

Research article

การศึกษาคุณสมบัติเชิงกายภาพ คุณสมบัติเชิงกล และการพัฒนาแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน
ด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบกดอัด

STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES MECHANICAL PROPERTIES AND THE DEVELOPMENT OF
PARTICLEBOARD FROM DURIAN PEEL USING A COMPRESSION MOLDING PROCESS

จุฑาทิพย์ นามวงศ์¹ เข็มชาติ เขยชม^{1*} นฤมล เลิศคำฟู² และสุรพงษ์ ปัญญาทา²

Juthathip Namwong¹, Kemchart Cheychom^{1*}, Narumon Lertcumfu², and Surapong Panyata²

¹สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี 22000 ประเทศไทย
Department of Industrial Art, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University,
Chanthaburi 22000 Thailand

²สาขาเทคโนโลยีอัญมณีและเครื่องประดับ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
จังหวัดจันทบุรี 22000 ประเทศไทย

Department of Gems and Jewelry Technology, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat
University, Chanthaburi 22000 Thailand

Journal of Industrial Education. 2024, Vol. 23 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.23108>

Received: November 13, 2023, | Revised: December 14, 2023, | Accepted: February 11, 2024

ABSTRACT

This research is the process study of producing particleboard from durian peel using the compression molding process. These studies are the physical and mechanical properties of particleboard from durian peel. The results found that the flexural test and the tensile test of furniture material sheets from durian peels at a ratio of durian pulp to glue water were 1:0.2, 1:0.4, 1:0.6, 1:0.8, 1:1, and 1:1.5, respectively. A specimen with dimensions of width 50 x length 200 x thickness 10 millimeters was tested with a machine. The universal testing machine of six samples in each ratio. It shows that the mechanical strength values increased when the ratio of water mixed with glue increased. The durian pulp has a better adhesion. This results are in a higher density as the ratio increases and at the ratio of 1:1.5, it has the highest strength and an average flexural strength of 5.74 MPa but it has not yet passed the criteria set by TISI 876-2004 with a flexural strength of not less than 14 MPa for plywood sheets with a thickness exceeding 6.0-13.0 millimeters. It has an average tensile strength value perpendicular to the surface of 0.49 MPa, which passes the criteria set by TISI standard, with the tensile strength value perpendicular to the surface not less MPa. than 0.40 for plywood with a thickness of more than 6.0-13.0 millimeters. For the testing of the burning rate of particleboard made from durian peels, it was found that the burning rate decreased when the ratio of water mixed with glue increased due to the increasing density of the workpiece at a ratio of 1:1.5 and it can stop the combustion by itself.

Keywords: Particleboard, Durian peel, Mechanical strength, Flexural strength

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษากรรมวิธีการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบกดอัด ศึกษาคุณสมบัติเชิงกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน ผลการวิจัย พบว่า การทดสอบการดัดงอ และการทดสอบการดึงของแผ่นวัสดุสำหรับเฟอร์นิเจอร์จากเปลือกทุเรียนที่อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาก เท่ากับ 1:0.2, 1:0.4, 1:0.6, 1:0.8, 1:1, และ 1:1.5 ตามลำดับ ทดสอบชิ้นงานที่มีขนาด กว้าง 50 × ยาว 200 × หนา 10 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ จำนวน 6 ชิ้นงานตัวอย่าง ในแต่ละอัตราส่วน พบว่า ค่าความแข็งแรงเชิงกลมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออัตราส่วนของน้ำผสมกาวมีค่าที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเยื่อเปลือกทุเรียนมีการเกาะตัวได้ดีขึ้น ส่งผลให้ความหนาแน่นสูงขึ้นตามอัตราส่วนที่เพิ่มมากขึ้น และที่อัตราส่วน 1:1.5 มีค่าความแข็งแรงที่สูงที่สุด มีค่าความต้านทานเชิงดัดเฉลี่ย 5.74 เมกะปาสกาล แต่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 โดยค่าความต้านทานแรงดัด เมกะปาสกาล ไม่น้อยกว่า 14 สำหรับแผ่นขึ้นไม้อัดที่ขนาดความหนาเกิน 6.0-13.0 มิลลิเมตร และมีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ย 0.49 เมกะปาสกาล ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 โดยค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะปาสกาล ไม่น้อยกว่า 0.40 สำหรับแผ่นขึ้นไม้อัดที่ขนาดความหนาเกิน 6.0-13.0 มิลลิเมตร และการทดสอบอัตราการเผาไหม้ของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน พบว่า อัตราการเผาไหม้มีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนของน้ำผสมกาวที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องมาจากชิ้นงานมีความหนาแน่นที่เพิ่มมากขึ้น และในอัตราส่วน 1:1.5 สามารถหยุดการเผาไหม้ได้ด้วยตนเอง

คำสำคัญ: แผ่นขึ้นไม้อัด, เปลือกทุเรียน, ความแข็งแรงทางกล, ความแข็งแรงดัด

1. บทนำ

ภาคตะวันออกของไทยอันได้แก่บริเวณพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี สระแก้ว และตราด เป็นอีกหนึ่งภูมิภาคของประเทศที่มีความสวยงามด้านภูมิศาสตร์ และอุดมสมบูรณ์ไปด้วยทรัพยากรธรรมชาติ เหมาะสมในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวคุณภาพ เพราะมีความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงการเป็นแหล่งเกษตรกรรมที่สามารถทำการเพาะปลูกพืชผักผลไม้ในเขตร้อนชื้นได้หลากหลายชนิด เช่น เงาะ มังคุด ทุเรียน สละ ลองกอง เป็นต้น ในแต่ละปีมีการส่งออกผลไม้จากภาคตะวันออกไปยังต่างประเทศนับเป็นมูลค่าหลายล้านบาท โดยผลไม้ที่นิยมปลูกกันมากที่สุดในเขตภาคตะวันออก คือ ทุเรียน เนื่องจากได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งใน และนอกประเทศ โดยปัจจุบันภาคตะวันออกมีการปลูกทุเรียนมากที่สุดในประเทศไทย และจังหวัดที่มีการปลูกทุเรียนเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี (Trade Policy and Strategy Office, 2020, Online)

