

แผ่นฉนวนหลังคาตาดฟ้าปลูกได้จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร Growth able Flat Slab Roof Insulation from Agricultural Waste

ขวัญรัตน์ อัสสานนท์¹ สรีวัลย์ จิ่งเจริญนิรร² และ มณฑล ฐานุดตมวงศ์²
Assanont, K.¹, Juengjarernnirathorn, S.² and Thanuttamavong, M.²

Abstract

Flat slab roof insulation from natural materials has been proposed as protection tool for building thermal insulation and environmentally friendly. Waste material from Thai agricultural product as rice straw is disposal by burning which cause air pollution problem. Reducing the impact and value adding to agricultural waste material, using rice straw to produce flat slab roof insulation which is strong lightweight, retain moisture and plant growth able ability to create green roof. This study focuses on non-heat energy producing method and testing physical properties. Result is concluded that the proper product mixture between rice straw:pine bark:ashes:glue was 3:1:1:1 by weight. The product size was 30 x 40 x 7.62 cm with 0.3 kg/unit and 2.5 kg/m². Water absorption was 253.59% and flexural strength value was 0.06 kg/cm². By those result of the study lead to prototype that agriculturist can produce by themselves and environmentally friendly.

Keywords: green roof, rice straw, insulation

บทคัดย่อ

ฉนวนหลังคาตาดฟ้าที่ผลิตจากวัสดุจากธรรมชาติถูกใช้เป็นเครื่องมือเพื่อป้องกันความร้อนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรจำนวนมากถูกกำจัดทิ้งโดยวิธีการเผาก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้ง ฟางข้าวจึงถูกนำมาผลิตเป็นแผ่นฉนวนตาดฟ้าที่มีน้ำหนักเบาทนทาน และกักเก็บความชื้นได้ดี อีกทั้งยังมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้ปลูกพืชเพื่อสร้างหลังคาเขียว การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นไปที่กระบวนการผลิตแบบไม่ใช้พลังงานความร้อนและทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของฉนวนตาดฟ้าปลูกได้ ผลงานวิจัยสรุปได้ว่า ส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแผ่นฉนวนตาดฟ้าปลูกได้ คือ ฟางข้าว:เปลือกสน:ขี้เถ้า:กาว โดยมีอัตราส่วนผสมเป็น 3:1:1:1 โดยน้ำหนัก และผลิตภัณฑ์มีขนาด 30x40x7.62 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 0.5 กิโลกรัมต่อชิ้น และ 4.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ค่าการดูดซึมน้ำที่ 253.59% และค่าการรับแรงดัดที่ 0.06 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยผลการศึกษานำไปสู่ต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่เกษตรกรสามารถผลิตเองได้และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: หลังคาเขียว ฟางข้าว ฉนวน

คำนำ**

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลกในปัจจุบันการพัฒนาเศรษฐกิจประเทศ การกลายเป็นเมืองอย่างรวดเร็ว ส่งผลกระทบต่อสมดุลทางพลังงานและสภาพภูมิอากาศของโลกอย่างรุนแรงทำให้เกิดปรากฏการณ์เกาะร้อน (urban heat Island) หรือปรากฏการณ์โดมความร้อนเมือง การทำสวนบนหลังคาจึงอาจช่วยเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจากแสงแดดได้ดีมากกว่าการไม่มีสวนบนหลังคา (ศุภกิจ, 2558) สวนสนามหญ้าหลังคาได้รับการยอมรับว่าเป็นตัวเลือกที่สามารถระบายความร้อนและลดการใช้พลังงาน นักวิจัยหลายท่านได้พยายามที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของหลังคาสีเขียวและเทคโนโลยีต่างๆ ที่จะช่วยลดรังสีจากแสงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิภายในของอาคารลดลง (Terini และ Dimitris, 1998) รังสีแสงอาทิตย์ทั้งหมดบนหลังคาที่มีสวนอยู่ด้านบนถูกสะท้อนออกไป 27% ถูกดูดซึมโดยพืชและดิน 60% และถูกถ่ายโอนเข้าไปในอาคาร 13% ซึ่งการใช้หลังคาเขียวที่ใช้วัสดุปลูกธรรมชาติเป็นวัสดุปลูกทดแทนดินนั้นมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าวัสดุปลูกที่เป็นดินในด้านของการลดความร้อน (พุทธิพันธ์, 2552)

