



วารสาร

วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา

Journal of Research and Vocational Education Development (JRVED)

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน 2569 Vol. 5 No.1 January - June 2026



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4

Institute of Vocational Education : Northeastern Region 4



วารสาร

วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา

Journal of Research and Vocational Education Development (JRVED)

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน 2569 Vol. 5 No. 1 January - June 2026

สารบัญ

นวัตกรรมการบริหารงานวิชาการหนึ่งโรงเรียนสองระบบในยุคดิจิทัลเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองบัวลำภู กรชนก สุตะพาหะ	1-14
รูปแบบการพัฒนาศูนย์การเรียนรู้วิชาชีพวิทยาลัยอาชีวศึกษาอุบลราชธานี (UVC) เพื่อเสริมสร้าง สมรรถนะผู้เรียนอาชีวศึกษาสู่การเป็นผู้ประกอบการในศตวรรษที่ 21 ลฎาภา แสงทรัพย์	15-34
อิทธิพลของปัจจัยการยอมรับปัญญาประดิษฐ์แบบสนทนาต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ของ ผู้บริโภคกลุ่มเจนเอเรชันซี ในจังหวัดยโสธร อานนท์ พัสตร, ยุพรัตน์ พัสตร, เข้มชาติ พงษ์พาน, ก้องกุล กุลแก้ว และจักรกฤษ ศรีวิเศษ	35-50
การพัฒนาและหาประสิทธิภาพเครื่องอัดกระดาษจากใบและขุยมะพร้าวด้วยระบบไฮดรอลิก ชนะ สุทธิประภา, ศักรินทร์ ไชยปัญญา และนุชจิรา วรรณสิทธิ์	51-66
การพัฒนาแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านอัจฉริยะโดยใช้ AI Chatbot เพื่อเสริมสร้าง การเรียนรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายอาชีวศึกษา สุนันทา กลิพันธ์, วราภรณ์ สารวัน, เพชรรัตน์ บัวทุม, กฤษณ์ กนิษฐยาพร และพลอย ประทุมชาติ	67-82
การพัฒนาแบบการสอนโครงงานร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เชิงสร้างสรรค์ รายวิชาโครงงาน พรธิชา วงษ์พิทักษ์, นที จันทร์เทียม, วุฒิไกร หนูคอนทราย, รุ่งวิรุณ โกมลิตธิพงศ์, ศักดิ์ศรี สุยะรา ปรัชญานันท์ ญาณเพิ่ม และสุริพร คินดี	83-96
อิทธิพลของคุณภาพการบริการและอัตลักษณ์ท้องถิ่นต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยว Generation Z ในจังหวัดศรีสะเกษ บุหพันธ์ อาสาสนา, ณัฏกมนต์ โตไทยะ และณัฐภูมิ รอดพันธุ์	97-110
การศึกษากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตชนิดไหลอัดแน่นด้วยตัวเองผสมเส้นใยเหล็กแบบตะขอ ธนวรรณ ธนศิริสกุลสิทธิ์, โกสินทร์ แข่งขัน, สมคิด สิ้นเดิม, พิธภัส ถาวรกุล และวสันต์ บุตรยศ	111-121
การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ร่วมกับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านรายวิชาการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่ออาชีพ ของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม พัฒน์นิดา บุญสนอง, ธนชน อินทจันทร์, สายฝน สารผล, พยุงศักดิ์ สบายใจ และวีรยา โนนจันทร์	122-136

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพเครื่องอัดกระถางจากใยและขุยมะพร้าวด้วยระบบไฮดรอลิก Development and Efficiency Evaluation of a Hydraulic Pot Press Machine Using Coconut Fiber and Coir Dust

ชนะ สุทธิประภา^{1*}, ศักรินทร์ ไชยปัญญา¹, นุชจิรา วรรณสิทธิ์²

แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี¹ แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุบลราชธานี²

Chana@utc.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพเครื่องอัดกระถางจากใยและขุยมะพร้าวด้วยระบบไฮดรอลิก เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อความสมบูรณ์และสมบัติการอุ้มน้ำของกระถาง และเพื่อประเมินประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้งานของเครื่องอัดกระถางเครื่องต้นแบบใช้ระบบไฮดรอลิกในการสร้างแรงอัด โดยใช้ใยและขุยมะพร้าวผสมกับกาวน้ำแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก วางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล 3×3 ภายใต้ความดันอัดคงที่ 750 kPa โดยศึกษาอุณหภูมิ 3 ระดับ ได้แก่ 100, 110 และ 120 องศาเซลเซียส และเวลาในการอัดขึ้นรูป 3 ระดับ ได้แก่ 480, 540 และ 600 วินาที

ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 คน พบว่า เครื่องอัดกระถางมีความเหมาะสมในการใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.36 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อขนาดของกระถาง พบว่าอุณหภูมิและเวลามีผลต่อความสูงและความหนาของกระถาง ขณะที่ความกว้างปากกระถางได้รับอิทธิพลจากเวลา และความกว้างก้นกระถางได้รับอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลา สำหรับสมบัติการอุ้มน้ำ พบว่าอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส และเวลา 600 วินาที ให้ค่าการอุ้มน้ำสูงสุด 8.10 กรัม

ด้านประสิทธิภาพของเครื่อง พบว่าสามารถผลิตกระถางได้เฉลี่ย 12 กระถางต่อชั่วโมง และมีผลิตภาพ 12 กระถางต่อคนต่อชั่วโมง การเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการอัดขึ้นรูปมีแนวโน้มทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจาก 3.40 เป็น 4.30 kWh และค่าไฟฟ้าต่อชิ้นเพิ่มขึ้นจากประมาณ 8.50 เป็น 10.80 บาท ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเครื่องต้นแบบมีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานในระดับต้นแบบ และมีศักยภาพในการพัฒนาต่อยอด โดยควรปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เกิดความเหมาะสมระหว่างคุณภาพ กำลังการผลิต การใช้พลังงาน และต้นทุน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความคุ้มค่าในการผลิต

คำสำคัญ: เครื่องอัดกระถาง, ใยมะพร้าว, ขุยมะพร้าว, ระบบไฮดรอลิก, กระถางวัสดุธรรมชาติ

Abstract

This research aimed to develop and evaluate the efficiency of a hydraulic press machine for producing plant pots from coconut fiber and coir dust, to investigate the effects of temperature and compression time on pot dimensions and water-holding capacity, and to evaluate the suitability and operational performance of the machine. The prototype employed a hydraulic compression system. Coconut fiber and coir dust were mixed with tapioca-starch-based liquid adhesive at a 1:1 ratio by weight. A 3×3 factorial design was employed under a constant compression pressure of 750 kPa, with three temperature levels (100, 110, and 120°C) and three compression times (480, 540, and 600 s).

