O-EN05

การผลิตกระเบื้องมุงหลังคาจากขุยมะพร้าวผสมเศษกล่องเครื่องดื่มที่ใช้แล้วทิ้ง

Roof Production from fluff Coconut mixing waste drink boxs.

ณิชาภา มินาบูลย์ *, สิริชัย จิรวงศ์นุสรณ์ และชัชชติภัช จิตมณี

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ 73170 E-mail: nichapha.min@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตกระเบื้องมุงหลังคาจากขุยมะพร้าวผสมเศษกล่องเครื่องดื่มที่ใช้แล้วทิ้ง โดยผสมวัสดุธรรมชาติ คือ ขุยมะพร้าว ในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10 และ 20 โดยน้ำหนัก ทำการผลิตกระเบื้องหลังคาโดยใช้วิธีรีดร้อน จากนั้นนำผลที่ได้มาศึกษาลักษณะทางกายภาพ , ลักษณะทางด้านมิติ , การดูดซึมน้ำ, ความแข็งแรงตามขวาง ,การรั่วซึมน้ำ และการนำความร้อนของกระเบื้องมุงหลังคาตามมาตรฐานการผลิตกระเบื้องหลังคา (มอก.535-2527) เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับของขยะทางด้านอุตสาหกรรม และของเหลือทางด้านเกษตรกรรม เพื่อนำมาเป็นวัสดุทางเลือกในการผลิตกระเบื้องหลังคาที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางด้านมิติ,การดูดซึมน้ำ, ความแข็งแรงตามขวาง ,การรั่วซึมน้ำ และ การนำความร้อนของกระเบื้องมุงหลังคา พบว่ากระเบื้องมุงหลังคาจากขุยมะพร้าวผสมเศษกล่องเครื่องดื่มที่ใช้แล้วทิ้ง ที่ผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วน ร้อยละ 5 มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานการผลิตกระเบื้องหลังคา (มอก.535-2527) และการผสมขุยมะพร้าวตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป จะทำให้กระเบื้องหลังคาที่ผลิตได้มีค่าการดูดซึมน้ำมากและไม่เป็นไปมาตรฐานการผลิตกระเบื้องหลังคา (มอก.535-2527) ผลการศึกษายังพบว่านอกจากขุยมะพร้าวแล้วยังมีวัสดุที่นำมาผลิตกระเบื้องหลังคาผสมกล่องเครื่องดื่มใช้แล้วทิ้งได้อีก เช่น กากอ้อย , เส้นใยวัสดุทางการเกษตร และขี้เลื่อย

คำสำคัญ : กระเบื้องมุงหลังคา, ขุยมะพร้าว และวัสดุเหลือใช้

1.บทนำ

ประเทศไทยมีรายได้หลักที่เกิดจากการส่งออกคือการเกษตร ซึ่งแต่ละปีจะมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก ถูกนำไปแปรรูปเป็นพลังงาน แต่ยังมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอีกมากที่ต้องเผาทำลาย ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์อันใด ซึ่งประชากรส่วนใหญ่ของประเทศไทยอาศัยอยู่ในชนบทซึ่งมีอาชีพเกษตรกรรม สภาพที่อยู่อาศัยของชาวชนบทเหล่านี้มักทำด้วยวัสดุที่ไม่ถาวรและหาได้ง่ายในพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งมักจะมีปัญหาเรื่องความร้อนภายในอาคาร ทำให้อยู่อาศัยไม่สบาย แต่หากพิจารณาสภาพการทำงานในภาคเกษตรกรรมแล้ว จะเห็นว่ามีปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรเกิดขึ้น ในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก และมีความหลากหลาย เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย ขุยมะพร้าว ซังข้าวโพด ต้นมันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งมีหน่วยงานและองค์กรหลายแห่ง ได้ให้ความสนใจที่จะนำวัสดุเหลือใช้เหล่านี้มาแปรรูปให้เกิดประโยชน์ เช่น ทำเป็นอาหารสัตว์ ผลิตพลังงาน เป็นต้น ส่วนการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็น วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารที่สามารถผลิตได้โดยชาวชนบทเองมีขบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน หรือเพื่อให้เป็นวัสดุทางเลือกเพิ่มเติม พบว่ายังไม่ได้มีการพัฒนาเท่าที่ควร

