

การพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด

ศจรศักดิ์ สิงห์ตันต์¹ สิริวัฒน์ นิลวัฒน์² และนพฤทธิ์ พรหมลิ่ง³

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

รับเมื่อ 7 กุมภาพันธ์ 2560 ตอบรับเมื่อ 29 มิถุนายน 2560 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2560

© 2017 Rajamangala University of Technology Lanna. All Rights Reserved.

บทความวิจัย

บทคัดย่อ

บทความ การพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดแรงงานคนในการอัดก้อนเชื้อเห็ดในครัวเรือนหรือฟาร์ม ลดระยะเวลาในการอัดก้อนเชื้อเห็ดให้น้อยลง และเป็นนวัตกรรมทางเลือกให้กับเกษตรกรในด้านการดำเนินงานผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากนั้นก็ทำการออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด จากผลการทดลองจำนวน 10 ครั้งๆ ละ 10 ก้อน พบว่าการพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด ใช้เวลาน้อยสุด 1.40 min ก้อนเห็ดใช้ได้ 9 ก้อน เสีย 1 ก้อน และใช้เวลามากที่สุด 3 min ก้อนเห็ดใช้ได้ 7 ก้อน เสีย 3 ก้อน ดังนั้นการใช้งานเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถช่วยลดเวลาและช่วยลดการสูญเสียจากกระบวนการอัดก้อนเห็ดแทนแรงงานคนได้จริง

คำหลัก : เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด เชื้อเห็ด มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

*Corresponding author : kjsssh05082514@hotmail.com โทรศัพท์ 098-9532009

¹ อาจารย์ สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

² อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

³ อาจารย์ สาขาวิชาช่างยนต์

The Development of Compressing Mushroom Grow Machine

Kajohnsak Singhan^{1*} Siriwat Ninlawat² and Noppalith Promlung³

Faculty of Industrial Technology, Nakhon Phanom University

Received 7 February 2017; accepted 29 June 2017; published online 1 July 2017

© 2017 Rajamangala University of Technology Lanna. All Rights Reserved.

Research Article

Abstract

The Objective is to Reduce Labor in The Household or Briquette Mushroom Farm. Reduce the Length of The Briquette Mushrooms Less. And Innovative Alternatives to Farmers. In the Present Study, The Relevant Data is then Designed and Structured Briquetting Machine Mushrooms. The Results of 10 Times, 10 cubes. Found at least 1.40 minutes Mushroom is 1 of 9 cubes, cubes and Spent Most Mushrooms for 3 minutes Before 7 before Losing 3 Blocks. Therefore, The use of Motorized Briquette Mushrooms can Reduce The Time and Reduces The loss of Briquetting Process Mushrooms Instead of Actual Labor.

Keywords: Compressing Mushroom Grow Machine, Mushroom Grow, AC motors

*Corresponding author : kjssh05082514@hotmail.com Tel. 098-9532009

¹ Lecturer, Department of Electrical Power

² Lecturer, Industrial Electrical Technology

³ Lecturer, Faculty of Engineering

1. บทนำ

จากประเด็นยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (2555 - 2559) มีเป้าหมายหลักด้าน โครงสร้าง เศรษฐกิจ มีความสมดุลเข้มแข็งและพึ่งพาตนเอง ภายใต้ภูมิคุ้มกันที่ยึดภาคเกษตรเป็นฐาน รองรับของ รายได้และความมั่นคงทางอาหาร และสังคมชนบท อีกทั้งยังสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ที่ 3 การสร้างเศรษฐกิจ ฐานความรู้และการสร้างปัจจัยแวดล้อม โดยมี เป้าประสงค์ด้านโครงสร้างเศรษฐกิจมีความสมดุล เข้มแข็งและพึ่งพาตนเอง และมีความสอดคล้อง ของโครงการวิจัยกับนโยบาย และยุทธศาสตร์การ วิจัยของชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2555 - 2559) ยุทธศาสตร์ การวิจัยที่ 2 การสร้างศักยภาพ และความสามารถเพื่อ การพัฒนาทางเศรษฐกิจ กลยุทธ์ที่ 2 การวิจัยเพื่อ พัฒนาองค์ความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อเป็น พื้นฐานให้การพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนโดย มีแผนการวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการสร้างองค์ความรู้ และต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นและความสอดคล้อง ของโครงการวิจัยกับกลุ่มเรื่องที่ควรวิจัยเร่งด่วน ตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2555 - 2559) กลุ่มเรื่อง 6 การเพิ่มมูลค่าสินค้า เกษตรเพื่อการส่งออกและลดการนำเข้า

เห็ด เป็นสิ่งที่มนุษย์รู้จัก และนำมารับประทาน เป็นอาหารมาช้านานแล้วตามหลักฐานที่มีการค้นพบ พบว่ามีเห็ดเกิดขึ้นมาบนโลกใบนี้มาตั้งแต่ 130 ล้านปี ก่อนแล้ว นอกจากนี้เห็ดจะเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์ และสัตว์แล้วเห็ดยังมีบทบาทสำคัญในการรักษา สิ่งแวดล้อม โดยช่วยย่อยสลายสิ่งตกค้างจากซากพืช โดยเฉพาะพืชที่มีส่วนประกอบ ของลิกนิน เซลลูโลส และมูลสัตว์ ให้เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นการลดปริมาณของเสียที่เกิดจากพืชและสัตว์ โดยธรรมชาติเนื่องจากเห็ดมีเอนไซม์ (Enzyme) หลาย ชนิดที่สามารถย่อยสลายวัสดุและทำให้โครงสร้างของ

