

การพัฒนาวัสดุดูดซับเสียงจากเส้นใยกกซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการทอเสื่อของวิสาหกิจชุมชน ผลิตภัณฑ์แปรรูปเสื่อกกชุมชนตำบลสระแก้ว จังหวัดจันทบุรี

เบญจมาศ เนติวรรักษา^{1,*}, สามารถ จันทนา², วิทวัส สิงห์สังข์¹, อนุรักษ รอดบำรุง¹,
สุรพงษ์ ปัญญาทา³ และ นฤมล เลิศคำฟู³

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการคุณภาพ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

² สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

³ สาขาวิชาเทคโนโลยีอ้อมนิและเครื่องประดับ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

*ผู้ประสานงานบทความต้นฉบับ: Benjamas.n@rbru.ac.th โทรศัพท์: 081-6441880

(รับบทความ: 12 เมษายน 2568; แก้ไขบทความ: 14 มิถุนายน 2568; ตอรับบทความ: 30 มิถุนายน 2568)

บทคัดย่อ

เสื่อจันทบุรี สินค้าที่เป็นอัตลักษณ์แสดงถึงภูมิปัญญาที่สั่งสมมาทางด้าน การทอเสื่อของชาวจันทบุรี แต่ในกระบวนการทอเสื่อ และการแปรรูปเสื่อ ก็นำมาซึ่งเศษขยะจากเส้นกกที่มีลักษณะย่อยสลายยาก จากปัญหาของชุมชนนำมาสู่วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุเหลือทิ้งโดยการนำเทคโนโลยี นวัตกรรม มาประยุกต์ในการออกแบบให้กลายเป็นวัสดุดูดซับเสียงจากเยือก โดยหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมวัสดุ ดูดซับเสียงจากเศษเสื่อ และจากการวิจัยพบว่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมวัสดุดูดซับเสียงจากเศษเสื่อ กก คือ เตรียมด้วยการแช่ NaOH ความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยน้ำหนักของเศษเสื่อ กกแห้ง ขึ้นรูปให้มี ความหนาเท่ากับ 25 มิลลิเมตร จะให้ค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับความดังของเสียง (NRC) เท่ากับ 0.50 และมีความต้านทานแรงดึงเท่ากับ 0.40 ± 0.13 เมกะปาสกาล (MPa) จากการทดสอบคุณสมบัติการลามไฟพบว่าอัตราการเผาไหม้ของแผ่นดูดซับเสียง จากเศษเสื่อ กกมีผลการทดสอบผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน UL94 ทุกประการ ดังนั้น แผ่นดูดซับเสียงจากเยือก กจึงมีคุณสมบัติไม่ลามไฟ เหมาะสำหรับการนำไปใช้ติดตั้งภายในอาคาร

คำสำคัญ: วัสดุดูดซับเสียง, เสื่อ, วัสดุเหลือใช้

การอ้างอิงบทความ: เบญจมาศ เนติวรรักษา, สามารถ จันทนา, วิทวัส สิงห์สังข์, อนุรักษ รอดบำรุง, สุรพงษ์ ปัญญาทา และ นฤมล เลิศคำฟู, "การพัฒนาวัสดุดูดซับเสียงจากเส้นใยกกซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการทอเสื่อของวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์แปรรูปเสื่อกกชุมชนตำบลสระแก้ว จังหวัดจันทบุรี," วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, ปีที่ 3, ฉบับที่ 4, หน้า 17-28, 2568.

Development of Sound-Absorbing Materials from Waste Reed Fibers: Utilizing Byproducts from Dee Bang Sa Khao Community Reed Mat Enterprise, Chanthaburi

Benjamas Netiworaruksa^{1*}, Samart Chanthana², Witawat Singsang¹, Anurak Rodbumrung¹,
Surapong Panyata³ and Narumon Lertcumfu³

¹ Department of Production Engineering and Quality Management, Faculty of Industrial Technology,
Rambhai Barni Rajabhat University

² Department of Industrial Art, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

³ Department of Gem and Jewelry Technology, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

* Corresponding Author: Benjamas.n@rbru.ac.th, Tel: 081-6441880

(Received: April 12, 2025; Revised: June 14, 2025; Accepted: June 30, 2025)

Abstract

“Chanthaboon reed mats” are a unique local product that represents the traditional wisdom and heritage of reed weaving in Chanthaburi Province, Thailand. However, the production and processing of these mats generate a considerable amount of reed fiber waste, which is not easily biodegradable. In response to this community issue, the objective of this research is to enhance the value of such waste materials by applying technology and innovation to design and develop sound-absorbing materials from reed pulp. The study aimed to determine the optimal conditions for fabricating the sound-absorbing materials using waste reed mat fibers. The results revealed that the most suitable condition involved soaking the waste fibers in a 15% by weight sodium hydroxide (NaOH) solution, based on the dry weight of the material, and forming the product with a thickness of 25 millimeters. Under these conditions, the sound-absorbing material achieved a Noise Reduction Coefficient (NRC) of 0.50 and a tensile strength of 0.40 ± 0.13 MPa. Flammability tests demonstrated that the reed pulp sound-absorbing materials met all UL94 standard criteria, confirming their flame-retardant properties and suitability for indoor installation.

Keywords: Sound-Absorbing Materials, Reed Mat, Waste Materials

Please cite this article as: B. Netiworaruksa, S. Chanthana, W. Singsang, A. Rodbumrung, S. Panyata and N. Lertcumfu, “Development of Sound-Absorbing Materials from Waste Reed Fibers: Utilizing Byproducts from Dee Bang Sa Khao Community Reed Mat Enterprise, Chanthaburi,” *The Journal of Engineering and Industrial Technology, Kalasin University*, vol. 3, no. 4, pp. 17-28, 2025.

