

การออกแบบและสร้างเครื่องบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวควบคุมด้วยพีแอลซี
Design and Construction of Planting Coconut Husk Material Grinding Machine
with PLC Controller

นิติพงษ์ สมไชยวงศ์^{1*}, ธีรไนย ยาวิชัย², ธวัชชัย กำเนิดสูง³ และปรกรณ์ เสรีเผ่าวงศ์⁴
Nitipong Somchaiwong^{1*}, Theearnai Yawichai², Thawatthai Kamnoedsung³
and Pakorn Sereepulvong⁴

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา^{1*,2,3,4}
Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of
Technology Lanna Chiangrai^{1*,2,3,4}
E-Mail: nitipongs@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวควบคุมด้วยพีแอลซีสำหรับโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น โดยสร้างเครื่องบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวที่ผ่านการใช้งานมาเป็นเวลา 3 ปี นำมาผ่านกระบวนการบดแล้วนำมาใช้ใหม่ โดยอาศัยหลักการทำงานของใบมีดบด จำนวน 2 ชุด 30 ใบ และ 42 ใบ หมุนแบบอิสระ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ขนาด 2 แรงม้า ควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และลดกระแสสตาร์ทแบบ Soft Starter ด้วยโซลิตสเตรียลย์ โดยให้วัสดุปลูกผ่านใบมีดบดและผ่านตะแกรงร่อนแบบรางเขย่าถ่ายเทวัสดุ เพื่อทำหน้าที่แยกใบ และขุยมะพร้าวออกจากกันให้มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จากการทดลองโดยใช้ปริมาณกาบมะพร้าว 500 กรัม พบว่า ในการบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวแบบใบมีดบด 30 ใบ มีน้ำหนักหลังการบดวัสดุเฉลี่ย 447.5 กรัม แยกเป็นขุยมะพร้าวดีเฉลี่ย 410 กรัม และคิดเป็นเส้นใยของเสียเฉลี่ย 45 กรัม เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ย 9.5 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการบดเฉลี่ย 4.375 นาที และแบบใบมีดบด 42 ใบ มีน้ำหนักหลังการบดวัสดุเฉลี่ย 445 กรัม แยกเป็นขุยมะพร้าวดีเฉลี่ย 405 กรัม และคิดเป็นเส้นใยของเสียเฉลี่ย 45 กรัม เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ย 11 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการบดเฉลี่ย 4.34 นาที จากผลการทดลองชุดใบมีดบด 30 ใบ จะให้ปริมาณน้ำหนักรวมของขุยมะพร้าวหลังการบดมากกว่าชุดใบมีด 42 ใบ ในส่วนความละเอียดของวัสดุที่ผ่านการบดชุดใบมีดบด 42 ใบ จะมีความละเอียดขนาด ≤ 0.1 ซม. มากกว่าชุดใบมีดบด 30 ใบ ตามตารางการทดลองที่ 2 และ 4

คำสำคัญ: วัสดุปลูกกาบมะพร้าว, เครื่องบดแบบแฮมเมอร์มิล, การควบคุมด้วยพีแอลซี, โซลิตสเตรียลย์

Abstract

This study presented design development and construction of a coconut husk planting material grinder. The purpose of this study was to build a planting material grinder using coconut husks. The husks had been used for three years then were grinded and reused. The grinder relied on the principle of blender blades. Two sets of grinders were employed in this experiment; the set of 30 and 42 free-rotational blades respectively. The grinder was powered by a 2-horsepower 220V AC motor and controlled by a programmable logic controller as well as a solid-state soft

starter to start. The planting material was fed into the grinder blades and the yield came through to the material-handling vibrating conveyor to separate coconut fiber from coconut dust with dust particles set to be smaller than 0.5 cubic centimeters. According to the experimentation using 500 grams of coconut husk, the result revealed that grinding planting material from coconut husk using 30 grinding blades resulted the average weight grinded yield of 447.5 grams which was broken down into 410 grams of good coconut dust and 45 grams of bad coconut fiber or averagely 9.5 percent mistake proportion. The process took 4.375 minutes on average to complete. In the contrary, when feeding the same amount of material into the 42 grinder-blade set, the average weight grinded yield of 445 grams which was broken down into 405 grams of good coconut dust and 45 grams of bad coconut fiber or averagely 11 percent mistake proportion. The process took 4.34 minutes on average to complete. It could be concluded that the 30 grinder-blade set yielded more coconut dust than the 42 grinder-blade set. In terms of thoroughness of the particle, the material that went through the 42 grinder-blade set, the particle size yielded 0.1-centimeter smaller than that of the 30 grinder-blade set as displayed in experimental table 2 and 4.

