

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาและการใช้ต้นหญ้าสลาบหลวงในอุตสาหกรรมผลิตแผ่น
ใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง
โดยใช้ ยูเรีย - ฟอर्मัลดีไฮด์ เป็นสารยึดติด



โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ร/ท.
๕๕๕ ก

ประจำปีการศึกษา 2538

เลขที่ ~~.....~~ ๒๕๓๘

เลขทะเบียน..... 26208

วัน, เดือน, ปี 1.6...๓.๑...2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DEVELOPMENT AND UTILIZATION OF *Typha angustifolia*
IN MEDIUM DENSITY FIBRE BOARD INDUSTRY WITH
UREA-FORMALDEHYDE AS BINDER**



Mr. Sanya Chokdeepanich
Miss Patanee Dachavijit

**A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for
the Degree of Bachelor of Science**

Department of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การพัฒนาและการใช้ต้นหญ้าสลาบหลวงในอุตสาหกรรมผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง โดยใช้ ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์ เป็นสารยึดติด
นักศึกษา	นาย สัญญา โชคดีพาณิชย์ นางสาว พัฒนี เดชาวิจิตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ มงคลอัครวัฒน์ ดร.ประเสริฐ คุณคำชู นายวราธรรม อุ่นจิตติชัย นักวิชาการป่าไม้ 6
ภาควิชา	เคมี
ปีการศึกษา	2538

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นพัฒนาการใช้หญ้าสลาบหลวงให้เป็นประโยชน์มากขึ้น โดยนำมาผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางโดยวิธีการอัดร้อนด้วยเครื่องอัดความร้อน ซึ่งใช้สารยึดติดคือ ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์ ที่สังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เปรียบเทียบกับสารยึดติดที่มีในท้องตลาด ด้วยเทคนิคการพ่นกาวแบบมีอากาศผสม ในงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการสังเคราะห์ ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์เรซิน การเตรียมแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (MDF) และวิธีการทดสอบตามมาตรฐานของญี่ปุ่น (JIS 5906-1983) ซึ่งการทดสอบนั้นประกอบด้วย การทดสอบหาค่าความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การขยายตัวด้านความหนา การดูดซึมน้ำ ค่ามอดูลัสแตกร้าว ค่าความแข็ง และค่าความต้านทานแรงดึง ตั้งฉากกับผิวหน้า แล้วนำผลการทดสอบที่ได้เปรียบเทียบกับแผ่นใยไม้อัดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าเยื่อที่ผลิตจากหญ้าสลาบหลวงโดยใช้สารยึดติด ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์เรซินสามารถนำมาผลิตเป็นแผ่น MDF ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานได้ แต่สมบัติการดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดจากหญ้าสลาบหลวงมีค่าสูงกว่ามาตรฐานมาก ซึ่งจุดบกพร่องดังกล่าวได้ถูกกล่าวถึงและเสนอแนวทางการแก้ไขต่อไป นอกจากนี้ยังนำเสนอทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและปรับปรุงในลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title Development and utilization of *Typha angustifolia* in medium density fibre board industry with urea - formaldehyde as binder

Name Mr. Sanya Chokdeepanich
Miss. Patanee Dachavijit

Special Project Adviser Asst.Prof.Dr.Terawat Mongkolaussavarat
Dr.Prasert Koonkumchoo
Mr.Vouratham Ounjittichai

Department Chemistry

Academic Year 1995

Abstract

Medium Density Fibreboard which prepared from *Typha angustifolia* was studied. The mat is formed by compression moulding process with various type of adhesive, ie. commercial adhesive and synthetic urea - formaldehyde resin. Thus, the measured physical properties, ie. density, moisture content, water absorption, swelling, modulus of rupture, hardness and internal bonding were compared. It was found that *Typha angustifolia* fibre obtained from synthetic urea - formaldehyde resin was comparable to standard fibreboard though the value of water absorption was found to be higher than that of standard. It is then discussed and commented for further development. Besides significant variables for preparing MDF are also presented in this investigation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงการพิเศษ เรื่องการพัฒนาและการใช้หญ้าสลาบลวงในอุตสาหกรรมผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางโดยใช้ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์เป็นสารยึดติด สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้เสนอได้รับคำแนะนำ และความกรุณาจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้เสนอขอกราบขอบพระคุณทุกท่าน ดังมีรายนามดังนี้

ดร.ประเสริฐ คุณคำชู	อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ
ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ มงคลอัครวัฒน์	อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ
คุณ วรธรรม ชุ่มจิตติชัย (นักวิชาการป่าไม้ 6)	อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ
ผศ.ดร.ศักดิ์ ไตรศักดิ์	คณะกรรมการโครงการพิเศษ
ผศ.ดร.สุนิตย์ สุขสำราญ	คณะกรรมการโครงการพิเศษ
อาจารย์ ยุพา ตันทวี	คณะกรรมการโครงการพิเศษ
คุณ วิชัย ตริชิต	พนักงานห้องทดลอง กรมป่าไม้
คุณ จำปา อรรถาสีทธิ	พนักงานห้องทดลอง กรมป่าไม้

อนึ่งนอกจากบุคคลต่างๆ ที่ได้กล่าวมานั้น ยังมีบุคคลอีกหลายท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือจนโครงการพิเศษสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางผู้เสนอขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

สารบัญ

บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการพิเศษ	1
1.2 ขอบเขตการวิจัยและสถานที่ทดลอง	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการพิเศษ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ยูเรีย - ฟอर्मัลดีไฮด์ เรซิน	4
2.1.1 ปฏิกริยาการเกิด ยูเรีย - ฟอर्मัลดีไฮด์ เรซิน	4
2.1.2 สมบัติของ ยูเรีย - ฟอर्मัลดีไฮด์ เรซิน	7
2.1.3 เทคนิคการสังเคราะห์ ยูเรีย - ฟอर्मัลดีไฮด์	7
2.2 กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัด	10
2.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ	10
2.2.2 การแยกเยื่อ	11
2.2.3 การทำแผ่น	12
2.2.4 การอบแห้ง	13
2.3 ปริมาณการใช้กาวและสารเติมแต่ง	13
2.4 ลักษณะที่ต้องการในการผสมกาวกับชิ้นไม้	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	2.4.1	ขนาดของละอองกา	14
	2.4.2	ระยะเวลาในการพ่นกา	14
	2.4.3	แรงดันลมในการพ่นกา	14
	2.4.4	ความหนืดของกา	15
	2.4.5	อุณหภูมิของเยื่อไม้	15
	2.4.6	ความเร็วในการกวนหรือหมุนเครื่องผสม	16
	2.5	ลักษณะที่ดีของกาตามอุดมคติสำหรับการผลิต	16
	2.6	การควบคุมการอัดร้อนและความลดทอนของความหนาแน่น	17
	2.7	ความหนาแน่นของแผ่น	18
	2.8	การปรับสภาพของแผ่นก่อนการใช้งาน	19
	2.9	มาตรฐาน JIS	19
บทที่ 3		การดำเนินและการวิจัย	
	3.1	สารเคมีและวัสดุเคมีที่ใช้	21
	3.2	เครื่องมือที่ใช้	22
	3.3	ขั้นตอนการทดลอง	23
	3.3.1	การเตรียมเยื่อจากต้นหญ้าสลาบหลวง	23
	3.3.2	การสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เรซินในห้องปฏิบัติการ	26
	3.3.3	การเตรียมยูเรีย - ฟอร์มัลดีไฮด์เรซินสำเร็จรูปชนิดผง	27
	3.3.4	การเตรียมชิ้นงาน	27
	3.4	ขั้นตอนการทดสอบ	29
	3.4.1	การตรวจสอบลักษณะเยื่อ	29
	3.4.2	การหาค่าความหนาแน่น	30
	3.4.3	การหาค่าความชื้น	32
	3.4.4	การหาค่าการดูดซึมน้ำและการขยายตัวตามความหนา	33
	3.4.5	การหาค่ามอดูลัสแตกร้า	35
	3.4.6	การหาค่าความแข็งแรงของพันธะภายใน	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	3.4.7 การหาค่าความแข็ง	39
บทที่ 4	ผลการวิจัยและวิจารณ์	
	4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของชิ้นงาน	
	4.1.1 การตรวจสอบลักษณะเยื่อ	40
	4.1.2 ความหนาแน่น	44
	4.1.3 ค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณความชื้น	46
	4.1.4 ค่าการพองตัวและการดูดซึมน้ำ	48
	4.1.5 ค่ามอดูลัสแตกร้าว	51
	4.1.6 ค่าความต้านทานแรงดึงต้งจากผิว	53
	4.1.7 ค่าความแข็ง	55
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
	5.1 สรุป	56
	5.2 ผลการเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS	57
	5.3 ข้อเสนอแนะ	58
ภาคผนวก		59
เอกสารอ้างอิง		75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง 1.1	การแบ่งประเภทแผ่นใยไม้อัด	1
ตาราง 2.1	แสดงค่าสมบัติต่างๆตามมาตรฐาน JIS	20
ตาราง 5.1	ผลการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลองกับมาตรฐาน JIS	57
ภาคผนวก		
ตาราง 1	ค่าการพองตัว ของชิ้นงานไม้มาตรฐาน	59
ตาราง 2	ค่าการพองตัว ของชิ้นงาน MDF ที่ใช้ cascamite เป็นสารยึดติด	60
ตาราง 3	ค่าการพองตัว ของชิ้นงาน MDF ที่ใช้ UF resin เป็นสารยึดติด	61
ตาราง 4	ค่าความหนาแน่น	62
ตาราง 5	ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ของชิ้นงานไม้มาตรฐาน	63
ตาราง 6	ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ของชิ้นงาน MDF ที่ใช้ cascamite เป็นสารยึดติด	64
ตาราง 7	ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ของชิ้นงาน MDF ที่ใช้ UF resin เป็นสารยึดติด	65
ตาราง 8	ค่าการดูดซึมน้ำ ของชิ้นงานไม้มาตรฐาน	66
ตาราง 9	ค่าการดูดซึมน้ำ ของชิ้นงาน MDF ที่ใช้ cascamite เป็นสารยึดติด	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 10	ค่าการดูดซึมน้ำ ของชิ้นงาน MDF ที่ใช้ UF resin เป็นสารยึดติด	68
ตาราง 11	ค่ามอดุลัสแตกร้าว	69
ตาราง 12	เปอร์เซ็นต์ปริมาณความชื้น	71
ตาราง 13	ค่าความแข็ง ของชิ้นงานไม้มาตรฐาน	72
ตาราง 14	ค่าความแข็ง ของชิ้นงาน MDF ที่ใช้ cascamite เป็นสารยึดติด	73
ตาราง 15	ค่าความแข็ง ของชิ้นงาน MDF ที่ใช้ UF resin เป็นสารยึดติด	74



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป

รูป 3.1	ลักษณะต้นหญ้าสลาบหลวง	23
รูป 3.2	เครื่องแยกเยื่อ	24
รูป 3.3	เครื่องปั่นละเอียด	25
รูป 3.4	ลักษณะเยื่อของหญ้าสลาบหลวงที่เตรียมได้	25
รูป 3.5	วงล้อกระจายเยื่อ	28
รูป 3.6	เครื่องอัดความร้อน	28
รูป 3.7	แสดงการวัดหาความหนาของชิ้นที่จุดต่างๆ ที่ใช้ทดสอบหาค่าความหนาแน่น	31
รูป 3.9	ลักษณะชิ้นงานใช้ทดสอบหาค่าความหนาแน่นและค่าปริมาณความชื้น	31
รูป 3.8	แสดงลักษณะชิ้นงานสำหรับหาค่าการดูดซึมน้ำและการพองตัว	34
รูป 3.9	เครื่องทดสอบหาค่ามอดูลัสแตกร้าว	36
รูป 3.10	แสดงลักษณะการวางของชิ้นงานลงบนแท่นกด	36
รูป 3.11	เครื่อง tensile สำหรับวัดหาค่าความแข็งแรงของพันธะภายใน	38
รูป 3.12	ลักษณะชิ้นงานสำหรับทดสอบหาค่าความแข็งแรงของพันธะภายใน	38
รูป 4.1	แสดงลักษณะการกระจายของเยื่อไม้ยางพารา	40
รูป 4.2	แสดงลักษณะเส้นเยื่อไม้ยางพาราที่สมบูรณ์	41
รูป 4.3	แสดงลักษณะเส้นเยื่อไม้ยางพารา	41
รูป 4.4	แสดงลักษณะการกระจายของเยื่อหญ้าสลาบหลวง	42
รูป 4.5	แสดงลักษณะการแยกไม่สมบูรณ์ของเส้นเยื่อหญ้าสลาบหลวง	42
รูป 4.6	แสดงลักษณะเส้นเยื่อหญ้าสลาบหลวง	43
รูป 4.7	แสดงค่าความหนาแน่นของชิ้นงาน	44
รูป 4.8	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณความชื้นของชิ้นงาน	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 4.9	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การพองตัวของขึ้นงาน	48
รูป 4.10	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเฉลี่ยของขึ้นงาน	49
รูป 4.11	แสดงค่ามอดูลัสแตกร้าวของตัวอย่าง	51
รูป 4.12	แสดงค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของขึ้นงาน	53
รูป 4.13	แสดงค่าความแข็งเฉลี่ยของขึ้นงาน	55



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของโครงการพิเศษ

ปัจจุบันความต้องการไม้ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพิ่มมากขึ้น แต่พื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยกลับลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาหาวัสดุอื่นๆ เพื่อใช้ทดแทน โดยแผ่นใยไม้อัด (fibre board) เป็นวัสดุที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางสำหรับวงการก่อสร้างในปัจจุบัน ซึ่งก่อให้เกิดการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว วัสดุที่ใช้ทางด้านอุตสาหกรรมได้แก่ ฟางข้าว ปอ ชานอ้อย ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา เป็นต้น

หญ้าสลาบลวงเป็นวัชพืชที่ไม่มีค่าทางเศรษฐกิจ และสามารถพบได้ตามแหล่งน้ำขังทั่วไป มีอัตราการเจริญเติบโตรวดเร็วมาก และเป็นปัญหาในด้านการกำจัด แต่เนื่องจากเส้นใยของต้นหญ้าสลาบลวงมีลักษณะค่อนข้างเหนียวจึงมีความเป็นไปได้ในการนำมาทำเป็นแผ่นใยไม้อัดเพื่อนำไปใช้แทนไม้ โดยใช้ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์เรซิน (urea - formaldehyde resin) เป็นสารยึดติด

ตาราง 1.1 แบ่งประเภทแผ่นใยไม้อัดตามลักษณะการใช้งานและความหนาแน่นของแผ่น.

Fibreboard	Thicknesses generally available (inch)	Density	
		kg/m ³	lb/cu.ft
Non - compressed			
Semi - rigid insulation board	1/2 - 1 1/2	20 - 150	1.25 - 9.5
Rigid insulation board	3/8 - 1	150 - 140	9.5 - 25.0
Compressed			
Intermediate or MDF	3/16 - 1/2	400 - 800	25 - 50
Hardness	1/10 - 5/16	800 - 1200	50 - 70
Special density hardboard	1/4 - 2	1200 - 1450	75 - 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นใยไม้อัด (Fiber board) เป็นชื่อรวมที่ใช้เรียกแผ่นวัสดุที่ทำจากเส้นใยของไม้ หรือ วัสดุอื่นๆที่ให้เส้นใยซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก มีการประสานตัวด้วยเส้นใยของตนเอง และการใช้กาวเรซินสังเคราะห์ช่วยแล้วอัดประกอบกันขึ้นเป็นแผ่นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ตามลักษณะการใช้งานและความหนาแน่นของแผ่นคือ แผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hardboard) แผ่นเอ็มดีเอฟ (Medium density fiberboard) และแผ่นใยไม้อัดจนวน

งานวิจัยก่อนหน้านี้ ได้นำเสนอการนำเส้นใยดอกหญ้าสลาบลวงมาเป็นวัตถุดิบในการพัฒนาวัสดุประเภทแผ่นใยไม้อัด ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสมบัติใกล้เคียงกับไม้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์จากต้นหญ้าสลาบลวงก็ยังทำได้ไม่เต็มที่เพราะยังคงมีเศษเหลือจากการวิจัยคือลำต้นและใบ ซึ่งลำต้นและใบนี้มีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบ ดังนั้นถ้านำไปผ่านการแยกเยื่อเซลลูโลส ซึ่งจะทำให้ได้เส้นใยของต้นหญ้าสลาบลวง แล้วนำไปผสมกับสารยึดติดก็ควรจะ มีแนวโน้มที่จะสามารถผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดได้ อย่างไรก็ตามวิธีการผสมเส้นใยกับสารยึดติดในงานวิจัยที่ผ่านมาจะใช้วิธีการคลุกเคล้ารวมกันเท่านั้น ทำให้การกระจายตัวของเส้นใยและสารยึดติดไม่ดีเท่าที่ควร การผสมนั้นทำได้ไม่ดีและในทางอุตสาหกรรมก็ไม่นิยมใช้เนื่องจากต้องสิ้นเปลืองปริมาณสารยึดติดมาก

ด้วยเหตุดังกล่าว ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ร่วมกับ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ไม้ ไม้ กระดาษ ไม้ จึงได้จัดให้มีโครงการพิเศษขึ้นในหัวข้อ การพัฒนาและการใช้ต้นหญ้าสลาบลวงในอุตสาหกรรมผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (Medium density fibreboard) โดยใช้ ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์ เรซิน เป็นสารยึดติดด้วยเทคนิคการพ่นกาวแบบมีอากาศผสมเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำต้นหญ้าสลาบลวงมาทำเป็นวัสดุให้แทนไม้ และเป็นแนวทางเพื่อจะหาประโยชน์จากวัชพืชชนิดนี้ได้มากยิ่งขึ้น

1.2 ขอบเขตการวิจัย และสถานที่ทดลอง

โครงการพิเศษนี้จะวิจัยถึงการนำวัชพืชน้ำคือ ต้นหญ้าสลาบลวง มาทำเป็นแผ่นใยไม้อัด เพื่อใช้ในการทดแทนไม้โดยใช้ ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์เรซิน เป็นสารยึดติดดังนี้

1. การเตรียมต้นหญ้าสลาบลวง
2. การแยกเยื่อต้นหญ้าสลาบลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเตรียมเยื่อต้นหญ้าสลาบลวง
 4. การเตรียมสารยัดติดยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์เรซิน
 5. การศึกษาขนาดและรูปร่างของเส้นใย
 6. การขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดชนิดความหนาแน่นปานกลางโดยวิธีการสเปรย์กาว
 7. การทดสอบสมบัติทางกายภาพ โดยเปรียบเทียบแผ่นใยไม้อัดที่ใช้สารยัดติดที่เตรียมได้ในห้องปฏิบัติการ กับกาวผงสำเร็จรูป
 8. เปรียบเทียบผลที่ได้กับมาตรฐาน JIS
- สำหรับสถานที่ทำการวิจัยได้ทำการทดลอง ณ ห้องทดลองของกลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลผลิตป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการพิเศษ

1. ลดการสูญเสียไม้จากการใช้ไม้ที่มีอยู่อย่างไม่จำกัด
2. ลดปริมาณวัชพืช และเป็นการนำวัชพืชมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น
3. เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง
4. เพื่อเป็นแนวทางให้แก่โรงงานอุตสาหกรรมผลิตแผ่นใยไม้อัดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

