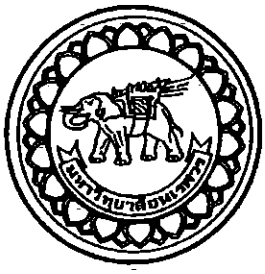
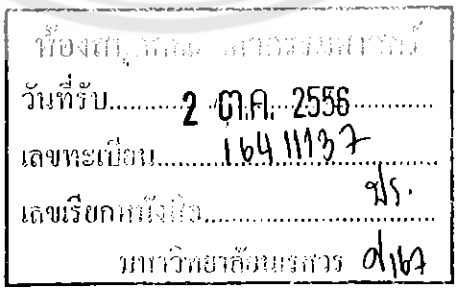


การปรับปรุงและทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

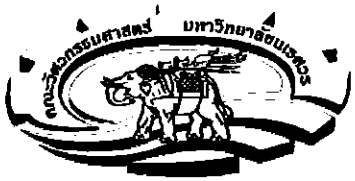
Improvement and Testing of Germinated Paddy Row Seeder

นายศรายุทธ แย้มสรวล รหัสนิสิต 52361338
นายสมพร จงบริบูรณ์ รหัสนิสิต 52361383
นายพลกฤต ผิวหนองอ่าง รหัสนิสิต 52361550



2555

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2555



ใบรับรองโครงงาน

ชื่อหัวข้อโครงงาน	: การปรับปรุงและทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว Improvement and Testing of Germinated Paddy Row Seeder
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายศรายุทธ แย้มสรวล รหัสนิสิต 52361338 นายสมพร จงบริบูรณ์ รหัสนิสิต 52361383 นายพลกฤต ผิวหนองอ่าง รหัสนิสิต 52361550
ที่ปรึกษาโครงงาน	: รศ.ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี
ที่ปรึกษาโครงงานร่วม	: ดร.รัตนา การุญบุญญานันท์
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	: 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

มัทนี ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี)

กรรมการ
(ดร.รัตนา การุญบุญญานันท์)

กรรมการ
(ดร.ศลิษา วีรพันธุ์)

กรรมการ
(ดร.สุเมธ เหมะวัฒนะชัย)

ชื่อหัวข้อโครงงาน : การปรับปรุงและทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว
ผู้ดำเนินโครงงาน : นายศรายุทธ แย้มสรวล รหัสนิสิต 52361338
นายสมพร จงบริบูรณ์ รหัสนิสิต 52361383
นายพลกฤต ผิวหนองอ่าง รหัสนิสิต 52361550
ที่ปรึกษาโครงงาน : รศ. ดร. มัทนี สงวนเสริมศรี
ที่ปรึกษาโครงงานร่วม : ดร. รัตนา การุญบุญญานันท์
ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา : 2555

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ และทดสอบในห้องปฏิบัติการและในแปลง การปรับปรุงที่สำคัญ ได้แก่ การปรับปรุงท่อนำเมล็ดเพื่อแก้ปัญหาการอุดตันของเมล็ดภายในท่อ โดยท่อนำเมล็ดที่ออกแบบใหม่ประกอบด้วยชุดท่อยางใสสวมในท่อพีวีซีที่สามารถเลื่อนเข้า-ออก และข้อต่อที่สามารถแกว่งให้ตัวได้ ซึ่งจะช่วยป้องกันการหักงอและตกท้องช้างของท่อเมื่อเอียงทำมุมน้อยกว่า 70 องศากับแนวระดับ และได้ทำการปรับปรุงชุดกลไกตีงสายพานเพื่อแก้ปัญหาเพลาลูกโรยไม่หยุดทำงาน โดยติดตั้งชุดเบรกเพลาลูกโรยเข้ากับกลไกตีงสายพาน การปรับปรุงระยะห่างระหว่างแถวให้สามารถปรับได้ 3 ระดับ คือ 20, 25 และ 30 เซนติเมตร และโรยได้ระยะห่างระหว่างแถวที่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังได้ทำการออกแบบชุดแผ่นปรับความยาวร่องลูกโรยเพื่อเพิ่มความสะดวกในการปรับตั้งค่าอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกตามต้องการ รวมถึงการเปลี่ยนชนิดของแปรงปาดเมล็ดใหม่เป็นแปรงทาสีทำให้ได้อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกในแต่ละแถวมีค่าแตกต่างกันไม่เกิน ±10 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วในห้องปฏิบัติการกับเมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ความชื้น 23 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ความยาวรากเฉลี่ย 1.95 มิลลิเมตร ที่อัตราเร็วเทียบเท่าการเคลื่อนที่ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่าอัตราการไหลของเมล็ดในแต่ละแถวมีค่าแตกต่างกันไม่เกิน ±10 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดที่ผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลง 2 - 6 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบในแปลงนาชนิดดินทรายแป้ง (clay loam) ความลึกโคลนเฉลี่ย 14.1 เซนติเมตร กับเมล็ดข้าวพันธุ์ กข 51 พบว่าเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวสามารถโรยได้ระยะห่างระหว่างแถวตามกำหนด และไม่พบปัญหาโคลนอุดตันที่ปลายท่อนำเมล็ด เมื่อเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีสมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎีเท่ากับ 2.93, 3.66 และ 4.40 ไร่ต่อชั่วโมง และจุดคุ้มทุนเทียบกับการหว่านด้วยมือเท่ากับ 258, 162 และ 133 ไร่ต่อปี ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20, 25 และ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ

Project Title : Improvement and Testing of Germinated Paddy Row Seeder

Name : Mr. Sarayut Yeamsuan ID : 52361338
Mr. Somporn Chongboribun ID : 52361383
Mr. Phonkrit Piwnongaung ID : 52361550

Project Advisor : Assoc. Prof. Dr. Mathanee Sanguansermsri

Project Co-Advisor : Dr. Rattana Karoonboonyanan

Academic Year : 2012

Abstract

This project aims to improve the prototype of germinated paddy row seeder where the laboratory and field tests were conducted. Seed tubes are redesigned to resolve seed obstruction and feed roller belt tension adjustment mechanism are also redesigned to resolve nonstop rolling problem. The seed tube contains sliding in-out double tubes set with swing joint in order to prevent bending for tube angle less than 70 degree. A brake system was attached to feed roller belt's tension adjustment device. The row spacing can be adjusted in 3 levels, which are 20 cm, 25 cm and 30 cm. A set of feeler gages are installed to help controlling the seed flow rate. Furthermore, using a new brush type (painted brush) produced uniform seed flow rate to be within ± 10% deviation range.

Moreover, the prototype test was conducted in the laboratory using germinated Phitsanulok-2 variety paddy seed with moisture content of 23% (w.b.) with average root length of 1.95 mm. Travelling speed of the seeder was at 2.93 kg/h. It was found that the seed flow rate from each seed tube is uniform within ± 10% deviation rate. The seed was damaged by the machine as observed by reduction of germination rate ranging from 2 to 6%. Field test was conducted in clay loam soil with the average depth of mud 14.1 cm using RD51 variety paddy seed. The result indicated that the seeder performed with uniform row spacing as expected with no mud stuck at the outlets of seed tubes. The theoretical field capacities was determined with seeder traveling speed of 2.93 km/h to be 2.93 (0.47), 3.66 (0.59) and 4.40 (0.70) rai/h (ha/h) with the row spacing of 20, 25 and 30 cm, respectively. Breakeven point of this paddy row seeder are

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือในด้านการให้คำแนะนำในการทำโครงงานจาก รองศาสตราจารย์ ดร. มัทนี สงวนเสริมศรี และ ดร. รัตนา การุญบุญญานันท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานให้คำปรึกษาแก่ผู้ดำเนินโครงงานตลอดมา ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก ที่กรุณาให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการให้ข้อมูลสำหรับทำโครงงาน จนทำให้โครงงานครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อ.เกดิษฐ์ กว้างตระกูล ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการปรับปรุงเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวจนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณลุงบุญส่ง ศิริโยธิน ที่ให้ความอนุเคราะห์แปลงทดสอบและช่วยเหลือในการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในแปลงนา จนทำการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในแปลงนาสำเร็จ

ขอขอบพระคุณบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล แนะนำช่วยเหลือในการจัดทำโครงงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

และขอขอบพระคุณบิดา – มารดา ที่สนับสนุนและให้กำลังใจกับผู้ดำเนินโครงงานจนโครงงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

นายศรายุทธ แย้มสรวล
นายสมพร จงบริบูรณ์
นายพลกฤต ผิวหนองอ่าง

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ช
สัญลักษณ์และอักษรย่อ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
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	13
2.3 ข้อมูลเมล็ดพันธุ์ข้าว	15
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	
3.1 ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ	17
3.2 วิธีการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในห้องปฏิบัติการ	34
3.3 การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในแปลง	39
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล	
4.1 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอก	43
4.2 ผลการทดลองเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วในห้องปฏิบัติการ	44
4.3 ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วในแปลงนา	54

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปสมบัติของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว 59
5.2 ข้อเสนอแนะ 62

เอกสารอ้างอิง 63
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก 65
ภาคผนวก ข 75
ภาคผนวก ค 88
ภาคผนวก ง 105
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน 120

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.1	แผนการดำเนินงาน	4
ตารางที่ 1.2	งบประมาณการดำเนินงาน	4
ตารางที่ 3.1	การเปรียบเทียบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก ก่อนและหลังการปรับปรุงชุดท่อนำเมล็ด	22
ตารางที่ 3.2	การเปรียบเทียบท่อนำเมล็ดที่ 1 และ 8 ก่อนและหลังปรับปรุง	24
ตารางที่ 3.3	การเปรียบเทียบชุดกลไกตีงสายพาน ก่อนและหลังปรับปรุง	28
ตารางที่ 3.4	ค่าความยาวร่องลูกโรยที่ระยะห่างระหว่างแถวต่างๆ ที่ทำการทดสอบ	37
ตารางที่ 4.1	สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1 (ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาวานิช)	43
ตารางที่ 4.2	สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2 (ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)	44
ตารางที่ 4.3	อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)	49
ตารางที่ 4.4	เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)	51
ตารางที่ 4.5	ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกที่ปรับปรุงแล้วในแปลงนา	54
ตารางที่ 5.1	ข้อมูลจำเพาะของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว	59
ตารางที่ 5.2	ค่าประมาณความยาวร่องลูกโรยที่เหมาะสมสำหรับจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ค่าต่างๆ	61
ตารางที่ 5.3	จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว	62

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่างๆ และเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	5
รูปที่ 2.1	เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่างๆ และเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น (ต่อ)	6
รูปที่ 2.2	แบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว โดยปราโมทย์ และคณะ	6
รูปที่ 2.3	แบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ โดยธีรศักดิ์ และคณะ	7
รูปที่ 2.4	เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบที่สร้างขึ้น โดยธีรศักดิ์ และคณะ	7
รูปที่ 2.5	ด้านนอกถังบรรจุเมล็ด (ซ้าย) ด้านในถังบรรจุเมล็ด (ขวา)	8
รูปที่ 2.6	แบบชุดกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด	9
รูปที่ 2.7	ชุดกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด	9
รูปที่ 2.8	แบบท่อนำเมล็ด	9
รูปที่ 2.9	ท่อนำเมล็ด	10
รูปที่ 2.10	ล้อต้นกำลัง	10
รูปที่ 2.11	แบบชุดส่งกำลัง	11
รูปที่ 2.12	ชุดส่งกำลัง และชุดต่อพ่วงรถไถเดินตาม	11
รูปที่ 2.13	ชุดกลไกตีงสายพาน	12
รูปที่ 2.14	เมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2	15
รูปที่ 3.1	ปัญหาเมล็ดข้าวงอกตกค้างภายในท่อนำเมล็ด ก่อนการปรับปรุง	17
รูปที่ 3.2	ปัญหาที่เกิดกับท่อนำเมล็ด ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร	18
รูปที่ 3.3	แบบท่อนำเมล็ดแบบเดิมและแบบใหม่	19
รูปที่ 3.4	รูปแบบส่วนประกอบของชุดท่อนำเมล็ดหลังการปรับปรุง	19
รูปที่ 3.5	รูปแบบการวางตัวของท่อนำเมล็ดที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร	20
รูปที่ 3.6	รูปแบบการวางตัวของท่อนำเมล็ดที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร	21
รูปที่ 3.7	รูปแบบการวางตัวของท่อนำเมล็ดที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร	21
รูปที่ 3.8	ปลายท่อนำเมล็ด ก่อนการปรับปรุง	23
รูปที่ 3.9	กลไกตีงสายพานของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ	25
รูปที่ 3.10	ระยะยกของตัวกดสายพาน ก่อนการปรับปรุง	26
รูปที่ 3.11	ระยะการทำงานของสายพาน เทียบกับระยะกดสายพาน	26
รูปที่ 3.12	แนวทางการปรับปรุงกลไกตีงสายพาน วิธีที่ 1: แสดงระยะยกของตัวกดสายพานที่ได้	26
รูปที่ 3.13	แนวทางการปรับปรุงกลไกตีงสายพาน วิธีที่ 2: การติดตั้งระบบเบรกเพลาลูกโรย	27
รูปที่ 3.14	เพลาลูกโรยและชุดลิ่ม	29
รูปที่ 3.15	ชุดลิ่มสำหรับปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยแบบเดิมและแบบใหม่	30

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3.16	ขนาดของชุดลิ่มที่ออกแบบใหม่	30
รูปที่ 3.17	ชุดลิ่มที่ออกแบบใหม่	31
รูปที่ 3.18	ชุดแผ่นปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยที่ออกแบบ	31
รูปที่ 3.19	การปรับความยาวร่องลูกโรย โดยแผ่นปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยที่ออกแบบ	32
รูปที่ 3.20	ขนแปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาวานิชเกิดการเสียรูปหลังการใช้งาน	32
รูปที่ 3.21	แปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาสี หลังการใช้งานขนแปรงจะเสียรูปน้อย	33
รูปที่ 3.22	ล้อต้นกำลังของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ	33
รูปที่ 3.23	ล้อต้นกำลังก่อนและหลังการปรับปรุง	34
รูปที่ 3.24	การเตรียมเมล็ดข้าวงอก	35
รูปที่ 3.25	ขนาดและความยาวรากของเมล็ดข้าวงอก	35
รูปที่ 3.26	การหามวลและความหนาแน่นมวลรวมของเมล็ดข้าวงอก	36
รูปที่ 3.27	การหาความชื้นของเมล็ดข้าวงอก	36
รูปที่ 3.28	แปลงเพาะเมล็ดเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การงอก	37
รูปที่ 3.29	การทดสอบหาอัตราการไหลเมล็ดข้าวงอกของเครื่องโรยในห้องปฏิบัติการ	39
รูปที่ 3.30	แปลงทดสอบ ก่อนและหลังการเตรียมดิน	40
รูปที่ 3.31	การวัดระยะห่างระห่างแถวและระหว่างกอ	41
รูปที่ 3.32	การหาอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่	42
รูปที่ 4.1	เมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ	43
รูปที่ 4.2	อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (การทดสอบครั้งที่ 1, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาวานิช)	44
รูปที่ 4.2	อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (การทดสอบครั้งที่ 1, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาวานิช) (ต่อ)	45
รูปที่ 4.3	ปัญหาขนแปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาวานิช เกิดการเสียรูปหลังการทดสอบ	46
รูปที่ 4.4	อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)	46
รูปที่ 4.4	อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี) (ต่อ)	47
รูปที่ 4.5	แปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาสีขนไนล่อนสีดำ	48
รูปที่ 4.6	รูปร่างและขนาดร่องของเพลาลูกโรยคลาดเคลื่อนจากค่าออกแบบ	48

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.7	เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)	50
รูปที่ 4.7	เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี) (ต่อ)	51
รูปที่ 4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่กับความยาวร่องลูกโรย ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร	52
รูปที่ 4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่กับความยาวร่องลูกโรย ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร	52
รูปที่ 4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่กับความยาวร่องลูกโรย ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร	53
รูปที่ 4.11	ท่อนำเมล็ดที่ชิดขอบถัง ไม่สามารถเสียบชุดแผ่นปรับตั้งค่าความยาวลงไปในร่องเพลาลูกโรยได้	53
รูปที่ 4.12	ระยะห่างระหว่างแถวของต้นข้าว ในแปลงทดสอบ	55
รูปที่ 4.13	ลักษณะการเรียงตัวของต้นข้าวในแถวหนึ่งๆ ในแปลงทดสอบ	55
รูปที่ 4.14	ปัญหาแปลงทดสอบมีน้ำขัง	56
รูปที่ 4.15	ปัญหาการเกิดโพรงภายในถังบรรจุเมล็ด	56
รูปที่ 4.16	เมล็ดข้าวงอกเกิดการตกค้างภายในท่อนำเมล็ดที่ 1	57
รูปที่ 4.17	เหล็กต่อพ่วงกับรถไถเดินตามขาดระหว่างการทดสอบในแปลง	57

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

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันเกษตรกรในจังหวัดพิษณุโลกมีการปลูกข้าวในหลายรูปแบบ มีการปลูกแบบนาหว่านน้ำตม นาดำ และนาโยน ที่เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ การปลูกแบบนาหว่านน้ำตมเพราะว่า มีความสะดวก ต้นทุนต่ำ ใช้แรงงานน้อย แต่ยังมีปัญหาในเรื่องการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวในการหว่านมากเกินไป การกระจายตัวของเมล็ดพันธุ์ข้าวไม่สม่ำเสมอ ทำให้ดูแลรักษาและควบคุมวัชพืชได้ยาก ผลผลิตจึงน้อย จากปัญหาดังกล่าว ปราโมทย์ และคณะ (2553)[1] ได้ออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวสำหรับต่อพ่วงรถไถเดินตาม สามารถโรยได้ครั้งละ 8 แถว ต่อมาธีรศักดิ์ และคณะ (2554)[2] ได้ทำการสานต่อโครงงานโดยการสร้างเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบขึ้น และได้ทดสอบหาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบในห้องปฏิบัติการ และในแปลง ซึ่งพบว่าเมื่อปรับระยะห่างระหว่างแถว เป็น 30 เซนติเมตร เกิดปัญหาการตกค้างและอุดตันของเมล็ดข้าวงอกภายในท่อนำเมล็ดบางท่อ ปัญหาเพลาลูกโรยไม่หยุดโรยขณะเลี้ยวที่หัวแปลง และการปรับอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกทำได้ยาก เป็นต้น

จากปัญหาดังกล่าวผู้ดำเนินโครงงานจึงมีแนวคิดที่จะปรับปรุงเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ และทดสอบหาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วในห้องปฏิบัติการและในแปลง ผู้ดำเนินโครงงานหวังว่าเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ผ่านการปรับปรุงแล้วจะมีสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ปรับปรุงเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ

1.2.2 ทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วในห้องปฏิบัติการ และในแปลง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่มีสมรรถนะและประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

1.3.2 ข้อมูลผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว

1.3.3 เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการปลูกข้าวของเกษตรกร

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการปรับปรุง และทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบที่ได้สร้างโดยธีรศักดิ์ และคณะ (2554)[2] โดยทำการปรับปรุงชุดท่อนำเมล็ด, ชุดกลไกตีงสายพาน, วิธีการปรับตั้งค่าอัตราการไหลของเมล็ด และล้อต้นกำลัง เป็นต้น ดำเนินการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกที่ปรับปรุงแล้วในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอก อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก และเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดที่ผ่านเครื่องโรย ที่ความยาวร่องลูกโรยค่าต่างๆ และที่ระยะห่างระหว่างแถวค่าต่างๆ ส่วนการทดสอบในแปลงเพื่อหาระยะห่างระหว่างแถว และระยะห่างระหว่างกอ จำนวนเมล็ดต่อกอ อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลังและสมรรถนะทางไร่ของเครื่องโรย และวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนการใช้งานเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 การศึกษาข้อมูลเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ

1) ข้อมูลการออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวของปราโมทย์ และคณะ (2553)[1]

2) ข้อมูลการสร้างและการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบของธีรศักดิ์ และคณะ (2554)[2]

1.5.2 การปรับปรุงและพัฒนาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ

1) การปรับปรุงชุดท่อนำเมล็ด

2) การปรับปรุงชุดส่งกำลัง ได้แก่ การปรับปรุงชุดกลไกตีงสายพาน รวมถึงล้อต้นกำลัง

3) การปรับปรุงวิธีการปรับตั้งค่าอัตราการไหลของเมล็ด

1.5.3 การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

1) การทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อเก็บข้อมูลและคำนวณหาค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

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

2) การทดสอบในแปลง ข้อมูลที่จะทำการเก็บและคำนวณจากผลการทดสอบในแปลงมีดังต่อไปนี้

- ข้อมูลสภาพแปลงทดสอบ ได้แก่ ชนิดของดิน ความลึกโคลน และขนาดแปลง
- สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบ
- ระยะทางและเวลาการเคลื่อนที่ อัตราเร็วการเคลื่อนที่ และเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลัง
- ระยะห่างระหว่างแถว และระยะห่างระหว่างกอ
- จำนวนเมล็ดข้าวงอกต่อกอ
- ปริมาณเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ และอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่
- ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- เวลาในการโรย เวลาในการเลี้ยว และประสิทธิภาพทางไร่
- สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล

1.6 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงานในช่วงเวลาต่างๆ แสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2555							2556				
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ	■	■										
2. วางแผนและออกแบบวิธีการปรับปรุงเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก			■	■								
3. ปรับปรุงและทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกในห้องปฏิบัติการ				■	■	■	■	■	■	■	■	
4. ทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกในแปลง												■
5. วิเคราะห์และสรุปผล จัดทำรายงาน											■	■

1.7 งบประมาณ

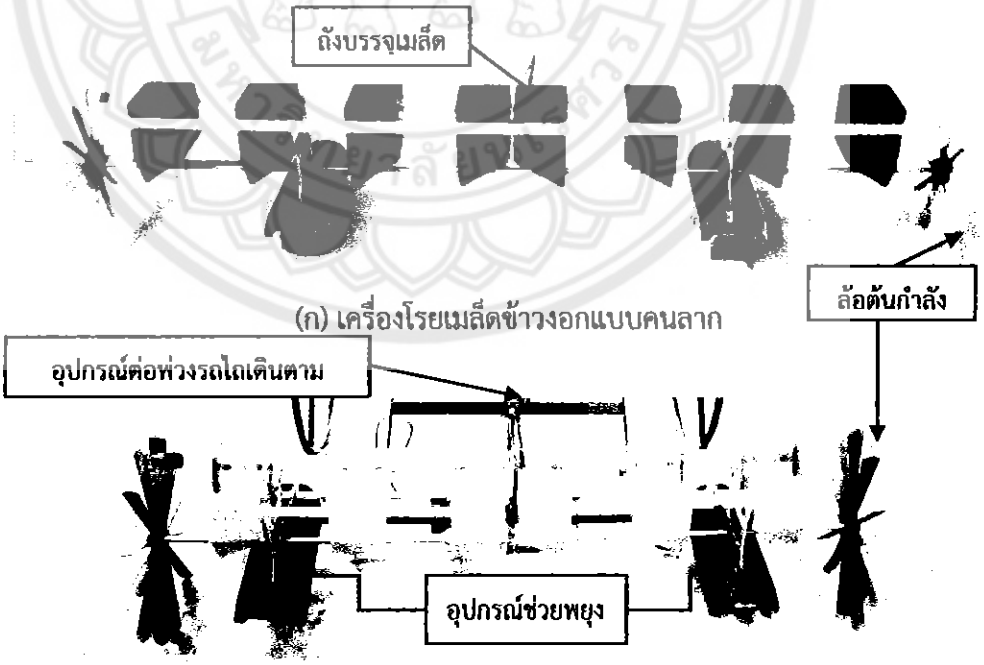
ตารางที่ 1.2 งบประมาณการดำเนินงาน

รายการ	จำนวนเงิน
แหวนอีแปะ 1.5 กิโลกรัม (60 บาท/กิโลกรัม)	90 บาท
พู่เลย์ 3 นิ้ว รู 1 นิ้ว ร่องเดียว 2 ลูก (150 บาท/ลูก)	300 บาท
สายยางใส 1.5 นิ้ว 2 เมตร (31 บาท/เมตร)	62 บาท
ท่อโค้ง 45° 1.5 นิ้ว 6 ชิ้น (35 บาท/ชิ้น)	210 บาท
ท่อโค้ง 45° 1.25 นิ้ว 6 ชิ้น (18 บาท/ชิ้น)	108 บาท
แปรงทาวานิช 1.5 นิ้ว 8 แปรง (20 บาท/แปรง)	160 บาท
แปรงทาสี 1.5 นิ้ว 8 แปรง (30 บาท/แปรง)	240 บาท
สกรูเกลียว 10 มิลลิเมตร 1 ถุง (22 บาท/ถุง)	22 บาท
สายรัดท่อยาง 6 ชิ้น (9 บาท/ชิ้น)	54 บาท
ซิลิโคนแห้งเร็ว สีใส 1 หลอด (109 บาท/หลอด)	109 บาท
ท่อเหล็กสีดำ 2 นิ้ว 1.9 เมตร (60 บาท/เมตร)	114 บาท
เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2 3 กระสอบ (530 บาท/กระสอบ)	1,590 บาท
วัสดุอุปกรณ์การจัดทำรายงาน	1,600 บาท
ค่าตรวจสอบคุณสมบัติของดิน	250 บาท
รวมทั้งสิ้น	4,909 บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ

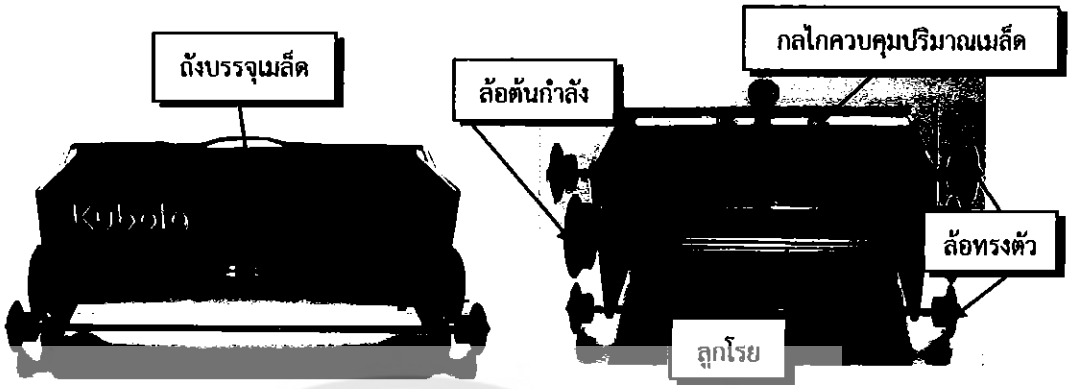
ปราโมทย์และคณะ (2553)[1] ได้ทำการศึกษาและทดสอบ เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก แบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม และเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น ดังรูปที่ 2.1 โดยพบว่า เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม ซึ่งศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลกได้นำเข้าจากต่างประเทศ ใช้กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดข้าวงอกแบบใบกวนเกิดปัญหาเมล็ดข้าวงอกแตกหักเสียหายและมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเฉลี่ย 3-24% และยังพบปัญหาโคลนอุดตันบริเวณช่องเปิดจ่ายเมล็ด ส่วนเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นใช้กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดข้าวงอกแบบเพลาเขาะร่อง มีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเฉลี่ย 1-6% จากผลการศึกษาและทดสอบดังกล่าว ปราโมทย์และคณะ (2553)[1] จึงได้นำกลไกเพลาเขาะร่องมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบชุดลูกโรยเมล็ดข้าวงอกแบบ 8 แถว ชนิดต่อพ่วงรถไถเดินตาม และออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ดังแสดงในรูปที่ 2.2



(ก) เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก

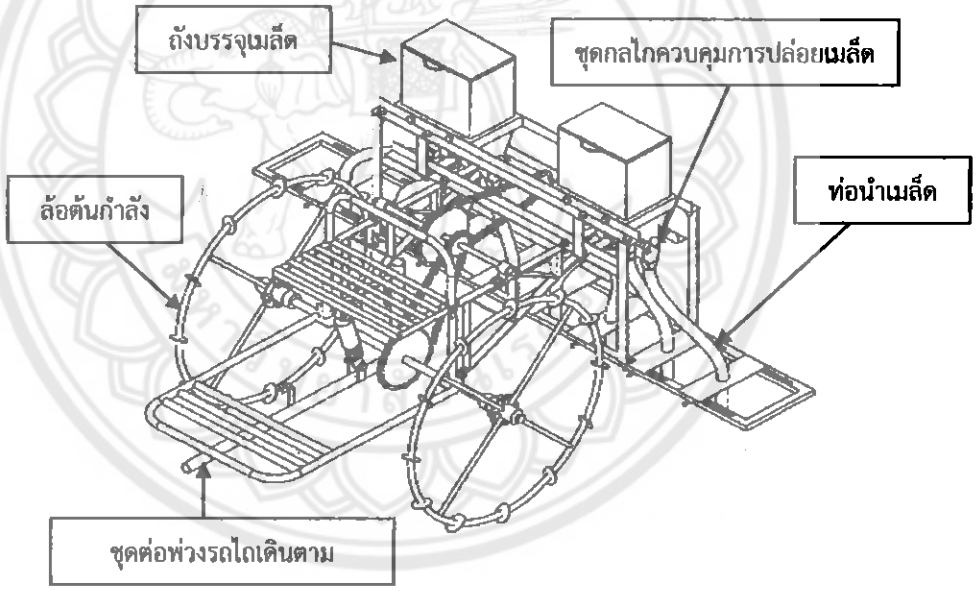
(ข) เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม

รูปที่ 2.1 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่างๆ และเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น



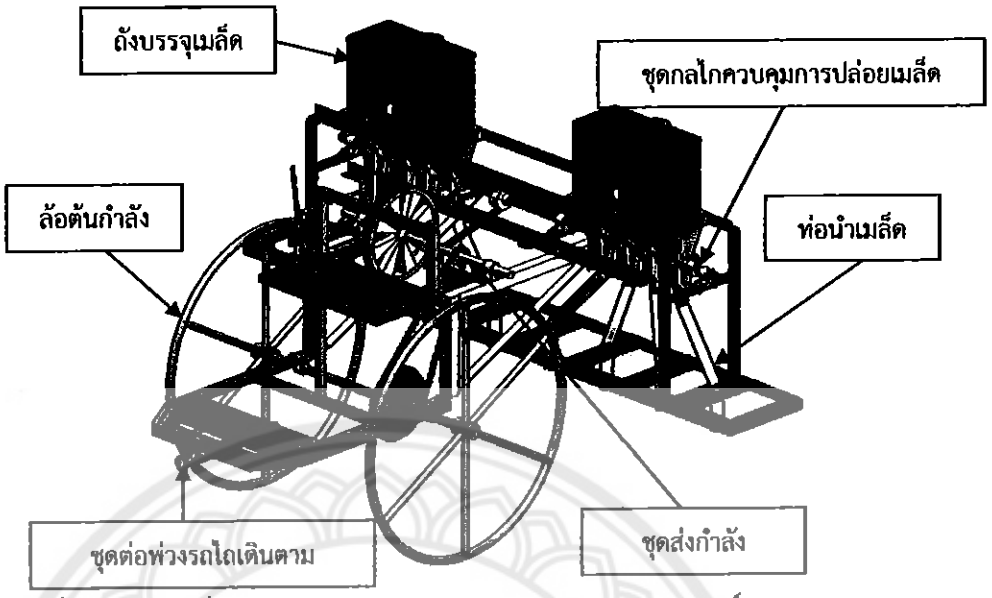
(ค) เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

รูปที่ 2.1 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่างๆ และเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น (ต่อ)



รูปที่ 2.2 แบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว โดยปราโมทย์ และคณะ [1]

ต่อมา ธีรศักดิ์ และคณะ (2554)[2] ได้ศึกษาแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวของปราโมทย์และคณะ และทำการแก้ไขแบบในบางจุด เช่น เปลี่ยนการส่งกำลังไปขับเพลาลูกโรยจากเดิมที่ใช้โซ่ให้เป็นสายพาน เป็นต้น แบบของเครื่องที่แก้ไขแล้วแสดงในรูปที่ 2.3 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกต้นแบบที่สร้างเสร็จแล้วแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.3 แบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ โดยธีรศักดิ์ และคณะ [2]

(ก) รูปด้านหน้า

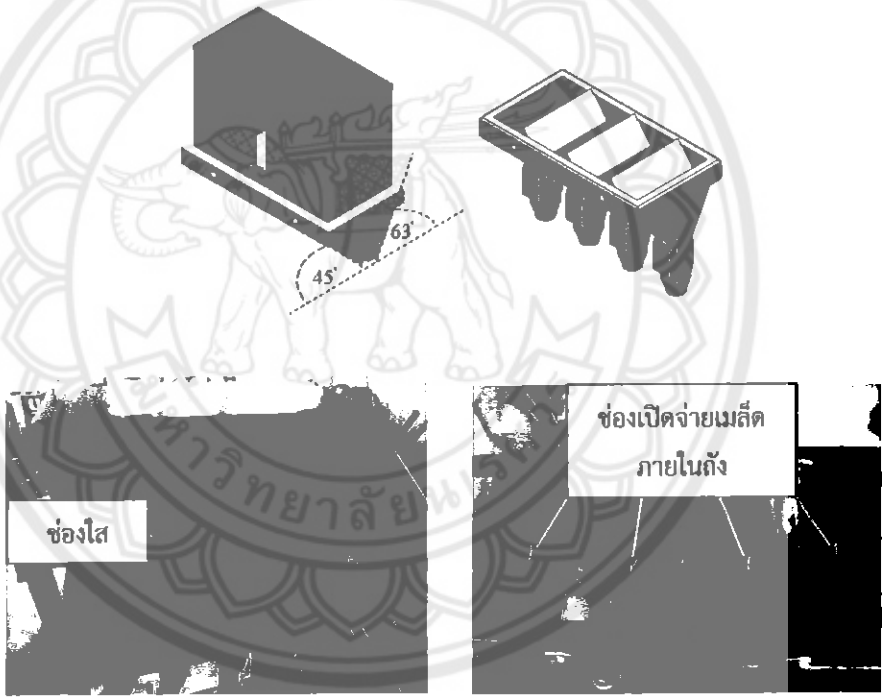
(ข) รูปด้านหลัง

รูปที่ 2.4 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบที่สร้างขึ้น โดยธีรศักดิ์ และคณะ [2]

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบที่สร้างโดยธีรศักดิ์และคณะ มีส่วนประกอบหลักๆ คือ ถังบรรจุเมล็ด ชุดกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด ท่อนำเมล็ด ชุดส่งกำลัง ล้อต้นกำลัง และชุดต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม ซึ่งรายละเอียดของแต่ละส่วน มีดังต่อไปนี้

2.1.1 ถังบรรจุเมล็ด

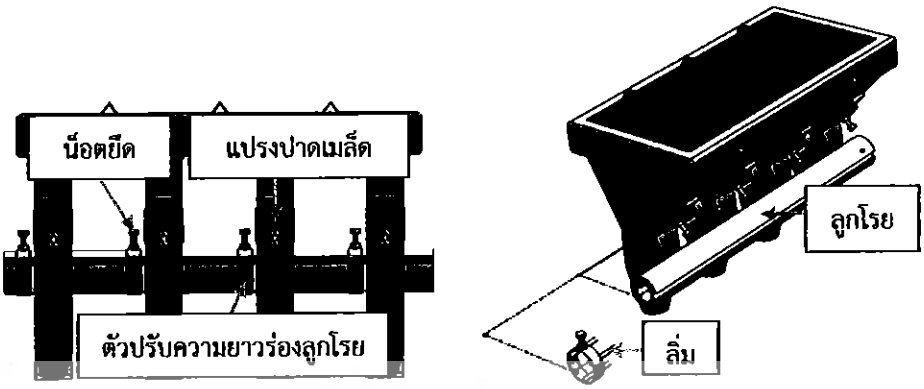
ถังบรรจุเมล็ดเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าทำจากเหล็กแผ่นหนา 1.2 มิลลิเมตร มีทั้งหมด 2 ถัง แต่ละถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกได้ประมาณ 10 กิโลกรัม มุมการไหลอิสระของเมล็ดข้าวงอกบริเวณทางออกของช่องจ่ายเมล็ดทำมุม 63° และ 45° กับแนวระดับ (รูปที่ 2.5) ด้านล่างของถังมีช่องจ่ายเมล็ดสำหรับให้เมล็ดข้าวงอกไหลลงสู่เพลาลูกโรยจำนวน 4 ช่องต่อถัง และติดช่องใสตรงกลางถังบรรจุเมล็ด เพื่อใช้สังเกตระดับของเมล็ดข้าวงอกภายในถัง



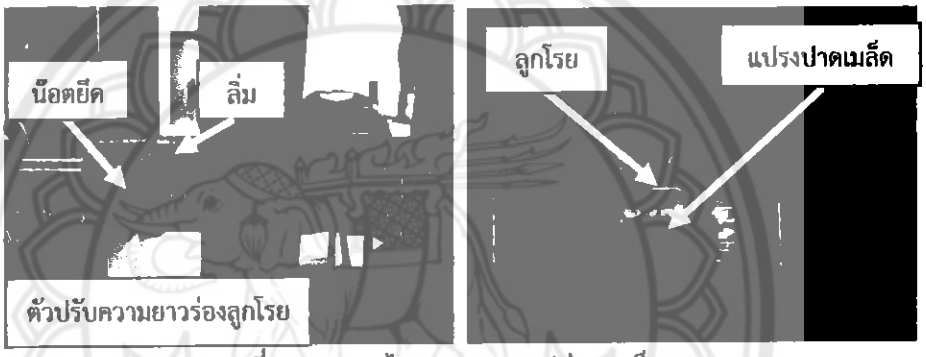
รูปที่ 2.5 ด้านนอกถังบรรจุเมล็ด (ซ้าย) ด้านในถังบรรจุเมล็ด (ขวา) [2]

2.1.2 ชุดกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด

ชุดกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดใช้กลไกที่เรียกว่า “ลูกโรย” ในการควบคุมการปล่อยเมล็ด (รูปที่ 2.6) โดยลูกโรยทำขึ้นจากเพลาเซาะร่อง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร ยาว 450 มิลลิเมตร มีร่องตามแนวยาว 3 ร่อง แต่ละร่องกว้าง 8 มิลลิเมตร ลึก 5 มิลลิเมตร และมีชุดลิ่มในร่องลูกโรยสำหรับปรับความยาวร่องลูกโรยโดยการเลื่อนเข้า-ออก ตามแนวร่อง (รูปที่ 2.7) เพื่อให้ได้อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกตามความต้องการ สามารถปรับความยาวร่องลูกโรยได้ตั้งแต่ 0-4 เซนติเมตร และมีแปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาวานิช ทำหน้าที่คอยปาดเมล็ดที่ล้นออกจากร่องของเพลาลูกโรย



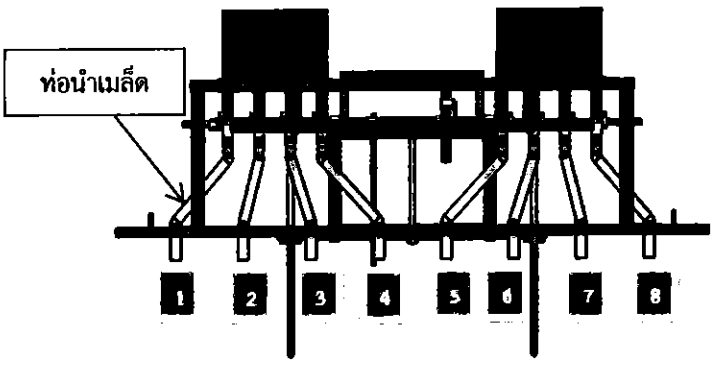
รูปที่ 2.6 แบบชุดกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด [2]