Keywords: Coconut Husk Planting Material, Hammer Mill Grinder, Control PLC, Solid State Relay

บทนำ

มะพร้าวเป็นพืชยืนต้นชนิดหนึ่งอยู่ในตระกูลปาล์ม สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น น้ำและเนื้อใช้รับประทาน ส่วนกะลานำไปประดิษฐ์สิ่งของต่าง ๆ และกาบมะพร้าวใช้ในการทำพรมเช็ดเท้าหรือนำไปเป็นวัสดุในการเพาะปลูกทางการเกษตร ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่นที่อาศัยอยู่บนพื้นที่สูงมีอาชีพในการปลูกพริก มีแนวคิดการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน นิยมนำกาบมะพร้าวมาเป็นวัสดุปลูกแทนดิน โดยวัสดุปลูกที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว 3 ปี จะถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ยหมัก โดยใช้แรงงานคนในการบดให้เป็นผงละเอียดเพื่อใช้เป็นส่วนผสมทำปุ๋ยหมักซึ่งใช้เวลาในการทำให้ละเอียดนาน เช่นเดียวกันกับเห็ดนางฟ้าเป็นเห็ดที่นิยมรับประทานกันทั่วไป จึงเกิดการพัฒนาไปสู่การเพาะเห็ดในเชิงการค้ามากขึ้น และการสร้างโรงเรือนเพาะเห็ดนั้นจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเห็ดที่ดี และใช้ก้อนเห็ดจำนวนมากในการเพาะเห็ด โดยทั้งให้ย่อยสลายเองไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ [1] จึงมีการสร้างเครื่องตีโยมะพร้าว เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการแยกเส้นใย และขุยออกจากกัน จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องซึ่งช่วยลดเวลาในการทำงานได้ และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ [2] และได้มีการพัฒนาเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวเพื่อลดพื้นที่ในการจัดเก็บเปลือกมะพร้าวที่ผ่านกระบวนการย่อยเรียบร้อยแล้ว ต้องเป็นเปลือกมะพร้าวที่แห้ง และแกะออกจากกะลามะพร้าวแล้ว จากผลการทดสอบสามารถย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งได้ไม่น้อยกว่า 60 กิโลกรัม ต่อ 1 ชั่วโมง [3] จนสามารถพัฒนาเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งเพื่อใช้ในการเพาะชำต้นกล้า สามารถย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งได้ปริมาณขุยมะพร้าว 1.62 กิโลกรัม และใย 1.13 กิโลกรัมต่อชั่วโมง [4] และได้ทำการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการแยกขุย และใยจากเปลือกมะพร้าว สามารถทำการผลิตได้ 100 กิโลกรัมต่อวัน ทำการพัฒนาเครื่องให้มีความสามารถผลิตได้ 163 กิโลกรัมต่อวัน ประสิทธิภาพ 81.5 เปอร์เซ็นต์ [5] โดยเครื่องย่อยวัสดุเกษตรแรงเหวี่ยงแบบ Hammer Mill จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยใช้ใบมีดบดหมุนแบบอิสระจำนวน 2 ชุด ๆ ชุดละ 10 ใบ ขับด้วยมอเตอร์ ขนาด 5 แรงม้า สามารถย่อยได้ปริมาณ 523 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่พบปัญหาเรื่องการเริ่มเดินมอเตอร์ที่มีกระแสสูง 5-10 เท่า ซึ่งมีผลเสียต่ออายุการใช้งานของมอเตอร์ [6] จึงได้นำการเริ่มเดินมอเตอร์แบบ

Soft-starters ไปใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร [7] จนพัฒนานำแพลตฟอร์ม Arduino มาใช้เพื่อลดทักษะในการเขียนโปรแกรมที่ต้องการการควบคุมอัลกอริทึมมาใช้ในการควบคุม [8]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอวิธีการบดวัสดุปลูกจากกากมะพร้าวด้วยระบบใบมีดบด (Hammer Mill) โดยออกแบบให้มีจำนวนใบมีดบด จำนวน 2 ชุด ชุดละ 15 ใบ ใช้หลักการหมุนแบบอิสระ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับขนาด 2 แรงม้า แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ควบคุมระบบทั้งหมดด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และมีอุปกรณ์โซลิดสเตตรีเลย์สำหรับควบคุมกระแสสตาร์ทของมอเตอร์ต้นกำลัง และกำหนดวัสดุปลูกจากกากมะพร้าวที่ผ่านกระบวนการบด มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับนำไปใช้เป็นวัสดุในการเพาะปลูกต้นเสาวรสในโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น หรือย่อยสลายง่ายในการทำปุ๋ยหมัก

