เครื่องอัดระบบไฮดรอลิคเพื่อขึ้นรูปกระถางต้นไม้จากวัสดุธรรมชาติ

The Hydraulic Press Machine for Making Flowerpots From Natural Materials

สุขสวัสดิ์ แก้วชลคราม , ทัศนีย์ ทองก้านเหลือง , สายนที จากถิ่น และ ภัทราวรรณ คหะวงศ์*

Suksawat kaewchonlakram, Thadsanee Thongkanluang, Sainatee Chakthin and Patarawan Kahawong*

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

Department of Industrial Technology, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University

*Email: patarawan.kah@sru.ac.th

Received: November 13, 2023; Revised: December 10, 2023; Accepted: December 13, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องอัดแบบใช้ระบบไฮดรอลิค เพื่อขึ้นรูปกระถางต้นไม้ที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติที่มีทั่วไปในท้องถิ่น และเพื่อทดแทนการใช้ถุงพลาสติก เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางจากวัสดุธรรมชาติประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง ชุดแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปแบบประกบชิ้นบนล่าง และระบบกลไกขับเคลื่อนไฮดรอลิค โครงสร้างของเครื่องทำด้วยโลหะ เช่นเดียวกันกับแม่พิมพ์ประกบซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้ แม่พิมพ์มีผิวเอียงเพื่อให้แกะชิ้นงานออกได้ง่าย แม่พิมพ์ที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนและด้านล่าง 120 และ 110 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีความสูง 120 มิลลิเมตร เมื่อประกบกันจะมีช่องว่างซึ่งเป็นความหนาของกระถาง 8 มิลลิเมตร เมื่อทดสอบเครื่องอัดดังกล่าวพบว่าสามารถอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้จากวัสดุธรรมชาติได้หลายชนิดโดยใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน กระถางที่อัดจากขุยมะพร้าว 200 กรัม กับแป้งเปียก 300 กรัม สามารถแกะออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย มีผิวเรียบไม่เสียทรง กระถางจากการอัดส่วนผสมของขี้เลื่อย 50 กรัม ผสมขุยมะพร้าว 150 กรัม และแป้งเปียก 300 กรัม มีความแข็งแรง ผิวชิ้นงานเรียบสวยไม่มีรอยแตก นอกจากนี้ยังสามารถอัดกระถางต้นไม้ได้จากเส้นใยผักตบชวาผสมมูลไส้เดือนและแป้งเปียก ที่อัตราส่วน 400:300:200 โดยน้ำหนัก แต่ผักตบชวาที่ใช้ต้องผ่านขั้นตอนการทำให้ให้แห้งดีก่อน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเครื่องอัดระบบไฮดรอลิคที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถขึ้นรูปกระถางต้นไม้จากเศษวัสดุจากธรรมชาติได้

คำสำคัญ : เครื่องอัดแบบใช้ระบบไฮดรอลิค, วัสดุธรรมชาติ, กระถางต้นไม้

Abstract

This research aims to develop the uniaxial hydraulic pressing machine for flowerpots using locally available natural materials. They are a potential replacement for plastic bag. The pressing machine includes; a mainframe, a pressing unit with an upper and lower parts and a hydraulic control system. The mainframe is made of steel, and so does the replaceable split mould. Its slant seam was designed for the ease of splitting. The mold has an upper and lower diameter of 120 and 110 mm, respectively, while the

height is 120 mm. it can press 8 mm. thick pots with a high precision. According to the test results, the machine can successfully make flowerpots from various available natural materials using organic glutinous tapioca starch as an adhesive. Identical and smooth surface pots were successfully achieved from 200 g coconut coir mixed with 300 g binder. A mixture of 50 g sawdust and 150 g coconut coir mixed with 300 g binder also yielded durable flowerpots with a crack free perfect finish. Water hyacinth can also be used with worm castings and glutinous tapioca starch to produce easily handled pots at 400:300:200 g ratio. However, the water hyacinth needed to be properly dried before use. The developed uniaxial hydraulic pressing machine is proved to be practical for making flowerpots from natural materials.

