

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25
19-21 ตุลาคม 2554 จังหวัดกระบี่

การพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดแบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ เพื่อชุมชน
Development of a semi – automatic mushroom grow bag compressing prototype
for community

ศิริลักษณ์ พานโคกสูง*, อาทิตย์ แสงงาม, วสันต์ มโนจันทร์, ปิยพงษ์ ศรีดารา และ กมลรัตน์ คำเพ็ชรดี

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและการผลิต คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 47000

* ติดต่อ: โทรศัพท์: 042 725033, โทรสาร: 042 725034

E-mail: siriluk.ph@gmail.com

บทคัดย่อ

ในประเทศไทย ส่วนใหญ่มักจะเพาะปลูกเห็ดในถุงพลาสติก ต่างกันเพียงแค่ชนิดของเชื้อเห็ดเกษตรกรนำมาเพาะปลูก แต่ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการผลิตของเกษตรกรซึ่งอาศัยอยู่ในชนบท คือ เทคโนโลยี และเงินลงทุน ในงานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบนำมาใช้กับก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ผลิตขึ้นในจังหวัดสกลนคร ได้ถูกพัฒนาขึ้น มีเป้าหมายเพื่อลดแรงงานและเวลาในการดำเนินการ ลักษณะของเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดกึ่งอัตโนมัติ ออกแบบให้ส่วนอัดก้อนเชื้อเห็ดมีความสัมพันธ์กับจานหมุนด้วยความเร็ว 1 รอบต่อนาทีซึ่งมีกระบอกบรรจุก้อนเชื้อเห็ดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.2 เซนติเมตรจำนวน 6 กระบอก ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด ¼ แรงม้า เริ่มกระบวนการผลิตนำถุงก้อนเชื้อเห็ดบรรจุลงในกระบอก ผ่านเข้าสู่กระบวนการอัดแบบอัตโนมัติ จับเวลาในการผลิต เมื่ออัดเสร็จนำก้อนเชื้อเห็ดออกมาทดสอบความหนาแน่น จากนั้นเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตโดยใช้แรงงานคน และเครื่องที่ใช้ในชุมชนสกลนคร จากผลการศึกษาพบว่า เครื่องต้นแบบสามารถทำการอัดได้ความหนาแน่น 0.63 กรัมต่อ ลบ.ซม.และมีอัตราการผลิต 342 ถุงต่อชั่วโมง ในขณะที่เครื่องที่ใช้ในชุมชนสกลนครมีอัตราการผลิตโดยเฉลี่ย 240 ถุง ต่อชั่วโมง และอัตราการอัดแบบใช้แรงงานคนโดยเฉลี่ย ผลิตได้เพียง 208 ก้อน ต่อชั่วโมง ดังนั้นเครื่องต้นแบบสามารถเพิ่มผลิตภาพและอำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรในชุมชน

คำหลัก: เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด, ก้อนเชื้อเห็ด, เห็ดนางฟ้า

Abstract

In Thailand, growing mushroom in bags is the most common technique for mushroom farmers since several types of mushroom can be produced in the farm by using only different cultured bags. There are parameters to be concerned for the local farmers who are in rural places including less technology and small investment. In this research, a semi-automatic compressing machine currently used to compress ingredients inside oyster mushroom grows bags in Sakon Nakhon was considered to be developed. The machine has developed to reduce operating labors and time. The main features of the compressing prototype are a relationship between a compressing part and a circulate dish that is 1 rpm with 6 of 10.2 cm diameter cylindrical containers. They system is powered by ¼ HP motor. The packing

process was started with packing cultured ingredients into mushroom grow bag inside cylindrical containers automatically, then the density of mushroom grow bag and production rate of the prototype machine, the currently used machine and the manual packing were compared. The results showed that the prototype compressed the cultured bags evenly at 0.63 g/cm^3 of density and produced 342 grow bags per hour. In the same producing time, the currently used machine produced 240 grow bags and the manual packing produced only 208 grow bags per hour. So the prototype from this research can be used to increase the productivity and ease the local farmers.

