การทดสอบเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ด

Testing of Sawdust - Compressed Machine for Mushroom Production

บัณฑิต จริโมภาส[1] เสกสรร สีหวงษ์[2] พัชรสิงห์ สิงหรา ณ อยุธยา[1]
Bundit Jarimopas[1] Seksan Sihawong[2] Pacharasingh Singhara Na Ayuthaya[1]

ABSTRACT

This research was to test and evaluate the locally-made (L) and imported (I) sawdust-compressed machines. The L-machine consisted of a steel structure, a 0.5 hp/220 V/1-phase/ 50 Hz electric motor drive, 35x60x140 cm dimension and weighed 65 kg. The machine only compressed sawdust in a plastic bag primarily packed by hand. The machine could compress sawdust in the 6.5″x12″ plastic bag of 800 g weight at the average density of 0.59 g/cc and packing rate of 4 bags/min. Average compressive force through shaft was 36 kg/bag.

The I-machine of 110 cm x 140 cm x 190 cm steel structure was powered by a 2 hp/380 V/3 phase electric motor. The I-machine could compress sawdust in the 6.5"x12" plastic bag of 1,157.7 g weight at the average density of 0.63 g/cc and packing rate of 12.7 bags/min. The average density of manually packing and compressing sawdust in plastic bag was about 0.65 g/cc.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งที่จะทดสอบและประเมินผลเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ดแบบผลิตในประเทศ (น) และแบบนำเข้าจากต่างประเทศ (ต) เครื่องแบบ น มีโครงสร้างเป็นเหล็ก ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้า 220 V เฟสเดียว 50 Hz ขนาด 35X60X140 ซม. น้ำหนัก 65 กก. การทำงานเป็นระบบบรรจุขี้เลื่อยลงถุงพลาสติกด้วยมือ และเครื่องกดอัดอย่างเดียว ผลการทดสอบพบว่า สามารถอัดขี้เลื่อยในถุงพลาสติก ขนาด 6.5″ X 12″ หนัก 800 กก. ได้ดีที่สุดเฉลี่ย 0.59 ก./ลบ.ซม. สมรรถนะการอัด 4 ถุง/นาที แรงอัดขี้เลื่อยเฉลี่ย 36 กก./ถุง

เครื่อง ต มีโครงสร้างเป็นเหล็ก การบรรจุและอัดขี้เลื่อยเป็นอัตโนมัติ ขนาด 110 ซม.X140 ซม. X 190 ซม. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า 3 เฟส 380 V ผลการทดสอบพบว่า สามารถอัดขี้เลื่อยในถุงพลาสติกขนาด 6.5″X12″ หนัก 1115.7 ก. ได้ดีที่สุดเฉลี่ย 0.63 ก./ลบ.ซม. สมรรถนะ การอัด 12.7 ถุง/นาที ในขณะที่การบรรจุและอัดขี้เลื่อยด้วยมือคนทำได้ 0.65 ก./ลบ.ซม.

บทนำ

เห็ดเป็นพืชที่ได้รับความนิยมในการบริโภคมากขึ้นเป็นลำดับเพราะเห็ดมีโปรตีนสูง มีวิตามินและแร่ธาตุอันเป็นประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ การเพาะเห็ดในปัจจุบันมีแนวโน้มผลิตเพื่อไว้บริโภคใน

(1) ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom
(2) ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
National Agricultural Machinery Center, Kasetsart University Research and Deveiopment Institute, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakhon Pathom

ครัวเรือนและแนวโน้มในอนาคตอันใกล้นี้จะทำการผลิตเพื่อป้อนเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกษตรกรต้องเพิ่มการผลิต ซึ่งต้องอาศัยเครื่องจักรกลการเกษตรต่างๆ เข้ามาช่วย เครื่องจักรกลเกษตรที่เข้ามามีบทบาทในการผลิตเห็ดที่ใช้ขี้เลื่อยเป็นวัตถุดิบได้แก่ เครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ดที่ผลิตโดยช่างภายในท้องถิ่นในประเทศ ซึ่งมีการบรรจุโดยใช้มือและสามารถอัดขี้เลื่อยได้ครั้งละหนึ่งถุง (เสกสรร และบัณฑิต 2534) และเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ดที่ ผลิตจากต่างประเทศซึ่งเป็นเครื่องบรรจุ และอัดขี้เลื่อยอย่างต่อเนื่อง