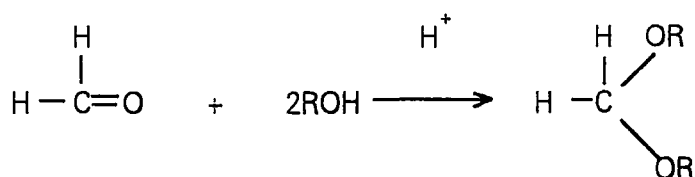
ทฤษฎี และหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

แผ่นใยไม้อัด (fibre board) คือแผ่นวัสดุที่ทำจากเส้นใยหรือเยื่อของไม้ หรือทำจากวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของลิกนินและเซลลูโลสอื่น ๆ โดยมีแรงยึดเหนี่ยวตัวภายใน ส่วนใหญ่ได้มาจากการเรียงตัวของเส้นใยและสมบัติการยึดเหนี่ยวตัวเข้าด้วยกันในระหว่างเส้นใยเอง อย่างไรก็ตามในระหว่างการผลิตอาจมีการผสมตัวประสานหรือวัสดุอื่น ๆ ลงไปด้วย เพื่อให้เส้นใยไม้อัดที่ผลิตขึ้นมีความแข็งแรง ความต้านทานต่อความชื้น ต้านทานไฟ แมลง และการผุกร่อนเพิ่มขึ้น หรือเพื่อปรับปรุงสมบัติอื่น ๆ บางประการของแผ่นใยไม้อัดให้ดีขึ้นด้วยก็ได้ สารยึดติดส่วนใหญ่ได้แก่ ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์, ฟีนอล - พอร์มาลดีไฮด์ และ เมลามีน - พอร์มาลดีไฮด์ สำหรับการเลือกใช้งานขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน เช่น งานเฟอร์นิเจอร์ตกแต่งที่ใช้ภายในจะใช้สารยึดติดประเภทยูเรีย เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยนี้จะศึกษาแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง โดยใช้ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซิน เป็นสารยึดติดที่จะได้ทำการเสนอต่อไป

2.1 ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซิน (5)

2.1.1 ปฏิกริยาการเกิด ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซิน

พอร์มาลดีไฮด์จะเกิดปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ ดังนี้

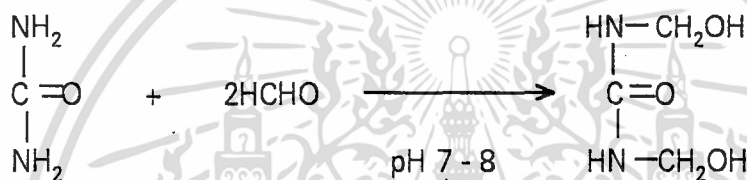


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายใต้สภาวะความเป็นกรด ฟอรัมาลดีไฮด์สามารถเกิดปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซีเกิดเป็นอีเธอร์ ดังปฏิกิริยาที่แสดงไว้ข้างต้น และเนื่องจากเซลล์โลสประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซีที่สามารถเกิดปฏิกิริยาในลักษณะเดียวกัน ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์เรซิน เพื่อเป็นสารยึดติดในลำดับต่อไป

ปฏิกิริยาการเกิด ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์

ยูเรีย กับ ฟอรัมาลดีไฮด์ จะเกิดปฏิกิริยาในสภาวะที่เป็นกลาง ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ไดเมทิลอลอลยูเรีย ดังสมการ และใช้ปฏิกิริยาการควบแน่นทำให้เกิดการตกตะกอน

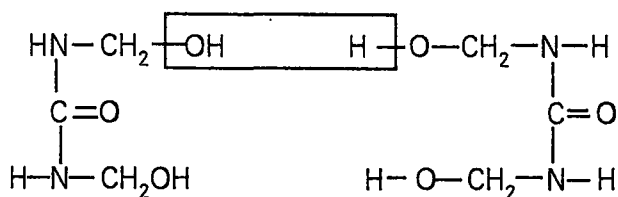


ไดเมทิลอลอลยูเรีย จะเกิดปฏิกิริยากับสารประกอบที่มีหมู่ไฮดรอกซี ได้เป็น



ในเซลล์โลสก็สามารถเกิดปฏิกิริยาเช่นนี้ได้โดยใช้กรดเป็นคาตาลิสต์ ที่อุณหภูมิสูง แต่อย่างไรก็ตาม ไดเมทิลอลอลยูเรีย ก็ยังไม่ได้รับการยอมรับเนื่องจากสามารถละลายน้ำได้ทำให้การยึดติดที่เส้นใยไม่ดี ดังนั้นจึงต้องทำปฏิกิริยาให้ ยูเรีย กับ ฟอรัมาลดีไฮด์ ได้สารพอลิเมอร์เชิงซ้อนโดยให้ตกตะกอนในสภาวะที่เป็นกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2.1.2 สมบัติของยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซิน (1)

ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซินเป็นเรซินที่มีราคาถูก มีความเป็นพิษต่ำ ความแข็งแรงสูง สามารถใช้ได้กับวัสดุหลายชนิด จุดอ่อนของเรซินชนิดนี้คือ ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ภายนอก หรือในอาคารที่มีความชื้นสูง เพราะจะทำให้พอร์มาลดีไฮด์ระเหยออกมาได้ง่าย เมื่อพิจารณาถึงความคงทนของพันธะเคมีในยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซินที่แข็งตัว พบว่า พลังงานพันธะ คาร์บอน - ออกซิเจน ระหว่างเรซินกับเซลลูโลสมีค่าต่ำ และพันธะของคาร์บอน - ไนโตรเจนจะให้ความคงทนสูง

สำหรับยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซินที่จำหน่ายในท้องตลาด แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. กาวน้ำ (Liquid syrup) เป็นวัสดุสำเร็จรูปสำหรับนำไปใช้ได้เลย มีเนื้อกาวประมาณ 60 - 70 % แต่จะมีอายุการใช้งานสั้น
2. กาวผง (Powder) เป็นกาวชนิด partial polymerized urea resin วิธีทำโดยใช้พ่นยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซินลงในถังที่ร้อน และทำให้เป็นสตูญญากาศจะได้เป็นกาวผงก่อนนำมาใช้ต้องผสมกับน้ำและตัวเร่งปฏิกิริยา ตามส่วน ตามวิธีแนะนำของแต่ละบริษัทที่ผลิต

2.1.3 เทคนิคการสังเคราะห์ ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซิน (2)

ในการสังเคราะห์กาวสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมไม้ จำเป็นจะต้องสามารถควบคุมขนาดของพอลิเมอร์ที่เกิดจากปฏิกิริยาควบแน่นให้ได้ เพราะสมบัติของเรซินจะขึ้นอยู่กับขนาดของพอลิเมอร์ซึ่งเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การวัดขนาดพอลิเมอร์ทำได้โดยวัดความหนืดของสารละลาย ในระยะแรกความหนืดของสารละลายจะมีค่าต่ำ และจะค่อยๆสูงขึ้น สารละลายจะเปลี่ยนจากใสเป็นขุ่นขณะที่พอลิเมอร์เหล่านี้ยังละลายน้ำอยู่

ขนาดของโมเลกุลจะเปลี่ยนค่าจาก 200 - 800 โมเลกุลในระยะแรกเป็น 2000 - 3000 โมเลกุลเมื่อเป็นกาวสำเร็จรูป ในแต่ละครั้งที่ทำปฏิกิริยาควบแน่นจะได้น้ำออกมาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกริยาดังกล่าว ในขณะที่พอลิเมอร์มีขนาดใหญ่ขึ้นจะมีการวิเคราะห์หาปริมาณการละลาย ความหนืด pH และความเข้มข้นเป็นต้น อย่างไรก็ตามปัจจัยที่สำคัญ และมีผลต่อสมบัติขั้นสุดท้ายของยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซิน ได้แก่ ความบริสุทธิ์ของรีเอเจนต์, สัดส่วนโมลของยูเรียต่อพอร์มาลดีไฮด์, การควบคุม pH และวิธีการสังเคราะห์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความบริสุทธิ์ของสารยูเรียและพอร์มาลดีไฮด์ ความบริสุทธิ์ของสารละลายพอร์มาลดีไฮด์ในการสังเคราะห์ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซิน เป็นสิ่งสำคัญมากกว่าความบริสุทธิ์ของยูเรียซึ่งมีค่าสูงอยู่แล้ว โดยปกติแล้วสารละลายพอร์มาลดีไฮด์ที่ใช้จะมีเมทานอลผสมอยู่ไม่เกิน 1 % และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

สารละลายพอร์มาลดีไฮด์ในห้องทดลองที่มีความเข้มข้น 37 - 41 % จะมีเมทานอลผสมอยู่ 6 - 12 % เพื่อให้สารดังกล่าวเสถียร ดังนั้นก่อนที่จะนำสารละลายพอร์มาลดีไฮด์มาใช้จำเป็นต้องกลั่นเมทานอลออกก่อน เพราะสารนี้จะทำให้ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซินที่สังเคราะห์ขึ้นมามีสมบัติการดูดน้ำมากขึ้นตั้งแต่ 6 - 10 %

2. สัดส่วนโมลของยูเรียต่อพอร์มาลดีไฮด์ ในการสังเคราะห์ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซินนิยมใช้สัดส่วนโมลยูเรียต่อพอร์มาลดีไฮด์ระหว่าง 1:1.4 - 1:1.6 ในสารละลายน้ำ อย่างไรก็ตามการเร่งปฏิกริยาการสร้างหมู่เมทิลลอลในระยะแรกทำได้ โดยแบ่งยูเรีย ออกเป็น 2 ถึง 3 ส่วนแล้วค่อยๆเติมยูเรียที่แบ่งออกมาในตอนหลัง การปฏิบัติดังกล่าวเป็นผลให้มีการสร้างยูเรียได้มาก และเร็วขึ้นในระยะแรก เทคนิคเช่นนี้ใช้มากในการสังเคราะห์ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซินในอุตสาหกรรม

ก่อนเติมยูเรียในสารละลายพอร์มาลดีไฮด์ จำเป็นต้องกลั่นเอาเมทานอลออกจากสารละลายดังกล่าวให้มากที่สุด จากนั้นจะต้องทำสารละลายให้เป็นกลางจึงจะเติมยูเรียลงไป ในระยะแรกของการทำปฏิกริยาสัดส่วนโมลของยูเรียต่อพอร์มาลดีไฮด์เป็น 1:2.2 เพื่อเป็นการเร่งปฏิกริยาการสร้างหมู่เมทิลลอล การเพิ่มอุณหภูมิของสารละลายจนเดือดจะช่วยเร่งปฏิกริยาการสร้างหมู่เมทิลลอลให้เร็วยิ่งขึ้นด้วย ปฏิกริยาคายความร้อนจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียส ความร้อนจากปฏิกริยาสามารถทำให้การเดือดของสารละลายดำเนินต่อไป โดยไม่ต้องใช้ความร้อนจากภายนอกมาช่วย การทำปฏิกริยาจะอยู่ภายใต้การกลั่นไหลกลับประมาณ 10 - 30 นาที เพื่อสร้างหมู่เมทิลลอล การเติมกรดลงไปเล็กน้อยให้มี pH 4.8 - 5.0 จะช่วยเร่งปฏิกริยา เป็นผลให้เพิ่มความหนืดแก่สารละลาย เมื่อสารละลายมีความหนืดให้ลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิสูงเหลือ 25 - 30 องศาเซลเซียส แล้วเติมยูเรียที่เหลือลงไปให้สัดส่วนโมลของยูเรียต่อฟอร์มาลดีไฮด์เป็น 1:1.4 - 1:1.7 คนสารละลายที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง แล้วปรับ pH ให้เหมาะสมเพื่อยืดอายุของกาวสังเคราะห์ได้

สัดส่วนโมลของยูเรียต่อฟอร์มาลดีไฮด์ ยังมีผลต่อสมบัติของยูเรีย - ฟอร์มาลดีไฮด์เรซินแข็งตัวด้วย เช่น ถ้าใช้ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์สูงเกินไป ความทนทานของกาวต่อน้ำจะลดลง และทำให้เรซินที่สังเคราะห์แล้ว มีฟอร์มาลดีไฮด์ที่ไม่ทำปฏิกิริยาหลงเหลืออยู่ ซึ่งเป็นสิ่งรบกวนในการผลิตในอุตสาหกรรมไม้ และผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ตามมาอีกด้วย การใช้ฟอร์มาลดีไฮด์น้อยเกินไปจะทำให้ความเหนียวของกาวต่ำ และเพิ่มเวลาเป็นเจลของกาว และยังคงอาจเป็นผลให้การแข็งตัวของกาวไม่สมบูรณ์

3. ในการสังเคราะห์ยูเรีย - ฟอร์มาลดีไฮด์เรซินจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องควบคุม pH ของสารละลาย สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ที่จำหน่ายในท้องตลาดจะมีกรดฟอร์มิกผสมอยู่อย่างน้อย 0.5 - 1.0 % ซึ่งในอุตสาหกรรมในการผลิตเรซินดังกล่าวยอมให้มีกรดนี้ไม่เกิน 0.05 - 0.01 % ดังนั้นจึงต้องลดปริมาณกรดดังกล่าว กรดจะทำให้การควบคุมปฏิกิริยาเป็นไปได้ยาก เพราะกรดเป็นสารเร่งปฏิกิริยาควบแน่นให้เกิดเป็นเจลมีสีขาวในระยะแรก และเกิดการแข็งตัวติดกับภาชนะที่ใช้สังเคราะห์ในระยะสุดท้ายซึ่งจะก่อปัญหาในการสังเคราะห์เรซินครั้งต่อไป

ถ้า pH ของสารละลายต่ำกว่า 4.8 - 5.0 จะเกิดปฏิกิริยาควบแน่นแบบคายความร้อน และไม่สามารถควบคุมได้ จนกระทั่งได้สารของแข็งสีขาวซึ่งใช้ประโยชน์ไม่ได้เลย ดังนั้นในการสังเคราะห์ยูเรีย - ฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน จำเป็นจะต้องควบคุม pH ของสารละลายไม่ให้ต่ำกว่า 4.8 - 5.0 เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยาการควบแน่นมากเกินไป

4. การควบคุมปฏิกิริยาการสังเคราะห์ยูเรีย - ฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน ในระดับอุตสาหกรรม มีทั้งระบบต่อเนื่อง และระบบไม่ต่อเนื่อง การควบคุมปฏิกิริยาทำได้ดังนี้

4.1 ในระยะแรก ทำการประเมินฟอร์มาลดีไฮด์ที่ไม่ทำปฏิกิริยา อาจใช้วิธีชัลไฟต์

4.2 ในระยะกลาง ทำการประเมินด้วยการวัดความเหนียว และควบคุมอุณหภูมิอย่างใกล้ชิด

4.3 ในระยะสุดท้าย จะต้องให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน คือไม่ให้ขนาดโมเลกุลใหญ่เกินไป การทดสอบทำได้โดยหยดเนื้อกากลงในน้ำ จะเห็นเส้นขาวๆมากกว่าการรวมตัวเป็นก้อน

การควบคุมขนาดของพอลิเมอร์ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์เรซิน เป็นสิ่งจำเป็นมากในการนำเรซินนี้ไปใช้กับอุตสาหกรรมไม้อัด ในขณะที่ทำการอัดร้อนเพื่อให้เรซินแข็งตัว

ถ้าเรซินมีขนาดสายโซ่โมเลกุลของพอลิเมอร์สั้นไปจะไหลไปตามช่องว่างในเนื้อไม้ได้ง่าย ทำให้ปริมาณเรซินตรงแนวเรซินไม่เพียงพอ และเป็นผลให้รอยต่อไม่แน่น และใช้เวลาให้เรซินแข็งตัวนานขึ้น ถ้าพอลิเมอร์ของเรซินมีขนาดใหญ่เกินไปก็จะมีปัญหาเกี่ยวกับการไหลในขณะทาเรซิน และอายุของเรซินในการเก็บรักษาก็สั้นลง

5. เวลาเป็นเจล และการแข็งตัวของเรซิน เวลาเป็นเจลคือการวัดอายุเรซินผสมของเรซินสังเคราะห์ หรือเป็นเวลาที่เราเริ่มมีสมบัติความยืดหยุ่นสูงสุดหลังจากเติมสารเร่ง หรือเป็นเวลาที่เราเริ่มเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นเจลหลังจากเติมสารเร่ง การวัดเวลาเป็น เจลส่วนใหญ่สามารถสังเกตจากเรซินที่เสียสมบัติของความหนืดไป

การใช้เรซินอาจผสมสารเพิ่ม และสารเร่งลงไปเพื่อความเหมาะสม การควบคุมให้เรซินเป็นกลางหลังจากแข็งตัวแล้วจะช่วยลดการเกิดไฮโดรไลซิสของตัวเรซินเอง ดังนั้น ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์เรซินเมื่อสังเคราะห์เสร็จแล้ว ควรจะปรับให้มี pH 7 - 9 และควบคุมสัดส่วนโมลของยูเรียต่อฟอรัมาลดีไฮด์ระหว่าง 1 : 1.2 - 2.0 ซึ่งในการกระทำดังกล่าวจะช่วยลดความหนืดของเรซินที่เพิ่มขึ้นขณะที่เก็บไว้ก่อนการนำไปใช้งาน

2.2 กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัด (3)

ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดสามารถสรุปได้ดังนี้

2.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

หากเป็นไม้ ควรทำการลอกเปลือกออกด้วยกลไกการเสียดสี หรือการใช้มีดเกลาออก โดยเครื่องมือต่างๆ เช่น Knife debarkers, Friction debarkers เป็นต้น แล้วนำไปทำเป็นไม้สับด้วยเครื่องทำชิ้นไม้อัดแบบจานหรือถัง ได้เป็นชิ้นไม้สับลักษณะเช่นเดียวกับการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นเยื่อกระดาษ และแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด เมื่อได้เป็นชิ้นไม้สับจึงนำไปร่อน คัดแยกขนาด แล้วนำเข้าเก็บโดยสายพานลำเลียงไว้ในถังเก็บ โดยต้องผ่านเครื่องตรวจสิ่งแปลกปลอมอื่นโดยเฉพาะโลหะ เพื่อแยกออกก่อนเก็บ

ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของโรงงานในขั้นตอนนี้ คือ การเก็บรักษาวัตถุดิบทั้งก่อน และหลังเตรียม ข้อควรระวังและเอาใจใส่เกี่ยวกับการเก็บรักษาวัตถุดิบ สามารถกำหนดเป็นข้อๆ ดังนี้

1. แยกคัดขนาดของวัตถุดิบ หากเป็นวัตถุดิบหลายชนิดควรแยกเก็บแต่ละชนิดและแต่ละขนาด
2. ป้องกันการปะปนกับวัสดุอื่น
3. พยายามรักษาระดับความชื้นของวัตถุดิบที่เหมาะสมต่อสภาวะการผลิตไว้
4. วัตถุดิบต้องมีเพียงพอต่อการผลิตตลอดเวลา
5. ป้องกันการเกิดการเสื่อมสภาพของวัตถุดิบที่อาจเกิดจากแมลง เห็ดรา และอื่นๆ
6. พยายามจัดเก็บให้เป็นระบบ เพื่อความสะดวกในการขนย้าย
7. ต้องจัดหาและวางแผนการป้องกันการเกิดไฟลุกไหม้ในตัววัตถุดิบ

2.2.2 การแยกเยื่อ (Pulping)