อาหารที่ซับซ้อนให้อยู่ในรูปของสารอาหารที่สามารถ ดูดซึมไปใช้ได้ เช่น เห็ดกระดุม เห็ดสกุลนางรม เห็ดหอม เป็นต้น นอกจากนี้ก็ยังมีเห็ดที่ต้องอาศัย อาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ หรืออาศัยอาหารจากรากพืช อีกหลายชนิดในธรรมชาติ

เนื่องจากโลกในปัจจุบันมีวิวัฒนาการทาง เทคโนโลยีที่ก้าวหน้า มนุษย์จึงมีความคิดที่หลากหลาย รูปแบบการประดิษฐ์คิดค้นอุปกรณ์ที่สามารถอำนวยความสะดวกให้กับตัวเอง อุปกรณ์ทางการเกษตรเป็น อีกเครื่องมือชนิดหนึ่งที่อำนวยความสะดวกให้แก่ เกษตรกร การเพาะปลูกจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ช่วย พั่นแรง เช่น การทำนา ทำสวน ทำไร่ การเพาะเห็ดก็ เป็นเกษตรแขนงหนึ่งที่ต้องมีเครื่องช่วยพั่นแรงในการ ช่วยทำงาน การเพาะเห็ดที่นิยมเพาะในถุงพลาสติก ส่วนมากได้แก่ เห็ดสกุลนางรม เช่น เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม เห็ดขอนขาว เห็ดกระด้าง เป็นต้น เห็ดเหล่านี้ สามารถเพาะได้บนวัสดุหลายชนิด โดยเฉพาะขี้เลื่อยอัด เนื่องจากการอัดก้อนเห็ดนั้นต้อง ใช้แรงงานคนในการอัดก้อนเชื้อเห็ดทำให้ล่าช้า และ การอัดก้อนเชื้อเห็ดไม่แน่นได้ผลผลิตน้อย ไม่เท่า เครื่องอัดก้อนเห็ด [10]

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัย ได้มีแนวคิดที่ จะหาวิธีการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นกับกลุ่มเกษตรกร จึงได้สร้างเครื่องอัดเชื้อเห็ดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อช่วยลดแรงงานคนลดเวลาในการอัดก้อนเห็ด เพื่อพัฒนาส่งเสริมในด้านอาชีพและสามารถนำไป ประกอบเป็นอาชีพได้

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อช่วยลดแรงงานคนในการอัดก้อนเชื้อเห็ดใน คริวเรือนหรือฟาร์ม
2. เพื่อลดระยะเวลาในการอัดก้อนเชื้อเห็ดให้ น้อยลง
3. เพื่อให้ก้อนเชื้อเห็ดมีขนาดเท่ากัน
4. เพื่อเป็นนวัตกรรมทางเลือกให้กับเกษตรกร

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยการพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด ได้นำทฤษฎีที่มีความจำเป็นในการออกแบบและสร้างประกอบด้วยทฤษฎีต่างๆ ดังนี้

3.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ใช้เป็นตัวต้นกำลังหมุนขับโหลดชนิดต่าง ๆ ได้มีใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในที่อยู่อาศัย สำนักงานและโรงงานอุตสาหกรรม ใช้ได้ง่ายบำรุงรักษาน้อยและใช้งานสะดวกกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าของประเทศไทย ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V และ 380 V ตามลำดับ

มอเตอร์แบบหนึ่งเฟส (Single Phase Motor) มอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟส ส่วนใหญ่เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กมีกำลังพิกัดต่ำกว่า 1 hp ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 5 hp มีการพันขดลวดเป็นแบบหนึ่งเฟสและต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าหนึ่งเฟส สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่สเตเตอร์จึงไม่ใช่สนามแม่เหล็กหมุนด้วยความเร็วซิงโครนัสเหมือนกับในมอเตอร์สองเฟสหรือสามเฟส ซึ่งเป็นเหตุให้สนามแม่เหล็กที่เกิดการกลับไปกลับมาอยู่ที่สเตเตอร์มอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟสไม่สามารถเริ่มเดินด้วยตัวเองได้จะสามารถเดินได้เมื่อมีตัวช่วยเดินโดยการเพิ่มขดลวดอีก 1 ชุด คือ ขดลวดช่วยเดิน (Auxiliary Winding) มอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟสแบ่งตามลักษณะโครงสร้าง และลักษณะการเริ่มเดินได้ 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 มอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟส (Single Phase Induction) ได้แก่ สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split Phase Motor) คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor) และเชดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded Pole Motor) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่ามอเตอร์แบบบังขั้ว และกลุ่มที่ 2 เป็นมอเตอร์หนึ่งเฟสที่มีตัวหมุนลักษณะเป็นทุ่นอาร์เมเจอร์ใช้ขดลวดทองแดงพันปลายสายต่อเข้ากับคอมมิวเตเตอร์ ได้แก่ รีพัลชันมอเตอร์ (Repulsion Motor) และ ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor) [3]

3.2 เหล็กฉาก (Angle Bar) คือ เหล็กที่ผลิตตามมาตรฐาน มอก.1227-2539 จากโรงงานภายในประเทศที่ได้มาตรฐาน มีรูปทรงตัวแอล ซึ่งเกิดจากการรีดร้อนของเหล็กคุณภาพสูงโดยวิศวกรออกแบบให้เหล็กฉากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในโครงสร้างงานเหล็ก และจัดอยู่ในประเภทเหล็กโครงสร้างรูปพรรณใช้ในการทำโครงสร้าง อาทิ โรงงานอุตสาหกรรม โครงหลังคาโรงงาน เป็นต้น [9]

