

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

- 
1. ชุดโครงการวิจัย : -
  2. โครงการวิจัย : การศึกษาเครื่องมือเพื่อผลิตเครื่องอัดก้อนเห็ดวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว
    - กิจกรรม : -
    - กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
  3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การทดสอบและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก
    - ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Test and Development of Shredder on Corn Shell for Mushrooms Cultivation in Bagging.
  4. คณะผู้ดำเนินงาน
    - หัวหน้าการทดลอง : นายสถิตย์พงศ์ รัตนคำ สังกัด ศวศ.ชม.
    - ผู้ร่วมงาน : นายเกรียงศักดิ์ นักผูก สังกัด ศวศ.ชม.
    - นายปรีชา ชมเชียงคำ สังกัด ศวศ.ชม.
    - นายสมเดช ไทยแท้ สังกัด ศวศ.ชม.

### 5. บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สำหรับทดแทนการใช้ขี้เลื่อยไม่ย่ำพารา เพื่อลดต้นทุนการผลิตเห็ด โดยการศึกษาเทคโนโลยีการหั่นย่อยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และศึกษาลักษณะทางกายภาพของเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อใช้ในการออกแบบ โดยนำเครื่องหั่นย่อย 3 แบบ คือ 1) เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล 2) เครื่องหั่นย่อยซากพืชเส้นใย และ 3) เครื่องหั่นย่อยทางปาล์ม มาทดสอบเปรียบเทียบความสามารถในการหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผลมีแนวทางการปรับปรุงพัฒนาใช้

หั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สำหรับใช้เป็นวัสดุอัดก้อนเพาะเห็ดแบบยาวได้ แต่มีปัญหาเศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีวนเป็นก้อน จึงออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีดุมล้อเป็นรูปกากบาท เพื่อเพิ่มช่องว่างในการคายตัวของเศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า สามารถหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นเส้นฝอย ขนาดความยาว 10 – 100 มิลลิเมตร กว้าง 1 – 5 มิลลิเมตร ไม่มีเศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีวนเป็นก้อน มีความสามารถในการหั่นย่อยสูงสุด 99.21 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.66 ลิตร/ชั่วโมง เมื่อเทียบกับเครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล มีความสามารถในการหั่นย่อยเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น 2.31 เท่า เครื่องต้นแบบดังกล่าวมีราคาประมาณ 25,000 บาท

**คำสำคัญ:** เปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, เครื่องหั่นย่อย, เครื่องหั่นย่อยแบบค้อนเหวี่ยง, การเพาะเห็ด

### Abstract

The main objective this research was to test and develop the shredder on corn shell for mushrooms cultivation in bagging, Renewable rubber sawdust. For reduce production costs. By study from the shredding technology commonly used and the physical on corn shell for design. Test Shredder 3 types: 1) shredder for branches 2) Shredder for plant fibers and 3) shredder for palm for shredding on corn shell. The results show that the shredder for branches can develop to shredding corn shell. The design prototyping shredder has a sharp of a cross. For increase the gap to spit the piece of corn shell. Test shredding on corn shell. The result show that shredding corn shell into strips capillary, length were 10 – 100 mm, wide were 1 – 5 mm, capacity at 99.21 kg/hr and the fuel consumption at 1.66 liters/hour. Compared to the shredder for branches. Capable of shredding increased 2.31 times. The prototype cost about 25,000 baht

**Keywords:** Corn Shell, Shredder, Hammer Mill Shredder, Mushrooms Cultivation

## 6. คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งประเทศ 7.031 ล้านไร่ และมีผลผลิตรวมทั้งประเทศ 4.612 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ในพื้นที่ภาคเหนือ 8 จังหวัดได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน แม่ฮ่องสอน ลำปาง แพร่ น่าน และพะเยา มีพื้นที่ปลูกกว่า 1,200,000 ไร่ จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมากกว่า 300,000 ไร่ มี 2 จังหวัด ได้แก่ พะเยาและน่าน จังหวัดพะเยามีรายได้จากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กว่า 3,400 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา, 2553) การเก็บเกี่ยวในพื้นที่ภาคเหนือเก็บแบบหัก

ข้าวโพดทั้งเปลือก ป้องกันไม่ให้เมล็ดเกิดแผลหรือเมล็ดร้าวในระหว่างทำการเก็บเกี่ยวหรือขนย้าย และชะลอการเกิด แอฟลาทอกซิน ได้นาน 3-6 สัปดาห์ จากนั้นทำการกะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะข้าวโพดทั้งเปลือก สำหรับในพื้นที่จังหวัด เชียงรายจะแกะเปลือกฝักข้าวโพดออกก่อนทำการกะเทาะ ทำให้มีเปลือกเหลือกองทิ้งไว้เป็นจำนวนมาก ในบางพื้นที่มี การแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ และซึ่งข้าวโพดจะนำไปเป็นเชื้อเพลิง แต่ในหลายพื้นที่ไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์และทำ การเผาทำลายทิ้ง ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ (หมอกควันคุมเมืองในภาคเหนือทุกปีในหน้าแล้ง)

การเพาะเห็ดนั้นเป็นได้ทั้งอาชีพหลักและอาชีพเสริมที่สร้างรายได้ให้แก่ประเทศปีละไม่น้อย เห็ดเกือบทุกชนิด ยกเว้นเห็ดฟาง และเห็ดกระดุมใช้เทคนิคการเพาะในถุงพลาสติก ซึ่งมีชี้เลี้ยงไม้อย่างพาราเป็นวัสดุหลัก หลายปีที่ผ่านมา หลังจากรัฐบาลประกาศลดอัตราค่าน้ำมันทำให้ค่าขนส่งเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ราคา ชี้เลี้ยงไม้อย่างพาราสูงขึ้นจากเดิม มากกว่า 50% ผู้เพาะเห็ดจึงประสบปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น การใช้เฉพาเปลือกฝักข้าวโพด และเฉพาซึ่ง ข้าวโพด สามารถเพาะเห็ดนางรมฮังการีให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ชี้เลี้ยงไม้อย่างพารา (นันทินีและศิริกา กานต์, 2553) แต่ปัญหาในทางปฏิบัติของการนำเปลือกฝักข้าวโพดมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดก็คือ เปลือกฝักข้าวโพดนั้นมี ลักษณะเป็นชิ้นใหญ่ไม่ได้มีการหั่นย่อยให้เป็นชิ้นเล็กจึงเสียเวลาในการบรรจุลงในถุงพลาสติกค่อนข้างมากทั้งยังได้ ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดต่ำ ซึ่งเป็นข้อจำกัดต่อการขยายผลงานวิจัยไปสู่เกษตรกรผู้เพาะเห็ด แต่การศึกษา พัฒนาเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ เป็นการต่อยอด ผลงานวิจัยสู่การนำไปใช้ประโยชน์ เป็นผลดีต่อผู้ประกอบการเพาะเห็ด โดยเฉพาะในแหล่งปลูกข้าวโพดที่มีเปลือกฝัก ข้าวโพดปริมาณมหาศาลที่กองทิ้งไว้โดยไม่มีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ภาคเหนือ และส่งผลทางอ้อมช่วยลดมลพิษทาง อากาศ โดยเปลี่ยนวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ไม่มีค่าให้เป็นแหล่งอาหารให้กับชุมชนและเสริมรายได้ให้กับผู้เพาะเห็ด นอกจากนี้ก้อนเชื้อเห็ดเมื่อเก็บผลผลิตเห็ดหมดแล้วยังสามารถนำมาทำปุ๋ยหมักสำหรับปรับปรุงบำรุงดินได้อีกด้วย

