สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเตรียมแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยกาบกล้วยน้ำว้าผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์

Preparation of Fiberboards from Nam-Waa Banana Trunk mixed with Recycled Polystyrene Foam using Phenol-formaldehyde Adhesive

T107885

นางสาวโสภณา อภิชัตสกุลชัย
นางสาวอัญชลี แท่นนิล
นางสาวอัญชิสา วงศ์ศิลารัตน์

วพ.
ส 979ก
2550
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 107885
วัน,เดือน,ปี - 8 ส.ค. 2553
b 12213433
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเคมี สาขาเคมีอุตสาหกรรม
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Preparation of Fiberboards from Nam-Waa Banana Trunk mixed with Recycled Polystyrene Foam using Phenol-formaldehyde Adhesive

Mrs. Sopana Apitchitsakulchai

Mrs. Aunchalee Tannil

Mrs. Aunchisa Wongsilarat

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

For the Degree of Bachelor of Science

Department of Industrial Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การเตรียมแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยกาบกล้วยผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์

นักศึกษา นางสาวโสภณา อภิชิตสกุลชัย รหัสนักศึกษา 47050103
นางสาวอัญชลี แท่นนิล รหัสนักศึกษา 47050106
นางสาวอัญชิสา วงศ์ศิลารัตน์ รหัสนักศึกษา 47050107

ภาควิชา เคมี คณะวิทยาศาสตร์

สาขาวิชา เคมีอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2550

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ		ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	ดร. วินูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ	
กรรมการ	อ. สุชินต์ ตันติพิสิฐกุล	
กรรมการ	รศ.ดร. มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์	

.....

(ผศ.ดร. ชลอ จารุสุทธิรักษ์)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	**การเตรียมแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยกาบกล้วยน้ำว้าผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์**
นักศึกษา	**นางสาวโสภณา อภิชิตสกุลชัย รหัสนักศึกษา 47050103**
	นางสาวอัญชลี แท่นนิล รหัสนักศึกษา 47050106
	นางสาวอัญชิสา วงศ์ศิลารัตน์ รหัสนักศึกษา 47050107
ภาควิชา	**เคมี คณะวิทยาศาสตร์**
สาขาวิชา	**เคมีอุตสาหกรรม**
ปีการศึกษา	**2550**
อาจารย์ที่ปรึกษา	**รศ.ดร.มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์**

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกล สมบัติทางกายภาพ และสมบัติการดูดกลืนเสียงของแผ่นใยไม้อัดที่เตรียมจากเส้นใยกาบกล้วยน้ำว้าผสมกับโฟมพอลิสไตรรีนเหลือทิ้ง โดยใช้ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารยึดติด แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่น 0.3 กรัม/ลบ.ซม. และ 0.6 กรัม/ลบ.ซม. เตรียมโดยขึ้นรูปด้วยเครื่องกดอัดร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และใช้กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ 15% ของน้ำหนัก อัตราส่วนของเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว คือ 80:20, 85:15, 90:10, 95:5 และ 100:0 แล้วนำแผ่นใยไม้อัดไปทดสอบ สมบัติการดูดซึมน้ำ สมบัติการพองตัวทางความหนา สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดกลืนเสียง นอกจากนี้เปรียบเทียบอิทธิพลของเส้นใยชนิดต่าง ๆที่มีผลต่อสมบัติข้างต้นของแผ่นใยไม้อัด

จากการทดลอง พบว่า แผ่นใยไม้อัดผลิตจากพอลิสไตรีนโฟมกับเส้นใยกล้วยน้ำว้าให้สมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดกลืนเสียงที่ดีกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ไม่ผสมพอลิสไตรีนโฟม สำหรับแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น 0.6 กรัม/ลบ.ซม. พบว่า แผ่นใยไม้อัดให้ค่าการดูดซึมน้ำ และสมบัติการดูดกลืนเสียงลดลง เมื่อเทียบกับความหนาแน่น 0.3 กรัม/ลบ.ซม. แต่ค่าการพองตัว ค่ามอดุลัสแตกร้าว และค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงขึ้น และพบว่า สมบัติดังกล่าวจะขึ้นกับปริมาณเซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในเส้นใยธรรมชาติ ลักษณะรูปร่างของเส้นใยธรรมชาติอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Preparetion of Fiberboards from Nam-Waa banana trunk mixed with Recycled Polystryene foam using phenol-formaldehyde Adhesive
Student	Sopana Apitchitsakulchai
	Aunchalee Tannil
	Anchisa Wongsilarat
Department	Chemistry Faculty of Science
Program	Industrial Chemistry
Year	2007
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Malinee Chaisupakitsin

Abstract

This special project aim to study mechanical, physical and sound adsorption properties of the fiberboards which produced from the mixture of banana fibers and waste polystyrene foam by using phenol-formaldehydeas the adhesive. Fiberboards which have density 0.3 g/cm^3 and 0.6 g/cm^3 were compressed at 100 °C for 10 mins and used 15%w/w phenol-formaldehyde as adhesive. The ratios of banana fibers and waste polystyrene foam were 80:20, 85:15, 90:10, 95:5 and 100:0 Then, water absorption, swelling, modulus of elasticity, modulus of rupture and sound absorption properties were investigated. Moreover, effect of different fibers on properties of fiberboards were summarized and compared.

The experimental results showed that fiberboards manufactured from the mixture of banana fibers and polystyrene foam provided physical, mechanical and sound absorption properties better than fiberboards without polystyrene foam. Fiberboards which have density 0.6 g/cm^3 exhibited water and sound absorption properties lower than boards density 0.3 g/cm^3 but swelling, modulus of elasticity and modulus of rupture higher. The above properties depended on the content of cellulose and lignin as well as texture of fibers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายทาง คณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์ ที่กรุณาแนะนำและให้คำปรึกษา ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทดสอบสมบัติการดูดกลืนเสียง รวมถึงการใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

ขอขอบพระคุณ สถาบันวิชาการทหารเรือชั้นสูง(สรส.) ผู้เอื้อเฟื้อต้นกล้วยน้ำว้า

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการทำงานวิจัยนี้มาโดยตลอด

อนึ่งยังมีบุคคลอีกหลายท่านนอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว ผู้จัดทำงานวิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาวโสภณา อภิชิตสกุลชัย
นางสาวอัญชลี แท่นนิล
นางสาวอัญชิสา วงศ์ศิลารัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	3
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและการดำเนินงาน	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1. ไม้	5
2.1.1. ความหมายของแผ่นชิ้นไม้อัด (Particle board)	6
2.1.2. ชนิดของแผ่นใยไม้อัด	8
2.1.3. วัตถุดิบ	10
2.1.4. ลักษณะของแผ่นเส้นใยไม้อัด	12
2.1.5. กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัด	13
2.2. สัณฐานวิทยาของกล้วยน้ำว้า	15
2.2.1. ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์	16
2.2.2. วิธีการเพาะปลูกกล้วย	17
2.2.3. ประโยชน์ของกล้วย	18
2.2.4. องค์ประกอบทางเคมีของกาบกล้วย	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3. เส้นใยธรรมชาติ (Natural fiber)	20
2.3.1. เซลลูโลส	21
2.3.2. เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose)	23
2.3.3. ลิกนิน (Lignin)	23
2.4. โฟมพอลิสไตรีน (Polystyrene foam)	24
2.4.1. พอลิสไตรีนแบบอัดรีด	26
2.4.2. พอลิสไตรีนแบบหล่อหรือขยายตัว	26
2.5. ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (Phenol-formaldehyde : Bakelite)	29
2.5.1. ปฏิกิริยาเคมี (Chemical reactions)	30
2.5.2. ความบริสุทธิ์และองค์ประกอบของกาว	32
2.5.3. การสังเคราะห์กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์อัดร้อน	32
2.5.4. สัดส่วนโมลของฟีนอลต่อฟอร์มาลดีไฮด์	33
2.5.5. ปัจจัยที่ใช้ควบคุมการผลิตไม้อัด	34
2.6 สมบัติและปรากฏการณ์ของเสียง (Property and Sound Phenomena)	35
2.6.1 ความสามารถในการลดระดับความดังเสียงของวัตถุกั้นเสียง	38
2.6.2 การลดระดับความดังเสียงของวัตถุ	38
2.6.3 ดัชนีระบุสมรรถนะในการลดระดับความดังเสียง	39
2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของแผ่นใยไม้อัด	40
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย	46
3.1 วัตถุดิบ (Raw Materials)	46
3.2 ชุดเครื่องมือในการผลิตแผ่นใยไม้อัด	47
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบชิ้นงาน	47
3.4 กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัด	48
3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ	48
3.4.2 สภาวะที่ใช้ในการผลิตแผ่นใยไม้อัด	49
3.4.3 การผสมกาว	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.4 การเตรียมอัดแผ่น	50
3.4.5 การอัดร้อน	50
3.4.6 การพักและการตกแต่งแผ่นใยไม้อัด	51
3.4.7 การเตรียมชิ้นงานทดสอบในการทดลองสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล	51
3.5 การทดสอบสมบัติของชิ้นงาน	53
3.5.1 วิธีการทดสอบสมบัติทางกายภาพ	53
3.5.2 วิธีการทดสอบสมบัติเชิงกล	55
3.5.3 วิธีการทดสอบสมบัติการกั้นเสียง	56
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	58
4.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ	58
4.1.1 การบวมตัว	58
4.1.2 การดูดซึมน้ำ	60
4.2 การศึกษาสมบัติเชิงกล	61
4.2.1 มอดุลัสยืดหยุ่น	62
4.2.2 มอดุลัสแตกร้าว	63
4.3 การศึกษาสมบัติการดูดซึมเสียง	64
4.4 เปรียบเทียบอิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ	68
4.4.1 สมบัติการบวมตัว	69
4.4.2 สมบัติการดูดซึมน้ำ	70
4.4.3 มอดุลัสยืดหยุ่น	71
4.4.4 มอดุลัสแตกร้าว	72
4.4.5 สมบัติการดูดซึมเสียง	73
4.5 ลักษณะรูปร่างของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่างๆ	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	77
5.1 ผลการทดลอง	77
5.2 การนำไปใช้ประโยชน์	78
5.3 ข้อเสนอแนะ	78
เอกสารอ้างอิง	79
ภาคผนวก	82
หาความหนาแน่น	83
การบวมตัว	85
การดูดซึมน้ำ	87
มอดุลัสแตกร้าวและมอดุลัสยืดหยุ่น	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ชนิดของแผ่นชิ้นไม้อัด แบ่งตามลักษณะความหนาแน่น 9

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลทางพฤกศาสตร์ของกล้วย 16

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบสมบัติของเส้นใยกาบกล้วยกับเส้นใยธรรมชาติอื่น ๆ 20

ตารางที่ 2.4 สมบัติทางกายภาพของพอลิสไตรีนโฟม 28

ตารางที่ 3.1 การตัดชิ้นงานทดสอบ 52

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการบวมตัวและการดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัด ความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 หลังจากการแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง 58

ตารางที่ 4.2 ค่าการทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 61

ตารางที่ 4.3 ค่าการดูดซึมเสียง (%) ของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 ที่ระดับความถี่ 250, 500, 1000, 2000 และ 4000 เฮิร์ต 64

ตารางที่ 4.4 สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง (Absorption Coefficient; α) และค่า NRC (Noise Reduction Coefficient) ของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 ที่ระดับความถี่ 250, 500, 1000, 2000 และ 4000 เฮิร์ต 65

ตารางที่ 4.5 แสดงค่ามอดุลัสยืดหยุ่น มอดุลัสแตกร้าว ค่าการบวมตัว และการดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ผสมกับพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว ที่อัตราส่วนเส้นใยธรรมชาติต่อโฟมพอลิสไตรีน 85:15 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด ที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 68

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การดูดกลืนเสียงของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ผสมกับพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว ที่อัตราส่วนเส้นใยธรรมชาติต่อโฟมพอลิสไตรีน 85:15 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด ที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไม้ 5

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างลักษณะของชิ้นไม้ที่ใช้ทำแผ่น Particles board 11

รูปที่ 2.3 แผนผังขั้นตอนการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด 14

รูปที่ 2.4 องค์ประกอบเส้นใยธรรมชาติ 20

รูปที่ 2.5 โครงสร้างและการจัดเรียงตัวของเซลลูโลส 22

รูปที่ 2.6 โครงสร้างโมเลกุลของเฮมิเซลลูโลส 23

รูปที่ 2.7 โครงสร้างโมเลกุลทางเคมีของลิกนิน 24

รูปที่ 2.8 ชิ้นงานโฟมพอลิสไตรีน 25

รูปที่ 2.9 เม็ดโฟมพอลิสไตรีน 26

รูปที่ 2.10 ปฏิกิริยาการสังเคราะห์กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ 31

รูปที่ 2.11 โครงสร้างทางเคมีของกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ หรือ Bakelite 31

รูปที่ 2.12 แสดงกลไกการดูดกลืนและส่งผ่านคลื่นเสียงในตัวกลางต่างชนิดกัน 37

รูปที่ 3.1 โฟมพอลิสไตรีน 49

รูปที่ 3.2 เครื่องผสม 51

รูปที่ 3.3 เครื่องขึ้นรูป 51

รูปที่ 3.4 การตัดชิ้นงานทดสอบเพื่อใช้ทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล 52

รูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นทดสอบ 53

รูปที่ 3.6 การทดสอบหามอดุลัสแตกร้าวและมอดุลัสยืดหยุ่น 55

รูปที่ 3.7 การจัดวางเครื่องกำเนิดเสียง เครื่องวัดระดับความดันเสียง 57

รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการบวมตัว(%) กับอัตราส่วนปริมาณของเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด 59

รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซึมน้ำ(%) กับอัตราส่วนปริมาณของเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (N/mm^2) กับอัตราส่วนของปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด 62

รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามอดุลัสแตกร้าว(N/mm^2) กับอัตราส่วนของปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด 63

รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซึมเสียง (%) กับอัตราส่วนของปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด 66

รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซึมเสียง (%) กับอัตราส่วนของปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด 66

รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า NRC (Noise Reduction Coefficient) กับอัตราส่วนของปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด 67

รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง %การบวมตัวกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัด ที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% 69

รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง %การดูดซึมน้ำกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัด ที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง มอดุลัสยืดหยุ่นกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัด ที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% 71

รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง มอดุลัสแตกร้าวกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัด ที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% 72

รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง NRC กับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัด ที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% 73

รูปที่ 4.13 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์แสดงสัณฐานวิทยาของเส้นใยกล้วยน้ำว้า (กำลังขยาย 100 เท่า) 74

รูปที่ 4.14 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์แสดงสัณฐานวิทยาของเส้นใยสับปะรด (กำลังขยาย 100 เท่า) 75

รูปที่ 4.15 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์แสดงสัณฐานวิทยาของเส้นใยมะพร้าว (กำลังขยาย 100 เท่า) 75

รูปที่ 4.16 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์แสดงสัณฐานวิทยาของเส้นใยชานอ้อย (กำลังขยาย 100 เท่า) 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ปัจจุบัน โลกประสบกับปัญหาวิกฤตการณ์ภาวะโลกร้อน (Global warming) ซึ่งนับวันจะยิ่งทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ ก็เพราะว่าประชากรโลกขณะนี้มีจำนวนเพิ่มขึ้นมากหลายเท่าตัว การบริโภคสิ่งต่างๆก็มากขึ้นเป็นเงาตามตัว โดยเฉพาะพลาสติก โดยผู้ผลิตต้องการผลิตพลาสติกในปริมาณมากเพื่อให้ทันกับปริมาณของผู้บริโภค เนื่องจากการใช้พลาสติกในชีวิตประจำวันมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในการใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ เป็นส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้า ใช้เป็นสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆในชีวิตประจำวัน ดังนั้น ปัญหาที่เกิดจากการใช้พลาสติกจำนวนมาก ก็คือ ปริมาณขยะจำนวนมากที่ต้องมีการนำไปกำจัด โดยกระบวนการกำจัดก็มีหลายวิธี อาทิเช่น การนำกลับไปใช้ใหม่ การนำไปประยุกต์เพื่อผลิตเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ และการผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อผลิตเป็นสารตั้งต้นที่มีความบริสุทธิ์ เป็นต้น

โครงงานนี้ จะเลือกใช้โฟมพอลิสไตรีน (Expanded Polystryene Foam, EPS Foam) ที่ผ่านการใช้แล้ว มาเป็นองค์ประกอบในแผ่นใยไม้อัด (Fiber board) ซึ่งโฟม EPS นี้เป็นขยะพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและกว้างขวางมากในชีวิตประจำวัน การใช้งานของโฟม EPS มีหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น การใช้เป็นวัสดุกันกระแทกในบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันสินค้าเสียหายจากการขนส่ง การทำเป็นฉนวนป้องกันความร้อน การทำเป็นภาชนะบรรจุอาหารจำพวกกล่องโฟมต่างๆ เป็นต้น จะเห็นได้ว่า โฟม EPS ส่วนใหญ่จะสามารถใช้งานได้แค่ครั้งเดียวก็จำเป็นต้องทิ้ง เช่น กล่องโฟมใส่อาหาร เมื่อนำไปใส่อาหารแล้วก็ต้องนำไปทิ้งไม่สามารถนำมาล้างใส่อาหารได้อีก หรือวัสดุกันกระแทกที่ห่อหุ้มสินค้าเมื่อโฟมเกิดการแตกก็ไม่สามารถนำมาห่อหุ้มสินค้าใช้ได้อีก ซึ่งแตกต่างกับเทอร์โมพลาสติกอื่นๆ เช่น ถุงพลาสติก PE ที่สามารถนำกลับไปใช้ได้อีกจนกว่าถุงพลาสติกจะฉีกขาด หรือจะเป็นขวดพลาสติก PET ที่สามารถล้างให้สะอาดแล้วนำไปใส่น้ำดื่มได้อีก ด้วยเหตุดังกล่าว จึงต้องมีการช่วยรณรงค์กำจัดขยะของโฟม EPS โดยแปรเปลี่ยนจากขยะพลาสติกให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น โดยอาศัยสมบัติการป้องการถ่ายเทความร้อน ความสามารถในการดูดกลืนเสียง และความสามารถในการยืดหยุ่นรับแรงได้ดี ซึ่งเป็นสมบัติที่เกิดขึ้น อันเนื่องมาจากช่องว่างภายในโครงสร้างของโฟม EPS ซึ่งโครงสร้างของโฟม EPS นี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานเกษตร โดยการผสมลงในดินเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มคุณภาพดินให้มีความร่วนซุย ทางด้านก่อสร้าง โดยการผสมลงในคอนกรีตทำให้มีน้ำหนักเบาขึ้น หรือนำไปผสมกับปูนปลาสเตอร์เพื่อเพิ่มมอดุลัสยืดหยุ่น

ส่วนเส้นใยธรรมชาติของแผ่นใยไม้อัดที่เลือกใช้ คือ เส้นใยจากกาบกล้วยน้ำว้า ซึ่งกล้วยน้ำว้าเป็นกล้วยที่มีการปลูกในประเทศจำนวนมาก ปลูกขึ้นง่าย สามารถหาได้ในทุกภาคของประเทศไทย เป็นพืชเศรษฐกิจ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนของต้น เมื่อต้นกล้วยเริ่มออกหัวปลีก็จะค่อยๆแตกเป็นผล และแตกเป็นหน่อที่โคนต้น พอถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยวก็จะตัดลำต้นเดิมทิ้ง เพื่อให้หน่อที่แตกออกได้มีการเจริญเติบโตต่อไป ลำต้นที่ตัดทิ้งหลังจากการเก็บเกี่ยวจะไม่ก่อให้เกิดผลประโยชน์และไม่สามารถทำให้เกิดรายได้แก่เกษตรกรเลยซึ่งเส้นใยกล้วยน้ำว้ามีสมบัติในการดูดซึมน้ำได้เป็นอย่างดี ความสามารถในการดูดกลืนเสียงก็น่าจะดีเช่นกัน จึงเลือกนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดกับโฟม EPS ที่ใช้แล้ว

จากการนำวัสดุที่เหลือใช้แล้วทั้งสองชนิดมาทำการประยุกต์ เพื่อผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดนั้น สามารถช่วยในการลดปัญหาขยะ ทั้งขยะพอลิเมอร์และขยะทางการเกษตร รวมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุที่เหลือทิ้ง และสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรและผู้ค้าของเก่าด้วย อีกทั้งทำให้ประชาชนตระหนักถึงความสำคัญในการรีไซเคิลขยะพอลิเมอร์ สำหรับต้นกล้วยที่ไม่ใช้แล้วนั้น จะมีปริมาณก๊าซมีเทนจำนวนหนึ่งที่ได้จากย่อยสลายทางธรรมชาติของต้นกล้วยซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน ก็จะสามารถช่วยลดปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นได้ซึ่งเป็นผลดีกับสภาวะแวดล้อมด้วย

วัตถุประสงค์หลักในงานวิจัย คือ การเตรียมแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยกล้วยน้ำว้าผสมกับโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว โดยมีสารยึดติดเป็นฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ ในปริมาณ 15 % เพื่อนำไปทดสอบสมบัติการดูดกลืนเสียง (sound absorption) การดูดซึมน้ำ การพองตัว มอดุลัสแตกร้าว และมอดุลัสยืดหยุ่น หลังจากนั้นผลที่ได้จากการทดลองนี้ จะเปรียบเทียบสมบัติต่างๆ กับแผ่นใยไม้อัดที่ทำจากเส้นใยชานอ้อย ใยมะพร้าว ใยมะพร้าวผสมชานอ้อย ใยสับปะรด และใยกล้วยน้ำว้าผสมกับโฟมพอลิสไตรีนซึ่งมีผู้ทำมาก่อน เพื่อศึกษาอิทธิพลของเส้นใย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1. เพื่อเตรียมพอลิเมอร์คอมพอสิตจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร สำหรับงานด้านอนุรักษ์พลังงาน

1.2.2. เพื่อลดปริมาณขยะโฟมกันกระแทกที่ผลิตจากพอลิสไตรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3. เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดกลืนเสียงของแผ่นใยไม้อัดที่เตรียมจากโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วและเส้นใยกล้วยน้ำว้า

1.2.4. เพื่อศึกษาอิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกล สมบัติทางกายภาพ และสมบัติการดูดกลืนเสียงของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยธรรมชาติผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว ได้แก่ เส้นใยชานอ้อย เส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด และเส้นใยกล้วยน้ำว้า

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

โครงงานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดที่ใช้เส้นใยกาบกล้วยน้ำว้ากับโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว โดยมีสารยึดติดเป็นฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ในอัตราส่วนของเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว ที่อัตราส่วน 80:20, 85:15, 90:10, 95:5 และ 100:0 โดยเตรียมแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดกลืนเสียงของแผ่นใยไม้อัดในแต่ละอัตราส่วนที่ทำการผสม และเปรียบเทียบสมบัติต่างๆ กับแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยชานอ้อย เส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด และเส้นใยกล้วยน้ำว้า ที่อัตราส่วนของเส้นใยธรรมชาติต่อโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว ที่ 85:15

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและการดำเนินงาน

1.4.1. การเตรียมเส้นใยกล้วยน้ำว้า

1.4.2. การบด คัดขนาด และการอบเส้นใยกล้วยน้ำว้า

1.4.3. การเตรียมแผ่นไม้อัดโดยผสมเส้นใยกล้วยและโฟมพอลิสไตรีน ที่อัตราส่วน 80:20, 85:15, 90:10, 95:5 และ 100:0 โดยมีปริมาณสารยึดติดฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ 15 % ขึ้นรูปให้มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

1.4.4. ศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดกลืนเสียง

1.4.5. เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดกลืนเสียงกับแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยชานอ้อย เส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด และเส้นใยกล้วยน้ำว้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1. ให้ตระหนักถึงความสำคัญของการนำขยะมาประดิษฐ์ ดัดแปลงเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาใช้งานในชีวิตประจำวัน

1.5.2. เพื่อลดปริมาณขยะทางการเกษตรและขยะพอลิเมอร์ในชีวิตประจำวัน

1.5.3. ทราบอิทธิพลของเส้นใยชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกล สมบัติกายภาพของแผ่นใยไม้อัดผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว ในอัตราส่วนเส้นใยธรรมชาติต่อโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว ที่ 85:15 ของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยชานอ้อย เส้นใยมะพร้าว เส้นใยสับปะรด และเส้นใยกล้วยน้ำว้า

1.5.4. เพื่อเป็นแนวทางให้โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นใยไม้อัด โดยนำวัสดุที่เหลือใช้จากทางการเกษตรและขยะพลาสติกไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ด้วย

1.5.5. เพื่อนำไปทดแทนการใช้แผ่นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้ต่างๆ ซึ่งเป็นการช่วยลดการตัดต้นไม้ ซึ่งเป็นต้นน้ำของแหล่งน้ำจืดธรรมชาติในประเทศ

1.5.6. เพื่อนำไปพัฒนาในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ในรูปแบบต่างๆ ที่ไม่จำเป็นต้องใช้ต้นไม้

1.5.7. เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ต้นกล้วยน้ำว้า

1.5.8. เพื่อเป็นทางเลือกในการนำโฟมกันกระแทกกลับมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1. ไม้

ไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มนุษย์รู้จักและนำมาใช้เพื่อการดำรงชีวิตมาตั้งแต่อดีตโดยมนุษย์ใช้ประโยชน์ จากไม้ในการทำที่พักอาศัย ทำเครื่องมือ และทำเชื้อเพลิง เป็นต้น จึงทำให้ไม้มีบทบาทอย่างมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ นอกจากนั้น ไม้ยังสามารถสร้างความรู้สึกอบอุ่นเยือกเย็น และสบายอีกด้วย การใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ ในแต่ละปีมีปริมาณมากขึ้นทุก ๆ ปี การใช้ประโยชน์จากไม้ที่ถูกต้องนั้น ต้องเป็นไม้ที่มาจากส่วนป่า ซึ่งมีการปลูกทดแทนอยู่ตลอดเวลา ไม้ที่ได้จากสวนป่านั้น ส่วนมากเป็นไม้ที่มีอายุน้อยซึ่งให้ปริมาณของเนื้อไม้และความแข็งแรงต่ำ การนำมาใช้งานจึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อไม้ก่อน หรือนำมาทำเป็นแผ่นผลิตภัณฑ์เพื่อการใช้งานต่อไป ดังนั้น การใช้ไม้ต้องนำทุกส่วนของต้นไม้มาใช้งานให้เกิดประโยชน์ให้ได้มากที่สุด โดยส่วนเนื้อไม้ที่ได้จากลำต้น สามารถนำมาใช้งานได้โดยตรง เช่น นำมาแปรรูปเป็นแผ่นไม้ และส่วนเนื้อไม้ที่เป็นกิ่ง ก้านของต้นไม้ สามารถนำมาทำเป็นแผ่นผลิตภัณฑ์ได้อีก เช่น การทำแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด และไฟเบอร์บอร์ด เป็นต้น

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1. ความหมายของแผ่นชิ้นไม้อัด (Particle board) [1]

แผ่นชิ้นไม้อัด (Particleboard , PB) หมายถึง แผ่นไม้ประกอบ (Wood Composites) ซึ่งผลิตมาจากการนำเอาวัสดุที่ทำจากไม้หรือวัสดุที่มีเซลลูโลส และลิกนิน เป็นองค์ประกอบหลัก มาตัดท่อนเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำมารวมกันเป็นแผ่น โดยใช้ตัวประสานอินทรีย์ เช่น กาวสังเคราะห์เชื่อมให้ติดกัน เกิดเป็นขบวนการเชื่อมยึดกันระหว่างชิ้นวัสดุ ภายใต้ความร้อนและแรงอัด และยังสามารถใช้สารเติมแต่งอื่น ๆ ผสมลงในแผ่นเพื่อให้เกิดคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ ด้วยความแตกต่างของแผ่นชิ้นไม้อัด เช่น

1.) **Particle board** คือ แผ่นไม้ที่ผลิต จากการนำไม้ตามธรรมชาติมาบดย่อย เป็นชิ้นขนาดเล็ก ๆ และนำมาอัดเข้ารูปเป็นแผ่นด้วยความร้อนด้วยกาวพิเศษ และแรงอัด พร้อมการผ่านกระบวนการทางเคมี เพื่อให้สามารถป้องกันความชื้นและปลวก โดยแผ่นที่ผลิตได้ยังเป็นแผ่นเปลือย ที่จะต้องนำไปปิดผิวภายนอกก่อนนำไปผลิตเป็นเฟอร์นิเจอร์ต่อ

2.) **M.D.F. (Medium density fiberboard)** เป็นไม้อัดที่ทำมาจากฝุ่นไม้ ที่บดจนละเอียดผสมกาวแล้วอัดออกมาเป็นแผ่นไม้ นิยมนำมาใช้เป็นโครงสร้าง ส่วนที่ต้องการความแข็งแรง เพราะมีความหนาแน่นสูงกว่า Particle Board หรือจะใช้ในส่วนที่รับแรง เช่น หน้าโต๊ะ นิยมปิดผิวด้วยวัสดุปิดผิว และการทำสีทาหรือพ่นเคลือบ ส่วนใหญ่ จะปิดผิวเสียมากกว่าเพราะการพ่นหรือทาสี จะยุ่งยากมากกว่า และมีต้นทุนสูง รวมทั้งต้องใช้ฝีมือในการทำสีอย่างมาก (แต่ถ้าออกมาดีก็สวย มัน เงา เรียบ แน่น)

คุณลักษณะทั่วไปของแผ่นไม้อัด

- มีความแข็งแรงทนทานสูง มีความคงตัวไม่ยืดหดและแตกง่าย
- สามารถตอกตะปูใกล้ขอบแผ่นได้ โดยไม่ทำให้ไม้อัดฉีกหรือแตกร้าว
- สามารถตัดด้วยเลื่อยฉลุ ได้ง่ายไม่แตกหัก
- สามารถโค้งงอโดยไม่ฉีกหัก ทั้งนี้เพราะเส้นใยเนื้อไม้ต่าง ๆ ช่วยกันยึดทุกด้าน
- เป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี
- สามารถเก็บความร้อนและเสียงได้ดีกว่าไม้ธรรมดา
- เป็นแผ่นกว้างเหมาะแก่การก่อสร้าง
- สามารถรับน้ำหนักในอัตราที่สูงกว่าไม้ธรรมดา (เปรียบเทียบชนิดและขนาดเดียวกัน)
- สามารถซื้อไปใช้งานเพียงเท่าจำนวนที่ต้องการ โดยไม้ต้องเผื่อขาด
- มีลวดลายสวยงามตามธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของแผ่นไม้อัด มีดังนี้

- ใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง ได้แก่ แบบหล่อคอนกรีต ส่วนประกอบของอาคารบ้านเรือน เช่น ประตูหน้าต่าง ฝาผนัง เป็นต้น
- ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ และการทำรังบรรจุสิ่งของ
- ใช้เป็นส่วนประกอบยานพาหนะ
- ใช้เป็นวัตถุดิบในการปรุงแต่งผิวหน้าไม้อัด

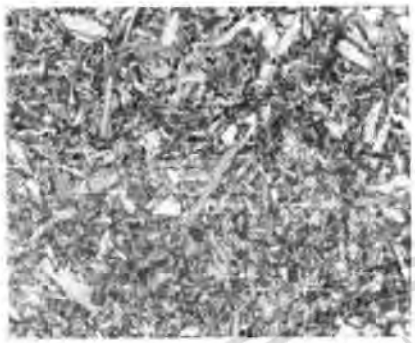
ไม้อัดที่ทำการผลิตภายในประเทศมี 3 ชนิด คือ

1. ไม้อัดเรียงชิ้น (Oreinted strand board)

2. ไม้อัดแผ่นเรียบ (Hard board)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แผ่นชิ้นไม้อัด (Particle board)



ข้อมูลทางการค้า

ด้านความต้องการใช้แผ่นเส้นใยไม้อัดในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแผ่นเส้นใยไม้อัดแข็ง และแผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดหนาแน่นปานกลาง สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร คาดว่าความต้องการมีแนวโน้มขยายตัวอย่างมาก ปัจจุบัน ปัจจัยที่เป็นตัวบ่งชี้ภาวการณ์ตลาด คือ ปริมาณ และมูลค่าการนำเข้า และการส่งออก แหล่งนำเข้าที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ อเมริกา สวีเดน และบราซิล เป็นต้น แหล่งส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น มาเลเซีย สิงคโปร์ ไต้หวัน ฮ่องกง และ จีน เป็นต้น

อนึ่ง การนำเข้าแผ่นเส้นใยไม้อัดแข็งส่วนใหญ่เป็นชนิดหนาแน่นปานกลาง (M.D.F. Board) และการส่งออกนั้นเป็นในรูปแผ่นเส้นใยไม้อัดแข็ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ญี่ปุ่น นับเป็นประเทศสำคัญที่ไทยนำเข้า M.D.F Board และประเด็นที่น่าสังเกตคือ แผ่น M.D.F Board ที่ญี่ปุ่นผลิตได้นั้นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิต คือ แผ่นชิ้นไม้สับนั้นต้องนำเข้าจากไทยแล้วนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าแล้วส่งกลับเข้ามาขายในประเทศไทยอีกครั้ง

2.1.2. ชนิดของแผ่นใยไม้อัด [1-2]

จำแนกชนิดตามวิธีการอัด

ชิ้นไม้ที่ผสมตัวประสานและสารเติมแต่งอื่น ๆ แล้ว จะถูกนำไปทำแผ่นเตรียมอัด (Form mat) เพื่อทำการอัดร้อนต่อไป แรงอัดที่ใช้ในการอัดร้อน มีใช้กันอยู่ 2 ทิศทาง หากใช้แรงอัดให้มีทิศทางตั้งฉากกับระนาบของแผ่นซึ่งอาจทำเป็นแผ่นๆ หรือ ทำต่อเนื่อง เรียกแผ่นใยไม้อัดแบบนี้ว่า *Flat-Platen Pressed PB* หรือ *Mat-Formed PB* เป็นแผ่นใยไม้อัดที่นิยมผลิตกันอยู่ในปัจจุบัน หากให้ทิศทางแรงอัดขนานกับระนาบของแผ่นไปตามความยาวของแผ่น เรียกแผ่นใยไม้อัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบนี้ว่า *Extruded PB* แผ่นชนิดนี้จะอัดออกมาตามแบบ แผ่นที่หนามักจะต้องใช้ท่อร้อนกลางแผ่นช่วยให้กาวแข็งตัวเร็วขึ้น จึงมีรูกลมยาวกลางแผ่นใยไม้อัด และมีการผลิตกันน้อย

