

รายงานผลการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2563

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ภาคตะวันออก
2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกระชับเชิงการค้า
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : วิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Research and development compact planters for producing young plants
4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	นายอนุสรณ์ สุวรรณเวียง	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
ผู้ร่วมงาน	นายพุทธธินันท์ จารุวัฒน์	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายธนาวัฒน์ ทิพย์ชิต	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายยุทธ ทนโม๊ะ	สังกัด	ศูนย์วิจัยและพัฒนากาเกษตรเขตที่ 6
5. บทคัดย่อ

วิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน สามารถช่วยลดการใช้แรงงานคน ลดเวลาการทำงาน และเพิ่มกำลังการผลิตในปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน เครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อนขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 1.8 เมตร ประกอบด้วยชุดหลัก 3 ชุดคือ ชุดโรยดิน ชุดโรยเมล็ดและชุดโรยดิน ที่มีมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลังหลัก โดยเครื่องปลูกกระชับจะมีขั้นตอนการทำงานตั้งแต่โรยดิน รดน้ำ โรยเมล็ดที่ความเร็วรอบ 5.96 รอบต่อนาที กดเมล็ดให้จมดิน โรยทราย ปาดทรายให้เสมอ เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงาน 92 ถาดต่อชั่วโมง มากกว่าการใช้แรงงานคนปลูกประมาณ 13 เท่า(แรงงาน ประมาณ 9 นาทีต่อถาด ,เครื่องต้นแบบ 39 วินาทีต่อถาด) มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 1.54 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ใช้แรงงานประจำเครื่อง 1 คน และผลการวิเคราะห์ต้นทุนและจุดคุ้มทุนของการใช้งานเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อนที่คำนวณโดยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม พบว่าต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน 5.30 บาทต่อกิโลกรัม มีจุดคุ้มทุนการใช้เครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน 123 กิโลกรัมต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 0.24 ปี

วิธีดำเนินการ

1. ทำการสำรวจเก็บข้อมูลและศึกษาทดสอบวิธีการปลูกกระชับในแปลงเพาะต้นอ่อน ศึกษาอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นโดยร่วมมือกับเกษตรกรเพื่อให้ได้ข้อมูลมาวิเคราะห์แก้ปัญหา
2. ออกแบบและสร้างเครื่องปลูกต้นแบบ ศึกษาปัจจัยต่างๆของอุปกรณ์เครื่องที่มีผลต่อปริมาณการผลิต เช่น ความหนาของดินกลบที่ยอมรับได้
3. ทดสอบเครื่องต้นแบบเบื้องต้น ปรับปรุงแก้ไข เก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องที่เหมาะสม เช่น ปริมาณการหยอดเมล็ด (เมล็ด/บล็อก) ความสามารถในการทำงานของเครื่อง (กิโลกรัม/ชั่วโมง) การงอกของเมล็ด (%) การใช้พลังงานไฟฟ้าต้นกำลัง (กิโลกรัม/ชั่วโมง) เป็นต้น
4. นำเครื่องต้นแบบไปทดสอบเก็บข้อมูลจริงในพื้นที่เกษตรกร
5. ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการปลูกแบบเกษตรกรและการใช้เครื่องต้นแบบ วิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม
6. จัดทำรายงานผลการวิจัยและเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมาย

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2561 – ระยะเวลาสิ้นสุด กันยายน 2563

สถานที่ดำเนินการ

- ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ต.พลับพลา อ.เมือง จ.จันทบุรี
- บ้านทะเลน้อย อ.แกลง จ.ระยอง
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรระยอง

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ทำการสำรวจเก็บข้อมูลและศึกษาทดสอบวิธีการปลูกกระชับในแปลงเพาะต้นอ่อน ศึกษาอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นโดยร่วมมือกับเกษตรกรเพื่อให้ได้ข้อมูลมาวิเคราะห์แก้ปัญหา

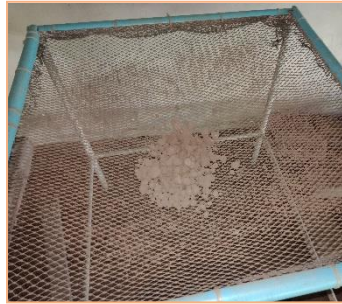
ขั้นตอนการปลูกต้นอ่อนกระชับ ขนาดแปลงปลูก 1.5 ม. x 1.1 ม.

1. นำดินนาที่เตรียมไว้ทำให้ดินซุยใส่ตะแกรงตาข่ายขนาดช่อง 2 เซนติเมตรร่อนดินลงแปลงปลูกและเกลี่ยดินให้เสมอมีความหนาประมาณ 1 นิ้ว
2. ล้างเมล็ดกระชับที่ผ่านขบวนการแช่น้ำมาแล้วอย่างน้อย 2 เดือน (ใช้เมล็ดกระชับประมาณ 8-9 กิโลกรัม)
3. นำเทเมล็ดใส่ตะแกรงโรยเมล็ด ใช้มือเกลี่ยเมล็ดบนตะแกรงให้เมล็ดผ่านตะแกรงลงแปลงปลูกที่เตรียมดินไว้จนทั่วแปลงปลูกแล้วนำตะแกรงโรยเมล็ดออก จากนั้นทำการเรียงเมล็ดซ่อมช่องว่างเพื่อให้เมล็ดชิดกันมากที่สุด
4. ใช้ไม้แผ่นเรียบตีกดเมล็ดให้เสมอกัน
5. รดน้ำในแปลงปลูกให้ทั่วใช้น้ำประมาณ 3.5 ลิตร

6. ใช้ไม้แผ่นเรียบตีกดเมล็ดให้จมเสมอดินปลูก
7. โรยทรายแม่น้ำหยาบลงในแปลงปลูกหนา 1 เซ็นติเมตร
8. กรณีไม่ใช่ฤดูฝนจะใช้ถุงพลาสติกคลุมผิวหน้าแปลงปลูก
9. หลังจากปลูก 4 วัน นำถุงพลาสติกคลุมผิวหน้าแปลงปลูกออก รดน้ำด้วยบัวรดน้ำปริมาณประมาณ 14 ลิตร
10. หลังจากปลูก 5-6 วัน เก็บเปลือกเมล็ดที่ติดใบออก
11. หลังจากปลูก 8 วัน หยอดน้ำประมาณ 4 ลิตรด้วยกาน้ำใช้มือแหวกใบกระชับไม่ให้โดนน้ำ หยอดน้ำทั่วแปลงปลูก
12. หลังจากปลูก 9 วัน เก็บเกี่ยวต้นอ่อนนกระชับ



ภาพที่ 1. ดินนา



ภาพที่ 2. ตาข่ายร่อนดิน



ภาพที่ 3. เตรียมดินแปลงปลูกหนา 1 นิ้ว



ภาพที่ 4. เมล็ดแช่น้ำแล้วอย่างน้อย 2 เดือน



ภาพที่ 5. ตะแกรงโรยเมล็ด



ภาพที่ 6. ไม้แผ่นเรียบตีกดเมล็ดให้เสมอ



ภาพที่ 7. ไม้ตีกดเมล็ดให้เสมอดินปลูก



ภาพที่ 8. โรยทรายหนา 1 ซม.



ภาพที่ 9. หลังปลูก 3 วัน



ภาพที่ 10. หลังจากปลูก 5-6 วัน เก็บเปลือกเมล็ดที่ติดใบออก



ภาพที่ 11. หลังจากปลูก 8 วัน หยอดน้ำด้วยกาน้ำ

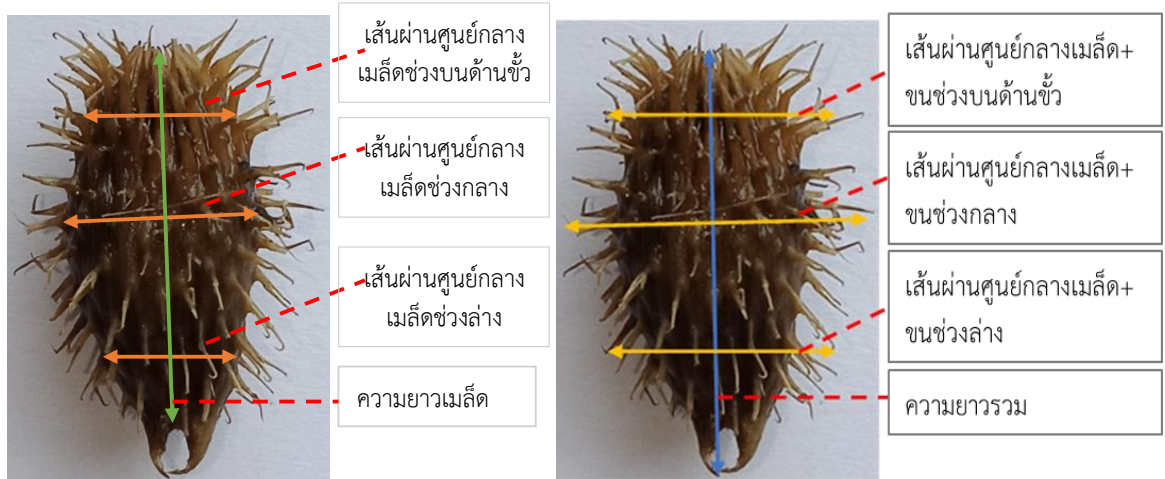


ภาพที่ 12. หลังจากปลูก 9 วัน เก็บเกี่ยวต้นอ่อนกระชับ

ดำเนินการเก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อมแปลงปลูกต้นอ่อนแปลงเกษตรกร พบว่ามีอุณหภูมิ 19.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 55% ความชื้นดินและทรายก่อนปลูกแสดงไว้ในตารางที่ 1 ขนาดเฉลี่ยของเมล็ดกระชับแสดงไว้ในตารางที่ 2 และรายละเอียดข้อมูลขนาดของเมล็ดกระชับแสดงไว้ในภาคผนวก ค.