3.3 เหล็กกล่อง คือ เหล็กแป๊บไม่ว่าจะเป็นแป๊บเหล็กสี่เหลี่ยม (เหล็กแป๊บ) หรือแป๊บเหล็กสี่เหลี่ยมแบน (แป๊บแบน) ลักษณะของมันนั้นถ้าเรามองพื้นที่หน้าตัดก็เหมือนกับกล่อง ๆ หนึ่งที่แค้มักลองตรงกลางแล้วลักษณะจะยาวเท่านั้นข้อแตกต่างระหว่าง 2 ตัวนี้คือ ถ้าขนาดกว้างกับสูง (DxD) เท่ากันก็จะเป็นเหล็กแป๊บสี่เหลี่ยมถ้าขนาดกว้างกับสูง (DxB) ไม่เท่ากันก็จะเป็นเหล็กแป๊บแบน คือข้อสังเกตของเหล็กสองตัวนี้

3.4 เหล็กเพลลา หรือ เหล็กกลมตัน เป็นเหล็กที่สามารถนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ได้มากมายสืบเนื่องมาจากคุณลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างจากเหล็กทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นความละเอียดของขนาด ความเรียบของพื้นผิว และคุณสมบัติทางกลภาพบางประการ ซึ่งเอื้อให้เหล็กเพลลาขาวมีอรรถประโยชน์ในการใช้งานสูงกว่าเหล็กประเภทอื่นๆ มีหน่วยเรียกในการซื้อขาย 2 ชนิด คือ หน่วยทุน เช่น ขนาด 1/8", 3/8", 1", 1.1/2" และ หน่วยมิลลิเมตร เช่น ขนาด 5 mm, 8 mm, 15 mm, 30 mm เป็นต้น

3.5 เหล็กท่อกลมดำ (Carbon Steel Tubes) หรือที่นิยมเรียกกันว่า เหล็กท่อดำ, แป๊บดำ, แป๊บกลมผลิตจากเหล็กกล้าแผ่นคุณภาพสูงผ่านการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรประสิทธิภาพมาตรฐานควบคุมด้วยวิศวกร QC สูงสุด เป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวงแบบกลมตามมาตรฐาน มอก.107-2533 ชั้นคุณภาพ HS41 มีความยาว 6,000 mm/เส้น ท่อกลมดำ ใช้สำหรับเป็นท่อลำเลียง ท่อการประปา ท่อชลประทาน และใช้เป็น

โครงสร้างทั่วไป มีลักษณะเป็นเหล็กท่อดำ เหล็กยาวมีความสามารถในการรับแรงดันมีความแข็งแรงทนทานแต่น้ำหนักเบาตะเข็บเรียบสะดวกในการเชื่อมต่อ

3.6 มู่เล่ มีหน้าที่ในการเปลี่ยนทิศทางและควบคุมความตึง หรือ ความหย่อนของสายพานในระบบลำเลียงและบางครั้งก็ทำหน้าที่ปรับสายพาน เพื่อให้สายพานเดินได้ตลอดการเคลื่อนที่ของสายพาน

3.7 ตลับลูกปืนตัววาย เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รองรับการหมุนของเพลาลง โดยตลับลูกปืนมีหน้าที่ถ่ายทอดแรงที่เกิดขึ้นจากเพลาลงไปสู่ฐานเครื่องยนต์และลดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ทำให้ช่วยเพิ่มสมรรถนะของเครื่องจักรกลต่าง ๆ ลดการสึกหรอ แต่ตลับลูกปืนมักจะเสื่อมสภาพเร็วเนื่องจากตลับลูกปืนถือว่าเป็นจุดวิกฤตของเครื่องมือกล

3.8 สายพาน คืออุปกรณ์ที่มีไว้เพื่อการถ่ายทอดกำลังจากแหล่งพลังงานหนึ่งไปสู่อีกแหล่งหนึ่ง เมื่อพูดถึงสายพานคนทั่วไปก็มักจะนึกถึงอุปกรณ์ที่รูปวงรีทำขึ้นมาจากวัสดุซึ่งมียางและเส้นใยผ้าใบเป็นส่วนผสมหลักทั้งที่สายพานในปัจจุบันนี้จำนวนไม่น้อยมีโลหะจำพวกเหล็กกล้า และสแตนเลสเข้ามาเป็นส่วนผสมด้วยในเครื่องยนต์ที่ไม่ใช้สายพานเป็นตัวถ่ายทอดกำลังก็จะใช้เฟืองหรือโซ่เป็นตัวทำหน้าที่แทนสายพานซึ่งต่างก็มีข้อดีข้อด้อยแตกต่างกันออกไปตามสภาพทางกายภาพสายพานในเครื่องยนต์ที่คนส่วนใหญ่รู้จักกันก็คือ “สายพานหน้าเครื่อง” ซึ่งทำหน้าที่ถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์ หรือจากมอเตอร์ไฟฟ้าที่ได้มาจากการทำงานของเครื่องยนต์ ไปขับเคลื่อนไดนาโมหรืออุปกรณ์สำหรับนำกำลังไปแปรรูปเป็นพลังงานอย่างอื่น โดยมีพูลเลย์เป็นตัวทำหน้าที่รับและถ่ายทอดกำลังที่สำคัญที่สุด

3.9 การเชื่อมโลหะ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้สำหรับต่อวัสดุ ส่วนใหญ่เป็นโลหะและพลาสติก โดยให้รวมตัวเข้าด้วยกัน ปกติใช้วิธีทำให้ชิ้นงานหลอมละลายและการเพิ่มเนื้อโลหะเติมลงในแอ่งหลอมละลายของวัสดุที่หลอมเหลว เมื่อเย็นตัวรอยต่อจะมีความแข็งแรง

