

บทบาทของเส้นใยธรรมชาติต่อสมบัติของแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่าง
โฟมพอลิสไตรีนกับเส้นใย

ROLE OF NATURAL FIBERS ON PROPERTIES OF
FIBERBOARDS MADE FROM POLYSTYRENE FOAM
AND FIBERS

มาลินี ชัยสุภกิจสินธุ์
Malinee Chaisupakitsin

อัญชลี แทนนิล
Aunchalee Tannil

อัญชิสา วงศ์สิลารัตน์
Aunchisa Wongsilarat

โสภณา อภิชิตสกุลชัย
Sopana Apitchitsakulchai

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Lardkrabang

บทคัดย่อ

เตรียมแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่น 0.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยผสมกับโฟมพอลิสไตรีนเหลือทิ้งกับเส้นใยธรรมชาติ 4 ชนิด ได้แก่ เส้นใยมะพร้าว เส้นใยขาน้อย เส้นใยสับปะรด และเส้นใยกล้วยน้ำว้า อัตราส่วนของเส้นใยธรรมชาติต่อโฟมพอลิสไตรีนเหลือทิ้ง 85:15 ใช้ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ 15 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักของผสมเป็นสารยึดติด ผลการทดลองพบว่า แผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโฟมพอลิสไตรีนกับเส้นใยกล้วยน้ำว้าพองตัวมากที่สุดเนื่องจากมีปริมาณลิกนินน้อย แต่แผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโฟมพอลิสไตรีนกับเส้นใยอ้อยคุณภาพได้ดีเนื่องจากช่องว่างบริเวณผิวโฟมกับเส้นใย แผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโฟมพอลิสไตรีนกับเส้นใยมะพร้าวมีสมบัติเชิงกลดีที่สุด เพราะเส้นใยมีความยาวต่อเส้นผ่าศูนย์กลางสูง ในบรรดาแผ่นใยไม้อัดผสมเหล่านี้แผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโฟมพอลิสไตรีนกับเส้นใยสับปะรดมีสมบัติการดูดเสียงต่ำที่สุด สรุปได้ว่าฐานฐานวิทยาของเส้นใยมีส่วนสำคัญต่อการดูดเสียงของแผ่นใยไม้อัด

ABSTRACT

Fiberboards, density 0.3 gram/cubic centimeter³, from the mixture of polystyrene foam and 4 kinds of natural fibers such as coconut coirs, bagasse, pineapple, and banana fibers were prepared. Ratio of natural fibers and polystyrene was 85:15 and used 15 wt percent of total

mixture as binder. The results indicated that fiberboard made from polystyrene foam and banana fibers showed the highest thickness swelling but fiberboard made from polystyrene foam and bagasse fibers showed the highest water absorption. The best mechanical properties was fiberboard made from polystyrene foam and coconut coirs. Among these fiberboards, the mixture of polystyrene foam and pineapple fibers showed the lowest sound absorption property. It should be concluded that morphology of fibers plays an important role on sound absorption of fiberboards

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมจึงมีเส้นใยธรรมชาติเป็นจำนวนมากและมีราคาถูก เส้นใยธรรมชาติมีสมบัติย่อยสลายได้ทางชีวภาพและเป็นฉนวนความร้อน จึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ มากมายรวมทั้งได้ถูกนำมาทำแผ่นใยไม้อัด^{3,6,8,9} เส้นใยธรรมชาติเป็นองค์ประกอบสำคัญในแผ่นใยไม้อัดที่ใช้เป็นวัสดุตกแต่งในอาคารซึ่งโดยทั่วไปใช้เส้นใยชานอ้อย โฟมพอลิสไตรีนเป็นเทอร์โมพลาสติกที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวันเพราะมีน้ำหนักเบา มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันการกระแทก ยึด หย่อนได้ดี และทนการกัดกร่อน นิยมนำมาใช้ทำฉนวนกันความร้อน ภาชนะบรรจุอาหาร แต่เนื่องจากโฟมพอลิสไตรีนย่อยสลายได้ช้าและยากต่อการกำจัด จึงก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม มีรายงานวิจัยว่า สามารถเตรียมแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยอ้อยผสมโฟมพอลิสไตรีน และพบว่า โฟมช่วยให้สมบัติโค้งงอของแผ่นสูงขึ้น⁴ และเมื่อใช้เส้นใยมะพร้าวแทนเส้นใยอ้อยจะช่วยลดการดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัด¹⁻² ดังนั้น การนำเอาวัสดุเหลือทิ้งคือโฟมพอลิสไตรีนและเส้นใยธรรมชาติทั้ง 2 ชนิดนี้มาผสมกันจะช่วยลดปัญหาขยะทั้งขยะโฟมพอลิสไตรีนและขยะทางเกษตร อีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเหลือทิ้งและอาจเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรในอนาคตอีกด้วย

