-3 ก.ย. 2562

รายงานวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

Feasibility Study on the Production of Thermal Insulating Sheet from Bagasse

มูนีเราะห์ มะสาแม

อัซมา หลงมิหนา

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2561

ใบรับรองงานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่องงานวิจัย การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย
Feasibility Study on the Production of Thermal Insulating Sheet from Bagasse

ชื่อผู้ทำงานวิจัย มูนีเราะห์ มะสาแม และอัซมา หลงมิหนา

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์นัดดา โปดำ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.พลพัฒน์ รวมเจริญ)

.....ประธานกรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร.สิริพร ทิรักวิสิฐศักดิ์)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์กมลนาวิน อินทนูจิตร)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์นัดดา โปดำ)

.....กรรมการสอบ
(ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.พลพัฒน์ รวมเจริญ)

.....ประธานหลักสูตร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุมัติ เดชนะ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อวันที่ 2 ม.ค. 2561 เดือน.....พ.ศ. .....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่อเรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

ชื่อผู้ทำงานวิจัย นางสาวมูนีเราะห์ มะสาแม รหัสนักศึกษา 564232021
นางสาวอัซมา หลงมิหนา รหัสนักศึกษา 564232041

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์นัดดา โปดำ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พลพัฒน์ รวมเจริญ

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

สถาบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ที่อัตราส่วนชานอ้อยต่อวัสดุประสาน 50:50 40:60 30:70 และ 20:80 พบว่า ลักษณะทั่วไปของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนที่อัตราส่วน 40:60 และอัตราส่วน 30:70 มีความเรียบเสมอกันตลอดทั้งแผ่น ขอบตั้งได้ฉากกับระนาบผิวการทดสอบ เมื่อนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) พบว่าที่อัตราส่วน 40:60 ค่าความหนาแน่น 415.60 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และการพองตัวตามความหนาร้อยละ 7.21 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) ส่วนที่อัตราส่วน 30:70 ค่าการพองตัวตามความหนาร้อยละ 9.76 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) สำหรับค่าการนำความร้อนของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ที่อัตราส่วน 40:60 และ 30:70 มีค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.13 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน และ 0.11 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนของแผ่นไม้อัดวัสดุตามท้องตลาดมีค่าการนำความร้อนอยู่ที่ 0.123 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน จะเห็นได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกันกับแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ทั้ง 2 อัตราส่วน เมื่อพิจารณาลักษณะทั่วไป และคุณสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล พบว่า อัตราส่วน 40:60 มีคุณสมบัติที่ดีกว่าอัตราส่วน 30:70 ผลจากงานวิจัยนี้แสดงว่ามีความเป็นไปได้ในการนำชานอ้อยมาผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อน นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและได้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เลขทะเบียน 114253
เลขเรียกหนังสือ

Title Feasibility Study on the Production of Thermal Insulating Sheet from Bagasse

Authors Miss Mooneeroh Masamae Student Code 564232021

Miss Assama Hlongmina Student Code 564232041

Advisor Miss Nadda Podam

Co-advisor Assistant Professor Dr. Polphat Ruamcharoen

Bachelor of Science Environmental Science

Institute Songkhla Rajabhat University

Academic year 2018

Abstract

The study of insulation compression sheet production from bagasse with the ratios of bagasse to adhesive of 50:50, 40:60, 30:70 and 20:80 showed that the general properties of insulation compression bagasse sheets with the ratios of 40:60 and 30:70 gave the smooth sheets and the perpendicular skin plane. The mechanical properties of sheets with the ratio of 40:60 showed the density of 415.60 kg/m^3 and the thickness swelling of 7.21% statisfying the standard criterion of flatbed plywood (TIS 876-2547). The ratio of 30:70 gave the thickness swelling of 9.76% which also passed the standard criterion of flatbed plywood (TIS 876-2547). The thermal conductivities of the insulation compression bagasse sheets with the ratio of 40:60 and 30:70 are equal to 0.13 W/m K and 0.11 W/m K respectively. Is is comparable to the thermal conductivity of market plywood that is equal to 0.123 W/m K. Hence, it is possible to produce insulating sheet from bagasse with the ratio of 40:60. It is help increase the added value of agricultural waste and possibility to produce the environmental friendly products.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณอาจารย์นัดดา โปดำ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พลพัฒน์ รวมเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ที่กรุณาเสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวทาง และตรวจสอบแก้ไขข้อพกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและคณะกรรมการสอบวิจัย ที่กรุณาช่วยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขข้อพกพร่องต่าง ๆ จนงานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณเฉลียว วิจิตรเวชการ ที่ให้ความอนุเคราะห์ชานอ้อยในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณสอแหละ บางูสัน เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และคุณวรรณฤดี หมื่นผล เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโปรแกรมวิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย คำแนะนำในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและมีส่วนช่วยเหลือผลงานวิจัยในครั้งนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นแรงบันดาลใจและให้กำลังใจในการต่อสู้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ในระหว่างการทำวิจัยนี้มาตลอด

มูนีเราะห์ มะสาแม

อัซมา หลงมิหนา

ธันวาคม 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 สมมติฐาน	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ฉนวนกันความร้อน	4
2.2 ไม้อัด	6
2.3 เส้นใย	8
2.4 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับชานอ้อย	11
2.5 วัสดุประสาน	13
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย	
3.1 กรอบแนวคิด	18
3.2 ขอบเขตการวิจัย	19
3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	19

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	20
3.5 ขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย	21
3.6 การทดสอบสมบัติของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อน	22
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย	
4.1 ลักษณะทั่วไปของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย	28
4.2 การทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล	29
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	36
5.2 ข้อเสนอแนะ	37
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบเสนอโครงร่างวิจัย	ผก-1
ภาคผนวก ข ภาพประกอบการดำเนินการวิจัย	ผข-1
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	ผค-1
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547)	ผง-1
ภาคผนวก จ ประวัติผู้วิจัย	ผจ-1

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	3
2.4-1 องค์ประกอบทางเคมีของชานอ้อย	12
2.6-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
4.2-1 สรุปผลการทดสอบแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยที่อัตราส่วน 40:60 และ 30:70	35

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.4-1 ต้นอ้อย	11
2.5-1 โครงสร้างกาวลาเท็กซ์	14
3.1-1 กรอบแนวคิดในการศึกษา	18
3.4-1 การเตรียมชานอ้อย	20
3.5-1 การผสมชานอ้อยกับวัสดุประสาน	21
3.5-2 การขึ้นรูปแผ่นอัด	21
3.5-3 การตัดแต่งชิ้นทดสอบ	21
3.6-1 การทดสอบความหนาแน่น	23
3.6-2 การทดสอบการพองตัวตามความหนา	24
3.6-3 การทดสอบการนำความร้อน	25
3.6-4 การทดสอบค่าความต้านแรงดัด	26
4.1-1 ลักษณะทั่วไปของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย	28
4.2-1 ค่าการทดสอบความหนาแน่น	29
4.2-2 ค่าการทดสอบความชื้น	30
4.2-3 ค่าการทดสอบการพองตัวตามความหนา	31
4.2-4 ค่าการทดสอบค่าการนำความร้อน	32
4.2-5 ค่าการทดสอบความต้านแรงดัด	33
4.2-6 ค่าการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่น	34

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศเขตร้อนชื้น จึงมีสภาพอากาศร้อนเกือบทั้งปี ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ประเทศไทยต้องสูญเสียพลังงานกับการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ทั้งพัดลม เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 27,346 เมกะวัตต์

ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทำให้มีการนิยมใช้ฉนวนกันความร้อนกันมากขึ้น ฉนวนกันความร้อนที่นิยมใช้ คือ ฉนวนเส้นใยสังเคราะห์ แต่เนื่องจากวัสดุฉนวนส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศและวัสดุส่วนใหญ่ทำจากเส้นใยสังเคราะห์ จึงเกิดปัญหาเกี่ยวกับความปลอดภัยด้านสุขภาพของคนงานที่ผลิตและผู้บริโภคที่นำมาใช้งาน ประเทศไทยเป็นประเทศอุตสาหกรรมแต่รายได้หลักที่เกิดจากการส่งออกยังอยู่ที่ภาคการเกษตร ในแต่ละปีประเทศไทยจะมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก แต่ยังมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอีกมากที่ต้องเผาทำลาย โดยไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ (โรสลีนา จาราแว, 2559) จากปัญหาดังกล่าว ปัจจุบันรัฐบาลได้ส่งเสริมให้มีการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ วัสดุเหลือใช้จากการเกษตรเหล่านี้ เช่น อ้อย ซึ่งอ้อยเป็น 1 ใน 5 ของพืชเศรษฐกิจหลักสำคัญของประเทศไทย (ประชาชาติธุรกิจ, 2559) และอ้อยยังเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมน้ำตาล จากกระบวนการแปรรูปของอุตสาหกรรมน้ำตาล ทำให้มีเศษชานอ้อยเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ซึ่งชานอ้อยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ ส่วนผสมของปุ๋ยหมัก วัตถุคลุมดินเพื่อรักษาความชื้นของดิน และนำมาเป็นเชื้อเพลิงไฟฟ้า (กลุ่มสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย, 2558) นอกจากนี้ชานอ้อยยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ได้อีกด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของวัสดุเหลือใช้ จึงได้มีแนวคิดที่จะทำแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ซึ่งชานอ้อย มีเซลลูโลส เฮมิเซลูโลส และลิกนินสูงกว่าวัสดุชนิดอื่น ๆ ทั้ง 3 องค์ประกอบนี้ ยังช่วยให้แผ่นอัดมีความหนาแน่นที่ดี อุ้มน้ำได้ดี และทำให้แผ่นอัดมีความแข็งแรง นอกจากนี้ชานอ้อยสามารถย่อยสลายได้ง่ายตามธรรมชาติ ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และยังสามารถลดปริมาณของเสียโดยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย
2. เพื่อทดสอบสมบัติของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น อัตราส่วนชานอ้อยต่อวัสดุประสาน (กาวลาเท็กซ์ (TOA)) (50:50, 40:60, 30:70 และ 20:80)

ตัวแปรตาม 1) สมบัติทางกายภาพ (ความหนาแน่น ความชื้น การพองตัวตามความหนา และการนำความร้อน)
2) สมบัติเชิงกล (ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น)

ตัวแปรควบคุม ขนาดของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อน 15×15×1 เซนติเมตร

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ชานอ้อย (bagasse) หมายถึง ส่วนของลำต้นอ้อยที่ผ่านการหีบเอาน้ำอ้อยหรือน้ำตาลออกแล้ว (ฉันท์ทิพ คำนวณทิพย์ และมนทิพย์ ล้อสุริยนต์, 2552)

แผ่นอัด (compression) หมายถึง การรวมไม้หลาย ๆ ชนิดเข้าด้วยกันหรือทำจากไม้ชนิดเดียวกัน แล้วนำมาอัดติดกันโดยใช้กาวเป็นวัสดุประสาน (ดาแนล มาลินี และมูฮัมหมัดไซดี มูสอ, 2552)

ฉนวนกันความร้อน (insulation) หมายถึง วัตถุหรือวัสดุที่มีความสามารถในการสกัดกั้นความร้อนไม่ให้ส่งผ่านจากด้านใดด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ง่าย (สืบศิริ แซ่ลี้ และศักดิ์ชาย สิกขา, 2555)

การอัดขึ้นรูปร้อน (hot extrusion) หมายถึง กระบวนการขึ้นรูปวัสดุแผ่นประกอบ โดยใช้กาวเป็นตัวประสาน และใช้เครื่องอัดร้อนแบบไฮโดรลิคในการอัด (สืบศิริ แซ่ลี้ และศักดิ์ชาย สิกขา, 2555)

1.5 สมมติฐาน

ชานอ้อยสามารถนำมาผลิตเป็นแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนได้ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) และเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนกับวัสดุในท้องตลาด

1.6 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทำให้ทราบอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

1.6.2 เพื่อเพิ่มวัสดุทางเลือกในอุตสาหกรรมการผลิต

1.6.3 เพื่อเพิ่มมูลค่าให้วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมและการเกษตร

1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การศึกษานี้มีระยะเวลาดำเนินการระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2561 สำหรับแผนการดำเนินงานตลอดโครงการแสดงไว้ใน **ตารางที่ 1.7-1**

ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2559		2560										2561											
	พ.ย.	ธ.ค.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร	—	—																				
สอบโครงร่างวิจัย		▲																				
การทดลองในห้องปฏิบัติการ						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
สอบรายงานความก้าวหน้าทางวิจัย														▲								
วิเคราะห์และสรุปผล														—	—							
สอบจบและแก้ไขเล่มวิจัย														▲	—	—	—	—	—	—	—	—
ส่งเล่มวิจัยฉบับสมบูรณ์																						—

หมายเหตุ: มกราคม-เมษายน 2560 เป็นช่วงของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

* ▲ คือ ช่วงดำเนินการสอบวิจัย

— คือ ระยะเวลาในการทำวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฉนวนกันความร้อน

วัสดุที่สามารถสกัดกั้นความร้อนไม่ให้ส่งผ่านไปยังส่วนอื่น ๆ โดยมีลักษณะเบา ประกอบด้วยฟองอากาศเล็ก ๆ จำนวนมากซึ่งมีคุณสมบัติสกัดกั้นความร้อนให้อยู่ในฟองอากาศ จึงไม่นำพาความร้อนไปยังส่วนอื่น ๆ ในด้านการใช้ประโยชน์ สามารถนำมาใช้เป็นฝ้าเพดาน เพื่อลดความร้อนของแสงอาทิตย์ไม่ให้ส่งผ่านเข้ามาในบ้านได้ง่าย นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในด้านอื่น ๆ ได้อีกด้วย เช่น กล่องทิชชู ชั้นวางของ กรอบรูป เป็นต้น (โรสลีนา จาราแว, 2559)

2.1.1 การนำความร้อน

เกิดจากการเคลื่อนที่ของพลังงานระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกัน วัสดุจะมีการนำความร้อนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโครงสร้างของโมเลกุล วัสดุที่มีความหนาแน่นมากจะนำความร้อนได้มาก วัสดุโลหะ เช่น อลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง เป็นตัวนำความร้อนที่ดี วัสดุในธรรมชาติ เช่น ไม้ จะมีค่าการนำความร้อนน้อยกว่าโลหะ อากาศหรือก๊าซชนิดต่าง ๆ จะนำความร้อนได้ต่ำที่สุด อากาศจึงเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี ความสามารถในการนำความร้อนจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ คุณสมบัติของวัสดุ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิววัสดุ ความหนาวัสดุ พื้นที่สัมผัสโดยตรงกับความร้อน ช่วงเวลาที่สัมผัส เป็นต้น

ค่าการนำความร้อน หน่วยเป็น W/mK หรือ BTU/ft^2.h.°F คือ การถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านสสารในความหนา ช่วงเวลา พื้นที่ และอุณหภูมิที่ต่างกัน ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนใช้ในการวัดค่าการนำความร้อนของวัสดุ (โรสลีนา จาราแว, 2559)

2.1.2 คุณสมบัติของฉนวนกันความร้อน

ฉนวนความร้อนจะต้องเลือกใช้ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงาน และตามชนิดของฉนวน ซึ่งคุณสมบัติที่ดีนั้นพิจารณาได้ดังนี้ (สมเจตน์ พัชรพันธ์, 2550)

1) ควรมีน้ำหนักเบา
2) มีค่าสภาพการนำความร้อนต่ำ
3) มีความคงทนต่อแรงดึงและแรงอัดได้ดี
4) มีอัตราการดูดซับความชื้นที่ต่ำ
5) สามารถต้านการกัดกร่อนได้ดีโดยเฉพาะทางเคมี

6) มีความคงตัวสูง เปลี่ยนรูปได้ยาก

2.1.3 ชนิดของฉนวนกันความร้อน

1) อะลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium foil) เป็นแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมที่ถูกทำให้หนาขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนและรังสียูวี มีความเหนียวคงทนไม่ขาดง่าย

2) โฟมโพลียูริเทน (polyurethane) เป็นวัสดุป้องกันความร้อน-เย็น รั่วซึม และลดเสียงดังได้ดี โดยโครงสร้างเป็นเซลล์ปิด (closed cell) มีช่องอากาศเป็นโพรง เรียกว่า Air Gap เป็นจำนวนมาก มีคุสมบัติในการนำความร้อนต่ำ

3) ฉนวนใยแก้ว (microfiber) ประกอบด้วยเส้นใยไฟเบอร์เล็ก ๆ มีประสิทธิภาพทนความร้อนสูง จึงสามารถช่วยลดปริมาณความร้อนที่จะผ่านเข้าสู่ตัวอาคารได้มาก นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติกันเสียงรบกวนได้ จึงช่วยให้ไม่รบกวนในยามฝนตก รวมถึงสามารถป้องกันความชื้นสูง มีความยืดหยุ่นได้ดีเมื่อถูกกดทับจะสามารถคืนตัวได้เร็ว มีน้ำหนักเบา ทนทาน ไม่เสื่อมสภาพ และป้องกันแมลงหรือเชื้อราได้

4) ฉนวนใยหิน (mineral wool) ฉนวนใยหินผลิตจากการหลอมหินที่อุณหภูมิมากกว่า 1000 องศาเซลเซียส แล้วปั่นเป็นเส้นใยของหิน มีคุณสมบัติไม่ติดไฟ ดูดซับเสียงได้เป็นอย่างดี ไม่ดูดซับน้ำ จึงทำให้ไม่ขึ้นราและยากต่อการผุพัง

5) ฉนวนใยเซลลูโลส (cellulose) ใยเซลลูโลสเป็นฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากการนำไม้หรือกระดาษที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง โดยการแผ่และดึงให้กระจายออก นอกจากนี้เซลลูโลสยังใช้เป็นฉนวนป้องกันเสียงได้เป็นอย่างดี

6) แคลเซียมซิลิเกต (calcium Silicate) เป็นฉนวนที่เหมาะกับงานอุตสาหกรรมที่ใช้อุณหภูมิสูง คุณสมบัติ ไม่ทำให้เกิดการสันดาป ป้องกันไฟ ไม่มีสารพิษ และเส้นใยสังเคราะห์ calcium silicate เกิดจากความร้อนค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นวัสดุที่แข็งแรงทนทาน นิยมนำไปใช้ในการหุ้มท่อและภาชนะในกระบวนการทางอุตสาหกรรมที่มีอุณหภูมิสูงและจำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีความทนต่อแรงอัดสูงอีกด้วย

7) เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) เป็นฉนวนกันความร้อนแบบเทบรรจุเข้าไปในบล๊อคหรือโพรงผนัง ถ้านำไปผสมกับปูนซีเมนต์หรือทราย ก็จะเป็นคอนกรีตเวอร์มิคูไลท์ที่มีสภาพการนำความร้อนต่ำกว่าคอนกรีตปกติถึง 10 เท่า สามารถหล่อเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ ทนไฟ

8) เซรามิคโค้ดติ้ง (ceramic coating) เป็นฉนวนป้องกันรังสีความร้อน ceramic coating มีส่วนผสมของอิมัลชั่นบิทุเมนเหลว เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยโพลีเอสเตอร์, สารอะครีลิคโพลิเมอร์เรซิ่น และไททาเนียมไดอ๊อกไซด์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการด้านทานรังสีอัลต้าไวโอเลต ช่วยป้องกันรักษาหลังคาและผนังอาคารให้มีอายุทนทานยาวนาน

2.1.4 ประโยชน์การใช้งานของฉนวนกันความร้อน

ฉนวนกันความร้อนมีประโยชน์ในการใช้งานหลากหลาย ขึ้นอยู่กับประเภทและชนิดของฉนวนกันความร้อน (โรสลีนา จาราแว, 2559)

1) มีการนำความร้อนต่ำจึงมีประสิทธิภาพในการต้านทานความร้อนสูง และสามารถสะท้อนความร้อนได้ถึง 95% ทำให้ลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารได้มาก

2) มีค่าความยืดหยุ่นดี เมื่อถูกกดทับสามารถคืนตัวได้เร็ว มีความหนาสม่ำเสมอได้มาตรฐาน มีน้ำหนักเบา ทนทานต่อแรงดึง ไม่ฉีกขาดง่ายคืนตัวได้ดีเมื่อได้รับแรงกด จึงสะดวกต่อการติดตั้งกับวัสดุหลังคาทุกประเภท ทั้งหลังคาเก่าและหลังคาใหม่

3) ป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอกอาคาร เช่น เวลาฝนตกกระทบหลังคาและเสียงที่เกิดในอาคารไม่ให้เกิดเสียงรบกวนคนภายใน

4) ป้องกันความชื้นสูงและเลือกใช้ความหนาที่เหมาะสม จะไม่ให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำจากความแตกต่างของอุณหภูมิของอาคารปรับอากาศ

5) ทนต่อสภาวะอากาศได้ดี

6) เป็นวัสดุที่ไม่เสื่อมสภาพ ไม่เป็นอาหารของสัตว์ แมลง และเชื้อรา จึงคงความเป็นฉนวนได้ยาวนาน

2.2 ไม้อัด

การนำไม้มาอัดรวมกัน โดยใช้กาวเป็นวัสดุประสาน นำไปผ่านการอัดด้วยความร้อน เพื่อทำให้ไม้อัดเป็นเนื้อเดียวกันและจะทำให้แผ่นไม้อัดมีความหนาแน่นสูง (ดาแนล มาลินี และมูฮัมหมัดไซดี มูสอ, 2556)

2.2.1 ชนิดของไม้อัด สามารถแบ่งได้ดังนี้

1) ไม้บางไม้อัด (veneer & plywood) เป็นการนำไม้มาปอก (peeling) หรือฝาน (slicing) แล้วนำไม้บาง ๆ มาทากาว เรียงประกบเป็นชั้น ๆ โดยให้แนวเสี้ยนของไม้บางแต่ละชั้นเรียงตั้งฉากกับไม้บางชั้นถัดไป เป็นที่นิยมใช้สำหรับการก่อสร้าง เนื่องจากแผ่นกว้าง ใหญ่ น้ำหนักเบา

2) แผ่นไม้ประกอบ (composite board) เป็นการใช้เศษไม้ปลายไม้ที่เหลือจากโรงเลื่อย หรือไม้จากสวนป่า ผลิตโดยเทคโนโลยีง่ายๆ คือ

2.1) แผ่นไม้ปาร์เก (parquet & mosaic parquet) นำเศษไม้มาตัด ซอยปรับสภาวะความชื้น เรียงชิ้นไม้ในแบบ ประกอบเป็นแผ่นแล้วใช้กระดาษหรือตาข่ายกาวปิดทับ

2.2) แผ่นไม้ประสาน (laminate board) นำเศษไม้มาตัด ซอยให้ได้ขนาด ใช้การต่อปลายแบบนิ้วประสาน (finger joint) แล้วทากาวด้านข้างต่อกันเป็นแผ่น

3) แผ่นชิ้นไม้อัด (particleboard) ใช้เศษไม้ปลายไม้มาทำเป็นชิ้นเกล็ดไม้ แล้วอัดให้เป็นแผ่นโดยใช้กาวเป็นวัสดุประสานให้ติดกัน ภายใต้ความร้อนและแรงอัด ข้อดี คือ ใช้ทดแทนไม้อัดได้ เนื่องจากราคาถูกกว่า

4) แผ่นใยไม้อัด (fiberboard) ใช้ไม้หรือพืชเกษตรเป็นวัตถุดิบในการทำแผ่น โดยการแยกเส้นใยออกมาแล้วนำมาผสมกับกาว อัดเป็นแผ่นด้วยความร้อนและแรงอัด แล้วผึ่งอากาศให้เย็น แผ่นใยไม้อัดใช้ทดแทนแผ่นไม้อัดและไม้ประกอบอื่น ๆ ได้ดี โดยเฉพาะแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (medium density fiberboard, MDF) ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงไม้ธรรมชาติ แผ่นใยไม้อัดแบ่งตามความหนาแน่นได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

4.1) แผ่นใยไม้อัดอ่อน หรือแผ่นใยไม้อัดฉนวน (softboard หรือ insulation board) ใช้เป็นฉนวนกันความร้อนและเสียง

4.2) แผ่นใยไม้อัดแข็ง (hardboard) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (intermediate หรือ medium density fiberboard, MDF) แผ่นใยไม้อัดแข็ง (hardboard) และแผ่นใยไม้อัดแข็งชนิดพิเศษ (special densified hardboard)

5) แผ่นไม้อัดสารแร่ (wood mineral-bonded panel) เป็นการยึดเกาะของสารแร่ เช่น ซีเมนต์ยิปซั่ม และไม้ชิ้นเล็ก ๆ เช่น ฝอยไม้ (wood) ชิ้นไม้ (particle) และใยไม้ (fiber) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม แผ่นไม้อัดซีเมนต์ (wood cement Board) ไม้อัดยิปซัม (wood gypsum board) และแผ่นไม้อัดสารแร่อื่น (other wood mineral-bond panel) (วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2555)

2.2.2 กรรมวิธีการอัดแผ่นอัด

1) การเตรียมแผ่นอัด การทำให้แผ่นที่จะขึ้นรูปโดยการอัดมีความสม่ำเสมอตลอดทั่วทั้งแผ่นเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด หากการโรยชิ้นไม้มีการกระจายของชิ้นไม้ไม่สม่ำเสมอ จะมีผลทำให้สมบัติทางกายภาพเกิดความผันผวนขึ้นได้ ความหนาแน่นภายในแผ่นจะไม่เท่ากัน และจะเกิดการคืนตัวทางความหนาที่มากเกินไปในบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงกว่า นอกจากนี้ยังทำให้ชิ้นไม้เกิดการโค้งงอหรือบิดตัวของแผ่นอัดได้ และอาจทำให้สภาพทั่วไปทางภายนอกของแผ่น เช่น ผิวหน้าของแผ่นไม่สวยลักษณะของขอบแผ่นไม่ราบเรียบ ยิ่งกว่านั้นแผ่นอัดที่ได้จากการโรยชิ้นไม้ไม่สม่ำเสมอเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายในขณะอัดร้อนด้วย (วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2555)

