ข.19 ตารางสรุปผลการทดสอบในแปลงนา (ต่อ)

ระยะห่างระหว่างแถว	เซนติเมตร	25			
ความยาวร่องลูกโรย	เซนติเมตร	3			
ครั้งที่		1	2	3	เฉลี่ย
ความเร็วในการเคลื่อนที่	กิโลเมตร/ชั่วโมง	2.60			
การลื่นไถล	%	-10.37	-11.70	-10.38	-10.82
ระยะห่างระหว่างแถว	เซนติเมตร	24.85	24.86	25.02	24.91
ระยะห่างระหว่างกอ	เซนติเมตร	22.67	23.33	23.73	23.24
จำนวนเมล็ดต่อกอ	เมล็ด	4.56	4.06	4.94	4.52
อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่	กิโลกรัม/ไร่	10.79	10.79	10.60	10.73
อัตราการใช้เมล็ดข้าวเปลือกต่อพื้นที่	กิโลกรัม/ไร่	9.5	9.5	9.3	9.4
สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี	ไร่/ชั่วโมง	4.88			
สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล	ไร่/ชั่วโมง	4.21	4.26	4.18	4.21
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน	(ลิตร/ไร่)	0.21	0.28	0.21	0.23

ตารางที่ ข.19 ตารางสรุปผลการทดสอบในแปลงนา (ต่อ)

ระยะห่างระหว่างแถว	เซนติเมตร	25			
ความยาวร่องลูกโรย	เซนติเมตร	4			
ครั้งที่		1	2	3	เฉลี่ย
ความเร็วในการเคลื่อนที่	กิโลเมตร/ชั่วโมง	2.60			
การลื่นไถล	%	-10.37	-11.70	-10.38	-10.82
ระยะห่างระหว่างแถว	เซนติเมตร	25.02	25.00	25.11	25.04
ระยะห่างระหว่างกอ	เซนติเมตร	23.97	23.80	22.93	23.57
จำนวนเมล็ดต่อกอ	เมล็ด	10.31	10.44	10.13	10.29
อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่	กิโลกรัม/ไร่	16.09	13.48	16.85	15.47
อัตราการใช้เมล็ดข้าวเปลือกต่อพื้นที่	กิโลกรัม/ไร่	14.2	11.9	14.8	13.6
สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี	ไร่/ชั่วโมง	4.88			
สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล	ไร่/ชั่วโมง	3.99	4.13	3.97	4.03
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน	(ลิตร/ไร่)	0.30	0.38	0.28	0.32

ตารางผลการวัดความลึกของโคลน

ตารางที่ ข.20 ระดับความลึกของโคลน

ความยางร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ระดับความลึก (เซนติเมตร)			เฉลี่ย
2 ครั้งที่ 1	15.50	20.00	23.50	19.67
2 ครั้งที่ 2	16.00	21.00	18.00	18.33
2 ครั้งที่ 3	24.00	17.00	18.50	19.83
3 ครั้งที่ 1	25.00	17.50	21.00	21.17
3 ครั้งที่ 2	21.00	22.00	21.00	21.33
3 ครั้งที่ 3	16.50	17.00	22.00	18.50
4 ครั้งที่ 1	20.00	20.50	24.00	21.50
4 ครั้งที่ 2	18.00	19.50	22.00	19.83
4 ครั้งที่ 3	18.50	20.00	19.00	19.17

ตารางที่ ข.21 การลื่นไถลของล้อต้นกำลังของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก

ล้อเดิม (เมตร)	ระยะทฤษฎี (เมตร)	%slip
35.27	33.93	-3.95
35.23	33.93	-3.85
34.30	33.93	-1.09
	ค่าเฉลี่ย	-2.96

ภาคผนวก ค

ตารางการคำนวณสำหรับเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

การคำนวณหาความยาวร่องลูกโรยที่เหมาะสม

ในการหาความยาวร่องลูกโรยที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบเครื่องโรยในห้องปฏิบัติการ โดยใช้จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ที่ต้องการ (ได้แก่ 120,000, 200,000 และ 300,000 ต้นต่อไร่) เป็นตัวกำหนดระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร: คำนวณจากสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่และความยาวร่องลูกโรย ดังนี้

$$y = 112{,}116x - 33{,}496$$

เมื่อ y= จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ที่ต้องการ, ต้นต่อไร่
x= ความยาวร่องลูกโรย, เซนติเมตร

ถ้าต้องการจำนวนต้นกล้า 120,000 ต้นต่อไร่

$$x = (120{,}000 + 33{,}496) / 112{,}116$$

จะได้ความยาวร่องลูกโรยใหม่เท่ากับ 1.37 เซนติเมตร โดยในการทดลองใช้เป็น 1.5 เซนติเมตร

ในทำนองเดียวกัน จะได้ความยาวร่องลูกโรย 2.08 เซนติเมตร (การทดลองใช้เป็น 2.5 เซนติเมตร) และ 2.97 เซนติเมตร (การทดลองใช้เป็น 3.0 เซนติเมตร) สำหรับ ต้นกล้า 200,000 และ 300,000 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร: จะใช้สมการต่อไปนี้

$$y = 89{,}561x - 26{,}621$$

เมื่อ y= จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ที่ต้องการ, ต้นต่อไร่
x= ความยาวร่องลูกโรย, เซนติเมตร

เมื่อต้องการจำนวนต้นกล้า 120,000 ต้นต่อไร่

$$x = (120{,}000 + 26{,}621) / 89{,}561$$

จะได้ความยาวร่องลูกโรยใหม่เท่ากับ 1.64 เซนติเมตร โดยในการทดลองใช้เป็น 2.0 เซนติเมตร

ในทำนองเดียวกัน จะได้ความยาวร่องลูกโรย เท่ากับ 2.53 เซนติเมตร (การทดลองใช้เป็น 3.0 เซนติเมตร) และ 3.65 เซนติเมตร (การทดลองใช้เป็น 4.0 เซนติเมตร) สำหรับ ต้นกล้า 200,000 และ 300,000 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