บทความวิจัย (Research Article)

1. บทนำ

เสื้อจันทบุรี ชื่อที่เชื่อว่าใครหลายคนเคยได้ยิน เพราะเป็นสินค้าที่แสดงถึงอัตลักษณ์พื้นถิ่นของจังหวัดจันทบุรี แสดงถึงภูมิปัญญาดั้งเดิมของการนำต้นกกมาใช้ประโยชน์ในจังหวัดจันทบุรีโดยเน้นการนำมาทอเป็นเสื้อ การทอเสื้อของชาวจันทบุรีเริ่มมาจากกลุ่มผู้นับถือศาสนาคาทอลิกและกระจายไปสู่ชาวบ้านรอบตัวเมือง เช่น ตำบลเสม็ดงาม ตำบลบางสระเก้า ตำบลเกาะขวาง [1] จนกระทั่งเมื่อสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี พระบรมราชินีในรัชกาลที่ 7 ได้เสด็จพระราชดำเนินมาประทับอยู่ ณ วังสวนบ้านแก้ว เมื่อปี พ.ศ.2493 ซึ่งปัจจุบันเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี พระองค์ได้ทรงพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทอเสื้อจันทบุรีให้เจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น โดยทรงพบข้อบกพร่องบางประการ จึงมีพระราชดำริให้ปรับปรุงและพัฒนาวิธีการผลิตในเรื่องกรรมวิธีการฟอกเส้นกกให้ขาวก่อนและนำมาผ่านกระบวนการย้อมสี จะทำให้ได้เส้นกกหลังย้อมที่มีสีสดใสมากขึ้นและมีคุณภาพการย้อมติดของสีคงทนถาวร อีกทั้งทรงได้โปรดเกล้าฯ ให้ตั้งโรงงานทอเสื้อที่วังสวนบ้านแก้ว แบ่งเป็นแผนกต่าง ๆ คือ แผนกฟอกเส้นกกให้ขาว แผนกย้อมสีกก แผนกทอเป็นผืนเสื้อ แผนกตัดเย็บเสื้อเป็นผืนตามขนาดที่แตกต่างกัน เสื้อที่ผลิตได้ในขณะนั้นชาวบ้านขนานนามว่า “เสื้อจันทบุรีสมเด็จ”

นอกจากนั้นยังนำเสื้อที่ทอแล้วมาประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อาทิเช่น ผลิตเป็นกระเป๋าเอกสาร กระเป๋าถือสตรี ที่รองจาน ที่รองแก้ว กล่องใส่กระดาษเช็ดมือ ฯลฯ และโปรดเกล้าฯ ให้ติดเครื่องหมายการค้าใน ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเสื้อ เป็นรูปคนหาบกระจาด ใช้ชื่อว่า “อุตสาหกรรมชาวบ้าน” [2] นับตั้งแต่นั้นมาจนถึงปัจจุบันภูมิปัญญาการทอเสื้อกได้เกิดการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงจากที่ทำเพื่อการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นของตนเองให้เกิดความคุ้มค่านำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต ก็เกิดการ

เปลี่ยนแปลงมาเป็นการทอเพื่อนำมาใช้ในการประกอบเป็นอาชีพ เพื่อหารายได้มาสู่ครอบครัว [3] ผ่านการรวมตัวกันของคนในชุมชนเกิดเป็นแรงงานชุมชนและวิสาหกิจชุมชน อาทิ วิสาหกิจชุมชนดีบางสระเก้าและศูนย์หัตถกรรมพื้นบ้านการทอเสื้อจันทบุรีชุมชนเสม็ดงาม เป็นต้น

ทั้งนี้ ในกระบวนการทอเสื้อกและการแปรรูปเสื้อกเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่าง ๆ นั้นจะเกิดเศษขยะจากเส้นกกในกระบวนการผลิตเสมอ โดยชุมชนไม่สามารถนำเศษขยะจากเส้นกกกลับมาใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านการสร้างผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเศษขยะจากเส้นกกจะมีความยาวและสีของเส้นกกที่แตกต่างกัน ไม่สามารถนำมาทอหรือนำไปจักสานต่อได้ หรือหากต้องการนำมาใช้ด้านการเกษตรก็ไม่สามารถทำได้ เช่น การนำมาทำปุ๋ยชีวภาพไม่สามารถทำได้ เนื่องจากเส้นกกที่ใช้ในการทอเสื้อส่วนใหญ่มักจะผ่านกระบวนการย้อมสี อาทิ สีดำ สีเขียว สีแดง สีชมพู เป็นต้น โดยสีที่ใช้ในการย้อมเส้นกกจะเป็นสีเคมี เพราะหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดและมีความสะดวกในการใช้งาน อีกทั้งยังย่อยสลายยาก ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้เศษขยะจากเส้นกกในกระบวนการทอเสื้อกกลายเป็นขยะมูลฝอยประเภทขยะทั่วไปที่มีลักษณะย่อยสลายยากเกิดขึ้นในชุมชน ซึ่งทางจังหวัดต้องจัดการแบบรื้อร่อนแยก RDF ด้วยระบบ MBT หรือการเทกอง ฝังกลบ ในพื้นที่ของหน่วยงานราชการ [4] เพื่อเป็นการนำองค์ความรู้ทางด้านวิศวกรรมวัสดุและการออกแบบผลิตภัณฑ์ การนำขยะมาแปรรูปให้เกิดมูลค่าเพิ่มและสร้างผลิตภัณฑ์สินค้าให้เกิดประโยชน์กับประเทศไทย รวมทั้งการนำพระราชบัญญัติส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2562 มาใช้เพื่อส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนนำทรัพยากรและภูมิปัญญาของท้องถิ่นมาพัฒนาออกแบบและสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ที่ตอบโจทย์ความต้องการของชุมชนหรือตลาดการค้า อันจะนำไปสู่การสร้างงาน สร้างรายได้ให้แก่คนในชุมชน และสร้าง

บทความวิจัย (Research Article)