จำแนกตามการใช้งาน

- PB Core Stock เป็นไม้อัดที่ต้องเอาวัสดุมาปิดทับหน้า เพราะมีผิวหยาบมาก และมี Strength ต่ำ
- PB Panel เป็นแผ่นชิ้นไม้อัด ไม่จำเป็นปิดทับหน้า ตัวของมันเองมีความแข็งแรงสวยงาม เช่น Flakeboard เซฟวิงบอร์ด
- PB Floor Underlayment เป็นวัสดุที่รองพื้นชั้นล่าง แล้วมีพวกปาเก้ปิดทับอีกทีทำให้พื้นมีระดับสม่ำเสมอ
- Prefinished PB เป็น PB แบบแต่งสำเร็จมาจากโรงงาน เช่น เคลือบสีสำเร็จ หรือเคลือบสีลายไม้ เพื่อความสวยงาม
- Acoustical PB เป็นแผ่น PB ผลิตในด้านเก็บเสียง โดยเฉพาะพวกนี้ทำมาจากแผ่นไม้อัดเจาะรู หรือ เซาะร่องเป็นร่องลวดลายต่างๆ เพื่อให้มีพื้นที่ดูดซับเสียงได้มากขึ้น

จำแนกตามการผลิตและชื่อทางการค้า

Okal Board ในต่างประเทศใช้เรียกชื่อ PB ที่ผลิตด้วย Okal Process เป็นชื่อคนเยอรมัน

Novo Board ของอังกฤษ

Novopan ของอเมริกา

Tenex เป็นชื่อการค้าของ Flakeboard ที่ผลิต USA

Lanewood เป็นชื่อการค้าผลิต USA

จำแนกตามความหนาแน่นของแผ่น PB ออกเป็น 3 พวก

ในการประชุมวิชาการกรุงเจนีวา จะจำแนกโดยถือความหนาแน่นเป็นหลักเราสามารถแบ่งดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ชนิดของแผ่นชิ้นไม้อัด แบ่งตามลักษณะความหนาแน่น

PB	Density	
	g/cm^3	g/cm^3
1. Low density (Insulating type)	0.25-0.4	15-25
2. Medium density	>0.4-0.8 >0.8-	>25-50
3. High density (Hard board type)	1.2	>50-75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำแนกตามลักษณะโครงสร้างของแผ่น

แผ่นชิ้นไม้อัดชั้นเดียว (Single Layer or Homogenous Particle) **หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัดที่ทำมาจากชิ้นไม้ที่มีลักษณะ และขนาดเหมือนกันมีส่วนผสมของกาวและสารเติมแต่งอย่างเดียวกันตลอดความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัด**

แผ่นชิ้นไม้อัด 3 ชั้น (Three Layer Particleboard) **หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัดที่แบ่งตามลักษณะของชิ้นไม้ออกเป็น 3 ชั้น ตลอดความหนาของแผ่นในแต่ละชั้นประกอบด้วยชิ้นไม้ที่มีลักษณะและ ขนาด ตลอดจนส่วนผสมของกาวเหมือนกัน ปกติใช้ชิ้นไม้ขนาดเล็กและบาง เป็นชั้นผิวหน้าทั้ง 3 ด้าน ส่วนชั้นไส้ใช้ชิ้นไม้หยาบและใหญ่กว่า ไม้ที่ใช้ทำชั้นไส้อาจเป็นชนิดที่ใช้ทำผิวหน้าก็ได้ ปริมาณกาวที่ใช้ผสมผิวหน้าทั้งสองมากกว่าชั้นไส้ เพื่อให้เกิดโครงสร้างที่สมดุลกัน มีผิวเข็งและแน่นขึ้น**

แผ่นชิ้นไม้อัดขนาดลดหลั่น (Graduated Particleboard) **หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัดที่ทำจากชิ้นไม้ที่มีขนาดและลักษณะที่แตกต่างกัน โดยโครงสร้างของแผ่นประกอบด้วยชิ้นไม้ขนาดใหญ่และหยาบกว่าอยู่ตรงแนวกลางแผ่น ตลอดความหนาจากแนวกลางแผ่นชิ้นไม้จะมีขนาดลดหลั่นจากใหญ่ไปหาเล็กถึงผิวหน้าทั้ง 2 ข้าง โดยไม่มีการแบ่งชั้นแน่นอน**

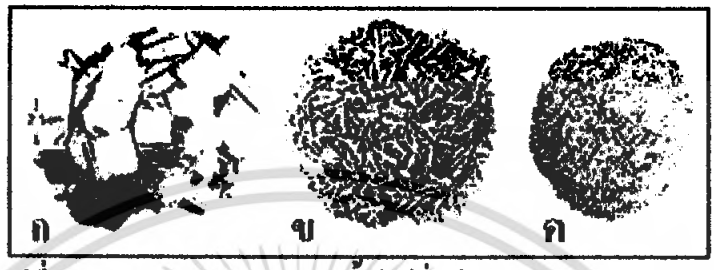
2.1.3. วัตถุดิบ [1]

1. ไม้ที่มีขนาดเล็กที่ไม่สามารถแปรรูปเป็นแผ่นได้ เช่น กิ่ง ก้านของต้นไม้ และเศษไม้ที่เหลือจากโรงงาน อุตสาหกรรมไม้ เช่น เศษไม้บาง (Veneer) จากโรงงานผลิตไม้อัดเศษไม้ที่ได้จากโรงเลื่อย และเศษไม้จากโรงงาน เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น

2. วัตถุดิบที่เหลือจากการเกษตรกรรม เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย และพืชชนิดอื่น ๆ เป็นต้น เนื่องจากวัตถุดิบดังกล่าว มีลิกนิน (Lignin) และเซลลูโลส (Cellulose) เป็นองค์ประกอบจึงทำให้แผ่นบอร์ดที่ผลิตขึ้นมีคุณสมบัติในการยึดเหนี่ยวเพิ่มขึ้น และสามารถนำไปใช้ในงานหรือผ่านกรรมวิธีการผลิต เพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์ได้ด้วยเครื่องจักรกลงานไม้ทั่วไปสำหรับสารยึดเหนี่ยวที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต ได้แก่ กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (Ureaformaldehyde) สำหรับแผ่นบอร์ดใช้ภายใน และกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (Phenolformaldehyde) สำหรับแผ่นบอร์ดใช้ภายนอก นอกจากนั้น ยังสามารถเติมสารปรับปรุงคุณภาพ (Additives) เพื่อทำให้สามารถต้านทานความชื้นได้ดีอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุดิบที่นำมาทำแผ่นParticles board ต้องนำมาทำให้เป็นชิ้นไม้เล็ก ๆ (Particles) เพื่อทำขึ้นเป็นแผ่นต่อไป โดยชิ้นไม้ที่ได้จะมาจากเครื่องจักรที่ใช้สำหรับทำชิ้นไม้ ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นไม้ที่มีลักษณะต่าง ๆ กัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ทำชิ้นไม้



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างลักษณะของชิ้นไม้ที่ใช้ทำแผ่น Particles board
ก. เฟลก ข. สแตรน ค. ชิ้นไม้ที่มีความละเอียด

ลักษณะชิ้นไม้ ที่นำมาใช้ในการผลิตนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกัน และถูกย่อยด้วยเครื่องจักรที่แตกต่างกันด้วย พอสรุปได้ดังนี้

1. เซฟวิ่ง (Shaving) เป็นชิ้นไม้เล็ก ๆ บาง มีขนาดไม่แน่นอน ลักษณะชิ้นไม้ที่ได้เหมือนกับเศษชิ้นไม้ ที่ได้จากการไสไม้ ซึ่งลักษณะชิ้นไม้บางครั้งก็ม้วนงอ เมื่อมีความหนาเปลี่ยนแปลงไป

2. เฟลก (Flake) เป็นชิ้นไม้เล็ก ๆ มีขนาดค่อนข้างแน่นอน เนื่องจากสามารถที่จะทำให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ โดยมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความหนาใกล้เคียงกัน และมีทิศทางของเสี้ยนไม้ขนานไปกับชิ้นไม้

3. เวเฟอร์ (Wafer) ลักษณะเหมือนเฟลกแต่ชิ้นใหญ่กว่า คือ มีขนาด 5x5 ซม. ถึง 7x7 ซม. และหนา 0.6 - 0.8 มม.

4. ชิฟ (Chip) ลักษณะเป็นชิ้นไม้สับที่มีขนาดไม่แน่นอน โดยเป็นชิ้นไม้ที่มีความหนามากเมื่อเทียบกับเฟลก หรือเซฟวิ่ง นิยมนำไปแยกเยื่อเพื่อทำแผ่นไฟเบอร์บอร์ด

5. สแตรน (Strand) ลักษณะเป็นชิ้นไม้ที่ยาว ความกว้างน้อยกว่าเฟลกมาก โดยมีแนวเสี้ยนไม้ขนานไปตามความยาว

6. วูดวูล (Wood wool) ลักษณะเป็นเส้นใยไม้มีความยาวมาก ม้วนงอได้มาก นิยมใช้ผสมซีเมนต์ทำแผ่นซีเมนต์บอร์ด

7. ขี้กบ (Planer shaving) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีรูปร่างเป็นแผ่นขนาดเล็ก มีความหนาไม่เท่ากัน คือ หนาที่ปลายด้านหนึ่ง ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งบาง และมีลักษณะเป็นแฉกขนนก และมักจะโค้งงอด้วย ซึ่งได้จากการไสไม้ด้วยเครื่องไสไม้ชนิดหัวตัดหมุน (Rotary cutterhead)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. แท่ง (Splinter or sliver) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าเมื่อมองทางหน้าตัด และมีความยาวตามแนวเสี้ยนไม่น้อยกว่า 4 เท่าของหนา

9. เม็ด (Granule) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะขี้เลื่อย ซึ่งมีความกว้าง ความยาว และความหนาเกือบเท่ากัน

10. ฝอยไม้ (Wood wool or excelsior) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเป็นแถบ แต่มีความยาวกว่าและโค้งงอ ต้องใช้เครื่องขูดเป็นพิเศษ ใช้สำหรับเป็นองค์ประกอบรวมสำหรับแผ่นชิ้นไม้อัดบางประเภท

2.1.4. ลักษณะของแผ่นเส้นใยไม้อัด [3-4]

แผ่นเส้นใยไม้อัดที่ใช้กันอยู่ทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะความหนาแน่นของแผ่น ดังนี้

1.แผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดอัดแน่น แยกออกเป็น

- แผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดพิเศษมีความหนาแน่นประมาณ 1.20-1.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- แผ่นเส้นใยไม้อัดแข็ง หรือที่เรียกว่า Hard board มีความหนาแน่นประมาณ 0.8-1.20 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- แผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดความหนาแน่นปานกลาง หรือเรียกกันว่า Medium density fiber board มีความหนาแน่นประมาณ 0.4-0.8 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

(ในงานวิจัยนี้ จะเป็นแผ่นใยไม้อัดชนิดอัดแน่น ความหนาแน่นปานกลาง)

2.แผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดไม่อัดแน่น แยกออกเป็น

- แผ่นเส้นใยไม้อัดฉนวน หรือ Rigid insulation board มีความหนาแน่นประมาณ 0.15-0.40 กรัม ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- แผ่นเส้นใยไม้อัดฉนวนกึ่งแข็ง หรือ Semi Rigid insulation board มีความหนาแน่นประมาณ 0.02-0.15 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับแผ่นเส้นใยไม้อัดที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ได้แก่ แผ่นเส้นใยไม้อัดแข็ง และแผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดความหนาแน่นปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5. กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัด [1, 5]

การผลิตแผ่นใยไม้อัด (Particle board) นั้น นอกจากวัตถุดิบ ซึ่งได้แก่ ไม้ กาว และ สารเติมแต่งแล้ว จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการผลิตเพื่อผสมวัตถุดิบทั้งหมดเข้าด้วยกัน และก่อเป็นรูปร่างลักษณะแผ่นใยไม้อัดที่มีความแข็งแรงคงสภาพเป็นแผ่นให้ใช้งานได้เป็นระยะเวลานานๆ กระบวนการผลิตจึงเป็นหัวใจหลักที่สำคัญที่สุดในการผลิตแผ่นใยไม้อัด

กรรมวิธีในการผลิตแผ่นเส้นใยไม้อัดภายหลังจากที่ย่อยเศษไม้ ปลายไม้ให้เป็นเยื่อ แล้วนำมาผ่านขั้นตอนในการอัด ซึ่งทำได้ 2 วิธี คือ

1. <u>กรรมวิธีเปียก</u> นำเอาเยื่อที่บดละเอียดมีลักษณะคล้ายเมือกข้น มาอัดในขณะที่เยื่อยังเปียกอยู่ โดยใช้แผ่นตะแกรงเหล็กที่มีรูเล็กๆ คล้ายมุ้งเป็นตัวรองรับเยื่อที่จะอัดให้เป็นแผ่น ดังนั้น แผ่นเยื่อจะอยู่ตรงกลางระหว่างแผ่นตะแกรงและเครื่องอัดจากนั้นนำไปอัด เพื่อไล่น้ำออก เมื่อเสร็จขั้นตอนนี้แล้ว นำแผ่นเยื่อเปียกผ่านเข้าเครื่องอัดร้อน และนำเข้าอบ ด้วยความร้อนเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและทนทานต่อความชื้น แผ่นเส้นใยไม้อัดที่ได้นี้ มีความเรียบด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งเป็นรอยตะแกรง กรรมวิธีเปียกนี้ส่วนใหญ่จะใช้ในการผลิตเส้นใยไม้อัดแข็ง หรือ Hard board
2. <u>กรรมวิธีแห้ง</u> แตกต่างจากกรรมวิธีเปียก คือ เยื่อเปียกที่ได้แทนที่จะนำมาอัดในขณะที่เยื่อยังเปียกอยู่ ให้นำไปทำให้แห้งก่อนแล้วผ่านเข้าเครื่องทำแผ่นโดยโรยเยื่อแห้งทางอากาศ พร้อมทั้งฉีดกาวเข้าผสมกับผงเยื่อที่โรยลงมา แล้วจึงนำเข้าเครื่องอัดให้แน่นเป็นแผ่น แผ่นเส้นใยไม้อัดที่ได้นี้มีความเรียบทั้ง 2 ด้าน เพราะไม่ต้องใช้ตะแกรงในการไล่น้ำออกเช่นเดียวกับ กรรมวิธีแบบเปียก กรรมวิธีแห้งนี้จะใช้ในการผลิตแผ่นเส้นใยไม้อัดใช้ความหนาแน่นปานกลาง หรือ M.D.F Board

ตัวอย่างการผลิตปาร์ติเกิลบอร์ด

วัสดุและอุปกรณ์

1 . การเตรียมเส้นใยไม้	(Particle Preparation)
2 . การอบชิ้นไม้	(Particle Drying)
3 .การคัดแยกชิ้นไม้	(Particle Classification)
4 . การผสม	(Blending)
5 . การเตรียมแผ่นก่อนอัด	(Mat Formation)
6 . กรรมวิธีการอัด	(Pressing Operation)
7 . การตกแต่ง	(Finishing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด

1. เตรียมเส้นใยที่ได้จากวัตถุดิบในลักษณะต่าง ๆ กัน เพื่อนำไปใช้ผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด

2. อบเส้นใยให้มีความชื้น 3-6 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทำให้มีความเหมาะสมกับการผสมเส้นใยไม้กับกาวที่ใช้ยึดเหนี่ยว

3. เส้นใยที่อบแล้วจะถูกส่งไปผสมกับกาว และนำไปทำแผ่น (Forming)

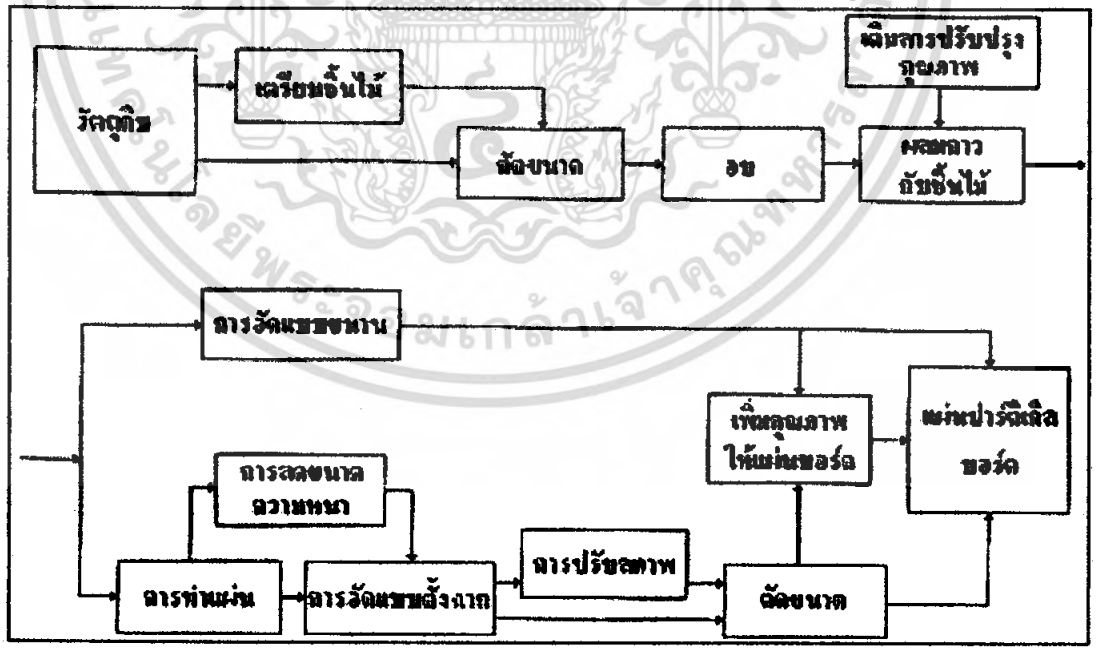
4. เส้นใยที่ทำขึ้นเป็นแผ่นแล้วจะถูกส่งเข้าเครื่องอัดร้อน โดยใช้แรงอัดประมาณ 1-2 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 140-200 องศาเซลเซียส และเวลาในการอัดร้อนประมาณ 10-12 นาที ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่น

5. แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผ่านการอัดร้อน แล้วจะถูกนำไปคลายร้อนและปรับสภาพของแผ่นบอร์ดให้มีความชื้นสมดุลกับบรรยากาศ

6. ทำการตัดขนาดและขัดผิวให้เรียบและมีความหนาเท่ากันตลอดทั้งแผ่น

7. นำไปปิดทับผิวหน้าด้วยแผ่นเมลามีน เพื่อให้สามารถทนต่อรอยขูดขีด สำหรับแผ่นบอร์ดที่ต้องการนำไปทำผิวหน้าของผลิตภัณฑ์

สำหรับขั้นตอนในการผลิตดังกล่าวสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้



รูปที่ 2.3 แผนผังขั้นตอนการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดความหนาแน่นปานกลาง มีลู่ทางการค้าตลาดค่อนข้างแจ่มใสและน่าสนใจในการลงทุน เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ทดแทนไม้เนื้อแข็ง ที่นับวันจะยิ่งขาดแคลน นอกจากนี้ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแผ่นเส้นใยไม้อัด สามารถใช้เศษเยื่อไม้ จึงนับว่าเป็นการใช้วัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และเหตุผลที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การใช้ประโยชน์จากแผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดความหนาแน่นปานกลาง จะได้เปรียบกว่าแผ่นเส้นใยไม้อัดแข็ง เพราะพื้นผิวของแผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดความหนาแน่นปานกลาง มีลักษณะเรียบทั้ง 2 ด้าน แตกต่างจากแผ่นเส้นใยไม้อัดแข็งที่มีผิวเรียบด้านเดียว นอกจากนี้กรรมวิธีการผลิตแผ่นเส้นใยไม้อัด ชนิดความหนาแน่นปานกลางยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในเรื่องของน้ำเสียน้อยกว่า การผลิตแผ่นเส้นใยไม้อัดแข็งที่ใช้กรรมวิธีเปียก

2.2. สัณฐานวิทยาของกล้วยน้ำว้า [6]

ต้นกล้วยเป็นพืชล้มลุกที่นำไปใช้ประโยชน์ได้หลายประการ นอกจาก ใช้รับประทานเป็นผลไม้แล้ว ยังสามารถนำมาปรุงอาหารคาวหวาน และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปชนิดต่าง ๆ อีกหลายชนิด ได้แก่ กล้วยตาก ทอฟฟี่กล้วย กล้วยในน้ำเชื่อมกระป๋อง กล้วยบวชชี-กระป๋อง กล้วยทอด เป็นต้น

ลักษณะทั่วไป กล้วยเป็นพืชล้มลุกสูง 2 - 4.5 เมตร มีลำต้นอยู่ใต้ดิน เรียกว่า เหง้า ส่วนลำต้นบนดินเกิดจากกาบใบมาหุ้มซ้อนกันเป็นลำต้น ใบเป็นใบเดี่ยวขนาดใหญ่และยาว ผิวใบด้านบนเรียบเป็นมัน ท้องใบมีสีนวลคอกออกเป็นช่อเรียกว่า หัวปลี แต่ละช่อย่อยประกอบด้วยใบประดับขนาดใหญ่มีสีม่วงแดงหุ้มอยู่ ผลรวมกันเป็นเครือแต่ละเครือจะมีหวีหลาย ๆ อันมารวมกัน

ประวัติกล้วยในประเทศไทย

กล้วยเป็นผลไม้เขตร้อน มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สำหรับประวัติกล้วยในประเทศไทยนั้น เข้าใจว่า ประเทศไทยเป็นแหล่งกำเนิดของกล้วยป่า และต่อมาได้มีการนำเข้ากล้วยตานี และกล้วยชนิดอื่น ๆ ในช่วงที่มีการอพยพของคนไทยในการตั้งถิ่นฐานอยู่ที่จังหวัดสุโขทัย มีเอกสารเขียนโดย De la Lovbere ในปี ค.ศ. 1693 กล่าวว่า ในสมัยอยุธยาที่เขาได้เดินทางมาและได้พบว่ามีกล้วยร้อยหวี ต่อมาในปี พ.ศ. 2427 เจ้าคุณศรีสุนทรโวหาร ได้กล่าวถึงกล้วยหลายชนิดเป็นคำกลอน ในช่วงปี พ.ศ. 2484 เป็นต้นมา ได้มีการรวบรวมพันธุ์กล้วยไว้ในบางส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เกิดการสูญหายไป ดังนั้นในปี พ.ศ. 2523 – 2526 ได้มีการรวบรวมพันธุ์อีกครั้งหนึ่งด้วยทุน IBPGR/FAO และก็ได้มีการรวบรวมเพิ่มขึ้นอีก พันธุ์กล้วยดังกล่าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รวบรวมพันธุ์ไว้ที่สถานีวิจัยปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

พันธุ์กล้วยน้ำว้าที่ปลูกเป็นการค้า

กล้วยน้ำว้า เป็นกล้วยที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศไทย สามารถทนทานสภาพดินฟ้าอากาศได้ดีกว่ากล้วยพันธุ์อื่นๆ การดูแลรักษาง่าย การใช้ประโยชน์จากผล ต้น ใบ ดอก มากกว่ากล้วยชนิดอื่นๆ ลำต้นสูงปานกลาง เมื่อสุก มีรสชาติหวาน เนื้อแน่น สีเหลืองอ่อน กล้วยน้ำว้าสามารถจำแนกเป็นพันธุ์ต่าง ๆ ดังนี้

1.1 กล้วยน้ำว้าแดง สีเนื้อของผลมีไส้กลางสีแดง

1.2 กล้วยน้ำว้าขาว สีเนื้อของผลมีไส้กลางสีเหลือง

1.3 กล้วยน้ำว้าเหลือง สีเนื้อของผลมีไส้กลางสีเหลือง

1.4 กล้วยน้ำว้าค่อม เป็นกล้วยที่ลำต้นเตี้ยหรือแกระ

2.2.1. ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ [7]

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลทางพฤกศาสตร์ของกล้วย

ชื่อวิทยาศาสตร์	*Musa sapientum* L., *Musa paradisiaca* L. var *sapientum* (L.) O. Kutnze
อาณาจักร	Plantae
ส่วน	Magnoliophyta
ชั้น	Liliopsida
อันดับ	Zingiberales
วงศ์	Musaceae
สกุล	Musa
ชื่ออังกฤษ	Banana, Cultivated banana
ชื่อท้องถิ่น	กล้วยกะลิอ่อง กล้วยมะนิอ่อง กล้วยไข่ กล้วยใต้ กล้วยนาก กล้วยน้ำว้า กล้วยเล็บมือ กล้วยส้ม กล้วยหอม กล้วยหอมจันทน์ กล้วยหักมุก เจก มะลิอ่อง ยาไข่ สะกุย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.2.2. วิธีการเพาะปลูกกล้วย [7]

ขั้นตอนการเตรียมดิน

1.ขุดหลุมกว้างประมาณ 50 เซนติเมตร ลึกประมาณ 50 เซนติเมตร

2. ระยะระหว่างหลุม 2.5 x 3 เมตร,2.5 x 2.5 เมตร จำนวนต้นเฉลี่ย 200 ต้น/ไร่,250 ต้น/ไร่

3. นำดินบนวางข้างหลุมด้านหนึ่ง ส่วนดินล่างวางข้างหลุมอีกข้างหนึ่ง

4. ผสมดินปุ๋ยคอกจำนวน 5 กิโลกรัม และปุ๋ยร็อคฟอสเฟส จำนวน 50 กรัม เข้าด้วยกัน ในหลุมให้สูงประมาณ 2 ใน 3 ของหลุม

การคัดเลือกพันธุ์

กล้วยขยายพันธุ์โดยใช้หน่อ หน่อมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่

1. หน่ออ่อน เป็นหน่อที่มีอายุน้อยมาก ยังไม่มีใบ

2. หน่อใบแคบ เป็นหน่อที่มีใบบ้าง แต่ใบเรียวเล็ก ชาวบ้านเรียกว่า หน่อคาบ

3. หน่อใบกว้าง เป็นหน่อที่มีใบบาง เป็นใบโตกว้างคล้ายใบจริงส่วนมากเป็นหน่อที่เกิดจากตาของเหง้าที่อยู่ใกล้ผิวดิน

หน่อที่ควรเลือกควรเป็นหน่อใบแคบที่เกิดชิดโคนต้นแม่ เลือกหน่อที่มีลักษณะอวบสมบูรณ์ ซึ่งจะเป็นต้นกล้วยที่แข็งแรงให้ผลผลิตที่ดี ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งก็คือ หน่อที่แข็งแรงควรจะมีเหง้าอยู่ใต้ดินรากลึก ส่วนหน่อที่โผล่ลอยอยู่บนผิวดินนั้นเป็นหน่อที่ไม่แข็งแรง ดังนั้น ถ้าไม่จำเป็นจริงๆ ไม่ควรเลือกหน่อเหล่านี้

เมื่อเลือกหน่อที่ดีได้แล้ว ในการแยกหน่อออกจากต้นแม่ ควรกระทำด้วยความระมัดระวังอย่าให้ช้ำ เวลาขุดหน่อไม่ควรโยกหน่อให้กระเทือน เมื่อขุดหน่อขึ้นมาแล้วใช้มีดตัดรากออกให้เกลี้ยง เพื่อให้รากใหม่แตกออกมาแทนรากเก่า ซึ่งจะทำให้แข็งแรง หน่อที่ได้ถ้ามีใบมากเกินไป หรือมีใบที่เสียหาย ก็ควรตัดแต่งเอาใบที่เสียหายหรือมากเกินไปออก บางครั้งถ้าหน่อสูงมากเกินไปก็สามารถจะเฉือน ทอน ลำต้นลงได้ แต่ควรกระทำก่อนแยกหน่อออกจากต้นแม่ หน่อที่แยกออกจากต้นแม่นี้ สามารถนำไปปลูกได้ทันที แต่ถ้ายังไม่พร้อมที่จะปลูก ควรนำมาไว้ในร่มและชื้นก่อน

เคล็ดลับในการปลูกกล้วยน้ำว้า

1. การปลูกกล้วยในฤดูฝนควรพูนดินกลบโคนต้นให้สูงไว้เพื่อป้องกันน้ำขัง ส่วนในการปลูกในฤดูอื่น ๆ ไม่ควรพูนดินกลบโคนให้สูงนัก เพราะไม่ต้องการให้น้ำไหลออก

2. ถ้าต้องการให้กล้วยออกปลีไปทิศทางเดียวกันควรหันรอยแผลที่เกิดจากการแยก

107885

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใส่ปุ๋ย

การใส่ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยมาก กล่าวคือจะช่วยให้ลำต้นอวบแข็งแรงตกเครือเร็วและได้ผลโต การเจริญเติบโตของกล้วยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 เริ่มนับตั้งแต่ต้นกล้วยตั้งตัวหลังการปลูก ระยะนี้เป็นเวลาที่ต้นกล้วยต้องการอาหารมากเครือหนึ่ง ๆ จะมีกล้วยกี่ผลนั้น อยู่ที่ความสมบูรณ์ของดินระยะนี้

ระยะที่ 2 อยู่ในระหว่างหลังตั้งตัวได้จนถึงก่อนตกเครือเล็กน้อย ระยะนี้กล้วยไม่ใช้อาหารมาก อาหารต่าง ๆ จะถูกใช้โดยหน่อที่แตกขึ้นมา

ระยะที่ 3 เป็นระยะที่แก่ เป็นที่ระยะที่กล้วยต้องการมากเหมือนกัน เพื่อนำไปบำรุงผล

การให้น้ำ

กล้วยเป็นพืชที่มีใบใหญ่ ลำต้นอวบน้ำ ต้องการน้ำตลอดปีมากกว่าพืชอื่น โดยเฉพาะในฤดูแล้งซึ่งขาดน้ำ และเนื่องจากรากที่ใช้หาอาหารส่วนใหญ่แผ่กระจายอยู่ใกล้กับผิวหน้าดิน จึงไม่ควรปล่อยให้ผิวหน้าดินแห้งเป็นอันขาด ถ้าผิวหน้าดินแห้งแล้วจะทำให้ผลผลิตตกต่ำลงอย่างมาก

2.2.3. ประโยชน์ของกล้วย [7]

ประโยชน์ของกล้วยมีมากมาย โดยเฉพาะกล้วยน้ำว้าใช้ประโยชน์ได้ดีเกือบทุกส่วน นอกจากใช้รับประทานเป็นผลไม้โดยตรงแล้วยังสามารถทำแห้ง ทำของหวานกลั่นเป็นสุรา หรือเครื่องดื่ม และทำน้ำส้มสายชูได้ กล้วยเกือบทุกชนิดมีคุณค่าใกล้เคียงกันแต่ถ้าเกี่ยวกับผลไม้ชนิดอื่นๆ ในปริมาณเท่าๆ กันแล้ว กล้วยจะมีคุณค่าอาหารสูงกว่า

ผลกล้วย ใช้นำมารับประทานได้

ใบกล้วย ใช้ประโยชน์ดังนี้

1.ใช้ห่อของ

2.ทำสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เช่น กระทง บายศรี ฯลฯ

3.ใช้เป็นเครื่องรองเตารีดเพื่อลดความร้อนใบกล้วยแห้งมีขี้ผึ้ง นำมาขัดพื้นกระดาน

กาบกล้วย ใช้ประโยชน์ดังนี้

กาบกล้วยแห้ง นำมาใช้สานเป็นกระเป๋าถือสตรี ประดิษฐ์ของใช้

กาบกล้วยสด

1. คลุมดินเพื่อรักษาความชื้น
2. แกะสลัก เรียกว่าแทงหยวก เป็นลายกนกเพื่อตกแต่งประดับพิธีต่าง ๆ
3. ทำกระทงไว้ลอยกระทง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก้านกล้วย ใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

ก้านกล้วยแห้ง ทำเป็นเชือก

ก้านกล้วยสด ทำเป็นของเล่นเด็ก เช่น ม้าก้านกล้วย

หัวปลี ใช้ประกอบอาหาร เช่น ต้มยำปลาช่อนกับหัวปลี ห่อหมกไก่ ใส่หัวปลี ยำหัวปลี ต้มข่าไก่กับหัวปลี

2.2.4. องค์ประกอบทางเคมีของกาบกล้วย [8]

เส้นใยจากกาบกล้วยมีคุณสมบัติทนและเหนียวเป็นพิเศษ ได้มีการศึกษาส่วนประกอบของกาบกล้วย พบว่า มีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

ฮอลโลเซลลูโลส (Hollo cellulose) อัลฟ่าเซลลูโลส (Alpha cellulose)

เพนโตแซนส์ (Pentosans) สารที่ละลายในน้ำร้อน(Hot water solubility)

สารลิกนินไม่มีเค้าถ่าน (Ligning ash free) ทราย (Silica)

สารที่ละลายในแอลกอฮอล์และเบนซิน (Alcohol Benzene solubility)

โดยมีองค์ประกอบของ เซลลูโลส 60-65 % เฮมิเซลลูโลส 6-8 % ลิกนิน 5-10 % Moisture content 10-15 % และ Ash 4.7 %

และมีขนาดเส้นใยดังนี้

ความยาวของเส้นใย (Fiber length) ร้อยละ 1.96 mm

ความกว้างของเส้นใย (Fiber width) ร้อยละ16.84 µm

ความหนาของผนัง ร้อยละ (Wall thickness) 4.11 µm

เส้นผ่านศูนย์กลางของลูเมน (Lumen diameter) ร้อยละ 8.60 µm

อัตราส่วนตามยาวและกว้างของเส้นใย (Slenderness ratio) ร้อยละ 116 อัตราส่วนความยืดหยุ่น (Flexibility coefficient) ร้อยละ 0.69 ซึ่งจากองค์ประกอบทางเคมีและขนาดเส้นใยของหยวกกล้วยข้างต้น มีความใกล้เคียงกับองค์ประกอบทางเคมีและขนาดเส้นใยของเนื้อไม้โดยทั่วไป ดังนั้นจึงสามารถนำมาผลิตเป็นเนื้อกระดาษชั้นดีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

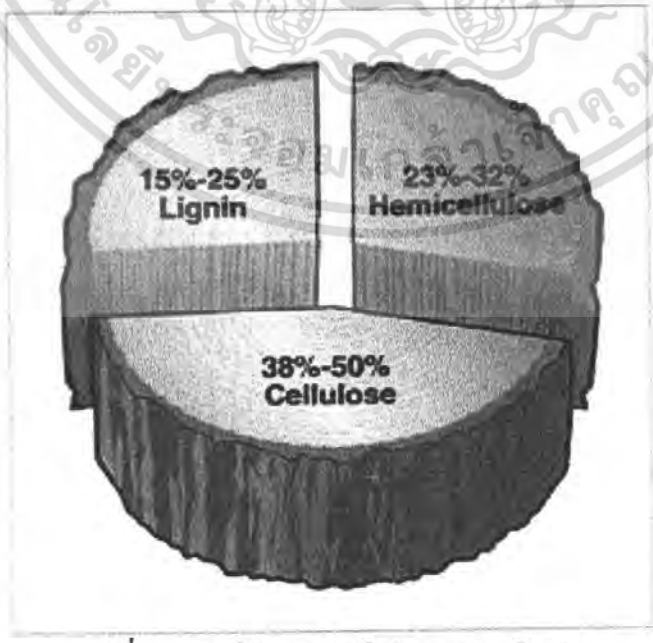
ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบสมบัติของเส้นใยกาบกล้วยกับเส้นใยธรรมชาติอื่น ๆ