The evaluation by 15 experts indicated that the overall suitability of the machine was at a high level, with a mean score of 4.36 and a standard deviation of 0.50. The results showed that temperature and compression time significantly affected pot height and thickness, while rim width was significantly affected by compression time. Base width was significantly affected by the interaction between temperature and compression time. For water-holding capacity, the condition of 120°C and 600 s produced the highest value of 8.10 g.

In terms of machine performance, the prototype achieved an average production capacity of 12 pots per hour and a productivity of 12 pots per person-hour. Increasing temperature and compression time tended to increase energy consumption from 3.40 to 4.30 kWh and electricity cost per pot from approximately 8.50 to 10.80 Baht. The results indicate that the prototype is suitable for further development. Future improvements should focus on optimizing product quality, production capacity, energy consumption, and production cost to enhance overall efficiency and economic feasibility.

Keywords: Hydraulic pot press machine; coconut fiber; coir dust; hydraulic system; natural material pots.

1. บทนำ/ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปัญหาขยะพลาสติกจากภาคการเกษตรได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการใช้กระถางและถุงเพาะชำพลาสติกก่อให้เกิดขยะที่ย่อยสลายได้ยากและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ [1] ได้รายงานถึงความจำเป็นในการลดปริมาณขยะพลาสติกและส่งเสริมการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากระถางชีวภาพจากวัสดุธรรมชาติเพิ่มมากขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา

ประเทศไทยมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจำนวนมาก เช่น ใบมะพร้าว ขุยมะพร้าว ฟางข้าว และวัสดุชีวมวลอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระถางชีวภาพได้ ซึ่ง [2] รายงานว่ากระถางชีวภาพจากวัสดุธรรมชาติเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพในการลดปริมาณขยะพลาสติกและส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน ขณะที่ [3] พบว่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดสามารถนำมาผลิตเป็นกระถางที่มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการเพาะกล้าไม้และสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ

อย่างไรก็ตาม แม้จะมีการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เศษวัสดุทางการเกษตรอย่างแพร่หลาย แต่การวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ในด้านการออกแบบเครื่องจักรกลหรือนวัตกรรมการผลิตต้นแบบเพื่อขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์เหล่านี้ภายในสถาบันอาชีวศึกษายังมีอยู่จำกัด ซึ่งการขาดแคลนเทคโนโลยีเครื่องอัดขึ้นรูปที่เหมาะสมกับชุมชน ถือเป็นช่องว่างสำคัญที่ทำให้อาชีวศึกษาขาดโอกาสในการบูรณาการทักษะช่างเทคนิคเพื่อตอบสนองต่อโมเดลเศรษฐกิจ BCG ดังนั้น การสร้างเครื่องต้นแบบในสถานศึกษาจึงเป็นกลไกสำคัญในการถ่ายทอดทักษะวิชาชีพเชิงปฏิบัติการ ควบคู่ไปกับการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือใช้ในห้องเรียนอย่างเป็นรูปธรรม

แม้ว่าการพัฒนาวัสดุสำหรับผลิตกระถางชีวภาพจะมีความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง แต่กระบวนการผลิตยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งต่อคุณภาพและประสิทธิภาพการผลิตของผลิตภัณฑ์ โดย [4] ได้ออกแบบและสร้างเครื่องย่อยเปลือกทุเรียนและเครื่องอัดขึ้นรูปกระถาง พร้อมประเมินสมรรถนะการทำงานและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยพบว่าเครื่องต้นแบบสามารถผลิตกระถางได้เฉลี่ย 25 กระถางต่อชั่วโมง และมีระยะเวลาคืนทุนเพียง 0.94 ปี แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยีการอัดขึ้นรูปในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นการศึกษาวสดุที่ใช้ผลิตกระถางหรือการประเมินสมรรถนะของเครื่องจักรในภาพรวม ขณะที่การศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการอัดขึ้นรูปต่อคุณภาพของกระถางจากใบและขุยมะพร้าวยังมีข้อมูลค่อนข้างจำกัด ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาและหาประสิทธิภาพเครื่องอัดกระถางจากใบและขุยมะพร้าวด้วยระบบไฮดรอลิก พร้อมศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการอัดขึ้นรูปที่มีต่อคุณภาพของกระถาง รวมทั้งประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกระถางชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตรและวิสาหกิจชุมชน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดกระถางจากใยและขุยมะพร้าว
- 2.2 เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อการขึ้นรูปและสมบัติการอุ้มน้ำของกระถางจากใยและขุยมะพร้าว
- 2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญ

3. ขอบเขตของการวิจัย

- 3.1 ขอบเขตด้านการออกแบบและสร้างเครื่องจักร
 - 3.1.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างเครื่องอัดกระถาง เหล็ก C 4 ขนาด 50x50x120 เซนติเมตร
 - 3.1.2 ระบบส่งกำลังไฮดรอลิก ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) ขนาด 12 โวลต์ ร่วมกับปั๊มไฮดรอลิกขนาดแรงอัดสูงสุด 2 ตัน โดยควบคุมความดันในการอัดขึ้นรูปคงที่ 750 กิโลปาสกาล (kPa) และมีอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกที่เหมาะสมต่อการใช้งาน
 - 3.1.3 แม่พิมพ์ขึ้นรูปกระถาง ทำจากเหล็กกล้า คาร์บอนเกรด ST-40
 - 3.1.4 ระบบให้ความร้อนแก่แม่พิมพ์ ใช้ชุดแผ่นความร้อนไฟฟ้า (Heater) ขนาดกำลังไฟ 200 วัตต์
- 3.2 ขอบเขตด้านการทดลองและวัสดุ
 - 3.2.1 อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการทำกระถางจากวัสดุธรรมชาติ ประกอบด้วยใยและขุยมะพร้าวผสมกับกาวน้ำแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมจากการทดลองเบื้องต้น
 - 3.2.2 ปัจจัยที่ศึกษา (ตัวแปรต้น) ได้แก่ อุณหภูมิแปรผัน 3 ระดับ (100, 110 และ 120 องศาเซลเซียส) และเวลาในการอัดขึ้นรูปแปรผัน 3 ระดับ (480, 540 และ 600 วินาที) ตามแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล 3x3 (3x3 Factorial Design)
 - 3.2.3 เงื่อนไขในการอัดขึ้นรูป กำหนดให้ควบคุมความดันอัดคงที่ที่ 750 kPa โดยคำนวณจากแรงอัดในแนวแกนหารด้วยพื้นที่รับแรงของแม่พิมพ์ ตามสมการ ($P=F/A$) ทั้งนี้ ต้องระบุค่าแรงอัดและพื้นที่รับแรงที่ใช้ในการคำนวณเพื่อให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของค่าความดันได้
 - 3.2.4 ขนาดมาตรฐานของกระถางชีวภาพที่ใช้ตรวจสอบความสมบูรณ์ กำหนดให้มีความกว้างของปากกระถาง 80 มิลลิเมตร ความกว้างของก้นกระถาง 60 มิลลิเมตร ความสูง 65 มิลลิเมตร และมีความหนา 3 มิลลิเมตร โดยเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนยอมรับได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร
 - 3.2.5 นำกระถางตัวอย่างชั่งน้ำหนักก่อนการทดสอบ จากนั้นนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 14 นาที นำออกจากน้ำ ชั่งน้ำหนักส่วนเกินบริเวณผิวชิ้นงาน แล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง บันทึกค่าการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักในหน่วยกรัม โดยคำนวณจากผลต่างระหว่างน้ำหนักหลังแช่น้ำกับน้ำหนักก่อนแช่น้ำ

3.3 ขอบเขตด้านการหาประสิทธิภาพและสูตรคำนวณ

การหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระถาง พิจารณาจากดัชนีชี้วัด 3 ด้าน โดยมีสูตรและวิธีการคำนวณดังนี้ :

3.3.1 กำลังการผลิต (Capacity: C) คำนวณจากจำนวนกระถางที่ผลิตได้สำเร็จต่อหน่วยเวลา:

$$C = \frac{\text{จำนวนกระถางที่อัดได้สมบูรณ์ (ชิ้น)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด (ชั่วโมง)}}$$

3.3.2 ผลผลิต/ผลิตภาพ (Productivity: P) คำนวณจากเปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์เมื่อเทียบกับวัตถุดิบหรือแผนงาน

$$P = \frac{\text{จำนวนกระถางที่สมบูรณ์ตามเกณฑ์}}{\text{จำนวนกระถางที่ผลิตทั้งหมด}} \times 100$$

3.3.3 ปริมาณไฟฟ้าและอัตราการสิ้นเปลือง การคำนวณค่าไฟฟ้าต่อชิ้น

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} & E = P \times t \\ \text{โดย} & E = \text{พลังงานไฟฟ้า (kWh)} \\ & P = \text{กำลังไฟฟ้า (kW)} \\ & t = \text{เวลาในการทำงาน (h)} \\ \text{ค่าไฟฟ้า} & E \times \text{อัตราค่าไฟฟ้า} \\ \text{ค่าไฟฟ้าต่อกระถาง} & \end{aligned}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้าต่อชิ้น} = \frac{E \times \text{อัตราค่าไฟฟ้า}}{\text{จำนวนกระถางที่ผลิตได้ (ชิ้น)}}$$

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

4.1.1 เครื่องอัดกระถางจากใยและขุยมะพร้าว รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกลไกการอัด (มียอก/นิวเมติก/ไฮดรอลิกส์) ขนาดแม่พิมพ์ที่เหมาะสม และระบบการทำความร้อนของแม่พิมพ์ ดังแสดงในภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2

4.1.2 กระถางจากวัสดุธรรมชาติ ศึกษาวัสดุธรรมชาติและตัวประสาน โดยทำการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุที่นำมาทำกระถาง โดยใช้สัดส่วนของ ใยและขุยมะพร้าว : กาว น้ำแป้งมันสำปะหลัง คือ 1 : 1

4.2 ออกแบบและสร้างเครื่องอัดกระถาง

4.2.1 เขียนแบบวิศวกรรม: ใช้โปรแกรมออกแบบทางวิศวกรรม 3 มิติ โครงสร้างและชุดแม่พิมพ์ทรงกรวย แม่พิมพ์ตัวบนขนาด 80x60x65 มิลลิเมตร และแม่พิมพ์ตัวล่าง 77x57x62 มิลลิเมตร พร้อมติดตั้งฮีตเตอร์ความร้อนแม่พิมพ์บนและล่าง และอุปกรณ์ต่างๆ ดังภาพที่ 1 (ก)

4.2.2 จัดหาวัสดุอุปกรณ์: จัดซื้อหลัก โครงสร้างระบบไฮดรอลิกส์ ฮีตเตอร์ความร้อน และชุดควบคุมอุณหภูมิ

4.2.3 ประกอบชิ้นส่วน ดำเนินการตัด เชื่อมประกอบโครงสร้าง ติดตั้งชุดแม่พิมพ์ ระบบต้นกำลัง และเดินระบบไฟควบคุมความร้อน

4.2.4 ทดสอบการทำงานเบื้องต้น (Pre-test) เดินเครื่องเปล่าเพื่อใช้ระบบกลไก และทดลองทำความร้อนเพื่อดูความเสถียรของอุณหภูมิ

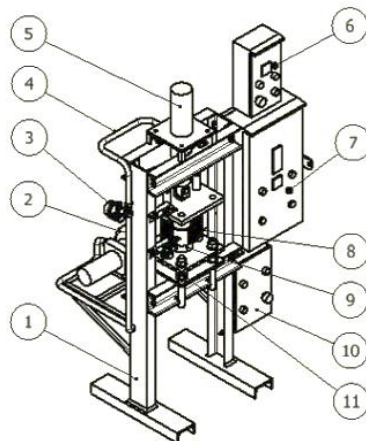
4.2.5 การประเมินคุณภาพและความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ

1) การคัดเลือกและคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ: ทำการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม/เครื่องจักรกลสร้างเครื่องมือ จำนวน 5 คน, ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์/วัสดุศาสตร์ชีวภาพ จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการส่งเสริมการเกษตร/การใช้งานชุมชน จำนวน 5 คน โดยผู้เชี่ยวชาญทุกท่านต้องมีประสบการณ์ในการทำงานหรือการสอนที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 3-5 ปี

2) การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (IOC): นำแบบประเมินความเหมาะสมและความพึงพอใจที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence: IOC) เพื่อหาค่า IOC โดยเกณฑ์ข้อคำถามที่นำไปใช้ต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

3) การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability): นำแบบประเมินที่ผ่านการตรวจสอบ IOC แล้วไปทำการทดลองใช้ (Try-out) กับกลุ่มประชากรที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง) จำนวน 30 คน เพื่อนำผลมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ [6] ครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) โดยต้องมีค่าความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 0.70 ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 15 คนทำการประเมินจริง

1. โครง
2. ปั๊มไฮดรอลิก
3. เกจวัด
4. ท่อน้ำมัน
5. กระจกไฮดรอลิก
6. ควบคุมอุณหภูมิ1
7. ตู้ควบคุมเวลา
8. แม่พิมพ์ตัวบน
9. แม่พิมพ์ตัวล่าง

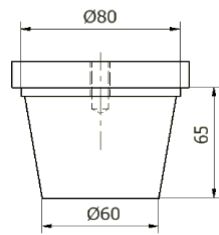


(ก) แบบร่าง

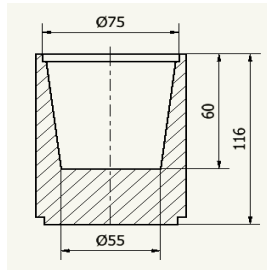


(ข) เครื่องที่สร้างขึ้น

ภาพที่ 1 แสดง (ก) แบบร่างเครื่องอัด (ข) เครื่องอัดกระถางจากวัสดุธรรมชาติ



(ก)แม่พิมพ์ด้านบน



(ข) แม่พิมพ์ตัวล่าง



(ข) แม่พิมพ์ตัวบน

ภาพที่ 2 แสดง (ก) แม่พิมพ์ด้านบน (ข) แม่พิมพ์ตัวล่าง (ค) แม่พิมพ์ที่สร้าง

4.3 ทดลองอัดกระถางจากใยและขุยมะพร้าว

4.3.1 เตรียมวัตถุดิบ นำวัสดุธรรมชาติมาผสมตามอัตราส่วนที่กำหนด โดยใช้การชั่งน้ำหนัก ดังแสดงในภาพที่ 3

4.3.2 ดำเนินการอัดขึ้นรูปและวิเคราะห์ผลตามแผนการทดลอง

1) ผสมวัสดุตามสูตรที่กำหนด (ใยและขุยมะพร้าวต่อกาวน้ำแป้งมันสำปะหลัง อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) แบ่งวัตถุดิบเป็นก้อน ก้อนละเท่า ๆ กัน จำนวน 27 ก้อน แล้วนำไปชั่งน้ำหนักให้แม่นยำ ดังภาพที่ 3 (ก) และ (ข)

2) นำเข้าเครื่องอัดโดยควบคุมความดันอัดคงที่ที่ 750 กิโลปาสกาล (kPa) และทดลองอัดขึ้นรูปภายใต้เงื่อนไขอุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกันตามแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล 3x3 ซึ่งประกอบด้วยอุณหภูมิ 3 ระดับ (100, 110 และ 120 องศาเซลเซียส) และเวลา 3 ระดับ (480, 540 และ 600 วินาที) ทำให้เกิดเงื่อนไขการทดลองทั้งหมด 9 เงื่อนไข

3) ทำการทดลองซ้ำ (Replication) จำนวนเงื่อนไขละ 3 ครั้ง รวมจำนวนชิ้นงานทดลองทั้งหมด 27 ชิ้นงาน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนและเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางสถิติ

4) บันทึกข้อมูลผลการทดลองด้านความสมบูรณ์ของกระถางและสมบัติการอุ้มน้ำในแต่ละเงื่อนไข

5) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ: นำข้อมูลตัวเลขที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ผลด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เพื่อทดสอบอิทธิพลของปัจจัยอุณหภูมิ ปัจจัยเวลา รวมถึงผลกระทบร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อคุณสมบัติของกระถางชีวภาพ และหากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จะทำการเปรียบเทียบผลต่างรายคู่ด้วยวิธีของ [7] ดักแคน (Duncan's Multiple Range Test)



(ก) เตรียมวัสดุเป็นทรงกลม



(ข) ชั่งน้ำหนัก

ภาพที่ 3 แสดงการเตรียมวัสดุธรรมชาติ ก) เตรียมวัสดุเป็นทรงกลม ข) ชั่งน้ำหนัก



ภาพที่ 4 แสดงการทดลองอัดกระถางที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

5. ผลการวิจัยและสรุปผลการวิจัย

5.1 จากการออกแบบและสร้างเครื่องอัดกระถางจากใบและขุยมะพร้าวด้วยระบบไฮดรอลิก ได้กระถาง ดังตารางที่ 1 สรุปได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 15 คน มีความพึงพอใจต่อการออกแบบและสร้างเครื่องอัดกระถางที่สร้างขึ้น เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.36, SD = 0.50) เมื่อพิจารณารายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรก พบว่า อันดับแรกคือ ความแข็งแรงตามแบบงานที่กำหนด มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.58, SD = 0.41) รองลงมาคือ ความสวยงามและทันสมัย มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.53, SD = 0.46) และสามารถใช้งานได้จริง มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.51, SD = 0.49) ตามลำดับ ส่วนรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ การเคลื่อนย้ายสะดวก (น้ำหนัก) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.03, SD = 0.35) [5] ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อเครื่องอัดกระถางจากใยและขุยมะพร้าว

ลำดับ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน		แปลผล
		ค่าเฉลี่ย x̄	ส่วนเบี่ยงเบน (SD)	
ด้านการออกแบบและโครงสร้าง				
1	ความเหมาะสมในการออกแบบ	4.32	0.52	มาก
2	ความแข็งแรงตามแบบงานที่กำหนด	4.58	0.41	มากที่สุด
3	น้ำหนักเหมาะสม	4.21	0.51	มาก
4	ขนาดของเครื่องเหมาะสม	4.34	0.52	มาก
5	ความสวยงามและทันสมัย	4.53	0.46	มากที่สุด
6	วัสดุซ่อมบำรุงหาซื้อได้ตามท้องตลาด	4.41	0.51	มาก
ด้านการใช้งาน				
7	การใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน	4.32	0.52	มาก
8	สามารถใช้งานได้จริง	4.51	0.49	มากที่สุด
9	มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.33	0.52	มาก
10	การเคลื่อนย้ายสะดวก (น้ำหนัก)	4.03	0.35	มาก
11	ปรับเปลี่ยนขนาดแม่พิมพ์ได้หลายขนาด	4.34	0.52	มาก
12	มีคู่มือการบำรุงรักษาและข้อควรระวัง	4.41	0.52	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.36	0.50	มาก