2) วิธีการอัด การทำให้แผ่นเตรียมอัดแข็งตัวขึ้น โดยใช้เครื่องอัดร้อนแบบไฮโดรลิค ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แผ่นเตรียมอัดจะถูกบีบอัดจนได้ความหนาตามต้องการ ขณะเดียวกัน กาวที่อยู่บนผิวของชิ้นไม้ก็จะเกิดการโพลีเมอไรซ์ และเชื่อมยึดชิ้นไม้กับชิ้นไม้ แผ่นที่ได้จะถูกนำออกจากการอัดทำให้เย็น และส่งไปยังขั้นตอนการตกแต่งต่อไป

กรรมวิธีการอัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญ หากแผ่นเตรียมอัดที่ทำขึ้นมีคุณภาพไม่ดี เมื่อนำไปอัดก็จะได้แผ่นอัดที่คุณภาพไม่ดีเช่นกัน การใช้ระยะเวลาในการอัดที่สั้นที่สุดและสภาวะในการอัดที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพย่อมส่งผลดีต่อคุณภาพของแผ่นอัด (วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2555)

3) ปัจจัยที่มีผลต่อการอัด

ในการอัดแผ่นอาจมีหลาย ๆ ปัจจัยส่งผลกระทบต่อแผ่นอัดได้ (วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2555)

3.1) อุณหภูมิในการอัดชนิดไม้และรูปร่างของชิ้นไม้

3.2) ระดับความชื้นและการกระจายความชื้นของแผ่นเตรียมอัด

3.3) การถ่ายเทความร้อนภายในแผ่นระหว่างการอัด

3.4) ระยะเวลาในการอัด

3.5) การแข็งตัวก่อนหรือหลังการอัดของกาว

3.6) ปริมาณความชื้นของแผ่นที่จะเข้าทำการอัดร้อน

3.7) แรงดันในการอัดและลักษณะการกระจายความหนาแน่นของแผ่น

2.2.3 คุณสมบัติของไม้อัด

ไม้อัดมีคุณสมบัติดังนี้ (วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2555)

1) มีความแข็งแรงทนทานสูง มีความคงตัวไม่ยืดหด และแตกง่าย
2) เป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี
3) สามารถรับน้ำหนักได้ในอัตราที่สูงกว่าไม้ธรรมดา

2.3 เส้นใย

สิ่งที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียว องค์ประกอบของเซลล์ส่วนใหญ่ เป็นเซลลูโลส เกิดจากการรวมตัวของพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) ของกลูโคส (glucose) ซึ่งโมเลกุลของเซลลูโลสเรียงตัวกันในผนังเซลล์ของพืชเป็นหน่วยเส้นใยขนาดเล็กมาก เกิดการเกาะจับตัวกันเป็นเส้นใยขึ้น (วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา, 2542)

2.3.1 สมบัติของเส้นใย

โครงสร้างทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และการเรียงตัวของโมเลกุลของเส้นใย เป็นสมบัติซึ่งมีผลโดยตรงที่ทำขึ้นจากเส้นใยนั้น ๆ เส้นใยโดยทั่วไปควรมีคุณสมบัติดังนี้คือ

1) มีความแข็งแรง และทนทาน (strength and durability)

2) สามารถปั่นได้ (can be spun)

3) มีความสามารถในการดูดซับดี (absorbency)

2.3.2 ประเภทของเส้นใย สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท

1) เส้นใยจากธรรมชาติ ได้แก่

1.1) เส้นใยจากพืช ได้แก่ เส้นใยจากเซลลูโลส เป็นเส้นใยที่ประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ป่าน ปอ ลินิน ใยสับปะรด ใยมะพร้าว ฝ้าย นุ่น ศรนารายณ์ เป็นต้น เซลลูโลส เป็น โฮโมพอลิเมอร์ ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสจำนวนมาก มีโครงสร้างเป็นกิ่งก้านสาขา

1.2) เส้นใยจากสัตว์ ได้แก่ เส้นใยโปรตีน เช่น ขนสัตว์ ไหม ผม เล็บ เขา ใยไหม เป็นต้น เส้นใยเหล่านี้มีสมบัติ คือ เมื่อเปียกน้ำ ความเหนียวและความแข็งแรงจะลดลง ถ้าสัมผัสแสงแดดนาน ๆ จะสลายตัว

1.3) เส้นใยจากสินแร่ เช่น แร่ใยหิน (asbestos) ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ทนไฟ ไม่นำไฟฟ้า

2) เส้นใยสังเคราะห์ เป็นเส้นใยที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นจากสารอนินทรีย์หรือสารอินทรีย์ ใช้ทดแทนเส้นใยจากธรรมชาติ แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.1) เส้นใยพอลิเอสเตอร์ เช่น เทโทรอน ใช้บรรจุในหมอน เพราะมีความฟูยืดหยุ่น ไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง สำหรับดาครอน (dacron) เป็นเส้นใยสังเคราะห์พวกพอลิเอสเทอร์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Mylar มีประโยชน์ทำเส้นใยทำเชือก และฟิล์ม

2.2) เส้นใยพอลิเอไมด์ เช่น ไนลอน (nylon) เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์มีหลายชนิด เช่น ไนลอน 6,6 ไนลอน 6,10 ไนลอน 6 ซึ่งตัวเลขที่เขียนกำกับหลังชื่อจะแสดงจำนวนคาร์บอนอะตอมในมอนอเมอร์ของเอมีนและกรดคาร์บอกซิลิก ไนลอนจัดเป็นพวกเทอร์มอพลาสติก มีความแข็งมากกว่าพอลิเมอร์แบบเติมชนิดอื่น (เพราะมีแรงดึงดูดที่แข็งแรงของพันธะเพปไทด์) เป็นสารที่ติดไฟยาก (เพราะไนลอนมีพันธะ C-H ในโมเลกุลน้อยกว่าพอลิเมอร์แบบเติมชนิดอื่น) ไนลอนสามารถทดสอบโดยผสมโซดาลาม ($NaOH + Ca(OH)_2$) หรือเผาจะให้ก๊าซแอมโมเนีย ประโยชน์ของไนลอนใช้ในการทำเสื้อผ้า ถุงเท้า ถุงน่อง ขนแปรงต่างๆ สายกีต้าร์ สายเอ็น ไม้แร็กเก็ต เป็นต้น

2.3) เส้นใยอะคริลิก เช่น ออร์ใช้ในการทำเสื้อผ้า ผ้านวม ผ้าขนแกะเทียม ร่ม ชายหาด หลังคากันแดด ผ้าม่าน พรม เป็นต้น

2.4) เซลลูโลสแอซีเตด เป็นพอลิเมอร์ที่เตรียมได้จากการใช้เซลลูโลสทำปฏิกิริยากับกรดอซิติกเข้มข้น โดยมีกรดซัลฟูริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การใช้ประโยชน์จากเซลลูโลสแอซีเตด เช่น ผลิตเป็นเส้นใยอาร์แนล 60 ผลิตเป็นแผ่นพลาสติกที่ใช้ทำแผงสวิตช์และหุ้มสายไฟ

3) เส้นใยกึ่งสังเคราะห์

เป็นเส้นใยที่ได้จากการนำสารจากธรรมชาติ มาปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะกับการใช้งาน เช่น การนำเซลลูโลสจากพืชมาทำปฏิกิริยากับสารเคมีบางชนิด เส้นใยกึ่งสังเคราะห์ นำมาใช้ประโยชน์ได้มากกว่าเส้นใยธรรมชาติ ตัวอย่างเส้นใยกึ่งสังเคราะห์ เช่น วิสคอสเรยอง แบมเบอร์กเรยอง เป็นต้น

2.3.3 ประโยชน์ของเส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติมีประโยชน์ดังนี้

1) เส้นใยที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ คือ พืชที่ให้เส้นใยที่สามารถนำไปปั่นเป็นด้าย เช่น ฝ้าย ปอแก้ว ปอกระเจา ป่านลินิน ป่านรามี กระชง

2) เส้นใยที่ใช้ยัดเป็นไส้ใน เช่น ส่วนของหมอน ฟูก ที่นอน ผ้านวม ได้แก่ นุ่น ฝ้าย งิ้ว มะพร้าว

3) เส้นใยที่ใช้ทำกระดาษ หรือเยื่อกระดาษ เช่น ปอแก้ว ปอกระเจา ปอแก้วคิวบา ไผ่ ยูคาลิปตัส สน ฟางข้าว หญ้าขจรจบ

4) เส้นใยที่ใช้ทำเชือก เป็นลักษณะรวมเส้นใย หรือกลุ่มเส้นใยขนาดใหญ่ ทำเกลียวถักหรือฟั่น ทำเป็นเชือก เช่น ปอแก้ว มะพร้าว ป่านศรนารายณ์

5) ใช้ทำแปรง ทอเป็นผืนแบบเสื่อ เช่น ป่านศรนารายณ์ กก มะพร้าว

6) ใช้ทำสิ่งของอื่น ๆ เช่น ย่านลิเภา กก ไผ่ จักสาน ต้นหวาย ซึ่งเป็นตระกูลปาล์ม

2.3.4 ข้อดีข้อเสียของเส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติมีข้อดี คือ น้ำหนักเบา เป็นฉนวนความร้อนที่ดี ปลอดพิษจากสารเคมี และมีความสวยงามเฉพาะตัว แต่ก็มีข้อเสียคือ คุณภาพไม่คงที ไม่ทนความร้อน ดูดความชื้น ไม่ทนต่อสารเคมี ผลิตได้ครั้งละไม่มาก และมีปัญหาเรื่องเชื้อราและจุลินทรีย์ได้

2.4 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอ้อย

ภาพที่ 2.4-1 ต้นอ้อย

อ้อย (อังกฤษ: Sugar-cane; ชื่อวิทยาศาสตร์: *Saccharum officinarum* L.) เป็นพืชวงศ์ POACEAE วงศ์เดียวกับ ไผ่ หญ้าและธัญพืช เช่น ข้าวสาลี ข้าว ข้าวโพด และข้าวบาร์เลย์ มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปเอเชีย ในลำต้นอ้อยที่นำมาใช้ทำน้ำตาลมีปริมาณซูโครสประมาณร้อยละ 17-35 ชานอ้อย (bagasse) ที่ถูกบีบเอาน้ำอ้อยออกไปแล้ว สามารถนำมาใช้ทำกระดาษ พลาสติก เป็นเชื้อเพลิง และอาหารสัตว์ ส่วนกากน้ำตาล (molasses) ที่แยกออกจากน้ำตาลในระหว่างการผลิตสามารถนำไปหมักเป็นเหล้ารัม (rum) ได้อีกด้วย

อ้อย เป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากเมื่อพิจารณาในแง่ของผลผลิต เพราะอ้อยสามารถใช้ปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโต เช่น แสงแดด น้ำ อากาศ และธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้อ้อยยังเป็นพืชที่ปลูกง่าย และเมื่อปลูกครั้งหนึ่งแล้วสามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้งอ้อยชอบอากาศร้อนและชุ่มชื้น ดังนั้นประเทศที่ปลูกอ้อยซึ่งมีประมาณ 70 ประเทศจึงอยู่ในแถบร้อนและชุ่มชื้นในระหว่างเส้นรุ้งที่ 35 องศาเหนือ และ 35 องศาใต้ ประเทศผู้ปลูกอ้อยที่สำคัญ ได้แก่ บราซิล คิวบา และอินเดีย (ฉันท์ทิพ คำนวณทิพย์ และมนทิพย์ ล้อสุริยนต์, 2552)

2.4.1 องค์ประกอบทางเคมีของชานอ้อย

ชานอ้อยสามารถทำเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมการผลิตได้หลายอย่าง ชานอ้อยมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อเซลล์ร้อยละ 18 และส่วนที่เป็นผนังเซลล์ร้อยละ 72 โดยมีส่วนที่เป็นเซลลูโลสร้อยละ 40 เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 29 ลิกนินร้อยละ 13 และซิลิการ้อยละ 2 ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.4-1**

ตารางที่ 2.4-1 องค์ประกอบทางเคมีของชานอ้อย

วัสดุ	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)					
	เนื้อเซลล์	ผนังเซลล์	เซลลูโลส	เฮมิเซลูโลส	ลิกนิน	ซิลิก้า
ชานอ้อย	18	72	40	29	13	2

ที่มา: วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา (2542)

2.4.2 การใช้ประโยชน์

ทุกส่วนของอ้อยนั้นมีประโยชน์ทั้งหมด แต่ส่วนที่นำมาใช้มากที่สุดก็คือ ส่วนของลำต้น โดยจะแบ่งการใช้ประโยชน์ของอ้อยได้ 2 ประการ ได้แก่ (กลุ่มสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย, 2558)

1) การใช้ประโยชน์โดยตรง

1.1) เป็นอาหารมนุษย์ ในส่วนของลำต้นสามารถนำมาใช้ประกอบอาหารได้ เช่น น้ำอ้อย การนำไปทำเป็นไอศกรีม เป็นต้น

1.2) เป็นอาหารสัตว์ ใบ ยอด และลำต้นที่ยังอ่อน สามารถนำไปเป็นอาหารสัตว์ได้

1.3) เป็นเชื้อเพลิง

1.4) ใช้เป็นวัตถุคลุมดินหรือบำรุงดิน ใบอ้อยแห้งสามารถรักษาความชื้นและป้องกันวัชพืชได้

2) การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม

ในการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อยจะทำให้เกิดผลพลอยได้ตามมาซึ่งก็คือ ชานอ้อยกากตะกอน และกากน้ำตาล ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมาก โดยประโยชน์จากน้ำตาลโดยตรงและผลพลอยได้ มีดังนี้

2.1) การประโยชน์จากน้ำตาลโดยตรงแบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ

2.1.1) ใช้เป็นอาหารมนุษย์

2.1.2) ใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น น้ำตาล (รวมทั้งแป้ง) สามารถใช้เพื่อผลิตแอลกอฮอล์ ใช้เพื่อผลิตผงซักฟอกซึ่งผงซักฟอกชนิดนี้จะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมากใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสารเคลือบผิว

2.2) การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ เช่น

ชานอ้อย

1) ใช้เป็นเชื้อเพลิง สามารถนำมาผลิตไอน้ำและกระแสไฟฟ้า

2) ใช้ผลิตวัสดุก่อสร้าง เช่น อัดเป็นแผ่นไม้อัดผิวเส้นใยแผ่นกันความร้อน

3) ใช้ผลิตเยื่อกระดาษ และกระดาษชนิดต่างๆ

4) ใช้ทำปุ๋ยหมัก

5) ใช้เป็นวัตถุคลุมดิน เพื่อรักษาความชื้นของดินและป้องกันวัชพืช

6) ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมผลิต furfural, furfuryl alcohol และ xylitol

กากตะกอนหรือขี้ตะกอน

1) ใช้เป็นปุ๋ยบำรุงดินได้

2) ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตไขสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมผลิตสารขัดเงาผลิตหมึกสำหรับกระดาษคาร์บอน ผลิตลิปสติก เป็นต้น

3) กากน้ำตาลใช้ทำปุ๋ยใช้เลี้ยงสัตว์ ใช้ผลิตแอลกอฮอล์ ใช้ในอุตสาหกรรมยีสต์ ใช้ทำผงชูรส ใช้ทำกรดน้ำส้ม เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่จะนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ และผลิตแอลกอฮอล์

2.5 วัสดุประสาน

วัสดุประสานหรือกาวเป็นวัสดุที่ใช้เชื่อมติดวัตถุ 2 ชิ้นเข้าด้วยกัน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือวัสดุประสานธรรมชาติและวัสดุประสานสังเคราะห์ ซึ่งแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติคุณภาพของวัสดุประสาน และการนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน (วุฒิภูมิ บุญทรงสันติกุล, 2552)

2.5.1 วัสดุประสานธรรมชาติ ที่ควรทราบมีดังนี้

1) กาวไขสัตว์ ทำมาจากหนังสัตว์และกระดูกของสัตว์ต่าง ๆ มีลักษณะเป็นวุ้น มีลักษณะในการจำหน่ายเป็นเม็ดและเกล็ด ต้องนำเม็ดหรือเกล็ดกาวมาผสมกับน้ำ ตั้งไฟ เคี่ยวจนเหนียวจะติดและแข็งเมื่อน้ำระเหยออกไป

2) กาวเคซีน เป็นกาวที่ทำมาจากนม มีคุณสมบัติดีกว่ากาวไขสัตว์ สามารถยึดเกาะกับวัสดุที่มีผิวพรุนได้ดีมีความต้านทานความชื้น

3) กาวพืช ทำมาจากแป้งหรือเดกซ์ทรีน มีความแข็งแรงในการยึดเกาะไม่มากนัก ส่วน gum arabic เป็นกาวพืชที่ละลายน้ำได้ใช้ในการทำกาวติดดวงตราไปรษณียากร

4) กาวยางตามธรรมชาติ มีคุณสมบัติความเหนียวติดแน่นดีมาก สามารถนำมาใช้โดยไม่ต้องเติมสารใด ๆ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติ เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานประเภทต่าง ๆ กาวชนิดนี้มีจุดหลอมละลายต่ำ ต้องใช้ในขณะที่ร้อนหรือผสมกับสารละลายก็ได้

5) โซเดียมซิลิเกต เป็นวัสดุประสานที่ใช้ในงานทั่วไป สามารถทนความร้อนได้ 260 องศาเซลเซียส และมีราคาถูก

2.5.2 วัสดุประสานสังเคราะห์

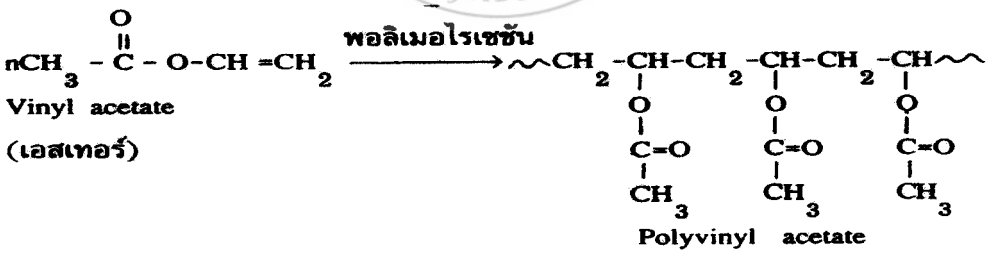
เป็นกาวที่ผลิตขึ้นจากสารเคมีโดยการสังเคราะห์ เพื่อให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ ซึ่งในปัจจุบันกาวประเภทนี้ได้รับความนิยมเป็นอย่างยิ่ง เพราะสะดวกต่อการใช้งาน แข็งแรงยึดติดได้ดี ทนต่ออุณหภูมิ ทนความชื้น

2.5.3 วัสดุประสานที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยนี้เลือกใช้กาวลาเท็กซ์เป็นวัสดุประสาน เนื่องจากหาซื้อได้ง่ายและมีคุณสมบัติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

กาวลาเท็กซ์

กาวลาเท็กซ์หรือวัสดุที่ใช้ประสานในรูปแบบน้ำ เหนียวข้น คือส่วนผสมของของเหลวหรือวัสดุกึ่งของเหลวที่สามารถเชื่อมติดหรือประสานวัสดุสองชิ้นหรือหลาย ๆ ผนึกเข้าด้วยกัน ซึ่งการใช้งานกาวลาเท็กซ์มักจะขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำมาเชื่อมติดกัน กาวลาเท็กซ์ใช้ติดวัสดุที่มีลักษณะบาง หรือวัสดุที่แตกต่างกัน โดยกาวจะแตกต่างจากการเชื่อมวัสดุแบบอื่นคือ กาวจะใช้เวลาในการประสาน กาวลาเท็กซ์ส่วนใหญ่ผลิตมาจาก สารไฮโครคาร์บอน ที่เรียกว่า polyvinyl acetate ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและรส อีกทั้งไม่ละลายในน้ำหรือน้ำมัน ปกติแล้วในรูปลักษณะที่เป็นนั้นมีปริมาณโพลีไวนิลอาซีเตทอยู่ในน้ำเพียงร้อยละ 50 ในลักษณะของโมเลกุลแขวนลอย กระจายอยู่ในน้ำสภาพอีมัลชั่น ทำให้เห็นเป็นสีขาวข้น



ภาพที่ 2.5-1 โครงสร้างกาวลาเท็กซ์

ที่มา: ออนไลน์เข้าถึงได้จาก http://www.scpaperbok.blogspot.com

วันที่สืบค้นข้อมูล: 19/พฤศจิกายน/2561

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมอย่างหนึ่ง และได้รับความสนใจในการนำมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์ จึงมีการศึกษาเกี่ยวการทำแผ่นอัดและแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากเศษวัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.6-1**

ตารางที่ 2.6-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย	ผลการวิจัย	ชื่อผู้วิจัย, ปีที่วิจัย
แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยกก	แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยกก ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) 3 เกณฑ์ คือ แรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ความชื้น ความหนาแน่นของวัสดุ การพองตัวของวัสดุ และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) 2 เกณฑ์ คือ มอดุลัสยืดหยุ่นและมอดุลัสแตกร้าว แม้แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยกก จะไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) แต่แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยกกมีความเป็นฉนวนใกล้เคียงกับแผ่นยิปซั่มบอร์ด	เมธาวี พรสร้างสรรค์ (2552)
แผ่นฝ้าเพดานจากผักตบชวาผสมไม้ก๊อก	ผลจากการทดลองพบว่าแผ่นฝ้าเพดานจากผักตบชวาผสมไม้ก๊อก ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) คุณสมบัติความชื้น การดูดซึมน้ำ การพองตัวตามความหนา ส่วนคุณสมบัติ มอดูลัสแตกร้าว มอดูลัสยืดหยุ่น และค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) แต่ผักตบชวาและไม้ก๊อกสามารถนำไปใช้ผลิตเป็นแผ่นฝ้าในอุตสาหกรรมได้ และเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม	วุฒิภูมิ บุญทรงสันติกุล (2552)

ตารางที่ 2.6-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

การวิจัย	ผลการวิจัย	ชื่อผู้วิจัย, ปีที่วิจัย
การพัฒนาแผ่นอัดจากผักตบชวาผสมต้นธูปฤาษี	ผลการทดสอบพบว่า การพัฒนาแผ่นอัดจากผักตบชวาผสมต้นธูปฤาษี เมื่อเปรียบเทียบสมบัติที่ศึกษากับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบความหนาแน่นปานกลาง (มอก.876-2532) ที่ผ่านเกณฑ์คือสมบัติการพองตัวเมื่อแช่น้ำ ส่วนสมบัติการหักงอไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสมบัติการพองตัวเมื่อแช่น้ำและสมบัติการดูดซึมน้ำของแผ่นอัดจากผักตบชวาผสมต้นธูปฤาษี เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของผงเส้นใยให้มากขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์การพองตัวเมื่อแช่น้ำและเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วยและสมบัติการหักงอ มีแนวโน้มลดลงตามลำดับ ซึ่งทำให้ทราบว่าแผ่นอัดที่ได้นั้น ไม่เหมาะแก่การนำมาผลิตเป็น โต๊ะ เก้าอี้ หรือชั้นวางของ เป็นต้น	ดาแนล มาลินี และมูฮัมหมัดไซดี มูสอ (2556)
การพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากพืชในเขตท้องถิ่น	ผลการทดสอบพบว่า ฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.020-0.021 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าการดูดซึมน้ำของ หญ้าคา ใยมะพร้าว กาบกล้วย ฟางข้าว และกาบหมากมีค่าเท่ากับร้อยละ 5.76, 6.06, 7.08, 3.12 และ 6.45 ตามลำดับ ค่าทนต่อแรงดึงสูงสุดที่ฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติ นั้นมีค่าเท่ากับ 0.003 MPa, 0.0013 MPa, 0.0014 MPa, 0.0016 MPa และ 0.0034 MPa ตามลำดับ ค่าประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่าเท่ากับ 0.022 W/m·K, 0.023 W/m·K, 0.028 W/m·K, 0.021 W/m·K และ 0.017 W/m·K ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของฉนวนกาบหมาก มีค่าการนำความร้อนต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับฉนวนใยแก้วที่ได้จากเชิงพาณิชย์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.035 W/m·K จะเห็นได้ว่าฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติมีค่าการนำความร้อนต่ำกว่าฉนวนใยแก้ว	โรสลีนา จาราแว (2559)

