



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว
ด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้

Research and Development Equipment of Bagging Long
for Mushrooms Cultivation with Screw Press
from Shredded Branch

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

สถิตย์พงศ์ รัตนคำ

Satitpong Rattanakam

ปี พ.ศ. 2562



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว
ด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้

Research and Development Equipment of Bagging Long
for Mushrooms Cultivation with Screw Press
from Shredded Branch

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

สถิตย์พงศ์ รัตนคำ

Satitpong Rattanakam

ปี พ.ศ. 2562

คำปรารภ (Foreword หรือ Preface)

การเพาะเห็ดนั้นเป็นได้ทั้งอาชีพหลักและอาชีพเสริมที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร โดยเห็ดเกือบทุกชนิดจะใช้เทคนิคการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกที่มีซีลี้อยู่ในยางพาราเป็นวัสดุหลัก ซึ่งปัจจุบันมีราคาเพิ่มขึ้น 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกษตรกรผู้เพาะเห็ดประสบปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น และได้มีการศึกษาวิจัยในการนำเอาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เพาะเห็ดทดแทนการใช้ซีลี้อยู่ในยางพารา เช่น การเพาะเห็ดนางรมภูฐานแบบถุง โดยนำไปไม้และกิ่งไม้ที่ร่วงหล่นเป็นวัสดุดีบ พบว่าให้ผลผลิตน้ำหนักดอกเห็ดนางรมภูฐานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และการใช้ไมยราบยักษ์ในการเพาะเห็ดขอนขาว พบว่า สามารถใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดได้ดี ใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดทดแทนซีลี้อยู่ในยางพาราได้ ประกอบกับปัญหาวิกฤติหมอกควันของประเทศไทยในภาคเหนือ โดยสาเหตุของปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการเผาวัชพืชและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูกหรือการเผาเพื่อประกอบอาชีพ และการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเป็นเทคโนโลยีการผลิตเห็ดแบบใหม่ของสาธารณรัฐประเทศจีน ซึ่งข้อดีของการเพาะเห็ดแบบก้อนยาว คือ สามารถเชื่อมต่อลงก้อนเพาะเห็ดได้มาก ทำให้การเดินเชื้อของเห็ดเร็วขึ้น ช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ดและยืดอายุการเก็บดอกยาวนานขึ้น เนื่องจากก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวมีการเชื่อมต่อ 4 จุดต่อก้อน ทำให้การเดินเชื้อของเห็ดเร็วขึ้น ซึ่งแตกต่างกับของประเทศไทยที่มีการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นที่เชื่อมต่อจุดเดียว แต่ปัญหาในการเพาะเห็ดแบบก้อนยาว คือ เครื่องมือที่ใช้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาสูง จึงมีความจำเป็นในการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ เพื่อให้ได้เครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ที่มีประสิทธิภาพในการทำงาน ช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ดและลดต้นทุนการผลิต เช่น วัสดุที่ใช้เพาะเห็ดและแรงงานคน เป็นต้น

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เมื่อนำเทคโนโลยีที่ได้ไปขยายผลสู่เกษตรกรผู้เพาะเห็ด จะสามารถนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น กิ่งไม้ผลจากการตัดแต่ง รวมถึงวัชพืชประเภทไม้โตเร็ว เป็นต้น มาใช้ในการเพาะเห็ดทดแทนการใช้ซีลี้อยู่ในยางพาราที่มีราคาสูงขึ้น สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิต และส่งผลให้การเพาะเห็ดในประเทศมีการพัฒนาและก้าวหน้าขึ้น รวมถึงลดการเผาทำลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้ด้วย

ศศิธร บวร

(นายสถิตย์พงศ์ รัตนคำ)

หัวหน้าโครงการวิจัย

สารบัญ	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
ผู้วิจัย	ข
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ค
บทนำ	1
บทคัดย่อ	2
Abstract	3
การทบทวนวรรณกรรม	4
ระเบียบวิธีการวิจัย	7
ผลการวิจัย	10
อภิปรายผล	21
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	21
บรรณานุกรม	23
ภาคผนวก ก	24
ภาคผนวก ข	28
ภาคผนวก ค	30
ภาคผนวก ง	42
ภาคผนวก จ	44

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูงของมูลนิธิชัยพัฒนา อ.ผาง จ.เชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ รวมถึงการทดสอบเพาะเห็ดและเก็บข้อมูลการเจริญเส้นใยเห็ดและผลผลิตเห็ด

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลการเจริญเส้นใยเห็ดและผลผลิตเห็ด

และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ ที่ช่วยในการสร้างต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ รวมถึงการทดสอบและเก็บข้อมูลผลการทดสอบจนแล้วเสร็จ

ผู้วิจัย

- | | | |
|---------------------------|---|----------------|
| 1. นายสถิตย์พงศ์ รัตนคำ | วิศวกรการเกษตรชำนาญการ
ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ | หัวหน้าโครงการ |
| 2. นายเกรียงศักดิ์ นักผูก | วิศวกรการเกษตรชำนาญการพิเศษ
ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ | ผู้ร่วมงาน |
| 3. น.ส.นันทินี ศรีจุมปา | นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ
ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย | ผู้ร่วมงาน |
| 4. นายอภิวัฒน์ ปัญญาวงศ์ | นายช่างเครื่องกลปฏิบัติงาน
ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ | ผู้ร่วมงาน |

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

%wb	=	ความชื้นมาตรฐานเปียก
BE	=	ประสิทธิภาพทางชีววิทยา (Biological Efficiency)

บทนำ

การเพาะเห็ดนั้นเป็นได้ทั้งอาชีพหลักและอาชีพเสริมที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร โดยเห็ดเกือบทุกชนิดยกเว้นเห็ดฟางและเห็ดกระดุม ใช้เทคนิคการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก ซึ่งมีซีลี้อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุหลัก เมื่อปี 2552 ซีลี้อยไม้ยางพารา ณ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย มีราคา 23000 - 25000 บาท/คันรถสิบล้อ (ประมาณ 11 - 12 ตัน) และในปี 2555 ราคาเพิ่มขึ้นเป็น 28000 - 30000 บาท/คันรถสิบล้อ (ประมาณ 11 - 12 ตัน) (เจษฎา, 2556) เพิ่มขึ้นจากเดิม 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากหลายปีที่ผ่านมาหลังจากรัฐบาลประกาศลดอัตราค่าน้ำมันทำให้ค่าขนส่งเพิ่มขึ้น และค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้นนั้นจะนำไปรวมกับค่าซีลี้อยไม้ยางพารา ส่งผลให้ราคาซีลี้อยไม้ยางพาราสูงขึ้น ผู้เพาะเห็ดจึงประสบปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น

ในปัจจุบันได้มีการศึกษานำเอาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เพาะเห็ดทดแทนการใช้ซีลี้อยไม้ยางพารา เช่น การเพาะเห็ดนางรมภูฐานแบบถุง โดยนำไปไม้และกิ่งไม้ที่ร่วงหล่นเป็นวัสดุดิบ พบว่า ให้ผลผลิตน้ำหนักรดอกเห็ดนางรมภูฐานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในส่วนของปริมาณโปรตีน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (อัญชลี, 2557) และการใช้ไมยราบยักษ์ในการเพาะเห็ดขอนขาว พบว่า ไมยราบยักษ์หั่นย่อยสามารถใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดได้ดี น่าจะใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดทดแทนซีลี้อยไม้ยางพาราได้ (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 มีการเจาะหลุมเขี่ยเชื้อ 4 จุดต่อก้อน ข้อดีของการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวคือสามารถเขี่ยเชื้อลงก้อนเพาะเห็ดได้มาก ทำให้การเดินเชื้อของเห็ดเร็วขึ้น ช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ดและยืดอายุการเก็บดอกยาวนานขึ้น ซึ่งแตกต่างกับของประเทศไทยที่มีการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น เขี่ยเชื้อลงจุดเดียว ทำให้ผลผลิตเห็ดน้อยกว่า (Zhang, 2559) แต่ปัญหาในการเพาะเห็ดแบบก้อนยาว คือ เครื่องมือที่ใช้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาสูง และจากการทดสอบการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากซีลี้อยไม้ยางพารา ด้วยเครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว (เกรียงศักดิ์, 2561) พบว่า ซีลี้อยไม้ยางพาราจะอัดติดแน่นตรงปลายท่อที่บีบรีียวลงทำให้เครื่องไม่สามารถอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากซีลี้อยไม้ยางพาราได้

ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ โดยนำเครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว มาปรับปรุงและพัฒนาให้สามารถใช้ในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้ได้ ซึ่งสามารถช่วยแก้ไขปัญหาคอขวดของ

วัสดุที่ใช้เพาะเห็ดและการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวดังกล่าว เป็นการต่อยอดงานวิจัยสามารถลดต้นทุนการผลิต เช่น วัสดุที่ใช้เพาะเห็ดและแรงงานคน เป็นต้น และส่งผลให้การเพาะเห็ดในประเทศมีการพัฒนาและก้าวหน้าขึ้น เกษตรกรสามารถเลือกวัสดุที่มีในท้องถิ่นมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ด รวมถึงลดการเผาทำลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้ด้วย

วิจัยและพัฒนาเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว ด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้

สฤติย์พงษ์ รัตนคำ¹ เกรียงศักดิ์ นักผูก¹
นันทินี ศรีจุมปา² อภิวัฒน์ ปัญญาวงศ์¹

คำสำคัญ: การเพาะเห็ด, การเพาะเห็ดแบบก้อนยาว, เครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว, เกลียวอัด, กิ่งไม้หั่นย่อย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการใช้กิ่งไม้หั่นย่อยเพาะเห็ดแบบก้อนยาว ทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่มีราคาสูงขึ้น เพื่อลดต้นทุนการผลิตจากวัสดุเพาะเห็ดและแรงงานในการอัดก้อน โดยสร้างต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ ซึ่งประกอบด้วย 7 ส่วนหลัก คือ 1)โครงสร้างส่วนฐาน, 2)ท่อเกลียวอัด, 3)เพลากลียวอัด, 4)ชุดกระบอกอัด, 5)ช่องป้อน, 6)ชุดต้นกำลัง และ 7)ระบบควบคุมการทำงาน แล้วทดสอบการอัดก้อนเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา พบว่า เครื่องต้นแบบสามารถอัดก้อนเพาะเห็ดได้ดี มีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเฉลี่ย 213.84 และ 203.96 ก้อน/ชั่วโมง ตามลำดับ และมีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น 310.13 และ 302.03 ก้อน/ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งเครื่องต้นแบบมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงกว่า 80 % และมีความสามารถในการอัดก้อนสูงกว่า 14 เท่า เมื่อเทียบกับการใช้แรงงานคน จากนั้นทดสอบการเพาะเห็ด พบว่า เส้นใยเห็ดสามารถเดินและเจริญเต็มก้อนใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบจากลักษณะก้อนเพาะเห็ดและวัสดุเพาะเห็ด และจากการเก็บข้อมูลผลผลิตเห็ด พบว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวให้ปริมาณผลผลิตสูงกว่าการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น แต่ประสิทธิภาพทางชีววิทยามีค่าใกล้เคียงกัน นั้นหมายความว่ากิ่งไม้หั่นย่อยสามารถใช้ทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดได้ ซึ่งต้นทุนในการเพาะเห็ดลดลงมากกว่า 10 % และต้นทุนของเครื่องต้นแบบมีราคาถูกลงกว่า 80 % เมื่อเทียบกับเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ดังนั้นเครื่องต้นแบบ

สามารถลดต้นทุนการผลิตในส่วนของเครื่องมืออัดก้อนได้ โดยเครื่องต้นแบบมีราคาประมาณ 75,000 บาท มีจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องต้นแบบอยู่ที่ 13,993 ก้อน

¹ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่, สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร, เชียงใหม่

²ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย, สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร, เชียงราย

Research and Development Equipment of Bagging Long for Mushrooms Cultivation with Screw Press from Shredded Branch

Satitpong Rattanakam¹ Kiangsak Nukpook¹

Nantinee Srijumpa² Apiwat Panyawong¹

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

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 from mushroom cultivation 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 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. The prototype has a working efficiency of more than 80% and has a capacity of 14 times higher than labor. Tested the mushrooms cultivation, showed that the mushroom fibers can growth and full in bag was similar. And productivity of mushroom showed that the mushrooms cultivation bagging long gave higher than the mushrooms cultivation bagging short. But biological efficiency was similar. That means the shredded branches can be used to replace rubber wood sawdust for mushrooms cultivation. Costs of mushroom cultivation have been reduced by more than 10%. And cost of the prototype has cheaper than 80% with compared to machines imported from foreign countries. That means the prototype can reduce the production cost of the equipment of bagging. The prototype cost about 75,000 baht, which has a breakeven point of using at 13,993 bags.

