การพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์
Development of Insulation from the Leaves of Cashew Nut

[1)]อธิพล อรัญเขตคาม, [2)]จันทร สุขไพรสัณฑ์, [3)]ภาวิณี กระแสกุล, [4)]อรณิชา คงวุฒิ
[1), 2), 3)]นักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
[4)]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
[1)]Atipol Arankhetkham, [2)]Janthorn Sukpisan, [3)]Pavinee Krasakul and 4)Ornnicha Kongwut
[1), 2), 3)]Bachelor Student General Science, Faculty of Education, Kanchanaburi Rajabhat University
[4)]Faculty of Science and Thechnology, Kanchanaburi Rajabhat University

บทคัดย่อ

ฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์ที่อัตราส่วนเส้นใยใบมะม่วงหิมพานต์กับกาวลาเท็กซ์ 2:1 มีความเหมาะสมในการนำมาทำเป็นฉนวนกันความร้อน โดยมีค่าปริมาณความชื้น 8.96 เปอร์เซ็นต์ ความหนาแน่น 302.89 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความต้านทานแรงดึง 0.024 เมกะพาสคาล รองลงมา คือ อัตราส่วน 3:1 และอัตราส่วน 1:1 ตามลำดับ ผลจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์สามารถลดค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกลดลงได้ 1.40 องศาเซลเซียส ส่วนฉนวนใยแก้ว และฉนวนพอลิเอทิลีนสามารถลดอุณหภูมิจากภายนอกลงได้ 1 และ 0.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

คำสำคัญ : ฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์ การถ่ายเทความร้อน

ABTRACT

The research found that the thermal insulations from cashew nut leaves of 2:1 ratio is the most suitable, with moisture content at 8.96%, density at 302.89 per kilogram per cubic meter and tensile stress at 0.024 MPa and 3:1 and 1:1 respectively, and the result of comparing the efficiency in transferring heat of thermal insulation from cashew nut leaves found that it can be reduced heat transfer into the building, comparing to outside temperature, 1.40 degree Celsius, as for fiberglass and polyethylene insulation can be reduced heat transfer 1 and 0.3 degree Celsius respectively.

Keywords : Insulations from Cashew Nut Leaves, Heat Transfer

บทนำ

ปัจจุบันโลกกำลังประสบปัญหาสภาวะโลกร้อน ส่งผลให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง มนุษย์มีอิทธิพลอย่างมากต่อการสร้างปัญหาโลกร้อน เช่น การใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง การเผาไหม้เชื้อเพลิงงานอุตสาหกรรมและการเกษตร ทำให้ชั้นบรรยากาศมีก๊าซเรือนกระจกเป็นจำนวนมาก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนทรัสออกไซด์ (นันทวันนันทวนิช, 2555) เมื่อโลกร้อนขึ้นส่งผลให้มีการใช้พลังงานมากขึ้น เพื่อปรับอุณหภูมิ ในอาคารบ้านเรือนและสำนักงานให้มีอุณหภูมิต่ำลง ซึ่งการประหยัดพลังงานในอาคารนั้นมีความนิยมเพิ่มขึ้น ส่งผลโดยตรงกับการใช้วัสดุในการอนุรักษ์พลังงานเพิ่มมากขึ้น ซึ่งวัสดุที่ใช้เพื่อป้องกันความร้อน คือ ฉนวนกันความร้อน (กระทรวงพลังงาน, 2556) ฉนวนกัน