## 7. วิธีดำเนินการ

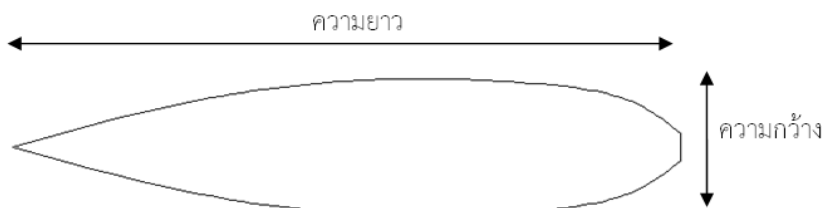
### อุปกรณ์

- ซึ่งและเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, ต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

### วิธีการ

1. ศึกษาเทคโนโลยีการหั่นย่อยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยการสำรวจสอบถามจากกลุ่มเกษตรกรและตรวจเอกสาร
2. ศึกษาลักษณะทางกายภาพของเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยพิจารณาลักษณะรูปทรง สี และวัดขนาด

ความกว้าง - ยาว หาขนาดพื้นที่ผิวและความยาวเส้นรอบวง รวมถึงชั่งน้ำหนัก



ภาพที่ 1 การวัดขนาดความกว้าง – ยาว ของเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3. ทดสอบเปรียบเทียบความสามารถในการหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล เครื่องหั่นย่อยซากพืชเส้นใย และเครื่องหั่นย่อยทางปาล์ม โดยเก็บข้อมูลความสามารถในการหั่นย่อย คือน้ำหนักเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หารด้วยเวลาที่ใช้ในการหั่นย่อย (สมการที่ 1) และเก็บข้อมูลเศษวัสดุที่ได้จากการหั่นย่อย คือ ลักษณะของเศษวัสดุที่ได้ ขนาดความกว้าง – ยาว รวมถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทดสอบ เพื่อพิจารณาว่า เครื่องใดมีแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาให้สามารถหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ให้ได้ขนาดเศษที่เหมาะสมในการนำไปอัดเป็นก้อนเชื้อเพาะเห็ดได้

$$\text{ความสามารถในการหั่นย่อย} = \frac{w}{t} \quad (1)$$

โดย  $w$  = น้ำหนักเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (กิโลกรัม)

$t$  = เวลาที่ใช้ในการหั่นย่อย (ชั่วโมง)

4. วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากข้อ 1 - 3 เพื่อออกแบบ เครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบค้อนเหวี่ยง (Hammer mil) ประกอบด้วยห้องย่อยทรงกระบอกแนวนอน และข้างในจะมีก้านเหล็กติดอยู่บนเพลลาอาศัยกลไกการเหวี่ยงกระทรงและแรงเฉือนระหว่างก้านกับผนัง ทำให้วัสดุแตกเป็นชิ้นเล็กลง และมีตะแกรงเจาะรูเป็นตัวกั้น เพื่อให้ได้ขนาดที่ต้องการจึงปล่อยออก และดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

5. ทดสอบความสามารถของเครื่องต้นแบบฯ เบื้องต้น ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 5 กิโลกรัม แล้วเก็บข้อมูลความสามารถในการหั่นย่อยและเก็บข้อมูลเศษวัสดุที่ได้จากการหั่นย่อย เพื่อพิจารณาว่ามีความสามารถทำงานได้ดีตามที่ออกแบบไว้ได้หรือไม่

6. ทดสอบเครื่องต้นแบบฯ แบบต่อเนื่อง ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที และป้อนเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบเรื่อยๆ เพื่อหาจุดบกพร่องของเครื่องต้นแบบ และทำการแก้ไขปรับปรุงที่บกพร่องเพื่อให้เครื่องต้นแบบฯสามารถทำงานให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. ทดสอบและเก็บข้อมูล ต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพด ที่ความเร็วรอบต่างกัน 5 ระดับ คือ 1,500 1,600 1,700 1,800 และ 1,900 รอบ/นาที จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 5 กิโลกรัม แล้วเก็บข้อมูลความสามารถในการหั่นย่อย และเก็บข้อมูลเศษวัสดุที่ได้จากการหั่นย่อย รวมถึงอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง คือ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้หารด้วยเวลาที่ใช้ในการหั่นย่อย (สมการที่ 2) เพื่อหาผลการทำงานในเชิงประสิทธิภาพ

$$\text{อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง} = \frac{f}{t} \quad (2)$$

โดย  $f$  = ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)

$t$  = เวลาที่ใช้ในการหั่นย่อย (ชั่วโมง)

#### เวลาและสถานที่

- ดำเนินการตั้งแต่ ตุลาคม 2557 – กันยายน 2559
- ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1. ผลการศึกษาเทคโนโลยีการหั่นย่อยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยการตรวจสอบเอกสาร พบว่า มีเครื่องหั่นย่อย 3 แบบ คือ

8.1.1 จารูวัฒน์ มงคลชนทรศ (2540) เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล (ภาพที่ 2) มีส่วนประกอบและลักษณะการทำงานสำคัญ คือ ดุมล้อที่งานด้านข้างติดใบมีด และที่ขอบดุมล้อตามแนวเส้นรอบวงจะมีซี่เหล็กแบนติดเป็นแถวอยู่ ดุมล้อใบมีดนี้ติดตั้งอยู่บนโครงเครื่อง ซึ่งมีล้อเคลื่อนย้ายได้ ครึ่งวงกลมใต้ดุมล้อจะมีตะแกรงรูปกลมติดอยู่ห่างจากปลายซี่เหล็กแบน ด้านบนของดุมล้อใบมีดจะมีฝาครอบ ซึ่งซีกหนึ่งของด้านบนเปิดเป็นช่องสำหรับป้อนใบไม้และเศษกิ่งไม้ ด้านข้างของฝาครอบด้านเดียวกับดุมล้อที่ติดใบมีดหมุนจะเป็นปล่องสำหรับป้อนกิ่งไม้เข้าเครื่อง ด้านปลายของปล่องที่ติดกับดุมล้อจะมีใบมีดสำหรับรับการฉีกหั่น ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลขนาดไม่ต่ำกว่า 3.730 กิโลวัตต์ (5 แรงม้า) หรือเบนซินขนาดไม่ต่ำกว่า 5.968 กิโลวัตต์ (8 แรงม้า) และสามารถใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลท์ ขนาดไม่