ในงานวิจัยนี้ วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมบัติของแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโฟมพอลิสไตรีนกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เส้นใยมะพร้าว (Coconut coirs) เส้นใยชานอ้อย (Bagasse) เส้นใยสับปะรด (Pineapple) และเส้นใยจากต้นกล้วยน้ำว้า (Banana) โดยเตรียมแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้อัตราส่วนเส้นใยธรรมชาติต่อโฟมพอลิสไตรีน 85:15 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ทีมผู้วิจัย พบว่า ให้ค่าความแข็งแรงของแผ่นใยไม้อัดดีที่สุดและใช้ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักวัตถุดิบเป็นสารยึดติด เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเส้นใยแต่ละประเภทที่มีต่อสมบัติต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดโดยเฉพาะสมบัติการดูดเสียงของแผ่นใยไม้อัดผสมโฟม นอกจากนี้เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดเสียงของแผ่นใยไม้อัดผสมเส้นใยแต่ละชนิด

สารเคมี อุปกรณ์ และวิธีทดลอง

1. เส้นใยมะพร้าว เส้นใยชานอ้อย เส้นใยสับปะรด และเส้นใยจากต้นกล้วยน้ำว้า นำมาหั่นให้เป็นท่อนตามแนวเส้นใย นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำมาบดด้วยเครื่องบด ทำการแยกขนาดเส้นใยที่ได้ด้วยตระแกรงขนาด 21-50 เมช (mesh)

2. โฟมพอลิสไตรีน (Expanded Polystyrene Foam; EPS) นำมาจากโฟมกันกระแทกบรรจุสารเคมีในห้องปฏิบัติการนำโฟมพอลิสไตรีนเหลือทิ้งมาทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงด้วยเครื่องบด ตัดลดขนาดโฟมให้มีขนาดอยู่ในช่วง 2-6 มิลลิเมตร

3. กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ จากบริษัท TOA-DOV Chem ลักษณะของเหลวสีน้ำตาลแดง ปริมาณของแข็ง 44.04 เปอร์เซ็นต์, ความถ่วงจำเพาะ (30 องศาเซลเซียส) 1.202 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร, pH (30 องศาเซลเซียส) 13.76, ความหนืด (30 องศาเซลเซียส; Brookfield) 90 Characters Per Second

4. วิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาของแผ่น 0.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร นำโฟมพอลิสไตรีนที่บดแล้วและเส้นใยธรรมชาติทุกชนิดที่ใช้ในการทดลองมาอบให้แห้ง ชั่งน้ำหนักโฟมพอลิสไตรีนและเส้นใยธรรมชาติให้อัตรา ส่วนของเส้นใยชนิดต่าง ๆ และโฟมพอลิสไตรีนเท่ากับ 85:15 ผสมให้เข้ากันในถังผสมแล้วค่อย ๆ เทกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของวัตถุดิบทั้งหมดลงไปทีละน้อยพร้อมกับปั่นกวนสารไปด้วยเพื่อให้กาวกระจายตัวไปบนเส้นใยและโฟมพอลิสไตรีนได้อย่างสม่ำเสมอ ทำการปั่นกวนต่อเนื่องจนกว่าจะเทกาวหมดจึงจะหยุดเครื่องผสม แล้วนำไปอัดแผ่นโดยโรยวัตถุดิบบนบล็อกขนาด $30 \times 30 \times 0.9$ เซนติเมตร จนหมดแล้ววางแผ่นพลาสติกอีก 1 แผ่นปิดบนวัตถุดิบและวางแผ่นเหล็กตามอีกชั้นเป็นชั้นบนสุด แล้วทำการอัดแผ่น ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำแผ่นใยไม้อัดที่ได้ออกจากบล็อกทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 7 วันแล้วจึงนำไป

5. การทดสอบสัณฐานวิทยาของเส้นใย นำเส้นใยที่ลดขนาดและคัดขนาดแล้วไปตรวจดูรูปร่างและพื้นผิวของเส้นใยโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด LEO 1455 VP

6. การพองตัวทางความหนา (Thickness Swelling) (JIS A 5908-1994) ตัดชิ้นทดสอบขนาด 50×50 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน JIS A 5908-1994 วัดความหนาของชิ้นทดสอบด้วยไมโครมิเตอร์ทั้ง 4 มุม หาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาก่อนแช่น้ำ นำชิ้นทดสอบไปแช่น้ำที่อุณหภูมิห้อง เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 24 ชั่วโมงแล้ว จึงนำชิ้นทดสอบขึ้นจากน้ำและนำไปวัดความหนาตามตำแหน่งเดิม หาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาหลังแช่น้ำ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ การพองตัวทางความหนา} = \left[(t_2 - t_1) / t_1 \right] \times 100$$

เมื่อ t_1 = ความหนาก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร) t_2 = ความหนาหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

7. การดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ตัดขึ้นทดสอบตามมาตรฐาน JIS A 5908-1994 แล้วนำชิ้นทดสอบไปแช่ก่อนการแช่น้ำ จากนั้นวางชิ้นทดสอบในระนาบเดียวกับระดับผิวน้ำโดยให้ขอบบนอยู่ใต้ผิวน้ำประมาณ 20 มิลลิเมตร ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นควรวางห่างกันและห่างผนังของภาชนะพอสมควร เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 24 ชั่วโมงแล้ว จึงนำชิ้นทดสอบขึ้นจากน้ำและนำไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอนอีกครั้ง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ การดูดซึมน้ำ} = [(W_2 - W_1) / W_1] \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม) W_2 = น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)