ตารางที่ 2.6-1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

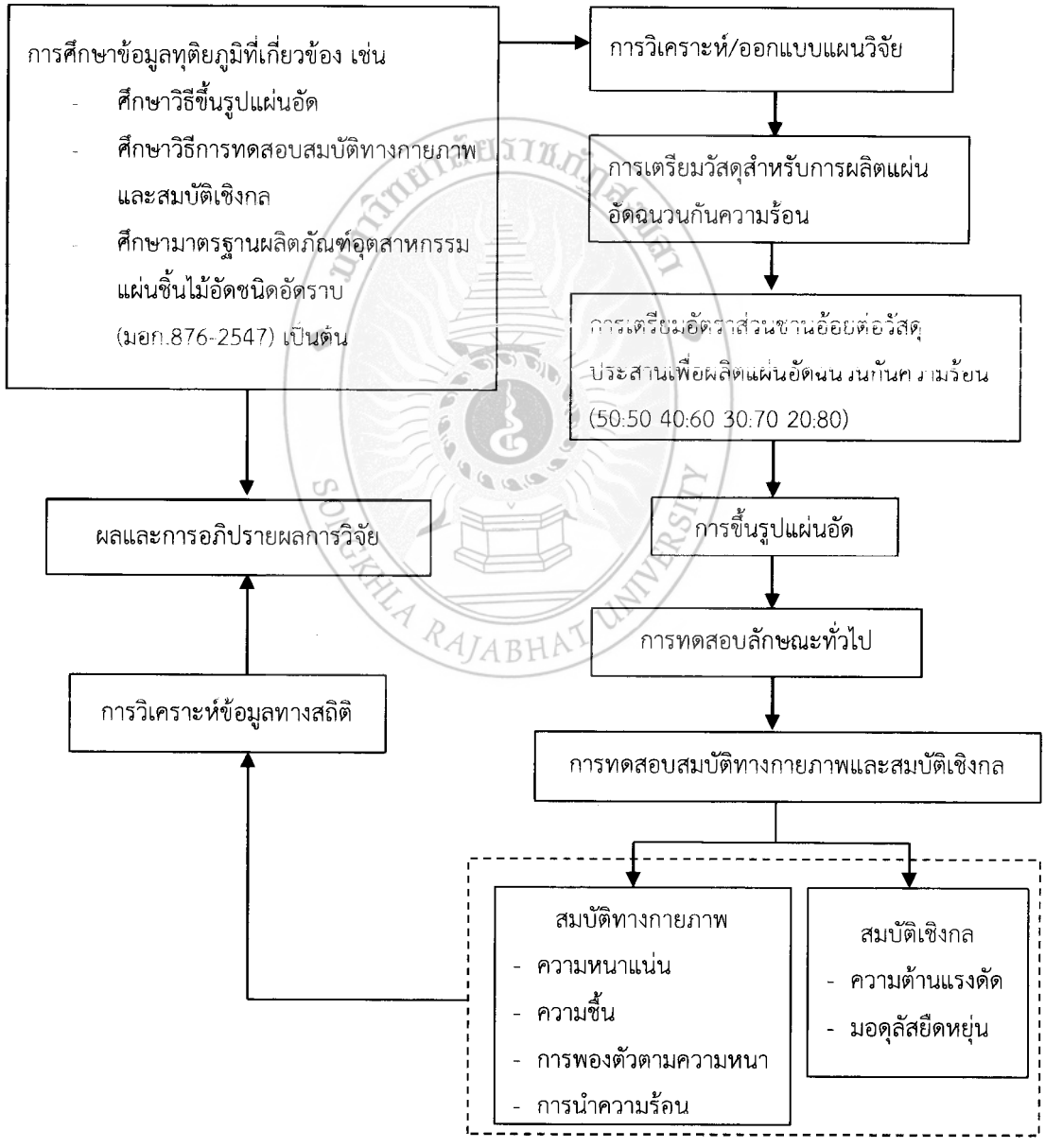
การวิจัย	ผลการวิจัย	ชื่อผู้วิจัย, ปีที่วิจัย
การผลิตแผ่นผนังภายในอาคารที่ทำจากวัสดุเหลือทิ้งจากต้นสบู่ดำ	ผลการทดสอบพบว่า การผลิตแผ่นผนังจากต้นสบู่ดำ ค่าความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 7.64 ค่าความหนาแน่นอยู่ที่ 817 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร การพองตัวเมื่อแช่น้ำอยู่ที่ร้อยละ 8.01 ค่าการดูดซึมน้ำเมื่อแช่น้ำอยู่ที่ร้อยละ 14.22 แรงยึดเหนี่ยวภายในอยู่ที่ 0.56 เมกะปาสคัล ค่าความต้านทานแรงดัดอยู่ที่ 22.36 เมกะปาสคัล และค่ามอดุลัสยืดหยุ่นอยู่ที่ 2,112 เมกะปาสคัล ซึ่งผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) กล่าวโดยสรุปคือต้นสบู่ดำสามารถนำไปผลิตเป็นแผ่นผนังภายในอาคารได้	ผกามาศ ชูสิทธิ์ และคณะ (2555)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

กรอบแนวคิดการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย (ภาพที่ 3.1-1)



ภาพที่ 3.1-1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

3.2 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย และนำแผ่นอัดไปทดสอบประสิทธิภาพด้านสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 วัสดุที่ใช้ในการศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ ชานอ้อย และวัสดุประสาน

3.2.2 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

1) พื้นที่เก็บชานอ้อยได้รับความอนุเคราะห์จากนางสาวเฉลียว วิจิตรเวชการ ร้านขายน้ำอ้อยที่เปิดท้ายประมงใหม่สงขลา

2) สถานที่อัดขึ้นรูปแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนและทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล ณ โปรแกรมวิชายางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3) สถานที่ทดสอบค่าการนำความร้อน ณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.3.1 วัสดุ

1) ชานอ้อย

3.3.2 อุปกรณ์

1) มีด
2) กรรไกร
3) ถาด
4) ตะแกรง
5) กะละมัง และภาชนะบรรจุกาวเพื่อใช้ในการชั่ง
6) เบ้าพิมพ์เหล็ก ขนาด (กว้าง×ยาว×หนา) 15×15×1 เซนติมตร
7) แผ่นฟอยล์
8) เครื่องวัดความหนา (ไมโครมิเตอร์; Micrometer)
9) ถุงพลาสติกป้องกันความชื้น
10) อุปกรณ์รักษาความปลอดภัยได้แก่ หน้ากากปิดจมูก และถุงมือยาง

11) เครื่องปั่น ยี่ห้อ Panasonic

12) แคลิปเปอร์ แบบเลื่อน (sliding caliper)

13) ตู้อบความร้อน (hot air oven)

14) เดซิเคเตอร์

15) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น AB204-S บริษัท Mettler Toledo จำกัด ชั่งได้ละเอียด 0.0001 กรัม และสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 220 กรัม

16) เครื่องทดสอบค่าการนำความร้อน (Thermal constant Analyser TPS 2500S Hot Disk, Sweden)

17) เครื่องอัดไฮโดรลิค (hydraulic molding machine) รุ่น GT-7014-A10C จากบริษัท Gotech Testing Machine Inc. มีความดันสูงสุด 3500 psi หรือ 250 $kg.cm^{-3}$

18) เครื่อง NRI Universal Testing Machine (NRI-TS500-20B-20kN)

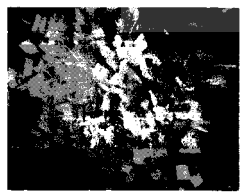
3.3.3 สารเคมี

1) กาวลาเท็กซ์ ยี่ห้อ TOA

3.4 การดำเนินการวิจัย

3.4.1 การเตรียมชานอ้อย

(1) ตัดชานอ้อยยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร นำไปผึ่งแดดให้แห้งและนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียดและเก็บใส่ถุงซิป (ภาพที่ 3.4-1)



(ก) ตัดชานอ้อยยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร

(ข) ใส่ถาดนำไปอบด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

(ค) ปั่นให้ละเอียด

(ง) เก็บใส่ถุงซิป

ภาพที่ 3.4-1 การเตรียมชานอ้อย

3.5 ขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

(1) เตรียมอัตราส่วนที่กำหนด (50:50, 40:60, 30:70 และ 20:80)

(2) นำชานอ้อยผสมกับวัสดุประสานคลุกเคล้าให้เข้ากันในแต่ละอัตราส่วน (ภาพที่ 3.5-1)

ภาพที่ 3.5-1 การผสมชานอ้อยกับวัสดุประสาน

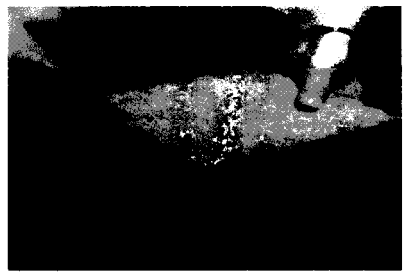
(3) เทใส่บล็อกเหล็กขนาด 15×15×1 เซนติเมตร ปิดด้วยแผ่นฟอยล์ทั้ง 2 ด้านและใช้แผ่นเหล็กทับอีกครั้ง นำไปเข้าเครื่องอัดร้อนแบบไฮโดรลิคใช้อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ใช้ความหนาแน่นที่ 600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 3.5-2)

(ก) นำชานอ้อยผสมกับวัสดุประสานแต่ละอัตราส่วนเทใส่บล็อกเหล็ก

(ข) นำชิ้นทดสอบเข้าเครื่องอัดร้อนแบบไฮโดรลิค

ภาพที่ 3.5-2 การขึ้นรูปแผ่นอัด

(4) นำชิ้นทดสอบออกจากเครื่องวางไว้ประมาณ 5 นาที จากนั้นตัดแต่งขอบให้สวยงาม เก็บใส่ถุงซิปเพื่อนำไปทดสอบ (ภาพที่ 3.5-3)



ภาพที่ 3.5-3 การตัดแต่งชิ้นทดสอบ

3.6 การทดสอบสมบัติของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อน

3.6.1 การทดสอบสมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพ หมายถึง ลักษณะตามธรรมชาติที่สามารถ อธิบายได้โดยหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบคุณลักษณะของแผ่นประกอบ

1) ความหนาแน่น (density)
2) ปริมาณความชื้น (moisture content)
3) การพองตัวตามความหนา
4) การนำความร้อน

1. ความหนาแน่น (density)

ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

เครื่องมือ

1) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001 กรัม

2) ไมโครมิเตอร์ หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร

3) แคลิเปอร์ แบบเลื่อน (sliding caliper)

วิธีทดสอบ

1) ชั่งชิ้นทดสอบให้ได้มวลที่แน่นอนคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 0.01 กรัม

2) ใช้เครื่องมือวัดความหนาจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (ภาพที่ 3.6-1)

3) ใช้เครื่องมือวัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบ (ภาพที่ 3.6-1)

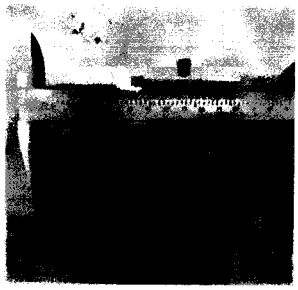
คำนวณค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)} = \frac{m}{v} \times 10^{6}$$

เมื่อ m คือ มวลของชิ้นทดสอบ (กรัม)

v คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)

(ก) วัดความหนา จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ



(ข) วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบ

ภาพที่ 3.6-1. การทดสอบความหนาแน่น

2. ปริมาณความชื้น (moisture content: MC)

ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

เครื่องมือ

1) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001 กรัม

2) ตู้อบ ควบคุมอุณหภูมิที่ 103 ± 2 องศาเซลเซียส

3) เดซิเคเตอร์

วิธีการทดสอบ

1) กำหนดขนาดทดสอบ 50 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร ชั่งชิ้นทดสอบให้ทราบมวลที่แน่นอน เป็นมวลก่อนอบ

2) นำชิ้นทดสอบไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่

3) นำชิ้นทดสอบมาใส่ที่เดซิเคเตอร์ ปล่อยไว้ให้เย็น ชั่งชิ้นทดสอบเป็นมวลหลังอบ แล้วคำนวณหาค่าความชื้น

คำนวณค่าปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

เมื่อ m_1 คือ มวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ (กรัม)

m_2 คือ มวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง (กรัม)

3. การพองตัวตามความหนา

ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

เครื่องมือ

1) เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

2) ไมโครมิเตอร์ หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร

วิธีการทดสอบ

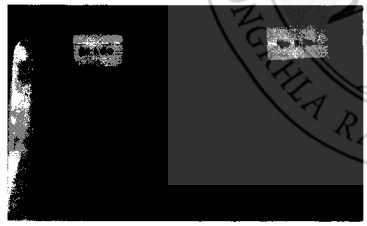
1) กำหนดขนาดทดสอบ 50 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร

2) วัดขนาด (กว้าง x ยาว x หนา) ชิ้นทดสอบให้ได้ปริมาตรก่อนแช่น้ำ (ภาพที่ 3.6-2)

3) แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาด โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 มิลลิเมตร และแต่ละชิ้นต้องไม่ติดกัน เมื่อชิ้นทดสอบแช่น้ำครบ 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 3.6-2)

4) นำชิ้นทดสอบวัดขนาด หลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

5) คำนวณหาค่าการพองตัวตามความหนา



(ก) วัดขนาด (กว้าง x ยาว x หนา) ชิ้นทดสอบให้ได้ปริมาตรก่อนแช่น้ำ

(ข) แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาด โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 มิลลิเมตร และแต่ละชิ้นต้องไม่ติดกัน เมื่อชิ้นทดสอบแช่น้ำครบ 24 ชั่วโมง

ภาพที่ 3.6-2 การทดสอบการพองตัวตามความหนา

คำนวณค่าการพองตัวตามความหนาจากสูตร

$$\text{การพองตัวตามความหนา (\%)} = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100$$

เมื่อ t_1 = ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ (mm)

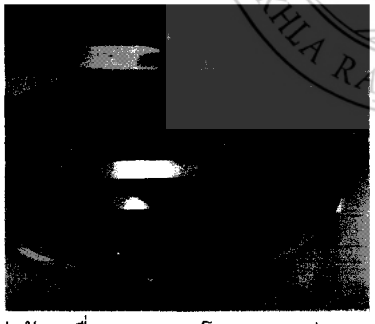
t_2 = ความหนาของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ (mm)

4. การนำความร้อน

ส่งตรวจวัดค่าการนำความร้อน ณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ กำหนดชิ้นทดสอบ ขนาด 50×50×10 มิลลิเมตร ชิ้นทดสอบจะนำมาไว้ในสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิ 22 ± 5 องศาเซลเซียส โดยมวลของชิ้นทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงไม่เกินร้อยละ 1 หลังจากนั้นนำชิ้นทดสอบ ใส่เข้าเครื่องทดสอบโดยวางอยู่ระหว่างแผ่นความร้อนและแผ่นความเย็น จากนั้นตั้งค่าอุณหภูมิให้แตกต่างกันระหว่างแผ่นอุณหภูมิความร้อนและแผ่นความเย็น (ภาพที่ 3.6-3) ภายในเครื่องทดสอบมีฉนวนล้อมรอบตลอดแนวความหนาของแผ่นอุณหภูมิและชิ้นทดสอบเพื่อให้ป้องกัน การสูญเสียความร้อน เครื่องจะวัดแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากเซ็นเซอร์วัดฟลักซ์ที่ติดอยู่กับผิวของแผ่นอุณหภูมิทั้งสอง โดยการวัดการไหลของความร้อนและอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างแผ่นทั้งสอง เมื่อระบบอยู่ในสภาวะคงที่ (steady-state condition)

เครื่องมือ

Thermal constant Analyser, TPS 2500S, Hot Disk, Sweden



(ก) ใส่เข้าเครื่องทดสอบโดยวางอยู่ระหว่างแผ่นความร้อนและแผ่นความเย็น

(ข) ตั้งค่าอุณหภูมิให้แตกต่างกันระหว่างแผ่นอุณหภูมิความร้อนและแผ่นความเย็น

ภาพที่ 3.6-3 การทดสอบการนำความร้อน

3.6.2. การทดสอบสมบัติเชิงกล

สมบัติเชิงกล หมายถึง คุณลักษณะของแผ่นประกอบที่สามารถนำไปใช้งานโดยผ่านการทดสอบ และอธิบายผลทางฟิสิกส์ด้านต่าง ๆ

1) ความต้านแรงดัด

2) มอดุลัสยืดหยุ่น

1. ทดสอบความต้านแรงดัด

ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

เครื่องมือ

NRI Universal Testing Machine (NRI-TS500-20B-20kN)

วิธีการทดสอบ

1) กำหนดขนาดของชิ้นทดสอบ 50 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร

2) วางชิ้นทดสอบบนแท่งรองรับซึ่งมีระยะห่าง 15 เท่า ของความหนาของชิ้นทดสอบ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละประมาณ 25 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3.6-4)

3) ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที

(ก) วางชิ้นทดสอบบนแท่งรองรับ

(ข) ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ

ภาพที่ 3.6-4 การทดสอบค่าความต้านแรงดัด

คำนวณค่าความต้านแรงดัดจากสูตร

หาค่าความต้านแรงดัด จากสูตร

$$Fm = \frac{3\ F_{max}\ I_1}{2\ b\ t^2}$$

เมื่อ Fm = ความต้านแรงดัด (MPa)

F_{max} = แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ (N)

I_1 = ระยะห่างของแท่งรองรับ (mm)

b = ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (mm)

t = ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (mm)

2. ทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่น (MOE)

ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

เครื่องมือ

NRI Universal Testing Machine (NRI TS500 20B 20kN)

วิธีการทดสอบ

1) กำหนดขนาดของชิ้นทดสอบ 50 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร

2) วางชิ้นทดสอบบนแท่งรองรับ ซึ่งมีระยะห่าง 15 เท่า ของความหนาต้องไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละประมาณ 25 มิลลิเมตร

3) ให้แรงกดที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที

คำนวณค่ามอดุลัสยืดหยุ่นจากสูตร

$$E_m = \frac{I_1^3\ (F_2 - F_1)}{4\ b\ t^3\ (a_2 - a_1)}$$

เมื่อ E_m = มอดูลัสยืดหยุ่น (MPa)

I_1 = ระยะห่างของแท่งรองรับ (mm)

F_2-F_1 = แรงกดที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง (N)

= ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (mm)

t = ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (mm)

a_2-a_1 = ระยะแอ่นตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง (mm)

บทที่ 4
ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาลักษณะทั่วไปและศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยของแผ่นอัดตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

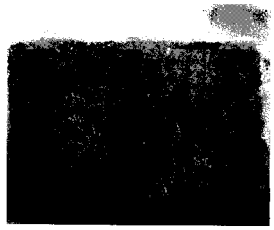
4.1 ลักษณะทั่วไปของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

การศึกษาลักษณะทั่วไปของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยที่ใช้กาวลาเท็กซ์เป็นวัสดุประสาน ในอัตราส่วนชานอ้อยต่อวัสดุประสาน 50:50, 40:60, 30:70 และ 20:80 ซึ่งลักษณะทั่วไปของแผ่นอัดต้องมีความเรียบสม่ำเสมอกันตลอดทั้งแผ่น ขอบต้องตั้งได้ฉากกับระนาบผิวการทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ผลการศึกษาพบว่าที่อัตราส่วน 40:60 และ 30:70 แผ่นอัดสามารถขึ้นรูปได้ มีความเรียบสม่ำเสมอกันตลอดทั้งแผ่น สำหรับอัตราส่วน 50:50 แผ่นอัดไม่สามารถขึ้นรูปได้และมีการหลุดลุ่ย และอัตราส่วน 20:80 แผ่นอัดสามารถขึ้นรูปได้ แต่ไม่มีความเรียบสม่ำเสมอกัน (ภาพที่ 4.1-1)

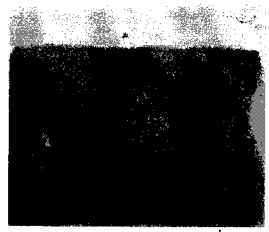
เมื่อได้อัตราส่วน (40:60 และ 30:70) ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) จะนำอัตราส่วนดังกล่าวมาศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลต่อไป

(ก) แผ่นอัดอัตราส่วนที่ 50:50

(ข) แผ่นอัดอัตราส่วนที่ 40:60



(ค) แผ่นอัดอัตราส่วนที่ 30:70



(ง) แผ่นอัดอัตราส่วนที่ 20:80

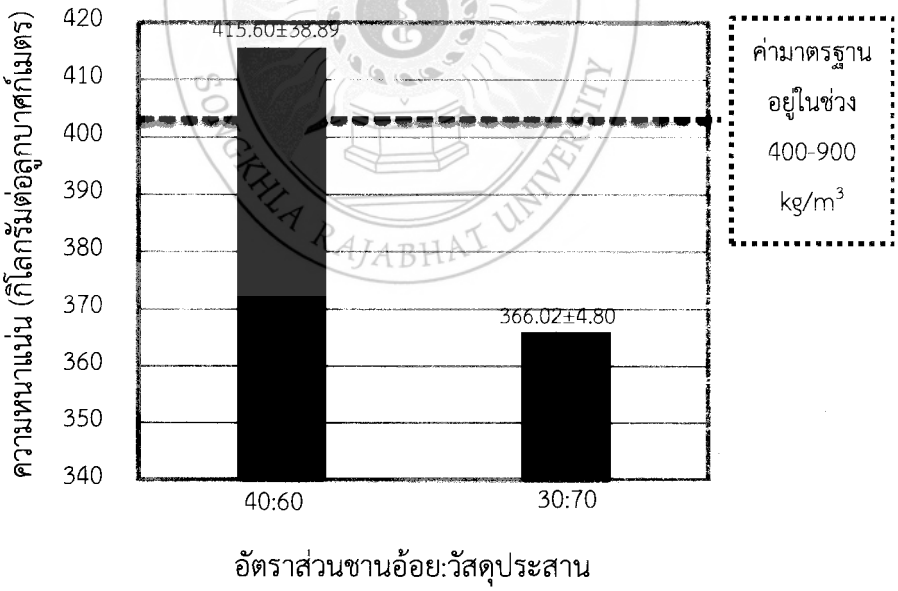
ภาพที่ 4.1-1 ลักษณะทั่วไปของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

4.2 การทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล

4.2.1 สมบัติทางกายภาพ

1) ผลการทดสอบความหนาแน่น

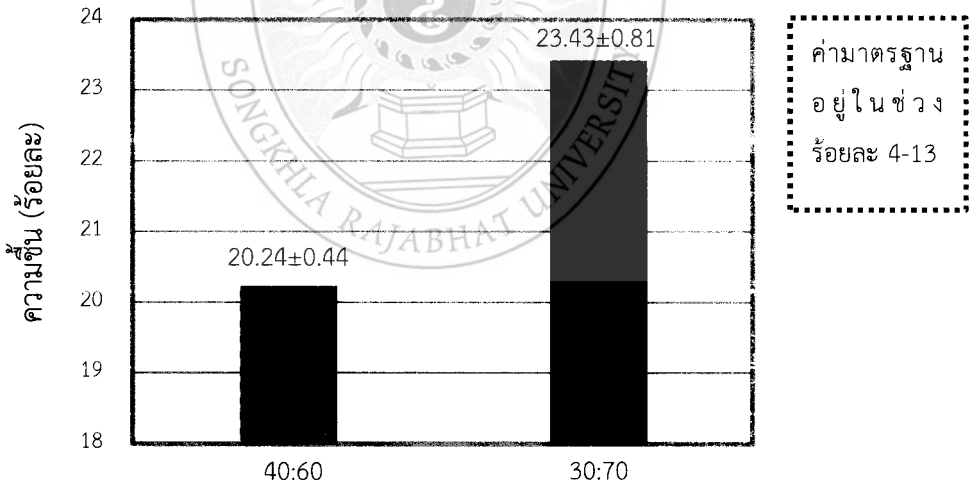
ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย แสดงให้เห็นว่า ค่าความหนาแน่นที่อัตราส่วน 40:60 มีค่าเท่ากับ 415.60±38.89 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และที่อัตราส่วน 30:70 มีค่าเท่ากับ 366.02±4.80 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4.2-1) พบว่า ที่อัตราส่วน 40:60 มีความหนาแน่นสูง เนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณชานอ้อยทำให้แผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยมีความแข็งแรงได้ดีกว่า เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของผกามาศ ชูสิทธิ์ และคณะ (2555) ที่ได้ศึกษาแผ่นผนังภายในอาคารที่ทำจากวัสดุเหลือทิ้งจากต้นสบู่ดำ มีค่าความหนาแน่นอยู่ที่ 817 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าความหนาแน่นสูงกว่าแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ทั้ง 2 อัตราส่วน และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) พบว่า อัตราส่วน 40:60 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) ซึ่งกำหนดค่าความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 400-900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



ภาพที่ 4.2-1 ค่าการทดสอบความหนาแน่น

2) ผลการทดสอบความชื้น

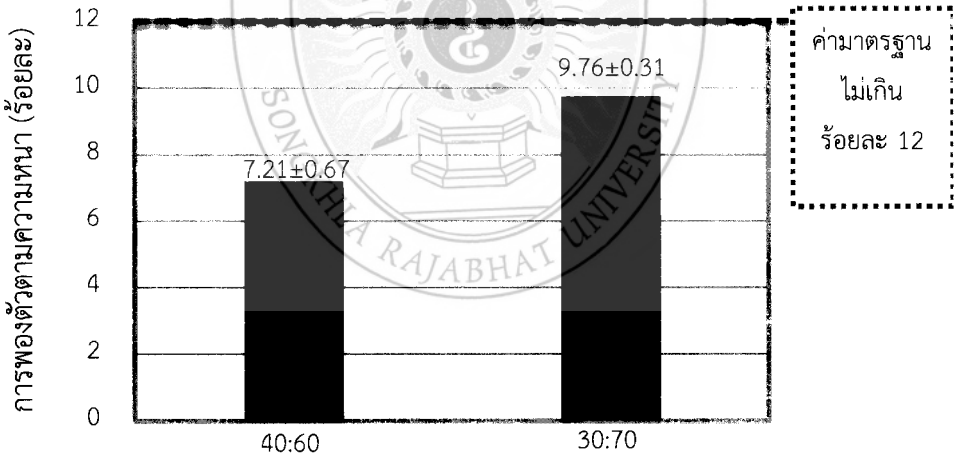
ผลการทดสอบความชื้นของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย แสดงให้เห็นว่า ค่าความชื้นที่อัตราส่วน 40:60 มีค่าเท่ากับร้อยละ 20.24±0.44 และที่อัตราส่วน 30:70 มีค่าเท่ากับร้อยละ 23.43±0.81 (ภาพที่ 4.2-2) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณวัสดุประสานและลดปริมาณชานอ้อยความชื้นของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยจะลดลง เนื่องจากชานอ้อยมีพื้นที่ดูดซับความชื้นจากวัสดุประสานมากขึ้น จึงทำให้แผ่นอัดมีความชื้นสูงและมีประสิทธิภาพต่ำ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของผกามาศ ชูสิทธิ์ และภานุเดช จัดเงางาม (2556) ได้ศึกษาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด พบว่า แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวละเส้นใยต้นข้าวโพด มีปริมาณความชื้นที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดมีพื้นผิวที่สามารถดูดซับความชื้นขณะทำการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ได้ ซึ่งมีค่าปริมาณความชื้นต่ำกว่าแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ทั้ง 2 อัตราส่วนแสดงให้เห็นว่าแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยมีประสิทธิภาพน้อยกว่า และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) พบว่า ทั้ง 2 อัตราส่วน ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) ซึ่งกำหนดค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 4-13