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบดวัสดุปลูกจากกากมะพร้าวควบคุมด้วยพีแอลซีสำหรับโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมวิถีชีวิตคนส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับเกษตรกรรมทั้ง ทำสวน ทำไร่ ซึ่งในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยมีการทำการเกษตรที่แตกต่างกันไป เช่น ในเขตพื้นที่ภาคเหนือเกษตรกรที่อาศัยอยู่บนภูเขา มีอาชีพในการปลูกพืชของโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น เป็นการนำเอาแนวคิดปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แล้วนำกากมะพร้าวมาเป็นวัสดุปลูกแทน

กฤตศักดิ์ สุขจิต, คมกฤษณ์ ดั่งสา และอริวัฒน์ คำคุณ [2] ได้ทำการสร้างเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวเพื่อลดพื้นที่ในการจัดเก็บเปลือกมะพร้าวที่ผ่านกระบวนการย่อยเรียบร้อยแล้วต้องเป็นเปลือกมะพร้าวที่แห้งและออกจากกะลามะพร้าวแล้ว จากผลการทดสอบสามารถย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งได้ไม่น้อยกว่า 60 กิโลกรัม ต่อ 1 ชั่วโมง

โกศล มุสโกภาส [3] ได้ทำการพัฒนาออกแบบสร้างเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งเพื่อใช้ในการเพาะชำต้นกล้า เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวแห้ง พบว่า เครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวสามารถย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งได้ปริมาณขุยมะพร้าว จำนวน 1.62 กิโลกรัม และใยจำนวน 1.13 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ทักษ์ดนัย ยองขอด, ยุทธพงษ์ ผาสิงห์ และศิริยุทธ พรหมรส [4] ได้ทำการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการความต้องการขุยมะพร้าวใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตดินปลูกทางสถานประกอบการสามารถทำการผลิตได้เพียง 100 กิโลกรัมต่อวัน โดยการออกแบบสามารถผลิตได้จำนวน 163 กิโลกรัมต่อวัน ประสิทธิภาพ 81.5 เปอร์เซ็นต์ แต่พบปัญหาเรื่องการเริ่มเดินมอเตอร์ที่มีกระแสสูง 5-10 เเทห์ ซึ่งมีผลเสียต่ออายุการใช้งานของมอเตอร์

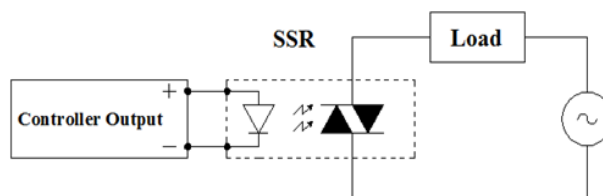
วิธีดำเนินการวิจัย

1. หลักการบดวัสดุ

ใบมีดบด ประกอบด้วยตัวหมุนความเร็วสูงหมุนอยู่ในห้องทรงกระบอกแกนหมุนอยู่ในแนวนอน วัสดุป้อนจะถูกทุบด้วยค้อนที่ติดอยู่กับจานหมุน ตีแตกเป็นชิ้นๆ ผ่านไปยังแป้นรับ (Anvil) วัสดุที่ถูกบดเป็นผงลอดตะแกรงร่อนด้านทางออก จานหมุนจะมีหลายตัวซึ่งมีขนาด 150-450 มม. และมีค้อนติดอยู่ 4-8 อัน ติดตั้งอยู่บนเพลาคเดียวกัน ค้อนอาจเป็นแท่งโลหะตรง ๆ หรือมีปลายบานออก หรือมีปลายคมแบบใบมีดบด ระยะติดตั้งความห่างของค้อนขึ้นอยู่กับความต้องการวัสดุหลังการบดมีความละเอียดมากหรือละเอียดน้อย ความสามารถของใบมีดบดสามารถบดของได้เกือบทุกชนิดตั้งแต่เส้นใยเหนียวอย่างเปลือกไม้, หนั้ง, โคลนเหนียว หรือหินแข็ง เป็นต้น ขึ้นอยู่กับต้นกำลังที่ให้กับใบมีดบด

2. หลักการควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์โดยใช้โซลิตสเตรียล

โซลิตสเตรียล (SSR) โครงสร้างจะประกอบด้วยขั้วทางด้านอินพุต 2 ขั้ว สำหรับป้อนสัญญาณควบคุมได้ทั้งสัญญาณที่อยู่ในรูปแบบของกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า และอีก 2 ขั้วทางด้านเอาต์พุต ที่จะถูกควบคุมโดยอินพุตให้เปิดหรือปิดวงจร



