

การใช้กระบวนการอัดร้อนใบข้าวโพดเพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทน

สำหรับการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

The Hot Pressing Process of Corn Leaves is Used as a Substitute

Material for Product Design and Development

สิปราง เจริญผล^{1*} นวลนภา จุลสุทธิ² และ รัชนิกร กุศลานนท์³

Siprang Charoenphol¹, Nualnapa Chullasutti² and Ratchanikorn Kussalanon³

บทคัดย่อ

ปัญหาที่พบในพื้นที่ คือหลังจากการทำเกษตรในแต่ละฤดูไม่ว่าจะเป็นการทำนาปลูกข้าว ปลูกข้าวโพด เกษตรกรจะทำการเผาซึ่งข้าวและต้นข้าวโพด เพื่อปรับสภาพดินในการทำการเพาะปลูกครั้งต่อไป การเผาทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ การวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นสร้างเครื่องมือและเทคโนโลยีเครื่องอัดร้อน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในกระบวนการทดลองผลิตวัสดุทดแทนจากใบข้าวโพดและเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร วัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดมลพิษทางอากาศ สร้างความตระหนักถึงการนำทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ สร้างรายได้ รวมถึงการใช้ทรัพยากรที่มีในท้องถิ่นอย่างเหมาะสม โดยเครื่องอัดร้อนที่ออกแบบขึ้นนี้ สามารถควบคุมอุณหภูมิความร้อนได้ถึง 140 องศาเซลเซียส กำหนดแรงอัดด้วยระบบไฮดรอลิคได้ถึง 2,500 กิโลกรัมหรือเท่ากับ 2.5 ตัน ควบคุมระยะเวลาในการอัดแบบอัตโนมัติ ผลการทดลองในงานวิจัยครั้งนี้ โดยการทดลองตัวประสานมีอัตราผสม 5 : 2 : 2 (ใบข้าวโพดป่น : แป้งมันสำปะหลัง : น้ำ) กำลังการอัด 50 นิวตัน ระยะเวลาในการอัด 5 นาที วัสดุทดแทนที่อัดได้ขนาด 400 x 600 x 50 มิลลิเมตร ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเกี่ยวกับการวัดค่าความชื้น และการทดสอบกำลังด้านแรงดึง ตามมาตรฐาน มยผ. 1225-51 การทดสอบค่าความชื้นก่อนอัดที่ 8 องศาเซลเซียส นำแผ่นวัสดุที่อัดเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลาในการอบ 12 ชั่วโมง ค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 0.15 การทดสอบกำลังด้านแรงดึง วัสดุทดสอบขนาด กว้าง 57.7 มิลลิเมตร หนา 69 มิลลิเมตรค่าการรับแรงดึง 16.62 N/mm²

คำสำคัญ: กระบวนการอัดร้อน วัสดุทดแทน พัฒนาผลิตภัณฑ์

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สำนักวิชาการบริหารรัฐกิจ, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

³ อาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

¹ Asst. Prof., Faculty of Industrial Technology, Chiang Rai Rajabhat University

² Asst. Prof., School of Public Administration, Chiang Rai Rajabhat University

³ Lecturer, Faculty of Industrial Technology, Chiang Rai Rajabhat University

* Corresponding author Email: siprang15@gmail.com

Abstract

The problems encountered in the area are, after each season of farming, whether it is rice or corn cultivation, farmers will burn rice cobs and corn stalks to adjust the soil for the next crop. Incineration causes air pollution, so this research focuses on the creation of hot press machine and technology to be used as an experimental producing process of substitute material from corn leaves and agricultural waste.

The researchers aim to help reduce air pollution, raise awareness of the utilization of existing resources in the area to create new products. It leads to income generation, including the proper use of local resources. The hot press machine can be controlled up to 140 ° C and can be set to a hydraulic compression force of 2500 kg or equal to 2.5 tons, which automatically controls the compression time.

