# การใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพดและเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง


ผศ. ปราโมทย์ วีรานุกูล
จักรวัฒน์ เรืองแรงสกูล
สัจจะชาญ พรัดมะลิ
ประชุม คำพุฒ



งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณประจำปี ๒๕๕๔
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

# การใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพดและเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง

ผศ. ปราโมทย์ วีรานุกูล
จักรวัฒน์ เรืองแรงสกูล
สัจจะชาญ พรัดมะลิ
ประชุม คำพุฒ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณประจำปี ๒๕๕๔
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

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

**Asst. Prof. Pramot Weeranukul**

**Jakrawat Ruengrangskul**

**Sajjachan Pradmali**

**Prachoom Khamput**

**This Report is Funded by Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Faculty of Industry Education, Fiscal 2011**

# บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพดและเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง โดยใช้อัตราส่วนเส้นใย: กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์: กาวไอโซไซยาเนต ชนิด Polymeric Diphenymethane 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) มีสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางกลผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด นอกจากนี้แผ่นใยชีวภาพอัดยังมีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี

**คำสำคัญ:** ไม้ใยอัด, เส้นใยกากมะพร้าว, เส้นใยต้นข้าวโพด, เส้นใยเปลือกทุเรียน, กาว

# ABSTRACT

This research aims to study the application of coconut meal, corn cob and durian peel as wood-substituted biocomposites in medium density fiberboard. The fiber: urea formaldehyde glue: isocyanate glue with polymeric diphenymethane diisocyanate type (pMDI) ratio is equal to 1: 0.13: 0.003. The fibers are taken from coconut meal, corn cob 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: corn cob fibers: durian peel fibers is equal to 0.33: 0.33: 0.33) and the CC50 ratio (coconut meal fibers: corn cob 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.

**Keywords:** Fiberboard, Coconut meal fiber, Corn cob fiber, Durian peel fiber, Glue

# สารบัญ


| เรื่อง | | หน้า |
|---|---|---|
| บทคัดย่อ | | ก |
| สารบัญ | | ค |
| สารบัญตาราง | | จ |
| สารบัญรูป | | ฉ |
| บทที่ 1 | บทนำ | 1 |
| | ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง | 1 |
| | วัตถุประสงค์ | 8 |
| | ขอบเขตของงานวิจัย | 8 |
| | ผลที่คาดว่าจะได้รับ | 9 |
| บทที่ 2 | ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 10 |
| | การใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน | 10 |
| | ไม้อัดและกรรมวิธีการผลิต | 11 |
| | ไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและกรรมวิธีการผลิต | 14 |
| | กาวสำหรับทำไม้อัด | 19 |
| | แผ่นใยไม้อัดแข็งและกรรมวิธีการผลิต | 23 |
| | เส้นใยธรรมชาติ | 27 |
| | ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ | 27 |
| | การจัดการวัตถุดิบพืชเส้นใยทางเกษตร | 31 |
| | วัสดุเหลือทิ้งกลางร่างเป็น (เสมือน) ไม้ | 32 |
| | มาตรฐานแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ | 33 |
| | การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง | 34 |
| | กรอบแนวความคิด | 39 |
| บทที่ 3 | วิธีดำเนินการวิจัย | 40 |
| | วัสดุและอุปกรณ์ | 41 |
| | การออกแบบอัตราส่วนผสม | 43 |
| | การเตรียมตัวอย่างทดสอบ | 43 |
| | การทดสอบตัวอย่าง | 44 |

# สารบัญ (ต่อ)


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ | 45 |
| จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์และถ่ายทอดเทคโนโลยี | 46 |
| บทที่ 4 ผลการทดสอบ | 47 |
| ความหนาแน่น | 47 |
| ปริมาณความชื้น | 49 |
| การพองตัว | 50 |
| ความต้านทานแรงดัด | 51 |
| มอดูลัสยืดหยุ่น | 52 |
| ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า | 53 |
| ความยึดแน่นของผิวหน้า | 54 |
| สมบัติการเป็นฉนวนความร้อน | 55 |
| การนำไปใช้งานจริง | 56 |
| บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ | 59 |
| สรุปผล | 59 |
| ข้อเสนอแนะ | 60 |
| บรรณานุกรม | 61 |
| ภาคผนวก | |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | ผลผลิตของเยื่อที่ได้จากไม้กระถินเทพาติดเปลือกและปอกเปลือก | 24 |
| 2.2 | คุณภาพแผ่นใยไม้อัดแข็งจากเยื้อไม้กระถินเทพาผสมเยื้อไม้เบญจพรรณในอัตราส่วนต่าง ๆ | 25 |
| 2.3 | ผลการวิเคราะห์การเสียของน้ำสกัดจากเปลือกกระถินเทพา | 25 |
| 2.4 | พื้นที่ปลูกพืชเส้นใยทางเกษตร ปี 2530/31 (ไร่) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร | 29 |
| 3.1 | อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน | 43 |

# สารบัญรูป


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | การป้องกันและลดความร้อนเข้าสู่อาคาร | 10 |
| 2.2 | แผนผังกรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น (PLYWOOD) | 12 |
| 2.3 | กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่ 1 | 13 |
| 2.4 | กรรมวิธีการผลิตไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร | 17 |
| 3.1 | เครื่องอัดไฮโดรลิก | 41 |
| 3.2 | เครื่องตัดชิ้นตัวอย่าง | 41 |
| 3.3 | เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง | 42 |
| 3.4 | เครื่องทดสอบต้านทานแรงดัด | 42 |
| 3.5 | ลักษณะของวัสดุผสมเมื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นแล้ว | 44 |
| 4.1 | ความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ | 47 |
| 4.2 | ภาพขยายเส้นใยเปลือกทุเรียนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) | 48 |
| 4.3 | ภาพขยายกากมะพร้าวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) | 48 |
| 4.4 | ภาพขยายเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) | 49 |
| 4.5 | ปริมาณความชื้นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ | 49 |
| 4.6 | การพองตัวของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ | 50 |
| 4.7 | ความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ | 51 |
| 4.8 | มอดูลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ | 52 |
| 4.9 | ความต้านทานแรงดึงของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ | 53 |

# สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.10 | ความยึดแน่นของผิวหน้าของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ | 54 |
| 4.11 | สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ | 55 |
| 4.12 | อาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยอัตราส่วน CC50 และแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป | 56 |
| 4.13 | แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยอัตราส่วน CC50 ที่ติดตั้งบนผนังด้านใน เพื่อเทียบกับแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป | 56 |
| 4.14 | อุณหภูมิภายในอาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยอัตราส่วน CC50 และแผ่นชิ้นไม้อัดชนิด อัดราบทั่วไป | 57 |
| 4.15 | อุณหภูมิสูงสุดภายในอาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยอัตราส่วน CC50 และแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป | 57 |
| 4.16 | อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยอัตราส่วน CC50 และแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป | 58 |

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง

โครงการวิจัยการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน เป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง เป็นโครงการวิจัยที่ให้ความสำคัญในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์พลังงาน การใช้ประโยชน์วัสดุที่เหลือจากเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตรและวัสดุที่เป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปของผลผลิตทางการเกษตรของพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และลดต้นทุนวัสดุและค่าก่อสร้างที่อยู่อาศัย จากปัญหาการลดลงของปริมาณป่าไม้ การใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) หรือภาวะโลกร้อน (Global Warming) และการเพิ่มมูลค่าของวัสดุที่เหลือจากเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตรและวัสดุที่เป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปของผลผลิตทางการเกษตรที่มูลค่าต่ำหรือไม่มีมูลค่า และวัสดุก่อสร้างอนุรักษ์พลังงานชนิดแผ่นใยไม้อัดหนาแน่นปานกลาง ที่มีแนวโน้มราคาและความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้น โดยการใช้วัสดุที่เหลือใช้และวัสดุที่เป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปของผลผลิตทางการเกษตรทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง ที่เป็นวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและมีแนวโน้มความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงและยังช่วยให้ประหยัดการใช้พลังงานโดยใช้เส้นใยจากต้นข้าวโพดและเปลือกทุเรียน กากมะพร้าว ทดแทนส่วนผสมไม้เพื่อสามารถลดปริมาณการใช้ไม้เป็นอนุรักษ์พื้นที่ป่าลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) หรือภาวะโลกร้อน (Global Warming) และยังลดปริมาณพลังงานที่ใช้ในการแปรรูปวัตถุดิบ และกระบวนการผลิตแผ่นใยไม้อัดหนาแน่นปานกลาง ลดต้นทุนในด้านวัตถุดิบของการผลิตและการก่อสร้าง และเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีอยู่มากได้อีกด้วย โดยมีรายละเอียดความสำคัญและที่มาของปัญหาตามลำดับ ดังต่อไปนี้

สภาพการใช้ประโยชน์ไม้เป็นวัตถุดิบในแผ่นไม้ประกอบ การขาดแคลนไม้ใช้สอยในประเทศปัจจุบันยังผลให้เกิดความกระทบกระเทือนต่อเศรษฐกิจของชาติเป็นอย่างมาก และความจำเป็นในการนำเข้าไม้มีค่าจากต่างประเทศมาเติมเต็มเพื่อการใช้ประโยชน์ไม้ภายในประเทศอย่างพอเพียง จึงเพิ่มความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ ปัญหาที่ประสพนอกจากการใช้ทรัพยากรป่าไม้ในอดีตอย่างไม่คุ้มค่าจนทำให้มีปริมาณลดลงและต้องเร่งฟื้นฟูสภาพธรรมชาติแล้ว การใช้ประโยชน์ไม้ในปัจจุบันยังคงมีความสามารถในการใช้ประโยชน์ไม้โดยเฉลี่ยของอุตสาหกรรมที่มีอัตราการสิ้นเปลืองวัตถุดิบสูงอยู่ เกิดความสูญเสียเป็นปริมาณมาก ขาดเทคโนโลยีและการจัดการในการเพิ่มผลิตภาพของวัตถุดิบรวมทั้งไม่สามารถในการนำของเสียให้กลับมาใช้ใหม่ การเพิ่มมูลค่าเศษไม้ที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ จึงเป็นประเด็นสำคัญที่เอาใจใส่ ค้นหาวิธีการลดปริมาณเศษไม้ และนำเศษไม้และวัสดุจากการเกษตรกลับมา

ใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการประกอบอุตสาหกรรมแล้ว แนวทางหนึ่งที่สามารถนำเศษไม้ดังกล่าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มได้ คือ การผลิตแผ่นไม้ประกอบอันได้แก่ แผ่นชิ้นไม้อัด แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ แผ่นประกอบพลาสติกเสริมวัสดุเซลลูโลสธรรมชาติ เป็นการนำเศษไม้ข้างต้น ซึ่งจะถูกย่อยเป็นชิ้นหรือเส้นใยขนาดเล็ก ๆ ลงไปอีก มาผสมกับกาว หรือ สารเติมแต่งอื่นๆ แล้วนำไปอัดให้ติดกันเป็นแผ่นภายใต้แรงอัดและความร้อนในเครื่องอัดร้อน เพื่อให้เกิดการยึดติดกันระหว่างชิ้นไม้หรือเส้นใยเล็ก ๆ จนเป็นแผ่นไม้ประกอบชนิดต่างๆ ตามความต้องการ ซึ่งอาจจะมีการผสมสารเพิ่มชนิดอื่น ๆ เพื่อปรับปรุงให้แผ่นปาร์ติเกิลมีคุณสมบัติพิเศษบางประการ แผ่นประกอบนี้สามารถใช้ไม้แปรรูปได้ในหลายกรณี โดยเฉพาะการผลิตเฟอร์นิเจอร์ขึ้นต่อไป ความต้องการใช้ไม้สอยในรูปของแผ่นไม้ประกอบนี้ มีจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากสาเหตุหลักที่ว่า เพื่อใช้ทดแทนไม้ซุงเพื่อใช้แปรรูปและไม้อัดที่กำลังขาดแคลนและลดน้อยลงเรื่อย ๆ จึงต้องหันมาพัฒนาการใช้ไม้ขนาดเล็ก และเศษไม้เหลือทิ้ง มาผลิตเป็นแผ่นไม้เพื่อใช้สอยต่อไป คาดว่าความต้องการแผ่นไม้ประกอบในปี 2545 ประมาณ 680,000 ลูกบาศก์เมตร และจะมีอัตราความต้องการเพิ่ม 7.0% ต่อปี และคาดว่าในปี 2560 หรืออีก 15 ปี ข้างหน้านี้ จะมีความต้องการแผ่นไม้ประกอบ ถึง 1.93 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังนั้นหากความต้องการใช้แผ่นไม้ประกอบนี้มีสูงดังที่กล่าวมาข้างต้น การพึ่งพาไม้ยางพารา ไม้จากสวนป่าโตเร็วและเศษไม้จากโรงเลื่อยและโรงงานไม้อัดที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ย่อมไม่เพียงพอกับความต้องการตลอดเวลา ประกอบกับการปิดป่ายกเลิกสัมปทานทำไม้ของรัฐ ตั้งแต่ปี 2532 เป็นต้นมา ย่อมทำให้การขาดแคลนวัตถุดิบไม้เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมรุนแรงมากขึ้น จำเป็นต้องหาแหล่งวัตถุดิบใหม่ เพื่อรองรับอุตสาหกรรมแผ่นไม้ประกอบในอนาคต ตลอดจนการพัฒนาประยุกต์ใช้อีกต่อหนึ่งหรือหาวิธีใหม่ ๆ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติในโรงงานอุตสาหกรรมต่อไป โดยจะทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ทั้งคุณสมบัติต่าง ๆ ของความเป็นไปได้ในการนำไม้ขนาดเล็ก จากสวนป่าหรือไม้ผลที่ให้ผลเก็บเกี่ยวต่ำจากสวนเกษตร หรือเศษไม้ ปลายไม้ มาใช้ แล้วสร้างขั้นตอนและสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิต เพื่อพัฒนาไปสู่ขบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม เพื่อยกระดับขีดความสามารถการผลิต และนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและการสร้างมูลค่าเพิ่มต่อไป อย่างไรก็ตามการนำเศษไม้จากโรงเลื่อยและโรงงานไม้อัดและสวนป่าไม้โตเร็วต้องใช้ระยะเวลาปลูก มีข้อจำกัดในด้านพื้นที่ ความคุ้มค่าในการใช้ที่ดิน ปริมาณผลผลิตรวมต่อปี ในขณะที่อัตราความต้องการแผ่นไม้ประกอบทดแทนไม้เพิ่มสูงขึ้นจึงไม่เพียงพอแก่ความต้องการในอนาคต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวัตถุดิบจากแหล่งอื่น และพบว่าวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (Non-wood Material) อันได้แก่ พืชเส้นใยทางเกษตร เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจกว่าไม้โตเร็วก็มีข้อจำกัดในด้านระยะเวลา พื้นที่ในการปลูก และปริมาณที่น้อยกว่าพืชเส้นใยทางเกษตร จึงได้มีพัฒนาและวิจัย เทคโนโลยีและการจัดการในการเพิ่มผลิตภาพของวัตถุดิบ โดยปัจจุบันได้มีความพยายามพัฒนาการใช้วัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นไม้ประกอบที่ จะเป็นการลดต้นทุนในด้านวัตถุดิบในกระบวนการผลิต เพิ่มขีด

ความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นทั้งยังเป็นการใช้วัตถุดิบให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) หรือภาวะโลกร้อน (Global Warming) และป่าไม้ เป็นปัญหาสำคัญที่สุดของโลกและประเทศไทย เป็นเรื่องที่ทั่วโลกหันมาให้ความสนใจหลังจากเริ่มเผชิญหน้ากับผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงขึ้นทุกขณะ จากความถี่ในการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่คร่าชีวิตผู้คนมหาศาลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นต่อเนื่องหายนะ "โลกร้อน" เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร ทำให้ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรุนแรงที่สุดภูมิภาคหนึ่งในโลก การดำเนินการแก้ไขปัญหาโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาอย่างต่อเนื่องจำเป็นต้องดำเนินการอย่างจริงจังและเร่งด่วน เพื่อให้การปรับตัวของประเทศไทยอยู่รอดในระยะยาว [1 – 2] จากรายงานสรุปภาวะโลกร้อนฉบับที่ 2 (ฉบับล่าสุด) ของสหประชาชาติ (ยูเอ็น) ซึ่งเผยแพร่เมื่อต้นเดือนเมษายน 2550 ระบุถึงความเสียหายในเชิงเศรษฐศาสตร์ที่จะเกิดขึ้นจากภาวะโลกร้อน ว่าอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นทุกๆ 2-3 องศาเซลเซียสนั้น จะส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของโลกประมาณ 2-3% หรือปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทุกๆ 1 ตันที่ถูกปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ จะสร้างความเสียหายให้กับโลก 300-400 ดอลลาร์สหรัฐ เมื่อคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกขึ้นสู่บรรยากาศในปี 2548 ในปริมาณรวม 7,900 ล้านตันแล้ว มูลค่าความเสียหายต่อเศรษฐกิจโลกจะมีมากถึง 23,700 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ถึง 3.2 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี และคาดการณ์ว่าภายในปี 2080 (พ.ศ.2623) หรือในอีก 73 ปีข้างหน้า จะมีประชากรบนโลก 1,100-3,200 ล้านคนจะขาดแคลนน้ำ และอีก 200-600 ล้านคน จะอดอยากหิวโหย จะไร้ที่อยู่อาศัยในอัตรา 2-7 ล้านคนต่อปี จากสภาพน้ำท่วมพื้นที่ชายฝั่ง ซึ่งเป็นผลกระทบโดยตรงจากภาวะโลกร้อน [3 – 12] ปัจจุบันประเทศไทยได้ให้สัตยาบันต่อพิธีสารเกียวโตแล้ว เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2545 และตั้งแต่ปี พ.ศ.2533 -2547 ไทยยังเป็นประเทศที่มีอัตราเพิ่มขึ้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดเป็นอันดับ 2 ของโลกด้วย ที่อัตราส่วน 180% ตามหลังมาเลเซียซึ่งมีอัตราเร่งมากที่สุดของโลกที่ 200% เพียงชาติเดียวเท่านั้นโดยคนไทยมีอัตราเฉลี่ยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศสูงถึง 4.2 ตัน/คน/ปี สูงกว่าจีนที่ 3.8 ตัน/คน/ปี อินโดนีเซีย 1.7 ตัน/คน/ปี และอินเดีย 1.2 ตัน/คน/ปี เนื่องจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องของไทย ที่ผลักดันให้ต้องบริโภคพลังงานมากขึ้น จนเชื่อได้ว่าคนไทยจะหลีกเลี่ยงผลกระทบที่เกิดตามมาไม่ได้แน่นอน เช่น ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเล ลมมรสุม การเพิ่มสูงขึ้นของน้ำทะเล ตลอดจนแผ่นดินทรุดที่จะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น [13] สภาพภูมิอากาศของไทย จะมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นเรื่อยๆ ในช่วง 20-30 ปี ข้างหน้า และจะค่อยๆ รุนแรงขึ้น ประเทศไทยต้องเผชิญกับวันที่อากาศร้อนเกิน 33 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้น 3 เท่าต่อปี จากเดิมแค่ 20 วันต่อปีเป็น 30-60 วัน ระดับน้ำทะเลโดยเฉพาะบริเวณอันดามันจะสูงขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง ของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณชายฝั่งทะเลจะเกิดฝนตกถี่ขึ้น ภาวะโลกร้อน (Global Warming) จะส่งผลกระทบต่อแม่น้ำเจ้าพระยา ทำให้ฤดูน้ำ

หลากเปลี่ยนไป โดยในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม จะมีปริมาณน้ำมากกว่าที่ผ่านมาถึงร้อยละ 40 เนื่องจากทั้งปริมาณน้ำฝน น้ำเหนือและน้ำทะเลหนุน ซึ่งระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้นกว่าที่ผ่านมาทำให้กรุงเทพฯ และปริมณฑลเกิดน้ำท่วมง่ายและถี่ขึ้น การเกิดโรคระบาดและพาหะของโรคจะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอีกด้วย

จากการศึกษาของทีมนักวิจัยจากLawrence Livermore National Laboratory [14] ได้ทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับผลกระทบของสภาวะของโลกและวัฏจักรของคาร์บอนจากการตัดไม้ทำลายป่าเป็นบริเวณกว้างจากแบบจำลองสามมิติในการศึกษาพบว่าบริเวณที่เป็นป่ามีผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิสะสมของโลก ป่าไม้มีผลกระทบต่อสภาวะของโลกใน 3 ทาง คือ อย่างแรก การดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศช่วยรักษาอุณหภูมิของโลกให้คงที่ อย่างที่สอง การปล่อยไอน้ำสู่บรรยากาศและการเพิ่มความชื้น และอย่างสุดท้าย คือการปกคลุมพื้นดินจากแสงแดด ซึ่งก็เป็นการช่วยลดความร้อนของโลกได้เช่นกัน แต่ผลกระทบอย่างแรกเท่านั้นที่นับว่าเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนที่ได้มาจากการปลูกป่าปลูกต้นไม้ ผลการศึกษาชี้ว่า ป่าในเขตร้อนชื้นนั้นมีประโยชน์ต่อสภาวะโลกร้อนนี้มาก เนื่องมาจากการดูดซึมคาร์บอนจากบรรยากาศและเพิ่มปริมาณเมฆ หรือความชื้น ซึ่งช่วยในการลดอุณหภูมิของโลกได้เป็นอย่างดี จากผลการศึกษาดังกล่าวได้แสดงให้เห็นว่า การอนุรักษ์ รักษาป่าไม้ในเขตป่าร้อนชื้นได้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ในการชะลอการเกิดสภาวะโลกร้อน (ขณะนี้ ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าปลูก ไม่รวมป่าขึ้นเองธรรมชาติ ในความดูแลขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ประมาณ 150,000 ไร่ เคยคำนวณไว้ว่า โดยเฉลี่ยพื้นที่ป่าปลูก 1 ไร่ มีต้นไม้ 100 ต้น ถ้าตัดสินใจขายคาร์บอนเครดิตจากป่าปลูกจำนวน 150,000 ไร่ที่มีอยู่ จะมีรายได้เข้าประเทศไม่ต่ำกว่า 45,000 ล้านบาท)

อุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบและแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง [15] ขณะที่อุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปต่าง ๆ ที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบมีการขยายตัวมากขึ้น สืบเนื่องมาจากภาวะเศรษฐกิจของประเทศไทยและทั่วโลกมีการเจริญเติบโตสูงขึ้นเป็นลำดับ ส่งผลให้อุตสาหกรรมไม้อัดถือว่าเป็นการนำไม้มาใช้ประโยชน์มากที่สุด และมีความต้องการเพิ่มขึ้น ทั้งในรูปแผ่นปาร์ติเกิล (Partical board) แผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hard board) และแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (Medium Density Fiber Board: MDF) โดยเฉพาะแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ที่เป็นแผ่นใยไม้อัดชนิดอัดแน่น (Compressed Fiberboard) ชนิดหนึ่ง ผลิตจากการนำเอาวัสดุไม้หรือวัสดุที่มีเซลลูโลสหรือลิกนินเป็นองค์ประกอบหลัก มาย่อยสลายให้เป็นเส้นใยแล้วนำมาผสมกับสารยึดติดและสารเติมแต่งอื่น แล้วนำมารวมอัดกันเป็นแผ่นให้ได้ความหนาแน่นตลอดทั้งแผ่นอย่างสม่ำเสมอ ปัจจุบันตลาดหลักของแผ่นเอ็มดีเอฟ คือ อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างและตกแต่งโดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุตสาหกรรมการผลิตแผ่นประตูและอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ ส่วนตลาดรองลงมาเป็นอุตสาหกรรมผลิตตู้ลำโพงและคอนโซลรถยนต์ แผ่นเอ็มดีเอฟที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศ มี 2 ชนิด คือ แผ่นเอ็มดีเอฟชนิดเปลือยและแผ่นเอ็มดีเอฟชนิดปิดผิว โดยวัสดุปิดผิวที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ แผ่นไม้บางและเมลานิน ซึ่งมี

ทั้งสีพื้นและลวดลายต่างๆ การใช้งานเอ็มดีเอฟส่วนใหญ่ เป็นการใช้แผ่นเอ็มดีเอฟที่ผลิตในประเทศทั้งสิ้น จะเห็นได้ว่า แผ่นเอ็มดีเอฟมีความได้เปรียบแผ่นไม้ (Wood – based Panels) ประเภทอื่นทั้งในเชิงเศรษฐกิจและเทคโนโลยี ซึ่งเป็นที่ยอมรับของทั้งผู้บริโภคและผู้ผลิต ดังจะเห็นได้จากความต้องการและประยุกต์ใช้งานที่มากขึ้น และการกระจายของแหล่งผลิตไปยังส่วนต่างๆ ของโลก ทำให้แผ่นเอ็มดีเอฟเป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญประเภทหนึ่ง ที่นับวันจะทวีความสำคัญขึ้นและมีผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจและสังคมของประเทศโดยตรง [16] แต่จากสภาพปัญหาด้านทรัพยากรป่าไม้ที่มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องลดการใช้ไม้ธรรมชาติในประเทศเพื่อรอการฟื้นฟูพื้นที่ป่าให้เพียงพอจนเกิดความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อม [17 – 20] ทำให้อุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบประสบปัญหาวัตถุดิบไม้ในปัจจุบันและอนาคต คาดว่าวัตถุดิบที่จะทดแทนในอนาคตจำแนกได้ 2 กลุ่ม คือ 1) วัตถุดิบไม้ (Wood Material) ได้แก่ ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้โตเร็วอื่นๆ 2)วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (Non-wood Material) คือพืชที่ไม่มีลักษณะต้นไม้ (Tree) ได้แก่ พืชเส้นใยทางเกษตรอื่นๆ และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ เรื่องราคา ปริมาณที่มีอยู่ แหล่งของวัตถุดิบ ระยะเวลา ปริมาณ พบว่าวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (Non-wood Material) เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจกว่าไม้โตเร็วก็มีข้อจำกัดในด้านระยะเวลา พื้นที่ในการปลูก และปริมาณที่น้อยกว่าพืชเส้นใยทางเกษตร ดังนั้นแนวคิดการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาทำให้กลับมีคุณค่าเป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติ หรือผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม น่าจะเป็นโอกาสในการสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่นได้เป็นอย่างดีอีกด้วย โดยเฉพาะการพัฒนาฉนวนความร้อนที่อาศัยเส้นใยจากพืชที่หาได้จากธรรม ชาติ ย่อมส่งผลดีทั้งช่วยลดปัญหาการขาดดุลการค้า และปัญหาด้านสุขภาพ และลดต้นทุนวัสดุก่อสร้าง ที่มีแนวโน้มราคาวัสดุก่อสร้างเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยทั้งปีคาดว่าจะเพิ่มขึ้นประมาณ 25% ถือว่าเป็นอัตราที่สูงขึ้นอย่างมาก เมื่อเทียบกับปี 2550 ที่เพิ่มขึ้นเพียง 4.9% ซึ่งอัตราเพิ่มดังกล่าวถือว่าเป็นการปรับราคาสูงสุดเป็นประวัติการณ์ จากราคาที่เพิ่มขึ้นนี้ส่งผลกระทบต่อธุรกิจก่อสร้างอย่างมาก เพราะทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น ดังนั้นการค้นคว้าหาวัสดุประกอบอาคารชนิดใหม่ๆ ที่มีราคาต่ำกว่า ก่อสร้างได้รวดเร็ว มีคุณสมบัติที่สามารถป้องกันความร้อนและยังคงความแข็งแรงให้กับอาคาร จึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาประเทศ

ประเทศไทยมีเส้นใยธรรมชาติมากมาย เป็นเศษเหลือทิ้งจากภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม [21] โดยเฉพาะกากมะพร้าว (Coconut Meal) จากอุตสาหกรรมกะทิ เส้นใยจากต้นข้าวโพดและเส้นใยจากเปลือกทุเรียนจากการเกษตร ที่มีข้อดีหลายประการดังนี้หาง่าย เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีใช้ไม่หมดสิ้น เป็นของเหลือทิ้ง มีราคาถูก ทำให้สามารถใช้ลดต้นทุนการผลิต มีสมบัติเชิงกลดี มีความแข็งแรงและ มอดูลัสสูง ความหนาแน่นต่ำ ทำให้มีน้ำหนักเบา การป้องกันความร้อน ช่วยกำจัดและลดกากของเสียจากเกษตรกรรมอุตสาหกรรม และการลดการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีความสำคัญและมีมาของการเลือกกากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดและเส้นใยจากเปลือกทุเรียน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