ภาพที่ 4.2-2 ค่าการทดสอบความชื้น

3) ผลการทดสอบการพองตัวตามความหนา

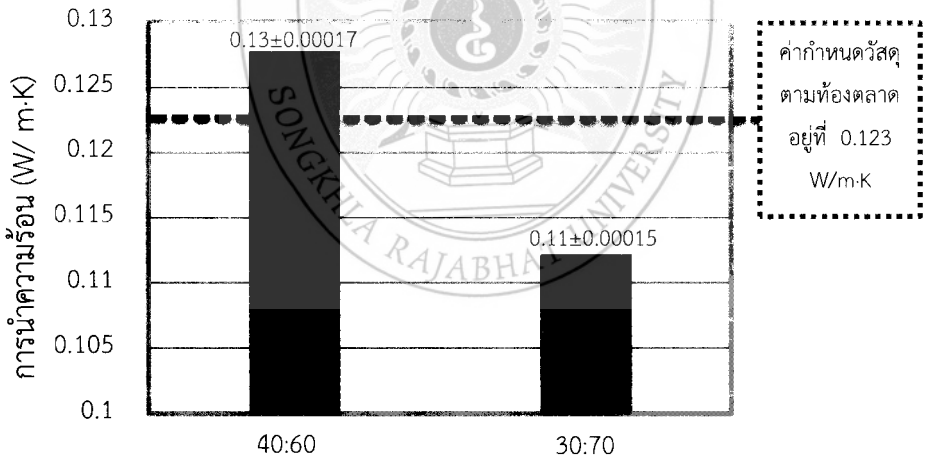
ผลการทดสอบการพองตัวตามความหนาของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย แสดงให้เห็นว่า ค่าการพองตัวตามความหนาที่อัตราส่วน 40:60 มีค่าเท่ากับร้อยละ 7.21±0.67 และที่อัตราส่วน 30:70 มีค่าเท่ากับร้อยละ 9.76±0.31 (ภาพที่ 4.2-3) พบว่าเมื่อแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยมีความหนาแน่นมาก ค่าการพองตัวตามความหนาจะน้อย เนื่องจากความพรุนในมวลวัสดุมีน้อยกว่าทำให้แผ่นอัดมีประสิทธิภาพที่ดี เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของผกามาศ ชูสิทธิ์ และภานุเดช จัดเงางาม (2556) ได้ศึกษาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด พบว่า ความหนาของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดก่อนและหลังการแช่น้ำมีความเปลี่ยนไปไม่มาก ซึ่งมีค่าการพองตัวตามความหนาต่ำกว่าแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ทั้ง 2 อัตราส่วนแสดงให้เห็นว่าแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยมีประสิทธิภาพน้อยกว่า และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) พบว่าทั้ง 2 อัตราส่วนผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) ซึ่งกำหนดค่าการพองตัวตามความหนาไม่เกินร้อยละ 12



ภาพที่ 4.2-3 ค่าการทดสอบความพองตัวตามความหนา

4) ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน

ผลการทดสอบการนำความร้อนของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย พบว่า ค่าการนำความร้อนที่อัตราส่วน 40:60 มีค่าเท่ากับ 0.13 W/ m·K และที่อัตราส่วน 30:70 มีค่าเท่ากับ 0.11 W/ m·K เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของโรสลีนา จาราแว (2559) ได้ศึกษาฉนวนกันความร้อนจากพืชในเขตท้องถิ่น ผลการทดสอบค่าการนำความร้อนเฉลี่ยในช่วงเวลา 0-40,000 วินาที ค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติที่ผลิตจาก เส้นใยหญ้าคา ใยมะพร้าว กาบ กล้วย ฟางข้าว และกาบหมาก มีค่าการนำความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.022 W/m·K, 0.023 W/m·K, 0.028 W/m·K, 0.021 W/m·K และ 0.017 W/m·K ตามลำดับ ซึ่งมีค่าการนำความร้อนต่ำกว่าแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ทั้ง 2 อัตราส่วน แสดงให้เห็นว่าแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยมีประสิทธิภาพน้อยกว่า และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าการนำความร้อนของแผ่นไม้อัดวัสดุในท้องตลาด ที่กำหนดค่าการนำความร้อนอยู่ที่ 0.123 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน พบว่า ค่าการนำความร้อนของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยมีความใกล้เคียงกันทั้ง 2 อัตราส่วน แต่ที่อัตราส่วน 30:70 มีค่าการนำความร้อนได้น้อยกว่า ซึ่งในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนที่ดี จะต้องมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำ (ภาพที่ 4.2-4)

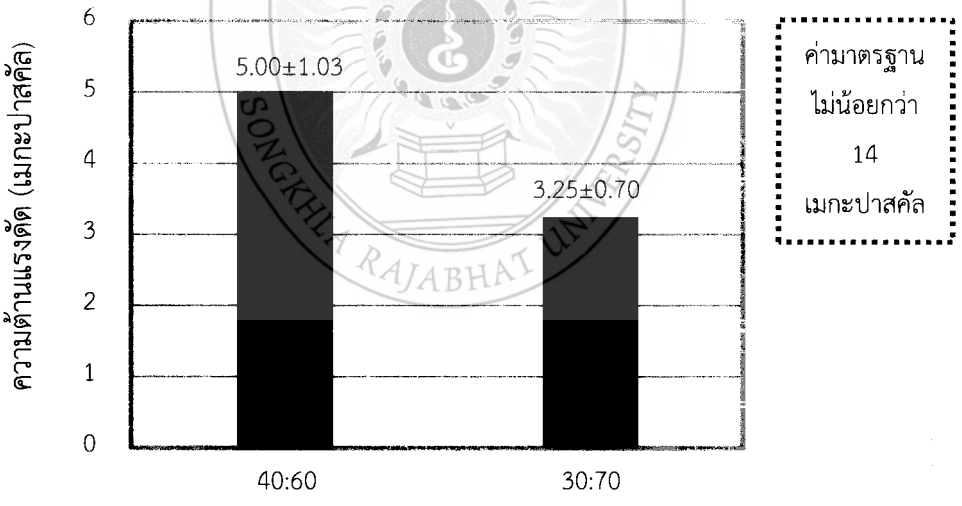


ภาพที่ 4.2-4 ค่าการทดสอบค่าการนำความร้อน

4.2.2 สมบัติเชิงกล

1) ผลการทดสอบความต้านแรงดัด

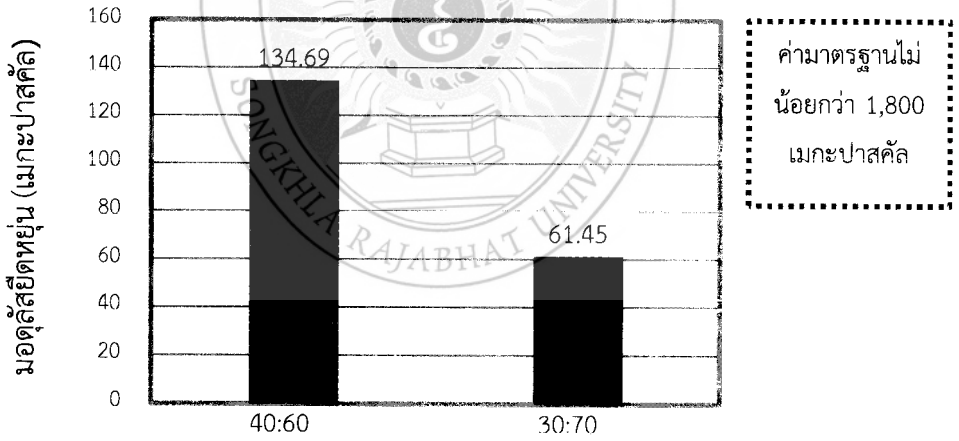
ผลการทดสอบความต้านแรงดัดของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย แสดงให้เห็นว่า ค่าความต้านแรงดัดที่อัตราส่วน 40:60 มีค่าเท่ากับ 5.00±1.03 เมกะปาสคัล และที่อัตราส่วน 30:70 มีค่าเท่ากับ 3.25±0.70 เมกะปาสคัล (ภาพที่ 4.2-5) พบว่า ปริมาณชานอ้อยที่เพิ่มขึ้นมีค่าความหนาแน่นที่สูงกว่าเป็นตัวแปรหลักในด้านความแข็งแรง จึงทำให้แผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยมีความต้านแรงดัดสูง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของวุฒิภูมิ บุญทรงสันติกุล (2552) ได้ศึกษาแผ่นฝ้าเพดานจากผักตบชวาผสมไม้ก๊อก ซึ่งมีค่าความต้านแรงดัดอยู่ในช่วง 1.60-2.46 เมกะปาสคัล ซึ่งมีค่าความต้านแรงดัดสูงกว่าแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ทั้ง 2 อัตราส่วน แสดงให้เห็นว่าแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยมีประสิทธิภาพน้อยกว่า และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) พบว่า ทั้ง 2 อัตราส่วน ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) ซึ่งกำหนดค่าความต้านแรงดัดไม่น้อยกว่า 14 เมกะปาสคัล



ภาพที่ 4.2-5 ค่าการทดสอบความต้านแรงดัด

2) ผลการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่น

ผลการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย แสดงให้เห็นว่า ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นที่อัตราส่วน 40:60 มีค่าเท่ากับ 134.69±8.63 เมกะปาสคัล และที่อัตราส่วน 30:70 มีค่าเท่ากับ 61.45±3.73 เมกะปาสคัล (ภาพที่ 4.2-6) พบว่า ปริมาณชานอ้อยที่เพิ่มขึ้นมีค่าความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นดีขึ้น คืนตัวได้ดี จึงทำให้ค่าที่ได้สูงขึ้นด้วย เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของฉันท์ทิพย์ คำนวณ และมนทิพย์ ล้อสุริยนต์ (2552) ได้ศึกษาแผ่นอัดจากใยมะพร้าว ชานอ้อย ฟางข้าว และแกลบ ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนผสมระหว่างใยมะพร้าว:กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นดีที่สุด ซึ่งสังเกตได้ว่า ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นตามปริมาณของสารยึดเกาะ เนื่องจากปริมาณสารยึดเกาะที่มากขึ้นทำให้มีความสามารถในการยึดเกาะของเส้นใยมะพร้าวมีมากขึ้น ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นจึงมีมากขึ้นด้วย ซึ่งมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นมากกว่าแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) พบว่าทั้ง 2 อัตราส่วนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547) ซึ่งกำหนดค่ามอดูลัสยืดหยุ่นไม่น้อยกว่า 1,800 เมกะปาสคัล



ภาพที่ 4.2-6 ค่าการทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่น

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยที่อัตราส่วน 40:60 และ 30:70 ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.2-1**

ตารางที่ 4.2-1 สรุปผลการทดสอบแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยที่อัตราส่วน 40:60 และ 30:70

พารามิเตอร์ที่ทดสอบ	**ชานอ้อยต่อกาวลาเท็กซ์ (TOA) อัตราส่วน 40:60**	**ชานอ้อยต่อกาวลาเท็กซ์ (TOA) อัตราส่วน 30:70**	**ค่ามาตรฐาน (มอก.876-2547)**
ความหนาแน่น (kg/m^3)	415.60	366.02	อยู่ในช่วง 400-900 kg/m^3
ความชื้น (ร้อยละ)	20.24	23.43	อยู่ในช่วงร้อยละ 4-13
ความพองตัวตามความหนา (ร้อยละ)	7.21	9.76	ไม่เกินร้อยละ 12
การนำความร้อน (W/ m·K)	0.13	0.11	อยู่ที่ 0.123 W/m K
ความต้านแรงดัด (MPa)	5.00	3.25	ไม่น้อยกว่า 14 MPa
มอดุลัสยืดหยุ่น (MPa)	134.69	61.45	ไม่น้อยกว่า 1,800 MPa

ที่มา: ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (2547)

จากงานวิจัยนี้ พบว่าอัตราส่วนชานอ้อยต่อวัสดุประสานที่อัตราส่วน 40:60 และ 30:70 สามารถผลิตเป็นแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนได้ทั้ง 2 อัตราส่วน แต่ที่อัตราส่วน 30:70 มีค่าการนำความร้อนที่ต่ำกว่า สามารถกันความร้อนได้ดีกว่า ซึ่งผลโดยรวมทั้ง 2 อัตราส่วน จะเห็นได้ว่าที่อัตราส่วน 40:60 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) มากกว่าอัตราส่วน 30:70 ทั้งนี้ทำให้แผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยที่อัตราส่วน 40:60 มีประสิทธิภาพในด้านความทนทานมากยิ่งขึ้นและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย โดยใช้กาวลาเท็กซ์เป็นวัสดุประสาน ที่อัตราส่วนชานอ้อยต่อวัสดุประสาน 50:50 40:60 30:70 และ 20:80 พบว่า ลักษณะทั่วไปของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนที่อัตราส่วน 40:60 และอัตราส่วน 30:70 มีความเรียบสม่ำเสมอกันตลอดทั้งแผ่นขอบตั้งได้ฉากกับระนาบผิวการทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) เมื่อนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล พบว่า อัตราส่วน 40:60 มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 415.60 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 20.24 ค่าการพองตัวตามความหนาอยู่ที่ร้อยละ 7.21 ค่าความต้านแรงดัดเท่ากับ 5.00 เมกะปาสคัล และค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเท่ากับ 134.69 เมกะปาสคัล ส่วนที่อัตราส่วน 30:70 ค่าความหนาแน่นเท่ากับ 366.02 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 23.43 ค่าการพองตัวตามความหนาอยู่ที่ร้อยละ 9.76 ค่าความต้านแรงดัดเท่ากับ 3.25 เมกะปาสคัล และค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเท่ากับ 61.45 เมกะปาสคัล เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) พบว่า ที่อัตราส่วน 40:60 ค่าความหนาแน่นและการพองตัวตามความหนาผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) ส่วนที่อัตราส่วน 30:70 ค่าการพองตัวตามความหนา ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547)

สำหรับค่าการนำความร้อนของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ที่อัตราส่วน 40:60 และ 30:70 มีค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.13 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน และ 0.11 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนของแผ่นไม้อัดวัสดุตามท้องตลาดซึ่งมีค่าการนำความร้อนอยู่ที่ 0.123 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน จะเห็นได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกันกับแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย ทั้ง 2 อัตราส่วน ดังนั้นจากงานวิจัยนี้ พบว่าชานอ้อยมีความเป็นไปได้ในการผลิตเป็นแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมจากงานวิจัยนี้ คือ อัตราส่วนชานอ้อยต่อวัสดุประสาน 30:70 เนื่องจากมีคุณสมบัติการนำความร้อนต่ำและสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าแผ่นอัดวัสดุตามท้องตลาด ซึ่งผลโดยรวมทั้ง 2 อัตราส่วน จะเห็นได้ว่าที่อัตราส่วน 40:60 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) มากกว่าอัตราส่วน 30:70 ทั้งนี้ทำให้แผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อยที่อัตราส่วน 40:60 มีประสิทธิภาพในด้าน

ความทนทานมากยิ่งขึ้นและสามารถนำไปใช้เป็นแผ่นฝ้าเพดานในการกันความร้อนได้ นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและได้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองที่ได้ศึกษาในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคตดังนี้

1) ควรมีการศึกษาวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรชนิดอื่น ๆ มาผสมกับชานอ้อย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อน

2) ควรมีการศึกษาวัสดุในท้องถิ่นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมนำมาใช้เป็นวัสดุประสาน เช่น น้ำยางพารา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กลุ่มสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย. (2558). **อ้อยและน้ำตาลทราย.** เข้าถึงได้จาก: http://www.ocsb.go.th (วันที่สืบค้นข้อมูล: 11/พฤศจิกายน/2559).

ฉันท์ทิพย์ คำนวณทิพท์ และมนทิพย์ ล้อสุริยนต์. (2552). **แผ่นอัดจากใยมะพร้าว ชานอ้อย ฟางข้าว และแกลบ.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ดาแนล มาลินี และมูฮัมหมัดไซดี มูซอ. (2556). **การพัฒนาแผ่นอัดจากผักตบชวาผสมต้นธูปฤาษี**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

นิวัฒน์ เกตุแก้ว. (2558). **แผ่นอัดจากใบสับประรดโดยใช้กาวไอโซไซยาเนตเปรียบเทียบกับกาวลาเท็กซ์.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

บริษัท เอสซีเปเปอร์แพ็ค. (2556). กาวลาเท็กซ์. เข้าถึงได้จาก: http://www.scpaperbok.blogspot.com. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 19/พฤศจิกายน/2561).

ประชาชาติธุรกิจ. (2559). **พืชเศรษฐกิจของไทย.** เข้าถึงได้จาก: https://www.prachachat.net/local-economy/news-63456 (วันที่สืบค้นข้อมูล: 21/มิถุนายน/2560).

ประยูร สุรินทร์. (2544). **การศึกษากระบวนการผลิตและสมบัติของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย.** คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ผกามาศ ชูสิทธิ์ และภานุเดช ขัดเงางาม. (2556). **การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด.** คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ผกามาศ ชูสิทธิ์, ภานุเดช ขัดเงางาม และเกษมชัย บุญเพ็ญ. (2555). **การผลิตแผ่นผนังภายในอาคารที่ทำจากวัสดุเหลือทิ้งจากต้นสบู่ดำ**. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระนคร.

เมธาวี พรสร้างสรรค์. (2552). **แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยกก**. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โรสลีนา จาราแว. (2559). **การพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากพืชในเขตท้องถิ่น.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

วรธรรม อุ่นจิตติชัย. (2555). **วัสดุทดแทนไม้.** กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้. เข้าถึงได้จาก:http://forprod.forest.go.th/forprod/Wood_industries/pdf. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 1/กันยายน/ 2560).

วรธรรม อุ่นจิตติชัย, พรประเสริฐ วาณิชย์เจริญ และกำพล ชูปรีดา. (2551). **การใช้ประโยชน์ไม้อะเคเซียคราสซิคาร์ป่าเพื่อผลิตเป็นแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด.** สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้. เข้าถึงได้จาก: http://forprod.forest.go.th/forprod/frs-Research/Research_file_folder/PDF_t1451982847.pdf. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 6/กันยายน/ 2560).

วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. (2543). **การใช้ฉนวน.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คอม-ฟอร์ม.

วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. (2542). **วิทยาศาสตร์เส้นใย.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วุฒิภูมิ บุญทรงสันติกุล. (2552). **แผ่นฝ้าเพดานจากผักตบชวาผสมไม้ก๊อก.** คณะสถาปัตยกรรม-ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมเจตน์ พัชรพันธ์. (2550). **การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยหญ้าแฝกและน้ำยางพารา.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก) 876-2547**. เข้าถึงได้จาก: http://research.rid.go.th/vijais/moa/fulltext/TIS876-2547.pdf. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 7/กุมภาพันธ์/2560).

สืบศิริ แซ่ลี้ และศักดิ์ชาย สิกขา. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าและผนังฉนวนกันความร้อนจากพืชในเขตพื้นที่ประเทศไทย. **วารสารวิชาการ AJNU ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,** ปีที่ 3 (ฉบับที่ 1): เข้าถึงได้จาก: https://www.tci-thaijo.org/index.php /ajnu/article/view/26364). (วันที่สืบค้นข้อมูล: 16/ตุลาคม/2560).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบโครงร่างวิจัย

โครงร่างวิจัยเฉพาะทาง

1. ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

Feasibility Study on the Production of Thermal Insulating Sheet from Bagasse

2. สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

3. ผู้วิจัย

นางสาวมูนีเราะห์ มะสาแม รหัสนักศึกษา 564232021
นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
นางสาวอัซมา หลงมิหนา รหัสนักศึกษา 564232041
นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์นัดดา โปดำ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พลพัฒน์ รวมเจริญ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5. ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศเขตร้อนชื้น จึงมีสภาพอากาศร้อนเกือบทั้งปี ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ประเทศไทยต้องสูญเสียพลังงานกับการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ทั้งพัดลม เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น โดยเฉลี่ยแล้ว ประมาณ 27,346 เมกะวัตต์

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมนิยมใช้ฉนวนกันความร้อนเพื่อถ่ายโอนความร้อนให้กับ ที่อยู่อาศัยอย่างแพร่หลาย ฉนวนกันความร้อนที่นิยมใช้ คือ ฉนวนเส้นใยสังเคราะห์ แต่เนื่องจากวัสดุฉนวนส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศและวัสดุส่วนใหญ่ทำจากเส้นใยสังเคราะห์ จึงเกิดปัญหาเกี่ยวกับความปลอดภัยด้านสุขภาพของคนงานที่ผลิตและผู้บริโภคที่นำมาใช้งาน (โรสลีนา จาราแว ,2559) ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางของอุตสาหกรรมแต่รายได้หลักที่เกิดจากการส่งออกยังอยู่ที่ภาคการเกษตร ในแต่ละปีประเทศไทยจะมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก บางส่วนนำไปเป็นอาหารสัตว์ ปุ๋ย หรือนำไปแปรรูปเป็นพลังงาน แต่ยังมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอีกมากที่ต้องเผาทำลาย โดยไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ ปัจจุบันรัฐบาลได้ส่งเสริมให้มีการนำวัสดุเหลือใช้ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ จากปัญหาดังกล่าว จึงได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อได้ ซึ่งพืชเศรษฐกิจหลักสำคัญของประเทศไทย ได้แก่ ข้าว ยางพารา อ้อย มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมัน (ประชาชาติธุรกิจ, 2559) อ้อย เป็นพืช 1 ใน 5 ของพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทยและอ้อยยังเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมน้ำตาล จากกระบวนการแปรรูปของอุตสาหกรรมน้ำตาลทำให้มีเศษชานอ้อยเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ชานอ้อยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ ส่วนผสมของปุ๋ยหมัก วัตถุคลุมดินเพื่อรักษาความชื้นของดิน และนำมาเป็นเชื้อเพลิงไฟฟ้า (กลุ่มสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย, 2558)

ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของวัสดุเหลือใช้ จึงได้มีแนวคิดที่จะทำแผ่นอัดฉนวนกันความร้อน ลักษณะเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีความเรียบสม่ำเสมอกันตลอดทั้งแผ่นขอบต้องตั้งได้ฉากกับระนาบผิว นอกจากนี้ชานอ้อยมีคุณสมบัติสามารถย่อยสลายได้ง่ายตามธรรมชาติ ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และยังสามารถลดปริมาณของเสียโดยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

6. วัตถุประสงค์การวิจัย

6.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

6.2 เพื่อทดสอบสมบัติของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล

7. สมมติฐาน

ชานอ้อยสามารถนำมาผลิตเป็นแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนได้ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) และเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนกับวัสดุในท้องตลาด

8. ตัวแปร

8.1	ตัวแปรต้น	อัตราส่วนชานอ้อยต่อวัสดุประสาน (กาวลาเท็กซ์ (TOA)) (50:50 ,40:60 ,30:70 และ20:80)
8.2	ตัวแปรตาม	1) สมบัติทางกายภาพ (ความหนาแน่น ความชื้น การพองตัวตามความหนา และการนำความร้อน) 2) สมบัติเชิงกล (ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น)
8.3	ตัวแปรควบคุม	ขนาดของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อน 15×15×1 เซนติเมตร

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

9.1 ทำให้ทราบอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

9.2 เพื่อเพิ่มวัสดุทางเลือกในอุตสาหกรรมการผลิต

9.3 เพื่อเพิ่มมูลค่าให้วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมและการเกษตร

10.ขอบเขตการวิจัย

10.1 วัสดุที่ใช้ในการศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ ชานอ้อย และวัสดุประสาน

10.2 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

10.2.1 พื้นที่เก็บชานอ้อยได้รับความอนุเคราะห์จากนางสาวเฉลียว วิจิตรเวชการ ร้านขายน้ำอ้อยที่เปิดท้ายประมงใหม่สงขลา

10.2.2 พื้นที่อัดขึ้นรูปแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนและทดสอบทางกายภาพสมบัติและสมบัติเชิงกล ณ โปรแกรมวิชายางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

10.2.3 พื้นที่ทดสอบค่าการนำความร้อน ณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

11.นิยามศัพท์เฉพาะ

11.1 ชานอ้อย (Bagasse) หมายถึง ส่วนของลำต้นอ้อยที่ผ่านการหีบเอาน้ำอ้อยหรือน้ำตาลออกแล้ว (ฉันท์ทิพ คำนวณทิพย์ และมนทิพย์ ล้อสุริยนต์, 2552)

11.2 แผ่นอัด (Compression) หมายถึง การรวมไม้หลาย ๆ ชนิดเข้าด้วยกันหรือทำจากไม้ชนิดเดียวกัน แล้วนำมาอัดติดกันโดยใช้กาวเป็นวัสดุประสาน (ดาแนล มาลินี และมูฮัมหมัดไซดี มูสอ, 2552)