The results of the experiments in this research, were assigned a binder at a mixing ratio of 5: 2: 2, (Corn Leaves Smoothie :Tapioca starch : Water) compression capacity of 50 N, and a compression time of 5 minutes. The substitute material measures 400 x 600 x 50 mm, which is physically tested for moisture determination and tensile strength test according to the Standard Test Method for Tensile and Cleavage Test of Timber (1225-51). The moisture content was tested at 8 ° C, when the pressed sheet was put into the oven at 105 ° C, it took 12 hours to heat, the average moisture content was 0.15. For the tensile strength test, The material used for testing was 57.7 mm wide and 69 mm thick. As a result, the material had a tensile strength of 16.62 N/mm².

Keywords: Hot Pressing Process, Substitute Material, Product Development

บทนำ

ปัญหาที่พบในพื้นที่ คือ หลังจากการทำเกษตรในแต่ละฤดูไม่ว่าจะเป็นการทำนา ปลูกข้าว ปลูกข้าวโพด เกษตรกรจะทำการเผาซึ่งข้าวและต้นข้าวโพด เพื่อปรับสภาพดินในการทำการเพาะปลูกครั้งต่อไป การเผาทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม 2562 จังหวัดเชียงรายมีค่าฝุ่น PM2.5 เกินมาตรฐาน มีค่าระหว่าง 44-258 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มาตรฐานไม่เกิน 50 มคก./ลบ.ม. (Pollution Control Department, 2019) ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าควรมีการทำความเข้าใจกับเกษตรกรและหาทางจัดการปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการนำเศษเหลือใช้จากการเกษตรมาทำให้เกิดคุณค่าขึ้น เพื่อช่วยลดมลพิษและสร้างรายได้เพิ่มให้กับเกษตรกรอีกทางหนึ่งดังตัวอย่างงานวิจัยของ (Athan, 2012) โครงการศึกษาแนวทางบริหารจัดการเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงและลดการเกิดหมอกควัน กระบวนการวิจัยครั้งนี้เริ่มต้นจากการลงพื้นที่พบปะผู้นำชุมชนในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการเผาขยะจากสิ่งเหลือใช้ทางการเกษตร พบว่า

ในพื้นที่ใช้วิธีการเผาเพื่อให้สามารถทำการเพาะปลูกในรอบใหม่ได้รวดเร็วขึ้น และคนในชุมชนยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศสามารถสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นทีมผู้วิจัยจึงได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างเครื่อง (Loyduenchai, Chaochanchaikul and Yamsangsang, 2019) การพัฒนาเครื่องปรับปรุงความละเอียดของเส้นใยตาหาลาส่วนลำต้น เพื่อนำองค์ความรู้เกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือในการทำการทดลอง

การใช้วัสดุทดแทน เป็นแนวทางหนึ่งเพื่อช่วยลดปัญหาจากสภาพปัญหาปัจจุบัน ซึ่งการใช้วัสดุทดแทน นอกจากจะช่วยลดการใช้ทรัพยากรแล้ว ยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมในด้านของการลดภาวะโลกร้อนได้ ประกอบกับการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาทำให้มีคุณค่า เป็นวัสดุทดแทนหรือผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม โดยได้ศึกษาแนวทางการนำวัสดุทดแทนมาใช้ประโยชน์ (Padkoh, 2017) เรื่องการศึกษาการทำแผ่นกระเบื้องหลังคาจากเส้นใยธรรมชาติ กรณีศึกษา : เส้นใยใบสับปะรดและเส้นใยเปลือกข้าวโพด (Tharadon, 2016) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซังข้าวโพดอัดขึ้นรูปเพื่องานประดิษฐ์ ดังนั้นการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร เช่น ใบข้าวโพดมาทำเป็นวัสดุทดแทนกระดาด โดยพัฒนาในรูปแบบเทคโนโลยีชุมชน สนับสนุนให้ราษฎรในภูมิภาคเกิดการรวมกลุ่มประกอบอาชีพการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนกระดาดและผลิตภัณฑ์ในเชิงอุตสาหกรรม ชนบท ช่วยสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่น เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและขยายบทบาทของผลิตภัณฑ์ให้สามารถเพิ่มมูลค่า (Pintong, Sodhiban and Egwutvongsa, 2017)

