

การใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพ  
ทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง

The Application of Coconut Meal, Corncob and Durian Peel as  
Wood-Substituted Biocomposites in Medium Density Fiberboard

ประชุม คำพุด<sup>1\*</sup> ปราโมทย์ วีรานุกุล<sup>2</sup> และ สัจจะชาญ พัดมณี<sup>3</sup>

<sup>1</sup>อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

<sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ 10300

<sup>3</sup>อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ 10800

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพดและเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง โดยใช้อัตราส่วนเส้นใย: กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์: กาวไอโซไซยาเนต ชนิด Polymeric Diphenylmethane Diisocyanate (pMDI) เท่ากับ 1: 0.13: 0.003 สำหรับเส้นใยนำมาจากกากมะพร้าว, ต้นข้าวโพด, และเปลือกทุเรียน โดยนำมาผสมเป็นอัตราส่วนต่างๆ รวม 7 อัตราส่วน การผลิตแผ่นใยชีวภาพอัดทำได้โดยวิธีอัดร้อน ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ด้วยความดันในการอัด 20 - 50 กก./ตร.ซม. เป็นเวลา 8 นาที มีความหนาแน่น ระหว่าง 603 - 856 กก./ลบ.ม. ทำการทดสอบตามมาตรฐาน มอก.876-2547 จากผลการทดสอบ พบว่า อัตราส่วน MM33 (เส้นใยมะพร้าว: เส้นใยต้นข้าวโพด: เส้นใยเปลือกทุเรียน เท่ากับ 0.33: 0.33: 0.33) และอัตราส่วน CC50 (เส้นใยมะพร้าว: เส้นใยต้นข้าวโพด: เส้นใยเปลือกทุเรียน เท่ากับ 0.50: 0.25: 0.25) มีสมบัติทางกายภาพและทางกลผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด นอกจากนี้แผ่นใยชีวภาพอัดยังมีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี

Abstract

This research aims to study the application of coconut meal, corncob and durian peel as wood-substituted biocomposites in medium density fiberboard. The fiber: urea formaldehyde glue: isocyanate glue with polymeric diphenylmethane diisocyanate type (pMDI) ratio is equal to 1: 0.13: 0.003. The fibers are taken from coconut meal, corncob and durian peel that 7 ratios are used to all of fiber mixing. The fiberboard production use 130°C of temperature with 20 – 50 kg/sq.cm of compressive pressure with 8 minutes per piece of rate. Their fiberboards have 603 – 856 kg/m of density that was tested follow the TIS 876-2547 standard. Resulting, the MM33 ratio (coconut meal fibers: corncob fibers: durian peel fibers is equal to 0.33: 0.33: 0.33) and the CC50 ratio (coconut meal fibers: corncob fibers: durian peel fibers is equal to 0.50: 0.25: 0.25) can pass the standard in physical properties and mechanical properties. Moreover, their fiberboards have good thermal insulation

คำสำคัญ : ไม้ใยอัด เส้นใยกากมะพร้าว เส้นใยต้นข้าวโพด เส้นใยเปลือกทุเรียน กาว

Keywords : Fiberboard, Coconut meal fiber, Corncob fiber, Durian peel fiber, Glue

\*ผู้พิมพ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ [choomy\\_gtc@hotmail.com](mailto:choomy_gtc@hotmail.com) โทร. 0 2549 4032

## 1. บทนำ

จากสถานการณ์ปัจจุบันเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) การสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ การขาดแคลนวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัด ความต้องการของผลิตภัณฑ์จำพวกแผ่นไม้อัดที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2536) และคุณสมบัติของเส้นใยธรรมชาติที่มีเหลือทิ้งมากมายในท้องถิ่น ได้แก่ กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพด และเส้นใยจากเปลือกทุเรียน มีสมบัติเชิงกลดี มีความแข็งแรงและ มอดูลัสสูง ความหนาแน่นต่ำ ทำให้วัสดุที่มีส่วนผสมของเส้นใยดังกล่าว มีน้ำหนักเบา เป็นฉนวนป้องกันความร้อน (ชีวรัตน์, 2550) และเหมาะสมสำหรับนำมาพัฒนาเป็น วัสดุประกอบชีวภาพ เพื่อทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง ซึ่งแต่เดิมมีกระบวนการผลิตเริ่มจากการย่อยเศษไม้เป็นชิ้นขนาดเล็ก แล้วจึงผสมกาวหรือสารเติมแต่งอื่นๆ จากนั้นนำไปอัดให้ติดกันเป็นแผ่นภายใต้แรงอัดและความร้อนในเครื่องอัดร้อน เพื่อให้เกิดการยึดติดกันระหว่างชิ้นไม้หรือเส้นใยเล็กๆ จนเป็นแผ่นไม้ประกอบชนิดต่างๆ ตามความต้องการ (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2533; ณรงค์, 2517) คาดว่าในปี 2560 จะมีความต้องการแผ่นไม้ประกอบ ถึง 1.93 ล้านลูกบาศก์เมตร ทำให้อาจเกิดการขาดแคลนวัตถุดิบไม้ได้ (ธวัช, 2547) ทั้งนี้งานวิจัยเรื่อง การใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

