การออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้า

Design and Construction of a Rice Straw Cushioning Material Product Extrusion Machine to Increase the Efficiency of Goods Transportation

วีรเชษฐ์ มั่งแว่น ธิญาดา อุ้มวารี บูรณ์พิภพ แสงเกตุ นิติธร สวัสดีสุข และ ขวัญฤดี อินมณี*

Weerachet Mangwaen, Thiyada Aumwaree, Bunpipob Seangket,*

Nitithon Sawatdisuk *and Kwanruedee Inmanee*

วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพฯ 10300

College of Logistics and Supply Chain, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok 10300, Thailand

*Corresponding author: E-mail: weerachet.ma@ssru.ac.th

(Received: June 06, 2025; Revised: November 6, 2025; Accepted: March 6, 2026)

Abstract: This research aimed to design and construct a molding machine that produces protective packaging from rice straw to enhance transportation efficiency. A qualitative research methodology was employed, including in-depth interviews, focus group discussions, and data synthesis from eight key informants: local farmers, company owners, members of Baan Phob Thai Art 1569 Co., Ltd., university lecturers, and machinery experts. The developed machine features a metal structure, a hydraulic drive system, and a mold assembly. The machine dimensions are 23.5 centimeters wide, 51.7 centimeters long, and 53 centimeters high. The mold measures 9.5 x 12.5 centimeters with a thickness of 45 centimeters Rice straw collected post-harvest from Nakhon Chai Si was used as the main raw material, mixed with a starch-based adhesive. Testing conducted three times demonstrated that the molded product had a smooth surface, was easily removed from the mold, and retained its shape. The final product effectively protected goods during transport for Baan Phob Thai Art 1569 Co., Ltd., and provided additional income for local farmers, demonstrating both practical and economic benefits.

Keywords: Design, product extrusion machine, shock-absorbing material from rice straw, transportation efficiency

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปวัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งสินค้า และศึกษากระบวนการอัดขึ้นรูป โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ได้แก่ การสัมภาษณ์เชิงลึก การสนทนากลุ่ม และการสังเคราะห์ข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูล 8 คน ได้แก่ เกษตรกร เจ้าของบริษัท สมาชิกบริษัทบ้านผอบไทยอาร์ท 1569 จำกัด อาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องจักรกล ผลการวิจัยพบว่า เครื่องอัดขึ้นรูปที่สร้างขึ้นมีโครงสร้างโลหะ ระบบขับเคลื่อนไฮดรอลิก และชุดแม่พิมพ์ ขนาดเครื่องกว้าง 23.5 เซนติเมตร ยาว 51.7 เซนติเมตร สูง 53 เซนติเมตร แม่พิมพ์ขนาด 9.5 x 12.5 เซนติเมตร หนา 45 เซนติเมตร ใช้วัตถุดิบจากฟางข้าวตำบลนครชัยศรีหลังฤดูเก็บเกี่ยว ร่วมกับกาวแป้งเปียกเป็นตัวประสานในการขึ้นรูป ทดสอบ 3 ครั้งพบว่า ผลิตภัณฑ์มีผิวเรียบ แกะจากแม่พิมพ์ง่าย ไม่เสียรูป สามารถนำไปใช้ในการป้องกันสินค้าระหว่างขนส่งของบริษัทบ้านผอบไทยอาร์ท 1569 จำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยสร้างรายได้เสริมให้เกษตรกรในพื้นที่

คำสำคัญ: การออกแบบ เครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว ประสิทธิภาพการขนส่งสินค้า

