Received: Dec 14, 2022 **Revised:** Apr 25, 2023 **Accepted:** May 5, 2023

การออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว

THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF A SHAPE-SHIFTER COMPRESSION MACHINE WITH RICE STRAW

อติศักดิ์ ไสวอมร[1*] วิทฤทธิ์ โคตรมณี[2] และ สุประวิทย์ เมืองเจริญ[3]

[1*]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

[2,3]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูม

Atisak Sawaiamon[1*] Wittarit Khotmanee[2] Supavit Muangjaroen[3]

[1*]Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Education,

Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

[2,3]Department of Electronics and Telecommunication Engineering, Faculty of Industrial Education,

Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

E-mail: atisak_14@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูป ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ที่มีขนาด ดังนี้ 65x65x130 ซม. จากนั้นทำการสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปขึ้นมา เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) การทดลองเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว จำนวน 9 ครั้ง พบว่าขนาดของปากกระถาง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 149.67 มม. ขนาดของก้นกระถางมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 109.22 มม. ขนาดความสูงของกระถางมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 109.72 มม. และขนาดความหนาของกระถางมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.74 มม. 2) การวิเคราะห์ค่าคืนตัวของกระถางที่ขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว พบว่ากระถางที่ขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยตรวจสอบจากการวัดขนาดของกระถางที่ขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว และ 3) ค่าความพึงพอใจของชาวบ้านหนองหญ้าไซ ต.หนองหญ้าไซ อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี จำนวน 10 คนที่มีต่อเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก (= 4.7, S.D. = 0.49)

คำสำคัญ: เครื่องอัดขึ้นรูปกระถาง, ฟางข้าว, ความพึงพอใจ

Abstract

The research aims to design and construction of a shape-shifter compression machine with rice straw. The researchers designed with a ready-made program with a front size of 65x65x130 cm. The tools used in the study included satisfaction questionnaire, statistics. Used for data analysis include the mean, standard deviation, and coefficient of variation.

The research found that 1) 9 experiments on a shape-shifter compression machine with rice straw found that the size of the mouth was 149.67 mm., the size of the bottom was 109.22 mm., the height of the pot was 109.72 mm. and the thickness of the pot was 2.74 mm. 2) An analysis of the return value of the pot was conducted using a shape-shifter compression machine. Straw with rice It was found that the

shape of the pot using a compacting machine shaped with rice straw has not changed from the original do. From measuring the size of the shaped pot using a rice straw-shaped compactor, and 3) the satisfaction of 10 residents of Nong Ya Sai Subdistrict, Nong Ya Sai District, Suphanburi Province, found that the satisfaction was very good (= 4.7, S.D. = 0.49)

Keywords: shape-shifter compression machine, rice straw, satisfaction

บทนำ

อาชีพเกษตรกรเป็นอาชีพหลักของประชากรในประเทศไทยมาอย่างยาวนาน สำหรับการเพาะปลูกพืชบางชนิดนั้นต้องเพาะชำต้นกล้าในถุงเพาะชำหรือกระถางที่ผลิตจากวัสดุที่เป็นพลาสติก [1] เพื่อให้ต้นกล้ามีความแข็งแรงก่อนที่จะนำไปปลูกในพื้นที่จริงต่อไป ในการย้ายต้นกล้าเพื่อลงการเพาะปลูกในดิน เกษตรกรต้องฉีกตัดถุงเพาะชำหรือนำต้นกล้าออกจา ก กระถางพลาสติก การกระทำดังกล่าวอาจทำให้รากของต้นกล้า ได้รับความกระทบกระเทือนส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้นอกจากนี้ถุงเพาะชำและกระถางที่ผลิตจากพลาสติกไม่มีสารอาหารที่ทำให้ต้นกล้าใช้ในการเจริญเติบโตและยังก่อเกิดปัญหาขยะพลาสติก ซึ่งเป็นขยะที่ย่อยสลายยาก [2-3] หากไม่มีการจัดการที่ดีจะก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมานอกจากนี้พลาสติกยังเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดปัญหาภาวะโลกร้อนอีกด้วยจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีการผลิตกระถางเพาะชำจากเศษวัสดุเหลืออินทรีย์ หลายชนิดได้ศึกษาการประดิษฐ์และคุณสมบัติของกระ ถางชีวภาพ โดยใช้วัตถุดิบ ได้แก่ ฟางข้าว ได้ศึกษาการพองตัวของกระถางขึ้นรูปจากเส้นฟางข้าว เป็นต้น [4-5]