ความร้อนเป็นวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ ที่นิยมนำมาใช้ลดอุณหภูมิภายในบ้าน โดยฉนวนกันความร้อนจะช่วยลดการถ่ายเทความร้อนผ่านโครงสร้าง ฉนวนกันความร้อนที่ใช้อย่างแพร่หลายในอาคารบ้านพักอาศัย และโรงงาน ได้แก่ ฉนวนใยแก้ว ฉนวนพอลิเอทิลีน วัสดุ ฉนวนแคลเซียมซิลิเกต และโฟมคอนกรีต (กิตติศักดิ์ บัวศรี, 2551) ซึ่งวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตนั้นเป็นวัสดุสังเคราะห์ และมีราคาแพง โดยเฉพาะเส้นใยแก้วมีอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งในกระบวนการผลิตใยแก้ว มีคนงานจำนวนมากที่เป็นโรคมะเร็งลำคอ หลอดลม และปอด (K. Pelin *et al,* 2555) จากผลกระทบดังกล่าวมีการนำวัสดุจากธรรมชาติ มาผลิตเป็นแผ่นฉนวนกันความร้อน เช่น เส้นใยกกช้าง (อำนาจ อมฤก, 2554) หญ้าสลาบหลวง (สุตินัย ยามศรีสุข, 2554) ใยวัชพืชจากไมยราบยักษ์ (กฤษฎา จันทร์เดือน, 2557) เนื่องจากมีต้นทุนในการผลิตต่ำ อีกทั้งไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และเป็นการนำวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อสร้างรายได้ให้กับชุมชน ในการนำวัสดุ จากธรรมชาติมาผลิตเป็นฉนวนกันความร้อน โดยการขึ้นรูปเป็นแผ่นฉนวนจะใช้เครื่องอัดไฮดรอลิคส่งผลให้ชาวบ้านส่วนใหญ่ที่ขาดแคลนทุนทรัพย์ในการจัดหาเครื่องมือเนื่องจากมีราคาสูง งานวิจัยนี้ศึกษาการผลิตฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์ ใช้สำหรับติดตั้งบนฝ้าเพดาน เนื่องจากใบมะม่วงหิมพานต์มีเส้นใยใกล้เคียงกับใบยางพารา และเป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรในท้องถิ่นที่หาง่ายมีการเพาะปลูกทั่วทุกพื้นที่ของประเทศไทย จักรกริศน์ พิสูตรเสียง (2553) ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนกันความร้อน จากใบยางพารากับฉนวนความร้อนที่นิยมทั่วไป โดยฉนวนความร้อนที่ผลิตจากใบยางพารามีประสิทธิภาพในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้วความหนา 2 นิ้ว สามารถใช้เป็นแนวทางในการผลิตและพัฒนาเป็นฉนวนความร้อน ชัยพฤกษ์ อาภาเวท และคณะ (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากเส้นใยปอกับฉนวนที่นิยมกันทั่วไป ฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากเส้นใยปอมีประสิทธิภาพ ในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้ว และยังมีความอันตรายต่อสุขภาพน้อยกว่า เพราะเป็นวัสดุที่ได้จากธรรมชาติ J. Zach (2013) นำสมบัติของพลาสเตอร์บนซิลิเกตมาพัฒนาฉนวนกันความร้อนมีคุณภาพในการต้านทานความชื้นและสภาพแวดล้อมภายนอก Axel Berge (2012) ทำการศึกษาสภาพความต้านทานของแผ่นฉนวนด้วยวิธีแอโรเจล ซึ่งส่งผลให้ได้รูปแบบฉนวนที่มีประสิทธิภาพดีในการต้านทานความร้อนเพื่อเป็นนวัตกรรมให้กับอาคารบ้านเรือน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใบมะม่วงหิมพานต์ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติและชาวบ้านส่วนใหญ่สามารถผลิตขึ้นได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องจักรขนาดใหญ่ และมีราคาแพงมาผลิตเป็นฉนวนกันความร้อน

วัตถุประสงค์

1. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผ่นฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากใบมะม่วงหิมพานต์ต่อกาวลาเท็กซ์ ในอัตราส่วนต่างๆ

2. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์กับฉนวนใยแก้ว และฉนวนพอลิเอทิลีน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

พัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์กับฉนวนใยแก้ว และฉนวนโพลีเอทธีลีน

2. ขอบเขตด้านพื้นที่

อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

3. ขอบเขตด้านเวลา

กรกฎาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2558

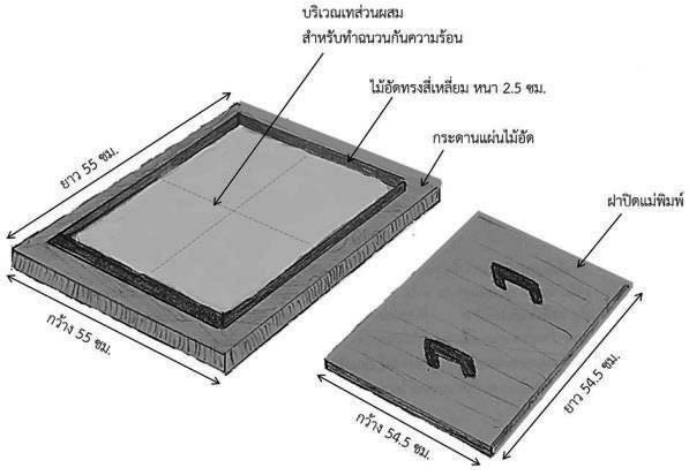
วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในงานวิจัย

1.1 แม่พิมพ์ฉนวนกันความร้อน

แม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับการขึ้นรูปผลิตจากแผ่นไม้ที่มีความกว้าง และความยาวเท่ากับ 55×55 เซนติเมตร นำไม้ที่มีความหนา 2.5 เซนติเมตร มาประกบลงบนกระดานอัดให้มีดังภาพที่ 1 ฝาปิดแม่พิมพ์เพื่อช่วยในการกดอัดให้ฉนวนกันความร้อนมีแน่นมากขึ้นนั้นมีขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาเท่ากับ 54.5×54.5×2.5 เซนติเมตร โดยเวลา

