RMUTK Journal of Liberal Arts, Volume 3 No.1 (January – June 2021) Page 59-71

การทดลองใช้ประโยชน์จากเปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อย เพื่อความเป็นไปได้ในการใช้เป็นวัสดุสำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์

AN EXPERIMENT OF USING DRIED DIALIUM SHELL MIXED WITH SAWDUST AND ITS POSSIBILITY TO BE A MATERIAL FOR PRODUCT DESIGN

เยาวรัตน์ สิริวัฒนานุสรณ์[1*], จรัล รัตนโชตินันท์[2], วราภรณ์ แพงป้อง[3] และ ชลัช โกตระกูล[4]

Yaowarat Siriattananusorn[1*], Jaran Ratanachotinun[2], Waraporn Paengpong[3] and Charath Kotrakul[4]

[1*]นักวิจัยอิสระ, กรุงเทพฯ

[2, 4]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, กรุงเทพฯ

[3]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, กาญจนบุรี

[1*]Independent researcher, Bangkok

[2, 4]Faculty of Science Chandrakasem, Rajabhat University, Bangkok

[3]Faculty of Industrial Technology, Rajabhat University Kanchanaburi, Kanchanaburi

Received: February 23, 2021, Revised: April 1, 2021, Accepted: April 5, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัย นี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษาและทดลองการผลิตวัสดุเปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราคุณสมบัติของวัสดุในการอัดขึ้นรูป 2. ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ความสามารถในการรับน้ำหนัก เพื่อนำไปสู่ความเป็นไปได้ในการใช้เป็นของวัสดุสำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยการดำเนินการเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้วัสดุจากเปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อย และใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน อัตราส่วนนี้ใช้เป็นอัตราส่วนที่ทดสอบขึ้นเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสม คือ เปลือกลูกหยี 35% กาวแป้งเปียก 60% ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 5 % ผสมและอัดขึ้นรูป ตากแดดจัด 7 วัน การทดสอบแบ่งเป็น 2 ชนิด Test ก เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยหยาบ ขนาด 6.5x18.5x1.5 ซม. และ Test ข เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยละเอียด ขนาด 6.5x18.5x2 ซม. ใช้ตัวทดลองทั้งหมด 4 ตัวทดลอง และทำการหาค่าความชื้นและความสามารถในการรับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยความชื้นของวัสดุ Test ก1 ความชื้น 11.5 % Test ก2 ความชื้น 13 % Test ข1 ความชื้น 10.5% Test ข2 ความชื้น 12.75% ความสามารถในการรับน้ำหนัก โดยมีค่าเฉลี่ย Test ก1 สามารถรับน้ำหนักได้ 2.725 กก./ตร.ซม. Test ก2 สามารถรับน้ำหนักได้ 3.475 กก./ตร.ซม. และ Test ข1 สามารถรับน้ำหนักได้ 3.625 กก./ตร.ซม. Test ข2 สามารถรับน้ำหนักได้ 4.075 กก./ตร.ซม. ความสามารถในการรับน้ำหนักของแต่ละชนิดวัสดุ จะเห็นว่า Test ข จะมีการรับน้ำหนักได้ดีกว่า แต่ทั้งสองชนิดการทดลองมีความเป็นไปได้ในการใช้เป็นของวัสดุสำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ: เปลือกลูกหยี ขี้เลื่อย ความเป็นไปของวัสดุ งานออกแบบผลิตภัณฑ์

*Corresponding author. Tel.: 094 949 4549,

Email address: yaowarat.siri@gmail.com

Abstract

The objectives of this research are to 1. Study and experiment on making a material from the extrusion of dialium shell mixed with sawdust from rubber wood. 2. Test on the physical properties, load capacity, and the possibility to be used as a material for product design. This was conducted as an experimental research with using of dialium shell mixed with sawdust, and wet powder liquid glue as an adhesive agent. The ratio used on the test to obtain the optimum values is dialium shell 35%, wet powder liquid glue 60%, and sawdust from rubber wood 5%. Those were mixed, extruded, then sun dried for 7 days. The test was divided into 2 types which are Test A is a test on mixture and extrusion of dialium shell with coarse sawdust: dimension 6.5x18.5x1.5 cm. And Test B is from dialium shell and fine sawdust: dimension 6.5x18.5x2 cm. 4 samples of each types were used. And the moisture and weight-bearing capacity were determined. The average moisture content of the material indicated Test A1 with moisture 11.5%, Test A2 with moisture 13%, Test B1 with Moisture 10.5%, and Test B2 with Moisture 12.75%. The average weight-bearing capacity with Test A1 was 2.725 Kg. / Sq.cm., the Test A2 can hold 3.475 kg./ Sq.cm., while Test B1 can support 3.625 kg./ Sq.cm., and Test B2 can hold 4.075 kg./ Sq.cm. The ability of the Test B to carry weight was better. The experiment of capacity of both types pointed out positive possibility of being used as a material for product design.

Keywords: Dialium Shell, Sawdust, Possibility of material, Product Design

บทนำ

ประเทศไทยมีทรัพยากรธรรมชาติอันอุดมสมบูรณ์ ในแต่ละท้องถิ่นจะมีทรัพยากรธรรมชาติที่แตกต่างกันไป และมีทรัพยากรบางชนิดที่ไม่นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์หรือถูกทิ้งไปอย่างน่าเสียดาย ถ้าได้ศึกษาค้นคว้าและสำรวจสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้หลากหลายรูปแบบ เกิดการเสริมสร้างสถานะทางเศรษฐกิจของครอบครัว ชุมชน และประเทศได้ โดยเฉพาะการนำวัสดุจากธรรมชาติมาใช้กับงานออกแบบ เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลาย โดยการนำทฤษฎีทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์มาร่วมพัฒนา (ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา, 2557) เพราะการออกแบบผลิตภัณฑ์กับวัสดุนั้นเดินทางคู่เคียงกันมาตลอด และต่างมีส่วนในการเป็นแรงผลักดันซึ่งกันและกัน วัสดุที่มีประสิทธิภาพสามารถเอื้อให้งานออกแบบเป็นไปได้อย่างที่คิด ส่วนแนวคิดการออกแบบที่ก้าวหน้าก็สามารถผลักดันการคิดค้นวัสดุและเทคนิคใหม่ เพื่อตอบสนองพัฒนาการด้านนวัตกรรมตลอดเวลา (อาศิรา พนาราม, 2554) ดังนั้น ถ้าสามารถนำวัสดุจากธรรมชาติโดยเฉพาะวัสดุที่ไร้ประโยชน์เหลือทิ้งกับพัฒนาการนวัตกรรมก็สามารถสร้างวัสดุนั้นให้เกิดมูลค่า สร้างเศรษฐกิจแก่ชุมชนและครอบครัว

ในโลกปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น การขยายตัวของเศรษฐกิจภาคอุตสาหกรรมได้เป็นไปอย่างกว้างขวางทั่วโลก ประกอบกับการเพิ่มขึ้นของประชากรของโลกอย่างรวดเร็ว สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติได้ถูกคุกคามและทำลายลงโดยการกระทำของมนุษย์ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และได้ส่งผลร้ายต่อมวลมนุษย์อย่างรุนแรงตามระยะเวลาที่ผ่านมา (ประเวศ อินทองปาน, 2559 อ้างถึงใน จันทร์ธรรม อินทรีเกิด และบุญเลิศ โอฐสู, 2563) ทำให้ผู้คนหันมาให้ความสำคัญกับการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ หรือวัสดุรีไซเคิลกันมากขึ้น จนเกิดเป็นเทรนด์รักษ์โลก เทรนด์นี้ไม่ใช่เพียงแค่กลุ่มผู้บริโภคเท่านั้นที่ให้ความสนใจ แต่บริษัทผู้ผลิตไปจนถึงนักออกแบบก็หันมาให้ความสำคัญกับเรื่องนี้เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน วัสดุรีไซเคิลจากธรรมชาติตอบรับเทรนด์รักษ์โลก เป็นวัสดุที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับงานตกแต่ง ไปจนถึงผลิตเป็นของใช้ในชีวิตประจำวันมากขึ้น จะพบว่าของใช้ต่าง ๆ ที่ผู้คนใช้กันในโลกนี้ มักจะมีวัสดุที่ใช้เวลาในการย่อยสลายเป็นเวลานานอยู่เสมอ จะดีแค่ไหนหากมีวัสดุที่

สามารถย่อยสลายและนำกลับมาใช้ซ้ำได้อีกหลาย ๆ ครั้ง หรือเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่เราเคยมองข้ามไปอย่าง เปลือกลูกหยี เหลือทิ้งจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์เหลือทิ้งจำนวนมากนั้นมาใช้ประโยชน์ได้ ด้วยเปลือกนั้นมีลักษณะที่สวยงามและแปลกตา ผิวไม่แข็ง เราสามารถนำมาทดลองทำเป็นวัสดุใหม่หรือขี้เลื่อยจากอุตสาหกรรมไม้ เป็นผลพลอยได้จากการเลื่อยไม้ มีลักษณะเป็นผงไม้ละเอียด และหยาบที่มีจำนวนมาก แต่ขี้เลื่อยนั้นมีประโยชน์ เช่น ใช้ทำความสะอาดคราบน้ำมัน คลุมแทนหญ้า ใช้ทำความสะอาดที่อยู่ของสัตว์เลี้ยง เป็นเชื้อไฟ เหมาะมากสำหรับปลูกต้นไม้ อุดโพรงไม้ ฆ่าวัชพืช แต่ถ้าเราสามารถเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อยให้มีประโยชน์มากขึ้น การเลือกใช้เทคนิคในการผลิตที่เหมาะสม การเลือกใช้วัสดุอย่างคุ้มค่า การใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน (Sustainable) ในสถานการณ์ปัจจุบันภาวการณ์ขาดแคลนวัสดุ และต้องมีการปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างมูลค่าและคุณค่าเพิ่มให้กับตัวสินค้า การนำเศษวัสดุเหลือใช้มาทำให้กลับมีคุณค่า (ตระกูลพันธ์ พัชรเมธา, 2558)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของวัสดุเหลือทิ้งจากเปลือกลูกหยีและขี้เลื่อยจึงได้ทำการทดลองการใช้ประโยชน์จากวัสดุทั้งสองนี้ เพื่อความเป็นไปได้ของวัสดุสำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป

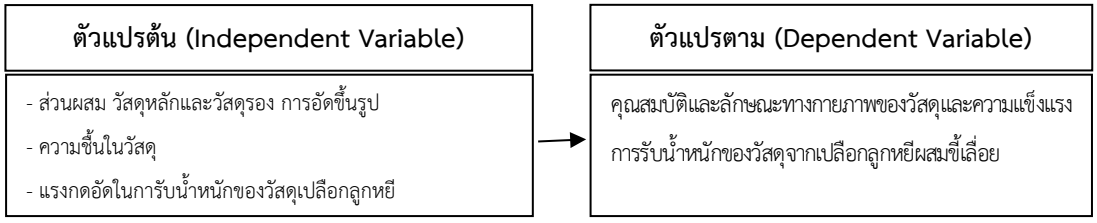
จุดประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาและทดลองการผลิตวัสดุเปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราคุณสมบัติของวัสดุในการอัดขึ้นรูป
2. ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ความสามารถในการรับน้ำหนัก เพื่อนำไปสู่ความเป็นไปได้ในการใช้เป็นของวัสดุสำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์

สมมติฐานการวิจัย

เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อย ละเอียด หยาบ เมื่ออัดขึ้นรูปแล้วมีลวดลายที่แปลกใหม่ มีความแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้ เหมาะที่จะนำไปใช้เป็นวัสดุสำหรับงานออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ดี

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ต้นไม้หยี เป็นไม้ยืนต้นเนื้อแข็งขนาดใหญ่มีอายุยืนนับร้อยปี มีถิ่นกำเนิดอยู่ในรัฐซาบาห์ และซาราวักของประเทศมาเลเซีย และพบมีการกระจายพันธุ์อยู่ในอีกหลายประเทศ ซึ่งผลไม้ลูกหยี เป็นผลไม้พื้นเมืองภาคใต้ชนิดหนึ่ง สามารถเจริญเติบโตได้เองตามธรรมชาติ มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า Dialium indum linn อยู่ในวงศ์ Leguminosae สามารถรับประทานได้เมื่อสุกลักษณะผลเป็นพวง ผลดิบมีสีเขียว เมื่อสุกเปลือกจะมีสีดำ เนื้อในเป็นสีน้ำตาลรสหวานอมเปรี้ยว แต่นิยมเอามาปรุงรสมากกว่าจะรับประทานสด ๆ ทำได้หลายอย่าง เช่น ลูกหยีกวน ลูกหยีทรงเครื่อง ลูกหยีสามรส

1.1 การเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวโดยอาศัยแรงงานคนที่ชำนาญในการปีนป่ายต้นหยี โดยการตัดกิ่ง จากนั้นทำการตัดช่อลูกหยีให้เหลือก้านคั่วผลออกจากกิ่ง โดยคัดเลือกเฉพาะผลแก่จัดที่มีเปลือกสี เก็บไว้ในที่มิดชิดป้องกันแมลง และความชื้น ในช่วง 4-7 วัน ให้ลูกหยีงดการดูดซึมอาหาร และลดความชื้นในเนื้อก่อนนำมาตากแห้งต่อไป