¹ Chiang Mai Agricultural Engineering Research Center, Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, Chiang Mai

² Chiangrai Horticultural Research Centre, Horticulture Research Institute, Department of Agriculture, Chiangrai, 50100

การทบทวนวรรณกรรม

การเพาะเห็ดนั้นเป็นได้ทั้งอาชีพหลักและอาชีพเสริมที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร โดยเห็ดเกือบทุกชนิดยกเว้นเห็ดฟางและเห็ดกระดุม ใช้เทคนิคการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก ซึ่งมีซีลี้อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุหลัก เมื่อปี 2552 ซีลี้อยไม้ยางพารา ณ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย มีราคา 23000 - 25000 บาท/คันรถสิบล้อ (ประมาณ 11 - 12 ตัน) และในปี 2555 ราคาเพิ่มขึ้นเป็น 28000 - 30000 บาท/คันรถสิบล้อ (ประมาณ 11 - 12 ตัน) (เจษฎา, 2556)

การใช้ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra* L.) ในการเพาะเห็ด ได้ผลผลิตเห็ดขอนขาวสูงกว่าการใช้ซีลี้อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุเพาะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าใช้ไมยราบยักษ์หั่นย่อยผสมกับซีลี้อยไม้ยางพารา ทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการใช้ซีลี้อยไม้ยางพาราเพียงอย่างเดียว 164% และได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการใช้ไมยราบยักษ์หั่นย่อยเพียงอย่างเดียว 72.9% การใช้ไมยราบยักษ์หั่นย่อยเป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรมฮังการีนั้นให้ผลผลิตน้อยกว่าการใช้ซีลี้อยไม้ยางพารา หรือใช้ซีลี้อยทั้งสองชนิดผสมกัน ผลผลิตเห็ดนางรมฮังการีสูงสุดได้จากการใช้ซีลี้อยทั้งสองชนิดผสมกัน อย่างไรก็ตาม พบว่า ในการใช้ไมยราบยักษ์หั่นย่อย หรือใช้ซีลี้อยทั้งสองชนิดผสมกันเพื่อเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานสีครีมนั้น ได้ผลผลิตน้อยกว่าการใช้ซีลี้อยไม้ยางพารา จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นถึง ความเป็นไปได้ที่จะใช้ไมยราบยักษ์หั่นย่อยเพาะเห็ดนางรมฮังการี เห็ดขอนขาว และเห็ดหอมได้ โดยให้ผลผลิตใกล้เคียงหรือ

สูงกว่าการใช้ซีลีออยไมยางพารา ข้อดีของไมยราบยักษ์หั่นย่อย คือ มีธาตุอาหารอยู่สูง ทำให้ไม่ต้องใช้อาหารเสริมอื่น ซึ่งนอกจากจะใช้ไมยราบยักษ์หั่นย่อยเป็นวัสดุเพาะเห็ดแล้วยังสามารถใช้เป็นอาหารเสริมได้ โดยผสมกับซีลีออยยางพารา อัตรา 1:1 โดยน้ำหนัก ทำให้ไม่ต้องใช้อาหารเสริม จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่า ไมยราบยักษ์หั่นย่อยสามารถใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดได้ดี น่าจะใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดทดแทนซีลีออยไมยางพาราได้ การผลิตวัสดุเพาะเห็ดจากต้นไมยราบยักษ์หั่นย่อยทำได้โดยตัดต้นไมยราบยักษ์ ตากให้แห้งแล้วนำมาบดย่อยด้วยเครื่องสับย่อยวัชพืชผ่านตะแกรงขนาด 1/4 นิ้ว นำไมยราบยักษ์หั่นย่อยมาเป็นวัสดุเพาะเห็ดโดยผสมน้ำสะอาดลงในกองไมยราบยักษ์หั่นย่อยและปรับความชื้นให้ได้ 60-65 % (ไมยราบยักษ์หั่นย่อยแห้ง 100 กิโลกรัม/น้ำ 130 ลิตร) และบรรจุลงในถุงเพาะเห็ดแบบพับข้างขนาด 7 x 13 นิ้ว โดยไม่ต้องผสมอาหารเสริมอื่นๆ นอกจากนี้ยังได้มีการทดลองใช้ไมยราบยักษ์หั่นย่อยในแง่เป็นอาหารเสริม โดยใช้ไมยราบยักษ์หั่นย่อยผสมกับซีลีออยยางพารา อัตรา 1 : 1 โดยน้ำหนักและผสมน้ำสะอาดให้มีความชื้นประมาณ 60 - 65% แล้วนำวัสดุบรรจุลงในถุงเพาะเห็ด นำก้อนวัสดุไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 - 100 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เมื่อก้อนวัสดุเย็นแล้วเขี่ยเชื้อเห็ดลงไปบ่มในโรงเรือนจนเชื้อเห็ดเจริญเต็มก้อน แล้วนำไปเปิดในโรงเรือนเปิดดอก ผลของการเปรียบเทียบชนิดของซีลีออยเพื่อเพาะเห็ดหอมนั้น พบว่า ไมยราบยักษ์ที่ได้จากการใช้เครื่องบดมีลักษณะเป็นซีลีออยหยาบชิ้นใหญ่เมื่อบรรจุถุงและทุบให้แน่นด้วยมือหรือขวดเปล่าจะทำให้ถุงแตกหรือฉีกขาดเป็นช่องทางให้เชื้อราแข่งขันอื่นเข้าทำลายในถุงได้ แต่ปัญหาถุงฉีกขาดนี้จะน้อยลงถ้าใช้เครื่องอัดก้อนเห็ด (นนทีณี, 2548)

จังหวัดเชียงรายมีวัชพืชขึ้นอยู่ทั่วไป จึงนำวัชพืชที่ศึกษาและประสบผลสำเร็จโดยใช้หญ้าแอมหญ้าเลา และหญ้าก้างหรือหญ้าขี้เหล็กที่ชาวบ้านใช้ดอกหญ้าทำไม้กวาด เพราะหญ้าทั้ง 3 ชนิดนี้มีลำต้นใหญ่ และเป็นวัชพืชที่ขึ้นทั่วไป ขั้นตอนการนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดนั้น เริ่มจากเก็บวัชพืชมาตากให้แห้งสนิท จากนั้นนำไปย่อยด้วยเครื่องสับย่อยวัชพืชที่ดัดแปลงมาจากเครื่องหั่นต้นข้าวโพด ให้มีขนาดประมาณ 1/4 นิ้ว ผสมกับรำละเอียด 6% ยิปซัม 0.5% ดีเกลือ 0.2% โดยน้ำหนัก เติมน้ำเพื่อให้ความชื้นประมาณ 60% หมักไว้ประมาณ 2 วัน เพื่อให้วัชพืชอ่อนตัวและชุ่มชื้น เมื่อบรรจุถุงจะไม่ทิ่มแทงถุงขาด จากนั้นจึงนำบรรจุวัสดุเพาะลงในถุงพลาสติกทนร้อนแบบพับข้าง หญ้าเลาบรรจุถุงละ 500 กรัม หญ้าแอม และหญ้าก้าง บรรจุถุงละ 600 กรัม นำก้อนอาหารทั้งหมดไปนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยไอน้ำ อุณหภูมิประมาณ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกมาวางไว้ให้เย็นแล้วจึงนำเชื้อเห็ดที่เจริญในเมล็ดข้าวฟ่างใส่ลงไป นำไปบ่มในโรงบ่ม ปล่อยให้วัชพืชเจริญเต็มถุง จึงนำไปเปิดถุงในโรงเรือน รดน้ำให้มีความชื้นภายในโรงเรือน ประมาณ 85-90% รอจนกระทั่งเห็ดเจริญเติบโตจากปากถุงพลาสติก จึงเริ่มเก็บไปรับประทานหรือจำหน่าย (นนทีณี, 2551)

การเพาะเห็ดนางรมภูฐานแบบถุงโดยนำไปไม้และกิ่งไม้ที่ร่วงหล่นเป็นวัสดุที่ผ่านกระบวนการหมักเป็นส่วนผสมกับซีลีออยไมยางพาราในการเพาะเห็ดถุง โดยใช้ส่วนผสมของซีลีออยไมยางพาราต่อไม้และกิ่งไม้หมักในอัตราส่วนต่างกัน (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100) ผลปรากฏว่าส่วนผสมของซีลีออยไมยางพารา:ไม้และกิ่งไม้หมัก ในอัตราส่วน 50:50 ให้ผลผลิต

น้ำหนักดอกเห็ดนางรมภูฐานสูงสุดแต่ไม่มีความแตกต่างจากส่วนผสมอื่นๆ เมื่อตรวจวัดลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกเห็ดนางรมภูฐานพบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านชูดอกความหนาของดอกและความยาวของก้านชูดอกมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เส้นผ่านศูนย์กลางของดอกเห็ดนั้นไม่แตกต่างกัน และเมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในส่วนของปริมาณโปรตีนปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (อัญชลี, 2557)

เมื่อวันที่ 10 ม.ค.59 กระทรวงมหาดไทยได้มีหนังสือสั่งการให้จังหวัดเตรียมความพร้อมในการ ป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟป่าและหมอกควันในช่วงเดือนมกราคม - เมษายน โดยเฉพาะในพื้นที่ 65 จังหวัด เน้นหนัก 9 จังหวัดในภาคเหนือที่มักเกิดปัญหาวิกฤติหมอกควันไฟป่าทุกปี ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย น่าน แพร่ พะเยาแม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง และตาก ซึ่งภูมิภาคส่วนใหญ่เป็นพื้นที่แอ่งกระทะ โดยสาเหตุของปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการเผาวัชพืชและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูกหรือการเผาเพื่อประกอบอาชีพ การเผาวัชพืชริมทาง ไฟป่า และการเผาในชุมชน ดังนั้น เพื่อให้การป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟป่าและหมอกควันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดการมีส่วนร่วมของประชาชน (นิรนาม, 2559)

การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเป็นเทคโนโลยีการผลิตเห็ดแบบใหม่ของสาธารณรัฐประเทศจีน โดยวัสดุที่ใช้ในการอัดก้อนมีขนาดความยาวไม่เกิน 8 มิลลิเมตร เพื่อลดการฉีกขาดของถุงพลาสติกในขั้นตอนการอัดก้อน ความยาวของก้อนประมาณ 550 มิลลิเมตร และน้ำหนักต่อก้อนประมาณ 2.50 กิโลกรัม มีการเจาะหลุมเชื้อเชื้อ 4 หลุมต่อก้อน และวิธีการทำแม่เชื้อมี 3 ระดับ คือ ระดับที่หนึ่งแม่เชื้อบริสุทธิ์(เลี้ยงในอาหารวุ้น), ระดับที่สองแม่เชื้อขยาย(เลี้ยงในอาหารวุ้น) และระดับที่สามแม่เชื้อขยายก้อนสั้น (เลี้ยงในก้อนเพาะเห็ดแบบสั้น) ซึ่งแม่เชื้อระดับที่สามสามารถนำไปเชื้อเชื้อขยายได้มากถึง 30 -50 ก้อน ข้อดีของการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวคือสามารถเชื้อเชื้อลงก้อนเพาะเห็ดได้มาก ทำให้การเดินเชื้อของเห็ดเร็วขึ้น ช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ดและยืดอายุการเก็บดอกยาวนานขึ้น หากมีสิ่งเจือปน (เช่น เชื้อรา เป็นต้น) จะสามารถตัดออกได้ในแม่เชื้อระดับที่สามได้ ซึ่งแตกต่างกับของประเทศไทยที่มีการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นเชื้อเชื้อลงจุดเดียว ทำให้ผลผลิตเห็ดน้อยกว่า และหากมีสิ่งเจือปนต้องทำลายทิ้งทั้งก้อน และเครื่องอัดก้อนแบบก้อนยาวที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบเกษตรบนพื้นที่สูง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ซึ่งนำเข้าจากสาธารณรัฐประเทศจีนมีราคาเกือบ 400,000 บาท (Zhang, 2559) และจากการทดสอบการอัดก้อนเบื้องต้น พบว่า ใช้เวลาในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวประมาณ 12 วินาที/ก้อน ซึ่งมีความสามารถในการอัดก้อนประมาณ 300 ก้อน/ชั่วโมง

เครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล (ภาพที่ 1) มีส่วนประกอบและลักษณะการทำงานสำคัญ คือ ดุมล้อที่งานด้านข้างติดใบมีด และที่ขอบดุมล้อตามแนวเส้นรอบวงจะมีซี่เหล็กแบนติดเป็นแถวอยู่ ดุมล้อใบมีดนี้ติดตั้งอยู่บนโครงเครื่อง ซึ่งมีล้อเคลื่อนย้ายได้ ครึ่งวงกลมใต้ดุมล้อจะมีตะแกรงรูดเมล็ดติดอยู่ห่างจากปลายซี่เหล็กแบน ด้านบนของดุมล้อใบมีดจะมีฝาครอบ ซึ่งซี่หนึ่งของด้านบนเปิดเป็นช่องสำหรับป้อนกิ่งไม้และเศษกิ่งไม้ ด้านข้างของฝาครอบด้านเดียวกับดุมล้อที่ติดใบมีดหมุนจะเป็นปล่องสำหรับป้อนกิ่งไม้เข้าเครื่อง ด้านปลายของปล่องที่ติดกับดุมล้อจะมีใบมีดสำหรับรับการเหวี่ยงขึ้น ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลขนาดไม่ต่ำกว่า