วิสาหกิจชุมชนของประเทศไทยให้มีความเข้มแข็งและมีความพร้อมสำหรับการแข่งขันการค้า ในอนาคตได้ โครงการวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้เส้นกึ่งที่เป็นขยะมูลฝอยจากกระบวนการทอเสื่อ กก มาพัฒนาให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุเหลือทิ้ง โดยจะนำเทคโนโลยี นวัตกรรมมาประยุกต์ในการออกแบบให้กลายเป็นวัสดุดูดซับเสียง และจัดทำต้นแบบและนำไปทดสอบในการดูดซับเสียงและทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อให้ได้วัสดุดูดซับเสียงจากเส้นใยกก คณะผู้วิจัยจะนำองค์ความรู้ กระบวนการผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ ไปถ่ายทอดสู่วิสาหกิจชุมชนต่อไป เป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ที่ตอบโจทย์แก้ปัญหามลพิษเหลือทิ้งจากเศษเสื่อ กก ของชุมชน เป็นการลดปริมาณขยะมูลฝอยในชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับการอนุรักษ์ พื้นฟู และบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้เกิดความสมดุลและยั่งยืนโดยประชาชนมีส่วนร่วมตามยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดจันทบุรี พ.ศ. 2561 – 2565 ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ การเพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุเหลือทิ้งโดยการนำเทคโนโลยี นวัตกรรม มาประยุกต์ในการออกแบบให้กลายเป็นวัสดุดูดซับเสียงจากเยื่อ กก โดยหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมวัสดุดูดซับเสียงจากเศษเสื่อ กก และนำไปทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง คุณสมบัติเชิงกล และคุณสมบัติการต้านทานการลามไฟ

2. ทบทวนวรรณกรรม

การดูดซับเสียง คือ การเปลี่ยนแปลงผลรวมของพลังงานเสียงที่ลดลงเมื่อเสียงตกกระทบหรือผ่านตัวกลางใด ๆ โดยวัสดุที่มีความสามารถในการดูดซับเสียงที่ดีจึงเป็นวัสดุจำพวกเส้นใยและวัสดุที่มีรูพรุน เมื่อเสียงเดินทางมาตกกระทบ พลังงานจะถูกลดทอนลงจากวัสดุจำพวกเส้นใยและวัสดุที่มีรูพรุนเพราะมีความสามารถที่ยึดหยุ่นต่อการสั่นสะเทือนได้ดี

ทำให้พลังงานเสียงสูญเสียไปกับการทำให้วัสดุ สั่นสะเทือนและกลายเป็นพลังงานความร้อน [5] ในการศึกษาเรื่องการดูดซับเสียงต้องรู้จักกับค่าต่าง ๆ ต่อไปนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียง (Sound Absorption Coefficient (SAC)) คือ อัตราส่วนของพลังงานเสียงที่ถูกดูดซับไปในวัสดุดูดซับเสียงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวของวัสดุดูดซับเสียงนั้นเมื่อเสียงตกกระทบ เทียบกับพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิด การดูดซับเสียงของทุกวัสดุจะแปรผันกับความถี่ของเสียงที่เข้าไปกระทบ ดังนั้นค่าการดูดซับเสียงจะถูกวัดที่หลายความถี่ ค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียงมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ในความเป็นจริงแล้วไม่มีวัสดุใดมีค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเท่ากับ 0 คือ วัสดุนั้นไม่สามารถดูดซับเสียงได้ มีการสะท้อนกลับหมดหรือค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียงเท่ากับ 1 คือ วัสดุสามารถดูดซับเสียงได้ทั้งหมด ไม่มีเสียงสะท้อนกลับ ซึ่งวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียงน้อยกว่า 0.15 จะถือว่าเป็นวัสดุสะท้อนเสียง ถ้ามีค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียงมากกว่า 0.40 ถือเป็นวัสดุดูดซับเสียง ในการเลือกวัสดุดูดซับเสียงที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียงสูง ๆ นอกจากค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดซับเสียงควรจะต้องรู้จักตัวเลขระบุความสามารถในการดูดซับเสียง หรือสัมประสิทธิ์การลดระดับความดังของเสียง (Noise Reduction Coefficient (NRC)) โดย NRC คือ ค่าเฉลี่ยของ SAC ที่ถูกวัดที่ความถี่ต่าง ๆ โดยทั่วไปค่า NRC จะต้องมีย่านค่ามากกว่า 0.40 ถึงจะถือว่าเป็นวัสดุดูดซับเสียง วัสดุที่มีรูพรุน หนาแน่น จะยอมให้คลื่นเสียงทะลุผ่านไปได้ ซึ่งจะเป็นที่ที่พลังงานเสียงจะเปลี่ยนเป็นความร้อนเนื่องจากความเสียดทานระหว่างช่องอากาศกับเส้นใย วัสดุ วัสดุประเภทนี้สามารถมีค่า NRC ได้มากถึง 0.95 – 1.00 ขึ้นอยู่กับความหนาของฉนวน [6] ดังนั้นจึงนิยมนำเส้นใยธรรมชาติมาขึ้นรูปเป็นวัสดุดูดซับเสียง ซึ่งในตารางที่ 1 แสดงข้อมูลของงานวิจัยต่าง ๆ ที่ผ่านมาที่มีการใช้เส้นใยธรรมชาติมาทำวัสดุดูดซับเสียงและ

บทความวิจัย (Research Article)