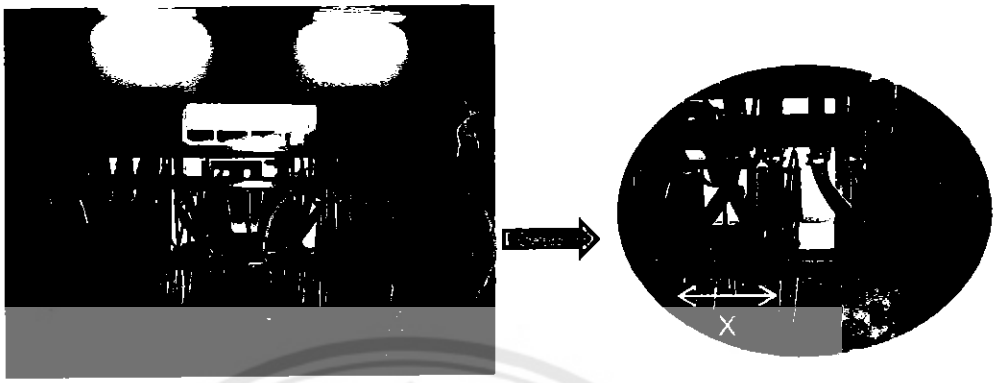
รูปที่ 2.7 ชุดกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด [2]

2.1.3 ท่อนำเมล็ด

ท่อนำเมล็ดติดตั้งอยู่บริเวณด้านล่างของชุดกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด เมื่อเมล็ดข้าวงอกถูกปล่อยลงมาจากร่องของเพลาลูกโรย จะไหลลงสู่ท่อนำเมล็ดซึ่งมีทั้งหมด 8 ท่อ ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ท่อนำเมล็ดทำจากท่อยางใสแบบหนา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.5 นิ้ว ปลายด้านบนของท่อนำเมล็ดแต่ละท่อจะถูกสวมและรัดด้วยเข็มขัดรัดเข้ากับท่อเหล็กด้านล่างของถังบรรจุเมล็ด โดยปลายล่างของท่อนำเมล็ดจะอยู่สูงจากพื้น 30 เซนติเมตร สามารถปรับระยะห่างระหว่างแถว (ระยะ X) ได้ 2 ระยะคือ 25 และ 30 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.8 แบบท่อนำเมล็ด [2]

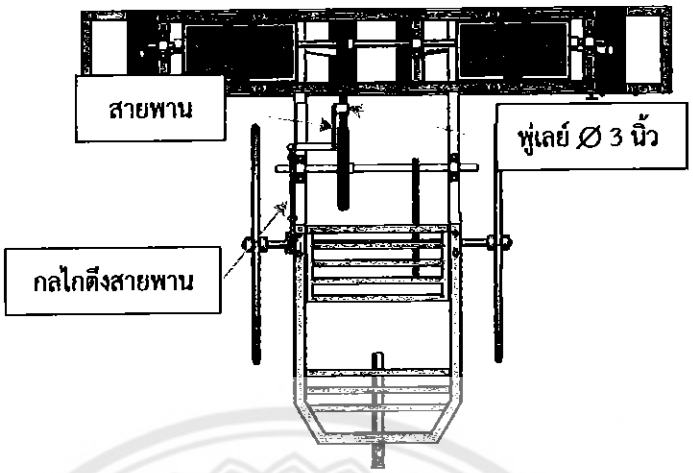


รูปที่ 2.9 ท่อนำเมล็ด [2]

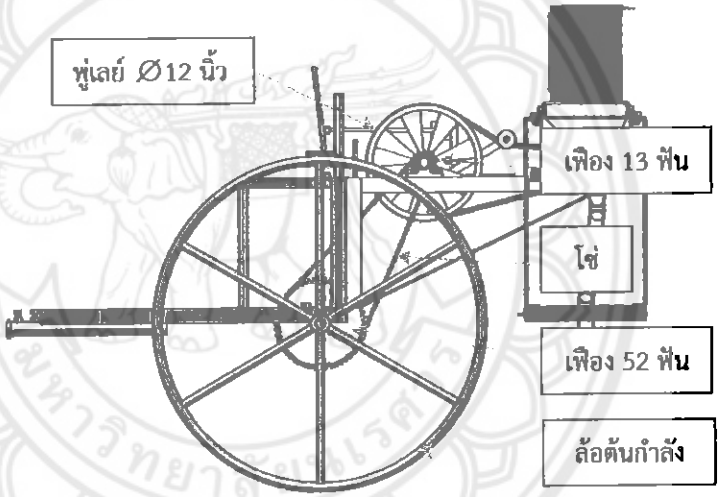
2.1.4 ชุดส่งกำลัง และชุดต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม

ชุดส่งกำลัง ประกอบด้วย ล้อต้นกำลัง ชุดเฟือง-โซ่ และชุดสายพาน-พู่เลย์ ดังรูปที่ 2.10-2.11 ล้อต้นกำลังมีจำนวน 2 ล้อ แต่ละล้อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 86 เซนติเมตร ทำจากเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.82 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2.10 โดยเฟือง 52 ฟัน สวมอยู่ที่เพลาล้อต้นกำลังส่งกำลังด้วยโซ่ไปยังเฟือง 13 ฟันบนเพลาทดรอบ จากนั้นเพลาทดรอบจะส่งกำลังผ่านชุดสายพานและพู่เลย์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว และ 3 นิ้ว ไปขับเพลาลูกโรย เมื่อเพลาลูกโรยหมุนจะนำเมล็ดข้าวงอกจากถังบรรจุเมล็ดให้ไหลลงสู่ท่อนำเมล็ด โดยมีชุดกลไกตึงสายพาน (รูปที่ 2.13) ทำหน้าที่ตัด-ต่อการส่งกำลังระหว่างเพลาทดรอบและเพลาลูกโรย

รูปที่ 2.10 ล้อต้นกำลัง



(ก) รูปด้านบน



(ข) รูปด้านข้าง

รูปที่ 2.11 แบบชุดส่งกำลัง [2]

รูปที่ 2.12 ชุดส่งกำลัง และชุดต่อพ่วงรถไถเดินตาม [2]

เมื่อ Q = อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)
E = จำนวนต้นกล้าที่สมบูรณ์ต่อพื้นที่ (ต้นต่อไร่)
N = จำนวนเมล็ดข้าวงอกต่อมวล (เมล็ดต่อกิโลกรัม)
G = เปอร์เซ็นต์การงอก (เปอร์เซ็นต์)

ซึ่งการคำนวณอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่นั้น มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก, q ที่ออกจากท่อนำเมล็ด ดังสมการที่ 2.5

$$q = 0.625SwQ \tag{2.5}$$

เมื่อ q = อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)
S = อัตราเร็วการเคลื่อนที่ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
w = หน้ากว้างการทำงาน (เมตร)
Q = อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)

2.2.5 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อตีนกำลัง

เปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อตีนกำลัง (%slip) เมื่อเทียบกับล้อตีนกำลังหมุนไป n รอบ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.6

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

เมื่อ %slip = เปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อตีนกำลัง (เปอร์เซ็นต์)
r = รัศมีของล้อตีนกำลัง (เมตร)
L_s = ระยะทางการเคลื่อนที่ที่วัดได้จริง (เมตร)
n = จำนวนรอบที่ล้อตีนกำลังหมุน (รอบ)

2.2.6 การคำนวณสมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี

สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (theoretical field capacity), C_T คำนวณได้จากอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของการทำงานและหน้ากว้างการทำงานของเครื่องจักร ดังแสดงในสมการที่ 2.7

$$C_T = \frac{Sw}{1.6} \tag{2.7}$$

เมื่อ C_T = สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (ไร่ต่อชั่วโมง)
S = อัตราเร็วการเคลื่อนที่ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
w = หน้ากว้างการทำงาน (เมตร)

รูปที่ 2.13 ชุดกลไกตึงสายพาน [2]

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบมีหลักการทำงาน คือ เมื่อใส่เมล็ดข้าวงอกลงในถังบรรจุเมล็ด เมล็ดข้าวงอกจะถูกป้อนลงสู่ร่องของเพลาลูกโรย โดยอาศัยแรงโน้มถ่วง เมื่อลูกโรยรับเมล็ดข้าวงอกจากถังบรรจุเมล็ด ลูกโรยจะหมุนปล่อยเมล็ดข้าวงอกลงในส่วนรองรับตามการเคลื่อนที่ของเพลาขับ โดยมีแปรงปาดเมล็ดข้าวงอกส่วนเกินออกจากร่อง จากนั้นเมล็ดข้าวงอกจะไหลลงสู่ท่อนำเมล็ด ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว เพื่อนำเมล็ดข้าวงอกไปยังส่วนทางออกของเมล็ด ซึ่งอยู่สูงจากพื้น 30 เซนติเมตร เพื่อป้องกันโคลนอุดตันทางออกของเมล็ด

จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ [2] โดยใช้เมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) และความยาวรากเฉลี่ย 6.66 มิลลิเมตร พบว่าที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร มีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก 20.42, 22.79, และ 34.71 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ความยาวร่องลูกโรย 1.91, 2.34, และ 3.12 เซนติเมตร คิดเป็นอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ 5.58, 6.22 และ 9.48 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และสมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎีเท่ากับ 3.66 ไร่ต่อชั่วโมง ที่อัตราเร็วเทียบเท่าการเคลื่อนที่ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร มีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก 21.48, 29.44, และ 43.35 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ความยาวร่องลูกโรย 2.29, 2.80, และ 3.75 เซนติเมตร คิดเป็นอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ 4.89, 6.70, และ 9.86 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎีเท่ากับ 4.40 ไร่ต่อชั่วโมง ที่อัตราเร็วเทียบเท่าการเคลื่อนที่ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมล็ดข้าวมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลง 9-17 เปอร์เซ็นต์ หลังจากผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ

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 ดังสมการที่ 2.2

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

เมื่อ m_2 = มวลเปียกเมล็ดข้าวที่มีความชื้น MC_2 (กิโลกรัม)
m_1 = มวลเปียกเมล็ดข้าวที่มีความชื้น MC_1 (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 1 ไร่, Q คำนวณได้จากสมการที่ 2.4

$$Q = \frac{E}{NG} \tag{2.4}$$

2.2.7 การคำนวณสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล

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

$$C_E = eC_T \tag{2.8}$$

เมื่อ C_E = สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (ไร่ต่อชั่วโมง)
e = ประสิทธิภาพทางไร่ (ทศนิยม)
C_T = สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (ไร่ต่อชั่วโมง)

2.3 ข้อมูลเมล็ดพันธุ์ข้าว

โครงงานนี้ใช้เมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 (รูปที่ 2.14) สำหรับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพราะเป็นพันธุ์ที่มีความเหมาะสมในการใช้ปลูกบริเวณภาคเหนือตอนล่าง ในพื้นที่นาชลประทานหรือนาซึ่งควบคุมน้ำได้ และ ใช้เมล็ดข้าวพันธุ์ กข 51 ในการทดสอบในแปลงตามความประสงค์ของเกษตรกรเจ้าของแปลงทดสอบ ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ของทั้งสองสายพันธุ์ มีดังต่อไปนี้

รูปที่ 2.14 เมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 [3]

ลักษณะประจำพันธุ์ของเมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 มีดังต่อไปนี้ [3]

- 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 ท้องไข่น้อย
- ไม่ต้านทานโรคไหม้ และโรคใบหงิก ไม่ต้านทานแมลงบั่ว
- เมล็ดค่อนข้างร่วงง่าย
- พื้นที่ปลูกทุกภาคในเขตชลประทาน

ลักษณะประจำพันธุ์ของเมล็ดข้าวพันธุ์ กข 51 มีดังต่อไปนี้ [4]

- ไวต่อช่วงแสง สูงประมาณ 155 เซนติเมตร
- เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง
- ระยะฟักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์
- คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ เคมี การหุงรับประทานใกล้เคียงกับข้าวขาวดอกมะลิ 105
- สามารถทนน้ำท่วมฉับพลันในระยะเจริญเติบโตทางลำต้นได้ราว 12 วัน
- ผลผลิตในสภาวะน้ำท่วมฉับพลันสูงกว่าพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 คิดเป็นร้อยละ 82 โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 736 กิโลกรัมต่อไร่
- สามารถปลูกในพื้นที่นาน้ำฝนที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน
- อ่อนแอต่อโรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาวและแมลงบั่ว

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

โครงงานนี้มีขั้นตอนการดำเนินงาน แบ่งเป็นการศึกษาปัญหาของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ การปรับปรุงเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ และการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน มีดังต่อไปนี้

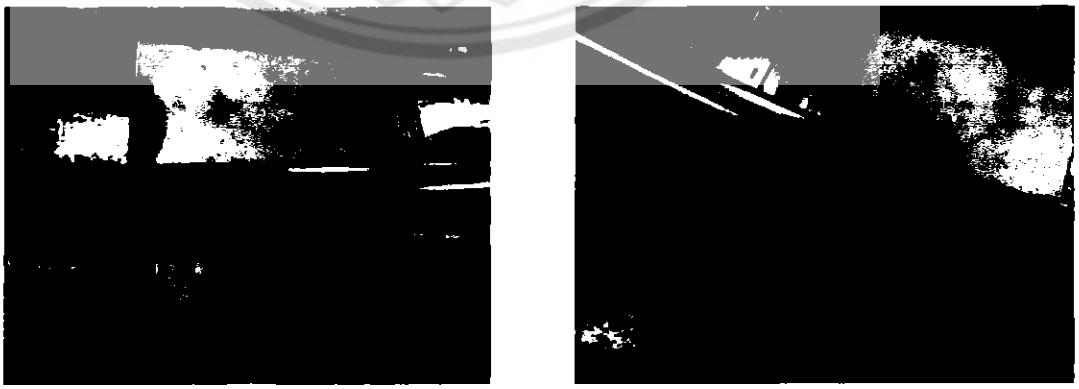
3.1 ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ

เมื่อทำการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ พบว่ามีปัญหาที่สำคัญ คือ การตกค้างของเมล็ดข้าวงอกในท่อนำเมล็ด, ระยะห่างระหว่างแถวไม่ได้ตามที่กำหนด, ลูกโรยไม่หยุดทำงาน, การปรับอัตราการไหลของเมล็ดข้าวทำได้ไม่สะดวก, การเสียรูปของแปรงปาดเมล็ด และล้อต้นกำลังไม่มีครีบลดการลื่นไถล รายละเอียดของปัญหาดังกล่าวและแนวทางในการปรับปรุง มีดังต่อไปนี้

3.1.1 ปัญหาเมล็ดข้าวงอกตกค้างในท่อนำเมล็ด

1) ลักษณะของปัญหา

จากผลการทดลองของธีรศักดิ์ และคณะ[2] พบว่าเมื่อปรับให้ท่อนำเมล็ดอยู่ในตำแหน่งระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร จะเกิดการตกค้างของเมล็ดข้าวงอกและทำให้เกิดการอุดตันภายในท่อนำเมล็ดที่ 1 และ 8 ดังแสดงในรูปที่ 3.1

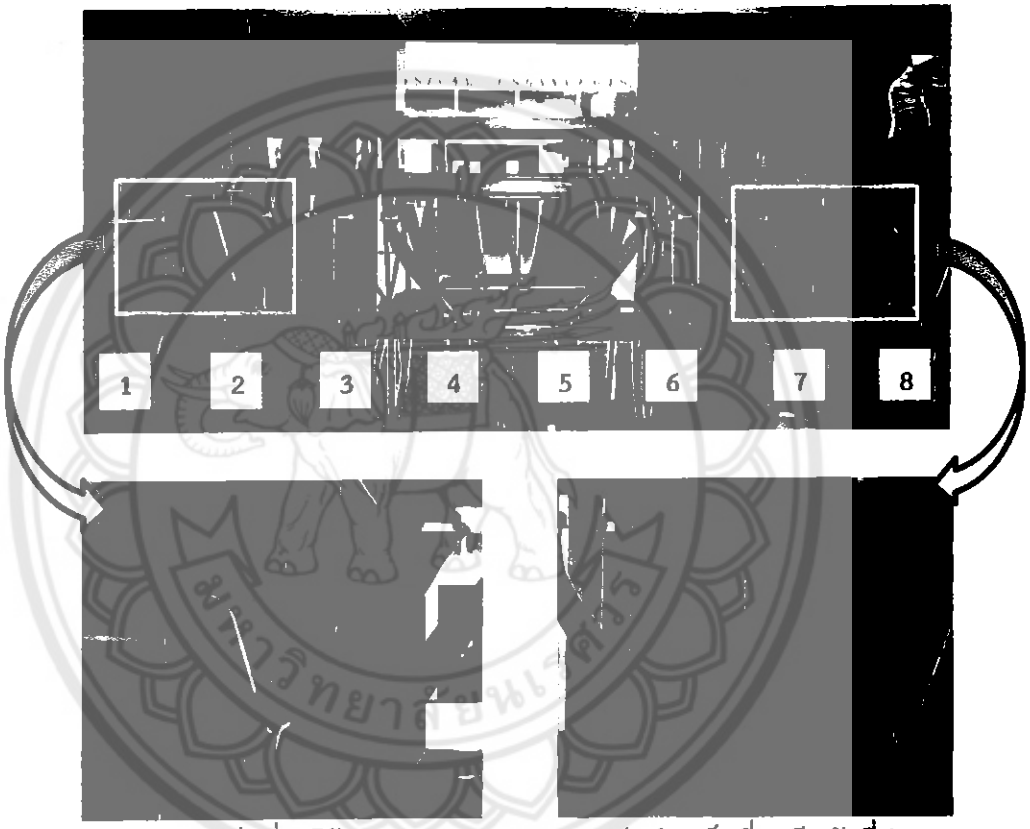


(ก) ท่อนำเมล็ดที่ 1 (ข) ท่อนำเมล็ดที่ 8

รูปที่ 3.1 ปัญหาเมล็ดข้าวงอกตกค้างภายในท่อนำเมล็ด ก่อนการปรับปรุง [2]

2) แนวทางการปรับปรุง

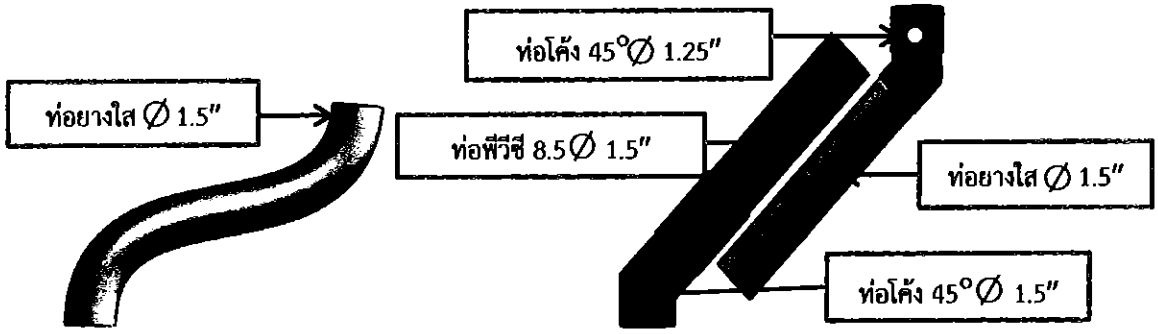
เมื่อทำการศึกษาพบว่าที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร ท่อนำเมล็ดซึ่งเป็นท่อยางใส ขนาด 1.5 นิ้ว ชนิดหนา (เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 38 มิลลิเมตร ภายนอก 46 มิลลิเมตร) ท่อที่ 1 และ 8 เกิดการโค้งงอแบบตกท้องช้าง จึงทำให้เมล็ดข้าวงอกตกค้างภายในท่อ และพบการบีบตัว และหักงอที่บริเวณด้านปลายทั้งสองด้านของท่อที่ 4 และ 5 ดังแสดงในรูปที่ 3.2



(ก) ท่อนำเมล็ดที่ 1 โค้งงอ (ข) ท่อนำเมล็ดที่ 5 บีบหักที่ปลาย

รูปที่ 3.2 ปัญหาที่เกิดกับท่อนำเมล็ด ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร [2]

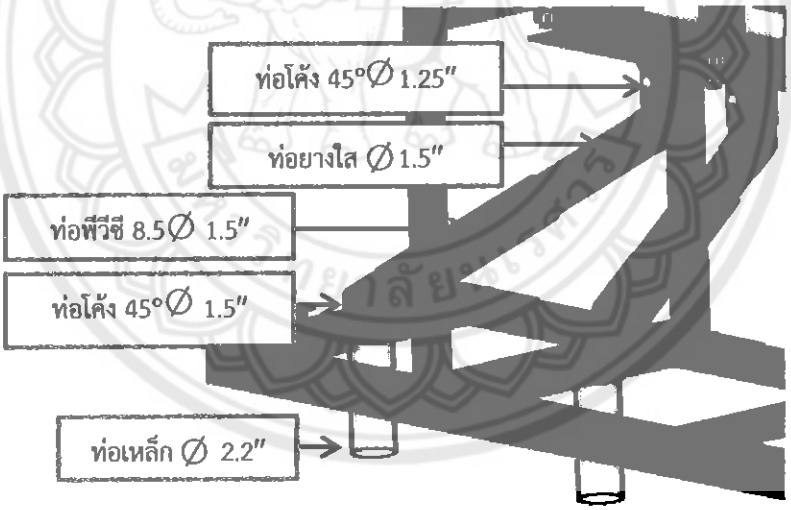
เพื่อป้องกันปัญหาการโค้งงอของท่อนำเมล็ด ผู้ดำเนินโครงงานได้ออกแบบท่อนำเมล็ดใหม่ เปลี่ยนจากการใช้ท่อยางใส ชนิดหนาท่อนเดียว เป็นชุดท่อยางใสชนิดบาง (เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 36 มิลลิเมตร ภายนอก 41 มิลลิเมตร) สวมในท่อพีวีซี แสดงดังรูปที่ 3.3 โดยปลายบนของท่อยางใส รัดติดกับข้อโค้ง 45° ซึ่งยึดกับท่อเหล็กด้านล่างของถังบรรจุเมล็ดโดยได้ออกแบบให้ข้อโค้งนี้สามารถแกว่งให้ตัวได้ และท่อยางใสสามารถเลื่อน เข้า-ออก จากท่อพีวีซี ได้อิสระเมื่อปรับเปลี่ยนระยะห่างระหว่างแถว ชุดท่อนำเมล็ดที่ออกแบบใหม่นี้ช่วยป้องกันปัญหาโค้งงอตกท้องช้างและไม่ทำให้เกิดการบีบหักบริเวณปลายท่อ



(ก) ก่อนปรับปรุง (ข) หลังปรับปรุง

รูปที่ 3.3 แบบท่อนำเมล็ดแบบเดิมและแบบใหม่

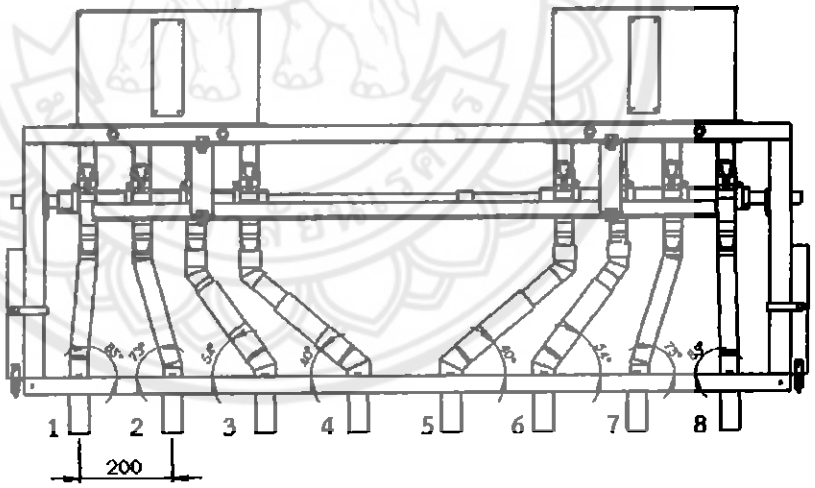
ชุดท่อนำเมล็ดแบบเลื่อนเข้า-ออกได้ ที่ทำการออกแบบเมื่อนำมาประกอบกับชุดกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด จะมีลักษณะ แสดงดังรูปที่ 3.4



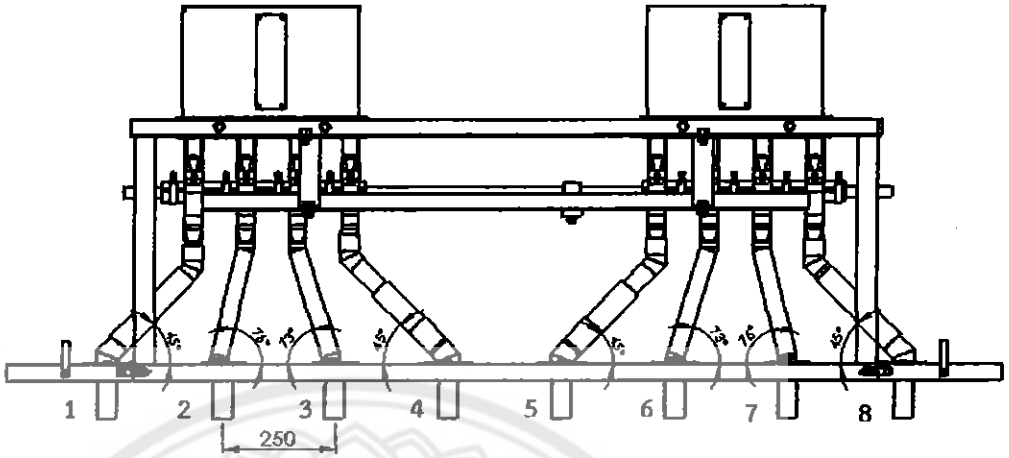
รูปที่ 3.4 รูปแบบส่วนประกอบของชุดท่อนำเมล็ดหลังการปรับปรุง

จากการทดลองพบว่าท่อยางใสชนิดบางนั้น จะเกิดการบีบหักบริเวณปลายท่อถ้ามุมของท่อนำเมล็ดที่กระทำต่อแนวระดับมีค่าน้อยกว่า 70° และเมื่อพิจารณาแผนภาพแสดงตำแหน่งการวางตัวของท่อนำเมล็ดทั้ง 8 ท่อที่ระยะห่างระหว่างแถว 20, 25 และ 30 เซนติเมตร ในรูปที่ 3.5 – 3.7 พบว่าเมื่อใช้งานที่ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 20 เซนติเมตร (จากรูปที่ 3.5) ท่อนำเมล็ดที่ 3, 4, 5 และ 6 จะเอียงตัวทำมุมกับแนวระดับน้อยกว่า 70° ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ชุดท่อนำเมล็ดแบบเลื่อนเข้า-ออกได้ในตำแหน่งดังกล่าว ขณะที่ท่อนำเมล็ดที่ 1, 2, 7 และ 8 นั้น สามารถใช้ท่อยางใสชนิดบางปกติได้ จากรูปที่ 3.6 เมื่อใช้งานที่ระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 25 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าท่อนำเมล็ดที่ 1, 4, 5 และ 8 จะเอียงตัวทำมุมกับแนวระดับน้อยกว่า 70° จึงต้องใช้ชุดท่อนำเมล็ดแบบเลื่อนเข้า-ออกได้ในตำแหน่งดังกล่าว ขณะที่ท่อที่ 2, 3, 6 และ 7 นั้น สามารถใช้ท่อยางใสชนิดบางปกติได้ พิจารณาในทำนองเดียวกันจากรูปที่ 3.7 เมื่อใช้งานที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร พบว่าจะต้องใช้ชุดท่อแบบเลื่อนเข้า-ออกได้ที่ตำแหน่งท่อที่ 1, 2, 4, 5, 7 และ 8 โดยตำแหน่งที่ 3 และ 6 นั้นใช้ท่อยางใสชนิดบางปกติได้

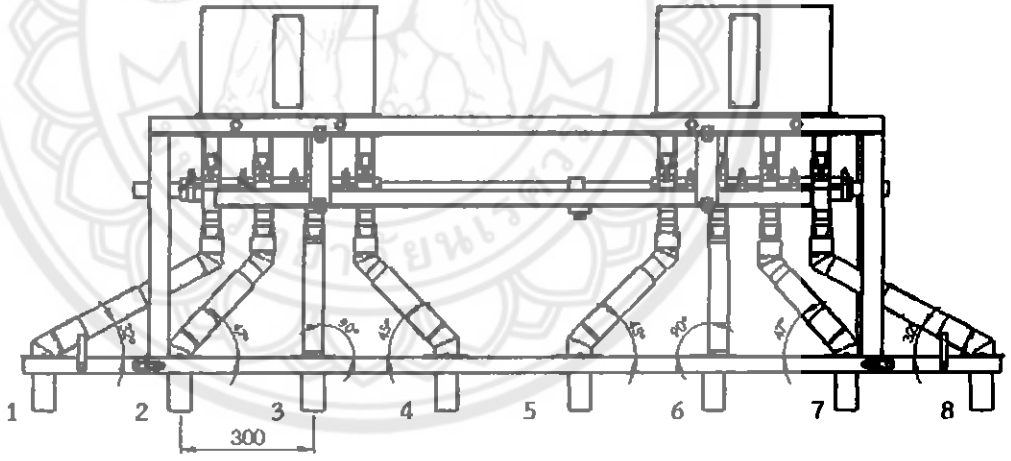
ภาพแสดงเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกก่อนและหลังการติดตั้งชุดท่อนำเมล็ดแบบเลื่อนเข้า-ออกได้ที่ระยะห่างระหว่างแถวค่าต่างๆ สรุปแสดงในตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.5 รูปแบบการวางตัวของท่อนำเมล็ดที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร

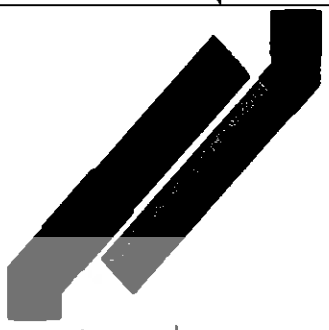
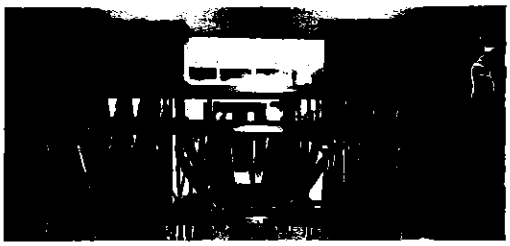


รูปที่ 3.6 รูปแบบการวางตัวของท่อนำเมล็ดที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร



รูปที่ 3.7 รูปแบบการวางตัวของท่อนำเมล็ดที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

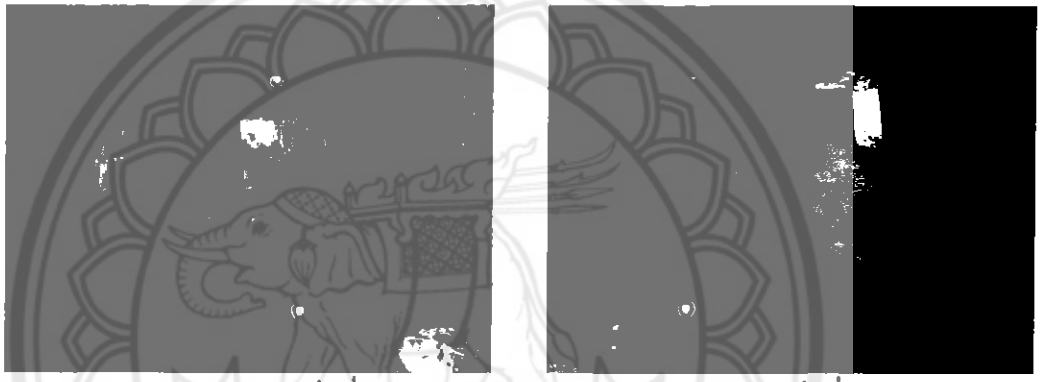
ตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก ก่อนและหลังการปรับปรุงชุดท่อนำเมล็ด

ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
 ท่อยางใส	 ท่อนำเมล็ดแบบเลื่อน เข้า-ออกได้
	 ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร
 ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร	 ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร
 ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร	 ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

3.1.2 ปัญหาระยะห่างระหว่างแถวไม่ได้ตามที่กำหนด

1) ลักษณะของปัญหา

ท่อนำเมล็ดของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบทำจากท่อยางใสชนิดหนา ขนาด 1.5 นิ้ว (เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 38 มิลลิเมตร ภายนอก 46 มิลลิเมตร) ซึ่งมีความแข็งมาก ยากต่อการดัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณปลายท่อ รูปที่ 3.8 แสดงปลายท่อยางใสของท่อนำเมล็ดที่ 1 และ 8 ซึ่งชี้ออกด้านข้าง ไม่สามารถดัดให้ปลายชี้ลงตรงๆในแนวดิ่งได้ ทำให้ไม่สามารถติดตัวบังคับท่อได้ เมล็ดข้าวที่ไหลออกจากท่อที่ 1 และ 8 จึงถูกโรยลงในตำแหน่งที่เลยออกไปจากแนวที่กำหนด ส่งผลให้ระยะห่างระหว่างแถวที่ 1-2 และ แถวที่ 7-8 มีค่าสูงกว่าระยะที่กำหนด



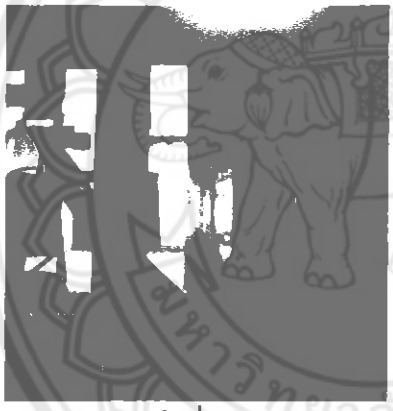
(ก) ท่อนำเมล็ดที่ 1 (ข) ท่อนำเมล็ดที่ 8

รูปที่ 3.8 ปลายท่อนำเมล็ด ก่อนการปรับปรุง [2]

2) แนวทางการปรับปรุง

เมื่อนำท่อนำเมล็ดที่ออกแบบใหม่ (จากหัวข้อ 3.1.1) มาติดตั้งที่ตำแหน่งท่อที่ 1 และ 8 ทำให้ไม่เกิดปัญหาปลายท่อชี้ออกไปด้านข้าง จึงสามารถติดตั้งตัวบังคับท่อได้ รูปภาพแสดงท่อนำเมล็ดที่ 1 และ 8 ก่อนและหลัง ติดตั้งท่อนำเมล็ดแบบใหม่พร้อมตัวบังคับท่อ แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบท่อนำเมล็ดที่ 1 และ 8 ก่อนและหลังปรับปรุง

ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ท่อนำเมล็ดที่ 1 แบบเดิม	ท่อนำเมล็ดที่ 1 แบบใหม่พร้อมตัวบังคับท่อ
 ท่อนำเมล็ดที่ 8 แบบเดิม	ท่อนำเมล็ดที่ 8 แบบใหม่พร้อมตัวบังคับท่อ

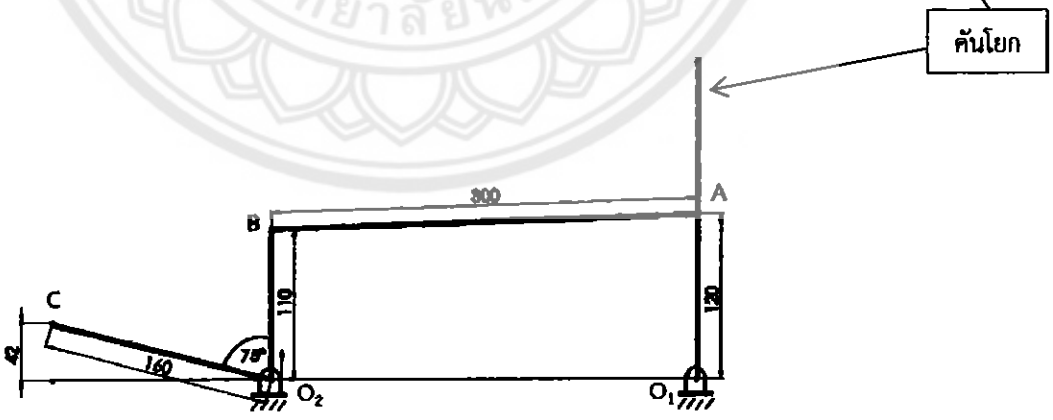
ตัวบังคับท่อ

3.1.3 ปัญหาลูกโรยไม่หยุดทำงาน

1) ลักษณะของปัญหา

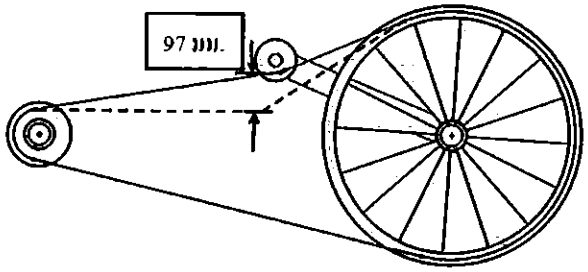
รูปที่ 3.9 แสดงชุดกลไกตึงสายพานของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ การตึงหรือปลดสายพานทำโดยการโยกคันโยกไปหรือกลับเป็นมุม θ (เท่ากับ 40° เทียบกับแนวดิ่ง) ปัญหาที่พบคือเมื่อโยกคันโยกให้ไปอยู่ในตำแหน่งปลดเพื่อหย่อนสายพาน แต่สายพานยังคงสามารถส่งกำลังไปยังเพลาลูกโรยได้ ทำให้ลูกโรยไม่หยุดหมุน จากผลการวิเคราะห์ตำแหน่งและแผนภาพกลไกตึงสายพาน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค) พบว่าระยะการทำงานของสายพานเทียบกับระยะกดสายพาน จะต้องไม่น้อยกว่า 105 มิลลิเมตร แต่ระยะยกของตัวกดสายพานมีค่าจริงเพียง 97 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.10 - 3.11

(ก) มุมการโยก เพื่อตึงหรือปลดสายพาน [2]

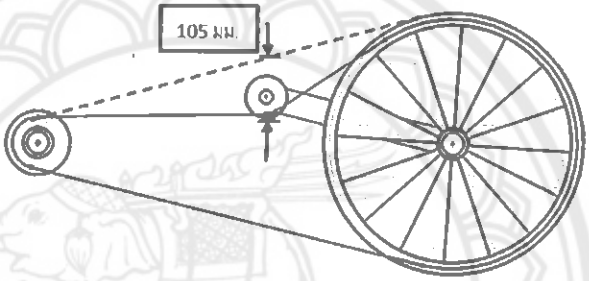


(ข) แสดงขนาดและตำแหน่งของชิ้นต่อโยงกลไกตึงสายพานขณะตึงสายพาน

รูปที่ 3.9 กลไกตึงสายพานของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ



รูปที่ 3.10 ระยะยกของตัวกดสายพาน ก่อนการปรับปรุง

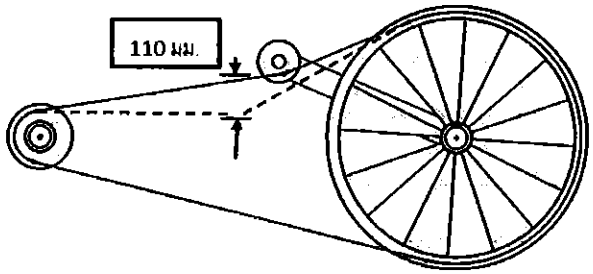


รูปที่ 3.11 ระยะการทำงานของสายพาน เทียบกับระยะกดสายพาน

2) แนวทางการปรับปรุง

ในที่นี้ได้ทำการวิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุงไว้ 2 วิธี ได้แก่

วิธีที่ 1 จากผลการวิเคราะห์ตำแหน่งและแผนภาพกลไกตึงสายพา**นหลังการปรับปรุง** (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค รูปที่ ค.2) มีแนวทางการปรับปรุงคือ เพิ่ม**ขนาดมุมการโยกไป**ข้างหน้าของกลไกตึงสายพาน จากมุม 40° เป็นมุม 50° ทำให้ได้ระยะกดสายพา**น 110 มิลลิเมตร** ดังรูปที่ 3.12