5 แรงม้า หรือเบนซินขนาดไม่ต่ำกว่า 8 แรงม้า และสามารถใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ขนาดไม่ต่ำกว่า 3 แรงม้า ได้ด้วย คุณสมบัติใบมีดจะหมุนด้วยความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที จากการทดสอบใช้งานจริงพบว่าสามารถใช้งานได้ดี โดยจะหั่นย่อยกิ่งไม้สดต่าง ๆ ได้สูงสุดถึงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร และกิ่งไม้แห้งเส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุดประมาณ 25 มิลลิเมตร สามารถหั่นย่อยเศษพืชได้ประมาณ 180 – 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (จารุวัฒน์, 2540)



ภาพที่ 1 เครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล

ที่มา : จารุวัฒน์, 2540

เครื่องอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว (ภาพที่ 2) มีโครงสร้างที่สำคัญ 8 ส่วน คือ 1) โครงสร้างฐาน 2) ท่อเกลียวป้อนอัด 3) ถาดป้อน 4) โครงช่องป้อน 5) ปลายเรียวท่อ 6) ท่อปลายอัดแน่น 7) เพลากลียวอัด และ 8) ระบบส่งกำลังโดยใช้ต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าหนึ่งเฟส ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ ได้ทำการทดสอบการอัดก้อนโดยใช้แรงคนและการอัดก้อนโดยเครื่องอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว ในกรณีเปลือกข้าวโพดที่หั่นย่อยและไม่หั่นย่อยหมักลงถุง โดยใช้แรงคนงาน 2 คน พบว่า การอัดโดยใช้แรงคนในการอัดเปลือกข้าวโพดที่หั่นย่อยหมักลงถุงยาว มีความสามารถในการอัด 65 ก้อน/ชั่วโมง และเปลือกข้าวโพดที่ไม่หั่นย่อยหมักลงถุง มีความสามารถในการอัด 49 ก้อน/ชั่วโมง การอัดโดยใช้เครื่องอัดก้อนเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว ในการอัดเปลือกข้าวโพดที่หั่นย่อยหมักลงถุงยาว มีความสามารถในการอัด 95.00 ก้อน/ชั่วโมง และเปลือกข้าวโพดที่ไม่หั่นย่อยหมักลงถุง มีความสามารถในการอัด 97.00 ก้อน/ชั่วโมง. ก้อนเปลือกข้าวโพดที่อัด น้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม ให้ผลผลิตเห็ดนางรมฮังการีเฉลี่ย 796 กรัม/ก้อน วัสดุเพาะมีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 91.84 เปอร์เซ็นต์ (เกรียงศักดิ์, 2561)

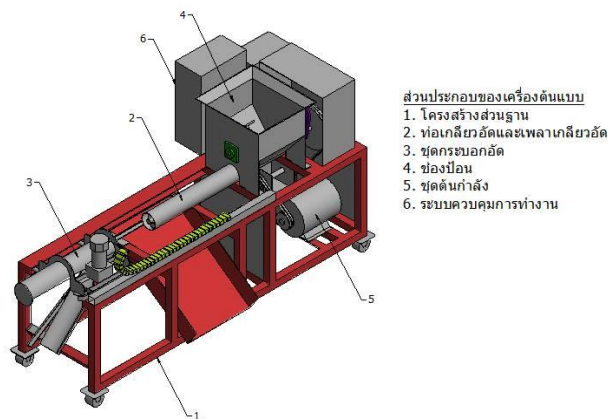


ภาพที่ 2 เครื่องอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว
ที่มา : เกียรติศักดิ์, 2561

ระเบียบวิธีการวิจัย

- สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. ต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้

2. ขี้เลื่อยไม้ยางพารา
3. กิ่งไม้ที่แห้งจากต้นกระถินและต้นมะม่วง
4. นาฬิกาจับเวลา, ตลับเมตร และเครื่องชั่งดิจิตอล
5. อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการเพาะเห็ด

- วิธีการดำเนินการ

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

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

2. ทดสอบการใช้งานของเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล โดยเก็บข้อมูลความสามารถในการหั่นย่อย (สมการที่ 1) และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (สมการที่ 2) จำนวน 3 ซ้ำๆละ 10 กิโลกรัม

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

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

3. ทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยการใช้แรงงานคน โดยเก็บข้อมูลความสามารถในการอัดก้อน (สมการที่ 3) และสุ่มตัวอย่างวัสดุเพาะเห็ดเพื่อหาค่าความชื้น จำนวน 10 ซ้ำ

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

4. ทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว (เกรียงศักดิ์, 2561) เพื่อหาแนวทางในออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้

5. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ โดยออกแบบชุดเกลียวอัดที่เพลากลียวอัดมีใบเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันตลอดบนแกนเพลายู่ในท่อเกลียวอัด ใช้สำหรับลำเลียงและอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดกับชุดกระบอกอัด โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง และมีระบบควบคุมการทำงานของเครื่องต้นแบบ

6. ทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบเบื้องต้น ด้วยการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว จากกิ่งไม้หั่นย่อย ที่ความเร็วรอบของเพลากลีวยัดต่างกัน 9 ระดับ คือ 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 และ 1,000 รอบ/นาที จำนวน 5 ชั่วโมง และเก็บข้อมูลความสามารถในการอัดก้อน ขนาดความยาว น้ำหนัก ความหนาแน่นของก้อน (สมการที่ 4) และสุ่มตัวอย่างวัสดุเพาะเห็ดเพื่อหาค่าความชื้น จำนวน 10 ชั่วโมง

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

7. ทดสอบการใช้งานของต้นแบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยกลีวยัดจากกิ่งไม้ ในสภาพการใช้งานจริงและเก็บข้อมูล โดยมีค่าชี้ผลคือ ความสามารถในการอัดก้อนทางทฤษฎี ขนาดความยาว น้ำหนัก ความหนาแน่นของก้อน และสุ่มวัดความชื้นวัสดุเพาะเห็ด จำนวน 20 ชั่วโมง

8. ทดสอบการเพาะเห็ด โดยแบ่งเป็น 3 การทดลองย่อย (ตามชนิดเห็ด) คือ เห็ดหลินจือ เห็ดหูหนู และเห็ดดลม ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา มีรายละเอียดดังนี้

8.1 การเพาะเห็ดหลินจือ มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง (ชั่วโมงละ 5 ก้อน)

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

8.2 การเพาะเห็ดหูหนู มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง (ชั่วโมงละ 5 ก้อน)

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

8.3 การเพาะเห็ดดลม มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง (ชั่วโมงละ 5 ก้อน)

- 1) เพาะเห็ดดลม ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อย แบบก้อนยาว
- 2) เพาะเห็ดดลม ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา แบบก้อนยาว
- 3) เพาะเห็ดดลม ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา แบบก้อนสั้น
- 4) เพาะเห็ดดลม ด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อย แบบก้อนสั้น

โดยมีค่าชี้ผล คือ ความสามารถในการอัดก้อนทางปฏิบัติ จำนวน 3 ชั่วโมง (ชั่วโมงละ 25 ก้อน) เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องต้นแบบ (สมการที่ 5) การเจริญของเส้นใยเห็ด

(ภาคผนวก ง) ปริมาณผลผลิตที่ได้อัตราระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว และประสิทธิภาพทางชีววิทยา (Biological Efficiency, BE.) (สมการที่ 6)

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

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

9. ทดสอบเก็บข้อมูลต้นทุนในการเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยและซีลี้อย่างพารา โดยมีค่าซีลีผล คือ ต้นทุนต่อก่อน

10. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์ ทำโดยการหาจุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้

- สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

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

ผลการวิจัย

1. จากการทดสอบการหั่นย่อยกิ่งไม้ด้วยเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล (ภาพที่ 4) พบว่า เครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผลสามารถหั่นย่อยกิ่งไม้จากการตัดแต่งต้นลำไย ต้นมะม่วงและต้นกระถินได้ดี ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 30 มิลลิเมตร หากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 30 มิลลิเมตร จะทำให้เกิดการสะท้อนมือได้ และจากการทดสอบเปลี่ยนตะแกรงรูที่ใช้ (ตารางที่ 1) พบว่า ตะแกรงรูที่มีขนาด 12.7 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ เศษกิ่งไม้ที่ได้จากการหั่นย่อยมีขนาดความยาวไม่เกิน 8 มิลลิเมตร

ตารางที่ 1 ขนาดของเศษกิ่งไม้ที่ได้จากการหั่นย่อยด้วยเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล

ขนาดรูตะแกรง (มิลลิเมตร)	ความยาวเศษกิ่งไม้เฉลี่ย (มิลลิเมตร)
12.7	7.21
19.1	9.73



ภาพที่ 4 ทดสอบการหั่นย่อยกิ่งไม้ด้วยเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล

2. จากการทดสอบการใช้งานของเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผลที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที โดยใช้ตะแกรงรูที่มีขนาด 12.7 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) (ตารางภาคผนวก 2) พบว่า เครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผลมีความสามารถในการหั่นย่อยเฉลี่ย 230.98 กิโลกรัม/ชั่วโมง และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 1.69 ลิตร/ชั่วโมง

3. จากการทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยการใช้แรงงานคน (ภาพที่ 5) จากกิ่งไม้หั่นย่อย พบว่า ใช้เวลาอัดก้อนเฉลี่ย 245.49 วินาที/ก้อน ความสามารถในการอัดก้อนเฉลี่ย 14.82 ก้อน/ชั่วโมง และวัสดุเพาะเห็ดมีความชื้นเฉลี่ย 62.26 %wb



ภาพที่ 5 ทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยการใช้แรงงานคน

4. จากการทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว ด้วยเครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว (เกรียงศักดิ์, 2561) จากกิ่งไม้หั่นย่อย (ภาพที่ 6) พบว่า มีเศษวัสดุเพาะเห็ดจะอัดติดแน่นตรงปลายท่อที่บีบเรียวยาว ทำให้เครื่องไม่สามารถอัดวัสดุเพาะเห็ดออกมาตามท่อได้ การใส่ถุงที่ปลายท่อทางออกของเครื่องฯ ค่อนข้างช้า ใช้เวลาประมาณ 15 – 20 วินาที

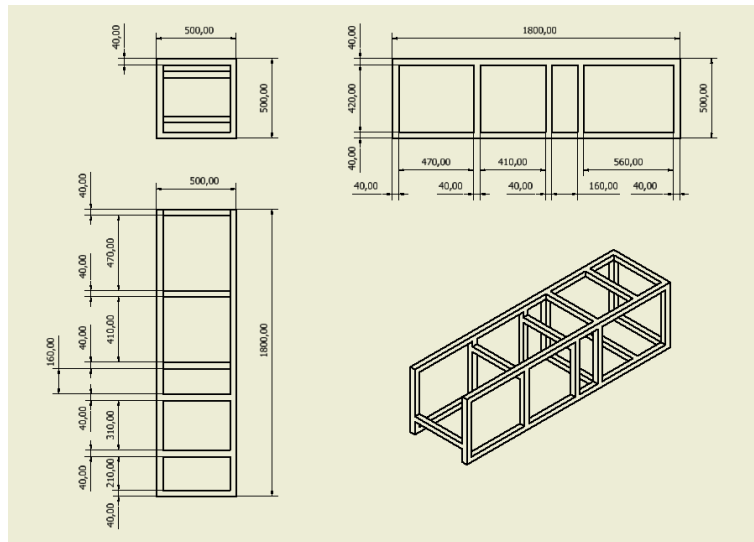
เนื่องจากปลายท่อมีความยาว 75 มิลลิเมตร ซึ่งสั้นกว่าถู่ที่มีความยาว 650 มิลลิเมตร (ความยาวของถู่รวมทั้งหมด) และความแน่นของก้อนเพาะเห็ดไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับคนที่ประกอบถู่เพาะเห็ดและต้องคอยเกลี่ยวัสดุเพาะเห็ดทางช่องป้อนตลอด



ภาพที่ 6 ก. เครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว ข. การใส่ถู่เพาะเห็ด ค. การป้อนวัสดุเพาะเห็ดและการประกอบก้อนเพาะเห็ด และ ง. วัสดุเพาะเห็ดอัดติดแน่นตรงปลายท่อ

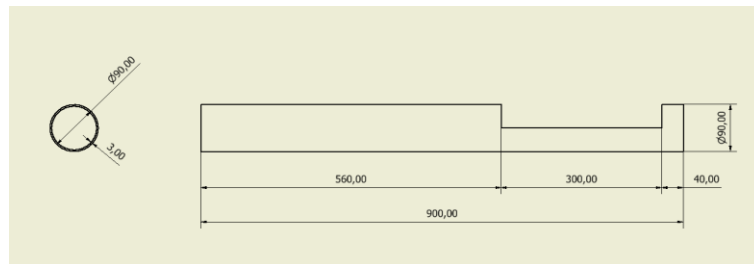
5. จากการสร้างเครื่องต้นแบบ โดยออกแบบชุดเกลียวอัดที่เพลลาเกลียวอัดมีใบเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันตลอดบนแกนเพลลาอยู่ในท่อเกลียวอัด ใช้สำหรับลำเลียงและอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดกับชุดกระบอกอัด โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง และมีระบบควบคุมการทำงาน เครื่องต้นแบบประกอบด้วย 7 ส่วนหลักคือ