ต่ำกว่า 2.238 กิโลวัตต์ (3 แรงม้า) ได้ด้วย ดุมล้อใบมีดจะหมุนด้วยความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที จากการทดสอบใช้งานจริงพบว่าสามารถใช้งานได้ดี โดยจะหั่นย่อยกิ่งไม้สดต่าง ๆ ได้สูงสุดถึงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร และกิ่งไม้แห้งเส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุดประมาณ 25 มิลลิเมตร สามารถหั่นย่อยเศษพืชได้ประมาณ 180 – 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 2 เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล  
ที่มา : จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ, 2540

8.1.2 จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ และคณะ (2544) เครื่องหั่นย่อยซากพืชเส้นใย (ภาพที่ 3) ได้ออกแบบทดสอบและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยซากพืช ซึ่งสามารถใช้หั่นพืชเส้นใย เช่น หม่อน และ ปอ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยให้สามารถย่อยซากกิ่งต้นหม่อนที่จำเป็นต้องมีการตัดแต่งกิ่งอยู่เป็นประจำ แล้วนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการเพาะเห็ด หรือทำเป็นปุ๋ยหมักได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยชุดใบมีดมีลักษณะเป็นจาน มีใบมีดติดตั้งอยู่ 2 ใบ ห่างกัน 180 องศา ด้านหลังจานใบมีดมีปีกเหล็กติดอยู่ 4 ใบ ห่างกัน 90 องศา ทำหน้าที่เป็นใบพัดลม ชุดจานใบมีดนี้ติดตั้งห่างจากลูกปืนรองลิ้น 2 ชุด ทางด้านปลายอีกด้านหนึ่งของจานใบมีด ทำให้สามารถแก้ปัญหาการพันจากเพลลาใบมีดจนเครื่องหยุดทำงานในเครื่องแบบเดิมได้เป็นอย่างดี ใบมีดตัดมีมุมคม 30 องศา ใบมีดรับมีมุมคม 45 องศา โดยมีมุมหลบด้านล่าง 5 องศาป่องข้อกิ่งไม้จะสามารถปรับมุมป่องได้ 3 มุม คือ 45, 55 และ 65 องศา ใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด 3.730 – 5.968 กิโลวัตต์ (5 – 8 แรงม้า) เป็นต้นกำลัง จะมีขีดความสามารถหั่นย่อยกิ่งหม่อนได้ 80 – 320 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของต้นกำลัง ความสดแก่ของกิ่งหม่อน และขนาดของกิ่งหม่อน โดยเศษพืชที่ได้จะมีขนาดของความยาวจากการหั่นประมาณ 3 – 5 มิลลิเมตร



ภาพที่ 3 เครื่องหั่นย่อยซากพืชเส้นใย

ที่มา : จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ, 2544

8.13 จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ และคณะ (2545) เครื่องหั่นย่อยทางปาล์ม (ภาพที่ 4) ได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องหั่นย่อยทางปาล์มที่มีประสิทธิภาพสูง และทำการเผยแพร่ตั้งแต่ปี พ.ศ.2545 เป็นต้นมา โดยเครื่องหั่นย่อยทางปาล์มที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ สามารถหั่นทางปาล์มได้ทุกขนาด โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดไม่ต่ำกว่า 7.46 กิโลวัตต์ (10 แรงม้า) เป็นต้นกำลัง มีอัตราการทำงานประมาณ 1,500 – 2,500 กิโลกรัม/ชั่วโมง สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 1.5 ลิตร/ชั่วโมง โดยขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะสภาพของทางปาล์ม นอกจากนี้ยังสามารถหั่นซากทางใบพืชปาล์มน้ำมันอื่น ๆ อาทิเช่น มะพร้าว สละ และระกำตลอดจนต้นผักตบชวาได้ด้วย



ภาพที่ 4 เครื่องหั่นย่อยทางปาล์ม

ที่มา : จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ, 2545

8.2 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ภาพที่ 5) พบว่า ลักษณะทางกายภาพของเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีลักษณะยาวเรียว ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบมนออกแหลม สีเหลืองอ่อน มีความกว้างประมาณ 10 – 50 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 200 – 250 มิลลิเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 8.64 กรัมต่อหัว พื้นที่ผิว 1,475 – 9,350 ตารางมิลลิเมตร เส้นรอบวง 404.4 – 502.4 มิลลิเมตร



ภาพที่ 5 เปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

8.3 ผลการทดสอบเปรียบเทียบความสามารถในการหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล เครื่องหั่นย่อยซากพืชเส้นใย และเครื่องหั่นย่อยทางปาล์ม ทดสอบที่ความเร็ว 1500 รอบ/นาที (ตารางที่ 1) พบว่า เครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผลไม่สามารถหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นเส้นฝอยเล็กๆ ขนาดความยาว 20 – 100 มิลลิเมตร กว้าง 1 – 5 มิลลิเมตร หากป้อนปริมาณมากจะมีเศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ม้วนเป็นก้อน ทำให้เกิดการอัดแน่นจนดุมล้อหยุดหมุน มีความสามารถในการหั่นย่อย 43.01 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เครื่องหั่นย่อยซากพืชเส้นใยไม่สามารถหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดได้ แต่จะแยกเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากกลีบฝักเป็นใบ และมีการตัดขาดบางส่วน ขนาดความยาว 50 – 150 มิลลิเมตร กว้าง 10 – 30 มิลลิเมตร มีความสามารถในการหั่นย่อย 25.57 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเครื่องหั่นย่อยทางปาล์มไม่สามารถหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ แต่จะแยกเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากกลีบฝักเป็นใบ และไม่มี การตัดขาด ขนาดความยาว 100 -250 มิลลิเมตร กว้าง 10 – 50 มิลลิเมตร มีความสามารถในการหั่นย่อย 130.91 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



จากการทดสอบข้างต้น พบว่า เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล มีแนวทางการปรับปรุงพัฒนาให้สามารถหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สำหรับใช้เป็นวัสดุอัดก้อนเพาะเห็ดแบบยาวได้ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันแกนเพลลาเครื่องอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว หรือติดกันยาวเป็นเส้นทำให้ได้ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเพาะเห็ดต่ำ



