รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองสิ้นสุด

----

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ภาคตะวันออก

2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกระชับเชิงการค้า

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) :การวิจัยและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดกระชับ
   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) :Research and development of combine harvester Rough cocklebur.

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	: นายธนาวัฒน์ ทิพย์ชิต	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี
ผู้ร่วมงาน	: นายพุทธินันทร์ จารุวัฒน์	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายคุรุวรรณ์ ภามาตย์	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายบัณฑิต จิตรจำนงค์	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายนายอนุสรณ์ สุวรรณเวียง	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นางสาวประวีณา ศรีแวงเขต	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายราเชนทร์ ภูซ้ายศรี	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายสมมาตร เอียมอุดม	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายทิวากร กาลจักร	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายปิยชาติ พุ่มมณี	สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	นายยุทธ ทนโม๊ะ	สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรระยอง

กรมวิชาการเกษตร

5. บทคัดย่อ

กระชับ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ Xanthium strumarium L. จัดอยู่ในวงศ์ทานตะวัน กระชับเป็นผักพื้นบ้านที่พบในเขตภาคตะวันออกโดยเฉพาะในแถบลุ่มน้ำประแส อ.แกลง จ.ระยอง ต้นอ่อนของกระชับมีลักษณะคล้ายต้นอ่อนทานตะวัน นิยมรับประทานกับน้ำพริกหรือทำอาหารประเภทยำ แกงส้ม เป็นต้น มีรสชาติอร่อย มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว จึงมีชื่อเสียงและได้รับความนิยมมาก แต่ปัจจุบันยังมีการเพาะและจำหน่ายเฉพาะในกลุ่มเล็กๆ เนื่องจากมีขั้นตอนการปลูกที่ยุ่งยากซับซ้อน ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ ในขณะที่ความต้องการในการบริโภคเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นการเพิ่มการผลิตเมล็ดพันธุ์ทำได้ยาก เนื่องจากช่วงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวเมล็ดสั้น ขั้นตอนของการนวดและทำความสะอาดเมล็ดใช้เวลานาน และเกษตรกรขาดเครื่องมือในการเก็บเกี่ยว ผู้วิจัยและคณะได้ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดกระชับ

ให้สามารถเก็บเกี่ยว นวดและทำความสะอาดเมล็ดกระชับเสร็จในขั้นตอนเดียว ทำให้ช่วยลดแรงงาน เวลา และต้นทุนการทำงานของเกษตรกรได้

เครื่องเกี่ยวนวดกระชับต้นแบบ เป็นลักษณะติดตั้งด้านหน้ารถแทรกเตอร์ ด้านหลังมีปั๊มน้ำมัน และถังน้ำมัน ซึ่งขับด้วยเพลาถ่ายทอดกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์ ส่งน้ำมันมาขับมอเตอร์ไฮดรอลิคด้านหน้า ซึ่งจะใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์ทั้งหมดด้านหน้า ซึ่งประกอบด้วยล้อโน้มซึ่งมีใบโน้มติดตั้งอยู่ มีก้านซี่รูดเมล็ดอยู่ด้านล่างทำจากเหล็กขนาด 12x12 มิลลิเมตร วางเป็นลักษณะคล้ายคราดมีระยะห่างของก้าน 10 มิลลิเมตร ถัดมาเป็นสกรูขนาด 160 มม. ผนังสกรูเป็นตะแกรงขนาด 7x25 มม. เป็นสกรูแบบผ่าเพื่อให้เมล็ดเข้าทางด้านข้างของกระบอกสกรู ต่อมาเป็นกระพ้อลำเลียงเมล็ดขึ้นห้องนวด ซึ่งห้องนวดเป็นสกรูขนาด 200 มม. ผนังเป็นรูตะแกรงขนาด 7x25 มม. ทำหน้าที่นวด ทำความสะอาดเมล็ดกระชับ และลำเลียงสู่ท่อทางออกเพื่อบรรจุใส่กระสอบต่อไป เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงาน 6 ไร่/วัน มีต้นทุนค่าใช้จ่ายน้อยกว่าที่ 409.06 บาท/ไร่ มีจุดคุ้มทุนเมื่อทำงาน 255.79 ไร่ และมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 3 ปี

คำสำคัญ: เมล็ดกระชับ; ต้นกระชับ; เครื่องเกี่ยวนวดกระชับ

ABSTRACT

Rough cocklebur has the scientific name is Xanthium strumarium L. Arranged in Asteraceae. Rough cocklebur is a local vegetable found in the eastern region. Especially in the Prasae River Basin Kaerong District, Rayong Province. Rough cocklebur sprouts (picture 8) looks like a sunflower sprouts. Popularly eaten with chili paste Or cook spicy and sour food, etc. Delicious Has a unique fragrance It is famous and has gained great popularity. But at present there are still cultivation only in farmers to stay rough cocklebur at Baan Thale Noi. Due to the complicated growing and cultivation process It takes time to learn. While the demand for consumption increases. But increasing seed production is difficult. Because of the short time to harvest the seeds. The process of kneading and cleaning the seeds is long. Therefore, the researcher and the team have decided to research and develop the combined. To be able to harvest, knead and clean the compacted seeds in one step. This reduces the labor, time and cost of harvesting farmers.

Master compact harvester It is a combine harvester installed in front of the tractor. On the back there is a gas pump and a fuel tank driven by the tractor's power transmission shaft (PTO). Send oil to drive the hydraulic motor in front. Which will be used to drive all devices in front. Which consists of a plastic blade. Rake spokes are at the bottom, made of steel 12x12 mm. It is a rake-like shape with a spacing of 10 mm. As a 160mm screw, the wall screw is a 7x25mm grid. It is a slit screw to allow the seeds to enter the side of the screw barrel. Later, it was a bucket to transport the seeds to the massage room. The massage chamber is a 200 mm screw, the wall is a grate hole, size 7x25 mm. Performs the massage, cleaning the seeds, tightening And transported to the exit pipe to carry the sack And transported to the exit pipe to carry the sack The prototype is capable of working 6

กรมวิชาการเกษตร

acres / day. Has a cost of 409.06 baht / rai, has a breakeven point when working 255.79 rai and has a payback period of about 3 years.

Keywords: Rough cocklebur seeds; Rough cocklebur; Rough cocklebur combine harvester

6. คำนำ

กระชับ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ Xanthium strumarium L. จัดอยู่ในวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) หรือ Compositae) กระชับเป็นผักพื้นบ้านที่พบในเขตภาคตะวันออกโดยเฉพาะในแถบลุ่มน้ำประแส เขตตำบลทางเกวียน (บ้านทะเลน้อย) ตำบลพังราด ตำบลคลองปูน และตำบลทุ่งควายกิน จ.ระยอง ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังการทำนาปีในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน และเจริญเติบโตในช่วงฤดูแล้ง กระชับจัดเป็นพืชสมุนไพร โดยเปลือกใช้ต้มน้ำดื่มแก้โรคไตพิการ ขับปัสสาวะ แก้ไขข้ออักเสบ ขับเหงื่อ ปวดประจำเดือน ใบใช้ แก้โรคต่อมน้ำเหลือง งูสวัด เริม เนื้อลำต้นใช้ตำพอกแผล แมลงกัดต่อย ปวดศีรษะ ปวดหู และรากใช้เป็นยาขมช่วยเจริญอาหาร

ต้นอ่อนของกระชับ มีลักษณะคล้ายต้นถั่วงอกโดยมีลำต้นสีขาว ใบมีสีเขียวสามารถนำมารับประทานได้ มีรสชาติอร่อย มีความหอมเป็นเอกลักษณ์เฉพาะและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ปัจจุบันได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นมากและเกิดการขาดแคลนผักกระชับสำหรับการบริโภคที่ขึ้นโดยธรรมชาติหลังการทำนา จึงได้มีเกษตรกรทำการผลิตกระชับในแปลงเพาะปลูกเพื่อจำหน่ายและสามารถสร้างรายได้โดยจำหน่ายในราคา 100- 150 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพืชผักชนิดต่างๆในท้องถิ่น พบว่ากระชับมีราคาสูงและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค นอกจากนั้นยังเป็นพืชที่มีโรคและแมลงศัตรูน้อย อีกทั้งการปลูกกระชับจะเป็นช่วงฤดูแล้งทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องวัชพืชด้วย ดังนั้นจึงสามารถที่จะทำการผลิตเป็นพืชอินทรีย์ได้และมีต้นทุนต่ำ จึงกล่าวได้ว่ากระชับเป็นผักปลอดสารพิษซึ่งเป็นจุดขายที่ได้เปรียบผักชนิดอื่นๆ และเป็นพืชท้องถิ่นที่มีศักยภาพในการส่งเสริมเพื่อผลิตทางการค้า แต่อย่างไรก็ตามการผลิตต้นอ่อนผักกระชับเพื่อการบริโภคและการผลิตเมล็ดพันธุ์กระชับของเกษตรกรยังขาดเทคโนโลยีการผลิตในการทำให้ผลผลิตมีความแน่นอนสม่ำเสมอและให้ผลผลิตต่อไร่สูง รวมถึงขาดแคลนเครื่องมือสำหรับการปลูกและเก็บเกี่ยวเพื่อลดหรือทดแทนแรงงาน ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญในปัจจุบัน

การผลิตเมล็ดพันธุ์กระชับในแปลงนา ในขั้นตอนของการเก็บเมล็ด มีช่วงระยะเวลาในการเก็บสั้นคือ 15 วัน จึงต้องเร่งเก็บให้ทันเวลา ทำให้การเพิ่มแปลงปลูกทำได้ยาก ในขณะที่ขั้นตอนของการนวดและทำความสะอาด ก็ใช้แรงงานและเวลานาน จึงจะเข้าสู่ขั้นตอนของการแช่เมล็ดในน้ำเพื่อเก็บรักษาซึ่งจะเก็บเมล็ดได้นานประมาณ 1 ปี ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งพัฒนาวิจัยเครื่องเกี่ยวนวดกระชับแบบคอมบาย คือเก็บเกี่ยว นวดและทำความสะอาดเมล็ด เพื่อลดขั้นตอนการทำความสะอาดให้เสร็จในขั้นตอนเดียวบนเครื่องเกี่ยวนวดกระชับแบบติดด้านหน้ารถแทรกเตอร์ ซึ่งจะช่วยลดแรงงาน เวลา และต้นทุนในการทำงานของเกษตรกร

7. วิธีดำเนินการ :