	Coir[9]	Banana[9]	Sisal[9]	Pineapple[9]	Jute[9]	bagasse[10]
Diameter (um)	100-460	80-250	50-200	20-80	-	-
Density (g cm^{-3})	1.15	1.35	1.45	1.44	1.45	-
Microfibrillar angle (°)	30-49	11	10-22	14-18	8.1	-
Cellulose/Lignin content(%)	43/45	65/5	67/12	81/12	63/12	47/19.5
Flastic modulus (GPa)	4-6	8-20	9-12	43-81	20-22	-
Tenacity (Mpa)	131-175	529-759	568-640	413-1627	533	-
Elogation (%)	15-40	1.0-3.5	3-7	0.8-1.6	1-1.2	-

2.3. เส้นใยธรรมชาติ (Natural fiber) [11]

เส้นใยธรรมชาติเป็นวัสดุอินทรีย์ที่สำคัญ หาได้ง่ายจากธรรมชาติและมีราคาสูงกว่าเส้นใยสังเคราะห์ ด้วยเหตุนี้เส้นใยธรรมชาติจึงใช้เป็นสารเติมแต่งประเภทสารตัวเติมและสารเสริมแรงในพอลิเมอร์ เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ เพิ่มปริมาณและลดต้นทุนการผลิต

โครงสร้างของเส้นใยธรรมชาติประกอบด้วยเซลลูโลส (Cellulose) เป็นส่วนใหญ่ เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ลิกนิน (Lignin) และสารประกอบอื่น ๆ



รูปที่ 2.4 องค์ประกอบเส้นใยธรรมชาติ [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

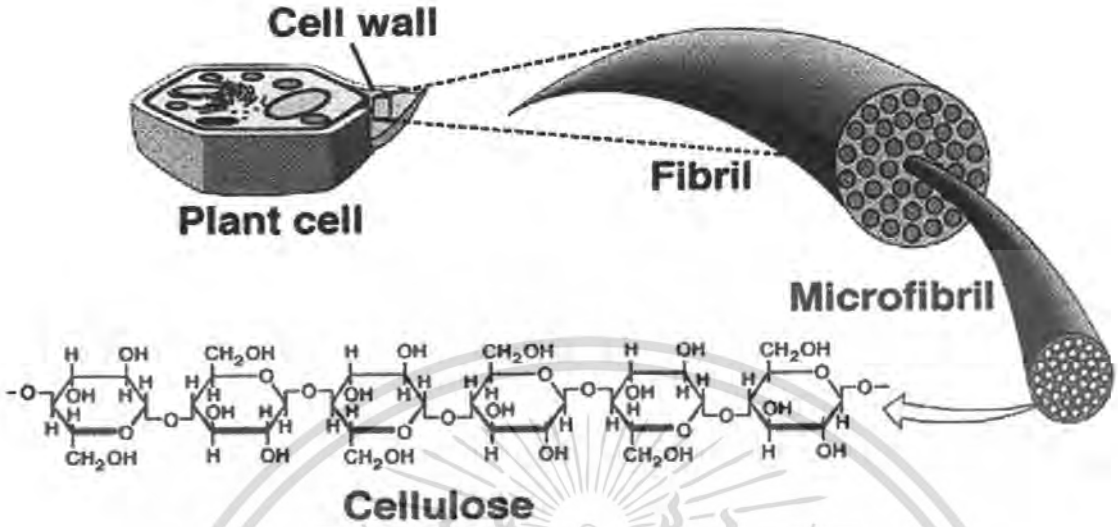
2.3.1. เซลลูโลส (Cellulose)

เซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่มีมากที่สุดและพบโดยทั่วไปในธรรมชาติ เนื่องจากเป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์ของพืชทุกชนิด ปริมาณของเซลล์ลูโลสในพืชต่างชนิดกันจะมีปริมาณไม่เท่ากัน นอกนั้นเป็นลิกนิน (Lignin) และสารประกอบอื่น ๆ

เซลลูโลสเป็นสารประกอบประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccarides) ซึ่งมีสูตรโครงสร้างประกอบด้วยกลูโคส (Glucose) ประมาณ 10,000 หน่วยต่อกันเป็นโมเลกุลพอลิเมอร์

โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส คือ Poly (β-1,4-D-anhydroglucopyranose) แต่ละหน่วยของเซลลูโลสเรียกว่า แอนไฮโดรกลูโคส (Anhydroglucose,$C_6H_{10}O_5$) เพราะเกิดการขจัดน้ำออกจากกลูโคส เซลลูโลสธรรมชาติมีน้ำหนักโมเลกุลโดยเฉลี่ยแตกต่างกัน เนื่องจากเซลลูโลสมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ถึง 3 หมู่ จึงสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้ แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของเซลลูโลสจึงมาก ประกอบกับการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบของหน่วยที่ซ้ำๆ กันในโมเลกุลเซลลูโลสจึงมีปริมาณความเป็นผลึกสูง (Degree of crystallinity) คือมีค่าประมาณร้อยละ 60-80 ทำให้อุณหภูมิหลอมตัวสูงมาก จะเกิดการสลายตัวก่อนถึงอุณหภูมิหลอมเหลว และมีความสามารถในการละลายต่ำ ทนทานต่อตัวทำละลายและสารเคมี โดยมีสารเคมีที่มีความสามารถละลายเซลลูโลสได้ไม่กี่ชนิด เช่น กรดกำมะถัน (> 68%) กรดเกลือ (> 41%) สังกะสีคลอไรด์ สารประกอบแอมโมเนียมจตุรภูมิ (Quaternary ammonium compound) สารประกอบเชิงซ้อนบางชนิด ถ้าเซลลูโลสอยู่ในตัวทำละลายที่มีขั้วสูงรวมทั้งน้ำจะเกิดการพอง (swell) เล็กน้อยเท่านั้นในแหล่งของโมเลกุลที่เป็นอสัณฐาน (Amorphous regions)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 โครงสร้างและการจัดเรียงตัวของเซลลูโลส [13]

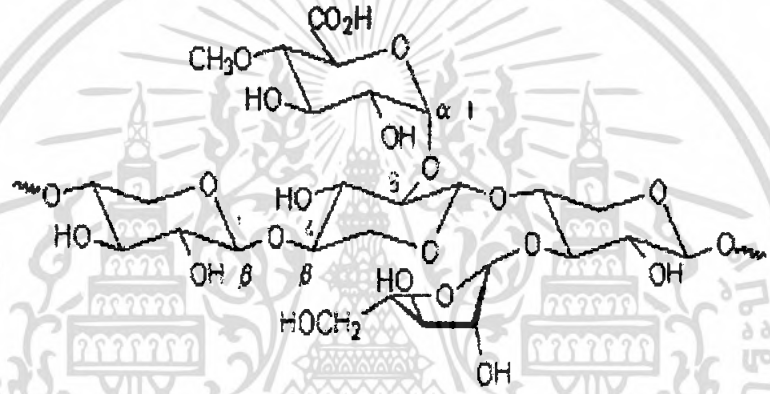
สมบัติทางกายภาพของเซลลูโลส

1. ความหนาแน่น ความหนาแน่นของเซลลูโลสประมาณ 1.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นของเส้นใยเดี่ยวมีค่าไม่แน่นอน ซึ่งแปรตามแหล่งที่มาและการปรับปรุงทางเคมี
2. การดูดซับความชื้น เซลลูโลสเป็นของแข็งไม่มีสี มีการดูดและคลายไอน้ำและของเหลวอื่น ๆ ที่อยู่ในบรรยากาศรอบๆจนกระทั่งถึงสมดุล ปริมาณความชื้นของเซลลูโลสมีผลต่อสมบัติบางอย่าง เช่น ความแข็งแรงดึง
3. การละลาย เซลลูโลสไม่ละลายในน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ แต่จะละลายในกรดแร่เข้มข้น เช่น 72% กรดซัลฟิวริก 40% กรดไฮโดรคลอริก และ 78% กรดฟอสฟอริก เซลลูโลสจะเกิดไฮโดรไลซิสอย่างรวดเร็วในสารละลายกรดแร่ที่อุณหภูมิห้องและปฏิกิริยาจะหยุดที่อุณหภูมิต่ำๆ สารละลายเกลือบางชนิดที่เข้มข้น เช่น 72% ซิงค์คลอไรด์ และสารละลายอัลคาไลด์ไฮดรอกไซด์จะทำให้เซลลูโลสบวมและเซลลูโลสที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ๆละลายได้
4. ความหนืด ความหนืดเป็นสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของเซลลูโลสโดยถ้าเราเพิ่มความเข้มข้นของเซลลูโลสความหนืดก็จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งจะทำให้มีสมบัติทางกายภาพดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2. เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose)

เฮมิเซลลูโลสเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่ง ซึ่งคล้ายเซลลูโลสแต่ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลายชนิด เช่น กลูโคส กาแลคโตส แมนโนส (Mannose) ไซโลส (Xylose) อะราบิโนส (Arabinose) รวมทั้งกรดกลูคูโรนิค (Glucuronic acid) และกาแลกทูโรนิค (Galacturanic acid) เฮมิเซลลูโลสพบในเนื้อเยื่อของพืชโดยรวมอยู่กับสารอื่น เช่น ลิกนิน เซลลูโลส เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์ พบมากในแกลบ ซังข้าวโพด เฮกโซแซน (Hexosan) สูตรเคมีคือ $(C_6H_{10}O_5)_{2n}$

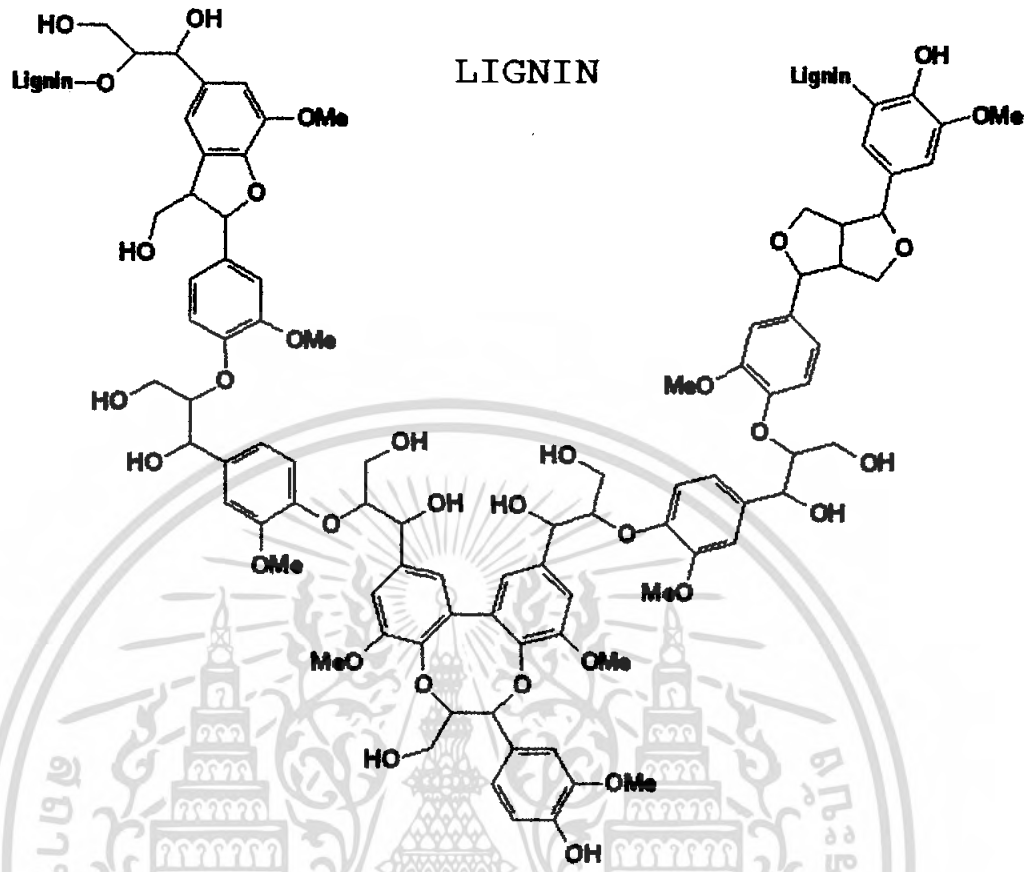


รูปที่ 2.6 โครงสร้างโมเลกุลของเฮมิเซลลูโลส [14]

2.3.3. ลิกนิน (Lignin)

ลิกนินเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (สารที่ประกอบด้วยธาตุ C,HและOรวมกันเป็นหน่วยย่อยหลายชนิดซึ่งเป็นสารประกอบอะโรมาติก) ที่รวมกับเซลลูโลสสะสมที่ผนังเซลล์ ผนังของสเกลอแรงคิมาไซเลม เวสเซลและเทรคีด ลิกนินไม่ละลายน้ำ ไม่มีสมบัติทางการยืดหยุ่น จึงทำให้ต้นไม้หรือพืชที่มีลิกนินมากมีความแข็งแรงคงทนเมื่อพืชตาย ลิกนินจะถูกย่อยโดยเอนไซม์ลิกเนส (Lignase) หรือ ลิกนินเนส (Ligninase) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่สำคัญในรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 โครงสร้างโมเลกุลทางเคมีของลิกนิน [15]

2.4. โฟมพอลิสไตรีน (Polystyrene foam) [16-17]

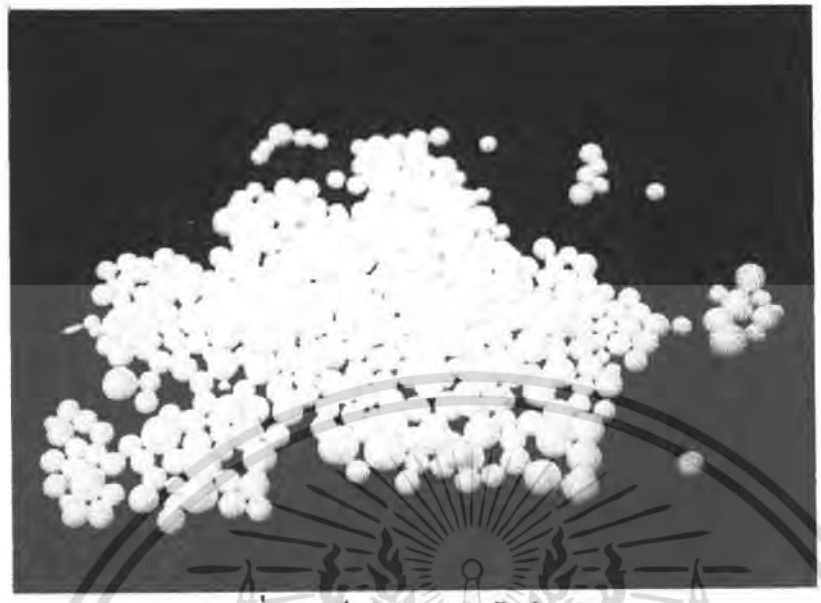
โฟมพลาสติกมีน้ำหนักเบา เซลล์ปิด แข็งปานกลาง ราคาถูก มีสมบัติให้ไอน้ำซึมผ่านและดูดน้ำต่ำ จึงใช้เป็นฉนวนได้ดี ในการผลิตนั้น เรซินซึ่งเป็นเม็ดเล็ก ๆ จะอิ่มตัวด้วยสารไฮโดรคาร์บอนที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 8% เช่น ก๊าซเพนเทน โดยใช้เป็นสารขยายตัว เมื่อถูกความร้อนถึงอุณหภูมิ 85.0-96.1 °C สารขยายตัวจะระเหยออกไป ทำให้เกิดความดันภายในขยายเรซินเม็ดเล็ก ๆ ออกเป็นเม็ดโฟม เรียกว่า พรี-พัฟ (pre-puff) ถ้าจะนำไปใช้ทำเป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อเก็บความเย็น เช่น กล่องบรรจุผัก และผลไม้ เม็ดโฟมจะขยายตัวได้ 25-40 เท่า มีความหนาแน่น 0.016-0.026 กรัม/ซม.^{3} การที่เม็ดโฟมมีรูปร่างตามแม่พิมพ์ได้นั้นจะต้องฉีดเม็ดพรี-พัฟเข้าไปในแม่พิมพ์ อัดภายใต้ความดัน ขณะเดียวกันไอน้ำในแม่พิมพ์จะทำให้แม่พิมพ์ร้อนขึ้น ความร้อนและความดันจะหลอมเม็ดโฟมเข้าด้วยกันเป็นโฟมประเภทเซลล์ปิด มีการดูดซึมน้ำต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่โฟมพอลิสไตรีนมีโครงสร้างดังกล่าว และมีน้ำหนักเบามาก จึงมีสมบัติที่ป้องกันการกระแทกได้เป็นอย่างดี ไม่ดูดซับความชื้น แต่มีขีดจำกัดในการคืนรูป ทำให้ไม่เหมาะกับงานที่รับการกระแทกอย่างรุนแรงหลาย ๆ ครั้ง ลักษณะกึ่งแข็งสามารถขึ้นรูปทรงที่ซับซ้อนได้ในราคาที่เหมาะสม เช่น ใช้ในรูปของการทำตามแม่แบบเฉพาะตามรูปแบบของสินค้า แผ่นสี่เหลี่ยมขนาดความหนาต่าง ๆ และชิ้นเล็ก ๆ ในกรณีใช้งานมาก ๆ การใช้ แม่แบบในการผลิตจะดีมาก และถ้ามีการใช้น้อยจะใช้วิธีคัดขึ้นรูปได้จากแผ่นสี่เหลี่ยมที่มีความหนาต่าง ๆ ส่วนชิ้นเล็ก ๆ มีการผลิตในหลาย ๆรูปทรง และสามารถเติมสีลงไปช่วยเสริมให้เกิดความสวยงาม โฟมพอลิสไตรีนมีการใช้อย่างแพร่หลาย แต่การใช้งานก่อให้เกิดปัญหาเศษวัสดุเหลือหลังใช้งานเพราะสลายตัวยาก ตัวอย่างการนำโฟมพอลิสไตรีนมาใช้งาน ได้แก่ การนำโฟมชนิดขึ้นรูปจากแม่แบบใช้กับพวกเครื่องแก้ว เซรามิก อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือเครื่องใช้ที่มีความประณีต ชนิดชิ้นเล็ก ๆ ใช้สำหรับเติมในช่องว่างของกล่องที่ใช้ในการขนส่งผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงแปลก ๆ

รูปที่ 2.8 ชิ้นงานโฟมพอลิสไตรีน [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 เม็ดโฟมพอลิสไตรีน [19]

โฟมพอลิสไตรีน มี 2 ลักษณะ คือ

2.4.1. พอลิสไตรีนแบบอัดรีด (Extruded Polystyrene)

ผลิตโดยขบวนการอัดรีด ทำให้มีเซลล์ที่ละเอียดซึ่งมีอากาศผสมก๊าซฟลูออโรคาร์บอน (ปัจจุบันมีการใช้ก๊าซประเภทอื่นเพื่อหลีกเลี่ยงปรากฏการณ์เรือนกระจก)อยู่ภายใน ทำให้มีสภาพในการนำความร้อนที่ต่ำกว่าพอลิสไตรีนแบบหล่อ มีโครงสร้างและรูปร่างที่แข็งแรงคงที่มากกว่า ทำให้สามารถทนต่อแรงกดทับได้ดี และต้านทานไอน้ำได้ดี แต่ข้อเสียคือ ติดไฟได้และหากสัมผัสกับรังสียูวีในบรรยากาศจะมีการเสื่อมสภาพได้ จึงควรมีวัสดุปิดผิวในการใช้งาน

2.4.2. พอลิสไตรีนแบบหล่อหรือขยายตัว (Molded or Expanded Polystyrene)

เป็นสไตรีนพอลิเมอร์เช่นเดียวกัน แต่ผลิตโดยขบวนการหล่อหรือขยายตัว ผลก็คือ เซลล์จะหยาบกว่า และมีอากาศบรรจุอยู่ภายใน เมื่อเทียบกับแบบอัดรีดแล้วจะมีสภาพการนำความร้อนสูงกว่า ความหนาแน่นต่ำกว่า ต้านไอน้ำได้พอใช้ ติดไฟและก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) แต่มีราคาถูกกว่า มีการเสื่อมสภาพจากการสัมผัสรังสียูวีในบรรยากาศได้เช่นกัน จึงควรเลือกใช้ในโครงร่างปิดหรือมีแผ่นปิดผิว โดยมีการขึ้นรูปประกอบเป็นผนังมีแผ่นปิด 2 ด้าน เพื่อป้องกันยูวีและใช้งานได้สะดวก ปัจจุบันมีการผลิตจำหน่ายในประเทศไทยแล้ว

พอลิสไตรีนแบบหล่อ คือ โฟมพอลิสไตรีนที่ใช้ก๊าซเพนเทน (C_5H_{12}) ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับก๊าซหุงต้มหรือบิวเทน (C_4H_{10}) เป็นสารที่ทำให้ขยายตัวใช้บรรจุสินค้ามีค่าต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และ หมวกกันน็อค โฟมกล่องน้ำแข็ง รวมถึงโฟมและโฟมก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใช้ทำถนน เป็นต้น

ในระหว่างกระบวนการผลิตวัตถุดิบที่เรียกว่า พอลิเมอร์ไรซชัน (Polymerization) เนื้อพลาสติกพอลิสไตรีนจะทำปฏิกิริยากักเก็บก๊าซเพนเทนเอาไว้ภายใน เมื่อนำมาผลิตโฟมพอลิสไตรีนแบบหล่อวัตถุดิบจะขยายตัวและเมื่อได้รับความร้อนจากไอน้ำ (Steam) ก็จะกลายเป็นเม็ดโฟมขาว ๆ จากนั้นจึงนำไปขึ้นรูป (Molding) ซึ่งมี 2 ลักษณะคือ

ก). อัดขึ้นรูปเป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามลักษณะแม่พิมพ์ที่ทำ (Shape Molding) เช่น เป็นกล่องน้ำแข็งและบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ

ข). อัดขึ้นรูปเป็นก้อนสี่เหลี่ยม (Block Molding) แล้วนำมาตัดขนาดและรูปร่างที่ต้องการ โดยทั่วไปโฟมพอลิสไตรีนแบบหล่อ จะขยายตัวประมาณ 50 เท่า และเมื่อขยายตัวแล้วจะมีอากาศเข้ามาแทนที่ถึง 98% ของปริมาตร มีเพียง 2% เท่านั้นที่เป็นเนื้อพลาสติกพอลิสไตรีนและนี่คือสาเหตุที่ทำให้โฟมมีขนาดใหญ่แต่กลับมีน้ำหนักเบา

โฟมพอลิสไตรีนแบบหล่อ สามารถรองรับแรงกระแทกได้อย่างดีเหมาะสำหรับใช้ในการบรรจุสินค้า และยังรองรับการถ่ายเทน้ำหนักในแนวดิ่งโดยไม่เสียรูปทรง จึงใช้เป็นวัสดุถมในการทำถนนเพื่อแก้ปัญหาถนนทรุดตัว และยังใช้เป็นฉนวนรักษาความร้อนและเย็น เนื่องจากอากาศที่มีอยู่ภายในถึง 98% ทำหน้าที่เป็นฉนวนนอกจากนำกลับไปผ่านกระบวนการรีไซเคิลแล้ว โฟมพอลิสไตรีนแบบหล่อ ที่ใช้แล้วยังสามารถจัดการได้ดังต่อไปนี้

ก). ผสมดินเพื่อใช้ในการเพาะปลูก เนื่องจากพอลิสไตรีนแบบหล่อที่บดแล้วจะช่วยให้ดินร่วนซุยและอากาศที่อยู่ภายในจะเป็นประโยชน์ต่อรากของพืช

ข). ผสมคอนกรีตเพื่อใช้ในการก่อสร้าง เนื่องจากโฟมพอลิสไตรีนแบบหล่อ มีคุณสมบัติเป็นฉนวนและมีน้ำหนักเบา การใช้โฟมพอลิสไตรีนแบบหล่อ ที่บดแล้วผสมในคอนกรีตจะทำให้ลดน้ำหนักวัสดุและยังรักษาอุณหภูมิของสถานที่ก่อสร้างได้อย่างดี

ค). เผาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากโฟมพอลิสไตรีนแบบหล่อมีอากาศอยู่ภายในเป็นส่วนใหญ่ หากถูกเผาโดยใช้ความร้อนสูง 100°C จะทำให้การเผาโฟมที่บดแล้วนั้นเป็นไปโดยปราศจากสารที่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมโดยไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงใด ๆ ซึ่งโฟมพอลิสไตรีนแบบหล่อที่เผาด้วยกระบวนการดังกล่าว 1 กก. สามารถให้พลังงานเท่ากับน้ำมัน 1.2-1.4 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 สมบัติทางกายภาพของพอลิสไตรีนโฟม [20]

Property	Polystyrene							
	AST M	Extruded plank		Extruded plank			Extruded sheet	
Density.kg/m^3		35	53	16	32	80	96	160
Mechanical properties								
Compressive strength,	D1621		862	90-124	207-	586-896	290	469
KPa at 10%		310			276			
Tensile strength,KPa	D1623			145-		1020-	2070-	4137-
Flexural strength, KPa		517		193	310-	1186	3450	6900
Shear strength,KPa	D790				379			
Thermal properties		1138		193-				
Thermal Conductivity,	C273			241	379-			
W/(m.K)		241			517			
Electrical properties	C177					0.035	0.035	0.035
Dielectric constant		0.03		0.037	241			
Dissipation factor			<			1.02	1.27	1.28
Moisture resistant	D1673		1.05	1.02	0.035			
Water absorption , vol %		<1.05						
Moisture vapor					1.02			
transmission			0.05					
g/(m.s.GPa)	C272							
				1-4		23-25	86	56
		0.02			1-4			
	E96							
				<120				
		35			35-120			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5. ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (Phenol-formaldehyde : Bakelite) [21-24]

กาวเรซิน PF มีการผลิตใช้ก่อน UF และ MF เรซิน แต่กลับนำเข้ามาใช้ในงานไม้ในราวปี ค.ศ.1930 มีการใช้กันมากในการผลิตแผ่นไม้อัดชนิดใช้งานในทะเล (Marine Plywood) และ FB และ OSB สำหรับใช้งานในการก่อสร้าง กาว PF มี 2 ชนิด คือ รีโซล (Resoles) และโนโวแลค (Novolacs) ชนิด Resoles เป็นชนิดที่ใช้ในการผลิตแผ่นบอร์ดเช่น ไม้อัด PB MDF Resoles เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างฟอร์มัลดีไฮด์กับ ฟีนอล ในสารละลายด่าง Resoles ต้องใช้อุณหภูมิในการแข็งตัวที่สูงและได้แนวกาวที่มีความต้านทานน้ำและความร้อนและเชื้อรา สำหรับกาว PF ชนิด Novolacs สังเคราะห์ขึ้นในสภาวะที่เป็นกรดและมีสัดส่วนของฟอร์มาลดีไฮด์ที่ต่ำ หากจะต้องทำให้เป็นกาวอัดร้อนจะใช้ Hexamethylene Tetramine ผสม ส่วนใหญ่ใช้ในงานประดิษฐกรรมไม้เพื่อผลิตชิ้นงานที่พิเศษ ใช้ผลิต Wafer board ชนิดพิเศษโดยใช้ Novolacs และใช้ในการผลิต densified wood โดยการนำไม้บางคล้ายกับการทำไม้อัด แต่แทนที่จะทากาวบนไม้บางระหว่างชั้นไม้บางก็ใช้ไม้บางแช่ impregnate อัดกาวในสารละลายกาว แล้วปล่อยให้กาวไหลออก แล้วนำมาเรียงประกบกันตามความหนาที่ต้องการ แล้วอัดด้วยแรงดันสูงมาก เพื่อลดความหนาและได้ไม้เพิ่มความแน่นที่มีสมบัติทนทานต่อการสึกหลอได้ดีมาก

ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์หรือเบกาไลต์ เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมเซทชนิดแรกที่รู้จักมานาน มีความแข็งและอยู่ตัว เรซินชนิดนี้มีทั้งที่เป็นของเหลวใส เหมาะสำหรับหล่อในพิมพ์และแบบที่เป็นผงสำหรับการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ ซึ่งชนิดหลังนี้มีสีน้ำตาลดำเพียงอย่างเดียว

สมบัติทั่วไป

- เนื้อแข็งคงตัว แต่เปราะ ทนทานต่อการผุกร่อน
- เป็นฉนวนไฟฟ้า
- ทนความร้อนได้สูง (260°C)
- ไม่ดูดความชื้น ราคาถูก

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์

ใช้ทำปลอกหุ้มขดลวดในรถยนต์ แกนของขดลวดในเครื่องรับวิทยุและโทรทัศน์ เปลือกเครื่องโทรศัพท์สมัยโบราณ ด้ามเครื่องมือช่าง หูหม้อ หูกระทะ ด้ามมีด ลูกบิลเลียด แผงวงจร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ กาว และสารเคลือบผิว ตลอดจนใช้เป็นสารเติมแต่งในอุตสาหกรรมยาง

ฟีนอลเป็นสารที่ไม่มีสีทั้งในสภาวะทั้งในของแข็งของเหลว มีฤทธิ์กัดกร่อนสูงเป็นพิษต่อระบบประสาท สามารถทำลายเซลล์ได้ทุกชนิด ถ้าซึมเข้าผิวหนังอาจมีผลถึงตายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

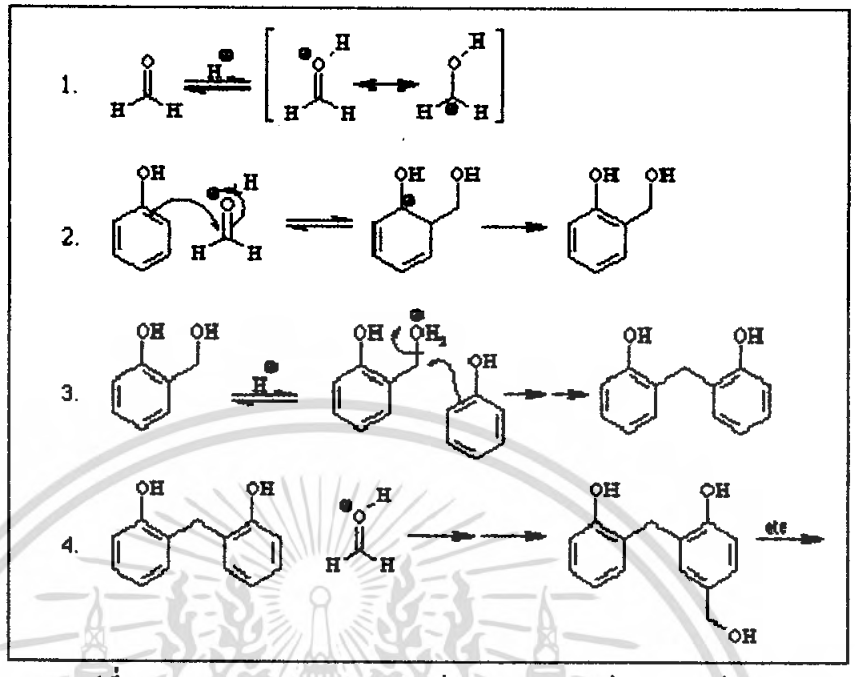
มีการนำกาว Phenol Formaldehyde (PF) มาใช้ในอุตสาหกรรมมากกว่า 90 ปีแล้ว ตั้งแต่ Backland ก่อตั้งบริษัท Bakelite ขึ้นในปี พ.ศ. 2453 ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา และกลายมาเป็นสาขาของบริษัท Union Carbide ในปี พ.ศ. 2482 ความต้องการใช้กาว PF ส่วนใหญ่อยู่ในภาคอุตสาหกรรมไม้อัด ไม้ประกับ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปลูกสร้างบ้าน ทั้งนี้เนื่องมาจากคุณสมบัติของกาวที่มีความต้านทานต่ออุณหภูมิและความชื้นได้ดี แต่สิ่งที่จำเป็นต้องคำนึงถึงก็คือ การที่สารทั้งสอง ได้แก่ ฟีนอลและฟอร์มาลดีไฮด์ที่ใช้เป็นสารตั้งต้น ในการสังเคราะห์กาวมีสภาวะที่เป็นพิษ หลังจากการแข็งตัวของกาวยังคงมีทั้งฟอร์มาลดีไฮด์และฟีนอลที่อยู่ในสภาพอิสระและสามารถสร้างความเป็นพิษให้แก่ผู้บริโภคได้ จึงต้องระมัดระวังในการควบคุมสภาวะของขบวนการผลิตกาวและการอัดไม้ตามขั้นตอนต่าง ๆ

2.5.1. ปฏิกิริยาเคมี (Chemical reactions)

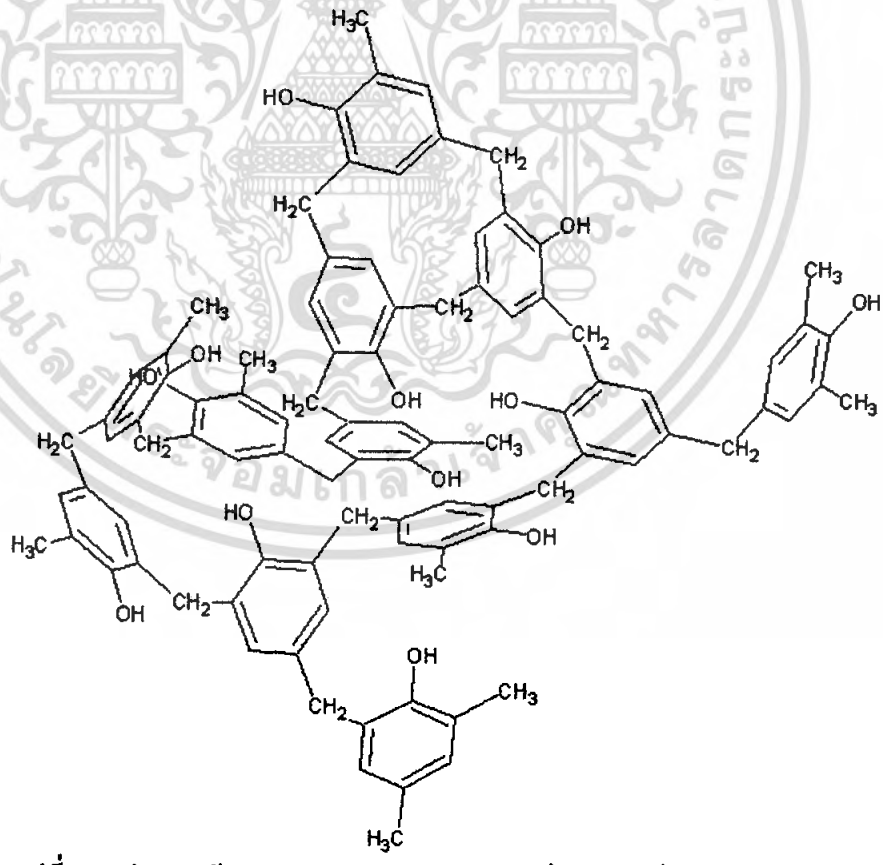
ในการสร้างพันธะของแรงยึดทางเคมีระหว่างฟีนอลและฟอร์มาลดีไฮด์เพื่อสังเคราะห์กาวเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาหลัก 2 ขั้นตอน เช่นเดียวกับกาว UF ขั้นตอนแรก คือ ปฏิกิริยาการรวมตัว (addition or methylolation step) ฟอร์มาลดีไฮด์ทำปฏิกิริยากับตำแหน่งโปรตอนของสารฟีนอลที่มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาที่ตำแหน่ง ortho หรือ para เพื่อเปลี่ยนรูปเป็นผลผลิตโมเลกุลที่ได้จากการรวมตัวเรียกว่า Methylolated phenolic ปฏิกิริยาดังกล่าวนี้เกิดที่ pH สูงและอุณหภูมิต่ำจะเกิดปฏิกิริยา dimethyol และ trimethylol phenol แต่ถ้ามี pH สูงกว่า 9 ฟอร์มาลดีไฮด์จะทำปฏิกิริยา canizzaro ด้วยตัวเอง ยิ่งมีอุณหภูมิและความเป็นด่างสูงขึ้นปฏิกิริยานี้จะเกิดรวดเร็วมากขึ้น