มะพร้าวจัดเป็นพืชชนิดหนึ่งที่สัมพันธ์กับเศรษฐกิจและสังคมไทย ซึ่งนอกจากจะสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกแล้วยังก่อให้เกิดอุตสาหกรรมแปรรูปต่อเนื่องเป็นสินค้าส่งออกสร้างรายได้ให้แก่ประเทศได้ อีกทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งในวิถีชีวิตคนไทยโดยเฉพาะวัฒนธรรมการบริโภค [22] มีการปลูกในทุกพื้นที่ของประเทศประมาณ 2.04 ล้านไร่ มีผลผลิตมะพร้าวเท่ากับ 2.75 ล้านตัน มีสัดส่วนการใช้ประโยชน์แบ่งเป็นการบริโภคภายในประเทศ ร้อยละ 60 และ ร้อยละ 40 สำหรับ ใช้ในอุตสาหกรรมและส่งออก และมีแนวโน้มของปริมาณการใช้ เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี ซึ่งส่งผลให้ของเหลือใช้ ที่ได้จากมะพร้าวก็ย่อมมีประมาณมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งถ้าไม่สามารถกำจัดเหลือใช้ ที่ได้จากมะพร้าวเหล่านั้นก็จะส่งผลทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม จึงเกิดแนวคิดโดยการนำกากมะพร้าวมาประยุกต์ ซึ่งกากมะพร้าวเป็นเส้นใยจากพืชหรือเส้นใยเซลลูโลส (Cellulose Fibers) เป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดหนึ่งเกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)x$ กล่าวคือในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจากหน่วยโมเลกุลซ้ำ (Repeat Units) ยึดจับกันเป็นสายยาว หน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลโลไบโอส (Cellobiose) เกิดจากบีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำ หรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธาตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็นระเบียบ (Crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85 – 95 % และระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen Bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง น้ำหนักเบา เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลางเพื่อให้เป็นการลดต้นทุนการผลิตและช่วยกำจัดวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากมะพร้าว

ข้าวโพดปลูกกันมากในเกือบทุกภาคของประเทศ ภาคเหนือ จะปลูกมากในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดหนองคาย นครราชสีมา และภาคกลาง ในพื้นที่จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี ระยะเวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 40-45 วัน ปลูกได้ดีในช่วงฤดูฝน แต่ถ้าเป็นพื้นที่ในเขตชลประทานสามารถปลูกได้ตลอดปี (4 ครั้ง/ปี) ดังนั้น เศษเหลือจากการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน เช่น ต้นข้าวโพด เปลือกฝักข้าวโพด และไหม จึงมีมากในเกือบทุกภาคของประเทศ และเกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในเขตชลประทาน ต้นข้าวโพดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร หลังการเก็บเกี่ยว [23 – 25] จากข้อมูลของกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์พบว่า ประเทศไทยมีการส่งออกผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดฝักอ่อน และข้าวโพดหวาน ในรูปข้าวโพดอ่อนสด ข้าวโพดอ่อนกระป๋อง ข้าวโพดหวานแช่แข็ง และข้าวโพดหวานกระป๋อง โดยในปี พ.ศ.2536 มีการส่งออกประมาณ 36,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 840 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นมาเป็น 82,000 ตัน มูลค่า 2,100 ล้านบาท ในปี พ.ศ.2540 และปัจจุบันสามารถผลิตได้ประมาณ 4 ล้านตันต่อปี จากพื้นที่ปลูกรวมทั้งประเทศประมาณ 6 ล้านไร่ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดในประเทศที่ต้องการประมาณ 5.5 ล้านตันต่อปี ในจำนวนนี้ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ 60% ที่เหลือ 40% ส่งออกนอกประเทศ ซึ่งจากความต้องการของตลาด

โดยเฉพาะเพื่อการใช้ในการผลิตอาหารสัตว์นั้นส่งผลให้พื้นที่สำหรับการปลูกข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 7.8 ล้านไร่ต่อปี จากการค้นคว้าวิจัยเพื่อที่จะนำเอาส่วนเหลือใช้หลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ชนิดต่างๆ ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมหาศาลในประเทศจีน โดยต้องกำจัดทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ต้องสูญเสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ด้วยการขนไปทิ้ง หรือฝังกลบ หรือไม่ก็ทำการเผาทำลาย อันเป็นการก่อมลภาวะให้แก่สภาพแวดล้อมอีกโสดหนึ่งต่างหาก ได้มีความพยายามหาวิธีการต่างๆเพื่อนำเอาเศษเหลือใช้ของพืชไร่หลังการเก็บเกี่ยว อาทิเช่น ฟางข้าว ต้นซังข้าวโพด ต้นถั่วเหลือง ต้นข้าวฟ่าง เปลือกถั่วลิสง มาใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยส่วนใหญ่จะนำมาเป็นอาหารสัตว์ใช้เลี้ยงสัตว์สี่กระเพาะ ซึ่งประสิทธิผลก็ไม่สูงเป็นที่น่าพอใจนัก และก็ไม่สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์กระเพาะเดี่ยวเช่น หมู เป็ด ไก่ หรือปลาได้ และพบว่าต้นข้าวโพดมีส่วนประกอบของ วัตถุแห้ง (Dry Matter) 25.3 % เยื่อใยหยาบ (Crude Fiber) 26.8 % ไขมัน (Ether Extract) 0.9 % ลิกนิน 3.8 - 4.3 % และจากการปลูกข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 7.8 ล้านไร่ต่อปีต้องมีต้นเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวจำนวนมากและเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ถ้านำมาเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลางได้ และทำให้ราคาไม่สูงมากนักถ้าเทียบกับการผสมวัสดุอื่น เพื่อเป็นการใช้วัสดุที่มีมากให้มีประโยชน์ และลดต้นทุนการผลิต [26 – 29]

ทุเรียน [30 – 32] พืชเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งในและต่างประเทศ ในปี 2551 มีพื้นที่ปลูกรวมประมาณ 694,764 ไร่ ผลผลิตรวมประมาณ 746,639 ตัน เนื่องจากปัจจุบันเกษตรกรสามารพัฒนาให้สามารถออกผลผลิตได้เกือบตลอดปี [33 – 37] เปลือกทุเรียนซึ่งเป็นของเหลือทิ้ง จำนวนมากและเป็นปัญหาในการกำจัดทิ้ง มีส่วนประกอบที่เป็นเส้นใยค่อนข้างมาก โดยนอกเหนือจากส่วนที่เป็นพอลิแซคคาไรด์แล้ว ยังประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นเยื่อเซลลูโลส สูงถึง 30% พบว่ามีเกณฑ์ขั้นต่ำของคุณภาพทางเคมีสำหรับวัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้เตรียมเซลลูโลสคุณภาพสูงไว้ดังนี้ มีแอลฟาเซลลูโลสไม่ต่ำกว่า 29% มีลิกนินไม่เกิน 22% มีเถ้าไม่เกิน 9% และมีเพนโตแซน (Pentosans) ไม่เกิน 32% ซึ่งจากงานวิจัยถึงส่วนประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียนพบว่า เปลือกทุเรียนมีคุณภาพทางเคมีอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำมาใช้เตรียมเยื่อเซลลูโลสคุณภาพสูงได้ ประกอบกับการพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่เรื่อง ราคา ปริมาณที่มีอยู่ แหล่งของวัตถุดิบ ทำให้นับได้ว่าเปลือกทุเรียนนับเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจยิ่ง ที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง

จากสถานการณ์ปัจจุบันสภาพการใช้ประโยชน์ไม้เป็นวัตถุดิบในแผ่นไม้ประกอบ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) หรือภาวะโลก การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและป่าไม้ คุณสมบัติและความต้องการของผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ปัญหาวัตถุดิบอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ คุณสมบัติเส้นใยธรรมชาติของ กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพด และเส้นใยจากเปลือกทุเรียนมีอยู่มากมายในท้องถิ่น มาประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้าง คือ

วัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลางที่เป็นการพัฒนาฉนวนความร้อนที่อาศัยเส้นใยจากพืชที่หาได้จากธรรมชาติ จึงนับเป็นแนวความคิดที่มีประโยชน์ และบูรณาการการใช้วัสดุที่มีเหลือใช้จากการเกษตรจำนวนมากในท้องถิ่นเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ป่าไม้ พลังงาน เพื่อเพิ่มการมูลค่า ช่วยลดปัญหาการขาดดุลการค้า เพื่อการส่งเสริมให้ชุมชน และบริษัทฯ ขนาดเล็กได้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่อนุรักษ์พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและราคาถูก ทั้งยังเป็นการสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่นได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

**1.2 วัตถุประสงค์**

1) เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางโดยใช้เส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนทดแทนไม้เป็นวัสดุผสม

2) เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้วัสดุผสมสำหรับทำแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่มีส่วนผสมของเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนทดแทนไม้

3) เพื่อศึกษาถึงคุณสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ใช้เส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนทดแทนไม้เป็นวัสดุผสมและสมบัติการเป็นฉนวนความร้อน

4) เพื่อพัฒนาปรับปรุงผลิตผลิตภัณฑ์ แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนทดแทนไม้ที่มีราคาถูก

5) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนทดแทนไม้มาใช้งานจริงในการผลิตแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางได้อย่างปลอดภัยและเหมาะสม

6) เพื่อนำกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนที่มีจำนวนมากในท้องถิ่นมาใช้เกิดประโยชน์และมีมูลค่ามากขึ้นได้มากขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้วัตถุดิบในประเทศ

7) เพื่อกำจัดกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรโดยวิธีอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

**1.3 ขอบเขตของงานวิจัย**

เพื่อให้การศึกษาการใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพดและเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ผู้วิจัยจึงได้กำหนดขอบเขตการศึกษาไว้ ดังนี้

1) ใช้เส้นจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน จากแหล่งในเขตพื้นที่ภาคกลาง

2) ออกแบบอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเป็นแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่มีส่วนผสมของเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ไม่น้อยกว่า 2 อัตราส่วน

3) ทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลาง

4) ทดสอบสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.876-2547 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

5) ทดสอบสมบัติความเป็นฉนวนความร้อนของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลาง

6) ทำการขึ้นรูปและทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุ ดังนี้

6.1) สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

6.2) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

6.3) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

**1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ**

1) สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนภายในพื้นที่ของจังหวัดที่เป็นแหล่งมะพร้าว ข้าวโพด และทุเรียน และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้วัตถุดิบในประเทศ

2) สามารถกำจัดของเหลือใช้จากภาคการเกษตร ลดการทำลายสิ่งแวดล้อม และลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ

3) ทราบความเหมาะสมในการที่จะนำเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนมาใช้ในการป้องกันความร้อนในแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางและสามารถนำเป็นองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้เป็นวัสดุประกอบในงานวัสดุก่อสร้างได้

4) สามารถให้ความรู้ในการใช้เส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนเพิ่มประสิทธิ์ภาพการป้องกันความร้อนในแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางกับภาคธุรกิจ และชุมชน ภายในพื้นที่เป้าหมาย

5) ได้วัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีราคาถูก

6) เขียนบทความเผยแพร่ในวารสารวิชาการที่เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง หรือเข้าร่วมบรรยายในงานประชุมสัมมนาของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หรือทำการจดสิทธิบัตรในนามของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

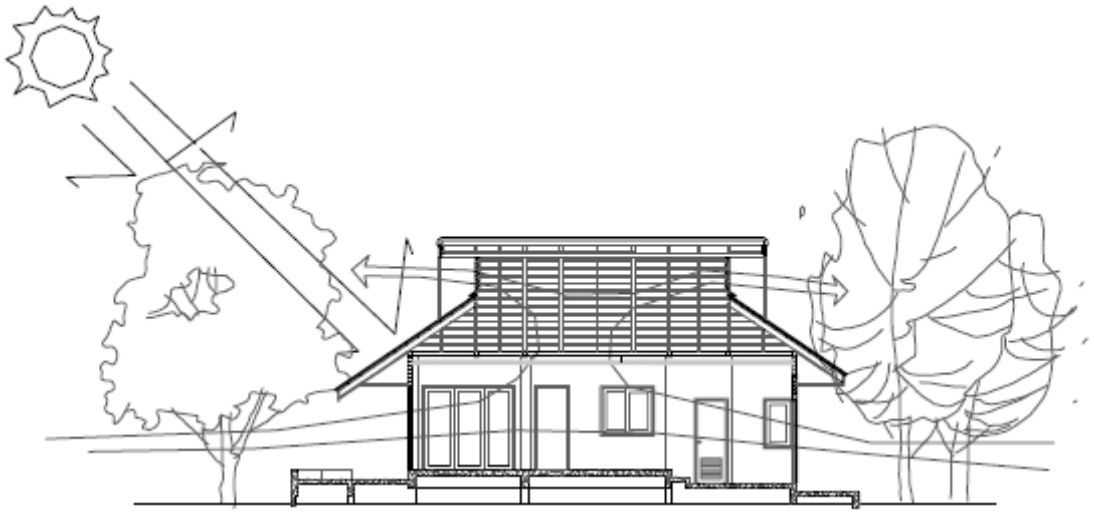
7) สามารถสร้างความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และองค์กรการปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ชุมชน ในการบูรณาการงานวิจัยร่วมกันตามยุทธศาสตร์ของประเทศ

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัย การใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพดและเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลางสามารถใช้งานจริงในการผลิตแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลาง ได้อย่างปลอดภัยและเหมาะสม โดยมีรายละเอียดทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดในด้านการอนุรักษ์พลังงาน คุณสมบัติทางกายภายและเชิงกล ความแข็งแรง มาตรฐานของวัสดุและผลิตภัณฑ์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

## 2.1 การใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

เนื่องจากเมืองไทยเป็นประเทศที่อยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น แนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศก็คือ การป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร สำหรับบ้านพักอาศัยนั้น ก็มีหลายแนวทาง อาทิ การสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม การป้องกันความร้อนให้กับเปลือกอาคาร การเลือกใช้การระบายอากาศภายในอาคารอย่างเหมาะสม [38]



**รูปที่ 2.1** การป้องกันและลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

สาเหตุของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารมาจากภายนอกมากกว่าที่เกิดขึ้นภายในอาคาร การที่จะลดความร้อนรวมลงได้ก็จะต้องมาจากการมีการป้องกันความร้อนที่ดีจากกรอบอาคาร ซึ่งส่วนหนึ่งสามารถทำได้โดยการเลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานของแต่ละพื้นที่ ก็จะสามารถช่วยลดความร้อนได้ ดังนั้นระบบของวัสดุกรอบอาคารมีส่วนสำคัญในการป้องกันความร้อน ระบบของวัสดุ

กรอบอาคารที่ใช้กันอยู่ทั่วไป แบ่งตามวัสดุผนังและหลังคา ในที่ได้ศึกษาในด้านวัสดุผนังประเภทแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์

**2.2 ไม้อัดและกรรมวิธีการผลิต**

ไม้อัดมี 3 ชนิด ด้วยกัน ได้แก่ ไม้อัดสลับชั้น (Plywood), ไม้อัดแผ่นเรียบ (Hard Board or Fiber Board), และแผ่นชิ้นไม้อัด (Particle Board) แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงการผลิตไม้อัดสลับชั้นและไม้อัดแผ่นเรียบ [39] โดยแบ่งเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

1) วัตถุดิบ ที่สำคัญที่ใช้ในการผลิตไม้อัดสลับชั้น ได้แก่ ไม้ซุง, กาวเทป, และแป้งมัน ส่วนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบ ได้แก่ เศษไม้, กาว, และขี้ผึ้ง โดยมีแหล่งที่มา คือ

- ไม้ซุง จากองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้หรือสั่งไม้จากต่างประเทศ เช่น ประเทศอินโดนีเซีย, และมาเลเซีย เป็นต้น

- กาว จากโรงงานผลิตภายในประเทศ และสั่งซื้อจากต่างประเทศ เช่น ประเทศอังกฤษ, สาธารณรัฐเยอรมันตะวันตก, อิตาลี, สวีเดน, และญี่ปุ่น เป็นต้น

- เทป สั่งซื้อจากต่างประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่น, ออสเตรเลีย, และเนเธอร์แลนด์ เป็นต้น

- ขี้ผึ้ง จากโรงงานในประเทศและสั่งซื้อจากต่างประเทศ

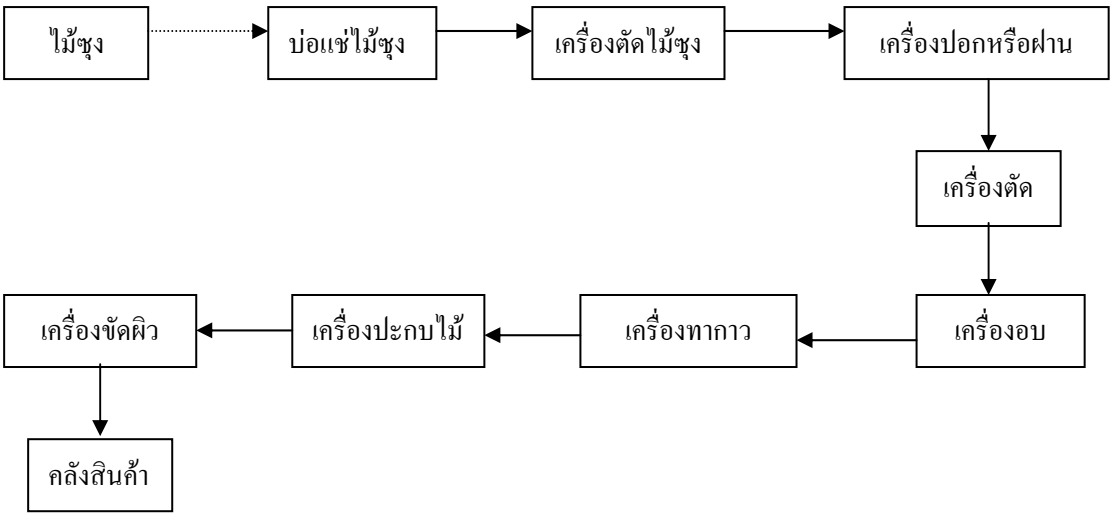
- แป้งมัน จากโรงงานในประเทศ

- เศษไม้ จากโรงงานไม้แปรรูปภายในประเทศ

2) กรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น จะต้องเริ่มตั้งแต่การผลิตไม้วีเนียร์ก่อน โดยการนำไม้ซุงทั้งท่อนแช่ในบ่อสำหรับต้มด้วยไอน้ำประมาณ 12-24 ชั่วโมง (แล้วแต่ความอ่อนแข็งของเนื้อไม้) เพื่อทำให้เนื้อไม้อ่อนตัวปอกง่าย และมีผิวเรียบ ไม้ที่ใช้ผลิตส่วนใหญ่ เช่น ไม้สัก, ไม้ยาง, ไม้สมพง, ไม้สยา, และไม้มะปิน เป็นต้น เมื่อต้มท่อนซุงได้ที่แล้ว จึงนำมาตัดเป็นท่อนสั้นๆ ให้ได้ขนาดที่จะนำเข้าเครื่องปอกหรือเครื่องผ่าน เพื่อปอกไม้ท่อนให้เป็นแผ่นไม้วีเนียร์ เครื่องจักรจะปอกเนื้อไม้ออกเป็นแผ่นยาว ๆ ต่อจากนั้นจะเคลื่อนเข้าไปม้วนในลูกกลิ้ง แล้วนำไปเข้าเครื่องตัด เพื่อตัดออกเป็นแผ่นวีเนียร์ต่อจากนั้นนำเข้าเครื่องอบประมาณ 1-2 นาที โดยใช้ความร้อนประมาณ 170 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นในเนื้อไม้ออกให้แห้งเท่ากับความชื้นในอากาศ ทั้งนี้ป้องกันไม้ยืดและหดตัว และเพื่อให้แห้งพอดีที่จะติดกาวได้ ไม้วีเนียร์เมื่ออบแห้งแล้วนำมาต่อเป็นแผ่นโดยใช้เทปให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ แล้วนำเข้าเครื่องทากาวให้เสมอทั่วกันตลอดแผ่น ปะกบไม้วีเนียร์เข้าด้วยกัน กาวเป็นส่วนประกอบที่สำคัญยิ่งไม้อัดจะมีคุณภาพและความแข็งแรงคงทนมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับคุณภาพของกาวเป็นสำคัญ การปะกบแผ่นไม้วีเนียร์จะต้องให้เส้นเนื้อไม้แผ่นบางแต่ละข้างสลับกันเป็นมุมฉากกันทุกแผ่น แล้วจึงนำไปเข้าเครื่องขัด โดยใช้ความร้อน 120 องศาเซลเซียส (อยู่ในเครื่องประมาณ 2 นาที) และ

แรงอัดนี้ช่วยให้แผ่นวีเนียร์ที่ทากาวไว้แห้วสนิทติดเป็นแผ่นเดียวกัน กลายเป็นไม้อัดสลับชั้นและส่งเข้าเครื่องขัดผิวให้เรียบ เพื่อตบแต่งให้สวยงาม

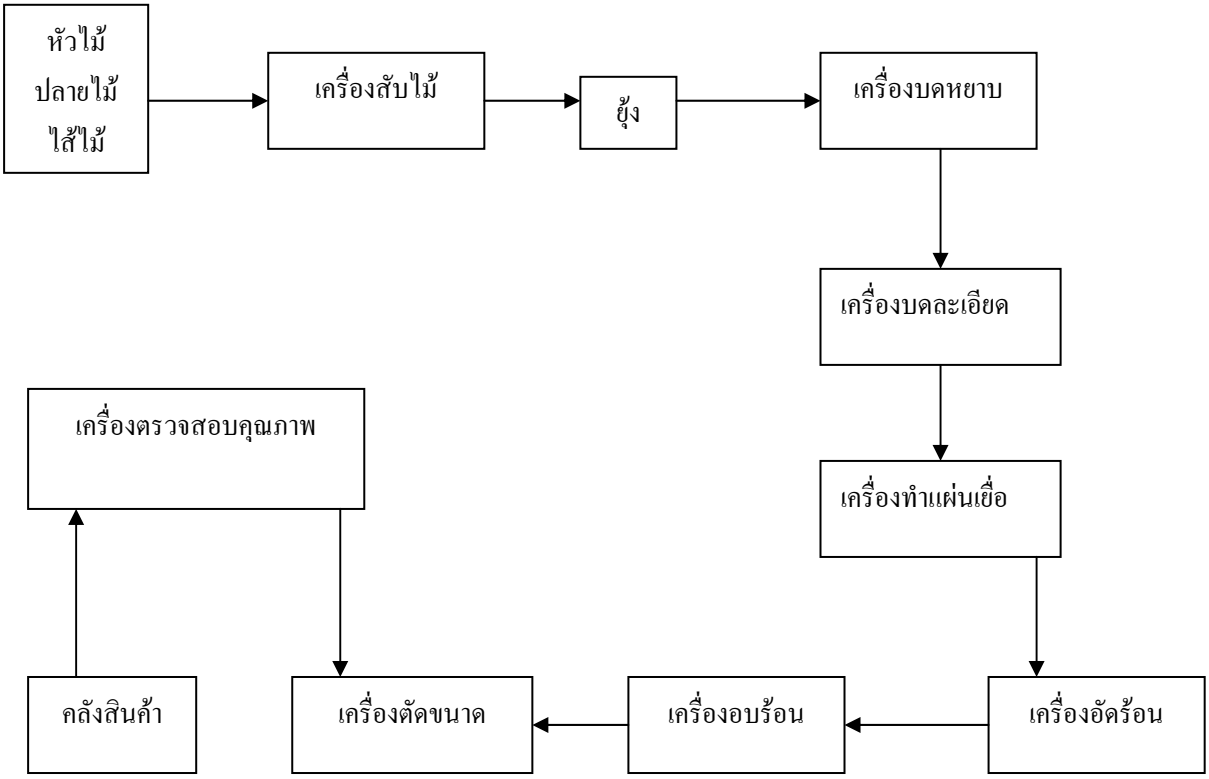
3) แผนผังกรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น (PLYWOOD)




**รูปที่ 2.2** แผนผังกรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น (PLYWOOD)

4) กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบ การผลิตไม้อัดแผ่นเรียบมีอยู่ 2 วิธี คือ

4.1) การผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่ 1 คือ แผ่นไม้ที่ผลิตขึ้นจากการนำเอาสารประกอบลิกโนเซลลูโลส (Ligno-Cellulose) หรือเยื่อซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในไม้มาทำเป็นแผ่นโดยนำมาอัดให้เป็นแผ่นตามที่ต้องการ เป็นการผลิตตามกรรมวิธีเปียก (Wet-Process) สำหรับลิกโนเซลลูโลสหรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า ไฟเบอร์ (Fiber) คือใยหรือเยื่อ ทำได้โดยนำเอาเศษไม้ชนิดและลักษณะต่างๆ กัน สับให้ได้ขนาดพอเหมาะแล้วนำเข้านึ่งให้ร้อนจัดด้วยไอน้ำเพื่อให้อ่อนตัวในการนำไปบด เอาสารลิกโนเซลลูโลส เพื่อนำไปใช้ทำไม้อัดแผ่นเรียบต่อไป จากนั้นจะนำแผ่นเยื่อไปเข้าเครื่องอัดร้อน ด้วยแรงอัดสูงถึง 3,400 ตัน ( 50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ที่อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 6 นาที เพื่ออัดเป็นแผ่นเรียบที่มีความแข็ง ก็จะส่งเข้าเตาอบความร้อนอีกประมาณ 4 ชั่วโมง ต่อจากนั้นก็นำเข้าปรับความชื้นอีก 8 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงทานทานและให้คงรูปดีขึ้น เมื่อกรรมวิธีตามขั้นตอนต่างๆ ดังกล่าวแล้ว จำนำไม้อัดแผ่นเรียบไปตัดตามขนาดที่ต้องการและแยกชั้นคุณภาพตามผลการวิเคราะห์จากห้องวิจัยเพื่อนำออกจำหน่ายต่อไป




**รูปที่ 2.3** กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่ 1

4.2) กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่ 2 เป็นการผลิตตามวิธีแห้ง โดยนำไม้ต่างๆ เช่น เศษฟืนจากโรงเลื่อย ไม้ตะแบก ไม้เบญจพรรณ ที่เตรียมไว้ส่งไปตามร่างป้อนไม้ ใช้น้ำฉีด เพื่อล้างดินทรายที่สกปรกซึ่งติดมากับเศษไม้ แล้วป้อนเข้าเครื่องหั่นไม้ เพื่อหั่นให้เป็นชิ้นเล็กตามขนาดที่ต้องการ คือ ขนาดประมาณ ตั้งแต่ 1.5 เซนติเมตร, 1.0 เซนติเมตร, และ 0.35 เซนติเมตร โดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1นิ้ว x 1นิ้ว ส่วนที่โตเกินขนาดจะส่งกลับเข้าหั่นซ้ำอีก ส่วนที่เล็กเกินไปจะส่งไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตไอน้ำสะเก็ดไม้ที่ได้ขนาดจะส่งเข้าไปเก็บไว้ในยุ้งเก็บ แล้วจะส่งสะเก็ดไม้ที่ได้ขนาดจากยุ้งเก็บเข้าหม้อต้มซึ่งใช้ไอน้ำประมาณ 10-20 นาที พร้อมกับฉีดขี้ผึ้งที่ละลายเข้าผสมกับสะเก็ดไม้ในเครื่องบด เพื่อบดสะเก็ดไม้จากหม้อต้มให้เป็นเส้นใยหรือเรียกว่าไฟเบอร์ พร้อมทั้งฉีดกาวสังเคราะห์ซึ่งละลายน้ำแล้วเข้าผสมกับไฟเบอร์ในเครื่องบด ไฟเบอร์ในเครื่องบดจะมีความชื้นสูงจึงต้องผ่านเข้าเครื่องอบซึ่งเป็นท่อลมร้อน เพื่ออบให้เหลือความชื้นพอเหมาะ แล้วส่งเข้าเครื่องโรงแผ่นไฟเบอร์ จะโรยลงบนตะแกรงลวดทองแดงผสมกรรมวิธีการผลิตนี้ เรียกว่า “Mat Forming Air Felter” แล้วส่งเข้าเครื่องอัดเย็นเพื่ออัดให้เป็นแผ่น และให้แต่ละแผ่นยาวประมาร 16 ฟุต จึงส่งแผ่นที่อัดแล้วลงบนแผ่นรองรับ เพื่อส่งเข้าแท่นอัดร้อน อัดครั้งละ 12 แผ่น 4x16 ฟุต ใช้แรงอัดสูง ความร้อน 200-220 องศาเซลเซียส เวลาอัดประมาณ 4 นาที ส่งแผ่นฮาร์ดบอร์ด ซึ่งออกจากแท่นอัดร้อน

เข้าห้องป้อนความชื้นเพื่อให้แผ่นฮาร์บอร์ดมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์ 8-10% เมื่อแผ่นฮาร์บอร์ดได้รับความชื้นแล้วก็จะส่งเข้าเครื่องตัดริมตามขนาดกว้าง 4 ฟุต ยาว 8 ฟุต ความหนามีหลายขนาด แล้วจะส่งเข้าเก็บในโกดังสินค้า เพื่อรอจำหน่ายต่อไป

กรรมวิธีการผลิตทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะแตกต่างกันคือ กรรมวิธีการผลิตวิธีที่ 2 เป็นวิธีการผลิตแบบแห้ง คือ เมื่อเส้นไฟเบอร์ผ่านเครื่องแยกไฟเบอร์ แล้วจะผ่านท่อลมร้อน โดยไฟเบอร์จะไม่มีน้ำผสมอยู่เลยเป็นการอัดแห้งและไม่ต้องมีตะแกรงรองรับภายใต้แผ่น ส่วนกรรมวิธีการผลิตวิธีที่ 1 เป็นวิธีการผลิตแบบเปียก คือ เมื่อชิ้นไม้ผ่านหม้อต้มและเครื่องแยกไฟเบอร์ แล้วเส้นไฟเบอร์ยังคงปนอยู่กับน้ำโดยยังไม่มีการโรยแผ่นซึ่งไฟเบอร์กับน้ำจะรวมตัวกันเข้าเครื่องทำแผ่น แล้วเข้าเครื่องอัดร้อนและท่อนอัด ซึ่งจะทำหน้าที่กดไฟเบอร์ เพื่อแยกน้ำออกภายใต้แผ่นจะต้องมีตะแกรงเพื่อให้น้ำออกได้

