



บทความวิจัย (Research Article)

Volume 4, No. 1, January – June 2025, ISSN : 2821-9066 (Print)

สมบัติทางความร้อนและทางกายภาพของฉนวนกันความร้อน

จากเส้นใยกาบกล้วยผสมน้ำยางพารา

Thermal and Physical Properties of Thermal Insulation from Banana Sheath Fiber and Natural Rubber Latex

ปริญ นิลแสงรัตน์^{1*} มาวิน ปูนอน¹ กลยุทธิ์ ดีจีริง¹ และนาวิน นิลแสงรัตน์²

Pariya Nilsaengrat^{1*}, Mavin Punon¹, Konlayut Deejing¹ and Navin Nilsaengrat²

¹ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

² สาขาวิชาการบริหารการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

¹ Program of Physics, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University

² Educational Administration Branch, Faculty of Education, Pathumthani University

* Corresponding author e-mail: pariya.ni@rmu.ac.th

Received: April 21, 2025/ Revised: June 27, 2025/ Accepted: June 28, 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาคุณสมบัติของวัสดุฉนวนกันความร้อนจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพและปลอดภัยต่อสุขภาพมนุษย์ โดยใช้วัสดุหลักคือ เส้นใยกาบกล้วยและน้ำยางพารา งานวิจัยได้สำรวจอัตราส่วนผสมของเส้นใยกาบกล้วยต่อน้ำยางพาราโดยมวลที่ต่างกัน ได้แก่ 5:95, 10:90, และ 15:85 เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตฉนวน คุณสมบัติที่ทำการศึกษประกอบด้วย ค่าการนำความร้อน ค่าความร้อนจำเพาะ อัตราการลามไฟ ความหนาแน่น และการดูดซับน้ำ ผลการศึกษาพบว่า ฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกาบกล้วยผสมน้ำยางพาราในอัตราส่วน 15:85 โดยมวล ให้คุณสมบัติที่ดีที่สุด โดยมีค่าการนำความร้อน ค่าความจุความร้อนจำเพาะ อัตราการลามไฟ และความหนาแน่นต่ำที่สุดคือ 0.138 W/m·K 1.140 MJ/m³·K 0.011 cm/s และ 489 kg/m³ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การดูดซับน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้น จากผลการทดลองทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกาบกล้วยผสมน้ำยางพารามีคุณสมบัติการนำความร้อนและคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับฉนวนใยธรรมชาติชนิดอื่น งานวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และพัฒนาไปสู่การเป็นวัสดุทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับการก่อสร้าง

คำสำคัญ: เส้นใยกาบกล้วย, น้ำยางพารา, ฉนวนกันความร้อน, การนำความร้อน

Abstract

This research aims to develop and characterize thermal insulation materials derived from biodegradable and human-safe agricultural waste, specifically banana sheath fiber and natural rubber latex. The study investigated various mass ratios of banana sheath fiber to natural rubber latex: 5:95, 10:90, and 15:85, to identify the optimal composition for insulation production. The properties evaluated included thermal conductivity, specific heat capacity, flammability rate, density, and water absorption. The results indicate that the thermal insulation produced from a 15:85 mass ratio of banana sheath fiber to natural rubber latex exhibited the most favorable properties. This composition yielded the lowest thermal conductivity, specific heat capacity, flammability rate, and density, which were 0.138 W/m·K, 1.140 MJ/m³·K, 0.011 cm/s, and 489 kg/m³, respectively. However, water absorption tended to increase with higher fiber content. Overall, the findings suggest that the thermal insulation developed from banana sheath fiber and natural rubber latex possesses thermal and physical properties comparable to other natural fiber insulation materials. This research provides a valuable pathway for adding value to agricultural waste and advancing its development as an eco-friendly alternative construction material.

