การพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อย

กนิษฐา ธงชัยนำโชค[1], วรรณิศา พุทธะเฮ็ง[1], กีรติ เกิดศิริ[1,2] และ ณัฐพล ศรีสิทธิโภคกุล[1,2,*]

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำเพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อย โดยใช้ใบอ้อยผสมกับน้ำยางพาราในอัตราส่วน 60:40 นำมาศึกษาคุณสมบัติการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อย จากการทดสอบพบว่า ค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 662.8497 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับฉนวนกันความร้อนที่มีอยู่ตามท้องตลาดพบว่า ฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยนั้นมีความหนาแน่นสูงกว่า ในทางกลับกันฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยมีค่าการซึมน้ำที่น้อยมาก และจากผลการทดสอบการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยพบว่า มีค่าการนำความร้อนที่ต่ำมาก โดยจากการเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนระหว่างฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยกับฉนวนกันความร้อนที่มีอยู่ตามท้องตลาด ได้แก่ ไฟเบอร์ซีเมนต์ แผ่นไม้อัด และแผ่นยิบซัม ผลที่ได้คือ ค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อย มีค่าน้อยกว่าฉนวนกันความร้อนที่มีอยู่ตามท้องตลาด ซึ่งทำให้ฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยนั้นสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนกันความร้อนชนิดอื่น ๆ ดังนั้นการพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยจึงมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำมาใช้งานได้จริง

คำสำคัญ: ฉนวนกันความร้อน อ้อย น้ำยางพารา ค่าความหนาแน่นการนำความร้อน

Development of Thermal Insulator from Sugarcane Leaves

Kanittha Thongchainumchok[1], Wannisa Phutthaheng[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 Sugarcane Leaves insulators. By using sugarcane leaves mixed with rubber latex in the ratio of 60:40. Study thermal conductivity properties of insulation from sugarcane leaves. It was found that the average density of sugarcane leaves insulator was 662.8497 kg/m^3, when compared with existing insulation of commercial insulator, it was found that Insulation from sugarcane leaves is denser. On the other hand, the insulation from sugarcane leaves has a very low water permeability and from the thermal conductivity test of the insulation from sugarcane leaves, it was found that it has a very low thermal conductivity. By comparing the thermal conductivity between sugarcane leaf insulation and existing insulation of commercial insulator such as Fiber cement board, particleboard and gypsum board. As a result, the thermal conductivity of the insulation from sugarcane leaves. It is less than the insulation that is available of commercial insulator. This makes the insulation from sugar cane leaves more heat resistant than other types of insulation, so the development of cane leaf insulation is possible to be practical.

Keywords: Insulation, sugar cane, Rubber, Density, Heat conduction

1. บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการนำฉนวนกันความร้อนมาใช้ในอาคารสิ่งก่อสร้างอย่างแพร่หลาย เนื่องจากฉนวนกันความร้อนนั้นสามารถสกัดความร้อนไม่ให้ส่งผ่านไปยังส่วนอื่น ๆ ภายในตัวอาคาร โดยมีลักษณะเบา ประกอบด้วยฟองอากาศเล็ก ๆ จำนวนมาก โดยส่วนมากฉนวนกันความร้อนจะนิยมผลิตมาจากวัสดุสังเคราะห์ เช่น ใยแก้ว ใยหิน โฟม อลูมิเนียมฟอยล์ ซึ่งเป็นวัสดุที่มีมูลค่าในการนำเข้าสูงและอาจจะส่งผลเสียต่อร่างกายได้ เช่น การใช้ฉนวนใยแก้วที่ไม่ได้มาตรฐาน เพราะจะทำให้ฉนวนฟุ้งกระจายกลายเป็นสารพิษในอากาศได้ และอาจเกิดภูมิแพ้ต่างๆได้ และยังมีโรคที่สามารถเกิดจากแร่ใยหินอีกด้วย ได้แก่ โรคแอสเบสโตสิส (asbestosis) หรือโรคปอดใยหิน เป็นโรคปอดเรื้อรังที่เกิดขึ้นเฉพาะกับผู้ที่มีการสัมผัสกับแร่ใยหินเท่านั้น อีกทั้งยังสามารถเป็น