สำหรับขั้นตอนที่ 2 คือ ปฏิกิริยาควบแน่น (condensation step) คือการสูญเสียน้ำเป็นผลพลอยได้ และจะได้ methylol hydroxyl และโปรตอนข้างเคียงที่ยังไวต่อปฏิกิริยา ผลจากการรวมปฏิกิริยาทั้งสองจะได้เครือข่ายของสารพอลิเมอร์ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของกาวที่มีความหนืดเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นได้ช้าที่อุณหภูมิต่ำกว่า 50°C และมีสภาวะเป็นด่าง ถ้าทำให้ปฏิกิริยามีสภาวะเป็นกรดและเพิ่มอุณหภูมิจะสามารถเร่งปฏิกิริยาให้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ปฏิกิริยาการสังเคราะห์กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ [25]



รูปที่ 2.11 โครงสร้างทางเคมีของกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ หรือ Bakelite [26]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2. ความบริสุทธิ์และองค์ประกอบของกาว

องค์ประกอบของกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ได้แสดงให้เห็นดังกล่าวมาแล้วในตอนต้น คือ ฟีนอล ฟอร์มาลดีไฮด์ และสารเร่งปฏิกิริยาที่เป็นสารเร่งปฏิกิริยาที่เป็นกรดหรือด่างก็ได้ สารฟีนอลที่ใช้ปกติจะอยู่ในรูปของผลึกหรือสารละลายน้ำเข้มข้น 90% ฟีนอลเป็นสารที่มีความบริสุทธิ์สูง และละลายน้ำได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 65°C จึงไม่มีปัญหามากนักสำหรับฟีนอล

ฟอร์มาลดีไฮด์ที่ใช้ในการสังเคราะห์กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ จะอยู่ในรูปของสารละลายฟอร์มาลินเข้มข้น 50% สารที่ควรมีความบริสุทธิ์สูง ฟอร์มาลดีไฮด์ที่ใช้ควรมีเมทานอลและกรดฟอร์มิกผสมอยู่น้อย สารนี้มักจะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันเป็นพาราฟอร์มาลดีไฮด์ได้ในสภาวะที่เหมาะสม การใช้สารละลายฟอร์มาลีนที่แตกต่างไปจากนี้ ควรมีการกระทำก่อนนำมาผสมกับฟีนอล ตามวิธีที่ได้กำหนด

โซดาไฟที่ใช้อยู่ในรูปของสารละลายเข้มข้น 50% เพื่อความสะดวกในการปรับเนื้อของกาวที่สังเคราะห์เรียบร้อยแล้ว โซดาไฟเป็นสารที่มีความบริสุทธิ์สูงและหาได้ทั่วไปตามท้องตลาด

2.5.3. การสังเคราะห์กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์อัดร้อน

กาวชนิดนี้เหมาะสำหรับไม้อัด กำหนดให้เป็นสัดส่วนโมลของฟอร์มาลดีไฮด์ต่อโซดาต่อฟีนอลเป็น 2.04/0.79/1.0 pH ของรีโซล 12.7 เนื้อกาวเป็น 42% ความหนืด 11 cps ที่ 40°C วิธีการสังเคราะห์กาว กำหนดส่วนผสมดังน้ำหนักต่อไปนี้

ฟีนอล	100
น้ำ	140
สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ เข้มข้น 50%	132
สารละลายโซดาไฟเข้มข้น 50%	66
(แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 38 , 9 และ 19 ส่วน)	

<u>วิธีการสังเคราะห์กาว ทำตามลำดับดังต่อไปนี้</u>

- นำฟีนอล น้ำ ฟอร์มาลดีไฮด์ และโซดาไฟครั้งที่หนึ่ง 38 ส่วน ใส่ลงในหม้อผสมกาว
- คนให้ของผสมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเพิ่มอุณหภูมิแก่ของผสมในอัตรา 5°C ต่อนาที จนถึง100°C ทำการกลั่นไหลกลับที่อุณหภูมินี้นาน 30 นาที
- ทำของผสมให้เย็นลงถึงอุณหภูมิ 80°C แล้วกวนของผสมที่อุณหภูมินี้นานประมาณ 60 นาที จนได้ความหนืดของผสมประมาณ 200 cps
- เติมโซดาไฟครั้งที่สองอีก 9 ส่วน ความหนืดของผสมจะลดลงเหลือประมาณ 30 cps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลดความร้อนของผสมลงเหลือ 75°C นานประมาณ 30 นาที จนได้ความหนืดของผสมประมาณ 150 cps
- เติมโซดาไฟครั้งที่สามอีก 19 ส่วน ความหนืดของกาวจะลดลงเหลือประมาณ 11 cps แล้วทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 40°C ระเหยน้ำออกจากกาวภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมินี้จนได้เนื้อกาวเป็น 42%

สำหรับสภาวะที่ควบคุมกระบวนการผลิตไม้อัดมักใช้ปริมาณกาวระหว่าง 150-250 g ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ขึ้นอยู่กับความหนาและชนิดของไม้บาง มีช่วงระยะเวลารออัดระหว่าง 15-60 นาที ส่วนการอัดเย็นมักใช้ความดัน 5-7 kg/cm^2 ประมาณ 10 นาที ก่อนอัดความร้อนด้วยอุณหภูมิประมาณ 120-170 °C แปรผันตามชนิดของกาวและใช้แรงอัดระหว่าง 12-14.7 kg/cm^2 ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของไม้เป็นเวลา 1-3 นาที แปรผันตามความหนาของไม้บางแต่ถ้าอัดด้วยอุณหภูมิสูงกว่า 200 °C จะทำให้แรงยึดของกาวต่ำลง

2.5.4. สัดส่วนโมลของฟีนอลต่อฟอร์มาลดีไฮด์ (Molar ratio of phenol and formaldehyde)

การสังเคราะห์ PF ที่มีสัดส่วนโมลของฟอร์มาลดีไฮด์ต่อฟีนอลมีค่าสูงกว่าหนึ่ง เรียกว่า resoles วิธีนี้ใช้เป็นด่างหรือสารเร่ง การที่จะให้กาวรีโซลแข็งตัวจำเป็นต้องใช้ความร้อนและใช้สารเร่งที่เป็นกรดเพิ่มเติม หรือเติมสารเร่งที่เป็นกรดเพียงอย่างเดียว โดยมีโครงสร้างภายในของฟีนอลเชื่อมต่อกับกลุ่ม hydroxymethyl groupe ที่ไวต่อปฏิกิริยา ($-CH_2OH$) จำพวก methylol groups สัดส่วนโมลของฟอร์มาลดีไฮด์ต่อฟีนอลอยู่ในระดับ 1.2-2.5 แต่มักนิยมควบคุมให้อยู่ระดับ 1.2-1.5 ถ้าเพิ่มปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ จะทำให้หมู่ methylol groups มากขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาความแน่นขึ้นระหว่างกลุ่มพอลิเมอร์ยังผลให้เกิดพันธะระหว่างพอลิเมอร์มีมากขึ้น แต่ถ้าสัดส่วนโมลของฟอร์มาลดีไฮด์ต่อฟีนอลมีค่าน้อยกว่า 1.0 โดยปกติประมาณ 0.8 เรียกว่า novolak วิธีนี้ใช้กรดเป็นสารเร่งการที่จะทำให้กาวแข็งตัวสมบูรณ์จำเป็นต้องใช้ความร้อนและฟอร์มาลดีไฮด์เพิ่มเติม โดยมีโครงสร้างสารพอลิเมอร์เป็นตัวฟีนอลเองที่เชื่อมต่อกับกลุ่มโมเลกุลอื่น ๆ การเพิ่มปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์จะทำให้ขนาดโมเลกุลของสารพอลิเมอร์ใหญ่ขึ้นและเพิ่มความหนืดของกาวให้สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5. ปัจจัยที่ใช้ควบคุมการผลิตไม้อัด

ปัจจัยสำคัญที่ใช้ควบคุมการผลิตไม้อัด นอกจากกาวแล้วยังมีปัจจัยอื่น ๆ เช่น ปัจจัยที่เกี่ยวกับ การทากาว การอัด และปัจจัยที่เกี่ยวกับไม้ เป็นต้น

2.5.5.1. ปัจจัยที่เกี่ยวกับการทากาวและการอัดไม้ ปัจจัยที่สำคัญได้แก่ การทากาว และปริมาณกาวที่ใช้ การกระทำในช่วงเวลารออัด การอัดเย็นและการอัดร้อน แยกพิจารณาเป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

การทากาวและปริมาณกาวที่ใช้ ปริมาณกาวที่ใช้ในการผลิตไม้อัดจะขึ้นอยู่กับความหนาและชนิดของไม้บาง โดยปกติใช้ปริมาณกาวระหว่าง 150-250 ก. /ตร.ม. เช่น ความหนาของไม้บาง 1.6 มม. ใช้กาวไม่เกิน 150 ก./ตร.ม. ถ้าไม้บางหนา 4.2 มม. จำเป็นต้องเพิ่มกาวเป็น 220ก./ตร.ม กาวที่ทาจะต้องสม่ำเสมอและควบคุมได้

การกระทำในช่วงเวลารออัด ช่วงเวลารออัดเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะในช่วงนี้จะรอให้น้ำระเหยออกจากแนวกาว กาวเกิดความเหนียวตัวขึ้นมา (tack) และการซึมของกาวเข้าไปในเนื้อไม้ โดยปกติในอุตสาหกรรมในช่วงเวลารออัดของแผ่นไม้บางที่ทากาวแล้วอยู่ระหว่าง 15- 60 นาที

การอัดเย็น แรงอัดในการอัดเย็นของไม้อัดก่อนทำการอัดร้อนจะอยู่ระหว่าง 5-7 กก./ตร.ซม. เป็นเวลาประมาณ 10 นาที การเย็นจะช่วยให้เกิดแรงยึดระหว่างไม้บางในระยะแรก แรงอัดนี้เกิดจากตัวกาวและแป้งที่ใส่ไปในรูปของสารเพิ่ม การอัดเย็นจะนานกว่านี้หรือไม่มีการอัดเย็น

การอัดร้อน แรงอัดในการอัดร้อนอยู่ระหว่าง 12 -14 กก./ตร.ม. สำหรับไม้ใบกว้างที่มีความแน่นสูง และใบไม้แห้งที่มีความแน่นปานกลาง อุณหภูมิที่ใช้ระหว่าง 120 -170°C ตามชนิดของกาว ส่วนเวลาที่ความร้อนถึงแนวกาว 1-3นาที ตามความหนาของไม้บาง การใช้อุณหภูมิสูงกว่า 200°C จะทำลายแรงยึดของกาวต่ำลง

2.5.5.2. ปัจจัยที่เกี่ยวกับไม้ การเตรียมไม้บางเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ไม้อัดออกมามีคุณภาพดี ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับไม้บางที่สำคัญมีดังนี้

ความแน่นและความพรุนของไม้บาง ไม้ใบแคบที่มีความแน่นต่ำจะยอมให้กาวเหลวซึมผ่านไปในไม้ได้รวดเร็ว ควรใช้เวลาอัดให้สั้นที่สุด เพราะถ้าทิ้งไว้นานปริมาณในกาวบริเวณแนวกาวจะไม่เพียงพอ ส่วนไม้ใบแคบที่มีเนื้อแน่นมาก จำเป็นต้องทิ้งเวลารออัดให้นาน เพราะกาวเหลวจะถูกจำกัดในการซึมเข้าไปในเนื้อไม้ ถ้าเวลารออัดสั้นเกินไป กาวในแนวกาวจะถูกรีดออกมาตอนอัดร้อน ทำให้แรงยึดของไม้อัดต่ำ

ไม้ใบกว้างที่มีความหนาแน่นมากเกินไปและมีพอร์เล็กมาก ก็ควรกระทำเช่นเดียวกับไม้ใบแคบที่มีเนื้อแน่น แต่ส่วนใหญ่แล้วไม้ใบกว้างจะมีพอร์ขนาดใหญ่ และยอมให้กาวเหลวซึมเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปในเนื้อไม้ได้ง่าย การมีพอร์ของไม้ใบกว้างมีข้อเสียคือ เมื่อเป็นไม้อัดแล้วความชื้นจากบรรยากาศจะสัมผัสกับกาว ทำให้แรงยึดของกาวกับไม้ลดลง

ปริมาณสารแทรก สารแทรกบางประเภทเช่น เรซิน ลาเท็กซ์และยาง สามารถเคลื่อนตัวมาที่ผิวของไม้บางขณะที่ทำการอบแห้ง ซึ่งสารเหล่านี้จะทำหน้าที่เหมือนสารเคลือบผิวหน้า ทำให้กาวและไม้ไม่สัมผัสกัน มีผลให้แรงยึดระหว่างกาวกับไม้ต่ำ กรณีนี้อาจแก้ไขโดยการลดอุณหภูมิในการอบไม้บางให้ต่ำกว่า 150°C ส่วนสารฟีนอลิก และโพลีแซคคาไรด์จะมีผลต่อการแข็งตัวของตัวกาวโดยตรง ถ้ามีสารประเภทนี้มากเกินไป

การอบแห้งไม้บาง ไม้บางก่อนนำมาทากาวควรมีความชื้นประมาณ 4-8% การอบแห้งไม้บางนี้จะต้องใช้อุณหภูมิที่เหมาะสม ถ้าอุณหภูมิที่สูงเกินไปอาจทำให้สารแทรกเคลื่อนตัวมาเคลือบที่ผิวหน้าของไม้บางดังที่กล่าวมาแล้ว

ความใหม่ของไม้บาง ไม้บางที่ผ่านการผลิตใหม่ ๆ จะให้แรงยึดระหว่างกาวกับไม้ดีจากการศึกษาพบว่า ไม้บางที่ทิ้งไว้เกิน 6 เดือน จะทำให้แรงยึดระหว่างกาวกับไม้ลดลงประมาณ 15-20% แรงยึดที่ลดลงนี้ส่วนใหญ่เกิดจาก ปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยอากาศของผิวไม้ และอาจมีผลมาจากการทำลายของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้

ความเรียบของผิวไม้บาง แรงยึดระหว่างกาวกับไม้ที่ดี จะต้องให้สารทั้งสองสัมผัสกัน ดังนั้นผิวหน้าไม้ที่เรียบมากจะเปิดโอกาสให้สารทั้งสองสัมผัสกันมากทำให้แรงยึดดีขึ้น ไม้ที่มีความแน่นสูงจำเป็นต้องมีผิวหน้าเรียบมาก เพราะแรงอัดขณะอัดร้อนไม่สามารถอัดผิวหน้าไม้ที่ไม่เรียบให้สัมผัสกันได้

ความหนาของไม้บาง ไม้บางจำเป็นจะต้องมีความหนาอย่างสม่ำเสมอ และผิวเรียบเพราะจะช่วยประหยัดกาวและเพิ่มแรงยึดระหว่างกาวกับไม้

ความสะอาดของผิวไม้บาง ผิวของไม้บางที่สกปรกอาจเป็น น้ำมัน โคลน หรือฝุ่นจากกระดาษทราย และเศษไม้แตกออกมา ผิวไม้ที่สกปรกเป็นผลให้แรงยึดระหว่างกาวกับไม้ลดลง

2.6 สมบัติและปรากฏการณ์ของเสียง (Property and Sound Phenomena) [27-31]

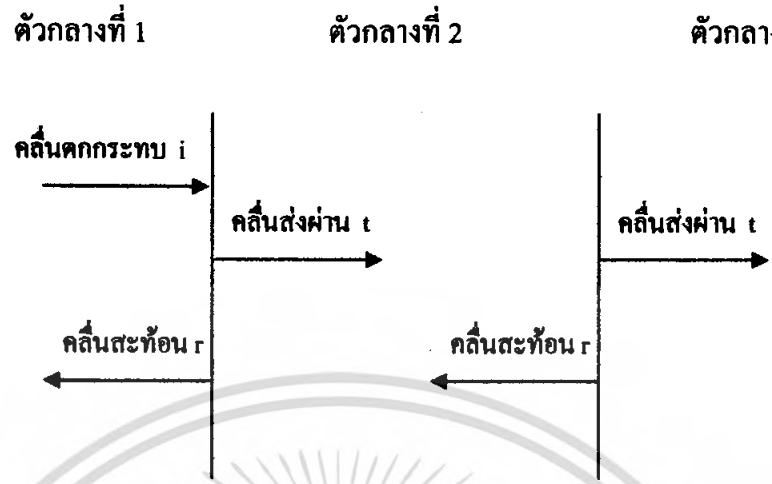
จากความหมายของเสียงซึ่งกล่าวว่า เสียงคือพลังงานรูปแบบหนึ่งที่ส่งออกจากแหล่งกำเนิดและเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางในรูปของคลื่นตามยาว ดังนั้นเสียงจึงสามารถแสดงสมบัติของคลื่นอันประกอบด้วยสมบัติการสะท้อนเสียง การหักเห การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งสมบัติของคลื่นเหล่านี้ยังก่อให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ อีกมากมาย ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การสะท้อนของเสียง</u> เมื่อคลื่นเสียงแผ่กระจายจากแหล่งกำเนิดมากระทบกับสิ่งกีดขวางหรือบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติอย่างรวดเร็วของตัวกลางนั้นจะเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าการสะท้อนขึ้นที่ผิวของตัวกลางหรือสิ่งกีดขวางที่คลื่นเสียงตกกระทบ เหมือนลูกบอลที่ตกกระทบกำแพงแล้วสะท้อนกลับออกมา คลื่นเสียงนั้นมีสมบัติในการสะท้อนได้ นอกจากกรณีที่วัตถุซึ่งเสียงตกกระทบเป็นวัตถุดูดกลืนเสียงตามที่ได้ผลิตขึ้นให้เหมาะกับงานหนึ่งๆ โดยเฉพาะจึงมีการสะท้อนเสียงได้น้อย แม้ว่าผู้สังเกตต้องการรับเสียงตรง แต่ก็อาจมีเสียงสะท้อนปนออกมาบ้าง สำหรับในชีวิตประจำวันนั้นถ้าเสียงสะท้อนเคลื่อนที่กลับมาถึงผู้สังเกต โดยมีช่วงเวลาห่างจากเสียงตรงน้อย 0.1 วินาที ผู้สังเกตจะยังคงได้ยินเสียงตรงและเสียงสะท้อนรวมกันเป็นเพียงเสียงเดียวทำให้แยกไม่ออกว่าได้ยินเสียงสะท้อน แต่ถ้าเสียงสะท้อนที่กลับมาถึงผู้สังเกต ใช้เวลามากกว่า 0.1 วินาที ผู้สังเกตจะได้ยินเสียงสะท้อนแยกจากเสียงตรง เรียกว่า เสียงก้อง

<u>การดูดกลืนและการส่งผ่านเสียง</u> เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบกำแพงหรือวัตถุใดๆ จะเกิดสะท้อนและส่งผ่านคลื่นขึ้น อธิบายได้ว่าเมื่อคลื่นเสียงตกกระทบวัตถุแล้ว นอกจากจะเกิดการสะท้อนของคลื่นแล้วยังเกิดการส่งผ่านของคลื่นเสียงทะลุวัตถุนั้นๆ ด้วยพลังงานที่ลดลง ซึ่งการลดลงของพลังงานที่ส่งผ่านนี้เกิดขึ้นเนื่องจากคลื่นเสียงที่ตกกระทบได้ทำให้ผิวหน้าของวัตถุนั้นเกิดการสั่นตัวโดยพลังงานจากการสั่นตัวนี้จะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน เนื่องจากสมบัติเกี่ยวกับแรงเสียดทานของวัตถุ ซึ่งปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นกับวัตถุที่มีรูพรุนหรือช่องซึ่งมีความสามารถเปลี่ยนเส้นทางเดินเสียงขณะที่อยู่ในตัวกลางนั้นได้ นอกจากนี้ยังอธิบายเพิ่มเติมได้ว่าในกรณีปกติถ้าหากมีคลื่นระนาบเคลื่อนผ่านตัวกลางแตกต่างกัน 3 ชนิด (รูปที่ 2.13) โดยสมมติให้แหล่งกำเนิดเสียงมีลักษณะคงที่และตั้งอยู่ในตัวกลางที่ 1 เมื่อคลื่นระนาบแผ่กระจายจากแหล่งกำเนิดมาถึงขอบของรอยต่อของตัวกลางที่ 1 และ 2 แล้วจะเกิดการสะท้อนของรังสีกลับไปยังตัวกลางที่ 1 และส่งผ่านรังสีของคลื่นบางส่วนไปยังตัวกลางที่ 2 และเมื่อเคลื่อนที่ผ่านมายังตัวกลางที่ 2 เคลื่อนที่ต่อไปจนถึงขอบของรอยต่อของตัวกลางที่ 2 และ 3 แล้วจะเกิดคลื่นสะท้อนกลับมายังตัวกลางที่ 2 และส่งผ่านไปยังตัวกลางที่ 3 เช่นเดียวกัน ทั้งนี้ขบวนการสะท้อนและส่งผ่านที่เกิดขึ้น ณ รอยต่อของตัวกลางนี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องสำหรับแหล่งกำเนิดเสียงที่มีลักษณะคงที่ โดยความเข้มเสียงของคลื่นที่สะท้อนกลับมายังตัวกลางที่ 1 และส่วนที่ส่งผ่านไปยังตัวกลางที่ 3 ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของตัวกลาง ความเร็วในการแผ่กระจายของคลื่นในแต่ละตัวกลาง และความหนาของตัวกลางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงกลไกการดูดกลืนและส่งผ่านคลื่นเสียงในตัวกลางต่างชนิดกัน

การดูดกลืนเสียง หมายถึงการเปลี่ยนแปลงผลรวมของพลังงานเสียงที่ลดน้อยลงเมื่อผ่านตัวกลางใดๆ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการดูดกลืนเสียงคือความสามารถของวัตถุในการดูดกลืนพลังงานเสียงและเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปอื่น ๆ โดยวัตถุที่สามารถดูดกลืนคลื่นเสียงได้ดีจะเป็นวัตถุจำพวกเส้นใยและวัตถุพรุน ซึ่งเมื่อเสียงกระทบวัตถุใดๆแล้วเสียงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนและส่งผ่านเข้าไปในวัตถุนั้น ทั้งนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสมบัติและลักษณะของวัตถุนั้นเป็นสำคัญ คลื่นเสียงที่ผ่านเข้าไปในวัตถุที่เสียงนั้นตกกระทบจะมีพลังงานลดลงเนื่องจากพลังงานส่วนหนึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่น เช่น พลังงานความร้อน

การส่งผ่านเสียง อธิบายได้ว่า เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบวัตถุกั้นเสียงเช่น กำแพงหรือผนังวัตถุนั้นจะเกิดการสั่นตัวซึ่งการสั่นตัวในลักษณะนี้เป็นสาเหตุให้อากาศที่ อยู่ใกล้เคียงวัตถุดังกล่าวมีการสั่นตัวตามไปด้วยทั้งสองด้านของวัตถุส่งผลให้วัตถุที่คลื่นเสียงตกกระทบนั้นประพฤติตัวเหมือนเป็นแหล่งกำเนิดเสียงอันใหม่ ซึ่งสนามเสียงอันใหม่นี้เกิดจากวัตถุนี้จะมีพลังงานน้อยกว่าพลังงานเสียงตอนแรก ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานของคลื่นเสียงที่ตกกระทบวัตถุกั้นเสียงนี้ส่วนหนึ่งถูกใช้ไปสำหรับการทำวัตถุนั้นเกิดการสั่นตัว โดยลักษณะของวัตถุกั้นเสียงนั้นสามารถบอกได้ด้วยค่าการสูญเสียขณะส่งผ่าน (Transmission Loss ; TL) ซึ่งค่านี้เป็นสมบัติเฉพาะของวัตถุ ซึ่งก็คืออัตราส่วนของพลังงานที่ตกกระทบต่อพลังงานที่ส่งผ่านวัตถุกั้นเสียงนั้นเองซึ่งมีหน่วยเป็นเดซิเบล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 ความสามารถในการลดระดับความดังเสียงของวัตถุกั้นเสียง

เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบวัตถุกั้นเสียงใดๆ เช่น ผนังหรือกำแพงจะเกิดปรากฏการณ์ที่สำคัญ 3 ประการ โดยพลังงานของคลื่นเสียงบางส่วนถูกส่งทะลุผ่านวัตถุไปอีกด้านหนึ่ง พลังงานบางส่วนถูกดูดกลืนโดยวัตถุนั้น และส่วนที่เหลือจะสะท้อนกลับเข้าสู่ตัวกลางดังเดิม จากกฎทรงพลังงานสามารถแสดงปรากฏการณ์ข้างต้นด้วยสมการ

$$E_i = E_r + E_a + E_t$$

พลังงานของคลื่นเสียงที่ถูกดูดกลืน หรือ พลังงานของคลื่นเสียงที่ลดลงเมื่อผ่านไปยังอีกด้านหนึ่งของวัตถุนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปอื่น ซึ่งส่วนใหญ่ถูกเปลี่ยนกลายเป็นพลังงานความร้อน และจากแนวคิดเกี่ยวกับการตกกระทบของคลื่นเสียงบนวัตถุใด ๆ ดังกล่าวข้างต้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมและป้องกันเสียงรบกวนได้ โดยการนำวัตถุที่สมบัติในการดูดกลืนหรือสะท้อนคลื่นเสียงได้เป็นอย่างดีมาวางกั้นระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและผู้ฟังเสียง ทั้งนี้ การลดระดับความดังเสียงทำได้โดยใช้กำแพงกั้นเสียง ซึ่งสามารถติดตั้งได้หลายรูปแบบคือ 1.ปิดล้อมแหล่งกำเนิดเสียง 2. ปิดล้อมผู้รับฟังเสียงและ 3. กั้นระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและผู้รับฟังเสียง ทั้งนี้สำหรับระดับความดังเสียงที่ลดลง จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะการติดตั้งกำแพงกั้นเสียง อย่างไรก็ตามคุณสมบัติเชิงกายภาพของวัตถุกั้นเสียงจะเป็นตัวกำหนดถึงความสามารถในการลดระดับความดังเสียงของวัตถุนั้นๆ ด้วย

2.6.2 การลดระดับความดังเสียงของวัตถุ

การลดระดับความดังเสียงโดยใช้หลักการเกี่ยวกับการดูดกลืนคลื่นเสียงของวัตถุนั้น อธิบายได้ว่า เมื่อเสียงกระทบวัตถุใดๆ เสียงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนและเปลี่ยนไปเป็นพลังงานกลในรูปแบบอื่นโดยปกติเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและคุณลักษณะของวัตถุนั้น วัตถุที่มีรูพรุนหรือมีช่องอากาศภายในสามารถดูดกลืนเสียงได้ดี โดยเมื่อมีเสียงตกกระทบกับวัตถุ พลังงานส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนไปโดยผิวของวัตถุหน่วยของการดูดกลืนเสียงมีหน่วยเป็นซาบินส์ (Sabins) มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างพื้นที่ผิวของวัตถุกับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนของวัตถุนั้น ซึ่งวัตถุดูดกลืนเสียงก็คือวัตถุที่มีความสามารถในการดูดกลืนคลื่นเสียง สำหรับการอธิบายถึงสมบัติเกี่ยวกับการดูดกลืนคลื่นเสียงของวัตถุสามารถอธิบายได้ด้วยสัมประสิทธิ์การดูดกลืน (Absorption coefficients) ของวัตถุนั้น โดยสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงคืออัตราส่วนของพลังงานที่ถูกดูดกลืนต่อพลังงานที่ตกกระทบวัตถุนั้น อย่างไรก็ตามสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของวัตถุนั้นยังขึ้นกับความถี่เสียงและมุมที่คลื่นเสียงนั้นตกกระทบด้วย ซึ่งความสามารถในการดูดกลืนเสียงของวัตถุใดๆนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับสมบัติของวัตถุชิ้นนั้นเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นกับวิธีในการติดตั้งวัตถุนั้นๆ ขนาดและรูปร่างของห้องที่จะนำวัตถุสำหรับดูดกลืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงนั้นไปติดตั้งด้วย นอกจากนี้ยังรวมถึงตำแหน่งที่ใช้ติดตั้งในห้องและพื้นที่รวมทั้งหมดที่ต้องการใช้ การลดระดับความดังเสียงโดยใช้หลักการเกี่ยวกับการส่งผ่านคลื่นเสียงของวัตถุนั้นอธิบายไว้ดังนี้คือ เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบกำแพง กำแพงจะเกิดการสั่นตัวขึ้น ซึ่งการสั่นตัวในลักษณะนี้เป็นสาเหตุให้อากาศที่อยู่ใกล้เคียงกำแพงทั้งสองด้านเกิดการสั่นตัวด้วย ส่งผลให้กำแพงนั้นประพฤติตัวเหมือนแหล่งกำเนิดเสียงใหม่ ซึ่งสนามเสียงใหม่ที่เกิดจากกำแพงนี้จะมีพลังงานน้อยกว่าพลังงานเสียงตอนแรก เนื่องจากพลังงานของเสียงที่ตกกระทบกำแพงส่วนหนึ่งถูกใช้สำหรับการทำให้กำแพงสั่นตัว ทำนองเดียวกับที่ได้อธิบายถึงการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมเสียงว่าสิ่งหนึ่งที่ต้องกระทำคือการหยุดคลื่นเสียง เพื่อไม่ให้มีการเคลื่อนที่จากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง ซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยนำกำแพงมากั้นเพื่อแยกแหล่งกำเนิดเสียงออกจากบริเวณที่ต้องการความสงบ ทั้งนี้การส่งผ่านคลื่นเสียงสามารถอธิบายได้ด้วยค่าการสูญเสียขณะส่งผ่าน (Transmission Loss) ค่านี้ขึ้นกับสมบัติของกำแพงกั้นเสียงด้วย

2.6.3 ดัชนีระบุสมรรถนะในการลดระดับความดังเสียง

จากแนวคิดต่างๆ เกี่ยวกับการดูดกลืนและส่งผ่านคลื่นเสียงของวัตถุนั้น สามารถนำมาประยุกต์เพื่อควบคุมระดับความดังเสียงได้ดี โดยพบว่าถ้าหากต้องการลดระดับความรุนแรงของปัญหามลพิษทางเสียงในบริเวณใด สามารถทำได้โดยการนำวัตถุที่มีสมบัติในการดูดกลืนเสียงได้ดี หรือวัตถุที่มีคุณสมบัติในการส่งผ่านเสียงได้ไม่ดี อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้ง 2 อย่างมาติดตั้งเพื่อทำเป็นวัตถุควบคุมเสียง โดยดัชนีที่ใช้สำหรับบ่งบอกถึงสมรรถนะในการลดระดับความดังเสียงของวัตถุมีด้วยกันหลายค่าดังนี้

2.6.3.1 สัมประสิทธิ์การส่งผ่านเสียง (Transmission Coefficient; τ)

การส่งผ่านเสียงนั้นสามารถที่จะบอกได้ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านเสียง ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนของกำลังเสียงที่ส่งผ่านวัตถุนั้น ดังสมการ

$$\tau = W_t/W_i$$

2.6.3.2 ค่าสูญเสียขณะส่งผ่านเสียง (Transmission Loss;TL)

ในการควบคุมเสียงสิ่งหนึ่งที่ต้องกระทำ คือ การหยุดคลื่นเสียงเพื่อไม่ให้มีการเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดไปยังบริเวณอื่น ซึ่งสามารถทำได้โดยนำกำแพงมากั้นเพื่อแยกแหล่งกำเนิดเสียงออกจากบริเวณที่ต้องการความสงบ ทั้งนี้การลดระดับความดังเสียงเนื่องจากการส่งผ่านคลื่นเสียงสามารถอธิบายได้ด้วยค่าสูญเสียขณะส่งผ่าน (Transmission Loss) ซึ่งค่านี้จะขึ้นอยู่กับสมบัติของกำแพงกั้นเสียงนั้นๆด้วย โดยค่า TL นั้นสามารถหาได้จากสมการ

$$TL = 10 \log (W_t/W_i)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.3 สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง (Absorption Coefficient; α)

การกล่าวถึงความสามารถในการดูดกลืนเสียงของวัตถุ สามารถอธิบายได้ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงซึ่งขึ้นอยู่กับพลังงานเสียงที่ตกกระทบกับพลังงานเสียงที่ดูดกลืนของวัตถุนั้น ทั้งนี้เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบผิวของวัตถุดูดกลืนเสียง จะมีพลังงานส่วนหนึ่งที่สะท้อนออกไปและอีกส่วนหนึ่งถูกดูดกลืนที่ผิวหน้าของวัตถุนั้น โดยสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของวัตถุหมายถึง อัตราส่วนของพลังงานเสียงที่ถูกดูดกลืนต่อพลังงานเสียงที่ตกกระทบของวัตถุนั้นๆ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ

$$\alpha = W_a/W_i$$

2.6.3.4 สัมประสิทธิ์การลดระดับความดังเสียง (Noise Reduction Coefficient; NRC)

การเปรียบเทียบความสามารถในการดูดกลืนเสียงของวัตถุต่างชนิดกัน สามารถระบุได้ด้วยค่า NRC ซึ่งค่า NRC คือค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงที่ความถี่ 250, 500, 1000, และ 2000 Hz ดังสมการ

$$NRC = (\alpha 250 + \alpha 500 + \alpha 1000 + \alpha 2000)/4$$

2.6.3.5 การลดระดับความดังเสียง (Noise Reduction; NR)

การควบคุมปัญหามลพิษทางเสียง สิ่งหนึ่งซึ่งต้องดำเนินการคือการลดระดับความดังเสียงให้ลดลง ซึ่งได้ให้ความหมายของการลดระดับความดังเสียงของวัตถุกั้นเสียงดังนี้ คือ ความแตกต่างของระดับความดังเสียงก่อนผ่านวัตถุกั้นเสียงกับหลังผ่านวัตถุกั้นเสียง แสดงได้ดังสมการ

$$NR = SPL_1 - SPL_2$$

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของแผ่นใยไม้อัด [32]

ปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของแผ่นใยไม้อัดมีอยู่หลายอย่าง เช่น ชนิดของวัตถุดิบเริ่มต้น ชนิดและปริมาณของสารยึดติด การกระจายตัวของชั้นผิว สารเติมแต่งพิเศษอื่น ๆ ปริมาณและการกระจายตัวของความชื้น การเกิดชั้นโดยขนาดของอนุภาค การเกิดชั้นโดยความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะ ระดับความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัด และทิศทางการจัดเรียงตัวของอนุภาค เป็นต้น ปัจจัยทั้งหมดนี้จะมีผลต่อกันและกันไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของวัตถุดิบ

จากหลายปัจจัยที่ที่มีผลต่อสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัด ชนิดของวัตถุดิบเป็นอักปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ โดยในกระบวนการผลิต ปัจจัยนี้จะเป็นตัวกำหนดว่าแผ่นใยไม้อัดที่ได้จะมีความถ่วงจำเพาะเท่าใด วัตถุดิบบางชนิดต้องการควบคุมปริมาณความชื้นที่ค่อนข้างแน่นอน เนื่องจากถ้าวัตถุดิบนั้นมีความชื้นสูงอาจทำให้แผ่นใยไม้อัดที่ได้หลุดออกหรือแยกออกเป็นชั้นๆได้ วัตถุดิบบางชนิดจะทำให้ได้แผ่นใยไม้อัดที่มีพื้นผิวที่ค่อนข้างเรียบ ชนิดของวัตถุดิบยังมีผลอย่างมากต่อการเลือกสารยึดติดที่จะใช้ในกระบวนการผลิตด้วย นอกจากนี้ จำนวนชนิดของวัตถุดิบที่ใช้เป็นองค์ประกอบในแผ่นใยไม้อัดก็มีผล โดยถ้ามีเพียงชนิดเดียวหรือสองชนิด วัตถุดิบที่มีปริมาณมากกว่าหรือเป็นวัตถุดิบหลักจะเป็นตัวกำหนดสมบัติของแผ่นใยไม้อัด แต่ในปัจจุบันมักจะมีการใช้วัตถุดิบในลักษณะของการผสมระหว่างไม้เนื้อแข็งกับไม้เนื้ออ่อน ซึ่งจะทำให้สามารถปรับความหนาแน่นได้ในช่วงกว้าง

ชนิดของสารยึดติด

Melamine Resins

Melamine เป็น resinsที่มีราคาแพง มีลักษณะทางกายภาพที่ดีกว่า ureas แต่ไม่เท่ากับ phenolics การจัดหมวดหมู่ของ ureaและmelamine resins จะใช้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความชื้นไม่มากเป็นเกณฑ์ urea resins ที่แข็งแรงกับmelamine

ผลิตภัณฑ์ของ melamine-formadehyde resins จะมีลักษณะทางเคมีใกล้เคียงกันกับurea-formaldehyde resins หลายปีที่ผ่านมาresinใช้แทนแป้งเพราะปัญหาความสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามเมื่อไม่นานมีการปรับปรุงในการผลิตสารละลายresin การใช้ประโยชน์ส่วนมากของresinสำหรับการจัดหมวดหมู่ของureaและmelamine resin โดยเฉพาะการจัดหมวดหมู่ที่สำคัญสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรมแผ่นใยไม้อัดความหนานแน่นปานกลาง แผ่นใยไม้อัดช่วงความหนา 1.5

ความเข้มข้นของ urea-formadehyde หรือ melamine- urea-formadehyde ในสูตรแรกเริ่มได้มีการพัฒนาเป็นระบบสารยึดติด สารยึดติดควรจะต้องมีความเหมาะสมในการเปลี่ยนรูปแบบเพื่อป้องกันเส้นใยจากการบดและปัญหาจากการเคลื่อนย้าย มากไปกว่านั้นการบดจะทำให้resinที่มีมากเกินพอจะหลุดออกมาด้านนอกและยังทำให้เกิดรอยตำหนิที่พื้นผิวอีกด้วย ความหนืดต่ำมากๆก็มีความสำคัญอีกด้วยในการช่วยกระจายตัวของresinไปทั่วบริเวณเส้นใยซึ่งมีขนาดพื้นผิวและน้ำหนักมากๆ

การพัฒนาระบบใช้สารยึดติดของแผ่นใยไม้อัดเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการ unpolymerizied water solution ของ methyllolureas , methylol-melamine , formaldehyde และ acid-forming salt ซึ่งใช้เป็นสารยึดติดในยุคแรกๆ เพราะว่าปฏิกิริยาที่เสร็จสมบูรณ์เกิดขึ้นใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่แบบที่ร้อนๆ อย่างไรก็ตามมี resin ธรรมดาบางส่วนจากการ polymerizied เกิดขึ้น อัตราส่วนของ urea และ melamine ในส่วนของการผสมจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ชิ้นไม้อัดที่มีการใช้งานภายใน เช่น เฟอร์นิเจอร์หรือที่ที่ต้องการความทนทานต่อน้ำ

บริษัท Popr & Talbot ที่เมืองโอ๊กคริช มลรัฐโอเรกอน ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการพัฒนาระบบของตัวเองในเรื่องการเติม urea resin ในยุกคแรกลงไปที่เส้นใยซึ่งในส่วนที่เติมเข้าไปปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นที่แม่แบบร้อนด้วยระบบ melamine - urea-formadehyde

Isocyanates

จะกล่าวถึง isocyanates ว่าเป็นสารยึดติดที่มีราคาแพงแต่เป็นที่น่าสนใจมาก โดยสภาวะปกติผลของสายโซ่ urethane ในส่วน hydroxyl ของเส้นใยจะเกิดพันธะเคมีเชื่อมโยงภายใต้ระบบของสารยึดติดซึ่งจะมีพันธะที่แข็งแรงมาก ๆ ดังเช่น ความต้านทานต่อน้ำ , กรดเจือจาง , สารละลาย มีตัวอย่างยืนยันก็คือแผ่นไม้ที่ใช้ในการก่อสร้างในประเทศเยอรมัน

ข้อดีของ isocyanates ก็คือไม่มีปริมาณน้ำในระบบ ประโยชน์โดยส่วนใหญ่ใช้เป็นกาวมีการให้ปริมาณความชื้นที่สูงขึ้นแล้วนำมาใช้งาน ด้วยเหตุนี้ราคาของ drying ลดลงและเกิดหมอกสีฟ้าขึ้นขณะที่ dryingที่มีความชื้นต่ำถูกขจัดออก กาวจำนวนน้อย ตามรายงานพบว่าความหนาแน่นของแผ่นใยอัดไม่ต้องสูงเท่ากับ phenolic resins เพราะว่ามีพันธะที่แข็งแรงกว่าและยังช่วยประหยัดเส้นใยด้วย พันธะของ isocyanates มีความต้านทานต่อน้ำทำให้ชิ้นงานมีลักษณะภายนอกที่ดี isocyanates จะทำได้ดีในวัสดุที่ยึดติดยาก เช่น ฟางข้าว (Straw) ซึ่งพันธะของฟางข้าวจะยึดติดสร้างพันธะกับ phenolic Urethane ไม่ชอบน้ำทำให้บางส่วนของ wax ถูกกำจัดออกจากแผ่นไม้อัด

ในบางส่วนของข้อเสียที่ได้กล่าวมาแล้วว่ามีราคาแพงซึ่งจะแก้ไขโดยการประหยัดในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ isocyanates มีการยึดติดที่ดีกับอลูมิเนียมและเหล็กบางชนิดแต่ก่อให้เกิดปัญหาในการยึดติดระหว่างชั้นและส่วนของแม่พิมพ์ release agents บางชนิด เช่น glycerine ที่มักจะเกิดผลกระทบเป็นสารละลายอีกชนิดหนึ่งที่มีปัญหา ดังนั้นจึงกำจัดการติดกันกับเหล็กโดยใช้ isocyanates การเคลื่อนย้าย isocyanates ในระหว่างผลิตจะต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

Natual Binders

กาวธรรมชาติบางชนิดเช่น casein , แป้งนมถั่วเหลือง , spray-dried beef และ pork blood ถูกใช้มาเป็นเวลาหลายปีเพื่อใช้ยึดไม้อัด ในอดีตโรงงานผลิตไม้อัดที่สหรัฐอเมริกาใช้กาวธรรมชาติเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม 80 % ของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ phenolic resins เป็นสารยึดติด Tannins เป็นสารยึดติดที่ประสบความสำเร็จที่สุดในด้านการค้าซึ่งใช้กับไม้อัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศออสเตรเลียที่ซึ่ง ถูกใช้เป็นเวลาหลายปี Quebracho คือผลิตภัณฑ์ของ tannin ก็ถูกใช้อย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว้างขวางที่ประทศอาร์เจนตินาและฟินแลนด์ ได้มีการวิจัยของประเทศอินเดียซึ่งมีการพัฒนากาว Tannins ให้ใช้ในปริมาณน้อยของ formalin กาวชนิดนี้ได้มีการปรับปรุงโดยการเติมโปรตีน การใช้งานยังคงดำเนินไปด้วยการใช้ lignosulfonates จาก spent sulphide liquor ในยุโรปและแคนนาดา เพราะว่า lignin เป็นสารธรรมชาติ A

ในแผ่นใยไม้อัดและกระบวนการผลิตไม้อัดแบบแห้งจะใช้ Tannins และ lignosulfonates เช่นเดียวกัน ส่วนในแคนนาดามีการใช้ lignosulfonates ในการผลิต waterboard แต่จะหาซื้อได้ยาก Tannins บางชนิดต้องการ formaldehyde ในปริมาณน้อย

ระดับการแพร่ของความชื้น

ปริมาณความชื้นและการแพร่กระจายตัวผ่านความหนาของแผ่นใยไม้อัดเป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างมากต่อสมบัติของแผ่นใยไม้อัดที่ขึ้นรูปได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าบริเวณผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดมีปริมาณความชื้นสูงและบริเวณตรงกลางมีความชื้นต่ำ ผิวหน้าของแผ่นอัดจะมีความหนาแน่นสูงกว่าตรงกลางแผ่น ดังนั้นความแข็งแรงการโค้งงอและความแข็งจะดีกว่าแผ่นไม้อัดที่ขึ้นรูปโดยวิธีเดียวกันที่มีความชื้นเท่ากันทุกแผ่นและมีความหนาแน่นเท่ากันทุกแผ่นและมีความหนาแน่นเท่ากันตลอดแผ่นใยไม้อัด อย่างไรก็ตาม การที่แผ่นไม้อัดมีลักษณะตามที่กล่าวมาข้างต้นนั้น จะมีสมบัติในด้านการทนต่อการโค้งงอและมีความแข็งที่ดี แต่ก็มีแรงยึดภายในของบริเวณตรงกลางแผ่นไม้ต่ำ ตราบใดที่ปริมาณความชื้นโดยรวมยังอยู่ในขอบเขตที่กำหนดไว้แผ่นไม้อัดก็จะไม่แยกออกจากกันหลังจากที่ทำการอัดขึ้นรูปเสร็จแล้ว การจัดการกับปริมาณความชื้นสามารถทำได้ก่อนขึ้นรูปเพื่อกำหนดสมบัติของแผ่นไม้อัด

ความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัด

ปัจจัยที่จะถูกกล่าวถึงต่อไป คือ ระดับของความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะของชิ้นงาน ความถ่วงจำเพาะของแผ่นใยไม้อัดเป็นปัจจัยที่ทรงพลังที่ส่งผลต่อสมบัติของแผ่นใยไม้อัดที่เตรียมได้ โดยส่วนมากการเพิ่มขึ้นของความถ่วงจำเพาะของของแผ่นใยไม้อัดจะเป็นการปรับปรุงให้แผ่นใยไม้อัดมีสมบัติทางกายภาพให้ดีขึ้นด้วย นี่เป็นวิธีการที่ทำได้ง่ายในการปรับปรุงสมบัติของชิ้นงาน ในหลายครั้งไม่จำเป็นต้องเติมเรซิ่นลงไปเพิ่ม เพราะว่ายิ่งใช้เรซิ่นได้มีประสิทธิภาพเท่าไหร่ ผลที่ได้ คือ แผ่นชิ้นงานจะมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

มีการค้นพบว่าหากต้องการให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติทางกายภาพที่ดีชิ้นไม้ที่เอามาใช้ ต้องมีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 0.15 – 0.20 นอกจากว่าผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาแน่นต่ำ เป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่ง ว่าการเพิ่มขึ้นของความถ่วงจำเพาะในแผ่นไม้อัดจะเพิ่มสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ แต่มีข้อยกเว้นในเรื่องความถ่วงจำเพาะในแผ่นไม้อัดจะเพิ่มสมบัติทางกายภาพของผลิตกัณฑ์ แต่มีข้อยกเว้นในเรื่องของความเสถียรทางรูปร่างเมื่อแช่ในน้ำและการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัสกับความชื้นสูง ๆ เพราะยิ่งมีปริมาณไม้ในแผ่นไม้อัดมากขึ้นเท่าไร การบวมตัวและการขยายตัวเชิงเส้นตรงก็จะยิ่งมากขึ้นหลังจากดูดซับ

ในทางปฏิบัติวิธีที่ง่ายที่สุดในการเพิ่มสมบัติของแผ่นใยไม้อัดประกอบ คือการเพิ่มความถ่วงจำเพาะของชิ้นงาน ซึ่งจะทำให้อนุภาคเกิดการอัดตัวแน่นชิดติดกันมากกว่าเดิมเมื่อทำการอัดขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ในกรณีของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่นต่ำจะมีการสูญเสียเรซิ่นไปจำนวนมากไป ถ้าแผ่นกระดาษอัดสามารถที่จะถูกอัดให้มีความหนาแน่นมากขึ้น เรซิ่นที่อยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคนี้ก็จะถูกใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเพิ่มความถ่วงจำเพาะนี้ทำให้ใช้เรซิ่นได้อย่างคุ้มค่า แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องเพิ่มปริมาณชิ้นไม้เพื่อให้ทนต่อแรงกดของเครื่องจักรขณะทำการขึ้นรูปได้

ในที่ที่เส้นใยมีราคาถูก การเพิ่มความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดเป็นวิธีที่ถูกที่สุดในการปรับปรุงสมบัติของแผ่นใยไม้อัด อย่างไรก็ตาม การที่แผ่นใยไม้อัดมีน้ำหนักมากขึ้นทำให้จัดการกับแผ่นใยไม้อัดได้ยากขึ้น ได้แก่ การตัดและการขนส่ง เมื่อแผ่นใยไม้อัดที่หนักขึ้น จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มมากขึ้นด้วย

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- ธนวรรณ อภิชาตโสภิต [33] ศึกษาการเตรียมแผ่นชิ้นไม้อัดที่ทำจากชานอ้อยและวัสดุเหลือทิ้งโฟมพอลิสไตรีน โดยใช้กาวสองชนิดเป็นตัวประสาน คือ ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ และ ฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ แล้วนำไปทดสอบสมบัติเชิงกล (มอดุลัสแตกร้าว และ มอดุลัสยืดหยุ่น) และสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สมบัติการดูดซับเสียง ฉนวนทางความร้อน การดูดซับ และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ ผลการทดลองสรุปได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบกาวทั้ง 2 ชนิด พบว่า กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ที่ใช้ทำแผ่นชิ้นไม้อัด จะมีความด้านทานการดูดซับน้ำ ด้านทานการพองตัวเมื่อแช่น้ำ ความแข็งแรงหักงอ และสมบัติการดูดซับเสียงดีกว่ากาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ แต่กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่ใช้ผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจะเป็นฉนวนทางความร้อนดีกว่าการใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์

- วรางคณา วงศ์สิโรจน์กุล อภิสรา เรืองกุล อรนลิน ศิริวรรณ [34] ศึกษาการเตรียมแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น 300 กก./ม^3 จากเส้นใยมะพร้าวผสมโฟมพอลิสไตรีน โดยใช้กาว 2 ชนิด ได้แก่ ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ และฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เป็นตัวประสาน ซึ่งใช้ในปริมาณที่แตกต่างกันคือ 5 7 9 และ 15% ในปริมาณเนื้อกาวแห้งเทียบกับน้ำหนักอบแห้งของเส้นใยมะพร้าวและโฟมพอลิสไตรีน โดยการเตรียมแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 300 กก./ม^3 แล้วนำไปทดสอบ สมบัติการดูดซับน้ำ การพองตัว มอดุลัสยืดหยุ่น การโค้งงอสามจุด และสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูดซับเสียง จากการทดลองพบว่า แผ่นใยไมอัดที่ใช้กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ 15% ในอัตราส่วนเส้นใยมะพร้าวต่อโฟมพอลิสไตรีนเท่ากับ 80/20 จะมีค่าการดูดซับน้ำและการพองตัวต่ำที่สุด แต่จะให้ค่าการโค้งงอสามจุด และมอดูลัสยืดหยุ่นสูงที่สุด ส่วนแผ่นใยไม้อัดที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ 15% ในอัตราส่วนเส้นใยมะพร้าวต่อโฟมพอลิสไตรีนเท่ากับ 80/20 จะให้ค่าการดูดซับเสียงสูงสุด

- ประวิทย์ อรุณวัฒนโชค [35] ศึกษาการเตรียมแผ่นชิ้นไม้อัดชานอ้อยที่ปรับปรุงด้วยเส้นใยมะพร้าว ตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ขนาดเส้นใยมะพร้าว อัตราส่วนของชานอ้อยเส้นใยมะพร้าวและพอลิสไตรีนโฟม ศึกษาชนิดและปริมาณของสารต้านทานการลามไฟ โดยทำการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดที่ความหนาแน่น 0.3 กรัม/ลบ.ซม. ด้วยเครื่องกดอัดร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์และกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารยึดติดที่ 10%และ15% โดยเทียบกับน้ำหนักวัตถุดิบทั้งหมด แล้วจึงนำแผ่นชิ้นไม้อัดไปทดสอบ สมบัติการดูดซึมน้ำ สมบัติการพองตัวทางความหนา สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดซับเสียง จากการทดลองพบว่า เส้นใยมะพร้าวขนาด 21-50 เมช เหมาะสมในการผลิตเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดดูดซับเสียง โดยแผ่นชิ้นไม้อัดดูดซับเสียงที่มีปริมาณเส้นใยมะพร้าวเพิ่มขึ้นและมีการผสมโฟมพอลิสไตรีน ให้ค่าการดูดซึมน้ำ ค่าการพองตัวทางความหนา ค่ามอดัสยืดหยุ่นและค่าการดูดซับเสียงลดลง แต่มีค่ามอดูลัสแตกร้าวสูงขึ้น ขณะที่การหน่วงการติดไฟของแผ่นชิ้นไม้อัดขึ้นอยู่กับชนิดของสารต้านทานการลามไฟและกาวที่ใช้ ซึ่งภายใต้การทดลองนี้ H_3BO_3 มีประสิทธิภาพการหน่วงการติดไฟได้ดีกว่า $Mg(OH)_2$ โดยเฉพาะเมื่อใช้กับกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์กับกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ พบว่า กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ ให้แผ่นชิ้นไม้อัดดูดซับเสียงที่มีสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกลและสมบัติการดูดซับเสียงดีกว่ากาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบ (Raw Materials)

1. กาบกล้วยน้ำว้า จาก สถาบันวิชาการทหารเรือชั้นสูง(สรส.) เลขที่๑๐๕ หมู่ที่ ๓ ถนนไทยาวาส ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม จังหวัดนครปฐม
2. เส้นใยจากกาบกล้วยน้ำว้า เตรียมโดยตัดบดด้วยเครื่องและแบ่งขนาดเป็น 2 ขนาด

ขนาด	เส้นใยกาบกล้วยน้ำว้า แบบหยาบ	เส้นใยกาบกล้วยน้ำว้า แบบละเอียด
ค่าเฉลี่ยความหนา (mm.)	0.722	0.333
ค่าเฉลี่ยความยาว (mm.)	6.063	6.896
อัตราส่วนความยาวต่อเส้นผ่าศูนย์กลาง	8.398	20.709

3. โฟมพอลิสไตรีน (Expanded Polystyrene Foam ; EPS) EPS mixed size หาโดยการสุ่มตัวอย่างมาจำนวนหนึ่ง ซึ่งมีขนาดต่าง ๆ ดังนี้
   - เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร 25%
   - เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 2-3 มิลลิเมตร 35%
   - เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 3-6 มิลลิเมตร 39%
   - เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร 1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (Phenol – formaldehyde resin ; PF)

ลักษณะ	ของเหลวสีแดง
% ปริมาณของแข็ง 105°C×3hrs.(%)	44.04
ความถ่วงจำเพาะ (30°C)	1.202
pH (30°C)	13.76
ความหนืด (30°C ; Brookfield , cps)	90
ผลิตโดย	TOA-DOVECHEM INDUSTRIES CO.,LTD

3.2 ชุดเครื่องมือในการผลิตแผ่นใยไม้อัด

เครื่องบดชิ้นไม้ (Grinding machine) : Hammer mill type

ตระแกรงร่อน (Sieve machine) : Vivration type of RETSCH

เครื่องผสมวัตถุดิบ (Paddle – type blender) : Heavy duty drill press, model SE 330 of REXON

เครื่องอัดร้อน (Compression machine) : Pressure 1200 psi (pressure unadjstable)

ถังผสม (Blending container)

เครื่องฟอร์มแผ่นชิ้นไม้ (Forming frame) [30cm ×30cm ×0.9cm]

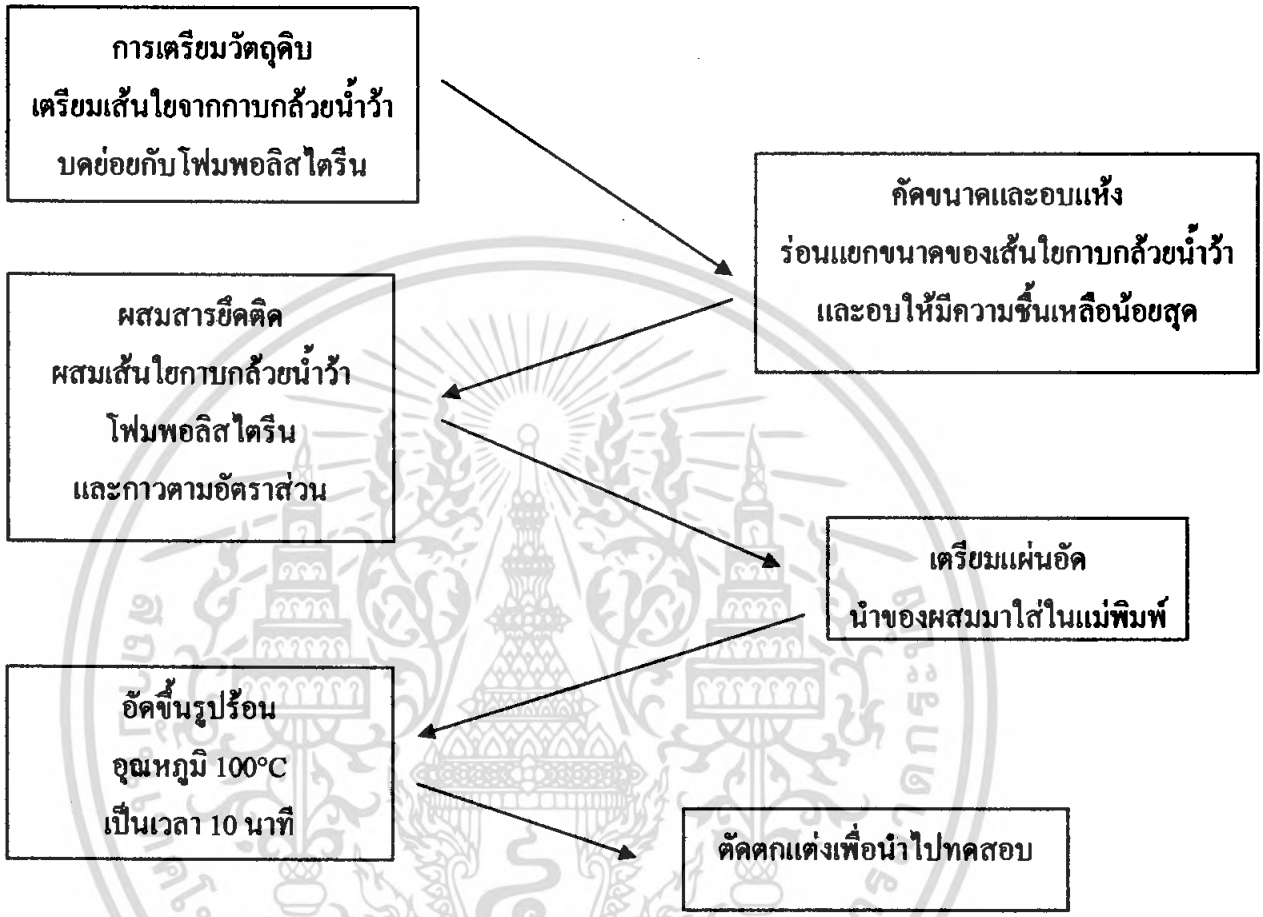
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบชิ้นงาน

1. ตู้อบ (Oven)
2. เครื่องชั่ง (Balance)
3. เครื่องเลื่อยมือ
4. ไมโครมิเตอร์ (Micrometer)
5. เวอร์เนียร์ (Verneer)
6. เครื่องวัดระดับความดันเสียง (NL-04/NI-14) (Sound level meter)
7. กล่องเก็บเสียงขนาด (1m×1m×2m) (Sound testing box)
8. เครื่องทดสอบสมบัติเชิงกล (Universal testing machine) : LR 5K of LLOYD INSTRUMENTS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัด

กรรมวิธีในการผลิตแผ่นใยไม้อัดสามารถสรุปเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้



แสดงขั้นตอนการผลิตใยไม้อัด

3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

3.4.1.1 เส้นใยจากกาบกล้วยน้ำว้า

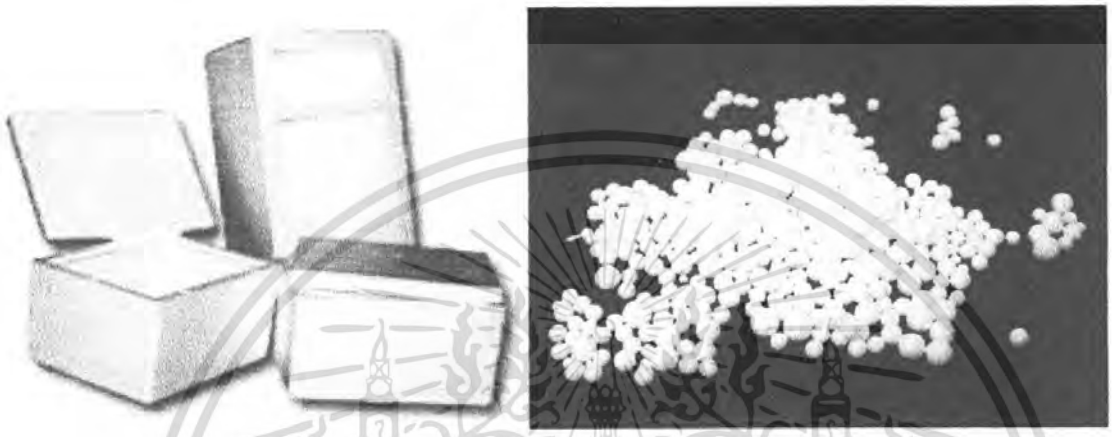
การเตรียมแบบแห้ง

- นำกาบกล้วยน้ำว้าสด มาหั่นให้เป็นท่อนตามแนวเส้นใย ขนาด 3×1 นิ้ว
- นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 50-70 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- นำมาบดด้วยเครื่องบด แล้วทำการแยกขนาดเส้นใยที่ได้ด้วยตระแกรงขนาด 20 – 50 และ 80 mesh ตามลำดับ จะได้เส้นใยที่มีลักษณะหยาบและละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.2 โฟมพอลิสไตรีน (Expanded Polystyrene Foam : EPS)

นำพอลิสไตรีนโฟมที่ใช้แล้วมาทำการบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงด้วยเครื่องบด จากนั้นจึงนำพอลิสไตรีนโฟมที่บดแล้วไปชั่งตามน้ำหนักที่ต้องการเพื่อทำการผสมกาวในขั้นตอนต่อไป



(ก) (ข)

รูปที่ 3.1 โฟมพอลิสไตรีน: (ก) โฟมพอลิสไตรีนที่ยังไม่บดย่อย (ข) โฟมพอลิสไตรีนที่บดย่อยแล้ว

3.4.2 สภาวะที่ใช้ในการผลิตแผ่นใยไม้อัด

การผลิตแผ่นใยไม้อัดประกอบด้วยขั้นตอนและวิธีการดำเนินการต่าง ๆ ดังนี้

สภาวะต่าง ๆที่กำหนดในการผลิต

ความหนาแน่น	0.3 ก./ลบ.ซม.
ความหนาของแผ่น	0.9 ซม.
ขนาดของแผ่น	30×30 ซม.^{2}
อุณหภูมิในการอัด	100°C
ระยะเวลาในการอัด	10 นาที
กาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์	15% โดยน้ำหนักของสารผสมทั้งหมด

หมายเหตุ เทียบเป็นน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักแห้งของเส้นใย

ทำซ้ำแต่เปลี่ยนความหนาแน่นเป็น 0.6 ก./ลบ.ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การผสมกาว

นำอัตราส่วนต่าง ๆ ของเส้นใยกาบกล้วยน้ำว้าและโฟมพอลิสไตรีนที่คำนวณได้ มาผสมให้เข้ากันในถังผสมแล้วค่อย ๆเทกาวฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (PF) ที่ 15% โดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักวัตถุดิบทั้งหมดทีละน้อยพร้อมกับปั่นกวนสารไปด้วยเพื่อให้กาวกระจายตัวไปบนเส้นใยกาบกล้วยน้ำว้าและโฟมพอลิสไตรีนได้อย่างสม่ำเสมอ ทำการปั่นกวนต่อเนื่องจนกว่าจะเทกาวหมดจึงจะหยุดเครื่องผสม แล้วนำไปทำการเตรียมอัดแผ่นในขั้นตอนต่อไป

3.4.4 การเตรียมอัดแผ่น

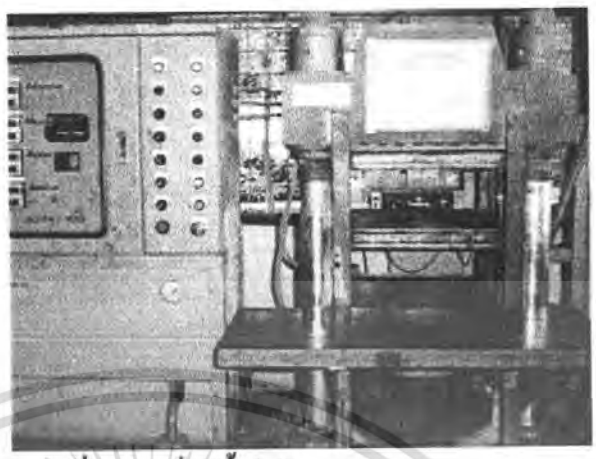
การเตรียมอัดแผ่นเป็นกรรมวิธีการโรยวัตถุดิบดังกล่าวข้างต้นที่ผสมกับสารยึดติด (กาว) แล้วมาโรยใส่ในบล็อก โดยนำแผ่นเหล็กขนาดตามที่จะทำการขึ้นรูปของแผ่นใยไม้อัดวางที่ด้านล่างสุดแล้ววางแผ่นพลาสติกรองไว้เพื่อเป็นการป้องกันกาวที่ผสมกับวัตถุดิบมาติดที่แผ่นเหล็กด้านล่างตามด้วยเหล็กบล็อกขนาด 30cm × 30cm × 0.9cm ต่อมาทำการโรยวัตถุดิบ การโรยวัตถุดิบนั้นควรโรยปริมาณทีละน้อย ๆ แต่กระจายกันทั่วบล็อก ทำการโรยวัตถุดิบจนหมดแล้ววางแผ่นพลาสติกอีก 1 แผ่นปิดบนวัตถุดิบอีกชั้นและวางแผ่นเหล็กตามอีกชั้นเป็นชั้นบนสุดแล้วทำการอัดแผ่นเหล็กลงมาเพื่อให้วัตถุดิบทั้งหมดอัดตัวกันที่ระดับหนึ่งและเป็นการไล่อากาศออกไปจากชิ้นงานด้วย แล้วจึงนำไปอัดร้อนในขั้นตอนต่อไป

3.4.5 การอัดร้อน

กระบวนการอัดร้อนเป็นกระบวนการที่สำคัญมากในกระบวนการผลิต จะเป็นการอัดร้อนแบบแท่นอัดร้อนในแนวราบ โดยที่เครื่องอัดร้อนนี้จะมีชุดเครื่องอัดไฮดรอลิกที่ใช้เป็นเครื่องอัดเพื่อทำการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัด เพื่อให้ได้ขนาดความหนาของแผ่นตามต้องการและในการอัดความร้อนนี้จะทำการควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการอัดร้อน โดยที่การอัดร้อนนี้จะใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่100°C เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงเอาออกจากเครื่องอัดร้อน นำแผ่นใยไม้อัดที่ได้ออกจากบล็อกเพื่อนำไปทดสอบสมบัติต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 เครื่องผสม



รูปที่ 3.3 เครื่องขึ้นรูป

3.4.6 การพักและการตกแต่งแผ่นใยไม้อัด

แผ่นใยไม้อัดนี้ที่นำออกจากเครื่องอัดร้อนควรนำมาพักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 7 วัน ก่อนจึงค่อยนำไปทำการทดสอบและแผ่นใยไม้อัดที่ได้อาจจะไม่มีความสม่ำเสมอกันของขอบและที่ขอบอาจจะมีการผสมกันไม่ดีระหว่างกาวและวัตถุดิบ จึงควรทำการตัดทิ้งและตกแต่งเพื่อให้ดูสวยงาม จากนั้นจึงนำไปทดสอบ สมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดกลืนเสียง

3.4.7 การเตรียมชิ้นงานทดสอบในการทดลองสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล

นำแผ่นใยไม้อัดที่ได้จากกาบกล้วยน้ำว้าผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ผลิตได้รวมทั้งหมด 10 แผ่น แต่ละแผ่นมีขนาด 300×300×9 มิลลิเมตร ไปตัดเป็นชิ้นงานทดสอบ โดยตัดชิ้นงานทดสอบด้วยใบเลื่อย ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้แต่ละคุณสมบัติ