1.2. การกะเทาะเปลือกลูกหยี ลูกหยีที่ผ่านการตากแดดแล้วนำมาตากในที่ร่มอีก 1 คืน เพื่อให้ลูกหยีคลายความร้อน การกะเทาะเปลือกลูกหยีสามารถทำได้โดยใช้แรงคนหรือเครื่องกะเทาะเปลือก กะเทาะเปลือกลูกหยีออกแล้ว นำมาใส่ภาชนะร่อนเอาเปลือกออก กรณีที่มีเปลือกติดอยู่บนเนื้อลูกหยีให้คัดแยกออก จากนั้นนำไปตากแดดอีกครั้งในลานตาก หรือตากในโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ ทำการเทและเกลี่ยผลลูกหยีกะเทาะเปลือกให้ทั่ววัสดุรองรับ ในระหว่างวันพลิกกลับผลลูกหยีกะเทาะเปลือกให้ได้รับความร้อนอย่างทั่วถึงในช่วง 1-2 วัน จากนั้นรวบรวมเก็บใส่กระสอบหรือบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมเก็บไว้ในที่มิดชิดป้องกันแมลงและความชื้น เพื่อรอจำหน่ายหรือนำมาแปรรูปต่อไป ส่วนเปลือกก็นำไปใส่โคนต้นไม้หรือเผาทิ้ง

1.3 วัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปลูกหยี การแปรรูปลูกหยีนั้นมีหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นลูกหยีกวนแบบไร้เมล็ด ลูกหยีกวนฉาบทรงเครื่อง ลูกหยีกวนไม่มีเมล็ด และลูกหยีกวนหยาบแบบไม่มีเมล็ด ก็จะมีวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูป เช่น เปลือกที่กะเทาะออกจากผล เมล็ดที่แกะออกจากเนื้อ ซึ่งเมล็ดก็จะนำไปขยายพันธุ์ต่อไปส่วนเปลือกก็จะนำไปทิ้ง เผา ส่วนใหญ่มักนำไปใส่ต้นไม้ แต่จริง ๆ แล้วลูกหยีมีความเปรี้ยวการนำไปใส่ต้นไม้อาจทำให้ดินเปรี้ยวได้

2. ไม้ยางพารา ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมไม้ปัจจุบันนี้ ล้วนแต่มาจากสวนยางพารา ที่มนุษย์เป็นผู้ปลูกสร้างทั้งสิ้น ไม้เหล่านี้เป็นไม้ที่มีอายุมาก ให้ผลผลิตน้ำยางต่ำ ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ในการกรีดเอาน้ำยางอีกต่อไปจึงจำเป็นต้องโค่นออก แล้วปลูกทดแทนใหม่ตามวงจรธรรมชาติ ในการประกอบอาชีพการทำสวนยาง ไม้ยางพาราแปรรูปส่วนใหญ่นำไปใช้ผลิตเป็นเฟอร์นิเจอร์ ชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ วัสดุก่อสร้าง ของเด็กเล่น ของใช้ในครัวเรือน กรอบรูป ของชำร่วย แผงไม้รองยาง (Pallet) ลังใส่ผลไม้ ทำให้มีขี้เลื่อยจำนวนมากในอุตสาหกรรม โดยปกติแล้วขี้เลื่อยที่เราพบอยู่โดยทั่วไปตามโรงเลื่อยมีอยู่ 2 ชนิด คือ ขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็ง และขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน ขี้เลื่อยไม้ยางพาราจัดเป็นขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน เป็นไม้ที่มีคุณภาพทางกายภาพหลายประการใกล้เคียงกับไม้สัก มีลวดลายที่สวยงาม ย้อมสีได้ ตกแต่งง่าย น้ำหนักเบา ทั้งมีราคาถูก

3. กาวแป้งเปียก กาวในการนำมาผสมขึ้นรูปในการอัดจานรองแก้วเป็นกาวที่ทำจากธรรมชาติล้วน ๆ มาใช้กับงานเปเปอร์มาเช่ได้ มีความสอดคล้องกับการอัดขึ้นรูปจานรองแก้วจากก้อนเชื้อเห็ดหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต กาวที่ใช้ในงานเปเปอร์มาเช่มีหลายสูตร สูตรหนึ่งจากผู้ที่มีอาชีพทำกระปุกออมสินกระดาษขาย เมื่อมีเหรียญอยู่ภายในการยึดเกาะของกาวจึงต้องมีความแข็งแรงพอ (อำนาจ อมฤก, 2554; อ้างถึงใน วรรณวิภา ไชยชาญ, วีระศักดิ์ ไชยชาญ, และเอนก สาวะอินทร์, 2561)

4. การขึ้นรูปด้วยการอัดเย็น เป็นกรรมวิธีที่ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาใช้เพียงแรงอัดอย่างเดียว ไม่ใช้ความร้อนทำให้หลอมละลายกรรมวิธีทั่วไปเหมือนกับแบบอัดร้อนแต่ทำได้เร็วกว่า เพราะไม่ต้องรอให้หลอมละลายก่อน เมื่ออัดก้อนแล้วจึงนำไปเข้าเตาอบในปริมาณมากพร้อม ๆ กันอีกครั้ง (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์, 2536 อ้างถึงใน วรรณวิภา ไชยชาญ, วีระศักดิ์ ไชยชาญ และเอนก สาวะอินทร์, 2561)

5. ความแข็งแรงต่อแรงกด (Bearing Strength) แรงกดเป็นแรงตรงเช่นเดียวกับแรงอัดและแรงดึง โดยมีลักษณะการทดสอบความแข็งแรงคล้ายแรงดัด หากต่างกันที่แรงกดใช้แรงอยู่กับที่และเพิ่มขนาดของแรงอย่างช้า ๆ จนกระทั่งชิ้นงานที่ทดสอบแตกหัก หรือขาดออกจากกันเช่นเดียวกับแรงดัด แต่ชิ้นทดสอบที่รองรับแรงที่มากระทำจะอยู่บนพื้นราบ (มณฑล ฉายอรุณ, 2531) ความแข็งแรงและความแข็งของวัสดุ ความคงทนต่อการใช้งานของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทแตกต่างกันตามลักษณะ การนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ ควรทนทานต่อการกระทบกระแทก ดังนั้น ผู้ผลิตจำเป็นต้องสร้างผลิตภัณฑ์ให้มีความแข็งแรงทนทาน และควบคุมให้ความแข็งแรงทนทานดังกล่าวอยู่ในระดับมาตรฐาน ทำให้จำเป็นต้องมีการทดสอบให้ทราบค่าความแข็งแรง และค่าความแข็งของวัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถนำผลการทดสอบไปใช้ควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ (โอภาส เมืองยศ, 2560)