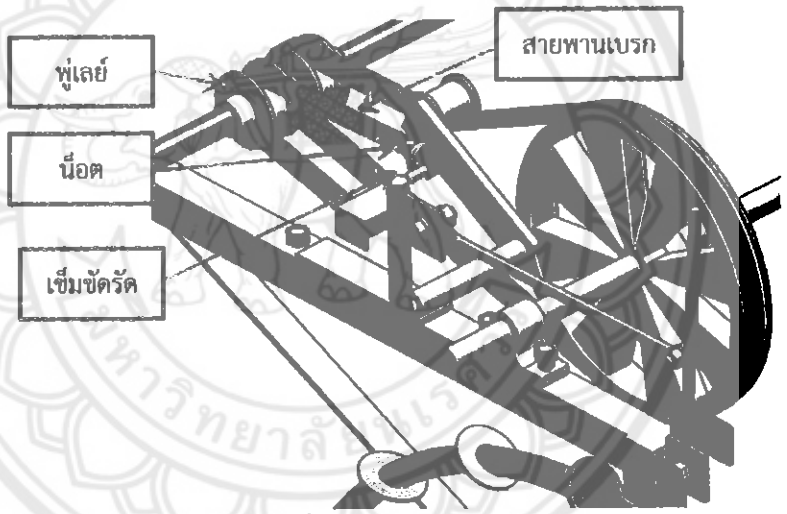


รูปที่ 3.12 แนวทางการปรับปรุงกลไกตึงสายพาน วิธีที่ 1: แสดงระยะยกของตัวกดสายพานที่ได้

การแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้ทำให้ไม่ต้องออกแบบกลไกตึงสายพานใหม่ แต่เมื่อได้ทำการปรับปรุงด้วยวิธีที่ 1 นี้ ในบางครั้งยังพบว่าเมื่อปลดกลไกตึงสายพานแล้วลูกโรยยังคงทำงาน เนื่องจากหน้าสัมผัสของสายพานยังเสียดสีกับพู่เลย์ของเพลาลูกโรย จึงส่งผลทำให้เพลาลูกโรยหมุน ผู้ดำเนินโครงงานจึงได้หาแนวทางปรับปรุงวิธีที่สองต่อไป

วิธีที่ 2 ออกแบบระบบเบรกเพลาลูกโรย โดยเพิ่มสายพานอีก 1 เส้น เป็นสายพานในการเบรกเพลาลูกโรย ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อตัวตึงสายพานกดลง สายพานเบรกจะหย่อนทำให้เพลาลูกโรยทำงาน และเมื่อตัวตึงสายพานยกขึ้น สายพานเบรกจะตึงทำให้เพลาลูกโรยหยุดทำงาน องค์ประกอบระบบเบรกเพลาลูกโรยที่ออกแบบ แสดงดังรูปที่ 3.13

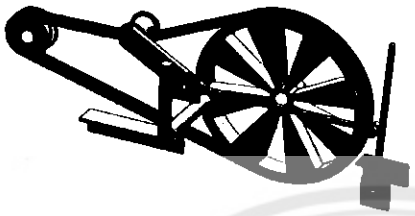
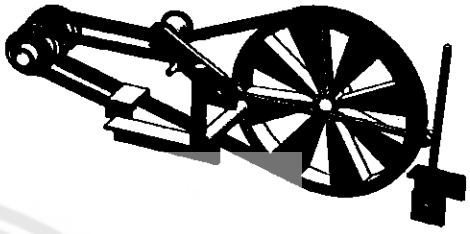
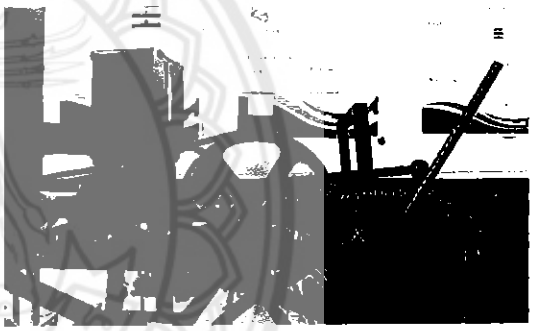
ส่วนประกอบของระบบเบรกเพลาลูกโรย มีดังนี้ พู่เลย์ร่อง B ขนาด 3 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางวงใน 1 นิ้ว, น็อตเบอร์ 10, เข็มขัดรัด และสายพานร่อง B เบอร์ 56 (ตัวอย่างการคำนวณความยาวสายพานแสดงในภาคผนวก ค)



รูปที่ 3.13 แนวทางการปรับปรุงกลไกตึงสายพาน วิธีที่ 2: การติดตั้งระบบเบรกเพลาลูกโรย

เมื่อได้ทำการปรับปรุงโดยการติดตั้งระบบเบรกเพลาลูกโรยเข้ากับชุดกลไกตึงสายพานแล้ว ได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบเบรกสายพาน พบว่าเมื่อตัวตึงสายพานกดลง สายพานเบรกจะหย่อน เพลาลูกโรยจะทำงาน และเมื่อตัวตึงสายพานยกขึ้น สายพานเบรกตึง ทำให้เพลาลูกโรยหยุดทำงานได้เป็นอย่างดี จึงได้นำวิธีการติดตั้งระบบเบรกเพลาลูกโรยมาใช้ปรับปรุงชุดกลไกตึงสายพานของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ภาพเปรียบเทียบชุดกลไกตึงสายพานก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบชุดกลไกตึงสายพาน ก่อนและหลังปรับปรุง

ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
 ชุดกลไกตึงสายพานเดิม	 ชุดกลไกตึงสายพานพร้อมระบบเบรกสายพาน
	
	 สายพานลูกโรย สายพานเบรก

3.1.4 ปัญหาการปรับอัตราการไหลของเมล็ดข้าวทำได้ไม่สะดวก

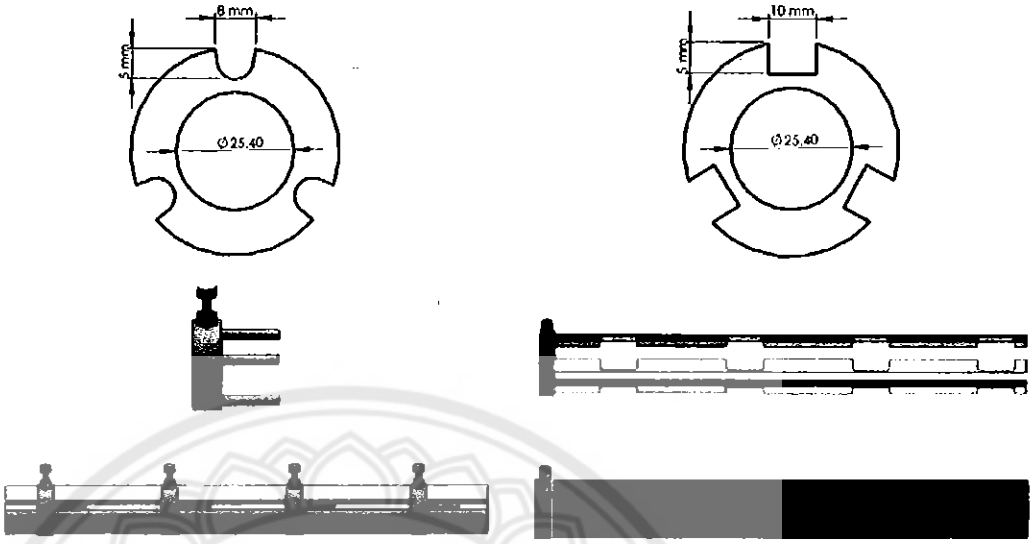
1) ลักษณะของปัญหา

การปรับตั้งค่าอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่จะโรยในแต่ละแถวของเครื่องโรยต้นแบบใช้การเลื่อนเข้า – ออก ของชุดลิ่มซึ่งสอดอยู่ในร่องของเพลาลูกโรย โดยจะต้องทำการปรับตั้งค่าไปทีละแถว ทั้งหมด 8 แถว การเลื่อนชุดลิ่มเพื่อตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยตามที่ต้องการนั้น จะใช้การเลื่อนไปให้ตรงตำแหน่งสเกลเส้นสีขาว ดังรูปที่ 3.14 ซึ่งพบว่าสเกลยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ วิธีการปรับอัตราการไหลเมล็ดข้าวโดยใช้การตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยดังกล่าวนี้ยังไม่สะดวกและมีโอกาสที่จะคลาดเคลื่อนได้ง่าย

รูปที่ 3.14 เพลาลูกโรยและชุดลิ่ม [2]

2) แนวทางการปรับปรุง

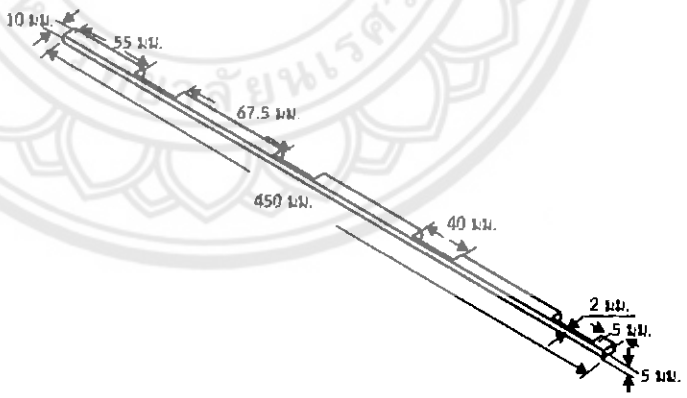
จากปัญหาความไม่สะดวกในการตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยที่ทำได้ครั้งละ 1 แถว ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ผู้ดำเนินโครงงานจึงออกแบบชุดลิ่มที่สามารถใช้ปรับได้ครั้งละ 4 แถวพร้อมกัน ดังแสดงเปรียบเทียบกับชุดลิ่มแบบเดิม ในรูปที่ 3.15



(ก) แบบเดิม (ข) แบบใหม่

รูปที่ 3.15 ชุดลิ่มสำหรับปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยแบบเดิมและแบบใหม่

ชุดลิ่มที่ออกแบบใหม่นี้ ความยาว 450 มิลลิเมตร กว้าง 10 มิลลิเมตร และหนา 5 มิลลิเมตร โดยส่วนที่บางที่สุดของลิ่มมีขนาด 2 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.16 โดยจะต้องทำการกลึงร่องลูกโรยให้มีขนาดกว้างขึ้นจาก 8 มิลลิเมตรเป็น 10 มิลลิเมตร (ดูรูปที่ 3.15)



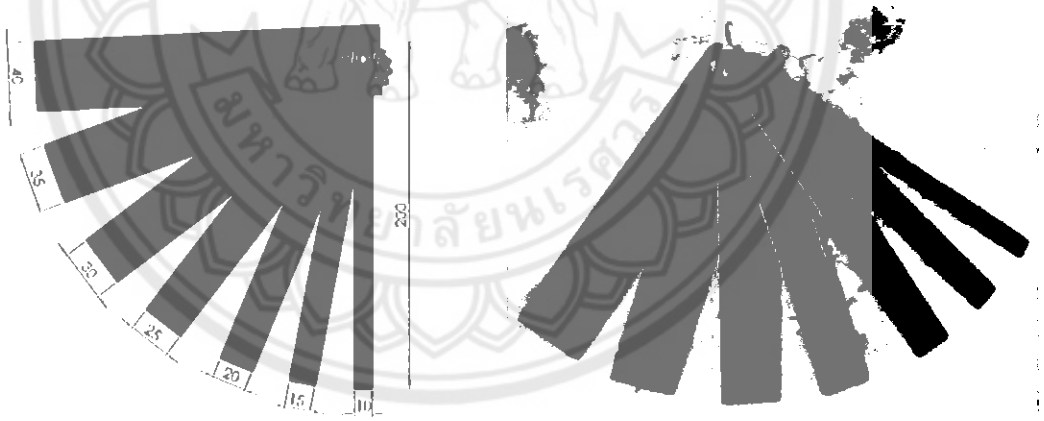
รูปที่ 3.16 ขนาดของชุดลิ่มที่ออกแบบใหม่

ชุดลิ่มที่ออกแบบใหม่นี้ ทำให้สามารถปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยได้พร้อมกันครั้งละ 4 แถว ทำให้ใช้เวลาในการปรับตั้งค่าอัตราการไหลเมล็ดข้าวน้อยลงกว่าเดิม อย่างไรก็ตามเมื่อได้ทดลองสร้างชุดลิ่มขึ้น พบว่าสร้างชิ้นงานตามแบบได้ยาก เกิดความคลาดเคลื่อนในการกลึงทำให้ไม่ได้ขนาดชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้ จากรูปที่ 3.17 พบว่าชิ้นงานที่ได้เป็นลิ่มที่มีปลายโค้ง ไม่เป็นมุมฉากอย่างที่ต้องการ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก จึงไม่ได้นำชุดลิ่มที่ออกแบบใหม่นี้มาใช้ในการปรับปรุงเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

(ก) ชิ้นงานลิ่มที่สร้าง (ข) ปลายลิ่มที่ไม่ได้ตามแบบ

รูปที่ 3.17 ชุดลิ่มที่ออกแบบใหม่

เพื่อให้สามารถปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยแต่ละแถวได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น และได้ค่าที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทุกครั้ง ผู้ดำเนินโครงงานจึงได้ออกแบบชุดแผ่นปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรย ประกอบด้วยแผ่นโลหะจำนวน 7 แผ่น ที่มีขนาดความกว้างต่างกัน เริ่มที่ 10 มิลลิเมตร เพิ่มทีละ 5 มิลลิเมตร จนถึง 40 มิลลิเมตร ดังแสดงรูปที่ 3.18



หน่วย: มิลลิเมตร

รูปที่ 3.18 ชุดแผ่นปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยที่ออกแบบ

เมื่อต้องการใช้งานให้เลือกแผ่นปรับตั้งค่าขนาดเท่ากับความยาวร่องลูกโรยที่ต้องการ นำไปเสียบเข้าในร่องลูกโรย ตามรูปที่ 3.19 แล้วทำการเลื่อนชุดลิ่มให้ชนกับแผ่นปรับที่เสียบอยู่ในร่องลูกโรย จะทำให้ได้ความยาวร่องลูกโรยตามที่ต้องการ การปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยวิธีนี้ แม้จะปรับได้เพียงครั้งละหนึ่งแถว แต่ก็สามารถทำได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว และได้ค่าความยาวร่องลูกโรยที่เท่ากันทุกแถว

รูปที่ 3.19 การปรับความยาวร่องลูกโรย โดยแผ่นปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยที่ออกแบบ

3.1.5 ปัญหาการเสียรูปของแปรงปาดเมล็ด

1) ลักษณะปัญหา

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ ใช้แปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาวานิชขนแปรงสีขาว โดยได้ตัดขนแปรงให้ความยาวสั้นลงเหลือ 1.5 เซนติเมตร แปรงชนิดนี้มีขนแปรงที่อ่อนนุ่ม เมื่อได้รับความชื้นจากเมล็ดข้าวงอก ทำให้ขนแปรงเปียกและเกิดการเสียรูป ดังแสดงในรูปที่ 3.20 ส่งผลให้อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกไม่คงที่

รูปที่ 3.20 ขนแปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาวานิชเกิดการเสียรูปหลังการใช้งาน

2) แนวทางการปรับปรุง

ผู้ดำเนินโครงงานได้ดำเนินการเปลี่ยนชนิดของแปรงปาดเมล็ด จากแปรงทาวานิชเป็นแปรงทาสีโดยตัดขนแปรงให้สั้นลงเหลือ 2.5 เซนติเมตร ขนแปรงชนิดนี้ทำจากไนล่อนสีดำมีความแข็งและทนทานต่อการเสียรูปมากกว่า แสดงดังรูปที่ 3.21

รูปที่ 3.21 แปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาสี หลังการใช้งานขนแปรงจะเสียรูปน้อย

3.1.6 ปัญหาล้อต้นกำลังไม่ติดครีบลดการลื่นไถล

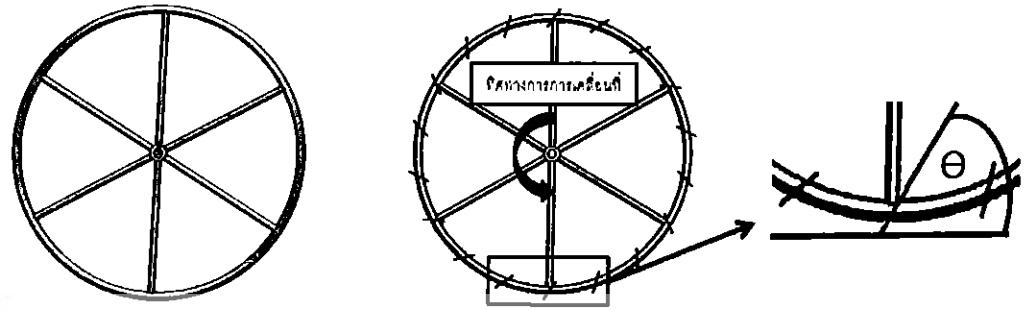
1) ลักษณะของปัญหา

ล้อต้นกำลังของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบไม่ได้ติดครีบลดการลื่นไถล และพบว่าล้อมีลักษณะเบี้ยวไม่ตรงศูนย์ ดังรูปที่ 3.22

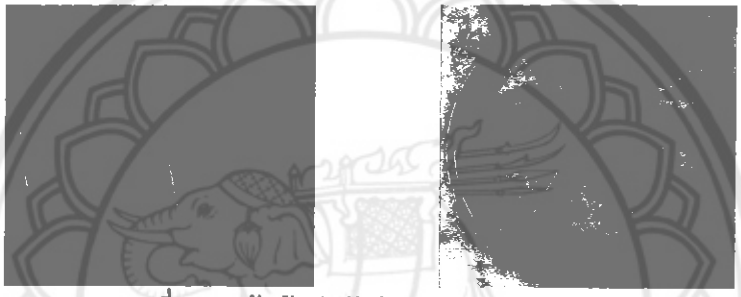
รูปที่ 3.22 ล้อต้นกำลังของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ [2]

2) แนวทางการปรับปรุง

ออกแบบและดำเนินการติดครีบเพื่อลดการลื่นไถลให้ล้อต้นกำลัง ในโครงงานนี้ใช้ครีบลดการลื่นไถลทำจากแหวน (แหวนอีแปะ) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกเท่ากับ 30 และ 55 มิลลิเมตร ตามลำดับ และแหวนหนา 3 มิลลิเมตร โดยติดตั้งให้ครีบทำมุม $\Theta = 45^{\circ}$ กับแนวระดับ จำนวนทั้งหมด 18 ครีบ (การคำนวณจำนวนของครีบแสดงในภาคผนวก ค) และวัดระยะห่างของล้อต้นกำลังขณะเคลื่อนที่ (การคำนวณแสดงในภาคผนวก ค)



(ก) ก่อนปรับปรุง (ข) หลังปรับปรุง



รูปที่ 3.23 ล้อต้นกำลังก่อนและหลังการปรับปรุง

3.2 วิธีการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในห้องปฏิบัติการ

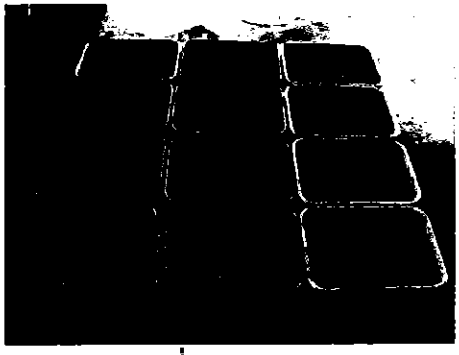
การศึกษาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในห้องปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกที่นำมาทดสอบ หาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ เปอร์เซ็นต์การงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องโรย โดยรายละเอียดของวิธีการศึกษาและทดสอบมีดังต่อไปนี้

3.2.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอก

การเตรียมเมล็ดข้าวงอก

1) ชั่งเมล็ดข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 จำนวน 20 กิโลกรัม
2) นำเมล็ดข้าวเปลือกจากข้อ 1) แช่น้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง
3) เมื่อครบ 12 ชั่วโมง นำเมล็ดข้าวขึ้นจากน้ำ และหุ้มด้วยกระสอบป่านเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงระหว่างการหุ้มทำการรดน้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง
4) ก่อนทดสอบ นำเมล็ดข้าวงอกผึ่งลมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ดังรูปที่ 3.24

(ก) หุ้มกระสอบป่าน


(ข) ผึ่งลม

รูปที่ 3.24 การเตรียมเมล็ดข้าวงอก

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

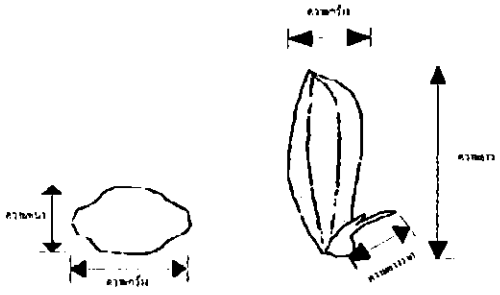
1) เพื่อหาขนาดและความยาวรากเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 **ที่ใช้ทดสอบ**
2) เพื่อหามวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ด และความหนาแน่นมวลรวมของ**เมล็ดข้าวงอก**
3) เพื่อหาค่าความชื้นของเมล็ดข้าวงอก
4) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวงอก

อุปกรณ์ที่ใช้

1) เวอร์เนียร์คาลิเปอร์
2) เครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ MORITA รุ่น MS-3L
3) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล พิกัด 200 กรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (อ่า**นละเอียด** ได้ 0.01 กรัม)
4) ภาชนะทรงกระบอก
5) ภาชนะเพาะเมล็ด ทราย ถาด ยางรัด และถุงพลาสติก

1. การหาขนาดและความยาวราก

สุ่มเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 จำนวน 15 เมล็ด ทำการวัดขนาด**ความกว้าง ความยาว** ความหนา และความยาวรากของเมล็ดข้าวงอก (ดูรูป 3.25) โดยใช้เวอร์**เนียร์คาลิเปอร์ ทำ** การทดสอบซ้ำ 15 ครั้ง บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย


(ก) การระบุขนาดเมล็ดข้าวงอก

(ข) การวัดความยาวเมล็ด

รูปที่ 3.25 ขนาดและความยาวรากของเมล็ดข้าวงอก

2. การหามวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ดและความหนาแน่นมวลรวม

1) สุ่มเมล็ดข้าวงอกมา 100 เมล็ด ชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผล ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย

2) นำเมล็ดข้าวงอกใส่ภาชนะทรงกระบอกที่ทราบปริมาตร โดยปาดเมล็ดข้าวงอกในภาชนะทรงกระบอกให้เรียบ แล้วนำเมล็ดข้าวงอกในภาชนะทรงกระบอกไปชั่งน้ำหนัก แล้วบันทึกผล ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง คำนวณหาความหนาแน่นมวลรวม (สมการ 2.1)

(ก) หามวลเมล็ดข้าว 100 เมล็ด (ข) หาความหนาแน่นมวลรวม

รูปที่ 3.26 การหามวลและความหนาแน่นมวลรวมของเมล็ดข้าวงอก

3. การหาความชื้นของเมล็ดข้าวงอก

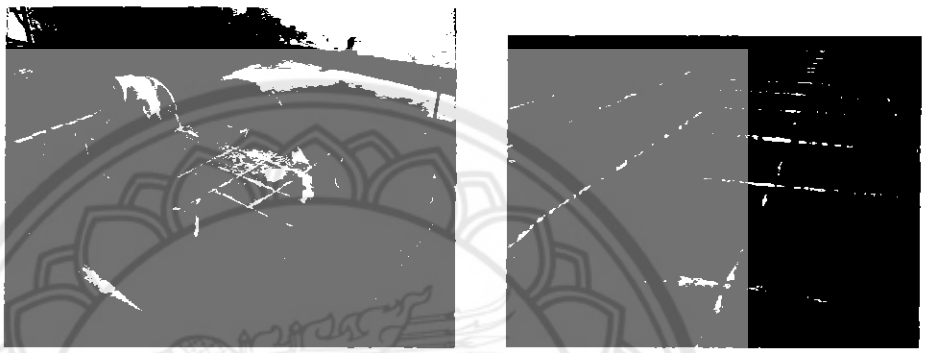
สุ่มเมล็ดข้าวงอกประมาณ 10 - 12 เมล็ด นำมาทดสอบด้วยเครื่องวัดความชื้น (รูปที่ 3.27) ซึ่งทำงานโดยใช้การวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของเมล็ดข้าว โดยบรรจุเมล็ดข้าวตัวอย่างลงในช่องว่างระหว่างขั้วไฟฟ้าในภาชนะปิดแน่น ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่วัดได้จะแปรเป็นค่าปริมาณความชื้น บันทึกผล ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย

รูปที่ 3.27 การหาความชื้นของเมล็ดข้าวงอก

4. การหาเปอร์เซ็นต์การงอก

1) สุ่มเมล็ดข้าวงอกจำนวน 100 เมล็ด ไปเพาะในแปลงเพาะเมล็ดที่เตรียมไว้ (รูปที่ 3.28) ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

2) รดน้ำเช้าและเย็นเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 7 วัน แล้วทำการนับจำนวนต้นข้าวที่งอก บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3.28 แปลงเพาะเมล็ดเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การงอก

3.2.2 การทดสอบหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก

การทดสอบนี้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการโดยเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกจะอยู่กับที่ไม่ได้ต่อพ่วงรถไถเดินตาม มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ได้จากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ที่ระยะห่างระหว่างแถวค่าต่างๆ และความยาวร่องลูกโรยค่าต่างๆ ในการทดลองได้กำหนดค่าความยาวร่องลูกโรย สำหรับระยะห่างระหว่างแถวแต่ละค่า ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.4 ค่าความยาวร่องลูกโรยที่ระยะห่างระหว่างแถวต่างๆ ที่ทำการทดสอบ

ระยะห่างระหว่างแถว, ซม.	ความยาวร่องลูกโรย, ซม.
20	1.5, 2.5, 3.5
25	2.0, 3.0, 4.0
30	2.5, 3.5, 4.0

ค่าความยาวร่องลูกโรยข้างต้น คำนวณจากสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่และความยาวร่องลูกโรยที่ได้จากการศึกษาของธีรศักดิ์และคณะ[2] เพื่อให้ได้จำนวนต้นกล้าเท่ากับ 120,000 ต้นต่อไร่ (เทียบเท่ากับนาดำระยะระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ระหว่างกอ 20 เซนติเมตร), 200,000 ต้นต่อไร่ (นาดำระยะระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ระหว่างกอ 25 เซนติเมตร) และ 300,000 ต้นต่อไร่ (นาหว่านน้ำตม) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากผลการคำนวณพบว่าที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 และ 30 เซนติเมตรนั้น เมื่อต้องการต้นกล้า 300,000 ต้นต่อไร่ ความยาวร่องลูกโรยที่ต้องการจะมีค่ามากกว่า 4.0 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความยาวสูงสุดของเครื่องโรยนี้ ในการทดสอบจึงใช้ค่า 4.0 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามสำหรับระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตรนั้นไม่มีสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่และความยาวร่องลูกโรยจากกลุ่มธีรศักดิ์ให้ใช้

(เนื่องจากเป็นค่าระยะห่างระหว่างแถวที่เพิ่มขึ้นมาใหม่ในโครงงานนี้) การหาค่าความยาวร่องลูกโรยจึงต้องอาศัยผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการของกลุ่มธีรศักดิ์ รายละเอียดของการคำนวณความยาวร่องลูกโรยที่ต้องการ แสดงในภาคผนวก ค

อุปกรณ์ที่ใช้

1) เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว
2) เมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 (เตรียมตามขั้นตอนในหัวข้อ 3.2.1)
3) นาฬิกาจับเวลา
4) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล พิกัด 200 กรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (อ่านละเอียดได้ 0.01 กรัม)
5) ถาด ยางรัด และถุงพลาสติก
6) แปลงเพาะเมล็ดข้าวงอก

วิธีการทดสอบ

1) ที่ระยะห่างระหว่างแถวค่าหนึ่งๆ จะทำการทดลองแบบสุ่มค่าความยาวร่องลูกโรย และทำการทดลอง 3 ซ้ำ การสุ่มลำดับการทดลองใช้การจับฉลาก ผลการสุ่มจับฉลากแสดงในภาคผนวก ก
2) ปรับตั้งค่าระยะห่างระหว่างแถวเท่ากับ 20 เซนติเมตร และปรับความยาวร่องลูกโรยตามลำดับที่สุ่มได้ ในข้อ 1
3) นำเมล็ดข้าวงอกใส่ถังบรรจุเมล็ด ถังละ 10 กิโลกรัม ทั้งสองถัง นำถุงพลาสติกที่ใช้รองรับเมล็ดข้าว สวมเข้ากับปลายท่อนำเมล็ดทั้ง 8 ท่อ ดังรูปที่ 3.29
4) หมุนล้อต้นกำลังของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกให้มีความเร็วรอบ 18 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลานาน 1 นาที ซึ่งเทียบเท่าอัตราเร็วการเคลื่อนที่กรณีต่อพ่วงของรถไถเดินตามที่เกียร์ 1 อัตราเร็ว 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
5) นำเมล็ดข้าวงอกที่ได้ในแต่ละถุงไปชั่งน้ำหนักและบันทึกผล
6) ในแต่ละถุง สุ่มเมล็ดข้าวงอกจำนวน 100 เมล็ด 3 ครั้ง เพื่อนำไปเพาะหาเปอร์เซ็นต์การงอก
7) ทำซ้ำข้อ 2-7 โดยเปลี่ยนระยะห่างระหว่างแถวเป็น 25 และ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ

หมายเหตุ ก่อนการทดลองควรตรวจสอบการตั้งค่าระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย ให้เท่ากับ 0 มิลลิเมตร (ปลายแปรงติดกับเพลาลูกโรย)

รูปที่ 3.29 การทดสอบหาอัตราการไหลเมล็ดข้าวงอกของเครื่องโรยในห้องปฏิบัติการ

3.3 การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในแปลง

การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวในแปลง มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาสมรรถนะทางไร่ ประสิทธิผล ระยะห่างระหว่างแถว ระยะห่างระหว่างกอ จำนวนเมล็ดต่อกอ การลื่นไถล ในโครงงานนี้ได้รับความอนุเคราะห์แปลงนาทดสอบจากคุณลุงบุญส่ง ศิริโยธิน ที่บ้านแม่ระกา ต.แม่ระกา อ.วังทอง จ.พิษณุโลก โดยรายละเอียดของวิธีการทดสอบและอุปกรณ์ที่ใช้ มีดังต่อไปนี้

อุปกรณ์ที่ใช้

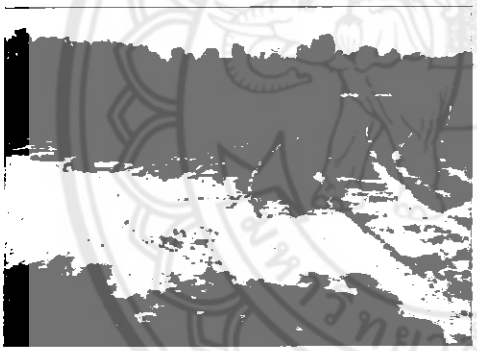
1) เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว
2) รถไถเดินตามเพื่อเป็นต้นกำลัง
3) สกีกันจมสำหรับรถไถเดินตาม
4) เมล็ดข้าวพันธุ์ กข 51 จำนวน 20 กิโลกรัม (ตามความต้องการของเกษตรกร)
5) เครื่องชั่งน้ำหนักพิกัด 3 กิโลกรัม
6) เครื่องวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ Testo รุ่น Testo 470
7) เครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ MORITA รุ่น MS-3L
8) ตลับเมตรความยาว 5 เมตร
9) ตลับเมตรความยาว 40 เมตร
10) นาฬิกาจับเวลา 2 เครื่อง
11) ป้ายชื่อแปลงย่อย
12) ไม้ไผ่สำหรับปักหลัก
13) เชือกฟาง
14) แท่งเหล็กทดสอบความลึกโคลน
15) ถุงพลาสติก

3.3.1 วิธีการเตรียมแปลง

การเตรียมแปลงสำหรับการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว โดยเกษตรกรเจ้าของแปลง ประกอบด้วยการสูบน้ำเข้าที่นาและขังน้ำทิ้งไว้เป็นเวลา 2 วัน และใช้โรตารีต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ปั่นดิน 1 เที่ยว รูปแปลงทดสอบก่อนและหลังการเตรียมดิน แสดงดังรูปที่ 3.30

(ก) แปลงนาก่อนเตรียมดิน

(ข) ขังน้ำในแปลง



(ค) หลังการทำเทือก

รูปที่ 3.30 แปลงทดสอบ ก่อนและหลังการเตรียมดิน

3.3.2 การออกแบบการทดสอบ

1) แปลงนาทดสอบมีพื้นที่รวม 2 ไร่ 2 งาน ซึ่งถูกแบ่งด้วยคันนาที่มีแต่เดิมออกเป็น 3 แปลง ในการทดสอบจะดำเนินการที่ระยะห่างระหว่างแถว 3 ค่า (20, 25 และ 30 เซนติเมตร) โดยที่แต่ละค่าของระยะห่างระหว่างแถวจะทดสอบที่ค่าความยาวร่องลูกโรย 3 ค่า (ดังแสดงในตารางที่ 3.4) โดยจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนั้นจึงต้องการแปลงย่อย ทั้งหมดจำนวน 3×3×3 = 27 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีความยาวเท่ากันคือ 21 เมตร (แบ่งเป็นระยะทดสอบโรย 10 เมตร และระยะหัวแปลงสองด้านๆ ละ 5.5 เมตร) เนื่องจากในแปลงย่อยหนึ่งๆ จะทดสอบโรยสองเที่ยว (ไป-กลับ) ความกว้าง ของแปลงย่อยจึงเท่ากับสองเท่าของหน้ากว้างการทำงาน บวกกับระยะขอบแปลงย่อยสองด้าน (ด้านละ 70 หรือ 30 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อให้สามารถจัด 27 แปลงย่อยลงได้อย่างเหมาะสมกับแปลงที่มี) ในการทดสอบนี้ ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร จะใช้แปลงย่อยกว้าง 4.6 เมตร และที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 และ 30 เซนติเมตร จะใช้แปลงย่อยกว้าง 5.4 เมตร

ผังการจัดแบ่งแปลงย่อยทั้งหมด 27 แปลงลงในแปลงนาทดสอบ แสดงในแผนผัง ข.1และ ข. 2 ในภาคผนวก ข ลำดับของแปลงย่อยกำหนดโดยการจับฉลาก

3.3.3 การเก็บข้อมูล

1) การทดสอบหาชนิดของดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดสอบจำนวน 9 จุด นำดินมารวมกัน ส่งตรวจห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อวิเคราะห์หาชนิดของดิน

2) การทดสอบหาความลึกของโคลน

สุ่มวัดความลึกโคลน 9 จุดในแปลงทดสอบ โดยนำแท่งเหล็กทดสอบจุ่มลงในโคลน แล้วนำขึ้นมาวัดความยาวของรอยโคลนที่ติดอยู่ บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย

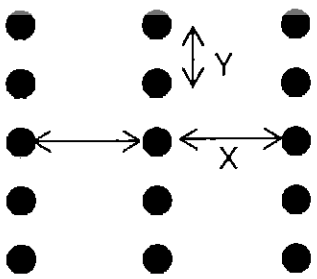
3) การวัดค่าอัตราเร็วในการเคลื่อนที่และเปอร์เซ็นต์การลื่นไถล

นำรถไถเดินตามต่อพวงเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วขับในแปลงทดสอบเป็นระยะทางตรง 30 เมตร ที่เกียร์ 1 และจับเวลา นำระยะทางที่ทดสอบและเวลาที่ได้ มาคำนวณหาอัตราเร็ว เพื่อให้มีอัตราเร็วที่ใกล้เคียง 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

การทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลังของเครื่องโรย ทำโดยวัดระยะทางการเคลื่อนที่จริงของล้อต้นกำลัง เมื่อล้อต้นกำลังหมุนไปเป็นจำนวน 3 รอบ บันทึกผล ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

4) การหาระยะห่างระหว่างแถว และระยะห่างระหว่างกอ

ในโครงงานนี้ ดำเนินการวัดระยะห่างระหว่างแถวและระหว่างกอ รวมถึงนับจำนวนเมล็ดต่อกอ หลังจากปลูกได้ 4 วัน เพื่อให้เมล็ดข้าวงอก เติบโตเป็นต้นกล้าเห็นได้ชัดเจน (รูปที่ 3.31) การวัดระยะห่างระหว่างแถวของแปลงย่อยแต่ละแปลงจะวัดแปลงละ 3 จุดบริเวณหัวแปลง กลางแปลงและท้ายแปลง ห่างกันจุดละ 2 เมตร ตำแหน่งที่ทำการวัดระยะห่างระหว่างกอและนับจำนวนเมล็ดต่อกอ กำหนดจากแนวกึ่งกลางแปลง ไปทางด้านหัวแปลงและท้ายแปลง ด้านละ 5 จุด แต่ละจุดห่างกัน 0.5 เมตร

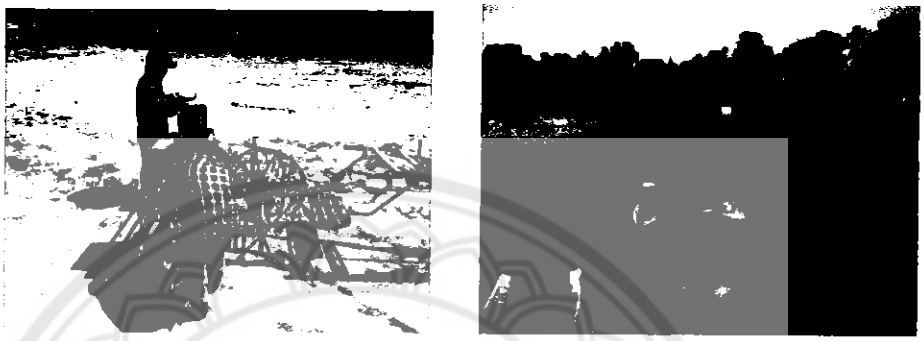


X คือ ระยะห่างระหว่างแถว, Y คือ ระยะห่างระหว่างกอ

รูปที่ 3.31 การวัดระยะห่างระห่างแถวและระหว่างกอ

5) การหาอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่

ก่อนการโรยแต่ละแปลงย่อย ทำการเติมเมล็ดข้าวงอกลงในถังบรรจุให้ได้ตามระดับที่กำหนดไว้ หลังจากโรยเสร็จในแต่ละแปลงย่อย ให้ทำการเติมเมล็ดข้าวงอกลงในถังบรรจุให้อยู่ในระดับเดิม บันทึกน้ำหนักของเมล็ดข้าวงอกที่เติม การเติมและชั่งน้ำหนักเมล็ดแสดงดังรูปที่ 3.32



(ก) การเติมเมล็ดข้าวงอก (ข) การชั่งเมล็ดข้าวงอก

รูปที่ 3.32 การหาอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่

7) การหาสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล

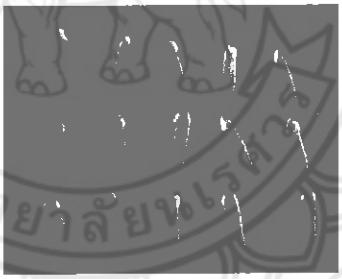
ใช้นาฬิกาจับเวลา 2 เครื่อง โดยเครื่องที่ 1 ใช้จับเวลาเมื่อเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวเริ่มทำงานและได้งาน เครื่องที่ 2 ใช้จับเวลาเมื่อเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวเริ่มทำงานจนสิ้นการทำงาน

บทที่ 4
ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และในแปลงนา ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว และการวิเคราะห์ผล สรุปได้ดังต่อไปนี้

