สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเครื่องปลูกกระเทียม ติดตั้งบนเครื่องยนต์ขนาด 5 แรงม้า

Design and Development of Furrow Openers for Garlic Planters installed on 5 hp Engine Power Tiller

T 061778

จัดทำโดย

1. นาย จงกล	แจ่มกระจ่าง	45015639
2. นาย จิรวัฒน์	มุ่งจอมปรางค์	45015641
3. นาย เฉลิมพันธ์	ดวนใหญ่	45015643

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61778
วัน,เดือน,ปี 21 ก.ค. 2549

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

.b.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเครื่องปลูกกระเทียม ติดตั้งบนรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า Design and Development of Furrow Openers for Garlic Planters installed on 5 hp Engine Power Tiller

ผู้จัดทำ

1. นาย จงกล	แจ่มกระจ่าง	45015639
2. นาย จิรวัฒน์	มุ่งจอมปรางค์	45015641
3. นาย เฉลิมพันธ์	ดวนใหญ่	45015643

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สัญลักษณ์ กิ่งทอง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ปรีชานันท์ ศรีแก้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเครื่องปลูกกระเทียม ติดตั้งบนรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า

1. นาย จงกล	แจ่มกระจ่าง	45015639
2. นาย จิรวัฒน์	มุ่งจอมปรางค์	45015641
3. นาย เฉลิมพันธ์	ดวนใหญ่	45015643

รศ. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์	อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ สัญลักษณ์ กิ่งทอง	อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ ปรีชานันท์ ศรีแก้ว	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547	

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการพัฒนา อุปกรณ์เปิดร่อง 3 แบบคือ shoe type, hoe type และ shovel type โดยพิจารณาคัดเลือกจาก **1)** สมรรถนะการเปิดร่อง (Performance Index) ของตัวเปิดร่อง แต่ละแบบที่ระยะห่าง ตัวเปิดร่องแถวหน้าละแถวหลัง 4 ค่า คือ 17, 22 ,27 และ 32 ที่ความเร็ว 1.68 km/hr และความลึกใช้งาน 2 cm ผลปรากฏว่าที่ตัวเปิดร่อง shovel type ที่ระยะห่าง 22 cm ให้ค่าสมรรถนะการเปิดร่องที่ดีที่สุด **2)** แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแต่ละแบบในรางทรายและในแปลงที่ระยะห่าง 4 ค่า คือ 17,22,27 และ32 cm ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ที่ความลึกใช้งาน 2 cm ผลปรากฏว่าแรงฉุดลากบนรางทรายของตัวเปิดร่องแบบ hoe type ให้ค่าน้อยที่สุดคือ 0.84 kgf / แถว จากนั้นเป็น shoe type1.04 kgf / แถว และshovel type 1.06 kgf / แถว ตามลำดับแรงฉุดลากในแปลงภาควิชาของตัวเปิดร่องแบบ hoe type ต่ำสุด ค่าเฉลี่ยจากการไถ 3 แปลงคือ 1.47 kgf / แถว จากนั้นเป็น shoe type 1.99 kgf / แถว shovel type 2.13 kgf / แถว ตามลำดับ ระยะห่างระหว่างแถวหน้าและแถวหลังที่ทำให้แรงฉุดลากต่ำสุดคือ 22- 27 cm ค่าแรงฉุดลากในรางทรายคือ 0.043 – 0.077 kgf / แถว .ในแปลงภาควิชาค่าแรงฉุดลากคือ 2.02 – 2.07 kgf / แถว **3)** ร้อยละความงอกของกระเทียม ที่ความเร็วในการทำงาน 1 km/hr , 1.68 km/hr และ 3 km/hr ที่ความลึกทำงาน 2 cm ทดสอบบนรางทรายในห้องปฏิบัติการผลที่ได้คือ ตัวเปิดร่องแบบ shovel type มีร้อยละความงอกของกระเทียมที่สม่ำเสมอดีที่สุดคือ 70 – 83.3 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design and Development of Furrow Openers for Garlic Planters installed on 5 hp Engine Power Tiller

Mr. Jongkol Jamkajang
Mr. Jirawat mumgjomprank
Mr. Chaloempa Dounyai
Associate ProFessor Jirapron Benjapragairat Advisor
Mr. Sanyaluck Kingthong Advisor
Mr. Preechanun Srikaew Advisor
2547

ABSTRACT

This project was developed on 3 types of furrow opener as: shoe type , hoe type and shovel type. Three parameters were consisderated as performance index, draft force and percentage of germination. The furrow opener were composed of 2 gangs. Each gang was installed 5 furrow openers. The distance between front and rear gangs was 17, 22, 27 and 32 cm. Test was conducted at forward speed 1.68 km/hr and 2 cm depth. The shoe type opener at distance front and rear gang 22 cm was performed the highest performance index , 0.0224. In soil bin , the average draft force at distance between front and rear gangs , 17 , 22 , 27 and 32 cm at forward speed 1.68 km/hr and 2 cm depth was shown that hoe type was given the lowest draft force , 0.48 kgf/row . Shoe type and shovel type was 1.04 and 1.06 kgf/row, respectively. Under field condition, heavy clay soil , hoe type was the lowest draft force , 1.47 kgf/row, Shoe type and shovel type were 1.99 and 2.13 kgf/row , respectively. The distance between front and rear gangs , 22 – 27 cm , given the lowest draft force were 0.043 – 0.077 kgf/row for shoe type in soil bin and 2.02 – 2.07 kgf/row for shovel type under field condition. The uniform percentage of germination , at forward speed 1 , 1.68 and 3 km/hr at 2 cm depth in soil bin ,were 70 – 83.3 for shovel type.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมติดรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า เป็นงานวิจัยต่อเนื่อง จากเดิมที่มีการพัฒนามาแล้ว ในส่วนของรายงานเล่มนี้ทางผู้จัดทำคิดว่าหากเราต้องการให้ประสิทธิภาพของเครื่องปลูกกระเทียมนี้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วนั้นควรทำการศึกษาและวิเคราะห์เจาะลึก เป็นส่วนส่วนไป เช่นชุดเปิดร่องชุดลำเลียง และกระพ้อตักเพื่อให้ทราบปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

ส่วนที่เรานำมาวิจัยก็คือ ในส่วนของชุดเปิดร่อง คือหากเครื่องปลูกกระเทียม มีชุดเปิดร่องที่ดีเหมาะสมกับการปลูก ทำการเปิดหน้าดินให้มีความลึกเหมาะสมกับการปลูกกระเทียมโดยไม่รบกวนผิวหน้าดินมากนักและไม่ใช้แรงฉุดลากมากเกินไปอันจะทำให้เกษตรกรทำงานได้อย่างสะดวกแล้ว เมื่อพิจารณาตามเงื่อนไขต่างๆแล้ว หากทำการสร้างชุดเปิดร่องที่ทำงานได้จริงตามนี้แล้วน่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับเครื่องปลูกกระเทียมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่1	บทนำ	1
	ที่มาและความสำคัญ	1
	วัตถุประสงค์ของการศึกษา	4
	ขอบเขตการศึกษา	4
	วิธีการดำเนินงาน	5
	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่2	ทฤษฎีและหลักการ	7
	วิธีการปลูกกระเทียม	7
	ตัวเปิดร่อง	10
	ตัวกลบอัดดิน	14
	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวเปิดร่อง	15
บทที่3	การออกแบบและสร้าง	18
	แนวทางการออกแบบ	18
	ส่วนประกอบของตัวเปิดร่อง	18
	โครงยึดตัวเปิดร่อง	22
	รางทรายและอุปกรณ์ทดสอบตัวเปิดร่อง	24
บทที่4	การทดสอบและผลการทดสอบ	27
	การทดสอบเพื่อเลือกทรายลงราง	27
	การทดสอบหาแรงฉุดลากในรางทราย	29
	การทดสอบหาแรงฉุดลากในแปลงภาควิชา	35
บทที่5	สรุปและวิจารผลการทดสอบ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก	การทดสอบเพื่อเลือกทรายลงราง	48
	การคำนวณและรายงานผล	49
	ผลการทดลอง	50
	สรุปผล	53
	การทดสอบหาผลกระทบที่มีต่อมิติของร่องที่ถูกเปิด	53
ภาคผนวก ข	การทดสอบหาแรงฉุดลากในรางทราย	57
	ผลการทดสอบแรงฉุดลากในรางทราย	59
	สรุปผลการทดสอบแรงฉุดลากในรางทราย	104
ภาคผนวก ค	การทดสอบหาแรงฉุดลากในแปลงภาควิชา	109
	ค่าความชื้น MC	118
	ค่า Mean mass diameter MMD	121
	สรุปผลการทดสอบแรงฉุดลากในแปลงภาควิชา	126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขนาดพื้นที่ปลูกกระเทียมของไทย ในปี 2536/37	2
ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะประจำพันธ์ของกระเทียม	8
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าสมรรถนะการเปิดร่องของตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ	29
ตารางที่ 4.2 ค่า Performance Index ต่อระยะห่าง 4 ค่า	31
ตารางที่ 4.3 ค่าแรงฉุดลากของตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ	31
ตารางที่ 4.4 แรงฉุดลากเฉลี่ยของตัวเปิดร่อง 3 แบบ / ตัวเปิดร่อง	32
ตารางที่ 4.5 ค่าแรงฉุดลากเฉลี่ย / ระยะห่าง	33
ตารางที่ 4.6 ร้อยละการงอกของกระเทียมในรางทราย	34
ตารางที่ 4.7 แรงเฉลี่ย / ตัวเปิดร่อง	36
ตารางที่ 4.8 ค่าแรงฉุดลากของตัวเปิดร่อง แบบ shovel type ทั้ง 4 ระยะห่าง	37
ตารางที่ 5.1 slip (%) ที่ ความลึกในการเปิดร่อง	39
ตารางที่ 5.2 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่อง 3 แบบ เฉลี่ย / ตัวเปิดร่อง	40
ตารางที่ 5.3 แรงเฉลี่ย / ตัวเปิดร่อง	41
ตารางที่ 5.4 แรงฉุดลากเฉลี่ย / ระยะห่างตัวเปิดร่อง	42
ตารางที่ 5.5 แรงเฉลี่ย / ตัวเปิดร่อง	43
ตารางที่ 5.6 ค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ	44
ตารางที่ 5.7 Performance Index ของระยะห่าง 4 ค่า	45
ตารางที่ 5.8 ร้อยละการงอกของกระเทียม	46
ตารางที่ ก1 ทรายหยาบครั้งที่ 1	50
ตารางที่ ก 2 ทรายหยาบครั้งที่ 2	51
ตารางที่ ก 3 ทรายละเอียดครั้งที่ 1	51
ตารางที่ ก 4 ทรายละเอียดครั้งที่ 2	52
ตารางที่ ก 5 ทรายขี้เป็ดครั้งที่ 1	52
ตารางที่ ก 6 ทรายขี้เป็ดครั้งที่ 2	53
ตารางที่ ข1-ข4 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องบนรางทราย	59 - 62
ตารางที่ ข5-ข45 Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ และระยะห่าง 4 ค่า	63-103
ตารางที่ ค1-ค7 การทดสอบแรงฉุดลากในแปลงภาควิชา	111-117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ ค8-ค19 ค่า Mean mas diameter MMD shoe type ระยะห่าง 32cm	118-126
ตารางที่ ค1-ค7 การทดสอบแรงฉุดลากในแปลงภาควิชา	111-117
ตารางที่ ค8-ค19 ค่า Mean mas diameter MMD shoe type ระยะห่าง 32cm	118-126
ตารางที่ ค21แรงเฉลี่ย(kgf)/ ตัวเปิดร่อง	127

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่1.1 แผนผังแสดงการพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมจากอดีตถึงปัจจุบัน	3
รูปที่ 2.2 ลักษณะของร่องปลูกสำหรับอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ	14
รูปที่ 2.3 แสดงตัวกลบแบบต่างๆ	14
รูปที่ 2.4 แสดงล้อกลบอัดดินแบบต่างๆ	15
รูปที่2.5 กราฟแสดงแรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแต่ละแบบ	16
รูปที่2.6 กราฟความสัมพันธ์ของแรงฉุดลากกับ dead load	17
รูปที่2.7 กราฟความสัมพันธ์ของแรงฉุดลากกับ dead load	17
รูปที่ 3.1 ตัวเปิดร่องแบบ Shovel type	18
รูปที่ 3.2 แบบเหล็กแผ่นที่จะทำ Shovel type	19
รูปที่ 3.3 ลักษณะเหล็กฉากที่ตัดแล้ว	19
รูปที่ 3.4รูป Shovel type ที่ทำการเชื่อมต่อเสร็จแล้ว	20
รูปที่ 3.5 ตัวเปิดร่องแบบ Shoe type	20
รูปที่ 3.6 รูป Shoe type ที่ทำการเชื่อมต่อเสร็จแล้ว	21
รูปที่ 3.7 ตัวเปิดร่องแบบ Hoe type	21
รูปที่ 3.8 แบบเหล็กแผ่นที่ทำการเคาะปลายแล้ว	22
รูปที่ 3.9 รูป Hoe type ที่ทำการเชื่อมต่อเสร็จแล้ว	22
รูปที่ 3.10 รูปโครงยึดตัวเปิดรอง	23
รูปที่ 3.11 ชุดขับเคลื่อน	24
รูปที่ 3.12รางทรายขนาด	24
รูปที่ 3.13 อุปกรณ์เปิดร่องมราเตรียมการทดสอบ	25
รูปที่ 3.14 อุปกรณ์อ่านค่า OR1200	25
รูปที่ 3.15 Load cell	26
รูปที่ 3.16 แสดงการติดตั้งที่สมบูรณ์แล้ว	26
รูปที่ 4.1 ลักษณะการเปิดร่องของทรายขี้เป็ดที่ร่อนแล้ว	27
รูปที่ 4 .2 ลักษณะการเปิดร่องของทรายขี้เป็ดที่ยังไม่ได้ร่อน	28
รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะการร่อนทรายขี้เป็ดลงรางทราย	28
รูปที่ 4.4 แสดงการวัดมิติของร่อง 10 จุด เพื่อไปคำนวณค่า PI	30
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสมรรถนะการเปิดร่องทั้ง 3 แบบ	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า PI กับ ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 31
รูปที่ 4.7 การทดสอบแรงฉุดลากบนรางทราย 32
รูปที่ 4.8 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ / จำนวนครั้งในการทดสอบ 32
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงฉุดลากกับระยะห่าง 33
รูปที่ 4.10 ร้อยละการงอกของกระเทียมจากตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบใน 3 ความเร็ว 34
รูปที่ 4.11 แสดงการงอกของกระเทียมในรางทราย 35
รูปที่ 4. 12 การทดสอบหาแรงฉุดลากในแปลงภาควิชา 36
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงฉุดลาก / ครั้งในการเตรียมดิน 36
รูปที่ 4.14 shovel type ค่าแรงฉุดลาก / ระยะห่างตัวเปิดร่อง 37
รูปที่ 5.1 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ / ตัวเปิดร่อง 40
รูปที่ 5.2 ค่าแรงฉุดลาก / ตัวเปิดร่อง 41
รูปที่ 5.3 ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ค่าแรงฉุดลาก / ระยะห่าง(cm.) 42
รูปที่ 5.4 ที่ 4 ระยะห่างของตัวเปิดร่องของ ค่า แรงฉุดลาก / ตัวเปิดร่อง 43
รูปที่ 5.5 กราฟค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ 44
รูปที่ 5.6 กราฟ ค่า Performance Index ของระยะห่าง 4 ค่า 45
รูปที่ 5.7 กราฟแสดง ร้อยละการงอกของกระเทียมบนรางทราย 46
รูปที่ ก1 ลักษณะของการติดตังอุปกรณ์ทดสอบ 54
รูปที่ ก2 ลักษณะของร่องที่ได้ในการเปิดร่องของทรายขี้เป็ดที่ร่อนแล้ว 55
รูปที่ ก3 ลักษณะของร่องที่ได้ในการเปิดร่องของทรายขี้เป็ดที่ยังไม่ได้ร่อน 55
รูปที่ ก4 การร่อนทรายลงราง 56
รูปที่ ข1 แสดงการติดตั้ง 58
รูปที่ ข2 แสดงการวัดมิติของร่อง 58
รูปที่ ข3 กราฟแสดงร้อยละการงอกของกระเทียมทั้ง 3 ความเร็ว 104
รูปที่ ข4 แรงฉุดลากเฉลี่ย/ ระยะทาง 105
รูปที่ ข5 แสดงแรงฉุดลากของตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบ/ตัวเปิด10ตัว 106
รูปที่ ข6 กราฟ ค่า Performance Index ของระยะห่าง 4 ค่า 107
รูปที่ ข7 กราฟค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

กระเทียมเป็นพืชที่รู้จักกันดีซึ่งอยู่ในตระกูลเดียวกับหอมหัวใหญ่ หอมแดง หอมแบ่ง และพวกไม้ประดับได้แก่ ดอกทิวลิป ดอกลิลลี่ จากบันทึกประวัติศาสตร์มีการปลูกกระเทียมมาไม่น้อยกว่า 500 ปี มาแล้ว ปลูกมากในประเทศจีน ในระยะเริ่มต้นคนเอเชียกลางนำมาผสมเป็นยารักษาโรคบางอย่าง และบริโภคหัวเหมือนในปัจจุบันเราใช้กระเทียมเป็นเครื่องปรุงในการประกอบอาหาร และเพื่อส่งโรงงานทำอาหารสำเร็จรูป โรงงานอาหารกระป๋อง โรงงานน้ำพริก โรงงานทำกระเทียมดอง รวมทั้งการใช้กระเทียมไปเป็นยาสมุนไพร มีการบรรจุกระเทียมในรูปแคปซูล นอกจากนี้ยังมีการผลิตเพื่อทำพันธุ์จำหน่าย และส่งออกไปขายยังต่างประเทศบางส่วน ทำให้กระเทียมมีราคาค่อนข้างดี เป็นสาเหตุจูงใจให้มีความต้องการขยายพื้นที่ปลูกให้มากขึ้น พื้นที่เพาะปลูกกระเทียมในประเทศไทยมีทั้งหมดประมาณ 140,937 ไร่ ส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ จังหวัดที่มีการเพาะปลูกมาก คือ เชียงใหม่ ลำพูน และแม่ฮ่องสอน เป็นต้น

การปลูกกระเทียมในปัจจุบัน ส่วนมากใช้แรงงานคนในการปลูก โดยจะทำการจิ้มกลีบกระเทียมลงบนแปลงปลูกที่เปียกชุม ให้ความลึกประมาณ 3/4 ของความสูง ของกลีบกระเทียม และมีระยะปลูก 10x10 cm หรือ 15 x15 cm แล้วจึงนำฟางมาคลุมเพื่อรักษาความชื้นและป้องกันวัชพืชขึ้นอีกด้วย ซึ่งในขั้นตอนการปลูกต้องใช้คนจำนวนมากโดยเฉลี่ยแรงงานคนมีความสามารถในการทำงานเพียง ประมาณ 0.29 ไร่/คน/วัน

ปัญหาสำคัญที่พบในขั้นตอนการปลูกกระเทียม คือการสิ้นเปลืองแรงงานและค่าใช้จ่าย เนื่องจากเกษตรต้องปลูกกระเทียมในพื้นที่ของตนให้เสร็จทันตามเวลา ในขณะที่ดินยังคงมีความชื้นเพียงพอให้สามารถทำการปักดำได้ ดังนั้นจึงต้องเตรียมแรงงานคนในการปักดำเป็นจำนวนมาก เพื่อให้สามารถปลูกได้ทันตามเวลา การใช้แรงงานคนจำนวนมากทำให้พื้นที่การปลูกกระเทียมส่วนใหญ่มีขนาดไม่เกิน 6 ไร่ เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านแรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

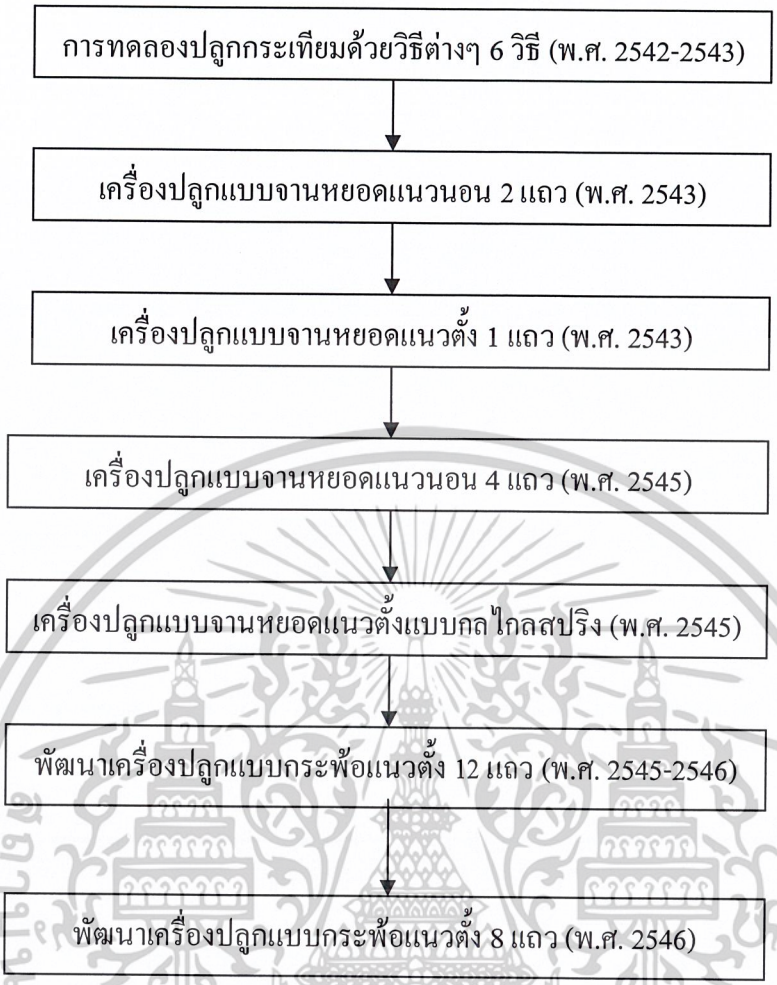
ตารางที่ 1.1 ขนาดพื้นที่ปลูกกระเทียมของไทย ในปี 2536/37

ขนาดพื้นที่เพราะปลูก ปี 2536-2537	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ร้อยละ
น้อยกว่า 2 ไร่	41,598	26.94
2-5.9 ไร่	81,555	52.82
6-9.9 ไร่	20,083	13.01
สูงกว่า 10 ไร่	11,155	7.23
รวมทั้งประเทศ	154,391	100

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2536/37

งานพัฒนาและออกแบบเครื่องปลูกกระเทียมเพื่อเป็นเครื่องทุ่นแรงที่จะนำมาใช้ในการปลูกกระเทียม โดยเครื่องปลูกกระเทียมนี้จะต้องสามารถทดแทนแรงงานคนในการปลูกได้และเครื่องปลูกกระเทียมจะต้องสามารถใช้งานได้ในพื้นที่จริงของเกษตรกรอีกทั้งต้นทุนไม่สูงนัก จึงได้มีการดำเนินการวิจัย การออกแบบพัฒนา โดย รศ. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ และคณะมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 จนถึงปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่1.1 แผนผังแสดงการพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมจากอดีตถึงปัจจุบัน

การวิจัยทดลองและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียม (จรัสชัย :2547) พบว่า

1.1.1 การทดลองปลูกกระเทียมด้วยวิธีต่างๆ 6 วิธีการ โดยมีการปลูกแบบปักรากลงดิน รากชี้ขึ้น หงายกลีบ คว่ำกลีบ ตะแครง และแบบโรย ผลการจากการทำการปลูก 15 วัน การปลูกโดยวิธีดำและการโรยมีอัตราการงอกสูงกว่า 50% และเมื่อปลูกได้ 29 วัน อัตราการงอกของการปลูกโดยวิธีการดำและการโรยมีอัตราการงอกราก 93% การปลูกโดยวิธีที่มปลายลงดิน ให้อัตราการงอกต่ำสุดประมาณ 15% สรุปได้ว่า การปลูกแบบโรยมีอัตราการงอกเท่ากับกระเทียมที่ปลูกโดยใช้วิธีแบบเกษตรกร

1.1.2 พัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมแบบจานหยอด 2 แถว ในปี 2542 ผลการทดลองจะเห็นว่าอัตราการไหลออกของกระเทียม ที่ลูกหยอดเมื่อกระเทียมบรรจุเต็มถังจะมากกว่ากระเทียมที่บรรจุครึ่งถัง 2.91% อีกทั้งรูหยอดวงนอกจะมีอัตราการหยอดกระเทียมสูงกว่ารูหยอดวงในและทั้งสองรูมีอัตราการหยอดกระเทียมสูงกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.3 พัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมแบบจานหยอดแนวตั้ง 1 แถว ในปี 2543 พบว่าการทดสอบในช่วงต้นๆ สามารถหยอดกระเทียมได้ในระยะที่ต้องการกลีบกระเทียมลงมาอย่างสม่ำเสมอแต่เมื่อทดสอบไปนานๆ พบว่ากลีบกระเทียมมีการอุดตันทางออกระหว่างท่อนำเมล็ดเนื่องจากการเสียดสีของจานหยอดทำให้เศษกระเทียมไปอุดตันทางออกระหว่างท่อนำเมล็ด เนื่องจากการเสียดสีของจานหยอดทำให้เศษกระเทียมอุดตัน

1.1.4 พัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมแบบจานหยอด 4 แถว ในปี 2545 พบว่า ไม่สามารถทำการตรวจสอบได้ เนื่องจากเกิดการติดขัด ในระบบหยอด เมื่อทำการทดสอบไปประมาณ 30 นาที เนื่อง จากกลีบกระเทียมที่แตกก่อนหน้านี้จับกันเป็นกาวเหนียวทำให้จานหยอดหมุนฝืดมาก

1.1.5 พัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมแบบจานหยอดกลไกลสปริง ปี 2545 พบว่าเครื่องปลูกแบบนี้มีการปล่อยกระเทียมปริมาณมากกว่าที่ออกแบบไว้ (10 กลีบ/ m) และมีการจ่ายกระเทียมไม่สม่ำเสมอเมื่อกระเทียมเต็มถัง ส่วนผลการจ่ายกระเทียมเมื่อบรรจุ 1/5 ถัง พบว่าค่อนข้างสม่ำเสมอแต่ปริมาณมากเกินไป ส่วนค่าการแตกหักพบว่าเมื่อความเร็วมากขึ้นการแตกหักก็มากขึ้นด้วย

1.1.6 พัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมแบบจานหยอดแนวตั้ง 12 แถว ในปี 2545 พบว่า มีการอุดตันในช่องทางออกและกระพ้อ เมื่อกระเทียมมีขนาดใหญ่ และเนื่องจากช่องว่างระหว่างแถวน้อยจึงทำให้เกิดการพูนของดินหน้าชุดเปิดร่องทำให้กำลังฉุดลากของเครื่องไม่พอหรือล้อฟรีได้เพราะกองดินที่ขวางอยู่

1.1.7 พัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมแบบจานหยอดกระพ้อแนวตั้ง 8 แถว ในปี 2546 เป็นเครื่องที่พัฒนามาจากเครื่องปลูกแบบจานหยอดแบบแนวตั้ง 12 แถว เพื่อลดปัญหาการพูนของดินหน้าตัวเปิดร่องและพัฒนารูปแบบและขนาดกระพ้อลำเลียงให้ไม่มีการอุดตัน แต่ปัญหาที่พบคือความแม่นยำในการปลูกยังไม่ดีนัก เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกของเกษตร และเมื่อทำการขึ้นร่องใหม่จะต้องทำการการเว้นระยะช่วงปลูกเพราะล้อบังคับความลึกกว้างกว่าชุดเปิดร่องอาจทำให้ทับรอยเก่าได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ออกแบบพัฒนาและทดสอบ ตัวเปิดร่องทั้งแถวหน้า และแถวหลัง เพื่อให้ทราบถึงระยะห่างของชุดเปิดร่องที่เหมาะสมกับสภาพการปลูกจริงของเกษตร

1.2.2 เพื่อวัดแรงฉุดลากที่เกิดขึ้นและลักษณะของร่อง สำหรับตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ และคุณภาพของร่องปลูกที่เหมาะสม ภายใต้เงื่อนไขสำหรับการปลูกกระเทียม

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาอุปกรณ์เปิดร่องที่มีอยู่ในปัจจุบันและเลือกแบบที่เหมาะสม

1.3.2 ศึกษาแรงฉุดลากของตัวเปิดร่องที่เลือก

1.3.3 ศึกษาตัวเปิดร่องแบบต่างๆที่เหมาะสมในการใช้กับเครื่องปลูกกระเทียมโดยพิจารณาคุณภาพของร่องและความสามรถในการงอกเป็นเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.4 สร้างเครื่องต้นแบบ

1.3.5 ทดสอบในแปลงภาควิชา

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1. เริ่มจากทำการศึกษา อุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ ที่คิดว่าดีที่สุดในการเปิดร่องเพื่อปลูกกระเทียมโดยพิจารณาจากร่องที่ได้ คือมิติต่างๆของร่องที่ได้ในแต่ละแบบได้แก่ ลักษณะร่องที่ได้ เป็นรูปแบบใด ความกว้าง ความลึก ที่จะไม่มีผลกระทบต่อ ระยะปลูก และ การปลูก

2. ปรับปรุงรางทดสอบโดยเพิ่มขนาดความกว้างรางทรายจากที่มีอยู่เดิมกว้าง 1 m. เป็นรางทรายที่มีความกว้างเป็น 1.5 m. แล้วทำการศึกษา ดิน ทรายที่จะนำมาลงรางทดสอบ เพื่อหาแรงฉุดลากและรายละ เอียดต่างๆของการเปิดร่องที่ได้โดยยึดหลักมาตรฐาน ISO 7252/1982 ดังนี้คือดินทดสอบที่สามารถใช้ใส่ในรางดิน สำหรับในการทดสอบ คือ ทรายขนาด 85-120 μ m ผสมกับดินเหนียว 20-25% โดยน้ำหนัก และที่ความชื้น 4-6%

3. ทำการเลือกทรายที่จะนำมาลงรางทดสอบโดยการทำ การทดสอบหาขนาดเม็ดดินด้วยวิธีการร่อนด้วยตระแกรงเพื่อเลือกขนาดทรายที่มีขายในท้องตลาด 3 ชนิดคือ ทรายหยาบ ทรายละเอียด ทรายขี้เป็ดศึกษา ว่าทรายชนิดใดอยู่ในช่วงขนาด 85-120 μ m มากที่สุด เพื่อจะนำมาทำการร่อนลงในรางทราย (หมายเหตุ:หากทรายมีขนาดของเม็ดดินที่อยู่ในช่วงน้อยเกินไปจะทำการเลือกทรายที่หาได้ง่ายราคาถูกในท้องตลาดมาทำการร่อนลงรางทรายเพื่อทดสอบแรงฉุดลาก และหารายละเอียดต่างๆของตัวเปิดร่องแบบต่างๆ แทน)

4. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์เสริมในการทดสอบคือ อุปกรณ์เลื่อนเพื่อลากตัวเปิดร่องที่จะทำการทดสอบโดยที่ของเดิมที่มีอยู่มีขนาดรองรับหน้ากว้าง 1 เมตร แต่ได้เพิ่มเป็น 1.5 m. จึงต้องทำการต่อหน้ากว้างให้เพียงพอก่อนจะออกแบบและสร้างอุปกรณ์จับยึดเลื่อน และอุปกรณ์เปิดร่อง

5. หลังจากสร้างอุปกรณ์ติดตั้งเสร็จแล้วทำการติดตั้งตัวเปิดร่องที่มีอยู่เดิมกับโหลดเซล และเลือน (จะต้องทำการปรับเทียบโหลดเซลก่อน) แล้วทำการทดสอบเพื่อปรับแต่งการจับยึดโหลดเซลให้ใช้งานได้ก่อนที่จะทำการทดสอบ หาค่าแรงฉุดลากของตัวเปิดร่องเดิมที่มีอยู่

6. ทำการออกแบบตัวเปิดร่อง โดยทำการออกแบบตัวเปิดร่อง 3 แบบคือ Shoe type ,Hoe type และ Shovel type ทำแบบละ 10 ตัว เพื่อนำมาทดสอบหารูปร่างร่องที่ได้และแรงฉุดลาก แล้วทำการออกแบบโครงจับยึดตัวเปิดร่องโดยเป็นตัวต้นแบบ

7. ทำการทดสอบจนได้โครงจับยึดและตัวเปิดร่องที่จะใช้จริงแล้วทำการทดสอบในแปลงภาควิชาหาข้อบกพร่องจากการทำงานจริงเพื่อแก้ไขและปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้อุปกรณ์เปิดร่องที่มีแรงฉุดลากน้อยลง สามารถเพิ่มจำนวนแถวปลูกได้

1.5.2 คุณภาพของร่องที่ได้มีความลึก และความกว้างของร่องที่ปลูกสม่ำเสมอกัน

1.5.3สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปลูกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการของตัวเปิดร่องเครื่องปลูกกระเทียม

2.1 การปลูกกระเทียม

2.1.1 ความเหมาะสมในการปลูกกระเทียม

กระเทียมเป็นพืชที่ชอบดินร่วนปนทราย ที่มีความอุดมสมบูรณ์และมีการระบายน้ำได้ดีชอบอากาศเย็น ความชื้นในอากาศปานกลาง อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตคือประมาณ 12-18 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 22 องศา กระเทียมจะลงหัวเร็วเกินไปทำให้ขนาดหัวไม่โต โรคและแมลงรบกวนและเสื่อมในด้านคุณภาพของเมล็ดพันธ์ ภาคเหนือเป็นภาคที่มีดินฟ้าอากาศเหมาะกว่าที่อื่นๆ มีความเย็นมากพอตามความต้องการของกระเทียม

2.1.2 ฤดูปลูก

ปลูกในช่วงฤดูหนาว ตั้งแต่ช่วงปลายเดือนตุลาคม-ต้นเดือนธันวาคม หากพ้นกำหนดนี้แล้ว กระเทียมจะยังคงเจริญเติบโตได้ดีในระยะแรก แต่ยังไม่ทันแก่ก็พ้นฤดู คือจะมีใบแห้งตาย อาการเช่นนี้จะมีมากในช่วงกลางเดือนเมษา เป็นต้นไป โดยปกติเกษตรกรในภาคเหนือหลังการเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ก็เตรียมดินโดยการไถพรวนอย่างดีและปลูกกระเทียมในช่วงต้นเดือนธันวาคม โดยยกแปลงให้กว้างประมาณ 1-4 m. ยาวไปตามเนื้อที่นา ส่วนทางภาคกลางจะปลูกในช่วงปลายฤดูฝนย่างเข้าฤดูหนาว โดยปลูกไปบนร่องสวนผักที่มีอยู่นั่นเอง

2.1.3 พันธ์กระเทียม

แบ่งตามน้ำหนักหัวและอายุการเก็บเกี่ยวได้ 3 พันธ์

1. พันธ์เบา หรือพันธ์พื้นเมืองดั้งเดิมหรือที่เรียกว่ากระเทียมพันธ์ศรีษะเกษ มีขนาดปานกลางมีจำนวนกลีบต่อหัว11-13 กลีบ แต่ละกลีบมีขนาดเท่ากัน เนื้อในสีขาว มีรสและกลิ่นฉุนจัด ต้นสูง สีของกลีบกระเทียมเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อมแต่ขาวอมชมพู อมม่วง หรืออมเหลือง อายุการเกี่ยวประมาณ 75 วัน ผลผลิตเฉลี่ย 800- 15,000 kg /ไร่

2. พันธ์กลาง ซึ่งเป็นพันธ์ที่นิยมปลูกในปัจจุบันมีลักษณะเตี้ยกว่าพันธ์เบา แต่หัวโตกว่ากลีบมีขนาดแตกต่างกันมากเรียงซ้อนกันหรือเรียงชั้นนอกจะโตกว่ากลีบชั้นในตามลำดับ ชั้นในสุดกลีบจะเล็กสุด ชั้นนอกของพันธ์นี้จะใกล้เคียงกับขนาดของพันธ์เบา อายุการเก็บเกี่ยว100-120 วัน หากเก็บไว้ทำพันธ์ต้องเก็บเมื่ออายุ 120 วัน ผลผลิตเฉลี่ย 2,000 kg / ไร่

3. พันธ์หนักหรือที่เรียกว่าพันธ์จีน มีลักษณะของลำต้นอ้วนกว่าพันธ์อื่น จุกมีขนาดใหญ่กว่า หัวโตมาก กลีบมีน้อยแต่โต ลักษณะกลีบเรียงเป็นชั้นน้อยกว่าแบบกลาง กลิ่นไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อยฉุน อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 150 วันชอบอากาศเย็นกว่ากระเทียมพันธ์เบาอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 150 วันผลผลิตเฉลี่ย 4,000 kg / ไร่

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะประจำพันธ์ของกระเทียม

ลักษณะประจำพันธ์	พันธ์เบา (ศรีสะเกศ)	พันธ์กลาง (บางช้างและเชียงใหม่)	พันธ์หนัก (จีน)
อายุเก็บเกี่ยว	75 วัน	100-120 วัน	150 วัน
สถานที่ปลูก	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคกลางและภาคเหนือ	ภาคเหนือตอนบน
ขนาดของลำต้น	เล็กแข็งเหนียว	ใหญ่อวบเตี้ยกว่าพันธ์เบา	อวบกว่าพันธ์อื่น
ลักษณะของลำต้นเมื่อแก่จัด	เอนราบไปกับพื้นดิน	ไม่ล้มเอนลำต้นแห้งเหี่ยว	ไม่ล้มเอน
การบริโภคลำต้น	ไม่ใช้บริโภค	ใช้บริโภคได้	ใช้บริโภคได้
การเรียงของใบ	ใบอยู่ตรงกันข้ามแยก2ใบคล้ายพัด	เวียนเป็นวงกลมรอบลำต้น	ช่องว่างใบสั้นโคนใบเรียงซ้อนกัน
สีของใบ	เขียว	เขียวกว่าพันธ์เบา	เขียวกว่าพันธ์อื่น
ขนาดของใบ	เส้นแคบและยาว	แบนกว้าง	ใหญ่และหนา
ขนาดของหัว	ปานกลาง	ใหญ่กว่าพันธ์เบา	ใหญ่กว่าพันธ์เบา
จำนวนกลีบต่อหัว	11-13 กลีบ	9-15 กลีบ	4-8 กลีบ
สีของหัว	ขาวหม่นหรืออมเหลือง	ม่วงปนแดงหรือชมพูอ่อน	ขาวปนม่วง
ลักษณะกลีบ	ปลายกลีบมีเส้นยาวเหนือกลีบ	กลีบงอโค้ง	กลีบอ้วนไม่มีเหลี่ยมคม
การเรียงของกลีบ	ไม่ซ้อนกัน	เรียงซ้อนกันเป็นชั้นประมาณ2-3ชั้น	ไม่ซ้อนกัน
ขนาดของกลีบ	ขนาดต่างๆกัน	กลีบชั้นนอกโตกว่าชั้นใน	ใหญ่กว่าพันธ์อื่น
ผลผลิตเฉลี่ย	800-1500 kg/ไร่	2000-3500 kg /ไร่	4000 kg /ไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเทียมพันธ์เบา มีปลูกทางภาคกลางกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนพันธ์กลางนิยมปลูกในภาคเหนือแต่สำหรับพันธ์จีนนั้นมีปลูกน้อยเพราะอายุการเก็บเกี่ยวนาน ปลูกหลังจากเกี่ยวข้าวแล้วอาจไม่ทันที่จะลงหัวก็กระทบร้อน ทำให้ไม่ได้ผล