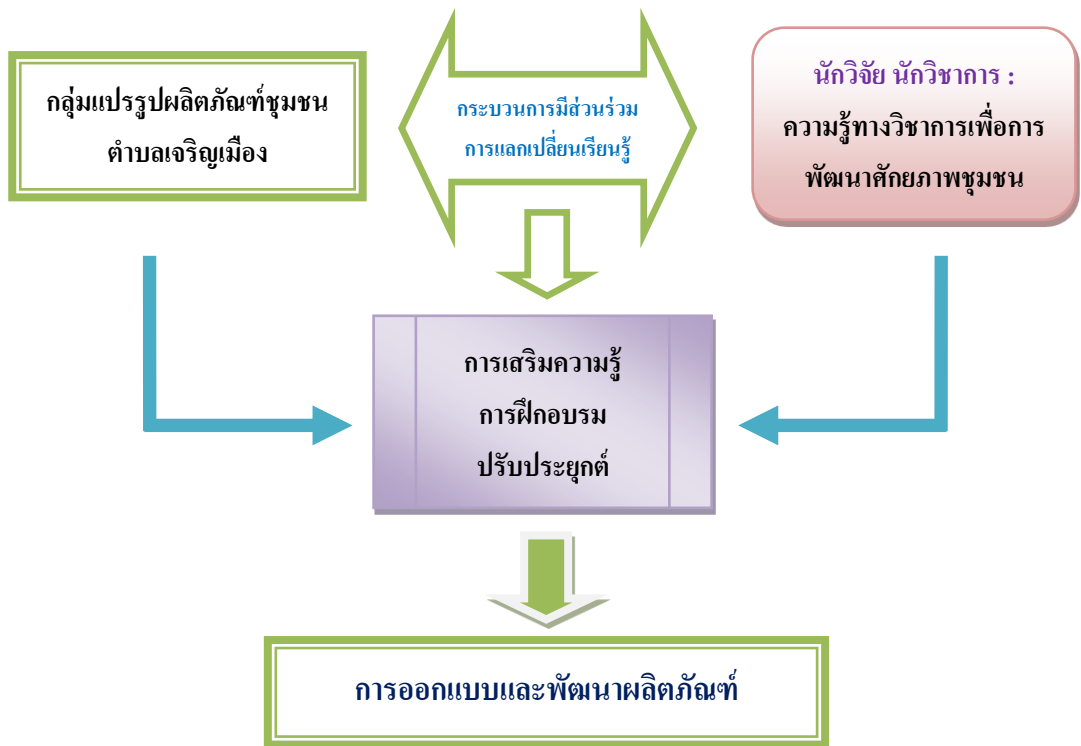
ประชากรกลุ่มตัวอย่างในกระบวนการวิจัยครั้งนี้คือ เกษตรกรในชุมชนเจริญเมือง ตำบลเจริญเมือง อำเภอฟาน จังหวัดเชียงราย จำนวน 5 หมู่บ้าน โดยมีผู้เข้าร่วมกิจกรรมหมู่บ้านละ 10 คนรวมทั้งสิ้น 50 คน มีการจัดตั้งกลุ่มและตั้งคณะกรรมการดำเนินงานและร่วมกระบวนการทดลอง โดยใช้องค์ความรู้ด้านการจัดการองค์การร่วมกับชาวบ้าน องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น สถานศึกษา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างต้นแบบเครื่องอัดร้อนด้วยพลังงานไฟฟ้าและทดลองผลิตวัสดุทดแทนจากใบข้าวโพดจากกระบวนการอัดร้อนโดยการมีส่วนร่วมในชุมชน
2. เพื่อนำวัสดุทดแทนที่ได้มาพัฒนาสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของชุมชนเจริญเมือง ตำบลเจริญเมือง อำเภอฟาน จังหวัดเชียงราย โดยจะเน้นให้ชาวบ้านมีส่วนร่วมเป็นหลักทั้งในขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล กระบวนการทดลองวัสดุ การผลิตผลิตภัณฑ์จากวัสดุทดแทน