คำนำ

ข้าวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทยที่มีมูลค่าการส่งออกสูงและเป็นแหล่งรายได้สำคัญของเกษตรกร อย่างไรก็ตาม ภาคการผลิตข้าวต้องเผชิญกับประเด็นท้าทายที่ส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการจัดการผลพลอยได้ทางการเกษตร หลังฤดูเก็บเกี่ยวด้วยรถเกี่ยวนวด ซึ่งก่อให้เกิดปริมาณฟางข้าวจำนวนมหาศาลที่ถูกทิ้งไว้ในแปลงนา เนื่องจากฟางข้าวเหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายได้ทันตามกระบวนการธรรมชาติก่อนถึงฤดูเพาะปลูกรอบใหม่ เกษตรกรส่วนใหญ่จึงเลือกวิธีการกำจัดแบบดั้งเดิม คือ การเผาในที่โล่ง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดปัญหาหมอกควันและมลพิษทางอากาศขนาดเล็ก PM 2.5 ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรและกลายเป็นวาระระดับประเทศที่ไม่อาจละเลยได้ (Sawekwiharee and Boonchoo, 2021) ในขณะที่ฟางข้าวมีคุณสมบัติเด่นในการเป็นฉนวนความร้อนที่ดี มีความแข็งแกร่ง และสามารถแปรรูปได้ (Boonsung, 2023) จึงนับเป็นวัตถุดิบเหลือใช้ที่มีศักยภาพสูงในการเพิ่มมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจ โดยเฉพาะมิติของการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก งานวิจัยหลายชิ้นได้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการใช้ประโยชน์จากฟางข้าวเพื่อสร้างมูลค่าในระดับชุมชน (Srisuwan, 2021) แต่ปัญหาเชิงประจักษ์คือ กลุ่มเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่ตำบลนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ยังขาดความรู้ความเข้าใจเชิงลึกในการจัดการของเสีย และที่สำคัญคือ ขาดเทคโนโลยีการแปรรูปที่เหมาะสมเข้าถึงได้ และมีต้นทุนต่ำ เพื่อเปลี่ยนฟางข้าวให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานและสามารถแข่งขันในตลาดได้ ดังนั้น ฟางข้าวซึ่งถือเป็นทรัพยากรชุมชนที่เหลือใช้ จึงยังไม่ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างงาน สร้างรายได้ และส่งเสริมการพัฒนาทุนมนุษย์ของชุมชนอย่างเต็มศักยภาพ

ในขณะที่ปัญหาการจัดการฟางข้าวเป็นประเด็นด้านอุปทาน (supply side) ปัญหาด้านอุปสงค์ (demand side) ที่เกี่ยวข้องอย่างยิ่งคือ การขยายตัวอย่างรวดเร็วของธุรกิจอี-คอมเมิร์ซและโลจิสติกส์ในประเทศไทย ซึ่งการขนส่งถือเป็นหัวใจสำคัญและเป็นต้นทุนโลจิสติกส์ที่มีนัยสำคัญ (Office of the National Economic and Social Development Council, 2024) ปัญหาที่พบในระบบการขนส่งคือ ความเสียหาย (damage) ของสินค้าที่เกิดจากการห่อหรือการบรรจุด้วยวัสดุกันกระแทกที่ไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนทางธุรกิจและความน่าเชื่อถือยิ่งไปกว่านั้น วัสดุกันกระแทกส่วนใหญ่ที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น โฟมหรือ พลาสติก เป็นวัสดุสังเคราะห์ที่ย่อยสลายไม่ได้ หรือใช้เวลานานในการย่อยสลาย ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว (Trirat, 2017) จึงเกิดเป็นช่องว่างทางการตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมิได้เป็นเพียงการวิเคราะห์เชิงสถานการณ์ แต่เป็นงานวิจัยที่มีเป้าหมายในการแก้ปัญหาแบบบูรณาการที่ตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่ โดยการเน้นการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง โดยผู้วิจัยมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมเครื่องขึ้นรูปวัสดุกันกระแทกจากฟางข้าวด้วยระบบไฮดรอลิกและแรงดัน ซึ่งเป็นกระบวนการวิจัยและพัฒนาที่เน้นการสร้างเทคโนโลยีที่เหมาะสม สำหรับการถ่ายทอดสู่กลุ่มเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนตำบลนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม เพื่อนำฟางข้าวมาปรับปรุงคุณสมบัติและแปรรูปเป็นวัสดุกันกระแทกที่มีประสิทธิภาพสูงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาหมอกควันจากการเผาฟางข้าว การเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตร และการเสริมสร้างขีดความสามารถทางเศรษฐกิจของชุมชนอย่างยั่งยืนผ่านการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมที่ตอบโจทย์ความต้องการของตลาดโลจิสติกส์สมัยใหม่

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) ที่มุ่งเน้นการเข้าใจปรากฏการณ์