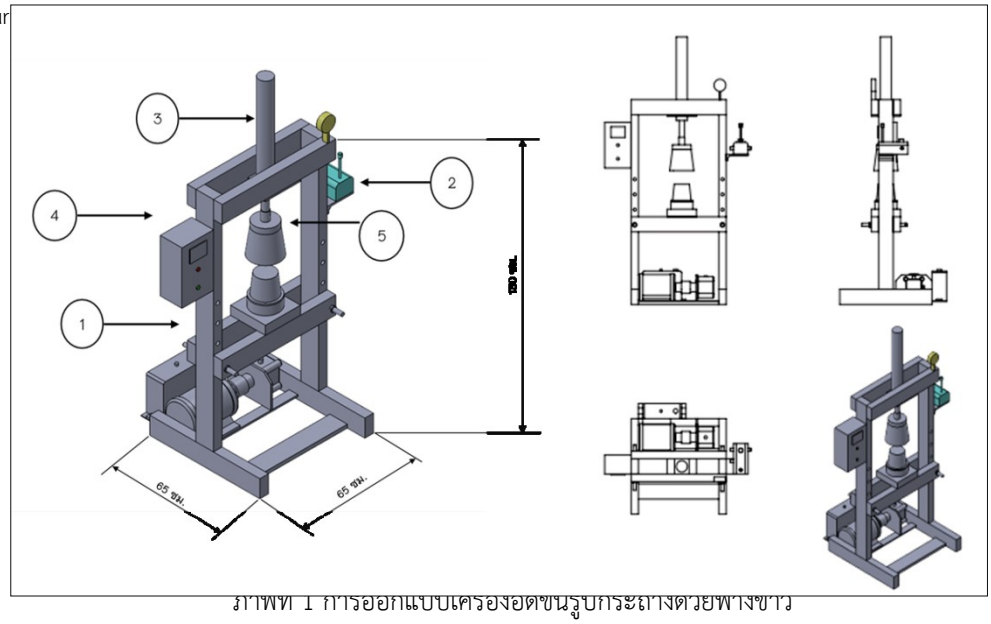
คณะผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าวจึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางจากฟางข้าวและหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของฟางข้าวสำหรับการขึ้นรูปกระถางได้ เพื่อผลิตกระถางจากฟางข้าวที่สามารถเพิ่มแร่ธาตุและสารอาหารโดยมีปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียมเฉลี่ย 0.51, 0.14 และ 1.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีปริมาณธาตุอาหารรองของพืชได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์เฉลี่ย 0.47, 0.25 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ [6] พืชที่ทำการเพาะชำ เมื่อนำไปปลูกสามารถย่อยสลายได้และ กระถางที่ผลิตได้ก็ยังไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม จึงเกิดแนวคิดว่า การสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปฟางข้าวโดยมุ่งเน้นไปที่ฟางข้าว และสามารถขึ้นรูปเป็นชิ้นงานได้จึงมีความเป็นไปได้ในการนำมาผลิตเป็นกระถางเพาะชำ ในปัจจุบันมีการเพิ่มจำนวนของเกษตรกรในการทำนาจึงมีฟางข้าวเป็นจำนวนมากฟางข้าวมีประโยชน์ต่อพืชและมีคุณสมบัติที่สามารถแปรรูป ทำเป็นปุ๋ยได้ดังนั้น การนำวัสดุเศษเหลืออินทรีย์ดังกล่าวมา ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ โดยการนำมาขึ้นรูปเป็นกระถางเพาะชำ จึงเป็นทางเลือกที่สามารถ ช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมไม่ก่อให้เกิดขยะเนื่องจากสามารถย่อยสลายได้และกระถาง เพาะชำที่ผลิตนั้นสามารถเพิ่มธาตุอาหารให้กับพืชช่วยในเจริญเติบโต การปรับปรุงดิน นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อน และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุเหลืออินทรีย์สามารถ สร้างรายได้ให้กับเกษตรกร ชุมชน และนำไปสู่การพัฒนา เพื่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ที่มีขนาด 65x65x130 ซม. และส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว

แสดงส่วนประกอบต่างๆ เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว ดังนี้