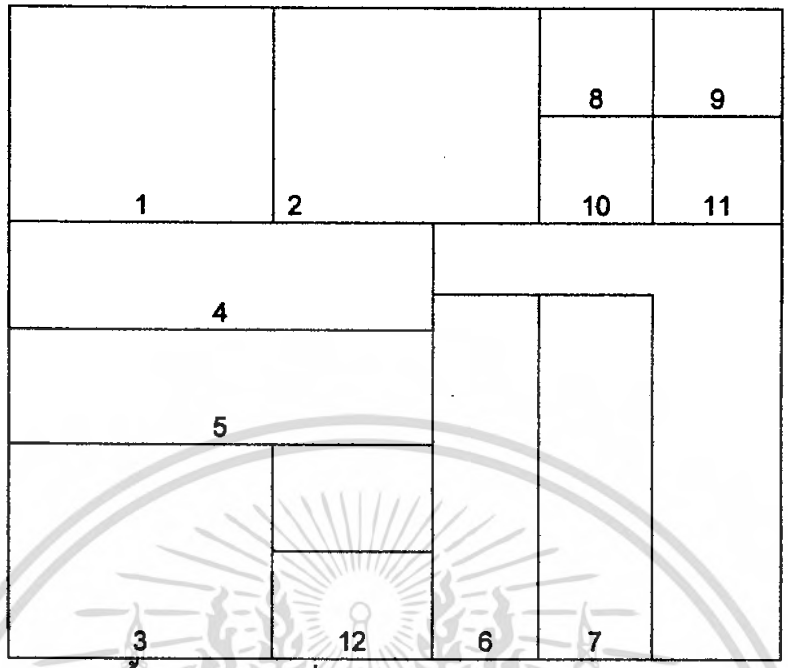
3.4.7.1 ชิ้นงานทดสอบหมายเลข 1 2 3 สำหรับทดสอบความหนาแน่น ขนาดแผ่นทดสอบ 90×90 มิลลิเมตรจำนวน 3 ชิ้น

3.4.7.2 ชิ้นงานทดสอบหมายเลข 4 5 6 7 สำหรับทดสอบหาค่าการโค้งงอสามจุดและมอดุลัสยืดหยุ่น จำนวน 4 ชิ้น ขนาดแผ่นทดสอบ 50×150 มิลลิเมตร

3.4.7.3 ชิ้นงานทดสอบหมายเลข 8 9 10 11 12 สำหรับทดสอบการดูดซึมน้ำและการพองตัว จำนวน 5 ชิ้น ขนาดแผ่นทดสอบ 50×50 มิลลิเมตร

3.4.7.4 ชิ้นงานทดสอบชิ้นใหญ่รอบนอกสำหรับทดสอบการดูดกลืนเสียง จำนวน 1 ชิ้น ขนาดแผ่นทดสอบ 300×300 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การตัดชิ้นงานทดสอบเพื่อใช้ทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกล

ตารางที่ 3.1 การตัดชิ้นงานทดสอบ

ลำดับ	รายชื่อชิ้นงานทดสอบ	ขนาด (mm.)	หมายเลขประจำชิ้น
1	ทดสอบหาความหนาแน่น	90×90	1,2,3
2	ทดสอบหาค่าการมอดุลัสแตกร้าวและมอดุลัสยืดหยุ่น	50×150	4,5,6,7
3	การดูดซึมน้ำ	50×50	8,9,10,11,12
4	การพองตัว	50×50	8,9,10,11,12
5	การดูดกลืนเสียง	300×300	-

***** การปรับสภาวะชิ้นงานทดสอบ โดยการนำชิ้นงานทดสอบทั้งหมดที่เตรียมไว้ ปล่อยไว้อยู่ในสภาวะบรรยากาศก่อนการทดสอบอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ผลการทดสอบใกล้เคียงกับสภาวะบรรยากาศในการใช้งานภายในประเทศ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การทดสอบสมบัติของชิ้นงาน

3.5.1 วิธีการทดสอบสมบัติทางกายภาพ (Physical properties tester)

3.5.1.1 ความหนาแน่นของชิ้นงาน (Density) (JIS A 5908-1994)

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งละเอียดถึง 0.1 กรัม
2. ไมโครมิเตอร์ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิกรัม
3. เวอร์เนียร์

วิธีการทดสอบ

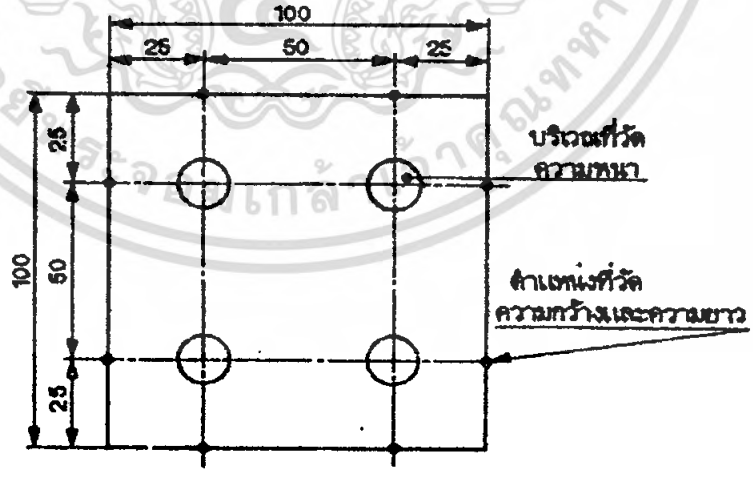
ทดสอบความหนาแน่น โดยตัดแผ่นทดสอบมาตรฐาน JIS A 5908-1994 วัดความหนาแน่นโดยนำชิ้นงานทดสอบไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอล วัดความกว้างและความยาวของชิ้นงานทดสอบขนานกับขอบแล้วหาค่าเฉลี่ย วัดความหนาของชิ้นงานทดสอบ 4 ตำแหน่ง หาค่าเฉลี่ยโดยใช้ไมโครมิเตอร์เป็นตัววัดซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน

วิธีคำนวณหาความหนาแน่น

ความหนาแน่น (g/cm^3) = m_1/V

เมื่อ m_1 = มวล (g)

V = ปริมาตร (cm^3)



รูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นทดสอบ [36]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1.2 การดูดซึมน้ำ (Water absorption) (JIS A 5908-1994)

<u>เครื่องมือ</u>

1. เครื่องชั่งละเอียดถึง 0.1 กรัม

<u>วิธีการทดสอบ</u>

ทดสอบหาจุดการดูดซึมน้ำ ตัดชิ้นงานทดสอบมาตรฐาน JIS A 5908-1994 โดยนำชิ้นงานทดสอบไปชั่งก่อนการแช่น้ำ แล้วจึงนำไปแช่น้ำในภาชนะที่บรรจุน้ำนิ่งและสะอาดที่อุณหภูมิห้องโดยวางชิ้นงานทดสอบในระนาบเดียวกับระดับผิวน้ำและขอบบนอยู่ใต้ผิวน้ำประมาณ 20 มิลลิเมตร ชิ้นงานทดสอบแต่ละชิ้นต้องวางห่างกันและต้องห่างผนังของภาชนะพอสมควร เมื่อแช่ชิ้นงานทดสอบครบ 24 ชั่วโมงแล้วจึงนำชิ้นงานทดสอบขึ้นจากน้ำและนำไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอนอีกครั้ง

<u>วิธีการคำนวณหาค่าการดูดซึมน้ำ</u>

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

เมื่อ W_1 = น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (g)

W_2 = น้ำหนักหลังแช่น้ำ (g)

3.5.1.3 การพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness Swelling)(JIS A 5908-1994)

<u>เครื่องมือ</u>

1. ไมโครมิเตอร์ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร

<u>วิธีการทดสอบ</u>

ทดสอบหาค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำ ตัดชิ้นทดสอบตามมาตรฐาน JIS A 5908-1994 วัดความหนาของชิ้นงานทดสอบทั้ง 4 มุมแล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาก่อนแช่น้ำด้วยไมโครมิเตอร์แล้วจึงนำไปแช่ในภาชนะที่บรรจุน้ำนิ่งและสะอาดที่อุณหภูมิห้อง โดยวางชิ้นงานทดสอบในระนาบเดียวกับระดับผิวและขอบบนอยู่ใต้ผิวน้ำประมาณ 20 มิลลิเมตร ชิ้นงานทดสอบแต่ละชิ้นต้องวางห่างกันและต้องห่างผนังของภาชนะพอสมควร เมื่อแช่ชิ้นงานทดสอบ 24 ชั่วโมงแล้วจึงนำชิ้นงานทดสอบขึ้นจากน้ำและนำไปวัดความหนาตามตำแหน่งเดิมหาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาหลังแช่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิธีการคำนวณหาค่าการพองตัว</u>

%การพองตัวเมื่อแช่น้ำ = $[(t_2 - t_1)/ t_1]\times 100$

เมื่อ t_1 = ความหนาก่อนแช่น้ำ (mm)

t_2 = ความหนาหลังแช่น้ำ (mm)

3.5.2 วิธีการทดสอบสมบัติเชิงกล (Mechanical properties tester)

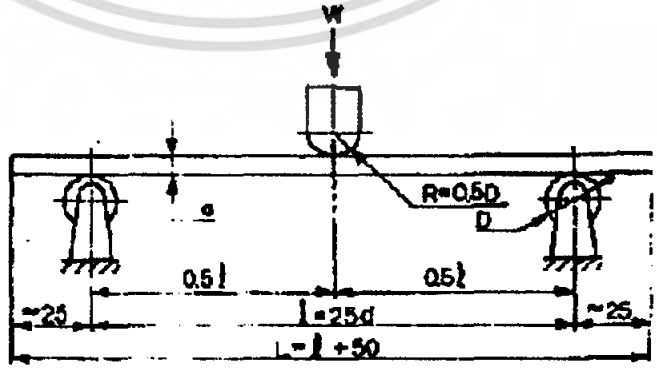
3.5.2.1 การหาค่ามอดุลัสแตกร้าวและมอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of Rupture, MOR and Modulus of Elastic, MOE) (JIS A 5908-1994)

<u>เครื่องมือ</u>

1. เครื่องกดซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 นิวตัน หรือ ร้อยละ 5 ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นงานทดสอบรับได้หัวกดต้องมีปลายส่วนที่ใช้กดเป็นครึ่งวงกลม มีความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ
2. แท่นรองรับต้องมีหน้าตัดเป็นรูปวงกลมหรือครึ่งวงกลม มีรัศมี 10 ถึง 13 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นงานทดสอบ
3. มาตราวัดการแอ่นตัว ซึ่งอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร

<u>วิธีการทดสอบ</u>

ทดสอบหามอดุลัสแตกร้าวและมอดุลัสยืดหยุ่นตัดแผ่นทดสอบตามมาตรฐาน JIS A 5908-1994 วางชิ้นงานทดสอบลงบนแท่นรองรับ ซึ่งมีระยะห่าง 15 เท่าของความหนาของชิ้นงานทดสอบ ให้ปลายชิ้นงานทดสอบยื่นออกไปจากแท่นรองรับประมาณข้างละ 25 มิลลิเมตร เท่า ๆ กันให้แรงกดลงบนจุดกึ่งกลางของชิ้นงานทดสอบ โดยให้แรงกดลงบนจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยอัตราแรงกดอย่างสม่ำเสมอประมาณ 10 mm/min แรงที่ใช้กดสูงสุด = P



รูปที่ 3.6 การทดสอบหามอดุลัสแตกร้าวและมอดุลัสยืดหยุ่น [36]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวณหาค่ามอดุลัสแตกร้าว

$$MOR\ (N/mm^2) = 3PL/2bt^2$$

เมื่อ MOR = มอดุลัสแตกร้าว เป็นเมกะพาสคัล

P = แรงกดสูงสุดที่ชิ้นงานทดสอบรับได้ เป็นนิวตัน

L = ระยะห่างของแท่นรองรับ เป็นมิลลิเมตร

b = ความกว้างของชิ้นงานทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

t = ความหนาเฉลี่ยของชิ้นงานทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

วิธีคำนวณหาค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

$$MOE = L^3 \Delta w/4bt^3 \Delta S$$

เมื่อ MOE = มอดุลัสยืดหยุ่น เป็นเมกะพาสคัล

L = ระยะห่างของแท่นรองรับ เป็นมิลลิเมตร

Δw = แรงกดที่กระทำเพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นนิวตัน

ΔS = ระยะแอ่นตัวของชิ้นงานเพิ่มขึ้นในช่วงเส้นกราฟเป็นเส้นตรง เป็นมิลลิเมตร

b = ความกว้างของชิ้นงานทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

t = ความหนาเฉลี่ยของชิ้นงานทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

3.5.3 วิธีการทดสอบสมบัติการดูดกลืนเสียง (Sound absorption properties test)

เครื่องมือ

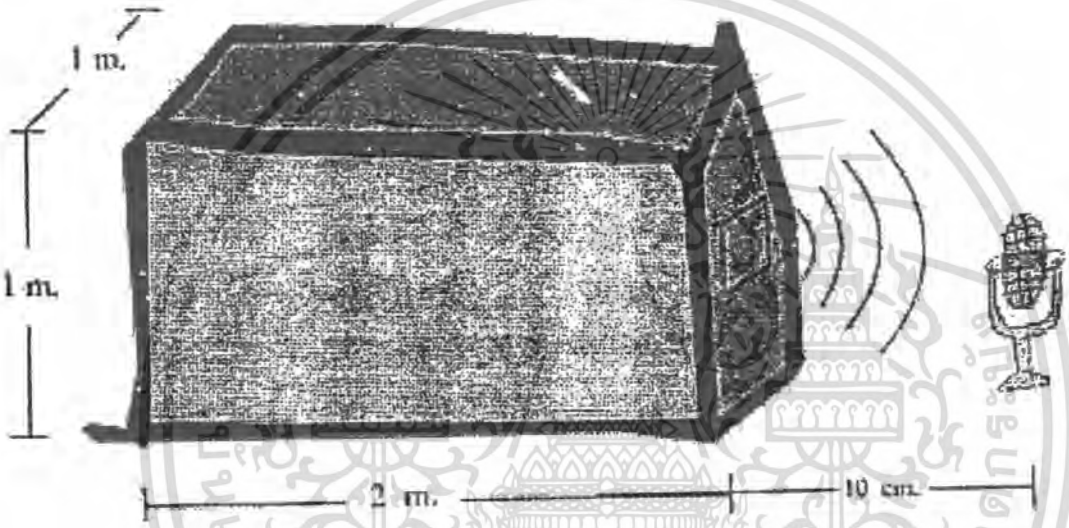
1. เครื่องมือวัดระดับความดังเสียง
2. เครื่องกำเนิดเสียงที่สามารถปรับความถี่ได้
3. กล่องเก็บเสียงขนาด $1\times1\times2\ m^3$

วิธีการทดสอบ

1. วางเครื่องกำเนิดเสียงภายในกล่องเก็บเสียงที่มีช่องเปิดเพียงทางเดียวให้เสียงผ่านออกมาได้
2. วางเครื่องวัดระดับความดังเสียงห่างจากช่องเปิดให้เสียงผ่านเป็นระยะ 10 เซนติเมตร
3. ทำการวัดระดับความดังเสียงที่ความถี่ 250 Hz โดยไม่มีวัสดุใดปิดกั้นทางเดินเสียง จากนั้นทำการจดบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำแผ่นไม้อัดวางกั้นทางเดินเสียงที่ช่องเปิดของกล่องเก็บเสียง
5. ทำการอ่านค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดระดับความดังเสียงที่ระยะ 10 เซนติเมตร จดบันทึกผล
6. ทำซ้ำจากข้อ 2-5 แต่เปลี่ยนความถี่ของเครื่องกำเนิดเสียงเป็น 250 500 1000 2000 และ4000 Hz ตามลำดับ



รูปที่ 3.7 แสดงการจัดวางเครื่องกำเนิดเสียง เครื่องวัดระดับความดังเสียงและผ่านชิ้นงานทดสอบ

วิธีการคำนวณสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง (Absorption Coefficient; α)

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

วิธีการคำนวณเปอร์เซ็นต์การดูดกลืนเสียง

$$\% \text{ การดูดกลืนเสียง} = \text{Absorption Coefficient X } 100$$

วิธีการคำนวณสัมประสิทธิ์การลดระดับความดังเสียง (NRC)

$$NRC = (\alpha 250 + \alpha 500 + \alpha 1000 + \alpha 2000 + \alpha 4000)/5$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1. การศึกษาผลของอัตราส่วนปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว และผลของความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของแผ่นใยไม้อัด

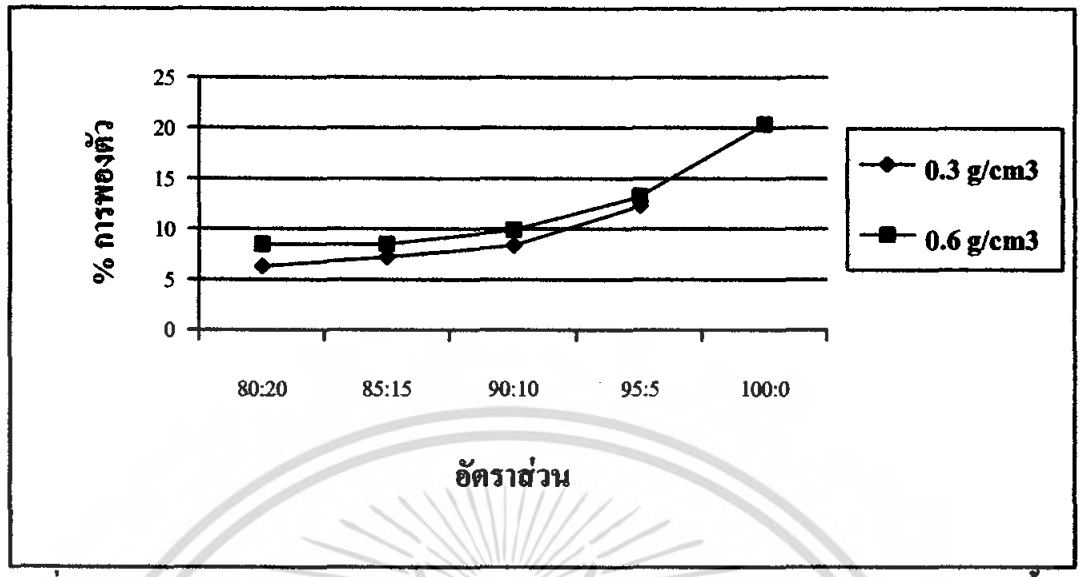
เตรียมแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 จากเส้นใยกล้วยน้ำว้าชนิดละเอียดที่ผ่านการคัดขนาด ประมาณ 20 – 35 เมส ผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วในอัตราส่วน 80:20 , 85:15 , 90:10 , 95:5 และ 100:0 โดยใช้ปริมาณกาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% ของน้ำหนักทั้งหมด จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ แต่แผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 อัตราส่วน 100:0 นั้นไม่สามารถนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพได้ เนื่องจากความสามารถในการยึดติดของแผ่นใยไม้อัดไม่ดีพอที่จะตัด ตกแต่งเพื่อการทดสอบสมบัติดังกล่าว ดังนั้น จะไม่มีข้อมูลผลการทดลองการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 ที่อัตราส่วน 100:0

4.1.1. การพองตัว

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการพองตัวและการดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัด ความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 หลังจากการแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เส้นใย : โฟม	การพองตัว (%) ของแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น		การดูดซึมน้ำ (%) ของแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น	
	0.3 g/cm^3	0.6 g/cm^3	0.3 g/cm^3	0.6 g/cm^3
80:20	6.31 ± 1.58	8.46 ± 1.38	123.07± 16.11	61.55 ± 8.68
85:15	7.22 ± 3.50	8.51 ± 1.31	124.59 ± 14.69	66.66 ± 10.44
90:10	8.37 ± 1.33	9.90 ± 1.47	143.18 ± 8.38	68.26 ± 9.78
95:5	12.33 ± 1.30	13.27 ± 2.18	174. 05 ± 25.39	70.70 ± 6.29
100:0	-	20.37 ± 3.14	-	90.87 ± 13.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



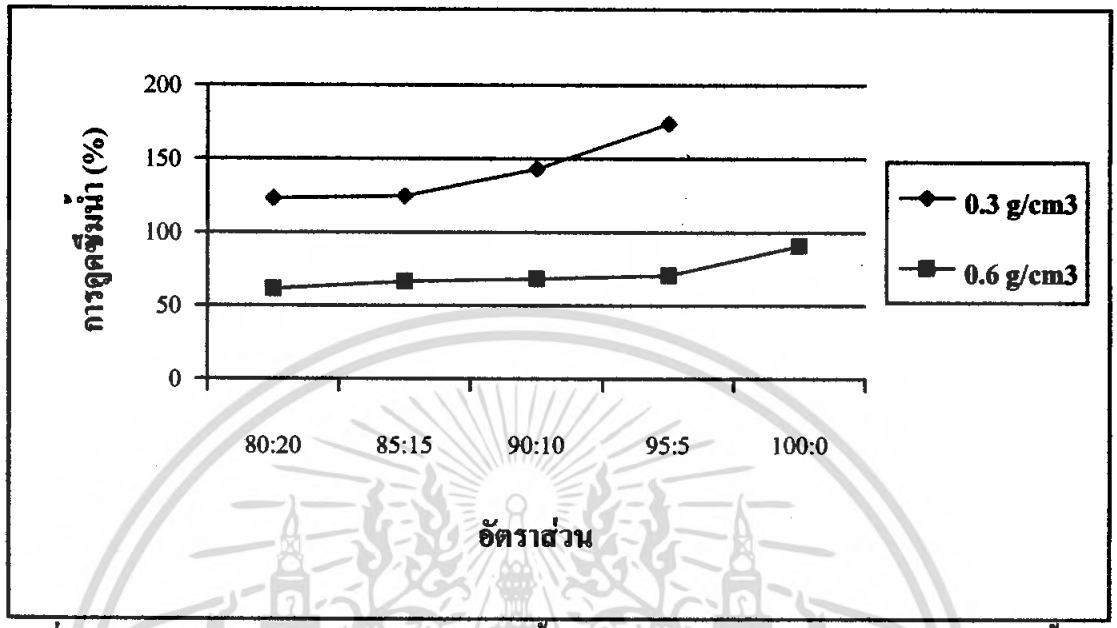
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการพองตัว(%) กับอัตราส่วนปริมาณของเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด

จากรูปที่ 4.1 พบว่า เมื่อปริมาณของเส้นใยกล้วยน้ำว้าเพิ่มขึ้น หรืออัตราส่วนของเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อโฟมพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้น ค่าการพองตัวมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นทั้งสองความหนาแน่น ที่เป็นเช่นนี้ เพราะว่าในเส้นใยกล้วยน้ำว้า หรือ เส้นใยธรรมชาติทั่วไปจะมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก โดยโครงสร้างเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิลซึ่งเป็นหมู่ที่สร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ดี ทำให้เส้นใยกล้วยน้ำว้าสามารถดูดซึมน้ำได้ดี ทำให้เกิดการพองตัวขึ้น สำหรับโฟมพอลิสไตรีน จะมีสมบัติโดยทั่วไป คือการดูดซึมน้ำได้ต่ำ เนื่องจากโครงสร้างหลักเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และยังเป็นโฟมแบบเซลล์ปิด ทำให้โฟมพอลิสไตรีนไม่มีบทบาทในการดูดซึมน้ำ ดังนั้น เมื่อเพิ่มอัตราส่วนปริมาณของเส้นใยกล้วยน้ำว้า หรือ ลดอัตราส่วนปริมาณโฟมพอลิสไตรีน จะทำให้การพองตัวของแผ่นใยไม้อัดสูงขึ้นได้เมื่อทำการแช่น้ำ

เมื่อพิจารณาการพองตัวของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 จะเห็นว่า แผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.6 g/cm^3 มีการพองตัวที่สูงกว่าแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 เล็กน้อย เนื่องมาจากปริมาตรของแผ่นใยไม้อัดมีค่าเท่ากัน แต่ความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดเพิ่มขึ้น น้ำหนักของเส้นใยกล้วยน้ำว้าที่ใช้ในการผลิตจึงต้องเพิ่มมากขึ้น การพองตัวจึงมีมากขึ้นและมากกว่าแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 จากการทดลอง จะเห็นว่าการพองตัวของแผ่นใยไม้อัดขึ้นกับปริมาณของเส้นใยมากกว่าช่องว่างระหว่างเส้นใยและช่องว่างระหว่างเส้นใยกับโฟมของแผ่นใยไม้อัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2. การดูดซึมน้ำ



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดซึมน้ำ(%) กับอัตราส่วนปริมาณของเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด

จากรูป 4.2 พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าเพิ่มขึ้น หรือ อัตราส่วนของเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อโฟมพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งสองความหนาแน่น ทั้งนี้เนื่องมาจาก เส้นใยกล้วยน้ำว้ามีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก เมื่อเส้นใยกล้วยน้ำว้ามีปริมาณมากขึ้น หมู่ไฮดรอกซิลในโครงสร้างเซลลูโลสซึ่งเป็นหมู่ที่สร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำมีปริมาณมากขึ้น ดังนั้น เมื่อปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าเพิ่มขึ้น การดูดซึมน้ำก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับการพองตัว

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 พบว่า แผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 มีค่าการดูดซึมน้ำสูงกว่าแผ่นใยไม้อัด 0.6 g/cm^3 เนื่องจากแผ่นใยไม้อัด 0.6 g/cm^3 มีการอัดตัวของเส้นใยแน่นกว่า จำนวนช่องว่างระหว่างเส้นใยและระหว่างเส้นใยกับโฟมภายในแผ่นใยไม้อัดมีน้อยกว่า การแทรกตัวของน้ำเข้าไปในแผ่นใยไม้อัดทำได้ยาก ค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น 0.6 g/cm^3 จึงมีค่าน้อยกว่าแผ่นใยไม้อัด 0.3 g/cm^3

จากการทดลอง จะเห็นว่า การดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดขึ้นกับช่องว่างระหว่างเส้นใยและระหว่างเส้นใยกับโฟมมากกว่าปริมาณของเส้นใยในแผ่นใยไม้อัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

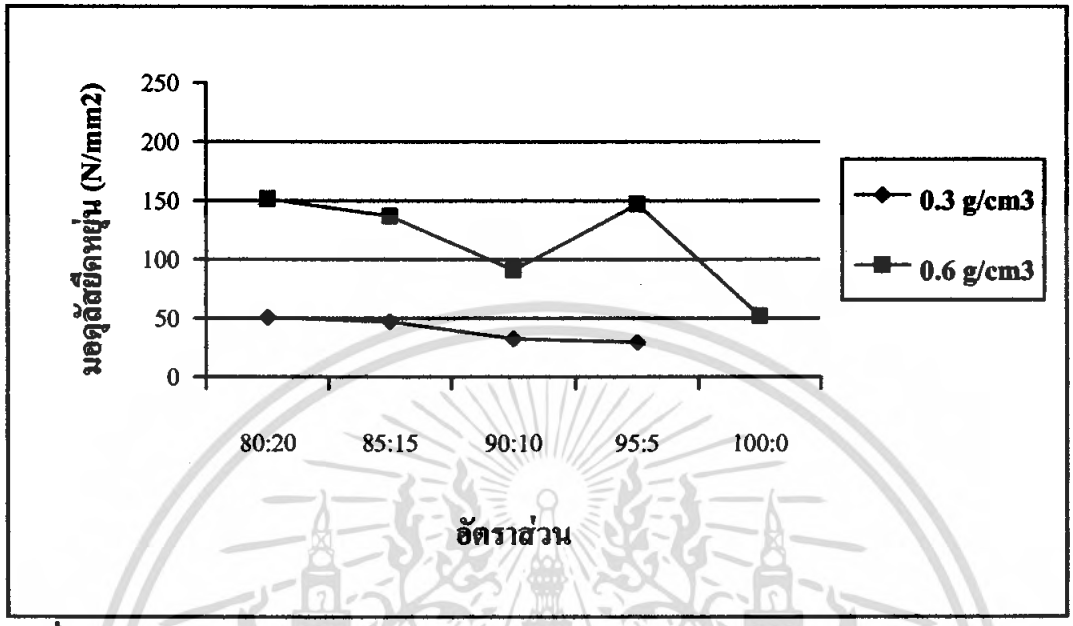
4.2. การศึกษาผลของอัตราส่วนปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว และผลของความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดที่มีต่อสมบัติเชิงกลของแผ่นใยไม้อัด

ตารางที่ 4.2 ค่าการทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 และ 0.6 g/cm^3

เส้นใย : โฟม	มอดุลัสยืดหยุ่น ,MOE (N/mm^2) ของแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น		มอดุลัสแตกร้าว ,MOR (N/mm^2) ของแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น	
	0.3 g/cm^3	0.6 g/cm^3	0.3 g/cm^3	0.6 g/cm^3
80:20	50.68 ± 15.30	151.53 ± 25.54	0.67 ± 0.24	2.78 ± 0.50
85:15	47.20 ± 14.75	137.02 ± 31.12	0.86 ± 0.26	3.09 ± 0.21
90:10	32.40 ± 9.98	91.15 ± 18.95	0.43 ± 0.03	2.27 ± 0.42
95:5	29.41 ± 7.51	147.13 ± 7.40	0.37 ± 0.03	2.32 ± 0.56
100:0	-	51.96 ± 8.42	-	1.04 ± 0.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1. มอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (N/mm^2) กับอัตราส่วนของปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว ของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด

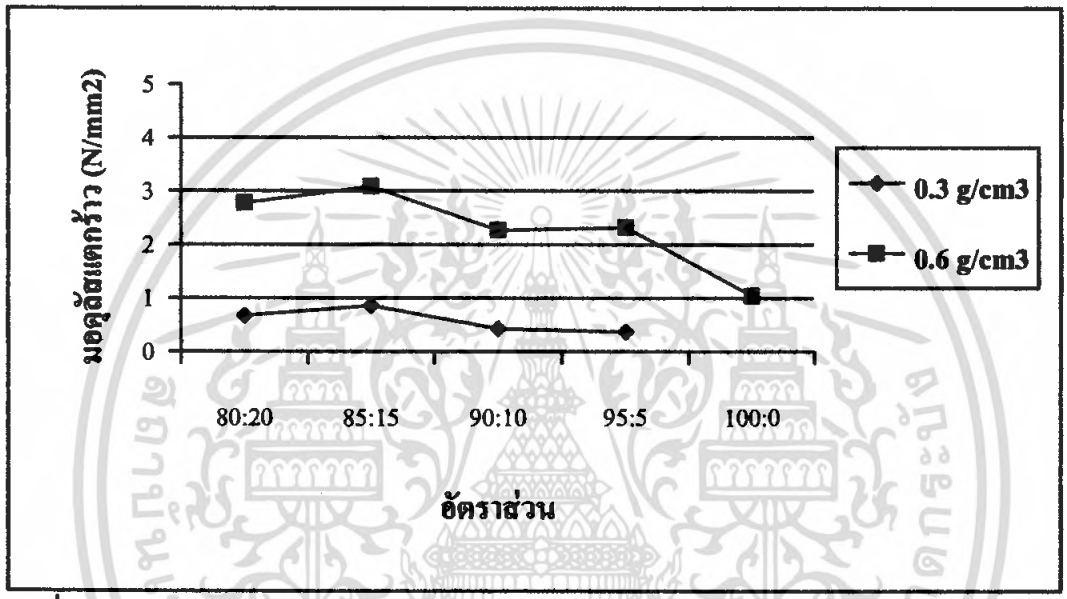
จากรูปที่ 4.3 พบว่า เมื่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนลดลง หรืออัตราส่วนของเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้น มอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดจะลดลงทั้งสองความหนาแน่น เนื่องมาจากสมบัติทั่วไปของโฟมพอลิสไตรีนจะมีความยืดหยุ่น ทนต่อการรับแรงกระแทกได้ดี เมื่อนำไปผสมกับเส้นใยเพื่อทำแผ่นใยไม้อัด โฟมพอลิสไตรีนจะเข้าไปแทรกตัวระหว่างเส้นใย ทำให้เส้นใยไม่เกาะติดกันเป็นกลุ่มและช่วยในการกระจายตัวของกาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ได้ดียิ่งขึ้น [33] เมื่อปั่นกวนจะเกิดจากการเสียดสี ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตในถังผสม โฟมพอลิสไตรีนกระจายตัวในแผ่นใยไม้อัดและเป็นการกระจายความยืดหยุ่นให้แก่โครงสร้าง ทำให้สามารถรับแรงกดอัดและกระจายแรงได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นอัตราส่วน 80:20 ซึ่งมีปริมาณโฟมพอลิสไตรีนมากที่สุด จึงมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงที่สุด และอัตราส่วน 100:0 ซึ่งไม่มีปริมาณโฟมพอลิสไตรีนในแผ่นใยไม้อัดมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นต่ำสุด แสดงให้เห็นว่า โฟมพอลิสไตรีนมีบทบาทในการช่วยให้แผ่นใยไม้อัดรับแรงกดอัดได้ดีและช่วยเพิ่มค่ามอดุลัสให้แก่แผ่นใยไม้อัดด้วย

เมื่อพิจารณามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 และ 0.6 g/cm^3 พบว่า แผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.6 g/cm^3 จะมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงกว่าแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 เนื่องจากแผ่นใยไม้อัด 0.6 g/cm^3 มีค่าความหนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงกว่า ปริมาณเนื้อโฟมมีมากกว่า อีกทั้งเส้นใยกล้วยน้ำว้าและโฟมพอลิสไตรีนจะอยู่ใกล้ชิดกันมาก ประสิทธิภาพของกาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์จะมีมากขึ้น การยึดติดกันในโครงสร้างของแผ่นใยไม้อัดมีมากขึ้น ทำให้ชิ้นงานสามารถรับแรงได้มากยิ่งขึ้น

4.2.2. มอดุลัสแตกร้าว (Modulus of Rupture)



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามอดุลัสแตกร้าว(N/mm^2) กับอัตราส่วนของปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มี ความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด

จากรูปที่ 4.4 พบว่า เมื่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนลดลง หรืออัตราส่วนปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้น ค่ามอดุลัสแตกร้าวของแผ่นใยไม้อัดจะลดลงทั้งสองความหนาแน่น เนื่องจากปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่มากขึ้นจะสามารถทำให้เส้นใยกระจายตัวได้ดี ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ทำให้เพิ่มความยืดหยุ่นให้แก่โครงสร้าง ทำให้เกิดการแตกหักเสียสภาพยากขึ้น นอกจากนี้เนื่องจากอุณหภูมิการขึ้นรูปของแผ่นใยไม้อัดมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับจุดหลอมเหลวของโฟมพอลิสไตรีน ซึ่งโฟมพอลิสไตรีนบางส่วนอาจเกิดการหลอมได้ แล้วเกิดเป็นตัวเชื่อมให้เส้นใยยึดติดกันได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย ดังนั้น ค่ามอดุลัสแตกร้าวจึงมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณโฟมลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณามอดุลัสแตกร้าวของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6g/cm^3 พบว่า แผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.6 g/cm^3 จะมีค่ามอดุลัสแตกร้าวสูงกว่า แผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 เนื่องจากมีความหนาแน่นมากกว่า มีเนื้อสารอัดกันแน่นกว่า จึงสามารถรับแรงได้ดีกว่า

4.3. การศึกษาผลของอัตราส่วนปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว และผลของความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดที่มีต่อสมบัติการดูดกลืนเสียงของแผ่นใยไม้อัด

ตารางที่ 4.3 ค่าการดูดกลืนเสียง (%) ของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 ที่ระดับความถี่ 250, 500, 1000, 2000 และ 4000 เฮิร์ต

ความหนาแน่น (g/cm^3)	ความถี่ (Hz)	อัตราส่วน				
		80:20	85:15	90:10	95:5	100:0
0.3	250	2.16	3.86	4.64	5.50	2.29
	500	2.71	4.87	5.44	10.09	7.32
	1000	4.75	10.51	12.97	12.31	10.09
	2000	14.61	18.01	14.89	18.94	11.65
	4000	23.72	19.26	22.06	23.14	19.17
0.6	250	2.93	2.02	2.58	5.34	0.51
	500	7.00	7.40	7.71	7.38	0.80
	1000	9.20	7.94	8.18	7.20	2.12
	2000	19.56	16.30	12.27	18.19	6.90
	4000	25.27	24.53	25.58	27.07	19.92