ปัจจุบันกระเทียมที่ใช้ปลูกส่วนมาก ปรากฏลักษณะประจำพันธ์ของกระเทียมพันธ์กลาง คือ โดยทั่วไปมีลักษณะสีม่วงอ่อนที่เปลือกและข้างในมีสีขาว ทางภาคเหนือจะแบ่งพันธ์กระเทียมออกเป็น กระเทียมดองและกระเทียมปีเท่านั้น กระเทียมดองเป็นกระเทียมที่ปลูกก่อนเก็บเกี่ยวข้าว ปลูกประมาณเดือนตุลาคม และต้นเดือนพฤศจิกายน หลังจากนั้น 1-2 เดือนจะปลูกกระเทียมปี หัวโตกว่า เพราะที่ต้นขณะโตนั้นตรงกับระยะอากาศหนาวหรือเย็นที่สุดของปีคือเดือนธันวาและมกรา

2.1.4 การเตรียมดิน

การเตรียมดินแตกต่างจากชนิดดินและท้องที่ แต่โดยทั่วไปแล้วอาจแบ่งได้ดังนี้

2.1.4.1 การปลูกแบบยกแปลง การเตรียมดินแบบนี้มักนิยมใช้ในท้องที่ที่มีการระบายน้ำไม่ดี มีน้ำน้อย ต้องใช้น้ำอย่างประหยัด เช่นดินเหนียวแถบภาคกลาง เป็นต้น การเตรียมดินแบบนี้ทำได้ สองแบบคือ

- แบบขุดเตรียมดินทั้งผืน โดยใช้แรงคนขุดหรือใช้เครื่องทุ่นแรงก็ได้เสร็จแล้วจึงยกแปลง มีร่องน้ำอยู่ข้างแปลง วิธีนี้เสียค่าเตรียมดินแพง
- แบบขุดเฉพาะร่องน้ำ วิธีไม่ขุดดินทั้งแปลง แต่จะขุดดินในส่วนที่เป็นร่องน้ำมาเกลี่ยไว้บนผิวแปลง

2.1.4.2 การปลูกแบบไม่ยกแปลง ส่วนใหญ่เป็นการเตรียมดินทั้งผืนเสร็จแล้วปลูกให้เต็มพื้นที่แล้วจึงคลุมด้วยฟาง วิธีนี้มักใช้กับดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย และในแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์และมีการระบายน้ำได้ดี ในที่ดินดังกล่าวนี้ การให้น้ำจะปล่อยให้น้ำท่วมแปลง แล้วทิ้งไว้สักครู่น้ำจะซึมหายไปหมดหรือจะมีการระบายน้ำช่วยด้วยก็ได้

การเตรียมดินทั้งสองแบบนี้ ควรใส่ปุ๋ยคอกเก่าๆ เช่นมูลโค เป็ด ไก่ หรือปุ๋ยหมัก ในอัตราไร่ละ 1 ตันเพื่อการทำให้ดินร่วนและมีสภาพดีขึ้น

2.1.5 การเตรียมพันธ์ปลูก

เนื่องจากพันธ์กระเทียม มักมีราคาแพงในฤดูปลูก ดังนั้นเกษตรกรที่ปลูกกระเทียมอยู่แล้ว ควรจะกันกระเทียมไว้ส่วนหนึ่ง เพื่อใช้ทำพันธ์ปลูกในปีต่อไป โดยเลือกกระเทียมที่แก่จัด มีคุณภาพดีไม่ฝ่อ จำนวนพันธ์ที่แกะกลีบไว้แล้วใช้ไร่ละประมาณ 60-80 kgถ้าเป็นถังประมาณ 5-7 ถัง นำกระเทียมออกมาแกะออกเป็นกลีบเสียก่อน ไม่ควรแกะให้กลีบถลอก เพราะจะทำให้เชื้อราเข้าไปได้ แล้วเก็บไว้ในที่เย็นๆ โดย ทั่วๆไปนิยมแกะเอาเฉพาะกลีบโตๆ ซึ่งได้แก่กลีบที่อยู่นอกหัวกระเทียมเท่านั้น ส่วนกลีบที่อยู่ภายในจะมีขนาดเล็ก ไม่นิยมเอาไปปลูกเพราะงอกไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 วิธีปลูก สูบน้ำหรือปล่อยน้ำเข้าร่อง ใช้ภาชนะวิดน้ำสาดบนหลังร่องให้เปียกและนำเอากลีบพันธ์กระเทียมที่เราแกะไว้นำมาจิ้มลงบนแปลง โดยใช้ระยะปลูกระหว่างแถวและระหว่างต้น 10คูณ10 cm หรือระยะ 15คูณ15 cm การปลูกนั้นนิยมจิ้มส่วนรากลงบนดินที่เปียกชุ่มเสร็จแล้วใช้ฟางคลุมแปลง ถ้าหาฟางไม่ได้ จะใช้เศษหญ้าคลุมแทนก็ได้ นอกจากจะเป็นการป้องกันแดดและยังรักษาความชื้นในดินให้คงอยู่แล้ว ยังป้องกันหญ้าขึ้นรบกวนด้วย ใช้ฟางประมาณ 300-400 มัด/ไร่ เมื่อคลุมฟางเสร็จแล้ววิดน้ำลงบนฟางให้เปียกชุ่มเป็นอันเสร็จวิธีปลูก

2.1.7การดูแลรักษา

2.1.7.1 การกำจัดวัชพืช ถ้าหากมีการเตรียมดินที่ดีแล้วจะทำให้วัชพืชต่างๆมีโอกาสขึ้นน้อย การบำรุงรักษาโดยการถอนหญ้าเพียงครั้งคราวก็เพียงพอแล้วสำหรับกระเทียม

2.1.7.2 การให้น้ำ ฟางที่ใช้คลุมจะช่วยป้องกันแดดและรักษาความชุ่มชื้นในดิน การให้น้ำมากโดยไม่นิยมปล่อยน้ำเข้าขังระหว่างแปลง โดยมากปล่อยน้ำแล้วใช้ภาชนะวิดน้ำให้เปียกชุ่มจนทั่วแปลงจนน้ำในร่องแห้ง การให้น้ำในเดือนแรกให้เพียง1-2 ครั้ง คือตอนหลังปลูกและตอนหลังปลูกไปแล้ว 2 สัปดาห์ เมื่อพ้น 1เดือนไปแล้วจึงให้น้ำทุก 7- 10วัน ให้ในตอนเช้าโดยสังเกตว่าดินแห้งก็รดน้ำให้ชุ่ม พอย่างเข้าเดือนที่ 3 ก็ลดการให้น้ำลงเหลือ 2 ครั้งต่อเดือนจนกระทั่งกระเทียมเริ่มแก่จึงหยุดให้น้ำ

2.2 ตัวเปิดร่อง

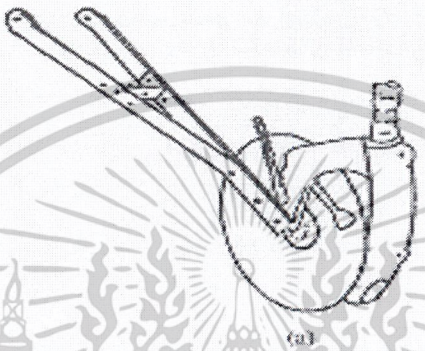
ตัวเปิดร่องจะทำหน้าที่เปิดหน้าดินเพื่อหยอดเมล็ดพืชลงไปตามร่อง เครื่องหยอดเมล็ดและเครื่องปลูกพืชจะมีอุปกรณ์เปิดร่อง สำหรับให้เมล็ดร่วงลงไปตามร่องด้วยความลึกและระยะห่างที่สม่ำเสมอ ความลึกในการปลูกขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและระดับความชื้นในดิน อุปกรณ์เปิดร่องที่ดีควรเปิดร่องได้เรียบร้อย โดยมีการกระทบกระเทือนที่ผิวหน้าดินน้อยที่สุด การเตรียมดินที่ดีจะช่วยลดการอุดตันที่ตัวเปิดร่อง ตัวเปิดร่องมีอิทธิพลอย่างมากต่อการกระจายตัวของเมล็ดพืชในแถวและความสม่ำเสมอของความลึกในการเปิดดิน ถ้าจะกล่าวถึงเฉพาะบางส่วนของตัวเปิดร่องที่เกี่ยวกับการพังทลายของดินที่กองมาด้านข้าง อนุภาคของดินจะถูกพลิกขึ้นมาด้วยปีก แล้วพังทลายลงเมื่อตัวเปิดร่องเคลื่อนที่ไป และดินจะตกลงมากองด้วยมุมกองพื้นค่าหนึ่งเมล็ดพืชที่ตกลงในร่อง อาจตกที่ความลึกแตกต่างกัน ตัวเปิดร่องแบ่งเป็นประเภทต่างๆได้ดังนี้

2.2.1 แบบหมุน (Rotating type)

สำหรับเครื่องหยอดธัญพืช จะนิยมใช้อุปกรณ์เปิดร่องแบบหมุน ซึ่งเป็นแบบจานเปิดร่องมีทั้งร่องเดี่ยว(single disc furrow opener)และร่องคู่ (Double disc furrow opener)

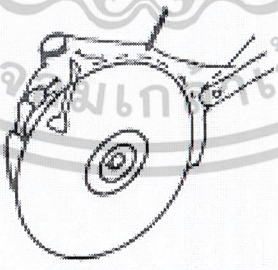
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(a)จานเปิดแบบเดี่ยว นั้นจะดันดินให้เป็นแผ่นไปทางด้านข้าง ซึ่งเป็นสาเหตุให้มีการกระทบกระเทือนต่อผิวหน้าดิน จานเปิดร่องสามารถทำงานได้ดีภายใต้สภาวะดินที่แตกต่างกัน ท่อนำเมล็ดจะวางอยู่หลังจาน ในการปรับแรงกดของจาน ให้เพิ่มที่สปริงรับแรงกด



(a)

(b)จานเปิดแบบร่องคู่ ประกอบด้วยแผ่นจานเรียบ 2 ใบ วางเอียงจากแนวดิ่ง ซึ่งจะทำให้เกิดร่องรูปตัววี การรับแรงกดของจานเปิดร่องจะใช้สปริงและใช้ไฮดรอลิก จานเปิดร่องแบบคู่นี้สามารถทำงานได้ดีกับสภาพดินหลายรูปแบบ ดินจะถูกผลักไปด้านข้างน้อยกว่าจานเปิดแบบร่องเดี่ยว แต่ยังสามารถตัดวัชพืชบนผิวดินได้



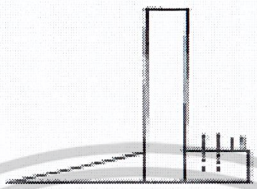
(b)

2.2.2 แบบอยู่กับที่ (fixed type opener)

(g)Suffolk coulterคืออุปกรณ์เปิดร่องแบบรองเท้า หรือshoe-type opener มีการเปิดร่องเป็นรูปตัววี ตัวตัดดินนั้นทำจากเหล็กหล่อและสามารถเปลี่ยนได้ ซึ่งขอบเป็นเหลกแผ่นมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเป็นมุมอียงและโค้งไปด้านหลัง ไม่สามารถกินดินได้ลึก เหมาะกับการปลูกพืชในระดับตื้นๆมีความลึกในการปลูกสม่ำเสมอและสามารถทำงานได้ดีในสภาพดินที่ปกติ ท่อนำเมล็ดมักอุดตันเมื่อทำงานในดินเหนียว ตัวเปิดร่องเปิดดินเป็นร่องแคบ ความยาวของตัวเปิดร่องนั้นช่วยในการกดอัดดินในร่อง อุปกรณ์เปิดร่องแบบนี้นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช



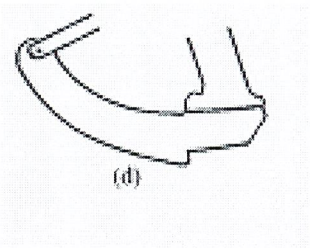
(g)

(c)แบบจอบหรือhoe type ลักษณะการเปิดดินของอุปกรณ์ชนิดนี้ขึ้นอยู่กับชุดของตัวเปิดร่อง มีการยกและผลักหน้าดินไปด้านหน้าและด้านข้างทำให้เกิดร่องรูปตัววี ใบมีดติดอยู่บนโครงเครื่อง แบบนี้จะทำงานได้ดีกับดินทุกชนิด แต่ไม่สามารถทำงานได้ในพื้นที่ที่มีฟางข้าวมาก

(c)

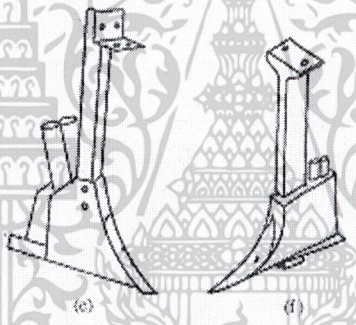
(d) แบบรันเนอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีใบมีดยาวมีขอบคมสำหรับตัดดินโดยมีการรบกวนที่ผิวหน้าดินน้อยที่สุด ทำงานได้ดีในพื้นที่ที่มีการเตรียมดินดี เหมาะกับพืชในระดับการปลูกที่ตื้น เนื่องจากใบมีดมีความยาวดินที่ก้นร่องจึงมีการอัดตัว ใบมีดนั้นจะเอียงไปด้านหลัง นิยมปลูกมากกับข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



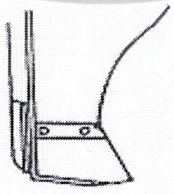
(d)

(e) , (f) แบบพลั่วหรือเสียม หรือshovel type เป็นอุปกรณ์เปิดร่องที่มีลักษณะแคบ ขนาด 100 mmใช้กับแรงงานสัตว์ มุมของอุปกรณ์เปิดร่องทำจากวัสดุคมและเป็นรูป3เหลี่ยม สามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย ด้านหลังของตัวเปิดร่องประกอบด้วย ท่อนำเมล็ด และท่อใส่ปุ๋ย ความยาวของพลั่วมีค่าตั้งแต่100-250 mm ด้านหลังของฝาครอบจะมีร่องสำหรับป้องกันดินแห้งไหลย้อนมากลบเมล็ด อุปกรณ์เปิดร่องแบบพลั่วสร้างได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับแบบจาน



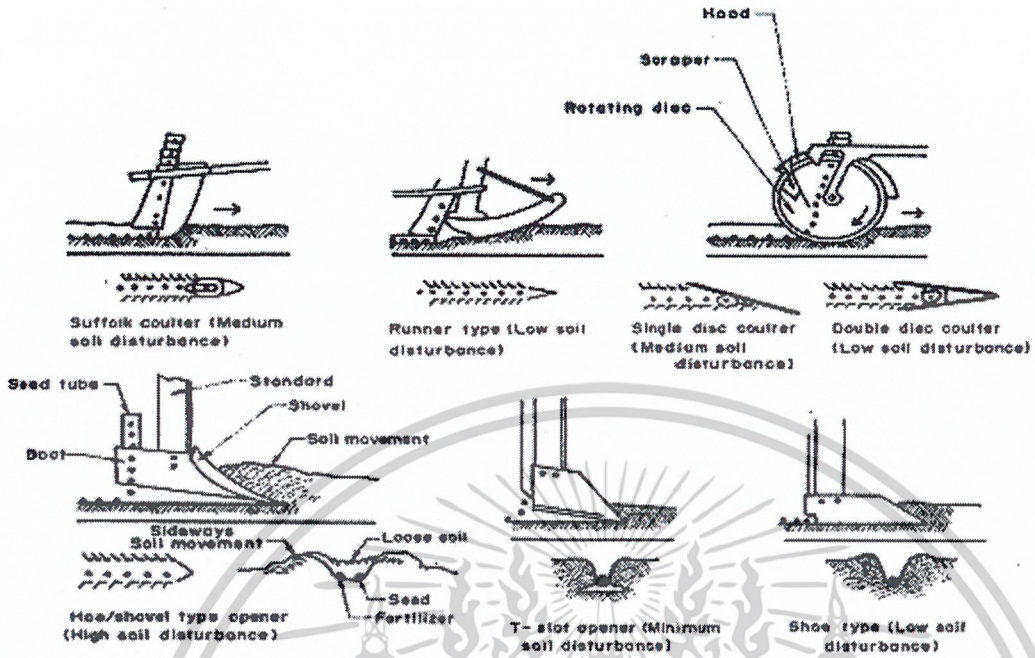
(e) , (f)

(h)แบบตัวทีกลับหัวหรือ Invented-T furrow opener ได้รับการออกแบบและพัฒนาโดย choudhary (1988)สำหรับใช้หยอดเมล็ดข้าวในสภาพดินไร่ที่ไม่มีการเตรียมดิน ตัวเปิดร่องเป็นร่องเล็กๆมีการกระทบกระเทือนต่อผิวดินน้อยช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้เร็ว



(h)

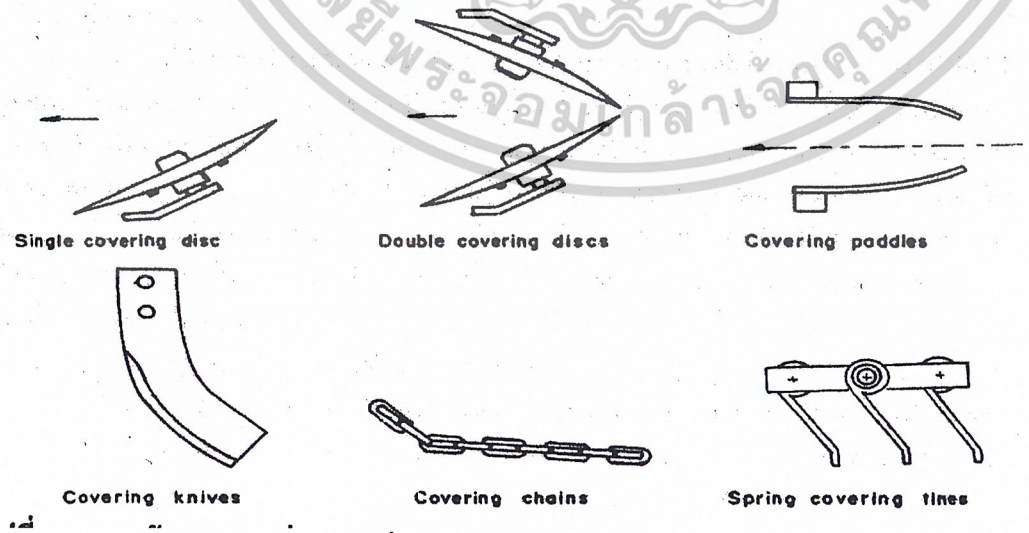
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ลักษณะของร่องปลูกสำหรับอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ

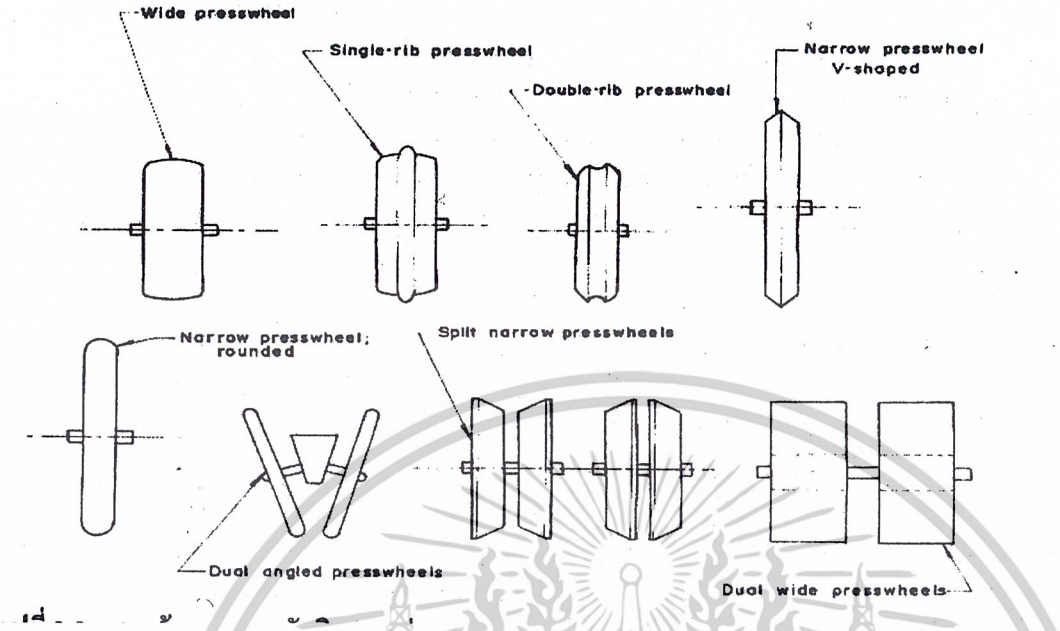
2.3 เครื่องกลบและอัดดิน

เป็นส่วนประกอบของเครื่องปลูก ที่ทำหน้าที่กลบอัดดินให้ฝังเมล็ดพืชลงไป และรักษาความชื้นในดินเพื่อช่วยในการงอกของเมล็ด อุปกรณ์กลบร่องและอัดดินต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม เพื่อให้เมล็ดสามรถอยู่ในดินที่เหมาะสมสำหรับความชื้นที่เหมาะกับพืชชนิดนั้นๆ สำหรับเครื่องหยอดในประเทศไทยส่วนใหญ่ไม่มีอุปกรณ์อัดดิน



รูปที่ 2.3 แสดงตัวกลบแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงล้อกลบอัดดินแบบต่างๆ

2.4 การเปรียบเทียบการประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ

สูตร performance index (PI) = $\frac{\text{ค่าเฉลี่ยหน้าตัด x ความสม่ำเสมอความลึก}}{\text{กำลังที่ใช้จริง}}$

$$PI = k \times \frac{1}{2} w \times d \frac{\left(1 \sum_{n=1}^{n} \frac{(d_1 - d)}{nd} \right)}{D \times s}$$

โดย k = ค่าคงที่

W = ความกว้างของร่องเฉลี่ย

d = ความลึกของร่องเฉลี่ย

d_1 = ความลึก ณ จุดใดๆเฉลี่ยในการวัด

n = จำนวนการวัด

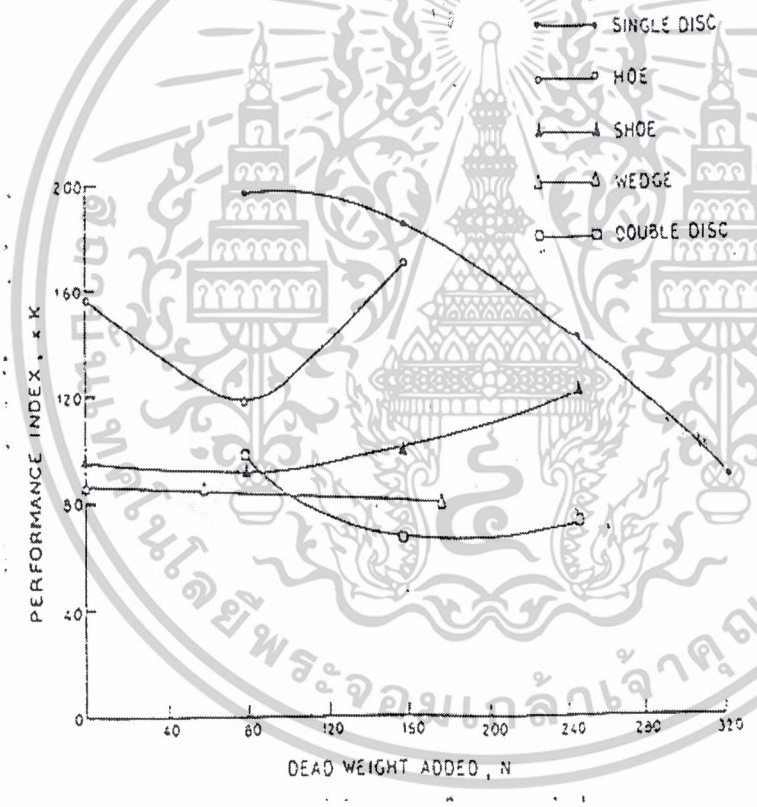
D = ค่าแรงฉุดลากเฉลี่ยในการทดสอบแต่ละครั้ง

S = ความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟเปรียบเทียบระหว่างแรงฉุดลากและ dead load ดังรูป2.6 นั้นพบว่า ค่า dead loadจะแปรผันตามแรงฉุดลาก กล่าวคือ หาก dead load มาก แรงฉุดลากก็จะมากตาม แต่จะยกเว้นอยู่ 1 แบบ คือ แบบ hoe type ส่วนแบบจาน ใช้แรงฉุดลากน้อยหากเทียบตามแรงฉุดลากกับค่า performance index ดังรูป2.5 แบบจานเดี่ยวมีค่าperformance indexสูงสุดและแบบweight กับแบบdouble disc ให้ค่า performance indexต่ำสุด

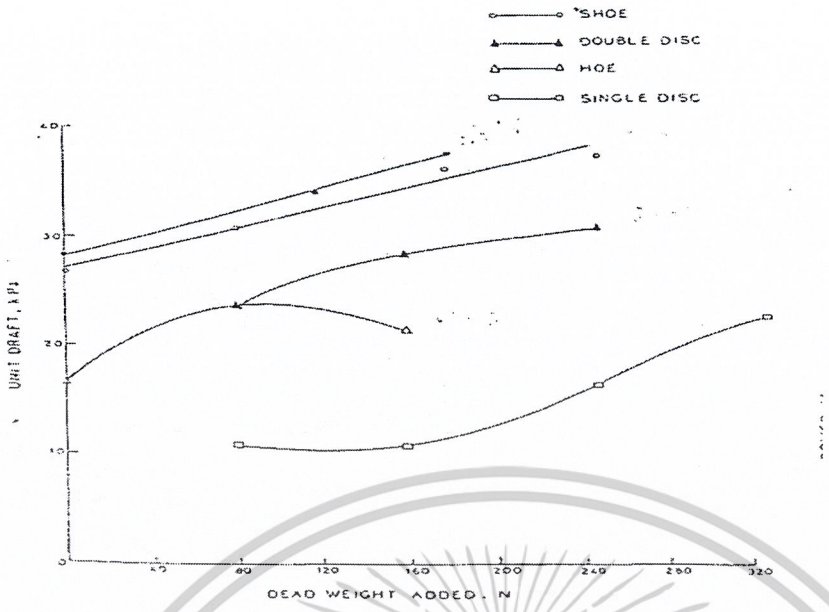
สรุปจากกราฟ 2.5-2.7 ได้ว่า ค่า dead load จะแปรผกผันกับค่าperformance index คือ เมื่อค่า dead load น้อย ค่าperformance indexจะมาก แต่การเปลี่ยนแปลของค่า dead load และค่า performance indexไม่เป็นผลกับแบบ hoe typeและแบบshoe type จึงสรุปได้ว่าตัวเปิดร่องทั้ง 2 แบบนี้เหมาะสมในการนำมาทดสอบ



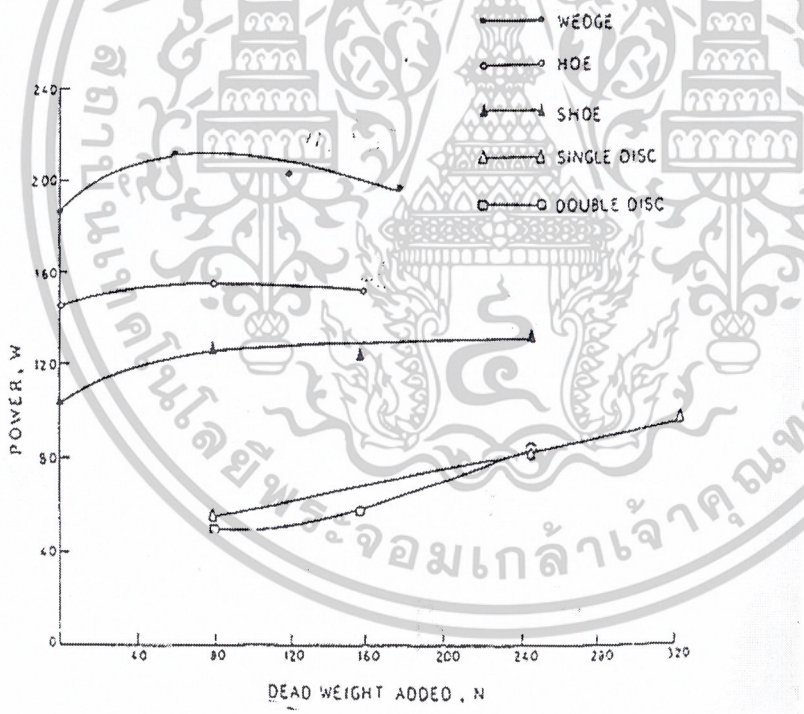
รูปที่2.5 กราฟแสดงแรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแต่ละแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่2.6 กราฟความสัมพันธ์ของแรงฉุดลากกับ dead load



รูปที่2.7 กราฟความสัมพันธ์ของแรงฉุดลากกับ dead load

61778
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและสร้าง

3.1 แนวทางการออกแบบ

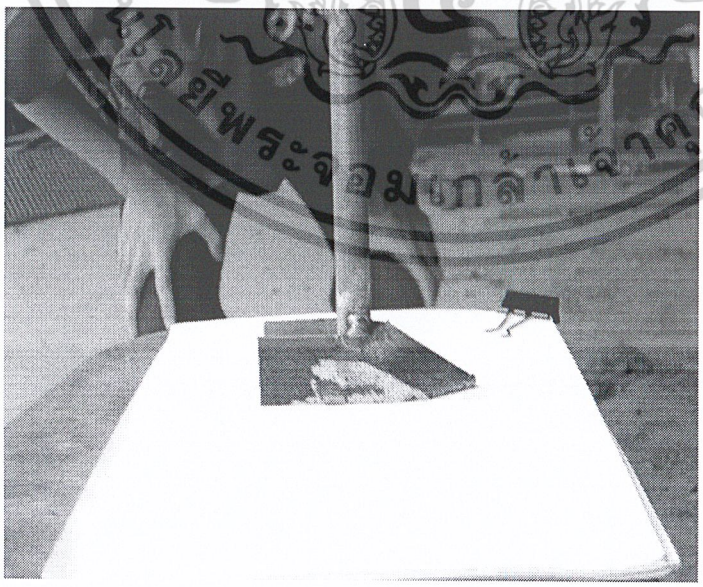
- ออกแบบตัวเปิดร่องที่มีลักษณะการเปิดร่องที่เหมาะสมกับการปลูกกระเทียม
- ออกแบบและติดตั้งตำแหน่งตัวเปิดร่องที่เหมาะสม
- ออกแบบตัวเปิดร่องที่สามารถลดแรงฉุดลากลงได้

จากการศึกษาตัวเปิดร่องแบบต่างๆในบทที่ 2 พบว่าตัวเปิดร่องแบบ shoe type hoe type และ shovel type มีความเหมาะสมในการนำมาพิจารณาในการเปิดร่องสำหรับเครื่องปลูกกระเทียม เนื่องจากให้ร่องที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก มีการพังทลายของผิวหน้าดินน้อย ทำให้กระเทียมสามารถร่วงลงสู่ร่องในลักษณะที่เหมาะในการงอก ด้วยเหตุนี้เราจึงเลือก ตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบคือ shoe type, hoe type และ shovel type ทำการสร้างขึ้นมาเพื่อทำการทดสอบ

3.2 ส่วนประกอบของตัวเปิดร่อง

3.2.1 ตัวเปิดร่องแบบต่างๆ

3.2.1.1 ตัวเปิดร่องแบบ Shovel type เปิดร่องเป็นรูปตัว U

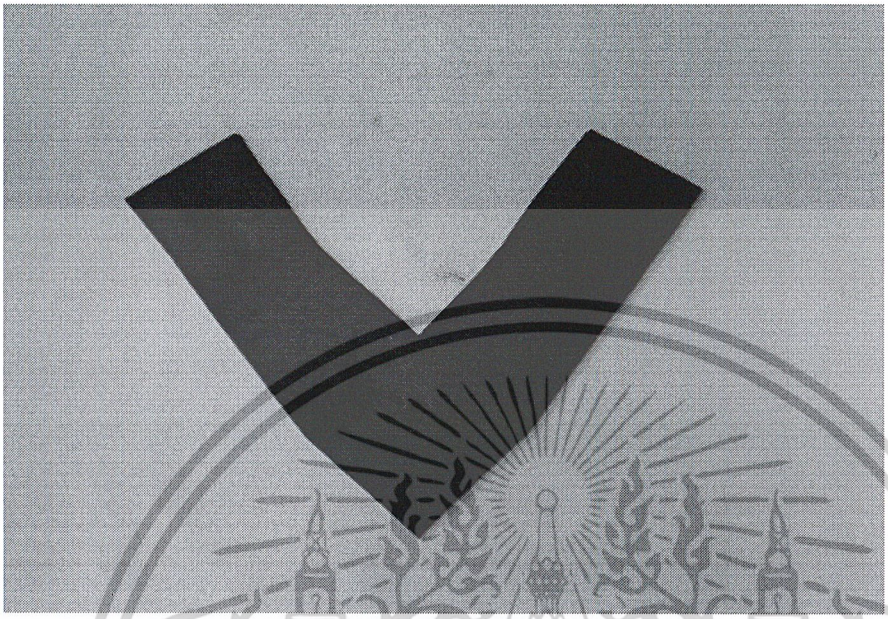


รูปที่ 3.1 ตัวเปิดร่องแบบ Shovel type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.1.1วิธีการสร้าง

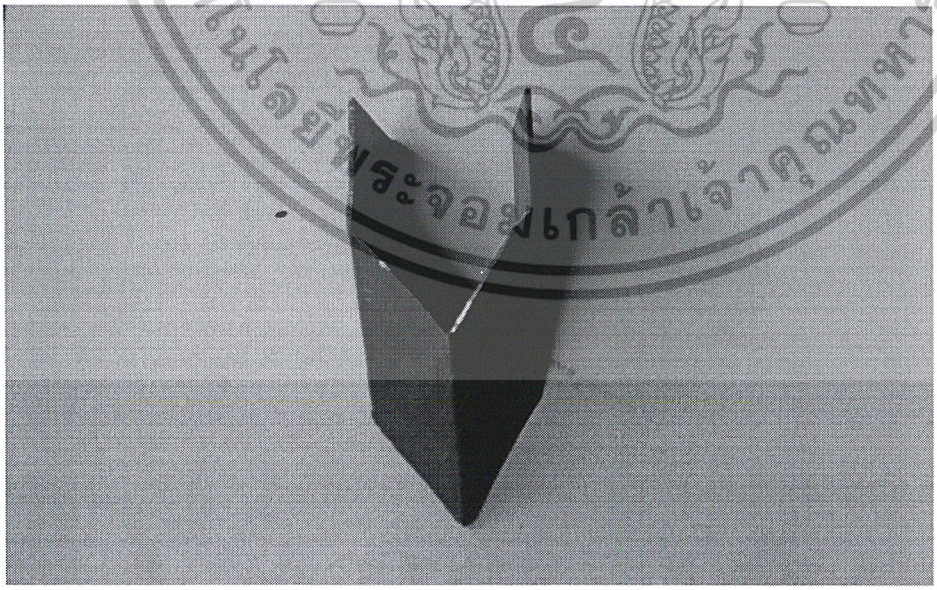
3.2.1.1.1.1 ตัดเหล็กแผ่นหนา 1.2 mm ดังรูป



รูปที่ 3.2 แบบเหล็กแผ่นที่จะทำ Shovel type

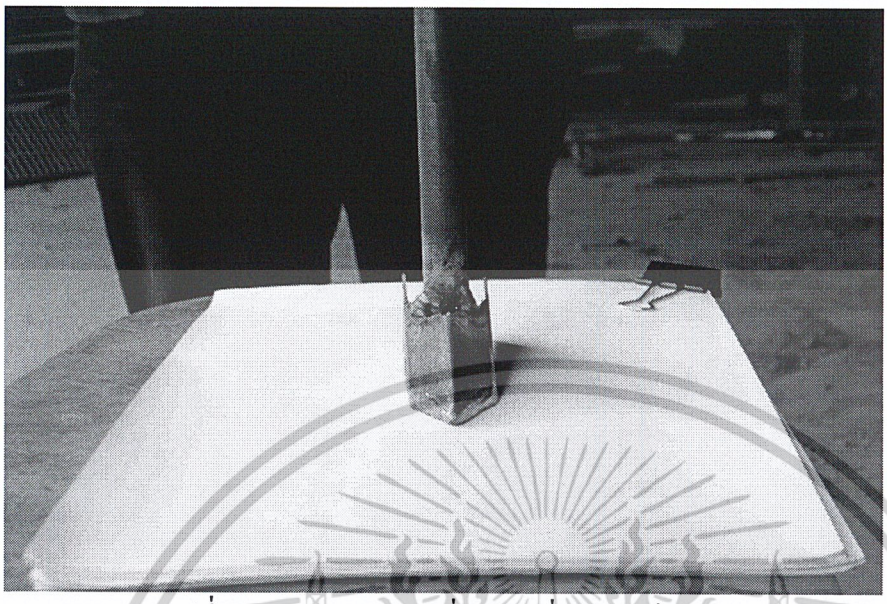
3.2.1.1.1.2 พับเหล็กแผ่นที่ตัดเป็นมุมที่ 90º

3.2.1.1.1.3 ตัดเหล็กฉาก 1 x 1 mm ดังรูป



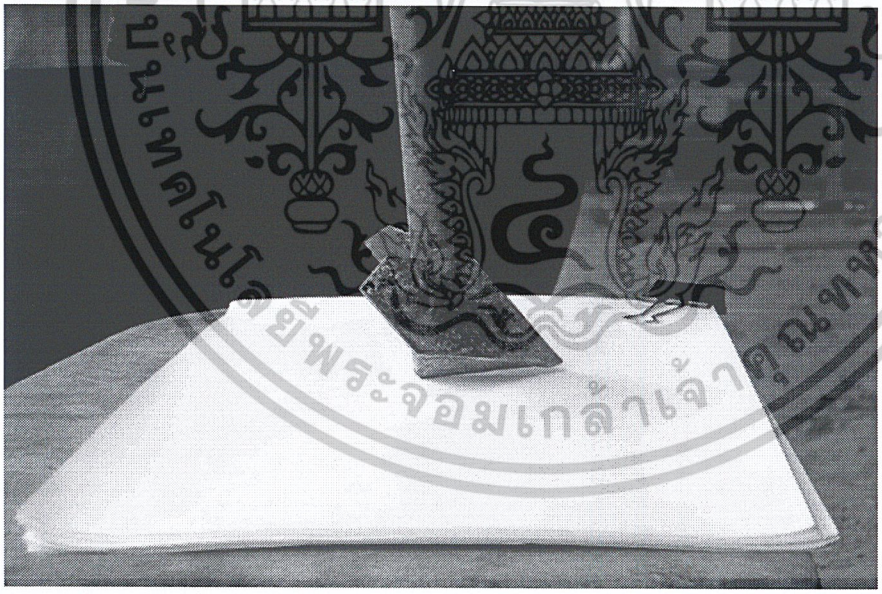
รูปที่ 3.3 ลักษณะเหล็กฉากที่ตัดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