4.1 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอก

ในโครงงานนี้ได้ดำเนินการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกในห้องปฏิบัติการ 2 ครั้ง ครั้งแรกทดสอบโดยใช้แปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาวานิช (ขนแปรงสีขาว) ครั้งที่สอง เปลี่ยนใช้แปรงปาดเมล็ดทำจากแปรงทาสี (ขนแปรงสีดำ) โดยเมล็ดข้าวที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง เป็นพันธุ์พิษณุโลก 2 (ซึ่งจัดซื้อจากสหกรณ์การเกษตรพรหมพิราม โดยซื้อแยกกันคนละครั้ง) การเตรียมเมล็ดข้าวงอกทำโดยการนำข้าวเปลือกไปแช่น้ำ 12 ชั่วโมงและหุ้มด้วยกระสอบป่าน 24 ชั่วโมง ระหว่างการหุ้มทำการรดน้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง (ตามขั้นตอน 3.2.1) เมล็ดข้าวงอกที่ได้จะมีรากงอกออกเป็นลักษณะตุ่มตา แสดงดังรูปที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพและเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 แสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2



รูปที่ 4.1 เมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1 (ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาวานิช)

ลักษณะทางกายภาพ	ค่าเฉลี่ย
ขนาดของเมล็ดเฉลี่ย	
- กว้าง (มิลลิเมตร)	2.5
- ยาว (มิลลิเมตร)	10.8
- หนา (มิลลิเมตร)	2.2
ความยาวรากเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	2.5
ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	23.1
มวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ดเฉลี่ย (กรัม)	3.8
ความหนาแน่นมวลรวมเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	472.3
เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	88.0

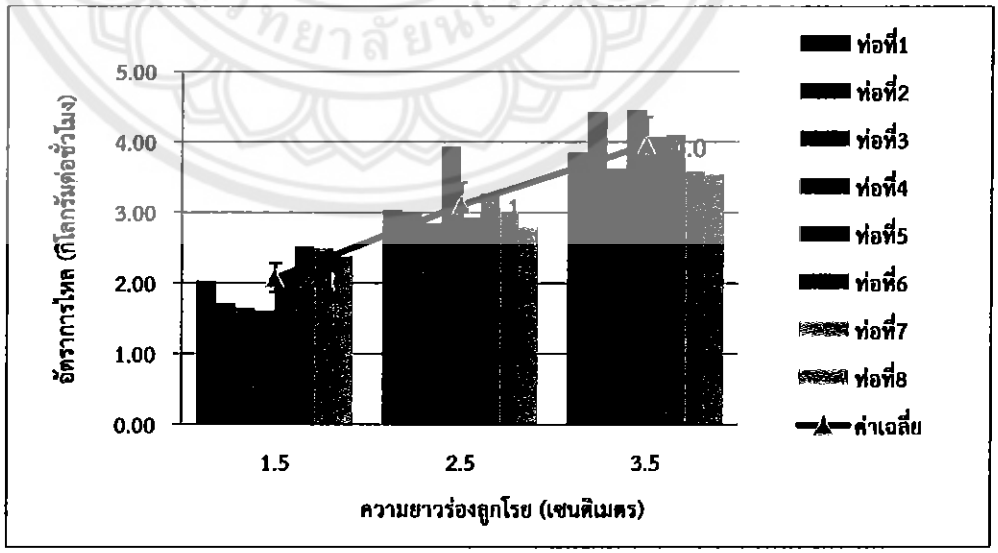
ตารางที่ 4.2 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2 (ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ลักษณะทางกายภาพ	ค่าเฉลี่ย
ขนาดของเมล็ดเฉลี่ย	
- กว้าง (มิลลิเมตร)	2.5
- ยาว (มิลลิเมตร)	10.6
- หนา (มิลลิเมตร)	2.2
ความยาวรากเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	2.0
ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	23.0
มวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ดเฉลี่ย (กรัม)	3.6
ความหนาแน่นมวลรวมเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	507.2
เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	91.0

4.2 ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วในห้องปฏิบัติการ

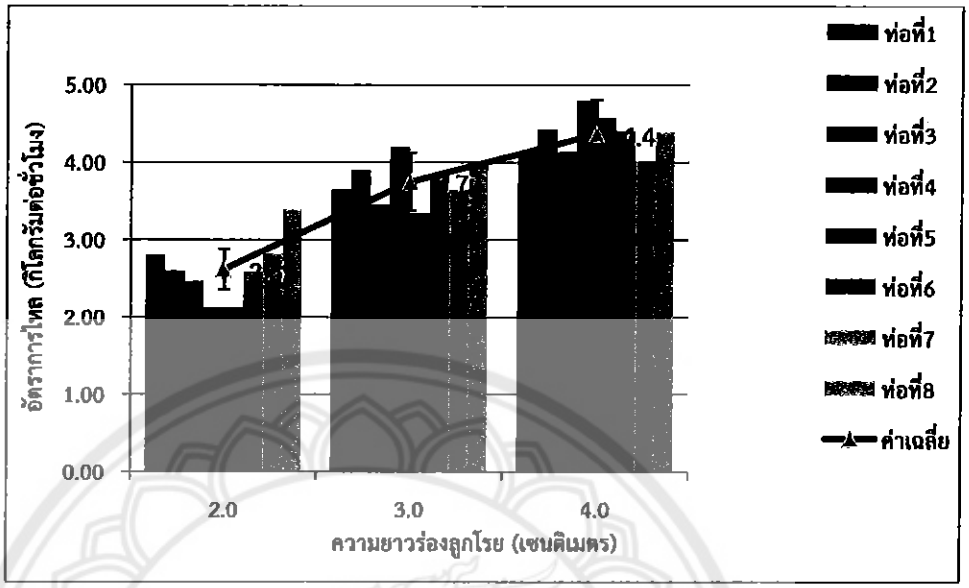
4.2.1 ผลการทดสอบอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก

ผลการทดสอบหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วในห้องปฏิบัติการครั้งที่ 1 โดยการทดสอบนี้ใช้แปรงทาวานิช (ขนแปรงสีขาว) แสดงดังรูปที่ 4.2

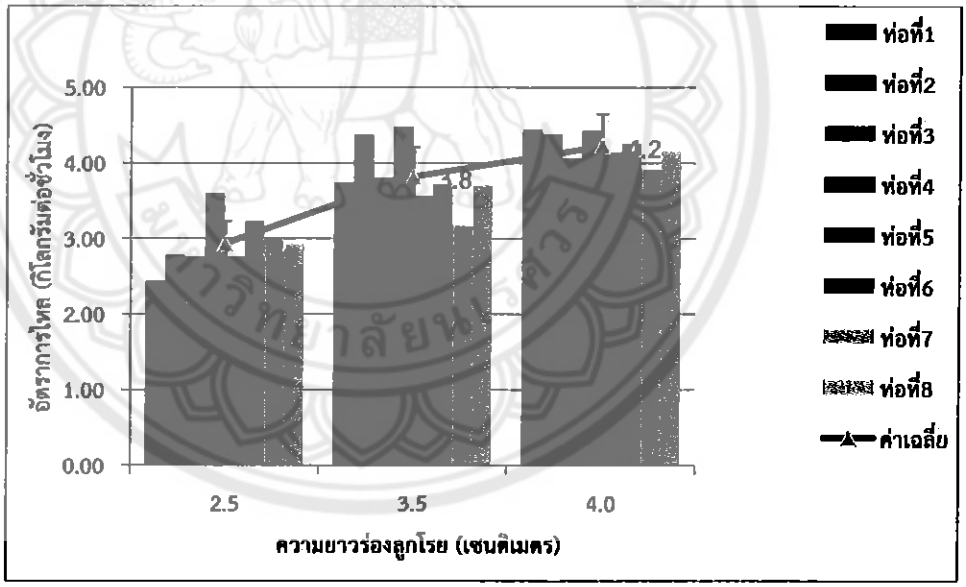


(ก) อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอก ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร

รูปที่ 4.2 อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (การทดสอบครั้งที่ 1, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาวานิช)



(ข) อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอก ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร



(ค) อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอก ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

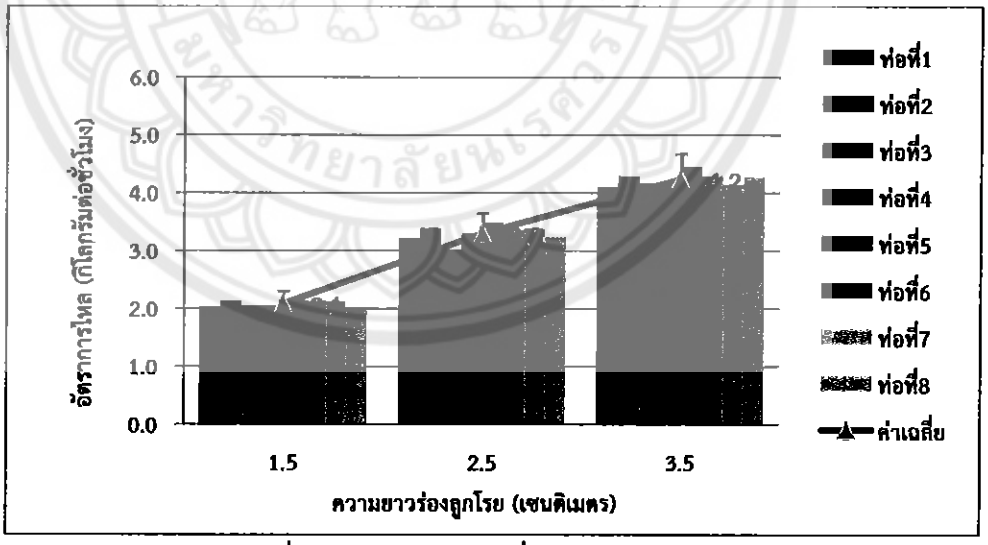
รูปที่ 4.2 อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (การทดสอบครั้งที่ 1, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาวานิช) (ต่อ)

จากกราฟในรูปที่ 4.2 พบว่าที่ค่าความยาวร่องลูกโรยหนึ่งๆ อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกที่ได้จากแต่ละแถวมีค่าที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากท่อนำเมล็ดที่ 4 ซึ่งให้อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกคลาดเคลื่อนเกิน ±10 เปอร์เซ็นต์ของค่าอัตราการไหลเฉลี่ยของแต่ละความยาวร่องลูกโรยนั้นๆ จากการตรวจสอบเมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบพบว่าขนแปรงปาดเมล็ดของท่อนำเมล็ดที่ 4

นั้นเกิดการเสียรูปมากกว่าแปรงอื่น (แสดงดังรูปที่ 4.3) ซึ่งส่งผลให้อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ได้คลาดเคลื่อนมากกว่าท่อนำเมล็ดอื่นๆ

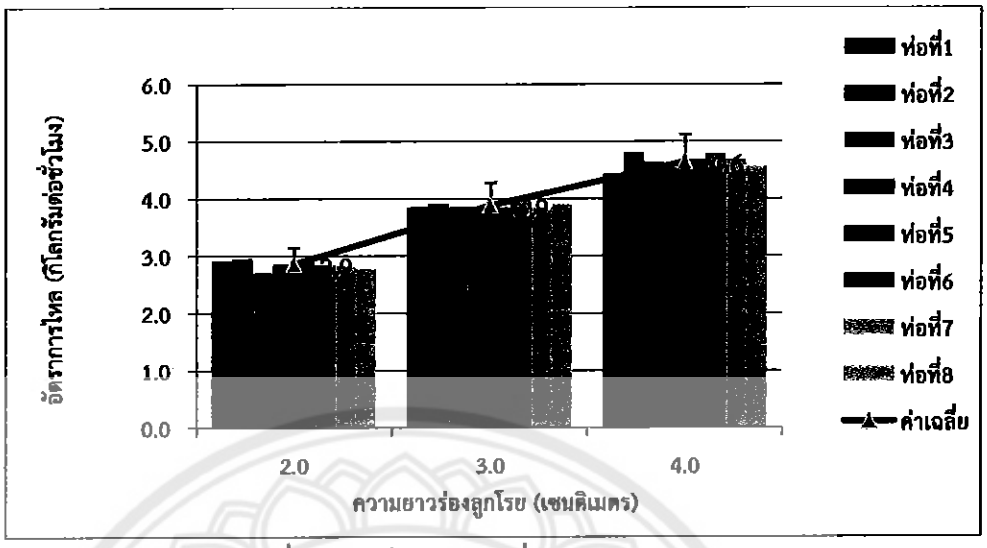
รูปที่ 4.3 ปัญหาขนแปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาวานิช เกิดการเสียรูปหลังการทดสอบ

จากปัญหาที่พบการเสียรูปของแปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาวานิช ผู้ดำเนินโครงงานจึงได้เปลี่ยนชนิดแปรงปาดเมล็ดทั้งหมดเป็นแปรงทาสี (ขนสีดำ) และปรับระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยให้เท่ากับ 0 มิลลิเมตร (ปลายแปรงติดกับเพลาลูกโรย) ผลการทดสอบหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วในห้องปฏิบัติการครั้งที่ 2 นี้ซึ่งใช้แปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาสี แสดงดังรูปที่ 4.4

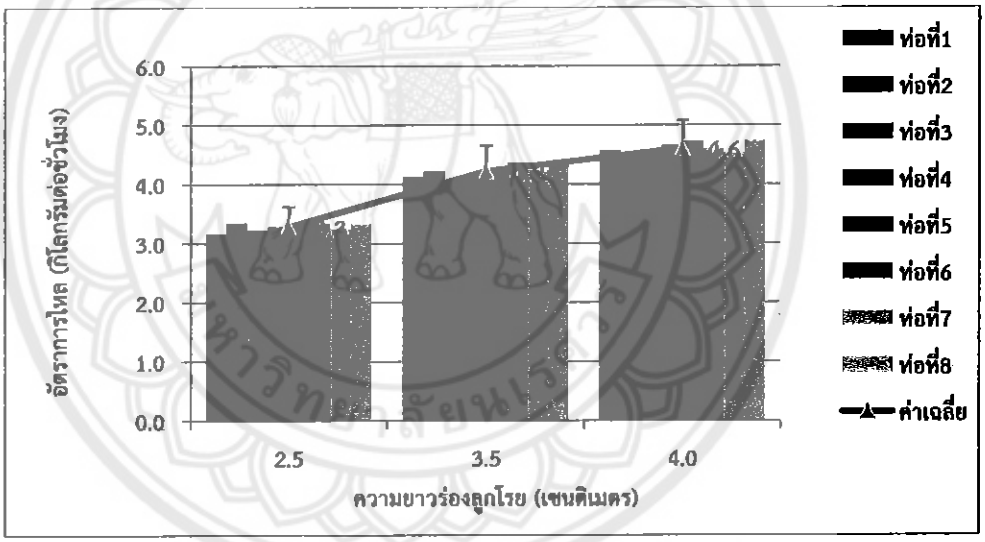


(ก) อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอก ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร

รูปที่ 4.4 อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)



(ข) อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอก ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

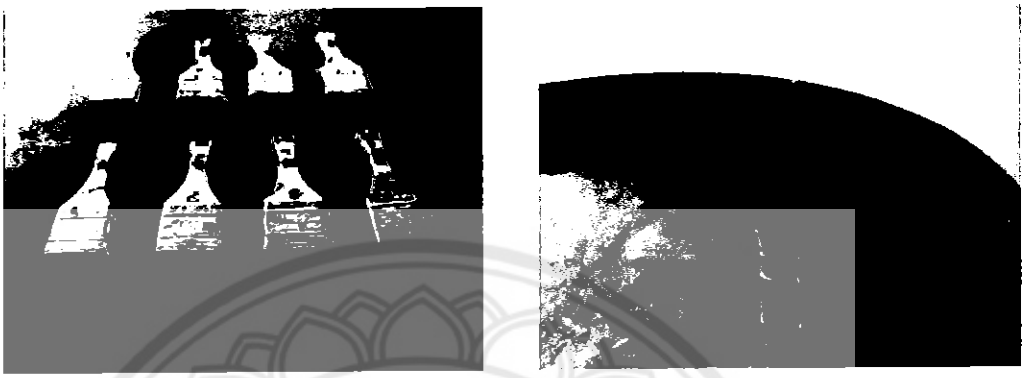


(ค) อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอก ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

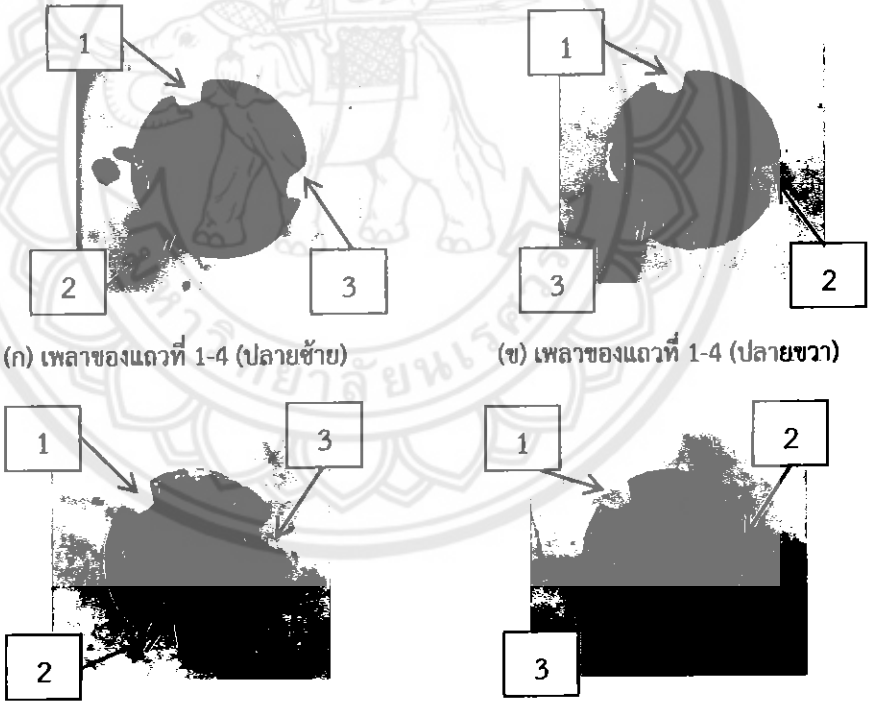
รูปที่ 4.4 อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี) (ต่อ)

จากรูปที่ 4.4 อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกของกราฟ ก, ข และ ค มีอัตราการไหลค่อนข้างคงที่ ในแต่ละความยาวร่องลูกโรย โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของอัตราการไหลไม่เกิน ±10 เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย ซึ่งคาดว่าเป็นเพราะขนของแปรงปาดเมล็ดที่ใช้แปรงทาสีนี้ มีความแข็งและเมื่อสัมผัสกับความชื้นแล้วเสียรูปน้อยกว่าแปรงปาดชุดเดิม (แปรงทาวานิช) ทำให้สามารถปาดเมล็ดได้ดีขึ้น (ดังรูปที่ 4.5) อัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกที่ได้จากแต่ละท่อจึงมีค่าที่ใกล้เคียงกันมากขึ้น อย่างไรก็ตามจากการตรวจสอบพบว่าร่องของเพลาลูกโรยบางร่องมีขนาดไม่ตรงตามแบบ โดย

ขนาดหน้าตัดของร่องไม่คงที่ตามแนวยาวของเพลาจากปลายด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งจึงส่งผลให้อัตราการไหลของเมล็ดที่ได้จากแต่ละท่อไม่เท่ากัน ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.5 แปรงปาดเมล็ดที่ทำจากแปรงทาสีขนไนล่อนสีดำ



(ก) เพลาของแถวที่ 1-4 (ปลายซ้าย)

(ข) เพลาของแถวที่ 1-4 (ปลายขวา)

(ค) เพลาของแถวที่ 5-8 (ปลายซ้าย)

(ง) เพลาของแถวที่ 5-8 (ปลายขวา)

รูปที่ 4.6 รูปร่างและขนาดร่องของเพลาลูกโรยคลาดเคลื่อนจากค่าออกแบบ

จากรูปที่ 4.6 แสดงหน้าตัดสองด้านของเพลาลูกโรย โดยเพลาในรูป (ก) และ (ข) เป็นเพลาลูกโรยของแถวที่ 1-4 และเพลาในรูป (ค) และ (ง) เป็นเพลาลูกโรยของแถวที่ 5-8 สำหรับเพลาของแถวที่ 1-4 นั้น จะเห็นได้ว่าหน้าตัดของร่อง 1 มีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกับค่าออกแบบ ในขณะที่

ร่อง 2 และ 3 มีรูปร่างและขนาดที่คลาดเคลื่อนไปจากการออกแบบ ซึ่งเกิดปัญหาลักษณะเดียวกันนี้กับเพลาของแถวที่ 5-8 เช่นกัน

อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ หาได้โดยการคำนวณจากอัตราการไหลเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกที่ออกจากลูกโรยที่ความยาวร่องลูกโรยต่างๆ (ดังสมการที่ 2.3) ตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวก ค) ผลการคำนวณอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20, 25 และ 30 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 4.3

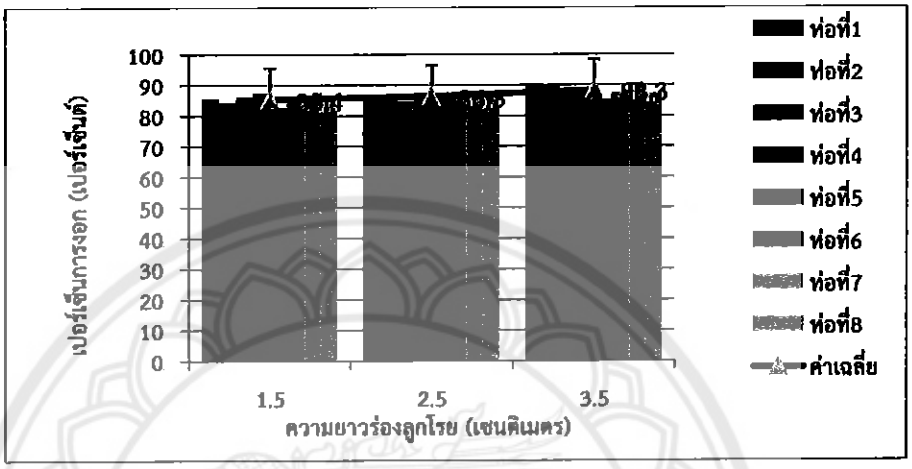
ตารางที่ 4.3 อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ระยะห่างระหว่างแถว	ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)
20 เซนติเมตร	1.5	5.7
	2.5	9.0
	3.5	11.6
25 เซนติเมตร	2.0	6.2
	3.0	8.5
	4.0	10.6
30 เซนติเมตร	2.5	6.0
	3.5	7.7
	4.0	8.4

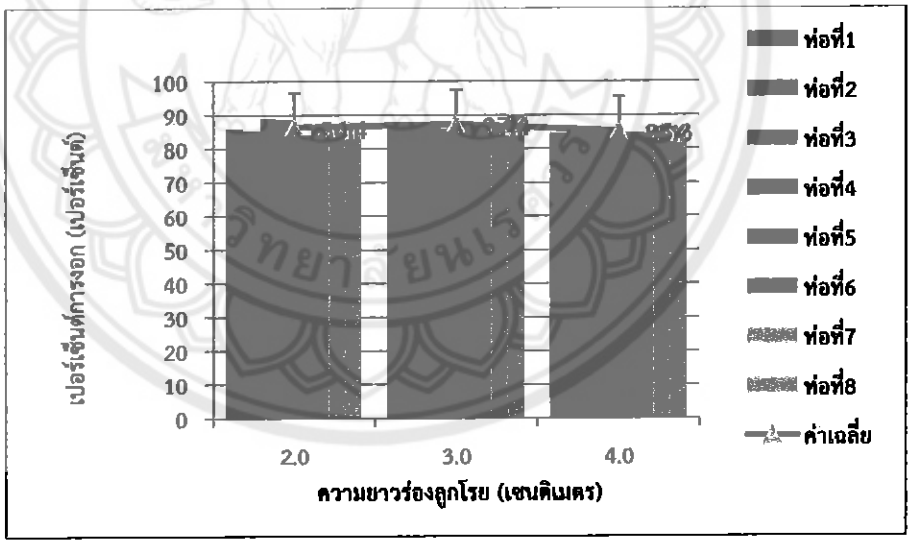
จากตารางที่ 4.3 พบว่าอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่สูงขึ้น เมื่อเพิ่มความยาวร่องลูกโรยขึ้นของแต่ละระยะห่างระหว่างแถว อย่างไรก็ตามพบว่าระยะห่างระหว่างแถวมีผลต่ออัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ โดยระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร จะใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่มากที่สุดในแต่ละความยาวร่องลูกโรย เมื่อเทียบกับระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร

4.2.2 ผลเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวงอก

ผลการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่เปลี่ยนมาใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสีขนสีดำ แสดงดังรูปที่ 4.7

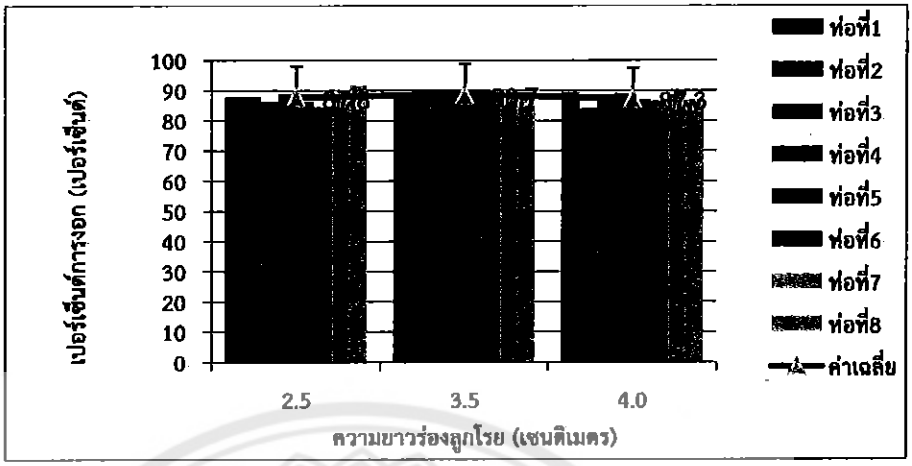


(ก) เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอก ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร



(ข) เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอก ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

รูปที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)



(ค) เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอก ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

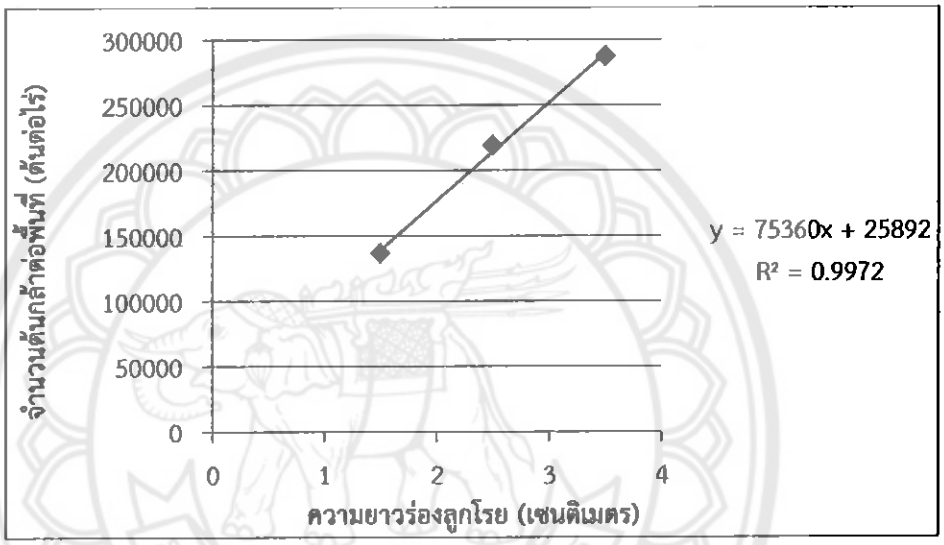
รูปที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี) (ต่อ)

จากกราฟในรูปที่ 4.6 พบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของแต่ละความยาวร่องลูกโรย อยู่ในช่วง 85.0-89.0 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ทุกความยาวร่องลูกโรยและระยะห่างระหว่างแถว มีเปอร์เซ็นต์การงอกค่อนข้างสม่ำเสมอ คือ มีค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน ±10 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเพียง 2-6 เปอร์เซ็นต์เทียบจากเปอร์เซ็นต์การงอกก่อนผ่านเครื่องโรย (เท่ากับ 91 เปอร์เซ็นต์) แปรงปาดเมล็ดที่เปลี่ยนใหม่นี้ทำความเสียหายแก่เมล็ดข้าวงอกน้อยลง เมื่อเทียบกับแปรงปาดเมล็ดแบบเดิมที่ใช้แปรงทาวานิช ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลง 9-16 เปอร์เซ็นต์ (ผลการทดสอบของธีรศักดิ์และคณะ[2])

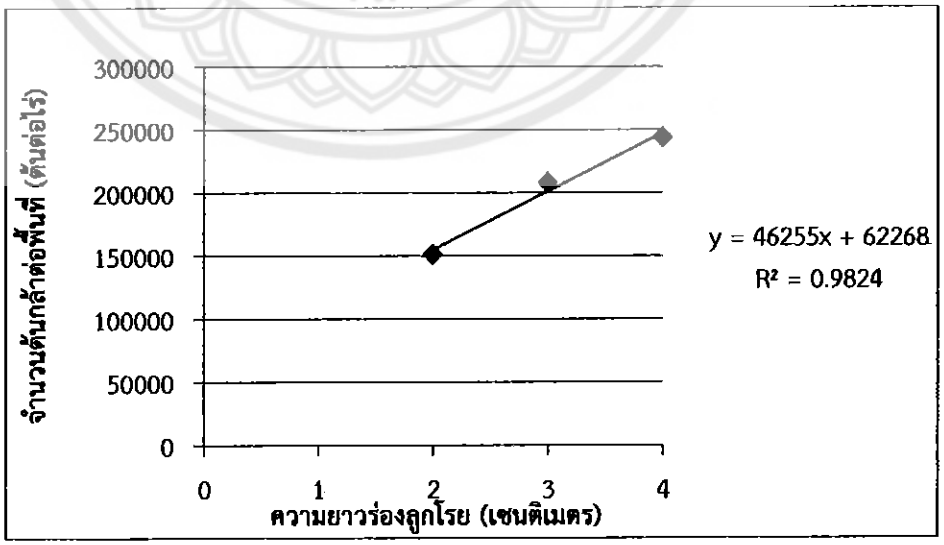
ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ระยะห่างระหว่างแถว	ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
20 เซนติเมตร	1.5	85.0
	2.5	86.0
	3.5	88.0
25 เซนติเมตร	2.0	86.0
	3.0	87.0
	4.0	85.0
30 เซนติเมตร	2.5	88.0
	3.5	89.0
	4.0	87.0

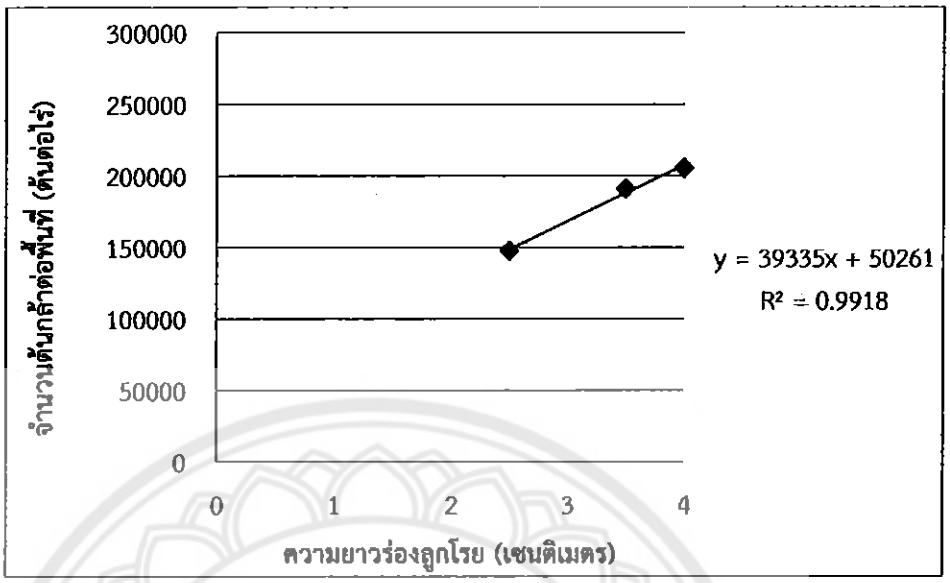
ค่าอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ และเปอร์เซ็นต์การงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวนั้น สามารถนำไปสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่กับความยาวร่องลูกโรยได้ เราสามารถใช้สมการความสัมพันธ์นี้เพื่อประมาณจำนวนต้นกล้าที่จะได้ที่ระยะความยาวร่องลูกโรยต่างๆ หรือใช้หาค่าความยาวร่องลูกโรยที่เหมาะสมสำหรับจำนวนต้นกล้าที่ต้องการได้ (รายละเอียดของการคำนวณแสดงในภาคผนวก ค ตัวอย่างที่ 3) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่กับความยาวร่องลูกโรย ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20, 25 และ 30 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.8- 4.10 ตามลำดับ



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่กับความยาวร่องลูกโรย ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร



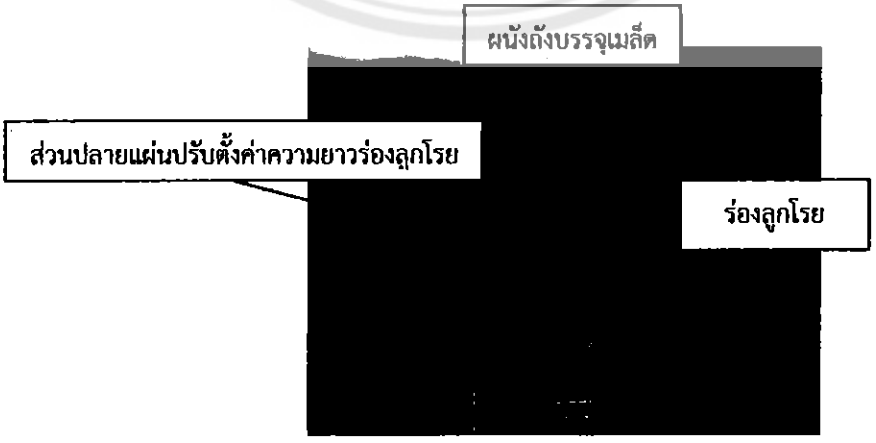
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่กับความยาวร่องลูกโรย ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่กับความยาวร่องลูกโรย ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

4.2.3 ปัญหาที่พบระหว่างการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่าในการปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยให้เท่ากับ 4 เซนติเมตรนั้น ไม่สามารถใช้ชุดแผ่นปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยขนาดความกว้าง 4 เซนติเมตร สอดลงไปในร่องลูกโรยของท่อนำเมล็ดที่ 1, 4, 5, และ 8 ซึ่งเป็นท่อที่อยู่บริเวณด้านข้างของถัง จากการตรวจสอบพบว่าระยะห่างระหว่างผนังของถังกับแผ่นกั้นแบ่งเมล็ดนั้นแคบกว่าช่วงอื่นๆ โดยมีระยะห่าง 3.8 เซนติเมตรขณะที่ช่วงอื่นๆ มีระยะห่างเท่ากับ 4.3 เซนติเมตร คาดว่าเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการสร้าง (รูปที่ 4.11) ในการทดสอบจึงปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยที่ท่อดังกล่าวให้เป็น 4 เซนติเมตร ด้วยวิธีเลื่อนลิ่มออกแทน



รูปที่ 4.11 ท่อนำเมล็ดที่ชิดขอบถัง ไม่สามารถเสียบชุดแผ่นปรับตั้งค่าความยาวลงไปในร่องเพลาลูกโรยได้

4.3 ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วในแปลงนา

4.3.1 สรุปผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

แปลงนาที่ใช้ในการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว เป็นดินชนิดดินทรายแป้ง (clay loam) แบบรายงานผลการตรวจสอบชนิดดินแสดงในภาคผนวก ค ความลึกโคลนในแปลงเฉลี่ย 14.1 เซนติเมตร รายละเอียดผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วในแปลงนา แสดงในภาคผนวก ข. และผลโดยสรุปแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกที่ปรับปรุงแล้วในแปลง

ระยะห่างระหว่างแถวที่กำหนด (ซม.)	ความยาวร่องลูกโรย (ซม.)	อัตราเร็วเคลื่อนที่ (กม./ชม.)	การลื่นไถล (%)	ระยะห่างระหว่างแถว (ซม.)	สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (ไร่/ชม.)
20	1.5	2.9	1.3	21	2.93
	2.5	2.9	1.3	21	
	3.5	3.0	-0.3	21	
25	2.0	3.1	-2.6	25	3.66
	3.0	3.0	-0.3	25	
	4.0	3.0	1.7	25	
30	2.5	3.0	-0.3	30	4.4
	3.5	2.7	-1.4	30	
	4.0	3.1	-0.7	30	

จากตารางที่ 4.5 พบว่าอัตราเร็วการเคลื่อนที่ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกเมื่อทดสอบในแปลงไม่คงที่เพราะความเร็วรอบเครื่องยนต์ไม่คงที่ เนื่องจากรถไถเดินตามที่ใช้เป็นต้นกำลังซึ่งเป็นของเกษตรกรนั้นไม่สามารถล็อคคันเร่งมือได้ ระหว่างการขับต้องใช้วิธีฟังเสียงเครื่องยนต์แทนการใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่คงที่ ผลการหาเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลังของเครื่องโรยซึ่งได้ปรับปรุงโดยการติดครีบลดการลื่นไถล พบว่าเกิดการลื่นไถลประมาณ 2% สำหรับข้อมูลบางค่าที่เป็นค่าติดลบนั้น สันนิษฐานว่าเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการวัดระยะในแปลง

ระยะห่างระหว่างแถวที่โรยได้จริงเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกับค่าออกแบบ มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±5% (รูปที่ 4.12) สามารถแก้ปัญหาระยะห่างระหว่างแถวที่มากเกินค่ากำหนดของแถวที่ 1-2 และ แถวที่ 7-8 ของเครื่องโรยต้นแบบได้ ทั้งนี้เป็นผลจากการปรับปรุงชุดท่อนำเมล็ด และติดตั้งตัวบังคับท่อเพิ่มเติมที่บริเวณปลายท่อนำเมล็ดของแถวที่ 1 และแถวที่ 8 นอกจากนี้พบว่าแถวที่โรยยังไม่ค่อยตรง เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์หรือเครื่องหมายช่วยในการเล็งแนว

ก. ต้นข้าวอายุ 4 วัน ข. ต้นข้าวอายุ 54 วัน

รูปที่ 4.12 ระยะห่างระหว่างแถวของต้นข้าว ในแปลงทดสอบ

จากรูปที่ 4.13 พบว่าเมล็ดข้าวงอกที่ถูกโรยด้วยเครื่องโรยนี้ จะตกลงโดยเรียงเป็นแนวตรงไม่เกิดเป็นกอที่แยกกันชัดเจน เมล็ดข้าวงอกที่อยู่ในร่องลูกโรยเดียวกันตกลงไม่พร้อมกัน เนื่องจากเครื่องโรยมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาขณะที่เพลาลูกโรยหมุน นอกจากนี้พบว่าร่องลูกโรยบางร่องมีความกว้างที่มากกว่าค่าที่ออกแบบ โดยส่วนใหญ่เมล็ดข้าวงอกจะตกลงจุดละ 1-2 เมล็ด แต่ละเมล็ดห่างกัน 1-3 เซนติเมตร แต่ในบางตำแหน่งพบเมล็ดข้าวงอกตกในบริเวณใกล้ๆกันถึง 5-6 เมล็ด คาดว่าเป็นผลมาจากรูปร่างและขนาดของร่องเพลาลูกโรยที่ไม่เท่ากัน จากลักษณะการโรยดังกล่าวข้างต้นนี้ ทำให้ไม่สามารถบันทึกระยะห่างระหว่างกอรวมถึงจำนวนเมล็ดต่อกอได้