การส่งเสริมการผลิตและการใช้เครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ดดังกล่าวไปสู่เกษตรกร จำเป็นต้องผ่านการทดสอบ เพื่อให้ทราบสมรรถนะ ข้อดีข้อเสีย ความเหมาะสมของการใช้งาน เพื่อให้มีข้อมูลแนะนำการใช้ ตลอดจนการปรับปรุงเครื่องต้นแบบให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานต่อไป

การศึกษานี้จึงมุ่งที่จะทดสอบการทำงานของเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ด ทั้งแบบที่ผลิตในประเทศ (น) และแบบนำเข้าจากต่างประเทศ (ต)

เครื่องอัดขี้เลื่อยที่ผลิตในประเทศไทย (Fig. 1)

เครื่องอัดขี้เลื่อย (น) นี้ใช้อัดขี้เลื่อยหลังจากบรรจุขี้เลื่อยลงในถุงพลาสติกที่ใช้เพาะเห็ด โดยใช้แรงคนบรรจุแล้วนำเข้าเครื่องอัดทีละถุง ขนาดของเครื่อง 35X60 X140 ซม. น้ำหนัก 65 กก.

ส่วนประกอบ

1. โครงเครื่อง ประกอบด้วย

1.1 ฐานเหล็ก ซึ่งมีเหล็กไกด์สำหรับวางกระบอกอัดเพื่อเลื่อนเข้า-ออก ขณะทำงาน และมีล้อเหล็กสำหรับใช้ในการเคลื่อนย้ายเครื่องอัด

1.2 เสาเหล็กราง เป็นที่ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าต้นกำลัง, เกียร์ทด และบูชยึดก้านอัด

2. ชุดต้นกำลังและกลไก ประกอบด้วย

2.1 มอเตอร์ต้นกำลัง ขนาด 0.5 แรงม้า ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 Hz มีความเร็วรอบขณะทำงาน 1,450 รอบต่อนาที

2.2 เกียร์ทด อัตราทด 60:1 สามารถทำให้ก้านอัดมีความเร็วในการทำงาน 25 ครั้งต่อนาที

2.3 สายพานส่งกำลัง

3. ชุดการอัด ประกอบด้วย

3.1 มู่เลย์เหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม. ดัดแปลงพิเศษยึดติดกับชุดเกียร์ทด ซึ่งเป็นกลไกในการอัดแบบเยื้องศูนย์ โดยส่งกำลังให้ก้านอัดและหัวอัด

3.2 เกลียวซ้าย-ขวา มีหน้าที่ปรับเปลี่ยนระยะการอัด

3.3 ก้านอัด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. รับกำลังอัดจากมู่เล่ย์

3.4 หัวอัดและสปริงอัด ทำหน้าที่อัดขี้เลื่อย โดยการเคลื่อนที่ขึ้นลงของกลไกการอัด

3.5 บูช ทำหน้าที่ประคองก้านอัดให้อยู่ในแนวตรง

4. กระบอกเหล็กสำหรับใส่ถุงบรรจุขี้เลื่อย

กระบอกเหล็กมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11.2 ซม. สูง 17.2 ซม. ปลายด้านล่างปิดมีรูระบายอากาศและช่องไกด์ที่พอดีกับฐานเครื่อง ใช้ใส่ถุงขี้เลื่อยที่จะทำการอัด

5. แผ่นอัด

แผ่นอัดเป็นเหล็กแผ่นกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. ขึ้นรูปให้ผิวโค้งเล็กน้อย โดยเจาะรูตรงกลางขนาด 1.8 ซม. เพื่อให้หัวอัดสามารถผ่านเข้าออกได้ แผ่นอัดใช้สำหรับปิดด้านบนขี้เลื่อยในถุงบรรจุขี้เลื่อยก่อนที่จะนำเข้าอัด โดยหัวอัดจะกดลงบนแผ่นอัดนี้เพื่อให้ขี้เลื่อยในถุงพลาสติก มีความหนาแน่นตามต้องการ