## 2. วิธีการทดลอง

2.1 วัสดุและอุปกรณ์ ประกอบด้วย กากมะพร้าว, ต้นข้าวโพด, เปลือกทุเรียน, กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์, กาวไอโซไซยาเนต ชนิด Polymeric Diphenylmethane Diisocyanate (pMDI), ถังกำจัดไขมันและแปรง, เครื่องสับย่อยขนาด, ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่  $103 \pm 2$  องศาเซลเซียส, เครื่องบดละเอียด, เครื่องร่อนคัดขนาด, เครื่องชั่งน้ำหนัก ที่มีความละเอียดถึง 0.01 กรัม, สารเคมีสำหรับกระบวนการปรับปรุงเส้นใย, เครื่องอัดไฮโดรลิก (รูปที่ 1), เครื่องผสมและพ่นกาว, แบบหล่อขึ้นรูป หนา 6 มิลลิเมตร, เครื่องตัดชิ้นตัวอย่าง, เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง, และเครื่องทดสอบความต้านทานแรงดัด



รูปที่ 1 เครื่องอัดไฮโดรลิก

2.2 อัตราส่วนผสม จากการทดลองเบื้องต้นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับ แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน สามารถสรุปอัตราส่วนผสมได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยชนิดต่างๆ

อัตราส่วนผสม	เส้นใยกากมะพร้าว	เส้นใยต้นข้าวโพด	เส้นใยเปลือกทุเรียน	กาวยูเรียฯ	กาว pMDI
CC100	1.00	-	-	0.13	0.003
CN100	-	1.00	-	0.13	0.003
DR100	-	-	1.00	0.13	0.003
CC50	0.50	0.25	0.25	0.13	0.003
CN50	0.25	0.50	0.25	0.13	0.003
DR50	0.25	0.25	0.50	0.13	0.003
MM33	0.33	0.33	0.33	0.13	0.003

2.3 การขึ้นรูป เริ่มได้จาก กำจัดไขมันและแป้งของกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ย่อยขนาดของกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนให้มีขนาดเล็ก หรือมีความยาวไม่เกิน 3 เซนติเมตร แล้วจึงอบกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนเพื่อลดความชื้น จากนั้นบดกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนให้ละเอียด ทำการคัดขนาดเส้นใยของกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ซึ่งน้ำหนักเส้นใยกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ทำการปรับปรุงเส้นใยกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนให้เหมาะสมกับการยึดเกาะ ผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนรวมกับกาวให้เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอตามอัตราส่วนที่กำหนด จากนั้นอัดขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางด้วยความร้อน โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 130°C ความดันในการอัด 20-50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เวลาในการอัด 8 นาทีต่อแผ่น ได้แผ่นขึ้นไม้อัด (รูปที่ 2) ทั้งตัวอย่างแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางไว้ให้ยึดเกาะกันประมาณ 3 วัน เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดในการบ่มแล้ว จึงนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนต่อไป



รูปที่ 2 ลักษณะของวัสดุผสมเมื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นแล้ว

2.4 การทดสอบสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.876-2547 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (สมอ., 2547) และสมบัติอื่นๆ จำนวนการทดสอบละ 10 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ความหนาแน่น, ปริมาณความชื้น, การพองตัว, ความต้านทานแรงดัด, โมดูลัสยืดหยุ่น, ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า, ความยึดแน่นของผิวหน้า, สัมประสิทธิ์การนำความร้อน, และการนำไปใช้งานจริง โดยติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยบนผนังจำลองอัตราส่วนที่เหมาะสมเทียบกับแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป ทั้งหมดใช้ความหนาเท่ากับ 6 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3 จากนั้นวัดอุณหภูมิห้องที่ผนังถูกบุด้วยแผ่นไม้อัดดังกล่าวด้วยเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง ทุกๆ 2 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง

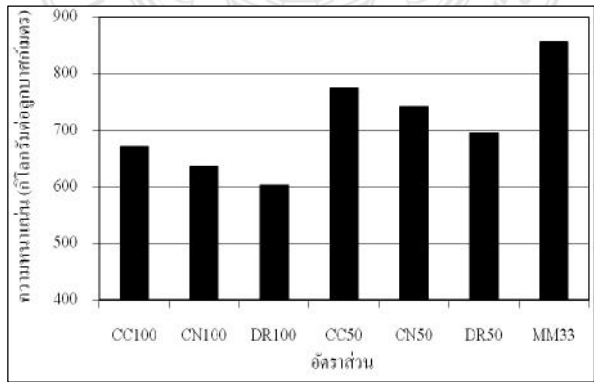


รูปที่ 3 อาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัตราส่วน CC50 และแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป

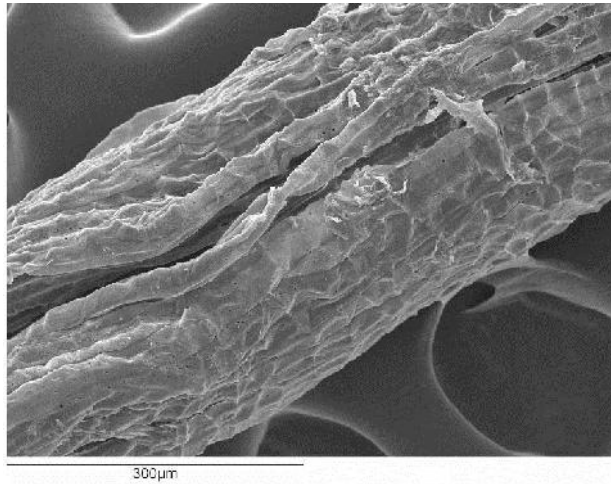
### 3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนนั้น สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังต่อไปนี้

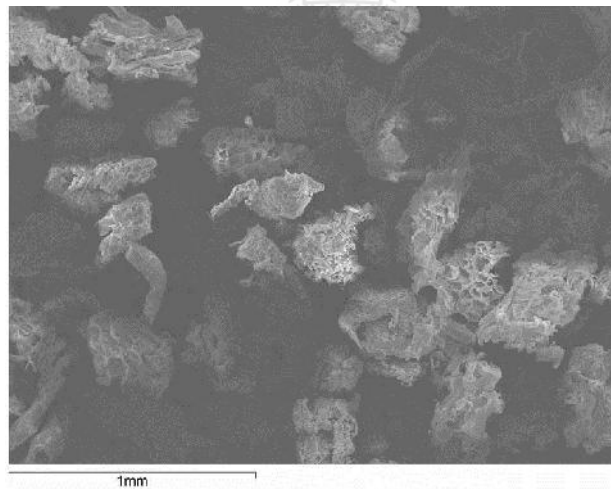
3.1 ความหนาแน่น แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ สามารถสรุปความหนาแน่นได้ ดังรูปที่ 4 พบว่า อัตราส่วน MM33 (เส้นใยทั้ง 3 ชนิดอย่างละเท่าๆ กัน) มีความหนาแน่นสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CC50 (เส้นใยกากมะพร้าวเป็นส่วนใหญ่), CN50 (เส้นใยต้นข้าวโพดเป็นส่วนใหญ่), DR50 (เส้นใยเปลือกทุเรียนเป็นส่วนใหญ่), CC100 (เส้นใยกากมะพร้าวทั้งหมด), CN100 (เส้นใยต้นข้าวโพดทั้งหมด), และอัตราส่วน DR100 (เส้นใยเปลือกทุเรียนทั้งหมด) มีความหนาแน่นต่ำที่สุดตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากขนาดคละของเส้นใยที่ดี จะช่วยให้แผ่นใยชีวภาพอัดมีช่องว่างน้อย และมีความหนาแน่นสูง (วิจิตร, 2543) ดังเห็นได้จากรูปร่าง ลักษณะ และขนาดของเส้นใยแต่ละชนิด ดังรูปที่ 5 ถึง 7 โดยแผ่นใยชีวภาพอัดที่ออกแบบ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วงที่มาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (สมอ., 2547) กำหนด ซึ่งมีค่าระหว่าง 400 ถึง 900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



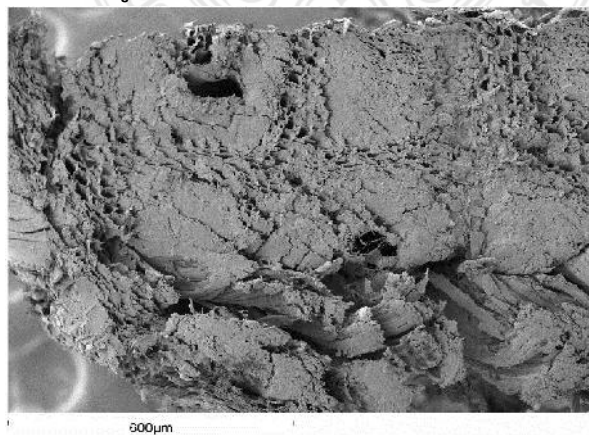
รูปที่ 4 ความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยต่างๆ



