การพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากข้าวโพด

กฤษฎ์ คลีมานะกิจ[1], ธันยพร จันทร์หอม[1], กีรติ เกิดศิริ[1,2] และ ณัฐพล ศรีสิทธิโภคกุล[1,2,*]

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำเพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพของฉนวนกันความร้อนจากเปลือกของฝักข้าวโพดและเพื่อศึกษาสมบัติเชิงความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากเปลือกของฝักข้าวโพด โดยนำใบข้าวโพดที่ผสมกับน้ำยางพาราในอัตราส่วน 40:60 แล้วทำการศึกษาสมบัติของฉนวนที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ ค่าความหนาแน่น การซึมน้ำ และการนำความร้อน จากการทดสอบพบว่า ค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 686.6352 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด แต่ในทางกลับกัน ฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดกลับมีค่าการซึมน้ำที่น้อยมากจนถือได้ว่าไม่มีการซึมน้ำเลยอีกทั้งยังมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด เช่น ไฟเบอร์ซีเมนต์ แผ่นไม้อัด และแผ่นยิบซัมซึ่งทำให้ฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดนั้นสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนชนิดอื่น ๆ ดังนั้นการพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดจึงมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำมาใช้งานได้จริง

คำสำคัญ: ฉนวนกันความร้อน ข้าวโพด ค่าความหนาแน่น การซึมน้ำ การนำความร้อน

Development of corn-based insulation

Krit Kleemanakij[1], Thanyaporn Chanhom[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 corn leaf 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 corn leaf insulator was 686.6352 kg/m3, which was higher than the density of commercial insulator, but on the other hand, corn leaf 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, corn leaf insulators can insulate heat more than other insulators. Therefore, the development of corn leaf insulator is possible to be practical.

Keywords: Insulation, Corn , Density , Water absorption , Heat conduction

1. บทนำ

เนื่องด้วยประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร ทำให้ภูมิอากาศของประเทศไทยมีลักษณะเป็นแบบร้อนชื้น สภาวะอากาศโดยทั่วไปจึงร้อนอบอ้าวเกือบตลอดปี อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของประเทศไทยมีค่าประมาณ 27 องศาเซลเซียส ในตอนนี้โลกได้มีการเปลี่ยนแปลงด้านสภาพแวดล้อมทำให้มีอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้มีการสูญเสียพลังงานประเทศไทยต้องสูญเสียพลังงานไปกับการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน อาทิเช่น เครื่องปรับอากาศหรือแอร์ ตู้เย็น โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 27,346 เมกะวัตต์

ในโลกของยุคปัจจุบันมีนวัตกรรมใหม่ๆเกิดขึ้นมากมาย ที่นิยมนำมาใช้กันความร้อนเพื่อถ่ายโอนความร้อนให้กับที่พักอาศัยอย่างแพร่หลาย ซึ่งจะผลิตมาจากวัสดุสังเคราะห์ เช่น ฉนวนเส้นใยสังเคราะห์ ฉนวนใยแก้ว ฉนวนแบบโฟม เป็นต้น ซึ่งฉนวนที่กล่าวมานั้น ราคาค่อนข้างสูง มีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน และส่วนมากจะถูกนำเข้ามาจากต่างประเทศ จึงทำให้วัสดุมีมูลค่าในการนำเข้าสูงในส่วนของประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่วนใหญ่การทำภาคการเกษตรเป็นหลัก จึงมีผลผลิตทางด้านการเกษตรที่มากและวัสดุเหลือเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมทางการเกษตรมีปริมาณที่มากถึงหลายล้านตัน จากปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการวิจัยศึกษาค้นคว้าความรู้ของสมบัติฉนวนกันความร้อนกับการป้องกันความร้อน โดยนำสิ่งเหลือใช้จากท้องถิ่นมาผลิตเป็นวัสดุใหม่ มาสร้างให้

วัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์ เพราะคุณสมบัติของพืชไม่ใช่เพียงแค่นำไปใช้เป็นอาหารสัตว์และเชื้อเพลิง แต่คุณสมบัติอีกอย่างที่สำคัญคือ เป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดี เพราะโครงสร้างของเส้นใยธรรมชาติมีลักษณะเป็นโพรงอากาศ ทำให้มีค่าการนำความร้อนต่ำและส่วนประกอบพืชที่มีเส้นใยจะมีโครงสร้างประกอบด้วยสารอินทรีย์ โดยเฉพาะเซลลูโลสซึ่งมีเป็นจำนวนมาก สูงถึงร้อยละ 60-80 ของสารประกอบทั้งหมด และเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้เหมาะแก่การนำมาผลิตเป็นฉนวนกันความร้อน อีกทั้งมีงานวิจัยหลายชิ้นที่มีการประยุกต์ใช้เส้นใยจากวัสดุทางธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมในการทำฉนวน ซึ่งนับเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุธรรมชาติมาพัฒนาเป็นฉนวนกันความร้อน [1-5]

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้ทำวิจัยจึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำเปลือกของฝักข้าวโพด ซึ่งเป็นหนึ่งในวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตรมาทำการทดสอบผลิตเป็นแผ่นฉนวนกันความร้อน เนื่องจากข้าวโพดมีปริมาณการผลิตสูงในแต่ละปี ในส่วนของฝักข้าวโพดในทางอุตสาหกรรม ก็จะนำไปแปรรูปต่างๆ ส่วนเหลือทิ้งเป็นเปลือกข้าวโพดจำนวนมาก เปลือกของฝักข้าวโพดมีคุณลักษณะของฉนวนกันป้องความร้อนที่ดี เมื่อพิจารณาแล้วมีความเป็นไปได้ที่จะนำเปลือกของฝักข้าวโพดมาทำเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่างแท้จริง จึงนับว่าเป็นแนวทางที่ดีในการพัฒนาฉนวนป้องกันความร้อนจากวัสดุทางธรรมชาติเพื่อความยั่งยืนในการอนุรักษ์พลังงานต่อไปในอนาคต แล้วทำการการศึกษาและสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบสับปะรด ได้แก่ ค่าความหนาแน่น และค่าการนำความร้อน คาดว่าฉนวนกันความร้อนเส้นใยสับปะรดจะมีค่าการนำความร้อนที่ใกล้เคียงกับฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

2. วิธีการทดลอง

เตรียมเส้นใยข้าวโพด

ปลอกเปือกข้าวโพดออกจากฝัก ทำการแยกทุกส่วนออกจากกัน จากนั้นนำเปลือกข้าวโพดสดมาแยกจากกัน แล้วนำไปตากแดดไว้ประมาณ 3-4 วัน เพื่อที่เปลือกข้าวโพดจะได้ไม่มีความชื้นและจะไม่ทำให้เกิดรา แล้วนำส่วนที่ตากแดดแล้วมาตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำชิ้นที่ตัดเหล่านั้นไปบดด้วยครกหิน เพื่อให้ง่ายต่อการบด จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (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

การขึ้นรูปแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยข้าวโพดและยางพารา

นำเส้นใยข้าวโพดที่ตากแห้งแล้วมาผสมกับยางพาราในอัตราส่วน 60:40 แล้วทำการปั่นด้วยเครื่องปั่นเพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเทส่วนผสมลงบนถาดขึ้นรูปขนาด 8.5x13x1.5 เซนติเมตร โดยให้เกิดการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอจนได้ความหนาประมาณ 1.5 เซนติเมตร นำแผ่นฉนวนที่ได้ไปตากแดดทิ้งไว้เป็นเวลา 5-6 วัน เพื่อให้น้ำยางหล่อแบบเกิดการคงรูป โดยตัวอย่างฉนวนกันความร้อนจากข้าวโพดมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 1 จากนั้นจึงนำตัวอย่างฉนวนไปศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงความร้อนต่อไป