การทำงาน

บรรจุขี้เลื่อยที่ผสมแล้วลงในถุงพลาสติกตามน้ำหนักที่ต้องการ โดยใช้แรงงานคนใส่ถุงบรรจุขี้เลื่อยลงในกระบอกอัด ปิดด้านบนด้วยแผ่นอัดเดินเครื่อง เลื่อนกระบอกอัดเข้าตำแหน่งการอัด เลื่อนกระบอกอัดหลังจากที่อัดแล้ว นำแผ่นอัด และถุงบรรจุขี้เลื่อยออก ใส่ถุงบรรจุขี้เลื่อยลงในกระบอกอัดใหม่แล้วนำเข้าเครื่องอัด

เครื่องบรรจุและอัดขี้เลื่อยนำเข้าจากต่างประเทศ (Fig. 2)

เครื่องบรรจุและอัดขี้เลื่อย (ต) นี้สามารถบรรจุและอัดขี้เลื่อยให้แน่นทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยใส่ขี้เลื่อยในช่องใส่ขี้เลื่อยสำหรับการบรรจุ และใส่ถุงเข้ากับท่อที่ชุดจับถุงทีละถุง เมื่อเครื่องทำงานชุดจับถุงจะหมุนเข้าตำแหน่งบรรจุและอัดทีละถุง ถอดถุงที่อัดแล้วออกใส่ถุงใหม่แทน เครื่องจะทำงานอย่างต่อเนื่อง ขนาดเครื่อง 110 X140 X190 ซม.

ส่วนประกอบ

1. ระบบส่งกำลังและกลไก

ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 2 แรงม้า 3 เฟส 380 โวลต์ 1,450 รอบต่อนาที ส่งกำลังด้วยสายพาน, โซ่ และเฟือง เครื่องนี้ทำงานด้วยระบบกลไกทั้งหมด ทุกส่วนทำงานสัมพันธ์กัน ซึ่งสามารถแยกชุดการทำงานของระบบกลไกออกได้คือ

1.1 ชุดขับชุดจับถุง ทำหน้าที่หมุนชุดจับถุงเป็นจังหวะ โดยหมุนครั้งละ 1/8 รอบ แล้วหยุดเพื่อบรรจุและอัดขี้เลื่อยให้แน่นตามตำแหน่ง จากนั้นจะหมุนและหยุดเป็นจังหวะต่อเนื่อง

1.2 ชุดขับใบกวนขี้เลื่อย ทำหน้าที่หมุนใบกวนในช่องใส่ขี้เลื่อยสำหรับการบรรจุ เพื่อกวนให้ขี้เลื่อยลงในช่องบรรจุ

1.3 ชุดอัดขี้เลื่อย ทำหน้าที่กดอัดขี้เลื่อยตามจังหวะในตำแหน่งอัดขี้เลื่อย ทำงานเยื้องศูนย์

1.4 ชุดประคองถุงขณะอัด ทำหน้าที่ประคองถุงขี้เลื่อยขณะอัดในตำแหน่งอัด ประกอบด้วยทรงกระบอกผ่าครึ่ง จะประกบเข้ากับถุงขี้เลื่อย เมื่อถุงขี้เลื่อยเข้ามาในตำแหน่งอัดหลังจากอัดขี้เลื่อยแล้ว ชุดประคองจะเปิดออกถุงขี้เลื่อยที่อัดแล้วหมุนเปลี่ยนตำแหน่งออกจากเครื่องไป

2. ช่องใส่ขี้เลื่อยสำหรับการบรรจุ

อยู่ด้านข้างของเครื่อง ภายในมีแกนกวนให้ขี้เลื่อยลงในช่องบรรจุที่อยู่ด้านล่างช่องเก็บขี้เลื่อย เป็นที่เก็บขี้เลื่อยสำหรับการบรรจุ ซึ่งใช้การตกด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก และใบกวนจะกวนขี้เลื่อยให้ตกลงไปในช่องบรรจุ ปริมาณการบรรจุจะขึ้นกับระยะเวลา ซึ่งสัมพันธ์กับความเร็วในการทำงานของเครื่อง ขนาดช่องเปิดของช่องบรรจุ และระดับความสูงของแผ่นรองใต้ถุงที่ตำแหน่งบรรจุซึ่งสามารถปรับปริมาณการบรรจุได้

3. ชุดจับถุงเข้าเครื่องบรรจุ ประกอบด้วย

3.1 ท่อสำหรับใส่ถุงเพื่อบรรจุ จำนวน 8 ชุด ยึดอยู่บนแผ่นบนของชุดจับถุง ขนาดท่อเส้นผ่าศูนย์กลาง 98 มม. ยาว 125 มม. ปลายด้านล่างเอียงเล็กน้อย