Keywords: mushroom grow bag compressing machine, mushroom grows bags, oyster mushroom

1. บทนำ

ปัจจุบันการเพาะเห็ดนางฟ้าส่วนใหญ่นิยมเพาะปลูกในถุงพลาสติก เนื่องจากเห็ดนางฟ้าพันธุ์นี้ให้คุณค่าทางอาหารสูง ไม่มีคลอโรสเตรอรอล มีโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุสูง และยังมีปริมาณการบริโภคและมูลค่าทางการตลาดสูง วิธีการบรรจุทำได้โดยนำวัสดุปลูกบรรจุลงในถุง แล้วทำการบีบอัดเป็นก้อนเชื้อเห็ด ซึ่งวิธีการอัดนั้นมี 2 วิธี หนึ่งโดยใช้แรงงานคนซึ่งจะบรรจุและอัดโดยใช้ขวดทุบให้แน่น โดยอัดได้ประมาณ 180-200 ถุงต่อวันต่อคน เวลาทำงาน 8 ชั่วโมง ซึ่งเสียที่อัดจะมีความหนาแน่นไม่สม่ำเสมอ หากใส่มากเกินไปจะทำให้เส้นใยเชื้อเห็ดเดินช้า ขยายตัวยาก เจริญเติบโตไม่เต็มที่ ผลผลิตต่ำและถ้าความหนาแน่นเชื้อเห็ดต่ำ จะทำให้เชื้อเห็ดเกาะตัวกันได้น้อย ขยายตัวยาก อายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตสั้นลง ทำให้ผลผลิตออกน้อยด้วยเช่นกัน [2]

หากอัดไม่ดีจะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองจากการฉีกขาดของถุงพลาสติก อีกทั้งยังก่อให้เกิดความเมื่อยล้าจากการนั่งทำงานติดต่อกันเป็นเวลานาน มีผลทำให้ความสามารถในการทำงานลดลงเรื่อยๆ สองเป็นวิธีการอัดโดยใช้เครื่องทุ่นแรง ซึ่งมีอัตราการผลิตที่สูงกว่าการใช้แรงงานคน สามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ 32 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปมี 1-2 หัวอัด แต่อย่างไรก็ตามการอัดด้วยเครื่องทุ่นแรงก็ยังต้องอาศัยความชำนาญแรงงานคนและรู้จังหวะในการใส่ถุงวัสดุปลูกเข้าเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด ในการอัดแต่ละครั้งคนงานจะต้องดึงปลายถุงขึ้นและหมุนเล็กน้อยเพื่อป้องกัน

ไม่ให้ถุงเกิดรอยยับ ซึ่งการอัดหลายครั้งส่งผลให้สูญเสียเวลาในการทำงาน และทำให้เกิดเกิดการเจริญเติบโตไม่เต็มที่บางครั้งเกิดความเสียหายได้ [3]

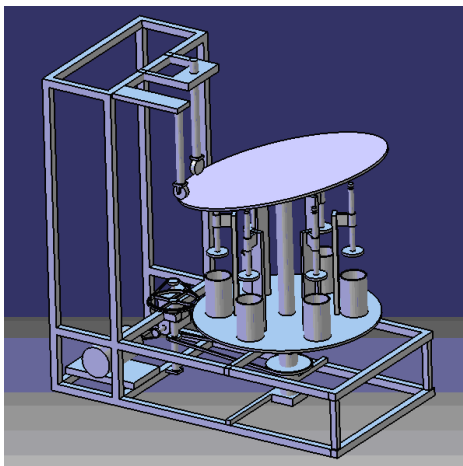
จากการสอบถามชาวบ้านที่เพาะเห็ดในพื้นที่จังหวัดสกลนครพบว่า ส่วนใหญ่จะใช้แรงงานคนในการอัดก้อนเชื้อเห็ด ซึ่งยังประสบปัญหาขาดแรงงานคนและประสิทธิภาพในการผลิต ใช้เวลาในการผลิตต่อคนที่สูง นอกจากนี้ในแต่ละชุมชนมีเครื่องอัดเพียงเครื่องเดียว เป็นแบบ 2 หัวอัด ตำแหน่งหัวอัดจะอยู่ด้านตรงข้ามกัน ใช้คนทำงานสองคน กระบอกอัดสามารถเลื่อนเข้าออกจากตำแหน่งหัวอัด ใช้มอเตอร์ ¼ แรงม้า ส่งกำลังไปยังสายพาน และโซ่สองช่วงตามลำดับ ความเร็วรอบของหัวอัด 8 รอบต่อนาที ในการอัดแต่ละถุงใช้แรงอัดจำนวน 8-10 ครั้งจึงจะได้ความหนาแน่นที่พอเหมาะพร้อมทั้งดึงปลายถุงยกขึ้นแล้วทำการหมุนเล็กน้อย เพื่อให้ถุงไม่เกิดรอยยับ ซึ่งจากการสังเกตการทำงานในลักษณะนี้พบว่า เกิดความสูญเสียของเวลา แรงงานในการดำเนินงานสิ้นเปลืองพื้นที่ในการทำงาน และประเด็นสำคัญ คือต้องใช้การคาดคะเนความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด ทำให้ขาดความต่อเนื่องในกระบวนการผลิต

จากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นแนวความคิดในการพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดแบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนในพื้นที่จังหวัดสกลนคร กับความต้องการดังกล่าว โดยจัดทำขึ้นจากวัสดุที่หาง่าย ช่วยเพิ่มผลผลิต ง่ายต่อการใช้งาน

ง่ายต่อการเคลื่อนย้ายรวมทั้งยังง่ายต่อการรักษา และ
ยังประหยัดพื้นที่ในการปฏิบัติงาน

2. การออกแบบเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด

จากการศึกษาปัญหาต่างๆจากกลุ่มชาวบ้านที่
เพาะเห็ดในพื้นที่จังหวัดสกลนคร ได้ทำการออกแบบ
พัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด ด้วย โปรแกรม Solid
work version 2007 ซึ่งสามารถแก้ปัญหาของการอัดที่
ลำช้าและการยับของถุงในช่วงบีบอัดเพียงหนึ่งครั้ง
และสามารถหมุนอัดเองได้ดังแสดงใน รูปที่1



รูปที่ 1 โมเดลเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด

จากการออกแบบสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ
ที่สำคัญดังนี้

2.1 ระบบต้นกำลัง ใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า
ความเร็วรอบ 1,440 รอบต่อนาที

2.2 ชุดส่งกำลังและคำนวณระบบการส่งถ่ายกำลัง
โดยใช้สายพาน เพื่อหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและ
ความเร็วรอบพูลเลย์โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_1}{D_2} \quad (1)$$

ให้ ω_1 แทนอัตราเร็วเชิงมุมของพูลเลย์ตัวขับ

ω_2 แทนอัตราเร็วเชิงมุมพูลเลย์ตัวตาม

D_1 แทนเส้นผ่านศูนย์กลางพูลเลย์ตัวขับ

D_2 แทนเส้นผ่านศูนย์กลางพูลเลย์ตัวตาม

2.3 จานหมุน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 cm มี
จำนวน 6 กระบอก ซึ่งจานหมุน แต่ละช่องมีขนาดเส้น

ผ่านศูนย์กลาง 10.2 cm สูงจากพื้นจาน 16 cm และทำ
มุม 60 องศา จะใช้สายพานและพูลเลย์ส่งกำลังให้
เคลื่อนที่

2.4 หัวอัด มีทั้งหมด 6 หัว ติดล้อเพื่อลดการเสียด
ทานจากลูกเบี้ยวที่อยู่กับที่และจะสวมเข้าไปในสปริงกด
เพื่อดันหัวกดขึ้นและลงในการอัดจะเชื่อมติดอยู่ที่จาน
หมุนระยะชัก 6 cm