ภาพที่ 1 ตัวอย่างฉนวนกันความร้อนจากข้าวโพด

3. ผลการวิจัย

จากผลการทดลองพบว่า น้ำยางพารามีส่วนทำให้น้ำหนักของฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจส่งผลต่อกระบวนการติดตั้งเมื่อนำไปประยุกต์ใช้จริง โดยการวัดความหนาแน่นนั้น ได้ทำการตัดตัวอย่างชิ้นงานออกเป็นส่วนย่อย ๆ ทั้งหมด 3 ส่วน แล้วดำเนินการวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนา เพื่อทำการคำนวณปริมาตร พร้อมทั้งนำตัวอย่างทั้งสามไปชั่งน้ำหนักเพื่อหามวลของตัวอย่าง แล้วนำมาคำนวณเพื่อหาค่าความหนาแน่น ได้ตามตารางที่ 1 จากตารางพบว่าค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยที่ 686.6352 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ผลการทดสอบการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดในอัตราส่วนที่กำหนดโดยทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C177-97 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคือ Hot disk thermal constant analyzer (Hot Disk AB) ซึ่งเป็นเทคนิค Thermal constant analysis (TCA) จากผลการทดลองพบว่าค่าการนำความร้อนของตัวอย่างทั้งสามมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.0922 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด เช่น ไฟเบอร์ซีเมนต์ (0.1250 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน) แผ่นไม้อัด (0.1380 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน) และแผ่นยิบซัม (0.1900 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน) พบว่าค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดนั้นมีค่าต่ำกว่าฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด ซึ่งทำให้ฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดนั้นสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนชนิดอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตารางค่าความหนาแน่นและค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากข้าวโพด

ตัวอย่างที่	ขนาด (เซนติเมตร)			ปริมาตร (ลบ.ซม.)	มวล (กรัม)	ค่าความหนาแน่น		ค่าการนำความร้อน (วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน)
	กว้าง	ยาว	หนา			(กรัมต่อลบ.ซม.)	(กิโลกรัมต่อลบ.ม.)	
1	5.00	5.00	2.00	50.000	33.500	0.6700	670.0000	0.0916
2	4.90	5.00	1.90	46.550	32.600	0.7003	700.3222	0.0924
3	5.00	4.80	2.00	48.000	33.100	0.6896	689.5833	0.0925
ค่าเฉลี่ย				48.183	33.067	0.6866	**686.6352**	**0.0922**
S.D.				1.7323	0.4509	0.0154	15.3746	0.0005

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากข้าวโพด กับฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด

ชิ้นที่	ค่าการนำความร้อน (วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน)
ฉนวนกันความร้อนจากข้าวโพด	0.0922
ไฟเบอร์ซีเมนต์	0.1250
แผ่นไม้อัด	0.1380
แผ่นยิบซัม	0.1900

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพด โดยนำใบข้าวโพดที่ผสมกับน้ำยางพาราในอัตราส่วน 40:60 แล้วทำการศึกษาสมบัติของฉนวนที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ ค่าความหนาแน่น การซึมน้ำ และการนำความร้อน จากการทดสอบพบว่า ค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 686.6352 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด แต่ในทางกลับกัน ฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดกลับมีค่าการซึมน้ำที่น้อยมากจนถือได้ว่าไม่มีการซึมน้ำเลย อีกทั้งยังมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับฉนวนกันความร้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด เช่น ไฟเบอร์ซีเมนต์ แผ่นไม้อัด และแผ่นยิบซัม ซึ่งทำให้ฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดนั้นสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนชนิดอื่น ๆ ดังนั้นการพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใบข้าวโพดจึงมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำมาใช้งานได้จริง แต่ควรพัฒนากระบวนการสกัดเส้นใยจากข้าวโพดให้มีลักษณะเป็นเส้นที่เล็กกว่าในงานวิจัยนี้ รวมไปถึงการทดสอบสมบัติการลามไฟเพิ่มเติมด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีแก้วและวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์ และฉันทนา เล็กใจซื่อ. (2560). **สมบัติเชิงความร้อนของแผ่นฉนวนความร้อนจากต้นปุด.** วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 35 (1), pp.102 -108.

[2] Flore I., Manea D.L. (2019). **Analysis of Thermal Insulation Building Materials Based on Natural Fibers**. Procedia Manufacturing, 32, pp.230-235.

[3] Binicia H., Aksogan O., Dıncer A., Lugad E., Ekene M., Isikaltun O. (2020). **The possibility of vermiculite, sunflower stalk and wheat stalk using for thermal insulation material production**. Thermal Science and Engineering Progress, 18, 100567.

[4] Nguyen D.M., Grillet A.C., Bui Q.B., Diep T.M.H., Woloszyn M. (2018). **Building bio-insulation materials based on bamboo powder and bio-binders.** Construction and Building Materials, 186, pp.686–698.

[5] Cetiner I., Shea A.DF. (2018). **Wood waste as an alternative thermal insulation for buildings**. Energy & Buildings, 168, pp.374–384.