3.2 วงสปริง ติดอยู่ด้านหลังท่อเพื่อจับถุงขณะบรรจุทำงานด้วยกลไกใต้ชุดจับถุง ชุดนี้จะหมุนเป็นจังหวะอย่างต่อเนื่อง โดยหมุนครั้งละ 1/8 รอบ และหยุดเพื่อบรรจุและอัดขี้เลื่อยในถุงที่ตำแหน่งบรรจุและอัดตามลำดับ และหมุนอีก 1/8 รอบ และหยุดเพื่อบรรจุและอัดอย่างต่อเนื่อง

การทำงาน

ใส่ขี้เลื่อยที่ผสมแล้วลงในช่องบรรจุซึ่งอยู่ด้านข้างของเครื่อง สวมถุงเข้ากับท่อที่ชุดจับถุงเดินเครื่อง ชุดจับถุงจะหมุน 1/8 รอบ แล้วหยุด ขณะที่หมุนก้านจับถุงจะจับถุงให้ติดแน่นอยู่กับท่อพาเข้าตำแหน่งบรรจุ ขี้เลื่อยจะตกลงสู่ถุงที่อยู่ตรงตำแหน่งบรรจุ พร้อมกับก้านอัดเคลื่อนที่ลงอัดขี้เลื่อยในถุงแล้วเคลื่อนที่ขึ้น ถุงที่อัดแล้วจะเคลื่อนที่ออกจากเครื่องพร้อมกับถุงใหม่จะเคลื่อนที่เข้าบรรจุเป็นจังหวะต่อเนื่องกันไป การสวมถุงเข้ากับท่อที่ชุดจับถุงต้องสวมให้ทันกับการทำงานของเครื่อง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ด (แบบ น และ ต)
2. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าอิเลคโทรนิคส์ ยี่ห้อ YEW TYPE 2503
3. เครื่องชั่งแบบเข็มขนาด 7 กิโลกรัม
4. เครื่องชั่งแบบดิจิตอล ขนาด 0-10 กก.
5. แอมมิเตอร์ และโวลต์มิเตอร์

6. ตาชั่งสปริง ขนาด 0-50 กก.

7. ชุดวัดปริมาตรการแทนที่น้ำ (Fig. 3)

8. ตลับเมตร

9. พลั่ว

10. ถุงพลาสติกทนความร้อนขนาด 6.5 x12 นิ้ว

วิธีการทดสอบ

ผสมขี้เลื่อยและวัตถุดิบต่างๆ ตามที่ได้กำหนดไว้จนกระทั่งได้ความชื้นตามความต้องการ (21-25% db) โดยใช้ขี้เลื่อย 91.5% รำละเอียด 3.0% ดีเกลือ 0.5% ปูนขาว 5.0% น้ำพอประมาณ

1. การทดสอบอัดถุงขี้เลื่อยด้วยมือ

1.1 บรรจุขี้เลื่อยที่ผสมแล้วลงถุงพลาสติก ถุงละ 800 กรัม

1.2 อัดขี้เลื่อยในถุงโดยใช้มือกดและทุบ จนได้ความหนาแน่นตามต้องการโดยใช้ความชำนาญ

1.3 วัดปริมาตรขี้เลื่อยที่อัดแล้วโดยการแทนที่น้ำ

2. การทดสอบเครื่องอัดขี้เลื่อยตามการปรับตั้งเดิมที่ผู้ใช้ตั้งไว้

2.1 การทดสอบเครื่องอัดขี้เลื่อยที่ผลิตภายในประเทศ

2.1.1 ใช้มือบรรจุขี้เลื่อยที่ผสมแล้วลงถุงพลาสติก ถุงละ 800 กรัม

2.1.2 ใส่ถุงขี้เลื่อยลงในกระบอกอัดและปิดฝาอัดด้านบน

2.1.3 เดินเครื่อง

2.1.4 เลื่อนกระบอกอัดเข้าสู่ตำแหน่งการอัด ขณะเครื่องกำลังอัดขี้เลื่อยทำการบันทึกกำลังไฟฟ้าที่ใช้