ตัวอย่าง การคำนวณหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก

ตัวอย่างที่ 1 การคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกจากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เมื่อทดสอบโดยปรับตั้งเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวให้มีระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตรที่ความยาวร่องลูกโรย 1.5 เซนติเมตร เพลาลูกโรยหมุนด้วยความเร็วรอบ 15.7 รอบต่อนาที (การเคลื่อนที่ 3.204 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) จากตารางที่ ค.1 พบว่าในเวลา 1 นาทีมวลเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ยที่ได้จากแถวที่ 1 เท่ากับ 0.04 กิโลกรัม ซึ่งคิดเป็นอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ได้จากแถวที่ 1 เท่ากับ

$$q = \frac{0.04}{0.0167} = 2.395 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}$$

ทั้งนี้อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกในแถวที่ 2 – 8 สามารถคำนวณได้ด้วยวิธีเดียวกันผลการคำนวณสรุปแสดงในตารางที่ ค.1

หมายเหตุ เนื่องจากใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ ค่าที่ใช้จึงเป็นค่าที่ไม่มีการปัดทศนิยม แต่ในตารางมีพื้นที่จำกัดจึงแสดงเพียงทศนิยม 3 ตำแหน่ง

ตารางที่ ค.1 ผลการคำนวณหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ที่ออกจากลูกโรยเมล็ดข้าวงอกผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)		ท่อนำเมล็ดที่												ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.5	มวลเมล็ดข้าวงอกที่ไหลผ่านช่องเปิดในช่วงเวลาt (กิโลกรัม)	0.040	0.041	0.038	0.038	0.039	0.038	0.038	0.038	0.040	0.041	0.041	0.039	0.039
	อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	2.395	2.455	2.275	2.275	2.335	2.275	2.275	2.275	2.395	2.455	2.455	2.335	2.350
2	มวลเมล็ดข้าวงอกที่ไหลผ่านช่องเปิดในช่วงเวลาt (กิโลกรัม)	0.050	0.049	0.051	0.049	0.050	0.050	0.050	0.049	0.051	0.050	0.052	0.049	0.050
	อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	2.994	2.934	3.054	2.934	2.994	2.994	2.994	2.934	3.054	2.994	3.114	2.934	2.994
2.5	มวลเมล็ดข้าวงอกที่ไหลผ่านช่องเปิดในช่วงเวลาt (กิโลกรัม)	0.066	0.067	0.066	0.066	0.067	0.066	0.065	0.065	0.067	0.066	0.066	0.065	0.066
	อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	3.952	4.012	3.952	3.952	4.012	3.952	3.892	3.892	4.012	3.952	3.952	3.892	3.952

ตารางที่ ค.1 ผลการคำนวณหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ที่ออกจากลูกโรยเมล็ดข้าวงอกผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 (ต่อ)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)		ท่อนำเมล็ดที่												ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
3	มวลเมล็ดข้าวงอกที่ไหลผ่านช่องเปิดในช่วงเวลาt (กิโลกรัม)	0.083	0.082	0.084	0.082	0.084	0.083	0.083	0.083	0.084	0.083	0.085	0.082	0.083
	อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	4.970	4.910	5.030	4.910	5.030	4.970	4.970	4.970	5.030	4.970	5.090	4.910	4.980
3.5	มวลเมล็ดข้าวงอกที่ไหลผ่านช่องเปิดในช่วงเวลาt (กิโลกรัม)	0.102	0.101	0.100	0.099	0.102	0.102	0.101	0.100	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101
	อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	6.108	6.048	5.988	5.928	6.108	6.108	6.048	5.988	6.048	6.048	6.048	6.048	6.043
4	มวลเมล็ดข้าวงอกที่ไหลผ่านช่องเปิดในช่วงเวลาt (กิโลกรัม)	0.110	0.109	0.111	0.112	0.109	0.110	0.112	0.110	0.110	0.109	0.109	0.110	0.110
	อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	6.587	6.527	6.647	6.707	6.527	6.587	6.707	6.587	6.587	6.527	6.527	6.587	6.592

ตัวอย่าง การคำนวณอัตราใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่

ตัวอย่างที่ 2 ตัวอย่างการคำนวณอัตราใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ เมื่อทราบค่าอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก, q จากตัวอย่างที่ 1, สามารถคำนวณหาอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่, Q สำหรับแถวที่ 1 ที่ความยาวร่องลูกโรย 1.5 เซนติเมตร ได้จากสมการ 2.5 เมื่อหน้ากว้างการทำงาน 0.20 เมตร × 12 แถว เท่ากับ 2.4 เมตร จะได้อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอก เท่ากับ

$$q = 0.625SwQ$$

$$Q = \frac{2.395}{(0.625)(3.204)(2.4)}$$

$$= \frac{2.395}{4.806}$$

$$= 0.498 \text{ กิโลกรัมต่อไร่}$$ สำหรับแถวที่ 1

สำหรับแถวอื่นๆ สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน ผลการคำนวณสรุปแสดงดังตารางที่ ค.2

หมายเหตุ เนื่องจากใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ ค่าที่ใช้จึงเป็นค่าที่**ไม่มีการปัดทศนิยม** แต่ในตารางมีพื้นที่จำกัดจึงแสดงเพียงทศนิยม 3 ตำแหน่ง

ตารางที่ ค.2 ผลการคำนวณหาอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ออกจากลูกโรยเมล็ดข้าวงอกผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ถังที่1			ถังที่2			ถังที่3			ถังที่4			ผลรวมอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)
	ท่อนำเมล็ด												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.5	0.498	0.511	0.473	0.473	0.486	0.473	0.473	0.473	0.498	0.511	0.511	0.486	5.868
2	0.623	0.611	0.635	0.611	0.623	0.623	0.623	0.611	0.635	0.623	0.648	0.611	7.476
2.5	0.822	0.835	0.822	0.822	0.835	0.822	0.810	0.810	0.835	0.822	0.822	0.810	9.868
3	1.034	1.022	1.047	1.022	1.047	1.034	1.034	1.034	1.047	1.034	1.059	1.022	12.435
3.5	1.271	1.258	1.246	1.233	1.271	1.271	1.258	1.246	1.258	1.258	1.258	1.258	15.088
4	1.371	1.358	1.383	1.395	1.358	1.371	1.395	1.371	1.371	1.358	1.358	1.371	16.459