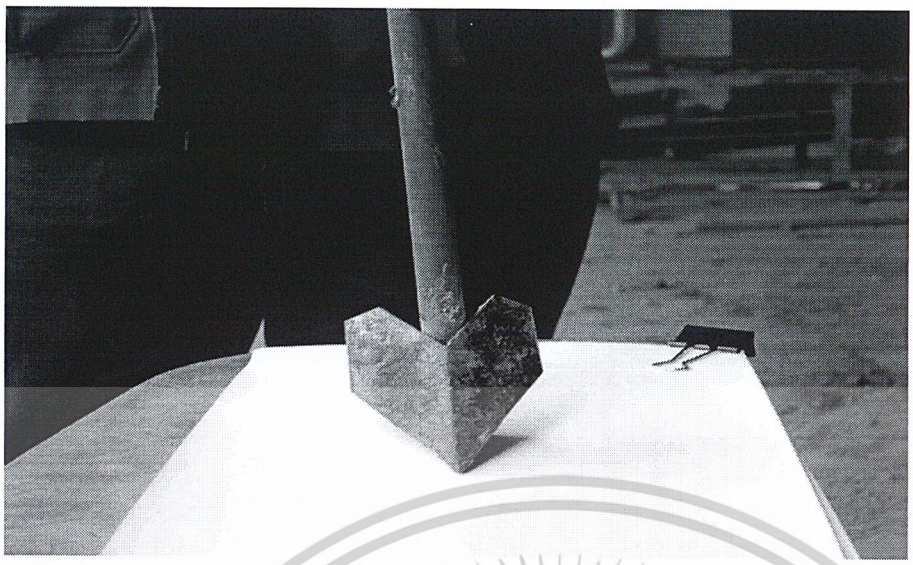
รูปที่ 3.4รูป Shovel type ที่ทำการเชื่อมต่อเสร็จแล้ว

3.2.1.2 ตัวเปิดร่องแบบ Shoe type เปิดร่องเป็นรูปตัว V



รูปที่ 3.5 ตัวเปิดร่องแบบ Shoe type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 รูป Shoe type ที่ทำการเชื่อมต่อเสร็จแล้ว

3.2.1.3 ตัวเปิดร่องแบบ Hoe type เปิดร่องเป็นรูปตัว U

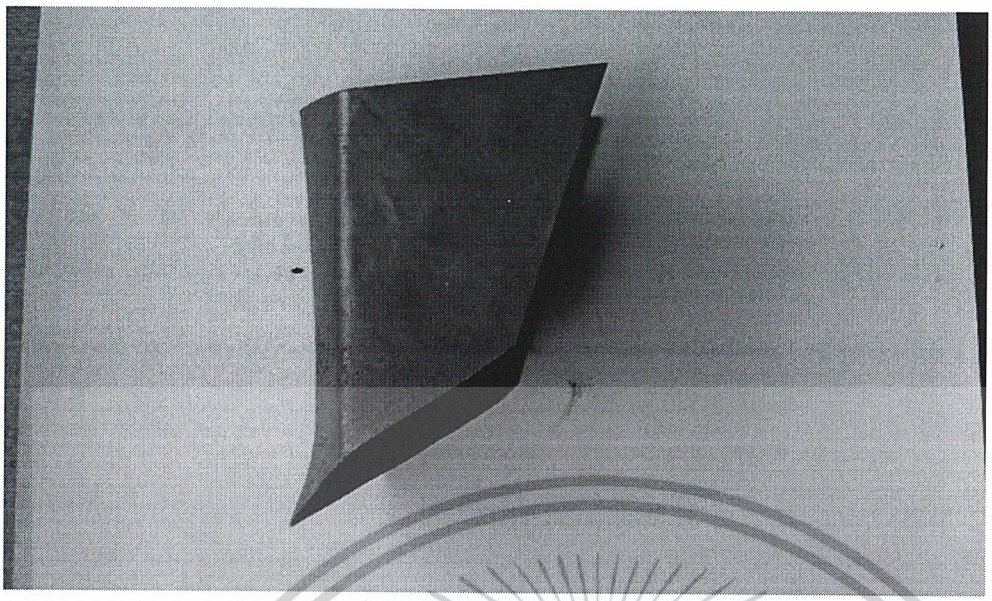
รูปที่ 3.7 ตัวเปิดร่องแบบ Hoe type

3.2.1.3.1การสร้าง

3.2.1.3.1.1ตัดเหล็กแผ่นหนา 1.2 mm

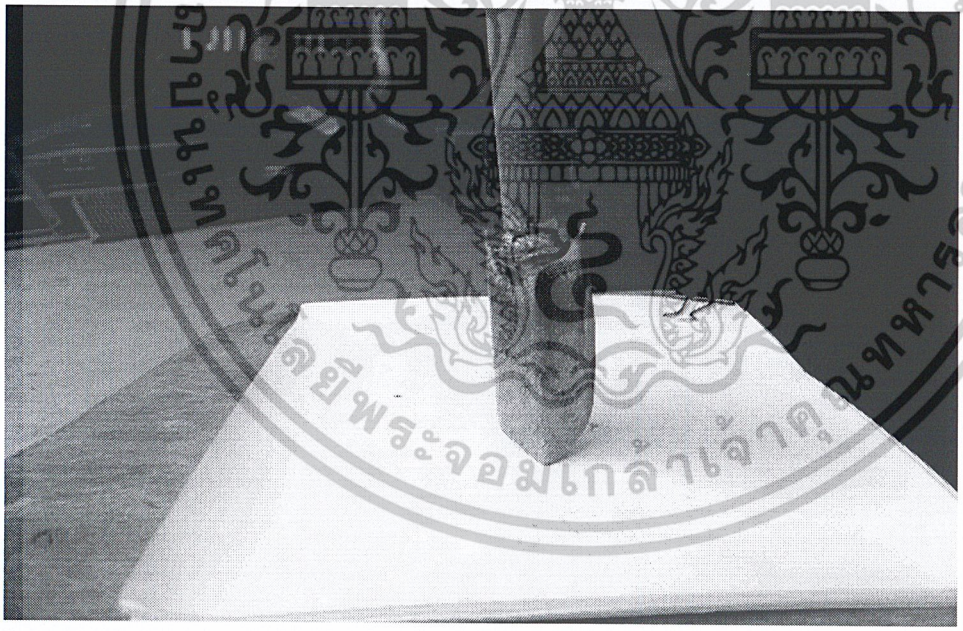
3.2.1.3.1.2 พับเหล็กแผ่นที่ตัดเป็นมุมที่ 90 แล้วเคาะที่ปลายดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แบบเหล็กแผ่นที่ทำการเคาะปลายแล้ว

3.2.1.3.1.3 ทำการเชื่อมต่อกับเพลา 5 หุนยาว 30cm ดังรูป



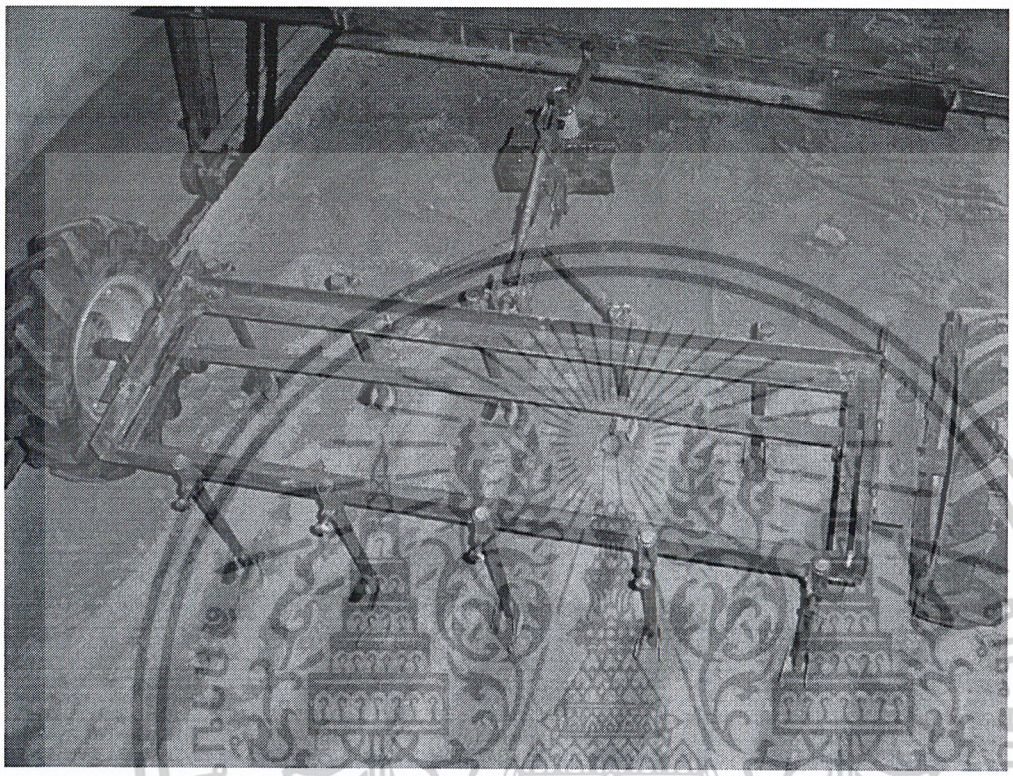
รูปที่ 3.9 รูป Hoe type ที่ทำการเชื่อมต่อเสร็จแล้ว

3.2.2 โครงยึดตัวเปิดร่อง

โครงยึดตัวเปิดร่องจะทำจากเหล็กฉาก เพื่อให้ตัวเปิดร่องด้านหน้าและด้านหลังสามารถกำหนดระยะห่างได้ เหตุที่ต้องทำให้เลื่อนได้เนื่องจาก หากตัวเปิดร่องแถวหน้าและแถวหลังอยู่ใกล้กันเมื่อเจอก้อนดินขนาดใหญ่แล้วดินก้อนใหญ่จะผ่านชุดเปิดร่องได้ยาก จะทำให้ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินขนาดใหญ่และเศษวัชพืชที่หลงเหลืออยู่ในแปลง กองอยู่หน้าอุปกรณ์เปิดร่องทำให้เกิดแรงฉุดลากที่สูงมาก จนเครื่องไม่สามารถลากอุปกรณ์ต่อไปได้ ดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบเพื่อหาระยะห่างที่สามารถใช้งานได้ดี

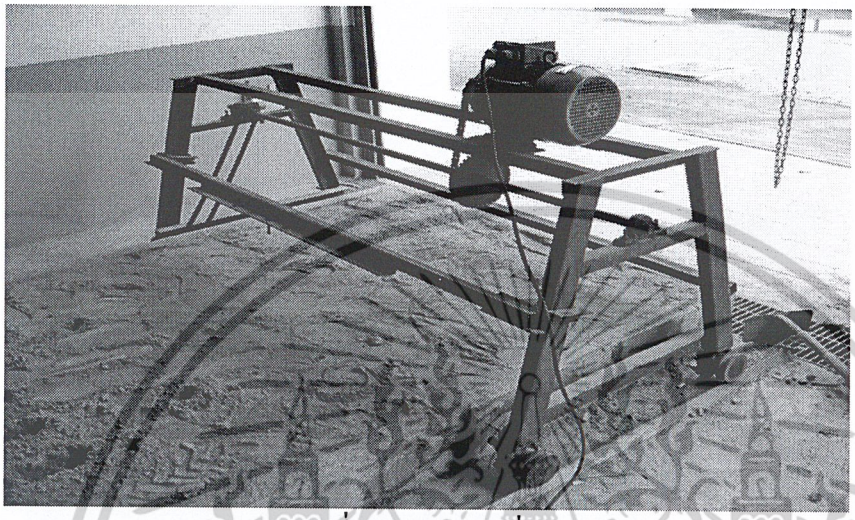


รูปที่ 3.10 รูปโครงยึดตัวเปิดร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

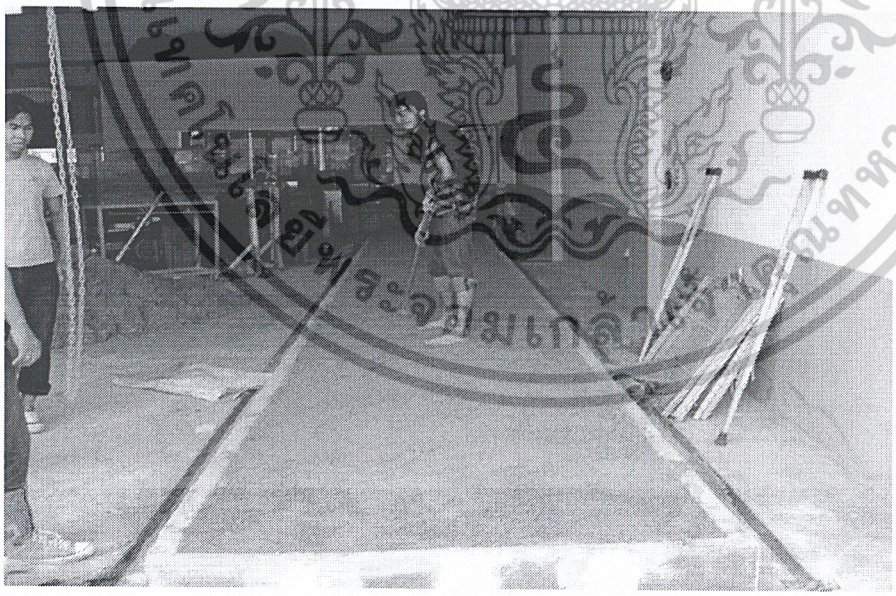
3.3 รางทรายและอุปกรณ์ทดสอบตัวเปิดร่อง

3.3.1 ชุดขับเคลื่อน



รูปที่ 3.11 ชุดขับเคลื่อน

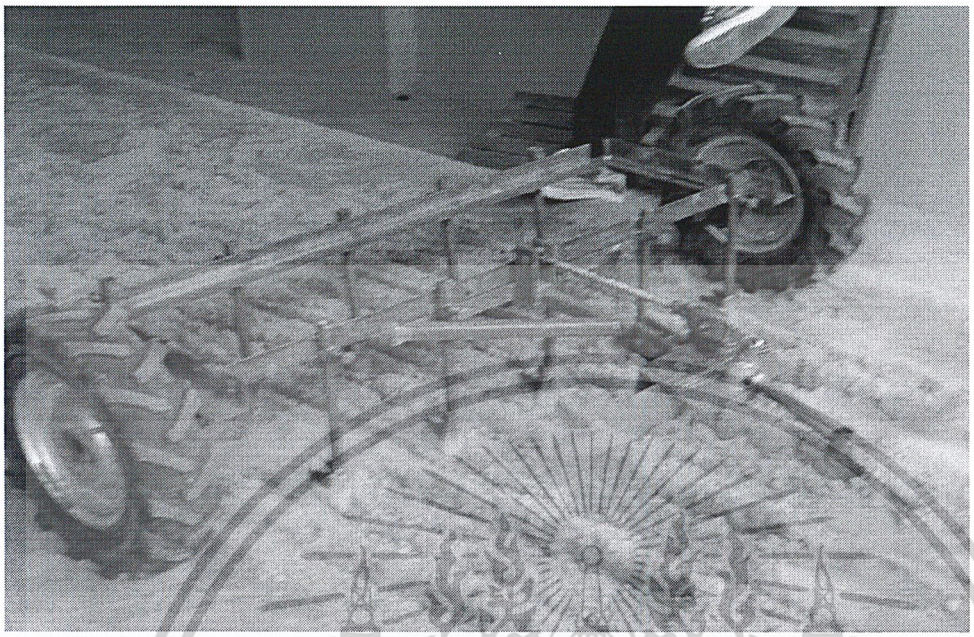
3.3.2 รางทราย



รูปที่ 3.12รางทรายขนาด

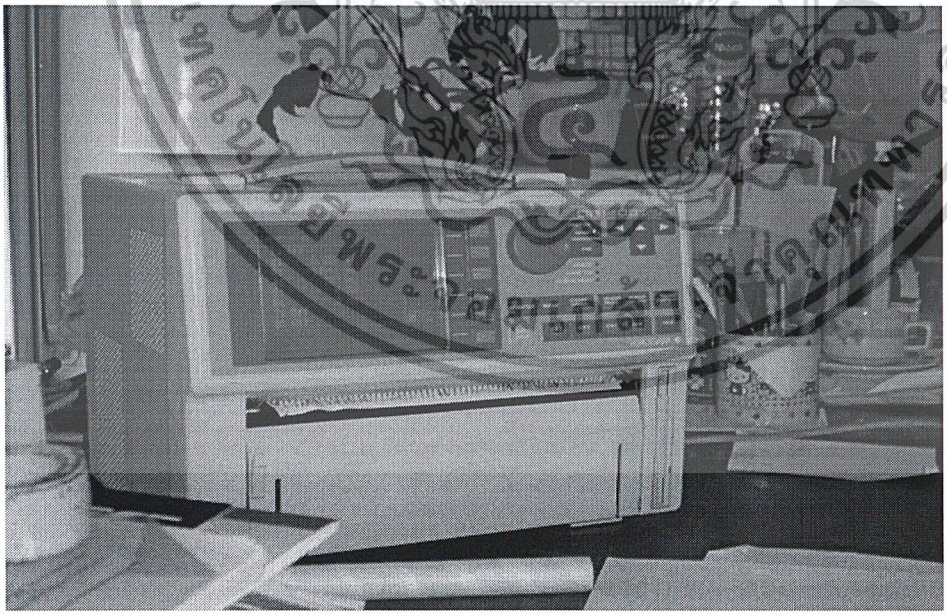
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 อุปกรณ์เปิดร่อง



รูปที่ 3.13 อุปกรณ์เปิดร่องมราเตรียมการทดสอบ

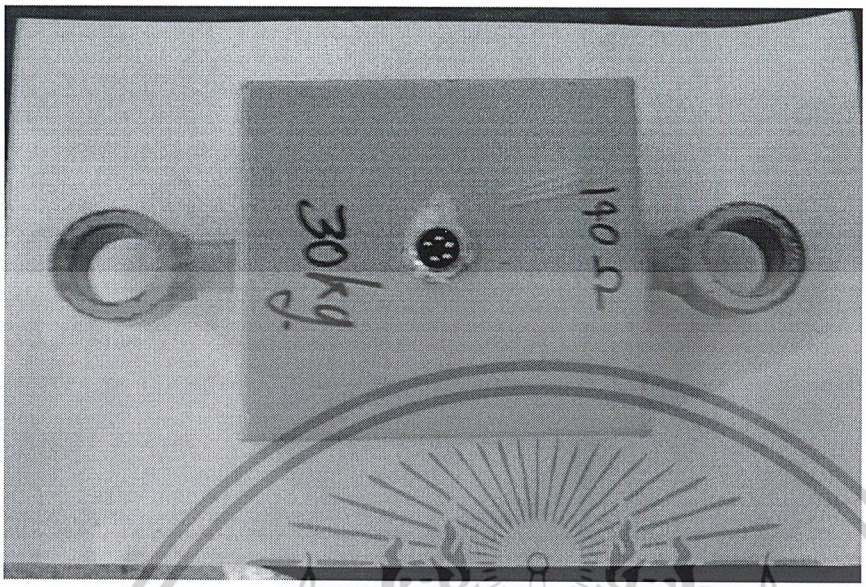
3.3.4 อุปกรณ์อ่านค่า OR 1200



รูปที่ 3.14 อุปกรณ์อ่านค่า OR1200

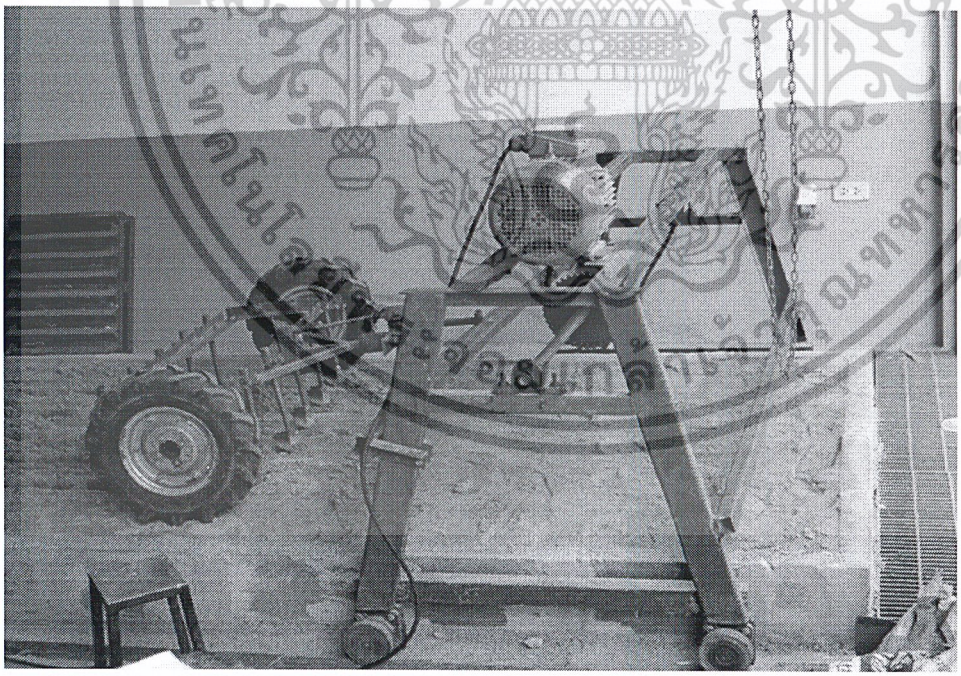
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 Load cell



รูปที่ 3.15 Load cell

3.3.6 ลักษณะการติดตั้งการวัดแรงฉุดลากบนกระบะรางดินก่อนการทดสอบ



รูปที่ 3.16 แสดงการติดตั้งที่สมบูรณ์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

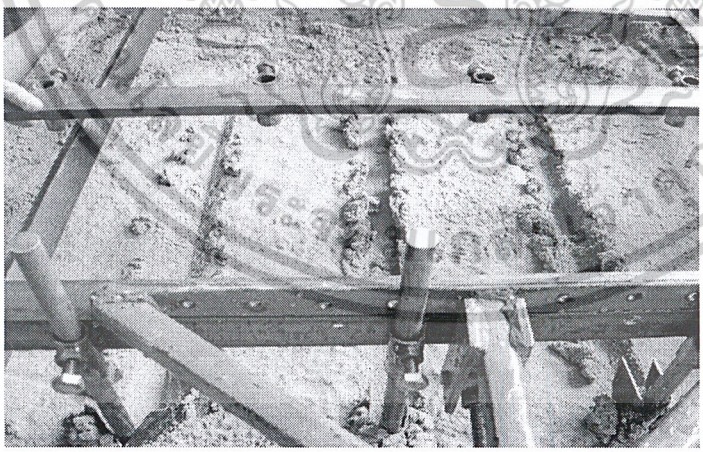
การทดสอบและผลการทดสอบ

4.1 การทดสอบเพื่อเลือกทรายลงราง

4.1.1. การทดสอบหาขนาดเมล็ดดินด้วยวิธีร่อนด้วยตะแกรง (Sieve Analysis)

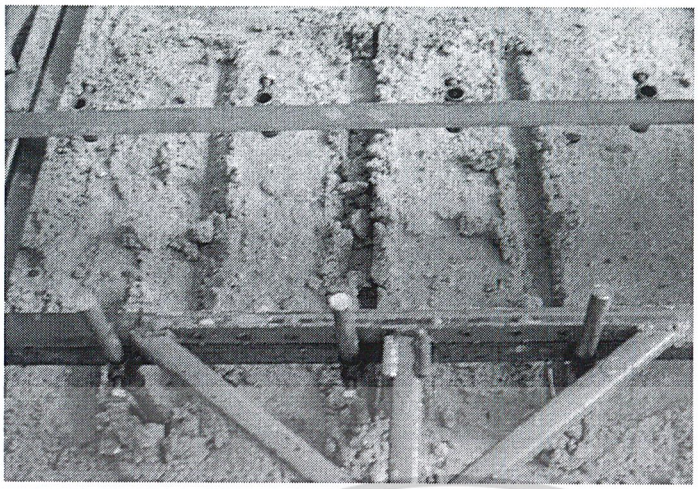
จากการทดลองได้พบว่าขนาดของเม็ดทรายที่อยู่ในช่วงตามมาตรฐานรางทดสอบของทราบ 3 ชนิด คือ ทรายหยาบ ทรายละเอียด และทรายขี้เป็ด มีขนาดเม็ดดินที่อยู่ในช่วง น้อยมากโดยทรายขี้เป็ดมีขนาดเม็ดทรายอยู่ในช่วงมากที่สุดคือ ประมาณ 3 % เป็นค่าที่น้อยมาก และตะแกรงร่อนที่ใช้ในการร่อนมีราคาสูงเนื่องจากเป็นเบอร์ที่ไม่นิยมมาใช้ในการทดสอบ หากจะทำการร่อนทรายให้ได้ตามขนาดมาตรฐานนั้นจะต้องใช้เวลามากและค่าใช้จ่ายสูง จึงทำการเลือกทรายที่คิดว่ามีราคาถูกและหาได้ง่ายมาใช้แทน โดยเลือกทรายขี้เป็ดซึ่งมีราคาถูกและมีการกระจายของเม็ดดินดีที่สุด แต่ทรายขี้เป็ดมีหินและดินก้อนใหญ่สูงอาจจะทำให้ในการทดสอบได้มิติของร่องไม่ชัดเจน เลยได้ทำการทดสอบหาผลกระทบที่มีต่อมีติร่องของทรายขี้เป็ด

4.1.2. การทดสอบหาผลกระทบที่มีผลต่อมิติของร่องของทรายขี้เป็ด



รูปที่ 4.1 ลักษณะการเปิดร่องของทรายขี้เป็ดที่ร่อนแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 .2 ลักษณะการเปิดร่องของทรายขี้เป็ดที่ยังไม่ได้ร่อน

จากภาพเห็นได้ว่าทรายที่ทำการร่อนแล้วให้ร่องที่ชัดเจน กว่าทรายที่ยังไม่ได้ร่อน เนื่องจากทรายที่ยังไม่ได้ร่อนมีหินและดินที่มีขนาดใหญ่ทำให้รูปร่างร่องเสียไม่ชัดเจน แต่ไม่มากนักยังคงสามารถดูมิติของร่องได้ ร่องที่ได้นั้น แบบ Shoe type จะให้ร่องรูปตัว V ชัดเจนมาก แบบ Shovel type ให้ร่องเป็นรูปตัว U ที่เป็นเหลี่ยม และ แบบ Hoe type ให้ร่องเป็นรูปตัว V แต่ร่องที่ได้นั้นไม่เป็น V ที่ชัดเจนนักจะเป็นลักษณะโค้งคล้ายครึ่งวงรี

ทรายทั้งสองชนิด ให้ร่องที่ไม่แตกต่างกันมากนักจึงเลือก ทรายขี้เป็ดที่ยังไม่ร่อน แต่เนื่องจากยังมีผลกระทบอยู่บ้างเนื่องจากก้อนดินและหินก้อนใหญ่ไปจึงเลือกที่จะนำทรายขี้เป็ดที่ยังไม่ได้ร่อน มาร่อนด้วยตะแกรงหยาบเพื่อเอาก้อนดิน และหินขนาดใหญ่ออก

รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะการร่อนทรายขี้เป็ดลงรางทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบหาแรงฉุดลากบนรางทราย

4.2.1 จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ คือ shoe type, hoe type และ shovel type มาทำการทดสอบดังนี้

1. ศึกษาแรงฉุดลากของอุปกรณ์เปิดร่องทั้ง 3 แบบที่ระดับความลึกในการทำงาน 2 cmและมีการปรับระยะห่างตัวเปิดร่อง แถวหน้าและแถวหลัง 17 , 22 , 27 และ 32 cm ตามลำดับ ในรางทราย

2. พิจารณาแรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบ shovel type และ hoe type ที่มีผลต่อค่า Performance Index

3. พิจารณาความงอกของกระเทียมสำหรับ ตัวเปิดร่อง ทั้ง 3 แบบ ที่ ความเร็ว 3 ค่า คือ 1, 1.68 และ 3 km/ hrโดยคำนวณร้อยละการงอกของกระเทียมจากวันที่เริ่มทำการทดสอบ เป็นเวลา 5 สัปดาห์

4.2.2 ผลการทดสอบสมรรถนะการเปิดร่อง (Performance Index) บนรางทราย

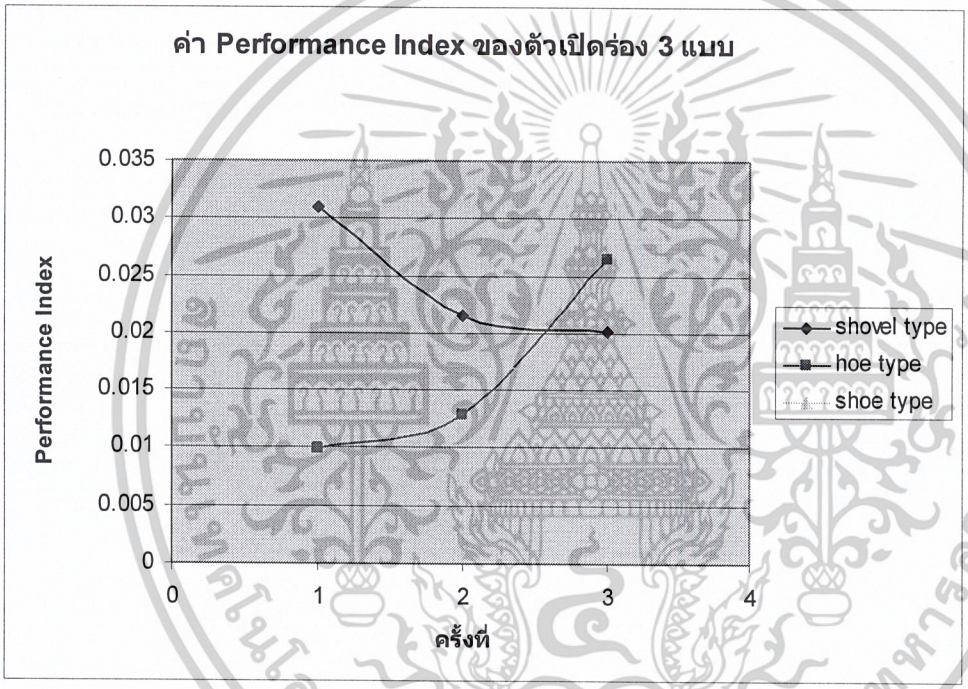
ค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ shoe type, hoe type และ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 32 cm ความชื้นรางดิน 7.92% (Dry basic)ได้ผลดังนี้

ตาราง4.1 แสดงค่าสมรรถนะการเปิดร่องของตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ

ค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ			
ครั้งที่	shovel type	hoe type	shoe type
1	0.030	0.009	0.018
2	0.021	0.012	0.017
3	0.020	0.026	0.017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 แสดงการวัดมิติของร่อง 10 จุด เพื่อไปคำนวณค่า PI



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสมรรถนะการเปิดร่องทั้ง 3 แบบ

4.2.3 ค่า Performance Index

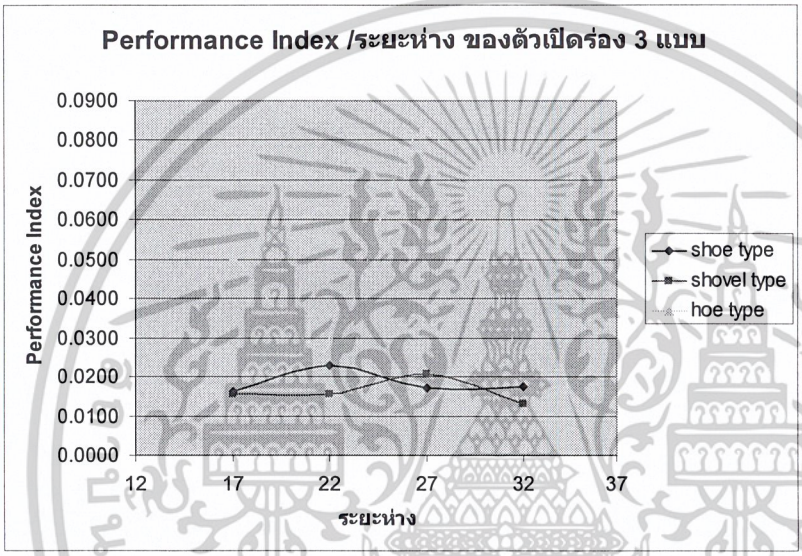
ค่า Performance Index ที่ได้จากตารางและกราฟพบว่า shovel type มีค่าสูงสุดรองลงมาเป็น hoe type และ shoe type

ค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง แบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ที่ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 4 ค่าคือ 17, 22, 27 และ 32 ความชื้นรางดิน 7.92% (Dry basic)ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่า Performance Index ต่อระยะห่าง 4 ค่า

Performance Index ของระยะห่าง 4 ค่า			
ระยะห่าง	shoe type	shovel type	hoe type
17	0.0162	0.0155	0.0506
22	0.0229	0.0157	0.0291
27	0.0172	0.0207	0.0824
32	0.0176	0.0129	0.0226



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า PI กับ ระยะห่างของตัวเปิดร่อง

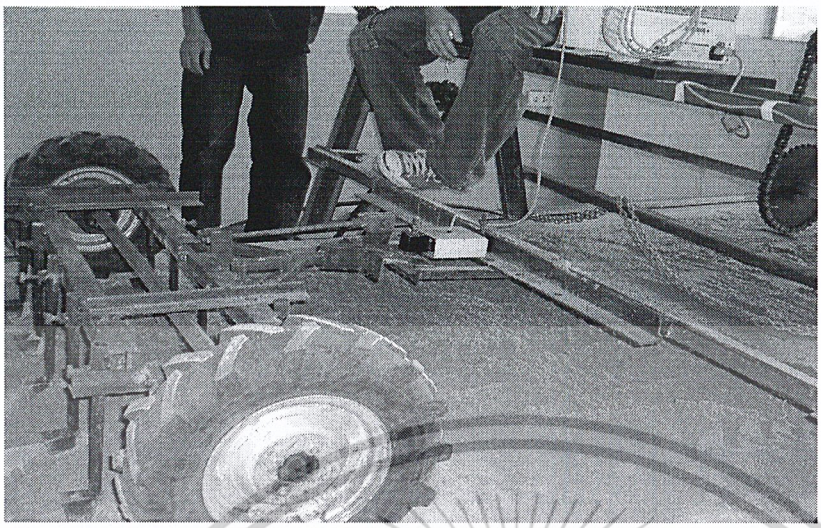
ค่า Performance Index ที่ได้จากตารางและกราฟพบว่า ที่ระยะห่าง 22 - 27 cm มีค่าสูงสุดของแต่ละตัวเปิดร่อง

ค่า แรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ shoe type, hoe type และ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 32 cm ความชื้นรางดิน 7.92% (Dry basic) ได้ผลดังนี้

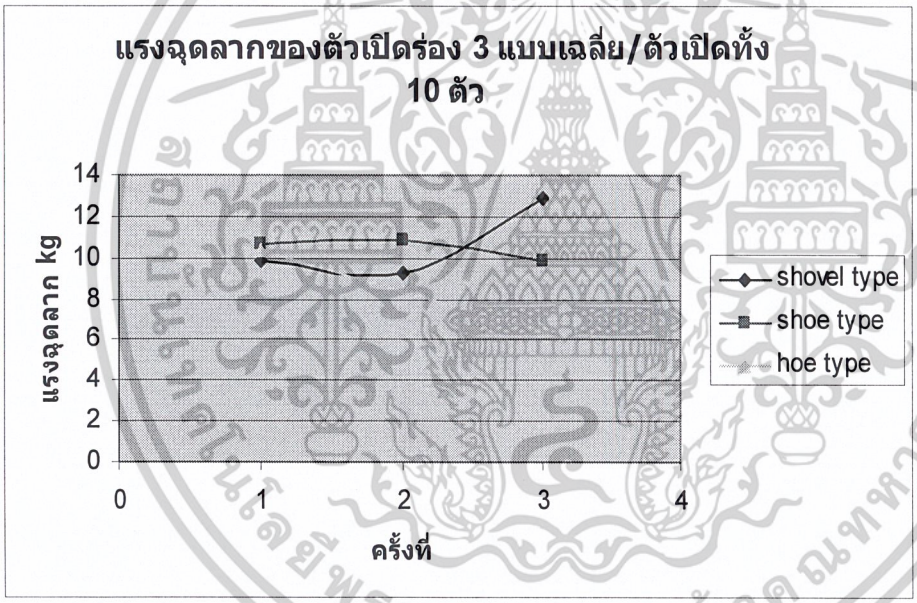
ตารางที่ 4.3 ค่าแรงฉุดลากของตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ

แรงฉุดลากเฉลี่ยของตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ จำนวน10 แถว (kg)			
ครั้งที่	shovel	shoe	hoe
1	9.881	10.673	10.416
2	9.251	10.873	8.332
3	12.884	9.890	6.469

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 การทดสอบแรงฉุดลากบนรางทราย



รูปที่ 4.8 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ / จำนวนครั้งในการทดสอบ

ตารางที่ 4.4 แรงฉุดลากเฉลี่ยของตัวเปิดร่อง 3 แบบ / ตัวเปิดร่อง

แรงฉุดลากของตัวเปิดร่อง 3 แบบเฉลี่ย/ตัวเปิดร่อง			
	shovel	shoe	hoe
1	0.988	1.067	1.041
2	0.925	1.087	0.833
3	1.288	0.989	0.646
เฉลี่ย	1.067	1.047	0.840

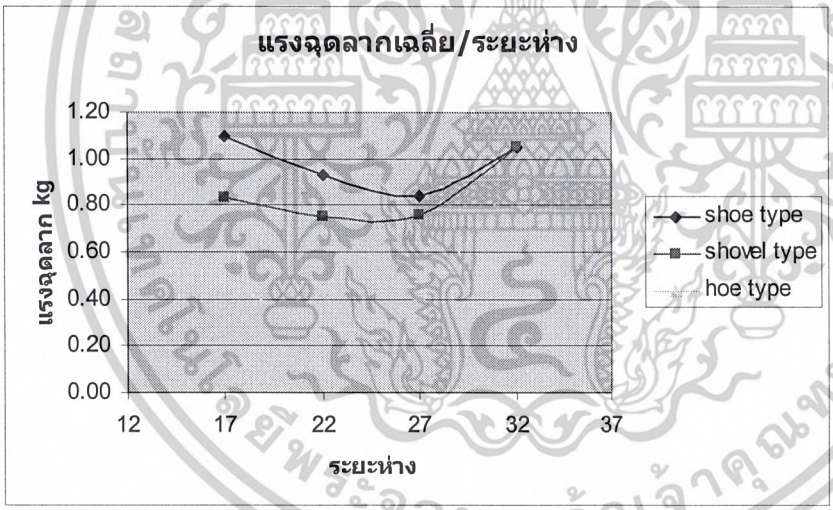
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า แรงฉุดลาก ที่ได้จากตารางที่ 4.4 และกราฟ ที่ 4.2 พบว่า hoe type มีค่าน้อยสุดรองลงมาเป็น shoe type และ shovel type แต่ค่าที่ได้ต่างกันไม่มากนัก

ค่า แรงฉุดลากเฉลี่ย ของตัวเปิดร่อง แบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกในการทำงาน 2 cm ที่ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 4 ค่าคือ 17, 22, 27 และ 32 ความชื้นรางดิน 7.92% (Dry basic) ได้ผลดังนี้

ตาราง 4.5 ค่าแรงฉุดลากเฉลี่ย / ระยะห่าง

แรงฉุดลาก(กิโลกรัม)/ระยะห่างระหว่างแถวหน้ากับแถวหลัง			
ระยะห่าง	shoe type	shovel type	hoe type
17	1.09	0.84	0.49
22	0.93	0.75	0.27
27	0.84	0.76	0.41
32	1.05	1.05	0.93



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงฉุดลากกับระยะห่าง

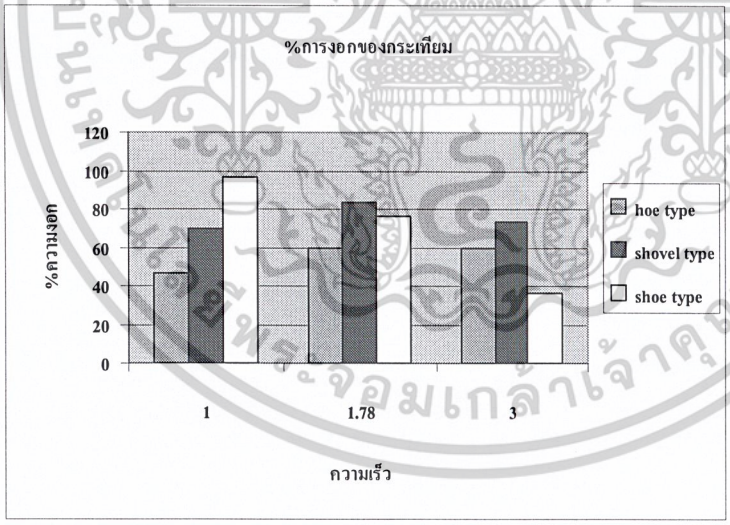
จากการนำค่า แรงฉุดลากเฉลี่ย ของตัวเปิดร่อง 3แบบ ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ที่ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 4 ค่าคือ 17, 22, 27 และ 32 ที่ทำการทดสอบ 3 ซ้ำในแต่ละระยะห่างมาเฉลี่ยได้ค่าแรงฉุดลากเฉลี่ยของแต่ละระยะห่าง คือ ที่ 17- 27 cm ได้แรงฉุดลากดังแสดงในตาราง 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าการทดสอบร้อยละ การงอกของกระเทียม ที่ความลึกทำงาน 2 cm ที่ความเร็วในการเปิดร่อง 3 ความเร็วคือ 1 km/hr 1.68 km/hr และ 3 km/hr และตัวเปิดร่อง 3 ชนิดคือ shoe type, hoe type และ shovel type ได้ค่าดังนี้

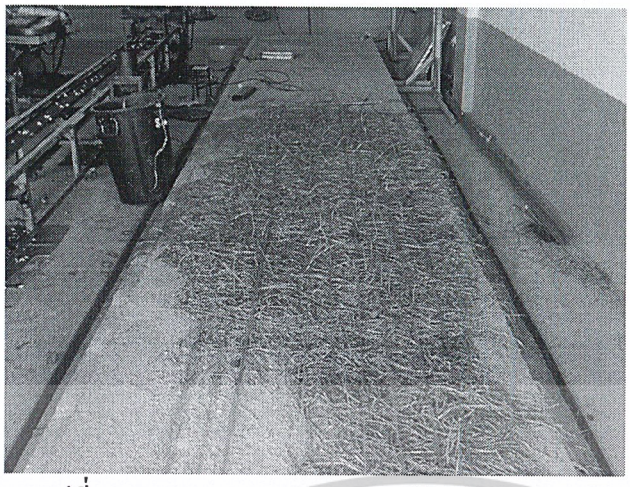
ตารางที่ 4.6 ร้อยละการงอกของกระเทียมในรางทราย

ร้อยละการงอกของกระเทียมทั้ง 3แบบ									
	hoe type ที่ความเร็ว			shovel type ที่ความเร็ว			shoe type ที่ความเร็ว		
วันที่ทดลองนับจากวันปลูก	1 km/hr	1.68 km/hr	3 km/hr	1 km/hr	1.68 km/hr	3 km/hr	1 km/hr	1.68 km/hr	3 km/hr
39	26.6	40	33.3	46.6	53.3	40	46.6	36.6	16.6
45	36.6	40	33.3	66.6	56.6	50	46.6	53.3	26.6
55	40	60	60	70	70	60	73.3	70	30
62	46.6	60	60	70	83.3	63.3	56.6	76.6	36.6
69	46.6	60	60	70	83.3	73.3	96.6	76.6	36.6



รูปที่ 4.10 ร้อยละการงอกของกระเทียมจากตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบใน 3 ความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดงการงอกของกระเทียมในรางทราย

4.3 การทดสอบหาแรงฉุดลากในแปลงภาควิชา

4.3.1 จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาหาแรงฉุดลาก ที่ใช้ในการทำงานของตัวเปิดร่อง เครื่องปลูกกระเทียม โดยเป็นแนวทางในการวิเคราะห์แรงฉุดลาก ที่มีผลในการทำงานของเครื่องปลูกกระเทียม เงื่อนไขในการทดลองคือ

1. ศึกษาแรงฉุดลากของเครื่องปลูกที่ระดับความลึกในการทดลอง 2 ซม.และมีการปรับระยะห่างตัวเปิดร่องแถวหน้าและแถวหลัง 17 , 22 , 27 และ 32 ซม.

2. พิจารณาแรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบ shoe type ,shovel type และ hoe type ที่การเตรียมดิน 3 แบบ คือ ไถด้วยจอบหมุนจำนวน 1, 2 และ 3 ครั้ง ตามลำดับ

4.3.2 การทดสอบแรงฉุดลากในแปลงภาควิชา

ค่าเฉลี่ย แรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ shoe type ,hoe type และ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ระยะห่างของตัวเปิดร่องที่ 32 cm โดยทำการเตรียมดินด้วยการไถ 3 แบบ ในแต่ละแปลงโดยไถ 1 ครั้ง 2 ครั้ง และ 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้

ค่า Mean mas diameter MMD ของดินแต่ละแปลง

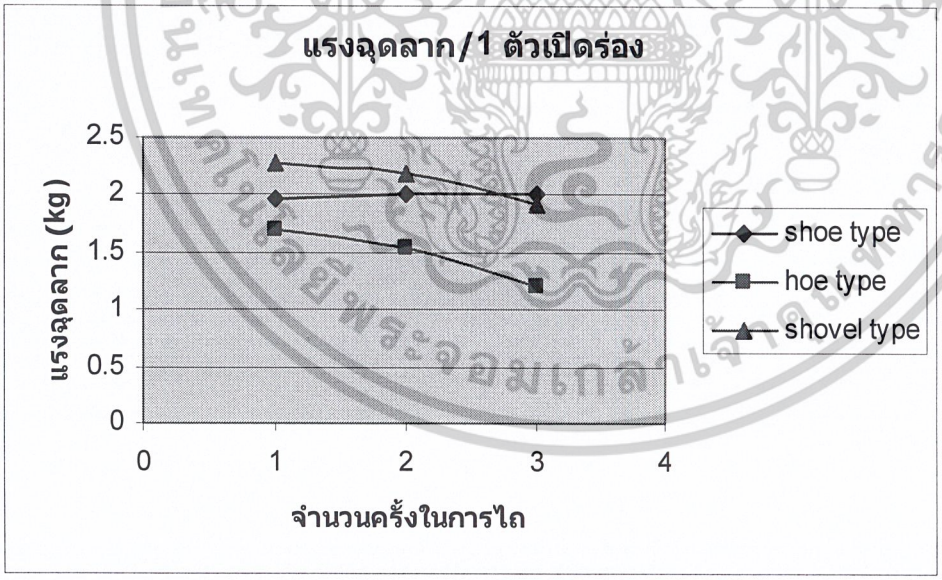
แปลงที่ 1 ไถ 1 ครั้ง ได้	3.083
แปลงที่2 ไถ2 ครั้ง ได้	2.152
แปลงที่3 ไถ3 ครั้ง ได้	1.828

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แรงเฉลี่ย / ตัวเปิดร่อง

แรงเฉลี่ย / ตัวเปิดร่อง (kg)			
จำนวนครั้งในการไถ	shoe type	hoe type	shovel type
1	1.96	1.70	2.28
2	1.99	1.53	2.18
3	2.01	1.20	1.92

รูปที่ 4. 12 การทดสอบหาแรงฉุดลากในแปลงภาควิชา



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงฉุดลาก / ครั้งในการเตรียมดิน

จากการทดสอบแรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ และการเตรียมดิน 3 แบบ พบว่าตัวเปิดร่องแบบ hoe type มีค่าแรงฉุดลากน้อยที่สุดและการเตรียมดิน 3 แบบ พบว่าที่การเตรียมดินโดยการไถ 3 ครั้งมีค่าน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

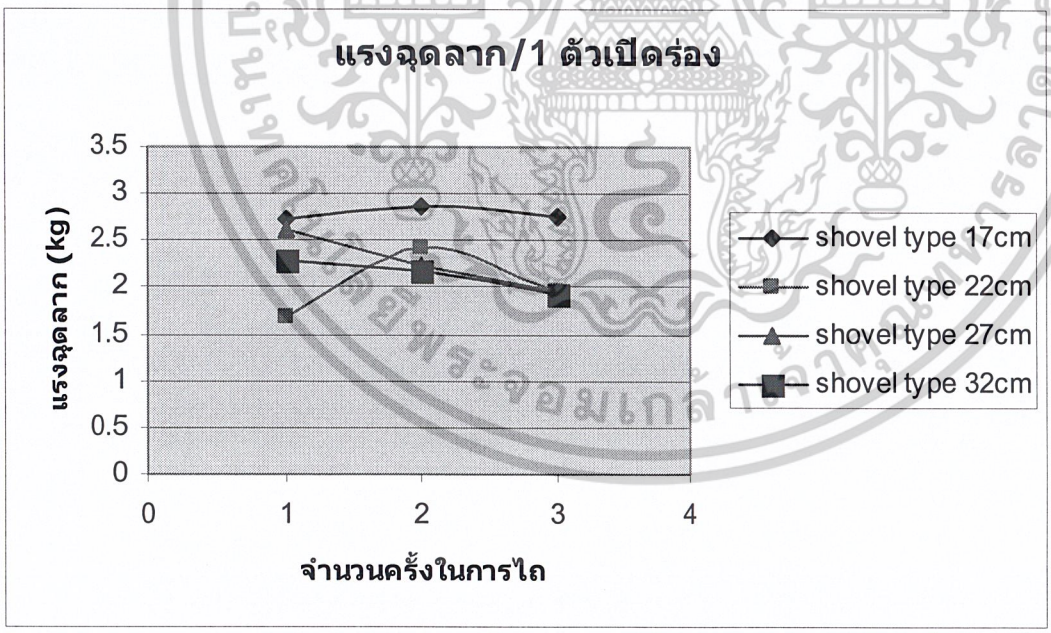
ค่าเฉลี่ย แรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่อง แบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 17 cm, 22 cm, 27 cm และ 32 cm โดยทำการเตรียมดินด้วยการไถ 3 แบบ ในแต่ละแปลงโดยไถ 1 ครั้ง 2 ครั้ง และ 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้

ค่า Mean mas diameter MMD ของดินแต่ละแปลง

แปลงที่ 1 ไถ 1 ครั้ง ได้	3.18
แปลงที่2 ไถ2 ครั้ง ได้	2.408
แปลงที่3 ไถ3 ครั้ง ได้	2.054

ตารางที่ 4.8 ค่าแรงฉุดลากของตัวเปิดร่อง แบบ shovel type ทั้ง 4 ระยะห่าง

เฉลี่ยแรง / ตัวเปิดร่อง (kgf)				
จำนวนครั้งในการไถ	17cm	22cm	27cm	32cm
1	2.73	1.66	2.61	2.28
2	2.87	2.43	2.24	2.18
3	2.76	1.96	1.95	1.92



รูปที่ 4.14 shovel type ค่าแรงฉุดลาก / ระยะห่างตัวเปิดร่อง

จากการทดสอบแรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่องแบบ shovel type ระยะห่างตัวเปิดร่อง 4 ระยะ และการเตรียมดิน 3 แบบ พบว่าระยะห่างที่ 22 cm มีค่าแรงฉุดลากน้อยที่สุดและการเตรียมดิน 3 แบบ พบว่าที่การเตรียมดินโดยการไถ 3 ครั้งมีแนวโน้มค่าแรงฉุดลากน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ได้เลือกมาทำการทดสอบที่ระยะห่าง 4 ค่า นั้นเนื่องจากการทดสอบในรางทรายค่า Performance Index ของตัวเปิดร่องแบบ shovel typeมีค่าสูงสุด และแรงฉุดลากเมื่อเทียบต่อ 1 ตัวเปิดร่องมีค่าไม่ต่างกันมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดสอบ

จากการทดลองและศึกษาที่ผ่านมา เริ่มจากการทดลองเรื่องอุปกรณ์เปิดร่องของเครื่องปลูกกระเทียมขนาด 8 แถว เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน ได้ผลการทดลองโดยจะสรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์การทดลองในบทที่ 1 ดังนี้

5.1 พัฒนาตัวเปิดร่องและทราบถึงระยะห่างของชุดเปิดร่องที่เหมาะสม

5.1.1 พัฒนาตัวเปิดร่อง

จากการทดลองที่ผ่านมา (จรัสชัย : 2547) อุปกรณ์เปิดร่องของเครื่องปลูกกระเทียมขนาด 8 แถวที่ผ่านมาในปี 2547 เลือกตัวเปิดร่อง แบบ Shoe type เพื่อมาทำการทดสอบเพื่อหา แรงฉุดลากที่ระดับความลึกของเครื่องปลูกกระเทียม 4 ค่าความลึก คือ 0, 1, 2 และ 3 เซนติเมตร ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

พื้นที่การทดสอบ แปลงภาควิชา

ชนิดของดิน เป็นดินเหนียว

ขนาดของเม็ดดิน (MMD) 24.95 mm

ความชื้นของดิน 4.14 % (dry basic)

ทดสอบที่ ความเร็ว เกียร์ 1 ความเร็วรอบ 1300 rpm

ตารางที่ 5.1 slip (%) ที่ ความลึกในการเปิดร่อง

ความลึก (cm)	แรง (N)	แรงเฉพาะตัวเปิดร่อง 10ตัว	แรง (kg)	ความเร็ว (km/hr)	slip (%)
0	554.73	0	0	1.29	57.34
1	581.74	27.01	2.75	1.36	57.47
2	**640.11**	**85.38**	**8.70**	**1.52**	**57.97**
3	745.98	191.25	19.49	1.54	57.34

(จรัสชัย : 2547)

จากการทดสอบพบว่า ที่ความลึก เพิ่มขึ้นแรงฉุดลากจะเพิ่มขึ้นด้วย ที่ความลึก 0 เซนติเมตร คือทำทำการทดสอบโดยยกตัวเปิดร่องขึ้น 1, 2 และ 3 เป็นระดับความลึกของตัวเปิดร่อง เมื่อนำแรงที่ได้จากการทดสอบ ของความลึก 1, 2 และ 3 มาลบกับ ความลึก 0 เซนติเมตร จะเป็นแรงเฉพาะตัวเปิดร่อง ของตัวเปิดร่อง 8 ตัว (จรัสชัย : 2547)

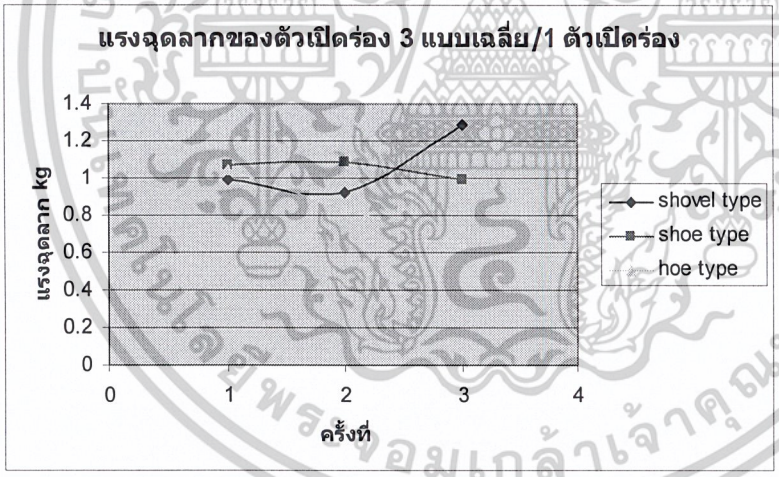
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบข้างต้น(จรัสชัย : 2547) กลุ่มกระผมได้ทำการออกแบบและสร้างตัวเปิดร่อง เพิ่มอีก 2 ชนิดคือ ตัวเปิดร่องแบบ Hoe type และ แบบ Shovel type เพื่อทำการทดสอบหาค่าแรงฉุดลาก โดยใช้ตัวเปิดร่อง 3 ชนิดในการทดสอบ คือ แบบ Shoe type, Hoe type และ แบบ Shovel type ทดสอบบนรางทรายและแปลงภาควิชา ได้ผลการทดสอบดังนี้

ค่า แรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ shoe type, hoe type และ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงานที่ 2 cm ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 32 cm ที่ความชื้นรางดิน 7.92% (Dry basic)

ตารางที่ 5.2 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่อง 3 แบบ เฉลี่ย / ตัวเปิดร่อง

แรงฉุดลากของตัวเปิดร่อง 3 แบบเฉลี่ย/ตัวเปิดร่อง			
ครั้งที่	shovel	shoe	hoe
1	0.98	1.06	1.04
2	0.92	1.08	0.83
3	1.28	0.98	0.64
เฉลี่ย	1.06	1.04	0.84



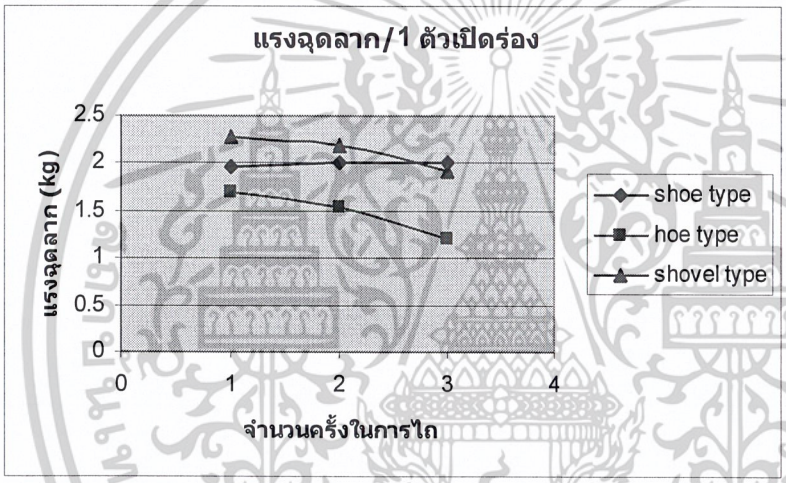
รูปที่ 5.1 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ / ตัวเปิดร่อง

ค่าเฉลี่ย แรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ shoe type ,hoe type และ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงานที่ 2 cm ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 32 cm โดยทำการเตรียมดินด้วยการไถ 3 แบบ ในแต่ละแปลงโดยไถ 1 ครั้ง 2 ครั้ง และ 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 แรงเฉลี่ย / ตัวเปิดร่อง

แรงเฉลี่ย / ตัวเปิดร่อง(kg)			
จำนวนครั้งในการไถด้วยจอบหมุน	shoe type	hoe type	shovel type
1	1.96	1.70	2.28
2	1.99	1.53	2.18
3	2.01	1.20	1.92
เฉลี่ย	1.99	1.47	2.13
% slip	4.57	4.96	3.37



รูปที่ 5.2 ค่าแรงฉุดลาก / ตัวเปิดร่อง

จากการทดสอบแรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ และการเตรียมดิน 3 แบบ พบว่าตัวเปิดร่องแบบ hoe type มีค่าแรงฉุดลากน้อยที่สุดและการเตรียมดิน 3 แบบ พบว่าที่การเตรียมดินโดยการไถ 3 ครั้งมีค่าน้อยที่สุด

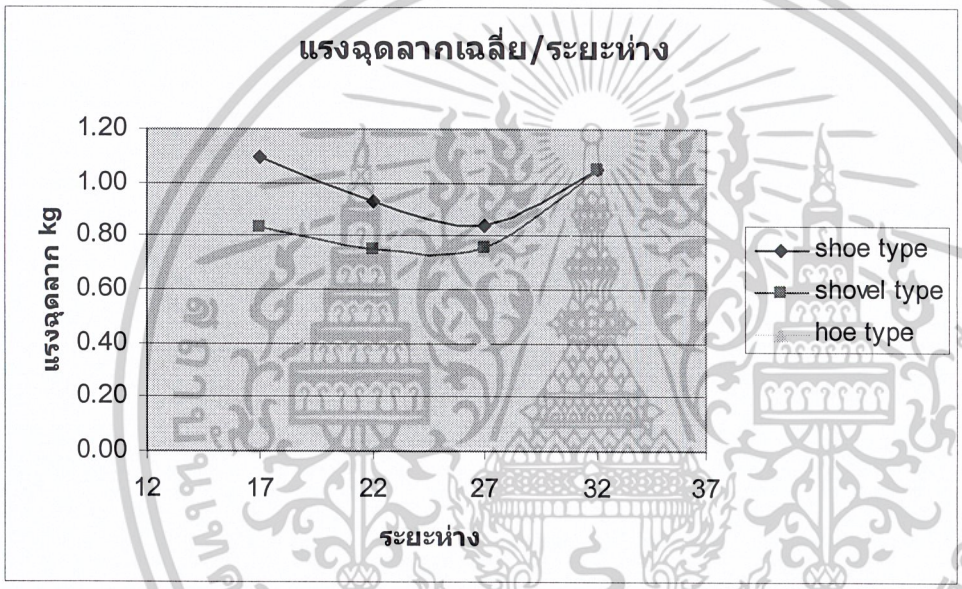
5.1.2 ทราบถึงระยะห่างของชุดเปิดร่องแถวหน้าและแถวหลังที่เหมาะสม

ทำการทดสอบหาค่า แรงฉุดลากเฉลี่ย ของตัวเปิดร่อง แบบ sho e type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงานที่ 2 cm ที่ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 4 ค่าคือ 17, 22, 27 และ 32 บนรางทรายความชื้นรางดิน 7.92% (Dry basic)ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 แรงฉุดลากเฉลี่ย / ระยะห่างตัวเปิดร่อง

แรงฉุดลาก(กิโลกรัม)/ระยะห่างระหว่างแถวหน้ากับแถวหลัง			
ระยะห่าง	shoe type	shovel type	hoe type
17	1.09	0.84	0.49
22	0.93	0.75	0.27
27	0.84	0.76	0.41
32	1.05	1.05	0.93



รูปที่ 5.3 ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ค่าแรงฉุดลาก / ระยะห่าง(cm.)

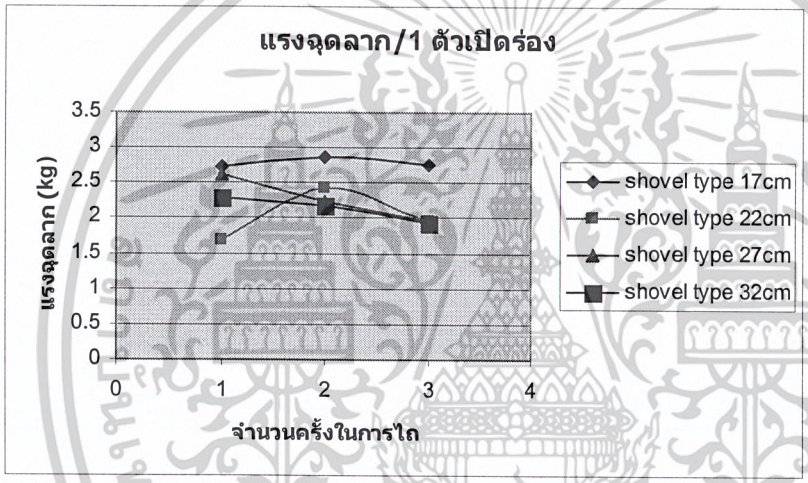
จากการนำค่า แรงฉุดลากเฉลี่ย ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึก 2 cm ที่ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 4 ค่าคือ 17, 22, 27 และ 32 ที่ทำการทดสอบ 3 ซ้ำในแต่ละระยะห่าง มาเฉลี่ยได้ค่าแรงฉุดลากเฉลี่ยของแต่ละระยะห่างระหว่างแถวและแต่ละตัวเปิดร่อง ค่าแรงฉุดลากที่น้อยที่สุด อยู่ในช่วง 17 – 22 cm ค่าแรงที่ได้แสดงในตารางที่ 5.4

ทำการทดสอบหาค่าแรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่อง แบบ shovel typeในแปลงภาควิชา ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 17 cm, 22 cm, 27 cm และ 32 cm โดยทำการเตรียมดินด้วยการไถ 3 แบบ ในแต่ละแปลงโดยไถ 1 ครั้ง 2 ครั้ง และ 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 แรงเฉลี่ย / ตัวเปิดร่อง

แรงเฉลี่ย / ตัวเปิดร่อง(kgf)				
จำนวนครั้งในการไถ	17cm	22cm	27cm	32cm
1	2.735	1.667	2.616	2.284
2	2.877	2.431	2.241	2.184
3	2.763	1.967	1.959	1.927
เฉลี่ย	2.791	2.022	2.272	2.132
% slip	6.793	8.597	6.793	3.376



รูปที่ 5.4 ที่ 4 ระยะห่างของตัวเปิดร่องของ ค่า แรงฉุดลาก / ตัวเปิดร่อง

จากการทดสอบแรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่องแบบ shovel type ระยะห่างตัวเปิดร่อง 4 ระยะ และการเตรียมดิน 3 แบบ พบว่าระยะห่างที่ 22cm มีค่าแรงฉุดลากน้อยที่สุดและการเตรียมดิน 3 แบบ พบว่าที่การเตรียมดินโดยการไถ 3 ครั้งมีแนวโน้มค่าแรงฉุดลากน้อยที่สุด

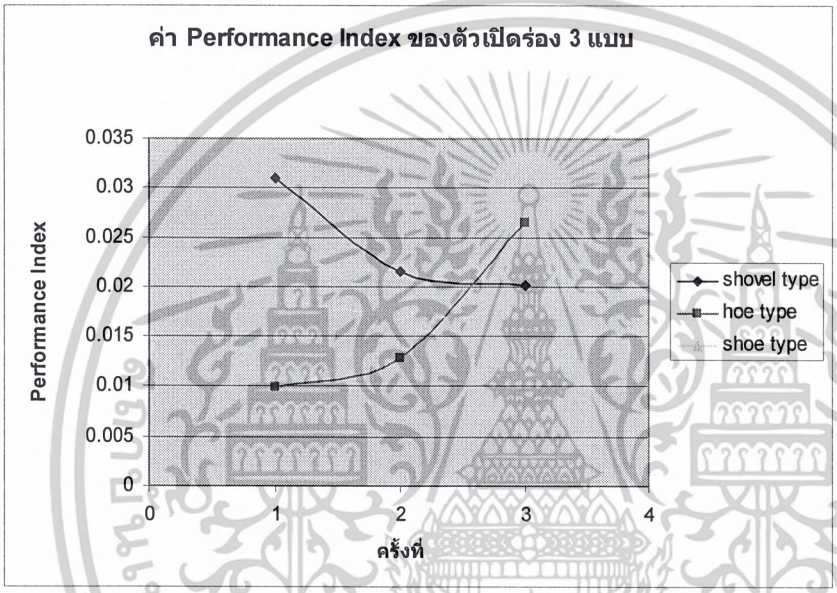
5.2 แรงฉุดลากสำหรับตัวเปิดร่อง และคุณภาพของร่องปลูกที่เหมาะสมต่อการใช้งานของเครื่องปลูกกระเทียม

เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพของร่องที่ได้จากการเปิดร่องได้ทำการทดสอบหาค่า สมรรถนะการเปิดร่อง **Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ** shoe type, hoe type และ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 32 cm ความชื้นรางดิน 7.92% (Dry basic) ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 ค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ

ค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ			
ครั้งที่	shovel type	hoe type	shoe type
1	0.030	0.009	0.018
2	0.021	0.012	0.017
3	0.020	0.026	0.017



รูปที่ 5.5 กราฟค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ

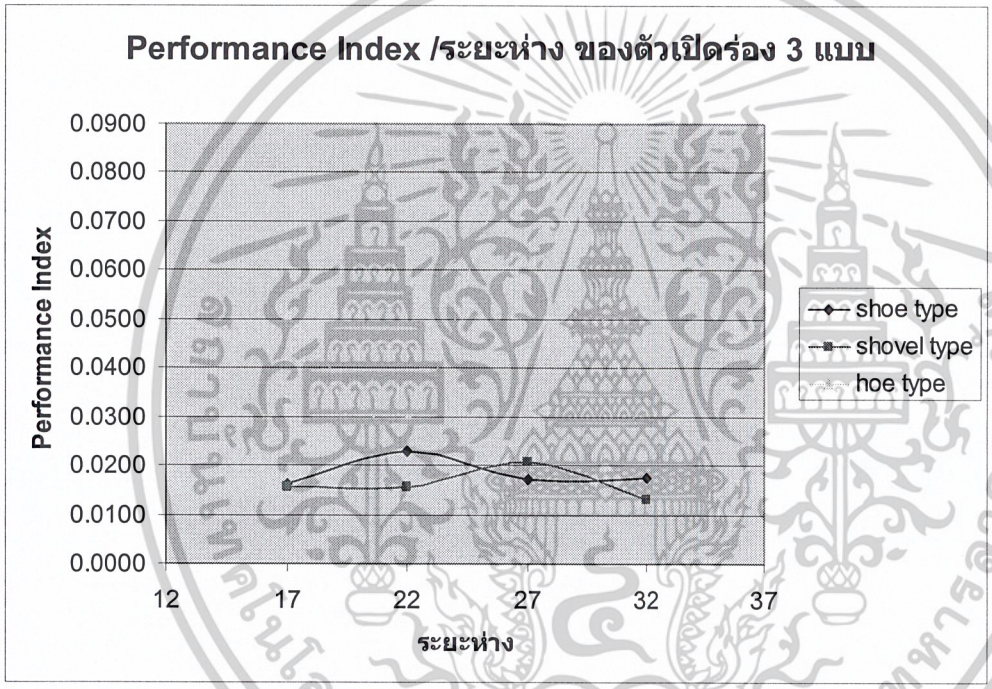
ค่า Performance Index ที่ได้จากตารางและกราฟพบว่า shovel type มีค่าสูงสุดรองลงมาเป็น hoe type และ shoe type

ค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm **ที่ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 4 ค่าคือ** 17, 22, 27 และ 32 ความชื้นรางดิน 7.92% (Dry basic) ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.7 Performance Index ของระยะห่าง 4 ค่า

Performance Index ของระยะห่าง 4 ค่า			
ระยะห่าง	shoe type	shovel type	hoe type
17	0.0162	0.0155	0.0506
22	0.0229	0.0157	0.0291
27	0.0172	0.0207	0.0824
32	0.0176	0.0129	0.0226



รูปที่ 5.6 กราฟ ค่า Performance Index ของระยะห่าง 4 ค่า

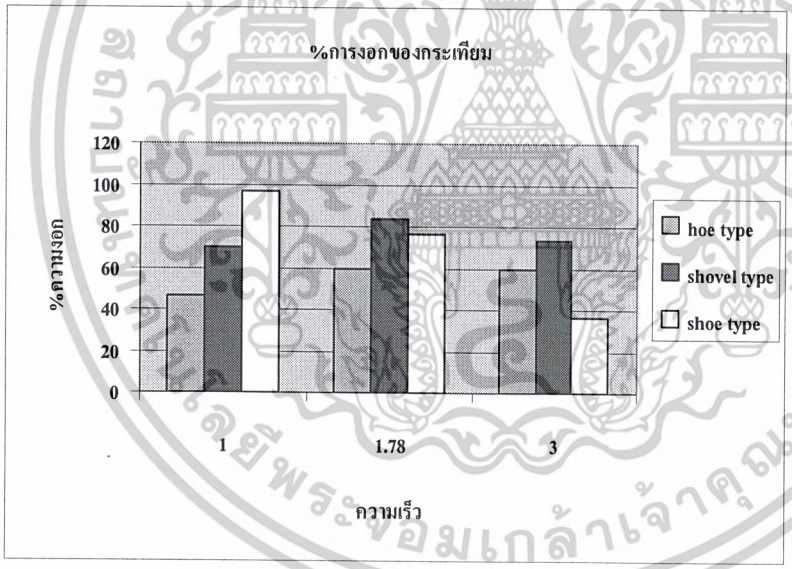
ค่า Performance Index ที่ได้จากตารางและกราฟพบว่า ที่ระยะห่าง 22 - 27 cm มีค่าสูงสุดของแต่ละตัวเปิดร่อง

ค่าการทดสอบร้อยละการงอกของกระเทียม ที่ความลึกทำงาน 2 cm ที่ความเร็วในการเปิดร่อง 3 ความเร็วคือ 1 km/hr 1.68 km/hr และ 3 km/hr และตัวเปิดร่อง 3 ชนิดคือ shoe type, hoe type และ shovel type ได้ค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 ร้อยละการงอกของกระเทียม

ร้อยละการงอกของกระเทียมทั้ง 3แบบ									
	hoe type ที่ความเร็ว			shovel type ที่ความเร็ว			shoe type ที่ความเร็ว		
วันที่ทดลองนับจากวันปลูก	1 km/hr	1.68 km/hr	3 km/hr	1 km/hr	1.68 km/hr	3 km/hr	1 km/hr	1.68 km/hr	3 km/hr
39	26.6	40	33.3	46.6	53.3	40	46.6	36.6	16.6
45	36.6	40	33.3	66.6	56.6	50	46.6	53.3	26.6
55	40	60	60	70	70	60	73.3	70	30
62	46.6	60	60	70	83.3	63.3	56.6	76.6	36.6
69	46.6	60	60	70	83.3	73.3	96.6	76.6	36.6



รูปที่ 5.7 กราฟแสดง ร้อยละการงอกของกระเทียมบนรางทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลการทดสอบไปใช้พัฒนาเครื่องปลูกกระเทียม

5.3.1 จากการทดสอบแรงฉุดลากตัวเปิดร่อง 3 แบบคือ shoe type, hoe type และ shovel type ตัวเปิดร่อง แบบ hoe type เกิดแรงฉุดลากน้อยที่สุดคือ 0.84 kgf / แถว แต่ผลของแรงฉุดลากไม่ต่างกันมากนัก

5.3.2 จากการทดสอบหาค่า สมรรถนะการเปิดร่อง Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ shoe type hoe type และ shovel type ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ให้ค่าสมรรถนะการเปิดร่องที่สูงสุดนับเป็นตัวแปลที่สำคัญมาก

5.3.3 จากการทดสอบหาค่า ร้อยละ การงอกของกระเทียม ที่ความลึก 2 cm ที่ความเร็วในการเปิดร่อง 3 ความเร็วคือ 1 km/hr 1.68 km/hr และ 3 km/hr และตัวเปิดร่อง 3 ชนิดคือ shoe type, hoe type และ shovel type ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็วใช้งาน คือ 1.68 km/hr มีการงอกของกระเทียมดีที่สุด และมีค่าสูงสุดในค่าความเร็วอื่นยกเว้นที่ความเร็ว 1km/hr

5.3.4 ระยะห่างที่เหมาะสมของตัวเปิดร่อง จากการทดสอบในราง ที่ระยะ 27 cm มีค่าแรงฉุดลากน้อยที่สุดแต่ในแปลงที่ระยะห่าง 22 cm มีค่าแรงฉุดลากน้อยที่สุด ส่วนค่า สมรรถนะการเปิดร่อง Performance Index ที่ระยะห่าง 22 cm ให้ค่า สมรรถนะการเปิดร่อง Performance Index สูงที่สุดดังนั้นจึงควรเลือก ระยะห่าง 22cm มาใช้งานในการพัฒนาชุดเปิดร่อง

5.3.5 เลือกใช้ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ระยะห่าง ในช่วง 22- 27 cm และการเตรียมแปลงเป็นอย่างดีคือไถ 3 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การทดสอบเพื่อเลือกทรายลงราง

1. การทดสอบหาขนาดเมล็ดดินด้วยวิธีร่อนด้วยตะแกรง (Sieve Analysis)

การหาขนาดเมล็ดดินด้วยตะแกรงร่อน(Sieve Analysis) เป็นการแยกดินด้วยตะแกรงร่อนขนาดต่างๆ แล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แบบแต่ละขนาด การทดสอบนี้ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง เนื่องจากเม็ดดินแต่ละเม็ดมีขนาดไม่กลมหรือเป็นลูกบาศก์ แต่จะเป็นเหลี่ยมแหลม ตามธรรมชาติ ลักษณะการลอดผ่านของตะแกรงแต่ละขนาดที่กับช่องของตะแกรงจริงๆ ผลการทดสอบวิเคราะห์ของเม็ดดินสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานปฏิบัติทางวิศวกรรมได้อย่างกว้างขวาง และถือเป็นการทดสอบมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไป

การการใช้ตะแกรงร่อน ใช้กับดินที่มีเม็ดทรายขนาดใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ 200 เป็นส่วนใหญ่ ทำได้ 2 วิธี คือ

- ร่อนแห้ง (Dry sieving) ทำการร่อนแห้ง
- ร่อนเปียก (Wet sieving) ทำการร่อนดินด้วยการล้างน้ำ

เพื่อทำให้หลักการพิจารณาการกระจายของเม็ดดินเป็นมาตรฐาน จึงได้กำหนดสูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการกระจายของเม็ดดิน ดังนี้คือ

- สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (Coefficient of Uniformity)

$$Cu = D_{60} / D_{10}$$

- สัมประสิทธิ์ความโค้ง (Coefficient of Curvature)

$$Cz = D_{30}^{2} / D_{10} \times D_{60}$$

เมื่อ D_{10}, D_{30} และ D_{60} เป็นขนาดเม็ดดินที่เปอร์เซ็นต์ลอดผ่านตะแกรงที่ 10, 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ สามารถจำแนกรายการของดินได้ดังนี้

กรวดมีความคละกันดี (Well Graded Grave) $Cu > 4$, $Cz = 1 - 3$

ทรายมีความคละกันดี (Well Graded Sand) $Cu > 6$, $Cz = 1 - 3$

ดินมีขนาดเม็ดดินสม่ำเสมอ (Poorly Grave) $Cu \sim 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดประสงค์

1 เพื่อทดสอบหาขนาดของเม็ดดินที่อยู่ในช่วงมาตรฐานของรางทรายทดสอบคือช่วง 85 – 102 μm ว่ามีความเป็นไปได้เพียงใดในการนำดินมาร่อน

2 เพื่อหาว่าทรายชนิดใดที่มีขนาดเม็ดดินอยู่ในช่วงมาตรฐานของรางทรายทดสอบมากที่สุด ระหว่าง ทรายหยาบ ทรายละเอียดและทรายขี้เป็ด