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตทุเรียนเพื่อการส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลกโดยในปี 2563 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกทุเรียน 791,165 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 1,111,928 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1,405 กิโลกรัม/ไร่ ประมาณการส่งออกทุเรียนสด และผลิตภัณฑ์ มีปริมาณ 784,699 ตัน คิดเป็นมูลค่า 50,776 ล้านบาท เพิ่มจากปี 2562 คิดเป็นร้อยละ 14.62 โดยแบ่งเป็นทุเรียนสด 756,046 ตัน ทุเรียนแช่แข็ง 27,144 ตัน ทุเรียนอบแห้ง 213 ตัน และทุเรียนกวน 1,296 ตัน ตลาดส่งออกหลักของประเทศไทย คือ ประเทศจีน โดยส่งออกในรูปแบบทุเรียนสดมากกว่าร้อยละ 90 ของการส่งออกทั้งหมด ความต้องการบริโภคทุเรียนสด และผลิตภัณฑ์ ภายในประเทศมีปริมาณ 339,900 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2562 คิดเป็นร้อยละ 5.63 เนื่องจากความต้องการของตลาดต่างประเทศ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งทุเรียนสด และผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะตลาดในประเทศจีนยังมีความต้องการบริโภคทุเรียนสดจากประเทศไทย ประกอบกับการพัฒนาระบบการขนส่ง และโลจิสติกส์ของประเทศจีนช่วยให้กระจายผลผลิตไปยังผู้บริโภคในมณฑลต่าง ๆ ของประเทศจีนได้ง่าย และสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการขยายการส่งออกทุเรียนสด และทุเรียนแช่แข็งไปยังตลาดประเทศอื่น ๆ เช่น สหรัฐอเมริกา เกาหลีใต้ และไต้หวัน เป็นต้น (Office of Agricultural Economics, 2020, Online) ส่วนการค้าปลีกทุเรียนสดภายในประเทศนั้น ก็ยังคงได้รับความนิยมมากขึ้น โดยการจัดจำหน่ายทุเรียนเพื่อการค้าปลีกโดยทั่วไป ผู้ขายมักใช้วิธีแกะเนื้อทุเรียนสดจำหน่ายให้ลูกค้า จึงก่อให้เกิดขยะเปลือกทุเรียนจำนวนมาก มักเกิดปัญหาในการกำจัดทิ้ง โดยเฉพาะฤดูกาลผลไม้ในช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน ของทุกปี และนอกจากนี้การทำธุรกิจแปรรูปทุเรียน เช่น การนำผลทุเรียนสุกหามาทำเป็นทุเรียนทอด หรือผลทุเรียนที่สุกงอมนำไปกวนเป็นทุเรียนกวนเป็นสินค้าของฝากที่ขึ้นชื่อของภูมิภาคนี้ ทำให้เกิดปัญหาขยะจากเปลือกทุเรียน โดยปริมาณเปลือกทุเรียนในแต่ละวันค้าปลีกมีสูงถึงวันละ 3-4 ข่งใส่ผลไม้แต่ละข่งจะมีน้ำหนักประมาณ 50-80 กิโลกรัม และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดประมาณราคาข่งละ 15-20 บาท โดยวิธีการกำจัดจะนำไปทิ้งในพื้นที่ส่วนบุคคล หรือจำหน่ายให้ผู้ประกอบการเพื่อนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์ รวมถึงสภาวะการณ์ที่เกิดอุบัติเหตุที่กระทบต่อสวน

ทุเรียน เช่น ภาวะภัยแล้ง หรือมีลมพายุทำให้ผลทุเรียนหล่น หรือเกิดการโคนล้มของต้นทุเรียนจะมีการคัดเลือกผลทุเรียนที่สุกห่ามนำไปแปรรูปเป็นทุเรียนทอด ส่วนผลทุเรียนดิบเกษตรกรจะดำเนินการฝักกลบ หรือนำไปผลิตปุ๋ย

จากการศึกษา พบว่า ในช่วงฤดูกาลผลไม้ออกสู่ตลาดจะมีปริมาณขยะจากเปลือกผลไม้เป็นจำนวนมาก สร้างปัญหาในการจัดเก็บของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากจำเป็นต้องใช้วิธีการฝักกลบ และการทำปุ๋ยหมักชีวภาพ เพื่อไม่ให้สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ปัญหาจากเปลือกทุเรียนจำนวนมากนั้นส่งผลกระทบต่อการจัดเก็บของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพราะเปลือกทุเรียน มีลักษณะแข็งย่อยสลายได้ช้าทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่การจัดเก็บ โดยจากการศึกษาข้อมูลการนำเปลือกทุเรียนไปใช้ประโยชน์จากเอกสาร งานวิจัย สื่อวิดีโอ สื่อสังคมออนไลน์ พบว่า มีการนำเปลือกทุเรียนไปใช้ประโยชน์ในหลากหลายลักษณะ เช่น รองเท้าจากเปลือกทุเรียน กระดาษจากเปลือกทุเรียน ถ่านจากเปลือกทุเรียน แผ่นฟิล์มจากเปลือกทุเรียน และปุ๋ยหมักจากเปลือกทุเรียน โดยมีงานวิจัยที่มีการศึกษาส่วนประกอบภายในของเปลือกทุเรียน พบว่า นอกเหนือจากส่วนที่เป็นสารพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ซึ่งเป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวมาเรียงต่อกันมากกว่า 2 โมเลกุลขึ้นไป เช่น แป้ง โกลโคเจน แล้วยังประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นเยื่อเซลล์สูงถึงร้อยละ 30 ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการเตรียมสารซีเอ็มซี CMC (Carboxymethylcellulose) นำไปใช้ในอุตสาหกรรมสารชักฟอก สี กาว สิ่งทอ กระดาษ เซรามิก อาหาร และยา เป็นต้น โดยทุเรียนพันธุ์ที่มีปริมาณเซลลูโลสมากที่สุด ได้แก่ พันธุ์หมอนทอง มีปริมาณเซลลูโลสมากถึงร้อยละ 53 ที่สามารถนำไปใช้ทำพลาสติกชีวภาพได้ (Tengrang, 2014, Online)