**2.3 ไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและกรรมวิธีการผลิต**

ไม้อัดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เป็นไม้ที่ผลิตจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น เปลือกทุเรียนและใยมะพร้าว เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ทดแทนการใช้ไม้จากธรรมชาติและยังช่วยลดปริมาณขยะในสิ่งแวดล้อมลง โดยไม้อัดที่ทำได้จากเปลือกทุเรียนและใยมะพร้าวนี้มีคุณสมบัติดีเทียบเท่ากับไม้อัดที่ทำจากไม้ยางพาราหรือไม้ยูคาลิปตัสที่นับวันจะมีจำนวนลดน้อยลงและมีราคาสูงขึ้น ตลาดของไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นตลาดเดียวกับตลาดไม้อัดทั่วไป เนื่องจากไม้อัดชนิดนี้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นจึงสามารถทดแทนไม้อัดทั่วไปได้ค่อนข้างสมบูรณ์ แม้ว่าปัจจุบันการใช้ไม้อัดในภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์มีแนวโน้มลดลง แต่การใช้ไม้อัดในภาคอุตสาหกรรมอื่น เช่น การผลิตเฟอร์นิเจอร์ ยังคงเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเพื่อการส่งออก จึงทำให้ไม้อัดมีแนวโน้มการใช้งานสูงขึ้น อีกทั้งตัวไม้อัดเองก็มีแนวโน้มการส่งออกสูงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน ปัจจุบันมีผู้ผลิตไม้อัดจากไม้ต่างๆประมาณ 48 ราย ทั่วประเทศ แต่ยังไม่มีผู้ผลิตรายใดผลิตไม้อัดจากเปลือกทุเรียนและใยมะพร้าวในเชิงพาณิชย์ มีเพียงการวิจัยเพื่อสนับสนุนและเผยแพร่ให้มีการผลิตโดยคณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยการผลิตนั้นมีลักษณะเช่นเดียวกับการผลิตไม้อัดทั่วไป ดังนั้นโรงงานที่ผลิตไม้อัดอยู่แล้วจึงสามารถผลิตได้ทันทีโดยวัตถุดิบได้จากเปลือกทุเรียนซึ่งมีมากมายในฤดูกาล กากใยมะพร้าวซึ่งสามารถหาได้ตลอดทั้งปี ส่วนเครื่องจักรก็สามารถใช้ร่วมกันกับเครื่องจักรเดิมที่ใช้ในการผลิตไม้อัดทั่วไป ได้แก่ เครื่องสับ เครื่องร้อน เครื่องผสม แม่พิมพ์ และเครื่องอัดร้อนซึ่งสามารถหาซื้อได้ในประเทศทั้งสิ้น ด้านการลงทุนสำหรับผู้ประกอบการที่ผลิตไม้อัดอยู่แล้วสามารถดำเนินการได้ทันที เพียงแต่เปลี่ยนวัสดุจากเดิมที่ใช้ไม้ยางพารา ไม้ยูคาลิปตัสมาเป็นเปลือกทุเรียนและใยมะพร้าวซึ่งมีราคาถูกมากเพียงกิโลกรัมละ 1-2 บาท ส่วนผู้ประกอบการรายใหม่หากต้องลงทุนใหม่ควรมีทุนเริ่มต้นประมาณ 6 ล้านบาทขึ้นไป โดยเงินทุนหลัก 90 % เป็นการลงทุนในสินทรัพย์ถาวร ได้แก่ สิ่งปลูกสร้าง เครื่องจักรยานพาหนะและ

อุปกรณ์ ส่วนเงินทุนหมุนเวียนในกิจการประมาณ 10 % ซึ่งประมาณ 63% เป็นค่าต้นทุนในการผลิต และค่าการตลาดและการขายประมาณ 37% ของเงินทุนหมุนเวียน

ในการผลิตไม้อัดปกติแล้วจะเป็นการนำเนื้อไม้ที่ได้จากการปอกหรือฝานบางๆ หลายแผ่นมาประกอบอัดยึดให้ติดกันด้วยกาว ซึ่งลักษณะสำคัญคือ ประกอบด้วย ไม้บางตั้งแต่ 3 ชั้นขึ้นไป โดยชั้นที่ติดกันมีแนวเสี้ยนขวางตั้งฉากกันเพื่อเพิ่มสมบัติทางความแข็งแรง และลดการขยายตัวหรือหดตัวในแนวระนาบของแผ่นให้น้อยที่สุด ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของไม้อัดตามกาวที่ใช้ได้เป็น 3 ประเภท คือ

1) ประเภทภายนอก ใช้กาวที่ทนทานต่อลมฟ้าอากาศ น้ำเย็น น้ำเดือด ไอน้ำและความร้อนแห้งได้ดี เหมาะสำหรับใช้ภายนอกอาคารหรือในที่ซึ่งถูกน้ำหรือละอองน้ำ

2) ประเภทภายใน ใช้กาวที่ทนน้ำเย็นได้ดีพอสมควร ทนทานในน้ำร้อนได้ในเวลาจำกัด ไม่ทนทานในน้ำเดือด เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคารหรือในที่ซึ่งไม่ถูกน้ำหรือละอองน้ำ

3) ประเภทชั่วคราว ใช้กาวที่ทนน้ำเย็นได้ในเวลาจำกัดเหมาะสำหรับใช้งานชั่วคราวในแต่ละประเภทของแผ่นไม้อัดจะมีการแบ่งชั้นคุณภาพตามลักษณะของไม้บางที่ทำเป็นไม้หน้าและไม้หลังที่นำมาประกบ โดยจะแบ่งออกเป็น 4 ชั้นคุณภาพ (เกรด) ซึ่งเลือกใช้จากประเภทของงานที่ต้องการความประณีตของหน้าไม้

นอกจากนี้ในการผลิตไม้อัดนั้นยังจำเป็นต้องมีการเลือกกรรมวิธีในการผลิตให้มีความเหมาะสมกับเนื้อไม้และหน้าที่ในการใช้งานด้วย ในการผลิตไม้อัดจะสามารถจำแนกวิธีในการอัด ดังนี้

1) แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ เป็นการผลิตไม้อัดโดยใช้วัสดุที่เป็นแผ่นไม้ที่ทำมาจากไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (Ligno-cellulosic material) มาประกอบและอัดให้ติดกันด้วยกาว โดยใช้ความร้อน

2) แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดทะลัก ผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่นทำจากชิ้นส่วนของเนื้อไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (Ligno-cellulosic material) ที่ถูกย่อยด้วยเครื่องจักร กับกาวโดยใช้วิธีอัดให้ทะลักผ่านแบบออกมา ทำให้ยึดติดกันด้วยความร้อน ชิ้นไม้ส่วนใหญ่จะถูกอัดให้นอนตัวไปตามแนวตั้งฉากกับทิศทางของการอัดทะลัก แผ่นชิ้นไม้อาจเป็นแบบตัน หรือแบบกลวงก็ได้มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 400 ถึง 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3) แผ่นใยไม้อัด ผลิตภัณฑ์ไม้อัดที่ทำจากเส้นใยของไม้หรือเส้นใยของวัสดุลิกโนเซลลูโลส (Ligno-cellulosic material) อื่นๆ เป็นองค์ประกอบ โดยการอัดร้อนหรือให้ความร้อน เพื่อให้เกิดความยึดเหนี่ยวระหว่างเส้นใยด้วยกัน มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 800 ถึง 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4) แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นแผ่น ทำจากชิ้นไม้และปูนซีเมนต์-ปอร์ตแลนด์ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1,100 ถึง 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในการผลิตไม้อัดจากเปลือกทุเรียนและเส้นใยมะพร้าว จะใช้กรรมวิธีตามการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดทะลัก และแผ่นใยไม้อัดแข็ง โดยถ้าเป็นเปลือกทุเรียนที่ตัดเป็นชิ้นแล้วจะทำการผลิตแบบแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดทะลัก ส่วนการผลิตไม้อัดจากใยมะพร้าวจะผลิตแบบแผ่นใยไม้อัดแข็ง

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงวัตถุดิบในการผลิตไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร สามารถสรุปเป็นชนิดและต้นทุนวัตถุดิบโดยประมาณได้ ดังนี้

1) เปลือกทุเรียน (ซื้อได้บริเวณ ตลาดผลไม้ โดยระดับราคาประมาณ 1-2 บาท/กิโลกรัม)

2) กากใยมะพร้าว (ราคาประมาณ 4 บาท/กิโลกรัม)

3) กาว ได้แก่ ไอโซไซยาเนต, ฟีนอล ฟอมัลดีไฮน์ ,ยูเรีย, ฟอมัลดีไฮน์

4) Additive ได้แก่ Wax เป็นต้น

สำหรับเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ประกอบด้วย

1) เครื่องสับ (Chipper Machine)

2) เครื่องอบ (Dryer Machine)

3) เครื่องร่อน (Sieve Machine)

4) เครื่องผสม (Blending Machine)

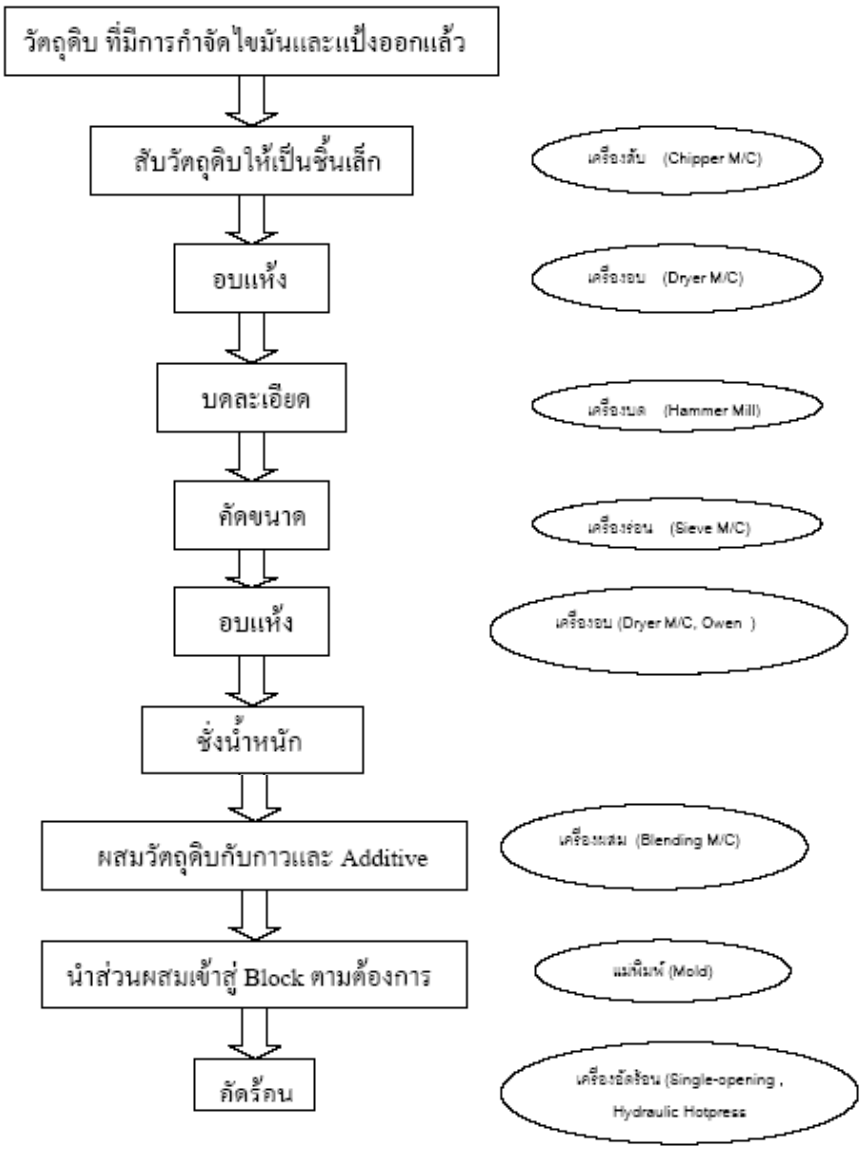
5) แม่พิมพ์ (Mold)

6) เครื่องผสม (Single-opening)

7) เครื่องอัดร้อน (Hydraulic Hotpress)

โดยเครื่องจักรเหล่านี้สามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ ซึ่งราคาของเครื่องจักรจะขึ้นกับความต้องการ ปริมาณ หรือกำลังการผลิต

สำหรับขั้นตอนและกระบวนการผลิตไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจะมีการใช้เครื่องจักรย่อยไม้ออกเป็นชิ้นไม้ตามลักษณะที่ต้องการ แล้วอบจนได้ความชื้นที่พอเหมาะด้วยเครื่องอบ แยกชิ้นไม้ออกเป็นขนาดต่างๆ ตามที่ต้องการ แล้วนำไปคลุกเคล้ากับกาวตามอัตราส่วนที่เหมาะสมด้วยเครื่องจักร ในระยะนี้อาจผสมสารเติมแต่งลงไปด้วยก็ได้และต้องควบคุมให้ปริมาณความชื้นของชิ้นไม้หลังจากผสมกาวและสารเติมแต่งแล้วอยู่ในระดับที่เหมาะสม นำชิ้นไม้ไปอัดร้อนโดยวิธีอัดทะลัก ทั้งนี้ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ แรงอัด และระยะเวลาอัดร้อน แล้วต้องนำไปปิดทับหน้าด้วยไม้บางหรือวัสดุอื่นๆ ดังนี้




**รูปที่ 2.4** กรรมวิธีการผลิตไม้อัดจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ในการอัดแบบแผ่นใยไม้จะทำการควบคุมปริมาณความชื้นโดยดู ตามความเหมาะสมกับงานที่ต้องการ ได้แก่

1) กรรมวิธีเปียก (Wet process) เป็นกรรมวิธีการทำแผ่นไม้อัดโดยทำให้แผ่นเยื่อเปียก (wet sheet or wet lap) ก่อนเข้าอัดร้อนจะมีความชื้นเกินร้อยละ 50

2) กรรมวิธีชื้น (Semi-dry or damp process) เป็นกรรมวิธีการทำแผ่นใยไม้อัด โดยทำให้แผ่นใยไม้ (Fiber mat) ก่อนอัดร้อนมีความชื้นระหว่างร้อยละ 15 ถึง ร้อยละ 50

3) กรรมวิธีแห้ง (Dry process) เป็นกรรมวิธีการทำแผ่นใยไม้อัด โดยทำให้แผ่นใยไม้ก่อนเข้าอัดร้อน มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 15

4) กรรมวิธีเปียก-แห้ง (Wet-dry process) เป็นกรรมวิธีการทำแผ่นใยไม้อัด โดยการนำแผ่นเยื่อเปียกไปเข้าเครื่องอบให้เหลือความชื้นร้อยละ 2 ถึง 6

โดยการผลิตแบบเปียก (Wet process) เป็นกรรมวิธีที่มีต้นทุนต่ำที่สุด โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) การเตรียมชิ้นไม้สับ (Chip) โดยสับให้มีขนาดเท่าๆกัน ควบคุมความชื้นในชิ้นไม้สับประมาณร้อยละ 50

2) ล้างชิ้นไม้สับ (Chip washer) ล้างชิ้นไม้สับให้สะอาดก่อนนำเข้ากระบวนการผลิตขั้นต่อไป และเป็นการเพิ่มปริมาณความชื้นให้กับชิ้นไม้สับ

3) การนึ่งชิ้นไม้สับ (Preheat) ชิ้นไม้สับที่จะนำไปบดให้เป็นเยื่อนั้นจะต้องผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำ ให้มีความอ่อนนิ่มเพื่อให้ง่ายต่อการบด และได้เยื่อที่มีขนาดความละเอียดสวยงาม

4) การบดเยื่อ (Defibration) ชิ้นไม้สับที่นึ่งด้วยไอน้ำจนอ่อนนิ่มแล้ว จะส่งเข้าบดหยาบและบดละเอียด (Refinator) เพื่อควบคุมให้ได้เยื่อที่มีความละเอียด (Freeness) พอเหมาะกับขนาดไม้แผ่นเรียบที่ต้องการอัด ส่วนมากจะควบคุมความละเอียดระหว่าง 16-25 D.S. เพื่อใช้อัดแผ่นใยไม้อัดแข็งความหนา 2.5-6.0 มม. (โดยไม้ที่มีความหนามากจะต้องใช้เยื่อที่มีความละเอียดน้อย)

5) ถังพักเยื่อ (Pulp Chest) เยื่อที่บดละเอียดตามที่ต้องการแล้วจะเก็บไว้ในถังพักเยื่อ เพื่อปรับและควบคุมความเข้มข้นของน้ำเยื่อให้เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นตามกำหนด เพื่อให้ความเข้มข้นพอเหมาะที่จะใช้ทำแผ่น

6) การทำแผ่นเยื่อเปียก (Wet Lap Forming) นำเยื่อที่ควบคุมความเข้มข้นพอเหมาะแล้วจะถูกสูบเข้าเครื่องทำแผ่นเปียก (Wet Lap Forming M/C) อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อปรับความหนาของแผ่นเปียกให้สอดคล้องกับความหนาของแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ต้องการผลิต แผ่นเปียกที่ได้จะเคลื่อนผ่านเครื่องดูดน้ำสุญญากาศ (Vacuum Pump) และลูกกลิ้งสำหรับรีดน้ำออกจากแผ่นเปียก เพื่อควบคุมให้แผ่นเปียกมีปริมาณเยื่อแห้งประมาณร้อยละ 30-35 (Dry Content) โดยแผ่นเปียกจะถูกตัดเป็นขนาด 4 x 16 โดยประมาณ ด้วยน้ำจากปั๊มแรงดันสูง

7) การอัดร้อน (Hot Pressing) : แผ่นเยื่อเปียกที่ตัดแผ่นได้ขนาดแล้ว จะเคลื่อนไปลงบนตะแกรงลวดขนาด 16-18 Mesh ที่วางบนแผ่นเหล็กรองรับอีกชั้นหนึ่งเพื่อเคลื่อนสู่เครื่องอัดร้อน โดยการอัดร้อนมี 3 ขั้นตอน คือ 1) ปั้มน้ำออก 2) คลายไอน้ำ 3) อัดร้อน ที่อุณหภูมิ 185-200 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการอัดขึ้นกับขนาดความหนาของแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ต้องการ เช่น 2.5 , 3.0, 3.2, 4.0,5.0, 6.0 มิลลิเมตร)

8) การอบร้อน (Heat Treatment) นำไม้อัดแข็งที่ได้เข้าห้องอบร้อนที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 165 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 ชั่วโมง เพื่อบ่มให้แผ่นใยไม้อัดแข็งมีความแข็งแรงและคงสภาพมากยิ่งขึ้น

9) การอบชื้น (Humidification) แผ่นใยไม้อัดแข็งที่ผ่านการอบร้อนแล้ว ต้องนำเข้าอบความชื้นในห้องอบชื้น ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 เพื่อปรับสภาพให้แผ่นใยไม้อัดแข็งมีความชื้นในเนื้อไม้ใกล้เคียงกับปริมาณความชื้นสมดุลของไม้มากที่สุด คือ ให้มีความชื้นระหว่าง 5-13% จะต้องใช้เวลาอบประมาณ 8 ชั่วโมง

10) การตัดขนาด (Sizing) ตามที่ต้องการโดยขนาดมาตรฐานคือ 122 x 224 เซนติเมตร

11) การตรวจสอบคุณภาพ (Quality Testing) ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ทั้งในด้านความหนาความถ่วงจำเพาะ ปริมาณความชื้น การต้านแรงหัก การดูดซึมน้ำ การพองตัว

12) การบรรจุหีบห่อ (Packaging)

**2.4 กาวสำหรับทำไม้อัด**

ไม้อัด หรือไม้ประสาน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ไม้ที่ผลิตจากการนำแผ่นไม้บางมาต่อกันด้วยกาว โดยให้เสี้ยนไม้ของแผ่นไม้ที่ประชิดติดกันอยู่ในทิศทางที่ขนานกัน [40] นอกจากไม้อันเป็นปัจจัยหลักในการทำไม้ประสานแล้ว ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่เราจะลืมเสียมิได้ คือ กาว กาวเป็นวัสดุเพื่อใช้เป็นตัวเชื่อมประสานไม้ให้ติดกันกาวที่ใช้ในการทำไม้ประสานมีหลายประเภทด้วยกัน แต่ละชนิดต่างก็มีความแตกต่างกันทั้งในด้านคุณภาพและราคา ตลอดจนกรรมวิธีในการใช้ก็ไม่เหมือนกัน ส่วนกาวที่เราใช้กันในท้องตลาดเมืองไทย ได้แก่

1) กาวยูเรียฟอร์มาลีไฮด์

2) กาวเมลามีนฟอร์มาลีไฮด์

3) กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์

4) กาวรีซอลซินอลฟอร์มัลดีไฮด์

5) กาวอีพอกส์ซีเรซิ่น

6) กาว PVAC

โดยสมบัติของกาวแต่ละตัวมีดังนี้

1) กาวยูเรียฟอร์มาลีไฮด์ เป็นกาวที่สามารถต้านทานความชื้นได้ดี โดยสามารถอยู่ในสภาพที่ตากแดดตากฝนได้เป็นเวลา 2-3 ปี มีความต้านทานต่อการนำไปแช่ในน้ำเย็นเป็นระยะเวลานาน ทนต่อการนำไปต้มในน้ำอุ่นในระยะเวลาจำกัด และมีความต้านทานต่อการทำลายโดยแมลงและเห็ดรา เก็บได้นานประมาณ 8-12 เดือน ที่ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพที่เป็นผงกาวชนิดนี้จัดอยู่ใน MR TYPE (MPISTURE RESISTANCE)

2) กาวเมลามีนฟอร์มาลีไฮด์ เป็นกาวที่มีความต้านทานต่อการต้มในสภาพน้ำเดือด ทนต่อการแช่ในสภาพน้ำเย็นได้เป็นเวลานาน และมีสมบัติต้านทานต่อการทำลายโดยพวกจุลินทรีย์ ชนิดต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีกาวชนิดนี้จัดอยู่ใน TYPE BR (BOIL RESISTANCE)

3) กาวฟีนอลและกาวรีซอลซินอลฟอร์มัลดไฮด์ เป็นกาวที่มีความทนทานตามธรรมชาติอย่างดีเลิศ สามารถต่อการแช่ในน้ำเย็น และต้มในสภาพน้ำเดือนได้ระยะเวลานาน ทนต่อการทิ้งไว้ในสภาพธรรมชาติได้เป็นระยะเวลาอันยาวนาน มีความต้านทานต่อความร้อน และการทำลายโดยจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้เป็นอย่างดี กาวชนิดนี้เป็นกาวที่มีคุณภาพดีมาก แต่ไม่ใคร่มีใครนิยมใช้กัน เนื่องจากราคาที่แพงมากประกอบกับอายุของกาวมีระยะเวลาที่สั้นจัดอยู่ใน WBP TYPE (WEATHER AND BOIL PROOF)

4) กาวอีพอกส์ซีเรซิ่น เป็นกาวที่มีราคาแพงมาก ประกอบกับยากลำบากในการดำเนินงาน จึงไม่ค่อยนิยมใช้กัน คุณสมบัติเด่นของกาวชนิดนี้ คือ สามารถนำไปใช้ติดคอนกรีตและพวกโลหะกับไม้

5) กาว PVAC หรือกาวโพลีไวนิลแอซิเตท หรือที่รู้จักกันชื่อกาวลาเท็กซ์ เป็นกาวชนิดที่ละลายในน้ำ มีอายุของการที่ผสมแล้วนานมาก สะดวกในการดำเนินงานและสามารถแข็งตัวในระยะเวลาอันสั้น กาวชนิดนี้มีคุณภาพด้านความแข็งแรงและความทนทานที่ต่ำ ความแข็งแรงของกาวจะลดลงเมื่อรอยต่อด้วยกาวได้รับน้ำหนักอยู่ตลอดเวลา กาวจะอ่อนตัวลงเมื่อนำไปใช้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 57.5 องศาเซลเซียส และอาจมีผลเสียบางประการกับแลกเกอร์ที่ใช้ จึงเหมาะกับชิ้นงานที่ใช้ประโยชน์ภายในและไม้ต้องรับน้ำหนักมาก

การใช้กาวแต่ละตัวอยู่ที่จุดประสงค์ของผู้ใช้ว่าจะเอาชิ้นไม้ที่อัดกาวแล้วไปใช้ทำอะไร เช่น ถ้าต้องานชิ้นงานภายในที่สามารถต้านทานน้ำเย็นหรือน้ำร้อนได้เป็นครั้งคราว อาจใช้กาวยุเรียฟอร์มัลดีไฮด์ หรือต้องการเอาชิ้นงานใช้ประโยชน์ภายนอก ก็อาจจำเป็นต้องใช้กาวที่มีคุณภาพสูงขึ้นอีกคือกาวฟีนอลหรือกาวรีซอลซินอลฟอร์มัลดีไฮด์ แต่ถ้าเป็นชิ้นงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากและไม่พิถีพิถันในการทำไม้ประสาน เช่นไม่ต้องการแรงอัดมาก ก็อาจใช้กาว PVAC ได้เพราะกาว PVAC มีคุณภาพในการอุดช่องว่างได้ดี

ตัวอย่างการนำกาวชนิดต่างๆ ไปใช้ ซึ่ง บริษัท วู้ดเคมีคัล จำกัด จำหน่ายให้กับโรงงานเฟอร์นิเจอร์ ไม่ว่าจะต้องการที่เป็นกาวชนิด MR TYPE, BR TYPE และ WBP TYPE ดังนี้

1) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ชื่อทางการค้า คือ CASCAMITE ONE SHOT หรือกาวผงเบอร์ 100

2) กาวเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์ ชื่อทางการค้า คือ CASCAMITE MU-5

3) กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ ชื่อทางการค้า คือ CASCOPHEN

เพื่อความเหมาะสมและความสะดวกในการนำไปใช้งานของโรงงานเฟอร์นิเจอร์ ทาง บริษัท วู้ดเคมีคัล จำกัด จึงขอเสนอกาวอัดไม้เพียง 2 ชนิด คือ กาวผงเบอร์ 100 และ CASCAMITE MU-5

1) CASCAMITE ONE SHOT หรือกาวผงเบอร์ 100

เป็นกาวผงยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ที่มีตัวเร่งความแข็งผสมเสร็จ เวลาใช้ก็เพียงแต่เติมน้ำตามอัตราส่วน คนให้เข้ากันแล้วนำไปใช้งานได้ทันที เวลากาวแข็งตัวแล้ว จะไม่คืนรูป มีความทนทานสูง สมารถต้านทานความชื้น และต้านทานต่อการนำไปแช่ในน้ำเย็นเป็นเวลานานจัดอยู่ในประเภท MR TYPE MOISTURE RESISTANCE ) หรือเข้ามาตรฐานอาเมริการ UNITED STATES FEDERAL SPECIFICATION MMM-A-ISB FOR TYPE 2 RESIN IN BLOCK SHEAR TEST ซึ่งมี ขอบข่ายการใช้งานของ CASCAMITE ONE SHOT หรือกาวผงเบอร์ 100 เหมาะกับงานประสานไม้ เข้าลิ่ม เข้าเดือยทำ FINGERFOINT หรืองานไม้อื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายกัน ทั้งนี้เวลาที่ใช้กาวอัดกาว ดังนี้

- การอัดเย็น สามารถแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 30 -35 องศาเซลเซียส
- การอัดร้อน สามารถแข็งตัวโดยใช้เวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส
- อัดด้วยเครื่อง HIGHT FREQUENCY ใช้เวลาประมาณ 1-2 นาที

สำหรับสีของกาวที่ใช้กับไม้ต่างๆ กัน จะมีความแตกต่างกันตามชนิดของกาวที่ใช้ในไม้พันธุ์ต่างๆ คือ

- สีขาว สำหรับไม้ยางพารา, ไม้สน, หรือไม้อื่นที่ออกสีขาว
- สีน้ำตาล สำหรับไม้สัก, ไม้ประดู่

ทั้งนี้อัตราส่วนผสมของกาว CASCAMITE ONE SHOT หรือกาวผงเบอร์ 100 นี้ ต้องทำการผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| - CASCAMITE ONE SHOT (หรือเบอร์ 100) | 100 | ส่วนโดยน้ำหนัก |
| - น้ำ | 50 | ส่วนโดยน้ำหนัก |

โดยทำการเติมน้ำ 2 ใน 3 ส่วน ลงในถังตามด้วยกาวที่ชั่งเตรียมไว้ลงไปในถัง กวนกาวกับน้ำให้เข้ากัน แล้วจึงเทน้ำส่วนที่เหลือคนให้เข้ากัน แล้วนำไปใช้งานได้ ทั้งนี้กาวที่ผสมเสร็จมีอายุการใช้งานประมาณ 45 นาที จึงควรผสมกาวในปริมาณที่พอเหมาะกับเวลาและงานที่จะใช้

การนำกาวเบอร์ 100 หรือ CASCAMITE ONE SHOT ไปใช้ จะต้องทำการเตรียมไม้ ดังนี้

- ไม้ที่เตรียมสำหรับอัดกาวจะต้องใสให้เรียบได้ฉาก ถ้าเป็นฟันก็ต้องเป็นฟันที่เรียบและเข้ากันพอดี ไม่มีช่องว่าง
- ความชื้นไม้อยู่ระหว่าง 8-10 % สูงสุดไม่เกิน 14 %
- ควรเป็นไม้ชนิดเดียวกัน และมีความหนาแน่นใกล้เคียงกันไม่เช่นนั้น จะเกิดการบิด
- จะต้องมีตัวทำให้เกิดแรงอัด เช่น ตัวหนีบไม้ด้วยมือ หรือเป็นเครื่องหนีบ แรงอัดที่ใช้ประมาณ 100-150 ปอนด์/ตารางนิ้ว (7-10 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