ตารางที่ ค.3 ผลการคำนวณหาอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ออกจากลูกโรยเมล็ดข้าวงอกผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ถังที่1			ถังที่2			ถังที่3			ถังที่4			ผลรวมอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)
	ท่อนำเมล็ด												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.5	0.399	0.409	0.379	0.379	0.389	0.379	0.379	0.379	0.399	0.409	0.409	0.389	4.695
2	0.498	0.488	0.508	0.488	0.498	0.498	0.498	0.488	0.508	0.498	0.518	0.488	5.981
2.5	0.658	0.668	0.658	0.658	0.668	0.658	0.648	0.648	0.668	0.658	0.658	0.648	7.894
3	0.827	0.817	0.837	0.817	0.837	0.827	0.827	0.827	0.837	0.827	0.847	0.817	9.948
3.5	1.017	1.007	0.997	0.987	1.017	1.017	1.007	0.997	1.007	1.007	1.007	1.007	12.071
4	1.096	1.086	1.106	1.116	1.086	1.096	1.116	1.096	1.096	1.086	1.086	1.096	13.167

ตัวอย่างการคำนวณจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่

ตัวอย่างที่ 3 ตัวอย่างการคำนวณจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ (ต้นต่อไร่) ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวเมื่อใช้งานที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร จากตารางที่ ค.2 ที่ความยาวร่องลูกโรย 1.5 เซนติเมตร ท่อนำเมล็ดที่ 1 มีอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ 0.498 กิโลกรัมต่อไร่ จากตารางที่ ก. 2 เมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ด มีมวล 3.75 กรัม ดังนั้นจำนวนเมล็ดต่อพื้นที่ที่ได้จากท่อนำเมล็ดที่ 1 จะเท่ากับ

$$\frac{(100)(1,000)(0.498)}{3.75} = 13,280.000 \text{ เมล็ดต่อไร่}$$

สำหรับท่อนำเมล็ดอื่นๆ สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน ผลคำนวณสรุป แสดงดังตารางที่ ค.3

และจากตาราง ก.5 ที่ระยะความยาวร่องลูกโรย 2 เซนติเมตรของท่อนำเมล็ดที่ 1 มีค่าเปอร์เซ็นต์การงอก 93.67 เปอร์เซ็นต์ จะได้จำนวนต้นต่อพื้นที่ของท่อนำเมล็ดที่ 1 เท่ากับ

$(13,280)(0.9367) = 12,439.376$ ต้นต่อไร่

สำหรับท่อนำเมล็ดอื่นๆ สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน ผลคำนวณสรุป แสดงดังตารางที่ ค.4

หมายเหตุ เนื่องจากใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ ค่าที่ใช้จึงเป็นค่าที่ไม่มีการปัดทศนิยม แต่ในตารางมีพื้นที่จำกัดจึงแสดงเพียงทศนิยม 3 ตำแหน่ง

ตารางที่ ค.4 ผลการคำนวณจำนวนเมล็ดต่อไร่ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างแถว			20 เซนติเมตร		
ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)			1.5	2	2.5
ถังที่1	ท่อนำเมล็ด	1	13280.00	16613.33	21920.00
		2	13626.67	16293.33	22266.67
		3	12613.33	16933.33	21920.00
ถังที่2		4	12613.33	16293.33	21920.00
		5	12960.00	16613.33	22266.67
		6	12613.33	16613.33	21920.00
ถังที่3		7	12613.33	16613.33	21600.00
		8	12613.33	16293.33	21600.00
		9	13280.00	16933.33	22266.67
ถังที่4		10	13626.67	16613.33	21920.00
		11	13626.67	17280.00	21920.00
		12	12960.00	16293.33	21600.00
ผลการคำนวณจำนวน (เมล็ดต่อไร่) ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2			156426.67	199386.67	263120.00

ตารางที่ ค.4 ผลการคำนวณจำนวนเมล็ดต่อไร่ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร (ต่อ)

ระยะห่างระหว่างแถว			20 เซนติเมตร		
ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)			3	3.5	4
ถังที่1	ท่อนำเมล็ด	1	27573.33	33893.33	36560.00
		2	27253.33	33893.33	36560.00
		3	27920.00	33546.67	36880.00
ถังที่2		4	27253.33	32880.00	37200.00
		5	27920.00	33893.33	36213.33
		6	27573.33	27573.33	36560.00
ถังที่3		7	27573.33	33546.67	37200.00
		8	27573.33	33226.67	36560.00
		9	27920.00	33546.67	36560.00
ถังที่4		10	27573.33	33546.67	36213.33
		11	28240.00	33546.67	36213.33
		12	27253.33	33546.67	36560.00
ผลการคำนวณจำนวน (เมล็ดต่อไร่) ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2			331626.67	396640.00	439280.00

ตารางที่ ค.5 ผลการคำนวณจำนวนเมล็ดต่อไร่ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างแถว			25 เซนติเมตร		
ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)			1.5	2	2.5
ถังที่1	ท่อนำเมล็ด	1	10640.00	13280.00	17546.67
		2	10906.67	13013.33	17813.33
		3	10106.67	13546.67	17546.67
ถังที่2		4	10106.67	13013.33	17546.67
		5	10373.33	13280.00	17813.33
		6	10106.67	13280.00	17546.67
ถังที่3		7	10106.67	13280.00	17280.00
		8	10106.67	13013.33	17280.00
		9	10640.00	13546.67	17813.33
ถังที่4		10	10906.67	13280.00	17546.67
		11	10906.67	13813.33	17546.67
		12	10373.33	13013.33	17280.00
ผลการคำนวณจำนวน (เมล็ดต่อไร่) ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2			125280.00	159360.00	210560.00