รูปที่ 5 ภาพขยายเส้นใยเปลือกทุเรียนด้วยกล้อง SEM

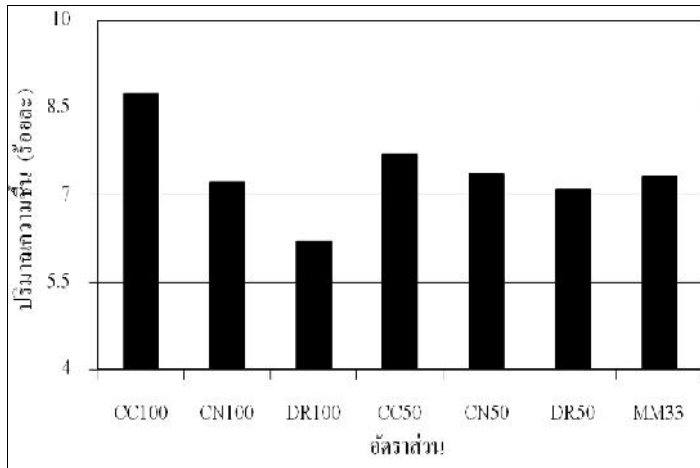


รูปที่ 6 ภาพขยายกากมะพร้าวด้วยกล้อง SEM



รูปที่ 7 ภาพขยายเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยกล้อง SEM

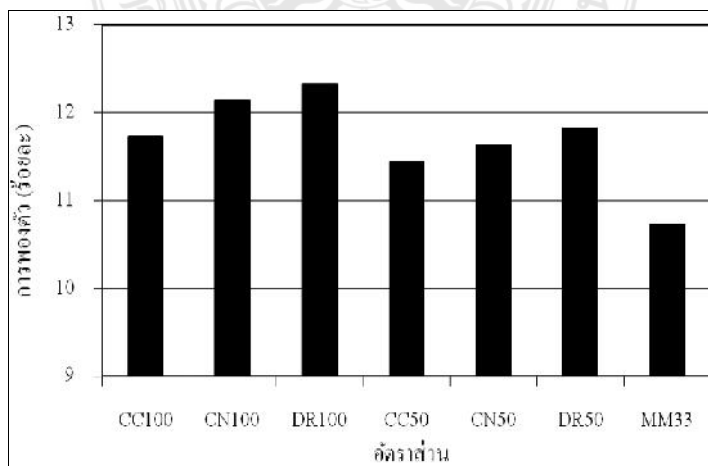
3.2 ปริมาณความชื้น แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน เป็นการอัดเส้นใยธรรมชาติร่วมกับกาวชนิดต่างๆ ให้ได้แผ่นใยชีวภาพอัดที่มีปริมาณความชื้นอยู่ใน ภายใต ซึ่งจากการทดสอบสามารถสรุปปริมาณความชื้นแบ่งตามอัตราส่วนผสมได้ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ปริมาณความชื้นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยต่างๆ

จากรูปที่ 8 พบว่า แผ่นใยชีวภาพอัดที่มีความหนาแน่นมากก็จะมีผลต่อปริมาณความชื้นที่มากตามไปด้วย ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความชื้นที่อยู่ในเส้นใยหรือปริมาณของกาวที่ผสม เนื่องจากแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีความหนาแน่นมากจะมีปริมาณเส้นใยและกาวที่มาก และแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีปริมาณเส้นใยและกาวที่น้อยไปด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบผลการทดสอบความชื้นที่ได้ทั้งหมดกับมาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (สมอ., 2547) ที่กำหนดปริมาณความชื้นเฉลี่ย ต้องอยู่ในช่วง ร้อยละ 4 ถึง 13 นั้น เห็นได้ว่า ทุกอัตราส่วนมีความชื้นที่อยู่ในเกณฑ์ตามที่มาตรฐานกำหนดทั้งหมด

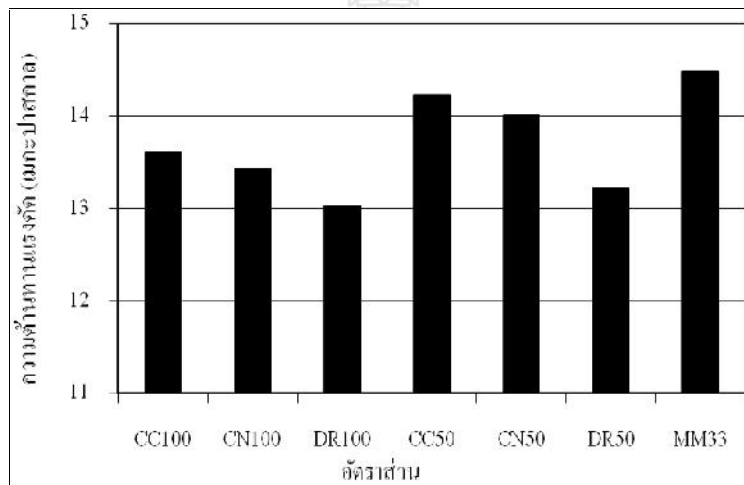
3.3 การพองตัว จากการทดสอบของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 การพองตัวของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยต่างๆ