มีสิ่งของหลากหลายสิ่งที่เราใช้อยู่ในชีวิตประจำวันที่สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ แต่สิ่งที่คิดเป็นปริมาณมหาศาลในแต่ละวันจากการดื่มกินนั่นก็คือ“กล่องเครื่องดื่ม”ทุกวันนี้ผู้คนทั่วโลกบริโภคน้ำ นม น้ำผลไม้ และเครื่องดื่มอื่นๆ วันละมากกว่า 14,000 ล้านลิตร และมีกล่องเครื่องดื่มจำนวนไม่น้อยที่ถูกทิ้ง ทั้ง ๆ ที่ทุกส่วนใน “กล่องเครื่องดื่ม” ทั้งที่เป็นกระดาษ พลาสติก และอะลูมิเนียมฟอยล์ ยังสามารถนำกลับมา “รีไซเคิล” ใช้ประโยชน์ได้ 100% ปัจจุบันกล่องเครื่องดื่ม เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ด้วยคุณสมบัติกล่องปลอดเชื้อที่คงคุณค่า และเก็บความสดใหม่ให้กับเครื่องดื่มได้นานถึง 6 เดือนโดยไม่ต้องใส่วัตถุกันเสีย และไม่ต้องแช่เย็น จึงปลอดภัย สำหรับผู้บริโภคทุกวัย โดยเฉพาะกับเด็กๆ ที่ต้องดื่มนมเป็นประจำ เมื่อไม่ต้องแช่เย็นก็ไม่ต้อง เปลืองค่าไฟ น้ำหนัก กล่องเบายังช่วยประหยัดเชื้อเพลิงในการขนส่ง กระดาษซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตกล่อง มาจากสวนป่า ที่ปลูกทดแทนต่อเนื่องพร้อมหมุนเวียนมาใช้ใหม่ (renewable) จึงไม่ต้องทำลายป่าไม้จากธรรมชาติ กล่องเครื่องดื่ม จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่รักษาสิ่งแวดล้อมตั้งแต่กระบวนการผลิต จนถึงการนำไปรีไซเคิล ซึ่งไม่มีส่วนใด เหลือทิ้งเป็นขยะเลย และในแต่ละปีกล่องเครื่องดื่มกว่า 3,000 ล้านใบ ถูกทิ้งไปโดยไม่มีใครรู้ถึงคุณค่า ว่ามันสามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ [1]

ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงมีความคิดที่จะทำโครงการวิจัยเรื่อง“การผลิตกระเบื้องมุงหลังคาจากขุยมะพร้าวผสมเศษกล่องเครื่องดื่มที่ใช้แล้ว” ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการการศึกษาความเป็นไปได้การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรคือขุยมะพร้าว [2] นำมาผสมกับกล่องเครื่องดื่มที่ใช้แล้วเพื่อผลิตเป็นกระเบื้องหลังคาที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งการผลิตแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาที่ผลิตจากขุยมะพร้าวและกล่องนมในงานวิจัยนี้ จะไม่มีการใช้สารเคมีใด ๆ ในการผสม จึงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นฉนวน ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 เครื่องมืออุปกรณ์

2.1.1 เครื่องตีเยื่อกระดาษมีลักษณะเป็นกล่องเหล็กขนาดเท่ากับ 55 x 45 x 90 เซนติเมตร และติดใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า 220 โวลต์ มีใบมีดตีเยื่อ 10 ใบ สามารถตีเยื่อกระดาษได้ครั้งละ 5 กิโลกรัม

