การออกแบบกลไกการบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนา
DESIGN HOPPER'S MECHANISM OF RICE TRANSPLANTER

ฐาปนิก ศรีพันธ์
ดลเดช บุญรอด
ธนกร เฉลิมราษฎร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบกลไกการบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนา

DESIGN HOPPER'S MECHANISM OF RICE TRANSPLANTER

T143885

ฐาปนิก ศรีพันธ์
ดลเดช บุญรอด
ธนกร เฉลิมราษฎร์

ว
ส312 ก
2556
เลขหมู่
เลขทะเบียน 143885
วัน,เดือน,ปี 04 ต.ค. 2559
.b
.i

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN HOPPER'S MECHANISM OF RICE TRANSPLANTER

THAPANIK SRIPHAN
DOLDECH BOONROD
TANAKORN CHALERMRATH

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบกลไกการบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนา

DESIGN HOPPER'S MECHANISM OF RICE TRANSPLANTER

ผู้จัดทำ

1. นายฐาปนิก ศรีพันธ์ รหัสประจำตัว 55010309
2. นายดลเดช บุญรอด รหัสประจำตัว 55010424
3. นายธนกร เฉลิมราษฎร์ รหัสประจำตัว 55010474

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.เอกพจน์ ตันตราภิวัฒน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบกลไกการบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนา

นายฐาปนิก ศรีพันธ์ 55010309
นายตลเดช บุญรอด 55010424
นายธนกร เฉลิมราษฎร์ 55010474
ดร.เอกพจน์ ตันตราภิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาเครื่องบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนา โดยเครื่องดังกล่าวบรรจุต้นกล้าขนาดใหญ่ได้ปริมาณมากและสะดวกเมื่อเทียบกับเครื่องดำนาทั่วไป ใช้กำลังขับเคลื่อนกลไกต่ำ โครงงานนี้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการดำนาและเครื่องดำนาในประเทศไทย แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาข้อเปรียบเทียบ เพื่อสร้างชุดบรรจุต้นกล้าทดลอง จากนั้นทำการทดลองเพื่อหาค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการทำงานและทำการศึกษาคุณสมบัติของต้นกล้าเพื่อสร้างต้นกล้าจำลองซึ่งใช้ทดสอบร่วมกับเครื่องบรรจุต้นกล้า จากการทดลองพบว่าสามารถบรรจุต้นกล้าได้มากแต่กลไกมีความซับซ้อนและมีประสิทธิภาพในการปักดำต่ำ จึงนำมาปรับปรุงให้มีความสามารถในการปักดำสูงขึ้นแต่ทำให้ต้นกล้าได้รับความเสียหาย จึงทำการพัฒนาต่อเพื่อลดความเสียหายของต้นกล้าโดยการปรับโครงสร้างของเครื่อง ผลการทดลองของเครื่องที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการลำเลียงต้นกล้าเฉลี่ยที่ 68.25 เปอร์เซ็นต์ต่อ 2-4 ต้นในการปักดำจำลอง และมีความสามารถในการปักดำในที่นาจริงเฉลี่ย 65.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถทำงานได้ 4 ไร่ต่อวันหรือทดแทนแรงงานคนได้ 10 คนต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN HOPPER'S MECHANISM OF RICE TRANSPLANTER

THAPANIK	SRIPHAN	55010309
DOLDECH	BOONROD	55010424
TANAKORN	CHALERMRATH	55010474
DR.AKAPOT	TANTRAPIWAT	ADVISER

Abstract

The purpose of this project is to develop the hopper of rice transplanter, which mainly for enhancing the capability of the hopper by increasing the amount of rice plants containing as well as the bigger size of rice plants containing in the hopper. Also this machine is developed to be more convenient for using with another hopper of rice transplanter. The project uses data that have been collected from the study about rice planting and the capability of the hopper of rice transplanter in Thailand. The data was analyzed by creating a set of experiments in order to find out the best parameter of hopper by using artificial rice plant, which were created after studying from the nature of real rice plants. From the experiment, the result turned out that, the hopper can contain a lot of rice plants but it had complicated mechanism and low efficiency. Thus, the set of hopper was redesigned, the hopper has high efficiency but many rice plants were damaged. After that, the hopper was developed to reduce the problem by changing the structure of hopper. The new hopper has 68.25 percent of success, which the hopper can transfer 2-4 rice plants for planting and 65.5 percent of success that hopper can transplant rice plants for 6400 m2 per day as well as it can replace human workers approximately 10 people a day.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ดร.เอกพจน์ ตันตราภิวัฒน์ คณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงในความกรุณาที่อาจารย์มอบให้ อีกทั้งขอขอบคุณคณะกรรมการในการสอบปริญญานิพนธ์นี้ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ชี้แนวทางในการปรับปรุงให้ปริญญานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณชาวนาชุมชนวัดสุทธาโภชน์ที่ให้ความรู้เรื่องการปลูกต้นข้าว การดำนา ประสบการณ์การใช้เครื่องดำนา ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ในการนำต้นข้าวมาใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โรงปฏิบัติการคณะวิศวกรรมศาสตร์1(โรงปฏิบัติการขึ้นรูปทางกล) ที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการสร้างชุดทดลอง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้โอกาสคณะผู้จัดทำเข้ามาศึกษาหาความรู้และทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คณะผู้จัดทำขอระลึกถึงพระคุณของทุกท่านไว้เสมอ คุณค่าและประโยชน์ที่ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้พึงมี คณะผู้จัดทำขอมอบแด่ทุกท่านมา ณ ที่นี้

นายฐาปนิก ศรีพันธ์

นายดลเดช บุญรอด

นายธนกร เฉลิมราษฎร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
สารบัญกราฟ	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ข้อมูลเบื้องต้นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การปลูกข้าว	3
2.1.1 การปลูกข้าวนาดำ	3
2.1.2 การปลูกข้าวนาหว่าน	6
2.1.3 การปลูกข้าวนาหยอด	7
2.1.4 การปลูกข้าวนาโยน	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2 เครื่องดำนา 9

2.2.1 ประวัติและความเป็นมา 9

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องดำนา 11

2.2.3 เครื่องดำนาในประเทศไทย 16

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 22

2.3.1 แรงบิด (Torque) 22

2.3.2 อัตราทดเฟือง (Gear ratio) 23

บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างชุดทดลอง 25

3.1 การออกแบบเครื่องบรรจุต้นกล้า 25

3.1.1 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดสายพานลำเลียง 26

3.1.2 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง 27

3.1.3 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ 28

3.1.4 ชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งพร้อมชุดปักดำ 30

3.2 การปลูกต้นข้าวและการสร้างต้นข้าวจำลอง 31

3.2.1 การปลูกต้นข้าว 31

3.2.2 การสร้างต้นข้าวจำลอง 32

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 33

4.1 การทดลองเพื่อหาคุณสมบัติของต้นข้าวจริง 33

4.1.1 หาความยาว ความกว้าง และความหนาของต้นข้าวจริง 33

4.1.2 หาจุดศูนย์กลางมวลของต้นข้าวจริง 34

4.1.3 หาความสามารถในการรับแรงของต้นข้าวจริง 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 การทดลองเครื่องทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง 36
4.2.1 ทดลองกับต้นข้าวจำลอง 36
4.2.2 ทดลองกับต้นข้าวจริง 39
4.3 การทดลองเครื่องทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ 42
4.3.1 ทดลองกับต้นข้าวจำลอง 42
4.3.2 การทดลองกับต้นข้าวจริง 45
4.4 การทดลองชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งพร้อมชุดปักดำ 47
บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์การทำงาน 50
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 50
5.2 ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิคของชุดบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนา 50
5.3 ข้อเสนอแนะ 51
เอกสารอ้างอิง 52
ภาคผนวก ก 54
ภาคผนวก ข 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติของต้นข้าวที่มีอายุ 25-30 วัน 34

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของจุดศูนย์กลางมวลของต้นข้าวที่มีอายุ 25-30 วัน 35

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของแรงมากสุดที่ต้นข้าวอายุ 25-30 วันรับได้ 36

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นถูกลำเลียงออกมา 38

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงจำนวนครั้งของจำนวนต้นข้าวที่ถูกลำเลียงออกมา 41

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นถูกลำเลียงออกมา 41

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นถูกลำเลียงออกมา 44

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นถูกลำเลียงออกมาของข้าวจริงและข้าวจำลอง 46

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นถูกลำเลียงออกมาของชุดบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่ง 48

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิค 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 การดำนาด้วยมือ	5
รูปที่ 2.2 การปลูกข้าวนาหว่าน	6
รูปที่ 2.3 การโยนกล้า	8
รูปที่ 2.4 กล้าที่ใช้ปักด้วยมือ	11
รูปที่ 2.5 กล้าเป็นแผ่น	11
รูปที่ 2.6 กล้าเป็นแถวยาว	12
รูปที่ 2.7 หัวปักแบบเสียบ	12
รูปที่ 2.8 หัวปักแบบเหวี่ยงพาตัด	13
รูปที่ 2.9 หัวปักแบบคีบกระทุ้ง	14
รูปที่ 2.10 เครื่องดำนาแบบใช้แรงคนลาก	14
รูปที่ 2.11 เครื่องดำนาแบบติดเครื่องยนต์โดยที่คนขับเดินตาม	15
รูปที่ 2.12 เครื่องดำนาแบบติดเครื่องยนต์คนนั่งขับ	15
รูปที่ 2.13 เครื่องดำนาลุงทองเหมาะ	17
รูปที่ 2.14 เครื่องดำนาช่างเบน	18
รูปที่ 2.15 เครื่องดำนา 2 แถวแบบไม่มีเครื่องยนต์	19
รูปที่ 2.16 เครื่องดำนา 2 แถวแบบมีเครื่องยนต์	19
รูปที่ 2.17 เครื่องดำนา 2 แถวมีหัวปักแบบเหวี่ยงตัดพา	20
รูปที่ 2.18 เครื่องดำนาแถว 2 มีหัวปักแบบกระทุ้ง	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.19 เครื่องดำนาแบบ 3 แถว พ่วงกับรถไถนาแบบเดินตาม	22
รูปที่ 2.20 แรงบิด	22
รูปที่ 2.21 เส้นผ่านศูนย์กลางพิทช์ จำนวนฟันของเฟืองและโมดุลของเฟือง	23
รูปที่ 2.22 เฟืองชุด	24
รูปที่ 3.1 แนวคิดการออกแบบเครื่องบรรจุต้นกล้า	25
รูปที่ 3.2 แบบชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดสายพานลำเลียง	26
รูปที่ 3.3 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดสายพานลำเลียง	26
รูปที่ 3.4 ปัญหาของชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดสายพานลำเลียง	27
รูปที่ 3.5 แบบชุดทดลองบรรจต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง	27
รูปที่ 3.6 ชุดทดลองบรรจต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง	28
รูปที่ 3.7 ชุดทดลองบรรจต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ	28
รูปที่ 3.8 การเปลี่ยนระนาบของต้นข้าวที่บริเวณทางออก	29
รูปที่ 3.9 การเปลี่ยนตำแหน่งและรูปแบบของจุดหมุนของกระบะ	29
รูปที่ 3.10 การเพิ่มลูกกลิ้งที่ตำแหน่งด้านล่างของกระบะ	30
รูปที่ 3.11 แบบชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งพร้อมชุดปักดำ	30
รูปที่ 3.12 ชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว้งพร้อมชุดปักดำ	31
รูปที่ 3.13 การปลูกต้นข้าว	31
รูปที่ 3.14 ต้นข้าวจำลอง	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.1 ต้นข้าวจริงที่มีอายุ 25-30 วัน	33
รูปที่ 4.2 ชุดการทดลองเพื่อหาจุดศูนย์กลางมวลของต้นข้าว	34
รูปที่ 4.3 ชุดการทดลองเพื่อหาความสามารถในการรับแรงของต้นข้าว	35
รูปที่ 4.4 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง	37
รูปที่ 4.5 ต้นข้าวจำลอง	37
รูปที่ 4.6 การทดลองชุดบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรงกับต้นข้าวจำลอง	37
รูปที่ 4.7 ต้นข้าวจริง	40
รูปที่ 4.8 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง	40
รูปที่ 4.9 ต้นข้าวจริงได้รับความเสียหาย	42
รูปที่ 4.10 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ	43
รูปที่ 4.11 ชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งพร้อมชุดปักดำ	47
รูปที่ 5.1 อุปกรณ์ป้อนต้นกล้าเมื่อประกอบเข้าด้วยกันเป็น 6 ชุด	50
รูปที่ ข.1 การทดลองเพื่อหาแรงบิด	74
รูปที่ ข.2 น้ำหนักที่ทำให้กลไกการลำเลียงต้นข้าวทำงาน	75
รูปที่ ข.3 การคำนวณเพื่อหาแรงบิด	75
รูปที่ ข.4 การคำนวณจำนวนครั้งในการปักดำ	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

กราฟที่ **หน้า**

กราฟที่ 4.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวถูกลำเลียงออกมาจำนวน 2-4 ต้นของแต่ละองศาความเอียงและจังหวะการแกว่งของกระบะ ที่ระดับความลึกของหัวปัก 2 ซม. 38

กราฟที่ 4.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวถูกลำเลียงออกมาจำนวน 2-4 ต้นของแต่ละองศาความเอียงและจังหวะการแกว่งของกระบะ ที่ระดับความลึกของหัวปัก 3 ซม. 39

กราฟที่ 4.3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวถูกลำเลียงออกมาจำนวน 2-4 ต้น 41

กราฟที่ 4.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการลำเลียงต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นมาที่ทางออกของแต่ละองศาความเอียงและจังหวะการแกว่งของกระบะ 44

กราฟที่ 4.5 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของความสำเร็จของการลำเลียงข้าวจริงมาที่ทางออก 2-4 ต้นของการแกว่ง 2 จังหวะเอียง 40 องศา 46

กราฟที่ 4.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของความสำเร็จของการลำเลียงข้าวจริงมาที่ทางออก 2-4 ต้นของการแกว่ง 2 จังหวะเอียง 40 องศา 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมโดยหนึ่งในนั้นก็คือปลูกข้าว ข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทยโดยเป้าหมายในการปลูกข้าวนั้นมีทั้งการปลูกเพื่อบริโภคภายในประเทศและเพื่อเป็นสินค้าส่งออกหลักที่สร้างรายได้ให้กับประเทศ มีการปลูกข้าวเป็นจำนวนมากในประเทศทั้งในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่เพาะปลูกรวมประมาณ 77.267 ล้านไร่ ผลผลิต 36.839 ล้านตันข้าวเปลือก ผลผลิตต่อไร่ 477 กิโลกรัม ปริมาณการส่งออก 10 ล้านตันข้าวเปลือกคิดเป็น 25% ของการส่งออกข้าวทั่วโลก มูลค่าการส่งออก 180,000 ล้านบาท (สถิติปี 2557)[1]

โดยในปัจจุบันวิธีการปลูกข้าวมีหลายวิธี เช่น การหว่าน การดำนา การโยนกล้า แต่วิธีที่ใช้ต้นทุนต่ำสุดและมีผลผลิตที่ดีคือ วิธีการดำนาแต่วิธีนี้สิ้นเปลืองแรงงานและใช้เวลามากอีกทั้งในปัจจุบันแต่ละภูมิภาคประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานเนื่องมาจากชนชั้นแรงงานหันมาทำงานตามโรงงานอุตสาหกรรมหรือในเมืองมากขึ้นส่งผลให้ค่าจ้างแรงงานสูงขึ้น ดังนั้นเกษตรกรจึงมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรมาช่วยในการปลูกข้าวซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือเครื่องดำนา เครื่องดำนาในปัจจุบันมีราคาแพงไม่เหมาะกับเกษตรกรรายย่อยที่มีพื้นที่นาน้อย ๆ ส่วนเครื่องดำนาที่มีราคาไม่แพงก็มีข้อจำกัดหลายๆด้าน ทำให้ยังมีประสิทธิภาพในการทำงานได้ไม่ดี

งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาและออกแบบชุดป้อนต้นกล้าของเครื่องดำนาเพราะทางคณะผู้จัดทำเล็งเห็นว่าชุดป้อนต้นกล้าในรถดำนาของเกษตรกรรายย่อยที่ใช้ในปัจจุบันนั้นมีวิธีการบรรจุที่ยาก บางชนิดชุดป้อนต้นกล้าสามารถบรรจุต้นกล้าได้น้อยทำให้ต้องเติมต้นกล้าหลายรอบ บางชนิดต้องมาจัดเรียงต้นกล้าก่อนจึงสามารถบรรจุใส่ชุดป้อนต้นกล้าได้ ทำให้เสียเวลาและเกิดความยากลำบากมากขึ้นในการใช้รถดำนา ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบและสร้างชุดป้อนต้นกล้าที่สามารถบรรจุต้นกล้าได้ง่ายโดยไม่ต้องจัดเรียง ใช้กับต้นกล้าขนาดใหญ่และบรรจุต้นกล้าได้ปริมาณมาก โดยสามารถนำไปประกอบกับชุดบรรจุต้นกล้าชุดอื่น ๆ ได้ตามความต้องการและนอกจากนี้ชุดบรรจุต้นกล้าสามารถใช้ร่วมกับรถไถแบบเดินตามเพื่อใช้เป็นต้นกำลังของเครื่องดำนาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ออกแบบและสร้างแบบจำลองชุดอุปกรณ์ป้อนต้นกล้า

1.2.2 ทดสอบการทำงานของชุดอุปกรณ์ป้อนต้นกล้า

1.2.3 สร้างชุดอุปกรณ์ป้อนต้นกล้าที่สามารถนำไปใช้งานจริงได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาเครื่องป้อนต้นกล้าสำหรับเกษตรกรรายย่อยที่ใช้กับต้นกล้าขนาดใหญ่อายุประมาณ 25-30 วันหรือที่มีความยาวประมาณ 30 ซม. โดยเน้นที่วิธีการบรรจุต้นกล้าและการป้อนต้นกล้าพร้อมทั้งศึกษาหาข้อดี ข้อเสียของแต่ละแบบ

1.3.2 ศึกษาวิธีการปลูกต้นกล้าและทำการปลูกต้นกล้า

1.3.3 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาปรับปรุงและออกแบบชุดป้อนต้นกล้าสำหรับ 1 หัวปักดำ

1.3.4 สร้างชุดทดลองเครื่องป้อนต้นกล้าตามที่ได้ออกแบบ และทดสอบด้วยต้นกล้าจริง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สร้างชุดบรรจุต้นกล้าที่สามารถทำงานได้จริงและมีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าชุดบรรจุต้นกล้าเดิมที่มีอยู่แล้ว

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาข้อดีและข้อเสียของชุดบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนาที่มีขายในท้องตลาด

1.5.2 นำข้อมูลที่ศึกษามาออกแบบและสร้างชุดทดลองบรรจุต้นกล้า

1.5.3 ทดสอบชุดบรรจุต้นกล้าและหาข้อบกพร่องของเครื่อง

1.5.4 พัฒนาชุดบรรจุต้นกล้าให้ดีขึ้นและทำการทดลองใหม่

1.5.5 ทำการสร้างชุดบรรจุต้นกล้าต้นแบบจากแบบของชุดบรรจุต้นกล้าที่ดีที่สุด

1.5.6 สรุปผลการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ข้อมูลเบื้องต้นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การปลูกข้าว

โดยทั่วไปวิธีการปลูกกข้าวแบ่งเป็น 4 ประเภทดังนี้[4]

2.1.1 การปลูกข้าวนาดำ

การปลูกข้าวนาดำมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

1. การเตรียมดินแปลงทำนาดำ ประกอบด้วย การไถดะ หมายถึง การไถครั้งแรกเมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะเพื่อพลิกกลับหน้าดินและทำลายวัชพืช แล้วตากดินทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน ก่อนที่จะทำการไถแปรหรือไถครั้งที่สอง โดยในการไถแปรนี้จะทำไถตัดกับรอยไถดะเพื่อให้ดินแตกตัวเป็นก้อนเล็ก ๆ จนวัชพืชหลุดออกจากดิน การไถแปรอาจกระทำได้มากกว่า 1 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเวลา ปริมาณน้ำในนา และปริมาณวัชพืชที่มีอยู่ หลังจากการไถแปรแล้วก็จะทำการคราดเพื่อปรับพื้นที่นาให้ได้ระดับสม่ำเสมอ และกำจัดวัชพืชออกจากนา ในบางกรณีอาจใช้ลูกทุบตีแทนการคราดก็ได้ การเตรียมดินทั้ง 3 ขั้นตอนนี้อาจใช้แรงงานสัตว์ รถไถเดินตาม หรือรถแทรกเตอร์ก็ได้ ข้อควรพิจารณาก่อนการไถดินคือ ต้องรอให้ดินมีความชื้นเพียงพอเสียก่อน ซึ่งความชื้นนี้อาจได้จากน้ำฝนที่ขังอยู่ในนา หรือมีการไขน้ำเข้ามาเพื่อทำให้ดินเปียกพอเหมาะแก่การไถจึงจะเริ่มการไถได้ การปล่อยให้มีน้ำขังในนาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ก่อนทำการไถจะช่วยให้กระบวนการหมักและการสลายตัวของอินทรียวัตถุเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ดินมีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อต้นข้าวออกมาได้ดี และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่เป็นกรดจัดนั้น ควรมีการขังทิ้งไว้อย่างน้อย 1 เดือนก่อนการเตรียมดิน ทั้งนี้เพื่อลดภาวะความเป็นกรด และอันตรายจากสารพิษให้น้อยลง หลังจากมีการเตรียมดินเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ควรจะมีการแบ่งพื้นที่นาออกเป็นแปลง ๆ โดยมีคันดินกั้น ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการรักษาระดับน้ำในนาทั้งในช่วงปักดำ และช่วงการเจริญเติบโตในระยะต่าง ๆ ของต้นข้าว ก่อนการปักดำจะมีการทำเทือกและปล่อยให้มีน้ำขังในนาสูง 5-10 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตกกล้า อาจกระทำได้ในสภาพดินเปียก (ทำเทือก) โดยมีการเตรียมแปลงดินในกล้าเช่นเดียวกับการเตรียมพื้นที่เพื่อปักดำข้าวในข้อ 1. หลังจากการเตรียมดินแล้วให้ยกแปลงกล้าสูงขึ้นจากระดับน้ำในผืนนาประมาณ 3-5 ซม. ปรับเทือกดินในแปลงให้ราบเรียบสม่ำเสมอและเปียกชื้นอยู่ตลอดเวลา ขนาดของแปลงไม่ควรจะกว้างมากนัก แต่ควรให้อยู่ในลักษณะแคบและยาว และทิศทางของความยาวแปลงจะขนานไปตามทิศทางลมพัด ทั้งนี้เพื่อให้การระบายความชื้นระหว่างต้นข้าวดีขึ้น จะส่งผลให้การระบาดของโรคใบไหม้และแมลงศัตรูบางอย่างลดน้อยลงได้ หลังจากเตรียมแปลงกล้าแล้วก็นำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่สมบูรณ์ (คัดได้โดยนำเมล็ดพันธุ์ไปเทใส่ในน้ำ 10 ลิตรผสมเกลือ 1.7 กก. ซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 1.08 เมล็ดที่ไม่สมบูรณ์จะลอยขึ้นและคัดทิ้งไปได้) ไปใส่ถุงผ้าดิบลงแช่ในน้ำนาน 12-24 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดพันธุ์ไปหุ้มโดยเทเมล็ดกองแผ่ไว้บนพื้นเรียบและใส่ผ้าหรือกระสอบชุ่มน้ำคลุมไว้นาน 36-48 ชั่วโมงเพื่อให้เมล็ดงอก หลังจากนั้นจึงนำเมล็ดที่งอกนี้ไปหว่านลงบนแปลงกล้าที่เตรียมไว้ โดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ประมาณ 4 กก. ต่อเนื้อที่แปลงกล้า 80 ตรม. ซึ่งจะสามารถปลูกข้าวได้ในพื้นที่ปักดำ 1 ไร่ ในกรณีที่ดินในแปลงตกกล้าขาดความอุดมสมบูรณ์ ควรใส่ปุ๋ยแอมโมเนียฟอสเฟต (16-20-0) อัตรา 30 กก.ต่อไร่หลังการหว่านเมล็ดประมาณ 7 วันและทดน้ำเข้าแปลงกล้าแล้วปล่อยให้ต้นกล้ามีอายุประมาณ 30 วัน จึงนำต้นกล้าไปปักดำต่อไป

อย่างไรก็ตามในการหาอัตราเมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ตกล้านั้น จะต้องคำนึงถึงเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดด้วย โดยใช้สูตรต่อไปนี้ คือ

$$\text{เมล็ดพันธุ์ที่ต้องการใช้จริง} = \frac{\text{อัตราเมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่} \times 100}{\text{เปอร์เซ็นต์ความงอก}}$$

$$= \frac{4 \times 100}{80}$$

$$= 5 \text{ กก./}80 \text{ ตรม.} \text{ (เมื่อเปอร์เซ็นต์ความงอก = 80)}$$

นอกเหนือจากการตกกล้าในดินเปียกแล้ว ในกรณีที่มีการขาดแคลนน้ำ ก็อาจจะใช้วิธีตกกล้าในดินแห้งได้ ซึ่งกระทำได้โดยการนำเอาเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เพาะให้งอกไปโรยเป็นแถว ๆ ในร่องบนแปลงกล้าแห้งแล้วใช้ดินกลบไว้เพื่อป้องกันการทำลายของนกและหนู รดน้ำชุ่มวันละ 2 ครั้ง ตอนเช้าและเย็นจนเมล็ดงอกเป็นต้นกล้าเพื่อใช้ในการปักดำต่อไปเมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การปักดำ[5] ควรทำเป็นแถวเป็นแนว ทำให้ง่ายต่อการกำจัดวัชพืช การใส่ปุ๋ยการพ่นยากำจัดโรคแมลงและยังทำให้ข้าวแต่ละกอมีโอกาสได้รับสารอาหาร และแสงแดดอย่างสม่ำเสมอกัน สำหรับระยะปักดำนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ข้าวดังนี้

พันธุ์ข้าวไม่ไวแสง หรือ ข้าวนาปรัง ควรใช้ระยะปักดำระหว่างแถวและระหว่างกอ 20 x 20 ซม. หรือ 20 x 25 ซม. อายุต้นข้าว 20-25 วัน

พันธุ์ข้าวไวแสง หรือ ข้าวนาปี ควรใช้ระยะปักดำระหว่างแถวและระหว่างกอ 25 x 25 ซม. 20-30 วัน

หลังจากได้เตรียมแปลงปักดำโดยการทำเทือกจึงถอนต้นกล้าไปปักดำในแปลงกล้าที่มีการหว่านปุ๋ยแอมโมเนียฟอสเฟต (16-20-0) ในอัตรา 30 กก. ต่อไร่แล้ว 1 วันล่วงหน้าก่อนปักดำสำหรับพันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง หรืออัตรา 20 กก. ต่อไร่สำหรับพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสงปักดำจับต้นกล้าครั้งละ 3-5 ต้นปักดำลึก 3-4 ซม. จะทำให้ต้นข้าวแตกกอใหม่ได้เต็มที่ การปักดำลึกจะทำให้ข้าวตั้งตัวได้ช้า และแตกกอได้น้อย การใช้อายุที่เหมาะสมจะทำให้ข้าวตั้งตัวเร็วแตกกอได้มาก และให้ผลผลิตสูง การปักกดำควรมีระดับน้ำสูงประมาณ 5-10 ซม. เพื่อควบคุมวัชพืชและประคองต้นข้าวไม่ให้ล้มแต่ถ้าระดับน้ำลึกเกินไปจะทำให้ต้นข้าวแตกกอน้อย

รูปที่ 2.1 การดำนาด้วยมือ[6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การปลูกข้าวนาหว่าน

การปลูกข้าวนาหว่าน[4]แตกต่างจากการปลูกข้าวนาดำที่ไม่มีการตกกล้าแต่จะใช้เมล็ดข้าวเปลือกแห้งหรือทำให้งอกแล้วหว่านลงในนาที่มีการเตรียมพื้นที่ปลูกโดยการไถดะและไถแปร เป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากประหยัดแรงงาน เวลา

การปลูกข้าวนาหว่านมีวิธีปฏิบัติที่แตกต่างกัน 4 วิธี ได้แก่

1. การหว่านสำรวย เป็นการหว่านในสภาพดินแห้ง เนื่องจากฝนยังไม่ตก โดยหลังจากการไถแปรครั้งสุดท้ายแล้วหว่านเมล็ดข้าวลงไปโดยไม่ต้องคราดกลบ เมื่อฝนตกลงมาเมล็ดข้าวจะงอกขึ้นมาโดยอาศัยความชื้นที่สะสมในดิน

2. การหว่านคราดกลบ มีวิธีปฏิบัติเช่นเดียวกับการหว่านสำรวยแต่หลังจากหว่านแล้วจะตามด้วยการคราดกลบเมล็ด ทำให้เมล็ดงอกได้เร็วกว่า

3. การหว่านข้าวงอก การหว่านโดยวิธีนี้จะใช้ในพื้นที่ปลูกที่มีน้ำขังต้องนำเมล็ดพันธุ์มาแช่น้ำนาน 12 ซม. แล้วจึงนำไปหว่าน การหว่านวิธีนี้จะทำให้ข้าวงอกเร็วกว่าสองวิธีแรก

4. การหว่านน้ำตม มีการเตรียมดินโดยการไถดะ ไถแปรและคราดเช่นเดียวกับในนาดำ หลังจากการไถดะแล้วปล่อยให้น้ำเข้านาให้ดินชุ่มเป็นเวลา 5-10 วัน เพื่อให้เมล็ดวัชพืชงอกเป็นต้นอ่อนแล้วจึงปล่อยน้ำเข้านาเพิ่ม ทำการไถแปรและคราดเพื่อกำจัดวัชพืช ทำเช่นนี้ 1-2 ครั้ง ทิ้งระยะห่าง 4-5 วันแล้วปล่อยให้น้ำขังประมาณ 3 สัปดาห์แล้วจำทำคราดอีกครั้งแล้วจึงระบายน้ำออก ปรับเทือกให้มีระดับสม่ำเสมอก่อนการหว่าน 1 วัน แบ่งนาออกเป็นแปลงย่อย ๆ กว้าง 3-5 ม. ตามความยาวแปลงนาโดยทำร่องน้ำระหว่างแปลงย่อยเพื่อให้การหว่านและการดูแลรักษาข้าวทำได้ง่ายขึ้น

รูปที่ 2.2 การปลูกข้าวนาหว่าน[7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหว่าน นำเมล็ดที่เพาะให้งอกแล้วตามวิธีการเพาะก่อนตกกล้าในนาดำ หว่านให้สม่ำเสมอลงในเทือกที่เตรียมไว้ ข้าวจะได้รับธาตุอาหาร แสงแดด และเจริญเติบโตเท่ากัน

กล่าวโดยสรุปการทำนาหว่านนั้นจะใช้แรงงานในการปักน้อยกว่า เสียพื้นที่ในการทำคันนาน้อยกว่า ไม่ต้องเสียพื้นที่ในการตกกล้าข้าว การเตรียมดินง่ายกว่า แต่การทำนาหว่านอาจเสี่ยงกับศัตรูพืชเข้ามาระบาดได้ง่าย เพราะข้าวอัดแน่นเกินไป การระบายอากาศในแปลงไม่ดี และถ้าเตรียมดินไม่ดีพอจะเกิดปัญหาวัชพืชมาก การควบคุมระดับน้ำทำได้ยาก สิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์มากกว่าการทำนาดำ เข้าไปปฏิบัติงานดูแลรักษาในแปลงข้าวทำได้ยากเพราะไม่มีช่องว่างระหว่างแถวที่ปลูกข้าว

2.1.3 การปลูกข้าวนาหยอด

การทำนาหยอด[5]นั้นมีข้อดีในการแก้ไขปัญหาความขาดแคลนน้ำในการปลูกข้าว เนื่องจากความแปรปรวนในการตกของฝน และยังลดปัญหานกและหนูที่เข้ามารบกวนเมล็ดพันธุ์เพราะเครื่องหยอดสามารถฝังเมล็ดพันธุ์ได้ลึกถึง 10 ซม. นอกจากนี้ยังเป็นตำแหน่งที่มีความชื้นเหมาะสมและป้องกันข้าวล้มได้ดี จุดสำคัญของการทำนาหยอดคือข้าวขึ้นเป็นแถว มีช่องว่างพอที่ให้ต้นข้าวแต่ละเมล็ดมีพื้นที่เจริญเติบโตเต็มที่ ใช้เมล็ดพันธุ์ 10 กก.ต่อไร่

การปลูกข้าวนาหยอดมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

1. ไถเตรียมแปลงแล้วรอจนฝนตกลงมาพอดินชื้นเพียงพอ ให้ไถพรวนอีกครั้งเพื่อกำจัดวัชพืช ย่อยดินและปิดความชื้น

2. หลังจากเตรียมแปลงเสร็จแล้วนำเมล็ดพันธุ์บรรจุใส่เครื่องหยอดและทำการหยอดโดยระยะห่างระหว่างแถวและกอตามความเหมาะสม ในแต่ละหลุมหยอด 8-10 เมล็ด ลึก 7-10 ซม.

การทำนาหยอดนั้นมีข้อเสียในด้านปัญหาวัชพืชที่มีมากและผลผลิตข้าวเปลือกต่อพื้นที่ปลูกต่ำกว่าในการปลูกข้าวโดยวิธีการปักดำและวิธีการหว่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การปลูกข้าวนาโยน

วิธีการโยนกล้าเป็นวิธีการทำนาแบบใหม่

การปลูกข้าวนาโยนมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

1. ไถดะหลังเก็บเกี่ยวและทำการไถแปรและทำคราดเพื่อกำจัดวัชพืช หลังจากนั้นขังน้ำแช่ไว้ประมาณ 3 สัปดาห์จากนั้นระบายน้ำออกและปรับเทือกให้สม่ำเสมอและควบคุมระดับน้ำให้สม่ำเสมอ

2. การตกกล้า เพาะกล้าในกระบะที่มีลักษณะเป็นหลุม หากระสอบป่านมาคลุมถาดเพาะรดน้ำเช้าเย็น ประมาณ 3-4 วันต้นข้าวจะงอกทะลุกระสอบป่าน ให้นำกระสอบออกแล้วรดน้ำอีก 15 วัน

3. การโยนกล้า ควรมีน้ำในแปลง 1 ซม. นำกล้าข้าวที่มีอายุ 20 วัน จับกล้า 5-15 หลุมโยนให้สูงกว่าศีรษะ ต้นกล้าจะพุ่งลงโดยใช้ส่วนรากที่มีดินติดอยู่ลงดินก่อน การหว่านกล้า 1 คน สามารถหว่านได้วันล่ะ 4-5 ไร่

รูปที่ 2.3 การโยนกล้า[8]

การโยนกล้ามีข้อดีคือ เป็นวิธีที่ง่ายใช้แรงงานน้อย ใช้เมล็ดพันธุ์ในการเตรียมต้นกล้าน้อยกว่าวิธีอื่น แต่การโยนกล้ามีข้อจำกัดที่ตำแหน่งของต้นกล้าในแปลงนาหลังทำการโยน บางตำแหน่งจะมีต้นกล้าหนาแน่น บางตำแหน่งจะมีต้นกล้าน้อย ซึ่งมีผลทำให้ต้นขวาเจริญเติบโตได้ไม่เท่ากัน เนื่องมาจากปัจจัยทางด้านอาหาร อากาศที่ถ่ายเท และวัชพืช ดังนั้นถึงวิธีการโยนกล้าที่มีต้นทุนต่ำกว่าวิธีอื่นแต่จะให้ผลผลิตต่ำกว่าวิธีอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวโดยสรุป การปลูกข้าวมีหลายวิธีขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพความพร้อมทางการเงิน สภาพภูมิศาสตร์แต่ละพื้นที่ มีทั้งวิธีการปักดำ วิธีหว่าน วิธีหยอดดิน วิธีโยนกล้า แต่โดยหลักการแล้ววิธีปักดำเป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการทำแปลงปลูกต้นกล้าข้าวเนื่องจากสามารถควบคุมและจัดการกำจัดวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะต้นข้าวจะขึ้นเป็นแถว เกษตรกรสามารถเดินเข้าไปในแปลงได้ซึ่งเป็นการลดการใช้ยาฆ่าแมลงได้อีกด้วย รวมทั้งทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาคุณภาพมากกว่าการปลูกด้วยวิธีอื่น ๆ

2.2 เครื่องดำนา

2.2.1 ประวัติและความเป็นมา

เครื่องดำนาที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีการพัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกที่ประเทศญี่ปุ่น โดยการจดสิทธิบัตรเครื่องดำนาของนายเฮอิจิโรอุ โคอุโน๊ะ (Heigirou Kouno) เมื่อปี พ.ศ. 2441 แต่ในสมัยนั้นไม่ได้รับความนิยม เพราะมีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำมาก ในปี พ.ศ. 2508 ได้มีการพัฒนาเครื่องดำนาอย่างจริงจังเนื่องจากประเทศญี่ปุ่นประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานและได้มีการผลิตเครื่องดำนาชิบูร่า-อาร์พี 2 (Sibaura- RP2) เป็นเครื่องดำนาที่มีลักษณะคล้ายกับการดำนาของคน โดยใช้ต้นกล้าแบบล้างราก (Root – wash Seedling Type) มีวิธีเตรียมกล้าแบบดั้งเดิมในแปลงกล้าทำให้มีการล้างและตัดรากกล้า แต่ระบบปักดำมีประสิทธิภาพต่ำจึงไม่เป็นที่นิยม ในปีถัดมาจึงมีการผลิตเครื่องดำนา Kanriu1 มีขนาดเล็กแบบคนลากปักดำได้ครั้งละ 1 แถวใช้กล้าเป็นแผ่น (Soil-bearing Seedling Type หรือ Mat Type) ขึ้นมาทดลองใช้ในระยะแรก ผลปรากฏว่าเกษตรกรยอมรับและมีความต้องการใช้งานสูงโดยเครื่องดำนามีการพัฒนามาเรื่อย ๆ ทั้งประเทศจีน ญี่ปุ่นและเกาหลี

จนในปี พ.ศ.2521 ประเทศไทยได้มีการนำเครื่องดำนาเครื่องแรกมาการทดสอบโดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม(กองเกษตรวิศวกรรม) โดยนายคนึงศักดิ์และคณะ(2536และ2539)[2] รายงานว่า เครื่องจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเภทนั่งขับรุ่น ตง-เฟง-2A ขนาด 12 แถว ใช้กับต้นกล้าชนิดถอนล้างรากเหมือนต้นกล้าที่ใช้คนปักดำแต่มีปัญหาปักดำต้นกล้าลงในแปลงนาไม่สม่ำเสมอทำให้ประสิทธิภาพในการปักดำต่ำ ต้นกล้าบางส่วนยังช้ำเพราะถูกส้อมปักดำเสียบด้วย ต้นกล้าข้าวที่ใช้กับเครื่องดำนานี้ต้องมีขนาดเท่ากันและต้องจัดวางต้นกล้าใส่ถาดป้อนกล้าของเครื่องดำนาให้คอกล้าอยู่ในระดับเดียวกันทั้งถาด ซึ่งเป็นไปได้ยากและเสียเวลาและเครื่องมีขนาดใหญ่เคลื่อนย้ายไม่สะดวก ส่วนเครื่องดำนาจากประเทศญี่ปุ่น เป็นประเภทติดเครื่องยนต์คนเดินตามรุ่น Yanmar-YP. 400 ขนาด 4 แถว นำเข้ามาในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2522 เป็นเครื่องที่พัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบใช้ต้นกล้าที่เตรียมเป็นแผ่น ปักดำแบบคีบจับต้นกล้ามีลักษณะการทำงานเหมือนนิ้วมือคนจึงมีประสิทธิภาพการปักดำต้นกล้าลงดินสูงมาก การปักดำต้นกล้ามีความสม่ำเสมอและต้นกล้าไม่ช้ำ แต่การใช้ต้นกล้าแบบแผ่น ต้องเพาะในกระบะและตัวเครื่องดำนามีระบบกลไกที่ซับซ้อน ทำให้เครื่องมีราคาแพงและต้องใช้ความชำนาญสูงในการใช้งาน จึงยังไม่เหมาะสมกับสภาพการผลิตข้าวของเกษตรกรไทยในตอนนั้น

ต่อมาในปี พ.ศ. 2534 ได้มีการทดสอบเครื่องดำนาของประเทศจีนและญี่ปุ่นอีกครั้งพบว่าทั้งสองแบบมีประสิทธิภาพการปักดำต้นกล้าเท่ากัน ปักดำต้นกล้าได้สม่ำเสมอ เพราะใช้ส้อมปักดำลักษณะเดียวกันความผิดพลาดในการปักต่ำ แต่เครื่องดำนาของญี่ปุ่นทำด้วยวัสดุที่เบาแต่แข็งแรงและมีความคงทนสูง มีระบบการปรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นในขณะทำงานสะดวกกว่าเครื่องดำนาของจีน ทั้งสองประเทศมีจุดประสงค์ในการพัฒนาและออกแบบต่างกัน ประเทศญี่ปุ่นจะเน้นความสะดวกสบาย ประเทศจีนเน้นการใช้เทคโนโลยีของตัวเองและมีราคาถูกเครื่องดำนาจึงมีน้ำหนักมากเคลื่อนย้ายไม่สะดวก วัสดุที่นำมาสร้างมีคุณภาพต่ำจึงมีอายุการใช้งานสั้น โดยในปัจจุบันเครื่องรุ่นใหม่จะมีการพัฒนาระบบการทำงานที่มากขึ้น เช่น การปรับจำนวนต้นกล้าต่อกอและการปรับระยะห่างระหว่างกอให้ทำงานได้สะดวกมากขึ้นเพราะผ่านการการพัฒนาปรับปรุงชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่าง ๆ มาโดยตลอด

แต่ในปัจจุบันในประเทศไทยเครื่องดำนาที่มีกลไกที่มีประสิทธิภาพจะมีราคาแพงซึ่งไม่เหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อย จึงเกิดการสร้างเครื่องดำนาที่มีราคาถูกโดยใช้ภูมิปัญญาชาวบ้านหรือจากการสร้างเลียนแบบต่างประเทศ เช่น เครื่องดำนาลุงทองเหมาะ เครื่องดำนาแบบลากเดินหลายแถว เครื่องดำนาแบบลากเดินมีกลไกการปักหมุนมือ เครื่องดำนาแบบมีเครื่องป้อนและปัก เป็นต้น

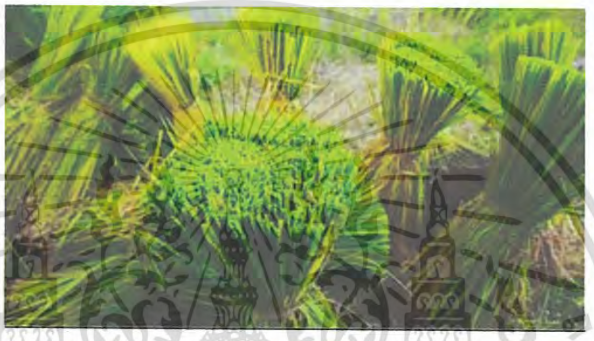
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องดำนา

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องดำนามี 3 ประการ คือ

1. ต้นกล้า

1.1 ต้นกล้าที่มีขนาดเท่ากับการปักดำด้วยมือเป็นแบบที่เพาะในแปลงนาประมาณ 25-30 วัน แต่มีปัญหาเนื่องจากเมื่อจัดลงชุดบรรจุต้นกล้าแล้วต้นกล้าจะไม่อยู่ที่ระดับเดียวกัน ทำให้การทำงานของส้อมจับต้นกล้าทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพบางตำแหน่งอาจจะจับต้นกล้าไม่ได้หรือเมื่อทำการปักแล้วต้นกล้าได้รับความเสียหาย



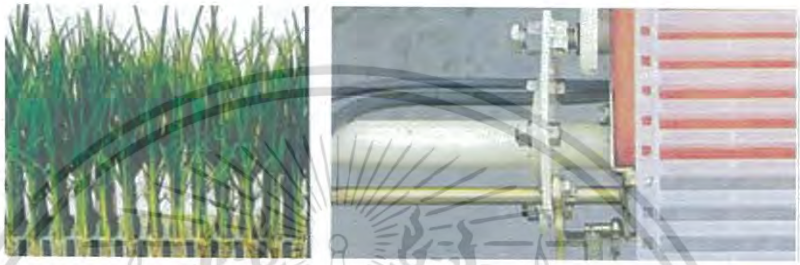
รูปที่ 2.4 กล้าที่ใช้ปักด้วยมือ[9]

1.2 ต้นกล้าเป็นแผ่น ปลูกต้นกล้าลงบนแผ่นดินสี่เหลี่ยมผืนผ้า ปลูกให้ต้นกล้าติดกันแน่นให้เป็นแผ่นโดยการปลูกนั้นต้องปลูกบนกระบะที่ออกแบบมาสำหรับเตรียมกล้าโดยเฉพาะ การทำงานของส้อมปักดำกับต้นกล้าเป็นแผ่น ส้อมจะจิ้มจับดินตรงโคนของต้นกล้า แล้วดึงต้นกล้าให้หลุดออกจากแผ่นกล้า ส้อมไม่ได้จับลงบนต้นกล้าโดยตรงทำให้ต้นกล้าไม่ได้รับความเสียหาย แต่ทว่าการเตรียมกล้าแผ่นวิธีนี้ยังมีข้อด้อย เพราะไม่สามารถหว่านเมล็ดพันธุ์ให้กระจายตัวได้สม่ำเสมอทั่วกระบะ

รูปที่ 2.5 กล้าเป็นแผ่น[10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 กล้าเป็นแถวยาว การเตรียมกล้าวิธีนี้จะใช้วัสดุและขั้นตอนเช่นเดียวกันกับการเตรียมกล้าเป็นแผ่นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแต่จะใช้จะใช้ถาดพลาสติกที่ออกแบบขึ้นโดยเฉพาะ มี 2 ชั้นซ้อนกัน ถาดชั้นบนจะมีลักษณะเป็นร่องยาววางเรียงกันตามแนวขวางของถาด ร่องดังกล่าวจะเป็นร่องทะลุไม่มีพื้นรับ วางทับอยู่บนถาดชั้นล่างที่มีพื้นเรียบทำหน้าที่รองรับดินที่ไหลลงมาจากถาดชั้นบน แต่จะใส่ดินและโรยเมล็ดพันธุ์ข้าวลงเฉพาะในร่องยาวที่อยู่บนถาดชั้นบนไปใช้กับเครื่องดำนาจะยกไปทั้งกระบะพลาสติกส่วนบนที่มีต้นกล้าขึ้นอยู่ตามช่อง และจะต้องนำไปใช้กับเครื่องดำนาที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเท่านั้น และการเตรียมมีความยุ่งยากและต้นกล้าที่ปักดำต่อพื้นที่จะมีจำนวนน้อย



รูปที่ 2.6 กล้าเป็นแถวยาว[2]

2. หัวปักต้นกล้า

หัวปักต้นกล้า เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องดำนา เพราะมีหน้าที่จับต้นกล้าปักดำลงดิน ประสิทธิภาพของเครื่องดำนาจะดีหรือไม่จึงขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของส้อมด้วย มีหลุมว่างหรือหลุมที่ไม่มีต้นกล้าหลังจากเครื่องดำนาปักดำแล้วน้อยที่สุดและสภาพต้นกล้าที่ถูกปักดำลงดินไม่ได้รับความเสียหาย

2.1 หัวปักแบบเสียบ มีลักษณะคล้ายหวี (Comb) ใช้กับต้นกล้าชนิดถอนและล้างราก แบบเดียวกันกับต้นกล้าที่ใช้มือคนปักดำ ระบบการทำงานของหัวปัก หัวปักจะถูกเหวี่ยงพุ่งให้ปลายหัวปักไปเสียบลงบนคอต้นกล้าและดึงต้นกล้าจากถาดป้อนกล้าไปปักดำลงดิน ต่อมาได้เลิกใช้เพราะมีประสิทธิภาพการทำงานต่ำมาก เนื่องจากปลายแหลมของหัวปักจะเสียบถูกลำต้นกล้า ทำให้ต้นกล้าได้รับความเสียหาย

รูปที่ 2.7 หัวปักแบบเสียบ[11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

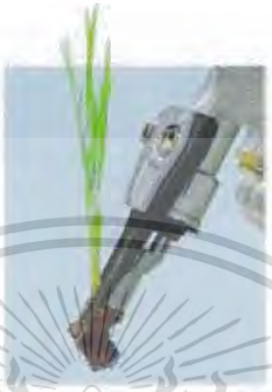
2.2 หัวปักแบบคีบปล่อย หัวปักแบบนี้จะมีส่วนประกอบทำด้วยเหล็ก 2 ชิ้นปลายแบน วางคู่กันอยู่ในแนวระดับและหันด้านแบนเข้าหากัน ระบบการทำงานของหัวปัก ปลายหัวปักจะเสียบคล่อมตรงจุดที่เป็นคอ (ระหว่างรากกับลำต้น) ของต้นกล้าในถาดใส่กล้า การทำงานจังหวะนี้ปากหัวปักจะเปิดอ้าออก และปิดงับคีบต้นกล้าในถาดป้อนอย่างรวดเร็ว แล้วหมุนต่อไปอยู่ในตำแหน่งปักต้นกล้าลงดินพร้อมทั้งอ้าปลาหัวปักแยกออกจากกันเพื่อปล่อยต้นกล้าลงดิน หัวปักลักษณะนี้สามารถแก้ปัญหาที่ลำต้นได้รับความเสียหายแต่ประสิทธิภาพการทำงานยังไม่ดีเพราะคีบต้นกล้าผิดพลาดบ่อยครั้ง โดยเฉพาะการใช้ต้นกล้าชนิดที่ถอนและล้างราก ทำให้คอของต้นกล้าไม่อยู่ในระดับเสมอกันได้ทั้งถาด เมื่อหัวปักจับต้นกล้าตรงจุดที่เป็นรากจึงจับต้นกล้าไม่ติดหัวปัก

2.3 หัวปักแบบเหวี่ยงตัดพา เป็นหัวปักที่ออกแบบมาสำหรับเครื่องดำนาที่ใช้ต้นกล้าที่เตรียมแบบแถวยาวโดยเฉพาะ ลักษณะของหัวปักจะคล้ายกล่องสี่เหลี่ยมเปิดหนึ่งด้านรูปตัวยูหันด้านที่ไม่มีผนังเข้าหาต้นกล้า ในการทำงานของเครื่องดำนา จะมีกลไกดันแถวกล้าให้หลุดออกจากกระบะเพาะทางด้านล่าง และมีกลไกนำแถวกล้าเลื่อนออกทางด้านข้างตรงตำแหน่งที่หัวปักปักดำเหวี่ยงลงมา หัวปักจะตัดชิ้นดินที่มีต้นกล้าขึ้นอยู่ และพาต้นกล้าลงไปปักดำลงดิน ในลักษณะไป-กลับ สามารถปรับอัตราการปักดำต้นกล้าต่อพื้นที่ได้ แม้ว่าหัวปักแบบนี้จะใช้กับเครื่องดำนาที่ออกแบบมาโดยเฉพาะอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ต้องใช้กับต้นกล้าที่เตรียมแบบแถวยาว ซึ่งมีข้อด้อยตามที่กล่าวมาแล้ว จึงไม่มีการใช้แพร่หลาย

รูปที่ 2.8 หัวปักแบบเหวี่ยงพาตัด[2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หัวปักแบบคีบกระทุ้ง หัวปักแบบนี้ถูกออกแบบโดยเลียนแบบการทำงานของนิ้วคน ขณะที่จับต้นกล้าไปปักดำลงดิน ใช้กับต้นกล้าที่เตรียมเป็นแผ่น หัวปักแบบคีบกระทุ้งมีประสิทธิภาพการทำงานสูงในด้านความแน่นอนและแม่นยำ จึงนิยมใช้กันมาจนถึงปัจจุบันนี้ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของการปักดำ ที่จะให้มีต้นกล้าปลูกอยู่ในทุกหลุมนั้นจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของแผ่นกล้าที่จะต้องมีต้นกล้าขึ้นกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอด้วย



รูปที่ 2.9 หัวปักแบบคีบกระทุ้ง[2]

3. กลไกการทำงาน

รูปแบบของเครื่องดำนานั้น ได้มีการพัฒนาเพื่อให้เกิดความสะดวกสบายต่อผู้ใช้และลดเวลาทำงานลง และมีการผลิตจำหน่ายเชิงพาณิชย์นั้นแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

3.1 เครื่องดำนาแบบใช้แรงคนลาก เป็นเครื่องดำนาที่ใช้แรงคนลาก 1 คน ส่วนใหญ่ปักดำได้ครั้งละ 4 แถวแต่มีบางแบบปักดำได้ 5 แถว ในการทำงานจะต้องลากเครื่องดำนาถอยหลังทีละ 1 ก้าว และหยุดเพื่อทำการปัก มีระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 30 เซนติเมตรโดยไม่สามารถปรับเปลี่ยนระยะได้ จะเป็นไปตามระยะก้าวเดิน สามารถปรับจำนวนต้นกล้าที่ปักดำลงดินต่อกอได้ ปรับความลึกที่ปักได้ แต่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องใช้กำลังในการทำงานมาก ทำงานได้ช้า เฉลี่ยไม่เกินวันละประมาณ 1 งานต่อคนต่อวัน จึงไม่ได้รับความนิยม

รูปที่ 2.10 เครื่องดำนาแบบใช้แรงคนลาก[12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องดำนาแบบติดเครื่องยนต์โดยที่คนขับเดินตาม ใช้ล้อขับเคลื่อนเมื่ออยู่ในแปลงนา หรือระหว่างการปักดำต้นกล้า ใช้คนเดินตามควบคุมเครื่อง 1 คน สามารถปักดำต้นกล้าได้ครั้งละ 2 - 6 แถว มีระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 30 เซนติเมตรโดยไม่สามารถปรับเปลี่ยนระยะได้ ระยะห่างระหว่างกอจะปรับเปลี่ยนได้หลายระยะขึ้นอยู่กับการออกแบบและยังปรับจำนวนต้นกล้าที่ปักดำลงดินต่อกอได้ ปรับความลึกของต้นกล้าลงดินได้

รูปที่ 2.11 เครื่องดำนาแบบติดเครื่องยนต์โดยที่คนขับเดินตาม[13]

3.3 เครื่องดำนาแบบติดเครื่องยนต์คนนั่งขับ ใช้คนนั่งขับบังคับเครื่อง 1 คน มีขนาดปักดำได้ครั้งละ 8 - 12 แถว โดยระยะห่างระหว่างแถวคงที่ประมาณ 30 เซนติเมตรไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ ระยะห่างระหว่างกอปรับเปลี่ยนได้หลายระยะ ขึ้นอยู่กับการออกแบบและยังปรับจำนวนต้นกล้าที่ปักดำลงดินต่อกอได้ ปรับความลึกของต้นกล้าลงดินได้

รูปที่ 2.12 เครื่องดำนาแบบติดเครื่องยนต์คนนั่งขับ[13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 เครื่องดำนาในประเทศไทย

ประเทศไทยประสบปัญหาการผลิตเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี และเนื่องจากวิธีการหว่านน้ำตม พบว่ามีผลผลิตที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานร้อยละ 80 สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมโดยความร่วมมือของศูนย์ขยายพันธุ์พืชในพื้นที่ต่าง ๆ และศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดแพร่ของกรมวิชาการเกษตร จึงได้เริ่มดำเนินการศึกษาเพื่อพัฒนาเผยแพร่การใช้เครื่องดำนาพบว่า

1. การใช้เครื่องดำนาไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์
2. การใช้เครื่องดำนาจะประหยัดทั้งเวลา แรงงานคน และค่าจ้างแรงงาน
3. เครื่องดำนาแบบเดินตาม 4 แถว สามารถทำงานได้ประมาณชั่วโมงละ 1 ไร่ หรือไม่น้อยกว่า 6 ไร่ต่อวัน ขึ้นอยู่กับจำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน
4. ขนาดของแปลงเพาะกล้าที่เหมาะสมสำหรับการปักดำด้วยเครื่องในพื้นที่ 1 ไร่ โดยให้ได้กอละ 3 – 5 ต้น ตามคำแนะนำทางวิชาการ โดยมีระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร ใช้อัตราน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ก่อนแช่น้ำ 6 – 6.5 กิโลกรัม
5. จากการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์จากข้อมูลและสมมุติฐานว่า ราคาเครื่องดำนา 120,000 บาท มีอายุการใช้งาน 5 ปี มีสมรรถนะการทำงาน 1 ไร่ต่อชั่วโมง จะมีจุดคุ้มทุนที่ 57.18 ไร่ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการดำนาด้วยแรงงานคน 700 บาทต่อไร่ ดังนั้นหากเกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวปีละ 60 ไร่ ก็สามารถลงทุนซื้อเครื่องดำนามาใช้งานเองได้หรือใช้เป็นกลุ่ม หรือนำไปรับจ้างก็จะสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1 – 2 ปี หากสามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องดำนาได้ปีละประมาณ 160 – 220 ไร่ โดยเมื่อนำไปรับจ้างจะได้ค่าจ้างไร่ล่ะ 300 – 350 บาท ไม่รวมค่าต้นกล้า

ปัจจุบันนี้มีเครื่องดำนา จำหน่ายอยู่ 2 แบบ คือ คนเดินตามดำนาได้ครั้งละ 4 แถว ใช้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ใช้วิธีเตรียมกล้าในแปลงนาตามวิธีของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และแบบนั่งขับดำนาได้ครั้งละ 6 แถว เตรียมกล้าโดยใช้ถาดพลาสติก ซึ่งปัจจุบันมีจำหน่ายในประเทศไทยแล้ว เครื่องดำนาแบบนั่งขับจะมีราคาสูงกว่าเครื่องดำนาแบบเดินตาม เงินจำนวนเท่ากันจะซื้อเครื่องดำนาแบบเดินตามได้ 4 เครื่อง แต่ซื้อเครื่องดำนาแบบนั่งขับได้เพียง 1 เครื่องเท่านั้น แต่เครื่องดำนาแบบเดินตาม 4 เครื่อง จะสามารถดำนาได้พื้นที่มากกว่าเครื่องดำนาแบบนั่งขับมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ยิ่งไปกว่านั้นการใช้เครื่องดำนาแบบเดินตาม 4 เครื่อง สามารถดำนาได้ในพื้นที่ 4 แห่ง พร้อมกัน หรือ สามารถใช้ทดแทนกันได้เมื่อเครื่องดำนาตัวหนึ่งตัวใดชำรุดเสียหายในฤดูกาล ในขณะที่เสียจำนวนเงินเท่ากันซื้อเครื่องดำนาแบบนั่งขับได้แต่ก็ยังมีราคาแพงอยู่จึงเกิดแนวคิดสร้างเครื่องดำนาตามวิถีชาวบ้านขึ้นแต่ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทางคณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาเครื่องดำนาตามวิถีชาวบ้านเพื่อหาข้อดีและข้อเสียเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนาดังต่อไปนี้

1. เครื่องดำนาลุงทองเหมาะ

เป็นเครื่องดำนาแบบ 5 แถวใช้แรงคนในการลากและปักดำ โดยระบบกลไกไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการบำรุงรักษา มีระยะห่างระหว่างแถว 20 ซม. ลักษณะเด่นของเครื่อง คือ การวางต้นข้าวเป็นแนวตั้งวางบนถาดบรรจุข้าว ซึ่งจะทำให้สามารถบรรจุต้นข้าวได้จำนวนมาก โดยถาดที่ออกแบบให้บรรจุต้นกล้าในแนวตั้งจะทำให้การใส่ต้นกล้าได้ง่ายขึ้น ไม่ต้องจัดเรียงมาก สามารถบรรจุต้นกล้าขณะที่เครื่องกำลังทำงานอยู่ได้ และในระบบบรรจุต้นข้าวยังมีกลไกที่ช่วยในการดันต้นกล้าที่อยู่ในถาดให้ไหลลงมาที่ทางออก มีระบบกลไกในการเลื่อนถาดบรรจุต้นกล้าไปซ้าย-ขวาเพื่อเปลี่ยนตำแหน่งของการจับต้นกล้า ข้อกำจัดของเครื่องนี้คือ ไม่สามารถเปลี่ยนระยะห่างระว่างแถวได้ ไม่สามารถปรับระดับความลึกของต้นกล้าที่ปักลงนาได้ และการทำงานโดยใช้แรงคนในการลากเครื่องดำนาจะทำให้ความห่างของต้นกล้าในแนวเดินไม่สม่ำเสมอ การใช้งานแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ควบคุมชุดปักดำให้จับต้นกล้า
2. ควบคุมชุดปักดำให้ปักต้นกล้าลงนา
3. ลากเครื่องดำนา

ซึ่งจะการที่ต้องทำงานหลายขั้นตอนจะทำให้เกิดความผิดพลาดความล่าช้าและต้องใช้แรงในการทำงานของกลไกมาก

รูปที่ 2.13 เครื่องดำนาลุงทองเหมาะ[14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

143885

2. เครื่องดำนาช่างเบน

เป็นเครื่องดำนาแบบใช้แรงคนลากและยกแบบ 4 แถว มีกลไกไม่ซับซ้อน บำรุงรักษาง่าย ราคาไม่แพง เป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพปานกลาง มีรูปแบบการบรรจุต้นกล้าเป็นแบบแนวนอน โดยต้องนำต้นกล้ามาวางนอนเรียงกับถาดบรรจุต้นกล้าแล้ววางสายพานทับต้นกล้า ซึ่งจะต้องมีการจัดต้นกล้าให้มีความสม่ำเสมอห้ามขาดช่วงและต้นกล้าไม่ซ้อนกันมากเกินไป โดยลักษณะการบรรจุต้นกล้าจะทำให้ใส่ต้นกล้าได้น้อยจึงทำให้ถาดบรรจุจะต้องยาวเพื่อให้การบรรจุแต่ละครั้งได้มาก แต่ทำให้ต้องรับภาระกับน้ำหนักเครื่องที่เพิ่มขึ้น และการบรรจุต้นกล้าจะต้องมีการหยุดการทำงานก่อนถึงจะบรรจุต้นกล้าได้ อีกทั้งไม่สามารถปรับระยะแนวเดินและความห่างระหว่างแถวได้

รูปที่ 2.14 เครื่องดำนาช่างเบน[15]

3. เครื่องดำนา 2 แถวแบบไม่มีเครื่องยนต์

เป็นเครื่องดำนาที่ใช้คนลากและหมุนกลไกหัวปักดำ โครงสร้างมีความซับซ้อนปานกลาง ใช้งานง่าย ควบคุมง่าย ราคาไม่แพง แต่ไม่สามารถปรับระยะระหว่างแถวได้ ลักษณะการบรรจุต้นกล้าเป็นแบบแนวนอนกับถาด โดยใส่ต้นกล้าทางด้านบนของถาดและต้องจัดเรียงต้นกล้าให้ตรงช่องที่กั้นต้นข้าว รูปแบบของถาดบรรจุต้นกล้าทำให้บรรจุต้นกล้าได้น้อย ต้องคอยเติมต้นกล้าบ่อยครั้ง แต่ก็ยังสามารถบรรจุต้นกล้าขณะที่เครื่องกำลังทำงานได้ การทำงานของตัวปักดำเป็น 2 จังหวะ คือ จับต้นกล้าจากถาดลงมาแล้วจะมีหัวปักเกี่ยวต้นกล้าลงพื้นนา โดยการหมุนกลไกส่งกำลังไปที่ชุดปักดำแล้วลากเครื่องเพื่อเปลี่ยนตำแหน่งการปักดำ แต่ระยะแนวเดินไม่เท่ากันเพราะต้องใช้คนในการกำหนดระยะห่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.15 เครื่องดำนา 2 แถวแบบไม่มีเครื่องยนต์[16]

4. เครื่องดำนา 2 แถวแบบมีเครื่องยนต์

เครื่องดำนาแบบ 2 แถวมีเครื่องยนต์ขนาดเล็ก ช่วยในการขับเคลื่อนกลไกปักดำและเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แทนกำลังจากแรงคน กลไกลำเลียงต้นกล้าค่อนข้างซับซ้อน เพราะมีระบบสายพานลำเลียงต้นกล้า ลักษณะการบรรจุต้นกล้าเป็นแบบวางในแนวนอนบนชุดลำเลียงและความยาวของชุดลำเลียงสั้น ซึ่งทำให้บรรจุต้นกล้าได้น้อยต้องเติมต้นกล้าบ่อย การบรรจุต้นกล้าต้องมีการจัดเรียงให้มีความสม่ำเสมอไม่ขาดช่วงและต้องไม่ซ้อนทับกันมากไป เพราะจะมีผลต่อจำนวนต้นกล้าที่ปักดำแต่ละครั้ง การบรรจุต้นกล้าสามารถเติมต้นกล้าได้โดยไม่ต้องหยุดการทำงานของเครื่อง อีกทั้งการปรับระยะห่างระหว่างแถวต้องทำโดยคนซึ่งมีความไม่แน่นอน

รูปที่ 2.16 เครื่องดำนา 2 แถวแบบมีเครื่องยนต์[17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เครื่องดำนา 2 แถวมีหัวปักแบบเหวี่ยงตัดพา จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

เป็นเครื่องดำนา 2 แถว มีเครื่องยนต์ขนาดเล็กในการขับเคลื่อนกลไกปักดำและขับเคลื่อนล้อเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้ ลักษณะการบรรจุต้นข้าวเป็นแบบแนวนอนวางบนถาดบรรจุต้นกล้า การวางต้นกล้าแบบนอนจะทำให้ใส่ต้นข้าวได้น้อย บรรจุต้นข้าวได้น้อย ต้องเติมต้นข้าวบ่อย และไม่สามารถบรรจุต้นข้าวขณะเครื่องดำนากำลังทำงานได้ แต่การปักดำมีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากต้องมีการจัดเรียงต้นกล้าก่อนเดินเครื่อง และยังมีระบบการทำงานด้วยแรงคน ตัวเครื่องสามารถทำงานได้หากเกิดปัญหากับเครื่องยนต์ ลักษณะการทำงานของเครื่อง คือ

1. มีสายพานลำเลียงต้นกล้ามาจุดเกี่ยว
2. มีอุปกรณ์กดบริเวณโคนต้นก่อนเกี่ยว
3. มีตัวจับต้นกล้าปักดำในพื้นนา
4. มีชุดกดย้ำต้นกล้าให้จมลงดินและตั้งตรง

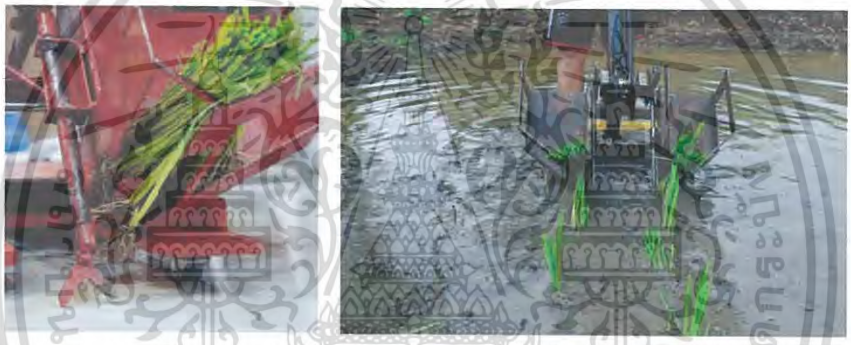
ซึ่งการทำงานที่มีกลไกหลายขั้นตอนจะทำให้เครื่องต้องใช้กำลังในการขับเคลื่อนกลไกที่มากอีกทั้งยังต้องการการบำรุงรักษาบ่อยครั้ง

รูปที่ 2.17 เครื่องดำนา 2 แถวมีหัวปักแบบเหวี่ยงตัดพา[18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เครื่องดำนาแถว 2 มีหัวปักแบบกระทุ้ง จากกลุ่มนักเรียนชั้น ม.6

เป็นเครื่องดำนาที่ใช้คนลากและปักดำ มีระบบกลไกที่ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการซ่อมบำรุง ลักษณะเด่นของเครื่อง คือ ใช้กับต้นกล้าขนาดใหญ่ วางต้นกล้าในแนวตั้งบนถาดบรรจุ ซึ่งจะทำให้สามารถบรรจุต้นกล้าได้มาก ง่ายต่อการบรรจุต้นกล้าไม่ต้องจัดเรียงต้นกล้ามาก และยังสามารถใส่ต้นกล้าได้ขณะเครื่องกำลังทำงาน อีกอย่างหนึ่งที่พิเศษคือ เครื่องบรรจุต้นกล้าสามารถปรับระยะแถวได้ระหว่าง 15-20 ซม. แต่เครื่องดำนานี้ยังต้องใช้สามารถในการกะระยะแนวเดินเองของผู้ใช้เอง โดยหนึ่งก้าวต่อการหมุนเครื่องส่งกำลัง 1รอบ ลักษณะชุดบรรจุต้นกล้าเป็นถาดสี่เหลี่ยมคางหมู มีชุดปักดำแบบกระทุ้งต้นกล้าจากด้านบน แต่เครื่องชนิดนี้ยังไม่สามารถควบคุมจำนวนต้นกล้าที่ปักดำและความลึกของต้นกล้าที่ปักดำได้



รูปที่ 2.18 เครื่องดำนาแถว 2 มีหัวปักแบบกระทุ้ง[19]

7. เครื่องดำนาแบบ 3 แถวพ่วงกับรถไถนาแบบเดินตาม จากนายสุพจน์ หอมจันทร์

เป็นเครื่องดำนาแบบ 3 แถว สามารถเพิ่มช่องการปักดำได้ และเครื่องดำนานี้ได้รับกำลังจากการพ่วงกับรถไถเดินตาม ลักษณะการบรรจุต้นกล้าเป็นแบบแนวตั้งโดยวางต้นกล้าให้ตั้งตรงกับถาดบรรจุ ทำให้บรรจุต้นกล้าได้ง่าย ไม่ต้องจัดเรียงต้นกล้าและยังสามารถใส่ต้นกล้าได้ขณะเครื่องดำนากำลังทำงาน ควบคุมการออกของต้นกล้าให้ออกช่องเดียวสำหรับการจับต้นกล้าไปปักดำ ถาดบรรจุต้นกล้านี้ไม่มีชุดดันต้นกล้าแต่ทำถาดให้มีความชันเพื่อให้ต้นกล้าไหลลงมาจุดจับต้นกล้าได้เอง เครื่องดำนานี้ไม่สามารถปรับระยะห่างระหว่างแถวและความลึกของต้นกล้าในดินได้ ระบบกลไกของเครื่องดำนามีความแข็งแรงมากเกินไป ทำให้มีน้ำหนักมาก กลไกหัวปักดำเป็นแบบเคลื่อนที่เป็นวงกลมในลักษณะจับต้นกล้าแล้วปล่อยในจุดต่ำสุด ซึ่งการเคลื่อนที่แบบวงกลมนี้อาจทำให้ปักดำแล้วต้นกล้าไม่ตั้งตรง

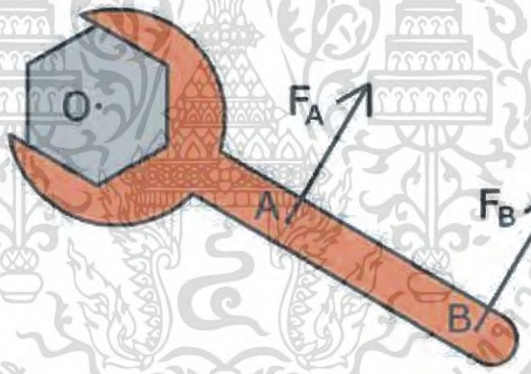
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.19 เครื่องดำนาแบบ 3 แถว พ่วงกับรถไถนาแบบเดินตาม [20]

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 แรงบิด (Torque)

แรงบิดหรือทอร์กหรือโมเมนต์ของแรง[21] หมายถึง แรงที่จะหมุนวัตถุรอบแกนหรือจุดหมุน หรือก็คือโมเมนต์ของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบหมุน เราสามารถสร้างแรงบิดได้ด้วยตนเองโดยการใช้ประแจขันนอต แรงที่กระทำกับด้ามจับคือแรงบิดที่พยายามหมุนนอตให้แน่นนั่นเอง



รูปที่ 2.20 แรงบิด[21]

แรงบิดเกิดจากผลคูณเชิงเวกเตอร์ของเวกเตอร์ตำแหน่ง (r) กับแรง (F) มีหน่วยเป็น นิวตัน.เมตร (N.m)

$$\tau = r \times F$$

τ คือ แรงบิด หน่วยเป็นนิวตัน.เมตร

r คือ รัศมีการหมุนของวัตถุ หน่วยเป็นเมตร

F คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับรัศมีของการหมุน หน่วยเป็นนิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสร้างกลไกการลำเลียงต้นข้าวของเครื่องดำนานั้นแรงที่ใช้ในกลไกการลำเลียงต้นข้าวและกลไกการปักดำนั้นเป็นแรงที่มากจากการลากจูงของล้อซึ่งทำให้มีแรงบิดเกิดขึ้น แรงบิดนั้นก็จะส่งผ่านเพลามาที่กลไกการลำเลียงต้นข้าวและกลไกการปักดำ เป็นผลทำให้กลไกการลำเลียงต้นข้าวและกลไกการปักดำนั้นสามารถทำงานได้อัตโนมัติ

2.3.2 อัตราทดเฟือง (Gear ratio)

เฟือง[22] คือ อุปกรณ์ที่ใช้ส่งกำลังจากเพลาอันหนึ่งไปเพลาอีกอันหนึ่ง การใช้เฟืองในการส่งกำลังนี้เพลาทั้งสองจะอยู่ห่างกันไม่ไกลนัก แต่ถ้าระยะห่างของเพลาห่างกันมากเกินไปจะเลือกใช้โซ่หรือสายพานในการส่งกำลัง

การคำนวณเกี่ยวกับเฟือง

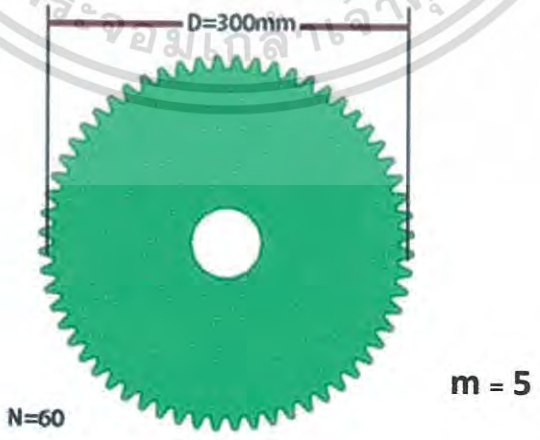
1. โมดุล (module) ของเฟือง คือ เฟืองแต่ละคู่จะสามารถขบกันได้นั้นโมดุลจะต้องมีค่าเท่ากัน การคำนวณหาโมดุลของเฟืองนั้นสามารถหาได้จากสูตร

$$m = \frac{D}{N}$$

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิทช์ มีหน่วย มิลลิเมตร

N คือ จำนวนฟันของเฟือง

m คือ โมดุลของเฟือง



รูปที่ 2.21 เส้นผ่านศูนย์กลางพิทช์ จำนวนฟันของเฟืองและโมดุลของเฟือง[21]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อัตราทด (m_ω) คือ อัตราส่วนระหว่างความเร็วเชิงมุมของเฟืองขับต่อความเร็วเชิงมุมของเฟืองตาม

$$m_\omega = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{\tau_2}{\tau_1}$$

m_ω คือ อัตราทด

ω คือ ความเร็วเชิงมุม มีหน่วย เรเดียนต่อวินาที (rad/s)

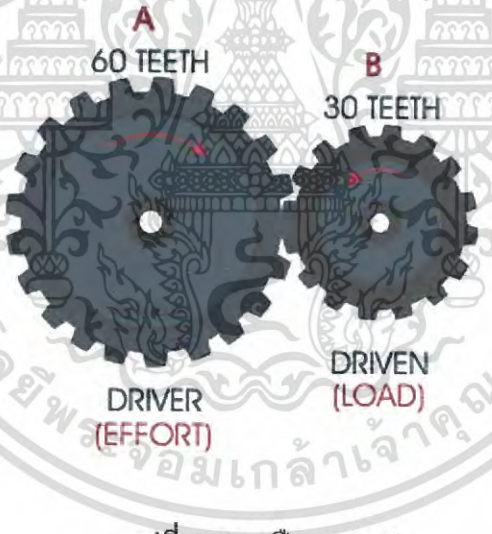
n คือ ความเร็วรอบ มีหน่วย รอบต่อนาที (rmp)

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิทช์ มีหน่วย มิลลิเมตร (mm)

N คือ จำนวนฟัน

τ คือ แรงบิด มีหน่วย นิวตัน.เมตร (N.m)

1 แทนเฟืองขับ, 2 แทนเฟืองตาม



รูปที่ 2.22 เฟืองชุด[23]

ในการออกแบบกลไกการลำเลียงต้นข้าวของเครื่องดำนานั้น ต้องมีการคำนวณหาโมดุลและอัตราทดของเฟืองด้วย เพื่อใช้ในการคำนวณหาแรงบิดที่กลไกใช้ในการขับเคลื่อนและใช้ในการเลือกขนาดของเฟืองที่มาใช้ขับเคลื่อนกลไก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้างชุดทดลอง

แนวคิดในการออกแบบเครื่องบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนาที่สามารถนำไปพ่วงกับรถไถแบบเดินตามนี้คือ การสร้างชุดกลไกการดำนาแยกอิสระในแต่ละชุด โดยในแต่ละชุดจะมีกลไกการปักดำต้นกล้าซึ่งทุกชุดจะใช้ต้นกำลังร่วมกันผ่านเพลาที่ได้กำลังมาจากล้อ ซึ่งล้อนำกำลังมาจากการลากจูงของรถไถแบบเดินตาม ข้อดีของการสร้างชุดกลไกการดำนาแยกอิสระยังสามารถทำให้ปรับเปลี่ยนระยะห่างระหว่างแนวปักดำได้อีกด้วย

รูปที่ 3.1 แนวคิดการออกแบบเครื่องบรรจุต้นกล้า

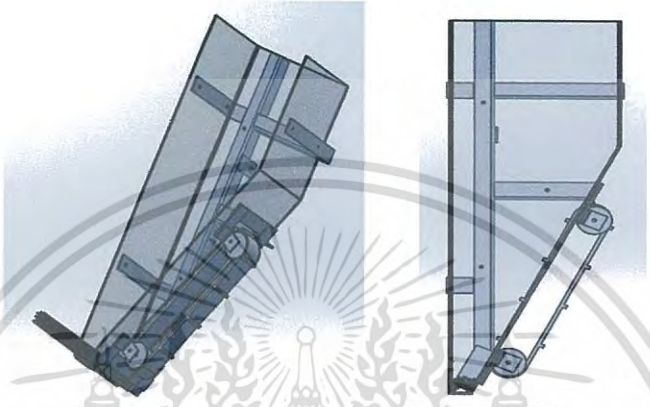
3.1 การออกแบบเครื่องบรรจุต้นกล้า

หลังจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการทำนาและทำการวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดต่าง ๆ ของเครื่องดำนาที่มีอยู่ในประเทศไทย จึงทำการกำหนดขอบเขตการออกแบบโดยที่ เครื่องบรรจุต้นกล้าจะต้องใช้กับต้นกล้าที่มีขนาดใหญ่ที่มีอายุประมาณ 25-30 วัน ต้นกล้าขนาดนี้เป็นขนาดเดียวกับที่ใช้ดำนาด้วยมือและไม่ต้องเพาะกล้าแบบพิเศษ และเครื่องบรรจุต้นกล้าต้องสามารถบรรจุต้นกล้าได้ในปริมาณมาก บรรจุได้ง่าย ไม่ต้องจัดเรียงต้นข้าวก่อนบรรจุ และใช้กำลังในการขับเคลื่อนกลไกน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดสายพานลำเลียง

แนวคิดคือ ออกแบบให้คล้ายกับสี่เหลี่ยมคางหมู โดยมีส่วนที่เปลี่ยนแปลงขนาดของความกว้างเนื่องจากต้องการให้ต้นกล้าไหลลงมาที่ทางออกและยังสามารถกำหนดจำนวนต้นกล้าที่ออกมาในแต่ละการปักดำได้ รวมทั้งมีการติดกลไกการป้อนแบบสายพานเพื่อช่วยให้ต้นกล้าไหลลงมาที่ทางออกง่ายขึ้น



รูปที่ 3.2 แบบชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดสายพานลำเลียง

รูปที่ 3.3 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดสายพานลำเลียง

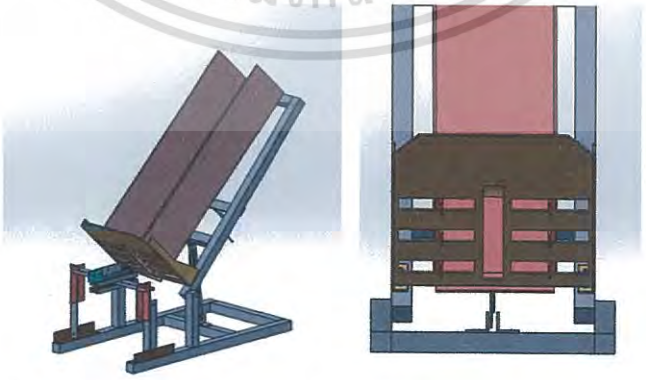
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดสายพานลำเลียง สามารถบรรจุต้นกล้าในปริมาณที่มาก บรรจุได้ง่าย แต่กลไกการลำเลียงต้นกล้าไม่เสถียรและมีความซับซ้อนทำให้เกิดปัญหารากติดขัดที่กลไก รวมทั้งจากการทดลองป้อนต้นกล้าพบว่า ต้นกล้าไม่ถูกลำเลียงออกมาเพื่อรอทำการปักดำได้เนื่องจากบริเวณทางออกแคบเกินไปทำให้เกิดแรงอัดระหว่างต้นกล้าที่มาก กลไกป้อนต้นกล้าจึงไม่สามารถลำเลียงต้นกล้าออกมาได้

รูปที่ 3.4 ปัญหาของชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดสายพานลำเลียง

3.1.2 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง

หลังจากพบปัญหาจากชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดสายพานลำเลียง ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ทำการออกแบบใหม่เป็นชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรงซึ่งการออกแบบมีแนวคิดคือให้ชุดบรรจุต้นกล้าเอียงเพื่อให้ต้นกล้าไหลลงมาและมีจุดหมุนอยู่ด้านบนทำให้สามารถแกว่งภายในแผ่นรองรับต้นกล้าด้านล่างได้ การแกว่งของชุดบรรจุช่วยให้ต้นกล้าไหลลงง่ายขึ้นและยังสามารถเปลี่ยนตำแหน่งต้นกล้าที่ถูกปักดำได้ ซึ่งการเปลี่ยนตำแหน่งนี้จะลดโอกาสที่ต้นกล้าไหลลงมาไม่ทันเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการปักดำ



รูปที่ 3.5 แบบชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง

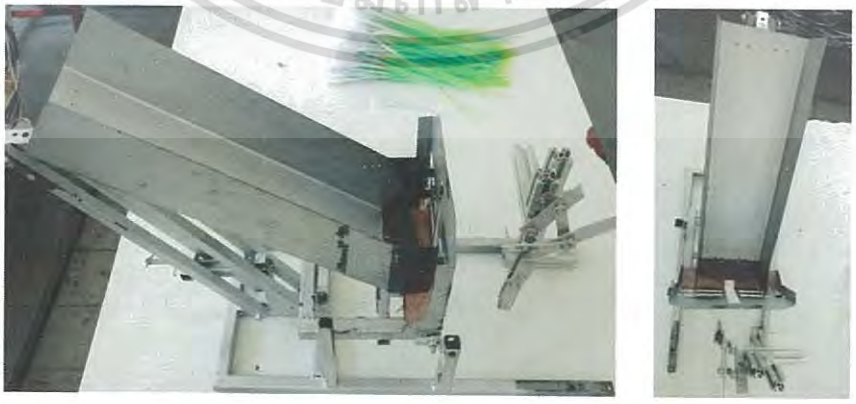
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง

หลังจากสร้างชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งได้มีการทดลองหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการทำงานของตัวเครื่อง ซึ่งพารามิเตอร์ที่ต้องการทราบประกอบด้วย องศาในการเอียงของกระบะ เนื่องจากการเอียงมีผลต่อการไหลของต้นข้าว จังหวะในการแกว่ง 1 รอบ เนื่องจากจังหวะมีผลต่อการเกิดช่องว่างของต้นข้าวในกระบะบริเวณทางออก และระดับความลึกของหัวปักดำมีผลต่อจำนวนต้นข้าวที่ออกมาจากการปักดำในแต่ละครั้ง จากการทดลองด้วยต้นข้าวจำลองและต้นข้าวจริงพบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการลำเลียงต้นข้าวเพื่อทำการปักดำที่สูงแต่ต้นข้าวจริงได้รับความความเสียหายเนื่องจากบริเวณทางออกของต้นข้าวเกิดการอัดตัวกันของต้นข้าวที่มาก เมื่อทำการปักดำต้นข้าวจึงได้รับความเสียหาย

3.1.3 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ

ชุดทดลองบรรจุต้นกล้านี้พัฒนาต่อยอดจากชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่ง เพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากต้นข้าว



รูปที่ 3.7 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในชุดทดลองนี้ได้ทำการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด 3 อย่างดังนี้

1. เปลี่ยนระนาบของต้นข้าวในกระบะที่ตรงทางออกและทำการเปลี่ยนระนาบของแผ่นรองรับต้นกล้า เพื่อลดแรงอัดที่ทำให้ต้นข้าวเสียหายเมื่อทำการปักดำ ซึ่งการเปลี่ยนระนาบนั้นมีข้อดีอีกอย่างหนึ่ง คือ ทำให้รากของต้นข้าวอยู่ในระดับที่เท่ากัน

รูปที่ 3.8 การเปลี่ยนระนาบของต้นข้าวที่บริเวณทางออก

2. เปลี่ยนตำแหน่งและรูปแบบของจุดหมุนของกระบะ เนื่องจากทางคณะผู้จัดทำได้ทำการเปลี่ยนระนาบของต้นข้าวในกระบะที่ตรงทางออกและทำการเปลี่ยนระนาบของแผ่นรองรับ ทำให้ลักษณะการแกว่งของกระบะนั้นเปลี่ยนไป โดยที่ตัวกระบะจะต้องเคลื่อนที่ไปตามร่องของแผ่นรองรับ ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนตำแหน่งและรูปแบบของกระบะ

รูปที่ 3.9 การเปลี่ยนตำแหน่งและรูปแบบของจุดหมุนของกระบะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเพิ่มลูกกลิ้งที่ตำแหน่งด้านล่างของกระบะ เพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ไป-กลับของกระบะ ลดการเกิดเสียง และทำให้กระบะเคลื่อนที่อย่างราบรื่น

รูปที่ 3.10 การเพิ่มลูกกลิ้งที่ตำแหน่งด้านล่างของกระบะ

หลังจากชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ ได้มีการทดลองหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการทำงานของตัวเครื่อง ซึ่งพารามิเตอร์ที่ต้องการทราบประกอบด้วย องศาในการเอียงของกระบะ จังหวะในการแกว่ง 1 รอบ เนื่องจากการเอียงมีผลต่อการไหลของต้นข้าวและจังหวะในการแกว่ง 1 รอบมีผลต่อการเกิดช่องว่างของต้นข้าวในกระบะบริเวณทางออก ซึ่งจากการทดลองพบว่าองศาของกระบะ 40 องศา จังหวะในการแกว่ง 2 จังหวะต่อรอบเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด

3.1.4 ชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งพร้อมชุดปักดำ

สร้างจากชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ สร้างโดยมีองศาการเอียงของกระบะที่ 40 องศา จังหวะในการแกว่ง 1 รอบ คือ 2 จังหวะ โดยในชุดบรรจุต้นกล้าต้นแบบนี้ได้มีการติดตั้งกลไกการขับเคลื่อน ติดตัวส่งกำลังด้วยมือหมุนซึ่งส่งกำลังผ่านเฟือง โซ่ เพลา เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนกลไกการบรรจุต้นกล้าและกลไกการปักดำ

รูปที่ 3.11 แบบชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งพร้อมชุดปักดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ

หลังจากสร้างชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบมีการนำไปลองหาประสิทธิภาพการทำงานของตัวเครื่องโดยนำไปทดสอบในที่นาจริง

3.2 การปลูกต้นข้าวและการสร้างต้นข้าวจำลอง

ในการทดลองเนื่องจากจำเป็นต้องใช้ต้นข้าวมาทำการทดลองในปริมาณมากและเป็นเวลานานซึ่งทำให้เกิดปัญหา เนื่องจากต้นข้าวไม่สามารถเก็บรักษาได้นานหลังจากที่ถอนออกมา อีกทั้งต้นข้าวที่ใช้ในการทดลองนั้นต้องมีอายุประมาณ 30 วันซึ่งใช้เวลานานในการปลูก ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงทำการปลูกข้าวและสร้างต้นกล้าจำลองขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง

3.2.1 การปลูกต้นข้าว

ทำการปลูกต้นข้าวในกระบะและในถาด โดยใช้พันธุ์ข้าว กข 41 ปลูกเป็นเวลา 30 วัน ประมาณ 500 ต้น

รูปที่ 3.13 การปลูกต้นข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การสร้างต้นข้าวจำลอง

ก่อนที่เราจะสร้างต้นข้าวจำลองนั้น ทางคณะได้ทำการหาคุณสมบัติบางประการของต้นข้าวจริง เช่น ความยาว ความกว้าง ความหนา จุดศูนย์กลางมวลและความสามารถในการรับแรงของต้นข้าว เพื่อนำผลการทดลองนั้นมาสร้างต้นข้าวจำลองให้มีคุณสมบัติคล้ายต้นข้าวจริงมากที่สุด

หลังจากนั้นจึงทำการสร้างต้นข้าวจำลองจากหลอดกาแฟ และใช้เชือกมาตัดทำรากของต้นข้าวซึ่งจากการทดลองพบว่า การใช้ข้าวจริงกับข้าวจำลองไม่แตกต่างกัน จึงทำการสร้างข้าวจำลองประมาณ 400 ต้นและใช้ในการทดลอง

รูปที่ 3.14 ต้นข้าวจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เนื่องจากทางคณะผู้จัดทำได้มีการออกแบบกลไกการลำเลียงต้นกล้าของเครื่องดำนา ดังนั้นจึงต้องมีการทดลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเครื่องดำนาที่เหมาะสมที่สุด

4.1 การทดลองเพื่อหาคุณสมบัติของต้นข้าวจริง

ก่อนที่จะทำการทดลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของเครื่องดำนา ผู้จัดทำได้มีการทดลองเพื่อหาคุณสมบัติบางประการของต้นข้าวจริง เพื่อนำผลการทดลองนั้นมาสร้างต้นข้าวจำลองให้มีคุณสมบัติคล้ายต้นข้าวจริงมากที่สุด เนื่องจากในการทดลองนั้นต้องทดสอบหลายครั้งและใช้เวลานาน ซึ่งต้นข้าวจริงไม่สามารถเก็บไว้ใช้ทดสอบเป็นเวลานานได้จึงจำเป็นต้องสร้างต้นข้าวจำลองเพื่อใช้ในการทดลองแทน

คุณสมบัติที่ต้องการหา : ความยาว ความกว้าง ความหนา จุดศูนย์กลางมวลและความสามารถในการรับแรงของต้นข้าวจริงที่มีอายุ 25-30 วัน

4.1.1 หาความยาว ความกว้าง และความหนาของต้นข้าวจริง

อุปกรณ์ในการทดลอง

1. ต้นข้าวจริงที่มีอายุ 25-30 วัน
2. ไม้บรรทัด

รูปที่ 4.1 ต้นข้าวจริงที่มีอายุ 25-30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. นำต้นกล้ามาจำนวน 30 ต้น

2. ใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวแต่ละต้นของต้นกล้าและบันทึกผลการทดลอง

3. วัดความหนาและความกว้างของต้นข้าวโดยวัดที่ระยะ 10 ซม.จากโคนแล้วบันทึกผลการทดลอง

4. สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติของต้นข้าวที่มีอายุ 25-30 วัน

ความยาว (มม.)	ความกว้าง (มม.)	ความหนา (มม.)
361.67	7.42	3.78

สรุปผลการทดลอง

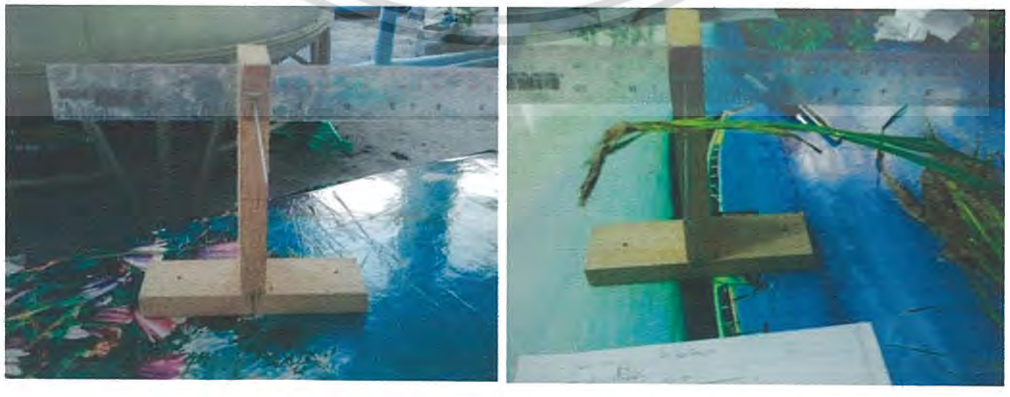
ต้นข้าวที่มีอายุ 25-30 วันนั้นมีค่าความยาวเฉลี่ยอยู่ที่ 361.67 มม. ค่าความกว้างเฉลี่ยอยู่ที่ 7.42 มม. และค่าความหนาเฉลี่ยอยู่ที่ 3.78 มม.

4.1.2 หาจุดศูนย์กลางมวลของต้นข้าวจริง

อุปกรณ์ในการทดลอง

1. ต้นข้าวจริงที่มีอายุ 25-30 วัน

2. ชุดการทดลองเพื่อหาจุดศูนย์กลางมวลของต้นข้าว



รูปที่ 4.2 ชุดการทดลองเพื่อหาจุดศูนย์กลางมวลของต้นข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. นำต้นข้าวมาจำนวน 30 ต้น

2. นำต้นข้าวไปทดสอบกับชุดการทดลองเพื่อหาจุดศูนย์กลางมวลของข้าวและบันทึกผลการทดลอง

3. สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของจุดศูนย์กลางมวลของต้นข้าวที่มีอายุ 25-30 วัน	
จุดศูนย์กลางมวล (มม. จากโคนต้นข้าว)	60.5

สรุปผลการทดลอง

ค่าเฉลี่ยของจุดศูนย์กลางมวลของต้นข้าวที่มีอายุ 25-30 วันอยู่ที่ 60.5 มม.จากโคนต้นข้าว

4.1.3 หาความสามารถในการรับแรงของต้นข้าวจริง

อุปกรณ์ในการทดลอง

1. ต้นข้าวจริงที่มีอายุ 25-30 วัน

2. ชุดการทดลองเพื่อหาความสามารถในการรับแรงของต้นข้าว

รูปที่ 4.3 ชุดการทดลองเพื่อหาความสามารถในการรับแรงของต้นข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. นำต้นข้าวมาจำนวน 30 ต้น

2. นำต้นข้าวไปทดสอบกับชุดการทดลองเพื่อหาความสามารถในการรับแรงของต้นข้าวและบันทึกผลการทดลอง

3. สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของแรงมากสุดที่ต้นข้าวอายุ 25-30 วันรับได้		
ระยะจากโคน	2 ซม.	4 ซม.
ค่าเฉลี่ยของแรง	0.6832 นิวตัน	0.4484 นิวตัน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองค่าเฉลี่ยของแรงมากสุดที่ต้นข้าวอายุ 25-30 วันรับได้ คือ 0.6832 นิวตันที่ระยะห่างจากโคน 2 ซม.และ 0.4484 นิวตันที่ระยะห่างจากโคน 4 ซม.

4.2 การทดลองเครื่องทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง

4.2.1 ทดลองกับต้นข้าวจำลอง

เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง

ตัวแปรต้น : ระดับองศาในการเอียงของกระบะ, จังหวะในการแกว่ง 1 รอบ

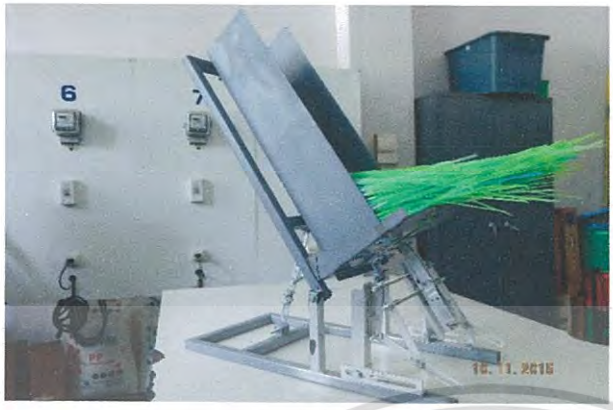
ตัวแปรตาม : จำนวนต้นข้าวที่สามารถลำเลียงออกมาเพื่อทำการปักดำ

ตัวแปรควบคุม : ระยะความลึกของหัวปักดำ, ตำแหน่งที่เกี่ยวของต้นข้าว, จำนวนต้นข้าวจำลอง

อุปกรณ์ในการทดลอง

1. ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง
2. ต้นข้าวจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง

รูปที่ 4.5 ต้นข้าวจำลอง

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ใส่ต้นข้าวจำลองลงในกระบะจำนวน 300 ต้น

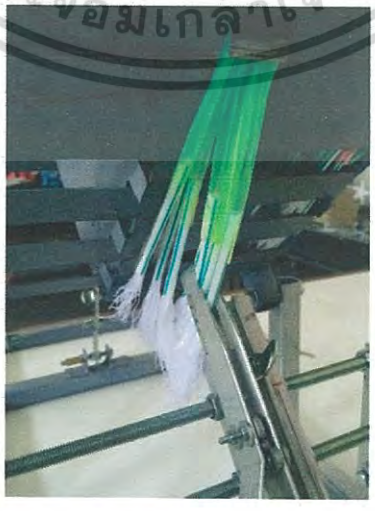
2. เลือกองศาในการเอียงของกระบะที่ต้องการ และระดับองศาที่เปลี่ยนไปในการเกี่ยว 1 รอบ

3. ตั้งค่าหัวปักให้ยื่นเข้าไปลึก 2 ซม.และ 3 ซม. โดยตำแหน่งที่จับต้นข้าวคือลำต้นของต้นข้าว

4. ทำการทดลองโดยใช้มือแกว่งกระบะเป็นจังหวะและใช้มือควบคุมหัวปักดำ

5. บันทึกผลการทดลองและทำการทดลองซ้ำโดยการเปลี่ยนระดับองศาในการเอียงของกระบะและระดับองศาที่เปลี่ยนไปในการเกี่ยว 1 รอบ

6. วิเคราะห์ผลการทดลอง



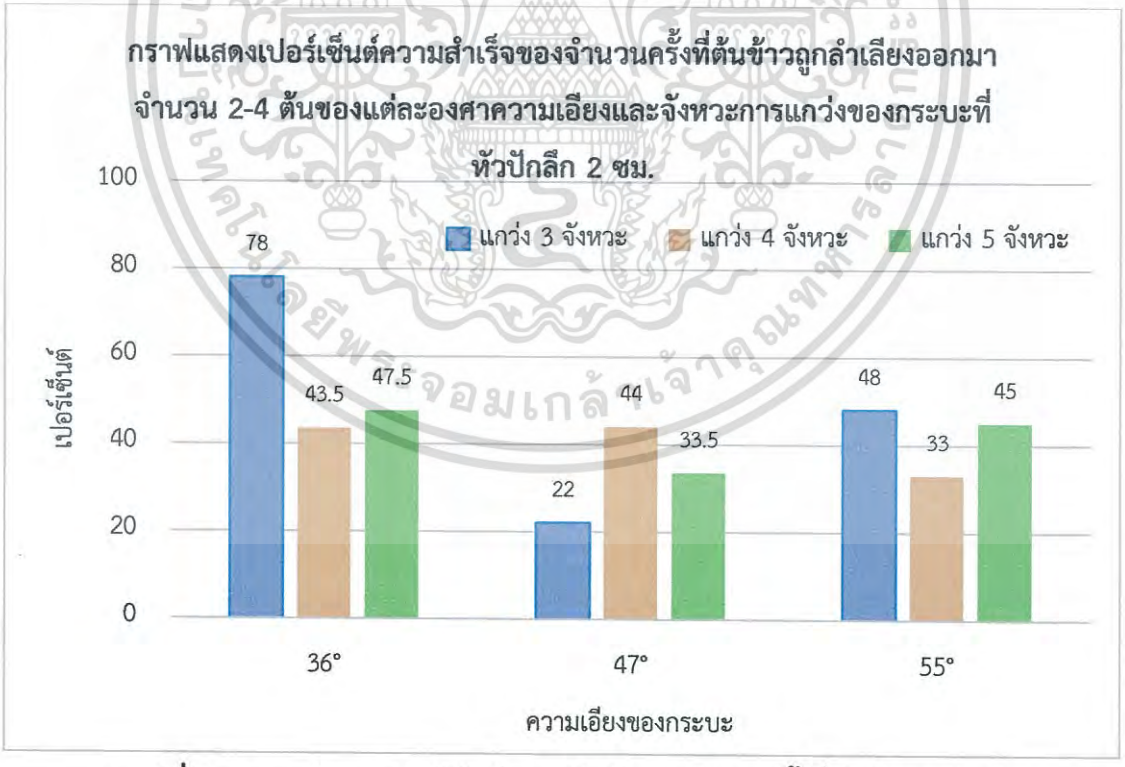
รูปที่ 4.6 การทดลองชุดบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรงกับต้นข้าวจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

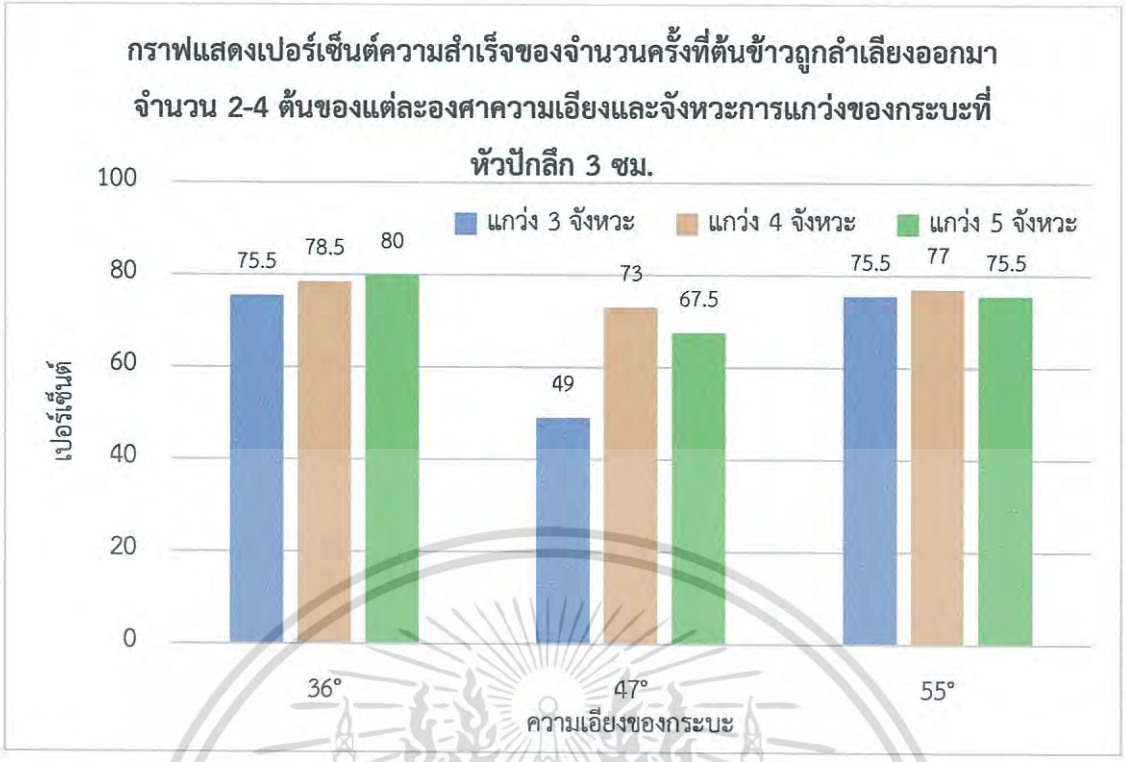
ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นถูกลำเลียงออกมา

ความเอียงของกระบะ		ความลึกของหัวปักดำ	
		2 ซม.	3 ซม.
36 องศา	แกว่ง 3 จังหวะ	78	75.5
	แกว่ง 4 จังหวะ	43.5	78.5
	แกว่ง 5 จังหวะ	47.5	80
47 องศา	แกว่ง 3 จังหวะ	22	49
	แกว่ง 4 จังหวะ	44	73
	แกว่ง 5 จังหวะ	33.5	67.5
55 องศา	แกว่ง 3 จังหวะ	48	75.5
	แกว่ง 4 จังหวะ	33	77
	แกว่ง 5 จังหวะ	45	75.5



กราฟที่ 4.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวถูกลำเลียงออกมาจำนวน 2-4 ต้นของแต่ละองศาความเอียงและจังหวะการแกว่งของกระบะ ที่ระดับความลึกของหัวปัก 2 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวถูกลำเลียงออกมาจำนวน 2-4 ต้นของแต่ละองศาความเอียงและจังหวะการแกว่งของกระบะ ที่ระดับความลึกของหัวปัก 3 ซม.

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากการทดลองพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง คือ หัวปักลึก 3 ซม. กระบะเอียง 36 องศาและมีการแกว่ง 5 จังหวะต่อ 1 รอบซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการลำเลียงต้นกล้า 2-4 ต้นออกมาที่ทางออก 80 เปอร์เซ็นต์

4.2.2 ทดลองกับต้นข้าวจริง

เพื่อทดสอบให้แน่ใจว่าการนำต้นข้าวจำลองที่ทางคณะผู้จัดทำสร้างขึ้นมานั้นมีคุณสมบัติคล้ายต้นข้าวจริงและให้ผลการทดลองที่คล้ายกับการนำข้าวจริงมาใช้หรือไม่และทดสอบเพื่อดูความเสียหายที่เกิดขึ้นกับต้นข้าวจริง

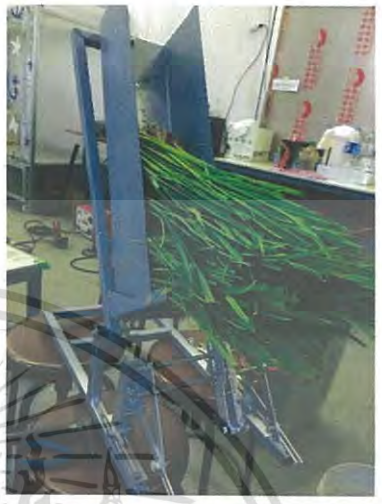
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ในการทดลอง

1. ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง

2. ต้นข้าวจริง

รูปที่ 4.7 ต้นข้าวจริง



รูปที่ 4.8 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรง

วิธีการทดลอง

1. ใส่ต้นข้าวจริงลงในกระบะจำนวน 300 ต้น

2. เลือกองศาในการเอียงของกระบะที่ต้องการทดลอง และระดับองศาที่เปลี่ยนไปในการเกี่ยว 1 รอบ โดยเลือกให้เหมือนกับการทดลองกับต้นข้าวจำลอง

3. ตั้งค่าหัวปักให้ยื่นเข้าไปลึก 3 ซม. โดยตำแหน่งที่จับต้นข้าวคือลำต้นของต้นข้าว

4. ทำการทดลองโดยใช้มือแกว่งกระบะเป็นจังหวะ ใช้มือควบคุมหัวปักดำและสังเกตุความเสียหาที่เกิดขึ้นกับต้นข้าว

5. บันทึกผลการทดลองและทำการทดลองซ้ำโดยการเปลี่ยนระดับองศาในการเอียงของกระบะและระดับองศาที่เปลี่ยนไปในการเกี่ยว 1 รอบ

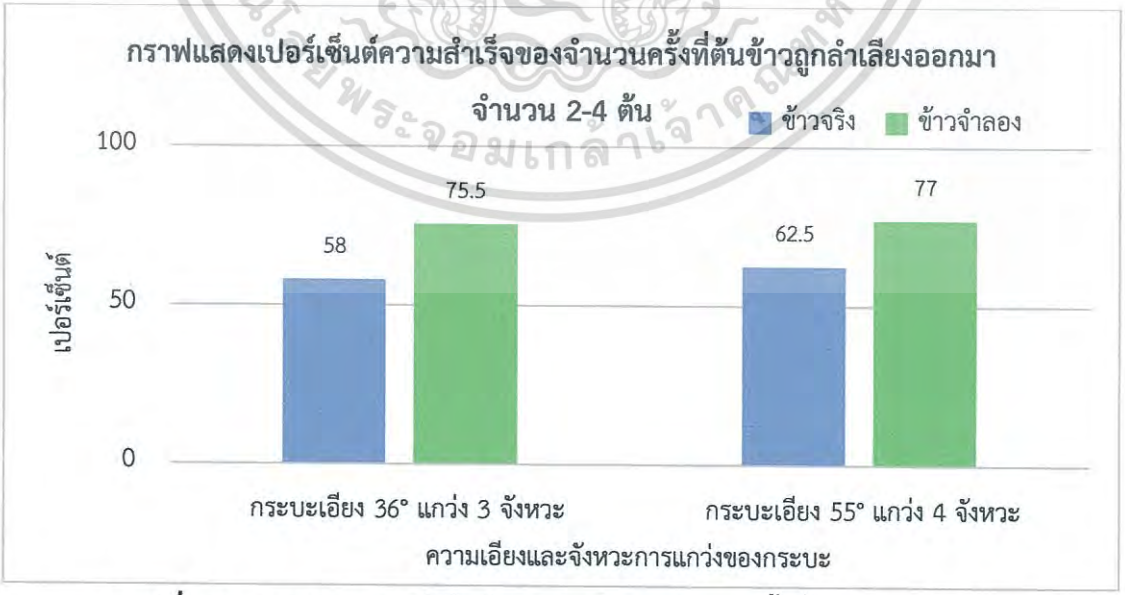
6. นำผลการทดลองที่ได้ไปเปรียบเทียบกับการทดลองกับต้นข้าวจำลองแล้ววิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงจำนวนครั้งของจำนวนต้นข้าวที่ถูกลำเลียงออกมา								
กระบะเอียง 36 องศา แกว่ง 3 จังหวะ					กระบะเอียง 55 องศา แกว่ง 4 จังหวะ			
จำนวนต้น	ข้าวจริง		ข้าวจำลอง		ข้าวจริง		ข้าวจำลอง	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
0	11	14	1	2	12	7	2	4
1	24	26	13	13	21	19	20	5
2	20	17	22	20	22	18	25	13
3	30	30	23	25	22	28	26	38
4	11	8	30	31	15	20	19	33
5	4	5	8	9	7	6	8	5
6	0	0	2	0	0	0	0	2

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นถูกลำเลียงออกมา			
หัวปักดำลึก 3 ซม.		ข้าวจริง	ข้าวจำลอง
กระบะเอียง 36 องศา	แกว่ง 3 จังหวะ	58	75.5
กระบะเอียง 55 องศา	แกว่ง 4 จังหวะ	62.5	77

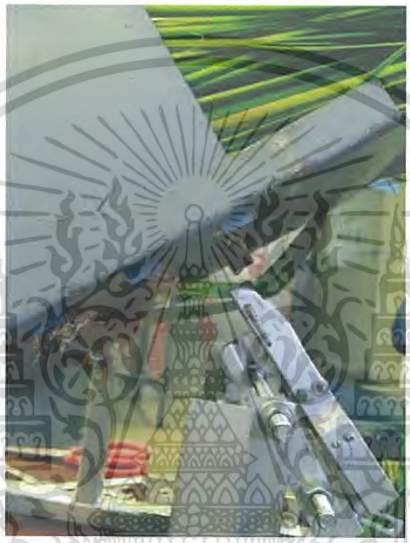


กราฟที่ 4.3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวถูกลำเลียงออกมา จำนวน 2-4 ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าความสามารถในการลำเลียงต้นกล้าของชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายตรงระหว่างต้นข้าวจริงและต้นข้าวจำลองนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าคุณสมบัติของต้นข้าวจริงและต้นข้าวจำลองมีค่าใกล้เคียงกัน แต่การทดลองด้วยข้าวจริงพบว่า ต้นข้าวได้รับความเสียหายเนื่องจากต้นข้าวเกิดการอัดตัวกันมากเกินไปบริเวณทางหน้าทางออกเมื่อหัวปักดำดึงออกมาจึงทำให้ต้นกล้าได้รับความเสียหาย



รูปที่ 4.9 ต้นข้าวจริงได้รับความเสียหาย

4.3 การทดลองเครื่องทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ

4.3.1 ทดลองกับต้นข้าวจำลอง

เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ

ตัวแปรต้น : ระยะองศาในการเอียงของกระบะ, จังหวะในการแกว่ง 1 รอบ

ตัวแปรตาม : จำนวนต้นข้าวที่สามารถลำเลียงออกมาเพื่อทำการปักดำ

ตัวแปรควบคุม : ตำแหน่งที่เกี่ยวของต้นข้าว, จำนวนต้นข้าวจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ในการทดลอง

1. ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ

2. ต้นข้าวจำลอง

รูปที่ 4.10 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ

วิธีการทดลอง

1. ใส่ต้นข้าวจำลองลงในกระบะจำนวน 300 ต้น

2. เลือกองศาในการเอียงของกระบะที่ต้องการทดลอง และระดับองศาที่เปลี่ยนไปในการเกี่ยว 1 รอบ

3. ทำการทดลองโดยใช้มือแกว่งกระบะเป็นจังหวะและใช้มือควบคุมหัวปักดำ

4. บันทึกผลการทดลองและทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนองศาในการเอียงของกระบะที่ต้องการทดลองและระดับองศาที่เปลี่ยนไปในการเกี่ยว 1 รอบ

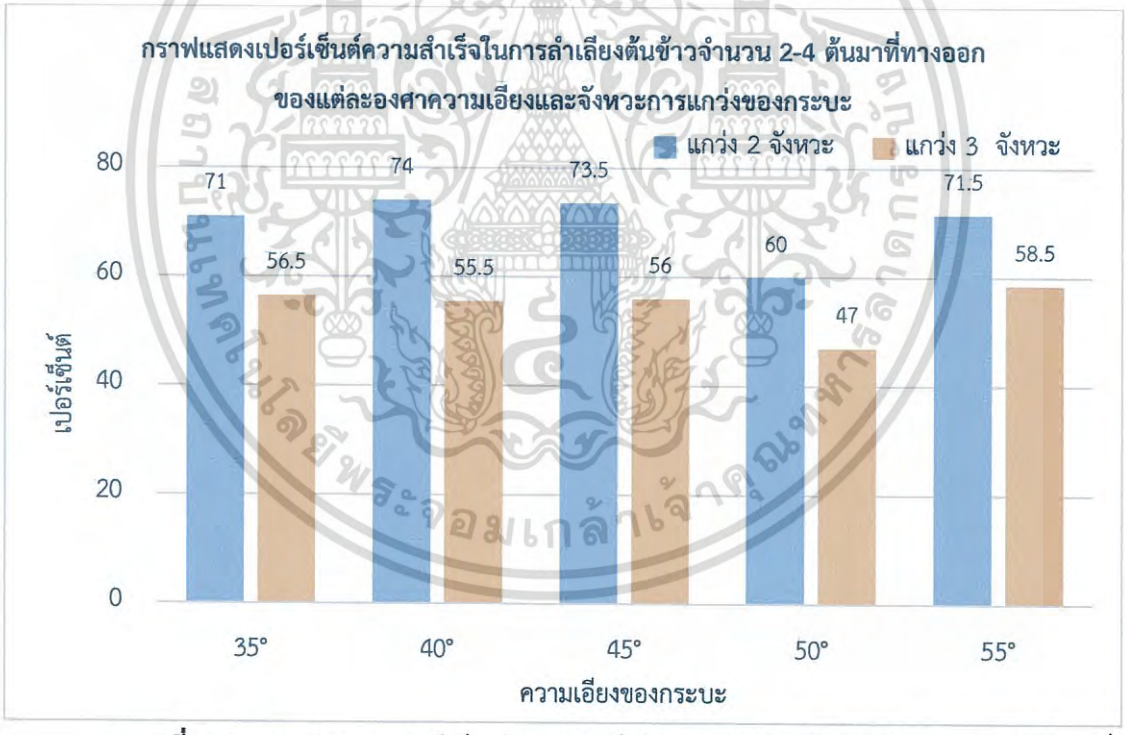
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นถูกลำเลียงออกมา

ความเอียงของกระบะ	จำนวนครั้งการแกว่งต่อรอบ	
	2 จังหวะ	3 จังหวะ
35 องศา	71	56.5
40 องศา	74	55.5
45 องศา	73.5	56
50 องศา	60	47
55 องศา	71.5	58.5



กราฟที่ 4.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการลำเลียงต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นมาที่ทางออกของแต่ละองศาความเอียงและจังหวะการแกว่งของกระบะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องทดลองบรรจุต้นข้าวชนิดกระบะแกว่งที่ผ่านการปรับปรุง คือกระบะเอียง 40 องศาและมีการแกว่ง 2 จังหวะต่อ 1 รอบซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการลำเลียงต้นกล้า 2-4 ต้นออกมาที่ทางออก 74 เปอร์เซ็นต์

4.3.2 การทดลองกับต้นข้าวจริง

หลังจากที่ได้ค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เหมาะสมของเครื่องทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบแล้วเราได้ทำการทดลองกับต้นข้าวจริงเพื่อดูความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับต้นข้าวจริงและความสามารถในการลำเลียงต้นข้าวจริงเทียบกับต้นข้าวจำลอง

อุปกรณ์ในการทดลอง

1 ชุดทดลองบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ

2. ต้นข้าวจริง

วิธีการทดลอง

1. ใส่ต้นข้าวจริงในกระบะจำนวน 300 ต้น

2. กำหนดองศาความเอียงของกระบะและระดับองศาที่เปลี่ยนไปในการเกี่ยว 1 รอบตามการทดลองกับต้นข้าวจำลองของชุดทดลองบรรจุต้นกล้าต้นแบบที่ 3

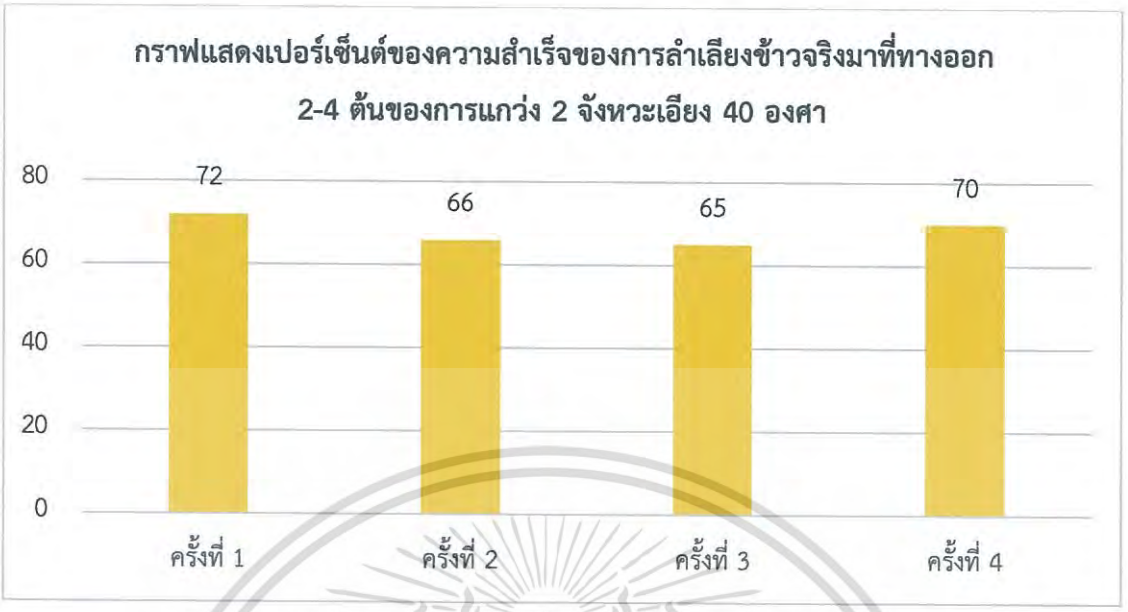
3. ทำการทดลองโดยใช้มือแกว่งกระบะเป็นจังหวะ ใช้มือควบคุมหัวปักดำและสังเกตุความเสียหายที่เกิดขึ้นกับต้นข้าว

4. บันทึกผลการทดลองและทำการทดลองซ้ำโดยการเปลี่ยนระดับองศาในการเอียงของกระบะและระดับองศาที่เปลี่ยนไปในการเกี่ยว 1 รอบ

5. วิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



กราฟที่ 4.5 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของความสำเร็จของการลำเลียงข้าวจริงมาที่ทางออก 2-4 ต้นของการแกว่ง 2 จังหวะเอียง 40 องศา

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นถูกลำเลียงออกมาของข้าวจริงและข้าวจำลอง

	ข้าวจริง	ข้าวจำลอง
กระบะเอียง 40 องศา แกว่ง 2 จังหวะ	68.25	74

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าความสามารถในการลำเลียงต้นกล้าของชุดบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งปลายเปลี่ยนระนาบ ระหว่างต้นข้าวจริงกับต้นข้าวจำลองนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน มีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จอยู่ที่ 74 เปอร์เซ็นต์และ 68.25 เปอร์เซ็นต์ในการลำเลียงต้นกล้า 2-4 ต้นของการแกว่ง 2 จังหวะ 40 องศามาที่ทางออกระหว่างข้าวจำลองและข้าวจริงตามลำดับ และชุดบรรจุต้นกล้านี้สามารถลดความเสียหายของต้นข้าวที่เกิดขึ้นได้ จึงนำพารามิเตอร์คือกระบะเอียง 40 องศา แกว่ง 2 จังหวะ มาใช้ในการสร้างชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งพร้อมชุดปักดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งพร้อมชุดปักดำ

หลังจากที่ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมและนำมาสร้างชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งพร้อมชุดปักดำ ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของชุดบรรจุต้นกล้าระหว่างชุดบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่ง ซึ่งใช้มือในการควบคุมหัวปักดำกับชุดที่มีกลไกปักดำมือหมุน

<u>อุปกรณ์ในการทดลอง</u>

1. ชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งพร้อมชุดปักดำ
2. ต้นข้าวจริง

รูปที่ 4.11 ชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งพร้อมชุดปักดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. ใส่ข้าวจริงลงในกระบะ

2. ทำการทดลองโดยใช้มือหมุนกลไกเพื่อควบคุมการแกว่งของกระบะและกลไกการลำเลียงต้นข้าว

3. บันทึกผลการทดลองและทำการทดลองซ้ำ 4 ครั้ง

4. วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดลอง

กราฟที่ 4.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของความสำเร็จของการลำเลียงข้าวจริงมาที่ทางออก 2-4 ต้นของการแกว่ง 2 จังหวะเอียง 40 องศา

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นถูกลำเลียงออกมาของชุดบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่ง

	ชุดบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่ง (ใช้มือในการควบคุมหัวปัก)	ชุดบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่ง (มีกลไกชุดปักดำหมุนมือ)
กระบะเอียง 40 องศา แกว่ง 2 จังหวะ	68.25	65.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากผลการทดลองระหว่างชุดบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่งที่ใช้มือในการควบคุมการปักกับมีกลไกชุดปักดำมือหมุน ซึ่งทั้งคู่มีความเอียงของกระบะ 40 องศาและแกว่ง 2 จังหวะ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการลำเลียงต้นข้าวจำนวน 2-4 ต้นมาที่ทางออกใกล้เคียงกัน จึงสรุปได้ว่าการทำงานของชุดบรรจุต้นกล้าทั้งสองไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จเฉลี่ยของชุดบรรจุต้นกล้าต้นแบบที่ 68.25 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและวิจารณ์การดำเนินงาน

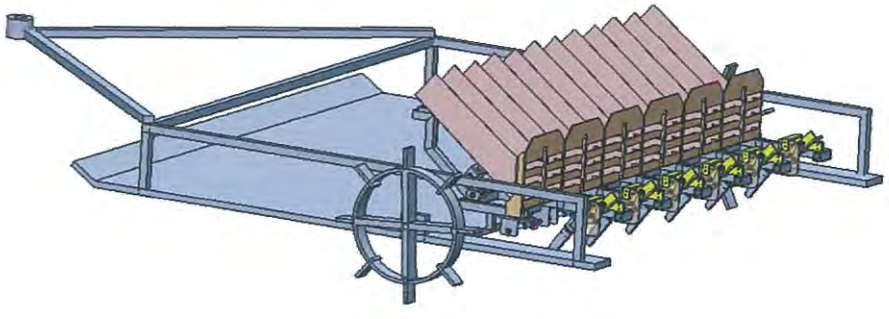
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การดำเนินงานของการทำโครงงานนี้ คณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบและสร้างชุดทดลองบรรจุต้นกล้า และได้มีการทดลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจนได้แบบของชุดบรรจุต้นกล้าที่มีประสิทธิภาพในการปักดำสูงและไม่สร้างความเสียหายให้แก่ต้นข้าว นอกจากนี้คณะผู้จัดทำได้ทำยังได้มีการการสร้างชุดอุปกรณ์บรรจุต้นกล้าโดยใช้ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลอง ซึ่งชุดอุปกรณ์บรรจุต้นกล้านี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง

5.2 ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิคของชุดบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนา

จากการทดลองชุดอุปกรณ์บรรจุต้นกล้า ทำให้คณะผู้จัดทำสามารถคำนวณข้อมูลจำเพาะทางเทคนิคของชุดอุปกรณ์บรรจุต้นกล้าเมื่อประกอบเข้าด้วยกันเป็น 6 ชุดได้ดังนี้

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิค	
ระยะห่างระหว่างแถว	25-30 ซม.
จำนวนต้นข้าวมากสุดที่บรรจุได้	600 ต้น
แรงบิดสูงสุดที่ต้องการ	13.7 นิวตัน. เมตร
ความเร็วสูงสุด	0.278 เมตรต่อวินาที หรือ 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
อัตราการทำงาน	4 ไร่ต่อวันต่อ 4 คนงาน
อัตราการทดแทนแรงงานคน	8 คน



รูปที่ 5.1 อุปกรณ์ป้อนต้นกล้าเมื่อประกอบเข้าด้วยกันเป็น 6 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของชุดบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนาที่ออกแบบ

1. สามารถเพิ่มหรือลดจำนวนแถวในการปักดำให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดของที่นาได้
2. สามารถบรรจุต้นกล้าได้ปริมาณมาก ๆ ไม่ต้องจัดเรียงต้นกล้า
3. สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง ไม่ต้องหยุดการทำงานเพื่อบรรจุต้นข้าวเพิ่ม
4. เครื่องดำนาใช้ต้นกำลังจากการลากโดยสามารถนำไปใช้กับรถไถแบบเดินตามได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในระหว่างการทดลองนั้นทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงสิ่งที่ต้องปรับปรุงของชุดบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนาดังต่อไปนี้

1. ปรับปรุงกลไกการปักดำให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เนื่องจากทางคณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาเฉพาะกลไกการบรรจุต้นกล้าของเครื่องดำนา ดังนั้นกลไกการปักดำที่ใช้ในการทดลองยังไม่มีประสิทธิภาพสูงนัก ถ้ากลไกการปักดำของชุดทดลองมีประสิทธิภาพสูงขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการลำเลียงต้นกล้ามาที่ทางออกสูงขึ้นด้วย
2. หัวปักดำควรสร้างจากวัสดุที่เป็นพลาสติกและยางเพื่อป้องกันต้นข้าวได้รับความเสียหาย
3. กลไกการแกว่งของกระบะและกลไกการปักดำควรมีอุปกรณ์มาป้องกันโคลนเพื่อป้องกันสนิมและป้องกันสิ่งแปลกปลอมเพื่อป้องกันกลไกติดขัด
4. การทำงานของชุดบรรจุต้นกล้ายังมีข้อจำกัดเมื่อมีต้นข้าวอยู่ในกระบะน้อย จะไม่สามารถลำเลียงต้นกล้ามาที่ทางออกเพื่อนำไปปักดำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2557). สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2558. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยเศรษฐกิจ.

[2] กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 36 ปี เครื่องจักรกลเกษตร (เทคโนโลยีการใช้เครื่องดำนา).

[3] นัย บำรุงเวช.เครื่องดำนา. ลำปาง: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง, 2546.

[4] บุญหงษ์ จงคิด. ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2549.

[5] เกรียงไกร ยอดชมภู. เคล็ดลับจากปราชญ์ในแปลงนา1ไร่1แสน(4ภาค). กรุงเทพฯ: นาคา อินเตอร์มีเดีย, 2557.

[6] การทำนากับคนไทย. การดำนา, แหล่งที่มา http://rapeephangm.blogspot.com, เข้าดูเมื่อวันที่ 27/05/2558.

[7] การปลูกข้าว. การทำนาหว่าน, แหล่งที่มา http://kanchanapisek.or.th, เข้าดูเมื่อวันที่ 27/05/2558.

[8] การเพาะปลูกข้าว. การโยนกล้า, แหล่งที่มา http://www.arda.or.th, เข้าดูเมื่อวันที่ 27/05/2558.

[9] ศิลปบนนาข้าวอินทรีย์. แหล่งที่มา http://art.thepbodint.ac.th, เข้าดูเมื่อวันที่ 26/05/2558.

[10] ต้นกล้าแผ่น. แหล่งที่มา http://www.chiangraifocus.com, เข้าดูเมื่อวันที่ 26/05/2558.

[11] ห้างหุ้นส่วนจำกัด พานแทรกเตอร์. ชุดหัวล้อปักดำตัวริมอยู่ด้านนอกสกี. แหล่งที่มา http:// www.pantractor.com, เข้าดูเมื่อวันที่ 26/05/2558.

[12] รุ่งโรจน์เครื่องจักรกลเกษตร. เครื่องดำนาขนาดเล็ก, แหล่งที่มา http://www.rungroch.com/, เข้าดูเมื่อวันที่ 26/05/2558

[13] Kisan Kraft Machine Tools Private Limited. Rice transplanter, URL: http://www.indiamart.com, access on 26/05/2016.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[14] เครื่องปักดำข้าว. ภูมิปัญญาลุงทองเหมาะ, แหล่งที่มา http:// youtube.com, เข้าดูเมื่อวันที่ 27/05/2559.

[15] เครื่องดำนาช่างเบน. เครื่องดำนา 4 แถวกล้าคนถอนราคาถูก, แหล่งที่มา http:// youtube.com, เข้าดูเมื่อวันที่ 27/05/2559.

[16] รุ่งโรจน์เครื่องจักรกลเกษตร. เครื่องดำนา Rs001, แหล่งที่มา http://www.rungroch.com/, เข้าดูเมื่อวันที่ 27/05/2559

[17] รายการ นักประดิษฐ์พันล้าน. ตอน ดำนาอัฉริยะ ออกอากาศวันที่ 30/09/56, แหล่งที่มา http:// youtube.com, เข้าดูเมื่อวันที่ 27/05/2559.

[18] รายการอาวุธไอเดีย. สมรภูมิไอเดีย ตอน เครื่องดำนาขนาดเล็ก ออกอากาศวันที่ 13/05/59, แหล่งที่มา http:// brainchild.bectero.com, เข้าดูเมื่อวันที่ 27/05/2559.

[19] ไทยรัฐออนไลน์. เครื่องดำนาแปลงเล็กนักเรียนอีสาน ...คิดทำได้, แหล่งที่มา https://www.thairath.co.th, เข้าดูเมื่อวันที่ 27/05/2559.

[20] รายการอาวุธไอเดีย. สมรภูมิไอเดีย ตอน รถดำนาแบบพ่วงกับรถไถนา ออกอากาศวันที่ 28/08/58, แหล่งที่มา http:// brainchild.bectero.com, เข้าดูเมื่อวันที่ 27/05/2559.

[21] Basic physics 1. Torque, URL: http://pirun.kps.ku.ac.th/, access on 26/05/2016.

[22] วิชาภาคครุศาสตร์เครื่องกลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. การส่งกำลังโดยใช้เฟือง, แหล่งที่มา http://surinmarket.com/, เข้าดูเมื่อวันที่ 26/05/2559.

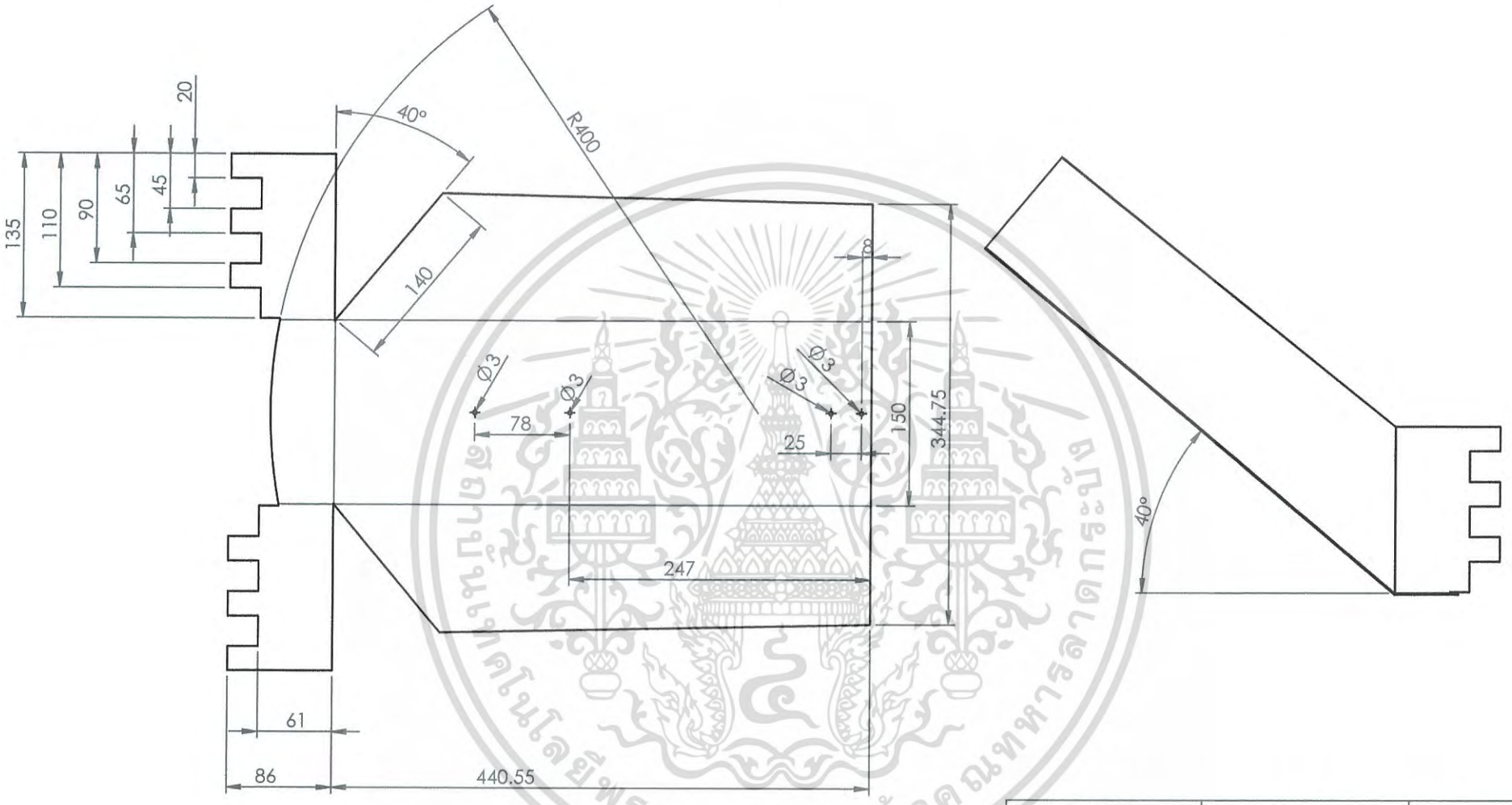
[23] Gears ratio. Example and Questions, URL: http://www.technologystudent.com/, access on 26/05/2016.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

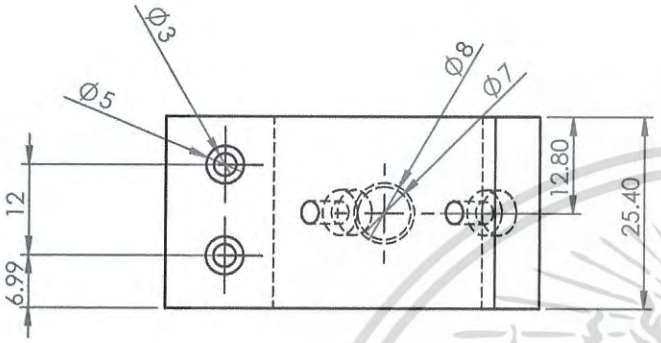
ภาพฉายชุดต้นแบบบรรจุต้นกล้าชนิดกระบะแกว่ง พร้อมชุดปักดำ

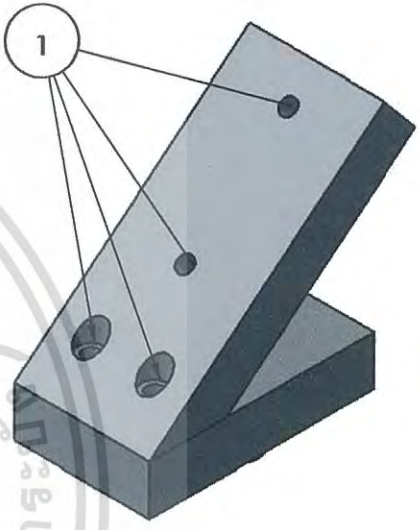
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Stainless steel	KMITL	mm.
PROJECTION	TITLE	
	Hopper part	
SCALE	IDENTIFICATION NUMBER	
1:5	36040001	

NOTE : Material sheet with bending,90°, thick 1 mm.

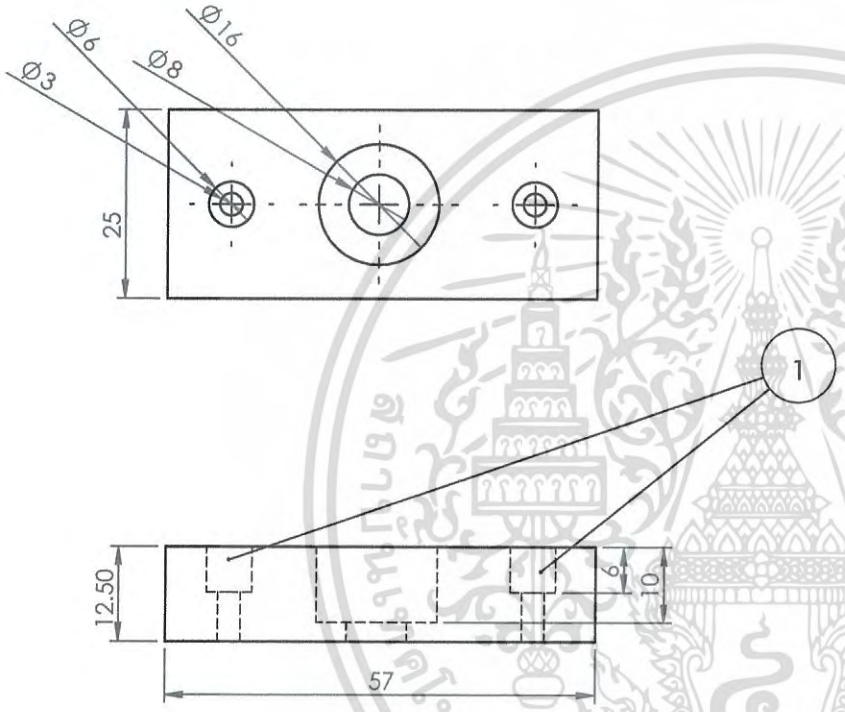


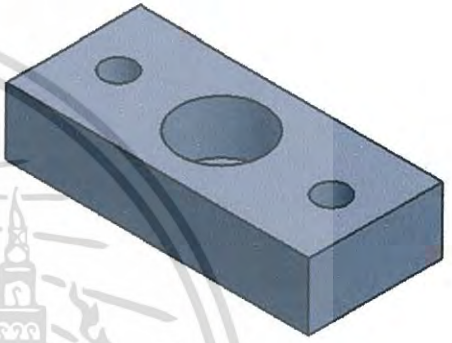


ISOMETRIC VIEW

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Screw	M3	4
2	Ball bearing	OD16,ID8	2
3	Retaining ring	D8	1

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Aluminium	KMITL	mm.
PROJECTION	TITLE	
	Rotating part	
SCALE	IDENTIFICATION NUMBER	
1:1	36040002	

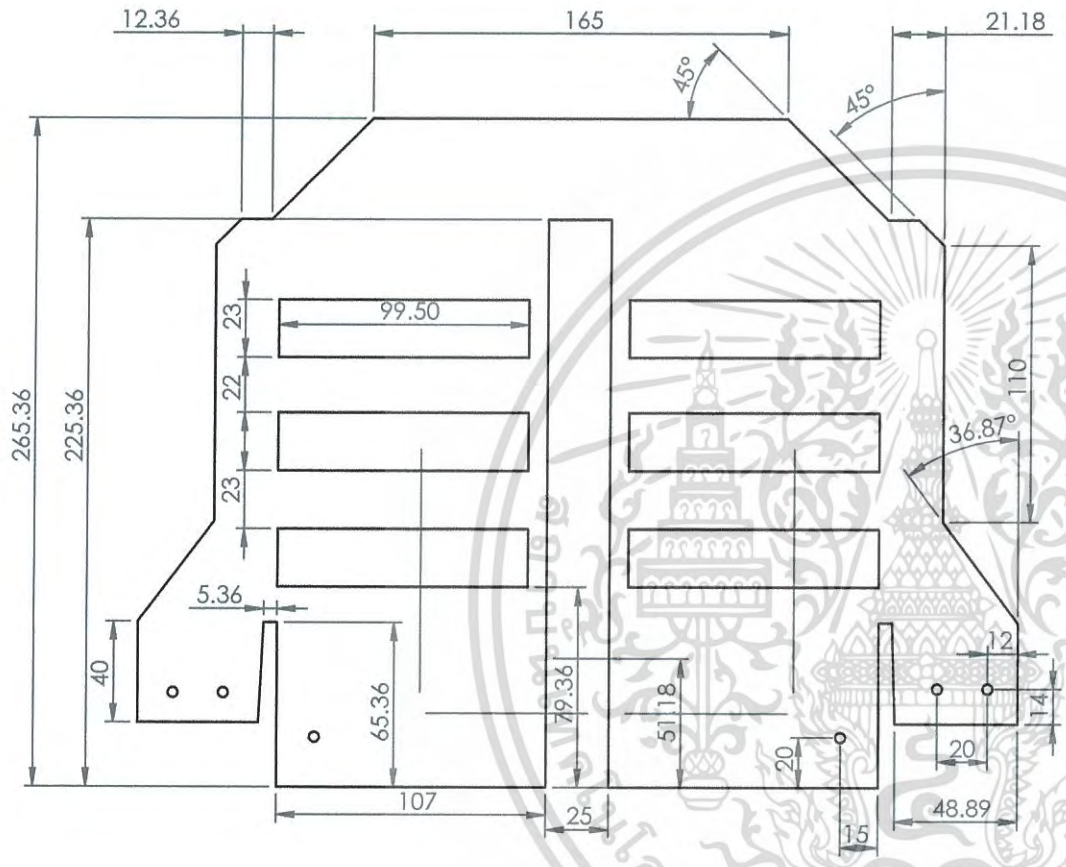


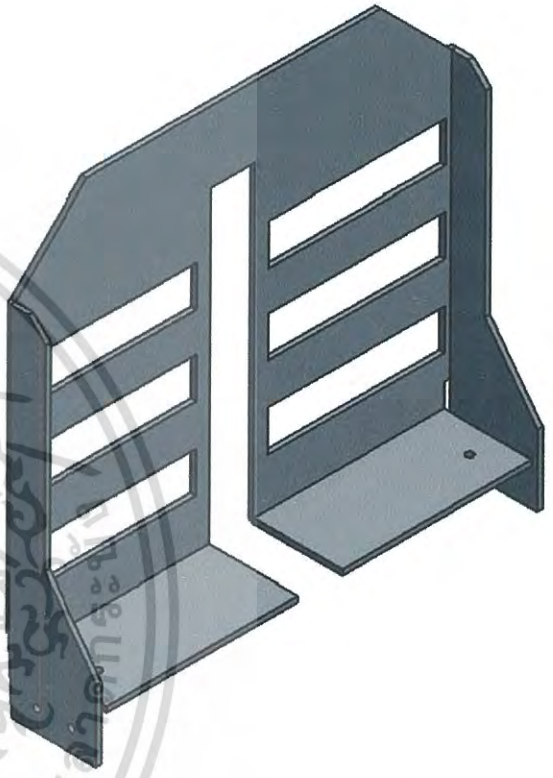


ISOMETRIC VIEW

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Screw	M3	4

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Aluminium	KMITL	mm.
PROJECTION	TITLE	
	Base of rotating part	
SCALE	IDENTIFICATION NUMBER	
1:1	36040003	



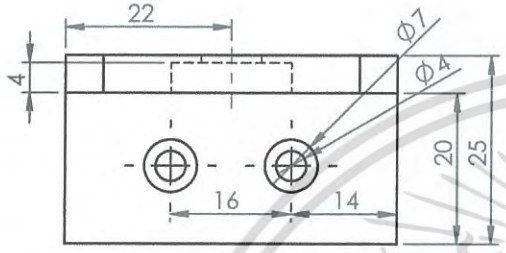


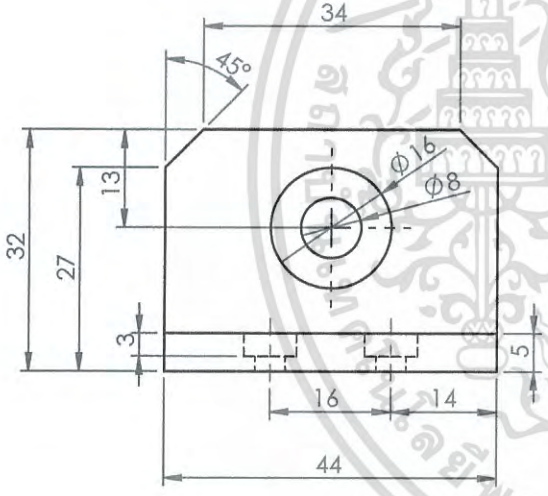
ISOMETRIC VIEW

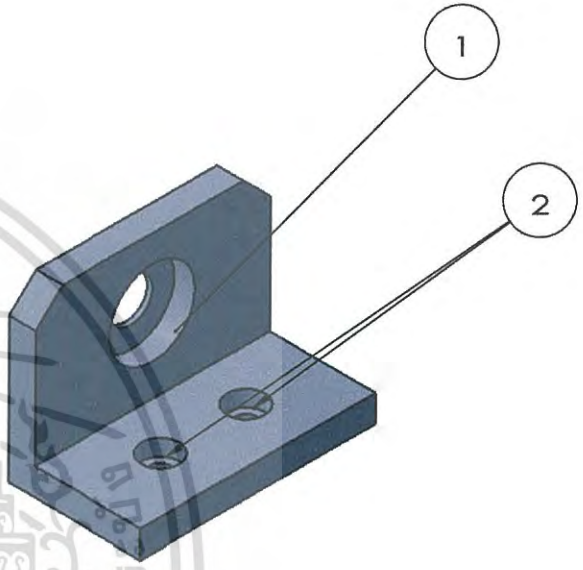
NOTES : -Stainless sheet, thick 2 mm, 90 :

-All holes are 4 mm OD.

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Stainless steel	KMITL	mm.
PROJECTION	TITLE	
	Front part hopper	
SCALE	IDENTIFICATION NUMBER	
1: 3	36040004	





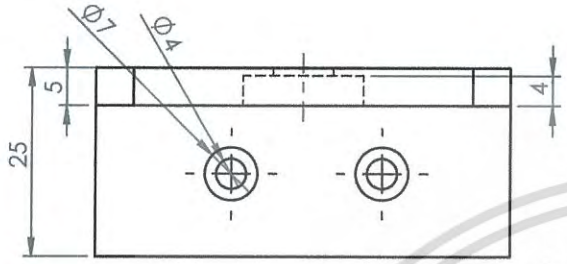


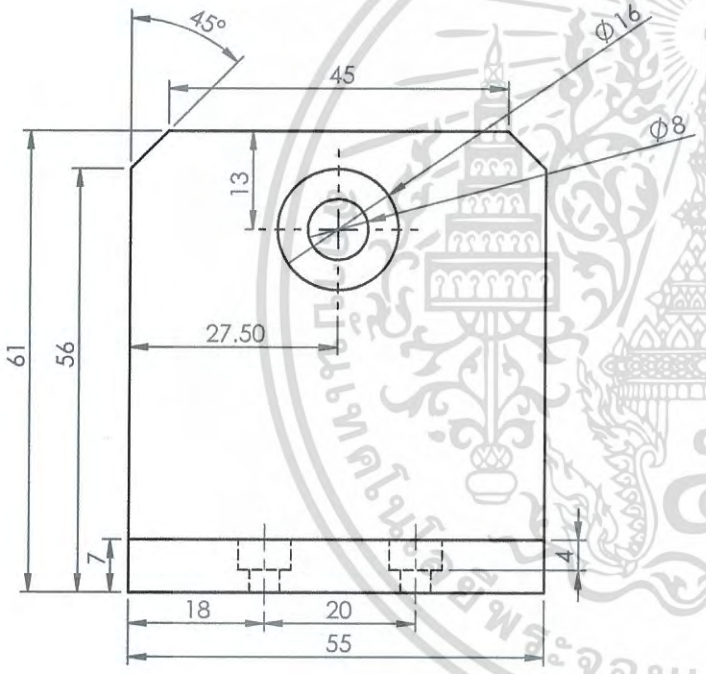
ISOMETRIC VIEW

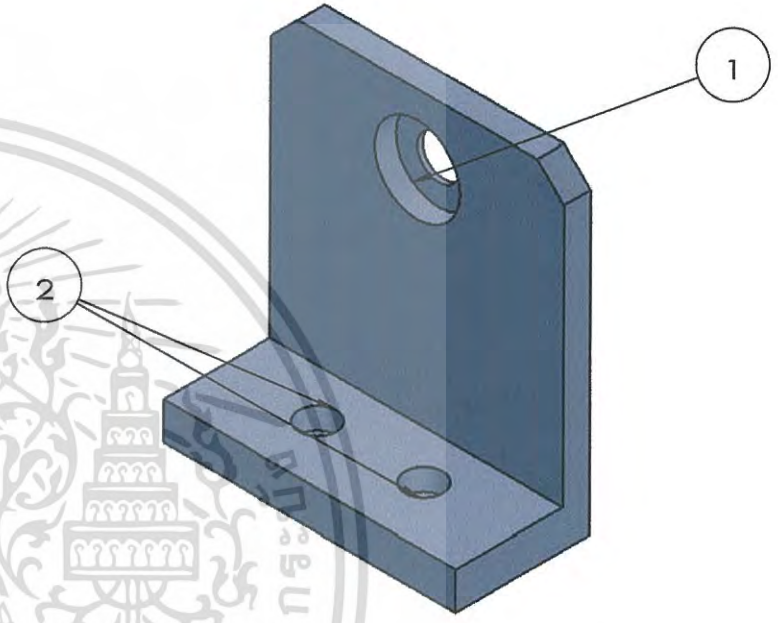
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Ball bearing	OD16,ID 8	1
2	Screw, Nut	M3	2

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Aluminium	KMITL	mm.

PROJECTION	TITLE
	ball bearing support
SCALE 1:1	IDENTIFICATION NUMBER 36040005





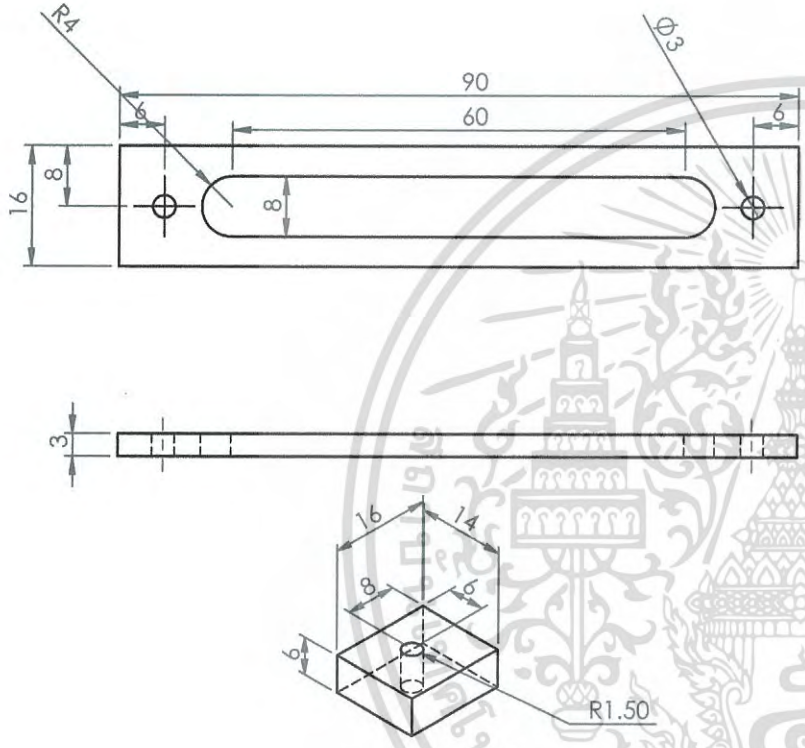


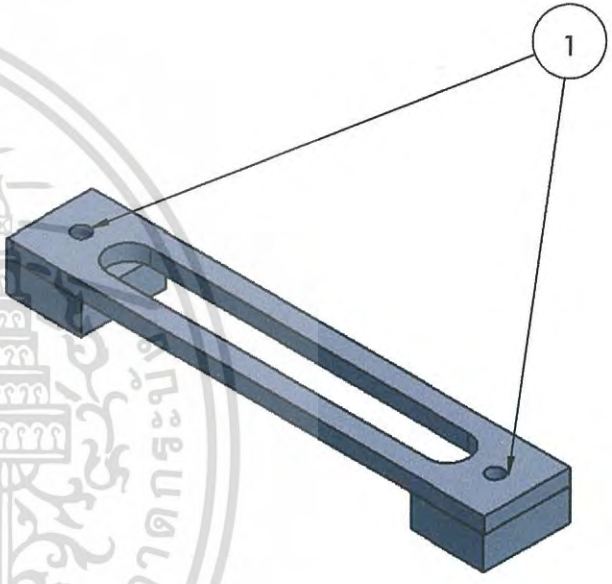
ISOMETRIC VIEW

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPITION	QTY.
1	Ball bearing	OD16,ID8	1
2	Screw	M3	2

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Aluminium	KMITL	mm.

PROJECTION	TITLE
	Ball breaing support2
SCALE 1:1	IDENTIFICATION NUMBER 36040006

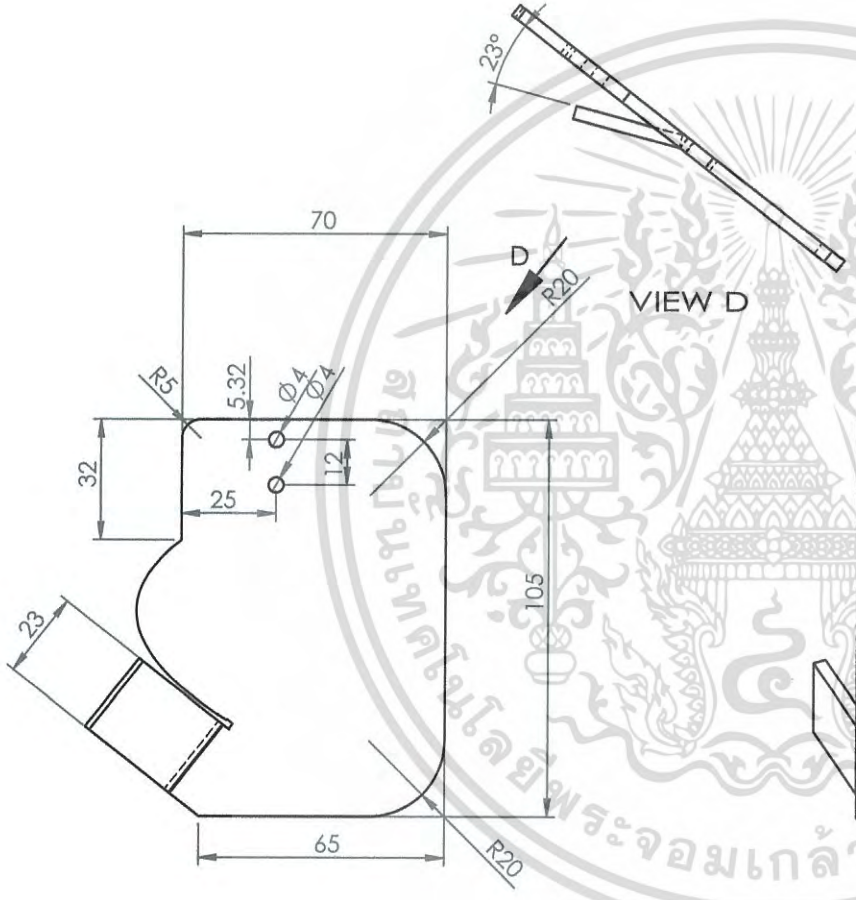


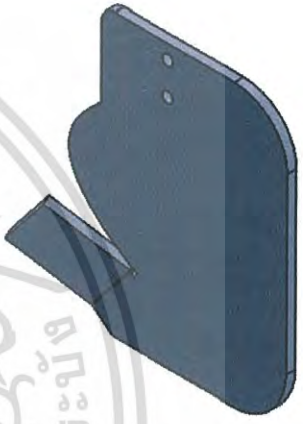


ISOMETRIC VIEW

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY
1	Screw&Nut	M3	2

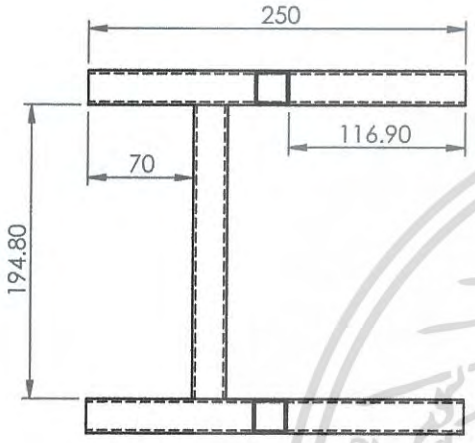
MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Aluminium	KMITL	mm.
PROJECTION	TITLE	
	A part of hopper	
SCALE	IDENTIFICATION NUMBER	
1:1	36040007	

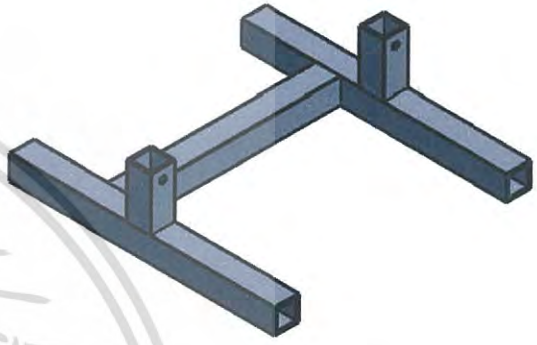




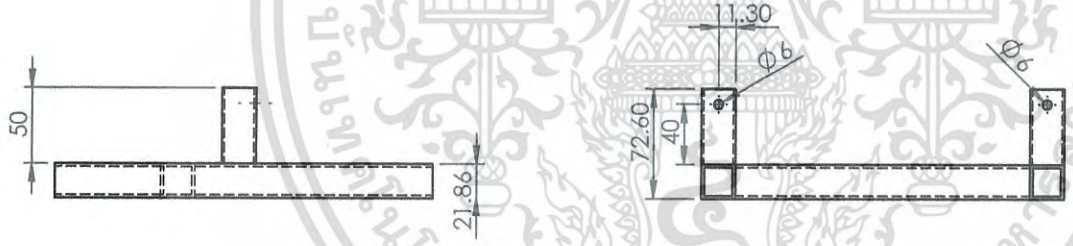
ISOMETRIC VIEW

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Acrylic	KMITL	mm.
PROJECTION	TITLE	
	Controlling picker	
SCALE	IDENTIFICATION NUMBER	
1:2	36040008	





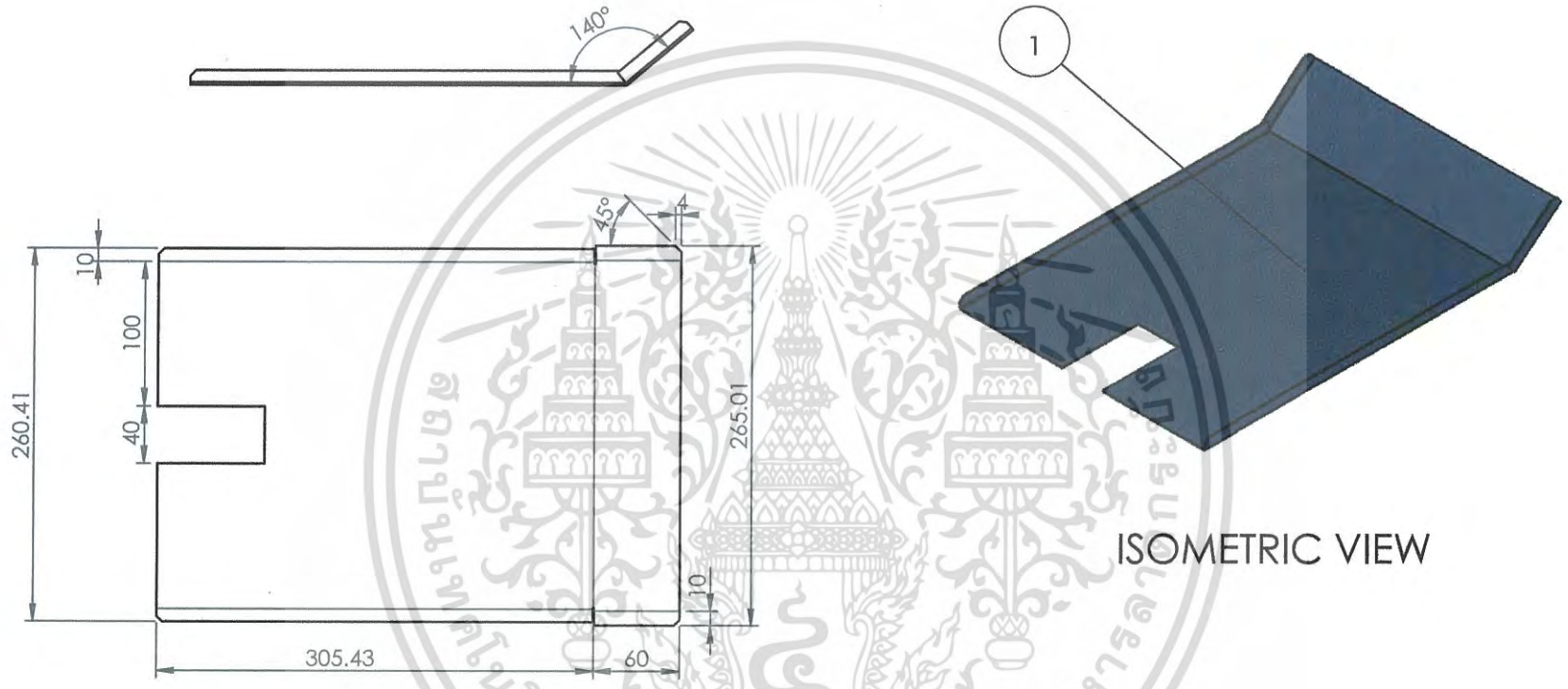
ISOMETRIC VIEW



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPITION	QTY.
1	Square tube steel	3/4 inch	1

NOTE : Divided into 6 parts and connected by welding

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Carbon steel	KMITL	mm.
PROJECTION	TITLE	
	Slide base	
SCALE	IDENTIFICATION NUMBER	
1:1	36040009	



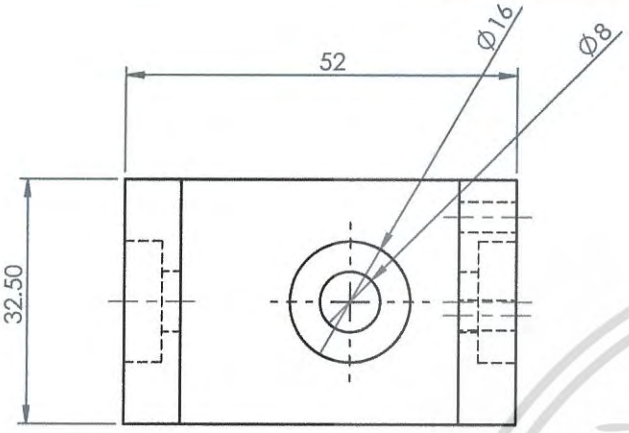
FLAT PATTERN

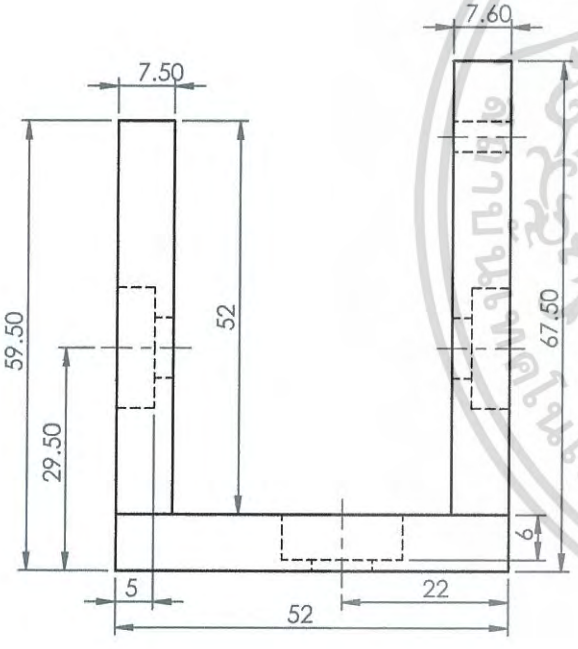
ISOMETRIC VIEW

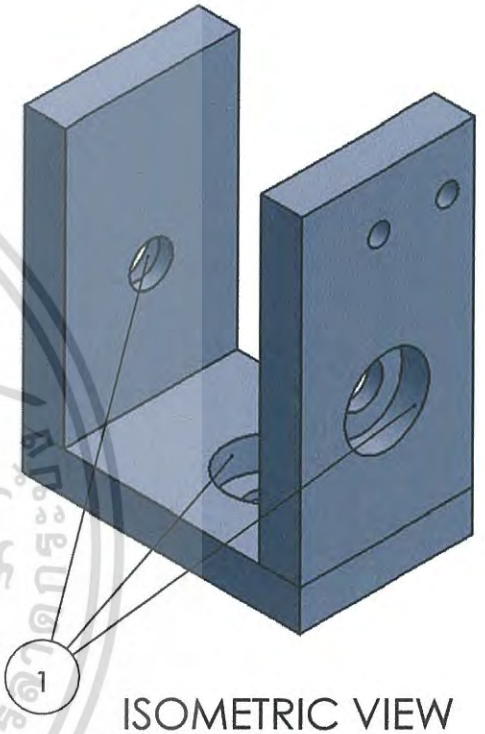
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPITION	QTY.
1	stainless sheet	thick 1mm.	1

Note: stainless sheet, thick 1mm
bending 90°

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Stainless steel	KMITL	mm.
PROJECTION	TITLE	
	Slide sheet	
SCALE	IDENTIFICATION NUMBER	
1:5	36040010	





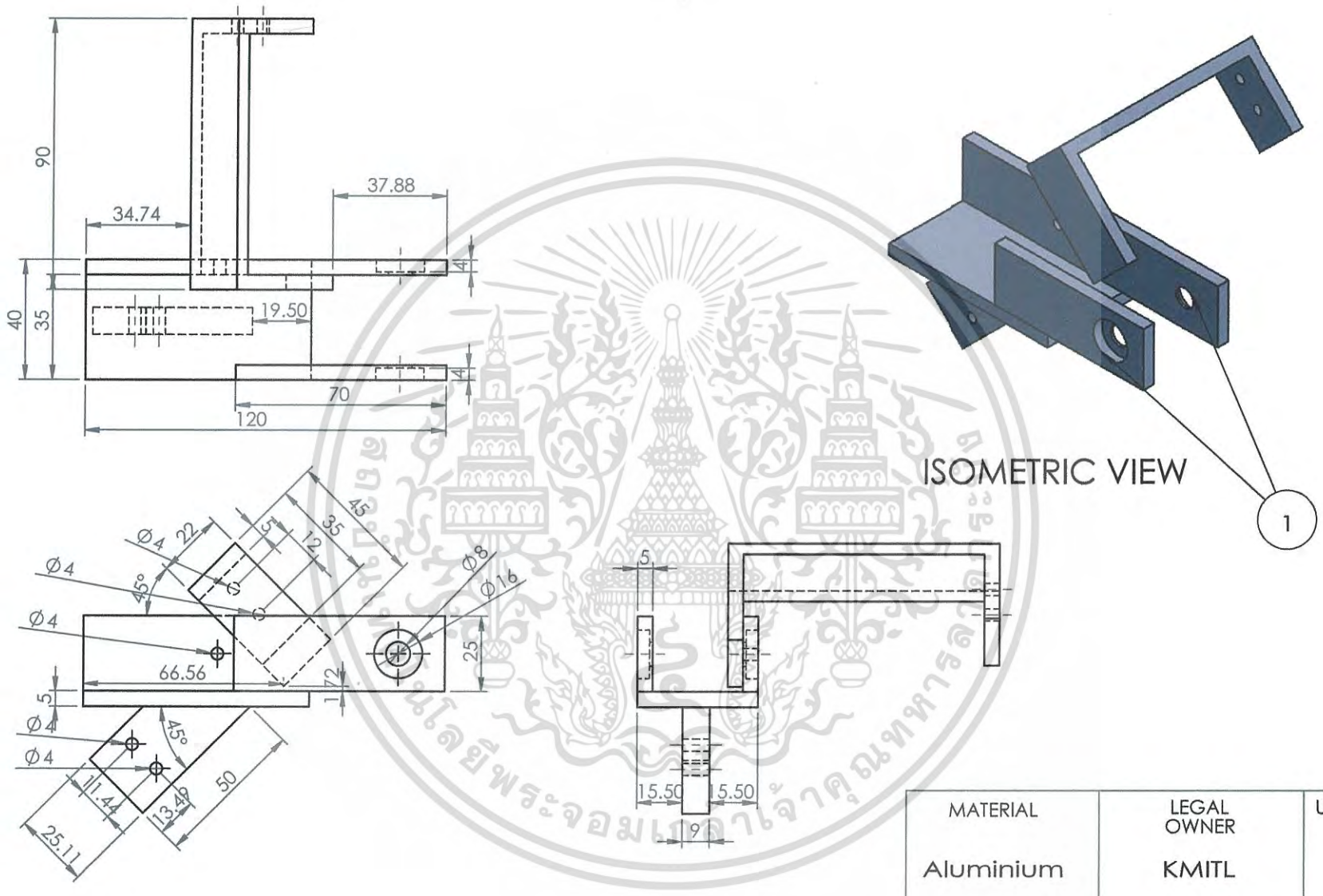


ISOMETRIC VIEW

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPITION	QTY.
1	ball bearing	OD16,ID8	3

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Aluminium	KMITL	mm.

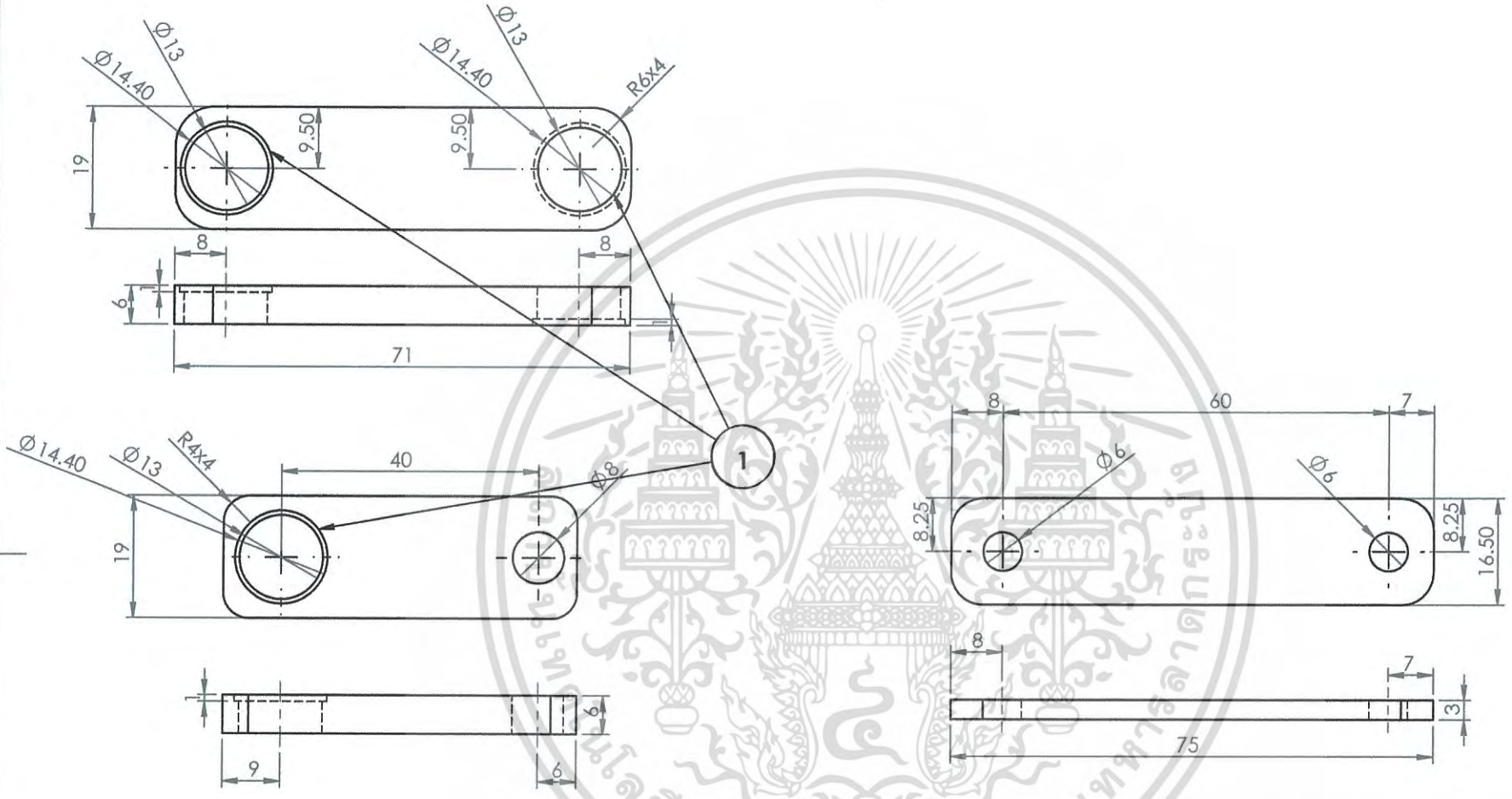
PROJECTION	TITLE
	Swing base
SCALE 1:1	IDENTIFICATION NUMBER 36040011



ISOMETRIC VIEW

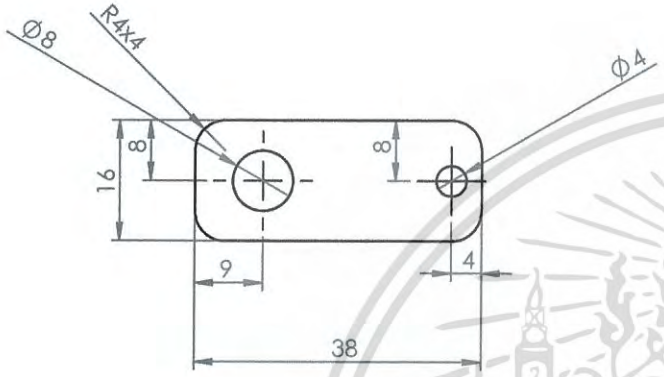
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPITION	QTY.
1	ball bearing	OD16,ID8	2

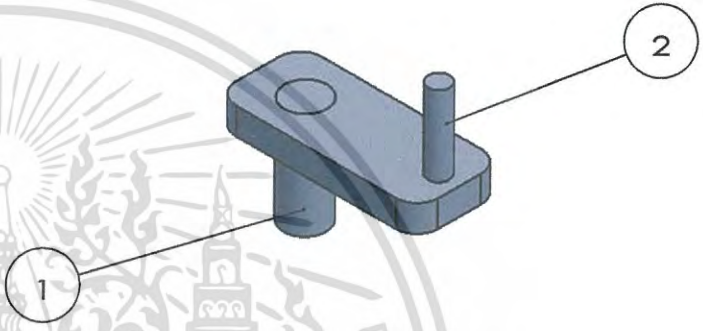
MATERIAL: Aluminium	LEGAL OWNER: KMITL	UNIT: mm.
PROJECTION	TITLE: Picker body	
SCALE: 1:2	IDENTIFICATION NUMBER: 36040012	



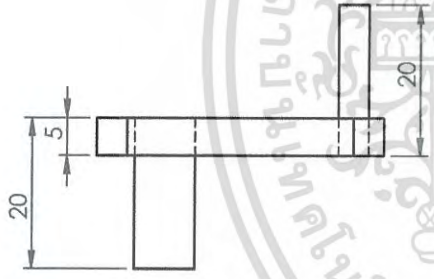
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPITION	QTY.
1	ball bearing with flange	OD13,ID6	3

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Aluminium	KMITL	mm.
PROJECTION	TITLE	
	Arm picker	
SCALE	IDENTIFICATION NUMBER	
1:1	36040013	



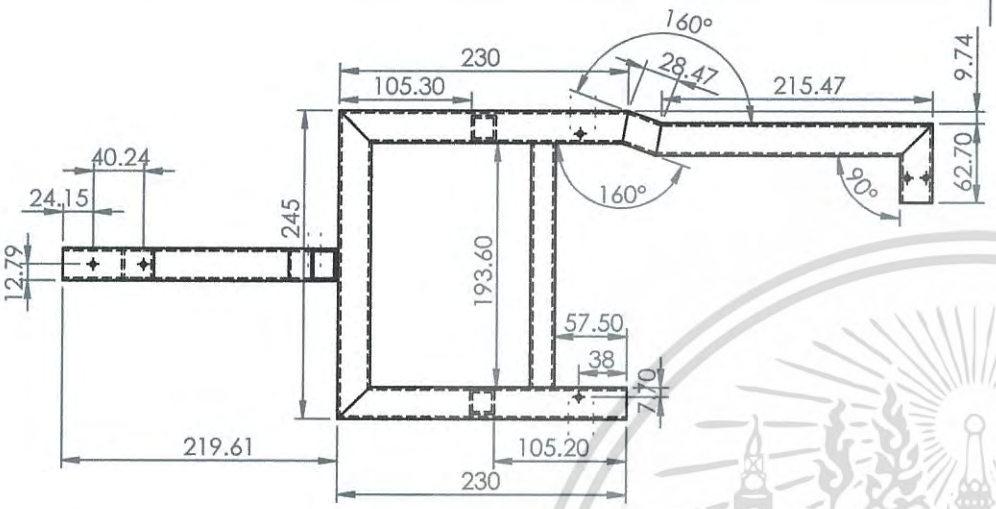


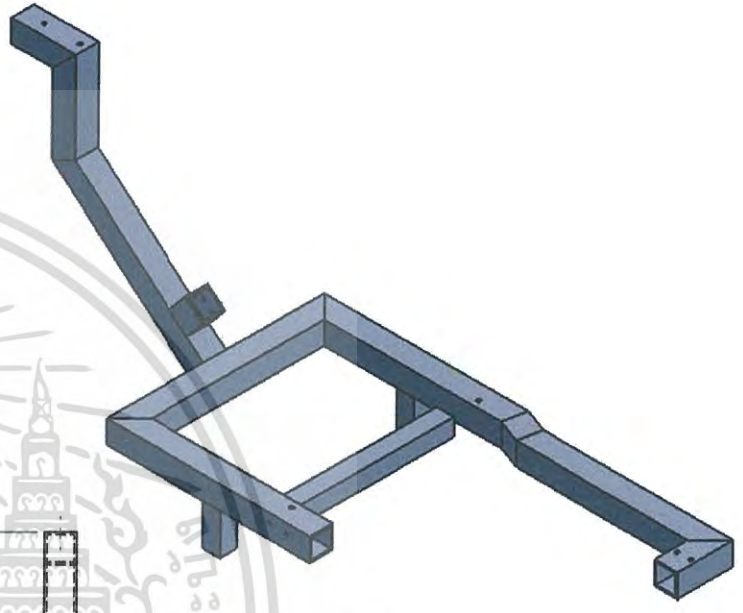
ISOMETRIC VIEW



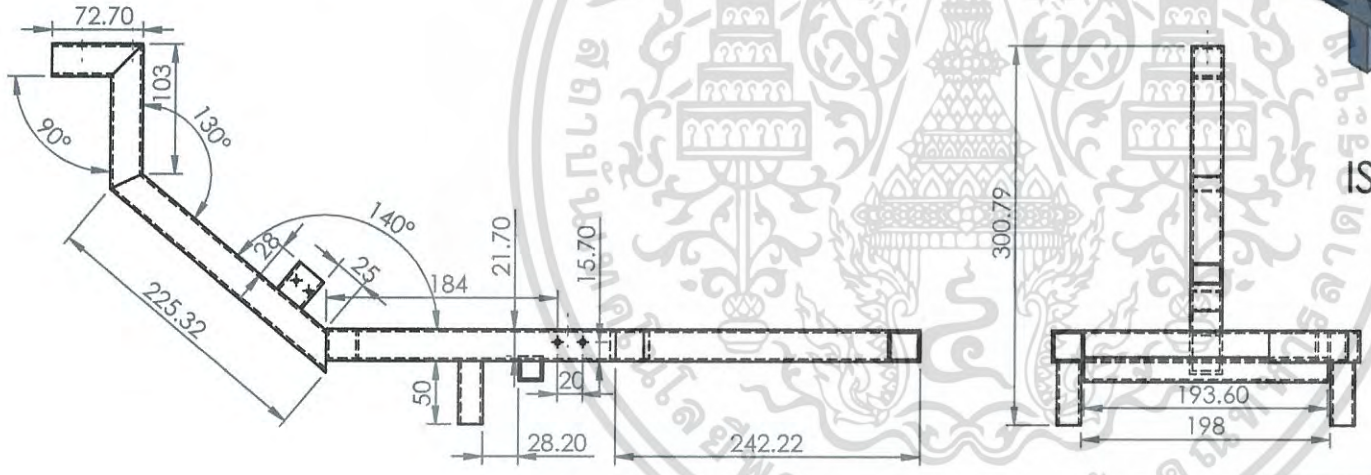
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPITION	QTY.
1	Stainless steel bar	OD 8mm.	1
2	Screw & Nut	M4	1

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Aluminium	KMITL	mm.
PROJECTION	TITLE	S swing
SCALE 1:1	IDENTIFICATION NUMBER	36040014



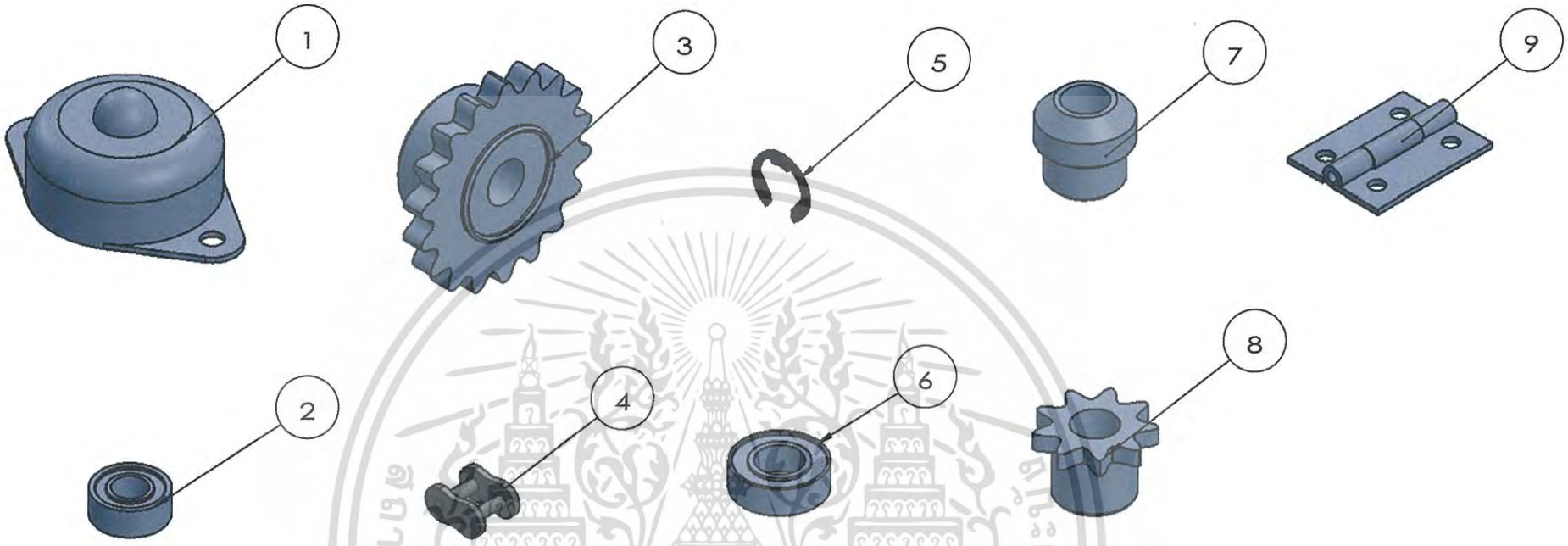


ISOMETRIC VIEW



NOTE : All joints are connected by welding

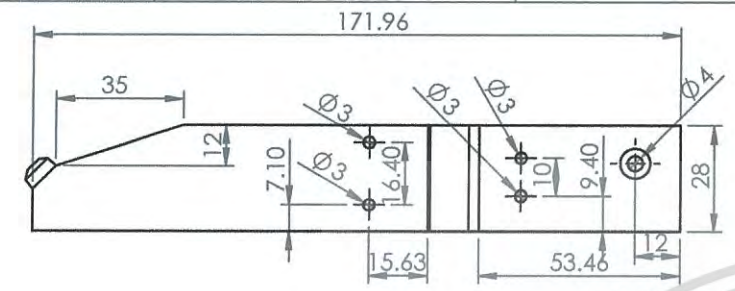
MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Stainless steel	KMITL	mm.
PROJECTION	TITLE	
	Structure machine	
SCALE	IDENTIFICATION NUMBER	
1:6	36040015	

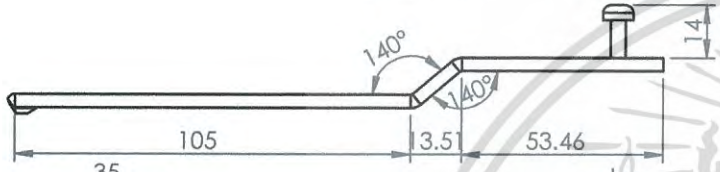


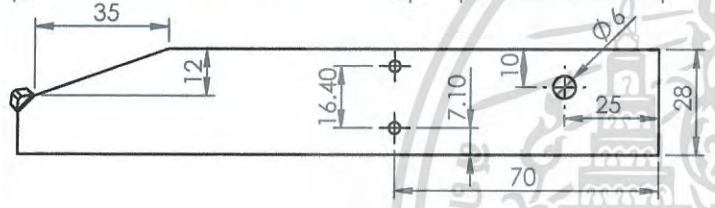
ISOMETRIC VIEW

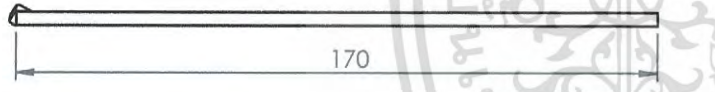
ITEM NO.	PART MANE	DESCRIPTION	QTY.
1	Ball transfer	1inch	2
2	Ball bearing	OD13,ID6.Flange	3
3	Spur gear	D8, 18 teeth	2
4	Chain	CHE15	
5	Ring split washer	D8	15
6	Ball bearing	OD16,ID8	11
7	Bevel gear	D8,12 teeth	2
8	Spur gear	D8,9teeth	5
9	Small hinge	25.4x19.8 mm.	1

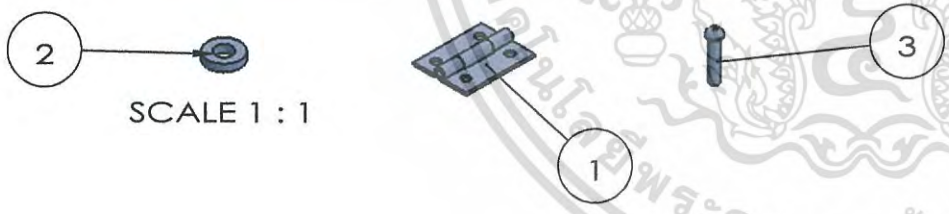
MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
-	KMITL	-
PROJECTION	TITLE	
	Part mane	
SCALE	IDENTIFICATION NUMBER	
1:1	-	



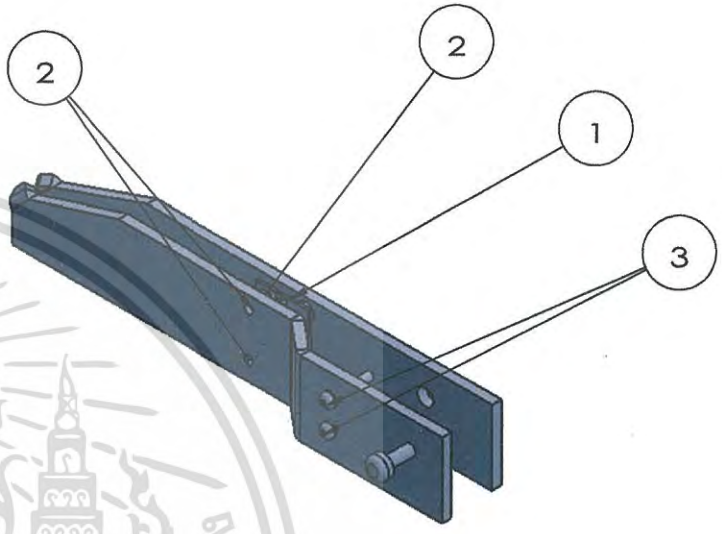








SCALE 1 : 1

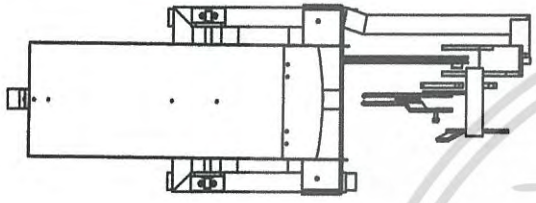


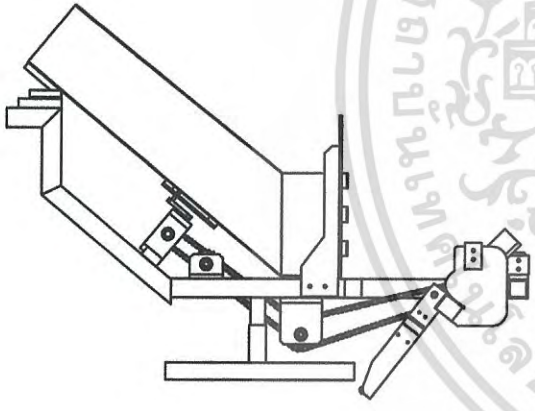
ISOMETRIC VIEW

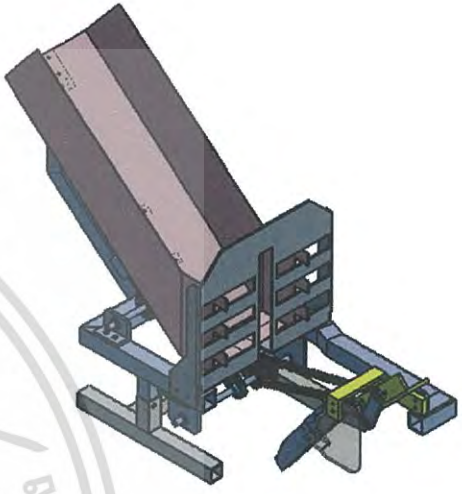
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPITION	QTY.
1	Small hinge	25.4x19.8mm.	1
2	Washer	OD6, ID3.1,thick1.4	8
3	Screw	M4 inches	5

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
Aluminium	KMITL	mm.
PROJECTION	TITLE	
	Picker tine	
SCALE	IDENTIFICATION NUMBER	
1:2	36040017	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง







ISOMETRIC VIEW

MATERIAL	LEGAL OWNER	UNIT
-	KMITL	-

PROJECTION	TITLE
	Rice Transplanting Machine
SCALE 1:10	IDENTIFICATION NUMBER 36040000

ภาคผนวก ข

การคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณแรงบิด

การทดลองเพื่อหาแรงบิดน้อยสุดในการขับเคลื่อนกลไก

อุปกรณ์

1. ชุดบรรจุต้นกล้าต้นแบบพร้อมรอก
2. ขวดน้ำ

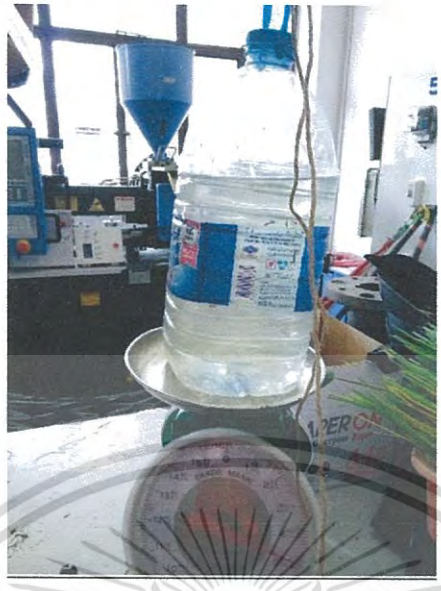
วิธีการทดลอง

1. ทำการถ่วงขวดน้ำไว้ที่ปลายเชือกที่ร้อยผ่านรอก
2. ค่อย ๆ เพิ่มน้ำจนกลไกสามารถทำงานได้
3. ชั่งน้ำหนักของน้ำที่ทำให้กลไกทำงาน
4. คำนวณหาแรงบิดที่ใช้ในการขับเคลื่อนกลไก

รูปที่ ข.1 การทดลองเพื่อหาแรงบิด

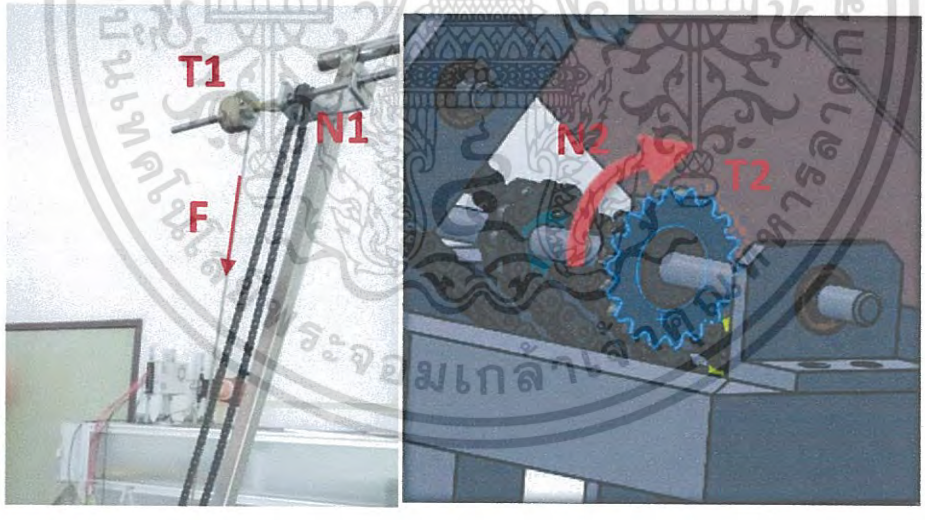
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปที่ ข.2 น้ำหนักที่ทำให้กลไกการลำเลียงต้นข้าวทำงาน

น้ำหนักของน้ำที่ชั่งได้คือ 4.85 กิโลกรัม



รูปที่ ข.3 การคำนวณเพื่อหาแรงบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T1 คือ แรงบิดที่รอก

N1 คือ จำนวนฟันของเฟือง 1

F คือ แรงที่ใช้ในการขับเคลื่อนกลไก

N2 คือ จำนวนฟันของเฟือง 2

T2 คือ แรงบิดที่ใช้ขับเคลื่อนกลไกที่เพลา

<u>การคำนวณ</u>

เส้นผ่านศูนย์กลางรอก (D) = 32 มิลลิเมตร

จำนวนฟันของเฟือง 1 (N1) = 9

จำนวนฟันของเฟือง 2 (N2) = 18

น้ำหนักของน้ำ = 4.85 กิโลกรัม

หาแรงบิดที่ใช้ในการขับเคลื่อนกลไก (T1)

$T1 = F \times r$

$T1 = 4.85 \times 9.81 \times 0.016$

T1 = 0.7612 นิวตัน. เมตร

หาแรงบิดที่ใช้ในการขับเคลื่อนกลไกที่เพลา (T2)

$T2/T1 = N2/N1$

$T2 = (N2/N1) \times T1$

T2 = 2 x 0.7612 = 1.522 นิวตัน. เมตรต่อ 1 ชุดกลไกการดำนา

มี 6 ชุดกลไกการดำนา

T2 = 1.522 x 6 = 9.132 นิวตัน. เมตร

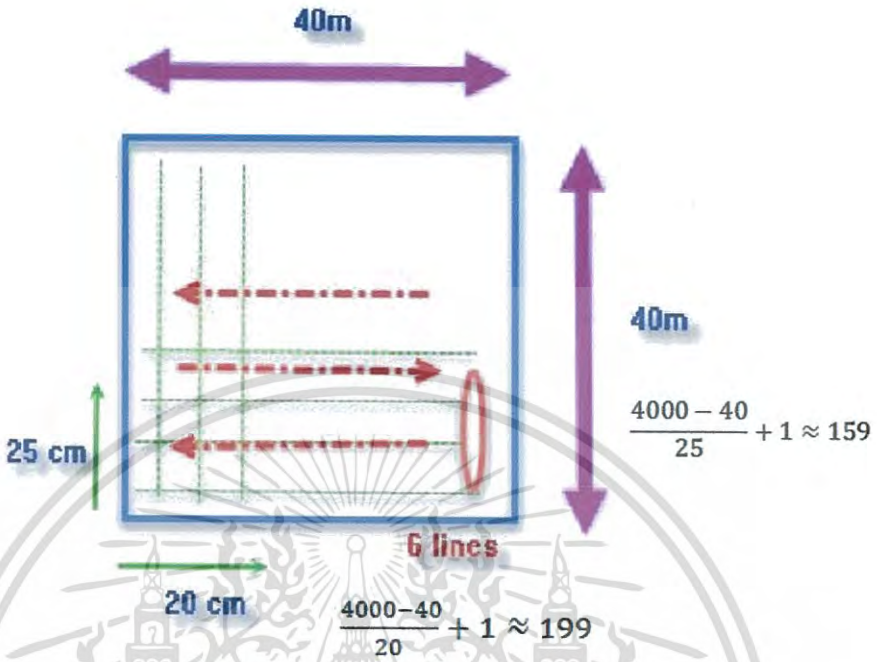
แรงเสียดทาน 50%

T2 = 9.132 x 1.5 = 13.7 นิวตัน. เมตร

ดังนั้นแรงบิดต่ำสุดที่ใช้ในการขับเคลื่อนกลไกคือ 13.7 นิวตันเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณอัตราการทำงาน



รูปที่ ข.4 การคำนวณจำนวนครั้งในการปักดำ

คำนวณจำนวนการปักดำในแนวเดินต่อ 1 ไร่

ระยะทางทั้งหมด = 4000 ซม.

เว้ยระยะห่างระหว่างคันนาด้านละ 20 ซม. 2 ด้าน = 40 ซม.

ระยะห่างระหว่างแถว = 20 ซม.

ดังนั้นจำนวนการปักดำในแนวเดิน

$$\frac{4000-40}{20}+1\approx 199 \text{ ครั้งต่อ } 1 \text{ ไร่}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณจำนวนแถวที่ต้องปักดำต่อ 1 ไร่

ระยะทางทั้งหมด = 4000 ซม.

เว้ยระยะห่างระหว่างคันนาด้านละ 20 ซม. 2 ด้าน = 40 ซม.

ระยะห่างระหว่างแถว = 25 ซม.

ดังนั้นจำนวนแถวที่ต้องปักดำต่อ 1 ไร่

$$\frac{4000-40}{25}+1 \approx 159 \text{ แถวต่อ } 1 \text{ ไร่}$$

จำนวนการปักดำต่อ 1 ไร่คิดจากจำนวนแถวที่ต้องปักดำต่อ 1 ไร่คูณจำนวนการปักดำในแนวเดินต่อ 1 ไร่ ได้จำนวนการปักดำต่อ 1 ไร่คือ 31641 ครั้ง

การปักดำใช้ต้นข้าวครั้งละ 3 ต้น ดังนั้นจำนวนต้นที่ต้องใช้ในการปักดำคือ 94923 ต้นต่อไร่

1 ไร่มีการปักดำ 31641 ครั้งและความเสถียรของชุดเครื่องดำนาคือ 68.25 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นมีความผิดพลาดในการปักดำ 10037.5 ครั้ง

จำนวนแถวที่ต้องปักดำต่อ 1 ไร่คือ 159 แถว ถ้าชุดเครื่องดำนามี 6 ชุดหัวปักดำแสดงว่าต้องเคลื่อนที่ไป-กลับทั้งหมด 27 รอบต่อไร่ และระยะที่เคลื่อนที่ไป-กลับ 1 ครั้งคือ 40 เมตร ดังนั้นเคลื่อนที่ไป-กลับรวมเป็นระยะทาง 1.08 กิโลเมตร

ค่าความเร็วเฉลี่ยของเครื่องดำนาอยู่ที่ 0.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและระยะทางที่ต้องเคลื่อนที่ต่อ 1 ไร่คือ 1.08 กิโลเมตรดังนั้น 1 ไร่ใช้เวลาการทำงาน 1.54 ชั่วโมง

ถ้าทำงานวันละ 6 ชั่วโมงจะทำงานได้ทั้งหมดวันละ 3.9 ไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้