ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2567

บทความวิจัย

เครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ

Semi-automatic Machine for Producing Areca Nut Leaf Sheath Food Packaging

ศิริพงษ์ สอนมี[1] สมหมาย เยาว์แสง[2] อรรถพล ไชยพงศ์[3] ธีรวัฒน์ ทองสง[4] และสุวิทย์ ธานีรัตน์[5]
Siripong Sonme[1] Sommai Yaosaeng[2] Atthapon Chaiyapong[3] Thirawat Thongsong[4] and Suwit Thaneerat[5]

[1,3,4] แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000
Machine Shop, Suratthani Technical College, Surat Thani 84000
[2] แผนกช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000
Welder Shop, Suratthani Technical College, Surat Thani 84000
[5] แผนกช่างเทคนิคอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชุมพร จังหวัดชุมพร 86000
Industrial Technician Shop, Chumphon Technical College, Chumphon 86000
[1] Corresponding Author: E-mail: Siripong1070@gmail.com
Received: 24 Sep. 2024; Revised: 13 Dec. 2024; Accepted: 16 Dec. 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ 2) หาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ ดำเนินการพัฒนาโดยการปรับชุดแม่พิมพ์ ระบบควบคุมการทำงาน และระบบชุดป้อนกาบหมาก ทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติที่วิสาหกิจชุมชนส่งเสริมอาชีพเกษตรกรชาวสวนยาง ต.ท่าอุแท อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกข้อมูล และแบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า 1) การพัฒนาเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ ประกอบด้วยการพัฒนาชุดแม่พิมพ์กาบหมากแบบถ้วยให้มีความลึกและความโค้งมนมากกว่าเดิม เพิ่มชุดควบคุมการทำงานของฮีตเตอร์เป็น 2 ชุด ที่แยกการทำงานแบบอิสระระหว่างแม่พิมพ์แบบจานเหลี่ยมกับแบบถ้วย และปรับปรุงชุดป้อนกาบหมากโดยการเพิ่มแรงกดอัดหมากหมากและชุดปรับความเร็วรอบ ใช้ระบบไฮดรอลิกเป็นต้นกำลังที่มีหัวอัดและชุดควบคุมชุดเดียวแต่สามารถทำงานได้กับแม่พิมพ์ 2 แบบ คือ แบบจานเหลี่ยมขนาด 7×6 นิ้ว ลึก 1 นิ้ว และแบบถ้วยความกว้างปากถ้วยมีขนาด 6 นิ้ว ลึก 2 นิ้ว ก้นถ้วยกว้าง 3 นิ้ว 2) ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติมีกำลังการผลิต 60 ชิ้นต่อชั่วโมง และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน 12 บาทต่อชั่วโมง และ 3) ความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: บรรจุภัณฑ์อาหาร กาบหมาก กึ่งอัตโนมัติ

Abstract

This research aimed to: 1) develop a semi-automatic food packaging machine using areca nut leaf sheath, 2) evaluate the efficiency of the semi-automatic areca nut leaf sheath food packaging machine, and 3) study user satisfaction with the machine. The development process involved modifying the mold set, control system, and areca nut leaf sheath feeding mechanism. The machine's performance was tested at the Rubber Planters' Occupational Promotion Community Enterprise in Tha Utae Sub-district, Kanchanadit District, Surat Thani Province. The research tools included data recording forms and satisfaction questionnaires. The data were analyzed using frequency, percentage, mean, and standard deviation.

The research findings indicate that 1) the improvement of the semi-automatic areca nut leaf sheath food packaging machine involves designing a deeper and more rounded cup-shaped mold, adding two heating control units for independently operating a rectangular plate mold and a cup-shaped mold, and enhancing the areca nut leaf sheath feeding system by increasing the compression force and adding a speed control unit. The system uses hydraulic power with a single press head and a control unit capable of working with both mold types, i.e., the rectangular plate mold (7×6 inches, 1 inch deep) and the cup-shaped mold (6 inches in diameter, 2 inches deep, and 3 inches wide at the base). 2) The semi-automatic machine has a production capacity of 60 pieces per hour with an energy consumption rate of 12 Baht per hour. And 3) the users' satisfaction with the semi-automatic areca nut leaf sheath food packaging machine was rated at the highest level.