ภาพที่ 1 แสดงถังปั่นแยกเยื่อกระดาษ

2.1.2 เครื่องบดแบบละเอียด ยี่ห้อโรเวอร์ ROVER-09885 เครื่องบดแบบละเอียด (CHIP & SHRED) เครื่องยนต์ 3.5 แรงม้า มอเตอร์ 2.42 กิโลวัตต์ 240 โวลต์ 50 เฮิร์ท สามารถบดวัตถุให้ได้ขนาดเล็กถึง 70 มม. และผ่าให้บางจนละเอียดด้วยการใช้มีด เครื่องบดละเอียดเป็นการบดวัสดุที่จะทำการศึกษาให้มีขนาดอยู่ที่ 2 ± 0.5 มม.

ภาพที่ 2 เครื่องบดละเอียด

2.1.3 เครื่องอัดร้อน ยี่ห้อ PAGNONI – MONZA ITALY มอเตอร์ขับ ขนาด 75 กิโลวัตต์ เครื่องใช้น้ำมันในการขับเคลื่อน (Hydraulic Pump) ขนาดตัวเครื่อง 1.00 เมตร x 2.50 เมตร สามารถส่งกำลังการอัดได้ถึง 13 ตัน ขนาดหน้ากว้าง 2.30 เมตร สามารถสร้างความร้อนได้ตั้งแต่ 0 – 1200 องศาเซลเซียส มีเกจบอกแรงดันพร้อมสามารถตั้งเวลาการทำงานได้ สามารถใช้งานได้นานติดต่อกัน 70 ชั่วโมง

ภาพที่ 3 เครื่องอัดร้อน

2.1.4 ตู้อบระบบลมร้อน-ไฟฟ้า 24 ถาด (ELECTRIC CONVECTION OVEN) ตู้สำหรับอบแห้งไล่ความชื้นได้สม่ำเสมอทั่วทั้งตู้ โดยใช้ลมร้อนเป่าหมุนเวียนและใช้ไฟฟ้าให้ความร้อน โครงสร้างตู้ภายนอก กว้าง 160 ซม. ลึก114 ซม. สูง 168 ซม ขนาดภายใน กว้าง 124 ซม. ลึก 94 ซม. สูง 127 ซม. วัสดุที่ใช้ผลิตด้วยสแตนเลส แผ่นเกรด AISI304 หนา 1.2 มม.เป็นตู้อบระบบหมุนเวียนอากาศร้อนด้วยพัดลม เป่าลมให้ไหลเวียนจากด้านบนลงสู่ด้านล่างของตู้โดยกระจายผ่านรูที่ผนังข้างตู้ และมีช่องระบายลมและความชื้นออกที่ด้านบนของตู้ มอเตอร์พัดลมหมุนเวียน ขนาด 1 แรงม้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮร์ท ภายในเตามีชั้นวางถาดอบได้ 2 แถว แถวละ 12 ชั้น (แต่ละชั้น สูงห่าง 10 เซนติเมตร) สำหรับใส่ถาดทำด้วยสแตน

เลสเจาะรู 6 มิลลิเมตร ขนาด กว้าง 52 x ลึก 72 x สูง 3 เซนติเมตร จำนวน 24 ใบ มีประตู 2 บานพร้อมที่จับและตัวล็อกฉนวนกันความร้อน “ใยหิน” (Rock Wool) ทนความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 800 องศาเซลเซียส ผนังตู้และประตูบุใยหินหนา 2 นิ้ว มีล้อเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว

ภาพที่ 4 เตาอบแบบพาความร้อน

2.1.5 ชุดวัดอุณหภูมิ ความชื้น ด้วยระบบ Microcontroller (Temperature and Humidity Control) รุ่น AXON – 4003 สามารถวัดค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส ค่าความคลาดเคลื่อน +/- 1% แสดงค่า 2 จุดทศนิยม และสามารถวัดค่าความชื้นได้ตั้งแต่ 10-90 เปอร์เซ็นต์ ค่าความคลาดเคลื่อน +/-5% ตั้งค่าอุณหภูมิควบคุมพัดลมแยกกันโดยอิสระได้ 8 ตัว แสดงสถานการทำงานของอุปกรณ์ปุ่มคีย์เป็นตัวเลข 0-9 สามารถปรับค่า (Calibrate) อุณหภูมิความชื้นได้เองที่หน้าจอ LCD

ภาพที่ 5 เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ

2.2 วัสดุวิจัย

2.2.1 การเตรียมเส้นใยจากขุยมะพร้าว

การเตรียมขุยมะพร้าว โดยการเก็บรวบรวมจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือภาคเกษตรกรรม และนำมาอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อให้ความชื้นไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง อบให้เหลือความชื้น 5 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 6 แสดงการนำขุยมะพร้าวไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

2.2.2 การเตรียมกล่องเครื่องดื่มที่ใช้แล้ว

การเตรียมพลาสติกและฟอยล์ จากกล่องเครื่องดื่มใช้แล้ว [3] โดยการนำกล่องเครื่องดื่มที่ได้มาทำความสะอาดและฉีกออกเป็นชิ้น ๆ [4] และใส่ลงในถังปั่นเริ่มเดินเครื่องในการปั่นกระดาษ พลาสติก และฟอยล์จะแยกออกจากกัน หลังจากนั้นนำมากรองด้วยเครื่องกรองแนวราบหลังการแยกเยื่อกระดาษออกก็จะได้พลาสติกและฟอยล์ที่จะนำไปใช้ในการผลิตแผ่นกระเบื้องหลังคา

ภาพที่ 7 การคัดแยกขนาดด้วยเครื่องคัดแยกเยื่อแบบตะแกรงราบ

2.3 วิธีดำเนินการวิจัยผลิตแผ่นกระเบื้องหลังคาจากกล่องเครื่องดื่มใช้แล้วร่วมกับขุยมะพร้าว

2.3.1 ขั้นตอนการรีดร้อน

ทำการผสมวัสดุธรรมชาติ ได้แก่ ขุยมะพร้าว ในอัตราส่วนร้อยละ 5,10 และ20โดยน้ำหนักร่วมกับพลาสติกและฟอยล์ที่ได้จากกล่องเครื่องดื่มใช้แล้ว หลังจากนั้นทำการเตรียมขึ้นใส่บล็อคด้วยเครื่องอัดแผ่น ที่ขนาด 2.40 x 0.90 เซนติเมตร และมีความสูง 0.20 เซนติเมตร และทำการอัดที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นในขณะที่แผ่นกระเบื้องหลังคายังร้อนอยู่ นำออกมาขึ้นรูปลอนด้วยการนำเหล็กท่อนกลม มาวางตามรอยที่ได้เตรียมไว้ เมื่อเย็นนำแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ได้ มาตัดขอบให้เรียบและเสมอกัน ก็จะได้แผ่นกระเบื้องที่จะทำการศึกษา

ภาพที่ 8 แสดงการอัดร้อนของแผ่นกระเบื้อง

3. วิเคราะห์ผลการวิจัย

3.1 ผลการทดสอบด้านมิติความหนาของแผ่นกระเบื้องหลังคา

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาด้านมิติความหนาของแผ่นกระเบื้องหลังคา (มิลลิเมตร)

วัตถุดิบ	อัตราส่วนผสมของวัสดุธรรมชาติ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			
	0	5	10	20
กล่องเครื่องดื่มใช้แล้ว	0.30 ±0.01^{d}	-	-	-
กล่องเครื่องดื่มใช้แล้วผสมขุยมะพร้าว	-	0.37 ±0.03^{c}	0.49 ±0.05^{b}	0.56 ±0.04^{a}