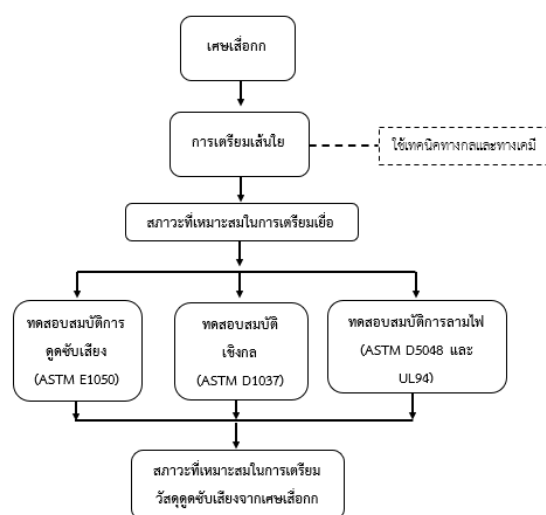
ค่า NRC ของวัสดุแต่ละชนิด จะเห็นได้ว่าเส้นใยธรรมชาติส่วนใหญ่มีค่า NRC สูงกว่า 0.40 ซึ่งถือว่าเป็นวัสดุดูดซับเสียงแต่ถ้า NRC น้อยกว่า 0.40 สามารถที่จะพัฒนาให้ค่าเพิ่มมากขึ้นโดยเปลี่ยนวัสดุประสาน หรือเปลี่ยนอนุภาคของเส้นใยส่วนผสมที่นำมาทำเป็นแผ่นดูดซับเสียง รวมถึงความหนาของแผ่นดูดซับเสียงก็ส่งผลต่อค่า NRC [7,8] จากงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่พบว่ามีกรนำเส้นใยกกมาใช้ในการทำวัสดุดูดซับเสียง ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงนำเศษกกเหลือทิ้งในกระบวนการทอเสื่อมาพัฒนาเป็นแผ่นดูดซับเสียง โดยจะหาสภาวะการเตรียมเส้นใยกกที่เหมาะสมและนำไปศึกษาคุณสมบัติเชิงกล สมบัติความต้านทานการลามไฟ และสมบัติการดูดซับเสียง

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับความดังของเสียง (NRC) ของวัสดุดูดซับเสียงจากเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ

ชนิดของเส้นใย	NRC	อ้างอิง
ขี้เลื่อย	0.498	นาปีเส้าะ กาโบะ และคณะ [6]
ขานอ้อย	0.355	
เปลือกกล้วย	0.415	
เส้นใยกันขงและแกนลำต้นกล้วย	น้อยกว่า 0.400	กอบร เปรมฤทัย และคณะ [9]
เส้นใยจากกล้วย	0.520	พฤทธิภูมิ ฉัตตะวิริยะ และคณะ [10]
เส้นใยกล้วยงโดยใช้ปูนปลาสเตอร์เป็นวัสดุประสาน	0.430	ศิริเดช สุริตและคณะ [11]
เส้นใยขานอ้อยผสมน้ำยางพารา	0.325	ณัฐนิชา งามะราภา และคณะ [12]

อีกเหตุผลหนึ่งซึ่งถือเป็นข้อดีของเศษเสื่ออกคือ ต้นกกมีปริมาณเซลลูโลสอยู่ในปริมาณมาก สูงถึงร้อยละ 70.52 ปริมาณเซลลูโลสส่งผลต่อสมบัติความเป็นฉนวนดูดซับเสียง จะเห็นได้ว่าในตารางที่ 1 พบว่าเส้นใยธรรมชาติที่มีค่า NRC สูงจะมีปริมาณเซลลูโลสสูงเช่นกัน เช่น เส้นใยกล้วยงมีปริมาณเซลลูโลสร้อยละ 79.87 เส้นใยจากกล้วยมีปริมาณเซลลูโลสร้อยละ 83.4 เป็นต้น [13]

3. วิธีการวิจัย



รูปที่ 1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแสดงดังรูปที่ 1 โดยขั้นตอนหลักในการดำเนินงานแบ่งเป็น 4 หัวข้อ ดังนี้

3.1 การเตรียมเส้นใยจากเศษเสื่ออก

คัดแยกเส้นใยปอที่ปนมากับเศษเสื่ออก สำหรับเส้นใยปอนั้นจะใช้เป็นเส้นใยในการสานเสื่ออก ดังนั้นจึงปะปนมากับเศษเสื่ออกต้องทำการคัดแยกออกเป็น

บทความวิจัย (Research Article)

ลำดับแรก จากนั้นตวงน้ำปริมาณ 50 เท่าของน้ำหนักแห้งของเศษเสื่อกกที่ใช้ (น้ำหนักเศษเสื่อกก : น้ำ = 50 : 1) ใส่ลงในหม้อต้มสแตนเลส แล้วซังโซเดียมไฮดรอกไซด์แบบเกรด ปริมาณร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักของเศษเสื่อกกแห้งใส่โซเดียมไฮดรอกไซด์แบบเกรดลงในน้ำที่เตรียมไว้ คนให้ละลาย นำเศษเสื่อกกแห้งมาซังให้ได้ปริมาณ 200 กรัม จากนั้นล้างให้สะอาดและใส่ลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เริ่มจับเวลาหลังจากสารละลายเดือด ต้มเป็นระยะเวลา 30 นาที โดยคนทุก ๆ 15 นาที จากนั้นล้างเยื่อกกที่ผ่านการต้มด้วยน้ำสะอาดเพื่อชะล้างสารเคมี โดยล้างจนกว่าน้ำที่ใช้ล้างเยื่อกกมีค่า pH เป็นกลาง ตากเยื่อกกที่ได้ให้แห้งก่อนนำไปขึ้นรูป

3.2 การทดสอบสมบัติเชิงกล(ความต้านทานแรงดึง)

การทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยกกโดยการทดสอบความต้านทานแรงดึงตามมาตรฐาน ASTM D828 [14] ใช้เครื่องทดสอบ LLOYD รุ่น LR5K

3.3 การทดสอบสมบัติความต้านทานการลามไฟ

การทดสอบสมบัติการลามไฟของแผ่นดูดซับเสียงจากเส้นใยกกตามมาตรฐานการทดสอบการลามไฟ ASTM D635 [15] และเกณฑ์ การทดสอบตามมาตรฐาน UL94 [16] เพื่อทดสอบสมบัติของวัสดุดูดซับเสียง

3.4 การทดสอบสมบัติการดูดซับเสียง

การทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงของแผ่นวัสดุดูดซับเสียงจากเส้นใยกกทำโดย บริษัท Acoustic Laboratory Thailand (ALT) และทดสอบโดยทำตามมาตรฐาน ASTM E1050 [17]