ภาพที่ 6 ทดสอบเบื้องต้นโดยใช้เครื่องหั่นย่อยกิ่งผลไม้



ภาพที่ 7 ทดสอบเบื้องต้นโดยใช้เครื่องหั่นย่อยทางปาล์ม



ภาพที่ 8 ทดสอบเบื้องต้นโดยใช้เครื่องหั่นย่อยซากพืชเส้นใย

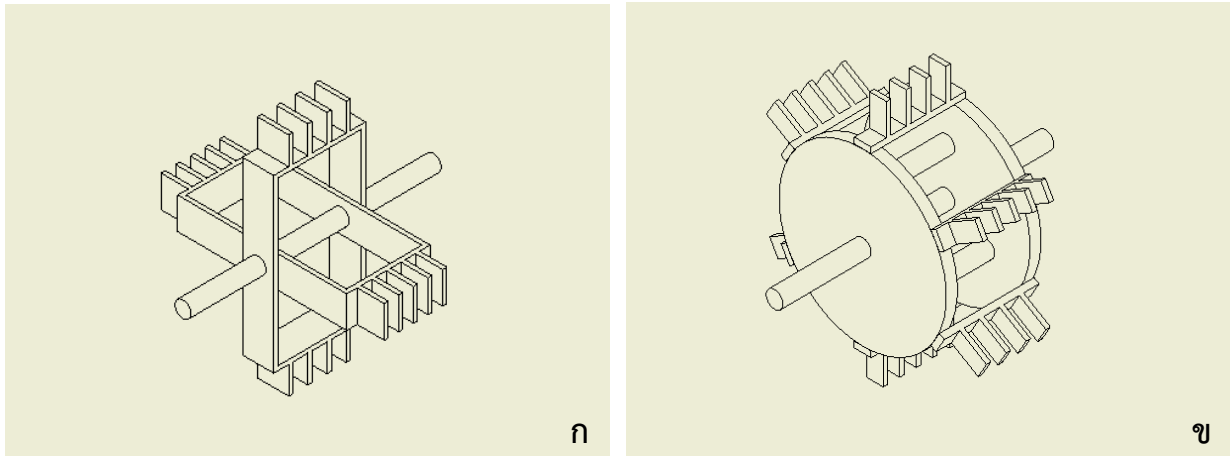
ตารางที่ 1 ทดสอบเปรียบเทียบความสามารถในการหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล เครื่องหั่นย่อยซากพืชเส้นใย และเครื่องหั่นย่อยทางปาล์ม ที่ความเร็ว 1500 รอบ/นาที

แบบเครื่องหั่นย่อย	ความสามารถในการหั่นย่อยเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)
เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล	43.01
เครื่องหั่นย่อยซากพืชเส้นใย	25.57
เครื่องหั่นย่อยทางปาล์ม	130.91

#### 8.4 ผลการออกแบบ และสร้างต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากข้อมูล (1) – (3) เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว พบว่า เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล มีระบบทำงาน 2 ส่วน คือใบมีดลับ (Disc Cut) และค้อนเหวี่ยง (Hammer Mill) ซึ่งสามารถพัฒนาให้หั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ แต่ยังมีปัญหา หากป้อนปริมาณมากจะมีเศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ม้วนเป็นก้อน ไปอัดแน่นที่ซี่เหล็กจนดุมล้อหยุดหมุน เนื่องจากด้านข้างของดุมล้อเครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผลนั้นเป็นแผ่นวงกลม (ภาพที่ 9ก) ไม่มีช่องให้เศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์คายตัว จึงออกแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบค้อนเหวี่ยง (Hammer Mill) ที่มีดุมล้อเป็นรูปกากบาท (ภาพที่ 9ข) เพื่อเพิ่มช่องว่างในการคายตัวของเศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีความยาว 380 มิลลิเมตร และกว้าง 200 มิลลิเมตร และที่ขอบดุมล้อตามแนวเส้นรอบวงจะมีซี่เหล็กแบนขนาด 35 มิลลิเมตร

ยาว 70 มิลลิเมตรติดเป็นแถวอยู่ 4 แถว ห่างกัน 90 องศา แถวละ 4 และ 5 อัน สลับกัน เพื่อช่วยไม่ให้เศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ม้วนเป็นก้อน และช่องป้อนอยู่ที่ด้านข้างของฝาครอบ เมื่อป้อนเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เข้าเครื่อง จะถูกหั่นย่อยทำให้วัสดุเป็นชิ้นเล็กลง และมีตะแกรงเจาะรูเป็นตัวกั้น เพื่อให้ได้ขนาดที่ต้องการจึงปล่อย



ภาพที่ 9 ก.ดุมล้อแบบแผงวงกลม และ ข.ดุมล้อแบบกากบาท

จากนั้นจึงดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบค้อนเหวี่ยง (Hammer Mill) มีส่วนประกอบ 4 ส่วนหลัก คือ ดุมล้อแบบกากบาท โครงเครื่อง ฝาครอบ และชุดต้นกำลัง

1) ดุมล้อกากบาท ดุมล้อนี้ติดตั้งอยู่บนโครงเครื่อง ทำจากเหล็กแบน ขนาด 75 มิลลิเมตรหนา 10 มิลลิเมตร มีขนาดกว้าง 215 มิลลิเมตร ความยาว 405 มิลลิเมตร และที่ขอบดุมล้อตามแนวเส้นรอบวงจะมีซี่เหล็ก ทำจากเหล็กแบน ขนาด 35 มิลลิเมตรหนา 10 มิลลิเมตร ความยาว 65 มิลลิเมตรติดเป็นแถวอยู่ 4 แถว ห่างกัน 90 องศาแถวละ 4 และ 5 อัน สลับกัน บนแกนเพลลา ขนาด 380 มิลลิเมตร ความยาว 600 มิลลิเมตร (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 ดุมล้อกากบาท

2) โครงเครื่อง ทำจากเหล็กฉาก ขนาดกว้าง 50 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร หนา 6 มิลลิเมตร ชั้นโครงมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม ขนาดกว้าง 365 มิลลิเมตร ยาว 685 มิลลิเมตร สูง 410 มิลลิเมตร ซึ่งครึ่งวงกลมใต้ดุมล้อจะมีตะแกรงรูกกลม ขนาด 19 มิลลิเมตร ติดอยู่ห่างจากปลายสี่เหลี่ยมประมาณ 10 มิลลิเมตร ด้านหน้ามีแท่นวางตั้งกำลัง ชุดต้นสาพานและมีล้อเคลื่อนย้ายได้ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 โครงเครื่อง

3) ฝาครอบ อยู่ด้านบนของดุมล้อและโครงเครื่อง ทำจากเหล็กแผ่น หนา 3 มิลลิเมตร ขนาดกว้าง 260 มิลลิเมตร ยาว 570 มิลลิเมตร สูง 380 มิลลิเมตร ซึ่งด้านข้างของฝาครอบจะมีปล่องสำหรับป้อน (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 ฟาครอบ

