

การพัฒนาสกรูอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้นยาว  
**Development of Screw Press for Packing Corn Husk Substrate in Long  
Polytene Bag for Mushroom Cultivation**

เกรียงศักดิ์ นักผูก<sup>1/</sup> สถิตย์พงศ์ รัตนคำ<sup>1/</sup> สมเดช ไทยแท้<sup>1/</sup> นันทินี ศรีจุมปา<sup>2/</sup> ฉัตรสุดา เชิงอักษร<sup>3/</sup>  
Kiangsak Nukpook<sup>1/</sup> Satitpong Rattanakam<sup>1/</sup> Somdech Thaitae<sup>1/</sup> Nantinee Srijumpa<sup>2/</sup>  
Chatsuda Choengaksorn<sup>3/</sup>

*Received 10 Sep 2018/Revised 01 Feb 2019/Accepted 12 Mar 2019*

---

**ABSTRACT**

This research experiment was to develop a prototype of screw press to pack corn husk into long polytene bag to be used as mushroom growing substrate. Screw press was consisted of 8 parts, i.e. base structure, tubular compression screw feeder, tray feeder, tray feeder structure, tapered pipe, compressed tube, screw compressors and power set. The efficiencies of manual hand-bagging and screw press were compared, each of which was carried out by two workers using chopped and un-chopped corn husk as the packing substrate. The bags used had the diameter of 110 mm, the length of 350 mm., and weighed 2.5 kg, after filled. Results showed that hand compressing could produce 64.46 and 48.45 bags per hour for chopped and un-chopped corn husk respectively, while the machine-bagging could produce 95.79 and 97.10 bags per hour. The machine-compressed corn husk bag was able to produce (Hungary strain) *Pluerotus* mushroom 796.25 g/bag with the biological efficiency of 91.84%.

**Key words:** Corn Shell, Mushroom cultivation on plastic bags, Screw press

---

<sup>1/</sup> ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร 235 หมู่ 3 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่

<sup>1/</sup> Agricultural Engineer Research Center Chiang Mai : Agricultural Engineer Research Institute: Department of Agriculture.

<sup>2/</sup> ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

<sup>2/</sup> Chiangrai Horticulture Research Center: Horticulture Research Institute: Department of Agriculture.

<sup>3/</sup> สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร 225 หมู่ 3 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่

<sup>3/</sup> Office of Agricultural Research and Development Region 1 : Department of Agriculture. Chiangmai province  
Corresponding oanter : N\_kiangsak@hotmail.com

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการสร้างต้นแบบและทดสอบพัฒนาสกรูอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว มีโครงสร้างที่สำคัญ 8 ส่วน คือ โครงสร้างฐาน ท่อเกลียวป้อนอัด ถาดป้อน โครงช่องป้อน ปลายเรียวท่อ ท่อปลายอัดแน่น เพลาเกลียวอัด และระบบส่งกำลังโดยใช้ต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าหนึ่งเฟส ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ ได้ทำการทดสอบการอัดก้อนโดยใช้แรงคน และการอัดก้อนโดยสกรูอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว ทั้งแบบเปลือกข้าวโพดที่หั่นย่อย และไม่หั่นย่อยหมักลงดูย โดยใช้แรงคนงาน 2 คน ทำการอัดลงดูยยาวขนาด 350 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มม. ให้ทุกก้อนมีน้ำหนัก 2.5 กก. จำนวน 6 ซ้ำ/กรรมวิธี พบว่าการอัดโดยใช้แรงคนอัดเปลือกข้าวโพดที่หั่นย่อยและไม่หั่นย่อยหมักลงดูยยาว มีความสามารถในการอัด  $64.46 \pm 13.25$  และ  $48.45 \pm 6.67$  ก้อน/ชม. ขณะที่การอัดโดยใช้สกรูอัดก้อนเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว ในการอัดเปลือกข้าวโพดที่หั่นย่อยและไม่หั่นย่อยหมักลงดูยยาว มีความสามารถในการอัด 95.79 และ 97.10 ก้อน/ชม. ตามลำดับก้อนเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดโดยใช้สกรูอัดก้อนให้ผลผลิตเห็ดนางรมฮังการีเฉลี่ย 796.25 กรัม/ก้อน วัสดุเพาะมีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 91.84%

**คำสำคัญ:** ข้าวโพด การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก สกรูอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว

## บทนำ

การเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเก็บแบบหักข้าวโพดทั้งเปลือก

ป้องกันไม่ให้เมล็ดเกิดแผลหรือเมล็ดร้าวในระหว่างทำการเก็บเกี่ยวหรือขนย้าย และชะลอการเกิดสารแอฟลาทอกซิน ได้นาน 3-6 สัปดาห์ จากนั้น ทำการกะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะข้าวโพดทั้งเปลือก ทำให้มีเปลือกเหลือกองทิ้งไว้เป็นจำนวนมาก ในบางพื้นที่มีการแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ และนำซึ่งข้าวโพดไปเป็นเชื้อเพลิง แต่ในหลายพื้นที่ไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ และทำการเผาทำลายทิ้งทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ แต่ในสภาพการณ์ปัจจุบัน มีการอัดเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นก้อนขนาด 500 x 800 x 360 มม. น้ำหนักประมาณ 15 กก./ก้อน จำนวน 30 บาท/ก้อน เพื่อนำมาใช้หมักเป็นอาหารหยาบสำหรับโค ทำให้มีความตื่นตัวในการนำเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มาใช้ประโยชน์มากขึ้น เช่น ทำเป็นสิ่งประดิษฐ์ นำมาเพาะเห็ดฟาง ทำปุ๋ยหมัก อัดเม็ดเชื้อเพลิง เป็นต้น

ปัจจุบันการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกเป็นที่นิยมมากทั่วทุกภูมิภาคของไทย โดยใช้ซีลี้อย่างพาราเป็นวัสดุเพาะหลัก แต่พบว่า ราคาซีลี้อย่างพาราสูงขึ้นจากเดิมมากกว่า 50% ซีลี้อย่างพาราหนึ่งรถบรรทุกมีราคา 28,000-30,000 บาท ทำให้เกษตรกรผู้ผลิตเห็ดประสบปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น สำหรับในเขตภาคเหนือตอนบน ก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ใช้ก้อนจากซีลี้อย่างพารา ราคา 5-6 บาท/ก้อน ก้อนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มม. ยาว 200 มม. น้ำหนักประมาณ 0.7-0.8 กก. และก้อนจากซีลี้อย่างพารา ก้อนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มม. ยาว 150 มม. น้ำหนักประมาณ 0.9 - 1 กก. มีความชื้นประมาณ 60% ราคา 8 บาท/ก้อน ให้ผลผลิตเห็ดนางรมประมาณ 0.2 - 0.3 กก. เห็ดเกือบทุกชนิด ยกเว้นเห็ดฟางและเห็ดกระดุมใช้เทคนิคการเพาะในถุงพลาสติก ซึ่งการทำฟาร์มเห็ดขนาดเล็ก

ต้นทุนต่อหน่วยค่อนข้างสูง จะมีกำไรต้องมีราคาขายมากกว่า 40 บาท/กก. แต่หากเป็นฟาร์มขนาดใหญ่มีกำไรเมื่อขายราคา 10 บาท/กก. เมื่อเทียบราคาเห็ดทุกชนิดในตลาด พบว่า ราคาขายปลีก 45 - 170 บาท/กก. ขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ด (นิสาชล, 2557) นันทินีและศิริกานต์ (2553) ได้วิจัยการเพาะเห็ดนางรมและเห็ดนางรมฮังการี จากเปลือกผักข้าวโพดในถุงพลาสติก พบว่า ผลผลิตเห็ดไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ขี้เลื่อยไม่แย่งพารา แต่ปัญหาในทางปฏิบัติของการนำเปลือกผักข้าวโพดมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ด คือ เปลือกผักข้าวโพดนั้นมีลักษณะเป็นชิ้นใหญ่ไม่ได้มีการหั่นย่อยให้เป็นชิ้นเล็ก จึงเสียเวลาในการบรรจุลงในถุงพลาสติกค่อนข้างมาก ก่อนวัสดุเพาะจะใช้แรงงานคนอัดด้วยมือ เป็นเรื่องที่ยุ่งยากและไม่มีแรงงานมากพอในการอัดก้อน ทั้งยังได้ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเพาะเห็ดต่ำ เพราะยังไม่มีการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกผักข้าวโพด ซึ่งเป็นข้อจำกัดต่อการขยายผลงานวิจัยไปสู่เกษตรกรผู้เพาะเห็ด ดังนั้น การศึกษาและพัฒนาการอัดวัสดุเพาะเห็ดจากเศษเปลือกผักข้าวโพดแบบกึ่งยาว เพื่อการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกสามารถแก้ปัญหานี้ได้ เป็นการต่อยอดผลงานวิจัยสู่การนำไปใช้ประโยชน์ และจะเป็นผลดีต่อผู้ประกอบการเพาะเห็ด

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การออกแบบการอัดก้อนวัสดุ

การออกแบบการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกผักข้าวโพดต้นแบบ โดยมีต้นกำลังเป็นมอเตอร์ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ ข้อมูลหลักการทางทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ห่อออกแบบเกลียวอัดตามวิธีการของ วรวิทย์และชาญ ( 2556)

กำลังที่เกิดจากโมเมนต์บิดก็คือ

$$P = \frac{2\pi nT}{60} \quad (1)$$

การคำนวณหาจำนวนเส้นสายพานลิ้มที่ใช้

$$Z = \frac{W_p \times N_s}{P_R \times N_a \times N_l} \quad (2)$$

แรงจุดที่เกิดจากโมเมนต์บิดของมอเตอร์

$$F = \frac{T}{r} \quad (3)$$

ตรวจสอบค่าความเพียวของเสา ( $L_e/k$ ) มีค่ามากกว่า 110 เป็นกรณีเสายาวกรณียึดติดแน่น-อิสระ (Fixed-free ,  $L_e = 2L$ )

$$\frac{L_e}{k} = \left[ \frac{2E\pi^2}{\sigma_y} \right]^{1/2} \quad (4)$$

สูตรคำนวณค่าความปลอดภัยใช้สำหรับสกรูยาวของออยเลอร์ (N)

$$N = \frac{\pi^2 EI}{WL_e^2} \quad (5)$$

สูตรคำนวณค่าความปลอดภัยของเพลาส่งกำลัง ( $N_s$ )

$$\sigma_{yt}/N = (\sigma^2 + T^2)^{1/2} \quad (6)$$

$P$  = กำลัง(กิโลวัตต์)

$Z$  = จำนวนเส้นของสายพานลิ้มที่ใช้ส่งกำลัง (เส้น)

$P_R$  = กำลังที่สายพานหนึ่งเส้นส่งได้ (กิโลวัตต์)

$n$  = ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

$W_p$  = กำลังมอเตอร์ที่เป็นต้นกำลัง (กิโลวัตต์)

$T$  = โมเมนต์บิด (นิวตัน-เมตรปาสกาล)

- $N_s$  = ตัวประกอบการใช้งาน
- $N_a$  = ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้ง
- $N_l$  = ตัวประกอบแก้ไขความยาว
- $N$  = ค่าความปลอดภัยในการออกแบบ
- $F$  = แรงดึงในโซ่ (นิวตัน)
- $W_p$  = กำลังที่ต้องการส่ง (กิโลวัตต์)
- $E$  = ค่า Young's Modulus (จิกะปาสกาล)
- $\sigma_{yt}$  = ค่าความแข็งแรงของวัสดุ (เมกะปาสกาล)
- $l$  = โมเมนต์ความเฉื่อย (เมตร<sup>4</sup>)