การแยกเยื่อในอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นใยไม้อัด เป็นการแยกเยื่อโดยวิธีเทอร์โมเมคานิค (Thermo-mechanical pulping) ซึ่งเป็นวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีการผลิตเยื่อทางกลโดยการบด (refined mechanical pulping) เริ่มจากการนำชิ้นไม้หรือชิ้นวัตถุดิบ เข้านึ่งไอน้ำภายใต้ความดันไอน้ำ จนอุณหภูมิไอน้ำสูงกว่า 140 องศาเซลเซียส เป็นจุดที่ทำให้ลิกนินอ่อนตัว เรียกว่า glass transition point หรือ softening point แล้วจึงทำการบดชิ้นไม้ให้แยกออกจากกันเป็นเส้นใยหรือกลุ่มของเส้นใย การบดใช้วิธีการเสียดสี (attrition action) ของเครื่อง Defibrators หรือ Attrition mills ซึ่งประกอบด้วยจานบดที่มีผิวหยาบเป็นร่อง 2 ร่อง โดยจานหนึ่ง หรือ 2 จาน หมุนสวนทางเสียดสีกันให้ชิ้นไม้ที่อยู่ระหว่างจานทั้งสองแตกแยกออกเป็นกลุ่มเยื่อ สภาวะในการแยกเยื่อ ได้แก่ อุณหภูมิหรือความดันไอน้ำ เวลาในการนึ่งชิ้นไม้ และเวลาในการบดเยื่อ จะมีความผันแปรไปขึ้นกับชนิดไม้หรือวัตถุดิบ ความหนาแน่นของไม้หรือวัตถุดิบ ความชื้น และรูปทรงทางเรขาคณิตของชิ้นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกเยื่ออีกวิธีหนึ่งที่มีใช้กันในบางโรงงานคือ วิธีระเบิดเยื่อหรือแมโซไนท์ (Masonite process) ซึ่งคิดค้นขึ้นได้อย่างบังเอิญโดย Mason ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งวิธีนี้ใช้หลักการพื้นฐานแบบเทอร์โมเมคานิค โดยการใส่ชิ้นไม้เข้าไปทางด้านบนถังกระบอก ลักษณะคล้ายปืนที่ทันทรงอัดได้สูงๆ แล้วเพิ่มแรงดันน้ำเข้าไปเรื่อยๆ เป็นเวลานานพอสมควร เมื่อได้เวลาจึงระบายชิ้นไม้ในถังออกอย่างรวดเร็ว โดยเปิดวาล์วที่ตอนล่างของถัง จะได้ชิ้นไม้ที่หนึ่งด้วยแรงดันไอน้ำสูงและเกิดการอ่อนตัวระเบิดออกมาเป็นเส้นใยหรือกลุ่มของเส้นใย

เมื่อได้เยื่อขั้นต้นแล้ว เยื่อที่ได้ อาจมีการนำไปบดเยื่อด้วย disc refiner เป็นลำดับต่อไป เพื่อให้ได้เยื่อคุณภาพตามต้องการต่อไป

2.2.3 การทำแผ่น (Mat forming)

ก่อนการทำแผ่นอาจมีการผสมสารปรับปรุงคุณภาพ (sizing agent) ลงไปผสมกับเยื่อในถังเก็บเยื่อในรูปของอิมัลชัน แล้วจึงทำการถ่ายเยื่อไปบนเครื่องทำแผ่นต่อไป การปรับปรุงคุณภาพ (sizing) ของแผ่นใยไม้อัด มีจุดประสงค์เพื่อต้องการเพิ่มความต้านทานในการดูดซึมน้ำและเพิ่มความแข็งแรงของแผ่น แต่กรณีของแผ่นใยไม้อัด เพิ่มความต้านทานการดูดซึมและเพิ่มความแข็งแรงของแผ่น แต่กรณีของแผ่นใยไม้อัดฉนวน ความแข็งแรงของแผ่นจากการจัดยึดกันระหว่างเส้นใยของมันเองก็เป็นการเพียงพอ การปรับปรุงคุณภาพจึงต้องการเพียงปรับปรุงสมบัติการต้านทานน้ำเท่านั้น สารปรับปรุงคุณภาพที่ใช้ ได้แก่ พาราฟิน (paraffin) โรซิน (rosin) และคิวมาโรนเรซิน (cumarone resin) นอกจากนี้ยังอาจมีการใช้สารปรับปรุงคุณภาพชนิดอื่นๆ เพื่อสมบัติพิเศษเฉพาะ เช่น แอสฟัลท์ (asphalt)

สำหรับการทำแผ่น (Mat forming หรือ felting) ในการผลิตแผ่นใยไม้อัดนั้น มีกรรมวิธีการผลิตหลักอยู่ 2 วิธี คือ กรรมวิธีเปียก (Wet forming) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้น้ำเป็นตัวพาเส้นใยให้ประสานกันเป็นแผ่น แผ่นใยไม้อัดจากกรรมวิธีนี้จะมีลักษณะผิวเรียบด้านหนึ่งอีกด้านเป็นรอยตะแกรง เรียกว่า S-1-S หรือ smooth one side ส่วนอีกกรรมวิธีทำแผ่น คือ กรรมวิธีแห้ง (Dry forming) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้อากาศหรือลมเป็นตัวพาเส้นใยให้ประสานกันเป็นแผ่น แผ่นใยไม้อัดจากกรรมวิธีนี้จะได้อีกผิวหน้าเรียบ 2 หน้า เรียกว่า S-2-S หรือ smooth two sides ทั้ง 2 กรรมวิธีนี้ ในแต่ละวิธีมีข้อดี และข้อเสียแตกต่างกัน การเลือกใช้กรรมวิธีใดขึ้นอยู่กับ ชนิดของแผ่นใยไม้อัด ข้อจำกัดเกี่ยวกับลักษณะของโรงงานและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นที่ตั้งโรงงาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามการผลิตแผ่นใยไม้อัดฉนวนมักนิยมใช้กรรมวิธีการทำแผ่นแบบเปียกแทบทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีเปียกหรือกรรมวิธีการทำแผ่นในน้ำ โดยใช้เยื่อปนกับน้ำ (pulp suspension) ในอัตราส่วนเยื่อแห้ง 1 - 2 % นำส่วนผสมเยื่อกับน้ำ (1-2% consistency) ที่กระจายทั่วดีแล้ว ไปผ่านตะแกรงกรองเยื่อโดยมีการดูดน้ำออกทางใต้ตะแกรง ได้เป็นแผ่นเยื่อเปียกค้างอยู่บนตะแกรง กรรมวิธีเปียกนี้นิยมใช้เครื่องทำแผ่นอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ Deckle box, Fourdrinier former และ Cylinder former แผ่นเยื่อเปียกที่ได้จากเครื่องทำแผ่นจะถูกส่งไปเข้าเครื่องอัดเย็น ซึ่งอาจเป็นแบบ single-opening cold press หรือ roll press ก็ได้ เพื่อบีบหรือรีดน้ำออกจนเหลือความชื้นประมาณ 60 - 70 % แล้วจึงส่งต่อไปเข้าเครื่องอบแห้ง (Dryer)

2.2.4 การอบแห้ง (Drying)

แผ่นเยื่อเปียกจากการทำแผ่น เมื่อออกจากเครื่องทำแผ่นและรีดน้ำออกแล้ว หากเป็นแผ่นแบบต่อเนื่อง จะถูกตัดขนาดให้ได้ความยาวที่ต้องการ แล้วต้องรับน้ำเข้าอบแห้งในเครื่องโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 120 - 190 องศาเซลเซียส แต่ในอุตสาหกรรมบางครั้งใช้อุณหภูมิสูงกว่า 190 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 2 - 4 ชั่วโมง เครื่องอบแห้งที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมมี 3 ชนิด คือ Tunnel kilns, Steam or hot water platen dryers และ Continuous roller-type dryers แผ่นเยื่อที่ออกจากเครื่องอบแห้งเมื่อนำไปตัดริมตกแต่งขอบให้เรียบร้อยและได้ขนาดตามมาตรฐานได้กำหนดก็คือ แผ่นใยไม้อัดฉนวน (Insulation Board) ที่สมบูรณ์ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยทั่วไป (General purpose type board)

2.3 ปริมาณการใช้กาวและสารเติมแต่ง (4)

ปริมาณการใช้กาวและสารเติมแต่งในการผลิตแผ่นใยไม้อัด มักอยู่ในช่วงตั้งแต่ 4 - 12 % (น้ำหนักกาวแห้งต่อเยื่อไม้แห้ง) หากใช้กาวยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์ นิยมใช้ปริมาณกาว 6 - 10 % สำหรับปริมาณซีเมนต์ นิยมใช้ในรูปอิมัลชัน ที่มีเนื้อซีเมนต์ผสมประมาณ 35 - 50 % และใช้ผลิตแผ่นใยไม้อัดอยู่ในช่วงระหว่าง 0.5-1.0 % (น้ำหนักเนื้อซีเมนต์ต่อเยื่อไม้อบแห้ง) แต่ปัญหาในการใช้ซีเมนต์ คือ เมื่อใช้ปริมาณมากขึ้นจะทำให้ความแข็งแรงของแผ่นที่ผลิตลดลง

2.4 ลักษณะที่ต้องการในการผสมกาวกับขึ้นไม้ (4)

สาเหตุสำคัญที่ทำให้การผสมกาวกับขึ้นไม้กระจายไม่ทั่วขึ้นไม้คือ ในเครื่องผสมกาว นอกจากความผิดปกติหรือความไม่สมบูรณ์ของเครื่องผสมกาวแล้ว นอกจากนี้ยังมีตัวแปรที่เป็นสาเหตุอีกหลายตัว เช่น ความหนืดของกาว อุณหภูมิของกาว ความแตกต่างของความชื้นและขนาดรูปร่างของขึ้นไม้ เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้การใช้กาวมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ควรควบคุมลักษณะต่างๆที่ใช้ในการผสมกาวกับขึ้นไม้ ดังนี้

2.4.1 ขนาดของละอองกาว

ขนาดของละอองกาวที่ใช้พ่นกาวกับขึ้นไม้ให้ได้แผ่นไฟเบอร์บอร์ดที่มีสมบัติที่ดี ควรมีขนาดละอองกาวระหว่าง 8-35 ไมครอน พบว่าค่าเฉลี่ยสมบัติทางด้านความต้านแรงดัด (MOR) และแรงยึดเหนี่ยวภายใน (IB) ของแผ่น จะลดลงตามขนาดเฉลี่ยของละอองกาวที่ใหญ่ขึ้น หากใช้ละอองกาวเป็นฝอยที่ละเอียดมากขึ้น ก็จะช่วยให้อายุการใช้งานสูงขึ้น

2.4.2 ระยะเวลาในการพ่นกาว

ระยะเวลาการพ่นกาว มี ผลต่อการกระจายกาวทั่วขึ้นไม้และยังมีผลกระทบต่อสมบัติของแผ่นมากกว่าการเปลี่ยนแปลงความหนืด อุณหภูมิ และปริมาณเนื้อกาวด้วยการพ่นกาวไปบนขึ้นไม้ให้ทั่วและสม่ำเสมอ ต้องอาศัยระยะเวลาการพ่นกาวที่นานพอสมควร ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณเนื้อไม้ ชนิดและขนาดของเครื่องผสม สมบัติของแผ่นที่สะท้อนให้เห็นถึงระยะเวลาพ่นกาวคือ ค่าความต้านแรงดัด แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ระยะเวลาการพ่นกาวที่นานขึ้นไม่ใช่ว่าจะเป็นผลดีต่อกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องนัก

2.4.3 แรงดันลมในการพ่นกาว

โรงงานผลิตแผ่นไฟเบอร์บอร์ด ส่วนใหญ่ใช้กาวด้วยระบบการพ่นกาวซึ่งมีใช้กันอยู่ 3 วิธี ได้แก่

1. การพ่นกาวแบบทั่วไปมีอากาศผสม (air spray)
2. การพ่นแบบไม่มีอากาศผสม (airless spray)
3. การพ่นโดยใช้แรงเหวี่ยงจากศูนย์กลาง (centrifugal distribution)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันที่ใช้ในการพ่นกาวแบบมีอากาศผสม ใช้แรงดันลมที่ต่ำกว่า โดยใช้แรงดันลมที่มีแรงดันอยู่ระหว่าง 3 - 7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แต่สำหรับวิธีการพ่นแบบไม่มีอากาศผสม จำเป็นต้องใช้แรงดันลมเพิ่มสูงขึ้นซึ่งอยู่ในระดับระหว่าง 40 - 100 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร การพ่นโดยวิธีหลังนี้ทำให้กาวกระจายไปทั่วขึ้นไม่ได้ดีกว่า และไม่มีอากาศภายนอกเข้าไปเจือปน ส่วนการพ่นแบบใช้แรงเหวี่ยงศูนย์กลางเป็นวิธีการใหม่ อาศัยการหมุนของหัวหมุนที่อยู่ปลายเพลลา การพ่นขึ้นอยู่กับ จำนวนรอบหัวหมุน ขนาดของรู และความเร็วในการหมุนเพลลาที่ต้องใช้ความเร็วสูงเพื่อเหวี่ยงกาวออกไป

การเลือกใช้วิธีการพ่นแบบใดนั้น ควรพิจารณาจากความละเอียดของละอองกาวที่พ่นออกไป และควรเลือกให้เหมาะสมต่อเครื่องผสมที่สัมพันธ์กันไปได้ จึงจะช่วยให้กาวกระจายไปทั่วขึ้นไม่ได้ดี

2.4.4 ความหนืดของกาว

ความหนืดของกาวมีส่วนสัมพันธ์กันอย่างมากกับความยาวของสายโซ่โมเลกุลจากอันดับของปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชัน (degree of polymerization) ความเข้มข้นของกาวและอุณหภูมิระหว่างการพ่นกาว กาวที่มีความหนืดสูง สืบเนื่องจากการเกิดโพลิเมอร์ไรซ์ที่มากจนอาจทำให้กาวบางส่วนเกิดการแข็งตัวก่อน นอกจากนี้ยังอาจทำให้หัวพ่นเกิดการอุดตันขึ้นได้ และการกระจายกาวไปทั่วขึ้นไม่ได้ จึงควรหลีกเลี่ยงการใช้กาวที่มีความหนืดสูง แต่อย่างไรก็ตามหากใช้กาวที่มีความหนืดน้อยเกินไปแสดงว่ามีปริมาณน้ำในส่วนผสมกาวมาก เมื่อพ่นกาวนี้ไปบนชิ้นไม้ ชิ้นไม้จะได้รับปริมาณน้ำในปริมาณที่มากเกินไป จนเกิดปัญหาในขณะที่ทำการอัดร้อนได้ และเนื้อกาวก็จะแทรกซึมเข้ายังเนื้อไม้มากเกินไป จนมีเนื้อกาวเหลืออยู่ในแนวกาว ความหนืดของกาวที่เหมาะสมในการพ่นกาวควรอยู่ระหว่าง 100 - 600 เซนติพอยส์ ที่อุณหภูมิ 25 - 35 องศาเซลเซียส

2.4.5 อุณหภูมิของเยื่อไม้

เยื่อไม้ที่ผ่านการอบในเครื่องอบแล้ว สามารถผ่านตรงไปยังขั้นตอนการผสมกาวได้ทันที เยื่อไม้ที่มีอุณหภูมิสูงจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของกาวลดต่ำลง เช่น ประสิทธิภาพของความเหนียว (tack) ของกาวลดต่ำลง มีการแทรกซึมเข้าเนื้อไม้ไม่เพียงพอ และที่สำคัญคือ กาวจะเกิดการแข็งตัวก่อนทำการอัด (preure) การเกิดการแข็งตัวของกาวก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอัดร้อนจากสาเหตุการขึ้นเกินไปจนการหดความเหนียวแห้งแข็งไป (dry out) จะยังมีมาก หากใช้แผ่นรองอัด (caul plates) ที่ร้อนด้วย ปัญหาเหล่านี้ควรหลีกเลี่ยง

สมบัติด้านความเหนียวของกาว(tack) เป็นสมบัติที่สำคัญประการหนึ่ง ทำให้ขึ้นไม้เกาะติดกันเป็นอย่างดี เกิดเป็นแผ่นก่อนถูกอัดร้อน การควบคุมความเหนียวของกาวขณะใช้งานขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆเช่น

- 1.ขนาดของโมเลกุล (molecular weight)
- 2.ความเป็นขั้ว (polarity)
- 3.ความข้นของกาว (viscosity)
- 4.ความชื้นและอุณหภูมิของขึ้นไม้

เยื่อไม้ก่อนที่จะเข้าทำการผสมกาวในเครื่องผสมกาวที่มีอุณหภูมิสูงๆควรใช้กาวที่สังเคราะห์ขึ้นพิเศษเพื่อใช้ผสมที่ระดับอุณหภูมิสูงๆ

2.4.6 ความเร็วในการกวน หรือหมุนเครื่องผสม (degree of agitation)

การกวนขึ้นไม้ในเครื่องผสมแบบดังกล่าวที่ใช้การหมุน ควรใช้ความเร็วที่สัมพันธ์เพียงพอกับการให้เยื่อไม้ได้กระทบกับละอองกาวที่ฉีดพ่นออกมาได้ทั่วถึงทุกขึ้นไม้ นับเป็นข้อควรพิจารณาประการหนึ่งที่ไม่อาจละเลยไป เนื่องจากเครื่องผสมมีด้วยกันหลายแบบและใบพัดก็สามารถออกแบบไปได้หลายๆ รูปร่างและหลายๆ ขนาด

2.5 ลักษณะที่ดีของกาวตามอุดมคติสำหรับการผลิต (4)

1. ควรมีการแข็งตัวอย่างรวดเร็วในระหว่างการอัดที่อุณหภูมิต่ำๆ เช่น ใช้เวลาในการอัด 4 - 5 นาที ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส สำหรับความหนาของแผ่นขนาด 20 มิลลิเมตร
2. มีความคงทนและแข็งแรงเทียบเท่ากาวประเภทฟีนอล
3. สามารถละลายให้เจือจางได้ดีในน้ำ ถึงแม้จะใช้ปริมาณน้ำน้อย
4. ฟันเป็นละอองกาวได้ละเอียดดี ละอองกาวควรมีประจุไฟฟ้าสถิตย์ตรงข้ามกับขึ้นไม้ ทำให้กาวจับติดกับขึ้นไม้ได้ทั่วถึง
5. มีความต้านทานการแข็งตัวก่อนที่แท่นอัดจะสัมผัสแผ่นเตรียมอัด (Mat)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. อยู่ในแนวทาบขนานผิวชิ้นไม้มาก และไม่ซึมซาบลงไปใในเนื้อไม้มากนัก
7. สามารถพัฒนาความเหนียวให้เพียงพอที่จะจับยึดชิ้นไม้เป็นรูปร่างในแผ่นเตรียมไม้อัดก่อนเข้าเครื่องอัดร้อนในระหว่างการลำเลียงเคลื่อนย้าย
8. มีอายุการเก็บ และอายุการใช้งานนานที่สุด
9. สามารถเข้ากันได้ดีกับสารเติมแต่งอื่นๆ
10. ยังคงรักษาสภาพการไหล (flow) ในช่วงเวลาสั้นๆ ของการอัดร้อน เพื่อให้การสามารถเปียกผิวชิ้นไม้ได้ดี และยอมให้ชิ้นไม้เคลื่อนปรับตัวในแผ่นก่อนที่จะแข็งตัว
11. มีการปลดปล่อยสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ในปริมาณน้อยที่สุด
12. มีต้นทุนที่ต่ำ