2.1.5 เลื่อนกระบอกอัดออกหลังจากที่อัดแล้ว

2.1.6 นำแผ่นอัดและถุงบรรจุขี้เลื่อยออก

2.1.8 วัดปริมาณขี้เลื่อยที่อัดแล้วแต่ละถุงโดยการแทนที่น้ำ

2.2 การทดสอบเครื่องบรรจุและอัดขี้เลื่อยแบบต่อเนื่องที่ผลิตจากต่างประเทศ

2.2.1 ทดสอบการอัดของเครื่อง โดยบรรจุขี้เลื่อยด้วยมือ เพื่อที่จะศึกษาความสม่ำเสมอในการอัดขี้เลื่อยของเครื่อง โดยบรรจุขี้เลื่อยเท่ากันทุกถุง

ก. ใช้มือบรรจุขี้เลื่อยลงถุง โดยบรรจุถุงละ 800 กรัม

ข. ใส่ถุงที่บรรจุขี้เลื่อยแล้วเข้ากับท่อที่ชุดจับถุงเข้าเครื่อง

ค. เดินเครื่องเพื่อทำการอัดแน่น

ง. เอาถุงขี้เลื่อยที่อัดแล้วออกจากเครื่อง และใส่ถุงขี้เลื่อยใหม่เข้าไปแทน

จ. วัดปริมาตรขี้เลื่อยที่อัดแล้วด้วยการแทนที่น้ำ

2.2.2 ทดสอบการบรรจุและอัดด้วยเครื่อง เพื่อที่จะศึกษาความสม่ำเสมอในการบรรจุและการอัดของเครื่อง

ก. บรรจุขี้เลื่อยที่ผสมแล้วลงในช่องที่บรรจุที่ด้านข้างของเครื่อง

ข. บรรจุถุงเข้ากับชุดจับถุง

ค. เดินเครื่องๆ จะบรรจุและอัดขี้เลื่อยโดยอัตโนมัติ

ง. นำถุงที่ผ่านการอัดแล้วออกจากเครื่องใส่ถุงใหม่แทนไป

จ. ชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตรขี้เลื่อยที่อัดแล้วด้วยการแทนที่น้ำ

3. การทดสอบเครื่องอัดขี้เลื่อยโดยการปรับตั้งเครื่องใหม่ เพื่อศึกษาการอัดขี้เลื่อยให้ได้ความหนาแน่นใกล้เคียงกับการอัดด้วยมือ

3.1 การทดสอบเครื่องอัดขี้เลื่อย **(น)** โดยการปรับระยะอัดของก้านอัดมากขึ้น (ตำแหน่งเยื้องศูนย์อยู่ในตำแหน่งไกลสุด) ดำเนินการทดสอบซ้ำตามข้อ 2.1

3.2 การทดสอบเครื่องบรรจุและอัดขี้เลื่อย **(ต)** โดยการปรับปริมาณการบรรจุให้มากขึ้นซึ่งทำได้โดยการปรับแผ่นรองใต้ถุงที่ตำแหน่งบรรจุลงและใช้ถุงยาวขึ้น (18 นิ้ว) เครื่องนี้ไม่สามารถปรับระยะการอัดได้ หลังการทดสอบพบว่าความหนาแน่นที่

ได้ ผู้ปฏิบัติงานยอมรับว่าใช้ได้ ดำเนินการการทดสอบตามระบุในข้อที่ 2.2.2

4. การวัดแรงกดของก้านอัด

Fig. 4 แสดงการติดตั้งเครื่องชั่งสปริงเพื่อวัดแรงกดอัดขี้เลื่อยของการอัด โดยตาขอของเครื่องชั่งเกี่ยวอยู่กับแผ่นอัด

ผลการทดลองและวิจารณ์

Table 1 แสดงผลการทดสอบการอัดขี้เลื่อยด้วยวิธีการต่างๆ จากการทดสอบบรรจุขี้เลื่อยใส่ถุง800 กรัม (LN = 1) และให้ผู้ปฏิบัติงานอัดด้วยมือโดยใช้ความชำนาญ ขี้เลื่อยที่อัดด้วยมือมีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.65 ก/ลบ.ซม. (CV = 1.2%) ผู้ปฏิบัติงานแจ้งว่าลักษณะขี้เลื่อยที่อัดนี้แน่นเกินไปเล็กน้อย จะทำให้เส้นใยเห็ดเดินช้า การบรรจุและอัดขี้เลื่อยด้วยคนทำได้เฉลี่ย 1.5 ถุง/นาที

การทดสอบเครื่องอัด **(น)** ตามสภาพเครื่องที่ผู้ปฏิบัติงานตั้งไว้ (LN =2) สำหรับถุงบรรจุขี้เลื่อยขนาด 800 ก. อัดได้ความหนาแน่นเฉลี่ย 0.56 ก/ลบ.ซม. (CV = 3.5%) ความหนาแน่นนี้น้อยกว่าค่าที่อัดด้วยมือมาก ความสามารถในการอัด 4 ถุง/นาที

การทดสอบเครื่องบรรจุและอัดขี้เลื่อย **(ต)** ตามสภาพเครื่องที่ผู้ปฏิบัติงานตั้งไว้โดยบรรจุขี้เลื่อยด้วยมือ และให้เครื่องปฏิบัติงานเฉพาะการอัด (LN = 4) สำหรับถุงบรรจุขี้เลื่อยขนาด 800 ก. อัดได้ความหนาแน่นเฉลี่ย 0.54 ก/ลบ.ซม. (CV = 2.1%) ซึ่งน้อยกว่าความหนาแน่นที่อัดด้วยมือมาก เมื่อให้เครื่อง **(ต)** บรรจุและอัดขี้เลื่อยของเครื่องโดยอัตโนมัติ (LN = 5) ปรากฏว่า อัดได้ความหนาแน่นเฉลี่ยต่อถุง 0.61 ก/ลบ.ซม. (CV = 8.0%) การที่ได้ความหนาแน่นสูงขึ้น เนื่องจากเครื่องจะบรรจุขี้เลื่อยลงถุงมากขึ้นเฉลี่ยถุงละ 1056.8 ก. และด้วยระยะการอัดเท่ากันก็จะทำให้ความหนาแน่นเฉลี่ยต่อถุงสูงขึ้นด้วย ความสามารถในการอัด 12.7 ถุง/นาที

การอัดขี้เลื่อยด้วยเครื่อง **(น)** เมื่อปรับระยะการอัดของก้านอัดมากขึ้น (ตำแหน่งเยื้องศูนย์อยู่ในตำแหน่งไกลสุด) สำหรับถุงบรรจุขี้เลื่อยขนาดน้ำหนัก 800 ก. (LN=3) ได้ความหนาแน่นเฉลี่ยต่อถุง 0.59 ก./ลบ.ซม. (CV = 2.5%) ความหนาแน่นที่ได้ยังน้อยกว่าการอัดด้วยมือ แต่ถ้าเพิ่มระยะการอัดมากขึ้นเครื่องจะไม่สามารถทำงานได้ ความหนาแน่นดังกล่าวผู้ชำนาญการเพาะเห็ดยอมรับว่าสามารถใช้เพาะเห็ดได้ แรงกดอัดเฉลี่ยของก้านอัดกระทำต่อขี้เลื่อยที่แผ่นอัดเท่ากับ 36 กก.

การอัดขี้เลื่อยด้วยเครื่อง **(ต)** สำหรับถุงบรรจุ

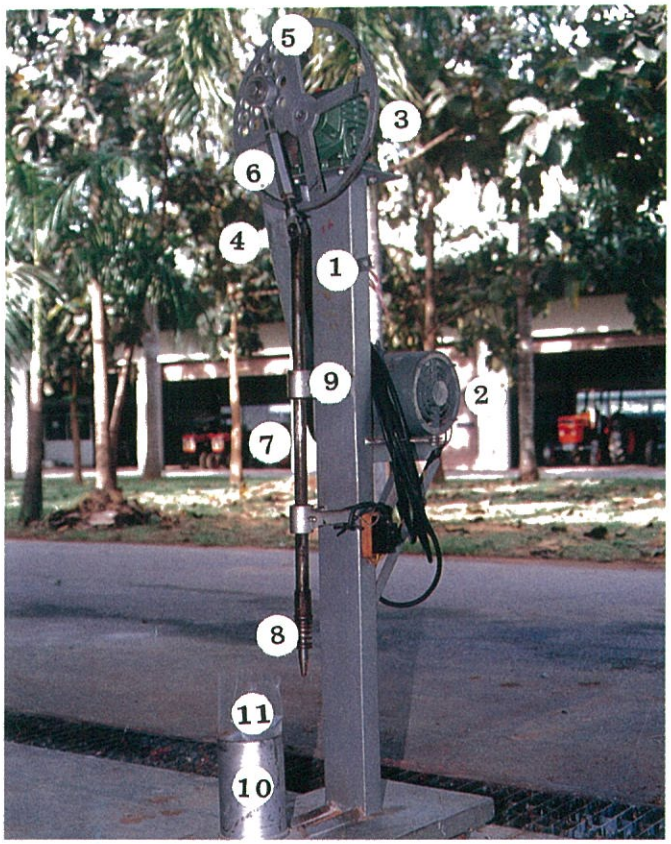
Table 1. Performance of different sawdust compression means.