## 2. การทดสอบและพัฒนาสกรูอัดก้อนวัสดุ

ทดสอบและพัฒนาสกรูอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกผักขาวโพดแบบก้อนยาว ในการทดสอบเบื้องต้น มีตัวแปรสำคัญ คือ ความชื้นของท่อที่เรียวลงมีมุมออกแบบเริ่มต้นที่ 20 องศา ช่วงท่อที่เรียวลงยาว 35 มม. กำหนดให้ระยะเรียวยาวไม่เกิน 70 มม. โดยปรับท่อให้เรียวลงเป็นมุม 10 และ 15 องศา ทำให้ช่วงท่อที่เรียวลงยาว 70 และ 52 มม. ทดสอบหาความเร็วที่เหมาะสม โดยเทียบความเร็วที่ 3 ระดับ ปรับเปลี่ยนขนาดล้อยายพานที่ติดบนเพลากลึงยาวอัดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 405, 457 และ 508 มม. ส่วนล้อยายพานที่ติดบนเพลามอเตอร์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. และปลายท่ออัดมีความยาว 3 ขนาด คือ 100 ,150 และ 200 มม.

## 3. การหมักเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ทำการหมักเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งแบบหั่นย่อย และไม่หั่นย่อย เพื่อใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดสกุลนางรม ส่วนผสมวัสดุเพาะประกอบด้วยเปลือกข้าวโพดแห้ง 100 กก. ปุ๋ยยูเรีย 1 กก. ปูนขาว 1 กก. ยิปซัม 1 กก. ดีเกลือ 0.2 กก. และรำละเอียด 8 กก. ขั้นตอนการหมัก ดังนี้

วันที่ 1 ลดน้ำบนกองเปลือกผักขาวโพดให้ชุ่ม ทิ้งไว้ค้างคืน

วันที่ 2 ทำกองเปลือกผักขาวโพดเป็นรูปกรวยคว่ำบนพื้นปูน โดยการโรยและเกลี่ยเป็นชั้นหนา 7.5-10 ซม. หว่านยูเรียผสมปูนขาวบนกองฟางแต่ละชั้นให้ทั่ว จนถึงชั้นสุดท้ายคลุมด้วยเปลือกข้าวโพด จากนั้นคลุมกองด้วยแผ่นพลาสติก โดยเปิดหลังกองไว้เล็กน้อยเพื่อระบายความร้อนภายในกอง

วันที่ 4 ทำการกลับกองเปลือกผักขาวโพด โดยเอาส่วนข้างในสลับออกมาข้างนอก และเอาส่วนข้างนอกสลับเข้าไปข้างใน

วันที่ 6 ทำการกลับกองเหมือนวันที่ 4 และให้ผสมยิปซัมลงไปในการกองเปลือกผักขาวโพด

วันที่ 8 ทำการกลับกองเหมือนวันที่ 4 และให้ผสมดีเกลือลงไปในการกองเปลือกผักขาวโพด

วันที่ 10 ถ้าในกองเปลือกผักขาวโพดไม่มีกลิ่นแอมโมเนียและความชื้นเหมาะสม ซึ่งสามารถตรวจได้โดยการบีบเปลือกผักขาวโพดด้วยมือ ถ้ามีความเหมาะสมจะต้องมีน้ำซึมออกตามง่ามนิ้วมือเพียงเล็กน้อย จึงผสมรำละเอียดลงในกองและทำการบรรจุลงในถุงพลาสติก

## 4. การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของสกรูอัดก้อนวัสดุเพาะจากเศษเปลือกข้าวโพด

นำเปลือกผักขาวโพดไม่หั่นย่อย และเปลือกผักขาวโพดหั่นย่อย ที่หมักแล้วมาอัดลงถูงยาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มม. ยาว 400 มม. โดยให้ทุกก้อนมีน้ำหนัก 2.5 กก. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้อน 110 มม. ขนาดก้อนยาว 350 มม.

### 4.1 ทดสอบการอัดด้วยแรงคน

การอัดด้วยแรงงานคนใช้แรงงานชาย 2 คน ใช้มืออัดก้อนต่อเนื่องกันเป็นเวลา 1 ชม. โดยใช้เปลือกผักขาวโพดหมักแบบไม่หั่นย่อย

และเปลือกฝักข้าวโพดหมักแบบหั่นย่อย จำนวน 6 ช้ำ บันทึกจำนวนก้อนที่อัดได้เพื่อใช้คำนวณความสามารถการทำงาน

#### 4.2 ทดสอบการอัดก้อนด้วยสกรูอัดวัสดุ

ทำการอัดก้อนด้วยสกรูอัดวัสดุที่พัฒนาขึ้น (จากข้อ 1 และ 2) ทั้งเปลือกฝักข้าวโพดไม่หั่นย่อย และเปลือกฝักข้าวโพดหั่นย่อย ระยะเวลาที่ใช้สวมถุงเข้ากับท่ออัดของสกรู เวลาที่สกรูอัดเปลือกข้าวโพดเข้าไปในถุง และเวลาในการมัดปากถุงที่อัดแล้ว บันทึกข้อมูลการทำงานต่อเนื่องกันเป็นเวลา 1 ชม.