<u>อุปกรณ์</u>

1. เครื่องชั่งน้ำหนักพิกัด 2 กิโลกรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องชั่งน้ำหนักพิกัด 2 กิโลกรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3. เครื่องวัดความเร็วรอบ
4. สายวัดและตลับเมตร
5. ตาชั่งสปริง
6. เวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์
7. นาฬิกาจับเวลา
8. เหยือกกลมตวงน้ำมันแบบมีสเกลตวงปริมาณ 2.7 ลิตร

วิธีการ

1. ทำการสำรวจเก็บข้อมูลและศึกษาทดสอบวิธีการเก็บเกี่ยวกระชับในแปลงเมล็ดพันธุ์ ศึกษาอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นโดยร่วมมือกับเกษตรกรเพื่อให้ได้ข้อมูลมาวิเคราะห์แก้ปัญหา

2. ออกแบบและสร้างเครื่องเกี่ยวนวดต้นแบบ ศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเก็บเกี่ยวกระชับ เช่น คุณสมบัติทางกายภาพของต้นและเมล็ดกระชับ ระบบส่งถ่ายกำลังจากต้นกำลังรถไถเดินตามสู่ชุดลำเลียงและนวดกระชับ เป็นต้น

3. ทดสอบเครื่องต้นแบบเบื้องต้น ปรับปรุงแก้ไข เก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องที่เหมาะสมเช่น ความสามารถในการเก็บเกี่ยว (กิโลกรัม/ชั่วโมง) ความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการที่เมล็ดกระชับติดไปกับต้นที่ทิ้งในแปลง (%) การใช้พลังงานเชื้อเพลิงต้นกำลัง (ลิตร/ชั่วโมง) เป็นต้น

4. นำเครื่องต้นแบบไปทดสอบเก็บข้อมูลจริงที่แปลงเกษตรกร

5. ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการปลูกแบบเกษตรกรและการใช้เครื่องต้นแบบ วิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

6. จัดทำรายงานผลการวิจัยและเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมาย

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2561 – ระยะเวลาสิ้นสุด กันยายน 2563

สถานที่ดำเนินการ

- ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี ต.พลับพลา อ.เมือง จ.จันทบุรี
- กลุ่มเกษตรผู้ปลูกผักกระชับบ้านทะเลน้อย ตำบลทางเกวียน อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1 ศึกษาขั้นตอนวิธีการเก็บเกี่ยว การทำความสะอาด และการเก็บรักษาเมล็ดกระชับของเกษตรกร

เกษตรกรจะปลูกต้นกระชับ (ภาพที่ 1) ในแปลงนาเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ หลังเกี่ยวข้าวแล้ว โดยเริ่มปลูกกลางเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายนและจะเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนเมษายน โดยเกษตรกรที่มีพื้นที่เล็กจะเก็บโดยใช้แรงงานคนโดยใช้ถุงที่มีคราดอยู่บนปากถุง (ภาพที่ 2) แล้วใช้รูดเมล็ดเข้าถุง ส่วนเกษตรกรที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่จะใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยวที่ติดด้านหน้ารถไถเดินตาม (ภาพที่ 3) หรือรถแทรกเตอร์ (ภาพที่ 4) โดยเครื่องมือเก็บเกี่ยวจะกั้นเป็นคอกสี่เหลี่ยมด้านหน้ามีเหล็กกลมเรียงห่างกัน 10-13 มิลลิเมตร คล้ายคราดสำหรับรูดเมล็ดกระชับ หลังจากนั้นเมล็ดจะไหลไปอยู่ในคอกด้านหลัง เกษตรกรจะบรรจุใส่กระสอบแล้วนำไปผึ่งใต้ต้นไม้ที่มีแสงแดดรำไร (ภาพที่ 5) ซึ่งจะเก็บไว้ได้นานหลาย

กรมวิชาการเกษตร

เดือน เพื่อรอขั้นตอนการทำความสะอาดเมล็ดต่อไป ซึ่งเมล็ดที่จะทำความสะอาดจะต้องนำมาตากแดดประมาณ 3 ถึง 7 วันให้ใบและก้านแห้ง หลังจากนั้นจึงนำมาร่อนด้วยตะแกรงพลาสติกขนาด 5 มม. (ภาพที่ 6) โดยใช้มือขยี้จนใบที่แห้งกรอบแตกละเอียดเป็นชิ้นเล็ก ๆ และหลุดลงไปข้างล่างตะแกรงพร้อมก้านที่ติดขั้วเมล็ด ซึ่งทำให้ด้านบนตะแกรงเหลือเพียงเมล็ดที่สะอาด หรืออีกวิธีหนึ่งคือใส่รองเท้าบูทยางแล้วใช้เท้านวดเมล็ดกระชับจนใบแหลกละเอียดและก้านหลุดออกจากขั้วเมล็ดหลังจากนั้นก็นำไปหมุนทำความสะอาดในกรงล้อตะแกรง(ภาพที่ 7) เมื่อได้เมล็ดที่สะอาดแล้วนำไปแช่น้ำอย่างน้อย 2 เดือน จึงสามารถนำมาเพาะเป็นต้นอ่อนกระชับ(ภาพที่ 8) เพื่อบริโภคหรือจำหน่ายต่อไป เมล็ดที่แช่น้ำสามารถเก็บไว้ได้นานหนึ่งปี แต่ต้องระวังน้ำเน่าเสียซึ่งจะต้องเปลี่ยนน้ำบ่อย ๆ หากน้ำเน่าเสียเมล็ดก็จะเสียและเพาะไม่งอก

ภาพที่ 1 ต้นกระชับแห้งพร้อมเก็บเกี่ยว

ภาพที่ 2 อุปกรณ์เก็บเกี่ยวเมล็ดกระชับของชาวบ้าน

ภาพที่ 3 อุปกรณ์เก็บเมล็ดกระชับติดด้านหน้ารถไถเดินตาม

ภาพที่ 4 อุปกรณ์เก็บเมล็ดกระชับติดด้านหน้ารถแทรกเตอร์

ภาพที่ 5 การผึ่งเมล็ดกระชับใต้ต้นไม้ที่มีแสงแดดรำไร

ภาพที่ 6 ตะแกรงร่อนและทำความสะอาดเมล็ดกระชับ

ภาพที่ 7 วงล้อตะแกรงทำความสะอาดเมล็ดกระชับ

ภาพที่ 8 ต้นอ่อนกระชับ

กรมวิชาการเกษตร

8.2 ทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ทางกายภาพ ทางเคมีและทางฟิสิกส์

<u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

- ความสูง

ต้นกระชับจะมีความสูงประมาณ 100-150 เซนติเมตร (ภาพที่ 9)

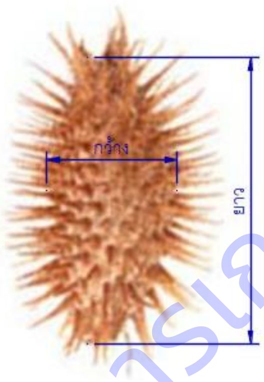
ภาพที่ 9 ทดสอบวัดความสูงของต้นกระชับ

- สัดส่วนโดยน้ำหนักของต้นกระชับ

ผลการทดสอบหาค่าน้ำหนักเฉลี่ยของลำต้นกระชับคือ 28.30 กรัม ใบกระชับ 8.50 กรัม และเมล็ดกระชับ 23.20 กรัม คิดเป็นสัดส่วนโดยน้ำหนักของลำต้น ใบและเมล็ดกระชับ 47.10, 14.20 และ 38.60 %/น.น. ตามลำดับ รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 1 ภาคผนวก ค.

- ขนาดของเมล็ดกระชับ

ผลการทดสอบหาค่าขนาดเฉลี่ยของเมล็ดกระชับคือ มีความกว้าง 7.95 มิลลิเมตร และความยาว 15.98 มิลลิเมตร รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 2 ภาคผนวก ค.



ภาพที่ 10 ขนาดเมล็ดกระชับ

กรมวิชาการเกษตร

- ค่าความหนาแน่นรวม (Bulk density)

ผลการทดสอบหาค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของเมล็ดกระชับคือ 823.70 ก.ก./ลบ.ม. รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 3 ภาคผนวก ค.

<u>คุณสมบัติทางเคมี</u>

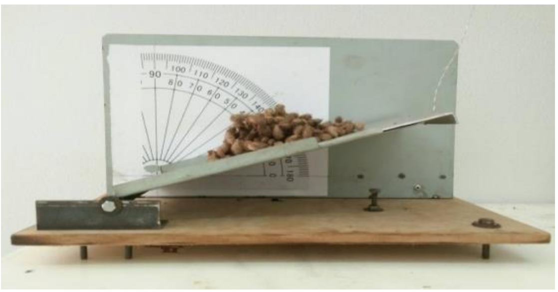
- เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดกระชับหลังเก็บเกี่ยว

ผลการทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของเมล็ดกระชับหลังเก็บเกี่ยวคือ 9.26% (มาตรฐานเปียก) รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4 ภาคผนวก ค.

<u>คุณสมบัติทางฟิสิกส์</u>

- มุมเสียดทาน (Angle of friction)

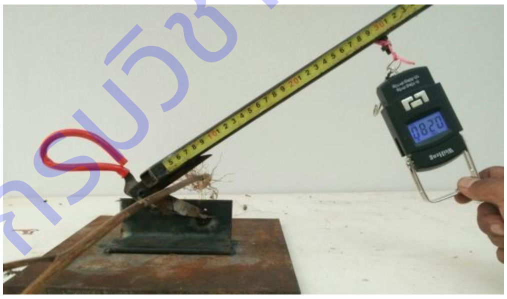
ผลการทดสอบหาค่ามุมเสียดทานเฉลี่ยของเมล็ดกระชับหลังเก็บเกี่ยวบนวัสดุ เหล็ก, สังกะสี, สแตนเลส และอลูมิเนียมคือ 39°, 32°, 28° และ 26° ตามลำดับ รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 5 ภาคผนวก ค.



ภาพที่ 11 เครื่องมือทดสอบหาค่ามุมเสียดทาน

- แรงที่ใช้ตัดลำต้นด้วยคัตเตอร์แบบกรรไกร

ผลการทดสอบหาค่าแรงเฉลี่ยที่ใช้ตัดลำต้นกระชับด้วยคัตเตอร์แบบกรรไกรคือ 12.67 กิโลกรัม รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 6 ภาคผนวก ค.