Keywords: Food Packaging, Areca Nut Leaf Sheath, Semi-automatic

1. บทนำ

สถานการณ์ในปัจจุบันโลกกำลังเผชิญปัญหาวิกฤติจากขยะพลาสติกสังเคราะห์ ซึ่งประเทศไทยก็เผชิญกับวิกฤติปัญหาขยะท่วมเมืองเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะขยะจากบรรจุภัณฑ์ ถุง ภาชนะของใช้พลาสติกนานาชนิด ทำให้ประเทศไทยมีขยะในทะเลมากเป็นอันดับ 5 ของโลก หรือคิดเป็น 2 ล้านตันของปริมาณขยะทั้งหมด ที่น่ากังวลคือขยะพลาสติกสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ปีละ 0.5 ล้านตัน ที่เหลือ 1.5 ล้านตัน ถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบและเผาทำลาย บางส่วนตกค้างในสิ่งแวดล้อม แต่ละปีมีขยะพลาสติกไหลลงทะเลจำนวนมาก กลายเป็นแพขยะในทะเลขนาดใหญ่ สถานการณ์ดังกล่าวส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์ และระบบนิเวศเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการรับสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกายด้วยการหายใจ การรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำที่ปนเปื้อน การกินขยะพลาสติกของนกและปลาในทะเล รวมทั้งการสะสมของไมโครพลาสติกในดินหรือแหล่งน้ำ และผลพวงขยะพลาสติกที่เป็นปัญหาส่วนหนึ่งเกิดจากการจัดการขยะไม่ถูกวิธี [1] ดังที่หลายประเทศได้ประกาศยกเลิกการผลิตถุงพลาสติกและอุปกรณ์พลาสติกที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง เช่น มีด ช้อน จาน ด้วยเหตุนี้ความต้องการของตลาดภาชนะที่ย่อยสลายได้ง่ายจึงกลายเป็นตลาดที่น่าจับตามอง และกำลังเติบโตอย่างรวดเร็วทั้งในประเทศและตลาดส่งออกไปต่างประเทศ รัฐบาลหลายประเทศโดยเฉพาะสหภาพยุโรปก็ต่างสนับสนุนให้ภาคเอกชนขยายการผลิตวัสดุชีวภาพแทนพลาสติกสังเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ประเด็นด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ที่มีเป้าหมายการพัฒนาที่สำคัญเพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนในทุกมิติ ทั้งมิติด้านสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม ธรรมาภิบาล และความเป็นหุ้นส่วนความร่วมมือระหว่างกันทั้งภายในและภายนอกประเทศอย่างบูรณาการ [2] จากทั้ง 2 ประเด็นดังกล่าวข้างต้นหากพิจารณาพืชผลทางด้านเกษตรจะมีมากมายหลายชนิดที่สามารถนำส่วนหนึ่งส่วนใดของต้นมาทำผลิตภัณฑ์ทดแทนภาชนะพลาสติกหรือโฟม และจากการสืบค้นข้อมูลการปลูกหมากตั้งแต่