จากรูปที่ 9 พบว่า แผ่นใยชีวภาพอัดที่อัตราส่วน MM33 มีการพองตัวน้อยที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CC50, CN50, CC100, DR50, CN100, และ DR100 เป็นอัตราส่วนที่มีการพองตัวมากที่สุด ตามลำดับ เห็นได้ว่าการพองตัวมีแนวโน้มที่ผกผันกับความหนาแน่น โดยอัตราส่วนที่มีความหนาแน่นสูง มีการพองตัวเกิดขึ้นน้อยกว่าอัตราส่วนที่มีความหนาแน่นต่ำ เนื่องจากน้ำจะสามารถซึมผ่านเข้าไปในแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีช่องว่างมากหรือความหนาแน่นต่ำได้ดีกว่าแผ่นที่มีช่องว่างน้อยหรือความหนาแน่นสูง ทำให้เส้นใยภายในแผ่นใยชีวภาพอัดเกิดการดูดซึมน้ำและพองตัวได้ เมื่อเทียบผลการทดสอบกับมาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (สมอ., 2547) เห็นได้ว่า มีเพียงอัตราส่วน CN100 และ DR100 เท่านั้น ที่ไม่ผ่านมาตรฐาน โดยที่มาตรฐานดังกล่าวกำหนดให้แผ่นขึ้นไม้หนา 3 - 6 มิลลิเมตร ต้องมีการพองตัว ไม่เกินร้อยละ 12

3.4 ความต้านทานแรงดัด แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ซึ่งเป็นสมบัติที่แสดงถึงความแข็งแรงของแผ่นใยชีวภาพอัดนั้น สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 10

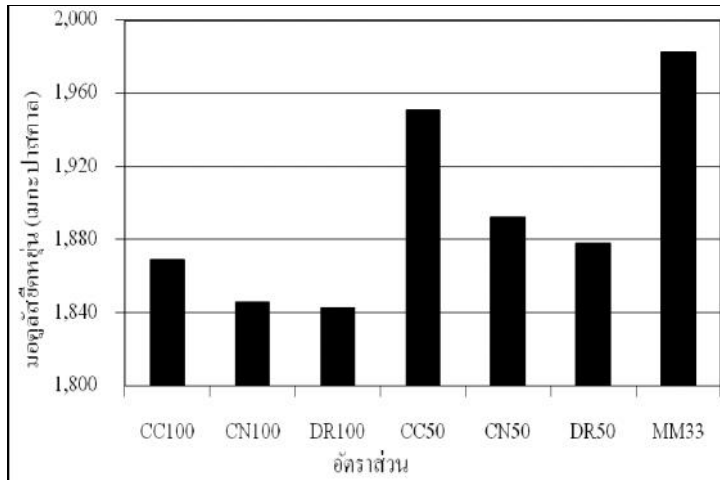


รูปที่ 10 ความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยต่างๆ

จากรูปที่ 10 พบว่า ความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยชีวภาพอัดแต่ละอัตราส่วนมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากความแข็งแรงเฉพาะตัวของเส้นใย รูปร่างลักษณะ ความสามารถในการยึดเหนี่ยวกันเป็นแผ่น และความสามารถในการเรียงตัวของเส้นใยแต่ละชนิด (วรธรรม, 2547) นอกจากนี้ความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดที่สูงจะมีพื้นที่รับแรงโดยรวมมาก ทำให้สามารถรับแรงได้มาก แต่ถ้าความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดต่ำก็จะมีพื้นที่รับแรงโดยรวมน้อย และสามารถรับแรงได้น้อยตามไปด้วย (Odozi et al., 1986) โดยอัตราส่วน MM33 มีความต้านทานแรงดัดสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CC50, CN50, CC100, CN100, DR50 และ DR100 เป็นอัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงดัดต่ำที่สุด ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับมาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (สมอ., 2547) ที่กำหนดความต้านทานแรงดัดของแผ่นขึ้นไม้อัดที่มีความหนา 3 - 6 มิลลิเมตร ต้องไม่น้อยกว่า 15 MPa จะเห็นว่า อัตราส่วน MM33, CC50 และ CN50 สามารถผ่านตามที่มาตรฐานกำหนดได้

3.5 มอดูลัสยืดหยุ่น แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนนั้น สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 11

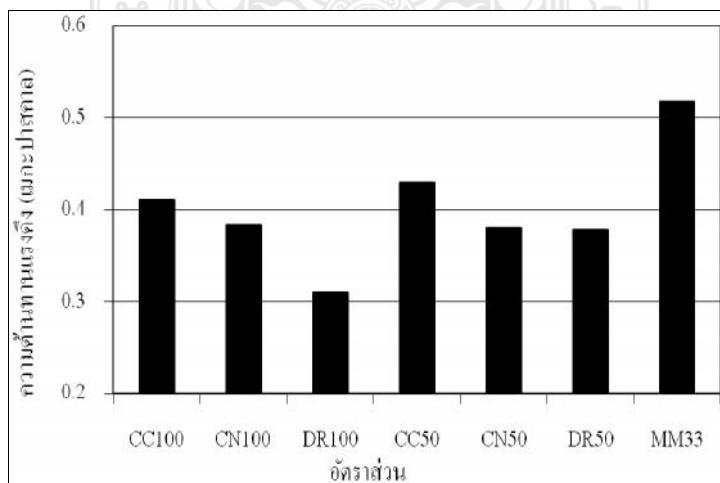
วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ  
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5