Keywords : banana sheath fiber, natural rubber, thermal insulation, thermal conductivity

บทนำ

จากสภาพอากาศที่ร้อนขึ้นในประเทศไทย การออกแบบอาคารที่อยู่อาศัยจึงต้องคำนึงถึงการป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร โดยฉนวนกันความร้อนได้รับความนิยมในการติดตั้งเหนือฝ้าเพดานเพื่อช่วยในการลดการส่งผ่านความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ตัวอาคาร ช่วยในการรักษาอุณหภูมิให้คงสภาพที่ต้องการซึ่งจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งหรือการทำงานของเครื่องปรับอากาศ อันจะเป็นการช่วยประหยัดพลังงานได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งแผ่นฉนวนกันความร้อนที่นิยมใช้ส่วนใหญ่ผลิตมาจากวัสดุสังเคราะห์ประเภทใยแก้ว อย่างไรก็ตามใยแก้วสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพและร่างกายของผู้ใช้ได้หากมีการสัมผัสหรือหายใจเอาฝุ่นของเส้นใยเข้าไป สามารถทำให้เกิดอาการคันที่ผิวหนัง แดง แสบตา ระคายคอ และจามได้ (ปานใจ สื่อประเสริฐสิทธิ์, ชิตชนนตรี บุญเฉลียว และสุธาทิพย์ จันทร์ศิริ, 2563) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีลักษณะเป็นเส้นใยเซลลูโลสที่ย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติและไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์มาใช้ทดแทนในการผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนเส้นใยสังเคราะห์ดังกล่าว

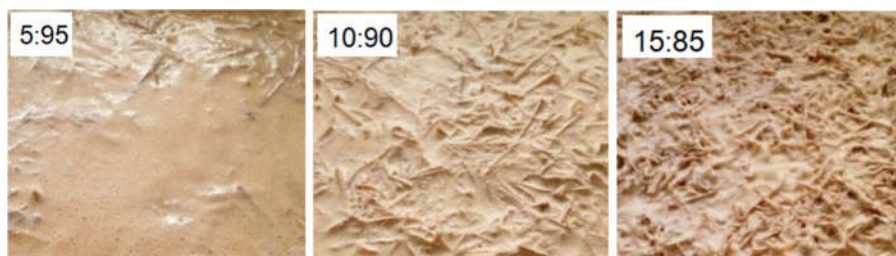
งานวิจัยหลายชิ้นจึงมุ่งเน้นพัฒนางานจากวัสดุธรรมชาติท้องถิ่นเพื่อเพิ่มมูลค่า เช่น การศึกษาของ ปานใจ สื่อประเสริฐสิทธิ์ และคณะ (2563) ที่ผลิตฉนวนกันความร้อนจากเปลือกทุเรียนผสมน้ำยางพารา พบว่าอัตราส่วน 1:3 ให้ค่าการนำความร้อนเป็น 0.123 W/m·K และผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 876-2547 ขณะที่ โรสลีนา จาราแวน (2559) ศึกษาฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ กล้วยาคา ฟางข้าว ใยมะพร้าว และกาบหมาก โดยฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกาบหมากมีค่าการนำความร้อนต่ำที่สุดคือ 0.017 W/m·K และจากผลการวิเคราะห์สภาพพื้นผิวด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่า สภาพพื้นผิวฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกาบหมากมีพื้นผิวที่มีรูพรุนมาก จึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำเมื่อเทียบกับเส้นใยอื่น ๆ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงมีเป้าหมายที่จะลดค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากกากกล้วยและน้ำยางพาราให้ลดต่ำลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน ซึ่งกากกล้วยเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีโครงสร้างที่เป็นรูพรุนและสามารถกักเก็บอากาศไว้ภายในได้ ซึ่งอากาศเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี (Olaiya et al., 2016) และองค์ประกอบของเซลลูโลสสูง (46.3%) เฮมิเซลลูโลส (12.5%) ลิกนิน (15.8%) ของมวลแห้ง

(Jayaprabha, Brahmakumar, & Manilal, 2011) การมีปริมาณเซลลูโลสสูงช่วยให้เส้นใยมีความหนาแน่นและโครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับการกักเก็บอากาศทำให้มีส่วนช่วยในการเป็นฉนวน (Olaiya, Aina, & Olawale, 2016) จากข้อมูลดังกล่าว เส้นใยจากกล้วยจึงเหมาะแก่การผลิตฉนวนกันความร้อน ทั้งยังไม่เป็นมลพิษและหาได้ง่าย ในงานวิจัยนี้ใช้น้ำยางพาราเป็นส่วนผสมเพื่อให้สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นฉนวนกันความร้อนได้