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าความแตกต่างกันต่อความหนาของแผ่นกระเบื้องหลังคา ซึ่งมีค่าความหนาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในอัตราส่วนร้อยละ 5 10 และ20 โดยน้ำหนักที่ความหนาของกระเบื้องหลังคาสูงที่สุดคือ 0.56 ± 0.04 มิลลิเมตร ซึ่งผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วนร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก รองลงมาในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยน้ำหนักซึ่งมีความหนา 0.49±0.05 มิลลิเมตร ส่วนในอัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนักมีความหนาน้อยที่สุด คือ 0.37±0.03 มิลลิเมตร จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนของวัสดุทางธรรมชาติ จะมีแนวโน้มทำให้ความหนาของกระเบื้องเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ในทุกอัตราส่วน ยังคงเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.535-2527

3.2 ผลการทดสอบลักษณะทางกายภาพของแผ่นกระเบื้องหลังคา

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของแผ่นกระเบื้องหลังคา

วัตถุดิบ	อัตราส่วนผสมของวัสดุธรรมชาติ	
	อัตราส่วนร้อยละ	ลักษณะที่ได้
กล่องเครื่องดื่มใช้แล้ว 100 %	10	ลักษณะผิวเป็นมันวาว เรียบแบน
กล่องเครื่องดื่มใช้แล้ว ผสมขุยมะพร้าว	5	ลักษณะผิวเป็นมันวาว เรียบแบน
	10	ลักษณะผิวเป็นมันวาว ขรุขระเล็กน้อย
	20	ลักษณะผิวมันวาว มีรอยนูนเล็กน้อยบางจุด

จากตารางที่ 2 พบว่า แผ่นกระเบื้องหลังคาที่ผลิตได้ลักษณะ มีรอยขรุขระเล็กน้อยเนื่องจาก วัตถุดิบหลักคือพลาสติกและฟอยล์ที่ได้จากกล่องเครื่องดื่มใช้แล้ว จึงทำให้แผ่นกระเบื้องหลังคาที่ผลิตมีลักษณะไม่เรียบและไม่สม่ำเสมอ แต่อย่างไรก็ตามการใช้พลาสติกและฟอยล์เป็นส่วนผสมในการผลิตจะทำให้กระเบื้องหลังคานั้นเป็นการเพิ่มคุณสมบัติในการยึดเกาะดูจากลักษณะของเนื้อแผ่นกระเบื้องที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันและยังคงมีคุณสมบัติอื่น ๆ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 535-2527 [5]

3.3 ผลการทดสอบการรั่วซึมน้ำของแผ่นกระเบื้องหลังคา

โดยนำมาใส่ในบล็อกที่ยาแนวด้วยซิลิโคลนกาวเพื่อกันน้ำรั่ว หลังจากนั้นทำการขังน้ำให้สูงกว่าระดับความสูงจากแผ่นกระเบื้องไม่น้อยกว่า 0.5 เซนติเมตรเป็นเวลา 24 ชั่วโมงและบันทึกผลโดยการสังเกตว่าไม่มีหยดน้ำให้แผ่นกระเบื้องหรือไม่ โดยผลการทดสอบการรั่วซึมน้ำแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการรั่วซึมน้ำของแผ่นกระเบื้องหลังคา

วัตถุดิบ	อัตราส่วนร้อยละ	ผลการทดสอบ	
		ปรากฏหยดน้ำ	ไม่ปรากฏหยดน้ำ
กล่องเครื่องดื่มใช้แล้ว 100 %	0	-	√
กล่องเครื่องดื่มใช้แล้วผสมขุยมะพร้าว	5	-	√
	10	-	√
	20	-	√