8. สมบัติเชิงกล การหาค่ามอดุลัสแตกร้าวและมอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of Rupture, MOR and Modulus of Elastic, MOE) (JIS A 5908-1994) ตัดแผ่นทดสอบตามมาตรฐาน JIS A 5908-1994 วางชิ้นทดสอบ ลงบนแท่นรองรับซึ่งมีระยะห่าง 15 เท่าของความหนาของชิ้นทดสอบให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากแท่นรองรับข้างละ 25 มิลลิเมตร เท่า ๆ กัน ให้แรงกดลงบนจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ อัตราเร็วในการกดเท่ากับ 10 มิลลิเมตร/นาที แรงที่ใช้กดสูงสุด = P เครื่องกดสามารถกดได้สูงสุดถึง 5 นิวตัน

$$\text{วิธีคำนวณหาค่ามอดุลัสแตกร้าว MOR (N/mm}^2\text{)} = 3PL/2bt^2$$

เมื่อ MOR = มอดุลัสแตกร้าว หน่วยเป็นเมกะพาสคัล

P = แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ หน่วยเป็นนิวตัน

L = ระยะห่างของแท่นรองรับ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

b = ความกว้างของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

t = ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

$$\text{วิธีคำนวณหาค่ามอดุลัสยืดหยุ่น MOE} = L^3 \Delta W / 4bt^3 rS$$

เมื่อ MOE = มอดุลัสยืดหยุ่น หน่วยเป็นเมกะพาสคัล

L = ระยะห่างของแท่นรองรับ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ΔW = แรงกดที่กระทำเพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง หน่วยเป็นนิวตัน

ΔS = ระยะแอนตัวของชิ้นไม้ที่เพิ่มขึ้นในช่วงเส้นกราฟเป็นเส้นตรง หน่วยเป็นมิลลิเมตร

b = ความกว้างของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

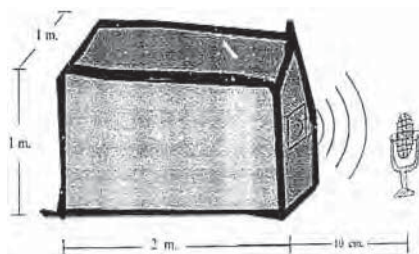
t = ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

9. วิธีการทดสอบสมบัติการดูดเสียง (Sound Absorption Properties Test) ทดสอบโดยวางเครื่องกำเนิดเสียงภายในกล่องเก็บเสียงที่มีช่องเปิดเพียงทางเดียวให้เสียงผ่านออกมาได้ โดยกล่องมีขนาด $1 \times 1 \times 2$ เมตร วางเครื่องวัดระดับความดังเสียงห่างจากช่องเปิดให้เสียงผ่านเป็นระยะ 10 เซนติเมตร ดังภาพที่ 1 ทำการวัดระดับความดันเสียงที่ความถี่ที่กำหนดได้แก่ 250, 500, 1000, 2000 และ 4000 Hz ตามลำดับ โดยไม่มีวัสดุใดปิดกั้นทางเดินเสียง จดบันทึกผล จากนั้นนำแผ่นใยไม้อัดผสมวางกั้นทางเดินเสียงที่ช่องเปิดของกล่องเก็บเสียง จดบันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดระดับความดันเสียงที่ระยะ 10 เซนติเมตร

เปอร์เซ็นต์ การดูดเสียงหรือกันเสียง $= [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100$

เมื่อ A_0 = ระดับความดันเสียงที่ไม่มีแผ่นขึ้นไม้อัดกั้น

A_1 = ระดับความดันเสียงที่มีแผ่นขึ้นไม้อัดกั้น



ภาพที่ 1. แสดงการจัดวางเครื่องกำเนิดเสียง เครื่องวัดระดับความดันเสียงและชิ้นงานทดสอบ

วิธีการคำนวณสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง (Absorption Coefficient; α)

$$\text{สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง} = \frac{\text{พลังงานเสียงที่ถูกดูดกลืน}}{\text{พลังงานเสียงที่ตกกระทบ}}$$

วิธีการคำนวณเปอร์เซ็นต์การดูดกลืนเสียง

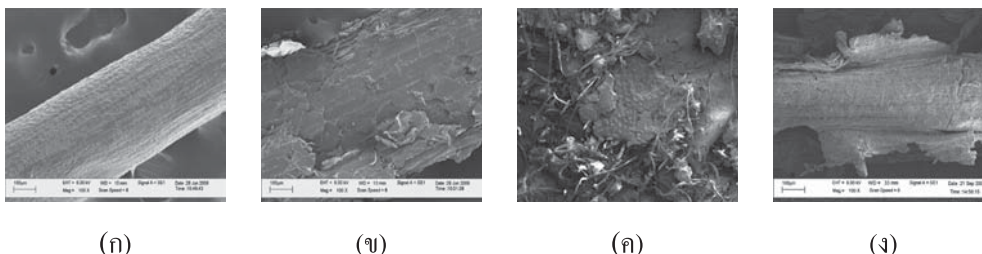
$$\text{เปอร์เซ็นต์ การดูดกลืนเสียง} = \alpha \times 100$$