เนื่องด้วยประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการประกอบอาชีพเกษตรกรรมมากถึง 7,942,582 ครัวเรือน (กลุ่มทะเบียนเกษตรกร ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) ปัจจุบันมีการใช้ฟางข้าวเพื่อการผลิตเชื้อเพลิง

¹ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

² วิทยาลัยบูรณาการศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

School of Integrated Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

ชีวภาพกระดาษปุ๋ยและอาหารสัตว์หลังจากการเก็บเกี่ยวฟางข้าวส่วนใหญ่จะถูกเผาหรือใช้คลุมผิวดินสำหรับพืช (Hanafi และคณะ, 2012) ซึ่งยังคงเหลือประมาณเศษวัสดุอีกมากที่ไม่ถูกแปรรูปหรือนำไปใช้ประโยชน์ ผู้วิจัยเล็งเห็นประโยชน์จากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเช่น ฟางข้าว, โยมะพร้าว, เปลือกสนและขี้เถ้า ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนและมีความแข็งแรงสามารถกักเก็บความชื้นได้ดี (โรสลีนา, 2559) ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติน้ำหนักเบา มีแร่ธาตุทันทานและมีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมแก่การนำมาศึกษาวิจัยเพื่อผลิตเป็นแผ่นหลังคาปลูกได้ที่ใช้ติดตั้งบนคานาฝ้าของอาคาร

อุปกรณ์และวิธีการ**

แผ่นหลังคาแบบ Extensive Green Roof ที่มุ่งเน้นใช้ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมและลดความร้อนที่แพร่สู่อาคารนั้น เป็นหลังคาเขียวที่ถูกออกแบบให้มีความลึกดินหรือความหนา 3 นิ้ว ซึ่งเมื่อประกอบติดตั้งบนหลังคาจะมีน้ำหนักกดทับอยู่ที่ประมาณ 300-1000 Kg/m² (กนกวลี, 2558) ผู้วิจัยมุ่งเน้นกระบวนการผลิตแบบไม่ใช้พลังงานความร้อนโดยทดลองผสมส่วนผสมทั้งหมด 6 สูตรประกอบด้วยสูตรที่มีฟางข้าวเป็นส่วนประกอบหลัก ได้แก่สูตร R1 (ฟางข้าว: เปลือกสน: ขี้เถ้า: กาว), R2 (ฟางข้าว: เปลือกสน: พีทมอส: กาว), R3 (ฟางข้าว: พีทมอส: ขี้เถ้า: กาว) และสูตรที่มีเส้นโยมะพร้าวเป็นส่วนประกอบหลัก ได้แก่สูตร C1 (เส้นโยมะพร้าว: เปลือกสน: พีทมอส: กาว), C2 (เส้นโยมะพร้าว: เปลือกสน: ขี้เถ้า: กาว), C3 (เส้นโยมะพร้าว: ขี้เถ้า: พีทมอส: กาว) อัตราส่วนผสมเป็น 3:1:1:1 โดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 1 และรูป (Figure 1-6) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ เพลทเหล็กขนาด 30x40x7.62 เซนติเมตร, เครื่องชั่งน้ำหนัก, ฟางข้าว, พีทมอส, ขี้เถ้า, เปลือกสน, เส้นโยมะพร้าว, กะละมังผสมและกาว (ลาเท็กซ์) นำส่วนผสมแต่ละสูตรมาผสมโดยการเทส่วนผสมตามสัดส่วนของแต่ละสูตรนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากันและนำลงไปอัดในเพลทเหล็กและนำไปตากแดดเป็นเวลา 60 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างทั้ง 6 สูตรมาทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ โดยทำการทดสอบแรงดัด (flexural Strength) แบบ (Center-Point Loading) ตามมาตรฐาน ASTM C293 และทดสอบการดูดซับน้ำ (water absorption) ตามมาตรฐาน ASTM C128 เพื่อวิเคราะห์หาสูตรที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาผลิตเป็นแผ่นหลังคาปลูกได้



Figure 1 Physical properties of C1.



Figure 2 Physical properties of C2.



Figure 3 Physical properties of C3



Figure 4 Physical properties of R1.



Figure 5 Physical properties of R2.



Figure 6 Physical properties of R3.

ผลการทดลอง***

การวิเคราะห์หาสูตรที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นที่เหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นแผ่นฉนวนหลังคาปลูกได้ สูตรที่มีค่า% Water Absorption สูงที่สุดคือสูตร R1 และต่ำที่สุดคือสูตร C2 ในส่วนของผลการทดสอบ Flexural Strength สูตรที่มีค่าสูงที่สุดคือ สูตร C3 และสูตรที่มีค่าต่ำที่สุดคือสูตร R1

Table 1 Appearance of (C) coconut and (R) rice straw.

Type C	Ratio	No.	Average	
			% Water Absorption	Flexural Strength (kg/cm ²)
C1	coconut fiber: pine bark: peat moss: glue 3:1:1:1	1	187.33	0.07
		2		
		3		
C2	coconut fiber: pine bark:ash: glue 3:1:1:1	1	184.03	0.11
		2		
		3		
C3	coconut fiber: peat moss: ash: glue 3:1:1:1	1	208.89	0.13
		2		
		3		
R1	Rice Straw : pine bark :ash: glue 3:1:1:1	1	253.59	0.063
		2		
		3		
R2	Rice Straw : pine bark: peat moss: glue 3:1:1:1	1	225.43	0.064
		2		
		3		
R3	Rice Straw: peat moss: ash: glue 3:1:1:1	1	222.43	0.050
		2		
		3		

วิจารณ์ผล**

งานวิจัยนี้ศึกษาลักษณะทางกายภาพของแผ่นหลังคาปลูกได้ที่มีงนั้้นกระบวนการผลิตแบบไม่ใช้พลังงานความร้อนโดยมีฟางข้าวและเส้นใยมะพร้าวเป็นวัตถุดิบหลัก หลังจากการทดสอบพบค่าเฉลี่ยความสามารถในการดูดซับน้ำของฟางข้าว (R1, R2, R3) อยู่ในช่วง 222.43 - 253.59% และเส้นใยมะพร้าว (C1, C2, C3) อยู่ในช่วง 184.03 - 208.89% ซึ่งสอดคล้องกับ (ฉันทพิทย์ และ มนทิพย์, 2552) ที่รายงานว่ามีปริมาณของเส้นใยมะพร้าวและฟางข้าวที่อยู่ในแผ่นอัดมากส่งผลให้การดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น โดยเส้นใยมะพร้าวมีโครงสร้างลักษณะที่เป็น Hydrophilic ของเซลลูโลสจึงดูดซับน้ำได้น้อยกว่าฟางข้าว ในส่วนของผลการทดสอบการรับแรงดัดของฟางข้าว (R1, R2, R3) อยู่ในช่วง 0.05-0.064 kg/cm² และเส้นใยมะพร้าว (C1, C2, C3) อยู่ในช่วง 0.07 - 0.13 kg/cm² ซึ่งผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำเมื่อเทียบกับแผ่นไม้อัดชนิดอัดราบ มอก.876-2547 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2547) ที่มีวัสดุลิกโนเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบ สาเหตุอาจเนื่องมาจากขั้นตอนในกระบวนการขึ้นรูปแบบไม่ใช้พลังงานความร้อนของแผ่นฉนวนหลังคาปลูกได้ที่มีการจัดเรียงตัวของเส้นใยและวัสดุปลูกไม่สม่ำเสมอส่งผลให้ค่าความสามารถในการรับแรงดัดมีค่าต่ำ ผลการทดสอบดังแสดง (Table 1)

สรุปผล**

จากผลการทดสอบการดูดซับน้ำและการรับแรงดัดของแผ่นหลังคาปลูกได้ทั้ง 6 สูตรดัง (Table 1) พบว่า สูตร R1 มีค่าร้อยละการดูดซับน้ำมากที่สุดเท่ากับ 253.59% และ R2 = 225.43%, R3 = 222.43% , C3 = 208.89% , C1 = 187.33% , C2 = 184.03% ตามลำดับ ในการทดสอบการรับแรงดัดพบว่าเส้นใยมะพร้าวมีค่าสูงกว่าฟางข้าวโดยสูตร C3 = 0.13 kg/cm² มีค่ามากที่สุดและสูตร C2 = 0.11 kg/cm² , C1 = 0.07 kg/cm² , R2 = 0.064 kg/cm² , R1 = 0.063 kg/cm² , R3 = 0.05 kg/cm² ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นพบว่าสูตรที่มีฟางข้าวเป็นส่วนประกอบหลักมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดีที่สุดและมีธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืชเช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (อินแปลง, 2553) ในส่วนของค่าความสามารถในการรับแรงดัดของฟางข้าวและเส้นใยมะพร้าวมีค่าไม่แตกต่างกันมาก สาเหตุอาจเนื่องมาจากขั้นตอนในกระบวนการขึ้นรูปแบบไม่ใช้พลังงานความร้อนของแผ่นฉนวนหลังคาปลูกได้ที่มีการจัดเรียงตัวของเส้นใยและวัสดุปลูกลงแผ่นเพลทไม่สม่ำเสมอ จึงสรุปได้ว่าแผ่นฉนวนหลังคาปลูกได้จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีคุณสมบัติทาง

กายภาพเบื้องต้นเหมาะสำหรับการนำไปสู่ต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่เกษตรกรสามารถผลิตเองมาผลิตคือ สูตร R1 ซึ่งประกอบไปด้วย ฟางข้าว:เปลือกสน:ขี้เถ้า:กาว ในอัตราส่วน 3:1:1:1 ซึ่งจะถูกนำไปทดสอบการลดความร้อนผ่านอาคารต่อไป

เอกสารอ้างอิง**

กนกวลี สุธีธร, 2558, หลังคาเขียวทางเลือกเพื่อการจัดการน้ำฝน, ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร, หน้า 128-129.

กลุ่มทะเบียนเกษตรกร ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559

ฉันทิทิพย์ คำนวนทิพย์ และ มณฑิพย์ ล้อสุริยนต์, 2552, แผ่นอัดจากใยมะพร้าว ชานอ้อย ฟางข้าว และแกลบ, ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 76 หน้า.

พุทธิพันธ์ เจริญเวศยางกูร, 2552, ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหลังคาเขียวที่ใช้วัสดุธรรมชาติเป็นวัสดุทดแทนดิน, สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 154 หน้า.

ศุภกิจ ยิ้มสรवल, 2558, แนวทางการใช้สวนหลังคาเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนผ่านทางหลังคาตาดฟ้าอาคาร, ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 13 หน้า.

โรสลีนา จาราแวง, 2559, การพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากพืชในเขตท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 74 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2547, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ มอก.876-2547.

อินแปง ดวงวงสา, 2553, การจัดการฟางข้าวเพื่ออนุรักษ์ธาตุ N, P, และ K ในดินนาของประเทศลาว, วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, หน้า 7.

Hanafi, E., Khadrawy, H, Ahmed, W., and Zaabal, M, 2012, Some Observations on Rice Straw with Emphasis on Updates of Its Management, World Applied Science Journal, pp. 16.

Terini E, and Dimitris A., 1998, The Contribution of a Planted Roof to Thermal Protection of Building in Greece, Energy Buildings, (27): 29-36.