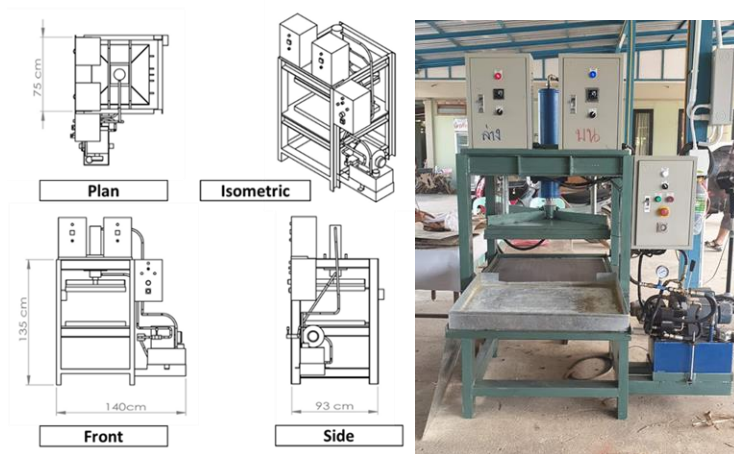


ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม อาทิ ผู้นำชุมชน ตัวแทนชาวบ้าน นักวิชาการ ผู้เชี่ยวชาญ นักศึกษา

ออกแบบและสร้างเครื่องอัดรีดต้นแบบ กำหนดขนาดโดยประมาณ ความกว้าง 75 เซนติเมตร ความยาว 93 เซนติเมตรและความสูงที่ 135 เซนติเมตร เพื่อให้เหมาะสมกับคนทำงานซึ่งเป็นสุภาพสตรี โดยโครงสร้างผลิตจากวัสดุเหล็กรูปพรรณ และเหล็กแผ่น ชุดปรับแรงดันไฮดรอลิก ฮีตเตอร์ ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบและเครื่องต้นแบบ

ขั้นตอนการทดลอง ในกระบวนการทดลองนักวิจัยร่วมกับตัวแทนชุมชนดำเนินการทดลองโดยการเตรียมวัตถุดิบ นำใบข้าวโพดป่นให้ละเอียดด้วยเครื่องย่อยใบไม้ เตรียมวัสดุประสานคือ ยางพารา แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ ผสมให้ได้อัตราส่วนตามอัตราส่วนที่กำหนด ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเตรียมวัตถุดิบ

อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบก่อนอัดขึ้นรูป โดยนำใบและต้นข้าวโพดแห้งบดละเอียดผสมกับแป้งมันสำปะหลัง และผสมกับน้ำยางพารา ในอัตราส่วน 5 : 2 : 2 โดยกำหนดอุณหภูมิ เวลา และแรงดันดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ : แป้งมันสำปะหลัง : น้ำ (หน่วย : กรัม)

การทดลองที่	ใบข้าวโพด (g.)	แป้งมัน (g.)	น้ำ (g.)	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (mn.)	แรงดัน (n.)
1	500	200	200	125	5	50
2	500	200	200	125	4	50
3	500	200	200	125	3	50
4	500	200	200	125	2	50
5	500	200	200	125	1	50

การทดลองอัตราส่วนผสมแผ่นอัด อัตราส่วนผสมใบและต้นข้าวโพดบดละเอียดผสมกับแป้งมันสำปะหลังและน้ำ ในอัตราส่วน 5 : 2 : 2 โดยกำหนดอุณหภูมิที่ 125 แรงดันที่ 30 นิวตัน และเวลาที่กำหนดแตกต่างกัน เวลาที่ใช้ 5-10 นาที วัสดุทดแทนที่ได้ ดังแสดงในภาพที่ 4

**ภาพที่ 4** ตัวอย่างแผ่นวัสดุทดแทน**ตารางที่ 2** อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ : น้ำยางพารา (หน่วย : กรัม)

การทดลองที่	ใบข้าวโพด (g.)	น้ำยางพารา (g.)	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (mn.)	แรงดัน (n.)
1	500	200	125	5	50
2	500	200	125	4	50
3	500	200	125	3	50
4	500	200	125	2	50
5	500	200	125	1	50

การทดลองอัตราส่วนผสมแผ่นอัด อัตราส่วนผสมใบและต้นข้าวโพดปั่นละเอียดผสมกับน้ำยางพารา ในอัตราส่วน 5 : 2 : 2 โดยกำหนดอุณหภูมิที่ 125 แรงดันที่ 50 นิวตัน และเวลาที่กำหนดแตกต่างกัน เวลาที่ใช้ 1-5 นาที วัสดุที่ได้ ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 4 ตัวอย่างแผ่นวัสดุทดแทน

สรุปผลการวิจัย

การสร้างเครื่องอัดร้อนต้นแบบเป็นไปตามแบบ จากการทดสอบงานเครื่อง พบว่าขนาดแผ่นอัดมีขนาดที่ใหญ่เกินไปทำให้ความร้อนกระจายไม่ทั่วถึง เมื่อทำการอัดแผ่นจึงทำให้ได้แผ่นวัสดุที่สามารถใช้งานได้น้อย จึงได้ลดขนาดวัสดุลงให้อยู่เฉพาะบริเวณที่ความร้อนทำงานได้เต็ม ทำให้ได้แผ่นอัดที่มีความแข็งแรงมากขึ้น การใช้งานเครื่องต้นแบบสามารถใช้งานได้ดี การศึกษาประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้เครื่องต้นแบบพบว่ามีความเหมาะสมคิดเป็นร้อยละ 90 โดยผู้วิจัยได้นำเครื่องอัดที่ประกอบเสร็จแล้วไปมอบให้กับชุมชน เพื่อใช้ในการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 1 สถานที่ในการทำการทดลองตั้งอยู่ที่บ้านเจริญเมืองหมู่ 14



ภาพที่ 5 การส่งมอบเครื่องอัดร้อนให้ชุมชน

การทดสอบคุณสมบัติ

การนำวัสดุที่ได้จากการทดลองมีกระบวนการทดสอบคุณสมบัติ 2 กระบวนการคือ การทดสอบความต้านทานแรงดึงและการทดสอบค่าความชื้น

1. ความต้านทานแรงดึง เป็นค่าที่แสดงถึง ความสามารถของชิ้นทดสอบในการต้านทานการแตกหักหรือความแข็งแรงของชิ้นทดสอบ โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 876-2547) ซึ่งกำหนดความหนาที่ 30 – 60 มิลลิเมตร มีค่าความต้านทานแรงดึงไม่น้อยกว่า 0.45 เมกะปาสคาล (Tippayawong, 2010) ผลการทดสอบในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบแรงดึง

ลำดับ	รายละเอียดตัวอย่าง	ค่าการรับแรงดึง
		N/mm ²
1	ผสมแป้ง สูตร 1	14.38
2		16.62
3		15.14
4		4.34



2. ค่าความชื้น แสดงถึงปริมาณความชื้นสมดุลกับสภาวะอากาศ ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศแต่ละที่มีความแตกต่างกัน หากปริมาณความชื้นมากก็จะส่งผลให้ชิ้นทดสอบมีความแข็งแรงลดลง และแตกหักง่าย โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ. 1223-51) ซึ่งกำหนดปริมาณความชื้นที่ร้อยละ 10 – ร้อยละ 13 พบว่าปริมาณความชื้นเป็นไปตามมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบความชื้น

ลำดับ	ค่าน้ำหนัก (กรัม)		ค่าความชื้น (ร้อยละ)
	ก่อน	หลัง	
1	279.14	228.95	0.17
2	261.22	247.49	0.13
3	282.66	267.22	0.15
4	238.79	228.95	0.09
5	214.50	204.45	0.10

การนำไปใช้

จากการวิจัยครั้งนี้ผลสัมฤทธิ์ที่ได้ คือ 1) ช่วยลดการเผา และสร้างความตระหนักเกี่ยวกับการช่วยลดอุณหภูมิของโลกและการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด 2) มอบต้นแบบเครื่องอัดรีด ต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ ให้แก่ชุมชนเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดในการผลิตสินค้าที่ทำมาจากวัสดุทดแทน ซึ่งจะก่อให้เกิดการสร้างอาชีพใหม่ให้แก่คนในชุมชน 3) การดำเนินงานของกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้ถูกยกระดับการบริหารและการจัดการองค์การให้มีการจัดการที่มีคุณภาพและมาตรฐานสูงขึ้น กล่าวคือมีระบบการจัดการที่อิงจากแนวคิดทางวิชาการ รวมถึงมีการจัดระบบการจัดการบริหารอย่างเป็นระบบในเรื่องการจัดแบ่งโครงสร้างองค์การ การมอบหมายหน้าที่ การจ่ายค่าตอบแทนและการประเมินผลการทำงานของสมาชิกกลุ่ม 4) การนำวัสดุทดแทนที่ได้ไปออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ของใช้และของตกแต่งบ้านที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์จากวัสดุทดแทน