2.6 การควบคุมการอัดร้อนและความลดหลั่นของความหนาแน่น

ในทางอุดมคตินั้นเราต้องการให้ความหนาแน่นของแผ่นกระจายทั่วเท่ากันตลอดทั้งแผ่น แต่ในความเป็นจริงไม่สามารถทำได้ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับความร้อนในระหว่างการอัดร้อนที่เวลาต่างกัน

ในขณะที่ทำการอัดร้อน ระยะเวลาในการอัดทั้งหมดประมาณ 10 - 30 % เป็นเวลาของแท่นอัดกดทับแผ่นจนถึงความหนาที่กำหนดไว้ (Press Closing Time) เวลาที่เหลือเป็นเวลาที่ยัดแผ่นที่ความหนาคงที่ กำหนดด้วยแรงดันสูงเพื่อให้แผ่นแข็งตัวเป็นรูปทรงคงที่ได้ ผิวหน้าจึงได้รับความร้อนสูงจากแท่นอัดที่สัมผัสก่อนที่ความชื้นที่ชั้นผิวจะกลายเป็นไอน้ำที่ ส่งผลให้ผิวหน้าเกิดการขึ้นรูปแข็งตัวและกระชับแน่นจนมีความหนาแน่นสูงก่อนแล้ว นอกจากนี้ปริมาณไอน้ำที่ชั้นผิวที่มากกว่ายังช่วยในการปรับปรุงความสามารถในการบีบอัดให้ดีขึ้นด้วย ความร้อนที่แทรกซึมผ่านลงไปถึงชั้นกลางพร้อมทั้งขนาดแรงดันที่กดทับไว้ให้มีความหนาตามกำหนด ก่อให้ชั้นกลางที่เหลือเนื้อไม้ค่อยลงแข็งตัวมีความหนาแน่นต่ำลง ดังนั้นการควบคุมการอัดร้อนโดยเฉพาะระยะเวลาแท่นอัดที่บีบแผ่นจนถึงความหนาที่กำหนดเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงความลดหลั่นของความหนาแน่นของแผ่นได้ ทำให้แรงยึดเหนี่ยวภายใน ความต้านแรงดัด และความแข็งตึงของแผ่นดีขึ้น

การใช้ระยะเวลาในการปิดแท่นอัดที่ช้า (ระยะเวลาที่แท่นอัดบีบแผ่นถึงความหนาที่กำหนด) สามารถปรับปรุงสมบัติแรงยึดเหนี่ยวภายในให้สูงขึ้นได้ และส่งผลให้ความหนาแน่นมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระจายตัวจากชั้นกลางถึงชั้นผิวได้สม่ำเสมอว่าการใช้ระยะเวลาในการปิดแทนที่เร็ว หากใช้ระยะเวลาในการปิดแทนที่เร็ว ควรใช้แรงดันที่สูงกว่าปกติ

การใช้อุณหภูมิในการอัดที่สูงขึ้น จะช่วยเพิ่มความหนาแน่นในชั้นกลาง และลดความหนาแน่นในชั้นผิวได้ เนื่องจากความร้อนจะเคลื่อนที่ไปยังชั้นกลางได้เร็วขึ้นแต่ควรระมัดระวังการเกิดกาบแข็งตัวในชั้นนอกของผิวก่อน (preure)

แรงดันที่ใช้ในการอัดร้อนเพื่อผลิตแผ่นไฟเบอร์บอร์ด ความหนาแน่นปานกลาง ($0.40 - 0.80 \text{ g/cm}^3$) มีการใช้กันอยู่ในช่วง $1.5 - 3.5 \text{ N/mm}^2$ อุณหภูมิในการอัดร้อนประมาณ $140 - 200$ องศาเซลเซียส สำหรับกาบยูเรีย ส่วนระยะเวลาในการอัดทั่วไป สำหรับแผ่นที่ต้องการความหนา 20 มิลลิเมตร ใช้ระยะเวลาในการอัดร้อน $10-12$ นาที หรือเท่ากับ $0.5-0.6$ นาทีต่อความหนา 1 มิลลิเมตร แต่อย่างไรก็ตามก็ยังต้องขึ้นกับปัจจัยอื่นๆ ด้วย

สภาวะการอัดยังมีผลกระทบต่อขยายตัวทางความหนาของแผ่น (thickness swelling) ด้วย การอัดทำให้แผ่นมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นมากขึ้นทำให้การขยายตัวทางความหนาเพิ่มขึ้น แต่การขยายตัวทางด้านความหนาของแผ่น นอกจากจะขึ้นอยู่กับสมบัติของไม้ที่เป็นสารเปียกชื้น (hygroscopicity) แล้วยังขึ้นอยู่กับการดีดคืน (springback) ที่เกิดจากการใช้แรงอัดด้วย เมื่อแผ่นไม้อัดสัมผัสกับความชื้นครั้งแรกก็จะเกิดการขยายตัว แต่เมื่อทำให้แห้งใหม่จะหดตัวกลับเป็นสัดส่วนกับการขยายตัว ส่วนที่ไม่กลับคืนสู่สภาพเดิมคือส่วนการดีดคืนจากการอัด ปริมาณของการเกิดการคืนรูปจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนรอบของการดูด-คายความชื้น (cycle of absorption - desorption) การลดปัญหาหรือการตัดปัญหาในการคืนรูป จะช่วยให้แผ่นไม้อัดมีความคงขนาด (dimensional stability) และมีความทนทานมากขึ้น

2.7 ความหนาแน่นของแผ่น (4)

ความหนาแน่นของแผ่น เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสมบัติของแผ่น โดยทั่วไปแล้วการเพิ่มความหนาแน่นของแผ่นจะส่งผลให้ชั้นไม้ที่ผสมกาวแล้วจับ หรือสัมผัสระหว่างกันใกล้ชิดแน่นขึ้นในระหว่างการอัดแผ่นชั้นสุดท้าย หากเป็นแผ่นที่มีความหนาแน่นต่ำกว่าจะมีช่องว่างระหว่างชั้นไม้ (voids) มาก ทำให้กาวที่เกาะอยู่ขาดประสิทธิภาพในการเกาะยึดไป แต่ถ้าทำการอัดแผ่นให้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ชั้นไม้เกิดการยึดจับกันดี และทำให้กาวที่อยู่บนชั้นไม้เกิดการยึดจับชั้นไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทั้งยังทำให้ไม่เกิดความต้านทานจากการกระทำทางเชิงกล (mechanical loads) ได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การปรับสภาพของแผ่นก่อนการใช้งาน (4)

ในทางปฏิบัติ หลังจากทำการอัดร้อนแล้ว แผ่นที่ผ่านการอัดร้อนแล้วจะถูกนำไปทำให้เย็นลงบนตะแกรงวงล้อหรือกองสุ่มร้อน (hot staching) โดยให้อุณหภูมิของกองสุ่มอยู่ระหว่าง 50-600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-4 วัน เพื่อช่วยในการปรับปรุงให้เกิดการดูดซึมน้ำน้อยลงได้ ซึ่งโดยเฉพาะในกรณีที่เทคนิคการสเปรย์และผสมที่ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการกองสุ่มร้อน มีผลทำให้ชิ้นจำนวนมากที่เกาะหรือติดอยู่ กับพื้นผิวของชิ้นไม้เป็นหย่อมๆ เกิดการเยิ้มไหลกระจายออก ส่งผลให้การกันซึมมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ข้อดีของการกองสุ่มร้อนยังช่วยให้ความชื้นที่แตกต่างกันในแผ่นมีความสม่ำเสมอได้มากขึ้น ช่วยลดความเครียดภายในแผ่น ที่อาจทำให้แผ่นบิดงอได้ แต่ก็มีข้อเสียคืออาจทำให้แรงยึดของกาวแตกแยกลงได้หากมีความชื้นและใช้อุณหภูมิสูงเกินไป ทำให้สมบัติความแข็งแรงของแผ่นลดน้อยลง แต่ในกรณีของกาวฟีนอลต้องทำการกองสุ่มร้อนเสมอ เพื่อที่กาวจะสามารถแข็งตัวได้สมบูรณ์มากขึ้น และเป็นการพัฒนาสมบัติความแข็งแรงได้สูงสุดด้วย

2.9 มาตรฐาน JIS

JIS เป็นคำย่อของ Japanese Industrial Standard ซึ่งเป็นมาตรฐานทางด้านอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น มาตรฐานสำหรับแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจะใช้มาตรฐานเลขที่ JIS A 5906 โดยหัวข้อในมาตรฐานจะระบุเกี่ยวกับวิธีการหาค่าสมบัติต่างๆ และค่ามาตรฐาน ดังตาราง 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.1 แสดงค่าสมบัติต่างๆตามมาตรฐาน JIS

Classification		Density g/cm ³	Moisture content %	Bending strength kgf/cm ² (N/cm ²)	Separating strength (1.3 mm ²) and kgf/cm ² (N/cm ²)	Woodscrew- retaining force kgf (N)	Quantity of released formaldehyde mg/l
Division by bending strength	Division by quantity of released formaldehyde						
300-type medium density fibreboard	5 type	0.4 to 0.8 excl.	5 to 13 incl.	300 (2942.0) min.	5 (49.0) min.	50 (490.3) min.	5 max.
	0.5 type						0.5 max.
200-type medium density fibreboard	5 type			200 (1961.3) min.	4 (39.2) min.	40 (392.3) min.	5 max.
	0.5 type						0.5 max.
150-type medium density fibreboard	5 type			150 (1471.0) min.	3 (29.4) min.	30 (294.2) min.	5 max.
	0.5 type						0.5 max.
50-type medium density fibreboard	5 type	50 (490.3) min.	—	—	5 max.		
	0.5 type				0.5 max.		

- Remarks 1. Separating strength does not apply to 50-type fibreboards.
2. Woodscrew retaining force does not apply to 50-type fibreboards and fibreboards less than 15 mm in thickness.
3. The quantity of released formaldehyde is defined as the concentration of formaldehyde measured in accordance with Clause 5.9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องแยกเยื่อ	กรมป่าไม้
- เครื่องปั่นละเอียด (refinery)	กรมป่าไม้
- วงล้อกระจายเยื่อ	กรมป่าไม้
- อุปกรณ์ฉีดพ่นกาว	กรมป่าไม้
- pH meter (ORION)	กรมป่าไม้
- อ่างน้ำมันซิลิโคน	
- ชุดบันทึกอุณหภูมิ	
- เครื่องวัดความหนืด Brookfield รุ่น LVT	
- เทอร์โมมิเตอร์	
- ไมโครมิเตอร์	
- เวอร์เนียร์	
- ตู้อบ	กรมป่าไม้
- เดซิเคเตอร์	กรมป่าไม้
- เครื่องชั่งละเอียด 3 ตำแหน่ง	
- ชุด reflux	
- เครื่องอัดความร้อน	กรมป่าไม้
- เครื่องเลื่อยวงเดือนความเร็วสูง	กรมป่าไม้
- เครื่องทดสอบกำลังไม้	กรมป่าไม้
- เครื่อง Scanning Electron Microscope	มหิดล
- เครื่อง Ion Sputter	มหิดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการทดลอง

3.3.1 การเตรียมเชื้อจากต้นหญ้าสลาบลวง

นำต้นหญ้าสลาบลวงที่โตเต็มที่ แยกดอกออกจากต้น นำไปตากแดดให้แห้งจนมีน้ำหนักค่อนข้างคงที่ ตัดให้มีความยาวระหว่าง 1 - 2 นิ้ว แล้วนำไปแช่น้ำประมาณ 1 ชั่วโมงเพื่อให้เส้นใยนิ่มเพื่อให้แยกเชื้อได้ง่ายขึ้น เปิดเครื่องแยกเชื้อ ทำการร่อนเครื่องจนกว่าจะได้ความดันไอน้ำถึง 10 kg/cm^3 ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเปิดวาล์วเพื่อให้ไอน้ำไหลเข้าสู่หม้อแยกเชื้อเป็นเวลา 3 นาทีเพื่อเป็นการเพิ่มอุณหภูมิภายในหม้อแยก ปิดวาล์วท่อไอน้ำไหลเข้า เปิดวาล์วท่อไอน้ำไหลออก รอให้ไอน้ำไหลออกจนหมดแล้วจึงเปิดฝาหม้อแยก นำเอาหญ้าที่แช่น้ำแล้วมาใส่ในหม้อแยกให้มีปริมาณประมาณ 70% ของปริมาตรหม้อแยก ปิดฝาหม้อ แล้วปิดวาล์วท่อไอน้ำไหลออก เปิดวาล์วท่อไอน้ำไหลเข้าเป็นเวลา 3 นาที (ภายในเวลา 3 นาทีจะทำการพลิกกลับไปกลับมาทุก 1 นาที) แล้วทำการปั่นแยกเชื้อเป็นเวลา 30 วินาที ปิดวาล์วท่อไอน้ำไหลเข้า เปิดวาล์วท่อไอน้ำไหลออก รอให้ไอน้ำไหลออกจนหมดแล้วเปิดฝาหม้อแยก นำเอาเชื้อออกมา



รูป 3.1 ลักษณะต้นหญ้าสลาบลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเยื่อที่ได้มาล้างน้ำทำความสะอาด เยื่อที่ได้มีลักษณะเส้นใยที่ยาว หยาบ พันกันอยู่มาก นำเยื่อที่ได้ไปกระจายในน้ำปริมาณ 2 เท่าของปริมาณเยื่อ นำเข้าสู่เครื่องปั่นทำกาบบัน 2 ครั้ง ครั้งแรกจะได้เยื่อมีลักษณะสั้น ละเอียดย พันกันเล็กน้อย และครั้งที่สองจะได้เยื่อมีลักษณะสั้น ละเอียดยมากขึ้น ไม่พันกัน แล้วนำไปอบให้แห้งจนน้ำหนักคงที่แล้วนำเยื่อที่แห้งเข้าสู่เครื่องปั่นอีกครั้งในขณะที่เยื่อยังแห้ง อยู่จะได้เยื่อมีลักษณะสั้น ละเอียดย ไม่พันกัน และมีความกระจายตัวมากขึ้น



รูป 3.2 เครื่องแยกเยื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.3 เครื่องปั้นลະเอียด

รูป 3.4 ลักษณะเยื่อของหญ้าสลาบหลวงที่เตรียมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การสังเคราะห์ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซิน ในห้องปฏิบัติการด้วยอัตราส่วนโมลของยูเรีย ต่อ พอร์มาลดีไฮด์ เป็น 1:1.8

ละลายยูเรีย 140 กรัมในพอร์มาลดีไฮด์ 40 % (w/w) 315 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล ปรับ pH จนมีค่าอยู่ในช่วง 8.5 - 9.0 ด้วยเครื่องวัดค่า pH บรรจุสารละลายที่ได้ใส่ในหม้อปฏิกริยาขนาด 1000 มิลลิลิตร ทำการรีฟลักซ์นาน 60 นาที โดยควบคุมอุณหภูมิของอ่างน้ำมันซิลิโคนเท่ากับ 150 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของสารละลายในหม้อทำปฏิกริยาเท่ากับ 80 องศาเซลเซียส ทำการปั่นกวนด้วยเครื่องมือปั่นกวนเพื่อให้สารละลายเข้ากันดีขึ้น หลังจากนั้นทำการปรับ pH ของสารละลายในหม้อปฏิกริยาให้มีค่า 4.0 - 5.0 ด้วยกรดไฮโดรคลอริก 1.0% แล้วทำการรีฟลักซ์ต่อ จนกว่าจะได้เรซินที่มีความหนืด และมีลักษณะขาวขุ่น โดยค่าความหนืดอยู่ในช่วง 80 - 100 เซนติพอยส์ หลังจากนั้นรีบทำให้เย็นตัวลงด้วยน้ำเย็น และปรับให้ได้ pH 8.5 - 9.0 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มอลเพื่อเป็นการหยุดปฏิกริยายูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซินที่สังเคราะห์ได้มีปริมาณของแข็ง (solid content) 47.46 %

3.3.3 การเตรียมยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน สำเร็จรูปชนิดผง

ผสมเรซินสำเร็จรูปชนิดผง 133 กรัม ในน้ำกลั่น 133 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ด้วยเครื่องปั่นกวน เป็นเวลาประมาณ 5 นาที จะได้เรซินสีขาวขุ่น ความหนืดอยู่ในช่วง 300 - 350 เซนติพอยส์

3.3.4 การเตรียมชิ้นงานเพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

นำเยื่อที่เตรียมได้จากต้นหญ้าสาบหลวง 941 กรัม มาเข้าเครื่องปั่น เพื่อให้เยื่ออยู่ในลักษณะกระจายตัวให้มากที่สุด นำเยื่อที่กระจายแล้วใส่เข้าวงล้อกระจายเยื่อ ซึ่งเรซิน 266 กรัม และเติมพาราฟินอิมัลชัน 13 กรัม คนให้เข้ากันดีแล้วจึงเติมลงในอุปกรณ์พ่นกาว (air brush) ปรับละอองกาวที่พ่นออกให้เหมาะสม จากนั้นหมุนวงล้อเพื่อให้เยื่อเกิดการฟุ้งกระจาย ในขณะที่เดียวกันก็พ่นกาว จนกว่ากาวจะหมด เพื่อให้ละอองกาวเกาะตามเส้นเยื่อได้อย่างทั่วถึง นำเยื่อออกจากวงล้อกระจายเยื่อเข้าเครื่องปั่น (refiner) อีกครั้ง

เตรียม plate โดยการทำทำความสะอาดผิวหน้าที่จะสัมผัสกับเยื่อ หลังจากนั้น ทา paraffin oil เพียงบางๆ ทำเช่นเดียวกันนี้ 2 แผ่น วางแม่พิมพ์บน plate ซึ่งมีลักษณะ เป็นกล่องสี่เหลี่ยมที่มีแต่ผนังสี่ด้านขนาดของกล่องเท่ากับ กว้าง 35 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร วางตะแกรงละเอียดซ้อนกล่องไว้ด้านบน นำเยื่อมาโรยให้ทั่วสูงประมาณ 0.5 เซนติเมตร หลังจากนั้นเอาตะแกรงละเอียดออก นำตะแกรงหยาบใส่แทน นำเยื่อมาโรยจนใกล้ หมด จึงนำตะแกรงหยาบออกแล้วนำตะแกรงละเอียดมาวางอีกครั้ง แล้วโรยเยื่อต่อจนหมด เป็นการเสร็จสิ้นการโรยเยื่อ นำเอาแผ่นไม้อัด อัดลงไปบนเยื่อเพื่อให้เยื่อคงรูป จากนั้นยกแม่แบบและแผ่นอัดออก แล้วนำแท่งเหล็กที่มีความหนา 1 เซนติเมตร 2 แท่งมาวางบน plate ตรงข้ามกัน นำ plate ที่เตรียมไว้อีกอันมาประกบ แล้วนำ แผ่นเยื่อที่โรยนี้เข้าเครื่องอัดร้อน โดยใช้ อุณหภูมิในการอัดร้อนเท่ากับ 150 องศาเซลเซียส เวลาในการอัด 5 นาที แรงดันในการอัดเท่ากับ 150 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จึงยกแผ่นไม้อัดออกจากเครื่องอัดร้อน นำออกมาฝั่งไว้ใน สภาพบรรยากาศห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์



รูป 3.5 วงล้อกระจายเยื่อ



รูป 3.6 เครื่องอัดความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการทดสอบ

นำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ผลิตได้ 6 แผ่น (จากกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์สำเร็จรูป 3 แผ่น และกาวยูเรีย - ฟอร์มาลดีไฮด์สังเคราะห์ขึ้นในห้องปฏิบัติการ 3 แผ่น) พร้อมทั้งแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมาตรฐานจากห้องตลาดจำนวน 3 แผ่น แต่ละแผ่นมีขนาด 35x35x0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ไปตัดขอบทั้งด้านละ 2 เซนติเมตร ทั้ง 4 ด้าน แล้วตัดเป็นชิ้นทดสอบตามมาตรฐาน Japanese Industrial Standard ชนิด Medium Density Fibreboards (JIS A 5906-1983) ดังมีรายละเอียดการทดสอบแต่ละสมบัติดังต่อไปนี้

3.4.1 การตรวจสอบลักษณะเยื่อ

เครื่องมือ

1. เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) (HITACHI model 2500) มหิดล
2. เครื่อง Ion Sputter (HITACHI E - 120) มหิดล

วิธีทดสอบ

1. นำเยื่อตัวอย่างมาผ่านกรรมวิธีการเคลือบด้วย Pt - Pd ด้วยเครื่อง Ion Sputter เป็นเวลา 2 นาที
2. นำตัวอย่างที่เตรียมเข้าเครื่อง SEM ส่งดูลักษณะเยื่อ

3.4.2 การหาค่าความหนาแน่นของชิ้นงาน (Density test)

ใช้ชิ้นทดสอบขนาด 100 x 100 ตารางมิลลิเมตร 1 ชิ้น

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่ง วัดได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม
2. ไมโครมิเตอร์ วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร

วิธีทดสอบ

1. เตรียมชิ้นงานให้ได้ขนาด 100 x 100 มิลลิเมตร
2. วัดความหนา (H) และความกว้าง (L) ของชิ้นงานที่เตรียมได้
3. วัดความหนาของชิ้นงานด้วยไมโครมิเตอร์ 4 ตำแหน่งดังภาพ
4. นำชิ้นงานไปชั่งวัดหาน้ำหนัก (W)

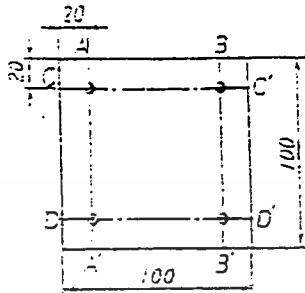
และหาค่าเฉลี่ย (X)

คำนวณ

นำค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบคำนวณตามสูตรดังนี้

$$\text{Density} = \frac{W}{L * H * X}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Length measuring positions:
Two positions, AA' and BB'

Width measuring positions:
Two positions, CC' and DD'

Thickness measuring positions:
Four positions marked with ๑

รูป 3.7 แสดงการวัดหาความหนาของชิ้นงานที่จุดต่างๆ ที่ใช้ทดสอบหาค่าความหนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การหาค่าความชื้น

ใช้ชิ้นทดสอบขนาด 100 * 100 ตารางมิลลิเมตร 3 ชิ้น

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งละเอียดถึงตำแหน่ง 0.01 กรัม
2. เตาอบควบคุมอุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส
3. เดซิเคเตอร์

วิธีทดสอบ

1. ชั่งชิ้นทดสอบได้ค่าเป็นมวลก่อนอบ
2. อบที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่
3. ใส่ในเดซิเคเตอร์จนเย็น
4. ชั่งเป็นมวลหลังอบ

คำนวณ

$$\text{ความชื้น(ร้อยละ)} = \frac{\text{มวลก่อนอบ}-\text{มวลหลังอบ}}{\text{มวลหลังอบ}} * 100$$

3.4.4 การหาค่าการดูดซึมน้ำและการขยายตัวตามความหนา

ใช้ชั้นทดสอบขนาด 50 * 50 ตารางมิลลิเมตร 3 ชั้น

เครื่องมือ

1. ไมโครมิเตอร์วัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร
2. เครื่องชั่งละเอียดถึง 0.01 กรัม
3. ภาชนะแช่ชั้นทดสอบกว้างไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร
4. กระดาษซับกว้างไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร
5. แผ่นน้ำหนักรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง 120 มิลลิเมตร หนัก 3 กิโลกรัม

วิธีทดสอบ

1. ชั่งชั้นทดสอบได้ค่าเป็นมวลก่อนแช่น้ำ
2. วัดความหนาตามรูป ได้ค่าเป็นความหนาก่อนแช่น้ำ
3. แช่ชั้นทดสอบในภาชนะที่บรรจุน้ำสะอาด pH 6 ± 1 อุณหภูมิห้อง ตั้งชั้นทดสอบให้ตั้งฉากกับผิวน้ำ ขอบบนอยู่ใต้ผิวน้ำประมาณ 20 มิลลิเมตร นาน 24 ชั่วโมง
4. ครบ 24 ชั่วโมง นำมาวางบนกระดาษซับ วางทับด้วยแผ่นน้ำหนักรีดไว้ 30 วินาที จึงนำชั้นทดสอบออกจากกระดาษซับ
5. ชั่งชั้นทดสอบได้ค่าเป็นมวลหลังแช่น้ำ
6. วัดความหนาได้ค่าเป็นความหนาหลังแช่น้ำ

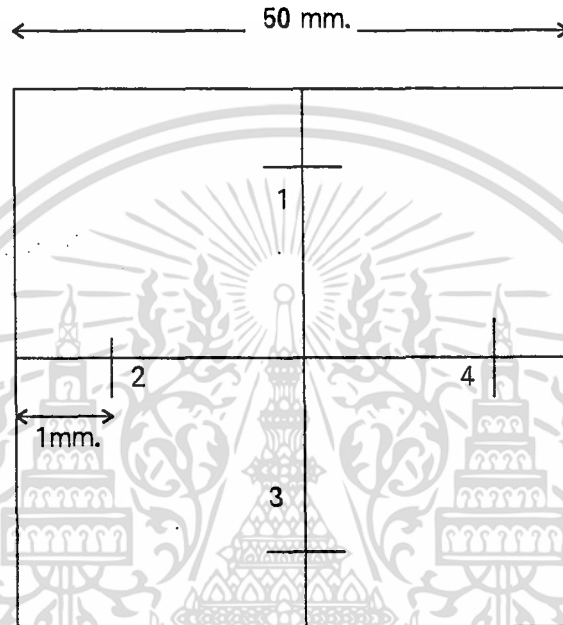
คำนวณ

$$\text{การดูดซึมน้ำ(ร้อยละ)} = \frac{\text{มวลหลังแช่น้ำ}(g) - \text{มวลก่อนแช่น้ำ}(g)}{\text{มวลก่อนแช่น้ำ}(g)} * 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{การขยายตัวตามความหนา} = \frac{\text{ความหนาหลังแช่น้ำ(mm)} - \text{ความหนาก่อนแช่น้ำ(mm)}}{\text{ความหนาก่อนแช่น้ำ(mm)}} * 100$$

(ร้อยละ)



รูป 3.8 แสดงลักษณะชิ้นงานสำหรับทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำและการพองตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การหาค่ามอดูลัสแตกร้า

ใช้ชิ้นทดสอบขนาด 50 x 200 ตารางมิลลิเมตร 3 ชิ้น

เครื่องมือ

เครื่องกดมีรัศมีไม่น้อยกว่า 15 เท่าของความหนาของชิ้นงาน

วิธีทดสอบ

1. วัดขนาดความหนา ความกว้าง ความยาว และน้ำหนัก ของชิ้นงาน โดยการหาค่าเฉลี่ย
2. วางชิ้นทดสอบบนแท่นรองรับ ซึ่งอยู่ห่างกัน 150 มิลลิเมตร ให้ปลายยื่นออกไปข้างละ 25 มิลลิเมตร
3. ให้แรงกดบนจุดกึ่งกลางชิ้นทดสอบ โดยกำหนดให้มีอัตราเพิ่มแรงกดสม่ำเสมอประมาณ 10 mm/min
4. วัดหาค่าแรงกดสูงสุด (maximum load, P)

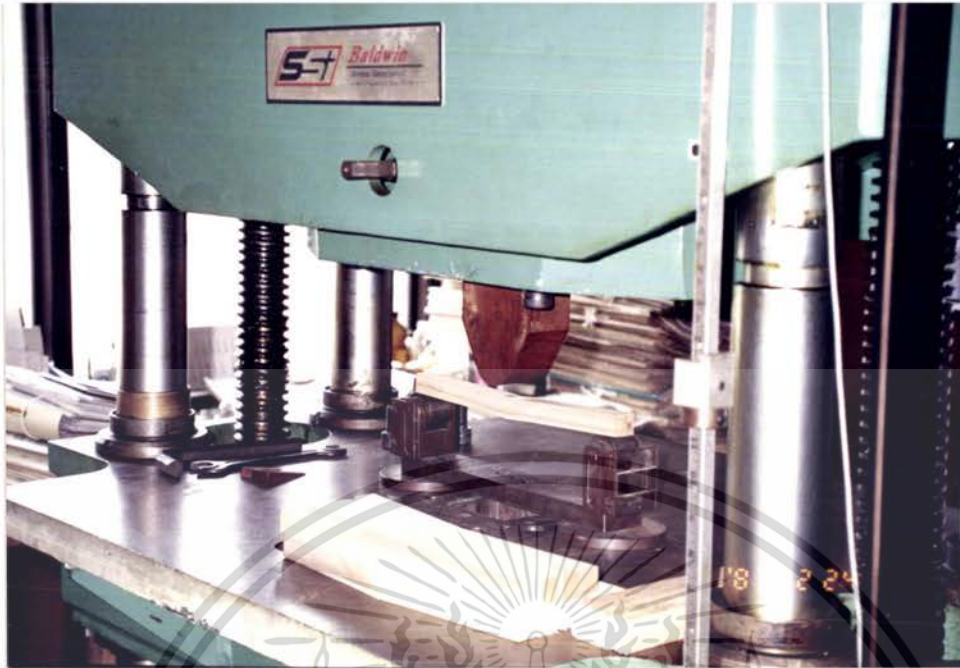
คำนวณ

นำค่าต่างๆ ที่ได้จากการคำนวณ แทนค่าลงในสูตรต่อไปนี้

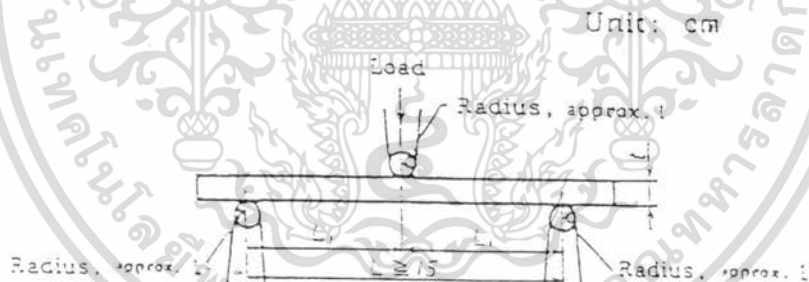
$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

R	=	มอดูลัสแตกร้า (N/cm ²)
P	=	แรงกดสูงสุดที่ชิ้นงานทดสอบรับได้ (N)
L	=	ระยะห่างของแท่นรองรับ (cm)
b	=	ความกว้างของชิ้นทดสอบ (cm)
d	=	ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ (cm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.9 เครื่องทดสอบหาค่ามอดูลัสแตกหัก



รูป 3.10 แสดงลักษณะการวางของชิ้นงานลงบนแท่นกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การทดสอบหาความแข็งแรงของพันธะภายใน

ใช้จำนวนชิ้นทดสอบขนาด 50 * 50 ตารางมิลลิเมตร 3 ชิ้น

เครื่องมือ

1. ไมโครมิเตอร์วัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร
2. เครื่องชั่งละเอียดถึง 0.01 กรัม
3. เครื่องวัดค่า tensile

วิธีทดสอบ

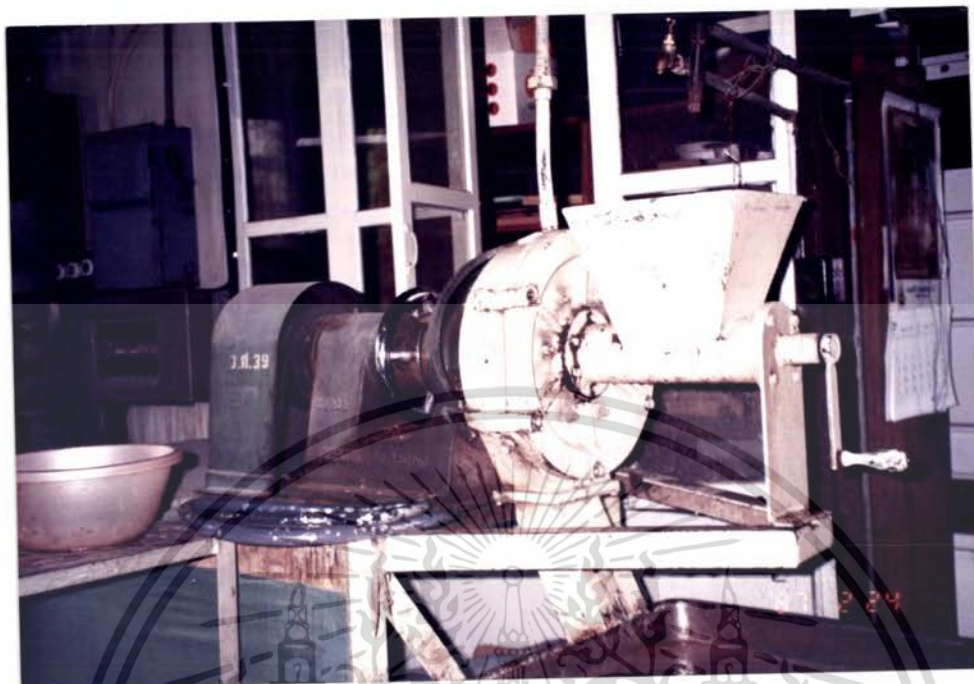
1. วัดความหนา ความกว้าง ความยาว และน้ำหนักของชิ้นงาน
2. นำชิ้นงานมาติดไม้ให้มีลักษณะดังรูป 3.12 โดยใช้ epoxy resin
3. ใส่ชิ้นงานในเครื่อง tensile แล้วให้เพิ่มแรงดึง 2 mm/min จนกว่าชิ้นงานจะเกิดการแตกออก
4. หาแรงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นงานเกิดการแตกออก

คำนวณ

$$\text{Separating strength (N/cm}^2\text{)} = \frac{P}{b * t}$$

- เมื่อ P = แรงสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตกของชิ้นงาน (N)
- b = ความกว้างของชิ้นงานตัวอย่าง (cm)
- t = ความยาวของชิ้นงานตัวอย่าง (cm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.11 เครื่อง tensile สำหรับวัดหาค่าความแข็งแรงของพันธะภายใน



รูป 3.12 ลักษณะชิ้นงานสำหรับทดสอบหาค่าความแข็งแรงของพันธะภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การหาค่าความแข็ง

ใช้จำนวนชั้นทดสอบขนาด 50 * 50 ตารางมิลลิเมตร 3 ชั้น

เครื่องมือ

ดูโรมิเตอร์ ซอริดี

วิธีทดสอบ

1. ปรับแท่นให้อยู่ในแนวระดับ ปรับระยะระหว่างเข็มที่ใช้วัดกับแท่นวางชั้นทดสอบ ให้มีระยะห่างเท่ากับตลับโลหะ ซึ่งเป็นระยะห่างมาตรฐานของเครื่องมือ
2. นำชั้นทดสอบวางลงบนแท่นวาง กดคันโยกให้แท่นโลหะยกขึ้นทดสอบขึ้นไปสัมผัสกับเข็มวัด
3. กดค้างไว้ 15 วินาที
4. วัดซ้ำอีกชั้นงานตัวอย่างละ 5 ค่า แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

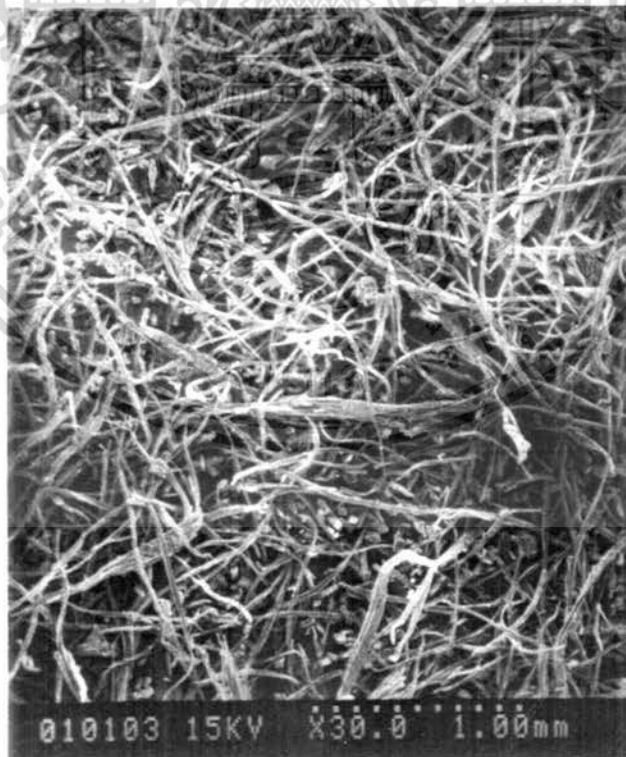
ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาสมบัติของแผ่นใยไม้อัด

4.1.1 การตรวจสอบลักษณะเยื่อ

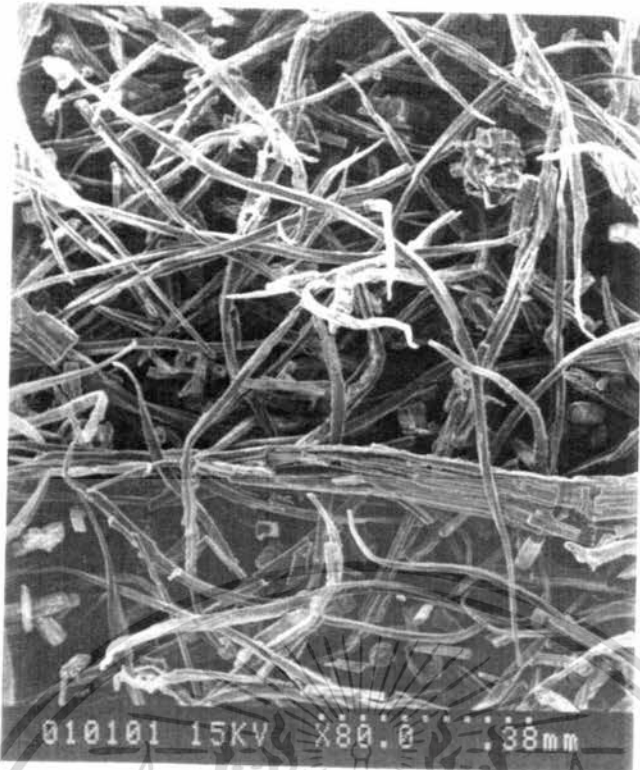
ผลการตรวจสอบลักษณะของเยื่อที่ได้จากหญ้าสลาบลวดรียงเปรียบเทียบกับเยื่อที่ได้จากยางพารา เป็นดังต่อไปนี้