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือการนำเศษกกเหลือทิ้งในกระบวนการทอเสื้อมาพัฒนาเป็นแผ่นดูดซับเสียง โดยจะหาสภาวะการเตรียมเส้นใยกกที่เหมาะสมซึ่งในการเตรียมจะแช่เศษเสื่อกกในสารละลาย NaOH ในปริมาณที่แตกต่างกันโดยใช้ปริมาณร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักของเศษเสื่อกกแห้ง โดยในแต่ละความเข้มข้นจะมีการทดลองซ้ำความเข้มข้นละ 5 ครั้ง ต้มเป็นระยะเวลา 30 นาที หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วนำไปตากให้แห้ง จะเห็นลักษณะเยื่อกกที่ได้จากการแช่ด้วยปริมาณสารละลาย NaOH ที่แตกต่างกันแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 เยื่อกกหลังจากแช่ด้วย NaOH ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ก) 5% ข) 10% ค) 15%

จากรูปที่ 2 การเตรียมเยื่อกกจากเศษเสื่อกกโดยการแช่ด้วยสารละลาย NaOH ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 พบว่าเยื่อที่ได้จะมีลักษณะแข็ง และยังอยู่

บทความวิจัย (Research Article)

ในรูปของเศษเสื่อกกเนื่องจากเส้นใยที่ผ่านการย่อยยังจับตัวกันอยู่ไม่แยกออกเป็นเยื่อ (รูปที่ 2. ก)) แต่เมื่อเพิ่มปริมาณความเข้มข้นสารละลาย NaOH ให้สูงขึ้นเป็น ร้อยละ 10 และ 15 ตามลำดับ พบว่าสามารถตีเยื่อได้ง่ายขึ้นส่งผลให้ลักษณะของเยื่อจะเป็นเส้นใยให้เห็นชัดเจน (รูปที่ 2. ข) และ ค)) แต่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ยังมีบางส่วนยังอยู่ในรูปของเส้นใยกัก เมื่อความเข้มข้นของ NaOH ถึงร้อยละ 15 เส้นใยก็กลายเป็นเยื่อกกอย่างสมบูรณ์ ถ้าเพิ่มความเข้มข้นมากกว่านี้เยื่อกกจะย่อยสลายหมดไม่อยู่ในสภาพเส้นใยที่ใช้งานได้ และสังเกตได้ว่าสีของเยื่อกกมีความสว่างขึ้นนอกจากนี้เมื่อนำมาหาค่าผลผลิตที่ได้ (yield) ของเยื่อกก พบว่าเป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าผลผลิตที่ได้ (yield) ของเยื่อกก

ความเข้มข้น NaOH (%)	มวลแห้งก่อนต้ม (กรัม)	เยื่อแห้งหลังต้ม (กรัม)	ร้อยละผลผลิต
5	200	137.10 ± 4.09	68.55
10	200	116.10 ± 3.01	58.05
15	200	112.70 ± 2.62	56.35

เมื่อพิจารณาค่าผลผลิตของเยื่อกกที่ได้จากการใช้สารละลาย NaOH พบว่าผลผลิตของเยื่อที่ได้จะมีปริมาณลดลงเมื่อมีการใช้สารละลาย NaOH ในปริมาณที่สูงขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ นพดล โพธิ์กำเนิด และคณะ (2562) [18] โดยการย่อยด้วยสารละลาย NaOH ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 จะได้ผลผลิตเยื่อกกร้อยละ 68.55, 58.05 และ 56.35 ตามลำดับ ดังนั้น สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมวัสดุดูดซับเสียงจากเศษเสื่อกกคือ การแช่ด้วย NaOH ที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยน้ำหนักของเศษเสื่อกกแห้ง จะได้เยื่อกกที่มีความเป็น

เส้นใย มีความฟู เหมาะแก่การนำมาขึ้นรูปเป็นวัสดุดูดซับเสียงจากเยื่อกกและค่าผลผลิตที่ได้สูงถึงร้อยละ 56.35 สาเหตุที่ค่าผลผลิตสูงเนื่องจากต้นกกมีปริมาณเซลลูโลสอยู่ในปริมาณมาก โดยมีปริมาณไฮโดรเซลลูโลสสูงถึงร้อยละ 70.52 [19] ซึ่งค่าผลผลิตที่ได้หลังจากแช่ด้วย NaOH จะขึ้นอยู่กับปริมาณเซลลูโลสที่พืชชนิดนั้นมี ถ้าปริมาณเซลลูโลสสูงค่าผลผลิตที่ได้ก็จะสูงด้วย [20] นอกจากนี้การมีเซลลูโลสในปริมาณมากจะส่งผลให้เส้นใยมีสมบัติความเป็นฉนวนดูดซับเสียงที่ดีขึ้นตามลักษณะของเยื่อแผ่นเมมเบรน [21] ด้วยเหตุและปัจจัยเหล่านี้จึงเหมาะสมที่จะนำเศษเสื่อกกเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตเสื่อจันทบูรมาทดลองผลิตเป็นวัสดุดูดซับเสียง

ดังนั้น จึงนำเยื่อกกที่เตรียมไว้มาทำการขึ้นรูปโดยนำไปอัดขึ้นรูปในแม่พิมพ์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แล้วนำแม่พิมพ์ไปให้ความร้อนในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 6 ชั่วโมง กำหนดความหนาของแผ่นดูดซับเสียงที่ 25 มิลลิเมตร ตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียงที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด หลังจากนั้นจึงถอดชิ้นงานแผ่นดูดซับเสียงออกจากแม่พิมพ์ สุดท้ายแล้วจะได้แผ่นดูดซับเสียง



รูปที่ 3 แผ่นดูดซับเสียงจากเยื่อกกที่เตรียมด้วย NaOH ความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยน้ำหนักของเศษเสื่อกกแห้ง มีความหนา 25 มิลลิเมตร