วิธีการคำนวณสัมประสิทธิ์การลดระดับความดังเสียง (Noise Reduction Coefficient)

$$\text{NRC} = (\alpha_{250} + \alpha_{500} + \alpha_{1000} + \alpha_{2000} + \alpha_{4000})/5$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สันฐานวิทยา

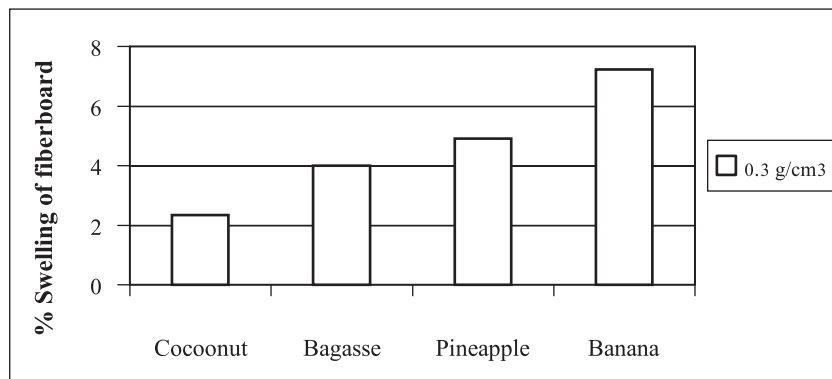


ภาพที่ 2. ลักษณะรูปร่างของเส้นใยธรรมชาติจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 100 เท่า (ก) เส้นใยมะพร้าว (ข) เส้นใยชานอ้อย (ค) เส้นใยสับปะรด (ง) เส้นใยกล้วยน้ำว้า

จากภาพของเส้นใยชนิดต่าง ๆ ที่กำลังขยาย 100 เท่ากัน พบว่า เส้นใยสับปะรดเป็นเส้นใยที่ประกอบด้วยเส้นใยขนาดเล็ก ๆ จำนวนมากอยู่กันเป็นกลุ่ม ส่วนเส้นใยมะพร้าว เส้นใยชานอ้อยและเส้นใยกล้วยน้ำว้า เป็นเส้นใยที่มีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับเส้นใยสับปะรด เส้นใยมะพร้าวมีเส้นใยกลมและพื้นผิวค่อนข้างเรียบ เส้นใยชานอ้อยมีลักษณะแบนและพื้นผิวหยาบขรุขระ ส่วนเส้นใยกล้วยน้ำว้ามีลักษณะแบนเช่นเดียวกับเส้นใยชานอ้อยแต่พื้นผิวเรียบกว่า เส้นใยแต่ละชนิดมีสันฐานวิทยาต่างกันแม้ว่าวิธีเตรียมเส้นใยเหล่านี้ทำเช่นเดียวกัน

2. สมบัติกายภาพ

2.1 การพองตัวทางความหนาของแผ่นใยไม้อัด เป็นการวัดความหนาที่เพิ่มขึ้นหลังการแช่น้ำของแผ่นใยไม้อัด จากภาพที่ 3 พบว่าแม้ว่าแผ่นใยไม้อัดผสมมีความหนาแน่นเท่ากันคือ 0.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร แต่แผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโพรพอลิสไตรีนกับเส้นใยกล้วยน้ำว้ามีเปอร์เซ็นต์การพองตัวมากที่สุด อาจเนื่องจากสัดส่วนเซลล์ลอสต์ต่อลิณินของเส้นใยแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 3. ความสัมพันธ์ระหว่าง เปอร์เซ็นต์การพองตัวของแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโฟมพอลิสไตรีน กับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ

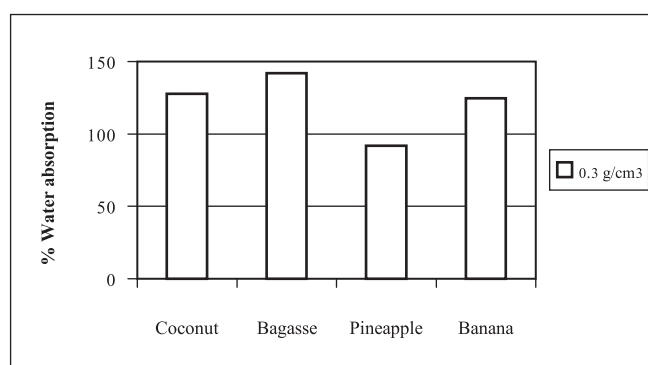
ตารางที่ 1. เปรียบเทียบอัตราส่วนของเซลลูโลสต่อลิกนินในเส้นใยชนิดต่าง ๆ

ชนิดเส้นใย	เซลลูโลส (%)	ลิกนิน (%)	เซลลูโลส/ลิกนิน
มะพร้าว	43	45	0.955
ชานอ้อย	47	19.5	2.46
สับปะรด	81	12	6.75
กล้วยน้ำว้า	65	5	13