จากตารางที่ 3 พบว่า ไม่ปรากฏหยดน้ำใต้แผ่นกระเบื้องหลังคาในทุกอัตราส่วนของกล่องเครื่องดื่มใช้แล้วผสมกับขุยมะพร้าว ที่ทำการศึกษาซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สมอ. 535-2527 [5] เนื่องจากพลาสติกและฟอยล์คุณสมบัติในการต้านทานการซึมผ่านของน้ำได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะพลาสติกที่มีคุณสมบัติการเกาะเกี่ยวที่ดี จึงทำให้แผ่นกระเบื้องหลังคาที่ผลิตได้มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านของน้ำลงสู่ด้านล่างของแผ่นกระเบื้องหลังคาได้เป็นอย่างดี

3.4 การทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นกระเบื้องหลังคา

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของกระเบื้อง

น้ำหนักกระเบื้องหลังคา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)				
วัตถุดิบ	อัตราส่วนผสมวัสดุธรรมชาติ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			
	0	5	10	20
กล่องเครื่องดื่มใช้แล้ว	0.21 ± 0.01^{d}	-	-	-
กล่องเครื่องดื่มใช้แล้วผสมขุยมะพร้าว	-	5.67 ± 0.05^{c}	18.18 ± 0.01^{b}	20.58 ± 0.02^{a}

จากตารางที่ 4 พบว่าการทดสอบการดูดซึมน้ำของกระเบื้องหลังคาที่ผสมกล่องเครื่องดื่มใช้แล้วที่ผสม ขุยมะพร้าว ในอัตราส่วนร้อยละ 5 10 และ 20 โดยน้ำหนักมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 นั่นคืออัตราส่วนของวัสดุธรรมชาติที่แตกต่างกันมีผลต่อการดูดซับน้ำของแผ่นกระเบื้องหลังคาซึ่งมีค่าการดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าอัตราส่วนของวัสดุธรรมชาติที่ใช้มีผลต่อการดูดซับน้ำของแผ่นกระเบื้องหลังคา พบว่าเมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนวัสดุที่ผสมเข้าไปจะทำให้ค่าการการดูดซึมน้ำของแผ่นกระเบื้องหลังคามีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยเกณฑ์มาตรฐานการดูดซึมน้ำระบุไว้ว่าค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นกระเบื้องหลังคาต้องไม่เกินร้อยละ 10 ของน้ำหนักแผ่นกระเบื้องหลังคา โดยการทดสอบพบว่า ในการผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วนร้อยละ 5 10 และ 20 โดยน้ำหนักมีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 5.67±0.05 18.18±0.01 และ

20.58±0.02 ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบพบว่าในอัตราส่วนผสมที่ 5% ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของไทย ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.535 - 2527 [5] ส่วนอัตราส่วนผสมร้อยละ 10 และ 20 โดยน้ำหนักตามลำดับของทุกอัตราส่วนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน [5]

3.5 การทดสอบความแข็งแรงของแผ่นกระเบื้องหลังคา

ตารางที่ 5 สรุปผลการทดลองค่าความแข็งแรงกระเบื้องหลังคา

ค่าความแข็งแรงของกระเบื้องหลังคา (นิวตัน)				
วัตถุดิบ	อัตราส่วนผสมวัสดุธรรมชาติ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			
	0	5	10	20
กล่องเครื่องดื่มใช้แล้ว	> 1,200 N.	-	-	-
กล่องเครื่องดื่มใช้แล้วผสมขุยมะพร้าว	-	> 1,200 N.	> 1,200 N.	> 1,200 N.

จากตารางที่ 5 พบว่า กระเบื้องหลังคาที่ผลิตจากกล่องเครื่องดื่มใช้แล้วกับวัสดุธรรมชาติคือ ขุยมะพร้าว ในอัตราส่วนร้อยละ 5 10 และ 20 โดยน้ำหนักตามมาตรฐานกำหนดค่าความแข็งแรงของกระเบื้องไม่น้อยกว่า 450 นิวตัน ซึ่งกระเบื้องหลังคาที่ทำการทดสอบทุกอัตราส่วน มีค่าความแข็งแรงมากกว่า 1,200 นิวตัน ซึ่งมีผลมาจาก พลาสติกและฟอยล์จากกล่องเครื่องดื่มที่ใช้แล้วมีความเหนียวและยืดหยุ่น ซึ่งเมื่อนำไปทดสอบความแข็งแรง กระเบื้องหลังคายังคงสภาพดีไม่เสียหายหรือแตกหัก แต่มีรอยร้าวหรือรอยหักที่เกิดจากการทดสอบ แต่ไม่ส่งผลต่อคุณสมบัติของกระเบื้องหลังคาซึ่งเป็นไปตามผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สมอ. 535-2527 [5]

3.6 การทดสอบการถ่ายเทความร้อนของแผ่นกระเบื้องหลังคา

โดยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 535 – 2527 ระบุไว้ว่าค่าการนำความร้อนต้องไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตร ผลการถ่ายเทความร้อนของแผ่นกระเบื้องหลังคาแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการนำความร้อนของแผ่นกระเบื้องหลังคา

วัตถุดิบ	อัตราส่วนผสมของวัสดุธรรมชาติ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			
	0	5	10	20
กล่องเครื่องดื่มใช้แล้ว	0.27 ± 0.02^{a}	-	-	-
กล่องเครื่องดื่มใช้แล้วผสมขุยมะพร้าว	-	0.18 ± 0.00^{c}	0.26 ± 0.00^{b}	0.15 ± 0.05^{d}

จากตารางที่ 6 พบว่าการทดสอบการนำความร้อนของกระเบื้องหลังคาที่ผสมกล่องเครื่องดื่มใช้แล้วที่ผสม ขุยมะพร้าว ในอัตราส่วนร้อยละ 5 10 และ 20 โดยน้ำหนัก มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 นั่นคืออัตราส่วนร้อยละของวัสดุทางธรรมชาติที่แตกต่างกันมีผลต่อการนำความร้อนของแผ่นกระเบื้องหลังคา ซึ่งมีค่าการนำความร้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าอัตราส่วนของวัสดุทางธรรมชาติที่ใช้มีผลต่อการนำความร้อนของแผ่นกระเบื้องหลังคาโดยที่กระเบื้องหลังคาที่ผสมด้วย ขุยมะพร้าว ในอัตราส่วนร้อยละ 20 สามารถนำความร้อนได้น้อยที่สุด คือ 0.15±0.05 วัตต์/ตารางเมตร ในอัตราส่วนร้อยละ 10 มีค่าการนำความร้อนสูงที่สุด คือ 0.26±0.00 วัตต์/ตารางเมตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนกับกระเบื้องหลังคาจากกล่องเครื่องดื่ม 100 % ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าผลการทดสอบในทุกอัตราส่วนผสมของวัสดุธรรมชาติผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม สมอ.535-2527 [5]

4.สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการผลิตกระเบื้องหลังคาจากกล่องเครื่องดื่มใช้แล้วผสมวัสดุธรรมชาติ โดยการผสมวัสดุทางธรรมชาติ คือ ขุยมะพร้าว ในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10 และ 20 โดยน้ำหนัก โดยวิธีการรีดร้อน ซึ่งไม่มีการเติมสารเคมีลงไปช่วยในการประสาน และทำการทดสอบประสิทธิภาพและคุณสมบัติของกระเบื้องหลังคาที่ผลิตได้ โดยสรุปผลดังนี้

4.1 การศึกษาด้านมิติความหนาและลักษณะทางกายภาพของแผ่นกระเบื้องหลังคา ในอัตราส่วนผสมของวัสดุธรรมชาติร้อยละ 5, 10 และ 20 โดยน้ำหนัก พบว่าแผ่นกระเบื้องหลังคาทุกอัตราส่วนผสมมีความหนาเป็นไปตามมาตาฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งความหนาแน่นของแผ่นกระเบื้องหลังคา ในอัตราส่วนร้อยละ 20 ของขุยมะพร้าว มีความหนาสูงสุดคือ 0.56±0.04 มิลลิเมตร ในอัตราส่วนร้อยละ 5 มีความหนาน้อยที่สุด คือ 0.37±0.03 มิลลิเมตร สำหรับการผลิตกระเบื้องหลังคาจาก (มอก.535-2527) ของประเทศไทย แผ่นกระเบื้องหลังคาจะมีความหนาเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมของวัสดุธรรมชาติ มีลักษณะผิวมันวาวและขรุขระเล็กน้อย ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของแผ่นกระเบื้องหลังคา