รูปที่ 11 มอดูลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยต่างๆ

จากรูปที่ 11 พบว่า มอดูลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน มีความแตกต่างกัน ตามลักษณะของแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีวัสดุแตกต่างกัน (วรธรรม, 2547; Odozi et al., 1986) โดยอัตราส่วน MM33 มีมอดูลัสยืดหยุ่นมากที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CC50, CN50, DR50, CC100, CN100, และ DR100 เป็นอัตราส่วนที่มีมอดูลัสความยืดหยุ่นน้อยที่สุด ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับความต้านทานแรงดึง คือ แผ่นใยชีวภาพอัดที่มีความหนาแน่นสูงจะมีมอดูลัสยืดหยุ่นสูง ส่วนแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีความหนาแน่นต่ำก็จะมีมอดูลัสยืดหยุ่นต่ำ อย่างไรก็ตามมีเพียงอัตราส่วน MM33 และ CC50 ที่มีค่ามอดูลัสยืดหยุ่น ไม่น้อยกว่า 1,950 MPa ซึ่งผ่านตามที่มาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (สมอ., 2547)

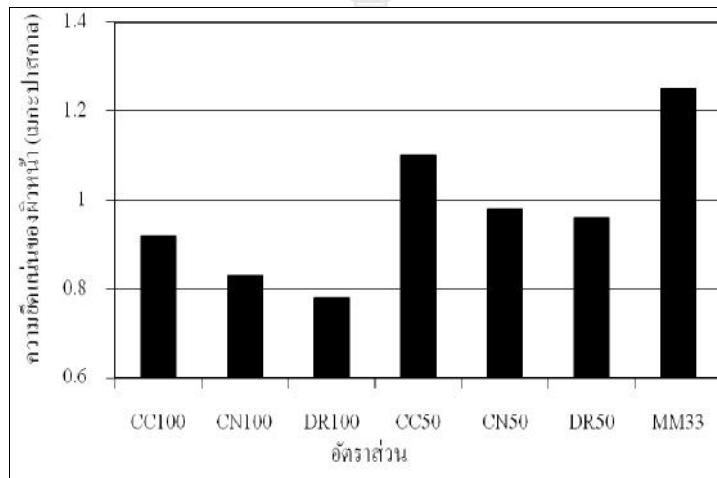
3.6 ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ทุกอัตราส่วนสามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ความต้านทานแรงดึงของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยต่างๆ

จากรูปที่ 12 พบว่า การผสมและอัดเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ เส้นใยจากมะพร้าว, เส้นใยฟางข้าว, และเส้นใยเปลือกทุเรียน ในปริมาณต่างๆ เป็นแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลาง มีความต้านทานแรงดึงที่แตกต่างกัน ซึ่งผลการทดสอบที่ได้ อัตราส่วน MM33 มีความต้านทานแรงดึงสูงสุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CC50, CC100, CN100, CN50, DR50, และ DR100 เป็นอัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงดึงต่ำที่สุด ตามลำดับ ซึ่งผลมาจากความแข็งแรงของเส้นใยแต่ละชนิดและความหนาแน่นเช่นเดียวกับความต้านทานแรงดึง ทั้งนี้อัตราส่วน MM33, CC50 และ CC100 สามารถผ่านตามที่มาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ กำหนด ซึ่งแผ่นขึ้นไม้อัดหนา 3 - 6 มิลลิเมตร จะต้องมีค่าความต้านทานแรงดึง ไม่น้อยกว่า 0.45 MPa (สมอ., 2547) ได้

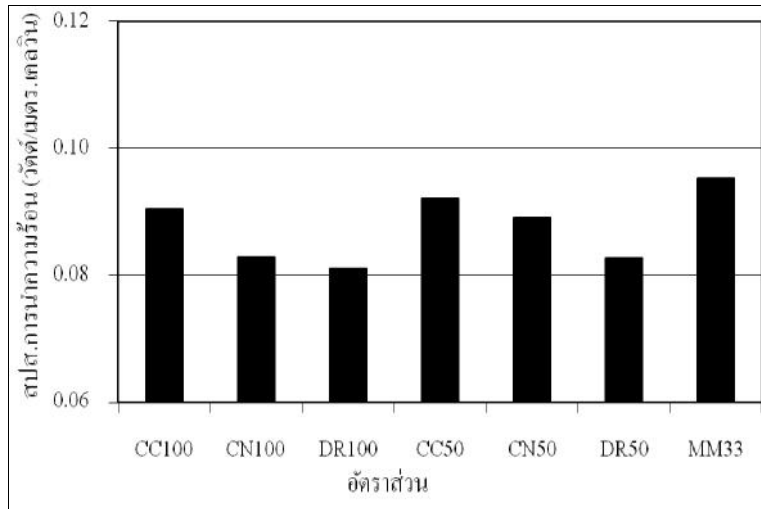
3.7 ความยืดหยุ่นของผิวหน้า แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ความยืดหยุ่นของผิวหน้าของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยต่างๆ