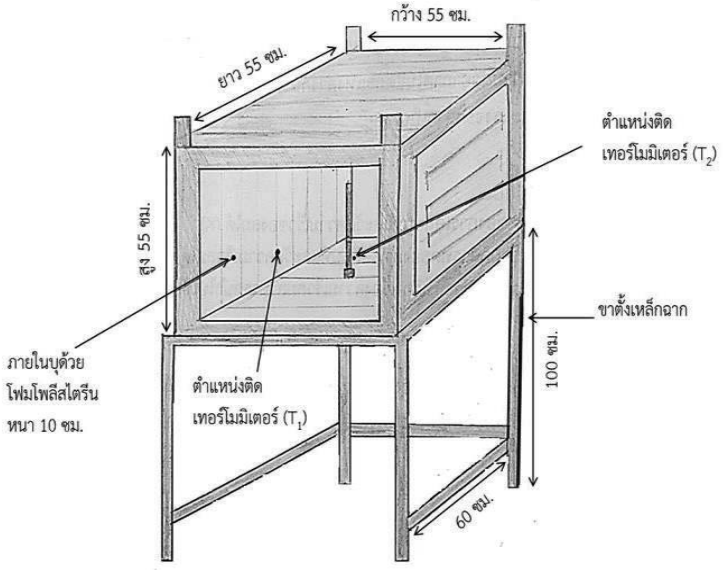
ขึ้นรูปฉนวนกันความร้อนต้องทำการกดอัดแผ่นฉนวนให้มีความหนาเท่ากันตลอดทั้งแผ่น และนำแผ่นฉนวนกันความร้อนที่ได้ไปตากแดดเพื่อให้แผ่นฉนวนกันความร้อนแห้งและส่วนผสมผสานกันต่อไป



ภาพที่ 1 แสดงแบบแม่พิมพ์ฉนวนกันความร้อน

1.2 กล่องทดสอบการถ่ายเทความร้อน

กล่องทดสอบการถ่ายเทความร้อนทำจากแผ่นไม้ที่มีขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงเท่ากับ 55×55 ×55 เซนติเมตร ตามลำดับ และนำมาประกบเข้าด้วยกันได้กล่องสี่เหลี่ยมทรงลูกบาศก์ โดยให้ด้านหน้าของกล่องมีประตูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร และด้านหลังของกล่องมีช่องสำหรับการดูอุณหภูมิ ที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ภายในกล่องบุด้วยโฟมโพลีสไตรีนขนาดหนา 10 เซนติเมตร โดยรอบ และวางกล่องทดลองบนขาตั้งเหล็กฉาก สูงจากพื้นดิน 100 เซนติเมตร จำนวนทั้งสิ้น 4 กล่อง แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงกล่องทดสอบการถ่ายเทความร้อน

2. กระบวนการผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนต่อกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วนต่างๆ

นำใบมะม่วงหิมพานต์ที่ได้ในการผลัดใบของต้นมาทำความสะอาด และแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร นาน 48 ชั่วโมง นำใบมะม่วงหิมพานต์ที่ได้มาปั่นให้ละเอียดเพื่อให้เกิดเส้นใย พร้อมกับห่อใส่ผ้าขาวบางทำการล้างน้ำและบีบน้ำ โดยให้สีของเส้นใยออกจนหมด เพื่อให้มีเส้นใยที่พร้อมนำมาทำแผ่นฉนวน ในการเตรียมอัตราส่วนเพื่อผสมทำแผ่นฉนวน โดยนำเส้นใยและกาวลาเท็กซ์มาชั่งตามอัตราส่วน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนเส้นใยใบมะม่วงหิมพานต์ต่อกาวลาเท็กซ์

แผ่นที่	อัตราส่วนใบมะม่วงหิมพานต์ : ปริมาณกาวลาเท็กซ์	ปริมาณเส้นใย ใบมะม่วงหิมพานต์ (กิโลกรัม)	ปริมาณกาวลาเท็กซ์ (กิโลกรัม)
1	1:1	1	1
2	2:1	2	1
3	3:1	3	1

นำส่วนผสมของแต่ละอัตราส่วนมาผสมเข้าด้วยกัน โดยการผสมเทกาวลงครั้งละเล็กน้อย ผสมจนกว่าเส้นใยและกาวจะเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำมาเทลงในแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้พร้อมกับใช้ไม้เกลี่ยให้เรียบ ให้นำฝาปิดแม่พิมพ์มาปิดพร้อมกับใช้แรงกดลงไปเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นฉนวนจนส่วนผสมทั้งหมดอัดแน่นกัน แล้วนำไปตากแดดจะได้แผ่นฉนวนที่พร้อมนำมาทดสอบต่อไป

3. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพฉนวนกันความร้อนต่อกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วนต่างๆ

3.1 การหาค่าปริมาณความชื้น

นำแผ่นฉนวนที่ได้ทั้ง 3 อัตราส่วน มาตัดเป็นชิ้นทดสอบที่มีขนาดความกว้าง และความยาวเท่ากับ 5×5 เซนติเมตร โดยตัดอัตราส่วนละ 3 ชิ้น แล้วนำชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นมาชั่งน้ำหนัก นำชิ้นทดสอบใส่ลงในภาชนะอะลูมิเนียมให้ทำการเปิดฝาไว้ ซึ่งภาชนะอลูมิเนียมผ่านการอบที่อุณหภูมิ 80±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อทราบน้ำหนักของภาชนะที่แน่นอน นำภาชนะที่ใส่ชิ้นทดสอบอบให้แห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อนำภาชนะออกจากตู้อบลมร้อน นำมาเก็บไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ในขณะที่นำภาชนะออกจากโถดูดความชื้นให้ชั่งน้ำหนักของชิ้นทดสอบพร้อมภาชนะอลูมิเนียมทุกชิ้น และนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าปริมาณความชื้น โดยใช้สมการที่ 1

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{(w_1 - w_2) \times 100}{w_1 - w} \qquad (1)$$