ในบริบทจริง (context-specific understanding) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในมิติของการพัฒนาชุมชน การมีส่วนร่วม และการพัฒนานวัตกรรมที่เหมาะสม ผู้วิจัยใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการแบบสัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interview) ซึ่งเป็นแนวคำถามที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นคำถามปลายเปิด (open-ended) สร้างขึ้นจากวัตถุประสงค์และแนวคิดที่การวิจัยต้องการศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากความต้องการของบริษัทบ้านผอบไทยอาร์ท 1569 จำกัด และความต้องการนำวัตถุดิบฟางข้าวของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวตำบลนครชัยศรี หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวแล้วมาเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรตำบลนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม โดยคำถามสามารถยืดหยุ่นตามสถานการณ์ในการสัมภาษณ์ เพื่อสร้างสัมพันธภาพ อันจะช่วยให้การเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างราบรื่น และที่สำคัญคือจะทำให้ผู้ให้ข้อมูลถ่ายทอดข้อมูลได้อย่างครบถ้วนและเป็นจริงมากที่สุด แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขั้นเริ่มสนทนา ขั้นเข้าสู่ประเด็นที่จะศึกษา และขั้นปิดสนทนา (Chantavanich, 2019)

ระยะเวลาในการวิจัย

งานวิจัยดำเนินการระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2568 โดยมีขอบเขตพื้นที่ที่มุ่งเน้น (target area) คือ ชุมชนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในพื้นที่ตำบลนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม เนื่องจากเป็นแหล่งผลิตฟางข้าวที่สำคัญ และเป็นพื้นที่ที่สอดคล้องกับความต้องการของวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวตำบลนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม และผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ คือ เจ้าของบริษัท สมาชิกในบริษัทบ้านผอบไทยอาร์ท 1569 จำกัด

ประชากรและผู้ให้ข้อมูลหลัก

ผู้ให้ข้อมูลหลัก (key informants) คือ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวตำบลนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม เจ้าของบริษัท สมาชิกในบริษัทบ้านผอบไทยอาร์ท 1569 จำกัด อาจารย์มหาวิทยาลัย และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถและมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ จำนวน 8 ท่าน โดยถูกคัดเลือกด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยพิจารณาจากเกณฑ์ความรู้ ความเชี่ยวชาญ และการมีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับประเด็นการวิจัยในสองมิติหลัก คือ 1) มิติการพัฒนาชุมชนและการสร้างมูลค่าจากวัสดุเหลือใช้เพื่อให้ได้ข้อมูลความต้องการและปัญหาเชิงประจักษ์ในพื้นที่ และรับรองการมีส่วนร่วมของชุมชน 2) มิติวิศวกรรมและการประยุกต์ใช้นวัตกรรมเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกด้านการออกแบบและสร้างเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพและต้นทุนที่เหมาะสม (Dokmai and Ampailapsuk, 2022)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดดังนี้

1. ลักษณะที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยดำเนินการนัดหมายผู้ให้ข้อมูลเป็นรายบุคคลเพื่อดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยเลือกใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก โดยใช้เป็นประเด็นคำถามแบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structure interview) เพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนตรงตามวัตถุประสงค์การวิจัยและใช้การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก โดยที่ผู้ถูกสัมภาษณ์สามารถตอบคำถามได้อย่างเปิดกว้างไม่จำกัดคำตอบ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ได้ถ่ายทอดความรู้ได้อย่างเต็มที่ครบถ้วนและเป็นจริงมากที่สุด (Chantavanich, 2019)

2. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิจัยดำเนินการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาแนวทางในการกำหนดรูปแบบของแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ และนำมาสร้าง

กรอบแนวคิดในการวิจัยจากการสังเคราะห์เอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสุดท้ายใช้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ เป็นการหาค่าความเที่ยงตรง นำแบบสอบถามให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบหาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยเลือกข้อที่มีค่า IOC (index of item objective congruence) มากกว่า 0.5 ส่วนข้อใดที่มีค่าน้อยกว่า 0.5 ซึ่งมีผลการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเท่ากับ 0.82 ผู้วิจัยจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนั้นแล้วข้อคำถามทุกข้อต้องผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ตรวจสอบ และเห็นว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) การศึกษาเอกสาร เช่น งานวิจัย บทความวิชาการ หนังสือ และแผนที่ เพื่อสร้างองค์ความรู้และบริบทเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปวัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว และข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) การเก็บข้อมูลภาคสนาม มีดังนี้ 1) การสัมภาษณ์เชิงลึก ดำเนินการนัดหมายผู้ให้ข้อมูลหลักรายบุคคล เพื่อให้ได้ข้อมูลความต้องการ (needs assessment) จากผู้ประกอบการ บริษัทบ้านผอบไทย อาร์ท 1569 จำกัด และเกษตรกรผู้ปลูกข้าวตำบลนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม รวมถึงข้อเสนอแนะเชิงเทคนิคจากผู้เชี่ยวชาญ 2) การสนทนากลุ่มเฉพาะกิจ โดยจัดการสนทนากลุ่มย่อยในกลุ่มเกษตรกรเพื่อยืนยันความต้องการในการใช้ประโยชน์จากฟางข้าวและรับรองการยอมรับนวัตกรรมในชุมชน 3) การสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม ผู้วิจัยทำการสังเกตการณ์ในระหว่างการออกแบบ การสร้าง และการทดสอบเครื่องอัดขึ้นรูป โดยมีการจดบันทึกประเด็นสำคัญและบันทึกภาพเพื่อประกอบการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