ตารางที่ 1 ความชื้นดินทรายแปลงปลูกต้นอ่อนกระชาย

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ความชื้น
<u>ดินก่อนปลูก</u>			
1	236.00	203.94	13.60
2	199.00	164.89	17.10
3	283.50	250.62	11.60
เฉลี่ย	239.50	206.48	14.10
<u>ทรายหยาบก่อนปลูก</u>			
1	200.00	195.02	2.50
2	263.50	257.55	2.30
3	287.00	280.25	2.40
เฉลี่ย	250.20	244.27	2.40



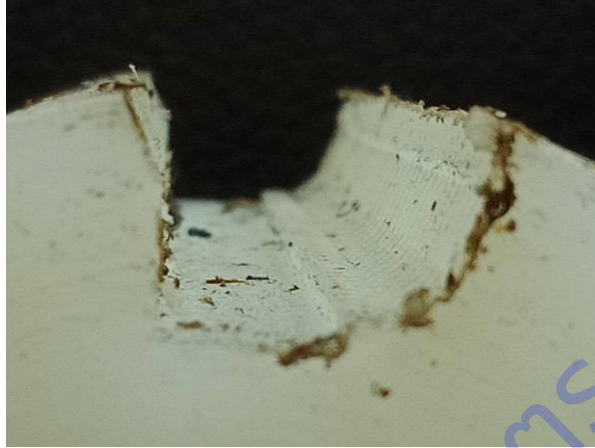
ภาพที่ 13. การวัดขนาดเมล็ดกระซับ

ตารางที่ 2 ข้อมูลขนาดของเมล็ดกระซับ

ตัวอย่าง ที่	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ดช่วง บนด้าน หัว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ดช่วง กลาง (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ดช่วง ล่าง (มม.)	ความ ยาว เมล็ด (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ด+ ขนช่วง บนด้าน หัว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ด+ ขนช่วง กลาง (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ด+ ขนช่วง ล่าง (มม.)	ความ ยาวรวม (มม.)
ค่าเฉลี่ย	6.3	7.9	6.0	16.0	10.5	12.4	8.7	18.5

2. ออกแบบและสร้างเครื่องปลูกต้นแบบ ศึกษาปัจจัยต่างๆของอุปกรณ์เครื่องที่มีผลต่อปริมาณการผลิต เช่น ความหนาของดินกลบที่ยอมรับได้ และดำเนินการสร้างอุปกรณ์ทดลองการโรยเมล็ดสำหรับการปลูกต้นอ่อนตามแนวคิดต้นแบบเบื้องต้นจำนวน 2 แนวคิดดังนี้

แนวคิดที่ 1 เป็นลูกกลิ้งทรงกระบอกเซาะร่องกว้าง 15 มิลลิเมตร ลึก 10 มิลลิเมตรและยาวตลอดความยาวลูกกลิ้งคล้ายกับเครื่องหยอดปุ๋ยเคมี 1 ลูก หลักการทำงานลูกกลิ้งจะหมุนตักเมล็ดด้านบนลงด้านล่างตามช่องที่เซาะร่องไว้ (ภาพที่ 14 และ 15)



ภาพที่ 14 การเซาะร่องลูกกลิ้ง

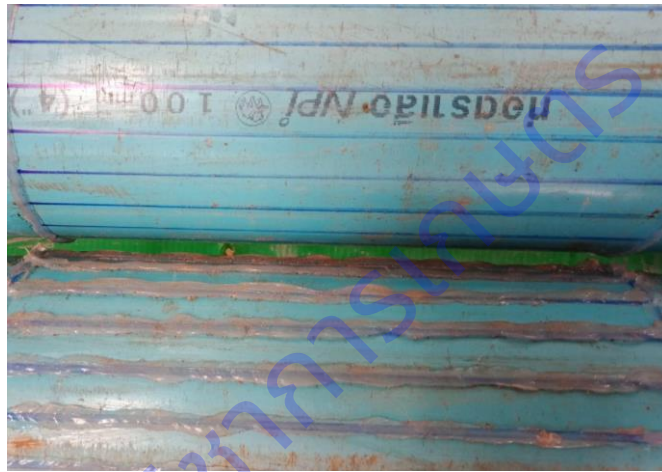


ภาพที่ 15 ประกอบลูกกลิ้งกับชุดโครงสร้างเพื่อทดลองการทำงานเบื้องต้น

แนวคิดที่ 2 เป็นลูกกลิ้งทรงกระบอก 2 ลูก ลูกที่ 1 ทำร่องยาวคล้ายกับฟันเฟือง และลูกที่ 2 เป็นลูกกลิ้งทรงกระบอกเรียบ หลักการทำงานลูกกลิ้งจะวางห่างกันระยะเท่ากับขนาดความโตเมล็ดกระซับประมาณ 15 มิลลิเมตร โดยลูกกลิ้งหมุนเข้าหากันเมื่อทำการโรยเมล็ดลงด้านล่าง (ภาพที่ 16 และ 17)



ภาพที่ 16 ประกอบและติดตั้งลูกกลิ้ง 2 ลูก



ภาพที่ 17 ทำร่องคล้ายฟันเพื่อช่วยในการโรยเมล็ดได้ดีขึ้น

ทำการทดสอบอุปกรณ์โรยเมล็ดทั้ง 2 แนวคิดเพื่อหาความเป็นไปได้ในการโรยเมล็ดกระชับได้สม่ำเสมอที่สุดจากการทดสอบทำให้ทราบว่าแนวคิดที่ 2 มีร่องฟันเพื่อโรยเมล็ดกระชับได้สม่ำเสมอกว่าแนวคิดที่ 1 แบบลูกกลิ้งหยอดปุ๋ย เนื่องจากแนวคิดที่ 1 เมล็ดกระชับไม่ค่อยลงเข้าร่องที่เขาะและบางเมล็ดติดอยู่ในร่องเขาะไม่ตกลงด้านล่างอุปกรณ์ หลังจากการเลือกแนวคิดที่ 2 จึงดำเนินการสร้างชุดลำเลียงสภาพะต้นอ่อนขนาด 30x60x3.5 เซ็นติเมตร(ภาพที่ 18-20) ชุดอุปกรณ์โรยดินปลูกลงสภาพะ(ภาพที่ 21-23)และประกอบชุดอุปกรณ์รวมกันทั้งหมด โดยเรียงชุดอุปกรณ์ตามลำดับคือ โรยดิน โรยเมล็ดกระชับและโรยทราย (ภาพที่ 24)



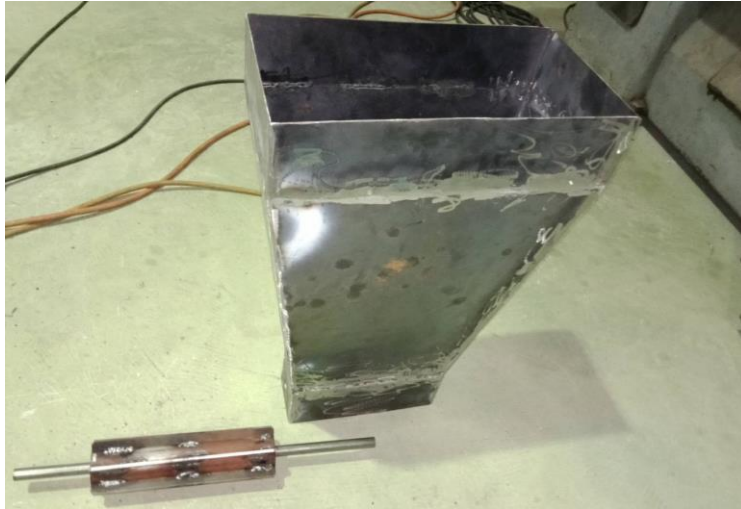
ภาพที่ 18 ถาดใช้สำหรับเพาะต้นอ่อนกระชับ



ภาพที่ 19 ชุดลำเลียงถาดเพาะต้นอ่อน



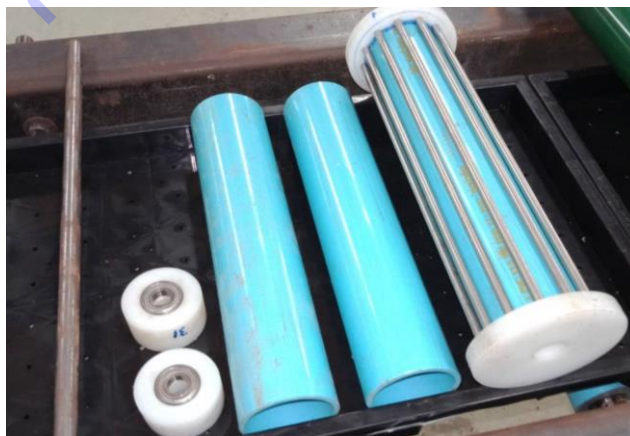
ภาพที่ 20 ลูกกลิ้งรับสายพานลำเลียงถาดเพาะต้นอ่อน



ภาพที่ 21 ลูกกลิ้งโรยดินและถังใส่ดินสำหรับเพาะต้นอ่อนกระชับ



ภาพที่ 22 สายพานลำเลียงดินลงถาด



ภาพที่ 23 ชิ้นส่วนชุดอุปกรณ์โรยเมล็ดกระชับ



ภาพที่ 24 ชุดอุปกรณ์โรยเมล็ดกระชับ

3. ทดสอบเครื่องต้นแบบเบื้องต้น ปรับปรุงแก้ไข เก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องที่เหมาะสม เช่น ปริมาณการหยอดเมล็ด (เมล็ด/บล็อก) ความสามารถในการทำงานของเครื่อง (กิโลกรัม/ชั่วโมง) การรอกของเมล็ด (%) การใช้พลังงานไฟฟ้าต้นกำลัง (กิโลกรัม/ชั่วโมง) เป็นต้น

ทำการทดลองโรยดิน โรยเมล็ดกระชับและโรยทรายของเครื่องปลูกต้นอ่อนกระชับเบื้องต้นเพื่อดูการทำงานของเครื่อง และปรับปรุงแก้ไขเครื่องให้สามารถโรยดินลงในถาดมีความหนาใกล้เคียง 25 มิลลิเมตร การโรยเมล็ดให้ชิดกันมากที่สุดและการโรยทรายให้มีความหนาใกล้เคียง 10 มิลลิเมตร ตามข้อมูลที่ได้เก็บขั้นตอนการปลูก



ต้นอ่อนกระชับของเกษตรกรก่อนจะนำไปทดสอบกับเกษตรกรหน้างานจริง (ภาพที่ 25-27)

ภาพที่ 25 ชุดโรยดินลงถาดความหนาใกล้เคียง 25 มิลลิเมตร

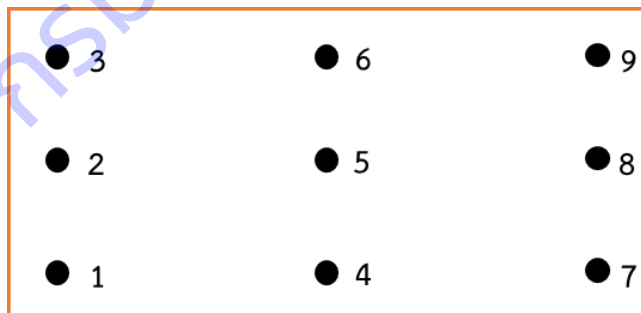


ภาพที่ 26 ชุดโรยเมล็ดกระดาษซับลงถาด



ภาพที่ 27 ชุดโรยทรายลงถาดความหนาใกล้เคียง 10 มิลลิเมตร

ทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมกับอุปกรณ์โรยดิน (ตารางที่ 3)



ตำแหน่งการวัดความหนาดิน

ตารางที่ 3 ข้อมูลเฉลี่ยความหนาดินที่ความเร็วรอบต่างๆ

อัตราทดมุมเฉลี่ย	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	ความหนาเฉลี่ย (มม.)
3.5"/5"	4.96	27.6
3.5"/6"	4.14	25.7
3.5"/7"	3.55	24.6

จากการทดสอบที่ความเร็วรอบ 3.55 รอบต่อนาทีที่มีความหนาของดิน 24.6 มิลลิเมตร ใกล้เคียงกับความหนาดินที่ต้องการ 25 มิลลิเมตร (ดินต้องผ่านตะแกรงคัดดินขนาด 4 x 4 มิลลิเมตร ความชื้นดินที่ใช้ไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์)

ทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมกับอุปกรณ์โรยเมล็ดกระชับ

ทดสอบเรียงเมล็ดกระชับด้วยคนลงในถาดเพาะขนาดกว้าง 30 ซม. ยาว 60 ซม. (ตารางที่ 4) และทดสอบการโรยเมล็ดกระชับด้วยชุดโรยเมล็ดกระชับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ทดสอบการเรียงเมล็ดกระชับด้วยคน

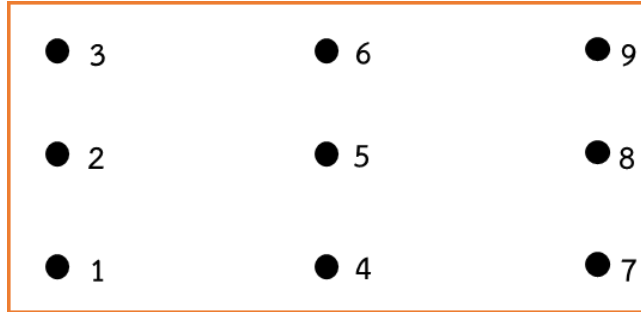
	ถาดที่ 1	ถาดที่ 2	ถาดที่ 3	ถาดที่ 4	ถาดที่ 5	ถาดที่ 6	ถาดที่ 7	ถาดที่ 8	ถาดที่ 9	ถาดที่ 10	เฉลี่ย
น้ำหนัก เมล็ดที่ใช้ ปลูก (กรัม)	600	550	550	550	600	550	550	550	550	600	565

ตารางที่ 5 ข้อมูลเฉลี่ยน้ำหนักการโรยเมล็ดกระชับที่ความเร็วรอบต่างๆ

อัตราทดมุมเฉลี่ย	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	เฉลี่ย (กรัม)
4"/3.5"	8.51	864.34
4"/5"	5.96	530.84
4"/6"	4.37	421.23

จากการทดสอบที่ความเร็วรอบ 5.96 รอบต่อนาทีมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 530.84 กรัม ใกล้เคียงกับน้ำหนักเมล็ดกระชับที่เรียงด้วยคนเฉลี่ย 565 กรัม

ทดสอบหาความเร็วรอบที่ใกล้เคียงความหนาทราย 10 มิลลิเมตรกับอุปกรณ์โรยทราย (ตารางที่ 6)



ตำแหน่งการวัดความหนาทราย

ตารางที่ 6 ข้อมูลเฉลี่ยความหนาทรายความเร็วรอบต่างๆ

อัตราทดมุมเกลียว	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	ความหนาเฉลี่ย (มม.)
3"/6"	2.13	9.9
2.5"/3.5"	3.04	10.3
3"/4"	3.19	10.4
3"/3.5"	3.65	12.4
3.5"/4"	3.72	11.5
3.5"/3.5"	4.26	12.8
3.5"/3"	4.97	15.4

จากการทดสอบที่ความเร็วรอบ 2.13 รอบต่อนาทีที่มีความหนาของทราย 9.9 มิลลิเมตร ใกล้เคียงกับความหนาทรายที่ต้องการ 10 มิลลิเมตร (ทรายต้องผ่านตะแกรงคัดดินขนาด 4 x 4 มิลลิเมตร ความชื้นทรายที่ใช้ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์)

สรุปผลการหาความเร็วของอุปกรณ์ต่างๆของเครื่องปลูกการขับสำหรับผลิตต้นอ่อนคือ ชุดโรยดินเลือกใช้ความเร็วรอบ 3.55 รอบต่อนาที ชุดโรยเมล็ดกระชับเลือกใช้ความเร็วรอบ 5.96 รอบต่อนาที และชุดโรยทรายเลือกใช้ความเร็วรอบ 2.13 รอบต่อนาที

4. นำเครื่องต้นแบบไปทดสอบเก็บข้อมูลจริงที่พื้นที่เกษตรกร

ทดสอบและเก็บข้อมูลของเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อนกับเกษตรกรผู้ปลูกต้นอ่อนกระชับ (ภาพที่ 28-30) โดยมีความต้องการของแต่ละส่วนดังนี้



ภาพที่ 28 ทดสอบปลูกกระชับด้วยเครื่องปลูก(โรยดินและรดน้ำ)



ภาพที่ 29 ทดสอบปลูกกระชับด้วยเครื่องปลูก(โรยเมล็ด กดเมล็ดและโรยทราย)



ภาพที่ 30 ภาตกระชับที่ผ่านการปลูกด้วยเครื่องต้นแบบ

ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพและปริมาณผลผลิตด้วยวิธีเดิมคือการใช้แรงงานคนปลูกกับวิธีใช้เครื่องต้นแบบ และวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ดำเนินการทดสอบการปลูกต้นอ่อนกระชับลงในภาตปลูกขนาด 30 x 60 x 3.5 เซนติเมตรทั้ง 2 แบบคือ

1) แรงงานคน 2) เครื่องปลูกต้นอ่อนกระชับ

1) แรงงานคน

ดำเนินการปลูกลงในภาตปลูกเริ่มขึ้นตอนตั้งแต่ โรยดิน รดน้ำ โรยเมล็ด กดเมล็ดให้จมดินปลูก และโรยทราย จำนวนทั้งหมด 10 ภาตแล้ว โดยให้เกษตรกรดูแลการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกระชับจนถึงครบวันเก็บเกี่ยว (9 วัน) ได้ข้อมูลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ข้อมูลการปลูกต้นอ่อนกระชับด้วยแรงงานคน

ภาตที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ความสูงต้นอ่อน(มม.)	161	176	153	159	146	154	166	134	150	140	154
เส้นผ่านศูนย์กลางต้นอ่อน (มม.)	1.8	2.0	1.9	1.9	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9
น้ำหนักเมล็ดก่อนปลูก (กก.)	600	550	550	550	600	550	550	550	550	600	565
ผลผลิตต้นอ่อนรวม (กรัม)	768	732	692	687	710	742	741	727	714	754	727
เวลาที่ใช้ (วินาที)	579	623	516	478	634	632	462	498	492	500	541



ภาพที่ 31 การปลูกกระชับลงในถาดขนาด 30 x 60 x 3.5 ซม.



ภาพที่ 32 หลังจากคนปลูกกระชับ 9 วัน

ภาพที่ 33 เก็บผลผลิตต้นอ่อนกระชับครบ 9 วัน

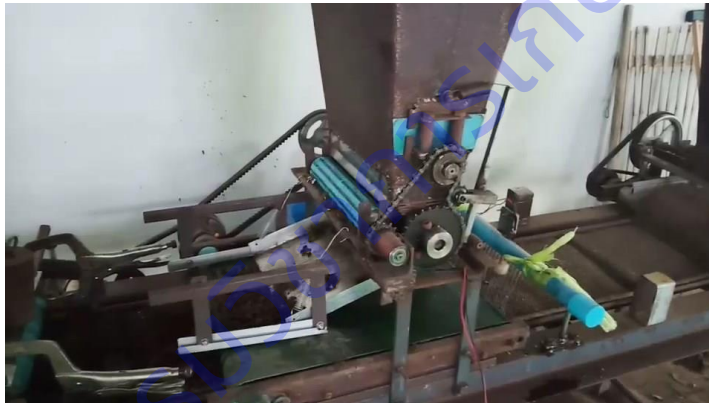
จากทดสอบพบว่า การปลูกด้วยแรงงานคน ลักษณะลำต้นของต้นอ่อนกระชับจะตั้งตรง เนื่องจากมีการเรียงเมล็ดที่ชิดกันมาก จะดูได้จากน้ำหนักเมล็ดที่ปลูกอยู่ระหว่าง 550–600 กรัมต่อถาด ผลผลิตที่ได้คือเมล็ด 1 กิโลกรัม ได้ต้นอ่อน 1.29 กิโลกรัม (น้ำหนักเฉลี่ยต้นอ่อน 727 กรัม/น้ำหนักเฉลี่ยเมล็ด 565 กรัม) และเวลาที่ใช้ปลูกลงถาดเฉลี่ย 9 นาที/ถาด

2) เครื่องปลูกต้นอ่อนกระชับ

ดำเนินการปลูกด้วยเครื่องปลูกกระชับต้นอ่อนลงในถาดปลูกเริ่มขั้นตอนตั้งแต่ โรยดิน รดน้ำ โรยเมล็ด กดเมล็ดให้จมดินปลูก และโรยทราย จำนวนทั้งหมด 10 ถาดต่อเนื่อง โดยให้เกษตรกรดูแลการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกระชับจนถึงครบวันเก็บเกี่ยว(9 วัน) ได้ข้อมูลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ข้อมูลการปลูกต้นอ่อนกระชับด้วยเครื่องปลูกต้นอ่อนกระชับ

ภาคที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ความสูงต้นอ่อน(มม.)	162	156	168	164	159	165	167	172	169	180	166
เส้นผ่านศูนย์กลางต้นอ่อน (มม.)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0
น้ำหนักเมล็ดก่อนปลูก (กก.)	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540
ผลผลิตต้นอ่อนรวม (กรัม)	596	563	588	573	575	608	653	609	682	698	615
เวลาที่ใช้ (วินาที)	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39



ภาพที่ 34 การปลูกด้วยเครื่องปลูกต้นอ่อนกระชับ



ภาพที่ 35 หลังจากปลูกด้วยเครื่องปลูกต้นอ่อนกระชับ

ภาพที่ 36 หลังจากเครื่องปลูกกระชับ 9 วัน



ภาพที่ 37 เก็บผลผลิตต้นอ่อนกระชัครบ 9 วัน

จากทดสอบพบว่า การปลูกด้วยเครื่องปลูกกระชัสำหรับผลิตต้นอ่อนพบว่าบางตำแหน่งต้นอ่อนจะไม่ค่อยตั้งตรง จากมีการเรียงเมล็ดที่ไม่ค่อยชิดกันและมีบางจุดเมล็ดซ้อนกันเนื่องจากปัญหาการกดของลูกกลิ้งกดเมล็ดให้จมดินปลูกได้ไม่ลึกพอ การใช้เมล็ดปลูกเฉลี่ย 540 กรัมต่อภาค ผลผลิตที่ได้คือเมล็ด 1 กิโลกรัมได้ต้นอ่อน 1.14 กิโลกรัม (น้ำหนักเฉลี่ยต้นอ่อน 615 กรัม/น้ำหนักเฉลี่ยเมล็ด 540 กรัม) และเวลาที่ใช้ปลูกภาคเฉลี่ย 39 วินาที/ภาค

ทำการเปรียบเทียบคุณภาพและปริมาณผลผลิตด้วยวิธีเดิมคือการใช้แรงงานคนปลูกกับวิธีใช้เครื่องต้นแบบ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ข้อมูลเปรียบเทียบวิธีปลูกด้วยคนกับปลูกด้วยเครื่องปลูกกระชัสำหรับผลิตต้นอ่อน

วิธีการ	ความสูง ต้นอ่อน (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ต้นอ่อน (มม.)	น้ำหนัก เมล็ดที่ ปลูก (กรัม)	ผลผลิตต้น อ่อนรวม (กรัม)	สัดส่วน ผลผลิต/ เมล็ดปลูก	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ปริมาณ การใช้ ไฟฟ้า (กิโลวัตต์)
คน	154	1.9	565	727	1.29	541	-
เครื่อง	166	2.0	540	615	1.14	39	1.54

จากตารางที่ 9 พบว่าความสูงเฉลี่ย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นอ่อนเฉลี่ยและสัดส่วนผลผลิตต่อเมล็ดปลูกใกล้เคียงกัน ที่แตกต่างกันอย่างมากจะเป็นเวลาที่ใช้ในการปลูก วิธีการปลูกด้วยแรงงานคนใช้เวลาประมาณ 9

นาที่ต่อถาด ส่วนเครื่องปลูกใช้เวลาปลูก 39 วินาทีต่อถาด ซึ่งการใช้เครื่องปลูกจะใช้เวลาน้อยกว่าแรงงานคนปลูกประมาณ 13 เท่า

จากผลการเปรียบเทียบระหว่างการใช้แรงงานคนกับการใช้เครื่องต้นแบบ พบว่า เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงานมากกว่าการใช้แรงงานคนปลูกประมาณ 13 เท่า(แรงงาน ประมาณ 9 นาทีต่อถาด , เครื่องต้นแบบ 39 วินาทีต่อถาด) ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเครื่องต้นแบบประมาณ 1.54 กิโลวัตต์ ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและจุดคุ้มทุนของการใช้งานเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อนที่คำนวณโดยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม พบว่า ต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน 5.30 บาทต่อกิโลกรัม และมีจุดคุ้มทุนการใช้เครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน 123 กิโลกรัมต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 0.24 ปี โดยแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ก.

5 จัดทำรายงานผลการวิจัยและเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมาย
เผยแพร่งานวิจัยที่งานพืชสวนก้าวหน้า ครั้งที่ 16 วันที่ 11-13 ธันวาคม 2563 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี (ภาพที่ 38)

พืชสวนก้าวหน้า Hortex 2020 ครั้งที่ 16

& Fruitpital Innovation Fair 2020

- ยุทธศาสตร์ทุเรียนไทยในสงครามทุเรียนโลก
- 5G กับการพัฒนาพืชสวนไทย
- นวัตกรรมเฉพาะปลูก กับ New Normal

11-13 ธันวาคม 2563

ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี




รูปที่ 38 เผยแพร่งานวิจัยงานพืชสวนก้าวหน้า ครั้งที่ 16 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อนที่ออกแบบและพัฒนาโดยศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ประกอบด้วยชุดหลัก 3 ชุดคือ ชุดโรยดิน ชุดโรยเมล็ดและชุดโรยดิน ที่มีมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลังหลัก โดยเครื่องปลูกกระชับจะมีขั้นตอนการทำงานตั้งแต่โรยดินที่ความเร็วรอบ 3.55 รอบต่อนาที รดน้ำด้วยปริมาณ 0.45 ลิตรต่อถาด โรยเมล็ดที่ความเร็วรอบ 5.96 รอบต่อนาที กดเมล็ดให้จมดิน โรยทรายที่ความเร็วรอบ 2.13 รอบต่อนาที ปาดทรายให้เสมอ เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงาน 92 ถาดต่อชั่วโมง มากกว่าการใช้แรงงานคน ปลูกประมาณ 13 เท่า(แรงงาน ประมาณ 9 นาทีต่อถาด ,เครื่องต้นแบบ 39 วินาทีต่อถาด) มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 1.54 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง และผลการวิเคราะห์ต้นทุนและจุดคุ้มทุนของการใช้งานเครื่องปลูกกระชับ สำหรับผลิตต้นอ่อนที่คำนวณโดยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม พบว่าต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องปลูก

กระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน 5.30 บาทต่อกิโลกรัม มีจุดคุ้มทุนการใช้เครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน 123 กิโลกรัมต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 0.24 ปี

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

∅ เผยแพร่ วารสารวิชาการเกษตร, การประชุมวิชาการระดับชาติ, คู่มือสำหรับเกษตรกร และจัดนิทรรศการเผยแพร่สู่กลุ่มเกษตรกร ผู้ประกอบการส่งออก และผู้สนใจทั่วไป

11. คำขอขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเจ้าหน้าที่ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรระยองและกลุ่มเกษตรกรบ้านทะเลน้อย อ.แกลง จ.ระยอง สำหรับการสร้างและทดสอบเก็บข้อมูลเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อนจนทำให้งานวิจัยสำเร็จลงด้วยดี

12. เอกสารอ้างอิง

ธีรพงศ์ ผลโพธิ์, กฤษณ์ ผลโพธิ์. 2556. การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดลงถาดเพาะกล้า. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนิรนาม. 2555.

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การปลูกต้นอ่อนกระชับด้วยแรงงานคน

1. การคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่าย

กำหนดให้

- ค่าจ้างแรงงาน 325 บาท/วัน

ต้นทุนคงที่

- ไม่มี

ต้นทุนผันแปร

- ปริมาณเมล็ดกระชับที่ต้องใช้

การปลูกต้นอ่อนกระชับด้วยแรงงานคน เมล็ดกระชับ 1 กิโลกรัมจะได้ต้นอ่อนกระชับเฉลี่ย 1.29 กิโลกรัม

เกษตรกรขายต้นอ่อนได้เฉลี่ยวันละ 10 กิโลกรัม/วัน สามารถขายต้นอ่อนกระชับได้ 300 กิโลกรัม/เดือน และ

ปริมาณการใช้เมล็ดกระชับต่อภาคเฉลี่ย 0.565 กิโลกรัม/ภาค

ดังนั้นกลุ่มเกษตรกรต้องใช้เมล็ดกระชับในการปลูกจำนวน $300/1.29 = 232.55$ กิโลกรัม

เนื่องจากกลุ่มเกษตรกรขายต้นอ่อนกระชับทุกวัน

ดังนั้นต้องใช้เมล็ดกระชับปลูกจำนวน

$$= 232.55 \text{ กิโลกรัม/เดือน} \times 12 \text{ เดือน/ปี}$$

$$= 2,790.60 \text{ กิโลกรัม/ปี}$$

- ค่าแรงงานปฏิบัติงาน 1 คน/วัน คนละ 325 บาท/คน

$$1 \text{ วัน ปลูกได้ } 232.55 / 30 = 4.22 \text{ กิโลกรัม/วัน}$$

คนปลูก 1 ภาคใช้เวลาปลูก 541 วินาที/ภาค และเฉลี่ยเมล็ดปลูก 0.565 กิโลกรัม/ภาค

$$[(4.22/0.565) \times 541] / 3,600 = 1.12 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{ดังนั้นต้นทุนค่าแรงงาน} = 1 \text{ คน/วัน} \times 365 \text{ วัน/ปี} \times [(325/8) \times 1.12] \text{ บาท/คน}$$

$$= 16,607.50 \text{ บาท/ปี}$$

- ค่าน้ำใช้ปลูก เฉลี่ย 0.303 ลิตรต่อภาค น้ำยูนิตละ 6 บาท

$$\begin{aligned}
 &= 2,790.60 \text{ กิโลกรัม/ปี} / 0.565 \text{ กิโลกรัม/ถาด} \\
 &= 4,939 \text{ ถาด/ปี} \\
 \text{ต้องใช้น้ำปริมาณ} &= 4,939 \text{ ถาด/ปี} \times 0.303 \text{ ลิตร/ถาด} \\
 &= 1,496.5 \text{ ลิตร} \\
 \text{คิดเป็นเงิน} &= (1,496.5 / 1,000) \times 6 \\
 &= 9 \text{ บาท} \\
 \text{ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม} & \\
 &= (16,607.50 + 9) \text{ บาท/ปี} \\
 &= 16,616.50 \text{ บาท/ปี} \\
 \text{ระยะเวลา 1 ปี ต้องใช้เมล็ดกระชับในการปลูกต้นอ่อน} &= 2,790.60 \text{ กิโลกรัม/ปี} \\
 \text{ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายของการใช้แรงงานคนปลูก} &= (16,616.50 \text{ บาท/ปี}) / (2,790.60 \text{ กิโลกรัม/ปี}) \\
 &= 5.95 \text{ บาท/กิโลกรัม}
 \end{aligned}$$

กรมวิชาการเกษตร

เครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน

1) การคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่าย

กำหนดให้

- ราคาเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน	100,000 บาท
- อายุการใช้งาน	10 ปี
- มูลค่าซาก 1% ของราคาเครื่อง	1,000 บาท
- ค่าซ่อมบำรุงเครื่อง	3,000 บาท/ปี
- อัตราดอกเบี้ยเงินกู้	7 เปอร์เซ็นต์/ปี
- ค่าจ้างแรงงาน	325 บาท/วัน
- ค่าน้ำ	6 บาท/หน่วย
- ค่าไฟฟ้า	3 บาท/หน่วย

ต้นทุนคงที่

- ค่าเสื่อมราคาเครื่อง

สมการค่าเสื่อมราคาเครื่องแบบเส้นตรง (P-L)/N

โดย

P = ราคาซื้อเครื่องจักร, บาท

L = ราคาซากเครื่องจักร, บาท

N = อายุการใช้งาน, ปี

$$\begin{aligned} \text{ค่าเสื่อมราคาของเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน} &= (100,000 - 1,000) / 10 && \text{บาท/ปี} \\ &= 9,900 && \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

- ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน

สมการค่างดอกเบี้ย

$$[(P+L)/2] \times (i/100)$$

โดย $i =$ อัตราดอกเบี้ย/ปี, เปอร์เซ็นต์

$$\begin{aligned} \text{ค่างดอกเบี้ยลงทุนเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน} &= [(100,000+1,000)/2] \times (7/100) && \text{บาท/ปี} \\ &= 3,535 && \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

- ค่าซ่อมบำรุง

$$\text{คิดคงที่} = 3,000 \quad \text{บาท/ปี} \quad \text{ตลอดอายุการใช้งาน}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม} &= \text{ค่าเสื่อมราคาเครื่อง} + \text{ค่างดอกเบี้ยในการลงทุน} + \text{ค่าซ่อมบำรุง} \\ &= 9,900 + 3,535 + 3,000 && \text{บาท/ปี} \\ &= 16,435 && \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

ต้นทุนผันแปร

- ปริมาณเมล็ดกระชับที่ต้องใช้

การปลูกต้นอ่อนกระชับด้วยเครื่องปลูก เมล็ดกระชับ 1 กิโลกรัมจะได้ต้นอ่อนกระชับเฉลี่ย 1.14 กิโลกรัม
เกษตรกรขยายต้นอ่อนได้เฉลี่ยวันละ 10 กิโลกรัม/วัน สามารถขยายต้นอ่อนกระชับได้ 300 กิโลกรัม/เดือน และ
ปริมาณการใช้เมล็ดกระชับต่อถาดเฉลี่ย 0.540 กิโลกรัม/ถาด

ดังนั้นกลุ่มเกษตรกรต้องใช้เมล็ดกระชับในการปลูกจำนวน $300/1.14 = 263.15$ กิโลกรัม/เดือน

เนื่องจากกลุ่มเกษตรกรขยายต้นอ่อนกระชับทุกวัน

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นต้องใช้เมล็ดกระชับปลูกจำนวน} & 263.15 \text{ กิโลกรัม/เดือน} \times 12 \text{ เดือน} \\ & = 3,157.80 \text{ กิโลกรัม/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือต้องปลูกถาดจำนวน} & (3,157.80 \text{ กิโลกรัม/ปี}) / (0.540 \text{ กิโลกรัม/ถาด}) \\ & = 5,848 \quad \text{ถาด/ปี} \end{aligned}$$

- ค่าแรงงานคุมเครื่อง 1 คน/วัน คนละ 325 บาท/คน

จากการทำงานของเครื่องได้ 41.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ,ครั้งการผลิตวันละ $(100/1.14) = 8.84$ กิโลกรัม/วัน

$$= 8.84 \text{ กิโลกรัม}/41.5 \text{ กิโลกรัมต่อชั่วโมง}$$

$$\text{เครื่องใช้เวลาทำงาน} = 0.21 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นต้นทุนค่าแรงงาน} &= 1 \text{ คน/วัน} \times [(325 \times 0.21)/8] \text{ บาท/คน} \times 30 \text{ วัน/เดือน} \times 12 \text{ เดือน} \\ &= 2,923.20 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

- ค่าไฟฟ้า

$$\text{จากความสัมพันธ์ } P = I \times V$$

$$\text{โดย } P = \text{กำลังไฟฟ้า, วัตต์}$$

$$I = \text{กระแสไฟฟ้า, แอมแปร์}$$

$$V = \text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า, โวลต์}$$

ห้องอบอุณหภูมิสูงใช้มอเตอร์ 1 แรงม้า 220 โวลต์ทำงาน 0.21 ชั่วโมง/วัน ใช้พลังงานไฟฟ้า 7 แอมแปร์

ดังนั้นใช้พลังงานไฟฟ้า

$$P = 7 \times 220 \quad \text{วัตต์}$$

$$= 1.54 \quad \text{กิโลวัตต์}$$

$$\text{ทำงานครั้งละ 0.21 ชั่วโมง} \quad = 1.54 \times 0.21 \quad \text{กิโลวัตต์} \times \text{ชั่วโมง/วัน}$$

$$= 0.32 \quad \text{กิโลวัตต์} \times \text{ชั่วโมง/วัน}$$

$$= 0.32 \quad \text{หน่วย/วัน}$$

คิดค่าไฟฟ้า หน่วยละ 3 บาท

$$\text{ดังนั้น ต้นทุนค่าไฟฟ้า} = 0.32 \text{ หน่วย/วัน} \times 3 \text{ บาท/หน่วย} \times 30 \text{ วัน/เดือน} \times 12 \text{ เดือน/ปี}$$

$$= 3,345.60 \quad \text{บาท/ปี}$$

- ค่าน้ำ

$$\begin{aligned} \text{ใช้น้ำ } 0.45 \text{ ลิตร/ภาค} &= [(0.45 \times 5,848)/1,000] \times 6 \quad \text{บาท/ปี} \\ &= 16 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม

$$\begin{aligned} &= (2,923.20 + 345.60 + 16) \text{ บาท/ปี} \\ &= 3,284.80 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งหมด

$$\begin{aligned} &= 13,435 + 3,284.80 \quad \text{บาท/ปี} \\ &= 16,719.80 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

ระยะเวลา 1 ปี เครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อนสามารถทำงานได้

$$\begin{aligned} &= (263.15 \text{ กิโลกรัม/เดือน}) \times (12 \text{ เดือน/ปี}) \\ &= 3,157.80 \quad \text{กิโลกรัม/ปี} \end{aligned}$$

ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน

$$\begin{aligned} &= (16,719.80 \text{ บาท/ปี}) / (3,157.80 \text{ กิโลกรัมเมล็ดแห้ง/ปี}) \\ &= 5.30 \quad \text{บาท/กิโลกรัม} \end{aligned}$$

2) การคำนวณจุดคุ้มทุนการใช้เครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน

- ราคาขายเมล็ดราคาต้นอ่อนกระชับ 120 บาท/กิโลกรัม

การปลูกต้นอ่อนกระชับด้วยเครื่องปลูก เมล็ดกระชับ 1 กิโลกรัมจะได้ต้นอ่อนกระชับเฉลี่ย 1.14 กิโลกรัม
ดังนั้นจะได้ราคาขายต้นอ่อนจากการปลูกด้วยเมล็ด 1.14 × 120 บาท/กิโลกรัม = 136.80 บาท

- เครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อนทำได้ 3,157.80 กิโลกรัม/ปี

ดังนั้นเกษตรกรมีรายได้ = 136.80 บาทต่อกิโลกรัม × 3,157.80 กิโลกรัม/ปี

$$= 431,987.04 \quad \text{บาท/ปี}$$

เกษตรกรมีกำไรจากการขายต้นอ่อนกระชับ

$$= 431,987.04 - 16,719.80 \quad \text{บาท/ปี}$$

$$= 415,267.24 \quad \text{บาท/ปี}$$

- หากจุดคุ้มทุนจากการปลูกต้นอ่อนกระชับด้วยเครื่องปลูก , รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย

ดังนั้นได้ว่า $136.80 \text{ บาท/กิโลกรัม} \times N \text{ กิโลกรัม/ปี} = 5.30 \text{ บาท/กิโลกรัม} \times 3,157.80 \text{ กิโลกรัม/ปี}$

$$N = \text{ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน , กิโลกรัม/ปี}$$

$$= (5.30 \times 3,157.80) / 136.80 \quad \text{กิโลกรัม/ปี}$$

$$= 122.34 \quad \text{กิโลกรัม/ปี}$$

ดังนั้นจุดคุ้มทุนการใช้เครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน = 123 กิโลกรัม/ปี

3) การคำนวณระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน

ระยะเวลาคืนทุนหาได้จากความสัมพันธ์, ระยะเวลาคืนทุน = ราคาเครื่อง/มูลค่าเพิ่ม

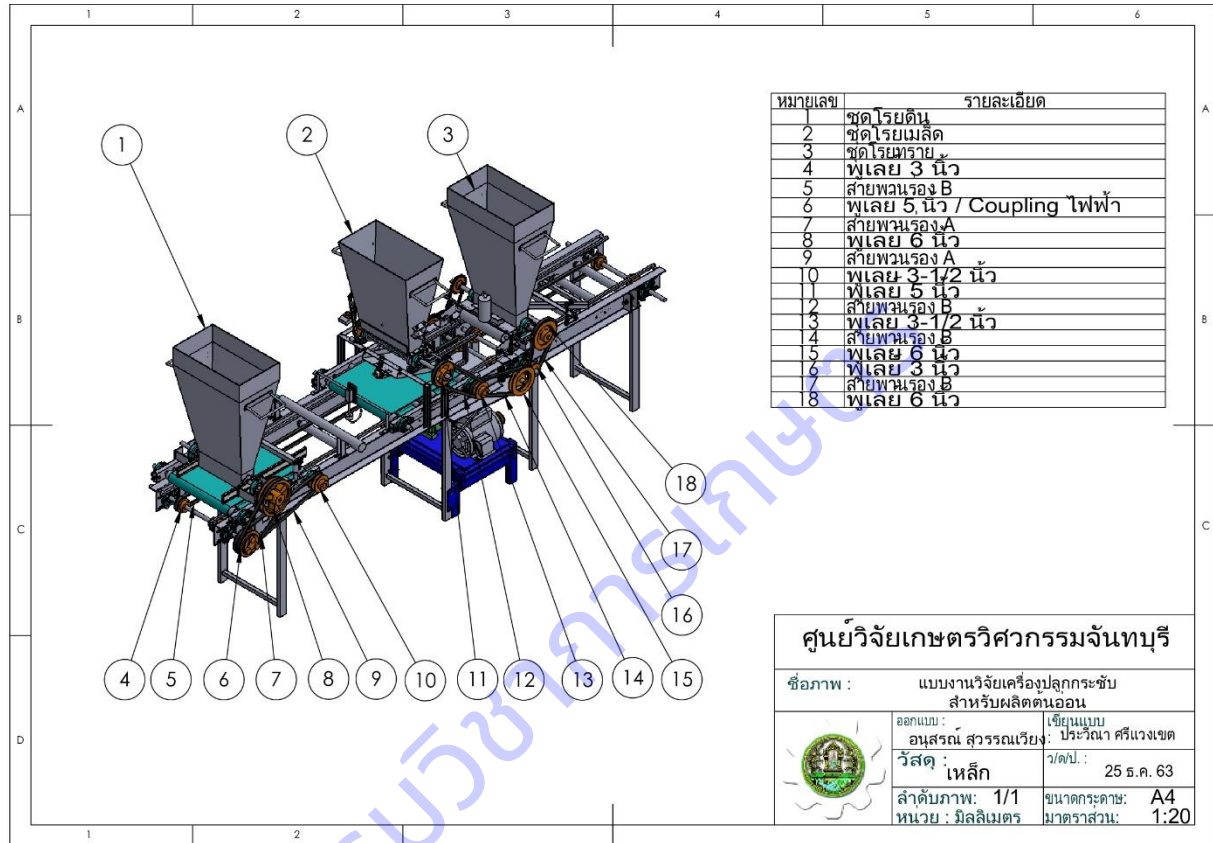
$$= (100,000 \text{ บาท}) / (415,267.24 \text{ บาท/ปี})$$

$$= 0.24 \text{ ปี}$$

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนเครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน = 0.24 ปี

ภาคผนวก ข.

แบบทางวิศวกรรม



ภาคผนวก ค.

ข้อมูลต่างๆ

ข้อมูลขนาดของเมล็ดกระซับ

ตัวอย่าง ที่	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ดช่วง บนด้าน ซ้าย (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ดช่วง กลาง (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ดช่วง ล่าง (มม.)	ความ ยาว เมล็ด (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ด+ขน ช่วงบน ด้านซ้าย (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ด+ขน ช่วงกลาง (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ด+ขน ช่วงล่าง (มม.)	ความ ยาว รวม (มม.)
1	6.8	8.5	7.2	17	11.6	13.2	8.4	19.7
2	7.1	8.4	7.3	16	11.5	13	10.2	18.3
3	5.7	8	6.6	16.6	11.7	12.4	9.6	19.4
4	7	8.3	6.9	17	11.7	12.6	10.4	18.7
5	7.3	8.3	6.6	16.7	11.5	12.5	9.1	18.5
6	7.6	8.2	6.5	15.6	11.5	12.7	9	18.1
7	6.8	7.9	6.9	15.7	10.2	11.7	9.2	17.8
8	6	7.4	5.4	15	10.9	11.6	8.2	18
9	6.9	7.5	5.2	14.8	8.9	12	8.7	17.6
10	5.4	7.8	6.5	15.7	10.2	11.5	10	18
11	6.6	7.7	6.3	16	10	11.4	9	18.5
12	6.3	7.5	6.2	17.2	8.8	12	9.5	20
13	6.3	7.5	6	16.7	8.7	11.9	8	19.2
14	6	7.3	6	16.4	12	12.6	10	19.2
15	6.7	8.2	6.4	17	11.2	13	8.5	19
16	7	9.1	7	15.7	10	13.2	9.2	18
17	6.7	8	6	16.5	10	12.5	10	17.7
18	6.5	7.6	6.1	15.3	10.3	12.4	8.7	17.6
19	6.5	8.3	6	15.3	11.1	12.6	7.8	18

20	7	8.2	6.5	16.5	10.7	13.4	8.6	18.8
21	5.6	7.8	5.1	16	10.5	12.5	8.6	18.6
ลำดับ	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง รวมช่วง บนด้าน ซ้าย (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง รวมช่วง กลาง (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง รวมช่วง ล่าง (มม.)	ความ ยาว รวม (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ดช่วง บนด้าน ซ้าย (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ดช่วง กลาง (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง เมล็ดช่วง ล่าง (มม.)	ความ ยาว เมล็ด (มม.)
22	6.2	7.5	5.4	15.2	10	12.3	7.7	17.7
23	7.1	8.1	5.5	16	12	12.1	8.7	19
24	7.4	9	7.5	19.5	12.3	14.4	9.5	23.2
25	5.7	7.5	5.8	16	10.7	12	8.8	19
26	6	7.4	6.6	16.4	10.2	10.7	7.9	18.3
27	5.9	7.7	5.6	15	10.6	12	8	17.3
28	7	7.8	5.3	15.7	12	12.6	8.5	18.5
29	6.4	8	5.7	17.4	10.2	12.5	9.7	20
30	6.1	8	5.6	16.5	11	12.8	8.2	19.4
31	6.8	9.1	6.6	16.4	13.2	13.9	9.4	18.7
32	5.2	7.3	5.4	14.4	9.2	11	7	16.4
33	5.5	6.6	5.3	14.2	9	11.3	8.6	17
34	7.3	8.4	6	15.6	11	13.3	7.7	18
35	5	7.3	5.5	15.3	10.3	12	8	17.4
36	6	7.5	5.6	15.4	9.7	11.6	7.7	17.6
37	7	9.5	8.4	14	11.6	13.3	11.3	16.6
38	5.4	7.8	6.2	16	10.2	12.4	8.7	19
39	5.1	7.7	5.4	18	9.5	11	8.4	20.5
40	6.4	8.3	6	13.3	10.7	13.3	9	17.4
41	5.5	8.4	6	17.2	8.5	13.4	8.1	19.5
42	6.6	7	5.7	15	10.8	11.4	8.2	17.8
43	5.7	7	5.2	13.4	8	11.5	7.2	17
44	4.8	8	5.2	16	9.7	11.8	7	18

ลำดับ	เส้นผ่านศูนย์กลางรวมช่วงบนด้านซ้าย (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางรวมช่วงกลาง (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางรวมช่วงล่าง (มม.)	ความยาวรวม (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ดช่วงบนด้านซ้าย (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ดช่วงกลาง (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางเมล็ดช่วงล่าง (มม.)	ความยาวเมล็ด (มม.)
45	6	8	5.2	15.5	9	12.2	7.3	17.3
46	7.1	8.9	5.8	16.7	13.4	13.6	8.8	19.1
47	5.8	7.4	5.4	18.7	10.8	12	8.5	21
48	5.3	7.4	6.1	16.1	11.5	12.4	8.7	19
49	5.4	8.2	5.7	17	9.2	12.3	8	19.6
50	5.6	9	6	14.2	10	13	7.7	18
ค่าเฉลี่ย	6.3	7.9	6.0	16.0	10.5	12.4	8.7	18.5

ทดสอบโรยดิน pulley ขับ 3.5 นิ้ว / ตาม 5 นิ้ว ความเร็วรอบทดสอบ 4.96 rpm

จุดที่	ถาดที่ 1 (มม.)	ถาดที่ 2 (มม.)	ถาดที่ 3 (มม.)
1	25	25	25
2	27	28	25
3	28	28	28
4	27	28	25
5	28	28	27
6	30	30	30
7	28	26	25
8	29	29	27
9	30	30	28
ค่าเฉลี่ย	28.0	28.0	26.7

ทดสอบโรยดิน pulley ขับ 3.5 นิ้ว / ตาม 6 นิ้ว ความเร็วรอบทดสอบ 4.14 rpm

จุดที่	ถาดที่ 1 (มม.)	ถาดที่ 2 (มม.)	ถาดที่ 3 (มม.)
1	22	23	23
2	24	25	26
3	26	27	29
4	24	23	23
5	26	28	27
6	28	30	28
7	23	23	23
8	26	28	25
9	28	30	27
ค่าเฉลี่ย	25.2	26.3	25.7

ทดสอบโรยดิน pulley ขับ 3.5 นิ้ว / ตาม 7 นิ้ว ความเร็วรอบทดสอบ 3.55 rpm

จุดที่	ถาดที่ 1 (มม.)	ถาดที่ 2 (มม.)	ถาดที่ 3 (มม.)
1	24	24	23
2	24	25	23
3	25	25	25
4	25	26	24
5	24	25	25
6	25	25	25
7	24	24	24
8	25	25	25
9	25	25	25
ค่าเฉลี่ย	24.6	24.9	24.3

ข้อมูลทดสอบการโรยเมล็ดกระชั้นที่ความเร็วรอบต่างๆ

อัตราทด มู่เล่ย์	ความเร็ว รอบ (รอบ/ นาที)	น้ำหนัก ถาดที่ 1 (กรัม)	น้ำหนัก ถาดที่ 2 (กรัม)	น้ำหนัก ถาดที่ 3 (กรัม)	เฉลี่ย (กรัม)
4"/3.5"	8.51	841.53	936.17	815.32	864.34
4"/5"	5.96	528.22	533.62	530.68	530.84
4"/6"	4.37	405.25	437.68	420.75	421.23

ทดสอบโรยทราย pulley ชั้น 3 นิ้ว / ตาม 6 นิ้ว ความเร็วรอบทดสอบ 2.13 rpm

จุดที่	ถาดที่ 1 (มม.)	ถาดที่ 2 (มม.)	ถาดที่ 3 (มม.)
1	10	10	10
2	10	10	10
3	10	9	9
4	11	10	8
5	10	9	11
6	8	8	10
7	10	11	10
8	11	10	10
9	11	10	10
ค่าเฉลี่ย	10.1	9.7	9.8

ทดสอบโรยทราย pulley ชับ 2.5 นิ้ว / ตาม 3.5 นิ้ว ความเร็วรอบทดสอบ 3.04 rpm

จุดที่	ถาดที่ 1 (มม.)	ถาดที่ 2 (มม.)	ถาดที่ 3 (มม.)
1	12	10	9
2	12	10	10
3	12	10	9
4	11	10	7
5	11	9	12
6	9	9	10
7	10	11	8
8	13	12	10
9	12	10	10
ค่าเฉลี่ย	11.3	10.1	9.4

ทดสอบโรยทราย pulley ชับ 3 นิ้ว / ตาม 4 นิ้ว ความเร็วรอบทดสอบ 3.19 rpm

จุดที่	ถาดที่ 1 (มม.)	ถาดที่ 2 (มม.)	ถาดที่ 3 (มม.)
1	8	7	9
2	13	12	10
3	12	11	10
4	7	9	13
5	13	11	12
6	10	10	11
7	10	8	10
8	11	12	10
9	11	12	10
ค่าเฉลี่ย	10.6	10.2	10.6

ทดสอบโรยทราย pulley ชั้น 3 นิ้ว / ตาม 3.5 นิ้ว ความเร็วรอบทดสอบ 3.65 rpm

จุดที่	ถาดที่ 1 (มม.)	ถาดที่ 2 (มม.)	ถาดที่ 3 (มม.)
1	12	10	12
2	15	12	14
3	13	13	12
4	10	12	12
5	11	13	14
6	10	12	12
7	13	11	10
8	15	14	15
9	12	12	13
ค่าเฉลี่ย	12.3	12.1	12.7

ทดสอบโรยทราย pulley ชั้น 3.5 นิ้ว / ตาม 4 นิ้ว ความเร็วรอบทดสอบ 3.72 rpm

จุดที่	ถาดที่ 1 (มม.)	ถาดที่ 2 (มม.)	ถาดที่ 3 (มม.)
1	10	9	8
2	16	13	10
3	15	13	11
4	6	11	10
5	14	12	13
6	12	11	13
7	15	7	9
8	13	12	11
9	12	12	13
ค่าเฉลี่ย	12.6	11.1	10.9

ทดสอบโรยทราย pulley ชับ 3.5 นิ้ว / ตาม 3.5 นิ้ว ความเร็วรอบทดสอบ 4.26 rpm

จุดที่	ถาดที่ 1 (มม.)	ถาดที่ 2 (มม.)	ถาดที่ 3 (มม.)
1	10	12	8
2	15	13	12
3	13	14	12
4	15	10	13
5	15	15	13
6	13	15	13
7	13	8	10
8	14	15	14
9	12	13	15
ค่าเฉลี่ย	13.3	12.8	12.2

ทดสอบโรยทราย pulley ชับ 3.5 นิ้ว / ตาม 3 นิ้ว ความเร็วรอบทดสอบ 4.97 rpm

จุดที่	ถาดที่ 1 (มม.)	ถาดที่ 2 (มม.)	ถาดที่ 3 (มม.)
1	14	6	10
2	18	14	18
3	17	14	15
4	15	15	15
5	17	17	15
6	17	17	14
7	13	16	14
8	18	18	18
9	16	17	18
ค่าเฉลี่ย	16.1	14.9	15.2

คนปลูก

เก็บตัวอย่างต้นอ่อนกระชับ 20 ต้นวัดความโตลำต้นและความสูงของกระชับ

ภาคที่ 1

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	171	1.9	11	141	1.8
2	170	1.9	12	168	2.1
3	161	1.9	13	164	1.9
4	149	1.8	14	166	2.1
5	165	2.2	15	180	2.2
6	176	2	16	150	1.9
7	170	2	17	160	2.1
8	165	1.9	18	160	2.1
9	143	2	19	148	1.6
10	166	1.8	20	137	1.9
ค่าเฉลี่ย				161	2.0

ภาคที่ 2

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	171	2.1	11	194	2.2
2	169	1.9	12	164	1.9
3	178	2.1	13	187	2
4	178	1.8	14	188	2
5	179	1.9	15	175	2
6	174	2.1	16	168	2.1
7	168	1.8	17	175	2
8	181	1.9	18	162	1.7
9	162	1.8	19	174	1.8
10	194	2	20	182	2
ค่าเฉลี่ย				176	2.0

ภาคที่ 3

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	188	2	11	162	2
2	174	1.8	12	118	1.7
3	165	1.9	13	154	1.9
4	170	1.9	14	124	1.7
5	148	1.6	15	157	1.9
6	162	1.9	16	161	1.9
7	177	1.9	17	170	1.8
8	178	2.1	18	166	1.9
9	164	1.8	19	175	2
10	169	1.8	20	164	1.9
ค่าเฉลี่ย				153	1.9

ภาคที่ 4

สุ่มเก็บตัวอย่างต้นอ่อนกระชับช่องละ 20 ต้น โดยแบ่งภาคเป็น 6 ช่อง วัดความโตลำต้นและความสูงของกระชับ

ช่องที่	น้ำหนักต้น อ่อน (กรัม)	จำนวนต้นอ่อน (ต้น)
1	144.72	232
2	122.56	204
3	88.32	111
4	112.71	198
5	147.48	241
6	70.85	102
รวม	686.64	1088

ช่องที่ 1

ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มม.)
1	178	2.1	11	109	1.7
2	178	2.2	12	156	2
3	162	1.9	13	174	2
4	134	2	14	153	2
5	158	1.8	15	150	1.8
6	143	1.8	16	155	1.7
7	173	2.1	17	168	2.2
8	180	2.1	18	170	1.9
9	143	1.9	19	160	1.8
10	142	1.9	20	177	1.9
ค่าเฉลี่ย				158	1.9

ช่องที่ 2

ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มม.)
1	166	1.9	11	173	2
2	178	2	12	178	2
3	165	2	13	168	2
4	177	2	14	178	2
5	166	2.2	15	176	1.9
6	172	1.7	16	163	1.9
7	141	1.9	17	175	2
8	159	2	18	179	1.9
9	180	1.9	19	185	2
10	173	1.9	20	177	1.8

ค่าเฉลี่ย	171	2.0
-----------	------------	------------

ช่องที่ 3

ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มม.)
1	158	1.7	11	176	1.8
2	175	2	12	159	1.8
3	152	1.8	13	150	1.6
4	183	2	14	130	1.5
5	158	1.8	15	155	2.4
6	168	1.9	16	178	2.1
7	143	1.7	17	166	1.9
8	156	1.9	18	176	2
9	178	2.1	19	184	1.9
10	156	1.9	20	173	2.1
ค่าเฉลี่ย			164		1.9

ช่องที่ 4

ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มม.)
1	155	1.9	11	135	1.9
2	150	1.7	12	145	1.9
3	168	2	13	155	2
4	132	1.5	14	162	1.9
5	162	1.6	15	139	0.1
6	142	1.8	16	148	1.9
7	137	1.9	17	162	2
8	159	1.8	18	158	1.6
9	152	2	19	164	1.8
10	129	1.7	20	152	2

ค่าเฉลี่ย	150	1.8
-----------	------------	------------

ช่องที่ 5

ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มม.)
1	170	1.8	11	171	1.7
2	161	1.9	12	162	1.7
3	171	1.9	13	165	1.8
4	140	1.8	14	158	1.7
5	143	2	15	160	2
6	170	1.9	16	153	1.7
7	142	1.7	17	158	1.7
8	169	1.8	18	160	1.8
9	142	1.6	19	162	1.8
10	116	1.8	20	168	1.8
ค่าเฉลี่ย			157		1.8

ช่องที่ 6

ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มม.)
1	133	1.8	11	164	1.7
2	160	2	12	131	1.8
3	140	1.9	13	170	1.8
4	180	2	14	176	1.9
5	155	2	15	165	1.8
6	169	2	16	109	1.9
7	169	1.9	17	126	1.6
8	169	1.9	18	149	2
9	142	1.8	19	161	1.9
10	165	2	20	162	1.6

ค่าเฉลี่ย	155	1.9
-----------	-----	-----

ภาคที่ 5

สุ่มเก็บตัวอย่างดินอ่อนกระชั้นช่องละ 20 ต้น โดยแบ่งภาคเป็น 6 ช่อง วัดความโตลำต้นและความสูงของกระชั้น

ช่องที่	น้ำหนักดินอ่อน (กก.)	จำนวนต้นอ่อน (ต้น)
1	137.48	252
2	110.07	204
3	99.62	170
4	144.88	276
5	104.94	177
6	113.14	212
รวม	710.13	1291

ช่องที่ 1

ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	127	1.8	11	122	1.9
2	127	2	12	145	1.8
3	148	2	13	146	1.9
4	156	1.9	14	163	1.8
5	136	1.7	15	129	1.7
6	147	1.9	16	160	1.9
7	137	1.9	17	162	2
8	165	1.9	18	118	1.7
9	128	1.8	19	141	2
10	160	2.2	20	155	2
ค่าเฉลี่ย				144	1.9

ช่องที่ 2

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	126	2	11	168	1.9
2	161	1.9	12	168	1.9
3	10	2.1	13	140	1.7
4	167	1.9	14	163	2.1
5	137	1.7	15	170	1.8
6	153	1.8	16	171	1.9
7	141	1.7	17	168	2
8	143	1.8	18	150	1.6
9	131	1.8	19	148	1.7
10	149	1.9	20	168	1.9
ค่าเฉลี่ย				147	1.9

ช่องที่ 3

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	171	2	11	162	1.7
2	125	1.6	12	143	1.6
3	165	2.1	13	138	1.8
4	157	1.7	14	166	1.9
5	152	2	15	126	1.6
6	126	1.6	16	170	2
7	154	1.9	17	165	2.3
8	124	1.7	18	121	1.8
9	146	1.9	19	156	1.8
10	147	1.9	20	116	2.1
ค่าเฉลี่ย				147	1.9

ช่องที่ 4

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	155	2	11	145	1.9
2	124	2	12	130	1.7
3	124	1.8	13	132	1.7
4	94	1.6	14	163	1.8
5	124	1.7	15	138	1.6
6	134	1.9	16	156	2.1
7	136	1.8	17	134	1.7
8	126	1.9	18	151	2
9	147	2	19	152	2.1
10	127	2	20	160	1.9
ค่าเฉลี่ย				138	1.9

ช่องที่ 5

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	160	2	11	159	1.8
2	152	1.9	12	124	1.9
3	128	1.8	13	160	1.8
4	146	1.8	14	114	1.5
5	184	2	15	183	2.1
6	157	1.9	16	170	2
7	130	1.7	17	138	1.8
8	142	2	18	156	1.8
9	149	1.8	19	170	1.9
10	145	2	20	155	1.7
ค่าเฉลี่ย				151	1.9

ช่องที่ 6

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	174	2	11	167	1.9
2	126	1.6	12	157	1.9
3	159	2	13	161	1.9
4	172	1.9	14	148	1.7
5	148	1.9	15	145	1.9
6	170	1.8	16	131	1.8
7	166	1.9	17	144	1.8
8	136	1.6	18	140	1.7
9	115	1.9	19	149	1.7
10	120	2.1	20	172	2.1
ค่าเฉลี่ย				150	1.9

ถาดที่ 6

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	163	1.9	11	163	2
2	148	1.7	12	161	1.7
3	144	1.7	13	150	1.9
4	147	1.7	14	143	1.7
5	154	1.9	15	161	2
6	160	1.9	16	123	1.8
7	161	1.9	17	181	2.2
8	139	1.8	18	154	1.7
9	154	1.6	19	162	1.9
10	152	2.1	20	151	1.7

ค่าเฉลี่ย	154	1.8
-----------	-----	-----

ภาคที่ 7

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	163	2	11	165	1.8
2	166	1.7	12	169	1.9
3	182	1.9	13	172	1.8
4	167	1.9	14	159	1.8
5	155	1.8	15	160	1.9
6	175	1.9	16	159	1.8
7	178	2	17	171	2
8	166	2	18	160	1.9
9	156	2	19	158	1.8
10	162	1.8	20	184	1.9
ค่าเฉลี่ย				166	1.9

ภาคที่ 8

สุ่มเก็บตัวอย่างต้นอ่อนกระชับช่องละ 20 ต้น โดยแบ่งภาคเป็น 6 ช่อง วัดความโตลำต้นและความสูงของกระชับ

ช่องที่	น้ำหนักต้น อ่อน (กก.)	จำนวนต้นอ่อน (ต้น)
1	141.11	237
2	133.12	224
3	99.48	163
4	103.26	167
5	128.88	214
6	121.52	207
รวม	727.37	1212

ช่องที่ 1

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	138	1.8	11	132	1.5
2	142	2	12	173	1.9
3	152	1.9	13	159	1.9
4	129	1.7	14	138	1.8
5	143	1.8	15	156	1.9
6	129	1.7	16	133	1.8
7	146	1.7	17	131	1.8
8	139	1.8	18	156	2.1
9	156	1.9	19	140	1.8
10	160	1.9	20	98	1.7
ค่าเฉลี่ย				143	1.8

ช่องที่ 2

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	163	2.2	11	138	1.7
2	143	1.9	12	123	1.7
3	144	1.9	13	158	1.8
4	153	2	14	151	1.6
5	167	1.8	15	168	1.8
6	117	1.9	16	142	1.8
7	158	1.7	17	140	1.8
8	114	1.5	18	166	1.7
9	175	2.1	19	130	1.9
10	138	1.8	20	145	1.9

ค่าเฉลี่ย	147	1.8
-----------	-----	-----

ช่องที่ 3

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	158	2.1	11	130	1.9
2	146	1.8	12	176	2.2
3	119	1.8	13	133	1.8
4	172	2.2	14	122	1.8
5	157	1.9	15	164	2.1
6	136	1.8	16	136	1.6
7	168	1.9	17	158	1.8
8	160	2.1	18	149	2
9	170	1.9	19	141	1.9
10	140	1.8	20	153	1.7
ค่าเฉลี่ย				149	1.9

ช่องที่ 4

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	137	1.8	11	140	1.9
2	164	1.9	12	162	2
3	135	1.9	13	147	1.7
4	161	2	14	140	1.7
5	157	2	15	130	1.5
6	157	1.9	16	152	1.7
7	151	1.8	17	170	1.9
8	152	1.8	18	145	1.9
9	136	1.9	19	147	1.7
10	160	1.9	20	142	1.8

ค่าเฉลี่ย	149	1.8
-----------	------------	------------

ช่องที่ 5

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	111	1.6	11	175	1.9
2	162	1.9	12	150	1.6
3	146	1.7	13	157	1.9
4	155	1.8	14	159	1.9
5	167	2	15	140	1.9
6	178	2.1	16	149	1.9
7	144	1.7	17	159	1.8
8	142	1.7	18	168	1.9
9	150	1.9	19	167	1.8
10	115	1.7	20	124	1.8
ค่าเฉลี่ย				151	1.8

ช่องที่ 6

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	170	2	11	139	1.9
2	156	1.8	12	131	1.8
3	137	1.7	13	164	1.9
4	173	2.1	14	147	2
5	159	1.9	15	160	1.8
6	148	2	16	130	1.8
7	134	1.8	17	130	1.8
8	147	1.8	18	169	2.1
9	132	1.7	19	157	1.8
10	160	1.9	20	141	1.9

ค่าเฉลี่ย	149	1.9
-----------	-----	-----

ภาคที่ 9

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	143	1.6	11	175	2
2	134	1.9	12	176	1.9
3	169	2.1	13	147	1.8
4	151	2	14	121	1.9
5	169	1.9	15	118	1.6
6	171	1.9	16	123	1.8
7	155	2	17	115	1.5
8	169	2.1	18	120	1.7
9	176	2.3	19	168	1.8
10	158	2	20	151	1.9
ค่าเฉลี่ย				150	1.9

ภาคที่ 10

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	133	1.8	11	157	2.1
2	143	2	12	143	2
3	131	1.8	13	162	2.1
4	132	2	14	127	1.7
5	156	2.2	15	120	1.9
6	133	2	16	156	2
7	147	2	17	138	1.6
8	130	1.6	18	150	2.2
9	124	1.7	19	136	2

10	136	1.7	20	136	1.7
ค่าเฉลี่ย				140	1.9

เครื่องปลูกกระชับสำหรับผลิตต้นอ่อน

ภาคที่ 1

สุ่มเก็บตัวอย่างต้นอ่อนกระชับช่องละ 20 ต้น โดยแบ่งภาคเป็น 6 ช่อง วัดความโตลำต้นและความสูงของกระชับ

ช่องที่	น้ำหนักต้นอ่อน (กก.)	จำนวนต้นอ่อน (ต้น)
1	98.47	133
2	114.41	186
3	102.26	142
4	107	166
5	95.94	154
6	77.5	120
รวม	595.58	901

ช่องที่ 1

ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่างที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	174	2.2	11	167	2.1
2	155	2.1	12	162	1.9
3	165	1.9	13	172	2.1
4	155	2.2	14	174	2
5	139	1.6	15	143	1.8
6	177	1.9	16	180	2.1
7	150	2.1	17	182	2
8	176	2.2	18	177	2.2
9	193	1.7	19	180	2.1
10	126	1.9	20	148	1.7

ค่าเฉลี่ย	165	2.0
-----------	-----	-----

ช่องที่ 2

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	169	2	11	165	2.2
2	183	2.1	12	164	2.1
3	151	1.8	13	139	1.9
4	176	2.1	14	143	1.9
5	115	1.8	15	146	1.9
6	168	2.1	16	174	2.1
7	136	2.3	17	118	2
8	176	2.2	18	163	2
9	144	1.9	19	164	2
10	158	2.1	20	164	2.1
ค่าเฉลี่ย				156	2.0

ช่องที่ 3

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	196	2.2	11	153	2
2	173	2.3	12	175	2.2
3	152	2.1	13	148	1.7
4	165	2.2	14	179	2
5	158	1.9	15	148	1.9
6	176	2.1	16	144	1.8
7	167	2.1	17	151	2.1
8	174	2.1	18	156	1.9

9	176	2.2	19	121	1.8
10	160	2.1	20	130	1.7
ค่าเฉลี่ย				160	2.0

ช่องที่ 4

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	165	2	11	168	2.2
2	160	2	12	175	2.2
3	183	2	13	165	2
4	180	2.1	14	170	2.2
5	163	2.1	15	170	1.9
6	161	2	16	170	2
7	177	2.1	17	184	1.9
8	172	2.2	18	183	2
9	172	2	19	167	2.1
10	165	2.1	20	174	2.2
ค่าเฉลี่ย				171	2.1

ช่องที่ 5

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	147	1.9	11	175	2.2
2	136	2.1	12	179	2.2
3	175	2.1	13	162	2.1
4	140	1.9	14	166	2.1
5	181	1.9	15	157	2
6	168	2.2	16	158	2.1
7	172	2.2	17	169	1.9
8	174	1.9	18	167	2.2

9	145	2.1	19	149	1.9
10	172	2.1	20	169	1.9
ค่าเฉลี่ย				163	2.1

ช่องที่ 6

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	165	2	11	162	2
2	153	1.9	12	139	1.6
3	136	1.9	13	164	1.9
4	161	2	14	156	1.9
5	147	1.9	15	150	1.9
6	176	2.3	16	162	2.2
7	159	1.8	17	130	1.8
8	166	2	18	158	2.2
9	145	1.8	19	172	2.1
10	173	1.9	20	173	2.1
ค่าเฉลี่ย				157	2.0

ภาคที่ 2

สุ่มเก็บตัวอย่างต้นอ่อนกระชับช่องละ 20 ต้น โดยแบ่งภาคเป็น 6 ช่อง วัดความโตลำต้นและความสูงของกระชับ

ช่องที่	น้ำหนักต้น อ่อน (กก.)	จำนวนต้นอ่อน (ต้น)
1	88.84	140
2	104.7	185
3	115.75	194
4	86.59	132
5	96.12	154

6	71.11	114
รวม	563.11	919

ช่องที่ 1

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	142	2	11	136	1.9
2	160	2	12	180	2.3
3	163	2	13	150	1.9
4	140	1.8	14	154	2.1
5	128	2	15	173	2.1
6	151	1.9	16	159	1.9
7	138	2	17	166	2.3
8	140	2.1	18	149	1.8
9	165	1.9	19	156	1.9
10	143	1.8	20	145	1.9
ค่าเฉลี่ย				152	2.0

ช่องที่ 2

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	125	2	11	165	2
2	147	1.9	12	142	1.8
3	154	2.2	13	148	2.2
4	182	2.1	14	174	2.1
5	130	1.9	15	158	1.8
6	141	2.1	16	146	1.8

7	155	2.1	17	157	2.3
8	159	2	18	172	2.2
9	140	1.8	19	162	2.1
10	131	1.8	20	153	2
ค่าเฉลี่ย				152	2.0

ช่องที่ 3

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	135	1.7	11	165	1.9
2	151	2.2	12	134	1.9
3	135	2.1	13	134	1.8
4	170	2.1	14	130	2
5	139	1.9	15	147	1.8
6	124	1.5	16	155	2
7	144	1.8	17	150	1.8
8	141	1.9	18	143	1.7
9	162	2	19	144	1.7
10	156	1.9	20	130	1.6
ค่าเฉลี่ย				144	1.9

ช่องที่ 4

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	180	2.1	11	150	1.7
2	179	2.1	12	177	2.2
3	173	2.1	13	156	2
4	162	2	14	145	1.8
5	177	2.1	15	174	2.1
6	161	1.9	16	186	2

7	165	1.9	17	152	1.8
8	151	1.8	18	155	1.9
9	157	2	19	153	2
10	180	2.1	20	170	2.1
ค่าเฉลี่ย				165	2.0

ช่องที่ 5

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	159	2	11	145	2.1
2	149	1.8	12	187	2.2
3	143	1.7	13	150	2.1
4	154	2.1	14	179	2.1
5	173	2.1	15	176	2.2
6	164	1.9	16	150	1.8
7	176	2	17	156	2
8	154	2	18	162	1.8
9	173	2.1	19	171	2.1
10	160	2.1	20	165	2.1
ค่าเฉลี่ย				162	2.0

ช่องที่ 6

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	140	1.8	11	188	2.2
2	146	1.9	12	174	2
3	169	1.9	13	164	2.1
4	153	2	14	174	2.1
5	162	2.1	15	170	2
6	175	2.1	16	178	2.1

7	179	2	17	142	2
8	144	1.7	18	168	1.9
9	151	1.9	19	159	2
10	142	1.8	20	157	2
ค่าเฉลี่ย				162	2.0

ภาคที่ 3

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	176	1.9	11	141	2
2	175	1.9	12	167	1.9
3	182	2.1	13	137	1.7
4	171	2.2	14	185	2
5	183	2	15	177	2
6	179	1.9	16	179	2.2
7	154	2.2	17	194	2.1
8	170	1.9	18	175	1.9
9	172	1.9	19	158	1.7
10	116	1.7	20	164	2
ค่าเฉลี่ย				168	2.0

ภาคที่ 4

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	165	1.9	11	167	1.9
2	174	1.9	12	151	1.8
3	167	2.1	13	135	1.8
4	166	2	14	168	2.2
5	172	2.2	15	161	2.1
6	176	2.2	16	159	1.9

7	140	2.3	17	181	2.1
8	162	2.1	18	159	2.2
9	169	1.9	19	152	1.9
10	177	2.1	20	180	2
ค่าเฉลี่ย				164	2.0

ภาคที่ 5

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	135	1.8	11	179	1.9
2	168	2.2	12	154	2.2
3	177	2.1	13	164	2
4	178	2.1	14	171	2.2
5	142	2	15	147	1.8
6	177	2.1	16	155	2
7	161	1.9	17	163	2
8	158	1.9	18	140	1.8
9	176	2.1	19	136	1.9
10	146	1.9	20	161	2
ค่าเฉลี่ย				159.4	2

ภาคที่ 6

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	194	2.2	11	184	1.9
2	144	1.7	12	173	1.9
3	153	1.8	13	158	2.1
4	161	1.9	14	135	1.7
5	161	1.9	15	154	1.8
6	204	2.2	16	173	2

7	153	1.9	17	173	1.9
8	197	2.2	18	134	1.8
9	188	2.1	19	180	2
10	149	1.7	20	141	2.1
ค่าเฉลี่ย				165	1.9

ภาคที่ 7

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	167	2	11	176	2
2	194	2.2	12	175	2
3	174	2.3	13	174	1.8
4	186	2.2	14	183	2.2
5	161	1.9	15	185	2.1
6	137	1.8	16	144	1.9
7	155	2.1	17	131	1.7
8	138	1.6	18	166	2
9	163	2.1	19	164	2
10	182	2.2	20	190	2.1
ค่าเฉลี่ย				167	2.0

ภาคที่ 8

สุ่มเก็บตัวอย่างต้นอ่อนกระชับช่องละ 20 ต้น โดยแบ่งภาคเป็น 6 ช่อง วัดความโตลำต้นและความสูงของกระชับ

ช่องที่	น้ำหนักต้น อ่อน (กก.)	จำนวนต้นอ่อน (ต้น)
1	94.4	159
2	74.58	116
3	85.18	145

4	137.18	220
5	97.25	164
6	120.8	197
รวม	609.39	1001

ช่องที่ 1

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	153	2.1	11	164	1.7
2	176	2	12	190	2.1
3	169	1.9	13	159	1.8
4	166	2	14	170	1.8
5	174	1.9	15	156	1.8
6	161	1.7	16	147	1.7
7	169	2	17	182	1.8
8	153	1.7	18	176	2.2
9	187	2.1	19	145	1.8
10	137	1.8	20	185	1.9
ค่าเฉลี่ย				166	1.9

ช่องที่ 2

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	170	1.9	11	182	2.1
2	188	2	12	192	2.3
3	175	2	13	188	2.3
4	171	2.1	14	172	1.8
5	159	1.7	15	197	2.3
6	159	2	16	191	2.2

7	169	2	17	123	1.7
8	151	2.1	18	185	1.9
9	168	2	19	175	2.1
10	199	2.1	20	168	1.7
ค่าเฉลี่ย				174	2.0

ช่องที่ 3

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	147	2	11	174	1.8
2	173	2.2	12	148	2.1
3	186	2.1	13	192	1.8
4	181	2	14	174	2.1
5	165	1.8	15	144	1.7
6	138	1.8	16	167	2
7	146	1.8	17	138	2
8	158	1.8	18	152	1.8
9	166	2	19	126	1.8
10	163	1.8	20	163	1.9
ค่าเฉลี่ย				160	1.9

ช่องที่ 4

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	195	2.1	11	174	1.9
2	168	1.9	12	148	1.8
3	126	2.1	13	192	2
4	195	2.2	14	174	2.1
5	185	2.1	15	144	1.8
6	170	1.8	16	167	2.1

7	147	2.2	17	138	1.9
8	172	1.9	18	152	2
9	171	2	19	126	1.9
10	186	2	20	163	1.8
ค่าเฉลี่ย				165	2.0

ช่องที่ 5

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	182	2	11	166	2.2
2	174	2.1	12	175	2.1
3	165	2	13	162	2
4	184	2.1	14	167	2.1
5	171	2.1	15	162	2
6	186	2	16	146	2.1
7	186	2	17	163	2
8	171	2.3	18	181	2
9	186	2.1	19	154	1.6
10	159	1.9	20	194	2.1
ค่าเฉลี่ย				172	2.0

ช่องที่ 6

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	190	2.3	11	200	2.2
2	168	2.3	12	185	2
3	174	1.8	13	170	2.4
4	196	2.4	14	184	1.8
5	160	1.9	15	174	1.9
6	158	1.8	16	156	1.6

7	197	2	17	190	2
8	174	2	18	180	2
9	198	2.1	19	191	2
10	169	2	20	158	1.83
ค่าเฉลี่ย				179	2.0

ภาคที่ 9

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	162	2.1	11	175	2
2	174	2.1	12	181	1.9
3	181	2	13	161	2
4	140	1.8	14	139	1.7
5	160	2	15	178	1.9
6	166	1.8	16	159	1.9
7	170	2	17	193	2
8	180	1.9	18	188	1.8
9	149	2	19	169	2.2
10	174	2	20	184	2
ค่าเฉลี่ย				169	2.0

ภาคที่ 10

ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ตัวอย่าง ที่	ความยาว (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
1	200	2.1	11	180	2
2	190	2	12	198	2.1
3	186	2.1	13	187	1.9
4	193	2.1	14	178	2
5	150	2	15	196	2.2
6	168	2	16	198	1.9

7	144	1.8	17	143	1.7
8	189	2.1	18	137	2
9	167	2	19	199	2
10	204	2.1	20	192	2.1
ค่าเฉลี่ย				180	2.0

กรมวิชาการเกษตร