จากปัญหายขยะเปลือกทุเรียนในพื้นที่ ส่งผลกระทบต่อหน่วยงานที่มีหน้าที่จัดเก็บผู้จำหน่ายทุเรียนสุก และผู้ประกอบการแปรรูปผลผลิตจากทุเรียน รวมถึงแนวคิดในการใช้ประโยชน์เปลือกทุเรียนดังกล่าว ทำให้คณะผู้วิจัยเกิดความสนใจในการแก้ปัญหาขยะจากเปลือกทุเรียนโดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย (1) ศึกษากรรมวิธีการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบกดอัด (2) ศึกษาคุณสมบัติเชิงกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Phonieu (2016, p. 3) ได้ทำการวิจัยผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี และการประยุกต์สำหรับงานประดิษฐ์ ดำเนินการวิจัยทดลองสูตรการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษี 12 สูตร โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นวัสดุประสานตามอัตราส่วนต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน โดยใช้กล่องเตรียมอัดขนาด 20 x 20 เซนติเมตร อัดด้วยเครื่องอัดร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำแผ่นขึ้นไม้อัดออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 7 วัน แล้วนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความต้านทานแรงดัด ความต้านทานแรงดึง และความชื้น เลือกแผ่นขึ้นไม้อัดจากต้นธูปฤาษีที่ดีที่สุด นำมาประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ต้นแบบ นำไปสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นขึ้นไม้อัดจาก ต้นธูปฤาษี จำนวน 120 คน ในเขตพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผลการวิจัย พบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดในอัตราส่วน ต้นธูปฤาษี : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ : พาราฟินอิมัลชัน 50 : 75 : 10 มีความต้านทานแรงดัด 15 เมกะปาสคาล ความต้านทานแรงดึง 5.75 เมกะปาสคาล และความชื้นร้อยละ 4.97 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ เหมาะสมที่จะนำมาทำผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ และความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จากแผ่นขึ้นไม้อัดอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.95 ขณะที่ Samakkitam (2015, p. 4) ได้ทำการวิจัยพัฒนาวัสดุกันเสียง และดูดซับเสียงจากเส้นใยเปลือกทุเรียน โดยทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของวัสดุ และความหนาแน่นของวัสดุที่มีต่อคุณสมบัติในการกันเสียง และดูดซับเสียง ในการศึกษาได้มีการจัดทำแผ่นวัสดุเพื่อใช้ในการตรวจสอบทั้งหมด 6 ตัวอย่าง โดยผสมใยทุเรียนเข้ากับซีล้อยในอัตราส่วน 70 : 30 และใช้กาวยูเรียในปริมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักวัสดุ เป็นสารประสานระหว่างใยทุเรียนเข้ากับซีล้อย ตัวอย่างชิ้นงานแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตัวแปร คือ ตัวแปรด้านความหนาแน่นของวัสดุ 320±18 กิโลกรัม/ตารางเมตร และ 620±20 กิโลกรัม/ตารางเมตร และตัวแปรด้านความหนาแน่นของวัสดุ 25±2 มิลลิเมตร, 50±2 มิลลิเมตร และ 75±2 มิลลิเมตร จากผลการศึกษาพบว่าชิ้นงานวัสดุที่มีความหนาแน่น 620±20 กิโลกรัม/ตารางเมตร ที่ความหนา 75±2 มิลลิเมตร มีคุณสมบัติในการกันเสียงที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มตัวอย่างทดสอบ ทั้ง 6 ตัวอย่าง เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวัสดุประกอบอาคารตามท้องตลาด พบว่า แผ่นวัสดุผสมใยทุเรียนมีคุณสมบัติในการกันเสียงได้เทียบเท่าแผ่นยิปซัมบอร์ดหนา 12 มิลลิเมตร แต่ในช่วงย่านความถี่ต่ำที่ 125 เฮิรตซ์ และย่านความถี่สูงที่ 4,000 เฮิรตซ์ แผ่นวัสดุมีคุณสมบัติในการกันเสียงได้เทียบเท่าผนังก่ออิฐหนา 100 มิลลิเมตร สำหรับคุณสมบัติในการดูดซับเสียง พบว่า วัสดุเส้นใยเปลือกทุเรียนที่มีความหนาแน่น 320±18 กิโลกรัม/ตารางเมตร ที่ความหนา 75±2 มิลลิเมตร สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มตัวอย่างทดสอบทั้ง 6 ตัวอย่าง และจากการเปรียบเทียบกับวัสดุประกอบอาคารตามท้องตลาด พบว่า วัสดุเส้นใยเปลือกทุเรียนมีคุณสมบัติในการดูดซับเสียงเทียบเท่าวัสดุประกอบอาคารจำพวกฉนวนใยแก้วที่มีความหนา 25 มิลลิเมตร และดูดซับเสียง