ดังนั้นในงานวิจัยจึงมีการศึกษาการนำความร้อน ค่าความร้อนจำเพาะ การลามไฟ ความหนาแน่น และการดูดซับน้ำ เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาฉนวนที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติแทนการใช้ฉนวนจากเส้นใยสังเคราะห์ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้กล้วยน้ำว้าชั้นนอกเป็นวัสดุหลักในงานวิจัยนี้ จัดว่าเป็นการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร อีกทั้งช่วยในการจัดการวัสดุเหลือทิ้งไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอันเป็นแนวทางที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

วิธีดำเนินการวิจัย

นำกล้วยน้ำว้าชั้นนอกที่แห้งมาตัดให้มีขนาดยาว 5 cm แล้วไปต้มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 100 °C บนเตาแม่เหล็กไฟฟ้า (Electrolux ETD29PKR) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อให้กล้วยเป็นเส้นใย จากนั้นเทน้ำทิ้ง แล้วนำเส้นใยที่ได้ไปผึ่งอากาศในถาดอลูมิเนียม เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อให้เส้นใยเย็นตัว จากนั้นนำเส้นใยไปปั่นด้วยเครื่องปั่นกำลังสูง (ยี่ห้อ Ceflar รุ่น CSJ-01) แล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 10 (ขนาดช่องเปิด 2 mm) จากนั้นผสมบอแรกซ์ ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, Borax Sodium Tetraborate Decahydrate 99.9%) ใช้เป็นสารหน่วงไฟ กับน้ำ 10% โดยมวล นำเส้นใยไปแช่ในสารละลายบอแรกซ์เป็นเวลา 30 นาที แล้วไปตากให้แห้ง จากนั้นนำเส้นใยที่แห้งแล้วผสมกับน้ำยางพาราหล่อแบบ (D.I.Y.) โดยวิธีปั่นกวนในอัตราส่วน 5:95 10:90 และ 15:85 โดยมวล เทลงในถาดอลูมิเนียมเพื่อขึ้นรูปแผ่นฉนวนกันความร้อนขนาดกว้าง 20.0 cm ยาว 20.0 cm สูง 1.5 cm ปลอบให้แผ่นฉนวนกันความร้อนแห้งสนิท จากนั้นนำแผ่นฉนวนไปอบที่อุณหภูมิ 100 °C ในตู้อบลมร้อนแบบมีพัดลม (ยี่ห้อ Memmert รุ่น UF110) เป็นเวลา 45 นาที เพื่อให้ตัวอย่างคงรูปร่างสมบูรณ์ (วิศิษฐ์ ไกลเจริญรัตน์, 2548) ซึ่งตัวอย่างผิวนอกของชิ้นงานแผ่นฉนวนกันความร้อนผลิตจากเส้นใยจากกล้วยและน้ำยางพาราแสดงดังภาพที่ 1



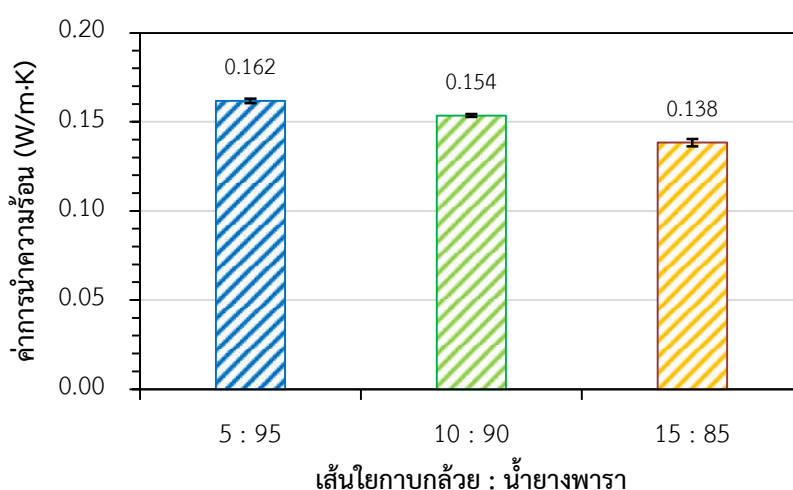
ภาพที่ 1 ฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยจากกล้วยผสมน้ำยางพาราที่อัตราส่วน 5:95 10:90 และ 15:85 โดยมวล