ภาพที่ 1 วงจรภายในและการต่อใช้งานเอาต์พุตแบบโซลิตสเตรียล

จากภาพที่ 1 แสดงวงจรภายใน และการต่อใช้งานของเอาต์พุตแบบแรงดันขับโซลิตสเตรียล ที่ปริมาณเอาต์พุตสามารถแปรเปลี่ยนไปตามเปอร์เซ็นต์ โดยที่อินพุตแบบอนาล็อกแบ่งเป็น 2 แบบ คืออินพุตแรงดันจะมีแรงดันในช่วงมาตรฐานคือ 0-5 โวลต์, 1-5 โวลต์ และ 0-10 โวลต์ นำไปใช้กับโหนดแบบ ปิด/เปิด เป็นสัดส่วนกับเอาต์พุตที่ได้รับไป เช่น วาล์วแบบสัดส่วน (Proportional Value) และอินพุตกระแสจะเป็นกระแสมาตรฐาน 0-20 มิลลิแอมป์ และ 4-20 มิลลิแอมป์ นิยมใช้กับวาล์วสัดส่วนแบบควบคุมเฟส (Proportional Value Phase Control) หรืออินเวอร์เตอร์ (Inverter) เพื่อควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์

3. หลักการการหาขนาดขอมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นเครื่องกลไฟฟ้าทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยการใช้งานจะต่อแกนมอเตอร์เข้ากับมู่เล่ย์ หรือล้อสายพานเพื่อส่งแรงบิดไปยังยังเครื่องจักรกล ความเร็วของมอเตอร์ มีหน่วยเป็นรอบ/นาที (rpm) การกำหนดขนาดของมอเตอร์ต้องคำนึงถึงแรงที่จะชนะแรงเค้นเฉือนในการบิดก้ามะพร้าว สามารถหากำลังของมอเตอร์ได้จากสมการที่ (1) และ (2)

การคำนวณหากำลังของมอเตอร์

$$P = FrV \quad (1)$$

เมื่อ P คือ กำลัง (วัตต์)
 V คือ ความเร็วตัดของไม้ (เมตร/นาที)
 Fr คือ แรง (นิวตัน)

การคำนวณหาแรงเสียดทาน

$$Fr = \text{สัมประสิทธิ์การเสียดทาน } (\mu_0) \times \text{แรงแนวดิ่ง } (Fn) \quad (2)$$

4. หลักการคำนวณหาขนาดเพลลา

เพลลา เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในการส่งกำลังโดยการหมุนของเพลลาจะรับแรงบิดที่ถ่ายแรงมาจากเฟืองล้อสายพานหรือคลัทช์ โดยสามารถหาแรงบิดของเพลลาได้จากสมการที่ (3) และ (4)

การคำนวณหาโมเมนต์แรงบิดเพลลา

$$P = (2\pi Tn) / (60 \times 1000) \quad (3)$$

เมื่อ P คือ กำลังของมอเตอร์
 n คือ ความเร็วรอบ
 T คือ แรงบิดบนเพลลา

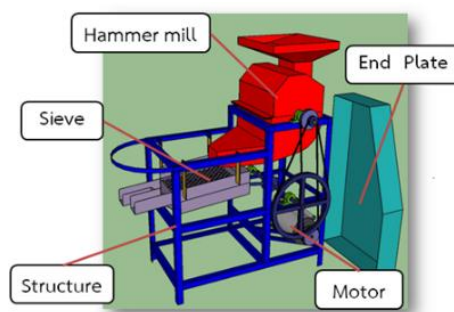
การคำนวณหาแรงตึงสายพานที่กระทำต่อเพลลา

$$T = F_a r \quad (4)$$

เมื่อ r คือ รัศมีของล้อตาม
 F_a คือ แรงตึงสายพานที่กระทำต่อเพลลา

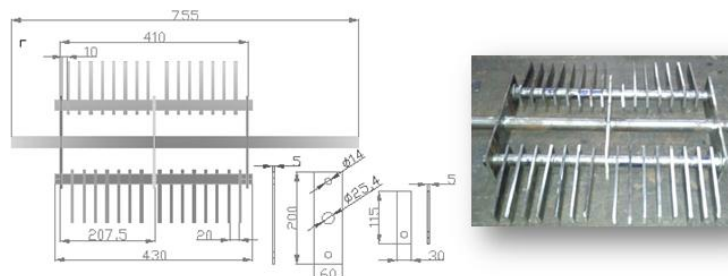
5. การออกแบบโครงสร้าง

โครงสร้างของเครื่องบดวัสดุจากกากมะพร้าวเป็นแบบใบมีดบด ประกอบไปด้วยชุดใบมีดบด ตะแกรงร่อน วัสดุ มอเตอร์ต้นกำลัง และฝาครอบมูเลย์สายพาน แสดงตามภาพที่ 2