(1) มอเตอร์ที่ใช้เป็นต้นกำลังของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว
(2) ชุดคอนโทรลควบคุมการทำงานของกระบอกสูบ
(3) กระบอกสูบไฮดรอลิก
(4) กล่องควบคุมระบบทำความร้อน
(5) ชุดแม่พิมพ์และขดลวดความร้อนสำหรับอัดขึ้นรูปกระถาง

2. หลักการทำงานของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว สามารถทำงานโดยอาศัยต้นกำลังจากมอเตอร์ส่งไปยังปั๊มไฮดรอลิก จากนั้นปั๊มไฮดรอลิกก็จะทำงานโดยการดูดน้ำมันจากถังน้ำมันไฮดรอลิกและส่งไปยังวาล์วควบคุมเปิดน้ำมันไฮดรอลิกจะถูกส่งมาตามสายไปยังกระบอกไฮดรอลิก ทำให้กระบอกไฮดรอลิก สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงและทำการอัดขึ้นรูปต่อไป [7-8] อุณหภูมิ การให้ความร้อนกับวัสดุที่จะทำการขึ้นรูปนั้น สิ่งที่สำคัญ คือการกำหนดอุณหภูมิให้เหมาะสมกับวัสดุ คือการทำให้ตัวประสานอยู่ในช่วงที่ตัวประสานมีความเหนียว สามารถยึดเกาะฟางข้าวและอุณหภูมิที่ตัวประสานจะเซ็ตตัวกับฟางข้าว จากการทดลองอัดขึ้นรูปกระถางเพาะชำชีวภาพ พบว่าช่วงอุณหภูมิที่สามารถขึ้นรูปกระถางได้ อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 205-245 °C มาจากการทดลองเบื้องต้น อุณหภูมิ 225 °C เป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ทำการทดลองเบื้องต้น ระยะเวลาให้ความร้อน (Heating time) การพิจารณาช่วงเวลาในการให้ความร้อน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ เวลาเริ่มต้นที่สามารถขึ้นรูปได้อยู่ที่ 4 นาที ถ้าน้อยกว่า 4 นาที ไม่สามารถขึ้นรูปได้ในอุณหภูมิที่ 205 °C ถ้ามากกว่า 6 นาที ในอุณหภูมิที่ 245 °C จะทำให้กระถางที่ขึ้นรูปไหม้จนไม่สามารถขึ้นรูปได้ เวลาที่ 4-6 นาที มาจากการทดลองเบื้องต้น เวลาที่ 5 นาที เป็นค่าเฉลี่ยที่ทำการทดลองเบื้องต้น

3. วัตถุดิบสำหรับการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว

3.1 วัสดุที่ใช้ในการผสมทำกระถาง ประกอบกัน 3 อย่างคือ ฟางข้าวแห้ง, แป้งมันสำปะหลัง และ น้ำเปล่า โดยมีสัดส่วนการผสมดังนี้ 1) ฟางข้าวปริมาณ 80 กรัม 2) แป้งมันสำประหลัง 40 กรัม และ 3) น้ำเปล่า 80 กรัม จากนั้นนำส่วนผสมทั้ง 3 อย่างมาผสมให้เข้ากันแล้วนำมาเทลงบนฟางข้าวผสมให้เข้ากันอีกครั้ง [10-11] แสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว

3.2 การเตรียมใบตองสดกรีดนำก้านออกแล้วใช้น้ำมันหล่อลื่นชโลมลงบนใบตองเพื่อใช้รองแม่พิมพ์ในการขึ้นรูป วางฟางข้าวที่ผ่านการผสมแล้วลงบนใบตองที่ใช้ในการลองด้านล่างของแม่พิมพ์ แล้วนำใบตองที่ชโลมน้ำมันหล่อลื่นมาวางข้างบนอีกครั้งหนึ่งแล้วทำการอัดแม่พิมพ์ลงมาเพื่อทำการอัดขึ้นรูปกระถาง ทำการเปิดฮิตเตอร์เพื่อทำความร้อน (225 °C) เมื่อทำการให้ความร้อนจนครบเวลาที่กำหนดแล้วให้ทำการยกแม่พิมพ์ขึ้นแกะกระถางออกจากแม่พิมพ์ตัดขอบส่วนเกินของกระถางออก [9] แสดงดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 การเตรียมใบตองสดและการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว

3.3 การตรวจสอบกระถางที่ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าว โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดขนาดของก้นกระถาง, ขนาดความสูงของกระถาง การตรวจสอบความกว้างของกระถางและความหนา มีค่าที่ยอมรับได้ ±2 มิลลิเมตร [12] แสดงดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 การตรวจสอบกระถางที่ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าว

3.4 ตารางเปรียบเทียบข้อบกพร่องของกระถางที่ขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว แสดงผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบลักษณะข้อบกพร่องของกระถางหลังการขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว

ลักษณะ	ข้อบกพร่องที่ยอมรับได้	ข้อบกพร่องที่ยอมรับไม่ได้
1. การแหว่งของกระถาง		
2. การยุ่ยของกระถาง		
3. การไหม้ของกระถาง		

จากตารางที่ 1 การเปรียบเทียบข้อบกพร่องของกระถางที่ขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว เปรียบเทียบข้อบกพร่องที่สามารถยอมรับได้และไม่สามารถยอมรับได้ของกระถางที่อัดขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว สามารถสรุปเป็นประเด็นได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

3.4.1 การแหว่งของกระถางที่อัดขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว อาจเกิดจากการกดของปั๊มไฮดรอลิกไม่สม่ำเสมอ

3.4.2 การยุ่ยของกระถางที่อัดขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว อาจเกิดจากการผสมสัดส่วนที่ยังไม่เข้ากัน

3.4.3 การไหม้ของกระถางที่อัดขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว อาจเกิดจากการให้ความร้อนมากเกินไปและทิ้งระยะเวลาในการอัดขึ้นรูปที่นาน

ผลการศึกษา

ผลการดำเนินงานวิจัยทั้งหมดได้ผลการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ผลการทดลองการอัดขึ้นรูปฟางข้าวและทำการเก็บผลการทดลองโดยการตรวจสอบขนาดของกระถางที่อัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าวจำนวน 9 ครั้ง แสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การทดลองการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว โดยการตรวจสอบขนาดของกระถางที่อัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าว

ครั้งที่	ขนาดของปากกระถางที่กำหนด (150 มม.)	ขนาดของก้นกระถางที่กำหนด (110 มม.)	ขนาดความสูงของกระถางที่กำหนด (110 มม.)	ขนาดความหนาของกระถางที่กำหนด (3 มม.)
1	149.00	109.80	109.30	2.90
2	148.50	109.50	111.00	2.70
3	149.00	109.00	111.50	2.60
4	150.00	108.60	109.50	2.80
5	149.00	109.40	110.20	2.70
6	151.00	109.50	109.00	2.70
7	149.50	108.80	110.00	2.80
8	149.00	109.70	109.00	2.90
9	152.00	108.70	108.00	2.60
เฉลี่ย	**149.67**	**109.22**	**109.72**	**2.74**

จากตารางที่ 2 การทดลองการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวโดยการตรวจสอบขนาดของกระถางที่อัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าว จำนวน 9 ครั้ง ขนาดของปากกระถางมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 149.67 มม. ขนาดของก้นกระถางมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 109.22 มม. ขนาดความสูงของกระถางมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 109.72 มม. ขนาดความหนาของกระถางมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.74 มม. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

จากผลการทดลองในตารางที่ 2 คณะผู้วิจัยได้ทำการการตรวจสอบการคืนตัวของกระถางที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว โดยให้กระถางดังกล่าวอยู่ในอุณหภูมิปกติเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทำการตรวจสอบกระถางอีกครั้ง พบว่าขนาดของกระถางที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยตรวจสอบจากการวัดขนาดของกระถางที่ขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว แสดงดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 การตรวจสอบค่าการคืนตัวของกระถางที่ขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว

2. การเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวกับเครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติ รุ่น Bamboo 1

ภา[illegible]ข้าว

ภา[illegible]amboo 1

จากภาพที่ 6 และ 7 เป็นการเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวที่คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้นกับเครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติ รุ่น Bamboo 1 กับ แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวกับเครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติ รุ่น Bamboo 1

เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว	**เครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติ รุ่น Bamboo 1**
1. ด้านหน้า 65 ซม. สูง 130 ซม.	1. ด้านหน้า 55 ซม. สูง 130 ซม.
2. ด้านกว้าง 65 ซม. สูง 130 ซม.	2. ด้านกว้าง 60 ซม. สูง 130 ซม.
3. อุณหภูมิของเครื่องที่สามารถทำความร้อนได้ 0-290 องศาเซลเซียส	3. อุณหภูมิของเครื่องที่สามารถทำความร้อน ได้ 0-200 องศาเซลเซียส
4. กำลังอัด 3 ตัน (ไฮดรอลิกแบบไฟฟ้า)	4. กำลังอัด 4 ตัน (ไฮดรอลิกแบบมือโยก)
5. กำลังไฟ 2,500 W	5. กำลังไฟ 1,000 W
6. การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 5-10 บาท/ชม.	6. การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 3-5 บาท/ชม.
7. ราคา 15,000 บาท	7. ราคา 39,000 บาท