11.3 ฉนวนกันความร้อน (Insulation) หมายถึง วัตถุหรือวัสดุที่มีความสามารถในการสกัดกั้นความร้อนไม่ให้ส่งผ่านจากด้านใดด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ง่าย (สืบศิริ แซ่ลี้ และ ศักดิ์ชาย สิกขา, 2555)

11.4 การอัดขึ้นรูปร้อน (Hot extrusion) หมายถึง กระบวนการขึ้นรูปวัสดุแผ่นประกอบโดยใช้กาว เป็นตัวประสาน โดยใช้เครื่องอัดร้อนแบบไฮดรอลิคในการอัด (สืบศิริ แซ่ลี้ และ ศักดิ์ชาย สิกขา, 2555)

12.เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

12.1 ฉนวนกันความร้อนความร้อน

วัสดุที่สามารถสกัดกั้นความร้อนไม่ให้ส่งผ่านไปยังส่วนอื่น ๆ โดยมีลักษณะเบา ประกอบด้วยฟองอากาศเล็ก ๆ จำนวนมากซึ่งมีคุณสมบัติสกัดกั้นความร้อนให้อยู่ในฟองอากาศ จึงไม่นำพาความร้อนไปยังส่วนอื่น ๆ ในด้านการใช้ประโยชน์ สามารถนำมาใช้เป็นฝ้าเพดาน เพื่อลดความร้อนแรงของแสงอาทิตย์ไม่ให้ส่งผ่านเข้ามาในบ้านได้ง่าย นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในด้านอื่นๆ ได้อีกด้วย

12.2 การนำความร้อน

เกิดจากการเคลื่อนที่ของพลังงานระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกันวัสดุจะมีการนำความร้อนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโครงสร้างของโมเลกุล วัสดุที่มีความหนาแน่นมากจะนำความร้อนได้มาก เช่น วัสดุโลหะ อลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง เป็นตัวนำความร้อนที่ดี วัสดุในธรรมชาติ เช่น ไม้ จะมีค่าการนำความร้อนน้อยกว่าโลหะ อากาศหรือก๊าซชนิดต่างๆ จะนำความร้อนได้ต่ำที่สุด อากาศจึงเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี ความสามารถในการนำความร้อนจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ คุณสมบัติของวัสดุ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิววัสดุ ความหนาวัสดุ พื้นที่สัมผัสโดยตรงกับความร้อน ช่วงเวลาที่สัมผัส เป็นต้น

ค่าที่เกี่ยวข้องกับการนำความร้อน หน่วยเป็น W./mK. หรือBTU.in / (ft2.h.°F) คือ การถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านสสารในความหนา ช่วงเวลา พื้นที่ และค่าความแตกต่างอุณหภูมิหนึ่ง ๆ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนใช้ในการวัดค่าการนำความร้อนของวัสดุ

12.3 คุณลักษณะของฉนวนกันความร้อน

ความสามารถในการป้องกันความร้อน (R-Value) ช่วงอุณหภูมิการใช้งาน การเปลี่ยนรูปร่างเมื่อได้รับความร้อน การกันน้ำและความชื้น การทนต่อแมลงและเชื้อรา ความปลอดภัยต่อสุขภาพ การเสื่อมสภาพ และการบำรุงรักษา ซึ่งต้องเลือกให้เข้ากับลักษณะและประเภทของการใช้งาน

12.4 ชนิดของฉนวนกันความร้อน

1) อะลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium foil) เป็นแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมที่ถูกทำให้หนาขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนและรังสียูวี มีความเหนียวคงทนไม่ขาดง่าย

2) โฟมโพลียูริเทน (polyurethane) เป็นวัสดุป้องกันความร้อน-เย็น รั่วซึม และลดเสียงดังได้ดี โดยโครงสร้างเป็นเซลล์ปิด (closed cell) มีช่องอากาศเป็นโพรง เรียกว่า Air Gap เป็นจำนวนมาก มีคุสมบัติในการนำความร้อนต่ำ

3) ฉนวนใยแก้ว (microfiber) ประกอบด้วยเส้นใยไฟเบอร์เล็ก ๆ มีประสิทธิภาพทนความร้อนสูง จึงสามารถช่วยลดปริมาณความร้อนที่จะผ่านเข้าสู่ตัวอาคารได้มาก นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติกันเสียงรบกวนได้ จึงช่วยให้ไม่รบกวนในยามฝนตก รวมถึงสามารถป้องกันความชื้นสูง มีความยืดหยุ่นได้ดีเมื่อถูกกดทับจะสามารถคืนตัวได้เร็ว มีน้ำหนักเบา ทนทาน ไม่เสื่อมสภาพ และป้องกันแมลงหรือเชื้อราได้

4) ฉนวนใยหิน (mineral wool) ฉนวนใยหินผลิตจากการหลอมหินที่อุณหภูมิมากกว่า 1000 องศาเซลเซียส แล้วปั่นเป็นเส้นใยของหิน มีคุณสมบัติไม่ติดไฟ ดูดซับเสียงได้เป็นอย่างดี ไม่ดูดซับน้ำ จึงทำให้ไม่ขึ้นราและยากต่อการผุพัง

5) ฉนวนใยเซลลูโลส (cellulose) ใยเซลลูโลสเป็นฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากการนำไม้หรือกระดาษที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง โดยการแผ่และดึงให้กระจายออก นอกจากนี้เซลลูโลสยังใช้เป็นฉนวนป้องกันเสียงได้เป็นอย่างดี

6) แคลเซียมซิลิเกต (calcium Silicate) เป็นฉนวนที่เหมาะกับงานอุตสาหกรรมที่ใช้อุณหภูมิสูง คุณสมบัติ ไม่ทำให้เกิดการสันดาป ป้องกันไฟ ไม่มีสารพิษ และเส้นใยสังเคราะห์ calcium silicate เกิดจากความร้อนค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นวัสดุที่แข็งแรงทนทาน นิยมนำไปใช้ในการหุ้มท่อและภาชนะในกระบวนการทางอุตสาหกรรมที่มีอุณหภูมิสูงและจำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีความทนต่อแรงอัดสูงอีกด้วย

7) เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) เป็นฉนวนกันความร้อนแบบเทบรรจุเข้าไปในบล๊อคหรือโพรงผนัง ถ้านำไปผสมกับปูนซีเมนต์หรือทราย ก็จะเป็นคอนกรีตเวอร์มิคูไลท์ที่มีสภาพการนำความร้อนต่ำกว่าคอนกรีตปกติถึง 10 เท่า สามารถหล่อเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ ทนไฟ

8) เซรามิคโค้ดติ้ง (ceramic coating) เป็นฉนวนป้องกันรังสีความร้อน ceramic coating มีส่วนผสมของอิมัลชั่นบิทุเมนเหลว เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยโพลีเอสเตอร์, สารอะครีลิคโพลิเมอร์เรซิ่น และไททาเนียมไดอ๊อกไซด์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการด้านทานรังสีอัลต้าไวโอเลต ช่วยป้องกันรักษาหลังคาและผนังอาคารให้มีอายุทนทานยาวนาน

12.5 ประโยชน์การใช้งานของฉนวนกันความร้อน

1) มีค่าการนำความร้อนต่ำจึงมีประสิทธิภาพในการต้านทานความร้อนสูง และสามารถสะท้อนความร้อนได้ถึง 95% ทำให้ลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารได้มาก

2) มีค่าความยืดหยุ่นดี เมื่อถูกกดทับสามารถคืนตัวได้เร็ว มีความหนาสม่ำเสมอได้มาตรฐาน มีน้ำหนักเบา ทนทานต่อแรงดึง ไม่ฉีกขาดง่ายคืนตัวได้ดีเมื่อได้รับแรงกด จึงสะดวกต่อการติดตั้งกบวัสดุหลังคาทุกประเภท ทั้งหลังคาเก่าและหลังคาใหม่

3) ป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอกอาคาร เช่น เวลาฝนตกกระทบหลังคาและเสียงที่เกิดในอาคารไม่ให้เกิดเสียงรบกวนคนภายใน

4) ป้องกันความชื้นสูงและเลือกใช้ความหนาที่เหมาะสม จะไม่ให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำจากความแตกต่างของอุณหภูมิของอาคารปรับอากาศ

5) ทนต่อสภาวะอากาศได้ดีผ่านการทดสอบที่อุณหภูมิ 29 °C ถึง + 66°C

6) เป็นวัสดุที่ไม่เสื่อมสภาพ ไม่เป็นอาหารของสัตว์ แมลง และเชื้อรา จึงคงความเป็นฉนวนได้ยาวนาน

12.6 ไม้อัด

การนำไม้มาอัดรวมกัน โดยใช้กาวเป็นวัสดุประสาน

1) ชนิดของไม้อัด สามารถแบ่งได้ดังนี้

1.1) ไม้บางไม้อัด (Veneer & plywood) เป็นการนำไม้มาปอก (Peeling) หรือฝาน (Slicing) แล้วนำไม้บางๆ มาทากาว เรียงประกบเป็นชั้นๆ โดยให้แนวเสี้ยนของไม้บางแต่ละชั้นเรียงตั้งฉากกับไม้บางชั้นถัดไป เป็นที่นิยมใช้สำหรับการก่อสร้าง เนื่องจากแผ่นกว้าง ใหญ่ น้ำหนักเบา

1.2) แผ่นไม้ประกอบ (Composite Board) เป็นการใช้เศษไม้ปลายไม้ที่เหลือจากโรงเลื่อย หรือไม้จากสวนป่า ผลิตโดยเทคโนโลยีง่ายๆ คือ

1.2.1) แผ่นไม้ปาร์เก (Parquet & mosaic parquet) นำเศษไม้มาตัด ซอยปรับสภาวะความชื้น เรียงชิ้นไม้ในแบบ ประกอบเป็นแผ่นแล้วใช้กระดาษหรือตาข่ายกาวปิดทับ

1.2.2) แผ่นไม้ประสาน (Laminate board) นำเศษไม้มาตัด ซอยให้ได้ขนาด ใช้การต่อปลายแบบนิ้วประสาน (Finger joint) แล้วทากาวด้านข้างต่อกันเป็นแผ่น

1.3) แผ่นชิ้นไม้อัด (Particleboard) ใช้เศษไม้ปลายไม้มาทำเป็นชิ้นเกล็ดไม้ แล้วอัดให้เป็นแผ่นโดยใช้กาวเป็นวัสดุประสานให้ติดกัน ภายใต้ความร้อนและแรงอัด ข้อดี คือ ใช้ทดแทนไม้อัดได้ เนื่องจากราคาถูกกว่า

1.4) แผ่นใยไม้อัด (Fiberboard) ใช้ไม้หรือพืชเกษตรเป็นวัตถุดิบในการทำแผ่น โดยการแยกเส้นใยออกมาแล้วนำมาผสมกับกาว อัดเป็นแผ่นด้วยความร้อนและแรงอัด แล้วผึ่งกระแสอากาศให้เย็นแผ่นใยไม้อัดใช้ทดแทนแผ่นไม้อัดและไม้ประกอบอื่น ๆ ได้ดี โดยเฉพาะแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (MDF) ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงไม้ธรรมชาติ แผ่นใยไม้อัด แบ่งตามความหนาแน่นได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1.4.1) แผ่นใยไม้อัดอ่อน หรือแผ่นใยไม้อัดฉนวน (Softboard หรือInsulation Board) ใช้เป็นฉนวนกันความร้อนและเสียง

1.4.2) แผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hyardboard) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (Intermediate หรือ Medium density fiberboard, MDF) แผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hardboard) และแผ่นใยไม้อัดแข็งชนิดพิเศษ (Special densified hardboard)

1.5) แผ่นไม้อัดสารแร่ (Wood Mineral-bonded Panel) เป็นการยึดเกาะของสารแร่ เช่น ซีเมนต์ยิปซั่ม และไม้ชิ้นเล็กๆ เช่น ฝอยไม้ (Wood) ชิ้นไม้ (Particle) และใยไม้ (Fiber) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม แผ่นไม้อัดซีเมนต์ (Wood cement Board) ไม้อัดยิปซัม (Wood gypsum board) และแผ่นไม้อัดสารแร่อื่น (Other wood mineral-bond panel) (ที่มา: สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, 2555)

2 กรรมวิธีการอัดแผ่นอัด

1) การเตรียมแผ่นอัด การทำให้แผ่นที่จะขึ้นรูปโดยการอัดมีความสม่ำเสมอตลอดทั่วทั้งแผ่นเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด หากการโรยชิ้นไม้มีการกระจายของชิ้นไม้ไม่สม่ำเสมอ จะมีผลต่อสมบัติทางกายภาพเกิดความผันผวนขึ้นได้ ความหนาแน่นภายในแผ่นก็จะไม่เท่ากัน และจะเกิดการคืนตัวทางความหนาที่มากเกินไปในบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงกว่า นอกจากนี้ชิ้นไม้ที่ยังก่อให้เกิดการโค้งงอ หรือบิดตัวของแผ่นอัดได้ และอาจทำให้สภาพทั่วไปทางภายนอกของแผ่นผิวหน้าของแผ่นไม่สวยลักษณะของขอบแผ่นไม่ราบเรียบ ยิ่งกว่านั้นแผ่นอัดที่ได้จากการโรยชิ้นไม้ไม่สม่ำเสมอก็ยังเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายในขณะอัดร้อนด้วย (วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2555.)

2) วิธีการอัด การทำให้แผ่นเตรียมอัดแข็งตัวขึ้นและการเกิดปฏิกิริยา (Polymerization) ของกาวเพื่อผลิตเป็นแผ่นอัด จะอยู่ในขั้นตอนของการอัดร้อน โดยใช้เครื่องอัดร้อนแบบไฮโดรลิค ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แผ่นเตรียมอัดจะถูกบีบอัดจนได้ความหนาตามต้องการ ขณะเดียวกัน กาวที่อยู่บนผิวของชิ้นไม้ก็จะเกิดการโพลีเมอไรซ์ และเชื่อมยึดชิ้นไม้กับชิ้นไม้แผ่นที่ได้จะถูกนำออกจากการอัดทำให้เย็น และส่งไปยังขั้นตอนการตกแต่งต่อไป

กรรมวิธีการอัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญ หากแผ่นเตรียมอัดที่ทำขึ้นมีคุณภาพไม่ดี เมื่อนำไปอัดก็จะได้แผ่นอัดที่คุณภาพไม่ดีเช่นกัน การใช้ระยะเวลาในการอัดที่สั้นที่สุด สภาวะในการอัดที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพย่อมส่งผลดีต่อคุณภาพของแผ่นอัด

3) ปัจจัยที่มีผลต่อการอัด

3.1) อุณหภูมิในการอัดชนิดไม้และรูปร่างของชิ้นไม้

3.2) ระดับความชื้นและการกระจายความชื้นของแผ่นเตรียมอัด

3.3) การถ่ายเทความร้อนภายในแผ่นระหว่างการอัด

3.4) ระยะเวลาในการอัด

3.5) การแข็งตัวก่อนหรือหลังการอัดของกาว

3.6) ปริมาณความชื้นของแผ่นที่จะเข้าทำการอัดร้อน

3.7) แรงดันในการอัดและลักษณะการกระจายความหนาแน่นของแผ่นทางด้านทางตัด

12.7 เส้นใย

สิ่งที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียว องค์ประกอบของเซลล์ ส่วนใหญ่ เป็นเซลลูโลส เกิดจากการรวมตัวของพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) ของกลูโคส (glucose) ซึ่งโมเลกุลของเซลลูโลสเรียงตัวกันในผนังเซลล์ของพืชเป็นหน่วยเส้นใยขนาดเล็กมาก เกิดการเกาะจับตัวกันเป็นเส้นใยขึ้น

12.7.1 ประเภทของเส้นใย สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท

1) เส้นใยจากธรรมชาติ ได้แก่

1.1) เส้นใยจากพืช ได้แก่ เส้นใยจากเซลลูโลส เป็นเส้นใยที่ประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งได้จากส่วนต่างๆของพืช เช่น ป่าน ปอ ลินิน ใยสับปะรด ใยมะพร้าว ฝ้าย นุ่น ศรนารายณ์ เป็นต้น เซลลูโลส เป็น โฮโมพอลิเมอร์ ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสจำนวนมาก มีโครงสร้างเป็นกิ่งก้านสาขา

1.2) เส้นใยจากสัตว์ ได้แก่ เส้นใยโปรตีน เช่น ขนสัตว์ (wool) ไหม (silk) ผม (hair) เล็บ เขา ใยไหม เป็นต้น เส้นใยเหล่านี้ มีสมบัติ คือ เมื่อเปียกน้ำ ความเหนียวและความแข็งแรงจะลดลงถ้าสัมผัสแสงแดดนาน ๆ จะสลายตัว

1.3) เส้นใยจากสินแร่ เช่น แร่ใยหิน (asbestos) ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ทนไฟ ไม่นำไฟฟ้า

2) เส้นใยสังเคราะห์ เป็นเส้นใยที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นจากสารอนินทรีย์หรือสารอินทรีย์ใช้ทดแทนเส้นใยจากธรรมชาติ แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.1) เส้นใยพอลิเอสเตอร์ เช่น เทโทรอน ใช้บรรจุในหมอน เพราะมีความฟู ยืดหยุ่นไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง สำหรับดาครอน (Dacron) เป็นเส้นใยสังเคราะห์พวกพอลิเอสเทอร์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Mylar มีประโยชน์ทำเส้นใยทำเชือก และฟิล์ม

2.2) เส้นใยพอลิเอไมด์ เช่น ไนลอน (Nylon) เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์มีหลายชนิด เช่น ไนลอน 6,6 ไนลอน 6,10 ไนลอน 6 ซึ่งตัวเลขที่เขียนกำกับหลังชื่อจะแสดงจำนวนคาร์บอนอะตอมในมอนอเมอร์ของเอมีนและกรดคาร์บอกซิลิก ไนลอนจัดเป็นพวกเทอร์มอพลาสติก มีความแข็งมากกว่าพอลิเมอร์แบบเติมชนิดอื่น (เพราะมีแรงดึงดูดที่แข็งแรงของพันธะเพปไทด์) เป็นสารที่ติดไฟยาก (เพราะไนลอนมีพันธะ C-H ในโมเลกุลน้อยกว่าพอลิเมอร์แบบเติมชนิดอื่น) ไนลอนสามารถทดสอบโดยผสมโซดาลาม (NaOH + Ca(OH) 2) หรือเผาจะให้ก๊าซแอมโมเนีย ประโยชน์ของไนลอน ใช้ในการทำเสื้อผ้า ถุงเท้า ถุงน่อง ขนแปรงต่างๆ สายกีต้าร์ สายเอ็น ไม้แร็กเก็ต เป็นต้น

2.3) เส้นใยอะคริลิก เช่น ออร์ใช้ในการทำเสื้อผ้า ผ้านวม ผ้าขนแกะเทียม ร่มชายหาด หลังคากันแดด ผ้าม่าน พรม เป็นต้น

2.4) เซลลูโลสแอซีเตด เป็นพอลิเมอร์ที่เตรียมได้จากการใช้เซลลูโลสทำปฏิกิริยากับกรดอซิติกเข้มข้น โดยมีกรดซัลฟูริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การใช้ประโยชน์จากเซลลูโลสอะซีเตด เช่น ผลิตเป็นเส้นใยอาร์แนล 60 ผลิตเป็นแผ่นพลาสติกที่ใช้ทำแผงสวิตช์และหุ้มสายไฟ

3) เส้นใยกึ่งสังเคราะห์

เป็นเส้นใยที่ได้จากการนำสารจากธรรมชาติ มาปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะกับการใช้งาน เช่น การนำเซลลูโลสจากพืชมาทำปฏิกิริยากับสารเคมีบางชนิด เส้นใยกึ่งสังเคราะห์นำมาใช้ประโยชน์ได้มากกว่าเส้นใยธรรมชาติ ตัวอย่างเส้นใยกึ่งสังเคราะห์ เช่น วิสคอสเรยอง แบมเบอร์กเรยอง เป็นต้น

12.7.2 สมบัติของเส้นใย

โครงสร้างทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และการเรียงตัวของโมเลกุลของเส้นใย เป็นสมบัติซึ่งมีผลโดยตรงต่อสมบัติของผ้าที่ทำขึ้นจากเส้นใยนั้นๆ เส้นใยโดยทั่วไปควรมีคุณสมบัติดังนี้คือ

1) มีความแข็งแรง และทนทาน (Strength and durability)

2) สามารถปั่นได้ (Can be spun)

3) มีความสามารถในการดูดซับดี (Absorbency)

12.7.3 ข้อดีข้อเสียของเส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติมีข้อดี คือ น้ำหนักเบา เป็นฉนวนความร้อนที่ดี ปลอดพิษจากสารเคมี และมีความสวยงามเฉพาะตัว แต่ก็มีข้อเสียคือ คุณภาพไม่คงที ไม่ทนความร้อน ดูดความชื้น ไม่ทนต่อสารเคมี ผลิตได้ครั้งละไม่มาก และมีปัญหาเรื่องเชื้อราและจุลินทรีย์ได้

12.8 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอ้อย

ภาพที่ 12.8-1 รูปต้นอ้อย

อ้อย (อังกฤษ: Sugar-cane; ชื่อวิทยาศาสตร์: *Saccharum officinarum* L.) เป็นพืชวงศ์ POACEAE วงศ์เดียวกับ ไผ่ หญ้าและธัญพืช เช่น ข้าวสาลี ข้าว ข้าวโพด และข้าวบาร์เลย์ มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปเอเชีย ในลำต้นอ้อยที่นำมาใช้ทำน้ำตาลมีปริมาณซูโครสประมาณ 17-35% ชานอ้อย (bagasse) ที่ถูกบีบเอาน้ำอ้อยออกไปแล้ว สามารถนำมาใช้ทำกระดาษ พลาสติก เป็นเชื้อเพลิง และอาหารสัตว์ ส่วนกากน้ำตาล (molasses) ที่แยกออกจากน้ำตาลในระหว่างการผลิต สามารถนำไปหมักเป็นเหล้ารัม (rum) ได้อีกด้วย

อ้อย เป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากเมื่อพิจารณาในแง่ของผลผลิต เพราะอ้อยสามารถใช้ปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโต เช่น แสงแดด น้ำ อากาศ และธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้อ้อยยังเป็นพืชที่ปลูกง่าย และเมื่อปลูกครั้งหนึ่งแล้วสามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้งอ้อยชอบอากาศร้อนและชุ่มชื้น ดังนั้นประเทศที่ปลูกอ้อยซึ่งมีประมาณ 70 ประเทศจึงอยู่ในแถบร้อนและชุ่มชื้นในระหว่างเส้นรุ้งที่ 35 องศาเหนือ และ 35 องศาใต้ ประเทศผู้ปลูกอ้อยที่สำคัญ ได้แก่ บราซิล คิวบา และอินเดีย (ฉันท์ทิพ คำนวณทิพย์ และมนทิพย์ ล้อสุริยนต์, 2552

1) การใช้ประโยชน์

ทุกส่วนของอ้อยนั้นมีประโยชน์ทั้งหมด แต่ส่วนที่นำมาใช้มากที่สุดก็คือ ส่วนของลำต้น โดยจะแบ่งการใช้ประโยชน์ของอ้อยได้ 2 ประการ ได้แก่

1.1) การใช้ประโยชน์โดยตรง

1) เป็นอาหารมนุษย์ ในส่วนของลำต้นสามารถนำมาใช้ประกอบอาหารได้ เช่น น้ำอ้อย การนำไปทำเป็นไอศกรีม เป็นต้น

2) เป็นอาหารสัตว์ ใบ ยอด และลำต้นที่ยังอ่อน สามารถนำไปเป็นอาหารสัตว์ได้

3) เป็นเชื้อเพลิง

4) ใช้เป็นวัตถุคลุมดินหรือบำรุงดิน ใบอ้อยแห้งสามารถรักษาความชื้นและป้องกันวัชพืชได้

2.1) การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม

ในการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อยจะทำให้เกิดผลพลอยได้ตามมาซึ่งก็คือ ชานอ้อยกากตะกอน และกากน้ำตาล ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมาก โดยประโยชน์จากน้ำตาลโดยตรงและผลพลอยได้ มีดังนี้

2) การประโยชน์จากน้ำตาลโดยตรงแบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ

2.1) ใช้เป็นอาหารมนุษย์

2.1.1) ใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น น้ำตาล (รวมทั้งแป้ง) สามารถใช้เพื่อผลิตแอลกอฮอล์ ใช้เพื่อผลิตผงซักฟอกซึ่งผงซักฟอกชนิดนี้จะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมากใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสารเคลือบผิว

2.2) การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ เช่น

ชานอ้อย

1) ใช้เป็นเชื้อเพลิง สามารถนำมาผลิตไอน้ำและกระแสไฟฟ้า

2) ใช้ผลิตวัสดุก่อสร้าง เช่น อัดเป็นแผ่นไม้อัดผิวเส้นใยแผ่นกันความร้อน

3) ใช้ผลิตเยื่อกระดาษ และกระดาษชนิดต่างๆ

4) ใช้ทำปุ๋ยหมัก

5) ใช้เป็นวัตถุคลุมดิน เพื่อรักษาความชื้นของดินและป้องกันวัชพืช

6) ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมผลิต Furfural, furfuryl alcohol และ xylitol

กากตะกอนหรือขี้ตะกอนการใช้ประโยชน์ของกากตะกอน

1) ใช้เป็นปุ๋ยบำรุงดินได้

2) ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตไขสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมผลิตสารขัดเงาผลิตหมึกสำหรับกระดาษคาร์บอน ผลิตลิปสติก เป็นต้น