Line number (LN)	Type of compression	Density per bag g/cc	Capacity (bag/minute)	Weight of plastic bag containing sawdust (g)
1	Manual	0.65 (5,1.2)*	1.5	800
2	L**	0.56 (37,3.5)	-	800
3	L	0.59 (25,2.5)	4.0	800
4	I**	0.54 (21,2.1)	-	800
5	I	0.61 (36,8.0)	-	1056.8
6	I	0.63 (24,1.6)	12.7	1115.7

* No. in ( ) shown replications of test and CV (%)

L = Locally-made sawdust compressing machine

I = Imported sawdust compressing machine



1) โครงสร้าง (Frame)
2) มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric motor)
3) เกียร์ทด (Gear reduction)
4) สายพานส่งกำลัง (V-belt)
5) มู่เล่ย์เหล็ก (Pulley)
6) เกลียวซ้าย - ขวา (Left-right thread)
7) ก้านอัด (Compression shaft)
8) หัวอัดและสปริงอัด
(Compression head and spring)
9) บูช (Bush)
10) กระบอกเหล็ก (Steel cylinder)
11) แผ่นอัด (Compression plate)

Fig. 1. Locally-made sawdust-compressed machine.

1) โครงสร้าง (Frame)
2) ชุดจับถุงสำหรับการบรรจุและอัด
(Bag holder set)
3) ช่องใส่ขี้เลื่อยสำหรับการบรรจุ
(Opening to input sawdust)

Fig. 2. Imported sawdust - compressed machine.

Fig. 3. Volume measurement (by means of dipping sawdust bag into the water, displaced water of equivalent volume to the bag can be readily read out from the measuring cylinder).

Fig. 4. Sawdust compression measurement.

ขี้เลื่อยขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 1115.7 ก. (LN=6) ได้ความหนาแน่นเฉลี่ยต่อถุง 0.63 ก./ลบ.ซม. (CV = 1.6%) ซึ่งค่าความหนาแน่นดังกล่าวเป็นค่าที่เหมาะสมกับการเพาะเห็ด

พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องแบบในประเทศและต่างประเทศใช้ 0.43 และ 1.46 กิโลวัตต์ - ชั่วโมง ตามลำดับ

สรุปและข้อเสนอแนะ

การทดลองอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ด 3 วิธี คือ อัดด้วย 1) มือคนชำนาญการ 2) เครื่องอัดขี้เลื่อยทำในประเทศ (น) 3) เครื่อง (ต) ที่นำเข้าต่างประเทศ ปรากฏว่า ความหนาแน่นเฉลี่ยต่อถุงเป็น 0.65 (CV = 1.2%), 0.59 (CV = 2.5%) และ 0.63 (CV = 1.6%) ตามลำดับ เครื่องแบบ (ต) อัดขี้เลื่อยได้ความหนาแน่นต่อถุงใกล้เคียงกับการอัดด้วยมือ และค่อนข้างได้คุณภาพในการอัดสม่ำเสมอ

ข้อดีและข้อจำกัดในการทำงานของเครื่อง น และ ต สรุปได้ดังนี้

ข้อดีของเครื่อง

เครื่องอัดและบรรจุขี้เลื่อย (ต)

- บรรจุและอัดขี้เลื่อยได้ในเครื่องเดียว
- สามารถบรรจุและอัดขี้เลื่อยได้ค่อนข้างดีเมื่อปรับตั้งเครื่องได้เหมาะสม
- สามารถทำงานได้เร็ว (12.7 ถุง/นาที)

เครื่องอัดขี้เลื่อย (น)