วัสดุอุปกรณ์

1. ตะแกรงร่อนเบอร์ 16, 30, 45, 50, 100, 120, 170 ถาดรอง และ ฝาปิด
2. เครื่องเขย่า
3. ตาชั่ง
4. ทรายตัวอย่างละ 500 g

วิธีการทดลอง

1. เลือกตะแกรงตามขนาดเล็กถึงใหญ่ของเม็ดดิน โดยเลือกเบอร์16, 30, 45, 50, 100, 120, 170 ถาดรอง และ ฝาปิด

2. ทำความสะอาดตะแกรงด้วยแปลงลวด สำหรับตะแกรงหยาบ ถ้าขนาดละเอียดใช้แปลงขน อ่อนจากนั้นนำตะแกลงแต่ละอันขึ้นชั่งน้ำหนัก

3. เตรียมตัวอย่าง มีขนาดเพียงพอ ตัวอย่างต้องแห้พอประมาณที่ระหว่างการทดสอบจะไม่เปลี่ยนน้ำหนัก เนื่องจากน้ำระเหยและเม็ดดินไม่จับตัวกัน

4. เรียงตะแกรงบนเครื่องเขย่า โดยตะแกรงขนาดใหญ่สุดอยู่บนตามลำดับขนาดลงไป และถาดรับอยู่ล่างสุด เทตัวอย่างลงบนตะแกรงอันบน ปิดฝา สั่นตะแกรงประมาณ 5- 10 นาที หลังจากนั้นแยกตะแกรงแต่ละอัน ออกมาชั่ง จะเป็นน้ำหนักตะแกรง + น้ำหนักดินที่ค้างบนตะแกรง

5. ทำซ้ำอีก 1- 2 ครั้ง

การคำนวณและการรายงานผล

1. คำนวณน้ำหนักที่ค้างตะแกลงแต่ละขนาด = (นำหนักตะแกรง + ดิน) – น้ำหนักตะแกรง

2. รวมสะสมที่ค้างตะแกรงแต่ละขนาด (Accumulative Retained) จนถึงถาดตรวจสอบน้ำหนัก ตัวอย่างที่นำมาทดสอบควรจะหายไปไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คิดน้ำหนักสะสมที่ค้างตะแกรงแต่ละขนาดเป็นเปอร์เซ็นต์ ด้วยการหารน้ำหนักดินรวมคูณด้วย 100

4. คิดเปอร์เซ็นต์ตัวอย่าง คิดที่ผ่านตะแกรงแต่ละขนาดด้วยการนำเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสะสมลบออกจาก 100

5. รายงานผลในรูปของตาราง

6. รายงานผลโดยการนำไปพล๊อตในกราฟ แล้วลากเส้นโค้งเรียบผ่านจุดพล๊อต

ผลการทดลอง

ตารางที่ ก1 ทรายหยาบครั้งที่ 1

Sive NO	sive opening (mm)	weight of sive (g)	weight of sive soil (g)	weight of sive + retained (g)	cumulative retained (g)	cumulative retained %	Percent finer
16	1.8	401.76	587.92	177.16	177.16	35.00	65
30	0.60	375.85	495.55	199.7	296.86	85.65	41.35
45	0.355	313.19	411.08	97.89	394.75	77.99	20.01
50	0.300	334.32	363.14	28.82	423.57	85.68	16.32
100	0.150	319.18	385.43	66.25	489.82	96.77	3.23
120	0.125	313.22	317.17	3.95	493.77	97.55	2.45
170	0.090	299.32	305.00	5.68	499.45	98.67	1.33
pan	-	285.19	291.92	6.73	506.18	100	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 2 ทรายหยาบครั้งที่ 2

Sive NO	sive opening (mm)	weight of sive (g)	weight of sive soil (g)	weight of sive + retained (g)	cumulative retained (g)	cumulative retained %	Percent finer
16	1.8	401.08	582.29	172.21	172.21	34.54	65.46
30	0.60	375.90	492.56	116.66	288.87	57.94	42.06
45	0.355	313.19	410.22	97.03	385.9	77.40	22.60
50	0.300	334.32	364.11	29.79	415.69	83.37	16.63
100	0.150	319.18	384.58	65.4	481.09	96.49	3.51
120	0.125	313.37	318.87	5.5	486.56	97.59	2.41
170	0.090	299.42	304.47	5.05	491.64	98.60	1.4
pan	-	285.19	292.16	6.97	498.61	100	0.00

ตารางที่ ก 3 ทรายละเอียดครั้งที่ 1

Sive NO	sive opening (mm)	weight of sive (g)	weight of sive soil (g)	weight of sive + retained (g)	cumulative retained (g)	cumulative retained %	Percent finer
16	1.8	410.75	420.53	9.78	9.78	1.96	98.04
30	0.60	375.86	533.71	157.85	167.63	33.64	66.36
45	0.355	313.18	467.43	154.25	321.88	64.59	35.41
50	0.300	334.32	380.51	46.19	368.07	73.85	26.15
100	0.150	319.18	425.50	106.32	474.39	95.19	4.81
120	0.125	313.22	320.89	7.76	482.15	96.75	3.25
170	0.090	299.32	307.31	7.99	409.14	98.35	1.65
pan	-	285.19	293.42	8.23	498.37	100.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 4 ทรายละเอียดครั้งที่ 2

Sive NO	sive opening (mm)	weight of sive (g)	weight of sive soil (g)	weight of sive + retained (g)	cumulative retained (g)	cumulative retained %	Percent finer
16	1.8	410.77	419.70	8.93	8.93	1.79	98.21
30	0.60	375.88	541.65	165.77	174.7	35.04	64.96
45	0.355	314.22	476.96	163.74	338.44	67.89	32.11
50	0.300	334.31	383.89	49.58	388.02	77.83	22.17
100	0.150	319.19	411.88	92.69	480.71	96.43	3.57
120	0.125	313.25	318.41	5.16	485.87	97.46	2.54
170	0.090	299.32	305.67	6.35	492.22	98.73	1.27
pan	-	285.19	291.5	6.31	498.53	100.00	0.00

ตารางที่ ก 5 ทรายขี้เป็ดครั้งที่ 1

Sive NO	sive opening (mm)	weight of sive (g)	weight of sive soil (g)	weight of sive + retained (g)	cumulative retained (g)	cumulative retained %	Percent finer
16	1.8	401.76	505.37	94.61	94.61	18.99	81.01
30	0.60	375.85	437.53	61.68	156.29	31.37	68.63
45	0.355	313.19	410.20	97.01	253.3	50.85	49.15
50	0.300	334.32	370.10	35.78	289.08	57.43	45.57
100	0.150	319.18	467.81	148.63	437.71	87.87	12.13
120	0.125	313.22	333.32	20.10	457.81	91.90	8.01
170	0.090	299.32	316.77	17.45	475.26	95.41	4.59
pan	-	285.19	308.07	22.88	468.14	100.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 6 ทรายขี้เป็ดครั้งที่ 2

Sive NO	sive opening (mm)	weight of sive (g)	weight of sive soil (g)	weight of sive + retained (g)	cumulative retained (g)	cumulative retained %	Percent finer
16	1.8	410.77	501.29	90.52	90.52	18.16	81.84
30	0.60	375.90	440.10	64.20	154.72	31.04	68.96
45	0.355	313.21	412.93	99.72	254.44	51.05	48.95
50	0.300	334.33	369.94	35.61	290.05	58.20	41.80
100	0.150	319.19	467.24	148.05	438.1	87.90	12.10
120	0.125	313.25	332.81	19.56	457.66	91.83	8.17
170	0.090	299.32	316.41	17.09	474.75	95.26	4.74
pan	-	285.19	308.82	23.63	485.38	100.00	0.00

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง ได้พบว่าขนาดของเม็ดทราย ที่อยู่ในช่วงตามมาตรฐาน รางทดสอบของทราบ 3 ชนิด คือ ทรายหยาบ ทรายละเอียด และทรายขี้เป็ด มีขนาดเม็ดดินที่อยู่ในช่วง น้อยมากโดยทรายขี้เป็ดมีขนาดเม็ดทรายอยู่ในช่วงมากที่สุดคือ ประมาณ 3 % เป็นค่าที่น้อยมาก และตะแกรงร่อนที่ใช้ในการร่อนมีราคาสูงเนื่องจากเป็นเบอร์ที่ไม่นิยมมาใช้ในการทดสอบ หากจะทำการร่อนทรายให้ได้ตามขนาดมาตรฐานนั้นจะต้องใช้เวลามากและค่าใช้จ่ายสูง จึงทำการเลือกทรายที่คิดว่ามีราคาถูกและหาได้ง่ายมาใช้แทน โดยเลือกทรายขี้เป็ดซึ่งมีราคาถูกและมีการกระจายของเม็ดดินดีที่สุด แต่ทรายขี้เป็ดมีหินและดินก้อนใหญ่สูงอาจจะทำให้ในการทดสอบได้มิติของร่องไม่ชัดเจนเลยได้ทำการทดสอบหาผลกระทบที่มีต่อมิติร่องของทรายขี้เป็ด

2. การทดสอบหาผลกระทบที่มีผลต่อมิติของร่องของทรายขี้เป็ด

จุดประสงค์ของการทดสอบ

1. เพื่อเปรียบเทียบระหว่างทรายขี้เป็ดที่ร่อนอย่างหยาบๆ กับทราบขี้เป็ดที่ไม่ได้ร่อนว่ามีผลกับกับร่องที่ได้ต่างกันหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

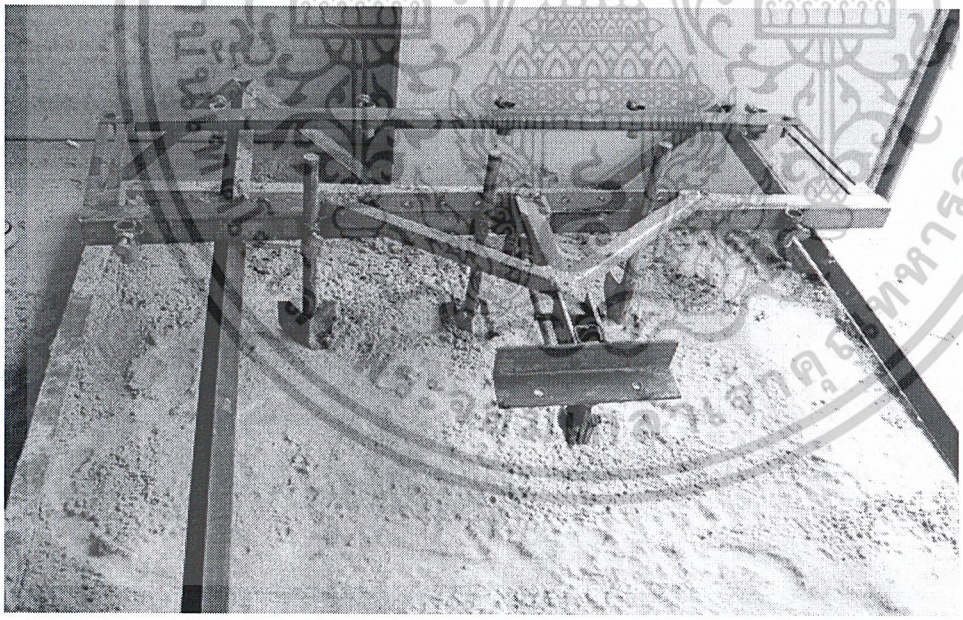
2. เพื่อดูมิติของร่องว่าตัวเปิดร่องแบบต่างๆ ให้มิติอย่างไร

วัสดุอุปกรณ์

- บล็อกไม้ขนาด 1x1 m 2 บล็อก
- ทรายขี้เป็ด
- มุ้งเขียวใช้ร่อน
- ตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบบ
- ชุดโครงเหล็กควบคุมความลึก
- โครงยึดตัวเปิดร่อง

วิธีการทดสอบ

1. ทำการเททรายบล็อก 2 บล็อก โดยที่บล็อกแรกไม่ทำการร่อนทรายแต่อีก บล็อกจะร่อน
2. รดน้ำบนบล็อกให้ชุ่ม
3. ติดตัวเปิดร่องเข้ากับชุดจับยึดตัวเปิดร่อง นำไปวางบนโครงควบคุมความลึกแล้วปรับความลึกที่ 2 cm

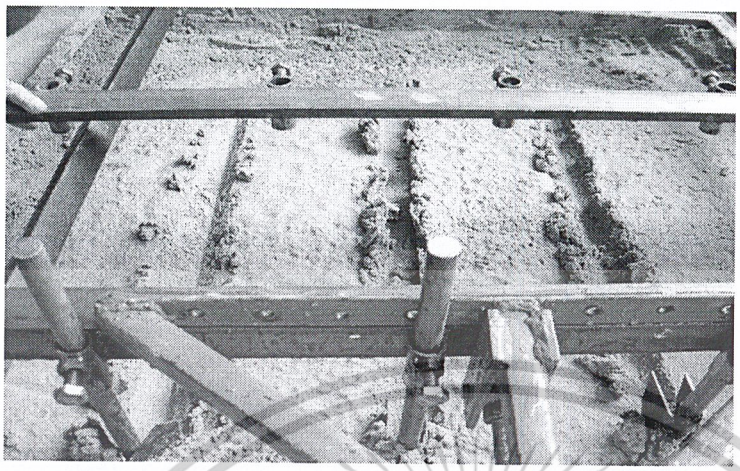


รูปที่ ก1 ลักษณะของการติดตังอุปกรณ์ทดสอบ

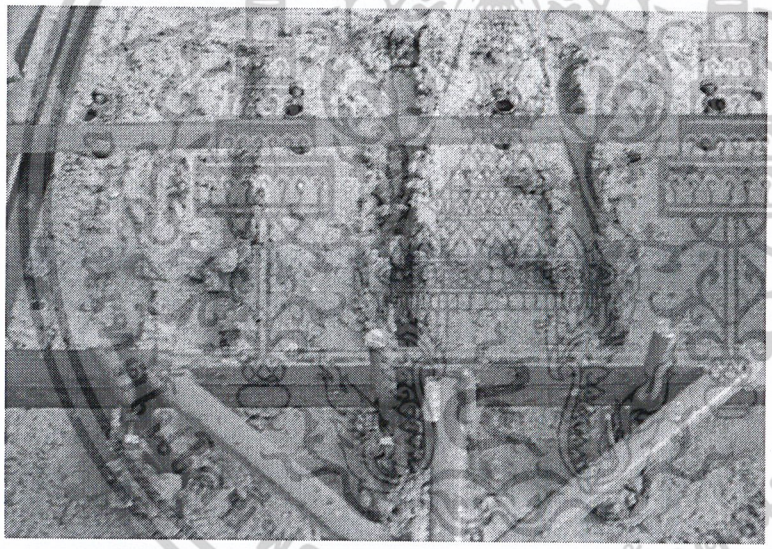
4. เลื่อนตัวเปิดร่องให้เป็นรอยร่องเพื่อดูมิติของร่องที่ได้แล้วทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรายทั้งสองแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบ



รูปที่ ก2 ลักษณะของร่องที่ได้ในการเปิดร่องของทรายขี้เป็ดที่ร่อนแล้ว



รูปที่ ก3 ลักษณะของร่องที่ได้ในการเปิดร่องของทรายขี้เป็ดที่ยังไม่ได้ร่อน

จากภาพ เห็นได้ว่าทรายที่ทำการร่อนแล้ว ให้ร่องที่เรียบกว่าทรายที่ยังไม่ได้ร่อน เนื่องจากทรายที่ยังไม่ได้ร่อน มีหินและดินที่มีขนาดใหญ่ ทำให้รูปร่างร่องเสียบ้าง แต่ไม่มากนักยังคงสามารถดูมิติของร่องได้ ร่องที่ได้นั้น แบบ Shoe type จะให้ร่องรูปตัว V ชัดเจนมาก แบบ Shovel type ให้ร่องเป็นรูปตัว U ที่เป็นเหลี่ยม และ แบบ Hoe type ให้ร่องเป็นรูปตัว V แต่ร่องที่ได้นั้นไม่เป็น V ที่ชัดเจนนักจะเป็นลักษณะโค้งคล้ายครึ่งวงรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรายทั้งสองชนิด ให้ร่องที่ไม่แตกต่างกันมากนัก จึงเลือกทรายแต่ทรายที่ยังไม่ร่อนยังมีผลกระทบอยู่บ้างเนื่องจากก้อนดินและหินก้อนใหญ่จึงเลือกที่จะนำทรายขี้เป็ดมาร่อนด้วยตะแกลงหยาบเพื่อเอาก้อนดิน และหินขนาดใหญ่ออก

รูปที่ ก4 การร่อนทรายลงราง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การทดสอบหาแรงฉุดลากบนรางทราย

1. จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาหาแรงฉุดลาก ที่ใช้ในการทำงาน ของตัวเปิดร่อง เครื่องปลูกกระเทียม โดยเป็นแนวทางในการวิเคราะห์แรงฉุดลากที่มีผลในการทำงานของเครื่องปลูกกระเทียม เงื่อนไขในการทดลองคือ

1. ศึกษาแรงฉุดลากของเครื่องปลูกที่ระดับความลึกในการทดลอง 2 cm และมีการปรับระยะห่างตัวเปิดร่องแถวหน้าและแถวหลัง 17 , 22 , 27 และ 32 cm

2. พิจารณาแรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบ shovel type และ hoe type ที่มีผลต่อค่า Performance Index

3. พิจารณาความงอก ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ ที่ ความเร็ว 3 ค่า คือ 1, 1.68 และ 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

2.อุปกรณ์

1.ชุดเปิดร่องเครื่องปลูกกระเทียมขนาด 10 แถว

2.รางทรายทดสอบขนาดกว้าง164 ยาว1300 ลึก20 (ซม)

3.นาฬิกาจับเวลา

4.เทปวัดระยะ

5.เครื่องอ่านค่า แบบ OR1200

6.ชุดฉุดลากในรางทดสอบ

7.Load cell ขนาด30 kg.

8. ไม้บรรทัด

9. ตัวเปิดร่อง 3 แบบ

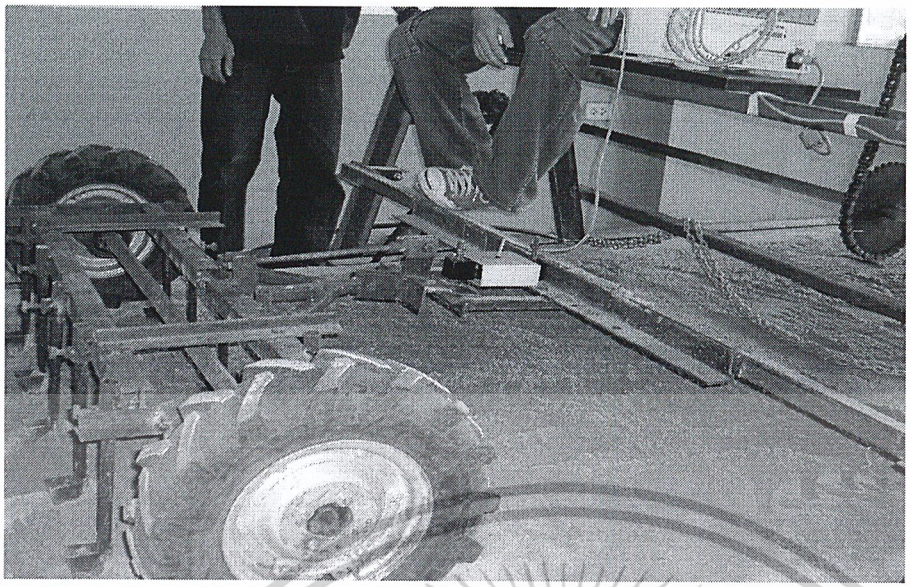
3. วิธีทดสอบ

1.ทำการปรับเทียบโหลดเซลโดยค่าสมการที่ได้จากการปรับเทียบโหลดเซลมีดังนี้

calibrated equation : force(kg) = 0.6611(ready,με) +1.1196 --------(1)

2.ติดตั้งตัวเปิดร่อง และ Load cell ไว้กับชุดเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข1 แสดงการติดตั้ง

3.ทำการทดสอบที่ความเร็ว 3 ค่า คือ1, 1.68 และ3 km/hr โดยปรับระดับกินดินของตัวเปิดร่องที่2 ซม.

4.วิ่งทดสอบที่ความเร็ว 3 ค่า โดยปรับตัวเปิดร่องให้กินดิน2 ซม.และปรับระยะห่างตัวเปิดร่องแถวหน้าและแถวหลัง 17, 22, 27 และ32 cm ตามลำดับ

5.อ่านค่าแรงฉุดลากจากเครื่อง OR1200 เป็นμεแล้วแปลงค่า เป็นแรงตามสมการในข้อ1นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างแรงฉุดลากต่อแถวกับความเร็วและแรงฉุดลากต่อแถวกับระยะห่างระหว่างตัวเปิดร่อง ของแถวหน้าและแถวหลัง

6.วัดความกว้าง และความลึกร่องปลูกในทุกๆแถว แถวละ 10 จุด บันทึกผลในตารางเพื่อคำนวณหาค่า Performance Index (PI) ที่ความเร็วและระยะห่างตัวเปิดร่องต่างๆ

รูปที่ ข2 แสดงการวัดมิติของร่อง

7.สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข 1 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่อง 3 แบบ บนรางทราย

ที่ ความลึกที่ 2 cm.ความเร็วที่1.68 กม/ชม.									
แบบตัวเปิดร่อง	shovel (micro strain)			shoe (micro strain)			hoe (micro strain)		
ครั้งที่	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	238	254	224	348	314	232	255	218	202
	234	235	247	207	243	285	192	148	109
	242	147	304	217	217	178	347	194	119
	196	297	301	252	269	210	200	227	242
	108	210	310	194	240	212	218	202	125
	196	169	397	215	207	200	211	207	167
	287	137	277	199	198	169	252	123	65
	200	183	231	161	162	260	192	158	131
	189	192	230	308	290	265	184	168	122
	273		292			154			
เฉลี่ย(micro strain	216.3	202.6667	281.3	233.4444	237.7778	216.5	227.8889	182.7778	142.4444
แรง(กิโลกรัม)	9.88126	9.2514	12.88426	10.67333	10.87353	9.8905	10.41667	8.332533	6.469133
แรง/1ตัวเปิด	0.988126	0.92514	1.288426	1.067333	1.087353	0.98905	1.041667	0.833253	0.646913
เฉลี่ย/ตัวเปิด10 ตัว		10.67231			10.47912			8.406111	
เฉลี่ยแรง/1ตัวเปิด		1.067231			1.047912			0.840611	

ตาราง ข 2 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบ shoe type บนรางทราย ที่ระยะห่าง 4 ค่า

ตัวเปิดร่องแบบshoe type												
ระยะห่างแถวเปิดร่อง	17 cm.			22 cm.			27 cm.			32 cm		
ครั้งที่	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	215	186	*	169	237	237	134	193	*	348	314	232
	202	232	*	231	258	114	288	244	*	207	243	285
	180	391	*	205	167	237	195	172	*	217	217	178
	267	289	*	77	208	170	112	125	*	252	269	210
	218	240	*	262	215	215	170	250	*	194	240	212
	247	238	*	93	240	251	254	89	*	215	207	200
	287	277	*	327	252	105	225	203	*	199	198	169
	281	137	*	175	264	193	192	80	*	161	162	260
	247	173	*	195	277	196	162	230	*	308	290	265
เครื่องอ่านได้เป็นไมโครเ				129								154
เฉลี่ย	238.22	240.33	*	186.30	235.33	190.89	192.44	176.22	*	233.44	237.78	216.50
แรง(กิโลกรัม)	10.89	10.99	*	8.50	10.76	8.71	8.78	8.03	*	10.67	10.87	9.89
แรง(กิโลกรัม)/1แถว	1.089	1.10	*	0.85	1.08	0.87	0.88	0.80	*	1.07	1.09	0.99

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ตาราง ข 3 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบ shovel type บนรางทราย ที่ระยะห่าง 4 ค่า

ตัวเปิดร่องแบบshovel type												
ระยะห่างแถวเปิดร่อง	17 cm.			22 cm.			27 cm.			32 cm		
ครั้งที่	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	10	8	7	7	13	11	2	10	12	14	15	13
	12	11	15	7	12	15	5	13	17	18	18	8
	8	15	14	7	10	14	5	14	12	16	19	12
	5	7	10	9	7	11	4	9	16	15	20	13
	16	7	19	9	10	10	11	4	12	16	8	8
	9	17	16	11	8	9	5	6	17	16	17	8
	4	8	12	10	6	14	7	3	21	19	9	11
	10	11	11	10	11	9	4	4	20	15	10	20
	5	12	18	5	7	10	2	10	14	19	14	
เครื่องอ่านได้เป็นไมโครเ	7						10		17	17		
เฉลี่ย	8.60	10.67	13.56	8.33	9.33	11.44	5.50	8.11	15.80	16.50	14.44	11.63
แรง (kg)	6.81	8.17	10.08	6.63	7.29	8.69	4.76	6.48	11.56	12.03	10.67	8.80
แรง(กิโลกรัม)/1แถว	0.68	0.82	1.01	0.66	0.73	0.87	0.48	0.65	1.16	1.20	1.07	0.88

ตาราง ข4 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบhoe type บนรางทราย ที่ระยะห่าง 4 ค่า

ตัวเปิดร่องแบบhoe type												
ระยะห่างแถวเปิดร่อง	17 cm.			22 cm.			27 cm.			32 cm		
ครั้งที่	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	7	6	1		1	7	5	1	2	11	7	21
	7	7			-5	2	1	0	0	12	2	12
	11	7	3	0	8	17	7	-3	7	25	11	21
	5	2			1	2	2	5	3	15	4	20
	9	9			2	1	8	4	5	10	6	18
	7	4		0	3	7	2	9	5	10	3	27
	21	7	4	0	2	3	5	7	3	7	5	7
	7	7	1	2	-4	7	5	4	9	10	10	19
	6	6	2				6	7	5			23
เครื่องอ่านได้เป็นไมโครเ								12				
เฉลี่ย	8.89	6.11	2.20	0.50	1.00	5.75	4.56	4.60	4.33	12.50	6.00	18.67
แรง (kg)	7.00	5.16	2.57	1.45	1.78	4.92	4.13	4.16	3.98	9.38	5.09	13.46
แรง(กิโลกรัม)/1แถว	0.70	0.52	0.26	0.15	0.18	0.49	0.41	0.42	0.40	0.94	0.51	1.35

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตาราง ข5 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ครั้งที่ 1

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเ	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	4	3.5	4	3.5	4	3	5	3	5	2.5	4	3	4	3	4	2	4	2	4	2.5	4.2	2.8	9.88	0.1571	0.0407
2	4	3	4	3	4	2	4	2	5	2.5	4	2	4	3	4	2.5	4	2	4	1.5	4.1	2.4	9.88	0.1915	0.0407
3	5	3	4.5	3	5	3	4	3	4.5	3	4	3	3.5	3	4	2	4	2	4	2.5	4.3	2.8	9.88	0.1273	0.0328
4	4	2	4	3.5	3.5	2	4	1.5	3	2.5	4	2	4	2	3.5	2	4	1.5	4	1.5	3.8	2.1	9.88	0.1854	0.0318
5	5	3	4	3	4	3	3	3	3.5	3	3.5	3	3	2.5	3.5	2.5	3	2.5	3	1.5	3.6	2.7	9.88	0.1333	0.0282
6	3	2	3	2.4	3	2	3	1.5	3	2.5	3.5	2.5	2.5	2	3.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2	3	2.2	9.88	0.1324	0.0189
7	3.5	2.5	4	3.5	3.5	2.5	3.5	3	3.5	3	4	3.5	3	2.5	3	1.5	3	2.5	3	2.5	3.4	2.7	9.88	0.1630	0.0330
8	3.5	2	3	2.1	3.5	1.5	3	2	2.5	2.5	3	2.5	2.5	1.5	3	1.5	3	1.5	3	1.5	3	1.9	9.88	0.1935	0.0238
9	4	2.5	3.8	3.5	3.5	3.3	3.5	3	4	4	4	3	3.5	2.5	3	2	3	2	4	3	3.6	2.9	9.88	0.1750	0.0403
10	3	2	3	2	3	1.5	3	2	3	1.5	3.2	1.7	3	2	3	2	3	1	3	2	3	1.8	9.88	0.1559	0.0184

หมายเหตุ- ก-ความกว้างร่องปลูก,ซม.
d-ความลึกร่องปลูก,ซม.

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข6 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ครั้งที่ 2

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	4	2	4	2	4	2	3.5	2.5	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2.5	4	2	4	2.1	9.2514	0.07619	0.0149
2	4	2	3	2	3.5	2	4	2	4	1.5	4	2	3.5	2	4	2	4	2	4	2	3.8	2	9.2514	0.04615	0.0081
3	5	3	4	3	4	2	4	2	4	2	4	2.5	4	2.5	4	2	4	2	4	2	4.1	2.3	9.2514	0.15652	0.0348
4	4	2	3.5	2	3.5	3.3	4	1	4	2	3.5	1.5	4	2	4	2	4	1.5	4	1.5	3.9	1.9	9.2514	0.21489	0.0366
5	3	2.5	5	3	4	3	4	3	4	3	2.5	3	4	3	4	2	4	2	3.5	3	3.8	2.8	9.2514	0.12727	0.0313
6	3	2	4	2	3.5	1.5	3	2	4	2.5	3	2.5	3	2	3.2	2	2.5	2	3	2	3.2	2.1	9.2514	0.0878	0.0136
7	3	2.5	3.5	2.5	3	3	3.5	3	4	2	4	3	3	3	3.5	2	3	2.5	3.5	2.5	3.4	2.6	9.2514	0.12308	0.0256
8	3	1	3.5	1.5	3.5	1.5	3.5	1	3.5	1.2	3.5	1	3.5	1.5	3.5	1.5	3.5	1.5	3.5	1.2	3.5	1.3	9.2514	0.16279	0.0171
9	3	2.5	3.5	3.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.2	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.6	9.2514	0.07237	0.0151
10	3	0.5	3	1	3.5	1.5	3	0.5	3.5	0.5	3.5	0.5	3.5	0.5	3.5	0.5	3.5	0.5	3.5	0.7	3.4	0.7	9.2514	0.35522	0.0188

ตาราง ข7 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ครั้งที่ 3

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเ	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	4	3	4	2	4	3	4	2	4.5	2	4	2	4	2.5	4	2	4	2	4	2	4.1	2.3	12.884	0.15556	0.024
2	4	2	4	1.5	3.5	1.5	3.5	1	4	1.5	4	1.5	4	1.5	3	1	3	2	3	1	3.6	1.5	12.884	0.18621	0.0164
3	4	3.5	4	3	4	2	4	2	4.5	3	4	2	4	2	4	2	3	2	4	3	4	2.5	12.884	0.22041	0.0361
4	3	2	4	1	3.5	1	3.5	1	3	1.5	4	1.5	4	1	3.5	1	3	1	3	1	3.5	1.2	12.884	0.23333	0.0163
5	3	3	3	3	5	2	3.5	2.5	3.5	3	3	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3	3	3.5	3	3.5	2.7	12.884	0.11111	0.0175
6	3.5	2.5	3	2	2.5	1	3	1	3	2	3	2	3	1	2.5	1	2.5	2	3	1.5	2.9	1.6	12.884	0.3125	0.0245
7	3	2.5	3.5	3.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	3	3.5	3	3.5	2	3.5	2.5	3.5	3	3.5	2.5	3.5	2.7	12.884	0.12593	0.0198
8	2	3	3	1.5	3	1	8	1	3	1.5	3	2	3	1	3	1	3	1.5	3	1	3.4	1.5	12.884	0.31034	0.0259
9	4	2.5	4.5	3	4	3	3	2.5	3	2.5	3	3	3	2.5	3.5	2.5	3	2.5	3.5	2.5	3.5	2.7	12.884	0.07925	0.0123
10	3	1	3	1	3.5	0.5	3	1	2.5	1.5	3	1.5	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1.1	12.884	0.17143	0.0091

ตาราง ข8 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ครั้งที่ 1

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเส	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5	3	5	3	4.5	2.5	4.5	3	4	3	4.5	3	4.5	3	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4.4	3.1	10.41667	0.077419	0.011043
2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4.5	2	4	2	4	2.5	4	2.5	4.1	2.1	10.41667	0.07619	0.006776
3	5	3	4	3	4.5	2	4.5	3	3.5	3	4.5	3	4	3.5	4.5	3	4.5	3.5	4	3.5	4.3	3.1	10.41667	0.088525	0.012141
4	5	2	3	2	4	2	4.5	2	4	2	4	2	4	2	4.5	2	4.5	2.5	4	2.5	4.2	2.1	10.41667	0.07619	0.006944
5	5	3	4	3	4	3	4.5	3	4	3	4.5	3	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4.2	3.2	10.41667	0.075	0.010541
6	5	3.5	4	2.5	4	1	4.5	2	4	2	4	2	4.5	2	4	2	4	2.5	4	2	4.2	2.2	10.41667	0.190698	0.018007
7	4.5	3	4	2.5	4.5	2	4	3	4.5	3	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	3	4	3.5	4.5	3	4.4	3	10.41667	0.1	0.013647
8	4	2	4	3	4	2	4	2	4.5	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4.1	2.1	10.41667	0.085714	0.007623
9	4.5	3	4	2.5	4.5	2.5	4.5	3	4	3	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3	4	3	4	3	4.3	3	10.41667	0.061017	0.008094
10	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	1.5	4	2	4	2	4	2	10.41667	0.046154	0.003765

ตาราง ข9 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ครั้งที่ 2

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเส	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	4.5	3.5	5	3.5	4.5	3.5	5	2.5	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3	5	3.5	4.5	3.5	5	3	4.7	3.3	8.33253	0.092308	0.018432
2	4	2.5	4	2.5	3.5	2	4	2	4.5	2	4.5	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2	4.1	2.3	8.33253	0.104348	0.012707
3	4	3.5	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3.5	4	3.5	4	3	4	3.5	4.5	3	4.5	3	4.3	3.3	8.33253	0.072727	0.013491
4	4	2	4	2.5	4	2	4	2	4	2.5	4.5	2.5	4.5	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2	4.1	2.3	8.33253	0.104348	0.012864
5	4.5	3	4.5	3	4.5	2.5	4	3	4.5	3.5	4.5	3	4.5	2.5	4.5	3	4	3	4.5	3	4.4	3	8.33253	0.061017	0.010354
6	4	2	4	2	4.5	2	4	2	4	2.5	4.5	2	4.5	2.5	4	2	4	2	4	1.5	4.2	2.1	8.33253	0.087805	0.009765
7	4	2.5	4.5	3.5	4.5	3	4	3	4	3.5	4	3	4.5	3.5	4.5	3	4	3	4.5	2.5	4.3	3.1	8.33253	0.088525	0.015001
8	4	2	4.5	2.5	4	2	4	2	4.5	2.5	4	2	5	2	4	2	4.5	2	4	2	4.3	2.1	8.33253	0.07619	0.008889
9	4	3	4	3.5	4	3.5	4	3	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3.5	4	3	4.5	3	4	3	4.2	3.2	8.33253	0.075	0.013177
10	4	2	4	2.5	4	2	4	2	4.5	2.5	4	2	5	2.5	4	2	4.5	2.5	4	2	4.2	2.2	8.33253	0.109091	0.013177

ตาราง ข10 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ครั้งที่ 2

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเส	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	4	3.5	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	3.5	4	3.5	4.5	3	4.5	3	4.5	3	4.5	3	4	2.5	4.4	3.2	6.46913	0.09375	0.021974
2	4	2	4	3	4	2.5	4	2	4	2.5	4	2	4	2.5	4	2	4	2.5	4	2	4	2.3	6.46913	0.130435	0.020206
3	4	3.5	4.5	2.5	4	3.5	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3	4.5	3.5	4	3.5	4.5	3.5	4	3	4.3	3.3	6.46913	0.092308	0.021721
4	4	2	4	3	4.5	3	4	3.5	4	2.5	4	3	4	3	4	2.5	4	2	4.5	2	4.1	2.7	6.46913	0.169811	0.031066
5	4.5	3	4.5	2	4	3.5	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3.2	6.46913	0.1125	0.026975
6	4	2	4	3.5	4	2.5	4	2	4	2.5	4	3	4	3	4.5	2.5	4	3.5	4	2	4.1	2.7	6.46913	0.181132	0.032733
7	4	3	4.5	2	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	2.5	4.5	3	4.5	3.1	6.46913	0.129032	0.029972
8	4	2	4	3.5	4.5	2.5	4	2.5	4	2.5	4.5	2.5	4.5	2.5	4.5	2.5	4	3.5	4	2	4.2	2.6	6.46913	0.138462	0.025459
9	4	3	4.5	2	4.5	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4	3.5	4.5	3	4.5	2.5	4.5	3	4.3	3.1	6.46913	0.129032	0.028625
10	4	2	4	3.5	4.5	2.5	4.5	2	4	2.5	4.5	2.5	4.5	2.5	4	2	4	3	4	2	4.2	2.5	6.46913	0.146939	0.025459

ตาราง ข11 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ครั้งที่ 1

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)		
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d		ความสม่	PI
1	9	3.5	9	3.5	8	3	7	3.5	8	3	8	2.5	9	3	7.5	2.5	8	2.5	8	2.5	8.2	3	10.6733	0.122	0.0299435
2	7	2	8	2	8	2	6.5	2	7	2	7	2	6	2	7	2	7	2.5	6.5	2	7	2.1	10.6733	0.0439	0.0064296
3	8	3.5	8	3.5	7	3	7	3	8	2.5	7.5	2.5	9	3	7.5	2	8.5	2.5	8	2.5	7.9	2.8	10.6733	0.1429	0.0320459
4	8	2	7.5	2	8	2.5	6.5	2	7	2	8	2	6.5	2	7.5	2	9	2.5	8	2	7.6	2.1	10.6733	0.0762	0.0124101
5	7.5	3.5	7	3	8	3	6.5	3.5	7	2.5	6	2.5	7	2.5	7.5	2.5	7	2.5	7	2.5	7.1	2.8	10.6733	0.1286	0.0259021
6	6	2.5	6.5	2	6	2.5	6	2	6.5	2	7	1.5	7	2.5	6	2.5	7.5	3	6	2.5	6.5	2.3	10.6733	0.1478	0.0223811
7	7	3.5	7	3.5	8	3.5	7	3.5	7	3	6	3	7	3	7.5	3	7	2.5	7	3	7.1	3.2	10.6733	0.0889	0.0201461
8	6	2.5	6	2.5	6	3	6	2.5	6.5	2.5	7.5	2.5	6	2.5	6	2.5	6	3	6	2.5	6.2	2.6	10.6733	0.0615	0.0101241
9	7.5	3.5	6.5	3.5	7.5	3.5	8	4	8	3.5	7.5	4	7.5	3.5	8	3.5	2.5	3	7	3	7	3.5	10.6733	0.0571	0.014288
10	6	2.5	6	2.5	6.5	2.5	6.5	2.5	7	3	7	3	7	2	6.5	2	7	2.5	6	2.5	6.6	2.5	10.6733	0.08	0.0133695