ค่าการนำความร้อนและความจุความร้อนจำเพาะของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยจากกล้วยผสมน้ำยางพาราทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบค่านำความร้อน Heat Flow Meter (HOT DISK TPS2500S) ตามมาตรฐาน ASTM C177-19 ความหนาแน่นทดสอบโดยการชั่งมวลและวัดขนาดเพื่อคำนวณหาปริมาตรของตัวอย่าง อัตราการลามไฟทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 635-18 โดยทำการทดสอบภายในห้องทดสอบที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม โดยที่อุณหภูมิอยู่ในช่วง 23-25 °C และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 50-55% ในการทดสอบนี้ใช้แก๊ส Butane (BUGA FLAME) ส่วนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดกว้าง 1.5 cm ยาว 10.0 cm หนา 1.5 cm และการดูดซับน้ำทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D570 โดยแช่ตัวอย่างในน้ำที่มีอุณหภูมิ 23 °C นาน 24 ชั่วโมง ขนาดของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบคือ กว้าง 5.0 cm ยาว 5.0 cm หนา 1.5 cm และได้ทำการทดสอบอัตราส่วนละ 5 ตัวอย่างเพื่อความถูกต้องและน่าเชื่อถือของข้อมูล

ผลการทดลองและอภิปรายผล

ค่าการนำความร้อน

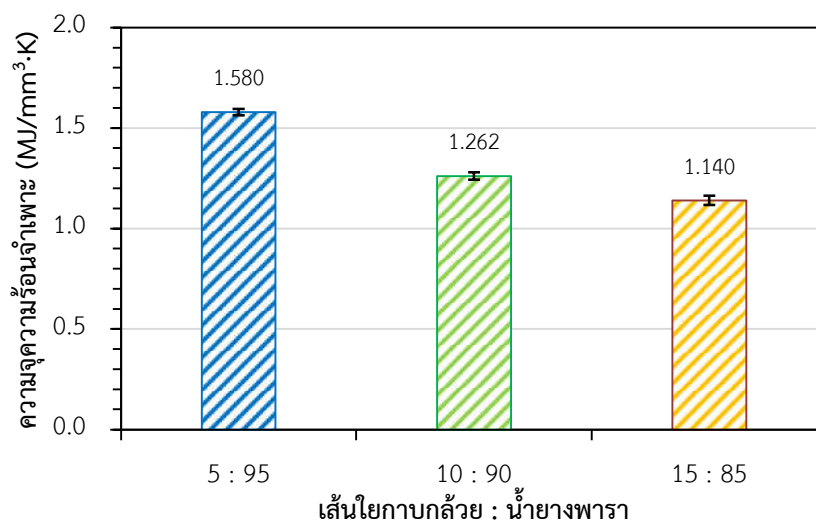
ผลการวิเคราะห์ค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพาราดังภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยกากกล้วยกับน้ำยางพาราทั้งสามอัตราส่วนมีแนวโน้มที่ลดลงตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้นหรือปริมาณเซลลูโลสเพิ่มขึ้นจึงส่งผลต่อความเป็นฉนวนกันความร้อน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Olaiya, Aina, and Olawale (2016) ที่ระบุว่าเส้นใยพืชธรรมชาติมีโครงสร้างที่เป็นรูพรุน ช่วยลดค่าการนำความร้อน และยังใกล้เคียงกับผลของ Roslina (2016) ที่พบว่าฉนวนจากเส้นใยกากหมากซึ่งมีโครงสร้างรูพรุนให้ค่าการนำความร้อนต่ำที่สุดในกลุ่มวัสดุธรรมชาติ เมื่อเทียบกับฉนวนกันความร้อนเส้นใยฟางข้าวผสมน้ำยางพารา ($0.896 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) (บุญญารัตน์ พิมพ์รม, ปิยะรา แดงนา และปานใจ สื่อประเสริฐสิทธิ, 2560) และฉนวนกันความร้อนเส้นใยเปลือกทุเรียนผสมน้ำยางพารา ($0.123 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) (ปานใจ สื่อประเสริฐสิทธิ และคณะ, 2563) ปรากฏว่าค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพารามีค่าน้อยกว่าฉนวนกันความร้อนเส้นใยฟางข้าวผสมน้ำยางพารา แต่มีค่าสูงกว่าฉนวนกันความร้อนเส้นใยเปลือกทุเรียนผสมน้ำยางพารา ความแตกต่างในโครงสร้างของเส้นใยแต่ละชนิด เช่น ขนาดเส้นใย รูปร่าง และลักษณะการเรียงตัวของเส้นใย อาจส่งผลต่อปริมาตรและรูปแบบของช่องว่างอากาศที่เกิดขึ้นภายในฉนวนกันความร้อน (Jaktorn & Jiajitsawat, 2015) ซึ่งเปลือกทุเรียนอาจมีโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการกักเก็บอากาศได้ดีกว่าเส้นใยกากกล้วย