Keywords : Uniaxial hydraulic pressing machine, Natural materials, Flowerpots

1. บทนำ

จากการที่กรมควบคุมมลพิษ มีแผนงานการจัดการขยะพลาสติก พ.ศ. 2561-2573 โดยเป้าหมายที่ 1 การลดและเลิกใช้พลาสติก ด้วยการใช้วัสดุทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมนั้น[1] ทำให้ประชาชนต้องลดการใช้พลาสติกลงเป็นอย่างมาก ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือเมื่อเราไปซื้อของจากห้างสรรพสินค้าจะเห็นได้ว่าไม่มีถุงใส่ของให้บริการแล้ว จึงต้องพกถุงผ้าไปเอง เมื่อมีนาคม 2566 มีการรายงานว่า 3 ปีที่ผ่านมานี้ ไทยสามารถลดถุงพลาสติกได้มากกว่า 1 แสนตัน [2] ประเทศเราเป็นเมืองเกษตรกรรม มีความเกี่ยวข้องกับการใช้ถุงพลาสติกในการใช้เพาะและอนุบาลกล้าไม้ เมื่อต้นกล้าโตแล้วต้องนำพืชไปปลูก ถุงพลาสติกเหล่านี้จะถูกฉีกทิ้ง นอกจากนี้ยังมีธุรกิจขายต้นไม้และผู้ที่หลงใหลการปลูกต้นไม้ที่ต้องใช้กระถางพลาสติกจำนวนมาก ทำให้เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดจากการเผาทำลายหรือการผลิตขึ้นมาใช้ใหม่ การใช้ถุงพลาสติกมากๆ เป็นการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศโลกมากขึ้น ถุงพลาสติกมีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน การเผาทำให้เกิดสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก สารประกอบเหล่านี้ดูดกลืนและกักเก็บรังสีอินฟราเรด เมื่อรังสีอินฟราเรดสะท้อนออกนอกโลกไม่ได้ ก็จะถูกกักเก็บสะสมไว้ในชั้นบรรยากาศ ส่งผลให้อุณหภูมิที่ผิวโลกสูงยิ่งขึ้น จากปัญหาดังกล่าวจึงมีผู้สนใจศึกษาวิจัยการทำกระถางจากวัสดุธรรมชาติหลายราย วัสดุธรรมชาติหลายราย [3-7] โดยเป็นการศึกษาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรหลายชนิดนำมาทดลองขึ้นรูป หรือการศึกษาอัตราส่วนผสมของกาวที่ใช้ขึ้นรูปตลอดจนการพัฒนาเครื่องอัดขึ้นรูปชนิดต่างๆ เช่น เครื่องอัดขึ้นรูปร้อนโดยใช้แท่นกดนิวเมติกส์ [8,9] เครื่องกดขึ้นรูปภาชนะด้วยความร้อนจากขดลวดไฟฟ้า [10] เป็นต้น

ประเทศไทยมีวัสดุธรรมชาติซึ่งเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมาก จึงเหมาะที่จะนำวัสดุเหล่านี้มาทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม โดยขึ้นรูปเป็นภาชนะใช้แทนถุงเพาะต้นไม้หรือใช้เป็นกระถางปลูกไม้ประดับได้ นอกจากนี้วัสดุดังกล่าวยังสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ใช้เวลาเพียง 1-3 เดือนเท่านั้น หากเป็นพลาสติกต้องใช้เวลาย่อยสลายถึง 450 ปี ในประเทศไทยมีบริษัทที่ผลิตกระถางที่ทำจากเส้นใยธรรมชาติเพียงไม่กี่แห่ง เนื่องจากกระบวนการผลิตซับซ้อนและภูมิปัญญาในการผลิตนั้นก็เป็นลิขสิทธิ์เฉพาะไม่มีการเปิดเผยรายละเอียด ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดว่า หากสามารถออกแบบและสร้างเครื่องแบบไฮดรอลิคคันโยกในการขึ้นรูปกระถางที่ทำจากวัสดุธรรมชาติได้แล้ว ประชาชนจะเข้าถึงได้ง่าย ต้นทุนต่ำกว่าเครื่องจักรใหญ่ๆ มาก ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปที่สะดวกต่อการผลิตกระถางปลูกต้นไม้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีขนาดเล็ก ประหยัดแรงกดและไม่ใช้ไฟฟ้า สามารถอัดขึ้นรูปกระถางจากวัสดุได้หลายชนิด

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องอัดแบบใช้ระบบแม่แรงไฮดรอลิค ขึ้นรูปกระถางต้นไม้ที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ

2.2 ศึกษากระบวนการและวิธีการอัดขึ้นรูปกระถางจากวัสดุธรรมชาติ เพื่อทดแทนการใช้พลาสติก

3. ขอบเขตงานวิจัย

3.1 พัฒนาเครื่องอัดกระถางใช้แม่แรงไฮดรอลิคขนาด 2 ตัน

3.2 แม่พิมพ์โลหะรูปทรงกรวย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง120 มิลลิเมตร ความสูง 120 มิลลิเมตร ความหนา 8 มิลลิเมตร

4. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

4.1 วัสดุอุปกรณ์

4.1.1 วัสดุอุปกรณ์โครงจับยึดแม่พิมพ์

1) เหล็กกล่องกัลวาไนซ์ ขนาดกว้าง 76.2 มิลลิเมตร สูง 76.2 มิลลิเมตร ยาว 950 มิลลิเมตร และหนา 2 มิลลิเมตร

2) เหล็กฉาก ขนาดกว้าง 50.8 มิลลิเมตร สูง 50.8 มิลลิเมตร ยาว 550 มิลลิเมตร และหนา 3 มิลลิเมตร

3) เหล็กแผ่นแบน ขนาดกว้าง 127 มิลลิเมตร สูง 127 มิลลิเมตร และหนา 4 มิลลิเมตร

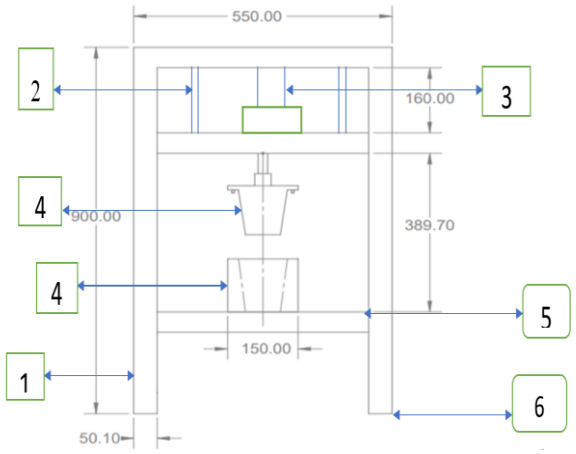
4.1.2 วัสดุอุปกรณ์สร้างชุดแม่พิมพ์

เหล็กเพลากลมตัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1500 มิลลิเมตร ยาว 152.4 มิลลิเมตร และเข็ดขัดรัดท่อขนาด 152.4 มิลลิเมตร

4.1.3 แม่แรงไฮดรอลิค สร้างกลไกขับเคลื่อนการอัด

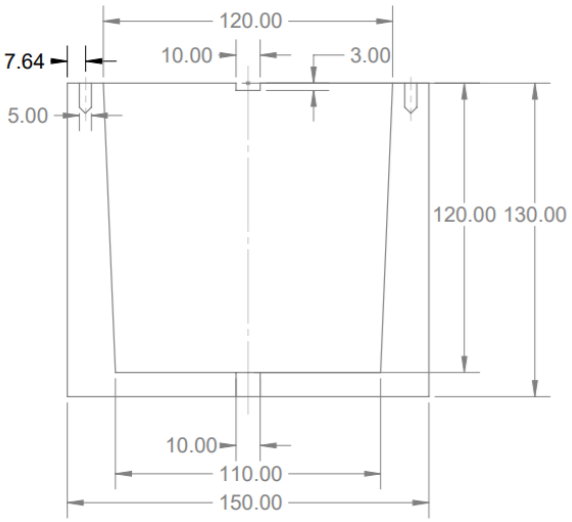
4.2 ออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้ด้วยโปรแกรมเขียนแบบ Solidworks โดยมีขนาด กว้าง 550 มิลลิเมตร และสูง 900 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 1 ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

1) เสาโครงสร้างของเครื่องอัดกระถางต้นไม้
2) สปริงช่วยในการดึงกลับของแม่แรง
3) แม่แรงกระปุกแบบไฮดรอลิคแบบมือโยก
4) แม่พิมพ์รูปทรงกรวย บน-ล่าง
5) เหล็กฉากไว้รองรับแม่พิมพ์ตัวล่างสามารถปรับระดับได้
6) ขาตั้งเครื่องระนาบฉาก 90 องศา



รูปที่ 1 แบบเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้
(หน่วย : มิลลิเมตร)

4.3 ออกแบบแม่พิมพ์กระถางต้นไม้ด้วยโปรแกรมเขียนแบบ Solidworks แม่พิมพ์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง120 มิลลิเมตร และสูง 120 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แบบแม่พิมพ์กระถางต้นไม้ (หน่วย : มิลลิเมตร)

4.4 ขั้นตอนการสร้างและประกอบเครื่องอัดกระถางต้นไม้

4.4.1 ทำแม่พิมพ์กระถาง โดยนำเหล็กเพลาตันกลมมาผ่านกระบวนการกลึงปาดหน้า เจาะ และกลึงให้ได้ขนาดตามที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 การกลึงแม่พิมพ์