วิเคราะห์ข้อมูลจะเริ่มต้นตั้งแต่เริ่มการวิจัยและดำเนินไปเรื่อย ๆ จนสิ้นสุดการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นกระบวนการต่อเนื่องและลับประเด็นการวิจัยให้แหลมคมซึ่งก็คือการถกกันของสามมุมใน “วงล้อแห่งความรู้” คือประเด็นหรือคำถามการวิจัย (research question) แนวคิดทฤษฎี (concept theory) และข้อมูลหรือสิ่งที่ค้นพบ (data and finding)

นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์และจากแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกันอย่างเป็นระบบและนำไปเชื่อมโยงข้อมูลที่มี และเขียนรายงานข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะไม่ใช้ข้อมูลตัวเลขแต่จะเป็นข้อมูลเชิงพรรณนา และมีการอ้างถึงโดยตรงเกี่ยวกับที่มาของข้อมูล ดังนั้น ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสัมภาษณ์ (interview research) และข้อมูลจากเอกสารต่าง ๆ (document research) จะถูกนำมาวิเคราะห์และประมวลผลโดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในประเด็นต่าง ๆ ในรูปแบบการพรรณนานำไปสู่ความน่าเชื่อถือของผลการศึกษา ดังนี้

1. การออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้า ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ที่มีขนาดกว้าง 23.5 เซนติเมตร ยาว 51.7 เซนติเมตร สูง 53 เซนติเมตร และส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว ดัง Figure 1 โดยมีรายละเอียดส่วนประกอบ ได้แก่ (1) ฐานบน (2) แม่พิมพ์ (3) คานบน (4) บล็อกแม่พิมพ์ (5) เสาทรงกลม(ข้างใน) (6) คานล่าง (7) เสาสี่เหลี่ยม (ข้างนอก) (8) สปริง (9) ล้อเลื่อน 4 ล้อ (10) แม่แรงไฮดรอลิก (11) ฐานล่าง (12) บูทวงใน (13) เดือยเหล็ก โดยสามารถสรุปดัง Figure 2

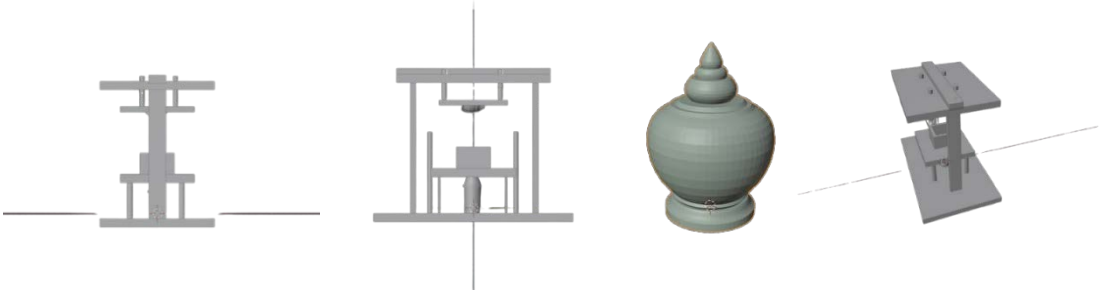

Figure 1. Side view of the product forming press machine (A), Front view of the product forming press machine (B), Top view of the product forming press machine (C), Image of the product mold (D)

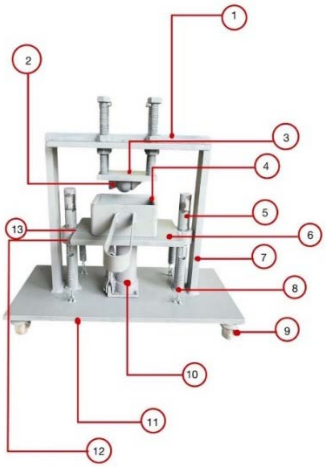

Figure 2. Details of components of the rice straw shockproof material product extruder