### 5. การทดสอบเพาะเห็ดจากก้อนวัสดุเปลือกข้าวโพดที่อัดด้วยสกรู

นำก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกข้าวโพดแบบไม่หั่นย่อยที่อัดด้วยสกรู บรรจุวัสดุเพาะลงในถุงพลาสติกให้ได้น้ำหนัก 2 กก. ทำการมัดปากถุงและเจาะรูด้านข้างถุงเพื่อไว้สำหรับใส่เชื้อเห็ดและปิดด้วยเทปกาว นำก้อนวัสดุหนึ่งประมาณ 3 ชม. ปลอ่ยไว้ให้เย็นในอุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงเขี่ยเชื้อเห็ดนางรมฮังการีลงก้อน นำไปเดินเชื้อในห้องเดินเชื้อประมาณ 25-30 วัน เมื่อเชื้อเดินเต็มทั้งก้อนแล้วนำไปเปิดดอกในโรงเปิดดอกเห็ดและเก็บตัวเลขผลผลิตเห็ด

สุ่มวัสดุเพาะที่เตรียมอัดก้อนเสร็จแล้วจากกองหมัก 30 ตัวอย่าง/ช้ำ จำนวน 3 ช้ำ เพื่อหาน้ำหนักแห้งและเก็บข้อมูลน้ำหนักผลผลิตเห็ดสดที่ได้จากก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว โดยสุ่มก้อนเห็ดที่ใช้เก็บผลผลิตตั้งแต่เริ่มออกดอกจนก้อนหมดอายุ 30 ตัวอย่าง/ช้ำ จำนวน 3 ช้ำ เพื่อใช้คำนวณเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพทางชีววิทยา (Biological Efficiency, BE.)

$$BE = (\text{น้ำหนักผลผลิตเห็ดสด/น้ำหนักแห้งของวัสดุเพาะ}) \times 100 \quad (7)$$

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 1. ผลการออกแบบสกรูอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว

ในการออกแบบสร้างสกรูอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว มีเงื่อนไขในการออกแบบ คือ เลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ การส่งกำลังใช้สายพานลิ่มหน้าตัด B ที่เพลลาของมอเตอร์ติดล้อสายพานลิ่มเล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ( $d_p$ ) 114.3 มม. (4.5 นิ้ว) ส่งกำลังไปเพลลาของเกลิยวอัดติดล้อสายพานใหญ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ( $D_p$ ) 406.4 มม. (16 นิ้ว) ผลการคำนวณสายพานลิ่มที่ต้องใช้ส่งกำลังจำนวน 2 เส้น จำนวนระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเพลลาอยู่ในช่วงระหว่าง 364-1041 มม. ค่ามุมสัมผัสของสายพาน 133 องศา ความเร็วเชิงเส้นของสายพาน 8.67 เมตร/วินาที และแรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง 173 นิวตัน เนื่องจากแรงอัดส่งที่เกลิยวอัดมีแรงปฏิกิริยากระทำต่อเพลลาในแนวแกน กระจายอยู่บนใบเกลิยวตลอดความยาวของเกลิยวอัด จึงสมมุติให้เป็นแรงรวมกระทำเป็นจุดที่ปลายเพลลาด้านที่ยึดใบเกลิยวติด ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา 25 มม. มีความยาว 370 มม.

การคำนวณในทางทฤษฎีได้พิจารณาการยึดปลายเป็นแบบ กรณียึดติดแน่น-อิสระ (Fixed-free ,  $L_e = 2L$ ) ตรวจสอบค่าความเพริยของเพลลาเกลิยว พบว่า เป็นเกลิยวยาวใช้สมการของออยเลอร์ ค่าความค่าความปลอดภัยสมบัติวัสดุเหล็กเพลลาขามีค่ายังโมดูลัส ( $E$ ) 207 จิกะปาสกาล และค่าความแข็งแรงของวัสดุเพลลา ( $\sigma_{yt}$ ) 240 เมกะปาสกาล (วริทธิ์และชาญ, 2556) พบว่า ค่าความปลอดภัยของเกลิยวอัดที่คำนวณได้ คือ 9.3 แสดงว่า เพลลาเกลิยวอัดไม่เกิดความเสียหายเนื่องจากการโก่งงอภายใต้ภาระแรง

ในแนวแกน เมื่อพิจารณาค่าภาระบนเพลลาโดยรวม จุดที่รับภาระสูงสุด คือ จุดเปลี่ยนหน้าตัดของเพลลา มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 38 มม. ลดขนาดลงเป็น 25.4 มม. ค่าโมเมนต์บิด (T) 35.19 นิวตันเมตร คำนวณได้ค่าความเค้นเฉือน 11.48 เมกะปาสกาล มีภาระแรงกดในแนวแกน 7.68 กิโลนิวตัน คำนวณได้ค่าความเค้นกด 15.17 เมกะปาสกาล พบว่า ค่าความปลอดภัยของเพลลาเกลียวอัดที่ คำนวณได้ คือ 12.62 แสดงว่า เพลลาที่เลือกใช้ ไม่เกิดความเสียหายภายใต้ภาระการใช้งานนี้

## 2. การสร้างสกรูอัดก้อนเห็ด

ได้ดำเนินการสร้างต้นแบบสกรูอัดก้อนเห็ดจากเปลือกผักขาวโพดแบบก้อนยาว โดยมี โครงสร้างที่สำคัญ 8 ส่วน คือ

