การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยใบสับปะรด

เฉลิมชัย เที่ยงธรรม[1], โสพส พรหมคุณ[1], กีรติ เกิดศิริ[1,2] และ ณัฐพล ศรีสิทธิโภคกุล[1,2,*]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม
[2]ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางด้านแก้วและวัสดุศาสตร์, นครปฐม
*Nattapon2004@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำเพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรด โดยนำใบสับปะรดที่ผสมกับน้ำยางพาราในอัตราส่วน 40:60 แล้วทำการศึกษาสมบัติของฉนวนที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ ค่าความหนาแน่น การซึมน้ำ และการนำความร้อน จากการทดสอบพบว่า ค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดมีค่าเฉลี่ยอยู่ ที่ 682.2 kg/m^3 ซึ่งสูงกว่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด แต่ในทางกลับกัน ฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดกลับมีค่าการซึมน้ำที่น้อยมากจนถือได้ว่าไม่มีการซึมน้ำเลยอีกทั้งยังมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด เช่น ไฟเบอร์ซีเมนต์ แผ่นไม้ อัด และแผ่นยิบซัม ซึ่งทำให้ฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดนั้นสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนชนิดอื่น ๆ ดังนั้นการพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดจึงมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำมาใช้งานได้จริง

คำสำคัญ: ฉนวนกันความร้อน เส้นใยสับปะรด ค่าความหนาแน่น การซึมน้ำ การนำความร้อน

Production of Insulation from Pineapples Fiber and Rubber

Chaleamchai Tiangtham[1], Soros Prommakun[1], Keerati Kirdsiri [1,2] and Nattapon Srisittipokakun [1,2,*]

[1]Physics Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom, 73000, Thailand

[2]Center of Excellence in Glass Technology and Materials Science (CEGM), Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom, 73000, Thailand

* Nattapon2004@gmail.com

Abstract

This research was done to test the physical and thermal properties of the pineapple's fiber insulators. By mixing the corn leaves with rubber latex at the ratio of 40:60 and studying the properties of the insulator such as density, water permeability and thermal conductivity. From the experiment, it was found that the average density of pineapples fiber insulator was 682.2 kg/m^3, which was higher than the density of commercial insulator, but on the other hand, pineapples fiber insulator has a very low water permeability that is considered no water permeability and also has a very low thermal conductivity compared to commercial insulators such as Fiber cement board, particleboard and gypsum board. As a result, pineapples fiber insulators can insulate heat more than other insulators. Therefore, the development of pineapples fiber insulator is possible to be practical.

Keywords: Insulation , pineapples fiber , Density , Water absorption , Heat conduction

1. บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย และสภาพอากาศปัจจุบันในประเทศไทยมีแนวโน้มที่สูงขึ้น คนไทยจึงมีการใช้เครื่องปรับอากาศมากขึ้น หากความร้อนเข้าสู่อาคารมาก ๆ จะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนัก พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก็จะสูงตามไปด้วย เมื่อบุฉนวนจะช่วยป้องกันความร้อนและอุณหภูมิจากแสงอาทิตย์ในตอนกลางวัน อีกทั้งในตอนกลางคืนก็ยังสามารถช่วยให้ความร้อนจากอุณหภูมิภายนอกที่สูงกว่าถ่ายเทเข้าไปในห้องได้น้อยลง พร้อมทั้งเก็บรักษาความเย็นไว้ได้นานอีกด้วย จึงเป็นการลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศเท่ากับช่วยประหยัดค่าไฟ และช่วยลดการสึกหรอจากการใช้เครื่องปรับอากาศให้สามารถใช้งานได้นาน เครื่องปรับอากาศทำหน้าที่ดึงเอาความร้อนจากคนที่อาศัยอยู่ในห้องไม่ถึงร้อยละ 10 แต่จะดึงเอาความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาตามฝาผนัง ฝ้าเพดาน หน้าต่างกระจก และรอยรั่วของประตูหน้าต่างถึงประมาณร้อยละ 80-90 ดังนั้นการสร้างบ้านเรือนจึงจำเป็นต้องสร้างให้เหมาะกับสภาพอากาศ เอื้อต่อการอยู่อาศัย โดยหาวิธีป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่จะเข้าสู่ภายในตัวอาคารบ้านเรือนตลอดจนการป้องกันอันตรายจากความร้อนและช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า จาก