ได้ด้อยกว่าแผ่นฟองน้ำซับเสียง (Acoustic Foam) ที่ความหนา 25 มิลลิเมตร เพียงร้อยละ 7 และจากการประเมินประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงภายในห้องตัวอย่างกรณีศึกษา โดยเปรียบเทียบวัสดุเส้นใยเปลือกทุเรียนกับฉนวนดูดซับเสียง พอลิเอทิลีนหนา 1 นิ้ว และฉนวนใยแก้วหนา 1 นิ้ว ที่ติดตั้งตามแบบภายในห้อง พบว่า วัสดุเส้นใยเปลือกทุเรียนความหนาแน่น 320 ± 18 กิโลกรัม/ตารางเมตร ที่ความหนา 25 ± 2 มิลลิเมตร มาเปรียบเทียบ พบว่า มีค่าเวลาในการสะท้อนกลับของเสียงมากกว่าวัสดุซับเสียงที่ติดตั้งภายในห้องตัวอย่างกรณีศึกษา 0.054 วินาที แต่มีต้นทุนค่าวัสดุต่ำกว่าร้อยละ 74.68 การนำเส้นใยเปลือกทุเรียนมาใช้ทำเป็นวัสดุดูดซับเสียงจะมีความคุ้มค่าเหมาะสมกว่าการใช้เพื่อกันเสียง Sukeetham et al. (2019, p. 193) ได้ทำการวิจัยแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้จากโรงงานทำตะเกียบ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด และเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 (Thai Industrial Standards Institute [TISI], 2004, pp. 1-22) ศึกษาชนิด และปริมาณของกาวที่เหมาะสมต่อการผลิตไม้อัดจากเศษไม้มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) โดยเปรียบเทียบกาว 2 ชนิด คือ กาวไอโซไซยาเนต ชนิด Polymeric diphenylmethane diisocyanate (PMDI) ปริมาณร้อยละ 3, 5 และ 7 และกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (UF) ปริมาณร้อยละ 8, 10, และ 12 ของไม้แห้งตามลำดับ เป็นตัวประสาน ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง ทำการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Analysis of variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's new multiple range test จากการเปรียบเทียบกับค่าตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 (TISI, 2004, pp. 1-22) พบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดที่ผ่านมาตรฐานที่กำหนดทุกค่า คือ แผ่นขึ้นไม้อัดที่อัดด้วยกาวไอโซไซยาเนต ชนิด Polymeric diphenylmethane diisocyanate (PMDI) ในปริมาณร้อยละ 7 และแผ่นขึ้นไม้อัดที่อัดด้วยกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ ในปริมาณร้อยละ 12 ผลการศึกษา พบว่า กาวไอโซไซยาเนต ชนิด Polymeric diphenylmethane diisocyanate (PMDI) ปริมาณร้อยละ 7 ให้คุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลที่ดีที่สุด มีค่าคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนาแน่นค่าความชื้น และค่าการพองตัวตามความหนาให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 659.53 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ร้อยละ 9.62 และร้อยละ 3.55 ตามลำดับ ส่วนค่าคุณสมบัติเชิงกล ได้แก่ ค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้ามีค่าสูงสุดเท่ากับ 15.98, 2,661.97 และ 1.12 เมกะปาสคาล ตามลำดับ Weeranukul et al. (2011, p. 1) ได้ทำการวิจัยการใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง โดยใช้อัตราส่วนเส้นใย : กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ : กาวไอโซไซยาเนต ชนิด Polymeric diphenylmethane diisocyanate (PMDI) เท่ากับ 1 : 0.13 : 0.003 สำหรับเส้นใยนํามาจากกากมะพร้าวต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน โดยนำมาผสมเป็นอัตราส่วนต่าง ๆ รวม 7 อัตราส่วน การผลิตแผ่นใยชีวภาพอัดทำได้โดยวิธีอัดร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ด้วยความดันในการอัด 20-50 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 8 นาที มีความหนาแน่นระหว่าง 603-856 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ทำการทดสอบมาตรฐาน มอก. 876-2547 (TISI, 2004, pp. 1-22) จากผลการทดสอบ พบว่า อัตราส่วน MM33 (เส้นใยมะพร้าว : เส้นใยต้นข้าวโพด : เส้นใยเปลือกทุเรียน เท่ากับ 0.33 : 0.33 : 0.33) และอัตราส่วน CC50 (เส้นใยมะพร้าว : เส้นใย ต้นข้าวโพด : เส้นใยเปลือกทุเรียน เท่ากับ 0.50 : 0.25 : 0.25) มีคุณสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางกลผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด นอกจากนี้แผ่นใยชีวภาพอัดยังมีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี Yenjai et al. (2016, p. 131) ได้ทำการวิจัยผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือทิ้งของไม้เสม็ดขาว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิด และปริมาณของกาว ที่เหมาะสม ในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด ตลอดจนทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกลตาม มอก. 876-2547 (TISI, 2004, pp. 1-22) มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ เปรียบเทียบกาว 2 ชนิด คือ กาวไอโซไซยาเนต ชนิด Polymeric diphenylmethane diisocyanate (PMDI) ปริมาณร้อยละ 3, 5 และ 7 และกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ ปริมาณร้อยละ 8, 10 และ 12 ของน้ำหนักรุ่นขึ้นไม้อบแห้ง ตามลำดับ ผลการศึกษา พบว่า ชนิด และปริมาณของกาวที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด คือ การผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดที่อัดด้วยกาวไอโซไซยาเนต ชนิด Polymeric diphenylmethane diisocyanate (PMDI) ในปริมาณร้อยละ 7 ของน้ำหนักรุ่นขึ้นไม้อบแห้ง โดยให้ค่าคุณสมบัติเชิงกล ได้แก่ ค่ามอดูลัสแตกหัก ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า มีค่าสูงสุด เท่ากับ 17.14, 1880.89 และ 0.86 เมกะปาสคาล ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเป็นค่าที่ผ่านมาตรฐาน มอก. 876-2547 (TISI, 2004, pp. 1-22)