การเก็บรักษากาวเบอร์ 100 หรือ CASCAMITE ONE SHOT บรรจุในถุงพลาสติกกันน้ำ ขนาดบรรจุถุงละ 25 กิโลกรัม ภายหลังการใช้งานจะต้องปิดถุงทุกครั้งหลังการใช้ และควรเก็บไว้ในที่เย็น

2) CASCOMEL MU-5 หรือเมลามีนยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์

เป็นกาวผงเมลามีนยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่มีตัวเร่งแข็งผสมเสร็จ เวลาใช้ก็เพียงแต่ผสมน้ำตามอัตราส่วน คนให้เข้ากันแล้วนำไปใช้งานได้ทันทีเหมาะทั้งอัดร้อนโดยเฉพาะอัดด้วยเครื่อง HIGM FREQUENCY หลังจากการแข็งตัวจะไม่คืนรูป มีความต้านทานต่อการนำไปแช่ในน้ำเย็นและน้ำร้อนเป็นเวลานาน จัดอยู่ในประเภท BR TYPE (BOILING RESISTANCE) ขอบข่ายการใช้งานของ CASCOMEL MU-5 เหมาะกับงานประสานไม้ เข้าลิ่ม เข้าเดือย ทำ FINGER FOINT หรืองานอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ทั้งนี้เวลาที่ใช้กาวอัดกาว ดังนี้

- การอัดเย็น แข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง 30-35 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง
- การอัดร้อน แข็งตัวที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที
- อัดด้วย HIGHT FREQUENCY ใช้เวลาประมาณ 1-2 นาที

สีของกาว เป็นสีขาว เหมาะกับไม้ยางพารา, ไม้สน, ไม้สัก, ไม้ประดู่, และอื่นๆ ทั้งนี้อัตราส่วนผสมของกาว CASCOMEL MU-5 หรือเมลามีนยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์นี้ต้องทำการผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| - CASCOMEL MU-5 | 100 | ส่วนโดยน้ำหนัก |
| - น้ำ | 45 | ส่วนโดยน้ำหนัก |

โดยทำการเติมน้ำ 2 ใน 3 ส่วน ลงในถังตามด้วยกาวที่ชั่งเตรียมไว้ลงไปในถัง กวนกาวกับน้ำให้เข้ากัน แล้วจึงเทน้ำส่วนที่เหลือคนให้เข้ากัน แล้วนำไปใช้งานได้ ทั้งนี้กาวที่ผสมเสร็จจะมีอายุการใช้งานประมาณ 30-45 นาที ที่อุณหภูมิห้องจึงควรผสมกาวในปริมาณที่พอเหมาะกับเวลาและงานที่ใช้ เงื่อนไขการใช้กาว CASCOMEL MU-5 ไปใช้ จะต้องทำการเตรียมไม้ ดังนี้

- ไม้ที่เตรียมสำหรับอัดกาว จะต้องใสให้เรียบได้ฉาก ถ้าเป็นฟันก็ต้องเป็นฟันที่เรียบและเข้ากันห้ามมีช่องว่าง
- ความชื้นไม้อยู่ระหว่าง 8-10 % สูงสุดไม่เกิน 14%
- ควรเป็นไม้ชนิดเดียวกัน และมีความหนาแน่นใกล้เคียงกันไม่เช่นนั้น จะเกิดการบิด
- จะต้องมีตัวทำให้เกิดแรงอัด เช่น ตัวหนีบไม้ด้วยมือ หรือเป็นเครื่องหนีบ แรงอัดที่ใช้ประมาณ 100 – 150 ปอนด์/ตารางนิ้ว (7-10 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

การเก็บรักษากาว CASCOMEL MU-5 บรรจุในถุงพลาสติกกันน้ำ ขนาดบรรจุถุงละ 25 กิโลกรัม ภายหลังการใช้งานจะต้องปิดถุงทุกครั้งหลังการใช้ และควรเก็บไว้ในที่เย็น

**2.5 แผ่นใยไม้อัดแข็งและกรรมวิธีการผลิต**

แผ่นใยไม้อัดแข็งที่กล่าวถึงนี้ มีวัตถุดิบหลักที่ผลิตจากใยไม้ของต้นกระถินเทพา (Acacia Mangium Wild.) เป็นพันธุ์ไม้ในวงศ์ Leguminosae วงศ์ย่อย Mimosoideae โดยทั่วไปพบว่ามักจะขึ้นในที่สูงไม่เกิน 100 เมตร จากระดับน้ำทะเล เป็นไม่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สามารถผลิตปมที่รากจากเชื้อแบคทีเรียในดินตำพวกไรโซเปียม (Rhizobium) เช่นเดียวกับพืชตระกูลถั่วอื่น ๆ โตเร็วในทุกพื้นที่และสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่เป็นกรด ซึ่ง pH ที่เหมาะสมประมาณ 4-6 [41]

ไม้กระถินเทพา มีส่วนกระพี้ที่มีสีเหลืองอ่อน แก่นสีน้ำตาล เนื้อไม้มีคุณภาพดีสามารถเลื่อยและไสกบตกแต่งได้ง่ายผิวเรียบเป็นมัน เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์หลายอย่าง รวมทั้งงานก่อสร้างที่ไม้ต้องรับน้ำหนักมาก ๆ ได้ ไม้กระถินเทพาสามารถปอกผ่านได้ไม้บางที่เนื้อเรียบ สามารถผลิตไม้อัดโดยใช้กาวฟีนอลได้คุณภาพดีพอควร แต่ถ้าใช้กาวยูเรีย พบว่า คุณภาพไม้อัดไม่ดีนัก เส้นใยของไม้กระถินเทพามีความยาว 1.1-1.4 มม. นอกจากนี้จะสามารถใช้เนื้อไม้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งความหนาแน่นปานกลาง (MDF) แล้ว ยังสามารถผลิตเป็นแผ่นเยื่อกระดาษได้อีกด้วย

กระบวนการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็ง สามารถสรุปได้ ดังนี้

1) การเตรียมเยื่อ

เยื่อไม้กระถินเทพา เริ่มจากการนำไม้กระถินเทพาซึ่งเป็นไม้ที่ตัดสางจากสวนป่ามีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ5 - 20 ซม.คัดแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ ปอกเปลือกและไม่ปอกเปลือก ทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นและปริมาณเปลือกแล้วจึงนำเข้าเครื่องสับให้เป็นชิ้นไม้สับและนำชิ้นไม้สับไปแยกให้เป็นเยื่อที่เครื่องบดหยาบ Asplund Difibrator โดยใช้ความดันของไอน้ำ 9 -10 กก/ซม$^2$ อุณหภูมิในการนึ่งไม้ 180 องศาเซลเซียส เวลาในการนึ่งไม้ 4 นาที และใช้เวลาในการบดแยกเยื่อ 1 นาที หลังจากนั้นจึงนำเยื่อมาบดด้วยเครื่องบดเยื่อ Singlerotating Disc Refiner โดยตั้งเกณฑ์ให้ได้ความละเอียดสำหรับไม้ 3.0 มม. ได้เยื่อไม้กระถินเทพา มีความละเอียด 28-30 DS และนำไม้กระถินเทพาส่วนหนึ่งไปทดลองแยกเยื่อเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเยื่อไม้กระถินเทพา ส่วนเยื่อไม้เบญจพรรณ ใช้เยื่อไม้เบญจพรรณจากโรงงานของบริษัทฯ มีค่าความละเอียดของเยื่อเท่ากับ 24 DS

2) การผสมเยื่อและทำแผ่นเยื่อเปียก

หลังจากวัดความละเอียดของเยื่อแล้วจึงทำแผ่นเปียกจากกระถินเทพาล้วน ๆ และแผ่นเปียกจากเยื่อผสมไม้กระถินเทพากับไม้เบญจพรรณในอัตราส่วน 50: 50, และ 30: 70 ตามลำดับ ทั้งปอกเปลือกและมีเปลือกและแผ่นเปียกจากเยื่อไม้เบญจพรรณล้วนๆ การทำแผ่นจะคำนวณปริมาณเยื่องที่ใช้ผสมกันในอัตราส่วนที่ต้องการ ให้มีน้ำหนักอบแห้งรวม 367.5 กรัม/แผ่น สำหรับแผ่นขนาดหนา 3.0 มม. กว้างและยาว 35 x 35 ซม. จากค่าความเข้มข้นในถังเยื่อกระถินเทพา และถังเยื่อเบญจพรรณ แล้วจึงนำมาตีกวนให้เข้ากันก่อนทำแผนเปียกโดยควบคุมความเข้มข้นของเยื่อขณะทำแผ่นให้เท่ากับ 1.25%

3) การอัดเย็นและการอัดร้อน

นำแผ่นเยื่อเปียกที่ได้ไปอัดเย็นที่ Hydraulic Prepress โดยใช้แรงอัดที่หน้าปัด 100 กก/ซม.$^2$ เพื่อควบคุมความชื้นในแผ่นเยื่อให้เหลือประมาณ 60-65% จากนั้นนำแผ่นเยื่อที่ผ่านการอัดเย็นแล้วมาอัดร้อนที่เครื่องอัดร้อน โดยใช้สภาวะในการอัดร้อน คือ อุณหภูมิของแท่นอัด 185 องศาเซลเซียส แรงอัดจำเพาะ 50-20-40 กก/ซม.$^2$ และใช้เวลาในการอัด 2/3-3-1 นาที

4) การอบร้อน-ชื้น

นำแผ่นใยไม้อัดสำเร็จไปอบร้อนชื้นที่เตาอบร้อน-ชื้น ของบริษัทฯ โดยอบร้อน 4 ชั่วโมง ที่ 160 องศาเซลเซียส และอบชื้น 7 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำไปตัดเป็นชิ้นทดสอบและตรวจคุณภาพ

**ตารางที่ 2.1** ผลผลิตของเยื่อที่ได้จากไม้กระถินเทพาติดเปลือกและปอกเปลือก

| รายการ | กระถินเทพา มีเปลือก (กรัม) | | | | กระถินเทพา ปลอกเปลือก (กรัม) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย |
| น้ำหนัก Chipแห้ง | 140.9 | 133.9 | 148.9 | | 147.9 | 133.9 | 145.9 | |
| น้ำหนักเยื่อแห้ง | 116.0 | 105.0 | 135.6 | | 128.4 | 120.5 | 134.5 | |
| Reject | 17.0 | 24.0 | 9.0 | | 10.0 | 18.0 | 12.0 | |
| Pulp Yield (%) | 82.33 | 78.42 | 91.07 | 83.94 | 86.82 | 86.13 | 92.19 | 88.38 |

จากกระบวนการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งความหนาแน่นปานกลาง (MDF) และทำการทดสอบสมบัติต่างๆ พบว่า ผลิตผลของแผ่นใยไม้อัดมีสมบัติ ดังนี้

1) การตรวจสอบปริมาณความชื้นและปริมาณเปลือกได้ผลดังนี้

- กระถินเทพาปอกเปลือก 73.5%
- กระถินเทพามีเปลือก 90.0 %

ส่วนเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เปลือก (โดยน้ำหนักไม้แห้ง) เมื่อแบ่งตามขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางได้ ดังนี้

- เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 - 10 ซม. เท่ากับ 12.5 %
- เส้นผ่านศูนย์กลาง 11 - 15 ซม. เท่ากับ 9.7 %
- เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 - 20 ซม. เท่ากับ 13.0 %

2) ผลการหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเยื่อได้ผลดังนี้

- กระถินเทพาปอกเปลือก 83.94 %
- กระถินเทพามีเปลือก 88.38 %

3) ผลการตรวจคุณภาพแผ่นใยไม้อัดแข็งสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 2.2

**ตารางที่ 2.2** คุณภาพแผ่นใยไม้อัดแข็งจากเยื่อไม้กระถินเทพาผสมเยื่อไม้เบญจพรรณในอัตราส่วนต่าง ๆ

| อัตราส่วนผสมเยื่อ | ความหนา | ความหนาแน่น | ความชื้น | MOR | การดูดซึมน้ำ | การบวม | คุณภาพ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| กระถิน:เบญจพรรณ | มม. | ก./ซม.$^2$ | % | kg/cm$^2$ | % | % | ผ่าน | ไม่ผ่าน |
| เยื่อเบญจพรรณ 100 % (ความละเอียดเยื่อ 24 DS) | | | | | | | | |
| 0:100 | 3.31 | 0.95 | 6.50 | 409 | (64) | 22 | | / |
| กระถินเทพามีเปลือก (ความละเอียดเยื่อกระถินเทพา 30 DS เยื่อเบญจพรรณ 24 DS) | | | | | | | | |
| 100:0 | 3.09 | 1.01 | 5.67 | 474 | 23 | 14 | / | |
| 50:50 | 3.16 | 0.97 | 7.23 | 423 | 36 | 20 | / | |
| 30:70 | 3.30 | 0.94 | 7.87 | 381 | (49) | 24 | | / |
| กระถินเทพาปอกเปลือก (ความละเอียดเยื่อกระถินเทพา 28 DS เยื่อเบญจพรรณ 24 DS) | | | | | | | | |
| 100:0 | 3.01 | 1.02 | 5.37 | 498 | 22 | 10 | / | |
| 50:50 | 3.42 | 1.00 | 7.87 | 382 | 35 | 27 | / | |
| 30:70 | 3.40 | 0.98 | 5.43 | 406 | 40 | 27 | / | |

4) การตรวจผลกระทบในด้านน้ำเสีย

ผลกระทบจากเนื้อไม้ประเมินจากสมบัติทางเคมีของเนื้อไม้ โดยนำเปลือกไม้กระถินเทพามาบดให้ละเอียดและสกัดด้วยวี Soxhlet แล้วปรับให้ความเข้มข้นของเปลือกให้เท่ากับ 10% และนำน้ำที่สกัด และนำน้ำที่สกัดจากเปลือกให้เท่ากับ 10% และนำน้ำที่สกัดจากเปลือกมาทดสอบความเสียของน้ำในค่าต่างๆ ดังนี้ pH, DS: Disolved Solid, BOD: Biochemical Oxygen Demand และ COD: Chemical Oxygen Demand

**ตารางที่ 2.3** ผลการวิเคราะห์การเสียของน้ำสกัดจากเปลือกกระถินเทพา

| ผลการวิเคราะห์ | ต่ำสุด | สูงสุด |
|---|---|---|
| pH | 5.64 | 5.03 |
| DS (mg/l) | 5.414 | 15.310 |
| BOD (mg/l) | 3.500 | 4.720 |
| COD (mg/l) | 9.700 | 11.600 |
| ปริมาณเปลือก (%) | 13.00 | 17.20 |

จากกระบวนการผลิตแผ่นใยอัดแข็งจากเยื้อไม้กระถินเทพาผสมเยื้อไม้เบญจพรรณ สามารถสรุปและวิจารณ์ได้ ดังนี้

1) เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มไม้กระถินเทพามีเปลือกและปอกเปลือกพบว่ามีข้อแตกต่างกัน ดังนี้

- ผลผลิต (Pulp Yield) ของไม้มีเปลือกจะต่ำกว่าไม้ปอกเปลือกเป็นผลจากเปลือกไม้กระถินเทพา มีลักษณะเป็นส่วนของเซลล์ที่ตายแล้ว (Cork) เป็นสะเก็ดค่อนข้างหนา จึงมีส่วนของเส้นใยน้อย (แต่การใช้ไม้ทั้งเปลือกจะได้เยื่อส่วยหนึ่งมาจากเปลือกไม้เป็นการใช้วัตถุดิบได้ คุ้มค่า)

- ค่าการดูดน้ำของแผ่นใยไม้อัดแข็งไม้มีเปลือกจะสูงกว่าไม้ปอกเปลือกเล็กน้อยแต่ลักษณะผิวของแผ่นไม้แตกต่างกันเพราะว่าเปลือกมีเปอร์เซ็นต์ต่ำ (เพียง 13 % ของน้ำหนักแห้ง)

2) เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของแผ่นใยไม้อัดแข็ง ที่ผลิตจากไม้กระถินเทพามีเปลือก,ปอกเปลือก 100% และผสมกับเยื่อไม้เบญจพรรณ 50%, 70% และเยื่อไม้เบญจพรรณ 100 % สรุปได้ ดังนี้

- แผ่นใยไม้อัดแข็งที่ผลิตจากเยื่อจากไม้เบญจพรรณล้วนๆ มีค่าการดูดน้ำไม่ผ่านมาตรฐาน มอก.180-2532 เรื่องแผ่นใยไม้อัดแข็ง (ต้องไม่เกิน 40% สำหรับไม้ 2, และ 3 มม.)

- แผ่นใบไม้อัดแข็งจากเยื่อไม้กระถินเทพาทั้งปอกเปลือกและมีเปลือกให้ค่าคุณสมบัติแผ่นผ่านมาตรฐานและแผ่นใยไม้อัดแข็งผสมในอัตราส่วน 50: 50 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

- แผ่นใยไม้อัดแข็งผสมในอัตราส่วนเยื่อไม้กระถินเทพา: เยื่อไม้เบญจพรรณ 30: 70 พบว่า ถ้าเป็นไม้กระถินเทพาปอกเปลือกค่าการดูดน้ำจะผ่านมาตรฐานและถ้าใช้ทั้งเปลือกจะไม่ผ่านมาตรฐาน

กล่าวโดยสรุปแผ่นใยไม้อัดแข็งที่ผสมเยื่อไม้กระถินเทพามีแนวโน้มที่จะลดค่าการดูดน้ำของแผ่นลง โดยเฉพาะที่มีอัตราส่วนผสมสูง เนื่องจากในเนื้อไม้กระถินเทพามีสารที่ช่วยกันน้ำอยู่ด้วย ดังจะเห็นได้จากค่าการดูดน้ำของแผ่นที่ใช้เยื่อไม้กระถินเทพาล้วนๆ มีค่าการดูดน้ำต่ำสุด

3) ลักษณะผิวของแผ่นไม้กระถินเทพามีลักษณะเส้นใยที่หยาบ และมีสีของเส้นใยต่างกันอันเป็นธรรมชาติของลวดลายไม้เฉพาะตัว (ส่วนของแก่นและกระพี้จะมีสีต่างกัน) จึงทำให้แผ่นใยไม้อัดแข็งที่ทำจากไม้กระถินเทพาล้วน ๆ มีสีกระคละกันคล้ายมีเยื่อหยาบลอยปนกับผิวหน้า แต่เมื่อผสมกับเยื่อไม้เบญจพรรณ พบว่า มีความกลมกลืนกันมากขึ้น

4) จากผลการทดลองสรุปได้ว่าสามารถใช้ไม้กระถินเทพา ผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งในขบวนการผลิตในสังกัดส่วน ไม้กระถินเทพาต่อเยื่อไม้เบญจพรรณเท่ากับ 30: 70 ได้แต่ไม่ควรผสมให้มากเกิน 50 % เพราะจะมีผลทำให้เกิดตำหนิผิวกระขึ้นที่หน้าของแผ่นคล้ายมีเยื่อหยาบลอยปน และควรบดเยื่อไม้กระถินเทพาให้มีค่าความละเอียดให้สูงกว่าปกติเล็กน้อย เพราะไม้กระถินมีเส้นใยที่ค่อนข้างหยาบ

5) คุณสมบัติทางน้ำเสียของเปลือกไม้จากการนำเปลือกไม้กระถินเทพาและยูคาลิปตัส มาทดลองความเสียของน้ำ พบว่า ค่า pH ของเปลือกไม้กระถินเทพาและยูคาลิปตัส มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ค่า

ของแข็งที่ละลายน้ำ (Dissolved Solid) BOD และ COD ของเปลือกไม้ยูคาลิปตัสล้วนมีค่ามากกว่าไม้กระถินเทพา จึงอนุมานได้ว่าในการผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งจากไม้กระถินเทพาทั้งเปลือก จะไม่ทำให้เกิดน้ำเสียมากกว่า ปัจจุบันที่ใช้ไม้ยูคาลิปตัสเป็นวัตถุดิบหลัก

6) ความเสียจากเนื้อไม้ จากการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีของเนื้อไม้ พบว่า เนื้อไม้กระถินเทพาจะมีปริมาณ Hemi cellulose สูงกว่าไม้ยูคาลิปตัสเล็กน้อย แต่น้อยกว่าไม้นนทรีมากเนื่องจาก Hemi cellulose เป็นสามที่สามารถถูก hydrolyze ได้ง่าย ในขั้นการบดและนึ่งไม้ จึงละลายไปกับน้ำเป็นน้ำเสีย ซึ่งคาดคะเนตามเหตุผลได้ว่า เนื้อไม้กระถินเทพาจะมีความเสียของน้ำสูงกว่าไม้ยูคาลิปตัส แต่จะต่ำกว่าไม้นนทรีมาก

**2.6 เส้นใยธรรมชาติ**

เส้นใยธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เส้นใยจากพืชหรือเส้นใยเซลลูโลส เส้นใยจากสัตว์หรือเส้นใยโปรตีน เส้นใยแร่ โลหะ เส้นใยเซลลูโลส เป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดหนึ่งเกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)x$ โครงสร้างและการยึดเกาะของโมเลกุลแสดงในภาพประกอบ โครงสร้างเคมีของเซลลูโลสมีความสำคัญต่อคุณสมบัติของเส้นใย กล่าวคือในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจากหน่วยโมเลกุลซ้ำ (Repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาว หน่วยโมเลกุลซ้ำคือ เซลโลไบโอส (Cellobiose) เกิดจากบีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำ หรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธาตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็นระเบียบ (Crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85 – 95 % และระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง จากข้อมูลคุณสมบัติทางโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ จะเห็นว่าสามารถนำมาเป็นส่วนประกอบของคอนกรีตได้ ดังนั้นแนวความคิดในการนำเส้นใยธรรมชาติมาผสมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจึงมีความเป็นไปได้อย่างยิ่ง และสมควรนำมาทำการศึกษาวิจัยอย่างเป็นจริงจัง เพื่อที่จะได้มีวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีและมีราคาถูกกว่าวัสดุฉนวนชนิดอื่น ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดต่อไป

**2.7 ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ**

จากสถานการณ์ป่าไม้ในประเทศซึ่งเข้าขั้นวิกฤต และสูญเสียระบบนิเวศน์ที่ดี จนกระทั่งรัฐดำเนินการปิดป่าสัมปทานในที่สุด เหตุการณ์ดังกล่าวมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ (Wood-baed Panel Industry) ในด้านวัตถุดิบไม้ การใช้ไม้ที่มีลำต้นใหญ่ ๆ คงมีน้อยลงหรืออาจจะหมดไปในอนาคต

ในปัจจุบันเราอาจแก้ไขปัญหานี้โดยการสั่งซื้อไม้ซุงจากต่างประเทศเริ่มจากประเทศใกล้เคียง คือ พม่า มาเลเซีย ลาว เวียดนาม อินโดนีเซีย จนไกลออกไปถึงประเทศในแถบแอฟริกา และอเมริกา ซึ่งการพึ่งพาวัตถุดิบไม้จากต่างประเทศนั้นจะหาความมั่นคงและแน่นอนในอนาคตได้ยาก ดังนั้นจึงควรหันมาพิจารณาวัตถุดิบไม้ในประเทศของเราดีกว่าที่จะหวังพึ่งพาวัตถุดิบไม้จากต่างประเทศ

การแก้ไขวัตถุดิบไม้ในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบจะต้องคิดหาวิธีการนำไม้ทอนเล็ก ๆ เศษไม้ปลายไม้ปรือไม้โตเร็วอื่น ๆ ตลอดจนไม้ยางพาราและพืชที่ไม่ใช้ต้นไม้หรือพืชเส้นใยทางเกษตร (Fiber Crops) มาวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาประยุกต์ใช้ซึ่งในที่นี้จะพิจารณาในประเด็นของวัตถุดิบในปัจจุบันและวัตถุดิบในอนาคต ดังนี้

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบในปัจจุบัน จำแนกได้ 2 กลุ่มดังนี้

1) ไม้ (Wood) ไม้เกือบทุกชนิดสามารถนำมาผลิตเป็นไม้อัดไม้ประกอบได้ ซึ่งนิยมใช้ในปัจจุบันตามลักษณะแผ่นไม้อัดไม้ประกอบ ดังนี้

- ไม้อัด ไม้บาง (Plywood , Veneer) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ เช่น ไม้สัก ไม้ยาง ไม้ชิชัน ไม้ประดู่ ไม้ตองจิง ไม้จำปา ไม้สยา และไม้กะบาก เป็นต้น

- แผ่นไม้ประกอบ (Composite Board) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ เช่น ไม้สัก ไม้ยางพารา ไม้มะค่า ไม้แดง ไม้เต็ง และไม้รัง เป็นต้น

- แผ่นชิ้นไม้อัด (Particleboard) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ เช่น ไม้ยางพารา และไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น

- แผ่นใยไม้อัด (Fiberboard) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ เช่น ไม้ยูคาลิปตัส และเศษไม้ปลายไม้ชนิดต่างๆ เป็นต้น

- แผ่นไม้อัดสารแร่ (Wood Mineral-bonded Panel) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ เช่น ไม้สมพง และไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น

2) พืชที่ไม่ใช่ไม้ (Non-wood) พืชที่ไม่มีลักษณะต้นไม้ (Tree) เช่น ไม้ไผ่ มะพร้าว และตาล เป็นต้น พืชเส้นใยทางเกษตร เช่น อ้อย ปาล์มน้ำมัน ข้าว ฝ้าย และปอแก้ว เป็นต้น ที่ใช้ปัจจุบันตามลักษณะแผ่นไม้อัดไม้ประกอบ ดังนี้

- แผ่นใยไม้อัด วัตถุดิบที่ใช้ เช่น ชานอ้อย เป็นต้น
- แผ่นฟางอัด วัตถุดิบที่ใช้ เช่น ฟางข้าว เป็นต้น

ส่วนวัตถุดิบที่มีแนวโน้มจะนำมาใช้ในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบในอนาคต สามารถจำแนกได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

1) วัตถุดิบไม้ (Wood Material) เป็นวัตถุดิบที่มีแนวโน้มจะใช้ได้ในอนาคต คือ ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้โตเร็วอื่นๆ

2) วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (Non-wood Material) ส่วนใหญ่จะเป็นพืชเส้นใยทางเกษตรอื่นๆ ที่มีแนวโน้มในการนำมาเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบได้แก่ ไม้ไผ่ ปาล์มน้ำมัน ชานอ้อย ฟางข้าว ปอแก้ว และมันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- ไม้ไผ่ เป็นแหล่งวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่จะนำมาผลิตได้ในลักษณะรูปแผ่นไม้ไผ่อัดประกอบ แผ่นชิ้นไม้อัด แผ่นใยไม้อัด และแผ่นไม้อัดสารแร่ ไม้ไผ่มีเส้นใยยาวกว่าไม้เนื้อแข็ง (Hard Wood) คือ ความยาวประมาณ 1 - 3 มม. และปริมาณลิกนิน (Lignin) สูงกว่าไม้เนื้อแข็ง

**ตารางที่ 2.4** พื้นที่ปลูกพืชเส้นใยทางเกษตร ปี 2530/31 (ไร่) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

| ชนิดไม้ | ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | ภาคเหนือ | ภาคกลาง | ภาคใต้ | รวม |
|---|---|---|---|---|---|
| ข้าวนาปี | 25,950,364 | 12,590,919 | 11,752,901 | 3,615,859 | 53,910,043 |
| ข้าวนาปัง | 361,559 | 854,327 | 3,136,422 | 211,682 | 4,583,990 |
| ข้าวฟ่าง | 39,438 | 533,752 | 532,114 | - | 1,105,304 |
| มันสำปะหลัง | 5,926,308 | 720,463 | 3,232,588 | - | 9,879,69 |
| อ้อย | 532,091 | 613,231 | 2,518,327 | - | 3,663,649 |
| ปอแก้ว | 960,787 | - | 44,668 | - | 1,005,455 |
| ฝ้าย | 41,164 | 227,689 | 143,414 | - | 412,26 |
| ถั่วลิสง | 201,877 | 425,186 | 102,063 | 33,493 | 762,619 |
| ถั่วเหลือง | 323,840 | 1,693,467 | 243,084 | - | 2,260,391 |
| ถั่วเขียว | 223,317 | 2,318,959 | 325,667 | 31,980 | 2,899,923 |
| ปาล์มน้ำมัน | * | * | * | * | 615,000 |
| มะพร้าว | * | * | * | * | 2,545,000 |
| ละหุ่ง | * | * | * | * | 263,400 |
| สับปะรด | * | * | * | * | 395,000 |

**หมายเหตุ** * = ไม่มีข้อมูล ** = พื้นที่เก็บเกี่ยว

จากข้อมูลปี 2525 มีพื้นที่ป่าไผ่อยู่ประมาณ 8,100 ตร.กม. ในป่าไผ่รวก (Thyrsostactiys Siamensis Gamble) พื้นที่ 1 ไร่ จะมีปริมาณไผ่รวกประมาณ 1 ตัน หากปลูกเป็นอุตสาหกรรมและได้มีการบำรุงรักษาที่ดีแล้วจะให้ผลผลิตของไม้เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 3 ตันต่อไร่ ปัจจุบันกรมป่าไม้ได้ส่งเสริมสนับสนุนการปลูกไผ่ คือภาคเอกชนมีการปลูกไผ่ตง (Dendrocalamusasper Back) ในเขตท้องที่จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดใกล้เคียงประมาณ 40,000ไร่ และปลูกไผ่รวก ในเขตท้องที่จังหวัดกำแพงเพชร

เนื้อที่ประมาณ 2,000ไร่ ส่วนกรมป่าไม้ได้ดำเนินการปลูกที่จังหวัด กาญจนบุรี ขอนแก่น พิษณุโลก เพชรบูรณ์ (เขาค้อ) พะเยา สงขลา เชียงใหม่ และสกลนคร รวมพื้นที่ 790 ไร่ และมีโครงการส่งเสริมในพื้นที่อื่น ๆ อีกด้วย