มะเร็งปอด และโรคเมโสเธลิโอมา (mesothelioma) มะเร็งที่เกิดขึ้นบริเวณเยื่อหุ้มปอดและเยื่อบุช่องท้อง โดยมีงานวิจัยหลายชิ้นที่มีการประยุกต์ใช้เส้นใยจากวัสดุทางธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมในการทำฉนวน ซึ่งนับเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุธรรมชาติมาพัฒนาเป็นฉนวนกันความร้อน [1-5] จากผลกระทบดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำฉนวนกันความร้อนโดยใช้สิ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมทางการเกษตร คือ ใบอ้อย และใช้ยางพาราเป็นตัวประสาน และทดสอบสมบัติต่างๆ เช่น ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และการนำความร้อน เพื่อให้ได้ฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสม ราคาถูก วัสดุหาได้ง่ายและมีความเป็นมาตรฐานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอาคารบ้านเรือนได้ คาดว่าฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยจะมีค่าการนำความร้อนที่ใกล้เคียงกับฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

2. วิธีการทดลอง

เตรียมเส้นใยใบอ้อย

นำใบอ้อยมาตากแดดให้แห้งจากนั้นหั่นด้วยมีดให้มีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำไปแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 30 นาที เมื่อครบเวลาจึงทำการล้างด้วยน้ำเปล่าให้สะอาดแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นไปแช่สารบอแรกซ์ ($Na_2B_4O_7$) ความเข้มข้นร้อยละ 10 นาน 30 นาที แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดแล้วจึงนำเส้นใยที่ได้ไปทำการปั่นด้วยเครื่องปั่นให้มีขนาดเล็กแล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาดเบอร์ 10 (2 มิลลิเมตร)

การขึ้นรูปแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยใบอ้อยและยางพารา

นำเส้นใยใบอ้อยที่ตากแห้งแล้วมาผสมกับยางพาราในอัตราส่วน 60:40 แล้วทำการปั่นด้วยเครื่องปั่นเพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเทส่วนผสมลงบนถาดขึ้นรูปขนาด 8.5x13x1.5 เซนติเมตร โดยให้เกิดการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอจนได้ความหนาประมาณ 1.5 เซนติเมตร นำแผ่นฉนวนที่ได้ไปตากแดดทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้น้ำยางหล่อแบบเกิดการคงรูป นำแผ่นฉนวนไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยตู้อบลมร้อนแบบไม่มีพัดลม รุ่น UN55 ยี่ห้อ MEMMERT นาน 45 นาที เพื่อให้น้ำยางคงรูปอย่างสมบูรณ์ โดยตัวอย่างฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 1 จากนั้นจึงนำตัวอย่างฉนวนไปศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงความร้อนต่อไป

ภาพที่ 1 ตัวอย่างฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อย

3. ผลการวิจัย

ในการทดลองได้ทำการตัดตัวอย่างฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยที่เตรียมได้ ออกเป็น 3 ส่วน แล้วทำการวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของตัวอย่างทั้งสาม เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาตร จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักของตัวอย่างเพื่อทำการ

หาค่ามวลของตัวอย่าง แล้วจึงนำค่าปริมาตร และมวลไปคำนวณหาค่าความหนาแน่น ซึ่งค่าความหนาแน่นของตัวอย่างทั้งสามสามารถแสดงได้ในตารางที่ 1 พบว่าค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยมีค่าเฉลี่ยที่ 662.8497 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ผลทำการทดลองการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยในอัตราส่วนที่กำหนดคือ 60:40 โดยทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C177-97 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคือ Hot disk thermal constant analyzer (Hot Disk AB) ซึ่งเป็นเทคนิค Thermal constant analysis (TCA) มีเงื่อนไขในการทดสอบ คือ เครื่องทดสอบใช้กำลัง 80 วัตต์ เวลาในการทดสอบ 80 วินาที ชิ้นงานทดสอบมีขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร หนาไม่เกิน 2 เซนติเมตร จากผลการทดลองพบว่าค่าการนำความร้อนของตัวอย่างทั้งสามมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.0933 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด เช่น ไฟเบอร์ซีเมนต์ (0.1250 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน) แผ่นไม้อัด (0.1380 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน) และแผ่นยิบซัม (0.1900 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน) ซึ่งค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยนั้นมีค่าต่ำกว่าฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด ซึ่งทำให้ฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยนั้นสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนชนิดอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าความหนาแน่นและค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อย