เมื่อ

w คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

w_1 คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

w_2 คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

3.2 การหาค่าความหนาแน่น

นำแผ่นฉนวนที่ได้ทั้ง 3 อัตราส่วน มาตัดเป็นชิ้นทดสอบที่มีขนาดความกว้างและความยาวเท่ากับ 5×5 เซนติเมตร โดยตัดอัตราส่วนละ 3 ชิ้น พร้อมนำชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นมาชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียด 4 ตำแหน่ง และนำชิ้นทดสอบที่ชั่งน้ำหนักแล้วมาวัดความกว้างและความยาวด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ และวัดความหนาด้วยไมโครมิเตอร์ โดยกำหนดพื้นที่ที่ใช้วัดอยู่ลึกจากขอบประมาณ 1.25 เซนติเมตร แล้วเฉลี่ยจุดที่จะทำการวัดเป็น 4 จุด แสดงดังภาพที่ 3 นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าความหนาแน่น โดยใช้สมการ ที่ 2

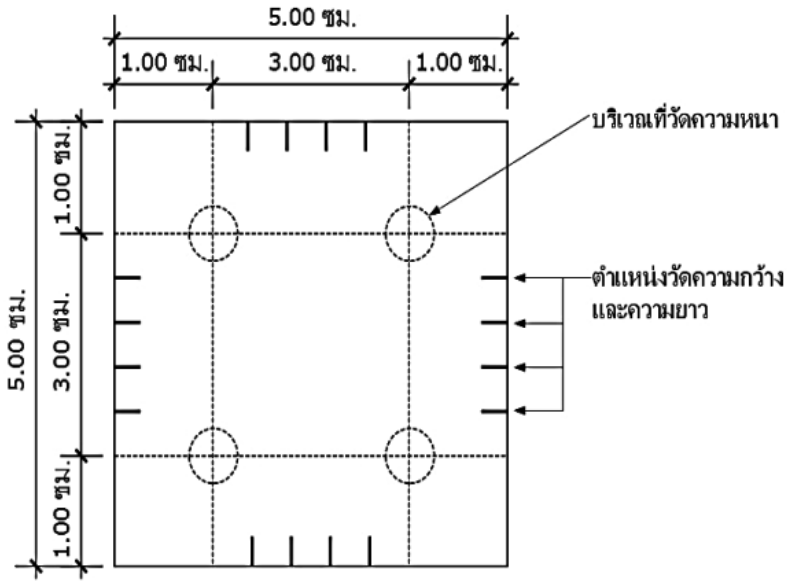
$$\rho = \frac{M}{V} \qquad (2)$$

เมื่อ

ρ คือ ค่าความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

M คือ มวล (กิโลกรัม)

V คือ ปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร)



ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งการวัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นทดสอบ

3.3 การหาค่าความต้านทานแรงดึง

นำแผ่นฉนวนที่ได้ทั้ง 3 อัตราส่วน มาตัดเป็นชิ้นทดสอบที่มีขนาดความกว้าง และความยาวเท่ากับ 5×10 เซนติเมตร โดยตัดอัตราส่วนละ 3 ชิ้น นำชิ้นทดสอบที่ได้มากำหนดพื้นที่ในการเจาะรูเพื่อผูกเชือกไนลอนที่มีความยาว 5 เซนติเมตร เข้ากับชิ้นทดสอบทั้งสองด้าน โดยให้ลึกจากขอบประมาณ 2.5 เซนติเมตรให้มีดังภาพที่ 4 เพื่อให้นำปลายเชือกด้านหนึ่งสามารถผูกกับแกนกลางบนถาดแรงฟิสิกส์ได้ และให้ปลายอีกด้านหนึ่งผูกกับขอเพื่อใช้เกี่ยวถุงทรายแล้วปล่อยไว้อย่างเสรีทำการทดสอบโดยนำถุงทรายเกี่ยวที่ขอเกี่ยวพร้อมกับเพิ่มจำนวนถุงทรายจนชิ้นทดสอบขาดจากกันและชั่งน้ำหนักถุงทรายที่ได้มาคำนวณหาค่าความต้านทานแรงดึงโดยใช้สมการที่ 3

$$P_{\max} = \frac{B}{b \times L} \quad (3)$$

เมื่อ

$P_{\max}$ คือ แรงดึงสูงสุด (นิวตัน)

B คือ ค่าความต้านทานแรงดึง (MPa)

b คือ ความกว้าง (มิลลิเมตร)

L คือ ความยาว (มิลลิเมตร)

3.4 การหาค่าการถ่ายเทความร้อน

นำแผ่นฉนวนที่ได้ทั้ง 3 อัตราส่วน มาตัดเป็นชิ้นทดสอบที่มีขนาดความกว้างและความยาว เท่ากับ 50×50 เซนติเมตร โดยตัดอัตราส่วนละ 1 ชิ้น นำกล่องทดสอบที่เตรียมไว้ในข้อ 1.2 ติดตั้งบริเวณสถานที่ทำการทดสอบ โดยวางกล่องทดสอบบนขาตั้งเหล็กฉากให้กล่องทดสอบแต่ละกล่องมีระยะห่างเท่ากัน 1.5 เมตร เรียงตู้ทดสอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส นำเทอร์โมมิเตอร์ติดตั้งภายในกล่องทดสอบเพื่อวัดอุณหภูมิ จำนวน 2 จุด โดยติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ที่ตำแหน่ง T2 ลงบริเวณตรงกลางภายในกล่องทดสอบ และทำการปิดกล่องทดสอบด้วยแผ่นบอร์ดภายนอกพร้อมกับติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ที่ตำแหน่ง T1 และใช้ซิลิโคนอัดบริเวณขอบแผ่นกับกล่องทดสอบ เมื่อทำการบุฉนวนกันความร้อน พร้อมกับติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์เมื่อเสร็จสมบูรณ์จะได้ชุดการทดลองทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง ดังนี้