การใช้เครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะช่วยให้อุณหภูมิภายในตัวอาคารลดลง ผู้คนจึงหาแนวทางในทางแก้ปัญหาโดยนำแผ่นฉนวนกันความร้อนแบบใยแก้วมาติดบนฝ้าเพดานซึ่งมีราคาแพง โดยมีงานวิจัยหลายชิ้นที่มีการประยุกต์ใช้เส้นใยจากวัสดุทางธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมในการทำฉนวน ซึ่งนับเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุธรรมชาติมาพัฒนาเป็นฉนวนกันความร้อน **[1-5]** ในงานวิจัยนี้จึงเป็นจึงเป็นการนำเส้นใยสับปะรดซึ่งอยู่มากในท้องถิ่นมาเป็นวัสดุผสมกับยางพารามาผลิตฉนวนกันความร้อน แล้วทำการการศึกษาและสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรด ได้แก่ ค่าความหนาแน่น และค่าการนำความร้อน ซึ่งคาดว่าฉนวนกันความร้อนเส้นใยสับปะรดจะมีค่าการนำความร้อนที่ใกล้เคียงกับฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

2. วิธีการทดลอง

เตรียมเส้นใยใบสับปะรด

ผู้วิจัยได้นำส่วนใบสับปะรดมาหั่นด้วยมีดให้มีความยาวประมาณ 1 นิ้ว จากนั้นนำมาปั่นด้วยเครื่องปั่นเพื่อให้เป็นฝอยจะได้เส้นใบสับปะรด แล้วนำเส้นใบสับปะรดไปต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 โมลาร์ เพื่อให้ได้เส้นใยที่มีลักษณะอ่อนนุ่มเป็นเส้นเรียวยาว ซึ่งใช้อุณหภูมิในการต้มเส้นใย 80 องศาเซลเซียสและเวลาในการต้มเส้นใย 10 นาที จากนั้นนำเส้นใยไปล้างด้วยน้ำจนสะอาดแล้วนำไปตากแดดให้แห้ง

การขึ้นรูปแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยใบสับปะรดและยางพารา

นำเส้นใยใบสับปะรดและยางพารามาผสมกันในอัตราส่วน 1:4 จากนั้นเทส่วนผสมลงบนถาดขึ้นรูปขนาด 8.5x13x1.5 เซนติเมตร เพื่อรองพื้นเส้นใย นำเส้นใยใบสับปะรดในอัตราส่วนที่กำหนดไว้ มาโรยเป็นชั้นบาง ๆ บนถาด เทน้ำยางพาราหล่อแบบลงบนเส้นใยใบสับปะรด โดยระวังให้เส้นกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอบนถาด จากนั้นโรยเส้นใยใบสับปะรดทับลงไปอีกชั้นและเทน้ำยางพาราหล่อแบบทับ ทำซ้ำเช่นนี้จนได้ความหนาประมาณ 1.5 เซนติเมตร นำแผ่นฉนวนที่ได้ไปตากแดดทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้น้ำยางหล่อแบบเกิดการคงรูป นำแผ่นฉนวนไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยตู้อบลมร้อน แบบไม่มีพัดลม รุ่น UN55 ยี่ห้อ MEMMERT นาน 45 นาที เพื่อให้น้ำยางคงรูปอย่างสมบูรณ์ โดยตัวอย่างฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 1 จากนั้นจึงนำตัวอย่างฉนวนไปศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงความร้อนต่อไป