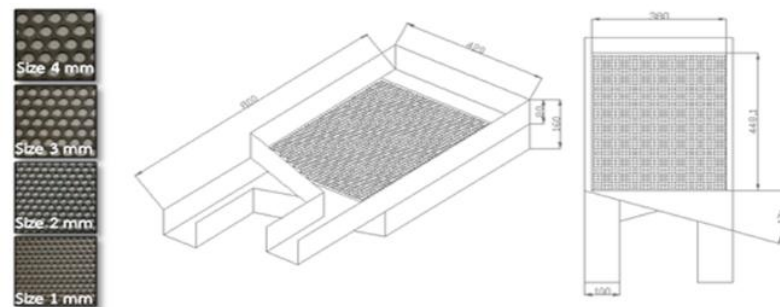
ภาพที่ 2 โครงสร้างของเครื่องบดวัสดุจากกากมะพร้าว

จากภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างของเครื่องบดวัสดุจากกากมะพร้าว ในส่วนใบมีดบดทำการสร้างไว้ 2 ขนาด คือ 30 ใบมีด และ 42 ใบมีด เพื่อเปรียบเทียบผลของวัตถุหลังการบด ในส่วนตะแกรงร่อนทำไว้ 4 ขนาดสำหรับแยก วัตถุหลังการบด และในส่วนของต้นกำลังหาได้จาก สมการที่ (1)-(4)



ภาพที่ 3 ใบมีดบดเครื่องบดวัสดุปลูกจากกากมะพร้าวแบบอิสระ

จากภาพที่ 3 แสดงชุดใบมีดบดหมุนแบบใบมีดบด มีเพลายาวขนาด 755 มม. เพลาชุดใบมีดบด ขนาด 450 มม. ฐานยึดใบมีดบดกับเพลามีขนาด 60x200 มม. ใบมีดบดมีขนาด 30x115 มม. มีจำนวน 30 ใบ

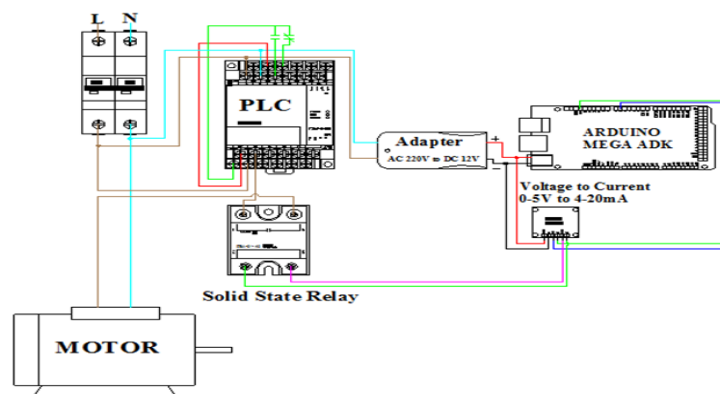


ภาพที่ 4 ร่างเค้าและขนาดตะแกรงร้อนวัสดุปลูกจากกากมะพร้าว

จากภาพที่ 4 แสดงชุดตะแกรงร้อนวัสดุ ประกอบด้วยแผ่นเหล็กขนาด 420x800x160 มม.หนา 1 มม. ออกแบบให้มีสองชั้น ชั้นแรกเป็นตะแกรงร้อนวัสดุให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ โดยมีขนาด 390x448.1 มม. และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรงตั้งแต่ 1-4 มม. ส่วนชั้นที่สองจะรับเศษวัสดุที่ผ่านกระบวนการร้อนแล้ว

6. การออกแบบระบบควบคุม

ระบบควบคุมเครื่องบดวัสดุปลูกจากกากมะพร้าว ประกอบด้วยฟิวลชี, บอร์ด Arduino, โซลิตสเตตรีเลย์ สำหรับควบคุมกระแสช่วงเริ่มเดินมอเตอร์ แสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ระบบการควบคุมมอเตอร์

จากภาพที่ 5 ระบบการควบคุมมอเตอร์ ฟิวลชี ทำงานแทนสั่งการควบคุมมอเตอร์ โดยจะสั่งให้บอร์ดอา ดุโนเริ่มทำงาน เพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแบบขั้นบันไดจาก 0-5 โวลต์ เพิ่มขึ้นขั้นละ 0.25 โวลต์ ผ่านไปยัง วงจรแปลงแรงดันเป็นกระแสขนาด 4-20 มิลลิแอมป์ สำหรับควบคุมโซลิตสเตตรีเลย์แบบควบคุมเฟส