ภาพที่ 2 ค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพาราที่อัตราส่วนต่างๆ

ค่าความจุความร้อนจำเพาะ

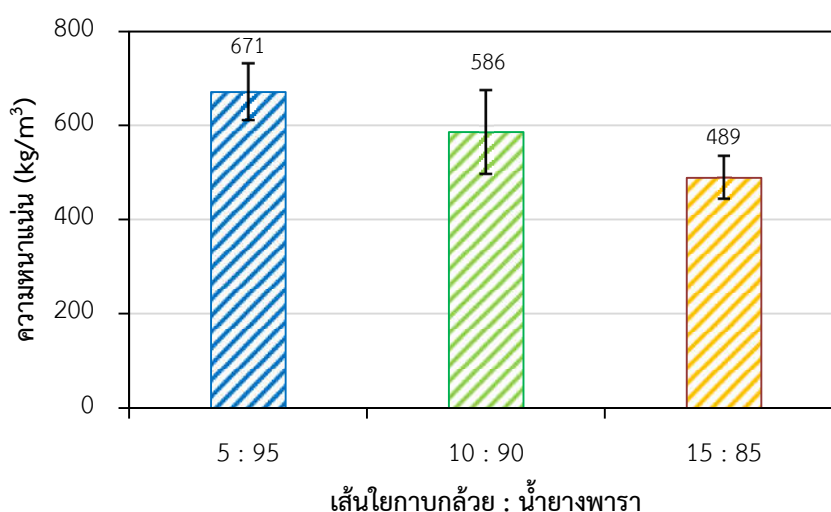
ผลการวิเคราะห์ค่าความจุความร้อนจำเพาะของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพาราดังภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ค่าความจุความร้อนจำเพาะของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพาราทั้งสามอัตราส่วนมีแนวโน้มที่ลดลงตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้นหรือปริมาณเซลลูโลสเพิ่มขึ้น การแปรผันนี้อาจสะท้อนถึงลักษณะการจัดเรียงและการยึดติดของวัสดุผสมในแต่ละสัดส่วน โดยผลการศึกษาของ Belayachi, Hoxha, and Ismail (2017) ได้แสดงให้เห็นว่า โครงสร้างทางกายภาพของวัสดุฉนวนมีผลโดยตรงต่อค่าความจุความร้อนจำเพาะ ซึ่งสัมพันธ์กับความสามารถในการกักเก็บพลังงานความร้อน วัสดุเหล่านี้มักจะเหมาะสำหรับการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี เพราะไม่สามารถดูดซับความร้อนได้มาก (Yousefi & Tariku, 2021)



ภาพที่ 3 ค่าความจุความร้อนจำเพาะของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพาราที่อัตราส่วนต่างๆ

ความหนาแน่น

ค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพารามีแนวโน้มลดลงตามปริมาณของเส้นใยกากกล้วยที่เพิ่มขึ้นดังแสดงในภาพที่ 4 การลดลงของความหนาแน่นเป็นผลจากการลดลงของน้ำยางพาราทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเส้นใยกากกล้วยลดลงทำให้เกิดการยุบตัวกันอย่างหลวม ๆ ก่อให้เกิดช่องว่างหรือรูพรุนมาก ส่งผลให้ความหนาแน่นของแผ่นฉนวนกันความร้อน เมื่อนำค่าความหนาแน่นของแผ่นฉนวนกันความร้อนทั้งสามอัตราส่วนซึ่งมีค่าระหว่าง 489-671 kg/m³ เปรียบเทียบกับฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวผสมน้ำยางพารา (บุญญรัตน์ พิมพ์พร และคณะ, 2560) และฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยทุเรียนผสมน้ำยางพารา (ปานใจ สือประเสริฐสิทธิ์ และคณะ, 2563) คือ 200-600 และ 539-583 kg/m³ ตามลำดับ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