บทความวิจัย (Research Article)

จากเยื่ออกที่เตรียมด้วย NaOH ความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยน้ำหนักของเศษเยื่ออกแห้ง มีความหนา 25 มิลลิเมตร แสดงดังรูปที่ 3 จากนั้นนำมาทดสอบสมบัติการดูดซับเสียงตามมาตรฐาน ASTM E1050 โดยบริษัท Acoustic Laboratory Thailand (ALT) เป็นผู้รับดำเนินการทดสอบ เพื่อพิสูจน์ว่าแผ่นดูดซับเสียงที่เตรียมจากเศษกกเหมาะสมที่จะเป็นนำมาผลิตเป็นวัสดุดูดซับเสียงหรือไม่ โดยต้องมีค่า NRC สูงกว่า 0.40 จึงถือว่าเป็นวัสดุดูดซับเสียง จากผลการทดลองพบว่า แผ่นวัสดุดูดซับเสียงที่ผลิตจากเยื่ออกมีค่าความสามารถในการดูดซับเสียงเฉลี่ย NRC เท่ากับ 0.50 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเมื่อพิจารณาคุณสมบัติของวัสดุดูดซับเสียงโดยเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุจากเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่น ๆ ตามที่แสดงในตารางที่ 1 พบว่าเยื่ออกมีค่า NRC ใกล้เคียงกับเส้นใยจากกล้วย อย่างไรก็ตาม เนื่องจากวัสดุดูดซับเสียงดังกล่าวมีการนำไปใช้งานภายในอาคาร จึงจำเป็นต้องพิจารณาคุณสมบัติเพิ่มเติม เช่น ความต้านทานแรงดึง และสมบัติด้านการต้านทานการลามไฟ เป็นต้น โดยเฉพาะคุณสมบัติเกี่ยวกับการติดไฟหรือลามไฟ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ควรให้ความสำคัญในการเลือกใช้วัสดุสำหรับงานภายในอาคาร

ในงานวิจัยนี้ การทดสอบสมบัติการลามไฟของแผ่นดูดซับเสียงดัดแปลงมาจากขั้นตอนที่แนะนำในมาตรฐานการทดสอบการลามไฟ ASTM D635 และเกณฑ์การทดสอบตามมาตรฐาน UL94 โดยชิ้นงานทดสอบจะถูกตัดให้เป็นชิ้นงานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 13 มิลลิเมตร และยาว 120 มิลลิเมตร ก่อนการทดสอบจะมีการกำหนดเส้นเริ่มต้นการทดสอบที่ระยะ 25 มิลลิเมตรและเส้นสิ้นสุดการทดสอบที่ระยะ 100 มิลลิเมตร จากปลายด้านที่ได้รับเปลวไฟ ก่อนเริ่มทดสอบ ชิ้นงานทดสอบจะถูกวางในแนวนอนขนานกับพื้นและถูกเปลวไฟที่บริเวณปลายชิ้นงานเป็นเวลา 30 วินาที เมื่อเกิดการลุกลามของไฟผ่านเส้นเริ่มต้นจะเริ่มจับเวลา และยุติการจับเวลาเมื่อการลามไฟได้

สิ้นสุดลง ระยะเวลาที่เกิดการลามไฟและระยะทางที่ไฟสามารถลุกลามได้ จะถูกบันทึกและนำไปคำนวณหาอัตราการเผาไหม้ (Linear Burning Rate) ตามสมการที่ (1)

$$v = \frac{60L}{t} \quad (1)$$

เมื่อ v คือ อัตราการเผาไหม้ (มิลลิเมตรต่อนาที (mm/min))
 L คือ ระยะทางที่ไฟสามารถลุกลามได้ (มิลลิเมตร (mm))
 t คือ ระยะเวลาที่เกิดการลามไฟ (วินาที (s))

สำหรับผลการทดลองการลามไฟของแผ่นดูดซับเสียงจากเยื่ออก แสดงในตารางที่ 3 ตามมาตรฐาน UL94 ระบุไว้ว่าในการทดสอบหนึ่งชุดจะใช้ตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง วัสดุที่ผ่านการทดสอบต้องมีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทั้งสามตัวอย่างจึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์ วัสดุที่มีสมบัติการต้านทานการลามไฟตามมาตรฐานโดยข้อกำหนดระบุว่าชิ้นงานที่มีความหนา 3-13 มิลลิเมตร จะต้องม้ออัตราการเผาไหม้ไม่เกิน 40 มิลลิเมตรต่อนาที และชิ้นงานมีความหนาน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร จะต้องม้ออัตราการเผาไหม้ไม่เกิน 75 มิลลิเมตรต่อนาที

ตารางที่ 3 อัตราการเผาไหม้ของแผ่นดูดซับเสียงจากเยื่ออก

ตัวอย่างที่	ความหนา (mm)	อัตราการเผาไหม้ (mm/min)
1	3.16	13.78
2	2.10	13.60
3	3.90	1.70

บทความวิจัย (Research Article)

จากตารางที่ 3 ตัวอย่างที่ 1 และ 3 มีความหนาของชิ้นงานอยู่ในช่วง 3-13 มิลลิเมตร พบว่ามีอัตราการเผาไหม้ที่ 13.78 และ 1.70 มิลลิเมตรต่อนาทีตามลำดับ ซึ่งไม่เกิน 40 มิลลิเมตรต่อนาที และตัวอย่างที่ 2 มีความหนา 2.10 มิลลิเมตรและมีอัตราการเผาไหม้ที่ 13.60 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งไม่เกิน 75 มิลลิเมตรต่อนาที ดังนั้น ชิ้นงานทดสอบจากแผ่นดูดซับเสียงเยือกทั้ง 3 ตัวอย่าง มีผลการทดสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตามมาตรฐาน UL94 ทุกประการ ดังนั้น แผ่นดูดซับเสียงจากเยือกจึงจัดเป็นวัสดุที่เข้าหลักเกณฑ์ความปลอดภัยตามมาตรฐานที่ระบุไว้