3) กากน้ำตาลใช้ทำปุ๋ยใช้เลี้ยงสัตว์ ใช้ผลิตแอลกอฮอล์ใช้ในอุตสาหกรรมยีสต์ ใช้ทำผงชูรส ใช้ทำกรดน้ำส้ม เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่จะนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ และผลิตแอลกอฮอล์

12.9 วัสดุประสาน

กาว เป็นวัสดุประสานที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในงานอุตสาหกรรม เพราะสามารถใช้ติดวัสดุชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันได้ โดยเฉพาะในงานไม้บางประเภทสามารถใช้กาวแทนตะปู แม้แต่การยึดติดโลหะก็ทำได้ดี (วุฒิภูมิ บุญทรงสันติกุล 2552)

12.9.1 กาวสังเคราะห์

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตกาวสังเคราะห์ ได้แก่ ฟอร์มาลดีไฮด์ยูเรียและฟีนอล แหล่งของวัตถุดิบหลักเหล่านี้มาจากก๊าซธรรมชาติ ถ่านหินและน้ำมันดิบ ยูเรียและฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นสารที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาจากก๊าซธรรมชาติ ส่วนฟีนอลสังเคราะห์มาจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี หรือจากอุตสาหกรรมถ่านหิน

เนื่องจากมีการแข่งขันการใช้วัตถุดิบจากแหล่งทั้งสามดังกล่าวมาก ราคาของสารที่ใช้สังเคราะห์กาวจึงสูงขึ้น และมีผู้กลัวว่าสารดังกล่าวอาจหมดไปในไม่ช้า ประกอบกับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการจึงได้มีการค้นคว้าหาสารที่มาทดแทนฟีนอลและยูเรีย ทั้งที่ได้มาจากธรรมชาติ เช่น แทนนิน และลิกนิน และได้จากผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น ไอโซไซยาเนต เป็นต้น เนื่องจากการพัฒนากาวต่าง ๆ ต้องใช้พื้นฐานมาจากการสังเคราะห์กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ และกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งใช้เป็นกาวสังเคราะห์อัดร้อนในอุตสาหกรรมไม้เป็นส่วนใหญ่ กาวสังเคราะห์ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ

1) กาวเรซินชนิดแข็งตัวเมื่อร้อน (Thermo-Setting Resins) เป็นกาวที่ได้รับความร้อนจะแปรสภาพเป็นแผ่นแข็งที่ไม่สามารถหลอมละลายได้อีก

1.1) กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ (UF, Urea Formaldehyde)

เป็นกาวชนิดแรกที่ได้รับการพัฒนาอย่างกว้างขวาง มีการใช้มาร่วม 60 กว่าปี เริ่มจากใช้ฟอร์มัลดีไฮด์ผสมกับยูเรียให้ความร้อนในส่วนผสมที่เป็นด่างทำให้เกิดเมธิลอลยูเรีย แต่ยังไม่เป็นกาว แล้วทำปฏิกิริยาในส่วนผสมที่เป็นกรด จึงหยุดปฏิกิริยาโดยเติมด่างให้มีสภาพเป็นกลาง แล้วกำจัดน้ำออกจากส่วนผสมที่มากขึ้นจากการเกิดปฏิกิริยาควบแน่นจนได้ส่วนผสมกาวที่

เข้มข้นหรือจะระเหยน้ำต่อไปจนได้เป็นผงโดยนำกาวเข้มข้นไปพ่นผ่านรูเล็กๆ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์มีการจำหน่ายกันทั้งในสภาพของเหลว และเป็นผง การเตรียมกาวโดยนำกาวผงหลักหรือกาวน้ำ มาผสมกับน้ำ แล้วผสมกับสารช่วยให้กาวแข็งตัว (Hardener) เมื่อเข้ากันได้ดีแล้ว จึงนำไปทาบนผิวไม้ที่จะทำการยึดติด สารช่วยให้กาวแข็งตัวจะมีสภาพเป็นกรด

1.2) กาวไอโซไซยาเนต (Isocyanate Resins) หรือ กาว pMDI

แม้ว่าจะถูกใช้เป็น(Casting Resins) และตัวกลางของสี (Paint Media) ตั้งแต่ราวปี ค.ศ.1950 แต่ทางด้านงานไม้กลับมีการใช้กันน้อยหรือไม่ได้รับความสนใจในการนำมาใช้เลย จนถึงปี ค.ศ.1975 ปัจจุบันถูกใช้ในการผลิต PB, MDF และ OSB เมื่อต้องการชิ้นงานที่มีความทนทานสูง โดยมันจะเกิดการยึดเหนี่ยวทางเคมีกับ ลิกนิน และเซลลูโลสในไม้ มีราคาสูงแต่เมื่อเทียบปริมาณการใช้ในการผลิต PB แล้วใช้ในปริมาณที่ต่ำและถูกพิสูจน์ว่าคุ้มค่า เช่น เนื่องจากการยึดเหนี่ยวแบบธรรมชาตินี้จะช่วยลดการใช้ไม้วัตถุดิบได้ถึง 15% โดยจะให้ความแข็งแรงทางกลที่ระดับเดียวกัน

2) กาวเรซินชนิดอ่อนตัวเมื่อร้อน (Thermo-plastic resins) หรือร้อนเหลว (Hot-Melts) ต้องให้ความร้อน จึงกลายเป็นสารยึดติดเมื่อเย็น

2.1) กาวเรซินโพลีไวนิลอาซีเตต (PVAc - Resin)

PVAc นี้โดยปกติใช้อยู่ในรูปอิมัลชัน แม้ว่าจะแข็งตัวโดยการใช้ความร้อนบ้าง แต่ก็จะยังคงอ่อนตัวอยู่ที่อุณหภูมิสูง ๆ มันสามารถถูกปรับปรุงให้มีความหนืดสูงหรือต่ำ แข็งหรืออ่อนหยุ่นได้ (Rigidity or flexibility) และย้อมสีหรือใส่วัตถุเพื่อให้เกิดสีอะไรก็ได้ PVAc - Resin มี 2 แบบ คือ

1) แบบโฮโมโพลีเมอร์ ซึ่งจะอ่อนตัวทันที เมื่อได้รับความร้อน

2) แบบโค-โพลีเมอร์ ซึ่งจะมีการใช้สารเร่ง (Catalyst) เพื่อการึดเหนี่ยว ทำให้มีความ ต้านทานและความร้อนดีขึ้น

2.3) กาวลาเท็กซ์

กาวลเท็กซ์มีส่วนประกอบสำคัญคือ โพลิไวนิลอะซิเทต (Poly(vinyl acetate), PVAC) ซึ่งเป็นโพลิเมอร์สังเคราะห์อีกชนิดหนึ่งที่มีสายโซ่ยาว แต่ละลายน้ำได้ไม่ดีนัก เมื่ออยู่ในน้ำจึงอยู่ในลักษณะของสารอีมัลชัน (Emulsion) คือเป็นอนุภาคเล็กๆ กาวลาเท็กซ์มีลักษณะเป็นสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม หรือน้ำยาง ซึ่งมีอนุภาคเล็กๆของโปรตีน และเนื้อยางกระจายอยู่ทั่วไปในน้ำตามลำดับเช่นกัน แต่เมื่อกาวลาเท็กซ์แห้งก็จะมีลักษณะใสเหมือนกาวใส

13.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย	ผลการวิจัย	ชื่อผู้วิจัย, ปีที่วิจัย
แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยกก	แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยกก ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) 3 เกณฑ์ คือ แรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ความชื้น ความหนาแน่นของวัสดุ การพองตัวของวัสดุ และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) 2 เกณฑ์ คือ มอดุลัสยืดหยุ่นและมอดุลักแตกร้าว แม้แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยกก จะไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) แต่แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยกกมีความเป็นฉนวนใกล้เคียงกับแผ่นยิปซั่มบอร์ด	เมธาวี พรสร้างสรรค์ ,(2552)
แผ่นฝ้าเพดานจากผักตบชวาผสมไม้ก๊อก	ผลจากการทดลองพบว่าแผ่นฝ้าเพดานจากผักตบชวาผสมไม้ก๊อก ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) คุณสมบัติความชื้น การดูดซึมน้ำ การพองตัวตามความหนา ส่วนคุณสมบัติ มอดูลัสแตกร้าว มอดูลัสยืดหยุ่น และค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) แต่ผักตบชวาและไม้ก๊อกสามารถนำไปใช้ผลิตเป็นแผ่นฝ้าในอุตสาหกรรมได้ และเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม	วุฒิภูมิ บุญทรงสันติกุล,(2552)

การวิจัย	ผลการวิจัย	ชื่อผู้วิจัย, ปีที่วิจัย
การพัฒนาแผ่นอัดจากผักตบชวาผสมต้นธูปฤาษี	ผลการทดสอบพบว่า การพัฒนาแผ่นอัดจากผักตบชวาผสมต้นธูปฤาษี เมื่อเปรียบเทียบสมบัติที่ศึกษากับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ ความหนาแน่นปานกลาง (มอก.876-2532) ที่ผ่านเกณฑ์ คือสมบัติการพองตัวเมื่อแช่น้ำ ส่วนสมบัติการหักงอไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสมบัติการพองตัวเมื่อแช่น้ำและสมบัติการดูดซึมน้ำของแผ่นอัดจากผักตบชวาผสมต้นธูปฤาษี เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของผงเส้นใยให้มากขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์การพองตัวเมื่อแช่น้ำและเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วยและสมบัติการหักงอ มีแนวโน้มลดลงตามลำดับ ซึ่งทำให้ทราบว่าแผ่นอัดที่ได้นั้น ไม่เหมาะแก่การนำมาผลิตเป็นโต๊ะ เก้าอี้ หรือชั้นวางของ เป็นต้น	ดาแนล มาลินี และมูฮัมหมัดไซดี มูสอ ,(2556)

14.วิธีการดำเนินการวิจัย

14.1วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

14.1.1 วัสดุ

1) ชานอ้อย

14.1.2 อุปกรณ์

1) มีด
2) กรรไกร
3) ถาด
4) ตะแกรง
5) กะละมัง และภาชนะบรรจุกาวเพื่อใช้ในการชั่ง
6) เบ้าพิมพ์เหล็ก ขนาด 150×150×10 มิลลิเมตร
7) แผ่นฟอยล์
8) เครื่องวัดความหนา (ไมโครมิเตอร์; Micrometer)
9) ถุงพลาสติกป้องกันความชื้น

10) อุปกรณ์รักษาความปลอดภัยได้แก่ หน้ากากปิดจมูก และถุงมือยาง

11) เครื่องปั่น ยี่ห้อ panasonic

12) คาลิปเปอร์

13) ตู้อบความร้อน (Hot air oven)

14) เดซิเคเตอร์

15) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น AB204-S บริษัท Mettler Toledo (จำกัด)ชั่งได้ละเอียด 0.0001 กรัม และสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 220 กรัม

16) เครื่องทดสอบค่าการนำความร้อน (Thermal constant Analyser TPS 2500S Hot Disk, Sweden)

17) เครื่องอัดไฮโดรลิค (Hydraulic molding machine) รุ่น GT-7014-A10C จาก บริษัท Gotech Testing Machine Inc. มีความดันสูงสุด 3500 psi หรือ 250 kg.cm-3

18) เครื่องทดสอบมอดุลัส (modulus of elasticity)

14.1.3 สารเคมี

1) กาวลาเท็กซ์ (TOA)

14.2 การเก็บตัวอย่าง

14.2.1 การเตรียมชานอ้อย

(1) ตัดชานอ้อยยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร. นำไปผึ่งแดดให้แห้งและนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำไปปั่นให้ละเอียดและเก็บใส่ถุงซิป

14.2.2 ขั้นตอนการขึ้นรูปอัดแผ่น

(1) เตรียมอัตราส่วนที่กำหนด (50:50 40:60 30:70 20:80)

(2) นำชานอ้อยผสมกับวัสดุประสานคลุกเคล้าให้เข้ากันในแต่ละอัตราส่วน

(3) เทใส่บล็อกเหล็กขนาด 15×15×1 เซนติเมตร ปิดด้วยแผ่นฟอยด์ทั้ง 2 ด้าน และใช้แผ่นเหล็กทับอีกครั้ง นำไปเข้าเครื่องอัดร้อนแบบไฮโดรลิคใช้อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ใช้ความหนาแน่นที่ 600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

(4) นำชิ้นทดสอบออกจากเครื่องวางไว้ประมาณ 5 นาที จากนั้นตัดแต่งขอบให้สวยงาม เก็บใส่ถุงซิปเพื่อนำไปทดสอบ

14.3 วิธีการวิเคราะห์

14.3.1 การทดสอบสมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพ หมายถึง ลักษณะตามธรรมชาติที่สามารถ อธิบายได้โดยหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบคุณลักษณะของแผ่นประกอบ

1) ความหนาแน่น (Density)

2) ปริมาณความชื้น (Moisture Content)

3) การพองตัวตามความหนา

4) การนำความร้อน

1. ความหนาแน่น (Density)

ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)

เครื่องมือ

1) เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

2) ไมโครมิเตอร์ หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร

3) แคลิเปอร์ แบบเลื่อน (Sliding caliper)

วิธีทดสอบ

1) ชั่งชิ้นทดสอบให้ได้มวลที่แน่นอนคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 0.01 กรัม

2) ใช้เครื่องมือวัดความหนาจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ

3) ใช้เครื่องมือวัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบ

คำนวณค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)} = \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{v}} \times 10^{6}$$

เมื่อ m คือ มวลของชิ้นทดสอบ (กรัม)

v คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)

* การรายงานผล รายงานค่าความหนาแน่นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นและหาค่าเฉลี่ย

2. ปริมาณความชื้น (Moisture Content : MC)

ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)

เครื่องมือ

1) เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

2) เตาอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 103 ± 2 องศาเซลเซียส

3) เดซิกเคเตอร์

วิธีการทดสอบ

1) กำหนดขนาดทดสอบ 50 มิลลิเมตร. x 50 มิลลิเมตร. ชั่งชิ้นทดสอบให้ทราบมวลที่แน่นอน ถึง 0.01 กรัม เป็นมวลก่อนอบ

2) นำชิ้นทดสอบไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่

3) นำชิ้นทดสอบมาใส่ที่เดซิเคเตอร์ ปล่อยไว้ให้เย็นชั่งชิ้นทดสอบเป็นมวลหลังอบแล้วคำนวณหาค่าความชื้น

คำนวณค่าปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น ร้อยละ} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

เมื่อ m_1 คือ มวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ (กรัม)

m_2 คือ มวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง (กรัม)

* การรายงานผล รายงานค่าเฉลี่ยความชื้นเป็นร้อยละ

3. การพองตัวตามความหนา

ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)

เครื่องมือ

1) เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

2) ไมโครมิเตอร์ หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร

วิธีการทดสอบ

1) กำหนดขนาดทดสอบ 50 มิลลิเมตร. x 50 มิลลิเมตร

2) วัดขนาด (กว้าง x ยาว x หนา) ชิ้นทดสอบให้ได้ปริมาตรก่อนแช่น้ำ

3) แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาด โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 มิลลิเมตร และแต่ละชิ้นต้องไม่ติดกัน เมื่อชิ้นทดสอบแช่น้ำครบ 24 ชั่วโมง.

4) นำชิ้นมาวัดขนาด ปริมาตรหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง.

5) คำนวณหาค่าการพองตัวตามความหนา

คำนวณค่าการพองตัวตามความหนาจากสูตร

$$\text{การพองตัวตามความหนา (\%)} = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100$$

เมื่อ t_1 = ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ (mm)

t_2 = ความหนาของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ (mm)

4. การนำความร้อน

การทดสอบหาค่าการนำความร้อนเปรียบเทียบกับวัสดุในท้องตลาด

เครื่องมือ

1) Thermal constant Analyser, TPS 2500S,Hot Disk,Sweden

วิธีการทดสอบ

1) ตัดชิ้นส่วน ขนาด 50×50×10 มิลลิเมตร

2) ส่งตรวจวัดค่าการนำความร้อน ณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

14.3.2 การทดสอบสมบัติเชิงกล

สมบัติเชิงกล หมายถึง คุณลักษณะของแผ่นประกอบที่สามารถนำไปใช้งานโดยผ่านการทดสอบ และอธิบายผลทางฟิสิกส์ ด้านต่างๆ

1) ความต้านแรงดัด (MOR)

2) มอดุลัสยืดหยุ่น (MOE)

1. ทดสอบความต้านแรงดัด(MOR)

ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)

เครื่องมือ

1) เครื่องมือกดซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 N หรือ 5% ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ แท่งกดต้องมีปลายส่วนที่ใช้กดเป็นรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีประมาณ 10 มิลลิเมตร. และมีความยาวของแท่งกดไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

2) แท่นรองรับ ต้องมีลักษณะหน้าตัดเป็นวงกลม หรือรูปครึ่งวงกลมมีรัศมีประมาณ 10 มิลลิเมตร. และมีความหนาของแท่งรองรับไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

3) เครื่องวัดการแอ่นตัว ซึ่งอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตร.

วิธีการทดสอบ

1) การทดสอบความต้านแรงดัด ขนาดทดสอบ 50 มิลลิเมตร.x 150 มิลลิเมตร. ของแต่ละชิ้น

2) วางชิ้นทดสอบบนแท่งรองรับซึ่งมีระยะห่าง 15 เท่า ของความหนาของชิ้นทดสอบ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร. ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละประมาณ 25 มิลลิเมตร.

3) ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที

คำนวณค่าความต้านแรงดัดจากสูตร

หาค่าความต้านแรงดัด จากสูตร

$$f_m = \frac{3\ f_{max}\ l_1}{2\ b\ t^2}$$

เมื่อ f_m = ความต้านแรงดัด (MPa)

F_{max} = แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ (N)

l_1 = ระยะห่างของแท่งรองรับ (mm)

b = ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (mm)

t = ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (mm)

* การรายงานผล รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดัด (Mpa)

2. ทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่น (MOE)

ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876-2547)

เครื่องมือ

1) เครื่องมือกด ซึ่งแรงกดได้ละเอียดถึง 5N หรือ 5% ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้แท่งกดต้องมีปลายส่วนที่ใช้กดเป็นรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีประมาณ 10 มิลลิเมตร. และมีความยาวของแท่งกดไม่น้อยกว่า ความกว้างของชิ้นทดสอบ

2) แท่งรองรับ ต้องมีลักษณะหน้าตัดเป็นวงกลม หรือรูปครึ่งวงกลมมีรัศมีประมาณ 10 มิลลิเมตร. และมีความยาวของแท่งรองรับไม่น้อยกว่า ความกว้างของชิ้นทดสอบ

3) เครื่องวัดการแอ่นตัว ซึ่งอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตร.

วิธีการทดสอบ

1) การทดสอบมอดุลัสยืดหยุ่น ขนาดทดสอบ 50 มิลลิเมตร.x 150 มิลลิเมตร. ของแต่ละชิ้น

2) วางชิ้นทดสอบบนแท่งรองรับ ซึ่งมีระยะห่าง 15 เท่า ของความหนาของชิ้นทดสอบแต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร. ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละประมาณ 25 มิลลิเมตร. 3) ให้แรงกดที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที

คำนวณค่ามอดุลัสยืดหยุ่นจากสูตร

$$E_m = \frac{I_1^3 (F_2 - F_1)}{4\, b\, t^3 (a_2 - a_1)}$$

เมื่อ E_m = มอดูลัสยืดหยุ่น (MPa)

I_1 = ระยะห่างของแท่งรองรับ (mm)

F_2-F_1 = แรงกดที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง (N)

= ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (mm)

t = ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (mm)

a_2-a_1 = ระยะแอ่นตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง (mm)

* การรายงานผล รายงานค่าเฉลี่ยของมอดุลัสยืดหยุ่น (Mpa)

15.แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

การศึกษานี้มีระยะเวลาดำเนินการระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือนกันยายน 2561 สำหรับแผนการดำเนินงานตลอดโครงการแสดงไว้ใน **ตารางที่ 15-1**

ตารางที่ 15-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2559		2560								2561								
	พ.ย.	ธ.ค.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
รวบรวมข้อมูลและตรวจเอกสาร	▬																		
สอบโครงร่างวิจัย		▲																	
การทดลองในห้องปฏิบัติการ						▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬		
สอบรายงานความก้าวหน้าทางวิจัย														▲					
วิเคราะห์และสรุปผล														▬	▬				
การเขียนรายงานวิจัย														▬	▬	▬	▬	▬	
สอบและแก้ไขเล่มวิจัย														▬	▬	▬	▬	▬	▬

หมายเหตุ: มกราคม-เมษายน 2560 เป็นช่วงของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

* ▲ คือ ช่วงดำเนินการสอบวิจัย

▬ คือ ระยะเวลาในการทำวิจัย

16.ค่าใช้จ่ายตลอดโครงการ

16.1 ค่าใช้สอย

ค่าถ่ายเอกสารสำหรับศึกษาค้นคว้า	500	บาท
ค่าเดินทาง	300	บาท

16.2 ค่าวัสดุ

กาวลาเท็กซ์	93	บาท
ถุงซิป	78	บาท
แก้วน้ำใส	20	บาท

16.3 ค่าส่งตรวจชิ้นทดสอบ

ทดสอบค่าการนำความร้อน	2,000	บาท
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	2,991	บาท

17.เอกสารอ้างอิง

กลุ่มสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย. (2558). **อ้อยและน้ำตาลทราย.** เข้าถึงได้จาก: webmaster@ocsb.go.th. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 11/พฤศจิกายน/2559).

ดาแนล มาลินี และมูฮัมหมัดไซดี มูซอ. (2556). **การพัฒนาแผ่นอัดจากผักตบชวาผสมต้นธูปฤาษี**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

นิวัฒน์ เกตุแก้ว. (2558). **แผ่นอัดจากใบสับประรดโดยใช้กาวไอโซไซยาเนตเปรียบเทียบกับกาวลาเท็กซ์.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ประชาชาติธุรกิจ. (2559). **พืชเศรษฐกิจของไทย.** เข้าถึงได้จาก: prachachat.net@gmail.com (วันที่สืบค้นข้อมูล: 21/มิถุนายน/2560).

เมธาวี พรสร้างสรรค์. (2552). **แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยกก**. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โรสลีนา จาราแว. (2559). **การพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากพืชในเขตท้องถิ่น.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. (2542). **วิทยาศาสตร์เส้นใย.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วุฒิภูมิ บุญทรงสันติกุล. (2552). **แผ่นฝ้าเพดานจากผักตบชวาผสมไม้ก๊อก.** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก) 876-2547.** เข้าถึงได้จาก.:http://research.rid.go.th/vijais/moa/fulltext/TIS876-2547.pdf . (วันที่สืบค้นข้อมูล: 7/กุมภาพันธ์/2560).

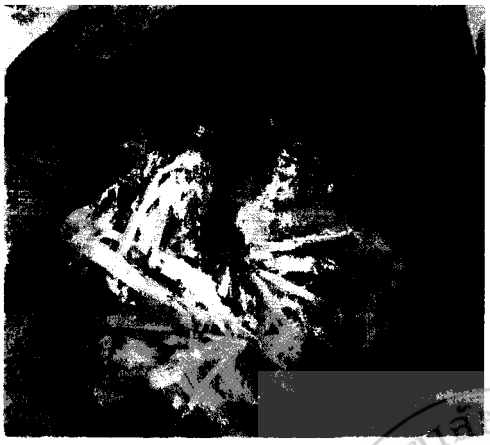
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฉนวนกันความร้อนพอลิเอทิลีนโฟม (มอก).1384-2548.** เข้าถึงได้จาก.:http://www.fio.co.th/WeB/tisi_fio/fulltext/TIS1384-2548.pdf. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 7/กุมภาพันธ์/2560).