ตารางที่ ค.5 ผลการคำนวณจำนวนเมล็ดต่อไร่ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร (ต่อ)

ระยะห่างระหว่างแถว			25 เซนติเมตร		
ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)			3	3.5	4
ถังที่1	ท่อนำเมล็ด	1	22053.33	27120.00	29226.67
		2	21786.67	26853.33	28960.00
		3	22320.00	26586.67	29493.33
ถังที่2		4	21786.67	26320.00	29760.00
		5	22320.00	27120.00	28960.00
		6	22053.33	27120.00	29226.67
ถังที่3		7	22053.33	26853.33	29760.00
		8	22053.33	26586.67	29226.67
		9	22320.00	26853.33	29226.67
ถังที่4		10	22053.33	26853.33	28960.00
		11	22586.67	26853.33	28960.00
		12	21786.67	26853.33	29226.67
ผลการคำนวณจำนวน (เมล็ดต่อไร่) ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2			265173.33	321973.33	350986.67

ตารางที่ ค.6 ผลการคำนวณจำนวนต้นกล้า (ต้นต่อไร่) เมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างแถว			20 เซนติเมตร		
ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)			2	3	4
ถังที่1	ท่อนำเมล็ด	1	15561.16	25827.02	33878.93
		2	15424.36	25618.13	33757.07
		3	15973.78	26989.33	35281.87
ถังที่2		4	15424.36	25618.13	35712.00
		5	15782.67	25407.20	34281.96
		6	15505.78	25275.56	34122.67
ถังที่3		7	15450.40	25643.20	35216.00
		8	15152.80	26010.84	34122.67
		9	16199.56	26058.67	34488.27
ถังที่4		10	15616.53	25275.56	33919.82
		11	16128.00	26263.20	33799.11
		12	15641.60	24618.84	33513.33
ผลการคำนวณจำนวนต้นกล้า (ต้นต่อไร่) เมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2			187860.98	308605.69	412093.69

ตารางที่ ค.7 ผลการคำนวณจำนวนต้นกล้า (ต้นต่อไร่) เมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2 ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างแถว			25 เซนติเมตร		
ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)			2	3	4
ถังที่1	ท่อนำเมล็ด	1	12438.93	20656.62	27083.38
		2	12319.29	20479.47	26739.73
		3	12779.02	21576.00	28215.29
ถังที่2		4	12319.29	20479.47	28569.60
		5	12616.00	20311.20	27415.47
		6	12394.67	20215.56	27278.22
ถังที่3		7	12350.40	20509.60	28172.80
		8	12102.40	20803.64	27278.22
		9	12959.64	20832.00	27570.49
ถังที่4		10	12483.20	20215.56	27125.87
		11	12892.44	21005.60	27029.33
		12	12492.80	19680.62	26791.11
ผลการคำนวณจำนวนต้นกล้า (ต้นต่อไร่) เมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวรุ่นที่ 2			150148.09	246765.33	329269.51

ตัวอย่างการคำนวณมวลเมล็ดข้าวที่ความชื้นใดๆ

ตัวอย่างที่ 4 ค่าความชื้นฐานเปียกของเมล็ดที่ต้องการหาค่ามวล, $MC_2 = 0.14$ และ ค่าความชื้นฐานเปียกที่ทราบค่ามวลเปียก, $MC_1 = 0.2267$ ผลรวมอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ จากตาราง ค.2, $m_1 = 4.948$ กก./ไร่

จากสมการที่ 2.2

$$m_2 = \frac{m_1(1-MC_1)}{(1-MC_2)}$$

แทนค่า

$$m_2 = \frac{4.948(1-0.2267)}{(1-0.14)}$$

$$m_2 = 4.449 \text{ กก./ไร่}$$

การคำนวณสมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี

กำหนดอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของการทำงาน 3.204 กิโลเมตรต่อชั่วโมงหน้ากว้างการทำงานของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ 2.4 เมตร และ 3 เมตร ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง

จากสมการที่ 2.7

$$C_T = \frac{Sw}{1.6}$$

ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร

$$C_T = \frac{3.204 \times 2.4}{1.6}$$

$$= 4.806 \text{ ไร่ต่อชั่วโมง}$$

คิดเป็นอัตราการทำงานต่อวันได้ $= 38.448$ ไร่ต่อวัน

ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

$$C_T = \frac{3.204 \times 3.0}{1.6}$$

$$= 6.008 \text{ ไร่ต่อชั่วโมง}$$

คิดเป็นอัตราการทำงานต่อวันได้ $= 48.046$ ไร่ต่อวัน

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนใช้หลักการของ Donnell Hunt (1995) เปรียบเทียบกับการหว่านโดยใช้แรงงานคนและการจ้างรถปักดำ เมื่อคิดว่าเกษตรกรมีรถไถเดินตามอยู่แล้ว

กำหนดให้ %FC = 16%

ราคาแรกซื้อ = 50,000 บาท

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน = 0.28 ลิตร/ไร่

ราคาน้ำมันดีเซล = 30 บาท/ลิตร

ค่าน้ำมันหล่อลื่น = 10% ของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

ค่าแรง = 37.5 บาท/ชม.

R&M = 5% ของ P ต่อ 100 ชม.

อัตราเร็วเคลื่อนที่ = 2.6 กม./ชม.