2. ขั้นตอนการสร้างและประกอบเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง ดังนี้

2.1 ทำแม่พิมพ์ตามลักษณะของสินค้าให้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ ดัง Figure

2.2 นำเหล็กแผ่นมาตัดตามขนาดฐานล่าง กว้าง 23.5 เซนติเมตร ยาว 51.7 เซนติเมตร และหนา 45 มิลลิเมตร เพื่อขึ้นโครงสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว ดัง Figure 4

2.3 นำเหล็กแผ่นมาตัดตามขนาด กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร หนา 10 มิลลิเมตร จากนั้นนำบูทขนาดวงใน 25 มิลลิเมตร วงนอก 50 มิลลิเมตร และหนา 25 มิลลิเมตร มาเชื่อมด้านกว้างของทั้ง 2 ฝั่ง ดัง Figure 5

2.4 นำแผ่นเหล็ก 4 แผ่น ขนาดกว้าง 7.7 เซนติเมตร ยาว 9.9 เซนติเมตร หนา 9 มิลลิเมตร มาเชื่อมติดกันให้เป็นทรงกล่องสี่เหลี่ยม และ

แผ่นขนาด ยาว 44 เซนติเมตร กว้าง 2.5 เซนติเมตร หนา 3 มิลลิเมตร มาเชื่อมให้กับกล่องสี่เหลี่ยมเพื่อใช้เป็นด้ามจับ ดัง Figure 5

2.5 นำชิ้นส่วนฐานล่าง แม่แรง เหล็กเสาทั้ง 2 ข้าง บูท คานล่าง คานบน สปริง 4 เส้น บล็อคล่าง บล็อกบน และน็อต 4 ตัวด้านบน ประกอบเข้าด้วยกัน ดัง Figure 6

2.6 เมื่อประกอบชิ้นส่วนทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว นำมาขัดด้วยกระดาษทรายเช็ดทำความสะอาด หลังจากนั้นก็นำเครื่องที่ประกอบสำเร็จแล้วมาทำการพ่นสี

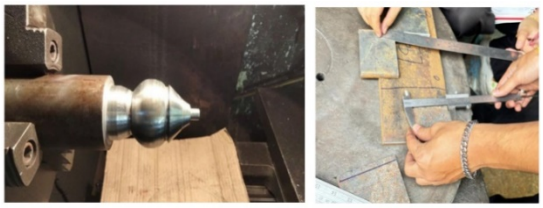

Figure 3. Turning of molds according to product Characteristics

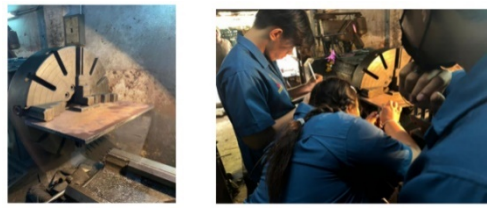

Figure 4. Cutting the base to build the structure

Figure 5. Lower beam and lower base parts

Figure 6. Assembly steps

3. การเตรียมวัสดุธรรมชาติสำหรับการอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว

การเตรียมวัสดุธรรมชาติ คือ การแปรรูปคุณสมบัติของฟางข้าวให้อยู่ในลักษณะที่พร้อมต่อการขึ้นรูปที่พร้อมต่อลักษณะสินค้าเพื่อให้ทนต่อการกันกระแทกที่เกิดจากกระบวนการขนส่ง โดยการทดลองแปรรูปคุณสมบัติของฟางข้าว มีดังนี้

(1) นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กิโลกรัม มาละลายในน้ำ 9,000 มิลลิลิตร

(2) นำฟางหนัก 1 กิโลกรัม ลงไปแช่เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง

(3) นำฟางที่แช่แล้วไปเทใส่ลงในผ้าขาวและนำไปล้างน้ำที่สะอาด

(4) บีบคั้นน้ำออกจากฟางข้าว

4.หลักการทำงานของเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว หลักการทำงานของเครื่องอัดกันกระแทกจากฟางข้าว คือ เริ่มจากการนำสารหล่อลื่นมาเคลือบบริเวณเสาทรงกลมทั้ง 2 ข้าง ที่ทำการประกอบและเชื่อมกับตัวคานล่างแล้ว เพื่อให้มีความหล่อลื่นและเพื่อเพิ่มระยะเวลาการทำงานของเครื่อง จากนั้นนำฟางข้าวที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายขึ้นมาผสมกาวแป้งเปียกใส่ลงไปในบล็อกสี่เหลี่ยม โดยดึงบล็อกออกมา