ตาราง ข12 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ครั้งที่ 2

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำ	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	9	3.5	8	3	8	3.5	7	2.5	7.5	3.5	7.5	3.5	6	2.5	8	3	7.5	2.5	7.5	2.5	7.6	3	10.8735	0.1333	0.0304541
2	7	2.5	7	2.5	6	2.5	5.5	2	7.5	2.5	6.5	2.5	5.5	2.5	7	2.5	6	1.5	7	2	6.5	2.3	10.8735	0.1217	0.0182324
3	8	3.5	8.5	2.5	7.5	3	6.5	2.5	7.5	3	7	3	7.5	2.5	7	2.5	8	2.5	8	2.5	7.6	2.8	10.8735	0.1091	0.0226903
4	8	2.5	8	2	7.5	2	6	2	6.5	2.5	7	2	6.5	2	7.5	2.5	7	2	6	2	7	2.2	10.8735	0.0977	0.0147262
5	7.5	3	6.5	3	6	2.5	6.5	2.5	5	3	6	2.5	6	2.5	5.5	3	7	3	6	3	6.2	2.8	10.8735	0.0857	0.0149065
6	6	2	6.5	2	5.5	2.5	6.5	2	6	2	5.5	2	6	2	6.5	2.5	6	2	5.5	2	6	2.1	10.8735	0.0762	0.0096171
7	8	3.5	7.5	3	8	3	8	3	8.5	3.5	7.5	3	7	3.5	7	3.5	7	3.5	6.5	3	7.5	3.3	10.8735	0.0769	0.0187834
8	6	2	7.5	2	8	2.5	6	2	6	2.5	6	2.5	6	2.5	6	2.5	5.5	2.5	6	2	6.3	2.3	10.8735	0.1043	0.0151469
9	8.5	3	7.5	3	7	3.5	8	3.5	8	3.5	7.5	3.5	7	3.5	7.5	3.5	7	3.5	7	3.5	7.5	3.4	10.8735	0.0471	0.0120214
10	5	2	7	2.5	7.5	2	6	2	6.5	2.5	6	2.5	6	2.5	6	2	5	2	5	2	6	2.2	10.8735	0.1091	0.0144256

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตาราง ข13 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ครั้งที่ 3

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	8	3	8.5	3	8.5	3	8	2.5	9	2.5	8	2	8	2.5	8.5	2.5	9	2.5	9	3.5	8.5	2.7	9.8905	0.1259	0.0316417
2	6	2.5	8	2.5	8	2	7	2	7	2	6.5	2.5	7	2.5	7	2.5	7	2	7.5	2.5	7.1	2.3	9.8905	0.1043	0.0187669
3	7	2.5	7.5	2.5	7	3	8	2.5	8	2.5	7.5	2.5	7	2.5	8.5	2.5	8.5	2.5	8	3	7.7	2.6	9.8905	0.0615	0.0135686
4	6.5	2	8	2	7	2.5	7.5	2.5	8	2	8	2.5	7.5	2.5	8.5	2.5	8	2	8	2	7.7	2.3	9.8905	0.1111	0.0212009
5	6	2.5	7	2.5	7.5	2.5	7	2.5	7	2.5	8	2.5	7	2.5	7	3	7	2.5	7	2.5	7.1	2.6	9.8905	0.0353	0.006988
6	6	2.5	7.5	3	7	2.5	6	2.5	6.5	2.5	7	3	8	3	6.5	2.5	6.5	2.5	6	2	6.7	2.6	9.8905	0.0923	0.0177096
7	7	3	7.5	3	7.5	3	8	3	7	3	6	3	6	3	6	3	6.5	2.5	7	2.5	6.9	2.9	9.8905	0.0552	0.0120707
8	6	2.5	6	2.5	6	2.5	6	2.5	6	2.5	6	2.5	6.5	3	6	2.5	6	2	6	2	6.1	2.5	9.8905	0.0735	0.0119937
9	7.5	3.5	7	3.5	6.5	3	7.5	3	7	3.5	7	3	7	2.5	7	2.5	7	3	7.5	3	7.1	3.1	9.8905	0.0885	0.0211128
10	6	2	6.5	2.5	6	2.5	6	2.5	6	2.5	6	2.5	7	2.5	6	2	6	2	6	2	6.2	2.3	9.8905	0.1043	0.0162559

ตาราง ข14 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 17 ซม.ครั้งที่ 1

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	6	3.2	6.5	3.6	7	3.4	7	3	7	3.4	7	2.8	6.5	2.9	6.5	3.2	7.5	3.6	8	3.4	6.9	3.25	10.894	0.07076923	0.0158682
2	6	2.6	6.5	3.7	7.5	2.7	7.5	2.5	7.5	3.1	7.5	3.9	7	2.6	7	2.6	7.5	2.7	7	2.2	7.1	2.86	10.894	0.14825175	0.0301006
3	5.5	3.5	6.5	3.9	7.5	3.4	8	3.2	7	3.4	7	3	7	3.3	6.5	3	7	3.5	7	3.3	6.9	3.35	10.894	0.05671642	0.0131085
4	5	2.6	7	3.1	7	2.9	7	2.9	6.5	2.9	6	2.9	6	2.8	6	2.8	6	2.8	5.5	2.1	6.2	2.78	10.894	0.0618705	0.0106628
5	6	3.5	7.5	4	8.5	3.5	7	3.7	8.5	3.7	8	3	7.5	3.4	7.5	3.2	8.5	3.5	8.5	3.2	7.75	3.47	10.894	0.06224784	0.0167381
6	5.5	2.8	6	3.5	7	3	7	3.2	7	3	7	3.1	7	2.9	6	2.7	6.5	2.8	6	2.4	6.5	2.94	10.894	0.07482993	0.0142984
7	6	3.5	7	3.9	8	3.3	7.5	3.8	7.5	3.8	6.5	3	6.5	3.1	6.5	3.2	7	3.6	7	3.3	6.95	3.45	10.894	0.07826087	0.0187629
8	5.5	2.5	7	3	8	3	8.5	3.3	7.5	3.2	7	2.9	7	2.9	6.5	2.7	7	2.7	7	2.6	7.1	2.88	10.894	0.07083333	0.0144824
9	6	3.4	6.5	3.9	7	3.5	7	4	7.5	3.4	7	2.9	7	3.1	6.5	3.4	7.5	3.5	7.5	3.5	6.95	3.46	10.894	0.06358382	0.0152883
10	7	2.6	7.5	3.1	8	2.9	9	3.8	8.5	3.3	7	2.5	7	2.8	7	2.4	7.5	2.8	8	2.8	7.65	2.9	10.894	0.10344828	0.0229474

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข15 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 17 ซม.ครั้งที่ 2

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	6.5	3	7	3.4	6.5	3.4	6.5	2.8	6.5	3	6	2.4	7	3	6	2.8	6.5	2.7	6	3	6.45	2.95	10.992	0.07457627	0.0140625
2	7	2.5	7	3	7	2.6	6.5	2.4	7	2.7	6.5	2.5	7	2.4	6.5	2.4	6.5	2.4	6.5	2.4	6.75	2.53	10.992	0.05612648	0.0094989
3	7.5	3.5	5.5	3.8	6	3.4	7	3.4	7.5	3.5	6.5	2.8	6.5	3	6.5	3	6.5	2.8	6.5	3	6.6	3.22	10.992	0.0931677	0.0196221
4	5	3.5	6	3	6.5	3.5	5.5	2.4	6	2.7	6.5	2.6	6	2.7	6	2.3	5.5	2.4	5.5	2.2	5.85	2.73	10.992	0.13260073	0.0209868
5	8	3.8	8	3.9	7	3.4	8	3.3	8	3.5	7.5	3.4	7	2.8	7	3.2	7	3.2	7.5	3.2	7.5	3.37	10.992	0.06824926	0.017095
6	5.5	2.5	6	2.9	6	2.7	5.5	2.4	6	2.8	6	2.7	6	2.5	5.5	2.4	6.5	2.6	5.5	2.7	5.85	2.62	10.992	0.05343511	0.0081164
7	7.5	3.4	7	2.8	6.5	3.2	6.5	3.4	7	3.5	6	3.4	6.5	3	6.5	3.2	6.5	3.5	6	3.4	6.6	3.28	10.992	0.05609756	0.0120349
8	7	2.6	7	2.6	7	2.7	6	3.3	6.5	2.7	7	2.7	6.5	2.7	6.5	2.7	7	3.8	5.5	2.5	6.6	2.83	10.992	0.10176678	0.0188372
9	6.5	4.2	6.5	4.2	6	3.2	6	3.5	6	3.5	5	3.8	6	3.2	6	3	6.5	3.8	6	2.4	6.05	3.48	10.992	0.12183908	0.0254216
10	7.5	3	8	3	7.5	3.6	7.5	2.7	8	3.7	8	3.4	7.5	2.7	7.5	3.3	7.5	2.8	7.5	2.8	7.65	3.1	10.992	0.10322581	0.0242601

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข16 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 17 ซม.ครั้งที่ 3

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	7	2.7	6.5	2.7	6.5	3.2	6.5	3	7	3.5	6.5	2.8	6.5	2.8	6	2.8	6.5	3	6.5	2.8	6.55	2.93	10.992	0.0668942	0.0127227
2	7	3	7	2.8	6	2.8	6.5	2.5	6.5	2.6	6.5	2.3	6.5	2.6	6.5	2.5	6.5	2.7	7	2.5	6.6	2.63	10.992	0.05931559	0.0102035
3	7	3.8	7	3.4	7	3	7	3	6.5	3.3	7	3	6	2.7	6	2.7	7	3.2	6.5	3	6.7	3.11	10.992	0.08102894	0.0167323
4	6	3.4	6.5	3	5.5	2.6	6	2.5	5.5	2.5	5.5	2.3	5	2.5	5	2.4	5.5	2.6	5.5	2.4	5.6	2.62	10.992	0.08854962	0.0128753
5	8	3.9	8	3.6	8	3.2	7.5	2.8	7.5	3.4	7.5	3.2	7	2.6	7.5	3	7.5	3	6.5	2.7	7.5	3.14	10.992	0.10191083	0.0237844
6	6	2.8	6	3.4	6	2.8	5.5	2.4	5.5	2.5	6	2.5	5.5	2.3	5.5	2.7	6	2.7	5.5	2.3	5.75	2.64	10.992	0.09090909	0.013676
7	7	3.7	7	3.2	6.5	3.5	6	2.8	6	3.4	6	3.2	5.5	2.5	6	3	6	3	6	2.7	6.2	3.1	10.992	0.09677419	0.0184329
8	6.5	3.5	6.5	2.7	6.5	3	6.5	2.5	6	2.6	6	2.4	6	2.4	6	2.5	6.5	2.7	6	2.5	6.25	2.68	10.992	0.0880597	0.0146175
9	6.5	3.4	5.5	2.8	6.5	3.2	6.5	3	5.5	3	6	3	6	2.7	6	2.8	6	2.8	6.5	2.8	6.1	2.95	10.992	0.05762712	0.0102768
10	7.5	2.8	7	2.4	7	3	7.5	2.5	7	2.8	7.5	2.5	7.5	2.5	7	2.6	7.5	2.7	7.5	2.6	7.3	2.64	10.992	0.05606061	0.0107069

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข17 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 22 ซม.ครั้งที่ 1

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	8	3.2	7	3.2	7	2.6	7.5	3	7	2.7	7	2.7	7	2.8	6.5	2.6	7	2.5	7	2.7	7.1	2.8	8.49526	0.07142857	0.01820763
2	7	1.8	7.5	2.5	7	2.1	7.5	2.4	7	2.8	7	2.5	8	2.6	7	2	7	2.3	7	2.3	7.2	2.3	8.49526	0.09871245	0.02123369
3	8	2.9	6.5	3	7.5	3	7.5	3.1	7.5	3.1	7.5	3	7	2.9	7.5	2.9	8	3	7	2.8	7.4	3	8.49526	0.02558923	0.00721125
4	6.5	2.5	6	2.8	6	2.4	7.5	2.6	7	3	6.5	2.5	7.5	2.5	6	2.5	7	2.3	7.5	2.4	6.8	2.6	8.49526	0.05882353	0.01298255
5	9	3.3	8.5	3.2	7	3.4	8	3.4	8.5	3.2	7.5	3.1	8	2.7	8	3	8	3.1	7.5	2.1	8	3.1	8.49526	0.08852459	0.02769612
6	6	2.3	6	2.8	5.5	2.4	6	2.4	7	2.8	7	2.4	6	2.4	6	2.5	6	2.5	6	2.9	6.2	2.5	8.49526	0.06929134	0.01387883
7	7.5	3.5	7	3.8	7	3.4	6	3.1	7.5	3.4	7.5	3.4	7	2.3	7	3	7	3	7	2	7.1	3.1	8.49526	0.13333333	0.03724358
8	7	2.6	6.5	2.5	5.5	2.5	6.5	2.6	7	2.7	7	2.5	7	2.2	7	2.5	7	2	6	2.8	6.7	2.5	8.49526	0.0626506	0.01330183
9	8	3.3	6	3.6	7	3.3	7.5	3.2	6	3	7.5	3.2	7	3.2	8	2.8	7	3	7	3.4	7.1	3.2	8.49526	0.05	0.01456611
10	7.5	3.1	7.5	3	7	2.4	7.5	2.6	8	3.2	8	2.5	7	2.2	7.5	2.6	6.5	1.9	7	2.5	7.4	2.6	8.49526	0.11538462	0.02827312

ตาราง ข18 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 22 ซม.ครั้งที่ 2

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	7	3.2	7	2.3	7	3	7	2.7	7	3.7	7.5	2.3	7	3.5	7	2.4	7	2.5	7	2.5	7.1	2.8	10.7606	0.15373665	0.03083033
2	7	3.7	7	3	7	3.3	7	2.7	7	3.2	6	3	7	3.5	7	2.7	7	3.5	7	2.5	6.9	3.1	10.7606	0.10610932	0.02304986
3	7	3.5	8	2.5	8	3.4	8	2.5	8	3.3	7.5	2.5	7.5	3.2	7	2.6	7.5	3	7	2.5	7.6	2.9	10.7606	0.13103448	0.02904263
4	6	2.4	6	2.5	7	2.8	6	2.5	6	3.2	6	2.3	6	3.4	6	2.5	6	2.6	6	3	6.1	2.7	10.7606	0.11176471	0.01877192
5	8	3.5	8.5	2.8	7	3.2	8.5	2.7	8	3.3	8	2.8	8	3.3	8	2.7	7	3.4	8	2.6	7.9	3	10.7606	0.10231023	0.024791
6	6.5	2.5	6	2.7	7	3.2	6	2.8	6.5	3.3	6	2.7	6	3.4	6	2.7	6.5	3	6	3.3	6.3	3	10.7606	0.09459459	0.01771509
7	7	3.1	8	3	7	3	7	2.7	7	3.2	7.5	2.7	6	3.4	6.5	2.7	7.5	3.4	6	2.6	7	3	10.7606	0.08187919	0.01716643
8	7	2.3	6	2.5	7	3	7	2.4	7	2.7	7	2.5	6.5	2.5	7	3.2	7	2.6	6	2.5	6.8	2.6	10.7606	0.07938931	0.01421256
9	6.5	2.4	6	2.3	7	3	7.5	2.5	7	3	7	2.5	7	3	7	2.5	8	3.3	7	2.3	7	2.7	10.7606	0.11791045	0.02239187
10	6.5	2	6	2.3	7	2.7	7	2.3	7	2.2	7	2.3	7	3	7	2.6	6.5	3	7	2.5	6.8	2.5	10.7606	0.10843373	0.01858566

ตาราง ข19 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 22 ซม.ครั้งที่ 3

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	6	2.4	7	2.5	8	3.3	6.5	2.1	7	3.5	7	3.3	7	3.2	7	2.2	7	3.4	7	2.3	7	2.8	8.7072	0.18439716	0.04521176
2	7	3.1	7.5	2.6	7.5	3.3	7	2.7	7	2.5	7	2.7	8	3.3	7	2.6	7	3.2	7	2.5	7.2	2.9	8.7072	0.10526316	0.02702197
3	8	3.3	7	2.3	8	3.4	7	2.5	8	3.3	7.5	2.3	7.5	3.2	7	2.3	7	3.4	7	2.4	7.4	2.8	8.7072	0.16901408	0.04443613
4	6	2.6	6.5	2.4	6	3	6	2.5	6.5	3.3	6	2.5	6.5	3.4	6.5	2.5	6	3.3	6	2.7	6.2	2.8	8.7072	0.12198582	0.0266817
5	9	2.8	9	2.3	8.5	2.9	8	2.4	8	3.3	8	2.5	7	3.3	7.5	2.5	8	2.8	7.5	2.5	8.1	2.7	8.7072	0.10622711	0.029205
6	6	2.6	6	2.5	6	3	6	2.5	6	2.7	6.5	2.5	6	3	6	2.4	6	3	6	2.5	6.1	2.7	8.7072	0.07640449	0.01544005
7	7	2.7	8	2.7	8	2.8	7.5	2.6	7	3	7	2.5	6.5	2.8	7	2.3	8	3.2	6	2.5	7.2	2.7	8.7072	0.07084871	0.01729406
8	7.5	2.8	7	2.4	7.5	3.2	7	2.5	7	2.7	7	2.5	7	3	7	2.5	6	3	6	2.5	6.9	2.7	8.7072	0.08560886	0.02002628
9	7	2.8	8	2.5	8	3	8.5	2.5	8	2.7	7	3.3	8	3	7	2.5	8	3.4	6	2.7	7.6	2.8	8.7072	0.0943662	0.02531308
10	7	2.6	7	2.4	7	3	7	2.5	7.5	3.3	8	2.5	7	3	7.5	2.5	6	3.3	6.5	2.7	7.1	2.8	8.7072	0.10647482	0.02610623

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข20 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 27 ซม.ครั้ง ครั้งที่ 1

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเส	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	7.5	2.1	7.5	2	7.5	2.3	7.5	2.2	7.5	1.5	7	1.8	6.5	1.7	7	2	7	1.9	7	1.4	7.2	1.9	8.7791	0.122751	0.020726
2	7	1.2	6	1.2	7	1.6	6.5	1.5	6.5	1.3	6.5	1.4	7	1.6	7	1.6	6.5	1.3	7	1.3	6.7	1.4	8.7791	0.1	0.011638
3	8	2.3	8	2.2	8	2.4	7	2.4	6.5	1.8	7.5	2	7	2.2	7	2.1	6.5	2	7.5	1.5	7.3	2.1	8.7791	0.101435	0.019202
4	6	1.2	6.5	1.8	7	1.6	6.5	1.7	6	1.4	6.5	1.3	6	1.7	5.5	1.5	6	1.2	6.5	1.1	6.3	1.5	8.7791	0.144828	0.016285
5	8	2.4	7.5	2.4	8	2.3	7.5	2.4	7	2.2	7.5	2	7.5	2.3	8	2.2	7	2.1	7.5	1.6	7.6	2.2	8.7791	0.079452	0.0163
6	6	1.5	5.5	1.5	6.5	1.6	6	1.8	6.5	1.5	8.5	1.5	5.5	1.4	6	1.5	5	1.4	5.5	1.3	6.1	1.5	8.7791	0.053333	0.006055
7	7.5	2.4	7.5	2.4	7.5	2.3	7	2.2	6	2.2	7	1.9	6.5	2.2	7	2.2	6	2.1	6.5	1.7	6.9	2.2	8.7791	0.072222	0.013259
8	7	1.5	7.5	1.5	7	1.4	6.5	2.1	6.5	1.5	7.5	1.4	6.5	1	6	1.7	6	1.4	7	1.5	6.8	1.5	8.7791	0.106667	0.0134
9	7.5	2.3	8	2.3	8.5	2.2	7	2.3	6.5	2.3	7	2	8.5	2.4	7	2.3	7.5	2.3	8	2.1	7.6	2.3	8.7791	0.04	0.008431
10	6.5	1.6	6	1.5	7	1.2	6.5	1.7	6.5	1.2	6.5	1.5	5	1.2	5.5	1.4	6	1.5	6.5	1.6	6.2	1.4	8.7791	0.105556	0.011693

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข21 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 27 ซม.ครั้ง ครั้งที่ 2

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเส	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	8.5	1.9	7	2	8	2.3	7.5	2.1	6.5	1.8	8	2.2	7.5	2	7.5	1.9	7	1.9	7.5	1.7	7.5	2	8.0296	0.073418	0.014753
2	7.5	1.7	7	1.6	15	1.4	7	1.4	7	1.4	7.5	1.6	7.5	1.8	7	1.8	6.5	1.5	6.5	0.9	7.9	1.5	8.0296	0.124668	0.020021
3	7.5	2	7.5	2.1	7	2.3	7.5	2.3	8	2.2	7.5	2.3	7	2.3	7	2	7.5	2.1	7	1.7	7.4	2.1	8.0296	0.072941	0.015455
4	7	1.4	6	1.5	6	1.5	6	1.4	6.5	1.6	6.5	1.6	7.5	1.9	6	1.4	6	1.6	7	0.9	6.5	1.5	8.0296	0.110811	0.01435
5	9	2	8	2.5	8.5	2.4	8.5	2.6	8	2.6	8	2.4	8.5	2.8	7.5	2	8	2.5	8	2	8.2	2.4	8.0296	0.095798	0.025363
6	6	1.5	6.5	1.8	6	1.6	6	1.5	6	1.8	6.5	2	7	2	6	1.4	6	1.5	5.5	1.1	6.2	1.6	8.0296	0.138272	0.018688
7	6.5	2.1	6.5	2.4	7.5	2.3	7	2.4	7.5	2.7	8	2.9	7	2.8	7	1.9	6	2.3	7	2.1	7	2.4	8.0296	0.104603	0.02374
8	6.5	1.4	7	1.9	7	1.4	7	1.4	6.5	2.1	7	2.1	7	1.1	6.5	1.3	6.5	1.3	7	1.4	6.8	1.5	8.0296	0.192208	0.027305
9	6.5	2.1	7.5	2.6	7.5	2.2	8	2.3	7	3	7	2.8	7	2.9	7.5	2	7.5	2.3	8	2.1	7.4	2.4	8.0296	0.130041	0.031508
10	5	1.3	7	1.5	6.5	1.5	6.5	1.3	6.5	1.6	7	2	6.5	1.7	6.5	1.2	5	1.4	5.5	1.1	6.2	1.5	8.0296	0.136986	0.016822

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข22 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 17 ซม.ครั้งที่ 1

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5.0	2.5	4.5	3.5	5.0	3.0	4.0	2.5	4.5	2.5	4.5	3.0	4.5	2.5	4.5	3.0	4.5	2.5	4.5	3.0	4.6	2.8	6.74	0.1071	0.0221
2	4.5	3.0	4.5	2.5	4.5	2.5	4.0	2.5	4.5	2.5	4.5	2.5	4.0	2.5	4.5	2.5	4.0	2.5	4.5	2.5	4.4	2.6	6.74	0.0353	0.0063
3	4	3.5	4	3.5	4.5	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2	4	2	4	2	4.05	2.55	6.74	0.1490	0.0249
4	4	2	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4.5	2	4	2.5	4	2	4	2.5	4.5	2.5	4.1	2.35	6.74	0.0894	0.0139
5	4	3	4	2.5	4	2.5	4.5	2.5	4.5	3	4.5	3	4.5	3	4.5	3	4.5	3	4.5	3	4.35	2.85	6.74	0.0737	0.0148
6	6	4	5	3.5	5	4	5	3.5	6	4	6	4	5	4	5	4	5	3.5	4	3	5.2	3.75	6.74	0.0800	0.0252
7	6	4	5	4	6	4	5	4	7	4	6	4.5	5	3.5	5	4.5	5	4.5	6	4	5.6	4.1	6.74	0.0585	0.0217
8	5	3.5	5	3.5	5	4	5	3.5	6	3.5	5	3.5	6	3	6	3.5	5	3	6	3	5.4	3.4	6.74	0.0706	0.0209
9	5	3	5	3	6	3.5	5	3	5	3.5	5	3.5	5	3	5	3.5	5	3	5	3	5.1	3.2	6.74	0.0750	0.0198
10	5	4	5	4	5	4	5	4	6	4	5	3.5	5	4	6	4	5	3.5	5	3	5.2	3.8	6.74	0.0737	0.0235

ตาราง ข23 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 17 ซม.ครั้งที่ 2

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำ	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5.0	2.0	5.0	2.5	5.0	2.5	5.0	2.0	4.5	2.5	5.0	2.5	4.0	2.5	4.0	3.0	4.0	2.5	4.0	2.5	4.55	2.45	8.39	0.0735	0.0106
2	5.0	2.5	4.0	2.5	4.5	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	4.0	3.0	4.0	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	4.15	2.55	8.39	0.0353	0.0048
3	4.0	2.0	4.0	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	4.0	2.0	4.0	2.5	4.5	2.5	4.05	2.40	8.39	0.0667	0.0084
4	4.0	2.0	4.5	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	4.5	3.0	4.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	2.5	4.15	2.70	8.39	0.1111	0.0162
5	4.0	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	3.85	3.00	8.39	0.0000	0.0000
6	5.0	3.5	6.0	3.5	6.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.5	5.0	4.0	6.0	4.0	5.0	3.5	5.0	3.5	5.30	3.85	8.39	0.0727	0.0193
7	5.0	3.5	5.0	3.5	6.0	4.0	5.0	3.5	5.0	4.0	4.0	3.5	5.0	3.5	5.0	3.5	4.0	3.5	6.0	3.0	5.00	3.55	8.39	0.0507	0.0117
8	6.5	5.0	5.0	4.5	4.5	6.0	5.0	5.0	6.0	4.5	6.5	4.0	5.0	4.5	6.5	4.0	5.5	4.5	6.0	4.5	5.65	4.65	8.39	0.0882	0.0301
9	5.0	5.5	4.0	6.0	5.0	5.5	6.0	5.0	6.0	4.5	6.0	5.0	6.0	4.5	5.5	4.5	5.0	4.5	5.0	4.5	5.35	4.95	8.39	0.0909	0.0313
10	5.0	5.0	5.0	4.0	5.5	4.5	4.5	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	3.5	5.0	4.0	5.00	4.10	8.39	0.0634	0.0169

ตาราง ข24 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 17 ซม.ครั้งที่ 3

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	4.5	3.0	4.5	3.0	4.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	2.5	3.5	3.0	4.1	2.95	10.38	0.0305	0.0038
2	4.0	3.0	4.0	2.5	4.0	3.0	4.0	2.5	4.0	2.5	4.5	3.0	4.0	2.5	4.5	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	4.1	2.65	10.38	0.0792	0.0090
3	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	2.5	4.0	2.5	4.0	2.0	4.0	2.5	4.5	2.0	4.0	2.5	4.5	2.5	4.1	2.55	10.38	0.1059	0.0116
4	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.5	4.0	2.0	4.0	2.5	3.0	2.5	4.0	2.5	3.9	2.8	10.38	0.1214	0.0139
5	4.0	2.5	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	2.5	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.9	2.9	10.38	0.0552	0.0066
6	5.5	4.0	5.0	3.5	5.0	4.0	5.0	3.5	5.0	4.0	5.0	3.5	5.0	3.5	4.0	3.5	5.5	4.0	6.0	3.0	5.1	3.65	10.38	0.0767	0.0150
7	5.0	4.0	5.0	3.5	5.0	3.5	5.0	3.5	5.0	3.5	5.0	3.0	5.0	3.0	5.0	3.5	4.0	2.5	5.0	3.0	4.9	3.3	10.38	0.1030	0.0175
8	6.0	5.0	6.0	5.0	6.5	5.0	5.0	5.0	6.0	4.5	6.0	5.0	5.0	4.5	5.0	4.5	5.0	5.0	6.0	5.0	5.7	4.85	10.38	0.0433	0.0125
9	5.5	5.0	6.0	4.0	6.5	5.0	5.5	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	5.0	5.0	6.0	4.5	5.0	4.5	6.0	4.5	5.8	4.6	10.38	0.0522	0.0145
10	6.0	5.0	6.0	4.5	5.0	4.0	5.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.5	6.0	4.0	5.0	4.5	5.0	4.0	6.5	4.0	5.7	4.25	10.38	0.0706	0.0178

ตาราง ข25 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 22 ซม.ครั้งที่ 1

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสม	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	4.5	2	4.5	2	4.5	2	4	2.5	4	3	4	2.5	4	2	4	2.5	4	2	4	2.5	4.15	2.3	7.0695	0.1304	0.0192
2	4	3	4	2.5	4	3	3.5	3	4	3	4	2	4	3	4	2	4	2	4	2.5	3.95	2.6	7.0695	0.1538	0.0243
3	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2.5	4	2.5	4	3	4	2	3.5	2.5	3.5	2	3.9	2.25	7.0695	0.1333	0.0180
4	4	2.5	4	2.5	4	2	3.5	2.5	4	2	4	2	4	2	4	2.5	4	2	4	2.5	3.95	2.25	7.0695	0.1111	0.0152
5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.9	2.5	7.0695	0.0000	0.0000
6	5	4	5	4	5	3.5	6	4	5	4.5	5	4.5	5	4	6	4	5	3.5	5	3.5	5.2	3.95	7.0695	0.0684	0.0216
7	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3.5	4.5	3	6	4	4	3	4.95	3.45	7.0695	0.0522	0.0137
8	6	5	6	4.5	6.5	5	5	5	6	4.5	6	5	5	4.5	6	5	5	4.5	5	4	5.65	4.7	7.0695	0.0638	0.0261
9	5.5	4.5	5.5	4	6	4.5	5	4	6	4.5	6	4	5	4	6	4.5	6	4	6	4.5	5.7	4.25	7.0695	0.0588	0.0220
10	5.5	4.5	5	4	5.5	4.5	5	3.5	5.5	4	5	4	5.5	4	6	4.5	5	4	5.5	4	5.35	4.1	7.0695	0.0585	0.0198

ตาราง ข26 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 22 ซม.ครั้งที่ 2

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสม	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	4.5	2.5	4.5	3	4.5	3	4	3	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4.15	2.65	7.7306	0.0792	0.0123
2	4.5	3	4.5	3	4.5	3	4	3	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2	4.5	2.5	3.5	2	4.15	2.6	7.7306	0.1231	0.0187
3	4	2.5	4	2.5	4	2.5	3.5	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.85	2.5	7.7306	0.0000	0.0000
4	4	2.5	4	2	4	2	3.5	2	3.5	2	3.5	2	3.5	2.5	3	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.6	2.25	7.7306	0.1111	0.0127
5	4	3	4	3	4	3	3.5	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3.5	2.5	3.5	2.5	3.85	2.9	7.7306	0.0552	0.0087
6	6	4	5	3.5	6	4	5	3.5	5	3.5	5.5	3.5	5	3	6	3	5	3	5	3	5.35	3.4	7.7306	0.0941	0.0241
7	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	4	2.5	5	3.5	5	2.5	5	3	4.9	2.95	7.7306	0.0610	0.0124
8	6	5	6	4.5	6.5	5	6	5	6	5	6	5	5.5	4.5	6.5	4.5	5.5	4.5	6	4.5	6	4.75	7.7306	0.0526	0.0211
9	5.5	4.5	6	4.5	5.5	5	5.5	4.5	6	4.5	6	4.5	6	4	6	4.5	5	4.5	5.5	4	5.7	4.45	7.7306	0.0404	0.0145
10	5.5	4	6	4	6	4	6	3.5	6	4	5.5	4	6	4	6	4.5	6	4	6	4	5.9	4	7.7306	0.0250	0.0083

ตาราง ข27 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 22 ซม.ครั้งที่ 3

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสม	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	4	2.5	4.5	2	4.5	2.5	4	3	4	2.5	4	3	4	3	4	3	3	2.5	5	2.5	4.1	2.65	8.3917	0.1057	0.0149
2	3	2.5	4	2.5	4	2.5	4	3	4	2.5	4	3	3.5	3	3.5	3	3.5	2	3.5	2	3.7	2.6	8.3917	0.1231	0.0154
3	4	3	3.5	2.5	3	2.5	4	3	3.5	2.5	4	2.5	4	2.5	3.5	3	3.5	2	3.5	2.5	3.65	2.6	8.3917	0.0923	0.0114
4	3	2.5	3	3.5	3	3	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	0.5	2.5	3	2	3.5	2.5	3.5	2	3	2.55	8.3917	0.1098	0.0109
5	4	3	4	3	4	3	3.5	3	4	3	4	2.5	3.5	3	4	3	4	3	3.5	3	3.85	2.95	8.3917	0.0305	0.0045
6	5	3	5	3.5	5.5	4	5	3.5	5	3.5	6	4	4.5	3	5	3.5	5	3	5	3	5.1	3.4	8.3917	0.0941	0.0212
7	4	3	4.5	3	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3.5	4	3	6	4	4	2.5	5	3	4.75	3.25	8.3917	0.1077	0.0216
8	5.5	5	6	5	6.5	5	6	4.5	6	4	6.5	4.5	5.5	4.5	6	5	6	4.5	6.5	4.5	6.05	4.65	8.3917	0.0602	0.0220
9	6.5	4.5	6	4.5	6.5	5	5	4.5	5.5	4.5	6.5	4.5	5	4	6	5	5	4	6	4	5.8	4.45	8.3917	0.0607	0.0203
10	6	4.5	5.5	4	6	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5.5	4.5	5	4	6	4.5	5.4	4.15	8.3917	0.0506	0.0147

ตาราง ข28 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 27 ซม.ครั้ง
ครั้งที่ 1

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	4.5	3.0	4.5	3.0	4.5	3.0	4.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	2.5	4.0	3.0	3.5	2.5	3.5	2.5	4.10	2.85	4.4251	0.0737	0.0212
2	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	4.0	2.5	3.5	2.5	4.0	2.5	3.95	2.85	4.4251	0.0737	0.0204
3	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.75	2.80	4.4251	0.0857	0.0222
4	4.0	2.5	4.0	2.5	3.5	2.5	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.60	2.60	4.4251	0.0615	0.0142
5	4.0	2.5	3.5	2.5	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	2.5	4.0	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.65	2.60	4.4251	0.0615	0.0144
6	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	3.5	3.0	3.5	4.5	4.0	5.0	3.0	6.0	3.0	4.0	3.0	5.0	3.0	4.75	3.50	4.4251	0.1143	0.0468
7	4.0	3.0	4.0	3.0	5.0	3.5	5.0	3.5	5.0	3.0	5.0	3.5	4.5	3.0	5.0	4.0	4.0	3.0	5.0	3.0	4.65	3.25	4.4251	0.0923	0.0343
8	5.5	5.5	6.0	4.5	5.5	5.0	5.0	4.0	5.5	4.5	6.0	4.5	5.0	5.0	6.5	5.0	6.0	4.0	6.0	5.0	5.70	4.70	4.4251	0.0851	0.0561
9	5.5	5.0	6.0	4.5	5.0	4.5	6.0	5.0	6.0	5.0	5.0	5.0	6.0	4.0	6.0	4.5	5.0	4.0	6.0	4.0	5.65	4.55	4.4251	0.0791	0.0501
10	7.0	4.5	5.0	4.5	6.5	4.5	5.0	4.0	5.0	4.0	5.5	4.5	5.0	4.0	5.5	5.0	5.0	4.0	5.5	4.5	5.50	4.35	4.4251	0.0644	0.0379

ตาราง ข29 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 27 ซม.ครั้งที่ 2

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	4.0	2.5	4.5	2.5	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	2.5	4.0	2.5	3.5	3.0	4.0	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	4.00	2.65	7.07	0.0792	0.0129
2	4.0	3.0	4.0	2.5	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.5	4.0	2.5	3.5	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	3.95	2.80	7.07	0.1071	0.0183
3	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0	2.5	3.5	3.0	3.5	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	3.80	2.80	7.07	0.0857	0.0141
4	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.65	2.75	7.07	0.0909	0.0141
5	4.0	2.5	4.0	2.0	3.5	2.0	3.5	2.5	4.0	2.5	4.0	2.0	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.70	2.35	7.07	0.0894	0.0120
6	5.0	3.5	4.0	3.0	5.0	3.5	5.0	3.0	5.0	3.5	6.0	4.0	5.0	3.0	6.0	4.0	5.0	3.0	5.0	3.0	5.10	3.35	7.07	0.1045	0.0275
7	5.0	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.0	3.0	5.0	3.5	5.0	3.0	5.0	4.0	5.0	3.0	5.0	4.0	4.85	3.25	7.07	0.1077	0.0262
8	5.5	5.0	6.0	4.0	6.5	5.0	5.0	4.5	5.0	4.5	6.0	5.0	5.5	4.5	5.5	5.0	5.0	4.5	6.0	4.5	5.60	4.65	7.07	0.0602	0.0242
9	6.5	4.0	6.0	4.0	6.0	3.5	5.5	4.0	6.0	4.5	5.0	5.0	6.0	4.5	6.0	4.5	5.0	3.5	6.0	5.0	5.80	4.25	7.07	0.1059	0.0402
10	6.0	3.5	5.0	3.5	5.0	3.5	5.0	3.5	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	3.5	5.0	3.5	5.0	4.0	5.0	4.0	5.10	3.70	7.07	0.0649	0.0189

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตาราง ข30 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 27 ซม.ครั้ง
ครั้งที่ 3

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	4.0	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	4.0	2.5	3.75	2.60	12.03	0.0615	0.0054
2	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	3.90	2.85	12.03	0.0737	0.0074
3	4.0	3.0	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	2.5	4.0	2.5	3.65	2.75	12.03	0.0909	0.0083
4	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.60	2.80	12.03	0.0857	0.0078
5	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	3.0	2.5	3.5	3.0	3.5	3.0	3.55	2.85	12.03	0.0737	0.0068
6	6.0	4.0	5.0	3.5	6.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	5.0	3.0	5.0	3.0	5.10	3.75	12.03	0.0933	0.0162
7	6.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	3.5	6.0	4.0	5.0	4.0	6.0	4.5	5.0	4.0	5.0	4.5	5.30	4.05	12.03	0.0444	0.0086
8	6.0	5.0	6.0	4.0	5.5	4.0	6.0	4.5	5.5	4.5	5.0	4.5	6.0	4.5	6.0	4.5	5.0	4.5	6.0	4.0	5.70	4.40	12.03	0.0545	0.0124
9	6.0	4.5	5.5	4.0	6.5	5.0	5.5	4.0	5.0	4.5	5.0	4.5	5.0	4.5	5.0	4.5	5.0	4.5	6.0	4.5	5.45	4.45	12.03	0.0404	0.0089
10	5.0	4.0	5.0	3.5	5.0	4.0	5.0	3.5	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	3.5	5.0	4.5	5.0	4.5	6.0	4.5	5.10	4.00	12.03	0.0750	0.0139

ตาราง ข31 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 32 ซม.ค
ครั้งที่1

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1.0	4.5	3.0	4.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	11.6972	0.0000	0.0000
2.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	2.5	4.0	3.0	4.0	2.5	4.0	2.9	11.6972	0.0552	0.0059
3.0	4.0	2.5	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	2.5	4.0	2.5	3.5	2.5	4.0	3.0	3.8	2.8	11.6972	0.0857	0.0084
4.0	4.0	2.5	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	2.5	3.5	3.0	3.5	2.5	4.0	2.5	3.5	2.5	3.0	2.5	3.7	2.7	11.6972	0.0889	0.0082
5.0	3.0	2.5	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	3.6	3.0	11.6972	0.0305	0.0030
6.0	5.0	3.0	4.0	3.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	3.5	5.0	4.5	5.0	3.0	6.0	3.0	5.0	3.6	11.6972	0.1389	0.0233
7.0	5.0	4.0	5.0	3.5	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	6.0	4.0	4.0	3.5	5.0	4.5	5.0	3.0	6.0	4.0	4.9	3.9	11.6972	0.0805	0.0141
8.0	6.0	4.5	5.5	4.0	6.5	5.0	5.5	4.0	6.0	3.5	6.5	3.5	5.0	4.0	5.0	4.5	6.0	4.0	6.5	4.5	5.9	4.2	11.6972	0.0916	0.0207
9.0	6.5	4.5	5.5	4.5	5.0	4.5	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.5	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.3	4.5	11.6972	0.0667	0.0148
10.0	5.0	5.0	6.5	5.0	5.0	3.5	5.0	4.0	6.0	4.0	5.0	4.0	6.0	4.5	5.0	4.0	6.0	4.5	5.0	4.0	5.5	4.3	11.6972	0.0941	0.0203

