

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

- 1. แผนงานวิจัย** : วิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชและจุลินทรีย์เพื่อเพิ่มมูลค่าและพัฒนานวัตกรรม
- 2. โครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้
 - กิจกรรม** : -
 - กิจกรรมย่อย (ถ้ามี)** : -
- 3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : วิจัยและพัฒนาเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้
 - ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ)** : Research and Development Equipment of Bagging Long for Mushrooms Cultivation with Screw Press from Shredded Branch
- 4. คณะผู้ดำเนินงาน**
 - หัวหน้าการทดลอง** : นายสถิตย์พงศ์ รัตนคำ ศวศ.ชม.
 - ผู้ร่วมงาน** : นายเกรียงศักดิ์ นักผูก
นายอภิวัฒน์ ปัญญาวงศ์ ศวศ.ชม.
นางสาวนันทินี ศรีจุมปา ศวส.ชร.

5. บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการใช้กิ่งไม้หั่นย่อยเพาะเห็ดแบบก้อนยาว ทดแทนเชื้อเลี้ยงไม้ยางพาราที่มีราคาสูงขึ้น เพื่อลดต้นทุนการผลิตจากวัสดุเพาะเห็ดและแรงงานในการอัดก้อน โดยสร้างต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ ซึ่งประกอบด้วย 7 ส่วนหลัก คือ 1)โครงสร้างส่วนฐาน, 2)ท่อเกลียวอัด, 3)เพลากลียวอัด, 4)ชุดกระบอกอัด, 5)ช่องป้อน, 6)ชุดต้น

กำลัง และ 7)ระบบควบคุมการทำงาน จากนั้นทดสอบการอัดก้อนเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยกับ
ขี้เลื่อยไม้ยางพารา พบว่า เครื่องต้นแบบสามารถอัดก้อนเพาะเห็ดได้ดี มีความสามารถในการอัดก้อน
เพาะเห็ดแบบก้อนยาวเฉลี่ย 213.84 และ 203.96 ก้อน/ชั่วโมง ตามลำดับ และมีความสามารถในการ
อัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น 310.13 และ 302.03 ก้อน/ชั่วโมง แล้วทดสอบการเพาะเห็ด พบว่า เส้นใย
เห็ดสามารถเดินและเจริญเต็มก้อนใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบจากลักษณะก้อนเพาะเห็ดและวัสดุ
เพาะเห็ด นั้นหมายความว่ากิ่งไม้หั่นย่อยสามารถใช้ทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดได้ ซึ่ง
ต้นทุนในการเพาะเห็ดลดลงมากกว่า 10 % และจากการเก็บข้อมูลผลผลิตเห็ด พบว่า การเพาะเห็ด
แบบก้อนยาวให้ปริมาณผลผลิตสูงกว่าการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น แต่ประสิทธิภาพทางชีววิทยามีค่า
ใกล้เคียงกัน โดยเครื่องต้นแบบมีราคาประมาณ 75,000 บาท มีจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องต้นแบบอยู่ที่
13,993 ก้อน

คำสำคัญ : การเพาะเห็ด, การเพาะเห็ดแบบก้อนยาว, เครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อน
ยาว, เกลียวอัด, กิ่งไม้หั่นย่อย

Abstract

The main objective this research was to use the shredded branches for mushrooms cultivation in Bagging Long. To replace the rubber wood sawdust that has a higher price. For reduce the production of materials and labor. By build the equipment of Bagging Long for Mushrooms Cultivation with Screw Press from Shredded Branch, consists of 7 main parts: 1) The base structure, 2) screw press pipe, 3) screw press shaft, 4) screw press cylinder sets, 5) hopper, 6) the electric motor 2 hp and 7) Operation control system. Then test the prototype with shredded branches and rubber wood sawdust. The results showed that the prototype can bagging was well. The capacity of bagging long was 213.84 and 203.96 bag/hr., respectively. And the capacity of bagging short was 310.13 and 302.03 bag/hr., respectively. And Tested the mushrooms cultivation, showed that the mushroom fibers can growth and full in bag was similar. That means the shredded branches can be used to replace rubber wood sawdust for mushrooms cultivation. And costs of mushroom cultivation have been reduced by more than 10%. The productivity of mushroom showed that the mushrooms cultivation bagging long gave higher than

the mushrooms cultivation bagging short. But biological efficiency was similar. The prototype cost about 75,000 baht, which has a breakeven point of using at 13,993 bags.

Keywords : Mushrooms Cultivation, Mushrooms Cultivation in Bagging Long, Equipment of Bagging Long for Mushrooms Cultivation, Screw Press, Shredded Branch

6. คำนำ

การเพาะเห็ดนั้นเป็นไปได้ทั้งอาชีพหลักและอาชีพเสริมที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร โดยเห็ดเกือบทุกชนิดยกเว้นเห็ดฟางและเห็ดกระดุม ใช้เทคนิคการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก ซึ่งมีเชื้อเลี้ยงไม้ม่างพาราเป็นวัสดุหลัก เมื่อปี 2552 เชื้อเลี้ยงไม้ม่างพารา ณ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย มีราคา 23,000 – 25,000 บาท/คัณรลิสล้อ (ประมาณ 11 - 12 ตัน) และในปี 2555 ราคาเพิ่มขึ้นเป็น 28,000 – 30,000 บาท/คัณรลิสล้อ (เจษฎา, 2556) เพิ่มขึ้นจากเดิม 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากหลายปีที่ผ่านมาหลังจากรัฐบาลประกาศลอยตัวราคาน้ำมันทำให้ค่าขนส่งเพิ่มขึ้น และค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้นนั้นจะนำไปรวมกับค่าเชื้อเลี้ยงไม้ม่างพารา ส่งผลให้ราคาเชื้อเลี้ยงไม้ม่างพาราสูงขึ้น ผู้เพาะเห็ดจึงประสบปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น

ในปัจจุบันได้มีการศึกษานำเอาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เพาะเห็ดทดแทนการใช้เชื้อเลี้ยงไม้ม่างพารา เช่น การเพาะเห็ดนางรมภูฐานแบบถุง โดยนำไปไม้และกิ่งไม้ที่ร่วงหล่นเป็นวัตถุดิบพบว่า ให้ผลผลิตน้ำหนักรดอกเห็ดนางรมภูฐานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในส่วนของปริมาณโปรตีน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (อัญชลี, 2557) และ การใช้ไมยราบยักษ์ในการเพาะเห็ดขอนขาว พบว่า ไมยราบยักษ์หั่นย่อยสามารถใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดได้ดี น่าจะใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดทดแทนเชื้อเลี้ยงไม้ม่างพาราได้ (นันทินี, 2548)

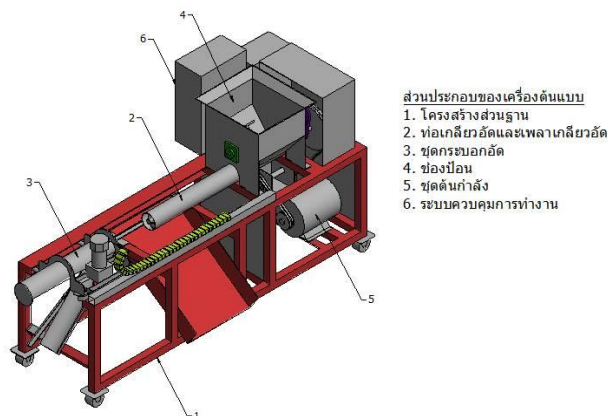
ปัญหาวิกฤติหมอกควันของประเทศไทย โดยเฉพาะเน้นหนัก 9 จังหวัดในภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย น่าน แพร่ พะเยาแม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง และตาก ซึ่งภูมิภาคส่วนใหญ่เป็นพื้นที่แอ่งกระทะ โดยสาเหตุของปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการเผาวัชพืชและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูกหรือการเผาเพื่อประกอบอาชีพ การเผาวัชพืชริมทาง ไฟป่า และการเผาขยะในชุมชน (นิรนาม, 2559)

การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเป็นเทคโนโลยีการผลิตเห็ดแบบใหม่ของสาธารณรัฐประเทศจีน ความยาวของก้อนประมาณ 550 มิลลิเมตร มีการเจาะหลุมเยื่อเชื้อ 4 จุดต่อก้อน ข้อดีของการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวคือสามารถเยื่อเชื้อลงก้อนเพาะเห็ดได้มาก ทำให้การเดินเชื้อของเห็ดเร็วขึ้น ช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ดและยืดอายุการเก็บดอกยาวนานขึ้น ซึ่งแตกต่างกับของประเทศไทยที่มีการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น เยื่อเชื้อลงจุดเดียว ทำให้ให้ผลผลิตเห็ดน้อยกว่า (Zhang, 2559) แต่ปัญหาในการเพาะเห็ดแบบก้อนยาว คือ เครื่องมือที่ใช้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาสูง และจากการทดสอบการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา ด้วยเครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว (เกรียงศักดิ์, 2561) พบว่า ขี้เลื่อยไม้ยางพาราจะอัดติดแน่นตรงปลายท่อที่บีบเร็วลงทำให้เครื่องไม่สามารถอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราได้ ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ จะนำเครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว มาปรับปรุงและพัฒนาให้สามารถใช้ในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้ได้ ซึ่งจะช่วยแก้ไขปัญหาคอขวดของวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดและการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวดังกล่าว เป็นการต่อยอดงานวิจัย สามารถลดต้นทุนการผลิต เช่น วัสดุที่ใช้เพาะเห็ดและแรงงานคน เป็นต้น และส่งผลให้การเพาะเห็ดในประเทศมีการพัฒนาและก้าวหน้าขึ้น เกษตรกรสามารถเลือกวัสดุที่มีในท้องถิ่นมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ด รวมถึงลดการเผาทำลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้ด้วย

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. ต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้

2. ขี้เลื่อยไม้ยางพารา

3. กิ่งไม้ที่หั่นย่อยจากต้นกระถินและต้นมะม่วง
4. นาฬิกาจับเวลา, ตลับเมตร และเครื่องชั่งดิจิตอล
5. อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการเพาะเห็ด