ตัวอย่างที่	ขนาด (เซนติเมตร)			ปริมาตร (ลบ.ซม.)	มวล (กรัม)	ค่าความหนาแน่น		ค่าการนำความร้อน (วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน)
	กว้าง	ยาว	หนา			(กรัมต่อลบ.ซม.)	(กิโลกรัมต่อลบ.ม.)	
1	5.00	5.00	1.95	48.750	32.800	0.6728	672.8205	0.0963
2	5.00	4.95	2.00	49.500	32.600	0.6586	658.5859	0.0924
3	4.90	5.00	2.00	49.500	32.200	0.6571	657.1429	0.0913
ค่าเฉลี่ย				49.083	32.533	0.6628	**662.8497**	**0.0933**
S.D.				0.3819	0.3055	0.0087	8.6650	0.0026

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อย กับฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด

ชิ้นที่	ค่าการนำความร้อน (วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน)
ฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อย	0.0933
ไฟเบอร์ซีเมนต์	0.1250
แผ่นไม้อัด	0.1380
แผ่นยิบซัม	0.1900

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อย โดยนำใบอ้อยกับน้ำยางพารา มาผสมกันในอัตราส่วน 60:40 แล้วนำมาหาค่าต่าง ๆ เพื่อศึกษาสมบัติของฉนวนกันความร้อนที่นำมาพัฒนา ได้แก่ ค่าความหนาแน่น และการนำความร้อน จากการทดสอบพบว่า ค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 662.8497 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับฉนวนกันความร้อนที่มีอยู่ตามท้องตลาดพบว่า ฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยนั้นมีความหนาแน่นสูงกว่า

ในทางกลับกันฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยมีค่าการซึมน้ำที่น้อยมาก และจากผลการทดสอบการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยพบว่า มีค่าการนำความร้อนที่ต่ำมาก โดยจากการเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนระหว่างฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยกับฉนวนกันความร้อนที่มีอยู่ตามท้องตลาด ได้แก่ ไฟเบอร์ซีเมนต์ แผ่นไม้อัด และแผ่นยิบซัม ผลที่ได้คือ ค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อย มีค่าน้อยกว่าฉนวนกันความร้อนที่มีอยู่ตามท้องตลาด ซึ่งทำให้ฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยนั้นสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนกันความร้อนชนิดอื่น ๆ ดังนั้นการพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใบอ้อยจึงมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำมาใช้งานได้จริง แต่ควรพัฒนากระบวนการสกัดเส้นใยจากใบอ้อยให้มีลักษณะเป็นเส้นที่เล็กกว่าในงานวิจัยนี้ 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] Flore I., Manea D.L. (2019). **Analysis of Thermal Insulation Building Materials Based on Natural Fibers**. Procedia Manufacturing, 32, pp.230-235.

[3] Jiang D., Lv S., Cui S., Sun S., Song X., He S., Zhang J., An P. (2020). **Effect of thermal insulation components on physical and mechanical properties of plant fibre composite thermal insulation mortar.** Journal of materials research and technology, 9(6), pp.12996-13013.

[4] Kyauta E.E, Dauda D.M, and Justin E. (2014). **Investigation on Thermal Properties of Composite of Rice Husk, Corncob and Baggasse for Building Thermal Insulation**. American Journal of Engineering Research, 3(12), pp.34-40.

[5] Yen-Y.L., Chung P.R., Chen C.Y., Chao C.C., Chiu F.Y., and Tzeng P.C. (2017). **The Study on the Evaluation of Thermal Insulation Efficiency with Typical Plant Species of Roof Greenery in Kaohsiung**. Procedia Engineering, 180, pp.252-260.

[6] Raquel C., Margarida F., Raúl F. (2017). **The influence of cork on the thermal insulation properties of home textiles**. Procedia Engineering, 200, pp.252-259