ปี 2561 พบว่า พื้นที่เพาะปลูกหมากในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีอยู่ในลำดับที่ 11 ของประเทศ [3] กาบหมากซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของต้นหมาก เป็นส่วนของโคนก้านใบมีลักษณะเป็นแผ่นใหญ่หุ้มติดกับลำต้น ทั้งนี้ได้มีผู้คิดค้นนำกาบหมากมาทำผลิตภัณฑ์แทนโฟมดังกล่าวจนได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย โดยการนำกาบหมากมาออกแบบ ตัด เย็บ อัดขึ้นรูปหรือวิธีอื่นเพื่อให้เป็นรูปทรงตามที่ต้องการ โดยผลิตภัณฑ์ที่ทำจากกาบหมากแทนโฟมราคาขายใบละประมาณ 5-9 บาท จากการสำรวจความต้องการของลูกค้าในประเทศไทยมีความต้องการถึง 5 แสนชิ้นต่อเดือน แต่กำลังการผลิตสามารถผลิตได้เพียงเดือนละ 5 หมื่นชิ้น แสดงว่าความต้องการยังมีในปริมาณที่สูง เนื่องจากจุดเด่นของภาชนะจากกาบหมากทำจากวัสดุธรรมชาติ 100 เปอร์เซ็นต์ ปราศจากสารเคมีและการฟอกสี เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ย่อยสลายได้เองใน 45 วัน

หากพิจารณาพื้นที่ของจังหวัดสุราษฎร์ธานีที่มีการปลูกหมากเป็นจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่จะเก็บเกี่ยวเฉพาะผลหมากมาจำหน่ายหรือแปรรูปทำหมากแห้งส่วนกาบหมากก็จะทิ้งไว้ในสวน ทั้งนี้หากนำกาบหมากมาทำผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายก็จะเป็นการสร้างรายได้ให้กับชุมชนเพิ่มขึ้น ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงได้คิดค้นและพัฒนาเครื่องจักรสำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากที่สามารถผลิตบรรจุภัณฑ์ได้ 2 แบบ คือ 1) แบบจานเหลี่ยมขนาด 6 นิ้ว × 7 นิ้ว และ 2) แบบถ้วย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว โดยไม่ต้องถอดเปลี่ยนแม่พิมพ์สามารถทำงานได้สะดวกและรวดเร็ว รวมทั้งลักษณะของผลิตภัณฑ์เป็นไปตามความต้องการของตลาด ให้กับวิสาหกิจชุมชนตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อส่งเสริมการประกอบอาชีพและสร้างรายได้ให้กับชุมชน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

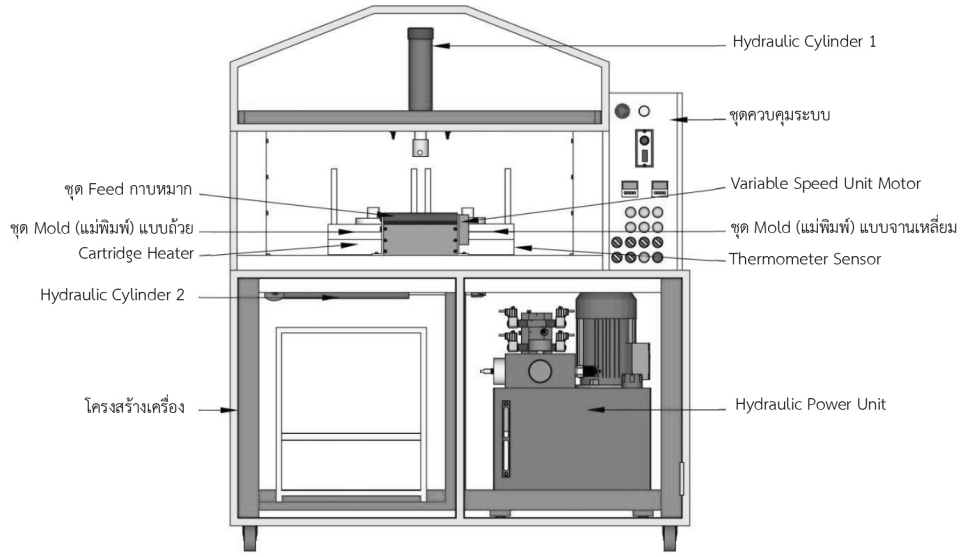
2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบเครื่องและชิ้นส่วนของเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติที่ต้องการพัฒนาตามรายละเอียด ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ออกแบบเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร คือ เกษตรกรซึ่งเป็นสมาชิกวิสาหกิจชุมชนส่งเสริมอาชีพเกษตรกรชาวสวนยาง ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2) กลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรซึ่งเป็นสมาชิกวิสาหกิจชุมชนส่งเสริมอาชีพเกษตรกรชาวสวนยาง ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องและศึกษาความพึงพอใจ ที่ผ่านการอบรมและใช้งานเครื่องรุ่นแรกจนมีความชำนาญ จำนวน 30 คน ได้มาโดยการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1) นวัตกรรมเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ

2) แบบบันทึกข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ

3) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ

3.4 วิธีการสร้างเครื่องมือและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1) นวัตกรรมเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ ประกอบด้วย ชุดแม่พิมพ์กาบหมากแบบถ้วยให้มีความลึกและความโค้งมนมากกว่าเดิม เพิ่มชุดควบคุมการทำงานของฮีตเตอร์เป็น 2 ชุดที่แยกการทำงานแบบอิสระระหว่างแม่พิมพ์แบบจานเหลี่ยมกับแบบถ้วย และปรับปรุงชุดป้อนกาบหมาก โดยการเพิ่มแรงกดอัดหมากหมากและชุดปรับความเร็วรอบ

2) การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแบบบันทึกผลการทดลองมีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

2.1) ศึกษารายละเอียดและเกี่ยวกับการสร้างแบบบันทึกผลการทดลอง

2.2) จัดพิมพ์แบบบันทึกผลการทดลองฉบับร่าง ประกอบด้วย (1) ตารางวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (2) ตารางทดสอบระยะเวลาที่เหมาะสมในการป้อนกาบหมากด้วยชุดป้อนกาบหมาก (Feed) สู่แม่พิมพ์เพื่ออัดขึ้นรูป (3) ตารางทดสอบอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากกาบหมากโดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 80 °C, 90 °C และ 100 °C (4) ตารางการทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารจากกาบหมากแทนโฟม และ (5) ตารางการหาค่าความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ

2.3) ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย จำนวน 5 คน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามหรือค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of item Objective Congruence: IOC)

2.4) ปรับปรุงเครื่องมือการวิจัย

2.5) ทดสอบหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย

2.6) ปรับปรุงเครื่องมือวิจัยและจัดพิมพ์ฉบับจริง

3) การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจดำเนินการสร้างโดยวิธีการดังนี้

3.1) ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.2) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ 5 ระดับ โดยถือเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับความพึงพอใจมากที่สุด กำหนดให้ 5 คะแนน
ระดับความพึงพอใจมาก กำหนดให้ 4 คะแนน
ระดับความพึงพอใจปานกลางกำหนดให้ 3 คะแนน
ระดับความพึงพอใจน้อย กำหนดให้ 2 คะแนน
ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด กำหนดให้ 1 คะแนน

นำคะแนนที่ได้ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยและกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
3.51-4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
2.51-3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
1.51-2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
1.00-1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การยอมรับความพึงพอใจคือ 3.51 ขึ้นไป

3.3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้น

ไปให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาและเสนอแนะ พบว่า ค่า IOC = 0.6 แปลว่าแบบสอบถามมีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองใช้งานของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรชาวสวนยางตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ผ่านการอบรมและใช้งานเครื่องรุ่นแรกจนมีความชำนาญ โดยผู้วิจัยนำเครื่องที่พัฒนาไปติดตั้งที่วิสาหกิจชุมชน และมีการสาธิตการใช้งานให้กลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของเครื่องที่พัฒนา หลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างทดลองการทำงานของเครื่อง โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) ทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ และเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1) ผลการทดสอบการทำงานของชุดป้อนกาบหมาก