- สามารถอัดขี้เลื่อยได้ความหนาแน่นเกือบเท่ากันทุกถุง
- ปรับตั้งความแน่นในการอัดได้ โดยการปรับระยะการอัดของก้านอัด
- ความสามารถในการอัด 4 ถุง/นาที

ข้อจำกัดในการทำงานของเครื่อง

เครื่องอัดและบรรจุขี้เลื่อย (ต)

- ต้องปรับตั้งเครื่องและใช้ถุงที่เหมาะสม จึงจะบรรจุน้ำหนักได้ค่อนข้างแน่นอน เนื่องจากบรรจุโดยการให้ขี้เลื่อยตกอย่างอิสระผ่านช่องเปิดไม่มีการตวงปริมาตรที่แน่นอน ปรับปริมาณบรรจุโดยการปรับระดับแผ่นรองใต้ถุงที่ตำแหน่งบรรจุ และปรับขนาดช่องเปิดที่ขี้เลื่อยตกลงถุง
- ช่องเก็บขี้เลื่อยเพื่อบรรจุมีขนาดเล็ก เมื่อขี้เลื่อยมีปริมาณน้อยลงน้ำหนักบรรจุจะลดลงด้วย ต้องควบคุมปริมาณขี้เลื่อยในช่องเก็บขี้เลื่อยเพื่อบรรจุให้เต็มอยู่เสมอ
- ขี้เลื่อยจะบรรจุลงในท่อที่ตำแหน่งบรรจุทุกครั้งแม้ว่าไม่มีถุง
- ปรับการอัดตัวของขี้เลื่อยโดยการปรับระยะของก้านอัดไม่ได้ ต้องบรรจุให้ได้ปริมาณที่เหมาะสมกับความแน่นที่ต้องการตามระยะการอัดของเครื่อง น้ำหนักที่เหมาะสมประมาณ 1,100 กรัม ที่ความหนาแน่นประมาณ 0.62 ก./ลบ.ซม.
- ขณะทำงานใส่ถุงไม่ทันการทำงานของเครื่อง (12.7 ถุงต่อนาที) เนื่องจากขนาดท่อที่สวมถุงเพื่อบรรจุมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดถุง
- ขณะอัด บางครั้งถุงบริเวณที่แถบจับถุงของชุดประคองถุงยึดหรือขาด

เครื่องอัดขี้เลื่อย (น)

- ต้องบรรจุขี้เลื่อยด้วยมือ ทำให้การทำงานช้า
- ปริมาณที่เลื่อยในถุงต้องต่ำกว่าขอบของกระบอกใส่ถุง เนื่องจากแผ่นปิดด้านบนอาจเบียดถุงกับปากกระบอกใส่ถุงขาดได้
- ความหนาแน่นสูงสุดที่ทำงานได้ ยังต่ำกว่าที่ต้องการมาก
- ไม่มีไกด์ตำแหน่งสำหรับวางกระบอกใส่ถุงขี้เลื่อยให้พอดีกับตำแหน่งการอัดของก้านอัด (มีแต่ไกด์ตามยาวที่ฐานเครื่อง) ทำให้ไม่สะดวกในการวางกระบอกใส่ขี้เลื่อยให้ตรงตำแหน่งก้านอัด

---

* พลังงานไฟฟ้าของเครื่องแบบ ต หาได้จากการคำนวณ พลังงานไฟฟ้า = $\sqrt{3}$ แรงดันไฟฟ้ากระแส Power factor) แรงดันไฟฟ้า = 380V กระแสไฟฟ้า = 2.77 A Power factor (สมมติ) = 0.8

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกองส่งเสริมเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่กรุณาให้การสนับสนุนงบประมาณการวิจัย กลุ่มงานวิจัยจุลชีววิทยาประยุกต์ กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ดในการทดสอบ และศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติที่ให้ความอนุเคราะห์ สถานที่ และอุปกรณ์วิจัย จนทำให้งานการศึกษาดังกล่าวสัมฤทธิ์ผลลงได้

เอกสารอ้างอิง

เสกสรร สีหวงษ์ และบัณฑิต จริโมภาส. 2534. เครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก.ข่าวสารศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ. (4) : หน้า 2-4.

พัชรสิงห์ สิงหรา ณ อยุธยา. 2536. รายงานการทดสอบเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ด. บัณฑิตวิทยาลัย ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 27 หน้า.