4.2 การทดสอบการรั่วซึมน้ำของแผ่นกระเบื้องหลังคา พบว่ากระเบื้องหลังคาที่ผลิตจากกล่องเครื่องดื่มใช้แล้วผสมวัสดุธรรมชาติในอัตราส่วนร้อยละ 5 10 และ 20 โดยน้ำหนัก ทุกอัตราส่วนผ่านการทดสอบการรั่วซึมน้ำซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการผลิตกระเบื้องหลังคา มอก. 535-2527 เนื่องจากพลาสติกและฟอยล์ เมื่อได้รับความร้อนจะรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันทำให้ มีความเหนียวและยืดหยุ่นสูง น้ำจึงไม่สามารถซึมผ่านได้

4.3 การทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นกระเบื้องหลังคาที่ผลิตจากกล่องเครื่องดื่มใช้แล้วผสมกับวัสดุธรรมชาติได้แก่ ขุยมะพร้าว ในอัตราส่วนร้อยละ 5 พบว่ามีค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับ 5.67±0.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการผลิตกระเบื้องหลังคา (มอก.535-2527) ซึ่งระบุว่าการดูดซึมน้ำของกระเบื้องหลังคาต้องไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ส่วนในอัตราส่วนร้อยละ 10 และ 20 โดยน้ำหนัก ของทุกอัตราส่วนผสมมีค่าการดูดซึมน้ำเกินมาตรฐานที่กำหนดทั้งหมด ทั้งนี้อัตราส่วนที่ใช้ผสมในการผลิตกระเบื้องหลังคา มีผลต่อค่าการดูดซึมน้ำ

4.4 การทดสอบค่าความแข็งแรงของกระเบื้องหลังคาที่ผลิตจากกล่องเครื่องดื่มใช้แล้วผสมวัสดุธรรมชาติ โดยการรีดร้อน พบว่าแผ่นกระเบื้องหลังคาทุกอัตราส่วนผสม มีค่าความแข็งแรงเป็นไปตามมาตรฐานการผลิตกระเบื้องคา (มอก.535-2527) ของประเทศไทย ซึ่งระบุว่าค่าความแข็งแรงของกระเบื้องหลังคา ต้องมีค่าความแข็งแรงไม่น้อยกว่า 450 นิวตัน จากการทดสอบค่าความแข็งแรงของกระเบื้องหลังคาที่ผลิตได้ในทุกอัตราส่วนผสม พบว่าสามารถรับแรงกดได้มากกว่า 1,200 นิวตัน โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติอื่น ๆ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สามารถดำเนินการไปได้ด้วยดี จนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ได้วางไว้ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา และขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ได้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ ผู้จัดทำจึงใคร่ขอแสดงความขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] รีไซเคิลเครื่องดื่มช่วยทำให้โลกเย็นลง แหล่งที่มา www. thaikids-recycle.com

[2] ดรรชนี พัทธวรากร.**เอกสารประกอบการสอน เทคโนโลยีสิ่งทอ.**ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม.คณะวิทยาศาสตร์.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[3] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. **คู่มือการคัดแยกขยะรีไซเคิล.** กรุงเทพฯ. 2546

[4] กรมควบคุมมลพิษ.**แนวทางการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยในชุมชน.** กรุงเทพฯ. 2547

[5] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) 2527. **มาตรฐานกระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา.**มอก. 535 2527.