ประสิทธิภาพทางไร่ = 84%

ค่าจ้างหว่านข้าวด้วยคน = 100 บาท/ไร่

ค่าจ้างเครื่องปักดำ = 1,200 บาท/ไร่

ตารางการคำนวณจุดคุ้มทุน

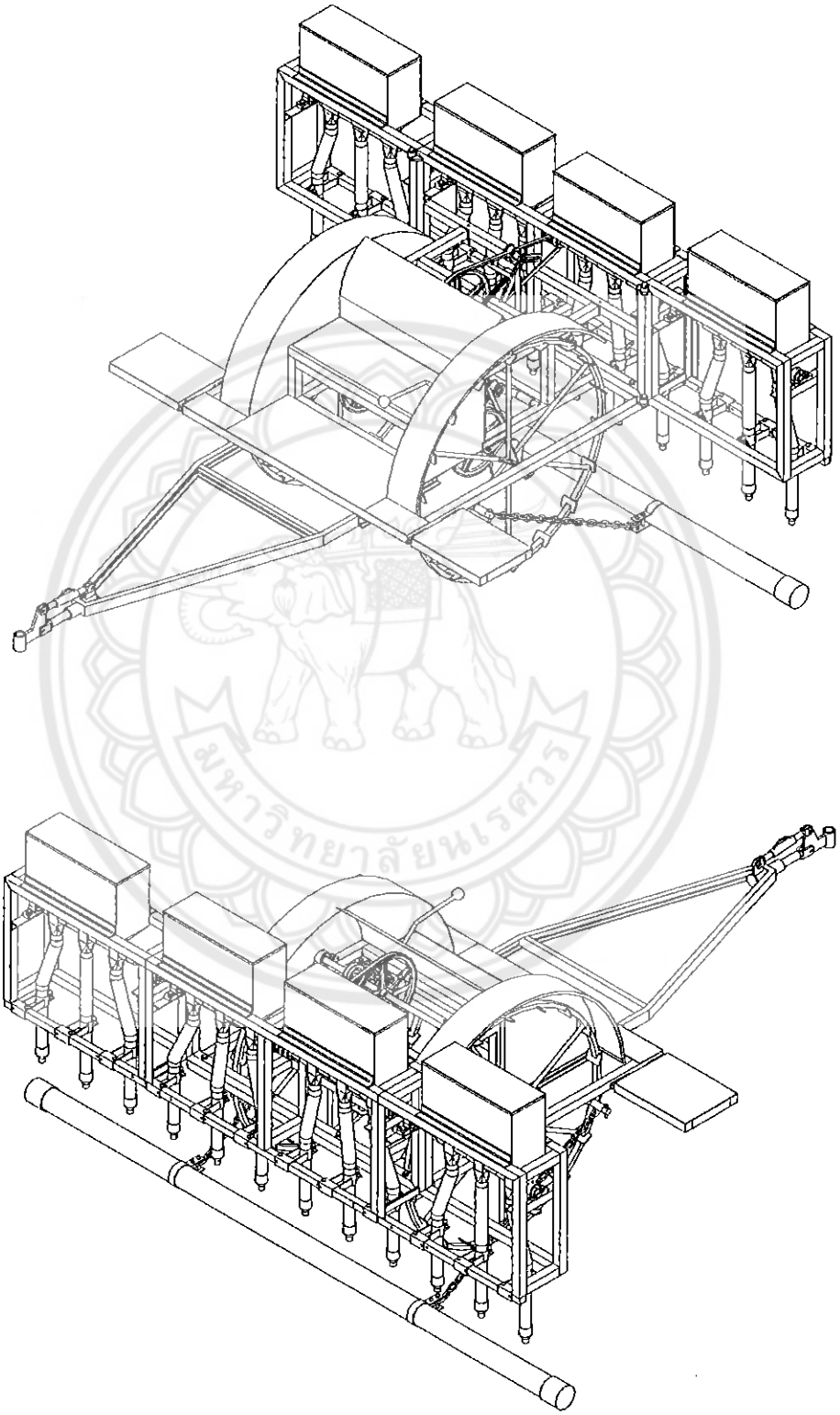
	ระยะห่างระหว่างแถว		หน่วย
ระยะห่างระหว่างแถว	20	25	ซม.
สมรรถนะทางไร่ทฤษฎี	4	5	ไร่/ชม.
สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล	3.4	4.2	ไร่/ชม.
ค่าใช้จ่ายคงที่ต่อปีเฉลี่ย	8,000	8,000	บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายแปรผัน			
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	27.52	34.40	บาท/ชม.
ค่าน้ำมันหล่อลื่น	2.75	3.44	บาท/ชม.

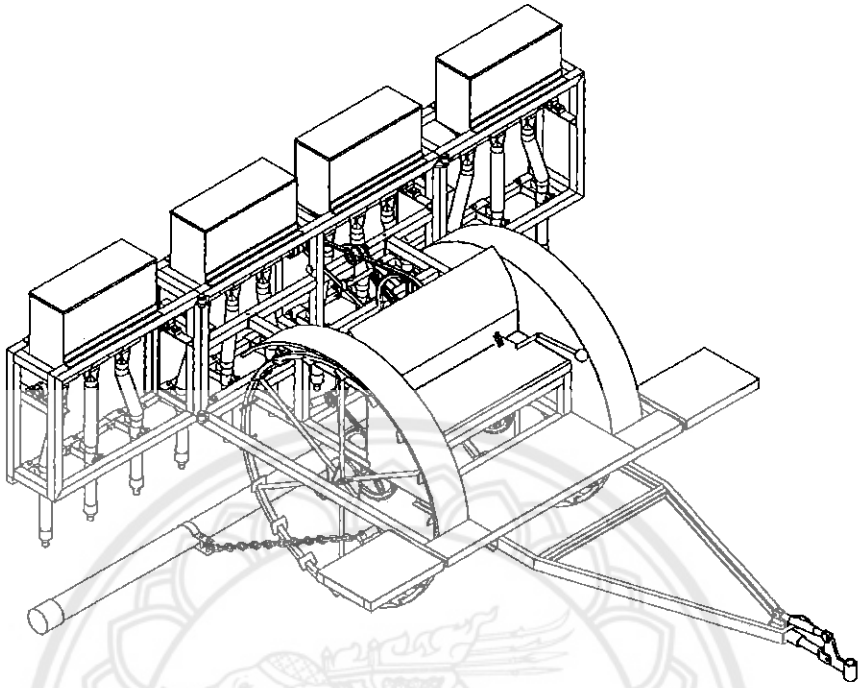
ตารางการคำนวณจุดคุ้มทุน (ต่อ)