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมวัสดุปลูก

การเตรียมส่วนผสมวัสดุปลูกหรือสูตร
สำหรับเป็นอาหารในการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ด
นางฟ้า นั้นเตรียมจากสูตรที่ใช้ในชุมชนเพาะเห็ด
นางฟ้าจังหวัดสกลนคร ซึ่งมีส่วนประกอบ คือ ขี้เลื่อย
100 กิโลกรัม, รำ 6 กิโลกรัม, ปูนขาว 1 กรัม, แปะ
ข้าวเหนียว 500 กรัม, รุไมท์ซัลเฟต 500 กรัม, ดิเกลียว
200 กรัม, ยิปซัม 2 กรัม และน้ำ 60-70 ลิตร นำมา
ผสมคลุกเคล้าให้เข้าด้วยกัน แล้วบรรจุขี้เลื่อยใน
ถุงพลาสติก ประมาณ 800-1000 กรัมต่อถุง อัดให้
แน่นพอประมาณรวบปากถุงใส่คอขวดพลาสติก ดึง
ปากถุงพับลง และปิดด้วยฝาจากประหยัดสาลี

3.2 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก

นำวัสดุปลูกที่ผ่านการอัดเป็นก้อนเชื้อเห็ด
เรียบร้อยแล้วมาคำนวณหาคุณสมบัติทางกายภาพ
ดังต่อไปนี้

ความชื้นของวัสดุปลูก โดยนำวัสดุปลูกเข้า
เครื่องอบ 24 ชั่วโมง ที่ 103 °C

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_1} \right) \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ W_1 = น้ำหนักก่อนการอบ

W_2 = น้ำหนักหลังการอบ

ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด โดยการนำก้อน
เชื้อเห็ดไปชั่งน้ำหนัก วัดเส้นผ่านศูนย์กลางและความ
สูงของก้อนเชื้อเห็ด

$$\text{ความหนาแน่นมวล} = \frac{m}{V} \quad (3)$$

โดยที่ m = มวลรวมของก้อนเชื้อเห็ด (g)

V = ปริมาตรของก้อนเชื้อเห็ด (cm³)

3.3 การหาความสามารถและประสิทธิภาพ

การทำงานของเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด เครื่องต้นแบบ สามารถหาอัตราการผลิตได้โดยจับเวลาตั้งแต่เริ่มจับถุงก้อนเห็ดใส่กระบอบจนจนหมดจนเข้าหาส่วนอัด หัวอัดจะอัดลงมาหนึ่งครั้งตามการขึ้นลงของลูกเบี้ยวแล้วนำก้อนเห็ดออก เปรียบเทียบความสามารถและประสิทธิภาพของเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ กับเครื่องอัดที่ใช้ในชุมชน จังหวัดสกลนคร และการอัดก้อนเชื้อเห็ดโดยใช้แรงงานคน แสดงการอัด ดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ตามลำดับ



รูปที่ 2 การอัดด้วยเครื่องของเกษตรกรเพาะเห็ดในชุมชนจังหวัดสกลนคร



รูปที่ 3 การอัดด้วยขวดโดยใช้แรงงานคน

4. ผลการทดลอง

4.1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก

สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก	ค่าเฉลี่ย
ความชื้นของก้อนเชื้อเห็ด (% wb)	66.5
น้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อน (g)	874.5
ความหนาแน่นมวลรวมของก้อน(g/cm ³)	0.63

จากตารางที่ 1 พบว่าร้อยละความชื้นของวัสดุปลูกก่อนบรรจุลงถุงอยู่ในช่วง 62.9-68.9 กรัม สำหรับน้ำหนักมวลรวม 835-986 กรัม และก้อนเชื้อเห็ดมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.62-0.64 กรัมต่อลบ.ซม

4.2 ความสามารถและประสิทธิภาพ

ผลการศึกษาความสามารถในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดในเวลา 1 ชั่วโมงโดยการทดลองซ้ำรวม 5 ครั้ง เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 3 วิธี ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของเครื่องต้นแบบมีค่าน้อยที่สุด เนื่องจาก ในขณะที่ทำการบรรจุถุงวัสดุลงในกระบอบอัดนั้น เครื่องต้นแบบยังทำงานโดยอัตโนมัติ ในขณะที่วิธีการอัดโดยใช้แรงงานคน และวิธีการอัดด้วยเครื่องเดิมของเกษตรกร มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.2 และ 2.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถการทำงาน

ทำซ้ำครั้งที่	วิธีการอัดก้อนเชื้อเห็ด (ถุงต่อชั่วโมง)		
	แรงงานคน	เครื่องอัดในชุมชนสกลนคร	เครื่องต้นแบบ
1	208	240	342
2	210	243	342
3	207	237	342
4	207	242	342
5	204	239	342
เฉลี่ย	207.2	240.2	342



รูปที่ 4 เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ

5. สรุปและอภิปรายผล

จากการพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดแบบกึ่งอัตโนมัติ ให้ส่วนหัวอัดมีความสัมพันธ์กับจานหมุนที่มีกระบอกอัด 6 กระบอก หมุนด้วยความเร็ว 1 รอบต่อวินาที ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด $\frac{1}{4}$ แรงม้า ส่งผ่านกำลังด้วยระบบสายพานและพูลเลย์ ทำการอัดก้อนเชื้อเห็ด ที่มีร้อยละความชื้นประมาณ 62-70 สามารถอัดได้ค่าความหนาแน่นประมาณ 0.60-0.64 กรัมต่อลบ.ซม. และในเวลา 1 ชั่วโมงสามารถผลิตได้ 342 ถุง เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเพิ่มของผลผลิตสามารถผลิตได้มากกว่าเครื่องอัดของเกษตรกรที่เพาะในชุมชน จังหวัดสกลนคร 42.38 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ย และสามารถผลิตได้มากกว่าการใช้แรงงานคน 65.06 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ย ทำให้เกษตรกรมีผลิตภาพที่เพิ่มขึ้น ประหยัดเวลา แรงงานคน เพิ่มความสะดวกสบายและความปลอดภัย ลดความเสี่ยงในการดำเนินงานในขั้นตอนการนำถุงก้อนเชื้อเห็ดเข้าสู่กระบวนการอัด

6. ข้อเสนอแนะ

อาจมีการติดตั้งเครื่องผสม และระบบลำเลียงหรือกรอกวัสดุปลูกที่ผ่านการผสมแล้วเข้าสู่กระบอก โดยต่อเข้ากับเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด ปรับระบบอัตโนมัติเป็นระบบเดียวกันทั้งสามขั้นตอน

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนในการวิจัย จากสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ขอขอบพระคุณชาวบ้านชุมชนบ้านนาแก้ว ต.ดงมะไฟ จังหวัดสกลนคร ที่ได้เอื้อเฟื้อเอกสารสถานที่ทดสอบและข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงาน พร้อมทั้งความอนุเคราะห์เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ในการสร้างเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ จากสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชูชาติ ผาระนัด, (2551). เครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดแบบอัตโนมัติ. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, ปีที่ 2 ฉบับที่ 1, มกราคม-เมษายน 2551, หน้า 23-28.
- [2] สุเมธ วรรณพฤษ, (2551). เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด 2 IN 1, การประชุมโครงการวิชาการโครงการวิศวกรรมเกษตร, ครั้งที่ 14, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จังหวัดปทุมธานี
- [3] พรชัย มีครองแบ่ง และคณะ, (2552). การพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดแบบกึ่งอัตโนมัติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [3] ชีระยุทธ สุวรรณประทีป และ รัชฎะ เกียรติวัฒน์, (2543). การออกแบบเครื่องจักรกล เล่มที่ 1 และ 2 . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [5] สมศักดิ์ พินิจดำรงกลาง, (2552). การพัฒนาเครื่องอัดขี้เลื่อยกึ่งอัตโนมัติสำหรับอัดขี้เลื่อย. วารสารรายงานการวิจัย, หน้า 1-41.
- [6] อภิชาติ ศรีสะอาด. 2551. เห็ดเศรษฐกิจ คู่มือการเพาะเห็ดอย่างมืออาชีพ, สำนักพิมพ์นาคาอินเตอร์มีเดีย กรุงเทพมหานคร