ก. ต้นข้าวอายุ 4 วัน ข. ต้นข้าวอายุ 54 วัน

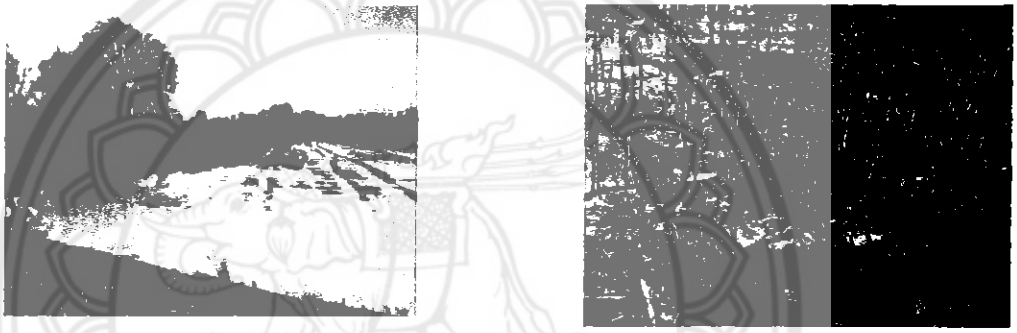
รูปที่ 4.13 ลักษณะการเรียงตัวของต้นข้าวในแถวหนึ่งๆ ในแปลงทดสอบ

สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎีของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว เมื่อใช้งานที่ระยะห่างระหว่างแถว 20, 25 และ 30 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 2.93, 3.66 และ 4.40 ไร่ต่อชั่วโมงตามลำดับ ในโครงงานนี้ยังไม่สามารถหาสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (สมรรถนะทางไร่จริง) ได้ เนื่องจากข้อจำกัดของขนาดแปลงทดสอบ ซึ่งมีที่หัวแปลงสำหรับเลี้ยวไม่เพียงพอ ทำให้ไม่สามารถขับเครื่องโรย

ให้เลี้ยวกลับโดยตรงในแปลงย่อยหนึ่งๆได้ ส่งผลให้ไม่สามารถจับเวลาการเลี้ยวกลับ รวมถึงไม่สามารถหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในแปลงย่อยหนึ่งๆ ได้

4.3.2 ปัญหาที่พบระหว่างการทดสอบในแปลง

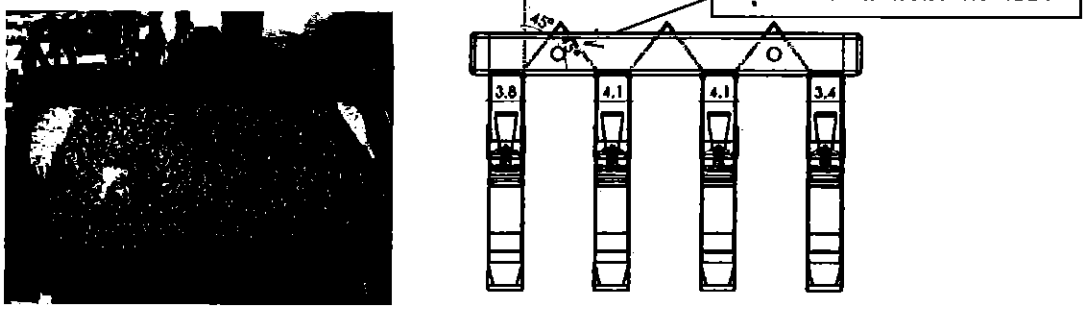
(1) แปลงนาที่ใช้ในการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วมีน้ำขังในบางบริเวณ (รูปที่ 4.14) เนื่องจากระบายน้ำออกได้ช้า ส่งผลให้เมล็ดข้าวที่ถูกโรยในบริเวณนั้นลอยน้ำและกระจายตัวออกไม่เป็นแถว ไม่เป็นกอ ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลระยะห่างระหว่างแถว ระหว่างกอ และจำนวนเมล็ดต่อกอได้ในแปลงย่อยนั้นๆ



ก. น้ำขังในแปลงทดสอบ ข. เมล็ดกระจายตัวไม่เป็นแถว

รูปที่ 4.14 ปัญหาแปลงทดสอบมีน้ำขัง

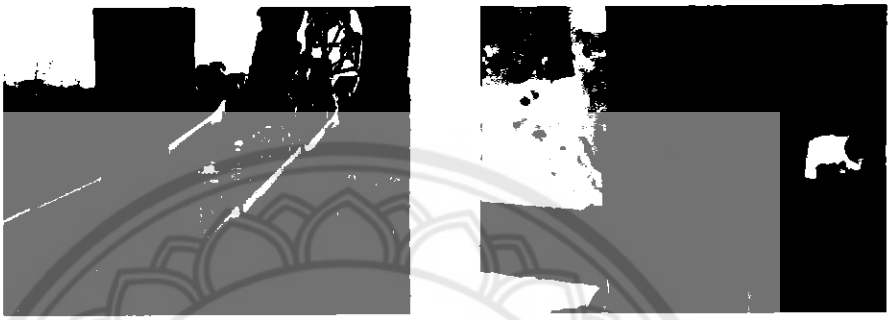
(2) การเกิดโพรงภายในถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกด้านขวา (แสดงดังรูปที่ 4.15(ก)) จากการสังเกตพบว่าเกิดโพรงที่ด้านซ้ายของถังบรรจุเมล็ด อาจเนื่องมาจากที่ช่องดังกล่าวมีความกว้างมากกว่าช่องด้านขวา และมุมของผนังมีลักษณะตั้งฉากกับแนวระดับ และแผ่นขั้นระหว่างช่องมีมุม 45° จึงส่งผลทำให้เมล็ดข้าวงอกมีความเร็วในการไหลที่แตกต่างกันเป็นผลให้เมล็ดข้าวงอกไหลได้สะดวกกว่าช่องอื่นในถังเดียวกัน



ก. โพรงภายในถังบรรจุเมล็ดด้านขวา ข. แสดงมุมของปัญหาการเกิดโพรง

รูปที่ 4.15 ปัญหาการเกิดโพรงภายในถังบรรจุเมล็ด

(3) ปัญหาการตกค้างของเมล็ดข้าวงอกในท่อนำเมล็ดที่ 1 (รูปที่ 4.16) ระหว่างการทดสอบที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร เกิดการตกค้างของเมล็ดข้าวงอกในท่อนำเมล็ดที่ 1 สองครั้ง คือ ขณะทดสอบในบล็อกที่ 1 และที่ 3 จากการตรวจสอบพบว่าท่อยางใสเกิดโค้งงอแบบตกท้องช้าง เนื่องจากสวมเข้ากับชุดท่อพีวีซีไม่สนิท



รูปที่ 4.16 เมล็ดข้าวงอกเกิดการตกค้างภายในท่อนำเมล็ดที่ 1

(4) ปัญหาความไม่แข็งแรงของรอยต่อเชื่อมบางจุดของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ระหว่างการทดสอบในแปลงพบปัญหาเหล็กต่อพ่วงกับรถไถเดินตามขาดและรอยเชื่อมของชุดกลไกตีงสายพานหลุด เนื่องจากการเชื่อมเหล็กไม่แข็งแรงพอ ดังแสดงในรูปที่ 4.17

รูปที่ 4.17 เหล็กต่อพ่วงกับรถไถเดินตามขาดระหว่างการทดสอบในแปลง

นอกจากนี้ยังพบปัญหาการลื่นบริเวณที่วางเท้าของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกเมื่อเปียกน้ำโคลน ซึ่งผู้ขับจะต้องระมัดระวังโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อจะทำการเลี้ยว

โดยสรุป เครื่องโรยข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วมีการทำงานที่ดีขึ้น และใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น ชุดแผ่นปรับตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยที่ออกแบบช่วยให้การตั้งค่าความยาวร่องลูกโรยทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ชุดท่อนำเมล็ดที่ปรับปรุงแล้วช่วยแก้ปัญหาการอุดตันของเมล็ดข้าวงอกในท่อได้ อย่างไรก็ตามในการประกอบชุดท่อเข้ากับตัวเครื่องจะต้องให้ทั้งท่อยางใสและท่อพีวีซีอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง เพื่อป้องกันการโค้งงอของท่อยางใสซึ่งอาจทำให้เกิดการอุดตันของเมล็ดได้อีก ชุดกลไกตีงสายพานที่ปรับปรุงใหม่ทำงานได้เป็นอย่างดี สามารถใช้บังคับให้เครื่องทำการโรยและหยุดโรยเมล็ดข้าวงอกได้ตามต้องการ และไม่พบปัญหาปลายตัวบังคับท่อนำเมล็ดจมโคลน (ปลายตัวบังคับท่ออยู่สูงจากผิวโคลนเฉลี่ย 15.7 เซนติเมตร) เนื่องจากข้อมูลการทดสอบในแปลงบางอย่างยังเก็บค่าได้ไม่สมบูรณ์ เช่น การลื่นไถลของล้อต้นกำลัง และข้อมูลบางอย่างที่ยังไม่สามารถเก็บค่าได้ เช่น อัตราการใช้เมล็ดต่อพื้นที่ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพทางไร่ ดังนั้นจึงต้องมีการทดสอบเครื่องโรยในแปลงเพิ่มเติมอีกในอนาคต รวมถึงการปรับปรุงเครื่องเพื่อแก้ปัญหาบางประการที่ยังเหลืออยู่เช่นการเกิดโพรงในถังบรรจุข้าวเป็นต้น

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปสมบัติของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว ใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลัง มีส่วนประกอบหลัก คือ ถังบรรจุเมล็ด ชุดกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด ท่อนำเมล็ด ระบบส่งกำลัง คานสำหรับต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม และล้อต้นกำลัง ข้อมูลจำเพาะเชิงเทคนิคของเครื่องสรุปได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว

รายละเอียด	
ต้นกำลัง	รถไถเดินตามขนาด 11 แรงม้า ขึ้นไป
ขนาดกว้าง×ยาว×สูง	2.20×1.70×1.27 เมตร
จำนวนแถวการโรย	8 แถว
ระยะห่างระหว่างแถว	20, 25 หรือ 30 เซนติเมตร
หน้ากว้างการทำงาน	
- ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร	1.6 เมตร
- ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร	2.0 เมตร
- ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร	2.4 เมตร
ถังบรรจุเมล็ดข้าวงอก	
- จำนวนถังบรรจุ	2 ถัง
- ความจุเมล็ดข้าวงอกต่อถัง	10 กิโลกรัม
ระบบส่งกำลัง	โซ่ และสายพาน
- ล้อต้นกำลัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	0.90 เมตร
- อัตราทด	16 : 1
กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด	เพลาลูกโรย
- รูปแบบ	เพลาเซาะร่องตามแนวแกนเพลา
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	45 มิลลิเมตร
- จำนวนร่อง	3 ร่อง
- กว้าง×ลึก	8×5 มิลลิเมตร
- ความร่องยาวลูกโรย	ปรับได้ 0 ถึง 4 เซนติเมตร

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว (ต่อ)

รายละเอียด	
ส่วนรองรับเมล็ด - ท่อนำเมล็ด	ท่อยางใส, ชุดท่อนำเมล็ดแบบเลื่อนเข้า-ออก
ทางออกของเมล็ด - สูงจากพื้น	30 เซนติเมตร
อัตราการใช้เมล็ดข้าวเปลือก (ข้าวงอก)* ต่อพื้นที่ - ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรย - 1.5 เซนติเมตร - 2.5 เซนติเมตร - 3.5 เซนติเมตร - ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรย - 2.0 เซนติเมตร - 3.0 เซนติเมตร - 4.0 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรย - 2.5 เซนติเมตร - 3.5 เซนติเมตร - 4.0 เซนติเมตร	 5.10 (5.7) กิโลกรัมต่อไร่ 8.06 (9.0) กิโลกรัมต่อไร่ 10.39 (11.6) กิโลกรัมต่อไร่ 5.55 (6.2) กิโลกรัมต่อไร่ 7.61 (8.5) กิโลกรัมต่อไร่ 9.49 (10.1) กิโลกรัมต่อไร่ 5.37 (6.0) กิโลกรัมต่อไร่ 6.89 (7.7) กิโลกรัมต่อไร่ 7.52 (8.4) กิโลกรัมต่อไร่
สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี** -ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร - ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร - ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร	 2.93 ไร่ต่อชั่วโมง 3.66 ไร่ต่อชั่วโมง 4.40 ไร่ต่อชั่วโมง

หมายเหตุ

* คิดที่เมล็ดข้าวเปลือกความชื้น 14% (ฐานเปียก) เมล็ดข้าวงอกความชื้น 23.1% (ฐานเปียก)

** คิดที่อัตราเร็ว 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เมล็ดข้าวงอกที่ผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกที่ปรับปรุงแล้ว โดยใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี (ขนแปรงสีดำ) จะมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงประมาณ 2-6 เปอร์เซ็นต์ และจากข้อแนะนำในเรื่องของจำนวนต้นกล้าที่เหมาะสมของการทำนาหว่านน้ำตมและนาดำ สามารถประมาณค่าความยาวร่องลูกโรยที่เหมาะสมได้จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่และความยาวร่องลูกโรย ผลการคำนวณสรุปแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ค่าประมาณความยาวร่องลูกโรยที่เหมาะสมสำหรับจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ค่าต่างๆ

ระยะห่างระหว่างแถว	จำนวนต้นกล้า (ต้นต่อไร่)	ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)[a]
20 เซนติเมตร	120,000[b]	1.25
	200,000[c]	2.31
	300,000[d]	3.64
25 เซนติเมตร	120,000[b]	1.24
	200,000[c]	2.98
	300,000[d]	5.16
30 เซนติเมตร	120,000[b]	1.78
	200,000[c]	3.80
	300,000[d]	6.34

หมายเหตุ

a คือ ความยาวร่องลูกโรยที่คำนวณจากสมการความสัมพันธ์ที่ได้จากกราฟ รูปที่ 4.8, 4.9 และ 4.10

b คือ จำนวนต้นกล้าที่ต้องการ เพื่อให้เทียบเท่ากับการทำนาดำที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างกอ 20 เซนติเมตร

c คือ จำนวนต้นกล้าที่ต้องการ เพื่อให้เทียบเท่ากับการทำนาดำที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างกอ 25 เซนติเมตร

d คือ จำนวนต้นกล้าที่ต้องการ เพื่อให้เทียบเท่ากับการทำนาหว่านน้ำตม

การคำนวณหาจุดคุ้มทุนของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

ในการคำนวณหาจุดคุ้มทุนในโครงงานนี้ เป็นกรณีที่ประเมินราคาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวไว้เท่ากับ 35,000 บาท อายุการใช้งานประมาณ 10 ปี โดยคำนวณเปรียบเทียบกับการจ้างหว่านด้วยมือ (อัตราค่าจ้าง 50 บาทต่อไร่) และการจ้างดำด้วยเครื่องปักดำ (อัตราค่าจ้าง 1,200 บาทต่อไร่) ผลการคำนวณจุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว แสดงดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

ระยะห่างระหว่างแถว (ซม.)	จุดคุ้มทุน (ไร่/ปี)	
	เทียบกับหว่านมือ	เทียบกับดำด้วยเครื่อง
20	258	3
25	162	3
30	133	3

หมายเหตุ รายละเอียดการคำนวณจุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวอยู่ในภาคผนวก ค

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การปรับปรุงแก้ไขเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

- ควรมีการตรวจสอบและปรับปรุงรอยเชื่อมแต่ละจุดของเครื่องโรยให้มีความแข็งแรงเพียงพอ ป้องกันปัญหารอยเชื่อมขาดระหว่างการใช้งานในแปลง
- ควรมีการติดอุปกรณ์เล็งแนว เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานในแปลงนา
- ควรมีการติดวัสดุกันลื่นไว้บริเวณที่วางเท้าของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก

5.2.2 การเก็บผลทดลองในแปลงนา

- ควรมีการทดสอบในแปลงเพิ่มเติม เพื่อหาค่าอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อต้นกำลัง ประสิทธิภาพทางไร่ และสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล

เอกสารอ้างอิง

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

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

[3] สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. พันธุ์ข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสง. พิษณุโลก 2. สืบค้นเมื่อ 28 พฤษภาคม 2556, จาก http://www.brrd.in.th/rvdb/index.php?option=com_content&view=article&id=82:phitsanulok-2&catid=34:non-photosensitive-lowland-rice&Itemid=55

[4] ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. ประกาศ. ข่าวสารองค์กรปี2556. ข้าวเจ้าพันธุ์ใหม่ทนน้ำท่วมฉับพลัน “กข 51” ได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมการข้าว. สืบค้นเมื่อ 28 พฤษภาคม 2556, จาก http://www.biotec.or.th/TH/index.php/info-center/news/767–51-

ภาคผนวก

ภาพผนวก ก

ตารางบันทึกผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวในห้องปฏิบัติการ

ตารางบันทึกผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวในห้องปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 – ครั้งที่ 2

ตารางที่ ก.1 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบ ครั้งที่ 1 (เมื่อใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาวานิช)

สมบัติทางกายภาพ	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
มวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ด (กรัม)	4.0	3.7	3.8	3.8
ค่าความชื้น (% w.b.)	22.9	23.5	22.8	23.1
มวลในภาชนะทรงกระบอก (กรัม)	61.3	61.1	61.8	61.4
ความหนาแน่นมวลรวม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	0.47	0.47	0.47	0.47
เปอร์เซ็นต์การงอก (เปอร์เซ็นต์)	87.0	90.0	86.0	88.0

หมายเหตุ ภาชนะปริมาตร 130 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตารางที่ ก.2 ขนาดเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบ ครั้งที่ 1 (เมื่อใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาวานิช)

เมล็ดที่	ความกว้าง (มม.)	ความยาว (มม.)	ความหนา (มม.)	ความยาวราก (มม.)
1	2.3	10.8	2.3	2.1
2	2.7	11.3	2.1	3.3
3	2.8	11.3	2.2	2.8
4	2.4	10.8	2.2	2.8
5	2.6	11.4	2.3	2.9
6	2.9	10.7	2.2	2.1
7	2.6	10.0	2.2	2.2
8	2.6	11.0	2.3	2.5
9	2.5	10.5	2.2	2.5
10	2.8	10.6	2.2	2.1
11	2.5	10.3	2.2	2.2
12	2.6	9.8	2.1	2.3
13	2.4	11.1	2.1	2.7
14	2.4	11.0	2.3	2.1
15	2.4	11.2	2.1	2.6
เฉลี่ย	2.5	10.8	2.2	2.5

ตารางที่ ก.3 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบ ครั้งที่ 2 (เมื่อใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

สมบัติทางกายภาพ	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
มวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ด (กรัม)	3.7	3.5	3.5	3.6
ค่าความชื้น (% w.b.)	23.0	23.1	22.8	23.0
มวลในภาชนะทรงกระบอก (กรัม)	67.0	64.5	66.3	66.0
ความหนาแน่นมวลรวม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	0.52	0.50	0.51	0.51
เปอร์เซ็นต์การงอก (เปอร์เซ็นต์)	91.0	92.0	91.0	91.0

หมายเหตุ ภาชนะปริมาตร 130 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตารางที่ ก.4 ขนาดเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบ ครั้งที่ 2 (เมื่อใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

เมล็ดที่	ความกว้าง (มม.)	ความยาว (มม.)	ความหนา (มม.)	ความยาวราก (มม.)
1	2.5	11.1	2.3	1.9
2	2.6	10.6	2.2	2.2
3	2.6	11.2	2.3	2.4
4	2.6	9.9	2.1	2.2
5	2.4	10.9	2.2	1.8
6	2.4	11.2	2.2	1.8
7	2.6	10.3	2.2	1.8
8	2.7	10.6	2.2	2.1
9	2.5	9.9	2.1	1.9
10	2.7	10.8	2.2	2.0
11	2.5	11.2	2.1	2.0
12	2.5	10.3	2.3	1.9
13	2.6	10.6	2.2	1.9
14	2.6	10.9	2.2	2.0
15	2.4	9.5	2.0	1.8
เฉลี่ย	**2.5**	**10.6**	**2.2**	**2.0**

ตารางที่ ก.5 ผลการจับฉลากความยาวร่องลูกโรย

ครั้งที่	ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)		
	ระยะห่างระหว่างแถว 20 ซม.	ระยะห่างระหว่างแถว 25 ซม.	ระยะห่างระหว่างแถว 30 ซม.
1	3.5	4.0	4.0
2	1.5	3.5	3.0
3	3.5	2.5	4.0
4	1.5	3.5	3.0
5	1.5	4.0	2.0
6	2.5	2.5	2.0
7	2.5	4.0	3.0
8	2.5	2.5	4.0
9	3.5	3.5	2.0

ตารางที่ ก.6 มวลเมล็ดข้าวงอก (กรัม) ที่ออกจากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร เมื่อหมุนกลไกปล่อยเมล็ด 18 รอบ/นาที (การทดสอบครั้งที่ 1, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบทาวานิช)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1				ถังที่ 2				เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1.5	1	35.6	38.2	23.6	30.2	33.7	42.1	42.0	39.0	35.5	42.1	23.6
	2	33.3	26.7	27.3	29.4	36.7	42.3	42.3	41.6	35.0	42.3	26.7
	3	32.5	20.9	31.8	20.9	36.0	41.8	40.8	38.3	32.9	41.8	20.9
	เฉลี่ย	**33.8**	**28.6**	**27.6**	**26.8**	**35.5**	**42.1**	**41.7**	**39.6**	**34.5**	**42.1**	**26.8**
2.5	1	50.3	52.8	49.4	61.8	43.2	49.5	55.7	49.6	51.5	61.8	43.2
	2	52.9	49.8	44.3	55.9	51.8	56.6	47.9	47.0	50.8	56.6	44.3
	3	48.6	47.8	48.9	79.3	51.6	57.1	47.4	43.1	53.0	79.3	43.1
	เฉลี่ย	**50.6**	**50.1**	**47.5**	**65.6**	**48.9**	**54.4**	**50.3**	**46.6**	**51.8**	**65.6**	**46.6**
3.5	1	62.2	72.3	62.8	77.1	70.9	65.7	58.1	56.1	65.6	77.1	56.1
	2	66.7	69.0	57.7	77.5	67.5	70.5	66.0	61.4	67.0	77.5	57.7
	3	63.8	80.0	60.8	68.5	65.2	69.0	55.3	59.6	65.3	80.0	55.3
	เฉลี่ย	**64.2**	**73.8**	**60.4**	**74.3**	**67.9**	**68.4**	**59.8**	**59.1**	**66.0**	**74.3**	**59.1**

ตารางที่ ก.7 มวลเมล็ดข้าวงอก (กรัม) ที่ออกจากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ที่ระยะห่างระหว่าง แถว 20 เซนติเมตร เมื่อหมุนกลไกปล่อยเมล็ด 18 รอบ/นาที (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1				ถังที่ 2				เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1.5	1	36.5	32.7	31.1	39.3	31.2	44.2	38.7	30.8	35.6	44.2	30.8
	2	34.7	35.9	39.8	30.6	41.3	26.0	40.1	33.6	35.3	41.3	26.0
	3	30.2	38.3	32.0	33.1	36.0	36.7	27.6	34.5	33.5	38.3	27.6
	เฉลี่ย	33.8	35.6	34.3	34.3	36.2	35.6	35.5	32.9	34.8	36.2	32.9
2.5	1	54.1	54.5	49.3	56.4	51.8	54.1	50.9	56.2	53.4	56.4	49.3
	2	50.3	58.3	50.3	56.1	63.0	58.3	60.1	50.7	55.9	63.0	50.3
	3	56.3	56.9	51.9	52.3	59.6	55.9	58.6	55.9	55.9	59.6	51.9
	เฉลี่ย	53.6	56.6	50.5	54.9	58.1	56.1	56.5	54.3	55.1	58.1	50.5
3.5	1	65.9	69.8	63.9	68.0	75.0	72.0	63.8	68.0	68.3	75.0	63.8
	2	68.6	70.7	69.3	71.9	69.8	72.1	66.6	75.3	70.5	75.3	66.6
	3	70.5	74.0	76.0	68.6	78.0	70.8	77.5	70.5	73.2	78.0	68.6
	เฉลี่ย	68.3	71.5	69.7	69.5	74.3	71.6	69.3	71.2	70.7	74.3	68.3

ตารางที่ ก.8 มวลเมล็ดข้าวงอก (กรัม) ที่ออกจากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร เมื่อหมุนกลไกปล่อยเมล็ด 18 รอบ/นาที (การทดสอบครั้งที่ 1, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบทาวานิช)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1				ถังที่ 2				เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
2.0	1	43.7	51.2	44.3	35.5	33.4	42.2	49.0	51.9	43.9	51.9	33.4
	2	46.4	48.4	37.9	33.4	33.9	42.3	43.7	60.7	43.3	60.7	33.4
	3	50.0	30.3	41.2	37.2	39.0	44.8	48.2	57.0	43.5	57.0	30.3
	เฉลี่ย	**46.7**	**43.3**	**41.1**	**35.4**	**35.4**	**43.1**	**47.0**	**56.5**	**43.6**	56.5	35.4
3.0	1	63.5	68.6	55.9	60.5	59.5	64.2	68.0	64.6	63.1	68.6	55.9
	2	60.1	64.2	59.3	72.2	53.0	63.5	58.6	72.1	62.9	72.2	53.0
	3	58.9	62.2	57.7	77.0	54.7	63.3	55.8	61.7	61.4	77.0	54.7
	เฉลี่ย	**60.9**	**65.0**	**57.6**	**69.9**	**55.7**	**63.7**	**60.8**	**66.1**	**62.5**	69.9	55.7
4.0	1	73.3	72.2	68.3	80.7	80.8	78.8	68.0	69.5	73.9	80.8	68.0
	2	64.7	73.7	68.6	78.1	75.0	72.9	65.4	71.9	71.3	78.1	64.7
	3	69.4	75.4	70.2	81.2	73.3	68.8	67.7	78.4	73.1	81.2	67.7
	เฉลี่ย	**69.1**	**73.8**	**69.0**	**80.0**	**76.4**	**73.5**	**67.0**	**73.3**	**72.8**	80.0	67.0

ตารางที่ ก.9 มวลเมล็ดข้าวงอก (กรัม) ที่ออกจากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร เมื่อหมุนกลไกปล่อยเมล็ด 18 รอบ/นาที (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1				ถังที่ 2				เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
2	1	43.9	48.8	49.3	46.3	52.3	43.3	44.7	50.1	47.4	52.3	43.3
	2	52.9	49.0	40.7	51.8	43.0	49.1	45.3	43.2	46.9	52.9	40.7
	3	49.0	50.2	45.5	44.6	50.8	49.9	52.0	46.0	48.5	52.0	44.6
	เฉลี่ย	48.6	49.3	45.2	47.6	48.7	47.4	47.3	46.4	47.6	49.3	45.2
3	1	65.0	68.6	67.9	63.0	62.5	64.9	63.6	67.5	65.4	68.6	62.5
	2	61.1	65.1	62.2	68.8	69.3	58.3	61.5	60.9	63.4	69.3	58.3
	3	66.5	61.7	63.0	61.3	60.6	75.3	67.7	67.1	65.4	75.3	60.6
	เฉลี่ย	64.2	65.1	64.4	64.4	64.1	66.2	64.3	65.1	64.7	66.2	64.1
4	1	74.3	75.4	75.2	75.2	79.2	78.3	79.7	76.0	76.7	79.7	74.3
	2	78.5	79.4	81.9	79.8	81.3	77.7	82.2	80.2	80.1	82.2	77.7
	3	69.1	85.7	75.1	71.6	74.1	83.5	72.9	72.2	75.5	85.7	69.1
	เฉลี่ย	73.9	80.2	77.4	75.5	78.2	79.8	78.3	76.1	77.4	80.2	73.9

ตารางที่ ก.10 มวลเมล็ดข้าวงอก (กรัม) ที่ออกจากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร เมื่อหมุนกลไกปล่อยเมล็ด 18 รอบ/นาที (การทดสอบครั้งที่ 1, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบทาวานิช)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1				ถังที่ 2				เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
2.5	1	40.6	42.8	47.3	58.2	47.5	52.3	51.4	53.3	49.2	58.2	40.6
	2	42.8	50.1	45.8	50.8	44.7	55.6	48.0	44.9	47.8	55.6	42.8
	3	38.5	45.9	45.1	70.6	45.6	53.6	49.7	48.1	49.6	70.6	38.5
	เฉลี่ย	40.6	46.3	46.1	59.9	45.9	53.8	49.7	48.8	48.9	59.9	40.6
3.5	1	59.6	69.7	57.1	79.1	59.3	66.7	52.3	65.1	63.6	79.1	52.3
	2	65.8	70.5	68.1	75.8	59.6	56.2	54.9	58.9	63.7	75.8	54.9
	3	61.6	78.2	65.1	69.1	59.5	63.0	51.6	61.2	63.7	78.2	51.6
	เฉลี่ย	62.3	72.8	63.5	74.7	59.4	62.0	52.9	61.8	63.7	74.7	52.9
4.0	1	79.6	75.5	58.4	79.8	69.8	68.5	59.8	63.5	69.4	79.8	58.4
	2	74.6	70.8	69.9	70.6	75.5	74.8	77.0	73.1	73.3	77.0	69.9
	3	68.1	72.6	75.2	71.0	62.1	69.5	59.0	70.9	68.6	75.2	59.0
	เฉลี่ย	74.1	73.0	67.8	73.8	69.1	70.9	65.3	69.2	70.4	74.1	65.3

ตารางที่ ก.11 มวลเมล็ดข้าวงอก (กรัม) ที่ออกจากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร เมื่อหมุนกลไกปล่อยเมล็ด 18 รอบ/นาที (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1				ถังที่ 2				เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
2.5	1	55.6	54.5	57.2	59.5	55.5	51.0	54.1	51.1	54.8	59.5	51.0
	2	51.7	59.2	50.2	47.2	51.1	56.1	54.1	59.5	53.6	59.5	47.2
	3	50.8	53.6	54.1	57.4	59.6	59.9	54.5	56.3	55.8	59.9	50.8
	เฉลี่ย	52.7	55.8	53.8	54.7	55.4	55.7	54.2	55.6	54.7	55.8	52.7
3.5	1	75.2	71.3	65.3	68.3	69.9	75.6	66.9	67.8	70.0	75.6	65.3
	2	63.1	64.7	70.3	69.0	69.0	70.7	75.7	70.7	69.1	75.7	63.1
	3	68.3	75.4	68.4	70.8	71.6	72.3	69.3	78.8	71.9	78.8	68.3
	เฉลี่ย	68.9	70.5	68.0	69.3	70.2	72.9	70.6	72.4	70.3	72.9	68.0
4.0	1	73.7	75.5	79.1	86.0	81.6	73.9	80.4	78.7	78.6	86.0	73.7
	2	79.5	80.0	77.1	70.7	74.7	80.8	71.2	82.0	77.0	82.0	70.7
	3	75.4	70.2	69.1	76.5	80.1	75.4	75.1	76.5	74.8	80.1	69.1
	เฉลี่ย	76.2	75.2	75.1	77.7	78.8	76.7	75.6	79.1	76.8	79.1	75.1

ตารางที่ ก.12 ผลจำนวนต้นข้าวที่งอกใน 7 วัน (เปอร์เซ็นต์) จากการเพาะ 100 เมล็ด ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร (การทดสอบครั้งที่ 1, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบทาวานิช)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1				ถังที่ 2				เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1.5	1	90.0	80.0	76.0	83.0	81.0	92.0	90.0	78.0	84.0	92.0	76.0
	2	79.0	91.0	86.0	78.0	88.0	84.0	88.0	83.0	85.0	91.0	78.0
	3	82.0	83.0	83.0	85.0	80.0	85.0	83.0	80.0	83.0	85.0	80.0
	เฉลี่ย	84.0	85.0	82.0	82.0	83.0	87.0	87.0	80.0	84.0	87.0	80.0
2.5	1	92.0	88.0	89.0	78.0	79.0	82.0	86.0	80.0	84.0	92.0	78.0
	2	95.0	79.0	80.0	84.0	80.0	79.0	80.0	79.0	82.0	95.0	79.0
	3	79.0	81.0	80.0	81.0	85.0	82.0	85.0	81.0	82.0	85.0	79.0
	เฉลี่ย	89.0	83.0	83.0	81.0	81.0	81.0	84.0	80.0	83.0	89.0	80.0
4	1	82.0	86.0	78.0	79.0	88.0	90.0	83.0	82.0	84.0	90.0	78.0
	2	78.0	87.0	87.0	83.0	78.0	79.0	86.0	79.0	82.0	87.0	78.0
	3	86.0	79.0	81.0	85.0	82.0	81.0	83.0	88.0	83.0	88.0	79.0
	เฉลี่ย	82.0	84.0	82.0	82.0	83.0	83.0	84.0	83.0	83.0	84.0	82.0

ตารางที่ ก.13 ผลจำนวนต้นข้าวที่งอกใน 7 วัน (เปอร์เซ็นต์) จากการเพาะ 100 เมล็ด ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร (การทดสอบครั้งที่ 1, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบทาวานิช)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1				ถังที่ 2				เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
2	1	79.0	81.0	79.0	79.0	81.0	80.0	79.0	81.0	80.0	81.0	79.0
	2	81.0	82.0	82.0	81.0	79.0	82.0	81.0	80.0	81.0	82.0	79.0
	3	80.0	79.0	81.0	82.0	80.0	79.0	80.0	82.0	80.0	82.0	79.0
	เฉลี่ย	80.0	81.0	81.0	81.0	80.0	80.0	80.0	81.0	80.0	81.0	80.0
3	1	78.0	87.0	92.0	80.0	80.0	89.0	80.0	81.0	83.0	92.0	78.0
	2	85.0	79.0	82.0	82.0	79.0	83.0	80.0	82.0	82.0	85.0	79.0
	3	85.0	83.0	83.0	83.0	78.0	87.0	87.0	89.0	84.0	89.0	78.0
	เฉลี่ย	83.0	83.0	86.0	82.0	79.0	86.0	82.0	84.0	83.0	86.0	79.0
4	1	81.0	80.0	79.0	81.0	87.0	81.0	78.0	80.0	81.0	87.0	78.0
	2	79.0	81.0	78.0	83.0	82.0	83.0	80.0	78.0	81.0	83.0	78.0
	3	80.0	83.0	87.0	79.0	80.0	79.0	84.0	89.0	83.0	89.0	79.0
	เฉลี่ย	80.0	81.0	81.0	81.0	83.0	81.0	81.0	82.0	81.0	83.0	80.0

ตารางที่ ก.14 ผลจำนวนต้นข้าวที่งอกใน 7 วัน (เปอร์เซ็นต์) จากการเพาะ 100 เมล็ด ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร (การทดสอบครั้งที่ 1, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบทาวานิช)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1				ถังที่ 2				เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
2.5	1	82.0	81.0	84.0	81.0	78.0	81.0	85.0	79.0	81.0	85.0	78.0
	2	81.0	79.0	85.0	85.0	83.0	79.0	80.0	83.0	82.0	85.0	79.0
	3	85.0	81.0	80.0	78.0	80.0	82.0	81.0	82.0	81.0	85.0	78.0
	เฉลี่ย	83.0	80.3	83.0	81.0	80.0	81.0	82.0	81.0	82.0	83.0	80.0
3.5	1	87.0	80.0	89.0	87.0	93.0	87.0	90.0	85.0	87.0	93.0	80.0
	2	91.0	87.0	84.0	88.0	85.0	87.0	81.0	86.0	86.0	91.0	81.0
	3	89.0	85.0	91.0	80.0	86.0	82.0	89.0	85.0	86.0	91.0	80.0
	เฉลี่ย	89.0	84.0	88.0	85.0	88.0	85.0	87.0	85.0	86.0	89.0	84.0
4	1	83.0	90.0	84.0	87.0	82.0	90.0	85.0	79.0	85.0	90.0	79.0
	2	83.0	87.0	89.0	87.0	87.0	86.0	80.0	80.0	85.0	89.0	80.0
	3	81.0	79.0	79.0	76.0	79.0	76.0	82.0	86.0	80.0	86.0	76.0
	เฉลี่ย	82.0	85.0	84.0	83.0	83.0	84.0	82.0	82.0	83.0	85.0	82.0

ตารางที่ ก.15 ผลจำนวนต้นข้าวที่งอกใน 12 วัน (เปอร์เซ็นต์) จากการเพาะ 100 เมล็ด ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1				ถังที่ 2				เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1.5	1	85.0	90.0	85.0	96.0	84.0	83.0	87.0	82.0	87.0	96.0	82.0
	2	92.0	80.0	87.0	81.0	81.0	86.0	90.0	83.0	85.0	92.0	80.0
	3	80.0	83.0	87.0	85.0	83.0	87.0	83.0	89.0	85.0	89.0	80.0
	เฉลี่ย	86.0	84.0	86.0	87.0	83.0	85.0	87.0	85.0	85.0	87.0	83.0
2.5	1	90.0	89.0	83.0	86.0	81.0	80.0	87.0	93.0	86.0	93.0	80.0
	2	87.0	84.0	91.0	89.0	90.0	93.0	97.0	81.0	89.0	97.0	81.0
	3	83.0	82.0	80.0	87.0	89.0	84.0	80.0	85.0	84.0	89.0	80.0
	เฉลี่ย	87.0	85.0	85.0	87.0	87.0	86.0	88.0	86.0	86.0	88.0	85.0
3.5	1	95.0	89.0	87.0	89.0	89.0	92.0	90.0	80.0	89.0	95.0	80.0
	2	89.0	93.0	89.0	90.0	85.0	83.0	87.0	93.0	89.0	93.0	83.0
	3	87.0	87.0	90.0	83.0	82.0	87.0	95.0	89.0	88.0	95.0	82.0
	เฉลี่ย	90.0	90.0	89.0	87.0	86.0	87.0	91.0	87.0	88.0	91.0	86.0

ตารางที่ ก.16 ผลจำนวนต้นข้าวที่งอกใน 12 วัน (เปอร์เซ็นต์) จากการเพาะ 100 เมล็ด ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1				ถังที่ 2				เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
2.0	1	87.0	87.0	90.0	93.0	91.0	91.0	84.0	85.0	89.0	93.0	84.0
	2	86.0	89.0	90.0	85.0	81.0	80.0	82.0	87.0	85.0	90.0	80.0
	3	85.0	80.0	87.0	88.0	80.0	87.0	90.0	89.0	86.0	90.0	80.0
	เฉลี่ย	86.0	85.0	89.0	89.0	84.0	86.0	85.0	87.0	86.0	89.0	84.0
3.0	1	90.0	87.0	84.0	90.0	91.0	87.0	83.0	86.0	87.0	91.0	83.0
	2	85.0	85.0	92.0	85.0	87.0	90.0	87.0	91.0	88.0	92.0	85.0
	3	89.0	86.0	87.0	83.0	84.0	83.0	91.0	94.0	87.0	94.0	83.0
	เฉลี่ย	88.0	86.0	88.0	86.0	87.0	87.0	87.0	90.0	87.0	90.0	86.0
4.0	1	83.0	85.0	85.0	87.0	89.0	81.0	90.0	85.0	86.0	90.0	81.0
	2	87.0	85.0	89.0	87.0	80.0	83.0	85.0	86.0	85.0	89.0	80.0
	3	84.0	86.0	81.0	80.0	85.0	90.0	85.0	89.0	85.0	90.0	80.0
	เฉลี่ย	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	87.0	87.0	85.0	87.0	85.0

ตารางที่ ก.17 ผลจำนวนต้นข้าวที่งอกใน 12 วัน (เปอร์เซ็นต์) จากการเพาะ 100 เมล็ด ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ถังที่ 1				ถังที่ 2				เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		ท่อนำเมล็ดที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8			
2.5	1	94.0	93.0	85.0	89.0	87.0	89.0	90.0	91.0	90.0	94.0	85.0
	2	81.0	81.0	87.0	90.0	91.0	83.0	89.0	89.0	86.0	91.0	81.0
	3	89.0	90.0	87.0	87.0	81.0	82.0	87.0	95.0	87.0	95.0	81.0
	เฉลี่ย	88.0	88.0	86.0	89.0	86.0	85.0	89.0	92.0	88.0	92.0	85.0
3.5	1	89.0	87.0	89.0	87.0	85.0	90.0	87.0	85.0	87.0	90.0	85.0
	2	87.0	86.0	89.0	87.0	90.0	92.0	89.0	92.0	89.0	92.0	86.0
	3	87.0	91.0	87.0	91.0	89.0	89.0	92.0	91.0	90.0	92.0	87.0
	เฉลี่ย	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	90.0	89.0	89.0	89.0	90.0	88.0
4.0	1	87.0	80.0	87.0	91.0	85.0	90.0	87.0	87.0	87.0	91.0	80.0
	2	89.0	83.0	91.0	87.0	87.0	87.0	89.0	83.0	87.0	91.0	83.0
	3	92.0	89.0	81.0	89.0	89.0	83.0	90.0	91.0	88.0	92.0	81.0
	เฉลี่ย	89.0	84.0	86.0	89.0	87.0	87.0	89.0	87.0	87.0	89.0	84.0

ภาคผนวก ข

ตารางบันทึกผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวในแปลงนา

และแผนผังแปลงทดสอบ

หน่วยห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตร ศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
โทร. (055) 962841 โทรสาร (055) 962750

ใบรายงานผลการวิเคราะห์

เลขที่วิเคราะห์ 5/2555

ชนิดของตัวอย่าง ดินจำนวน 1 ตัวอย่าง

ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง นายพลกฤต ผิวหนองอ่าง

วันที่ส่งตัวอย่าง 17 พฤษภาคม 2555

ตัวอย่าง	พารามิเตอร์				
	pH	%Clay	%Sand	%Silt	Soil Texture
ตัวอย่างที่ 1	5.42	32.48	39.52	28.00	Clay loam

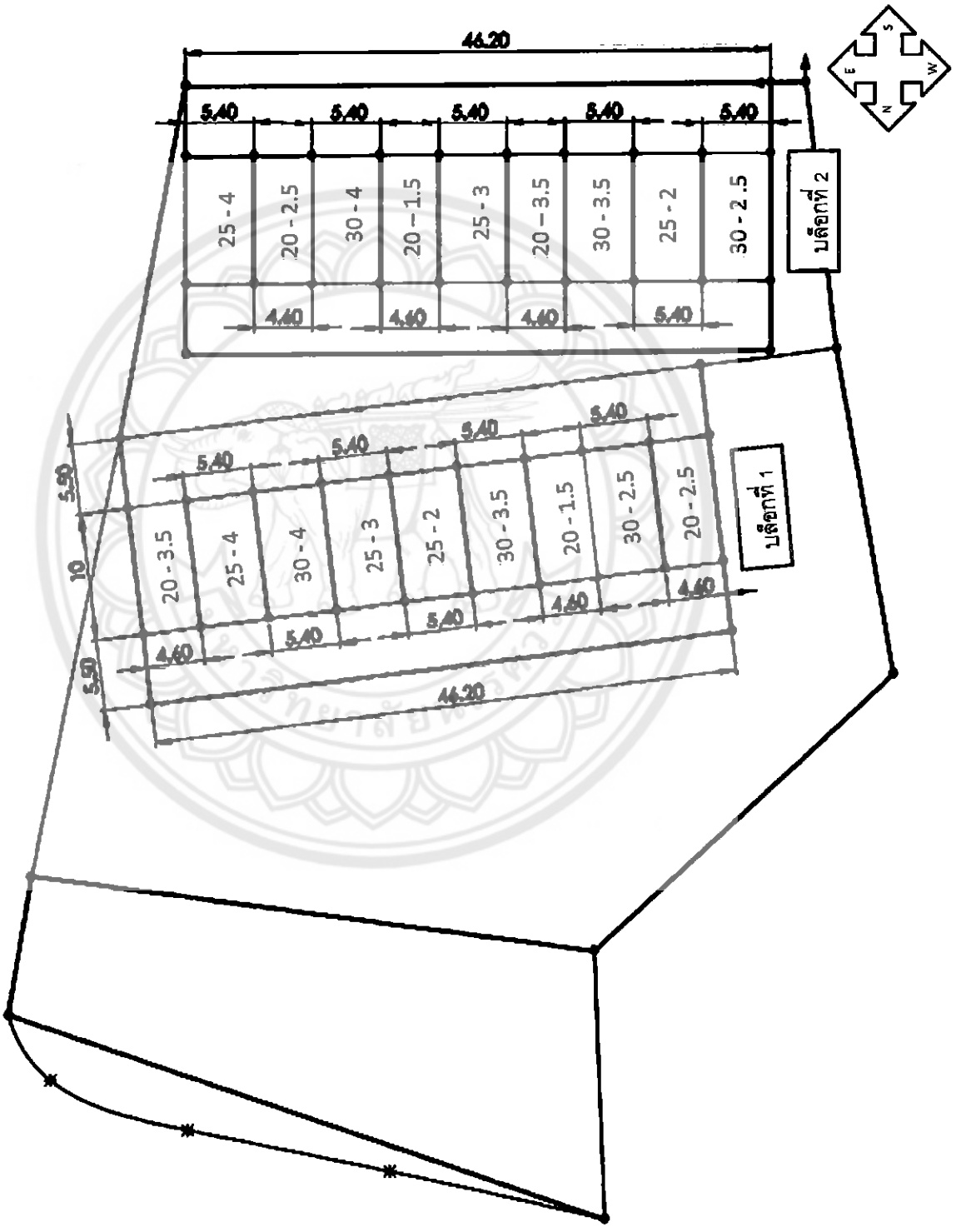
รวมอัตราค่าวิเคราะห์ทั้งสิ้น 250 บาท (สองร้อยห้าสิบบาทถ้วน)

ลงชื่อ.....ผู้วิเคราะห์
(นางสาวนฤมล สิงห์กวาง)
นักวิทยาศาสตร์

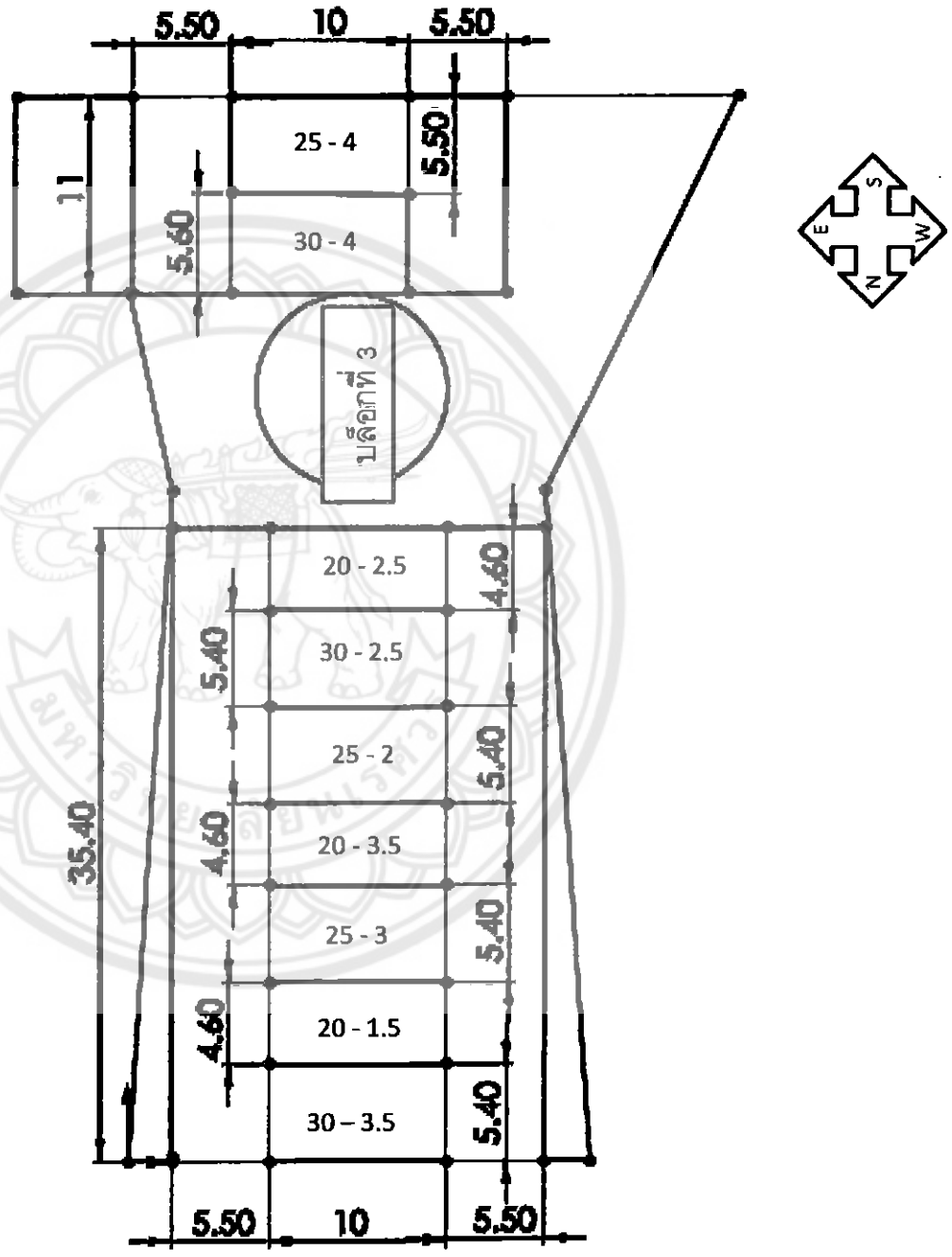
ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภิรมย์ อ่อนเส็ง)
หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
วันที่ 28 พ.ค. 2555

แผนผังแปลงทดสอบ

แผนผังที่ ข.1 แปลงทดสอบบล็อกที่ 1 และ บล็อกที่ 2



แผนผังที่ ข.2 แปลงทดสอบบล็อกที่ 3



ตารางผลการวัดความลึกของโคลน

ตารางที่ ข.1 ระดับความลึกของโคลน

จุดที่	ระดับความลึก(เซนติเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
บล็อกที่ 1	16.0	14.0	8.0	17.0	12.0	13.0	15.0	25.0	17.0	15.2
บล็อกที่ 2	10.5	16.0	9.0	11.5	17.0	11.0	9.5	18.0	11.0	12.6
บล็อกที่ 3	12.0	18.5	15.5	11.0	18.5	10.5	16.0	12.0	16.0	14.4

ตารางที่ ข.2 ความสูงของปลายตัวบังคับท่อเหนือผิวโคลน

บล็อกที่	ครั้งที่	ความสูงของปลายตัวบังคับท่อเหนือผิวโคลน (เซนติเมตร)
1	1	15.0
	2	18.0
	3	19.0
	เฉลี่ย	17.3
2	1	16.0
	2	14.0
	3	15.0
	เฉลี่ย	15.0
3	1	16.0
	2	13.0
	3	15.0
	เฉลี่ย	14.7
เฉลี่ยรวม		15.7

ตารางผลการวัดระยะห่างระหว่างแถว

ตารางที่ ข.3 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 20 เซนติเมตร บล็อกที่ 1

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างแถวที่							เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8			
1.5	1	21	20	20	21	20	20	21	20	21	20
	2	21	20	20	20	21	21	21	21	21	20
	3	21	20	20	21	21	21	21	21	21	20
	เฉลี่ย	21	20	20	21	21	21	21	21	21	20
2.5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข.4 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 20 เซนติเมตร บล็อกที่ 2

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างแถวที่							เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8			
1.5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	1	21	20	21	21	19	-	-	20	21	19
	2	20	20	20	21	21	-	-	20	21	20
	3	21	20	20	21	19	-	-	20	21	19
	เฉลี่ย	21	20	20	21	20	-	-	20	21	20
3.5	1	21	21	20	20	-	-	-	21	21	20
	2	20	21	21	21	-	-	-	21	21	20
	3	20	20	21	20	-	-	-	20	21	20
	เฉลี่ย	20	21	21	20	-	-	-	21	21	20

ตารางที่ ข.5 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 20 เซนติเมตร บล็อกที่ 3

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างแถวที่							เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8			
1.5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	1	24	26	20	20	20	20	21	22	26	20
	2	26	26	21	20	21	20	21	22	26	20
	3	24	24	21	20	20	20	21	21	24	20
	เฉลี่ย	25	25	21	20	20	20	21	22	25	20
3.5	1	25	22	20	20	20	21	25	22	25	20
	2	24	20	19	21	21	21	24	21	24	19
	3	25	21	20	21	20	21	25	22	25	20
	เฉลี่ย	25	21	20	21	20	21	25	22	25	20

ตารางที่ ข.6 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร บล็อกที่ 1

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างแถวที่							เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8			
2.0	1	25	25	25	26	25	25	25	25	26	25
	2	25	25	25	26	26	26	25	25	26	25
	3	25	25	26	26	26	25	25	25	26	25
	เฉลี่ย	25	25	25	26	26	25	25	25	26	25
3.0	1	26	25	26	25	26	25	26	26	26	25
	2	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	3	25	25	25	25	25	26	25	25	26	25
	เฉลี่ย	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
4.0	1	25	26	25	25	25	25	26	25	26	25
	2	24	26	26	24	25	25	26	25	26	24
	3	25	25	26	25	25	25	25	25	26	25
	เฉลี่ย	25	26	25	25	25	25	26	25	26	25

ตารางที่ ข.7 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร บล็อกที่ 2

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างแถวที่							เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8			
2.0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.0	1	25	24	26	24	26	25	26	25	26	24
	2	24	25	26	26	24	26	25	25	26	24
	3	25	25	25	26	25	25	25	25	26	25
	เฉลี่ย	25	25	26	25	25	25	25	25	26	25

ตารางที่ ข.8 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 25 เซนติเมตร บล็อกที่ 3

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างแถวที่							เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8			
2.0	1	25	24	25	26	26	24	26	25	26	24
	2	25	24	25	25	24	25	25	25	25	24
	3	26	25	25	25	25	25	25	25	26	25
	เฉลี่ย	25	24	25	25	25	25	25	25	25	24
3.0	1	24	25	25	24	25	24	25	25	25	24
	2	24	26	25	26	25	24	25	25	26	24
	3	25	25	25	24	26	26	25	25	26	24
	เฉลี่ย	24	25	25	25	25	25	25	25	25	24
4.0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข.9 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 30 เซนติเมตร บล็อกที่ 1

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างแถวที่							เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8			
2.5	1	30	30	30	31	31	30	30	30	31	30
	2	30	31	30	30	31	31	30	30	31	30
	3	31	30	31	31	30	30	30	30	31	30
	เฉลี่ย	30	30	30	31	31	30	30	30	31	30
3.5	1	-	31	30	30	30	30	31	30	31	30
	2	-	31	31	30	31	30	30	31	31	30
	3	-	30	30	30	31	30	30	30	31	30
	เฉลี่ย	-	31	30	30	31	30	30	30	31	30
4.0	1	30	30	29	31	29	30	30	30	31	29
	2	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	3	30	30	29	30	29	30	30	30	30	29
	เฉลี่ย	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

ตารางที่ ข.10 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 30 เซนติเมตร บล็อกที่ 2

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างแถวที่							เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8			
2.5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	1	29	31	-	-	-	-	-	30	31	29
	2	30	30	-	-	-	-	-	30	30	30
	3	31	30	-	-	-	-	-	31	31	30
	เฉลี่ย	30	30	-	-	-	-	-	30	30	30
4.0	1	31	29	30	31	-	-	-	30	31	29
	2	30	30	31	31	-	-	-	31	31	30
	3	30	31	30	30	-	-	-	30	31	30
	เฉลี่ย	30	30	30	31	-	-	-	30	31	30

ตารางที่ ข.11 ระยะห่างระหว่างแถวที่วัดได้ เมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของเครื่องโรยไว้ที่ 30 เซนติเมตร บล็อกที่ 3

ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างแถวที่							เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
		1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8			
2.5	1	29	30	30	30	31	29	31	30	31	29
	2	31	30	30	30	30	29	31	30	31	29
	3	30	29	30	29	30	30	30	30	30	29
	เฉลี่ย	30	30	30	30	30	29	31	30	31	29
3.5	1	30	29	29	30	29	30	29	29	30	29
	2	30	31	30	30	29	31	30	30	31	29
	3	29	30	30	31	30	31	30	30	31	29
	เฉลี่ย	30	30	30	30	29	31	30	30	31	29
4.0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

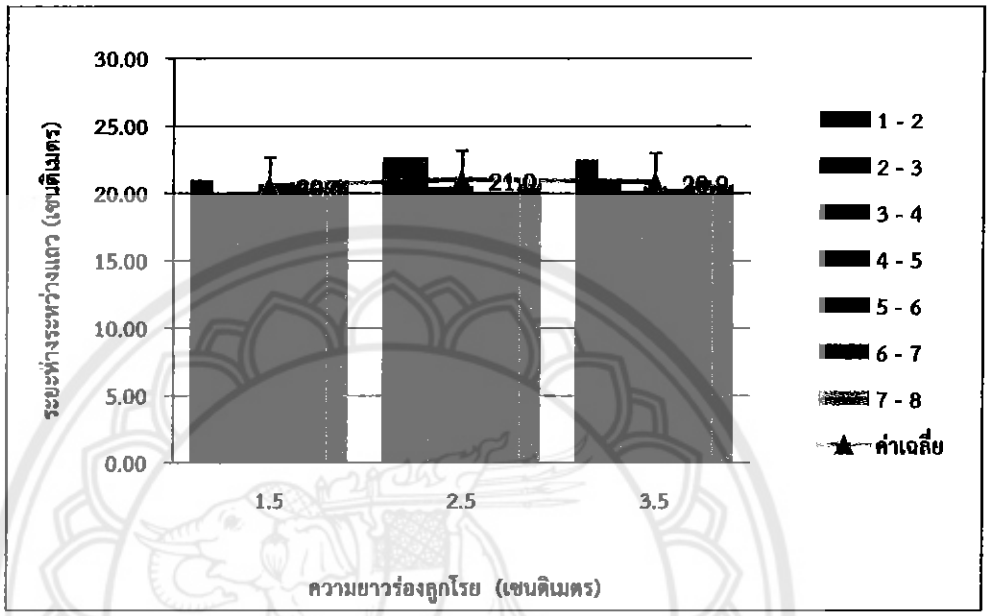
หมายเหตุ เนื่องจากแปลงทดสอบย่อยบางแปลงมีน้ำขัง ทำให้การเก็บผลระยะห่างระหว่างแถวไม่ได้

ตารางที่ ข. 30 ตารางสรุปผลการทดสอบในแปลงนา

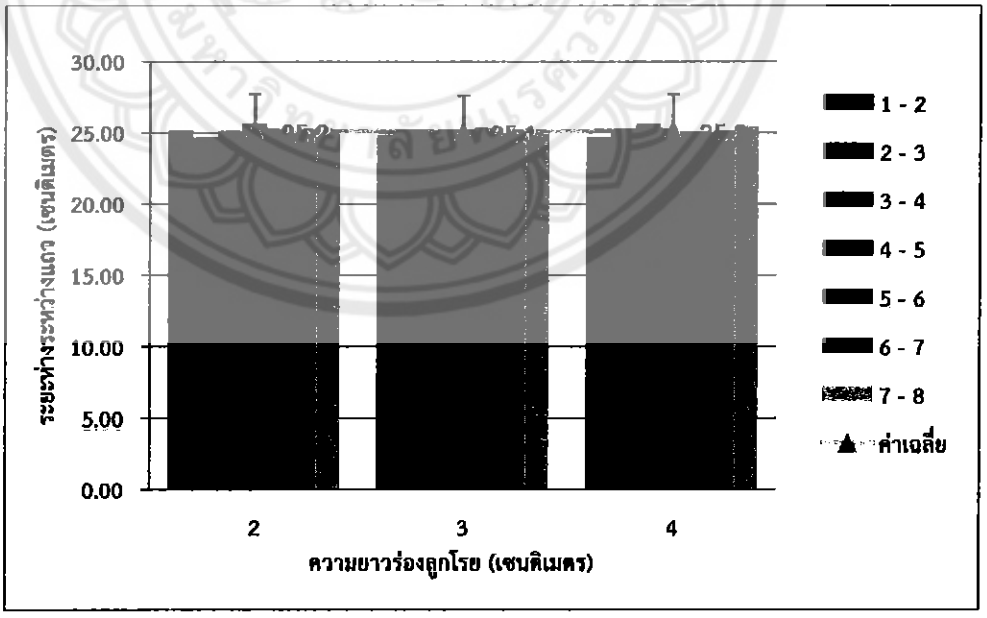
ระยะห่างระหว่างแถว (ซม.)	ความยาวร่องลูกโรย (ซม.)	ครั้งที่	ความเร็วเคลื่อนที่ (กม./ชม.)	การลื่นไถล (%)	จำนวนเมล็ดต่อกอ (เมล็ด)	ระยะห่างระหว่างแถว (ซม.)	ระยะห่างระหว่างกอ (ซม.)	อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (กก./ไร่)	สมรรถนะทางหฤษฎี (ไร่/ชม.)
20	1.5	1	3.0	-0.3	2.0	20.7	11.5	-	2.9
		2	2.8	3.3	-	-	-	0.35	
		3	2.9	0.9	-	-	-	-	
		เฉลี่ย	2.9	1.3	2.0	20.7	11.5	0.35	
	2.5	1	2.9	0.9	-	-	-	0.24	2.9
		2	2.8	3.3	6.0	20.4	11.8	-	
		3	2.9	-0.3	4.0	21.7	13.0	0.36	
		เฉลี่ย	2.9	1.3	5.0	21.1	12.4	0.30	
	3.5	1	3.4	2.1	-	-	-	0.76	3
		2	2.8	-2.6	10.0	20.5	9.9	0.57	
		3	2.9	-0.3	10.0	21.9	12.6	0.76	
		เฉลี่ย	3.0	-0.3	10.0	21.2	11.3	0.70	
25	2	1	3.9	-2.6	5.0	25.3	11.2	0.42	3.9
		2	2.7	-2.6	-	-	-	0.42	
		3	2.7	-2.6	5.0	24.9	12.6	0.65	
		เฉลี่ย	3.1	-2.6	5.0	25.1	11.9	0.50	
	3	1	3.4	3.3	11.0	25.0	11.3	0.65	3.75
		2	3.1	-2.6	-	-	-	0.65	
		3	2.5	-1.4	8.0	24.9	13.4	0.20	
		เฉลี่ย	3.0	-0.3	9.5	24.9	12.3	0.50	
	4	1	2.9	3.3	14.0	25.3	11.2	0.86	3.75
		2	2.8	0.9	12.0	25.1	10.9	0.84	
		3	3.2	0.9	-	-	-	0.30	
		เฉลี่ย	3.0	1.7	13.0	25.2	11.0	0.67	
30	2.5	1	3.4	-0.3	7.0	30.3	11.7	-	4.5
		2	2.9	-0.3	-	-	-	0.40	
		3	2.7	-0.3	7.0	30.0	12.3	0.22	
		เฉลี่ย	3.0	-0.3	7.0	30.1	12.0	0.31	
	3.5	1	2.7	-1.4	12.0	30.3	11.3	-	4.1
		2	3.1	-2.6	10.0	30.0	11.2	0.38	
		3	2.2	-0.3	13.0	30.0	12.3	0.19	
		เฉลี่ย	2.7	-1.4	11.7	30.1	11.6	0.29	
	4	1	3.5	3.3	14.0	30.0	11.6	0.35	4.7
		2	3.1	-2.6	14.0	30.3	11.5	0.35	
		3	2.9	-2.6	-	-	-	0.32	
		เฉลี่ย	3.1	-0.7	14.0	30.1	11.5	0.34	

ผลการทดลองเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้วในแปลงนา

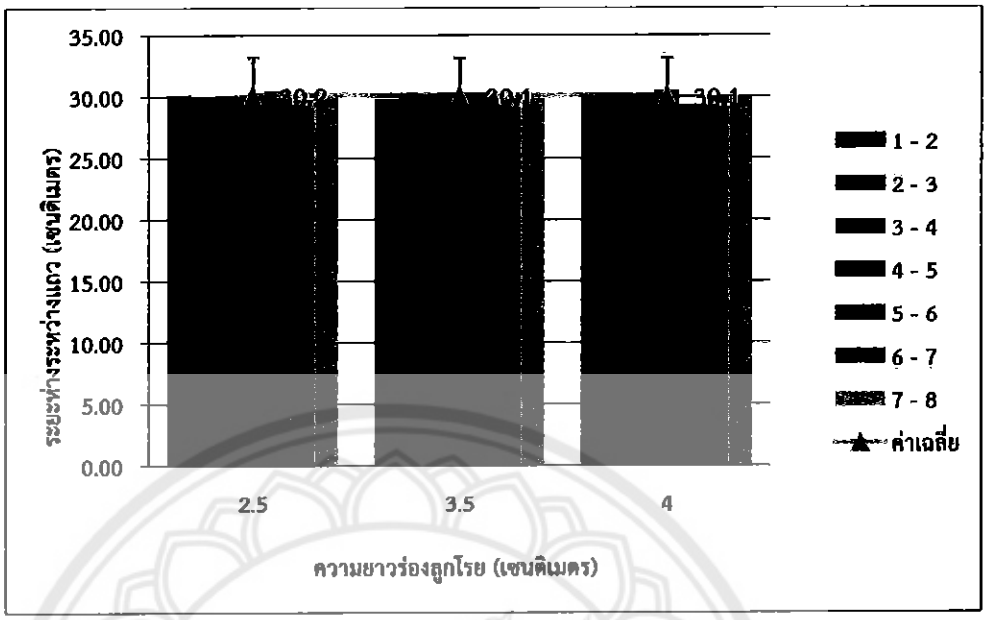
ระยะห่างระหว่างแถวเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ปรับปรุงแล้ว



กราฟที่ ข.1 ระยะห่างระหว่างแถวเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร



กราฟที่ ข.2 ระยะห่างระหว่างแถวเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร



กราฟที่ ข.3 ระยะห่างระหว่างแถวเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

ภาคผนวก ค

ตารางการคำนวณสำหรับเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

ขนาด และความยาวชิ้นส่วนท่อนำเมล็ดของแต่ละท่อนำเมล็ด

ตารางที่ ค.1 แสดงขนาดชิ้นส่วนท่อนำเมล็ดระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร

ท่อนำเมล็ด	ชิ้นส่วน	ขนาด (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)		ความยาว (ซม.)
			ภายใน	ภายนอก	
1, 2, 7 และ8	ท่อยางใส	1.5	36	41	37
	ท่อเหล็ก	2.2	54	58	10
3, 4, 5 และ 6	ท่อโค้ง 45°	1.25	-	-	-
	ท่อโค้ง 45°	1.5	-	-	-
	ท่อพีวีซี 8.5	1.5	43	48	19
	ท่อยาง.ใส	1.5	36	41	27
	ท่อเหล็ก	2.2	54	58	10

ตารางที่ ค.2 แสดงขนาดชิ้นส่วนท่อนำเมล็ดระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

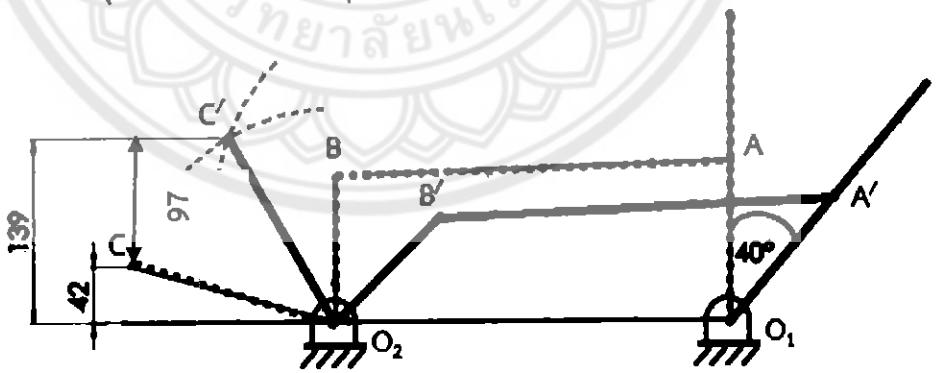
ท่อนำเมล็ด	ชิ้นส่วน	ขนาด (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)		ความยาว (ซม.)
			ภายใน	ภายนอก	
1 และ 8	ท่อโค้ง 45°	1.25	-	-	-
	ท่อโค้ง 45°	1.5	-	-	-
	ท่อพีวีซี 8.5	1.5	43	48	21
	ท่อยางใส	1.5	36	41	21
	ท่อเหล็ก	2.2	54	58	10
2, 3, 6 และ 7	ท่อยางใส	1.5	36	41	37
	ท่อเหล็ก	2.2	54	58	10
4 และ 5	ท่อโค้ง 45°	1.25	-	-	-
	ท่อโค้ง 45°	1.5	-	-	-
	ท่อพีวีซี 8.5	1.5	43	48	19
	ท่อยางใส	1.5	36	41	27
	ท่อเหล็ก	2.2	54	58	10

ตารางที่ ค.3 แสดงขนาดชิ้นส่วนท่อนำเมล็ดระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

ท่อนำเมล็ด	ชิ้นส่วน	ขนาด (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)		ความยาว (ซม.)
			ภายใน	ภายนอก	
1 และ 8	ท่อโค้ง 45°	1.25	-	-	-
	ท่อโค้ง 45°	1.5	-	-	-
	ท่อพีวีซี 8.5	1.5	43	48	21
	ท่อยางใส	1.5	36	41	21
	ท่อเหล็ก	2.2	54	58	10
2, 4, 5 และ 7	ท่อโค้ง 45°	1.25	-	-	-
	ท่อโค้ง 45°	1.5	-	-	-
	ท่อพีวีซี 8.5	1.5	43	48	19
	ท่อยางใส	1.5	36	41	27
	ท่อเหล็ก	2.2	54	58	10
3 และ 6	ท่อยางใส	1.5	36	41	37
	ท่อเหล็ก	2.2	54	58	10

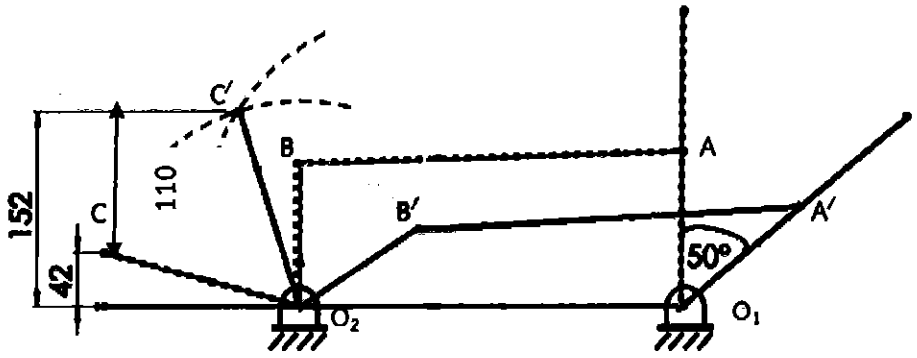
การวิเคราะห์กลไกตีงสายพาน

การวิเคราะห์แผนภาพกลไกตีงสายพานก่อนการปรับปรุงแล้ว เมื่อโยกกลไกตีงสายพานไปข้างหน้าเทียบกับแนวดิ่ง วัดมุมได้ 40 องศา ดังรูปที่ ค.1 ซึ่ง จุด A B และ C เป็นจุดที่กลไกกดสายพาน และที่จุด A' B' และ C' เป็นจุดที่กลไกยกตัวกดสายพาน ขึ้น 97 มิลลิเมตร



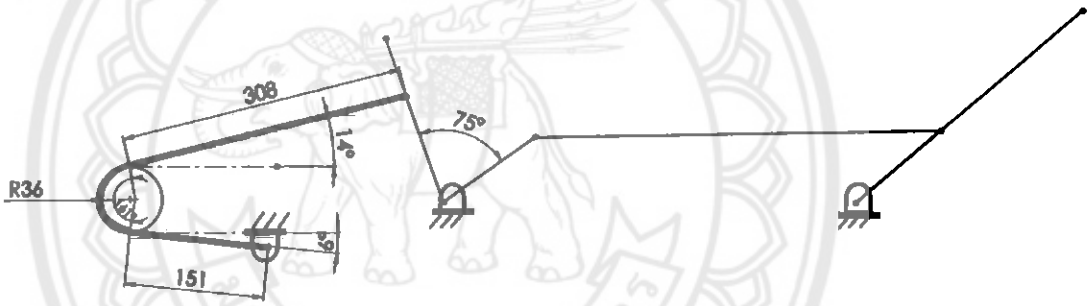
รูปที่ ค.1 แผนภาพวิเคราะห์กลไกตีงสายพาน ก่อนการปรับปรุง

การวิเคราะห์แผนภาพกลไกตีงสายพานหลังการปรับปรุงแล้ว เมื่อโยกกลไกตีงสายพานไปข้างหน้าเทียบกับแนวดิ่ง วัดมุมได้ 50 องศา ดังรูปที่ ค.2 ซึ่ง จุด A B และ C เป็นจุดที่กลไกกดสายพาน และที่จุด A' B' และ C' เป็นจุดที่กลไกยกตัวกดสายพาน ขึ้น 110 มิลลิเมตร



รูปที่ ค.2 แผนภาพวิเคราะห์กลไกตีงสายพาน หลังการปรับปรุง

การคำนวณความยาวสายพานเบรกเพลาลูกโรย



รูปที่ ค.3 การวิเคราะห์สายพานเบรกลูกโรย

จากรูป สายพานสัมผัสกับพู่เลย์เป็นส่วนโค้งที่มีมุมรองรับเท่ากับ 161° สามารถคำนวณหาความยาวของส่วนโค้งนี้ได้เท่ากับ $\frac{161}{360}\times 2\pi(36)=101$ มิลลิเมตร

ความยาวทั้งหมดของสายพาน

308+101+151 = 560 มิลลิเมตร

การคำนวณหาความยาวร่องลูกโรยที่เหมาะสม

ในการหาความยาวร่องลูกโรยที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบเครื่องโรยในห้องปฏิบัติการ โดยใช้จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ที่ต้องการ (ได้แก่ 120,000, 200,000 และ 300,000 ต้นต่อไร่) เป็นตัวกำหนด สำหรับระยะห่างระหว่างแถว 25 และ 30 เซนติเมตรนั้น จะใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่และความยาวร่องลูกโรยที่ได้จากการศึกษาของธีรศักดิ์และคณะ[2] ส่วนระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตรนั้น จะคำนวณจากผลการทดลองของธีรศักดิ์และคณะ[2]

ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร: คำนวณจากสมการความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่และความยาวร่องลูกโรยที่ได้จากการศึกษาของธีรศักดิ์และคณะ[2] ดังนี้

$$y = 77383x-30454$$

เมื่อ y = จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ที่ต้องการ, ต้นต่อไร่
x = ความยาวร่องลูกโรย, เซนติเมตร

ถ้าต้องการจำนวนต้นกล้า 120,000 ต้นต่อไร่

$x = (120,000+30454)/77383$

จะได้ความยาวร่องลูกโรยใหม่เท่ากับ 1.94 เซนติเมตร โดยในการทดลองใช้เป็น 2.00 เซนติเมตร ในทำนองเดียวกัน จะได้ความยาวร่องลูกโรย 2.98 เซนติเมตร (การทดลองใช้เป็น 3.0 เซนติเมตร) และ 4.27 เซนติเมตร (การทดลองใช้เป็น 4.0 เซนติเมตร) สำหรับ ต้นกล้า 200,000 และ 300,000 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร: จะใช้สมการต่อไปนี้

$$y = 85428x-86317$$

เมื่อ y = จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ที่ต้องการ, ต้นต่อไร่
x = ความยาวร่องลูกโรย, เซนติเมตร

เมื่อต้องการจำนวนต้นกล้า 120,000 ต้นต่อไร่

$$x = (120,000+86317)/85428$$

จะได้ความยาวร่องลูกโรยใหม่เท่ากับ 2.42 เซนติเมตร โดยในการทดลองใช้เป็น 2.5 เซนติเมตร ในทำนองเดียวกัน จะได้ความยาวร่องลูกโรย เท่ากับ 3.35 เซนติเมตร (การทดลองใช้เป็น 3.5 เซนติเมตร) และ 4.52 เซนติเมตร (การทดลองใช้เป็น 4.0 เซนติเมตร) สำหรับ ต้นกล้า 200,000 และ 300,000 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร:

จากกราฟรูปที่ 4.2 กลุ่ม ธีรศักดิ์ และคณะ (2554)[2] ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร ความยาวร่องลูกโรย 2.29 เซนติเมตร อ่านค่าอัตราการไหลเฉลี่ยเท่ากับ 2.69 กิโลกรัมต่อชั่วโมง นำ 8 มาคูณ จะได้อัตราการไหลทั้งหมดเท่ากับ 21.52 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความยาวร่องลูกโรย 2.80 เซนติเมตร อ่านค่าอัตราการไหลเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 กิโลกรัมต่อชั่วโมง นำ 8 มาคูณ จะได้อัตราการไหลทั้งหมดเท่ากับ 29.44 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และความยาวร่องลูกโรย 3.75 เซนติเมตร อ่านค่าอัตราการไหลเฉลี่ยเท่ากับ 5.42 กิโลกรัมต่อชั่วโมง นำ 8 มาคูณ จะได้อัตราการไหลทั้งหมดเท่ากับ 43.36 กิโลกรัมต่อชั่วโมง นำค่าที่ได้คำนวณหาอัตราการไหลต่อความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ด , q_l แสดงการคำนวณดังต่อไปนี้

$$q_l = \frac{q}{l_{Desing} \times R}$$

$$q_{l,2.29} = \frac{21.52}{2.29 \times 8} = 1.17 \text{ กก./ชม./ชม.}$$

$$q_{l,2.80} = \frac{29.44}{2.80 \times 8} = 1.31 \text{ กก./ชม./ชม.}$$

$$q_{l,3.75} = \frac{43.36}{3.75 \times 8} = 1.45 \text{ กก./ชม./ชม.}$$

$$q_l \text{ เฉลี่ย} = \frac{1.17+1.31+1.45}{3} = 1.31 \text{ กก./ชม./ชม.}$$

จากนั้นหาค่าอัตราการใช้เมล็ดข้างงอกต่อพื้นที่ 1 ไร่ จากสมการที่ 2.4 $Q = \frac{E}{NG}$

E = 120,000, 200,000 และ 300,00 ต้นต่อไร่

N = 27,397 เมล็ดต่อกิโลกรัม

G = 95 เปอร์เซ็นต์

คำนวณอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ 1 ไร่, Q ได้ 4.61, 7.58 และ 11.53 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

นำค่าที่ได้จากการคำนวณข้างต้น มาคำนวณหา l_{Design} ของ ระยะ 20 ซม. แสดงการคำนวณดังต่อไปนี้

$$l_{Design} = \frac{0.625 \times S \times W \times Q}{q_l \times R}$$

$$l_{Design,1} = \frac{0.625 \times 2.93 \times 1.6 \times 4.61}{1.31 \times 8} = 1.29 \text{ ซม. ใช้เป็น } 1.5 \text{ เซนติเมตร}$$

$$l_{Design,2} = \frac{0.625 \times 2.93 \times 1.6 \times 7.58}{1.31 \times 8} = 2.12 \text{ ซม. ใช้เป็น } 2.5 \text{ เซนติเมตร}$$

$$l_{Design,3} = \frac{0.625 \times 2.93 \times 1.6 \times 11.53}{1.31 \times 8} = 3.22 \text{ ซม. ใช้เป็น } 3.5 \text{ เซนติเมตร}$$

การคำนวณจำนวนครีบล้อต้นกำลังเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