สมมุติฐานการวิจัย แผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน มีคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกลที่เพิ่มมากขึ้นเมื่ออัตราส่วนของน้ำผสมกาวมีค่าที่เพิ่มขึ้น โดยใช้กระบวนการขึ้นรูปแบบกดอัด (Compression molding) ใช้ส่วนผสมกาวลาเท็กซ์ PVAc (Polyvinyl acetate) เป็นวัสดุประสาน และแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876-2547 (TISI, 2004, pp. 1-22)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษากรรมวิธีการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบกดอัด (Compression molding) คณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองแปรรูปเยื่อจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองซึ่งมีกรรมวิธีการผลิต และขั้นตอนในการเตรียมเยื่อจากเปลือกทุเรียน ดังต่อไปนี้

- 1) คัดเลือกเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ไม่มีรอยเน่าหรือเชื้อรา นำมาล้างทำความสะอาด



รูปที่ 1 เปลือกทุเรียนที่นำมาล้างทำความสะอาดแล้ว

- 2) หั่นเปลือกทุเรียนให้เป็นชิ้นเล็กประมาณ 2-3 นิ้ว



รูปที่ 2 การหั่นเปลือกทุเรียนเพื่อนำไปต้ม

- 3) นำเปลือกทุเรียนไปต้มผสมโซดาไฟ หรือน้ำด่างซี้ได้ในอัตราส่วนร้อยละ 10 (น้ำ 1,000 มิลลิลิตร/โซดาไฟ 100 กรัม เป็นเวลา 1 ชั่วโมง



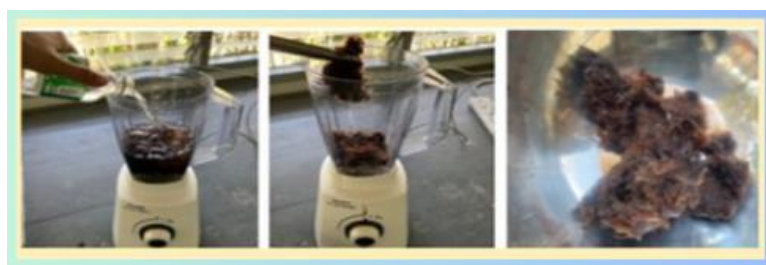
รูปที่ 3 การต้มเปลือกทุเรียนผสมโซดาไฟหรือน้ำด่างซี้

- 4) กรองแยกเอาเฉพาะเยื่อออกจากน้ำโซดาไฟ



รูปที่ 4 การกรองแยกเยื่อจากน้ำโซดาไฟ

- 5) นำเยื่อไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า เพื่อลดขนาดของเยื่อในอัตราส่วน เปลือกทุเรียน : น้ำ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาณจนได้เยื่อที่มีขนาดละเอียดตามต้องการ



รูปที่ 5 การปั่นลดขนาดเยื่อของเส้นใย

6) จากนั้นนำเยื่อที่ได้มาล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อกำจัดไขมัน และลดความเป็นด่าง



รูปที่ 6 การล้างทำความสะอาดเยื่อจากเปลือกทุเรียนด้วยน้ำสะอาด

7) นำเยื่อไปอบด้วยเครื่องอบไล่ความชื้น หรือผึ่งแดดให้แห้งน้ำสนิท จากนั้นนำเยื่อแห้งมาทุบ ต่ำ หรือ ยีให้ฟูละเอียด และบรรจุใส่ถุงซิปล็อกเพื่อเก็บไว้ใช้งานต่อไป



รูปที่ 7 ลักษณะเยื่อแห้งจากเปลือกทุเรียนขนาดต่าง ๆ ที่พร้อมสำหรับการเก็บไว้ใช้งานต่อไป

8) กรรมวิธีการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนโดยการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- 8.1) แม่พิมพ์บล็อกไม้ขนาด กว้าง 20 x ยาว 20 x หนา 10 เซนติเมตร
- 8.2) ปากกาจับชิ้นงานตัวซี (C-clamp)
- 8.3) เยื่อเปลือกทุเรียนแห้ง
- 8.4) กาวผสมน้ำในอัตราส่วนกาวลาเท็กซ์ PVAc (Polyvinyl acetate) : น้ำ อัตราส่วน 4 : 1
- 8.5) แผ่นพลาสติกใสสำหรับรองเยื่อกันติดแม่พิมพ์บล็อกไม้
- 8.6) กระบอกฉีดน้ำฟ็อกกี้สำหรับฉีดน้ำกาวลาเท็กซ์ PVAc (Polyvinyl acetate)



รูปที่ 8 ผู้ช่วยนักวิจัยเตรียมวัสดุอุปกรณ์การอัดขึ้นรูปแผ่นวัสดุเฟอร์นิเจอร์

9) กรรมวิธีการอัดแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบกดอัด (Compression molding) มีดังนี้