- วิธีการ

การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ เป็นการต่อยอดงานวิจัยและพัฒนาเครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว (เกรียงศักดิ์, 2561) โดยนำมาปรับปรุงและพัฒนาให้สามารถใช้ในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้ที่หั่นย่อยได้ ในลักษณะแบบก้อนยาวที่มีความยาว 550 มิลลิเมตร รวมทั้งให้สามารถอัดก้อนจากขี้เลื่อยยางพาราได้ด้วย มีขั้นตอนดำเนินงาน ดังนี้

1. ทดสอบการหั่นย่อยกิ่งไม้ด้วยเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผลที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที (จารูวัฒน์ มงคลธนทรศ, 2540) โดยใช้ตะแกรงรู จำนวน 3 ขนาด คือ 12.7 มม. (1/2 นิ้ว), 19.1 มม. (3/4 นิ้ว) และ 25.4 มม. (1 นิ้ว) และสุ่มเก็บตัวอย่างเศษที่ได้จากการหั่นย่อย มี 3 กรรมวิธีๆ ละ 20 ซ้ำ รวม 60 ซ้ำ

2. ทดสอบการใช้งานของเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล โดยเก็บข้อมูลความสามารถในการหั่นย่อย และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวน 3 ซ้ำๆละ 10 กิโลกรัม

3. ทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยการใช้แรงงานคน โดยเก็บข้อมูลความสามารถในการอัดก้อนและสุ่มตัวอย่างวัสดุเพาะเห็ดเพื่อหาค่าความชื้น จำนวน 10 ซ้ำ

4. ทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว (เกรียงศักดิ์, 2561) เพื่อหาแนวทางในออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้

5. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ โดยออกแบบชุดเกลียวอัดที่เพลากลียวอัดมีใบเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันตลอดบนแกนเพลายู่ในท่อเกลียวอัด ใช้สำหรับลำเลียงและอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดกับชุดกระบอกลัด โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง และมีระบบควบคุมการทำงานของเครื่องต้นแบบ

6. ทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบเบื้องต้น ด้วยการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว จากกิ่งไม้ที่หั่นย่อย ที่ความเร็วรอบของเพลากลียวอัดต่างกัน 9 ระดับ คือ 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 และ 1,000 รอบ/นาที จำนวน 5 ซ้ำ และเก็บข้อมูลความสามารถในการอัดก้อน ขนาดความยาว น้ำหนัก ความหนาแน่นของก้อน และสุ่มตัวอย่างวัสดุเพาะเห็ดเพื่อหาค่าความชื้น จำนวน 10 ซ้ำ

7. ทดสอบการใช้งานของต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ ในสภาพการใช้งานจริงและเก็บข้อมูล โดยมีค่าชี้ผลคือ ความสามารถในการทำงาน ขนาดความยาว น้ำหนัก ความหนาแน่นของก้อน และสุ่มวัดความชื้นวัสดุเพาะเห็ด จำนวน 20 ซ้ำ

8. ทดสอบการเพาะเห็ด โดยแบ่งเป็น 3 การทดลองย่อย (ตามชนิดเห็ด) คือ เห็ดหลินจือ เห็ดหูหนู และเห็ดหลิน ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้ที่หั่นย่อยกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา มีรายละเอียดดังนี้

8.1 การเพาะเห็ดหลินจือ มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ รวม 16 ซ้ำ (ซ้ำละ 5 ก้อน)

- 1) เพาะเห็ดหลินจือ ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อย แบบก้อนยาว
- 2) เพาะเห็ดหลินจือ ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากขี้เลื่อยไม่ย่างพารา แบบก้อนยาว
- 3) เพาะเห็ดหลินจือ ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อย แบบก้อนสั้น
- 4) เพาะเห็ดหลินจือ ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากขี้เลื่อยไม่ย่างพารา แบบก้อนสั้น

8.2 การเพาะเห็ดหูหนู มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ รวม 16 ซ้ำ (ซ้ำละ 5 ก้อน)

- 1) เพาะเห็ดหูหนู ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อย แบบก้อนยาว
- 2) เพาะเห็ดหูหนู ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากขี้เลื่อยไม่ย่างพารา แบบก้อนยาว
- 3) เพาะเห็ดหูหนู ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อย แบบก้อนสั้น
- 4) เพาะเห็ดหูหนู ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากขี้เลื่อยไม่ย่างพารา แบบก้อนสั้น

8.3 การเพาะเห็ดถลม มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ รวม 16 ซ้ำ (ซ้ำละ 5 ก้อน)

- 1) เพาะเห็ดถลม ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อย แบบก้อนยาว
- 2) เพาะเห็ดถลม ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากขี้เลื่อยไม่ย่างพารา แบบก้อนยาว
- 3) เพาะเห็ดถลม ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากขี้เลื่อยไม่ย่างพารา แบบก้อนสั้น
- 4) เพาะเห็ดถลม ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อย แบบก้อนสั้น

โดยมีค่าชี้ผล คือ ความสามารถในการอัดก้อน จำนวน 3 ซ้ำ(ซ้ำละ 25 ก้อน) เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องต้นแบบ การเจริญของเส้นใยเห็ด ปริมาณผลผลิตเห็ดที่ได้ ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว และประสิทธิภาพทางชีววิทยา (Biological Efficiency, BE.)

9. ทดสอบเก็บข้อมูลต้นทุนในการเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยและขี้เลื่อยย่างพารา โดยมีค่าชี้ผล คือ ต้นทุนต่อก้อน

10. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์ ทำโดยการหาจุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้

- การบันทึกข้อมูล

1. ความสามารถในการหั่นย่อย (สมการที่ 1) และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (สมการที่ 2)

$$\text{ความสามารถในการหั่นย่อย} = \frac{\text{น้ำหนักที่ใช้หั่นย่อย (กิโลกรัม)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการหั่นย่อย (ชั่วโมง)}} \quad (1)$$

$$\text{อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง} = \frac{\text{ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการหั่นย่อย (ชั่วโมง)}} \quad (2)$$

เวลาที่ใช้ในการหั่นย่อย (ชั่วโมง)

2. ความสามารถในการอัดก้อน (สมการที่ 3) และความหนาแน่นของก้อน (สมการที่ 4)

$$\text{ความสามารถในการอัดก้อน} = \frac{\text{จำนวนก้อนวัสดุเพาะเห็ด (ก้อน)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการอัดก้อน (ชั่วโมง)}} \quad (3)$$

$$\text{ความแน่นของก้อน} = \frac{\text{น้ำหนักก้อนวัสดุเพาะเห็ด (กรัม)}}{\text{ปริมาตรก้อนวัสดุเพาะเห็ด (ลบ.ซม.)}} \quad (4)$$

3. ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่อง (สมการที่ 5)

$$\text{ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่อง (\%)} = \frac{\text{ความสามารถในการอัดก้อนทางทฤษฎี}}{\text{ความสามารถในการอัดก้อนทางปฏิบัติ}} \times 100 \quad (5)$$

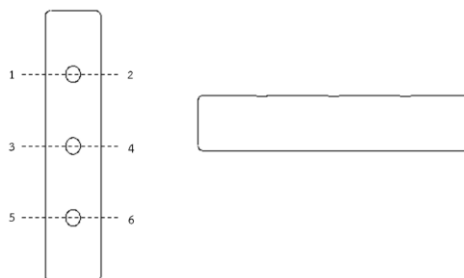
4. ประสิทธิภาพทางชีววิทยา (Biological Efficiency, BE.) (สมการที่ 6)

$$\text{ประสิทธิภาพทางชีววิทยา} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของผลผลิตเห็ดสด (กรัม)}}{\text{ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งวัสดุเพาะ (กรัม)}} \times 100 \quad (6)$$

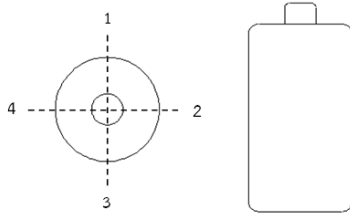
5. การวัดการเจริญของเส้นใยเห็ด มีวิธีการดังนี้

- ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาว วัดการเจริญของเส้นใยหลังจากการบ่มเชื้อทุกสัปดาห์ โดยวัดความยาวเส้นใยเห็ดตั้งแต่ปากหลุมที่เขี่ยเชื้อเห็ดจนถึงจุดที่เส้นใยเจริญลงมา (ภาพที่ 2) แต่ละก้อนทำการวัดจำนวน 3 จุดๆ ละ 2 ด้านรวม 6 จุด เพื่อหาความยาวเฉลี่ยของเส้นใย

- ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น วัดการเจริญของเส้นใยหลังจากการบ่มเชื้อทุกสัปดาห์ โดยวัดความยาวเส้นใยเห็ดตั้งแต่ไหล่ลงจนถึงจุดที่เส้นใยเจริญลงมา (ภาพที่ 3) แต่ละก้อนทำการวัด 4 จุด เพื่อหาความยาวเฉลี่ยของเส้นใย (ศิริพรและคณะ, 2557)



ภาพที่ 2 ตำแหน่งการวัดความยาวของเส้นใยเห็ดแบบก้อนยาว



ภาพที่ 3 ตำแหน่งการวัดความยาวของเส้นใยเห็ดแบบก้อนสั้น

7. ต้นทุนลดลง (สมการที่ 7) คือ ต้นทุนในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นและก้อนยาวจากกิ่งไม้แห้งย่อยเปรียบเทียบกับชี้เลี้ยงไม้อย่างพารา

$$\text{ต้นทุนลดลง} = \frac{\text{ต้นทุนจากชี้เลี้ยงไม้อย่างพารา} - \text{ต้นทุนจากกิ่งไม้แห้งย่อย} \times 100}{\text{ต้นทุนจากชี้เลี้ยงไม้อย่างพารา}} \quad (7)$$

- เวลาและสถานที่

- ดำเนินการตั้งแต่ ตุลาคม 2560 – กันยายน 2562

- สถานที่ทำการทดลอง

1. โครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูง มูลนิธิชัยพัฒนา อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
2. ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่
3. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดสอบการหั่นย่อยกิ่งไม้ด้วยเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล (ภาพที่ 4) พบว่า เครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผลสามารถหั่นย่อยกิ่งไม้จากการตัดแต่งต้นลำไย ต้นมะม่วงและต้นกระถินได้ดี ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 30 มม. หากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 30 มม. จะทำให้เกิดการสะท้อนมือได้ และจากการทดสอบเปลี่ยนตะแกรงรูที่ใช้ (ตารางที่ 1) พบว่า ตะแกรงรูที่มีขนาด 12.7 มม. (1/2 นิ้ว) มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ เศษกิ่งไม้ที่ได้จากการหั่นย่อยมีขนาดความยาวไม่เกิน 8 มม. และทดสอบการใช้งานของเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที โดยใช้ตะแกรงรูที่มีขนาด 12.7 มม. (1/2) นิ้ว พบว่า เครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผลมีความสามารถในการหั่นย่อยเฉลี่ย 230.98 กก./ชม. และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 1.69 ลิตร/ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ขนาดของเศษกิ่งไม้ที่ได้จากการหั่นย่อยด้วยเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล

ขนาดรูตะแกรง (มม.)	ความยาวเศษกิ่งไม้เฉลี่ย (มม.)
12.7	7.21
19.1	9.73



ภาพที่ 4 ทดสอบการหั่นย่อยกิ่งไม้ด้วยเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล

จากการทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยการใช้แรงงานคน (ภาพที่ 5) จากกิ่งไม้หั่นย่อย พบว่า ใช้เวลาอัดก้อนเฉลี่ย 245.49 วินาที/ก้อน ความสามารถในการอัดก้อนเฉลี่ย 14.82 ก้อน/ชั่วโมง และวัสดุเพาะเห็ดมีความชื้นเฉลี่ย 62.26 %wb และทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว ด้วยเครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว (เกรียงศักดิ์, 2561) จากกิ่งไม้หั่นย่อย (ภาพที่ 6) พบว่า มีเศษวัสดุเพาะเห็ดจะอัดติดแน่นตรงปลายท่อที่บีบเร็วลง ทำให้เครื่องไม่สามารถอัดวัสดุเพาะเห็ดออกมาตามท่อได้ การใส่ถุงที่ปลายท่อทางออกของเครื่องฯ ค่อนข้างช้า ใช้เวลาประมาณ 15 – 20 วินาที เนื่องจากปลายท่อมีความยาว 75 มม. ซึ่งสั้นกว่าถุงที่มีความยาว 650 มม. (ความยาวของถุงรวมทั้งหมด) และความแน่นของก้อนเพาะเห็ดไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับคนที่ประคองถุงเพาะเห็ดและต้องคอยเกลี่ยวัสดุเพาะเห็ดทางช่องป้อนตลอด



ภาพที่ 5 ทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยการใช้แรงงานคน

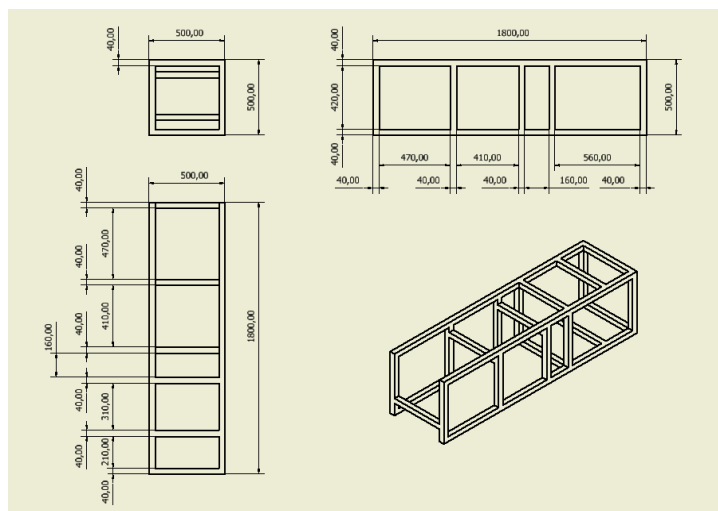


ภาพที่ 6 ก.เครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว (เกรียงศักดิ์, 2561)
 ข.การใส่ถุงเพาะเห็ด ค.การป้อนวัสดุเพาะเห็ดและการประคองก้อนเพาะเห็ด
 และ ง.วัสดุเพาะเห็ดอัดติดแน่นตรงปลายท่อ

ผลการสร้างและทดสอบการทำงานเบื้องต้นของต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว ด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้

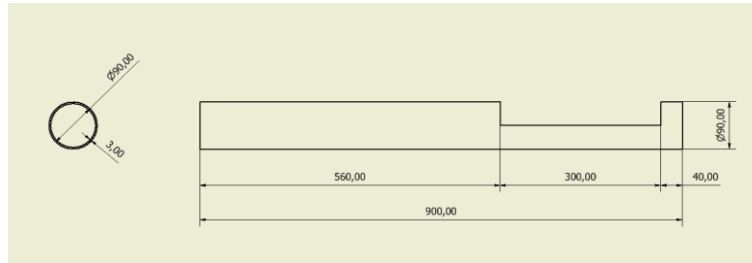
โดยออกแบบชุดเกลียวอัดที่เพลาเกลียวอัดมีใบเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันตลอด บนแกนเพลายู่ในท่อเกลียวอัด ใช้สำหรับลำเลียงและอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดกับชุดกระบอกอัด โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง และมีระบบควบคุมการทำงาน เครื่องต้นแบบประกอบด้วย 7 ส่วนหลักคือ

1) โครงสร้างส่วนฐาน (ภาพที่ 7) ทำจากเหล็กกล่อง ขนาด 40 x 40 x 1.2 มม. มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง x ยาว x สูง คือ 500 x 1,800 x 500 มม. และมีล้อเหล็กขนาด 76.2 มม. (3 นิ้ว) จำนวน 4 ล้อ เพื่อให้เคลื่อนย้ายได้สะดวก



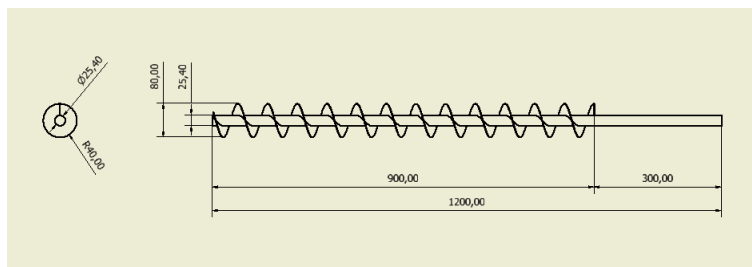
ภาพที่ 7 โครงสร้างส่วนฐาน

2) ท่อเกลียวอัด (ภาพที่ 8) ทำจากท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก 90 มม. หนา 3 มม. ยาว 900 มม. และตัดท่อออกเป็นหน้าตัดครึ่งวงกลม ยาว 300 มม. ห่างจากปลายท่อ 40 มม. สำหรับป้อนวัสดุเพาะเห็ด



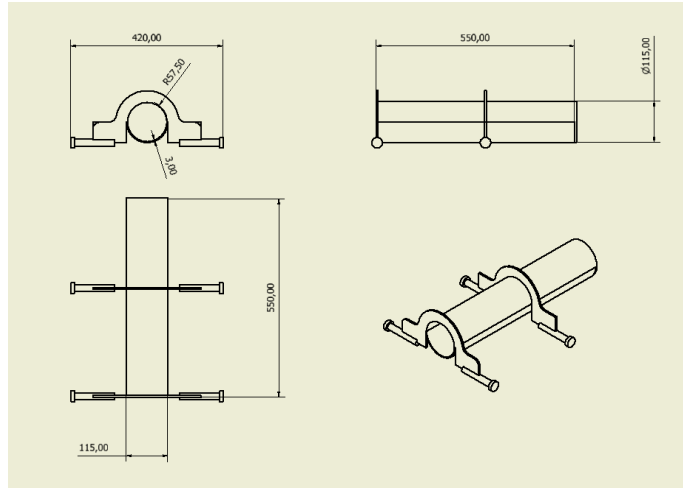
ภาพที่ 8 ท่อเกลียวอัด

3) เพลากลียวอัด (ภาพที่ 9) โดยใช้แกนเพลลา ขนาด 25.4 มม. (1 นิ้ว) ยาว 1,200 มม. มีใบเกลียวเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มม. ระยะพิทช์ 70 มม. บนแกนเพลลา ยาว 900 มม.



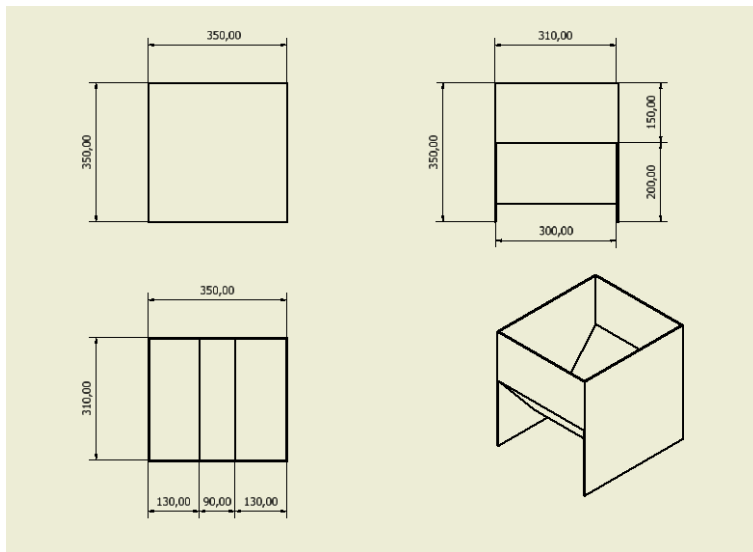
ภาพที่ 9 เพลากลียวอัด

4) ชุดกระบอกล้ออัด (ภาพที่ 10) ทำจากท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก 115 มม. หนา 3 มม. ยาว 550 มม. ตัดท่อออกเป็นหน้าตัดครึ่งวงกลมแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนบนจะมีหน้าแปลนเพื่อติดตั้งมอเตอร์เกียร์ทด ขนาด 120 วัตต์ ทำงานที่ความเร็วรอบ 60 รอบ/นาที สำหรับใช้เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนชุดกระบอกล้ออัดในการเคลื่อนที่ เข้า - ออก และมีล้อเหล็ก ขนาด 35 มิลลิเมตร จำนวน 4 ล้อ และ 2) ส่วนล่างจะมีล้อล้อเหล็ก ขนาด 35 มิลลิเมตร จำนวน 1 ล้อ วิ่งบนราง เพื่อใช้ในการประคองและลำเลียงก้อนเพาะเห็ดออก โดยมีจุดหมุนร่วมกันที่ปลายด้านหน้า



ภาพที่ 10 ชุดกระบอกอัด

5) ช่องป้อน (ภาพที่ 11) ทำจากแผ่นเหล็กหนา 3 มม. มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง คือ 350 x 310 x 350 มม. ข้างบนปลายออก ส่วนข้างล่างเรียวเข้าหาท่อเกลียวอัด ที่ตัดออกเป็นหน้าตัดครึ่งวงกลม ยาว 300 มม. และมีอุปกรณ์กวนเป็นซี่กวางดมนูนอยู่กับที่ สำหรับกวนวัสดุเพาะเห็ด ไม่ให้กตทับกันเป็นก้อน โดยหมุนด้วยความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที



ภาพที่ 11 ช่องป้อน

6) ชุดต้นกำลัง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ (2 แรงม้า) เป็นต้นกำลัง ขับผ่านมู่เลย์ ขนาด 88.9 มิลลิเมตร (3 ½”) ไปยังมู่เลย์คลัชแม่เหล็กไฟฟ้า ขนาด 127.0 มิลลิเมตร (5”) และส่งกำลังขับผ่านมู่เลย์ ขนาด 101.6 มิลลิเมตร (4”) ไปยังมู่เลย์ ขนาด 228.6.0 มิลลิเมตร (9”) เพื่อขับเพลากลียวอัด ทำงานที่ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที และส่งกำลังไปยังอุปกรณ์กวน ด้วยชุดเฟืองโซ่

7) ระบบควบคุมการทำงาน โดยเริ่มจากกดสวิทช์เปิดเป็นตัวสั่งการให้ชุดกระบอกอัดเคลื่อนที่เข้าไปยังหาชุดเกลียวอัด เมื่อเคลื่อนที่เข้าจนถึงจุดกำหนดจะมีลิมิตสวิทช์เป็นตัวสั่งการให้ชุด

กระบอกอัดหยุดเคลื่อนที่ พร้อมสั่งให้เพลากลีวยัดหมุนเพื่ออัดก้อนวัสดุเพาะเห็ด เมื่อได้ความยาวของก้อนเพาะเห็ดที่ต้องการ จะมีลิมิตสวิทช์เป็นตัวสั่งการให้เพลากลีวยัดหยุดหมุนพร้อมกับสั่งให้ชุดกระบอกอัดเคลื่อนที่ออก จนถึงระยะห่างที่กำหนดจะมีลิมิตสวิทช์เป็นตัวสั่งการให้ชุดกระบอกอัดหยุดเคลื่อนที่ และมีปุ่มสวิทช์ฉุกเฉินสำหรับตัดระบบทำงานของเครื่องต้นแบบ

และจากการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของเครื่องต้นแบบ ในการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้แห้งย่อย (ตารางที่ 2) พบว่า เครื่องต้นแบบสามารถอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ดี และความเร็รรอบของเพลากลีวยัดที่เหมาะสม เมื่อพิจารณาโดยรวม พบว่า ความเร็รรอบของเพลากลีวยัดที่ 500 รอบต่อนาที มีเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากเครื่องต้นแบบสามารถอัดก้อนเพาะเห็ดได้ดี ไม่เกิดการสั่นขณะเครื่องทำงาน และอุปกรณ์กวนทำงานได้ดีไม่มีการกระเด็นและกตทับของวัสดุเพาะเห็ดในช่องป้อน มีความสามารถในการอัดก้อนเฉลี่ย 234.05 ก้อน/ชั่วโมง ความยาวต่อก้อนเฉลี่ย 551.00 มิลลิเมตร น้ำหนักต่อก้อนเฉลี่ย 2.48 กิโลกรัม ความหนาแน่นของก้อนเฉลี่ย 0.64 กรัม/ลบ.ซม. และวัสดุเพาะเห็ดมีความชื้นเฉลี่ย 68.91 %wb

ตารางที่ 2 ทดสอบการทำงานเบื้องต้นของเครื่องต้นแบบ ด้วยการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้แห้งย่อย

ความเร็รรอบ	ความสามารถในการอัดก้อน (ก้อน/ชั่วโมง)	ความยาวต่อก้อน (มิลลิเมตร)	น้ำหนักต่อก้อน (กิโลกรัม)	ความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.)
200	153.20	552.00	2.53	0.65
300	192.71	554.00	2.45	0.62
400	216.72	558.00	2.57	0.65
500	234.05	551.00	2.48	0.64
600	224.32	546.00	2.49	0.64
700	243.73	538.00	2.51	0.66
800	235.49	540.00	2.51	0.65
900	224.42	540.00	2.54	0.66
1,000	251.76	546.00	2.52	0.65

ผลการทดสอบการทำงานของต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้

โดยทดสอบการใช้งานของต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ ร่วมกับโครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูงของมูลนิธิชัยพัฒนา อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ โดยทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว จากกิ่งไม้แห้งย่อยและขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ผสมแล้วตามสูตร (โครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูง, 2562) ดังนี้

สูตรที่ 1 ซี้เลื่อยไม้ยางพารา

1) ซี้เลื่อยไม้ยางพารา	100	กิโลกรัม
2) รำ	6	กิโลกรัม
3) ยิปซั่ม	0.05	กิโลกรัม
4) ดิเกลื้อ	0.02	กิโลกรัม
5) ปูนขาว	1	กิโลกรัม
6) ภูไมท์	1	กิโลกรัม

สูตรที่ 2 กิ่งไม้หั่นย่อย

1) กิ่งไม้ต้นมะม่วงหั่นย่อย	50	กิโลกรัม
2) กิ่งไม้ต้นกระถินหั่นย่อย	50	กิโลกรัม
3) รำ	6	กิโลกรัม
4) ยิปซั่ม	0.05	กิโลกรัม
5) ดิเกลื้อ	0.02	กิโลกรัม
6) ปูนขาว	1	กิโลกรัม
7) ภูไมท์	1	กิโลกรัม

จากการทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อยและซี้เลื่อยไม้ยางพารา พบว่า เครื่องต้นแบบสามารถอัดก้อนเพาะเห็ดได้ดี แต่เนื่องจากการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้มีการปรับปรุงขนาดความยาวของก้อนเพาะเห็ด จากเดิม 550 มิลลิเมตร เป็น 500 มิลลิเมตร (รวมมัดปากถุง) เนื่องจากตะแกรงที่ใส่ก้อนเพาะเห็ดสำหรับการใช้ในการนึ่งมีความยาวจำกัดและเพื่อความสะดวกในการจัดเก็บบนชั้นวางในโรงเรือน จึงได้ปรับปรุงเครื่องต้นแบบโดยย้ายตำแหน่งลิ้นตสวิทซ์ตัวที่สั่งการให้เพลากลี่ยัดหยุดหมุนพร้อมกับสั่งให้ชุดกระบอกล้อเคลื่อนที่ออก และปรับปรุงให้สามารถอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นได้ แล้วทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยและซี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ผสมแล้ว (ตารางที่ 3) พบว่า เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเฉลี่ย 238.33 และ 239.97 ก้อน/ชั่วโมง ตามลำดับ ความยาวต่อก้อนเฉลี่ย 483.0 และ 481.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ น้ำหนักต่อก้อนเฉลี่ย 1.93 และ 2.08 กิโลกรัม ตามลำดับ ความหนาแน่นของก้อนเฉลี่ย 0.51 และ 0.55 กรัม/ลบ.ซม. ตามลำดับ และวัสดุเพาะเห็ดมีความชื้นเฉลี่ย 51.52 และ 53.49 %wb ตามลำดับ และมีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นเฉลี่ย 362.02 และ 364.98 ก้อน/ชั่วโมง ตามลำดับ ความยาวต่อก้อนเฉลี่ย 183.0 และ 184.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ น้ำหนักต่อก้อนเฉลี่ย 0.79 และ 0.89 กิโลกรัม ตามลำดับ ความหนาแน่นของก้อนเฉลี่ย 0.55 และ 0.62 กรัม/ลบ.ซม. ตามลำดับ และวัสดุเพาะเห็ดมีความชื้นเฉลี่ย 51.52 และ 53.49 %wb ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยและซีเลื่อยไม้ยางพาราที่ผสมแล้วด้วยเครื่องต้นแบบ

วัสดุที่ใช้	ลักษณะ	ความสามารถ	ความยาวต่อ	น้ำหนักต่อก้อน	ความหนาแน่น	ความชื้น
อัดก้อน	ก้อนเพาะเห็ด	ในการอัดก้อน	ก้อน	(กิโลกรัม)	(กรัม/ลบ.ซม.)	(% wb)
เพาะเห็ด		(ก้อน/ชั่วโมง)	(มิลลิเมตร)			
กิ่งไม้	ก้อนยาว	238.33	483.0	1.93	0.51	51.52
หั่นย่อย	ก้อนสั้น	362.02	183.0	0.79	0.55	51.52
ซีเลื่อย	ก้อนยาว	239.97	481.5	2.08	0.55	53.49
ไม้ยางพารา	ก้อนสั้น	364.98	184.1	0.89	0.62	53.49

และทดสอบการเพาะเห็ดร่วมกับโครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูงของมูลนิธิชัยพัฒนา อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ โดยเตรียมเชื้อเห็ด 3 ชนิด คือ เห็ดหลินจือ เห็ดหูหนู และเห็ดถลม โดยอัดก้อนเพาะเห็ดด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยกับซีเลื่อยไม้ยางพาราที่ผสมแล้ว (ตารางที่ 4) พบว่าเครื่องต้นแบบมีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเฉลี่ย 213.84 และ 203.96 ก้อน/ชั่วโมง ตามลำดับ และมีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น 310.13 และ 302.03 ก้อน/ชั่วโมง ซึ่งในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเครื่องต้นแบบมีประสิทธิภาพในการทำงาน 89.72 และ 84.99 % ตามลำดับ ส่วนในการการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นเครื่องต้นแบบมีประสิทธิภาพในการทำงาน 85.67 และ 82.75 % ตามลำดับ แล้วนำก้อนเพาะเห็ดไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้ก้อนเพาะเห็ดเย็นลงแล้วทำการเชื้อเชื้อ โดยก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจะเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25 - 30 มิลลิเมตร ลึกประมาณ 25 - 30 มิลลิเมตร จำนวน 3 จุด ในแนวเดียวกันของก้อนเพาะเห็ดแล้วเชื้อเชื้อเห็ด ส่วนก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจะเชื้อเชื้อเห็ดจุดเดียวที่จุกปลายก้อนเพาะเห็ด เมื่อเชื้อเชื้อเห็ดแล้วนำก้อนเพาะเห็ดไปเก็บในโรงเรือนที่อุณหภูมิห้องเพื่อบ่มเส้นใยเชื้อเห็ด

ตารางที่ 4 ทดสอบประสิทธิภาพการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดของเครื่องต้นแบบ

วัสดุที่ใช้	ลักษณะ	ความสามารถในการอัดก้อน		ประสิทธิภาพการ
		ทำงานของเครื่อง		
อัดก้อน	ก้อนเพาะเห็ด	(ก้อน/ชั่วโมง)		(%)
เพาะเห็ด		ทางทฤษฎี ¹	ทางปฏิบัติ ²	
กิ่งไม้	ก้อนยาว	238.33	213.84	89.72
หั่นย่อย	ก้อนสั้น	362.02	310.13	85.67
ซีเลื่อย	ก้อนยาว	239.97	203.96	84.99
ไม้ยางพารา	ก้อนสั้น	364.98	302.03	82.75

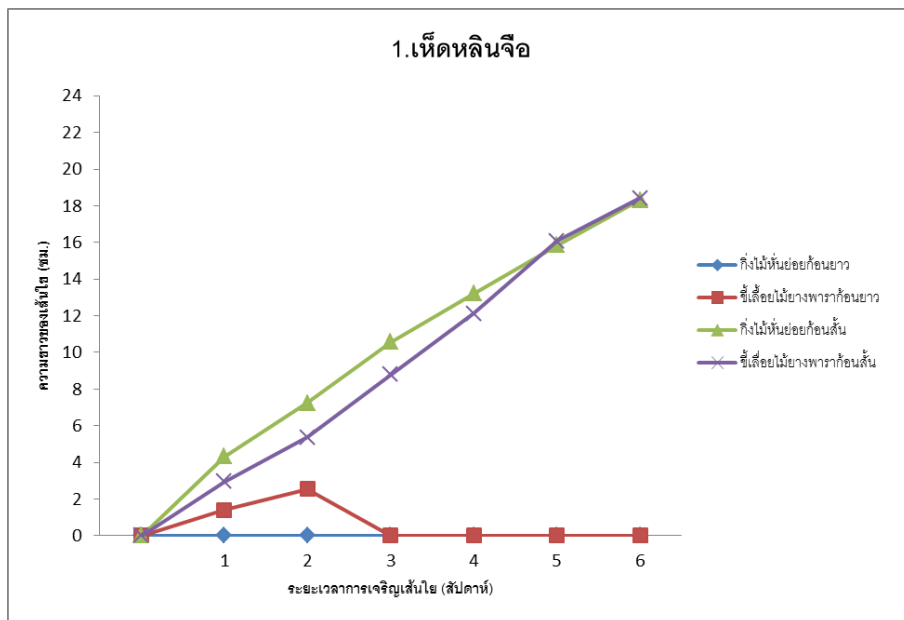
ผลการเก็บข้อมูลการเจริญของเส้นใยเห็ดทั้ง 3 ชนิด มีรายละเอียดดังนี้

1) เห็ดหลินจือ (ภาพที่ 12) พบว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเสียหายทั้งหมดเนื่องจากเกิดเชื้อราปนเปื้อน และการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากกิ่งไม้หั่นย่อย เส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเร็วกว่าการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา โดยเส้นใยเดินเต็มก้อนภายใน 6 สัปดาห์ทั้งคู่

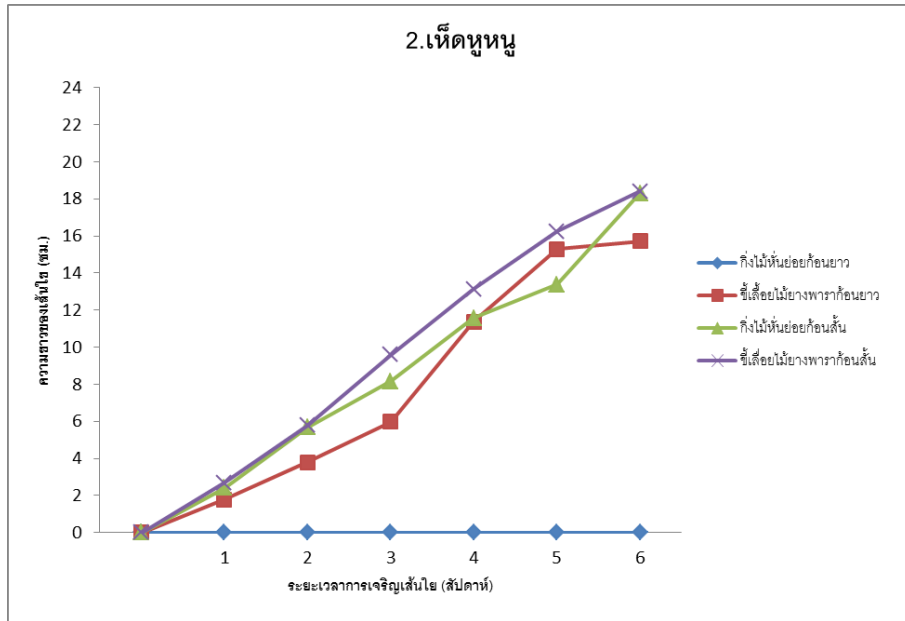
2) เห็ดหูหนู (ภาพที่ 13) พบว่า การเพาะแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อยเสียหายทั้งหมดเนื่องจากเกิดเชื้อราปนเปื้อน ส่วนการเพาะแบบก้อนยาวจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราเส้นใยเห็ดเดินและเจริญเต็มก้อนภายใน 6 สัปดาห์ และการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา เส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเร็วกว่าการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากกิ่งไม้หั่นย่อย โดยเส้นใยเดินเต็มก้อนภายใน 6 สัปดาห์ทั้งคู่

3) เห็ดถลม (ภาพที่ 14) พบว่า การเพาะเห็ดถลมแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อย เส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเร็วกว่าการเพาะเห็ดถลมแบบก้อนยาวจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา โดยเส้นใยเห็ดถลมจากกิ่งไม้หั่นย่อยเดินเต็มก้อน ในเวลา 5 สัปดาห์ ในขณะที่เส้นใยเห็ดถลมจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราเดินเต็มก้อน ในเวลา 6 สัปดาห์ และการเพาะเห็ดถลมแบบก้อนสั้นจากกิ่งไม้หั่นย่อย และขี้เลื่อยไม้ยางพารา เส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนใกล้เคียงกัน โดยเส้นใยเดินเต็มก้อนภายใน 4 สัปดาห์ทั้งคู่

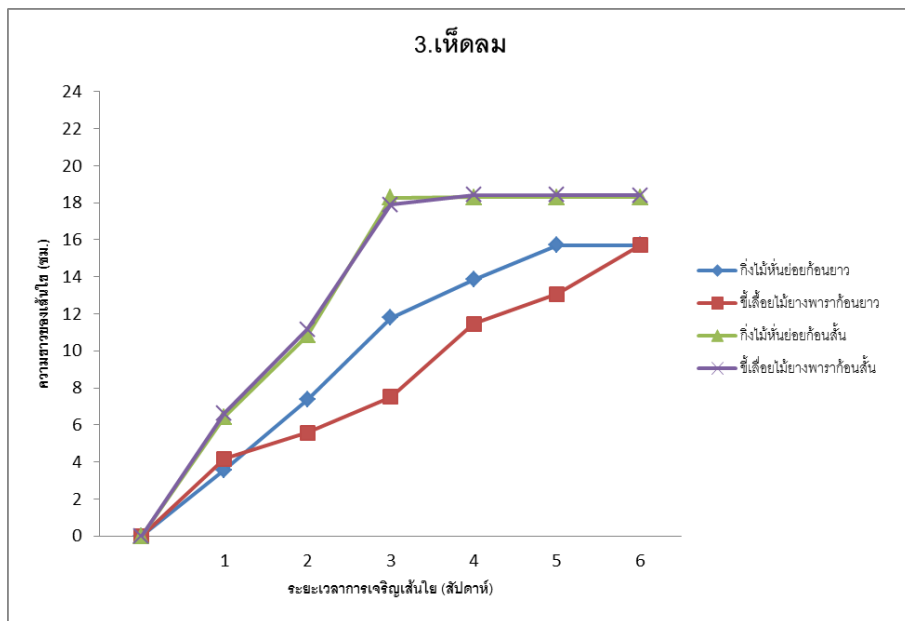
จากการเก็บข้อมูลการเจริญของเส้นใยเห็ดเมื่อเปรียบเทียบลักษณะก้อนเพาะเห็ดและวัสดุเพาะเห็ด พบว่า เส้นใยเห็ดสามารถเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนใกล้เคียงกัน ภายในเวลา 6 สัปดาห์ เว้นแต่การเพาะเห็ดถลมแบบก้อนสั้น ที่เส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนเร็วกว่าภายในเวลา 4 สัปดาห์ นั้นหมายความว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนใกล้เคียงกับการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น ดังนั้นกิ่งไม้หั่นย่อยสามารถใช้ทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดได้



ภาพที่ 12 การเจริญของเส้นใยเห็ดหลินจือ



ภาพที่ 13 การเจริญของเส้นใยเห็ดหูหนู



ภาพที่ 14 การเจริญของเส้นใยเห็ดลม

ผลการเก็บข้อมูลผลผลิตเห็ด (ตารางที่ 5) ทั้ง 3 ชนิด มีรายละเอียดดังนี้

1) เห็ดหลินจือ พบว่า การเพาะเห็ดแบบก่อนยาวไม่มีผลผลิต เนื่องจากก้อนเพาะเห็ดเสียหายทั้งหมดเกิดจากเชื้อราปนเปื้อน และการเพาะเห็ดแบบก่อนสั้นจากซีลี้อยไม้ยางพาราให้ปริมาณผลผลิต 14.48 กรัม/ก้อน มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 3.50 % ส่วนการเพาะเห็ดแบบก่อนสั้นจากกิ่งไม้หั่นย่อยให้ปริมาณผลผลิต 13.33 กรัม/ก้อน มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 3.48 % ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 11 สัปดาห์ทั้งคู่

2) เห็นเหตุ พบว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากขี้เลื่อยไม่ย่ำพาราให้ปริมาณผลผลิต 435.64 กรัม/ก้อน ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 13 สัปดาห์ มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 45.03 % ส่วนการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อยไม่มีผลผลิต เนื่องจากก้อนเพาะเห็ดเสียหายทั้งหมดเกิดจากเชื้อราปนเปื้อน และการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากขี้เลื่อยไม่ย่ำพาราให้ปริมาณผลผลิต 188.58 กรัม/ก้อน มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 45.56 % ส่วนการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากกิ่งไม้หั่นย่อยให้ปริมาณผลผลิต 170.94 กรัม/ก้อน มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 44.63 % ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 10 สัปดาห์ทั้งคู่

3) เห็ดลมอยู่ในช่วงของการเก็บผลผลิต แต่เจอปัญหาการแปรปรวนของภูมิอากาศ ทำให้ผลผลิตหยุดการเจริญเติบโต จึงไม่สามารถเก็บผลผลิตได้

จากการเก็บข้อมูลผลผลิตของเห็ด พบว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวมีโอกาสปนเปื้อนได้สูง เนื่องจากมีการเชื้อเชื้อเห็ดมากถึง 3 จุด ซึ่งมากกว่าการก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นที่เชื้อเชื้อเห็ดจุดเดียว และการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวให้ปริมาณผลผลิตสูงกว่าการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น แต่มีค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยาใกล้เคียงกัน และการแปรปรวนของภูมิอากาศมีผลทำให้ผลผลิตเห็ดหยุดการเจริญเติบโตได้

ตารางที่ 5 ผลผลิตเห็ดของก้อนเพาะเห็ด **Error! Not a valid link.**หมายเหตุ 1. ก้อนเพาะเห็ดหลินจือแบบก้อนยาวเสียหายทั้งหมด เนื่องจากเกิดเชื้อราปนเปื้อน

2. ก้อนเพาะเห็ดหูหนูแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อยเสียหายทั้งหมด เนื่องจากเกิดเชื้อราปนเปื้อน
3. ก้อนเพาะเห็ดลมกำลังเก็บข้อมูลผลผลิต แต่เจอปัญหาการแปรปรวนของภูมิอากาศ ทำให้ผลผลิตหยุดการเจริญเติบโต
4. ข้อมูลจากโครงการวิจัยและพัฒนาระบบการเกษตรกรรมที่สูงของมูลนิธิชัยพัฒนา อ.ฝาง จ.เชียงใหม่

ผลการทดสอบเก็บข้อมูลต้นทุนในการเพาะเห็ดและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์

โดยการเก็บข้อมูลต้นทุนในการเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยและขี้เลื่อยพารา (ตารางที่ 6) พบว่า ต้นทุนในการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวมีราคา 10.64 และ 12.40 บาท/ก้อน ตามลำดับ และต้นทุนในการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นมีราคา 4.04 และ 4.64 บาท/ก้อน ตามลำดับ ซึ่งในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวและก้อนสั้นจากกิ่งไม้หั่นย่อย ต้นทุนลดลง 14.19 และ 12.93 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อยไม่ย่ำพารา

ตารางที่ 6 ต้นทุนในการเพาะเห็ด

วัสดุเพาะเห็ด	ลักษณะก้อน	ต้นทุนต่อก้อน	ต้นทุนลดลง
		(บาท)	(%)
ซีลี้อยไม้ยางพารา	ก้อนยาว	12.40	-
	ก้อนสั้น	4.64	-
กิ่งไม้หั่นย่อย	ก้อนยาว	10.64	14.19
	ก้อนสั้น	4.04	12.93

หมายเหตุ 1. ข้อมูลจากโครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูงของมูลนิธิชัยพัฒนา อ.ฝาง จ.เชียงใหม่

และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์ ทำโดยการหาจุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ หาได้จาก

$$\text{รายจ่าย} = \text{รายได้} \quad (7)$$

โดย $\text{รายจ่าย} = \text{ต้นทุนคงที่} + \text{ต้นทุนแปรผัน}$
 $= \text{ค่าเครื่องต้นแบบ} + (\text{ต้นทุนในการเพาะเห็ดต่อก้อน} \times \text{จำนวนก้อนเพาะเห็ด})$

$\text{รายได้} = \text{ราคาขายก้อนเพาะเห็ดต่อก้อน} \times \text{จำนวนก้อนเพาะเห็ด}$

- เมื่อ
- เครื่องต้นแบบ มีราคาประมาณ 75,000 บาท
 - ต้นทุนในการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อย มีราคา 10.64 บาทต่อก้อน
 - ราคาขายก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อย มีราคาประมาณ 16.00 บาทต่อก้อน (โดยคิดราคาเป็น 2 เท่าของก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งมีราคา 8 บาทต่อก้อน)

การคำนวณหาจุดคุ้มทุน (โดยแทนค่าลงในสมการที่ 7)

$$75,000 + (10.64 \times \text{จำนวนก้อนเพาะเห็ด}) = (16.00 \times \text{จำนวนก้อนเพาะเห็ด})$$

$$\text{จำนวนก้อนเพาะเห็ด} = (75,000)/(16.00-10.64)$$

$$= 13,992.54 \quad \text{ก้อน}$$

ดังนั้น จุดคุ้มทุนของเครื่องต้นแบบ อยู่ที่ 13,992.54 ก้อน

แสดงว่าจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องต้นแบบอยู่ที่ 13,993 ก้อน ซึ่งเครื่องต้นแบบมีราคาประมาณ 75,000 บาท มีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้แห้งย่อย 213.84 ก้อน/ชม. และใน 1 วัน ถ้าทำงาน 7 ชม. จะอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 1,497 ก้อน/วัน ดังนั้นจะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 10 วัน ส่วนที่เหลือเป็นผลกำไรที่ตามมา

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก ซึ่งมีชี้เสื่อใยไม้อย่างพาราเป็นวัสดุหลัก ปัจจุบันมีราคาเพิ่มขึ้น 20 - 30 % ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ประกอบกับเทคโนโลยีใหม่ในการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวที่ช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ดและยืดอายุการเก็บดอกยาวนานขึ้น โดยงานวิจัยนี้ได้เริ่มทดสอบเก็บข้อมูลการใช้งานของเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล พบว่า มีความสามารถในการหั่นย่อยเฉลี่ย 230.98 กก./ชม. และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 1.69 ลิตร/ชั่วโมง แล้วทดสอบการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยการใช้แรงงานคนจากกิ่งไม้แห้งย่อย พบว่า มีความสามารถในการอัดก้อนเฉลี่ย 14.82 ก้อน/ชั่วโมง และทดสอบการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว (เกรียงศักดิ์, 2561) จากกิ่งไม้แห้งย่อย พบว่า มีเศษวัสดุเพาะเห็ดจะอัดติดแน่นตรงปลายท่อที่บีบเรียวยาวทำให้เครื่องไม่สามารถอัดวัสดุเพาะเห็ดได้ จึงออกแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ โดยชุดเกลียวอัดที่เพลากลียวอัดมีใบเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันตลอดบนแกนเพลากลียวอัด ใช้สำหรับลำเลียงและอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดกับชุดกระบอกลูกอัด ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง และมีระบบควบคุมการทำงาน เครื่องต้นแบบประกอบด้วย 7 ส่วนหลักคือ 1)โครงสร้างส่วนฐาน 2)ท่อเกลียวอัด 3)เพลากลียวอัด 4)ชุดกระบอกลูกอัด 5)ช่องป้อน 6)ชุดต้นกำลัง และ 7)ระบบควบคุมการทำงาน จากนั้นทดสอบการเพาะเห็ดร่วมกับโครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูงของมูลนิธิชัยพัฒนา อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ โดยอัดก้อนเพาะเห็ดจากกิ่งไม้แห้งย่อยกับชี้เสื่อใยไม้อย่างพาราที่ผสมแล้ว พบว่า เครื่องต้นแบบสามารถอัดก้อนเพาะเห็ดได้ดี มีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเฉลี่ย 213.84 และ

203.96 ก้อน/ชั่วโมง ตามลำดับ และมีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น 310.13 และ 302.03 ก้อน/ชั่วโมง ซึ่งเครื่องต้นแบบมีประสิทธิภาพในการทำงาน สูงกว่า 80 % แล้วนำก้อนเพาะเห็ดไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้ก้อนเพาะเห็ดเย็นลงแล้วทำการแช่เชื้อ เมื่อแช่เชื้อเห็ดแล้วนำก้อนเพาะเห็ดไปเก็บในโรงเรือนที่อุณหภูมิห้องเพื่อ บ่มเส้นใยเชื้อเห็ด การเจริญเส้นใยเห็ดเมื่อเปรียบเทียบลักษณะก้อนเพาะเห็ดและวัสดุเพาะเห็ด พบว่า เส้นใยเห็ดสามารถเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนใกล้เคียงกัน ภายในเวลา 6 สัปดาห์ เว้นแต่การเพาะเห็ดลมแบบก้อนสั้น ที่เส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนเร็วกว่าภายในเวลา 4 สัปดาห์ นั้นหมายความว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนใกล้เคียงกับการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น ดังนั้นกึ่งไม้หั่นย่อยสามารถใช้ทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดได้ และจากข้อมูลผลผลิตเห็ดพบว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวมีโอกาสปนเปื้อนได้สูง เนื่องจากการแช่เชื้อเห็ดมากถึง 3 จุด ซึ่งมากกว่าการก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นที่แช่เชื้อเห็ดจุดเดียว และการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวให้ปริมาณผลผลิตสูงกว่าการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น แต่ประสิทธิภาพทางชีววิทยาใกล้เคียงกัน ในส่วนต้นทุนการเพาะเห็ด พบว่า ต้นทุนในการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวมีราคา 10.64 และ 12.40 บาท/ก้อน ตามลำดับ และต้นทุนในการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นมีราคา 4.04 และ 4.64 บาท/ก้อน ตามลำดับ ซึ่งในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวและก้อนสั้นจากกึ่งไม้หั่นย่อย ต้นทุนลดลงมากกว่า 10 % เมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา และมีจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ 13,993 ก้อน ซึ่งเครื่องต้นแบบมีราคาประมาณ 75,000 บาท มีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกึ่งไม้หั่นย่อย 213.84 ก้อน/ชม. และใน 1 วัน ถ้าทำงาน 7 ชม. จะอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 1,497 ก้อน/วัน ดังนั้นจะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 10 วัน ส่วนที่เหลือเป็นผลกำไรที่ตามมา

ข้อเสนอแนะ ในการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวควรมีการกำจัดเชื้อราที่ปนเปื้อนจากวัสดุเพาะเห็ดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเห็ดให้ดีขึ้นนำมาใช้เพาะเห็ด เพื่อลดความเสียหายจากเชื้อราปนเปื้อน เนื่องจากการแช่เชื้อเห็ดมากถึง 3 จุด ซึ่งมีโอกาสทำให้เชื้อราปนเปื้อนได้สูงกว่าก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นที่แช่เชื้อเห็ดจุดเดียว และการนึ่งก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวอาจจะต้องเพิ่มเวลาในการนึ่งมากขึ้น รวมถึงชนิดเห็ดที่ใช้เพาะต้องมีเส้นใยเห็ดที่แข็งแรงสามารถเดินและเจริญเติบโตจนเชื้อราที่ปนเปื้อนได้

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกึ่งไม้ที่มีประสิทธิภาพในการทำงาน สามารถนำเทคโนโลยีที่ได้ไปขยายผลสู่เกษตรกรผู้เพาะเห็ด ซึ่งจะสามารถนำวัสดุเหลือ

ใช้ทางการเกษตร เช่น กิ่งไม้ผลจากการตัดแต่ง รวมถึงวัชพืชประเภทไม้โตเร็ว เป็นต้น มาใช้ในการเพาะเห็ดทดแทนการใช้เชื้อเลี้ยงไม้อย่างพาราที่มีราคาสูงขึ้น สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิต และส่งผลให้การเพาะเห็ดในประเทศมีการพัฒนาและก้าวหน้าขึ้น รวมถึงลดการเผาทำลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้ด้วย

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูงของมูลนิธิชัยพัฒนา อ.ผาง จ.เชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ รวมถึงการทดสอบเพาะเห็ดและเก็บข้อมูลการเจริญเส้นใยเห็ดและผลผลิตเห็ด

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลการเจริญเส้นใยเห็ดและผลผลิตเห็ด

12. เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ นักผูก. 2561. การศึกษาและพัฒนาเครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว. หน้า 238-244. ใน : การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19. 26-27 เมษายน 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์

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

เจษฎา กาพย์ไชย. 2556. เชื้อเลี้ยง.....ไม่ใช่เรื่องเชื้อเลี้ยงอีกต่อไป. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.gotoknow.org/posts/512606>. 23 กันยายน 2559

นันท์นี่ ศรีจุมปา. 2548. การใช้ไมยราบยักษ์ในการเพาะเห็ด. จดหมายข่าวผลิใบ. 8 : 4.

นันท์นี่ ศรีจุมปา. 2551. การนำวัชพืชมาใช้เพาะเห็ด. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.nrru.ac.th/knowledge /agr012.asp, 17 สิงหาคม 2552

นิรนาม. 2559. กระทรวงมหาดไทย. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.thaigov.go.th. 23 มีนาคม 2559

ศิริพร หัสสร้างสี และคณะ. 2557. การทดสอบเทคโนโลยีการใช้หัวเชื้ออาหารเหลวในการผลิตเห็ดหอมบนก้อนเพาะขนาดต่างๆ. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อ.เมือง จ.เชียงใหม่

อัญชลี จาละ. 2557. การใช้ใบไม้และกิ่งไม้หมักเป็นส่วนผสมของขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดนางรมภูฐาน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22: 501-506

Zhang Guangya. 2559. เทคโนโลยีการผลิตเห็ดของสาธารณรัฐประชาชนจีน. เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “โครงการความร่วมมือระหว่างมูลนิธิชัยพัฒนา – สาธารณรัฐประชาชนจีน ณ โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาการเกษตรบนพื้นที่สูง อ.ฝาง จ. เชียงใหม่”. 25-29 เมษายน 2559

13. ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางการทดสอบ

ตารางภาคผนวก 1 ขนาดเศษกิ่งไม้ที่ได้จากการหั่นย่อยด้วยเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล

ซ้ำที่	ความยาวเศษกิ่งไม้ที่ได้จากการหั่นย่อย (มม.)		
	ตะแกรงรู 12.7 มม.	ตะแกรงรู 19.1 มม.	ตะแกรงรู 25.4 มม.
1	9.00	10.86	12.56
2	11.03	10.94	11.23
3	5.71	9.32	14.49
4	6.80	9.67	13.15
5	7.17	10.54	10.43
6	5.37	8.74	14.20
7	7.30	9.11	13.10
8	5.80	9.34	19.92
9	7.59	8.19	15.41
10	7.79	11.44	12.80
11	5.82	9.88	19.51
12	7.53	8.23	14.34
13	7.14	10.82	16.28
14	7.30	8.90	20.31
15	6.71	9.22	15.67
16	7.47	9.63	14.88
17	8.65	9.57	14.07
18	6.01	9.63	17.81
19	7.40	12.31	17.86
20	6.52	8.31	13.90
เฉลี่ย	7.21	9.73	15.10

ตารางภาคผนวก 2 ทดสอบการใช้งานของเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที

ซ้ำที่	น้ำหนัก ที่ใช้หั่นย่อย (กก.)	เวลา ที่ใช้หั่นย่อย (วินาที)	ความสามารถ ในการหั่นย่อย (กก./ชม.)	อัตราสิ้นเปลือง น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ชั่วโมง)
1	10	155.57	231.41	1.59
2	10	164.47	218.88	1.76

3	10	148.37	242.64	1.73
เฉลี่ย		156.14	230.98	1.69

ตารางภาคผนวก 3 ทดสอบความสามารถในการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยการใช้แรงงานคน

ซ้ำที่	เวลาที่ใช้ในการอัดก้อน (วินาที/ก้อน)	ความสามารถในการอัดก้อน (ก้อน/ชั่วโมง)
1	268.88	13.39
2	248.48	14.49
3	223.53	16.11
4	196.53	18.32
5	226.37	15.90
6	243.32	14.80
7	272.56	13.21
8	259.06	13.90
9	279.78	12.87
10	236.40	15.23
เฉลี่ย	245.49	14.82

ตารางภาคผนวก 4 สุ่มตัวอย่างวัสดุเพาะเห็ด เพื่อหาค่าความชื้น

ซ้ำที่	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	ความชื้น (%wb)
1	26.4	9.6	63.64
2	21.8	8.4	61.47
3	30.1	9.8	67.44
4	27.5	10.4	62.18
5	30.0	8.6	71.33
6	23.2	7.5	67.67
7	20.2	8.6	57.43
8	21.3	9.5	55.40

9	19.8	9.5	52.02
10	21.1	7.6	63.98
เฉลี่ย	24.14	8.95	62.26

ตารางภาคผนวก 5 ทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเครื่องต้นแบบเบื้องต้นจากกิ่งไม้แห้งย่อย

ความเร็วรอบ	เวลาที่ใช้ในการอัดก้อน (วินาที/ก้อน)	ความสามารถในการอัดก้อน (ก้อน/ชั่วโมง)	ความยาวต่อก้อน (มิลลิเมตร)	น้ำหนักต่อก้อน (กิโลกรัม)	ความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.)
200	23.53	153.20	552.00	2.53	0.65
300	18.69	192.71	554.00	2.45	0.62
400	16.62	216.72	558.00	2.57	0.65
500	15.39	234.05	551.00	2.48	0.64
600	16.10	224.32	546.00	2.49	0.64
700	14.80	243.73	538.00	2.51	0.66
800	15.32	235.49	540.00	2.51	0.65
900	16.17	224.42	540.00	2.54	0.66
1,000	14.32	251.76	546.00	2.52	0.65

ตารางภาคผนวก 6 ความชื้นของวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้แห้งย่อย

ซ้ำที่	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	ความชื้น (%wb)
1	18.6	5.8	59.18
2	15.1	4.8	71.82
3	15.4	4.6	68.75
4	14.8	4.9	70.00
5	14.3	4.5	67.74
6	15.1	4.9	66.32

7	16.2	5.2	70.80
8	15.7	5.2	71.77
9	18.0	5.5	68.29
10	17.4	4.4	69.89
<hr/>			
เฉลี่ย	16.06	4.98	68.91
<hr/>			

ภาคผนวก ข

ต้นทุนในการเพาะเห็ด

ราคาวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเห็ด **Error! Not a valid link.**

ค่าแรงError! Not a valid link.

ต้นทุนกิ่งไม้หั่นย่อยError! Not a valid link.หมายเหตุ

1. คัดที่การทำงานต่อวัน

2. เครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผลความสามารถในการหั่นย่อย 230.98 กก./ชม
(มาจากผลการทดสอบ)

ทำงานละ 7 ชม. (8.30 – 16.30 น.)

ดังนั้น 1 วัน สามารถหั่นย่อยได้ 1,617 กก./วัน

3. ค่าจ้างแรงงาน (คน * วัน * ค่าจ้างรายวัน) 600 บาท/วัน

4. อัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน 1.69 ลิตร/ชม. (มาจากผลการทดสอบ)

ราคาน้ำมันดีเซล ลิตรละ 25 บาท

ดังนั้น 1 วัน ใช้น้ำมัน 280 บาท/วัน

5. ราคาเครื่องประมาณ 50,000 บาท คัดที่ 1 % ต่อวัน เป็นเงิน 500 บาท/วัน

ต้นทุนในการเพาะเห็ดต่อก้อน

1. ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา

1.1 ต้นทุนในการอัดก้อน **Error! Not a valid link.** หมายถึง
ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100 กิโลกรัม

น้ำหนักวัสดุเพาะรวม 158.07 กิโลกรัม

น้ำหนักก้อนเพาะเห็ด 2.08 กิโลกรัม (มาจากผลการทดสอบ)

ดังนั้น จะได้ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาว 76 ก้อน

1. คิดที่น้ำหนักวัสดุเพาะหลัก คือ

ต้นทุนในการนึ่งก้อนเพาะเห็ด **Error! Not a valid link.** หมายถึง
ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 330 ก้อน/ครั้ง

1. เตาหนึ่งสามารถบรรจุ

1.3 ต้นทุนในการเชื้อเชื้อเห็ด **Error! Not a valid link.** หมายถึง
สามารถเชื้อลงก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 10 ก้อน/ขวด

1. เชื้อเห็ด 1 ขวด

ดังนั้น ต้นทุนของก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาว จากขี้เลื่อยไม้ยางพารา (ต้นทุน 1.1 + 1.2 + 1.3)

รวมเป็นเงิน 12.40 บาท

2. ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา

2.1 ต้นทุนในการอัดก้อน **Error! Not a valid link.** หมายถึง
ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100 กิโลกรัม

น้ำหนักวัสดุเพาะรวม 158.07 กิโลกรัม

น้ำหนักก้อนเพาะเห็ด 0.89 กิโลกรัม (มาจากผลการทดสอบ)

ดังนั้น จะได้ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาว 178 ก้อน

1. คิดที่น้ำหนักวัสดุเพาะหลัก คือ

ต้นทุนในการนึ่งก้อนเพาะเห็ด **Error! Not a valid link.** หมายถึง
ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นได้ 1,000 ก้อน/ครั้ง

1. เตาหนึ่งสามารถบรรจุ

2.3 ต้นทุนในการเชื่อมต่อเชื้อเห็ด **Error! Not a valid link.**หมายเหตุ
สามารถเชื่อมต่อก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 30 ก้อน/ขวด

1. เชื้อเห็ด 1 ขวด

ดังนั้น ต้นทุนของก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากซีลี้อยไม้ยางพารา (ต้นทุน 2.1 + 2.2 + 2.3)

รวมเป็นเงิน 4.64 บาท

3. ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้แห้งย่อย

ต้นทุนในการอัดก้อน **Error! Not a valid link.**หมายเหตุ
ซีลี้อยไม้ยางพารา 100 กิโลกรัม

1. คิดที่น้ำหนักวัสดุเพาะหลัก คือ

น้ำหนักวัสดุเพาะรวม 158.07 กิโลกรัม

น้ำหนักก้อนเพาะเห็ด 1.93 กิโลกรัม (มาจากผลการทดสอบ)

ดังนั้น จะได้ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาว 82 ก้อน

3.2 ต้นทุนในการนึ่งก้อนเพาะเห็ด **Error! Not a valid link.**หมายเหตุ
ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 330 ก้อน/ครั้ง

1. เตาหนึ่งสามารถบรรจุ

3.3 ต้นทุนในการเชื่อมต่อเชื้อเห็ด **Error! Not a valid link.**หมายเหตุ
ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 10 ก้อน/ขวด

1. เชื้อเห็ด 1 ขวดสามารถเชื่อมต่อ

ดังนั้น ต้นทุนของก้อนเพาะเห็ดแบบยาวจากกิ่งไม้แห้งย่อย (ต้นทุน 2.1 + 2.2 + 2.3) รวม

เป็นเงิน 10.64 บาท

4. ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากกิ่งไม้แห้งย่อย

ต้นทุนในการอัดก้อน **Error! Not a valid link.** หมายถึงเหตุ

1. คิดที่น้ำหนักวัสดุเพาะหลัก คือ

ซีเลื่อยไม้ยางพารา 100 กิโลกรัม

น้ำหนักวัสดุเพาะรวม 158.07 กิโลกรัม

น้ำหนักก้อนเพาะเห็ด 0.79 กิโลกรัม (มาจากผลการทดสอบ)

ดังนั้น จะได้ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาว 200 ก้อน

4.2 ต้นทุนในการนึ่งก้อนเพาะเห็ด **Error! Not a valid link.** หมายถึงเหตุ

1. เตาหนึ่งสามารถบรรจุ

ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นได้ 1,000 ก้อน/ครั้ง

4.3 ต้นทุนในการเชื่อมต่อเน็ต **Error! Not a valid link.** หมายเหตุ
ก่อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 30 ก้อน/ขวด

1. เชื้อเห็ด 1 ขวดสามารถเชื่อมต่อ

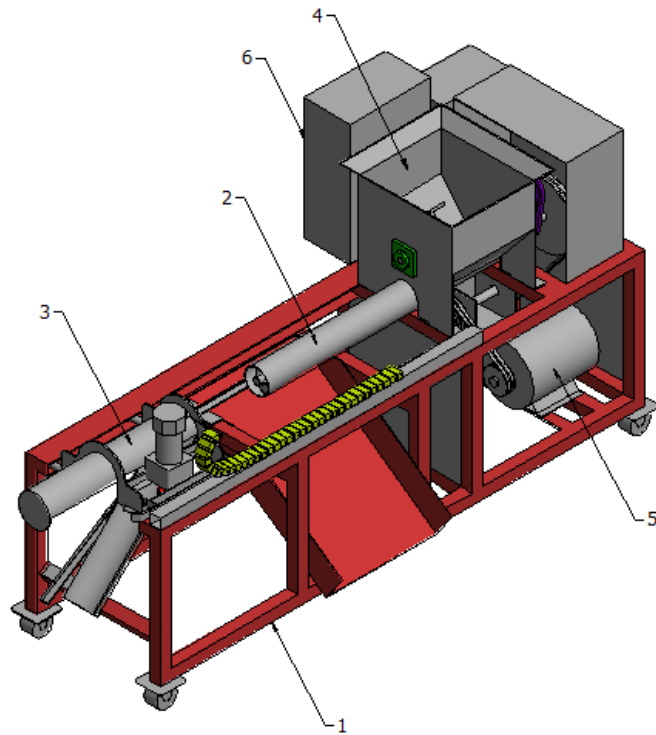
ดังนั้น ต้นทุนของก้อนเพาะเห็ดแบบสั้นจากกิ่งไม้แห้งย่อย (ต้นทุน 2.1 + 2.2 + 2.3)

รวมเป็นเงิน 4.04 บาท

สรุปต้นทุนการเพาะเห็ด **Error! Not a valid link.**

ภาคผนวก ค

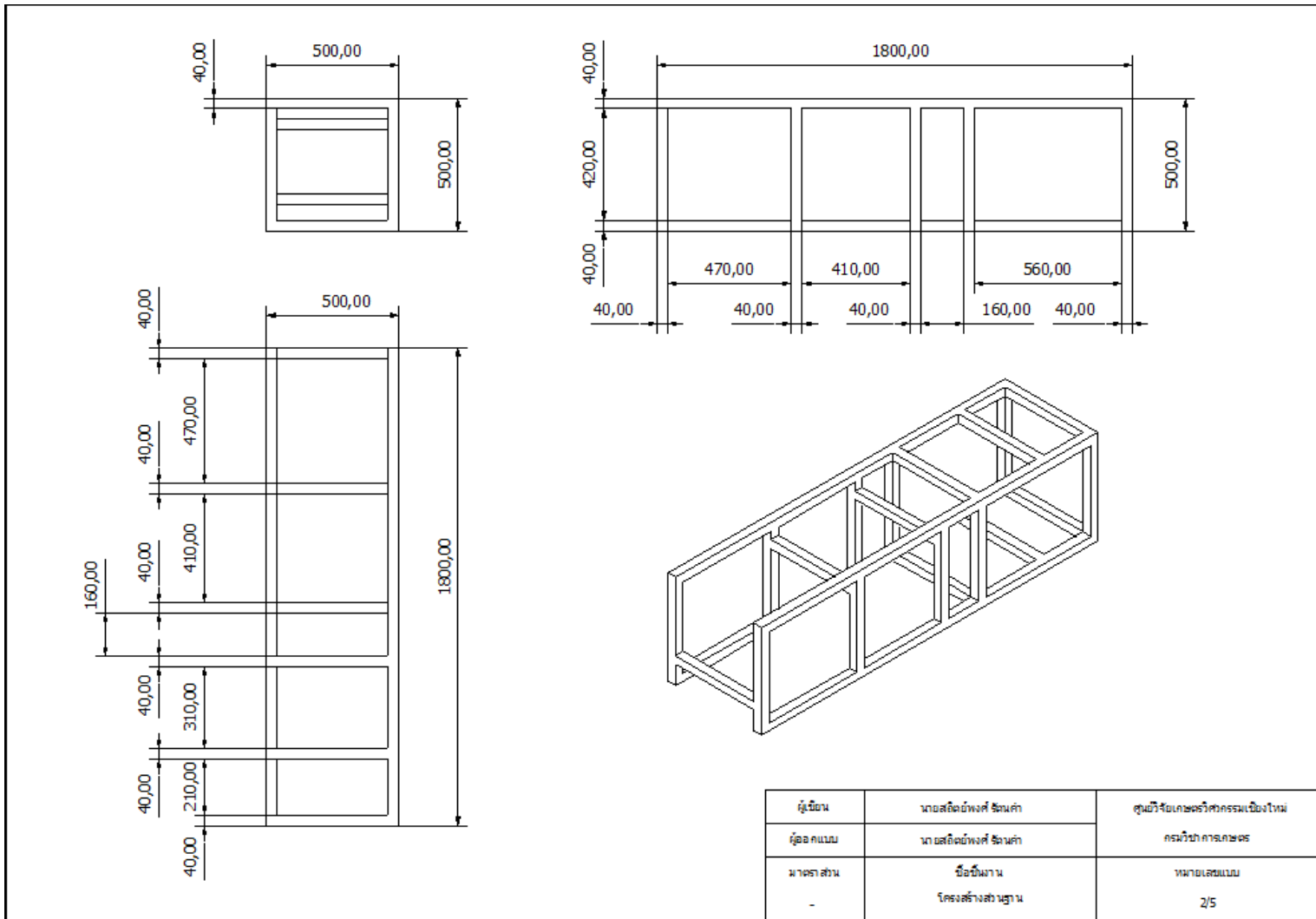
แบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้นยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้



ส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบ

1. โครงสร้างส่วนฐาน
2. ท่อเกลียวอัดและเพลากลียวอัด
3. ชุดกรงบอกอัด
4. ช่องป้อน
5. ชุดต้นกำลัง
6. ระบบควบคุมการทำงาน

ผู้เขียน	นายสตีฟพงศ์ ชินคำ	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร
ผู้ออกแบบ	นายสตีฟพงศ์ ชินคำ	
มาตรฐาน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
-	เครื่องมือผลิตวัสดุทางเกษตรแบบก่อนเผา ด้วยเกลียวรีดจากกิ่งไม้	1/5



ผู้เขียน	นายสิทธิพงศ์ ชินคำ	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร
ผู้ออกแบบ	นายสิทธิพงศ์ ชินคำ	
มาตรฐาน	ชื่อชิ้นงาน โครงสร้างส่วนฐาน	หมายเลขแบบ 2/5