จากข้อมูล ทำให้ทราบว่าเส้นใยกล้วยน้ำว้ามีอัตราส่วนเซลลูโลสต่อลิกนินมากกว่าเส้นใยชานอ้อย เส้นใยสับปะรดและเส้นใยมะพร้าวตามลำดับ การมีเซลลูโลสอยู่มากจึงมีหมู่ไฮดรอกซิลที่สร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้เส้นใยพองตัวได้มาก แผ่นใยไม้อัดจึงพองตัวได้มากขึ้นด้วย สำหรับเส้นใยมะพร้าวมีปริมาณลิกนินมากที่สุดและมีสัดส่วนเซลลูโลสต่อลิกนินต่ำสุด เนื่องจากลิกนินแข็งแรงกว่าเซลลูโลสการมีลิกนินมาก ช่วยควบคุมการพองตัวของเส้นใยจึงทำให้แผ่นใยไม้อัดผสมที่เตรียมจากเส้นใยมะพร้าวพองตัวได้ต่ำสุด ดังนั้น หากต้องการแผ่นใยไม้อัดผสมโฟมพอลิสไตรีนไปประยุกต์ใช้งานในสถานะที่ต้องเผชิญกับความชื้น แผ่นใยไม้อัดผสมกับเส้นใยมะพร้าวมีความเหมาะสมเพราะจะพองตัวน้อย เกิดการเสียรูปยาก สำหรับแผ่นใยไม้อัดผสมโฟมพอลิสไตรีนกับเส้นใยกล้วยน้ำว้าเนื่องจากพองตัวมากที่สุดจึงไม่เหมาะกับการประยุกต์ใช้กับงานที่มีความชื้นสูง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการพองตัวของแผ่นใยไม้อัดขึ้นกับปริมาณลิกนิน

2.2 การดูดซึมน้ำ เป็นการหาน้ำหนักน้ำที่เพิ่มขึ้นของแผ่นใยไม้อัดหลังการแช่น้ำ ซึ่งมีสาเหตุหลักสองข้อ ข้อแรกน้ำเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างช่องว่างผิวสัมผัสของเส้นใยกับโฟม ข้อที่สองเกิดจาก

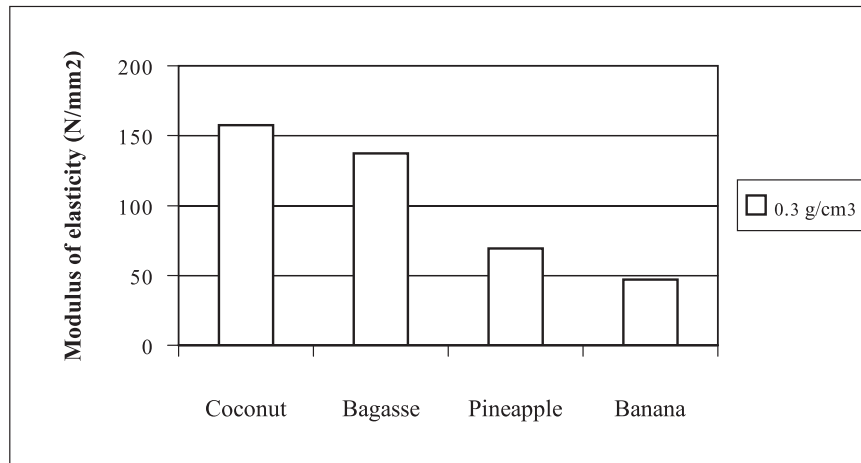
การดูดน้ำของเส้นใยเนื่องจากหมู่ไฮดรอกซิลของเซลลูโลส ผลการทดลองจากภาพที่ 4 พบว่า แผ่นใยไม้อัดเตรียมจากเส้นใยชานอ้อยผสมโพลีเอทรีนมีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำมากที่สุดถึง 148 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าเส้นใยชานอ้อยมีปริมาณเซลลูโลสเพียง 47 เปอร์เซ็นต์ ของเส้นใย ส่วนแผ่นใยไม้อัดผสมเตรียมจากเส้นใยกล้วยน้ำว้าซึ่งมีปริมาณเซลลูโลสถึง 65 เปอร์เซ็นต์ ของเส้นใย กลับมีการดูดซึมน้ำใกล้เคียงกับแผ่นใยไม้อัดผสมที่เตรียมจากเส้นใยมะพร้าวซึ่งมีปริมาณเซลลูโลสเพียง 43 เปอร์เซ็นต์ ของเส้นใย สำหรับแผ่นใยไม้อัดผสมเตรียมจากเส้นใยสับปะรดมีการดูดซึมน้ำต่ำสุด ทั้ง ๆ ที่มีปริมาณเซลลูโลสมากที่สุดเท่ากับ 81 เปอร์เซ็นต์ ของเส้นใย นั่นคือ ผลการทดลองสนับสนุนกลไกข้อแรกมากกว่าข้อสอง นั่นคือน้ำเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างช่องว่างผิวสัมผัสของเส้นใยกับโพลีเอทรีน เนื่องจากเส้นใยชานอ้อย มีลักษณะแบน กว้าง พื้นผิวขรุขระทำให้มีพื้นผิวในการดูดซึมน้ำได้มากและสถานะวิทยาของเส้นใยอ้อยทำให้มีช่องว่างระหว่างเส้นใยกับโพลีเอทรีนมากกว่าเส้นใยชนิดอื่น สามารถเรียงลำดับการดูดน้ำของแผ่นใยไม้อัดผสมตามชนิดของเส้นใยได้ดังนี้ เส้นใยชานอ้อย > เส้นใยกล้วยน้ำว้า ~ เส้นใยมะพร้าว > เส้นใยสับปะรด