ตาราง ข32 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 32 ซม.ค
ครั้งที่2

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1.0	4.5	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	4.0	3.5	4.0	3.0	3.5	3.5	4.0	3.5	3.5	3.0	3.5	3.5	4.0	3.5	4.0	3.3	11.0361	0.0769	0.0097
2.0	4.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	2.5	3.5	3.0	3.5	3.5	3.5	2.5	3.8	3.0	11.0361	0.0610	0.0067
3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	3.5	3.0	3.5	2.5	3.5	2.5	3.0	2.5	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.7	2.9	11.0361	0.0737	0.0076
4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	2.5	3.0	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.8	3.0	11.0361	0.0305	0.0033
5.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.8	3.0	11.0361	0.0000	0.0000
6.0	5.0	4.0	5.0	3.5	6.0	4.5	6.0	4.0	5.0	4.5	6.0	4.5	5.0	4.0	6.0	4.0	5.0	3.5	6.0	3.0	5.5	4.0	11.0361	0.0937	0.0201
7.0	5.0	3.0	5.0	3.0	5.0	3.0	5.0	3.0	5.0	3.5	6.0	4.0	5.0	3.0	6.0	4.0	4.0	3.0	5.0	3.0	5.1	3.3	11.0361	0.1077	0.0176
8.0	6.0	3.5	6.0	4.0	6.0	5.0	5.0	4.0	5.0	4.5	5.0	4.5	5.0	4.5	5.0	4.5	5.0	4.0	5.5	5.0	5.4	4.4	11.0361	0.0874	0.0201
9.0	6.0	4.0	6.0	4.5	6.0	5.0	5.5	4.5	6.0	4.5	5.5	5.0	5.0	5.0	5.5	5.0	5.5	5.0	5.5	4.5	5.7	4.7	11.0361	0.0638	0.0167
10.0	5.5	4.0	5.0	3.0	5.0	4.0	5.0	3.5	6.0	5.0	5.0	3.5	5.5	4.0	6.5	4.5	5.0	4.0	5.5	4.5	5.4	4.0	11.0361	0.1000	0.0213

ตาราง ข33 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 32 ซม.ค
ครั้งที่ 3

	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
ร่องที่	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1.0	4.5	3.0	4.5	3.0	4.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	2.5	4.0	3.0	4.1	3.0	8.72225	0.0305	0.0046
2.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	2.5	4.0	2.5	4.0	3.0	4.0	2.9	8.72225	0.0552	0.0080
3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	2.5	3.5	3.0	4.5	3.0	3.5	2.5	3.5	3.0	3.7	2.9	8.72225	0.0552	0.0074
4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.0	2.5	3.0	3.5	2.5	2.5	3.5	3.0	3.6	3.0	8.72225	0.0610	0.0080
5.0	4.0	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.6	3.0	8.72225	0.0000	0.0000
6.0	6.0	4.0	5.0	3.5	5.0	4.5	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0	3.0	5.0	3.5	5.0	3.0	5.0	3.0	5.0	3.7	8.72225	0.1233	0.0281
7.0	4.0	3.0	5.0	3.0	5.0	3.5	5.0	3.5	5.0	3.0	5.0	3.5	5.0	3.0	5.0	3.0	5.0	3.0	5.0	3.0	4.9	3.2	8.72225	0.0667	0.0129
8.0	6.0	5.0	6.0	3.5	6.0	4.5	5.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.5	6.0	4.0	6.0	5.0	5.0	4.0	5.5	5.0	5.8	4.4	8.72225	0.1034	0.0323
9.0	6.0	4.5	6.0	4.0	6.0	5.0	6.0	4.0	6.0	4.5	5.5	4.5	5.5	4.5	5.0	4.5	5.5	4.5	6.0	5.0	5.8	4.5	8.72225	0.0444	0.0144
10.0	6.5	5.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.5	4.0	5.5	3.5	5.5	4.5	5.5	4.5	5.0	4.5	5.5	3.5	6.0	4.0	5.5	4.3	8.72225	0.1059	0.0309

ตาราง ข34 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 17 ซม.ครั้งที่1

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3	5	3.5	5	3.5	5.5	3.5	5.5	3.5	6	3.5	5	3	5.2	3.4	5.7473	0.0471	0.0158
2	5	4	5.5	3	6	3.5	5.5	3	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5.2	3.45	5.7473	0.0522	0.0177
3	5	3.5	5	3.5	6	3.5	6	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3	5.5	3	5	3	5	3.5	5.25	3.35	5.7473	0.0627	0.0209
4	5	3.5	5	3	5	3	5.5	3.5	4	3	5	3.5	4.5	3	5	3.5	5.5	3	5	3	4.95	3.2	5.7473	0.0750	0.0225
5	5	4	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	4	5.5	3.5	5.5	4	5	4	5.5	4	5.5	4	5.2	3.8	5.7473	0.0632	0.0237
6	6	4.5	6	3.5	6	4	6	4	7	4.5	5.5	4	7	4	6	4	6	4	6	3	6.15	3.95	5.7473	0.0709	0.0326
7	5	3	5	3	6	3	6	3.5	6	3.5	6	3.5	6	4	6	3	5	3.5	5	3	5.6	3.3	5.7473	0.0909	0.0318
8	6	6	6.5	5	7.5	5.5	6.5	4.5	6.5	4	5.5	5.5	6.5	5.5	6.5	5	6.5	4.5	6.5	4.5	6.45	5	5.7473	0.1000	0.0611
9	6	5	6	4	6.5	4	5	4.5	6	5	5.5	4.5	6	4	6	5	6.5	4	5	4.5	5.85	4.45	5.7473	0.0809	0.0399
10	5.5	5	5.5	4.5	6	5	6	4	6.5	4	6	4.5	5	4.5	6	4.5	6	5	6	4	5.85	4.5	5.7473	0.0667	0.0333

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตาราง ข35 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 17 ซม.ครั้งที่2

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5	3	5	2.5	5	3	5	3	4.5	3	4.5	3	4.5	3	5	3	5.5	3.5	5	3.5	4.9	3.05	5.7473	0.0590	0.0167
2	5.5	3.5	5.5	3.5	5.5	3	5.5	3	5.5	3	5.5	3.5	5	3.5	5.5	3.5	5.5	3.5	5.5	3.5	5.45	3.35	5.7473	0.0627	0.0217
3	5	3.5	5.5	3	5.5	3	5	3	5	3	4.5	3	5	3	5.5	3	5.5	3	5	3	5.15	3.05	5.7473	0.0295	0.0088
4	4.5	2.5	5	3	5	2.5	4.5	3	4	3	4.5	3	4.5	2.5	5.5	3.5	5	2.5	5.5	3	4.8	2.85	5.7473	0.0982	0.0255
5	4	3	5	3.5	5	3	4.5	3	4.5	3	4.5	3.5	5	3	5	3	5	2.5	4.5	3	4.7	3.05	5.7473	0.0590	0.0160
6	6	3.5	5.5	3	5.5	4	5	3.5	6	3.5	6	3.5	6	3.5	5	3.5	6	3	5	3	5.6	3.4	5.7473	0.0706	0.0255
7	5.5	3.5	6	3.5	6	3	6	4.5	6	3.5	7	3.5	7	4	6	3.5	6	3.5	5	3	6.05	3.55	5.7473	0.0789	0.0321
8	6.5	5	6.5	4.5	6.5	4	5.5	4.5	6	5	6	5	6	4.5	6	5	6	5	5	4.5	6	4.7	5.7473	0.0638	0.0341
9	6.5	5.5	5.5	4.5	6	5	5	5	6	5	5.5	4.5	5.5	5	5	5	5	5	5	4.5	5.5	4.9	5.7473	0.0490	0.0250
10	5	5	5	4.5	6	4.5	5.5	4.5	6	4.6	5	6	4	6	4	5	4.5	6	4.5		4.95	4.61	5.7473	0.2158	0.0933

ตาราง ข36 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 17 ซม.ครั้งที่3

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5	3.5	5	3	5.5	3	5.5	3	4.5	3	5	3	5	3.5	5	3.5	5.5	3	5.5	3	5.15	3.15	1.7807	0.0667	0.0662
2	5.5	3.5	5	3	5.5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3	5	3.5	6	3.5	5	3	5.2	3.35	1.7807	0.0627	0.0668
3	5	3.5	5	3	5	3.5	5.5	3.5	5	3.5	5.5	3	6	3.5	5.5	3	5.5	3.5	5.5	3.5	5.35	3.35	1.7807	0.0627	0.0687
4	5	3	4.5	3	5	3	5	3.5	4.5	2.5	4.5	3.5	5	3	5	4	5.5	3	5	3	4.9	3.15	1.7807	0.0984	0.0929
5	5	3	5	3.5	5	3	5.5	3	4.5	3	4.5	3.5	5.5	3.5	5	3.5	5	3.5	4.5	3.5	4.95	3.3	1.7807	0.0727	0.0727
6	7	4	6	3.5	6	4	6	3.5	6	4	6	3.5	7	4	6	3.5	6	4	5.5	3	6.15	3.7	1.7807	0.0811	0.1129
7	6	4	6	3.5	6	3.5	6	3.5	5	3	5.5	3	6	3	6	3	6	3	6	3	5.85	3.25	1.7807	0.0923	0.1074
8	6.5	5	6.5	4.5	6.5	4.5	6.5	4	6.5	4.5	5.5	5	6.5	5	6	4.5	6.5	4.5	6	4	6.3	4.55	1.7807	0.0593	0.1041
9	6	4.5	6	4	6	4.5	6	5	6.5	4.5	6.5	4	6	5	5	5	6	4.5	5	4.5	5.9	4.55	1.7807	0.0593	0.0974
10	6.5	5	6.5	5	6	5	6	4.5	6.5	5	6.5	4	6.5	4.5	5	5	6	4.5	6	4	6.15	4.65	1.7807	0.0753	0.1317

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตาราง ข37 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 22 ซม.ครั้งที่1

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	6	3	6	3	5.5	3	5.5	3	5.5	3.5	6	3	5.5	3	5.5	3	6	3	6	3	5.75	3.05	0.27	0.0295	0.2088
2	5	3.5	5	3	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5.5	3	5	3.5	5	3.5	5.5	3.5	5	3.5	5.1	3.4	0.27	0.0471	0.3292
3	5	3.5	5	3	5	3	4.5	3	4.5	3.5	4.5	3.5	5	3	5	3.5	5	3.5	5	3.5	4.85	3.3	0.27	0.0727	0.4696
4	5	3	5	3	5	3	5	3.5	4.5	5	4.5	4	4.5	3	5	3	5	3	5	3	4.85	3.35	0.27	0.1463	0.9588
5	5	3	4.5	3.5	5	3	5	3	4.5	3	5	3	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5	3.5	4.9	3.25	0.27	0.0769	0.4942
6	6	3.5	5	3	6	3	6	3	6	4	6	4	6	4	6	3	6	4	6	3	5.9	3.45	0.27	0.1304	1.0711
7	5.5	4	5	3	6	3.5	6	3.5	6	3.5	6	3.5	6	3	6	3	6	2.5	6	2.5	5.85	3.2	0.27	0.1250	0.9440
8	6	5.5	6	4.5	6.5	4.5	6	4.5	6	4.5	5.5	4	6.5	4.5	6	4.5	6	4	5.5	4	6	4.45	0.27	0.0607	0.6536
9	6.5	4.5	6.5	4	7	4	6	4	5.5	4.5	5	4.5	6	4.5	6	4.5	6	4.5	5	4.5	5.95	4.35	0.27	0.0483	0.5041
10	6.5	5	6.5	4	6.5	4	6	4.5	6	4	6	5	5	4.5	6	5	5	4.5	5	4.5	5.85	4.5	0.27	0.0667	0.7080

ตาราง ข38 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 22 ซม.ครั้งที่2

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5	3.5	5.5	3	5	3.5	5	3.5	5	3	5	4	5	3	5.5	3.5	5.5	3.5	5.5	3.5	5.2	3.4	2.11125	0.0706	0.0644
2	5	3.5	5	2.5	5	3	5	3	5	3	4.5	3	5	3	4.5	3	5	3	5	3	4.9	3	2.11125	0.0333	0.0253
3	5	3	5	3	5	3	5	3.5	4.5	3	5	3	4.5	3	4.5	3	5	3.5	5	3	4.85	3.1	2.11125	0.0516	0.0400
4	5	3	5	3	5	3	5	3.5	5	3	5	3.5	4.5	3	4.5	4	4.5	2.5	3.5	3	4.7	3.15	2.11125	0.0984	0.0752
5	5	3	5	3	5	3	4	3	5.5	3	5	3.5	4	3.5	4.5	3	4.5	3	4.5	3	4.7	3.1	2.11125	0.0516	0.0388
6	4.5	3	4.5	2.5	4	2.5	5	2.5	5	3	5.5	3	6	3.5	5.5	2.5	5	2.5	5	2.5	5	2.75	2.11125	0.1091	0.0774
7	5	2.5	4	2.5	4.5	3	4.5	3	5	2.5	4.5	3	6	3.5	5.5	3	4.5	2.5	5	3	4.85	2.85	2.11125	0.0982	0.0701
8	6.5	5	6	4	6	4.5	6	4	6	4.5	5.5	4	6	4.5	5.5	4.5	6	4	5.5	4	5.9	4.3	2.11125	0.0698	0.0913
9	5	5	6	4	5.5	4	6	4	6	4.5	5	4.5	6	4.5	6	5	6	5	6	4.5	5.75	4.5	2.11125	0.0667	0.0890
10	6	4.5	6.5	4	6	4	5	4.5	6	4	6	4	6	4	6	2.5	6	4	6	3.5	5.95	3.9	2.11125	0.0923	0.1105

ตาราง ข39 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 22 ซม.ครั้งที่3

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5	3	5.5	3	5	2.5	5	3	4.5	2.5	4.5	3	4.5	2.5	5	3.5	5	3	5	3	4.9	2.9	4.4251	0.0828	0.0289
2	4.5	3	5	3	4	2.5	4.5	3	4	2.5	4.5	3.5	4.5	2.5	5	3.5	4.5	3	4.5	3	4.5	2.95	4.4251	0.0915	0.0299
3	4.5	3	4.5	3	4.5	2.5	4.5	3	4	2.5	4.5	3.5	4.5	2.5	4.5	3	4.5	2.5	4.5	3	4.45	2.85	4.4251	0.0982	0.0307
4	4.5	3	4.5	3	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3.5	4	2.5	4.5	2.5	4.5	2	4.5	2.5	5	3	4.5	2.85	4.4251	0.1333	0.0421
5	4.5	2.5	4.5	3	4.5	2	4.5	3	4	2.5	4.5	3	4	2.5	4.5	3.5	4.5	3	5.5	3	4.5	2.8	4.4251	0.1214	0.0377
6	6	3.5	6	3	6	3	6	3.5	6	3.5	6	3.5	6	6	3	6	5	3	5	3	5.5	3.8	4.4251	0.2316	0.1191
7	6	4	6	3.5	6	3	6.5	3.5	5.5	3	6.5	3	5	3	5.5	3.5	4	3	5	3	5.6	3.25	4.4251	0.0923	0.0414
8	6	5	6	4	6.5	5	5	4.5	6.5	4.5	5.5	4.5	5	5	5	4.5	5.5	4.5	6	4.5	5.7	4.6	4.4251	0.0522	0.0337
9	6.5	5	6	5	6.5	4.5	6	5	5	4	5.5	5	5	4	5	4.5	5	4	6	4.5	5.65	4.55	4.4251	0.0791	0.0501
10	5.5	5	6	5	6	5	5.5	4.5	5.5	4.5	5.5	4.5	6	4.5	6	5	6	4.5	6	5	5.8	4.75	4.4251	0.0526	0.0357

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตาราง ข40 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 27 ซม.ครั้งที่1

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5.5	4	5.5	4.5	5.5	3.5	6	3.5	6	3.5	4	3	4	3.5	4.5	4	5	3.5	5	4	5.1	3.7	4.4251	0.0919	0.0427
2	4	2.5	4	3	3.5	3	3.5	3.5	4	3	4	3	4	3.5	5	3.5	4	3	5	4	4.1	3.2	4.4251	0.1063	0.0343
3	5.5	3	5.5	3	5	3	5	3	5	3.5	6	3.5	5	3	5.5	3.5	6	3	5.5	3.5	5.4	3.2	4.4251	0.0750	0.0319
4	5.5	3	5	3	5.5	3	5.5	3.5	5	3	5.5	3	5	3	6	3.5	6	3	5.5	3.5	5.45	3.15	4.4251	0.0667	0.0282
5	5.5	3	5.5	3	5.5	3.5	6	3.5	5.5	3.5	5.5	3.5	5.5	3.5	3.5	3	5.5	3.5	6	3	5.4	3.3	4.4251	0.0727	0.0319
6	6	4	5	2.5	6	3.5	5.5	2.5	6	3.5	5.5	3	6	3.5	6	3	7	4	6	3.5	5.9	3.3	4.4251	0.1333	0.0639
7	6.5	3.5	6	3.5	6	3	6.5	3	6	4	6	3.5	6	4	6	4	7	4	6	3.5	6.2	3.6	4.4251	0.0889	0.0488
8	6	4	6	3	7	4	6	4	7	4	6	4	6	4	7	5	6	4	7	4.5	6.4	4.05	4.4251	0.0691	0.0441
9	6	4	5.5	3	6	4	5	3	6	4	6	3.5	7	4	7	4	7	4	6	3.5	6.15	3.7	4.4251	0.0973	0.0545
10	7	4	6	2.5	7	5	5	3	6	3.5	6	3	6	3	6	3	6	3	7	2.5	6.2	3.25	4.4251	0.1692	0.0839

ตาราง ข41 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 27 ซม.ครั้งที่2

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5.5	3	5.5	3	5.5	3	5	3.5	5.5	3	5.5	3.5	6	3.5	6	3.5	6	3	5.5	3	5.6	3.2	4.09455	0.0750	0.0358
2	5	3.5	5.5	3	6	3.5	5.5	3	5.5	3	5	3	6	3.5	6	3	5.5	3.5	5.5	3	5.55	3.2	4.09455	0.0750	0.0354
3	5.5	3.5	6	2.5	6	3	5	3.5	5.5	3.5	5.5	3.5	5.5	3	6	4	5.5	4	5.5	4	5.6	3.45	4.09455	0.1072	0.0551
4	5	3.5	5.5	3	5	3	5.5	5	5	3.5	6	3	5	3	5.5	3.5	5.5	3.5	5.5	3.5	5.35	3.45	4.09455	0.1043	0.0512
5	5	3.5	5.5	3	5.5	3.5	5.5	3	5	3.5	5	3.5	6	3.5	5.5	3.5	6	3.5	5.5	3.5	5.45	3.4	4.09455	0.0471	0.0232
6	6	4	6	4	6	4	6	4.5	6	4	7	4.5	7	4	6.5	4.5	6.5	3.5	7	4	6.4	4.1	4.09455	0.0585	0.0409
7	6	2.5	5	2	6	3	6	3	6	3.5	6	3.5	6	4	6	4	6	3.5	6	3	5.9	3.2	4.09455	0.1563	0.0785
8	6	3.5	6	3	7	3.5	6	3.5	7	3.5	6	3.5	7	3.5	7	3.5	7	3.5	7	3.5	6.6	3.45	4.09455	0.0261	0.0158
9	6	4	6	3	7	4	6	3.5	6	4	6	3.5	6	4	6	3	7	3.5	6	2.5	6.2	3.5	4.09455	0.1143	0.0660
10	6	3.5	6	3	7	3	6	4	6	3.5	6	4	5	3	6	3.5	6	4	6	3	6	3.45	4.09455	0.1043	0.0575

ตาราง ข42 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 27 ซม.ครั้งที่3

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5	3.5	5	3	5	3	5.5	3	5.5	3	6	3	6	3.5	5.5	3	6.5	3	6	2.5	5.6	3.05	4.4251	0.0590	0.0248
2	5	3	5.5	2.5	5	2.5	5	3	5	3.5	5.5	3.5	5.5	3.5	5	3.5	6	3.5	6	3.5	5.35	3.2	4.4251	0.1125	0.0474
3	5	3	5	3	5.5	3	5	3.5	5	3	5	3.5	5	3	5	3.5	5	3.5	6	3.5	5.15	3.25	4.4251	0.0769	0.0317
4	5.5	3	5.5	2.5	5	2.5	5	3	5	3	5	3	5	3	5.5	3	5.5	2.5	5.5	3	5.25	2.85	4.4251	0.0737	0.0271
5	5.5	3	5	2.5	5	3	5	3.5	5	53	5.5	3.5	6	3.5	5.5	3.5	5.5	3	5.5	3.5	5.35	8.2	4.4251	1.0927	1.1800
6	6	4	6	3.5	6	3.5	6	4	6	4	6	4	6	3.5	6	4	6	3.5	6	3.5	6	3.75	4.4251	0.0667	0.0369
7	6	4	6	3.5	6	4	6	3.5	5	3.5	6	3.5	6	4	6	4	6	3.5	6	4	5.9	3.75	4.4251	0.0667	0.0363
8	7	3.5	6	4	6	5	6	4.5	6.5	5	6	4	7	5	7	4	7.5	5	6	4.5	6.5	4.45	4.4251	0.1034	0.0736
9	6	4.5	6.5	4	7.5	4.5	6	4	7	4.5	6	4.5	8	4	6	5	6	5	6.5	4.5	6.55	4.45	4.4251	0.0607	0.0435
10	6	5	6	4.5	7.5	4.5	6	5	7.5	5	7	4.5	7	4.5	6.5	5	6.5	4.5	6.5	4	6.65	4.65	4.4251	0.0602	0.0458

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตาราง ข43 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 32 ซม.ครั้งที่1

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5.5	3	5	3	5	3.5	5	3.5	5	3.5	5.5	4.5	5	3.5	5.5	3	5.5	3.5	5.5	3	5.25	3.4	8.061	0.0941	0.0227
2	5	3	5	3	5	3	5	3.5	4.5	3	4.5	3.5	4	3	5	3.5	5	2	5.5	3	4.85	3.05	8.061	0.0885	0.0177
3	5.5	3	5.5	3	5	3	5	3	4.5	2.5	5	3.5	5	3	5.5	3	5	3	5	3.5	5.1	3.05	8.061	0.0590	0.0124
4	5	3.5	5	3.5	4.5	3	4	3.5	4	2.5	4.5	3.5	5	3.5	5	3.5	4.5	2.5	5	3	4.65	3.2	8.061	0.1125	0.0226
5	5	3	4.5	3	4	3	5	2.5	4	3.5	5	2.5	4.5	3.5	5	3.5	4.5	3	4.5	3.5	4.6	3.1	8.061	0.1032	0.0199
6	5.5	3.5	5.5	3.5	6	3.5	6	3	6	4	5	3	6	4	5.5	3.5	5	3	5	4	5.55	3.5	8.061	0.0857	0.0225
7	5.5	3	5.5	3	5.5	3	5.5	3	5.5	3	5	3.5	5.5	3	6	4	6	3	6	3.5	5.6	3.2	8.061	0.0875	0.0212
8	6	5	6	4	5	4.5	5	4	6.5	4.5	5	4.5	6	4.5	5	4	6	4	6	4	5.65	4.3	8.061	0.0698	0.0229
9	6	5	6	5	5	4	5	4	6	4.5	5	5	6	4	6.5	4.5	5	4	6	4	5.65	4.4	8.061	0.0909	0.0305
10	6	4.5	5.5	4	6	4	6	4	6.5	4	6	4.5	6	4	6	4.5	6	3.5	6.5	4	6.05	4.1	8.061	0.0585	0.0196

ตาราง ข44 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 32 ซม.ครั้งที่2

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5.5	3.5	5	3	5.5	3	5.5	3.5	5	3	5.5	3	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3	5	3	5.05	3.15	4.756	0.0667	0.0243
2	5	3.5	5	3.5	4.5	3	5	3.5	4.5	3	4.5	3.5	5	3	5	3.5	4.5	3	5	3.5	4.8	3.3	4.756	0.0727	0.0264
3	5	3	5	3	5	3	5	3.5	4.5	3	5	3.5	4.5	3	4.5	3.5	4.5	3	5	3.5	4.8	3.2	4.756	0.0750	0.0264
4	5	3	5	3	4.5	2.5	5	3	5	2.5	5	2.5	4.5	3.5	5	2.5	5	3	4.5	3	4.85	2.85	4.756	0.0982	0.0311
5	5	3	5	3	5	3	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3.5	4.5	3	4.5	3	4.65	3.15	4.756	0.0667	0.0224
6	6	3.5	5.5	3	5	3	6	3.5	5.5	3	6	3.5	5.5	3	5.5	4	5	3.5	5	3.5	5.5	3.35	4.756	0.0836	0.0353
7	6	4	6	3.5	6	4	6	4	6	3.5	6	4	5	3.5	5	4	5	3	5	3.5	5.6	3.7	4.756	0.0811	0.0385
8	6.5	4	5.5	3.5	6	4.5	5.5	4.5	6	4	6	4	6	4.5	6.5	4.5	6	5	6.5	4.5	6.05	4.3	4.756	0.0791	0.0471
9	6.5	5.5	6	5	7	4.5	6.5	5	6	4	6.5	5	6	4	6	4.5	5	4	5	4	6.05	4.55	4.756	0.1011	0.0637
10	6	5	6	4	6	5	6	5	5.5	4.5	5.5	5	5	4	5.5	5	5	4	5.5	4.5	5.6	4.6	4.756	0.0870	0.0513

ตาราง ข45 ค่า Performance Index ตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ความเร็ว 1.68 กม./ ชม. ความลึกในการปลูก 2 cm ระยะห่างระหว่างแถว 32 ซม.ครั้งที่3

ร่องที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3		จุดที่4		จุดที่5		จุดที่6		จุดที่7		จุดที่8		จุดที่9		จุดที่10		เฉลี่ย		แรง(kg)	ความสม่ำเสมอ	PI
	ก	d1	ก	d2	ก	d3	ก	d4	ก	d5	ก	d6	ก	d7	ก	d8	ก	d9	ก	d10	ก	d			
1	5	3	5	3	5	3.5	5	3	5	3	5	3	5	3.5	5	3	5	2.5	5	3	5	3.05	14.342	0.0590	0.0068
2	5.5	3	5	2.5	5	2.5	5	3	5	2.5	4.5	2.5	4.5	2.5	4.5	2.5	4.5	3	4.5	3	4.8	2.7	14.342	0.0889	0.0087
3	4.5	3	4.5	3	4.5	3	5	3.5	4	3.5	4.5	3.5	4	3.5	4.5	3.5	4.5	2.5	4.5	3	4.45	3.2	14.342	0.0938	0.0101
4	4.5	2.5	4.5	3	5	2	4	3	5	2	4	3	4	2.5	3.5	2.5	4	2.5	4.5	3	4.3	2.6	14.342	0.1231	0.0105
5	5	2.5	4.5	2	4.5	3	4.5	3	4.5	3	4.5	3	4	3	4.5	3	4	3	4.5	3	4.45	2.85	14.342	0.0842	0.0081
6	6	4	5	2.5	6	3.5	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3.5	5	3.5	5	3	5.2	3.2	14.342	0.1063	0.0134
7	5	3	5	3.5	5	3.5	5	4	5	3	5	4.5	5	3	6	4	6	3	6	3.5	5.3	3.5	14.342	0.1143	0.0161
8	6	5	5	4	6.5	4.5	5	4	5	4	5.5	4.5	6	4.5	5.5	4	5	4	5	4	5.45	4.25	14.342	0.0706	0.0124
9	5	4	5.5	4	6.5	4	6.5	4	6.5	4	6.5	4	6	4	6.5	4	6.5	4	6.5	4	6.2	4	14.342	0.0000	0.0000
10	6.5	5	5.5	4	6	4.5	6	4.5	6	4	5	4.5	5	4	6	5	6	4	6	4.5	5.8	4.4	14.342	0.0727	0.0141

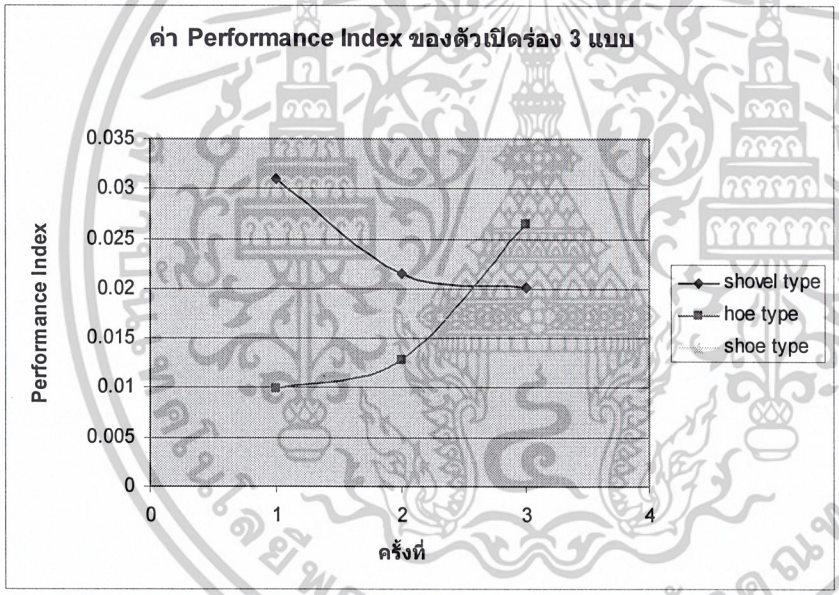
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. สรุปผลการทดสอบแรงฉุดลากบนรางทราย

ค่า สมรรถนะการเปิดร่อง **Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ** shoe type, hoe type และ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 32 cm ความชื้นรางดิน 7.92% (Dry basic)ได้ผลดังนี้

ตารางที่ ค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ

ค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ			
ครั้งที่	shovel type	hoe type	shoe type
1	0.030	0.009	0.018
2	0.021	0.012	0.017
3	0.020	0.026	0.017



รูปที่กราฟค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ

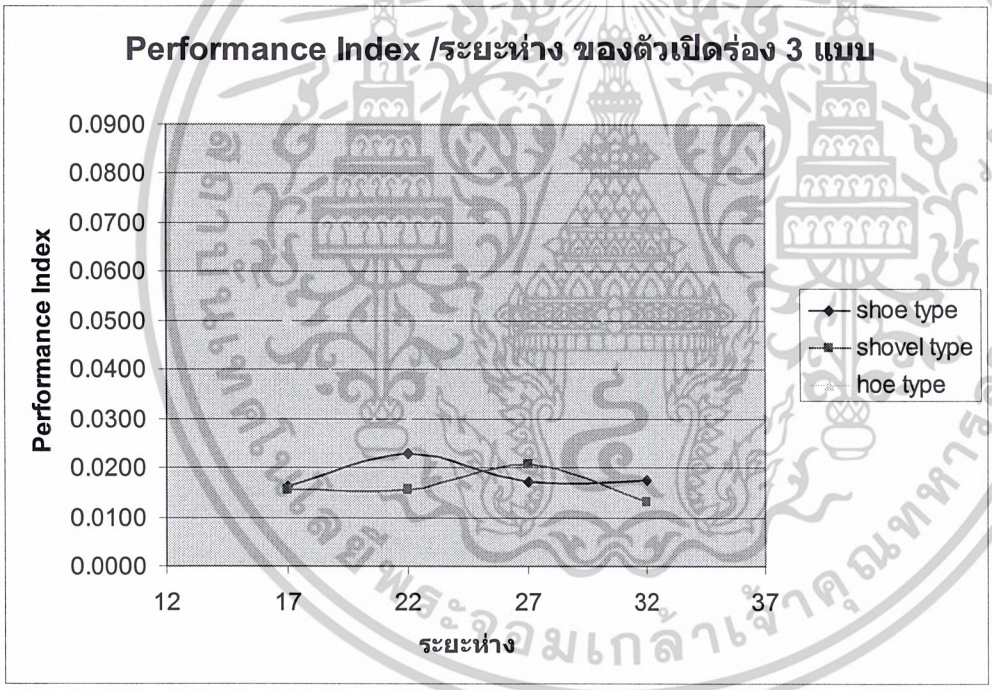
ค่า Performance Index ที่ได้จากตารางและกราฟพบว่า shovel type มีค่าสูงสุดรองลงมาเป็น hoe type และ shoe type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า Performance Index ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm **ที่ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 4 ค่าคือ** 17, 22, 27 และ 32 ความชื้นรางดิน 7.92% (Dry basic) ได้ผลดังนี้

ตารางที่ Performance Index ของระยะห่าง 4 ค่า

Performance Index ของระยะห่าง 4 ค่า			
ระยะห่าง	shoe type	shovel type	hoe type
17	0.0162	0.0155	0.0506
22	0.0229	0.0157	0.0291
27	0.0172	0.0207	0.0824
32	0.0176	0.0129	0.0226



รูปที่ กราฟ ค่า Performance Index ของระยะห่าง 4 ค่า

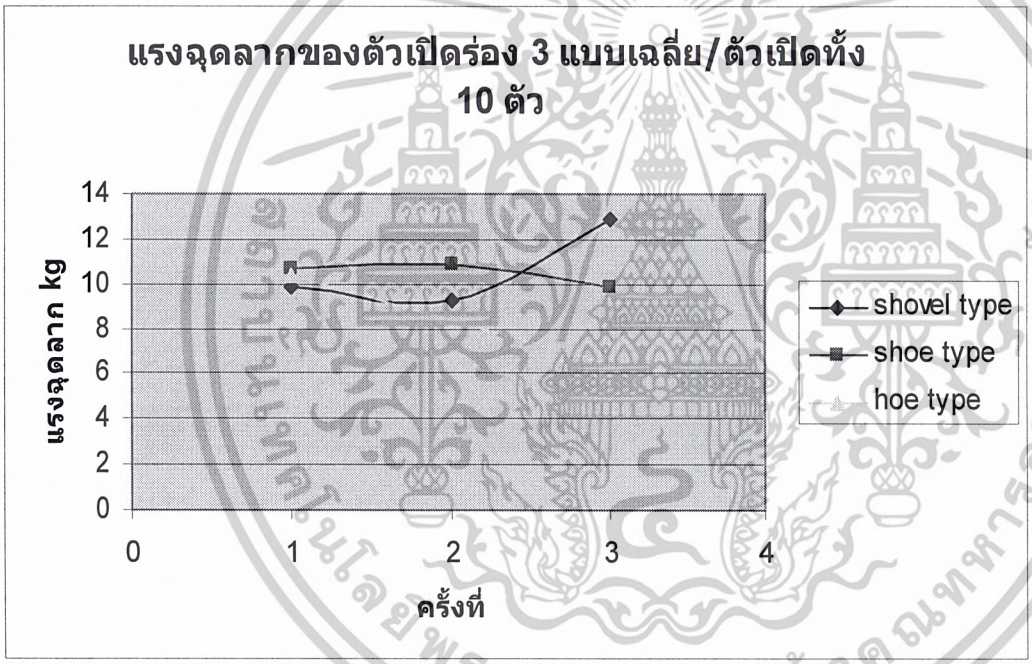
ค่า Performance Index ที่ได้จากตารางและกราฟพบว่า ที่ระยะห่าง 22 - 27 cm มีค่าสูงสุดของแต่ละตัวเปิดร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า แรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ shoe type hoe type และ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 32 cm ได้ผลดังนี้

ตารางที่ แรงฉุดลากของตัวเปิดร่อง 3 แบบเฉลี่ย/ตัวเปิด10 ตัว

แรงฉุดลากของตัวเปิดร่อง 3 แบบเฉลี่ย/ตัวเปิด10 ตัว (kg)			
	shovel	shoe	hoe
1	9.881	10.673	10.416
2	9.251	10.873	8.332
3	12.884	9.890	6.469



รูปที่ แสดงแรงฉุดลากของตัวเปิดร่องทั้ง 3 แบ/ตัวเปิด10ตัว

แรงฉุดลากของตัวเปิดร่อง 3 แบบเฉลี่ย/ตัวเปิดร่อง(kg)			
ครั้งที่	shovel	shoe	hoe
1	0.988	1.067	1.041
2	0.925	1.087	0.833
3	1.288	0.989	0.646

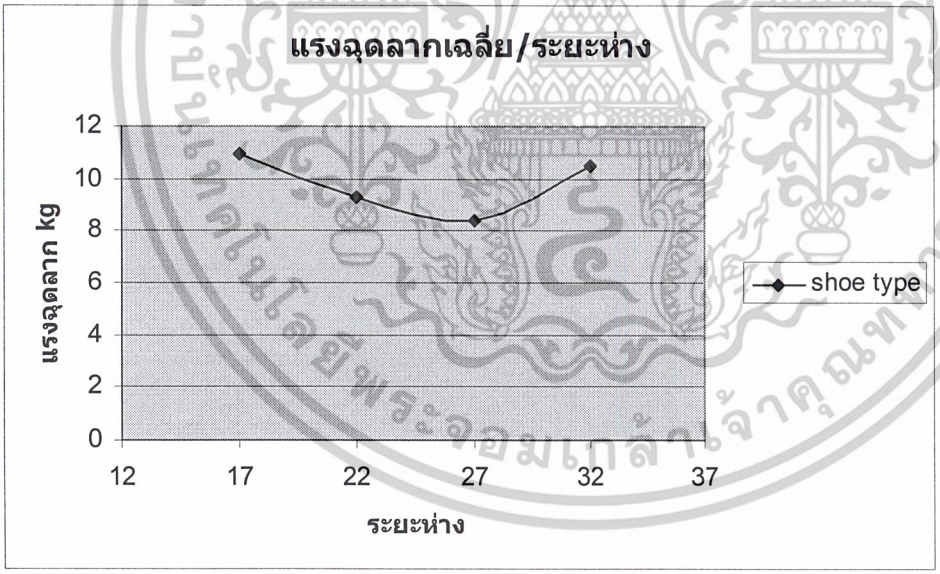
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า แรงฉุดลาก ที่ได้จากตารางและกราฟพบว่า hoe type มีค่าน้อยสุดรองลงมาเป็น shoe type และ shovel type แต่ค่าที่ได้ต่างกันไม่มากนัก

ค่า แรงฉุดลากเฉลี่ย ของตัวเปิดร่อง แบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ที่ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 4 ค่าคือ 17, 22, 27 และ 32 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ ค่าแรงฉุดลากเฉลี่ย/ระยะห่าง

แรงฉุดลากเฉลี่ย/ระยะห่าง	
ระยะห่าง	แรง(กิโลกรัม)
17	10.942
22	9.321
27	8.404
32	10.479