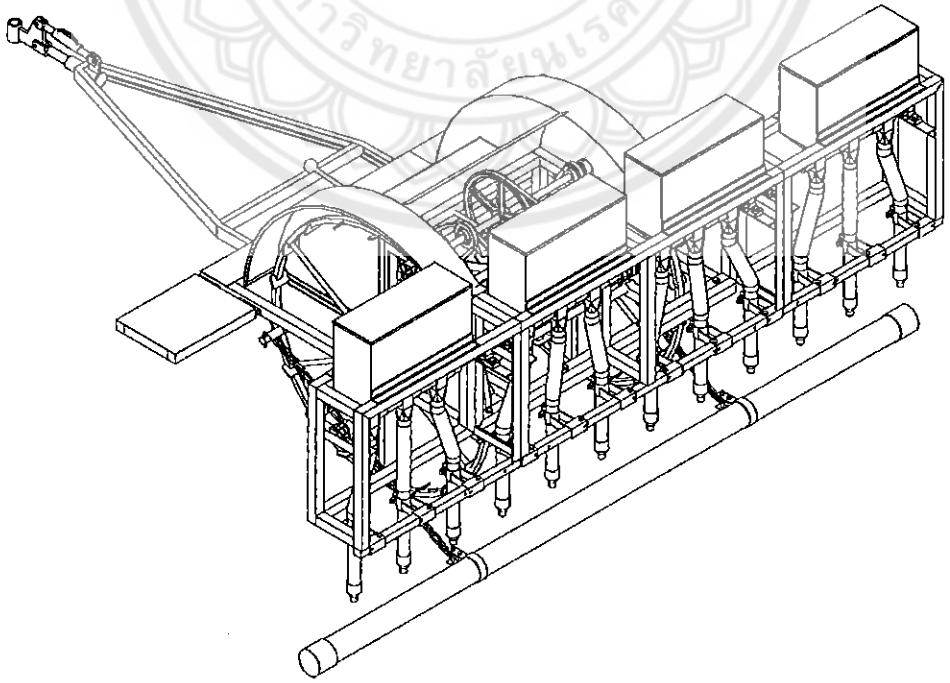
ค่าแรงงาน	37.5	37.5	บาท/ชม.
ค่า R&M	25	25	บาท/ชม.
รวมค่าใช้จ่ายผันแปร	92.77	100.34	บาท/ชม.
	28.32	24.50	บาท/ไร่
ขนาดพื้นที่ที่ break-even point			
เทียบกับแรงงาน	112	106	ไร่/ปี
เทียบกับเครื่องปักดำ	7	7	ไร่/ปี

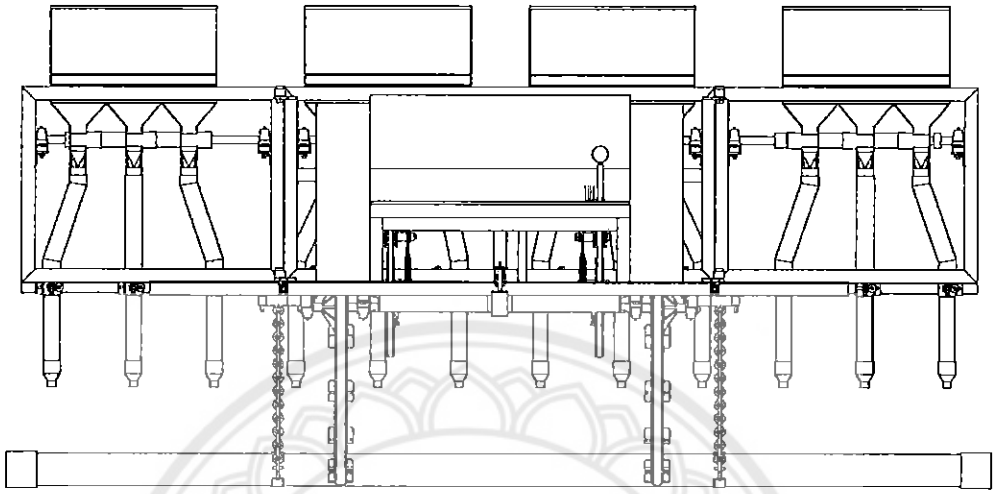
ภาคผนวก ง

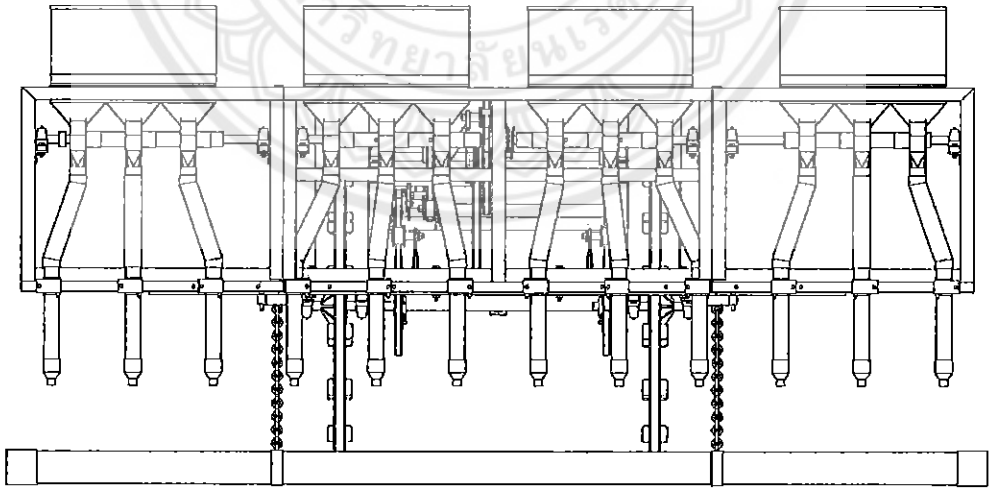
แบบ Drawing เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