ภาพที่ 1 ตัวอย่างฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรด

3. ผลการวิจัย

ผลการหาความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรด โดยการทดลองการหาค่าความหนาแน่นตามหลักของอาร์คีมิดิส แต่เนื่องด้วยตัวฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดมีความหนาน้อยมากจึงลอยน้ำ ดังนั้นจึงเปลี่ยนวิธีการวัดความหนาแน่นเป็นการคำนวนจากการนำ มวล/ปริมาตรของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรด โดยทำการตัดตัวอย่างชิ้นงานออกเป็นส่วนย่อย ๆ ทั้งหมด 3 ส่วน แล้วดำเนินการวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนา เพื่อทำการคำนวณปริมาตร พร้อมทั้งนำตัวอย่างทั้งสามไปชั่งน้ำหนักเพื่อหามวลของตัวอย่าง แล้วจึงคำนวณค่าความหนาแน่น ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดมีค่าเฉลี่ยที่ 682.2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ผลทำการทดสอบการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรด โดยทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C177-97 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคือ Hot disk thermal constant analyzer (Hot Disk AB) ซึ่งเป็นเทคนิค Thermal constant analysis (TCA) โดย เงื่อนไขในการทดสอบ คือ เครื่องทดสอบใช้กำลัง 80 วัตต์ เวลาในการทดสอบ 80 วินาที อุณหภูมิภายในห้องขณะทำการทดสอบเท่ากับ 25–26 องศาเซลเซียส ชิ้นงานทดสอบมีขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร หนาไม่เกิน 2 เซนติเมตร ผลทำการทดสอบการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรด จากผลการทดลองพบว่าค่าการนำความร้อนของตัวอย่างทั้งสามมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.0976 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน แสดงได้ดังในตารางที่ 1 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด เช่น ไฟเบอร์ซีเมนต์ (0.1250 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน) แผ่นไม้อัด (0.1380 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน) และแผ่นยิบซัม (0.1900 วัตต์ต่อเมตร·เคลวิน) พบว่าค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดนั้นมีค่าต่ำกว่าฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด ซึ่งทำให้ฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดนั้นสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนชนิดอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตารางค่าความหนาแน่นและค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรด

ชิ้นที่	ขนาด (กว้าง x ยาว x หนา) (เซมติเมตร)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	มวล (กรัม)	ความหนาแน่น (กรัมต่อลบ.ซม.)	ค่าการนำความร้อน (วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน)
1	4.9 x 5.0 x 2.05	50.225	33.100	0.6590	0.0956
2	5.0 x 4.9 x 1.9	46.550	32.700	0.7025	0.0995
3	5.0 x 4.85 x 1.95	47.288	32.400	0.6852	0.0977
เฉลี่ย		48.021	32.733	0.6822	**0.0976**

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรด กับฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด

ชิ้นที่	ค่าการนำความร้อน (วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน)
ฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรด	0.0976
ไฟเบอร์ซีเมนต์	0.1250
แผ่นไม้อัด	0.1380
แผ่นยิบซัม	0.1900

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรด โดยนำใบสับปะรดที่ผสมกับน้ำยางพาราในอัตราส่วน 40:60 แล้วทำการศึกษาสมบัติของฉนวนที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ ค่าความหนาแน่น การซึมน้ำ และการนำความร้อน จากการทดสอบพบว่า ค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 682.2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด แต่ในทางกลับกัน ฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดกลับมีค่าการซึมน้ำที่น้อยมากจนถือได้ว่าไม่มีการซึมน้ำเลย อีกทั้งยังมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด เช่น ไฟเบอร์ซีเมนต์ แผ่นไม้อัด และแผ่นยิบซัม ซึ่งทำให้ฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดนั้นสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนชนิดอื่น ๆ ดังนั้นการพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรดจึงมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำมาใช้งานได้จริง แต่ควรพัฒนากระบวนการสกัดเส้นใยจากใบสับปะรดให้มีลักษณะเป็นเส้นที่เล็กกว่าในงานวิจัยนี้ รวมไปถึงการทดสอบสมบัติการลามไฟเพิ่มเติมด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีแก้วและวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Shahrzad M., Ebrahim T., Parham S., Seyed E.S., Ali K.. (2022). **Sugarcane bagasse waste fibers as novel thermal insulation and sound-absorbing materials for application in sustainable buildings**. Building and Environment, 211, 108753.

[2] Liu H., Tian Y., Jiao J., Wu X., Li Z. (2022). **Thermal conductivity modeling of hollow fiber-based porous structures for thermal insulation applications.** Journal of Non-Crystalline Solids, 575(1), 121188.

[3] Benallel A., Tilioua A., Ettakni M., Ouakarrouch M., Garoum M., Hamdi M.A.A. (2021). **Design and thermophysical characterization of new thermal insulation panels based on cardboard waste and vegetable fibers**. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 48, 101639.

[4] Wu K., Wu H., Wang R., Yan X., Sun W., Liu Y., Kuang Y., Jiang F., Chen S. (2021). **The use of cellulose fiber from office waste paper to improve the thermal insulation-related property of konjac glucomannan/starch aerogel**. Industrial Crops and Products, 177, 114424.

[5] Pal R.K., Goyal P., Sehgal S. (2021). **Effect of cellulose fiber-based insulation on thermal performance of buildings**. Materials Today: Proceedings, 45(6), pp. 5778-5781.