4) ชุดต้นกำลัง โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซล ยี่ห้อคูโบต้า ขนาด 8.206 กิโลวัตต์ (11 แรงม้า) เพลลาของเครื่องยนต์ดีเซล ตัดล้อยางพานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ใช้สายพานร่องปีจำนวน 3 เส้น ส่งกำลังไปขับล้อยางพานที่เพลลาของค้อนค้อนล้อยางพานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 115 มิลลิเมตร



ภาพที่ 13 ต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

8.5 ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบฯ เบื้องต้นที่ความเร็ว 1500 รอบ/นาที (ตารางที่ 2) พบว่า เปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถูกหั่นย่อยเป็นเส้นฝอยเล็กๆ ขนาดความยาว 10 – 100 มิลลิเมตร กว้าง 1 – 5 มิลลิเมตร มีความสามารถในการหั่นย่อย 59.81 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

จากการทดสอบเครื่องต้นแบบฯ เบื้องต้น พบว่า เครื่องต้นแบบฯ มีความสามารถในการหั่นย่อยมากกว่า เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล และลดปัญหาเศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ม้วนเป็นก้อน ไปอัดแน่นที่ซีเหล็กจนคูล้อยุด หมุนได้

ตารางที่ 2 ทดสอบต้นแบบเครื่องหั่นย่อยหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ความเร็ว 1500 รอบ/นาที

ซ้ำที่	ความสามารถในการหั่นย่อยเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)
1	48.58
2	76.92
3	56.60
4	57.14
เฉลี่ย	59.81



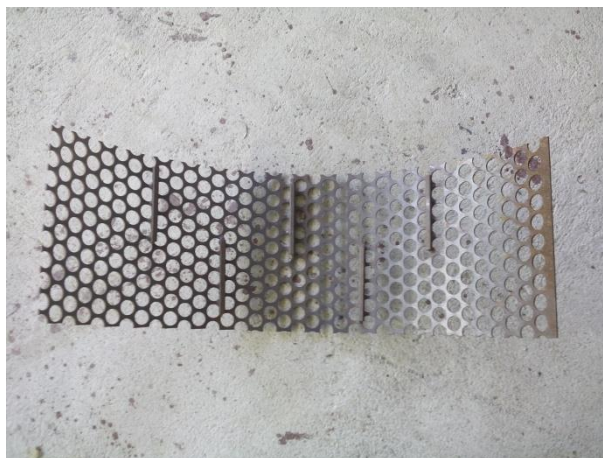
ภาพที่ 14 ทดสอบต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

8.6 ผลการทดสอบต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบต่อเนื่อง พบว่า มีเศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ม้วนเป็นก้อน (ภาพที่ 15) จึงดำเนินการปรับปรุงจุดบกพร่อง โดยการเพิ่มซี่เหล็กที่ติดวางเรียงบน ตะแกรง เพื่อช่วยลดการม้วนเป็นก้อน ทำจากเหล็กเพลาสีเหลี่ยม ขนาด 10 มิลลิเมตร x 10 มิลลิเมตร ยาว

110 มิลลิเมตร จำนวน 5 ซี่ วางเรียงสลับ ซ้าย-ขวา ห่างกัน 125 มิลลิเมตร (ภาพที่ 16) จากนั้นทำการทดสอบ พบว่าไม่มีเศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ม้วนเป็นก้อน (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 15 ทดสอบต้นแบบเครื่องฯ แบบต่อเนื่อง



ภาพที่ 16 ซี่เหล็กที่ติดตั้งวางเรียงบนตะแกรง



ภาพที่ 17 ทดสอบต้นแบบเครื่องฯ หลังการปรับปรุงจุดบกพร่อง

8.7 ผลการทดสอบและเก็บข้อมูลต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ความเร็วรอบ 5 ระดับ คือ 1,500 1,600 1,700 1,800 และ 1,900 รอบ/นาที (ตารางที่ 3) พบว่า ที่ความเร็วรอบ 1,800 รอบ/นาที ต้นแบบเครื่องหั่นย่อยสามารถหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเป็นเส้นฝอย ขนาดความยาว 10 – 100 มิลลิเมตร กว้าง 1 – 5 มิลลิเมตร ไม่มีเศษเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ม้วนเป็นก้อน มีความสามารถในการหั่นย่อยสูงสุด 99.21 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.66 ลิตร/ชั่วโมง และเครื่องต้นแบบดังกล่าวมีราคาประมาณ 25,000 บาท (ไม่รวมชุดต้นกำเนิด)

ตารางที่ 3 ทดสอบต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	ความสามารถในการหั่นย่อย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย (ลิตร/ชั่วโมง)
1,500	67.52	1.50
1,600	69.88	1.55
1,700	75.41	1.60
1,800	99.21	1.66
1,900	84.25	1.80



## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเทคโนโลยีการหั่นย่อยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน พบว่า มีเครื่องหั่นย่อยอยู่ 3 แบบ คือ 1) เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล มีส่วนประกอบหลัก คือ ดุมล้อที่งานด้านข้างติดใบมีดและที่ขอบดุมล้อตามแนวเส้นรอบวงจะมีซี่เหล็ก ใต้ดุมล้อจะมีตะแกรงรูกกลมติดอยู่ 2) เครื่องหั่นย่อยซากพืชเส้นใย มีส่วนประกอบหลัก คือ ชุดใบมีดมีลักษณะเป็นจานที่มีใบมีดติดตั้งอยู่ด้านหลังจานใบมีดมีปีกเหล็กติดอยู่ทำหน้าที่เป็นใบพัดลม และ 3) เครื่องหั่นย่อยทางปาล์ม มีส่วนประกอบหลัก คือ ดุมล้อที่ติดใบมีดตามแนวเส้นรอบวง และการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า ลักษณะทางกายภาพของเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีลักษณะยาวเรียวยาว ปลายใบเรียวยาวแหลม ฐานใบมนออกแหลม สีเหลืองอ่อน มีความกว้าง ประมาณ 10 – 50 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 200 – 250 มิลลิเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 8.64 กรัมต่อหัว พื้นที่ผิว 1,475 – 9,350 ตารางมิลลิเมตร เส้นรอบวง 404.4 – 502.4 มิลลิเมตร จากนั้นจึงดำเนินการทดสอบเปรียบเทียบความสามารถในการหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้เครื่องหั่นย่อยทั้ง 3 แบบดังกล่าว พบว่า เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล สามารถหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นเส้นฝอยเล็กๆ ขนาดความยาว 20 – 100 มิลลิเมตร กว้าง 1 – 5 มิลลิเมตร มีความสามารถในการหั่นย่อย 43.01 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีแนวทางการปรับปรุงพัฒนาให้สามารถหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ แต่มีปัญหาเศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ม้วนเป็นก้อน ไปอัดแน่นที่ซี่เหล็กจนดุมล้อหยุดหมุน เนื่องจากดุมล้อเป็นแผ่นวงกลม ไม่มีช่องให้เศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์คายตัว จึงออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีดุมล้อเป็นรูปกากบาท เพื่อเพิ่มช่องว่างในการคายตัวของเศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แล้วทดสอบเครื่องต้นแบบฯ เบื้องต้นพบว่า เปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถูกหั่นย่อยเป็นเส้นฝอยเล็ก แต่ยังมีการม้วนเป็นก้อน จึงปรับปรุงจุดบกพร่อง โดยการเพิ่มซี่เหล็กที่วางเรียงสลับกันตะแกรง เพื่อลดการม้วนตัวเป็นก้อน และผลการทดสอบหลังจากปรับปรุง พบว่า สามารถหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นเส้นฝอย ขนาดความยาว 10 – 100 มิลลิเมตร กว้าง 1 – 5 มิลลิเมตร ไม่มีเศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ม้วนเป็นก้อน มีความสามารถในการหั่นย่อยสูงสุด 99.21 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.66 ลิตร/ชั่วโมง นั้นหมายถึงเครื่องต้นแบบฯ มีความสามารถในการหั่นย่อยเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น 2.31 เท่า เมื่อเทียบกับเครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล โดยเครื่องต้นแบบดังกล่าวมีราคาประมาณ 25,000 บาท (ไม่รวมชุดต้นกำลัง)