4.4.2 นำแม่พิมพ์ตัวเมียมาผ่าแบ่งครึ่ง เพื่อให้แกะออกได้ง่ายหลังการอัดขึ้นรูป ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 การผ่าแบ่งครึ่งแม่พิมพ์

4.4.3 เจาะเหล็กกล่องที่มีความสูง 50.8 มิลลิเมตร เพื่อที่จะใส่น็อตไว้ใช้เป็นหูดึงสปริง ดังรูปที่ 5

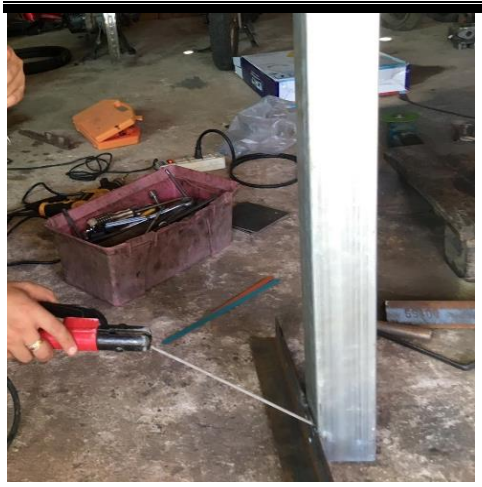
รูปที่ 5 เจาะรูเหล็กกล่องไว้สำหรับเป็นหูดึงสปริง

4.4.4 นำเหล็กกล่องและเหล็กฉากมาตัด โดยใช้เครื่องตัดไฟเบอร์ และเมื่อตัดเสร็จนำมาเจาะรูเพื่อที่จะใส่น็อตในการจับยึดและสามารถแยกประกอบโครงสร้างชิ้นส่วนต่างๆ ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 โครงสร้างเครื่องเจาะและยึดด้วยน็อต

4.4.5 เจาะเหล็กแผ่นแบนและเจาะฐานของแม่แรงเพื่อยึดน็อตเข้าด้วยกัน เตรียมไว้ประกอบเข้ากับตัวโครงสร้างเครื่อง

4.4.6 เชื่อมเหล็กฉากที่ด้านล่างของเสาโครงสร้างสำหรับประคองเครื่องไม่ให้เอนล้ม ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การเชื่อมขาฐานประคองโครงสร้าง

4.4.7 นำชิ้นส่วนทุกๆ ชิ้นที่เตรียมไว้ข้างต้นมาประกอบเข้าด้วยกันและพ่นสีทับโลหะเพื่อป้องกันการเกิดสนิม ดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 เครื่องอัดไฮดรอลิคที่ประกอบเรียบร้อย ทำการฉีดพ่นสีป้องกันการเกิดสนิม

4.5 การเตรียมวัสดุธรรมชาติและตัวประสาน

การทดสอบเครื่องอัดที่ออกแบบไว้ต้องเตรียมวัสดุเพื่อหาความเหมาะสมระหว่างวัสดุที่จะอัดกับตัวประสาน รายละเอียดของวัสดุที่ใช้มีดังนี้

4.5.1 วัสดุธรรมชาติที่นำมาทดลอง ดังนี้

1) ขุยมะพร้าว ได้จากเปลือกมะพร้าวซึ่งปั่นเอาเส้นใยหยาบๆ ออกแล้ว จึงมีลักษณะละเอียดและแห้งเป็นขุย

2) ใยมะพร้าว ได้จากเปลือกมะพร้าว มีลักษณะเป็นเส้นหยาบและแห้งยาวประมาณ 30-50 มิลลิเมตร

3) มูลไส้เดือน เป็นวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ปลูกพืช มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลเข้ม-ดำ มีความชื้นประมาณร้อยละ 30

4) ผักตบชวา ได้จากลำต้นตัดเป็นท่อนขนาด 5-10 มิลลิเมตร ไม่ทราบปริมาณความชื้น

5) ขี้เลื่อย ได้จากโรงเลื่อยไม้ไม่ระบุชนิดของเศษขี้เลื่อย

4.5.2 การเตรียมตัวประสาน โดยการจัดหาอุปกรณ์ ได้แก่ หม้อ ช้อนหางยาว หรือที่ตีแป้งแบบสปริง เตาแก๊ส และแป้งมันสำประหลังอเนกประสงค์ทั่วไป มีขั้นตอนการเตรียม ดังนี้

1) นำแป้งที่เตรียมไว้ใส่ภาชนะ โดยใช้แป้งมันสำประหลัง 200 กรัม ผสมน้ำ 700 มิลลิลิตร