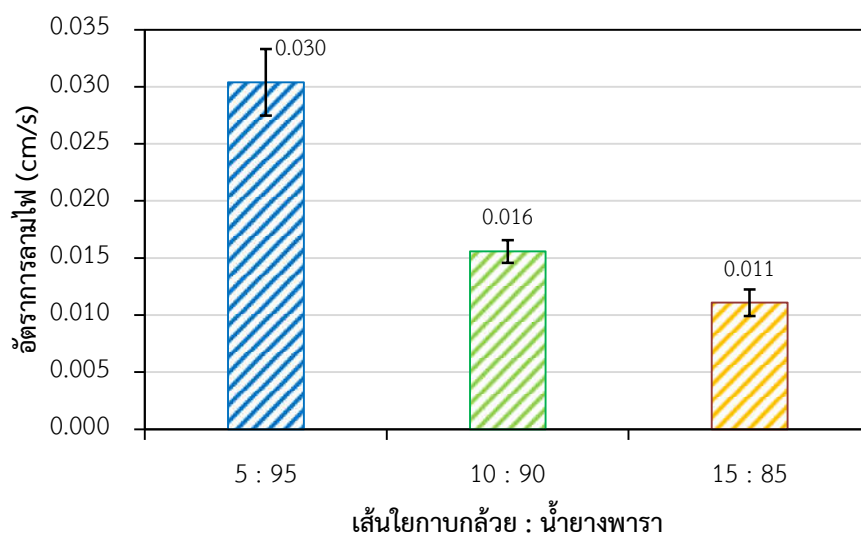


ภาพที่ 4 ค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพาราที่อัตราส่วนต่างๆ

อัตราการลามไฟ

ค่าอัตราการลามไฟของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพารามีแนวโน้มลดลงดังภาพที่ 5 เมื่อปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณน้ำยางลดลง เนื่องจากในขั้นตอนการเตรียมเส้นใยได้นำเส้นใยไปแช่สารหน่วงไฟเมื่อปริมาณ

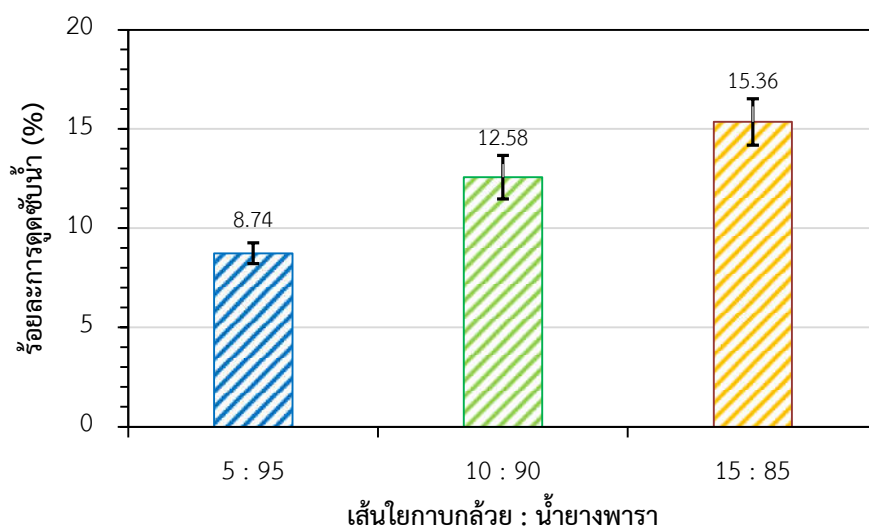
เส้นใยเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณบอแรกซ์ ซึ่งเป็นสารหน่วงไฟที่เคลือบบนผิวของเส้นใยมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามปริมาณเส้นใย จึงส่งผลให้ติดไฟยากและค่าอัตราการลามไฟของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพาราให้มีค่าลดลงตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าอัตราการลามไฟของแผ่นฉนวนกันความร้อนทั้งสามอัตราส่วนซึ่งมีค่าระหว่าง 0.011-0.030 cm/s เปรียบเทียบกับฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยใบเตยปะปนผสมน้ำยางพารา (อำมรีนา ต่ำหิ, 2560) และฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยใบยางพาราผสมน้ำยางพารา (สิทธิชัย โพธิ์ถนอม, 2564) คือ 0.11-0.15 และ 0.012-0.024 cm/s ตามลำดับพบว่าค่าอัตราการลามไฟของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพารามีค่าต่ำกว่าฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยใบเตยปะปนผสมน้ำยางพาราและใกล้เคียงกับฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยใบยางพาราผสมน้ำยางพารา การลดลงของอัตราการลามไฟจึงสะท้อนถึงความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้นของวัสดุฉนวนนี้สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Belayachi et al., (2017)