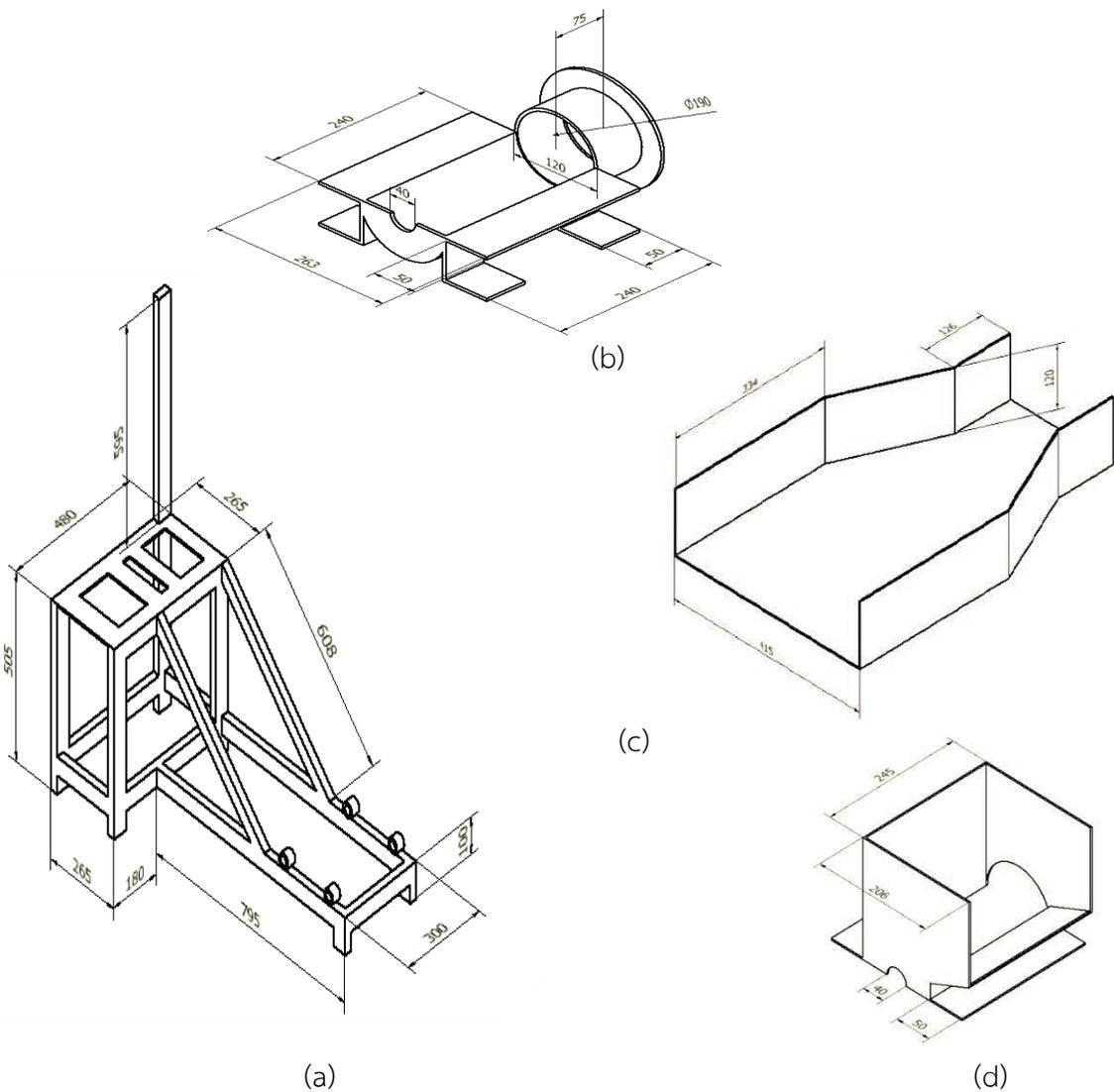
**2.1 โครงสร้างฐาน** (Figure 1a) ทำจากเหล็ก ก่อขนาด 50×25 มม.หนา 2 มม. ชั้นโครงสร้าง ลักษณะสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 265 มม. ยาว 480 มม. สูง 1,100 มม. ด้านข้างต่อโครงยื่นออกมา 795 มม. สูงจากพื้น 100 มม.เพื่อทำเป็นฐานยึดมอเตอร์ต้นกำลัง

**2.2 ท่อเกลียวป้อนอัด** (Figure 1b) ท่อทำจาก เหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก 120 มม. มีความหนา 3 มม. ท่อยาว 315 มม. ท่อถูกผ่าออกเป็นหน้าตัดครึ่งวงกลมยาว 240 มม. และปิดด้วย เหล็กแผ่นครึ่งวงกลมที่ตรงปลายด้านใน มีส่วน โค้งครึ่งวงกลมรัศมี 20 มม. มีความหนา 3 มม.

ที่ปลายปากท่อมี่ลักษณะเหล็กแผ่นวงกลมเส้นผ่าน ศูนย์กลางนอก 190 มม. และเส้นผ่านศูนย์กลางใน 120 มม. สวมรัดปลายท่อเชื่อมติดอยู่เป็นหน้าแปลน ด้านข้าง ช่วงที่เป็นครึ่งวงกลมมีเหล็กฉากขนาด 50×50 มม.หนา 3 มม. ยาว 240 มม. เชื่อม ยึดติดอยู่ที่ด้านข้างทั้งสองด้าน และที่ปลายเหล็ก ทั้งสองท่อนด้านใต้ปึกมีเหล็กฉากขนาดเดียวกัน ยาว 50 มม. เชื่อมติดอยู่ทั้งสี่ด้านโดยปลายปึกหัน ออกด้านนอก เพื่อเจาะรูยึดติดกับโครงสร้างฐาน

**2.3 ภาตป้อน** (Figure 1c) ทำจากแผ่นเหล็ก หนา 1 มม. ขนาดกว้าง 415 มม. ยาว 334 มม. ปลายเรียวลงยาวออกไป 190 มม. ตรงสุดปลาย เรียวกว้าง 230 มม. และมีปลายต่อตรงยาว 126 มม. กว้าง 240 มม. มีขอบภาตสูง 120 มม. ตลอด ความยาวของภาต

**2.4 โครงช่องป้อน** (Figure 1d) ทำจากเหล็กแผ่น หนา 1 มม. พับเป็นรูปตัวยู กว้าง 245 มม. ปีกสองข้างยาว 206 มม. ปีกด้านซ้ายตรงกึ่งกลาง กับผนังด้านใน ตัดเป็นรูปครึ่งวงกลมเส้นรัศมี 20 มม. และอีกด้านตัดเป็นรูปครึ่งวงกลมเส้นรัศมี 62 มม. ตรงปลายส่วนโค้งนี้กับผนังนอกของด้านใน ยึดเหล็กฉากขนาด 50×50 มม.หนา 1 มม. ยาว 240 มม. ตรงปลายเหล็กฉากที่เป็นผนังช่องป้อน ด้านนอกตัดเฉียงขึ้น 20 องศา ไปจนสุดปลายปีก ตัวยูและปิดด้วยเหล็กแผ่นหนา 1 มม. ตามแนว เอียง ตรงปีกเหล็กเหล็กฉากเจาะรูไว้ยึดกับช่อง เปิดของท่อเกลียวป้อนอัด