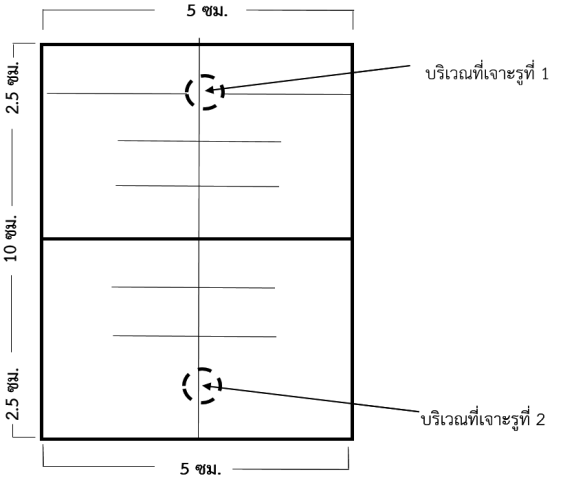
ชุดที่ 1 กล่องทดสอบที่ไม่ได้บุด้วยฉนวนใด

ชุดที่ 2 กล่องทดสอบที่บุด้วยฉนวนในอัตราส่วน 1:1

ชุดที่ 3 กล่องทดสอบที่บุด้วยฉนวนในอัตราส่วน 2:1

ชุดที่ 4 กล่องทดสอบที่บุด้วยฉนวนในอัตราส่วน 3:1

ทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 2 ชั่วโมง ตั้งแต่ เวลา 06.00 – 18.00 น. และนำอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนกับฉนวนใยแก้ว และฉนวนพอลิเอทิลีน ตามลำดับ



ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งการเจาะรูของชิ้นทดสอบ

4. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์กับฉนวนใยแก้วและฉนวนพอลิเอทิลีน

นำแผ่นฉนวนที่ได้จากการทดลองในตอนที่ 1 (แผ่นฉนวนที่มีอัตราส่วนเหมาะสมที่สุด) ทำการเตรียมติดตั้งพร้อมกับแผ่นฉนวนพอลิเอทิลีน และฉนวนใยแก้ว โดยนำมาตัดให้มีขนาดความกว้าง และความยาวเท่ากับ 50×50 เซนติเมตร และทำการบุฉนวนพร้อมกับติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ลงในกล่องทดสอบ เมื่อเสร็จสมบูรณ์จะได้ชุดการทดลองทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดที่ 1 กล่องทดสอบที่ไม่ได้บุด้วยฉนวนใดๆ
ชุดที่ 2 กล่องทดสอบที่บุด้วยฉนวนพอลิเอทิลีน
ชุดที่ 3 กล่องทดสอบที่บุด้วยฉนวนในอัตราส่วน 2:1
ชุดที่ 4 กล่องทดสอบที่บุด้วยฉนวนใยแก้ว
ทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 06.00 – 18.00 น.

ผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์ต่อกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วนต่างๆ

1.1 ค่าปริมาณความชื้น

นำชิ้นตัวอย่างแผ่นฉนวนกันความร้อนในอัตราส่วนของใบมะม่วงหิมพานต์ต่อกาวลาเท็กซ์ 1:1 2:1 และ 3:1 มาทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นได้เท่ากับ 8.84%, 8.96% และ 9.29% ดังนั้น อัตราส่วน 3:1 มีค่าปริมาณความชื้นมากที่สุด รองลงมา คือ 2:1 และ 1:1 ตามลำดับ ค่าปริมาณความชื้นอัตราส่วน 1:1 และ 2:1 มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากความหนาแน่นมีผลต่อ ค่าปริมาณความชื้น เมื่อแผ่นฉนวนมีค่าความหนาแน่นสูงขึ้นส่งผลให้ค่าปริมาณความชื้นลดต่ำลง ฉนวนกันความร้อนอัตราส่วน 1:1 และ 3:1 มีค่าความหนาแน่น น้อยกว่าอัตราส่วน 2:1 ดังนั้น อัตราส่วน 2:1 มีค่าปริมาณความชื้นที่ดีที่สุด

1.2 ค่าความหนาแน่น

นำชิ้นตัวอย่างแผ่นฉนวนกันความร้อน ในอัตราส่วนของใบมะม่วงหิมพานต์ต่อกาวลาเท็กซ์ 1:1 2:1 และ 3:1 มาคำนวณหาค่าความหนาแน่นได้ ดังตารางที่ 2 ผลการทดลองในตารางที่ 2 พบว่าอัตราส่วน 2:1 มีค่าความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมา คือ 1:1 และ 3:1 ตามลำดับ เนื่องจากอัตราส่วน 2:1 มีปริมาณส่วนผสมของเส้นใยจากใบมะม่วงหิมพานต์และกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำให้การผสานตัวของเส้นใยอัดแน่นมากขึ้นในขณะที่ปริมาณกาวประสานเท่าเดิม ส่งผลให้แผ่นฉนวนมีความแข็งแรงมากขึ้น ดังนั้น อัตราส่วน 2:1 มีค่าความหนาแน่นที่ดีที่สุด

1.3 ค่าความต้านทานแรงดึง

นำชิ้นตัวอย่างแผ่นฉนวนกันความร้อนในอัตราส่วนใบมะม่วงหิมพานต์ต่อกาวลาเท็กซ์ 1:1 2:1 และ 3:1 นำมาคำนวณหาค่าความต้านทานแรงดึง ผลดังตารางที่ 3 ผลการทดลองในตารางที่ 3 พบว่าฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์อัตราส่วน 2:1 มีค่าความต้านทาน

แรงดึงมากที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน 1:1 และ 3:1 ตามลำดับ เนื่องจากอัตราส่วน 2:1 มีปริมาณส่วนผสมของเส้นใยใบมะม่วงหิมพานต์และกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ส่งผลให้มีค่าความหนาแน่นมากขึ้น และความหนาแน่นยังส่งผลให้แผ่นฉนวนมีความแข็งแรงมากขึ้น ทำให้ทนต่อการรับน้ำหนักได้ดีสามารถกระจายน้ำหนักได้ทั่วทั้งแผ่นไม่เกิดการฉีกขาดง่าย ดังนั้น อัตราส่วน 2:1 มีค่าความต้านทานแรงดึงที่ดีที่สุด

ตารางที่ 2 แสดงค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์แต่ละอัตราส่วน.

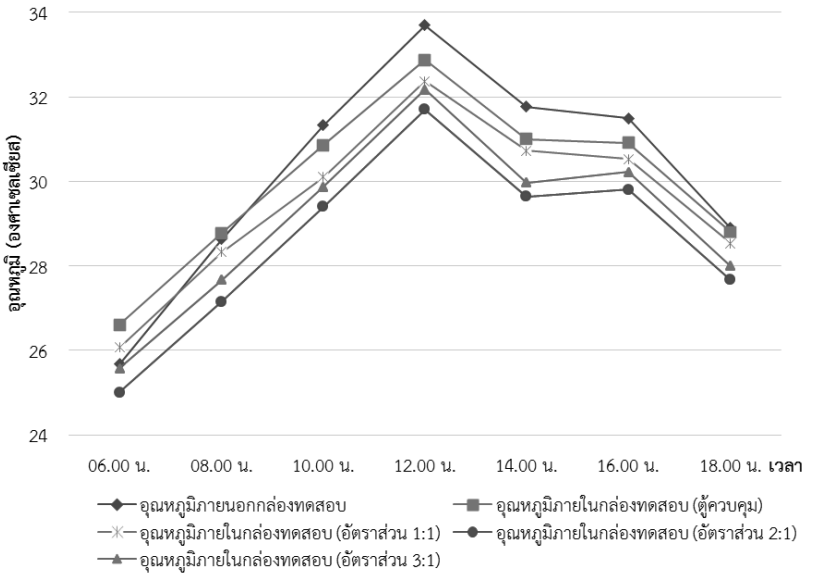
อัตราส่วนของ ใบมะม่วงหิมพานต์ ต่อกาวลาเท็กซ์ (กิโลกรัม: กิโลกรัม)	**มวล (กิโลกรัม)**	**ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)**	**ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)**
1:1	0.004567	15.4367	295.81
2:1	0.007867	25.9767	302.89
3:1	0.010233	36.0667	284.25

ตารางที่ 3 แสดงความต้านทานแรงดึงเฉลี่ยของฉนวนกันความร้อนใบมะม่วงหิมพานต์แต่ละอัตราส่วน

อัตราส่วนของ ใบมะม่วงหิมพานต์ต่อกาวลาเท็กซ์ (กิโลกรัม : กิโลกรัม)	**แรงที่กระทำต่อแผ่นฉนวน (นิวตัน)**	**ค่าความต้านแรงดึง (เมกกะปาสคาล)**
1:1	105	0.021
2:1	120	0.024
3:1	105	0.021