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องอัดรีดเพื่อใช้ในกระบวนการทดลองผลิตวัสดุทดแทนจากใบข้าวโพด ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดรีดมีต้นทุนในการสร้างสูง และต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการผลิต ในส่วนการสร้างเครื่องอัดรีดคณะผู้วิจัยดำเนินการออกแบบเครื่องและจัดหาวัสดุในการผลิตขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้นของเครื่องอัดรีด มีวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เพื่อเป็นเครื่องมือในการทดลองอัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรให้เป็นวัสดุทดแทนจากธรรมชาติ การดำเนินการสร้างเริ่มจากการศึกษาข้อมูล การออกแบบรูปร่างและกำหนดชิ้นส่วนของเครื่องด้วยโปรแกรม Solid Work จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้าง ดำเนินการสร้างเครื่องตามแบบที่กำหนด ขนาดโดยประมาณ ความกว้าง 75 เซนติเมตร ความยาว 93 เซนติเมตรและความสูงที่ 135 เซนติเมตร เพื่อให้เหมาะสมกับคนทำงานซึ่งเป็นสุภาพสตรี โดยโครงสร้างผลิตจากวัสดุเหล็กรูปพรรณ และเหล็กแผ่น ชุดปรับแรงดันไฮดรอลิก ฮีตเตอร์ ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ คุณสมบัติของเครื่องอัดรีดสามารถ

อัดวัตถุได้ทีขนาด $400 \times 600 \times 50$ มิลลิเมตร ปรับอุณหภูมิได้ 140 องศา แรงดัน 250 นิวตัน เวลาสามารถปรับเพิ่ม ลดได้ตามต้องการ

2. การทดลองขึ้นรูปด้วยการอัดให้เป็นแผ่น มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้ นำใบและต้นข้าวโพดแห้งมาบั่นให้ละเอียด ขนาดประมาณ 0.05 มิลลิเมตร ในการอัดใช้ตัวประสาน 2 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง น้ำยางพารา ผสมกันในอัตราส่วน 5 : 2 คลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นนำไปหมักเพื่อไล่ความชื้นประมาณ 30 - 60 นาที จึงนำมาเข้าแม่พิมพ์เพื่อทำการอัดด้วยความร้อน โดยกำหนดอุณหภูมิที่ 125 องศา แรงดันที่ 50 นิวตัน เวลาในการอัด 5 นาที เมื่ออัดเสร็จจึงนำแผ่นอัดเข้าเตาอบในอุณหภูมิ 150 องศา เพื่อไล่ความชื้นและทำให้แห้งสนิท นำวัสดุทดแทนจากใบข้าวโพดไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้วยการทดสอบความต้านทานแรงดึง และทดสอบค่าความชื้น ให้วัสดุที่ได้มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Mungsud (2015) กระบวนการขึ้นรูปด้วยการอัดพร้อมกับให้ความร้อน (Compression Molding) และขึ้นรูปด้วยการอัดและให้ความร้อนภายหลังการอัด (Cold Molding) และศึกษาการกำหนดปริมาณส่วนผสมเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสม พร้อมทั้งทดสอบคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้น พบว่าการอัดและให้ความร้อนภายหลังการอัด ให้ความแข็งแรงของวัสดุที่น้อยกว่าเนื่องจากข้อด้อยของวิธีการขึ้นรูปที่มีประสิทธิภาพการบรรจุอนุภาคสาร (Packing) ต่ำกว่า จากการหาขอบเขตการขึ้นรูปเย็นพบว่าขอบเขตการขึ้นรูปเย็นที่เหมาะสมคือ หลังจากอัดด้วยแม่พิมพ์เย็น Pre-heating ที่ 100°C ระยะเวลา 15 ชั่วโมง จากนั้นอบด้วยอุณหภูมิ 105°C ระยะเวลา 12 ชั่วโมง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากการดำเนินการวิจัย สามารถนำไปสู่การพัฒนาและขยายขีดความสามารถให้ไปสู่ความสำเร็จได้มากกว่านี้ ถ้าหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ให้การสนับสนุน รวมถึงการสร้างเครือข่ายที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน จะทำให้โครงการนี้สามารถสร้างต้นแบบชุมชนแห่งการพัฒนา สามารถแก้ปัญหาและสร้างอาชีพที่ยั่งยืนได้ในอนาคต

ข้อเสนอแนะเชิงวิจัยและพัฒนา

1. การออกแบบเครื่องอัด ควรออกแบบให้มีการใช้งานได้ง่ายเพราะผู้ใช้งานส่วนมากเป็นผู้หญิง อุปกรณ์ของเครื่องต้องได้มาตรฐาน และควรลดขนาดของแผ่นความร้อนลง มีปลั๊กสำหรับอัดวัสดุเพื่อป้องกันความร้อนกระจายออก
2. วัสดุที่ใช้ในการผลิตวัสดุทดแทน สามารถนำเศษใบไม้ชนิดอื่นมาทดลองให้สามารถทดแทนวัสดุหลักที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้
3. การบริหารจัดการกลุ่ม ต้องเพิ่มศักยภาพในการจัดการและสร้างความมั่นใจให้กับผู้ร่วมกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มสามารถดำเนินงานต่อและนำไปสู่ความยั่งยืน

Reference

- Athan, W. (2012). **Project to study the management of agricultural waste for use as fuel and reduce the occurrence of smog**. Research Report. Suranaree University of Technology and King Mongkut's University of Technology North Bangkok.
- Loyduenchai, S., Chaochanchaikul, K. and Yamsangsang, W. (2019). **Development of a resolution modifier for dala fibers of the trunk**. 20th Continuing report of the National Graduate Research Symposium. 15 March 2019. 121-132.
- Mungsud, W. (2015). **Study of cold forming method of recycled material from melamine scraps**. Research Report. Suranaree University of Technology.
- Padkoh, N. (2017). Study on making roof tiles from natural fibers, case study: pineapple leaf fibers and corn husk fibers. **Engineering Journal**, 12 (1), 11-19.
- Pintong, D., Sodhibhan, P. and Egwutvongsa, S. (2017). Development of a sheet compactor from natural materials. **Art and Architecture Journal Naresuan University**, 8(1), 98-111.
- Pollution Control Department. (2019). **Chiang Rai Provincial Resource and Environment office**. Ministry of Natural Resources and Environment.
- Tippayawong, N. (2010). **Biomass transformation technology**. Bangkok: FTI Publishing House.
- Tharadon, S. (2016). **Development of extruded corncob product for production purpose**. Research Report. Rajamangala University of Technology Thanyaburi.

(In Thai)

- กรมควบคุมมลพิษ. (2562). **สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- ดิสร พินทอง, พิชัย สดภิบาล และทรงวุฒิ เอกภูมิวงศา. (2560). การพัฒนาเครื่องอัดแผ่น จากวัสดุธรรมชาติ. **วารสารศิลปสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 8(1), 98-111.
- นิตยา พัดเกาะ. (2560). การศึกษาการทำแผ่นกระเบื้องหลังคาจากเส้นใยธรรมชาติ กรณีศึกษา : เส้นใยใบสับปะรดและเส้นใยเปลือกข้าวโพด. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**, 12(1), 11-19.
- นคร ทิพย์วงศ์. (2553). **เทคโนโลยีการแปลงสภาพชีวมวล**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
- วรรณวนิช มุ่งสุด. (2558). **การศึกษากรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเย็นของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน**. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- วีรชัย ออาจหาญ. (2555). **โครงการศึกษาแนวทางบริหารจัดการเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงและลดการเกิดหมอกควัน**. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

- สุธา ลอยเตือนฉาย, กัลทิมา เชาวน์ชาญชัยกุล และแววบุญ แยมแสงสังข์. (2562). **การพัฒนาเครื่องปรับปรุงความละเอียดของเส้นใยตาหาล่าส่วนลำต้น**. รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20. 15 มีนาคม 2562. หน้า 121-132.
- สุภิญญา ธาราดล. (2559). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซังข้าวโพดอัดขึ้นรูปเพื่องานประดิษฐ์**. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.