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

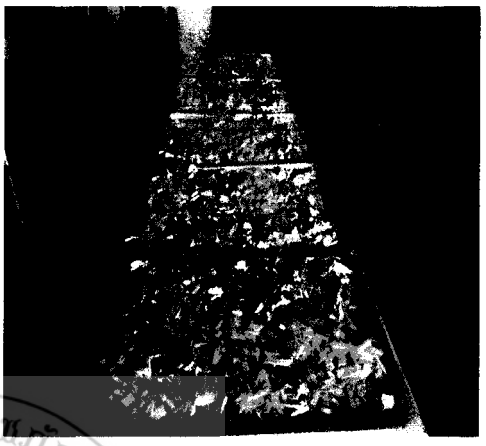
ภาคผนวก ข

ภาพประกอบการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการเตรียมชานอ้อย

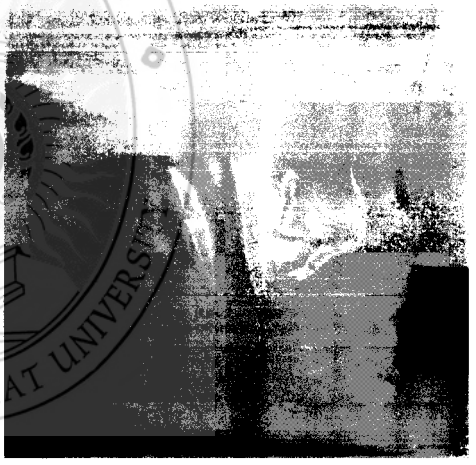


(ก) ชานอ้อย



(ข) ตัดชานอ้อยยาว 1-2 เซนติเมตร

(ค) ปั่นให้ละเอียด



(ง) เก็บใส่ถุงซิป

ภาพที่ ผข-1 การเตรียมชานอ้อย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นอัด

(ก) ชั่งชานอ้อย

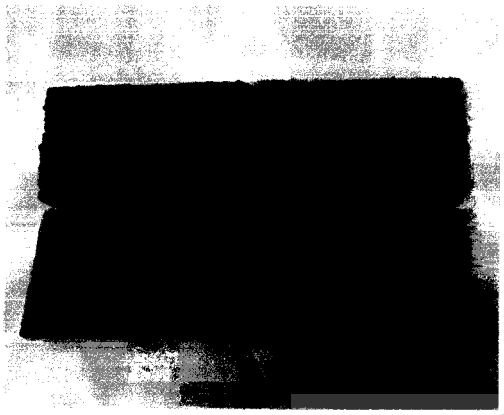
(ข) ชั่งวัสดุประสาน

(ค) ใส่ในบล็อกเหล็ก

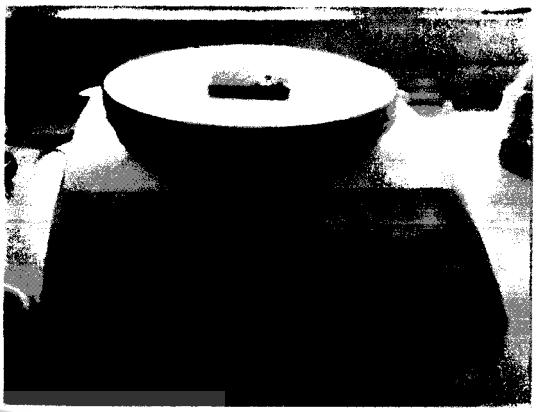
(ง) เครื่องอัดแบบไฮโดรลิค

ภาพที่ ผข-2 การขึ้นรูปแผ่นอัดโดยใช้เครื่องอัดแบบไฮโดรลิค

ขั้นตอนการทดสอบค่าความหนาแน่น



(ก) ตัดชิ้นทดสอบ



(ข) ชั่งชิ้นทดสอบ

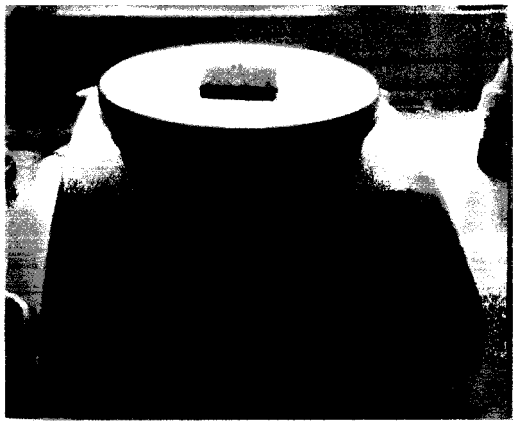
(ค) วัดความยาวของชิ้นทดสอบ

(ง) วัดความหนากึ่งกลางของชิ้นทดสอบ

ภาพที่ ผข-3 ค่าความหนาแน่นของชิ้นทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

(มอก. 876-2547)

ขั้นตอนการทดสอบค่าปริมาณความชื้น



(ก) ชั่งน้ำหนักก่อนอบ

(ข) อบชิ้นทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

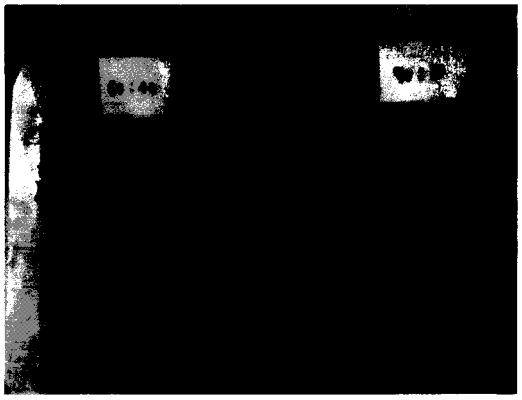
(ค) ใส่เดซิเคเตอร์ปล่อยให้เย็น

(ง) ชั่งน้ำหนักหลังอบ

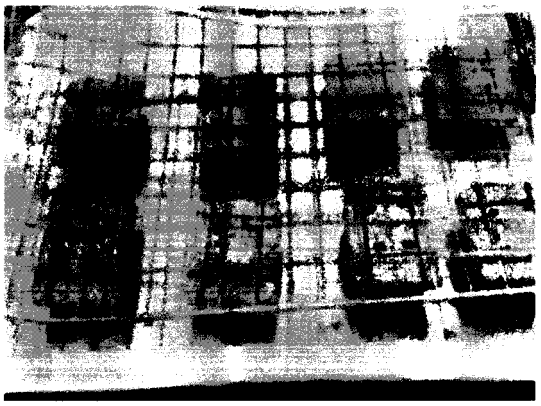
ภาพที่ ผข-4 ค่าปริมาณความชื้นของชิ้นทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

(มอก. 876-2547)

ขั้นตอนการทดสอบค่าการพองตัวตามความหนา



(ก) ทำเครื่องหมายตำแหน่งก่อนแช่น้ำ



(ข) แช่ในน้ำสะอาดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ภาพที่ ผข-5 ค่าความพองตัวตามความหนาของชิ้นทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 876-2547)

ขั้นตอนการทดสอบค่าความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

(ก) ตัดชิ้นทดสอบ

(ข) วางชิ้นทดสอบบนแท่นรองรับ

ภาพที่ ผข-6 การศึกษาค่าความต้านแรงดัดและค่ามอดูลัสยืดหยุ่นของชิ้นทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม(มอก. 876-2547)

ขั้นตอนการทดอบค่าการนำความร้อน

(ก) ตัดชิ้นทดสอบ (ข) วางชิ้นทดสอบ2ชิ้นประกบกัน (ค) ทดสอบเป็นเวลา 20 นาที

ภาพที่ ผข-7 การทดสอบค่าการนำความร้อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ ผค-1 เปอร์เซ็นต์ค่าความหนาแน่นของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

ชิ้นที่	อัตราส่วนชานอ้อย:วัสดุประสาน	
	40:60	30:70
1	440.63	361.20
2	413.40	363.77
3	361.50	372.37
4	446.88	366.75
เฉลี่ย	415.60	366.02
S.D.	38.89	4.80

ตารางที่ ผค-2 เปอร์เซ็นต์ค่าความชื้นของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

ชิ้นที่	อัตราส่วนชานอ้อย:วัสดุประสาน	
	40:60	30:70
1	19.94	24.59
2	20.88	22.87
3	19.97	22.86
4	20.19	23.42
เฉลี่ย	20.24	23.43
S.D.	0.44	0.81

ตารางที่ ผค-3 เปอร์เซ็นต์ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

ชิ้นที่	อัตราส่วนชานอ้อย:วัสดุประสาน	
	40:60	30:70
1	7.25	9.45
2	7.31	9.66
3	6.33	9.76
4	7.96	10.18
เฉลี่ย	7.21	9.76
S.D.	0.67	0.31

ตารางที่ ผค-4 เปอร์เซ็นต์ค่าการนำความร้อนของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

ชิ้นที่	อัตราส่วนชานอ้อย:วัสดุประสาน	
	40:60	30:70
1	0.13	0.11
2	0.13	0.11
3	0.13	0.11
4	0.13	0.11
เฉลี่ย	0.13	0.11
SD	0.00017	0.00015

ตารางที่ ผค-5 เปอร์เซ็นต์ค่าความต้านแรงดัดของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

ชิ้นที่	อัตราส่วนชานอ้อย:วัสดุประสาน	
	40:60	30:70
1	4.41	4.14
2	4.63	2.54
3	6.54	2.91
4	4.43	3.54
เฉลี่ย	5.00	3.28
S.D.	1.03	0.70

ตารางที่ ผค-6 เปอร์เซ็นต์ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นอัดฉนวนกันความร้อนจากชานอ้อย

ชิ้นที่	อัตราส่วนชานอ้อย:วัสดุประสาน	
	40:60	30:70
1	28.49	20.57
2	27.13	13.04
3	46.06	15.53
4	33.01	12.31
เฉลี่ย	134.69	61.45
S.D.	8.63	3.73

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ง
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ
(มอก.876-2547)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 876– 2547

แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

FLAT PRESSED PARTICLEBOARDS

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 79.060.20

ISBN 974-687-210-9

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

มอก. 876 – 2547

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 121 ตอนที่ 63ง
วันที่ 5 สิงหาคม พุทธศักราช 2547

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 120
มาตรฐานแผ่นอัดสำหรับการก่อสร้าง

ประธานกรรมการ

นายนิคม แหลมสัก	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรรมการ

นายวินัย สีเที่ยงธรรม	กรมโยธาธิการและผังเมือง
นายวรธรรม อุ่นจิตติชัย	กรมป่าไม้
นายวิทยา วุฒิจำนงค์	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นายสมุทร พรหมเกษตรินทร์	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
นายสุรินทร์ กาญจนกุญชร	สำนักงานมาตรฐานสินค้า
นายชุมพล เพี้ยนภักตร์	บริษัท ไม้อัดไทย จำกัด
นายชัยพร มังกรเดชไชยกุล	บริษัท เดอะ วนชัย กรุ๊ป ออฟ คอมปานีส์ จำกัด
-	บริษัท สตาร์บล็อก กรุ๊ป จำกัด
นายอนุชา ราญรอน	บริษัท วิบูลย์วัฒนอุตสาหกรรม จำกัด
นายทรวง ทิมบุญธรรม	บริษัท ไทยชิปบอร์ด จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นางสาวนิลเนตร ไพรพิสุทธิ์	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบนี้ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ : ความหนาแน่นปานกลาง มาตรฐานเลขที่ มอก.876-2532 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 106 ตอนที่ 146 วันที่ 5 กันยายน พุทธศักราช 2532

ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงในสาระสำคัญของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดังกล่าว เพื่อให้ทันสมัยและเหมาะสมกับขีดความสามารถของผู้ทำและความต้องการของผู้ใช้ จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

EN 120 : 1991	Wood based panels - Determination of formaldehyde content - Extraction method called the perforator method
EN 311-1992	Particleboards - Surface soundness of particleboards - test method
EN 312-1 : 1996	Particleboards - Specifications - Part 1 : General requirements for all board types
EN 312-2 : 1996	Particleboards - Specifications - Part 2 : Requirements for general purpose boards for use in dry conditions
EN 312-3 : 1996	Particleboards - Specifications - Part 3 : Requirements for boards for interior fitments (including furniture) for use in dry conditions
JIS A 5908-1994	Particleboards
มอก.499-2526	ตะปูเกลียวหัวผ่า

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 3261 (พ.ศ. 2547)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ : ความหนาแน่นปานกลาง

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ : ความหนาแน่นปานกลาง มาตรฐานเลขที่ มอก.876-2532

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1523 (พ.ศ.2532) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ : ความหนาแน่นปานกลาง ลงวันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ.2532 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ มาตรฐานเลขที่ มอก.876-2547 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 90 วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2547

พินิจ จารุสมบัติ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับ แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบที่มีความหนาแน่นตั้งแต่ 400 kg/m^3 ถึง 900 kg/m^3 สำหรับใช้งานทั่วไปในสภาวะแห้ง (dry condition)

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึง แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบซึ่งมีไม้บางหรือวัสดุอื่นปิดทับหน้า

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (flat pressed (FP) particleboards) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "แผ่นชิ้นไม้อัด" หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่น ทำจากชิ้นไม้ หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (lignocellulosic material) อัดในเครื่องอัดร้อนให้ยึดติดกันด้วยกาว ให้ทิศทางของแรงอัดตั้งฉากกับระนาบของแผ่น การทำอาจทำเป็นแผ่น ๆ หรือทำต่อเนื่อง ชิ้นไม้ส่วนใหญ่นอนตัวขนานกับระนาบของแผ่น แผ่นชิ้นไม้อัดอาจทำให้มีลักษณะโครงสร้างเป็นชั้นเดียว สามชั้น หลายชั้น หรือโครงสร้างที่มีชิ้นไม้ขนาดลดหลั่นกันก็ได้ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 400 kg/m^3 ถึง 900 kg/m^3

2.2 แผ่นชิ้นไม้อัดชั้นเดียว หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัดที่ทำจากชิ้นไม้ที่มีลักษณะและขนาดเหมือนกัน มีส่วนผสมของกาวและสารเติมแต่ง(additive) อย่างเดียวกัน ตลอดความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัด

2.3 แผ่นชิ้นไม้อัดสามชั้น หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัดที่แบ่งตามลักษณะของชิ้นไม้ออกเป็นสามชั้นตลอดความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัด ในแต่ละชั้นประกอบด้วยชิ้นไม้ที่มีลักษณะและขนาด ตลอดจนส่วนผสมของกาวเหมือนกัน ปกติใช้ชิ้นไม้ขนาดเล็กและบางเป็นชั้นผิวหน้าและหลัง ส่วนชั้นไส้ใช้ชิ้นไม้หยาบและใหญ่กว่า ไม้ที่ใช้ทำชั้นไส้อาจเป็นชนิดที่ต่างกันกับที่ใช้ทำชั้นผิวหน้าและหลังก็ได้ ปริมาณกาวที่ใช้ผสมในชั้นผิวทั้ง 2 หน้า มักมีมากกว่าในชั้นไส้ เพื่อให้เกิดโครงสร้างที่สมดุลกัน มีผิวแข็งและแน่นขึ้น

2.4 แผ่นชิ้นไม้อัดหลายชั้น หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัดที่มีลักษณะตามข้อ 2.3 แต่มีจำนวนชั้นมากกว่า 3 ชั้น

2.5 แผ่นชิ้นไม้อัดขนาดลดหลั่น (graduated particleboard) หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัดที่ทำจากชิ้นไม้ที่มีขนาดและลักษณะต่างกัน โดยโครงสร้างของแผ่นประกอบด้วยชิ้นไม้ขนาดใหญ่และหยาบกว่าอยู่ตรงแนวกลางแผ่นตลอดความหนา จากแนวกลางแผ่น ชิ้นไม้จะมีขนาดลดหลั่นเล็กลงไปหาผิวทั้งสองด้าน โดยไม่มีการแบ่งชั้นแน่นอน

2.6 ชิ้นไม้ หมายถึง ชิ้นหรือส่วนของเนื้อไม้ หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส ที่ถูกย่อยด้วยเครื่องจักร ชิ้นไม้อาจมีลักษณะต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

2.6.1 เกล็ด (flake) หมายถึง ชิ้นไม้บาง ๆ มีทิศทางของเสี้ยนไม้ขนานกับผิว ได้จากการใช้ใบมีดตัดขนานกับแนวของเสี้ยนไม้ แต่ทำมุมกับแนวแกนของเส้นใย

2.6.2 เกล็ดใหญ่ (wafer) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเกล็ด แต่มีความกว้างและความหนามากกว่า

2.6.3 แถบ (strand) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเกล็ด แต่มีความยาวมากเมื่อเทียบกับความกว้าง และมีความหนาสม่ำเสมอตลอดความยาวของแถบ

2.6.4 ขี้กบ (planer shaving) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีรูปร่างเป็นแผ่นขนาดเล็ก มีความหนาไม่เท่ากัน คือหนาที่ปลายด้านหนึ่ง ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะบางและมีลักษณะเป็นแฉกขนนก และมักจะโค้งงอด้วย ซึ่งได้จากการไสไม้ด้วยเครื่องไสไม้ชนิดหัวตัดหมุน (rotary cutterhead)

2.6.5 แท่ง (splinter or sliver) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมเมื่อมองทางหน้าตัด และมีความยาวตามแนวเสี้ยน ไม่น้อยกว่า 4 เท่าของความหนา

2.6.6 เม็ด (granule) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะคล้ายขี้เลื่อย ซึ่งมีความกว้าง ความยาว และความหนาเกือบเท่ากัน

2.6.7 ลักษณะอื่น ๆ ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ทำแผ่นชิ้นไม้อัด

2.7 ไม้บาง (veneer) หมายถึง แผ่นเนื้อไม้บาง ๆ ที่ได้จากการปอกหรือฝาน

2.8 วัสดุลิกโนเซลลูโลส หมายถึง วัสดุที่มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ไม้ และพืชต่าง ๆ ได้แก่ ชานอ้อย ป่าน ปอ เป็นต้น

2.9 กาว หมายถึง สารอินทรีย์ที่ใช้ติดชิ้นไม้ในแผ่นชิ้นไม้อัด โดยปกติเป็นกาวเรซินสังเคราะห์

2.10 สารเติมแต่ง หมายถึง สารที่ใช้เติมในการทำแผ่นชิ้นไม้อัด เพื่อให้มีสมบัติพิเศษขึ้น ซึ่งรวมทั้งสารรักษาเนื้อไม้ด้วย

3. แบบและชั้นคุณภาพ

3.1 แผ่นชิ้นไม้อัด แบ่งตามลักษณะโครงสร้าง ออกเป็น 4 แบบ คือ

3.1.1 แผ่นชิ้นไม้อัดชั้นเดียว

3.1.2 แผ่นชิ้นไม้อัดสามชั้น

3.1.3 แผ่นชิ้นไม้อัดหลายชั้น

3.1.4 แผ่นชิ้นไม้อัดขนาดลดหลั่น

3.2 แผ่นชิ้นไม้อัด แต่ละแบบ แบ่งตามปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ

3.2.1 ชั้นคุณภาพ 1 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ไม่มากกว่า 8 mg/100 g

3.2.2 ชั้นคุณภาพ 2 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ มากกว่า 8 mg/100 g ถึง 30 mg/100 g

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ความกว้างและความยาว ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 5 mm
การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3.1

4.2 ความหนา ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 3 mm และไม่เกิน 50 mm โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 0.3 mm
การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3.2

4.3 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุมทั้ง 2 เส้น จะมีได้ไม่เกิน 0.25 % ของเส้นสั้น
การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3.3

4.4 ความตรงของขอบแต่ละด้านจะคลาดเคลื่อนไปจากแนวตรงได้ไม่เกิน 3.0 mm
การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3.4

5. ส่วนประกอบและการทำ

5.1 ส่วนประกอบ

5.1.1 ชิ้นไม้ หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลสสำหรับทำแผ่นชิ้นไม้อัด

5.1.2 กาว

5.2 การทำ

5.2.1 ย่อยวัสดุที่จะทำเป็นชิ้นไม้ตามลักษณะที่ต้องการ แล้วอบจนได้ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมด้วยเครื่องอบ แยกชิ้นไม้ออกเป็นขนาดต่าง ๆ ตามที่ต้องการ แล้วนำไปคลุกกับกาวตามอัตราส่วนที่เหมาะสมด้วยเครื่องจักร โดยผสมสารเติมแต่งลงไปด้วยก็ได้ และต้องควบคุมให้ปริมาณความชื้นของชิ้นไม้ หลังจากผสมกาวและสารเติมแต่งแล้ว อยู่ในระดับที่เหมาะสม นำชิ้นไม้ไปทำเป็นแผ่นชิ้นไม้ (particle mat) ด้วยเครื่องทำแผ่น แล้วนำแผ่นชิ้นไม้ไปอัดด้วยเครื่องอัดร้อนในแนวราบทั้งนี้ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิแรงอัด และระยะเวลาอัดร้อน

5.2.2 ในกรณีที่เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดสามชั้น ต้องทำให้เกิดโครงสร้างที่สมดุล หากเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดชั้นเดียวต้องโรยชิ้นไม้ที่มีขนาดแตกต่างให้คละกันอย่างสม่ำเสมอ

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป
แผ่นชิ้นไม้อัดต้องมีความเรียบสม่ำเสมอกันตลอดทั้งแผ่น ขอบต้องตั้งได้ฉากกับระนาบผิว
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 ความหนาแน่น
ความหนาแน่นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วง 400 mg/m^3 ถึง 900 mg/m^3 และความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัดแต่ละแผ่นจะคลาดเคลื่อนจากค่าความหนาแน่นเฉลี่ยได้ไม่เกิน 10%
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.4

6.3 ปริมาณความชื้น (moisture content)

ปริมาณความชื้นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วง 4 % ถึง 13 %

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.5

6.4 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

6.4.1 แผ่นชิ้นไม้อัดชั้นคุณภาพ 1

ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ไม่มากกว่า 8 mg/100 g

6.4.2 แผ่นชิ้นไม้อัดชั้นคุณภาพ 2

ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ มากกว่า 8 mg/100 g ถึง 30 mg/100 g

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.6

6.5 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ 1 คุณลักษณะที่ต้องการอื่นๆ

(ข้อ 6.5)

ลำดับที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด							วิธีทดสอบตาม
		ความหนา มิลลิเมตร							
		3.0 ถึง 6.0	เกิน 6.0 ถึง 13.0	เกิน 13.0 ถึง 20.0	เกิน 20.0 ถึง 25.0	เกิน 25.0 ถึง 32.0	เกิน 32.0 ถึง 40.0	เกิน 40.0 ถึง 50.0	
1	การพองตัวตามความหนา % ไม่เกิน	12	12	12	12	12	12	12	ข้อ 9.7
2	ความต้านแรงดัด MPa *								ข้อ 9.8
	ไม่น้อยกว่า	15	14	13	11.5	10	8.5	7	
3	มอดุลัสยืดหยุ่น MPa ไม่น้อยกว่า	1 950	1 800	1 600	1 500	1 350	1 200	1 050	ข้อ 9.8
4	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า								ข้อ 9.9
	MPa ไม่น้อยกว่า	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.20	
5	ความยึดแน่นของผิวหน้า MPa								EN 311
	ไม่น้อยกว่า	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
6	ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว N								ข้อ 9.10
	ไม่น้อยกว่า								
	- ด้านผิว	-	-	360**	360	360	360	360	
	- ด้านขอบ	-	-	360**	360	360	360	360	

หมายเหตุ * *1 MPa เท่ากับ 1 N/mm²*

** *หมายถึง ทดสอบเฉพาะที่ความหนา 15.0 mm ถึง 20.0 mm*

\- *หมายถึง ไม่ต้องทดสอบ*

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่แผ่นชิ้นไม้อัดทุกแผ่น อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ตามชื่อมาตรฐาน

(2) แบบ และ ชั้นคุณภาพ

(3) ขนาด (ความกว้าง x ความยาว x ความหนา) เป็น มิลลิเมตร x มิลลิเมตร x มิลลิเมตร

(4) ข้อความหรือรหัสแสดงเดือน ปีที่ทำ หรือรุ่นที่ทำ

(5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ตามภาคผนวก ก. ให้ไว้เป็นเพียงข้อแนะนำ

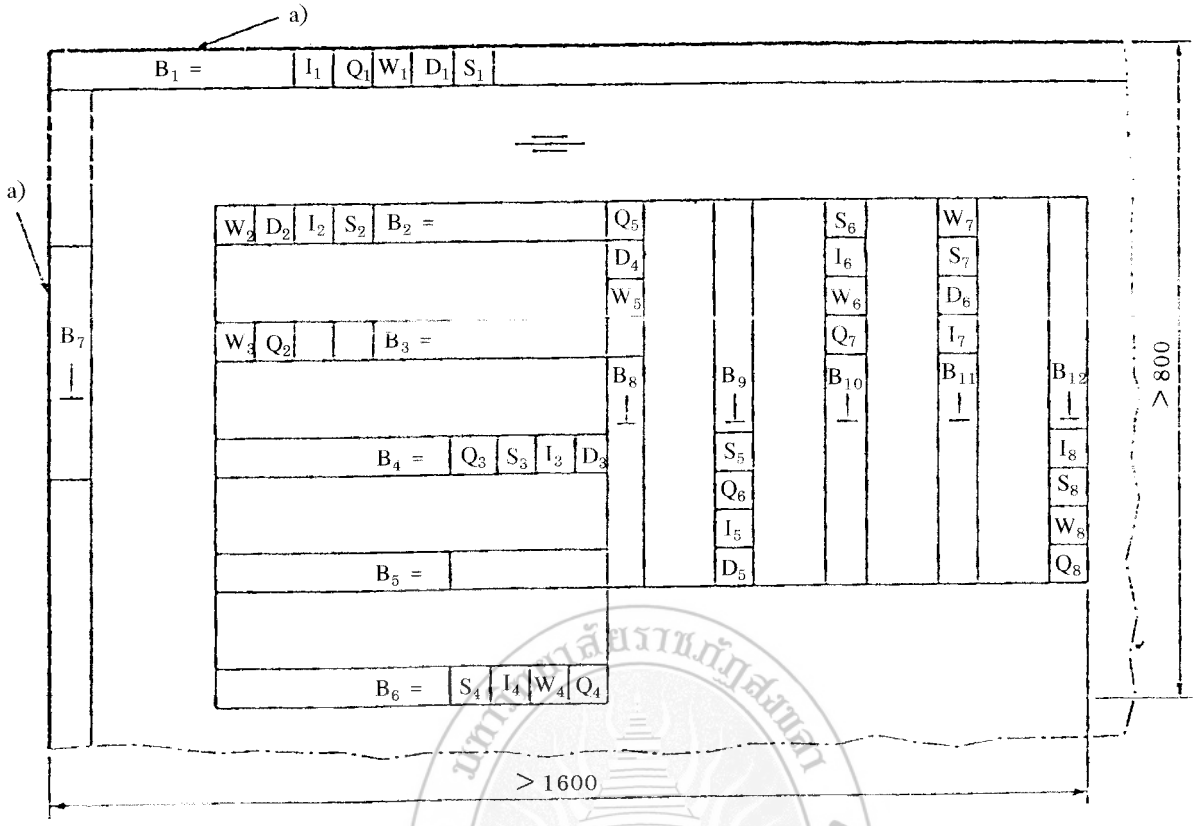
9. การทดสอบ

9.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างแต่ละแผ่น เป็นชิ้นทดสอบตามรูปที่ 1 ดังนี้

- ชิ้นทดสอบ D_1 ถึง D_6 ขนาด 50 mm x 50 mm จำนวน 6 ชิ้น สำหรับทดสอบความหนาแน่นและความชื้น
- ชิ้นทดสอบ Q_1 ถึง Q_8 ขนาด 50 mm x 50 mm จำนวน 8 ชิ้น สำหรับทดสอบการพองตัวตามความหนา
- ชิ้นทดสอบ B_1 ถึง B_{12} ขนาด 50 mm x L mm จำนวน 12 ชิ้น สำหรับทดสอบความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