บางครั้งใช้แรงดันร่วมกับความร้อนหรืออย่างเดียวเพื่อให้เกิดรอยเชื่อม ซึ่งตรงข้ามกับการบัดกรีอ่อนและการบัดกรีแข็งซึ่งไม่มีการหลอมละลายของชิ้นงาน มีแหล่งพลังงานหลายอย่างสำหรับนำมาใช้ในการเชื่อม เช่น การใช้ความร้อนจากเปลวแก๊ส, การอาร์คโดยใช้กระแสไฟฟ้า, ลำแสงเลเซอร์, การใช้โอเล็คตรอนบีม, การเสียดสี, การใช้คลื่นเสียง เป็นต้น ในอุตสาหกรรมมีการนำมาใช้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่นการเชื่อมในพื้นที่โล่ง, พื้นที่อับอากาศ, การเชื่อมใต้น้ำ การเชื่อมมีอันตรายเกิดขึ้นได้ง่าย จึงควรมีความระมัดระวังเพื่อป้องกันอันตราย เช่น ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า, ความร้อน, สะเก็ดไฟ, คิว้นเชื่อม, แก๊สพิษ, รังสีอาร์ค, ชิ้นงานร้อน, ฝุ่นละออง ในยุคเริ่มแรกจนถึงศตวรรษที่ 19 มีการใช้งานเฉพาะการเชื่อมทูป (Forge Welding) เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อโลหะ เช่น การทำดาบในสมัยโบราณ วิธีนี้รอยเชื่อมที่ได้มีความแข็งแรงสูง และโครงสร้างของเนื้อรอยเชื่อมมีคุณภาพอยู่ในระดับที่น่าพอใจแต่มีความล่าช้าในการนำมาใช้งานในเชิงอุตสาหกรรม หลังจากนั้นได้มีการพัฒนามาสู่การเชื่อมอาร์คและการเชื่อมโดยใช้เปลวแก๊สออกซิเจน และหลังจากนั้นมีการเชื่อมแบบความดันตามมาเทคโนโลยีการเชื่อมได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในศตวรรษที่ 20 ซึ่งอยู่ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เทคโนโลยีการเชื่อมแบบใหม่ๆ ได้มีการเร่งพัฒนาเพื่อรองรับต่อการสู้รบในช่วงเวลานั้นเพื่อทดแทนการต่อโลหะแบบเดิม เช่น การใช้หมุดย้ำซึ่งมีความล่าช้าอย่างมาก กระบวนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) เป็นกระบวนการหนึ่งที่เกิดขึ้นมาในช่วงนั้นและกระทั่งปัจจุบันยังคงเป็นกรรมวิธีที่ใช้งานกันมากที่สุดในประเทศไทยและประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลาย [4]

4. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ปรเมศวร์ สุทธิประภา และคณะ (2557) เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดหอมด้วยระบบไฮดรอลิกส์ เพื่อเพิ่ม

ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดหอมและความปลอดภัยในการทำงาน เพื่อศึกษาแรงอัด (ความดัน, $P_{opt,hydro}$) ที่เหมาะสมของระบบไฮดรอลิกส์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอัดของเครื่องอัดด้วยระบบไฮดรอลิกส์ (η_{hydro}) กับเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดที่ขายตามท้องตลาด (η_{comm}) และแรงงานคน (η_{man}) เพื่อวัดความชื้นที่เหลือ การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ทดลองอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยระบบไฮดรอลิกส์ที่ความดัน 50-80 kg/cm² และส่วนที่ 2 ทดลองติดตั้งและปรับสวิตช์ควบคุมความดัน (P_{ps}) 30-100 kgf/cm² และลิมิตสวิตช์ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยจากนั้นเก็บข้อมูลความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดหอม (ρ) ประสิทธิภาพของการทำงานและวัดความชื้นของเชื้อที่เหลือ ผลการศึกษาส่วนที่ 1 พบว่า $P_{opt,hydro}$ มีค่า 80 kg/cm² ρ_{hydro} มีค่า 0.621 g/cm³ และ η_{hydro} มีค่าร้อยละ 98.62 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับการอัดก้อนเชื้อเห็ดหอมด้วยแรงงานคน ρ_{man} มีค่า 0.630 g/cm³ แต่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดที่ขายตามท้องตลาด ρ_{comm} มีค่า 0.469 g/cm³ และ η_{comm} มีค่าร้อยละ 74.51 ผลการศึกษาส่วนที่ 2 พบว่า $P_{ps,opt}$ มีค่า 90 kgf/cm² ρ_{hydro} มีค่า 0.540 g/cm³ และ η_{hydro} มีค่าร้อยละ 97.97 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับการอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยแรงงานคน ρ_{man} มีค่า 0.551 g/cm³ แต่มีค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับการอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยเครื่องที่ขายตามท้องตลาด ρ_{comm} เท่ากับ 0.469 g/cm³ η_{comm} เท่ากับร้อยละ 85.08 และความชื้นของเชื้อที่เหลือมีค่าร้อยละ 42.15 นอกจากนี้เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดหอมด้วยระบบไฮดรอลิกส์ ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ด้วยการปรับระดับความดันพร้อมทั้ง แสดงค่าความดันและการปรับระดับความเร็วของลูกสูบ อีกทั้งยังสามารถเพิ่มความปลอดภัยในการ

ทำงานด้วยการติดตั้งสวิตช์ควบคุมความดัน และลิมิตสวิตช์ ซึ่งเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดที่ขายทั่วไปไม่สามารถทำได้