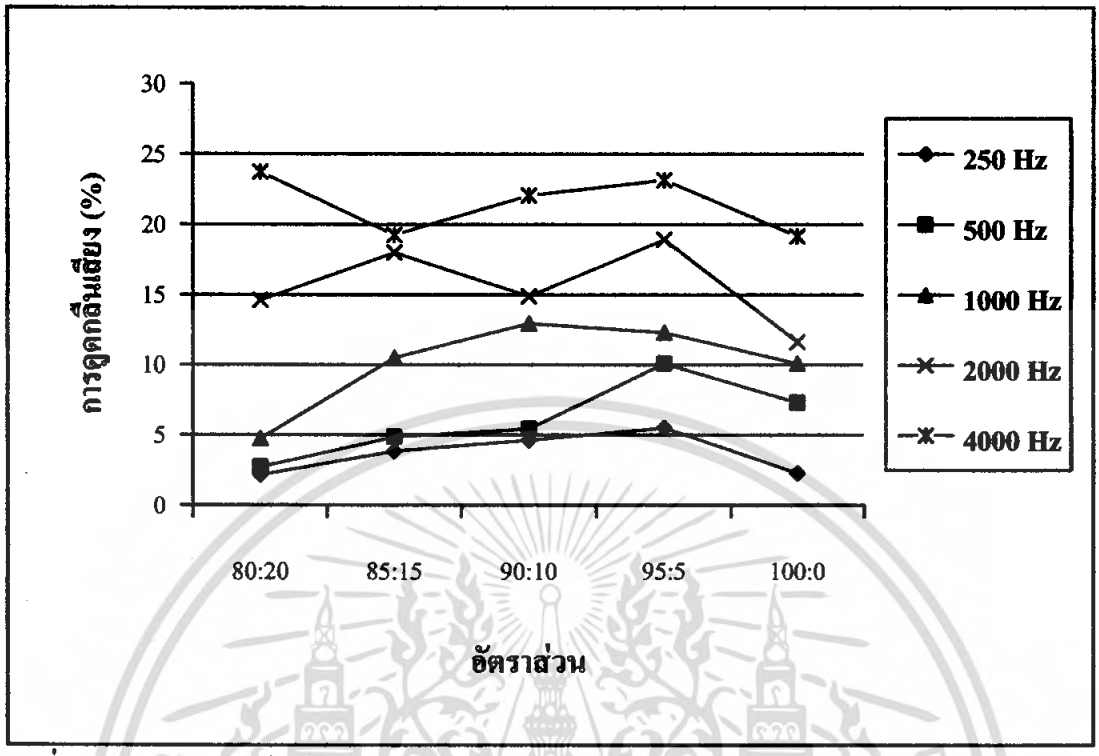
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง (Absorption Coefficient; α) และค่า NRC (Noise Reduction Coefficient) ของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 ที่ระดับความถี่ 250, 500, 1000, 2000 และ 4000 เฮิร์ต

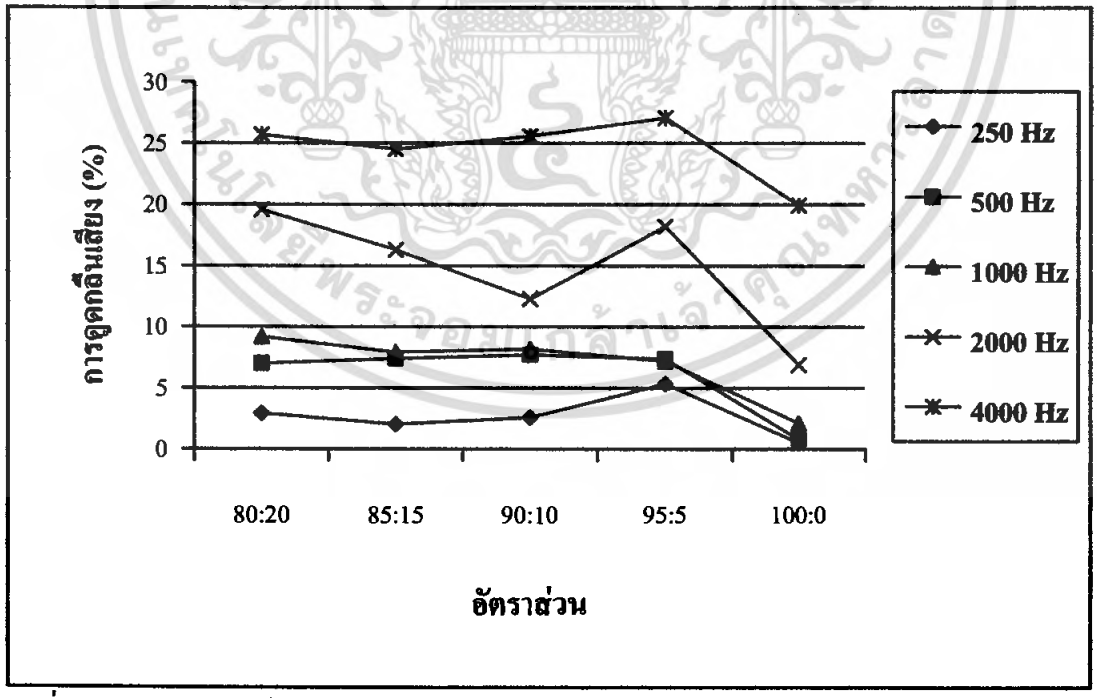
ความหนาแน่น (g/cm^3)	ความถี่ (Hz)	อัตราส่วน				
		80:20	85:15	90:10	95:5	100:0
0.3	250	0.02	0.04	0.05	0.06	0.02
	500	0.03	0.05	0.05	0.10	0.07
	1000	0.05	0.11	0.13	0.12	0.10
	2000	0.15	0.18	0.15	0.19	0.12
	4000	0.24	0.19	0.22	0.23	0.19
	NRC	0.10	0.11	0.12	0.14	0.10
0.6	250	0.03	0.02	0.03	0.05	0.01
	500	0.07	0.07	0.08	0.07	0.01
	1000	0.09	0.08	0.08	0.07	0.02
	2000	0.20	0.16	0.12	0.18	0.07
	4000	0.25	0.25	0.26	0.27	0.19
	NRC	0.13	0.12	0.11	0.13	0.06

เปรียบเทียบค่าการดูดกลืนเสียงที่ระดับความดันเสียง 250, 500, 1000, 2000 และ 4000 เฮิร์ตของแผ่นใยไม้อัด ที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 ที่อัตราส่วนของปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

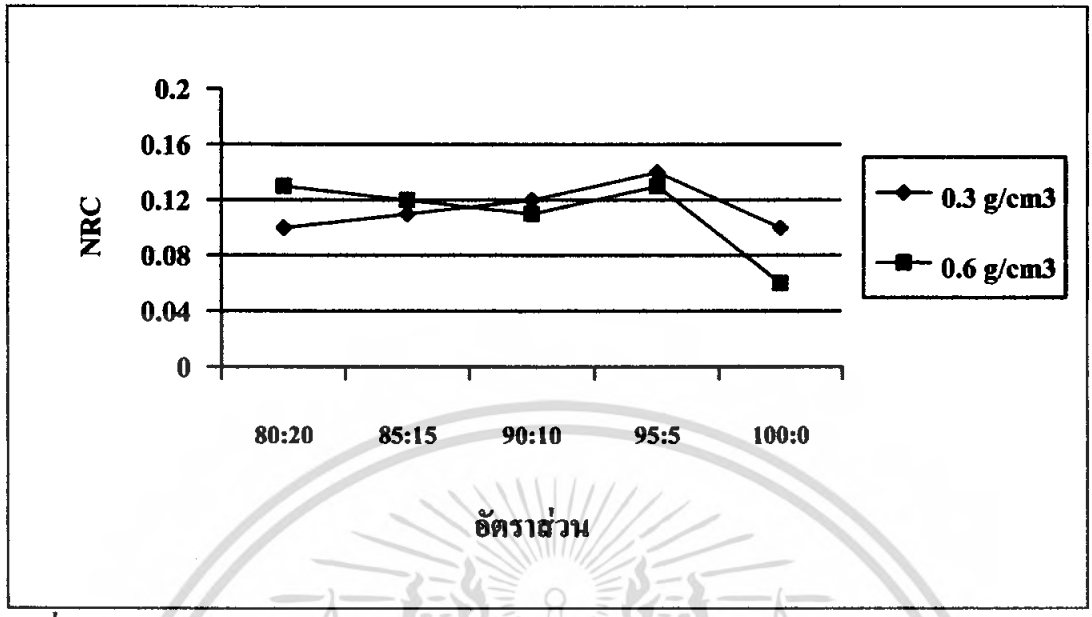


รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนเสียง (%) กับอัตราส่วนของปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนเสียง (%) กับอัตราส่วนของปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า NRC (Noise Reduction Coefficient) กับอัตราส่วนของปริมาณเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด

จากรูปที่ 4.5 และ 4.6 พิจารณาที่ความหนาแน่นเดียวกัน พบว่า เมื่อความถี่เพิ่มขึ้น แผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยกล้วยน้ำว้าผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว จะสามารถดูดกลืนเสียงได้มากขึ้น และพบว่า เมื่ออัตราส่วนของเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อโฟมพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้น หรือปริมาณโฟมพอลิสไตรีนลดลง แผ่นใยไม้อัดมีแนวโน้มที่มีความสามารถในการดูดกลืนเสียงได้มากขึ้น ซึ่งต่างจากที่เคยทำการทดลองมา แต่เมื่อพิจารณาแผ่นใยไม้อัดไม่มีโฟมพอลิสไตรีนผสมอยู่ พบว่า ความสามารถในการดูดกลืนเสียงจะต่ำกว่าที่มีโฟม เนื่องจากโฟมพอลิสไตรีนที่เติมลงไปนั้น จะช่วยเพิ่มช่องว่างในแผ่นใยไม้อัดมากขึ้น ทำให้ถูกดูดกลืนเสียงได้มากขึ้น และเป็นเช่นนี้ทั้งสองความหนาแน่น สำหรับอัตราส่วนที่ดูดกลืนเสียงได้ดีที่สุด คือ 95 : 5 เนื่องจากมีค่า NRC มากที่สุด ดังรูปที่ 4.7

จากการทดลอง พบว่า ความสามารถในการดูดกลืนเสียงของแผ่นใยไม้อัดจะขึ้นกับระดับความถี่ที่ใช้และอัตราส่วนของเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อโฟมพอลิสไตรีน นั่นคือ เมื่อระดับความถี่และอัตราส่วนของเส้นใยกล้วยน้ำว้าต่อโฟมพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้น ความสามารถในการดูดกลืนเสียงจะเพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด คือ 95:5 และแผ่นใยไม้อัดที่มีโฟมพอลิสไตรีนผสมอยู่ จะมีความสามารถในการดูดกลืนเสียงดีกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีโฟมผสม

เมื่อพิจารณาที่ความหนาแน่นแตกต่างกันในแต่ละความถี่ พบว่า แผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 จะมีความสามารถในการดูดกลืนเสียงได้ดีกว่า 0.6 g/cm^3 เนื่องจากมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องว่างระหว่างเส้นใยกับเส้นใย และเส้นใยกับโฟมพอลิสไตรีนมากกว่า ความสามารถในการดูดกลืนเสียงจึงมากกว่า เพราะปริมาณเส้นใยและโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้ในการเตรียมแผ่นใยไม้อัดมีปริมาณน้อยกว่า เมื่อทำการอัดขึ้นรูปก็จะไม่แน่นมาก จึงดูดกลืนเสียงได้มากกว่า

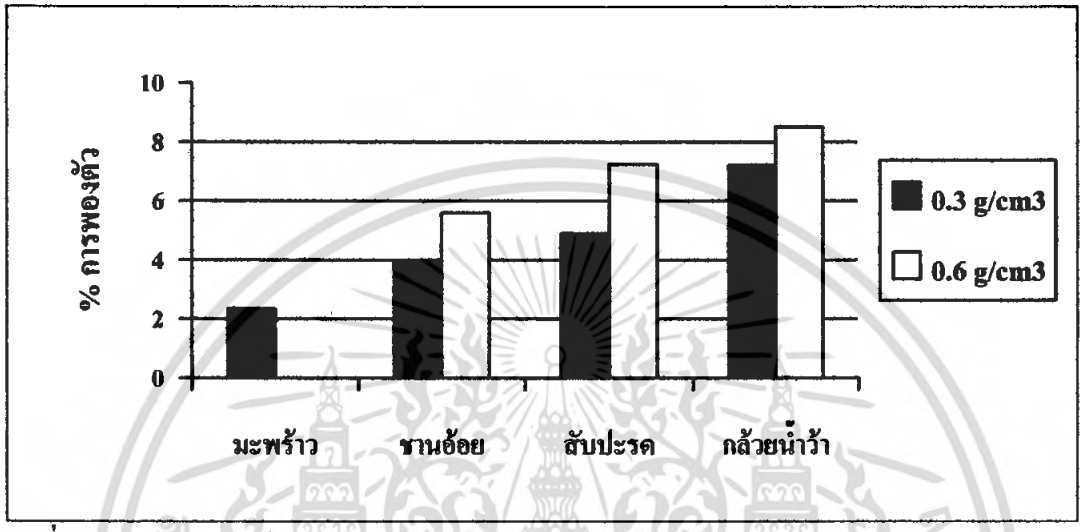
4.4 เปรียบเทียบอิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อแผ่นใยไม้อัดที่อัตราส่วนของปริมาณเส้นใยต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว 85:15 ที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3

ตารางที่ 4.5 แสดงค่ามอดุลัสยืดหยุ่น มอดุลัสแตกร้าว และค่าการพองตัวของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ผสมกับพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว ที่อัตราส่วนเส้นใยธรรมชาติต่อโฟมพอลิสไตรีน 85:15 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด ที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3

ความหนาแน่น (g/cm^3)	ชนิดของเส้นใยธรรมชาติ	% การพองตัว	% การดูดซึมน้ำ	มอดุลัสยืดหยุ่น (N/mm^2)	มอดุลัสแตกร้าว (N/mm^2)
0.3	เส้นใยมะพร้าว	2.34	127.64	157.46	2.94
	เส้นใยชานอ้อย	4.00	141.90	137.25	1.84
	เส้นใยสับปะรด	4.90	91.83	69.09	1.03
	เส้นใยกล้วยน้ำว้า	7.22	124.59	47.20	0.86
0.6	เส้นใยมะพร้าว	ND	ND	ND	ND
	เส้นใยชานอ้อย	5.60	48.0	633.05	9.70
	เส้นใยสับปะรด	7.25	59.77	287.19	3.94
	เส้นใยกล้วยน้ำว้า	8.51	66.66	137.02	3.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1. อิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ที่อัตราส่วนของปริมาณเส้นใยธรรมชาติต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว 85:15 ที่มีผลต่อการพองตัวของแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3



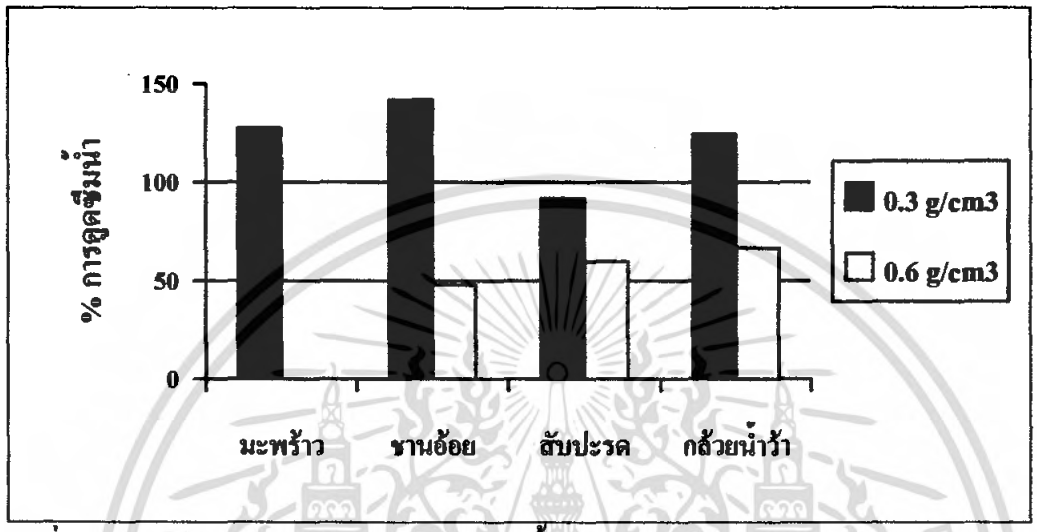
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง %การพองตัวกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15%

จากรูปที่ 4.8 พบว่า เส้นใยกล้วยน้ำว้ามีเปอร์เซ็นต์การบวมตัวมากที่สุด และมีแนวโน้มเช่นนี้ทั้งสองความหนาแน่น เนื่องจากเส้นใยกล้วยน้ำว้ามีปริมาณเซลลูโลสมากกว่าเส้นใยมะพร้าว เส้นใยชานอ้อย และเส้นใยสับปะรด ดังตารางที่ 2.3 (บทที่ 2 หน้า 20) เพราะเซลลูโลสมีหมู่ไฮดรอกซิล ซึ่งเป็นหมู่ที่สร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ดี เมื่อปริมาณเซลลูโลสมีมากขึ้น ความสามารถในการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้น อีกทั้งโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยกล้วยน้ำว้ามีส่วนอสัญฐานมากด้วย แสดงให้เห็นว่า เปอร์เซ็นต์การบวมตัวของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยธรรมชาติผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว จะขึ้นกับปริมาณเซลลูโลสที่เป็นองค์ประกอบหลักของเส้นใยธรรมชาติ และปริมาณส่วนอสัญฐานของเส้นใยในแต่ละชนิด

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่า เส้นใยมะพร้าวมีความสามรถในการดูดซึมน้ำได้ต่ำสุด เพราะเส้นใยมะพร้าวมีปริมาณลิกนินมากที่สุด ดังตารางที่ 3 (บทที่ 2 หน้า 20) ซึ่งเป็นผลดีในการนำไปประยุกต์ใช้งานในสภาวะที่ต้องเผชิญกับความชื้น เพราะชิ้นงานจะพองตัวได้น้อย เกิดการเสียรูปได้ยาก สำหรับเส้นใยกล้วยน้ำว้า จะไม่เหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานที่ต้องทนต่อสภาวะความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2. อิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ที่อัตราส่วนของปริมาณเส้นใยธรรมชาติต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว 85:15 ที่มีผลต่อการดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง %การดูดซึมน้ำกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15%

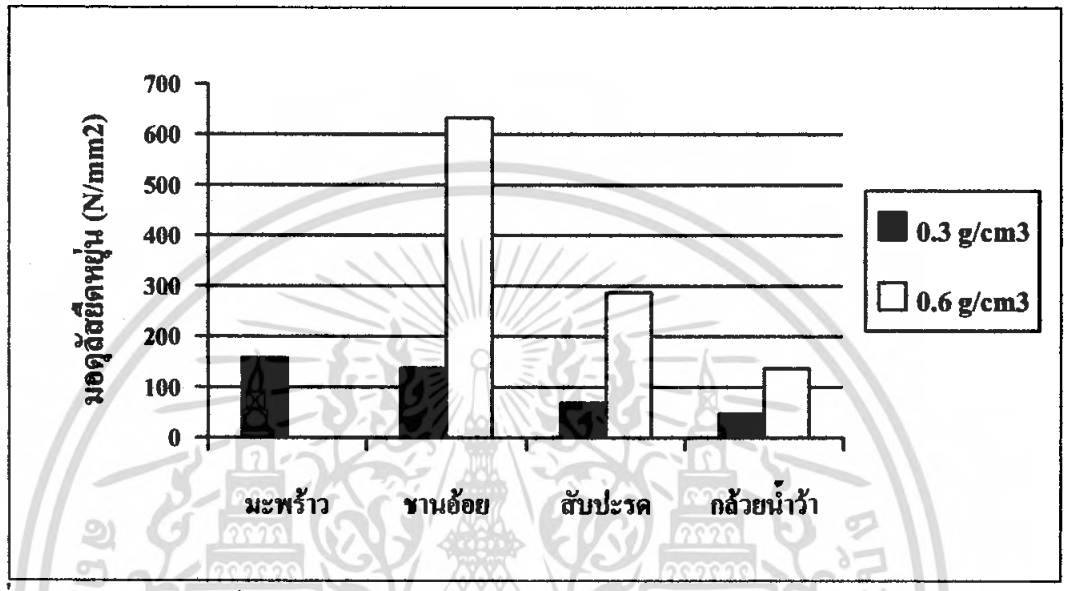
จากรูปที่ 4.9 เมื่อพิจารณาที่ความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 พบว่า เส้นใยชานอ้อยมีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำมากที่สุด เนื่องจากเส้นใยชานอ้อย มีลักษณะแบน กว้าง ทำให้มีพื้นผิวในการดูดซึมน้ำได้มาก และทำให้มีช่องว่างในแผ่นใยไม้อัดมาก อีกทั้งมีปริมาณเซลลูโลสซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในเส้นใยธรรมชาติค่อนข้างมาก จึงทำให้เส้นใยชานอ้อยมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ดีที่สุด

เมื่อพิจารณาที่ความหนาแน่น 0.6 g/cm^3 พบว่า เส้นใยกล้วยน้ำว้ามีเปอร์เซ็นต์ในการดูดซึมน้ำมากที่สุด เนื่องจากเส้นใยกล้วยน้ำว้ามีปริมาณเซลลูโลสในเส้นใยอยู่จำนวนมาก ทำให้มีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้เป็นอย่างดี จะเห็นว่า ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยธรรมชาติผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว จะขึ้นกับรูปร่าง ลักษณะของเส้นใยซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณช่องว่างในแผ่นใยไม้อัด และขึ้นกับปริมาณเซลลูโลสที่เป็นองค์ประกอบหลักของเส้นใยธรรมชาติ

การดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดยังขึ้นอยู่กับช่องว่างระหว่างเส้นใยกับเส้นใยและเส้นใยกับโฟมพอลสไตรีนอีกด้วย พบว่า ที่ความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 ซึ่งมีช่องว่างมาก ดูดซึมน้ำได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3. อิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ที่อัตราส่วนของปริมาณเส้นใยธรรมชาติต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว 85:15 ที่มีผลต่อมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3



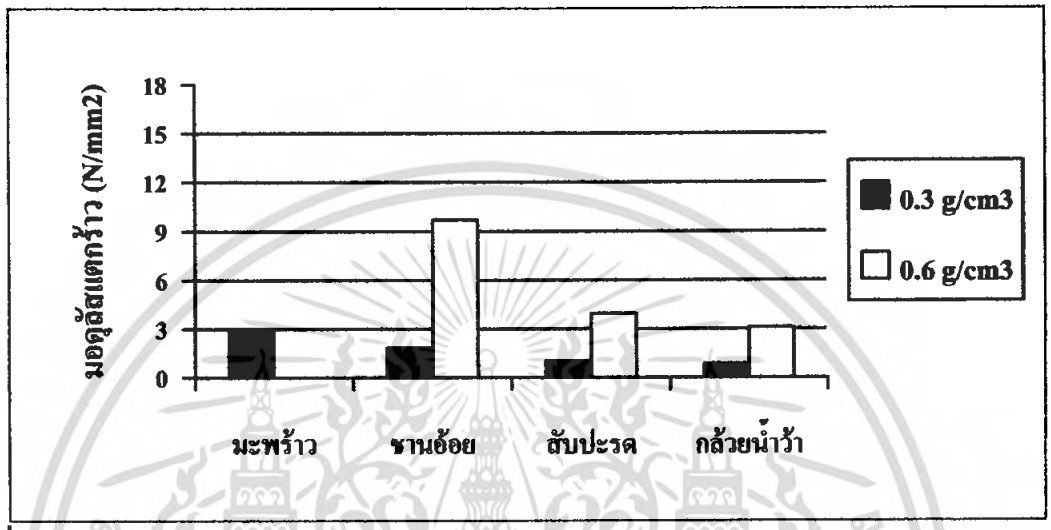
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง มอดุลัสยืดหยุ่นกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15%

จากรูปที่ 4.10 พบว่า เส้นใยมะพร้าวมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นมากที่สุด และเส้นใยกล้วยน้ำว้ามีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นน้อยที่สุด ซึ่งมีแนวโน้มเช่นนี้ทั้งสองความหนาแน่น แสดงว่ามอดุลัสยืดหยุ่นขึ้นกับรูปร่างลักษณะของเส้นใย โดยที่เส้นใยมะพร้าวมีลักษณะกลม เรียว และมีความยาวต่อเส้นผ่าศูนย์กลางมาก ส่วนเส้นใยชานอ้อย สับปะรด และกล้วยน้ำว้า จะมีรูปร่างแบนและกว้าง คล้ายกัน จึงให้ผลคล้ายกัน

ที่ความหนาแน่น 0.6 g/cm^3 มอดุลัสยืดหยุ่นสูงเนื่องจากเส้นใยถูกอัดกัน จึงเกิดการส่งผ่านแรงที่มากระทำได้อย่างต่อเนื่องดีกว่าที่ความหนาแน่นต่ำ ซึ่งเส้นใยอยู่กันห่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4. อิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ที่อัตราส่วนของปริมาณเส้นใยธรรมชาติต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว 85:15 ที่มีผลต่อมอดุลัสแตกร้าวของแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง มอดุลัสแตกร้าวกับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15%

จากรูปที่ 4.11 พบว่า เส้นใยมะพร้าวมีแนวโน้มที่มีค่ามอดุลัสแตกร้าวมากที่สุดทั้งสองความหนาแน่น เนื่องจากมีปริมาณลิกนินในเส้นใยมากที่สุด เมื่อเทียบกับเส้นใยกล้วยน้ำว้า เส้นใยสับปะรด และเส้นใยชานอ้อย ดังตารางที่ 2.3 ลิกนินเป็นสารประกอบเชิงซ้อน โครงสร้างโมเลกุลทางเคมี มีวงอะโรมาติกเป็นจำนวนมาก ทำให้มีความแข็งแรงคงทน ดังนั้น เส้นใยธรรมชาติที่มีองค์ประกอบของเส้นใยที่เป็นลิกนินมากนั้น จะทำให้มีความแข็งแรงคงทนมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ค่ามอดุลัสแตกร้าวของแผ่นใยไม้อัดมีค่ามากขึ้น ทำให้แผ่นใยไม้อัดรับแรงได้มากขึ้น

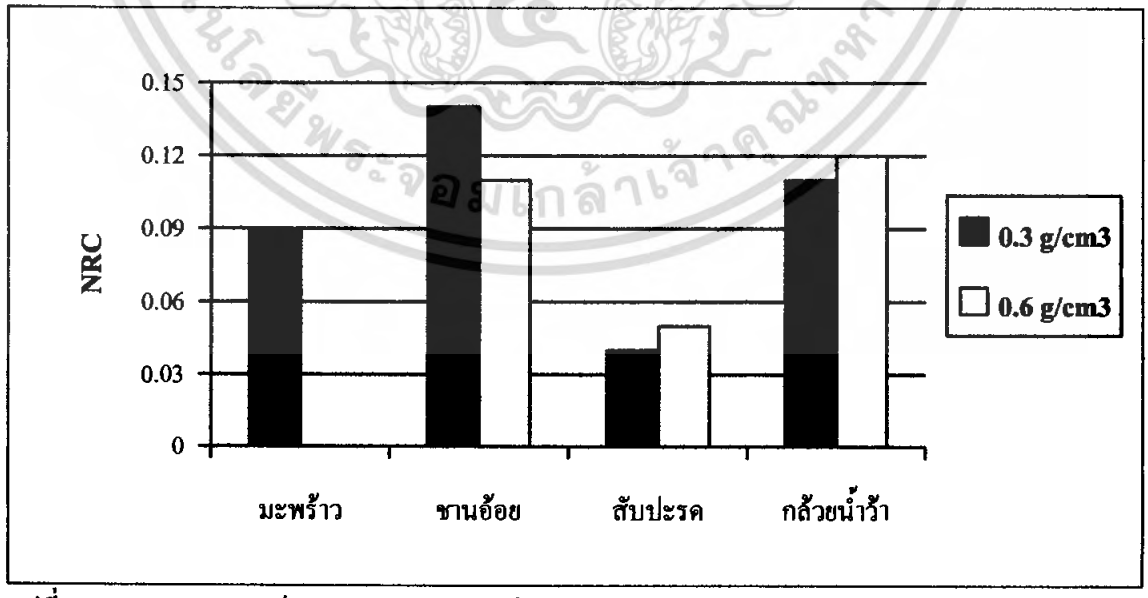
จากการทดลอง จะเห็นว่า เส้นใยมะพร้าวซึ่งมีปริมาณลิกนินมาก จะมีค่ามอดุลัสแตกร้าวมากที่สุด สำหรับเส้นใยกล้วยน้ำว้าซึ่งมีปริมาณลิกนินน้อย จะมีค่ามอดุลัสแตกร้าวน้อยสุด แสดงให้เห็นว่า ค่ามอดุลัสแตกร้าวของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยธรรมชาติผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว จะขึ้นกับ ปริมาณลิกนินที่เป็นองค์ประกอบของเส้นใยธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5. อิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ที่อัตราส่วนของปริมาณเส้นใยธรรมชาติต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว 85:15 ที่มีผลต่อเปอร์เซนต์การดูดกลืนเสียงของแผ่นใยไม้อัดที่ความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเปอร์เซนต์การดูดกลืนเสียงของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ผสมกับพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว ที่อัตราส่วนเส้นใยธรรมชาติต่อโฟมพอลิสไตรีน 85:15 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15% เป็นสารยึดติด ที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3

ความหนาแน่น (g/cm^3)	ชนิดของเส้นใยธรรมชาติ	เปอร์เซ็นต์การดูดกลืนแสงที่ความถี่ต่างๆ					
		250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC
0.3	เส้นใยมะพร้าว	1.27	2.57	9.18	16.95	14.78	0.09
	เส้นใยชานอ้อย	5.24	4.04	18.31	19.57	21.16	0.14
	เส้นใยสับปะรด	0.91	2.10	3.60	1.37	9.67	0.04
	เส้นใยกล้วยน้ำว้า	3.86	4.87	10.51	18.01	19.26	0.11
0.6	เส้นใยมะพร้าว	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	เส้นใยชานอ้อย	3.97	2.99	11.97	16.29	18.84	0.11
	เส้นใยสับปะรด	1.11	1.64	9.10	0.49	12.89	0.05
	เส้นใยกล้วยน้ำว้า	2.02	7.40	7.94	16.30	24.53	0.12

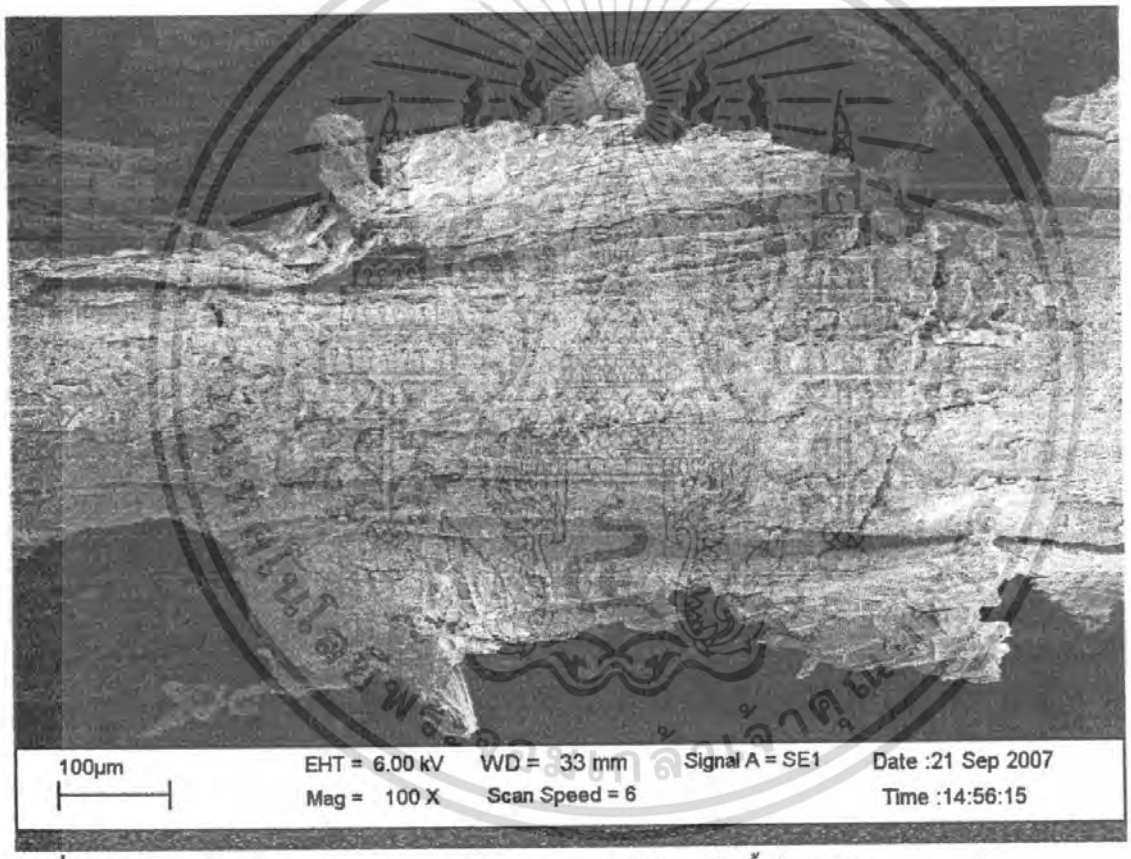


รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง NRC กับเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3 โดยใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ 15%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.12 พบว่า เส้นใยชานอ้อยมีความสามารถในการดูดกลืนเสียงได้ดีที่สุดทั้งสองความหนาแน่น เนื่องจากลักษณะเส้นใยมีลักษณะแบน และกว้าง จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการดูดกลืนเสียงจะขึ้นกับลักษณะรูปร่างของเส้นใยเป็นสำคัญ