จากรูปที่ 13 พบว่า ความยืดหยุ่นของผิวหน้าของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ตามมาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ ซึ่งกำหนดให้แผ่นขึ้นไม้อัดหนา 3 - 6 มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า 0.8 MPa (สมอ., 2547) นั้น มีความแตกต่างกัน โดยอัตราส่วน MM33 มีความยืดหยุ่นของผิวหน้าสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CC55, CN50, DR50, CC100, CN100, และ DR100 มีความยืดหยุ่นของผิวหน้าต่ำที่สุด ตามลำดับ เป็นผลมาจากความแข็งแรงของเส้นใยและความแน่นของเนื้อแผ่นใยชีวภาพที่อัด (วรธรรม, 2547; Bledzki and Gassan, 1999; Odozi et al., 1986) ทั้งนี้มีเพียงอัตราส่วน DR100 เท่านั้น ที่มีความยืดหยุ่นของผิวหน้าไม่ผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด

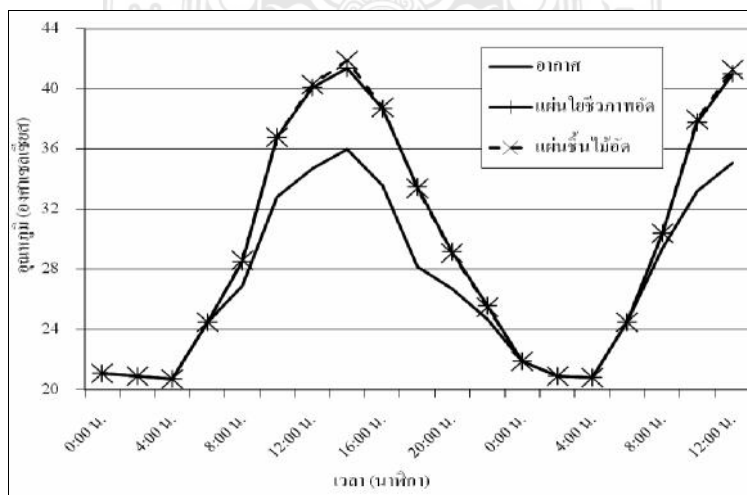
3.8 สมบัติการเป็นฉนวนความร้อน การทดสอบสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนสามารถวัดได้จากค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่าต่ำแสดงว่า แผ่นใยชีวภาพอัดดังกล่าวมีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่าสูงแสดงว่า แผ่นใยชีวภาพอัดมีการนำความร้อนที่ดีหรือไม่มีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ทั้งนี้จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 14



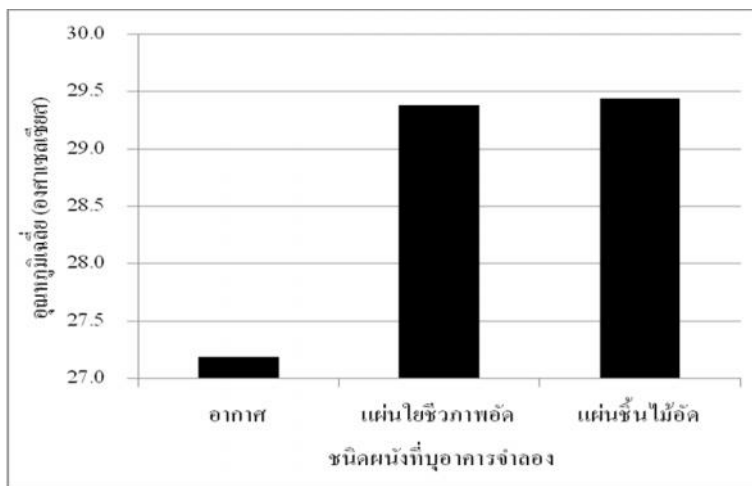
รูปที่ 14 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยต่างๆ

จากรูปที่ 14 พบว่า แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำทั้งหมด โดยส่วนใหญ่ของแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำก็จะมีค่าความหนาแน่นต่ำ และแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูงก็จะมีค่าความหนาแน่นสูงเช่นเดียวกัน (กิตติศักดิ์, 2544) ทั้งนี้อัตราส่วน DR100 เป็นอัตราส่วนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน DR50, CN100, CN50, CC100, CC50, และ MM33 เป็นอัตราส่วนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูงที่สุด