เยื่อไม้ยางพาราที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรม

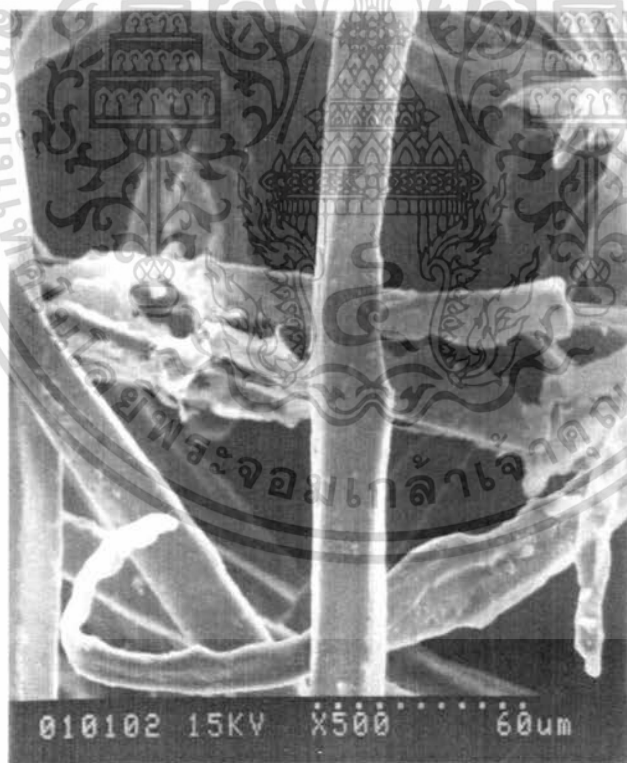


รูป 4.1 แสดงลักษณะการกระจายเยื่อไม้ยางพารา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



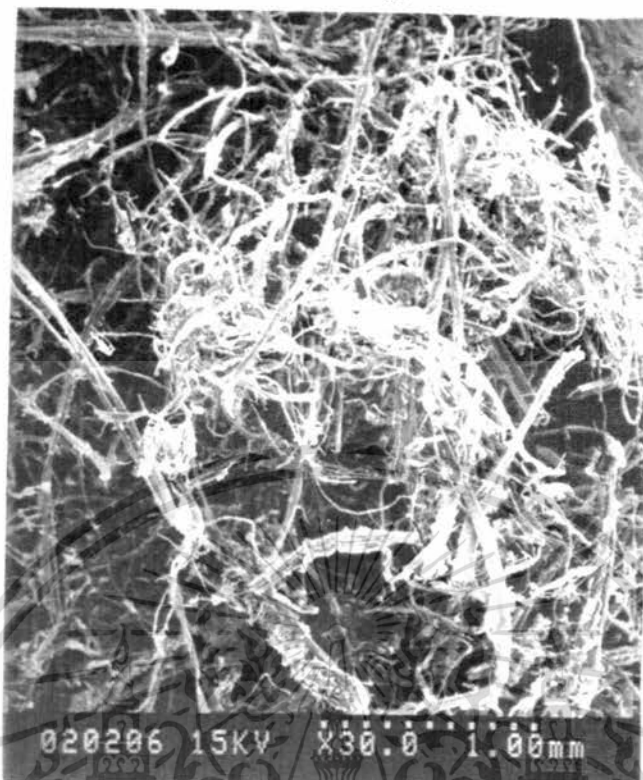
รูป 4.2 แสดงลักษณะเส้นเยื่อไม้ยางพาราที่สมบูรณ์



รูป 4.3 แสดงลักษณะเส้นเยื่อไม้ยางพารา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยื่อหุ้มสาบหลวงที่ได้จากห้องปฏิบัติการ

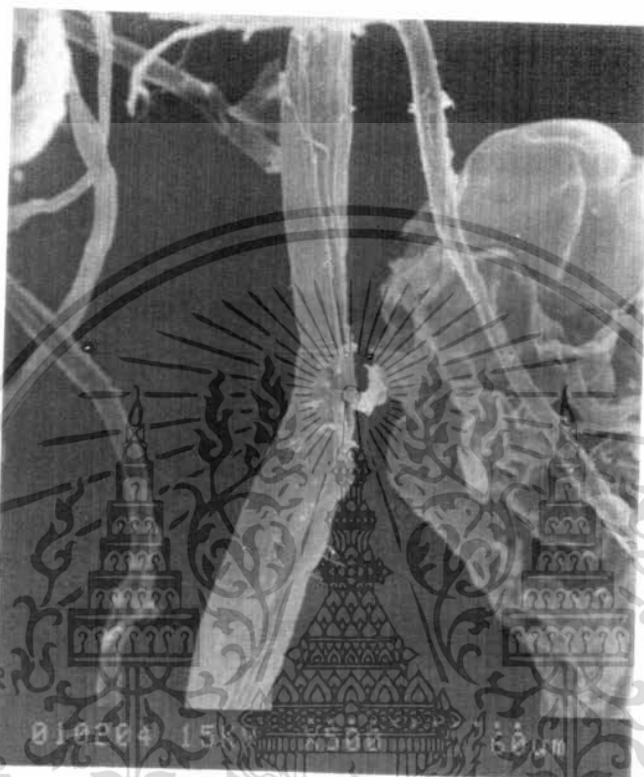


รูป 4.4 แสดงลักษณะการกระจายของเยื่อหุ้มสาบหลวง



รูป 4.5 แสดงลักษณะการแยกไม่สมบูรณ์ของเส้นเยื่อหุ้มสาบหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



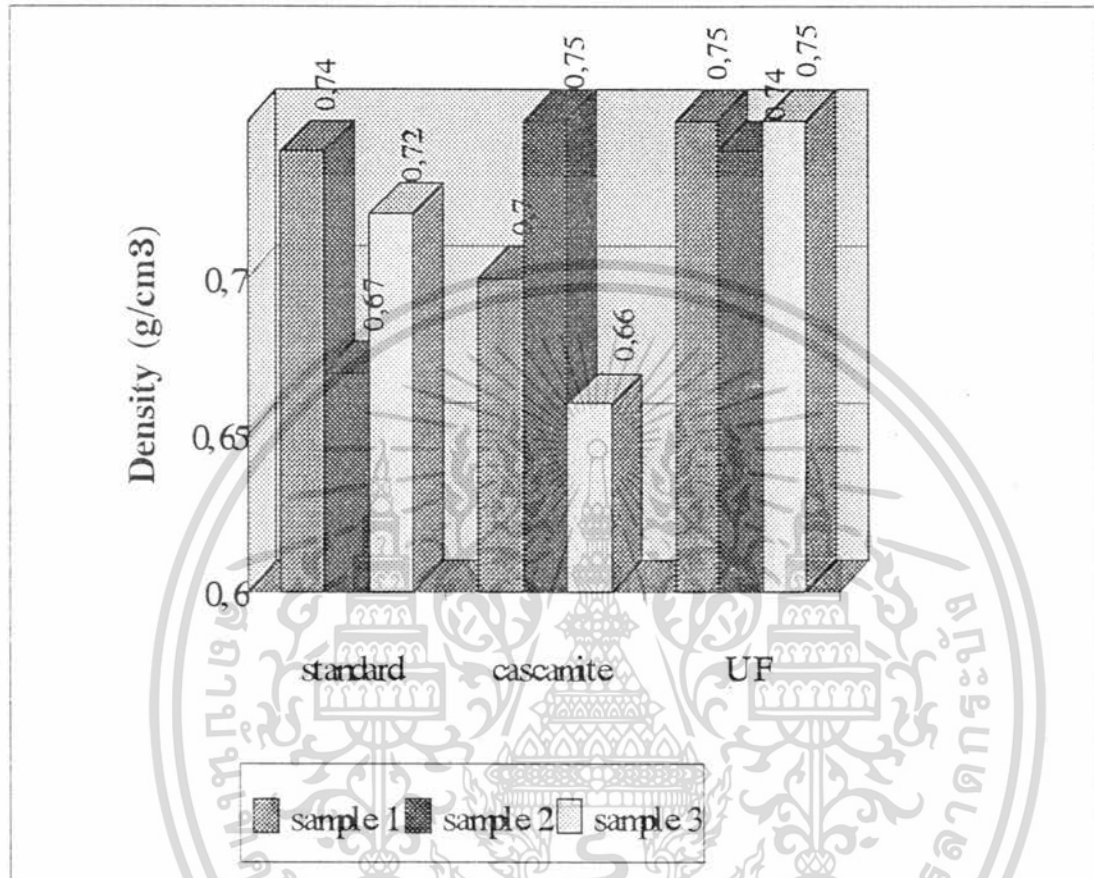
รูป 4.6 แสดงลักษณะเส้นเยื่อหุ้มลำสลาบลวง

จากรูปที่แสดงมาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า เยื่อไม้ยางพาราที่ได้จากอุตสาหกรรมนั้น จะเห็นว่าเยื่อกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ มีลักษณะเป็นเส้นเดี่ยว ไม่พันกันเป็นกระจุกเหมือนเยื่อที่ได้จากกล้วยสลาบลวง ซึ่งปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเยื่อคือ สภาวะและขั้นตอนการแยกเยื่อ เช่น อุณหภูมิและความดันในหม้อต้มเยื่อ ระยะเวลาในการปั่นแยกเยื่อ เป็นต้น

สรุปได้ว่าเยื่อทุกชนิดสามารถปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นได้ โดยการหาสภาวะต่างๆที่เหมาะสมที่สุดในขั้นตอนการแยกเยื่อก่อนเริ่มกระบวนการผลิตในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ความหนาแน่น



รูป 4.7 แสดงค่าความหนาแน่นของชิ้นงาน

ในการเตรียมแผ่น MDF นั้น เตรียมที่ความหนาแน่น 0.8 กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร ปริมาณสารต่างๆจะสามารถคำนวณได้โดย เริ่มต้นต้องทราบขนาดแผ่นที่จะทำการเตรียม คำนวณหาน้ำหนักของแผ่นจากค่าความหนาแน่น น้ำหนักที่ได้เป็นน้ำหนักของเยื่อและสารยึดติดรวมกัน ซึ่งปริมาณสารยึดติดจะใช้ประมาณ 11 - 14 % ของน้ำหนักเยื่อ ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นเราจะสามารถหาน้ำหนักสารที่ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

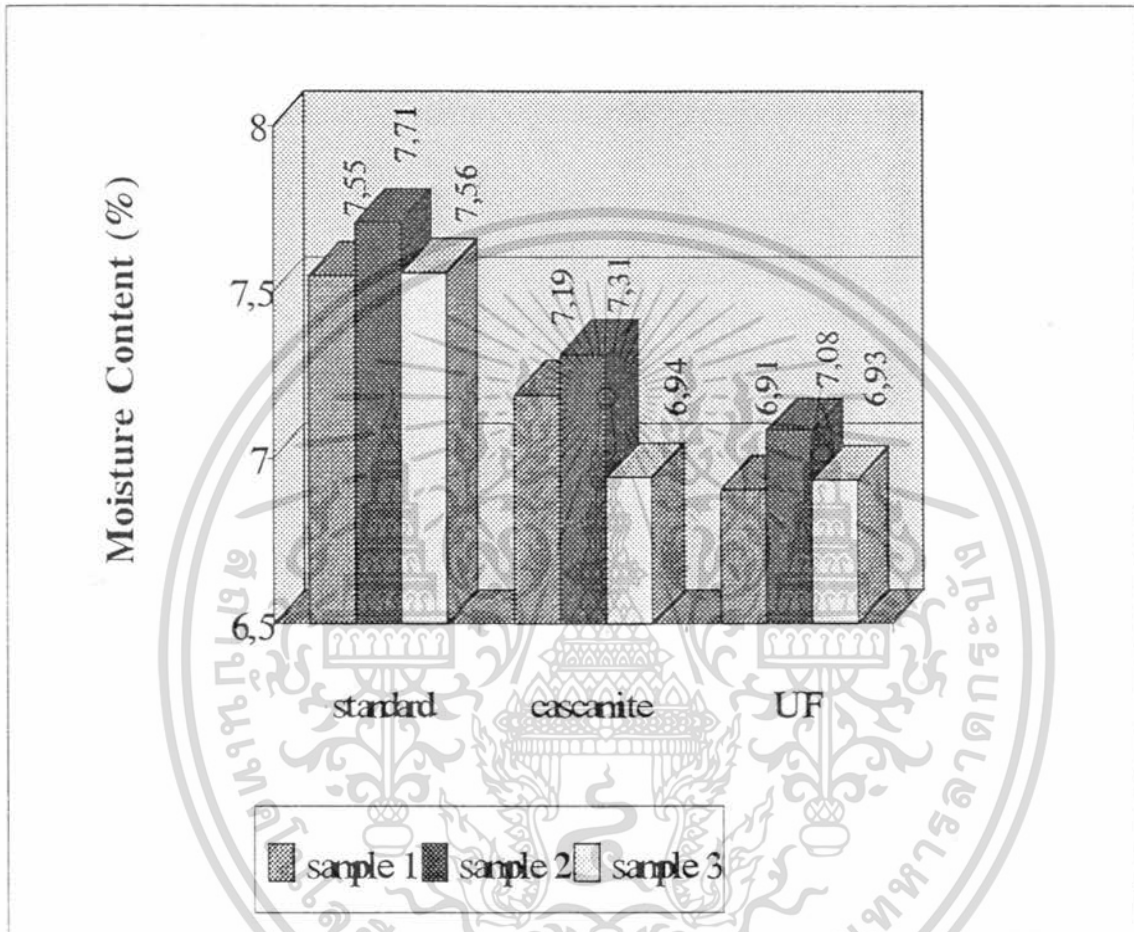
ในทางปฏิบัติ ปริมาณสารต่างๆ ที่ใช้จะมากกว่าที่ได้จากการคำนวณเล็กน้อย เนื่องจากอาจเกิดการฟุ้งกระจายและติดอยู่ตามภาชนะได้ ซึ่งในการเตรียมแผ่นโดยใช้หญ้า สลอบหลวงนั้นจะต้องผ่านกระบวนการและขั้นตอนมากมายก่อนที่จะทำการขึ้นรูป ทำให้เยื่อ เกิดการสูญหายโดยติดอยู่ตามเครื่องมือต่างๆ และฟุ้งกระจายหายไปมาก จึงเป็นสาเหตุให้ค่า ความหนาแน่นของแผ่น MDF ที่เตรียมได้ต่ำกว่าค่าที่คำนวณ

จากรูป 4.7 จะเห็นว่าค่าความหนาแน่นของแผ่น MDF จะอยู่ในช่วงประมาณ 0.7 - 0.75 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งยังคงอยู่ในช่วงความหนาแน่นของ MDF อยู่ และถ้าเทียบกับค่าความหนาแน่นของแผ่น MDF ที่ทำจากไม้ยางพาราที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดจะเห็นว่า ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นค่าความหนาแน่นนี้จึงสามารถยอมรับได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณความชื้น



รูป 4.8 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณความชื้นของชิ้นงานแต่ละตัวอย่าง

พิจารณาจากรูป 4.8 จะเห็นว่า ปริมาณความชื้นของชิ้นงานที่เตรียมจากหญ้าสลาบลดลงมีค่าน้อยกว่าที่ผลิตจากไม้ยางพารา และที่ใช้กาบสังเคราะห์ UF จะมีค่าปริมาณความชื้นน้อยที่สุด แต่อย่างไรก็ตามค่าต่างๆเหล่านี้ยังจัดอยู่ในช่วงมาตรฐาน คือ 5 - 13 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

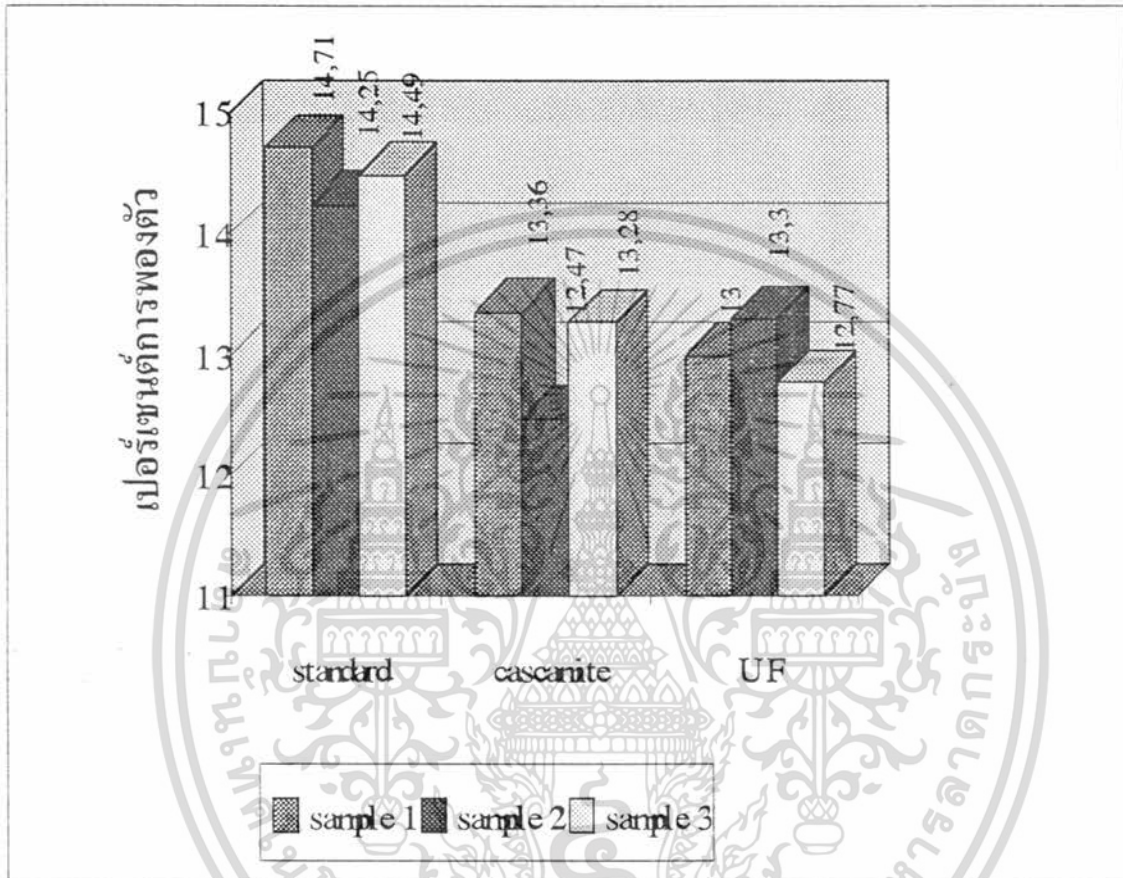
ค่าปริมาณความชื้นเป็นค่าที่สำคัญมาก ถ้ามีค่าสูงการเตรียมแผ่นจะเสี่ยงต่อการระเบิด ในช่วงขั้นตอนการอัดขึ้นรูป เนื่องจากความชื้นภายในอาจเดือดจนให้เกิดความดันสูงจนระเบิดได้

ค่าปริมาณความชื้นที่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความสามารถดูดความชื้นในอากาศของเยื่อในระหว่างการเตรียมแผ่น ระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมแผ่นทั้งหมด ปริมาณน้ำในเนื้อกาว เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