- 9.1) นำน้ำผสมกาวลาเท็กซ์ PVAc (Polyvinyl acetate) อัตราส่วน 4 : 1 ฉีดผสมกับเยื่อเปลือกทุเรียนแห้งที่อัตราส่วนของเยื่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 0.2, 1 : 0.4, 1 : 0.6, 1 : 0.8, 1 : 1.0, และ 1 : 1.5 ตามลำดับ
- 9.2) จากนั้นอัดลงในแม่พิมพ์บล็อกไม้ให้แน่นด้วยกระบวนการขึ้นรูปแบบกดอัด (Compression molding)
- 9.3) ใช้ปากกาจับชิ้นงานตัวซี (C-clamp) จับยึดชิ้นงานให้แน่น ทิ้งไว้ให้แห้งในอุณหภูมิห้องปกติ
- 9.4) แกะแผ่นขึ้นไม้อัดออกจากแม่พิมพ์บล็อกไม้ แล้วนำไปอบด้วยเครื่องอบไล่ความชื้น
- 9.5) ทำการตัดแผ่นขึ้นไม้อัดเป็นชิ้นขนาด กว้าง 50 × ยาว 20 × หนา 10 มิลลิเมตร เพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876 - 2547 (TISI, 2004, pp. 1-22)



รูปที่ 9 การทดลองขึ้นรูปแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน

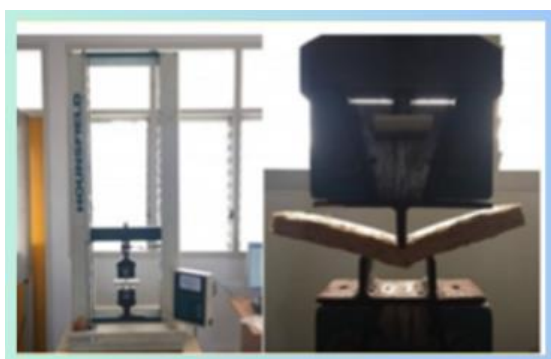


รูปที่ 10 แผ่นวัสดุจากกระบวนการขึ้นรูปแบบกดอัด (Mold compressing)

3.2 ศึกษาคุณสมบัติเชิงกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน

1) การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของผิวหน้า (Surface microstructure) ของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนที่อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 0.2, 1 : 0.4, 1 : 0.6, 1 : 0.8, 1 : 1.0, และ 1 : 1.5 ตามลำดับ จำนวน 6 ตัวอย่างขึ้นงาน ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

2) การทดสอบการดัดงอ (Flexural test) และการทดสอบการดึง (Tensile test) ของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนที่อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 0.2, 1 : 0.4, 1 : 0.6, 1 : 0.8, 1 : 1.0, และ 1 : 1.5 ตามลำดับ ซึ่งทดสอบขึ้นงานที่มีขนาด กว้าง 50 × ยาว 200 × หนา 10 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องทดสอบเนกประสงค์ (Universal testing machine) จำนวน 6 ตัวอย่างขึ้นงานในแต่ละอัตราส่วน



รูปที่ 11 ภาพการทดสอบการดัดงอ (Flexural test) ด้วยเครื่องทดสอบเนกประสงค์ (Universal testing machine)



รูปที่ 12 ภาพการทดสอบการดึง (Tensile test)

3) การทดสอบอัตราการเผาไหม้ของแผ่นวัสดุสำหรับเฟอร์นิเจอร์จากเปลือกทุเรียน

การทดสอบอัตราการเผาไหม้ (Rate of burning) ทำโดยการนำชิ้นงานขนาด กว้าง 13 × ยาว 125 × หนา 10 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชิ้น ต่อ 1 ตัวอย่าง วัดความยาวจากส่วนปลายของชิ้นงานด้านใดด้านหนึ่งให้ได้ความยาว 25 มิลลิเมตร ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่ 1 จากนั้นวัดต่อไปอีก 75 มิลลิเมตร ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่ 2 จับชิ้นงานขนานราบกับพื้น นำตะเกียงวางไว้บริเวณด้านล่างของชิ้นงาน และเลื่อนตะเกียงเข้าหาชิ้นงานเป็นเวลา 30 วินาที และดึงตะเกียงออก บันทึกเวลาตั้งแต่ตั้งตะเกียงออกจนกระทั่งไฟดับ โดยสามารถคำนวณอัตราการเผาไหม้ได้จากสมการ

อัตราการเผาไหม้

$$\frac{\text{ความยาวชิ้นงานตรงกลาง (70 มิลลิเมตร)}}{\text{เวลาการเผาไหม้ตั้งแต่เริ่มถึงขีดที่สอง-เวลาการเผาไหม้ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขีดแรก}}$$



รูปที่ 13 ภาพการทดสอบอัตราการเผาไหม้แผ่นชั้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัย ผู้วิจัยได้ผลการวิจัยการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของผิวหน้า (Surface microstructure) การทดสอบการดัดงอ (Flexural test) และการทดสอบการดึง (Tensile test) ของแผ่นชั้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนที่อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาวตามอัตราส่วนต่าง ๆ รวมถึงการทดสอบอัตราการเผาไหม้ของแผ่นชั้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน แสดงในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของผิวหน้า (Surface microstructure) ของแผ่นชั้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน

แผ่นชั้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน	โครงสร้างจุลภาคผิวหน้าของแผ่นวัสดุ
อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 0.2	
อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 0.4	
อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 0.6	
อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 0.8	
อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 1.0	
อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 1.5	

ตารางที่ 1 พบว่า การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของผิวหน้า (Surface microstructure) ของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนที่อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 0.2, 1 : 0.4, 1 : 0.6, 1 : 0.8, 1 : 1.0, และ 1 : 1.5 ตามลำดับ ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบว่า อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว ในอัตราส่วน 1 : 1.5 มีโครงสร้างจุลภาคของผิวหน้าที่หนาแน่นและมีความเกาะตัวกันดีของเยื่อจากเปลือกทุเรียนมากกว่าในอัตราส่วนอื่น

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการดัดงอ (Flexural test) และการทดสอบการดึง (Tensile test) ของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน

อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว	ความแข็งแรงเชิงดัด (MPa)	ความแข็งแรงเชิงดึง (MPa)
1 : 0.2	0.20	0.03
1 : 0.4	1.21	0.10
1 : 0.6	1.73	0.14
1 : 0.8	2.85	0.21
1 : 1.0	4.43	0.30
1 : 1.5	5.74	0.49

หมายเหตุ* แผ่นขึ้นไม้อัดขนาด กว้าง 50 × ยาว 200 × หนา 10 มิลลิเมตร

ตารางที่ 2 พบว่า การทดสอบการดัดงอ (Flexural test) และการทดสอบการดึง (Tensile test) ของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนที่อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 0.2, 1 : 0.4, 1 : 0.6, 1 : 0.8, 1 : 1.0, และ 1 : 1.5 ตามลำดับทดสอบชิ้นงานที่มีขนาด กว้าง 50 × ยาว 200 × หนา 10 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องทดสอบเนกประสงค์ (Universal Testing Machine) จำนวน 6 ชิ้นงาน ในแต่ละอัตราส่วน ผลการทดสอบ พบว่า ค่าความแข็งแรงเชิงกลมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออัตราส่วนของน้ำกาวมีค่าที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเกาะตัวได้ดีขึ้น ส่งผลให้ความหนาแน่นสูงขึ้นตามอัตราส่วนที่เพิ่มมากขึ้น และที่อัตราส่วน 1 : 1.5 มีค่าความแข็งแรงที่สูงที่สุด มีค่าความต้านทานเชิงดัดเฉลี่ย 5.74 เมกะปาสคาล (MPa) ทางคณะผู้วิจัยจึงได้เลือกอัตราส่วนนี้ไปพัฒนาเป็นแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนต่อไป แต่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 โดยค่าความต้านทานแรงดัดตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ย 0.49 เมกะปาสคาล (MPa) ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 Thai Industrial Standard (TISI, 2004, pp. 1-22) โดยค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะปาสคาล (MPa) ไม่น้อยกว่า 0.40 ที่ขนาดความหนา 6.0 ถึง 13.0 มิลลิเมตร

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบอัตราการเผาไหม้ของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน

อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว	อัตราการเผาไหม้ (mm/นาที)
1 : 0.2	1.78
1 : 0.4	1.64
1 : 0.6	1.51
1 : 0.8	1.43
1 : 1.0	1.27
1 : 1.5	หยุดการเผาไหม้ได้ด้วยตนเอง

หมายเหตุ* แผ่นขึ้นไม้อัดขนาด กว้าง 50 × ยาว 200 × หนา 10 มิลลิเมตร หยุดการเผาไหม้ได้ด้วยตนเองโดยติดไฟเพียงครั้งทางแล้วดับ

ตารางที่ 3 พบว่า การทดสอบอัตราการเผาไหม้ของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนมีค่าที่ลดลงเมื่ออัตราส่วนของน้ำกาวที่เพิ่มมากขึ้นเป็นผลมาจากแผ่นขึ้นไม้อัดมีความหนาแน่นที่เพิ่มมากขึ้น และที่อัตราส่วน 1 : 1.5 แผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนสามารถหยุดการเผาไหม้ได้ด้วยตนเอง

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่า การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของผิวหน้า (Surface microstructure) ของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนที่อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 0.2, 1 : 0.4, 1 : 0.6, 1 : 0.8, 1 : 1.0, และ 1 : 1.5 ตามลำดับ ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบว่า อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว ในอัตราส่วน 1 : 1.5 มีโครงสร้างจุลภาคของผิวหน้าที่หนาแน่นและมีความเกาะตัวกันดีของเยื่อจากเปลือกทุเรียนมากกว่าในอัตราส่วนอื่น