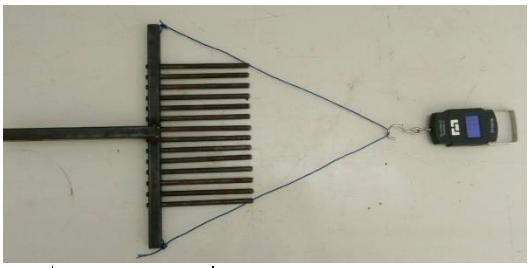


ภาพที่ 12 เครื่องมือทดสอบแรงตัดแบบกรรไกร

- แรงดึงที่ใช้รูดเมล็ดกระชับแบบคราด

ผลการทดสอบพบว่าแรงดึงที่ใช้รูดเมล็ดกระชับแบบคราด จะมีค่าลดน้อยลงเมื่อเพิ่มระยะห่างของซี่รูดเมล็ดมากขึ้น รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 7 ภาคผนวก ค.

กรมวิชาการเกษตร



***ภาพที่* 13** เครื่องมือวัดแรงดึงที่ใช้รูดเมล็ดกระชับแบบคราด

จากนั้นทำการทดสอบเบื้องต้นโดยนำต้นกระชับมาเข้าเครื่องหั่นย่อยแล้วนำไปร่อนด้วยตะแกรงสองครั้งและนำไปเป่าลมเพื่อแยกส่วนฝุ่นที่ละเอียดออก (ภาพที่ 14)

***ภาพที่* 14** การทดสอบเบื้องต้นหั่นย่อยและทำความสะอาดกระชับ

จากผลการทดสอบคุณสมบัติ สรุปสัดส่วน ลำต้น ใบและเมล็ดกระชับได้ว่า ลำต้นมีสัดส่วนมากที่สุด รองลงมาเป็นเมล็ดและใบตามลำดับ ดังนั้นในการเก็บเกี่ยวจะไม่เกี่ยวโดยการตัดลำต้น การเกี่ยวโดยการตัดลำต้นจะทำให้กลไกการตัดสึกหรอมาก และต้องใช้แรงในการตัดที่มากถึง 12.67 กิโลกรัม เนื่องจากต้นกระชับแห้งและมีความเหนียวมาก แต่จะเกี่ยวเฉพาะใบและเมล็ด เนื่องจากเมล็ดกระชับมีความทนทานมากซึ่งสามารถจะเกี่ยวนวดแบบรุนแรงได้ แต่เมล็ดก็ยังมีหนามซึ่งจะเกาะเกี่ยวกับใบ และกับเมล็ดด้วยกันเองเป็นก้อนทำให้เป็นอุปสรรคในการคัดแยกและทำความสะอาด ดังนั้นจะต้องทำการนวดและขัดล้มหนาม จึงจะสามารถแยกและทำความสะอาดเมล็ดได้ง่าย

8.3 การทดสอบเบื้องต้นขั้นตอนการนวดและทำความสะอาดเมล็ดกระชับ

กรมวิชาการเกษตร

8.3.1 ออกแบบ สร้างและทดสอบเบื้องต้น ห้องนวดและทำความสะอาดเมล็ดกระชับ เป็นแบบสกรูลำเลียง สกรูลำเลียงขนาด 12.7 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร ระยะพิตซ์ 5 เซนติเมตร แกนกลางเป็นเพลาขนาด 2.54 เซนติเมตร ผนังห้องสกรูลำเลียงเป็นตะแกรงขนาด 5x5 มิลลิเมตร (ภาพที่ 15) จากนั้นนำไปทดสอบการทำงานเบื้องต้น พบว่า สามารถนวดและทำความสะอาดเมล็ดกระชับได้ดี ได้เศษสิ่งวัสดุเจือปนเหลือทิ้งเฉลี่ย 32.17 กรัม รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 8 ภาคผนวก ค.

ภาพที่ 15 ห้องนวดเมล็ดกระชับแบบสกรูลำเลียง

กรมวิชาการเกษตร

8.4 การสร้างต้นแบบเครื่องเกี่ยวนวดเมล็ดกระชับ

8.4.1 ดำเนินการสร้าง ล้อโน้มต้นกระชับ ซี่รูดเมล็ดกระชับ ชุดห้องนวดและทำความสะอาดเมล็ดกระชับ

- ล้อโน้มต้นกระชับมีความกว้าง 2 เมตร ซี่โน้ม 3 เส้น ขนาด 12 มิลลิเมตร ขนาดวงล้อโต 50 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 16

ภาพที่ 16 ล้อโน้มต้นกระชับ

- ชุดซี่รูดเมล็ดกระชับ มีความกว้าง 2 เมตร ซี่รูดใช้เหล็กสี่เหลียมตันขนาด 12x12 มิลลิเมตร ยาว 350

มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างซี่รูด 9 มิลลิเมตร กัดร่องด้านในขนาด 13x30 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันลำต้นกระชับติดขัดบริเวณโคนซี่รูด ซึ่งจะเป็นสาเหตุของการถอนต้นขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 17

ภาพที่ 17 ซี่รูดเมล็ดกระชับ

- ดำเนินการสร้างชุดห้องนวดและทำความสะอาดเมล็ดกระชับแบบสกรูลำเลียง จากนั้นประกอบชุดล้อโน้ม ชุดซี่รูดเมล็ดกระชับ และชุดห้องนวดและทำความสะอาดเมล็ดกระชับเข้าด้วยกัน ดังแสดงในภาพที่ 18 และ 19

ภาพที่ 18 สกรูลำเลียง และกระบอกสกรูลำเลียงที่ทำหน้าที่เป็นผนังห้องนวดและทำความสะอาด

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 19 ประกอบอะไหล่และชิ้นส่วนต่างของเครื่องนวดกระชับส่วนด้านหน้ารถแทรคเตอร์

- ติดตั้งชุดปั๊มน้ำมันไฮดรอลิคหลังรถแทรกเตอร์ยูโร ขนาด 75 แรงม้า โดยใช้ต้นกำลังเพลา PTO หมุนปั๊มน้ำมันไฮดรอลิค เพื่อส่งน้ำมันไฮดรอลิค จากถังน้ำมันขนาด 30 ลิตร ไปขับมอเตอร์ไฮดรอลิคด้านหน้ารถแทรกเตอร์ เพื่อหมุนขับเคลื่อนกลไกและชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องเกี่ยวนวดกระชับ ดังแสดงในภาพที่ 20

ภาพที่ 20 ติดตั้งปั๊มไฮดรอลิคสำหรับขับต้นกำลังมอเตอร์ไฮดรอลิค

เครื่องเกี่ยวนวดกระชับแบบติดตั้งด้านหน้ารถแทรกเตอร์ มีส่วนประกอบต่างๆ และลักษณะการทำงาน โดยเริ่มต้นจากล้อโน้มจะทำหน้าที่โน้มต้นกระชับเข้าหาซี่รูดเมล็ด ซึ่งจะรูดเมล็ด ใบและก้านขั้วเมล็ดติดมาด้วย หลังจากนั้นเมล็ดจะถูกดันเข้าสกรูลำเลียงตัวที่ 1 ซึ่งเป็นสกรูขนาด 16 ซม. ผนังสกรูเป็นตะแกรงขนาด 7x25 มม. เป็นสกรูแบบผ่าเพื่อให้เมล็ดเข้าทางด้านข้างของกระบอกสกรู ซึ่งเมล็ดจะถูกลำเลียงไปที่กลางสกรู ในขณะลำเลียงเมล็ดกระชับจะถูกนวดและทำความสะอาดไปด้วย จากนั้นจะเข้าสู่สกรูตัวที่ 2 ซึ่งเป็นสกรูขนาด 160 มม. ผนังเป็นเหล็กผิวเรียบ สกรูตั้งขึ้นทำมุม 50 องศา ทำหน้าที่ลำเลียงเมล็ดกระชับขึ้นไปที่สกรูตัวที่ 3 ซึ่งเป็นสกรูขนาด 200 มม. ผนังเป็นรูตะแกรงขนาด 7x25 มม. ทำหน้าที่นวด ทำความสะอาดเมล็ดกระชับ และลำเลียงสู่ท่อทางออกเพื่อบรรจุใส่กระสอบ โดยจะมีคนนั่งรอบรรจุที่ปากทางออก

กรมวิชาการเกษตร

ทดสอบการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดกระชับ หลังติดตั้งชุดมอเตอร์ไฮดรอลิค และหาความสัมพันธ์กับความเร็วรถแทรกเตอร์ ผลการทดสอบพบว่าการเกี่ยวนวดจะวิ่งด้วยความเร็ว 0.9 เมตร/วินาที รอบเครื่องยนต์ 1,200 รอบ/นาที ได้รอบเพลา PTO 350 รอบ/นาที ขับปั๊มน้ำมันไฮดรอลิคให้หมุนด้วยความเร็ว 1,108 รอบ/นาที ปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกส่งน้ำมันไฮดรอลิคไปหมุนมอเตอร์ไฮดรอลิคที่ชุดเกี่ยวนวดกระชับด้านหน้ารถแทรกเตอร์ได้ความเร็ว 120 รอบ/นาที มอเตอร์ไฮดรอลิคส่งกำลัง เพื่อหมุนอุปกรณ์ต่างๆดังนี้ ล้อโน้ม 67 รอบ/นาที สกรูลำเลียงเมล็ดกระชับเข้าเครื่องขนาด 160 มิลลิเมตร 75 รอบ/นาที สกรูลำเลียงเมล็ดกระชับขึ้นขนาด 160 มิลลิเมตร 200 รอบ/นาที และสกรูทำความสะอาดเมล็ดกระชับ ขนาด 200 มิลลิเมตร หรือสกรูทางออกเมล็ดกระชับเพื่อบรรจุกระสอบ 64 รอบ/นาที ดังแสดงในภาพที่ 21 และ 22

ภาพที่ 21 ติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเข้ากับรถแทรคเตอร์และทดสอบการใช้งาน

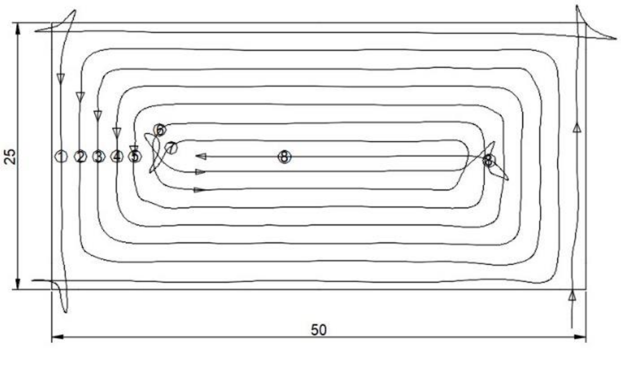
ภาพที่ 22 ทดสอบความสัมพันธ์ของการทำงานของกลไกเครื่องเกี่ยวนวดกระชับหลังติดตั้งมอเตอร์ไฮดรอลิค

กรมวิชาการเกษตร

จากนั้นนำต้นแบบเครื่องเกี่ยวนวดกระชับไปทำการทดสอบเก็บข้อมูลในแปลงปลูกกระชับของเกษตรกร อ.แกลง จ.ระยอง โดยผลการสุ่มเก็บเมล็ดกระชับต่อพื้นที่แปลงปลูก (ภาพที่ 23) พบว่าได้เมล็ดกระชับรวมเฉลี่ย 243.2 กรัม/ตารางเมตร เมล็ดที่อยู่บนต้น 220.9 กรัม/ตารางเมตร และเมล็ดร่วงลงพื้นดิน 22.3 กรัม/ตารางเมตร รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 9 ภาคผนวก ค. ซึ่งเมื่อนำไปคำนวณจะได้ ผลผลิตเมล็ดกระชับรวมคือ 389.12 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดกระชับที่อยู่บนต้นและจะถูกเก็บด้วยรถ 353.44 กิโลกรัมต่อไร่ และเมล็ดร่วงซึ่งสูญเสียในแปลงตั้งแต่ยังไม่ได้เก็บเกี่ยว 35.68 กิโลกรัมต่อไร่ และนำเมล็ดกระชับในแปลงเก็บเกี่ยวไปทำการทดสอบหาความชื้น พบว่าเมล็ดกระชับมีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียกเฉลี่ย 9.3 % รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 10 ภาคผนวก ค.