พรประดิษฐ์ สีนด และคณะ(2556)[6] การออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดแปดสถานี โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับมีขนาด 0.5 hp เป็นต้นกำลัง เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดมีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ระบบ คือ ระบบส่งกำลัง ระบบลำเลียงเชื้อเห็ด และระบบอัดก้อนเชื้อเห็ดหลักการทำงานเริ่มต้นจาก ระบบส่งกำลัง หมุนลำเลียงเชื้อเห็ดลงในกระบอบบรรจุซึ่งมีถุงบรรจุเชื้อเห็ดขนาด กว้าง 6.5 cm ยาว 12 cm จากนั้นระบบส่งกำลังทำการหมุนกระบอบบรรจุให้ตรงตำแหน่งการอัด ด้วยชุดล้อกระบอบบรรจุ และระบบการอัด จะทำการอัดเชื้อเห็ดในช่องบรรจุให้แน่นตามความต้องการ จากนั้นจึงนำเอาก้อนเชื้อเห็ดที่ทำการอัดเรียบร้อยแล้วออกจากกระบอบบรรจุเพื่อนำไปเข้าสู่กระบวนการปิดปากถุงและนำไปเข้าโรงเรือนเพื่อรอการผลิติดอกเห็ด จากผลการทดสอบพบว่า สามารถใช้ความเร็วรอบชุดอัดก้อนเชื้อเห็ดที่เหมาะสม ที่ความเร็วรอบการอัดก้อนเชื้อเห็ด 14 r/min เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดสามารถทำการอัดก้อนเชื้อเห็ดได้ 840 ก้อน/h โดยที่ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดเท่ากับ 1.131 g/cm³ ซึ่งเป็นความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ด

ศิริลักษณ์ พานโคกสูง (2554) [8] การพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดแบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบเพื่อชุมชน ในงานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบนำมาใช้กับก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าที่ผลิตขึ้นในจังหวัดสกลนคร ได้ถูกพัฒนาขึ้น มีเป้าหมายเพื่อลดแรงงานและเวลาในการดำเนินการ ลักษณะของเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดกึ่งอัตโนมัติ ออกแบบให้ส่วนอัดก้อนเชื้อเห็ดมีความสัมพันธ์กับจานหมุนด้วยความเร็ว 1 r/min ซึ่งมีกระบอบบรรจุถุงก้อนเชื้อเห็ดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.2 cm จำนวน 6 กระบอบ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด ¼ hp เริ่มกระบวนการผลิตนำถุงก้อน

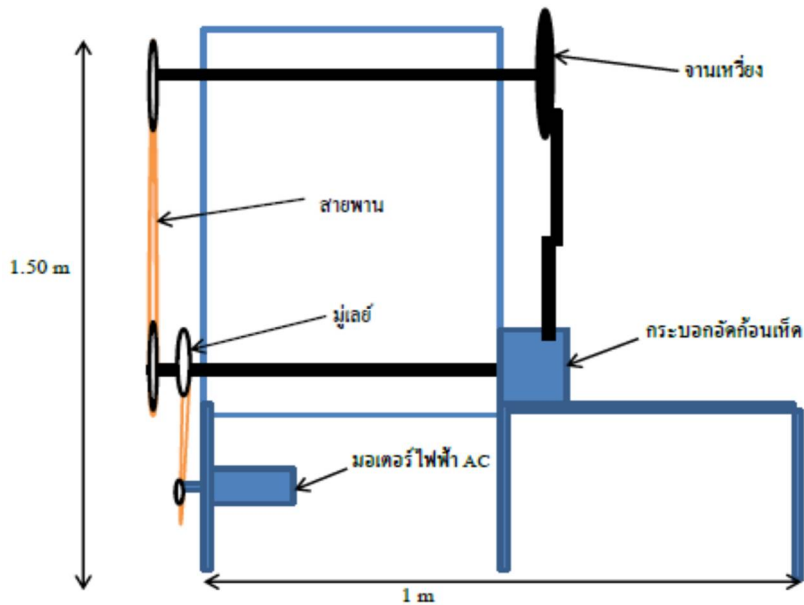
เชื้อเห็ดบรรจุลงในกระบอก ผ่านเข้าสู่กระบวนการอัดแบบอัตโนมัติ จับเวลาในการผลิต เมื่ออัดเสร็จนำก้อนเชื้อเห็ดออกมาทดสอบความหนาแน่น จากนั้นเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตโดยใช้แรงงานคน และเครื่องที่ใช้ในชุมชนสกลนคร จากผลการศึกษาพบว่า เครื่องต้นแบบสามารถทำการอัดได้ความหนาแน่น 0.63 g/cm^3 และมีอัตราการผลิต 342 ถู/ห ในขณะที่เครื่องที่ใช้ในชุมชนสกลนครมีอัตราการผลิตโดยเฉลี่ย 240 ถู/ห และอัตราการอัดแบบใช้แรงงานคนโดยเฉลี่ยผลิตได้เพียง 208 ก้อน/ห ดังนั้นเครื่องต้นแบบสามารถเพิ่มผลิตภาพและอำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรในชุมชน

นิรติศักดิ์ คงทน (2554) [5] การศึกษาและพัฒนาเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ด การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของก้อนเชื้อเห็ดและวัสดุเพาะเห็ด และผลการทดสอบเบื้องต้นชุดผลิตก้อนเชื้อเห็ดนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบซึ่งประกอบด้วย ถังผสม ถังพักวัสดุ ชุดกรอวัสดุลงถุง ชุดอัดก้อนเชื้อเห็ด ชุดส่งกำลัง และโครงเครื่อง ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของเครื่อง ได้แก่ ชนิดใบผสมแบบใบเกลียวคู่และใบโค้ง ความเร็วในการผสม เวลาในการผสม อัตราการป้อนวัสดุเพาะเห็ดด้วยเกลียวลำเลียง ความเร็วเชิงเส้นหัวอัด และช่วงชัก ผลการศึกษารูปได้ดังนี้ 1. ค่าดัชนีการผสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อความเร็วและเวลาในการผสมเพิ่มขึ้นการผสมวัสดุเพาะเห็ดด้วยใบผสมชนิดใบโค้งให้ค่าดัชนีการผสมมากกว่าใบเกลียวคู่ ความเร็วในการผสมอยู่ในช่วง 80 - 110 r/min และเวลาในการผสม 6 - 8 min เป็นค่าที่เหมาะสมในการผสมวัสดุเพาะเห็ด 2. ความสามารถในการกรอวัสดุมีแนวโน้มลดลง เมื่ออัตราการป้อนวัสดุด้วยเกลียวลำเลียงเพิ่มขึ้นอัตราการป้อนวัสดุ 8 - 9 r/ถู เป็นค่าที่เหมาะสมในการกรอวัสดุลงถุง 3. ความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อความเร็วเชิงเส้นหัวอัดเพิ่มขึ้น และเมื่อช่วงชักเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของก้อนเชื้อ

เห็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ความเร็วเชิงเส้นหัวอัดและช่วงชักที่เหมาะสมสำหรับอัดก้อนเชื้อเห็ดอยู่ในช่วง 0.06 - 0.13 m/s และ 13.5 - 15 cm ตามลำดับผลการทดสอบยืนยันสมรรถนะของเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ ซึ่งใช้ใบผสมชนิดใบโค้ง ความเร็วรอบในการผสม 110 r/min ใช้เวลาผสม 6 min กรอวัสดุเพาะเห็ดด้วยอัตราการป้อนวัสดุ 9 r/ถูและอัดก้อนด้วยความเร็วเชิงเส้นและช่วงชัก 0.13 m/s และ 13.5 cm ตามลำดับ พบว่า มีความสามารถในการทำงาน 2,602 ก้อน/วัน และมีความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ดเฉลี่ย 0.68 g/cm^3

สุริยันต์ แก้วจินดา และคณะ (2553) [10] เครื่องอัดถุงเห็ดแบบใช้เท้าเหยียบ v.3 เป็นอุปกรณ์ทุ่นแรงที่ช่วยให้เกษตรกรที่ทำฟาร์มเห็ด ได้ประหยัดเวลาในการทำงาน ลดแรงงานคนที่ทำงานลดอัตราการสูญเสียของชิ้นงาน ลดค่าใช้จ่ายที่ต้องจ้างแรงงานคนในการบรรจุก้อนเชื้อเห็ด ซึ่งจะทำให้เกษตรกรมีเวลาเพิ่มมากขึ้น สามารถเพิ่มปริมาณงานในด้านอื่น ๆ ได้อีกและจุดประสงค์ที่สำคัญมีประสิทธิภาพในการอัดถุงก้อนเห็ด 5 ก้อน/min ทำให้ก้อนเชื้อเห็ดมีขนาดที่ได้มาตรฐาน เต็มไม่ลีบแบน เมื่อเวลานำไปนึ่งฆ่าเชื้อ อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำเป็นอุปกรณ์ง่าย ๆ ที่หาได้ตามท้องตลาดเพียงแค่นำมาดัดแปลงให้เกิดการผ่อนแรงและได้มาตรฐานเท่านั้น ก็สามารถดำเนินการได้แล้ว มีต้นทุนที่ต่ำไม่เปลืองเนื้อที่ ดูแลรักษาง่ายไม่ต้องใช้ไฟฟ้าจึงปลอดภัยจากอันตรายที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด โดยใช้แรงงานคน คือ ความเมื่อยล้าจากการทำงาน ค่าจ้างแรงงานแพง พร้อมกับแรงงานในปัจจุบันหายากจากการออกแบบสร้างที่ทำมา เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ เช่น กระบวนการผสม ขั้นตอนการทำงาน รูปแบบที่เป็นอัตโนมัติทุกอย่างก็เป็นผลดีและมีผลเสียตามมาด้วยการแก้ไขที่จะช่วยให้เกษตรกรพอใจมากที่สุด คือ



รูปที่ 1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด

ลดค่าใช้จ่าย ลดแรงงาน วัสดุและอุปกรณ์หาได้ในท้องถิ่น เครื่องมีขบวนการทำงาน แบบใช้งานง่าย บำรุงรักษาง่าย มีความปลอดภัยสูง ต้นทุนการสร้างต่ำ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดขึ้น เพื่อทดแทนแรงงานและลดเวลาไม่ใช้เครื่องอัดเชื้อเห็ดที่นำเข้าหรือเครื่องที่เพิ่มระบบกลไกอัตโนมัติมากเกินไป และมีราคาแพงมีโครงสร้างซับซ้อน ก็ไม่เหมาะสมกับเกษตรกรที่ทำอุตสาหกรรมขนาดเล็กๆ ถึงปานกลาง หรือชุมชน ครุฑเรือ ที่มีอยู่มีกินอย่างพอเพียงต่อไป

5. วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนวิธีการวิจัยไว้ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องในเรื่องของเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด

2. การออกแบบเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด มีการออกแบบโครงสร้าง ดังนี้

2.1 ระบบต้นกำลัง ใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 hp ความเร็วรอบ 1,440 r/min

2.2 ชุดส่งกำลังและคำนวณระบบการส่งถ่ายกำลัง โดยใช้สายพาน เพื่อหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความเร็วรอบพูลเลย์โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

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

ให้ ω_1 แทนอัตราเร็วเชิงมุมของพูลเลย์ตัวขับ ω_2 แทนอัตราเร็วเชิงมุมพูลเลย์ตัวตาม D_1 แทนเส้นผ่านศูนย์กลางพูลเลย์ตัวขับ D_2 แทนเส้นผ่านศูนย์กลางพูลเลย์ตัวตาม