**Figure 1** (a) Base structure (b) Tubular compression screw feeder (c) Tray feeder (d) Tray feeder structure

**2.5 เพลากลึงอัด** (Figure 2a) ทำจากเหล็ก เพลาลิ้นผ่านศูนย์กลาง 38 มม. ยาว 800 มม. เพลาด้านที่เชื่อมไบเกลียวติดกลึงลดขนาดลงจนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. วัดจากปลาย เพลาเข้ามา 420 มม. มีปลอกสวมอัดและเชื่อมติดกับเพลาลิ้นผ่านศูนย์กลาง 38 มม. เป็นเหล็กเพลาชาวหน้าตัดแปดเหลี่ยม ขนาด 50 มม. ยาว 20 มม. บนเพลานขนาด 25 มม. มีไบเกลียวเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 112 มม. เชื่อมติดตลอดแนวยาว 300 มม. ที่ปลายไบเกลียวตัวสุดท้ายทำไบเกลียว

เรียวลงจนปลายมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มม. มีความยาวช่วงเรียว 70 มม.

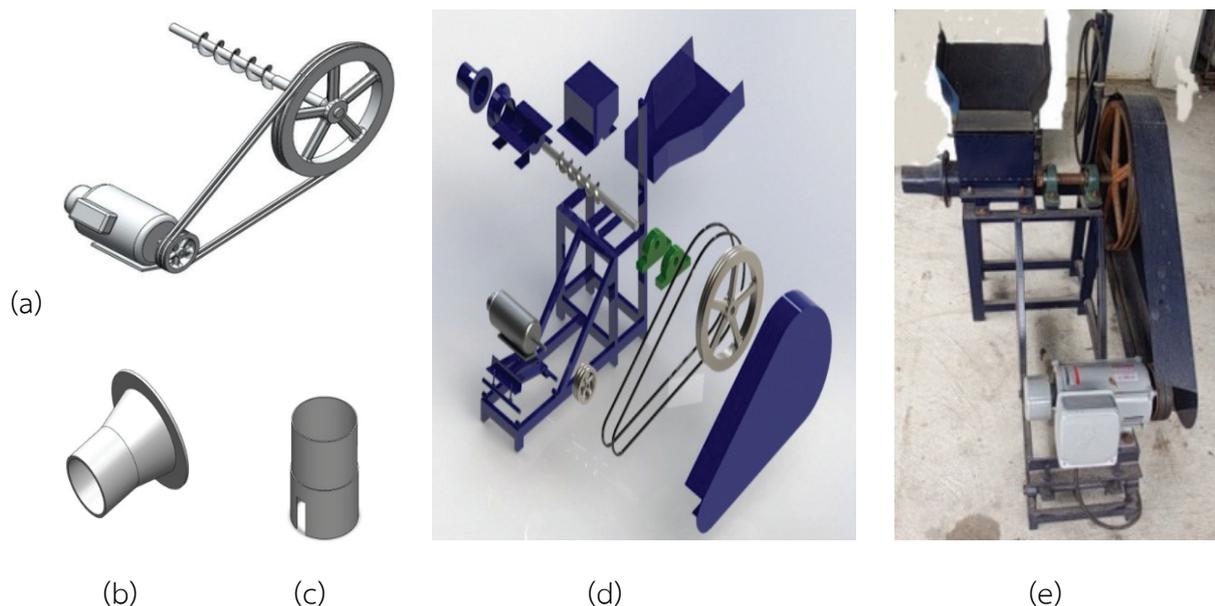
**2.6 ระบบส่งกำลัง** (Figure 2a) ประกอบด้วยมอเตอร์ต้นกำลังขนาด 1.5 กิโลวัตต์ ใช้สายพาน B-100 จำนวน 2 เส้น เป็นตัวส่งกำลังจากล้อสายพานขับที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 152 มม. ซึ่งอยู่ติดกับมอเตอร์และส่งไปยังล้อสายพานตามที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 508 มม. เพื่อหมุนเพลากลึงบ่อนเปลือกข้าวโพดเข้าไปในท่อและอัดเปลือกข้าวโพดผ่านท่อเรียวไปจนไหลออกที่ปลายท่ออัด

**2.7 ปลายเรียวท่อ** (Figure 2b) ที่ปากท่อทางเข้ามีลักษณะเหล็กแผ่นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 187 มม. และเส้นผ่านศูนย์กลางใน 120 มม. สวมรัดปลายท่อเชื่อมติดอยู่เป็นหน้าแปลน ถัดลงไปเป็นท่อเหล็กเรียวลงไปจนมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 97 มม. มีความยาวช่วงเรียว 70 มม. เชื่อมต่อกับท่อเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 97 มม. มีความหนา 1.6 มม.