เมื่อนำมาทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นดูดซับเสียงจากเยือกสามารถหาได้จากการทดสอบความต้านทานแรงดึง ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในมาตรฐาน ASTM D828 โดยชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐานจะเป็นชิ้นงานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 25.4 ± 0.5 มิลลิเมตร และยาว 254 มิลลิเมตร (ดังรูปที่ 4) ก่อนการทดสอบจะมีการบันทึกค่าความหนาของชิ้นงานก่อนทดสอบทุกครั้ง เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความเค้น ชิ้นงานทดสอบหนึ่งชุดจะใช้ตัวอย่าง 10 ตัวอย่าง และทดสอบด้วยอัตราการดึง 25.4 มิลลิเมตรต่อนาที ด้วยเครื่องทดสอบสมบัติเชิงกลเอนกประสงค์ (LLOYD Instruments)



รูปที่ 4 ชิ้นงานทดสอบความต้านทานแรงดึงจากแผ่นดูดซับเสียงจากเยือก

การทดสอบความต้านทานแรงดึงนั้นเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความแข็งแรงของปัจจัยต่อไปนี้ ได้แก่ ความแข็งแรงของเยือกกระดาษ ความยาวและการเกาะติดของเยือกกระดาษ จากการทดลองพบว่าค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate tensile strength) ของแผ่นดูดซับเสียงจากเยือกมีค่าเท่ากับ 0.40 ± 0.13 เมกะปาสคาล (MPa) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าความต้านทานแรงดึงของกระดาษที่ทำจากเศษใบจากในงานวิจัยของ นพดล โพชกำเหนิด และคณะ [18] โดยความแข็งแรงของกระดาษจะขึ้นอยู่กับปริมาณของเส้นใยโดยเฉพาะลิกนิน ซึ่งต้นกกมีปริมาณลิกนินร้อยละ 17.30 [18] ใกล้เคียงกับใบจากซึ่งมีปริมาณลิกนินร้อยละ 10.50 ทำให้มีความต้านทานแรงดึงเท่ากับ 0.38 ± 0.05 เมกะปาสคาล (MPa) ค่าความต้านทานแรงดึงของทางจากเท่ากับ 1.41 ± 0.05 เมกะปาสคาล (MPa) และมีปริมาณลิกนินสูงถึงร้อยละ 58.23 ดังนั้น ปริมาณลิกนินในพืชส่งผลต่อความแข็งแรงของเยือกกระดาษหรือแผ่นดูดซับเสียงที่ทำมาจากใยธรรมชาติ

5. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาวัสดุดูดซับเสียงจากเส้นใยกก ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการทอเสื่อของวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์แปรรูปเสื่อกกชุมชนตำบลสระแก้ว จังหวัดจันทบุรี สามารถทำได้โดยสถานะที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมแผ่นดูดซับเสียงจากเยือก คือ เตรียมด้วยการแช่ NaOH ความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยน้ำหนักของเศษเสื่อกกแห้ง ขึ้นรูปให้มีความหนาเท่ากับ 25 มิลลิเมตร จะเป็นวัสดุดูดซับเสียงที่ดีเนื่องจากให้ค่าสัมประสิทธิ์การลดระดับความดังของเสียง (NRC) เท่ากับ 0.50 และแผ่นดูดซับเสียงจากเยือกนี้ยังเหมาะสมที่จะใช้ติดตั้งภายในอาคารเนื่องจากว่ามีคุณสมบัติไม่ลามไฟ และมีความแข็งแรงของแผ่นดูดซับเสียงระดับหนึ่ง มีค่าความต้านทานแรงดึงเท่ากับ 0.40 ± 0.13 เมกะปาสคาล (MPa) ดังนั้น

บทความวิจัย (Research Article)

หากมีความประสงค์ที่จะพัฒนาแผ่นวัสดุดูดซับเสียงจากเยื่อกระดาษให้สามารถผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้ ควรพิจารณาปรับปรุงคุณสมบัติเพิ่มเติม โดยเฉพาะการเพิ่มค่าความสามารถในการดูดซับเสียง (NRC) ให้ใกล้เคียงกับวัสดุดูดซับเสียงเชิงพาณิชย์ที่มีค่า NRC โดยเฉลี่ยประมาณ 0.60 ทั้งนี้ เนื่องจากความหนาของแผ่นวัสดุมีอิทธิพลต่อค่าดังกล่าว การเพิ่มความหนาของแผ่นอาจเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงประสิทธิภาพการดูดซับเสียงให้สูงขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยและนวัตกรรมจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.): งบประมาณด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2567 ผ่านหน่วยงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี (เลขที่สัญญา 1119/2567)

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] พิญา สมบูรณ์, "สืบสานตำนานเสื้อกั๊กจันทบุรี ภูมิปัญญาท้องถิ่นบนฐานอัตลักษณ์วิถีชุมชน กรณีศึกษาบ้านท่าแฉลบ ตำบลบางกะจะ จังหวัดจันทบุรี," *Journal of Roi Kaensarn Academi*, ปีที่ 9, ฉบับที่ 10, หน้า 32-44, 2567.
- [2] สุภารีย์ เถาว์วงศ์ษา, "การศึกษาอัตลักษณ์การทอเสื้อกั๊กจันทบุรีในอดีต : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์วัฒนธรรมท้องถิ่นและหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี," *วารสารศิลปกรรมบูรพา*, ปีที่ 25, ฉบับที่ 1, หน้า 167-186, 2565.
- [3] บุศรินทร์ สายรัตน์ และ จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า, "การวิเคราะห์รูปแบบการถ่ายทอดความรู้ ภูมิปัญญาท้องถิ่นการทอเสื้อกั๊กของจังหวัด

จันทบุรี," *วารสารการวัดผลการศึกษา*, ปีที่ 37, ฉบับที่ 101, หน้า 104-113, 2563.