ภาพที่ 5 แสดงกระถางจากใยและขุยมะพร้าว

5.2 ผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อความคุณสมบัติของกระถาง ดังแสดงในภาพที่ 6

5.2.1 อุณหภูมิและเวลาในการอัดขึ้นรูปมีผลต่อความสมบูรณ์ของกระถางในทุกมิติที่ทำการวัด ได้แก่ ความกว้างปากกระถาง ความกว้างก้นกระถาง ความสูง และความหนา โดยเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการอัดขึ้นรูปเพิ่มขึ้น กระถางมีแนวโน้มคงรูปได้ดีขึ้นและมีขนาดใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดมากขึ้น เนื่องจากความร้อนและระยะเวลาในการอัดช่วยให้การน้ำแข็งมันสำปะหลังเกิดการยึดเกาะกับเส้นใย และขุยมะพร้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ชิ้นงานมีความแน่นและลดการคลาดเคลื่อนของขนาด

เมื่อพิจารณาความสมบูรณ์ของกระถางโดยรวม พบว่าที่อุณหภูมิ 110 และ 120 องศาเซลเซียส ให้ผลดีกว่าอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยสามารถควบคุมขนาดของปากกระถาง ก้นกระถาง ความสูง และความหนาให้อยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่กำหนดได้หลายสภาวะ ขณะที่การขึ้นรูปที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเกิดความคลาดเคลื่อนของขนาดมากกว่า ดังนี้

ก) ความกว้างปากกระถาง

ปัจจัยด้านเวลาในการอัดขึ้นรูปมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มเวลาในการอัดขึ้นรูปจาก 480 เป็น 600 วินาที ความกว้างปากกระถางมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าเวลาเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของปากกระถางส่วน ปัจจัยด้านอุณหภูมิไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากค่าความกว้างปากกระถางในแต่ละระดับอุณหภูมิมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน และ อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลา ($T \times t$) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงว่าปัจจัยทั้งสองไม่มีผลร่วมกันอย่างชัดเจนต่อความกว้างปากกระถาง

ข) ความกว้างก้นกระถาง

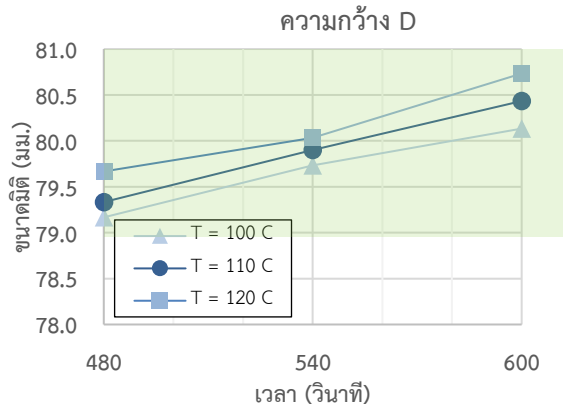
อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลา ($T \times t$) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) โดยพบแนวโน้มของเส้นกราฟที่แตกต่างกันในแต่ละระดับอุณหภูมิ เช่น ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 540–600 วินาที ความกว้างก้นกระถางมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าผลของเวลาในการอัดขึ้นรูปต่อความกว้างก้นกระถางขึ้นอยู่กับระดับอุณหภูมิที่ใช้

ค) ความสูงกระถาง

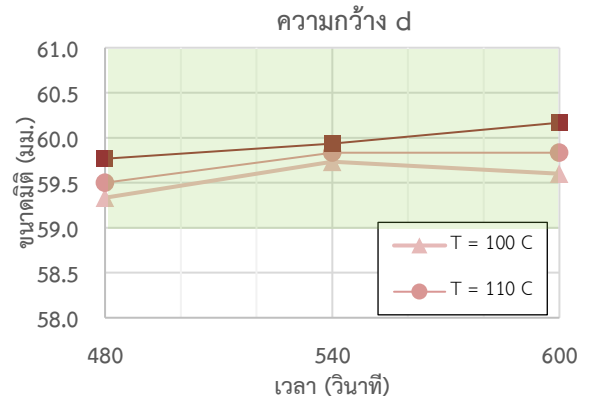
อุณหภูมิและเวลาในการอัดขึ้นรูปมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการอัดขึ้นรูป ความสูงของกระถางมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสูงของกระถาง อย่างไรก็ตาม อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากแนวโน้มของเส้นกราฟมีลักษณะค่อนข้างขนานกัน

ง) ความหนากระถาง

อุณหภูมิและเวลาในการอัดขึ้นรูปมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) โดยเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาเพิ่มขึ้น ความหนาของกระถางมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่ อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากเส้นกราฟของแต่ละอุณหภูมิมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันและค่อนข้างขนานกัน ดังภาพที่ 6

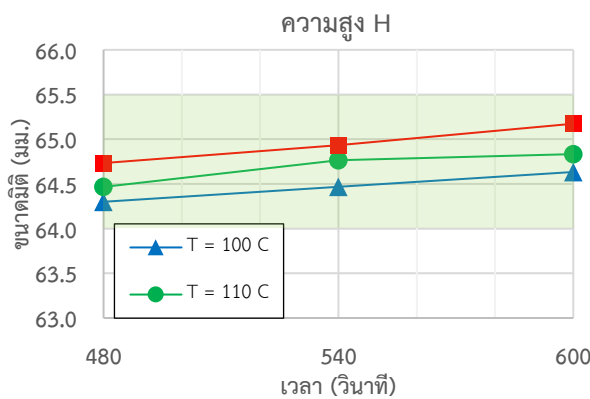


(ก) ความกว้างปากกระถาง

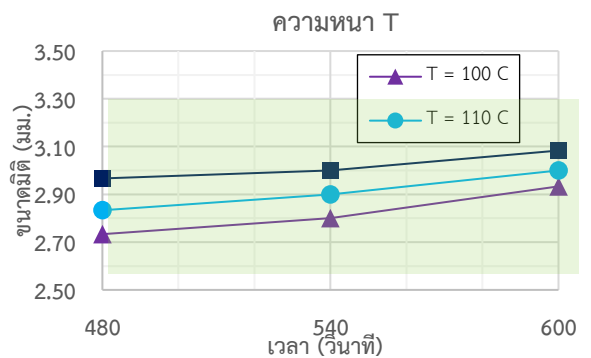


(ข) ความกว้างก้นกระถาง

ภาพที่ 6 แสดงขนาดความกว้างของปากและความกว้างของก้นกระถาง



(ค) ความสูงกระถาง



(ง) ความหนากระถาง

ภาพที่ 7 แสดงขนาดความสูงและความหนาของกระถาง

5.2.2 ผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อคุณสมบัติความอึดน้ำของกระถาง

ผลการศึกษาความสามารถในการอึดน้ำของกระถางที่อุณหภูมิการอัดขึ้นรูป 100, 110 และ 120 องศาเซลเซียส ร่วมกับเวลา 480, 540 และ 600 วินาที พบว่าความสามารถในการอึดน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและเวลาในการอัดขึ้นรูป โดยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ให้ค่าการอึดน้ำสูงที่สุดในทุกช่วงเวลาที่ศึกษา รองลงมาคือ 110 และ 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทั้งนี้สถานะที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส และเวลา 600 วินาที ให้ค่าการอึดน้ำสูงสุดเท่ากับ 8.10 กรัม ขณะที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และเวลา 480 วินาที ให้ค่าการอึดน้ำต่ำสุดเท่ากับ 6.60 กรัม แสดงให้เห็น

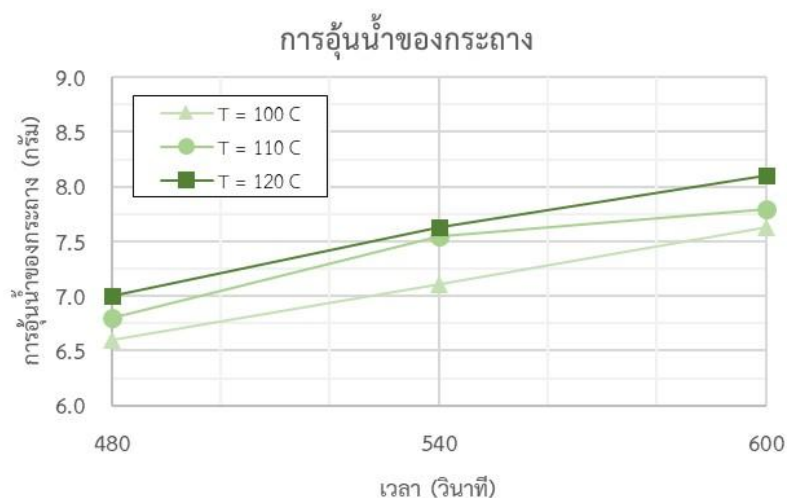
ว่าการเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการอัดขึ้นรูปส่งผลให้กระถางสามารถดูดซับและกักเก็บน้ำได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นกระถาง ดังนี้

อิทธิพลหลักของเวลา (Main Effect of Time): การเพิ่มเวลาในการอัดขึ้นรูปจาก 480 วินาที ไปเป็น 540 และ 600 วินาที ส่งผลให้ความอ้วนน้ำของกระถางเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในทุกระดับอุณหภูมิ คาดว่าเกิดจากสารประสาน (กาวแป้งมันสำปะหลัง) มีเวลาในการเซตตัวและจับตัวกับไยมะพร้าวได้สมบูรณ์ขึ้น

อิทธิพลหลักของอุณหภูมิ (Main Effect of Temperature): การใช้อุณหภูมิสูงขึ้น (120°C) ส่งผลให้กระถางมีความอ้วนน้ำสูงกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ (100°C) อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสัมพันธ์กับการเกิดเจลาตินไนเซชัน (Gelatinization) ของแป้งมันสำปะหลังที่สมบูรณ์ขึ้นเมื่อได้รับความร้อนที่เหมาะสม

อิทธิพลร่วม (Interaction Effect): เนื่องจากเส้นกราฟทั้ง 3 เส้น (100°C , 110°C , 120°C) มีลักษณะขนานกันและไม่มีการตัดกัน (Non-crossing) ตามทฤษฎีระบุว่า ปัจจัยอุณหภูมิและเวลาส่งผลต่อความอ้วนน้ำอย่างเป็นอิสระต่อกัน (ไม่มี Interaction Effect ที่มีความสำคัญ)

สรุปได้ว่า สภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการอ้วนน้ำของกระถาง คือ อุณหภูมิ 120°C องศาเซลเซียส และเวลา 600 วินาที ซึ่งให้ค่าการอ้วนน้ำสูงสุด 8.10 กรัม. ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แผนภูมิแสดงผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อคุณสมบัติความอ้วนน้ำของกระถาง

5.3 การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระถางจากไยและขุยมะพร้าวด้วยระบบไฮดรอลิก พิจารณาจากกำลังการผลิต (Capacity) และผลิตภาพ (Productivity) ของเครื่อง โดยกำหนดให้เครื่องทำงานภายใต้แรงอัดคงที่ 750 kPa และใช้สภาวะการผลิตที่ได้จากการทดลองอัดขึ้นรูปกระถางจากวัสดุธรรมชาติ

5.3.1 กำลังการผลิตของเครื่องอัดกระถาง (Capacity) โดยคำนวณจาก

$$\text{กำลังการผลิต} = \frac{\text{จำนวนกระถางที่ผลิตได้}}{\text{เวลาที่ใช้}}$$

$$\text{กำลังการผลิต} = \frac{12}{1}$$

จากการทดลองจับเวลาการทำงานจริงของเครื่อง พบว่าเครื่องอัดกระถางสามารถผลิตกระถางได้เฉลี่ย 12 กระถางต่อชั่วโมง ทั้งนี้ ค่ากำลังการผลิตดังกล่าวเป็นผลจากการจับเวลาการปฏิบัติงานจริงของกระบวนการผลิตตามขั้นตอนที่กำหนด

5.3.2 ผลผลิตภาพของเครื่องอัดกระถาง (Productivity) โดยคำนวณจาก

$$\text{Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Labor} \times \text{Time}}$$

โดยกำหนดให้

Output = จำนวนกระถางที่ผลิตได้

Input = จำนวนแรงงานที่ใช้

จากการทดลองใช้ผู้ปฏิบัติงานจำนวน 1 คน จึงได้ค่า

$$\text{Productivity} = \frac{12}{1 \times 1}$$

$$\text{Productivity} = 12 \text{ กระถาง/คน/ชั่วโมง}$$

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เครื่องอัดกระถางต้นแบบสามารถสร้างผลผลิตได้เฉลี่ย 12 กระถางต่อคนต่อชั่วโมง ภายใต้เงื่อนไขการทดลองที่กำหนด