ผลการวิจัย

ทำการทดสอบเปรียบเทียบผลของเครื่องบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าว แบบใบมีด 30 ใบ และ 42 ใบ โดยทดลองบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวจำนวน 500 กรัม ซึ่งกาบมะพร้าวจะมีขนาดโดยเฉลี่ย 1x1, 2x2, 3x3, 4x4 และ 5x5 ซม. ทำการบดผ่านตะแกรงร่อนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1, 2, 3 และ 4 มม. เพื่อแยกขนาดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวที่ได้หลังการบด โดยทำการทดสอบซ้ำทั้ง 2 แบบ ผลจากการทดสอบแบบใบมีดบด 30 ใบ จำนวน 500 กรัม ทำการทดสอบ 2 ครั้งโดยขนาดของวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวที่นำมาบด มีขนาดใกล้เคียงกัน ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แยกขนาดของวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวก่อนทดลองใช้ใบมีดบดจำนวน 30 ใบ

ลำดับที่	ขนาดของวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวก่อนทดลอง (กรัม)				
	1x1 cm	2x2 cm	3x3 cm	4x4 cm	5x5 cm
					
1	105	240	100	25	30
2	105	230	100	35	30

จากตารางที่ 1 ผลจากการบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวแบบใบมีดบด 30 ใบ ทั้ง 2 ครั้ง พบว่า ขนาดหลังการบดครั้งที่ 1 ได้ขนาดเล็กกว่า 0.5 ซม. มีน้ำหนัก 455 กรัม และขนาดใหญ่กว่า 0.5 ซม. มีน้ำหนัก 40 กรัม ความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ 9 ของน้ำหนักที่ใช้ทดสอบ และผลการบดครั้งที่ 2 ที่ขนาดเล็กกว่า 0.5 ซม. มีน้ำหนัก 450 กรัม และขนาดใหญ่กว่า 0.5 ซม. มีน้ำหนัก 45 กรัม ความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ 10 ของน้ำหนักที่ใช้ทดสอบ และใช้เวลาในการบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวจำนวน 500 กรัม 4.45 นาทีโดยประมาณ วัดค่ากระแสเริ่มทำงานได้ที่ 48 แอมป์ และกระแสขณะทำงานที่ 6.1 แอมป์ โดยวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวหลังการบดที่มีปริมาณมากที่สุดอยู่ที่ขนาด 0.1 ซม. และวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวหลังการบดที่มีปริมาณน้อยที่สุดอยู่ที่ขนาด 0.5 ซม. มีความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ 10 ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขนาดหลังบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวใบมีดบดจำนวน 30 ใบ

ลำดับที่	ขนาดหลังบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าว (กรัม)					เวลา (นาท)	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละ ความผิดพลาด
	≥0.5cm	0.4cm	0.3cm	0.2cm	≤0.1cm			
								
1	40	30	100	90	195	4.45	455	9
2	45	60	70	90	185	4.3	450	10

จากตารางที่ 2 ผลจากการบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวแบบใบมีดบด 42 ใบ ทั้ง 2 ครั้ง พบว่า ขนาดหลังการบดครั้งที่ 1 ขนาดที่เล็กกว่า 0.5 ซม. มีน้ำหนัก 455 กรัม และขนาดที่ใหญ่กว่า 0.5 ซม. มีน้ำหนัก 45 กรัม ความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ 11 ของน้ำหนักที่ใช้ทดสอบ และผลการบดครั้งที่ 2 ขนาดที่เล็กกว่า 0.5 ซม. มีน้ำหนัก 445 กรัม และขนาดที่ใหญ่กว่า 0.5 ซม. มีน้ำหนัก 45 กรัม ความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ 11 ของน้ำหนักที่ใช้ทดสอบ และใช้เวลาในการบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวจำนวน 500 กรัม 4.45 นาทีโดยประมาณ วัดค่ากระแสเริ่ม

ทำงานได้ที่ 48 แอมป์ และกระแสขณะทำงานที่ 6.3 แอมป์ โดยวัสดุปลุกจากกากมะพร้าวหลังการบดที่มีปริมาณมากที่สุดอยู่ที่ขนาด 0.1 ซม. และวัสดุปลุกจากกากมะพร้าวหลังการบดที่มีปริมาณน้อยที่สุด อยู่ที่ขนาด 0.4 ซม. มีความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ 11 ตามตารางที่ 3