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการทดลองใช้ประโยชน์จากเปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อย เพื่อความเป็นไปได้ของวัสดุสำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ การผสมวัสดุระหว่างเปลือกลูกหยีขี้เลื่อยไม้ยางพารา การอัดขึ้นรูป คุณสมบัติทางกายภาพ ความหนาแน่นความชื้น ในการรับน้ำหนักที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

ตารางที่ 1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

เปลือกลูกหยี	ขี้เลื่อยหยาบ	ขี้เลื่อยละเอียด	แป้งมันสำปะหลัง	น้ำ	กลีเซอรีน

1. ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอัตราส่วน ของวัสดุหลัก และวัสดุเสริมแรงที่เหมาะสม และตัวประสาน (กาวแป้งเปียก) ศึกษาการขึ้นรูปชิ้นงานวัสดุและตัวประสาน ด้วยวิธีแบบอัดเย็น (Cold Molding) เป็นกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยใช้แรงอัดลงบนแม่พิมพ์

1.1. การเตรียมตัวประสาน กาวแป้งเปียกทำจากแป้งมันสำปะหลัง เป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ ดังนั้น จึงเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และหากใช้กาวแป้งเปียกเป็นวัสดุประสานจะมีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าชนิดอื่น อัตราส่วนที่ใช้ได้ผ่านการศึกษาและทดสอบหาปริมาณที่เหมาะสมเพื่อการยึดเกาะที่ดี เพราะวัสดุขี้เลื่อยค่อนข้างจะดูซับได้ดี อัตราส่วนที่ใช้ แป้งมันสำปะหลัง 19.23 %: น้ำ 76.92 %: กลีเซอรีน 3.85 % (ดัดแปลงจาก วณนกร หยกสหชาติ, ทศพร นามโฮง และ ภสุโชค หยกสหชาติ, 2555) นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-70°C ประมาณ 10 นาที จะได้กาวแป้งเปียกสีขาว มีลักษณะเหนียว ตั้งไว้ให้เย็นจะได้กาวแป้งเปียกที่สามารถนำมาใช้งานได้

รูปภาพที่ 2 ส่วนผสมและกรรมวิธีผลิตของตัวประสาน

1.2 ทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อนำไปอัดขึ้นรูปชิ้นงาน การทดลองอัดขึ้นรูปชิ้นงานจะแบ่งเป็น 2 ชนิด เปลือกลูกหยี+ขี้เลื่อยหยาบ 2 ขนาด และ เปลือกลูกหยี+ขี้เลื่อยละเอียด 2 ขนาด และ แบบทดลอง 4 ตัวทดลอง/ชนิด ขนาด แล้วนำส่วนผสมมาชั่งน้ำหนัก (กรัม) ให้ได้ปริมาณที่กำหนด แล้วนำไปอัดในบล็อกที่เตรียมไว้อัดให้แน่นและวัดความหนาให้ได้ขนาดที่ตามที่กำหนด จากนั้นนำชิ้นงานที่ได้ไปตากแดดจัด 7 วัน เมื่อครบกำหนดตามเวลา นำชิ้นวัสดุ มาชั่งน้ำหนักอีกครั้งเป็นน้ำหนักหลังแห้ง

รูปภาพที่ 3 การผสมเปลือกลูกหยี ขี้เลื่อยหยาบ และตัวประสาน

รูปภาพที่ 4 การผสมเปลือกลูกหยี ขี้เลื่อยละเอียด และตัวประสาน

2. ขั้นตอนที่ 2 ผลการวิจัยการทดลอง อัตราส่วนที่ใช้ในการผสมอัดขึ้นรูปที่เหมาะสม วัดปริมาณความชื้น และทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุ ทำการจดบันทึก หาค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบความชื้นในวัสดุ และการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนัก นำไปใส่ในตารางและแผนภูมิ การวัดค่าโดยการใช้เครื่องวัดความชื้น และเครื่อง Universal Testing Machine วัดความสามารถการรับน้ำหนัก

รูปภาพที่ 5 เครื่องวัดความชื้นและเครื่อง Universal Testing Machine เพื่อวัดแรงกด

3. ขั้นตอนที่ 3 สรุปผลการวิจัย จากการทดลองทั้งหมดก็ทำการสรุปผลของวัสดุ ว่าสามารถนำไปสู่ความเป็นไปได้ในการใช้เป็นของวัสดุสำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์

ผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่กำหนดไว้ว่า เพื่อศึกษาและทดลองการผลิตวัสดุ เปลือกลูกหยีกับ ขี้เลื่อยไม้ยางพาราคุณสมบัติของวัสดุในการอัดขึ้นรูป และทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ความสามารถในการรับน้ำหนัก เพื่อนำไปสู่ความเป็นไปได้ในการใช้เป็นของวัสดุสำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์

ผลการวิจัย วัสดุที่ใช้ในการทดลอง คือ เปลือกลูกหยี ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน โดยใช้อัตราส่วนที่เหมาะสมจากตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ทดลองสูตรอัตราส่วนของการผสมวัสดุ

ลำดับ	วัสดุหลัก		วัสดุเสริมแรง	เวลาในการแห้ง	น้ำหนักก่อน	น้ำหนักหลัง	ลักษณะที่ได้
	เปลือกลูกหยี	กาวแป้งเปียก	ขี้เลื่อย				
A1 15x12x1 ซม.	25%	60%	15%	5 วัน	320 กรัม	103.91	มีแตกร้าวนิดหน่อยเป็นช่วง ๆ
A2 15x12x1 ซม.	35%	60%	5%	7 วัน	320 กรัม	109.72	แผ่นเรียบไม่มีรอยแตก

จากตารางที่ 2 การทดลองอัตราส่วนของการผสมวัสดุ จะเห็นได้ว่า ตัวทดสอบ A1 จะมีส่วนผสม เปลือกลูกหยี 25% กาวแป้งเปียก 60% ขี้เลื่อย 15 % ใช้เวลาในการแห้ง 5 วัน น้ำหนักลดลงไป 32.47 % ลักษณะที่ได้ มีแตกร้าวนิดหน่อยเป็นช่วง ๆ ส่วน ตัวทดสอบ A2 จะมีส่วนผสม เปลือกลูกหยี 35% กาวแป้งเปียก 60% ขี้เลื่อย 5 % ใช้เวลาในการแห้ง 7 วัน น้ำหนักลดลงไป 34.29 % แผ่นเรียบไม่มีรอยแตก ผู้วิจัยจึงใช้ ตัวทดลอง A2 ในการเป็นอัตราส่วนของส่วนผสม สำหรับตัวทดลอง

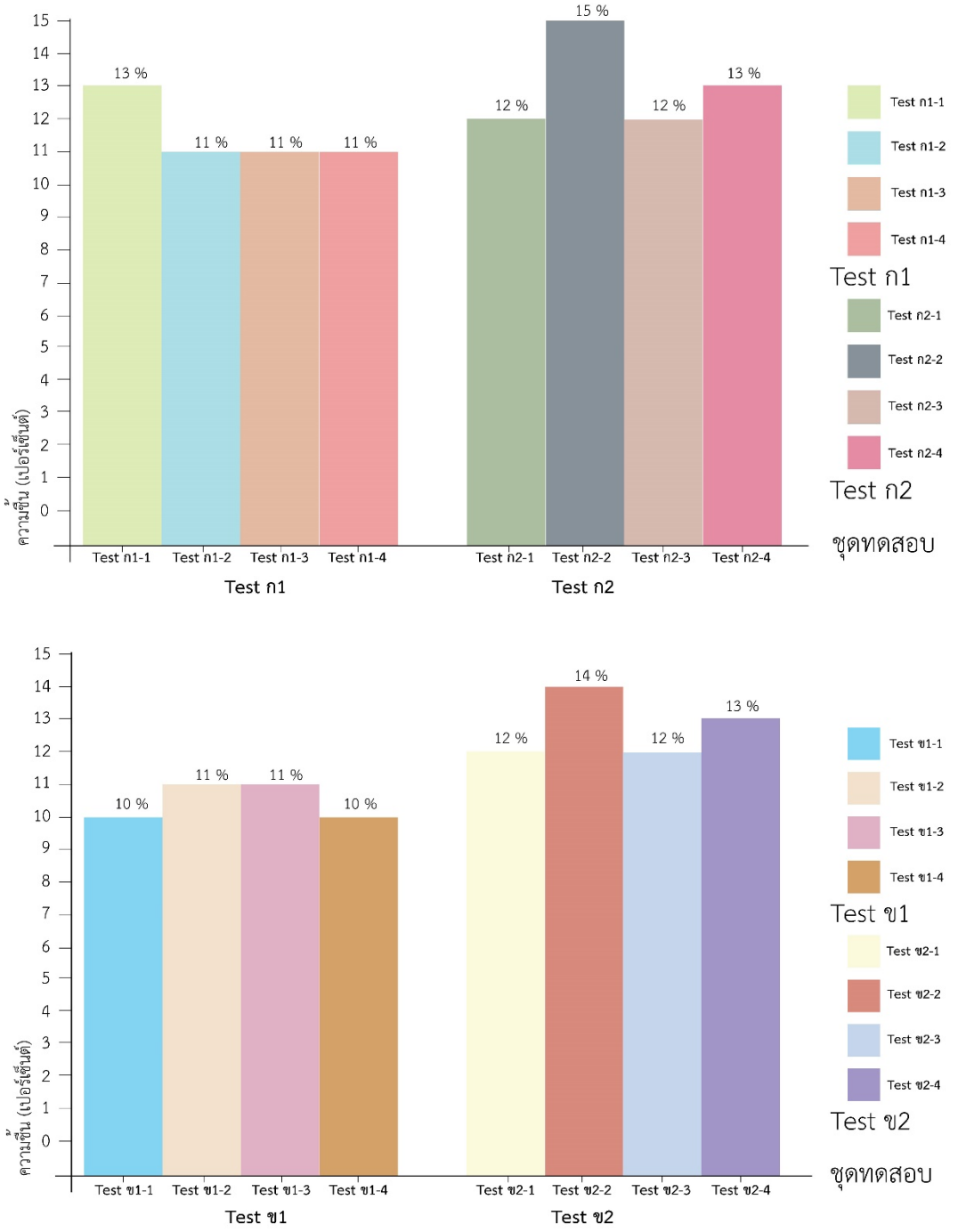
การทดลองวัสดุจากเปลือกลูกหยี และขี้เลื่อยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยหยาบ Test ก1 ขนาด 6.5x18.5x1.5 ซม. และ เปลือกลูกหยี+ขี้เลื่อยหยาบ Test ก2 ขนาด 6.5x18.5x2 ซม. และเปลือกลูกหยี+ขี้เลื่อยละเอียด Test ข1 ขนาด 6.5x18.5x1.5 ซม. เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยละเอียด Test ข2 ขนาด 6.5x18.5x2 ซม. และแต่ละตัวทดลองใช้ตัวทดลองทั้งหมด 4 ตัวทดลอง โดยใช้การทดลองความหนาแน่นและความชื้นของวัสดุดังแสดงในตารางที่ 3 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 การทดสอบหนาแน่น ความชื้นในวัสดุ

Test ก เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยหยาบ								Test ข เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยละเอียด							
Test ก1 6.5x18.5x1.5 ซม.				Test ก2 6.5x18.5x2 ซม.				Test ข1 6.5x18.5x1.5 ซม.				Test ข2 6.5x18.5x2ซม.			
วัสดุทดสอบ	น้ำหนักก่อนแห้ง	น้ำหนักหลังแห้ง	ความชื้น	วัสดุทดสอบ	น้ำหนักก่อนแห้ง	น้ำหนักหลังแห้ง	ความชื้น	วัสดุทดสอบ	น้ำหนักก่อนแห้ง	น้ำหนักหลังแห้ง	ความชื้น	วัสดุทดสอบ	น้ำหนักก่อนแห้ง	น้ำหนักหลังแห้ง	ความชื้น
Test ก1-1	200 กรัม	120.28 กรัม	13 %	Test ก2-1	280 กรัม	146.32 กรัม	12 %	Test ข1-1	200 กรัม	106.21 กรัม	10 %	Test ข2-1	280 กรัม	167.91 กรัม	12 %
Test ก1-2	200 กรัม	118.69 กรัม	11 %	Test ก2-2	280 กรัม	163.59 กรัม	15 %	Test ข1-2	200 g	107.59 กรัม	11 %	Test ข2-2	280 กรัม	170.39 กรัม	13 %