การทดสอบการดัดงอ (Flexural test) และการทดสอบการดึง (Tensile test) ของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนที่อัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว เท่ากับ 1 : 0.2, 1 : 0.4, 1 : 0.6, 1 : 0.8, 1 : 1.0, และ 1 : 1.5 ตามลำดับ ซึ่งทดสอบชิ้นงานที่มีขนาดกว้าง 50 × ยาว 200 × หนา 10 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal testing machine) จำนวน 6 ชิ้นงาน ในแต่ละอัตราส่วน พบว่า ค่าความแข็งแรงเชิงกลมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออัตราส่วนของน้ำกาวมีค่าที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเส้นใยมีการเกาะตัวได้ดี ส่งผลให้ความหนาแน่นสูงขึ้นตามอัตราส่วนที่เพิ่มมากขึ้น และที่อัตราส่วน 1 : 1.5 มีค่าความแข็งแรงที่สูงที่สุด มีค่าความต้านทานเชิงดัดเฉลี่ย 5.74 เมกะปาสกาล (MPa) ทางผู้วิจัยจึงได้เลือกอัตราส่วนนี้ไปพัฒนาเป็นแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนต่อไป แต่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐาน มอก. 876 - 2547 (TISI, 2004, pp. 1-22) โดยค่าความต้านทานแรงดัด เมกะปาสกาล (MPa) ไม่น้อยกว่า 14 ที่ขนาดความหนาเกิน 6.0 ถึง 13.0 มิลลิเมตร และมีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ย 0.49 เมกะปาสกาล (MPa) ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 (TISI, 2004, pp. 1-22) โดยค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะปาสกาล (MPa) ไม่น้อยกว่า 0.40 ที่ขนาดความหนาเกิน 6.0 ถึง 13.0 มิลลิเมตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ Weeranukul et al. (2011, p. 1) การใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง โดยใช้อัตราส่วนเส้นใย : กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ : กาวไอโซไซยานาตชนิด Polymeric diphenylmethane diisocyanate (PMDI) ด้วยวิธีอัตราส่วนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส จากผลการทดสอบพบว่า อัตราส่วน MM33 (เส้นใยมะพร้าว : เส้นใยต้นข้าวโพด : เส้นใยเปลือกทุเรียน เท่ากับ 0.33 : 0.33 : 0.33) และอัตราส่วน CC50 (เส้นใยมะพร้าว : เส้นใยต้นข้าวโพด : เส้นใยเปลือกทุเรียน เท่ากับ 0.50 : 0.25 : 0.25) มีคุณสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางกลผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด มอก. 876-2547 (TISI, 2004, pp. 1-22) มีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี การทดสอบอัตราการเผาไหม้ (Rate of burning) ทำโดยการนำชิ้นงานขนาด กว้าง 13 × ยาว 125 × หนา 10 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชิ้น ต่อ 1 ตัวอย่าง วัดความยาวจากส่วนปลายของชิ้นงานด้านใดด้านหนึ่งให้ได้ความยาว 25 มิลลิเมตร ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่ 1 จากนั้นวัดต่อไปอีก 75 มิลลิเมตร ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่ 2 จับชิ้นงานขนานราบกับพื้น นำตะเกียงวางไว้บริเวณด้านล่างของชิ้นงาน และเลื่อนตะเกียงเข้าหาชิ้นงานเป็นเวลา 30 วินาที และดึงตะเกียงออก บันทึกเวลาตั้งแต่ตั้งตะเกียงออกจนกระทั่งไฟดับ พบว่า อัตราการเผาไหม้มีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนของน้ำกาวที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องมาจากชิ้นงานมีความหนาแน่นที่เพิ่มมากขึ้น และที่อัตราส่วน 1 : 1.5 สามารถหยุดการเผาไหม้ได้ด้วยตนเองในเวลาที่ยาวกว่าอัตราส่วนของเยื่อทุเรียนต่อน้ำกาว 1 : 0.2, 1 : 0.4, 1 : 0.6, 1 : 0.8, 1 : 1.0 ซึ่งจากการทดสอบเบื้องต้น สามารถนำแผ่นขึ้นไม้อัดนี้ไปพัฒนาเป็นฉนวนป้องกันความร้อน หรือวัสดุดูดซับเสียงได้ โดยใช้กระบวนการกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ซับซ้อน ไม่ต้องลงทุนใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ และมีราคาแพง เกษตรกร หรือผู้สนใจสามารถผลิตได้โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่หาได้โดยทั่วไป

6. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ควรพัฒนา และปรับปรุงกรรมวิธีการอัดแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) 876-2547 (TISI, 2004, pp. 1-22) แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัตรา 1 เพื่อให้อุตสาหกรรมได้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์การใช้งานในอนาคต เช่น การนำไปผลิตเฟอร์นิเจอร์ แผ่นวัสดุสำหรับงานตกแต่งภายในที่อยู่อาศัย หรือตกแต่งในงานสถาปัตยกรรม ทำการศึกษารูปแบบกระบวนการอัดแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนแบบอัดร้อน โดยการใช้วัสดุประสานที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตไม้อัดชนิดอัตรา 1 และพัฒนาการอัดแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดอื่น ๆ ทำการศึกษาค้นคว้าพัฒนาแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนให้เป็นวัสดุทดแทนในการก่อสร้าง ตลอดจนให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องส่งเสริมให้เกษตรกร และผู้สนใจโดยทั่วไป เข้าใจ และรู้คุณค่าการใช้ประโยชน์จากเปลือกทุเรียนอย่างครบวงจร รวมถึงการส่งเสริมสนับสนุนในการวิจัย และพัฒนาเพื่อต่อยอดในเชิงพาณิชย์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัย และนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัย และนวัตกรรม (สกว.) ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิผู้เชี่ยวชาญ ผู้ประกอบการ ที่มีได้เอื้อนามทุกท่านในที่นี้ที่กรุณาเสียสละเวลาให้ข้อมูล และข้อเสนอแนะการวิจัยจนบรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอขอบคุณตัวแทนเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน ผู้จำหน่ายทุเรียนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ที่กรุณาเสียสละเวลา ให้ข้อมูล และสนับสนุนในการจัดหาวัสดุแก่คณะผู้วิจัย รวมถึงผู้เกี่ยวข้องอีกหลายท่านที่มีได้เอื้อนาม ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- Office of Agricultural Economics. (2020). *Durian*. [http:// www.oae.go.th/view/1/TH-TH](http://www.oae.go.th/view/1/TH-TH). (in Thai)
- Phonieum, T. (2016). *Production of particle board from cattail and application for craft* [Master's thesis]. Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (in Thai)
- Samakkitam, H. (2015). *The development of acoustic board from durian peel fibers* [Master's thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Sukeetham, S., Jarusombuti, S., & Veenin, T. (2019). Particleboard products from bamboo wastes of chopstick factory. *Thai Journal of Forestry*, 38(2), 192-201. (in Thai)
- Tengrang, S. (2014, October 9). Plastic from durian peel. *Thairath*. <https://www.thairath.co.th/content/455352>. (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. (2004). *Flatpressed Particleboards (TIS. 876-2004)*. TISI. (in Thai)
- Trade Policy and Strategy Office. (2020). *Durian, the king of Thai fruits*. <http://www.tpsso.go.th/home>. (in Thai)
- Weeranukul, P., Ruengrangsukul, J., Pradmali, S., & Khamput, P. (2011). *The application of coconut meal, corncobs and durian peel as wood-substituted biocomposites in medium density fibreboard* [Research Report]. Faculty of Industry Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (in Thai)
- Yenjai, P., Jarusombuti, S., & Veenin, T. (2016). Particleboard manufacturing from waste of cajuput (*Melaleuca cajuputi* Powell). *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, 11(2), 131-140. (in Thai)