ภาพที่ 5 ค่าอัตราการลามไฟของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพาราที่อัตราส่วนต่างๆ

การดูดซับน้ำ

ค่าร้อยละการดูดซับน้ำของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพาราทั้งสามอัตราส่วนมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณเส้นใยดังภาพที่ 6 เนื่องจากปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเส้นใยและน้ำยางพารามากขึ้น จึงส่งผลให้ชิ้นงานดูดซับน้ำได้มากขึ้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงคุณลักษณะของเส้นใยธรรมชาติที่มีโครงสร้างเซลลูโลสสามารถดูดซับความชื้นได้ดี (Asdrubali, D'Alessandro, & Schiavoni, 2015) ดังนั้น ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ฉนวนจึงควรคำนึงถึงการเคลือบหรือปรับสภาพพื้นผิวเพื่อป้องกันการดูดซับน้ำที่มากเกินไป เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละการดูดซับน้ำของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพาราทั้งสามอัตราส่วนกับฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติได้แก่ หญ้าคา ฟางข้าว ไยมะพร้าว และกากหมากผสมน้ำยางพารา (โรสลีนา จาราแว, 2559) และฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยใบยางพาราผสมน้ำยางพารา (สิทธิชัย โพธิ์ถนอม, 2564) คือ 3.12-7.08% และ 19.06-74.26% ตามลำดับ จะเห็นว่าฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพาราทั้งสามอัตราส่วนมีค่ามากกว่าแสดงให้เห็นว่าฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากกล้วยผสมน้ำยางพารามีช่องว่างมากกว่าฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติอื่น ๆ ผสมน้ำยางพารา แต่ยังมีค่าน้อยกว่าฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยใบยางพาราผสมน้ำยางพารา



ภาพที่ 6 ค่าการดูดซับน้ำของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากล้วยผสมน้ำยางพาราที่อัตราส่วนต่างๆ

สรุปผลและเสนอแนะ

ฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากล้วยผสมน้ำยางพาราในอัตราส่วน 15:85 โดยมีค่าการนำความร้อน ค่าความร้อนจำเพาะ ค่าอัตราการลามไฟ และค่าความหนาแน่นน้อยที่สุด คือ $0.138 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ $1.140 \text{ MJ/m}^3\cdot\text{K}$ 0.011 cm/s และ 489 kg/m^3 ตามลำดับ การดูดซับน้ำมีแนวโน้มสูงขึ้นตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้นเป็นข้อจำกัดที่ควรปรับปรุง ความหนาแน่นและการดูดซับน้ำของฉนวนแสดงถึงโครงสร้างที่มีรูพรุนของฉนวน ซึ่งส่งผลต่อค่าการนำความร้อนและค่าความร้อนจำเพาะ วัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำและมีโครงสร้างพรุนที่เหมาะสมมักจะมีค่าการนำความร้อนต่ำ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่พึงประสงค์สำหรับฉนวน สำหรับอัตราการลามไฟนั้นขึ้นอยู่กับทั้งองค์ประกอบทางเคมีของฉนวนและการออกแบบโครงสร้างที่สัมพันธ์กับความหนาแน่น เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากล้วยผสมน้ำยางพาราในอัตราส่วน 15:85 กับฉนวนใยแก้วที่ได้จากเชิงพาณิชย์มีค่าเท่ากับ $0.035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ จะเห็นได้ว่าฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกากล้วยผสมน้ำยางพารามีค่าการนำความร้อนที่สูงกว่าฉนวนใยแก้ว 4 เท่า แต่ยังใกล้เคียงกับฉนวนกันความร้อนเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่น โดยการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรร่วมกับน้ำยางพาราเป็นทางเลือกที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในการผลิตวัสดุฉนวนความร้อน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเป็นอย่างยิ่งสำหรับความสะดวกในการใช้เครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ มหารัชมงคล. (2558). การดัดแปลงพื้นผิวเส้นใยเซลลูโลสจากฟางข้าวด้วยไซเลนเพื่อใช้เป็นสารเสริมแรงในอีพอกซีเรซิน. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศิลปากร).