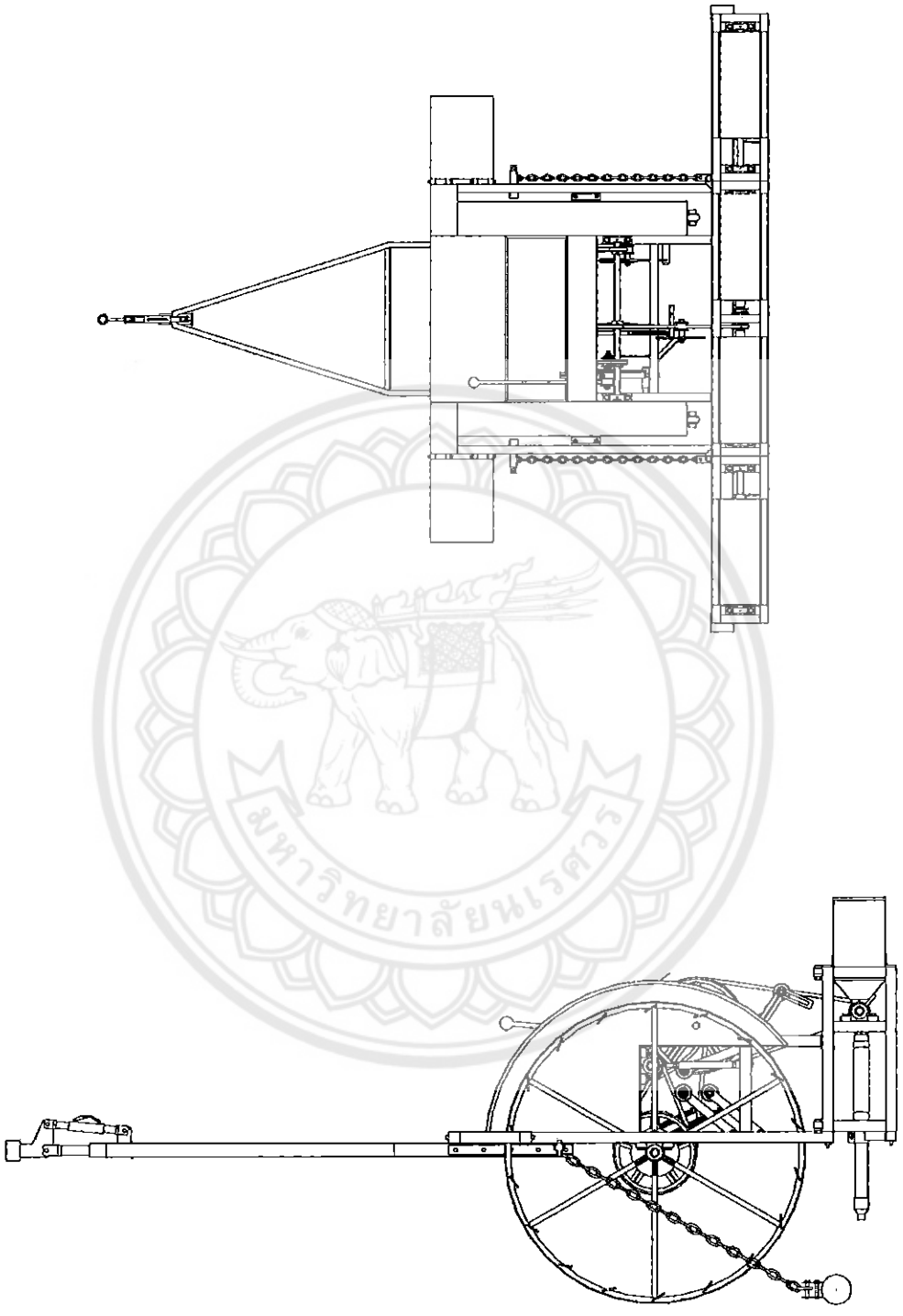


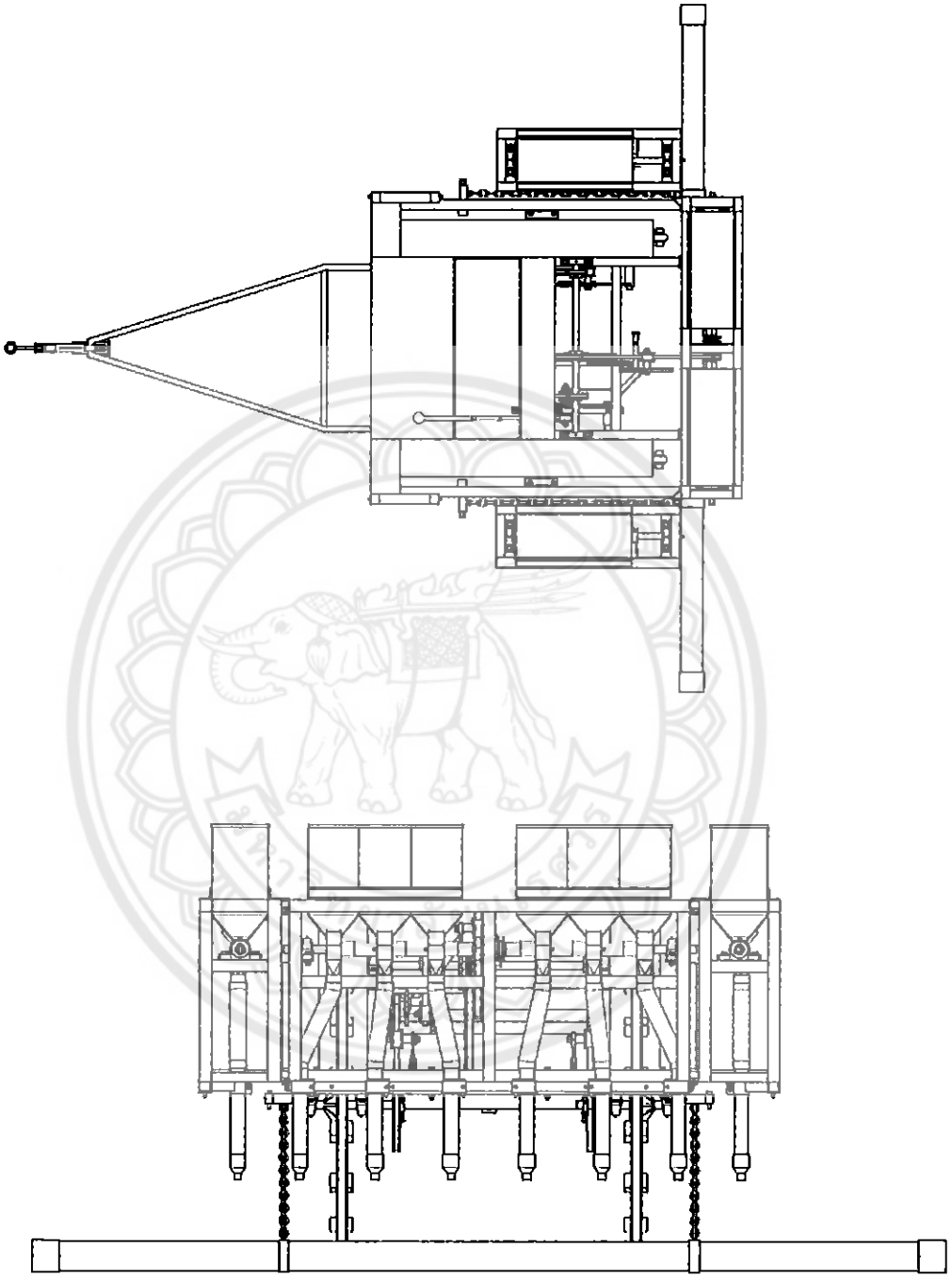


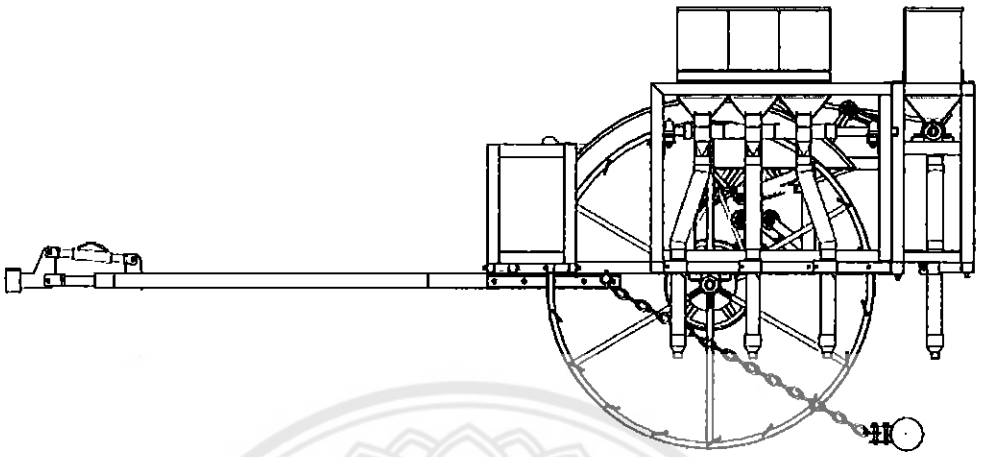


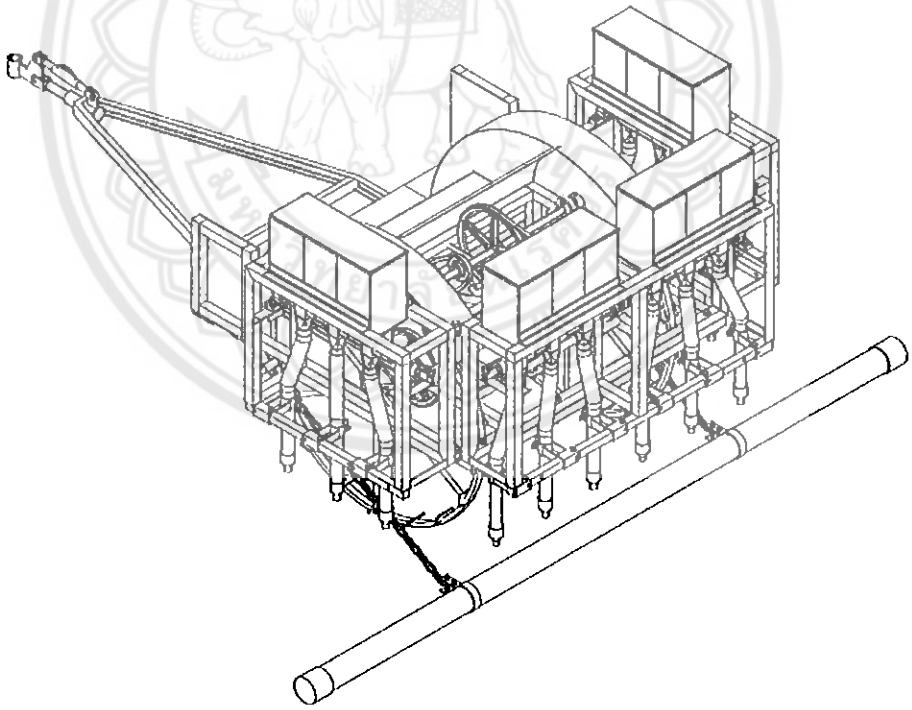












ประวัติผู้เขียน

1.นายภาสุ ศรีวิบูลย์รัตนา รหัสนิสิต 54360766 ปีการศึกษา 2553 จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม ปีการศึกษา 2557 กำลังศึกษาอยู่ที่มหาวิทยาลัยนเรศวร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

2.นายนรินทร์ สีจ๊ะแปง รหัสนิสิต 54363279 ปีการศึกษา 2553 จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนภัทรวิทยา ปีการศึกษา 2557 กำลังศึกษาอยู่ที่มหาวิทยาลัยนเรศวร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

3.นายอัคนี กลมกลิ้ง รหัสนิสิต 54363569 ปีการศึกษา 2553 จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม ปีการศึกษา 2557 กำลังศึกษาอยู่ที่มหาวิทยาลัยนเรศวร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล