การศึกษาและออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

Study and Design of Germinated Paddy Row Seeder

นาย ปราโมทย์ รื่นเรณู

นาย คณิต ปานเพชร

นาย ชัยณรงค์ สุริยา

นาย ศักดิ์ชัย น้ำเยื้อง

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
10 ก.ค. 2555
16997458
ฝร
2521 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองโครงงาน

หัวข้อโครงงาน : การศึกษาและออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว
(Study and Design of Germinated Paddy Row Seeder)

ผู้ดำเนินโครงงาน : นาย ปราโมทย์ รื่นเรณู รหัสนิสิต 48363718
นาย คณิต ปานเพชร รหัสนิสิต 50363990
นาย ชัยณรงค์ สุริยา รหัสนิสิต 50364034
นาย ศักดิ์ชัย น้ำเยื้อง รหัสนิสิต 50364270

ที่ปรึกษาโครงงาน : รองศาสตราจารย์ ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี

ที่ปรึกษาโครงงานร่วม : ดร. รัตนา การุญบุญญานันท์

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....มัทนี สงวนเสริมศรี..... ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี)

..... กรรมการ
(ดร. รัตนา การุญบุญญานันท์)

..... กรรมการ
(ดร. ภาณุ พุทธวงศ์)

..... กรรมการ
(ดร. ศลิษา วีรพันธุ์)

หัวข้อโครงงาน : การศึกษาและออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

ผู้ดำเนินโครงงาน : นาย ปราโมทย์ รื่นเรณู รหัสนิสิต 48363718
นาย คณิต ปานเพชร รหัสนิสิต 50363990
นาย ชัยณรงค์ สุริยา รหัสนิสิต 50364034
นาย ศักดิ์ชัย น้ำเยื้อง รหัสนิสิต 50364270

ที่ปรึกษาโครงงาน : รองศาสตราจารย์ ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี

ที่ปรึกษาโครงงานร่วม : ดร. รัตนา การุญบุญญานันท์

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2553

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบโรยเป็นแถว โดยทำการศึกษาและทดสอบเครื่องปลูกข้าว 3 แบบ ได้แก่ เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก แบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม และเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามใช้ใบกวนในการควบคุมเมล็ดข้าวงอกให้ไหลผ่านช่องเปิดจ่ายเมล็ดที่ปรับระดับความกว้างได้ 10 ระดับ ซึ่งพบว่าทำให้เมล็ดข้าวงอกแตกหักเสียหายและมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเฉลี่ย 3-8% และพบปัญหาโคลนอุดตันบริเวณช่องเปิดจ่ายเมล็ด ส่วนเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นใช้กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดข้าวงอกแบบเพลาเซาะร่อง ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเฉลี่ยเพียง 2% จึงได้นำกลไกเพลาเซาะร่องนี้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบชุดลูกโรยเมล็ดข้าวงอกสำหรับเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบ 8 แถว ชนิดต่อพ่วงรถไถเดินตามในโครงงานนี้ เครื่องโรยที่ออกแบบมีถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกขนาด 10 กิโลกรัม จำนวน 2 ถัง ในแต่ละถังสามารถจ่ายเมล็ดได้พร้อมกัน 4 แถว โดยใช้ชุดลูกโรยเป็นเพลา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร เซาะร่องตามแนวแกนเพลาจำนวน 3 ร่อง แต่ละร่องกว้าง 8 มิลลิเมตร ลึก 5 มิลลิเมตร ออกแบบให้ทำงานที่ความเร็วเชิงมุม 289 รอบต่อนาที ปรับระยะห่างระหว่างแถวได้ 25 หรือ 30 เซนติเมตร จากการคำนวณมีระยะห่างระหว่างกอในการโรย 5.63 เซนติเมตร และสามารถปรับอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ (ความชื้น 14% w.b.) ต่อพื้นที่ได้ 12, 15 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อปรับความกว้างช่องเปิดที่ 1.91, 2.34 และ 3.12 เซนติเมตร ตามลำดับ (กรณีระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร) และเมื่อปรับความกว้างช่องเปิดที่ 2.29, 2.80 และ 3.75 เซนติเมตร ตามลำดับ (กรณีระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร) ทางออกของเมล็ด

ออกแบบให้สูงจากพื้น 30 เซนติเมตร เพื่อป้องกันปัญหาโคลนอุดตัน สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎีของเครื่องโรยที่ออกแบบประมาณ 3.66 และ4.40 ไร่ต่อชั่วโมง เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 และ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ น้ำหนักเปล่าของเครื่องโรยประมาณ 90 กิโลกรัม

Project Title : Study and Design of Germinated Paddy Row Seeder

Name : Mr. Pramote Ruenrenu ID 48363718

Mr. Khanit Phanphet ID 50363990

Mr. Chainarong Suriya ID 50364034

Mr. Sakchai Namyuang ID 50364270

Project Advisor : Assoc. Prof. Dr. Mathanee Sanguansermsri

Project Co-Advisor : Dr. Rattana Karoonboonyanan

Major : Mechanical Engineering

Department : Mechanical Engineering

Academic Year : 2010

Abstract

The objective of this project is to design the germinated paddy row seeder. Three paddy seeders, namely, 1) hand-cart germinated paddy row seeder, 2) power tiller-mounted germinated paddy row seeder, and 3) hand-cart germinated paddy seeder were studied and tested. The metering devices of first two seeders were the agitator with ten-level adjustable opening. The results showed that the germinated paddy was damaged, the percentage of germination decreased by 3-8% and mud was found stuck at the outlets. The fluted feed roller was used as a metering device in the hand-cart germinated paddy seeder, in which the percentage of germination decreased only 2%. The newly designed eight-row power tiller-mounted germinated paddy row seeder therefore uses fluted feed roller as the metering device. The modified fluted feed rollers are 40-mm shafts, each of which has three flutes of 8 mm wide, 40 mm long and 5 mm deep running at the rotational speed of 289 rpm. There are two seed hoppers, each of which can contain 10 kg of germinated paddy to seed into four rows. The seeder has its adjustable row spacing between 25 and 30 cm with the plant spacing of 5.63 cm. The seeding rate per area (moisture content of 14% w.b.) at 25-cm row spacing can be controlled at 12, 15 and 20 kg/rai by setting the opening above

the metering device at 1.91, 2.34, and 3.12 cm, respectively; at 30-cm row spacing, the settings are 2.29, 2.80, and 3.75 cm, respectively. The seed tubes are 30 cm above the ground to prevent mud from sticking at the outlets. Theoretical field capacities at the traveling speed of 2.93 km/h are 3.66 and 4.40 rai/h at the row spacing of 25 and 30 cm, respectively. The weight of the designed germinated paddy row seeder is approximately 90 kg.

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

โครงงานฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือ ในด้านการให้คำแนะนำในการทำโครงงานจาก รองศาสตราจารย์ ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี และ ดร.รัตนา การุญบุญญานันท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานให้คำปรึกษาแก่ผู้ดำเนินโครงงานตลอดมา ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณวัฒนชัย สุภา ผู้อำนวยการศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับข้าว นอกจากนี้ยังอนุญาตให้ยืมเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม มาทดสอบในการทำโครงงานนี้

ขอขอบคุณ ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดพิษณุโลก (จักรกลเกษตร) ที่ให้ความอนุเคราะห์ เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น มาทดสอบในการทำโครงงานนี้

ขอขอบพระคุณชาวนา บ้านสะพานสาม ตำบลบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความช่วยเหลือด้านพื้นที่แปลงนาทดสอบในการทำโครงงาน

และขอขอบพระคุณบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้ดำเนินโครงงานตลอดมา

ขอขอบพระคุณ

ปราโมทย์ รื่นเรณู

คณิต ปานเพชร

ชัยณรงค์ สุริยา

ศักดิ์ชัย น้ำเยื้อง

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญรูปภาพ	ฌ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญสัญลักษณ์	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ระยะเวลาและแผนปฏิบัติงาน	2
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 งบประมาณที่ใช้	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 วิธีการปลูกข้าวแบบต่างๆ	4
2.2 เครื่องโรยและหยอดข้าวแบบต่างๆ	7
2.3 ข้อมูลเมล็ดพันธุ์ข้าว	11
2.4 สมการที่ใช้ในโครงงาน	12
บทที่ 3 การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกเบื้องต้น	
3.1 หลักการทำงานเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม	15
3.2 ขั้นตอนการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกเบื้องต้น	17
3.3 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล	23
3.4 สรุปผลการทดสอบ	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	
4.1 หลักการทำงานเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	33
4.2 การสร้างชุดทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	35
4.3 ขั้นตอนการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	38
4.4 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล	41
4.5 สรุปผลการทดสอบ	45
บทที่ 5 การออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว	
5.1 กระบวนการออกแบบ	47
5.2 การออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว	48
5.3 สรุปผลการออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว	63
บทที่ 6 สรุปผลการทดสอบและการออกแบบ	
6.1 สรุปผลการทดสอบเครื่องโรยข้าวงอกแบบแถว	66
6.2 สรุปผลการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	67
6.3 สรุปผลการออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว	67
6.4 ข้อเสนอแนะ	68
เอกสารอ้างอิง	69
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	71
ภาคผนวก ข	79
ภาคผนวก ค	82
ภาคผนวก ง	92
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน	111

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก	8
รูปที่ 2.2	เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกต่อพ่วงกับชุดนั่งขับรถไถเดินตาม	8
รูปที่ 2.3	เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว	9
รูปที่ 2.4	เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบตัวทีหัวกลับ	10
รูปที่ 2.5	เครื่องหยอดเมล็ดแบบโรตารี่	10
รูปที่ 2.6	เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2	11
รูปที่ 3.1	เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก	16
รูปที่ 3.2	ส่วนประกอบถังบรรจุเมล็ดเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก	16
รูปที่ 3.3	การวัดขนาดเมล็ดข้าวงอก	18
รูปที่ 3.4	แสดงความยาว ความกว้าง ความหนา และความยาวรากของเมล็ดข้าวงอก	18
รูปที่ 3.5	การหาน้ำหนักและความหนาแน่นของเมล็ดข้าวงอก	19
รูปที่ 3.6	การหาความชื้นของเมล็ดข้าวงอก	19
รูปที่ 3.7	การหามุมการไหลอิสระของเมล็ดข้าวงอก	20
รูปที่ 3.8	การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากในแปลงนา	21
รูปที่ 3.9	การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามในแปลงนา	22
รูปที่ 3.10	ลักษณะของเมล็ดข้าวงอก	23
รูปที่ 3.11	กราฟแสดงมวลเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ยจากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก ที่ระดับช่องเปิด 1-10	25
รูปที่ 3.12	กราฟแสดงมวลเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ยจากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามที่ระดับช่องเปิด 1-10	26
รูปที่ 3.13	เมล็ดข้าวงอกเกิดการแตกหักเสียหาย	32
รูปที่ 3.14	โครงสร้างเกิดการเสียรูปง่าย	32
รูปที่ 3.15	โคลนอุดตันที่ช่องเปิดจ่ายเมล็ด	32
รูปที่ 4.1	เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	34
รูปที่ 4.2	ลักษณะลูกโรยและล้อต้นกำลัง	34
รูปที่ 4.3	ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย	34
รูปที่ 4.4	ชุดทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	35

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.5	ระบบการทำงานของชุดทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	37
รูปที่ 4.6	ชุดทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	38
รูปที่ 4.7	กราฟแสดงมวลข้าวงอกเฉลี่ยจากเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น ที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย 0-5 มิลลิเมตร	42
รูปที่ 5.1	กระบวนการออกแบบ	47
รูปที่ 5.2	กระบวนการทำงานของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว	51
รูปที่ 5.3	ระบบส่งกำลังที่ออกแบบ	54
รูปที่ 5.4	กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดข้าวงอก	57
รูปที่ 5.5	ถังบรรจุเมล็ดข้าวงอก	59
รูปที่ 5.6	แบบเครื่องโรยข้าวเมล็ดงอกแบบแถวที่ออกแบบ	60

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 วิธีการปลูกข้าวแบบต่างๆ	4
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของการปลูกข้าวแบบต่างๆ เพื่อควบคุมข้าววัชพืช	6
ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบผลผลิตข้าวจากการปลูกข้าวโดยวิธีโรยและหว่านแปลงขยายพันธุ์ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ฤดูแล้งปี 2551	7
ตารางที่ 3.1 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบ	24
ตารางที่ 3.2 มุมการไหลอิสระของเมล็ดข้าวงอก	24
ตารางที่ 3.3 เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก	25
ตารางที่ 3.4 การคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ระดับช่องเปิดต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ	27
ตารางที่ 3.5 การคำนวณอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ ที่ระดับช่องเปิดต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ	27
ตารางที่ 3.6 การคำนวณจำนวนต้นข้าวที่งอกต่อพื้นที่ 1 ไร่ ตามเปอร์เซ็นต์การงอก ที่ระดับช่องเปิดต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ	28
ตารางที่ 3.7 การคำนวณความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ ตามจำนวนต้นกล้า 300,000 ต้นต่อไร่ จากเปอร์เซ็นต์การงอก ที่ระดับช่องเปิดต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ	28
ตารางที่ 3.8 การคำนวณอัตราการไหลของข้าวงอกที่ระดับช่องเปิดต่างๆในแปลงนา	29
ตารางที่ 3.9 การคำนวณอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ ที่ระดับช่องเปิดต่างๆในแปลงนา	29
ตารางที่ 4.1 ขนาดพู่เลย์ที่ใช้ในการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	37
ตารางที่ 4.2 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกพิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบ	41
ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	41
ตารางที่ 4.4 การคำนวณหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยระดับต่างๆ	43
ตารางที่ 4.5 การคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกต่อความยาวลูกโรย ที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยระดับต่างๆ	43

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.6 การคำนวณอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ของเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยระดับต่างๆ 44

ตารางที่ 4.7 การคำนวณจำนวนต้นข้าวที่งอกต่อพื้นที่ 1 ไร่ ตามเปอร์เซ็นต์การงอกที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยระดับต่างๆ 44

ตารางที่ 4.8 การคำนวณความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ ตามจำนวนต้นกล้า 300,000 ต้นต่อไร่ จากเปอร์เซ็นต์การงอกที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยระดับต่างๆ 45

ตารางที่ 5.1 ความต้องการของผู้ใช้ 48

ตารางที่ 5.2 กำหนดคุณลักษณะเฉพาะ 49

ตารางที่ 5.3 ความต้องการจากส่วนประกอบของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ออกแบบ 50

ตารางที่ 5.4 การเปรียบเทียบลักษณะการทำงานของเครื่องปลูกข้าวแบบต่างๆ 52

ตารางที่ 5.5 การคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ออกแบบ 55

ตารางที่ 5.6 ผลการคำนวณความยาวลูกโรยที่ออกแบบต่อ 1 แถว 57

ตารางที่ 5.7 คุณสมบัติเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว 63

สารบัญสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
C	สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี	ไร่ต่อชั่วโมง
E	จำนวนต้นกล้าที่สมบูรณ์ในพื้นที่ 1 ไร่	ต้นต่อไร่
G	เปอร์เซ็นต์การงอก	%
i	อัตราทด	
L	หน้ากว้างการทำงาน	เมตร
l_{design}	ความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดที่ออกแบบ	เซนติเมตร
l	ความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ด	เมตร
M	มวลเมล็ดข้าวงอกในภาชนะ	กิโลกรัม
$\%MC$	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	% w.b.
m	อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่	กิโลกรัมต่อไร่
N	จำนวนร่องลูกโรย	ร่อง
T_1	จำนวนฟันเฟืองขับ	ฟัน
T_2	จำนวนฟันเฟืองตาม	ฟัน
T_3	จำนวนฟันเฟืองขับ	ฟัน
T_4	จำนวนฟันเฟืองตาม	ฟัน
P	จำนวนเมล็ดข้าวงอกต่อกิโลกรัม	เมล็ด
Q	อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่อพื้นที่	กิโลกรัมต่อไร่
q_l	อัตราการไหลต่อความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ด	กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเมตร
q	อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก	กิโลกรัมต่อชั่วโมง
R	จำนวนแถว	แถว
r	รัศมี	เมตร
S	ปริมาตรภาชนะ	ลูกบาศก์เมตร
t	เวลา	ชั่วโมง
V	อัตราเร็วการเคลื่อนที่	กิโลเมตรต่อชั่วโมง
v	อัตราเร็วการเคลื่อนที่	เมตรต่อวินาที

สารบัญสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
$W_{(wet)}$	มวลเปียกของเมล็ดข้าว	กิโลกรัม
$W_{(dry)}$	มวลแห้งของเมล็ดข้าว	กิโลกรัม
$W_{(water)}$	มวลน้ำในเมล็ดข้าว	กิโลกรัม
x	ระยะทางที่เครื่องโรยเคลื่อนที่	กิโลเมตร
y	ระยะห่างระหว่างกอ	เซนติเมตร
ω	ความเร็วเชิงมุม	เรเดียนต่อวินาที
$\omega_{\text{จับ}}$	ความเร็วเชิงมุมเฟืองขับ	เรเดียนต่อวินาที
$\omega_{\text{ตาม}}$	ความเร็วเชิงมุมเฟืองตาม	เรเดียนต่อวินาที
ρ	ความหนาแน่นมวลรวม	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันเกษตรกรจังหวัดพิษณุโลกนิยมปลูกข้าวแบบนาหว่านน้ำตมมากที่สุด รองลงมาคือนาดำ และนาโยน เนื่องจากการปลูกแบบนาหว่านน้ำตมมีความสะดวก ใช้ต้นทุนต่ำและใช้แรงงานน้อย แต่การปลูกแบบนี้ยังมีปัญหาอยู่ในเรื่องความสม่ำเสมอในการหว่านจึงทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ การควบคุมวัชพืชยาก ส่งผลทำให้ผลผลิตได้น้อย ถึงแม้ว่านาดำและนาโยนจะให้ผลผลิตที่สูงกว่านาหว่านแต่ก็ยังมีความยุ่งยากในการเพาะกล้า ต้องเสียเวลาในการเพาะกล้าและใช้แรงงานเพิ่มขึ้น ทางศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก [1] จึงได้นำเครื่องโรยข้าวมาช่วยในการทำนาหว่านน้ำตม จากการทดลองปลูกในแปลงนาจริงของเกษตรกรพบว่าได้ผลผลิตสูงกว่านาหว่าน อย่างไรก็ตามยังพบปัญหาในการใช้เครื่องโรยดังกล่าว คือ ต้องใช้แรงงานคนในการลาก ในบางครั้งจะมีการติดหล่มและมีโคลนอุดตันที่ช่องปล่อยเมล็ด

จากปัญหาดังกล่าวผู้ดำเนินโครงการ จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาและทดสอบเครื่องโรยข้าวงอกแบบคนลาก แบบต่อพ่วงรถไถเดินตามและเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น โดยนำผลการทดสอบมาออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวต่อพ่วงรถไถเดินตาม เพื่อให้ได้เครื่องที่มีประสิทธิภาพในการปลูกข้าวแบบนาน้ำตม ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมวัชพืชได้ง่าย ลดปัญหาการเกิดโรคและแมลง ลดขั้นตอนการเพาะกล้า ลดอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ซึ่งจะทำให้ลดต้นทุนในการผลิต อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ศึกษาและทดสอบเครื่องโรยข้าวงอกแบบคนลาก แบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม และเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

1.2.2 ออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานนี้จะศึกษาและทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก และเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น (Kubota Seeder) รุ่น SR-K610TH ของศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดพิษณุโลก (จักรกลเกษตร) แล้วนำผลการศึกษาและทดสอบมาออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวโดยเป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถเดินตาม ซึ่งใช้สำหรับปลูกข้าวในพื้นที่นาน้ำตมโดยลักษณะการทำงานของเครื่องจะทำการโรยข้าวงอกให้เป็นแถวโดยมีระยะห่างระหว่างแถว 25 หรือ 30 เซนติเมตร เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้ทดสอบคือ พันธุ์พิษณุโลก 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาวิธีการและปัญหาการปลูกข้าวแบบนาดำ นาหว่านน้ำตม นาโยน และเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่ใช้ปลูกพืชชนิดต่างๆ

1.4.2 ศึกษาและทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกเบื้องต้น แบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม

1.4.3 ศึกษาและทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

1.4.4 ออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

1.4.5 วิเคราะห์และสรุปผล จัดทำรายงาน

1.5 ระยะเวลาและแผนปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2553							2554				
	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. ศึกษาวิธีการและปัญหาการปลูกข้าวและเครื่องทุ่นแรง	■	■	■	■								
2. ศึกษาและทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกเบื้องต้น			■	■	■	■						
3. ศึกษาและทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น					■	■	■					
4. ออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว							■	■	■			
5. วิเคราะห์และสรุปผล จัดทำรายงาน								■	■	■	■	■

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ผลการทดสอบเครื่องโรยข้าวงอกเบื้องต้นแบบคนลาก และแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก และเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น ของศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดพิษณุโลก (จักรกลเกษตร)

1.6.2 แบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

1.6.3 สามารถนำแบบเครื่องปลูกข้าวแบบโรยเป็นแถวไปประยุกต์และพัฒนาต่อไปได้

1.6.4 เพื่อลดระยะเวลาในการปลูก และลดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน

1.7 งบประมาณ

1.7.1 อุปกรณ์สร้างเครื่องทดสอบ	710	บาท
1.7.2 เมล็ดพันธุ์ข้าว (พิษณุโลก 2)		
- กระสอบละ 25 กิโลกรัม 7 กระสอบ	3,290	บาท
1.7.3 วัสดุอุปกรณ์การจัดทำรายงาน	500	บาท
รวมทั้งสิ้น	4,500	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 วิธีการปลูกข้าวแบบต่างๆ

ขั้นตอนโดยสรุปของวิธีการปลูกข้าวแบบนาหว่านน้ำตม นาดำและนาโยน แสดงดังตารางที่ 2.1 และต้นทุนการผลิตแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 วิธีการปลูกข้าวแบบต่างๆ [1], [2], [3]

รูปแบบการทำนา	ขั้นตอนการทำนา
นาหว่านน้ำตม	1. การเตรียมแปลง หลังเก็บเกี่ยวข้าวทิ้งแปลงนาให้แห้งอย่างน้อย 1 เดือน ปล่อยน้ำเข้าพอให้ดินชุ่มแล้วไถดะ ปล่อยน้ำเข้านาต่อมาไถแปร แล้วคราดหรือใช้ลูกทุบช่วย ปล่อยน้ำแช่ไว้ จากนั้นก่อนปลูกข้าวหนึ่งวันระบายน้ำออกเพื่อปรับเทือกหรือการปรับพื้นที่นาให้สม่ำเสมอ แล้วแบ่งกระทงนาโดยการทำร่องน้ำตามความยาวของแปลงนาออกเป็นแปลงย่อยๆกว้าง 3-5 เมตร 2. การเพาะข้าวงอก นำเมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่น้ำ 12-24 ชั่วโมง แล้วนำไปหุ้มกระสอบป่าน 30-48 ชั่วโมง ระหว่างการหุ้มรดน้ำให้ชุ่มจนมีรากงอกยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร ก่อนนำไปหว่านนำเมล็ดข้าวงอกผึ่ง 1-2 ชั่วโมง 3. การหว่าน นำเมล็ดข้าวงอกไปหว่านลงในแปลงโดยการหว่านเดินตามร่องน้ำที่เตรียมไว้ เกษตรกรใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 20-30 กิโลกรัมต่อไร่ (การหว่านน้ำตมแนะนำอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 15-20 กิโลกรัมต่อไร่)
นาปักดำ	1. การเพาะกล้า นำเมล็ดพันธุ์ไปแช่น้ำให้รากงอกแล้วนำเมล็ดข้าวงอกไปหว่านในแปลงกล้า ให้น้ำจนกล้ามีอายุ 20-25 วัน จึงนำไปปักดำโดยทำการถอนกล้าขึ้นจากแปลงกล้าแล้วมัดรวมกันเป็นมัดๆ นำไปปักดำในแปลงนาที่ได้เตรียมไว้

ตารางที่ 2.1 วิธีการปลูกข้าวแบบต่างๆ [1], [2], [3] (ต่อ)

รูปแบบการทำนา	ขั้นตอนการทำนา
นาปักดำ	**2. การเตรียมแปลง** มีลักษณะเหมือนกับการเตรียมแปลงแบบนาหว่านน้ำตม แต่มีการคงระดับน้ำ 5-10 เซนติเมตร เพราะเมื่อไม่มีน้ำ ลมอาจพัดถูกต้นข้าวจนล้มลงได้ แต่ถ้าระดับน้ำในนานั้นลึกมาก ต้นกล้าจะจมน้ำมีผลทำให้แตกกอน้อย **3. การปักดำ** นำกล้าที่ได้จากการเพาะไปปักดำลงในนาที่เตรียมไว้ โดยทั่วไปต้องปักดำให้เป็นแถวเป็นแนว ปักดำกอละ 3-5 ต้น ลึกประมาณ 3-5 เซนติเมตร มีระยะปักดำหรือระยะระหว่างกอ 20-30 เซนติเมตรและระหว่างแถว 20-30 เซนติเมตร อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 7-10 กิโลกรัมต่อไร่
นาโยน	**1. การเพาะกล้า** นำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ต้องการจะปลูกไปเพาะที่ถาดเพาะกล้า หลุมละ 3-5 เมล็ด คลุมด้วยกระสอบป่านรักษาความชื้นจนกว่าข้าวจะงอก 3-4 วันนำกระสอบป่านออกแล้วรดน้ำต่อไปจนกล้าอายุ 12-16 วันหรือขนาดความยาวต้นกล้าประมาณ 3-5 นิ้ว ก่อนโยนลงแปลง **2. การเตรียมแปลง** มีลักษณะเหมือนกับการเตรียมแปลงแบบนาหว่านน้ำตม **3. การโยนกล้า** คงระดับน้ำในแปลงประมาณ 1 เซนติเมตร นำกล้าข้าวที่เพาะในถาดอายุ 12-16 วัน โยนลงในแปลงที่เตรียมไว้ให้กระจายสม่ำเสมอ คนโยนกล้าจะหยิบต้นกล้าในถาดกล้าแล้วโยนกล้าขึ้นสูงกว่าระดับศีรษะลงในแปลง ต้นกล้าจะกระจายตัวพุ่งลงตั้งตรงหรือเอนเล็กน้อย หลังโยน 1-2 วันให้เติมน้ำ เกษตกร 1 คนโยนต้นกล้าได้ 3-5 ไร่ต่อวัน อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 3-4 กิโลกรัมต่อไร่ (60-70 ถาด)

จากการศึกษาและปฏิบัติในการปลูกข้าวอินทรีย์ที่ศูนย์บริการวิชาการเกษตร อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (ของมูลนิธิชัยพัฒนา) อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2545-2548 ได้ทำการทดลองปลูกข้าวปทุมธานี 1 ด้วยการปลูกวิธีหว่านน้ำตม วิธีปักดำ และวิธีโยนกล้าจากผลการทดลองได้แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตด้วยวิธีการปลูกข้าวแบบต่างๆ [2] ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของการปลูกข้าวแบบต่างๆ เพื่อควบคุมข้าววัชพืช (ไม่รวมค่าสารเคมีป้องกันกำจัดโรค แมลง และน้ำมันสูบน้ำเข้านา)

ต้นทุนการจัดการ (บาท/ไร่)	วิธีการปลูกข้าว			
	หว่านน้ำตม	ปักดำ		โยนกล้า
		คน	เครื่อง	
1. เตรียมแปลง (แบบประณีต)	610	610	610	610
2. เมล็ดพันธุ์ (กก.ละ 22 บาท)	440	154	(220)	88
3. ค่าเพาะกล้า (นาโยนรวมค่าถาดเพาะกล้า)	-	100	-	137
4. หว่านกล้า, ปักดำ, โยนกล้า	50	1200	1500	100
5. ค่าปุ๋ย	948	948	948	948
6. ค่ากำจัดวัชพืช + ค่าแรง	385	110	110	110
7. ค่าตัดข้าววัชพืช	800	-	-	-
7. ค่าเกี่ยวนวด	450	450	450	450
8. รวมต้นทุนการผลิต	3683	3572	3618	2443

หมายเหตุ เครื่องปักดำต้นทุนค่าปักดำรวมค่าเมล็ดพันธุ์และค่าเพาะกล้า

จากตารางที่ 2.2 พบว่าการปลูกข้าววิธีหว่านน้ำตมมีต้นการผลิตสูงเนื่องจากค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าตัดต้นข้าววัชพืช ส่วนวิธีปักดำมีต้นทุนการผลิตสูงเนื่องมาจากค่าปักดำและค่าเพาะกล้า ดังนั้นสามารถลดต้นทุนการผลิตค่าใช้จ่ายต่างๆ โดยการปลูกข้าวแบบโรยเป็นแถวเหมือนนาดำ ต้นข้าวที่ได้เจริญเติบโตเป็นระเบียบซึ่งทำให้ต้นข้าวแตกกอได้ดี ควบคุมข้าววัชพืชได้ดีทำให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าวิธีหว่านน้ำตม ลดอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่และต้นทุนการผลิตแสดงดังตารางที่ 2.3 ปลูกข้าวโดยใช้ข้าวงอกเหมือนนาหว่านน้ำตมซึ่งทำให้ลดระยะเวลาและค่าเพาะกล้า

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบผลผลิตข้าวจากการปลูกข้าวโดยวิธีโรยและหว่านแปลงขยายพันธุ์ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ฤดูแล้งปี 2551 [1]

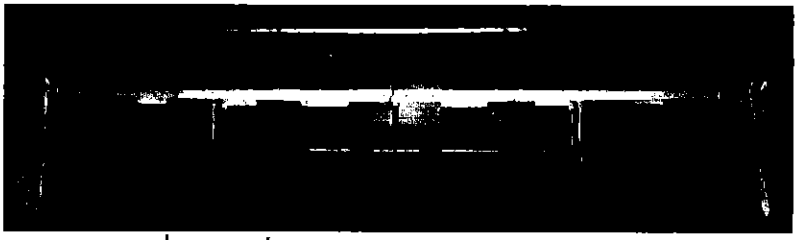
ชื่อเกษตรกร	อัตราเมล็ดพันธุ์ที่โรย (กก./ไร่)	ผลผลิตที่ได้จากการโรย (กก./ไร่)	อัตราเมล็ดพันธุ์ที่หว่าน (กก./ไร่)	ผลผลิตที่ได้จากการหว่าน (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่มขึ้น (กก./ไร่)	ลดต้นทุนการผลิต (บาท/ไร่)
นายเฮง คงเดช	16	1240	22	1160	80	84
นางไพวัน คะระวะดี	10	1280	22	1200	80	168
นางบัวลอย ยิ้มมา	12	1500	20	1100	400	112
นายชลิต บุญลาด	10	1200	20	1000	200	140
นางอำภร สีเอี่ยม	12	1300	20	1000	300	112
นายไปร่ ภู่รอด	12	1200	20	950	250	112
นายฉลอง มายิ้ม	10	1000	20	910	90	140
นายพล เกณแกษกรณ์	12	1025	20	950	75	112
เฉลี่ย	**11.8**	**1218.2**	**20.5**	**1033.8**	**184.7**	**122.5**

จากตารางที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าการปลูกข้าวโดยวิธีโรยให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าวิธีหว่าน 184.7 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถลดอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่เฉลี่ย 8.7 กิโลกรัมต่อไร่ (ลดลงประมาณ 42%) และลดต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 122.5 บาทต่อไร่

2.2 เครื่องโรยและหยอดข้าวแบบต่างๆ

2.2.1 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากดังรูปที่ 2.1 ใช้ปลูกข้าวนาน้ำตมแบบโรยเป็นแถว โดยใช้คนลาก ตามที่ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก ได้นำมาทดลองใช้ในแปลงนาของเกษตรกร ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2.3 เครื่องนี้จะโรยเมล็ดครั้งละ 8 แถว โดยมีระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ถังบรรจุเมล็ดมีใบกวนเพื่อให้ข้าวไหลออกสะดวกขึ้น มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 10-15 กิโลกรัมต่อไร่ อัตราการทำงานประมาณ 5 ไร่ต่อวัน



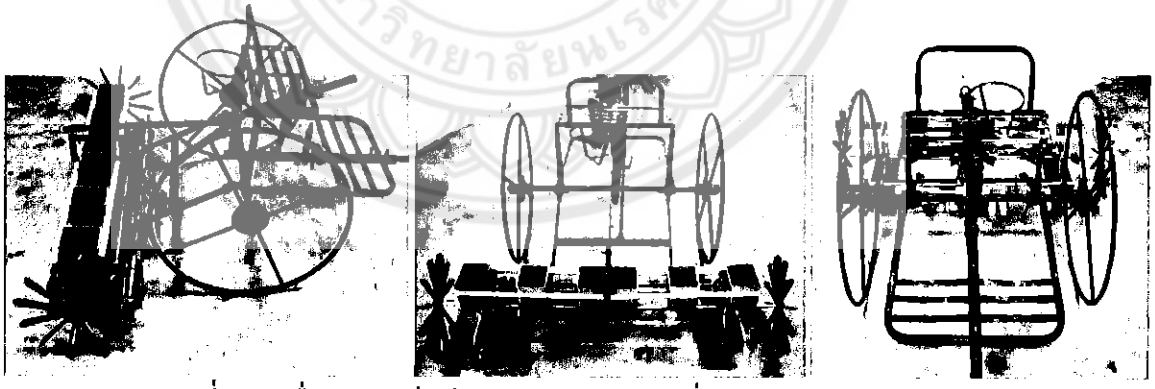
รูปที่ 2.1 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก [1]

ข้อดี กำหนดระยะห่างระหว่างแถวของการปลูกได้ ลดอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่

ข้อเสีย ใช้แรงงานคนในการลากจึงเกิดความเมื่อยล้า ในบางครั้งจะมีการติดหล่มและมีดินโคลนไป อุดทางไหลของเมล็ดทำให้อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกไม่ต่อเนื่อง

2.2.2 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม เป็นเครื่องโรยอีกแบบหนึ่งที่ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลกได้นำมาทดลองในแปลงนาเกษตรกร เป็นแบบนั่งขับ ดังรูปที่ 2.2 ใช้ปลูกข้าวนาน้ำตมแบบโรยเป็นแถว โรยเมล็ดครั้งละ 6 แถว มีระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ถังบรรจุเมล็ดมีใบกวนเพื่อให้ข้าวไหลออกสะดวกขึ้น มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 10-15 กิโลกรัมต่อไร่ และมีอัตราการทำงานประมาณ 10 ไร่ต่อวัน



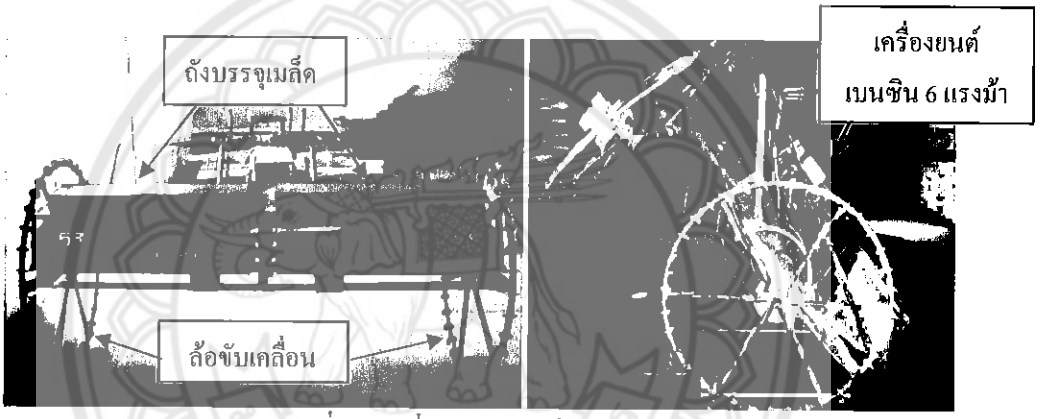
รูปที่ 2.2 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกต่อพ่วงกับชุดนั่งขับรถไถเดินตาม [1]

ข้อดี สามารถกำหนดระยะห่างระหว่างแถวของการปลูก ลดอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ ลดความเมื่อยล้าเนื่องจากไม่ต้องลากจูง

ข้อเสีย ในบางครั้งจะมีการติดหล่มและมีดินโคลนไปอุดทางไหลของเมล็ดทำให้อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกไม่ต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามเครื่องโรยนี้ถูกออกแบบให้ใช้งานโดยต่อพ่วงรถไถเดินตามรุ่นเก่า ซึ่งเป็นแบบผลักเลี้ยวทำให้ยากต่อการใช้งาน

2.2.3 เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว

เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวดังรูปที่ 2.3 ของคุณประเทือง ศรีสุข เกษตรกรจังหวัดอุตรดิตถ์ ใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด 6 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ส่งกำลังให้ส่วนล้อขับเคลื่อนมี 2 ล้อ ที่ล้อได้เชื่อมวงแหวนโดยรอบช่วยให้เคลื่อนที่ในโคลนได้สะดวก และส่วนของกลไกควบคุมการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวอยู่ด้านหน้าเครื่องภายในถังบรรจุเมล็ดซึ่งมีลักษณะแกนหมุนทำจากท่อพีวีซีกลมเจาะรูเพื่อให้เมล็ดพันธุ์ข้าวตกลงมาแล้วหมุนปล่อยที่ทางออก อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 10-18 กิโลกรัมต่อไร่ อัตราการทำงานประมาณ 12-16 ไร่ต่อวัน



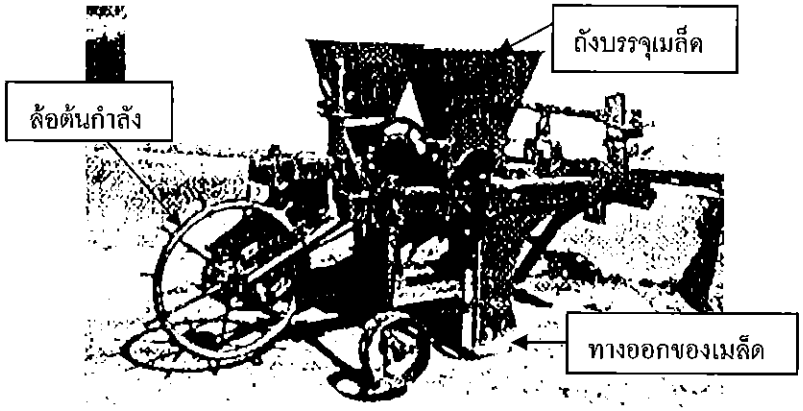
รูปที่ 2.3 เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าว [1], [5]

ข้อดี เครื่องมีความสามารถทำงานในหล่มได้ดี พับเก็บได้ขณะเคลื่อนย้าย

ข้อเสีย ไม่สามารถปรับกลไกระยะห่างระหว่างแถวในการหยอดได้

2.2.4 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบตัวทีหัวกลับ

กองเกษตรวิศวกรรมได้พัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบตัวทีหัวกลับ ดังรูปที่ 2.4 ใช้ต่อพ่วงรถไถเดินตาม หยอดเมล็ดครั้งละ 2 แถว สามารถปรับระยะห่างระหว่างแถวได้ 30-75 เซนติเมตร ล้อต้นกำลังขับเคลื่อนกลไกควบคุมการหยอดเมล็ดพันธุ์ ชนิดลูกหยอดแบบฟองน้ำ ซึ่งไม่ทำให้เกิดการแตกหักของเมล็ดพันธุ์ สามารถหยอดเมล็ดพืชได้หลายชนิด อัตราการทำงานประมาณ 8-10 ไร่ต่อวัน



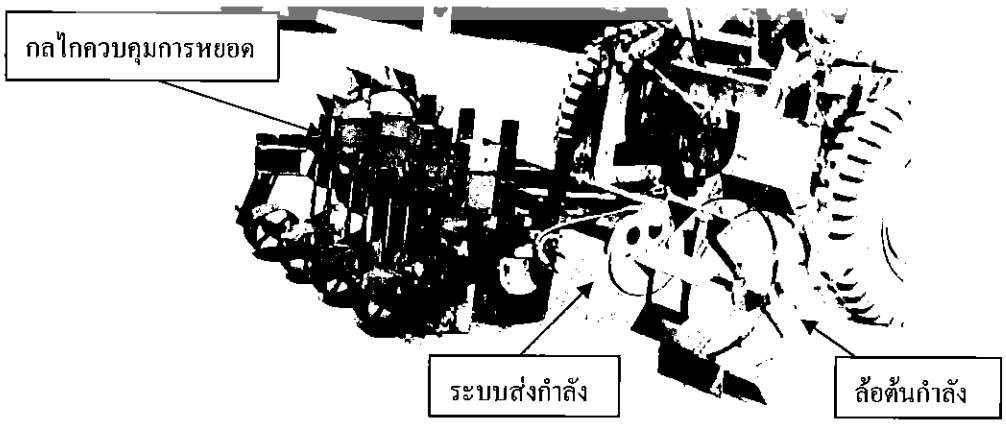
รูปที่ 2.4 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบตัวทีหัวกลับ [6]

ข้อดี มีอุปกรณ์เปิดร่องที่แข็งแรงสามารถใช้ปลูกในพื้นที่ที่ไม่ได้เตรียมดินและมีความชื้นที่ไม่เหมาะสมได้

ข้อเสีย ระบบลูกหยอดเป็นแบบฟองน้ำ อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการกำหนดอัตราการไหลของเมล็ดพันธุ์ และในกรณีฟองน้ำสึกหรอจะทำให้อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่เกินความต้องการ

2.2.5 เครื่องหยอดเมล็ดแบบโรตารี่

เครื่องหยอดเมล็ดแบบโรตารี่เป็นเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์แบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ หยอดเมล็ดครั้งละ 4 แถว กลไกควบคุมการหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นแบบโรตารี่ มีระบบส่งกำลังจากล้อเหล็กด้านข้าง ดังรูปที่ 2.5 อัตราการทำงานได้ประมาณ 15-20 ไร่ต่อวัน



รูปที่ 2.5 เครื่องหยอดเมล็ดแบบโรตารี่ [6]

ข้อดี สามารถทำงานในพื้นที่ราบเรียบได้ดี และต้องมีการเตรียมพื้นที่ปราณีต

ข้อเสีย ไม่เหมาะกับพื้นที่ต่างระดับ เพราะควบคุมอัตราการไหลของเมล็ดพันธุ์ได้ยาก และระบบส่งกำลังเป็นสายพานมีผลทำให้กลไกควบคุมการหยอดเมล็ดพันธุ์ของระบบทำงานไม่ต่อเนื่อง

2.3 ข้อมูลเมล็ดพันธุ์ข้าว

การทดสอบในโครงงานนี้ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว พิษณุโลก 2 มีลักษณะเมล็ดดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2 [1]

ลักษณะประจำพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2 มีลักษณะดังต่อไปนี้ [7]

- พันธุ์ข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง (ต้นเตี้ย) สูงประมาณ 114 เซนติเมตร
- คุณภาพเมล็ดดี รูปร่างเรียวยาว มีท้องไข่น้อย คุณภาพการสีดีมาก
- เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง บนเมล็ดมีขน ระยะพักตัวของเมล็ด 8 สัปดาห์
- ขนาดของข้าวเปลือกยาว 10.50 มิลลิเมตร กว้าง 2.55 มิลลิเมตร หนา 1.96 มิลลิเมตร
- ขนาดของข้าวกล้องยาว 7.90 มิลลิเมตร กว้าง 2.17 มิลลิเมตร หนา 1.65 มิลลิเมตร
- องค์ประกอบผลผลิต จำนวนรวงต่อตารางเมตร 206 รวง
- มวลข้าวเปลือก 10.64 กิโลกรัมต่อถัง
- จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 108 เมล็ด
- มวลข้าวเปลือก 1000 เมล็ด 30.3 กรัม
- อายุเก็บเกี่ยว 119-121 วัน
- ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 807 กิโลกรัมต่อไร่
- พื้นที่ปลูก ทุกภาคในเขตชลประทาน

2.4 สมการที่ใช้ในโครงงาน

2.4.1 การคำนวณความหนาแน่นมวลรวม

การคำนวณความหนาแน่นมวลรวม (bulk density) ของเมล็ดข้าวเมื่อบรรจุในภาชนะหนึ่งๆสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.1

$$\rho = \frac{M}{S} \tag{2.1}$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นมวลรวม (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

M = มวลเมล็ดข้าวงอกในภาชนะ (กิโลกรัม)

S = ปริมาตรภาชนะ (ลูกบาศก์เมตร)

2.4.2 การคำนวณความชื้นเมล็ดข้าว

การคำนวณจะใช้ค่าความชื้นของเมล็ดข้าวในหน่วยของเปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียก (% w.b.) ความชื้นสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.2

$$\%MC = \frac{W_{(wet)} - W_{(dry)}}{W_{(wet)}} \times 100 = \frac{W_{(water)}}{W_{(wet)}} \times 100 \tag{2.2}$$

เมื่อ $\%MC$ = เปอร์เซ็นต์ความชื้น (% w.b.)

$W_{(wet)}$ = มวลเปียกของเมล็ดข้าว (กิโลกรัม)

$W_{(dry)}$ = มวลแห้งของเมล็ดข้าว (กิโลกรัม)

$W_{(water)}$ = มวลน้ำในเมล็ดข้าว (กิโลกรัม)

2.4.3 การคำนวณอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่

อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ สามารถคำนวณได้จากสมการ 2.3

$$m = \frac{q}{0.625VL} \tag{2.3}$$

เมื่อ m = อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)

q = อัตราการไหลของเมล็ดข้าว (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

V = อัตราเร็วการเคลื่อนที่ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

L = หน้ากว้างการทำงาน (เมตร)

2.4.4 การคำนวณความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่

เมื่อทราบค่าอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ และเปอร์เซ็นต์การงอกจะสามารถคำนวณความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 1 ไร่ ซึ่งคำนวณได้จากสมการ 2.4

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

เมื่อ Q = ความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 1 ไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)

E = จำนวนต้นกล้าที่สมบูรณ์ในพื้นที่ 1 ไร่ (ต้นต่อไร่)

P = จำนวนเมล็ดข้าวงอกต่อมวล 1 กิโลกรัม (เมล็ด)

G = เปอร์เซ็นต์การงอก (ทศนิยม)

2.4.5 การคำนวณอัตราเร็วของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

คำนวณได้จากสมการ 2.5

$$V = \frac{x}{t} \tag{2.5}$$

เมื่อ V = อัตราเร็วการเคลื่อนที่ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

x = ระยะทางเคลื่อนที่ (กิโลเมตร)

t = เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (ชั่วโมง)

2.4.6 การคำนวณระยะห่างระหว่างกอของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

การคำนวณระยะห่างระหว่างกอได้จากระยะทางที่ล้อต้นกำลังเคลื่อนที่ได้ 1 รอบต่ออัตราทดกับจำนวนร่องลูกโรย ได้จากสมการ 2.6

$$y = \frac{\pi D}{iN} \tag{2.6}$$

เมื่อ y = ระยะห่างระหว่างกอ (เมตร)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางล้อต้นกำลัง (เมตร)

i = อัตราทดระหว่างล้อต้นกำลังกับเพลาลูกโรย

N = จำนวนร่องลูกโรย (ร่อง)

2.4.7 การคำนวณสมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี

การคำนวณสมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (theoretical field capacity) คำนวณได้จากอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของการทำงานและหน้ากว้างการทำงานของเครื่องจักรได้จากสมการ 2.7

$$C = \frac{VL}{1.6} \qquad (2.7)$$

เมื่อ C = สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (ไร่ต่อชั่วโมง)

V = อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

L = หน้ากว้างการทำงาน (เมตร)

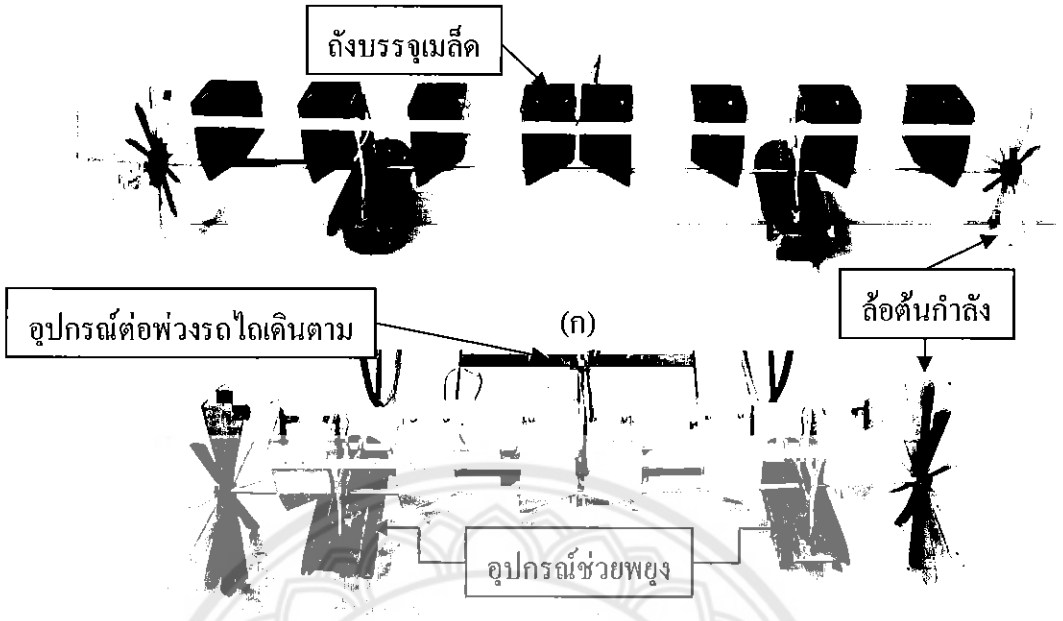
บทที่ 3
การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกเบื้องต้น

การศึกษาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องโรยและกลไกการปล่อยเมล็ดแบบต่างๆ โดยทำการศึกษาหลักการทำงานและทดสอบเครื่องโรยทั้ง 2 แบบทั้งในห้องปฏิบัติการและในแปลงนาจริง โดยศึกษาสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกที่นำมาทดสอบ หาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ เปอร์เซ็นต์การงอกเมื่อผ่านเครื่อง โดยรายละเอียดของวิธีการศึกษาและวิธีการทดสอบมีดังต่อไปนี้

3.1 หลักการทำงานเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามแสดงดังรูปที่ 3.1 และแบบ Drawing แสดงในภาคผนวก ง มีส่วนประกอบดังนี้

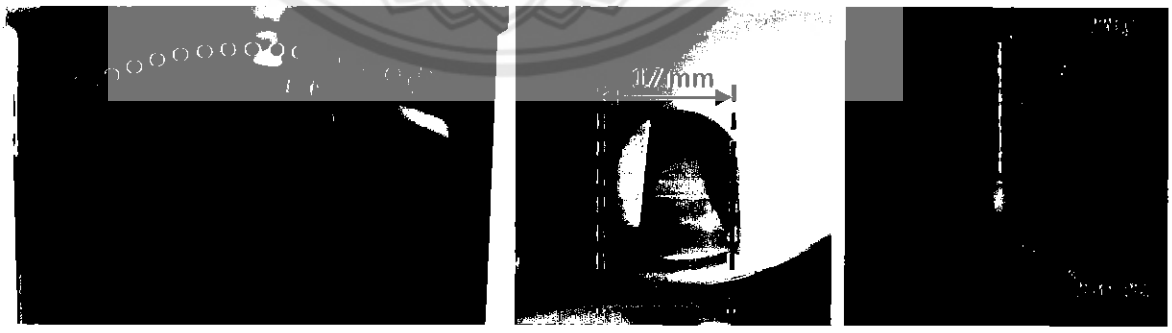
1) *ถังบรรจุเมล็ด* รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ทำจากพลาสติกมีทั้งหมด 8 ถังสำหรับแบบคนลาก และ 6 ถังสำหรับแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม แต่ละถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกได้ 1 กิโลกรัม ผนังถังเอียงทำมุม 45 องศากับแนวระดับ ด้านล่างสุดของถังมีช่องเปิดจ่ายเมล็ดสำหรับให้เมล็ดข้าวไหลออกจำนวน 1 ช่อง
2) *กลไกควบคุมปริมาณเมล็ด* (รูปที่ 3.2) เป็นแผ่นเหล็กบางใช้สำหรับปรับระยะความกว้างของช่องเปิดจ่ายเมล็ด มีขีดบอกระดับช่องเปิด 1-10 ซึ่งตัวเลขมากขึ้นช่องเปิดจ่ายเมล็ดจะกว้างขึ้นที่ระดับช่องเปิด 10 มีความกว้างช่องเปิด 17 มิลลิเมตร
3) *ล้อต้นกำลัง* แบบคนลากทำด้วยโลหะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 39 เซนติเมตร และแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามทำด้วยพลาสติกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45.5 เซนติเมตร ใช้สำหรับขับเพลาใบกวนให้หมุนกวนในถังบรรจุเมล็ด ทำให้เมล็ดข้าวไม่จับตัวกันและไหลออกได้สะดวกขึ้น
4) *อุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถเดินตามแบบนั่งขับ* (รูปที่ 2.2) เป็นอุปกรณ์ช่วยผ่อนแรงมีที่นั่งขับขณะต่อพ่วงรถไถเดินตาม มี 2 ล้อ และมีจุดเชื่อมต่อกับรถไถเดินตาม
5) *อุปกรณ์ช่วยพยุง* ใช้รับน้ำหนักโครงสร้างและมวลเมล็ดพันธุ์ และช่วยยกช่องเปิดจ่ายเมล็ดให้อยู่สูงจากพื้นโดยน 7 เซนติเมตร



รูปที่ 3.1 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก (ก) แบบคนลาก (ข) แบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม

หลักการทำงาน

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามนี้มีหลักการทำงาน คือ ใช้ล้อต้นกำลังในการหมุนเพลาใบกวน ทำให้ใบกวนหมุนไปตามทิศทางเดียวกับล้อต้นกำลัง สามารถปรับอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกโดยการปรับระดับช่องเปิดจ่ายเมล็ด (รูปที่ 3.2 (ก)) โดยการเลื่อนกลไกปรับระดับช่องเปิดตามความต้องการ



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบถังบรรจุเมล็ดเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก
(ก) ชุดปรับระดับช่องเปิดจ่ายเมล็ด (ข) ช่องเปิดจ่ายเมล็ด (ค) ใบกวน

3.2 ขั้นตอนการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกเบื้องต้น

การเตรียมเมล็ดข้าวงอก

1) ชั่งเมล็ดพันธุ์ข้าว (พิษณุโลก 2) จำนวน 15 กิโลกรัม
2) นำเมล็ดข้าวที่ชั่งน้ำหนักแช่น้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง
3) เมื่อครบ 12 ชั่วโมง นำข้าวขึ้นจากน้ำและหุ้มด้วยกระสอบป่านระยะเวลา 36 ชั่วโมง ระหว่างการหุ้มทำการรดน้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง
4) ก่อนทดสอบ นำเมล็ดข้าวงอกผึ่งลมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

3.2.1 การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

3.2.1.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอก

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

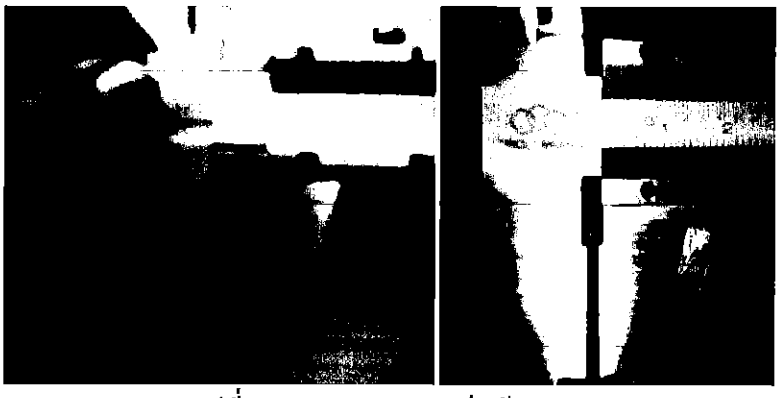
1) เพื่อหาขนาดและความยาวรากเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบ
2) เพื่อหามวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ด และความหนาแน่นมวลรวมของเมล็ดข้าวงอก
3) เพื่อหาค่าความชื้นของเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบ
4) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์
5) เพื่อหามุมการไหลอิสระของเมล็ดข้าวงอกบนพื้นผิววัสดุแต่ละชนิด

อุปกรณ์ที่ใช้

1) เวอร์เนียร์คาลิเปอร์
2) เครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ MORITA รุ่น MS-3L
3) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล 2 ตำแหน่ง
4) ชุดวัดมุมการไหล
5) วัสดุแผ่นเรียบเพื่อทดสอบหามุมการไหลอิสระของเด็ดข้าวงอก ได้แก่ แผ่นพลาสติกอะคริลิค, แผ่นเหล็ก และแผ่นอลูมิเนียม ขนาด 25x50 cm^2
6) ภาชนะทรงกระบอก

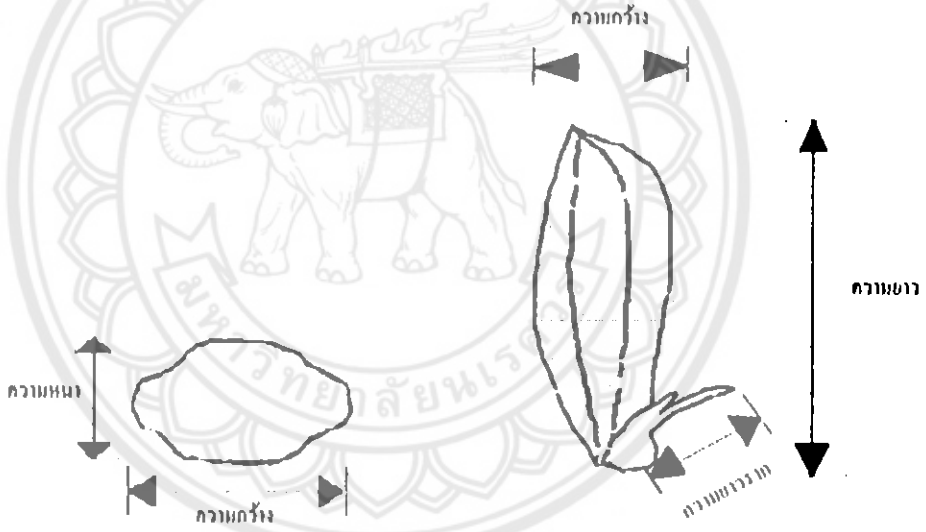
3.2.1.2 การหาขนาดและความยาวราก

สุ่มเมล็ดข้าวงอกจำนวน 10 เมล็ด ทำการวัดขนาดความกว้าง ความยาว ความหนา และความยาวรากของเมล็ดข้าวงอกโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3.3 การวัดขนาดเมล็ดข้าวงอก

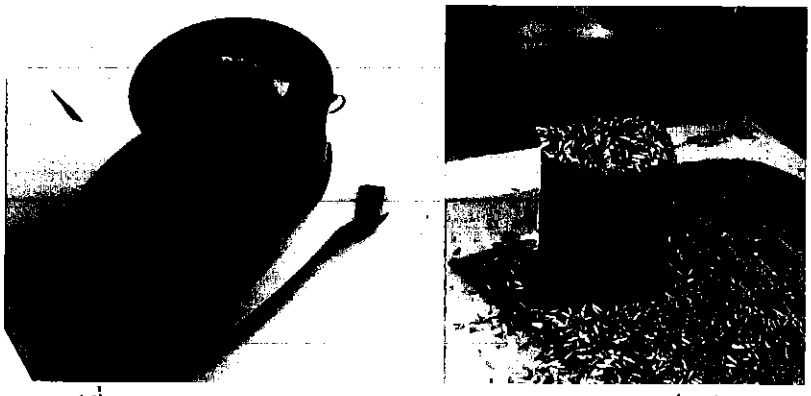
ลักษณะเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบแสดง ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงความยาว ความกว้าง ความหนา และความยาวรากของเมล็ดข้าวงอก

3.2.1.3 การหามวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ดและความหนาแน่นมวลรวม

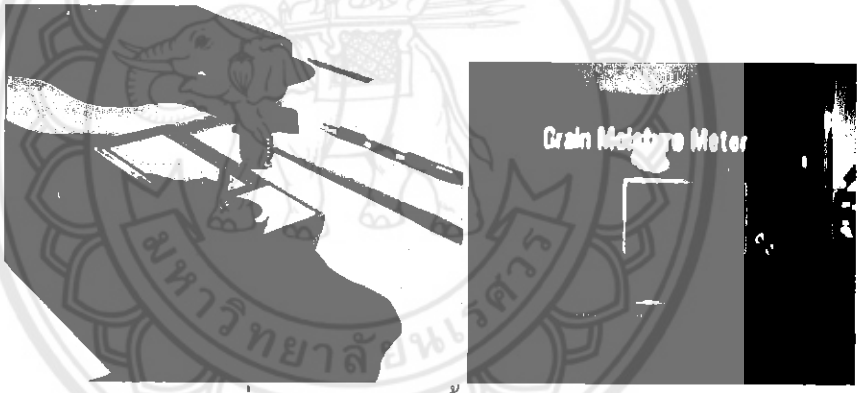
1) สุ่มเมล็ดข้าวงอกมา 100 เมล็ด ชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผลทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย
2) นำเมล็ดข้าวงอกใส่ภาชนะทรงกระบอกที่ทราบปริมาตรโดยปาดให้เรียบ แล้วนำข้าวงอกในภาชนะทรงกระบอกไปชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผล ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง คำนวณหาความหนาแน่นมวลรวม โดยใช้สมการที่ 2.1



รูปที่ 3.5 การหามวลและความหนาแน่นมวลรวมของเมล็ดข้าวงอก

3.2.1.4 การหาความชื้นของเมล็ดข้าวงอก

สุ่มเมล็ดข้าวงอกประมาณ 5-7 เมล็ดนำมาทดสอบด้วยเครื่องวัดความชื้นแล้วบันทึกผล ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3.6 การหาความชื้นของเมล็ดข้าวงอก

3.2.1.5 การหาขนาดมุมการไหลอิสระของเมล็ดข้าวงอก

เพื่อทดสอบหามุมการไหลอิสระของเมล็ดข้าวงอกบนพื้นผิวต่างๆ ได้แก่ พลาสติกอะคริลิค, เหล็ก, อลูมิเนียม และระหว่างเมล็ดข้าวงอกด้วยกันโดยแผ่นเรียบที่ติดเมล็ดข้าวงอกทั่วทั้งแผ่น การทดสอบโดยโรยเมล็ดข้าวงอกบนแผ่นพื้นผิวที่ต้องการทดสอบ ซึ่งวางในแนวระดับติดตั้งชุดวัดมุมและค่อยๆยกปลายด้านหนึ่งของแผ่นเรียบขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งเมล็ดข้าวงอกเริ่มเคลื่อนที่ลง บันทึกมุมเมื่อเมล็ดข้าวงอกเริ่มไหลอย่างอิสระ

รูปที่ 3.7 การหามุมการไหลอิสระของเมล็ดข้าวงอกบนพื้นผิวต่างๆ

3.2.1.6 การหาเปอร์เซ็นต์การงอก

1) สุ่มเมล็ดข้าวงอกจำนวน 100 เมล็ดไปเพาะในตะกร้าโดยในตะกร้าบรรจุทรายที่เตรียมไว้ ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง
2) รดน้ำเช้าและเย็นระยะเวลา 7 วัน แล้วทำการนับจำนวนต้นข้าวที่งอกบันทึกผล หาค่าเฉลี่ย

3.2.1.7 การทดสอบหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก

การทดสอบมีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก ที่ระดับช่องเปิด 1-10 ในห้องปฏิบัติการโดยจัดให้เครื่องโรยอยู่กับที่และใช้การหมุนล้อต้นกำลังด้วยมือโดยให้เพลาใบกวนมีความเร็วรอบเท่ากับเมื่อเครื่องโรยเคลื่อนที่จริง โดยแบบคนลากใช้ความเร็วรอบล้อต้นกำลัง 20.8 รอบต่อนาที (ความเร็วในการเคลื่อนที่ 1.49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามใช้ความเร็วรอบล้อต้นกำลัง 34.1 รอบต่อนาที (ความเร็วในการเคลื่อนที่ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

อุปกรณ์ที่ใช้

1) เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม
2) เมล็ดพันธุ์ข้าวงอก (พิษณุโลก 2)
3) นาฬิกาจับเวลา
4) เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 0.25 กิโลกรัมและขนาด 3 กิโลกรัม
5) ตะกร้า ถาด และถุงพลาสติกแบบซิปล็อค

การทดสอบเครื่องโรยแบบคนลาก

1) นำเมล็ดข้าวงอกใส่ถังบรรจุเมล็ด ถังละ 1 กิโลกรัม จนครบทุกถัง รองถาดรับเมล็ดข้าวงอกที่ช่องเปิดจ่ายเมล็ดของถังบรรจุแต่ละถัง
2) ปรับระดับช่องเปิดของถังบรรจุเมล็ดเริ่มที่ระดับ 1 ทั้ง 8 ถังบรรจุ

3) ใช้มือทำการหมุนล้อต้นกำลังโรยเมล็ดจำนวน 20.8 รอบ ในเวลา 1 นาที

4) นำเมล็ดที่ได้แต่ละถาดไปชั่งน้ำหนักและบันทึกผล ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

5) ทำซ้ำข้อ 2-4 โดยเพิ่มระดับช่องเปิดจนครบทั้ง 10 ระดับ

6) นำเมล็ดข้าวงอกที่ระดับช่องเปิดเดียวกันมารวมกัน และทำการสุ่มเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ด เพื่อไปเพาะหาเปอร์เซ็นต์การงอก ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

การทดสอบเครื่องโรยแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม

1) นำเมล็ดข้าวงอกใส่ถังบรรจุเมล็ด ถังละ 1 กิโลกรัม จนครบทุกถังรองถาดรับเมล็ดข้าวงอกที่ช่องเปิดจ่ายเมล็ดของถังบรรจุแต่ละถัง

2) ปรับระดับช่องเปิดของถังบรรจุเมล็ดเริ่มที่ระดับ 1 ทั้ง 6 ถังบรรจุ

3) ใช้มือทำการหมุนล้อต้นกำลังโรยเมล็ดจำนวน 34.1 รอบ ในเวลา 1นาที

4) นำเมล็ดที่ได้แต่ละถาดไปชั่งน้ำหนักและบันทึกผล ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

5) ทำซ้ำข้อ 2-4 โดยเพิ่มระดับช่องเปิดจนครบทั้ง 10 ระดับ

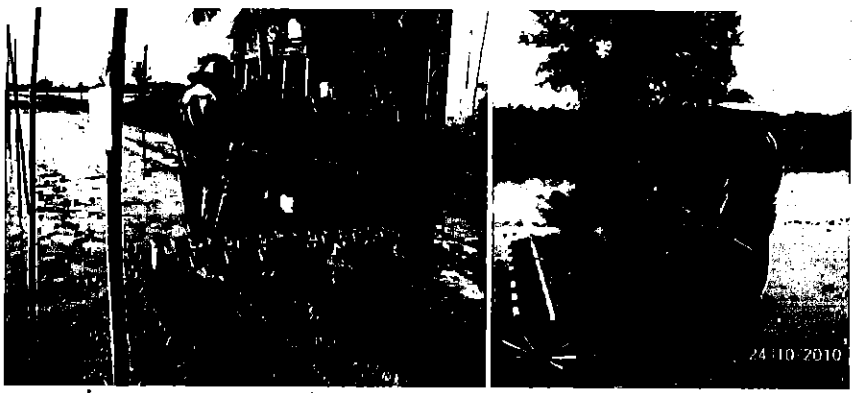
6) นำเมล็ดข้าวงอกที่ระดับช่องเปิดเดียวกันมารวมกัน และทำการสุ่มเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ด เพื่อไปเพาะหาเปอร์เซ็นต์การงอก ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

3.2.2 การทดสอบในแปลงนา

การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามในแปลงนา โดยทำการทดสอบใน วันที่ 24 และ 25 ตุลาคม 2553 บ้านสะพานสาม ตำบลบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก โดยกำหนดค่าต่างๆดังนี้

1) อัตราเร็วคนลาก อัตราเร็วรถไถเดินตามใช้เกียร์ 1 และอัตราเร็วรถไถเดินตามเกียร์ 2 ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,000 รอบต่อนาที วิ่งเป็นระยะทาง 10 เมตร

2) กำหนดระยะในการเก็บผลการทดสอบ ทุกระยะ 2 เมตร



รูปที่ 3.8 การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากในแปลงนา

รูปที่ 3.9 การทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามในแปลงนา

3.2.2.1 การทดสอบหาอัตราเร็วของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก

1) ทำการลากเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากในแปลงนาทดสอบเป็นระยะทางตรง 10 เมตร จับเวลาระหว่างการทดสอบ แล้วบันทึกผลทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

2) นำเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามต่อกับรถไถเดินตามขับในแปลงนาทดสอบเป็นระยะทางตรง 10 เมตร ที่เกียร์ 1 และเกียร์ 2 ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,000 รอบต่อนาที จับเวลาระหว่างการทดสอบแล้วบันทึกผล ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

3.2.2.2 การทดสอบหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก

1) นำเมล็ดข้าวงอกใส่ในถังบรรจุเมล็ดทั้ง 8 ถัง ถังละ 1 กิโลกรัม

2) ทำการปรับระดับช่องเปิดโดยถังที่ 1 ปรับที่ระดับ 1 ถังที่ 2 ปรับที่ระดับ 2 ถังที่ 3 ปรับที่ระดับ 3 โดยทำทั้ง 10 ระดับช่องเปิด

3) ทำการทดสอบเครื่องโดยโรยเมล็ดข้าวงอก ระยะทางตรง 10 เมตร

4) เก็บเมล็ดข้าวที่ตกในแปลงนาที่ระยะ 2 เมตรถึง 4 เมตรจากจุดเริ่มต้น แล้วบันทึกผลทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาจำนวนเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ย

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม

1) นำเมล็ดข้าวงอกใส่ในถังบรรจุเมล็ดทั้ง 6 ถัง ถังละ 1 กิโลกรัม

2) ทำการปรับระดับช่องเปิดโดยถังที่ 1 ปรับที่ระดับ 1 ถังที่ 2 ปรับที่ระดับ 2 ถังที่ 3 ปรับที่ระดับ 3โดยทำทั้ง 10 ระดับช่องเปิด

3) ทำการทดสอบเครื่องโดยโรยเมล็ดข้าวงอก ทางตรงระยะ 20 เมตร

4) เก็บเมล็ดข้าวที่ตกในแปลงนาที่ระยะ 2 เมตรถึง 4 เมตรจากจุดเริ่มต้น แล้วบันทึกผลทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาจำนวนเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ย

3.2.2.3 การทดสอบหาคุณสมบัติของดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงนาทดสอบจำนวน 9 จุด นำดินมารวมกัน ส่งตรวจห้อง ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อหาประเภทของดินคุณภาพดิน

3.2.2.4 การทดสอบหาความลึกของโคลน

นำแท่งเหล็กทดสอบจุ่มลงในโคลนแล้วนำขึ้นมาวัดความยาวของรอยโคลนที่ติดอยู่ทั้ง 9 จุดบนแปลงนา บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย

3.3 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

3.3.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าว

เมล็ดพันธุ์ข้าวงอก (พิษณุโลก 2) ที่เตรียมโดยการแช่น้ำ 12 ชั่วโมงและหุ้มด้วยกระสอบป่าน 36 ชั่วโมงระหว่างการหุ้มทำการรดน้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 3.10 มีสมบัติทางกายภาพและเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย แสดงดังตารางที่ 3.1

รูปที่ 3.10 ลักษณะของเมล็ดข้าวงอก

ตารางที่ 3.1 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบ

ลักษณะทางกายภาพ	
ขนาดของเมล็ดเฉลี่ย	
- กว้าง (มิลลิเมตร)	2.45
- ยาว (มิลลิเมตร)	10.23
- หนา (มิลลิเมตร)	2.03
ความยาวรากเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	1.91
ความชื้นมาตรฐานเปียกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	23.30
มวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ดเฉลี่ย (กรัม)	3.22
ความหนาแน่นมวลรวมเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	560.52
เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	81.33

จากตารางผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ความชื้นของเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ย 23.30% (w.b.) มวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ดเฉลี่ย 3.22 กรัม และเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย 81.33%

จากการศึกษาหามุมการไหลอิสระของเมล็ดข้าวงอกบนแผ่นวัสดุชนิดต่างๆ ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 มุมการไหลอิสระของเมล็ดข้าวงอกทดสอบบนพื้นผิวต่างๆ

วัสดุ	มุมที่เริ่มไหลอย่างอิสระ (องศา)
พลาสติกอะคริลิค	30
เหล็ก	25
อลูมิเนียม	45
แผ่นเรียบติดเมล็ดข้าวงอก	63

จากตารางที่ 3.2 พบว่ามุมการไหลอิสระของเมล็ดข้าวงอกมีค่าสูงสุดเท่ากับ 63 องศา ซึ่งเป็นกรณีที่เมล็ดข้าวงอกเริ่มไหลผ่านเมล็ดข้าวงอกด้วยกัน ดังนั้นในการออกแบบถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกควรจะมีมุมเอียงมากกว่า 63 องศาเมื่อเทียบกับแนวระดับ

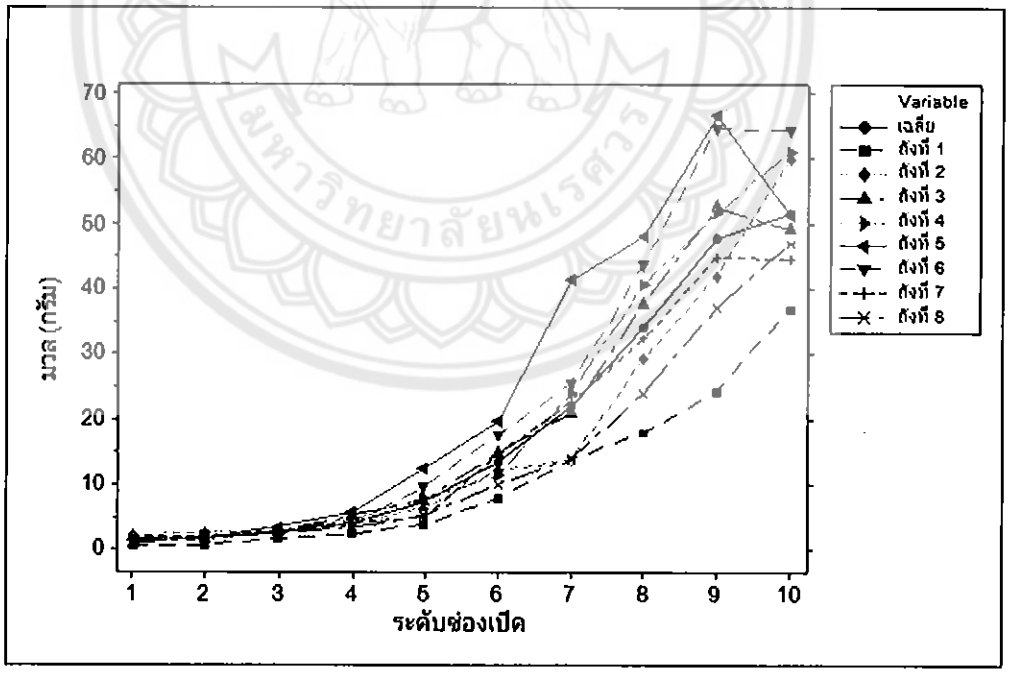
ตารางที่ 3.3 เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยที่ทำการทดสอบ

ชนิดเครื่องโรย	ระดับช่องเปิด									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คนลาก	61.67	61.00	61.67	62.00	60.67	59.67	61.00	67.33	70.67	78.33
ต่อพ่วงรถไถเดินตาม	57.00	57.00	59.67	60.67	61.33	61.67	63.67	67.33	71.33	73.00

จากตารางที่ 3.3 จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยค่อยๆเพิ่มขึ้นตามระดับช่องเปิดที่สูงขึ้นซึ่งหมายถึงช่องเปิดที่มีความกว้างเพิ่มขึ้น และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ระดับช่องเปิด 9-10 จากผลการทดสอบสรุปได้ว่าระดับช่องเปิด 10 เปอร์เซ็นการงอกเฉลี่ยสูงสุด

3.3.2 ผลการทดสอบหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก

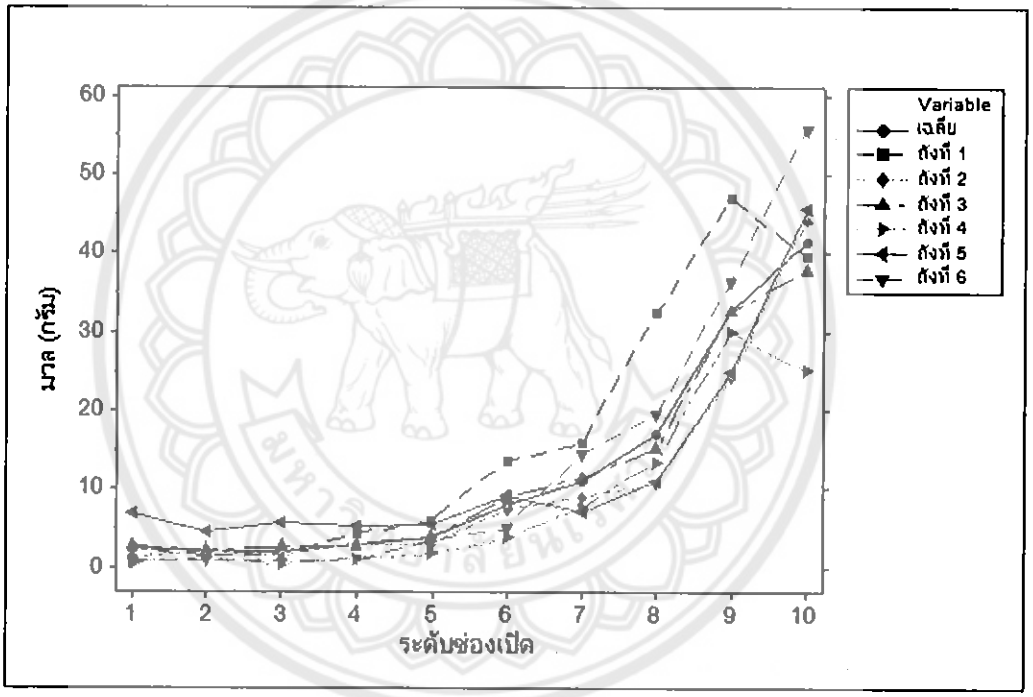
ผลการทดสอบหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องโรยแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามในห้องปฏิบัติการ แสดงดังกราฟในรูปที่ 3.11 และ 3.12 ตามลำดับ



รูปที่ 3.11 มวลของเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ยที่ไหลผ่านช่องเปิดที่ระดับ 1-10 ที่ความเร็วรอบ 20.8 รอบต่อนาที (เทียบเท่ากับเคลื่อนที่จริงความเร็ว 1.49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

จากกราฟในรูปที่ 3.11 พบว่ามวลเมล็ดข้าวงอกมีการไหลเพิ่มขึ้นตามระดับช่องเปิดที่เพิ่มขึ้น โดยระดับช่องเปิดที่ 1-5 มีมวลเพิ่มขึ้นน้อย และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ระดับช่องเปิด 6-10

โดยที่ระดับช่องเปิดต่ำๆ มวลเมล็ดข้าวที่ได้จากแต่ละถังจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อระดับช่องเปิดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณเมล็ดที่ได้จากแต่ละถังมีค่าที่แตกต่างกันมากขึ้น ที่ระดับช่องเปิด1 ปริมาณเมล็ดข้าวที่ไหลจากแต่ละถังมีค่าแตกต่างกันสูงสุด 1.44 กรัม และเพิ่มเป็น 42.53 กรัมที่ระดับช่องเปิด 9 โดยปริมาณเมล็ดข้าวที่ไหลจากถังที่ 1 และ 5 จะมีค่าที่ต่างจากถังอื่นๆ พบว่าเมล็ดข้าวที่ไหลจากถังที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดที่ทุกระดับช่องเปิด สำหรับค่าปริมาณเมล็ดที่ไหลสูงสุดส่วนใหญ่ (ระดับช่องเปิด 3-9) มาจากถังที่ 5 อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณข้าวที่ได้จากถัง 5 ที่ระดับช่องเปิด 10 มีค่าลดลง ทั้งนี้สันนิษฐานว่าอาจเกิดการอุดตันขึ้น



รูปที่ 3.12 มวลของเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ยที่ไหลผ่านช่องเปิดที่ระดับ 1-10 ที่ความเร็วรอบ 34.1 รอบต่อนาที (เทียบเท่ากับเคลื่อนที่จริงด้วยความเร็ว 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

จากกราฟในรูปที่ 3.12 พบว่ามวลเมล็ดข้าวงอกมีการไหลเพิ่มขึ้นตามระดับช่องเปิดที่เพิ่มขึ้น โดยระดับช่องเปิดที่ 1-5 มีมวลเพิ่มขึ้นน้อย และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ระดับช่องเปิด 6-10 โดยที่ระดับช่องเปิดต่ำๆ มวลเมล็ดข้าวที่ได้จากแต่ละถังจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อระดับช่องเปิดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณเมล็ดที่ได้จากแต่ละถังมีค่าที่แตกต่างกันมากขึ้น ที่ระดับช่องเปิด1 ปริมาณเมล็ดข้าวที่ไหลจากแต่ละถังมีค่าแตกต่างกันสูงสุด 6.24 กรัม และเพิ่มเป็น 30.68 กรัมที่ระดับช่องเปิด 10 โดยปริมาณเมล็ดข้าวที่ได้จากถังที่ 5 จะมีค่าสูงกว่าถังอื่นๆ เล็กน้อยในช่วงระดับช่องเปิด 1-5 ขณะที่เมล็ดข้าวที่ไหลจากถังที่ 1 จะเริ่มมีค่าสูงกว่าถังอื่นๆ มากในช่วงระดับช่องเปิด 6-9

จากผลการทดสอบข้างต้นสามารถนำมาคำนวณหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกเมื่อโรยอยู่กับที่ ที่ระดับช่องเปิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ผลการคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ระดับช่องเปิดต่างๆ

ระดับช่องเปิด	อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	
	แบบคนลาก	แบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม
1	0.68	0.94
2	0.88	0.83
3	1.32	0.83
4	2.18	1.13
5	3.70	1.47
6	6.77	2.93
7	11.05	3.98
8	17.15	6.17
9	24.04	11.80
10	25.92	14.96

จากตารางที่ 3.4 พบว่าที่ระดับช่องเปิดสูงขึ้น อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากระดับช่องเปิดกว้างขึ้นข้าวงอกไหลออกช่องเปิดจ่ายเมล็ดได้ง่าย และจากอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกนำไปคำนวณหาอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ ได้จากสมการที่ 2.3 ผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 3.5 โดยตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก ตัวอย่างที่ 3

ตารางที่ 3.5 ผลการคำนวณอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับช่องเปิดต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

เครื่องโรย	ชนิดข้าว	ระดับช่องเปิด									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คนลาก	ข้าวงอก	0.37	0.47	0.66	1.17	1.99	3.63	5.93	9.21	12.91	13.92
	(ข้าวแห้ง)	0.33	0.42	0.59	1.04	1.77	3.24	5.29	8.21	11.51	12.41
ต่อพ่วงรถไถเดินตาม	ข้าวงอก	0.34	0.30	0.30	0.41	0.54	1.07	1.45	2.25	4.30	5.45
	(ข้าวแห้ง)	0.31	0.27	0.27	0.37	0.48	0.95	1.29	2.01	3.83	4.86

หมายเหตุ เมล็ดพันธุ์ข้าวความชื้น 14 % w.b. ข้าวงอกความชื้น 23.3% w.b.

จากตารางที่ 3.5 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ที่แนะนำโดยศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 15-20 กิโลกรัมต่อไร่ [1] พบว่าเครื่องโรยแบบใช้คนลากที่อัตราเร็ว 1.49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์อยู่ในช่วงที่แนะนำที่ระดับช่องเปิด 9-10 ขณะที่เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามที่อัตราเร็ว 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่แนะนำในทุกระดับช่องเปิด

ผลการคำนวณหาจำนวนต้นข้าวที่งอกต่อพื้นที่

จากผลการทดลองอัตราการไหลและเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวที่ระดับช่องเปิดต่างๆ ของเครื่องโรยทั้งสองชนิดข้างต้น สามารถนำมาคำนวณหาจำนวนต้นกล้าที่คาดว่าจะงอกต่อพื้นที่ 1 ไร่ได้ ผลการคำนวณ แสดงดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ผลการคำนวณจำนวนต้นกล้า (ต้นต่อไร่) ที่ระดับช่องเปิดต่างๆ ของเครื่องโรยที่ทดสอบ

ชนิดเครื่องโรย	ระดับช่องเปิด									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คนลาก	7,086	8,963	12,665	22,567	37,481	67,449	112,544	192,799	283,662	338,996
ต่อพ่วงรถไถเดินตาม	6,051	5,343	5,593	7,742	10,181	20,406	28,617	47,066	95,053	123,329

จากตารางที่ 3.6 เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ ที่แนะนำโดยศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวสุราษฎร์ธานี [8] จำนวน 300,000 ต้น ต่อ 1 ไร่ (ไม่เผื่อการแตกกอ) พบว่าเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากที่ระดับช่องเปิดที่ 10 จะให้จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่สูงกว่าเกณฑ์ ขณะที่เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม จะให้จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่แนะนำที่ทุกระดับช่องเปิด กรณีที่ใช้เครื่องโรยแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามและต้องการให้ได้ต้นกล้าจำนวน 300,000 ต้นต่อไร่ เมื่อคำนวณโดยใช้ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกจากการทดลอง สามารถประมาณอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ที่ต้องการที่ระดับช่องเปิดต่างๆ ได้ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ผลการคำนวณอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่) เมื่อต้องการต้นกล้า 300,000 ต้นต่อไร่ ที่ระดับช่องเปิดต่างๆ ของเครื่องโรยที่ทดสอบ

ชนิดเครื่องโรย	ระดับช่องเปิด									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คนลาก	15.66	15.84	15.66	15.58	15.92	16.19	15.84	14.35	13.67	12.33
ต่อพ่วงรถไถเดินตาม	16.95	16.95	16.19	15.92	15.75	15.66	15.17	14.35	13.54	13.23

หมายเหตุ เมล็ดพันธุ์ข้าวความชื้น 14 % w.b. เครื่องโรยแบบคนลากเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 1.49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เครื่องโรยแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกในแปลงนา

ผลการทดสอบในแปลงนามีสภาพเป็นดินเหนียว ระดับความลึกโคลนเฉลี่ย 16.26 เซนติเมตร (ภาคผนวก ก) การคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก และอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ ที่ระดับช่องเปิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.8 และ 3.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.8 ผลการคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ระดับช่องเปิดต่างๆ ในแปลงนา

ระดับช่องเปิด	อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	
	แบบคนลาก	แบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม
1	0.20	0.20
2	0.57	0.15
3	0.98	0.25
4	1.19	0.35
5	2.02	0.65
6	2.12	0.75
7	3.10	0.90
8	3.67	1.10
9	3.83	1.35
10	5.17	2.06

ตารางที่ 3.9 ผลการคำนวณอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับช่องเปิดต่างๆ ในแปลงนา

ชนิดเครื่องโรย	ชนิดข้าว	ระดับช่องเปิด									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คนลาก	ข้าวงอก	0.11	0.31	0.52	0.64	1.08	1.13	1.66	1.97	2.06	2.78
	(ข้าวแห้ง)	0.10	0.29	0.49	0.61	1.02	1.07	1.57	1.86	1.95	2.63
ต่อพ่วงรถไถเดินตาม	ข้าวงอก	0.07	0.05	0.09	0.13	0.24	0.27	0.33	0.4	0.49	0.75
	(ข้าวแห้ง)	0.07	0.05	0.09	0.12	0.23	0.27	0.31	0.38	0.46	0.71

หมายเหตุ เมล็ดพันธุ์ข้าวความชื้น 14% w.b. ข้าวงอกความชื้น 19.36% w.b.

สำหรับเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามที่อัตราเร็ว 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่ามีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก น้อยกว่าเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากที่อัตราเร็ว 1.49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเครื่องทั้ง 2 แบบมีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ในทุกระดับช่องเปิด น้อยกว่าอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ต่ำสุด จากการแนะนำของศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวพิษณุโลก [1] มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 15-20 กิโลกรัมต่อไร่

3.4 สรุปผลการทดสอบ

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพวงรถไถเดินตาม โรยได้ครั้งละ 8 และ 6 แถวตามลำดับ มีระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ประกอบด้วย ถังบรรจุเมล็ดข้าวงอก 1 กิโลกรัมต่อถัง มีจำนวนถังบรรจุเท่ากับจำนวนแถวที่โรย โดยแต่ละช่องเปิดจ่ายเมล็ดสามารถปรับความกว้างของระดับช่องเปิดได้ 1-10 ระดับ

ผลทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ความชื้น 23.3% w.b. ความยาวรากเฉลี่ย 1.91 มิลลิเมตร พบว่าเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก มีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกสูงสุด 24.93 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ช่องเปิดระดับ 10 คิดเป็นอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 13.39 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นจำนวนต้นข้าวที่งอกต่อพื้นที่ตามเปอร์เซ็นต์การงอกได้เท่ากับ 325,727 ต้นต่อไร่ และสมรรถนะทางทฤษฎีเท่ากับ 1.86 ไร่ต่อชั่วโมง (ทดสอบที่ความเร็วรอบล้อต้นกำลัง 20.8 รอบต่อนาที เพื่อให้เทียบเท่ากับการเคลื่อนที่จริงด้วยอัตราเร็ว 1.49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) สำหรับเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามใช้อัตราเร็วการเคลื่อนที่ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกสูงสุด 14.91 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ช่องเปิดระดับ 10 คิดเป็นอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 5.43 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นจำนวนต้นข้าวที่งอกต่อพื้นที่ตามเปอร์เซ็นต์การงอกได้เท่ากับ 123,103 ต้นต่อไร่ และสมรรถนะทางทฤษฎีเท่ากับ 2.75 ไร่ต่อชั่วโมง (ทดสอบที่ความเร็วรอบล้อต้นกำลัง 34.1 รอบต่อนาที เพื่อให้เทียบเท่ากับการเคลื่อนที่จริงด้วยอัตราเร็ว 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่เกียร์ 1 ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,000 รอบต่อนาที) เมล็ดข้าวงอกที่ผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกทั้ง 2 แบบ จะมีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยลดลงตามระดับช่องเปิด จากความต้องการต้นกล้าที่สมบูรณ์จำนวน 300,000 ต้นต่อไร่ สรุปได้ว่าเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากเหมาะสมใช้โรยเมล็ดข้าวงอกที่ช่องเปิดระดับ 10 แต่เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก

แบบต่อพ่วงรถไถเดินตามไม่เหมาะสมในการโรยเมล็ดข้าวงอกเนื่องจากมีจำนวนต้นกล้าที่ได้จากการโรยน้อยกว่า 300,000 ต้นต่อไร่

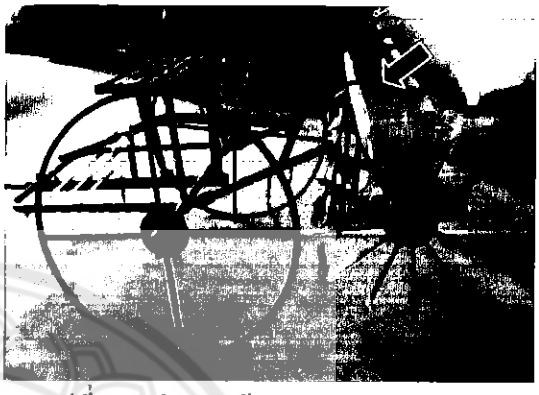
จากการทดสอบในแปลงนาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก แบบต่อพ่วงรถไถเดินตามเกียร์ 1 และแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามเกียร์ 2 มีอัตราเร็วการเคลื่อนที่เฉลี่ย 1.49, 2.93 และ 4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ ซึ่งอัตราเร็วในการเคลื่อนที่แบบต่อพ่วงรถไถเดินตามเกียร์ 2 ไม่เหมาะสมเนื่องจากยากต่อการควบคุมรถไถเดินตามและควบคุมความสม่ำเสมอในการปลูก อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่สูงสุด 2.78 และ 0.75 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ที่ช่องเปิดระดับ 10 จะมีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่น้อยกว่าที่ต้องการ เนื่องจากมีโคลนอุดตันที่ช่องเปิดจ่ายเมล็ด

นอกจากนี้จากการทดสอบพบว่าเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน โดยตัวเครื่องโรยมีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ปัญหาที่พบจากการทดสอบสรุปได้ดังต่อไปนี้

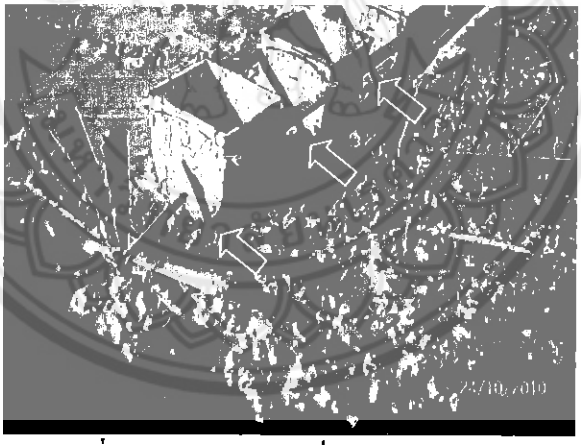
1) โครงสร้างของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกไม่แข็งแรง และเกิดการเสียรูปได้ง่าย
2) ถังบรรจุเมล็ดมีปริมาตรน้อย ทำให้ต้องเติมเมล็ดพันธุ์บ่อยครั้ง และไม่สะดวกในการบรรจุเมล็ดพันธุ์
3) เมล็ดข้าวงอกเกิดการแตกหัก เนื่องจากใบกวนอยู่ชิดกลไกควบคุมปริมาณเมล็ดขณะที่เมล็ดข้าวงอกไหลออกเกิดการเบียดอัดทำให้เมล็ดข้าวเกิดการแตกหักเสียหาย
4) มีโคลนอุดตันที่ช่องเปิดจ่ายเมล็ด เนื่องจากทางออกของเมล็ดข้าวอยู่สูงจากพื้น 7 เซนติเมตร ทำให้เมล็ดข้าวงอกไม่ไหลลงแปลงนา

รูปที่ 3.13-3.15 แสดงปัญหาที่พบจากการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก

รูปที่ 3.13 เมล็ดข้าวงอกเกิดการแตกหักเสียหาย



รูปที่ 3.14 โครงสร้างเกิดการเสียรูปง่าย



รูปที่ 3.15 โคลนอุดตันที่ช่องเปิดจ่ายเมล็ด

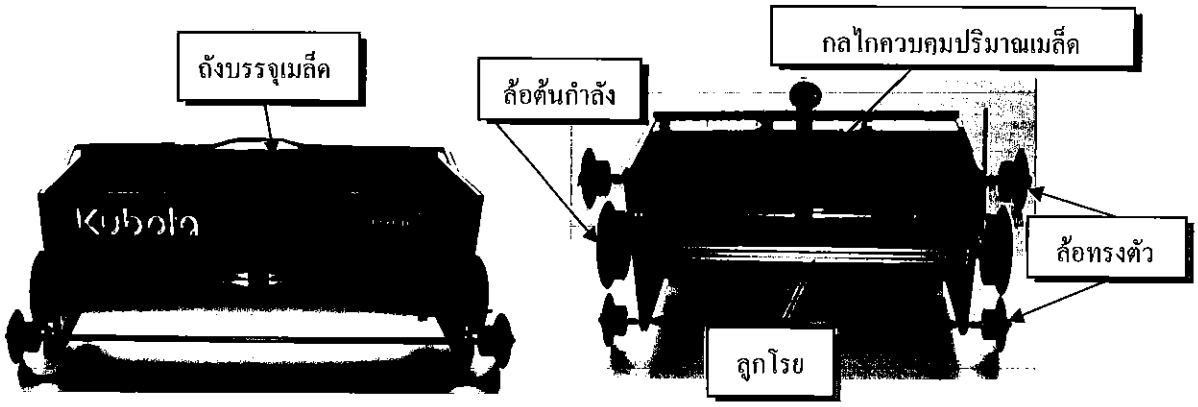
บทที่ 4
การทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

วิธีดำเนินโครงงานประกอบด้วย การศึกษาเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น(Kubota Seeder) รุ่น SR-K610TH โดยทำการศึกษาหลักการทำงานของเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกที่นำมาทดสอบ อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกต่อความยาวลูกโรย อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ และเปอร์เซ็นต์การงอกเมื่อผ่านเครื่อง โดยรายละเอียดของวิธีการศึกษาและวิธีการทดสอบมีดังต่อไปนี้

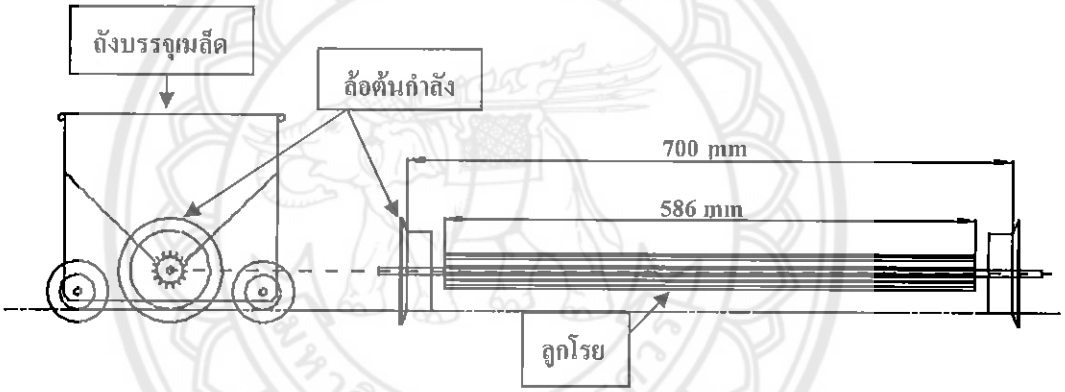
4.1 หลักการทำงานเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น(Kubota Seeder) รุ่น SR-K610T แสดงดังรูปที่ 4.1 และแบบ Drawing แสดงในภาคผนวก ง มีส่วนประกอบดังนี้

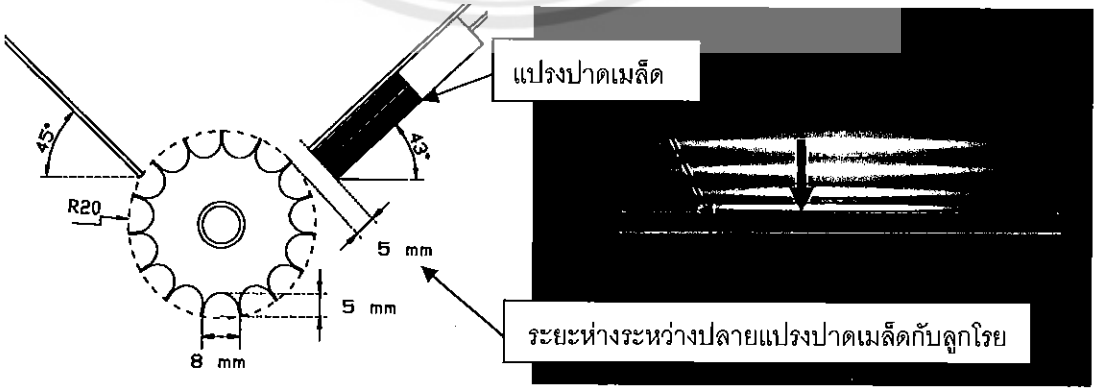
1) *ถังบรรจุเมล็ด* ทำจากแผ่นเหล็ก ยาว 60 เซนติเมตร กว้าง 25.4 เซนติเมตรด้านล่างของผนังทั้งสองด้านเอียงทำมุมเอียง 45 องศาและ 43 องศา สามารถบรรจุเมล็ดข้าวงอกได้ 10 กิโลกรัม ด้านล่างของถังมีช่องสำหรับให้เมล็ดข้าวไหลออก ดังรูปที่ 4.2
2) *ล้อต้นกำลัง* เป็นล้อหุ้มยางมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร มี 2 ล้อ เป็นล้อขับเคลื่อนกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด ดังรูปที่ 4.2
3) *กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด* เป็นลูกโรยแบบเพลาเซาะร่องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ยาว 58.6 เซนติเมตร มีร่องรับเมล็ดตรงแนวกลางลูกโรยจำนวน 15 ร่อง แต่ละร่องกว้าง 8 มิลลิเมตร ลึก 5 มิลลิเมตร ด้านปลายทั้งสองเป็นเพลาล้อต้นกำลัง ดังรูปที่ 4.2
4) *กลไกควบคุมปริมาณเมล็ด* เป็นแปรงขนพลาสติกติดแผ่นอลูมิเนียม ใช้สำหรับปรับความกว้างของช่องเปิดปล่อยเมล็ด หรือระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยได้สูงสุด 5 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 4.3
5) *ล้อทรงตัว* เป็นล้อพลาสติกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร มี 4 ล้อ เป็นล้อช่วยในการเคลื่อนที่ของเครื่องเพาะกล้า เพื่อไม่ให้เกิดการพลิกคว่ำขณะทำงาน



รูปที่ 4.1 เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น (ก) รูปด้านหน้า (ข) รูปด้านล่าง



รูปที่ 4.2 ลักษณะลูกโรยและล้อต้นกำลัง



รูปที่ 4.3 ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย

หลักการทำงาน

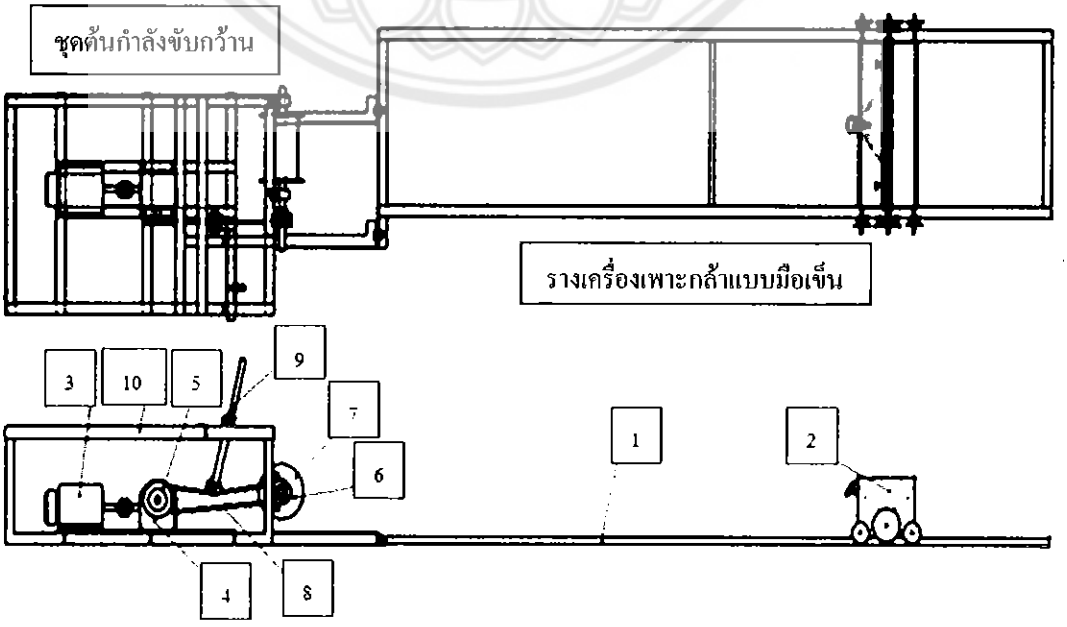
เครื่องเพาะเมล็ดข้าวงอกแบบมือเข็นจะมีถังบรรจุเมล็ดอยู่ด้านบนลูกโรย เพื่อป้อนเมล็ดข้าวงอกให้กับร่องรับเมล็ดตรงแนวกลางลูกโรยแล้วหมุนมาปล่อยเมล็ดลงด้านล่างตามการเคลื่อนที่ของล้อต้นกำลัง สามารถปรับอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกโดยหมุนปรับระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย

4.2 การสร้างชุดทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

การสร้างชุดทดสอบมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบเครื่องเพาะกล้าในอัตราเร็วการทำงานคงที่ 3 ระดับคืออัตราเร็วที่ 1 เท่ากับ 1.49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นอัตราเร็วเฉลี่ยของคนเดินในแปลงนาน้ำตม อัตราเร็วที่ 2 เท่ากับ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นอัตราเร็วเฉลี่ยในแปลงนาน้ำตม ของรถไถเดินตามเกียร์ 1 (ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,000 รอบต่อนาที) และอัตราเร็วที่ 3 เท่ากับ 4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นอัตราเร็วเฉลี่ยในแปลงนาน้ำตม ของรถไถเดินตามเกียร์ 2 (ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,000 รอบต่อนาที) โดยชุดทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ชุดต้นกำลังขับกว้านและรางเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

4.2.1 ส่วนประกอบของชุดทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

ชุดทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นมีส่วนประกอบ ดังรูปที่ 4.4 ดังนี้



รูปที่ 4.4 ชุดทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

ชุดทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น ดังรูปที่ 4.4 มีส่วนประกอบดังนี้

1) รางเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น
2) เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น
3) มอเตอร์ความเร็วรอบเท่ากับ 1450 rpm
4) ชุดเกียร์ทด อัตราทดเท่ากับ 1:40
5) พู่เลย์ตัวที่ 1
6) พู่เลย์ตัวที่ 2
7) กว้านสำหรับเก็บเชือก
8) สายพานตัววี (ร่อง B)
9) กลไกหยุดการหมุนของกว้าน
10) โครงสร้าง

4.2.2 การคำนวณหาขนาดพู่เลย์

กำหนด

- มอเตอร์ความเร็วรอบเท่ากับ 1450 rpm
- ชุดเกียร์ทด อัตราทดเท่ากับ 1:40
- เส้นผ่านศูนย์กลางของกว้านที่ใช้เก็บเชือกเท่ากับ 0.143 เมตร

วิธีการคำนวณ

จาก $\frac{D_1}{D_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1}$ และ $v = \omega r$

$n_2 = \frac{D_1}{D_2}(n_1)$ แทนค่า $n_2 = \frac{9in}{6in}(\frac{1450}{40}\ \text{rpm}) = 54.38$ rpm

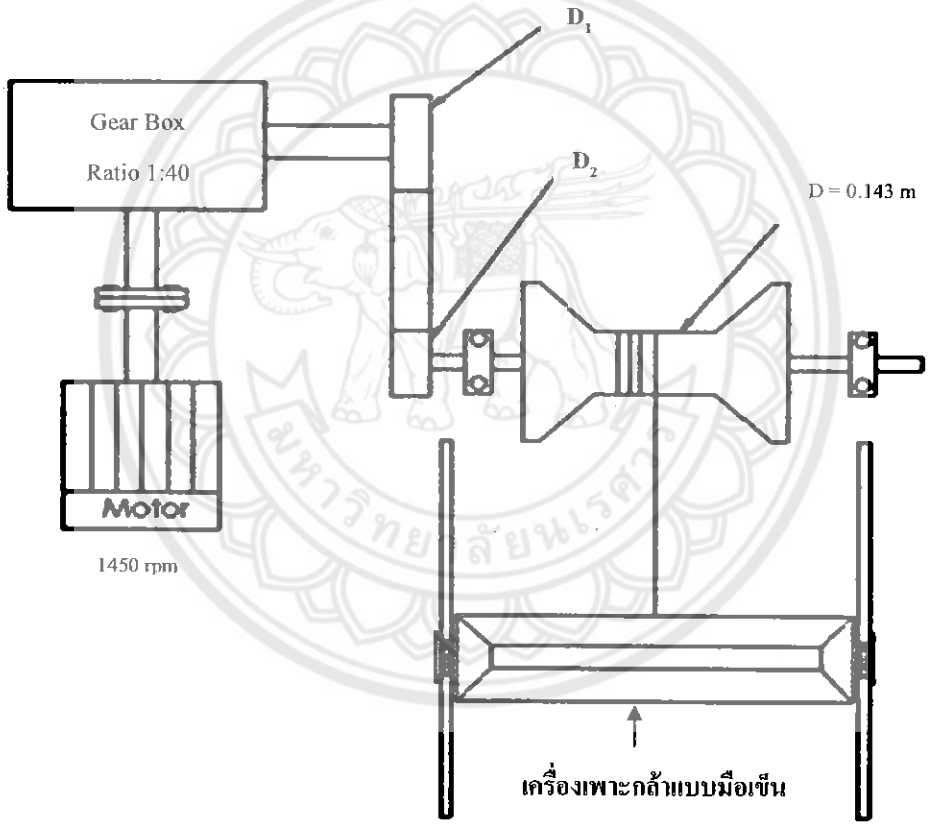
$\omega_2 = (\frac{2\pi}{60})(n_1)$ แทนค่า $\omega_2 = (\frac{2\pi}{60})(54.38) = 5.69$ rad/s

$v = \omega r$ แทนค่า $v = (5.69)(\frac{0.143}{2}) = 0.41$ m/s

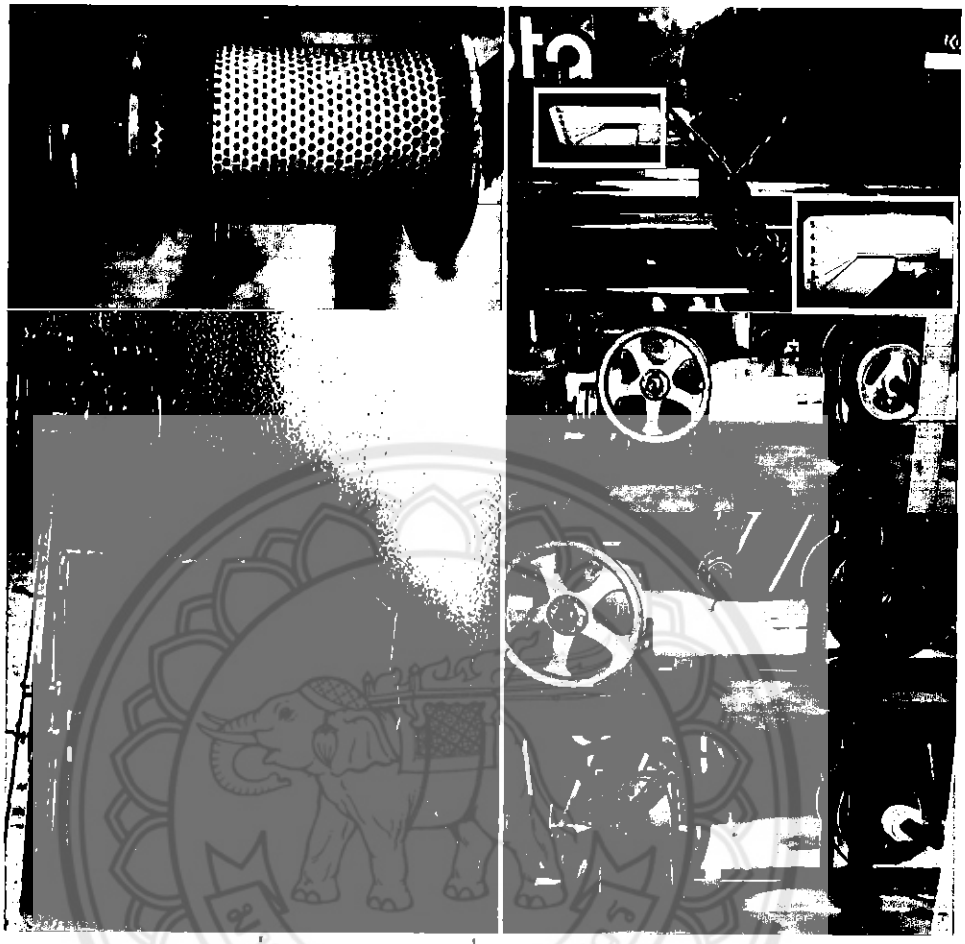
เมื่อหาอัตราความเร็วทั้ง 3 อัตราจะได้ค่าดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ขนาดพู่เลย์ที่ใช้ในการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

อัตราเร็วที่ต้องการ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	D_1 (นิ้ว)	D_2 (นิ้ว)	อัตราเร็วจริง (เมตรต่อวินาที)	ความเร็วเชิงมุมลูกโรย (เรเดียนต่อวินาที)
1.49	9.0	6.0	0.41	9.19
2.93	9.0	3.0	0.81	18.08
4.87	12.5	2.5	1.36	30.06



รูปที่ 4.5 ระบบการทำงานของชุดทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น



รูปที่ 4.6 ชุดทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

4.3 ขั้นตอนการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

การเตรียมเมล็ดข้าวงอก

1) ชั่งเมล็ดพันธุ์ข้าว (พิษณุโลก 2) จำนวน 50 กิโลกรัม
2) นำเมล็ดข้าวที่ชั่งน้ำหนักแช่น้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง
3) เมื่อครบ 12 ชั่วโมง นำข้าวขึ้นจากน้ำและหุ้มด้วยกระสอบป่าน ระยะเวลา 36 ชั่วโมง ระหว่างการหุ้มทำการรดน้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง
4) ก่อนทดสอบ นำเมล็ดข้าวงอกผึ่งลมเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4.3.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอก

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) เพื่อหาขนาดและความยาวรากเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบ
2) เพื่อหามวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ดและความหนาแน่นมวลรวมของเมล็ดข้าวงอก

3) เพื่อหาค่าความชื้นของเมล็ดข้าวงอกที่นำไปทดสอบ

4) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์

อุปกรณ์ที่ใช้

1) เวอร์เนียร์คาลิเปอร์

2) เครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ MORITA รุ่น MS-3L

3) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล 2 ตำแหน่ง

4) ภาชนะทรงกระบอก

4.3.1.1 การหาขนาดและความยาวราก

สุ่มเมล็ดข้าวงอกจำนวน 10 เมล็ด วัดขนาดและความยาวรากโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย

4.3.1.2 การหามวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ดและความหนาแน่นมวลรวม