<http://ithesisir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/177>

บุญญารัตน์ พิมพ์ม, ปิยะรา แดงนา และปานใจ สือประเสริฐสิทธิ. (2560). การพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากฟางข้าว. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 13, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม. 358-367.

- ปานใจ สือประเสริฐสิทธิ์, ชิตชนนตรี บุญเฉลียว และสุธาทิพย์ จันทศิริ. (2563). ความเป็นไปได้ทางเทคนิคสำหรับการผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเปลือกทุเรียน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 39(6). 664-671.
- โรสลีนา จาราแว. (2559). *การพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากพืชในเขตท้องถิ่น* (รายงานวิจัย). มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- วิศิษฐ์ โล้เจริญรัตน์. (2548). การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ. *วิศวกรรมสาร มก*, 19, 32-45.
- สิทธิชัย โพธิ์ถนอม. (2564). *การพัฒนาแผ่นประกอบที่ผลิตจากใบยางพาราผสมน้ำยางพาราธรรมชาติสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานอาคาร* (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์).
- https://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2021/TU_2021_6316030219_15139_22083.pdf
- อามีนา ดำทิ. (2560). *การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยใบเตยปะหนัและน้ำยางธรรมชาติ* (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยบูรพา). <https://buuir.buu.ac.th/jspui/handle/1234567890/6605?mode=full>
- Asdrubali, F., D'Alessandro, F., & Schiavoni, S. (2015). A review of unconventional sustainable building insulation materials. *Sustainable Materials and Technologies*, 4, 1-17.
- Belayachi, N., Hoxha, D., & Ismail B. (2017). Impact of fiber treatment on the fire reaction and thermal degradation of building insulation straw composite. *Energy Procedia*, 139, 544-549.
- Bisaria, H., Gupta, M.K., Shandilya, P., and Srivastava, R.K. (2015). Effect of fibre length on mechanical properties of randomly oriented short jute fibre reinforced epoxy composite. *Materials Today: Proceedings*, 2, 1193-1199.
- Jaktorn, C., & Jiajitsawat, S. (2015). Production of thermal insulator from water hyacinth fiber and natural rubber latex. *Naresuan University Science Journal*, 13(2), 11-18.
- Jayaprabha J.S., Brahmakumar M., & Manilal V.B. (2011). Banana pseudostem characterization and its fiber property evaluation on physical and bioextraction. *Journal of Natural Fibers*, 8(3), 149-160. <https://doi.org/10.1080/15440478.2011.601614>
- Kumar, A., Sharma, K., & Mehta, R. (2020). Thermal degradation of lignocellulosic fibers: A flame retardant approach. *Renewable and Sustainable Materials*, 34(6), 453-460.
- Olaiya, N.G., Aina, S.A., & Olawale, S.T. (2016). A comparison of banana fiber thermal Insulation with conventional building thermal insulation. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 11(1), 1-7. <https://journalcjast.com/index.php/CJAST/article/view/1228>
- Roslina, R. (2016). Thermal properties of bio-insulation panels made from agricultural fibers. *Malaysian Journal of Materials Science*, 10(1), 45-52.
- Yousefi Y., and F Tariku. (2021). Thermal Conductivity and Specific Heat Capacity of Insulation materials at Different Mean Temperatures. *Journal of Physics: Conference Series*, 2069.