- ปาล์มน้ำมัน (Oil Palm) นับเป็นพืชเศรษฐกิจหลักชนิดหนึ่งของประเทศ มีพื้นที่ปลูกในปี 2530 จำนวน 615,000 ไร่ ต้นปาล์มน้ำมันจะมีการตัดทิ้งทางใบ (Oil Palm Frond) อยู่เสมอ ดังนั้นเส้นใยจากทางใบปาล์มน้ำมันจึงมีมากพอที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบ เส้นใยของทางใบปาล์มน้ำมันนั้นเป็นเส้นใยที่ยาว และได้มีการผลิตเป็นแผ่นไม้อัดซีเมนต์แล้วในประเทศมาเลเซียจึงเป็นที่ยืนยันได้ในคุณสมบัติที่จำนำมาใช้ ปาล์มน้ำมันนี้ควรจะมีการศึกษาถึงปริมาณการตัดฟันทางใบ การกระจายแหล่งพื้นที่เพาะปลูก การเก็บรวบรวม และปัญหาน้ำเสียเนื่องจากทางใบปาล์มน้ำมันถ้าหากมีการผลิตขึ้น อย่างไรก็ตามเส้นใยทางใบปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจเพราะเป็นการใช้เศษเหลือทางเกษตร ซึ่งนับวันจะมีมากขึ้นตามแนวโน้มพื้นที่การเพาะปลูกที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีศักยภาพที่จะนำมาผลิตเป็นแผ่นไม้อัดไม้ประกอบได้ในประเทศไทย

- อ้อย (Sugar Cane) วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบจากอ้อย คือ ชานอ้อย (Bagasse) ซึ่งเป็นกากต้นอ้อยที่เหลือจากการหีบน้ำตาลในอุตสาหกรรมน้ำตาล เป็นการใช้ประโยชน์เศษที่เหลือใช้แล้ว ชานอ้อยมีลักษณะเป็นเส้นใยที่นำมาผลิตได้ในรูปของแผ่นใยไม้อัดและแผ่นไม้อัดสารแร่ และได้มีการผลิตขึ้นแล้วในลักษณะแผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hardboard) และแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (Medium Density Fiberboard: MDF) ชานอ้อยที่ความชื้น 50% จะมีปริมาณ 25% โดยน้ำหนักของอ้อยที่ป้อนเข้าโรงงาน จากสถิติปี 2530/31 มีผลผลิตอ้อย 27,191,000 ตัน ดังนั้นจึงมีชานอ้อยประมาณ 6,797,750 ตัน ชานอ้อย ประกอบด้วย เส้นใย 43.52% ของแข็งละลายน้ำ (Soluble Solid) 2-6% (ส่วนใหญ่ได้แก่น้ำตาล) และความชื้น 46-52% ส่วนที่ต้องการคือ เส้นใย ซึ่งประกอบด้วยเส้นใยแท้ (True Fiber) เป็นส่วนที่มีความเหนียวผนังเซลล์แข็งมีรูปร่างเป็นเส้นกลมและขุยอ้อย (Pith) เป็นส่วนที่ไมมีความเหนียว ผนังเซลล์บาง รูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งต้องแยกออก อัตราส่วนเส้นใยแท้และขุยอ้อยประมาณ 2.5 : 1 หรือมีขุยอ้อยประมาณ25% ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้หรือแผ่นใยไม้อัดจำเป็นต้องเติมสารพาราฟินเหลว (Paraffin Emulsion) ประมาณ 1% ของน้ำหนักชานอ้อย นอกจากนี้ชานอ้อยจะถูกราสีน้ำเงินและสีดำ (Blue and Black Stain Fungi) เข้าทำลายได้ง่ายทำให้แผ่นผลิตภัณฑ์ที่ผิวหน้าเสียความสวยงาม แต่สามารถป้องกันได้โดยการฉีดพ่นสาร Borax (Sodium Tetraborate) 5-10% หรือน้ำยารักษาเนื้อไม้อื่น ๆ ที่ชานอ้อยบนลานกองเก็บ (Stock)

- ฟางข้าว (Rice Straw) ได้มีการนำฟางข้าวมาผลิตเป็นแผ่นฟางอัด โดยใช้ฟางข้าวผสมกาวอัดเป็นแผ่นแล้วปิดหุ้มด้วยกระดาษรอบด้าน จากสถิติปี 2530/31 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งนาปีและนาปรัง รม 58,474,033 ไร่ ฟางข้าวจะให้เส้นใยเพียง 50-70% โดยน้ำหนักของฟางข้าวซึ่งต่ำมาก สารอื่น ๆ นั้นเป็นพวก Non-fiber และ Inorganic Material เส้นใยฟางข้าวนะมีขนาดยาวเท่าๆ กับไม้เนื้อแข็งแต่

มีความเรียวมากกว่า ฟางข้าวเหมาะสำหรับทำแผ่นใยไม้อัดฉนวนหรือแผ่นใยไม้อัดอ่อน (Insulation Board or Softboard) ชนิดต่างๆ

- ปอแก้ว (Kenaf) ปอแก้วเป็นพืชที่ให้เส้นใย ได้มีการทดลองผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งจากปอแก้วแล้วปรากฏว่าปอแก้วให้แผ่นใยไม้อัดแข็งที่มีคุณสมบัติดีกว่าแผ่นใยไม้อัดแข็งจากชานอ้อย และจากไม้ยูคาลปตัส จากสถิติปี 2530/31 มีพื้นที่ปลูกปอแก้ว 1,005,455 ไร่ ดังนั้นปอแก้วน่าจะมีปริมาณเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบได้ในอนาคตอีกชนิดหนึ่ง

- มันสำปะหลัง (Cassava) มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่นำเงินตราเข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมาก ในปี 2531 มีพื้นที่ปลูก 9,879,359 ไร่ ใน 1 ไร่ จะมีเศษเหลือจากต้นมันสำปะหลัง ประมาณ 3 ตัน ดังนั้นจึงมีต้นมันสำปะหลังทั้งหมดประมาณ 29,638,077 ตัน และเศษเหลือต้นมันสำปะหลังใน 1 ไร่นั้น สามารถผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งขนาด 4 x 8 ฟุต หนา 32 มม. ได้ประมาณ 100 แผ่น ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆ ดีกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดมาตรฐานทั่วไปด้วย ต้นมันสำปะหลังในบริเวณที่มีฝนตกชุกซึ่งมีความชื้นใยอากาศสูง พวกเห็ดราเข้าทำลายในระยะเวลาอันรวดเร็ว จึงต้องมีวิธีการเก็บรักษาโดยผึ่งหรืออบแห้งให้มีความชื้นประมาณ 15% เพื่อลดการทำลายของพวกเห็ดรา และต้องระวังพวกมอดโดยรีบรำไปสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ด้วยเครื่องทำชิ้นไม้สับ (Chipper) ทันทีแล้วแช่ด้วยน้ำยา Borax หลังจากนั้นนำไปอบแห้งอีกครั้งหนึ่ง ต้นมันสำปะหลังจะให้เปลือกบางสีน้ำตาลเข้ม ในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบจึงไม่ต้องลอกเปลือกออก และผลิตภัณฑ์แผ่นจะมีสีน้ำตาลเข้มสวยงามอีกด้วย

**2.8 การจัดการวัตถุดิบพืชเส้นใยทางเกษตร**

การได้มาของวัตถุดิบพืชเส้นใยทางเกษตรเหล่านี้ วัตถุดิบชานอ้อยค่อนข้างจะเป็นกลุ่มก้อนมากกว่าพืชเส้นใยทางเกษตรอื่น ๆ กล่าวคือชานอ้อยนั้นจะได้มาจากโรงงานน้ำตาลเมื่อทำการหีบอ้อยเอาน้ำตาลแล้วเหลือชานอ้อยไว้ จึงสามารถรวบรวมชานอ้อยมาผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดได้ ส่วนพืชเส้นใยอื่น ๆ นั้น จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงการได้มาของเศษเหลือเหล่านั้นเพื่อรวบรวมเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบต่อไป ซึ่งมีแนวโน้มความเป็นไปได้ในการรวบรวมได้เช่นเดียวกับชานอ้อยนอกจากพืชเส้นใยทางเกษตรที่กล่าวมาแล้วยังมีพืชเส้นใยทางเกษตรอื่นๆ ที่มีปริมาณมากและน่าสนใจ ได้แก่ ฝ้าย ละหุ่ง สับปะรด ถั่วชนิดต่าง ๆ เช่น ถั่วลิวง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เป็นต้น

สิ่งหนึ่งที่น่าสนใจของการใช้วัตถุดิบพืชเส้นใยทางเกษตร (หรือแม้แต่ไม้) ในอนาคตก็คือ การนำวัตถุดิบหลาย ๆ ชนิดมาใช้รวมกันในอัตราส่วนที่ประกอบได้ ทั้งนี้เพื่อขจัดปัญหาในการขาดแคลนวัตถุดิบในแต่และชนิดซึ่งอาจไม่เพียงพอในบางฤดูกาล การนำพืชเส้นใยทางเกษตรมาใช้จะต้องมีการวางแผนการจัดการอย่างรอบคอบ โดยพิจารณาถึงปริมาณวัตถุดิบที่ต้องจัดให้เพียงพอตลอดปีการกระจายของแหล่งวัตถุดิบ ซึ่งจะต้องเก็บรวบรวมตลอดจนการเก็บรักษา และอาจส่งผลไปถึงสถานที่ตั้งโรงงานในอนาคตที่จะจ้องกระจายไปตามแหล่งวัตถุดิบดังกล่าวด้วย จากสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง

ไปทำให้ลักษณะของวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบแต่เดิมซึ่งได้แก่ไม้ขนาดใหญ่จากป่าธรรมชาติเปลี่ยนไปเป็นไม้ขนาดเล็กลงจากสวนป่าไม้โตเร็วหรือจากสวนยางพาราตลอดจนเศษเหลือจากพืชเส้นใยเกษตร วัตถุดิบในอนาคตเหล่านี้จะเป็นตัวชี้นำให้เทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบพัฒนาปรับตัวให้มาใช้วัตถุดิบเหล่านี้ให้ได้กล่าวคืออุตสาหกรรมไม้อัด ไม้ประกอบจะต้องพัฒนาเทคโนโลยีให้สามารถปอก (Peeling) หรือผ่าน (Slicing) ท่อนไม้ขนาดเล็กๆ ได้ สวนอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบอื่น ๆ ก้อคงต้องพัฒนาปรับปรุงเทคโนโลยีที่จะนำชิ้นส่วนเล็กๆ หรือเส้นใยขอวัตถุดิบในอนาคตเหล่านี้มาใช้ต่อไป ซึ่งก็มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอยู่แล้วหลายชนิด และจะมีการนำชนิดอื่น ๆ มาใช้ต่อไป

โดยสรุปแล้วแนวโน้มของอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบในอนาคตทุกชนิดจะต้องปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีให้สามารถนำวัตถุดิบในอนาคตเหล่านี้มาใช้ให้ได้นั่นเอง ซึ่งการปรับเปลี่ยนก็จะต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในเชิง อุตสาหกรรมที่จะต้องมีวัตถุดิบที่รวบรวมได้ในปริมาณที่เพียงพอและคุ้มทุน ตลอดจนแนวความคิดการนำวัตถุดิบที่รวบรวมได้ในปริมาณที่เพียงพอและคุ้มทุน ตลอดจนแนวความคิดในการนำวัตถุดิบมาผสมรวมกันทั้งไม้และพืชเส้นใยทางเกษตรต่าง ๆ เพื่อให้การผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบตอบสนองความต้องการใช้แผ่นไม้อัดไม้ประกอบในอนาคตนั่นเอง

**2.9 วัสดุเหลือทิ้งกลางร่างเป็น (เสมือน) ไม้**

วัสดุเหลือทิ้งนี้มีชื่อเรียกทางวิชาการว่าลิกโนเซลลูโลส ได้แก่ กากวัสดุเหลือทิ้งจากพืชเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรแทบทุกชนิด รวมทั้งกากวัสดุซึ่งเหลือทิ้งจากการนำไปสกัดสารทางเภสัชและน้ำผลไม้แล้ว ล่าสุดจากการวิจัยยังพบว่ากากพืชผลทางเกษตรแทบทุกชนิด โดยเฉพาะสมุนไพรที่นิยมนำมาทำเป็นเครื่องดื่ม เช่น กากขิง ตะไคร้ เห็ดหลินจือ ดอกกระเจี๊ยบ ดอกเก็กฮวย รกมะขาม เปลือกส้ม เปลือกมะนาวและขิง เป็นต้น ตลอดจนวัชพืชที่ไม่มีประโยชน์ เช่น ผักตบชวา หญ้าคา หญ้าขจรจบ และหญ้าสลาบหลวง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเศษวัสดุพืชเกษตรอื่น ได้แก่ เศษวัสดุพืชเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ต้นมันสำปะหลัง ต้นและก้านในของปาล์มน้ำมัน ต้นข้างฟาง ต้นปอกระสาปอ อื่นๆ ไผ่ตายขุย ฟางข้าว หญ้าแฟก และหญ้าชนิดต่างๆ รวมทั้งเศษวัสดุจากอุตสาหกรรมพืชเกษตร เช่น ซานอ้อย กากมันสำปะหลัง แกลบ ทะลายเปล่าของผลปาล์ม น้ำมันขุยและใยกาบมะพร้าว และซังข้าวโพด เป็นต้น ล้วนแล้วแต่นำมาทำเป็นไม้เทียมได้ เศษวัสดุเหล่านี้มีปริมาณมหาศาล แม้จะมีการนำมาประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มในลักษณะต่างๆ รวมทั้งนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว แต่ก็เป็นเพียงปริมาณน้องละยังเหลือทิ้งอยู่อีกมาก กรมป่าไม้จึงได้ดำเนินการพัฒนานำวัสดุธรรมชาติข้าต้นทั้งหมดผลิตเป็นวัสดุทดแทนไม้ในรูปของแผ่นอัดเรียบต่างๆ เช่น แผ่นชิ้นอัด แผ่นใยอัด แผ่นฉนวนชนิดแข็งและพับได้ แผ่นวัสดุผสมพลาสติกรีไซเคิล เป็นต้น แผ่นวัสดุข้างต้นสามารถใช้ทดแทนไม้ธรรมชาติได้เป็นอย่างดี มีคุณภาพผ่านเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานแผ่นอัดที่เกี่ยวข้อง สามารถนำมาใช้งานเป็น

ผลิตภัณฑ์คล้ายคลึงไม้จริงได้จนเป็นที่ยอมรับทั่วไป ทีมนักวิจัยยังมุ่งพัฒนาด้านเทคโนโลยีการผลิตสำหรับชุมชนและอุตสาหกรรมขนาดย่อยเพื่อให้แผ่นวัสดุทดแทนไม้ที่ได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม กระบวนการผลิตไม่ยุ่งยาก ขั้นตอนแบบเดียวกันหมดแม้จะใช้วัตถุดิบต่างกัน เริ่มต้นจากการนำวัสดุเหลือทิ้งข้างต้นมาคัดคุณภาพและแปรสภาพลดรูปตามความเหมาะสม ให้สอดคล้องกับลักษณะวัตถุดิบและความต้องการของชนิดแผ่นอัดที่ผลิต แล้วนำมาผสมกับสารเชื่อมยึดในปริมาณเล็กน้อย จากนั้นนำมาขึ้นรูปเตรียมอัดก่อนเข้าเครื่องอัดร้อนที่อุณหภูมิสูงและเวลาสั้น ๆ เพียงเท่านี้ก็จะได้แผนวัสดุทดแทนไม้ที่สามารถนำมาตัด เซาะ เพลาะ เข้าเดือย และประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เหมาะสำหรับผลิตเป็นของใช้ของประดับตกแต่งบ้าน รวมทั้งเฟอร์นิเจอร์ใช้ในครัวเรือนและเครื่องเขียน หรือจะประยุกต์ตกแต่งผสมผสานกับวัสดุอื่นๆ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้เป็นหลัก ซึ่งสามารถใช้ได้เช่นเดียวกับไม้จริงธรรมชาตินอกจากจะมีความแข็งแรงแล้ว ยังมีสีสันสวยงามแปลกตาเป็นลวดลายตามธรรมชาติ และมีความหอมของสมุนไพรของวัสดุธรรมชาติเดิมที่นำมาผลิต เหมาะที่จะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับสุขภาพและความงาม ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมของชาวต่างชาติ [42]

**2.10 มาตรฐานแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ**

มาตรฐานแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ หรือ มาตรฐาน มอก.876-2547 เป็นมาตรฐานที่กำหนดสมบัติและคุณลักษณะของแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบที่มีความหนาแน่น ตั้งแต่ 400 ถึง 900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับใช้งานทั่วไปในสภาวะแห้ง (Dry Condition) โดยไม่ครอบคลุมถึงแผ่นไม้อัดชนิดอัดราบที่มีไม้บางหรือวัสดุอื่นปิดทับหน้า [43]

แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ (Flat Pressed (FP) Particleboards) หมายถึง วัสดุที่เป็นแผ่นทำจากชิ้นไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulosic Material) อัดในเครื่องอัดร้อนให้ยึดติดกันด้วยกาว ให้ทิศทางของแรงอัดตั้งฉากกับระนาบของแผ่น การทำอาจทำเป็นแผ่นๆ หรือทำต่อเนื่อง ชิ้นไม้ส่วนใหญ่นอนตัวขนานกับระนาบของแผ่น แผ่นชิ้นไม้อัดอาจทำให้มีโครงสร้างเป็นชั้นเดียว สามชั้น หลายชั้น หรือโครงสร้างที่มีชิ้นไม้ขนาดลดหลั่นกันก็ได้ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 400 ถึง 900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

แผ่นชิ้นไม้อัด สามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างออกเป็น 4 แบบ คือ

1) แผ่นชิ้นไม้อัดชั้นเดียว
2) แผ่นชิ้นไม้อัดสามชั้น
3) แผ่นชิ้นไม้อัดหลายชั้น
4) แผ่นชิ้นไม้อัดขนาดลดหลั่น

ซึ่งแผ่นชิ้นไม้อัด แต่ละแบบ แบ่งตามปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ

1) ชั้นคุณภาพ 1 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ไม่มากกว่า 8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

2) ชั้นคุณภาพ 2 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ มากกว่า 8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ถึง 30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

ทั้งนี้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.876-2547 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ มีตัวอย่างการกำหนดคุณลักษณะที่ต้องการ ดังนี้

1) ลักษณะทั่วไป ต้องมีความเรียบสม่ำเสมอกันตลอดแผ่น ขอบต้องตั้งฉากกับระนาบผิว โดยการตรวจพินิจ

2) ความหนาแน่นเฉลี่ย ต้องอยู่ในช่วง 400 ถึง 900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความหนาแน่นแต่ละแผ่นจะคาดเคลื่อนจากค่าความหนาแน่นเฉลี่ยได้ไม่เกิน ร้อยละ 10

3) ปริมาณความชื้น (Moisture Content) เฉลี่ย ต้องอยู่ในช่วง ร้อยละ 4 ถึง 13

4) ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

- ชั้นคุณภาพ 1 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ไม่มากกว่า 8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
- ชั้นคุณภาพ 2 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ มากกว่า 8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ถึง 30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

5) การพองตัว ของแผ่นชิ้นไม้อัด หนา 3 - 6 มิลลิเมตร ไม่เกินร้อยละ 12

6) ความต้านทานแรงดัด ของแผ่นชิ้นไม้อัด หนา 3 - 6 มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า 15 MPa

7) มอดูลัสยืดหยุ่น ของแผ่นชิ้นไม้อัด หนา 3 - 6 มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า 1,950 MPa

8) ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ของแผ่นชิ้นไม้อัด หนา 3 - 6 มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า 0.45 MPa

9) ความยึดแน่นของผิวหน้า ของแผ่นชิ้นไม้อัด หนา 3 - 6 มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า 0.8 MPa

10) ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว N ของแผ่นชิ้นไม้อัด หนา 3 - 6 มิลลิเมตร

- ด้านผิว ไม่มีการกำหนด
- ด้านขอบ ไม่มีการกำหนด

**2.11 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง**

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติในผลิตภัณฑ์ก่อสร้างที่รวบรวมมาพอสังเขปได้ ดังนี้

1) ประชุม คำพุฒ (2550) [44] ศึกษาสมบัติของมอร์ต้าร์น้ำหนักเบา โดยการใช้เส้นใยจากขยะเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุผสมเพิ่ม ออกแบบส่วนผสมของมอร์ต้าร์ให้มีอัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1: ทรายละเอียดร่อนค้างตะแกรงเบอร์ 200 เท่ากับ 1: 2.75 โดยน้ำหนัก และกำหนด

อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ในสัดส่วนประมาณ 0.83 ซึ่งจะใช้เส้นใยเปลือกทุเรียนแทนที่ปูนซีเมนต์เท่ากับ ร้อยละ 0, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 และ 0.12 โดยน้ำหนัก นำไปหล่อก้อนตัวอย่างมอร์ต้าร์ทดสอบ โดยขนาด 5×5×5 ลบ.ซม. สำหรับทดสอบกำลังอัด ขนาด 4×4×16 ลบ.ซม. สำหรับทดสอบกำลังดัด นำตัวอย่างทั้ง 2 ขนาด มาหาค่าการดูดซึมน้ำและหน่วยน้ำหนักของมอร์ต้าร์ ที่อายุมอร์ต้าร์ 7, 14 และ 28 วัน ผลการทดสอบพบว่า เมื่อผสมเส้นใยเปลือกทุเรียนแทนที่ปูนซีเมนต์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มอร์ต้าร์มีกำลังดัดและการดูดซึมน้ำสูงขึ้น ส่วนกำลังอัดและหน่วยน้ำหนักจะต่ำลง ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วสามารถนำเส้นใยจากขยะเปลือกทุเรียนไปพัฒนาใช้ในงานคอนกรีตน้ำหนักเบา

2) วรธรรม อุ่นจิตติชัย (2547) [45] การวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดจากไม้ยูคาลิปตัสที่มีอายุ 5 ปี, 7 ปี และ 10 ปี โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นตัวประสาน เท่ากับ 13% ในปริมาณเนื้อกาวแห้ง เทียบกับน้ำหนักอบแห้งของเส้นใยไม้ยูคาลิปตัสและเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908 – 1994 จากผลการทดสอบ พบว่า ชิ้นทดสอบแผ่นใยไม้อัดจากไม้ยูคาลิปตัสอายุ 7 ปี มีค่าผลการทดสอบการพองตัวหลังแช่น้ำและการดูดซึมน้ำมากที่สุด แต่มีค่าความต้านทานแรงดัดและความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้าน้อยที่สุด ชิ้นทดสอบแผ่นใยไม้อัดจากไม้ยูคาลิปตัสอายุ 5 ปี มีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้าและความชื้นมากที่สุด ส่วนชิ้นทดสอบไม้ยูคาลิปตัสอายุ 10 ปี มีค่าความต้านทานแรงดัด, มอดูลัสยืดหยุ่นและความหนาแน่นสูงที่สุด เมื่อทำการทดสอบและเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908 - 1994 ผลปรากฏว่า การพองตัวหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมงและค่าความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดทั้ง 3 ชั้นอายุ มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 3 ชั้นอายุ ค่าแรงดึงผิวตั้งฉากมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานเฉพาะไม้อัดจากไม้ยูคาลิปตัสอายุ 5 ปี และ 10 ปี ส่วนค่าความหนาแน่นและค่าความชื้นของชิ้นไม้มีค่าในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทั้ง 3 ชั้นอายุ

3) มณีรัตน์ ปัญญพงษ์ (2548) [46] ได้ศึกษาการนำหญ้าคาเป็นวัตถุดิบในการทำแผ่นไม้อัดนี้ ก็เพราะเห็นว่าหญ้าคาเป็นวัชพืชที่ก่อความเดือนร้อนให้กับเกษตรกรอยู่พอสมควร และสามารถหาได้ง่าย ซึ่งถ้าหากสามารถนำเอาหญ้าคาเหล่านั้นมาทำประโยชน์ได้ก็คงจะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าวัชพืชที่เกษตรกรไม่ต้องการได้อีกทางหนึ่ง ตนจึงคิดทำแผ่นไม้อัดจากหญ้าคาขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ และความแข็งแรงเกือบเท่าๆ กับไม้อัดเลยทีเดียว แต่การนำแผ่นไม้อัดจากหญ้าคาที่ได้จะเหมาะกับการนำไปทำของตกแต่ง ส่วนประกอบของตกแต่งบ้านที่ไม่จำเป็นต้องรับน้ำหนักมากๆ อย่างเช่น กรอบรูป ส่วนประกอบพวกชิ้นงานของที่ระลึก ประดับตกแต่ง อย่างที่ตนได้นำเอาแผ่นไม้อัดจากหญ้าคามาทำตู้ไทยโบราณจำลองจากแผ่นหญ้าคาอัด สำหรับเก็บพวกหนังสือ คัมภีร์ โดยได้ตกแต่งด้วยศิลปวัฒนธรรมของช่างไทยในการเขียน แกะสลัก ประดับตกแต่งลวดลายตู้อย่างวิจิตรงดงาม ซึ่งเหมาะที่จะเป็นของที่ระลึกและของขวัญได้เป็นอย่างดี และน่าจะเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่น่าจะมีการส่งเสริมให้เกิดเป็นรายได้เพิ่มอีกทาง ราคาที่ได้คำนวณต้นทุนออกมาแล้วน่าตกอันละ 360-500 บาท แล้วแต่ว่าจะลงลายมากหรือน้อยต่างกันไป

4) ในฝัน แว่วสอน (2547) [46] ได้ศึกษาการผลิตวัสดุติดผนังภายในด้วยวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรที่หาได้ง่ายในประเทศไทย อันได้แก่ กาบมะพร้าวและฟางข้าว มาใช้เพื่อผลิตวัสดุติดผนังภายใน โดยทำการอัดแบบเปียกร่วมกับเยื่อกระดาษ 2 ชนิด คือ เยื่อกระดาษชานอ้อยสำเร็จรูปชนิดฟอกเยื่อ และ เยื่อกระดาษเตรียมขึ้นเองเพื่อเป็นตัวผสาน หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต และนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนนำมาผึ่งให้แห้งและทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆของชิ้นงาน จากการทดลองพบว่า ความแข็งแรงของชิ้นงานที่มีส่วนผสมของกาบมะพร้าวจะมีความแข็งแรงกว่าชิ้นงานที่มีส่วนผสมของฟางข้าว ความสามารถในการดูดซับเสียงของชิ้นงานที่มีส่วนของฟางขนาดเล็กกว่าจะสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าที่อัตราส่วนผสมเดียวกัน ความหนาของชิ้นงานที่มีส่วนผสมของกาบพร้าวจะมีความคงตัวดีกว่าเนื่องจากสมบัติของเส้นใย เนื่องจากชิ้นงานสามารถดูดความชื้นในอากาศจึงมีน้ำหนักไม่คงที่ คุณสมบัติต่างๆ ของชิ้นงานที่ทำการทดสอบได้ผลเป็นที่น่าพอใจระดับหนึ่ง แต่จำเป็นต้องมีการพัฒนาต่อไปเพื่อนำไปสู่การผลิตเป็นผลิตภัณฑ์

5) พงศ์วิทย์ ลิมป์พิศุทธ์ (2547) [47] ได้ทำการศึกษาการทดลองผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากต้นไมยราบยักษ์ ที่ระดับความหนาแน่นประมาณ 600 และ 800 กก./ม.3 โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ที่ระดับปริมาณกาวต่อน้ำหนักอบแห้งของเส้นใยที่แตกต่างกัน คือ 10% 13% และ16% เป็นตัวประสาน แล้วศึกษาเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติทางด้านกายภาพ และทางกลของแผ่นตามวิธีการทดสอบของมาตรฐาน JIS A 5905 -1994 : Fiberboards. ได้ผลสรุปดังนี้ แผ่นใยไม้อัดที่ระดับความหนาแน่น 800 กก./ม.3 ได้ผลการทดลองที่ค่าคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกล ที่ดีกว่าแผ่นใยไม้อัดที่มีระดับความหนาแน่น 600 กก./ม.3 ผลการทดลองเปรียบเทียบปริมาณกาว ต่อน้ำหนักแห้งของเส้นใยที่ระดับ 16% ให้ผลการทดลองที่ทำให้ค่าคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลที่ดีที่สุด และในการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นใยไม้อัดที่ระดับความหนาแน่น 800 กก./ม.3 ปริมาณกาว 13% แบบผสมพาราฟินอิมัลชันได้คุณสมบัติที่ดีกว่าทั้งคุณสมบัติทางกายภาพและทางกล เมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นที่ไม่ผสมพาราฟินอิมัลชัน สรุปได้ว่าแผ่นใยไม้อัดที่มีระดับความหนาแน่นสูง มีค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของแผ่นที่ดีกว่า แผ่นที่มีความหนาแน่นต่ำ การผสมกาวในปริมาณที่เพิ่มขึ้น และการใช้พาราฟินอิมัลชันกับเส้นใยสามารถช่วยลดการขยายตัวตามความหนา การดูดซึมน้ำได้ และเพิ่มคุณสมบัติทางกลของแผ่นได้เป็นอย่างดี