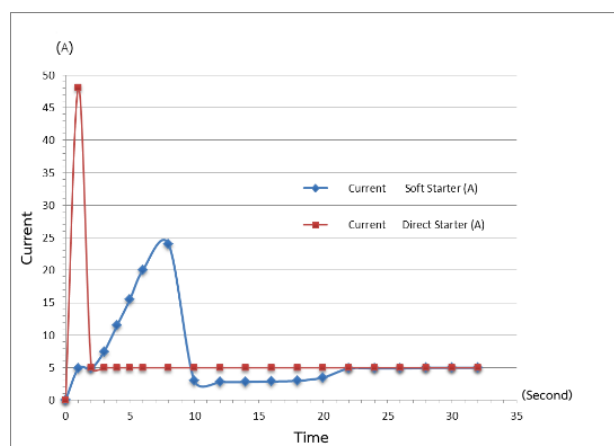
ตารางที่ 3 ขนาดหลังบดวัสดุปลุกจากกากมะพร้าวใบมีดบดขนาดจำนวน 42 ใบ

ลำดับที่	ขนาดหลังบดวัสดุปลุกจากกากมะพร้าว (กรัม)					เวลา (นาท)	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละ ความผิดพลาด
	$\geq 0.5\text{cm}$	0.4cm	0.3cm	0.2cm	$\leq 0.1\text{cm}$			
								
1	45	35	65	100	200	4.38	445	11
2	40	40	65	100	200	4.3	445	11

จากตารางที่ 3 นำผลการทดสอบที่ได้จากตารางที่ 2 และ ตารางที่ 3 ทำการหาค่าเฉลี่ยในการทดสอบพบว่า ใบมีดบด 30 ใบ จะได้น้ำหนักวัสดุปลุกจากกากมะพร้าวหลังการบดที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ซม. 452.5 กรัม และมีขนาดใหญ่กว่า 0.5 ซม. 40 กรัม มีความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ 9.5 และผลที่ได้จากใบมีดบด 42 ใบ จะได้น้ำหนักวัสดุปลุกจากกากมะพร้าวหลังการบดที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ซม. 445 กรัม และมีขนาดใหญ่กว่า 0.5 ซม. 40.2 กรัม มีความผิดพลาดคิดเป็นร้อยละ 11 แต่สามารถทำความเข้าใจของความละเอียดของวัสดุปลุกจากกากมะพร้าวหลังการบดที่ 0.2 ซม. และ ≤ 0.1 ซม. ได้ดีกว่าใบมีดบดแบบ 30 ใบ ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยขนาดหลังบดวัสดุปลุกจากกากมะพร้าวโดยใบมีดบดจำนวน 30 และ 42 ใบ

ลำดับที่	ค่าเฉลี่ยขนาดหลังบดวัสดุปลุกจากกากมะพร้าว ใบมีดบดจำนวน 30 ใบ(1) และจำนวน 42 ใบ(2) (กรัม)					เวลา (นาท)	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละ ความผิดพลาด
	$\geq 0.5\text{cm}$	0.4cm	0.3cm	0.2cm	$\leq 0.1\text{cm}$			
(1)	40	35	70	65	117.5	4.375	452.5	9.5
(2)	40.2	37.5	52.5	70	120	4.34	445	11



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบเวลาและกระแสไฟฟ้า ในการเริ่มเดินมอเตอร์แบบ Soft Starter และแบบ Direct Starter

จากภาพที่ 6 พบว่าการเริ่มเดินมอเตอร์แบบโดยตรง (Direct Starter) มีค่ากระแสสูงสุดเท่ากับ 48.1 แอมป์ ซึ่งมีผลต่อค่าพลังงานที่ใช้ อายุการใช้งานของมอเตอร์ และระบบข้อเหวี่ยงทางกล จึงทำการติดตั้ง โซลิตสเตตรีเลย์ทำงานแบบ (Soft Starter) ทำการลดกระแสเริ่มเดินมอเตอร์สูงสุดเหลือ 25 แอมป์ โดยที่มอเตอร์จะค่อย ๆ เริ่มหมุนจากความเร็รรอบต่ำไปจนถึงปกติ จึงลดปัญหาทางกลของข้อเหวี่ยงต่าง ๆ ได้