รูปที่ แรงฉุดลากเฉลี่ย/ ระยะทาง

จากการนำค่า แรงฉุดลากเฉลี่ย ของตัวเปิดร่อง แบบ shoe type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึก 2 cm ที่ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 4 ค่าคือ 17, 22, 27 และ 32 ที่ทำการทดสอบ 3 ซ้ำในแต่ละระยะห่างมาเฉลี่ยได้ค่าแรงฉุดลากเฉลี่ยของแต่ละระยะห่าง คือ ที่ 17 cm ได้แรงฉุดลาก 10.942 กิโลกรัม ที่ 22 cm ได้แรงฉุดลาก 9.321 กิโลกรัม ที่ 27 cm ได้แรงฉุดลาก 8.404กิโลกรัม และที่ 32

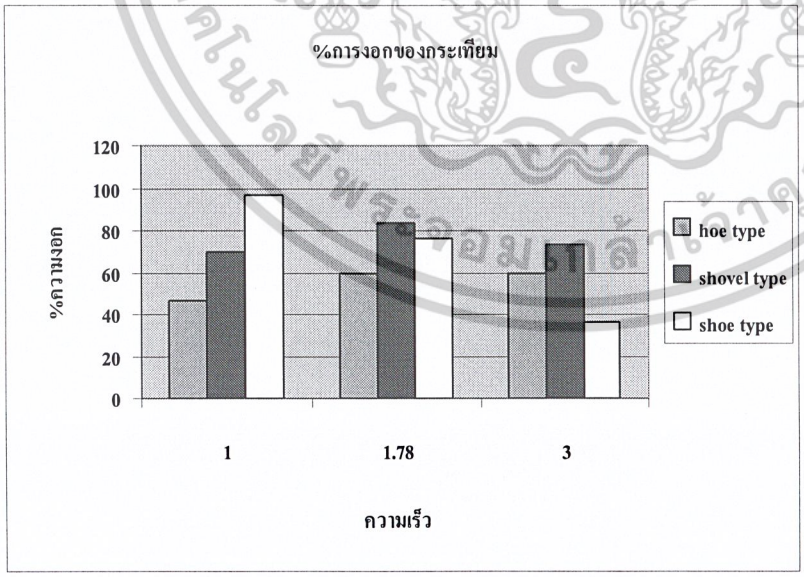
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cm ได้แรงฉุดลาก 10.479กิโลกรัม ***ค่า แรงฉุดลากเฉลี่ย ของตัวเปิดร่อง แบบ shoe type ที่น้อยที่สุด คือที่ระยะห่าง 27 cm***

ค่าการทดสอบ % การงอกของกระเทียม ที่ความลึกทำงาน 2 cm ที่ความเร็วในการเปิดร่อง 3 ความเร็วคือ 1 km/hr 1.68 km/hr และ 3 km/hr และตัวเปิดร่อง 3 ชนิดคือ shoe type ,hoe type และ shovel type ได้ค่าดังนี้

ตารางที่ ร้อยละการงอกของกระเทียมทั้ง 3แบบ

ร้อยละการงอกของกระเทียมทั้ง 3แบบ									
hoe type ที่ความเร็ว			shovel type ที่ความเร็ว			shoe type ที่ความเร็ว			
1	1.78	3	1	1.78	3	1	1.78	3	วันที่ทดลองนับจากวันปลูก
26.6	40	33.3	46.6	53.3	40	46.6	36.6	16.6	39
36.6	40	33.3	66.6	56.6	50	46.6	53.3	26.6	45
40	60	60	70	70	60	73.3	70	30	55
46.6	60	60	70	83.3	63.3	56.6	76.6	36.6	62
46.6	60	60	70	83.3	73.3	96.6	76.6	36.6	69



รูปที่ กราฟแสดงร้อยละการงอกของกระเทียมทั้ง 3 ความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การทดสอบหาแรงฉุดลากในแปลงภาควิชา

1. จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาหาแรงฉุดลากที่ใช้ในการทำงานของตัวเปิดร่อง เครื่องปลูกกระเทียม โดยเป็นแนวทางในการวิเคราะห์แรงฉุดลากที่มีผลในการทำงานของเครื่องปลูกกระเทียม เงื่อนไขในการทดลองคือ

1. ศึกษาแรงฉุดลากของเครื่องปลูกที่ระดับความลึกในการทดลอง 2 cm และมีการปรับระยะห่างตัวเปิดร่อง แถวหน้าและแถวหลัง 17 , 22 , 27 และ 32 cm

2. พิจารณาแรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบ shoe type ,shovel type และ hoe type ที่การเตรียมดิน 3 แบบ คือ ไถ 1, 2 และ 3 ครั้ง

2. อุปกรณ์

1.เครื่องปลูกกระเทียม
2.ชุดเปิดร่องเครื่องปลูกกระเทียมขนาด 10 แถว
3.นาฬิกาจับเวลา
4.เทปวัดระยะ
5.เครื่องอ่านค่า แบบ OR1200
6.รถไถมดตะนอย
7.Load cell ขนาด 20-100 kg.
8. โซ่
10. ตัวเปิดร่อง 3 แบบ

3. วิธีทดสอบ

1. ทำการปรับเทียบโหลดเซลโดยค่าสมการที่ได้จากการปรับเทียบโหลดเซลมีดังนี้

calibrated equation : force(kg) = 0.6611(ready,με) +1.1196

2. ติดตั้ง และ Load cell ไว้ระหว่างเครื่องปลูกกระเทียม กับรถไถ มดตะนอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค1 แสดงการติดตั้ง

3. ทำการรันเครื่องปลูกกระเทียม เกียร์ 1 ที่ ความเร็วรอบ 1300 rpm พร้อมกับการลากของมดตะนอย

รูปที่ ค2 แสดงการวัดรอบเครื่อง

3. ทำการทดสอบที่ความเร็ว 1.68 โดยปรับระดับการกินดิน ของตัวเปิดร่องที่ 2 cm

4. ปรับระยะห่างตัวเปิดร่องแถวหน้าและแถวหลัง 17, 22, 27 และ32 cm ตามลำดับ

5. อ่านค่าแรงฉุดลากจากเครื่อง OR1200 เป็นμ€แล้วแปลงค่า เป็นแรงตามสมการในข้อ1นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างแรงฉุดลากต่อแถวกับการเตรียมดินและแรงฉุดลากต่อแถวกับระยะห่างระหว่างตัวเปิดร่อง ของแถวหน้าและแถวหลัง

6. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลการทดสอบแรงฉุดลากในแปลงภาควิชา

ตาราง ค1 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบ shoe type ที่ระยะห่าง 32 cm

ที่ความลึก 2 cm ความเร็ว รอบ 1300 rpm ตัวเปิดร่อง shoe type ระยะห่าง 32 cm									
ครั้งที่	แปลงที่ 1 ไถ 1 ครั้ง			แปลงที่ 2 ไถ 2 ครั้ง			แปลงที่ 3 ไถ 3 ครั้ง		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	91	51	64	102	49	93	88	50	90
	103	62	26	95	65	55	43	68	52
	34	93	78	59	33	98	85	60	63
	37	55	41	77	95	34	35	85	54
	108	47	39	57	65	34	52	45	53
	49	76	93	53	31	45	101	79	56
	69	56	66	102	37	44	51	40	96
	90	62	77	87	58	39	40	71	45
	84	27	62	82	55	52	39	71	78
	40	90	46	65	67	39	92	93	63
	92	47	40	38	79	86	46	67	49
	97	41	50	63	58	77	32	50	50
	99	32	75	38	65	62	46	46	87
	60	65	31	65	55	41	35	61	56
	42	57	63	91	82	36	57	78	85
	88	75	47	83	63	61	58	71	62
	82	25	44	61	104	108	60	53	75
	105	44	37	67	81	66	106	67	69
	69	48	44	82	66	38	57	67	77
	84	26	66	68	105	97	92	72	81
	105	40	41	67	92	108	54	59	63
	52	41	38	33	80	99	53	54	61
	76	43	86	33	63	55	46	62	95
	83	84	77	41	52	71	89	62	57
	82	85	62	52	75	92	105	58	41
	53	71	60	55	81	58	105	32	82
	64	82	72	62	76	46	74	97	51
	68	34	78	70	93	83	105	62	58
	53	81	40	26	88	40	80	53	73
	59	65	69	15	87	73	74	72	111
	46		35	32		80			87
	73		38	52		66			
แรงเฉลี่ย	73.031	56.833	55.7813	61.656	70	64.875	66.6667	63.5	68.3871
แรง (kg)	49.401	38.692	37.9966	41.881	47.397	44.008	45.1929	43.0995	46.3303
เฉพาะตัวเปิด	27.046	16.338	15.6423	17.439	22.956	19.567	20.4449	18.3515	21.5823
แรง/ 1 ตัว	2.7046	1.6338	1.56423	1.7439	2.2956	1.9567	2.04449	1.83515	2.15823
เฉลี่ย		1.9675			1.9987			2.01262	
% slip	4.6	3.5	4.6	4.5	3.4	4.8	5.6	5	5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค2 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบ hoe type ที่ระยะห่าง 32 cm

	ที่ความลึก 2 cm ความเร็ว รอบ 1300 rpm ตัวเปิดร่อง hoe type ระยะห่าง 32 cm								
ครั้งที่	แปลงที่ 1 ไถ 1 ครั้ง			แปลงที่ 2 ไถ 2 ครั้ง			แปลงที่ 3 ไถ 3 ครั้ง		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	88	52	14	51	54	71	73	37	81
	94	60	98	32	39	75	63	67	70
	94	82	15	79	72	49	48	42	39
	88	32	30	46	50	47	17	35	81
	42	39	16	38	57	74	57	52	60
	36	86	40	83	82	20	37	50	35
	34	60	70	80	54	51	62	32	66
	42	72	66	45	40	33	37	67	45
	67	80	11	91	35	71	33	60	70
	85	90	44	61	65	23	40	63	58
	48	52	24	61	87	91	87	64	63
	50	63	34	90	50	87	43	45	92
	55	35	41	97	32	30	43	76	74
	76	70	43	62	82	45	17	50	32
	80	40	30	86	43	50	65	56	61
	28	72	54	36	30	45	80	42	52
	21	60	74	36	51	65	93	53	58
	59	77	84	80	64	43	61	30	70
	105	26	77	106	34	68	79	50	67
	108	28	80	80	65	40	38	54	41
	61	38	95	43	60	47	54	71	82
	102	25	73	75	37	43	75	54	63
	78	86	83	35	59	67	40	50	85
	105	32	23	82	83	44	32	21	30
	50	62		81	83	43	58	55	74
	37	67		62	69	53	58	58	95
	40			46	84	70	47	29	31
				87	66	53	51	39	90
				33	59	62	47	57	52
				70	25	55	57	26	38
				87	25	37	48	20	59
				78	68	67	43	36	45
						61		43	39
						50		32	
						55		58	
						47		53	
						30		24	
						50		82	
						44		64	
แรงเฉลี่ย	65.667	57.154	50.7917	66.2188	56.375	52.7179	52.594	48.641	60.545
แรง (kg)	44.532	38.904	34.698	44.8968	38.3891	35.9714	35.889	33.276	41.146
เฉพาะตัวเบ	22.178	16.55	12.3437	20.4557	13.948	11.5303	11.141	8.5282	16.398
แรง/ 1 ตัว	2.2178	1.655	1.23437	2.04557	1.3948	1.15303	1.1141	0.8528	1.6398
เฉลี่ย		1.7024			1.53114			1.2023	
% slip	4.33	4.05	4.37	5.58	3.55	5.38	7.43	4.99	4.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค3 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ระยะห่าง 32 cm

ที่ความลึก 2 cm ความเร็ว รอบ 1300 rpm ตัวเปิดร่อง shovel type ระยะห่าง 32 cm									
	แปลงที่ 1 ไถ 1 ครั้ง			แปลงที่ 2 ไถ 2 ครั้ง			แปลงที่ 3 ไถ 3 ครั้ง		
ครั้งที่	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	30	47	47	35	67	71	65	92	70
	42	58	61	25	40	46	49	52	58
	23	59	77	65	45	78	54	41	34
	47	96	85	102	95	109	50	50	65
	69	87	31	61	51	56	70	47	39
	50	61	74	83	59	95	50	82	45
	63	64	73	81	62	105	47	45	62
	29	85	90	78	81	40	90	70	34
	72	63	89	67	77	61	41	54	105
	92	56	77	79	41	91	44	42	58
	57	60	73	45	35	40	47	54	100
	77	49	75	48	95	92	98	66	52
	51	68	53	52	101	129	45	62	71
	71	73	59	103	54	77	88	81	92
	77	75	86	45	60	105	52	46	72
	74	62	70	57	35	70	62	42	54
	43	30	69	85	67	89	79	73	34
	44	55	80	69	50	83	66	52	90
	69	62	48	60	57	60	69	79	93
	77	65	112	44	45	85	58	92	54
	75	56	55	50	45	77	67	54	77
	60	73	101	62	84	66	47	80	53
	42	92	38	59	98	84	93	68	96
	96	81	58	38	65	78	57	95	68
	56	41	100	67	38	82	70	41	56
	109	87	87	42	29	122	76	77	89
	73	96	115	42	61	115	67	95	57
	36	39	49	71	100	77	94	56	59
	58	56		55	70	99	94	52	91
	104	72		81	59	55	82	97	48
	112	27		39	106	69		50	77
	85	37			42	47		62	58
		47			57	60			50
						75			47
						109			
						128			
แรงเฉลี่ย	64.469	63	72.571	60.9677	62.7576	81.25	65.7	64.031	64.941
แรง (kg)	43.74	42.7689	49.097	41.4254	42.6086	54.834	44.5539	43.451	44.052
เฉพาะตัวเปิด	21.386	20.4146	26.742	16.9843	18.1675	30.393	19.8059	18.703	19.304
แรง/ 1 ตัว	2.1386	2.04146	2.6742	1.69843	1.81675	3.0393	1.98059	1.8703	1.9304
เฉลี่ย		2.28475			2.18482			1.9271	
% slip	4.15	4.2	2.97	3.34	1.28	4.34	2.55	3.78	3.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค4 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ระยะห่าง 17 cm

ที่ความลึก 2 cm ความเร็ว รอบ 1300 rpm ตัวเปิดร่อง shovel type ระยะห่าง 17 cm									
	งที่ 1 ไถ 1 ครั้ง		แปลงที่ 2 ไถ 2 ครั้ง			แปลงที่ 3 ไถ 3 ครั้ง			
ครั้งที่	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	100	55	67	76	94	73	54	57	62
	52	44	47	62	86	52	82	72	67
	70	90	73	50	53	94	60	67	51
	73	44	57	53	85	84	62	57	62
	97	72	37	86	65	80	90	95	72
	110	90	103	83	57	49	51	111	62
	93	67	57	50	81	75	73	86	77
	85	85	59	53	97	83	75	93	70
	110	94	72	42	86	67	74	56	107
	65	70	89	68	90	65	98	51	79
	83	58	59	90	124	84	78	72	71
	84	82	60	70	75	81	100	58	82
	65	70	86	90	108	87	90	55	72
	41	75	85	58	131	96	54	82	88
	74	79	90	75	65	102	112	51	91
	66	63	82	82	98	81	72	81	96
	78	60	92	87	102	77	90	76	72
	50	62	65	54	93	59	119	48	80
	54	110	59	56	97	105	77	77	65
	75	62	87	87	72	41	63	101	85
	78	49	107	46	76	87	82	58	62
	72	52	40	93	129	47	77	76	87
	56	80	70	120	58	92	75	113	90
	49	84	90	68	54	59	88	90	85
	70	91	90	62	100	80	115	82	90
	50	108	100	98	96	74	78	87	91
	73	87		93	93	79	77	109	87
				88			61	55	109
				65			47	77	91
				93			59		58
				75			98		
				52			85		
				76			73		
							53		
							58		
							85		
							94		
							80		
							72		
							101		
แรงเฉลี่ย	73.074	73.4444	73.9615	72.7576	87.5926	76.037	78.3	75.6207	78.7
แรง (kg)	49.429	49.6737	50.0156	49.2196	59.0271	51.3877	52.8837	51.1124	53.1482
เฉพาะตัวเปิด	27.075	27.3194	27.6613	24.7785	34.586	26.9466	28.1357	26.3644	28.4002
แรง/ 1 ตัว	2.7075	2.73194	2.76613	2.47785	3.4586	2.69466	2.81357	2.63644	2.84002
เฉลี่ย		2.73518			2.87704			2.76334	
% slip	6.89	10.39	7.09	5.14	7.02	4.22	7.68	5.97	6.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค5 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ระยะห่าง 22 cm

ที่ความลึก 2 cm ความเร็ว รอบ 1300 rpm ตัวเปิดร่อง shovel type ระยะห่าง 22 cm									
ครั้งที่	งที่ 1 ไถ 1 ครั้ง			แปลงที่ 2 ไถ 2 ครั้ง			งที่ 3 ไถ 3 ครั้ง		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	48	66	55	57	58	76	68	88	78
	23	55	28	80	104	59	62	43	63
	48	80	42	85	62	39	53	88	84
	41	96	29	35	53	57	60	102	40
	52	47	37	86	79	44	66	71	56
	40	86	63	58	57	111	105	57	57
	30	75	70	106	57	85	64	67	90
	42	91	88	70	37	101	71	54	45
	50	42	85	59	105	73	60	100	56
	33	58	41	65	33	85	94	52	65
	54	54	43	68	103	44	62	69	20
	46	52	83	59	78	91	64	92	89
	31	22	46	63	44	58	70	43	56
	70	58	22	62	99	111	57	63	88
	53	38	32	49	62	110	63	45	55
	37	48	69	91	72	73	62	65	35
	52	44	75	43	72	111	83	67	45
	75	77	64	78	78	71	64	60	53
	48	44	42	67	87	108	87	84	59
	65	30	60	59	54	72	46	65	27
	37	35	96	71	92	82	67	90	73
	75	59	87	83	88	93	38	55	78
	53	106	43	50	64	62	70	48	62
	85	74	72	87	47	68	79	58	65
	40	75	78	74			80	63	43
	65	55	78	62			63	57	87
	80		45	55				76	64
	58		69					82	
	58		84					80	
			50						
			97						
แรงเฉลี่ย	51.345	60.269	60.4194	67.481	70.208	78.5	67.6154	68.4138	60.481
แรง (kg)	35.064	40.964	41.0628	45.732	47.534	53.016	45.8201	46.348	41.104
เฉพาะตัวเปิด	12.709	18.609	18.7085	21.291	23.093	28.5749	21.0721	21.6	16.356
แรง/ 1 ตัว	1.2709	1.8609	1.87085	2.1291	2.3093	2.85749	2.10721	2.16	1.6356
เฉลี่ย		1.6676			2.432			1.9676	
% slip	8.27	10.46	9	8.19	7.92	9.52	5.85	7.22	10.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค6 แรงฉุดลากของตัวเปิดร่องแบบ shovel type ที่ระยะห่าง 27 cm

ที่ความลึก 2 cm ความเร็ว รอบ 1300 rpm ตัวเปิดร่อง shovel type ระยะห่าง 27 cm									
ครั้งที่	งที่ 1 ไถ 1 ครั้ง		แปลงที่ 2 ไถ 2 ครั้ง			แปลงที่ 3 ไถ 3 ครั้ง			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	85	78	85	41	40	75	35	95	42
	55	66	70	60	65	99	83	52	72
	77	100	46	69	57	102	100	46	51
	55	75	45	99	57	44	92	58	69
	45	62	50	53	100	56	64	82	59
	65	61	59	85	65	64	45	58	77
	34	111	47	74	95	77	85	64	55
	60	72	34	74	50	48	77	34	75
	50	97	21	65	83	85	46	61	53
	60	111	74	73	112	102	81	74	69
	82	84	44	70	98	50	77	62	48
	80	93	80	59	107	42	57	101	59
	97	62	88	54	97	85	101	89	78
	42	77	50	43	45	84	78	42	80
	71	33	55	61	82	35	39	52	52
	57	74	62	58	55	69	46	43	61
	52	47	47	32	78	65	92	52	60
	99	75	52	28	85	85	70	43	55
	80	77	48	83	78	67	92	52	78
	61	87	47	36	100	39	107	33	69
	86	88	36	72	117	51	46	64	69
	65	45	75	52	97	48	72	65	47
	60	54	30	59	95	71	78	60	58
	90	59	55	82	58	45	75	83	85
	55	71	41	68	60	55	58	65	57
	65	37	88	46	70	80	91	46	
	77	57	60	45	92	69	93	47	
	89	82	25		113		50	80	
			56					51	
								82	
								40	
แรงเฉลี่ย	67.6429	72.6786	54.1379	60.7778	80.3929	66.3704	72.5	60.516	63.12
แรง (kg)	45.8383	49.1674	36.9102	41.2998	54.2673	44.9971	49.0494	41.127	42.848
เฉพาะตัวเปิด	23.484	26.8131	14.5559	16.8587	29.8262	20.556	24.3014	16.379	18.1
แรง/ 1 ตัว	2.3484	2.68131	1.45559	1.68587	2.98262	2.0556	2.43014	1.6379	1.81
เฉลี่ย		2.16177			2.24136			1.9593	
% slip	6.89	10.39	7.09	5.14	7.02	4.22	7.68	5.97	6.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค7 แรงฉุดลากขนะยกตัวเปิดร่องขึ้น

ที่ความลึก 2 cm ความเร็ว รอบ 1300 rpm ยกตัวเปิดร่องขึ้น									
ครั้งที่	แปลงที่ 1 ไถ 1 ครั้ง			แปลงที่ 2 ไถ 2 ครั้ง			แปลงที่ 3 ไถ 3 ครั้ง		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	16	23	29	27	39	31	19	45	45
	10	33	15	40	40	50	33	37	39
	71	14	53	18	66	46	26	41	34
	56	35	33	45	46	34	23	42	45
	47	21	38	22	14	46	28	20	25
	30	9	23	39	40	48	52	60	39
	35	23	43	39	43	26	30	35	37
	45	7	43	54	56	16	40	60	34
	56	10	20	14	30	48	35	27	42
	61	23	47	37	11	22	21	39	35
	21	8	28	50	13	16	33	45	41
	23	30	37	32	45	56	22	37	40
	18	42	38	19	10	49	27	42	27
	17	53	25	39	35	20	35	37	28
	15	30	28	29	12	55	39	58	40
	39	40	33	52	54	39	39	24	27
	20	33	59	54	24	41	22	54	41
	39	43	16	17	16	31	39	33	28
	32	52	14	50	55	28	39	27	24
	39	41	41	30	28	61	47	40	28
	41	37	42	36	43	46	42	21	48
	32	47	10	19	36	27	41	24	27
	33	35	20	51	68	36	35	60	40
		26			22	45	40	26	47
					30	35	23	30	29
					23	19		35	
					11	15			
					41				
แรงเฉลี่ย	34.6087	29.7917	31.9565	35.3478	33.9643	36.5185	33.2	38.4231	35.6
แรง (kg)	23.9994	20.8149	22.2461	24.488	23.5734	25.262	23.0681	26.5211	24.6548
		22.3534			24.4411			24.748	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ค่าความชื้น MC

ตาราง ค8 คำนวณค่าความชื้น MC shoe type ระยะห่าง 32cm

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก กรัม					%MC dry basis
	ภาชนะ	ภาชนะและดินก่อนอบ	ภาชนะและดินหลังอบ	ดินก่อนอบ W	ดินหลังอบ Ws	
1	32.76	91.14	89.91	58.38	57.15	2.152
2	32.89	111.11	109.49	78.22	76.6	2.114
3	34.15	98.35	97.63	64.2	63.48	1.134
4	37.46	98.12	96.78	60.66	59.32	2.258
5	33.96	118.62	117.38	84.66	83.42	1.486
					เฉลี่ย	1.828

ตาราง ค9 คำนวณค่าความชื้น MC hoe type ระยะ 32 cm

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก กรัม					%MC dry basis
	ภาชนะ	ภาชนะและดินก่อนอบ	ภาชนะและดินหลังอบ	ดินก่อนอบ W	ดินหลังอบ Ws	
1	44.7	142.63	139.49	97.93	94.79	3.312
2	33.93	139.64	136.79	95.71	102.86	2.77
3	34.14	133.03	130.08	98.89	95.94	3.074
4	34	132.04	129.34	98.04	95.34	2.832
5	33.04	131.1	127.85	98.06	94.81	3.427
		ค่า Mean mas diameter MMD			เฉลี่ย	3.083

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค10 คำนวณค่าความชื้น shovel type ระยะ 32 cm

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก กรัม					%MC dry basis
	ภาชนะ	ภาชนะและดินก่อนอบ	ภาชนะและดินหลังอบ	ดินก่อนอบ W	ดินหลังอบ Ws	
1	24.36	130.17	128.31	105.81	103.95	1.79
2	28.28	145.35	142.68	117.07	114.4	2.33
3	28.72	148.06	144.72	119.34	116	2.59
4	24.46	130.2	127.72	105.74	103.26	2.02
5	29.45	133.69	131.62	104.24	102.17	2.03
			ค่า Mean mas diameter MMD		เฉลี่ย	2.152

ตาราง ค11คำนวณค่าความชื้น shovel type ระยะ 17cm

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก กรัม					%MC dry basis
	ภาชนะ	ภาชนะและดินก่อนอบ	ภาชนะและดินหลังอบ	ดินก่อนอบ W	ดินหลังอบ Ws	
1	43.23	187.29	156.1	144.06	112.87	27.63
2	33.56	162.39	137.71	128.83	104.15	23.69
3	34.15	171.17	169.96	137.02	135.54	1.09
4	33.65	173.1	139.66	139.45	106.21	31.29
5	33.1	178.32	136.55	145.22	103.45	40.37
			ค่า Mean mas diameter MMD		เฉลี่ย	24.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค12 คำนวณค่าความชื้น shovel type ระยะ 22 cm

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก กรัม					%MC dry basis
	ภาชนะ	ภาชนะและดินก่อนอบ	ภาชนะและดินหลังอบ	ดินก่อนอบ W	ดินหลังอบ Ws	
1	43.23	150.63	147.32	107.4	104.09	3.18
2	33.56	152.64	149.35	119.08	115.79	2.84
3	34.15	132.51	128.95	98.36	94.8	3.76
4	33.65	149.53	145.68	115.88	112.03	3.44
5	33.1	164.32	160.86	131.22	127.76	2.71
			ค่า Mean mas diameter MMD		เฉลี่ย	3.18

ตาราง ค13 คำนวณค่าความชื้น shovel type ระยะ 27 cm

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก กรัม					%MC dry basis
	ภาชนะ	ภาชนะและดินก่อนอบ	ภาชนะและดินหลังอบ	ดินก่อนอบ W	ดินหลังอบ Ws	
1	29.84	111.48	109.29	81.64	79.45	2.58
2	36.47	114.52	112.81	78.05	76.34	2.19
3	39.15	116.1	115.1	76.95	75.95	1.29
4	27.74	129.97	128.11	102.23	111.37	1.82
5	39.76	116.81	114.97	77.05	75.21	2.39
			ค่า Mean mas diameter MMD		เฉลี่ย	2.054

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ค่า Mean mass diameter MMD

ตาราง ค14 ค่า Mean mas diameter MMD shoe type ระยะห่าง 32cm

ขนาดรูตระแกรงmm.	ขนาดเม็ดดินเฉลี่ย	น้ำหนัก kg										
		ตระแกรง	ดิน+ตระแกรง					ดิน				
6	3	0.99	1.08	1.04	1.08	1.09	1.1	0.09	0.05	0.09	0.01	0.11
10	8	0.9	1.01	1	1.08	1.09	1.06	0.11	0.1	0.18	0.19	0.16
13	11.5	0.99	1.09	1.14	1.21	1.11	1.11	0.1	0.15	0.22	0.12	0.12
19	16	1	1.19	1.21	1.39	1.22	1.32	0.19	0.21	0.33	0.22	0.32
25	22	0.9	1.27	1.41	1.42	1.35	1.36	0.37	0.51	0.52	0.45	0.46
38	31.5	0.94	1.31	1.22	1.17	1.28	1.21	0.37	0.28	0.23	0.34	0.27
50	44	0.9	1.2	1.13	1.1	1.19	1.11	0.3	0.23	0.2	0.29	0.21
75	62.5	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88					
	N											
		ค่า Mean mas diameter MMD						38.33	36.2	37.01	39.82	35.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค15 ค่า Mean mas diameter MMD hoe type ระยะ 32 cm

ขนาดรูตระแกรง mm.	ขนาดเม็ดดินเฉลี่ย	น้ำหนัก kg										
		ตระแกรง	ดิน+ตระแกรง					ดิน				
6	3	0.99	1	1	1	1	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10	8	0.9	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
13	11.5	0.99	1	1.5	1	1	1	0.01	0.51	0.01	0.01	0.01
19	16	1	1.1	1.3	1.1	1.1	1.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1
25	22	0.9	1.2	1.4	1.3	1	1.15	0.3	0.5	0.4	0.1	0.25
38	31.5	0.94	1.6	1.2	1.4	1.15	1.6	0.66	0.26	0.46	0.21	0.66
50	44	0.9			1.1	1.7	1.1			0.19	0.8	0.2
75	62.5	0.88										
	N											
ค่า Mean mas diameter MMD								29.53	30.28	33.79	46.16	37.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค16 ค่า Mean mas diameter MMD shovel type ระยะ32cm

ขนาดรูตระแกรง mm.	ขนาดเม็ดดินเฉลี่ย	น้ำหนัก kg										
		ตระแกรง	ดิน+ตระแกรง					ดิน				
6	3	1.1	1.23	1.12	1.13	1.12	1.12	0.13	0.02	0.03	0.02	0.02
10	8	0.99	1.2	1.1	1.1	1.05	1.1	0.21	0.11	0.11	0.06	0.11
13	11.5	0.9	1.05	1	1.1	1	1	0.15	0.1	0.2	0.1	0.1
19	16	0.99	1.2	1.1	1.25	1.15	1.1	0.21	0.11	0.26	0.16	0.11
25	22	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.15	0.2	0.2	0.2	0.2	0.15
38	31.5	0.9	1	1.1	1.1	1.1	1.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3
50	44	0.94		1.2		1.05	1.15		0.26		0.11	0.21
75	62.5	0.9				1.05					0.15	
	N											
		ค่า Mean mas diameter MMD						14.70	25.99	18.13	19.79	25.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค 17 ค่า Mean mas diameter MMD shovel type ระยะ 17cm

ขนาดรู ตระแกรง mm.	ขนาดเม็ดดินเฉลี่ย	น้ำหนัก kg										
		ตระแกรง	ดิน+ตระแกรง					ดิน				
6	3	0.99	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
10	8	0.9	1.1	1.1	1	1	1.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
13	11.5	0.99	1.1	1	1	1	1	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01
19	16	1	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
25	22	0.9	1.5	1.6	1.4	1.5	1.4	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5
38	31.5	0.94	1.2	1.2	1.4	1.3	1.4	0.26	0.26	0.46	0.36	0.46
50	44	0.9	1.1	1.1	1.2	1	1.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2
75	62.5	0.88										
	N											
		ค่า Mean mas diameter MMD						38.49	37.93	43.44	33.69	39.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค18 ค่า Mean mas diameter MMD shovel type ระยะ 22cm

ขนาดรู ตระแกรง mm.	ขนาดเม็ดดินเฉลี่ย	น้ำหนัก kg										
		ตระแกรง	ดิน+ตระแกรง					ดิน				
6	3	0.99	1	1	1	1	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10	8	0.9	0.98	0.95	0.95	0.98	0.98	0.08	0.05	0.05	0.08	0.08
13	11.5	0.99	1.1	1.4	1.2	1	1.3	0.11	0.41	0.21	0.01	0.31
19	16	1	1.2	1.4	1.1	1.2	1.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2
25	22	0.9	1.4	1.5	1.6	1	1.2	0.5	0.6	0.7	0.1	0.3
38	31.5	0.94	1.5	1.1	1.5	1.3	1.7	0.56	0.16	0.56	0.36	0.76
50	44	0.9				1.6	1.3				0.7	0.4
75	62.5	0.88										
	N											
ค่า Mean mas diameter MMD								33.78	29.79	37.49	48.33	55.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค 19ค่า Mean mas diameter MMD shovel type ระยะ 27cm

ขนาดรูตระแกรงmm.	ขนาดเม็ดดินเฉลี่ย	น้ำหนัก kg										
		ตระแกรง	ดิน+ตระแกรง					ดิน				
6	3	0.99	1.19	1.5	1.17	1.02	1.01	0.2	0.51	0.18	0.03	0.02
10	8	0.9	1.17	1.1	1.05	1.02	1.02	0.27	0.2	0.15	0.12	0.12
13	11.5	0.99	1.08	1.05	1	1	1	0.09	0.06	0.01	0.01	0.01
19	16	1	1.2	1.3	1.1	1.05	1.05	0.2	0.3	0.1	0.05	0.05
25	22	0.9	1.04	1.2	1.4	1.25	1.25	0.14	0.3	0.5	0.35	0.35
38	31.5	0.94	1.05	1.1	1.1	1.3	1.3	0.11	0.16	0.16	0.36	0.36
50	44	0.9	1.1	1.15	1.1	1.3	1.3	0.2	0.25	0.2	0.4	0.4
75	62.5	0.88										
	N											
		ค่า Mean mas diameter MMD						22.34	31.26	28.3	38.61	38.575

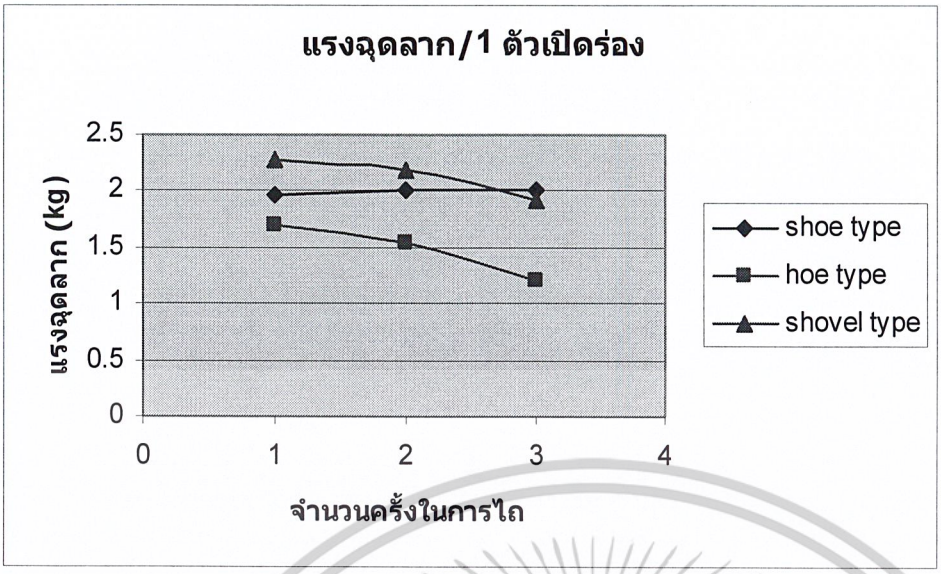
7.สรุปผลการทดสอบแรงฉุดลากในแปลงภาควิชา

ค่าเฉลี่ย แรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ shoe type, hoe type และ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 32 cm โดยทำการเตรียมดินด้วยการไถ 3 แบบ ในแต่ละแปลงโดยไถ 1 ครั้ง 2 ครั้ง และ 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้

ตารางที่ ค 20 แรงเฉลี่ย/ ตัวเปิดร่อง

แรงเฉลี่ย/ ตัวเปิดร่อง			
จำนวนครั้งในการไถ	shoe type	hoe type	shovel type
1	1.967	1.702	2.284
2	1.998	1.531	2.184
3	2.012	1.202	1.927
เฉลี่ย	1.992	1.478	2.132
% slip	4.577	4.963	3.376

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค3 กราฟแรงฉุดลาก/ตัวเปิดร่อง

จากการทดสอบแรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่อง 3 แบบ และการเตรียมดิน 3 แบบ พบว่าตัวเปิดร่องแบบ hoe type มีค่าแรงฉุดลากน้อยที่สุดและการเตรียมดิน 3 แบบ พบว่าที่การเตรียมดินโดยการไถ 3 ครั้งมีค่าน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย แรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่อง แบบ shovel type ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ความลึกทำงาน 2 cm ระยะห่างของตัวเปิดร่อง 17 cm, 22 cm, 27 cm และ 32 cm โดยทำการเตรียมดินด้วยการไถ 3 แบบ ในแต่ละแปลงโดยไถ 1 ครั้ง 2 ครั้ง และ 3 ครั้ง ได้ผลดังนี้

ตารางที่ ค21 แรงเฉลี่ย(kgf)/ ตัวเปิดร่อง

แรงเฉลี่ย(kgf)/ ตัวเปิดร่อง				
จำนวนครั้งในการไถ	17cm	22cm	27cm	32cm
1	2.735	1.667	2.616	2.284
2	2.877	2.431	2.241	2.184
3	2.763	1.967	1.959	1.927
เฉลี่ย	2.791	2.022	2.272	2.132
% slip	6.793	8.597	6.793	3.376

จากการทดสอบแรงฉุดลาก ของตัวเปิดร่องแบบ shovel type ระยะห่างตัวเปิดร่อง 4 ระยะ และการเตรียมดิน 3 แบบ พบว่าระยะห่างที่ 22cm มีค่าแรงฉุดลากน้อยที่สุดและการเตรียมดิน 3 แบบ พบว่าที่การเตรียมดินโดยการไถ 3 ครั้งมีแนวโน้มค่าแรงฉุดลากน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ที่เลือกตัวเปิดร่องแบบ shovel type มาทำการทดสอบที่ระยะห่าง 4 ค่า นั้นเนื่องจาก การทดสอบในรางทรายค่า Performance Index ของตัวเปิดร่องแบบ shovel typeมีค่าสูงสุด และแรงฉุดลากเมื่อเทียบต่อ 1 ตัวเปิดร่องมีค่าไม่ต่างกันมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอแสดงความขอบคุณ อาจารย์ จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ อาจารย์ สัญลักษณ์ กิ่งทอง และ อาจารย์ ปรีชานันท์ ศรีแก้ว ซึ่งเป็นคณะอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้การสนับสนุนค่อยให้คำปรึกษาสั่งสอนและแนะนำแนวทางในการทำงานให้ลุลวงไปด้วยดี ขอขอบคุณ พี่อ๊อด ที่ค่อยช่วยเตรียมพื้นที่ก่อนทำการทดลอง และ ชยันต์ คอยให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบคุณบรรดาเพื่อนๆ 3 kn และ 4 k ที่สละเวลามาช่วยในการเตรียมรางทรายเพื่อใช้ในการทดสอบและช่วยเก็บขอมูลในการทดสอบ

ท้ายสุดขอขอบคุณ พ่อ แม่ ที่ท่านทำให้เราเป็นคนดีและได้ให้โอการในการศึกษาจนมาถึงทุกวันนี้ และคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้สอนสั่งมาทำให้เรามีวันนี้

จาก คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. เกสร จันทร์กระโทก และคณะ. 2542 . “เครื่องปลูกกระเทียม” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตบันฑิตภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

2.กัมปนาท วิเศษอุดมศักดิ์ และคณะ. 2543. “การพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียม” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบันฑิตภาควิชาวิศวกรรมเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

3.สมชัย ประดิษฐ์สุวรรณ และคณะ. 2546. “การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมติดตั้งรถไถเดินตาม ขนาด 5 แรงม้า” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบันฑิตภาควิชาวิศวกรรมเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

4.จรัสชัย เย็นพยับ. 254. “การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมติดตั้งรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบันฑิตภาควิชาวิศวกรรมเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้