ประมาณ 5 เซนติเมตร นำฟางข้าวที่ผ่านกรรมวิธีเรียบร้อยแล้วใส่ลงไปในบล็อก นำไปวางไว้ให้ตรงกับแป้นพิมพ์ ทำการปิดวาล์วของตัวอุปกรณ์แม่แรง หมุนจากทางด้านซ้ายไปยังทางด้านขวาให้สุดและนำด้ามคันโยกใส่เข้าไปในช่องสำหรับคันโยกของตัวแม่แรง ทำการโยก ขึ้น-ลง เพื่อให้ตัวของคานล่างกับบล็อกขึ้นไปจนถึงแม่พิมพ์ โดยจะมีการขยับตัวบล็อกให้ตรงกับตัวแม่พิมพ์ด้านบนจะจับควบคู่ไปกับด้ามคันโยก เมื่ออัดขึ้นไปจนไม่สามารถโยกคันโยกได้แล้ว รอเวลาประมาณ 20 วินาที หลังจากนั้นเปิดวาล์วของแม่แรงเพื่อให้คานล่างที่ขึ้นไปจนถึงจุดสูงสุด ลงมาอยู่ ณ จุดเดิมของตัวเครื่อง ซึ่งในทุกครั้งที่ทำการเปิดวาล์วต้องตรวจสอบความปลอดภัยความเรียบร้อย จากนั้นดึงบล็อกออกมาและนำผลิตภัณฑ์ออกจากตัวบล็อก โดยกดด้านบนของบล็อกแม่พิมพ์ให้ผลิตภัณฑ์ลงมาด้านล่างของบล็อกแม่พิมพ์

ผลการศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้า จากความต้องการของบริษัทบ้านผอบไทยอาร์ท 1569 จำกัด และความต้องการนำวัตถุดิบฟางข้าวของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวตำบลนครชัยศรี หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวแล้วมาเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรตำบลนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม พบว่า การออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าวที่มีขนาด 9.5x4.5x12.5 เซนติเมตรโดยผลการทดสอบพบว่า เครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว สามารถอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด และวัสดุกันกระแทกสามารถใช้งานได้จริง อีกทั้งเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าวที่สร้างขึ้นสามารถ เพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในการขนส่งสินค้า นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อน เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรชาวนา ชุมชน และนำไปพัฒนาการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป โดยสามารถสรุปดัง Figure 7

Figure 7. Completed rice straw cushioning material product extruder

สำหรับการทดสอบการทำงานของเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว พบว่าความสามารถในการทำงานเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าวจากการทดสอบทำงานของเครื่องทำให้ทราบว่าเครื่องสามารถใช้เวลาในการผลิตวัสดุกันกระแทกได้ 3 นาทีต่อ 1 ชิ้น ซึ่งความหนาของผลิตภัณฑ์จะอยู่ในขนาดที่ใกล้เคียงกัน และความสามารถในการทำงานของเครื่องมีกำลังการผลิตอยู่ที่ประมาณ 140-160 ชิ้นต่อวัน ส่วนคุณภาพการผลิตของเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว ในขั้นตอนนี้ได้นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอัดขึ้นรูปนำมาตรวจสอบคุณภาพในการบีบอัด โดยพิจารณาลักษณะของผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์มีการถูกบีบอัดขึ้นรูปตรงตามลักษณะของบล็อกและแม่พิมพ์ โดยสามารถสรุปดัง Figure 8 และแสดงผลการทดสอบดัง Table 1

Figure 8. Compressed molded products

Table 1. The compression molding quality of rice straw cushioning material product molding machine

properties of rice straw	Compression forming time	Characteristics after compression forming	Product image
The image shows the product that was not soaked in sodium hydroxide.	5 minutes	The rice straw takes the shape of the mold block, but the center does not conform exactly to the mold's shape. When compressed, it tends to expand back to its original form, and the product becomes hard when dried.	
The sample was soaked in sodium hydroxide for 3 hours.	3 minutes	The rice straw conforms to the shape of both the block and the mold. The central area exhibits flexibility and demonstrates excellent impact resistance.	