3.9 การนำไปใช้งานจริง โดยติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยอัตราส่วน CC50 และแผ่นฉนวนไม้อัดชนิดอัตราทั่วไป บนผนังของอาคารจำลอง แล้วทำการทดสอบอุณหภูมิ เมื่อวันที่ 19-20 สิงหาคม พ.ศ.2554 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 15 และ 16



รูปที่ 15 อุณหภูมิภายในอาคารจำลอง



รูปที่ 16 อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคารจำลอง

จากรูปที่ 15 และ 16 พบว่า อุณหภูมิภายในอาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยในอัตราส่วน CC50 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ผ่านตามาตรฐานและมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ เทียบกับแผ่นชั้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไปนั้น มีค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่อาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางมีอุณหภูมิต่ำกว่าแผ่นชั้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไปโดยเฉพาะในช่วงที่อุณหภูมิสูงที่สุดของวัน เนื่องจากแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางดังกล่าวมีความเป็นฉนวนดีกว่าแผ่นชั้นไม้อัดทั่วไป

#### 4. สรุป

จากการศึกษาการใช้กมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง สามารถสรุปได้ว่า สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น, ปริมาณความชื้น, และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ พบว่า มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ เมื่อแผ่นใยชีวภาพอัดมีความหนาแน่นที่สูง ทำให้มีปริมาณความชื้นมาก แต่มีการพองตัวเมื่อแช่น้ำต่ำ และแผ่นใยชีวภาพอัดมีความหนาแน่นที่ต่ำ มีปริมาณความชื้นน้อย และมีการพองตัวเมื่อแช่น้ำสูง สมบัติทางกล ได้แก่ ความต้านทานแรงดัด มอดูลัสยืดหยุ่น ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความยืดหยุ่นของผิวหน้า พบว่า มีความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างสมบัติทางกายภาพและทางกล คือ ความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดที่สูง ทำให้แผ่นใยชีวภาพอัดมีสมบัติทางกลที่ดีกว่าแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีความหนาแน่นต่ำ และสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน พบว่า ทั้งหมดมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำมาก โดยมีค่าต่ำกว่าอิฐมวลเบา จึงสามารถใช้แผ่นใยชีวภาพอัดในการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดี เป็นผลมาจากความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดที่ต่ำ และลักษณะเฉพาะตัวของเส้นใยธรรมชาติที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีกว่าวัสดุจำพวกคอนกรีตหรือวัสดุก่อสร้างชนิดอื่นๆ อีกหลายชนิด ทั้งนี้อัตราส่วนของวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง ที่ผ่านตามาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นชั้นไม้อัดชนิดอัดราบ ได้แก่ อัตราส่วน MM33 และ CC50 เหมาะสมสำหรับนำไปปรับปรุงเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ต่อไป ส่วนในการศึกษาต่อไป ควรทำการคัดขนาดไม้ให้วัสดุประเภท ฝืนผง ปะปนขณะทำการอัดขึ้นรูป ควรศึกษาชนิดและปริมาณของสารยึดติดและสารเติมแต่งที่นำมาใช้ รวมทั้งการวิจัยสารเคลือบผิวแผ่นใยชีวภาพอัด เพื่อป้องกันการดูดซึมน้ำและการพองตัว

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปี 2554 ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

## 6. เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ บัวศรี. 2544. การผลิตแผ่นฉนวนป้องกันความร้อนจากฟางข้าว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2533. แผ่นใยไม้อัดแข็ง. **อุตสาหกรรมสาร**. ฉบับประจำเดือนพฤษภาคม 2533. ศูนย์บริการข้อมูลอุตสาหกรรมมูลชนบท กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2536. อุตสาหกรรมไม้อัด. **ปฏิญ์กรอุตสาหกรรม 3**. ฉบับที่ 114 ส.ค.35. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. หน้า 22-33.
- ชีวารัตน์ ม่วงพัฒน์. 2550. เส้นใยธรรมชาติสำหรับวัสดุผนังอาคาร. คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ณรงค์ เพ็งปรีชา. 2517. กาวสำหรับงานไม้. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.
- ธวัช จิรายุส. 2547. ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.
- วิจิตรา เจริญชัย. 2543. การศึกษาการใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นวัสดุเสริมแรงในโพลีโพรพิลีน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรธรรม อุ๋นจิตติชัย. 2547. ผลกระทบของไม้วัตถุดิบต่อการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัสคามาลูเลนซิส. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547)**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- Bledzki, A.K. and Gassan, J.. 1999. Composites Reinforced with Cellulose based Fibers. **Progress in Polymer Science**. Vol.24. pp.221-274.
- Odozi, T.O., Akaranta, O. and Ejike, P.N.. 1986. Particle boards from Agricultural Wastes. In **Agricultural Wastes**. Vol.16. No.3. pp.237-240.