1) สุ่มเมล็ดข้าวงอกมา 100 เมล็ด ชั่งน้ำหนัก ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย

2) นำเมล็ดข้าวงอกใส่ภาชนะทรงกระบอกโดยปาดให้เรียบแล้วนำข้าวงอกในภาชนะทรงกระบอกไปชั่งน้ำหนัก ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย คำนวณหาความหนาแน่นมวลรวมโดยใช้สมการ 2.1

4.3.1.3 การหาความชื้นของเมล็ดข้าวงอก

สุ่มเมล็ดข้าวงอกประมาณ 5-7 เมล็ดนำมาทดสอบด้วยเครื่องวัดความชื้น ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย

4.3.1.4 การหาเปอร์เซ็นต์การงอก

1) สุ่มเมล็ดข้าวงอกจำนวน 100 เมล็ดไปเพาะในตะกร้าโดยในตะกร้าบรรจุทรายที่เตรียมไว้

2) รดน้ำเวลา เช้าและเย็น เป็นเวลา 7 วัน แล้วทำการนับจำนวนต้นข้าวที่งอกนำค่าไป บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย

4.3.2 การทดสอบหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก คำนวณหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกต่อความยาวลูกโรย และหาเปอร์เซ็นต์การงอกเมื่อผ่านเครื่อง โดยใช้อัตราเร็วการเคลื่อนที่ 3 ระดับคือ อัตราเร็วเฉลี่ยคนเดินในแปลงนาน้ำตม (1.49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) อัตราเร็วเฉลี่ยในแปลงนาน้ำตมของรถไถเดินตามเกียร์ 1 (2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และอัตราเร็วเฉลี่ยในแปลงนาน้ำตมของรถไถเดินตามเกียร์ 2 (4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

ทดสอบที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย 6 ระดับ คือ 0, 1, 2, 3, 4, และ 5 มิลลิเมตรตามลำดับ

อุปกรณ์ที่ใช้

1) เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น (Kubota Seeder) รุ่น SR-K610TH
2) รางเหล็กกว้าง 70 เซนติเมตร ยาว 3 เมตร
3) เมล็ดพันธุ์ข้าว (พิษณุโลก 2) จำนวน 50 กิโลกรัม
4) นาฬิกาจับเวลา
5) เครื่องชั่ง
6) ตลับเมตร
7) พลาสติกรองเมล็ด
8) ถุงซิปล็อค
9) มอเตอร์ไฟฟ้ากำลังขนาด 1 HP 1450 RPM 50 Hz พร้อมแท่นยึด
10) พู่เล่ย์ ขนาด 2.5, 3, 6, 9 และ 12.5 นิ้ว

การทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

1) นำแผ่นพลาสติก ยาว 2 เมตร ปูรองรับเมล็ดข้าวงอกใต้รางเหล็ก
2) ทำการวางเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นบนรางเหล็ก ต่อปลายเชือกด้านหนึ่งกับเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นและปลายเชือกอีกด้านยึดติดกับกว้าน นำเมล็ดข้าวงอกใส่ในถังบรรจุ 10 กิโลกรัม
3) ปรับระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย 6 ระดับโดยเริ่มจาก 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิเมตรตามลำดับ
4) ใช้มอเตอร์ดึงกว้านทำให้เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น เคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นในอัตราเร็ว 3 ระดับอย่างคงที่ 1.49, 2.93 และ 4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ โดยแต่ละระดับทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง
5) นำเมล็ดข้าวงอกที่ตกบนแผ่นพลาสติกระยะ 2 เมตร ใส่ในถุงซิปล็อคทำการชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าวงอก บันทึกผล
6) ปรับเพิ่มระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย โดยทำการทดสอบจากข้อ 3 ถึงข้อ 7 จนครบทุกระดับ ทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย คำนวณหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก, อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่
7) สุ่มเมล็ดข้าว 100 เมล็ดจากทุกครั้งที่ทดสอบ ไปทำการเพาะเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การงอก ระยะเวลา 7 วัน นับจำนวนต้นข้าวที่งอก บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย

4.4 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

4.4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าว

เมล็ดพันธุ์ข้าวงอก (พิษณุโลก 2) ที่เตรียมโดยการแช่น้ำ 12 ชั่วโมง หุ้มด้วยกระสอบป่าน 36 ชั่วโมงระหว่างการหุ้มทำการรดน้ำทุกๆ 4 ชั่วโมง มีสมบัติทางกายภาพและเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยดังแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ใช้ในการทดสอบ

ลักษณะทางกายภาพ	
ขนาดของเมล็ดเฉลี่ย	
-กว้าง (มิลลิเมตร)	2.46
-ยาว (มิลลิเมตร)	10.32
-หนา (มิลลิเมตร)	2.05
ความยาวรากเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	2.30
ค่าความชื้นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์ w.b.)	22.27
มวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ดเฉลี่ย (กรัม)	3.52
ความหนาแน่นมวลรวมเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	567.09
เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย	92

จากตารางผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ความชื้นของเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ย 22.27% w.b. มวลเมล็ดข้าวงอก 100 เมล็ดเฉลี่ย 3.52 กรัม และเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย 92.00%

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวงอกเมื่อผ่านเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

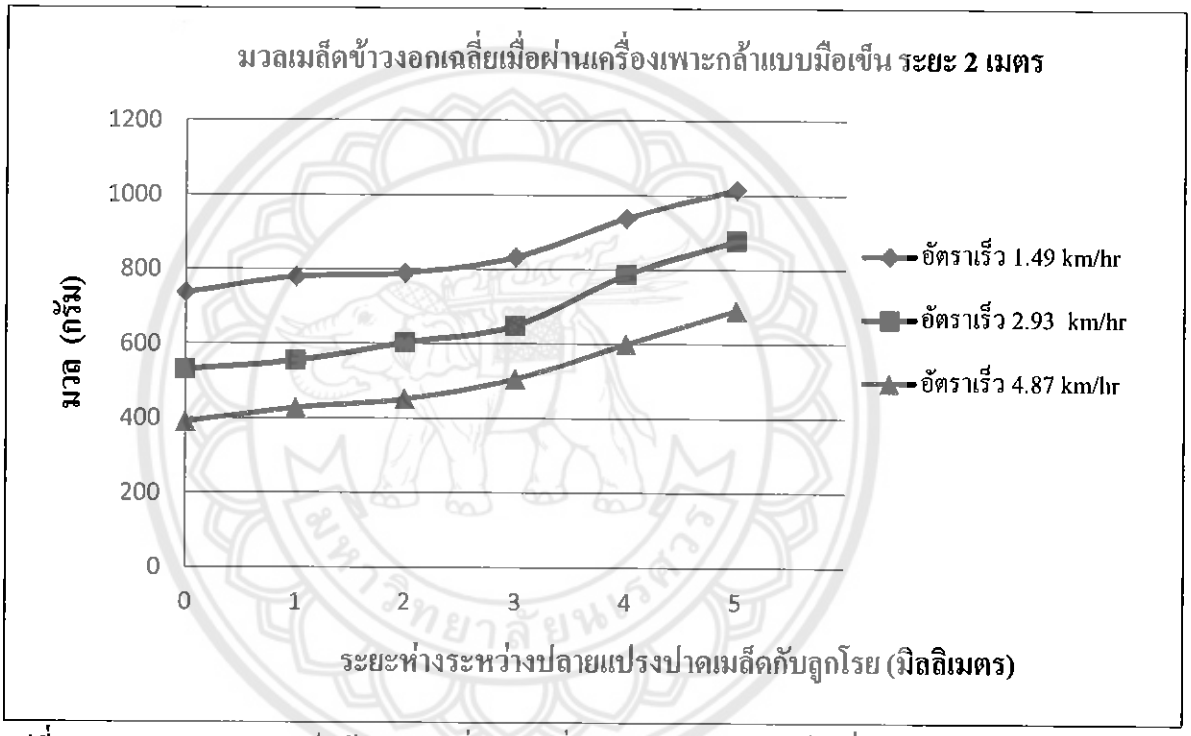
อัตราเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย (มิลลิเมตร)					
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1.49	90.67	89.67	89.00	87.67	86.33	85.67
2.93	90.33	88.67	88.33	87.67	87.33	86.33
4.87	90.00	89.33	89.33	87.33	86.33	85.67

จากผลการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยเมื่อผ่านเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น แสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยสูงสุดที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาด

เมล็ดกับลูกโรย 0 มิลลิเมตร แล้วค่อยๆลดลงตามระดับช่องเปิดที่สูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราเร็วการเคลื่อนที่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอก

4.4.2 ผลการทดสอบหามวลข้าวงอกจากเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

จากการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น โดยมีการปรับระดับช่องเปิด 6 ระดับ โดยทดสอบ 3 อัตราเร็วการเคลื่อนที่ 1.49, 2.93 และ4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงมวลเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ยจากเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น ที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย 0-5 มิลลิเมตร

จากรูปที่ 4.7 อัตราเร็วเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น 1.49, 2.93 และ 4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับพบว่ามวลเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามระดับช่องเปิดที่สูงขึ้นโดยระดับช่องเปิดที่ 0 ถึง 2 มีมวลเพิ่มขึ้นน้อย และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ระดับช่องเปิด 3 ถึง 5 ซึ่งพบว่ามวลเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ยลดลงเมื่ออัตราเร็วการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นในทุกระดับช่องเปิด

ผลการทดสอบหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก

ผลการทดสอบหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกเมื่อเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นเคลื่อนที่บนรางทดสอบ ในอัตราเร็วการเคลื่อนที่ 3 ระดับ ที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย 0-5 มิลลิเมตร แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก ที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยระดับต่างๆ

อัตราเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย (มิลลิเมตร)					
	0	1	2	3	4	5
1.49	948.65	1041.08	1098.73	1232.51	1459.46	1682.51
2.93	774.95	808.91	879.30	947.37	1146.61	1280.11
4.87	543.47	575.41	582.79	614.73	692.19	749.51

จากอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่อัตราเร็วต่างๆสามารถ คำนวณคำนวณหาอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกต่อความยาวลูกโรย แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกต่อความยาวลูกโรย ที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยระดับต่างๆ

อัตราเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย (มิลลิเมตร)					
	0	1	2	3	4	5
1.49	1.26	1.33	1.35	1.42	1.60	1.73
2.93	0.91	0.95	1.03	1.11	1.34	1.50
4.87	0.67	0.73	0.77	0.86	1.02	1.18

จากตารางที่ 4.4 และ 4.5 พบว่าที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยระดับสูงขึ้น อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกต่อความยาวลูกโรยมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน เนื่องจากระยะความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดเพิ่มขึ้นข้าวงอกจึงไหลลงช่องเปิดได้ง่าย จากการทดสอบอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก สามารถนำไปคำนวณหาอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การคำนวณอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ของเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยระดับต่างๆ

อัตราเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)		ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย (มิลลิเมตร)					
		0	1	2	3	4	5
1.49	ข้าวงอก	1002.62	1061.54	1075.16	1134.08	1276.99	1382.73
	(ข้าวแห้ง)	919.70	973.75	986.24	1040.29	1171.38	1268.38
2.93	ข้าวงอก	724.62	756.38	822.20	885.85	1072.15	1196.98
	(ข้าวแห้ง)	664.70	693.83	754.20	812.59	983.48	1097.99
4.87	ข้าวงอก	532.96	584.88	617.27	692.43	819.93	945.24
	(ข้าวแห้ง)	488.88	536.51	566.22	635.17	752.12	867.07

หมายเหตุ เมล็ดพันธุ์ข้าวความชื้น 14 % w.b. ข้าวงอกความชื้น 22.27% (w.b.)

สำหรับเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นที่อัตราเร็ว 1.49, 2.93 และ 4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่ามีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่น้อยสุดที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย 0 มิลลิเมตร ในทุกอัตราเร็ว

ตารางที่ 4.7 การคำนวณจำนวนต้นข้าวที่งอกต่อพื้นที่ 1 ไร่ ตามเปอร์เซ็นต์การงอกที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยระดับต่างๆ

อัตราเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย (มิลลิเมตร)					
	0	1	2	3	4	5
1.49	25,826,001	27,042,233	27,184,420	28,245,768	31,318,794	33,653,030
2.93	18,595,272	19,053,456	20,632,039	22,063,148	26,599,656	29,356,608
4.87	13,626,739	14,843,108	15,665,048	17,178,978	20,109,319	23,005,403

จากตารางที่ 4.7 ตามที่ศูนย์เมล็ดพันธ์ข้าวสุราษฎร์ธานี [8] แนะนำว่า ตามธรรมชาติในพื้นที่ 1 ไร่ จะมีต้นกล้าที่สมบูรณ์ 300,000 ต้น (ไม่มีเผื่อการแตกกอ) พบว่าเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นที่ระดับช่องเปิด 0-5 มีจำนวนต้นกล้ามากกว่าที่กำหนด

ตารางที่ 4.8 การคำนวณความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ ตามจำนวนต้นกล้า 300,000 ต้นต่อไร่ จากเปอร์เซ็นต์การงอกที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยระดับต่างๆ

อัตราเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย (มิลลิเมตร)					
	0	1	2	3	4	5
1.49	11.65	11.78	11.87	12.05	12.23	12.33
2.93	11.69	11.91	11.96	12.05	12.09	12.23
4.87	11.73	11.82	11.82	12.09	12.23	12.33

จากตารางที่ 4.8 เมื่อคำนวณจากเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยตามระดับช่องเปิดต่างๆ จะพบว่าเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นจะใช้งานได้เหมาะสมที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย 0 มิลลิเมตร เนื่องจากมีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับระยะความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดอื่น

4.5 สรุปผลการทดสอบ

เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น มีกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด ชนิดลูกโรยมีถังบรรจุเมล็ดข้าวงอก 10 กิโลกรัมอยู่ด้านบนลูกโรย ล้อต้นกำลังหมุนลูกโรยให้ปล่อยเมล็ดลงด้านล่างตามการเคลื่อนที่ โดยสามารถปรับระดับความกว้างของช่องจ่ายเมล็ดได้สูงสุด 5 มิลลิเมตร โดยทำการทดสอบโรยเมล็ดพันธุ์ข้าวงอก (พิษณุโลก 2) ความชื้น 22.27 % w.b. ความยาวรากเฉลี่ย 2.30 มิลลิเมตร มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย 92 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ชุดทดสอบที่สร้างขึ้นการทดสอบใช้อัตราเร็วการเคลื่อนที่เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น 1.49, 2.93 และ 4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จากการทดสอบพบว่า สำหรับเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นมีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกต่ำสุดที่ระยะห่างระหว่างปลายแปลงปาด 0 มิลลิเมตรทุกอัตราเร็วการเคลื่อนที่ ที่อัตราเร็วการเคลื่อนที่ 1.49กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ความเร็วเชิงมุมลูกโรย 9.19 เรเดียนต่อวินาที) มีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก 948.65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย 90.67 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราเร็ว 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ความเร็วเชิงมุมลูกโรย 18.08 เรเดียนต่อวินาที) มีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก 774.95 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย 90.33 เปอร์เซ็นต์ และที่อัตราเร็ว 4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ความเร็วเชิงมุมลูกโรย 30.06 เรเดียนต่อวินาที) มีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก 543.47 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย 90 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดสอบสรุปได้ว่ากลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดของเครื่องเพาะ

กล้าแบบมือเข็นมีความเหมาะสมในการปลูกเมล็ดข้าวงอก เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเฉลี่ย 1.7 เปอร์เซ็นต์ และอัตราเร็วการเคลื่อนที่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอก มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ต่ำสุดที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย 0 มิลลิเมตร ซึ่งไม่ทำให้เมล็ดข้าวงอกเกิดการแตกหักเสียหาย

เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

ข้อดี

1) กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดทำให้เมล็ดข้าวงอกแตกหักเสียหายน้อย
2) อัตราเร็วการเคลื่อนที่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอก

ข้อเสีย

1) ต้องมีรางสำหรับการเคลื่อนที่
2) จำกัดพื้นที่ใช้งานไม่เหมาะใช้เป็นเครื่องปลูกข้าวในพื้นที่นา
3) มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่สูงมาก

บทที่ 5
การออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวแบบแถว

5.1 กระบวนการออกแบบ

กระบวนการออกแบบมี 4 ขั้นตอนหลัก ดังรูปที่ 5.1

รูปที่ 5.1 กระบวนการออกแบบ

5.1.1 การวิเคราะห์ความต้องการ (Requirements analysis)

เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของการออกแบบโดยจะคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้ มีความต้องการอย่างไร มีลักษณะการทำงานแบบไหนรวมไปถึงข้อจำกัดในการใช้งานต่างๆ เช่น สภาพแวดล้อม พื้นที่ในการใช้งาน เป็นต้น

5.1.2 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ (Specifications)

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากขั้นตอนแรกจะสามารถกำหนดคุณลักษณะเฉพาะเบื้องต้นของชิ้นงานแล้วจึงเพิ่มส่วนประกอบต่างๆตามที่ได้ศึกษาจากความต้องการจะได้รายละเอียดทั้งหมดของชิ้นงานซึ่งจะเป็นตัวกำหนดชิ้นงานที่จะออกแบบว่าจะมีสมรรถนะการทำงานตามที่ต้องการหรือไม่

5.1.3 แนวคิดการออกแบบ (Concept design)

เป็นขั้นตอนที่ผู้ออกแบบต้องตัดสินใจเลือกหลักการทำงานของชิ้นงานรวมไปถึงองค์ประกอบที่ทำให้ชิ้นงานทำงานได้และสามารถปรับเปลี่ยนชิ้นงานที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ขั้นตอนนี้จะได้แบบร่างของชิ้นงานออกมา

5.1.4 การออกแบบรายละเอียด (Detail design)

ผู้ออกแบบจะนำแบบร่างของชิ้นงานจากแนวคิดการออกแบบมาออกแบบรายละเอียด และพิจารณาถึงรายละเอียดต่างๆเช่น ขนาดรูปร่างของโครงสร้าง การคำนวณชิ้นส่วนต่างๆ หลักการทำงาน เป็นต้น เพื่อนำไปเขียนแบบ Drawing ของชิ้นงานสำหรับการผลิต

5.2 การออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

จากกระบวนการออกแบบ จะมีขั้นตอนในการออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวได้ดังนี้

5.2.1 การวิเคราะห์ความต้องการ

จากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้สามารถสรุปได้แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ความต้องการของผู้ใช้

ลำดับที่	ความต้องการ
1	เครื่องปลูกข้าวงอกแบบโรยเป็นแถว
2	ปลูกในพื้นที่นาน้ำตม
3	สะดวกในการใช้งาน
4	ข้าวงอกไม่เกิดความเสียหาย
5	ลดอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่
6	ลดเวลาปฏิบัติงาน

5.2.2 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ

จากความต้องการของผู้ใช้ สามารถกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวได้ แสดงดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 กำหนดคุณลักษณะเฉพาะ

ลำดับ	ความต้องการ	คุณลักษณะเฉพาะ	หมายเหตุ
1	เครื่องปลูกข้าวงอกแบบโรยเป็นแถว	- ระยะห่างระหว่างแถว 25 cm หรือ 30 cm - โรยสม่ำเสมอตามแถว	- ความยาวรากข้าวงอก 1-2 mm - ระยะระหว่างกอประมาณ 5 cm
2	ปลูกในพื้นที่นาน้ำตม	- ทำงานได้ดีในพื้นที่นาน้ำตม	- โคลนลึกเฉลี่ย 16.23 cm - ไม่ติดหล่ม
3	สะดวกในการใช้งาน	- ต่อพ่วงรถไถเดินตาม	- เป็นต้นกำลังที่เกษตรกรถือครองมากที่สุด
4	เมล็ดข้าวงอกไม่เกิดความเสียหาย	- กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดไม่ทำให้ข้าวงอกแตกหักเสียหาย	- เปอร์เซ็นต์การงอกลดลงไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์
5	ลดอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่	- สูงสุด 20 กิโลกรัมต่อไร่	- วิธีหว่านน้ำตม แนะนำอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 15-20 กิโลกรัมต่อไร่ [1]
6	ลดเวลาปฏิบัติงาน	- สมรรถนะทางทฤษฎีไม่ต่ำกว่า 25 ไร่ต่อวัน (เวลาทำงาน 8 ชม./วัน)	- เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก 15 ไร่ต่อวัน - เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม 22 ไร่ต่อวัน

การกำหนดสิ่งที่ต้องการในการออกแบบส่วนประกอบแต่ละส่วนของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ให้มีความสามารถในการทำงานตามที่ได้กำหนด แสดงดังตารางที่ 5.3

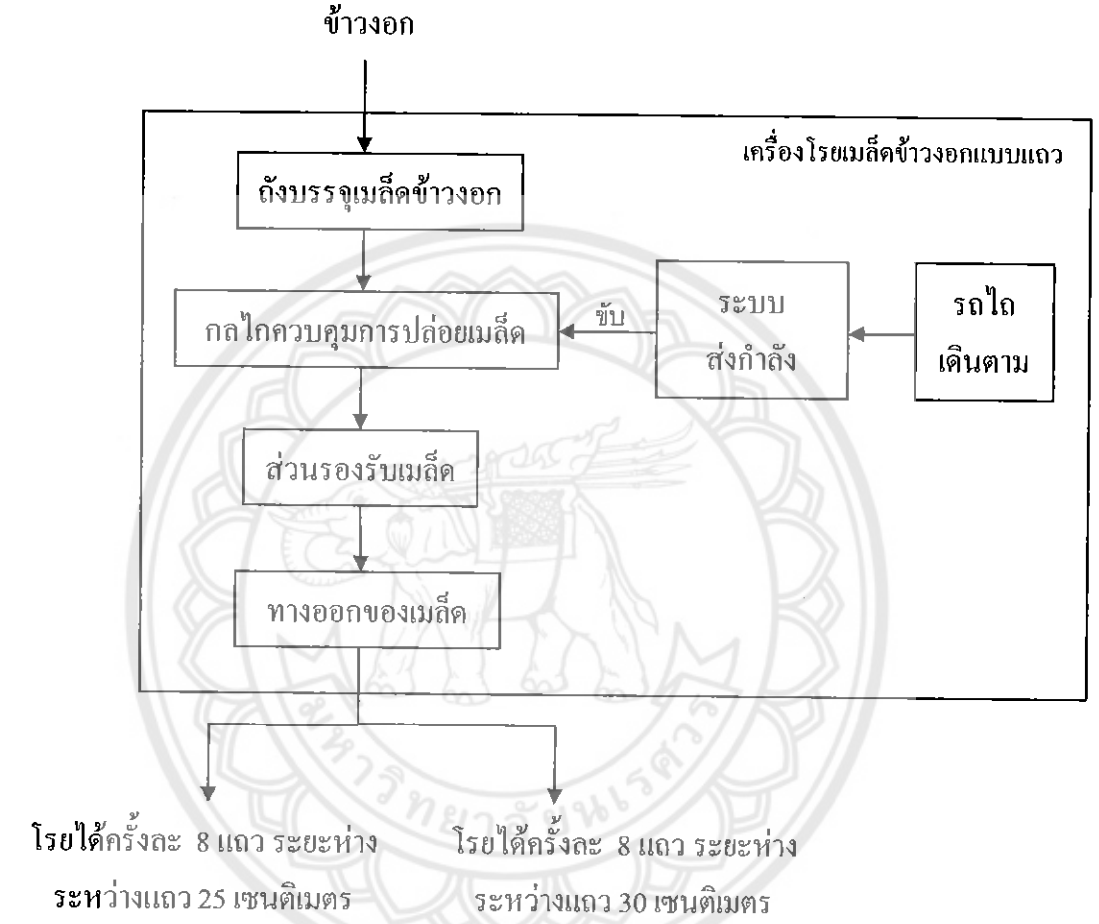
ตารางที่ 5.3 ความต้องการจากส่วนประกอบของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ออกแบบ

ส่วนประกอบ	สิ่งที่ต้องการ
ถังบรรจุเมล็ดข้าวงอก	1. บรรจุข้าวงอกได้ 10 กิโลกรัมต่อถัง จำนวน 2 ถัง 2. มีมุมเทที่เหมาะสมที่ข้าวงอกไหลได้สะดวก
กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด	1. อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกเหมาะสมกับอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 2. มีการโรยเมล็ดข้าวงอกอย่างต่อเนื่อง 3. เมล็ดข้าวงอกไม่ได้รับความเสียหาย
ระบบส่งกำลัง	สามารถส่งแรงขับและมีความเร็วรอบเหมาะสมกับอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก
ส่วนรองรับเมล็ดข้าวงอก	1. รองรับข้าวงอกจากการปล่อยข้าวงอกได้ทั้งหมด 2. ข้าวงอกไม่อุดตันที่ท่อนำเมล็ด 3. ข้าวงอกไหลได้สะดวกไม่ติดขัดและอุดตัน
ทางออกของเมล็ด	1. นำข้าวงอกจากส่วนรองรับลงไปสู่พื้นนา 2. เมล็ดข้าวงอกไม่มีการรั่วไหลไปในทิศทางอื่น 3. สามารถปรับระยะห่างระหว่างแถว 25 หรือ 30 cm 4. ไม่มีโคลนไปอุดตันทางออกของเมล็ด

5.2.3 แนวคิดการออกแบบ

5.2.3.1 กระบวนการทำงาน

กระบวนการทำงานของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ออกแบบ แสดงดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 กระบวนการทำงานของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ออกแบบ

จากรูปที่ 5.2 เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ออกแบบ ใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลังในการฉุดลาก มีลักษณะการปลูกแบบโรยเป็นแถวได้ครั้งละ 8 แถว สามารถปรับระยะห่างระหว่างแถวได้ 2 ระยะคือ 25 หรือ 30 เซนติเมตร ซึ่งส่วนประกอบต่างๆ ทำงานร่วมกัน คือ ถังบรรจุเมล็ดข้าวงอก, กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด, ระบบส่งกำลัง, ส่วนรองรับเมล็ด และทางออกของเมล็ด

5.2.3.2 พิจารณาหลักการทำงานของกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด

จากผลการทดสอบเครื่องปลูกข้าวที่ทำการทดสอบแบบต่างๆ(รายละเอียดผลการทดสอบแสดงในหัวข้อที่ 3.3 และ 4.4) ลักษณะการทำงานของกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดและเปอร์เซ็นต์การงอกที่ลดลงเมื่อเทียบระหว่างก่อนทดสอบและหลังทดสอบโดยแสดงดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 การเปรียบเทียบลักษณะการทำงานของกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดของเครื่องปลูกข้าวที่ทำการทดสอบแบบต่างๆ

แบบเครื่อง	**ลักษณะการทำงานของ** กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด	**เปอร์เซ็นต์การงอกที่ลดลง** (เปอร์เซ็นต์)
เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก	ตกอย่างอิสระโดยมีใบกวน	3
เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม	ตกอย่างอิสระโดยมีใบกวน	8
เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น	เพลาเซาะร่อง	2

จากตารางที่ 5.4 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การงอกที่ลดลงพบว่ากลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดชนิดลูกโรยแบบเพลาเซาะร่องของเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นเป็นกลไกที่ทำความเสียหายให้กับเมล็ดข้าวงอกน้อยที่สุดจึงเหมาะสมที่จะใช้กับเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ออกแบบ แต่ต้องมีการปรับอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ให้อยู่ในช่วง 15-20 กิโลกรัมต่อไร่ โดยลดความยาวและจำนวนร่องของลูกโรย

5.2.4 หลักการออกแบบและการคำนวณ

เงื่อนไขในการออกแบบ

จากข้อมูลของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลกแนะนำให้เกษตรกรใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวในการหว่าน 15-20 กิโลกรัมต่อไร่ จากการศึกษาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวชนิดคนลากและชนิดต่อพ่วงรถไถเดินตาม มีหน้ากว้างการทำงาน 2 และ 1.5 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 1.49 และ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ และผลจากการทดสอบในแปลงนาที่โคลนลึกเฉลี่ย 16.23 เซนติเมตร จึงได้เงื่อนไขในการออกแบบได้ดังนี้

1) อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 15 กิโลกรัมต่อไร่ สูงสุด 20 กิโลกรัมต่อไร่

2) สมรรถนะทางทฤษฎีไม่ต่ำกว่า 25 ไร่ต่อวัน

จากเงื่อนไขดังกล่าวผู้ดำเนินโครงงานมีแนวคิดที่จะออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว โรยได้ครั้งละ 8 แถว สามารถปรับระยะห่างระหว่างแถว 25 หรือ 30 เซนติเมตร ซึ่งจะมีหน้ากว้างการทำงาน 2 เมตรหรือ 2.4 เมตรตามลำดับ เมื่อนำไปหาสมรรถนะทางทฤษฎีโดยกำหนดอัตราเร็วการเคลื่อนที่ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (รถไถเดินตามวิ่งในพื้นที่นาน้ำตมที่ระดับเกียร์ 1 ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,000 รอบต่อนาที) จะได้เท่ากับ 3.66 หรือ 4.40 ไร่ต่อชั่วโมงตามลำดับ ซึ่งมากกว่าสมรรถนะทางทฤษฎีตามเงื่อนไข

ดังนั้นจึงสรุปเป็นเงื่อนไขเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณการออกแบบเครื่องโรยข้าวงอกดังนี้

1) อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 15-20 กิโลกรัมต่อไร่

2) อัตราเร็วการเคลื่อนที่ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

3) โรยได้ครั้งละ 8 แถว

4) ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตรหรือ 30 เซนติเมตร

5) ระยะห่างระหว่างกอประมาณ 5 เซนติเมตร

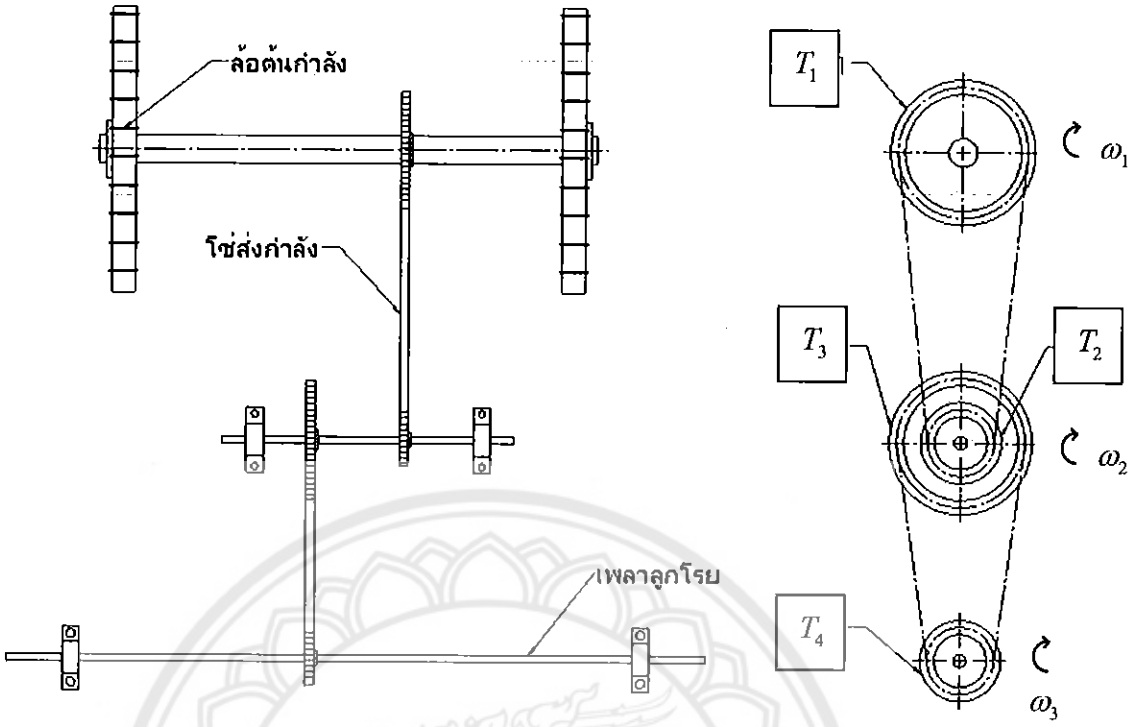
5.2.4.1 การออกแบบระบบส่งกำลัง

ระบบส่งกำลังของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ใช้ชุดเฟืองและโซ่ส่งกำลัง ซึ่งหลักการทำงานคือ เมื่อล้อต้นกำลังหมุนทำให้เฟืองขับที่ติดกับเพลาล้อต้นกำลังหมุนแล้วส่งกำลังไปที่ชุดทดรอบและส่งกำลังต่อไปยังเพลาลูกโรยโดยระบบส่งกำลังที่ออกแบบแสดง ดังรูปที่ 5.3

ข้อดีของชุดเฟืองและโซ่ส่งกำลัง คือ

1) ไม่เกิดการลื่นไถล

2) ทำงานในความเร็วรอบต่ำ



รูปที่ 5.3 ระบบส่งกำลังที่ออกแบบ

จากการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นความเร็วเชิงมุมลูกโรย 30.06 เรเดียนต่อวินาที เป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นในการออกแบบระบบส่งกำลังต้องการความเร็วเชิงมุมที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน โดยล้อต้นกำลังที่ออกแบบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.86 เมตร และมีอัตราเร็วการเคลื่อนที่ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (0.814 เมตรต่อวินาที)

จากการคำนวณออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกจากข้อกำหนด มีระบบส่งกำลังแบบเฟืองและโซ่มีอัตราทด 1:16 มีจำนวนฟันเฟืองขับ (T_1และT_3) 60 ฟันและจำนวนฟันเฟืองตาม (T_2 และ T_4) 15 ฟัน ดังนั้นลูกโรยที่ออกแบบมีความเร็วเชิงมุม 30.24 เรเดียนต่อวินาที รายละเอียดการคำนวณหาอัตราทดและจำนวนฟันของเฟืองระบบส่งกำลัง แสดงในภาคผนวก ค.1

5.2.4.2 การออกแบบกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด

การออกแบบในส่วนกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดนั้นจะอาศัยหลักการทำงานเช่นเดียวกับเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นคือ ใช้ลูกโรยแบบเพลาเซาะร่องเป็นกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดโดย มีถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกอยู่ด้านบนของลูกโรยเพื่อป้อนเมล็ดโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงให้กับลูกโรยที่มีส่วนร่องรับเมล็ดตามความยาวของลูกโรย เมื่อรับเมล็ดข้าวจากถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกแล้วหมุนมาปล่อยลงในส่วนรองรับเมล็ดด้านล่างตามการเคลื่อนที่ของเพลาขับ โดยจะมีแปรงสำหรับปาดเมล็ดข้าวงอกส่วนที่เกินออกจากร่อง จากนั้นเมล็ดข้าวงอกจะไหลลงสู่ท่อนำเมล็ดซึ่งเป็นท่อยางมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.75 เซนติเมตร เพื่อนำเมล็ดข้าวงอกไปยังส่วนทางออกของเมล็ด ซึ่งอยู่สูงจากพื้น 30 เซนติเมตรเพื่อป้องกันปัญหาโคลนอุดตันทางออกของเมล็ด จากนั้นเมล็ดข้าวงอกจะไหลลงไปสู่พื้นโดยมีลักษณะเป็นแถว

เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรใช้ปลูกโดยทั่วไป มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำสุดเฉลี่ย 80 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกที่ออกแบบจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลง 2 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรใช้จะเหลือเปอร์เซ็นต์การงอก 78 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ด 0 มิลลิเมตร และจากการแนะนำของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวสุราษฎร์ธานี [8] เมื่อต้องการต้นกล้าที่สมบูรณ์ 300,000 ต้นต่อไร่ (ไม่เผื่อการแตกกอ) จะใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวต่ำสุด 12.24 กิโลกรัมต่อไร่ (14%w.b.) เนื่องจากข้าวงอกมีความชื้น (22.27%w.b.)ดังนั้นต้องใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่ำสุด 13.54 กิโลกรัมต่อไร่ รายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ค.2

ตามเงื่อนไขการออกแบบมีระยะห่างระหว่างแถว 25 หรือ 30 เซนติเมตร อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่อพื้นที่ต่ำสุด 13.54 กิโลกรัมต่อไร่ อัตราเร็วการเคลื่อนที่ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกสามารถหาได้จากสมการที่ 2.2 แสดงการคำนวณในภาคผนวก ค.3 ผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 การคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ออกแบบ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)	ระยะห่างระหว่างแถว (เซนติเมตร)	
	25	30
13.54	49.59	59.51
16.59	60.76	72.91
22.13	81.05	97.26

จากผลการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นพบว่ามวลเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ยที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ด 0 มิลลิเมตร จำนวนร่อง 15 ร่อง อัตราเร็วลูกโรย 4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ความเร็วเชิงมุมลูกโรย 30.06 เรเดียนต่อวินาที) มีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 532.96 กิโลกรัมต่อไร่ จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลเมล็ดข้าวงอกต่อจำนวนร่องลูกโรยและมวลเมล็ดข้าวงอกต่อความยาวลูกโรย โดยที่ล้อต้นกำลังของเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.09 เมตร และความยาวลูกโรยของเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นยาว 0.586 เมตร ดังนั้นจะสามารถคำนวณหามวลข้าวงอกต่อจำนวนร่องลูกโรยและอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกต่อความยาวลูกโรยที่ออกแบบได้โดยการคำนวณจะแสดงในภาคผนวก ค.4 และ ค.5 ตารางที่ ค.1

จากเงื่อนไขการออกแบบ ที่ระยะห่างระหว่างกอประมาณ 5 เซนติเมตรและอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่อพื้นที่ต่ำสุด 13.54 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นจึงออกแบบร่องที่จำนวนร่อง 3 ร่อง โดยการคำนวณแสดงในภาคผนวก ค.6 และ ค.7 ตารางที่ ค.2

จากผลการคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ออกแบบสามารถคำนวณหาหาความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดที่ออกแบบต่อ 1 แถว ได้จากสมการที่ 5.1

$$l_{design} = \frac{q \times 100}{q_l R} \qquad (5.1)$$

โดยที่ l_{design} = ความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดที่ออกแบบ (เซนติเมตร)

q = อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

q_l = อัตราการไหลต่อความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดที่ออกแบบ (กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเมตร)

R = จำนวนแถวที่ออกแบบ

เมื่อแทนค่าที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่อพื้นที่ 13.54 กิโลกรัมต่อไร่ มีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก 49.59 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และอัตราการไหลต่อความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดที่ออกแบบ 324.35 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเมตร จะได้

$$l_{design} = \frac{49.59 \times 100}{(324.35)(8)}$$

$$= 1.91 \text{ เซนติเมตร}$$

เมื่อแทนค่าที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่อพื้นที่ 13.54 กิโลกรัมต่อไร่ มีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก 59.51 กิโลกรัมต่อชั่วโมงและอัตราการไหลต่อความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดที่ออกแบบ 324.35 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเมตร จะได้

$$l_{design} = \frac{59.51 \times 100}{(324.35)(8)}$$

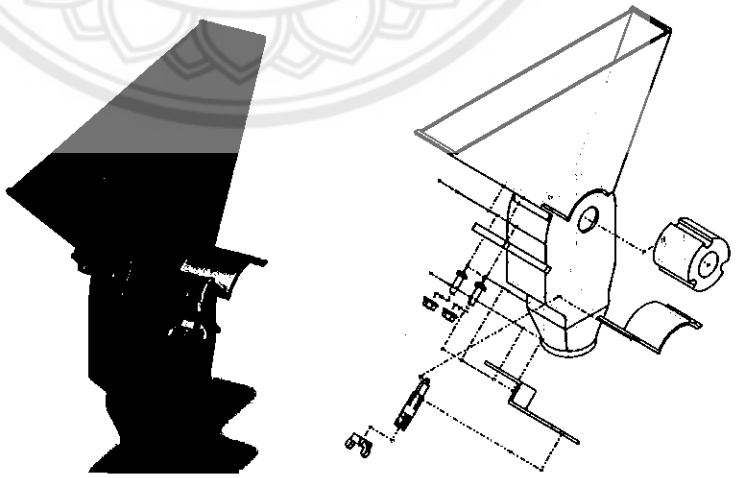
$$= 2.29 \text{ เซนติเมตร}$$

การคำนวณความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดที่ออกแบบต่อ 1 แถว แสดงดังตารางที่ 5.6

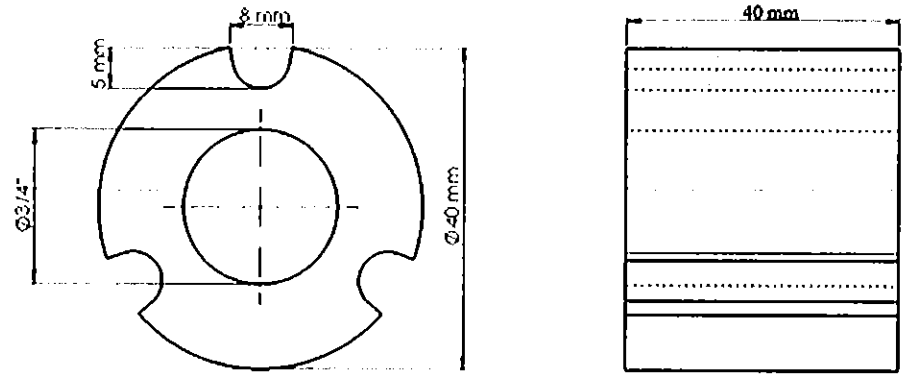
ตารางที่ 5.6 ผลการคำนวณความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดที่ออกแบบต่อ 1 แถว (เซนติเมตร)

อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)	ระยะห่างระหว่างแถว(เซนติเมตร)	
	25	30
13.54	1.91	2.29
16.59	2.34	2.80
22.13	3.12	3.75

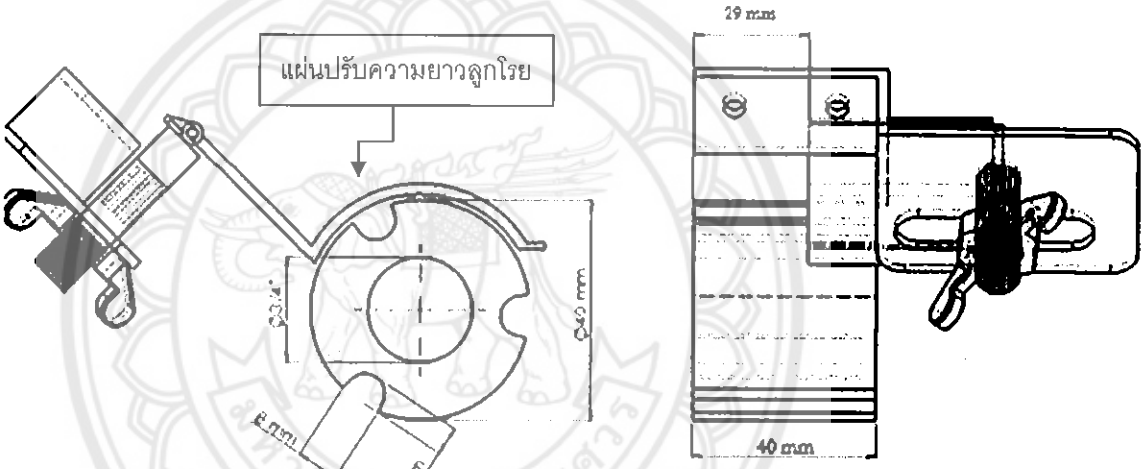
จากตารางที่ 5.6 พบว่าขนาดความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดสูงสุดคือ 3.75 เซนติเมตร ดังนั้นจึงออกแบบให้ลูกโรยมีความยาว 4.00 เซนติเมตร โดยจะมีแผ่นปรับความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดสำหรับปรับอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ ซึ่งกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดที่ออกแบบแสดงดังรูปที่ 5.4



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 5.4 กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดข้าวงอก

(ก)ส่วนประกอบกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด (ข)ลูกโรย (ค)แผ่นปรับความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ด

5.2.4.2 การออกแบบถังบรรจุเมล็ดข้าวงอก

ออกแบบถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกให้สามารถบรรจุได้ 20 กิโลกรัม จำนวน 2 ถัง ถังละ 10 กิโลกรัมเนื่องจากข้าวงอกมีความหนาแน่นมวลรวม 567.09 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังนั้นสามารถคำนวณหาปริมาตรภาชนะข้าวงอกได้จากสมการที่ 2.1

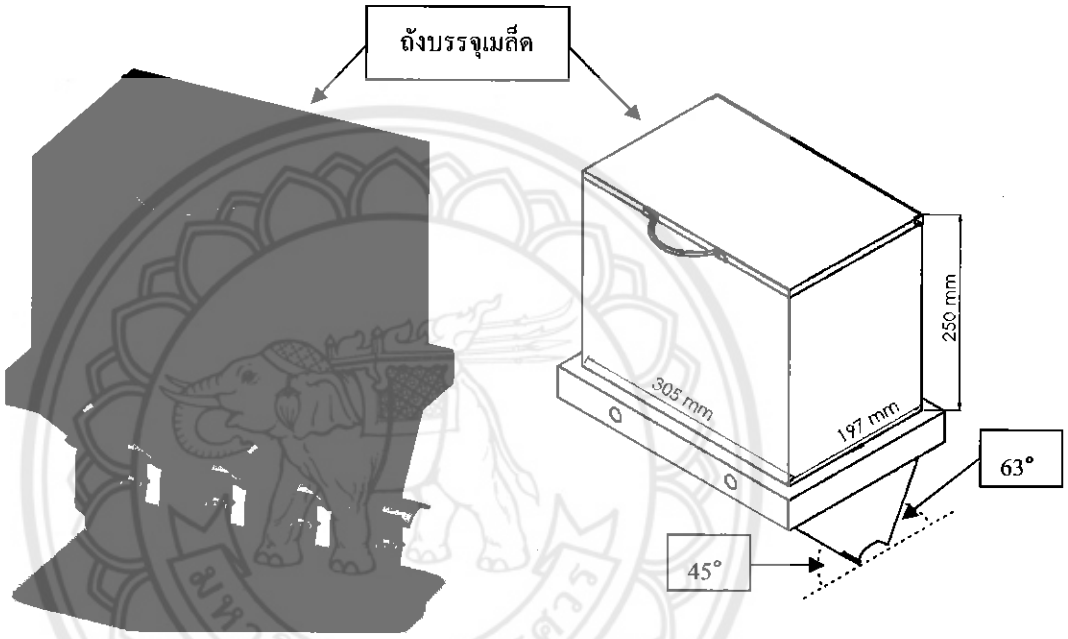
จาก $\rho = \frac{M}{S}$

$S = \frac{10}{567.09}$

$= 0.0176$ ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้นจึงต้องออกแบบถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกจำนวน 2 ถังมีปริมาตรถังละ 0.0176 ลูกบาศก์เมตร

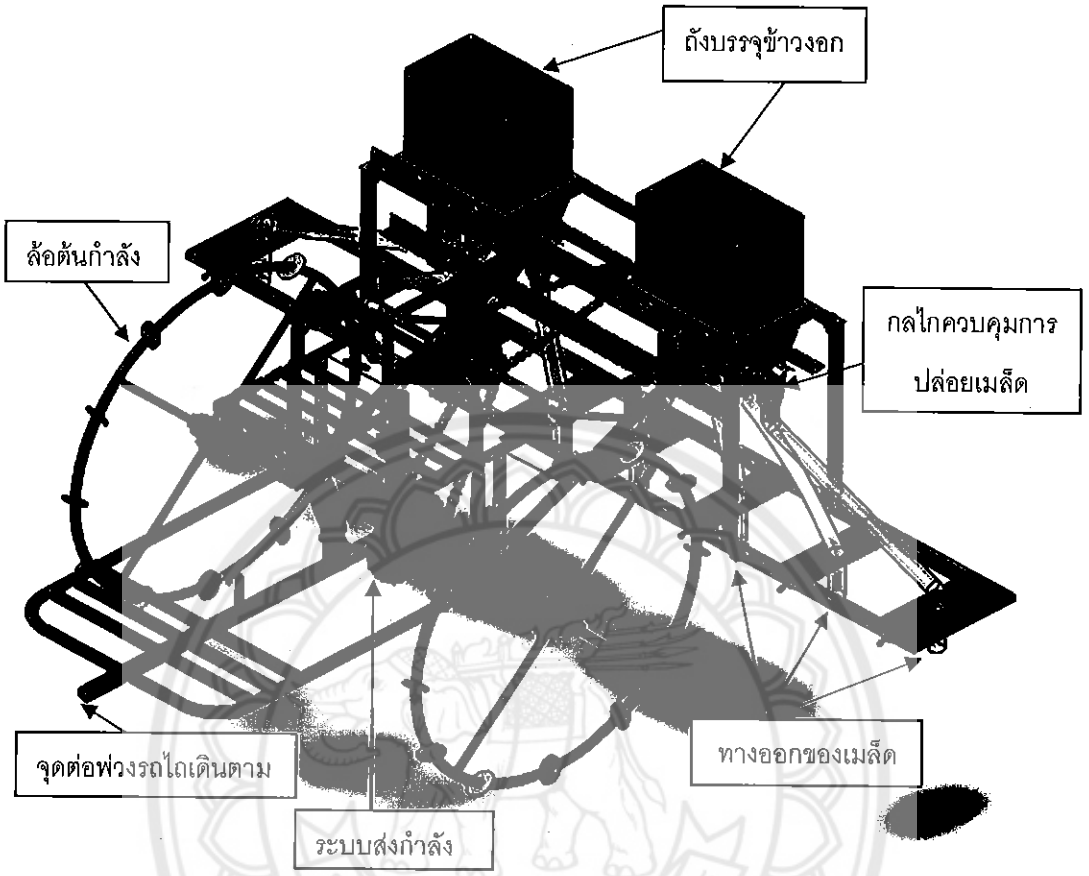
จากผลการทดสอบหามุมการไหลอิสระของเมล็ดข้าวงอกจึงออกแบบบริเวณทางออกของช่องจ่ายเมล็ดได้ออกแบบทำมุม 63° และ 45° กับแนวระดับ ซึ่งถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกที่ออกแบบแสดงดังรูปที่ 5.5



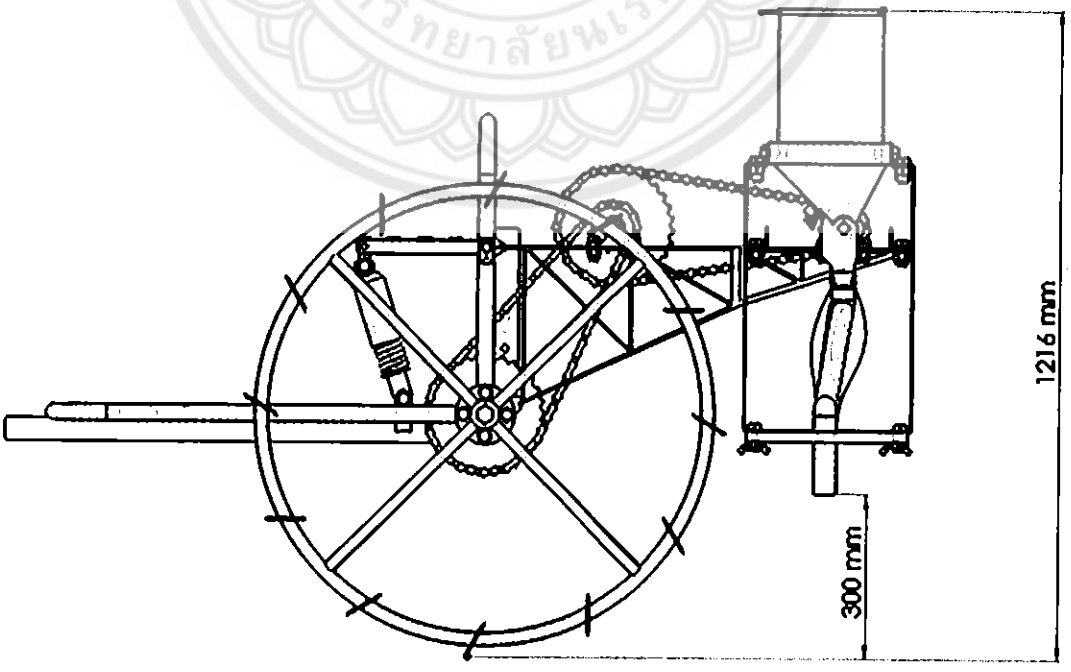
รูปที่ 5.5 ถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกที่ออกแบบ

จากการทดสอบเครื่องโรยทั้ง 3 แบบ พบว่าเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามซึ่งมีกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดแบบใช้ใบกวนนั้น ทำให้เมล็ดข้าวงอกแตกหักเสียหายและตัวเครื่องมีปัญหาโคลนอุดตันที่ช่องจ่ายเมล็ดส่วนเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นมีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ที่สูง

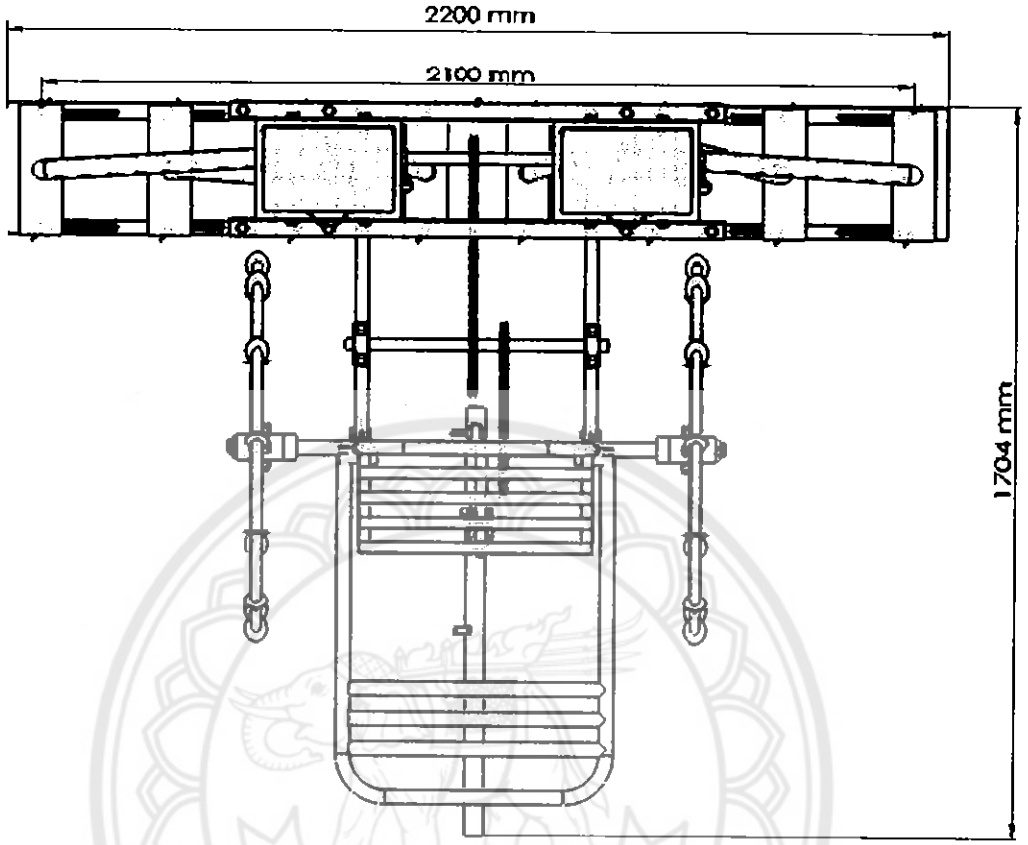
จากปัญหาดังกล่าว ดังนั้นจึงทำการออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบโรยเป็นแถวโดยเป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม โรยได้ครั้งละ 8 แถวสามารถปรับระยะห่างระหว่างแถวได้ 25 หรือ 30 เซนติเมตร กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดเป็นแบบลูกโรยและทางออกของเมล็ดอยู่สูงจากพื้นเป็นระยะ 30 เซนติเมตร ซึ่งเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกที่ได้ออกแบบแสดงดังรูปที่ 5.6 และแบบ Drawing แสดงไว้ในภาคผนวก ง


ถังบรรจุข้าวงอก
ล้อต้นกำลัง
กลไกควบคุมการ
ปล่อยเมล็ด
จุดต่อพ่วงรถไถเดินตาม
ทางออกของเมล็ด
ระบบส่งกำลัง

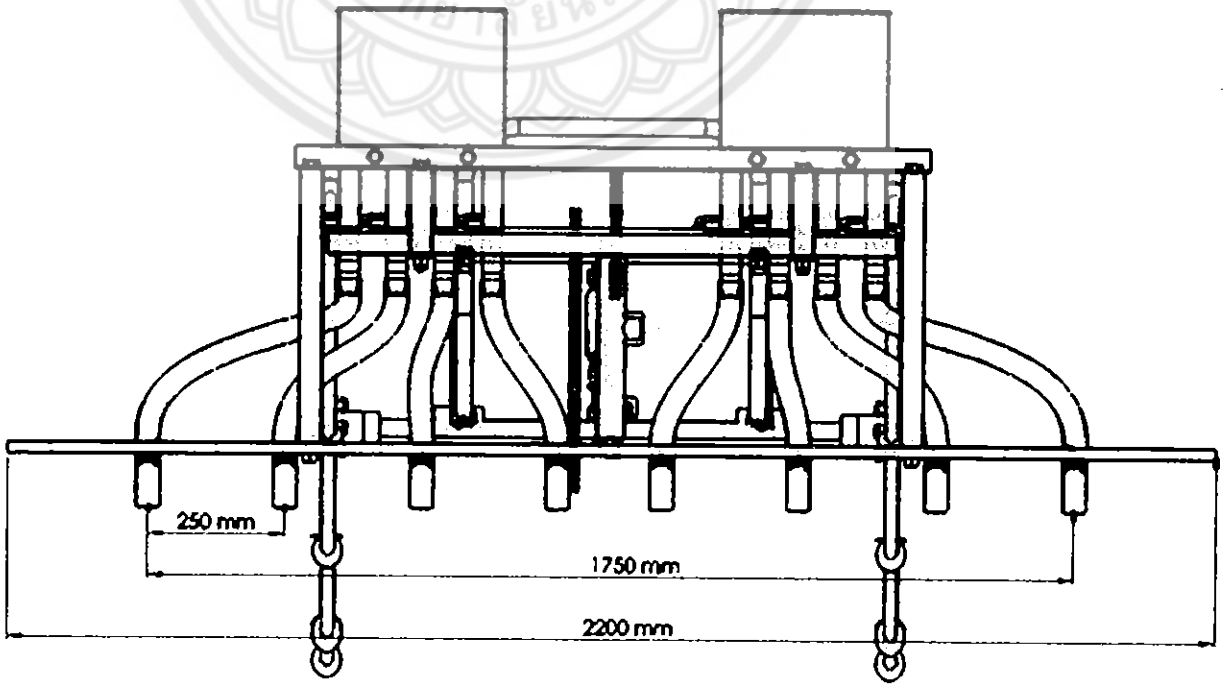
(ก)


1216 mm
300 mm

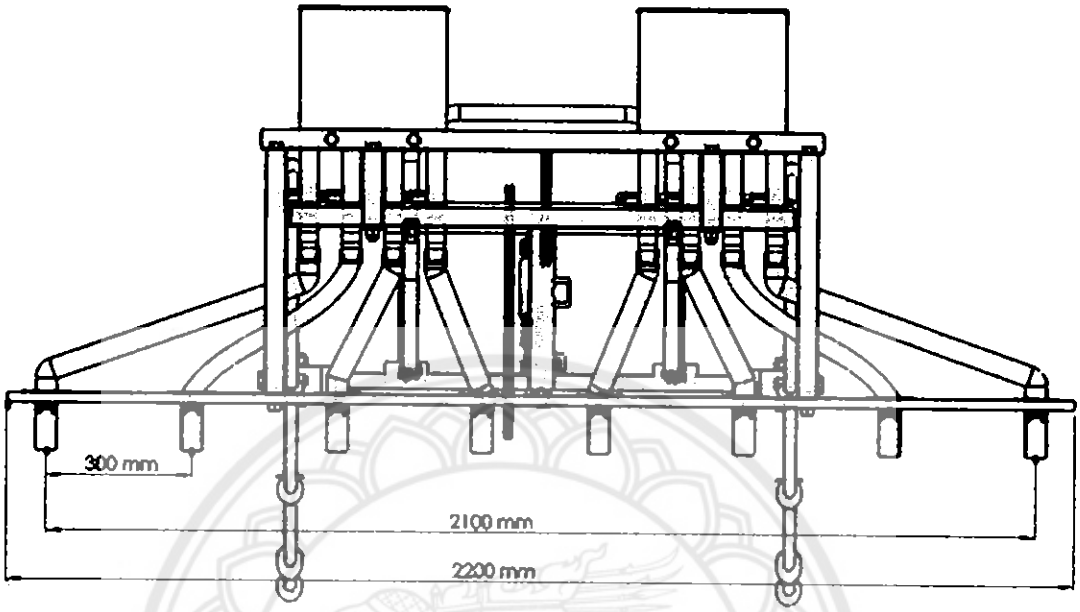
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

รูปที่ 5.6 แบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ออกแบบ

(ก) แบบ 3 มิติ (ข) ด้านข้าง (ค) ด้านบน (ง) ด้านหลัง ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

(จ) ด้านหลัง ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

5.3 สรุปผลการออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

จากการออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว สามารถสรุปเป็นสมบัติของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวแสดงดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 คุณสมบัติเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

คุณสมบัติ	
ต้นกำลัง	รถไถเดินตาม
- เกียร์	1
- ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	2,000
- อัตราเร็วการเคลื่อนที่ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	2.93
ขนาดกว้าง × ยาว × สูง (เมตร×เมตร×เมตร)	2.20 × 1.70 × 1.22
จำนวนแถวการโรย	8
ระยะห่างระหว่างแถว (เซนติเมตร)	25 หรือ 30
ระยะห่างระหว่างกอ (เซนติเมตร)	5.63
หน้ากว้างการทำงาน (เมตร)	
- ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร	2.0
- ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร	2.4
จำนวนเมล็ดต่อกอ (เมล็ด) ตามอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่(ความชื้น 14% w.b.)	
- 12.24 (ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร)	3
(ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร)	4
- 15 (ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร)	4
(ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร)	5
- 20 (ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร)	6
(ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร)	7
ถังบรรจุเมล็ดข้าวงอก	
- จำนวนถังบรรจุ	2
- ความจุเมล็ดข้าวงอกต่อถัง (กิโลกรัม)	10

ตารางที่ 5.7 คุณสมบัติเครื่องโรยข้าวงอกแบบแถว (ต่อ)

คุณสมบัติ	
กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ด	ลูกโรย
- รูปแบบ	เพลาเซาะร่องตามแนวแกนเพลา
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	40
- จำนวนร่อง (ร่อง)	3
- กว้าง × ลึก (มิลลิเมตร)	8 × 5
อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)	12.24, 15 และ 20 ปรับได้
ระบบส่งกำลัง	เฟืองและโซ่
- ล้อต้นกำลังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)	0.86
- อัตราทด	16
ส่วนรองรับเมล็ด	
- ท่อนำเมล็ด	ท่อยาง
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	3.75
ทางออกของเมล็ด	
- สูงจากพื้น (เซนติเมตร)	30
ปรับความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ด (เซนติเมตร) ตาม	เลื่อนแผ่นปรับระดับความกว้างช่อง
อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ (ความชื้น 14% w.b.)	เปิดจ่ายเมล็ด
- 12.24 (ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร)	1.91
(ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร)	2.29
- 15 (ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร)	2.34
(ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร)	2.80
- 20 (ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร)	3.12
(ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร)	3.75
สมรรถนะทางทฤษฎี (ไร่ต่อชั่วโมง)	
- ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร	3.66 (29.28 ไร่ต่อวัน)
- ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร	4.40 (34.72 ไร่ต่อวัน)
น้ำหนัก ไม่รวมมวลเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัม)	90
ราคาวัสดุ-อุปกรณ์ ไม่รวมค่าแรง (บาท)	8,000

ตารางคุณสมบัติของเครื่องโรยข้าวงอกแบบแถวข้างต้น สรุปการออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ต่อพ่วงรถไถเดินตามเกียร์ 1 อัตราเร็วการเคลื่อนที่ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สามารถโรยเมล็ดข้าวงอกได้ครั้งละ 8 แถว ปรับระยะห่างระหว่างแถวได้ 2 ระดับ 25 หรือ 30 เซนติเมตร มีระยะห่างระหว่างกอ 5.63 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดต่อกอ 3-7 เมล็ด กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดมีหลักการทำงานโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง มีถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกจำนวน 2 ถังแต่ละถังบรรจุ 10 กิโลกรัม อยู่ด้านบนของลูกโรยเพื่อป้อนเมล็ดให้กับลูกโรยที่มีร่องรับเมล็ดตามความยาวของลูกโรย เมื่อรับเมล็ดข้าวจากถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกแล้วหมุนมาปล่อยลงในส่วนรองรับเมล็ดด้านล่างตามการเคลื่อนที่ของล้อต้นกำลังส่งให้ระบบส่งกำลังเพื่อหมุนขับลูกโรย โดยที่จะมีแปรงปาดเมล็ดข้าวงอกส่วนที่เกินจากร่องออกไป มีระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย 0 มิลลิเมตร จากนั้นเมล็ดข้าวงอกจะไหลลงสู่ท่อนำเมล็ดซึ่งเป็นท่อยางมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.75 เซนติเมตร เพื่อนำเมล็ดข้าวงอกไปยังทางออกของเมล็ดสูงจากพื้น 30 เซนติเมตรเพื่อป้องกันปัญหาโคลนอุดตันทางออกของเมล็ด เมล็ดข้าวงอกจะไหลลงไปสู่พื้นตามการเคลื่อนที่ของล้อต้นกำลัง กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดข้าวงอกชนิดลูกโรยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร มีร่องตามแนวยาวจำนวน 3 ร่องแต่ละร่องกว้าง 8 มิลลิเมตร ลึก 5 มิลลิเมตร ลูกโรยมีความยาว 6 ขนาดคือ 1.91, 2.29, 2.34, 2.80, 3.12 และ 3.75 เซนติเมตร ดังนั้นจึงออกแบบลูกโรยให้ความยาว 4.00 เซนติเมตร มาออกแบบกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดทั้ง 8 แถว ซึ่งจะมีแผ่นปรับระดับความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดเพื่อปรับอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ เมื่อต้องการปลูกข้าวที่อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 12.24, 15 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ โดยปรับระยะห่างระหว่างแถวเป็น 25 หรือ 30 เซนติเมตร ให้ปรับแผ่นปรับระดับความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดให้ลูกโรยมีความยาว 1.91, 2.34 และ 3.12 หรือ 2.29, 2.80 และ 3.75 เซนติเมตรตามลำดับ มีสมรรถนะทางทฤษฎี 3.66-4.40 ไร่ต่อชั่วโมง (ภาคผนวก ค) และมีอัตราการทำงาน 29.28- 35.20 ไร่ต่อวันที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 หรือ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ

บทที่ 6
สรุปผลการทดสอบและการออกแบบ

6.1 สรุปผลการทดสอบเครื่องโรยข้าวงอกเบื้องต้น

เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม โรยได้ครั้งละ 8 และ 6 แถวตามลำดับ มีระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร ประกอบด้วยถังบรรจุเมล็ดข้าวงอก 1 กิโลกรัมต่อถัง มีจำนวนถังบรรจุเมล็ดเท่ากับจำนวนแถวที่โรย โดยแต่ละช่องเปิดจ่ายเมล็ดสามารถปรับความกว้างของระดับช่องเปิดได้ 1-10 ระดับ

จากการทดสอบในแปลงนาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก แบบต่อพ่วงรถไถเดินตามเกียร์ 1 และแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามเกียร์ 2 มีอัตราเร็วการเคลื่อนที่เฉลี่ย 1.49, 2.93 และ 4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ ซึ่งอัตราเร็วในการเคลื่อนที่แบบต่อพ่วงรถไถเดินตามเกียร์ 2 ไม่เหมาะสมในการเคลื่อนที่เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามเนื่องจากยากต่อการควบคุมรถไถเดินตามและควบบคุมความสม่ำเสมอในการปลูก อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่น้อยกว่าที่ต้องการเนื่องจากมีโคลนอุดตันที่ช่องเปิดจ่ายเมล็ด และล้อต้นกำลังมีการลื่นไถล

และการทดสอบในห้องปฏิบัติการโรยเมล็ดข้าวงอก (พิษณุโลก 2) โดยใช้อัตราเร็วการเคลื่อนที่จากผลการทดสอบในแปลงนา พบว่าเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก ที่ช่องเปิดระดับ 10 มีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกสูงสุด 24.93 กิโลกรัมต่อชั่วโมง คำนวณจำนวนต้นข้าวที่งอกต่อพื้นที่ตามเปอร์เซ็นต์การงอก 325,727 ต้นต่อไร่ สำหรับเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามที่ช่องเปิดระดับ 10 มีอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกสูงสุด 14.91 กิโลกรัมต่อชั่วโมง คำนวณจำนวนต้นข้าวที่งอกต่อพื้นที่ตามเปอร์เซ็นต์การงอก 123,103 ต้นต่อไร่ เมล็ดข้าวงอกที่ผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกทั้ง 2 แบบ มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยลดลงตามระดับช่องเปิด กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดแบบใบกวนทำให้เมล็ดข้าวงอกแตกหักเสียหาย สรุปได้ว่าเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากเหมาะสมใช้โรยเมล็ดข้าวงอกที่ช่องเปิดระดับ 10 เนื่องจากมีจำนวนต้นกล้าที่สมบูรณ์สูงกว่า 300,000 ต้นต่อไร่ตามการแนะนำโดยศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวสุราษฎร์ธานี

6.2 สรุปผลการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น มีกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดชนิดลูกโรยมีถังบรรจุเมล็ดข้าวงอก 10 กิโลกรัมอยู่ด้านบนลูกโรย เมื่อล้อต้นกำลังหมุนลูกโรยจะปล่อยเมล็ดลงด้านล่างตามการเคลื่อนที่ โดยสามารถปรับระดับความกว้างของช่องจ่ายเมล็ดได้สูงสุด 5 มิลลิเมตร

โดยทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการโรยเมล็ดพันธุ์ข้าวงอก (พิษณุโลก 2)โดยชุดทดสอบที่สร้างขึ้นในอัตราเร็วการเคลื่อนที่เฉลี่ย 1.49, 2.93 และ 4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็วเชิงมุมลูกโรย 9.19, 18.08 และ 30.06 เรเดียนต่อวินาทีตามลำดับ ผลการทดสอบอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก 948.65, 774.95 และ 543.47 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย 90.67, 90.33 และ 90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย 0 มิลลิเมตร ซึ่งไม่ทำให้เมล็ดข้าวงอกแตกหักเสียหายจากผลการทดสอบสรุปได้ว่ากลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดของเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นมีความเหมาะสมในการโรยเมล็ดข้าวงอก เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงเฉลี่ย 1.7 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย 0 มิลลิเมตร และอัตราเร็วการเคลื่อนที่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอก

6.3 สรุปผลการออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

การออกแบบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว ใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลังในการฉุดลาก สามารถโรยเมล็ดข้าวงอกได้ครั้งละ 8 แถว สามารถปรับระยะห่างระหว่างแถว 25 หรือ 30 เซนติเมตร มีระยะห่างระหว่างกอ 5.63 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดต่อกอ 3-7 เมล็ด กลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดชนิดลูกโรยเพื่อลดการแตกหักเสียหายของเมล็ดข้าวงอก มีหลักการทำงานโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง มีถังบรรจุเมล็ดข้าวงอกจำนวน 2 ถังแต่ละถังบรรจุ 10 กิโลกรัม อยู่บนลูกโรยเพื่อป้อนเมล็ดให้กับลูกโรยที่มีร่องรับเมล็ดตามความยาวของลูกโรย แล้วหมุนมาปล่อยลงในส่วนรองรับเมล็ดด้านล่างตามการเคลื่อนที่ของเพลาขับ โดยมีแปรงปาดเมล็ดขนพลาสติกมีระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรย 0 มิลลิเมตร ปาดเมล็ดข้าวงอกส่วนที่เกินจากร่องออก เมล็ดข้าวงอกในร่องจะตกในส่วนรองรับเมล็ดและไหลลงท่อยางนำเมล็ด เพื่อนำไปเมล็ดข้าวงอกไปยังทางออกของเมล็ด ซึ่งเป็นส่วนกำหนดระยะห่างระหว่างแถว ซึ่งอยู่สูงจากพื้น 30 เซนติเมตรเพื่อป้องกันโคลนอุดตันทางออกของเมล็ด จากนั้นเมล็ดข้าวงอกจะไหลลงไปสู่พื้นตามการเคลื่อนที่ของล้อต้นกำลัง โดยล้อต้นกำลังเชื่อมวงแหวนโดยรอบเพื่อช่วยให้เคลื่อนที่ในโคลนได้สะดวกและไม่เกิดการลื่นไถล

ออกแบบกลไกควบคุมการปล่อยเมล็ดชนิดลูกโรยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร มีร่องตามแนวยาวจำนวน 3 ร่องแต่ละร่องกว้าง 8 มิลลิเมตร ลึก 5 มิลลิเมตร มีขนาดความยาว 4.00 เซนติเมตร ทั้ง 8 แถว ซึ่งจะมีแผ่นปรับระดับความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดเพื่อปรับอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ เมื่อต้องการปลูกข้าวที่อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 12.24, 15 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ โดยปรับระยะห่างระหว่างแถวเป็น 25 หรือ 30 เซนติเมตร ให้ปรับแผ่นปรับระดับความกว้างช่องเปิดจ่ายเมล็ดให้มีความกว้าง 1.91, 2.34 และ 3.12 หรือ 2.29, 2.80 และ 3.75 เซนติเมตร ตามลำดับ มีสมรรถนะทางทฤษฎี 3.66-4.40 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราการทำงานและมีอัตราการทำงาน 29.28- 35.20 ไร่ต่อวันที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 หรือ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ มีน้ำหนักไม่รวมมวลเมล็ดข้าวงอกประมาณ 90 กิโลกรัม และราคาวัสดุอุปกรณ์ไม่รวมค่าแรงประมาณ 8,000 บาท

6.4 ข้อเสนอแนะ

1) ถ้าต้องการใช้การโรยมีระยะระหว่างกอที่น้อยลงสามารถเพิ่มจำนวนร่องให้มากขึ้นหรือเพิ่มความเร็วเชิงมุมลูกโรย
2) ปรับอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ได้ตามต้องการของผู้ใช้เนื่องจากพันธุ์ข้าวตามท้องตลาดมีเปอร์เซ็นต์การงอกไม่เท่ากันโดยการปรับขนาดความยาวของลูกโรย
3) สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการออกแบบไปสร้างเครื่องต้นแบบได้

เอกสารอ้างอิง

[1] วัฒนชัย สุภา. (2553). องค์ความรู้เรื่องข้าวและเครื่องจักรกลการเกษตร. ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก: กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

[2] สำราญ อินแถลง. (2553). การทำนาด้วยวิธีโยนกล้า. สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2554 , จาก http://srn-rrc.ricethailand.go.th/srrc/textpdf/Yon%20kla.doc

[3] ความรู้เกี่ยวกับข้าว-ชาวนา.การปลูกและการดูแลรักษาข้าว. สืบค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2553, จากhttp://kkn-rsc.ricethailand.go.th/rice/plant/tamna.html#b3

[4] การปลูกข้าวโดยวิธีการโยนกล้า (parachute). สืบค้นเมื่อ 18 สิงหาคม 2553, จาก http://kkn-rsc.ricethailand.go.th/rice/plant/parachute.html

[5] Kasetloongkim.com. เครื่องหว่านข้าว ชาวนาทำเอง. สืบค้นเมื่อ 28 สิงหาคม 2553,จาก http://www.kasetloongkim.com/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&p=8065

[6] ผดุงศักดิ์ วานิชชัง. (2538). รายงายการวิจัย การพัฒนาเครื่องยอดเมล็ดผักติดรถไถเดินตาม. คณะ เกษตรศาสตร์บางพระ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. สืบค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2553, จาก http://www.thailis.or.th/tdc/search_result.php

[7] นายทรรศวรรธ กองแก้ว นายศิวพงษ์ มอยเซีย. (2550). โครงงานเรื่องการทดสอบสมรรถนะเครื่องหว่านชนิดจานเหวี่ยงหนีศูนย์ ระยะที่ 2. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[8] ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวสุราษฎร์ธานี. (2551). ข้อแนะนำชาวนาใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวปลูกต่อไร่. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2553,จาก http://stn-rsc.ricethailand.go.th/news-22apr08.htm

[9] รศ.จำรูญ ตันติพิศาลกุล. (2542). การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 2 : กรุงเทพฯ

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางบันทึกผลการทดสอบเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากและแบบต่อพ่วงกับรถไถเดินตามและตัวอย่างการคำนวณ

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

ใบรายงานผลการวิเคราะห์

ชนิดของตัวอย่าง ดินแปลงนา 1 ตัวอย่าง
ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง ศักดิ์ชัย น้ำเย็น
วันที่ส่งตัวอย่าง 15 พฤศจิกายน 2553

ตัวอย่าง	พารามิเตอร์	
	pH	Soil Texture
ดินแปลงนา	5.72	ดินเหนียว(Clay)

รวมอัตราค่าวิเคราะห์ทั้งสิ้น 250 บาท (สองร้อยห้าสิบบาทถ้วน)

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ
(รองศาสตราจารย์ฟัตเมาะ ราชวงศ์)
หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
วันที่ 17 / 11 / 53

ลงชื่อ.....ผู้วิเคราะห์
(นางสาวอมรรัตน์ ประมาณเมือง)
นักวิทยาศาสตร์

ตารางที่ ก.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบ

ทดสอบข้าวงอก	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
มวลเมล็ด 100 เมล็ด (กรัม)	3.17	3.26	3.24	**3.22**
ความชื้นมาตรฐานเปียก (เปอร์เซ็นต์)	23.30	23.20	23.40	**23.30**
มวลในภาชนะทรงปริมาตร (กรัม)	311.41	316.01	316.93	**314.78**
เปอร์เซ็นต์การงอก	80	81	83	**81.33**

หมายเหตุ ภาชนะปริมาตร 561.59 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตารางที่ ก.2 ขนาดเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบ

เมล็ดที่	ความกว้าง (มม.)			ความยาว (มม.)			ความหนา (มม.)			ความยาวราก (มม.)		
1	2.52	2.38	2.28	9.88	10.22	9.22	2.00	2.12	2.12	2.96	1.02	0.96
2	2.66	2.02	2.38	10.62	9.72	10.22	2.04	1.94	2.10	3.14	1.92	2.14
3	2.38	2.90	2.04	8.42	10.28	9.28	2.02	2.06	1.78	1.22	1.92	2.86
4	2.32	2.52	2.50	10.26	11.08	9.88	2.02	2.02	2.06	2.00	1.82	2.44
5	2.56	2.48	2.42	10.66	11.00	10.48	2.12	2.12	2.02	2.10	1.18	1.32
6	2.36	2.48	2.58	10.06	10.88	9.00	1.80	2.04	1.90	3.04	0.86	2.44
7	2.48	2.52	2.48	10.28	11.02	10.76	1.92	2.14	2.02	2.78	1.44	1.96
8	2.54	2.34	2.42	10.06	9.52	9.82	2.04	2.12	2.04	2.44	1.58	1.42
9	2.48	2.38	2.52	10.05	10.08	10.48	2.08	2.04	2.08	1.28	2.36	2.22
10	2.54	2.42	2.74	10.64	10.68	10.88	2.04	2.10	2.12	1.30	1.78	1.54
เฉลี่ย	**2.45**			**10.23**			**2.03**			**1.91**		

ตารางที่ ก.3 มวลเมล็ดข้าวงอกผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลากเมื่อหมุนกลไกปล่อยเมล็ด 20 รอบ

ถังที่	ครั้งที่	ระดับช่องเปิด									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.86	0.50	1.38	2.20	3.08	7.79	13.07	14.41	23.53	48.38
	2	0.79	0.71	1.61	2.59	5.42	10.23	12.76	20.74	23.42	28.28
	3	0.26	0.83	2.11	2.37	3.33	6.27	15.52	19.24	26.27	34.54
	เฉลี่ย	**0.64**	**0.68**	**1.70**	**2.39**	**3.94**	**8.10**	**13.78**	**18.13**	**24.41**	**37.10**
2	1	2.10	2.75	2.53	4.00	5.72	9.83	10.03	25.40	37.53	54.97
	2	2.02	2.79	2.81	4.30	7.71	13.32	19.76	31.78	40.07	55.56
	3	2.12	2.39	2.39	4.56	6.22	13.45	11.78	30.70	48.87	69.33
	เฉลี่ย	**2.08**	**2.64**	**2.58**	**4.29**	**6.55**	**12.20**	**13.86**	**29.29**	**42.16**	**59.95**
3	1	1.13	1.50	2.71	5.07	7.95	14.98	30.69	41.02	49.53	52.56
	2	1.13	1.76	2.54	5.15	7.57	14.63	17.43	37.10	59.80	49.61
	3	0.73	1.79	2.74	6.29	8.09	14.62	15.41	35.27	48.92	45.90
	เฉลี่ย	**1.00**	**1.68**	**2.66**	**5.50**	**7.87**	**14.74**	**21.18**	**37.80**	**52.75**	**49.36**
4	1	1.66	1.60	3.24	3.97	8.39	10.80	25.70	48.87	56.68	66.40
	2	1.70	1.79	2.52	4.81	6.59	11.31	24.36	37.03	42.57	65.16
	3	1.61	1.91	2.90	5.85	9.08	11.92	22.48	36.65	55.87	52.05
	เฉลี่ย	**1.66**	**1.77**	**2.89**	**4.88**	**8.02**	**11.34**	**24.18**	**40.85**	**51.71**	**61.20**
5	1	1.01	1.88	3.98	6.34	11.57	16.68	38.22	49.91	68.50	48.12
	2	1.64	1.76	3.92	5.30	13.69	18.91	31.43	54.56	72.49	41.12
	3	1.77	1.51	3.01	6.28	12.15	24.02	55.25	40.74	59.84	65.72
	เฉลี่ย	**1.47**	**1.72**	**3.64**	**5.97**	**12.47**	**19.87**	**41.63**	**48.40**	**66.94**	**51.65**
6	1	0.94	2.74	3.14	4.69	8.61	18.44	19.19	38.39	61.71	64.71
	2	0.95	1.69	2.74	3.71	11.53	13.32	27.70	44.65	58.70	64.61
	3	1.35	1.56	1.59	3.29	9.61	21.16	29.82	48.73	74.58	64.49
	เฉลี่ย	**1.08**	**2.00**	**2.49**	**3.90**	**9.92**	**17.64**	**25.57**	**43.92**	**65.00**	**64.60**
7	1	1.28	1.48	2.82	4.35	5.56	9.95	24.03	31.91	34.31	45.25
	2	1.09	2.35	1.92	4.32	4.16	19.59	21.80	35.40	41.75	46.27
	3	1.21	2.09	3.35	4.47	5.77	13.93	22.46	29.98	58.92	42.47
	เฉลี่ย	**1.91**	**1.97**	**2.70**	**4.38**	**5.16**	**14.49**	**22.76**	**32.43**	**44.99**	**44.66**
8	1	2.03	1.63	2.73	3.13	5.04	12.77	17.14	19.67	30.05	46.57
	2	1.56	1.49	2.16	3.48	7.13	10.23	13.57	28.12	35.42	47.23
	3	1.62	1.99	2.42	4.06	4.22	7.53	11.40	24.27	46.17	47.13
	เฉลี่ย	**1.74**	**1.70**	**2.44**	**3.56**	**5.46**	**10.18**	**14.04**	**24.02**	**37.21**	**46.98**
เฉลี่ย		**1.36**	**1.77**	**2.64**	**4.36**	**7.42**	**13.57**	**22.13**	**34.36**	**48.15**	**51.93**

ตารางที่ ก.4 มวลเมล็ดข้าวงอกผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามเมื่อหมุนกลไกปล่อยเมล็ด 34 รอบ

ถังที่	ครั้งที่	ระดับช่องเปิด									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2.82	2.67	2.30	4.54	6.02	13.43	16.80	36.82	46.22	36.35
	2	2.63	1.79	1.96	3.71	7.14	15.62	15.82	30.69	55.77	43.87
	3	2.51	0.62	1.69	5.38	4.78	12.23	15.12	30.02	39.39	38.52
	เฉลี่ย	2.65	1.69	1.98	4.54	5.98	13.76	15.91	32.51	47.12	39.58
2	1	1.62	1.20	1.90	1.87	3.33	6.50	9.94	8.51	16.87	43.61
	2	1.24	1.31	1.89	3.42	3.06	7.51	9.17	9.76	23.68	43.03
	3	1.69	4.60	1.56	4.37	3.08	8.44	8.26	13.87	32.33	45.92
	เฉลี่ย	1.52	2.37	1.78	3.22	3.16	7.48	9.12	10.71	24.29	44.19
3	1	2.85	3.46	3.16	3.78	4.75	8.10	13.25	14.62	30.41	48.12
	2	2.96	3.44	2.77	2.57	3.41	8.39	9.13	13.20	34.08	34.96
	3	3.14	0.36	2.71	2.74	4.11	10.26	12.36	18.08	33.83	30.47
	เฉลี่ย	2.98	2.42	2.83	3.03	4.09	8.92	11.58	15.30	32.77	37.85
4	1	0.63	0.51	0.32	1.76	1.81	4.11	6.61	14.72	23.13	16.57
	2	0.55	0.74	0.51	1.22	1.80	3.45	7.44	15.61	34.73	27.45
	3	0.84	3.18	0.34	1.21	2.18	4.34	9.19	10.48	32.19	31.47
	เฉลี่ย	0.67	1.48	0.39	1.40	1.93	3.97	7.75	13.60	30.02	25.16
5	1	8.36	7.87	5.64	7.90	6.74	12.08	7.70	7.61	14.88	41.67
	2	5.68	5.23	5.75	4.71	4.37	10.11	6.79	11.85	29.42	53.71
	3	6.69	0.97	6.34	3.45	6.11	5.56	7.00	13.67	31.10	42.27
	เฉลี่ย	6.91	4.69	5.91	5.35	5.74	9.25	7.16	11.04	25.13	45.88
6	1	1.28	0.83	1.06	1.19	2.92	4.58	13.09	10.04	31.94	54.74
	2	0.49	0.80	0.44	1.69	3.18	5.33	14.94	24.08	34.40	57.99
	3	0.68	2.01	0.97	1.04	4.69	5.76	15.62	24.28	43.57	54.78
	เฉลี่ย	0.82	1.21	0.82	1.31	3.60	5.22	14.55	19.71	36.64	55.84
เฉลี่ย		2.59	2.31	2.30	3.14	4.08	8.10	11.01	17.15	32.66	41.42

ตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกกรณีเครื่องโรยแบบคนลากที่ระดับช่องเปิด 1 เพลาใบกวนหมุนด้วยความเร็วรอบ 20.8 รอบต่อนาที จากข้อมูลตาราง ก.3 เพลาใบกวนหมุน 20 รอบมีมวลเมล็ดข้าวงอกไหลออกเฉลี่ย 1.36 กรัม เมื่อมีจำนวน 8 ช่อง จะสามารถคำนวณอัตราการไหลได้เท่ากับ

$$(\frac{100}{3.22})\frac{(1.36)(8)(60)}{(20/20.8)} = 678.9 \text{ กรัม}$$

ตัวอย่างที่ 2 ตัวอย่างการคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกกรณีเครื่องโรยแบบต่อพ่วงรถไถเดินตามที่ระดับช่องเปิด 1 เพลาใบกวนหมุนด้วยความเร็วรอบ 34.1 รอบต่อนาที จากข้อมูลตาราง ก.4 เพลาใบกวนหมุน 30 รอบมีมวลเมล็ดข้าวงอกไหลออกเฉลี่ย 2.59 กรัม เมื่อมีจำนวน 6 ช่อง จะสามารถคำนวณอัตราการไหลได้เท่ากับ

$$\frac{(1.36)(6)(60)}{(34/34.1)} = 491.04 \text{ กรัม}$$

ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบหามุมการไหล

ชนิดวัสดุ	มุมที่เริ่มไหล (องศา)			
	1	2	3	เฉลี่ย
- แผ่นเรียบ พลาสติก PVC	32	30	28	30
เหล็ก	22	26	27	25
อลูมิเนียม	44	46	45	45
- แผ่นเรียบติดเมล็ดข้าว	62	65	60	63

ตารางที่ ก.6 ผลการทดสอบหาอัตราเร็วของเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอก

เครื่องโรยแบบ		ครั้งที่			เฉลี่ย
		1	2	3	
คนลาก	เวลาในระยะ 10 เมตร (วินาที)	24.25	22.93	25.63	**24.06**
	ความเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	1.48	1.58	1.40	**1.49**
ต่อพ่วงรถไถเดินตาม เกียร์ 1, 2000 rpm	เวลาในระยะ 10 เมตร (วินาที)	11.90	12.34	12.68	**12.31**
	ความเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	3.02	2.92	2.84	**2.93**
ต่อพ่วงรถไถเดินตาม เกียร์ 2, 2000 rpm	เวลาในระยะ 10 เมตร (วินาที)	7.78	7.74	6.93	**7.39**
	ความเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	4.63	4.65	5.19	**4.87**

ตารางที่ ก.7 ผลการทดสอบหาระดับความลึกโคลน

จุดที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	เฉลี่ย
โคลน	14.80	21.00	20.50	16.00	16.50	15.00	14.30	12.70	15.50	**16.26**

ตัวอย่างที่ 3 ตัวอย่างการคำนวณอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ของเครื่องโรยแบบคนลาก เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1.49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หน้ากว้างการทำงาน 0.25 เมตรx8 แถว เท่ากับ 2 เมตร ที่ระดับช่องเปิด 1 มีอัตราการไหลเท่ากับ 0.68 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จากสมการที่ 2.3 จะได้อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ เท่ากับ

$$m = \frac{q}{0.625VL} = \frac{0.68}{(0.625)(1.49)(2)} = 0.37 \text{ กิโลกรัมต่อไร}$$

ตัวอย่างที่ 4 ตัวอย่างการคำนวณจำนวนต้นข้าวที่งอกต่อพื้นที่ 1 ไร่ ของเครื่องโรยแบบคนลาก เมื่อเมล็ดข้าวงอกมีความชื้น 23.3% w.b. จำนวน 100 เมล็ดมีมวล 3.22 กรัม เครื่องโรยเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 1.49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หน้ากว้างการทำงาน 2 เมตร จากสมการ 2.8 คำนวณ

สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี $= \frac{(1.49)(2)}{1.6} = 1.86$ ไร่ต่อชั่วโมง

อัตราการไหลของเมล็ดที่ระดับช่องเปิด 1 เท่ากับ 0.68 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะได้ปริมาณเมล็ดต่อพื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ $\frac{0.68}{1.86} = 0.37$ กิโลกรัมต่อไร่

คิดเป็นจำนวนเมล็ดเท่ากับ $(\frac{100}{3.22})(0.37)(1000) = 11,491$ เมล็ดต่อไร่

เมื่อเมล็ดที่ผ่านเครื่องโรยที่ระดับช่องเปิด 1 มีเปอร์เซ็นต์การงอก 61.67% จะได้จำนวนต้นกล้าเท่ากับ $(11491)(0.6167) = 7,087$ ต้น

ภาคผนวก ข

ตารางบันทึกผลการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น

ตารางที่ ข.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบ

ทดสอบข้าวงอก	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
มวลเมล็ด 100 เมล็ด (กรัม)	3.50	3.54	3.52	**3.52**
ค่าความชื้น (% w.b.)	22.40	22.10	22.30	**22.27**
มวลในภาชนะทรงกระบอก (กรัม)	315.25	320.14	320.02	**318.47**
ค่าความหนาแน่นมวลรวม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	0.56	0.57	0.57	**0.57**
เปอร์เซ็นต์การงอก	91	93	92	**92**

หมายเหตุ ภาชนะทรงกระบอกปริมาตร 561.59 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตารางที่ ข.2 บันทึกผลขนาดเมล็ดข้าวงอกที่ใช้ทดสอบ

เมล็ดที่	ความกว้าง (มม.)			ความยาว (มม.)			ความหนา (มม.)			ความยาวราก (มม.)		
1	2.42	2.38	2.48	10.18	10.24	9.82	2.06	2.10	2.08	2.76	2.02	2.96
2	2.56	2.32	2.38	10.42	10.52	10.24	2.02	1.98	2.14	3.08	1.92	2.14
3	2.48	2.64	2.24	9.98	10.28	9.78	2.04	2.06	1.88	2.34	2.46	2.86
4	2.42	2.54	2.52	10.36	10.78	10.48	2.04	2.12	2.04	2.56	1.82	1.96
5	2.56	2.38	2.42	10.46	10.92	10.38	2.12	2.10	2.06	2.98	2.18	1.32
6	2.34	2.48	2.56	10.16	10.84	9.68	1.88	2.04	1.96	3.04	1.86	2.44
7	2.42	2.52	2.48	10.28	11.02	10.66	1.92	2.16	2.12	2.78	2.44	1.96
8	2.52	2.34	2.46	10.06	9.62	9.82	2.08	2.12	2.04	2.46	2.08	1.92
9	2.48	2.42	2.52	10.10	10.68	10.48	2.04	2.04	2.08	2.16	1.86	2.22
10	2.50	2.44	2.64	10.54	10.08	10.68	2.06	2.02	2.06	1.02	2.78	2.54
เฉลี่ย	**2.46**			**10.32**			**2.05**			**2.30**		

ตารางที่ ข.3 มวลเมล็ดข้าวงอก (กรัม) ผ่านเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นเคลื่อนที่ระยะทาง 2 เมตร

อัตราเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกับลูกโรยจ่ายเมล็ด (มิลลิเมตร)					
		0	1	2	3	4	5
1.49	1	750	770	815	845	935	1020
	2	725	775	785	820	940	1010
	3	735	795	770	835	940	1018
	เฉลี่ย	**736.70**	**780.00**	**790.00**	**833.30**	**938.30**	**1016.00**
2.93	1	525	560	600	665	815	870
	2	520	545	615	650	770	865
	3	550	560	595	635	775	900
	เฉลี่ย	**531.70**	**555.00**	**603.30**	**650.00**	**786.70**	**878.30**
4.87	1	385	425	450	525	600	710
	2	395	420	445	505	605	685
	3	390	440	460	490	595	680
	เฉลี่ย	**390.00**	**428.00**	**451.70**	**506.70**	**600.00**	**691.70**

ตารางที่ ข.4 บันทึกผลจำนวนต้นข้าวที่งอกใน 7 วัน จากการเพาะ 100 เมล็ด

อัตราเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างปลายแปรงปาดเมล็ดกลับลูกโรยจ่ายเมล็ด					
		0	1	2	3	4	5
1.49	1	89	90	91	88	84	82
	2	91	91	90	85	88	86
	3	92	88	86	90	87	89
	เฉลี่ย	**90.67**	**89.67**	**89.00**	**87.67**	**86.33**	**85.67**
2.93	1	89	86	88	83	87	86
	2	91	88	91	91	92	87
	3	91	92	86	89	83	86
	เฉลี่ย	**90.33**	**88.67**	**88.33**	**87.67**	**87.33**	**86.33**
4.87	1	90	88	90	87	85	85
	2	91	89	89	90	86	87
	3	89	91	89	85	88	85
	เฉลี่ย	**90.00**	**89.33**	**89.33**	**87.33**	**86.33**	**85.67**

ภาคผนวก ค

ตารางการคำนวณสำหรับเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถวที่ออกแบบ

1. คำนวณหาอัตราทดและจำนวนฟันของเฟืองระบบส่งกำลัง

การคำนวณหาความเร็วเชิงมุมสามารถคำนวณ ได้จากสมการ

$$\omega = \frac{v}{r}$$

โดยที่ ω = ความเร็วเชิงมุม (เรเดียนต่อวินาที)

v = อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ (เมตรต่อวินาที)

r = รัศมี (เมตร)

จากการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นลูกโรยมีความเร็วเชิงมุม 30.06 เรเดียนต่อวินาที ในการออกแบบระบบส่งกำลัง (รูปที่ 5.3) ต้องการความเร็วเชิงมุมที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน โดยล้อต้นกำลังที่ออกแบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.86 เมตร อัตราเร็วการเคลื่อนที่ 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (0.814 เมตรต่อวินาที)

$$\omega_1 = \frac{0.814}{0.43} = 1.89 \text{ เรเดียนต่อวินาที}$$

$$\omega_3 = 30.06 \text{ เรเดียนต่อวินาที}$$

การคำนวณหาอัตราทดและจำนวนฟันของเฟือง ได้จากสมการ

$$\frac{\omega_{\text{ตาม}}}{\omega_{\text{ขับ}}} = \frac{T_1 T_3}{T_2 T_4}$$

โดยที่ $\omega_{\text{ขับ}}$ = ความเร็วเชิงมุมของเฟืองขับ (เรเดียนต่อวินาที)

$\omega_{\text{ตาม}}$ = ความเร็วเชิงมุมของเฟืองตาม (เรเดียนต่อวินาที)

T_1, T_3 = จำนวนฟันเฟืองขับ (ฟัน)

T_2, T_4 = จำนวนฟันเฟืองตาม (ฟัน)

ต้องการหาจำนวนฟันเฟืองตาม T_4 ที่ความเร็วเชิงมุมของล้อต้นกำลัง

$$\omega_1 = \omega_{\text{ขับ}} = 1.89 \text{ เรเดียนต่อวินาที}$$

ความเร็วเชิงมุมของลูกโรยที่ต้องการ $\omega_3 = \omega_{\text{ตาม}} = 30.06$ เรเดียนต่อวินาที

กำหนด T_1, T_3 = จำนวนฟันเฟืองขับ 60 ฟัน

T_2 = จำนวนฟันเฟืองตาม 15 ฟัน

จากสมการ $$\frac{30.06}{1.89} = \frac{60 \times 60}{15 \times T_4}$$

จะได้ $T_4 = 15.09$ ฟัน

ดังนั้นจึงเลือกใช้เฟืองตาม T_4 มีจำนวนฟัน 15 ฟัน

การคำนวณหาความเร็วเชิงมุมลูกโรยที่ออกแบบ

$$\omega_{\text{ลูกโรย}} = \frac{60 \times 60}{15 \times 15}(1.89) = 30.24 \text{ เรเดียนต่อวินาที}$$

2. การคำนวณอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่ำสุด

เมื่อต้องการต้นกล้าที่สมบูรณ์ 300,000 ต้นต่อไร่ [8] เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรใช้โดยทั่วไปมีเปอร์เซ็นต์การงอก 80 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมื่อผ่านเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกที่ออกแบบเมล็ดพันธุ์ข้าวจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำสุด 78 เปอร์เซ็นต์

จากผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นมวลเมล็ดข้าวงอกเฉลี่ย 100 เมล็ด 3.52 กรัม คำนวณเป็นจำนวนเมล็ดข้าวงอก 28,409 เมล็ดต่อกิโลกรัม ค่าความชื้นเฉลี่ย 22.27 % w.b. (โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์ข้าวมีค่าความชื้นเฉลี่ย 14 %w.b.) การคำนวณความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่อพื้นที่ สามารถคำนวณได้จากสมการ 2.4

$$Q = \frac{E}{PG}$$

$$= \frac{300,000}{28,409 \times 0.78}$$

$$= 13.54 \text{ กิโลกรัมต่อไร่}$$

การคำนวณมวลแห้งของเมล็ดข้าว สามารถคำนวณได้จากสมการ 2.2

$$W_{(wet2)} = \frac{W_{(wet1)} - MC_1 W_{(wet1)}}{1 - MC_2}$$

$$W_{(wet2)} = \frac{13.54 - (0.2227)(13.54)}{1 - 0.14}$$

$$W_{(wet2)} = 12.24 \text{ กิโลกรัมต่อไร่}$$

ดังนั้นจะใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่ำสุด 13.54 กิโลกรัมต่อไร่ (22.27%w.b.) คิดเป็นมวลแห้งของเมล็ดพันธุ์ 12.24 กิโลกรัมต่อไร่ (14%w.b.)

จากอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 15-20 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถคำนวณมวลเมล็ดข้าวงอก ได้จากสมการ 2.2

$$W_{(wet2)} = \frac{W_{(wet1)} - MC_1 W_{(wet1)}}{1 - MC_2}$$

15 กิโลกรัมต่อไร่ $$W_{(wet2)} = \frac{15 - (0.14)(15)}{1 - 0.2227}$$

$$W_{(wet2)} = 16.59 \text{ กิโลกรัมต่อไร่}$$

20 กิโลกรัมต่อไร่ $$W_{(wet2)} = \frac{20 - (0.14)(20)}{1 - 0.2227}$$

$$W_{(wet2)} = 22.13 \text{ กิโลกรัมต่อไร่}$$

ดังนั้นอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 15-20 กิโลกรัมต่อไร่ คำนวณมวลเมล็ดข้าวงอก จะได้อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่อพื้นที่ 16.59 – 22.13 กิโลกรัมต่อไร่

3. การคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ออกแบบ

จากสมการที่ 2.3 การอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอก

$$q = 0.625VLm$$

ตามเงื่อนไขการออกแบบมีระยะห่างระหว่างแถว 25 หรือ 30 เซนติเมตร อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 12.24, 15 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ที่มวลเมล็ดข้าวงอก 13.54, 16.59 และ 22.13 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ อัตราเร็ว 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อแทนค่าที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 15 กิโลกรัมต่อไร่

$$q = (0.625)(2.93)(2)(13.54)$$

$$= 49.59 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}$$

เมื่อแทนค่าที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 20 กิโลกรัมต่อไร่ $$q = (0.625)(2.93)(2.4)(13.54)$$

$$= 59.51 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}$$

4. การคำนวณมวลข้าวงอกต่อจำนวนร่องลูกโรย

กำหนด - อัตราเร็ว 4.87 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ลูกโรยมีความเร็วเชิงมุม 30.06 เรเดียนต่อวินาที

- เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นล้อต้นกำลังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร

ลูกโรยหมุน 1 รอบจะได้ระยะทาง $= \pi D$

$= (\pi)(0.09)$

$= 0.283$ เมตร

ทดสอบที่ระยะ 2 เมตร ลูกโรยจะหมุน $= \frac{2}{0.283} = 7.07$ รอบ

จากผลการทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็นที่ความเร็วเชิงมุม 30.24 เรเดียนต่อวินาทีจะได้มวลข้าวงอกเท่ากับ 387.87 กรัม

ดังนั้นลูกโรยหมุน 1 รอบ ($\omega_{\text{ลูกโรย}} = 30.24$ เรเดียนต่อวินาที) ได้มวล

$= \frac{387.87}{7.07}$

(จำนวนร่องลูกโรย 15 ร่อง) $= 54.86$ กรัมต่อรอบ

$= 3.66$ กรัมต่อรอบต่อร่อง

5. การคำนวณอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกต่อความยาวลูกโรยที่ออกแบบ

ออกแบบลูกโรยที่ 3 ร่องจะมีมวล $= 3.66 \times 3$

$= 10.97$ กรัมต่อรอบ

ออกแบบลูกโรยมีความเร็วเชิงมุม 30.24 เรเดียนต่อวินาที

ดังนั้นคิดเป็นจำนวนรอบจะได้ $= \frac{(30.24) \times (3600)}{2\pi}$

$= 17{,}326.24$ รอบต่อชั่วโมง

ดังนั้น อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกที่ 3 ร่อง $= \frac{(10.97) \times (17{,}326.24)}{1{,}000}$

$= 190.07$ กิโลกรัมต่อชั่วโมง

คิดต่อความยาวลูกโรยจะได้ (q_l) $= \frac{190.07}{0.586}$

$= 324.35$ กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเมตร

ตารางที่ ค.1 การคำนวณมวลข้าวงอกต่อจำนวนร่องลูกโรยและอัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกต่อความยาวลูกโรย โดยลูกโรยหมุน 1 รอบ

จำนวนร่องลูกโรย	มวลข้าวงอก (กรัม)	อัตราการไหล (กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเมตร)
1	3.66	108.21
2	7.31	216.13
3	10.97	324.35
4	14.63	432.56
5	18.29	540.78
6	21.94	648.70
7	25.60	756.91
8	29.26	865.13
9	32.92	973.34
10	36.57	1081.26
11	40.23	1189.47
12	43.89	1297.69
13	47.55	1405.91
14	51.20	1513.83
15	54.86	1622.04

6. การคำนวณหาอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่

กำหนด - อัตราเร็วการเคลื่อนที่ของเครื่องโรย 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

- ความยาวลูกโรย 1.91, 2.34, 3.12 เซนติเมตร ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร หน้ากว้างการทำงาน 2.0 เมตร
- ความยาวลูกโรย 2.29, 2.80, 3.75 เซนติเมตร ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร หน้ากว้างการทำงาน 2.4 เมตร
- จำนวน 8 หัวจ่าย

คำนวณหาอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ที่อัตราการไหลของเมล็ดข้าวงอกต่อความยาวลูกโรยเท่ากับ 324.35 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเมตร ที่จำนวนร่องลูกโรย 3 ร่อง

จากสมการที่ 2.2 $q = 0.625VLm$

และสมการที่ 5.1 $l_{Design} = \frac{q}{q_l R}$

จากความสัมพันธ์สมการที่ 2.2 และ 5.1 จะได้

$$m = \frac{q_l R l_{Design}}{0.625VL}$$

ที่หน้ากว้างการทำงาน 2.0 เมตร $m = \frac{324.35 \times 8 \times 0.0191}{0.625 \times 2.93 \times 2}$

$= 13.54$ กิโลกรัมต่อไร่

ที่หน้ากว้างการทำงาน 2.4 เมตร $m = \frac{324.35 \times 8 \times 0.0229}{0.625 \times 2.93 \times 2.4}$

$= 13.54$ กิโลกรัมต่อไร่

7. การคำนวณหาระยะห่างระหว่างกอ

กำหนด - เส้นผ่านศูนย์กลางล้อต้นกำลัง 0.86 เมตร

- ออกแบบอัตราทด 1:16
- ระยะห่างระหว่างกอประมาณ 5 เซนติเมตร

คำนวณหาระยะห่างระหว่างกอ ที่จำนวนร่องลูกโรย 3 ร่อง

จากสมการที่ 2.6

$$\text{ระยะห่างระหว่างกอ} = \frac{\pi D}{iN}$$

ที่จำนวนร่องลูกโรย 3 ร่อง จะมีระยะห่างระหว่างกอ $= \frac{\pi \times 0.86}{16 \times 3} = 0.0563$ เมตร

$= 5.63$ เซนติเมตร

ตารางที่ ค.2 การคำนวณหาอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ที่ความยาวลูกโรย 2 เซนติเมตรและระยะห่างระหว่างกอ

จำนวนร่องลูกโรย	ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร		ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร	
	อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)	ระยะห่างระหว่างกอ (เซนติเมตร)	อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่)	ระยะห่างระหว่างกอ (เซนติเมตร)
1	4.72	16.89	3.94	16.89
2	9.44	8.44	7.87	8.44
3	14.16	5.63	11.81	5.63
4	18.89	4.22	15.75	4.22
5	23.62	3.38	19.68	3.38
6	28.33	2.81	23.62	2.81
7	33.06	2.41	27.56	2.41
8	37.79	2.11	31.50	2.11
9	42.52	1.88	35.43	1.88
10	47.24	1.69	39.36	1.69
11	51.96	1.54	43.30	1.54
12	56.69	1.41	47.24	1.41
13	61.41	1.30	51.18	1.30
14	66.13	1.21	55.11	1.21
15	70.86	1.13	59.05	1.13

8. การคำนวณจำนวนเมล็ดต่อกอ

จากอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ 13.54, 16.59 และ 22.13 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีจำนวนเมล็ดพันธุ์ข้าวงอก 384,659, 471,307, 628,693 เมล็ด ตามลำดับ

กำหนด - ระยะห่างระหว่างกอ 5.63 เซนติเมตร

- จำนวนแถว 8 แถว

ดังนั้น $\text{จำนวนเมล็ดต่อต่อกอ} = \dfrac{\text{จำนวนเมล็ดต่อพื้นที่}}{\text{จำนวนกอ}}$

มายเหตุ 1 ไร่ เท่ากับ 1600 ตารางเมตร

อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่อพื้นที่ 13.54 กิโลกรัมต่อไร่ พื้นที่การทำงาน 2x800 m^2 ที่ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร

$$\text{จำนวนเมล็ดต่อกอ} = \frac{384,659}{(\frac{800}{0.0563})(8)}$$

$$= 3.38 \text{ เมล็ด}$$

$$\approx 3 \text{ เมล็ด}$$

อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวงอกต่อพื้นที่ 13.54 กิโลกรัมต่อไร่ พื้นที่การทำงาน 2.4x666.67 m^2 ตารางเมตร ที่ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

$$\text{จำนวนเมล็ดต่อกอ} = \frac{384,659}{(\frac{666.67}{0.0563})(8)}$$

$$= 4.06 \text{ เมล็ด}$$

$$\approx 4 \text{ เมล็ด}$$

ตารางที่ ค.3 แสดงจำนวนเมล็ดต่อกอตามความยาวลูกโรย 6 ขนาด

มวลเมล็ดข้าวงอก (กิโลกรัมต่อไร่)	ระยะห่างระหว่างแถว (เซนติเมตร)	ความยาวลูกโรย (เซนติเมตร)	ปริมาตรร่องลูกโรย, S (ลูกบาศก์เมตร)	จำนวนเมล็ดต่อกอ (เมล็ด)
13.54	**25**	1.91	5.83×10^{-7}	3
	30	2.29	6.99×10^{-7}	4
16.59	**25**	2.34	7.51×10^{-7}	4
	30	2.80	9.01×10^{-7}	5
22.13	**25**	3.12	1.00×10^{-6}	6
	30	3.75	1.20×10^{-6}	7

9. การคำนวณสมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี

กำหนด - อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของการทำงาน 2.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

- หน้ากว้างการทำงานของเครื่องจักร 2.0 และ 2.4 เมตร
- ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง

จากสมการ 2.8 $$C = \frac{VL}{1.6}$$

ที่ระยะห่างระห่างแถว 25 เซนติเมตร $$C = \frac{2.93 \times 2.0}{1.6} = 3.66$$ ไร่ต่อชั่วโมง

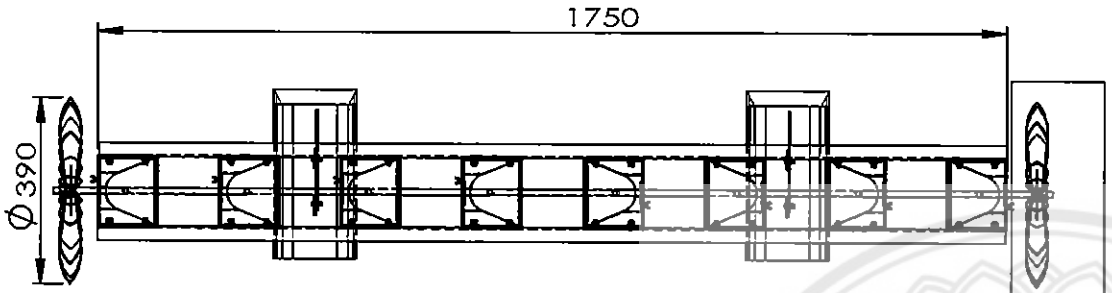
คิดเป็นอัตราการทำงานต่อวันได้ 29.28 ไร่ต่อวัน

ระยะห่างระห่างแถว 30 เซนติเมตร $$C = \frac{2.93 \times 2.4}{1.6} = 4.40$$ ไร่ต่อชั่วโมง

คิดเป็นอัตราการทำงานต่อวันได้ 35.20 ไร่ต่อวัน

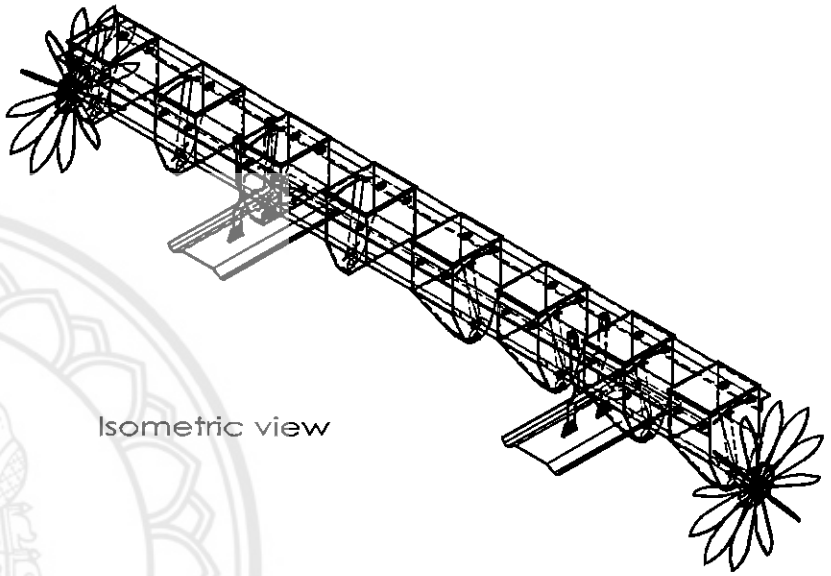
ภาคผนวก ง

แบบ Drawing เครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบคนลาก แบบต่อพ่วงรถไถเดินตาม เครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น ชุดทดสอบเครื่องเพาะกล้าแบบมือเข็น และเครื่องโรยข้าวงอกแบบแถวที่ออกแบบ



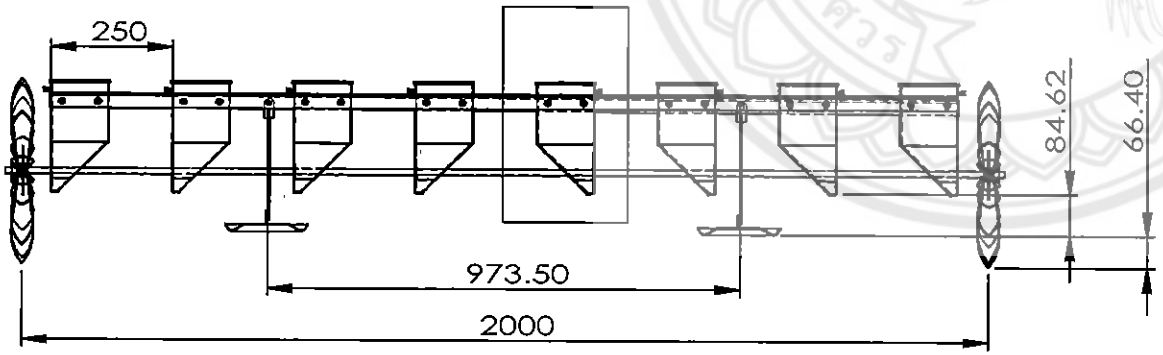
Top view

Detail B

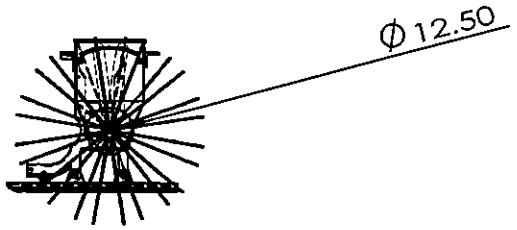


Isometric view

Detail A



Front view

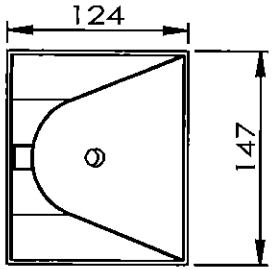


Side view

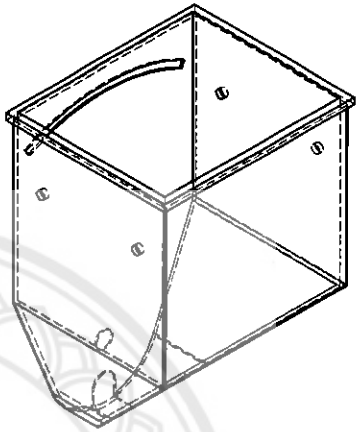
All dimension are in millimeter

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 1/4
	Project : Study&Design
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Grain drill_manual	Drawing : TEAM PROJECT
	Date : 25-03-11 / Scale : 1:15

Detail A

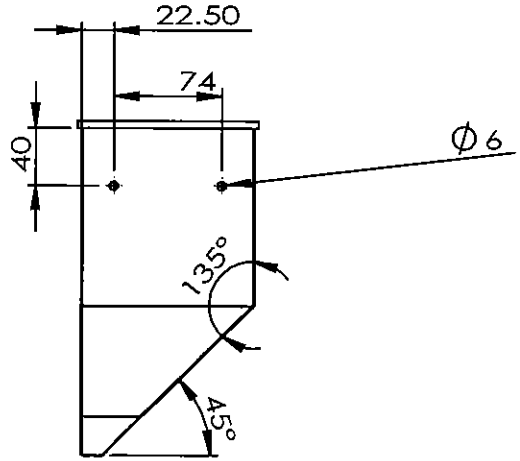


Top view

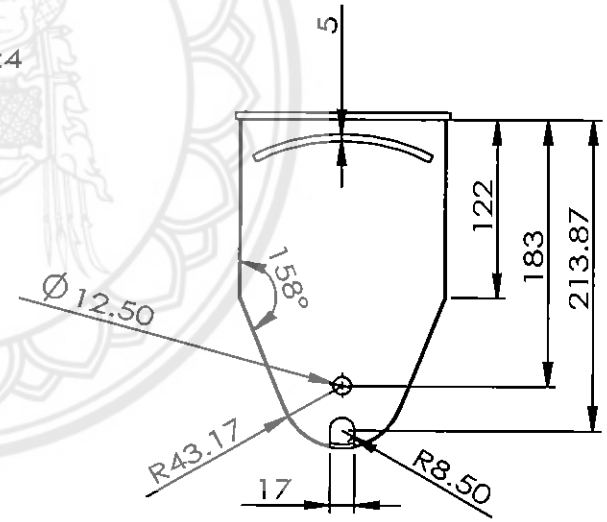


Isometric view

SCALE 1:4



Front view

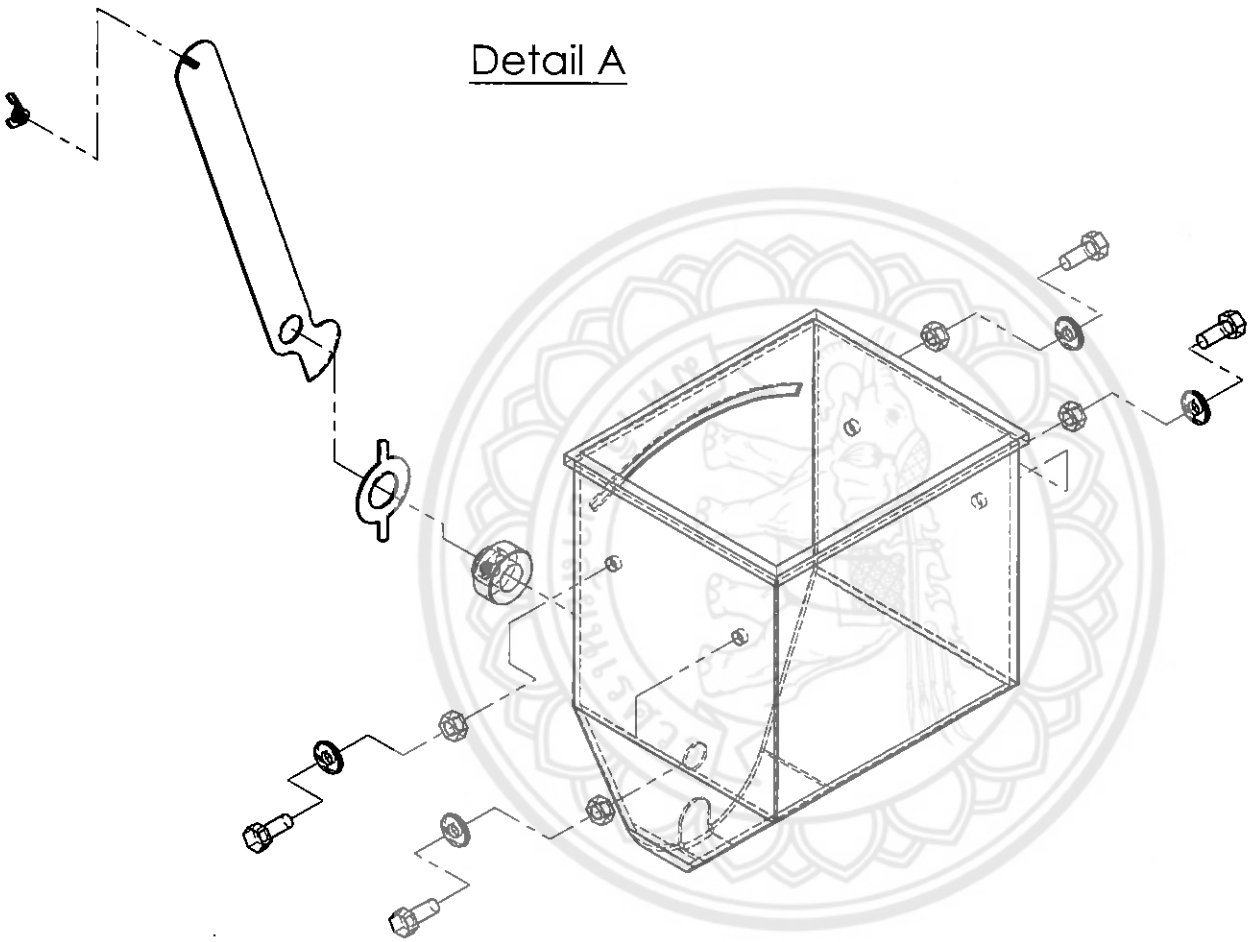


Side view

All dimension are in millimeter

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 2/4	
	Project : Study&Design	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : HOPPER_Detail A	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 25-03-11	Scale : 1:5

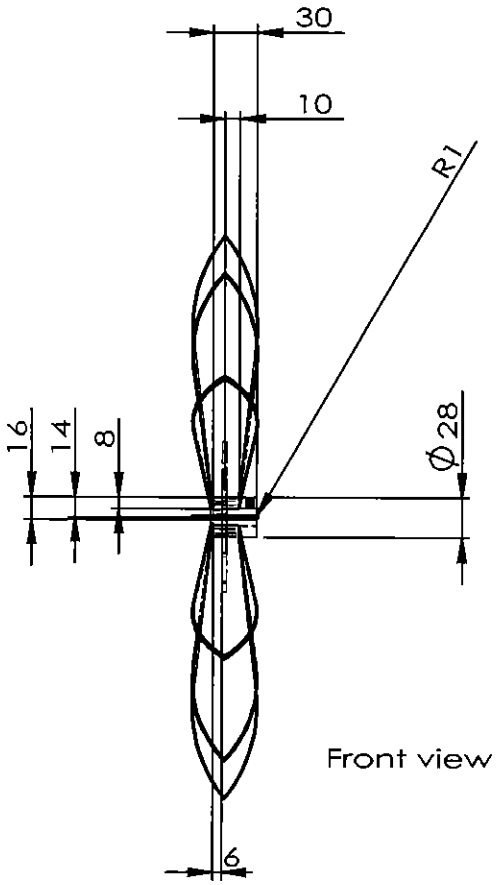
Detail A



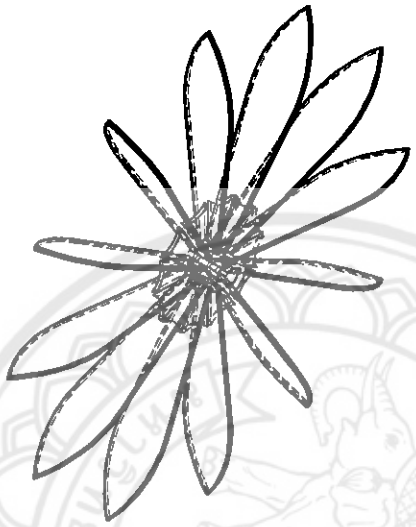
Isometric view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 3/4	
	Project : Study&Design	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Mechanism of sprinking	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 25-03-11	Scale : 1:3

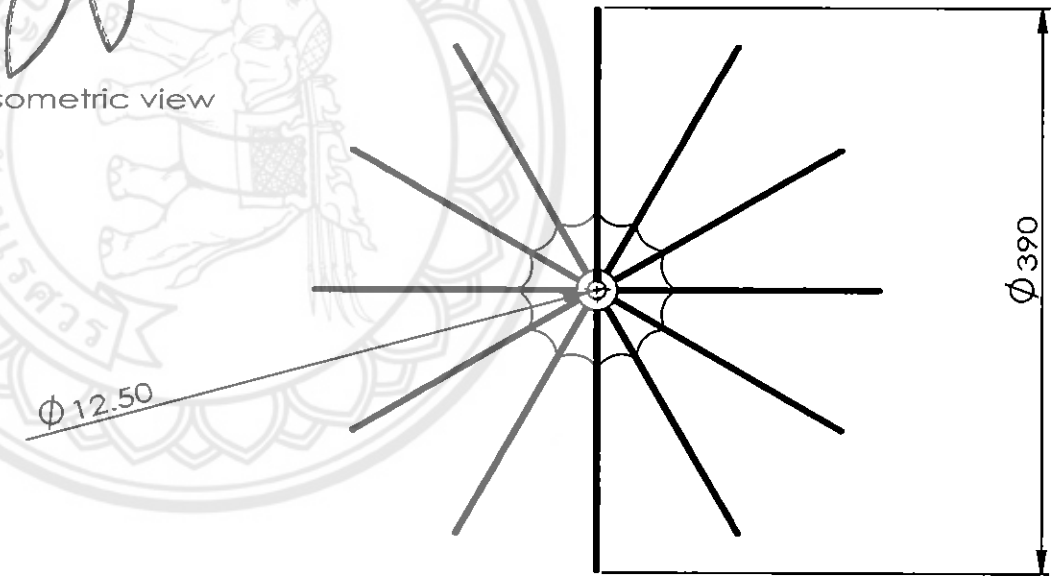
Detail B



Front view



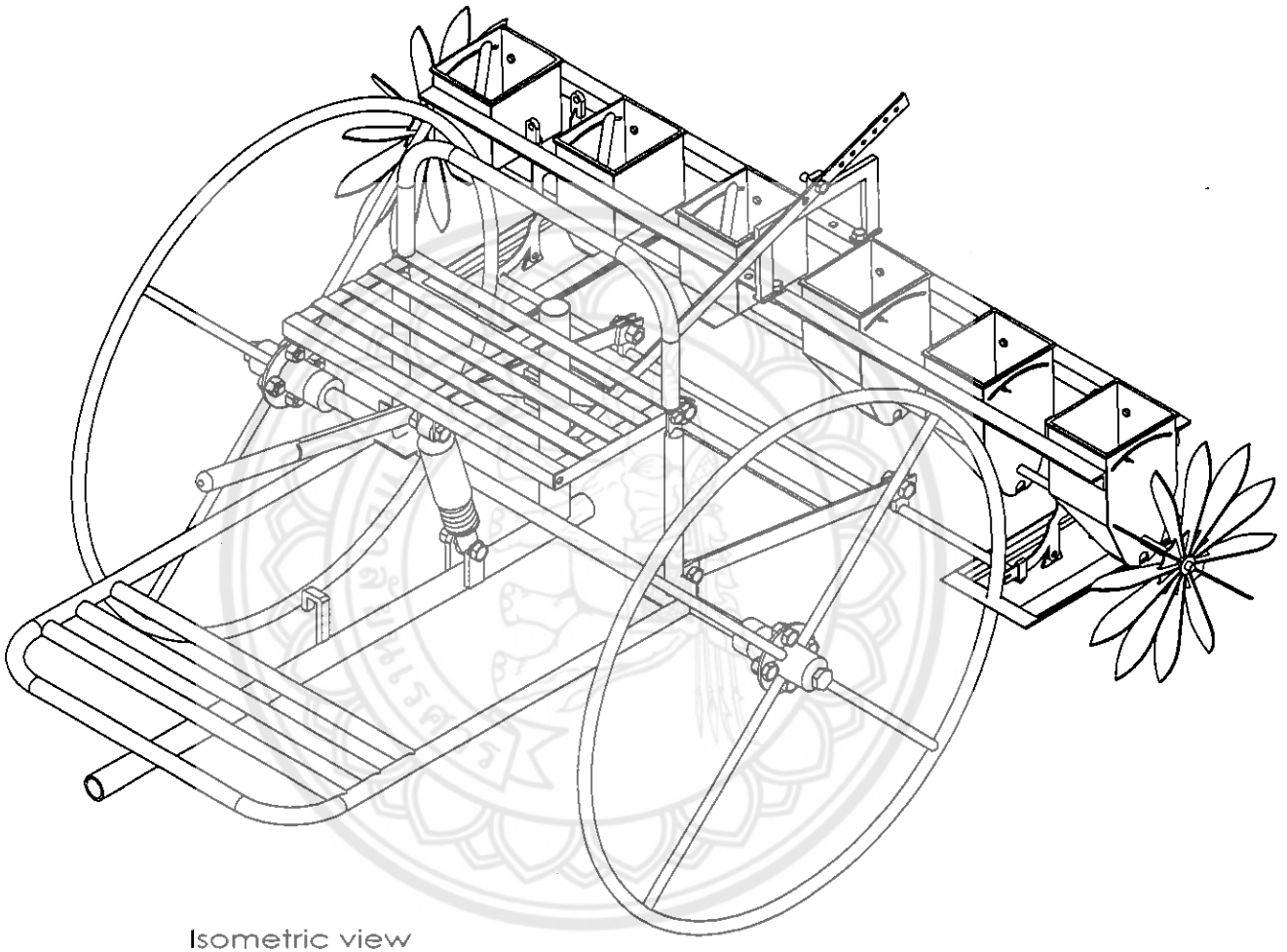
Isometric view



Side view

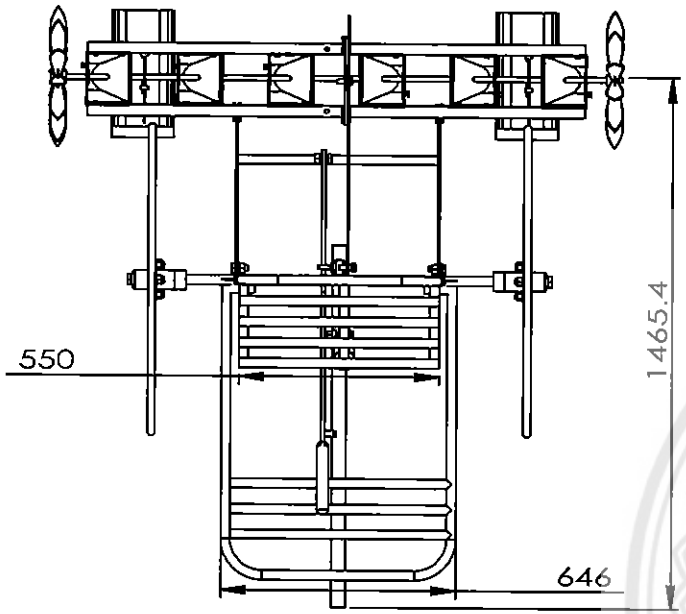
All dimension are in millimeter

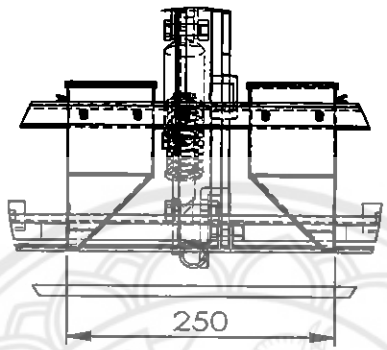
FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 4/4	
	Project : Study&Design	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : WHEEL_manual	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 25-03-11	Scale : 1:5



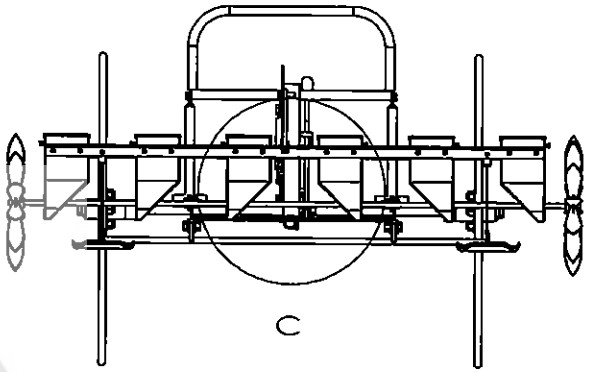
Isometric view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 1/2	
	Project : Study&Design	
	Check ; S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Grain drill_Type Tillers	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 30-03-11	Scale : 1:10

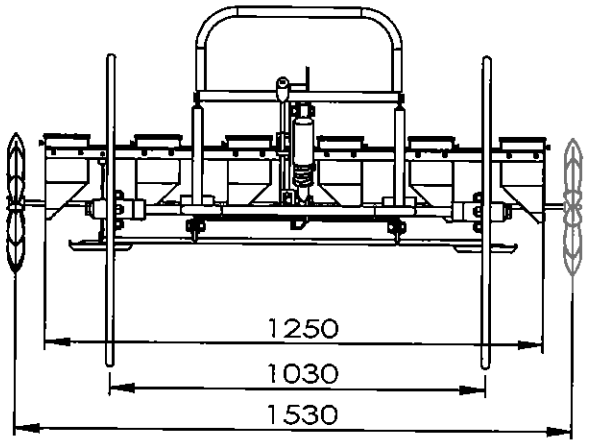




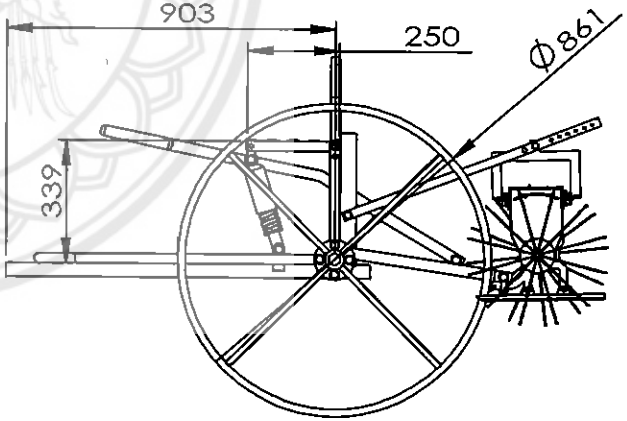
DETAIL C
SCALE 1 : 10



Back view

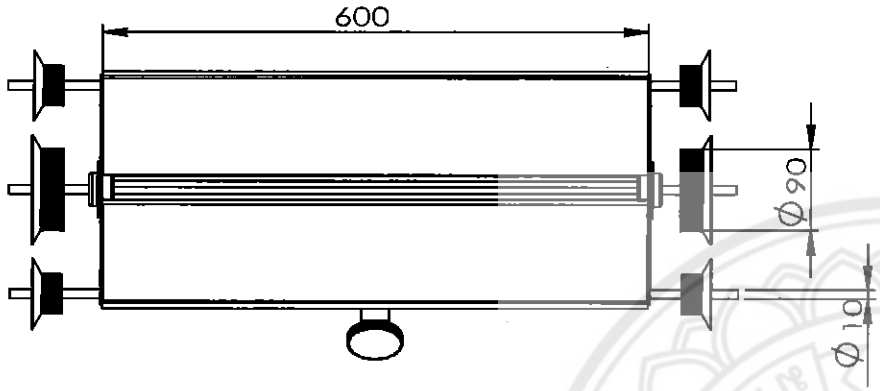


Front view

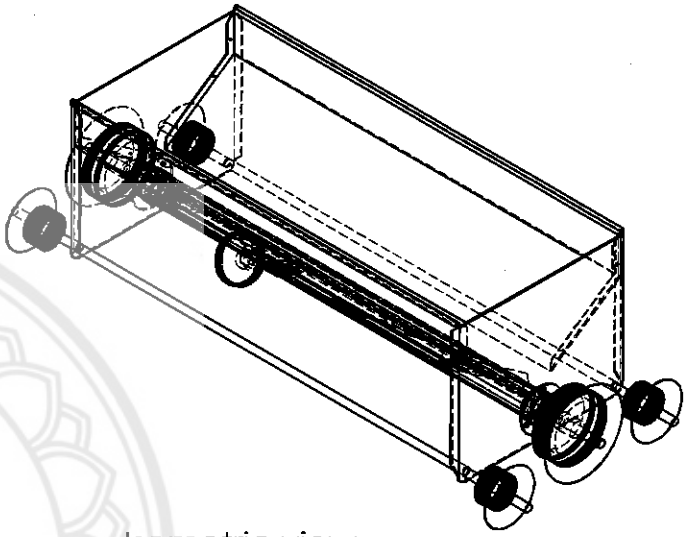


All dimension are in millimeter

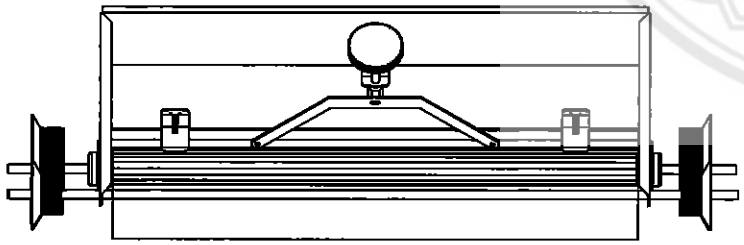
FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 2/2
	Project : Study&Design
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Grain drill_Type Tillers	Drawing : TEAM PROJECT
	Date : 30-03-11 Scale : 1:20



Top view

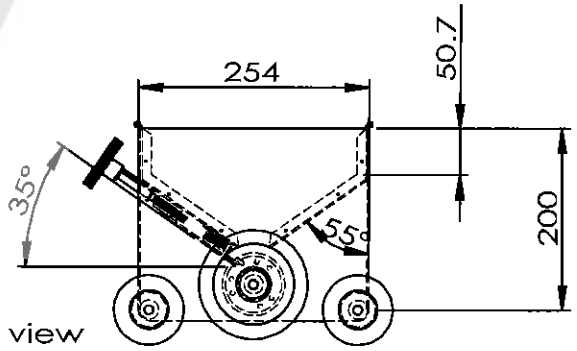


Isometric view



Detail L

Front view

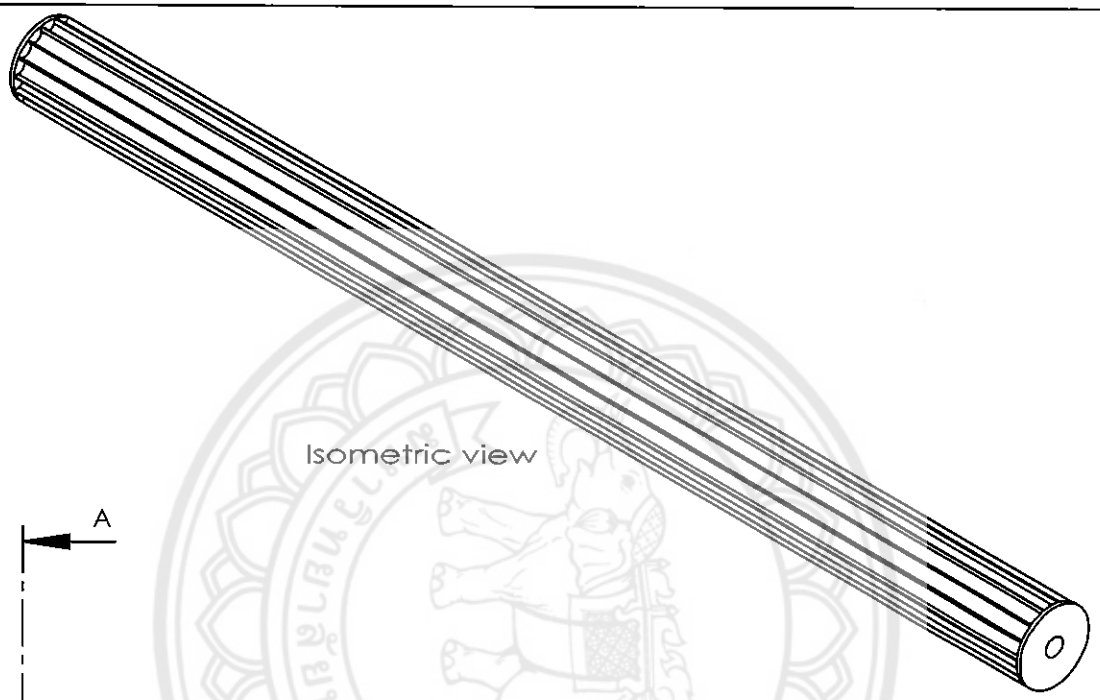


Side view

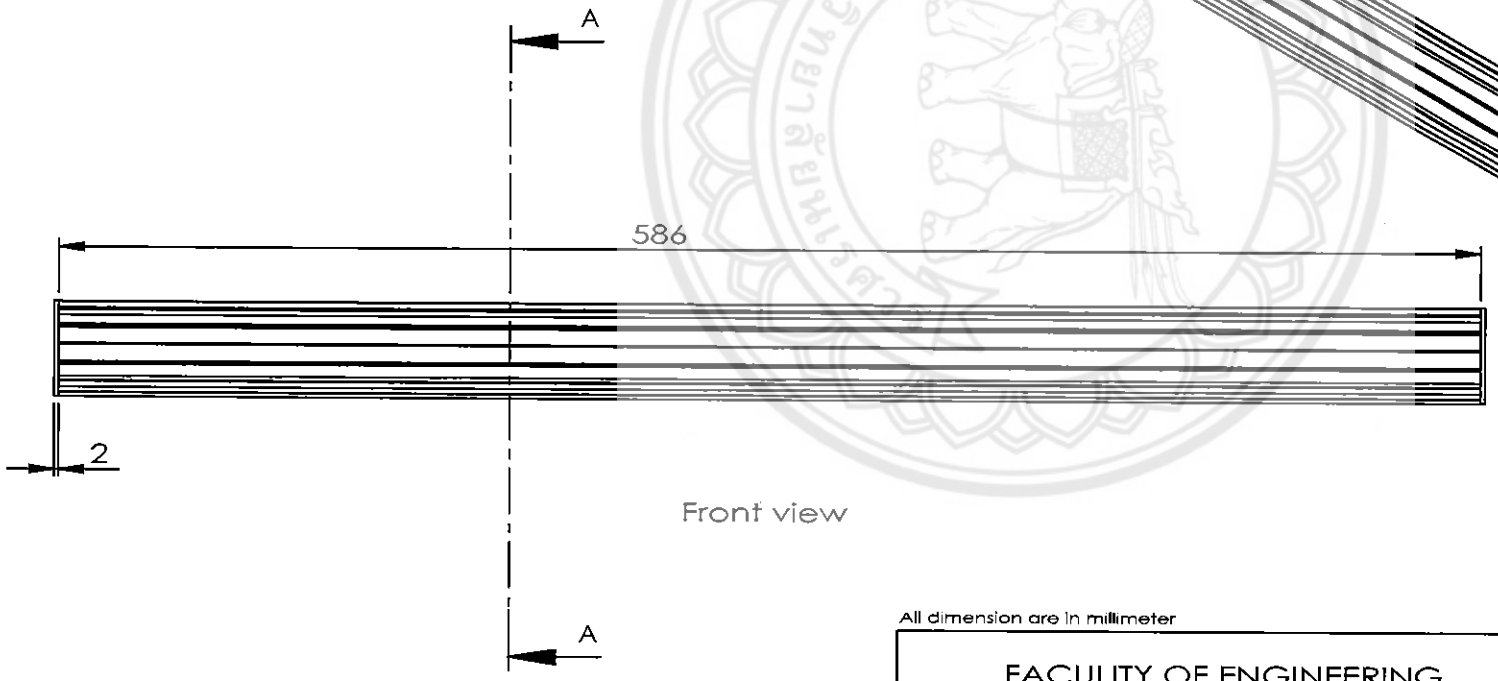
All dimension are in millimeter

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 1/2	
	Project : Study&Design	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : SR-K60CT (Siamkubota)	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 25-03-11	Scale : 1:8

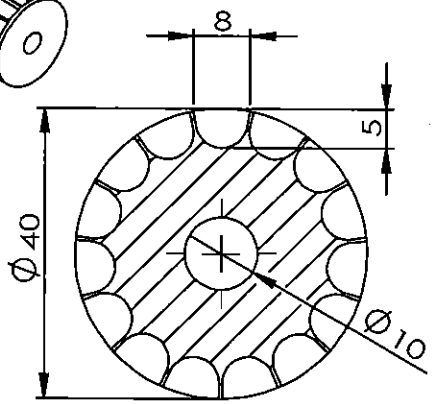
Detail L



Isometric view



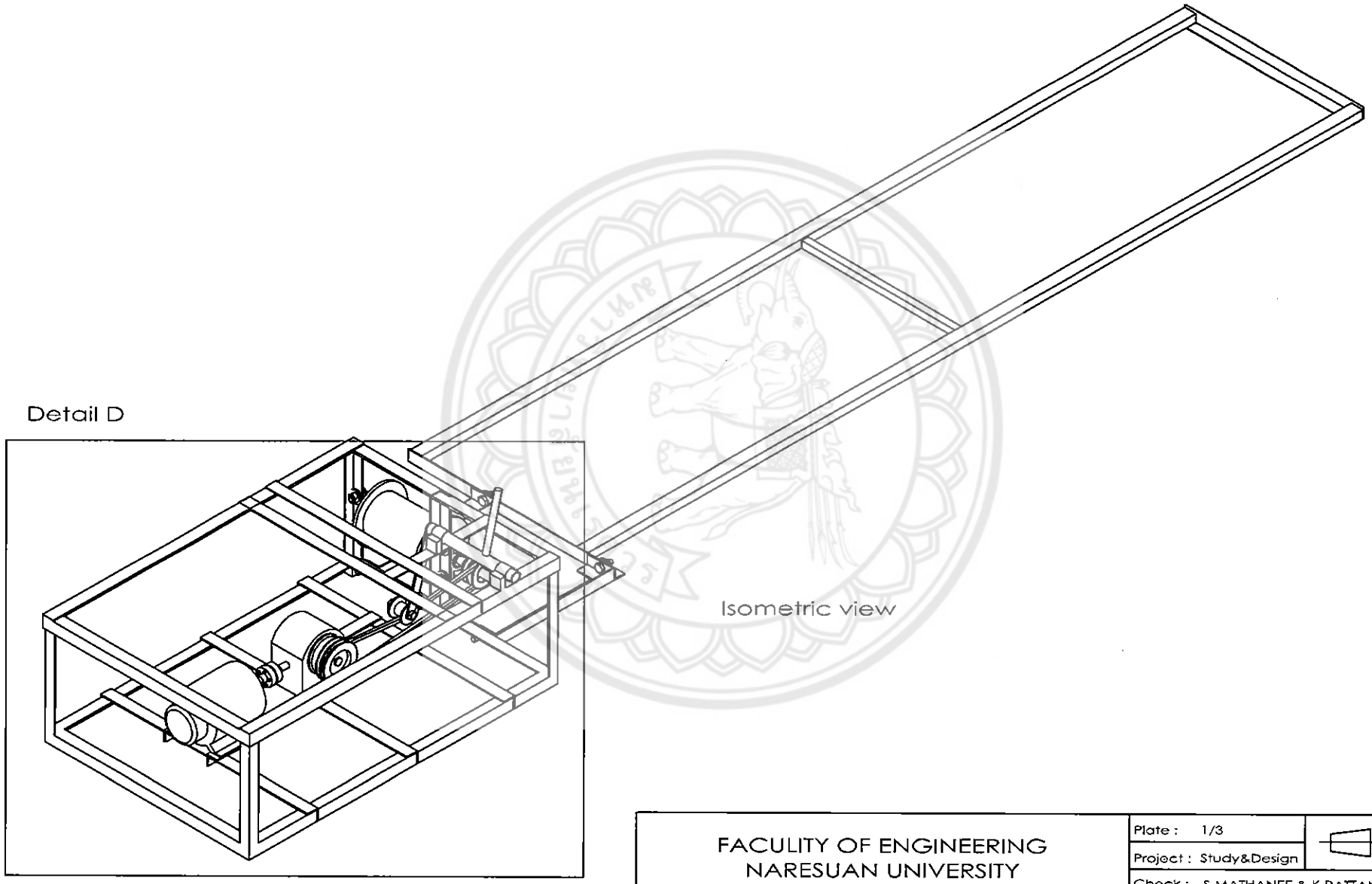
Front view



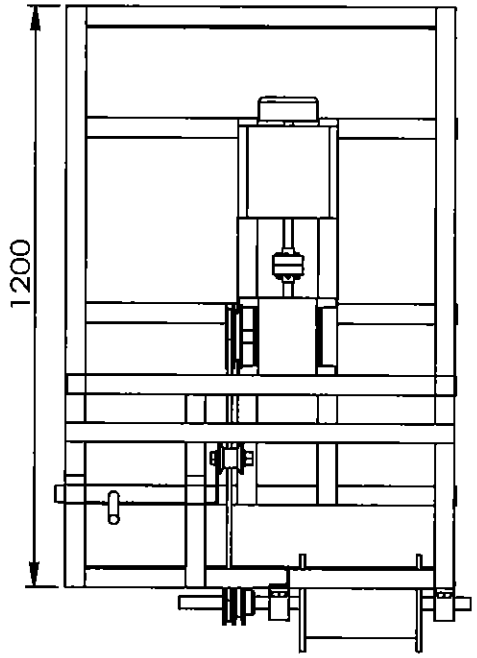
SECTION A-A
SCALE 1:1

All dimension are in millimeter

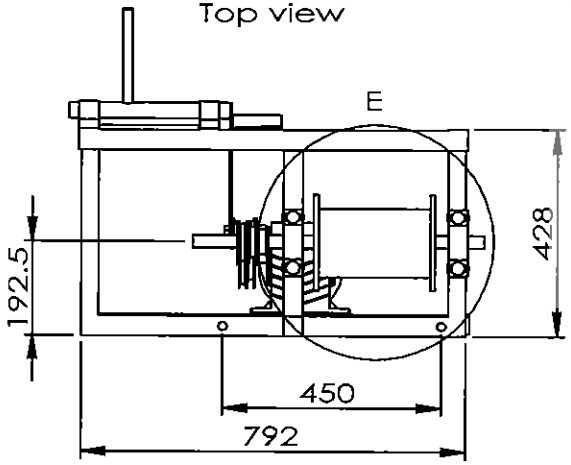
FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 2/2
	Project : Study&Design
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : SEEDER	Drawing : TEAM PROJECT
	Date : 25-04-11 / Scale : 1:3



FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 1/3	
	Project : Study&Design	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Test_kubota	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 25-03-11	Scale : 1:15