ในขั้นตอนการทดสอบต้นแบบเครื่องหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า เกิดฝุ่นละอองจากการหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดการระคายเคืองและคันผิวหนัง รวมถึงส่งผลเสียต่อผู้ที่เป็นภูมิแพ้ จึงควรมีการป้องกันใส่หน้ากากปิดจมูกและใส่เสื้อผ้าที่ปิดมิดชิด เพื่อป้องกันฝุ่นละอองดังกล่าว

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

10.1 นำเสนอผลการวิจัยแก่นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง ในการประชุมวิชาการหรือสัมมนาวิชาการของหน่วยงานต่างๆ เช่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร และสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย เป็นต้น

10.2 นำผลงานวิจัยที่เสร็จสมบูรณ์แล้วไปเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแบบเอกสารวิชาการสู่กลุ่มเป้าหมาย เช่น ผู้ประกอบการภาคเอกชน องค์กรบริหารส่วนตำบล และเจ้าหน้าที่ภาครัฐที่เกี่ยวข้อง

10.3 นำไปขยายผลให้เกษตรกรผู้เพาะเห็ดหันมาใช้เศษเปลือกฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ให้เป็นวัสดุเพาะเห็ดทดแทนการใช้เชื้อเลี้ยงไม่ย่างพารา

10.4 ถ่ายทอดเทคโนโลยีและต้นแบบที่พัฒนาได้ให้กับโรงงานผู้ผลิต

## 11. คำขอบคุณ

- นางสาวนันทินี ศรีจุมปา และเจ้าหน้าที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ที่ให้สถานที่และวัสดุในการทดสอบ รวมทั้งให้สถานที่ทำงานจนงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

## 12. เอกสารอ้างอิง

จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ. 2540. เครื่องหั่นย่อยกิ่งไม้ผล. *หนังสือ 36 ปีเครื่องจักรกลเกษตร สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร* : 165 น.

จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ. 2544. เครื่องหั่นย่อยซากพืชเส้นใย. *หนังสือ 36 ปีเครื่องจักรกลเกษตร สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร* : 167 น.

จารุวัฒน์ มงคลธนทรศ. 2545. เครื่องหั่นย่อยทางปาล์ม. *หนังสือ 36 ปีเครื่องจักรกลเกษตร สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร* : 169 น.

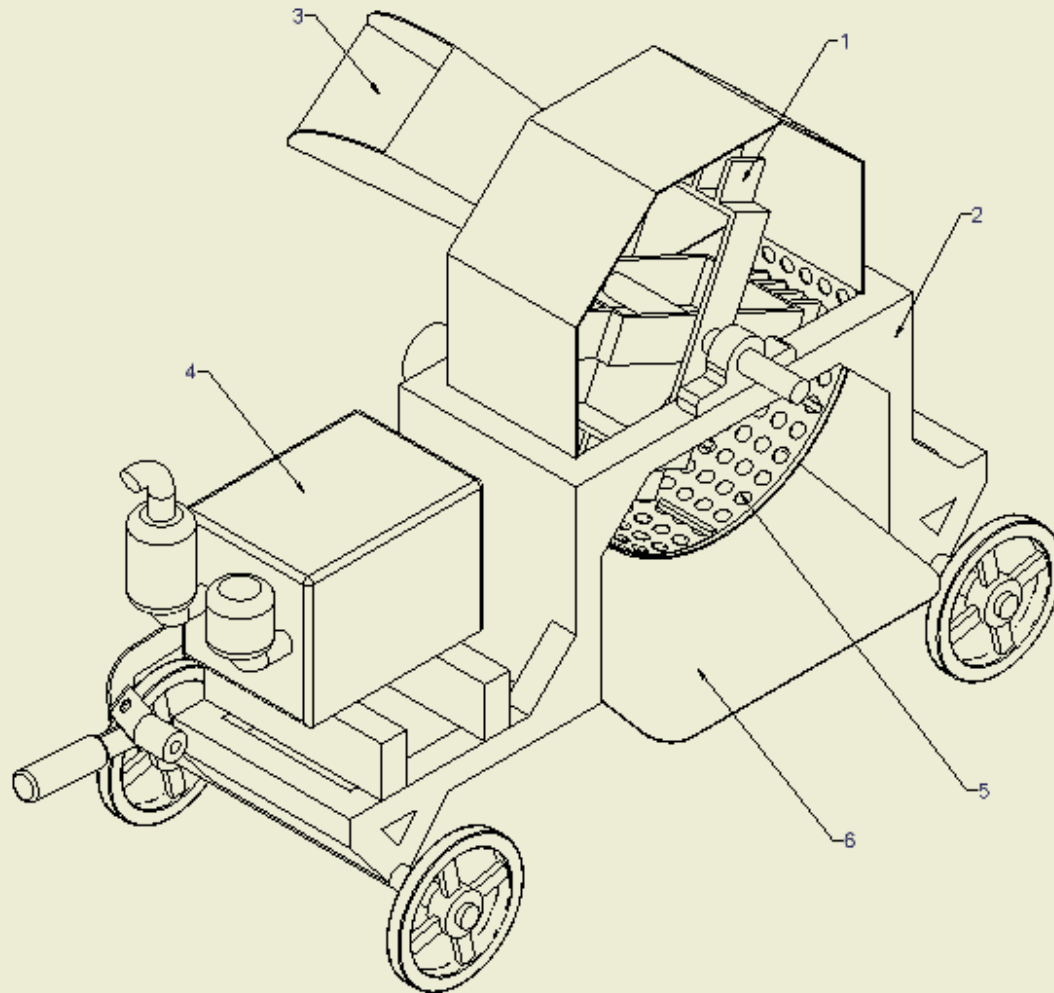
นันทินี ศรีจุมปา และ ศิราภรณ์ ขยันการ. 2553. การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อการผลิตเห็ด.