และผลทดสอบการรับแรงกระแทกของผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว พบว่า ในขั้นตอนนี้ได้มีการนำผลิตภัณฑ์มาจำลองสถานการณ์ขนส่งสินค้าแบบรุนแรง โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาห่อหุ้มคลุมสินค้าแล้วบรรจุใส่กล่องพัสดุ จากนั้นจำลองสถานณ์การ โดยการโยนสินค้าลงมาในระดับความสูงที่มากกว่า 2 เมตร ดัง Table 2

Table 2. Impact test results of rice straw impact protection materials

Characteristics of the simulation	Time	Test results	Simulation model
Released vertically under gravity	0.08 Second	The product is not broken or damaged.	
Projectile motion throw	3.72 Second	The product was not broken or damaged.	

วิจารณ์

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้า พบว่า จากการเข้าใจในความต้องการของผู้ใช้งาน สามารถตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้อย่างสูงสุด มาใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าวและทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก โดยกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย เกษตรกรผู้ปลูกข้าวตำบลนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม เจ้าของบริษัท สมาชิกในบริษัทบ้านผอบไทยอาร์ท 1569 จำกัด นั้น ในการออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าวขึ้นมาประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง ชุดแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทก และระบบขับเคลื่อนไฮดรอลิก โครงสร้างของเครื่องทำด้วยโลหะ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีขนาด กว้าง 23.5 เซนติเมตร ยาว 51.7 เซนติเมตร สูง 53 เซนติเมตรตัวบล็อคแม่พิมพ์มีขนาด กว้าง 9.5 เซนติเมตร ยาว 12.5 เซนติเมตร หนา 45 มิลลิเมตร จากนั้นทำการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Thongkham *et al.*, 2022) ที่ได้ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องตัดฟางข้าว พบว่า เครื่องตัดฟางข้าวมีความสามารถในการทำงานมากกว่าแรงคนประมาณ 6.7 เท่า นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับแนวคิดของ (Prommaboon, 2013) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างเครื่องแยกเส้นใบตาลที่พบว่า สมรรถนะของเครื่องที่ออกแบบจะสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกเนื่องจากเป็นเครื่องขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา

และกระบวนการทดสอบเครื่องอัดขึ้นรูปและวิธีการอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้า พบว่า คุณภาพการบีบอัดขึ้นรูปของเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว ชี้ให้เห็นว่าการบีบอัดขึ้นรูปจากฟางข้าว ที่แช่โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะสามารถเข้ารูปทรงตามบล็อกแม่พิมพ์ได้ดีกว่า ฟางข้าวที่ไม่ได้แช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่สำคัญฟางข้าวที่แช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ยังมีความยืดหยุ่น และสามารถทนต่อแรงกระแทกได้ในทุกสถานการณ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Chungsiriporn *et al.*, 2022) ศึกษาการผลิตบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปจากฟางข้าวและชานอ้อยโดยใช้ไคโตซานเคลือบผิว พบว่า บรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษจากฟางข้าวและชานอ้อยที่ผสมสารเชื่อมประสานจะมีค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษที่ไม่ผสมสารเชื่อมประสาน การใช้ไคโตซานในการเคลือบผิวบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษจากฟางข้าวและชานอ้อยสามารถลดการซึมน้ำลงได้การเคลือบด้วยไคโตซานหลังการขึ้นรูปมีร้อยละการซึมน้ำที่น้อยกว่าการเคลือบก่อน

การขึ้นรูป ซึ่งวัสดุฟางข้าวและชานอ้อยเป็นวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ธรรมชาติ โดยบรรจุภัณฑ์จากฟางข้าวมีความทนทานในการใช้งานสูง เนื่องจากมีค่าแรงดึงสูงและมีค่าการซึมน้ำน้อยกว่าบรรจุภัณฑ์ชานอ้อยวัสดุฟางข้าวจึงมีความเหมาะสมในการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์มากกว่าวัสดุชานอ้อย ซึ่งบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปที่ผลิตได้สามารถนำไปใช้สำหรับใส่อาหารแห้งและเปียกได้เป็นอย่างดี และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thancharoen (2015) เรื่อง "การปรับสภาพฟางข้าวเพื่อผลิตไบโอเอทานอลโดยเชื้อ Kluyveromyces marxianus " พบว่า การปรับสภาพฟางข้าวด้วยสารละลายด่าง ซึ่งมีผลต่อการย่อยสลายโครงสร้างของฟางข้าว ทำให้วัสดุอ่อนตัวลงและง่ายต่อการนำไปแปรรูปในกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (Nawglang *et al.*, 2013) ศึกษาการปกป้องผลแอปเปิลด้วยวัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว พบว่า การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุกันกระแทกจากฟางข้าวกับวัสดุเชิงพาณิชย์ (ตาข่ายโฟม) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าวัสดุจากฟางข้าวสามารถนำมาใช้ทดแทนได้