  L = 15 เท่าของความหนาระบุของชิ้นทดสอบ (ไม่น้อยกว่า 150 mm บวก 50 mm)
- ชิ้นทดสอบ I_1 ถึง I_8 ขนาด 50 mm x 50 mm จำนวน 8 ชิ้น สำหรับทดสอบความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า
- ชิ้นทดสอบ S_1 ถึง S_8 ขนาด 50 mm x 50 mm จำนวน 8 ชิ้น สำหรับทดสอบความยึดแน่นของผิวหน้า
- ชิ้นทดสอบ W_1 ถึง W_8 ขนาด 50 mm x 50 mm จำนวน 8 ชิ้น สำหรับทดสอบความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

= หมายถึง ทิศทางของแนวแกนด้านยาวของชิ้นทดสอบขนานกับทิศทางของเครื่อง

⊥ หมายถึง ทิศทางแนวแกนด้านยาวของชิ้นทดสอบตั้งฉากกับทิศทางของเครื่อง

a) หมายถึง ขอบด้านนอก

รูปที่ 1 ตำแหน่งและการตัดชิ้นทดสอบ

(ข้อ 9.1)

9.2 การปรับภาวะชิ้นทดสอบ

ให้นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้สำหรับทดสอบการพองตัวตามความหนา ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ความยึดแน่นของผิวหน้า และความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว ไปปรับภาวะที่อุณหภูมิ (20 ± 2) °C ความชื้นสัมพัทธ์ (65 ± 5) % จนมีมวลคงที่ คือ มวลของชิ้นทดสอบที่ชั่ง 2 ครั้ง ห่างกัน 24 h ต่างกันไม่เกิน 0.1 % แล้วทดสอบทันทีที่พ้นจากการปรับภาวะ ส่วนชิ้นทดสอบที่ใช้ทดสอบความหนาแน่น และปริมาณความชื้นไม่ต้องปรับภาวะ

9.3 ขนาด

9.3.1 ความกว้าง และความยาว

ใช้สายวัดโลหะที่วัดได้ละเอียดถึง 1 mm วัดที่จุดลึกเข้าไปจากขอบของแผ่นชิ้นไม้อัดประมาณ 100 mm ดังรูปที่ 2

9.3.2 ความหนา

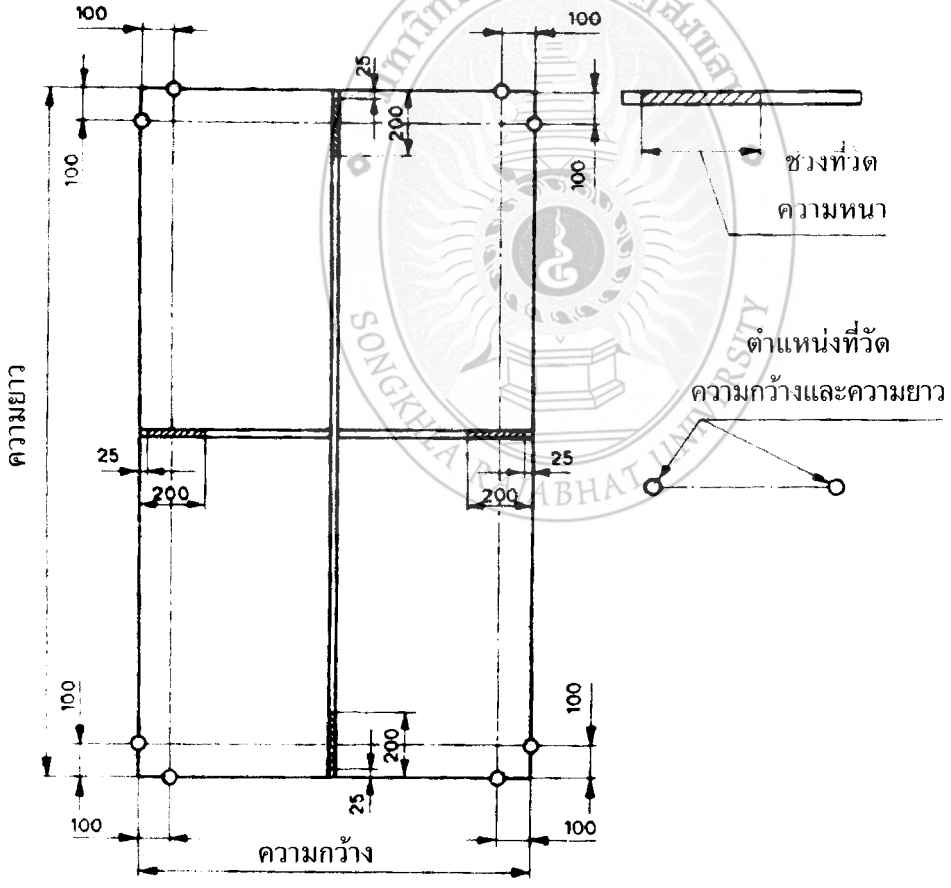
ใช้ไมโครมิเตอร์หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 mm ซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ถึง 20 mm ให้วัดที่บริเวณกึ่งกลางของขอบของแผ่นชิ้นไม้อัดทั้ง 4 ด้าน และให้ลึกเข้าไปจากขอบประมาณ 25 mm ถึง 200 mm ดังรูปที่ 2

9.3.3 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุม

ใช้สายวัดตามข้อ 9.3.1 วัดหาความแตกต่างของเส้นทแยงมุม

9.3.4 ความตรงของขอบ

ขึงเส้นด้ายให้ตึงระหว่างมุมที่ขอบเดียวกันของแผ่นชิ้นไม้อัด แล้ววัดระยะที่คลาดเคลื่อนจากแนวเส้นด้ายมากที่สุดของขอบทั้ง 4 ด้าน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และ ความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัด

(ข้อ 9.3.1 และข้อ 9.3.2)

9.4 ความหนาแน่น

9.4.1 เครื่องมือ

9.4.1.1 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 g

9.4.1.2 ไมโครมิเตอร์หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 mm ซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ถึง 20 mm

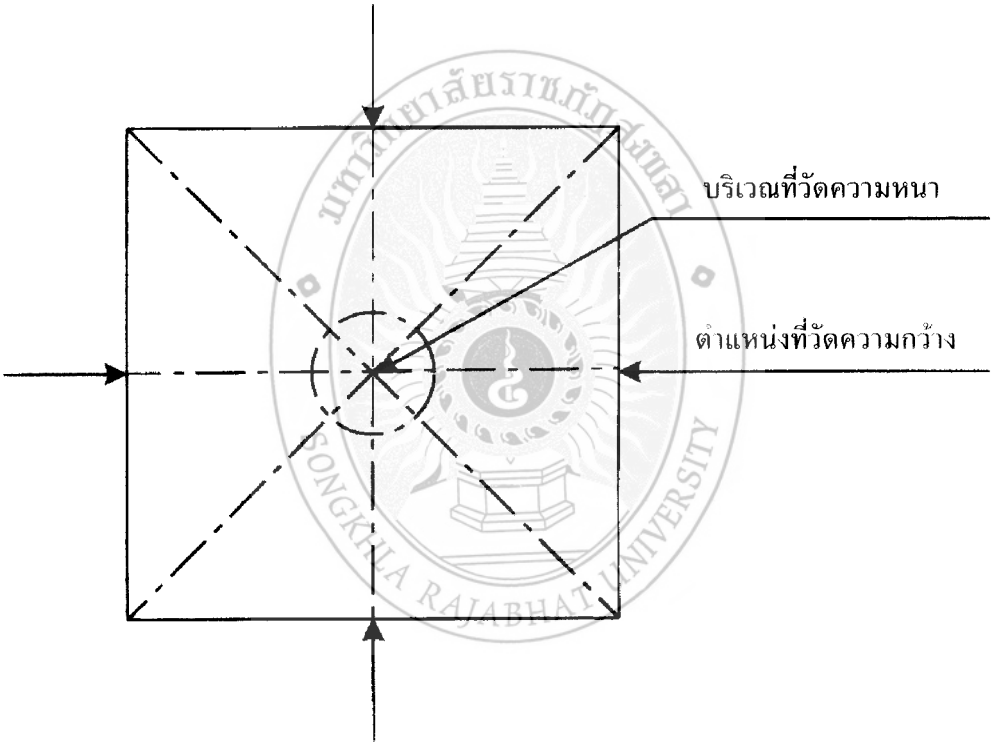
9.4.1.3 แคลิเปอร์แบบเลื่อน (sliding caliper) หรือเครื่องวัดอื่นที่เทียบเท่า อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 mm

9.4.2 วิธีทดสอบ

9.4.2.1 ชั่งชิ้นทดสอบให้ได้มวลที่แน่นอนถึง 0.01 g

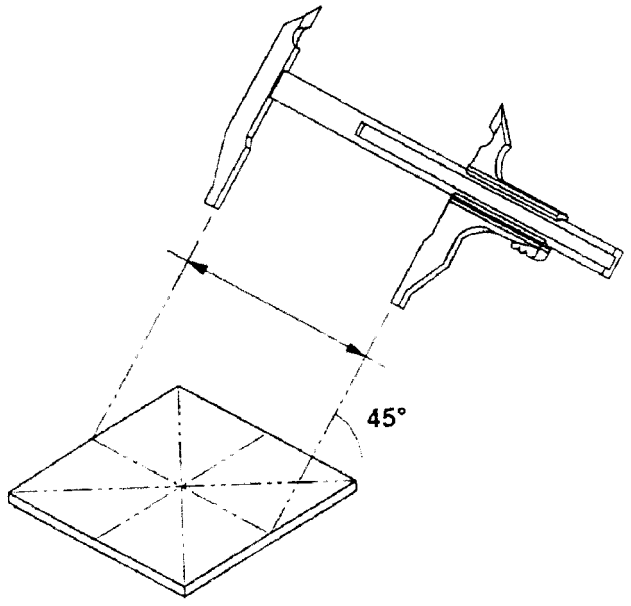
9.4.2.2 ใช้เครื่องมือตามข้อ 9.4.1.2 วัดความหนาตรงจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบตามรูปที่ 3

9.4.2.3 ใช้เครื่องมือตามข้อ 9.4.1.3 วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบ ตามรูปที่ 3 โดยวางเครื่องมือให้ทำมุมกับแนวระนาบของชิ้นทดสอบ ประมาณ 45° ตามรูปที่ 4



รูปที่ 3 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นทดสอบ

(ข้อ 9.4.2.2 ข้อ 9.4.2.3 และข้อ 9.7.2.1)



รูปที่ 4 แสดงวิธีวัดความกว้าง ความยาวของชิ้นทดสอบ
(ข้อ 9.4.2.3)

9.4.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร} = \frac{m}{V} \times 10^6$$

เมื่อ m คือ มวลของชิ้นทดสอบ เป็น กรัม

V คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ เป็น ลูกบาศก์มิลลิเมตร

9.4.4 การรายงานผล

รายงานค่าความหนาแน่นและความหนาแน่นเฉลี่ย

9.5 ปริมาณความชื้น

9.5.1 เครื่องมือ

(1) เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 g

(2) ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ (103 ± 2) °C

(3) เดซิเคเตอร์

9.5.2 วิธีทดสอบ

9.5.2.1 ชั่งชิ้นทดสอบซึ่งผ่านการทดสอบตามข้อ 9.4 แล้ว ให้ได้มวลที่แน่นอน ถึง 0.01 g เป็นมวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ

9.5.2.2 อบชิ้นทดสอบในตู้อบที่อุณหภูมิ (103 ± 2) °C จนได้มวลคงที่ คือมวลของชิ้นทดสอบ เมื่อชั่ง 2 ครั้งที่เวลาห่างกัน 6 h ต้องไม่แตกต่างกันเกิน 0.1 % ของมวลของชิ้นทดสอบ

9.5.2.3 นำมาใส่ในเดซิเคเตอร์ปล่อยไว้ให้เย็น

9.5.2.4 ชั่งชิ้นทดสอบ เป็นมวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง

9.5.3 วิธีคำนวณ

หาค่าปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น ร้อยละ} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

เมื่อ m_1 คือ มวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ เป็น กรัม

m_2 คือ มวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง เป็น กรัม

9.5.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้น

9.6 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

9.6.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบกว้าง 25 mm ยาว 25 mm ให้ได้มวลประมาณ 500 g

9.6.2 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตาม BS EN 120

หมายเหตุ *การทดสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าได้ โดยใช้เกณฑ์กำหนดและวิธีทดสอบ (รวมทั้งการเตรียมชิ้นทดสอบ) ต้องสอดคล้องกันดังในภาคผนวก ข. ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีตาม BS EN 120 เป็นวิธีตัดสิน*

9.7 การพองตัวตามความหนา

9.7.1 เครื่องมือ

ไมโครมิเตอร์หรือเครื่องมือวัดความหนาที่เทียบเท่า ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 mm ซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm ถึง 20 mm

9.7.2 วิธีทดสอบ

9.7.2.1 ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนาตามรูปที่ 3 วัดความหนาของชิ้นทดสอบ เป็นความหนาก่อนแช่น้ำ

9.7.2.2 แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ (20 ± 2) °C โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ประมาณ 25 mm แต่ละชิ้นต้องห่างจากกัน และต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ ไม่น้อยกว่า 10 mm

9.7.2.3 เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 1 h แล้ว รีบนำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาด แล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น พลาสติก กระจก

9.7.2.4 ปล่อยชิ้นทดสอบไว้อีก 1 h แล้วนำชิ้นทดสอบขึ้นมาวัดความหนาตามตำแหน่งเดิม เป็นความหนาหลังแช่น้ำ

9.7.3 วิธีคำนวณ

หาค่าการพองตัวตามความหนา จากสูตร

$$\text{การพองตัวตามความหนา ร้อยละ} = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100$$

เมื่อ t_1 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ เป็น มิลลิเมตร

t_2 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ เป็น มิลลิเมตร

9.7.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของการพองตัวตามความหนา เป็นร้อยละ

9.8 ความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

9.8.1 เครื่องมือ

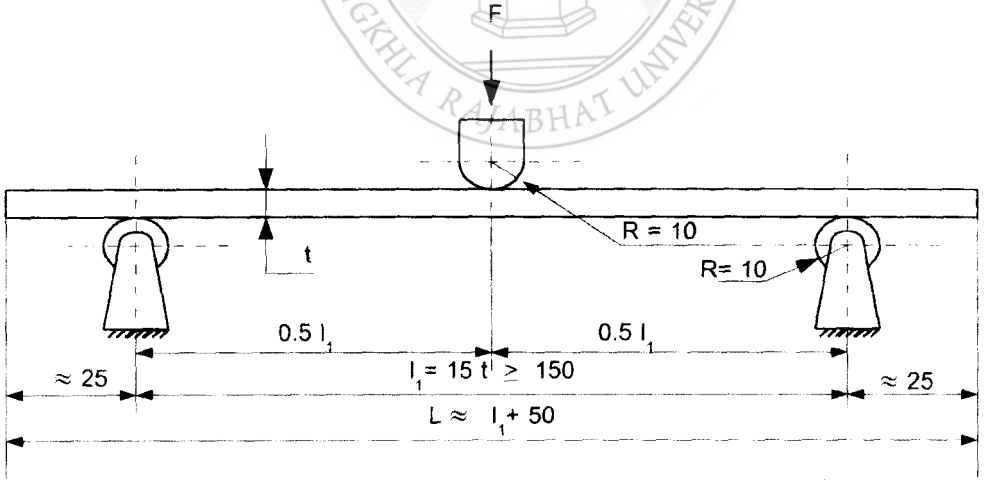
9.8.1.1 เครื่องกด ซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 N หรือ 5 % ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ แท่งกดต้องมีปลายส่วนที่ใช้กดเป็นรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีประมาณ 10 mm และมีความยาวของแท่งกดไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

9.8.1.2 แท่งรองรับ ต้องมีลักษณะหน้าตัดเป็นรูปวงกลม หรือรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีประมาณ 10 mm และมีความยาวของแท่งรองรับไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

9.8.1.3 เครื่องวัดการแอ่นตัว ซึ่งอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.1 mm

9.8.2 วิธีทดสอบ

9.8.2.1 วางชิ้นทดสอบบนแท่งรองรับซึ่งมีระยะห่างกัน 15 เท่าของความหนาระบุของชิ้นทดสอบ (ตัวเลขที่ได้ให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็ม ของ 10 mm) แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 mm ตามรูปที่ 5 ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละประมาณ 25 mm



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 5 การทดสอบความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

(ข้อ 9.8.2.1)

9.8.2.2 ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s (ความเร็วในการกดประมาณ 10 mm/min)

9.8.2.3 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว ดังรูปที่ 6

9.8.3 วิธีคำนวณ

9.8.3.1 ความต้านแรงดัด

หาค่าความต้านแรงดัด จากสูตร

$$fm = \frac{3\ F_{max}\ l_1}{2\ b\ t^2}$$

เมื่อ fm คือ ความต้านแรงดัด เป็น เมกะพาสคัล

F_{max} คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ เป็น นิวตัน

l_1 คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ เป็น มิลลิเมตร

b คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

t คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

9.8.3.2 มอดุลัสยืดหยุ่น

หาค่ามอดุลัสยืดหยุ่น จากสูตร

$$E_m = \frac{l_1^{\ 3}\ (F_2 - F_1)}{4\ b\ t^3\ (a_2 - a_1)}$$

เมื่อ E_m คือ มอดุลัสยืดหยุ่น เป็น เมกะพาสคัล

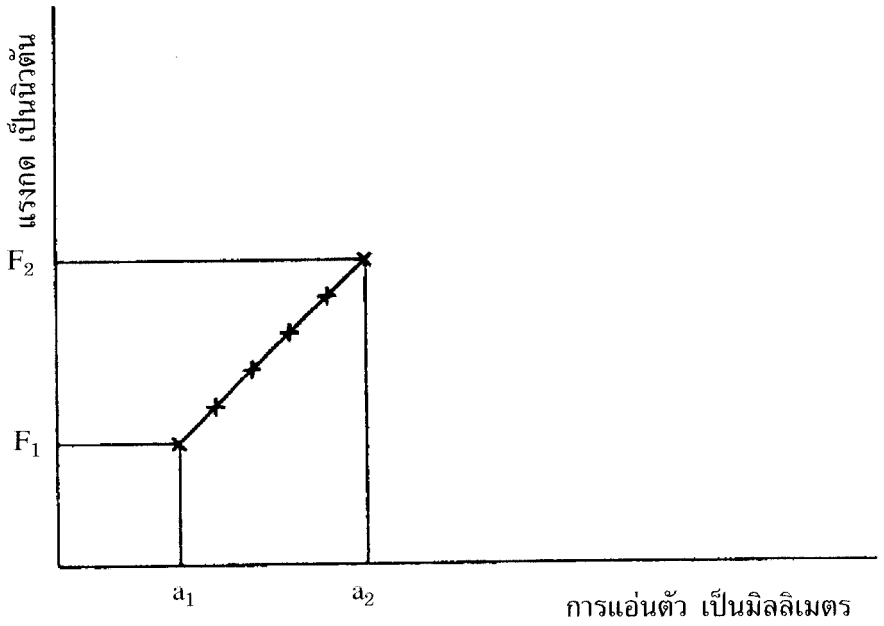
l_1 คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ เป็น มิลลิเมตร

$F_2 - F_1$ คือ แรงกดที่เพิ่มขึ้น ในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง ตามรูปที่ 6 เป็น นิวตัน

b คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

t คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

$a_2 - a_1$ คือ ระยะแอ่นตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรงตามรูปที่ 6 เป็น มิลลิเมตร



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว

(ข้อ 9.8.2.3 และข้อ 9.8.3.2)

9.8.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

9.9 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

9.9.1 เครื่องมือ

9.9.1.1 เครื่องดึง ซึ่งสามารถใช้แรงดึงเพื่อแยกชิ้นทดสอบออกในเวลาไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s

9.9.1.2 แผ่นดึงซึ่งทำด้วยไม้หรือโลหะที่เหมาะสม ขนาดไม่น้อยกว่า 50 mm x 50 mm ความหนาตามความเหมาะสม

9.9.2 วิธีทดสอบ

9.9.2.1 ติดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดึง โดยใช้กาวสังเคราะห์ที่ให้แรงยึดระหว่างชิ้นทดสอบกับแผ่นดึงได้มากกว่าแรงยึดตัวในชิ้นทดสอบ

9.9.2.2 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้แล้วนี้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกัน ซึ่งปกติจะแยกในชั้นไส้ อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึง จนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกออกจากกันต้องไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s (ความเร็วในการดึงประมาณ 2 mm/min)

9.9.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า จากสูตร

$$\text{ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะพาสคัล} = \frac{F}{W \times L}$$

เมื่อ F คือ แรงดึงสูงสุด เป็น นิวตัน

W คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

L คือ ความยาวของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร

9.9.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

9.10 ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว

9.10.1 เครื่องมือ

9.10.1.1 เครื่องดึง ซึ่งสามารถใช้แรงดึงเพื่อถอนตะปูเกลียวออกจากชิ้นทดสอบในเวลาไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่มากกว่า 90 s

9.10.1.2 ตะปูเกลียว ชนิดหัวจมแบบผ่าที่เป็นไปตาม มอก. 499 ขนาดระบุ 4.1 ความยาว 40 mm หรือที่มีขนาดใกล้เคียง

9.10.2 วิธีทดสอบ

9.10.2.1 ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ทดสอบ 3 แห่ง คือ ที่กึ่งกลางผิวหน้า 1 แห่ง และที่กึ่งกลางของขอบ 2 ขอบที่ประชิดกัน

9.10.2.2 ขันตะปูเกลียวลงในชิ้นทดสอบ ซึ่งได้เจาะรูนำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 mm ลึก 6 mm ไว้แล้ว ขันตะปูเกลียวจนกระทั่งส่วนเกลียวที่สมบูรณ์จมลึกลงไปถึง 13 mm ไม่นับความยาวส่วนปลายเรียวของตะปูเกลียว

9.10.2.3 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ตะปูเกลียวถอนออกจากชิ้นทดสอบ แรงที่ใช้ดึงจะต้องอยู่ในแนวเดียวกับตะปูเกลียว และตั้งฉากกับผิวหน้าหรือผิวขอบของชิ้นทดสอบ อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึงจนกระทั่งตะปูเกลียวถอนออกจากชิ้นทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 30 s แต่ไม่กกว่า 90 s (ความเร็วในการดึง ประมาณ 2 mm/min)

9.10.3 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 8.)

ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัด ที่มีแบบ ชั้นคุณภาพและความหนาเดียวกัน ทำจากกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด และลักษณะทั่วไป

ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.1

ก.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. และข้อ 6.1 ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ ก.1 จึงจะถือว่าแผ่นชิ้นไม้อัด รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบขนาด และลักษณะทั่วไป

(ข้อ ก.2.1)

ขนาดรุ่น แผ่น	ขนาดตัวอย่าง แผ่น	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 150	3	0
151 ถึง 500	13	1
501 ขึ้นไป	20	2

ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

ก.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากแผ่นชิ้นไม้อัด ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องขนาดและลักษณะทั่วไปแล้ว ให้มีมวลประมาณ 500 g

ก.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.4 จึงจะถือว่าแผ่นชิ้นไม้อัดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความหนาแน่น ปริมาณความชื้น และคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

ก.2.3.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากแผ่นชิ้นไม้อัด ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องขนาดและลักษณะทั่วไปแล้ว จำนวน 3 แผ่น

ก.2.2.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.2 ข้อ 6.3 และข้อ 6.5 จึงจะถือว่าแผ่นชิ้นไม้อัดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างแผ่นชิ้นไม้อัด ต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1 ข้อ ก.2.2 และข้อ ก.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าแผ่นชิ้นไม้อัดรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ข.

ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

(ข้อ 9.6)

ข.1 ข้อแนะนำเกณฑ์กำหนดและวิธีทดสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ โดยวิธีใดวิธีหนึ่งตามตารางวิธีทดสอบเทียบเท่าดังนี้

ชั้นคุณภาพ	เกณฑ์กำหนด		วิธีทดสอบ
1	ไม่เกิน 8 mg/100g		วิธี Perforator ตาม BS EN 120
	ไม่เกิน 0.5 mg/l	E_0	วิธี Desiccator ตาม JIS A 5908
	มากกว่า 0.5 mg/l ถึง 1.5 mg/l	E_1	
2	มากกว่า 8 mg/100g ถึง 30 mg/100g		วิธี Perforator ตาม BS EN 120
	มากกว่า 1.5 mg/l ถึง 5.0 mg/l	E_2	วิธี Desiccator ตาม JIS A 5908

หมายเหตุ *E_0 E_1 E_2 หมายถึง ปริมาณการปล่อยสารฟอร์มาลดีไฮด์*

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวมูนีเราะห์ มะสาแม
ชื่อเล่น	มูนี
วัน เดือน ปีเกิด	21 สิงหาคม 2537
สัญชาติ	ไทย
เชื้อชาติ	ไทย
ศาสนา	อิสลาม
ภูมิลำเนา	6/1 หมู่ที่9 ตำบลบางปอ อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส 96000
โทรศัพท์	088-4890674
E-mail	Munee_jung-mimo@hotmail.com

ชื่อ-สกุล	นางสาวอัซมา หลงมิหนา
ชื่อเล่น	อัซมา
วัน เดือน ปีเกิด	1 มีนาคม 2537
สัญชาติ	ไทย
เชื้อชาติ	ไทย
ศาสนา	อิสลาม
ภูมิลำเนา	186 หมู่ที่ 3 ตำบลเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา 90150
โทรศัพท์	088-5972271
E-mail	Assama19005@gmail.com

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY