ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

การศึกษาและทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว

Study and Testing of Paddy Weeders

นายจักรกฤษณ์ พลเก่ง รหัสนิสิต 53361832
นายจิรพงศ์ สิริพิทักษ์เดช รหัสนิสิต 53361894
นายภัทรดนัย โกศลวรรธน์ รหัสนิสิต 53362129

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 20 ก.ค. 2559
เลขทะเบียน 1691032
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ว246 ร 2556

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2556

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

ใบรับรองโครงงาน

ชื่อหัวข้อโครงงาน	**: การศึกษาและทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว**
	Study and Testing of Paddy Weeders
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายจักรกฤษณ์ พลเก่ง รหัสนิสิต 53361832
	นายจิรพงศ์ สิริพิทักษ์เดช รหัสนิสิต 53361894
	นายภัทรดนัย โกศลวรรธน์ รหัสนิสิต 53362129
อาจารย์ที่ปรึกษา	: รองศาสตราจารย์ ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	: ดร.รัตนา การุญบุญญานันท์
สาขาวิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	: 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

มัทนี สงวนเสริมศรี .....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี)

.....กรรมการ

(ดร.รัตนา การุญบุญญานันท์)

.....กรรมการ

(ดร.ศลิษา วีรพันธุ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์นพรัตน์ สีหะวงษ์)

หัวข้อโครงงาน	: การศึกษาและทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว Study and Testing of Paddy Weeders
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายจักรกฤษณ์ พลเก่ง รหัสนิสิต 53361832 นายจิรพงศ์ สิริพิทักษ์เดช รหัสนิสิต 53361894 นายภัทรดนัย โกศลวรรธน์ รหัสนิสิต 53362129
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	: รองศาสตราจารย์ ดร. มัทนี สงวนเสริมศรี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	: ดร.รัตนา การุญบุญญานันท์
สาขาวิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	: 2556

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว และศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัชพืชในนาข้าว เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชที่ทดสอบเป็นชนิดใช้แรงคนเข็น ใช้กำจัดวัชพืชระหว่างแถวของต้นข้าวได้ครั้งละหนึ่งแถว มีส่วนประกอบหลัก คือ ชุดโครงคาน ชุดลูกพรวนและชุดสกี โดยได้ทดสอบเครื่องพรวนที่มีชุดลูกพรวนแตกต่างกัน 4 แบบ คือ แบบทรงกระบอกฟันตรง แบบทรงกระบอกฟันตัววี แบบคราดฟันปลา และแบบกรวย แปลงนาทดสอบเป็นดินชนิดดินทรายแป้ง (clay loam) ปลูกข้าวด้วยเครื่องดำนาซึ่งมีระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร ความลึกน้ำในแปลงเฉลี่ย 4.85 เซนติเมตร พบวัชพืช 2 ชนิด คือ หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (*L.*) T. Beauv.) และผักปอดนา (*Sphenoclea zeylanica* Gaertn.) สำหรับหญ้าข้าวนก พบหนาแน่นเฉลี่ย 28 ต้นต่อตารางเมตร ความสูงของลำต้นเฉลี่ย 30.04 เซนติเมตร และแรงที่ใช้ในการดึงวัชพืชให้หลุดออกจากดินเฉลี่ย 17.31 นิวตัน สำหรับผักปอดนาพบหนาแน่นเฉลี่ย 9 ต้นต่อตารางเมตร ความสูงของลำต้นเฉลี่ย 11.33 เซนติเมตร และแรงที่ใช้ในการดึงให้หลุดออกจากดินเฉลี่ย 1.69 นิวตัน ผลการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในแปลง พบว่าแรงที่ใช้เข็นต่อความกว้างการทำงานของเครื่องพรวนแบบลูกพรวนแบบคราดฟันปลา แบบทรงกระบอกฟันตรง และแบบทรงกระบอกฟันตัววี มีค่าเท่ากับ 288.06, 316.56 และ 471.33 นิวตันต่อเมตร ตามลำดับ สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 0.48, 0.42 และ 0.38 ไร่ต่อชั่วโมง สำหรับลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง, ลูกพรวนทรงกระบอกฟันตัววีและลูกพรวนคราดฟันปลา ตามลำดับ ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืชของลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรงมีค่าร้อยละ 75 ขณะที่ลูกพรวนทรงกระบอกฟันตัววี และลูกพรวนคราดฟันปลา มีค่าร้อยละ 71 และ 54 ตามลำดับ โดยดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืชของเครื่องพรวนลูกพรวนแบบคราดฟันปลามีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 12536.06 รองลงมาได้แก่ แบบทรงกระบอกฟันตรง

6568.30 และแบบทรงกระบอกฟันตัววีมีค่า 3799.00 เครื่องพรวนทั้งสามแบบไม่เกิดความเสียหายใดๆ ในระหว่างการทดสอบ โดยเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบกรวยไม่สามารถทำงานในแปลงนาทดสอบได้

Project title	: Study and Testing of Paddy Weeders		
Name	: Mr. Jakkit	Ponkeng	ID. 53361832
	Mr. Jirapong	Siripitakdet	ID. 53361894
	Mr. Pataradanai	Kosolawat	ID. 53362129
Project Advisor	: Assoc. Prof. Dr. Mathanee Sanguansermsri		
Project Co-Advisor	: Dr. Rattana Karoonboonyanan		
Academic Year	: 2013		

Abstract

This project aims to study and test paddy weeders operation and also examine physical properties of weeds in a paddy field. The paddy weeders is a manual operation type. They were utilized for weeding between rows of crops, which can be done one row at a time. Its main components include handle, rotor and float. Testing paddy weeders have different rotors which are Cylinder weeder, Rota-finger weeder, Finger weeder and Cono weeder. Field test was conducted in clay loam field with the average depth of water 4.85 cm and the paddy row spacing of 20 cm. Two types of weeds were found to be Barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (*L.*) T. Beauv.) and gooseweed (*Sphenoclea zeylanica* Gaertn.). Barnyard grass has average density of 28 plants/m^2. Their average stem height is 30.04 cm and their average tensile is 17.31 N. Gooseweed has average density of 9 plants/m^2. Their average stem height is 11.33 cm and their average tensile is 1.69 N. Results of testing paddy weeders show that the force required for pushing per working width of Finger weeder, Cylinder weeder and Rota-finger weeder are 288.06, 316.56 and 471.33 N/m, respectively. Effective field capacity for Cylinder weeder, Rota-finger weeder and Finger weeder are 0.08, 0.07 and 0.06 ha/hr, respectively. Moreover, weeder efficiency of Cylinder weeder is found to be 75 percent but Rota-finger weeder and Finger weeder's efficiency is found to be 71 percent and 54 percent, respectively. Performance index of Finger weeder, Cylinder weeder and Rota-finger weeder are determined to be 12536.06, 6568.30 and 3799.00, respectively. All three types of

paddy weeder were not damaged during field operation. However, Cono weeder type could not be employed in the tested paddy field.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร.มัทนี สงวนเสริมศรี และ ดร.รัตนา การุญบุญญานันท์ ที่ได้ให้คำปรึกษาจนโครงงานประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ อ. เกดิษฐ์ กว้างตระกูล ที่ได้ทำการออกแบบและสร้างชุดวัดแรงดึงวัชพืชในนาข้าว และขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบ ดร.ศลิษา วีรพันธุ์ และ อ. นพรัตน์ สีหะวงษ์

ขอขอบพระคุณ คุณสมพร พ่วงกระทุ่ม เกษตรกรที่ ต.วัดพริก อ.เมือง จ.พิษณุโลก สำหรับความอนุเคราะห์ให้ใช้แปลงนาสำหรับการทดสอบ

ขอขอบพระคุณ เกษตรกรในจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดนครสวรรค์ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชมาใช้ในการทดสอบ

ขอขอบคุณ คุณพงษ์วฤทธิ์ ทองเขียน คุณแสงชัย วัดเวียงคำและคุณอาทิตย์ เฟื่อยผลภักดิ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ชุดขาตั้งกล้องสำหรับถ่ายภาพในแปลงนา

และขอขอบคุณบุคคลอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำการทดลอง และในการจัดทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ คณะผู้ดำเนินโครงงานทั้งหมดขอกราบขอบพระคุณผู้ให้กำเนิดทั้งบิดามารดาที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้ดำเนินโครงงานตลอดมา

นายจักรกฤษณ์ พลเก่ง
นายจิรพงศ์ สิริพิทักษ์เดช
นายภัทรดนัย โกศลวรรธน์

ลำดับสัญลักษณ์

C_E	สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (ไร่ชั่วโมง)
C_T	สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (ไร่ต่อชั่วโมง)
e	ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช (ร้อยละ)
e_t	ประสิทธิภาพทางไร่ (ร้อยละ)
P	ดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืช (เฮกตาร์ต่อชั่วโมง-กำลังม้า, ไร่ต่อชั่วโมง-กำลังม้า)
q	พืชประธานที่ไม่ถูกทำลายจากการกำจัดวัชพืช (ร้อยละ)
S	อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
W	ความกว้างการทำงาน (เมตร)
w_1	จำนวนของวัชพืชที่นับได้ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ก่อนการทำงาน (ต้นต่อหน่วยพื้นที่)
w_2	จำนวนของวัชพืชที่นับได้ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่หลังการทำงาน (ต้นต่อหน่วยพื้นที่)

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
ลำดับสัญลักษณ์	ช
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.5 ระยะเวลาและแผนปฏิบัติงาน	3
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.7 งบประมาณที่ใช้	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	5
2.1 วัชพืชในนาข้าว	5
2.2 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว	6
2.3 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น	10
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
2.5 สมการที่ใช้ในโครงงาน	13

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	15
3.1 การเตรียมแปลงนาที่ใช้ในการทดสอบ	15
3.2 การศึกษาชนิดและสมบัติทางกายภาพของวัชพืชในแปลงนา	16
3.3 การทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว	22
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล	30
4.1 ข้อมูลของแปลงทดสอบ	30
4.2 ผลการศึกษาชนิดและสมบัติทางกายภาพของวัชพืช	31
4.3 ผลการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว	41
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	48
5.1 สรุปผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัชพืช	48
5.2 สรุปผลการทดลองเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว	49
5.3 ข้อเสนอแนะ	50
เอกสารอ้างอิง	51
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แปลงนาที่ทำการทดสอบ	53
ภาคผนวก ข เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น	56
ภาคผนวก ค ลักษณะเด่นของวัชพืชที่ได้จากการทดลองการกำจัดวัชพืช โดยการถอนด้วยมือ	94
ภาคผนวก ง รูปถ่ายแปลงการทดลองของก่อน – หลังการทดลอง	96
ภาคผนวก จ ตารางแสดงสมบัติทางกายภาพของวัชพืชทั้ง 2 ชนิด	106
ภาคผนวก ฉ ตารางแสดงสมบัติทางกายภาพวัชพืชที่นำมาวิเคราะห์	122
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน	134

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาและแผนปฏิบัติงาน 3
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลขนาดของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็นที่ทำการทดสอบ 23
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของแปลงทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช 30
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลทางกายภาพของหญ้าข้าวนกและผักปอดนา 31
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลจำนวน ขนาด และแรงดึงเฉลี่ยของตัวอย่างหญ้าข้าวนก 127 ต้น 32
ตารางที่ 4.4 ข้อมูลจำนวน ขนาด และแรงดึงเฉลี่ยของตัวอย่างผักปอดนา 47 ต้น 32
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบแรงที่ใช้เข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช 3 แบบ 44
ตารางที่ 4.6 สรุปผลการทดสอบในแปลงของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช 3 แบบ 46
ตารางที่ 4.7 สภาพของเครื่องพรวนจำกัดวัชพืชก่อนและหลังการทดสอบ 47
ตารางที่ 5.1 สรุปข้อมูลทางกายภาพของหญ้าข้าวนกและผักปอดนา 48
ตารางที่ 5.2 ข้อมูลจำเพาะเชิงเทคนิคของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว ที่ทำการทดสอบ 49
ตารางที่ 5.3 สรุปลักษณะการทำงานและดัชนีความสามารถของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชที่ทำการทดสอบ 50

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชที่มีลูกพรวนต่างกัน 4 แบบ ที่ทำการทดสอบ	2
รูปที่ 2.1 ชนิดของวัชพืชในนานข้าวที่สำคัญในประเทศไทย	6
รูปที่ 2.2 ชนิดของข้าววัชพืช	6
รูปที่ 2.3 เครื่องมือกำจัดวัชพืชแบบใช้แรงงานคน	7
รูปที่ 2.4 เครื่องมือกำจัดวัชพืชแบบใช้แรงงานสัตว์	7
รูปที่ 2.5 เครื่องกำจัดวัชพืชแบบใช้รถแทรกเตอร์ลาก	8
รูปที่ 2.6 เครื่องกำจัดวัชพืชแบบขับเคลื่อนด้วยตนเอง	8
รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบหลักของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น	10
รูปที่ 2.8 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบกรวย (Cono weeder)	11
รูปที่ 2.9 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวแบบญี่ปุ่น (Japanese paddy weeder)	11
รูปที่ 2.10 เครื่องพรวนแบบลูกพรวนคราดฟันปลา (Finger weeder)	12
รูปที่ 2.11 เครื่องพรวนแบบลูกพรวนทรงกระบอก (Drum weeder)	12
รูปที่ 3.1 การเตรียมแปลงนาสำหรับทดสอบ	15
รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงแปลงย่อยหนึ่งแปลงที่ใช้ในการทดสอบ	16
รูปที่ 3.3 เครื่องที่ออกแบบสำหรับวัดแรงดึงวัชพืชในนาข้าว	18
รูปที่ 3.4 การใช้เครื่องวัดแรงดึงวัชพืช	19
รูปที่ 3.5 การทดลองวัดแรงดึงวัชพืช	20
รูปที่ 3.6 การเก็บข้อมูลวัชพืช	20
รูปที่ 3.7 การหาความหนาแน่นมวลรวม	21
รูปที่ 3.8 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืช 4 รูปแบบ ที่ทำการทดสอบ	22
รูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่างการวัดขนาดเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบกรวย	23
รูปที่ 3.10 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชแบบทรงกระบอกฟันตรง	24
รูปที่ 3.11 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชแบบทรงกระบอกฟันตัววี	24
รูปที่ 3.12 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชแบบคราดฟันปลา	25
รูปที่ 3.13 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชแบบกรวย	26
รูปที่ 3.14 ด้ามของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชที่สร้างขึ้นสำหรับใช้ในการทดสอบ	27

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.15 ตำแหน่งการถ่ายรูป อุปกรณ์ที่ใช้ และตัวอย่างรูปถ่ายก่อนและหลังการทดสอบ 28
รูปที่ 4.1 วัชพืชที่พบในแปลงทดสอบ-หญ้าข้าวนกและผักปอดนา 31
รูปที่ 4.2 กราฟค่าแรงดึงและความสูงลำต้นหญ้าข้าวนกรวมทุกแปลงย่อย 33
รูปที่ 4.3 กราฟค่าแรงดึงและความยาวรากหญ้าข้าวนกรวมทุกแปลงย่อย 33
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าความถี่ของแรงที่ใช้ในการดึงตัวอย่างหญ้าข้าวนก จำนวน 127 ต้น 34
รูปที่ 4.5 สภาพของแปลงย่อยที่ 1 และ 2 ที่มีลักษณะต่างกัน 34
รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความสูงลำต้นหญ้าข้าวนก สภาพแปลงดินดอน 35
รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความยาวรากหญ้าข้าวนก สภาพแปลงดินดอน 35
รูปที่ 4.8 กราฟค่าความถี่ของแรงดึงของหญ้าข้าวนก สภาพแปลงดินดอน 36
รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความสูงลำต้นหญ้าข้าวนก สภาพแปลงมีน้ำขัง 37
รูปที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความยาวรากหญ้าข้าวนก สภาพแปลงมีน้ำขัง 37
รูปที่ 4.11 กราฟความถี่ของแรงดึงของหญ้าข้าวนก สภาพแปลงมีน้ำขัง 38
รูปที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความสูงลำต้นผักปอดนา สภาพแปลงมีน้ำขัง 39
รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความยาวรากผักปอดนา สภาพแปลงมีน้ำขัง 39
รูปที่ 4.14 กราฟความถี่ของแรงดึงผักปอดนา สภาพแปลงมีน้ำขัง 40
รูปที่ 4.15 ปัญหาของเครื่องพรวนลูกพรวนแบบกรวย 41
รูปที่ 4.16 แรงเข็นแนวระดับเฉลี่ยของเครื่องพรวนลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง 42
รูปที่ 4.17 การแตกกอของต้นข้าวของการทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 42
รูปที่ 4.18 แรงเข็นแนวระดับเฉลี่ยของเครื่องพรวนลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี 43
รูปที่ 4.19 แรงเข็นแนวระดับเฉลี่ยของเครื่องพรวนลูกพรวนแบบคราดฟันปลา 43
รูปที่ 4.20 แรงเข็นแนวระดับเฉลี่ยที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนลูกพรวนแตกต่างกัน 3 แบบ 44
รูปที่ 4.21 ตัวอย่างรูปถ่ายสำหรับการนับวัชพืช 45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปีเพาะปลูกข้าว พ.ศ.2555 ประเทศไทยมีพื้นที่ทำการเพาะปลูกข้าวประมาณ 83 ล้านไร่ สามารถผลิตข้าวได้ 39.1 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ปลูกประมาณ 471 กิโลกรัมต่อไร่ [1] สูงเป็นอันดับ 7 ของอาเซียน ขณะที่ประเทศเวียดนามได้ผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ปลูกสูงถึง 853 กิโลกรัมต่อไร่ สูงเป็นอันดับ 1 ของอาเซียน [2] โดยชาวนาไทยยังมีต้นทุนการผลิตข้าวสูงกว่าเวียดนามถึง 821.1 บาทต่อไร่ สาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งของปัญหาดังกล่าวคือวัชพืชในนาข้าว เนื่องจากวัชพืชจะแย่งปุ๋ย แย่งน้ำ และแย่งแสงแดดจากต้นข้าวทำให้ข้าวเจริญเติบโตช้าและเติบโตไม่เต็มที่ ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีปริมาณและคุณภาพลดลง นอกจากนี้วัชพืชยังคายสารที่เป็นพิษและเป็นแหล่งสะสมโรคแมลงที่เป็นอันตรายต่อต้นข้าวอีกด้วย [3] และการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีการปนเปื้อนวัชพืชทำให้ขายข้าวได้ราคาต่ำลง ทั้งนี้ต้นทุนในการกำจัดวัชพืชถือเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนในการผลิตข้าวสูงขึ้น

วิธีการกำจัดวัชพืชในนาข้าวซึ่งเป็นที่นิยมในปัจจุบันคือ การใช้สารเคมีกำจัดเนื่องจากสามารถทำได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว และใช้แรงงานน้อยแต่สารเคมีและเครื่องพ่นสารเคมีมีราคาแพง นอกจากนี้การใช้สารเคมีที่ไม่ถูกวิธีและปัญหาสารเคมีที่รั่วซึมออกจากเครื่องพ่น ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ใช้ [4] รวมถึงอาจสะสมในต้นข้าวและในดิน ซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมได้ การกำจัดวัชพืชโดยใช้มือถอน ซึ่งจะมีความแม่นยำในการกำจัดแต่ต้องใช้เวลานานและต้องการแรงงานจำนวนมาก การกำจัดโดยเครื่องกำจัดวัชพืช เช่น เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น ข้อดีคือนอกจากจะกำจัดวัชพืชแล้วยังช่วยพรวนดิน เพิ่มการแตกกอของข้าว และตัวเครื่องพรวนมีราคาถูกกว่าและต้องการการบำรุงรักษาที่ต่ำกว่าเครื่องพ่นสารเคมีโดยจำนวนแรงงานที่ใช้ใกล้เคียงกับการใช้เครื่องฉีดพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืช [5] อย่างไรก็ตาม เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชยังไม่เป็นที่นิยมของเกษตรกร เนื่องจากใช้แรงในการเข็นที่มากทำให้ผู้ใช้เหน็ดเหนื่อยและเมื่อยล้า นอกจากนี้สมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องพรวนชนิดใช้แรงคนเข็นนี้ยังขึ้นกับสภาพดินและวัชพืชในแปลงซึ่งมีความหลากหลาย แตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งจากการค้นคว้าพบว่ารายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาของประเทศไทยมีอยู่น้อยมาก จากปัญหาดังกล่าว ผู้จัดทำโครงงานจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาและทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็นที่มีขายในปัจจุบัน เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพ และสมรรถนะการทำงานตลอดจนปัญหาในการใช้งานของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชแบบต่างๆ ผู้จัดทำโครงงานหวังว่าข้อมูลที่

จะได้จากการศึกษานี้จะมีประโยชน์ต่อการวิจัยและพัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชที่เหมาะสมสำหรับนาข้าวได้ต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับเกษตรกรที่มีรายได้ต่ำ รวมถึงเกษตรกรที่ผลิตข้าวอินทรีย์ ซึ่งไม่สามารถใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช ได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

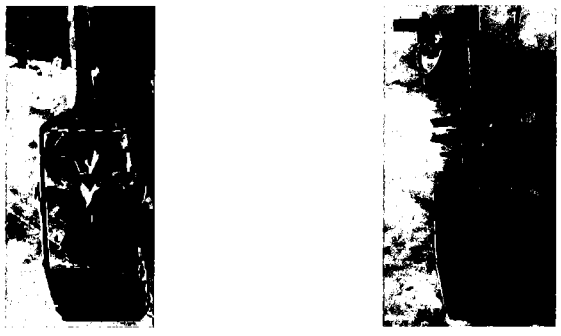
1.2.1 เพื่อศึกษาและทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวชนิดใช้แรงคนเข็นที่มีขายในปัจจุบัน

1.2.2 เพื่อศึกษาชนิดและสมบัติทางกายภาพของวัชพืชในนาข้าว

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานนี้จะศึกษาชนิดและสมบัติทางกายภาพของวัชพืชในนาข้าว ศึกษาและทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็นที่มีรูปแบบของลูกพรวนแตกต่างกัน 4 แบบที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน (แสดงดังรูปที่ 1.1) ได้แก่ ลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง แบบทรงกระบอกฟันตัววี แบบคราดฟันปลา และแบบกรวย โดยทดสอบกับแปลงนาข้าวที่ปลูกแบบปักดำเป็นแถวตรงโดยใช้เครื่องปักดำ ที่มีระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร โดยทำการทดสอบสองครั้ง ครั้งแรกหลังจากปักดำ 3 สัปดาห์ ครั้งที่สองหลังจากปักดำ 5 สัปดาห์

ก. แบบทรงกระบอกฟันตรง ข. แบบทรงกระบอกฟันตัววี



ค. แบบคราดฟันปลา ง. แบบกรวย

รูปที่ 1.1 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชที่มีลูกพรวนต่างกัน 4 แบบ ที่ทำการทดสอบ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาวิธีการทำนาดำและชนิดของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็นแบบต่างๆ ที่มีในปัจจุบัน

1.4.2 ศึกษาสภาพของแปลงนาเมื่อปักดำแล้วประมาณ 3 สัปดาห์ เช่น ชนิดของดิน ความลึกของน้ำในนา ความสูงของต้นข้าว ระยะห่างระหว่างแถวและระหว่างกอข้าว

1.4.3 ศึกษาชนิดของวัชพืชและสมบัติทางกายภาพ เช่น ชนิดและปริมาณวัชพืช ขนาดลำต้น ความยาวราก ความหนาแน่นมวลรวม และแรงที่ใช้ในการดึงวัชพืชให้หลุดจากดิน เป็นต้น โดยทำการศึกษาหลังจากปักดำแล้ว 3 สัปดาห์ การเก็บข้อมูลวัชพืชจะเก็บทั้งก่อนและหลังการทดสอบการพรวนกำจัดวัชพืช

1.4.4 ศึกษาและทดลองเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวชนิดใช้แรงคนเข็นที่มีขายในปัจจุบันที่มีลูกพรวนแตกต่างกัน 4 ชนิด โดยศึกษาหลักการทำงาน แรงที่ใช้เข็น สมรรถนะทางไร่ ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช และดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืชของเครื่อง ตลอดจนปัญหาที่พบจากการใช้งาน โดยทำการทดสอบสองครั้ง ครั้งแรกหลังจากปักดำ 3 สัปดาห์ ครั้งที่สองหลังจากปักดำ 5 สัปดาห์

1.4.5 สรุปผล และจัดทำรายงาน

1.5 ระยะเวลาและแผนปฏิบัติงาน

แผนการปฏิบัติงานของโครงงานนี้ สรุปแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาและแผนปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2556									2557				
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน และจัดหาเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช														
จัดหาแปลงทดสอบ ศึกษาสภาพของแปลง														
ศึกษาชนิดและสมบัติทางกายภาพของวัชพืชในนาข้าว														
ศึกษาและทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในแปลง														
สรุปผล และจัดทำรายงาน														

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ข้อมูลสมบัติทางกายภาพของวัชพืชในนาข้าว

1.6.2 ข้อมูลผลการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้งานให้กับเกษตรกร และใช้ในการพัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพและสมรรถนะที่ดีขึ้นต่อไป

1.7 งบประมาณที่ใช้

1.7.1 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืช	4,050 บาท
1.7.2 ตาชั่งสปริง	3,690 บาท
1.7.3 นาฬิกาจับเวลา	1,400 บาท
1.7.4 ชุดทดสอบแรงดึงต้นวัชพืช	4,000 บาท
1.7.5 ค่าเช่านา	6,000 บาท
1.7.6 ค่าเบี้ยเลี้ยงนิสิตช่วยงานในแปลง	4,200 บาท
1.7.7 ไม้ไผ่	500 บาท
1.7.8 อุปกรณ์สำหรับบรรจุวัชพืช	700 บาท
1.7.9 วัสดุสำหรับจัดทำรายงาน	500 บาท
รวมทั้งสิ้น	25,040 บาท

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 วัชพืชในนาข้าว

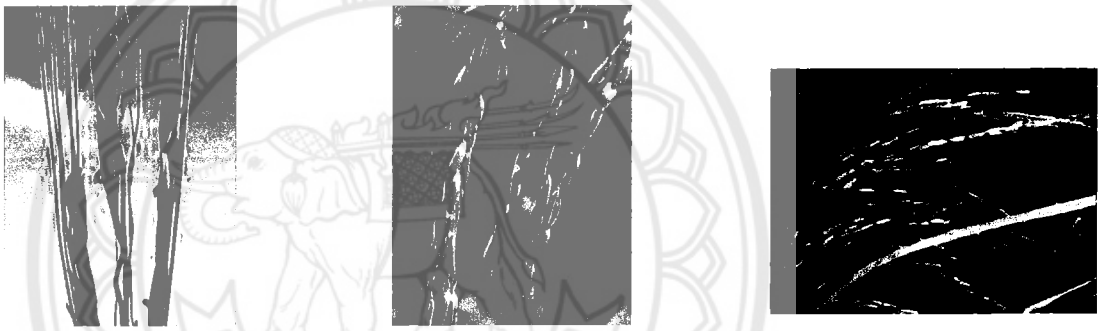
วัชพืช หมายถึง พืชที่ขึ้นผิดที่ หรือพืชที่ขึ้นในที่ที่ไม่ต้องการให้ขึ้น และมีผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรในด้านที่เป็นโทษ [6] การจำแนกวัชพืชเพื่อการควบคุม ป้องกันและกำจัดวัชพืชสามารถแบ่งออกได้ 6 ประเภท คือ

1. วัชพืชใบกว้าง (Broad leaved weeds) เช่น ผักปอดนา เทียนนา ผักบุ้งและผักปลาบ
2. วัชพืชใบแคบหรือวัชพืชตระกูลหญ้า (Poaceae) เช่น หญ้าข้าวนก หญ้าดอกขาว หญ้าคาและหญ้ารังนก
3. วัชพืชกก (Sedge) เช่น กกทราย กกขนาก และหนวดปลาดุก
4. วัชพืชประเภทเฟิร์น (Fern) เช่น ผักแว่น
5. วัชพืชสาหร่าย (Algae) เช่น สาหร่ายไฟชนิดต่างๆ
6. วัชพืชกลุ่มอื่นๆ เช่น ธูปฤาษี

วัชพืชที่สำคัญในนาข้าวของประเทศไทยทั้งนาชลประทานและนาน้ำฝน [7] เป็นวัชพืชตระกูลหญ้า เช่น หญ้าข้าวนก หญ้านกสีชมพู และหญ้าแดง เป็นต้น วัชพืชที่จัดเป็นชนิดร้ายแรงและมีการระบาดอย่างรุนแรงในภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง คือข้าววัชพืช โดยนาน้ำฝนจะพบชนิดวัชพืชที่มากกว่านาชลประทาน สำหรับการระบาดของวัชพืชในจังหวัดพิษณุโลกนั้น จากผลการศึกษาความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ของวัชพืชในนาข้าวอินทรีย์ จังหวัดพิษณุโลก ของหฤทัย(2551)[6] พบว่าวัชพืชที่มีความถี่ในการพบมากที่สุดคือ หนวดปลาดุก รองลงมาคือ หญ้านกสีชมพูและหญ้าข้าวนก ส่วนพืชที่มีความหนาแน่นมากที่สุดคือ ข้าวผี (ข้าววัชพืช) รองลงมาคือ หนวดปลาดุก หญ้าข้าวนก ตามลำดับ วัชพืชที่มีการปกคลุมพื้นที่มากที่สุดคือ ข้าวผี (ข้าววัชพืช) รองลงมาคือ หญ้านกสีชมพู หญ้าข้าวนก

ก.หญ้าข้าวนก ข.หญ้านกสีชมพู ค. หญ้าแดง

รูปที่ 2.1ชนิดของวัชพืชในนาข้าวที่สำคัญในประเทศไทย [7]



ก.ข้าวหาง(ข้าวนก) ข. ข้าวแดง(ข้าวลาย) ค. ข้าวดีด (ข้าวเด้ง)

รูปที่ 2.2 ชนิดของข้าววัชพืช [7]

2.2 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว

2.2.1 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืช

เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชนอกจากจะใช้กำจัดวัชพืชแล้ว ยังช่วยพรวนดินอีกด้วย สามารถแบ่งออกตามประเภทของต้นกำลังได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. เครื่องมือกำจัดวัชพืชแบบใช้แรงงานคน
2. เครื่องกำจัดวัชพืชแบบใช้แรงงานสัตว์ลากจูง
3. เครื่องกำจัดวัชพืชใช้รถแทรกเตอร์ลาก
4. เครื่องกำจัดวัชพืชแบบขับเคลื่อนด้วยตนเอง

ซึ่งรายละเอียดแต่ละประเภทมีดังนี้

1. เครื่องมือกำจัดวัชพืชแบบใช้แรงงานคน (Manually operated weeder)

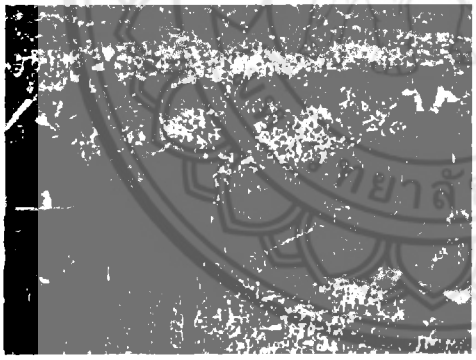
เครื่องมือแบบนี้ออกแบบเพื่อให้สามารถดันหรือเข็นเข้าไปทำงานระหว่างแถวพืชได้แสดงดังรูปที่ 2.3

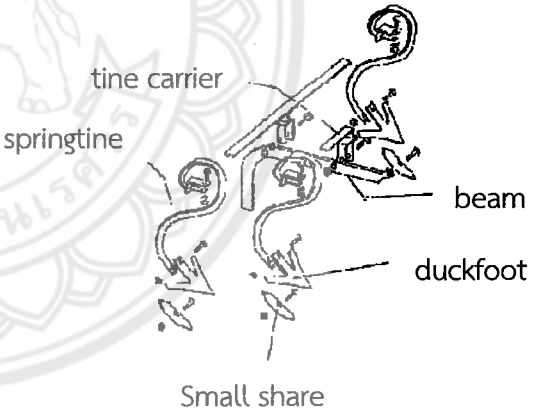
ก ลักษณะการทำงาน

ข. ลูกพรวนรูปแบบต่างๆ

รูปที่ 2.3 เครื่องมือกำจัดวัชพืชแบบใช้แรงงานคน [8]

2. เครื่องกำจัดวัชพืชแบบใช้แรงงานสัตว์ลากจูง (Animal drawn weeder) เครื่องมือกำจัดวัชพืชแบบนี้ สามารถออกแบบให้มีความกว้างในการใช้งานมากขึ้นกว่าแบบใช้แรงงานคน ดังรูปที่ 2.4 แต่การทำงานโดยใช้แรงงานสัตว์มีอุปสรรคหลายประการในการทำงานระหว่างแถวพืช อันเนื่องมาจากปัญหาการบังคับให้การทำงานได้เป็นแนวตรงลำบาก





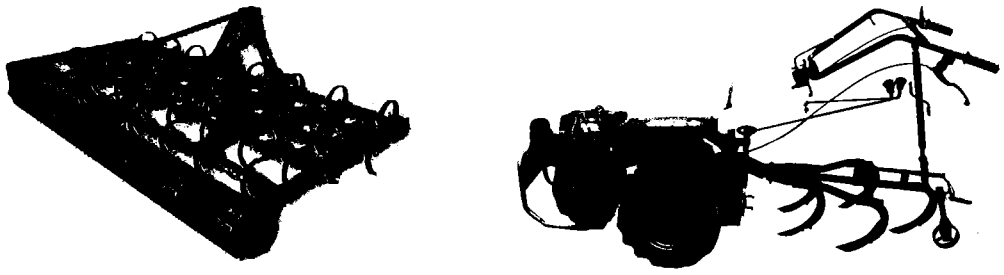
ก.ลักษณะการทำงาน

ข.ส่วนประกอบ

รูปที่ 2.4 เครื่องมือกำจัดวัชพืชแบบใช้แรงงานสัตว์ [9][10]

3. เครื่องกำจัดวัชพืชแบบใช้รถแทรกเตอร์ลาก (Tractor mounted row crop cultivator)

ในกรณีเกษตรกรมีรถแทรกเตอร์ 4 ล้อ (หรือรถไถเดินตาม) สามารถซื้ออุปกรณ์พ่วงกำจัดวัชพืชเพิ่มเติม แสดงดังรูปที่ 2.5 แต่การกำจัดวัชพืชโดยการใช้รถแทรกเตอร์ 4 ล้อ มีข้อจำกัดในการเข้าร่องระหว่างร่องแถวปลูกที่ต้นพืชสูง และระยะระหว่างแถวแคบ นอกจากนั้นแล้ว ยังทำให้ดินอัดตัวแน่นจากน้ำหนักรถ ส่วนรถไถเดินตามก็ยังถือว่ามีน้ำหนักมาก (ประมาณ 300-400 กก.)



ก. ชุดพรวนสำหรับรถแทรกเตอร์ 4 ล้อ ข. ชุดพรวนสำหรับรถไถเดินตาม

รูปที่ 2.5 เครื่องกำจัดวัชพืชแบบใช้รถแทรกเตอร์ลาก [11]

4. เครื่องกำจัดวัชพืชแบบขับเคลื่อนด้วยตนเอง (Self-propelled weeder)

เครื่องกำจัดวัชพืชที่ใช้เฉพาะงานกำจัดวัชพืชที่ผลิตจากต่างประเทศ มีราคาค่อนข้างแพง แสดงดังรูปที่ 2.6 และพบว่ายังมีข้อจำกัดในด้าน ความสูงของท้องรถน้อยเกิน (ประมาณ 18 ซม.) ทำให้เข้าทำงาน ในขณะต้นพืชสูงได้ยากและการปรับความกว้างช่วงล้อก็ได้ไม่มาก นอกจากนั้น ยังมีปัญหาในการซ่อมแซมเครื่อง ที่ค่อนข้างยุ่งยาก

ก. เครื่องพรวนแบบขนาดใหญ่ ข. เครื่องพรวนแบบขนาดเล็ก

รูปที่ 2.6 เครื่องกำจัดวัชพืชแบบขับเคลื่อนด้วยตนเอง [11] [12]

สำหรับในโครงงานนี้เครื่องมือกำจัดวัชพืชที่จะทำการทดสอบคือ เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชแบบใช้แรงงานคนเข็นซึ่งเครื่องมือกำจัดวัชพืชรูปแบบนี้ มีใช้งานมานานแล้ว แต่ไม่ได้รับความนิยม เนื่องจากความลำบากและความเหน็ดเหนื่อยในการใช้งาน ประกอบกับการกำจัดวัชพืชโดยใช้สารเคมีนั้นสะดวกและรวดเร็วกว่าแต่ผลเสียของสารเคมีนั้น มีผลกระทบโดยตรงต่อดินที่เพาะปลูก ผู้ใช้สารเคมีและผู้บริโภค ซึ่งการปลูกข้าวโดยใช้เกษตรอินทรีย์ เป็นทางเลือกหนึ่งที่ปลอดภัยทั้งเกษตรกรและผู้บริโภค

การปลูกข้าวโดยใช้เกษตรอินทรีย์นั้น ในวิธีการกำจัดวัชพืชจะไม่ใช้สารเคมี แต่จะใช้การกำจัดวัชพืชโดยการถอนด้วยมือและใช้เครื่องมือกำจัดวัชพืช การกำจัดวัชพืชโดยการถอนมือนั้นเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยาก กำจัดได้อย่างประณีต แต่จะเกิดความเมื่อยล้าในการก้มถอนวัชพืชและใช้เวลานาน การใช้เครื่องมือมาช่วยในการกำจัดจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยจะต้องเป็นเครื่องมือที่สามารถทุ่นแรงและลดเวลาในการกำจัดวัชพืชลง ใช้งานง่าย มีราคาไม่สูง และก่อให้ผลกระทบต่อต้นข้าวและดินต่ำ

จากปัญหาและเงื่อนไขความต้องการของเกษตรกรข้างต้นนี้ เครื่องมือกำจัดวัชพืชแบบใช้แรงคนจึงเป็นหนึ่งในทางเลือกที่มีความเหมาะสม แต่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือกำจัดวัชพืชแบบนี้ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสมรรถนะที่ดียิ่งขึ้นต่อไป

2.2.2 ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช

การใช้เครื่องพรวนในการกำจัดวัชพืชให้ได้ผลดีนั้นนอกจากเครื่องมือจะมีความสามารถทำลายวัชพืชได้หมดแล้ว ยังต้องคำนึงถึงผลกระทบของการใช้เครื่องต่อพืชหลักหรือพืชประธานด้วย ประสิทธิภาพของเครื่องพรวน ในการกำจัดวัชพืชจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเครื่องพรวนที่ออกแบบ เช่น หน้ากว้างของการทำงาน (working width) และอยู่กับปัจจัยอื่นๆด้วยคือ

1. สภาพของพื้นที่ เช่น ขนาดและรูปร่างของแปลง ชนิดของดิน และความชื้นในดิน
2. ชนิดและสภาพของวัชพืช ซึ่งหมายความรวมถึงความหนาแน่นของวัชพืช ความสูงและอายุของวัชพืช ซึ่งอายุของวัชพืชอาจจะบอกในรูปของ จำนวนวันหลังการเตรียมดินก็ได้
3. สภาพของพืชหลัก ซึ่งได้แก่ ชนิดและพันธุ์ของพืช รวมไปถึงระบบการปลูกพืช-อายุ ความสูงของพืช ระยะห่างระหว่างแถวและระยะห่างระหว่างต้น

2.2.3 ข้อควรพิจารณาในการเลือกชนิดของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช

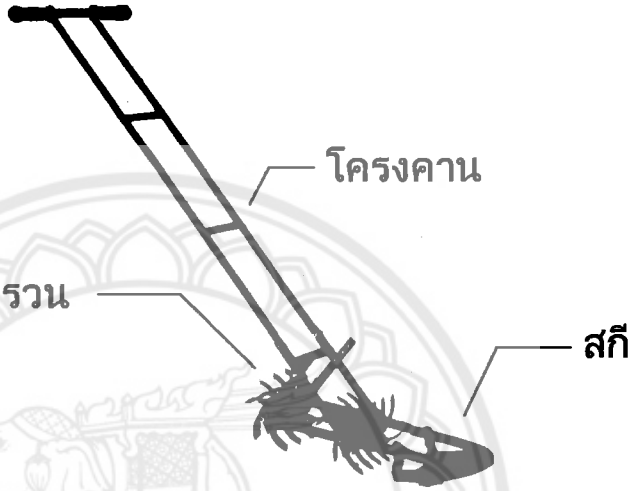
ในการเลือกเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช เพื่อให้ได้เครื่องที่เหมาะสมกับความต้องการ มีประสิทธิภาพการทำงานสูง ควรพิจารณาจาก

1. ความกว้างของการทำงาน และความลึก
2. ประสิทธิภาพของเครื่องพรวน
3. สมรรถนะการทำงาน
4. พลังงานที่ใช้
5. ความสะดวกในการใช้งาน
6. ผลกระทบต่อพืชประธาน
7. ราคาของเครื่อง
8. สภาพของพื้นที่
9. ชนิดของวัชพืชที่จะกำจัด

2.3 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น

2.3.1 ส่วนประกอบของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น

ส่วนประกอบและลักษณะทั่วไปของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น (ดังรูปที่ 2.7) มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบหลักของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น [11]

1. ชุดโครงคาน: คันของตัวเครื่องควรมีความยาวที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้งาน ควรให้มีการปรับระดับได้ และควรอยู่ต่ำกว่าระดับอก ด้ามมือจับต้องมีลักษณะที่ทำให้เกิดการส่งแรงได้ง่าย เหมาะกับมือผู้ใช้งาน

2. ชุดลูกพรวน: เป็นส่วนที่ทำหน้าที่กำจัดวัชพืชตามที่ต้องการ เช่น ถอนราก ตัดต้น หรือกลบฝัง

3. ชุดสกี: ช่วยในการพยุงตัวของเครื่อง

ทั้งนี้ตัวเครื่อง ควรทำให้มีน้ำหนักที่เบา เพื่อทำให้เบาแรงที่ใช้ในการทำงาน เคลื่อนย้ายสะดวก โดยทั่วไปเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น สามารถถูกออกแบบให้ทำลายวัชพืชได้ 3 ลักษณะ คือ

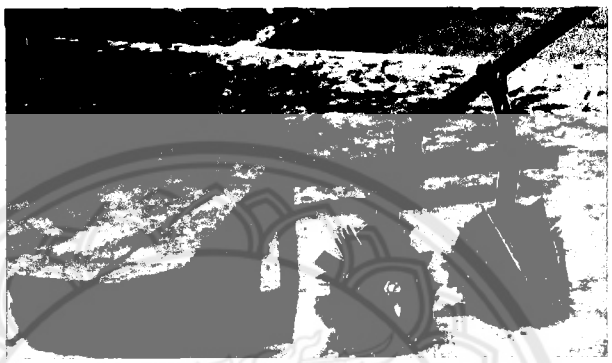
1. การถอนราก (Uprooting) คือการขุดถอนรากให้วัชพืชตาย
2. การตัด (Cutting) คือการตัดต้นวัชพืชบริเวณส่วนที่อยู่เหนือผิวดิน
3. การกลบ (Covering) คือการกลบฝังวัชพืชด้วยดิน

2.3.2 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็นที่มีการใช้งานในปัจจุบัน

เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็นที่มีการใช้งานในปัจจุบัน มีส่วนประกอบและโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน โดยจะถูกออกแบบให้ลูกพรวนมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามความต้องการใช้งานในแต่ละท้องถิ่น ในที่นี้จะยกตัวอย่างเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็นที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ดังต่อไปนี้

1. เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบกรวย (Cono weeder)

เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็นลูกพรวนแบบกรวย (ดังรูปที่ 2.8) มีลูกพรวนแบบกรวย 2 ลูก ติดใบมีดแบบแผ่นสลับกับแบบฟันเลื่อยทำหน้าที่ตัดและกลบวัชพืชลงในดิน ใช้งานง่าย สามารถปรับความกว้างของเครื่องในการทำงานได้เล็กน้อยประสิทธิภาพในการทำงานดีไม่เหมาะสมกับดินร่วนซุย น้ำหนักประมาณ 7.5 กิโลกรัม ผู้ผลิตบางรายใช้กรวยพลาสติกทำให้มีน้ำหนักเบายิ่งขึ้น



รูปที่ 2.8 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบกรวย (Cono weeder) [13]

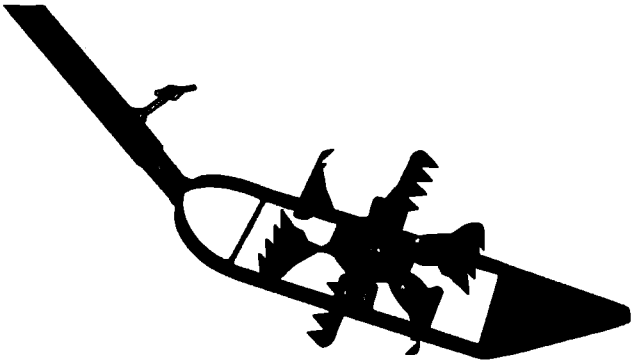
2. เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวแบบญี่ปุ่น (Japanese paddy weeder)

เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวแบบญี่ปุ่นแสดงในรูปที่ 2.9 ประกอบด้วยลูกพรวนสองลูกพร้อมขี่ฟันเหล็กทำหน้าที่ถอนต้นวัชพืชและกลบลงในดินได้ลึกกว่าแบบลูกพรวนแบบกรวย เหมาะกับพื้นที่ลุ่มหรือมีน้ำขัง

รูปที่ 2.9 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวแบบญี่ปุ่น (Japanese paddy weeder) [13]

3. เครื่องพรวนแบบลูกพรวนคราดฟันปลา (Finger weeder)

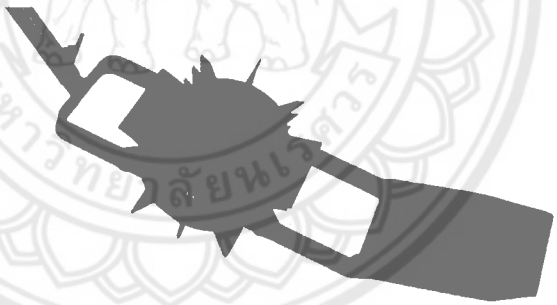
เครื่องพรวนแบบลูกพรวนคราดฟันปลา (รูปที่ 2.10) ประกอบด้วยลูกพรวนหนึ่งลูก ขี่ฟันเป็นแบบคราดฟันปลาซึ่งจะกำจัดวัชพืชโดยการขุดถอนรากวัชพืชขึ้นจากดิน ปรับความกว้างของการทำงานไม่ได้ น้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและราคาถูก เหมาะกับพื้นที่น้ำขัง



รูปที่ 2.10 เครื่องพรวนแบบลูกพรวนคราดฟันปลา (Finger weeder) [13]

4. เครื่องพรวนแบบลูกพรวนทรงกระบอก (Drum weeder)

เครื่องพรวนแบบลูกพรวนทรงกระบอก (รูปที่ 2.11) จะใช้ลูกพรวนทรงกระบอกหนึ่งถึงสองลูก บนลูกพรวนติดใบมีดแบบเรียบสลับกับแบบฟันเลื่อย ซึ่งจะทำหน้าที่ตัดและคลุกเคล้าวัชพืชลงในดิน ปรับความกว้างของการทำงานไม่ได้ ตัวเครื่องมีน้ำหนักเบา และราคาถูก



รูปที่ 2.11 เครื่องพรวนแบบลูกพรวนทรงกระบอก (Drum weeder) [13]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มงคล (2531) [5] ได้ออกแบบ สร้างและพัฒนาเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชระหว่างแถวในนาดำขึ้น 3 ชนิด โดยทำการออกแบบ 3 ชนิดคือแบบลูกพรวนทรงกระบอก แบบลูกพรวนทรงกรวยและแบบลูกพรวนล้อหนาม ชนิดแรกเป็นการออกแบบใหม่ทั้งหมดมีลักษณะลูกพรวนเป็นทรงกระบอก ชนิดที่สองและสามพัฒนาจากของเดิม พบว่าเครื่องพรวนชนิดลูกพรวนเป็นทรงกระบอก มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงและเบาแรงเข็นที่สุด โดยใช้แรงเข็น 3-5 กิโลกรัม อัตราการทำงานต่อพื้นที่ 1 ไร่ ใช้เวลา 1-1.5 ชั่วโมง ผลผลิตของข้าวเปลือกเต็มเมล็ดที่ได้โดยเฉลี่ยสูงกว่าแปลงที่ไม่พรวนเกือบเท่าตัว แต่เครื่องพรวนชนิดนี้ไม่เหมาะกับนาที่ไม่มีน้ำขัง หรือดำไม่เป็นแถว

Watershed Support Services and Activities Network, (2549)[13] ได้ทำการศึกษาเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็นรูปแบบต่างๆ ของแต่ละประเทศ ส่วนมากมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

Mohammad (2554)[14] ได้ศึกษาค่าประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดวัชพืชในนาข้าว ทำการศึกษาระหว่างเครื่องที่ใช้แรงคนกับใช้เครื่องยนต์ สำหรับเครื่องที่ใช้แรงคนพบว่าการใช้ลูกพรวนแบบทรงกรวยกับแบบโรตารี่มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชใกล้เคียงกัน

2.5 สมการที่ใช้ในโครงงาน

2.5.1 การคำนวณสมรรถนะทางไร่ (Field capacity)

สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (theoretical field capacity), C_T คำนวณได้จากอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของการทำงานและหน้ากว้างการทำงานของเครื่องจักร ดังสมการที่ 2.1

$$C_T = \frac{SW}{1.6} \tag{2.1}$$

เมื่อ C_T = สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (ไร่ต่อชั่วโมง)

S = อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

W = หน้ากว้างการทำงาน (เมตร)

สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (effective field capacity), C_E คำนวณได้จากสมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี, C_T และประสิทธิภาพทางไร่, e_t ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างเวลาที่ได้งานต่อเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการทำงาน ดังสมการที่ 2.2

$$C_E = e_t C_T \tag{2.2}$$

เมื่อ C_E = สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (ไร่ต่อชั่วโมง)

e_t = ประสิทธิภาพทางไร่

C_T = สมรรถนะทางไร่ทางทฤษฎี (ไร่ต่อชั่วโมง)

2.5.2 การคำนวณประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช (Weeding efficiency)

ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช, e คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนวัชพืชที่ถูกทำลายต่อจำนวนวัชพืชที่มีอยู่ก่อนการกำจัด ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.3

$$e = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100 \tag{2.3}$$

โดย e = ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช (ร้อยละ)

w_1, w_2 = จำนวนของวัชพืชที่นับได้ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ก่อนและหลังการทำงาน (ต้นต่อหน่วยพื้นที่)

2.5.3 การคำนวณค่าดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืช (Performance index)

ค่าดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืชแสดงถึงความสามารถในการทำงานของเครื่องมือ ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับประสิทธิภาพทางไร่ประสิทธิผล ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชและคุณภาพของการทำงาน ซึ่งหมายถึงการทำงานของเครื่องมือที่ไม่ทำอันตรายต่อพืชประธาน และเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังงานที่ใช้ โดยคำนวณได้จากสมการที่ 2.4

$$P = \frac{C_E \times q \times e}{hp} \qquad (2.4)$$

โดย P = ค่าดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืช (ไร่ต่อชั่วโมง- กำลังม้า, เฮกตาร์ต่อชั่วโมง- กำลังม้า)

C_E = สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (ไร่ต่อชั่วโมง)

q = พืชประธานที่ไม่ถูกทำลายจากการกำจัดวัชพืช (ร้อยละ)

e = ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช (ร้อยละ)

hp = กำลังงานที่ใช้ (กำลังม้า)

โดยทั่วไป ในการคำนวณ ถ้าไม่มีข้อมูลของกำลังที่ใช้งานจริง จะใช้ค่ากำลังโดยประมาณ คือ กรณีที่ใช้แรงงานคนกำจัดวัชพืช จะใช้ค่า hp เท่ากับ 0.1 กำลังม้าต่อหนึ่งคน และถ้าใช้แรงงานสัตว์ลากจูง จะใช้ค่า hp เท่ากับ 0.5 กำลังม้าสำหรับสัตว์หนึ่งตัว สำหรับในโครงงานนี้ จะทำการเก็บข้อมูลแรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชและความเร็วของการเคลื่อนที่ของเครื่องพรวนด้วย ทำให้สามารถคำนวณหากำลังเฉลี่ยที่ใช้ในการทำงานจริง และสามารถใช้ค่ากำลังเฉลี่ยนี้แทนลงในสมการที่ 2.4 เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืชได้ต่อไป

บทที่ 3

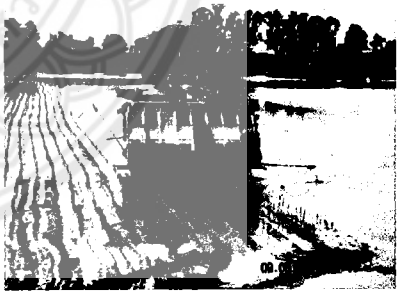
วิธีการดำเนินงาน

โครงงานนี้มีขั้นตอนการดำเนินงาน แบ่งเป็น การศึกษาชนิดและสมบัติทางกายภาพของวัชพืชในแปลงทดสอบ ศึกษาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวชนิดใช้แรงคนเข็นที่มีรูปแบบของลูกพรวนแตกต่างกัน 4 แบบ โดยการทดสอบใช้งานจริงในแปลงนา รายละเอียดแต่ละขั้นตอน มีดังต่อไปนี้

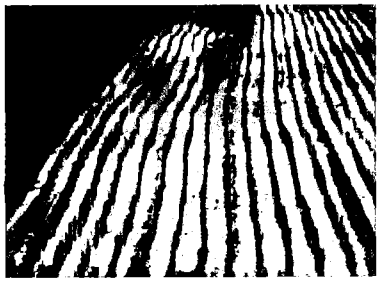
3.1 การเตรียมแปลงนาที่ใช้ในการทดสอบ

ในโครงงานนี้ แปลงที่ใช้ทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวชนิดใช้แรงคนเข็น เป็นแปลงนาข้าวที่ปลูกแบบปักดำเป็นแถวตรงโดยใช้เครื่องปักดำ ตั้งอยู่ที่ ต.วัดพริก อ. เมืองพิษณุโลก จ. พิษณุโลก ขนาดพื้นที่แปลงประมาณ 3 ไร่ รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของแปลงก่อนปักดำ ขณะปักดำ และหลังการปักดำด้วยเครื่องดำนา

ก. ก่อนปักดำนา



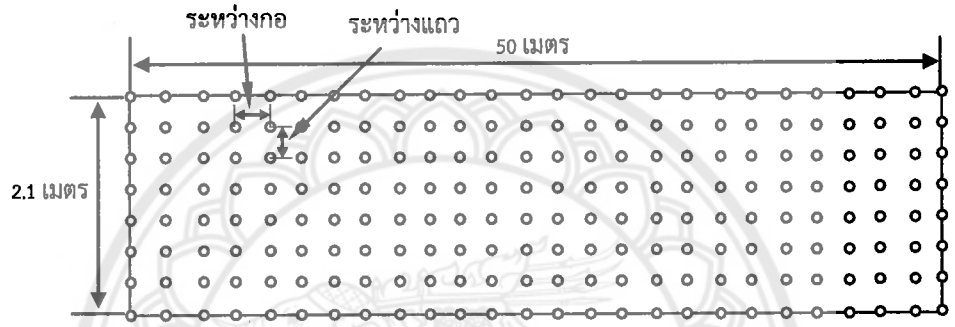
ข. ขณะปักดำนา



ค. หลังการปักดำนา

รูปที่ 3.1 การเตรียมแปลงนาสำหรับทดสอบ

ในการทดสอบจะแบ่งแปลงนาทั้งหมดออกเป็นแปลงย่อยขนาดกว้าง 2.1 เมตร ยาว 50 เมตร จำนวนทั้งสิ้น 30 แปลงย่อย ซึ่งใช้สำหรับการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช 4 แบบ โดยเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชแต่ละแบบจะถูกทดสอบการทำงานซ้ำทั้งหมด 6 ซ้ำ (รวมเป็นแปลงย่อยที่ถูกใช้ 4x6 = 24) และอีก 6 แปลงย่อยสำหรับทดลองกำจัดวัชพืชด้วยมือ แผนภาพของแปลงย่อย 1 แปลง แสดงในรูปที่ 3.2 โดยผังแสดงรายละเอียดของการจัดแบ่งแปลงย่อยแสดงในภาคผนวก ก เมื่อแบ่งแปลงย่อยเรียบร้อยแล้ว จะใช้วิธีการจับสลากเพื่อกำหนดว่าเครื่องพรวนรูปแบบใดจะถูกทดสอบที่แปลงย่อยใด



รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงแปลงย่อยหนึ่งแปลงที่ใช้ในการทดสอบ

ข้อมูลพื้นฐานของแปลงที่ทำการเก็บ ได้แก่ ชนิดของดิน ระดับความสูงของน้ำในแปลง ระยะห่างระหว่างแถวและระหว่างกอของต้นข้าว รายละเอียดของวิธีการเก็บข้อมูล มีดังต่อไปนี้

1. การทดสอบหาชนิดของดิน ทำโดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดสอบจำนวน 5 จุด ทั่วแปลง และส่งตรวจที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อวิเคราะห์หาชนิดของดิน

2. การวัดระดับความสูงของน้ำในแปลง การวัดระยะห่างระหว่างแถว และระยะห่างระหว่างกอของต้นข้าว ใช้การสุ่มวัด 10 จุด ต่างๆ กันทั่วแปลง

3.2 การศึกษาชนิดและสมบัติทางกายภาพของวัชพืชในแปลงนาที่ใช้ในการทดสอบ

การศึกษาชนิดและสมบัติทางกายภาพของวัชพืชในแปลงทดสอบ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณความหนาแน่นวัชพืชในแปลง ขนาดของลำต้น รากของวัชพืช และแรงที่ใช้ในการดึงวัชพืชออกจากดิน เพื่อนำไปออกแบบและพัฒนาเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชต่อไป โดยมีรายละเอียดของวิธีการศึกษาและทดสอบดังนี้

3.2.1 การทดลองเพื่อศึกษาชนิดและสมบัติทางกายภาพวัชพืชในแปลงทดสอบ

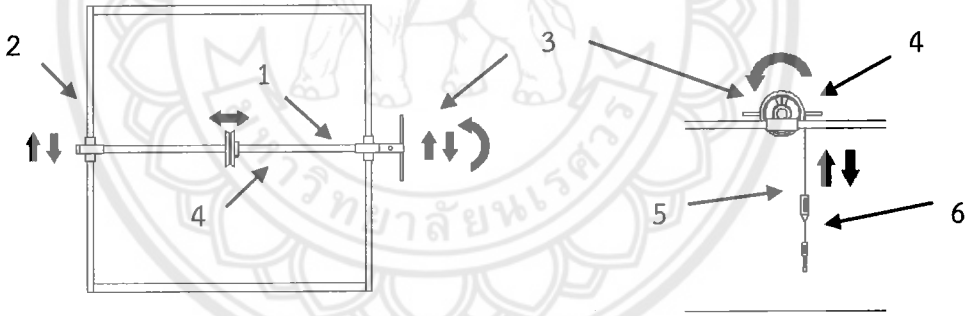
อุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องวัดแรงดึงวัชพืช
2. ถุงพลาสติก
3. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์

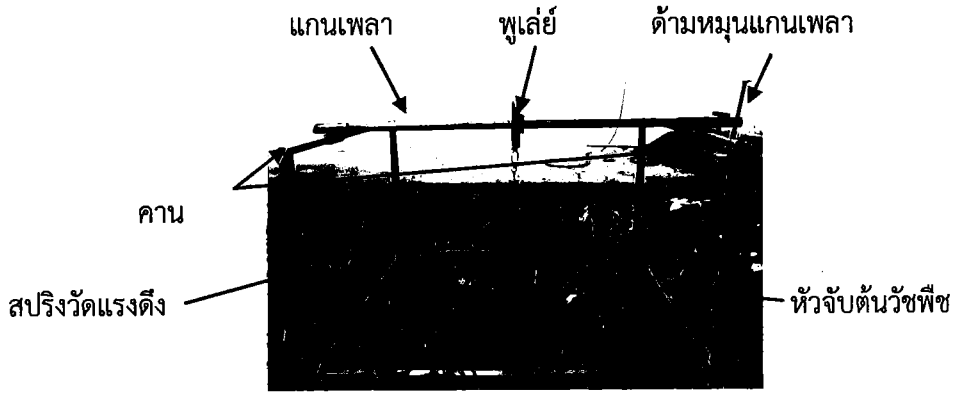
4. ไม้บรรทัด
5. ดินสอ ปากกา และปากกาเมจิก
6. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล พิกัด 200 กรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
7. กล้องถ่ายรูป ขาตั้งกล้อง และ แผ่นฉากพื้นหลัง

3.2.2 เครื่องวัดแรงดึงวัชพืช

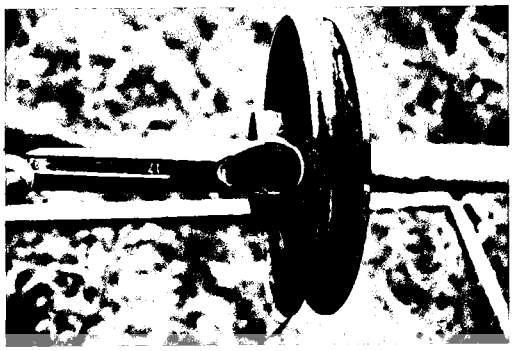
ข้อมูลแรงดึงที่ใช้ในการดึงต้นวัชพืชออกจากดินมีความสำคัญในการออกแบบเครื่องกำจัดวัชพืช เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์ที่วัดแรงดึงนี้ได้โดยตรง ในโครงงานนี้จึงได้ทำการออกแบบและสร้างชุดเครื่องมือสำหรับวัดแรงดึงต้นวัชพืชจากดิน เพื่อให้สามารถวัดแรงดึงได้ในแปลงนาซึ่งเป็นดินโคลนมีน้ำขัง ซึ่งตัวเครื่องต้องสามารถวางได้มั่นคง สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ไม่ทำลายต้นข้าวในแปลงนา แผนภาพในรูปที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบหลักของชุดเครื่องวัดแรงดึงวัชพืชที่ออกแบบ โครงเครื่องใช้เหล็กฉากเป็นฐานขนาด 1.2×1.2 ตารางเมตร เหล็กท่อใช้เป็นคาน (หมายเลข 2) คานมีหน้าที่ให้เพลา (หมายเลข 1) สามารถเลื่อนดันหน้าถอยหลังได้และเพลามีหน้าที่หมุนพูเล่ย์ (หมายเลข 4) ที่ติดอยู่ให้ดึงวัชพืชขึ้นมา โดยหมุนที่ด้ามหมุนแกนเพลา (หมายเลข 3) โดยที่พูเล่ย์ได้ติดลวดสลิงต่อกับตาชั่งวัดแรงและหัวจับวัชพืช (หมายเลข 5 และ 6) ซึ่งพูลเล่ย์ยังสามารถปรับตามแนวแกนเพลาได้โดยการขันสกรู



ก. ส่วนประกอบและรูปแบบพื้นฐานการทำงานของเครื่องวัดแรงดึงวัชพืช



ข. ส่วนประกอบของเครื่องวัดแรงดึงวัชพืช



ค. การขันสกรูเพื่อย้ายตำแหน่งพูเล่ย์

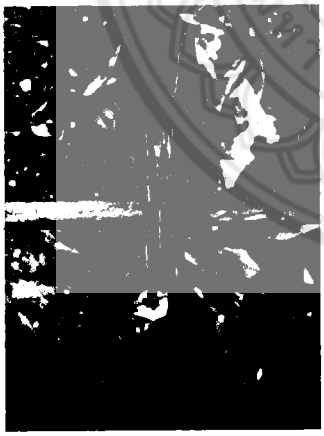
รูปที่ 3.3 เครื่องที่ออกแบบสำหรับวัดแรงดึงวัชพืชในนาข้าว

วิธีการใช้เครื่องวัดแรงดึงต้นวัชพืชในนาข้าวมีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกต้นวัชพืชที่ต้องการเก็บแรงดึง ปรับเพลาและพูเล่ย์ให้ตรงตำแหน่งของวัชพืช

2. ใช้หัวจับ ทำการจับตรงบริเวณโคนของต้นวัชพืช โดยต้องตรวจสอบแนวของลวดสลิง ตาชั่ง และต้นวัชพืชที่จับ ให้อยู่ในแนวดิ่ง

3. ทำการหมุนด้ามจับของเพลา ซึ่งการหมุน ให้หมุนตามเข็มนาฬิกา และอ่านค่าแรงที่ตาชั่งที่ระดับสายตา วิธีการใช้เครื่องวัดแรงดึงวัชพืชในนาข้าว แสดงดังรูปที่ 3.4



ก. เลื่อนพูเล่ย์ให้ตรงต้นวัชพืช

ข. การจับต้นวัชพืช

ค. การตรวจสอบแนวตั้งฉาก

ง. การดึงต้นวัชพืช

จ. การอ่านค่า

รูปที่ 3.4 การใช้เครื่องวัดแรงดึงวัชพืช

การทดลองวัดแรงดึงวัชพืช มีขั้นตอนดังนี้

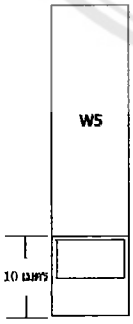
1. การเก็บข้อมูลแรงดึงต้นวัชพืชนี้ จะทำการเก็บจากแปลงย่อยของการทดสอบแบบใช้การถอนด้วยมือ โดยนำเครื่องวัดแรงดึงวัชพืชในนาข้าว วางที่ตำแหน่ง 10 เมตร จากหัวแปลงทดสอบ (รูป 3.5 ก แสดงตำแหน่งการวางชุดเครื่องวัดแรงดึง ที่แปลงย่อย w5)

2. ใช้คีมของชุดเครื่องมือทำการดึงต้นวัชพืชทุกต้น ในพื้นที่ ที่กรอบฐานของเครื่องล้อมรอบอยู่ บันทึกค่าแรงที่ใช้ดึงวัชพืช

3. ล้างเศษดินโคลนออกจากต้นวัชพืช และนำบรรจุลงถุงพลาสติก

4. ทำซ้ำ ข้อ 1-3 โดยทดลองจนครบ 6 แปลงย่อย (6 ซ้ำ)

ขั้นตอนข้างต้นแสดงในรูปที่ 3.5



ก. ตำแหน่งที่ทำการทดลอง

ข. การวางชุดเครื่องวัดแรงดึงในแปลง

ค. ถุงบรรจุตัวอย่างวัชพืช

รูปที่ 3.5 การทดลองวัดแรงดึงวัชพืช

3.2.3 การเก็บข้อมูลวัชพืช

ตัวอย่างต้นวัชพืชที่ถูกถอนด้วยเครื่องวัดแรงดึงวัชพืชในนาข้าว จะถูกนำมาคัดแยกชนิดและนับจำนวนต้น โดยแต่ละต้นจะถูกวัดขนาดความหนา ความกว้างและความยาวของลำต้น ความยาวราก และน้ำหนักของต้นวัชพืช พร้อมบันทึกภาพ แสดงดังรูปที่ 3.6

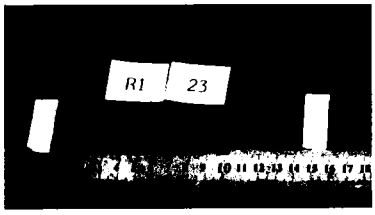
ก. การวัดความหนาต้นวัชพืช

ข. การวัดความกว้างต้นวัชพืช

ค. การวัดความยาวรากของวัชพืช

ง.การวัดความยาวลำต้นของวัชพืช

จ. การชั่งน้ำหนักของวัชพืช



ฉ. การถ่ายรูปต้นวัชพืช

รูปที่ 3.6 การเก็บข้อมูลวัชพืช

การหาค่าความหนาแน่นมวลรวมของวัชพืช

ค่าความหนาแน่นมวลรวมของวัชพืชมีความจำเป็นสำหรับการออกแบบภาชนะสำหรับบรรจุต้นวัชพืช กรณีที่ต้องการออกแบบเครื่องกำจัดวัชพืชให้มีภาชนะสำหรับบรรจุต้นวัชพืชที่ถูกตัดหรือถอนแล้วเพื่อนำไปทิ้งนอกแปลงภายหลัง รายละเอียดของวิธีการหาความหนาแน่นมวลรวมมีดังนี้

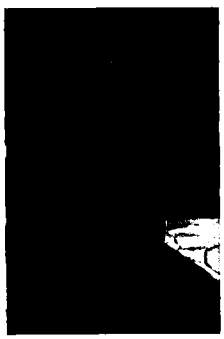
อุปกรณ์ที่ใช้

1. ภาชนะสำหรับหาความหนาแน่นมวลรวม
2. ตาชั่งขนาด 6 กิโลกรัม
3. กระบอกตวงขนาด 250 และ1000 มิลลิลิตร
4. ถุงพลาสติก
5. ปากกาเมจิก
6. ขาตั้งกล้องสำหรับถ่ายรูปก่อนและหลังการทดลอง
7. กล้องถ่ายรูป

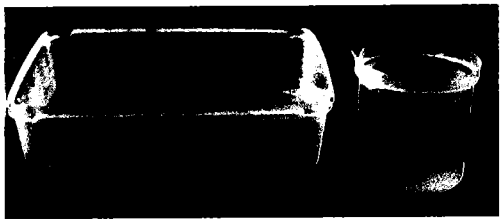
ในที่นี้จะทำการหาความหนาแน่นมวลรวมของวัชพืช 2 วิธี คือ การหาความหนาแน่นมวลรวมของวัชพืชแบบอิสระ กับการหาความหนาแน่นมวลรวมแบบเป็นระเบียบ ซึ่งจะแตกต่างกันดังนี้ การหาความหนาแน่นมวลรวมของวัชพืชแบบอิสระ จะนำต้นวัชพืชใส่ลงในภาชนะโดยการปล่อยต้นวัชพืชให้ตกลงสู่ภาชนะอย่างอิสระ (รูป 3.7 ก) ส่วนการหาความหนาแน่นมวลรวมแบบเป็นระเบียบจะนำต้นวัชพืชไปจัดเรียงลงในภาชนะอย่างเป็นระเบียบ (รูป 3.7 ข) จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก และหาปริมาตรของภาชนะ ในที่นี้ใช้การเติมน้ำลงในภาชนะด้วยกระบอกตวงขนาด 250 และ 1000 มิลลิลิตร

ก. ปล่อยตกแบบอิสระ

ข. จัดเรียงแบบเป็นระเบียบ



ค. การชั่งน้ำหนักวัชพืช



ง. การหาปริมาตรภาชนะบรรจุวัชพืช

รูปที่ 3.7 การหาความหนาแน่นมวลรวม

3.3 การทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว

การทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวชนิดใช้แรงคนในเข็นในแปลง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช และค่าดัชนีความสามารถในการการกำจัดวัชพืชของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบใช้แรงคนเข็นทั้ง 4 แบบ โดยรายละเอียดของวิธีการทดสอบและอุปกรณ์ที่ใช้ มีดังนี้

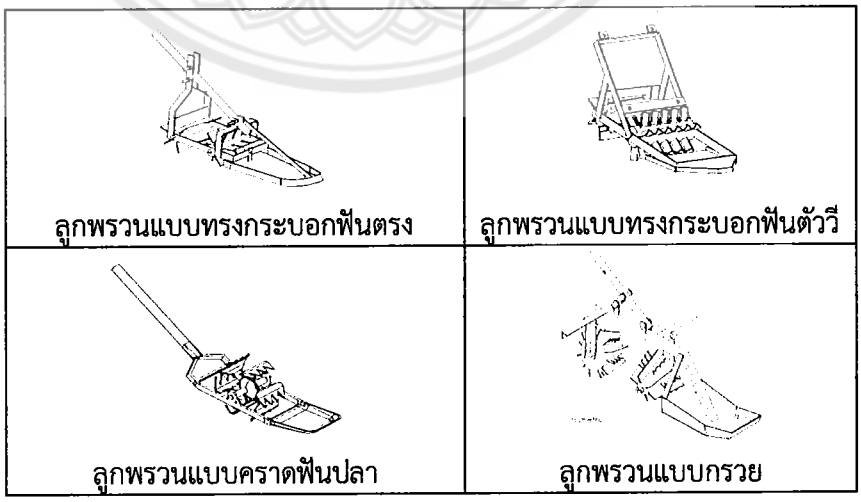
อุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวชนิดใช้แรงคนเข็นรวม 4 เครื่อง
2. ตลับเมตรความยาว 50 เมตร
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ป้ายชื่อแปลงย่อย
5. ไม้ไผ่สำหรับปักหลัก
6. ด้ามที่ดัดแปลงสำหรับใช้ในการทดลอง
7. กล้องวีดีโอ

เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวชนิดใช้แรงคนเข็นที่นำมาใช้ในการทดสอบนี้ เลือกจากเครื่องที่มีขายในปัจจุบัน โดยทำการเลือกเครื่องที่มีรูปแบบของลูกพรวนที่แตกต่างกัน 4 แบบ ได้แก่

1. เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง
2. เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี
3. เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบคราดฟันปลา
4. เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกรวย

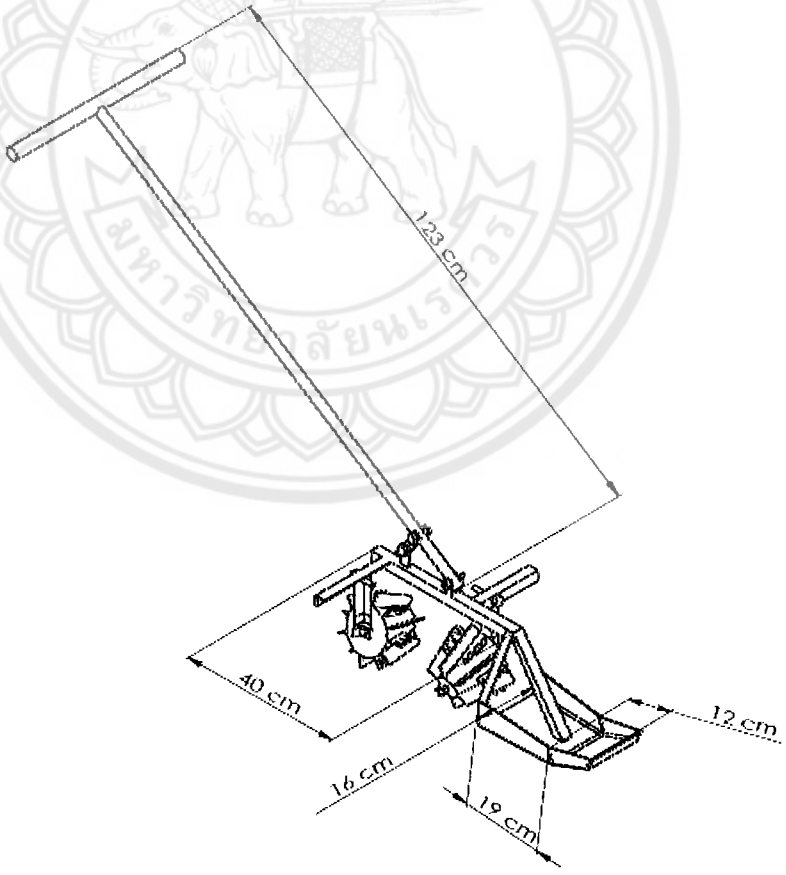
ลักษณะและรายละเอียดของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชทั้ง 4 แบบ แสดงในรูปที่ 3.8 และตารางที่ 3.1 การวัดขนาดของเครื่องพรวนแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืช 4 รูปแบบ ที่ทำการทดสอบ

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลขนาดของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็นที่ทำการทดสอบ

รายละเอียด	ลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง	ลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี	ลูกพรวนแบบคราดฟันปลา	ลูกพรวนแบบกรวย
ขนาดเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (เซนติเมตร)				
- หน้ากว้าง	22	20	12	16
- ความยาวเครื่อง	35	45	22	40
- ความยาวสกี	41	26.6	12	31
- ความยาวด้ามจับ	123	105	97	123
จำนวนลูกพรวน (ลูก)	2	2	1	2
น้ำหนักของเครื่องพรวน (กิโลกรัม)	7.9	6.3	1.5	5.3
ความกว้างลูกพรวน (เซนติเมตร)	21	19	8	11



รูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่างการวัดขนาดเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบกรวย

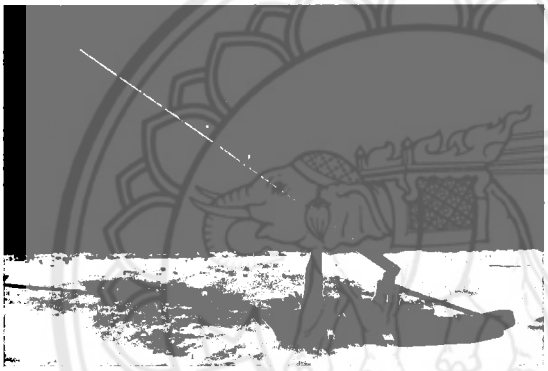
3.3.1 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง

เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง มีลูกพรวนทรงกระบอก 2 ลูก

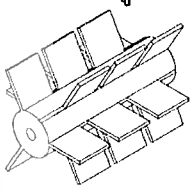
ลูกพรวนที่ 1 (ด้านหน้า) มีลักษณะใบเป็นแผ่นเหล็กขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส วางต่อกันในแนวของทรงกระบอก โดยระยะห่างแต่ละใบพรวนเท่ากัน แต่ละแถวของใบพรวน จะวางใบพรวนสลับกัน กำจัดวัชพืชโดยการตัดวัชพืชให้ขาด

ลูกพรวนที่ 2 (ด้านหลัง) มีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กใบยาว มีการทำมุมเอียงกับแนวของทรงกระบอก กำจัดวัชพืชโดยการกลบวัชพืชให้จมลงไปใต้โคลน

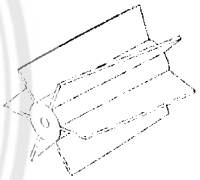
เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง มีสกีที่มีขนาดใหญ่สามารถให้เครื่องลอยน้ำได้ดี มีขนาดหน้ากว้างถึง 22 เซนติเมตร ทำให้สามารถกำจัดวัชพืชได้ดี แต่เครื่องที่มีขนาดใหญ่ส่งผลให้ตัวเครื่องมีน้ำหนักมาก จึงทำให้ไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย แสดงดังรูปที่ 3.10



ก. เครื่องพรวนกำจัดวัชพืช



ข . ลูกพรวนที่ 1 (ด้านหน้า)



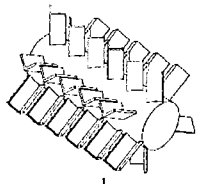
ค. ลูกพรวนที่ 2 (ด้านหลัง)

รูปที่ 3.10 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง

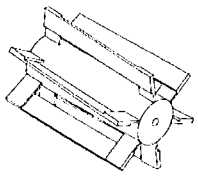
3.3.2 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี

เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี กำจัดวัชพืชโดยใช้ลูกพรวนทรงกระบอกเหมือนเครื่องกำจัดวัชพืชแบบทรงกระบอกฟันตรงแต่แตกต่างกันที่ใบของลูกพรวนแสดงดังรูปที่ 3.11

ก. เครื่องพรวนกำจัดวัชพืช



ข. ลูกพรวนที่ 1 (ด้านหน้า)



ค. ลูกพรวนที่ 2 (ด้านหลัง)

รูปที่ 3.11 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี

การกำจัดวัชพืชของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี

ลูกพรวนที่ 1 (ด้านหน้า) มีลักษณะใบเป็นเหล็กฉาก วางตัวตามแนวทรงกระบอก แต่ละแถวของใบพรวนจะวางสลับกันกำจัดวัชพืชโดยการตัดวัชพืชให้ขาด

ลูกพรวนที่ 2 (ด้านหลัง) มีลักษณะใบพรวนเป็นแผ่นเหล็กมีเชื่อมติดกันทำให้มีช่องว่างด้านล่าง ใบพรวนทำมุมเอียงกับแนวของทรงกระบอกกำจัดวัชพืชโดยการกลบวัชพืชให้จมลงไปใต้โคลน

การทำงานของเครื่องพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี มีขนาดหน้ากว้างถึง 20 เซนติเมตร ทำให้สามารถกำจัดวัชพืชได้ดี ลูกพรวนมีการกำจัดวัชพืชโดยการตัดให้ขาดได้ดี แต่สกีที่มีขนาดเล็ก และขอบของสกีต่ำทำให้น้ำเข้ามาในสกีได้ จึงทำให้ตัวเครื่องจมน้ำในขณะทำงาน และเครื่องที่มีขนาดใหญ่ส่งผลให้ตัวเครื่องมีน้ำหนักมาก จึงไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย

3.3.3 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบคราดฟันปลา

เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบคราดฟันปลา กำจัดวัชพืชโดยใช้ลูกพรวนลูกเดียว ลูกพรวนมีลักษณะเป็นวงกลมแบน ใบพรวนเป็นแผ่นเหล็กแบบฟันคราดแสดงดังรูปที่ 3.12

ก. เครื่องพรวนกำจัดวัชพืช ข. ลูกพรวน

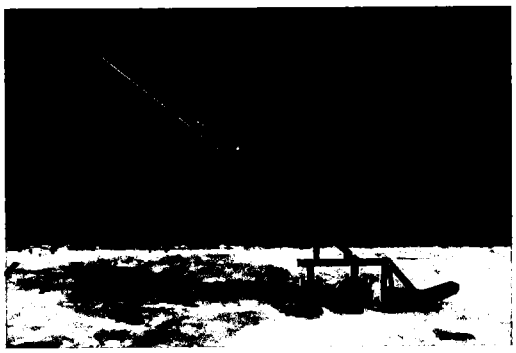
รูปที่ 3.12 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบคราดฟันปลา

การกำจัดวัชพืชใช้ลูกพรวนลูกเดียว เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบคราดฟันปลา จะขุด ถอนราก และเกี่ยวต้นวัชพืชขึ้นจากดินให้ลอยบนน้ำ

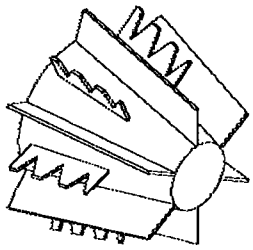
การทำงานของเครื่องพรวนแบบคราดฟันปลาทำให้ใช้แรงในการทำงานที่น้อย แต่หน้ากว้างของการทำงานที่น้อย ทำให้ไม่สามารถจำกัดวัชพืชได้ดี สกีที่มีขนาดเล็ก ทำให้ตัวเครื่องจมน้ำได้ง่าย และลูกพรวนจะมีต้นวัชพืชมาพันติดเป็นจำนวนมาก เวลาทำงานต้องหยุดเป็นระยะๆ เพื่อดึงต้นวัชพืชออกจากลูกพรวน ตัวเครื่องมีน้ำหนักเบา จึงทำให้สะดวกในการเคลื่อนย้าย

3.3.4 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบกรวย

เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบกรวย ประกอบด้วยลูกพรวน 2 ลูก ลูกพรวนมีลักษณะเป็นทรงกรวย โดยลูกพรวนทั้งสองลูกมีรูปแบบเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 3.13



ก. เครื่องพรวนกำจัดวัชพืช



ข. ลูกพรวน

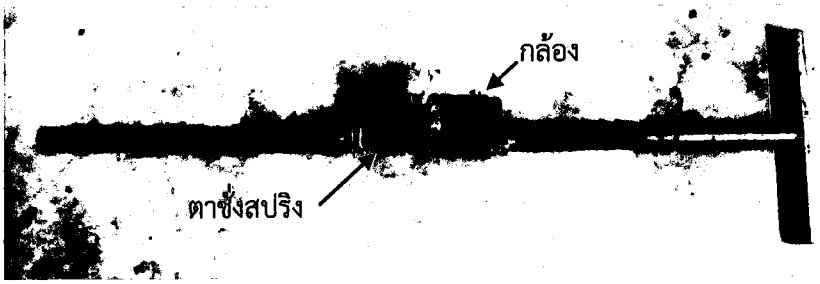
รูปที่ 3.13 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบกรวย

ลูกพรวนมีลักษณะเป็นกรวย ใบพรวนเป็นใบแบบแผ่นตรงยาวสลับกับใบเลื่อย กำจัดวัชพืชโดยการตัดและกลบต้นวัชพืชให้จมลงใต้โคลน ลูกพรวนแบบกรวยจะช่วยในการลดแรงเสียดทานของน้ำ เปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำ ลดแรงในการกดวัชพืช การวางตัวลูกพรวนจะวางตรงกันข้ามกันเพื่อเพิ่มสมดุลของเครื่องในขณะที่ทำงาน

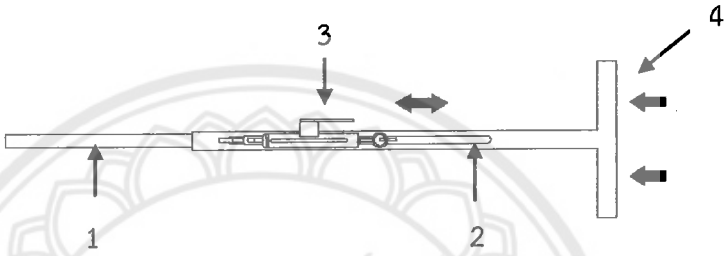
เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบกรวยมีน้ำหนักที่เบา ทำให้ใช้แรงในการทำงานน้อย แต่ลูกพรวนที่เป็นทรงกรวยเวลาเข็นตัวเครื่องนั้นเกิดการเสียการสมดุลเกิดการเอนเอียงได้ง่าย

ในการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชนิดใช้แรงคนเข็นในแปลงนั้น ต้องการทราบค่าแรงที่ใช้ในการเข็นขณะทำงานด้วย จึงทำการสร้างด้ามจับใหม่ โดยออกแบบด้ามจับของเครื่องพรวนให้สามารถวัดค่าแรงที่ใช้ในการเข็นขณะทำงานในแปลงได้ และเพื่อให้สะดวกต่อการทดสอบ จึงได้ทำการติดตั้งกล้องเพื่อบันทึกภาพสเกลของตาชั่งสปริงไว้อย่างต่อเนื่องขณะทดสอบ

ด้ามจับเครื่องพรวนที่ออกแบบและสร้างขึ้นใหม่สำหรับการทดสอบนั้น แสดงในรูปที่ 3.14 ตัวด้ามทำจากเหล็กท่อขนาดต่างกัน 2 ชิ้นสวมเข้าด้วยกัน (หมายเลข 1 และ 4) โดยมีระยะที่สามารถเลื่อนเข้า-ออกได้ (ร่องหมายเลข 2) ทำการติดตั้งตาชั่งสปริงและกล้องดิจิตอลไว้ที่ด้ามเครื่องพรวน เมื่อเข็นให้เครื่องพรวนทำงาน ด้ามจับ (หมายเลข 4) จะถูกดัน ทำให้สปริงของตาชั่งที่คล้องไว้กับด้ามยึดตัว โดยกล้องดิจิตอล (หมายเลข 3) จะขยับตามด้ามส่วนบน ทำให้บันทึกค่าบนสเกลตาชั่งได้



ก. ด้ามเครื่องพรวนที่ใช้ในการทดสอบ



ข. ส่วนประกอบและลักษณะการทำงานของด้ามเครื่องพรวน

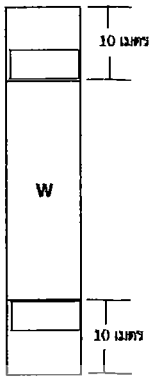
รูปที่ 3.14 ด้ามของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชที่สร้างขึ้นสำหรับใช้ในการทดสอบ

3.3.5 การหาสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล

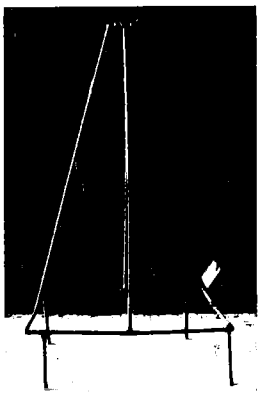
ในการทดสอบการทำงานของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในโครงงานนี้ ได้ทำการจับเวลาของทุกกิจกรรมในแปลง ทั้งเวลาที่ได้งาน เวลาที่ใช้ในการเลี้ยว และเวลาที่หยุดเพื่อดึงเศษวัชพืชออกจากลูกพรวน เป็นต้น ดังนั้นในการหาสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผลในโครงงานนี้ จึงสามารถคำนวณได้โดยตรงจากข้อมูลพื้นที่ที่ทำงานได้ และเวลาที่ใช้ในการทำงาน

3.3.6 การหาประสิทธิภาพของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช

การหาประสิทธิภาพของเครื่องพรวน โดยการหาจำนวนของวัชพืชทั้งก่อนและหลังการทดสอบ จะใช้วิธีการถ่ายรูปและนับจำนวนต้นวัชพืชที่มีก่อนและหลังการพรวนกำจัด แต่ละแปลงย่อยจะถ่ายรูปแปลงละ 2 จุด คือ บริเวณที่ห่างจากหัวแปลงและท้ายแปลงเป็นระยะ 10 เมตร โดยใช้ชุดขากล้องที่สร้างจากท่อพีวีซี เพื่อให้สามารถวางในแปลงนาได้อย่างสะดวกและมั่นคงโดยกำหนดพื้นที่กรอบสี่เหลี่ยมขนาด 1 ตารางเมตร ตำแหน่งการถ่ายรูปและชุดขาตั้งกล้องแสดงดังรูปที่ 3.15



ก. ตำแหน่งการถ่ายรูป



ข. ขาตั้งกล้องสำหรับถ่ายรูป

ค. รูปถ่ายก่อนการทดลอง

ง. รูปถ่ายหลังการทดลอง

รูปที่ 3.15 ตำแหน่งการถ่ายรูป อุปกรณ์ที่ใช้ และตัวอย่างรูปถ่ายก่อนและหลังการทดสอบ

จากนั้นจะนำภาพถ่ายมาทำการนับจำนวนต้นวัชพืช ก่อนการพรวนและหลังการพรวน โดยใช้การสังเกตด้วยตา สมมติฐานของการนับจำนวนต้นวัชพืช มีดังต่อไปนี้

1. นับเฉพาะต้นวัชพืชที่อยู่ภายในกรอบ (ท่อพีวีซี) เท่านั้น โดยจะครอบคลุมแถวต้นข้าวครั้งละ 4 แถว การนับจะสนใจเฉพาะต้นวัชพืชที่เจริญเติบโตระหว่างแถวต้นข้าว (บริเวณที่เห็นเป็นร่องน้ำ 3 ร่อง) ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้เครื่องพรวนเข้าไปพรวนกำจัดได้ โดยจะไม่นับรวมต้นวัชพืชที่อยู่บริเวณระหว่างกอของต้นข้าว ยกเว้นกรณีที่วัชพืชต้นนั้นโดนกดทับจากการกำจัดวัชพืช แล้วทำให้ตำแหน่งการเจริญเติบโตเปลี่ยนไปอยู่ระหว่างกอข้าว

2. นับวัชพืชระหว่างแถวทั้งหมดที่สังเกตพบ ทั้งที่ลำต้นโผล่พ้นน้ำแล้วและต้นที่ยังอยู่ใต้น้ำ

3. หลังจากการทดสอบพรวนกำจัด วัชพืชที่ล้มแล้วแต่ยังสามารถมองเห็นได้ (ไม่ถูกกดจมหายไปในดิน หรือถอนรากลอย) จะถูกนับรวมด้วย

4. กรณีที่ต้นวัชพืชนั้นไม่ปรากฏตั้งแต่ก่อนการพรวนกำจัดครั้งที่ 1 แต่กลับปรากฏก่อนการพรวนครั้งที่ 2 นั้น จะถูกนับด้วย โดยจะถือว่าเครื่องพรวนนั้นๆ ไม่สามารถกำจัดได้ ทั้งนี้โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ของการเจริญเติบโตของวัชพืช สังเกตจากขนาดของลำต้น

3.3.7 การหาค่าแรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช

การหาค่าแรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช ทำโดยการบันทึกคลิปวิดีโอบริเวณสเกลของตาชั่งสปริงที่ด้ามจับ ตลอดเวลาของการทดสอบการพรวนหนึ่งรอบ (ไป-กลับ) การเก็บข้อมูลจากคลิปวิดีโอกระทำโดยการอ่านค่าจากสเกลตาชั่งสปริงทุกๆ 5 วินาที

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

ในบทนี้จะแสดงรายละเอียดของผลการศึกษาชนิดและสมบัติทางกายภาพของวัชพืชที่พบในแปลงทดสอบ และผลการทดสอบใช้งานในแปลงของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็นที่มีรูปแบบลูกพรวนแตกต่างกัน 4 แบบ

4.1 ข้อมูลของแปลงทดสอบ

แปลงนาที่ใช้เป็นแปลงทดสอบ ปลูกข้าวพันธุ์ กข47 (RD47) ทำการปักดำด้วยเครื่องดำนาเมื่อวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2556 ทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2556 (หลังปักดำ 22 วัน) ครั้งที่ 2 ในวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2556 (หลังปักดำ 36 วัน) จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากแปลงทดสอบพบว่าเป็นดินชนิดดินทรายแป้ง (clay loam) แบบรายงานผลการตรวจสอบดินแสดงในภาคผนวก ก รายละเอียดของแปลงนาสรุปแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของแปลงทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช

ข้อมูล	การทดลอง	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
ความลึกน้ำในแปลงนา (เซนติเมตร)	4.3	5.4
ระยะห่างระหว่างแถว (เซนติเมตร)	30.0	30.0
ระยะห่างระหว่างกอ (เซนติเมตร)	14.9	14.9
ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าว (เซนติเมตร)	36.1	55.8

4.2 ผลการศึกษาชนิดและสมบัติทางกายภาพของวัชพืช

จากการสำรวจในแปลงทดสอบ พบวัชพืช 2 ชนิด คือ หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli (L.)* T. Beauv.) (รูป 4.1 ก) และผักปอดนา (*Sphenoclea zeylanica* Gaertn.) (รูป 4.1 ข) หญ้าข้าวนกจัดอยู่ในกลุ่มวัชพืชใบแคบหรือวัชพืชตระกูลหญ้าใบอ่อนจะเป็นคลื่นสีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเส้นใบสีเขียวอ่อน ใบจะยาวกว่าใบข้าว และดอกเป็นช่อ ส่วนผักปอดนาจัดอยู่ในกลุ่มวัชพืชใบกว้างลำต้นอวบ ตั้งตรง แตกกิ่งก้านสาขา มีฟองน้ำสีขาวหุ้มบริเวณโคนต้นที่แช่น้ำ ใบเดี่ยวแตกจากลำต้นแบบสลับ ดอกออกเป็นช่อสีเขียว

ก. หญ้าข้าวนก ข. ผักปอดนา

รูปที่ 4.1 วัชพืชที่พบในแปลงทดสอบ - หญ้าข้าวนกและผักปอดนา

ข้อมูลผลการศึกษาขนาดของวัชพืช ความหนาแน่นของการเจริญเติบโตในแปลงทดสอบ และแรงที่ใช้ในการดึงวัชพืชทั้งสองชนิดขึ้นจากดิน สรุปแสดงในตารางที่ 4.2-4.4

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลทางกายภาพของหญ้าข้าวนกและผักปอดนา

ข้อมูล	หญ้าข้าวนก	ผักปอดนา
ความหนาแน่นเฉลี่ย (ต้นต่อตารางเมตร)	28	9
ความหนาแน่นมวลรวมอิสระเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	73.07	
ความหนาแน่นมวลรวมเป็นระเบียบเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	83.84	
ความสูงลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	30.04	11.33
ความยาวรากเฉลี่ย (เซนติเมตร)	11.75	7.02
แรงดึงเฉลี่ย (นิวตัน)	17.31	1.69

ค่าความหนาแน่นมวลรวมในตารางนี้เป็นค่าความหนาแน่นมวลรวมของตัวอย่างวัชพืชจากแปลงย่อยที่ใช้วิธีการถอนด้วยมือ ซึ่งจะมีต้นวัชพืชผสมกันทั้งหญ้าข้าวนกและผักปอดนา

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลจำนวน ขนาด และแรงดึงเฉลี่ยของตัวอย่างหญ้าข้าวนก 127 ต้น

ความสูงลำต้น (เซนติเมตร)	จำนวน (ร้อยละ) (ต้น)	ความยาวรากเฉลี่ย (เซนติเมตร)	แรงดึงเฉลี่ย (นิวตัน)
6 - 20	27 (21.2)	6.01	5.23
21 - 35	59 (46.5)	13.83	13.87
36 - 51	41 (32.3)	15.91	31.40

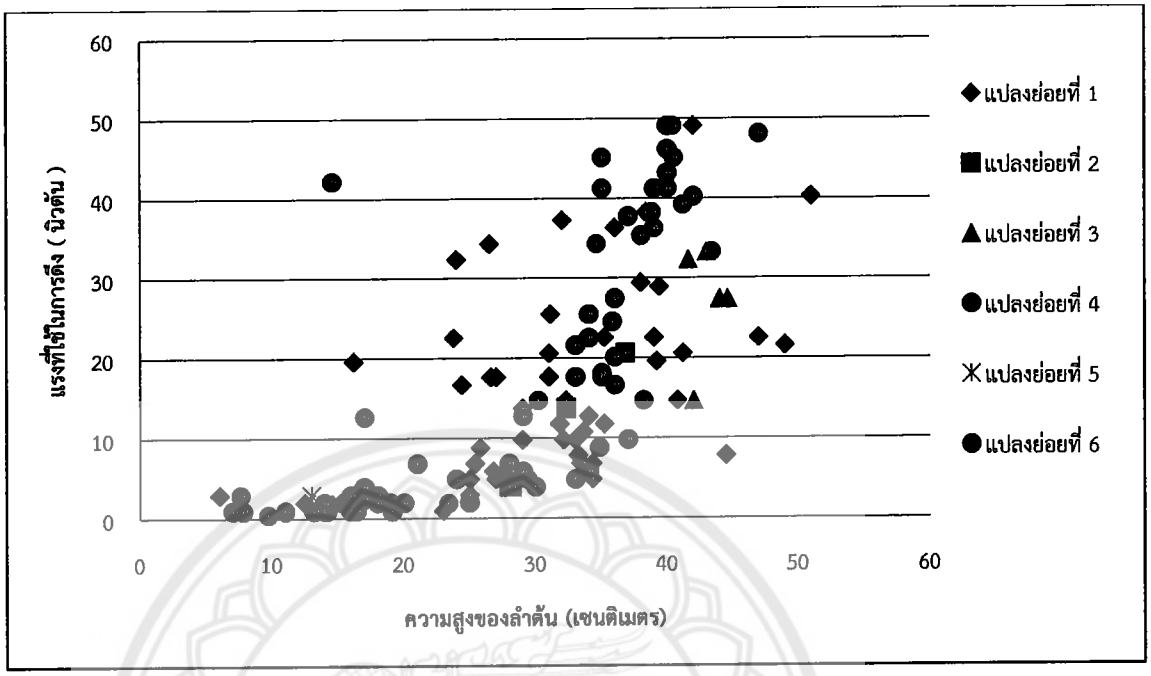
ตารางที่ 4.4 ข้อมูลจำนวน ขนาด และแรงดึงเฉลี่ยของตัวอย่างผักปอดนา 47 ต้น

ความสูงลำต้น (เซนติเมตร)	จำนวน (ร้อยละ) (ต้น)	ความยาวรากเฉลี่ย (เซนติเมตร)	แรงดึงเฉลี่ย (นิวตัน)
4.2 - 8	9 (19.1)	5.94	0.98
8 - 12	18 (38.3)	6.31	1.47
13 - 16	20 (42.6)	9.78	2.50

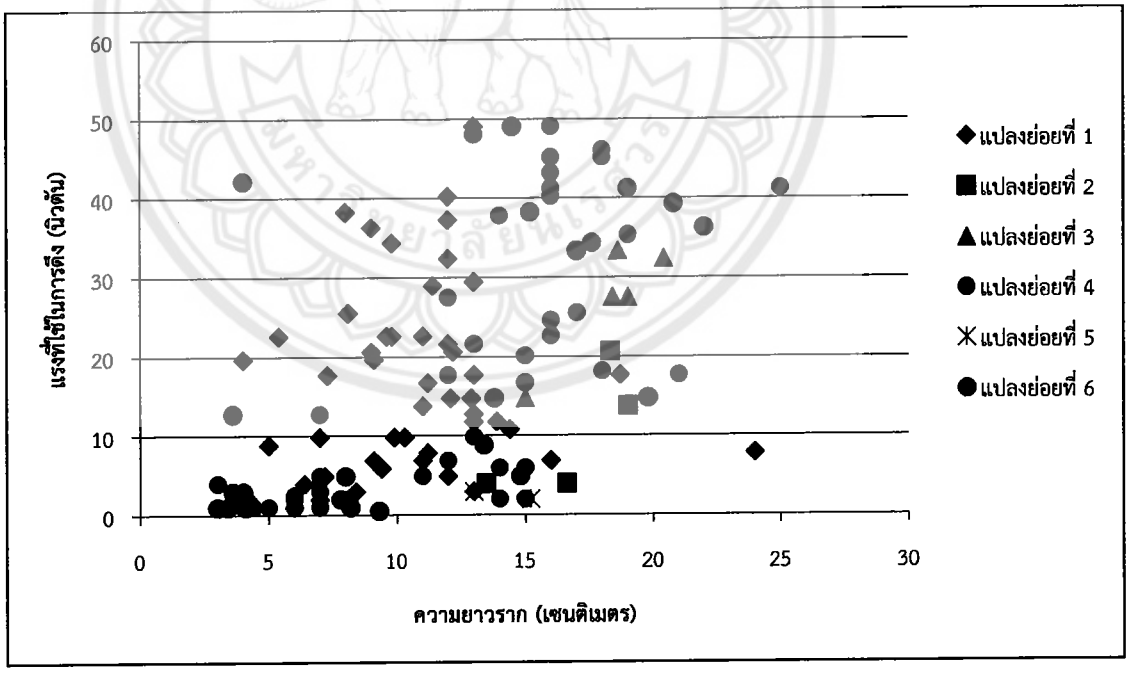
จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าในแปลงทดสอบนี้ หญ้าข้าวนกเป็นวัชพืชหลัก โดยมีความหนาแน่นมากกว่าผักปอดนาถึง 3 เท่าโดยประมาณ และค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้ในการดึงหญ้าข้าวนกให้หลุดออกจากดินนั้นมีค่าสูงกว่าของผักปอดนาสูงถึง 15 เท่าโดยประมาณ ทั้งนี้สันนิษฐานว่าเนื่องจากความยาวรากเฉลี่ยของหญ้าข้าวนกนั้นมีค่ามากกว่าของผักปอดนาถึง 2 เท่าโดยประมาณ และความสูงของลำต้นหญ้าข้าวนกนั้นมีค่ามากกว่าของผักปอดนาถึง 3 เท่าโดยประมาณ

ตารางที่ 4.3-4.4 แสดงข้อมูลรายละเอียดโดยแบ่งกลุ่มตามขนาดความสูงลำต้นของวัชพืชออกเป็น 3 ขนาด หญ้าข้าวนกที่พบส่วนใหญ่ (ร้อยละ 46.2) มีความสูงลำต้นอยู่ในช่วง 21 - 35 เซนติเมตร ขณะที่ผักปอดนาส่วนใหญ่ (ร้อยละ 42.6) มีขนาดลำต้นสูง 13 - 16 เซนติเมตร แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของขนาดความยาวรากและแรงที่ใช้เพื่อดึงต้นวัชพืชออกจากดินมีลักษณะคล้ายคลึงกันทั้งหญ้าข้าวนกและผักปอดนา คือ เมื่อขนาดความสูงของลำต้นเพิ่มขึ้น พบว่าขนาดความยาวรากเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้น รวมทั้งค่าแรงดึงเฉลี่ยสูงขึ้นด้วย

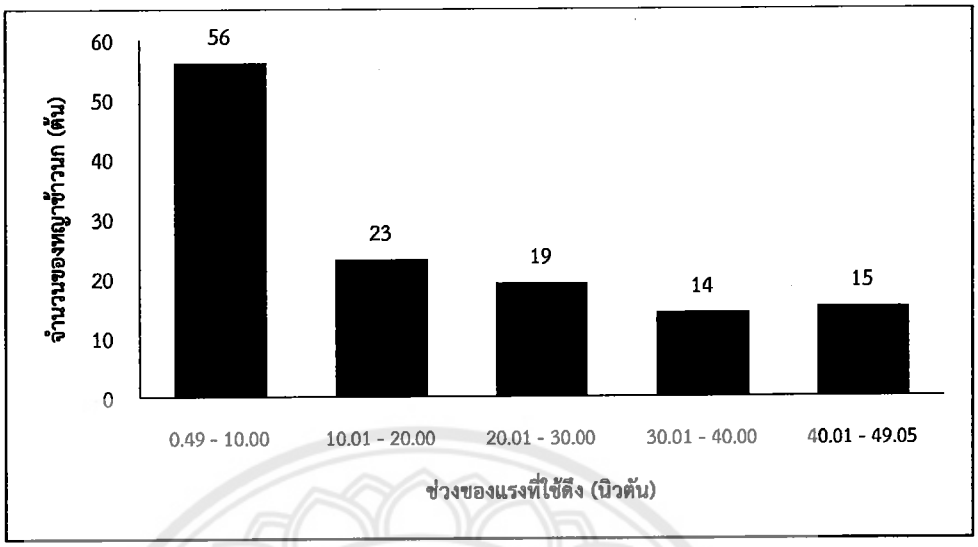
ข้อมูลค่าแรงที่ใช้ดึงต้นหญ้าข้าวนกกับความสูงลำต้น แสดงในกราฟที่ 4.2 โดยข้อมูลแรงดึงกับความยาวรากแสดงในกราฟที่ 4.3 และกราฟค่าความถี่ของแรงที่ใช้ในการดึงหญ้าข้าวนก แสดงในรูปที่ 4.4 จากกราฟที่ 4.2 และ 4.3 พบว่าข้อมูลค่าแรงดึงมีการกระจายมาก สันนิษฐานว่าอาจมีสาเหตุจากสภาพของแปลงย่อยที่ต่างกัน โดยพบว่าบริเวณที่เก็บข้อมูลของแปลงย่อยที่ 1 และ 3 มีสภาพแปลงบางส่วนเป็นที่ดอนมีน้ำขังน้อย ขณะที่บริเวณที่เก็บข้อมูลของแปลงย่อย 2, 4, 5 และ 6 นั้นมีน้ำขังสูงกว่า (ดังแสดงในรูปที่ 4.5) ทั้งนี้จากกราฟที่ 4.4 พบว่าร้อยละ 44 ของตัวอย่างหญ้าข้าวนกมีค่าแรงดึงอยู่ในช่วง 0.49 - 10 นิวตัน



รูปที่ 4.2 กราฟค่าแรงดึงและความสูงลำต้นหญ้าข้าวนกรวมทุกแปลงย่อย



รูปที่ 4.3 กราฟค่าแรงดึงและความยาวรากหญ้าข้าวนกรวมทุกแปลงย่อย



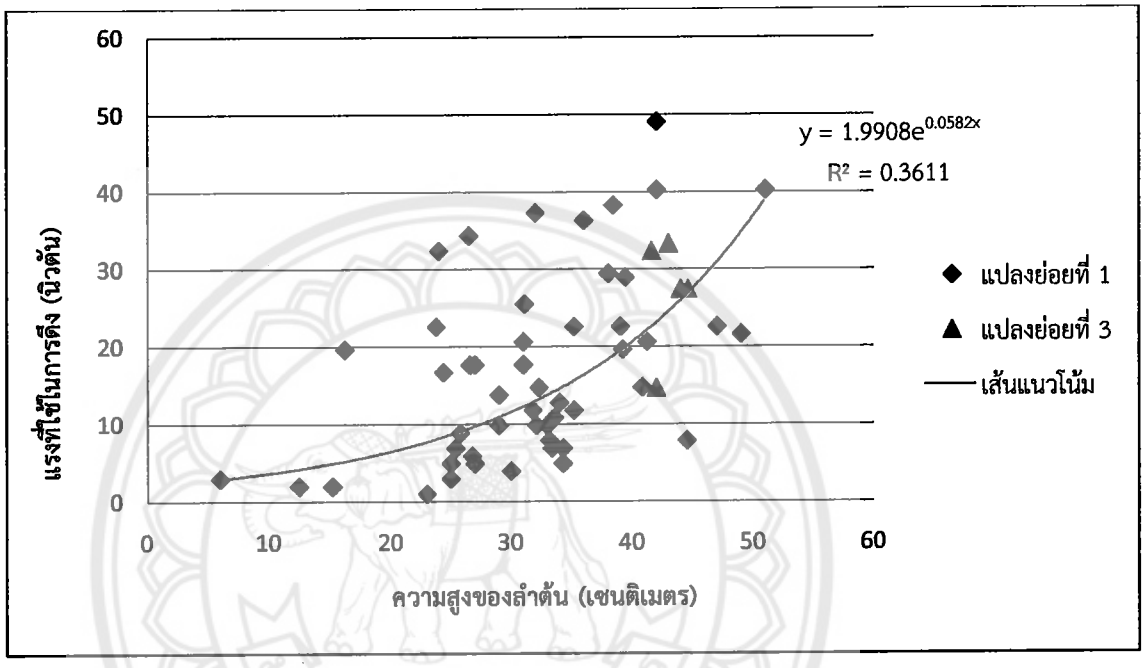
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าความถี่ของแรงที่ใช้ในการดึงตัวอย่างหญ้าข้าวนก จำนวน 127 ต้น

ก. แปลงย่อยที่ 1
สภาพเป็นดินดอน

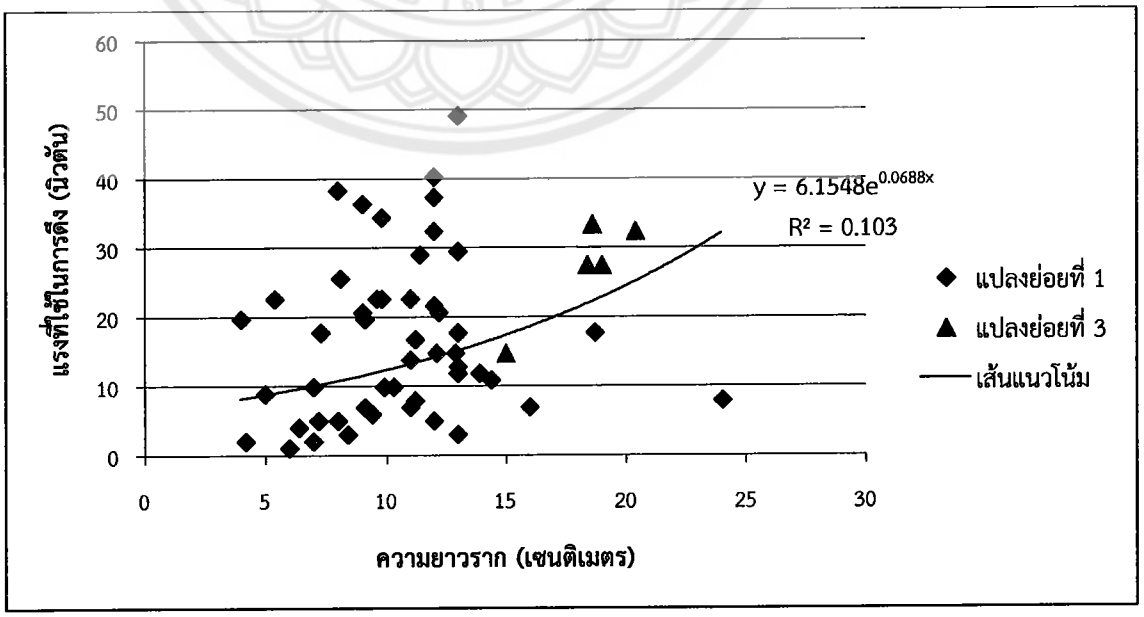
ข. แปลงย่อยที่ 2
มีน้ำขัง

รูปที่ 4.5 สภาพของแปลงย่อยที่ 1 และ 2 ที่มีลักษณะต่างกัน

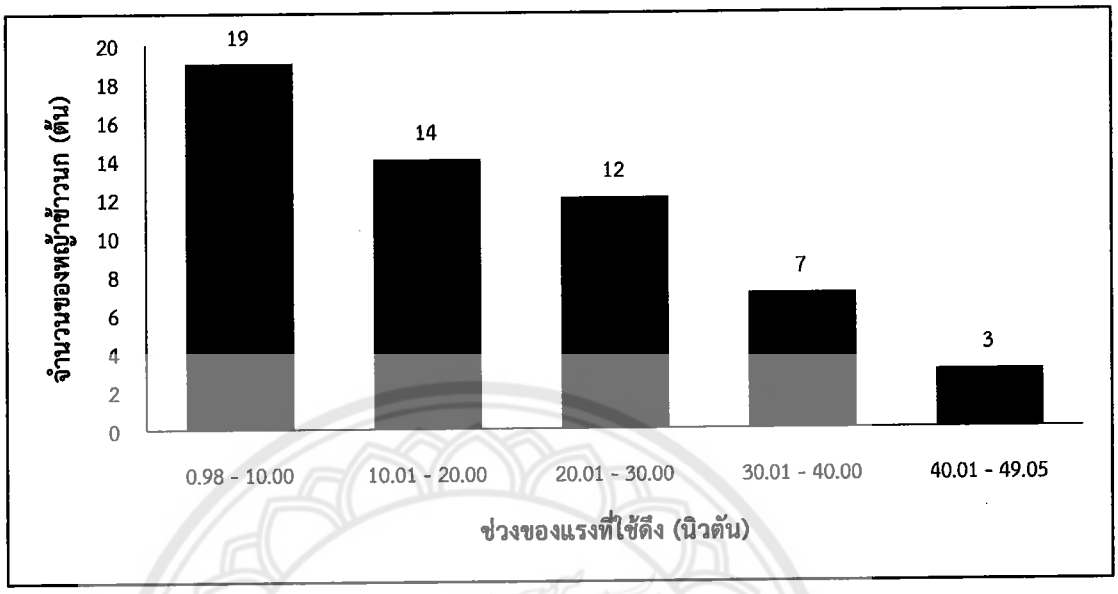
จากเหตุผลข้างต้น จึงได้แยกข้อมูลตามสภาพแปลงออกเป็น 2 ชุด คือข้อมูลของแปลงสภาพดินดอน (แปลงย่อย 1 และ 3) และชุดข้อมูลแปลงสภาพน้ำขัง (แปลงย่อย 2, 4, 5 และ 6) จากนั้นนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงกับความสูงของลำต้น ความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงกับความยาวราก และความถี่ของค่าแรงที่ใช้ในการดึงของหญ้าข้าวนก ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.6 - 4.8



รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความสูงลำต้นหญ้าข้าวนก **สภาพแปลงดินดอน**



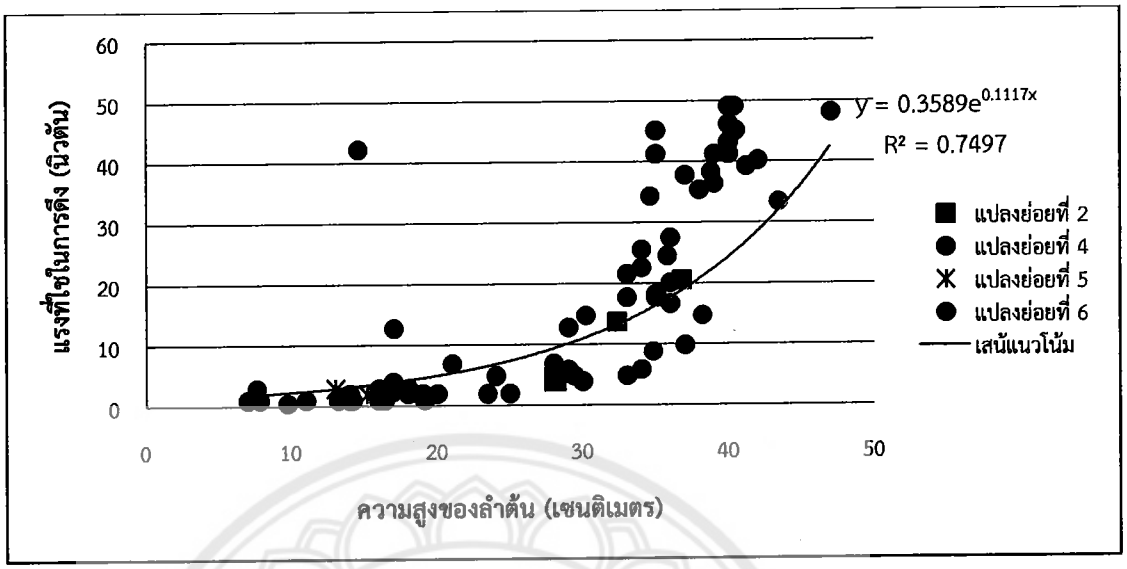
รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความยาวรากหญ้าข้าวนก สภาพแปลงดินดอน



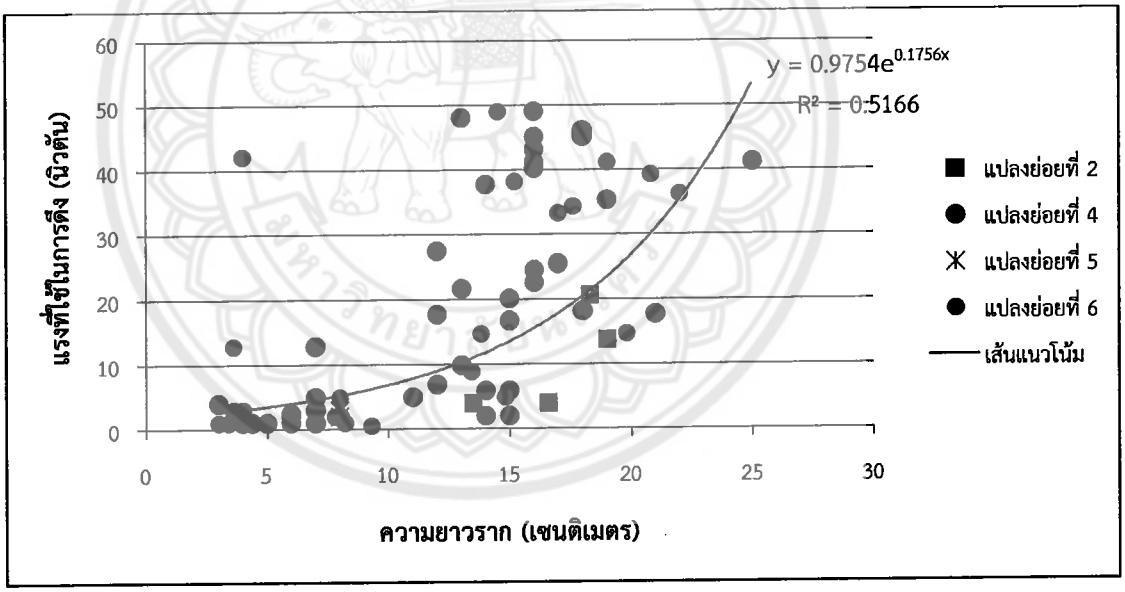
รูปที่ 4.8 กราฟค่าความถี่ของแรงดึงของหญ้าข้าวนก สภาพแปลงดินดอน

จากรูปที่ 4.6 จะได้ว่าค่าแรงที่ใช้ในการดึง (y) กับความสูงลำต้นหญ้าข้าวนก (x) มีความสัมพันธ์เป็นฟังก์ชั่นเอ็กโพเนนเชียลดังสมการ $y = 1.9908e^{0.0582x}$, $R^2 = 0.3611$ โดยค่าแรงที่ใช้ในการดึง (y) กับความยาวรากหญ้าข้าวนก (x) มีความสัมพันธ์เป็นฟังก์ชั่นเอ็กโพเนนเชียลดังสมการ $y = 6.1548e^{0.0688x}$, $R^2 = 0.103$ (จากรูปที่ 4.7) ขนาดของความสูงลำต้นและความยาวรากที่เพิ่มขึ้นทำให้ขนาดของแรงที่ใช้ดึงต้นหญ้าข้าวนกออกจากดินมีค่าสูงขึ้น จากรูปที่ 4.8 แรงที่ใช้ในการดึงหญ้าข้าวนกในสภาพแปลงเป็นดินดอนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 34.5) มีค่าระหว่าง 0.98 – 10.00 นิวตัน พบว่าค่าแรงที่ใช้ดึงต้นหญ้าข้าวนกที่มีความสูงเท่ากันมีหลายค่าขึ้นกับสภาพดิน ถ้าเป็นดินดอนค่อนข้างแห้งรากจะยึดเกาะดินได้ดีทำให้ต้องใช้แรงในการดึงสูงกว่าต้นที่สูงเท่ากันแต่อยู่ในดินที่มีน้ำขัง ซึ่งดินจะอ่อนทำให้ง่ายต่อการดึง

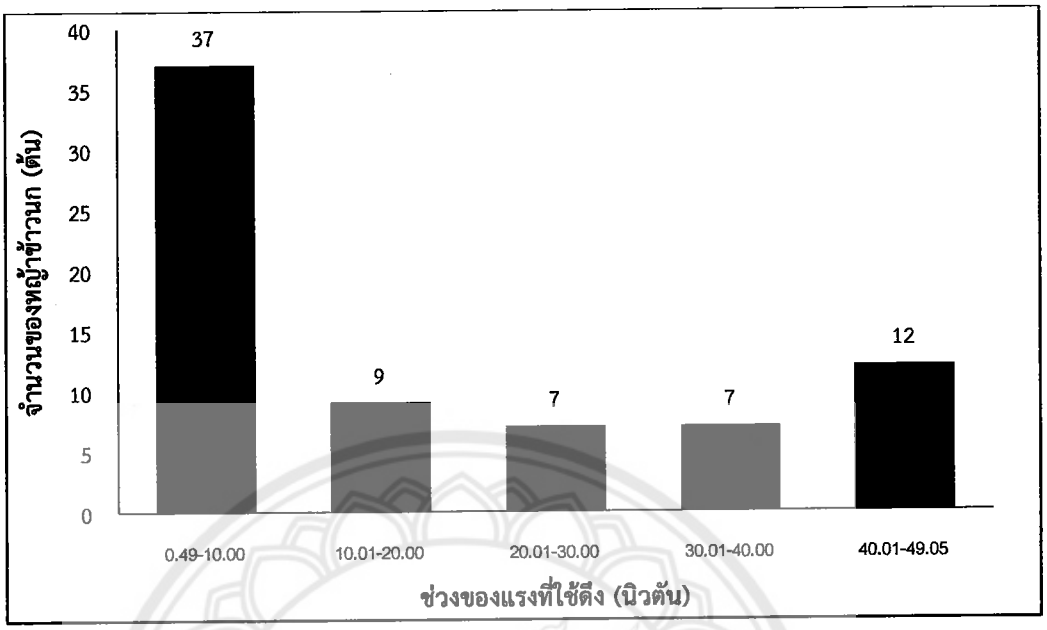
ข้อมูลของแปลงย่อยที่สภาพแปลงมีน้ำท่วมขัง (แปลงย่อยที่ 2, 4, 5 และ 6) ของหญ้าข้าวนกแสดงในกราฟรูปที่ 4.9 - 4.11



รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความสูงลำต้นหญ้าข้าวนก สภาพแปลงมีน้ำขัง



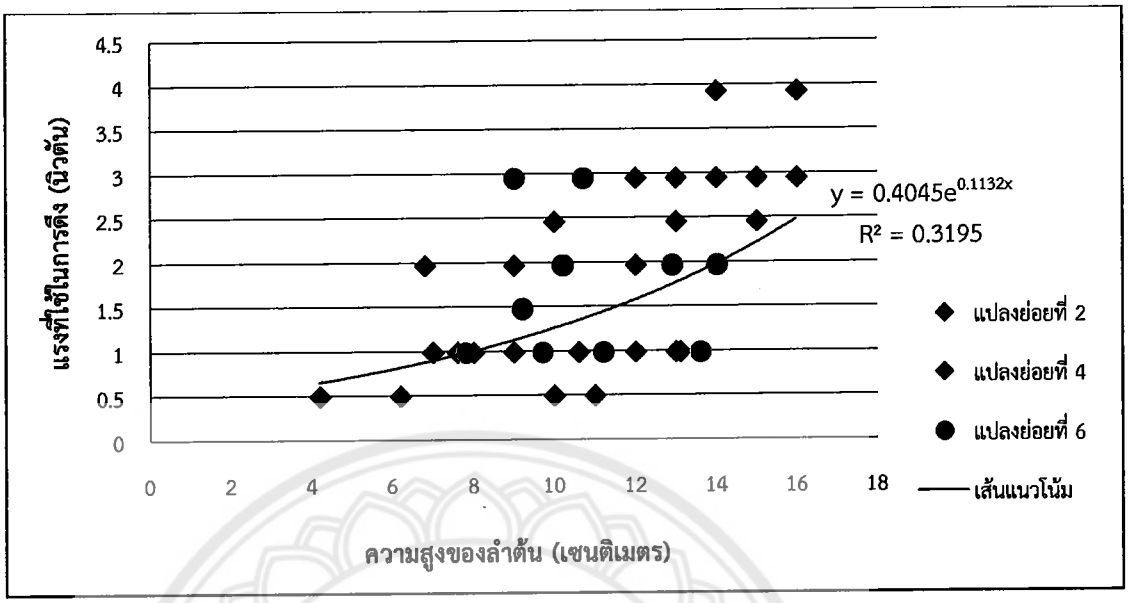
รูปที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความยาวรากหญ้าข้าวนก สภาพแปลงมีน้ำขัง



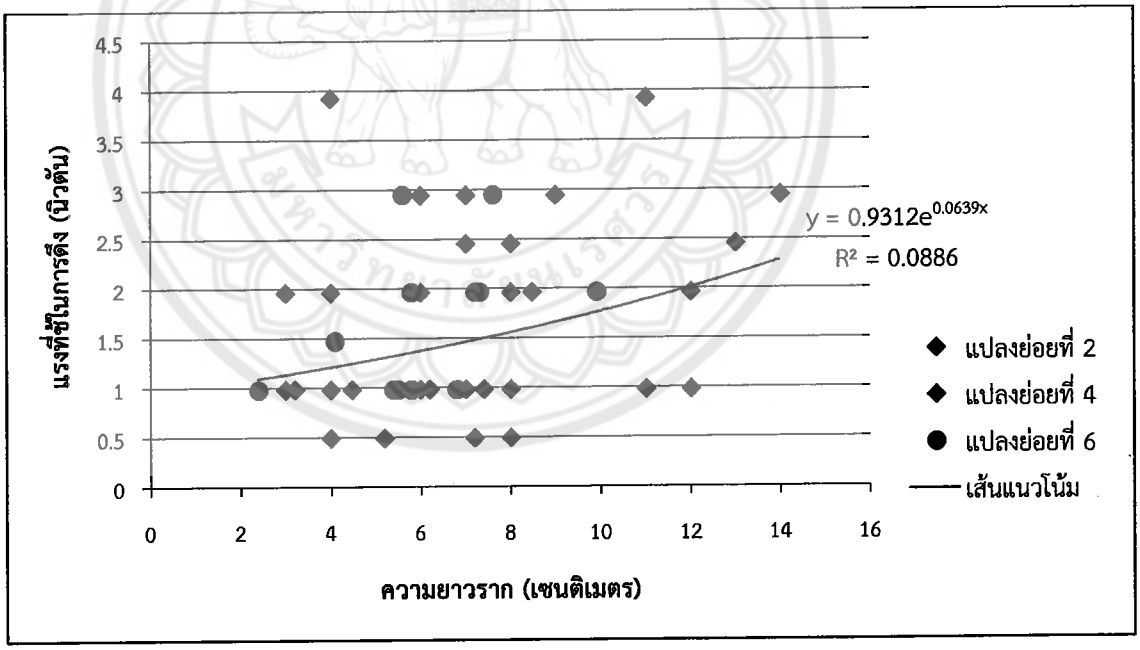
รูปที่ 4.11 กราฟความถี่ของแรงดึงของหญ้าข้าวนก สภาพแปลงมีน้ำขัง

จากกราฟในรูปที่ 4.9 พบว่ากรณีของแปลงที่มีน้ำขังนั้น ค่าแรงที่ใช้ในการดึง (y) กับความสูงลำต้นหญ้าข้าวนก (x) มีความสัมพันธ์เป็นฟังก์ชั่นเอ็กโพเนนเชียล ดังสมการ $y = 0.3589e^{0.1117x}$, $R^2 = 0.7497$ ส่วนค่าแรงที่ใช้ในการดึง (y) กับความยาวรากหญ้าข้าวนก (x) มีความสัมพันธ์เป็นฟังก์ชั่นเอ็กโพเนนเชียล ดังสมการ $y = 0.9754e^{0.1756x}$, $R^2 = 0.5166$ (รูปที่ 4.10) จากความสัมพันธ์ข้างต้นนี้ พบว่าหญ้าข้าวนกที่มีขนาดความสูงของลำต้นเท่ากัน หรือขนาดความยาวรากเท่ากัน เมื่อเจริญเติบโตในสภาพดินดอน จะต้องการแรงที่ใช้ดึงให้หลุดจากดินสูงกว่าเมื่ออยู่ในแปลงที่มีน้ำขัง ซึ่งดินอ่อนนุ่ม ทำให้ง่ายต่อการถอน และจากกราฟในรูปที่ 4.11 พบว่าแรงที่ใช้ในการดึงต้นหญ้าข้าวนกจำนวน 72 ตัวอย่างจากแปลงที่มีน้ำขังส่วนใหญ่ (ร้อยละ 51.4) มีค่าระหว่าง 0.49 – 10.00 นิวตัน

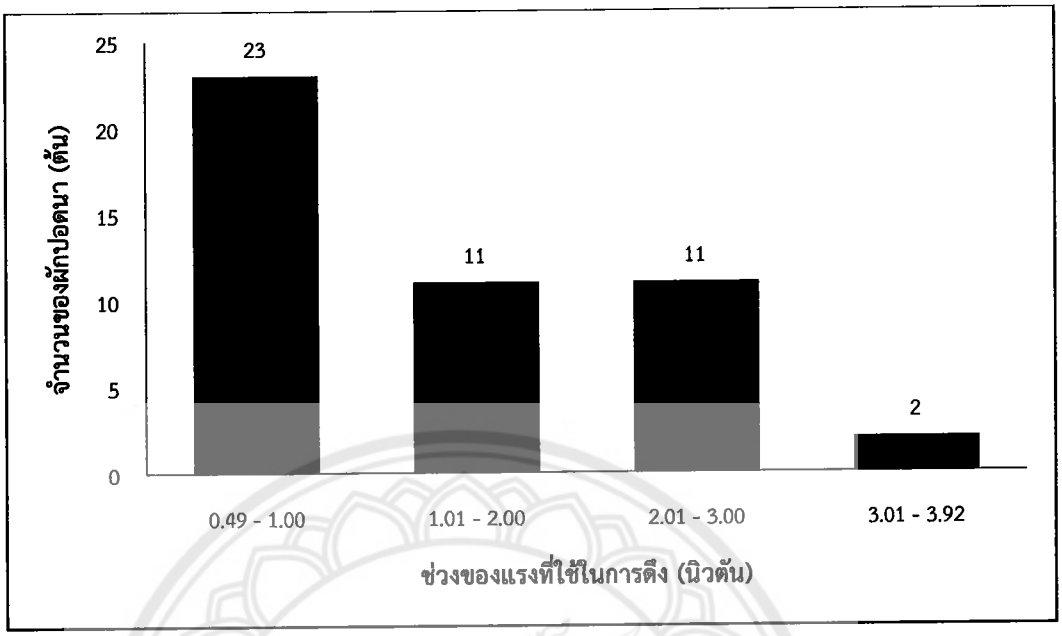
สำหรับผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับความสูงของลำต้นของผักปอดนา แรงที่ใช้ในการดึงกับความยาวราก และ กราฟแสดงความถี่ของแรงที่ใช้ในการดึงผักปอดนา แสดงด้วยกราฟในรูปที่ 4.12, 4.13 และ 4.14 ตามลำดับ โดยเป็นข้อมูลของแปลงย่อยที่ 2, 4 และ 6 เท่านั้น เนื่องจากในแปลงย่อยที่ 1, 3 และ 5 มีจำนวนผักปอดนาน้อยมาก และต้นที่พบมีลำต้นขนาดเล็ก (ความสูงลำต้นต่ำกว่า 4.2 เซนติเมตร) ส่งผลให้แรงที่ใช้ดึงมีค่าน้อยมาก เกินขีดความสามารถในการวัดของชุดวัดแรงดึงที่ใช้ในการทดลองของโครงงานนี้ ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลแรงดึงของผักปอดนาในแปลงย่อยดังกล่าวได้



รูปที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความสูงลำต้นผักปอดนา สภาพแปลงมีน้ำขัง



รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความยาวรากผักปอดนา สภาพแปลงมีน้ำขัง

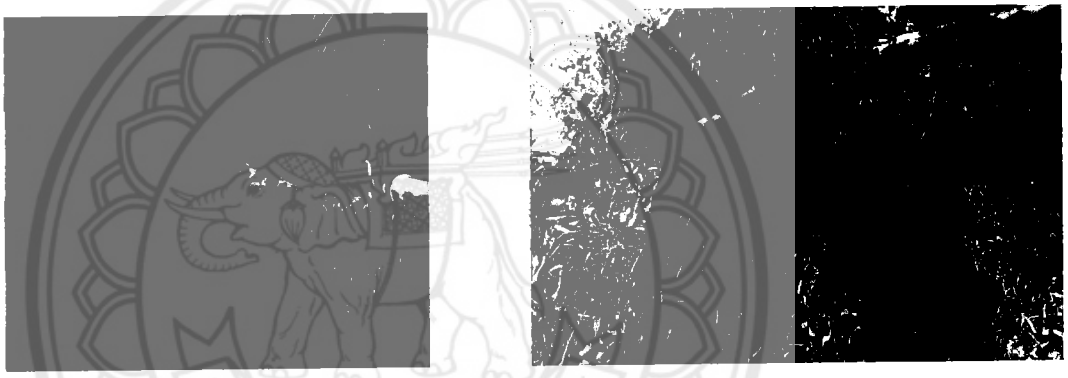


รูปที่ 4.14 กราฟความถี่ของแรงดึงผักปอดนา สภาพแปลงมีน้ำขัง

จากรูปที่ 4.12 พบว่าข้อมูลค่าแรงที่ใช้ในการดึงผักปอดนาค่อนข้างกระจาย เมื่อลองสร้างสมการเส้นแนวโน้มให้เป็นฟังก์ชั่นเอ็กโพเนนเชียล เช่นเดียวกับหญ้าข้าวนก โดยให้ y คือ ค่าแรงดึง และ x คือ ความสูงลำต้นผักปอดนา จะได้สมการความสัมพันธ์ดังนี้ $y = 0.4045e^{0.113x}$ โดยที่ค่า $R^2 = 0.319$ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดึง (y) กับความยาวรากผักปอดนา (x) จะอยู่ในรูปแบบ $y = 5.3008e^{0.1217x}$ และ $R^2 = 0.079$ (แสดงในกราฟรูปที่ 4.13) พบว่าสมการความสัมพันธ์ของทั้งสองกรณีมีค่า R^2 ที่ต่ำกว่าของหญ้าข้าวนกมาก อาจเนื่องจากข้อมูลมีการกระจายตัวสูง หรือเนื่องจากลักษณะทางกายภาพของผักปอดนาแตกต่างจากหญ้าข้าวนก ทำให้สมการความสัมพันธ์อาจอยู่ในรูปแบบอื่น ไม่ใช่เป็นฟังก์ชั่นเอ็กโพเนนเชียล จากกราฟในรูปที่ 4.14 ซึ่งแสดงความถี่ของค่าแรงดึงจากการทดลองดึงต้นผักปอดนาจำนวน 47 ตัวอย่าง พบว่าค่าแรงที่ใช้ในการดึงผักปอดนาส่วนใหญ่ (ร้อยละ 48.9) จะอยู่ที่ระหว่าง 0.49 – 1.00 นิวตัน อย่างไรก็ตามพบว่าแม้ลำต้นผักปอดนาจะมีความสูง หรือความยาวรากที่เท่ากัน แต่ก็ต้องการแรงที่ใช้ในการดึงค่อนข้างกระจายแม้ในสภาพแปลงที่มีน้ำขังสม่ำเสมอ ทั้งนี้อาจเนื่องจากผักปอดนามีความสูงลำต้นและระบบรากที่สั้นกว่าหญ้าข้าวนก ค่าของแรงที่ใช้ดึงให้หลุดจากดินจึงอาจได้รับอิทธิพลจากสภาพดินมากกว่าหญ้าข้าวนก นอกจากนี้เนื่องจากแรงที่ใช้ดึงผักปอดนาส่วนใหญ่มีค่าน้อย ข้อมูลที่วัดได้อาจมีความคลาดเคลื่อนสูงกว่า เมื่อเทียบกับผลของหญ้าข้าวนก เพราะการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยที่เกิดระหว่างการทดลอง เช่น การแกว่งตัวของสลิงของหัวจับขณะที่ดึง เป็นต้น อาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้มาก

4.3 ผลการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว

ในโครงงานนี้ได้ดำเนินการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวชนิดใช้แรงคนเข็น 2 ครั้ง ครั้งแรกทดสอบหลังจากการปักดำข้าวได้ 22 วัน ครั้งที่สองทดสอบหลังจากการปักดำข้าวได้ 36 วัน เนื่องจากในระหว่างการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบกรวย ประสบปัญหาเครื่องพรวนจมลงในดินโคลน (ดังรูปที่ 4.15) และมีโคลนติดลูกพรวนเป็นจำนวนมาก ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ในแปลงทดสอบ จึงยกเลิกการทดสอบการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบกรวย และทำการทดสอบเฉพาะเครื่องพรวนที่มีลูกพรวน 3 แบบ คือ แบบทรงกระบอกฟันตรง แบบทรงกระบอกฟันตัววี และแบบคราดฟันปลา เท่านั้น

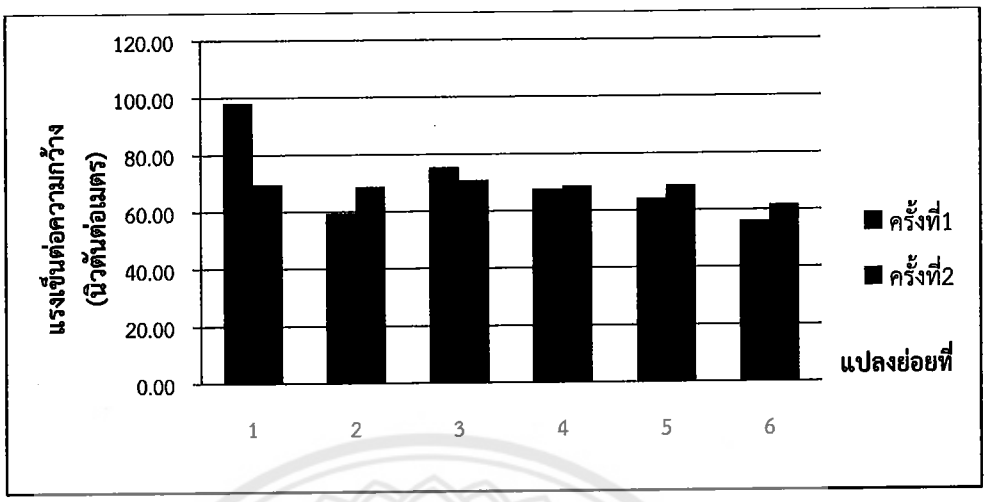


ก. ลูกพรวนเกิดการจมโคลน ข. โคลนติดลูกพรวน

รูปที่ 4.15 ปัญหาของเครื่องพรวนลูกพรวนแบบกรวย

4.3.1 ผลการทดสอบแรงที่ใช้เข็น

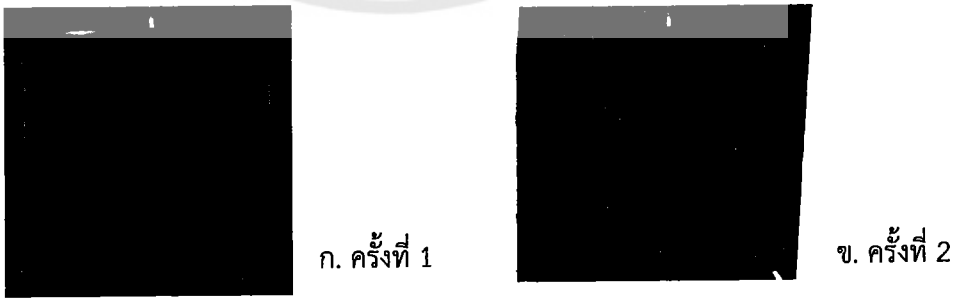
ในการทดสอบเครื่องพรวนในแปลง ผู้ทดสอบเป็นนิสิตชาย 3 คน ความสูง 170 – 187 เซนติเมตร เนื่องจากค่าแรงที่ได้จากการทดลองเป็นแรงที่กระทำตามแนวเอียงของด้ามจับของเครื่องพรวน จึงต้องทำการแตกแรงให้อยู่ในแนวระดับขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของเครื่องพรวน ข้อมูลรายละเอียดผลการคำนวณแสดงในภาคผนวก ข ผลการทดสอบแรงเข็นในแนวระดับเฉลี่ยต่อความกว้างการทำงานของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง จากการทดสอบการทำงานครั้งที่ 1 และ 2 ในแปลง สรุปแสดงในกราฟรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 แรงเข็นแนวระดับเฉลี่ยของเครื่องพรวนลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง

จากกราฟรูปที่ 4.16 ค่าแรงที่ใช้เข็นเครื่องพรวนลูกพรวนแบบทรงกระบอกในการทดลองครั้งที่ 1 ของแปลงย่อยที่ 1 มีค่าสูง ทั้งนี้เนื่องจากผู้ทดสอบยังไม่มีความชำนาญในการใช้งานเครื่องพรวน เวลาเข็นจึงมีโคลนเข้าไปในสกีทำให้เครื่องมีน้ำหนักมากขึ้น ทำให้ต้องมีการหยุดเพื่อเทโคลนออกจากสกี และเมื่อเริ่มเข็นเครื่องพรวนใหม่ ต้องใช้แรงในการเข็นมาก ดังนั้นในการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้รวมของทุกแปลงย่อยจึงตัดข้อมูลการทดสอบครั้งที่ 1 ของแปลงย่อยที่ 1

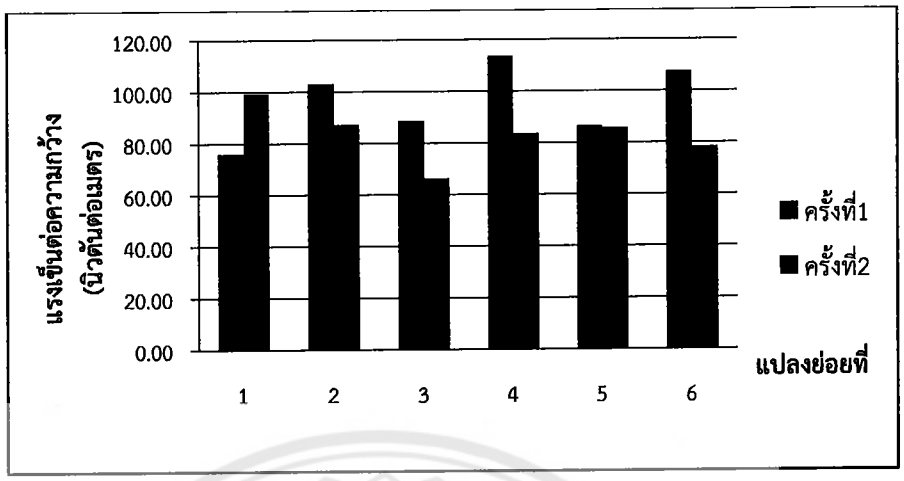
ค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง ของการทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 308.21 และ 324.92 นิวตันต่อเมตร ตามลำดับ การที่แรงที่ใช้เข็นครั้งที่ 2 มีค่าสูงกว่าแรงที่ใช้ในครั้งที่ 1 สันนิษฐานว่าเนื่องจากระดับน้ำในแปลงทดสอบในครั้งที่ 2 (5.4 เซนติเมตร) มากกว่าครั้งที่ 1 (4.3 เซนติเมตร) และกอข้าวมีขนาดใหญ่ขึ้น (รูป 4.17) ทำให้ผู้ทดสอบต้องคอยบังคับเครื่องพรวนไม่ให้ไปถูกต้นข้าวในระหว่างการทดสอบจึงต้องหยุดบ่อย และมื่อเริ่มเข็นใหม่ทำให้ต้องใช้แรงมาก



ก. ครั้งที่ 1 ข. ครั้งที่ 2

รูปที่ 4.17 การแตกกอของต้นข้าวของการทดสอบครั้งที่ 1 และ 2

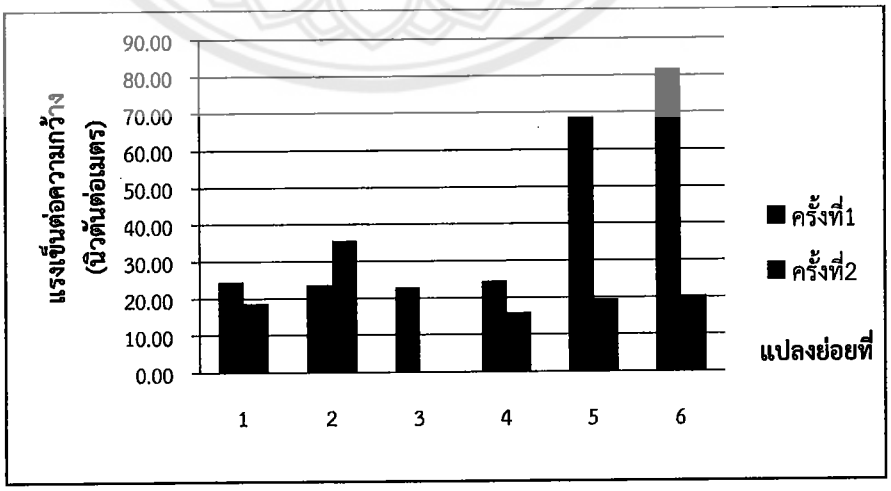
ผลการทดสอบทั้งสองครั้งของแรงเข็นแนวระดับเฉลี่ยต่อความกว้างการทำงานของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี แสดงในกราฟรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 แรงเข็นแนวระดับเฉลี่ยของเครื่องพรวนลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี

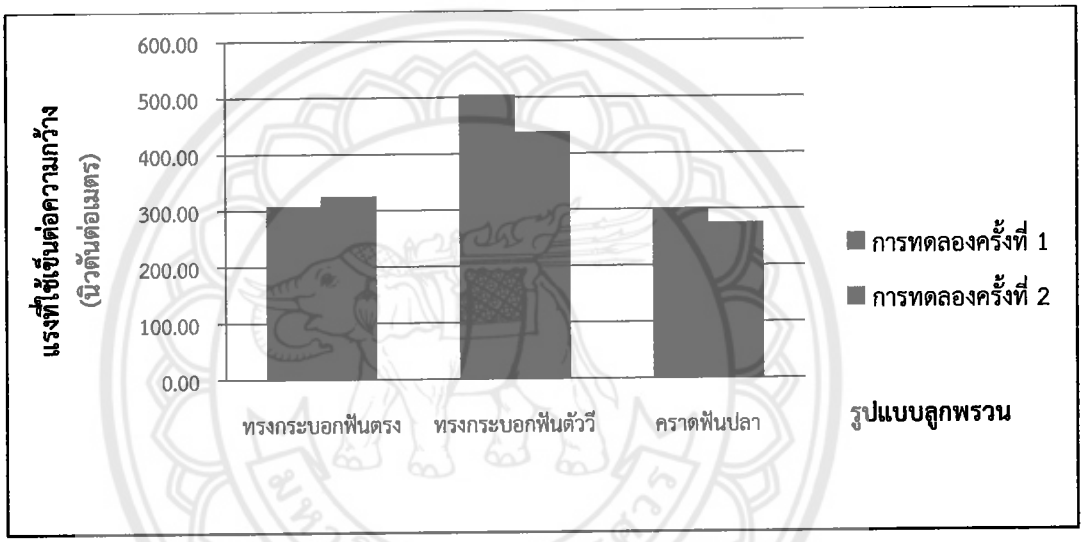
จากกราฟรูปที่ 4.18 จะเห็นว่าในการทดสอบครั้งที่ 1 นั้น ค่าของแรงที่ใช้ของแต่ละแปลงย่อยจะแตกต่างกันมาก เนื่องจากมีผู้ทดสอบ 2 คน ซึ่งแรงที่ใช้จะขึ้นกับทักษะความชำนาญของผู้ทดสอบ ซึ่งถ้าสามารถบังคับเครื่องพรวนไม่ให้จมโคลนก็จะใช้แรงเข็นต่ำกว่ากรณีที่เกิดการจมโคลน ค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี ครั้งที่ 1 เท่ากับ 504.29 นิวตันต่อเมตร สูงกว่าครั้งที่ 2 ซึ่งมีค่า 438.37 นิวตันต่อเมตร ทั้งนี้นอกจากทักษะการใช้งานของผู้ทดสอบแล้ว พบว่าในการทดสอบครั้งที่ 1 วัชพืชในแปลงมีจำนวนมากและเข้าไปพันกับลูกพรวนทรงกระบอกฟันตัววี ทำให้ต้องหยุดบ่อยเพื่อเอาต้นวัชพืชออก และในการทดสอบครั้งที่ 2 ของแปลงย่อยที่ 1 นั้น เครื่องพรวนจมโคลนในขณะทำการทดสอบทำให้ค่าแรงที่ใช้สูงกว่าแปลงย่อยอื่นๆ

ผลการทดสอบแรงแนวระดับที่ใช้เข็นเฉลี่ยต่อความกว้างการทำงานของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบคราดฟันปลา แสดงในกราฟรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แรงเข็นแนวระดับเฉลี่ยของเครื่องพรวนลูกพรวนแบบคราดฟันปลา

จากกราฟรูปที่ 4.19 ไม่มีข้อมูลของการทดสอบครั้งที่ 2 ของแปลงย่อยที่ 3 เนื่องจากสปริงตาชั่งของด้ามวัดแรงเข็นเกิดชำรุดระหว่างการทดสอบ และในการวิเคราะห์ได้ตัดผลการทดสอบครั้งที่ 1 ของแปลงที่ 5 และ 6 ออก เนื่องจากผู้ทดสอบยังไม่มีความชำนาญในการใช้เครื่องพรวนชนิดนี้ทำให้เกิดการจมโคลน และต้องใช้แรงเข็นที่สูงมาก ส่วนในแปลงย่อยที่เหลือผู้ทดสอบใช้เทคนิคการช่วยยกพยุงเครื่องพรวนไว้ (เนื่องจากเครื่องพรวนชนิดนี้มีน้ำหนักเบา) ไม่ให้เครื่องพรวนจมโคลน ทำให้แรงที่ใช้เข็นน้อยลงค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้เข็นเครื่องพรวนแบบลูกพรวนแบบคราดฟันปลาครั้งที่ 1 และ 2 เท่ากับ 300.00 และ 276.11 นิวตันต่อเมตร ตามลำดับ กราฟในรูปที่ 4.20 และตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้เข็นเปรียบเทียบระหว่างลูกพรวน 3 แบบ



รูปที่ 4.20 แรงเข็นแนวระดับเฉลี่ยที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนลูกพรวนแตกต่างกัน 3 แบบ

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบแรงที่ใช้เข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช 3 แบบ

รูปแบบลูกพรวน	การทดสอบ	แรงต่อความกว้างการทำงาน (นิวตันต่อเมตร)
ทรงกระบอกฟันตรง	ครั้งที่ 1	308.21
	ครั้งที่ 2	324.92
	เฉลี่ย	316.56
ทรงกระบอกฟันตัววี	ครั้งที่ 1	504.29
	ครั้งที่ 2	438.37
	เฉลี่ย	471.33
แบบคราดฟันปลา	ครั้งที่ 1	300.00
	ครั้งที่ 2	276.11
	เฉลี่ย	288.06

จากกราฟรูปที่ 4.20 และตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า เครื่องพรวนแบบลูกพรวนทรงกระบอกฟันตัววีใช้แรงเข็นต่อความกว้างการทำงานสูงที่สุด เท่ากับ 471.33 นิวตันต่อเมตร คิดเป็น 1.6 เท่าโดยประมาณของแรงเข็นที่ลูกพรวนแบบคราดฟันปลาต้องการ สันนิษฐานว่าเนื่องจากเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบคราดฟันปลา ใช้ลูกพรวนเพียงลูกเดียว เครื่องมีน้ำหนักเบา และผู้ทดสอบใช้การพยุงเครื่องไม่ให้จมโคลน ส่งผลให้ใช้แรงเข็นน้อย ส่วนเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชแบบทรงกระบอกฟันตัววี พบวัชพืชพันติดกับลูกพรวนจำนวนมาก ตัวเครื่องมีน้ำหนักมาก ประกอบกับสกีมีขนาดเล็กทำให้โคลนไหลเข้าได้ง่าย เกิดการจมโคลน และต้องยกเทโคลนออกจากเครื่องบ่อย

ค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้ในการเข็นในการทดสอบครั้งที่ 2 มีแนวโน้มลดลงเทียบกับครั้งแรก อาจเนื่องจากผู้ทดสอบมีทักษะความชำนาญมากขึ้น และจำนวนวัชพืชของครั้งที่สองมีจำนวนน้อยกว่าเนื่องจากวัชพืชจำนวนหนึ่งได้ถูกพรวนกำจัดไปแล้วในการทดสอบครั้งแรก ส่วนแรงเข็นเฉลี่ยของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรงในครั้งที่ 1 ต่ำกว่าครั้งที่ 2 เล็กน้อย อาจเนื่องจากเครื่องพรวนนี้มีหน้ากว้างสูงที่สุด (22 เซนติเมตร) ผู้ทดสอบต้องพรวนอย่างระมัดระวังในครั้งที่ 2 เนื่องจากต้องคอยบังคับลูกพรวนไม่ให้ทำความเสียหายแก่ต้นข้าวที่แตกกอใหญ่ขึ้นในการทดสอบครั้งที่ 2

4.3.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะ

จากผลการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวชนิดใช้แรงคนเข็นในแปลงทดสอบสามารถนำไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช ประสิทธิภาพทางไร่ สมรรถนะทางไร่ ประสิทธิผล และดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืช ได้จากสมการในบทที่ 2 โดยตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวก ข. ค่าที่คำนวณได้สรุปแสดงในตารางที่ 4.6

ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช (สมการ 2.3) สามารถหาได้จากจำนวนวัชพืชก่อนการพรวนและหลังการพรวนโดยเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช ในโครงงานนี้จะใช้การนับจำนวนต้นวัชพืชจากรูปถ่ายโดยจะนับในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ดังกรอบสีฟ้าจากตัวอย่างรูปถ่าย ในรูปที่ 4.21 ข้อมูลจำนวนต้นวัชพืชที่นับได้ และผลการคำนวณประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช แสดงในภาคผนวก ข.

ก. ก่อนการพรวน ข. หลังการพรวน

รูปที่ 4.21 ตัวอย่างรูปถ่ายสำหรับการนับวัชพืช

ตารางที่ 4.6 สรุปผลการทดสอบในแปลงของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช 3 แบบ

รูปแบบลูกพรวน	การทดสอบ	ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช, e (ร้อยละ)	ประสิทธิภาพทางไร่, e_t	กำลังงานที่ใช้, hp (กำลังม้า)	สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล, C_E		ดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืช, P	
					(ไร่ต่อชั่วโมง)	(เฮกตาร์ต่อชั่วโมง)	(ไร่ต่อชั่วโมง-กำลังม้า)	(เฮกตาร์ต่อชั่วโมง-กำลังม้า)
ทรงกระบอกฟันตรง	ครั้งที่ 1	74.66	0.81	0.07	0.45	0.07	43356.13	7039.37
	ครั้งที่ 2		0.81	0.09	0.52	0.08	38449.90	6097.23
	เฉลี่ย		0.81	0.08	0.48	0.08	40903.01	6568.30
ทรงกระบอกฟันตัววี	ครั้งที่ 1	70.53	0.6	0.11	0.33	0.05	18754.57	2981.50
	ครั้งที่ 2		0.76	0.11	0.51	0.08	29430.25	4616.51
	เฉลี่ย		0.68	0.11	0.42	0.07	24092.41	3799.00
แบบคราดฟันปลา	ครั้งที่ 1	54.21	0.55	0.03	0.33	0.05	53396.85	8402.55
	ครั้งที่ 2		0.77	0.02	0.42	0.07	102863.48	16669.58
	เฉลี่ย		0.66	0.03	0.38	0.06	78130.16	12536.06

หมายเหตุ การคำนวณค่าดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืช (จากสมการ 2.4) กำหนดให้พืชประธานที่ไม่ถูกทำลายจากการกำจัดวัชพืช, q มีค่าเท่ากับร้อยละ 90 ตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวก ข

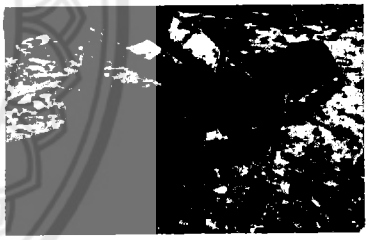
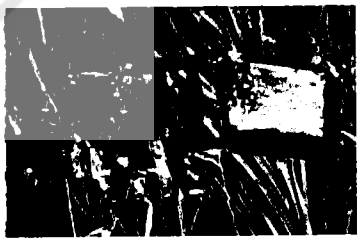
จากตารางที่ 4.6 ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืชของลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรงมีค่าสูงที่สุด ขณะที่ลูกพรวนแบบคราดฟันปลามีค่าต่ำที่สุด สันนิษฐานว่าเนื่องจากลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรงจะทำการตัดและกลบวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบกับมีหน้ากว้างการทำงานสูงที่สุด ขณะที่ลูกพรวนแบบคราดฟันปลามีหน้ากว้างการทำงานน้อยที่สุด การทรงตัวขณะใช้งานทำได้ยาก มีลูกพรวนเพียงหนึ่งลูก และมักเกิดปัญหาต้นวัชพืชพันติดลูกพรวน (ดูรูปในตารางที่ 4.5) ทำให้ต้องหยุดบ่อยเพื่อดึงวัชพืชออก และยังพบปัญหาการจมโคลนมาก ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพทางไร่เฉลี่ยและสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผลของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบคราดฟันปลามีค่าต่ำที่สุดอีกด้วย

ขณะที่ประสิทธิภาพทางไร่เฉลี่ยและสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผลของเครื่องพรวนลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง มีค่าสูงสุด เนื่องจากพบปัญหาวัชพืชติดลูกพรวนน้อยมาก สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ตัวเครื่องมีหน้ากว้างการทำงานมาก สกีมีขนาดใหญ่ ทำให้ง่ายต่อการทรงตัวขณะทำงาน และมีโคลนเข้าเครื่องน้อยเนื่องจากขอบสกีสูง ส่วนลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววีมีค่าประสิทธิภาพทางไร่ใกล้เคียงกับลูกพรวนแบบคราดฟันปลา เนื่องจากต้องเสียเวลาเพื่อเอาเศษวัชพืชออกจากลูกพรวน เช่นกัน การทรงตัวขรณะเข็นใช้งานค่อนข้างยากเพราะสกีมีขนาดสั้น ขอบสกีต่ำทำให้โคลนเข้าเครื่องได้ง่าย ส่งผลให้เครื่องจมโคลน ต้องมีการยกเทโคลนออกเป็นระยะๆ

อย่างไรก็ตามพบว่าดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืชของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบคราดฟันปลามีค่าสูงที่สุด คือ 12536.06 รองลงมาคือ ลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง 6568.30 และของลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี มีค่าต่ำที่สุด คือ 3799.00 จะเห็นได้ว่าดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืชของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบคราดฟันปลามีค่าสูงกว่า

ของแบบทรงกระบอกฟันตรงประมาณ 2 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากกำลังที่ใช้ของลูกพรวนแบบคราดฟันปลามีค่าต่ำที่สุด โดยต่ำกว่ากำลังที่ใช้ของลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรงถึงประมาณ 2.7 เท่า และต่ำกว่าลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววีถึงประมาณ 3.7 เท่า สาเหตุส่วนหนึ่งที่ทำให้ค่ากำลังที่ใช้ของลูกพรวนแบบคราดฟันปลาต่ำ เนื่องจากเครื่องมีขนาดเล็ก มีลูกพรวนเพียงหนึ่งลูก ประกอบกับขณะใช้งานผู้ทดสอบต้องช่วยพยุงเครื่องไว้เพื่อไม่ให้จมโคลน ทำให้กำลังที่ใช้มีค่าต่ำลง

ตารางที่ 4.7 สภาพของเครื่องพรวนจำกัดวัชพืชก่อนและหลังการทดสอบ

รูปแบบเครื่องพรวน	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
ลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง		
ลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี		
ลูกพรวนแบบคราดฟันปลา		

จากผลการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชทั้ง 3 แบบในแปลงนา เมื่อคำนึงถึงค่าประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช ประสิทธิภาพทางไร่ และสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล ตลอดจนความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานจริงในแปลง เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรงมีความเหมาะสมที่สุดในการใช้งาน

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัชพืช

วัชพืชที่พบในแปลงทดลองแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli (L.)* T. Beauv.) และผักปอดนา (*Sphenoclea zeylanica* Gaertn.) ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัชพืชทั้งสองชนิดสรุปแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปข้อมูลทางกายภาพของหญ้าข้าวนกและผักปอดนา

ข้อมูล	หญ้าข้าวนก	ผักปอดนา
ความหนาแน่นเฉลี่ย (ต้นต่อตารางเมตร)	28	9
ความหนาแน่นมวลรวมอิสระเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	73.07	
ความหนาแน่นมวลรวมเป็นระเบียบเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	83.84	
ความสูงลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	30.04	11.33
ความยาวรากเฉลี่ย (เซนติเมตร)	11.75	7.02
แรงดึงเฉลี่ย (นิวตัน)	17.31	1.69

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัชพืชจากดิน (y) และความสูงของลำต้นวัชพืช (x) ของวัชพืชทั้งสองชนิด สามารถแสดงในรูปฟังก์ชั่นเอ็กโพเนนเชียล ได้ดังนี้

หญ้าข้าวนก

แปลงสภาพดินดอน น้ำขังน้อย: $y = 1.9908e^{0.0582x}$, $R^2 = 0.3611$

แปลงน้ำขัง: $y = 0.3589e^{0.1117x}$, $R^2 = 0.7497$

ผักปอดนา

แปลงน้ำขัง: $y = 0.4045e^{0.1132x}$, $R^2 = 0.3195$

โดยความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัชพืชจากดิน (y) และความยาวรากของวัชพืช (x) สามารถแสดงในรูปฟังก์ชั่นเอ็กโพเนนเชียล ดังนี้

หญ้าข้าวนก แปลงสภาพดินดอน น้ำขังน้อย: $y = 6.1548e^{0.0688x}$, $R^2 = 0.103$

แปลงน้ำขัง: $y = 0.9754e^{0.1756x}$, $R^2 = 0.5166$

ผักปอดนา แปลงน้ำขัง: $y = 0.9312e^{0.0639x}$, $R^2 = 0.0886$

5.2 สรุปผลการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว

5.2.1 ผลการศึกษาและทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช

ข้อมูลจำเพาะเชิงเทคนิค ลักษณะเฉพาะของการทำงาน ตลอดจนปัญหาที่พบของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวชนิดใช้แรงคนเข็นที่ทำการทดสอบ ทั้ง 3 แบบ คือ ลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตรง ลูกพรวนแบบทรงกระบอกฟันตัววี และลูกพรวนแบบคราดฟันปลา สรุปแสดงในตารางที่ 5.2 และ 5.3

ตารางที่ 5.2 ข้อมูลจำเพาะเชิงเทคนิคของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าวที่ทำการทดสอบ

รายละเอียด	รูปแบบลูกพรวน		
	ทรงกระบอกฟันตรง	ทรงกระบอกฟันตัววี	คราดฟันปลา
ขนาดเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (เซนติเมตร)			
- หน้ากว้าง	22	20	11
- ความยาวเครื่อง	35	25	21
- ความยาวสกี	40	25	13
- ความยาวด้ามจับ	123	105	97
จำนวนลูกพรวน (ลูก)	2	2	1
น้ำหนักของเครื่องพรวน (กิโลกรัม)	7.9	6.3	1.5
แรงเข็นต่อหน้ากว้างการทำงานเฉลี่ย (นิวตันต่อเมตร)	316.56	471.33	288.06
ประสิทธิภาพทางไร่, e_t	0.81	0.68	0.66
กำลังงานที่ใช้ (กำลังม้า), hp	0.08	0.11	0.03
ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช (ร้อยละ), e	74.66	70.51	54.21
สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (ไร่ต่อชั่วโมง), C_E	0.48	0.42	0.37
ดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืช, P	6568.30	3799.00	12536.06

ตารางที่ 5.3 สรุปลักษณะการทำงานและปัญหาที่พบของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชที่ทำการทดสอบ

ชนิดของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช	ลักษณะการทำลายวัชพืชของลูกพรวน	แรงต่อหน้ากว้างการทำงาน	ดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืช	ปัญหาในการใช้งาน
ทรงกระบอกฟันตรง	การตัดและกลบ	รองลงมา	รองลงมา	- วัชพืชติดลูกพรวนทั้ง 2 ลูก น้อยมากหรือไม่พบเลย - มีน้ำหนักมาก
ทรงกระบอกฟันตัววี	การตัด ถอน และกลบ	มากที่สุด	น้อยที่สุด	- ลูกพรวนที่ 1 มีวัชพืชพันอยู่ ทำให้แรงที่ใช้เข็นมากขึ้น - ขนาดของสกีที่สั้นและขอบของสกีต่ำทำให้เครื่องจมโคลน
คราดฟันปลา	การถอน	น้อยที่สุด	มากที่สุด	- ลูกพรวนมีเศษวัชพืชพันจำนวนมาก - สกีเล็กและสั้น ทำให้ตัวเครื่องจมโคลน ทรงตัวยาก

5.2.2 แนวคิดในการออกแบบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช

1. สกีหน้าของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชควรมีขนาดใหญ่ขอบสกีควรมีความสูงเพื่อกันน้ำและโคลนเข้าไปในสกี

2. ควรมีน้ำหนักเบาเพื่อความสะดวกในเคลื่อนย้าย ระหว่างการใช้งานในแปลง

3. ลูกพรวนกำจัดวัชพืชควรมี 2 ลูกพรวน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาพารามิเตอร์ที่อาจส่งผลต่อการทำงานของเครื่องพรวนเพิ่มเติม เช่นขนาดและค่ามุมเอียงของสกีที่เหมาะสม หรือศึกษาเปรียบเทียบถึงอิทธิพลของระดับความสูงของน้ำในแปลงที่มีต่อแรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชเป็นต้น

2. ควรทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชแบบทรงกรวย (cono) ในแปลงนาที่สามารถทำงานได้ต่อไป เพื่อให้ได้ข้อมูลการทำงานของเครื่อง

3. ส่วนของวัชพืช เมื่อเก็บวัชพืชบรรจุถุงแล้ว ควรทำการวัดหาขนาดเพื่อหาสมบัติทางกายภาพของวัชพืชโดยทันที เพราะต้นวัชพืช เมื่อถูกดึงออกจากดินแล้ว วัชพืชจะตายทันที แล้วต้นวัชพืชจะนิ่มกว่าเดิม และทำให้การนำวัชพืชออกจากถุง ต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อไม่ให้ต้นวัชพืชเสียหาย

4. ควรศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวราก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของราก และแรงที่ใช้ในการดึงของวัชพืชแต่ละชนิด เพื่อเป็นประโยชน์ในเชิงวิชาการต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2556, http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=13577

[2] ศูนย์ศึกษาการค้าระหว่างประเทศ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2556, http://rss2.thaichamber.org/upload/58-65.pdf

[3] สมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย, สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2556, http://wsst-thailand.org/main.php

[4] สมาคมอารักขาพืชไทย, สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม2556, http://www.tcpa.or.th/knowledge.php

[5] มงคล กวางวโรภาส, 2533, การวิจัยและพัฒนาเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชในนาข้าว, ฐานข้อมูลการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สืบค้นเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2556 , http://kucon.lib.ku.ac.th/

[6] หฤทัย เหมะธุลิน, 2552, ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ของวัชพืชในนาข้าวอินทรีย์ จังหวัดพิษณุโลก, ศูนย์เครื่องมือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตสืบค้นเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2556, http://meanhh.wordpress.com/

[7] สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, องค์ความรู้เรื่องข้าว, สืบค้นเมื่อวันที่ 18 มิถุนายน 2556,http://www.brrd.in.th/rkb/weed/index.php.htm

[8] Tamilnadu Agricultural University, สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2556, http://agritech.tnau.ac.in/agriculture/agri_tillage_tillageimplements.html

[9] Technologies and practices for small agricultural producers, FAO, สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2556, http://teca.fao.org/read/7305

[10] Permanent Farming Systems Based on Animal Traction: Farmers Handbook, GTZ, 1995, สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2556, http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/lstock/001/dap/antractionhandbook/B1244_5.HTM

[11] Indiamart, สืบค้นเมื่อวันที่ 10มิถุนายน 2556, http://trade.indiamart.com/details.mp?offer=4003744048

[12] Yanmar Indonesia, สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2556, http://id.yanmar.com/en/product/agriculture/powerWeeder/yaSeries/

[13] Watershed Support Services and Activities Network (WASSAN), 2006, Weeders a reference compendium, ธันวาคม 2549, สืบค้นเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2556,http://www.wassan.org/

[14] Mohammad Reza Alizadeh, 2011, Field performance evaluation of mechanical weeders in the paddy field, สืบค้นเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน2556, http://academicjournals.org/SRE/PDF/pdf2011/30Oct/Alizadeh.pdf

ภาคผนวก ก

แปลงนาที่ทำการทดสอบ

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

ใบรายงานผลการวิเคราะห์

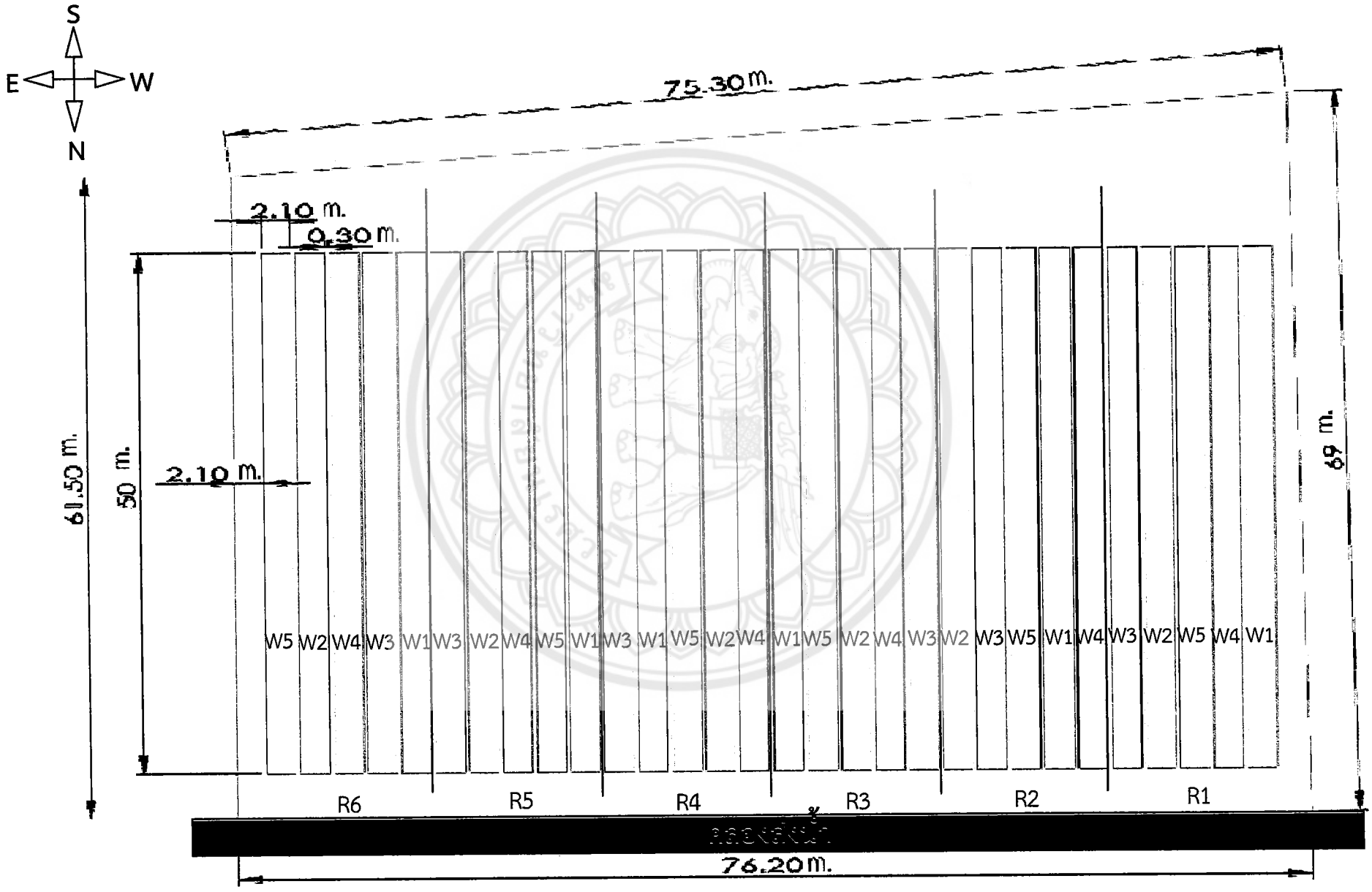
เลขที่วิเคราะห์ 6/2556
ชนิดของตัวอย่าง ดินจำนวน 1 ตัวอย่าง
ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง นายจิรพงศ์ สิริพิทักษ์เดช
วันที่ส่งตัวอย่าง 3 กันยายน 2556

ตัวอย่าง	พารามิเตอร์			
	%Clay	%Sand	%Silt	Soil Texture
ตัวอย่างที่ 1	33.56	26.08	40.36	Clay loam

รวมอัตราค่าวิเคราะห์ทั้งสิ้น 100 บาท (หนึ่งร้อยบาทถ้วน)

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

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภิรมย์ อ่อนเส็ง)
หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
วันที่ 18 ก.ย. 2556



รูป ก.1 การกำหนดพื้นที่การทดลอง

ภาคผนวก ข

เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น

ตารางที่ ข1 เวลาที่ใช้ในการทดสอบเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น

การทดลอง	รหัส	เวลาทั้งหมด (วินาที)	เวลาที่ใช้เลี้ยว (วินาที)	เวลาที่ใช้ซ่อม (วินาที)	เวลาที่ได้งาน (วินาที)
ครั้งที่ 1	R1W1	713.81	96.49	46.62	570.70
	R2W1	536.67	72.01	12.60	452.06
	R3W1	501.07	74.55	11.43	415.09
	R4W1	512.50	82.48	11.29	418.73
	R5W1	507.10	74.29	34.47	398.34
	R6W1	436.05	88.16	0.00	347.89
	R1W2	852.12	76.63	236.79	538.70
	R2W2	822.65	63.28	261.85	497.52
	R3W2	515.20	97.31	123.31	294.58
	R4W2	827.23	138.54	253.85	434.84
	R5W2	800.77	229.08	201.94	369.75
	R6W2	706.86	81.73	190.46	434.67
	R1W3	862.60	66.56	322.49	473.55
	R2W3	724.45	76.80	226.51	421.14
	R3W3	566.37	100.13	51.17	415.07
	R4W3	664.11	88.25	169.26	406.60
	R5W3	853.37	112.17	350.67	390.53
	R6W3	772.76	106.42	364.49	301.85
ครั้งที่ 2	R1W1	538.24	89.10	9.41	449.14
	R2W1	475.78	85.95	14.08	389.83
	R3W1	464.85	82.29	18.08	377.03
	R4W1	449.91	79.37	23.85	356.77
	R5W1	429.43	79.65	20.39	344.15
	R6W1	423.78	79.12	11.65	344.66
	R1W2	433.66	68.98	31.00	345.74
	R2W2	448.20	72.68	35.10	349.20
	R3W2	422.32	71.78	15.80	341.40
	R4W2	526.23	77.30	95.76	361.58
	R5W2	514.93	97.69	61.61	371.43
	R6W2	454.72	109.92	20.88	344.80
	R1W3	510.03	94.18	58.86	371.21
	R2W3	575.59	117.63	61.61	415.04
	R3W3	477.09	88.62	13.63	388.47
	R4W3	684.49	63.16	65.48	544.09
	R5W3	561.60	66.24	40.10	474.66
	R6W3	600.57	71.05	99.10	437.04

ตารางที่ ข2 การนับวัชพืชก่อน หลังการทดสอบและการหาประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช

วิธีการกำจัดวัชพืช	แปลงย่อยที่	ตำแหน่งของแปลง	จำนวนของวัชพืช (ต้น)			
			ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
			ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เครื่องพรวนรูปแบบ Cylinder	1	หน้า	15	3	-	-
		หลัง	1	1	-	-
	2	หน้า	-	-	-	-
		หลัง	37	6	3	1
	3	หน้า	-	-	14	9
		หลัง	-	-	2	2
	4	หน้า	45	6	-	-
		หลัง	1	0	-	-
	5	หน้า	11	2	-	-
		หลัง	3	0	-	-
	6	หน้า	9	3	1	1
		หลัง	2	2	2	1
เครื่องพรวนรูปแบบ Rota finger	1	หน้า	5	0	1	1
		หลัง	1	0	-	-
	2	หน้า	2	1	-	-
		หลัง	20	3	2	2
	3	หน้า	16	7	2	1
		หลัง	27	2	2	1
	4	หน้า	85	27	3	2
		หลัง	2	0	-	-
	5	หน้า	11	7	6	5
		หลัง	1	0	1	1
	6	หน้า	12	1	1	0
		หลัง	5	0	2	0

ตารางที่ ข2 การนับวัชพืชก่อน หลังการทดสอบและการหาประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช (ต่อ)

วิธีการกำจัดวัชพืช	แปลงย่อยที่	ตำแหน่งของแปลง	จำนวนของวัชพืช (ต้น)			
			ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
			ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ
เครื่องพรวนรูปแบบ Finger	1	หน้า	6	3	2	2
		หลัง	3	3	3	3
	2	หน้า	-	-	-	-
		หลัง	3	2	2	2
	3	หน้า	4	3	3	3
		หลัง	21	9	12	11
	4	หน้า	42	10	1	1
		หลัง	1	1	1	1
	5	หน้า	1	1	1	1
		หลัง	7	1	3	3
	6	หน้า	16	7	-	-
		หลัง	46	11	12	9
การถอนด้วยมือ	1	หน้า	37	8	5	1
		หลัง	7	1	-	-
	2	หน้า	33	1	2	1
		หลัง	25	9	5	-
	3	หน้า	33	0	1	-
		หลัง	16	1	1	-
	4	หน้า	64	1	2	-
		หลัง	1	0	-	-
	5	หน้า	13	4	-	-
		หลัง	11	0	3	2
	6	หน้า	3	0	-	-
		หลัง	1	1	2	-

ตารางที่ ข2 การนับวัชพืชก่อน หลังการทดสอบและการหาประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช (ต่อ)

รูปแบบลูกพรวน	แปลงย่อยที่	ผลรวมต้นวัชพืชครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2		ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช,e
		ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	
ทรงกระบอกฟันปลา	1	16	4	
	2	40	7	
	3	16	11	
	4	46	6	
	5	14	2	
	6	14	7	
	รวม	146	37	74.66
ทรงกระบอกฟันตัววี	1	7	1	
	2	24	6	
	3	47	11	
	4	90	29	
	5	19	13	
	6	20	1	
	รวม	207	61	70.53
คราดฟันปลา	1	14	11	
	2	5	4	
	3	40	26	
	4	45	13	
	5	12	6	
	6	74	27	
	รวม	190	87	54.21

การคำนวณสมการของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น

การคำนวณหาสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล

การหาสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล หาจากพื้นที่ที่ได้งานต่อการเวลาที่ใช้ในทำงานจริงของเครื่องพวกกำจัดวัชพืชชนิดใช้แรงคนเข็น ที่ทำการทดสอบในแปลงนา

จาก C_E มีหน่วยเป็น ไร่/ชั่วโมง แต่เวลาที่ใช้ในการทำงานจริงมีหน่วยเป็น ตารางเมตร/วินาที

การเปลี่ยนหน่วย

จากการทดสอบ มีพื้นที่ที่ทำการทดสอบขนาด 2.1 x 50 = 105 ตารางเมตร พิจารณาการทำงานที่เวลา 1 วินาที จะได้

$$\frac{105\text{ตารางเมตร}}{1\text{วินาที}} \times \frac{60\text{วินาที}}{1\text{นาที}} \times \frac{60\text{นาที}}{1\text{ชั่วโมง}} \times \frac{1\text{ไร่}}{1600\text{ตารางเมตร}} = 236.25\text{ไร่ / ชั่วโมง}$$

ดังนั้น การหาสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล ณ เวลา t วินาที จะได้ $\frac{236.25}{t}$ ไร่/ชั่วโมง

สมการสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล

$$C_E = e_t C_T \qquad (2.2)$$

จากการสมการที่ 2.2 ค่า C_E คือ $\frac{236.25}{t}$ ไร่/ชั่วโมง และค่า e_t คืออัตราส่วนเวลาที่ได้งานต่อเวลาที่ใช้ทั้งหมด ดังนั้นสามารถหาค่า สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล, C_T คือ

$$C_T = \frac{C_E}{e_t} = \frac{236.25}{t \times e_t} \text{ ไร่/ชั่วโมง}$$

การคำนวณหาค่าดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืช (Performance index)

จากสมการ $$P = \frac{C_E \times q \times e}{hp} \qquad (2.4)$$

กำหนดให้ค่า ค่าสมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล, C_E เท่ากับ $\frac{236.25}{t}$ ไร่/ชั่วโมง พืชประธานที่ไม่ถูกทำลายจากการกำจัดวัชพืช (ร้อยละ), q เท่ากับร้อยละ 90; ค่าประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช, e คำนวณจากการการนับจำนวนวัชพืชก่อนและหลังการทดสอบ

กำลังงานที่ใช้, $hp = \frac{Fv\cos\theta}{746}$ โดยเครื่องพรวนรูปแบบทรงกระบอกฟันตรง θ =32 องศา, รูปแบบทรงกระบอกฟันตัววี θ =40 องศา, รูปแบบคราดฟันปลา θ =30 องศา สามารถสรุปค่าดังตารางที่ ข.3

ตารางที่ ข3 แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณสมการที่ใช้กับเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช

การ ดสอบ	รหัส	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	แรงที่ใช้ในการเข็นแนวระนาบเฉลี่ย (นิวตัน)	กำลังงานที่ใช้ (กำลังม้า)	สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (ไร่/ชั่วโมง)	สมรรถนะทางไร่ประสิทธิผล (เฮกตาร์/ชั่วโมง)	ประสิทธิภาพไร่	สมรรถนะทางไร่ทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง)	สมรรถนะทางไร่ทฤษฎี (เฮกตาร์/ชั่วโมง)	ประสิทธิภาพเครื่องกำจัดวัชพืช เฉลี่ย(%)	ดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืช (ไร่/ชั่วโมง-กำลังม้า)	ดัชนีความสามารถในการกำจัดวัชพืช (เฮกตาร์/ชั่วโมง-กำลังม้า)
รั้งที่ 1	R1W1	0.82	64.72	0.07	0.33	0.05	0.80	0.41	0.07	74.66	31677.17	4799.57
	R2W1	0.82	64.72	0.07	0.44	0.07	0.84	0.52	0.08	74.66	42236.23	6719.40
	R3W1	0.82	64.72	0.07	0.47	0.08	0.83	0.57	0.09	74.66	45115.97	7679.31
	R4W1	0.82	64.72	0.07	0.46	0.07	0.82	0.56	0.09	74.66	44156.06	6719.40
	R5W1	0.82	64.72	0.07	0.47	0.08	0.79	0.59	0.10	74.66	45115.97	7679.31
	R6W1	0.82	64.72	0.07	0.54	0.09	0.80	0.68	0.11	74.66	51835.37	8639.23
	R1W2	0.82	95.81	0.11	0.28	0.04	0.63	0.44	0.07	70.53	16157.78	2308.25
	R2W2	0.82	95.81	0.11	0.29	0.05	0.60	0.48	0.08	70.53	16734.85	2885.32
	R3W2	0.82	95.81	0.11	0.46	0.07	0.57	0.81	0.13	70.53	26544.93	4039.45
	R4W2	0.82	95.81	0.11	0.29	0.05	0.53	0.55	0.09	70.53	16734.85	2885.32
	R5W2	0.82	95.81	0.11	0.30	0.05	0.46	0.65	0.10	70.53	17311.91	2885.32
	R6W2	0.82	95.81	0.11	0.33	0.05	0.61	0.54	0.09	70.53	19043.10	2885.32
	R1W3	0.91	24	0.03	0.27	0.04	0.55	0.49	0.08	54.21	43910.10	6505.20
	R2W3	0.91	24	0.03	0.33	0.05	0.58	0.57	0.09	54.21	53667.90	8131.50
	R3W3	0.91	24	0.03	0.42	0.07	0.73	0.58	0.09	54.21	68304.60	11384.10
	R4W3	0.91	24	0.03	0.36	0.06	0.61	0.59	0.09	54.21	58546.80	9757.80
	R5W3	0.91	24	0.03	0.28	0.04	0.46	0.61	0.10	54.21	45536.40	6505.20
	R6W3	0.91	24	0.03	0.31	0.05	0.39	0.79	0.13	54.21	50415.30	8131.50
รั้งที่ 2	R1W1	0.97	68.23	0.09	0.44	0.07	0.83	0.53	0.08	74.66	32850.40	5226.20
	R2W1	0.97	68.23	0.09	0.50	0.08	0.82	0.61	0.10	74.66	37330.00	5972.80
	R3W1	0.97	68.23	0.09	0.51	0.08	0.81	0.63	0.10	74.66	38076.60	5972.80
	R4W1	0.97	68.23	0.09	0.53	0.08	0.79	0.67	0.11	74.66	39569.80	5972.80
	R5W1	0.97	68.23	0.09	0.55	0.09	0.80	0.69	0.11	74.66	41063.00	6719.40
	R6W1	0.97	68.23	0.09	0.56	0.09	0.81	0.69	0.11	74.66	41809.60	6719.40
	R1W2	1.03	83.29	0.11	0.54	0.09	0.80	0.68	0.11	70.53	31161.44	5193.57
	R2W2	1.03	83.29	0.11	0.53	0.08	0.78	0.68	0.11	70.53	30584.37	4616.51
	R3W2	1.03	83.29	0.11	0.56	0.09	0.81	0.69	0.11	70.53	32315.56	5193.57
	R4W2	1.03	83.29	0.11	0.45	0.07	0.69	0.65	0.10	70.53	25967.86	4039.45
	R5W2	1.03	83.29	0.11	0.46	0.07	0.72	0.64	0.10	70.53	26544.93	4039.45
	R6W2	1.03	83.29	0.11	0.52	0.08	0.76	0.68	0.11	70.53	30007.31	4616.51
	R1W3	0.83	22.09	0.02	0.46	0.07	0.73	0.63	0.10	54.21	112214.70	17076.15
	R2W3	0.83	22.09	0.02	0.41	0.07	0.72	0.57	0.09	54.21	100017.45	17076.15
	R3W3	0.83	22.09	0.02	0.50	0.08	0.81	0.62	0.10	54.21	121972.50	19515.60
	R4W3	0.83	22.09	0.02	0.35	0.06	0.79	0.44	0.07	54.21	85380.75	14636.70
	R5W3	0.83	22.09	0.02	0.42	0.07	0.85	0.49	0.08	54.21	102456.90	17076.15
	R6W3	0.83	22.09	0.02	0.39	0.06	0.73	0.53	0.09	54.21	95138.55	14636.70

ผลการทดสอบแรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชทุก 5 วินาที

ตารางที่ ข4 ผลการทดสอบแรงที่ใช้ในการเข็น(kg) ครั้งที่ 1 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชรูปแบบ Cylinder

เวลา (วินาที)	แรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (kg)					
	W1R1	W1R2	W1R3	W1R4	W1R5	W1R6
10			10.6	8.8	7	7.6
15		7	10	7.4	8.8	6
20		5.4	12.4	7.8	5.8	6
25		5.6	7.6	6.2	5.6	5.6
30		5.8	8.4	6	5.6	5
35		6.4	6.8	5.2	5.8	5
40	8.4	5.8	9	5.6	5.8	5
45	9.6	5.2	6.6	5.2	5.4	4.8
50	10.6	5	6.6	5.2	6.5	5
55	9.4	6	9.4	6.4	5.6	
60	9.4	6.2	9.6	7.4	7	
65	9.8	6	7.8			7.8
70	11.2	9.6	6.8			8.6
75	18		8.6	11.2	9.2	8.6
80				8.6	9.3	9.6
85		6.8		14.6	10	8.4
90	6.4	6.8	7.4	10.2	7.8	6.3
95	12.6	5.6	5.6	7.4	10.8	6.2
100	16.2	6.4	8.2	6.4	9.6	7.8
105	14.8	7.6	11	9.6	8.2	7.2
110	12.8	5.8	7.2	8.8	6.8	8.4
115	12.4	6.8	8.6	11	9	
120	10.2	7.2	9.2	9	8.6	
125	10.2	9.6	8.6	11.6		
130	18.4	9.8	9.4	9.2		
135		11.8	10.2	7	8.5	
140		12.5	13.4		10	
145	15.6		11.6		8.8	
150	17.6		6.6			
155		8	9.2			
160	18.4	8	13.3			
165		6.8	10.2			

ตารางที่ ข4 ผลการทดสอบแรงที่ใช้ในการเข็น (kg) ครั้งที่ 1เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชรูปแบบ Cylinder (ต่อ)

เวลา (วินาที)	แรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (kg)					
	W1R1	W1R2	W1R3	W1R4	W1R5	W1R6
170		6.8	11.6			
175						
180						
185						
190						
195	14.6					
200	18					
205	12.2					
210						
215						
220						
225	10.2					
230	10					
235	8.8					
240	10.2					
245	11.4					
250	8					
255	12					
260	10.4					
265	9.4					
270	12.2					
275	10.2					
280	13.4					
285	9.8					
290	9.2					
295	11					
300	9					
305	12.6					
310	12.8					
315	10.8					
320	10.2					
min	6.4	5	5.6	5.2	5.4	4.8
max	18.4	12.5	13.4	14.6	10.8	9.6
ค่าแรงเฉลี่ย	11.8	7.2	9.1	8.2	7.7	6.8
ค่าเฉลี่ยรวม	8.5					

ตารางที่ ข5 ผลการทดสอบแรงที่ใช้ในการเข็น (kg) ครั้งที่ 1 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชรูปแบบ Rota finger

เวลา (วินาที)	แรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (kg)					
	W2R1	W2R2	W2R3	W2R4	W2R5	W2R6
10	7.2	10.5	14	9		9.4
15	12.8	19	10.1	17.4	16	9.8
20	10.6	13.4	9.6	19	15.4	10.4
25	14.4	12.4	7.4	12.8	8	11.4
30		12.4	10.2	15	7	11.8
35		14.8	10	19	7	9.4
40	9	15	9	19	9.6	10.5
45	13.2	12	9	16	9.2	13.2
50		11.4		19	9.4	6.8
55		13.2		19	7.4	
60		12.4	13.4	18.4	7.4	
65	9.2	11.2	12.4	16.2	6.9	18
70	12.5		15			
75	14.4		14			16.4
80	11.6	11	13.6			16.6
85	11	13.8	12.2			18.2
90		11	14.3	12.8	11	17.4
95		11.3		12.6	9.2	
100	11.8	14.7		17.2	15.4	
105	14.6		16.5	13.8	11.2	15.8
110			11.2	17.8	11.4	18.2
115		15.6	10.8	10.6		17
120		16		9		15.4
125		17		9	15.8	14.8
130		15.8		15.4	14	
135	10.6	15.8		14	9.8	
140	6.2	14.2				
145		14				17.8
150					15.4	18
155					11.7	18.6
160	11.7				14	
165	7.2				14.4	

ตารางที่ ข5 ผลการทดสอบแรงที่ใช้ในการเข็น (kg) ครั้งที่ 1 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชรูปแบบ Rota finger (ต่อ)

เวลา (วินาที)	แรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (kg)					
	W2R1	W2R2	W2R3	W2R4	W2R5	W2R6
170					16	
175					15.2	
180						
185	6.8					
190	6.4					
195	8.6					
200	8.2					
205	9.5					
210	8.4					
215						
220						
225	9.8					
230	8.5					
235	12.4					
240						
245	9.6					
250	11					
255	13.7					
260						
265						
270	7.4					
275	5.7					
280	7.7					
min	5.7	10.5	7.4	9	6.9	6.8
max	14.6	19	16.5	19	16	18.6
ค่าแรงเฉลี่ย	10.1	13.7	11.8	15.1	11.5	14.3
ค่าเฉลี่ยรวม	12.7					

ตารางที่ ข6 ผลการทดสอบแรงที่ใช้ในการเข็น (kg) ครั้งที่ 1 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชรูปแบบ Finger

เวลา (วินาที)	แรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (kg)					
	W3R1	W3R2	W3R3	W3R4	W3R5	W3R6
10		1.4	1.8		7.9	16.4
15	2.6	2.8	2.2	2.4	13.4	10.4
20	3	2.2	1.6	1.4		13.7
25	2.2	2.4	2.2	1.6		11.4
30	1.6	1.2	2.8	3.2		13
35	2.2	1.6	1.6	2.2		11.4
40	2.8	3	2.2	1.8		
45	3.8	1.6	1.8	2.8	7.6	
50	2.8	2.6	2.4	3.6	11.2	
55	2.6	4	1.6	4.2	9.4	
60	3.6	2.6	2			
65	2.8					
70	1.8			2.6		
75		4.8	2.4	1.2		
80		2.2	5.6	3		
85		3.6	2.4	2.2		6.6
90	1.2	3.2	3.4	3.4		9.2
95	1.6	2.6	3	2	12.8	9.2
100	4.2	7	2	3.6	8.8	3
105	2.4		2.4	6	7	
110	4		1.6	3	7	
115	5.2		2.8		7.4	
120			2.4		8	
125			4.6			
130						
135						
140						8.3
145		1.2		2.8		
150	2.4	2.6	3.8	3.4		
155	4.8	3.4	6.4	3.8		
160	3.2	2.8			8.6	
165		2.2			7.6	

ตารางที่ ข6 ผลการทดสอบแรงที่ใช้ในการเข็น (kg) ครั้งที่ 1 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชรูปแบบ Finger (ต่อ)

เวลา (วินาที)	แรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (kg)					
	W3R1	W3R2	W3R3	W3R4	W3R5	W3R6
170						
175						
180						10.2
185						11.6
190						
195						
200						
205					8.6	
210					9.2	
215					7.8	
220	2.8				4.9	
225	3.6				6.3	
230	2.6				6.2	
235					5.2	9.2
240					7.1	7.6
245					7	8
250					7.2	6.8
255						8
260						10
265						7
270						
min	1.2	1.2	1.6	1.2	4.9	3
max	5.2	7	6.4	6	13.4	16.4
ค่าแรงเฉลี่ย	2.9	2.8	2.7	2.9	8.1	9.6
ค่าเฉลี่ยรวม	4.8					

ตารางที่ ข7 ผลการทดสอบแรงที่ใช้ในการเข็น (kg) ครั้งที่ 2 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชรูปแบบ Cylinder

เวลา (วินาที)	แรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (kg)					
	W1R1	W1R2	W1R3	W1R4	W1R5	W1R6
10	10.2	9.2	10.8	7	10.2	7.8
15	9.2	7	8.8	8.2	8.6	7
20	8.4	6.6	8.6	8.6	8.2	7.2
25	7.2	5.6	6.6	7.2	9	5.8
30	9	5.8	7.4	7.2	7	5.8
35	10.6	7.4	7.8	6.6	6.4	6.8
40	7.8	7.2	6.2	6.4	6.8	6.2
45	8	7.2	6.6	8.2	9	7.6
50	7.2	6.2	7.8	7.6	7.4	6.4
55	7.9	8	6.4	8.6	6.4	6
60	8.2	8				
65	8.4					
70	7.2		7	9	7.6	7
75		7.4	6.8	7	8	7
80		7.2	7.4	6.1	8.2	11.4
85	6.9	7.4	8.4	9	9	8
90	7.6	7.4	10.8	8.6	9.2	8.4
95	8.2	7.2	11.4	9.1	7.8	6.6
100	6.7	7	11.4	10.6	10	8.8
105	8.4	8	10	9.4	9.8	7.2
110	8.6	13.4	8.6	9.4	7.6	9.5
115	8.4	13.4	9.2	10.4	8.6	8.4
120	7.6	12.4	12	9.5	9.4	
125	9.2	11.8	8		8	
130	8.4	9.4				
135	10.3					
140	9.2					
145	8.2					
150	9.4					
min	6.7	5.6	6.2	6.1	6.4	5.8
max	10.6	13.4	12	10.6	10.2	11.4
ค่าแรงเฉลี่ย	8.4	8.3	8.5	8.3	8.3	7.4
ค่าเฉลี่ยรวม	8.2					

ตารางที่ ข8 ผลการทดสอบแรงที่ใช้ในการเข็น (kg) ครั้งที่ 2 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชรูปแบบ Rota finger

เวลา (วินาที)	แรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (kg)					
	W2R1	W2R2	W2R3	W2R4	W2R5	W2R6
10	12.6	15.2		5.8	14.2	8.4
15	14.4	14.5	9.2	8.2	9	9.2
20	17	13	8.4		9.4	12.2
25	12	12.2			10	11
30	15.2	10.8		8	13.6	10.2
35	13	10.8	7.8	7.2	9.8	9.6
40	11.4	9.8	7.8	9	7.6	11.4
45	12.2		9.4	8.8	7.4	11
50			8.4	7.8	7.2	10.2
55		8	8	7.8	5.6	
60	15		8.4			
65	12.4					12.6
70	15.6	6.4			14	12.6
75	13.4	9.8	8.4	12	10.6	10.4
80	14.8	10	7.4		13.2	9.8
85	12.4	12.2	8.8		15.4	10
90	8	13.2	7.8	9.2	15	8.8
95	11.8	13.8	8.4	12	16.6	8.8
100	13.8	12.6	9	14.4	9.6	10.2
105		10.5	10.2	10.6	14.6	10.2
110		13.5	10	14.4	13	10.2
115		12.4	10.4			
120			10.8			
125				13		
130				14.8		
135						
140						
145				15.8		
150				16.8		
155				13		
160				11.6		
165				12.6		

ตารางที่ ข8 ผลการทดสอบแรงที่ใช้ในการเข็น (kg) ครั้งที่ 2 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชรูปแบบ Rota finger (ต่อ)

เวลา (วินาที)	แรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (kg)					
	W2R1	W2R2	W2R3	W2R4	W2R5	W2R6
min	8	6.4	7.4	5.8	5.6	8.4
max	17	15.2	10.8	16.8	16.6	12.6
ค่าแรงเฉลี่ย	13.2	11.6	8.8	11.1	11.4	10.4
ค่าเฉลี่ยรวม	11.1					

ตารางที่ ข9 ผลการทดสอบแรงที่ใช้ในการเข็น (kg) ครั้งที่ 2 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชรูปแบบ Finger

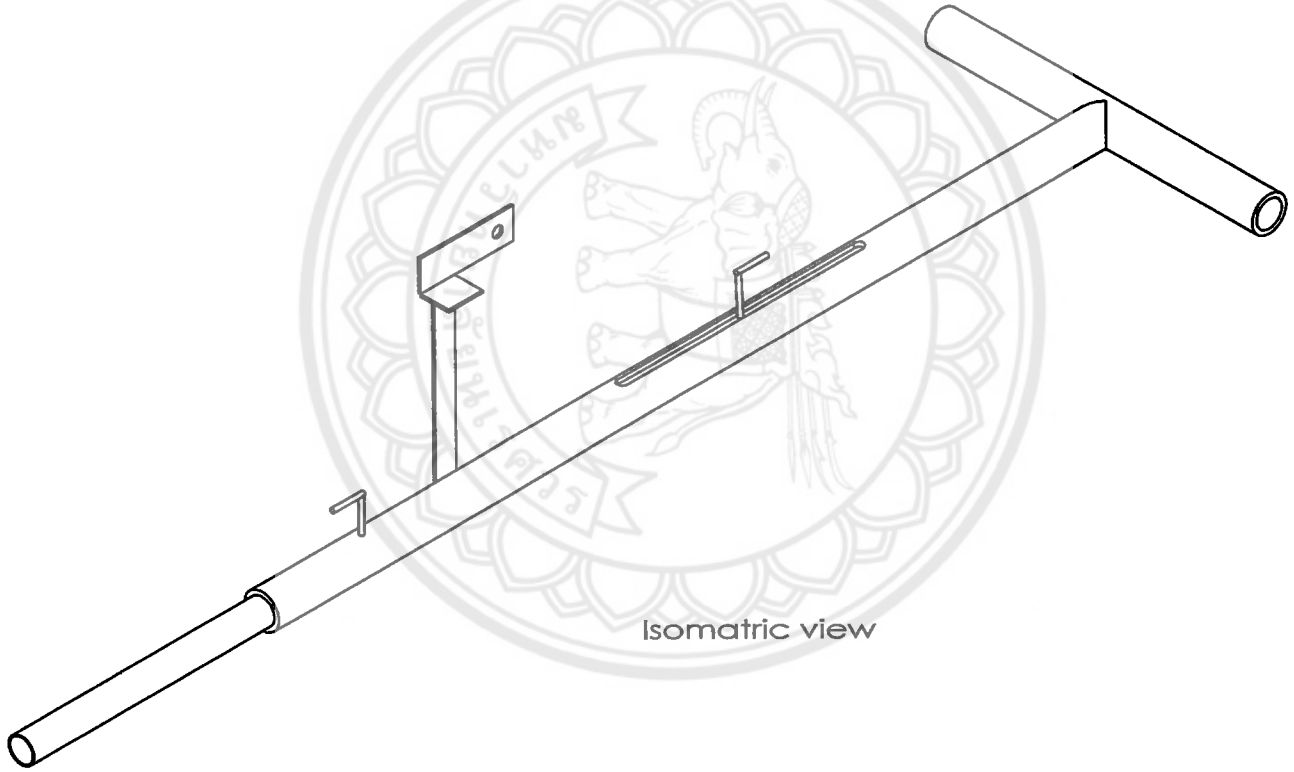
เวลา (วินาที)	แรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (kg)					
	W3R1	W3R2	W3R3	W3R4	W3R5	W3R6
10				2.2	1	1.4
15	1	2.6		1.4	1.2	1.2
20	0.6	3.4		2	2.2	1.4
25	3.8	2.8		0.6	3	3
30	1.2	2.8		1.8	2.2	1.8
35	2.4	3.8		2	2	2.4
40	1	3.2		1.4	1.4	2
45	1.6	5.2		2.6	1.2	3.2
50	2.2	4.6		1.4	1	2.4
55	1.8	5.4		1.4	2.8	1.6
60	3.2	4.2		0.8	2.8	2.4
65				1.6	1.2	3.4
70				2		
75	1.4	4.2		1.8		
80	2.2	4		1.2	4.2	3
85	1.2	3.8			2.6	3.2
90	1.8	4			2.8	4.2
95	1.2	4			1.4	2.8
100	1.2	5.4		1.4	5.2	1.4
105	3.8	2.8		2.8	2.6	2
110	4.2	3.6			4.2	2.6

ตารางที่ ข9 ผลการทดสอบแรงที่ใช้ในการเข็น (kg) ครั้งที่ 2 เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชรูปแบบ Finger (ต่อ)

เวลา (วินาที)	แรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (kg)					
	W3R1	W3R2	W3R3	W3R4	W3R5	W3R6
115	4.2	2.6			2.8	1.6
120	2.8	6		2	1.2	2.2
125	3.4	3.8		1	1.6	3.4
130	3	7.6		1.8	1	1.6
135		6.4		3	2.4	2.6
140				3	3	
145				2	2.4	
150				2.6		4.2
155				1.4		
160				1.8		
165				3.8		
170				3		
175				1.6		
180				1.8		
185				2		
min	0.6	2.6		0.6	1	1.2
max	4.2	7.6		3.8	5.2	4.2
ค่าแรงเฉลี่ย	2.2	4.2		1.9	2.3	2.4
ค่าเฉลี่ยรวม	2.6					

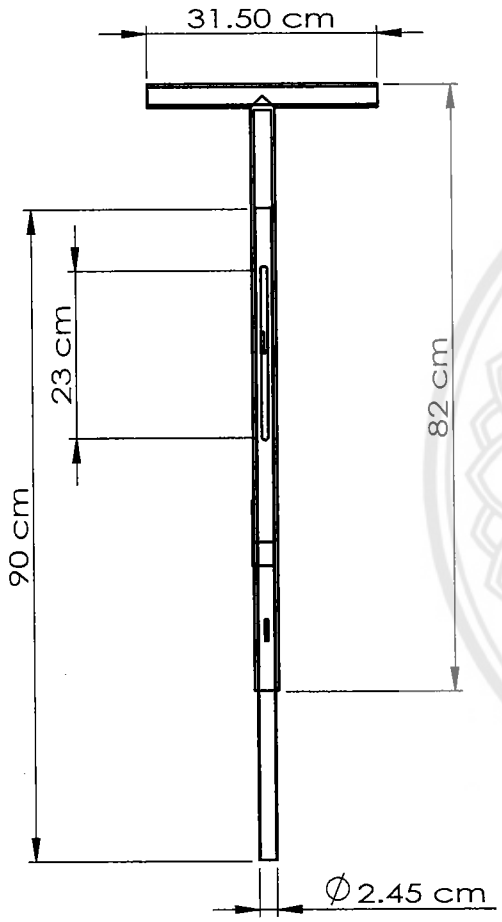
ตารางที่ ข10 ค่าแรงเฉลี่ยของเครื่องพรวนกำจัดวัชพืชทั้ง 3 เครื่อง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

แรงเฉลี่ย	แรงที่ใช้ในการเข็นเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช (kg)		
	W1	W2	W3
ครั้งที่1	8.5	12.7	4.9
ครั้งที่2	8.2	11.1	2.6

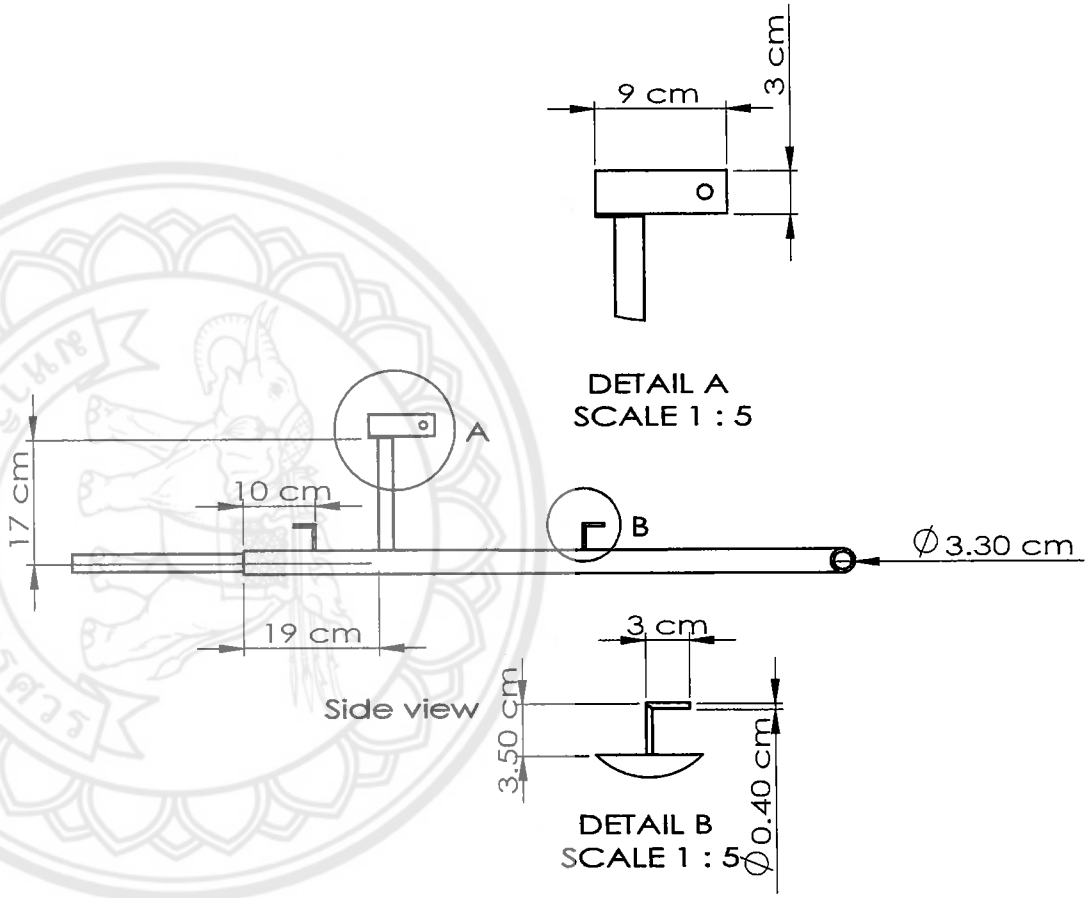


Isomatric view

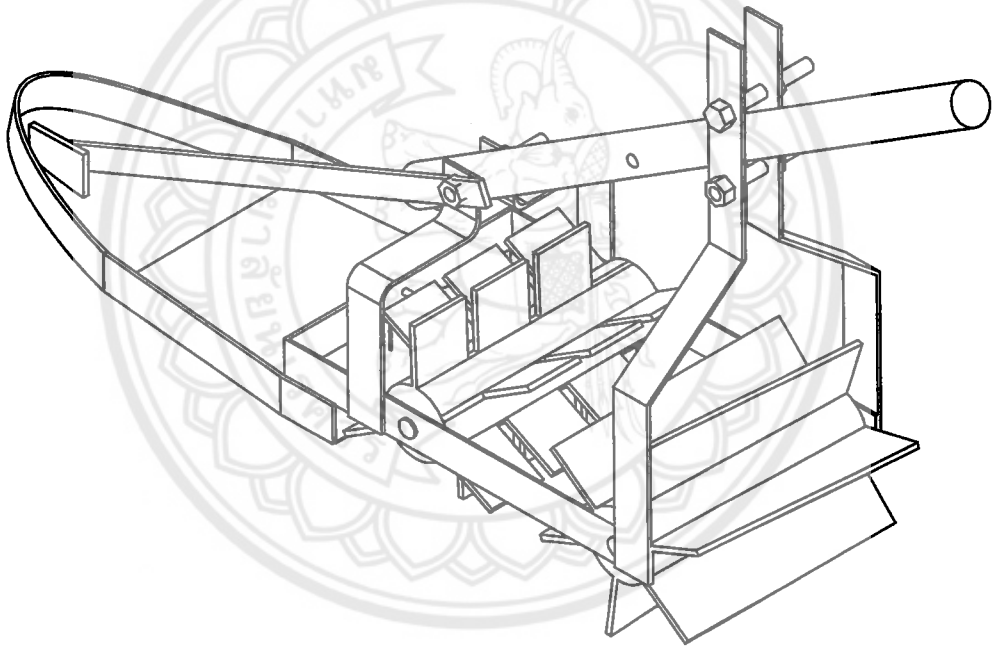
FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 1/2	
	Project : Study&Testing	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Handld weeder	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 28-12-13	Scale : 1: 5



Top view

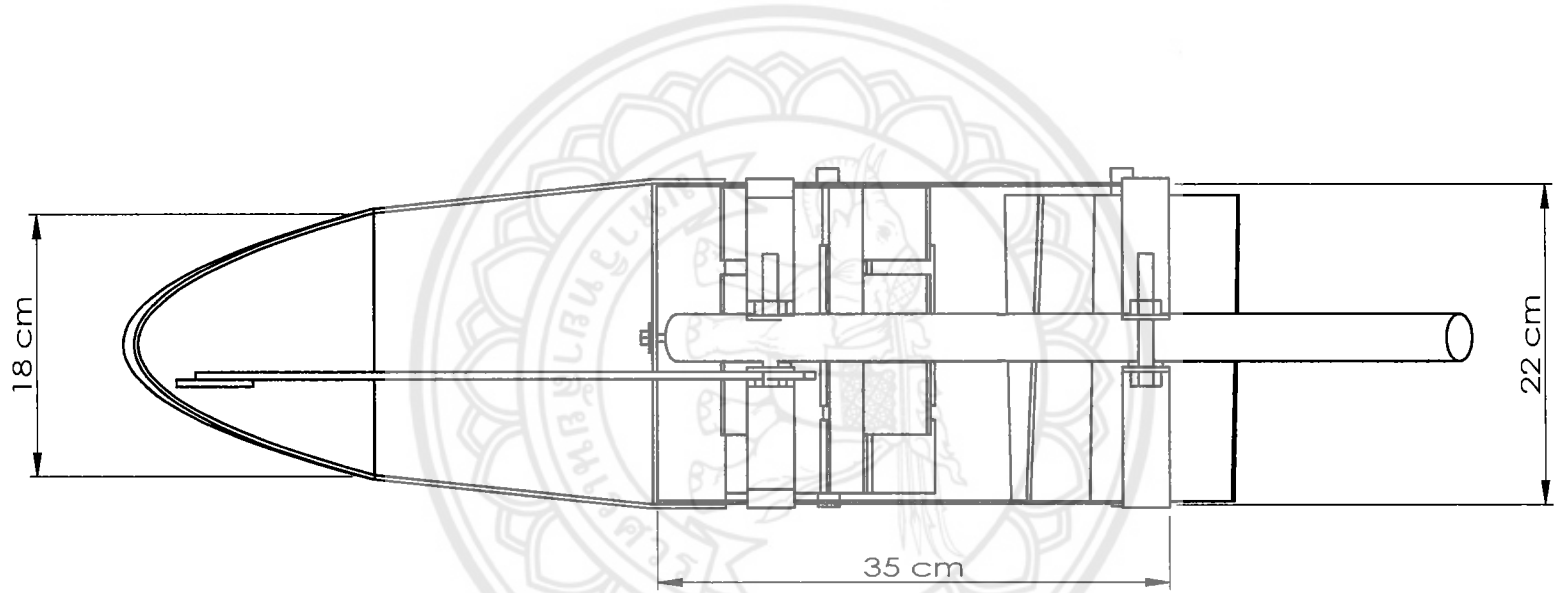


FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 2/2	
	Project : Study&Testing	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Handld weeder	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 28-12-13	Scale : 1: 10



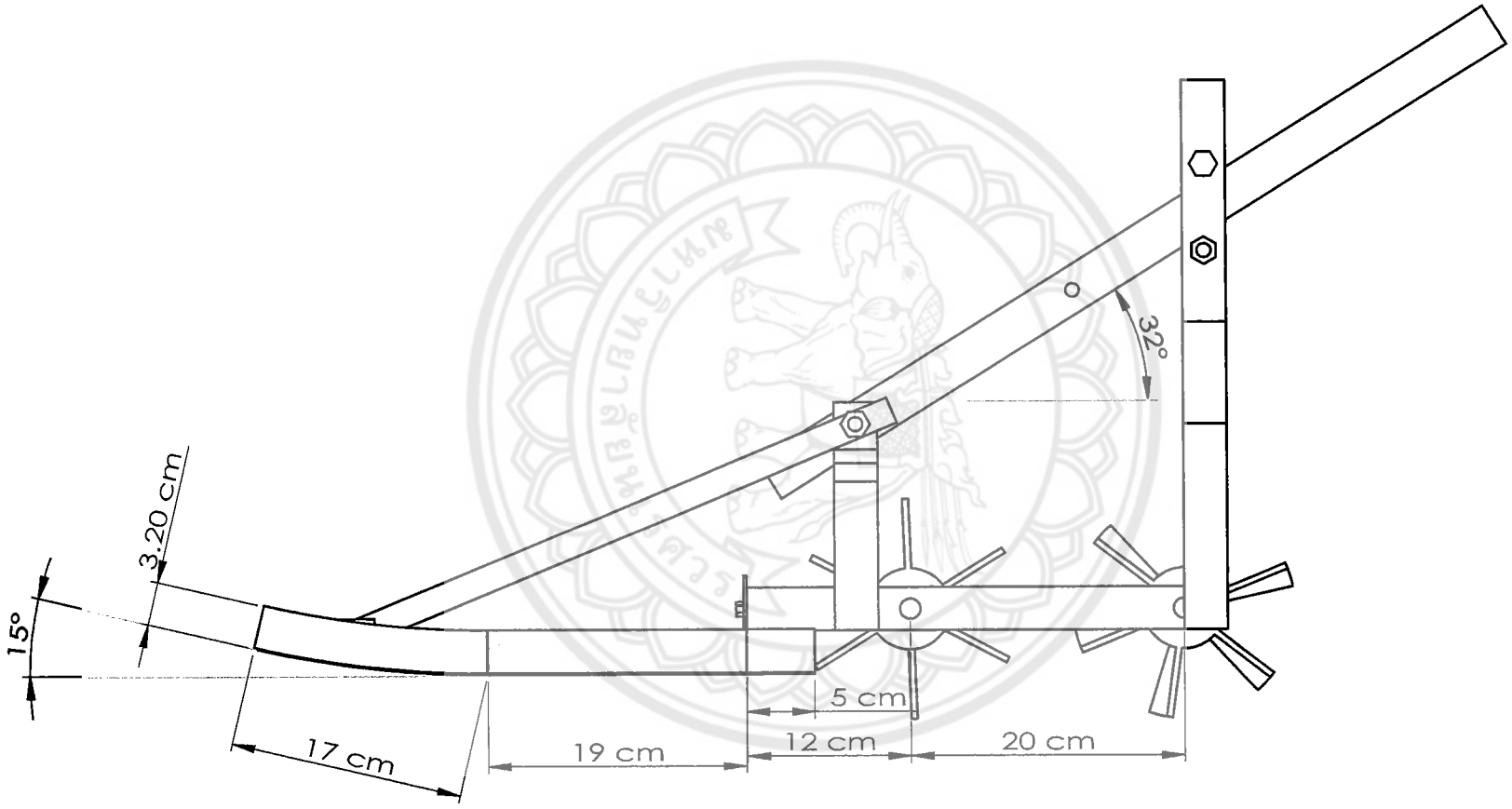
Isometric view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 1/5 Project : Study&Testing Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Cylinder weeder	Drawing : TEAM PROJECT Date : 28-12-13 Scale : 1: 5



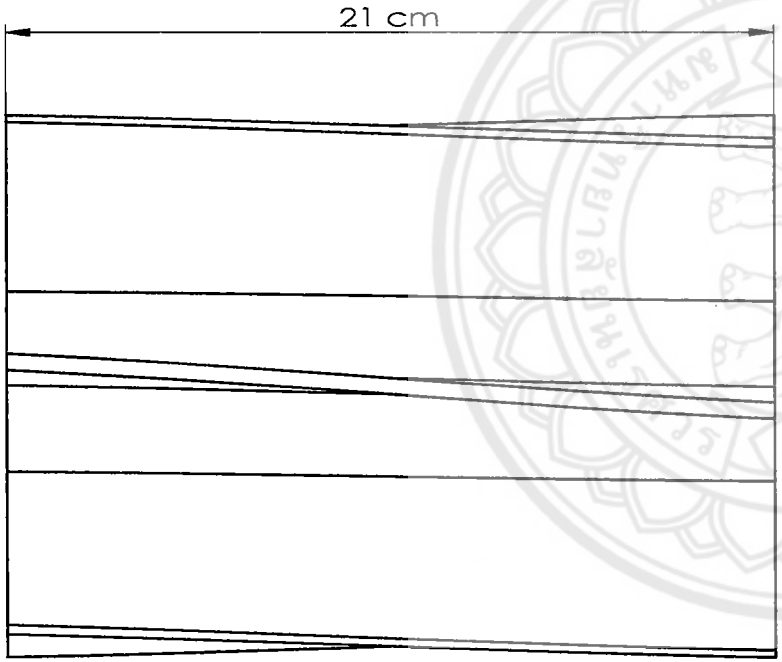
Top view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 2/5 Project : Study&Testing Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Cylinder weeder	Drawing : TEAM PROJECT Date : 28-12-13 Scale : 1: 5

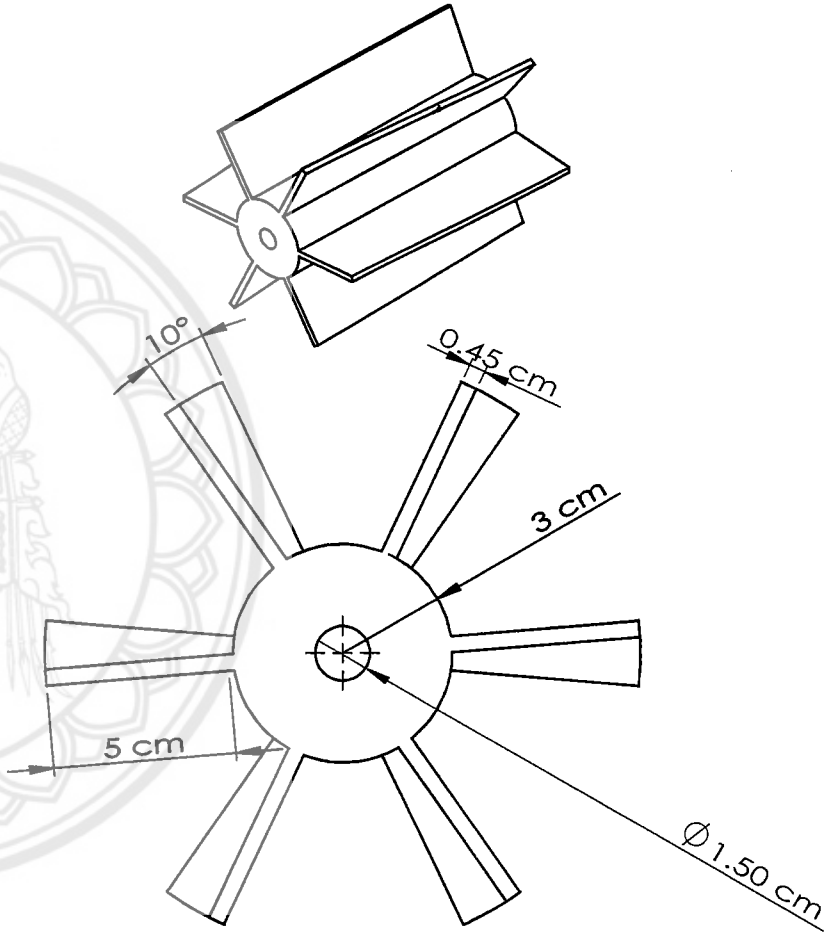


Side view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 3/5 Project : Study&Testing Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Cylinder weeder	Drawing : TEAM PROJECT Date : 28-12-13 Scale : 1:5

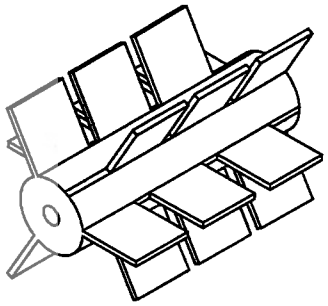


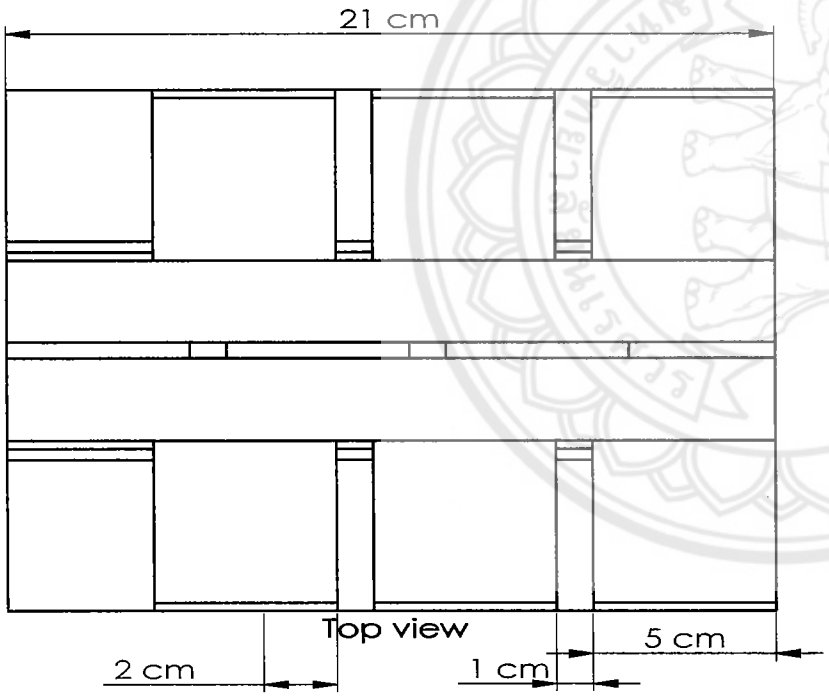
Top view

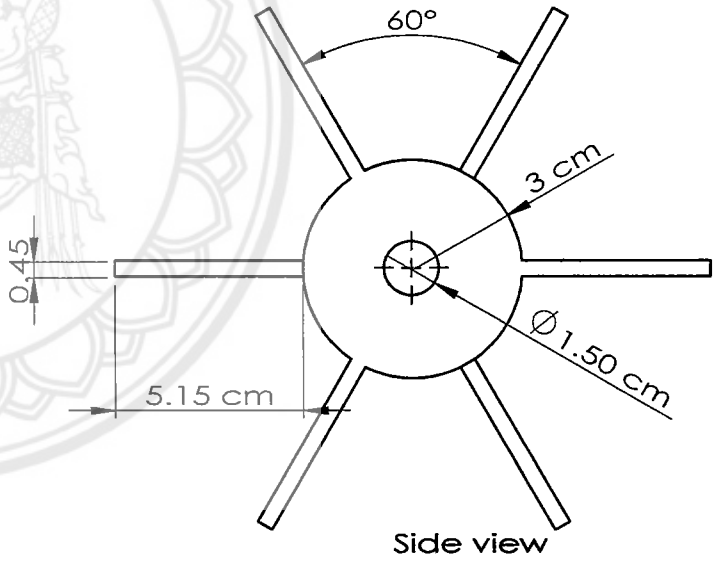


Side view

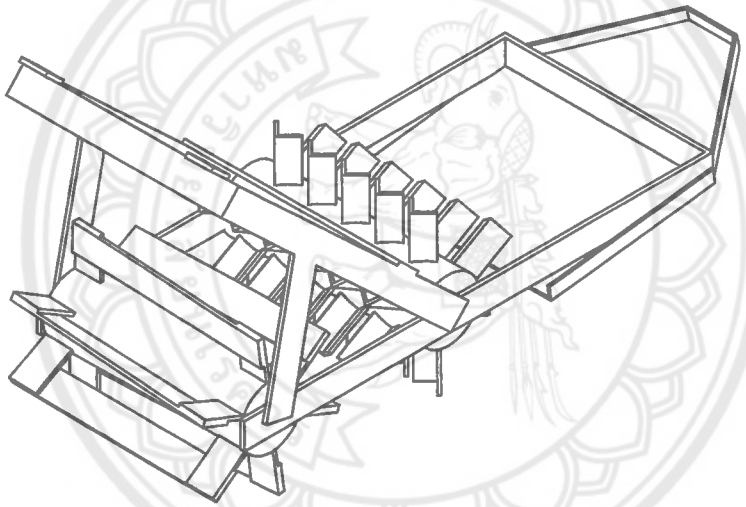
FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 4/5	
	Project : Study&Testing	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Cylinder weeder	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 28-12-13	Scale : 1 : 2





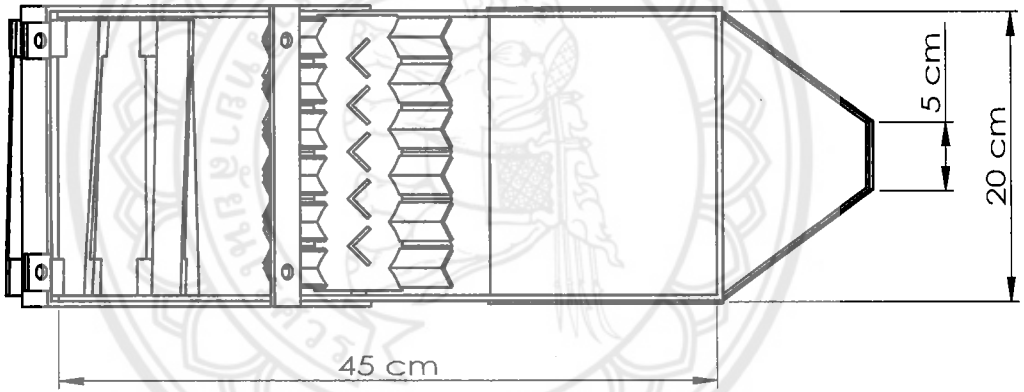


FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 5/5
	Project : Study&Testing
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Cylinder weeder	Drawing : TEAM PROJECT
	Date : 28-12-13 Scale : 1: 2



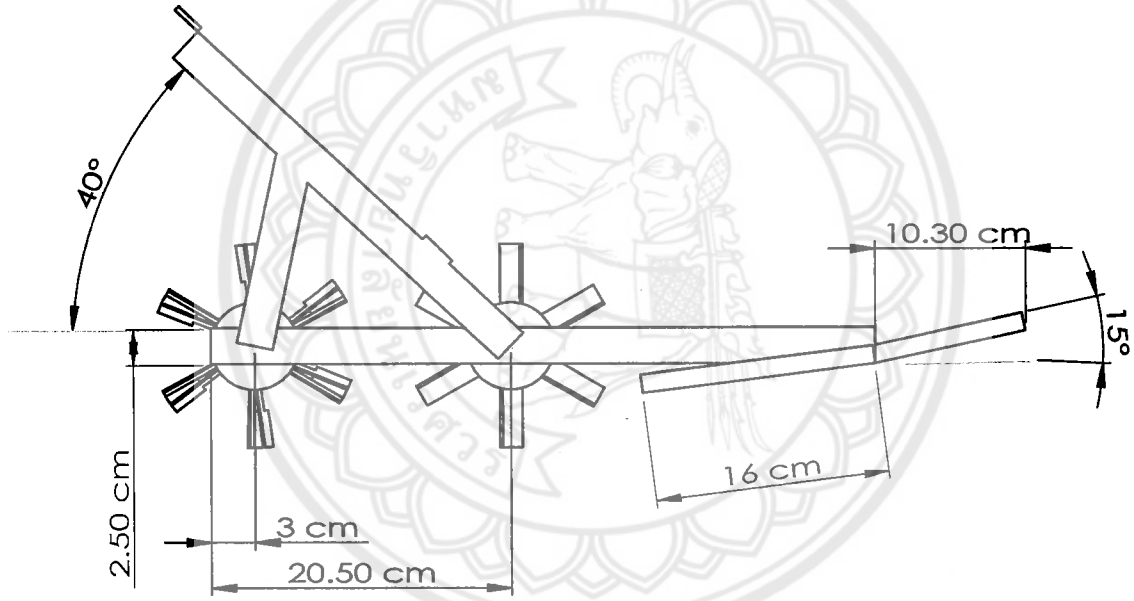
Isomatric view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 1/5
	Project : Study&Testing
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Rotafinger weeder	Drawing : TEAM PROJECT
	Date : 28-12-13 Scale : 1: 5



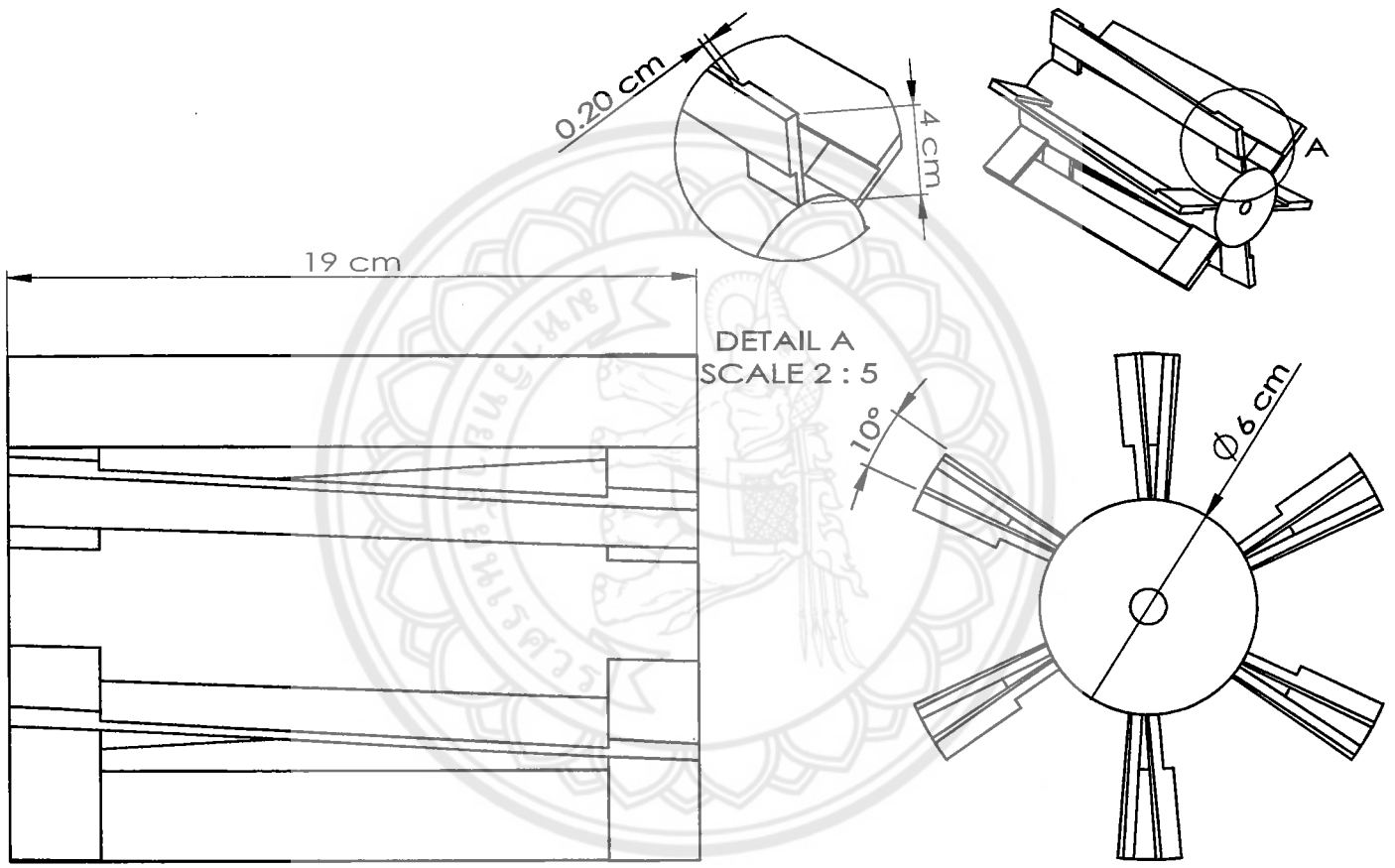
Top view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 2/5	
	Project : Study&Testing	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Rptafinger weeder	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 28-12-13	Scale : 1: 5



Side view

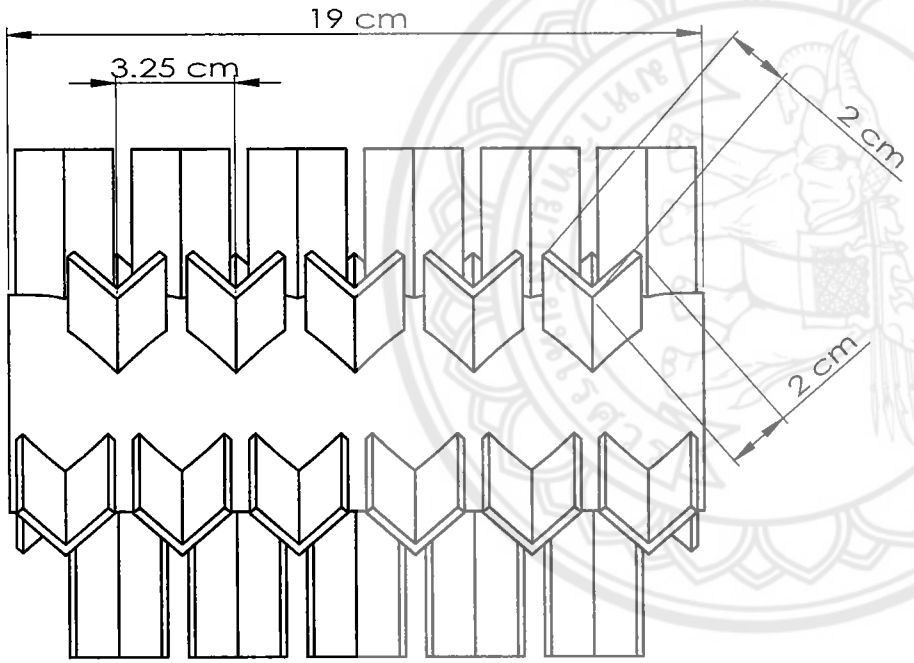
FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 3/5	
	Project : Study&Testing	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Rotafinger weeder	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 28-12-13	Scale : 1: 5



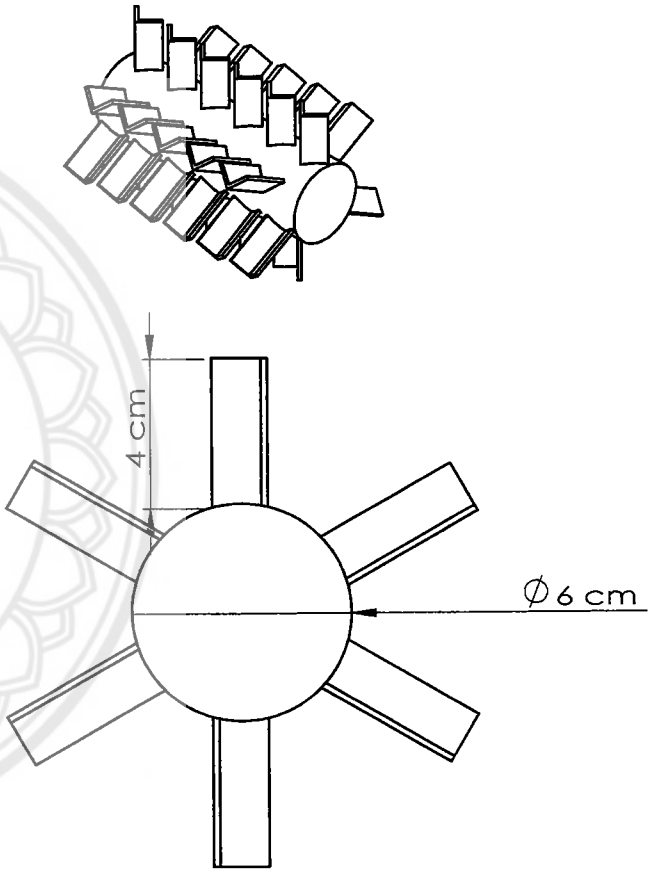
Top view

Side view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 4/5	
	Project : Study&Testing	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Rotafinger weeder	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 28-12-13	Scale : 1: 2

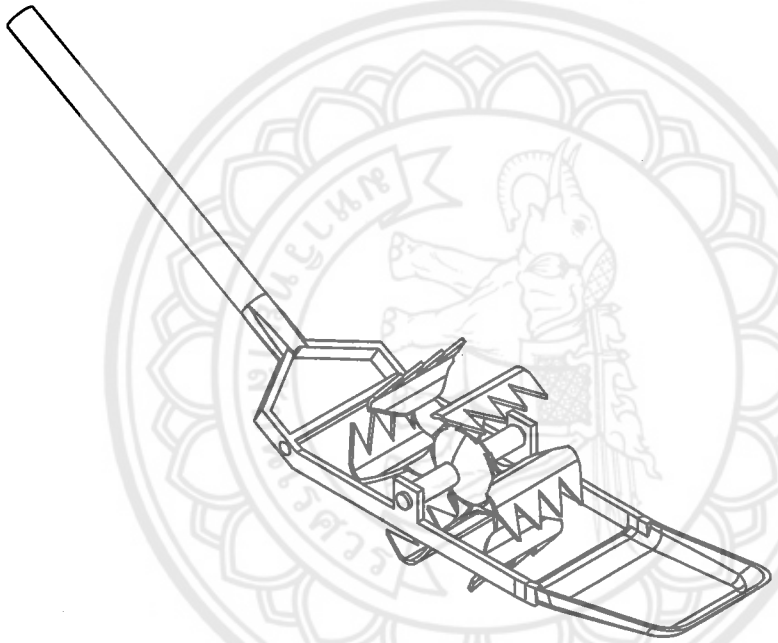


Top view



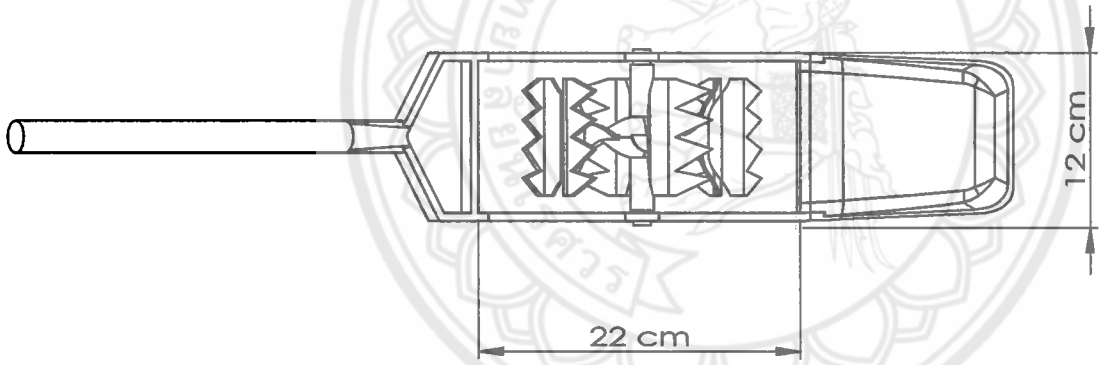
Side view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 5/5 Project : Study&Testing Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Rotafinger weeder	Drawing : TEAM PROJECT Date : 28-12-13 Scale : 1: 2



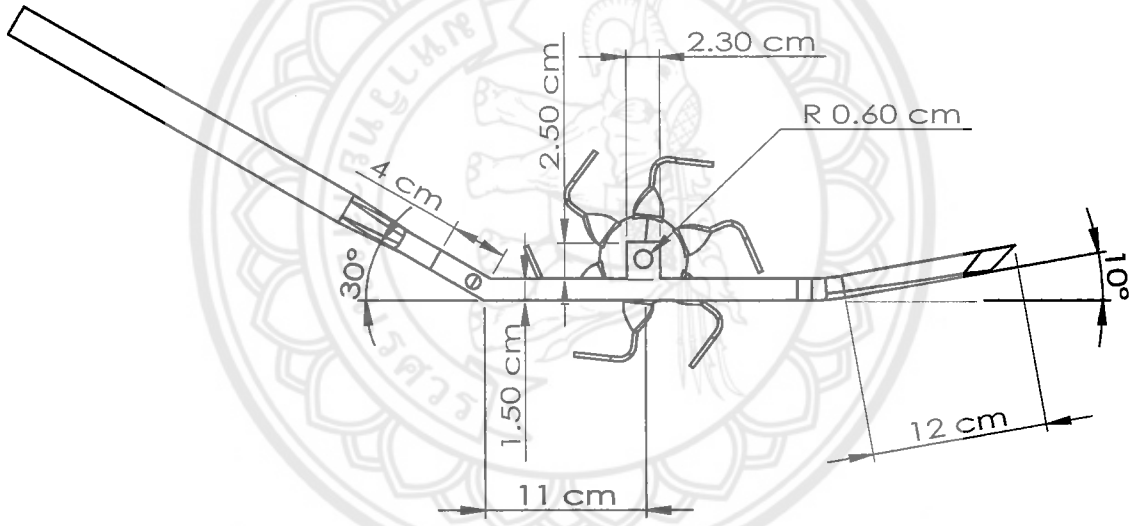
Isomatric view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 1/4	
	Project : Study&Testing	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name :Finger weeder	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 28-12-13	Scale : 1: 5



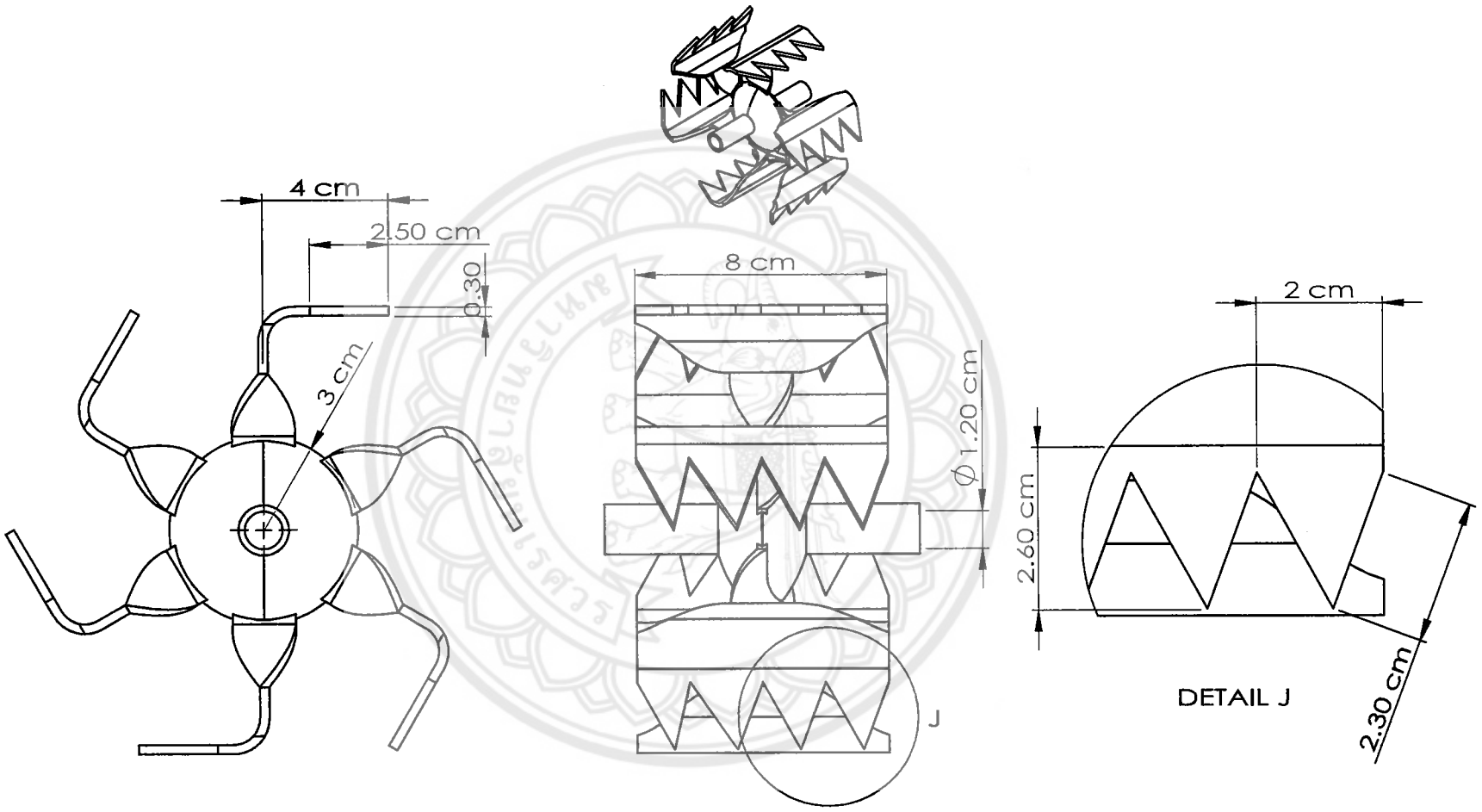
Top view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 2/4 Project : Study&Testing Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Finger weeder	Drawing : TEAM PROJECT Date : 28-12-13 Scale : 1: 5



Side view

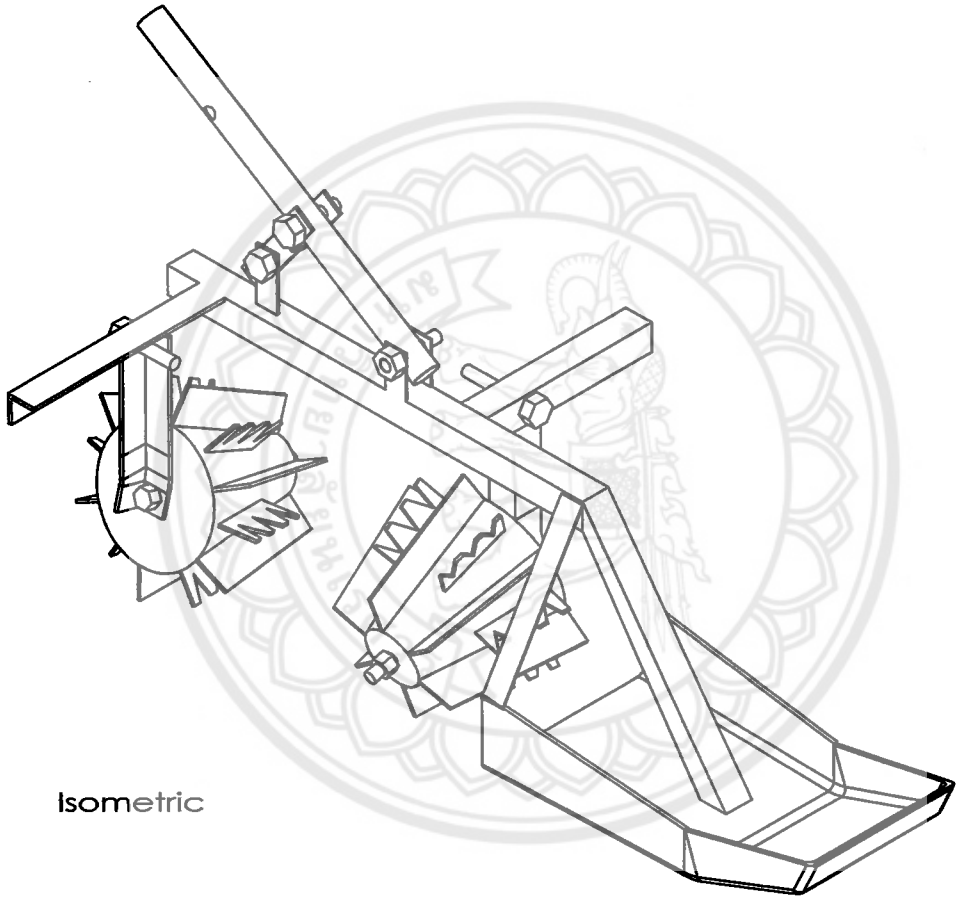
FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 3/4	
	Project : Study&Testing	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Finger weeder	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 28-12-13 Scale : 1: 5	



Side view

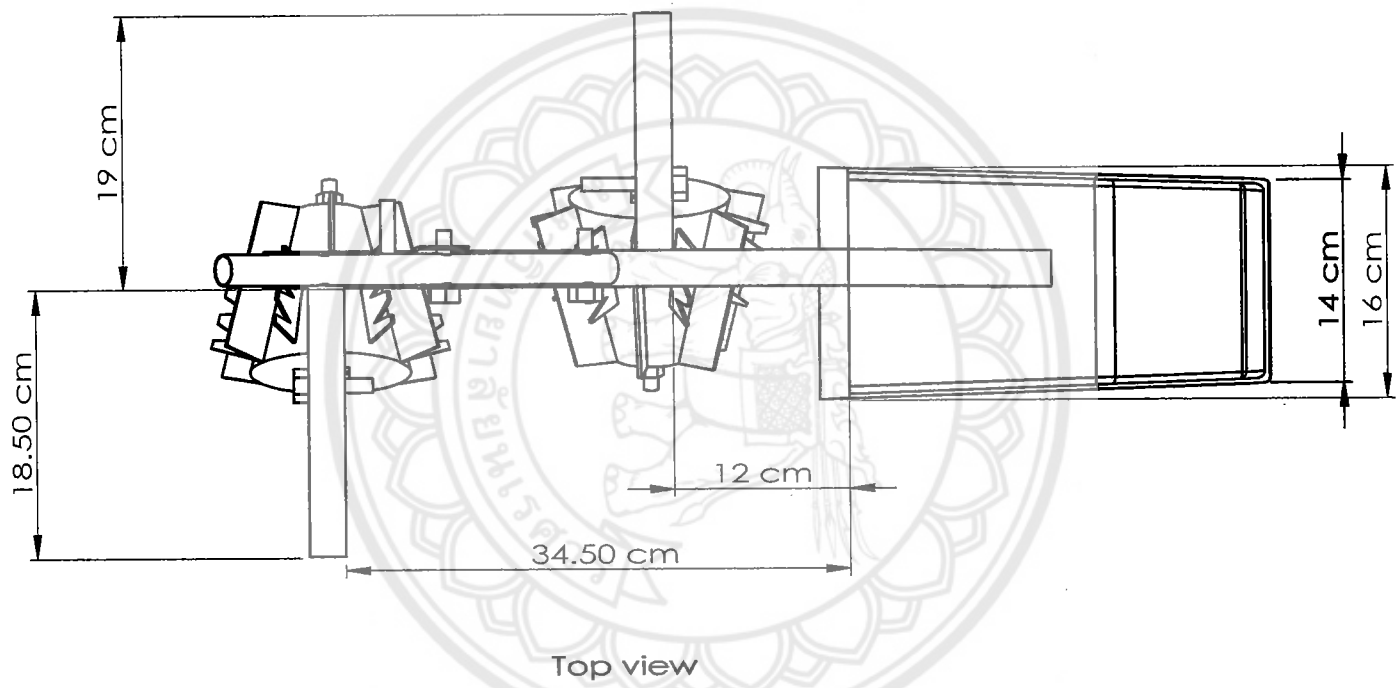
Top view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 4/4 Project : Study&Testing
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Finger weeder	Drawing : TEAM PROJECT
	Date : 28-12-13 Scale : 1: 2



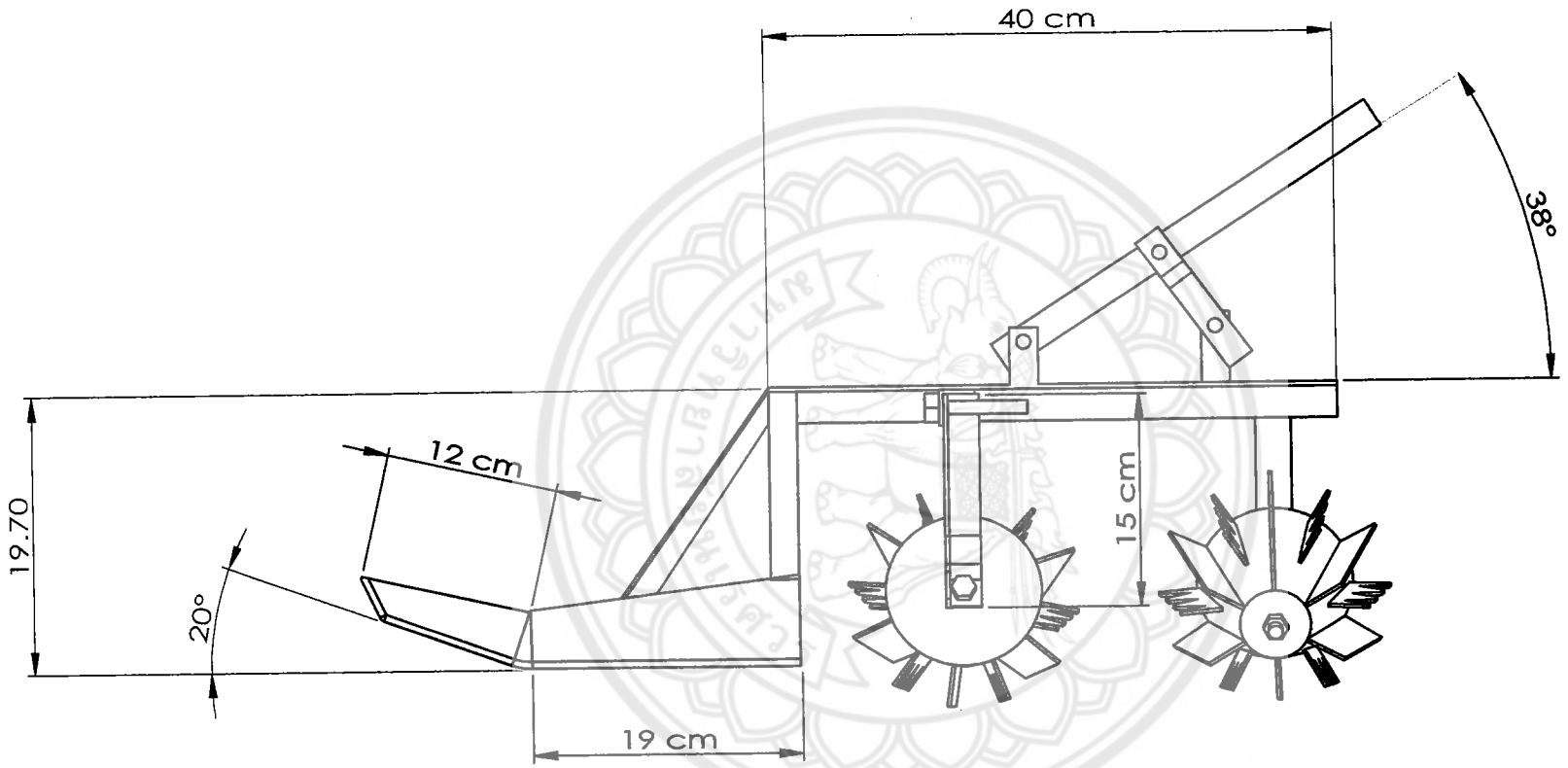
Isometric

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 1/5	
	Project : Study&Testing	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Cono weeder	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 28-12-13	Scale : 1 : 5



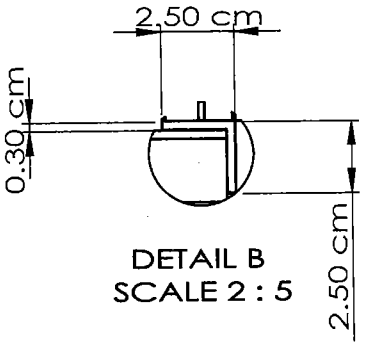
Top view

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 2/5 Project : Study&Testing
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Cylinder weeder	Drawing : TEAM PROJECT Date : 28-12-13 Scale :

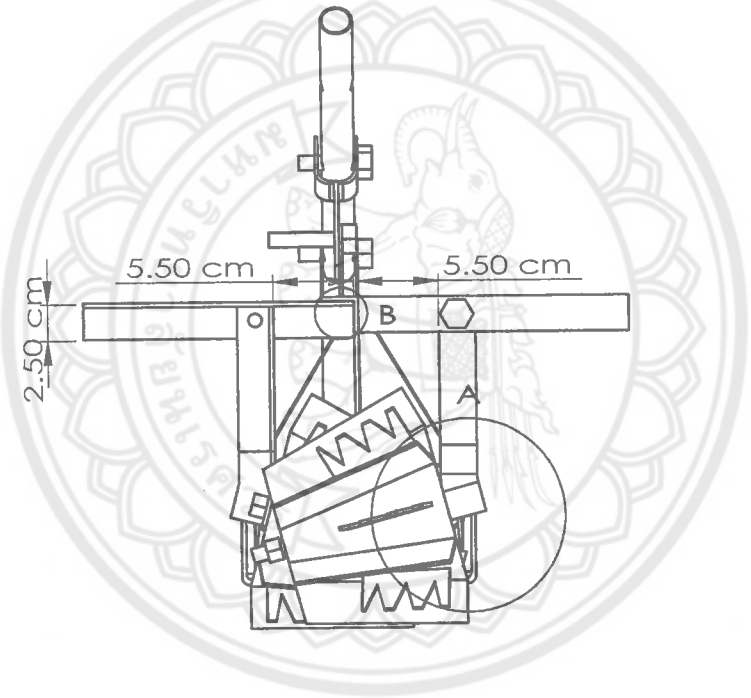


Side view

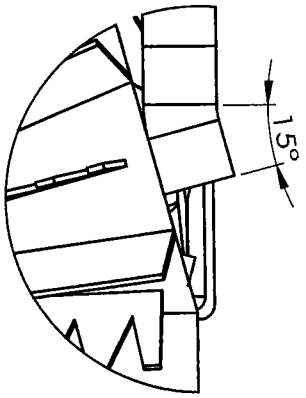
FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 3/5	
	Project : Study&Testing	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Cono weeder	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 28-12-13	Scale : 1 : 5



DETAIL B
SCALE 2 : 5

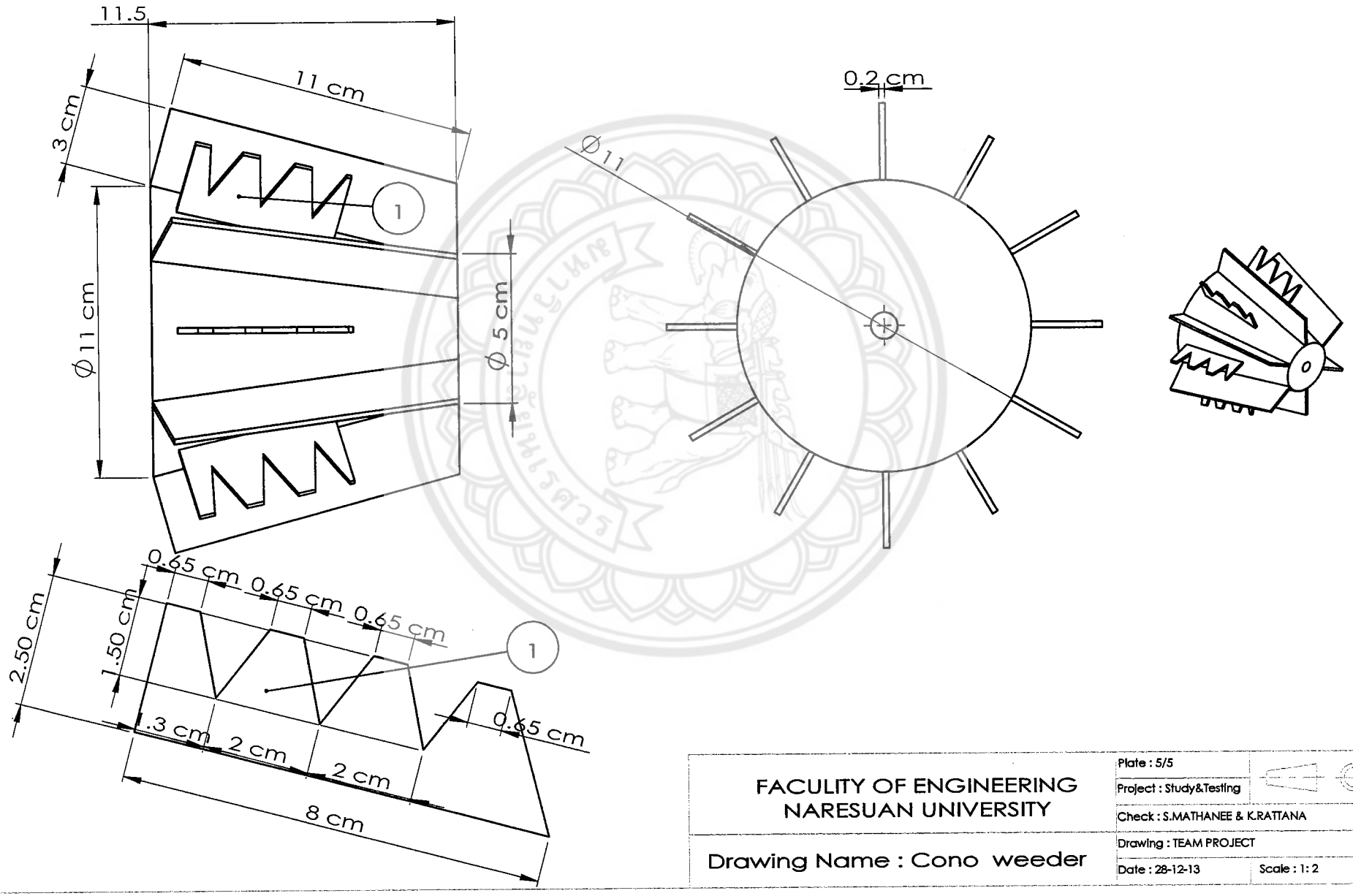


Back View



DETAIL A
SCALE 2 : 5

FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 4/5	
	Project : Study&Testing	
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA	
Drawing Name : Cono weeder	Drawing : TEAM PROJECT	
	Date : 28-12-13	Scale : 1 : 5



FACULITY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Plate : 5/5
	Project : Study&Testing
	Check : S.MATHANEE & K.RATTANA
Drawing Name : Cono weeder	Drawing : TEAM PROJECT
	Date : 28-12-13 Scale : 1: 2

ภาคผนวก ค

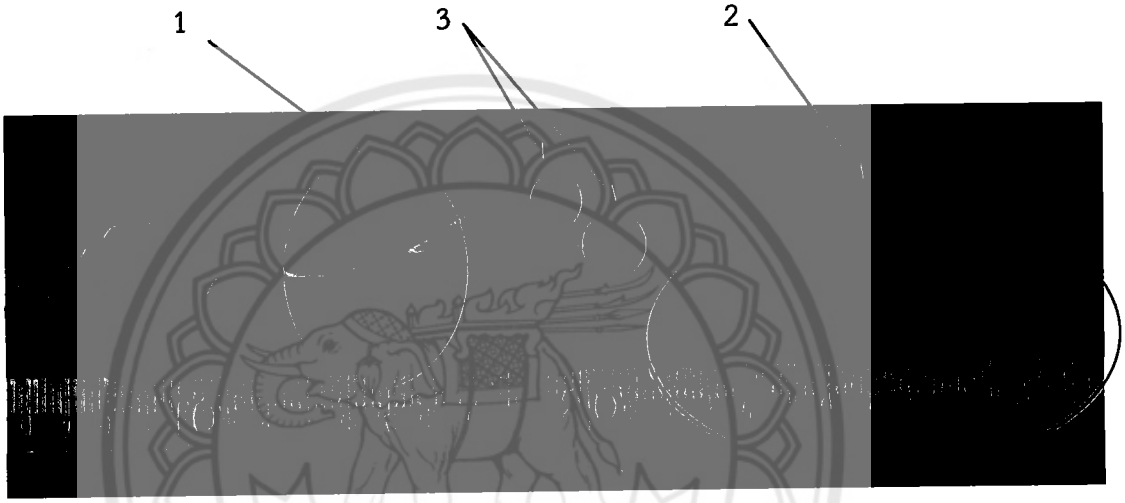
ลักษณะเด่นของวัชพืช

ที่ได้จากการทดลองการกำจัดวัชพืชโดยการถอนด้วยมือ

ลักษณะเด่นของวัชพืชที่ได้จากการกำจัดวัชพืชโดยการถอนด้วยมือ

จากการทดลอง จะพบว่า มีวัชพืช 2 ชนิด คือหญ้าข้าวนกและผักปอดนา ซึ่งการคัดแยกของแต่ละชนิด จะอธิบายได้ว่า

หญ้าข้าวนก ลักษณะเด่น คือ ลำต้นแบน (หมายเลขที่ 1) มีใบเรียวยาว (หมายเลขที่ 2) มีข้อปล้องตรงใบ (หมายเลขที่ 3) ส่วนผักปอดนา จะมีลักษณะเด่นคือ ลำต้นจะมีลักษณะอวบและตั้งตรง (หมายเลขที่ 4) เป็นใบเลี้ยงเดี่ยวแตกออกจากต้นสลับกัน (หมายเลขที่ 5) แสดงดังรูปที่ ค1



ก.หญ้าข้าวนก

ข.ผักปอดนา

รูปที่ ค1 แสดงลักษณะเด่นของวัชพืชที่ได้จากการทดลองทั้ง 2 ชนิด

ภาคผนวก ง

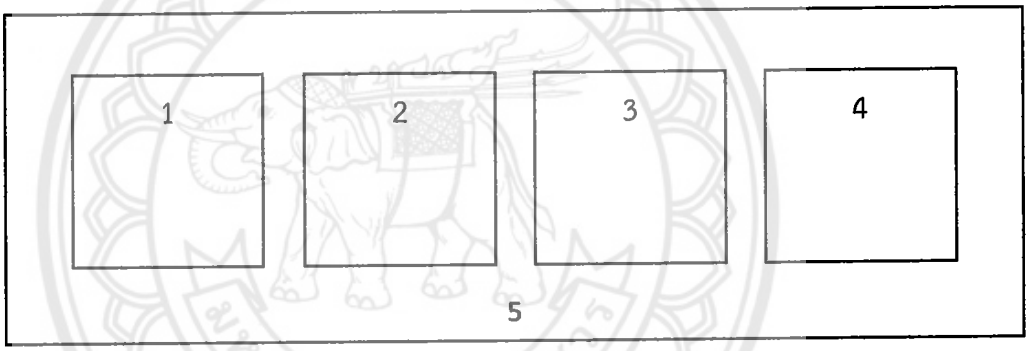
รูปถ่ายแปลงการทดลองทั้งก่อน –หลังการทดลอง

รูปถ่ายแปลงการทดลองทั้งก่อน –หลังการทดลอง

คำอธิบาย

รูปก่อน - หลังการทดลองการกำจัดวัชพืช มีไว้เพื่อประกอบกับการแสดงค่าการกำจัดวัชพืชทั้งก่อนและหลังการทดลอง ที่ทำการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องกำจัดวัชพืชและการถอนด้วยมือ ซึ่งทำการนับโดยใช้การวงกลมไว้กับวัชพืช โดยคำนึงถึงการสมมติฐาน จากบทที่ 4 หัวข้อ 4.3ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช ซึ่งมีคำอธิบายดังนี้คือ

นำรูปถ่ายที่ได้จากตำแหน่งเดียวกัน นำมาเรียงกันโดยให้ระยะแถวตรงกัน โดยจะเริ่มจากก่อน - หลังการทดลองครั้งที่ 1 และก่อน – หลังการทดลองครั้งที่ 2 แสดงได้ดังนี้

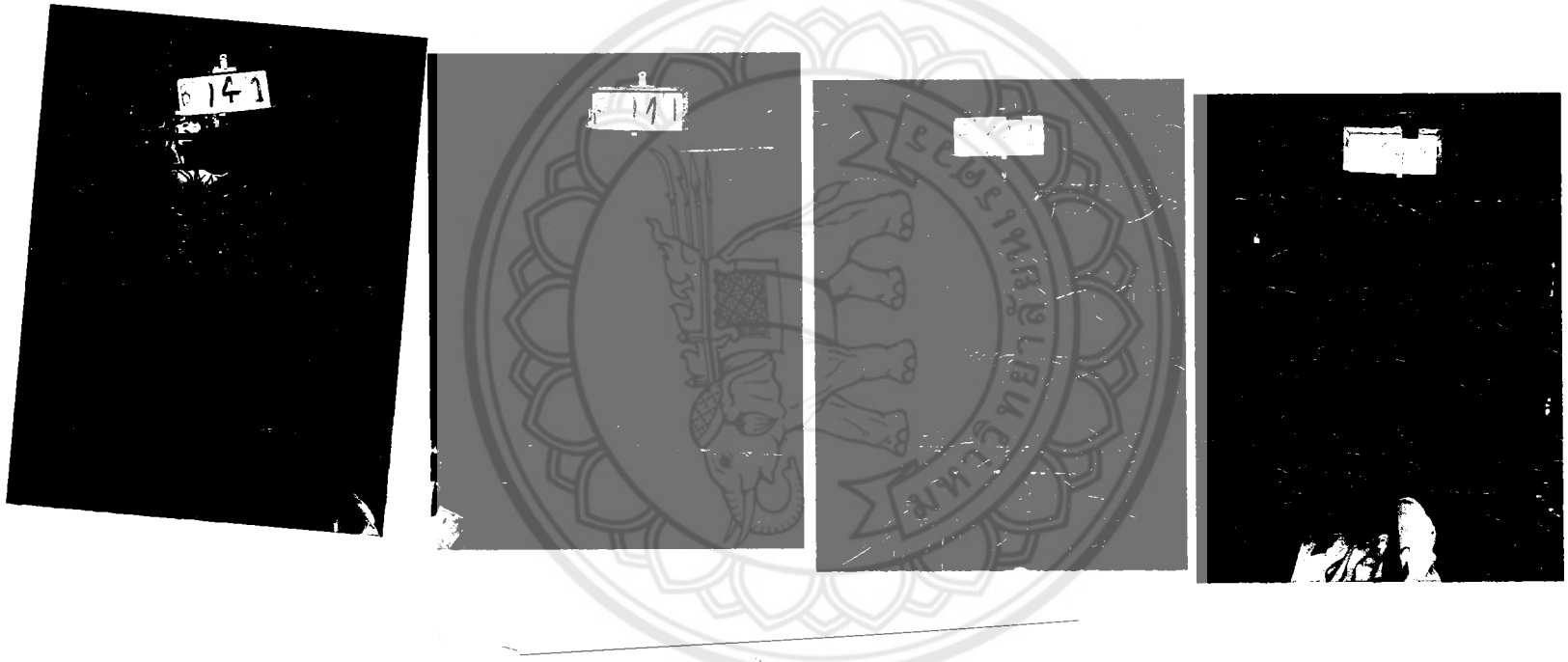


รูปที่ 1 รูปแบบการจัดเรียงรูปถ่าย

1. รูปก่อนการทดลองครั้งที่ 1
2. รูปหลังการทดลองครั้งที่ 1
3. รูปก่อนการทดลองครั้งที่ 2
4. รูปหลังการทดลองครั้งที่ 2
5. คำอธิบายหมายเหตุของภาพนั้น ๆ

ง1. ตัวอย่างรูปถ่ายแปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืช ชนิด Cylinder

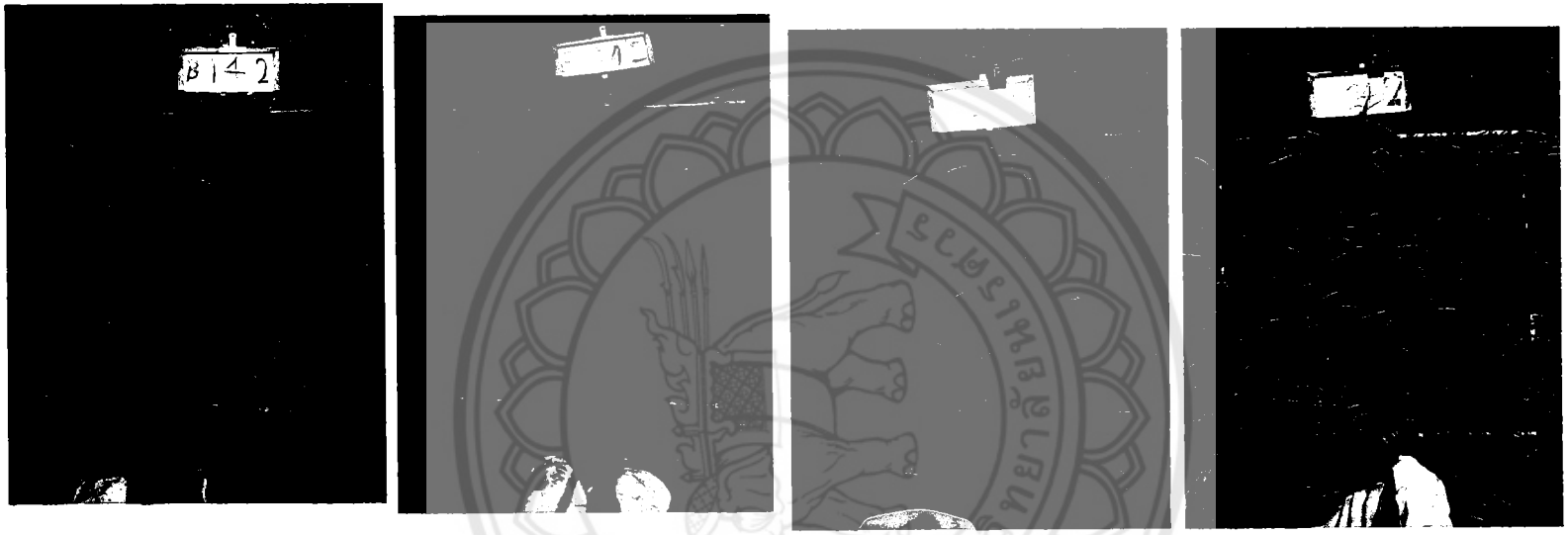
ตัวอย่างรูปถ่าย แปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิด Cylinder ด้านหน้าของแปลง



รูปที่ ง1.1 ตัวอย่างรูปถ่ายแปลงการ ชีชชนิด Cylinder ด้านหน้าของแปลง

Chiang Mai University, Library

ตัวอย่างรูปถ่าย ตัวอย่างรูปถ่ายแปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิด Cylinder ด้านหลังของแปลง



รูปที่ ง1.2 ตัวอย่างรูปถ่ายแปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิด Cylinder ด้านหลังของแปลง

ง2. รูปถ่ายแปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืช ชนิด Rota finger

ตัวอย่างรูปถ่าย แปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิด Rota finger ด้านหน้าของแปลง

รูปที่ ง2.1 ตัวอย่างรูปถ่ายแปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิด Rota finger ด้านหน้าของแปลง

ตัวอย่างรูปถ่าย ตัวอย่างรูปถ่ายของแปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิด Rota finger ด้านหลังของแปลง

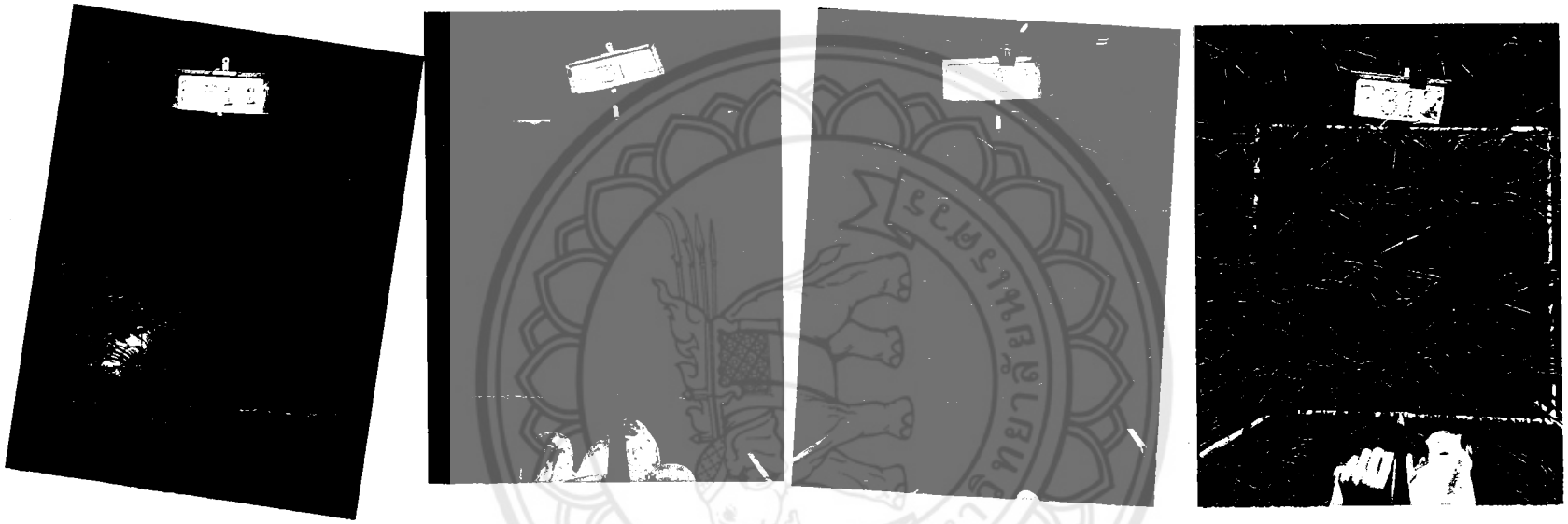
รูปที่ ง2.2 ตัวอย่างรูปถ่ายของแปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิด Rota finger ด้านหลังของแปลง

ง3. รูปถ่ายแปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืช ชนิด Finger

ตัวอย่างรูปถ่าย ตัวอย่างรูปถ่ายแปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิด Finger ด้านหน้าของแปลง

รูปที่ ง3.1 ตัวอย่างรูปถ่ายแปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิด Finger ด้านหน้าของแปลง

ตัวอย่างรูปอย่าง ตัวอย่างรูปถ่ายแปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิด Finger ด้านหลังของแปลง



รูปที่ ง3.2 ตัวอย่างรูปถ่ายแปลงการทดลองของการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องพรวนกำจัดวัชพืชชนิด Finger ด้านหลังของแปลง

ภาพที่ 44.1 ตัวอย่างรูปถ่ายเอกสารที่ถูกนำมาใช้ในการทดสอบการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยผงโลหะ

ภาพที่ 44. รูปถ่ายเอกสารที่ถูกนำมาใช้ในการทดสอบการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงด้วยผงโลหะ

ตัวอย่างการจัดวางตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบและอุปกรณ์ในการทดสอบ ของผู้ถูกทดสอบ

รูปที่ 4.2 ผู้ถูกทดสอบกำลังทำการทดสอบการยืนขาเดียวตาหลับ ของผู้ถูกทดสอบ

ภาคผนวก จ

ตารางแสดงสมบัติทางกายภาพของวัชพืชทั้ง 2 ชนิด

ตารางแสดงสมบัติทางกายภาพของวัชพืชแต่ละชนิด

ที่มาจากแปลงการทดลองการกำจัดวัชพืชโดยการใช้มือถอน

จ1.วัชพืชที่ได้จากแปลงย่อยที่ 1

วัชพืชที่ได้มีเพียง 1 ชนิด คือ หญ้าข้าวนก ทั้งหมด 90 ต้น แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ จ1 หญ้าข้าวนกที่ได้จากแปลงย่อยที่ 1

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง(Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R11	0.8	7.84	-	6.8	24	44.5	3.59	วัชพืชเน่า
2	R12	1.8	17.65	-	5.96	18.7	27	2.03	วัชพืชเน่า
3	R13	1.2	11.77	-	6.25	13.9	31.8	1.4	วัชพืชเน่า
4	R14	3.5	34.33	-	10.04	-	35	1.2	ขาด,วัชพืชเน่า
5	R15	3.1	30.41	-	6.71	-	36.1	1.16	ขาด,วัชพืชเน่า
6	R16	4.1	40.22	-	6.72	-	43.9	1.19	ขาด,วัชพืชเน่า
7	R17	1.8	17.65	-	3.03	7.3	26.6	0.64	วัชพืชเน่า
8	R18	2.2	21.58	-	5.52	-	39.1	0.72	ขาด,วัชพืชเน่า
9	R19	4.1	40.22	-	6.76	-	36.8	0.87	ขาด,วัชพืชเน่า
10	R110	2.6	25.5	-	6.8	8.1	31.1	0.73	วัชพืชเน่า
11	R111	0.5	4.9	-	2.77	-	33	0.39	ขาด,วัชพืชเน่า
12	R112	1.5	14.71	-	4.78	12.9	40.8	1.8	วัชพืชเน่า
13	R113	3.3	32.37	-	6.3	-	47.1	1.28	ขาด,วัชพืชเน่า
14	R114	1.5	14.71	-	4.47	-	39.5	1.21	ขาด,วัชพืชเน่า
15	R115	1.8	17.65	-	5.28	-	37.4	1.17	ขาด,วัชพืชเน่า
16	R116	1.9	18.63	-	5.99	-	32.6	0.55	ขาด,วัชพืชเน่า
17	R117	1.9	18.63	-	6.53	-	35	0.95	ขาด,วัชพืชเน่า
18	R118	2.95	28.93	-	8.57	11.4	39.4	2.84	วัชพืชเน่า
19	R119	2.2	21.58	-	5.84	-	34.9	1.05	ขาด,วัชพืชเน่า
20	R120	1.6	15.69	-	6.27	-	35	0.58	ขาด,วัชพืชเน่า
21	R121	4	39.24	-	10.28	-	41.2	2.04	ขาด,วัชพืชเน่า
22	R122	1	9.81	-	4.57	-	26.9	0.41	ขาด,วัชพืชเน่า
23	R123	0.2	1.96	-	3.43	4.2	12.5	0.32	วัชพืชเน่า
24	R124	3.5	34.33	-	4.8	9.8	26.5	0.57	วัชพืชเน่า

*** หมายเหตุ :** ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ จ1 หญ้าข้าวนกที่ได้จากแปลงย่อยที่ 1(ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
25	R125	1.3	12.75	-	4.08	-	37.8	0.42	ขาด,วัชพืชเน่า
26	R126	0.3	2.94	-	6.1	-	24.3	0.25	ขาด,วัชพืชเน่า
27	R127	0.4	3.92	1.89	3.67	-	32.1	0.11	ขาด
28	R128	2	19.62	1.99	3.16	-	27.2	0.22	ขาด
29	R129	2	19.62	1.26	2.65	-	21.8	0.23	ขาด
30	R130	2	19.62	1.77	5.38	4	16.2	0.44	-
31	R131	1	9.81	2.22	6.22	7	32.1	0.51	-
32	R132	3.8	37.27	2.99	5.73	12	32	2.85	-
33	R133	2.3	22.56	2.05	7.87	9.8	23.8	1.71	-
34	R134	0.3	2.94	2.01	4.09	-	22	0.48	ขาด
35	R135	0.5	4.9	2.46	4.84	7.2	25	0.82	-
36	R136	0.3	2.94	1.69	3.47	-	25.7	0.16	ขาด
37	R137	0.4	3.92	1.3	2.25	-	26	1.1	ขาด
38	R138	4	39.24	4.25	6.5	-	43.3	1.52	ขาด
39	R139	4.6	45.12	4.01	6.72	-	49	1.22	ขาด
40	R140	1.3	12.75	2.49	4.28	13	34	1.03	-
41	R141	1.3	12.75	3.17	3.83	-	37	0.32	ขาด
42	R142	1	9.81	4.28	6.82	9.9	33	2.54	-
43	R143	1.7	16.67	2.07	5.1	11.2	24.4	0.46	-
44	R144	1	9.81	2.48	4.34	-	35	0.61	ขาด
45	R145	0.3	2.94	2.52	2.66	-	33	0.4	ขาด
46	R146	4.1	40.22	5.11	8.11	12	42	3.05	-
47	R147	3.3	32.37	3.71	9.31	12	24	1.6	-
48	R148	0.7	6.86	3.12	5.33	16	34.3	1.38	-
49	R149	0.1	0.98	1.89	3.33	6	23	0.28	-
50	R150	0.7	6.86	4.73	5.69	9.1	33.4	1.83	-
51	R151	2	19.62	3.65	5.63	-	34	0.82	ขาด
52	R152	0.5	4.9	4.19	6.22	8	27	0.71	-
53	R153	0.2	1.96	3.05	6.07	7	15.2	0.57	-
54	R154	1.2	11.77	2.28	6.32	-	35.2	0.77	ขาด
55	R155	1.5	14.71	2.22	3.75	12.1	32.3	1.26	-
56	R156	1.8	17.65	4.48	9.62	13	31	1.92	-
57	R157	1.4	13.73	4.85	6.18	11	29	1.13	-
58	R158	1	9.81	3.31	4.68	-	38	0.41	ขาด

ตารางที่ จ1 หญ้าข้าวนกที่ได้จากแปลงย่อยที่ 1 (ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
59	R159	0.6	5.88	2.05	2.85	-	27.1	0.38	ขาด
60	R160	0.5	4.9	4.17	5.72	12	34.3	1.76	-
61	R161	2	19.62	3.35	6.45	9.1	39.2	2.52	-
62	R162	2.2	21.58	3.1	8.15	12	49	1.54	-
63	R163	2.3	22.56	5.57	7.86	11	35.2	3.08	-
64	R164	0.3	2.94	2.24	3.19	13	25	0.32	-
65	R165	1	9.81	6.38	3.74	10.3	29	1.3	-
66	R166	1.2	11.77	3.46	4.8	13	35.2	1.65	-
67	R167	2.3	22.56	4.53	6.69	5.4	39	2.02	-
68	R168	4.1	40.22	5.06	8.96	12	51	5.04	-
69	R169	2	19.62	4.48	6.43	-	38.8	6.1	ขาด
70	R170	2.3	22.56	6.02	3.14	9.6	47	2.59	-
71	R171	3.9	38.25	5.95	9.68	8	38.4	3.59	-
72	R172	3.2	31.39	4.83	6.03	-	44	1.16	ขาด
73	R173	1.3	12.75	4.24	4.37	-	37	0.43	ขาด
74	R174	1.2	11.77	0.68	5.76	-	43	0.9	ขาด
75	R175	4.2	41.2	5.32	6.14	-	43	1.57	ขาด
76	R176	5	49.05	8.24	14.8	13	42	6.26	-
77	R177	0.5	4.9	3.75	2.99	-	32.4	0.42	ขาด
78	R178	2.1	20.6	4.91	8.05	9	41.2	1.87	-
79	R179	0.9	8.82	3.23	3.9	5	25.8	0.52	-
80	R180	3.7	36.29	5.42	13.1	9	36	4.89	-
81	R181	1.6	15.69	3.87	6.29	-	24	0.58	ขาด
82	R182	0.6	5.88	2.69	3.27	9.4	26.8	0.41	-
83	R183	0.3	2.94	2.15	3.88	8.4	6	0.41	-
84	R184	1.1	10.79	3.96	4.88	14.4	33.6	1.6	-
85	R185	0.8	7.84	4.93	10.74	11.2	33.2	3.57	-
86	R186	0.8	7.84	2.68	4.25	-	33.2	0.54	ขาด
87	R187	3	29.43	5.78	9.91	13	38	3.35	-
88	R188	0.4	3.92	3.57	3.38	6.4	30	0.16	-
89	R189	2.1	20.6	4.14	7.55	12.2	31	1.61	-
90	R190	0.7	6.86	4.83	6.33	11	25.4	1.22	-
	ค่าเฉลี่ย	1.79	17.6	3.57	5.86	10.56	33.11	1.39	
	ค่ามากสุด	5	49.05	8.24	14.8	24	51	6.26	
	ค่าน้อยสุด	0.1	0.98	0.68	2.25	4	6	0.11	

จ2.วัชพืชที่ได้จากแปลงย่อยที่ 2

วัชพืชที่ได้จากการทดลองมี 2 ชนิด คือ หญ้าข้าวนกและผักปอดนา แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ จ2.1 หญ้าข้าวนกที่ได้จากแปลงย่อยที่ 2

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R23	0.4	3.92	3.33	4.71	13.481	28	1.36	-
2	R24	2.1	20.6	9.06	6.12	18.3	36.8	3.88	-
3	R27	0.4	3.92	5.76	9.19	16.6	28.2	3.18	-
4	R214	1.4	13.73	5.79	8.51	19	32.3	3.2	-
	ค่าเฉลี่ย	1.07	10.54	5.98	7.13	16.84	31.32	2.9	
	ค่ามากสุด	2.1	20.6	9.06	9.19	19	36.8	3.88	
	ค่าน้อยสุด	0.4	3.92	3.33	4.71	0.4	28	1.36	

ตารางที่ จ2.2 ผักปอดนาที่ได้จากแปลงย่อยที่ 2

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R21	0.2	1.96	3.15	2.98	8.484	6.805	0.5	-
2	R22	0.1	0.98	3.55	5.09	7.402	6.991	0.82	-
3	R25	1	9.81	4.6	3.2	6.3	9.2	0.53	-
4	R26	0.1	0.98	3.09	4.36	7.4	7	0.4	-
5	R28	0.1	0.98	1.92	5.37	4.47	13.1	0.57	-
6	R29	0.1	0.98	1.93	4.53	3.2	7.6	0.21	-
7	R210	0.05	0.49	1.6	3.61	5.2	4.2	0.3	-
8	R211	0.1	0.98	1.22	2.78	-	6.7	0.17	ขาด
9	R212	0.1	0.98	1.62	3.26	6.2	7.6	0.22	-
10	R213	0.05	0.49	1.34	3.25	7.2	6.2	0.24	-
	ค่าเฉลี่ย	0.19	1.86	2.4	3.84	6.2	7.53	0.39	
	ค่ามากสุด	1	9.81	4.6	5.37	8.484	13.1	0.82	
	ค่าน้อยสุด	0.05	0.49	1.22	2.78	3.2	4.2	0.17	

*** หมายเหตุ :** ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

จ3. วัชพืชที่ได้จากแปลงย่อยที่ 3

วัชพืชที่ได้จากการทดลองมี 2 ชนิด คือ หญ้าข้าวนกและผักปอดนา แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ จ3.1 หญ้าข้าวนกที่ได้จากแปลงย่อยที่ 3

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R31	1.2	11.77	4.81	11.5	16.8	37	2.54	-
2	R32	0.1	0.98	3.63	4.19	4	19	0.76	-
3	R33	2.6	25.5	3.74	5.69	-	37.4	0.89	ขาด
4	R34	4	39.24	6.48	16.25	17	28	2.55	-
5	R35	1.3	12.75	4.84	8.43	15	22	2.28	-
6	R36	1.5	14.71	6.68	12.81	15	42	5.36	-
7	R37	2.1	20.6	7.65	14.73	19	36	4.52	-
8	R38	5	49.05	6.24	6.8	-	31.8	0.98	ขาด
9	R39	3.9	38.25	7.21	9.53	-	38	2.01	ขาด
10	R310	4.8	47.08	3.33	6.17	-	28.2	0.66	ขาด
11	R311	4.6	45.12	6.62	3.91	-	22	0.41	ขาด
12	R312	1.6	15.69	6.37	11.72	13	34	3.44	-
13	R313	1.7	16.67	5.23	9.23	14.4	38.2	3.1	-
14	R314	1.1	10.79	3.58	4.89	17	30	1.91	-
15	R315	1.1	10.79	4.92	8.18	12	33	6.37	-
16	R316	2.8	27.46	8	17.07	18.4	44.6	13.03	-
17	R317	2.1	20.6	5.78	8.6	17	37	2.29	-
18	R318	0.6	5.88	5.76	7.92	15	40	3.04	-
19	R319	1.6	15.69	6.27	10.06	20	36	4.28	-
20	R320	2.2	21.58	5.1	3.52	-	38.6	0.67	ขาด
21	R321	2.8	27.46	7.34	12.36	19	44	5.3	-
22	R322	3.3	32.37	7.06	12.46	20.4	41.6	9.36	-
23	R323	3.4	33.35	10.98	18.39	18.6	43	10.85	-
24	R324	2.8	27.46	7.28	14.15	21	33.2	5.02	-
25	R325	1.3	12.75	4.76	3.77	10	25	1.32	-

*** หมายเหตุ :** ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ จ3.1 หญ้าข้าวนกที่ได้จากแปลงย่อยที่ 3 (ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
26	R326	0.4	3.92	5.33	3.83	6	25.4	1.35	-
27	R327	1.3	12.75	3.15	5.79	-	35.6	0.93	ขาด
28	R328	1.4	13.73	6.36	10.68	21.2	31.6	5.04	-
29	R329	1.3	12.75	7.01	11.16	16	34.8	4.18	-
30	R330	1.2	11.77	2.49	5.04	-	25.4	0.44	ขาด
31	R331	2.4	23.54	6.21	14.06	19	35	6.17	-
32	R332	1.4	13.73	6.73	3.28	13	35.6	3.87	-
33	R333	0.6	5.88	4.62	5.54	16	30.6	1.79	-
34	R334	0.5	4.9	5.11	8.37	17.6	31	2.69	-
35	R335	2.4	23.54	6.53	10.11	10	38	5.38	-
36	R336	3.4	33.35	5.76	7.81	-	40	1.08	ขาด
37	R339	0.2	1.96	5.08	6.1	9	29	2.14	-
38	R340	0.4	3.92	5.84	6.38	14	28.4	2.28	-
	ค่าเฉลี่ย	2.01	19.71	5.78	8.96	15.32	33.68	3.42	
	ค่ามากสุด	5	49.05	10.98	18.39	21.2	44.6	13.03	
	ค่าน้อยสุด	0.1	0.98	2.49	3.28	4	19	0.41	

ตารางที่ จ3.2 ผักปอดนาที่ได้จากแปลงย่อยที่ 3

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R337	0.2	1.96	2.98	2.49	-	11.4	0.44	ขาด
2	R338	0.2	1.96	3.85	3.89	-	14.2	0.62	ขาด
	ค่าเฉลี่ย	0.2	1.96	3.41	3.19	0	12.8	0.53	
	ค่ามากสุด	0.2	1.96	3.85	3.89	0	14.2	0.62	
	ค่าน้อยสุด	0.2	1.96	2.98	2.49	0	11.4	0.44	

*** หมายเหตุ :** ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

จ4. วัชพืชที่ได้จากแปลงย่อยที่ 4

วัชพืชที่ได้จากการทดลองมี 2 ชนิด คือ หญ้าข้าวนกและผักปอดนา แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ จ4.1 หญ้าข้าวนกที่ได้จากแปลงย่อยที่ 4

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R41	4.6	45.12	7.95	14.96	16	40.5	9.01	-
2	R43	4.6	45.12	7.6	12.51	18	35	10.69	-
3	R44	2.5	24.52	6.35	10.2	16	35.8	5.96	-
4	R45	0.6	5.88	3.68	5.31	14	29	0.99	-
5	R46	4.7	46.1	6.74	11.22	18	40	9.31	-
6	R47	4.2	41.2	10.17	14.16	25	40	19.81	-
7	R48	4.1	40.22	8.39	13.95	16	42	7.96	-
8	R410	3.6	35.31	9.43	15.09	19	38	16.47	-
9	R412	0.7	6.86	3.72	4.56	12	21	1.31	-
10	R417	0.2	1.96	2.39	3.91	14	25	0.89	-
11	R419	2.05	20.11	6.66	10.19	15	36	3.18	-
12	R426	0	0	3.67	5.02	2	12	0.52	-
13	R427	0.3	2.94	3.36	5.55	7	18	0.95	-
14	R428	0.2	1.96	1.98	2.31	15	20	0.55	-
15	R429	0	0	1.89	3.09	7	10	0.24	-
16	R434	1	9.81	3.22	6.74	-	30	0.73	ขาด
17	R435	0	0	1.9	4.17	7	11	0.4	-
18	R440	0.25	2.45	2.56	3.71	6	17	0.92	-
19	R442	0.1	0.98	3.22	2.77	7	14.2	0.9	-
20	R444	0.1	0.98	3.49	2.69	5	14	0.65	-
21	R445	0	0	2.87	2.37	4	14	0.58	-
22	R447	1.85	18.14	6.83	8.14	18	35	6.12	-
23	R448	0.6	5.88	7.35	5.35	15	34	5.42	-
24	R449	1.7	16.67	5.71	7.52	15	36	5.44	-
25	R450	5	49.05	7.08	10.13	16	40	5.57	-
26	R452	2.2	21.58	5.88	6.11	13	33	1.27	-
27	R453	0	0	3.2	3.79	3	16	0.69	-

*** หมายเหตุ :** ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ จ4.1 หญ้าข้าวนกที่ได้จากแปลงย่อยที่ 4 (ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
28	R454	0	0	3.51	2.82	5	18	0.75	-
29	R455	0.2	1.96	3.12	3.48	8	18	0.81	-
30	R457	4.2	41.2	9.44	7.23	16	35	6.68	-
31	R458	0.2	1.96	3.86	4.61	6	14	1.02	-
32	R459	2.8	27.46	7.02	5.97	12	36	4.76	-
33	R465	1.3	12.75	3.63	5.15	-	26	0.47	ขาด
34	R466	1	9.81	5.07	8.65	13	37	5.55	-
35	R467	3.85	37.76	6.22	9.58	14	37	8.43	-
36	R469	4.9	48.06	7.34	12.53	13	47	10.59	-
37	R470	0	0	2.66	2.75	-	15	0.42	ขาด
38	R472	0.4	3.92	3.04	2.99	3	17	0.77	-
39	R473	0.1	0.98	2.8	3.45	4.4	16.4	0.79	-
40	R479	0.1	0.98	2.78	3.35	4	7	0.47	-
41	R480	1.5	14.71	4.02	2.84	-	36	0.8	ขาด
42	R483	3.4	33.35	5.39	7.35	-	41	1.13	ขาด
43	R484	0.4	3.92	3.97	5.04	3	30	0.63	-
44	R485	0	0	3.41	2.76	4	17	0.82	-
45	R486	0.1	0.98	2.75	2.7	6	16	0.44	-
46	R488	1.8	17.65	7.36	9.1	21	35	7.42	-
47	R491	0.2	1.96	2.95	3.61	8	19	1.23	-
48	R492	0.5	4.9	3.5	4.23	11	24	1.92	-
49	R494	2.6	25.5	5.15	8.24	17	34	4.13	-
50	R495	1.8	17.65	5.78	4.85	12	33	3.43	-
51	R496	2.3	22.56	6.43	8.79	16	34	6.93	-
52	R497	1.3	12.75	5.42	3.84	7	29	2.1	-
53	R4100	0.7	6.86	5.16	4.1	12	28	1.78	-
54	R4101	0	0	1.77	2.97	5	9	0.28	-
55	R4105	0.6	5.88	4.12	6.08	14	28	0.92	-
56	R4106	0.5	4.9	4.37	4.7	7	24	1.95	-
57	R4107	4.4	43.16	3.7	7.58	16	40	19.58	-
	ค่าเฉลี่ย	1.51	14.84	4.79	6.26	11.16	26.96	3.74	
	ค่ามากสุด	5	49.05	10.17	15.09	25	47	19.81	
	ค่าน้อยสุด	0	0	1.77	2.31	2	7	0.24	

ตารางที่ จ4.2 ผักปอดนาที่ได้จากแปลงย่อยที่ 4

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R42	2.1	20.6	5.62	4.58	6	15	0.97	-
2	R49	0.1	0.98	4.1	3.39	4	12	0.47	-
3	R411	0.3	2.94	4.22	5.05	9	14	1.11	-
4	R413	0.3	2.94	5	4.47	9	15	1.24	-
5	R414	0.3	2.94	4.49	3.74	-	11	0.39	ขาด
6	R415	0.1	0.98	5.42	3.83	7	12	1.19	-
7	R416	0.4	3.92	4.58	7.07	11	16	1.03	-
8	R418	0.1	0.98	2.68	4.97	8	13	0.66	-
9	R420	0.1	0.98	3.43	5.42	12	13	0.67	-
10	R421	0.3	2.94	2.82	5.09	-	10	0.22	ขาด
11	R422	0.1	0.98	2.29	4.02	6	8	0.42	-
12	R423	0	0	5.16	2.92	-	14	0.43	ขาด
13	R424	0.1	0.98	2.88	4.19	3	9	0.19	-
14	R425	0.1	0.98	2.07	3.44	11	10.6	0.27	-
15	R430	0	0	4.34	3.15	5.4	7.6	0.51	-
16	R431	0	0	2.13	4.08	-	9	0.25	ขาด
17	R432	0.05	0.49	4.16	3.23	-	12.2	0.43	ขาด
18	R433	0.3	2.94	6.69	6.28	14	16	2.02	-
19	R436	0.25	2.45	3.53	5.61	7	13	1.42	-
20	R437	0.1	0.98	2.81	4.82	7	12	0.97	-
21	R438	0.25	2.45	5.22	3.71	8	10	1.07	-
22	R439	0	0	3.51	5.07	6	9	0.39	-
23	R441	0.2	1.96	5.32	4.13	-	12	0.48	ขาด
24	R443	0.1	0.98	4.32	4.54	-	15	0.51	ขาด
25	R446	0.4	3.92	3.8	4.7	4	14	0.51	-
26	R451	0	0	3.55	4.48	5	9	0.52	-
27	R456	0.2	1.96	3.01	3.36	-	9	0.61	ขาด
28	R460	0.2	1.96	3.27	3.39	-	13	0.67	ขาด
29	R461	0.3	2.94	4.82	3.83	6	12	0.81	-
30	R462	0.2	1.96	4.37	3.33	-	14	0.89	ขาด

*** หมายเหตุ :** ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ จ4.2 ผักปอดนาที่ได้จากแปลงย่อยที่ 4

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
31	R463	0.05	0.49	4.92	3.35	4	10	0.63	-
32	R464	0.25	2.45	4.12	3.23	-	13	0.48	ขาด
33	R468	0.2	1.96	5.04	4.88	3	14	1.4	-
34	R471	0.2	1.96	3.91	3.65	4	9	0.8	-
35	R474	0.1	0.98	4.61	3.33	-	11.4	0.53	ขาด
36	R475	0.1	0.98	4.66	2.05	-	14	0.68	ขาด
37	R476	0.3	2.94	3.77	3.17	-	12	0.52	ขาด
38	R477	0	0	4.18	3.75	8	10	0.78	-
39	R478	0.05	0.49	4.56	5.22	8	11	0.98	-
40	R481	0.05	0.49	4.69	4.3	-	13	0.75	ขาด
41	R482	0.1	0.98	4.69	5.48	8	13	1.17	-
42	R487	0.25	2.45	3.64	4.29	13	15	1.08	-
43	R489	0.2	1.96	3.85	3.17	12	14	1.64	-
44	R490	0	0	4.19	3.38	-	13	1.27	ขาด
45	R493	0.25	2.45	3.84	3.54	8	15	1.7	-
46	R498	0.2	1.96	5.05	3.12	8	14	1.16	-
47	R499	0.2	1.96	4.63	5.39	6	12	1.01	-
48	R4102	0.3	2.94	3.96	3.18	7	13	1.07	-
49	R4103	0	0	3.2	2.27	5	6	0.31	-
50	R4104	0	0	4.15	3.16	6	10	0.36	-
	ค่าเฉลี่ย	0.19	1.91	4.1	4.07	7.3	12.03	0.79	
	ค่ามากสุด	2.1	20.6	6.69	7.07	14	16	2.02	
	ค่าน้อยสุด	0	0	2.07	2.05	3	6	0.19	

*** หมายเหตุ :** ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

จ5. วัชพืชที่ได้จากแปลงย่อยที่ 5

วัชพืชที่ได้จากแปลงย่อยที่ 5 มี 1 ชนิด คือ หญ้าข้าวนก แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ จ5.1 หญ้าข้าวนกที่ได้จากแปลงย่อยที่ 5

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R51	0	0	1.77	3.69	2.6	22	0.2	-
2	R52	0	0	2.42	2.14	12	15.6	0.77	-
3	R53	0	0	2.16	1.39	2	8.3	0.09	-
4	R54	0.2	1.96	2.57	2.65	8	15.2	0.54	-
5	R55	0.3	2.94	3	2.85	8	13	1.07	-
	ค่าเฉลี่ย	0.1	0.98	2.38	2.54	6.52	14.82	0.53	
	ค่ามากสุด	0.3	2.94	3	3.69	12	22	1.07	
	ค่าน้อยสุด	0	0	1.77	1.39	2	8.3	0.09	

จ6. วัชพืชที่ได้จากแปลงย่อยที่ 6

วัชพืชที่ได้จากแปลงย่อยที่ 6 มี 2 ชนิดคือ หญ้าข้าวนกและผักปอดนา แสดงดังตารางดังนี้

ตารางที่ จ6.1 หญ้าข้าวนกที่ได้จากแปลงย่อยที่ 6

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R63	0.1	0.98	3.81	3.38	4.1	13.2	1.46	-
2	R66	0.05	0.49	1.85	1.43	9.3	9.7	0.32	-
3	R69	0	0	1.64	0.96	4.8	9.2	0.5	-
4	R610	0	0	2.65	1.84	5.8	7.8	0.31	-
5	R615	4.3	42.18	18.01	8.91	4	14.6	14.93	-
6	R616	1.3	12.75	4.49	2.39	3.6	17	0.54	-
7	R617	0	0	2.18	2.39	6	22.2	0.98	-
8	R618	0.1	0.98	2.97	3.45	-	31.2	0.97	ขาด

*** หมายเหตุ :** ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ จ6.1 หญ้าข้าวนกที่ได้จากแปลงย่อยที่ 6 (ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
9	R619	3.9	38.25	5.62	6.54	15.2	38.8	1.08	-
10	R620	5	49.05	20.54	11.95	14.5	40.4	20.94	-
11	R621	0.3	2.94	4.71	3.99	-	29.2	0.66	ขาด
12	R622	0.1	0.98	2.07	3.32	-	17.8	0.25	ขาด
13	R623	0.2	1.96	5.54	3.93	7.8	23.4	2.75	-
14	R624	0.3	2.94	2.92	2.58	3.6	16	0.21	-
15	R625	0.3	2.94	4.34	1.24	-	19	0.27	ขาด
16	R628	0	0	3.91	3.64	3.6	19	1.36	-
17	R629	0	0	2.67	1.54	2	8	0.14	-
18	R631	0.3	2.94	3.27	2.84	4	7.6	0.38	-
19	R632	0	0	2.15	4.85	1.8	9.8	0.31	-
20	R633	0	0	2.48	2.5	3.6	12.1	0.36	-
21	R634	0	0	0.7	5.51	3.4	9.2	0.36	-
22	R635	1.7	16.67	3.35	6.54	-	33.1	0.68	ขาด
23	R636	0.9	8.82	6.83	4.25	13.4	34.8	5.7	-
24	R637	1.5	14.71	11.54	6.45	19.8	38.2	8.95	-
25	R638	0	0	2.1	4.7	7.8	15.2	0.71	-
26	R639	0.5	4.9	6.83	6.5	14.8	33	4.35	-
27	R640	1.5	14.71	9.92	6.44	13.8	30.2	4.98	-
28	R644	0.05	0.49	2.69	2.95	-	18.8	0.32	ขาด
29	R647	0.1	0.98	5.44	2.89	-	15.8	0.61	ขาด
30	R648	4.8	47.08	6.77	5.94	-	37	1.5	ขาด
31	R649	0	0	2.62	2	3.4	12.2	0.28	-
32	R650	0	0	2.23	0.94	3.2	10.6	1.03	-
33	R651	0.7	6.86	6.42	2.81	-	31.4	0.5	ขาด
34	R652	0.1	0.98	4.44	3.3	3	7.8	0.64	-
35	R653	4.2	41.2	3.81	10.62	19	39	17.76	-
36	R654	0.5	4.9	8.8	9.39	8	29.4	15.4	-
37	R655	3.5	34.33	6.43	11.93	17.6	34.6	10.98	-
38	R658	0	0	3.17	2.94	6.8	10.4	0.4	-

*** หมายเหตุ :** ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ จ6.1 หญ้าข้าวนกที่ได้จากแปลงย่อยที่ 6

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
39	R659	3.7	36.29	14.68	8.1	22	39	9.37	-
40	R660	3.4	33.35	10.1	14.34	17	43.4	17.04	-
41	R661	4	39.24	10.71	8.47	20.8	41.2	13.02	-
42	R663	0.1	0.98	4.57	2.53	8.2	19.1	1.1	-
43	R665	0	0	3.26	3.2	3.8	13	0.45	-
44	R666	0.1	0.98	4.01	5.16	3.4	11	0.55	-
45	R667	0	0	6.65	4.88	16.2	31	2.5	-
	ค่าเฉลี่ย	1.05	10.37	5.46	4.81	8.86	22.32	3.73	
	ค่ามากสุด	5	49.05	20.54	14.34	22	43.4	20.94	
	ค่าน้อยสุด	0	0	0.7	0.94	1.8	7.6	0.14	

ตารางที่ จ6.2 ผักปอดนาที่ได้จากแปลงย่อยที่ 6

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R61	0.2	1.96	4.76	4.4	7.3	12.9	0.89	-
2	R62	0.1	0.98	4.52	3.69	6.8	13.6	1.18	-
3	R64	0	0	3.94	2.37	2.3	7.7	0.51	-
4	R65	0.15	1.47	4.11	3	4.1	9.2	0.74	-
5	R67	0.2	1.96	5.76	3.97	9.9	10.2	1.22	-
6	R68	0.3	2.94	4.92	3.89	5.6	9	0.59	-
7	R611	0.2	1.96	4.74	3.03	-	7.2	0.33	ขาด
8	R612	0.1	0.98	3.74	2.8	-	6.2	0.23	ขาด
9	R613	0.1	0.98	4.8	4.28	5.5	9.7	1.14	-
10	R614	0.3	2.94	4.9	3.72	7.6	10.7	1.16	-
11	R626	0.1	0.98	4.34	2.61	-	9.8	0.34	ขาด
12	R627	0.1	0.98	5.15	3.36	5.8	11.2	3.81	-
13	R630	1	9.81	3.3	5.55	3.2	10.4	0.62	-
14	R641	0	0	3.51	3.57	-	12.2	0.79	ขาด

*** หมายเหตุ :** ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ จ6.2 ผักปอดนาที่ได้จากแปลงย่อยที่ 6

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
15	R642	0.2	1.96	3.13	3.53	7.2	14	0.87	-
16	R643	0.1	0.98	4.02	4.71	-	11.2	0.55	ขาด
17	R645	0.1	0.98	4.1	3.92	-	15.6	0.88	ขาด
18	R646	0.1	0.98	4.29	3.33	5.4	11.2	1.28	-
19	R657	0.2	1.96	5.47	3.18	5.8	14	1.05	-
20	R662	0	0	4.07	4.08	7	6	0.57	-
21	R664	0.1	0.98	4.11	4.88	2.4	7.8	0.61	-
	ค่าเฉลี่ย	0.17	1.7	4.36	3.7	5.72	10.46	0.92	
	ค่ามากสุด	1	9.81	5.76	5.55	9.9	15.6	3.81	
	ค่าน้อยสุด	0	0	3.13	2.37	2.3	6	0.23	

*** หมายเหตุ :** ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

จ7. การคำนวณหาค่าความหนาแน่นของวัชพืช

การคำนวณหาค่าความหนาแน่นของวัชพืช จากการนำเอาจำนวนของวัชพืชที่ทำการวัดแรงดึงทุกต้น ภายในกรอบสี่เหลี่ยม มาหาค่าความหนาแน่น

พื้นที่กรอบสี่เหลียม มีขนาด 1.2x1.2= 1.44 ตารางเมตร

จำนวนวัชพืชเฉลี่ยแต่ละชนิด จากแปลงทดลองทั้งหมด

หญ้าข้าวนกจำนวน 239/6 = 39.83 ต้น

ผักปลอดนาจำนวน 73/6 = 12.17 ต้น

ดังนั้นความหนาแน่นของวัชพืช คือ

หญ้าข้าวนก $\frac{39.83\text{ต้น}}{1.44\text{ตารางเมตร}} = 27.66 = 28$ ต้นต่อตารางเมตร

ผักปลอดนา $\frac{12.17\text{ต้น}}{1.44\text{ตารางเมตร}} = 8.45 = 9$ ต้นต่อตารางเมตร

จ8. การหาความหนาแน่นมวลรวมของวัชพืช

การหาความหนาแน่นมวลรวมของวัชพืช ได้ทำการทดลอง 2 วิธี คือการปล่อยให้ตกภาชนะสำหรับหาความหนาแน่นแบบอิสระ กับหาจัดเรียงลงภาชนะสำหรับหาความหนาแน่นแบบเรียงเป็นระเบียบ

ตารางที่ จ8 ความหนาแน่นมวลรวมทุกแปลงย่อย

แปลงทดลอง	ความหนาแน่นมวลรวม(กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	ตกแบบอิสระ	เรียงเป็นระเบียบ
R1	75.11	85.59
R2	96.07	89.08
R3	62.88	85.59
R4	69.87	76.86
R5	68.12	90.83
R6	66.38	75.11
เฉลี่ย	73.07	83.84

ภาคผนวก ฉ

ตารางแสดงสมบัติทางกายภาพวัชพืชที่นำมาวิเคราะห์

วัชพืชที่นำมาวิเคราะห์

วัชพืชที่นำมาวิเคราะห์เป็นวัชพืช เป็นวัชพืชที่สมบูรณ์ที่ได้จากการทดลองทั้งหมด หมายความว่า ในการทำทดลองนั้น เมื่อทำการดึงวัชพืช วัชพืชออกมาสมบูรณ์ รากไม่ขาด ต้นไม่ขาด และแรงที่ดึงมากกว่าศูนย์ ซึ่งมีวัชพืช 2 ชนิด คือ หญ้าข้าวนกและผักปอดนา แสดงตารางดังนี้

ฉ1. หญ้าข้าวนก

ตารางที่ ฉ1.1หญ้าข้าวนกที่ได้จากการทดลองทุกแปลงย่อยเพื่อนำมาวิเคราะห์

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R11	0.8	7.84	-	6.8	24	44.5	3.59	วัชพืชเน่า
2	R12	1.8	17.65	-	5.96	18.7	27	2.03	วัชพืชเน่า
3	R13	1.2	11.77	-	6.25	13.9	31.8	1.4	วัชพืชเน่า
4	R17	1.8	17.65	-	3.03	7.3	26.6	0.64	วัชพืชเน่า
5	R110	2.6	25.5	-	6.8	8.1	31.1	0.73	วัชพืชเน่า
6	R112	1.5	14.71	-	4.78	12.9	40.8	1.8	วัชพืชเน่า
7	R118	2.95	28.93	-	8.57	11.4	39.4	2.84	วัชพืชเน่า
8	R123	0.2	1.96	-	3.43	4.2	12.5	0.32	วัชพืชเน่า
9	R124	3.5	34.33	-	4.8	9.8	26.5	0.57	วัชพืชเน่า
10	R130	2	19.62	1.77	5.38	4	16.2	0.44	-
11	R131	1	9.81	2.22	6.22	7	32.1	0.51	-
12	R132	3.8	37.27	2.99	5.73	12	32	2.85	-
13	R133	2.3	22.56	2.05	7.87	9.8	23.8	1.71	-
14	R135	0.5	4.9	2.46	4.84	7.2	25	0.82	-
15	R140	1.3	12.75	2.49	4.28	13	34	1.03	-
16	R142	1	9.81	4.28	6.82	9.9	33	2.54	-
17	R143	1.7	16.67	2.07	5.1	11.2	24.4	0.46	-
18	R146	4.1	40.22	5.11	8.11	12	42	3.05	-
19	R147	3.3	32.37	3.71	9.31	12	24	1.6	-
20	R148	0.7	6.86	3.12	5.33	16	34.3	1.38	-
21	R149	0.1	0.98	1.89	3.33	6	23	0.28	-
22	R150	0.7	6.86	4.73	5.69	9.1	33.4	1.83	-
23	R152	0.5	4.9	4.19	6.22	8	27	0.71	-
24	R153	0.2	1.96	3.05	6.07	7	15.2	0.57	-
25	R155	1.5	14.71	2.22	3.75	12.1	32.3	1.26	-

*** หมายเหตุ :**ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ ฉ1.1หญ้าข้าวนกที่ได้จากการทดลองทุกแปลงย่อยเพื่อนำมาวิเคราะห์(ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
26	R156	1.8	17.65	4.48	9.62	13	31	1.92	-
27	R157	1.4	13.73	4.85	6.18	11	29	1.13	-
28	R160	0.5	4.9	4.17	5.72	12	34.3	1.76	-
29	R161	2	19.62	3.35	6.45	9.1	39.2	2.52	-
30	R162	2.2	21.58	3.1	8.15	12	49	1.54	-
31	R163	2.3	22.56	5.57	7.86	11	35.2	3.08	-
32	R164	0.3	2.94	2.24	3.19	13	25	0.32	-
33	R165	1	9.81	6.38	3.74	10.3	29	1.3	-
34	R166	1.2	11.77	3.46	4.8	13	35.2	1.65	-
35	R167	2.3	22.56	4.53	6.69	5.4	39	2.02	-
36	R168	4.1	40.22	5.06	8.96	12	51	5.04	-
37	R170	2.3	22.56	6.02	3.14	9.6	47	2.59	-
38	R171	3.9	38.25	5.95	9.68	8	38.4	3.59	-
39	R176	5	49.05	8.24	14.8	13	42	6.26	-
40	R178	2.1	20.6	4.91	8.05	9	41.2	1.87	-
41	R179	0.9	8.82	3.23	3.9	5	25.8	0.52	-
42	R180	3.7	36.29	5.42	13.1	9	36	4.89	-
43	R182	0.6	5.88	2.69	3.27	9.4	26.8	0.41	-
44	R183	0.3	2.94	2.15	3.88	8.4	6	0.41	-
45	R184	1.1	10.79	3.96	4.88	14.4	33.6	1.6	-
46	R185	0.8	7.84	4.93	10.74	11.2	33.2	3.57	-
47	R187	3	29.43	5.78	9.91	13	38	3.35	-
48	R188	0.4	3.92	3.57	3.38	6.4	30	0.16	-
49	R189	2.1	20.6	4.14	7.55	12.2	31	1.61	-
50	R190	0.7	6.86	4.83	6.33	11	25.4	1.22	-
51	R23	0.4	3.92	3.33	4.71	13.481	28	1.36	-
52	R24	2.1	20.6	9.06	6.12	18.3	36.8	3.88	-
53	R27	0.4	3.92	5.76	9.19	16.6	28.2	3.18	-
54	R214	1.4	13.73	5.79	8.51	19	32.3	3.2	-
55	R36	1.5	14.71	6.68	12.81	15	42	5.36	-

*** หมายเหตุ :**ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ ฉ1.1หญ้าข้าวนกที่ได้จากการทดลองทุกแปลงย่อยเพื่อนำมาวิเคราะห์(ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
56	R316	2.8	27.46	8	17.07	18.4	44.6	13.03	-
57	R321	2.8	27.46	7.34	12.36	19	44	5.3	-
58	R322	3.3	32.37	7.06	12.46	20.4	41.6	9.36	-
59	R323	3.4	33.35	10.98	18.39	18.6	43	10.85	-
60	R41	4.6	45.12	7.95	14.96	16	40.5	9.01	-
61	R43	4.6	45.12	7.6	12.51	18	35	10.69	-
62	R44	2.5	24.52	6.35	10.2	16	35.8	5.96	-
63	R45	0.6	5.88	3.68	5.31	14	29	0.99	-
64	R46	4.7	46.1	6.74	11.22	18	40	9.31	-
65	R47	4.2	41.2	10.17	14.16	25	40	19.81	-
66	R48	4.1	40.22	8.39	13.95	16	42	7.96	-
67	R410	3.6	35.31	9.43	15.09	19	38	16.47	-
68	R412	0.7	6.86	3.72	4.56	12	21	1.31	-
69	R417	0.2	1.96	2.39	3.91	14	25	0.89	-
70	R419	2.05	20.11	6.66	10.19	15	36	3.18	-
71	R427	0.3	2.94	3.36	5.55	7	18	0.95	-
72	R428	0.2	1.96	1.98	2.31	15	20	0.55	-
73	R440	0.25	2.45	2.56	3.71	6	17	0.92	-
74	R442	0.1	0.98	3.22	2.77	7	14.2	0.9	-
75	R444	0.1	0.98	3.49	2.69	5	14	0.65	-
76	R447	1.85	18.14	6.83	8.14	18	35	6.12	-
77	R448	0.6	5.88	7.35	5.35	15	34	5.42	-
78	R449	1.7	16.67	5.71	7.52	15	36	5.44	-
79	R450	5	49.05	7.08	10.13	16	40	5.57	-
80	R452	2.2	21.58	5.88	6.11	13	33	1.27	-
81	R455	0.2	1.96	3.12	3.48	8	18	0.81	-
82	R457	4.2	41.2	9.44	7.23	16	35	6.68	-
83	R458	0.2	1.96	3.86	4.61	6	14	1.02	-
84	R459	2.8	27.46	7.02	5.97	12	36	4.76	-
85	R466	1	9.81	5.07	8.65	13	37	5.55	-

*** หมายเหตุ :**ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ ฉ1.1หญ้าข้าวนกที่ได้จากการทดลองทุกแปลงย่อยเพื่อนำมาวิเคราะห์(ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
86	R467	3.85	37.76	6.22	9.58	14	37	8.43	-
87	R469	4.9	48.06	7.34	12.53	13	47	10.59	-
88	R472	0.4	3.92	3.04	2.99	3	17	0.77	-
89	R473	0.1	0.98	2.8	3.45	4.4	16.4	0.79	-
90	R479	0.1	0.98	2.78	3.35	4	7	0.47	-
91	R484	0.4	3.92	3.97	5.04	3	30	0.63	-
92	R486	0.1	0.98	2.75	2.7	6	16	0.44	-
93	R488	1.8	17.65	7.36	9.1	21	35	7.42	-
94	R491	0.2	1.96	2.95	3.61	8	19	1.23	-
95	R492	0.5	4.9	3.5	4.23	11	24	1.92	-
96	R494	2.6	25.5	5.15	8.24	17	34	4.13	-
97	R495	1.8	17.65	5.78	4.85	12	33	3.43	-
98	R496	2.3	22.56	6.43	8.79	16	34	6.93	-
99	R497	1.3	12.75	5.42	3.84	7	29	2.1	-
100	R4100	0.7	6.86	5.16	4.1	12	28	1.78	-
101	R4105	0.6	5.88	4.12	6.08	14	28	0.92	-
102	R4106	0.5	4.9	4.37	4.7	7	24	1.95	-
103	R4107	4.4	43.16	3.7	7.58	16	40	19.58	-
104	R54	0.2	1.96	2.57	2.65	8	15.2	0.54	-
105	R55	0.3	2.94	3	2.85	8	13	1.07	-
106	R63	0.1	0.98	3.81	3.38	4.1	13.2	1.46	-
107	R66	0.05	0.49	1.85	1.43	9.3	9.7	0.32	-
108	R615	4.3	42.18	18.01	8.91	4	14.6	14.93	-
109	R616	1.3	12.75	4.49	2.39	3.6	17	0.54	-
110	R619	3.9	38.25	5.62	6.54	15.2	38.8	1.08	-
111	R620	5	49.05	20.54	11.95	14.5	40.4	20.94	-
112	R623	0.2	1.96	5.54	3.93	7.8	23.4	2.75	-
113	R624	0.3	2.94	2.92	2.58	3.6	16	0.21	-
114	R631	0.3	2.94	3.27	2.84	4	7.6	0.38	-
115	R636	0.9	8.82	6.83	4.25	13.4	34.8	5.7	-

*** หมายเหตุ :**ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ ฉ1.1หญ้าข้าวนกที่ได้จากการทดลองทุกแปลงย่อยเพื่อนำมาวิเคราะห์(ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
116	R637	1.5	14.71	11.54	6.45	19.8	38.2	8.95	-
117	R639	0.5	4.9	6.83	6.5	14.8	33	4.35	-
118	R640	1.5	14.71	9.92	6.44	13.8	30.2	4.98	-
119	R652	0.1	0.98	4.44	3.3	3	7.8	0.64	-
120	R653	4.2	41.2	3.81	10.62	19	39	17.76	-
121	R654	0.5	4.9	8.8	9.39	8	29.4	15.4	-
122	R655	3.5	34.33	6.43	11.93	17.6	34.6	10.98	-
123	R659	3.7	36.29	14.68	8.1	22	39	9.37	-
124	R660	3.4	33.35	10.1	14.34	17	43.4	17.04	-
125	R661	4	39.24	10.71	8.47	20.8	41.2	13.02	-
126	R663	0.1	0.98	4.57	2.53	8.2	19.1	1.1	-
127	R666	0.1	0.98	4.01	5.16	3.4	11	0.55	-
	ค่าเฉลี่ย	1.76	17.31	5.35	6.86	11.75	30.04	3.97	
	ค่ามากสุด	5	49.05	20.54	18.39	25	51	20.94	
	ค่าน้อยสุด	0.05	0.49	1.77	1.43	3	6	0.16	

ตารางที่ ฉ1.2 หญ้าข้าวนกที่ได้อยู่ในแปลงย่อยที่สภาพของแปลงย่อยที่มีน้ำขัง (แปลงย่อยที่ 2 4 5 และ 6)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R23	0.4	3.92	3.33	4.71	13.481	28	1.36	-
2	R24	2.1	20.6	9.06	6.12	18.3	36.8	3.88	-
3	R27	0.4	3.92	5.76	9.19	16.6	28.2	3.18	-
4	R214	1.4	13.73	5.79	8.51	19	32.3	3.2	-
5	R41	4.6	45.12	7.95	14.96	16	40.5	9.01	-
6	R43	4.6	45.12	7.6	12.51	18	35	10.69	-
7	R44	2.5	24.52	6.35	10.2	16	35.8	5.96	-
8	R45	0.6	5.88	3.68	5.31	14	29	0.99	-
9	R46	4.7	46.1	6.74	11.22	18	40	9.31	-
10	R47	4.2	41.2	10.17	14.16	25	40	19.81	-
11	R48	4.1	40.22	8.39	13.95	16	42	7.96	-

*** หมายเหตุ :**ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ ฉ1.2 หญ้าข้าวนกที่ได้อยู่ในแปลงย่อยที่สภาพของแปลงย่อยที่มีน้ำขัง (แปลงย่อยที่ 2 4 5 และ 6) (ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
12	R410	3.6	35.31	9.43	15.09	19	38	16.47	-
13	R412	0.7	6.86	3.72	4.56	12	21	1.31	-
14	R417	0.2	1.96	2.39	3.91	14	25	0.89	-
15	R419	2.05	20.11	6.66	10.19	15	36	3.18	-
16	R427	0.3	2.94	3.36	5.55	7	18	0.95	-
17	R428	0.2	1.96	1.98	2.31	15	20	0.55	-
18	R440	0.25	2.45	2.56	3.71	6	17	0.92	-
19	R442	0.1	0.98	3.22	2.77	7	14.2	0.9	-
20	R444	0.1	0.98	3.49	2.69	5	14	0.65	-
21	R447	1.85	18.14	6.83	8.14	18	35	6.12	-
22	R448	0.6	5.88	7.35	5.35	15	34	5.42	-
23	R449	1.7	16.67	5.71	7.52	15	36	5.44	-
24	R450	5	49.05	7.08	10.13	16	40	5.57	-
25	R452	2.2	21.58	5.88	6.11	13	33	1.27	-
26	R455	0.2	1.96	3.12	3.48	8	18	0.81	-
27	R457	4.2	41.2	9.44	7.23	16	35	6.68	-
28	R458	0.2	1.96	3.86	4.61	6	14	1.02	-
29	R459	2.8	27.46	7.02	5.97	12	36	4.76	-
30	R466	1	9.81	5.07	8.65	13	37	5.55	-
31	R467	3.85	37.76	6.22	9.58	14	37	8.43	-
32	R469	4.9	48.06	7.34	12.53	13	47	10.59	-
33	R472	0.4	3.92	3.04	2.99	3	17	0.77	-
34	R473	0.1	0.98	2.8	3.45	4.4	16.4	0.79	-
35	R479	0.1	0.98	2.78	3.35	4	7	0.47	-
36	R484	0.4	3.92	3.97	5.04	3	30	0.63	-
37	R486	0.1	0.98	2.75	2.7	6	16	0.44	-
38	R488	1.8	17.65	7.36	9.1	21	35	7.42	-
39	R491	0.2	1.96	2.95	3.61	8	19	1.23	-
40	R492	0.5	4.9	3.5	4.23	11	24	1.92	-
41	R494	2.6	25.5	5.15	8.24	17	34	4.13	-

*** หมายเหตุ :**ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ ฉ1.2 หญ้าข้าวนกที่ได้อยู่ในสภาพของแปลงย่อยที่มีน้ำขัง (แปลงย่อยที่ 2 4 5 และ 6) (ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
42	R495	1.8	17.65	5.78	4.85	12	33	3.43	-
43	R496	2.3	22.56	6.43	8.79	16	34	6.93	-
44	R497	1.3	12.75	5.42	3.84	7	29	2.1	-
45	R4100	0.7	6.86	5.16	4.1	12	28	1.78	-
46	R4105	0.6	5.88	4.12	6.08	14	28	0.92	-
47	R4106	0.5	4.9	4.37	4.7	7	24	1.95	-
48	R4107	4.4	43.16	3.7	7.58	16	40	19.58	-
49	R54	0.2	1.96	2.57	2.65	8	15.2	0.54	-
50	R55	0.3	2.94	3	2.85	8	13	1.07	-
51	R63	0.1	0.98	3.81	3.38	4.1	13.2	1.46	-
52	R66	0.05	0.49	1.85	1.43	9.3	9.7	0.32	-
53	R615	4.3	42.18	18.01	8.91	4	14.6	14.93	-
54	R616	1.3	12.75	4.49	2.39	3.6	17	0.54	-
55	R619	3.9	38.25	5.62	6.54	15.2	38.8	1.08	-
56	R620	5	49.05	20.54	11.95	14.5	40.4	20.94	-
57	R623	0.2	1.96	5.54	3.93	7.8	23.4	2.75	-
58	R624	0.3	2.94	2.92	2.58	3.6	16	0.21	-
59	R631	0.3	2.94	3.27	2.84	4	7.6	0.38	-
60	R636	0.9	8.82	6.83	4.25	13.4	34.8	5.7	-
61	R637	1.5	14.71	11.54	6.45	19.8	38.2	8.95	-
62	R639	0.5	4.9	6.83	6.5	14.8	33	4.35	-
63	R640	1.5	14.71	9.92	6.44	13.8	30.2	4.98	-
64	R652	0.1	0.98	4.44	3.3	3	7.8	0.64	-
65	R653	4.2	41.2	3.81	10.62	19	39	17.76	-
66	R654	0.5	4.9	8.8	9.39	8	29.4	15.4	-
67	R655	3.5	34.33	6.43	11.93	17.6	34.6	10.98	-
68	R659	3.7	36.29	14.68	8.1	22	39	9.37	-
69	R660	3.4	33.35	10.1	14.34	17	43.4	17.04	-
70	R661	4	39.24	10.71	8.47	20.8	41.2	13.02	-
71	R663	0.1	0.98	4.57	2.53	8.2	19.1	1.1	-
72	R666	0.1	0.98	4.01	5.16	3.4	11	0.55	-
	ค่าเฉลี่ย	1.71	16.8	5.97	6.67	12.13	28.01	5.15	
	ค่ามากสุด	5	49.05	20.54	15.09	25	47	20.94	
	ค่าน้อยสุด	0.05	0.49	1.85	1.43	3	7	0.21	

ตารางที่ ฉ1.3 หญ้าข้าวนกที่ได้อยู่ในแปลงย่อยที่มีเป็นดินดอน (แปลงย่อยที่ 1 และ 3)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R11	0.8	7.84	-	6.8	24	44.5	3.59	วัชพืชเน่า
2	R12	1.8	17.65	-	5.96	18.7	27	2.03	วัชพืชเน่า
3	R13	1.2	11.77	-	6.25	13.9	31.8	1.4	วัชพืชเน่า
4	R17	1.8	17.65	-	3.03	7.3	26.6	0.64	วัชพืชเน่า
5	R110	2.6	25.5	-	6.8	8.1	31.1	0.73	วัชพืชเน่า
6	R112	1.5	14.71	-	4.78	12.9	40.8	1.8	วัชพืชเน่า
7	R118	2.95	28.93	-	8.57	11.4	39.4	2.84	วัชพืชเน่า
8	R123	0.2	1.96	-	3.43	4.2	12.5	0.32	วัชพืชเน่า
9	R124	3.5	34.33	-	4.8	9.8	26.5	0.57	วัชพืชเน่า
10	R130	2	19.62	1.77	5.38	4	16.2	0.44	-
11	R131	1	9.81	2.22	6.22	7	32.1	0.51	-
12	R132	3.8	37.27	2.99	5.73	12	32	2.85	-
13	R133	2.3	22.56	2.05	7.87	9.8	23.8	1.71	-
14	R135	0.5	4.9	2.46	4.84	7.2	25	0.82	-
15	R140	1.3	12.75	2.49	4.28	13	34	1.03	-
16	R142	1	9.81	4.28	6.82	9.9	33	2.54	-
17	R143	1.7	16.67	2.07	5.1	11.2	24.4	0.46	-
18	R146	4.1	40.22	5.11	8.11	12	42	3.05	-
19	R147	3.3	32.37	3.71	9.31	12	24	1.6	-
20	R148	0.7	6.86	3.12	5.33	16	34.3	1.38	-
21	R149	0.1	0.98	1.89	3.33	6	23	0.28	-
22	R150	0.7	6.86	4.73	5.69	9.1	33.4	1.83	-
23	R152	0.5	4.9	4.19	6.22	8	27	0.71	-
24	R153	0.2	1.96	3.05	6.07	7	15.2	0.57	-
25	R155	1.5	14.71	2.22	3.75	12.1	32.3	1.26	-
26	R156	1.8	17.65	4.48	9.62	13	31	1.92	-
27	R157	1.4	13.73	4.85	6.18	11	29	1.13	-
28	R160	0.5	4.9	4.17	5.72	12	34.3	1.76	-
29	R161	2	19.62	3.35	6.45	9.1	39.2	2.52	-
30	R162	2.2	21.58	3.1	8.15	12	49	1.54	-

*** หมายเหตุ :**ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ ฉ1.3 หญ้าข้าวนกที่ได้อยู่ในแปลงย่อยที่มีลักษณะของดินเป็นดินดอน (แปลงย่อยที่ 1 และ 3) (ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
31	R163	2.3	22.56	5.57	7.86	11	35.2	3.08	-
32	R164	0.3	2.94	2.24	3.19	13	25	0.32	-
33	R165	1	9.81	6.38	3.74	10.3	29	1.3	-
34	R166	1.2	11.77	3.46	4.8	13	35.2	1.65	-
35	R167	2.3	22.56	4.53	6.69	5.4	39	2.02	-
36	R168	4.1	40.22	5.06	8.96	12	51	5.04	-
37	R170	2.3	22.56	6.02	3.14	9.6	47	2.59	-
38	R171	3.9	38.25	5.95	9.68	8	38.4	3.59	-
39	R176	5	49.05	8.24	14.8	13	42	6.26	-
40	R178	2.1	20.6	4.91	8.05	9	41.2	1.87	-
41	R179	0.9	8.82	3.23	3.9	5	25.8	0.52	-
42	R180	3.7	36.29	5.42	13.1	9	36	4.89	-
43	R182	0.6	5.88	2.69	3.27	9.4	26.8	0.41	-
44	R183	0.3	2.94	2.15	3.88	8.4	6	0.41	-
45	R184	1.1	10.79	3.96	4.88	14.4	33.6	1.6	-
46	R185	0.8	7.84	4.93	10.74	11.2	33.2	3.57	-
47	R187	3	29.43	5.78	9.91	13	38	3.35	-
48	R188	0.4	3.92	3.57	3.38	6.4	30	0.16	-
49	R189	2.1	20.6	4.14	7.55	12.2	31	1.61	-
50	R190	0.7	6.86	4.83	6.33	11	25.4	1.22	-
51	R36	1.5	14.71	6.68	12.81	15	42	5.36	-
52	R316	2.8	27.46	8	17.07	18.4	44.6	13.03	-
53	R321	2.8	27.46	7.34	12.36	19	44	5.3	-
54	R322	3.3	32.37	7.06	12.46	20.4	41.6	9.36	-
55	R323	3.4	33.35	10.98	18.39	18.6	43	10.85	-
	ค่าเฉลี่ย	1.83	17.98	4.37	7.11	11.26	32.69	2.42	
	ค่ามากสุด	5	49.05	10.98	18.39	24	51	13.03	
	ค่าน้อยสุด	0.1	0.98	1.77	3.03	4	6	0.16	

*** หมายเหตุ** :ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ฉ2. ผักปอดนา

ตารางที่ ฉ2 ผักปอดนาที่นำมาวิเคราะห์ทุกแปลง (แปลงย่อยที่ 2 4 และ 6)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
1	R21	0.2	1.96	3.15	2.98	8.484	6.805	0.5	-
2	R22	0.1	0.98	3.55	5.09	7.402	6.991	0.82	-
3	R26	0.1	0.98	3.09	4.36	7.4	7	0.4	-
4	R28	0.1	0.98	1.92	5.37	4.47	13.1	0.57	-
5	R29	0.1	0.98	1.93	4.53	3.2	7.6	0.21	-
6	R210	0.05	0.49	1.6	3.61	5.2	4.2	0.3	-
7	R212	0.1	0.98	1.62	3.26	6.2	7.6	0.22	-
8	R213	0.05	0.49	1.34	3.25	7.2	6.2	0.24	-
9	R49	0.1	0.98	4.1	3.39	4	12	0.47	-
10	R411	0.3	2.94	4.22	5.05	9	14	1.11	-
11	R413	0.3	2.94	5	4.47	9	15	1.24	-
12	R415	0.1	0.98	5.42	3.83	7	12	1.19	-
13	R416	0.4	3.92	4.58	7.07	11	16	1.03	-
14	R418	0.1	0.98	2.68	4.97	8	13	0.66	-
15	R420	0.1	0.98	3.43	5.42	12	13	0.67	-
16	R422	0.1	0.98	2.29	4.02	6	8	0.42	-
17	R424	0.1	0.98	2.88	4.19	3	9	0.19	-
18	R425	0.1	0.98	2.07	3.44	11	10.6	0.27	-
19	R433	0.3	2.94	6.69	6.28	14	16	2.02	-
20	R436	0.25	2.45	3.53	5.61	7	13	1.42	-
21	R437	0.1	0.98	2.81	4.82	7	12	0.97	-
22	R438	0.25	2.45	5.22	3.71	8	10	1.07	-
23	R446	0.4	3.92	3.8	4.7	4	14	0.51	-
24	R461	0.3	2.94	4.82	3.83	6	12	0.81	-
25	R463	0.05	0.49	4.92	3.35	4	10	0.63	-
26	R468	0.2	1.96	5.04	4.88	3	14	1.4	-
27	R471	0.2	1.96	3.91	3.65	4	9	0.8	-
28	R478	0.05	0.49	4.56	5.22	8	11	0.98	-

*** หมายเหตุ :**ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช

ตารางที่ ฉ2 ผักปอดนาที่นำมาวิเคราะห์ทุกแปลง (แปลงย่อยที่ 2 4 และ 6)(ต่อ)

ต้นที่	รหัสวัชพืช	แรงที่ใช้ในการดึง (Kg)	แรงที่ใช้ในการดึง (N)	ความหนา (cm)	ความกว้าง (cm)	ความยาวราก(cm)	ความยาวลำต้น(cm)	น้ำหนัก (g)	หมายเหตุ
29	R482	0.1	0.98	4.69	5.48	8	13	1.17	-
30	R487	0.25	2.45	3.64	4.29	13	15	1.08	-
31	R489	0.2	1.96	3.85	3.17	12	14	1.64	-
32	R493	0.25	2.45	3.84	3.54	8	15	1.7	-
33	R498	0.2	1.96	5.05	3.12	8	14	1.16	-
34	R499	0.2	1.96	4.63	5.39	6	12	1.01	-
35	R4102	0.3	2.94	3.96	3.18	7	13	1.07	-
36	R61	0.2	1.96	4.76	4.4	7.3	12.9	0.89	-
37	R62	0.1	0.98	4.52	3.69	6.8	13.6	1.18	-
38	R65	0.15	1.47	4.11	3	4.1	9.2	0.74	-
39	R67	0.2	1.96	5.76	3.97	9.9	10.2	1.22	-
40	R68	0.3	2.94	4.92	3.89	5.6	9	0.59	-
41	R613	0.1	0.98	4.8	4.28	5.5	9.7	1.14	-
42	R614	0.3	2.94	4.9	3.72	7.6	10.7	1.16	-
43	R627	0.1	0.98	5.15	3.36	5.8	11.2	3.81	-
44	R642	0.2	1.96	3.13	3.53	7.2	14	0.87	-
45	R646	0.1	0.98	4.29	3.33	5.4	11.2	1.28	-
46	R657	0.2	1.96	5.47	3.18	5.8	14	1.05	-
47	R664	0.1	0.98	4.11	4.88	2.4	7.8	0.61	-
	ค่าเฉลี่ย	0.17	1.69	3.95	4.2	7.02	11.33	0.94	
	ค่ามากสุด	0.4	3.92	6.69	7.07	14	16	3.81	
	ค่าน้อยสุด	0.05	0.49	1.34	2.98	2.4	4.2	0.19	

*** หมายเหตุ :**ขาด หมายความว่า รากวัชพืชขาด และ วัชพืชเน่า หมายความว่า วัชพืชที่ได้นั้นเน่าเสียก่อนที่จะนำมาวัดความหนาของวัชพืช