1.2) ผลการทดสอบอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากกาบหมาก

1.3) ผลการทดสอบระยะเวลาในการเปลี่ยนชุดแม่พิมพ์จากชุด 1 ไปยังชุด 2 ตั้งแต่การถอดแม่พิมพ์ชุดเดิม การเลื่อนแม่พิมพ์ และการประกอบโมลชุดใหม่

1.4) ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ

1.5) ผลการทดสอบระบบความปลอดภัยในการเปลี่ยนแม่พิมพ์

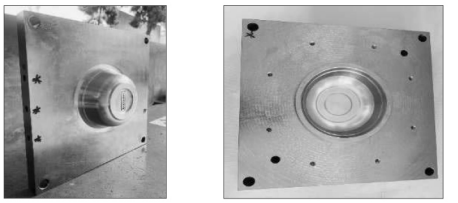
1.6) ผลการทดสอบระบบความปลอดภัยของเครื่อง

2) การประเมินความพึงพอใจและการเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากที่กลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้งานเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติแล้วผู้วิจัยใช้เครื่องมือแบบสอบถามความพึงพอใจดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาระดับความพึงพอใจต่อนวัตกรรมที่สร้างขึ้น

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ ประกอบด้วย การปรับปรุงชุดแม่พิมพ์กาบหมากแบบถ้วย การปรับปรุงชุดป้อนกาบหมาก และเพิ่มชุดควบคุมการทำงานของฮีตเตอร์ รายละเอียดของเครื่องที่ปรับปรุงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 เครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ



ภาพที่ 3 ชุดแม่พิมพ์กาบหมากแบบถ้วย

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ

1) ผลการทดสอบการทำงานของชุดป้อนกาบหมาก การทดสอบระยะเวลาที่เหมาะสมในการป้อนกาบหมากด้วยชุดป้อนกาบหมาก (Feed) สู่แม่พิมพ์เพื่ออัดขึ้นรูปหลังการปรับปรุงแรงกดเพื่อความคงรูปของผลิตภัณฑ์ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดสอบระยะเวลาที่เหมาะสมในการป้อนกาบหมากด้วยชุดป้อนกาบหมาก (Feed) สู่แม่พิมพ์เพื่ออัดขึ้นรูป

ครั้งที่	ระยะเวลา (วินาที)	สภาพกาบหมากบนแม่พิมพ์
1	4	ไม่ถึงตำแหน่งกลาง
2	5	ไม่ถึงตำแหน่งกลาง
3	6	อยู่ตำแหน่งกลาง
4	7	อยู่ตำแหน่งกลาง
5	8	เลยตำแหน่งกลาง

จากตารางที่ 1 การทดสอบระยะเวลาที่เหมาะสมในการป้อนกาบหมากด้วยชุดป้อนกาบหมาก (Feed) สู่แม่พิมพ์เพื่ออัดขึ้นรูป พบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการป้อนที่ทำให้กาบหมากเรียบและอยู่ในตำแหน่งกลางแม่พิมพ์ที่พร้อมจะอัดขึ้นรูปคือ 6 วินาที

2) การทดสอบอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากกาบหมาก รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การทดสอบอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากกาบหมาก โดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 80 ℃, 90 ℃ และ 100 ℃

อุณหภูมิ	ครั้งที่	เวลา (วินาที)	สภาพการคงรูปของผลิตภัณฑ์	
			คงรูป	ไม่คงรูป
80 ℃	1	30		✓
	2	45		✓
	3	60		✓
90 ℃	1	30		✓
	2	45		✓
	3	60		✓
100 ℃	1	30		✓
	2	45	✓	
	3	60	✓	

จากตารางที่ 2 เมื่อทดสอบค่าอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากกาบหมาก โดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 80 ℃, 90 ℃ และ 100 ℃ และระยะเวลาที่ 30, 45 และ 60 วินาที พบว่า อุณหภูมิและเวลาที่ทำให้สภาพคงรูปของผลิตภัณฑ์กาบหมากคงรูปดีที่สุด คือ ที่อุณหภูมิ 100 ℃ และเวลา 45 วินาที

3) การทดสอบการทำงานของเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ โดยนำ

ผลจากการศึกษาค่าตัวแปรในสภาวะต่าง ๆ มาปรับตั้งที่เครื่องเพื่อทดสอบการใช้งานและศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารจากกาบหมากแทนโฟมตามแบบหรือแม่พิมพ์ที่กำหนด โดยศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ ความคงรูปความเป็นสีธรรมชาติของกาบหมาก ความเรียบของผิว ขนาดและรูปทรง การตัดขอบ ขนาดและรูปทรง การทนความร้อน การฉีกขาด ผลการทดสอบปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารจากกาบหมากแทนโฟม

รายการ	ผลการทดสอบ
ความคงรูป	มีความคงรูปทรงหลังการขึ้นรูปทั้งแบบเหลี่ยมและแบบถ้วย
สี	สีธรรมชาติของกาบหมาก
ความเรียบ	มีความเรียบเสมอกันทุกส่วน (ด้วยเครื่องทดสอบ Dino-lite Digital Microscope)
ขนาดและรูปทรง	จานเหลี่ยมได้ขนาดที่กำหนด 6 นิ้ว × 7 นิ้ว (รวมขอบ) ถ้วยกลมได้ขนาดตามที่กำหนด ∅ ปากถ้วย 6 นิ้ว (รวมขอบ) ∅ ก้นถ้วย 6 นิ้ว ลึก 2 นิ้ว
การตัดขอบ	ตัดขอบขาดโดยรอบทั้งแบบจานเหลี่ยมและถ้วยกลม
การรั่วซึมของน้ำ	ไม่รั่วซึม
การทนความร้อน	100 องศาเซลเซียส
การฉีกขาด	ไม่ฉีกขาด มีรอยปริเล็กน้อยบริเวณโค้งมน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพความแห้งของกาบหมาก ทั้งนี้ควรใช้กาบหมากที่มีความชื้นประมาณ 30% โดยการชั่งน้ำหนักของกาบหมากสดกับกาบหมากที่ตากแห้งก่อนเก็บบรรจุเพื่อการขึ้นรูปในอัตราส่วน 1000 กรัม : 300 กรัม
การทดสอบระยะเวลาใช้งาน	ใช้ซ้ำได้ต่อเนื่องในกรณีอาหารแห้ง (จนกว่าจะหมดความคงรูป) ใช้ซ้ำได้ 3 ครั้ง กรณีอาหารเหลว (หลังใช้ต้องล้าง เช็ด และตากแห้ง)

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการหาค่าความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านโครงสร้างทั่วไป			
1.1 ขนาดและน้ำหนักที่เหมาะสมของเครื่องฯ	4.53	.51	มากที่สุด
1.2 ความแข็งแรงของเครื่องฯ	4.53	.63	มากที่สุด
1.3 วัสดุที่นำมาใช้เป็นโครงสร้าง	4.48	.68	มาก
1.4 ระบบความปลอดภัย	4.57	.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.53	.58	มากที่สุด
2. ด้านการออกแบบและการใช้งาน			
2.1 กลไกการทำงานที่เหมาะสม	4.57	.50	มากที่สุด
2.2 การเลือกใช้วัสดุ	4.37	.76	มาก

ตารางที่ 4 ผลการหาค่าความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ (ต่อ)

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
2. ด้านการออกแบบและการใช้งาน			
2.3 ใช้งานได้สะดวก	4.60	.50	มากที่สุด
2.4 การป้อนกาบหมากสู่เครื่อง	4.53	.51	มากที่สุด
2.5 การเลื่อนตำแหน่งของแม่พิมพ์	4.57	.57	มากที่สุด
2.6 บำรุงรักษาได้ง่าย	4.57	.50	มากที่สุด
2.7 ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์	4.53	.57	มากที่สุด
2.8 คุ้มค่าต่อการลงทุน	4.47	.57	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.53	.56	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.53	.57	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ ในด้านโครงสร้างอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการออกแบบและการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด และเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน

5. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลและอภิปรายผล

1) การพัฒนาเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง โดย (1) การปรับขนาดชุดแม่พิมพ์กาบหมากแบบถ้วยให้มีความโค้งมนมากกว่าเดิม เพื่อแก้ไขปัญหาการฉีกขาดของบรรจุภัณฑ์ อันเนื่องจากสภาพของกาบหมากที่แต่ละชิ้นอาจมีความหนาไม่เท่ากัน และความโค้งมนของชุดแม่พิมพ์น้อยจึงทำให้การเกิดการฉีกขาดในบางชิ้นดังกล่าว (2) เพิ่มชุดควบคุมการทำงานของฮีตเตอร์เป็น 2 ชุด ให้แยกการทำงานแบบอิสระระหว่างแม่พิมพ์แบบจานเหลี่ยมกับแบบถ้วยกลม ทำให้สะดวกในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ และลดระยะเวลาในการปรับตั้งอุณหภูมิเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ และ (3) การปรับปรุงชุดป้อนกาบหมากโดยการเพิ่มแรงกดให้มากขึ้น ส่งผลให้กาบหมากมีความเรียบมากขึ้น และสามารถปรับความเร็วรอบของชุดป้อนให้สามารถเลือกปรับความเร็วรอบได้ตามสภาพความหนาของกาบหมาก จึงส่งผลให้สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตได้มากขึ้นกว่าเดิม อันส่งผลต่อรายได้ของเกษตรกรที่เพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้เครื่องที่พัฒนาเป็นไปตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ในการแก้ไขปัญหาเครื่องรุ่นแรก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมเกียรติ [4] ได้ศึกษาวิจัยคุณสมบัติของกาบหมากนำมาออกแบบบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากภูมิปัญญาท้องถิ่น จากการศึกษาพบว่าเครื่องอัดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า ควบคุมการทำงานด้วย PLC (Programmable Logic Control) ซึ่งมีระบบควบคุมอุณหภูมิที่แม่พิมพ์อัตโนมัติ เพื่อผลิตบรรจุภัณฑ์จากกาบหมาก 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทจานสี่เหลี่ยม ปากจานกว้าง 7 นิ้ว ประเภทจานกลมปากขนาด 7 นิ้ว และประเภทถ้วยความกว้างปากถ้วยมีขนาด 7 นิ้ว เมื่อปรับตั้งฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ที่เหมาะสมก็จะส่งผลต่อคุณภาพของบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากเช่นกัน

2) การหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ โดยการทดสอบการทำงานของเครื่องที่พัฒนา สำหรับนำผลไปปรับตั้งการทำงานของเครื่องที่เหมาะสม ผลการทดสอบการทำงาน (1) ระยะเวลาที่เหมาะสมในการป้อนกาบหมากด้วยชุดป้อนกาบหมาก (Feed) สู่แม่พิมพ์เพื่ออัดขึ้นรูป โดยระยะเวลาที่เหมาะสมในการป้อนที่ทำให้กาบหมากเรียบและอยู่ในตำแหน่งกลางแม่พิมพ์ที่พร้อมจะอัดขึ้นรูปคือ 6 วินาที (2) อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการขึ้น