*ผลงานวิจัยฉบับเต็ม*. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา. 2553. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.agri.ubu.ac.th/~kanjana/1203321/Data/maize.doc>. 3 ธันวาคม 2555

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.abcun.org/research/view.php?resID=RDG53O0011>. 3 ธันวาคม 2555

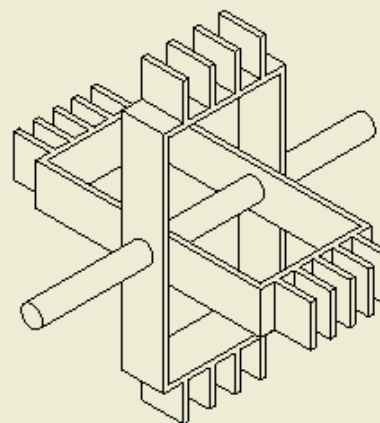
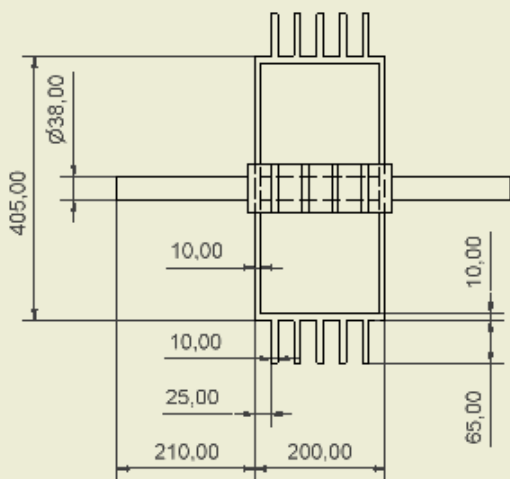
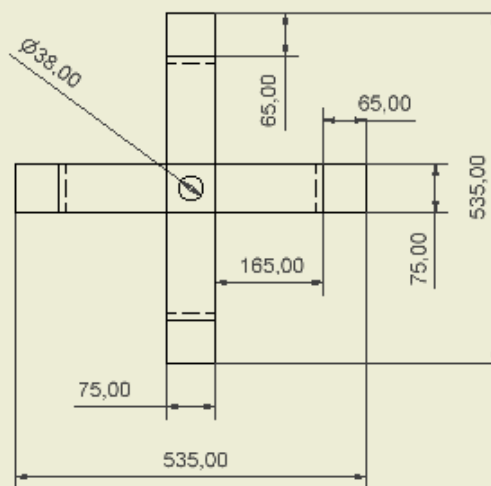
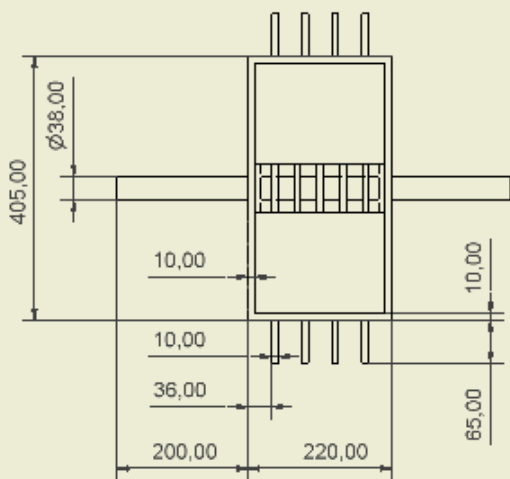
## 13. ภาคผนวก



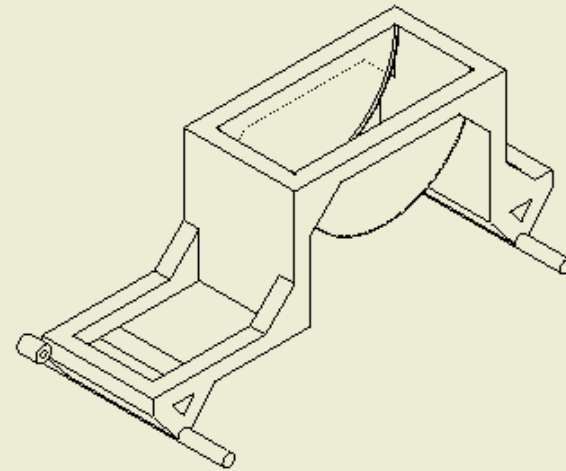
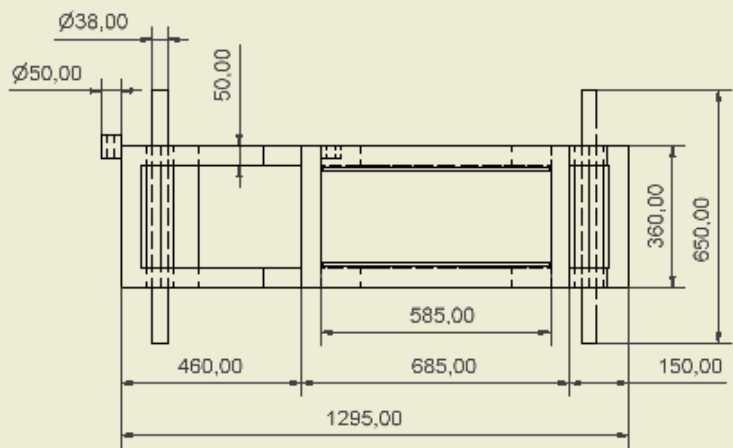
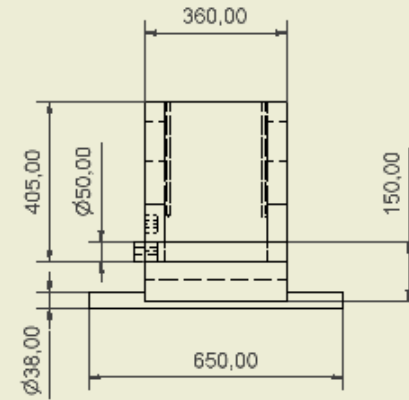
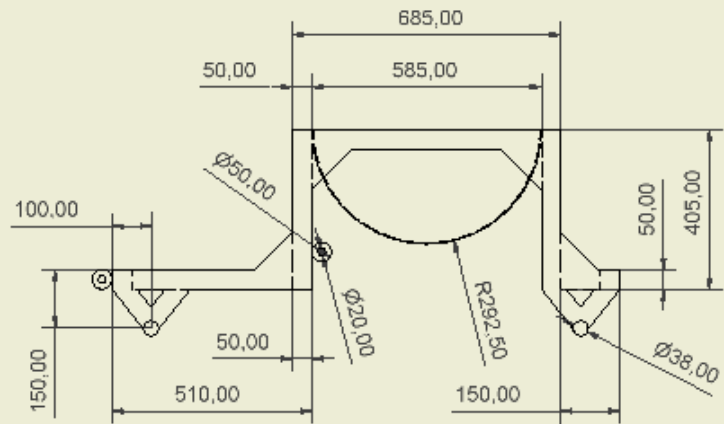
เครื่องหั่นย่อยเปลือกฝัก  
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

1. ดุมล้อกากบาท
2. โครงเครื่อง
3. ฝาครอบ
4. ชุดต้นกำลัง
5. ตะแกรงรู
6. ถาดรอง

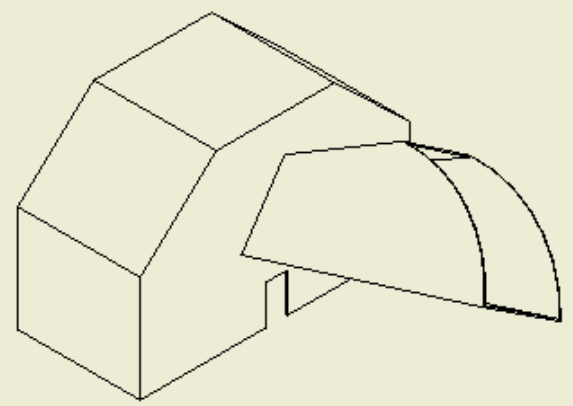
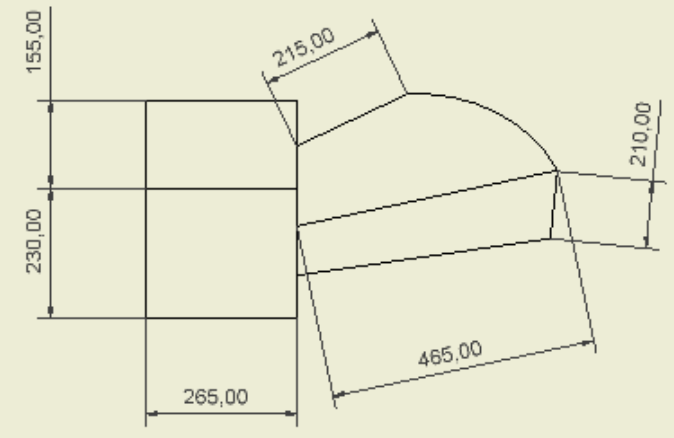
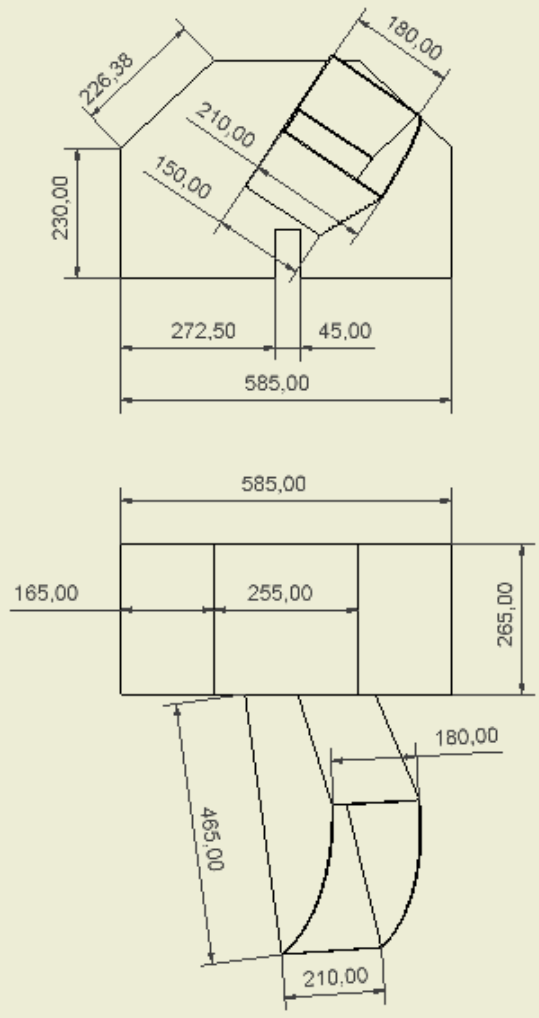
ตุ้มล้อกากบาท



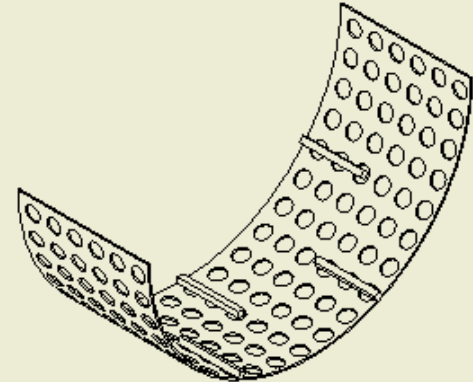
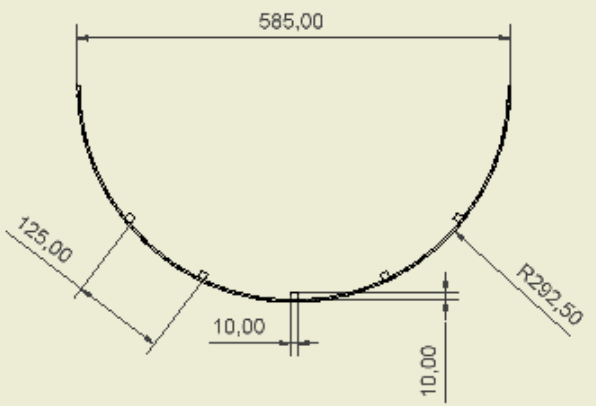
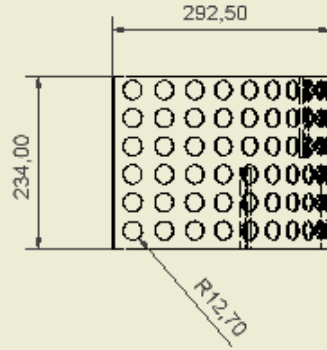
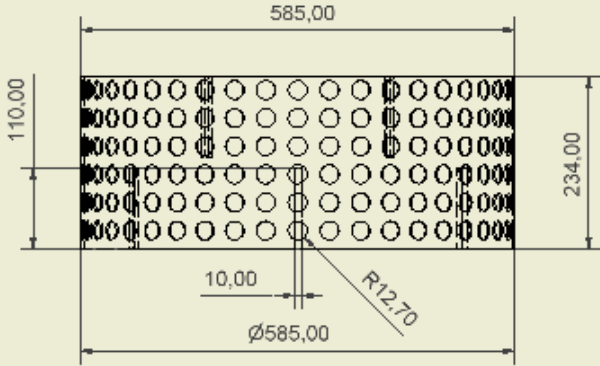
โครงการเครื่อง



ฝาครอบ



ตะแกรงรูป



ถาดรอง