1.4 ค่าการถ่ายเทความร้อน

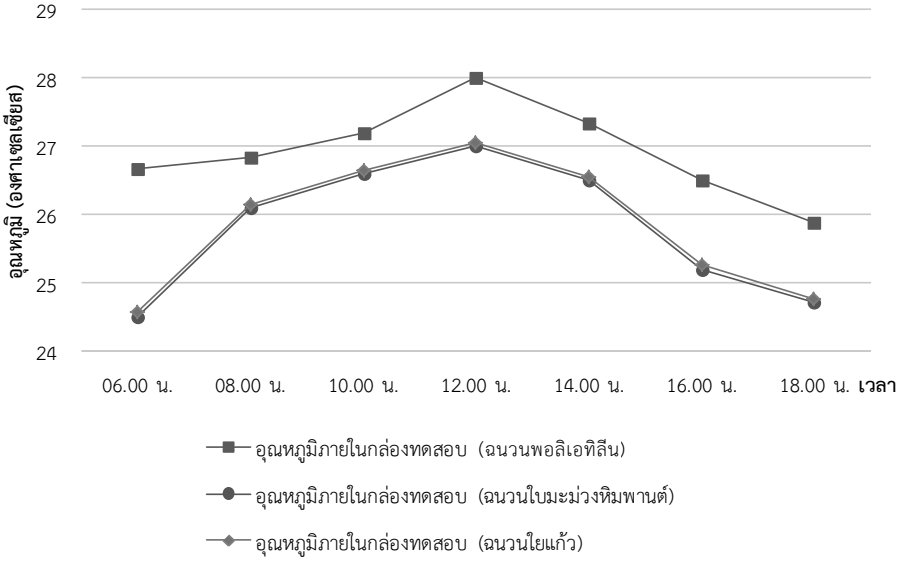
ค่าการถ่ายเทความร้อนจากฉนวนกันความร้อน ใบมะม่วงหิมพานต์ทั้ง 3 อัตราส่วน แสดงดังภาพ ที่ 4 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องทดสอบ พบว่าอุณหภูมิภายในกล่องควบคุมมีค่าสูงกว่ากล่องทดสอบที่ติดฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์ และกล่องทดสอบที่ติดฉนวนกันความร้อนอัตราส่วน 2:1 มีค่าอุณหภูมิภายในลดต่ำลงมากกว่ากล่องทดสอบอัตราส่วน 1:1 และ 3:1 ตามลำดับ เนื่องจากฉนวนกันความร้อนอัตราส่วน 2:1 มีค่าความหนาแน่นสูงกว่า 3:1 และ 1:1 เมื่อค่าความหนาแน่นสูงขึ้นทำให้ปริมาณเส้นใยอัดแน่นมากขึ้น ส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนภายนอกเข้าสู่ภายในกล่องทดสอบได้น้อยลงตามลำดับ



ภาพที่ 4 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์แต่ละอัตราส่วนที่เวลาต่างๆ

จากการทดลองหาค่าปริมาณความชื้น ความหนาแน่น ความต้านทานแรงดึง และการถ่ายเทความร้อน พบว่าอัตราส่วนของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์ที่ 2:1 มีผลการทดลองดีที่สุด ดังนั้น จึงนำอัตราส่วน 2:1 มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนกับฉนวนใยแก้ว และฉนวนพอลิเอทิลีนต่อไป

2. ค่าการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเท ความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์กับฉนวนใยแก้ว และฉนวนพอลิเอทิลีน ค่าการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์กับฉนวนใยแก้ว และฉนวนพอลิเอทิลีน แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์กับฉนวนใยแก้ว และฉนวนพอลิเอทิลีนที่เวลาต่างๆ