อภิปรายผลการวิจัย

จากการออกแบบเครื่องบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวให้ได้วัสดุหลังการบดมีขนาดเล็กกว่า 0.5 ซม. โดยมีการออกแบบใบมีดบด 2 ชุด คือใบมีดบด 30 ใบ และ 42 ใบ ทดลองโดยใช้น้ำหนักกาบมะพร้าวที่ 500 กรัม ทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง พบว่าชุดใบมีดบด 30 ใบจะให้ปริมาณน้ำหนักของวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวหลังการบดแล้วมากกว่าชุดใบมีดบดที่ 42 ใบ แต่ความละเอียดของวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวหลังการบดแล้ว ชุดใบมีดบด 42 ใบ จะมีความละเอียดมากกว่าชุดใบมีดบด 30 ใบ และสามารถย่อยวัสดุปลูกได้ 7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ และขนาดของการย่อยวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวในงานที่ผ่าน ๆ มา และยังสามารถลดกระแสเริ่มเดินมอเตอร์โดยตรงที่มีค่ากระแสสูงสุดเท่ากับ 48.1 แอมป์ โดยการเพิ่มวงจรโซลิตสเตตรีเลย์ทำงานแบบ (Soft Starter) สามารถลดค่ากระแสเริ่มเดินมอเตอร์ได้ 49.89 เปอร์เซ็นต์ และลดปัญหาที่เกิดขึ้นกับทางกลในขณะที่เริ่มเดินมอเตอร์แบบโดยตรงได้

จากผลการทดลองที่ได้จากเครื่องบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวที่มีเครื่องสร้างในการทำงานของชุดใบมีดบดและชุดตะแกรงร่อน ซึ่งในการออกแบบขนาดของมอเตอร์ใช้ขนาด 2 แรงม้า ผลลัพธ์ที่ได้ตรงตามหลักที่ได้ออกแบบไว้ สิ่งที่ดีที่คาดหวังจากการทำวิจัยในครั้งนี้ได้วัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวหลังการบดที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ซม. และสามารถลดค่ากระแสเริ่มเดินมอเตอร์ได้ 49.89 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปเป็นวัสดุในการเพาะปลูกต้นเสาวรสนในโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น

ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบเครื่องบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าวให้ได้วัสดุหลังการบดมีขนาดเล็กกว่า 0.5 ซม. ผลที่ได้พบว่า มีน้ำหนักบางส่วนหายไปจากการบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าว เกิดการฟุ้งของฝุ่นที่กระจายของมาจากเครื่องบด จึงต้องมีการแก้ปัญหาโดยเพิ่มระบบฉีดน้ำเข้ามาช่วยในการดักฝุ่นละอองที่เกิดในกระบวนการบดวัสดุปลูกจากกาบมะพร้าว และพัฒนาให้เครื่องบดวัสดุให้มีความสามารถในการบดวัสดุให้ได้ปริมาณต่อวันให้สูงขึ้น สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกร เพื่อลดความสูญเสียทางด้านเวลาในการปฏิบัติงาน รวมถึงพัฒนาให้สามารถนำไปใช้กับวัสดุอื่นที่มีในพื้นที่ เช่น แกลบข้าวโพด หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีความแข็งไม่มากนัก เพื่อการใช้งานอย่างครอบคลุม

เอกสารอ้างอิง

- [1] วีรศักดิ์ ฟองเงิน, สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ, และรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ. (2561). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม, 5(1), 172-182.
- [2] มนูญ บุญศิลปะ, อนุวัช ดิณรงค์, และอัครพงษ์ ปากหวาน. (2552). เครื่องตีใบมะพร้าว. เชียงราย: สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย.
- [3] กฤติศักดิ์ สุขจิต, คมกฤษณ์ ดั่งสา และอริวัฒน์ คำคุณ. (2555). เครื่องย่อยเปลือกมะพร้าว. (โครงการงานปริญญาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- [4] โกศล มูลโกภาส. (2556). การพัฒนาออกแบบสร้างเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งเพื่อใช้ในการเพาะชำต้นกล้า. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 5(2), 48-56.

- [5] ทักษ์ดนัย ยองขอด, ยุทธพงษ์ ผาสิ่งห์, และศิริยุทธ พรหมรส. (2558). *การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการแยกขุยและใยจากเปลือกมะพร้าว*. (โครงการปริญญาบัณฑิต). เชียงราย: สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย.
- [6] เรืองเกียรติ สุภาดารัตนวงศ์. (2547). *เครื่องย่อยวัสดุเกษตรแรงเหวี่ยง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [7] C. Hernandez & A. Daviu. (2016). Startup-based Rotor Fault Detection in Soft-started Induction Motors for Different Soft-starter Topologies. in *IECON 2016 Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, pp. 6977-6982.
- [8] T.B. Onofre & E.E. Prates. (2016). Implementation of a Laboratory-based Low Cost AC Chopper Soft-Starter. 2016, in *International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP)*, pp. 885-889.
- [9] H. Azmi , A.B. Sanuddinb, & M.Z. Zakimic. (2015). Design and Development of a Coconut De - Husking Machine (Machine Component Design). in *Journal of Advanced Research Design*, 4(1), 9-19.
- [10] S. Kumar & H. Kumar. (2015). Design and Development of Agricultural Waste Shredder Machine. in *UISET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 10(2), 164-172.