สรุป

ผลการวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ ได้นำเสนอและยืนยันประสิทธิผลของเครื่องอัดขึ้นรูปวัสดุกันกระแทกจากฟางข้าว ที่ออกแบบด้วยกลไกไฮดรอลิกแบบมือโยกเพื่อวิสาหกิจชุมชน ผลการทดสอบเชิงวิศวกรรมชี้ให้เห็นว่า เครื่องสามารถแปรรูปฟางข้าวให้มีความหนาแน่นและรูปทรงสม่ำเสมอ มีประสิทธิภาพในการป้องกันสินค้าสูง ช่วยให้ผู้ประกอบการลดต้นทุนโลจิสติกส์และลดการใช้พลาสติกสังเคราะห์

ในด้านประโยชน์ต่อเกษตรกร นวัตกรรมนี้ช่วยเปลี่ยนวัสดุเหลือทิ้งที่ก่อมลพิษ PM 2.5 ให้เป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน (circular Economy) พร้อมทั้งเสริมศักยภาพ (Empowerment) ให้เกษตรกรยกระดับบทบาทจากผู้ผลิตวัตถุดิบสู่การเป็นผู้แปรรูปผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการสร้างรายได้ที่มั่นคง ลดความเหลื่อมล้ำ และสร้างความยั่งยืนให้แก่ชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์วัสดุกันกระแทกจากฟางข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้า ได้รับความช่วยเหลือจากหลายภาคส่วน ทั้งในด้านข้อมูล ข้อเสนอแนะ และคำปรึกษา คณะผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวตำบลนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม และผู้เชี่ยวชาญ ผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่าน เป็นอย่างสูง คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.โศภิดา สังข์สุนทร อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และ นาย ถวิล ผันอากาศ นักออกแบบ ที่ได้ให้คำชี้แนะต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Boonsung, A. 2023. Creation of environmentally friendly products from rice straw using BCG process. Journal of Design Echo, Suan Sunandha Rajabhat University 4(2): 2-16. (in Thai)

Chungsiriporn, J., P. Pongyeela and N. Chairerk. 2022. Production of molded pulp packaging from rice straw and bagasse coating by chitosan. Burapha Science Journal 27(1): 20-30. (in Thai)

Chantavanich, S. 2019. Data Analysis in Qualitative Research. 9th ed. Chulalongkorn University Press, Bangkok. (in Thai)

Dokmai, A. and S. Ampailapsuk. 2022. Designing cultural heritage tourism trail on OTOP Nawatwithi sustainable Noen Kham

community, Noen Kham subdistrict, Noen Kham district, Chai Nat province. Journal of Community Development and Life Quality 10(3): 263-272. (in Thai)

Office of the National Economic and Social Development Council. (NESDC) 2024. Thailand' s Logistics Report. 2023 (NESDC, Bangkok. 21p.)

Thancharoen, K. 2015. Pretreament of rice straw into biethanol by Kluyveromyces. Phranakhon Rajabhat Research Journal 10(2): 123-133. (in Thai)

Nawglang, T. , T. Triiamnuk, W. Ariharn, K. Triiamnuk. 2013. Apple protection using rice straw cushioning materials. pp. 680-684. *In:* Proceedings of the 14th TSAE National Conference and the 6th TSAE International Conference. Thai Society of Agricultural Engineering, Bangkok. (in Thai)

Prommaboon, P. 2013. Design and construction of palm leaf separation machine. Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal 6(2): 24-34. (in Thai)

Thongkham, P., J. Langkapin, R. Kalsirisilp and S. Parnsakhon. 2022. Design and fabrication of straw cutting Machine. Srinakharinwirot University Engineering Journal 17(2): 31-41. (in Thai)

Trirat, P. 2017. Packaging development from agricultural debris and weeds as molded pulp for fruit. Art and Architecture Journal Naresuan University 8(2): 186-199. (in Thai)