การทดสอบเปรียบเทียบอุณหภูมิของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์กับฉนวนใยแก้วและฉนวนโพลิเอทธีลีนได้ผลการทดลองดังกราฟที่ 4.2 พบว่า อุณหภูมิกล่องทดสอบของฉนวนกันความร้อนใบมะม่วงหิมพานต์ที่อัตราส่วน 2:1 มีอุณหภูมิลดลง และประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน พบว่าฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์อัตราส่วน 2:1 สามารถลดการถ่ายเทความร้อนได้ใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้ว เนื่องจากฉนวนกันความร้อนใบมะม่วงหิมพานต์มีความหนาแน่นมากกว่าฉนวนใยแก้ว และฉนวนพอลิเอทิลีน ส่งผลให้การลดค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่าฉนวนใยแก้วและฉนวนพอลิเอทิลีนสอดคล้องกับวิจัยของราฮูนี ดีตรีเพชร (2555) ว่าฉนวนกันความร้อนจากธรรมชาติมีค่าการนำความร้อนลดลง เมื่อมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจากการเสริมแรงด้วยเส้นใยธรรมชาติ ดังนั้น จากผลทดลองสามารถนำฉนวนกันความร้อนใบมะม่วงหิมพานต์มาเป็นแนวทางในการเลือกใช้ฉนวนกันความร้อนจากธรรมชาติได้ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์ และการทดสอบสมบัติของแผ่นฉนวน โดยนำมาทำการทดสอบหาค่าความชื้น ความหนาแน่น ความต้านทานแรงดึง และการถ่ายเทความร้อน พบว่าฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์ ที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าปริมาณความชื้น 8.96 เปอร์เซ็นต์ ค่าความหนาแน่น 302.89 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความต้านทานแรงดึง 0.024 เมกกะปาสคาล และค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่กล่องทดสอบลดลงได้ 1.59 องศาเซลเซียส รองลงมา คือ อัตราส่วน 3:1 มีค่าปริมาณความชื้น 9.29 เปอร์เซ็นต์ ค่าความหนาแน่น 284.24 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความต้านทานแรงดึง 0.021 เมกกะปาสคาล และการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่กล่องทดสอบลดลงได้ 1.15 องศาเซลเซียส และอัตราส่วน 1:1 มีค่าปริมาณความชื้น 8.84 เปอร์เซ็นต์ ค่าความหนาแน่น 295.81 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความต้านทานแรงดึง 0.021 เมกะพาสคาล และการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่กล่องทดสอบลดลงได้ 0.69 องศาเซลเซียส จากผลการทดลองเบื้องต้นสรุปได้ว่า ฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์ ที่อัตราส่วน 2:1 เหมาะสมที่สุดในการผลิตเป็นแผ่นฉนวนกันความร้อน เนื่องจากมีความหนาแน่นสูงกว่าอัตราส่วน 3:1 และ1:1 ตามลำดับ ส่งผลให้แผ่นฉนวนมีความแข็งแรง สามารถต้านทานแรงดึงได้มากขึ้น นอกจากนี้ความหนาแน่นยังส่งผลต่อค่าการถ่ายเทความร้อน เข้าสู่แผ่นฉนวนทำให้ปริมาณของเส้นใยอัดแน่นมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณของตัวประสานเท่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุตินัย ยามศรีสุข (2554) ดังนี้ ความหนาแน่นมีผลต่อปริมาณความชื้น เมื่อแผ่นฉนวนมีความหนาแน่นสูงขึ้นปริมาณความชื้นจะลดต่ำลง และความหนาแน่นยังส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อน ความหนาแน่นมีผลทำให้ปริมาณของเส้นใยมีมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณของตัวประสานเท่าเดิม ส่งผลให้ความร้อนภายนอก ผ่านเข้าสู่ภายในกล่องทดสอบได้น้อยลง ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์กับฉนวนใยแก้ว และฉนวนพอลิเอทิลีน พบว่าอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบที่ทำการติดตั้งฉนวนความร้อน ทั้ง 3 ประเภท สามารถช่วยลดการถ่ายเทความร้อนได้ดี โดยที่ฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์ สามารถลดการถ่ายเทความร้อน โดยเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอกกล่องทดสอบลดลงได้ 1.40 องศาเซลเซียส ส่วนฉนวนใยแก้ว และฉนวนพอลิเอทิลีน สามารถลดอุณหภูมิจากภายนอกลงได้ 1 องศาเซลเซียส และ 0.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และฉนวนกันความร้อนจากใบมะม่วงหิมพานต์ สามารถลดการถ่ายเทความร้อนได้ใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้ว สอดคล้องกับวิจัยของจักรกริศน์ พิสูตรเสียง (2553) คือ ฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากเส้นใยใบยางพารามีประสิทธิภาพการป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้ว ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำฉนวนจากเส้นใยธรรมชาติมาใช้ติดตั้งภายในอาคารบ้านเรือนได้ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

สามารถพัฒนาขั้นตอนกระบวนการขึ้นรูปในรูปแบบอื่นได้เพื่อให้ได้มีแนวทางที่หลากหลาย และเหมาะสมมากยิ่งขึ้น เช่น การใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ เพื่อใช้เป็นอิฐก่อเป็นผนังอาคาร หรือการทำแผ่นฉนวนฝ้าเพดานเพื่อใช้ตกแต่งอาคาร เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. (2556). **คู่มือลดโลกร้อนด้วยตัวเรา.** กรุงเทพฯ : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.

กิตติศักดิ์ บัวศรี. (2551). **การผลิตแผ่นฉนวนความร้อนจากฟางข้าว.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

กฤษฎา จันทร์เดือน และชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์. (2557). **การพัฒนาฉนวนใยวัชพืชจากไมยราบยักษ์** วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จักรกริศน์ พิสูตรเสียง. (2553). **ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของฉนวนใบยางพารา.** วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยพฤกษ์ อาภาเวท และคณะ. (2555). **การศึกษาประสิทธิภาพฉนวนที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติ** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน.

ทีโอเอกรุ๊ป. (2556). **คุณสมบัติกาวลาเท็กซ์.** ค้นเมื่อ สิงหาคม26, 2558, จากhttp://www.toagroup.com/ th/product/48/217.html

นันทวัน นันทวนิช. (2555). **หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์โลกทั้งระบบช่วงชั้นที่ 3.** กรุงเทพฯ : อินเตอร์ เอ็ดดูเคชั่นซัพพลายส์.

ราฮูนี ดีตรีเพชร และชุลยาณี ราแดง. (2555). แผ่นฉนวนจากเถ้าไม้ยางพาราเสริมแรงด้วยเส้นใยธรรมชาติ. **วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้,** 3, 37- 41.

สุตินัย ยามศรีสุข. (2554). **การศึกษาประสิทธิผลในการใช้หญ้าสลาบหลวงเป็นฉนวนกันความร้อนเข้าสู่อาคาร.** วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อำนาจ อมฤก. (2554). **การศึกษาสมบัติของฉนวนความร้อนผลิตจากเส้นใยกกช้าง.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.

Axel Berge and Par Johansson. (2012). **Clothing Thermal Insulation During Sweating"** Textile Research Journal.

J. Zach, R. Hela, M. Sedlmajer and J. Hroudova (2013). **"Green Building Guidebook for Sustainable Architecture",** Drees & Sommer Advanced Building Technologies. Callwey Verlag, Munich.

K. Pelin. (2012). **Effects of asbestos and man-made vitreous fibers on cell division in cultured human mesothelial cells in comparison to rodent cells.** Textile Research Journal.