การหาจำนวนครีบของล้อต้นกำลังจะอ้างอิงจากการติดครีบของล้อเหล็กของรถไถเดินตาม จากล้อรถไถเดินตามมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 76 เซนติเมตร มีจำนวนครีบ 16 ครีบ จะได้ระยะห่างระหว่างครีบจากการคำนวณดังนี้

$$\text{ระยะห่างระหว่างครีบ} = \frac{\pi D}{n}$$

เมื่อ D = เส้นผ่านศูนย์กลางล้อ (เซนติเมตร)
n = จำนวนครีบ

แทนค่า

$$\text{ระยะห่างระหว่างครีบ} = \frac{\pi \times 76}{16}$$

$$\approx 15 \text{ เซนติเมตร}$$

เมื่อล้อต้นกำลังเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 85 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างครีบ 15 เซนติเมตร (เทียบจากล้อรถไถเดินตาม) สามารถคำนวณหาจำนวนครีบได้ดังนี้

$$\text{จำนวนครีบล้อต้นกำลัง} = \frac{\pi \times 85}{15}$$

$$\approx 18 \text{ ครีบ}$$

ตารางที่ ค.4 วัดระยะห่างของล้อต้นกำลังขณะเคลื่อนที่

ระยะทาง (ซม.)	ซ้าย (ซม.)	ขวา (ซม.)
0	45.8	48.1
20	45.2	48.4
40	45.2	48.5
60	45.2	48.5
80	45.4	48.3
100	45.2	48.3
120	45.3	48.2
140	45.5	48.4
160	45.3	48.3
180	45.4	48.4
200	45.0	48.7
220	45.2	48.5
240	45.5	48.4
260	45.2	48.3
280	45.5	48.3
300	45.3	48.2
320	45.2	48.3
340	45.3	48.3
360	45.3	48.5
380	45.4	48.3
400	45.5	48.2
420	45.4	48.2
440	45.6	48.0
460	45.7	47.8
480	45.5	47.8
500	45.6	47.6
เฉลี่ย	**45.4**	**48.3**

ตัวอย่าง การคำนวณหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก

ตัวอย่างที่ 1 การคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกจากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการครั้งที่ 2 เมื่อทดสอบโดยปรับตั้งเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวให้มีระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตรที่ ความยาวร่องลูกโรย 1.5 เซนติเมตร เพลาลูกโรยหมุนด้วยความเร็วรอบ 18 รอบต่อนาที (การเคลื่อนที่ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) จากตารางที่ ก.7 พบว่าในเวลา 1 นาทีมวลเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ยที่ได้จากแถวที่ 1 เท่ากับ 33.8 กรัม ซึ่งคิดเป็นอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ได้จากแถวที่ 1 เท่ากับ

$$q = \frac{(33.8)(60)}{1000} = 2.028 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}$$

ทั้งนี้อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกในแถวที่ 2 – 8 สามารถคำนวณได้ด้วยวิธีเดียวกันผลการคำนวณสรุปแสดงในตารางที่ ค.5 และ ค.6

หมายเหตุ เนื่องจากใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ ค่าที่ใช้จึงเป็นค่าที่ไม่มีการปัดทศนิยม แต่ในตารางมีพื้นที่จำกัดจึงแสดงเพียงทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ตารางที่ ค.5 ผลการคำนวณหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ที่ออกจากลูกโรยเมล็ดข้าวงอกผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว (การทดสอบครั้งที่ 1, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาวานิช)

ระยะห่างระหว่างแถว (เซนติเมตร)	ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ถังที่ 1				ถังที่ 2				รวม
		ท่อนำเมล็ดที่								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
20	1.5	2.0	1.7	1.7	1.6	2.1	2.5	2.5	2.4	16.5
	2.5	3.0	3.0	2.9	3.9	2.9	3.3	3.0	2.8	24.8
	3.5	3.9	4.4	3.6	4.5	4.1	4.1	3.6	3.5	31.7
25	2.0	2.8	2.6	2.5	2.1	2.1	2.6	2.8	3.4	20.9
	3.0	3.7	3.9	3.5	4.2	3.3	3.8	3.6	4.0	30.0
	4.0	4.1	4.4	4.1	4.8	4.6	4.4	4.0	4.4	34.9
30	2.5	2.4	2.8	2.8	3.6	2.8	3.2	3.0	2.9	23.5
	3.5	3.7	4.4	3.8	4.5	3.6	3.7	3.2	3.7	30.6
	4.0	4.4	4.4	4.1	4.4	4.1	4.3	3.9	4.2	33.8

ตารางที่ ค.6 ผลการคำนวณหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ที่ออกจากลูกโรยเมล็ดข้าวงอกผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ระยะห่างระหว่างแถว (เซนติเมตร)	ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ถังที่ 1				ถังที่ 2				รวม
		ท่อนำเมล็ดที่								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
20	1.5	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1	2.0	16.7
	2.5	3.2	3.4	3.0	3.3	3.5	3.4	3.4	3.3	26.4
	3.5	4.1	4.3	4.2	4.2	4.5	4.3	4.2	4.3	33.9
25	2.0	2.9	3.0	2.7	2.9	2.9	2.8	2.8	2.8	22.8
	3.0	3.9	3.9	3.9	3.9	3.8	4.0	3.9	3.9	31.1
	4.0	4.4	4.8	4.6	4.5	4.7	4.8	4.7	4.6	37.2
30	2.5	3.2	3.3	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	26.3
	3.5	4.1	4.2	4.1	4.2	4.2	4.4	4.2	4.3	33.8
	4.0	4.6	4.5	4.5	4.7	4.7	4.6	4.5	4.7	36.9

ตัวอย่าง การคำนวณอัตราใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่

ตัวอย่างที่ 2 ตัวอย่างการคำนวณอัตราใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ เมื่อทราบค่าอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก, q จากตัวอย่างที่ 1, สามารถคำนวณหาอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่, Q สำหรับแถวที่ 1 ได้จากสมการ 2.5 เมื่อหน้ากว้างการทำงาน 0.20 เมตร × 8 แถว เท่ากับ 1.6 เมตร จะได้อัตราการใช้เมล็ดข้าวงอก เท่ากับ

$$q = 0.625SwQ$$

$$Q = \frac{2.0284}{(0.625)(2.93)(1.6)}$$

= 0.69 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับแถวที่ 1

สำหรับแถวอื่นๆ สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน ผลการคำนวณสรุปแสดงดังตารางที่ ค.7

หมายเหตุ เนื่องจากใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ ค่าที่ใช้จึงเป็นค่าที่ไม่มีการปัดทศนิยม แต่ในตารางมีพื้นที่จำกัดจึงแสดงเพียงทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ตารางที่ ค.7 ผลการคำนวณหาอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ออกจากลูกโรยเมล็ดข้าวงอกผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ระยะห่างระหว่างแถว (เซนติเมตร)	ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ถังที่ 1				ถังที่ 2				รวม
		ท่อนำเมล็ดที่								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
20	1.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	5.7
	2.5	1.1	1.2	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	9.0
	3.5	1.4	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.5	11.6
25	2.0	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	6.2
	3.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	8.5
	4.0	1.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	10.1
30	2.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.8	6.0
	3.5	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	7.7
	4.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	8.4

ตัวอย่างการคำนวณจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่

ตัวอย่างที่ 3 ตัวอย่างการคำนวณจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ (ต้นต่อไร่) ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวเมื่อใช้งานที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร จากตารางที่ ค.7 ที่ความยาวร่องลูกโรย 1.5 เซนติเมตร ท่อนำเมล็ดที่ 1 มีอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ 0.7 กิโลกรัมต่อไร่ จากตารางที่ ก.3 เมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ด มีมวล 3.6 กรัม ดังนั้นจำนวนเมล็ดต่อพื้นที่ที่ได้จากท่อนำเมล็ดที่ 1 จะเท่ากับ

$$\frac{(100)(1{,}000)(0.692)}{3.56} = 19{,}446.255 \text{ เมล็ดต่อไร่}$$

สำหรับท่อนำเมล็ดอื่นๆ สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน ผลคำนวณสรุป แสดงดังตารางที่ ค.8

และจากตาราง ก.15 ที่ระยะความยาวร่องลูกโรย 1.5 เซนติเมตรของท่อนำเมล็ดที่ 1 มีค่าเปอร์เซ็นต์การงอก 86 เปอร์เซ็นต์ จะได้จำนวนต้นต่อพื้นที่ของท่อนำเมล็ดที่ 1 เท่ากับ

$$(19{,}446.255)(0.86) = \mathbf{16{,}723.780 \text{ ต้นต่อไร่}}$$

สำหรับท่อนำเมล็ดอื่นๆ สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน ผลคำนวณสรุป แสดงดังตารางที่ ค.9

หมายเหตุ เนื่องจากใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ ค่าที่ใช้จึงเป็นค่าที่ไม่มีการปัดทศนิยม แต่ในตารางมีพื้นที่จำกัดจึงแสดงเพียงทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ตารางที่ ค.8 ผลการคำนวณจำนวนเมล็ดต่อไร่ของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ระยะห่างระหว่างแถว (เซนติเมตร)	ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ถังที่ 1				ถังที่ 2				รวม
		ท่อนำเมล็ดที่								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
20	1.5	19,446	20,505	19,719	19,732	20,802	20,501	20,399	18,952	160,055
	2.5	30,809	32,531	29,043	31,603	33,434	32,268	32,504	31,208	253,398
	3.5	39,307	41,136	40,093	39,982	42,723	41,184	39,845	40,969	325,239
25	2.0	22,360	22,697	20,797	21,894	22,400	21,825	21,785	21,363	175,120
	3.0	29,539	29,973	29,625	29,617	29,505	30,450	29,572	29,976	238,256
	4.0	34,021	36,895	35,616	34,759	35,996	36,725	36,009	35,030	285,051
30	2.5	20,199	21,380	20,649	20,973	21,259	21,346	20,787	21,336	167,928
	3.5	26,408	27,021	26,072	26,593	26,901	27,948	27,092	27,782	215,816
	4.0	29,207	28,850	28,804	29,793	30,208	29,408	28,974	30,314	235,559

ตารางที่ ค.9 ผลการคำนวณจำนวนต้นกล้า (ต้นต่อไร่) เมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว (การทดสอบครั้งที่ 2, ใช้แปรงปาดเมล็ดแบบแปรงทาสี)

ระยะห่างระหว่างแถว (เซนติเมตร)	ความยาวร่องลูกโรย (เซนติเมตร)	ถังที่ 1				ถังที่ 2				รวม
		ท่อนำเมล็ดที่								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
20	1.5	16,724	17,224	16,958	17,167	17,266	17,426	17,747	16,109	136,620
	2.5	26,804	27,651	24,686	27,494	29,087	27,750	28,603	26,839	218,915
	3.5	35,376	37,022	35,683	34,784	36,742	35,830	36,259	35,643	287,339
25	2.0	19,230	19,293	18,509	19,485	18,816	18,769	18,517	18,586	151,205
	3.0	25,994	25,777	26,070	25,471	25,669	26,491	25,728	26,978	208,178
	4.0	28,918	31,361	30,274	29,545	30,597	31,216	31,328	30,476	243,714
30	2.5	17,775	18,815	17,758	18,666	18,283	18,144	18,501	19,629	147,569
	3.5	23,239	23,779	22,943	23,402	23,673	25,153	24,111	24,726	191,026
	4.0	25,994	24,234	24,772	26,515	26,281	25,585	25,787	26,373	205,542

หมายเหตุ ผลการทดสอบครั้งที่ 1 ไม่นำมาใช้เนื่องจากเกิดการเสียรูปของแปรงปาดเมล็ด

ตัวอย่างการคำนวณมวลเมล็ดข้าวที่ความชื้นใดๆ

ตัวอย่างที่ 4 ค่าความชื้นฐานเปียกของเมล็ดที่ต้องการหาค่ามวล , MC_2 = 0.14 และ ค่าความชื้นฐานเปียกที่ทราบค่ามวลเปียก, MC_1 = 0.23 ผลรวมอัตราการใช้เมล็ดข้าวงอกต่อพื้นที่ จากตาราง ค.7, m_1 = 5.7 กก./ไร่

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

แทนค่า

$$m_2 = \frac{5.7(1-0.23)}{(1-0.14)}$$

$$m_2 = 5.10 \text{ กก./ไร่}$$

การคำนวณสมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี

กำหนด อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของการทำงาน 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
หน้ากว้างการทำงานของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต้นแบบ 1.6 , 2.0 และ 2.4 เมตร ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง

จากสมการที่ 2.5

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

ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร

$$C_T = \frac{2.93 \times 1.6}{1.6}$$

= 2.93 ไร่ต่อชั่วโมง

คิดเป็นอัตราการทำงานต่อวันได้ = 23.44 ไร่ต่อวัน

ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

$$C_T = \frac{2.93 \times 2.0}{1.6}$$

= 3.66 ไร่ต่อชั่วโมง

คิดเป็นอัตราการทำงานต่อวันได้ = 29.28 ไร่ต่อวัน

ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

$$C_T = \frac{2.93 \times 2.4}{1.6}$$

= 4.40 ไร่ต่อชั่วโมง

คิดเป็นอัตราการทำงานต่อวันได้ = 35.20 ไร่ต่อวัน

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ผ่านการปรับปรุง

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ใช้หลักการของ Donnell Hunt (1976) เมื่อคิดค่าเสื่อมราคาเป็นแบบเส้นตรง (Straight-Line Method) โดยการคำนวณหาต้นทุนการใช้เครื่อง จุดคุ้มทุน เปรียบเทียบกับการหว่านโดยใช้แรงงานคน และการจ้างปักดำด้วยเครื่อง เมื่อคิดว่าเกษตรกรมีรถไถเดินตามอยู่แล้ว และไม่คิดค่าเสื่อมราคาของรถไถเดินตาม

1. การคำนวณหาต้นทุนการใช้เครื่อง

$$A_c = (F_c/A) + (1/eC_T)[R\&M + F + O + L_o + L_1 + T] \quad (1)$$

$$F_c = D + I \quad (2)$$

$$D = (P-S)/N \quad (3)$$

$$I = [(P+S)/2](r/100) \quad (4)$$

เมื่อ A_c = ต้นทุนการใช้เครื่อง (บาท/ไร่)
F_c = ต้นทุนคงที่ (บาท/ปี)
A = พื้นที่โรยใน 1 ปี (ไร่)
e = ประสิทธิภาพทางไร่ (ทศนิยม)
C_T = สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง)
R&M = ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาท/ชั่วโมง)
F = ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ชั่วโมง)
O = ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาท/ชั่วโมง)
L_o = ค่าแรงงานคนปฏิบัติงาน (บาท/ชั่วโมง)
L_1 = ค่าแรงงานคนเติมเมล็ด (บาท/ชั่วโมง)
T = ค่าใช้จ่ายของต้นกำลัง (บาท/ชั่วโมง)
D = ค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)
I = ดอกเบี้ย (บาท/ปี)
P = ราคาซื้อ (บาท)
S = มูลค่าซาก (บาท)
N = อายุการใช้งาน (ปี)
r = อัตราดอกเบี้ย (เปอร์เซ็นต์/ปี)

ในโครงงานนี้กำหนดข้อมูลเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวและต้นทุนต่างๆ ดังนี้

1. ราคาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว, P = 35,000 บาท
2. อายุการใช้งาน, N = 10 ปี
3. มูลค่าซาก 10% ของราคาแรกซื้อ, S = 0.1×35,000 = 3,500 บาท
4. อัตราดอกเบี้ย, r = 1.5 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ทบต้นปีละครั้ง
5. ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา, R&M = 5 เปอร์เซ็นต์ของราคาซื้อ/100 ชั่วโมงการทำงาน
   = 0.05 x 35,000/100 = 17.5 บาท/ชั่วโมง
6. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 1 ลิตร/ชั่วโมง, 30 บาท/ลิตร, F= 1x30 = 30 บาท/ชั่วโมง
7. ค่าน้ำมันหล่อลื่น (O) = ไม่มี = 0 บาท/ชั่วโมง
8. ค่าแรงงานคนปฏิบัติงาน, L_o = 300 บาท/วัน = 37.5 บาท/ชั่งโมง (8 ชั่วโมง/วัน)
9. ค่าแรงงานคนเติมเมล็ด, L_1 = 0 บาท/วัน
10. ค่าใช้จ่ายของต้นกำลัง (T) = 0 บาท/ชั่วโมง
11. สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (C_T) เมื่อประสิทธิภาพทางไร่ (e) คิดเป็น 0.8 ได้สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผลของแต่ละระยะห่างระหว่างแถวดังต่อไปนี้
   - ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 เซนติเมตร = 2.32 ไร่/ชั่วโมง
   - ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร = 2.96 ไร่/ชั่วโมง
   - ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร = 3.52 ไร่/ชั่วโมง

2. หาค่าเสื่อมราคา จากสมการที่ 3 และ4 ได้ว่า

   D = (35,000 – 3,500)/10 = 3,150 บาท/ปี

   คิดอัตราดอกเบี้ย I = [(35,000+3,500)/2]×(1.5/100) = 288.75 บาท/ปี

   $\therefore F_c$ = 3,150+288.75 = 3,438.75 บาท/ปี

3. หาต้นทุนการใช้เครื่อง จากสมการที่ 1 ได้ว่า

ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 ซม.

$$A_c = \left(\frac{3438.75}{A}\right) + \left(\frac{1}{2.32}\right)(17.5 + 30 + 0 + 37.5 + 0)$$

$$A_c = \left(\frac{3438.75}{A}\right) + 36.64 \qquad \text{.....(5)}$$

ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 ซม.

$$A_c = \left(\frac{3438.75}{A}\right) + \left(\frac{1}{2.96}\right)(17.5 + 30 + 0 + 37.5 + 0)$$

$$A_c = \left(\frac{3438.75}{A}\right) + 28.72 \quad \text{.....(6)}$$

ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 ซม.

$$A_c = \left(\frac{3438.75}{A}\right) + \left(\frac{1}{3.52}\right)(17.5 + 30 + 0 + 37.5 + 0)$$

$$A_c = \left(\frac{3438.75}{A}\right) + 24.15 \quad \text{.....(7)}$$

4. การคำนวณหาต้นทุนการจ้าง

ในที่นี้คิด อัตราการจ้างหว่านโดยใช้แรงงานคน = 50 บาท/ไร่ และอัตราการจ้างดำด้วยเครื่องดำนา = 1,200 บาท/ไร่

5. การคำนวณหาจุดคุ้มทุน

กรณีคิดเปรียบเทียบกับการจ้างหว่าน แทนค่าต้นทุนการหว่านโดยใช้แรงงานคน 50 บาท/ไร่ ลงในสมการที่ (5) – (7) แล้วคำนวณหาค่า A ของแต่ละระยะห่างระหว่างแถว

ที่ระยะห่างระหว่างแถว 20 ซม.

$$50 = \left(\frac{3438.75}{A}\right) + 36.64, \qquad A = 258 \text{ ไร่/ปี}$$

ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 ซม.

$$50 = \left(\frac{3438.75}{A}\right) + 28.72, \qquad A = 162 \text{ ไร่/ปี}$$

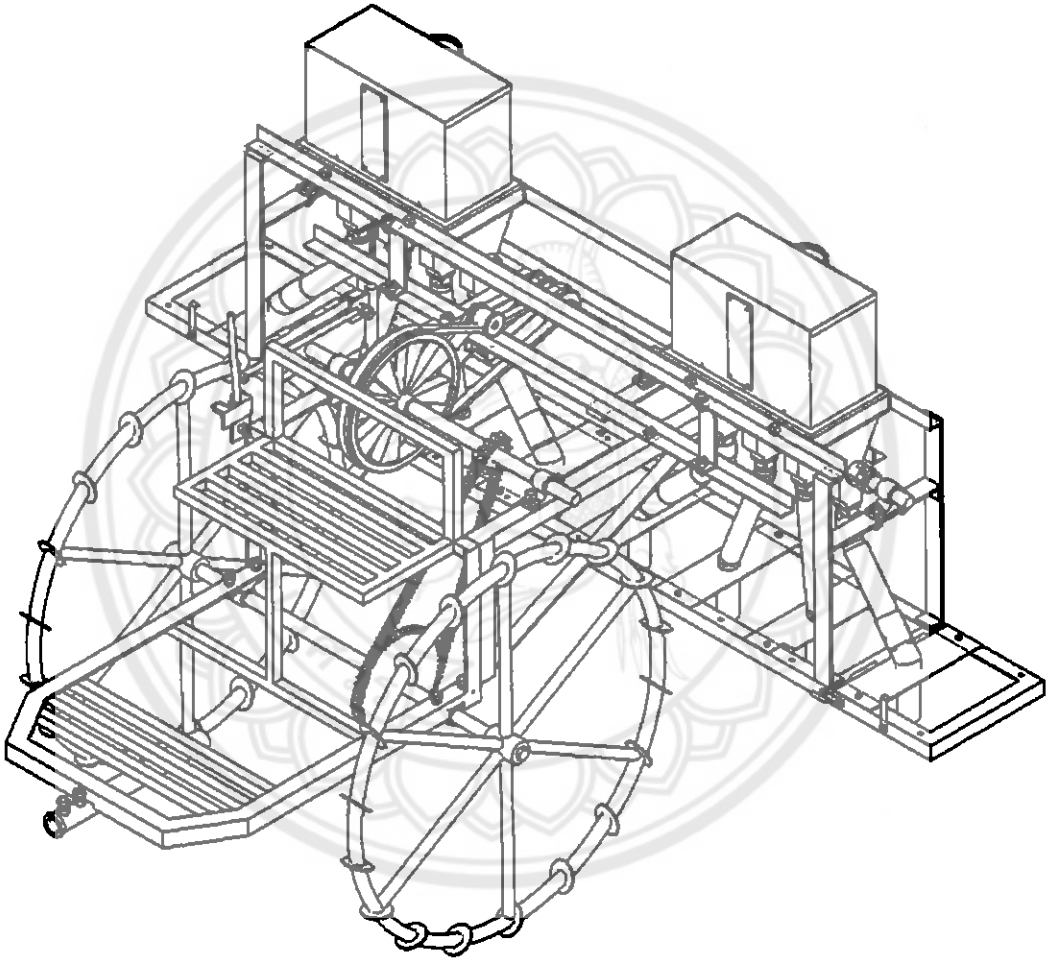
ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 ซม.

$$50 = \left(\frac{3438.75}{A}\right) + 24.15, \qquad A = 133 \text{ ไร่/ปี}$$

กรณีเปรียบเทียบกับการจ้างดำด้วยเครื่อง ให้แทน Ac = 1,200 บาท/ไร่

ภาคผนวก ง

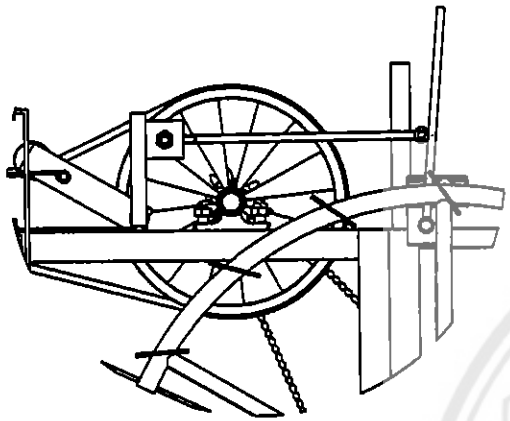
แบบ Drawing เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว



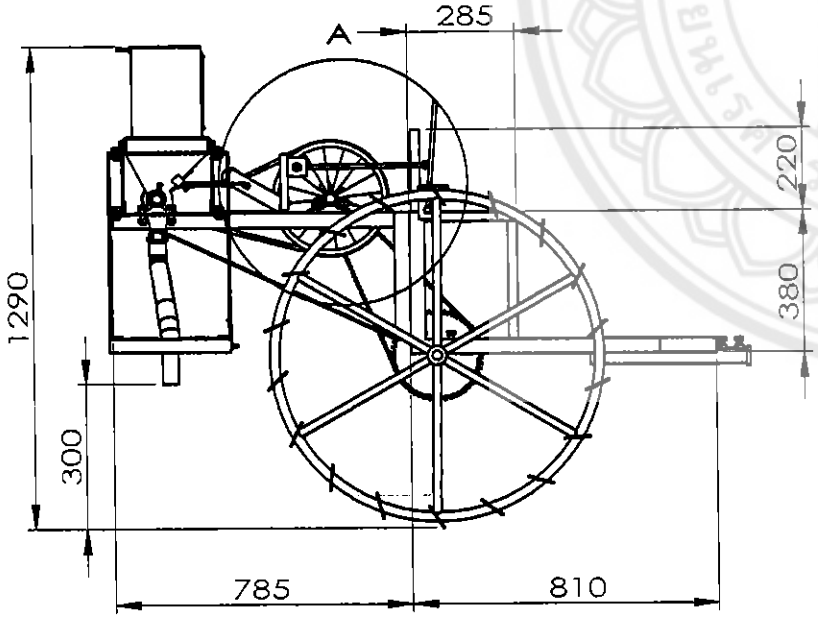
FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

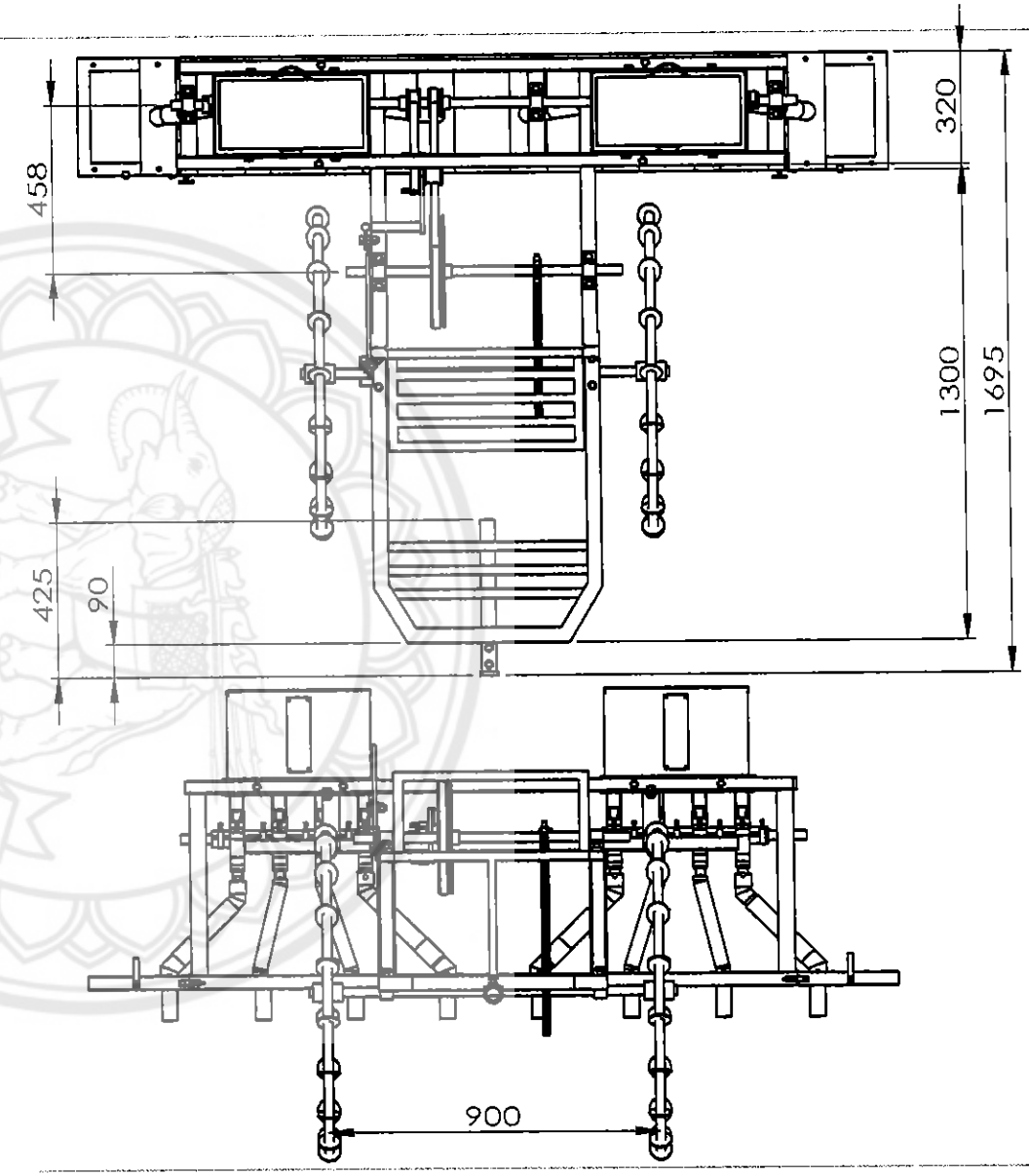
Drawing Name : Paddy Seeder 1

Plate : 1/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:15



DETAIL A
SCALE 1 : 10

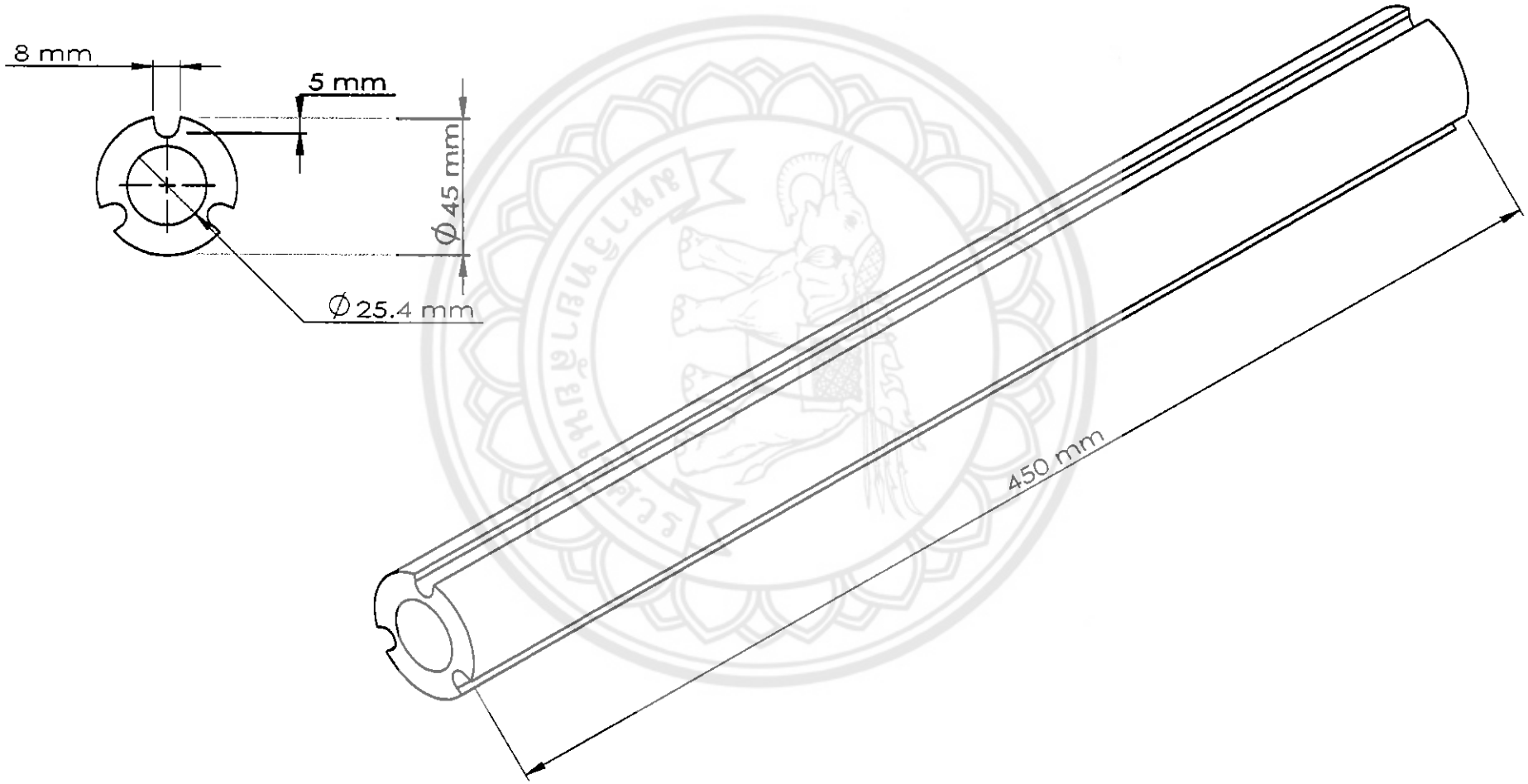




FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : Paddy Seeder 2

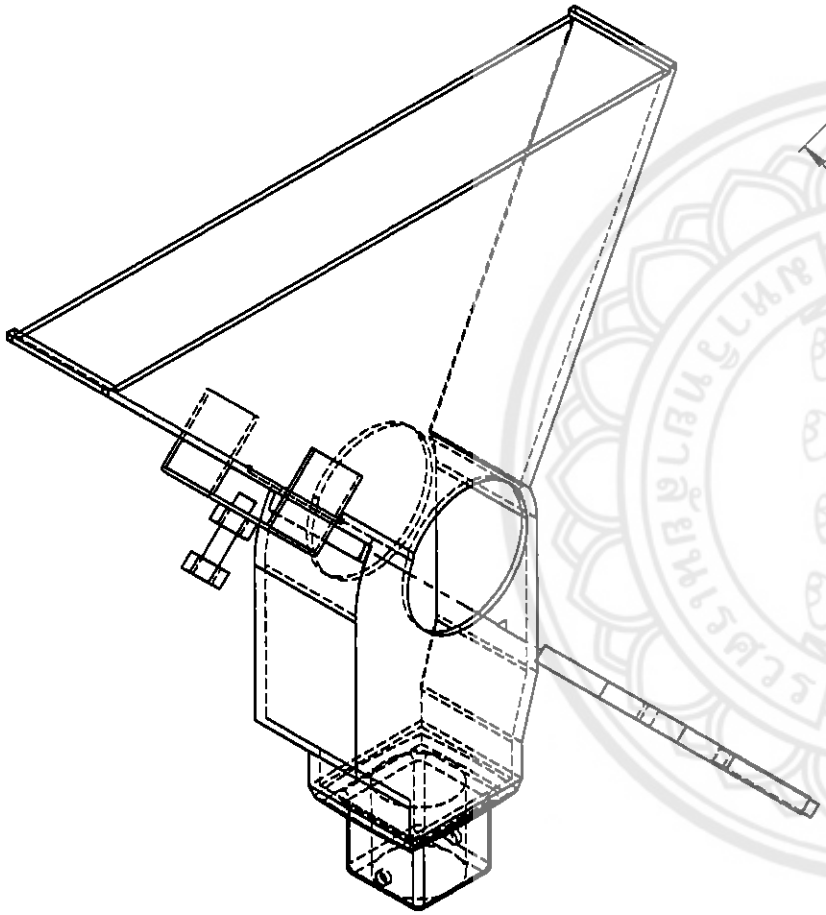
Plate :2/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:10

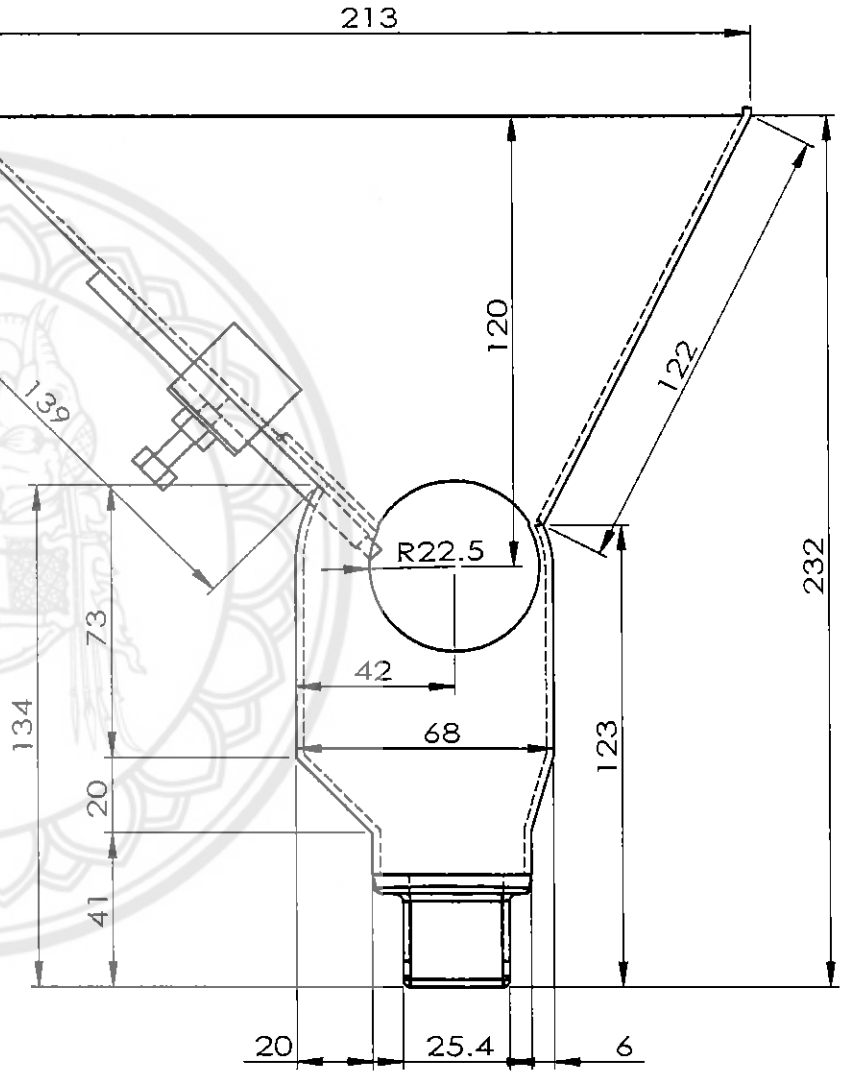


FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : Metering Device 1

Plate : 3/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:2

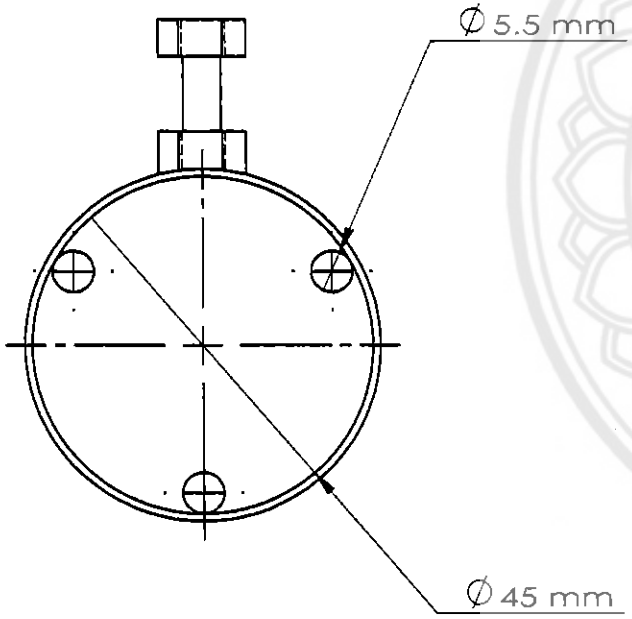


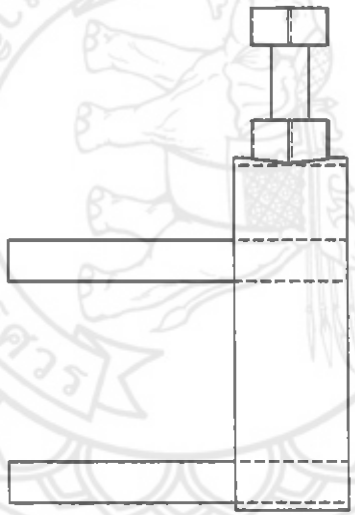


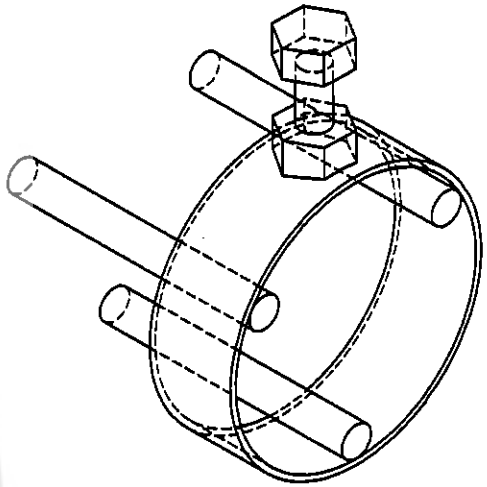
FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : Metering Device 2