Test ก เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยหยาบ								Test ข เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยละเอียด							
Test ก1 6.5x18.5x1.5 ซม.				Test ก2 6.5x18.5x2 ซม.				Test ข1 6.5x18.5x1.5 ซม.				Test ข2 6.5x18.5x2ซม.			
Test ก1-3	200 กรัม	113.05 กรัม	11 %	Test ก2-3	280 กรัม	148.53 กรัม	12 %	Test ข1-3	200 g	109.72 g	11 %	Test ข2-3	280 กรัม	165.30 g	12 %
Test ก1-4	200 กรัม	118.81 กรัม	11 %	Test ก2-4	280 กรัม	145.52 กรัม	13 %	Test ข1-4	200 g	105.91 กรัม	10 %	Test ข2-4	280 กรัม	169.58 กรัม	13 %

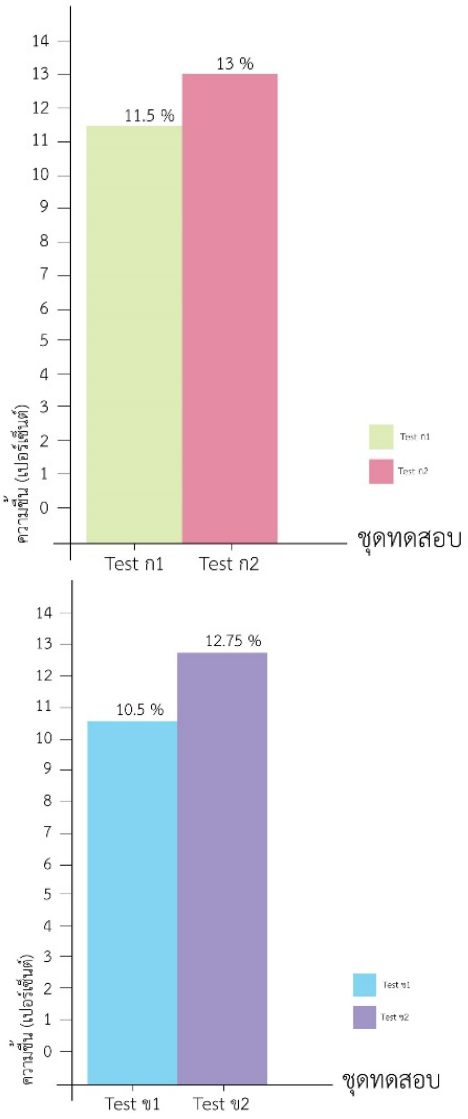
จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าการทดลองวัสดุมีทั้งหมด 2 ชนิด Test ก เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยหยาบ และ Test ข เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยละเอียด มี 2 ขนาด 6.5x18.5x1.5 ซม. 6.5x18.5x2 ซม. ทำการทดลอง 4 ครั้ง ดังนี้ Test ก1-1 น้ำหนักก่อน/200 กรัม น้ำหนักหลัง/120.28 กรัม ความชื้น 13% Test ก1-2 น้ำหนักก่อน/200 กรัม น้ำหนักหลัง/118.69 กรัม ความชื้น 11% Test ก1-3 น้ำหนักก่อน/200 กรัม น้ำหนักหลัง/113.05 กรัม ความชื้น 11% Test ก1-4 น้ำหนักก่อน/200 กรัม น้ำหนักหลัง/118.81 กรัม ความชื้น 11% Test ก2-1 น้ำหนักก่อน/280 กรัม น้ำหนักหลัง/146.32 กรัม ความชื้น 12% Test ก2-2 น้ำหนักก่อน/280 กรัม น้ำหนักหลัง/163.59 กรัม ความชื้น 15% Test ก2-3 น้ำหนักก่อน/280 กรัม น้ำหนักหลัง/148.53 กรัม ความชื้น 12% Test ก2-4 น้ำหนักก่อน/280 กรัม น้ำหนักหลัง/145.52 กรัม ความชื้น 13% Test ข1-1 น้ำหนักก่อน/200 กรัม น้ำหนักหลัง/106.21 กรัม ความชื้น 10% Test ข1-2 น้ำหนักก่อน/200 กรัม น้ำหนักหลัง/107.59 กรัม ความชื้น 11% Test ข1-3 น้ำหนักก่อน/200 กรัม น้ำหนักหลัง/109.72 กรัม ความชื้น 11% Test ข1-4 น้ำหนักก่อน/200 กรัม น้ำหนักหลัง/105.91 กรัม ความชื้น 10% Test ข2-1 น้ำหนักก่อน/280 กรัม น้ำหนักหลัง/167.91 กรัม ความชื้น 12% Test ข2-2 น้ำหนักก่อน/280 กรัม น้ำหนักหลัง/170.39 กรัม ความชื้น 14% Test ข2-3 น้ำหนักก่อน/280 กรัม น้ำหนักหลัง/165.30 กรัม ความชื้น 12% Test ข2-4 น้ำหนักก่อน/280 กรัม น้ำหนักหลัง/169.58 กรัม ความชื้น 13%



รูปภาพที่ 6 การทดสอบความชื้นของวัสดุของ Test ก1, Test ก2 และ Test ข1, Test ข2

สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยของวัสดุ คือ Test ก1 ขนาด 6.5x18.5x1.5 ซม. น้ำหนักก่อน/200 กรัม น้ำหนักหลัง/117.7075 กรัม ความชื้น 11.5% Test ก2 ขนาด 6.5x18.5x2 ซม. น้ำหนักก่อน/280 กรัม น้ำหนักหลัง/150.99 กรัม ความชื้น 13% และ Test ข1 ขนาด 6.5x18.5x1.5 ซม. น้ำหนักก่อน/200 กรัม น้ำหนักหลัง/107.3725 กรัม ความชื้น 10.5% Test ข2 ขนาด 6.5x18.5x2 ซม. น้ำหนักก่อน/280 กรัม น้ำหนักหลัง/168.295 กรัม ความชื้น 12.75% ค่าความชื้น

อยู่ระหว่าง 09-14% ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ปริมาณความชื้น (Water Content) 4-13 เปอร์เซ็นต์) (วรรณวิภา ไชยชาญ, วีระศักดิ์ ไชยชาญ, และเอนก สาวะอินทร์, 2561)



รูปภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยการทดสอบความชื้นของวัสดุ ของ Test ก1, Test ก2 และ Test ข1, Test ข2

การทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุ โดยใช้สูตรคำนวณความสามารถในการรับน้ำหนักดังสูตรต่อไปนี้

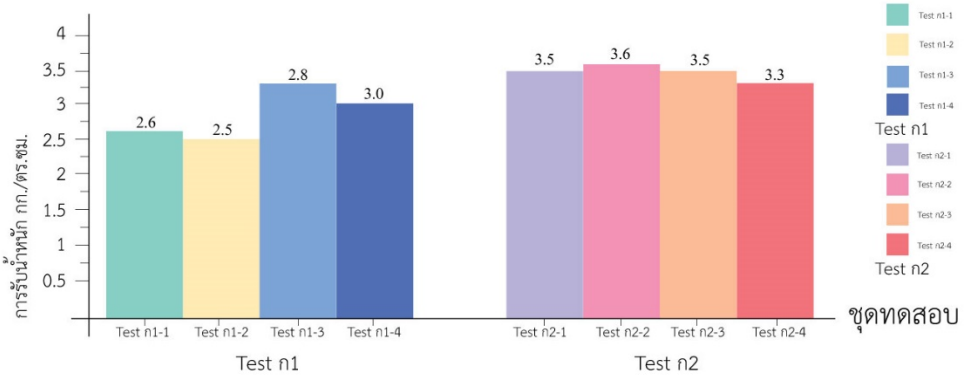
$$\text{ค่าการรับน้ำหนัก} = \frac{\text{แรงกด (kg.)}}{\text{พื้นที่หน้าตัด (cm}^2\text{)} \times \text{ความกว้างของวัสดุ}}$$

ตารางที่ 4 การทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนัก

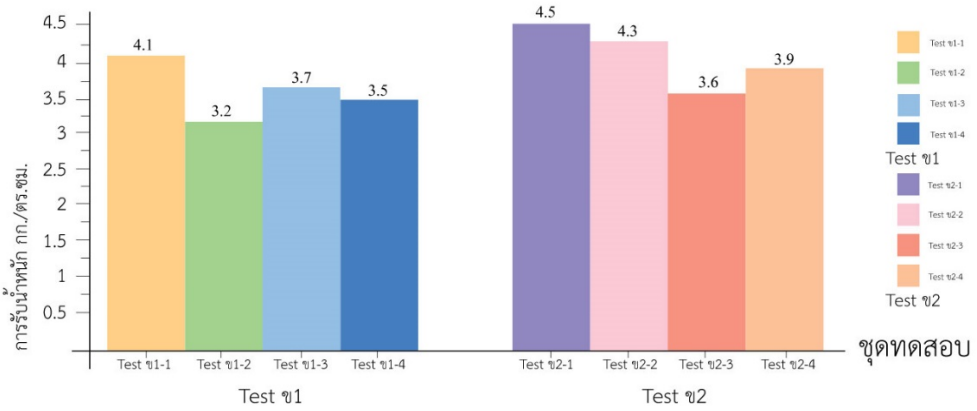
Test ก เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยหยาบ				Test ข เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยละเอียด			
Test ก1 6.5x18.5x1.5 ซม.		Test ก2 6.5x18.5x2 ซม.		Test ข1 6.5x18.5x1.5 ซม.		Test ข2 6.5x18.5x2 ซม.	
วัสดุทดสอบ	การรับน้ำหนัก กก./ตร.ซม.	วัสดุทดสอบ	การรับน้ำหนัก กก./ตร.ซม.	วัสดุทดสอบ	การรับน้ำหนัก กก./ตร.ซม.	วัสดุทดสอบ	การรับน้ำหนัก กก./ตร.ซม.
Test ก1-1	2.6	Test ก2-1	3.5	Test ข1-1	4.1	Test ข2-1	4.5
Test ก1-2	2.5	Test ก2-2	3.6	Test ข1-2	3.2	Test ข2-2	4.3
Test ก1-3	2.8	Test ก2-3	3.5	Test ข1-3	3.7	Test ข2-3	3.6
Test ก1-4	3.0	Test ก2-4	3.3	Test ข1-4	3.5	Test ข2-4	3.9

*หมายเหตุ กก. ย่อมากจาก กิโลกรัม, ตร.ซม. ย่อมากจาก ตารางเซนติเมตร

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าการทดลองวัสดุมีทั้งหมด 2 ชนิด คือ Test ก และ Test ข แต่ละชนิดและขนาดจะทำการทดลอง 4 ครั้งดังนี้ Test ก1-1 รับน้ำหนักได้ 2.6 กก./ตร.ซม. Test ก1-2 รับน้ำหนักได้ 2.5 กก./ตร.ซม. Test ก1-3 รับน้ำหนักได้ 2.8 กก./ตร.ซม. Test ก1-4 รับน้ำหนักได้ 3.0 กก./ตร.ซม. Test ก2-1 รับน้ำหนักได้ 3.5 กก./ตร.ซม. Test ก2-2 รับน้ำหนักได้ 3.6 กก./ตร.ซม. Test ก2-3 รับน้ำหนักได้ 3.5 กก./ตร.ซม. Test ก2-4 รับน้ำหนักได้ 3.3 กก./ตร.ซม. และ Test ข1-1 รับน้ำหนักได้ 4.1 กก./ตร.ซม. Test ข1-2 รับน้ำหนักได้ 3.2 กก./ตร.ซม. Test ข1-3 รับน้ำหนักได้ 3.7 กก./ตร.ซม. Test ข1-4 รับน้ำหนักได้ 3.5 กก./ตร.ซม. Test ข2-1 รับน้ำหนักได้ 4.5 กก./ตร.ซม. Test ข2-2 รับน้ำหนักได้ 4.3 กก./ตร.ซม. Test ข2-3 รับน้ำหนักได้ 3.6 กก./ตร.ซม. Test ข2-4 รับน้ำหนักได้ 3.9 กก./ตร.ซม.

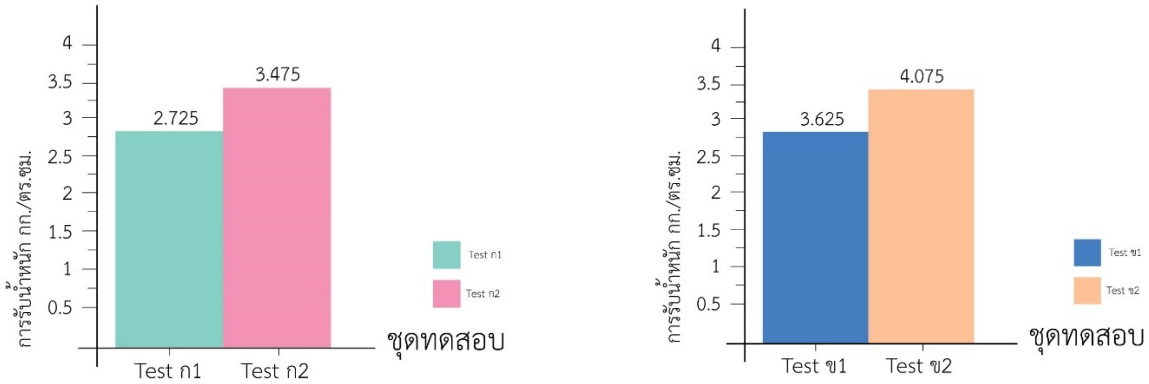


รูปภาพที่ 8 การทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุ Test ก1 และ Test ก2



รูปภาพที่ 9 การทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุ Test ข1 และ Test ข2

สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของวัสดุ Test ก1 สามารถรับน้ำหนักได้ 2.725กก./ตร.ซม. Test ก2 สามารถรับน้ำหนักได้ 3.475กก./ตร.ซม. และ Test ข1 สามารถรับน้ำหนักได้ 3.625กก./ตร.ซม. Test ข2 สามารถรับน้ำหนักได้ 4.075กก./ตร.ซม.



รูปภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุ Test ก1,Test ก2 และ Test ข1, Test ข2

สรุปผลการทดลอง

จากการวิจัยทำให้พบว่า เปลือกลูกหยีมีเอกลักษณ์ที่แปลกตา ส่วนขี้เลื่อยไม้ยางพารา คือ สิ่งที่หาได้ง่าย เมื่อนำมาผสมกับเปลือกลูกหยีก็ทำให้มีสีสันที่แปลกตามีเอกลักษณ์ที่ชัดเจน สามารถนำมาใช้ในงานออกแบบต่าง ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้าน ผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก เฟอร์นิเจอร์ร้านต่าง ๆ สอดคล้องกับแนวโน้มของตลาดในปัจจุบันได้ และจากการศึกษากระบวนการอัดขึ้นรูปของวัสดุจากวรรณกรรมต่าง ๆ และนำมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของปลือกลูกหยี นำวัสดุอื่น ๆ เข้ามาผสมเพื่อให้ได้มาซึ่งความสวยงาม ความแข็งแรงในการรับน้ำหนักเพื่อสามารถนำไปออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ตรงกลุ่มเป้าหมายได้ดียิ่งขึ้น

ผลการทดสอบเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุในการอัดขึ้นรูปทั้ง 2 ชนิด การทดสอบ วัสดุมีการยึดติดกับตัวประสานในระดับที่ดี เมื่อวัสดุแห้งแล้วสามารถตัดได้ง่าย เนื้อวัสดุมีความอ่อนตัว สามารถตัดได้ไม่แตกหักหรือหลุดมีการยึดติดที่ดี มีสีสันที่สวยงามเป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจน และมีพื้นผิวตามธรรมชาติ การทดสอบแบ่งเป็น 2 ชนิด Test ก เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยหยาบ ขนาด 6.5x18.5x1.5 ซม. และ Test ข เปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยละเอียด ขนาด 6.5x18.5x2 ซม. ค่าเฉลี่ยความชื้น Test ก1 น้ำหนักก่อน/200 กรัม น้ำหนักหลัง/117.7075 กรัม ความชื้น 11.5% Test ก2 น้ำหนักก่อน/280 กรัม น้ำหนักหลัง/150.99 กรัม ความชื้น 13% และ Test ข1 น้ำหนักก่อน/200 กรัม น้ำหนักหลัง/107.3725 กรัม ความชื้น 10.5% Test ข2 น้ำหนักก่อน/280 กรัม น้ำหนักหลัง/168.295 กรัม ความชื้น 12.75% ความหนาของวัสดุที่ต่างกันทำให้มีความชื้นที่

แตกต่างกัน ความสามารถในการรับน้ำหนัก โดยมีค่าเฉลี่ย Test ก1 สามารถรับน้ำหนักได้ 2.725กก./ตร.ซม. Test ก2 สามารถรับน้ำหนักได้ 3.475กก./ตร.ซม. และ Test ข1 สามารถรับน้ำหนักได้ 3.625กก./ตร.ซม. Test ข2 สามารถรับน้ำหนักได้ 4.075กก./ตร.ซม. ความสามารถในการรับน้ำหนักของแต่ละชนิดวัสดุ จะเห็นว่า Test ข จะมีการรับน้ำหนักได้ดีกว่าทั้งสองชนิดการทดลองครั้งนี้ ผลการทดลองดังกล่าววัสดุจากเปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยเมื่อขึ้นรูปแล้วจะเห็นลวดลายที่แปลกใหม่ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และจากการนำไปทดสอบแรงกดอัด ผลที่ได้ คือวัสดุมีความแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนัก เหมาะที่จะนำไปใช้เป็นวัสดุสำหรับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ เป็นไปตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองวัสดุจากเปลือกลูกหยีผสมขี้เลื่อยในครั้งนี้เนื้อวัสดุค่อยข้างมีความแข็งแรงในระดับดี และมีลวดลายที่สวยงามแปลกตาเป็นเอกลักษณ์ สามารถนำไปพัฒนาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้จริง สามารถเคลือบวัสดุให้เกิดความสวยงาม ขึ้นอยู่กับงานออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น ๆ และผู้วิจัยก็จะนำวัสดุที่ได้ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จจุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญ ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.รัฐไท พรเจริญ อาจารย์ประจำภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสักก์ สินธุภัค ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ ศุภเดช หิมะมาน หัวหน้าหลักสูตรการออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สละเวลาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

จันทร์ธรรม อินทรีย์เกิด และบุญเลิศ โอฐสู. (2563). การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมตามหลักภาวนา 4. **วารสาร มจร พุทธศาสตร์ปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 4**(2), 87-105.

ตระกูลพันธ์ พัชรเมธา. (2558). การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากขี้เลื่อยไม้ยางพารา. **วารสารวิชาการ สิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างวินิจฉัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 14**(1), 83-94.

ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. (2557). การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษ วัชพืชในนาข้าวพื้นที่ภาคกลาง เพื่อประยุกต์ใช้ในการ ออกแบบผลิตภัณฑ์. **วารสารศิลปกรรมศาสตร์วิชาการ วิจัยและการสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 11**(2), 42-67.

วรรณวิภา ไชยชาญ, วีระศักดิ์ ไชยชาญ, และเอนก สาวะอินทร์. (2561). **รายงานการวิจัย เรื่อง กระถางเพาะชำจากกากกาแฟ ปูนขาวจากเปลือกหอยและขี้เลื่อยไม้ยางพารา.** สงขลา: มหาวิทยาลัยศรีวิชัย.

อาศิรา พนาราม. (2554). **วัสดุ การออกแบบ สร้างแรงบันดาลใจ–พัฒนาการของไม้วีเนียร์.** สืบค้นจาก https://tcdc.or.th.

โอภาส เมืองยศ. (2560). **ความแข็งแรงของวัสดุ(Strength of material).** สืบค้นจาก https://sites.google.com/site/opasmuongyot2540/khwam-khaeng-raeng-khxng-wasdu-strength-of-material