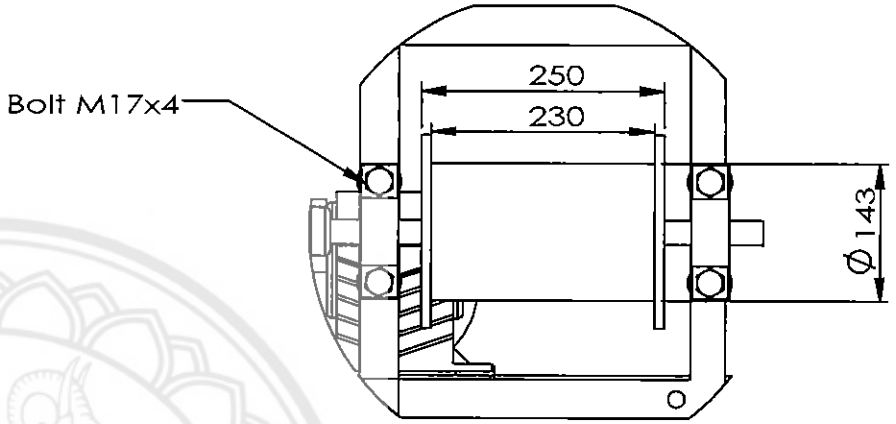


Top view

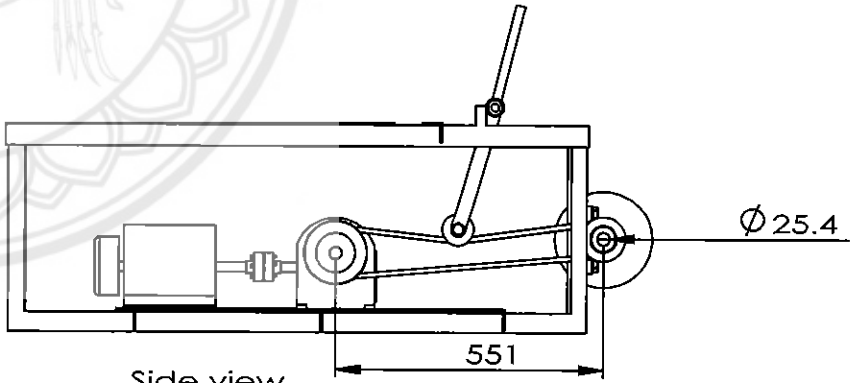


Front view

Detail D



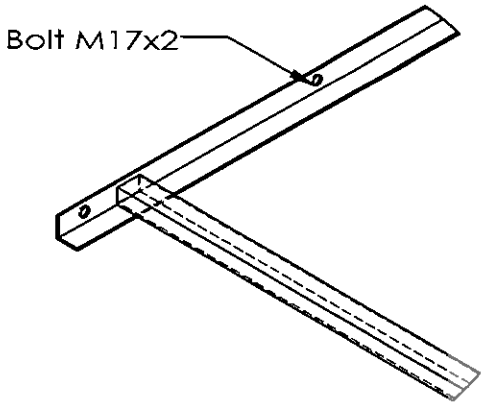
DETAIL E
SCALE 2 : 15



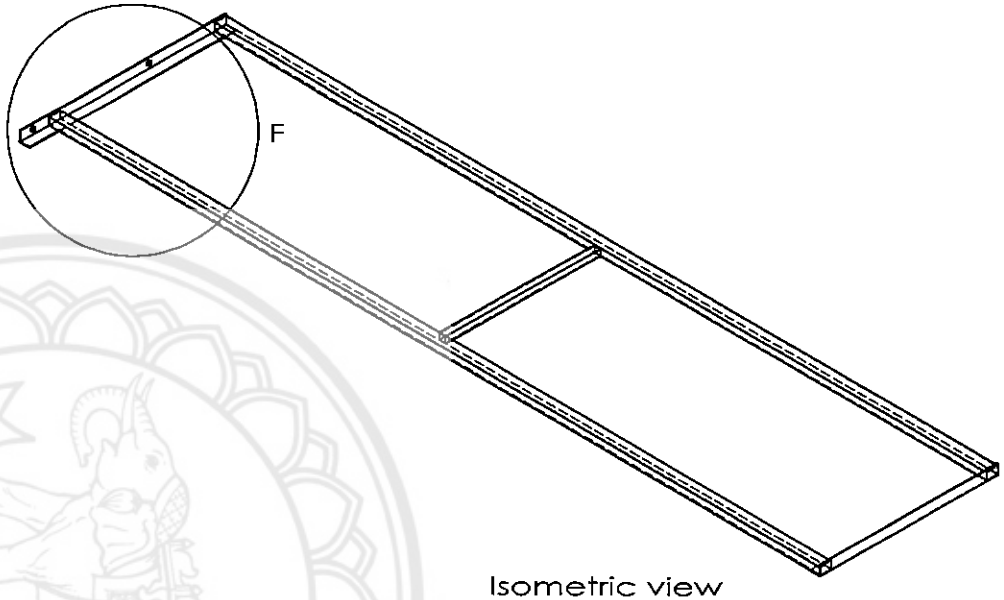
Side view

All dimension are in millimeter

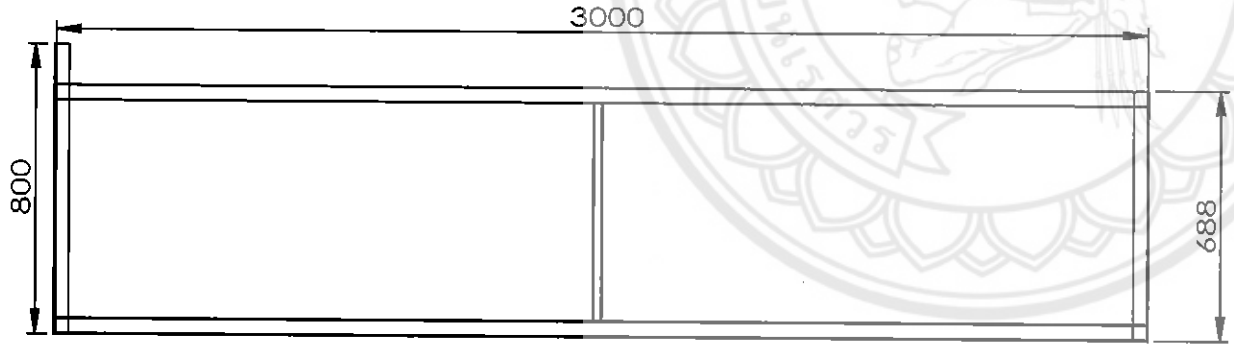
FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 2/3
	Project : Study&Design
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Test_detail D	Drawing : TEAM PROJECT
	Date : 25-03-11 Scale : 1:15



DETAIL F
SCALE 1 : 10



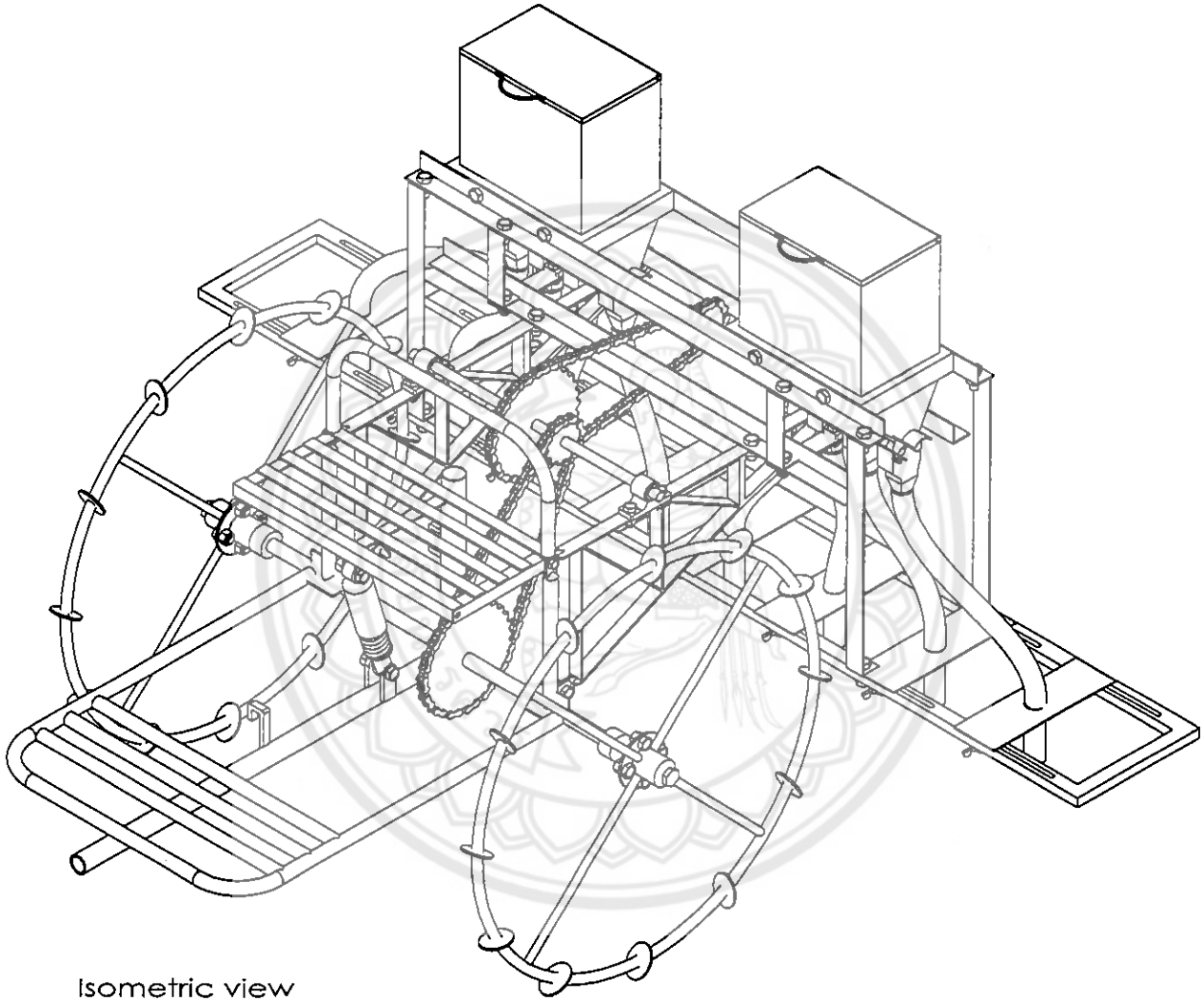
Isometric view



Top view

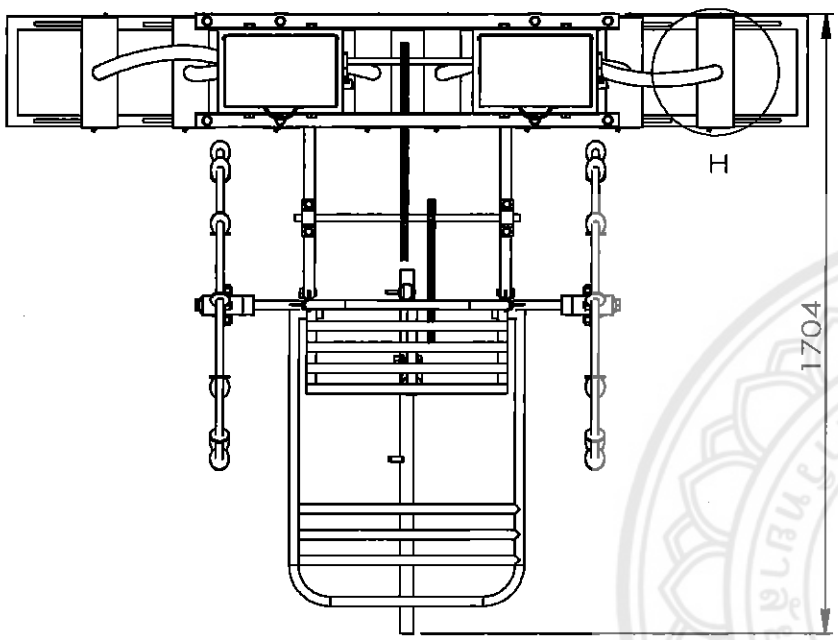
All dimension are in millimeter

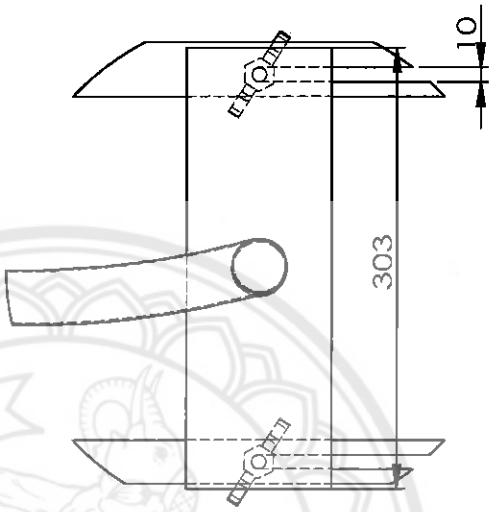
FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 3/3	
	Project : Study&Design	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Run way	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 25-03-11	Scale : 1:20



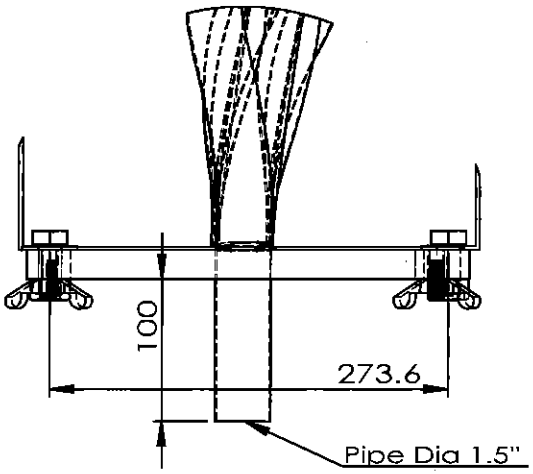
Isometric view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 1/7	
	Project : Study&Design	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : PADDY SEEDER_ISOMETRIC	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 25-04-11	Scale : 1:12

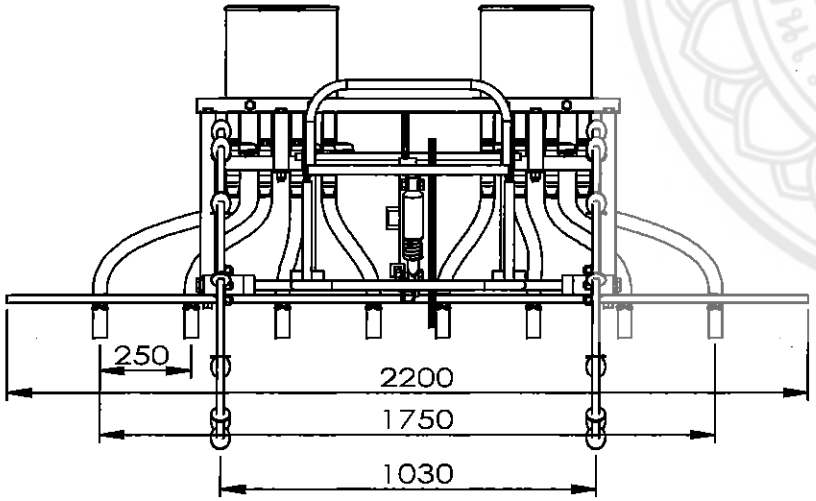


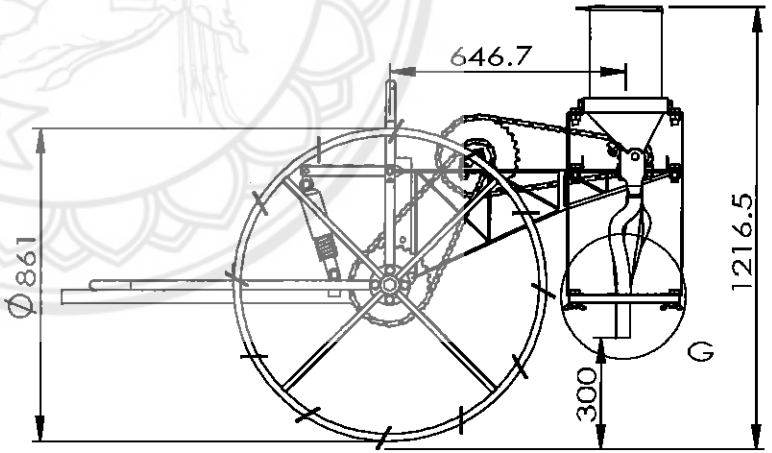


DETAIL H
SCALE 1 : 5



DETAIL G
SCALE 1 : 5

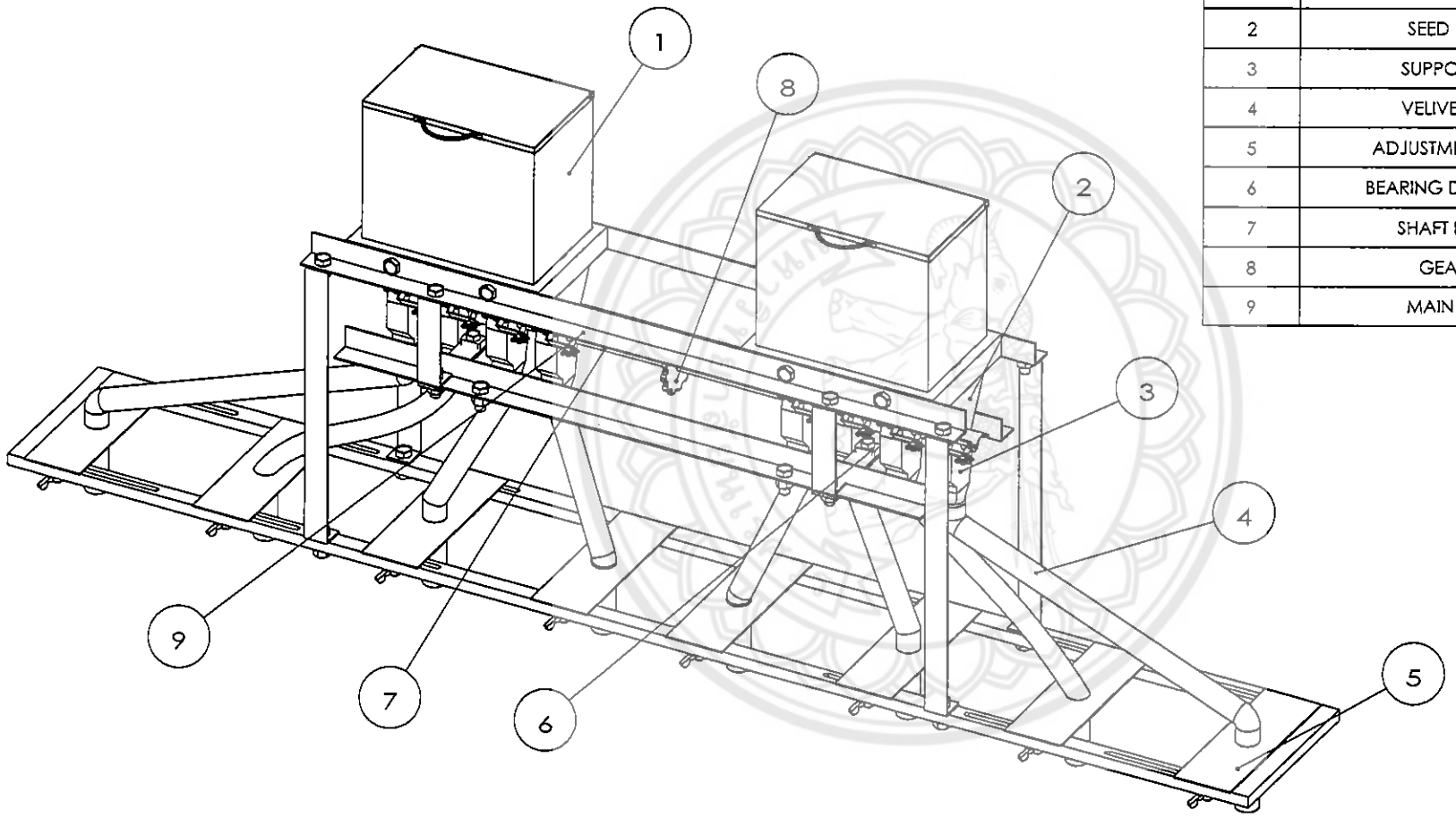




All dimension are in millimeter

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 2/7
	Project : Study&Design
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : DESIGN SEEDER_DETAIL	Drawing : TEAM PROJECT
	Date : 25-04-11 Scale : 1:20

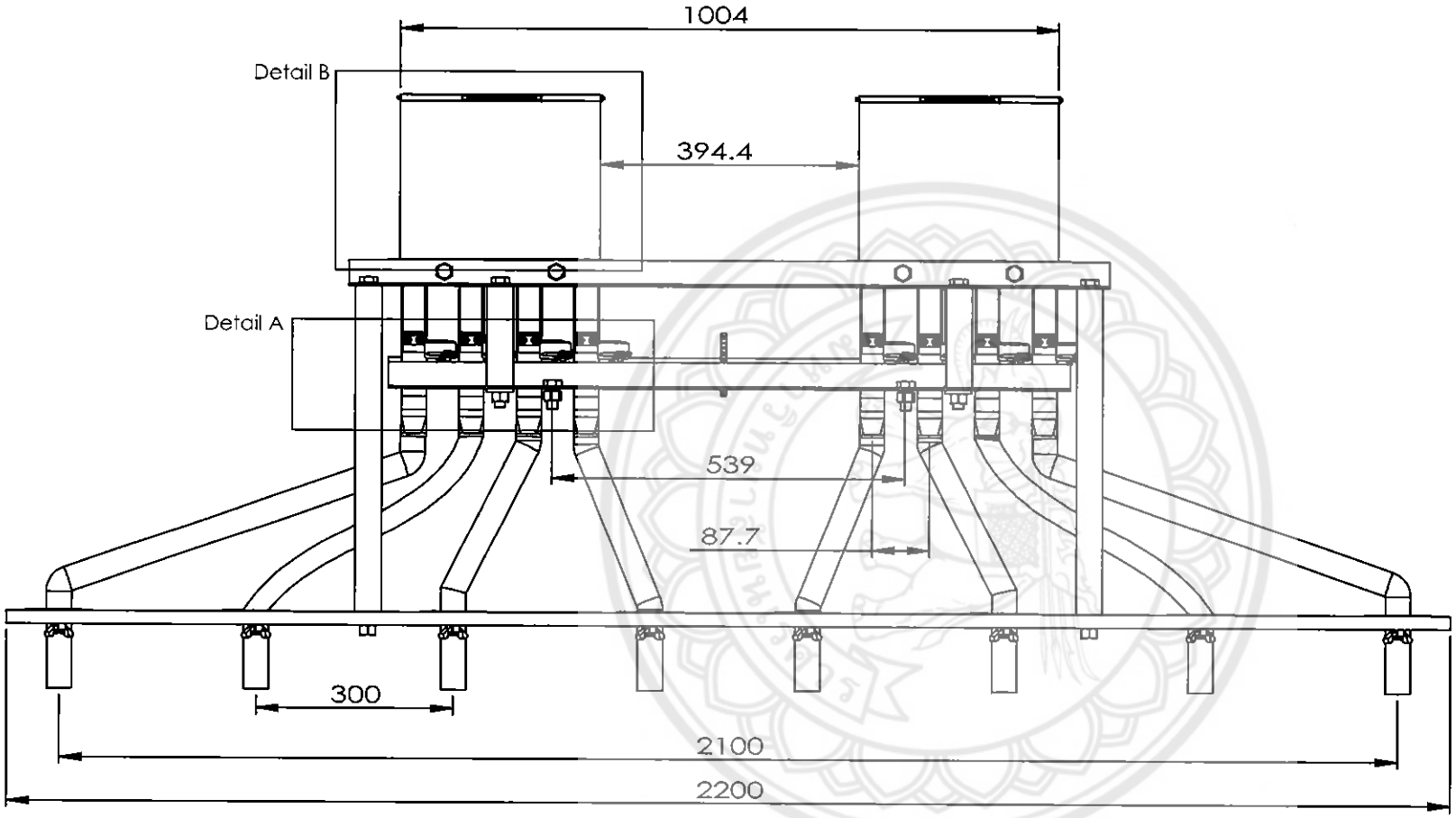
ITEMNO.	PART	QTY.
1	HOPPER	2
2	SEED DEVICE	8
3	SUPPORT SEED	8
4	VELIVERY TUBE	8
5	ADJUSTMENT PERIOD	8
6	BEARING DIN 625-6204	2
7	SHAFT Dia. 3/4"	1
8	GEAR 15 T	1
9	MAIN FRAME	1



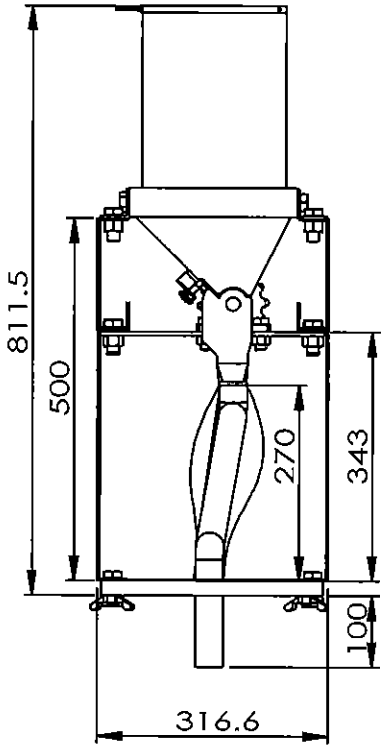
FACULITY OF ENGINEERING
NARESUAN UNIVERSITY

Drawing Name : PADDY SEEDER_COMPONENT

Plate : 3/7
Project : Study&Design
Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing : TEAM PROJECT
Date : 25-04-54
Scale : 1:10



Front view

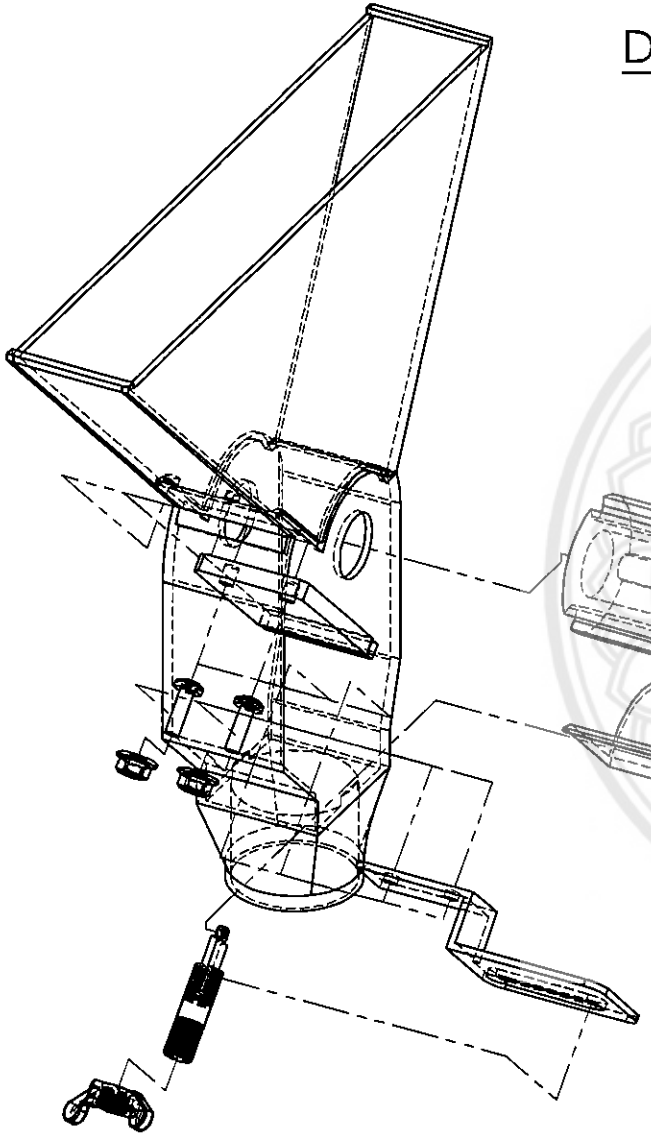


Side view

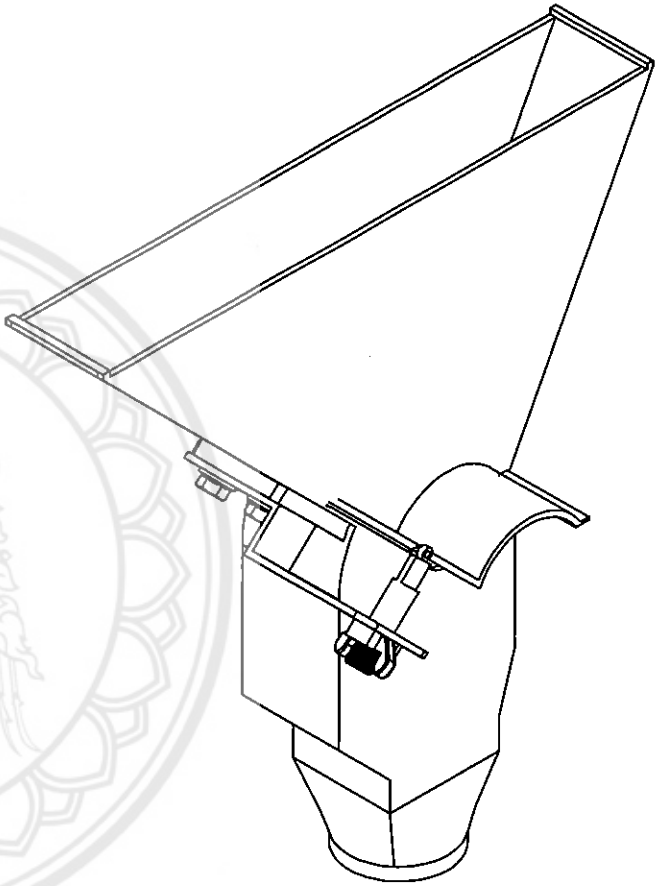
All dimension are in millimeter

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 4/7	
	Project : Study&Design	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : DESIGN_PADDY SEEDER	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 25-04-54	Scale : 1:10

Detail A

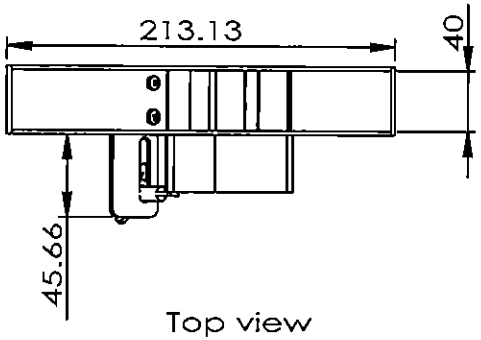


Component

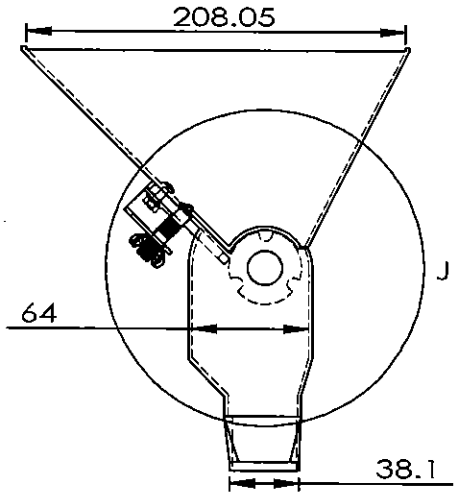


Isometric view

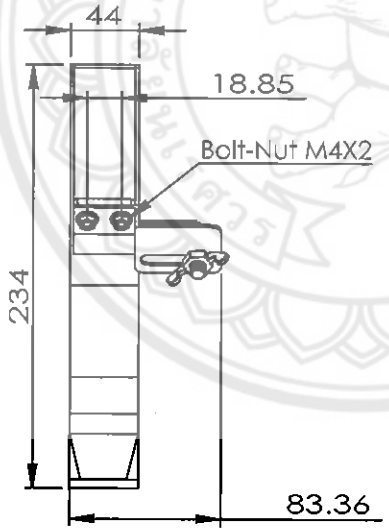
FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 5/7	
	Project : Study&Design	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : SEED DEVICE_Detail A	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 25-04-11	Scale : 1:2



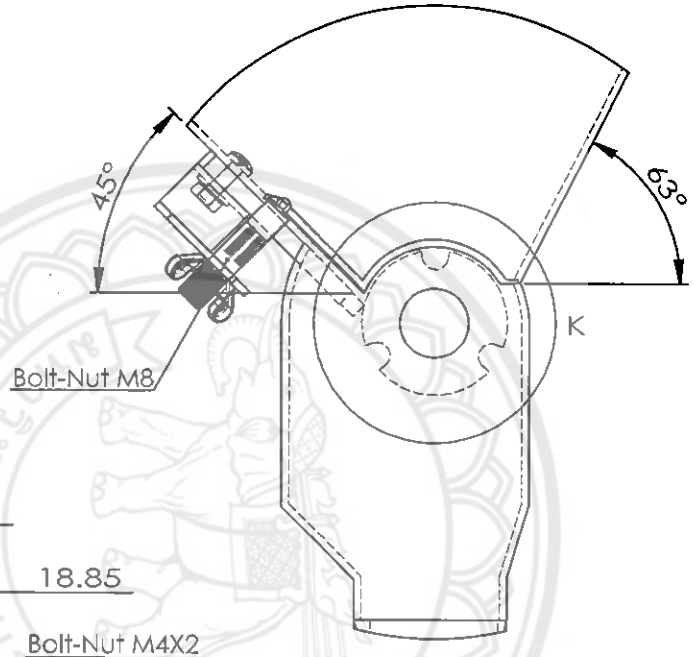
Top view



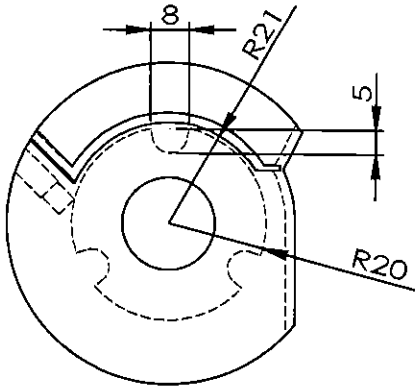
Front view



Side view



DETAIL J
SCALE 1 : 2

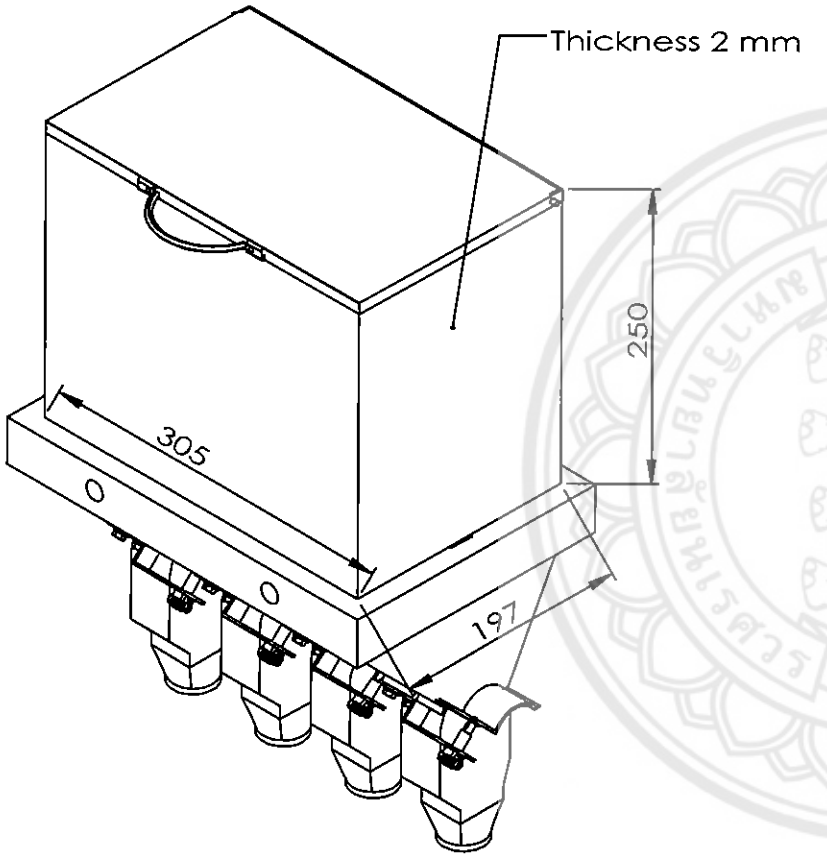


DETAIL K
SCALE 2 : 3

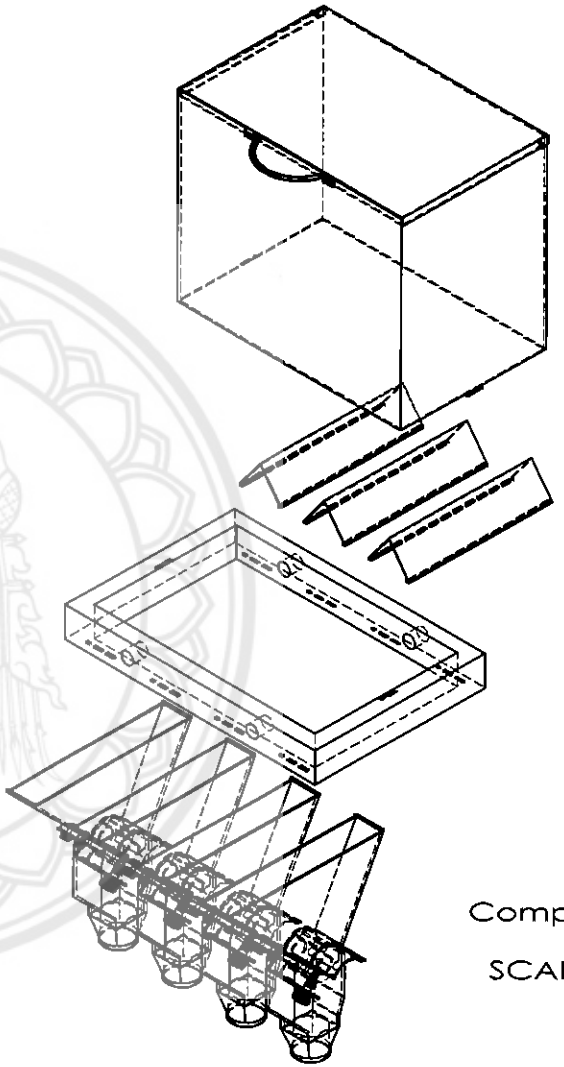
All dimension are in millimeter

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 6/7 Project : Study&Design Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : SEED DEVICE_DETAIL	Drawing : TEAM PROJECT Date : 25-04-11 Scale : 1.4

Detail B



Isometric view



Component

SCALE 1:7

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 7/7	
	Project : Study&Design	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : HOPPER_DESIGN	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 25-04-11	Scale : 1:5

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ/สกุล	นายปราโมทย์ รื่นเรณู
เกิดเมื่อ	5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	2 ถ.พิชัยนอก ซอย 4 ต.เมืองสวรรคโลก อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย 64110
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียน สวรรค์อนันต์วิทยา อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย 64110
E-mail	pramote1982@hotmail.com

ชื่อ/สกุล	นายคณิต ปานเพชร
เกิดเมื่อ	9 พฤษภาคม พ.ศ. 2531
ภูมิลำเนา	132 หมู่ 13 ต.บางระกำ อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก 65140
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียน พิษณุโลกพิทยาคม อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
E-mail	thenew2029@gmail.com

ชื่อ/สกุล	นายชัยณรงค์ สุริยา
เกิดเมื่อ	3 พฤษภาคม พ.ศ. 2531
ภูมิลำเนา	91/2 หมู่ 6 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียน พิษณุโลกพิทยาคม อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
E-mail	chainarong_su@hotmail.com

ชื่อ/สกุล	นายศักดิ์ชัย น้ำเยื้อง
เกิดเมื่อ	15 ธันวาคม พ.ศ. 2531
ภูมิลำเนา	1 หมู่ 1 ต.ทุ่งกระบือ อ.ย่านตาขาว จ.ตรัง 92140
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียน วิเชียรมาตุ อ.เมือง จ.ตรัง 92000
E-mail	sakchai.me@gmail.com