รูปผลิตภัณฑ์จากกาบหมาก โดยอุณหภูมิและเวลาที่ทำให้สภาพคงรูปของผลิตภัณฑ์กาบหมากดีที่สุด คือ ที่อุณหภูมิ 100 ℃ และเวลา 45 วินาที (3) การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติ ตามที่กำหนดในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความคงรูป ผลการทดสอบมีความคงรูปทรงหลังการขึ้นรูปทั้งแบบจานเหลี่ยมและแบบถ้วยกลม สภาพสีของผลิตภัณฑ์ยังคงสภาพเป็นสีธรรมชาติของกาบหมาก ความเรียบเสมอกันทุกส่วน ขนาดและรูปทรงทั้งจานเหลี่ยมและแบบถ้วยกลมได้ตามขนาดที่กำหนด การตัดขอบสามารถตัดขอบขาดโดยรอบทั้งแบบจานเหลี่ยมและถ้วยกลม ไม่มีการรั่วซึมของน้ำ สามารถทนความร้อนได้ 100 ℃ และเมื่อทดสอบปริมาณของจุลินทรีย์ ยีสต์และเชื้อราของบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากกาบหมากมีค่าน้อยกว่า 10 CFU/mL ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดที่กำหนดไว้ที่ 10 CFU/mL ซึ่งทุกรายการเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้

3) ความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากระบบกึ่งอัตโนมัติเกี่ยวกับด้านโครงสร้างทั่วไป ด้านการออกแบบและการใช้งาน ผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน ทั้งนี้เป็นเพราะอุปกรณ์ดังกล่าวใช้งานได้สะดวกลดเวลา ลดการใช้แรงงานคน รวมทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายของผู้ประกอบการและวิสาหกิจชุมชนเกี่ยวกับระยะเวลาในการทำงาน ปริมาณการผลิตและการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้เป็นจำนวนมาก และที่สำคัญคือได้ผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากที่มีคุณภาพ ถูกคุณลักษณะและหลักอนามัยทำให้สามารถจำหน่ายได้ในราคาที่สูงขึ้นเป็นการสร้างรายได้ให้เกษตรกรและชุมชน สอดคล้องกับงานวิจัยของนพดล และวิวัฒน์ [5] เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องย่างอาหารแบบจับหลักกึ่งอัตโนมัติ พบว่า หากเครื่องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเครื่องโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากทุกด้านเช่นกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ก่อนการใช้งานทุกครั้งควรจะตรวจสภาพทั่วไปของอุปกรณ์ก่อนการปฏิบัติงานเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับตัวเครื่องควรใช้งานอย่างระมัดระวัง

2) ควรมีการบำรุงรักษาระบบกลไกส่งกำลังตามระยะเวลาที่กำหนด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) การนำอุปกรณ์ไปพัฒนาต่อผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรจะพัฒนาเป็นชุดหัวอัดแบบ 2 หัว แยกอิสระ และสามารถปรับเปลี่ยนรูปทรงของแม่พิมพ์ได้หลายลักษณะเพื่อเพิ่มความรวดเร็ว ความสะดวกในการทำงาน และเพิ่มปริมาณการผลิตได้มากขึ้นด้วย

2) ควรศึกษาวิจัยการเลือกใช้วัสดุในการทำแม่พิมพ์เพื่อลดเรื่องน้ำหนักของตัวเครื่อง และลดค่าใช้จ่ายในการจัดทำแม่พิมพ์

เอกสารอ้างอิง

[1] พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์. (2664). [ออนไลน์]. วิกฤตขยะพลาสติก. [สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กันยายน 2567]. จาก https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/5021.

[2] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580). กรุงเทพมหานคร: สำนักงาน.

[3] กรมส่งเสริมการเกษตร. (2662). [ออนไลน์]. เนื้อที่ปลูกหมากที่สำคัญรายจังหวัด ปีเพาะปลูก 2561. [สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กันยายน 2567]. จาก http://www.agriinfo.doae.go.th/year62/plant/rortor/perennial/mak.pdf.

[4] สมเกียรติ สุทธิยาพิวัฒน์. (2561). การออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์อาหารจากกาบหมากเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มที่นำสู่ความเข้มแข็งของชุมชนและเศรษฐกิจฐานราก. สงขลา: มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.

[5] นพดล ชูสิทธิ์ และวิวัฒน์ รอดเกิด. (2559). การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องย่างอาหารแบบจับหลักกึ่งอัตโนมัติ. วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1, 1(2), 44-51.