6) วรธรรม อุ่นจิตติชัย (2546) [48] ได้ทำการศึกษาขนาดของขี้เลื่อยและขนาดของเศษไม้สักควบคู่กับการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ได้แก่ ปัจจัยการใช้ชนิดของกาวที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ กาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ และกาวไอโซไซยาเนต ชนิด Polymeric Diphenylmethane Diisocyanate (pMDI) ผลการศึกษาพบว่า จากการทดสอบสมบัติด้านความแข็งแรงทั้ง 3 สมบัติ ได้แก่ ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น และความต้านแรงดึงตั้งฉากผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัด พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยจะมีค่าที่สูงกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษไม้สักเกือบทุกชนิดกาว ยกเว้น

กาว PF 7 % จะให้ค่าความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่นต่ำกว่า ส่วนสมบัติด้านความคงขนาดเมื่อแช่น้ำปรากฏว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยจะให้ค่าที่ต่ำกว่าแผ่นชิ้ไม้อัดจากเศษไม้สักทุกชนิดกาวที่ใช้ กล่าวคือ แผ่นชิ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยจะคงความคงขนาดเมื่อแช่น้ำได้ดีกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษไม้สัก นั่นเอง ไม่ว่าจะผลิตด้วยกาวชนิดใดก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดกับเกณฑ์กำหนดมาตรฐาน JIS A 5908(1994) พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยจะมีคุณสมบัติดีกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษไม้สัก

7) ภาวดี เมธะคานนท์ (2548) [49] ได้ศึกษาสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดที่ได้ จากการใช้กาวโพลิไวนิลอัลกอฮอล์ (PVA, ตัวควบคุม), กาว PVA + ไคโตซาน (กาวสูตร 1), กาว PVA + ลิกนิน + แป้ง (กาวสูตร 2) และ กาว PVA + ลิกนิน + ไคโตซาน (กาวสูตร 3) เป็นตัวประสานเท่ากับ 3.62% ในปริมาณเนื้อกาวแห้งเทียบกับน้ำหนักอบแห้งของชิ้นไม้ยูคาลิปตัส จากการทดสอบพบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดที่ใช้กาวสูตร 1, กาวสูตร 2 และ กาวสูตร 3 เป็นตัวประสาน จะมีค่าการพองตัวหลังการแช่น้ำ และการดูดซึมน้ำที่ต่ำกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ใช้กาวตัวควบคุมเป็นตัวประสาน และยังให้ค่าความต้านทานแรงดัด (MOR), ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (MOE) และค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (IB) ของแผ่นชิ้นไม้อัดมากกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ใช้กาวตัวควบคุมเป็นตัวประสาน และเมื่อพิจารณาสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดด้านต่างๆ โดยรวมแล้วพบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดที่ใช้กาวสูตร 2 เป็นตัวประสานมีสมบัติด้านต่างๆ โดยรวมดีที่สุด เมื่อทำการทดสอบและเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-1994 : Particleboards ผลปรากฏว่า ค่าความหนาแน่นและค่าความชื้นของแผ่นชิ้นไม้อัดเป็น 813 – 847 kg/m3 และ 7.04 – 7.26 % ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ส่วนค่าความต้านทานแรงดัด (22.90 – 26.65 MPa) และค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (1.02 – 1.51 MPa) มีค่าที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้จากการทดสอบพบว่า ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (1890.1 - 2110.0 MPa) และการพองตัวหลังการแช่น้ำ (20.02 – 31.01 % ) ยังคงมีค่าที่ต่ำกว่ามาตรฐานและควรปรับปรุงค่าทั้งสองต่อไป

8) ธวัท รอบรู้ (2547) [50] ได้ทดลองผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบแบบมีไส้และไม่มีไส้ โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ที่ระดับกาวต่อน้ำหนักแห้งของต้นยาสูบที่แตกต่างกัน คือ 7% 10% และ 13% เป็นตัวเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกล และทางกายภาพของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบแบบมีไส้และไม่มีไส้ จากนั้นนำผลทั้งหมดที่ได้มา เปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-1994: Particleboards. ได้ผลสรุปดังนี้ แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบแบบมีไส้ มีผลทางด้านคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพที่สูงกว่า แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบแบบไม่มีไส้ การใช้ปริมาณกาวเพิ่มขึ้นในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบ ทำให้คุณสมบัติทางกลและ ทางกายภาพของแผ่นปาร์ติเกิลดีขึ้น เมื่อนำผลทดสอบมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-1994 ปรากฏว่าแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบ แบบมีไส้ และไม่มีไส้ มีคุณสมบัติทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่คุณสมบัติทางกลของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด ซึ่งผลิตจากต้นยาสูบแบบมีไส้และไม่มีไส้

สามารถอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเพียงคุณสมบัติความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า ส่วนค่าอื่นๆ ยังคงต่ำกว่ามาตรฐาน JIS A 5908-1994

9) อาคม ปาสีโล (2550) [51] ได้ศึกษาสมบัติปาร์ติเกิลบอร์ดที่ทำจากแกลบและฟางข้าว โดยใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ เรซินเป็นสารยึดติด พารามิเตอร์ที่ศึกษา คือ เปอร์เซ็นต์สารยึดติด แกลบและฟางข้าว โดยมีสมบัติที่ศึกษา คือ ความหนาแน่น การนำความร้อน มอดูลัสแตกร้าว มอดูลัสยืดหยุ่น ความต้านทานแรงกระแทกและการขยายตัว ผลจากการทดลองพบว่า ค่าความหนาแน่น ค่าการนำความร้อน ค่ามอดูลัสแตกร้าว ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านทานแรงกระแทกของปาร์ติเกิลบอร์ดจะเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์สารยึดติดเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าปาร์ติเกิลบอร์ดที่ทำจากฟางข้าวมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำ และยังมีค่าความแข็งแรงสูง

10) กิตติเดช แก้วฉา (2547) [52] ได้นำใบยางพาราที่เหลือทิ้งจากการเกษตรมาใช้เป็นวัสดุทดลองในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดโดยใช้ชนิดและปริมาณกาวที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากใบยางพารา โดยการอัดในแนวราบด้วยเครื่องอัดร้อน แรงดันในการอัด 150 กก/ ซม. 2 อุณหภูมิในการอัด 150 องศาเซลซียส ใช้เวลาในการอัด 5 นาที ชิ้นใบยางพารามีความชื้นที่ 4.8 % โดยใช้กาว pMDI ที่ระดับปริมาณกาว 4% , 7% ,10% กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (UF) 13% และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (UF) 13% ผสมกับกาว pMDI 1% และ 2% ของปริมาณเนื้อกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (UF) ทั้งหมด ผลจากกรทดสอบค่าตามาตฐาน JIS A 5908 - 1994 พบว่าแผ่นชิ้นทดสอบที่ใช้กาว pMDI ที่ระดับปริมาณกาว 4% , 7% , 10% จะมีคุณสมบัติสูงกว่าแผ่นชิ้นทดสอบที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 13% และกาวผสมของทั้งสองสัดส่วนแผ่นชิ้นใบยางพาราอัดที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ 13% ผสมกาว pMDI 1% และ 2% ของปริมาณเนื้อกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ทั้งหมด จะมีคุณสมบัติสูงกว่าแผ่นชิ้นทดสอบที่ใช้กาวยูเรียฟอร์สัลดีไฮด์ 13% อย่างเดียว นอกจากนี้ จากการทดสอบยังพบว่าแผ่นชิ้นทดสอบที่มีความหนาแน่นสูงจะมีค่าการพองตัว การดูดซึมน้ำและความชื้นต่ำแต่มีคุณสมบัติทางกลสูง โดยกาว pMDI ที่ระดับปริมาณกาว 10% มีความหนาแน่นสูงสุด สรุปได้ว่าคุณสมบัติของแผ่นชิ้นอัดจากใบยางพาราขึ้นอยู่กับชนิดและระดับปริมาณกาวที่ใช้ ซึ่งระดับปริมาณกาวที่สูงขึ้นจะมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติต่าง ๆ ของแผ่นชิ้นใบยางพาราอัด

11) ชีวารัตน์ ม่วงพัฒน์ [53] ศึกษาโครงสร้างภายในของวัสดุเส้นใยจากธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นโพรงอากาศทำให้วัสดุเส้นใยจากธรรมชาติมีศักยภาพที่จะมีค่าการนำความร้อนต่ำและมีสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อน การศึกษาวิจัยนี้นำวัสดุผสมที่มีเส้นใยจากธรรมชาติมาเป็นวัตถุดิบในการทำวัสดุผนัง โดยคัดเลือกเส้นใยในท้องถิ่นภายในประเทศมาศึกษาสมบัติขั้นต้นในการเตรียมเส้นใยเพื่อเป็นวัตถุดิบ ได้แก่ ชานอ้อย หญ้าขน ฟางข้าว กก หญ้าคา ใบสับปะรด ใบไผ่ ขุยมะพร้าว ใบยางพารา ใบตาล ทลายและเปลือกผลปาล์ม โดยศึกษาลักษณะทางกายภาพความยาก/ง่ายในการตัด และลักษณะโครงสร้างภายในที่เหมาะสมในการทำเป็นวัสดุผนังที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ

**2.12 กรอบแนวความคิด**

จากงานวิจัยที่ผ่านมาจะเห็นว่าการใช้เส้นใยธรรมชาติจากวัสดุการเกษตรเหลือใช้จากอุตสาหกรรมและ เส้นใยธรรมชาติผสมในแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางแทนที่ ไม้จะได้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่ได้มีราคาต้นทุนที่ลดลง มีสมบัติป้องกันความร้อน น้ำหนักเบา ซึ่งได้แสดงคุณสมบัติของเส้นใยธรรมชาติและผลิตภัณฑ์แผ่นใยชีวภาพอัด แนวทางการศึกษาวิจัย และระเบียบวิธีเพียงพอที่จะนำมาประยุกต์ใช้วัสดุผสม สำหรับทำแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางโดยใช้เส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน โดยมีกรรมวิธีที่อนุรักษ์พลังงานและลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม และเหมาะสมที่ส่งเสริมชุมชนบริษัทขนาดเล็กสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริงในการผลิตและก่อสร้างบ้านพักอาศัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและราคาถูก

จากข้อมูลการใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ลักษณะของแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง แผ่นใยไม้อัดแข็ง กาว สำหรับทำไม้ประสาน ไม้อัดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การผลิตไม้อัด คุณสมบัติทางเคมีของโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ การประยุกต์ใช้วัสดุเหลือทิ้งกลางร่างเป็น (เสมือน) ไม้ และการศึกษามอร์ต้าร์มวลเบาผสมเส้นใยจากเปลือกทุเรียน จะเป็นแนวทางความคิดในการนำเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ทดแทนไม้ในแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางจึงมีความเป็นไปได้อย่างยิ่ง และสมควรนำมาทำการศึกษาวิจัยอย่างเป็นจริงจัง เพื่อที่จะได้มีวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี มีความแข็งแรง ลดการแตกร้าวและมีราคาถูกกว่าวัสดุฉนวนชนิดอื่น ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดต่อไป

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการทดลอง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุ ได้แก่

1) สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2) สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

4) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

โดยมีรายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

## 3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1) กากมะพร้าว

2) ต้นข้าวโพด

3) เปลือกทุเรียน

4) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์

5) กาวไอโซไซยาเนต ชนิด Polymeric Diphenylmethane Diisocyanate (pMDI)

6) ถังกำจัดไขมันและแป้ง

7) เครื่องสับย่อยขนาด

8) ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ $103 \pm 2$ องศาเซลเซียส

9) เครื่องบดละเอียด

10) เครื่องร่อนคัดขนาด

11) เครื่องชั่งน้ำหนัก ที่มีความละเอียดถึง 0.01 กรัม

12) สารเคมีสำหรับกระบวนการปรับปรุงเส้นใย

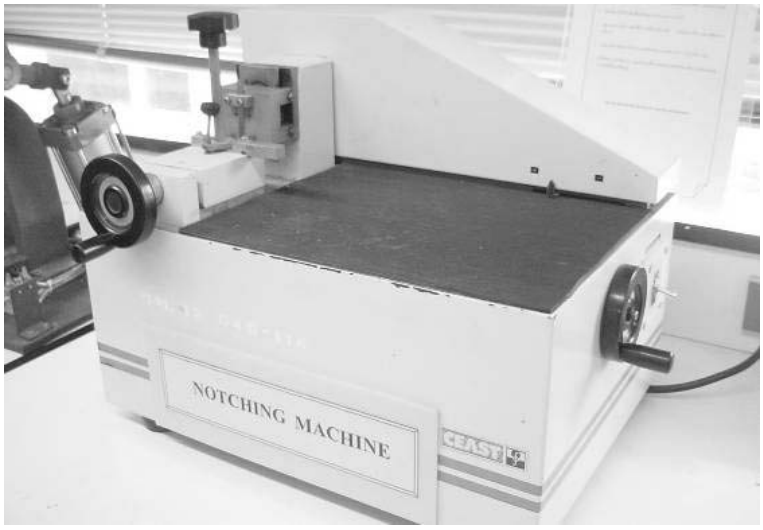
13) เครื่องอัดไฮโดรลิก ดังรูปที่ 3.1

**รูปที่ 3.1** เครื่องอัดไฮโดรลิก

14) เครื่องผสมและพ่นกาว

15) แบบหล่อขึ้นรูปชิ้นตัวอย่าง หนา 6 มิลลิเมตร

16) เครื่องตัดชิ้นตัวอย่าง ดังรูปที่ 3.2




**รูปที่ 3.2** เครื่องตัดชิ้นตัวอย่าง

17) เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง ดังรูปที่ 3.3

**รูปที่ 3.3** เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง

18) เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดัด ดังรูปที่ 3.4

**รูปที่ 3.4** เครื่องทดสอบต้านทานแรงดัด

**3.2 การออกแบบอัตราส่วนผสม**

สำหรับอัตราส่วนผสมของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่ได้จากการทดลองเบื้องต้นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น ทำให้สามารถสรุปอัตราส่วนผสมโดยเฉพาะในส่วนของสารยึดติด (กาวต่างๆ) ได้ ดังตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน

| อัตราส่วน | เส้นใย กากมะพร้าว | เส้นใย ต้นข้าวโพด | เส้นใย เปลือกทุเรียน | 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 |

**3.3 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ**

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางเพื่อใช้ในการทดสอบสมบัติต่างๆ นั้น สามารถสรุปได้ ดังนี้

1) กำจัดไขมันและแป้งของกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน

2) ย่อยขนาดของกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนให้มีขนาดเล็ก หรือมีความยาวไม่เกิน 3 เซนติเมตร

3) อบกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนเพื่อลดความชื้น

4) บดกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนให้ละเอียด

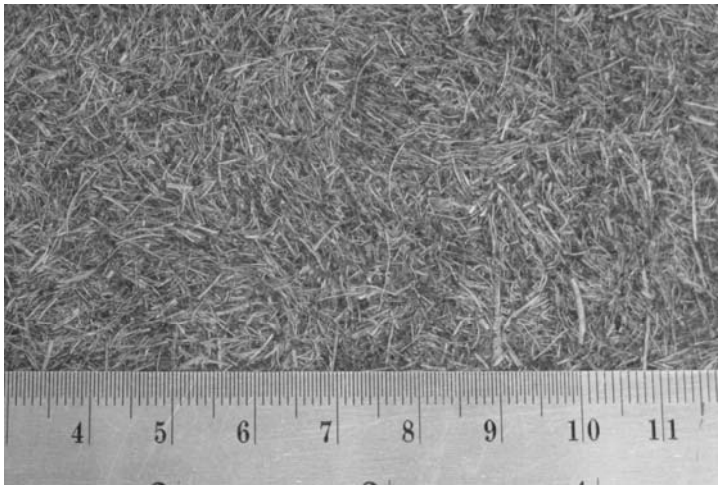
5) คัดขนาดเส้นใยของกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน

6) ชั่งน้ำหนักเส้นใยกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน

7) ปรับปรุงเส้นใยกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนให้เหมาะสมกับการยึดเกาะ

8) ผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนรวมกับกาวให้เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอตามอัตราส่วนที่กำหนด

9) อัดขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางด้วยความร้อน โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 130°C ความดันในการอัด 20-50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เวลาในการอัด 8 นาทีต่อแผ่น จะได้แผ่นชิ้นไม้อัด ดังรูปที่ 3.5




**รูปที่ 3.5** ลักษณะของวัสดุผสมเมื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นแล้ว

10) ทิ้งตัวอย่างแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางไว้ให้ยึดเกาะกันประมาณ 3 วัน

11) เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดในการบ่มแล้ว จึงนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนต่อไป

**3.4 การทดสอบตัวอย่าง**

การทดสอบตัวอย่างแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน จะทำการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.876-2547 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ [43] และสมบัติอื่นๆ ที่สนใจ จำนวนการทดสอบละ 10 ตัวอย่าง ได้แก่

1) ความหนาแน่น (มอก. 876 - 2547) ตัดชิ้นทดสอบขนาด 5x5 เซนติเมตร จำนวน 6 ชิ้น นำชิ้นทดสอบที่ตัดเรียบร้อยแล้วไปทำการ ชั่งให้ได้มวลที่แน่นอนถึง 0.01 กรัม และทำการวัดความหนาตรงจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ จากนั้นหาค่าความหนาแน่น [43]

2) ปริมาณความชื้น (มอก. 876 - 2547) ตัดชิ้นทดสอบขนาด 5x5 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น จากนั้นนำชิ้นทดสอบไปทำการชั่งน้ำหนักให้ได้มวลที่แน่นอน ถึง 0.01 กรัม เป็นมวลของชิ้น ทดสอบก่อนแช่น้ำ และทำการแช่ชิ้น ทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20±2 องศาเซลเซียส เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 2 ชั่วโมง ทำการนำชิ้น ทดสอบขึ้นมาพักไว้บนตะแกรงเป็นเวลา 5 นาที ชั่งเป็นมวลของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ และทำการหาค่าการการดูดซับน้ำ [43]

3) การพองตัว (มอก. 876 - 2547) ตัดชิ้น ทดสอบขนาด 5x5 เซนติเมตร จำนวน 8 ชิ้น จากนั้น ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนา และวัดความหนาของชิ้น ทดสอบเป็นความหนาก่อนแช่น้ำ และแช่ชิ้น ทดสอบในน้ำสะอาด ที่อุณหภูมิ 20±2 องศาเซลเซียส เมื่อแช่ชิ้น ทดสอบครบ 1 ชั่วโมง รีบนำชิ้น ทดสอบขึ้น มาซับน้ำ ที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาด แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ ปล่อยชิ้นทดสอบไว้อีก 1 ชั่วโมง นำชิ้น ทดสอบขึ้น มาวัดความหนาตามตำแหน่งเดิมเป็นความหนาหลังแช่น้ำ [43]

4) ความต้านทานแรงดัด (มอก. 876 - 2547) ตัดชิ้น ทดสอบขนาด 5x15 เซนติเมตร จำนวน 12 ชิ้น จากนั้น ทำการทดสอบโดยนำชิ้น ทดสอบวางบนแท่งรองรับซึ่งมีระยะห่างกัน 12 เซนติเมตร ให้ปลายชิ้น ทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละประมาณ 15 มิลลิเมตร ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้น ทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกดจนกระทั่งชิ้น ทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที ความเร็วในการกด 10 มิลลิเมตร/นาที [43]

5) มอดูลัสยืดหยุ่น

6) ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

7) ความยึดแน่นของผิวหน้า

8) สมบัติการเป็นฉนวนความร้อน หรือค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

9) การนำไปใช้งานจริง โดยติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยบนผนังจำลองอัตราส่วนที่เหมาะสมเทียบกับแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป ทั้งหมดใช้ความหนา เท่ากับ 6 มิลลิเมตร จากนั้นวัดอุณหภูมิห้องที่ผนังถูกบุด้วยแผ่นไม้อัดดังกล่าวด้วยเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้งทุกๆ 2 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 36 ชั่วโมง

**3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ**

1) โดยการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบ

2) วิเคราะห์ เปรียบเทียบระหว่างค่าสมบัติต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน กับแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลางปกติทั่วไป

3) หาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนจากการทดสอบ

4) วิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ การแก้ไข และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับการทดสอบในครั้งต่อไป

**3.6 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์และถ่ายทอดเทคโนโลยี**

1) รวบรวมข้อมูลการการเตรียมวัสดุ ผลการทดสอบ และผลวิเคราะห์

2) จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

3) จัดทำเอกสารและแผ่นพับประชาสัมพันธ์เผยแพร่/ส่งให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจทั่วไป

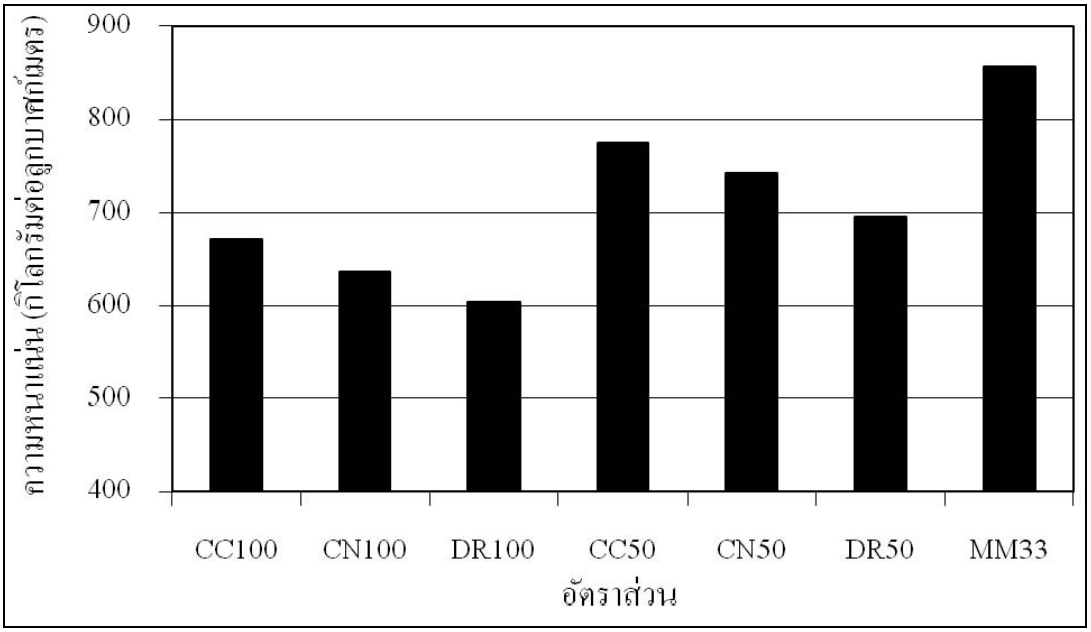
4) เขียนบทความวิจัยส่งลงในวารสารวิชาการต่างๆหรือร่วมเสนอผลงานในงานประชุมสัมมนาวิชาการต่างๆ

# บทที่ 4
# ผลการทดสอบ

จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนนั้น สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังต่อไปนี้

## 4.1 ความหนาแน่น

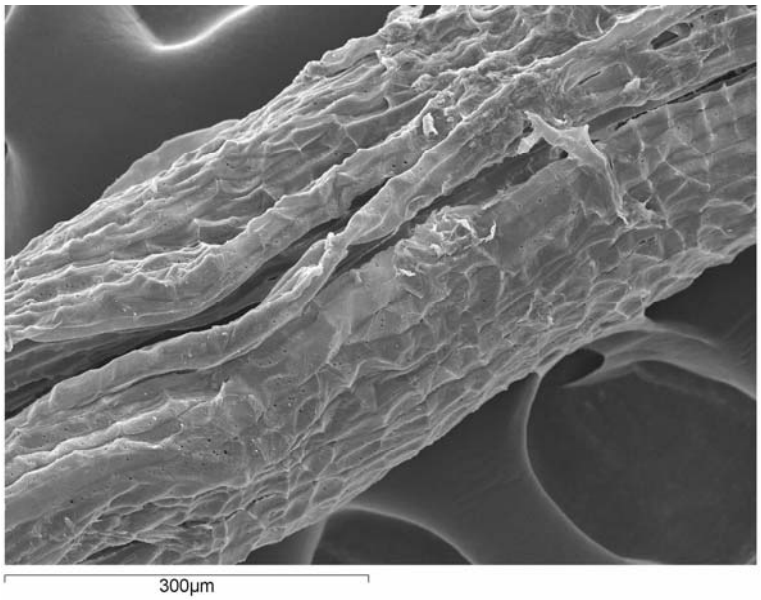
สำหรับความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.1



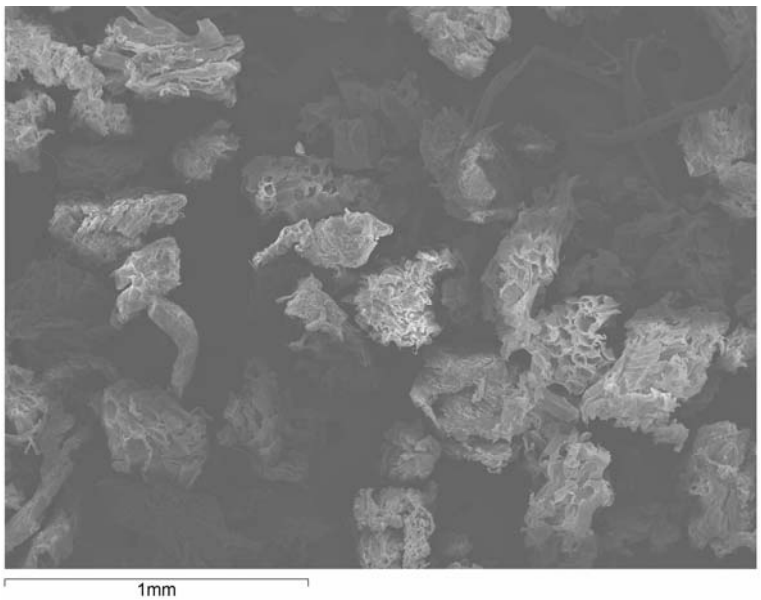

**รูปที่ 4.1** ความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.1 พบว่า ความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน มีความแตกต่างกัน โดยอัตราส่วน DR100 (เส้นใยเปลือกทุเรียนทั้งหมด) มีความหนาแน่นต่ำที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CN100 (เส้นใยต้นข้าวโพดทั้งหมด), CC100 (เส้นใยกากมะพร้าวทั้งหมด), DR50 (เส้นใยเปลือกทุเรียนเป็นส่วนใหญ่), CN50 (เส้นใยต้นข้าวโพดเป็นส่วนใหญ่), CC50 (เส้นใยกากมะพร้าวเป็นส่วนใหญ่), และ MM33 (เส้นใยทั้ง 3 ชนิด

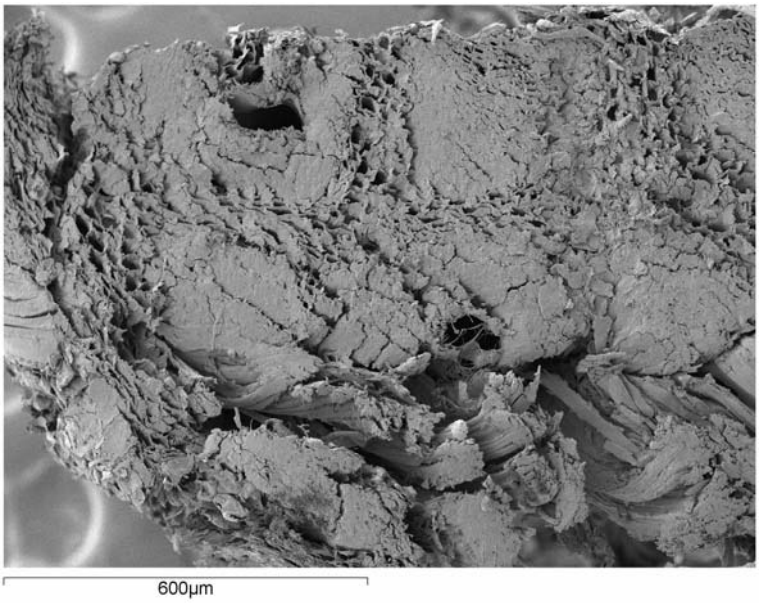
อย่างละเท่าๆ กัน) มีความหนาแน่นสูงที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากขนาดคละของเส้นใยที่ดี จะช่วยให้แผ่นใยชีวภาพอัดมีช่องว่างน้อย [54] ซึ่งเป็นผลมาจากรูปร่าง ลักษณะ และขนาดของเส้นใยที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 4.2 ถึง 4.4 ทั้งหมดนี้ทำให้แผ่นใยชีวภาพอัดที่ออกแบบมีความหนาแน่นอยู่ในช่วงที่มาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ [43] ที่กำหนดให้อยู่ระหว่าง 400 ถึง 900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร




**รูปที่ 4.2** ภาพขยายเส้นใยเปลือกทุเรียนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)



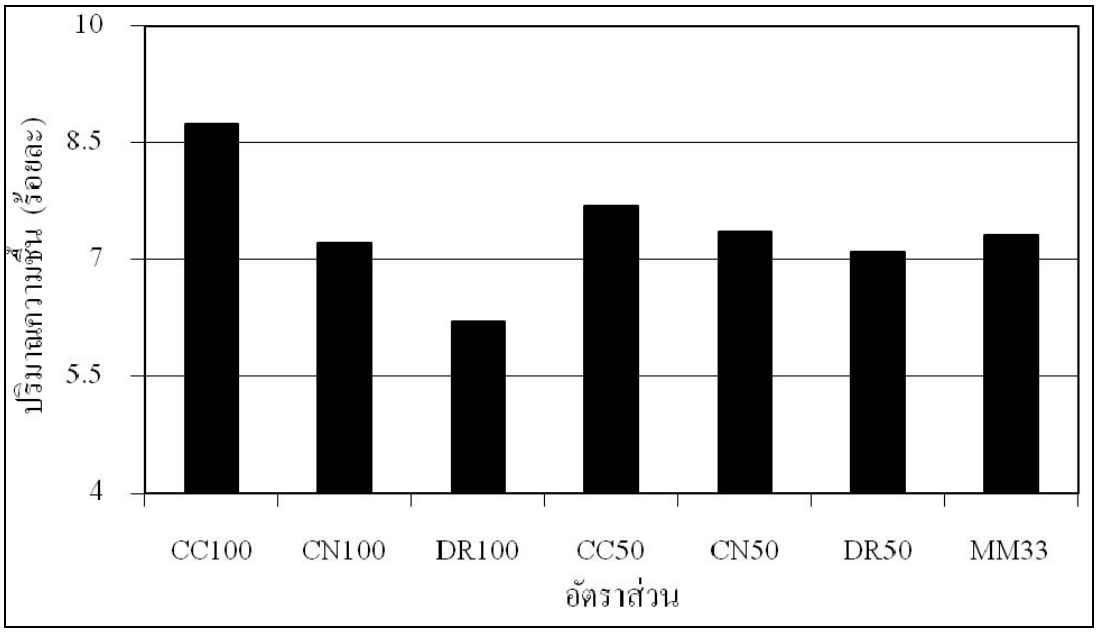

**รูปที่ 4.3** ภาพขยายกากมะพร้าวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)




**รูปที่ 4.4** ภาพขยายเส้นใยต้นข้าวโพดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)

**4.2 ปริมาณความชื้น**

แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน เป็นการอัดเส้นใยธรรมชาติร่วมกับกาวชนิดต่างๆ ให้ได้แผ่นใยชีวภาพอัดที่มีปริมาณความชื้นอยู่ภายใน ซึ่งจากการทดสอบสามารถสรุปปริมาณความชื้นแบ่งตามอัตราส่วนผสมได้ ดังรูปที่ 4.5

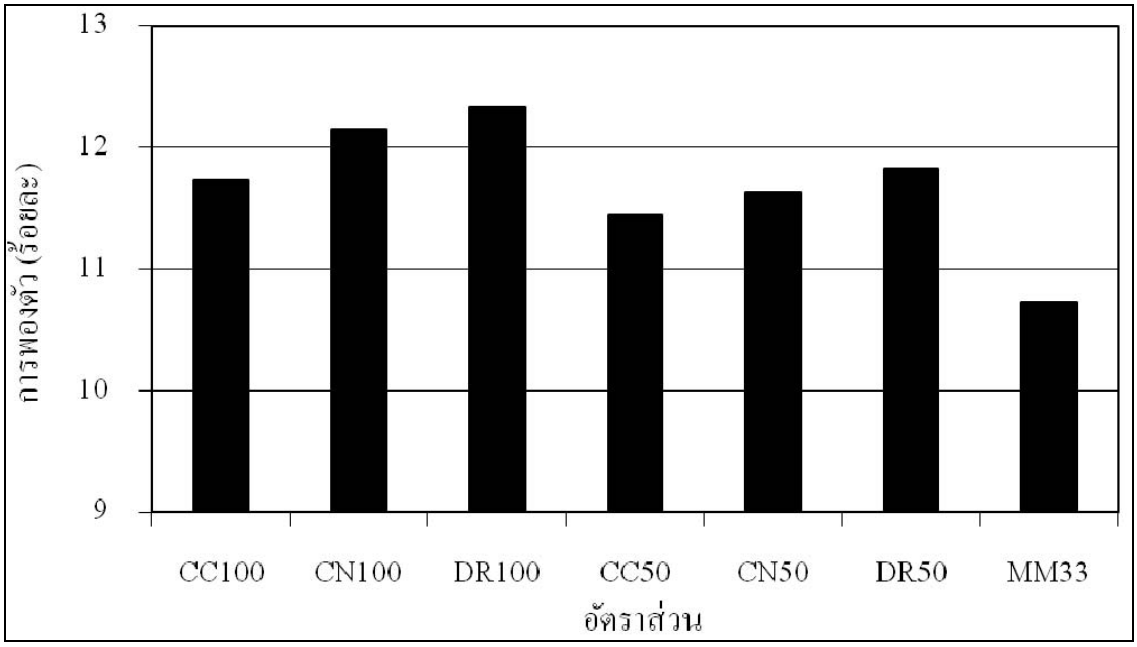



**รูปที่ 4.5** ปริมาณความชื้นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.5 พบว่า แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลาง ทั้งที่ผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน มีปริมาณความชื้นที่แตกต่างกัน โดยจะสังเกตได้ว่า แผ่นใยชีวภาพอัดที่มีความหนาแน่นมากก็จะมีผลต่อปริมาณความชื้นที่มากตามไปด้วย ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความชื้นที่อยู่ในเส้นใยหรือปริมาณของกาวที่ผสม เนื่องจากแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีความหนาแน่นมากจะมีปริมาณเส้นใยและกาวที่มาก และแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีปริมาณเส้นใยและกาวที่น้อยไปด้วย [49, 53] อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบผลการทดสอบความชื้นที่ได้ทั้งหมดกับมาตรฐาน มอก. 876-2547 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ [43] ที่กำหนดปริมาณความชื้นเฉลี่ย ต้องอยู่ในช่วง ร้อยละ 4 ถึง 13 นั้น จะเห็นได้ว่า ทุกอัตราส่วนมีความชื้นที่อยู่ในเกณฑ์ตามที่มาตรฐานกำหนดทั้งหมด

**4.3 การพองตัว**

จากการทดสอบการพองตัวของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 4.6



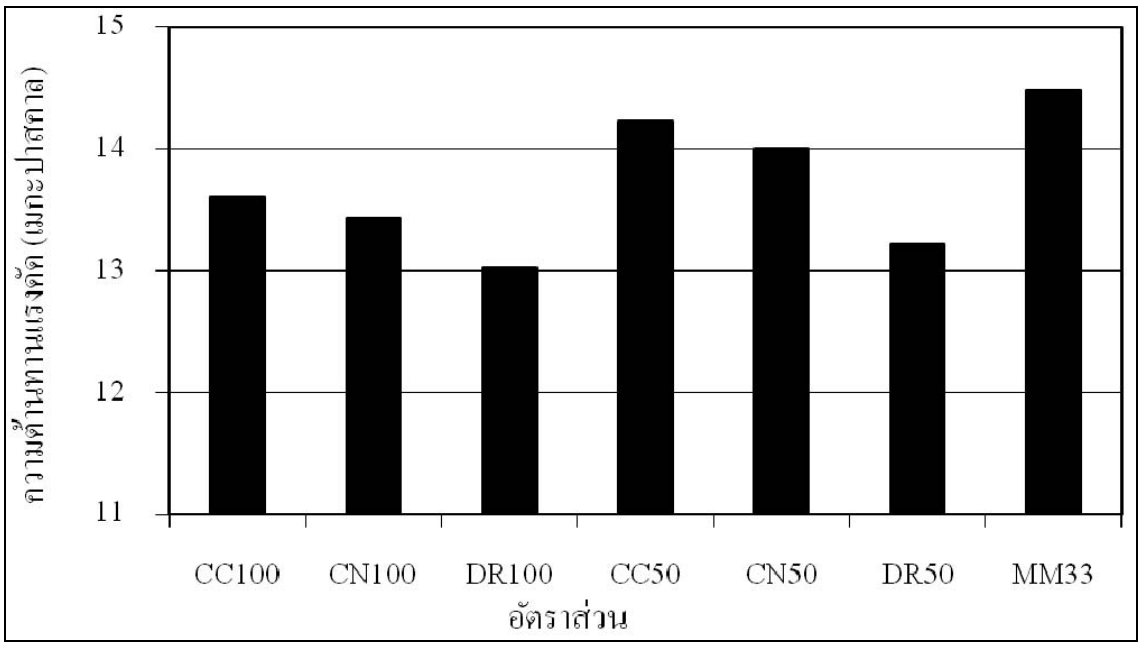

**รูปที่ 4.6** การพองตัวของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.6 พบว่า การพองตัวของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลาง ทั้งที่ผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบโดยการวัดความหนาก่อนและหลังการแช่น้ำว่า แผ่นใยชีวภาพอัดมีความหนาที่เปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด ซึ่งแผ่นใยชีวภาพอัดที่

อัตราส่วน MM33 มีการพองตัวน้อยที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CC50, CN50, CC100, DR50, CN100, และ DR100 เป็นอัตราส่วนที่มีการพองตัวมากที่สุด ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การพองตัวจะมีแนวโน้มที่ผกผันกับความหนาแน่น โดยอัตราส่วนที่มีความหนาแน่นสูงจะทำให้การพองตัวเกิดขึ้นน้อยกว่าอัตราส่วนที่มีความหนาแน่นต่ำ [48 – 49] และเมื่อเทียบผลการทดสอบกับมาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ [43] จะเห็นได้ว่า มีเพียงอัตราส่วน CN100 และ DR100 เท่านั้น ที่ไม่ผ่านมาตรฐาน โดยที่มาตรฐานดังกล่าวกำหนดให้แผ่นชิ้นไม้หนา 3 - 6 มิลลิเมตร จะต้องมีการพองตัวไม่เกินร้อยละ 12

**4.4 ความต้านทานแรงดัด**

ส่วนของการทดสอบความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ซึ่งเป็นสมบัติที่แสดงถึงความแข็งแรงของแผ่นใยชีวภาพอัดนั้น สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 4.7



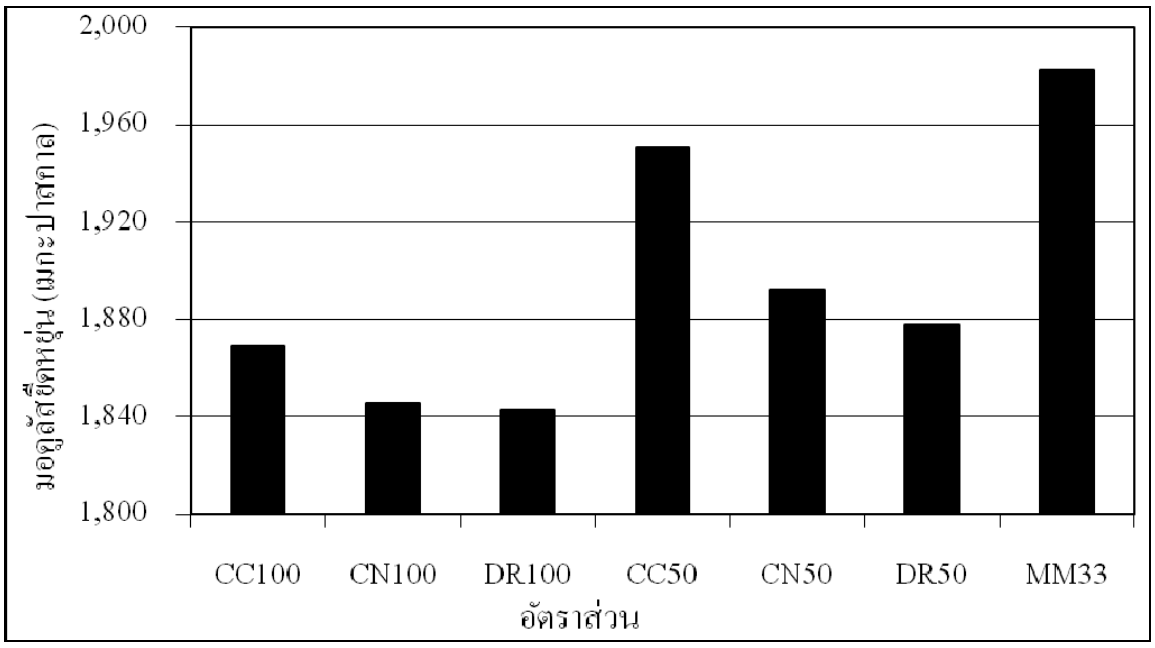

**รูปที่ 4.7** ความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.7 พบว่า ความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ทุกอัตราส่วนมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากความแข็งแรงเฉพาะตัวของเส้นใย รูปร่างลักษณะ ความสามารถในการยึดเหนี่ยวกันเป็นแผ่น และ

ความสามารถในการเรียงตัวของเส้นใยแต่ละชนิด [45, 55] นอกจากนี้ความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดที่สูงจะมีพื้นที่รับแรงมาก ทำให้สามารถรับแรงได้มาก แต่ถ้าความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดต่ำก็จะมีพื้นที่รับแรงน้อย และสามารถรับแรงได้น้อยตามไปด้วย [56] โดยอัตราส่วน MM33 มีความต้านทานแรงดัดสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CC50, CN50, CC100, CN100, DR50 และ DR100 เป็นอัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงดัดต่ำที่สุด ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับมาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่อง แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ [43] ที่กำหนดความต้านทานแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีความหนา 3 - 6 มิลลิเมตร ต้องไม่น้อยกว่า 15 MPa จะเห็นว่า อัตราส่วน MM33, CC50 และ CN50 สามารถผ่านตามที่มาตรฐานกำหนดได้

**4.5 มอดูลัสยืดหยุ่น**

จากการทดสอบเพื่อหาค่ามอดูลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนนั้น สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 4.8



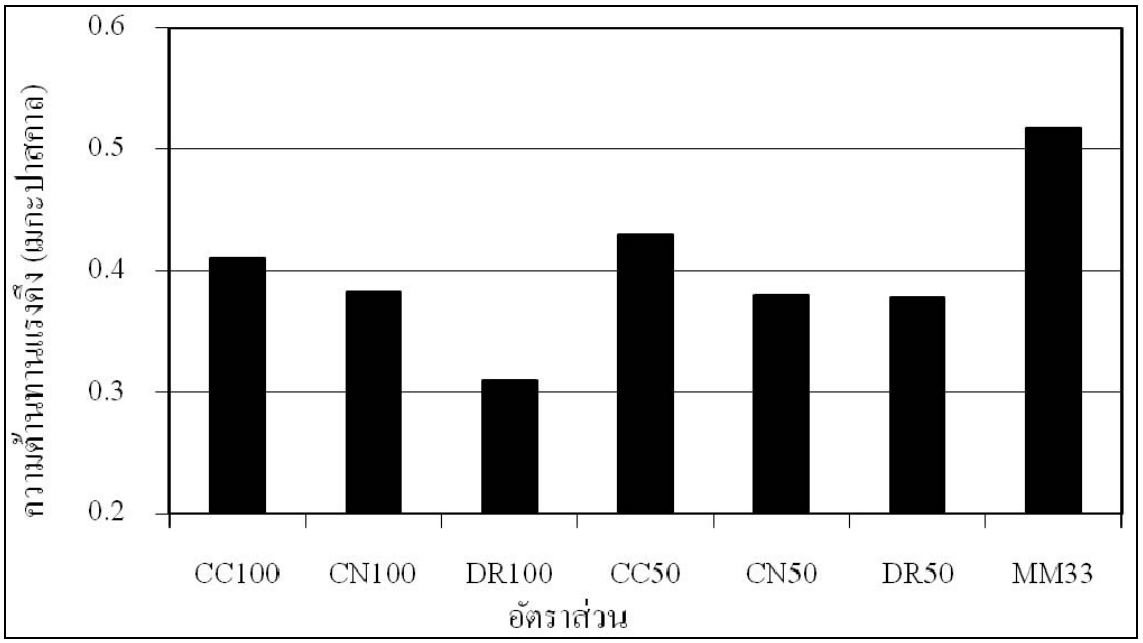

**รูปที่ 4.8** มอดูลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.8 พบว่า มอดูลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน มีความแตกต่างกัน ตามลักษณะของแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีวัสดุแตกต่างกัน [45, 55] โดยอัตราส่วน MM33 มีมอดูลัสยืดหยุ่นมากที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน

CC50, CN50, DR50, CC100, CN100, และ DR100 เป็นอัตราส่วนที่มีมอดูลัสความยืดหยุ่นน้อยที่สุดตามลำดับ อย่างไรก็ตามมีเพียงอัตราส่วน MM33 และ CC50 ที่มีค่ามอดูลัสยืดหยุ่น ไม่น้อยกว่า 1,950 MPa ซึ่งผ่านตามที่มาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ [43]

**4.6 ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า**

ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า หรือความต้านทานแรงดึงของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ทุกอัตราส่วนสามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.9



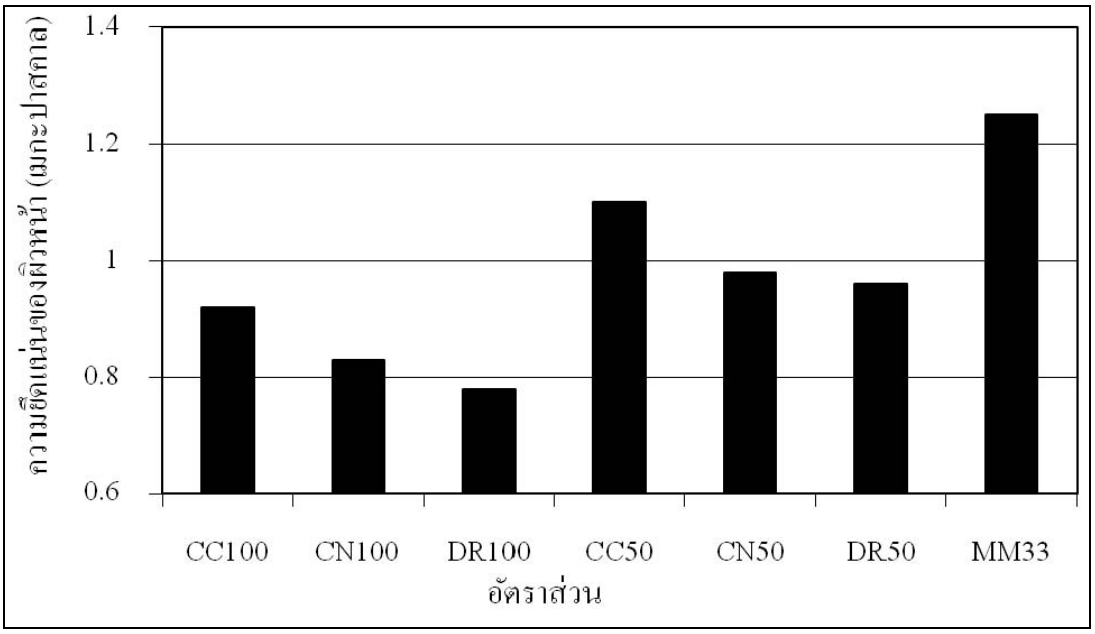

**รูปที่ 4.9** ความต้านทานแรงดึงของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.9 พบว่า การผสมและอัดเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ เส้นใยกากมะพร้าว, เส้นใยฟางข้าว, และเส้นใยเปลือกทุเรียน ในปริมาณต่างๆ เป็นแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลาง มีความต้านทานแรงดึงที่แตกต่างกัน ซึ่งผลการทดสอบที่ได้ อัตราส่วน MM33 มีความต้านทานแรงดึงสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CC50, CC100, CN100, CN50, DR50, และ DR100 เป็นอัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงดึงต่ำที่สุด ตามลำดับ ซึ่งผลมาจากความแข็งแรงของเส้นใยแต่ละชนิด เช่นเดียวกับความต้านทานแรงดัด ทั้งนี้อัตราส่วน MM33, CC50 และ CC100 สามารถผ่านตามที่มาตรฐาน มอก.876-

2547 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ กำหนด ซึ่งแผ่นชิ้นไม้อัด หนา 3 - 6 มิลลิเมตร จะต้องมีค่าความต้านทานแรงดึง ไม่น้อยกว่า 0.45 MPa [43] ได้

**4.7 ความยึดแน่นของผิวหน้า**

นอกจากความต้านทานแรงดัด ความต้านทานแรงดึง และมอดูลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน จะแสดงถึงความแข็งแรงของแผ่นใยชีวภาพอัดแล้ว ความยึดแน่นของผิวหน้าก็มีผลอย่างมากเช่นเดียวกัน ซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 4.10

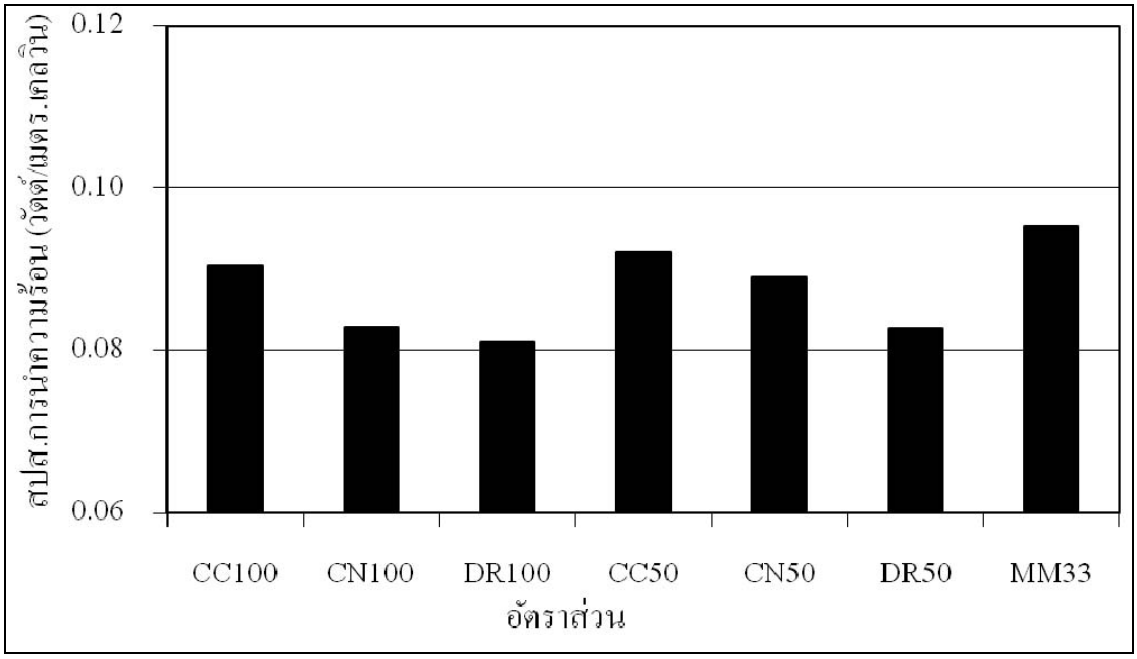



**รูปที่ 4.10** ความยึดแน่นของผิวหน้าของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.10 พบว่า ความยึดแน่นของผิวหน้าของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ตามมาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ ซึ่งกำหนดให้แผ่นชิ้นไม้อัด หนา 3 - 6 มิลลิเมตร ไม่น้อยกว่า 0.8 MPa [43] นั้น มีความแตกต่างกัน โดยอัตราส่วน MM33 มีความยึดแน่นของผิวหน้าสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CC55, CN50, DR50, CC100, CN100, และ DR100 มีความยึดแน่นของผิวหน้าต่ำที่สุด ตามลำดับ เป็นผลมาจากความแข็งแรงของเส้นใยและความแน่นของเนื้อแผ่นใยชีวภาพที่อัด [45, 55 – 56] ทั้งนี้มีเพียงอัตราส่วน DR100 เท่านั้น ที่มีความยึดแน่นของผิวหน้าไม่ผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด

**4.8 สมบัติการเป็นฉนวนความร้อน**

การทดสอบสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนสามารถวัดได้จากค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่าต่ำแสดงว่า แผ่นใยชีวภาพอัดดังกล่าวมีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่าสูงแสดงว่า แผ่นใยชีวภาพอัดมีการนำความร้อนที่ดี หรือไม่มีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ทั้งนี้จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 4.11




**รูปที่ 4.11** สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ที่อัตราส่วนต่างๆ

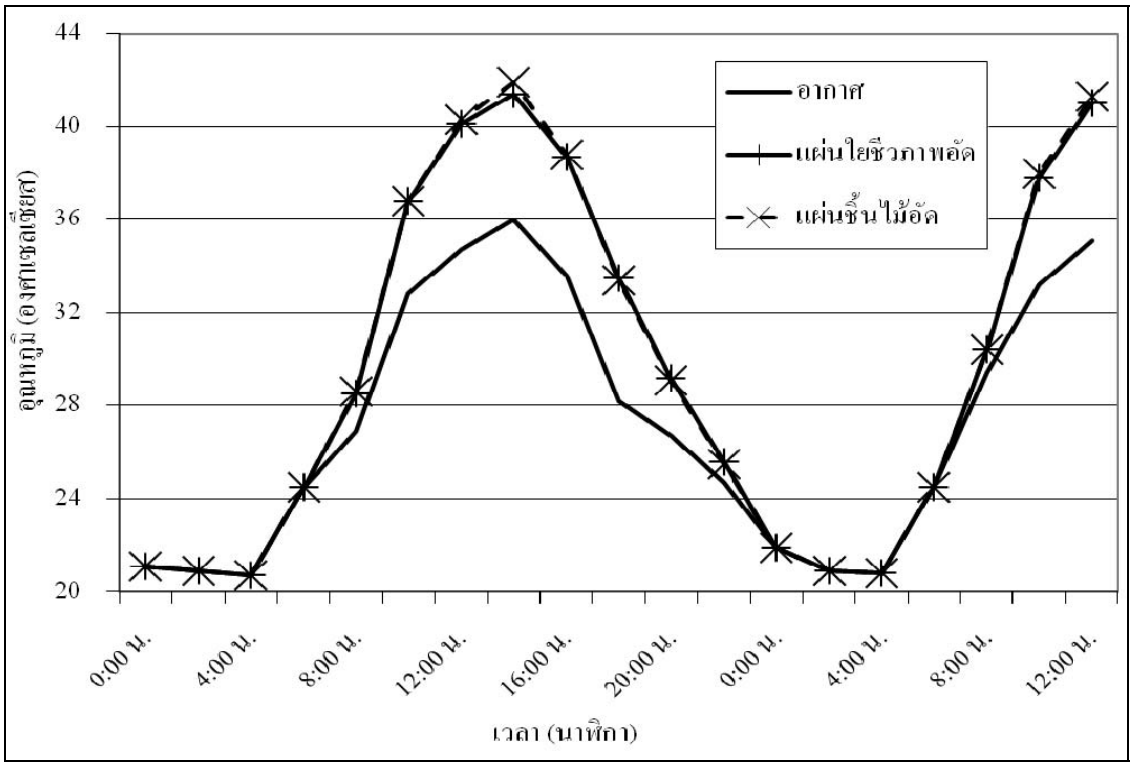
จากรูปที่ 4.11 พบว่า แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำทั้งหมด โดยส่วนใหญ่ของแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำก็จะมีความหนาแน่นต่ำ และแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูงก็จะมีความหนาแน่นสูงเช่นเดียวกัน [57] ทั้งนี้อัตราส่วน DR100 เป็นอัตราส่วนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน DR50, CN100, CN50, CC100, CC50, และ MM33 เป็นอัตราส่วนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูงที่สุด

**4.9 การนำไปใช้งานจริง**

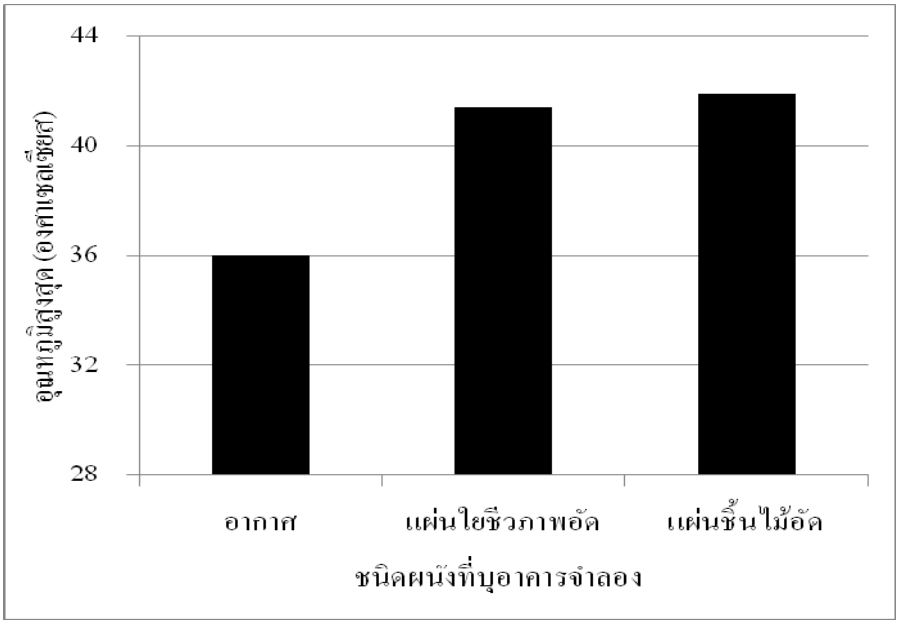
เมื่อการนำแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยอัตราส่วนที่เหมาะสมไปใช้งานจริง โดยติดตั้งบนผนังของอาคารจำลอง เพื่อเทียบกับแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป สามารถสรุปผลของอุณหภูมิห้องที่ผนังถูกบุด้วยแผ่นไม้อัดดังกล่าวได้ ดังรูปที่ 4.12 ถึง 4.16

**รูปที่ 4.12** อาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยอัตราส่วน CC50 และแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป

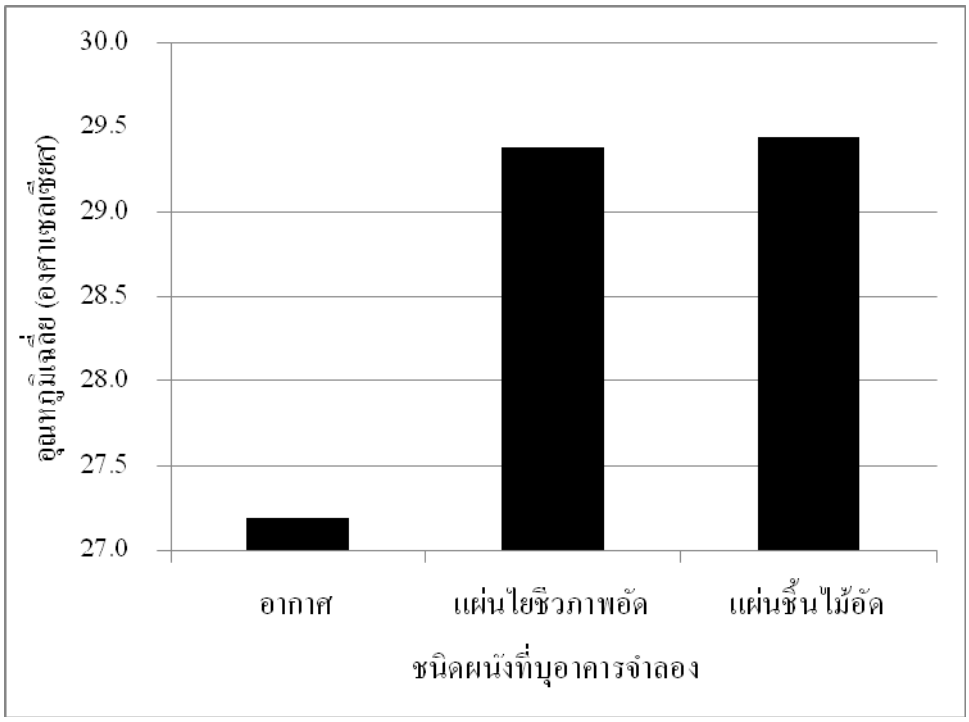
**รูปที่ 4.13** แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยอัตราส่วน CC50 ที่ติดตั้งบนผนังด้านใน เพื่อเทียบกับแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป




**รูปที่ 4.14** อุณหภูมิภายในอาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยอัตราส่วน CC50 และแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป




**รูปที่ 4.15** อุณหภูมิสูงสุดภายในอาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยอัตราส่วน CC50 และแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป




**รูปที่ 4.16** อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยอัตราส่วน CC50 และแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป

จากรูปที่ 4.12 ถึง 4.16 พบว่า อุณหภูมิภายในอาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางที่ผสมเส้นใยในอัตราส่วน CC50 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ผ่านตามมาตรฐานและมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ เทียบกับแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไปนั้น มีค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่อาคารจำลองที่ผนังด้านในมีการติดตั้งแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบทั่วไป โดยเฉพาะในช่วงที่อุณหภูมิสูงที่สุดของวัน เนื่องจากแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางดังกล่าวมีความเป็นฉนวนที่ดีกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดทั่วไป

# บทที่ 5
# สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนในอัตราส่วนต่างๆ นั้น สามารถสรุปผลและข้อเสนอแนะได้ ดังต่อไปนี้

## 5.1 สรุปผล

จากการศึกษาการใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

- ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น, ปริมาณความชื้น, และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ พบว่า มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ เมื่อแผ่นใยชีวภาพอัดมีความหนาแน่นที่สูง จะทำให้มีปริมาณความชื้นมาก แต่จะมีการพองตัวเมื่อแช่น้ำต่ำ และแผ่นใยชีวภาพอัดมีความหนาแน่นที่ต่ำ จะมีปริมาณความชื้นน้อย และจะมีการพองตัวเมื่อแช่น้ำสูง ส่วนชนิดของเส้นใยทั้ง 3 ชนิด คือ กากมะพร้าว, ต้นข้าวโพด, และเปลือกทุเรียน ก็มีผลต่อสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกันตามรูปร่าง ลักษณะ และความสามารถในการเรียงตัวเป็นแผ่นใยชีวภาพอัดของเส้นใยแต่ละชนิด

- ผลการทดสอบสมบัติทางกล ได้แก่ ความต้านทานแรงดัด มอดูลัสยืดหยุ่น ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความยึดแน่นของผิวหน้า พบว่า ความแข็งแรงเฉพาะตัวของเส้นใย รูปร่าง ลักษณะ ความสามารถในการยึดเหนี่ยวกันเป็นแผ่น และความสามารถในการเรียงตัวของเส้นใยแต่ละชนิด มีผลต่อสมบัติทางกลของแผ่นใยชีวภาพอัดค่อนข้างมาก ซึ่งสามารถสังเกตความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกล ได้จากความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดที่สูงจะทำให้แผ่นใยชีวภาพอัดมีสมบัติทางกลที่ดีกว่าแผ่นใยชีวภาพอัดที่มีความหนาแน่นต่ำ

- ผลการทดสอบสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน พบว่า แผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ทั้งหมดมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำมาก โดยมีค่าต่ำกว่าอิฐมวลเบา จึงสามารถใช้แผ่นใยชีวภาพอัดในการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดี ทั้งนี้เป็นผลมาจากความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดที่ต่ำ และลักษณะเฉพาะตัวของเส้นใยธรรมชาติที่มีสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีกว่าวัสดุจำพวกคอนกรีตหรือวัสดุก่อสร้างชนิดอื่นๆ อีกหลายชนิด

ดังนั้นอัตราส่วนที่ได้จากการศึกษาการใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง ที่ผ่านตาม มาตรฐาน มอก.876-2547

เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ ได้แก่ อัตราส่วน MM33 และ CC50 ซึ่งเหมาะสำหรับนำไปปรับปรุงเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ต่อไป

**5.2 ข้อเสนอแนะ**

สำหรับข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อนำไปปรับปรุงการทำวิจัย ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำวิจัยในครั้งต่อไป มีดังนี้

- ลักษณะและรูปร่างของเส้นใยที่มีขนาดที่แตกต่างกันมีผลในการขึ้นรูปกล่าวคือ หากมีลักษณะของเส้นใยที่ขนาดเล็กมาก เช่น ฝุ่นผง ที่มีปริมาณมากๆ จะทำให้การอัดขึ้นรูปได้ไม่ดี ควรทำการคัดขนาดไม่ให้วัสดุประเภท ฝุ่นผง ดังกล่าวให้มีการปะปนขณะทำการอัดขึ้นรูปให้น้อยที่สุด

- ควรศึกษาชนิดและปริมาณสารยึดติดที่นำมาใช้หลายๆ ชนิดด้วยกัน เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน

- ศึกษาถึงความแตกต่างของสมบัติต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเติมแต่งชนิดและปริมาณต่างๆ รวมทั้งอาจมีการวิจัยสารเคลือบผิวแผ่นใยชีวภาพอัด เพื่อป้องกันการดูดซึมน้ำ และการพองตัวได้

# บรรณานุกรม


[1] กรุงเทพธุรกิจ Bizweek. 2550. **โลก "ตื่น"...รับมือหายนะโลกร้อน**. ฉบับวันจันทร์ ที่ 23 เมษายน 2550. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.oknation.net/blog/bizblog/2007/04/23/entry-1

[2] จดหมายข่าว สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2551. **ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเส้นทางบรรเทาภาวะโลกร้อน.** ฉบับที่ 1 ปี 2551.

[3] บัญชา แสงหิรัญ. 2549. **สภาวะโลกร้อน (Global Warming) : บทบาทของสถาบันการศึกษา.**

[4] Dicaprio, L., Petersen, L. C., Castleberg, C. & Gerber, B. (Producer). 2008. **The 11th hour: Turn mankind's darkest hour into its finest** [Motion Picture]. Burbank. CA: Warner Independent Pictures.

[5] ขวัญชัย กุลสันติธำรงค์. 2549**. สภาวะโลกร้อน: สัญญาณเตือนภัยจากธรรมชาติก่อนที่โลกจะถึงกาลอวสาน**. 37-43.

[6] ดาณุภา ไชยพรธรรม. 2550. **โลกร้อน สัญญาณแห่งหายนะ**. กรุงเทพฯ : เคล็ดไทย.

[7] ประชาชาติธุรกิจ. 2550. ไทยระอุ "โลกร้อน" วิกฤตแล้งถล่มอีสาน 22 ล้านไร่. **ประชาชาติธุรกิจ.** ฉบับวันที่ 16-18 เมษายน 2550. หน้า 1, 17.

[8] สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์. 2550. ประชุมภาวะโลกร้อนที่บาหลี "ไปไม่ถึงดวงดาว" อีกตามเคย. **สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์**. ฉบับวันที่ 14-20 ธันวาคม 2550. หน้า 12, 27.

[9] สุวัฒน์ เทพอารักษ์. การแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามแนวพระราชดำริ. **สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์**. ฉบับวันที่ 30 พฤศจิกายน – 6 ธันวาคม 2550. หน้า 12-13.

[10] อภิชา สืบสามัคคี. 2551. **โลกร้อน : ปรากฏการณ์ธรรมชาติเข้าขั้นวิกฤติ?.** กรุงเทพฯ : มายิก.

[11] อัศวิน น้อยสุวรรณ และคณะ. 2548. คอนกรีตผสมแกลบ. **ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[12] Thai Educational Portal. 2550. **เปิดรายงานยูเอ็น "ไทย" ปล่อยก๊าซโลกร้อนเร็วอันดับ 2 ในโลก.** วันที่ 9 ธันวาคม 2550. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://blog. eduzones.com/kmitl/1526?page2=5 &page=

[13] โชติชัย สุวรรณาภรณ์. **ผลกระทบของ Climate Change ต่อระบบเศรษฐกิจไทย**, หนังสือพิมพ์ โพสต์ทูเดย์ : การเงิน (มองรอบด้าน) ฉบับวันศุกร์ที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 หน้า A18

[14] Lawrence Livermore NationalLaboratory. 2009. **ปลูกต้นไม้ช่วยลดภาวะโลกร้อนได้จริงหรือ?**, global warming. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.sema.go.th/files/Content/science/k4/0029/Global%20warming/p15.html

[15] กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2536. อุตสาหกรรมไม้อัด. **วัฏจักรอุตสาหกรรม 3**. ฉบับที่ 114 ส.ค.35. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. หน้า 22-33.

[16] วรธรรม อุ่นจิตติชัย สำนักวิจัยและการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. 2548. โลกเกษตร: เส้นทางของเศษฟางข้าว...วัสดุทดแทนไม้ที่มีอนาคต. **หนังสือพิมพ์เดลินิวส์**.

[17] ธวัช จิรายุส. 2547. **ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ**.สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

[18] กรมป่าไม้. 2530. **ข้อมูลด้านวัตถุดิบสำหรับโรงงานเยื่อกระดาษ**. 18 น.

[19] กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. 2530. **การใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส**. 18 น.

[20] เพ็งปรีชา ฉรงค์. 2551. **มันสำปะหลัง: วัสดุเส้นใยแหล่งใหม่**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. 17 น.

[21] ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง , อุปวิทย์ สุวคันธกุล, และสุดใจ เหง้าสีไพร. 2550. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุผสม สำหรับคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย และเส้นใยมะพร้าว. **วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา**. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2550. หน้า 77-87.

[22] สถาบันคลังสมองของชาติ. 2548. **Policy Brief**. ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 ประจำเดือนพฤศจิกายน 2548.

[23] ประชาชาติธุรกิจ. 2550. 2550 ปีทองการส่งออก "ข้าวโพด" ไทย. **ประชาชาติธุรกิจ**. ฉบับวันที่ 16 พฤศจิกายน 2549.

[24] ข่าวกรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. **สถานการณ์ข้าวโพดหวาน**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.doae.go.th/plant/sweetcorn/index.htm.

[25] อานุภาพ นุ่นสง. 2551. **ข้าวโพดซีพีรุกป่า จับตาวิกฤตความมั่นคงทางอาหาร.** สำนักข่าวประชาธรรม. 28 เมษายน 2551.

[26] กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. 2539. **การส่งออกข้าวโพดหวานแช่แข็งและกระป๋อง**. รวบรวมโดยฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร.

[27] กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. 2539. **การส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนสดและกระป๋อง.** รวบรวมโดยฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร.

[28] จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. 2539. **ข้าวโพดและเศษเหลือจากข้าวโพดเป็นอาหารสัตว์.** กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 35 หน้า.

[29] จินดา สนิทวงศ์ฯ และอุเทน รุ่งเรือง. 2534. การใช้ต้นและเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหลักในโคกำลังรีดนม. **วารสารเกษตร**. 95-105.

[30] กรมการค้าภายใน. 2550. **ผลิตทางการเกษตร ปี 2551.** 8 พฤษภาคม 2550.

[31] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. **ทุเรียน: ผลพยากรณ์การผลิต ปี 2551 รายจังหวัด**. ฉบับวันที่ 7 ธันวาคม 2550.

[32] สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร. 2551. **สรุปสถานการณ์สินค้าเกษตร เดือนมิถุนายนและแนวโน้ม กรกฎาคม 2551.** ฉบับเดือนมิถุนายน 2551.

[33] กฤษณา ศิรเลิศมุกุล. 2551. **เซลลูโลสจากเปลือกทุเรียน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.material.chula.ac.th/ Radio47/September/radio9-4.htm

[34] สุนันท์ พงษสามารถ และคณะ. 2532. การศึกษาสารคาร์โบไฮเดรทจากเปลือกทุเรียนในการเตรียมผลิตภัณฑ์ยาและอาหาร. **รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภช**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[35] Browning, B.L. 1990. Wood Chemistry. In K.Wbritt (ed.). **Handbook of pulp and paper technology**. New york : Van Nostrand reinhold Co.. pp. 3-9.

[36] ทิพาวรรณ รักษ์วงศ์ และคณะ. 2532. การศึกษาเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านเปลือกทุเรียนผสมกับกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ. **บทคัดย่อปัญหาพิเศษ 2545-46**. สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[37] สุนันท์ พงษสามารถ และคณะ. 2532. การศึกษาสารคาร์โบไฮเดรทจากเปลือกทุเรียนในการเตรียมผลิตภัณฑ์ยาและอาหาร. **รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภช**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[38] สำนักส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (สสอ.). 2550. **ฉนวนความร้อน.** กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www2.dede.go.th/dede/homesafe/book /acc.htm.

[39] วันทนา เพ็รชรัตน์. 2533. ไม้อัดซีเมนต์. **อุตสาหกรรมสาร**. ฉบับประจำเดือนพฤษภาคม 2533. ศูนย์บริการข้ออุตสาหกรรมมูลชนบท กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[40] ณรงค์ เพ็งปรีชา. 2517. **กาวสำหรับงานไม้**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

[41] กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2533. แผ่นใยไม้อัดแข็ง. **อุตสาหกรรมสาร**. ฉบับประจำเดือนพฤษภาคม 2533. ศูนย์บริการข้ออุตสาหกรรมมูลชนบท กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[42] วรธรรม อุ่นจิตติชัย. 2547. เมื่อสารพัดเศษวัสดุเหลือทิ้งกลายร่างเป็น (เสมือน). **นวัตกรรม**. ปีที่ 5 ฉบับ 17 มีนาคม 2547. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

[43] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547)**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[44] ประชุม คำพุฒ. 2550. **มอร์ต้าร์มวลเบาผสมเส้นใยจากเปลือกทุเรียน**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[45] วรธรรม อุ่นจิตติชัย และคณะ. 2547. **ผลกระทบของไม้วัตถุดิบต่อการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

[46] ในฝัน แว่วสอ. 2547. **การผลิตวัสดุติดผนังภายในด้วยวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[47] พงศ์วิทย์ ลิมป์พิศุทธ์. 2547. **การศึกษาการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากต้นไมยราบยักษ์**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[48] วรธรรม อุ่นจิตติชัย. 2546. **การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยและเศษไม้สัก**.

[49] ภาวดี เมธะคานนท์. 2548. **สมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดผลิตจากกาวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม**. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.

[50] ธวัท รอบรู้. 2547. **การศึกษาคุณภาพของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดซึ่งผลิตจากต้นยาสูบ**. เทคโนโลยีศิลปอุตสาหกรรม (ก่อสร้างและงานไม้). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[51] อาคม ปาสีโล. 2550. **การศึกษาสมบัติปาร์ติเกิลบอร์ดที่ทำจากฟางข้าวและแกลบ**. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 3.

[52] กิตติเดช แก้วฉา. 2547. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากใบยางพารา.** กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

[53] ชีวารัตน์ ม่วงพัฒน์. 2550. **เส้นใยธรรมชาติสำหรับวัสดุผนังอาคาร**. คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[54] วิจิตรา เจริญชัย. 2543. การศึกษาการใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นวัสดุเสริมแรงในโพลีโพรพิลีน. **วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต**. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[55] Bledzki, A.K. and Gassan, J.. 1999. Composites Reinforced with Cellulose based Fibers. **Progress in Polymer Science**. Vol.24. pp.221-274.

[56] 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.

[57] กิตติศักดิ์ บัวศรี. 2544. การผลิตแผ่นฉนวนป้องกันความร้อนจากฟางข้าว. **วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต**. สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

# ภาคผนวก

**ตารางที่ 1** ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

| **อัตราส่วน** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **เฉลี่ย** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CC100 | 678 | 684 | 691 | 698 | 705 | 644 | 651 | 658 | 664 | 637 | 671 |
| CN100 | 649 | 642 | 617 | 668 | 623 | 661 | 630 | 655 | 604 | 611 | 636 |
| DR100 | 585 | 597 | 609 | 591 | 633 | 627 | 573 | 621 | 615 | 579 | 603 |
| CC50 | 805 | 813 | 766 | 782 | 789 | 797 | 751 | 743 | 735 | 759 | 774 |
| CN50 | 764 | 720 | 757 | 779 | 749 | 735 | 712 | 772 | 727 | 705 | 742 |
| DR50 | 723 | 681 | 716 | 674 | 688 | 702 | 709 | 667 | 660 | 730 | 695 |
| MM33 | 839 | 890 | 822 | 873 | 813 | 899 | 865 | 847 | 882 | 830 | 856 |

**ตารางที่ 2** ผลการทดสอบปริมาณความชื้นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน (ร้อยละ)

| อัตราส่วน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CC100 | 8.48 | 8.57 | 9.18 | 9.09 | 8.65 | 8.83 | 8.39 | 8.91 | 8.30 | 9.00 | 8.74 |
| CN100 | 7.14 | 7.43 | 7.07 | 7.57 | 6.85 | 7.35 | 7.50 | 7.28 | 6.92 | 6.99 | 7.21 |
| DR100 | 5.90 | 6.40 | 6.52 | 6.09 | 6.33 | 6.02 | 6.46 | 6.15 | 5.96 | 6.27 | 6.21 |
| CC50 | 7.46 | 7.38 | 7.84 | 7.77 | 7.31 | 8.00 | 7.92 | 8.07 | 7.54 | 7.61 | 7.69 |
| CN50 | 7.07 | 7.65 | 7.43 | 7.73 | 7.21 | 7.58 | 7.29 | 7.14 | 6.99 | 7.51 | 7.36 |
| DR50 | 7.23 | 6.81 | 7.02 | 6.88 | 6.74 | 7.37 | 7.16 | 6.95 | 7.44 | 7.30 | 7.09 |
| MM33 | 7.38 | 7.24 | 6.94 | 7.46 | 7.53 | 7.16 | 7.68 | 7.60 | 7.09 | 7.02 | 7.31 |

**ตารางที่ 3** ผลการทดสอบการพองตัวของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน (ร้อยละ)

| อัตราส่วน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CC100 | 12.08 | 12.20 | 11.96 | 12.32 | 11.14 | 11.38 | 11.61 | 11.26 | 11.50 | 11.85 | 11.73 |
| CN100 | 11.78 | 12.75 | 12.26 | 11.90 | 11.65 | 12.02 | 11.53 | 12.63 | 12.50 | 12.38 | 12.14 |
| DR100 | 12.45 | 12.08 | 12.21 | 12.95 | 11.84 | 11.71 | 12.58 | 12.82 | 12.70 | 11.96 | 12.33 |
| CC50 | 11.33 | 11.55 | 12.01 | 11.67 | 11.21 | 11.10 | 10.87 | 11.78 | 10.98 | 11.90 | 11.44 |
| CN50 | 11.86 | 12.21 | 11.28 | 11.75 | 11.05 | 11.16 | 11.40 | 11.51 | 12.10 | 11.98 | 11.63 |
| DR50 | 12.17 | 11.47 | 11.58 | 11.70 | 12.41 | 12.06 | 11.23 | 11.94 | 11.35 | 12.29 | 11.82 |
| MM33 | 10.29 | 10.93 | 11.15 | 10.18 | 10.40 | 10.83 | 11.04 | 11.26 | 10.61 | 10.51 | 10.72 |

**ตารางที่ 4** ผลการทดสอบความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน (เมกะปาสคาล)

| อัตราส่วน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CC100 | 13.34 | 13.75 | 14.02 | 14.15 | 13.88 | 14.29 | 13.47 | 13.07 | 12.93 | 13.20 | 13.61 |
| CN100 | 13.83 | 13.70 | 13.03 | 14.10 | 13.56 | 13.16 | 12.76 | 13.97 | 12.89 | 13.30 | 13.43 |
| DR100 | 13.41 | 12.63 | 13.15 | 12.76 | 12.89 | 13.67 | 13.28 | 13.54 | 12.50 | 12.37 | 13.02 |
| CC50 | 13.66 | 14.80 | 14.09 | 14.37 | 14.94 | 14.51 | 13.52 | 14.66 | 13.95 | 13.80 | 14.23 |
| CN50 | 14.57 | 14.43 | 14.29 | 14.71 | 13.59 | 14.15 | 13.73 | 13.87 | 13.31 | 13.45 | 14.01 |
| DR50 | 12.69 | 13.75 | 13.62 | 12.82 | 12.96 | 13.09 | 12.56 | 13.35 | 13.88 | 13.48 | 13.22 |
| MM33 | 14.34 | 14.19 | 13.90 | 14.77 | 15.06 | 13.76 | 14.91 | 15.20 | 14.05 | 14.62 | 14.48 |

**ตารางที่ 5** ผลการทดสอบมอดูลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน (เมกะปาสคาล)

| อัตราส่วน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CC100 | 1886.99 | 1816.22 | 1833.91 | 1957.77 | 1851.61 | 1922.38 | 1798.53 | 1940.07 | 1780.84 | 1904.69 | 1869.30 |
| CN100 | 1880.82 | 1828.44 | 1898.28 | 1810.98 | 1758.61 | 1793.52 | 1915.74 | 1933.20 | 1776.06 | 1863.36 | 1845.90 |
| DR100 | 1790.32 | 1755.47 | 1894.88 | 1929.73 | 1877.45 | 1860.03 | 1912.30 | 1807.75 | 1772.90 | 1825.17 | 1842.60 |
| CC50 | 2024.90 | 1895.40 | 1876.90 | 1987.90 | 1858.41 | 1932.40 | 2006.40 | 1969.40 | 1913.90 | 2043.40 | 1950.90 |
| CN50 | 1945.86 | 1820.42 | 1963.78 | 1910.02 | 1856.26 | 1927.94 | 1874.18 | 1981.71 | 1802.50 | 1838.34 | 1892.10 |
| DR50 | 1948.70 | 1913.15 | 1806.50 | 1859.82 | 1788.72 | 1930.93 | 1895.38 | 1824.27 | 1966.48 | 1842.05 | 1877.60 |
| MM33 | 1944.75 | 2001.22 | 1963.58 | 1888.28 | 2038.87 | 1907.10 | 2076.52 | 2020.05 | 1925.93 | 2057.70 | 1982.40 |

**ตารางที่ 6** ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน (เมกะปาสคาล)

| **อัตราส่วน** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **เฉลี่ย** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CC100 | 0.43 | 0.40 | 0.41 | 0.42 | 0.40 | 0.43 | 0.39 | 0.41 | 0.39 | 0.42 | 0.410 |
| CN100 | 0.38 | 0.38 | 0.36 | 0.39 | 0.39 | 0.40 | 0.37 | 0.39 | 0.40 | 0.37 | 0.383 |
| DR100 | 0.33 | 0.29 | 0.32 | 0.31 | 0.32 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.32 | 0.31 | 0.310 |
| CC50 | 0.44 | 0.42 | 0.41 | 0.45 | 0.41 | 0.43 | 0.42 | 0.45 | 0.44 | 0.43 | 0.430 |
| CN50 | 0.38 | 0.36 | 0.37 | 0.37 | 0.40 | 0.40 | 0.36 | 0.39 | 0.38 | 0.39 | 0.380 |
| DR50 | 0.37 | 0.39 | 0.36 | 0.37 | 0.36 | 0.37 | 0.40 | 0.39 | 0.38 | 0.39 | 0.378 |
| MM33 | 0.49 | 0.52 | 0.53 | 0.54 | 0.51 | 0.53 | 0.50 | 0.51 | 0.54 | 0.50 | 0.517 |

**ตารางที่ 7** ผลการทดสอบความยึดแน่นของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน (เมกะปาสคาล)

| อัตราส่วน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CC100 | 0.90 | 0.96 | 0.88 | 0.95 | 0.97 | 0.89 | 0.87 | 0.93 | 0.91 | 0.94 | 0.92 |
| CN100 | 0.85 | 0.87 | 0.86 | 0.81 | 0.81 | 0.82 | 0.80 | 0.85 | 0.79 | 0.84 | 0.83 |
| DR100 | 0.80 | 0.76 | 0.81 | 0.79 | 0.82 | 0.74 | 0.75 | 0.76 | 0.80 | 0.77 | 0.78 |
| CC50 | 1.06 | 1.11 | 1.13 | 1.09 | 1.12 | 1.07 | 1.08 | 1.14 | 1.05 | 1.16 | 1.10 |
| CN50 | 1.02 | 1.03 | 0.97 | 1.00 | 0.99 | 0.94 | 0.93 | 1.01 | 0.96 | 0.95 | 0.98 |
| DR50 | 0.92 | 0.93 | 0.97 | 0.99 | 0.95 | 0.98 | 1.01 | 1.00 | 0.91 | 0.94 | 0.96 |
| MM33 | 1.24 | 1.28 | 1.31 | 1.20 | 1.19 | 1.26 | 1.21 | 1.23 | 1.29 | 1.30 | 1.25 |

**ตารางที่ 8** ผลการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นใยชีวภาพอัดความหนาแน่นปานกลางผสมเส้นใยจากกากมะพร้าว ต้นข้าวโพด และเปลือกทุเรียน

(วัตต์/เมตร.เคลวิน)

| อัตราส่วน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CC100 | 0.0887 | 0.0914 | 0.0932 | 0.0941 | 0.0923 | 0.0950 | 0.0896 | 0.0869 | 0.0860 | 0.0878 | 0.0905 |
| CN100 | 0.0854 | 0.0846 | 0.0804 | 0.0870 | 0.0837 | 0.0812 | 0.0788 | 0.0862 | 0.0796 | 0.0821 | 0.0829 |
| DR100 | 0.0834 | 0.0786 | 0.0818 | 0.0794 | 0.0802 | 0.0851 | 0.0826 | 0.0842 | 0.0778 | 0.0770 | 0.0810 |
| CC50 | 0.0884 | 0.0958 | 0.0912 | 0.0930 | 0.0967 | 0.0939 | 0.0875 | 0.0949 | 0.0903 | 0.0893 | 0.0921 |
| CN50 | 0.0926 | 0.0917 | 0.0908 | 0.0935 | 0.0863 | 0.0899 | 0.0872 | 0.0881 | 0.0846 | 0.0854 | 0.0890 |
| DR50 | 0.0794 | 0.0860 | 0.0852 | 0.0802 | 0.0810 | 0.0819 | 0.0786 | 0.0835 | 0.0868 | 0.0844 | 0.0827 |
| MM33 | 0.0943 | 0.0934 | 0.0915 | 0.0972 | 0.0991 | 0.0905 | 0.0982 | 0.1001 | 0.0924 | 0.0963 | 0.0953 |

**ตารางที่ 9** ผลการทดสอบอุณหภูมิอาคารจำลองจากการใช้งานจริง

(องศาเซลเซียส)

| ช่วงเวลา | เวลา (นาฬิกา) | อากาศ | แผ่นใยชีวภาพอัด CC50 | แผ่นชิ้นไม้อัด |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0:00 | 21.10 | 21.30 | 21.30 |
| 2 | 2:00 | 20.90 | 20.90 | 20.90 |
| 3 | 4:00 | 20.70 | 20.70 | 20.70 |
| 4 | 6:00 | 24.50 | 24.50 | 24.50 |
| 5 | 8:00 | 26.90 | 28.50 | 28.60 |
| 6 | 10:00 | 32.80 | 36.80 | 36.80 |
| 7 | 12:00 | 34.70 | 40.10 | 40.30 |
| 8 | 14:00 | 36.00 | 41.40 | 41.90 |
| 9 | 16:00 | 33.60 | 38.70 | 38.80 |
| 10 | 18:00 | 28.20 | 33.50 | 33.40 |
| 11 | 20:00 | 26.70 | 29.20 | 29.10 |
| 12 | 22:00 | 24.70 | 25.60 | 25.50 |
| 13 | 0:00 | 21.90 | 22.20 | 22.20 |
| 14 | 2:00 | 20.90 | 20.90 | 20.90 |
| 15 | 4:00 | 20.80 | 20.80 | 20.80 |
| 16 | 6:00 | 24.50 | 24.50 | 24.50 |
| 17 | 8:00 | 29.40 | 30.40 | 30.40 |
| 18 | 10:00 | 33.20 | 37.80 | 38.00 |
| 19 | 12:00 | 35.10 | 41.00 | 41.30 |
| เฉลี่ย | | 27.19 | 29.41 | 29.47 |