2.3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูกนำวัสดุปลูกที่ผ่านการอัดเป็นก้อนเชื้อเห็ดเรียบร้อยแล้วมาคำนวณหาคุณสมบัติทางกายภาพ ดังต่อไปนี้

ความชื้นของวัสดุปลูกโดยนำวัสดุที่เตรียมปลูกเข้าเครื่องอบ 24 ชั่วโมง ที่ 103 °C



รูปที่ 2 การประกอบชิ้นส่วนเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด



รูปที่ 3 การตกแต่งตั้งศูนย์ของระบบและการทดสอบการทำงานเบื้องต้นเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด

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

โดยที่ W_1 = น้ำหนักก่อนการอบ W_2 = น้ำหนักหลังการอบ

นิยาม “วัสดุปลูก” คือ ส่วนที่นำมาผสมกับขี้เลื่อยเพื่อให้เป็นอาหารของเชื้อเห็ด จะมีส่วนประกอบสำคัญ คือ สารจำพวกแป้งและน้ำตาล และในแต่ละฟาร์มเห็ดก็มีปรับแต่งส่วนผสมที่แตกต่างกันออกไป

ความหนาแน่นของก้อนเชื้อเห็ด โดยการนำก้อนเชื้อเห็ดไปชั่งน้ำหนัก วัดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของก้อนเชื้อเห็ด

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

โดยที่ m = มวลรวมของก้อนเชื้อเห็ด (g)
 V = ปริมาตรของก้อนเชื้อเห็ด (cm³)

3. การสร้างเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด

จากขั้นตอนการศึกษาทฤษฎีและการออกแบบเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด ขั้นตอนต่อไปเป็นการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และทำการทดสอบการทำงานเบื้องต้น ดังรูปที่ 2 – 3

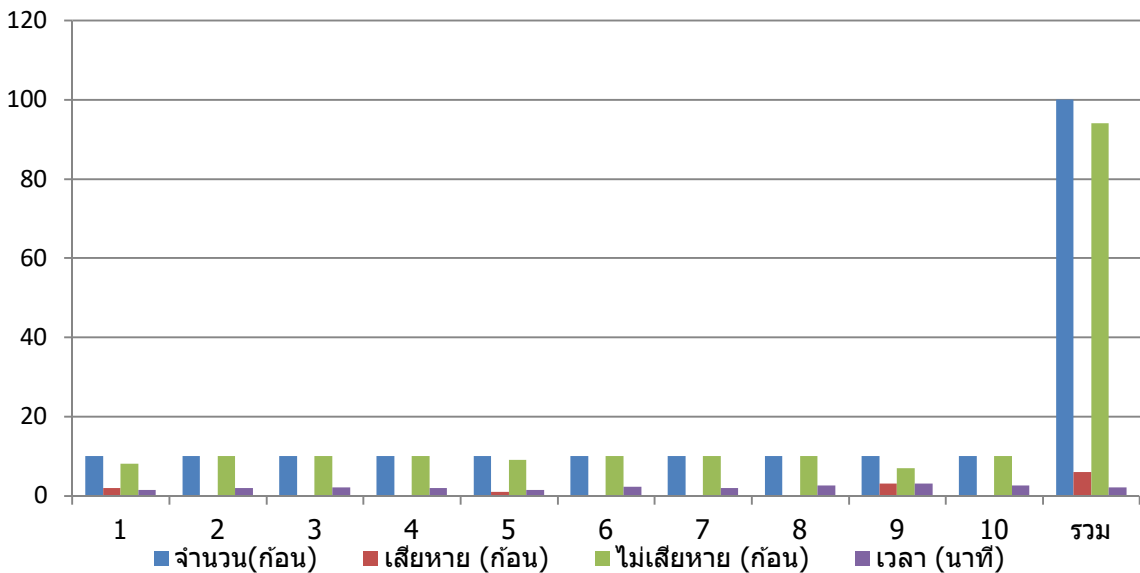
4. ขั้นตอนการทดสอบเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด มีขั้นตอนดังนี้ จากการดำเนินงานวิจัย เมื่อทำการออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็เริ่มทำการทดสอบเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทดลองการใช้งานของเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยการนำขี้เลื่อยที่ผสมเสร็จแล้วมารอกใส่ถุงในปริมาณที่เท่ากันแล้วจับเวลาในการอัดก้อนเชื้อเห็ด

5. การบันทึกข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการใช้เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าจำนวน 10 ครั้ง ๆ ละ 10 ก้อน แล้วนำมาตรวจสอบความเสียหายของก้อนเห็ดเทียบกับเวลา

6. สรุปผลการทดลองเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด จากรูปที่ 4

6. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจากรูปที่ 4 พบว่าการพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าใช้เวลามากที่สุด 3 min ก้อนเห็ดใช้ได้ 7 ก้อน ใช้ไม่ได้ 3 ก้อน และใช้เวลาน้อยสุด 1.40 min ก้อนเห็ดใช้ได้ 9 ก้อน ใช้ไม่ได้ 1 ก้อน ในจำนวนก้อนเห็ด 100 ก้อน ใช้เวลาเฉลี่ยที่ 2.10 min ก้อนเห็ดใช้ได้ 94 ก้อน ใช้ไม่ได้ 6 ก้อน มีค่า



รูปที่ 4 การทดสอบการพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด

สูญเสียของก้อนเชื้อเห็ดอยู่ที่ร้อยละ 0.36 อาจเกิดจากวัสดุหรืออุปกรณ์ที่นำมาทดสอบยังไม่ได้มาตรฐานและความชำนาญผู้ทดลอง

7. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดสามารถอภิปรายผลตามประเด็นสำคัญในด้านต่างๆ ดังนี้

ก้อนเห็ดที่สามารถผลิตได้จากเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด จากซีลี้อย่างน้อย 10 ครั้ง ๆ ละ 10 ก้อนเป็นที่น่าสนใจคือไม่เสียหายเลยจำนวน 7 ครั้ง และมีการใช้เวลาอย่างน้อยที่สุด 2 min เฉลี่ยก้อนละ 12 s ถือว่าเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดนี้มีความปลอดภัยต่อการใช้งานและช่วยลดระยะเวลาการผลิตได้จริง จากการนำเครื่องไปทดลองใช้กับกลุ่มเกษตรกรผลิตก้อนเชื้อเห็ดและเป็นที่ยอมรับของเกษตรกร แต่เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด ที่พัฒนาขึ้นมา ยังไม่เหมาะสมนัก โดยเฉพาะส่วนของวัสดุและกำลังที่ใช้ พร้อมกับการวัดความพึงพอใจของเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดยังเป็นตัวแปรสำคัญอันจะส่งผลถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ซึ่งจะได้ทำการ

พัฒนาและปรับปรุงเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดที่มีสมรรถนะเหมาะสมยิ่งขึ้น

การพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดแม้ว่าจะทำงานได้ตามวัตถุประสงค์แต่ก็มีข้อจำกัดเนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนมีแรงบิดไม่เพียงพอทำให้ผู้ใช้งานได้รับอุบัติเหตุหรือก้อนเห็ดที่ผลิตออกมาไม่เป็นที่พอใจ ควรมีการแก้ไขให้มีขนาดเล็กลงหนึ่งชุดเพื่อไปขับเคลื่อนอีกชุดหนึ่งซึ่งจะทำให้จำนวนรอบช้าลง

ข้อเสนอแนะก่อนนำเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดไปใช้งานควรตรวจสอบอุปกรณ์ให้ดีก่อนนำไปใช้งาน และควรระมัดระวังเครื่องจักรกล และการพัฒนาครั้งต่อไปปรับเปลี่ยนมอเตอร์เป็นสามระดับให้เหมาะสมกับอัตราทด และควรพัฒนาจากการใช้มอเตอร์ให้เป็นนิวเมติกส์ไฮดรอลิกส์ในการอัดก้อนเชื้อเห็ด

8. สรุป

การออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการและนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดแบบต่าง ๆ ช่วยลด

แรงงานคนในการอัดก้อนเห็ดในครัวเรือนหรือฟาร์ม
ลดระยะเวลาในการอัดก้อนเห็ดให้น้อยลง และเป็น
นวัตกรรมทางเลือกให้กับเกษตรกร

จากผลการทดลองเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด
จำนวน 10 ครั้ง ๆ ละ 10 ก้อน ปรากฏว่า เครื่องอัด
ก้อนเชื้อเห็ดใช้เวลาอย่างน้อยสุด 1.40 min โดยก้อนเห็ด
ใช้ได้ 9 ก้อน ใช้ไม่ได้ 1 ก้อน และใช้เวลามากสุด
3 min ก้อนเห็ดใช้ได้ 7 ก้อน ใช้ไม่ได้ 3 ก้อน มีค่า
สูญเสียใช้ไม่ได้ของก้อนเชื้อเห็ดอยู่ที่ร้อยละ 0.36

จากการพัฒนาเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด ยังต้อง
แก้ไขระบบต้นกำลัง ความเร็วรอบ อัตราทดและ
โดยเฉพาะส่วนของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ พร้อมกับการ
วัดความพึงพอใจของเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดยังเป็น
ตัวแปรสำคัญอันจะส่งผลถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายใน
การดำเนินการ ซึ่งจะได้ทำการพัฒนาและปรับปรุง
เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดที่มีสมรรถนะเหมาะสมยิ่งขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Paranut. Automatic mushroom sawdust dispenser. Journal of Rajamangala University of Technology Maha Sarakham, Year 2(1) : 23., 2008.
- [2] M. Kostenko and L. Piotrosky. Electrical Machinec volume II, Alternating Currents Machines. Moscow : Mir Publisher., 1974.
- [3] S.A. Nasar and L. Unnewehr. Electromechanics and Electric Machines. 2 nd ed. Newyork : John Willey & Sons., 1993.
- [4] L. Jeffus and H. V. Johnson. Welding Principle and Applications. U.S.A : Delmar Publishers Inc., nd.
- [5] N .Sokakul and N. Kongton Mushroom machine. Master of Engineering Thesis Department of Agricultural Engineering Faculty of Engineering Khonkaen University., 2008.
- [6] P.Sindee, P. Namwong and A. Treecharoen. Design and Construction of Eight Tube Stations Mushroom Spawnpressure Machine. Technology Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Lanna., 2013.
- [7] T. Theukhachairai and D.Jitra. Technology of producing ground shiitake mushrooms., 2000.
- [8] S. Phankhogsung. Development of a semi – automatic mushroom grow bag compressing prototype for community. Department of Mechanical Engineering and Manufacturing Faculty of Science and Engineering Kasetsart University Chalerm Phrakiet Campus Sakon nakonn., 2011.
- [9] E. Victor Repp, D. Ed, J. Mc Carthy Willard and A. Ludwig Oswald. Metal Work. Bloomington, Illinois : Mcknight Publishing Company., 1982.
- [10] S. Kaewjinda and D. SopaBoon. Mushroom Foot Pedal Cultivator v. 3. Inventive innovation Robots and science projects Office of Vocational Education Commission, 2010.
- [11] M. Gellerman. Welding Fundamentals. New York : International Thomson Publishing Company., nd.