5.2.3 ปริมาณไฟฟ้าและอัตราการสิ้นเปลือง

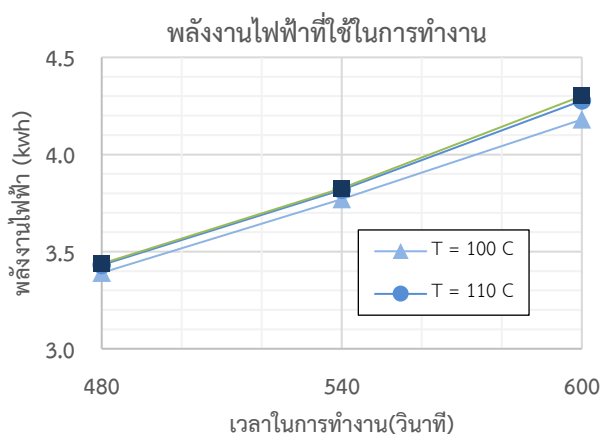
การวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ผู้วิจัยใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Energy Meter) สำหรับวัดพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องอัดกระถางใช้ในการทำงาน โดยบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) ที่ระยะเวลาการทำงาน 480, 540 และ 600 วินาที ภายใต้อุณหภูมิ 100, 110 และ 120 องศาเซลเซียส จากนั้นนำค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้มาคำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{ค่าไฟฟ้าต่อชิ้น} = \frac{E \times \text{อัตราค่าไฟฟ้า}}{\text{จำนวนกระถางที่ผลิตได้(ชิ้น)}}$$

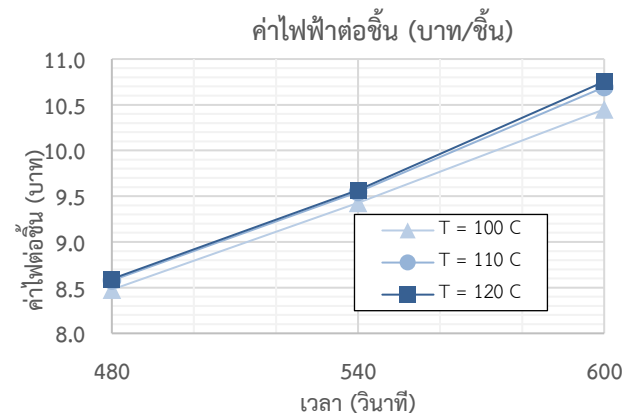
โดยใช้เวลาในการทำงานเพิ่มขึ้นจาก 480 เป็น 540 และ 600 วินาที พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยที่อุณหภูมิ 100°C มีการใช้พลังงาน 3.40, 3.80 และ 4.20 kWh ตามลำดับ ขณะที่อุณหภูมิ 110°C ใช้พลังงาน 3.45, 3.83 และ 4.28 kWh และอุณหภูมิ 120°C ใช้พลังงาน 3.45, 3.85 และ 4.30 kWh ตามลำดับ

ค่าไฟฟ้าต่อชิ้น พบว่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการทำงานเช่นเดียวกัน โดยที่เวลา 480 วินาที มีค่าไฟฟ้าประมาณ 8.50–8.60 บาท/ชิ้น เวลา 540 วินาที มีค่าไฟฟ้าประมาณ 9.45–9.55 บาท/ชิ้น และเวลา 600 วินาที มีค่าไฟฟ้าประมาณ 10.45–10.80 บาท/ชิ้น

สรุปได้ว่า การเพิ่มเวลาในการทำงานส่งผลให้ทั้ง พลังงานไฟฟ้าที่ใช้และค่าไฟฟ้าต่อชิ้นเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจาก 100°C เป็น 120°C มีแนวโน้มใช้พลังงานและมีค่าไฟฟ้าต่อชิ้นสูงขึ้นเล็กน้อย โดยค่าที่สูงสุดอยู่ที่ 4.30 kWh และ 10.80 บาท/ชิ้น ที่เวลา 600 วินาที และอุณหภูมิ 120°C แสดงดังภาพที่ 8 (ก) และ (ข)



(ก) เวลาในการทำงานกับพลังงานไฟฟ้า



(ข) เวลาในการทำงานกับค่าไฟฟ้าต่อชิ้น

ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าต่อชิ้น

6. อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้สามารถออกแบบและสร้างเครื่องอัดกระถางจากใยและขุยมะพร้าวด้วยระบบไฮดรอลิก สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ ได้ดังนี้

6.1 จากการออกแบบและสร้างเครื่องอัดกระถางจากใยและขุยมะพร้าวด้วยระบบไฮดรอลิก พบว่าผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 คน มีความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของเครื่องโดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.36 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 เมื่อพิจารณารายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรกพบว่า ความแข็งแรงตามแบบงานที่กำหนดมีค่าเฉลี่ย 4.58 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ความสวยงามและทันสมัย มีค่าเฉลี่ย 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 อยู่ในระดับมากที่สุด และสามารถใช้งานได้จริง มีค่าเฉลี่ย 4.51 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 อยู่ใน

ระดับมากที่สุด ตามลำดับ ส่วนรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ การเคลื่อนย้ายสวดก (น้ำหนัก) มีค่าเฉลี่ย 4.03 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.35 อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับแนวคิดของ [4] ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องย่อยเปลือกทุเรียนและเครื่องอัดขึ้นรูปกระถาง โดยให้ความสำคัญกับการออกแบบโครงสร้างและสมรรถนะของเครื่องให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน ซึ่งสนับสนุนว่าการออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปควรคำนึงถึงความแข็งแรงและความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องเป็นสำคัญ สรุปได้ว่า เครื่องอัดกระถางจากใยและขุยมะพร้าวที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาขึ้นมีโครงสร้างและรูปแบบที่เหมาะสม โดยได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในระดับมาก

6.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางพบว่า อุณหภูมิและเวลาในการอัดขึ้นรูปมีผลต่อความสูงและความหนาของกระถางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ขณะที่ความกว้างปากกระถางได้รับอิทธิพลจากเวลาในการอัดขึ้นรูป และความกว้างกันกระถางได้รับอิทธิพลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการกำหนดสภาวะการอัดขึ้นรูปควรพิจารณาปัจจัยด้านอุณหภูมิและเวลาให้เหมาะสมร่วมกัน เพื่อให้วัสดุสามารถเกิดการประสานตัวและคงรูปภายในแม่พิมพ์ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับการศึกษาการพัฒนากระถางชีวภาพจากวัสดุธรรมชาติของ [2] และผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อคุณสมบัติความอึดน้ำของกระถาง สภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการอึดน้ำของกระถาง คือ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส และเวลา 600 วินาที ซึ่งให้ค่าการอึดน้ำสูงสุด 8.10 กรัม.

6.3 ด้านประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระถางจากใยและขุยมะพร้าวด้วยระบบไฮดรอลิก ผลการวิจัยพบว่า เครื่องอัดกระถางต้นแบบมีกำลังการผลิตเฉลี่ย 12 กระถางต่อชั่วโมงและมีผลิตภาพเท่ากับ 12 กระถางต่อคนต่อชั่วโมง ซึ่งต่ำกว่าเครื่องจักรเชิงพาณิชย์ที่มีกำลังการผลิตประมาณ 25 กระถางต่อชั่วโมง เนื่องจากเครื่องที่พัฒนาขึ้นเป็นเครื่องต้นแบบซึ่งมุ่งเน้นการศึกษาความเป็นไปได้ของการออกแบบและตัวแปรในกระบวนการผลิตเป็นหลักการเพิ่มเวลาในการอัดขึ้นรูปจาก 480 เป็น 600 วินาที และอุณหภูมิจาก 100 เป็น 120°C ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจาก 3.40 เป็น 4.30 kWh และทำให้ต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อชิ้นเพิ่มขึ้นจากประมาณ 8.50 เป็น 10.80 บาทแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาอุณหภูมิ พลังงาน และต้นทุนการผลิตนอกจากนี้ กระถางที่ผลิตจากส่วนผสมใยและขุยมะพร้าวต่อกาวน้ำ แป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก มีค่าการอึดน้ำสูงสุด 8.10 กรัม ภายใต้สภาวะ 120°C และ 600 วินาที ซึ่งอาจส่งผลต่อความแข็งแรงและอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาเครื่องอัดขึ้นรูปและการประเมินสมรรถนะเครื่องจักร [4] รวมทั้งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนากระถางชีวภาพจากวัสดุธรรมชาติ [2], [3] ดังนั้น การพัฒนาเครื่องจักรในอนาคตควรหาจุดเหมาะสมระหว่างความเร็วในการผลิตการประหยัดพลังงาน ต้นทุน และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยภาพรวม เครื่องต้นแบบสามารถใช้งานได้จริงและมีศักยภาพในการพัฒนาต่อยอดเชิงพาณิชย์

7. ข้อเสนอแนะการวิจัย

7.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

- 1) ควรควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการอัดขึ้นรูปอย่างเหมาะสม เนื่องจากทั้งสองปัจจัยส่งผลโดยตรงต่อความสมบูรณ์และความสามารถในการอึดน้ำของกระถาง

2) ควรควบคุมสัดส่วนของใยและขุยมะพร้าวต่อกาวน้ำแป้งมันสำปะหลังให้คงที่ เพื่อให้ได้คุณภาพของกระถางที่สม่ำเสมอ

3) เครื่องอัดกระถางต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตกระถางจากวัสดุธรรมชาติในระดับห้องปฏิบัติการ สถานศึกษา หรือวิสาหกิจชุมชนขนาดเล็กได้

7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรศึกษาผลของแรงอัดที่แตกต่างกันต่อความแข็งแรงและความคงรูปของกระถาง เพื่อหาเงื่อนไขการผลิตที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

2) ควรศึกษาวัสดุประสานชนิดอื่นหรือปรับสัดส่วนของวัสดุผสม เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานของกระถาง

3) ควรพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและระบบคายชื้นงานแบบอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตและผลิตภาพของเครื่อง

4) ควรศึกษาคุณสมบัติเชิงกล การย่อยสลายทางชีวภาพ และอายุการใช้งานของกระถางภายใต้สภาพการใช้งานจริง

5) ควรนำเครื่องต้นแบบไปทดลองใช้งานในสภาวะการผลิตจริงและต่อเนื่อง เพื่อประเมินความทนทาน ประสิทธิภาพ และความเหมาะสมก่อนพัฒนาเป็นเครื่องเชิงพาณิชย์

8. บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมควบคุมมลพิษ, **สถานการณ์ขยะมูลฝอยของประเทศไทย พ.ศ. 2564**. กรุงเทพฯ, ประเทศไทย: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2564.
- [2] ศรีสุนนท์ ประเสริฐสังข์, สมชาย ดีใจ, และ สมหญิง รักเรียน, “การพัฒนาศักยภาพกระถางชีวภาพจากวัสดุธรรมชาติเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนและลดปริมาณขยะพลาสติก,” **วารสารวิจัยและสิ่งแวดล้อม**, ปีที่ 18, ฉบับที่ 3, หน้า 45–58, 2567.
- [3] สมชาย รักดี และ สมหญิง เรียนเก่ง, “การศึกษาสมบัติเชิงกลของบรรจุภัณฑ์และกระถางชีวภาพจากเส้นใยพืชในท้องถิ่น,” **วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม**, ปีที่ 12, ฉบับที่ 2, หน้า 88–101, 2566.
- [4] จีระเดช. มานะจิตต์, “การออกแบบและสร้างเครื่องย่อยเปลือกทุเรียนและเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางพร้อมประเมินสมรรถนะการทำงานและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม,” **วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ**, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, ประเทศไทย, 2565.
- [5] บุญชม. ศรีสะอาด, **การวิจัยเบื้องต้น**, พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ, ประเทศไทย: สุวีริยาสาส์น, 2556.
- [6] L. J. Cronbach, “Coefficient alpha and the internal structure of tests,” **Psychometrika**, ปีที่ 16, ฉบับที่ 3, หน้า 297–334, ก.ย. 1951.
- [7] D. B. Duncan, “Multiple range and multiple F tests,” **Biometrics**, vol. 11, no. 1, pp. 1–42, Mar. 1955, doi: 10.2307/3001478.



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4

Institute of Vocational Education : Northeastern Region 4



สอบถามเพิ่มเติม

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4

632 หมู่ 4 ตำบลบึงไผ่ อำเภอลืออำนาจ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

Tel : 045-210-691 Website : www.iven4.ac.th