- [4] สำนักงานจังหวัดจันทบุรี, *แผนพัฒนาจังหวัดจันทบุรี พ.ศ. 2561-2565 (ฉบับทบทวน พ.ศ. 2564)*, [ออนไลน์]. Available: https://www.chanthaburi.go.th/files/com_news_devpro/2021-05_72f380646b5e9f9.pdf. [เข้าถึงเมื่อ: 1 เมษายน 2568].
- [5] ปาณิสรา สุจริตกุล, "การพัฒนาวัสดุดูดซับเสียงที่ผลิตจากเส้นใยพอลิเมอร์ในหน้ากากอนามัยและน้ำยาฆ่าเชื้อ," *วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สถาปัตยกรรม, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 2565.
- [6] นาปีเสาะ กาโอะ, ซอลิฮาห์ ละตานา, และ โรสลินา จาราว, "สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น," ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ การนำเสนอผลงานวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คุณภาพผู้เรียน คุณภาพครู*, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 2559, หน้า 34-42.
- [7] ดิณฑ์ บุญมี, ปณณวัชร วิโนทกะ, จิรวรร จิรจตุรงค์ชัย, นิเทศ ศรีเมือง, และ เกียรติ ดวงอุปมา, "แผ่นซับเสียงจากเปลือกเมล็ดทานตะวัน," *วารสารเกษตรพระวรุณ*, ปีที่ 20, ฉบับที่ 2, หน้า 37-41, 2566.
- [8] ประชุม คำพุฒ, "แผ่นบุผนังป้องกันเสียงผลิตจากยางธรรมชาติผสมเศษผลิตภัณฑ์พลาสติกเอทิลีนไวโนลอะซิเตท," *วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย*, ปีที่ 32, ฉบับที่ 2, หน้า 53-60, 2561.

บทความวิจัย (Research Article)

- [9] กอปร เปรมฤทัย, โสภา วิศิษฐ์ศักดิ์, และ ปารเมศ กำแหงฤทธิรงค์, "วัสดุดูดซับเสียงผนังภายในอาคารจากเส้นใยกล้วยและวัสดุประสานจากธรรมชาติ," ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้และสิ่งประดิษฐ์ ครั้งที่ 2*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2561, หน้า 159-168.
- [10] พงษ์วิวัฒน์ นิตตะวิริยะ, ดุชนิ ศุภวรรณกุล, รัชมี แสงศิริมงคลยิ่ง, และกฤษฎา เสือเอี่ยม, "การพัฒนาแผ่นดูดซับเสียงที่ได้จากเส้นใยกากกล้วย," *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, ปีที่ 14, ฉบับที่ 3, หน้า 743-754, 2565.
- [11] ศิรเดช สุริต และ กันติทัต ทับสุวรรณ, "แนวทางการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากใยกล้วยด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมในชุมชน," *วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ*, ปีที่ 7, ฉบับที่ 6, หน้า 1-16, มิถุนายน 2565.
- [12] ณัฐนิชา ภะมราภา, ณัฏรี ศรีดารานนท์, และ โสภา วิศิษฐ์ศักดิ์, "แผ่นวัสดุดูดซับเสียงจากเส้นใยขานอ้อย และวัสดุประสานจากธรรมชาติ," *วารสารสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างวินิจัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, ปีที่ 23, ฉบับที่ 3, หน้า 143-157, กันยายน-ธันวาคม 2567.
- [13] วุฒินันท์ คงทัด, สุธีรา วิทยากาญจน์, วีรศักดิ์ สมิตพิพงศ์, ชนาพร งามโรจน์, จิรชยา บุญญฤทธิ์, และรังสิมา ชลคุป, "การศึกษาศักยภาพของการใช้เส้นใยเซลลูโลสสำหรับเสริมแรงในวัสดุคอมพอสิต," ใน *การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54*, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559, หน้า 773-780.
- [14] ASTM International, *ASTM D828 Standard Test Method for Tensile Properties of Paper and Paperboard Using Constant-Rate-of-Elongation Apparatus*, 2022.
- [15] ASTM International, *ASTM D635 Standard Test Method for Rate of Burning and/or Extent and Time of Burning of Plastics in a Horizontal Position*, 2022.
- [16] Underwriters Laboratories, *UL94 Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances*, 2024.
- [17] ASTM International, *ASTM E1050 Standard Test Method for Impedance and Absorption of Acoustical Materials Using a Tube, Two Microphones and a Digital Frequency Analysis System*, 2019.
- [18] นพดล โพธิ์กำเนิด, สุปราณี วุ่นศรี, และ ธัญวลัย รัตนกิจจ, "การพัฒนาระบบการผลิตกระดาษจากโดยใช้วัสดุเหลือใช้จากการผลิตใบจากสูบเพื่อความยั่งยืนของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน," *วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต*, ปีที่ 7, ฉบับที่ 3, หน้า 271-282, 2562.
- [19] พัทธภรณ์ พิมพ์จันทร์, สุปัญญา พงอูทา, พรนภา บุญตา, และอรุณรัตน์ อุทัยกุล, "การสกัดเซลลูโลสจากต้นกกเพื่อใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เส้นใยอาหาร," *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, ปีที่ 1, ฉบับที่ 1, หน้า 19-25, มกราคม-มิถุนายน 2561.
- [20] กาญจนา ลือพงษ์, นงนุช ศศิธร, และ เกษม มานะรุ่งวิทย์, "การเตรียมกระดาษคราฟท์จาก

บทความวิจัย (Research Article)

ผักตบชวา ใบสับปะรด และกากกล้วย,"
วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, ปีที่ 11,
ฉบับที่ 1, หน้า 15-22, 2560.

- [21] ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ กนกวรรณ มะ
สุวรรณ, "การศึกษาสมบัติในการกันเสียงของ
แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ,"
วารสารวิจัยและพัฒนา มจร., ปีที่ 38, ฉบับที่ 1,
หน้า 71-86, 2558.