ภาพที่ 4. ความสัมพันธ์ระหว่าง เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโพลีเอทรีนกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ

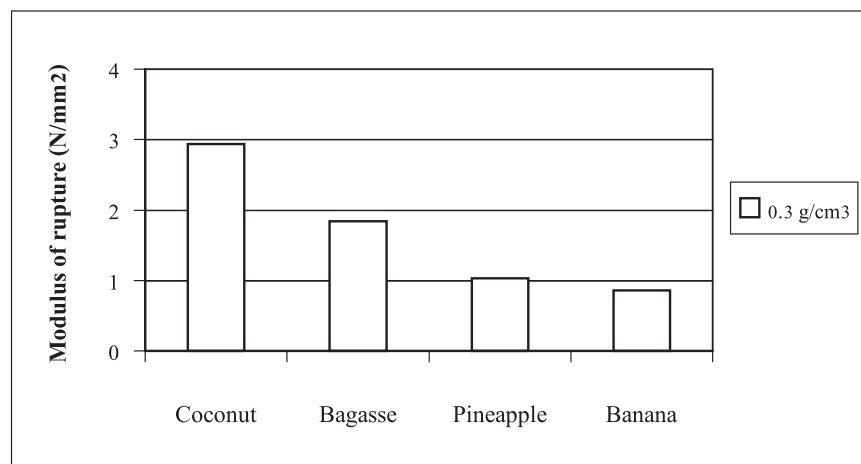
3. สมบัติเชิงกล

3.1 มอดุลัสยืดหยุ่น จากภาพที่ 5 พบว่า แผ่นใยไม้อัดเตรียมจากโพลีเอทรีนผสมเส้นใยมะพร้าวมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นมากที่สุดและแผ่นใยไม้อัดเตรียมจากโพลีเอทรีนผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้ามีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นน้อยที่สุด แสดงว่ามอดุลัสยืดหยุ่นขึ้นกับรูปร่างลักษณะของเส้นใย เพราะเส้นใยมะพร้าวมีลักษณะกลม เปรียวและมีความกว้างของเส้นใยน้อยเมื่อเทียบกับความยาว จึงช่วยให้การรับแรงของแผ่นใยไม้อัดสูงกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ทำจากเส้นใยชนิดอื่นที่มีรูปร่างแบนและกว้าง เช่น ชานอ้อย และกล้วยน้ำว้าซึ่งรับแรงได้น้อยกว่า อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบแผ่นใยไม้อัดทำจากเส้นใยสับปะรดผสมโพลีเอทรีนพบว่าสามารถรับแรงได้ดีกว่าแผ่นใยไม้อัดทำจากเส้นใยกล้วยน้ำว้าผสมโพลีเอทรีนเล็กน้อยแม้ว่าเส้นใยจะมีลักษณะกว้างและแบน อาจเนื่องจากมีเส้นใยเล็ก ๆ อยู่รวมกันเป็นกลุ่มดังแสดงในภาพที่ 1(ค)



ภาพที่ 5. ความสัมพันธ์ระหว่างมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโฟมพอลิสไตรีนกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ

3.2 มอดุลัสแตกร้าว จากภาพที่ 6 พบว่า แผ่นใยไม้อัดทำจากเส้นใยมะพร้าวผสมโฟมพอลิสไตรีนมีค่ามอดุลัสแตกร้าวมากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณลิกนินในเส้นใยมะพร้าวมากที่สุดเมื่อเทียบกับเส้นใยขานอ้อย เส้นใยสับปะรดและเส้นใยกล้วยน้ำว้า ดังตารางที่ 1 ลิกนินเป็นสารประกอบเชิงซ้อนโครงสร้างโมเลกุลทางเคมีมีวงอะโรมาติกเป็นจำนวนมาก ทำให้มีความแข็งแรง คงทน ดังนั้น เส้นใยธรรมชาติที่มีองค์ประกอบของลิกนินมากนั้น จะมีความแข็งแรงมากขึ้น ส่งผลให้ค่ามอดุลัสแตกร้าวของแผ่นใยไม้อัดมีค่ามากขึ้นด้วย แสดงให้เห็นว่า ค่ามอดุลัสแตกร้าวของแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างเส้นใยธรรมชาติกับโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วขึ้นอยู่กับปริมาณลิกนินที่เป็นองค์ประกอบในเส้นใยธรรมชาติ



ภาพที่ 6. ความสัมพันธ์ระหว่างมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโฟมพอลิสไตรีนกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ

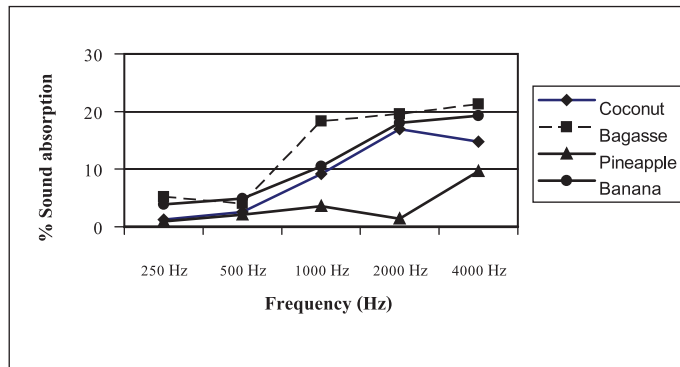
4. สมบัติการดูดเสียง

เมื่อนำแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโพลีไทรอินโฟมกับเส้นใยต่าง ๆ วางกันทางเดินของเสียงพบว่า สามารถลดระดับความดังเสียงได้ การลดลงของเสียงอาจเนื่องจากเสียงเป็นพลังงาน เมื่อชนกับวัตถุ จะทำให้วัตถุนั้นเกิดการสั่น พลังงานจากการสั่นนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนเนื่องจากเกิดแรงเสียดทานของวัตถุ ปรากฏการณ์นี้จะเกิดได้ดีกับวัตถุพรุน⁷ ผลการทดลองสมบัติการดูดเสียงแสดงดังตารางที่ 2

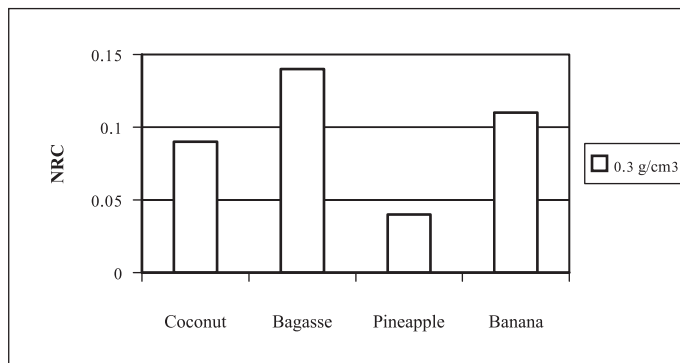
ตารางที่ 2. แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดเสียงของแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโพลีไทรอินโฟมกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ที่อัตราส่วน 85:15

ความหนาแน่น (g/cm ³)	ชนิดของเส้นใยธรรมชาติ ในแผ่นใยไม้อัด	เปอร์เซ็นต์การดูดเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ					
		250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC
0.3	เส้นใยมะพร้าว	1.27	2.57	9.18	16.95	14.78	0.09
	เส้นใยชานอ้อย	5.24	4.04	18.31	19.57	21.16	0.14
	เส้นใยสับปะรด	0.91	2.10	3.60	1.37	9.67	0.04
	เส้นใยกล้วยน้ำว้า	3.86	4.87	10.51	18.01	19.26	0.11

จากตารางที่ 2 แผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโพลีไทรอินโฟมกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ เมื่อนำมาทดสอบสมบัติการดูดเสียงที่ความถี่ตั้งแต่ 250-4000 Hz พบว่า แผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโพลีไทรอินโฟมกับเส้นใยชานอ้อยดูดเสียงได้ดีที่สุด สำหรับแผ่นใยไม้อัดผสมโพลีไทรอินโฟมกับเส้นใยสับปะรดดูดเสียงได้น้อยที่สุด สามารถเรียงลำดับการดูดเสียงของแผ่นใยไม้อัดผสมตามชนิดของเส้นใยได้ดังนี้ เส้นใยชานอ้อย > เส้นใยกล้วยน้ำว้า ~ เส้นใยมะพร้าว > เส้นใยสับปะรด ซึ่งคล้ายกับผลการทดลองสมบัติการดูดน้ำ แสดงว่าสถานะวิทยาของเส้นใยแต่ละชนิดทำให้ช่องว่างระหว่างผิวสัมผัสกับโพลีไทรอินโฟมต่างกัน โดยเส้นใยชานอ้อยและเส้นใยกล้วยน้ำว้ามีความ แบน กว้างและผิวขรุขระ ลักษณะเช่นนี้อาจทำให้แผ่นมีรูพรุนเล็ก ๆ มากช่วยลดระดับเสียงได้ดี นอกจากนี้ พบว่า แผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโพลีไทรอินโฟมกับเส้นใยชานอ้อยนี้ดูดเสียงได้ดีในช่วงความถี่ 1000-4000 Hz ส่วนแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโพลีไทรอินโฟมกับเส้นใยกล้วยน้ำว้าและเส้นใยมะพร้าวดูดเสียงได้ดีในช่วงความถี่ 2000-4000 Hz ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7. ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การดูดกลืนเสียงของแผ่นใยไม้อัดผสมเส้นใยชนิดต่าง ๆ กับความถี่



ภาพที่ 8. สัมประสิทธิ์การลดระดับความดังเสียง (NRC) ของแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโฟมพอลิสไตรีนกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ

จากภาพที่ 8 เปอร์เซ็นต์การดูดเสียงที่ความถี่ 250-4000 Hz ของแผ่นใยไม้อัดผสม นำมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์การลดระดับความดังเสียง พบว่า สามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ โฟมพอลิสไตรีนผสมเส้นใยชานอ้อย > โฟมพอลิสไตรีนผสมเส้นใยกล้วยน้ำว้า > โฟมพอลิสไตรีนผสมเส้นใยมะพร้าว > โฟมพอลิสไตรีนผสมเส้นใยสับปะรด นั่นคือแผ่นใยไม้อัดผสมเส้นใยชานอ้อยมีความสามารถในการดูดเสียงได้ดีที่สุด

สรุปผลการทดลอง

สมบัติการพองตัวของแผ่นใยไม้อัดผสมระหว่างโฟมพอลิสไตรีนเส้นใยธรรมชาติจะขึ้นกับปริมาณของลิกนินในเส้นใยชนิดนั้น ๆ เส้นใยที่มีลิกนินมากพองตัวได้น้อย สมบัติการการดูดน้ำและ

สมบัติการดูดเสียงของแผ่นใยไม้อัดผสมจะขึ้นกับรูปร่างลักษณะหรือสัณฐานวิทยาของเส้นใย เส้นใยที่มีรูปร่างแบน กว้าง ผิวขรุขระ เช่น เส้นใยชานอ้อย และเส้นใยกล้วยน้ำว้า เพราะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างผิวเส้นใยกับโฟมมาก เมื่อนำมาทำแผ่นใยไม้อัดผสมกับโฟมพอลิสไตรีนมีสมบัติการดูดเสียงที่ดี และดูดน้ำได้ดีด้วย สำหรับเส้นใยที่มีรูปร่าง เรียวยาว และมีลิกนินมาก เช่น เส้นใยมะพร้าวเหมาะนำมาทำแผ่นใยไม้อัดผสมกับโฟมพอลิสไตรีนที่ต้องการสมบัติเชิงกลที่ดี เส้นใยสับปะรดแม้ว่ามีรูปร่างแบน แต่ประกอบด้วยเส้นใยที่มีขนาดเล็กเป็นจำนวนมากรวมกันเป็นกลุ่ม เมื่อนำมาทำแผ่นใยไม้อัดผสมกับโฟมพอลิสไตรีนให้แผ่นใยไม้อัดที่ดูดน้ำน้อยแต่สมบัติการดูดเสียงน้อยด้วย ดังนั้นเส้นใยธรรมชาติที่มีอยู่มากมายในประเทศสามารถนำมาทำแผ่นใยไม้อัดผสมโฟมพอลิสไตรีนที่มีสมบัติต่าง ๆ กันได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์อนุพงศ์ สรงประภา ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทดสอบสมบัติการดูดเสียงรวมถึงอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

1. มาลินี ชัยสุภกิจสินธุ์, วรางคณา วงศ์ศิริโรจน์กุล, อภิสราร เรืองกุล และคณะ. 2550. แผ่นดูดซับเสียงจากวัสดุประกอบเส้นใยมะพร้าวผสมโฟมพอลิสไตรีน, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ **15** (2) : 54-61.
2. มาลินี ชัยสุภกิจสินธุ์ และประวิทย์ อรุณโชควัฒนา. 2550. ผลของขนาดเส้นใยมะพร้าวที่มีต่อสมบัติของแผ่นใยไม้อัดทำจากเส้นใยมะพร้าวผสมโฟมพอลิสไตรีนเหลือทิ้ง, วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง, **16**(1): 49-62.
3. Ajiwe, V. I. E., Okeke, C. A., Ekwuozor, S. C. *et al.* 1998. A Pilot Plant for Production of Ceiling Boards from Rice Husks. *Biores. Technol.*, **66** :41-43.
4. Chaisupakitsin, M. and Apichatsopit, T. 2005. The Role of Recycled Waste Polystyrene foam on Physical and Mechanical Properties of Novel Ceiling Boards, *Thammasat Int. J. Sc. Tech.*, **10** (3): 9-17.
5. Geethamma, V. G., Mathew, K. T., Lakshminarayanan, R. *et al.* 1998. Composite of Short Coir Fibres and Natural Rubber : Effect of Chemical Modification, Loading and Orientation of Fibre. *Polymer*, **39** (6):1483-1491

6. Han, G., Zhang, C., Zhang, D. *et al.* 1998. Upgrading of Urea-formaldehyde-bonded Reed and Wheat Straw Particleboards using Silane Coupling Agents. *J. Wood Sci.*, **44**: 282-286.
7. Renolds, D.D. 1981. *Engineering Principle of Acoustics Noise and Vibration Control* Bonston Allyn and Bacon Inc. p. 641.
8. Yalinkilic, M. K., Imamura ,Y., Takahashi M. *et al.* 1998. Biological Physical and Mechanical Properties of Particleboard Manufactured from Waste Tea Leaves. *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, **41**: 75-84.
9. Yang, H-S., Kim, D-J. and Kim, H-J. 2002. Rice Straw-Wood Particle Composite for Sound Absorbing Wooden Construction Materials. *Biores. Technol.*, **86**: 117-121.