1) โครงสร้างส่วนฐาน (ภาพที่ 7) ทำจากเหล็กกล่อง ขนาด $40 \times 40 \times 1.2$ มิลลิเมตร มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง \times ยาว \times สูง คือ $500 \times 1,800 \times 500$ มิลลิเมตร และมีล้อเหล็ก ขนาด 76.2 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) จำนวน 4 ล้อ เพื่อให้เคลื่อนย้ายได้สะดวก



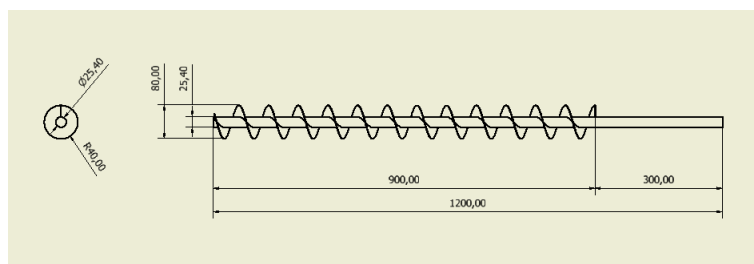
ภาพที่ 7 โครงสร้างส่วนฐาน

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



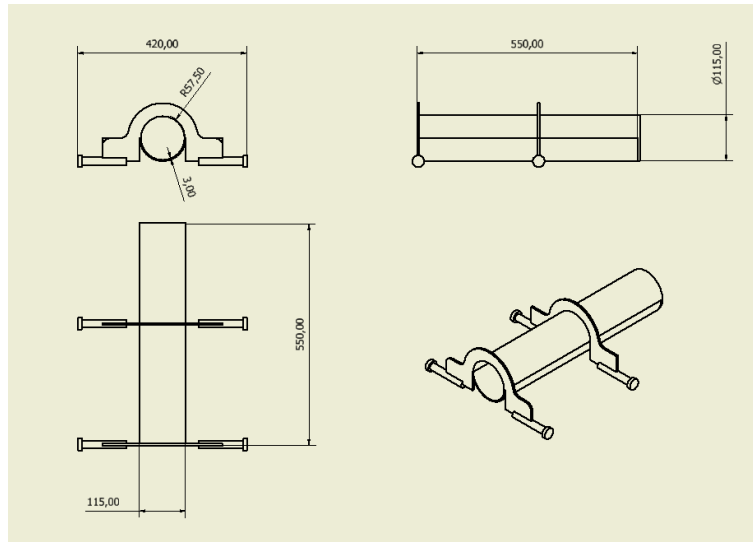
ภาพที่ 8 ท่อเกลียวอัด

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



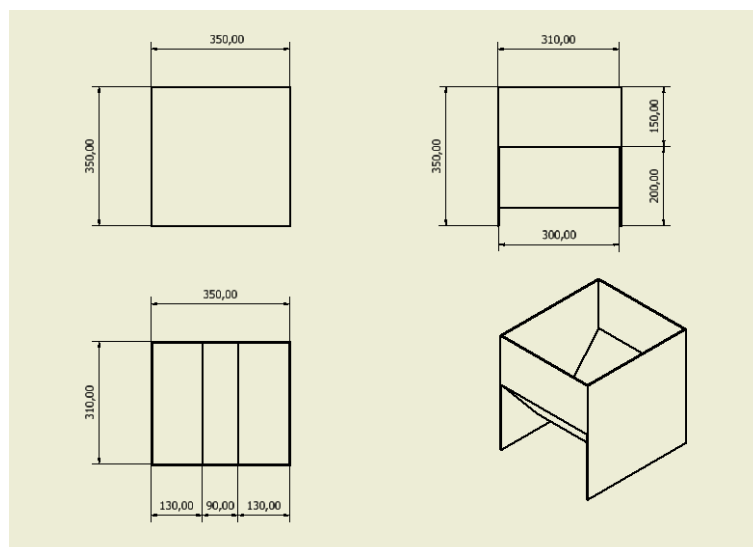
ภาพที่ 9 เพลากลียวอัด

4) ชุดกระบอกอัด (ภาพที่ 10) ทำจากท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก 115 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 550 มิลลิเมตร ตัดท่อออกเป็นหน้าตัดครึ่งวงกลมแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนบนจะมีหน้าแปลนเพื่อติดตั้งมอเตอร์เกียร์ทด ขนาด 120 วัตต์ ทำงานที่ความเร็วรอบ 60 รอบ/นาที สำหรับใช้เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนชุดกระบอกอัดในการเคลื่อนที่ เข้า - ออก และมีล้อเหล็ก ขนาด 35 มิลลิเมตร จำนวน 4 ล้อ และ 2) ส่วนล่างจะมีล้อเหล็ก ขนาด 35 มิลลิเมตร จำนวน 1 ล้อ ว่างบนราง เพื่อใช้ในการประกอบและลำเลียงก้อนเพาะเห็ดออก โดยมีจุดหมุนร่วมกันที่ปลายด้านหน้า



ภาพที่ 10 ชุดกระบอกอัด

5) ช่องป้อน (ภาพที่ 11) ทำจากแผ่นเหล็กหนา 3 มิลลิเมตร มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง คือ 350 x 310 x 350 มิลลิเมตร ข้างบนปลายออก ส่วนข้างล่างเรียวเข้าหาท่อเกลียวอัด ที่ตัดออกเป็นหน้าตัดครึ่งวงกลม ยาว 300 มิลลิเมตร และมีอุปกรณ์กวนเป็นซี่กวาดหมุนอยู่กับที่ สำหรับกวนวัสดุเพาะเห็ดไม่ให้ตกทับกันเป็นก้อน โดยหมุนที่ความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที



ภาพที่ 11 ช่องป้อน

6) ชุดต้นกำลัง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ (2 แรงม้า) เป็นต้นกำลัง ขับผ่านมูเลย์ ขนาด 88.9 มิลลิเมตร (3 ½”) ไปยังมูเลย์คลัชแม่เหล็กไฟฟ้า ขนาด 127.0 มิลลิเมตร (5”) และส่งกำลังขับผ่านมูเลย์ ขนาด 101.6 มิลลิเมตร (4”) ไปยังมูเลย์ ขนาด 228.6.0 มิลลิเมตร (9”) เพื่อขับเพลากลียวอัด ทำงานที่ความเร็วรอบ 500 รอบ/นาที และส่งกำลังไปยังอุปกรณ์กวน ด้วยชุดเฟืองโซ่

7) ระบบควบคุมการทำงาน โดยเริ่มจากกดสวิทช์เปิดเป็นตัวสั่งการให้ชุดกระบอกอัดเคลื่อนที่เข้าไปยังหาชุดเกลียวอัด เมื่อเคลื่อนที่เข้าจนถึงจุดกำหนดจะมีลิimitsวิตช์เป็นตัวสั่งการให้ชุดกระบอกอัดหยุดเคลื่อนที่ พร้อมสั่งให้เพลากลียวอัดหมุนเพื่ออัดก้อนวัสดุเพาะเห็ด เมื่อได้ความยาวของก้อนเพาะเห็ดที่ต้องการ จะมีลิimitsวิตช์เป็นตัวสั่งการให้เพลากลียวอัดหยุดหมุนพร้อมกับสั่งให้ชุดกระบอกอัดเคลื่อนที่ออก จนถึงระยะห่างที่กำหนดจะมีลิimitsวิตช์เป็นตัวสั่งการให้ชุดกระบอกอัดหยุดเคลื่อนที่ และมีปุ่มสวิทช์ฉุกเฉินสำหรับตัดระบบทำงานของเครื่องต้นแบบ

6. จากการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของเครื่องต้นแบบ ในการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อย (ตารางที่ 2) พบว่า เครื่องต้นแบบสามารถอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ดี และความเร็วรอบของเพลากลียวอัดที่เหมาะสม เมื่อพิจารณาโดยรวม พบว่า ความเร็วรอบของเพลากลียวอัดที่ 500 รอบต่อนาที มีเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากเครื่องต้นแบบสามารถอัดก้อนเพาะเห็ดได้ดี ไม่เกิดการสั่นขณะเครื่องทำงาน และอุปกรณ์กวนทำงานได้ดีไม่มีการกระเด็นและกดทับของวัสดุเพาะเห็ดในช่องป้อน 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 ด้วยการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อย

ความเร็วรอบ	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

7. จากการทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบ ร่วมกับโครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูงของมูลนิธิชัยพัฒนา อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ โดยทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว จากกิ่งไม้หั่นย่อยและซีลี้อย่างพาราที่ผสมแล้วตามสูตร (ภาคผนวก ข) พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถอัดก้อนเพาะเห็ดได้ดี แต่เนื่องจากการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้มีการปรับปรุงขนาดความยาวของก้อนเพาะเห็ด จากเดิม 550 มิลลิเมตร เป็น 500 มิลลิเมตร (รวมมัดปากถุง) เนื่องจากตะแกรงที่ใส่ก้อนเพาะเห็ดสำหรับการนึ่งมีความยาวจำกัดและเพื่อความสะดวกในการจัดเก็บบนชั้นวางในโรงเรือน จึงได้ปรับปรุงเครื่องต้นแบบโดยย้ายตำแหน่งลิ้นสวิตซ์ตัวที่สั่งการให้เพลากลี่ยัดหยุดหมุนพร้อมกับสั่งให้ชุดกระบอกอัดเคลื่อนที่ออก และปรับปรุงให้สามารถอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นได้ แล้วทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยและซีลี้อย่างพาราที่ผสมแล้ว (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 ทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยและซีลี้อย่างพาราที่ผสมแล้วด้วยเครื่องต้นแบบ

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
ขี้เลื่อย	ก้อนยาว	239.97	481.5	2.08	0.55	53.49
ไม้ยางพารา	ก้อนสั้น	364.98	184.1	0.89	0.62	53.49

8. จากการทดสอบการเพาะเห็ดร่วมกับโครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูงของมูลนิธิชัยพัฒนา อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย โดยเตรียมเชื้อเห็ด 3 ชนิด คือ เห็ดหลินจือ เห็ดหูหนู และเห็ดถลม โดยอัดก้อนเพาะเห็ดด้วยวัสดุเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ผสมแล้ว (ตารางที่ 4) พบว่า เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเฉลี่ย 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 ในแนวเดียวกันของก้อนเพาะเห็ด แล้วเชื้อเชื้อเห็ด ส่วนก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจะเชื้อเห็ดจุดเดียวที่จุดปลายก้อนเพาะเห็ด เมื่อเชื้อเชื้อเห็ดแล้วนำก้อนเพาะเห็ดไปเก็บในโรงเรือนที่อุณหภูมิห้องเพื่อบ่มเส้นใยเชื้อเห็ด

ตารางที่ 4 ทดสอบประสิทธิภาพการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดของเครื่องต้นแบบ

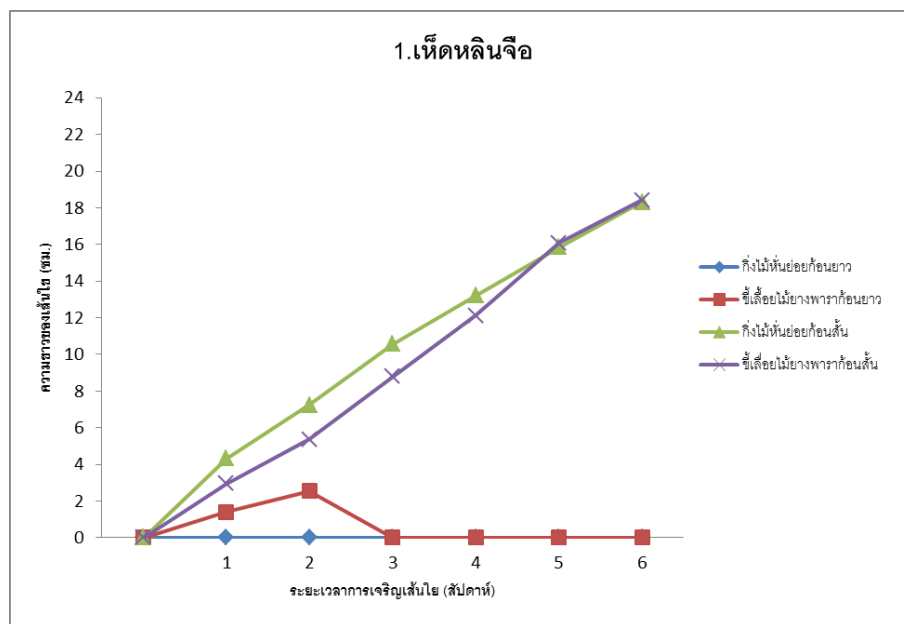
วัสดุที่ใช้ อัดก้อน เพาะเห็ด	ลักษณะ ก้อนเพาะเห็ด	ความสามารถในการอัดก้อน (ก้อน/ชั่วโมง)		ประสิทธิภาพการ ทำงานของเครื่อง (%)
		ทางทฤษฎี	ทางปฏิบัติ	
กิ่งไม้	ก้อนยาว	238.33	213.84	89.72
หั่นย่อย	ก้อนสั้น	362.02	310.13	85.67
ขี้เลื่อย	ก้อนยาว	239.97	203.96	84.99
ไม้ยางพารา	ก้อนสั้น	364.98	302.03	82.75

จากการเก็บข้อมูลการเจริญของเส้นใยเห็ดทั้ง 3 ชนิด มีรายละเอียดดังนี้

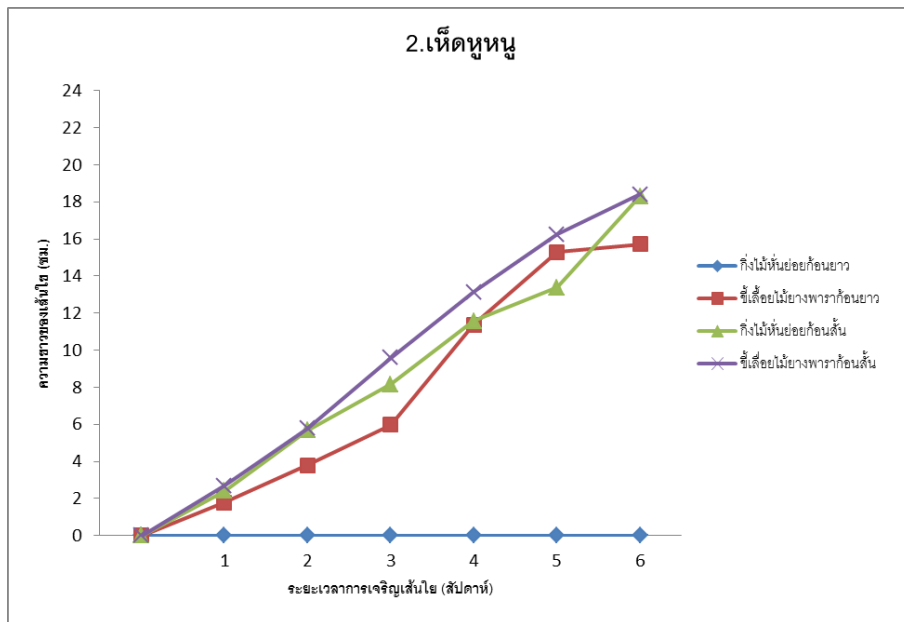
1) เห็ดหลินจือ (ภาพที่ 12) พบว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเสียหายทั้งหมดเนื่องจากเกิดเชื้อราปนเปื้อน และการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากกิ่งไม้หั่นย่อย เส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเร็วกว่าการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา โดยเส้นใยเดินเต็มก้อนภายใน 6 สัปดาห์ทั้งคู่

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

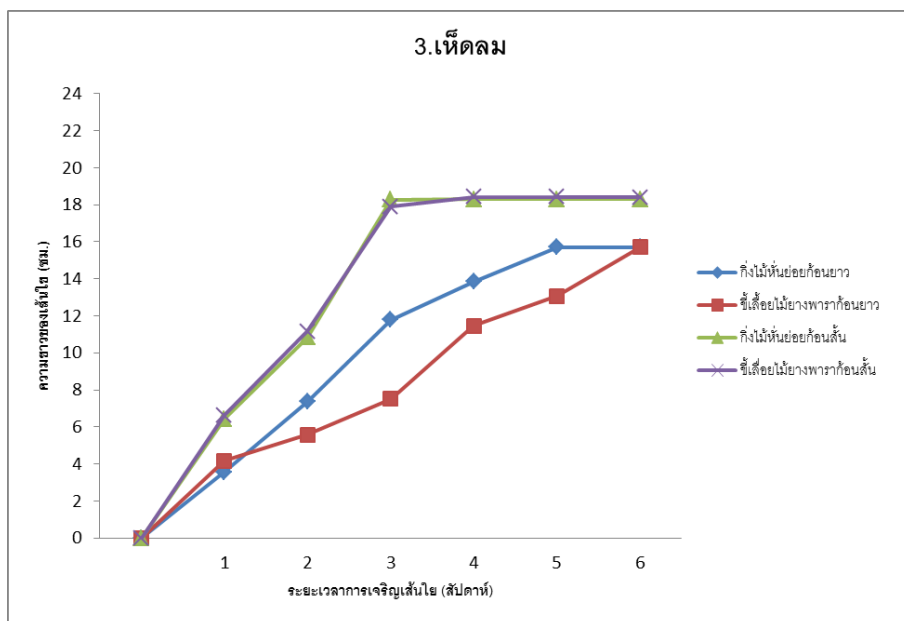
3) เห็ดตม (ภาพที่ 14) พบว่า การเพาะเห็ดตมแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อย เส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเร็วกว่าการเพาะเห็ดตมแบบก้อนยาวจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา โดยเส้นใยเห็ดตมจากกิ่งไม้หั่นย่อยเดินเต็มก้อน ในเวลา 5 สัปดาห์ ในขณะที่เส้นใยเห็ดตมจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราเดินเต็มก้อน ในเวลา 6 สัปดาห์ และการเพาะเห็ดตมแบบก้อนสั้นจากกิ่งไม้หั่นย่อย และขี้เลื่อยไม้ยางพารา เส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนใกล้เคียงกัน โดยเส้นใยเดินเต็มก้อนภายใน 4 สัปดาห์ทั้งคู่



ภาพที่ 12 การเจริญของเส้นใยเห็ดหลินจือ



ภาพที่ 13 การเจริญของเส้นใยเห็ดหูหนู



ภาพที่ 14 การเจริญของเส้นใยเห็ดถลม

ผลการเก็บข้อมูลผลผลิตเห็ด (ตารางที่ 5) ทั้ง 3 ชนิด มีรายละเอียดดังนี้

1) เห็ดหลินจือ พบว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวไม่มีผลผลิต เนื่องจากก้อนเพาะเห็ดเสียหายทั้งหมดเกิดจากเชื้อราปนเปื้อน และการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากซีเลื่อยไม้ยางพาราให้ปริมาณผลผลิต 14.48 กรัม/ก้อน มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 3.50 % ส่วนการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากกิ่งไม้หั่นย่อยให้ปริมาณผลผลิต 13.33 กรัม/ก้อน มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 3.48 % ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 11 สัปดาห์ทั้งคู่

2) เห็ดหูหนู พบว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากซีเลื่อยไม้ยางพาราให้ปริมาณผลผลิต 435.64 กรัม/ก้อน ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 13 สัปดาห์ มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 45.03 % ส่วนการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อยไม่มีผลผลิต เนื่องจากก้อนเพาะเห็ดเสียหายทั้งหมดเกิดจากเชื้อราปนเปื้อน และการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากซีเลื่อยไม้ยางพาราให้ปริมาณผลผลิต 188.58 กรัม/ก้อน มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 45.56 % ส่วนการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากกิ่งไม้หั่นย่อยให้ปริมาณผลผลิต 170.94 กรัม/ก้อน มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 44.63 % ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 10 สัปดาห์ทั้งคู่

3) เห็ดลม พบว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากซีเลื่อยไม้ยางพาราให้ปริมาณผลผลิต 485.47 กรัม/ก้อน มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 50.18 % ส่วนการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อยให้ปริมาณผลผลิต 434.65 กรัม/ก้อน มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 46.45 % ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ทั้งคู่ และการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากซีเลื่อยไม้ยางพาราให้ปริมาณผลผลิต 74.09 กรัม/ก้อน มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 17.90 % ส่วนการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากกิ่งไม้หั่นย่อยให้ปริมาณผลผลิต 67.85 กรัม/ก้อน มีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 17.72 % ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ทั้งคู่

ตารางที่ 5 ผลผลิตเห็ดของก้อนเพาะเห็ด

ชนิดเห็ด	วัสดุเพาะ	ลักษณะก้อน	ปริมาณผลผลิต	ระยะเวลา	ประสิทธิภาพ
			ต่อก้อน (กรัม)	ในการเก็บเกี่ยว (สัปดาห์)	ทางชีววิทยา (%)
เห็ดหลินจือ	ซีเลื่อยไม้ยางพารา	ก้อนยาว	เสีย	เสีย	เสีย
		ก้อนสั้น	14.48	11	3.50
	กิ่งไม้หั่นย่อย	ก้อนยาว	เสีย	เสีย	เสีย
		ก้อนสั้น	13.33	11	3.48
เห็ดหูหนู	ซีเลื่อยไม้ยางพารา	ก้อนยาว	435.64	13	45.03
		ก้อนสั้น	188.58	10	45.56
	กิ่งไม้หั่นย่อย	ก้อนยาว	เสีย	เสีย	เสีย
		ก้อนสั้น	170.94	10	44.63
เห็ดลม	ซีเลื่อยไม้ยางพารา	ก้อนยาว	485.47	8	50.18
		ก้อนสั้น	74.09	8	17.90
	กิ่งไม้หั่นย่อย	ก้อนยาว	434.65	8	46.45
		ก้อนสั้น	67.85	8	17.72

- หมายเหตุ
1. ก้อนเพาะเห็ดหลินจือแบบก้อนยาวเสียหายทั้งหมด เนื่องจากเกิดเชื้อราปนเปื้อน
 2. ก้อนเพาะเห็ดหูหนูแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อยเสียหายทั้งหมด เนื่องจากเกิดเชื้อราปนเปื้อน

9. จากการทดสอบเก็บข้อมูลต้นทุนในการเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยและขี้เลื่อยยางพารา (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 เมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา

ตารางที่ 6 ต้นทุนในการเพาะเห็ด

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

หมายเหตุ 1. ข้อมูลจากโครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูงของมูลนิธิชัยพัฒนา อ.ฝาง จ.เชียงใหม่

10. จากวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยการหาจุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ 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 ก้อน

ดังนั้น จุดคุ้มทุนของเครื่องต้นแบบ อยู่ที่ 13,992.54 ก้อน

อภิปรายผล

จากการทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อย ด้วยการใช้แรงงานคน พบว่า มีความสามารถในการอัดก้อนเฉลี่ย 14.82 ก้อน/ชั่วโมง และจากการทดสอบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อย ด้วยเครื่องต้นแบบ พบว่า มีความสามารถในการอัดก้อนเฉลี่ย 213.84 ก้อน/ชั่วโมง ซึ่งเครื่องต้นแบบมีความสามารถในการอัดก้อนสูงกว่า 14 เท่าเมื่อเทียบกับการใช้แรงงานคน จากการเก็บข้อมูลการเจริญของเส้นใยเห็ดเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะก้อนเพาะเห็ดและวัสดุเพาะเห็ด พบว่า เส้นใยเห็ดสามารถเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนใกล้เคียงกัน ภายในเวลา 6 สัปดาห์ เว้นแต่การเพาะเห็ดลมแบบก้อนสั้นที่เส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนเร็วกว่าภายในเวลา 4 สัปดาห์ นั้นหมายความว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนใกล้เคียงกับการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น และจากการเก็บข้อมูลผลผลิตของเห็ด พบว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวมีโอกาสปนเปื้อนได้สูง เนื่องจากมีการเชื้อเชื้อเห็ดมากถึง 3 จุด ซึ่งมากกว่าการก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นที่เชื้อเชื้อเห็ดจุดเดียว และการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวให้ปริมาณผลผลิตสูงกว่าการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น แต่มีค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยาใกล้เคียงกัน เว้นแต่การเพาะเห็ดลมแบบก้อนยาวที่มีค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยาสูงกว่าการเพาะเห็ดลมแบบก้อนสั้น ดังนั้นกิ่งไม้หั่นย่อยสามารถใช้ทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดได้ ในส่วนของต้นทุนในการเพาะเห็ด พบว่า การเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยลดลงมากกว่า 10 % เมื่อเปรียบเทียบกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา และต้นทุนของเครื่องต้นแบบมีราคาประมาณ 75,000 บาท ซึ่งถูกกว่า 80 % เมื่อเทียบกับเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศที่มีราคาประมาณ 400,000 บาท และเครื่องต้นแบบมีความสามารถในการอัดก้อนทางทฤษฎีประมาณ 240 ก้อน/ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าเพียง 20 % เมื่อเทียบกับเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศที่มีความสามารถในการอัดก้อนประมาณ 300 ก้อน/ชั่วโมง โดยก้อนเพาะเห็ดที่ได้จากเครื่องต้นแบบและเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเทียบเท่ากันทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักต่อก้อน ดังนั้นเครื่องต้นแบบสามารถลดต้นทุนการผลิตในส่วนของเครื่องมืออัดก้อนได้ โดยมีจุดคุ้มทุนในการใช้งานอยู่ที่ 13,993 ก้อน ซึ่งเครื่องต้นแบบมีอายุการใช้งาน 5 ปี มีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อย 213.84 ก้อน/ชั่วโมง และใน 1 วัน ถ้าทำงาน 7 ชั่วโมง จะอัดก้อน

เพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 1,497 ก้อน/วัน ดังนั้นจะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 10 วัน ส่วนที่เหลือเป็นผลกำไรที่ตามมา

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก ซึ่งมีชี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุหลัก ปัจจุบันมีราคาเพิ่มขึ้น 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ประกอบกับเทคโนโลยีใหม่ในการเพาะเห็ดแบบก้อนยาว ที่ช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ดและยืดอายุการเก็บดอกยาวนานขึ้น โดยงานวิจัยนี้ได้เริ่มทดสอบเก็บข้อมูลการใช้งานของเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล พบว่า มีความสามารถในการหั่นย่อยเฉลี่ย 230.98 กิโลกรัม/ชั่วโมง และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 1.69 ลิตร/ชั่วโมง แล้วทดสอบการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยการใช้แรงงานคนจากกิ่งไม้หั่นย่อย พบว่า มีความสามารถในการอัดก้อนเฉลี่ย 14.82 ก้อน/ชั่วโมง และทดสอบการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเครื่องอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว (เกรียงศักดิ์, 2561) จากกิ่งไม้หั่นย่อย พบว่า มีเศษวัสดุเพาะเห็ดจะอัดติดแน่นตรงปลายท่อที่บีบรีดลงทำให้เครื่องไม่สามารถอัดวัสดุเพาะเห็ดได้ จึงออกแบบและสร้างเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้ โดยออกแบบชุดเกลียวอัดที่เพลากลียวอัดมีใบเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันตลอดบนแกนเพลายู่ในท่อเกลียวอัด ใช้สำหรับลำเลียงและอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดกับชุดกระบอกอัด ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง และมีระบบควบคุมการทำงาน ซึ่งเครื่องต้นแบบประกอบด้วย 7 ส่วนหลักคือ 1)โครงสร้างส่วนฐาน 2)ท่อเกลียวอัด 3)เพลากลียวอัด 4)ชุดกระบอกอัด 5)ช่องป้อน 6)ชุดต้นกำลัง และ 7)ระบบควบคุมการทำงาน แล้วทดสอบการใช้งานของเครื่องต้นแบบและการเพาะเห็ดร่วมกับโครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูงของมูลนิธิชัยพัฒนา อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ โดยอัดก้อนเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อยกับชี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ผสมแล้ว พบว่า เครื่องต้นแบบสามารถอัดก้อนเพาะเห็ดได้ดี มีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเฉลี่ย 213.84 และ 203.96 ก้อน/ชั่วโมง ตามลำดับ และมีความสามารถในการอัดก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น 310.13 และ 302.03 ก้อน/ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งเครื่องต้นแบบมีประสิทธิภาพในการทำงาน สูงกว่า 80 % และมีความสามารถในการอัดก้อนสูงกว่า 14 เท่าเมื่อเทียบกับการใช้แรงงานคน จากนั้นนำก้อนเพาะเห็ดไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้ก้อนเพาะเห็ดเย็นลงแล้วทำการเขี่ยเชื้อ เมื่อเขี่ยเชื้อเห็ดแล้วนำก้อนเพาะเห็ดไปเก็บในโรงเรือนที่อุณหภูมิห้องเพื่อบ่มเส้นใยเชื้อเห็ด การเจริญเส้นใยเห็ดเมื่อเปรียบเทียบลักษณะก้อนเพาะเห็ดและวัสดุเพาะเห็ด พบว่า เส้นใยเห็ดสามารถเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนใกล้เคียงกัน นั้นหมายความว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวเส้นใยเห็ดเริ่มเดินและเจริญเต็มก้อนใกล้เคียงกับการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น และจากข้อมูลผลผลิตเห็ด พบว่า การเพาะเห็ดแบบก้อนยาวให้ปริมาณผลผลิตสูงกว่าการเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น แต่ประสิทธิภาพทางชีววิทยาใกล้เคียงกัน ดังนั้นกิ่งไม้หั่นย่อยสามารถใช้ทดแทนชี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดได้ ในส่วนต้นทุนการเพาะเห็ด พบว่า ต้นทุนใน

การเพาะเห็ดจากกิ่งไม้แห้งย่อยลดลงมากกว่า 10 % เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเลี้ยงไม้อย่างพารา และต้นทุนของเครื่องต้นแบบมีราคาถูกลงกว่า 80 % โดยมีความสามารถในการอัดก้อนทางทฤษฎีน้อยกว่าเพียง 20 % เมื่อเทียบกับเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งก้อนเพาะเห็ดที่ได้จากเครื่องต้นแบบและเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศเทียบเท่ากันทั้งขนาดความยาวและน้ำหนักต่อก้อน ดังนั้น เครื่องต้นแบบสามารถลดต้นทุนการผลิตในส่วนของเครื่องมืออัดก้อนได้ โดยมีจุดคุ้มทุนในการใช้งานอยู่ที่ 13,993 ก้อน และสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 10 วัน

ข้อเสนอแนะ ในการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวควรมีการกำจัดเชื้อราที่ปนเปื้อนจากวัสดุเพาะเห็ดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเห็ดให้ดีกว่าก่อนนำมาใช้เพาะเห็ด เพื่อลดความเสียหายจากเชื้อราปนเปื้อน เนื่องจากมีการเชื้อเชื้อเห็ดมากถึง 3 จุด ซึ่งมีโอกาสทำให้เชื้อราปนเปื้อนได้สูงกว่าก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นที่เชื้อเชื้อเห็ดจุดเดียว สำหรับผู้ที่สนใจจะดำเนินการวิจัยและพัฒนาในเรื่องการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวต่อ นั้น ควรศึกษาในเรื่องดังต่อไปนี้

1. ศึกษาความสัมพันธ์ของความหนาแน่นก้อนเพาะเห็ดและความยาวของก้อนเพาะเห็ด ว่ามีผลต่อการเพาะเห็ดอย่างไร
2. ศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการนึ่งก้อนเพาะเห็ด รวมถึงการนึ่งวัสดุเพาะเห็ดก่อนการอัดก้อน ว่ามีผลต่อการเพาะเห็ดอย่างไร
3. ทดสอบการเพาะเห็ดแบบก้อนยาวด้วยเห็ดชนิดอื่นๆ เพื่อหาชนิดเห็ดที่มีความเหมาะสมกับการเพาะเห็ดแบบก้อนยาว

บรรณานุกรม

- 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 กาศชัย. 2556. เชื้อเลี้ยง.....ไม่ใช่เรื่องเชื้อเลี้ยงอีกต่อไป. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.gotoknow.org/posts/512606>. 23 กันยายน 2559
- นันท์นิตี ศรีจุมปา. 2548. การใช้ไมยราบยักษ์ในการเพาะเห็ด. จดหมายข่าวผลิใบ. 8: 4.
- นันท์นิตี ศรีจุมปา. 2551. การนำวัชพืชมามาใช้เพาะเห็ด. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.nrru.ac.th/knowledge /agr012.asp, 17 สิงหาคม 2552

นรินาม. 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. การใช้ไบโอดีและกิ่งไม้หมักเป็นส่วนผสมของขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการเพาะเห็ดนางรมภูฐาน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22: 501-506

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

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
เฉลี่ย	16.06	4.98	68.91

ภาคผนวก ข

สูตรผสมวัสดุเพาะเห็ด

มี 2 สูตรดังนี้ (โครงการวิจัยและพัฒนาการเกษตรกรรมที่สูง, 2562)

สูตรที่ 1 ขี้เลื่อยไม้ยางพารา

1) ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	100	กิโลกรัม
2) รำ	6	กิโลกรัม
3) ยิปซั่ม	0.05	กิโลกรัม
4) ดิเกลื้อ	0.02	กิโลกรัม
5) ปูนขาว	1	กิโลกรัม
6) ภูไมท์	1	กิโลกรัม
7) น้ำ	50	ลิตร

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
8) น้ำ	50	ลิตร

ภาคผนวก ค

ต้นทุนในการเพาะเห็ด

1. ราคาวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเห็ด

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเป็นเงิน (บาท)
1	ถุงยาว (ตัดเอง)	1	ใบ	1.00	1.00
2	ถุงสั้น (30 กก. หรือ 6,000 ใบ)	6000	ใบ	0.40	2,400.00
3	กิ่งไม้แห้งย่อย	1	กิโลกรัม	1.36	1.36
4	ขี้เลื่อยไม้ยางพารา (13 ตัน)	13,000	กิโลกรัม	2.54	33,000.00
5	เชื้อเห็ดหลินจือ	1	ขวด	10.00	10.00
6	เชื้อเห็ดคุดหูนุ	1	ขวด	10.00	10.00
7	เชื้อเห็ดคลม	1	ขวด	10.00	10.00
8	รำ	60	กิโลกรัม	9.17	550.00

9	ยิปซั่ม	25	กิโลกรัม	12.80	320.00
10	ดีเกลือ	15	กิโลกรัม	16.67	250.00
11	ปูนขาว	5	กิโลกรัม	10.00	50.00
12	ภูไมท์	10	กิโลกรัม	20.00	200.00
13	น้ำ	1,000	ลิตร	0.01	10.00
14	ไม้พินสำหรับนั่ง	1	กิโลกรัม	0.50	0.50

2. ค่าแรง

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวมเป็นเงิน (บาท)
1	ค่าแรงอัดก้อนสั้น (อัดก้อน/ผสมวัสดุ/ปิดปากถุง) จำนวน 4 คน 1 วัน ค่าจ้าง 300 บาท เป็นเงิน 1,200 บาท อัดก้อนวันละ 1,000 ก้อนสั้น	1,000	ก้อน	1.20	1,200.00
2	ค่าแรงอัดก้อนยาว จำนวน 1 คน	1	ก้อน	2.89	2.89

	สามารถอัดก้อนยาวเฉลี่ย 14.82 ก้อน/ชม. ทำงาน 7 ชม./วัน และค่าแรง 300 บาท				
3	ค่าแรงนึ่งก้อนสั้น จำนวน 2 คน 1 วัน ค่าจ้าง 300 บาท เป็นเงิน 600 บาท	1,000	ก้อน	0.60	600.00
4	ค่าแรงนึ่งก้อนยาว จำนวน 2 คน 1 วัน ค่าจ้าง 300 บาท เป็นเงิน 600 บาท	330	ก้อน	1.82	600.00
5	ค่าแรงเขี่ยเชื้อเห็ดก้อนสั้น จำนวน 1 คน 1 วัน ค่าจ้าง 300 บาท เป็นเงิน 300 บาท	1,000	ก้อน	0.30	300.00
6	ค่าแรงเขี่ยเชื้อเห็ดก้อนยาว จำนวน 1 คน 1 วัน ค่าจ้าง 300 บาท เป็นเงิน 300 บาท	330	ก้อน	0.91	300.00
7	ตุลบก้อนและเก็บผลผลิต	1	ก้อน	0.25	0.25

3. ต้นทุนกิ่งไม้หั่นย่อย

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	ค่ากิ่งไม้	1,617	กิโลกรัม	0.50	808.50
2	ค่าหั่นย่อย				
	ค่าแรง	1	วัน	600.00	600.00
	ค่าน้ำมัน	1	วัน	295.75	295.75

3	ค่าเช่าเครื่องหั่นย่อยซากกิ่งไม้ผล	1	วัน	500.00	500.00
				รวม	2,204.25
				ราคาต่อก้อน	1.36

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 ใช้ น้ำมัน 280 บาท/วัน
5. ราคาเครื่องประมาณ 50,000 บาท คิดที่ 1 % ต่อวัน เป็นเงิน 500 บาท/วัน

ต้นทุนในการเพาะเห็ดต่อก้อน

1. ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากขี้เสี้ยนไม้ยางพารา

1.1 ต้นทุนในการอัดก้อน

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	ถุงยาว	76	ใบ	1.00	76.00
2	วัสดุเพาะ (ซีลี้อยไม้ยางพารา)	100	กิโลกรัม	2.54	254.00
3	รำ	6	กิโลกรัม	9.17	55.02
4	ยิปซั่ม	0.05	กิโลกรัม	12.80	0.64
5	ดีเกลือ	0.02	กิโลกรัม	16.67	0.33
6	ปูนขาว	1	กิโลกรัม	10.00	10.00
7	ภูไมท์	1	กิโลกรัม	20.00	20.00
8	น้ำ	50	ลิตร	0.01	0.50
9	ค่าแรง (อัดก้อน/ผสมวัสดุ/ปิดปากถุง)	76	ก้อน	2.89	219.78
รวม					636.27
ราคาต่อก้อน					8.37

หมายเหตุ 1. คิดที่น้ำหนักวัสดุเพาะหลัก คือ ซีลี้อยไม้ยางพารา 100 กิโลกรัม
น้ำหนักวัสดุเพาะรวม 158.07 กิโลกรัม
น้ำหนักก้อนเพาะเห็ด 2.08 กิโลกรัม (มาจากผลการทดสอบ)
ดังนั้น จะได้ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาว 76 ก้อน

1.2 ต้นทุนในการนึ่งก้อนเพาะเห็ด

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	ไม้ฟืน	200	กิโลกรัม	0.50	100.00
2	น้ำ	90	ลิตร	0.01	0.90
3	ค่าแรง	330	ก้อน	1.82	600.00
รวม					700.90
ราคาต่อก้อน					2.12

หมายเหตุ 1. เตาหนึ่งสามารถบรรจุ ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 330 ก้อน/ครั้ง

1.3 ต้นทุนในการเชื้อเชื้อเห็ด

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	เชื้อเห็ด	1	ขวด	10.00	10.00
2	ค่าแรง	10	ก้อน	0.91	9.09
รวม					19.09
ราคาต่อก้อน					1.91

หมายเหตุ 1. เชื้อเห็ด 1 ขวดสามารถเชื่อมลงก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 10 ก้อน/ขวด

ดังนั้น ต้นทุนของก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาว จากซื้อเลยไม่ย่างพารา (ต้นทุน 1.1 + 1.2 + 1.3)
รวมเป็นเงิน 12.40 บาท

2. ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา

2.1 ต้นทุนในการอัดก้อน

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	ถุงสั้น	178	ใบ	0.40	71.20
2	วัสดุเพาะ (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา)	100	กิโลกรัม	2.54	254.00
3	รำ	6	กิโลกรัม	9.17	55.02
4	ยิปซั่ม	0.05	กิโลกรัม	12.80	0.64
5	ดีเกลือ	0.02	กิโลกรัม	16.67	0.33
6	ปูนขาว	1	กิโลกรัม	10.00	10.00
7	ภูไมท์	1	กิโลกรัม	20.00	20.00
8	น้ำ	50	ลิตร	0.01	0.50
9	ค่าแรง (อัดก้อน/ผสมวัสดุ/ปิดปากถุง)	178	ก้อน	1.20	213.60
รวม					625.29
ราคาต่อก้อน					3.51

หมายเหตุ 1. คิดที่น้ำหนักวัสดุเพาะหลัก คือ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100 กิโลกรัม
น้ำหนักวัสดุเพาะรวม 158.07 กิโลกรัม
น้ำหนักก้อนเพาะเห็ด 0.89 กิโลกรัม (มาจากผลการทดสอบ)
ดังนั้น จะได้ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาว 178 ก้อน

2.2 ต้นทุนในการนึ่งก้อนเพาะเห็ด

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	ไม้ฟืน	200	กิโลกรัม	0.50	100.00
2	น้ำ	90	ลิตร	0.01	0.90
3	ค่าแรง	1000	ก้อน	0.60	600.00
รวม					700.90
ราคาต่อก้อน					0.70

หมายเหตุ 1. เตาหนึ่งสามารถบรรจุ ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นได้ 1,000 ก้อน/ครั้ง

2.3 ต้นทุนในการซื้อเชื้อเห็ด

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	เชื้อเห็ด	1	ขวด	10.00	10.00
2	ค่าแรง	10	ก้อน	0.30	3.00
รวม					13.00
ราคาต่อก้อน					0.43

หมายเหตุ 1. เชื้อเห็ด 1 ขวดสามารถเลี้ยงลงก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 30 ก้อน/ขวด

ดังนั้น ต้นทุนของก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากซีลี้อยู่ไม่ยงพารา (ต้นทุน 2.1 + 2.2 + 2.3)
รวมเป็นเงิน 4.64 บาท

3. ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวจากกิ่งไม้แห้งย่อย

3.1 ต้นทุนในการอัดก้อน

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	ถุงยาว	82	ใบ	1.00	82.00
2	วัสดุเพาะ (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา)	100	กิโลกรัม	1.36	136.00
3	รำ	6	กิโลกรัม	9.17	55.02
4	ยิปซั่ม	0.05	กิโลกรัม	12.80	0.64
5	ดีเกลือ	0.02	กิโลกรัม	16.67	0.33
6	ปูนขาว	1	กิโลกรัม	10.00	10.00
7	ภูไมท์	1	กิโลกรัม	20.00	20.00
8	น้ำ	50	ลิตร	0.01	0.50
9	ค่าแรง (อัดก้อน/ผสมวัสดุ/ปิดปากถุง)	82	ก้อน	2.89	237.13
รวม					541.62
ราคาต่อก้อน					6.61

หมายเหตุ 1. คิดที่น้ำหนักวัสดุเพาะหลัก คือ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100 กิโลกรัม
 น้ำหนักวัสดุเพาะรวม 158.07 กิโลกรัม
 น้ำหนักก้อนเพาะเห็ด 1.93 กิโลกรัม (มาจากผลการทดสอบ)
 ดังนั้น จะได้ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาว 82 ก้อน

3.2 ต้นทุนในการนึ่งก้อนเพาะเห็ด

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	ไม้ฟืน	200	กิโลกรัม	0.50	100.00
2	น้ำ	90	ลิตร	0.01	0.90

3	ค่าแรง	330	ก้อน	1.82	600.00
				รวม	700.90
				ราคาต่อก้อน	2.12

หมายเหตุ 1. เตาหนึ่งสามารถบรรจุ ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 330 ก้อน/ครั้ง

3.3 ต้นทุนในการเชื้อเชื้อเห็ด

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	เชื้อเห็ด	1	ขวด	10.00	10.00
2	ค่าแรง	10	ก้อน	0.91	9.09
				รวม	19.09
				ราคาต่อก้อน	1.91

หมายเหตุ 1. เชื้อเห็ด 1 ขวดสามารถเชื้อลงก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 10 ก้อน/ขวด

ดังนั้น ต้นทุนของก้อนเพาะเห็ดแบบยาวจากกิ่งไม้หั่นย่อย (ต้นทุน 2.1 + 2.2 + 2.3) รวมเป็นเงิน 10.64 บาท

4. ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นจากกิ่งไม้แห้งย่อย

4.1 ต้นทุนในการอัดก้อน

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	ถุงสั้น	200	ใบ	0.40	80.00
2	วัสดุเพาะ (ขี้เลื่อยไม้ยางพารา)	100	กิโลกรัม	1.36	136.00
3	รำ	6	กิโลกรัม	9.17	55.02
4	ยิปซั่ม	0.05	กิโลกรัม	12.80	0.64
5	ดีเกลือ	0.02	กิโลกรัม	16.67	0.33
6	ปูนขาว	1	กิโลกรัม	10.00	10.00
7	ภูไมท์	1	กิโลกรัม	20.00	20.00
8	น้ำ	50	ลิตร	0.01	0.50
9	ค่าแรง (อัดก้อน/ผสมวัสดุ/ปิดปากถุง)	200	ก้อน	1.20	240.00
รวม					542.49
ราคาต่อก้อน					2.71

หมายเหตุ 1. คิดที่น้ำหนักวัสดุเพาะหลัก คือ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100 กิโลกรัม
น้ำหนักวัสดุเพาะรวม 158.07 กิโลกรัม

น้ำหนักก้อนเพาะเห็ด 0.79 กิโลกรัม (มาจากผลการทดสอบ)

ดังนั้น จะได้ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาว 200 ก้อน

4.2 ต้นทุนในการนึ่งก้อนเพาะเห็ด

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	ไม้ฟืน	200	กิโลกรัม	0.50	100.00
2	น้ำ	90	ลิตร	0.01	0.90
3	ค่าแรง	1000	ก้อน	0.60	600.00
รวม					700.90
ราคาต่อก้อน					0.70

หมายเหตุ 1. เตาหนึ่งสามารถบรรจุ ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้นได้ 1,000 ก้อน/ครั้ง

4.3 ต้นทุนในการเชื้อเห็ด

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
1	เชื้อเห็ด	1	ขวด	10.00	10.00
2	ค่าแรง	30	ก้อน	0.30	9.00
รวม					19.00
ราคาต่อก้อน					0.63

หมายเหตุ 1. เชื้อเห็ด 1 ขวดสามารถเชื้อลงก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาวได้ 30 ก้อน/ขวด

ดังนั้น ต้นทุนของก้อนเพาะเห็ดแบบสั้นจากกิ่งไม้แห้งย่อย (ต้นทุน 2.1 + 2.2 + 2.3)
รวมเป็นเงิน 4.04 บาท

สรุปต้นทุนการเพาะเห็ด

วัสดุเพาะเห็ด	ลักษณะก้อน	ราคาต่อก้อน (บาท)	ต้นทุนลดลง (%)
ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	ก้อนยาว	12.60	-
	ก้อนสั้น	4.64	-
กิ่งไม้หั่นย่อย	ก้อนยาว	10.64	14.19
	ก้อนสั้น	4.04	12.93

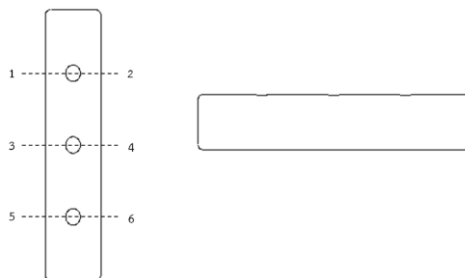
หมายเหตุ

$$\text{ต้นทุนลดลง (\%)} = \frac{(\text{ต้นทุนการเพาะเห็ดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา} - \text{ต้นทุนการเพาะเห็ดจากกิ่งไม้หั่นย่อย}) \times 100}{\text{ต้นทุนการเพาะเห็ดจากขี้เลื่อยไม้ยางพารา}}$$

ภาคผนวก ง

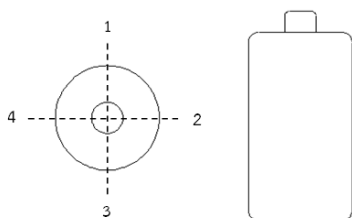
การวัดการเจริญของเส้นใยเห็ด

- ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนยาว วัดการเจริญของเส้นใยหลังจากการบ่มเชื้อทุกสัปดาห์ โดยวัดความยาวเส้นใยเห็ดตั้งแต่ปากหลุมที่เชื้อเห็ดจนถึงจุดที่เส้นใยเจริญลงมา (ภาพที่ 1) แต่ละก้อนทำการวัดจำนวน 3 จุดๆ ละ 2 ด้าน รวม 6 จุด เพื่อหาความยาวเฉลี่ยของเส้นใย



ภาพที่ 1 ตำแหน่งการวัดความยาวของเส้นใยเห็ดแบบก้อนยาว

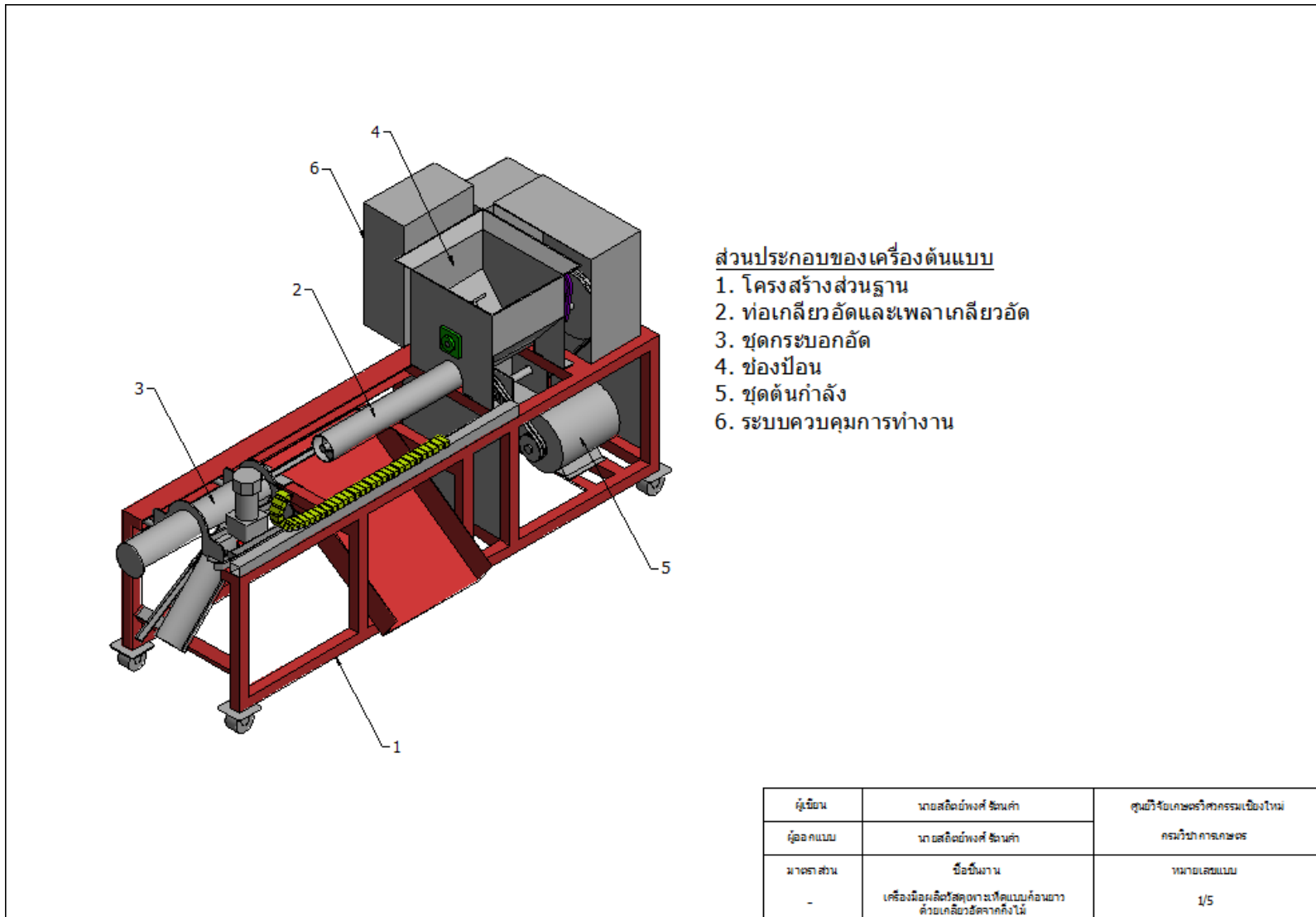
- ก้อนเพาะเห็ดแบบก้อนสั้น วัดการเจริญของเส้นใยหลังจากการบ่มเชื้อทุกสัปดาห์ โดยวัดความยาวเส้นใยเห็ดตั้งแต่ไหล่ถุงจนถึงจุดที่เส้นใยเจริญลงมา (ภาพที่ 2) แต่ละก้อนทำการวัด 4 จุด เพื่อหาความยาวเฉลี่ยของเส้นใย (ศิริพรและคณะ, 2557)

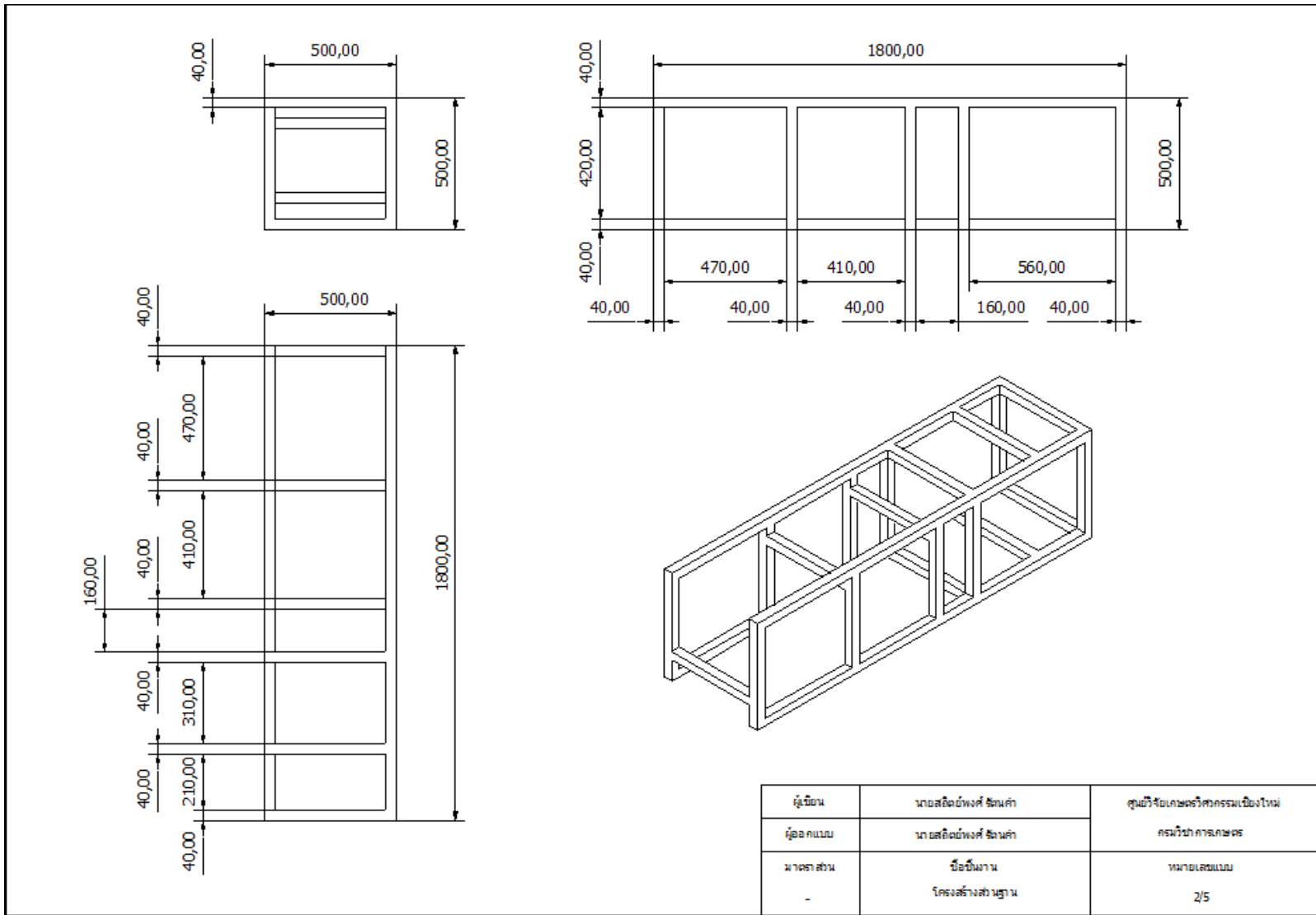


ภาพที่ 2 ตำแหน่งการวัดความยาวของเส้นใยเห็ดแบบก้อนสั้น

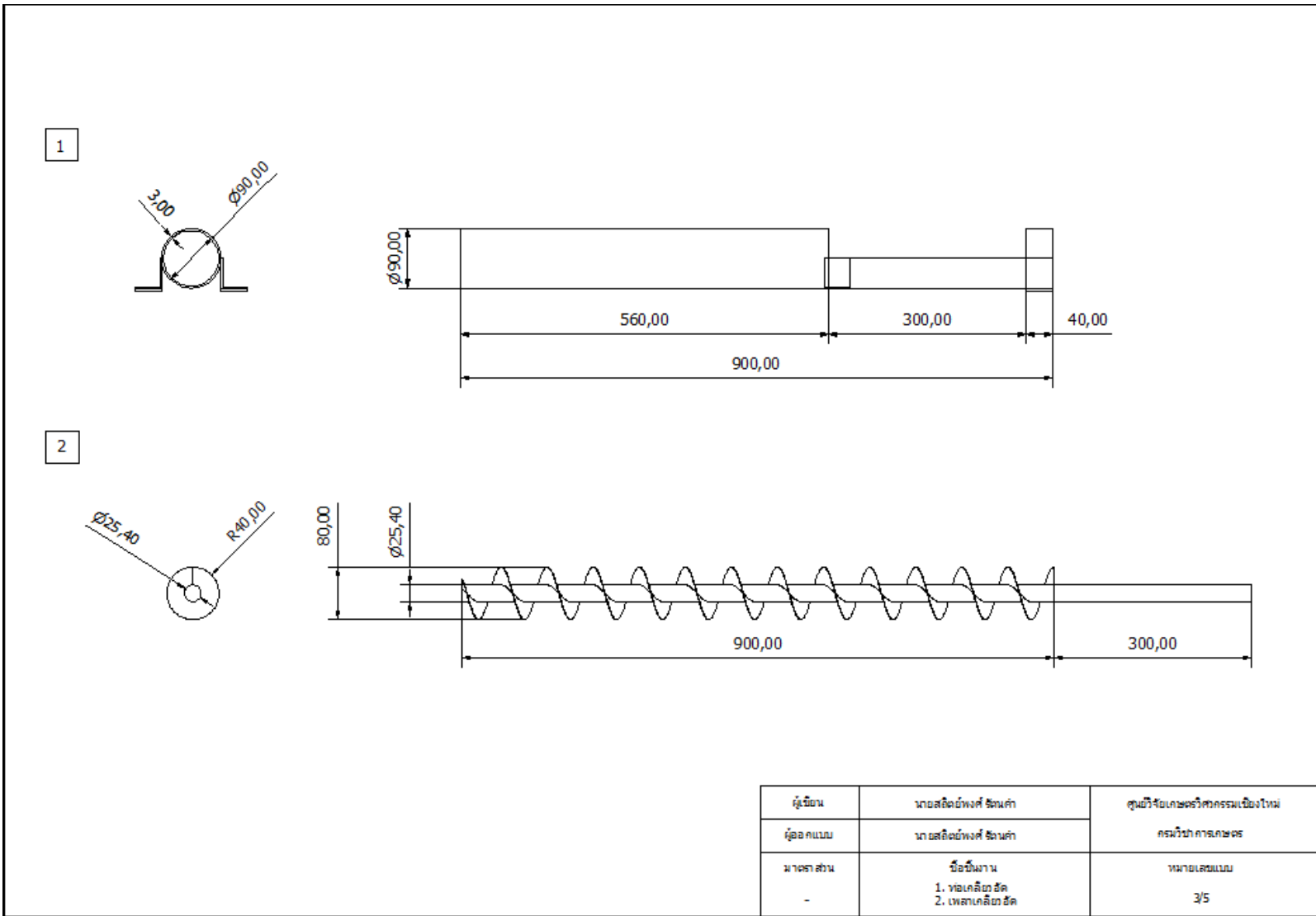
ภาคผนวก จ

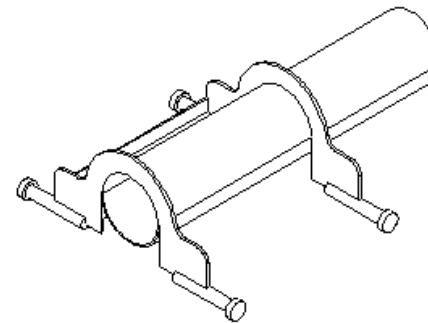
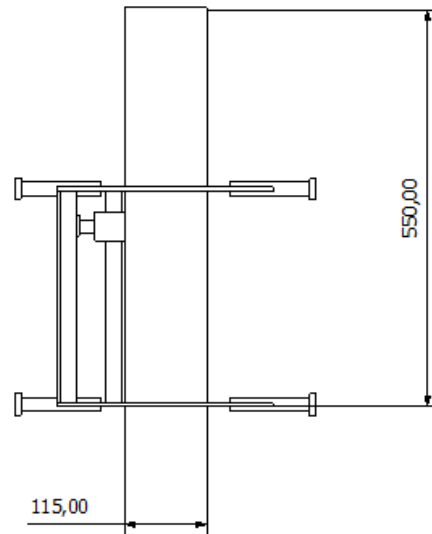
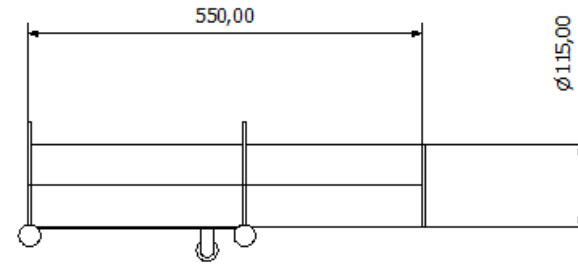
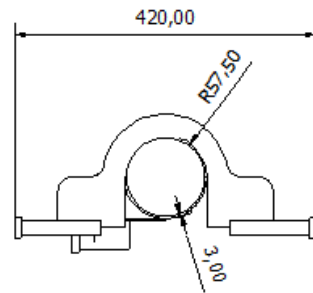
แบบเครื่องมือผลิตวัสดุเพาะเห็ดแบบก้นยาวด้วยเกลียวอัดจากกิ่งไม้



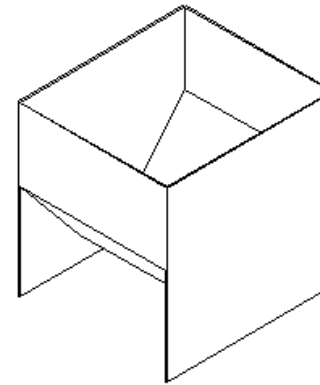
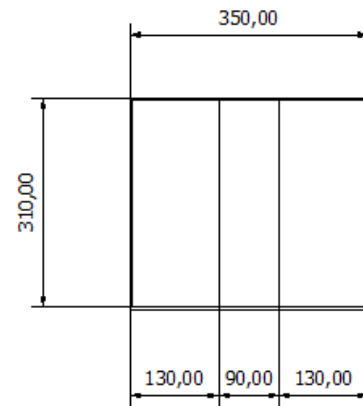
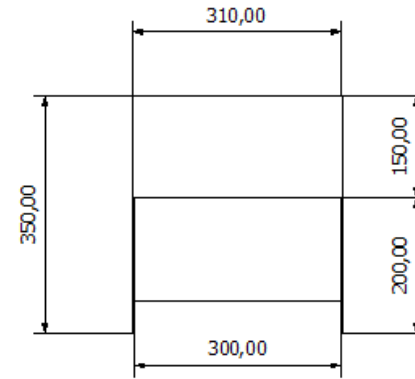
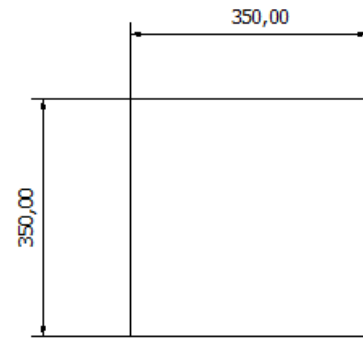


ผู้เขียน	นายสิทธิพงษ์ ชินคำ	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
ผู้ออกแบบ	นายสิทธิพงษ์ ชินคำ	กรมวิชาการเกษตร
มาตรฐาน	ชื่อชิ้นงาน โครงสร้างส่วนฐาน	หมายเลขแบบ 2/5





ผู้เขียน	นายสิทธิพงษ์ ชินคำ	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร
ผู้ออกแบบ	นายสิทธิพงษ์ ชินคำ	
มาตรฐาน	ชื่อชิ้นงาน ชุดกระบอกยึด	หมายเลขแบบ 4/5



ผู้เขียน	นายสิทธิพงษ์ ชัยนาค	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร
ผู้ออกแบบ	นายสิทธิพงษ์ ชัยนาค	
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
-	ปลอกป้องกัน	5/5