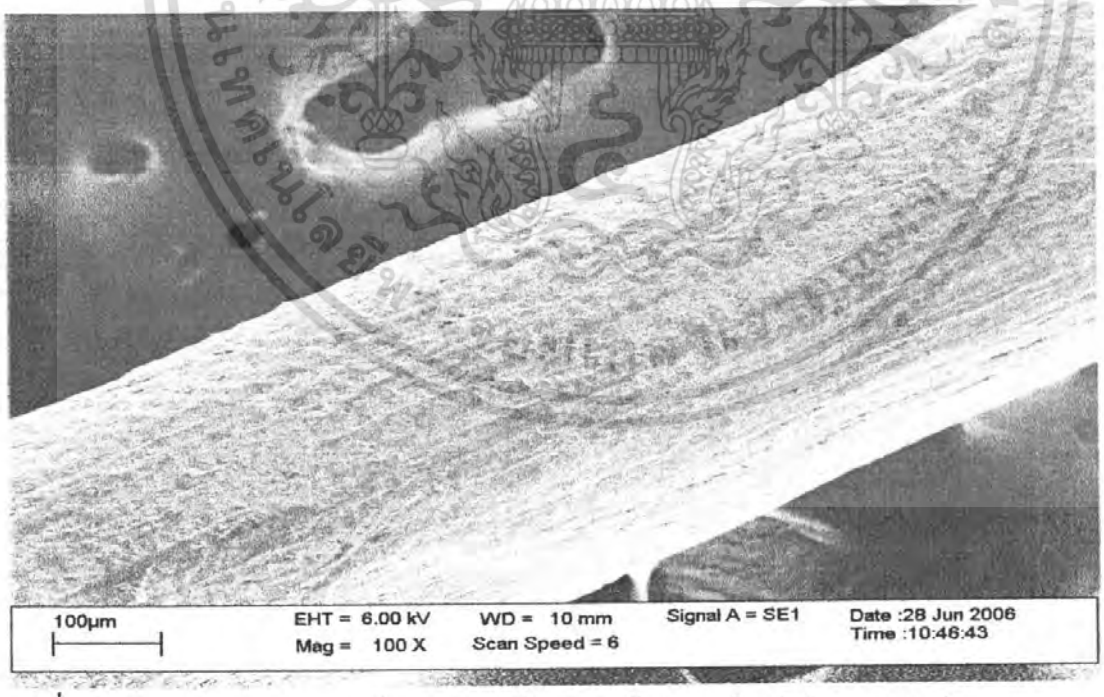
4.5 ลักษณะรูปร่างของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่างๆที่นำมาเปรียบเทียบ



รูปที่ 4.13 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์แสดงสัณฐานวิทยาของเส้นใยกล้วยน้ำว้า (กำลังขยาย 100 เท่า)

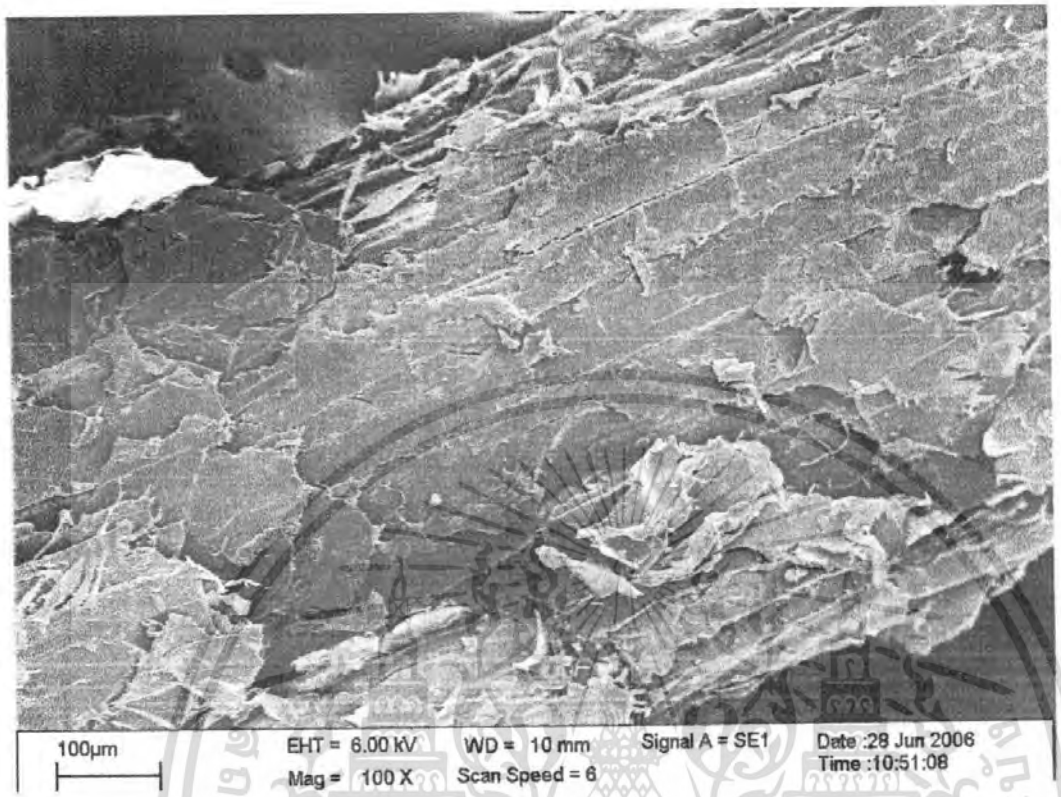
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.14 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์แสดงสัณฐานวิทยาของเส้นใยสับปะรด (กำลังขยาย 100 เท่า)



รูปที่ 4.15 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์แสดงสัณฐานวิทยาของเส้นใยมะพร้าว(กำลังขยาย 100 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์แสดงสัณฐานวิทยาของเส้นใยชานอ้อย(กำลังขยาย 100 เท่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการทดลอง

การวิจัยนี้ เป็นการศึกษาวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัด โดยการนำวัสดุเหลือทิ้งจากทางเกษตรและอุตสาหกรรม อันได้แก่ กาบกล้วยน้ำว้าและโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว มาใช้เป็นวัตถุดิบในการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัด ซึ่งจะเตรียมแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 และ 0.6 g/cm^3 โดยขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดร้อน ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสารยึดติด ในอัตราส่วนร้อยละ 15 ของเนื้อสารผสมทั้งหมด จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ โดยทดสอบการดูดซึมน้ำและการพองตัวทางความหนา ทดสอบสมบัติเชิงกล ได้แก่ การหาค่ามอดุลัสแตกร้าวและค่ามอดุลัสยืดหยุ่น และทดสอบสมบัติการดูดกลืนเสียง สามารถแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอน และสรุปผลได้ดังนี้

<u>ผลการศึกษาอัตราส่วนของเส้นใยกล้วยน้ำว้าผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วที่มีผลต่อสมบัติต่างๆ ของแผ่นใยไม้อัด</u>

การผสมโฟมพอลิสไตรีนในการผลิตแผ่นใยไม้อัด มีผลทำให้แผ่นใยไม้อัดมีสมบัติเชิงกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดกลืนเสียง ดีกว่าแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีโฟมพอลิสไตรีนผสม ซึ่งทำให้ค่าการดูดซึมน้ำ ค่าการพองตัวทางความหนาลดลง และทำให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น มอดุลัสแตกร้าว และสมบัติการดูดกลืนเสียงดีขึ้น แสดงให้เห็นว่า โฟมพอลิสไตรีนช่วยทำให้แผ่นใยไม้อัดมีสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดกลืนเสียงดีขึ้น

อัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อทำแผ่นใยไม้อัดที่เหมาะในการดูดกลืนเสียง คือ 95:5

<u>ผลการศึกษาความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดต่อสมบัติต่างๆ เมื่อปริมาตรของแผ่นใยไม้อัดคงที่</u>

แผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.6 g/cm^3 จะมีสมบัติที่ดีในด้านมอดุลัสแตกร้าว มอดุลัสยืดหยุ่น และการดูดซึมน้ำ เนื่องจากมีเนื้อสารผสมในแผ่นใยไม้อัดมากกว่าแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3 ส่วนสมบัติการดูดกลืนเสียงและการพองตัว จะมีสมบัติที่ด้อยกว่าแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบอิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อแผ่นใยไม้อัดที่อัตราส่วนของปริมาณเส้นใยต่อปริมาณโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว 85:15 ที่มีความหนาแน่น 0.3 และ 0.6 g/cm^3

สมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดกลืนเสียงของแผ่นใยไม้อัดจะขึ้นกับปริมาณเซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในเส้นใยธรรมชาติ ลักษณะรูปร่างของเส้นใยธรรมชาติ

5.2 การนำไปใช้ประโยชน์

1. นำไปเป็นวัสดุบุฝาผนังหรือเพดานห้อง เพื่อลดระดับความดังของเสียงที่จะเข้ามาภายในห้องหรือออกไปภายนอกห้องได้
2. นำไปทำเป็นของตกแต่งภายในบ้าน เช่น กรอบรูป เฟอร์นิเจอร์ของใช้ต่างๆ หรือใช้ติดแผ่นป้ายโฆษณา เป็นต้น
3. สามารถใช้เป็นวัสดุกึ่งกันกระแทกได้ เนื่องจากแผ่นใยไม้อัดมีส่วนผสมของพอลิสไตรีนโฟม ซึ่งเป็นวัสดุกันกระแทกอยู่ด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การผสมกาวกับเส้นใยและโฟม ควรใช้เครื่องผสมความเร็วสูงเพื่อให้กาวกระจายได้ทั่วถึง
2. ควรเลือกใช้กาวที่ได้จากธรรมชาติ เช่น กาวจากแป้งข้าวเหนียว เทนนิน เพื่อลดปัญหาการปลดปล่อยก๊าซพิษ
3. เส้นใยจากกาบกล้วยน้ำว้าไม่เหมาะสมในการผลิตแผ่นใยไม้อัด ควรผลิตเป็นกระดาษดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] บุญนำ เกี่ยวข้อง. *กลศาสตร์ของไม้และวัสดุที่มีไม้เป็นองค์ประกอบ.* ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528

[2] George Tsounis. Science and Technology of Wood. Van nostrand Reinhold, New York, 1991.

[3] John G. Haygreen and Jim L. Bowger. Forest Products and Wood Science. State University, America, 1989.

[4] สมชัย เบญจชยม สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, อนุสารไม้อัด บางนา เล่มที่ 6 ปีที่ 23 ฉบับที่ 131 พฤศจิกายน – ธันวาคม 2537

[5] การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2545 (ด้านวัสดุทดแทนป่าไม้) บริษัท เอ็มพี ปาร์ติเกิลบอร์ด จำกัด 39 หมู่ 10 ตำบลโคกสะอาด อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ 36110

[6] http://learners.in.th/blog/malangpor/28715

[7] http://www.rspg.thaigov.net/plants_data/use/herbs03-1.htm

[8] มาลินี ชัยศุภกิจสินธ์ , ฐิริญญา เสือยง และ มณฑล วงศ์วิจิตร *การพัฒนากระบวนการผลิตกระดาษจากกาบกล้วยน้ำว้าเพื่อใช้ทำบรรจุภัณฑ์,* ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[9] Geethamma, V.G., Thomas , M., Laksh, M. and Thomas, S., Composite of Short Coir Fiber and Natural rubber : Effect of chemical Modification, Loading and Orientation Of Fiber. **Polymer** , 39 : 1483-1491

[10] Fermandez , J.O., and Pera E. "Characterzation of Sugar cane Fibrous Element" In B. Nopompeth(ed) , International Society of Sugar Cane Technologists, 1995. pp.1032-1041

[11] กมลทิพย์ มุมิ และ รัชนีกุล บุญหนูกลับ. 2541. *การปรับปรุงพอลิเมอร์คอมโพสิตจากเส้นใยมะพร้าวโดยวิธีการต่อกิ่งแบบรีดอกซ์.* ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[12] www1.eere.energy.gov/biomass/biomass_basics.html

[13] http://www.cellulose.co.kr/cfc03_2.php

[14] chemistry.umeche.maine.edu/Fort/Cole-Fort.html

[15] blogs.princeton.edu/.../01_chemistry/

[16] learning. 2005. *พอลิสไตรีน.* [Online]. Available: http://www.learning.bkt.ac.th/science_new/file4/14-31.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[17] Klempner D. and Frisch K.C. *Handbook of Polymeric Foams and Foam Technology.* New York: Hanser. 1991.

[18] http://www.cellox.com/packaging.htm

[19] http://www.monstersigns.com.au/foam_cutter/polystyrene_foam.html

[20] Klempner D. and Frisch K.C. *Handbook of Polymeric Foams and Technology* New York: Hanser. 1969.

[21] kanchanapisek. 1997. *phenolformaldehyde.* [Online]. Available: http://www.kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK28/chapter8/t28-8-l3.htm

[22] Preecha Kiatkrajay. 1988. *Adesives and Adhesion between Wood Substrates.* Bangkok, Forestry Faculty. Krasettsart University

[23] Gray, V.R. 1961. *Wetting Adhesion and Penetration of Surface Coating on Wood.* Journal of the Oil and Colour Chemists Association, Vol 44,pp 756-758

[24] http://www.azom.com/details.asp?ArticleID=663

[25] http://www.usm.maine.edu/~newton/Chy251_253/Lectures/BiopolymersI/BiopolymersI.html

[26] http://www.answers.com/topic/phenol-formaldehyde-resin?cat=technology

[27] ก่องกัญจน์ ภัทรากาญจน์ และ ธนกาญจน์ ภัทรากายจน์. 2522. *คลื่น เสียง แสง*. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร. 148 หน้า

[28] สมพงษ์ ใจดี. 2523. *คลื่น เสียง แสง*. กรุงสยามการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. 427 หน้า

[29] Cunniff, P. 1977. *Enviromental Noise Pollution.* John Wiley and Sons, New York 210 pp.

[30] Reynolds, D.D. 1981. *Engnineering Principles of Acoustics Noise and Vibration Control.* Allyn and Bacon Inc. Boston. 641 pp.

[31] Harris, C.M. 1979. *Handbook of Noise Control.* 2d ed., McGraw-Hill, Rain- Bridge,Taiwan

[32] Modern Particalboard and Dry-process fiberboard manufactory

[33] Thanawan A. *Sound Absorption and Thermal Insulation of Particleboard made from Bagasses and Polystyrene Foam.* Master of Science Degree King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. 2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงค่าน้ำหนัก ความกว้าง ความยาว ความหนา และความหนาแน่นที่คำนวณได้ ของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยกาบกล้วยน้ำว้าผสมกับโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว (เตรียมที่ความหนาแน่น 0.3 g/cm^3)

อัตราส่วน / การวัด		80:20			85:15			90:10			95:15		
		ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3
น้ำหนัก (g.)		26.79	23.08	27.13	24.73	23.39	22.84	26.09	27.27	26.27	22.85	27.92	28.22
ความกว้าง (cm.)	ครั้งที่ 1	8.70	8.83	9.08	8.92	8.89	9.02	9.18	9.07	9.05	8.85	9.07	8.88
	ครั้งที่ 2	8.94	8.93	9.09	8.88	9.00	9.01	9.05	9.05	9.09	8.89	9.17	8.96
	ครั้งที่ 3	8.93	8.98	9.11	8.91	8.85	8.89	9.02	9.07	9.12	8.88	9.08	9.10
	เฉลี่ย	8.86	8.91	9.09	8.90	8.91	8.97	9.08	9.06	9.09	8.87	9.11	8.98
ความยาว (cm.)	ครั้งที่ 1	8.76	8.84	9.05	8.92	9.02	9.01	9.23	9.01	9.05	8.88	9.12	8.94
	ครั้งที่ 2	8.89	8.83	9.08	8.99	8.84	9.00	9.26	8.88	8.87	9.05	9.08	9.00
	ครั้งที่ 3	8.95	8.80	9.06	9.01	8.88	9.00	9.18	8.89	9.08	9.09	9.14	8.89
	เฉลี่ย	8.87	8.82	9.06	8.97	8.91	9.00	9.22	8.93	9.00	9.01	9.11	8.94
ความหนา (cm.)	ครั้งที่ 1	0.89	0.88	0.83	0.87	0.80	0.85	0.87	0.83	0.91	0.81	0.79	0.91
	ครั้งที่ 2	0.92	0.92	0.86	0.92	0.77	0.92	0.91	0.91	0.90	0.89	0.85	0.86
	ครั้งที่ 3	0.87	0.92	0.90	0.94	0.81	0.94	0.92	0.92	0.84	0.91	0.84	0.81
	ครั้งที่ 4	0.86	0.88	0.86	0.92	0.85	0.91	0.91	0.81	0.79	0.86	0.78	0.88
	เฉลี่ย	0.89	0.90	0.91	0.91	0.81	0.90	0.90	0.87	0.86	0.87	0.82	0.87
ปริมาตร (cm^3)		69.44	70.73	70.83	72.65	64.30	72.66	75.35	70.39	70.36	69.53	68.05	69.84
ความหนาแน่น (g/cm^3)		0.39	0.33	0.38	0.34	0.36	0.31	0.35	0.39	0.37	0.33	0.41	0.40
เฉลี่ย		0.37 ± 0.03			0.34 ± 0.02			0.37 ± 0.02			0.38 ± 0.03		

ตารางแสดงค่าน้ำหนัก ความกว้าง ความยาว ความหนา และความหนาแน่นที่คำนวณได้ ของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยกาบกล้วยน้ำว้าผสมกับโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว (เตรียมที่ความหนาแน่น 0.6 g/cm^3)

อัตราส่วน / การวัด		80:20			85:15			90:10			95:5			100:0		
		ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3
น้ำหนัก (กรัม)		42.44	38.12	34.81	53.11	45.36	40.10	49.17	52.67	42.84	61.54	45.75	55.44	55.24	42.60	42.86
ความกว้าง (cm.)	ครั้งที่ 1	9.11	8.92	8.89	9.27	9.12	9.17	9.17	9.12	9.24	9.35	9.05	9.15	9.15	9.08	9.20
	ครั้งที่ 2	9.02	8.95	8.94	9.25	9.11	9.21	9.18	9.05	9.25	9.24	9.18	9.12	9.22	9.10	9.05
	ครั้งที่ 3	9.01	8.97	8.99	9.22	9.11	9.22	9.20	9.04	9.27	9.22	9.12	9.14	9.16	9.07	9.07
	เฉลี่ย	9.05	8.95	8.94	9.25	9.11	9.20	9.18	9.07	9.25	9.27	9.12	9.14	9.18	9.08	9.11
ความยาว (cm.)	ครั้งที่ 1	9.04	9.02	9.25	9.15	9.05	9.12	9.22	9.04	9.17	9.19	9.22	8.86	9.05	8.86	8.88
	ครั้งที่ 2	9.01	9.05	9.18	9.13	9.02	9.14	9.31	9.07	9.14	9.20	9.24	8.88	9.05	8.97	8.89
	ครั้งที่ 3	8.98	9.01	9.19	9.11	9.01	9.14	9.28	9.09	9.15	9.20	9.23	8.90	9.07	8.89	9.01
	เฉลี่ย	9.01	9.03	9.21	9.13	9.03	9.13	9.27	9.07	9.15	9.20	9.23	8.88	9.06	8.91	8.93
ความหนา (cm.)	ครั้งที่ 1	0.96	1.00	0.95	0.96	1.00	0.98	0.99	0.96	0.91	1.06	1.07	1.11	0.99	0.88	0.86
	ครั้งที่ 2	0.98	1.03	0.99	0.97	1.00	1.01	1.04	0.96	0.93	1.09	1.09	1.05	1.00	0.92	0.92
	ครั้งที่ 3	0.96	1.05	1.00	1.00	1.01	1.04	1.02	0.95	0.99	1.08	1.09	1.14	1.02	0.96	0.95
	ครั้งที่4	0.97	0.96	0.96	0.94	1.03	1.01	0.96	0.92	0.96	1.09	0.91	1.11	0.98	0.94	0.87
	เฉลี่ย	0.97	1.01	0.97	0.97	1.01	1.01	1.00	0.95	0.95	1.08	1.04	1.10	1.00	0.92	0.90
ปริมาตร (cm^3)		72.09	81.63	79.87	81.92	83.09	84.84	85.10	78.15	80.41	92.11	87.54	89.28	83.17	74.43	73.22
ความหนาแน่น (g/cm^3)		0.54	0.47	0.44	0.65	0.55	0.47	0.58	0.67	0.53	0.67	0.52	0.62	0.66	0.57	0.59
เฉลี่ย		0.48 ± 0.04			0.56 ± 0.07			0.59 ± 0.06			0.60 ± 0.06			0.61 ± 0.04		

ตารางแสดงความหนาก่อนแช่น้ำ, หลังแช่น้ำ และเปอร์เซ็นต์การบวมตัวที่คำนวณได้ หลังจากแช่น้ำเป็นระยะเวลา 24 ชม. ของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยกล้วยน้ำว้าผสมกับโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3

อัตราส่วน	ชิ้นที่	ความหนา (มิลลิเมตร)										เปอร์เซ็นต์การบวมตัว
		ก่อนแช่น้ำ					หลังแช่น้ำ					
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ย	
80:20	1	8.29	8.01	8.51	8.24	8.26	9.30	8.75	8.45	8.90	8.85	7.14
	2	8.69	8.64	8.95	9.13	8.85	9.74	9.56	9.50	9.60	9.60	8.47
	3	9.21	9.17	9.27	9.09	9.18	9.80	10.50	9.40	9.50	9.80	6.75
	4	9.37	9.40	8.92	9.26	9.24	9.90	9.40	9.50	9.60	9.60	3.90
	5	8.59	8.55	9.20	9.29	8.91	9.20	9.47	9.23	9.60	9.38	5.27
												เฉลี่ย 6.31 ± 1.58
85:15	1	7.82	8.00	8.23	8.22	8.07	9.90	9.70	8.40	8.45	9.11	12.89
	2	8.32	8.51	9.10	8.75	8.67	9.30	8.90	9.20	8.70	9.03	4.15
	3	9.14	9.41	9.21	8.85	9.15	9.75	9.65	9.80	9.20	9.60	4.92
	4	7.94	8.31	8.78	8.61	8.41	8.45	8.70	9.15	8.80	8.78	4.40
	5	8.82	8.22	8.48	8.52	8.51	9.50	9.80	8.95	9.10	9.34	9.75
												เฉลี่ย 7.22 ± 3.50
90:10	1	8.05	7.81	7.85	8.16	7.97	8.45	8.45	8.35	8.50	8.44	6.65
	2	8.52	8.28	8.11	8.45	8.34	9.36	9.14	8.75	8.85	9.03	8.27
	3	8.75	8.64	9.09	9.20	8.92	9.70	9.60	10.15	10.05	9.88	10.76
	4	8.63	9.42	9.27	8.60	8.98	9.53	9.87	10.00	9.40	9.70	8.02
	5	9.27	9.45	8.84	8.82	9.09	10.00	9.62	10.18	9.50	9.83	8.14
												เฉลี่ย 8.37 ± 1.33
95:5	1	8.40	8.80	8.97	8.69	8.72	9.90	10.10	10.15	10.05	10.05	15.25
	2	8.70	8.58	8.47	8.61	8.59	9.25	9.55	9.40	9.40	9.40	9.43
	3	8.95	8.73	8.75	8.91	8.84	10.10	9.30	9.15	9.95	9.62	8.82
	4	8.36	8.10	7.94	8.25	8.16	9.18	9.92	9.65	9.48	9.56	17.16
	5	8.21	7.93	7.80	8.15	8.02	8.90	9.22	8.88	8.60	8.90	10.97
												เฉลี่ย 12.33 ± 3.30

ตารางแสดงความหนาก่อนแช่น้ำ, หลังแช่น้ำ และเปอร์เซ็นต์การบวมตัวที่คำนวณได้ หลังจากแช่น้ำเป็นระยะเวลา 24 ชม. ของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยกล้วยน้ำว้าผสมกับโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วที่มีความหนาแน่น 0.6 g/cm^3

อัตราส่วน	ชิ้นที่	ความหนา (มิลลิเมตร)										เปอร์เซ็นต์การบวมตัว
		ก่อนแช่น้ำ					หลังแช่น้ำ					
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ย	
80:20	1	9.53	9.48	9.25	9.32	9.40	10.50	10.45	10.10	10.30	10.34	10.00
	2	9.83	9.80	9.46	9.73	9.71	10.30	10.50	10.40	10.70	10.48	7.93
	3	9.79	9.66	9.49	9.45	9.60	10.40	10.60	10.55	10.30	10.46	8.96
	4	9.68	9.63	9.62	9.58	9.63	10.50	10.70	10.54	10.36	10.53	9.35
	5	9.74	9.81	9.67	9.69	9.73	10.30	10.40	10.25	10.34	10.32	6.06
												เฉลี่ย 8.46 ± 1.38
85:15	1	9.04	9.10	9.03	9.04	9.05	9.75	10.05	10.40	10.00	10.05	11.05
	2	9.92	9.28	9.62	9.76	9.65	10.50	10.50	10.35	10.10	10.36	7.36
	3	9.06	9.21	9.44	9.23	9.24	9.90	9.90	10.05	10.00	9.96	7.79
	4	9.93	9.84	9.36	9.89	9.76	10.40	10.55	10.45	10.80	10.55	8.09
	5	9.15	9.40	9.26	8.94	9.19	9.85	10.00	10.15	9.80	9.95	8.27
												เฉลี่ย 8.51 ± 1.31
90:10	1	9.60	9.22	9.28	9.72	9.46	10.95	10.85	10.50	10.30	10.65	12.58
	2	9.48	9.86	9.94	9.70	9.75	10.90	10.80	10.70	10.40	10.70	9.74
	3	9.22	9.07	9.44	9.59	9.33	10.25	10.00	9.85	10.30	10.10	8.25
	4	9.16	9.16	9.10	9.12	9.14	9.90	9.90	10.20	10.20	10.05	9.96
	5	8.75	8.83	8.84	8.72	8.79	9.55	9.30	9.70	9.75	9.58	8.99
												เฉลี่ย 9.90 ± 1.47
95:5	1	10.60	10.50	10.28	10.81	10.55	11.50	10.90	12.00	11.70	11.53	9.29
	2	11.00	11.10	10.50	10.70	10.83	12.40	12.60	11.80	13.00	12.45	14.96
	3	10.40	10.50	10.40	10.40	10.42	11.60	11.70	11.70	11.90	11.73	12.57
	4	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	12.40	11.70	11.90	11.70	11.93	14.71
	5	10.50	10.40	10.50	10.40	10.45	11.50	11.80	12.70	12.00	12.00	14.83
												เฉลี่ย 13.27 ± 2.18
100:0	1	8.89	8.94	8.86	8.75	8.86	10.20	10.30	10.10	10.30	10.23	15.46
	2	9.91	9.62	9.44	9.46	9.61	11.20	11.30	11.70	11.90	11.53	19.98
	3	9.49	9.12	9.19	9.32	9.28	11.10	11.20	11.30	11.30	11.23	21.01
	4	9.53	9.04	9.20	9.46	9.31	10.90	10.50	11.40	11.90	11.18	20.09
	5	9.08	9.25	9.25	9.06	9.16	11.40	11.10	11.80	11.60	11.48	25.33
												เฉลี่ย 20.37 ± 3.14

ตารางแสดงน้ำหนักก่อนแช่น้ำ, หลังแช่น้ำ และเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำที่คำนวณได้ หลังจากแช่น้ำเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยกล้วยน้ำน้ำว้าผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วที่มีความหนาแน่น 0.3 g/cm^3

อัตราส่วน	ชิ้นที่	น้ำหนัก		เปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำ (24 ชม.)
		ก่อนแช่น้ำ	หลังแช่น้ำ	
80:20	1	9.52	18.90	98.53
	2	8.99	18.78	108.90
	3	6.76	15.31	126.48
	4	5.91	14.21	140.44
	5	5.05	12.17	140.99
				เฉลี่ย 123.07 ± 16.11
85:15	1	8.11	16.95	109.00
	2	5.36	13.10	144.40
	3	6.51	15.45	137.33
	4	7.20	16.16	124.44
	5	8.08	16.79	107.80
				เฉลี่ย 124.59 ± 14.69
90:10	1	7.08	16.80	137.29
	2	8.18	19.02	132.52
	3	8.05	19.39	140.87
	4	8.08	20.16	149.50
	5	6.82	17.44	155.72
				เฉลี่ย 143.18 ± 8.38
95:5	1	7.07	19.60	177.23
	2	7.42	18.90	154.72
	3	6.04	18.19	201.16
	4	6.75	18.24	170.22
	5	6.59	17.59	166.92
				เฉลี่ย 174.05 ± 15.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงน้ำหนักก่อนแช่น้ำ, หลังแช่น้ำ และเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำที่คำนวณได้ หลังจากแช่น้ำเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยกล้วยน้ำน้ำว้าผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้วที่มีความหนาแน่น 0.6 g/cm^3

อัตราส่วน	ชิ้นที่	น้ำหนัก (g)		เปอร์เซ็นต์ดูดซับน้ำ (24 ช.ม.)
		ก่อนแช่น้ำ	หลังแช่น้ำ	
80:20	1	15.81	23.92	51.30
	2	14.29	22.01	54.02
	3	12.17	20.03	64.58
	4	15.24	24.68	61.94
	5	11.24	19.77	75.89
				เฉลี่ย 61.55± 8.68
85:15	1	16.03	24.38	52.09
	2	13.53	23.00	69.99
	3	14.19	22.91	61.45
	4	12.78	23.49	83.80
	5	14.13	23.45	65.96
				เฉลี่ย 66.66 ± 10.44
90:10	1	13.96	24.63	76.43
	2	13.49	24.33	80.36
	3	14.42	24.17	67.61
	4	15.39	25.31	64.46
	5	16.25	24.77	52.43
				เฉลี่ย 68.26 ± 9.78
95:5	1	15.89	26.09	64.19
	2	19.45	33.59	72.70
	3	14.86	25.59	72.21
	4	19.25	31.51	63.69
	5	15.18	27.43	80.70
				เฉลี่ย 70.70 ± 6.29
100:0	1	16.25	28.91	77.91
	2	14.95	31.19	108.63
	3	14.67	30.04	104.77
	4	16.64	30.20	81.49
	5	16.09	29.21	81.54
				เฉลี่ย 90.87 ± 13.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงค่าความกว้าง ความหนา มอดุลัสแตกร้าว และมอดุลัสยืดหยุ่นที่คำนวณได้ของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นในกล้วยน้ำว้าผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว ที่ความหนาแน่น 0.6 g/cm^3

อัตราส่วน	ชิ้นที่	ความกว้าง (mm.)				ความหนา (mm.)				MOR (N/mm^2)	MOE (N/mm^2)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
80:20	1	49.60	51.10	52.10	50.90	9.65	9.42	10.08	9.72	3.52	172.80
	2	50.00	51.10	51.60	50.90	9.99	9.19	10.04	9.74	2.34	115.40
	3	50.00	51.00	52.00	51.00	9.69	9.55	9.97	9.72	2.32	139.70
	4	51.00	49.20	50.10	50.10	9.71	9.51	9.72	9.65	2.95	178.20
										เฉลี่ย 2.78 ± 0.50	เฉลี่ย 151.53 ± 25.54
85:15	1	51.00	50.80	51.50	51.10	9.92	9.64	10.05	9.87	2.93	138.70
	2	51.00	51.50	50.20	50.90	9.95	9.87	10.26	10.03	2.84	86.48
	3	52.90	52.20	51.50	52.20	9.70	9.05	9.52	9.42	3.37	169.30
	4	52.00	51.50	50.10	51.20	9.56	9.17	9.32	9.35	3.20	153.60
										เฉลี่ย 3.09 ± 0.21	เฉลี่ย 137.02 ± 31.12
90:10	1	50.50	50.90	50.70	50.70	9.53	9.08	9.40	9.34	2.89	71.43
	2	48.90	49.30	49.40	49.20	9.37	8.83	9.64	9.28	2.43	79.25
	3	50.90	50.10	50.70	50.57	9.21	8.87	9.34	9.24	1.91	92.73
	4	51.50	51.40	51.30	51.40	9.41	8.95	9.23	9.20	1.86	121.20
										เฉลี่ย 2.27 ± 0.42	เฉลี่ย 91.15 ± 18.95
95:5	1	50.90	51.80	51.60	51.43	11.10	11.40	11.60	11.37	1.81	151.50
	2	51.60	51.70	51.30	51.53	10.80	10.90	11.00	10.90	1.97	144.10
	3	50.00	50.40	50.40	50.27	11.50	10.90	10.90	11.10	2.20	136.70
	4	51.30	51.50	51.60	51.47	11.00	11.30	10.70	11.00	3.29	156.20
										เฉลี่ย 2.32± 0.56	เฉลี่ย 147.13 ± 7.40
100:0	1	50.70	51.00	51.10	50.93	9.32	8.91	9.72	9.32	0.94	42.05
	2	51.70	51.40	51.20	51.43	9.56	8.87	9.15	9.19	1.19	51.09
	3	51.30	51.30	51.10	51.23	9.44	8.45	8.95	8.95	1.26	65.31
	4	50.20	50.40	50.50	50.37	9.35	8.56	8.81	8.91	0.78	49.38
										เฉลี่ย 1.04 ± 0.19	เฉลี่ย 51.96 ± 8.42

ตารางแสดงค่าความกว้าง ความหนา มอดุลัสแตกร้าว และมอดุลัสยืดหยุ่นที่คำนวณได้ของแผ่นใยไม้อัดจากเส้นในกล้วยน้ำว้าผสมโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้แล้ว ที่ความหนาแน่น 0.3 g/cm^3

อัตราส่วน	ชิ้นที่	ความกว้าง (มิลลิเมตร)				ความหนา (มิลลิเมตร)				MOR (N/mm^2)	MOE (N/mm^2)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
80:20	1	48.30	47.60	48.05	47.98	9.01	8.35	8.65	8.67	0.39	51.79
	2	49.60	51.50	50.60	50.57	8.92	8.25	8.29	8.49	0.76	43.02
	3	44.90	46.60	47.80	46.43	9.46	8.93	8.79	9.06	0.51	33.29
	4	51.90	51.60	50.50	51.33	8.20	8.05	8.49	8.25	1.02	74.63
										เฉลี่ย 0.67 ± 0.24	เฉลี่ย 50.68 ± 15.30
85:15	1	49.20	49.20	50.70	49.70	8.19	7.92	7.79	7.97	1.27	72.26
	2	51.20	50.90	50.00	50.70	8.50	8.29	8.29	8.36	0.66	37.00
	3	49.70	49.10	49.30	49.37	7.85	8.22	8.76	8.28	0.90	43.51
	4	49.70	49.90	51.20	50.27	9.02	8.10	7.66	8.26	0.60	36.02
										เฉลี่ย 0.86 ± 0.26	เฉลี่ย 47.20 ± 14.75
90:10	1	51.20	51.60	51.00	51.27	7.76	7.80	7.99	7.85	0.49	22.22
	2	51.50	51.90	52.20	51.87	7.72	7.89	8.22	7.94	0.42	48.75
	3	51.90	51.20	52.20	51.77	8.02	7.72	7.78	7.84	0.40	27.29
	4	51.50	51.20	51.50	51.40	8.17	7.75	7.19	7.70	0.42	31.33
										เฉลี่ย 0.43 ± 0.03	เฉลี่ย 32.40 ± 9.98
95:5	1	50.20	51.20	50.80	50.73	8.27	7.70	7.45	7.81	0.39	27.12
	2	49.70	50.20	50.20	50.03	8.49	7.90	7.77	8.05	0.37	31.00
	3	50.05	49.90	50.50	50.15	7.67	7.71	8.21	7.86	0.32	19.32
	4	50.20	50.50	50.50	50.40	8.23	7.83	7.47	7.84	0.39	40.19
										เฉลี่ย 0.37 ± 0.03	เฉลี่ย 29.41 ± 7.51