ภาพที่ 23 เก็บข้อมูลความหนาแน่นเมล็ดกระชับในแปลงปลูกกระชับ

ผลการทดสอบสมรรถนะในการทำงานของเครื่องต้นแบบพบว่ามีความสามารถในการทำงาน 335.73 กิโลกรัม/ไร่ คิดเป็นประมาณ 95% ของประมาณผลผลิต และสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวโดยร่วงหล่นอยู่ในแปลงทดสอบประมาณ 5% ใช้พลังงานเชื้อเพลิง 4.5 ลิตร/ชั่วโมง ความเร็วเฉลี่ยของรถแทรคเตอร์ขณะปฏิบัติงาน 0.91 เมตร/วินาที และใช้เวลาในการเลี้ยวที่หัวแปลงเฉลี่ย 20.90 วินาที รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 11 และ 12 ภาคผนวก ค. และภาพที่ 24-26 อย่างไรก็ตามเครื่องเกี่ยวนวดกระชับต้นแบบ ยังมีจุดที่ต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์เพิ่มเติมในส่วนของสกรูลำเลียงชุดกลาง เมื่อทำงานไประยะหนึ่งจะมีปัญหาติดขัดเนื่องจาก มีเศษกิ่งต้นกระชับและสิ่งเจือปนในแปลง ติดขัดกับใบสกรูและผนังห้อง ทำให้เกิดปัญหาในการลำเลียงบางจังหวะไม่คล่องตัว จึงได้ปรับปรุงเครื่องเก็บกระชับ โดยเปลี่ยนสกรูลำเลียงเมล็ดกระชับขึ้นจากเดิมซึ่งเป็นสกรูลำเลียงมุมเอียง 50^0 องศา เป็นกระพ้อลำเลียง เนื่องจากกระพ้อลำเลียงสามารถลำเลียงวัสดุขึ้นในแนวดิ่งได้ดี (ภาพที่ 27)



ภาพที่ 24 เส้นทางการขับเลื่อนเครื่องเกี่ยวนวดกระชับ

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 25 ทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดกระชับในแปลงของเกษตรกร

รูปที่ 26 ภาพเมล็ดกระชับก่อนเก็บเกี่ยว (ซ้าย) และหลังเก็บเกี่ยว (ขวา)

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 27 ปรับปรุงเครื่องเกี่ยวนวดกระชับหลังลงแปลงทดสอบเก็บข้อมูลแล้ว

งานวิจัยการทดลองนี้ติดปัญหาอุปสรรคในเรื่องของงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยที่ถูกตัดลดงบประมาณลงมากกว่า 50% และปัญหาสถานการณ์โรคระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 หรือโควิด-19 ทำให้ขาดงบประมาณในการดำเนินงาน การปรับปรุงเครื่องทำได้ยาก และคณะนักวิจัยไม่สามารถเดินทางไปทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลเครื่องต้นแบบในพื้นที่ของเกษตรกร อ.แกลง จ.ระยองได้อย่างละเอียด

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของเครื่องเกี่ยวนวดกระชับต้นแบบ และเปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานกับวิธีการเก็บเกี่ยวและนวดเมล็ดกระชับของเกษตรกร ผลการวิเคราะห์พบว่า วิธีของเกษตรกรซึ่งมีความสามารถในการทำงาน 0.2 ไร่/วัน (รวมระยะเวลาการนวดและทำความสะอาด) มีต้นทุนค่าใช้จ่าย 2,250 บาท/ไร่ ในขณะที่วิธีใช้เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงาน 6 ไร่/วัน มีต้นทุนค่าใช้จ่ายน้อยกว่าที่ 409.06 บาท/ไร่ มีจุดคุ้มทุนเมื่อทำงานเป็นปริมาณ 255.79 ไร่ และมีระยะเวลาคืนเงินลงทุนประมาณ 3 ปี

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เครื่องเกี่ยวนวดกระชับต้นแบบจะมีหัวเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพดีกว่าของเกษตรกร เนื่องจากมีการจัดเรียงระยะห่างระหว่างซี่รูดได้แม่นยำกว่าคือระยะ 10 มิลลิเมตร ในขณะที่เครื่องของเกษตรกรมีระยะห่าง 10-13 มิลลิเมตร

ทำให้ปริมาณการเก็บเกี่ยวต่อไร่ได้มากกว่า แต่อย่างไรก็ตามหากในแปลงมีเถาวัลย์จะไปขวางร่องซี่รูดด้านในที่เซาะร่องให้ลำต้นรูดผ่านไปได้ง่าย ทำให้ซี่รูดทำงานได้ไม่ดีเกิดอาการติดและลำต้นถอนเหมือนเครื่องมือของเกษตรกร วิธีแก้ไขอาจทำได้โดยการเอาเถาวัลย์ออกจากแปลงก่อนใช้เครื่องเกี่ยวนวด หรืออาจเปลี่ยนจากการใช้หัวรูดเป็นการตัดลำต้นเข้ามาในเครื่องและปรับปรุงอุปกรณ์การนวด ส่วนห้องทำความสะอาดสามารถใช้ได้เหมือนเดิม ก็จะสามารถเก็บเกี่ยวกระชับได้โดยไม่ต้องรอให้แห้งมาก ทำให้ช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวกว้างขึ้นด้วย

การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวนวดแบบคอมบายมีหลายขั้นตอน คือมีทั้งการเก็บเกี่ยว การนวด และการทำความสะอาด ซึ่งมีอุปกรณ์จำนวนมาก การวิจัยโดยใช้เวลา 2 ปี ไม่สามารถทำให้สมบูรณ์ได้ จึงควรนำเครื่องต้นแบบและข้อมูลงานวิจัยในครั้งนี้ไปวิจัยต่อ ก็จะสามารถจะสามารถพัฒนาเครื่องให้ดีขึ้น ทำให้มีเครื่องเกี่ยวนวดกระชับที่ทำงานได้สมบูรณ์แบบ ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับเกษตรการ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : ---

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) :

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผู้ร่วมงานและเจ้าหน้าที่ทุกท่านของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ที่มีส่วนช่วยในการพัฒนางานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบคุณลุงวิสุทธิ์ ช่างเหล็ก และคุณประสาน ถวิล เกษตรกรผู้ปลูกผักกระชับบ้านทะเลน้อย ตำบลทางเกวียน อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ที่ให้ความอนุเคราะห์ เอื้อเฟื้อสถานที่ และแนะนำองค์ความรู้ต่าง ๆ สำหรับการอำนวยความสะดวกในเรื่องของสถานที่ทดสอบและข้อแนะนำต่างๆ ตลอดจนความสนใจในการนำไปใช้งานจริงต่อไป

12. เอกสารอ้างอิง :

นภดล แสงวิไล. 2556. ผักกระชับ.เมืองแกลง กิโลละสองร้อย. ไทยรัฐออนไลน์. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก:

http://www.thairath.co.th/content/344699, 30 เมษายน 2559

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1. เครื่องรูดเมล็ดกระชับติดด้านหน้ารถแทรกเตอร์ ของเกษตรกร

หลังจากเก็บเมล็ดกระชับจากการรูดแล้วต้องนำเมล็ด (มีใบและก้านติดมาด้วย) มาตากแดด ประมาณ 2 ถึง 3 วัน จึงนวดด้วยรองเท้าบูท (ใบจะแหลกและก้านจะหลุดจากขั้ว) แล้วนำไปร่อนทำความสะอาดจะได้เมล็ดที่สะอาด (ภาพที่ 3) หรือ ทำการนวดและร่อนในคราวเดียวกันคือใช้มือขยี้เมล็ดกระชับบนตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร ขั้นตอนทำความสะอาดเมล็ดกระชับใช้เวลา 5 วัน/ไร่

ค่าจ้างเก็บเมล็ดกระชับด้วยเครื่องรูดเมล็ด 500 บาท/ไร่ (300 กก./ไร่)

-ค่าเก็บ+ค่าแรงการทำความสะอาดเมล็ดกระชับ = 500 บาท/ไร่ +(5 วัน/ไร่x 350 บาท/วัน)

= 500 +1,750 บาท/ไร่

ต้นทุนการเก็บเมล็ดกระชับด้วยชุดหัวเก็บกระชับติดด้าน
หน้ารถแทรกเตอร์ของเกษตรกรและการนวดเมล็ดกระชับ = 2,250 บาท/ไร่

ดังนั้นเครื่องเกี่ยวนวดกระชับควรปรับราคาค่าบริการเกี่ยวนวดจาก 500 บาท/ไร่ เป็น 1,000 หรือ <u>800 บาท/ไร่</u>

2.การคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายเครื่องเกี่ยวนวดกระชับ

กำหนดให้

- ราคาเครื่องเกี่ยวนวดกระชับ 100,000 บาท
- อายุการใช้งาน 10 ปี
- มูลค่าซาก 1% ของราคาเครื่อง 1,000 บาท
- ค่าซ่อมบำรุงเครื่อง 1,000 บาท/ปี
- อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ 8 เปอร์เซ็นต์/ปี
- ค่าจ้างแรงงาน 1 คน 350 บาท/วัน
- ค่าแรงงานคนขับรถ 500 บาท/วัน
- ค่าน้ำมันรถแทรกเตอร์ 4.5 ลิตร/ชั่วโมง
- เครื่องเกี่ยวนวดทำงานได้ 6 ไร่/วัน
- ฤดูกาลเก็บเกี่ยว 15 วัน/ปี

<u>ต้นทุนคงที่</u>

กรมวิชาการเกษตร

- *ค่าเสื่อมราคาเครื่อง*

สมการค่าเสื่อมราคาเครื่องแบบเส้นตรง (P-L)/N

โดย P = ราคาซื้อเครื่องจักร, บาท

L = ราคาซากเครื่องจักร, บาท

N = อายุการใช้งาน, ปี

ค่าเสื่อมราคาของเครื่องเกี่ยวนวดกระชับ = (100,000-1,000)/10 บาท/ปี

= *9,900 บาท/ปี*

- *ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน*

สมการค่าดอกเบี้ย [(P+L)/2] x (i/100)

โดย i = อัตราดอกเบี้ย/ปี, เปอร์เซ็นต์

ค่าดอกเบี้ยลงทุนเครื่องเกี่ยวนวดกระชับ = [(100,000+1,000)/2] x (8/100) บาท/ปี

=*4,040 บาท/ปี*

ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม = ค่าเสื่อมราคาเครื่อง + ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน

= 9,900 + 4,040 บาท/ปี

= 13,940 บาท/ปี

กรมวิชาการเกษตร

<u>ต้นทุนผันแปร</u>

= *เครื่องเกี่ยวนวดกระชับทำงาน* 6 ไร่/วัน

= ปริมาณผลผลิตเมล็ดกระชับ 335.73 กิโลกรัม/ไร่

= *ทำงาน* 15 วัน/ปี

= ราคา*เมล็ดกระชับ 200* บาท/กิโลกรัม

= อัตราค่าเกี่ยวนวด 800 บาท/ไร่

- *ค่าจ้างแรงงานขับรถแทรกเตอร์เครื่องเกี่ยวนวดกระชับและลูกมือ*

=ค่าจ้างแรงงานคนขับรถ 500 บาท/วัน

=ค่าจ้างผู้ช่วยคนขับรถ 350 บาท/วัน

ดังนั้นต้นทุนค่าจ้างแรงงานคนขับรถแทรกเตอร์เครื่องเกี่ยวนวดกระชับ+ลูกมือ

= (500+350) บาท/วัน x 15 วัน/ปี

= 12,750 บาท/ปี

- ค่าพลังงานเชื้อเพลิง

อัตราค่าเชื้อเพลิง 4.5 ลิตร/ชั่วโมง

ดังนั้น ต้นทุนค่าพลังงานเชื้อเพลิง = 4.5 ลิตร/ชั่วโมง x 25 บาท/ลิตร x 6 ชั่วโมง/วัน x 15 วัน/ปี

= 10,125 บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม = 12,750 + 10,125 บาท/ปี

= 22,875 บาท/ปี

<u>ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งหมด</u> = 13,940 + 22,875 บาท/ปี

= 36,815 บาท/ปี

= (36,815 บาท/ปี)/(6 ไร่/วัน x 15 วัน/ปี)

= 409.06 บาท/ไร่

3. **การคำนวณจุดคุ้มทุนจากการทำงานด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวกระชับต้นแบบ**

ค่าจ้างเกี่ยวนวดกระชับด้วยเครื่องต้นแบบ = 800 บาท/ไร่

กำไรจากการรับจ้างเกี่ยวนวด (ค่าจ้าง-ต้นทุนรวม) = 800 – 409.06 บาท/ไร่

ดังนั้นรายได้ในการรับจ้างเกี่ยวนวดกระชับ = 390.94 บาท/ไร่

กรมวิชาการเกษตร

ระยะเวลาคืนทุนหาได้จากความสัมพันธ์, ระยะเวลาคืนทุน = ราคาเครื่อง/มูลค่าเพิ่ม

= (100,000 บาท)/(390.94 บาท/ไร่)

ดังนั้นเครื่องเกี่ยวนวดกระชับมีจุดคุ้มทุนเมื่อใช้งานประมาณ = **255.79 ไร่**

มีช่วงเวลาเก็บเกี่ยว 1 ปี = 15 วัน/ปี x 6 ไร่/วัน =90 ไร่/ปี

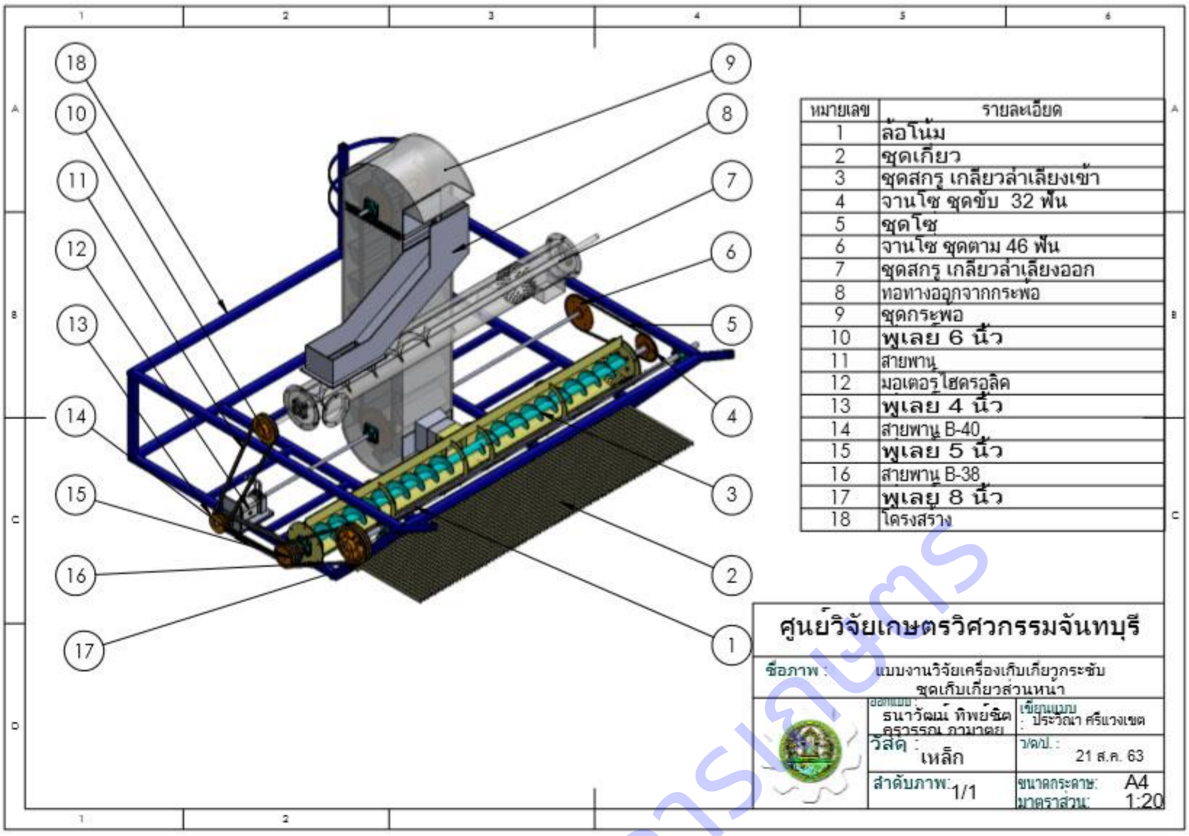
ระยะเวลาคืนทุน =(255.79 ไร่)/(90 ไร่/ปี)

=2.84 ปี

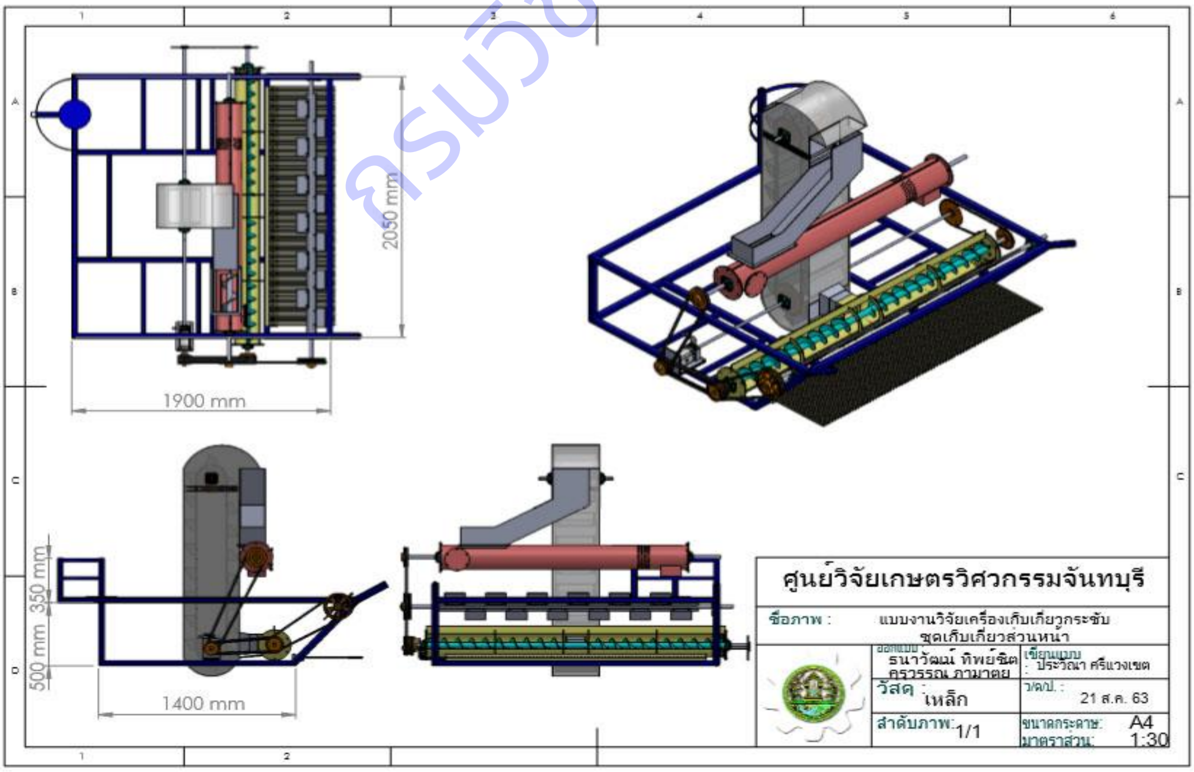
ดังนั้นเครื่องเกี่ยวนวดกระชับจะมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 3 ปี

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ข:แบบเครื่องเกี่ยวนวดกระชับ

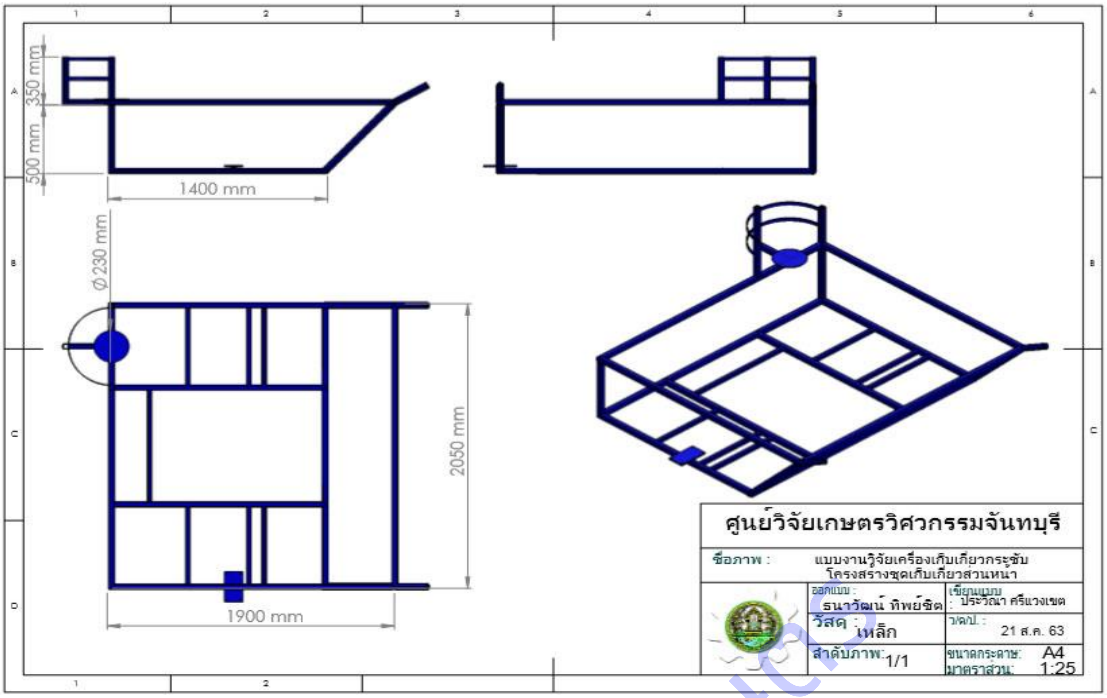


ภาพที่ 1 แบบเครื่องเกี่ยวนวดกระชับชุดเกี่ยวนวดส่วนหน้า



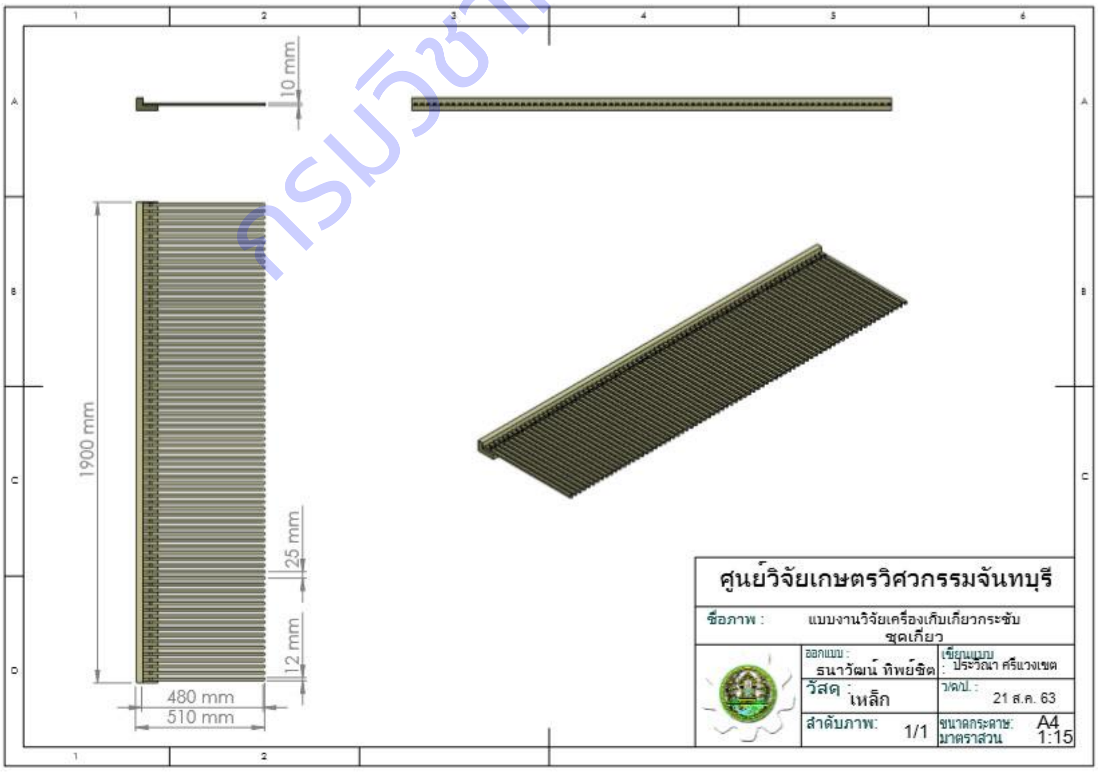
ภาพที่ 2 แบบภาพฉายเครื่องเกี่ยวนวดกระชับ

กรมวิชาการเกษตร

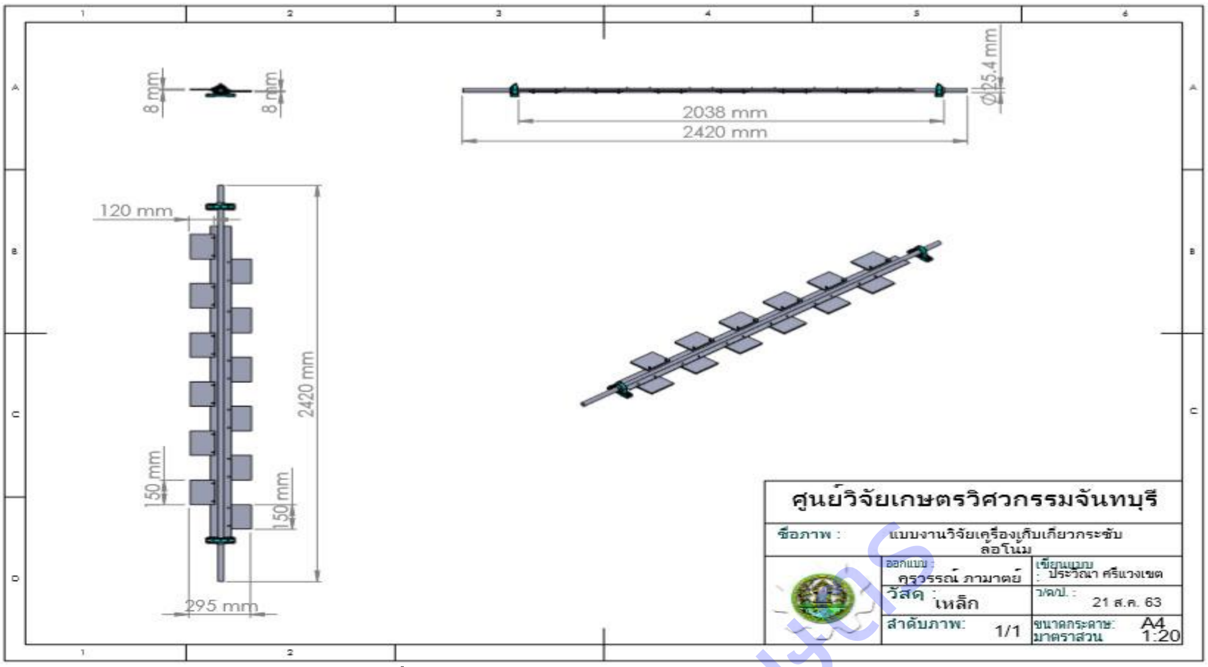


ภาพที่ 3 แบบโครงสร้างด้านหน้าเครื่องเกี่ยบนวดกระชับ

กรมวิชาการเกษตร

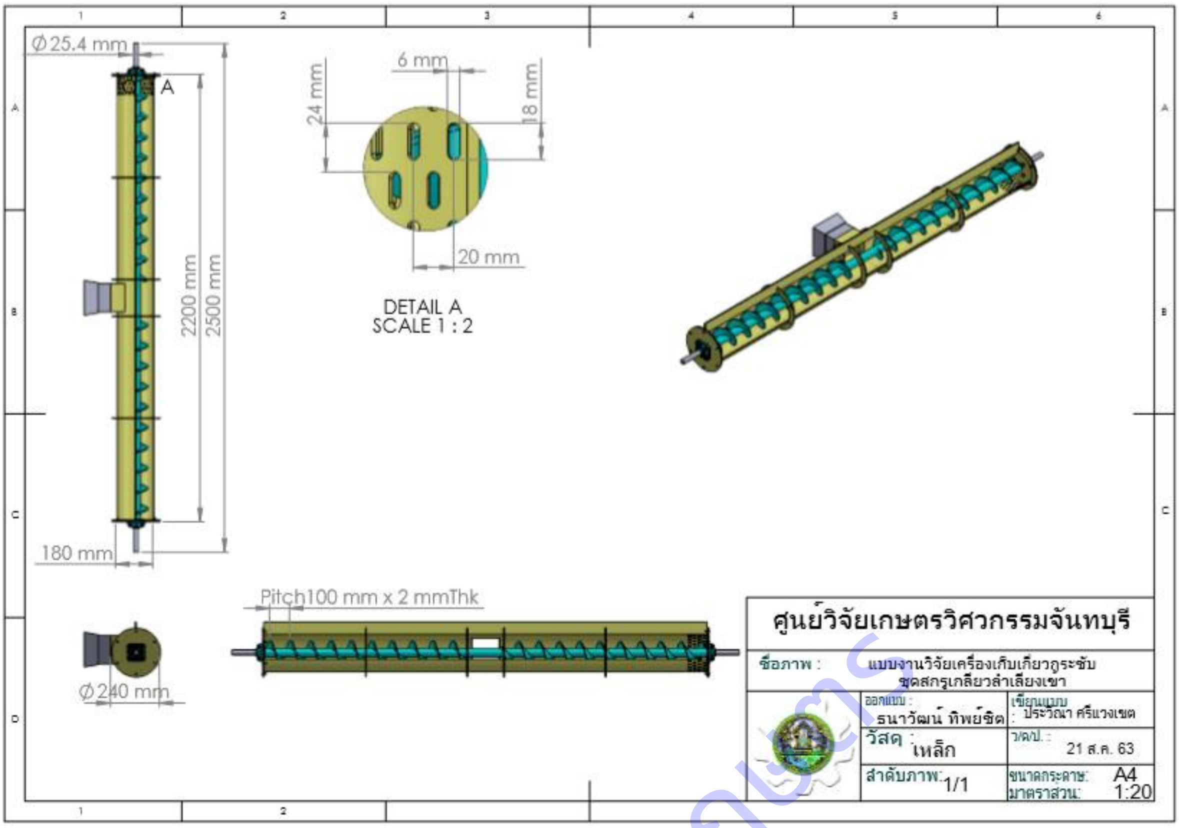


ภาพที่ 4 ชุดซี่รวดเมล็ดกระชับ

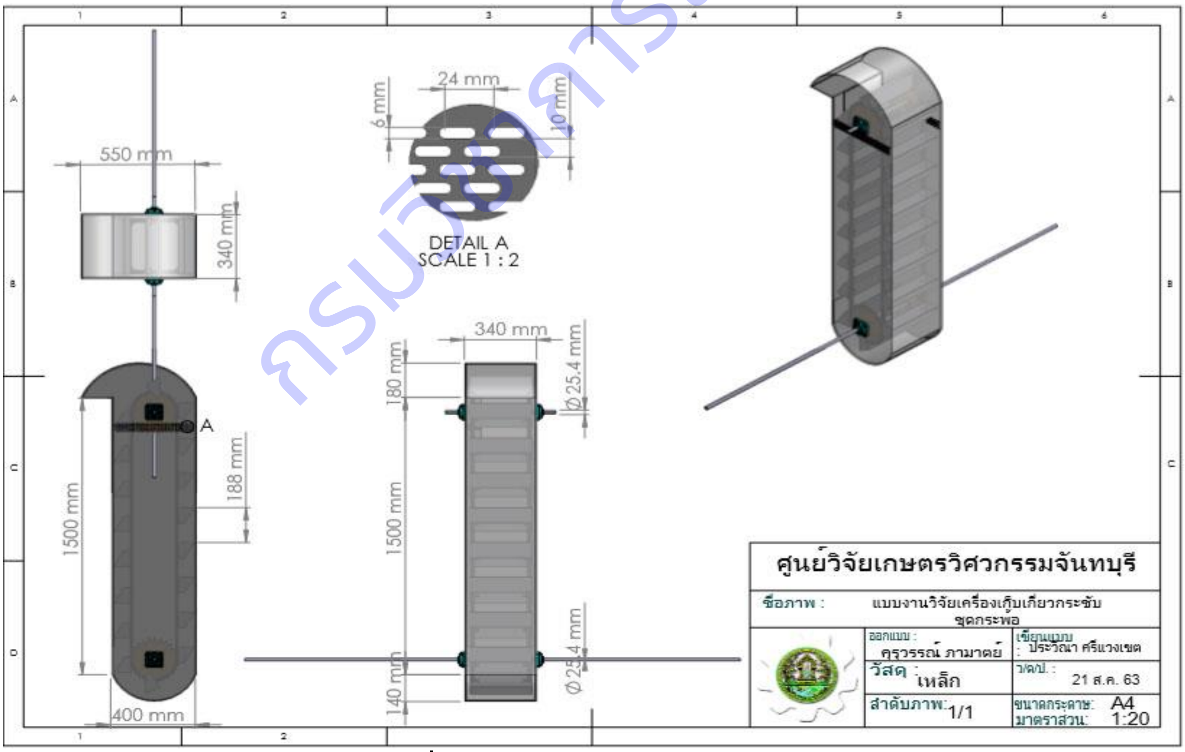


ภาพที่ 5 ชุดเพลาโน้มต้นและกวาดเมล็ดกระชับ

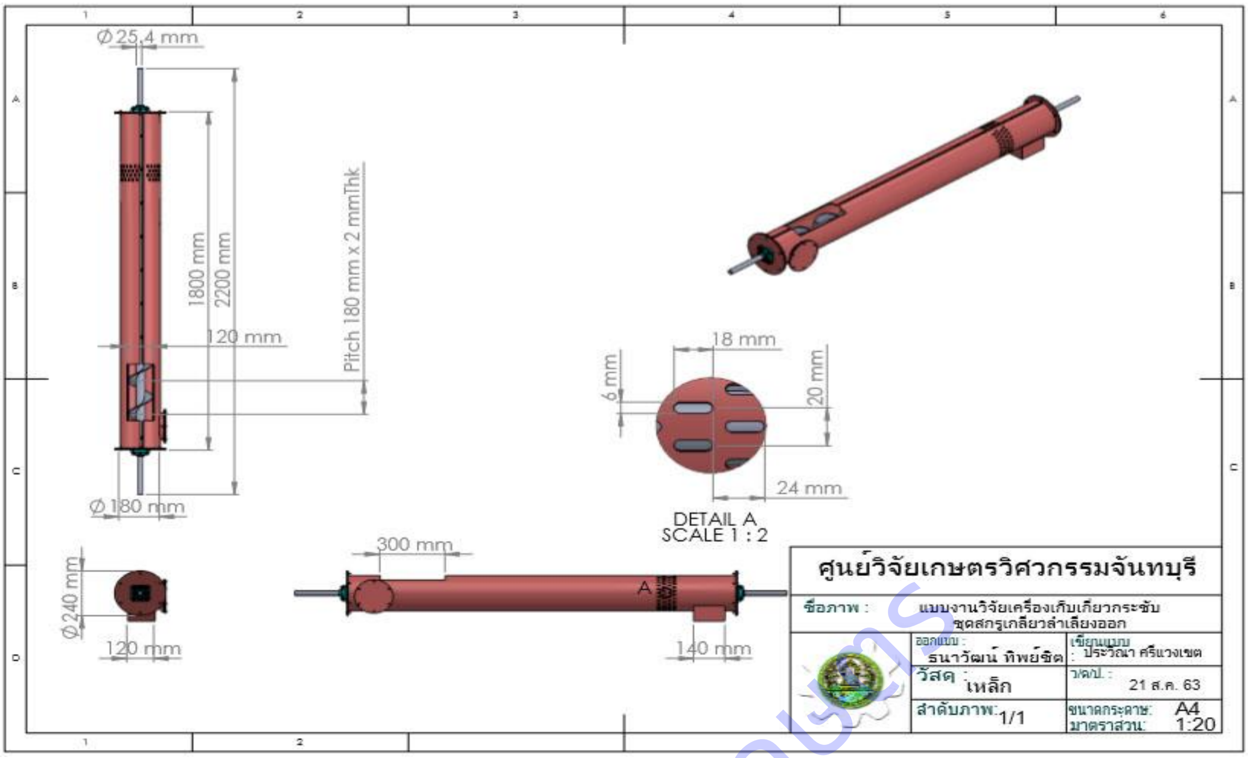
กรมวิชาการเกษตร



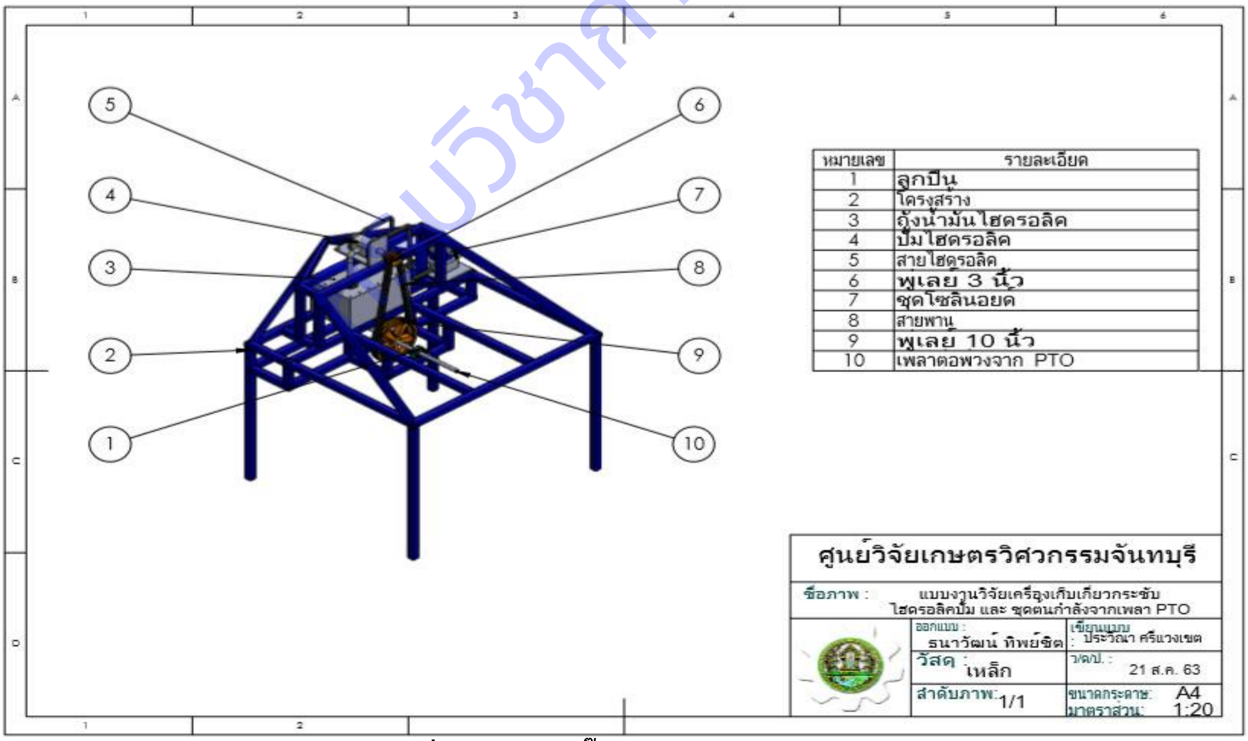
ภาพที่ 6 สกรูลำเลียงเมล็ดเข้าเครื่องเกี่ยวนวดกระชับ



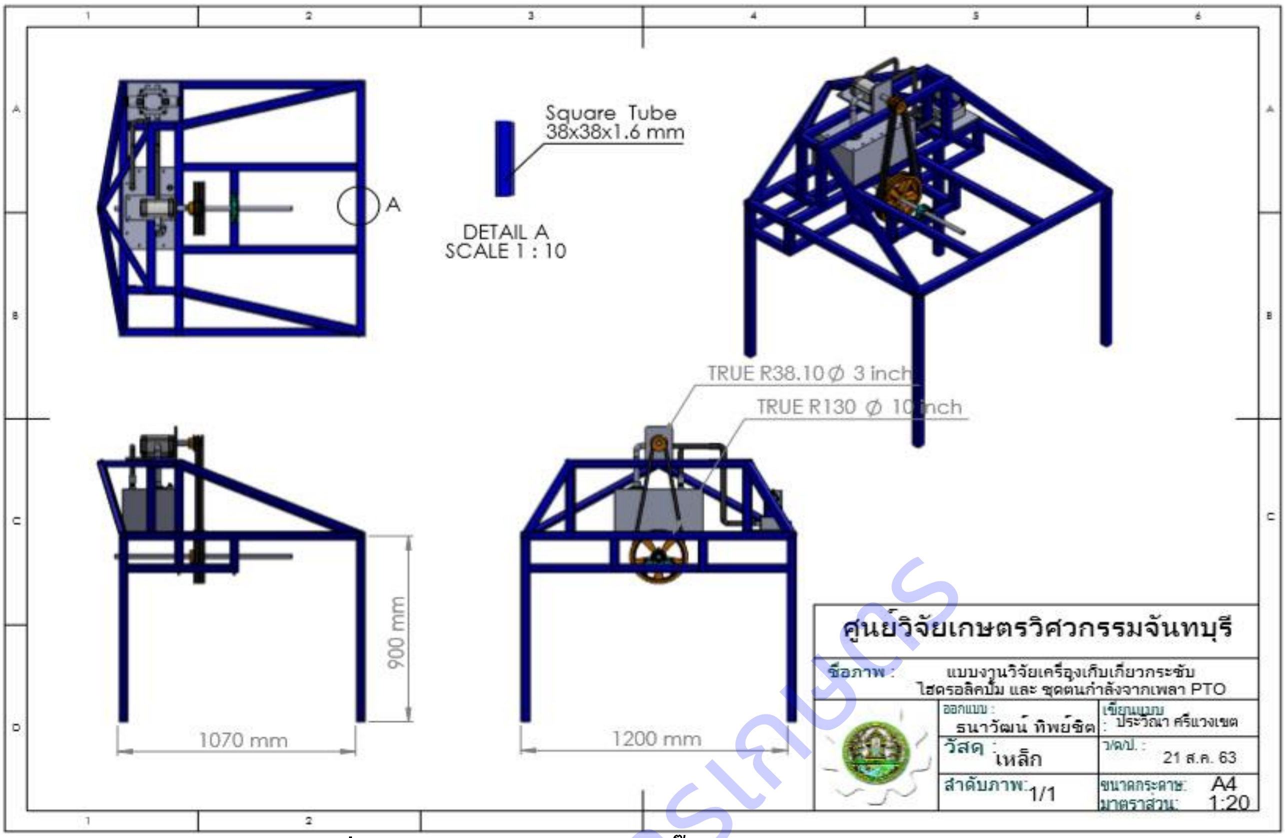
ภาพที่ 7 กระพ้อลำเลียงเมล็ดกระชับ



ภาพที่ 8 ห้องนวดเมล็ดกระชับแบบสกรูลำเลียง



ภาพที่ 9 ไฮดรอลิคปั๊มจากต้นกำลังเพลา PTP



ภาพที่ 10 แบบภาพฉายไฮดรอลิคปั๊มจากต้นกำลังเพลา PTP

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ค: ตาราง

ตารางที่ 1 แสดงค่าสัดส่วนต่างๆ ของต้นกระชับเปรียบเทียบโดยน้ำหนัก

ตัวอย่างที่	**น้ำหนักส่วนต่างๆของต้นกระชับ (กรัม)**		
	ลำต้น	**ใบ**	**เมล็ด**
1	46.00	12.00	37.50
2	19.50	10.00	18.00
3	16.00	4.50	15.50
4	25.50	6.00	25.00
5	24.00	5.50	22.50
6	23.00	8.00	15.50
7	15.50	7.00	10.50
8	21.50	8.00	14.00
9	16.50	7.50	15.00
10	49.00	16.00	38.50
11	54.50	9.00	43.00
เฉลี่ย	**28.30**	**8.50**	**23.20**
สัดส่วนโดยน้ำหนัก (%/น.น.)	**47.10%**	**14.20%**	**38.60%**

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2 แสดงขนาดของเมล็ดกระชับ

ตัวอย่างที่	**ความกว้าง (มม.)**	**ความยาว (มม.)**
1	8.50	17.00
2	8.40	16.00
3	8.00	16.60
4	8.30	17.00
5	8.30	16.70
6	8.20	15.60
7	7.90	15.70
8	7.40	15.00
9	7.50	14.80
10	7.80	15.70
11	7.70	16.00
12	7.50	17.20
13	7.50	16.70
14	7.30	16.40
15	8.20	17.00
16	9.10	15.70
17	8.00	16.50
18	7.60	15.30
19	8.30	15.30
20	8.20	16.50
21	7.80	16.00
22	7.50	15.20
23	8.10	16.00
24	9.00	19.50
25	7.50	16.00
26	7.40	16.40

กรมวิชาการเกษตร

27	7.70	15.00
28	7.80	15.70
29	8.00	17.40
30	8.00	16.50
31	9.10	16.40
32	7.30	14.40
33	6.60	14.20
34	8.40	15.60
35	7.30	15.30
36	7.50	15.40
37	9.50	14.00
38	7.80	16.00
39	7.70	18.00
40	8.30	13.30
41	8.40	17.20
42	7.00	15.00
43	7.00	13.40
44	8.00	16.00
45	8.00	15.50
46	8.90	16.70
47	7.40	18.70
48	7.40	16.10
49	8.20	17.00
50	9.00	14.20
เฉลี่ย	**7.95**	**15.98**

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 แสดงค่าความหนาแน่นรวม (Bulk density) ของเมล็ดกระชับ

ตัวอย่างที่	ความหนาแน่นรวม (Bulk density) (ก.ก./ลบ.ม.)
1	822.50
2	816.00
3	830.00
4	836.50
5	813.50
เฉลี่ย	**823.70**

ตารางที่ 4 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น (มาตรฐานเปียก) ของเมล็ดกระชับหลังเก็บเกี่ยว

ตัวอย่างที่	ความชื้น (%, มาตรฐานเปียก)
1	9.33
2	9.36
3	9.09
เฉลี่ย	**9.26**

ตารางที่ 5 แสดงค่ามุมเสียดทานที่เมล็ดกระชับเริ่มไหลบนผิววัสดุแต่ละชนิด

ตัวอย่างที่	มุมที่วัตถุเริ่มไหล (องศา)							
	1	2	3	4	5	6	7	เฉลี่ย
เหล็ก	39°	38°	39°	39°	38°	40°	38°	**39°**
สังกะสี	30°	34°	32°	32°	30°	34°	32°	**32°**
สแตนเลส	27°	30°	30°	29°	27°	28°	27°	**28°**
อลูมิเนียม	26°	24°	25°	25°	26°	25°	28°	**26°**

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6 แสดงค่าแรงสำหรับใช้ในการตัดลำต้นกระชับด้วยคัตเตอร์แบบกรรไกร

ตัวอย่างที่	**แรงตัด (กิโลกรัม)**
1	13.00
2	10.00
3	8.00
4	16.00
5	13.00
6	14.00
7	12.50
8	14.00
9	9.00
10	8.00
11	10.00
12	12.00
13	11.00
14	10.00
15	10.00
16	35.00
17	27.00
18	13.00
19	10.00
20	9.00
21	5.00
22	11.00
23	11.00
เฉลี่ย	**12.67**

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 7 แสดงค่าแรงที่ใช้ในการรูดเมล็ดกระชับออกจากต้น แบบคราด

ระยะซี่รูดเมล็ด	แรงดึงใช้รูดเมล็ดกระชับ (กิโลกรัม/เมตร)			
(มิลลิเมตร)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
7	26.1	23.9	23.0	**24.3**
8	19.6	20.4	22.6	**20.9**
9	19.1	21.7	19.6	**20.1**
10	17.4	17.4	16.5	**17.1**
11	13.0	15.2	13.9	**14.1**
12	10.9	13.0	10.9	**11.6**
13	10.9	13.0	8.7	**10.9**

ตารางที่ 8 แสดงผลการทดสอบห้องนวดและทำความสะอาดเมล็ดกระชับ ลำเลียงแบบสกรู

ตัวอย่างที่	น้ำหนักเมล็ด (กรัม)		น้ำหนักวัสดุเหลือทิ้ง (กรัม)
	ก่อนทำความสะอาด	หลังทำความสะอาด	
1	500	478.50	21.50
2	500	460.20	39.80
3	500	464.80	35.20
เฉลี่ย	**500**	**467.83**	**32.17**

หมายเหตุ ใช้รอบในการหมุน 30 รอบ/นาที

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 9 ความหนาแน่นเมล็ดกระชับต่อพื้นที่ (กรัม/ตารางเมตร)

ตัวอย่างที่	บนต้น	เมล็ดร่วง	รวม
1	208.3	27.3	235.6
2	242.1	17.4	259.5
3	212.2	22.1	234.3
เฉลี่ย	**220.9**	**22.3**	**243.2**

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 10 ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียกของเมล็ดกระชับ

ตัวอย่างที่	**น้ำหนักเริ่มต้น**	**น้ำหนักแห้ง**	**เปอร์เซ็นต์ความชื้น**
	กรัม	**กรัม**	**Wb%**
1	235.6	213.2	9.5
2	259.5	235.5	9.2
3	234.3	212.7	9.2
ค่าเฉลี่ย	**243.1**	**220.5**	**9.3**

ตาราง 11 ความเร็วรถแทรกเตอร์ขณะปฏิบัติงาน

ครั้งที่	**ระยะทาง**	**เวลาวินาที**	**ความเร็ว เมตร/วินาที**
1	30	33	0.91
2	30	33.2	0.90
3	30	32.5	0.92
เฉลี่ย	**30**	**32.9**	**0.91**

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 12 แสดงเวลาเลี้ยวหัวแปลง

แถวที่	เวลา
1	38.49
2	29.03
3	24.89
4	20.76
5	16.19
6	11.2
7	12.44
8	14.2
เฉลี่ย	**20.9**

กรมวิชาการเกษตร