Plate : 4/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:2



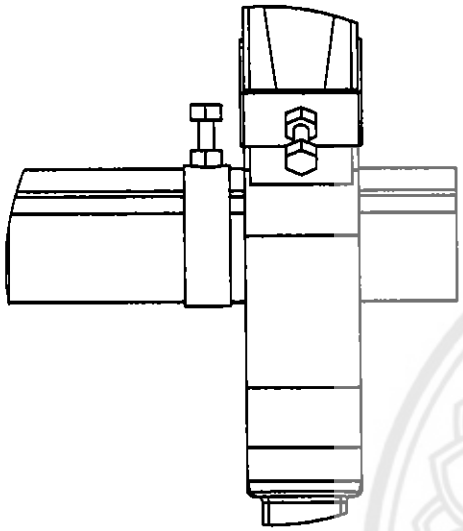




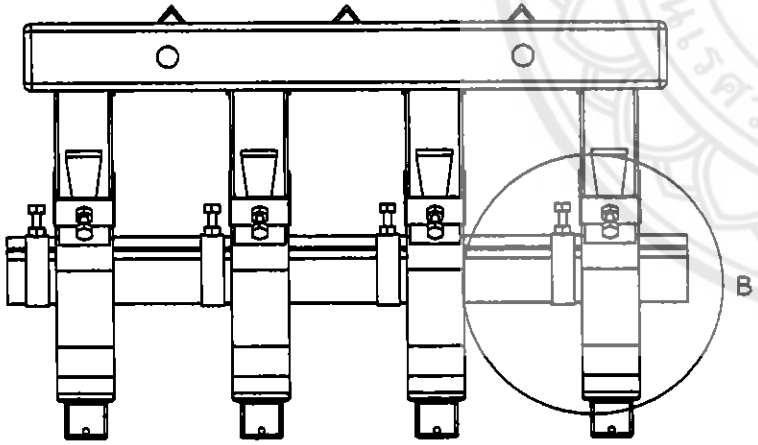
FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

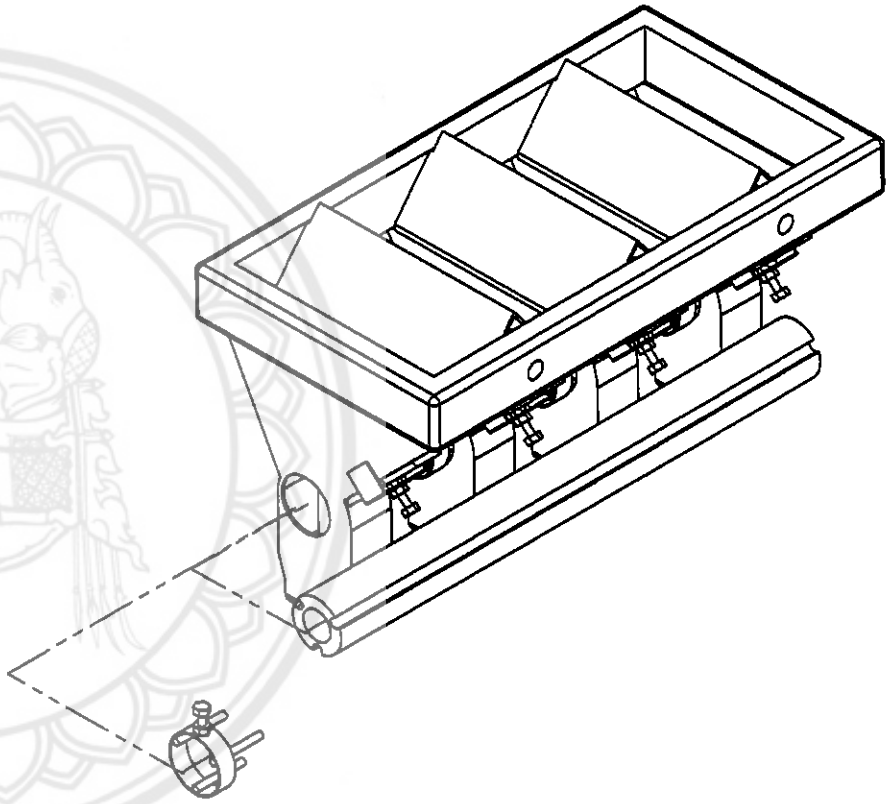
Drawing Name : Metering Device 3

Plate : 5/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:1



DETAIL B
SCALE 2 : 5

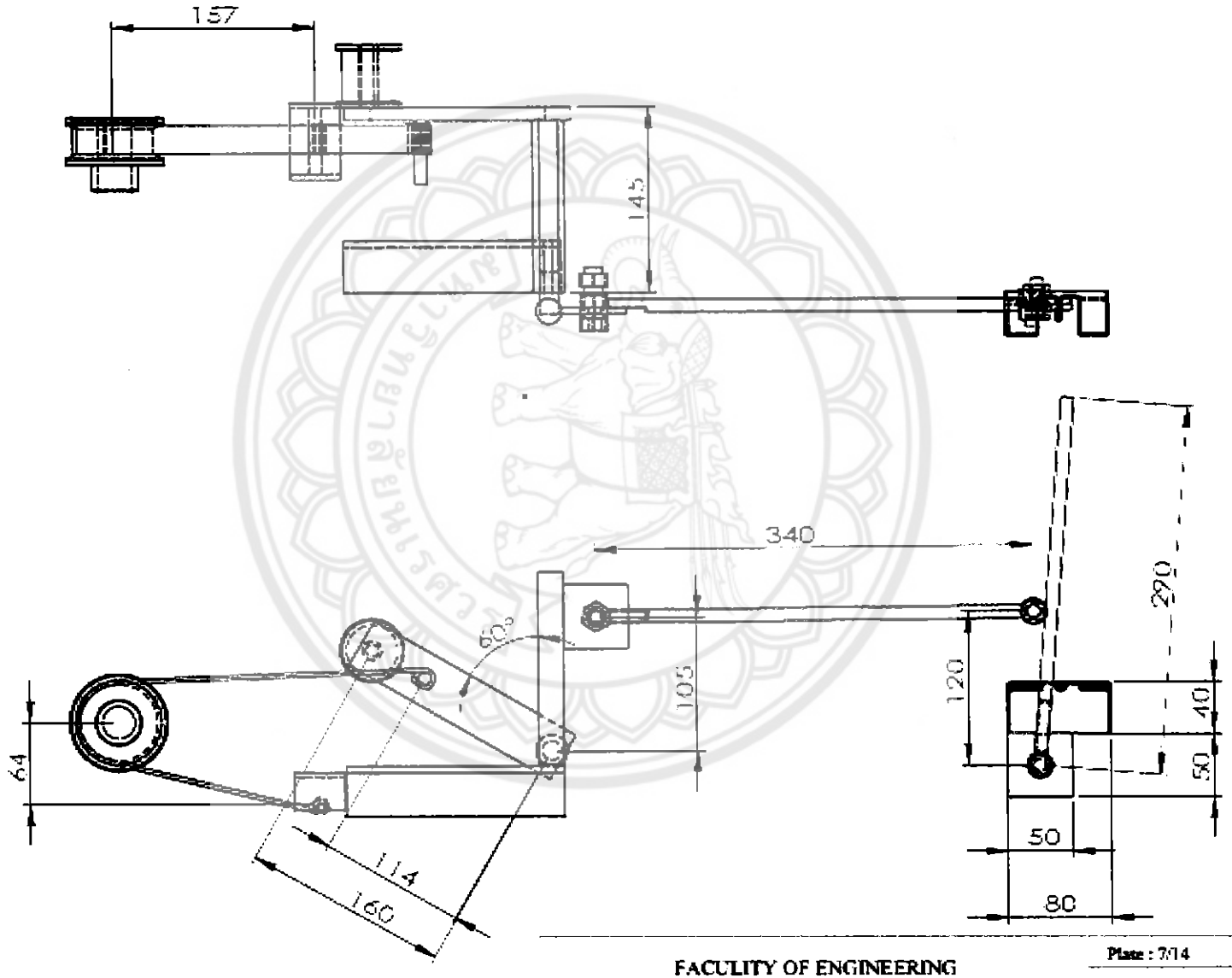




FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : Metering Device 4

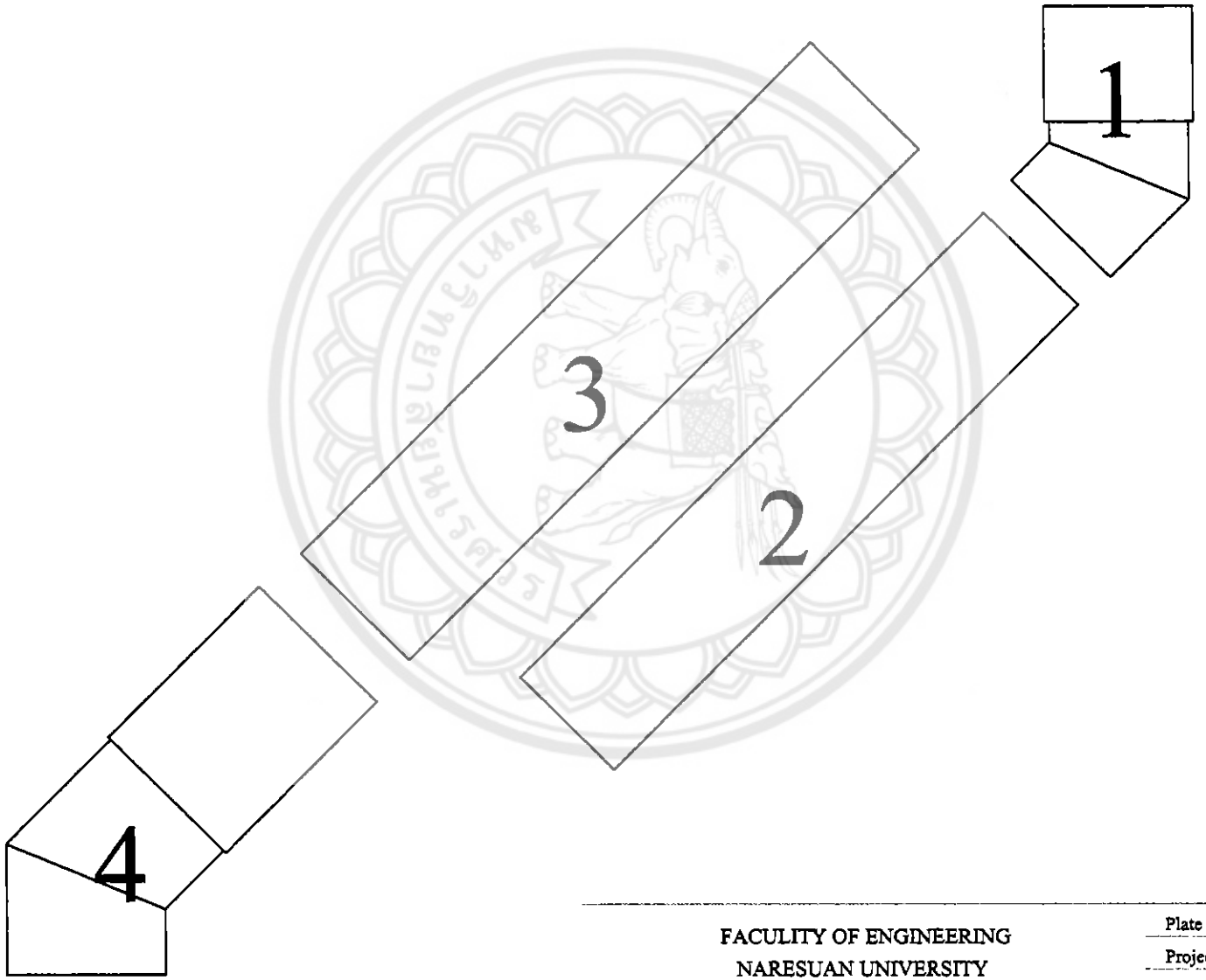
Plate : 6/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:5



FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : Metering Device 5

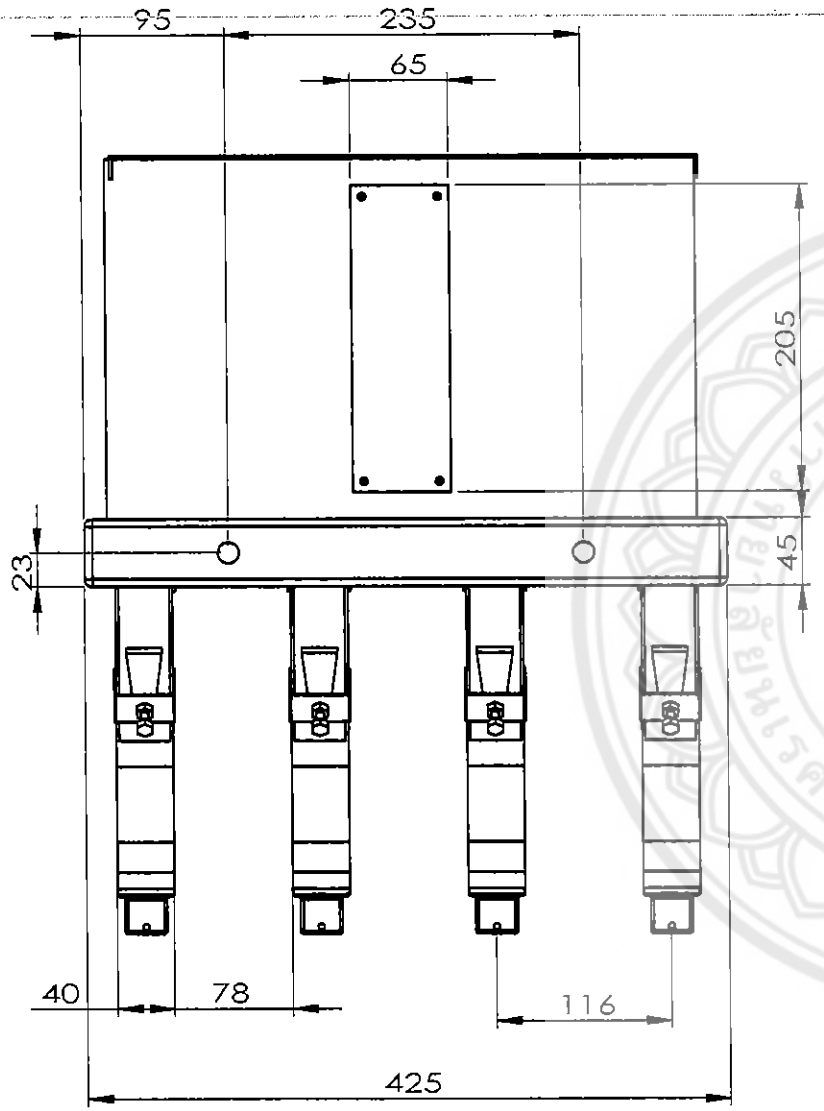
Plate : 7/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:5

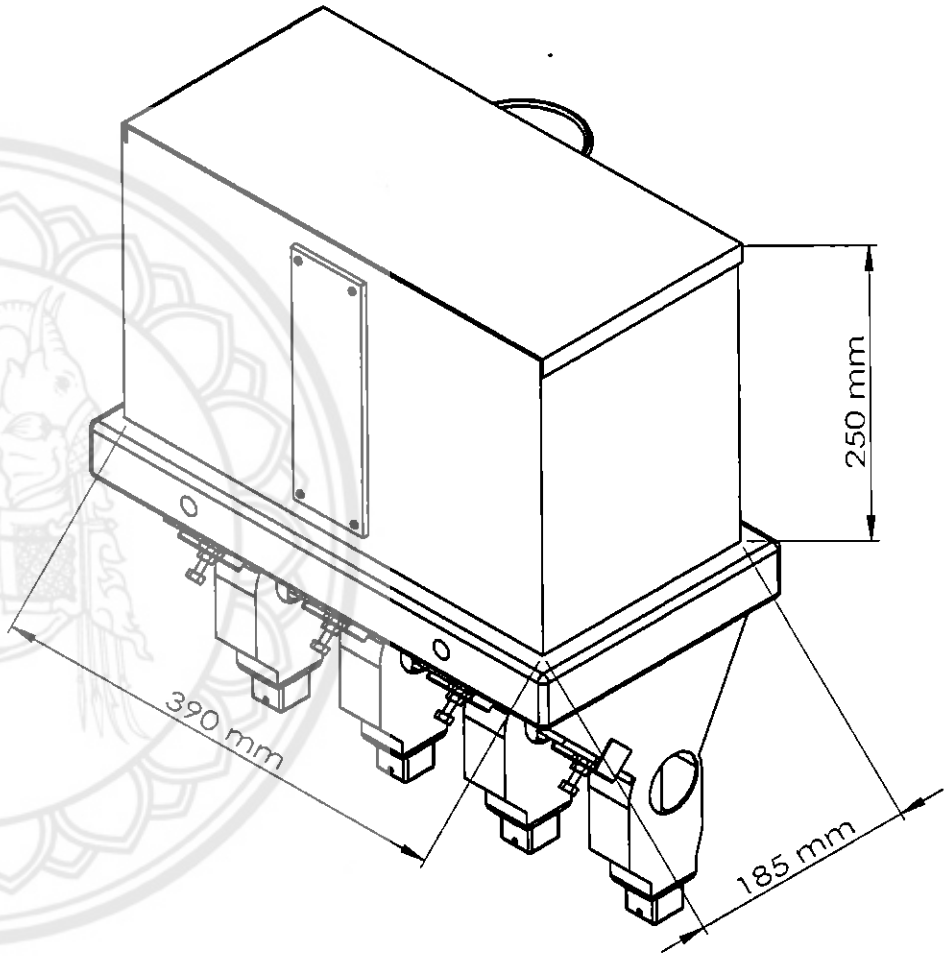


FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : Metering Device 6

Plate : 8/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:2



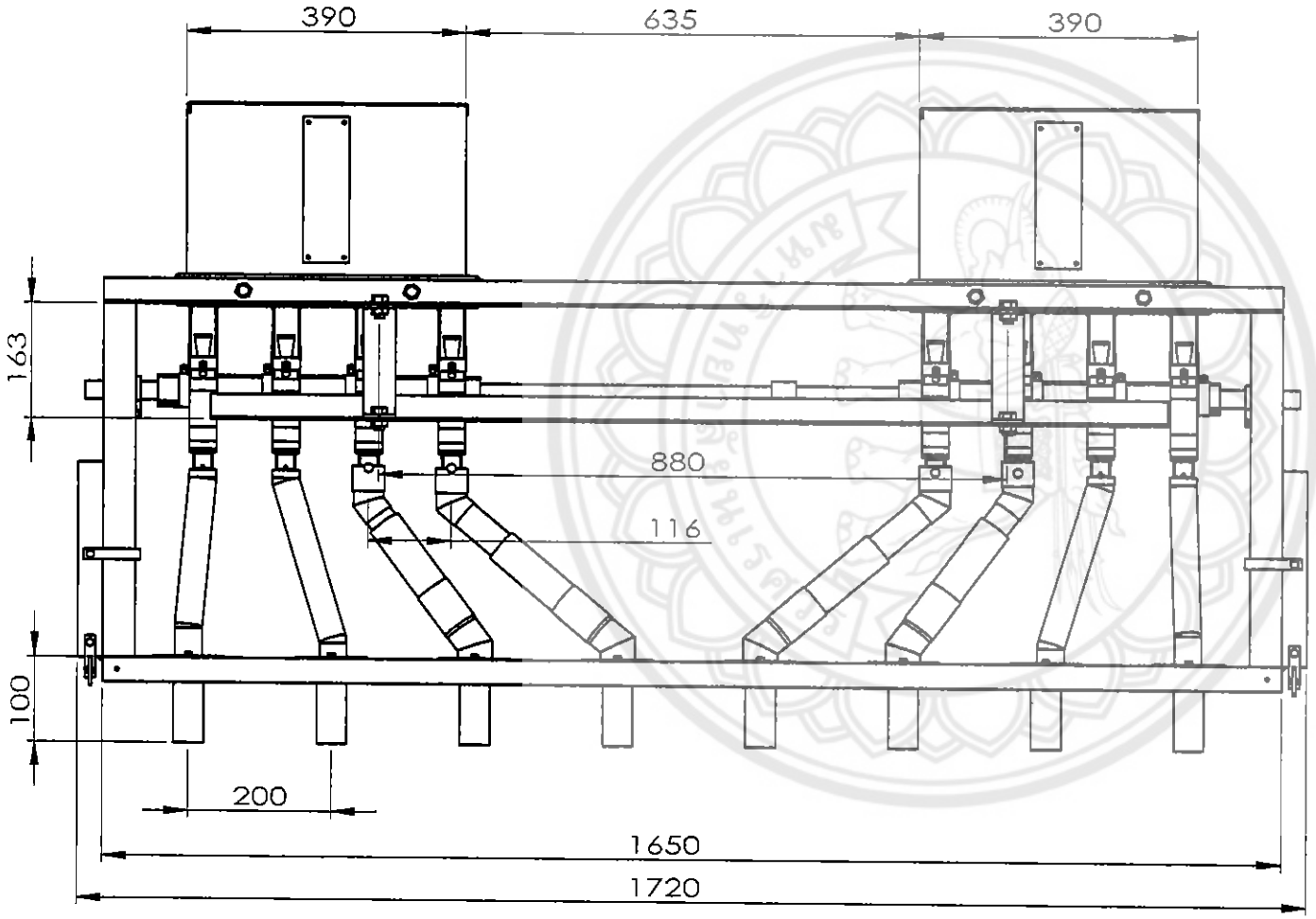


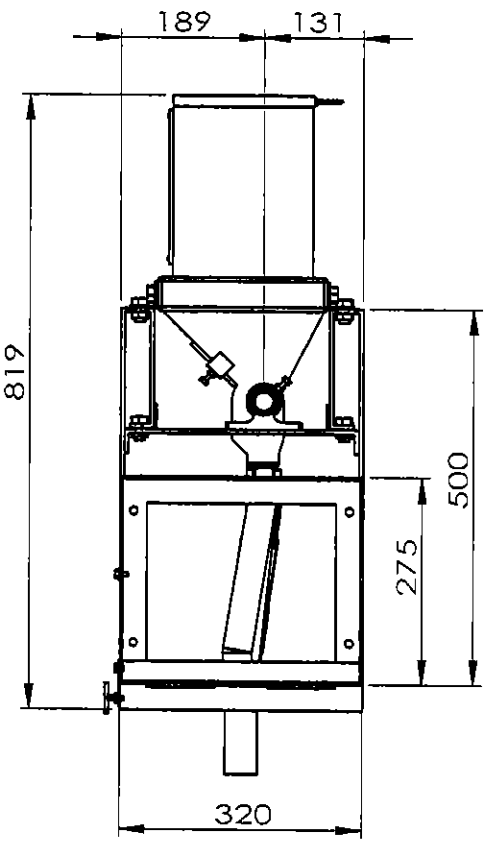
FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : Hopper

Plate : 9/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:5

114

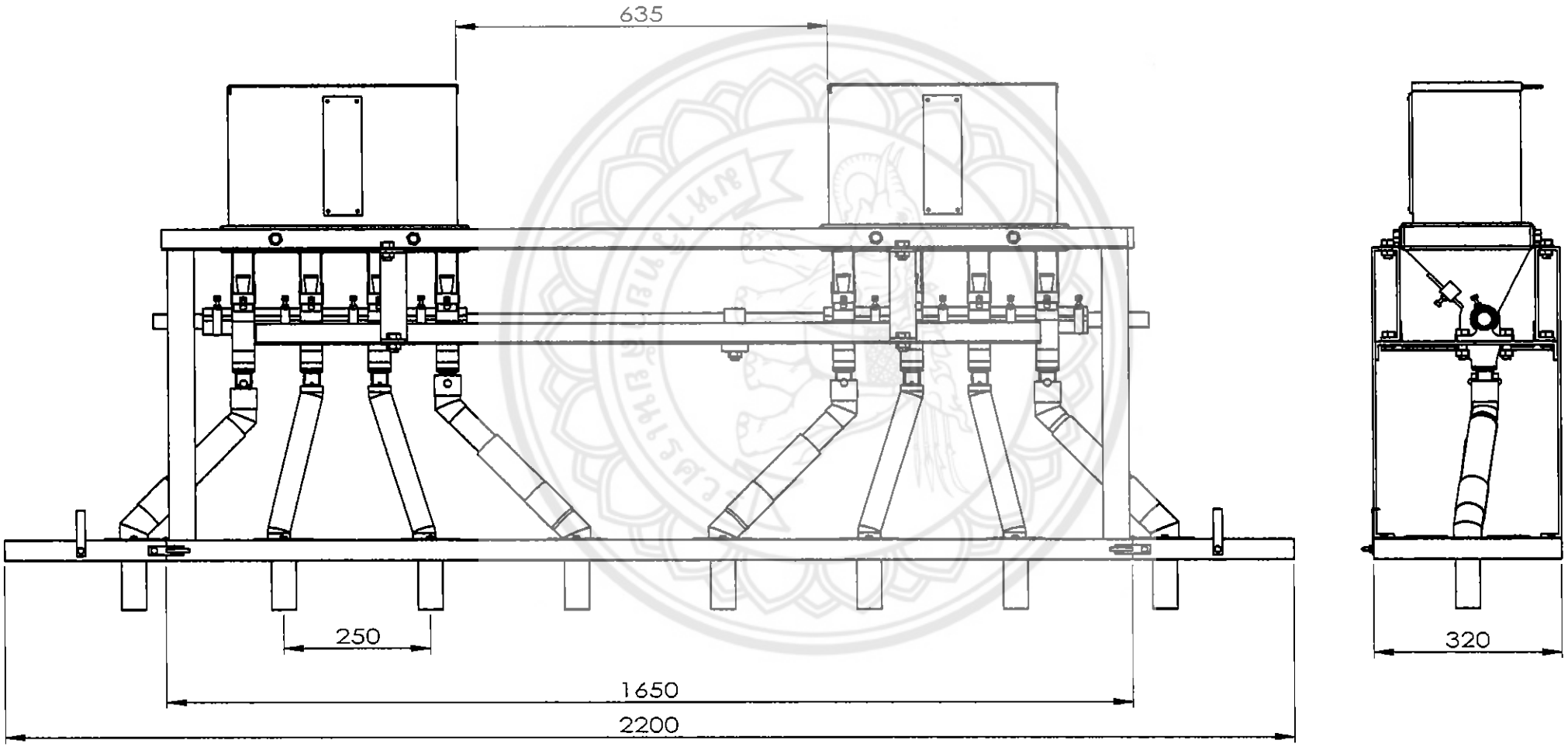




FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : Design Paddy Seeder 1

Plate : 10/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:10

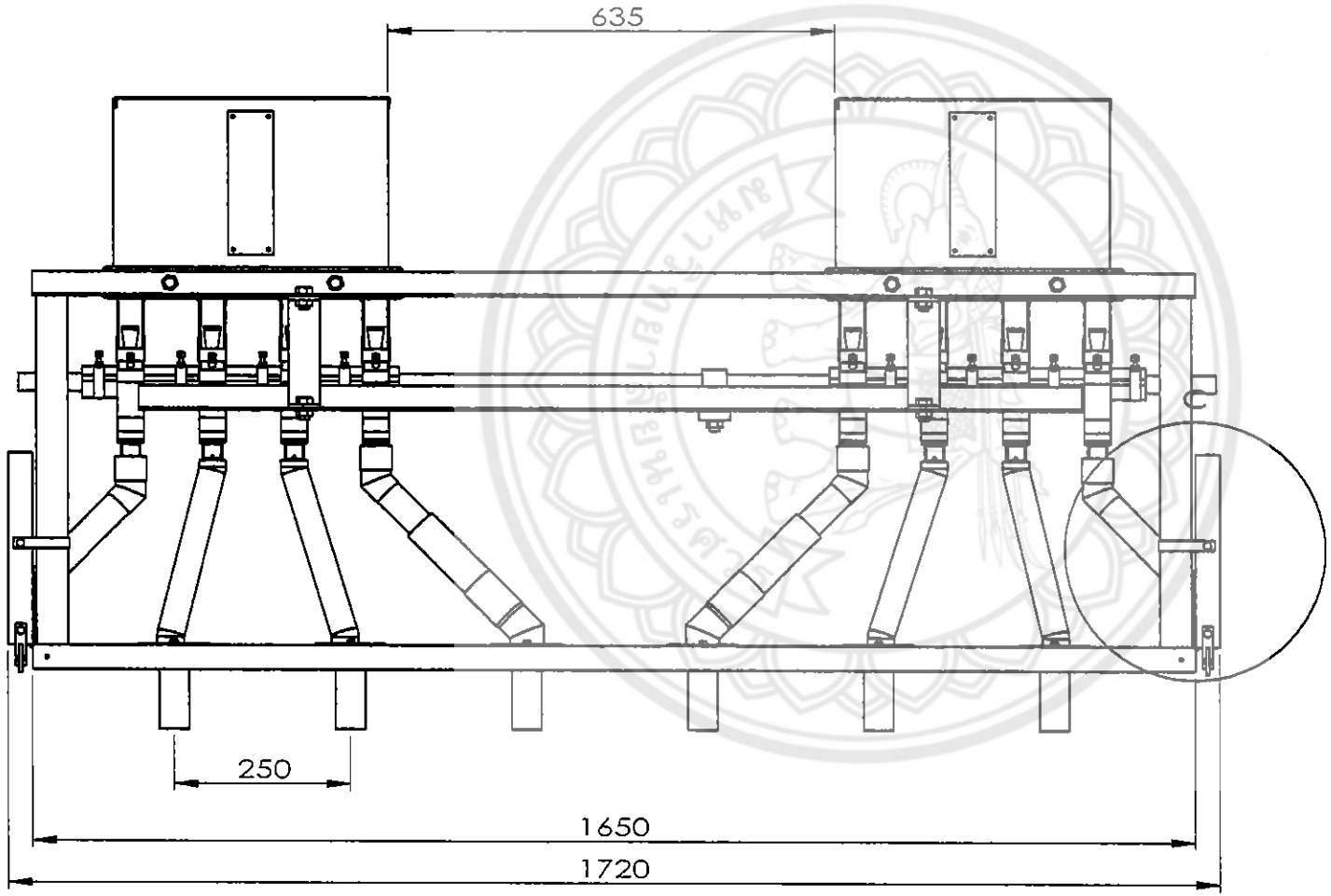


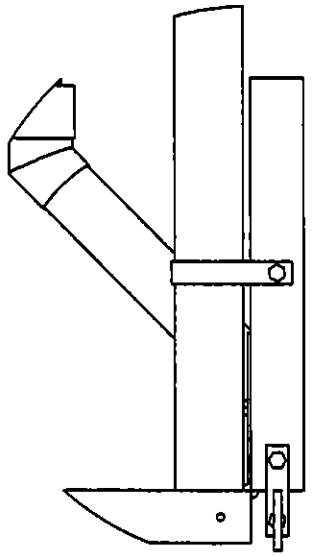
FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : Design Paddy Seeder 2

Plate : 11/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:10

11



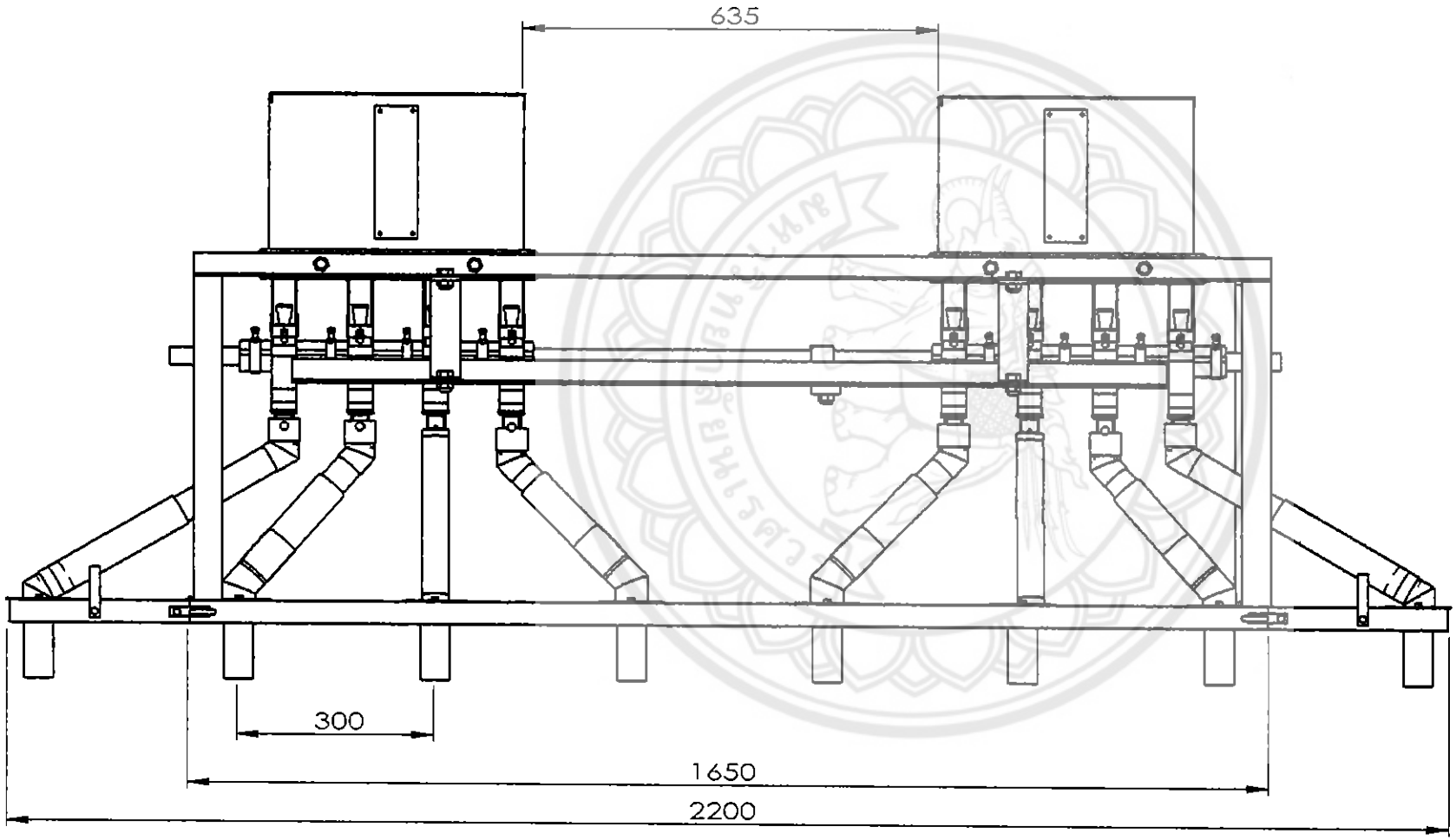


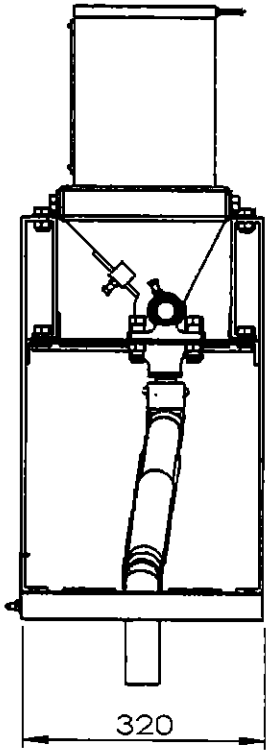
DETAIL C
SCALE 1 : 5

FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : Design Paddy Seeder 3

Plate : 12/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:10

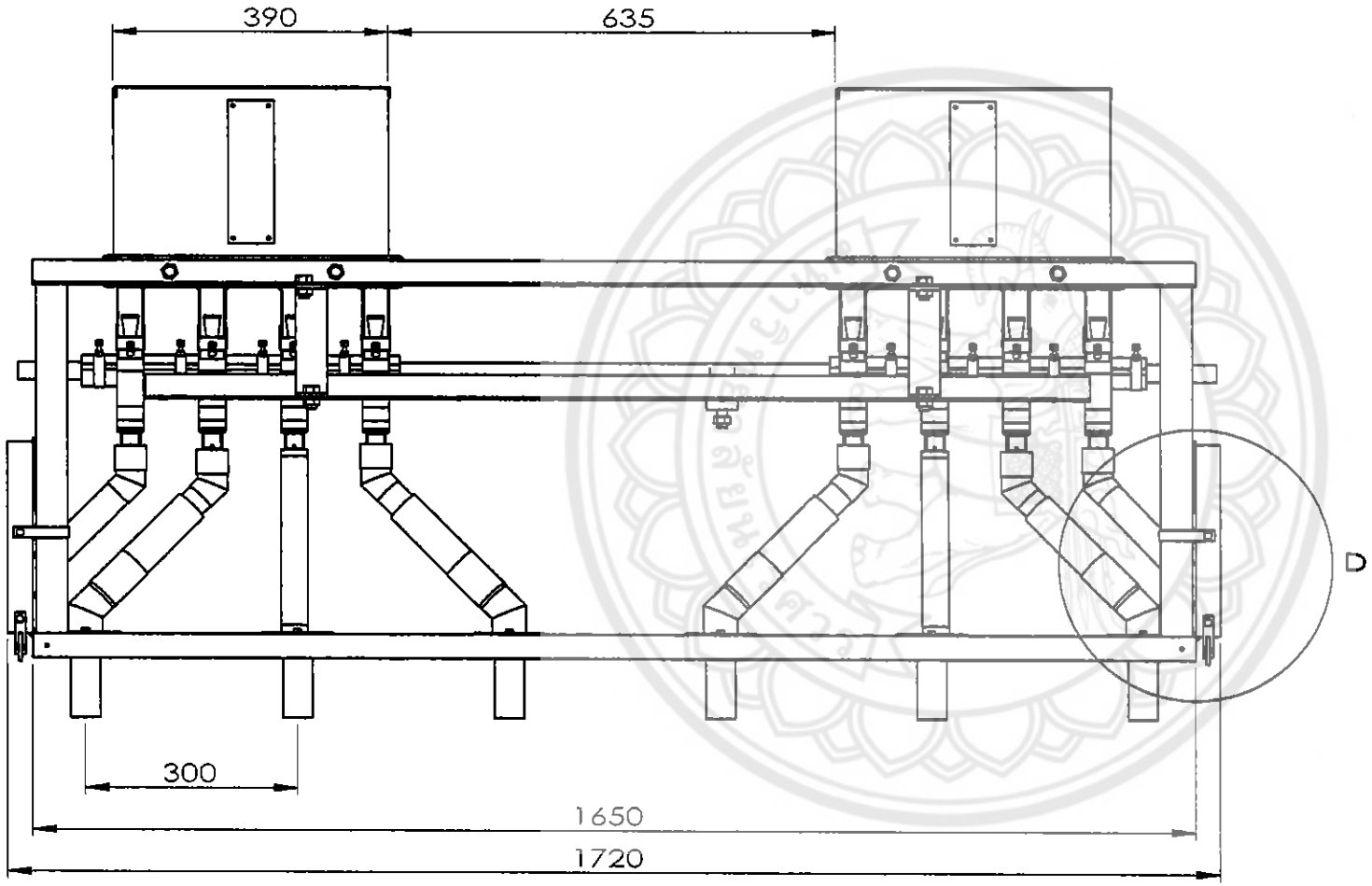


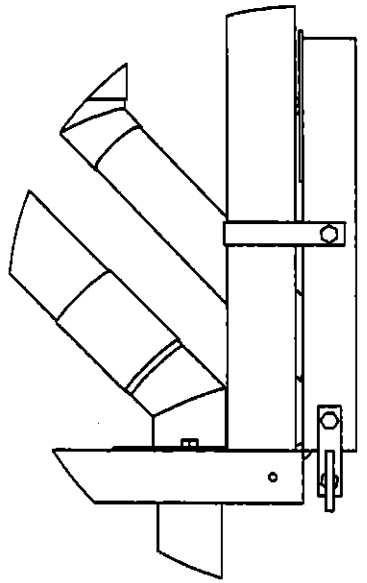


FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : Design Paddy Seeder 4

Plate : 13/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:10





DETAIL D
SCALE 1 : 5

FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : Design Paddy Seeder 5

Plate : 14/14
Project : Improvement & Testing
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAMPROJECT
Date : 24-05-13 Scale : 1:10