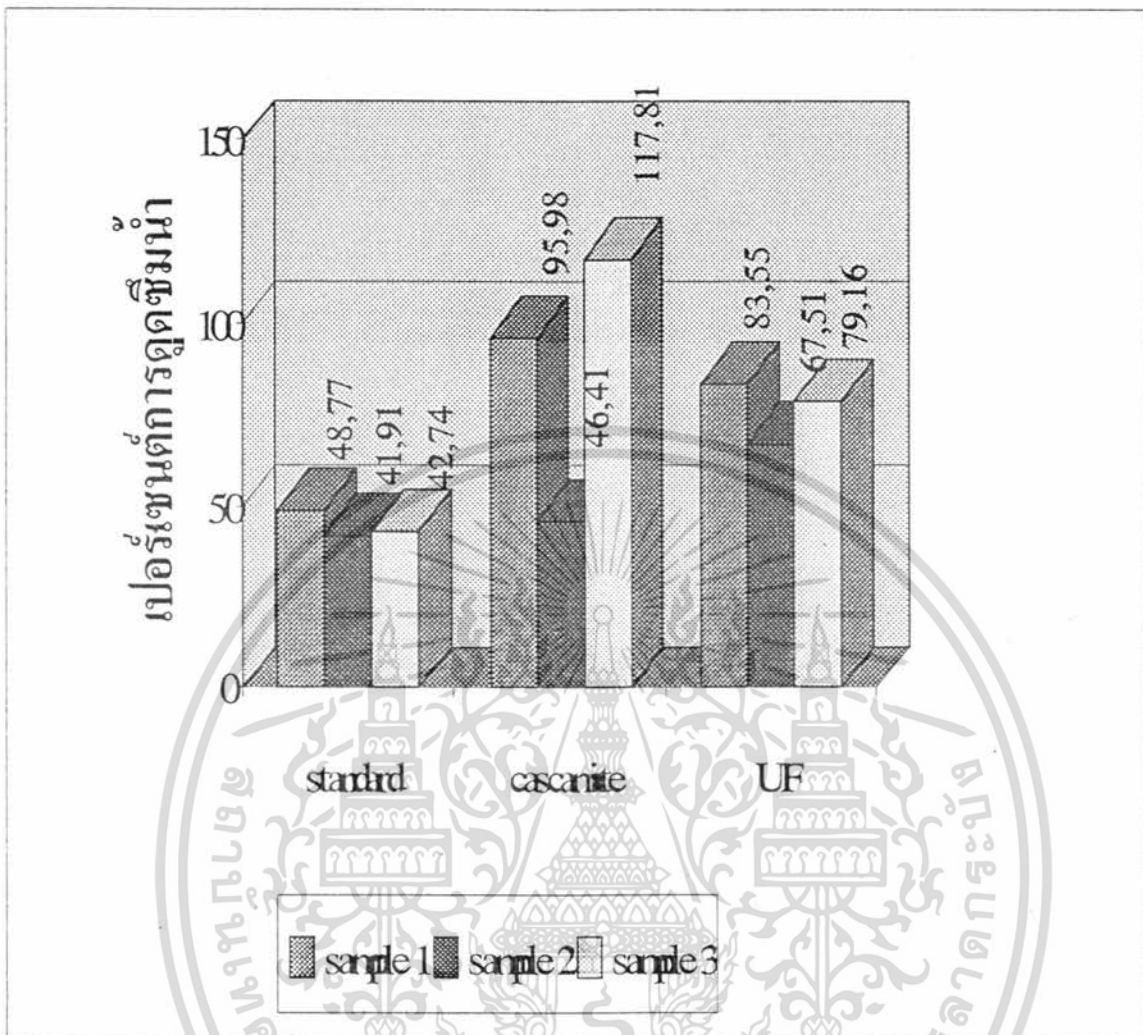
4.1.4 ค่าการพองตัว และการดูดซึมน้ำ



รูป 4.9 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวเฉลี่ยของชิ้นงานแต่ละตัวอย่าง

จากรูป 4.9 จะเห็นว่าแผ่น MDF ที่ผลิตจากไม้ยางพารามีค่าการพองตัวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 14.48 % ซึ่งสูงกว่าแผ่น MDF ที่ผลิตจากหญ้าสลาบลวงทั้งที่ใช้กาว cascarite และ กาวสังเคราะห์คือมีค่าเฉลี่ยประมาณ 13 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.10 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเฉลี่ยของชิ้นงานแต่ละตัวอย่าง

สำหรับค่าการดูดซึมน้ำของแผ่น MDF ที่ทำจากไม้ยางพารา กลับมีค่าต่ำมากเพียงประมาณ 44 % เท่านั้น เทียบกับแผ่น MDF ที่ผลิตจากหญ้าสลาบลวงทั้งที่ใช้กาวย cascamite และที่ใช้กาวยสังเคราะห์ซึ่งมีค่าสูงมากถึง 70-80 %

โดยพบว่าค่าการพองตัวและค่าการดูดซึมน้ำดังรูป 4.10 จะเห็นว่าแผ่น MDF ที่ผลิตจากหญ้าสลาบลวงโดยใช้สารยึดติดต่างกันนั้นให้ค่าที่ไม่แตกต่างกันจึงอาจสรุปได้ว่าค่าการพองตัวและการดูดซึมน้ำจะขึ้นกับคุณสมบัติของเยื่อ โดยไม้ยางพาราจะให้เส้นใยที่ค่อนข้างอิสระและขนาดใกล้เคียงกันเนื่องจากผ่านกระบวนการแยกเยื่อที่มีประสิทธิภาพสูงจึงมีการเกาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

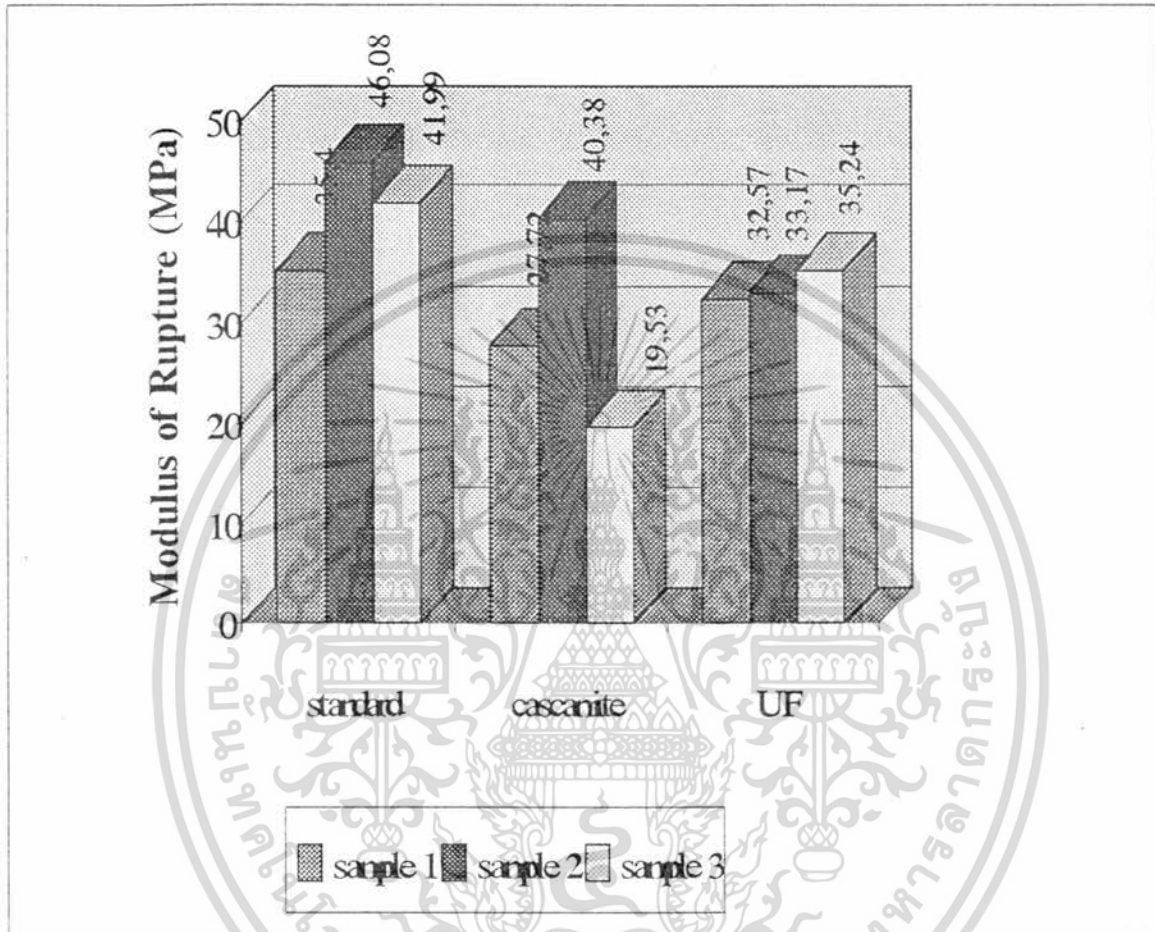
ก่ายตัวประสานกันแน่นกว่าเยื่อหุ้มสลาบลวง ทำให้แผ่น MDF ที่ผลิตจากหุ้มสลาบลวง มีช่องว่างภายในมาก ดังนั้นเมื่อนำไปแช่น้ำจึงทำให้มีการดูดซึมน้ำสูง น้ำสามารถแทรกตัวเข้า อยู่ในช่องว่างได้มากกว่าไม้ยางพาราโดยที่การขยายตัวทางความหนาหรือค่าการพองตัวต่ำกว่า นั้นเอง

ปัจจัยรองลงมาที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การพองตัวคือแรงพันธะภายใน ซึ่งถ้าพิจารณา ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของชิ้นงานไม้มาตรฐานแล้วจะเห็นว่าให้ค่าต่ำสุด ดังนั้นค่าการพองตัวจึงสูงสูดนั่นเอง

ในกระบวนการผลิตแผ่นใยไม้อัดนั้น จะต้องเติมพาราฟินอิมัลชันในปริมาณ ประมาณ 0.5 % ของน้ำหนักเยื่อแห้ง เพื่อเป็นการช่วยลดการดูดซึมน้ำ ซึ่งถ้าเติมในปริมาณที่ มากขึ้นจะเป็นการลดความแข็งแรงของแผ่นลง แต่จากผลการทดลองค่ามอดูลัสแตกร้าว จะ เห็นว่าชิ้นงานที่ผลิตจากหุ้มสลาบลวงยังให้ความแข็งแรงสูง ดังนั้นถ้าต้องการลดค่าการ ดูดซึมน้ำลงแล้ว ก็สามารถเพิ่มปริมาณพาราฟินอิมัลชันได้อีกเล็กน้อย ซึ่งค่าความแข็งแรงก็ยัง อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ค่ามอดูลัสแตกร้าว



รูป 4.11 แสดงค่ามอดูลัสแตกร้าวเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างชิ้นงาน

จากรูป 4.11 สามารถสรุปได้ว่า ค่ามอดูลัสแตกร้าวของแผ่น MDF ที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดมีค่าสูงกว่าที่เตรียมในห้องปฏิบัติการ อาจเนื่องจากสาเหตุความแตกต่างของลักษณะและสมบัติของเส้นใย โดยแผ่น MDF ที่จำหน่ายในท้องตลาดผลิตจากเยื่อไม้ยางพารา ซึ่งมีลักษณะเส้นใยอิสระไม่พันกัน เส้นลันมีขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอ จึงเป็นสาเหตุให้การเรียงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

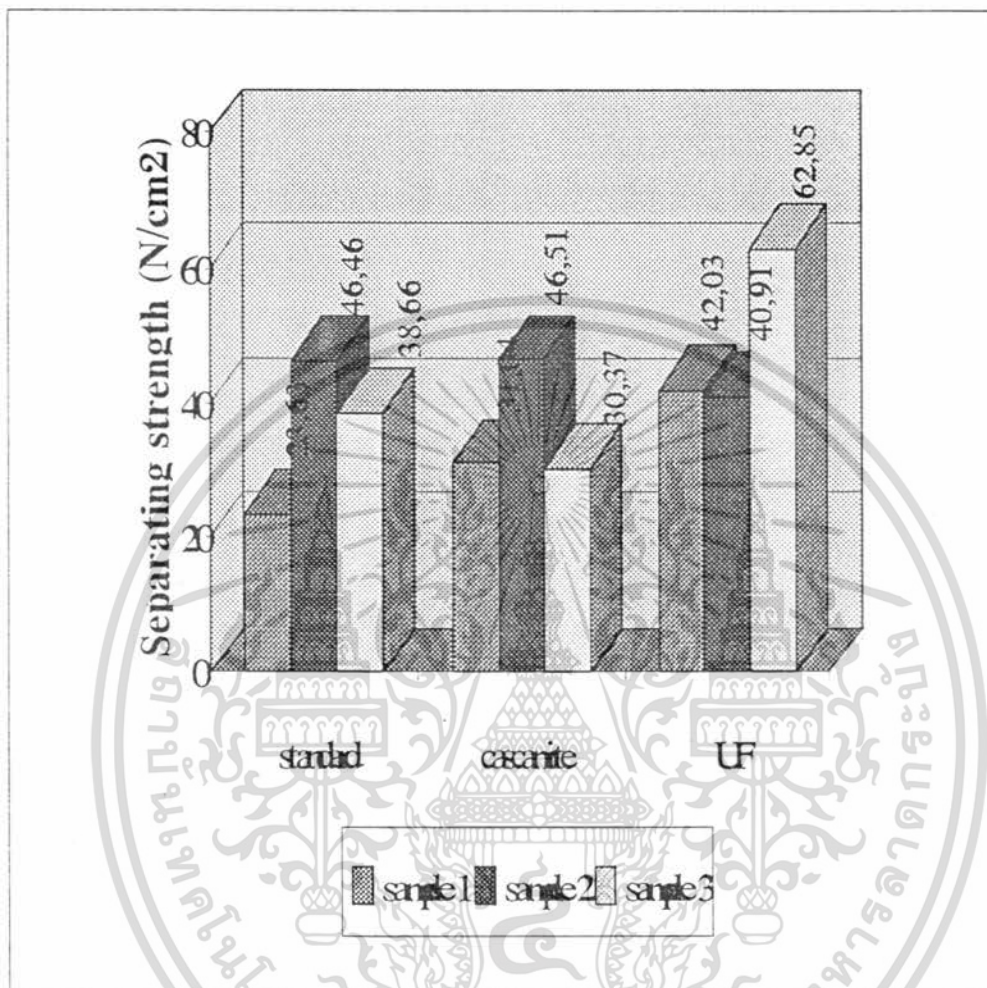
ของเส้นใยในแผ่น MDF มีความสม่ำเสมอเป็นระเบียบ ดังนั้นเมื่อได้รับแรงกระทำจึงสามารถเกิดการกระจายแรงดี ค่ามอดูลัสแตกร้าวจึงมีค่าสูงขึ้น โดยพบว่าค่ามอดูลัสแตกร้าวจนเฉลี่ยมีค่า 41.16 MPa

ส่วนแผ่น MDF ที่เตรียมในห้องปฏิบัติการที่เตรียมจากเยื่อหุ้มสาบหลวงจะมีค่ามอดูลัสแตกร้าวก่อนข้างต่ำ คือเฉลี่ยประมาณ 31 % สาเหตุอาจเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของเยื่อ โดยเยื่อจะมีลักษณะพันกันเป็นกลุ่มก้อนไม่อิสระ ขนาดเส้นใยไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นในการเตรียมแผ่น MDF การโรยเยื่อให้กระจายตัวสามารถทำได้ยากกว่าทำให้เกิดการกระจายแรงไม่ดีพอ ค่ามอดูลัสแตกร้าวจึงมีค่าต่ำ นอกจากนี้เนื่องจากการสังเคราะห์ ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์เรซิน มีความหนืดสูงซึ่งจะมีผลต่อการฟั่นระของกาว ดังนั้นการกระจายตัวของละอองกาวจึงเกิดได้ไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งจะส่งผลให้ค่ามอดูลัสต่ำลงเล็กน้อย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า



รูป 4.12 แสดงค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของชิ้นงานแต่ละตัวอย่าง

จากรูป 4.12 จะเห็นว่าค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่น MDF ที่ผลิตจากหญ้าสลาบลวงที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อาจเนื่องจากแผ่น MDF ที่ใช้สารยึดติดเป็น ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์ ที่สังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเกิดโครงสร้างร่างแหของสารยึดติดมากกว่า แผ่น MDF ที่จำหน่ายในท้องตลาดและแผ่นที่ใช้สารยึดติดเป็น cascamite สาเหตุที่สรุปได้เช่นนี้เพราะ ในระหว่างการสังเคราะห์ ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์ ในช่วงการหยุดปฏิกิริยาขั้นสุดท้ายนั้น ไม่สามารถหยุดปฏิกิริยาได้สมบูรณ์ ทำให้ความหนืดของยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์ ในระหว่างการพ่นให้สารเคลือบเยื่อก็มีค่าสูงกว่าที่ใช้ cascamite พ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

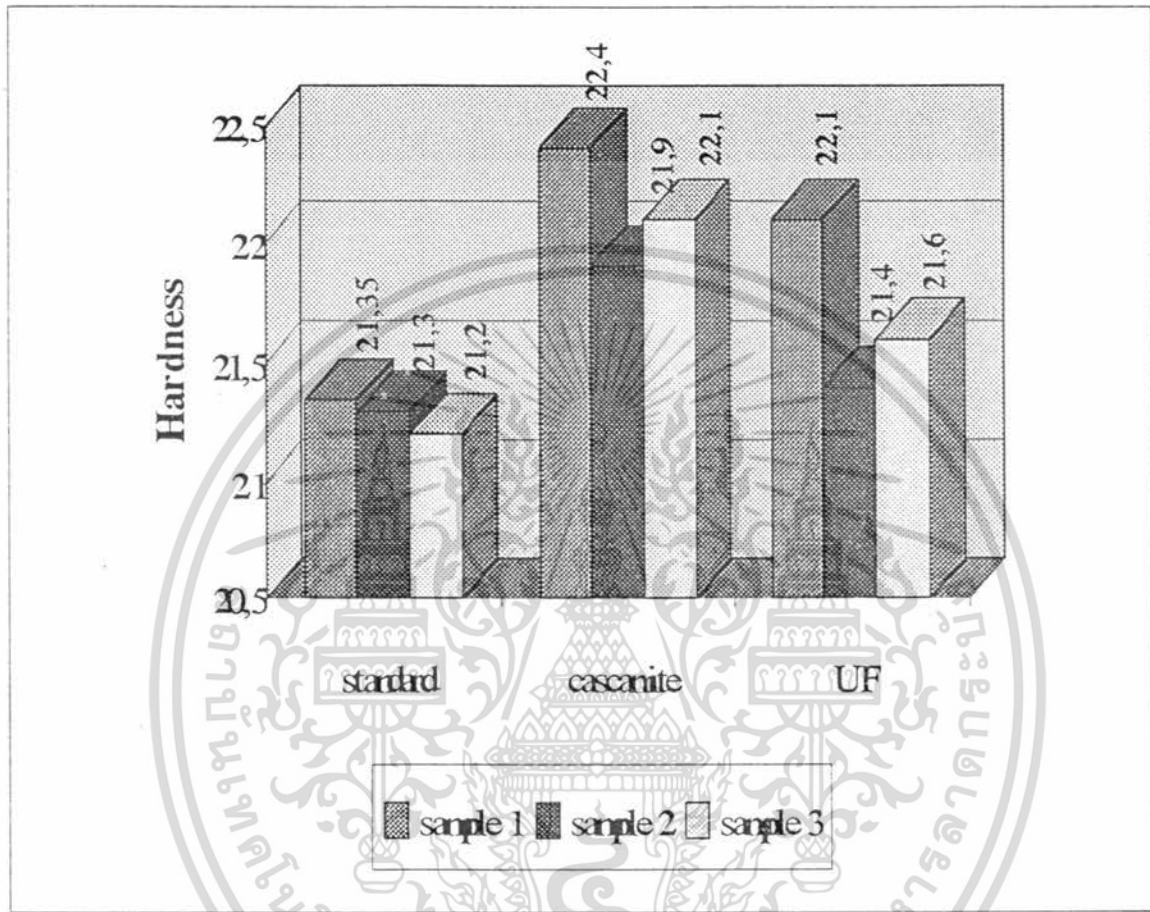
นั่นคือเกิดพันธะเชื่อมโยงเริ่มต้นของสารมากกว่านั่นเอง การเตรียมแผ่น MDF ที่ใช้กาวสังเคราะห์ จึงต้องทำอย่างเร่งรีบก่อนที่กาวจะแข็งตัว