จากตารางที่ 3 พบว่าการเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวที่คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้นกับเครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติ รุ่น Bamboo 1 ดังนี้ เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวที่สร้างขึ้นมา มีขนาด 65x65x130 ซม., อุณหภูมิของเครื่องที่สามารถทำความร้อนได้0-290 องศาเซลเซียส, กำลังอัด 3 ตัน (ไฮดรอลิกไฟฟ้า) ใช้กำลังไฟ 2,500 W และการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 5.10 บาท/ชม. และเครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติ รุ่นBamboo 1 มีขนาดด้านหน้าเท่ากับ 55 ซม., ด้านกว้างเท่ากับ 60 ซม., ความสูงเท่ากับ 130 ซม., อุณหภูมิของเครื่องที่สามารถทำความร้อนได้ 0-200 องศาเซลเซียส, กำลังอัด 4 ตัน (ไฮดรอลิกแบบมือโยก) ใช้กำลังไฟ 1,000 W และการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 3-5 บาท/ชม.

3. การเปรียบเทียบขั้นตอน การอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวที่สร้างขึ้น กับขั้นตอนการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวโครงการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ภาคเกษตร (ฟางข้าว) ณ ศูนย์เทคโนโลยีเกษตรและนวัตกรรมจังหวัดฉะเชิงเทรากับ แสดงผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบขั้นตอนการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว

ขั้นตอนการอัดขึ้นรูปที่สร้างขึ้น	**ขั้นตอนการอัดขึ้นรูปของโครงการเพิ่มมูลค่า**

	วัสดุเหลือใช้ภาคเกษตร (ฟางข้าว)
1. จัดเตรียมฟางข้าวแต่ไม่ต้องตัดให้เป็นเส้นสั้นๆ	1. จัดเตรียมฟางข้าวแล้วตัดฟางข้าวให้เป็นเส้นสั้นๆ
2. เตรียมน้ำเปล่าและแป้งมันสำประหลัง	2. นำฟางข้าวที่ตัดแล้วแช่น้ำทิ้งไว้
3. ผสมน้ำเปล่ากับแป้งมันสำประหลังเข้าด้วยกัน	3. เตรียมน้ำเปล่าและแป้งมันสำประหลัง
4. นำฟางข้าวที่ไม่ได้แช่น้ำมาผสมกับน้ำที่ผสมแป้ง	4. ผสมน้ำเปล่ากับแป้งมันสำประหลังเข้าด้วยกัน
5. นำฟางข้าวที่ผสมกับแป้งเข้าแม่พิมพ์	5. นำน้ำเปล่าที่ผสมแป้งมันสำประหลังไปเคี่ยวให้เป็นแป้งเปียก
6. ทำการอัดขึ้นรูป	6. นำฟางข้าวที่แช่น้ำไวมาผสมกับแป้งเปียก
7. รอให้ครบเวลาที่กำหนด	7. นำฟางข้าวที่ผสมแป้งเปียกเข้าแม่พิมพ์
8. เอากระถางออกจากแม่พิมพ์	8. ทำการอัดขึ้นรูป
9. ตัดขอบส่วนเกินของกระถางออก	9. รอให้ครบเวลาที่กำหนด
	10. เอากระถางออกจากแม่พิมพ์
	11. เอากระถางไปตากแดดให้แห้งสนิท

จากตารางที่ 4 พบว่า ขั้นตอนการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวที่สร้างขึ้น มีกระบวนการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว ที่น้อยกว่าและใช้เวลาในแต่ละขั้นตอนน้อยกว่า ขั้นตอนการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว ของโครงการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ภาคเกษตร (ฟางข้าว) ณ ศูนย์เทคโนโลยีเกษตรและนวัตกรรมจังหวัดฉะเชิงเทรา

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มชาวบ้านหนองหญ้าไซ ตำบลหนองหญ้าไซ อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 10 คน โดยแต่ละด้านที่ทำการประเมินจะกำหนดคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 5 โดยเรียงลำดับความพึงพอใจจากน้อยไปมาก ซึ่งจะใช้คะแนนดังกล่าวในการประเมินเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว ผลการประเมินความพึงพอใจ [13] แสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าว

รายการ	$\overline{X}$	**S.D.**	**แปลผล**
ด้านโครงสร้าง			
1. การออกแบบและการทำงานไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน สะดวกต่อผู้ใช้งาน	4.50	0.84	ดีมาก
2. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้มีความแข็งแรงคงทนต่อการใช้งาน	4.80	0.42	ดีมาก
3. เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.80	0.42	ดีมาก
ด้านการใช้งาน			
1. ความสะดวกในการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว	4.60	0.51	ดีมาก
2. มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน	4.30	0.67	ดี
3. สะดวกต่อการซ่อมบำรุงรักษา	4.40	0.84	ดี

รายการ	$\overline{X}$	**S.D.**	**แปลผล**
ด้านประสิทธิภาพ			
1. สามารถอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวได้	5	0	ดีมาก
2. รูปทรงของกระถางมีความสมมาตรสามารถอัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าวได้	4.80	0.42	ดีมาก
ด้านประสิทธิภาพของกระถางที่อัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าว			
1. สามารถนำกระถางที่อัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าวไปใช้งานได้	4.90	0.31	ดีมาก
2. กระถางที่อัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าวมีความแข็งแรง	4.50	0.52	ดีมาก

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
รวมเฉลี่ย	**4.70**	**0.49**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มชาวบ้านหนองหญ้าไซ ตำบลหนองหญ้าไซ อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 10 คน ที่มีต่อเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว พบว่า ชาวบ้านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก (= 4.7, S.D. = 0.49) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ สามารถอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวได้ (= 5, S.D. = 0) รองลงมาคือ สามารถนำกระถางที่อัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าวไปใช้งานได้ (= 4.90, S.D. = 0.31) รองลงมาคือ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้มีความแข็งแรงคงทนต่อการใช้, เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว มีความเหมาะสมต่อการใช้งานและรูปทรงของกระถางมีความสมมาตรสามารถอัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าวได้ (= 4.80, S.D. = 0.42) รองลงมาคือ ความสะดวกในการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว (= 4.60, S.D. = 0.51) รองลงมาคือ กระถางที่อัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าวมีความแข็งแรง (= 4.50, S.D. = 0.52) และการออกแบบและการทำงานไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน สะดวกต่อผู้ใช้งาน (= 4.50, S.D. = 0.84) รองลงมาคือ ง่ายต่อการซ่อมบำรุงรักษา (= 4.40, S.D. = 0.84) รองลงมาคือ มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน (= 4.30, S.D. = 0.67)

สรุปผลและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้นำเสนอ การออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว ที่มีขนาด 65x65x130 ซม. โดยผลการทดลองพบว่าเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว สามารถอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด กระถางฟางข้าวสามารถใช้งานได้จริง อีกทั้งเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าวที่สร้างขึ้นสามารถลดกระบวนการผลิตและลดต้นทุนในการผลิตกระถางด้วยฟางข้าว นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อน และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเศษเหลืออินทรีย์สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร ชุมชน และนำไปสู่การพัฒนาเพื่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากนักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ที่ได้ช่วยรวบรวมเก็บข้อมูลผลการทดลองในครั้งนี้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรพัฒนาชุดแม่พิมพ์ให้สามารถตัดขอบส่วนเกินของกระถางที่อัดขึ้นรูปด้วยฟางข้าว
2. ควรหาอัตราการกดของไฮดรอลิกให้เหมาะสมไม่เร็วและช้าจนเกินไป

เอกสารอ้างอิง

[1] ธนกฤต ดิษฐบรรจง, วุฒิชัย สมยา, และ เอนก นารีจันทร์ (2020). แผ่นห่อไปโอจากเปลือกกล้วย. *AsianInvent Singapore (AiSG) 2020*.

[2] วรรณวิภา ไกรพิทยากร, และ เอนก สาวะอินทร์. (2559). ความเป็นไปได้ของการผลิตกระถางย่อยสลายได้จากกากกาแฟผสมปูนขาวจากเปลือกหอย. *วารสารวิจัย มทร. กรุงเทพ,* 11(2), 53-61.

[3] ยุพาวรรณ พลการ. (2559). กระถางย่อยสลายได้จากต้นปาล์มน้ำมัน. การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา.

[4] เตือนใจ ปิยัง และคณะ. (2561). การผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจาก กากตะกอนน้ำมันปาล์มและวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย,* 10(3), 497-511.

[5] สิรวัลภ์ เรืองช่วย. (2564). การเปลี่ยนฟางข้าว (ของเหลือทิ้งในนาข้าว) เป็นปุ๋ยอินทรีย์ในลักษณะปุ๋ยหมัก. *บทความวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.*

[6] ยุทธนา เขาสุเมรุ (2559). การทดสอบเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารในระดับแปลงเกษตรกรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลำไยนอกฤดู. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์,* 3(1).

[7] ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. (2552) *ระบบไฮดรอลิกและการซ่อมบำรุง.* กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[8] Dmitri Kopeliovich. (2017). Polymer Coated Bearings, Engine professional. *American Educational*

Research Association, (January-March 2017), 48-49.

[9] ฎีระศักดิ์ วงศา และคณะ. (2561). การประยุกต์ใช้หลักการเหนี่ยวนำความร้อนสำหรับเครื่องหลอมพลาสติก. *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ.*

[10] กาหลง บัวนาค และคณะ. (2560). ผลกระทบของกระบวนการทอรีแฟคชั่นตอคาพลังงานความรอนของเปลือกมะมวงอัดแทง. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : เทพสตรี I-TECH*, 12(2).

[11] นิพนธ์ ตันไพบูลย์กุล. (2562). การใช้กากมันสำปะหลังเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตรเป็นตัวประสานในการอัดแท่ง ผงถ่านจากเปลือกตาลโตนด. *วารสาร Veridian E Journal สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,* 6(5).

[12] อุดมพงษ์ เกศศรีพงษ์ศา. (2562). มารู้จักเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์กันดีกว่า. *บทความวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.*

[13] สุรพงษ์ คงสัตย์, และ ธีรชาติ ธรรมวงค์. (2551). การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC). *บทความวิชาการมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.*

Translated Thai References

[1] Disthabanjong, T., Somya, W., Nareechan, A. (2020). Bio Plastic Nursery Bag from Banana Peel *AsianInvent Singapore (AiSG) 2020.*

[2] Kraipityakorn, W., & Sawa-in, A. (2016). Feasibility of Compost Production from Coffee Ground mixed with Decanter Cake in Foam Box. *UTK Research Journal,* 11(2), 53-61.

[3] Yupawan Phonkan. (2016). Biodegradable Pots Made from Oil Palm Trees. *The 4th Academic Conference,* Kasetsart University, Sriracha Campus.

[4] Tuanjai Piyangwan, T., et al. (2018). Environment-friendly Plant Pot Production from Palm Oil Sludge and Mushroom Cultured Waste. *RMUTSV Research Journal,* 10(3), 497-511.

[5] Ruangchuay, R. (2021). Replacing Rice Straw. (Leftovers in Rice Fields) as Organic Fertilizers that are Compost Sources. *Academic article, Faculty of Science, Suan Dusit University.*

[6]Khaosumeru, Y. (2016). Testing of Nutrient Management Technology at Farmer Plot Level to Increase Efficiency of Nutrient Management Production of Longan out of Season. *Songkhla Nakarin Journal of Plant Sciences,* 3(1)

[7] Tunchewawong, N. (2009) *Hydraulic systems and maintenance*. Bangkok : Technology Promotion Association (Thailand-Japan).

[9] Wongsa, J., et al. (2012). The Application of Induction Heating for Plastic Melting Machine. *Conference of industrial engineering network.*

[10] Buanak, K., et al. (2017). Effect of Torrefaction Process on HHV of Mango Peels Pellet. *Journal of Industrial Technology : เทพสตรี I-TECH*, 12(2).

[11] Tanpaiboonkul, N. (2019). Utilization of Cassava Residue from Agro-Industry as Binder with Powder of Palmyra Palm fruit Peel Charcoal for Briquettes Fuel Production. *Veridian E-Journal Science and Technology,* 6(5).

[12] Udompong Ketsripongsa (2019). Let's Get to Know the Vernier Caliper Better. *Academic Article, Buriram Rajabhat University.*

[13] Kongsat, S., & Thammawong, T. (2008). Validation of Questionnaire Validity (IOC). *Academic Article., Mahachulalongkornrajavidyalaya University.*