**2.8 ท่อปลายอัดแน่น** (Figure 2c) มีลักษณะเป็นท่อสวมเหลื่อมกัน 25 มม. ท่อเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง

97 มม. มีความหนา 1.6 มม. ท่อนอกสวมรัดท่อในอยู่ มีความหนาท่อ 1.6 มม. ท่อนอกถูกผ่าออกในมีช่องรูปตัวยูกว้าง 20 มม. ลึก 50 มม. จำนวน 2 ช่อง ตำแหน่งห่างกัน 180 องศา

เมื่อนำแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ มาเรียงประกอบ (Figure 2d) พร้อมทั้งประกอบกันเข้าเป็นสกรูอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว และได้สร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ประกอบกันเข้าเป็นต้นแบบสกรูอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดแบบก้อนยาว (Figure 2 e)



**Figure 2** (a) Screw compressors and power set (b) Tapered pipe c Compressed tube (d) Assembly long-bagged corn husk substrate bagging machine for mushroom cultivation (e) Long-bagged corn husk substrate bagging machine for mushroom cultivation

### 3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกข้าวโพดแบบก้อนยาว

#### 3.1 การอัดก้อนด้วยแรงงานคน

ผลการทดสอบ พบว่า การอัดก้อนโดยใช้แรงงาน 2 คน ในการอัดเปลือกข้าวโพดที่หั่นย่อยหมักลงถุงยาว มีความสามารถในการอัด 64.46 ก้อน/ชม. และอัดเปลือกข้าวโพดที่ไม่หั่นย่อยหมัก

ลงถุง มีความสามารถในการอัด 48.45 ก้อน/ชม. (Table 1)

#### 3.2 การอัดก้อนด้วยสกรูอัดวัสดุ

การอัดก้อนเปลือกข้าวโพดโดยใช้ต้นแบบสกรูอัดก้อนที่สร้างขึ้น ใช้เวลาในการสวมถุง 10.75 วินาที/ถุง ในการอัดเปลือกข้าวโพดที่หั่นย่อยหมักลงถุงยาว มีความสามารถในการอัด

95.79 ก้อน/ชม. และอัดเปลือกข้าวโพดไม่หั่นย่อย หมักกลางแจ้ง มีความสามารถในการอัด 97.10 ก้อน/ชม. (Table 1) แสดงให้เห็นการอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกข้าวโพดทั้งแบบหั่นย่อย และไม่หั่นย่อย ด้วยสกรูอัดที่พัฒนาขึ้นมา มีประสิทธิภาพในการอัดก้อนได้ดีกว่าการใช้แรงงานคน 32.70 และ 50.10% ตามลำดับ การอัดก้อนเห็ดโดยใช้แรงคน หากมีการหั่นย่อยเปลือกฝักข้าวโพดก่อน ทำให้อัดก้อนเห็ดได้เร็วกว่าไม่หั่นย่อย เพราะเปลือกฝักข้าวโพดที่ไม่ได้หั่นย่อยมักพันกันเป็นขนาดใหญ่ ทำให้การอัดได้ไม่แน่นเท่ากับการหั่นย่อยเปลือกข้าวโพด เมื่อพิจารณาการอัดก้อนเห็ดโดยใช้สกรูอัด ความสามารถในการอัดไม่ต่างกัน ไม่ว่าจะในกรณีที่ทำการหั่นย่อยหรือไม่หั่นย่อยเปลือกข้าวโพด ผลการทดสอบนี้ แสดงให้เห็นว่าวิธีการอัดเปลือกข้าวโพดโดยใช้สกรูอัดควรทำการอัดในกรณีไม่ต้องหั่นย่อย เพราะทำให้ประหยัดทั้งแรงงานและต้นทุนในเรื่องเครื่องมือที่ต้องนำมาใช้หั่นย่อย อีกทั้งยังเป็นการลดขั้นตอนในการทำงานได้ด้วย

**Table 1** Comparison the average capacity of hand bagging and machine bagging for chopped and un-chopped corn husk

Method	compressing capacity (bags/h)
<b>chopped corn husk</b>	
hand bagging	64.46
machine-bagging	95.79
<b>un-chopped corn husk</b>	
hand bagging	48.45
machine-bagging	97.10

#### 4. ผลผลิตเห็ดอังกาบที่เพาะด้วยก้อนวัสดุจากเปลือกข้าวโพดที่อัดก้อนด้วยสกรูอัด

ผลผลิตเห็ดจากก้อนที่อัดน้ำหนัก 2.5 กก.

มีความชื้นเฉลี่ย 65% ให้ผลผลิตเห็ดนางรมอังกาบเฉลี่ย 796.25 กรัม/ก้อน และวัสดุเพาะมีประสิทธิภาพทางชีววิทยา 91.84% (Table 2) หากเทียบกับกรณีก้อนสั้นที่อัดเปลือกข้าวโพดมีน้ำหนักก้อน 0.8 กก. ให้ผลผลิตเห็ดนางรมอังกาบเฉลี่ย 273 กรัม/ก้อน (สุทธิณี, 2556) และก้อนเห็ดจากซีลี้อย่างพารามีน้ำหนักก้อน 0.9-1 กก. ให้ผลผลิตเห็ดนางรมเฉลี่ยประมาณ 250 กรัม/ก้อน ดังนั้น ก้อนเห็ดที่อัดจากเปลือกข้าวโพดแบบก้อนยาวให้ผลผลิตสูงกว่าประมาณ 2.7 เท่า เมื่อเทียบกับก้อนเห็ดที่อัดจากเปลือกข้าวโพดแบบก้อนสั้น และเทียบกับก้อนเห็ดจากซีลี้อย่างพาราก้อนสั้นให้ผลผลิตสูงกว่า 2.95 เท่า

สกรูอัดต้นแบบที่สร้างขึ้นนี้มีราคาประมาณ 45,000 บาท/เครื่อง ทำงานเต็มความสามารถ 6 ชม./วัน ก้อนเห็ดที่อัดได้ 582 ก้อน/วัน คิดราคาขาย 8 บาท/ก้อน เป็นรายได้จากการทำงานของเครื่องเต็มกำลังเป็นเงิน 4,656 บาท/วัน ถ้าคิดค่าแรงงาน 300 คน/วัน ใช้แรงงาน 2 คน/วัน เป็นเงิน 600 บาท/วัน ในการอัดก้อน ไฟฟ้าที่ใช้ 9 หน่วย/วัน คิดค่าไฟหน่วยละ 3 บาท ค่าไฟฟ้าที่ใช้ทำงาน 27 บาท/วัน เปลือกข้าวโพดและวัสดุอื่น ๆ คิดประมาณ 30% จากราคาขายก้อนเห็ดเป็นเงิน 1,396.80 บาท/วัน รวมเป็นราคาต้นทุนทั้งหมด 2,023 บาท/วัน กำไรสุทธิ 2,633 บาท/วัน ขณะที่สกรูอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว ใช้งานเต็มความสามารถ 17 วัน ก็ให้ผลตอบแทนที่คุ้มทุน ในการออกแบบมีค่าความปลอดภัยของชิ้นส่วนที่จะเกิดการเสียหายได้ง่ายสุด เท่ากับ 9.3 จากภาระสูงสุดของต้นกำลัง จึงประเมินอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี เมื่อเทียบกับเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศราคาประมาณ 350,000 บาท อัดได้เฉพาะซีลี้อย่างพาราและไม้หั่นย่อย หากลงทุนซื้อสกรูอัดก้อน

วัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว ราคาถูกกว่า 7.78 เท่า

**Table 2** The biological efficiency of mushroom when grown on machine bagging of chop corn husk

Sample	Biological efficiency (%)
1	89.65
2	92.22
3	93.65
Average	91.84

Biological efficiency (BE.) = (Fresh weight mushroom/Dry weight substrate) x 100

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบและพัฒนา สกรูอัดก้อนเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบ ก้อนยาว มีโครงสร้างที่สำคัญ 8 ส่วน คือ โครงสร้างฐาน ท่อเกลียวป้อนอัด ถาดป้อน โครงช่องป้อน ปลายเรียวท่อ ท่อปลายอัดแน่น เพลากลียวอัด และระบบส่งกำลัง ในการทดสอบ การอัดก้อนโดยใช้แรงคน และการทดสอบสกรูอัด ก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบ ก้อนยาว พบว่า ในการอัดเปลือกข้าวโพดที่หั่นย่อย หมักลงถูงยาว มีความสามารถในการอัด 64.46 ก้อน/ชม. และไม่หั่นย่อยหมักลงถูง มีความสามารถในการอัด 48.45 ก้อน/ชม. การอัดโดยใช้ ต้นแบบสกรูอัดก้อนที่สร้างขึ้น ในการอัดเปลือก ข้าวโพดที่หั่นย่อยหมักลงถูงยาว มีความสามารถในการอัด 95.79 ก้อน/ชม. และไม่หั่นย่อยหมักลงถูง มีความสามารถในการอัด 97.10 ก้อน/ชม. ก้อนที่อัดน้ำหนัก 2.5 กก. ให้ผลผลิตเห็ดนางรมฮังการี เฉลี่ย 796.25 กรัม/ก้อน และประสิทธิภาพทาง ชีววิทยา 91.84% สกรูอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจาก

เปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาวใช้งานเต็มความ สามารถ 17 วัน จะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า สำหรับ ผู้ที่สนใจจะดำเนินการวิจัยพัฒนาต่อควรพิจารณา ในส่วนของความสัมพันธ์ของก้อนที่หั่นย่อย และไม่หั่นย่อย ความหนาแน่นในระดับต่าง ๆ มีผลกับต้นกำลัง และการให้ผลผลิตเห็ด

### คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้อำนวยการ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย และทีมงานเจ้าหน้าที่ ขอบขอบคุณเจ้าหน้าที่ โครงการอันเนื่องมาจาก พระราชดำริช่วยเหลือไร่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใน การทดสอบสกรูอัดก้อนวัสดุเพาะเห็ดจากเปลือก ฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว รวมทั้งเก็บข้อมูลผลิต เห็ดจากก้อนวัสดุเพาะเห็ดที่ใช้ทดสอบ และขอ ขอบขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรม เชียงใหม่ ที่ช่วยในการสร้างต้นแบบสกรูอัดก้อน วัสดุเพาะเห็ดจากเปลือกฝักข้าวโพดแบบก้อนยาว รวมทั้งทำการเก็บข้อมูลการทดสอบจนแล้วเสร็จ

### เอกสารอ้างอิง

- นันท์ณี ศรีจุมปา และ ศิราภรณ์ ชัยนगर. 2553. การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อ การผลิตเห็ด. วารสารวิชาการเกษตร. ปีที่ 29 (2):116-118
- นิสาชล กิจพรประเสริฐ. 2557. การวิเคราะห์ ต้นทุน และผลตอบแทนของฟาร์มเห็ด ขนาดเล็กในอำเภอดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 46 หน้า.
- วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2556. การออกแบบสกรูจักรกล 2. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ 451 หน้า.

สุทธิณี เจริญคิด ประพนอม ใจอ้าย วิภาดา แสงสร้อย  
คณิศร มนุษย์สม และสากุล มีสุข. 2556.  
การทดสอบเทคโนโลยีการเพาะเห็ดนางฟ้า  
ภูฐาน และเห็ดนางรมฮังการีด้วยเปลือก  
ข้าวโพด 6 หน้า. ใน: รายงานเรื่องเต็ม  
การทดลองสิ้นสุดปีงบประมาณ 2556  
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1.  
แหล่งข้อมูล [http://www.oard1.doa.  
go.th](http://www.oard1.doa.go.th). สืบค้นเมื่อ: 20 มกราคม 2560

สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา. 2553. รายงาน  
สถิติจังหวัด พ.ศ. 2553. แหล่งข้อมูล  
[http://www.agri.Ubu.ac.th/~kanjana/  
1203321/Data/maize.doc](http://www.agri.Ubu.ac.th/~kanjana/1203321/Data/maize.doc) สืบค้นเมื่อ  
3 ธันวาคม 2555

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. ข้อมูลพื้น  
ฐานเศรษฐกิจการเกษตร แหล่งข้อมูล  
[http://www.abc-un.org/research/  
view.php?resID=RDG53O0011](http://www.abc-un.org/research/view.php?resID=RDG53O0011) สืบค้น  
เมื่อ: 3 ธันวาคม 2555