นอกจากนี้ กาว cascamite ที่ใช้มีอัตราส่วนระหว่าง ยูเรียต่อฟอร์มัลดีไฮด์ เท่ากับ 1:1.4 - 1:1.6 แต่กาวที่สังเคราะห์ในห้องปฏิบัติใช้อัตราส่วน 1:1.8 จึงทำให้กาวสังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเกิดการเชื่อมโยงมากกว่า จึงเป็นเหตุให้มีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า สูงสุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 ค่าความแข็ง



รูป 4.13 ค่าความแข็งเฉลี่ยของชิ้นงานแต่ละตัวอย่าง

จากกราฟจะเห็นว่าค่าความแข็งของแผ่น MDF ที่จำหน่ายในท้องตลาด และแผ่น MDF ที่ผลิตจากหญ้าสลาบลวงที่ใช้ กาวสังเคราะห์และที่จำหน่ายในท้องตลาด มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากแผ่น MDF ที่ผลิตมีค่าความหนาแน่นใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากผลการทดสอบพบว่า ปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือ ชนิดของเยื่อ ซึ่งลักษณะของเยื่อที่ได้จากโรงงานจะค่อนข้างอิสระ เยื่อเป็นเส้นเดี่ยวๆ ไม่พันกันยุ่ง ขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอ การโรยเยื่อให้กระจายสามารถทำได้ง่าย ดังนั้นเมื่อเยื่อกระจายตัวดีจึงเป็นผลให้เยื่อมีการเกาะก่ายตัวกันแน่น ดังนั้น จึงทำให้มีความแข็งแรงกว่า และการพองตัวเมื่อมีการดูดซึมน้ำมีสูงกว่า ส่วนลักษณะของเยื่อที่ได้จากห้องปฏิบัติการ เยื่อจะมีลักษณะพันกันยุ่งเหยิงเป็นกระจุก ทำให้การจัดเรียงตัวของเยื่อภายในแผ่นไม่ดีมีช่องว่างภายในแผ่นมากกว่า จึงเป็นสาเหตุให้ความแข็งแรงของแผ่นน้อย เนื่องจากในการแยกเยื่อที่โรงงานจะมีการค้นคว้าวิจัยหาสภาวะการแยกเยื่อที่เหมาะสมที่สุด และเครื่องมือที่ใช้แยกเยื่อมีคุณภาพสูงกว่าดังนั้นจึงได้เยื่อที่มีคุณภาพสูงกว่าด้วย

แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาสมบัติของแผ่นใยไม้อัดที่เตรียมจากหญ้าสลาบลวงโดยใช้กาวสังเคราะห์ urea - formaldehyde resin และกาวพาราฟิน cascamite โดยเปรียบเทียบผลกับชิ้นงานไม้ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดที่ทำจากไม้ยางพารา พบว่าค่า ความหนาแน่น ค่ามอดูลัสแตกร้าว ค่าการพองตัว ค่าต้านทานแรงดึงดึงจาก ค่าความแข็ง และปริมาณความชื้น อยู่ในค่าใกล้เคียงกัน ส่วนค่าที่แตกต่างกันมากได้แก่ค่าการดูดซึมน้ำ โดยแผ่นที่ผลิตจากหญ้าสลาบลวงจะให้ค่าการดูดซึมน้ำสูงมาก อย่างไรก็ตาม เราสามารถแก้ไขจุดบกพร่องนี้ได้โดยการเพิ่มปริมาณพาราฟินอิมัลชันได้ แต่การเพิ่มนี้ต้องดูให้เหมาะสมเนื่องจากการลดความแข็งแรงด้วยในขณะเดียวกัน

5.2 ผลการเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS

ตาราง 5.1 แสดงค่าที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน JIS

ชนิดตัวอย่าง	Density g/cm ³	Moisture content %	Bending strength kgf/cm ²	Separating strength N/cm ²
JIS 5906-1983 -300- type MDF -200- type MDF	0.4 - 0.8	5 - 13	300 min. 200 min.	49.0 min. 39.2 min.
MDF จากไม้ยางพาราที่จำหน่าย ในท้องตลาด	0.71	7.61	403.34	36.25
MDF จากหญ้าสลาบลวงที่ใช้กา วพามิชซ์ (cascamite)	0.70	7.15	286.26	35.97
MDF จากหญ้าสลาบลวงที่ใช้กา วสังเคราะห์ urea - formaldehyde 1:1.8	0.75	6.97	329.87	48.60

จากตารางผลการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลองกับค่าในมาตรฐาน จะเห็นว่าความหนาแน่นและปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงของมาตรฐาน JIS ส่วนค่าทางด้านความแข็งแรงนั้น แผ่น MDF ที่ผลิตจากหญ้าสลาบลวงโดยใช้กาบสังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ มีค่า มอดุลัสแตกร้าสูงกว่ามาตรฐาน และ ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากมีต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับแผ่น MDF ที่ผลิตจากหญ้าสลาบลวงที่ใช้กาว cascamate เป็นสารยึดติดนั้น มีค่ามอดูลัสแตกร้าวดำกว่าค่ามาตรฐานของ 300-type MDF แต่อยู่ในช่วงของ 200-type MDF ซึ่งเป็น MDF ที่มีคุณภาพรองลงมา และมีค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย

ส่วนแผ่น MDF ผลิตจากไม้ยางพาราที่จำหน่ายในท้องตลาด มีค่ามอดูลัสแตกร้าวดำสูงกว่าค่ามาตรฐานมาก แต่ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากก็มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานมากเช่นกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาการนำหญ้าสลาบลวงมาใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ
2. ควรศึกษาสังเคราะห์กาวเพื่อเพิ่มสมบัติต่างๆ
3. ควรศึกษาหาสภาวะการแยกเยื่อที่เหมาะสมเพื่อให้ได้เยื่อที่มีคุณภาพดีขึ้น
4. ควรศึกษาวิธีการสังเคราะห์ ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์ ให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ที่สุดเพื่อให้เกิดการปลดปล่อย ฟอรัมาลดีไฮด์ ของผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด
5. ควรศึกษาหาปริมาณพาราฟินอิมัลชันที่เหมาะสมที่สุดที่ควรเติม

ภาคผนวก

ผลการทดลองสมบัติต่างๆ ของแผ่นเยื่อไม้อัด

ค่าการพองตัว

ตาราง 1 ชั้นงาน MDF ไม้มาตรฐาน

ชั้นงานที่	ตำแหน่งที่	ความหนา ก่อนแช่ (mm.)	ความหนา หลังแช่ (mm.)	เปอร์เซ็นต์การพองตัว
1	1	9.171	10.495	14.44
	2	9.171	10.469	14.15
	3	9.198	10.621	15.47
	4	9.175	10.531	14.78
2	1	9.199	10.528	14.45
	2	9.189	10.439	13.60
	3	9.194	10.561	14.87
	4	9.205	10.501	14.08
3	1	9.230	10.563	14.44
	2	9.230	10.542	14.21
	3	9.211	10.588	14.95
	4	9.219	10.541	14.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2. ชั้นงาน MDF ที่ใช้ cascamite เป็นสารยึดติด

ชั้นงานที่	ตำแหน่งที่	ความหนาก่อนแช่ (mm.)	ความหนาหลังแช่ (mm.)	เปอร์เซ็นต์การพองตัว
1	1	9.219	10.489	13.77
	2	9.208	10.421	13.17
	3	9.189	10.415	13.34
	4	9.208	10.418	13.14
2	1	9.201	10.329	12.26
	2	9.211	10.365	12.14
	3	9.200	10.365	12.66
	4	9.211	10.391	12.81
3	1	9.179	10.492	14.30
	2	9.171	10.400	13.40
	3	9.185	10.312	12.27
	4	9.181	10.388	13.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3. ชิ้นงาน MDF ที่ใช้กาวสังเคราะห์ ยูเรีย - ฟอรัมาลดีไฮด์
เรซินเป็นสารยึดติด

ชิ้นงานที่	ตำแหน่งที่	ความหนาก่อนแช่ (mm.)	ความหนาหลังแช่ (mm.)	เปอร์เซ็นต์การพองตัว
1	1	9.169	10.285	12.17
	2	9.159	10.402	13.57
	3	9.162	10.361	13.09
	4	9.171	10.379	13.17
2	1	9.165	10.401	13.49
	2	9.161	10.361	13.10
	3	9.162	10.458	14.15
	4	9.178	10.321	12.45
3	1	9.179	10.238	11.54
	2	9.185	10.391	13.13
	3	9.182	10.409	13.36
	4	9.182	10.381	13.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาแน่น

ตาราง 4. แสดงค่าความหนาแน่นของแต่ละตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ชิ้นงานที่	ความกว้าง (cm.)	ความยาว (cm)	ความหนา (cm)	ปริมาตร (cm ³)	น้ำหนัก (g)	ความหนาแน่น (g/cm ³)
standard	1	10.40	10.34	0.921	99.04	73.67	0.74
	2	10.35	10.62	0.923	101.45	68.31	0.67
	3	10.65	10.51	0.923	103.31	74.42	0.72
cascamite	1	10.27	10.18	0.936	97.86	68.26	0.70
	2	10.16	10.17	0.927	95.78	71.97	0.75
	3	10.16	10.17	0.939	97.02	64.43	0.66
UF	1	10.15	10.16	0.932	96.11	72.23	0.75
	2	10.16	10.21	0.943	97.82	73.23	0.74
	3	10.24	10.16	0.928	96.55	72.07	0.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ตาราง 5. ซึ่่งงานไม้มาตรฐาน

ตัวอย่าง	ชั้นงานที่	ความกว้าง (mm)	ความยาว (mm)	แรงดึงสูงสุด (N)	ความต้านแรงดึง (N/cm ²)
1	1	50.45	50.54	548.8	21.52
	2	51.15	50.55	637.0	24.64
	3	50.50	50.25	627.2	24.72
2	1	50.50	50.31	970.2	38.19
	2	50.61	50.36	1205.4	47.29
	3	50.50	50.40	1372.0	53.91
3	1	50.46	50.66	1078.0	42.17
	2	50.71	50.80	940.8	36.52
	3	50.45	50.54	950.6	37.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 6. ชิ้นงานไฟเบอร์บอร์ดที่ใช้ cascamite เป็นสารยึดติด

ตัวอย่าง	ชิ้นงานที่	ความกว้าง (mm)	ความยาว (mm)	แรงดึงสูงสุด (N)	ความต้านแรงดึง (N/cm ²)
1	1	50.59	50.37	774.2	30.38
	2	50.25	50.56	803.6	31.63
	3	50.60	50.44	793.8	31.10
2	1	50.88	50.41	1009.4	39.35
	2	50.29	50.39	1254.4	49.50
	3	50.20	50.85	1293.6	50.68
3	1	51.14	50.70	803.6	30.99
	2	50.90	50.64	842.8	32.70
	3	50.56	50.91	705.6	27.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 7. ชิ้นงานไฟเบอร์บอร์ดที่ใช้กาบสังเคราะห์ ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์
เรซินเป็นสารยึดติด

ตัวอย่าง	ชิ้นงานที่	ความกว้าง (mm)	ความยาว (mm)	แรงดึงสูงสุด (N)	ความต้านแรงดึง (N/cm ²)
1	1	50.24	50.36	1078.11	42.61
	2	50.35	50.15	1205.4	47.74
	3	50.12	50.34	901.6	35.73
2	1	50.24	50.30	1107.4	43.82
	2	50.36	50.21		
	3	50.20	50.34	960.4	38.00
3	1	50.32	50.36	1911	75.41
	2	50.36	50.29	1577.8	62.30
	3	50.51	50.76	1303.4	50.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าการดูดซึมน้ำ

ตาราง 8. ชี้นงานไม้มาตรฐาน

ตัวอย่าง	ชั้นงานที่	น้ำหนักก่อนแช่	น้ำหนักหลังแช่	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ
		(g)	(g)	
1	1	17.26	26.32	52.49
	2	17.80	26.58	49.33
	3	18.50	26.73	44.49
2	1	18.55	26.62	43.50
	2	19.01	26.63	40.08
	3	18.81	26.74	42.16
3	1	18.23	26.16	43.50
	2	18.25	26.10	43.01
	3	18.36	26.02	41.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 9. ชิ้นงานไฟเบอร์บอร์ดที่ใช้ cascamite เป็นสารยึดติด

ตัวอย่าง	ชิ้นงานที่	น้ำหนักก่อนแช่ (g)	น้ำหนักหลังแช่ (g)	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ
1	1	17.09	34.10	99.53
	2	16.97	34.44	102.95
	3	17.89	33.18	85.47
2	1	19.43	28.02	44.21
	2	19.39	27.48	41.72
	3	18.57	28.47	53.31
3	1	16.63	35.58	113.95
	2	16.49	35.47	115.10
	3	15.54	34.87	124.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 10. ชิ้นงานไฟเบอร์บอร์ดที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์เรซิน
เป็นสารยึดติด

ตัวอย่าง	ชิ้นงานที่	น้ำหนักก่อนแช่ (g)	น้ำหนักหลังแช่ (g)	เปอร์เซ็นต์การ ดูดซึมน้ำ
1	1	16.97	34.50	103.30
	2	18.58	31.78	71.04
	3	18.54	32.69	76.32
2	1	18.13	31.59	74.24
	2	18.50	30.90	67.03
	3	18.79	30.30	61.26
3	1	17.60	32.58	85.11
	2	19.04	33.41	75.47
	3	18.53	32.78	76.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่ามอดูลัสแตกหัก

ตาราง 11. แสดงค่าแต่ละตัวอย่าง

ชนิดชิ้นงาน	ตัวอย่าง	ชิ้นงานที่	ความต้านแรงดัด (MPa)	ค่าเฉลี่ย แต่ละตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย
standard	1	1	33.81	35.40	41.16
		2	38.50		
		3	33.90		
	2	1	48.05	46.08	
		2	47.53		
		3	42.66		
	3	1	39.72	41.99	
		2	43.19		
		3	43.07		
cascamite	1	1	28.62	27.72	29.21
		2	31.17		
		3	23.38		
	2	1	41.35	40.38	
		2	35.77		
		3	44.03		
	3	1	15.20	19.53	
		2	20.63		
		3	22.75		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดชิ้นงาน	ตัวอย่าง	ชิ้นงานที่	ความต้านแรงดัด (MPa)	ค่าเฉลี่ย แต่ละตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย
standard	1	1	26.60	32.57	33.66
		2	33.83		
		3	37.28		
	2	1	26.85	33.17	
		2	34.25		
		3	38.41		
	3	1	32.43	35.24	
		2	36.41		
		3	36.87		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ปริมาณความชื้น

ตาราง 12. แสดงค่าแต่ละตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ชิ้นงานที่	น้ำหนักก่อนอบ (g)	น้ำหนักหลังอบ (g)	ปริมาณความชื้น (%)	ปริมาณความชื้น เฉลี่ย (%)
standard	1	73,67	68,5	7,55	7,61
	2	68,31	63,42	7,71	
	3	74,42	69,19	7,56	
cascamite	1	68,26	63,68	7,19	7,15
	2	71,97	67,07	7,31	
	3	64,43	60,25	6,94	
UF	1	72,23	67,56	6,91	6,97
	2	73,23	68,39	7,08	
	3	72,07	67,4	6,93	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความแข็ง

ตาราง 13. ชิ้นงานไม้มาตรฐาน

ตัวอย่าง	ชิ้นงานที่	ค่าความแข็ง					ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5		
standard 1	1	22,4	21,9	21,0	20,5	20,8	21,32	21,35
	2	20,5	21,2	20,8	22,0	22,5	21,40	
	3	21,0	21,2	21,0	21,4	22,0	21,32	
standard 2	1	21,1	21,0	20,6	21,0	21,1	21,0	21,3
	2	22,0	21,0	22,0	22,0	22,0	21,8	
	3	21,2	21,8	21,0	21,0	20,8	21,2	
standard 3	1	21,6	21,0	21,0	21,1	22,0	21,3	21,2
	2	21,5	21,0	21,1	21,2	21,8	21,3	
	3	20,8	20,9	20,9	20,5	21,0	20,8	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 14. ชิ้นงานไฟเบอร์บอร์ดที่ใช้ cascamite เป็นสารยึดติด

ตัวอย่าง	ชิ้นงานที่	ค่าความแข็ง					ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5		
cascamite 1	1	22,9	22,0	22,1	21,2	23,0	22,2	22,4
	2	23,0	22,0	22,0	23,1	23,1	22,6	
	3	23,3	22,9	21,8	21,5	22,2	22,3	
cascamite 2	1	23,2	21,2	22,5	23,0	22,0	22,4	21,9
	2	20,8	22,2	21,0	22,0	21,2	21,4	
	3	21,8	23,0	21,0	23,2	21,1	22,0	
cascamite 3	1	22,2	22,8	21,8	22,0	22,0	22,2	22,1
	2	21,8	21,6	22,8	22,0	23,1	22,3	
	3	21,1	22,9	21,1	22,9	22,1	22,0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 15. ชิ้นงานไฟเบอร์บอร์ดที่ใช้กาวยางสังเคราะห์ ยูเรีย - พอร์มาลดีไฮด์
 เรซินเป็นสารยึดติด

ตัวอย่าง	ชิ้นงานที่	ค่าความแข็ง					ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5		
UF 1	1	22,0	22,8	21,0	20,3	22,6	21,7	22,1
	2	23,0	21,8	22,5	23,2	22,0	22,5	
	3	21,2	23,0	21,6	23,0	22,1	22,2	
UF 2	1	22,3	21,8	20,5	22,0	21,2	21,6	21,4
	2	20,5	20,2	22,5	22,6	21,0	21,4	
	3	21,6	20,8	20,5	21,0	22,0	21,2	
UF 3	1	20,9	21,2	22,0	22,2	21,5	21,6	21,6
	2	20,5	22,8	22,2	21,0	22,1	21,7	
	3	20,3	20,9	20,8	22,5	22,8	21,5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. โชติ รัตติประกรม, ไม้อัดและไม่ประดับ, พิมพ์ครั้งที่ 2, หน้า 38-49, คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2505.
2. ปรีชา เกียรติกระจาย, ทาวและการติดเยื่อไม้, ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.
3. วรธรรม อุ่ณจิตติชัย, พฤติกรรมของการดีดคั้นและการหดตัวทางความหนาของแผ่นในการผลิตแผ่นใยไม้อัดจนวนจากขาน้อย, กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, 2538.
4. วรธรรม อุ่ณจิตติชัย, ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความแข็งแรงและความคงขนาดของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด, กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, 2538.
5. Penelope A.M., An Inquiry into the Feasibility of Producing Particle Board from Groundnut Husks in India, Industrial Development Department Tropical Products Institute Culham, 1970.
6. Weidner J.P., Wet Strength in Paper and Paperboard, Technical Association of the Pulp and Industry, 1965.
7. A.A.Moslemi, Particleboard, vol.1, Southern Illinois University Press, 1976.
8. F.W.Billmeyer, Textbook of polymer Science, 3rd.ed., Chong Moh Offset Printing Ptc.Ltd.
9. M.Thomus, Modern Particle Board and Dry Process Fibreboard Manufacturing, Sanfrancisco, 1977

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้