2) ใส่น้ำและตีแป้งให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกันไม่จับเป็นก้อน

3) ให้ความร้อนโดยเตาแก๊ส กวนแป้งตลอดเวลาเพื่อไม่ให้แป้งจับเป็นก้อน

4) เมื่อได้แป้งมีลักษณะข้นเหนียวแล้ว (เรียกว่าแป้งเปียก) ยกออกจากเตา รอให้เย็นจึงนำไปใช้งาน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วัสดุและอัตราส่วนตัวประสานที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปไฮดรอลิค

วัสดุ	ปริมาณแป้งเปียก (กรัม)	เวลา (นาที)
1. ขุยมะพร้าวอย่างเดียว		
- ขุยมะพร้าว 200 กรัม	300 กรัม	3 นาที
- ขุยมะพร้าว 200 กรัม	400 กรัม	3 นาที
- ขุยมะพร้าว 200 กรัม	550 กรัม	3 นาที
2. ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย		
- ขุยมะพร้าว 150 กรัม ขี้เลื่อย 50 กรัม	300 กรัม	3 นาที
- ขุยมะพร้าว 150 กรัม ขี้เลื่อย 50 กรัม	400 กรัม	3 นาที
- ขุยมะพร้าว 150 กรัม ขี้เลื่อย 50 กรัม	500 กรัม	3 นาที
3. ผักตบชวาผสมมูลไส้เดือน		
- ผักตบชวา 400 กรัม มูลไส้เดือน 300 กรัม	200 กรัม	3 นาที
- ผักตบชวา 400 กรัม มูลไส้เดือน 300 กรัม	250 กรัม	3 นาที
- ผักตบชวา 350 กรัม มูลไส้เดือนตากแห้ง 350 กรัม	ไม่ใส่แป้งเปียก	3 นาที

4.6 การทดสอบการอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้ด้วยเครื่องอัดแม่แรงแบบมือโยก มีขั้นตอนดังนี้

1) นำวัสดุธรรมชาติผสมกับตัวประสาน คลุกเคล้าให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอแล้วนำใส่ลงในแม่พิมพ์ตัวเมีย

2) ยึดแม่พิมพ์ตัวผู้กับฐานแม่แรง

3) นำแม่พิมพ์ตัวเมียไปวางบนตำแหน่งวางแม่พิมพ์บนเครื่อง เมื่อโยกแม่แรง เหล็กฐานแม่แรงซึ่งมีพิมพ์ตัวผู้จะเคลื่อนที่ลง ทำให้ประกบกับแม่พิมพ์ตัวเมีย เหลือเพียงช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ คือความหนาของกระถาง สำหรับเศษวัสดุที่เกินนั้นจะทะลักออกทางด้านบนของปากกระถาง ดังรูปที่ 9 โยกแม่แรงให้แน่นพอตึงมือค้างไว้ประมาณ 3 นาที

4) ปาดวัสดุส่วนเกินออกจากขอบปาก แกะชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ โดยยกแม่พิมพ์ตัวผู้ขึ้น และแยกแม่พิมพ์ตัวเมียซีกซ้าย-ขวาออกจากกัน

รูปที่ 9 ทดสอบการอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้

5. ผลการวิจัย

เครื่องอัดระบบไฮดรอลิคขึ้นรูปกระถางจากวัสดุธรรมชาตินี้ ได้วางแผนการดำเนินงานออกแบบและสร้างเครื่องมาเป็นอย่างดี เมื่อประกอบเครื่องเสร็จจึงต้องทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง โดยทดสอบการอัดขึ้นรูปวัสดุต่างๆ ซึ่งได้ผลดังนี้

5. ผลการวิจัย

เครื่องอัดระบบไฮดรอลิคขึ้นรูปกระถางจากวัสดุธรรมชาตินี้ ได้วางแผนการดำเนินงานออกแบบและสร้างเครื่องมาเป็นอย่างดี เมื่อประกอบเครื่องเสร็จจึงต้องทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง โดยทดสอบการอัดขึ้นรูปวัสดุต่างๆ ซึ่งได้ผลดังนี้

5.1 ผลทดสอบการอัดขึ้นรูปกระถางจากขุยมะพร้าว

5.1.1 ผลการขึ้นรูปขุยมะพร้าวอย่างเดียว

ผลการทดสอบการอัดขึ้นรูปกระถางจากขุยมะพร้าวอย่างเดียว 200 กรัม ผสมกับแป้งเปียกในอัตราส่วน 300 400 และ 550 กรัม แสดงในตารางที่ 2

5.1.2 ผลการทดสอบการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย

ผลการทดสอบการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยขุยมะพร้าว 150 กรัมและขี้เลื่อย 50 กรัม ผสมแป้งเปียก 300 400 และ 500 กรัม แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการขึ้นรูปอัดกระถางจากขุยมะพร้าวอย่างเดียว

สภาวะในการทดลอง	**การทดลอง**		
	ส่วนผสมที่ 1	ส่วนผสมที่ 2	ส่วนผสมที่ 3
วัสดุ	ขุยมะพร้าว 200 กรัม	ขุยมะพร้าว 200 กรัม	ขุยมะพร้าว200 กรัม
ปริมาณของตัวประสาน	แป้งเปียก 300 กรัม	แป้งเปียก 400 กรัม	แป้งเปียก 550 กรัม
เวลา	3 นาที	3 นาที	3 นาที
ผลการทดลอง	 1) เนื้อวัสดุติดกัน 2) ไม่มีรอยแตก 3) ผิวเรียบไม่เสียรูปทรง	 1) เนื้อวัสดุเริ่มติดกัน 2) ตอนเอาชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ เกิดการแตกบริเวณปากกระถาง เนื่องจากลดปริมาณของตัวประสานลดลง	 1) เนื้อวัสดุไม่ติดกัน 2) ชิ้นงานแตกออกจากกัน 3) ชิ้นงานไม่เป็นรูปทรงหลังเอาออกจากแม่พิมพ์ เพราะใส่ตัวประสานมากเกินไป

ตารางที่ 3 ผลการอัดขึ้นรูปกระถางจากขี้เลื่อยผสมขุยมะพร้าว

สภาวะในการทดลอง	**การทดลอง**		
	ส่วนผสมที่ 1	ส่วนผสมที่ 2	ส่วนผสมที่ 3
วัสดุ	ขี้เลื่อย 50 กรัม ขุยมะพร้าว 150 กรัม	ขี้เลื่อย 50 กรัม ขุยมะพร้าว 150 กรัม	ขี้เลื่อย 50 กรัม ขุยมะพร้าว 150 กรัม
ปริมาณของตัวประสาน	แป้งเปียก 300 กรัม	แป้งเปียก 400 กรัม	แป้งเปียก 500 กรัม
เวลา	3 นาที	3 นาที	3 นาที
ผลการทดลอง	 1) วัสดุติดกันดี 2) ผิวเรียบสวย 3) ไม่มีรอยแตก	 1) วัสดุจับตัวกันดีขึ้น 2) ผิวเรียบขึ้น 3) รอยแตกน้อยลง แต่ต้องใช้ถุงพลาสติกรองในแม่พิมพ์ก่อนจะใส่วัสดุอัด มิฉะนั้นชิ้นงานจะติดแม่พิมพ์	 1) วัสดุไม่ค่อยจับตัวกัน 2) ผิวไม่เรียบ 3) มีรอยแตก

5.2 ผลการทดสอบอัดขึ้นรูปกระถางด้วยผักตบชวาผสมมูลไส้เดือน

ผลการทดสอบอัดขึ้นรูปกระถางด้วยผักตบชวา 400 กรัม และมูลไส้เดือน 300 กรัม ผสมกับแป้งเปียก 200 250 กรัมและไม่ใส่แป้งเปียก แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการอัดขึ้นรูปกระถางจากผักตบชวาผสมมูลไส้เดือน

สภาวะในการทดลอง	**การทดลอง**		
	ส่วนผสมที่ 1	ส่วนผสมที่ 2	ส่วนผสมที่ 3
วัสดุ	ผักตบชวา 400 กรัม มูลไส้เดือน 300 กรัม	ผักตบชวา 400 กรัม มูลไส้เดือน 300 กรัม	ผักตบชวากับมูลไส้เดือน ตากแห้ง อัตราส่วน 50:50
ปริมาณของตัวประสาน	แป้งเปียก 200 กรัม	แป้งเปียก 250 กรัม	ไม่ใส่
เวลา	3 นาที	3 นาที	3 นาที
ผลการทดลอง	 1) วัสดุจับตัวกันดี 2) ผิวเรียบ 3) ไม่มีรอยแตก แกะออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย ไม่แฉะ และผักตบชวาไม่ได้ตากแห้งจึงทำให้กระถางที่นำไปตากแดดจนแห้งแล้วเสียทรงจากเดิมเล็กน้อย แต่แห้งง่ายกว่าส่วนผสมที่ 2	 1) วัสดุจับตัวกันดี 2) ผิวเรียบ 3) ไม่มีรอยแตก แต่แป้งเปียกมากเกินจึงแฉะ และผักตบชวาไม่ได้ตากแห้งจึงทำให้กระถางที่นำไปตากแดดจนแห้งแล้วเสียทรงจากเดิมเล็กน้อย	 1) วัสดุจับตัวกันดี 2) ผิวเรียบ 3) ไม่มีรอยแตก แกะออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย เมื่อนำชิ้นงานไปตากแดดจนแป้งเปียกแห้งแล้วกระถางมีการหดตัวเล็กน้อย เนื่องจากตอนอัดเส้นใยผักตบชวาไม่แห้ง จึงมีการระเหยของน้ำออกไป

5.3 ผลการพัฒนาเครื่องอัดกระถางต้นไม้จากวัสดุธรรมชาติ

เครื่องอัดกระถางต้นไม้จากวัสดุธรรมชาติที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นเครื่องระบบไฮดรอลิคใช้แม่แรงเล็กขนาด 2 ตัน แบบคันโยก การออกแบบเครื่องทำให้แม่แรงเคลื่อนที่ลงเพื่อไปกดแม่พิมพ์ ทุ่นแรงผู้ใช้แต่มีแรงอัดแน่นพอที่กระถางจะทรงรูปได้ เมื่อนำไปตากให้แป้งเปียกแห้ง ชิ้นงานจะแข็งแรงยิ่งขึ้น เครื่องดังกล่าวสามารถใช้อัดแม่พิมพ์ได้หลายรูปแบบ ใช้สะดวก เพียงเปลี่ยนแม่พิมพ์ที่ต้องการแล้วนำไปวางในตำแหน่งวางแม่พิมพ์ กดคันโยก แม่แรงก็จะลงมาอัดที่แม่พิมพ์ นอกจากนี้สามารถยกแม่พิมพ์เข้า-ออกจากเครื่องได้สะดวกอีกด้วย จากผลการอัดกระถางในหัวข้อที่ 5.1-5.2 แสดงให้เห็นว่าเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถอัดกระถางจากวัสดุธรรมชาติได้เป็นอย่างดี

6. อภิปรายผลและสรุป

6.1 สรุปผลการพัฒนาเครื่องอัดระบบไฮดรอลิคขึ้นรูปกระถางต้นไม้

จากการออกแบบและสร้างเครื่องอัดระบบไฮดรอลิคขึ้นรูปกระถางจากวัสดุธรรมชาติและการทดสอบใช้เครื่องดังกล่าวพบว่า สามารถพัฒนาเพื่อใช้อัดขึ้นรูปกระถางได้ดี ตัวเครื่องมีลักษณะและหลักการใกล้เคียงกับเครื่องขึ้นรูปจานแต่เครื่องอัดกระถางต้นไม้นี้ออกแบบให้ฐานแม่แรงเคลื่อนที่ลงและไม่ต้องใช้ระบบไฟฟ้าในการทำงาน การขึ้นรูป 1 ครั้ง สามารถผลิตกระถางจากวัสดุธรรมชาติได้ 1 ชิ้น เป็นกระถางขนาดเส้นผ่านกลาง 120 มิลลิเมตร สูง 120 มิลลิเมตร วัสดุธรรมชาติที่นำมาทดลองส่วนใหญ่ขึ้นรูปได้ทั้งหมด แต่จะต้องใช้ถุงพลาสติกรองไว้ด้านใน เนื่องจากเนื้อของวัสดุที่ผสมกับแป้งเปียกจะติดกับแม่พิมพ์ ทำความสะอาดยาก แตกต่างจากเครื่องของนพดล จันทรลักษณ์ และสมนึก วัฒนศรียกุล [8] และสมเกียรติ สุทธิยาพิวัฒน์และคณะ [9] ซึ่งเป็นระบบนิวเมติกส์ มีการอัดอากาศเข้าไปจึงแกะออกได้ง่ายกว่า สรุปผลการทดสอบอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้สภาวะที่ดีที่สุดได้แก่ ผักตบชวาผสมมูลไส้เดือนทั้งแบบผสมแป้งเปียกและไม่ผสมแป้งเปียกขึ้นรูปได้ทุกสูตร ขี้เลื่อย50 กรัมผสมขุยมะพร้าว 150 กรัม แป้งเปียก 300 กรัม และ ขุยมะพร้าวล้วน ผสมแป้งเปียก 300 กรัม ตามลำดับ ทุกสูตรอัดนาน 3 นาที จะได้ผิวของกระถาง เรียบ สวยและไม่แตกร้าว เมื่อแห้งแล้วมีความแข็งแรงพอสำหรับการปลูกต้นไม้

6.2 อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางโดยใช้วัสดุธรรมชาติเพื่อผลิตกระถางต้นไม้ที่สามารถย่อยสลายเองตามธรรมชาติได้มีข้อเสนอแนะ 2 ส่วนดังนี้

1) เครื่องอัดประกอบด้วยแม่แรงไฮดรอลิกขนาด 2 ตัน บริเวณฐานเชื่อมติดกับแผ่นโลหะ ซึ่งสามารถพัฒนาให้ใช้กับแม่พิมพ์ขนาดใหญ่ได้ โดยการเปลี่ยนแผ่นเหล็กตรงฐานแม่แรงให้กว้างขึ้น ซึ่งจะช่วยกระจายแรงได้กว้างขึ้น เครื่องนี้ไม่ใช้ไฟฟ้าจึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยแท้

2) การทดสอบเครื่องโดยการอัดกระถางจากวัสดุธรรมชาตินั้น เนื่องจากวัสดุเหล่านี้การขึ้นรูปต้องผสมกาวมีความสามารถในการดูดแป้งเปียกได้ไม่เท่ากัน ทำให้มีผลต่อการทรงตัวของชิ้นงานหลังแกะออกจากแม่พิมพ์ด้วย วัสดุธรรมชาติที่ใช้ควรมีลักษณะแห้งเพื่อจะได้ไม่ส่งผลต่อการบิดเบี้ยวหลังจากชิ้นงานแห้งแล้ว วัสดุที่มีลักษณะพองๆ เช่น ฟางข้าว ควรนำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ หากเป็นชิ้นใหญ่การอัดขึ้นรูปยาก ฟางจะฟู เด้งออก ไม่คงรูปเมื่อแกะออกจากแม่พิมพ์

3) ในการทำงานวิจัยครั้งต่อไป ควรนำกระถางที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วมาทดสอบความแข็งแรง การแตกตัวในน้ำ ตามวิธีการทดสอบวัสดุ นอกจากนี้ควรหากำลังการผลิต และอายุการใช้งานเพิ่มด้วย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Pollution Control Department, Ministy of Natureal Resources and Environment. Thailand’s Roadmap on Plastic Waste Management 2018-2030. [Online]. (2023). [Cited October 2023]. Available: https://www.pcd.go.th/wpcontent/uploads/2021/10/pcdnew-2021-10-19_08-59-31_527174.pdf

[2] Workpoint Today. 3 Years Thai Reduce the use of plastic bags more than 100,000 Tons. [Online]. (2023). [Cited October 2023]. Available: https://workpointtoday.com/news-405/

[3] Kasetsartnamthai (Online. December 21, 2022). Biodegradable pot making machine from agricultural waste Plants. [Video]. You tube. https://youtu.be/dWoERuKRadc

[4] P. Tonthupthimthong, et.al., “Flowerpot from Agricultural Waste Materials,” Research, Rajamangala University of Technology Krungthep, Bangkok, 2005 (in Thai).

[5] T. Piyang, W. Chaichan and K. Sagulsawasdipan, “Environment-friendly Plant Pot Production from Palm Oil Sludge and Mushroom Cultured Waste,” *The Journal of* Rajamangala Universityof TechnologySrivijaya, vol. 28, no. 3, pp. 497-511. Jul.-Sep. 2018 (in Thai).

[6] S. Seansukato and C. Yenphayab, “Study the Optimal Mixing Ratio and the Physical Quality of the Bio-composite Pot from Coconut Residue,” *The Journal of* KHON KAEN AGR. J. 47 (SUPPL. 1) : pp. 1485-1490. 2019 (in Thai).

[7] J. Rojanaphonthip. Nursery Bags from Banana Peel. [Online]. (2019). [Cited December 2022]. Available: https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_109018

[8] N. Juntralux and S. Watanasriyakul. “Design and Construction of Ware Forming Machine from Nature Pulp” Conference of Industrial Engineering Network 2012, 17-19 October 2012, pp. 1770 – 1775. (in Thai).

[9] S. Sutthiyapiwat, T. Phayoonpun and M. Krahomwong, “Design and Development of Food packaging form betel husk to add value for strong community and economic foundation,” Research, Princess of Naradhiwas University, Naradhiwas, 2018 (in Thai).

[10] T. Miengarrom, and T. Ketkaew, “Development of Food Container Forming Machine from Natural Materials,” Research, Dhonburi Rajabhat University, Bangkok, 2021 (in Thai)