



การผลิตแผ่นซีดีไม่อัดจากฝักคอบชวา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ.2544

ISBN 974-665-667-8

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล


กพ

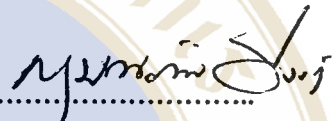
๗ ๖๘๘๓

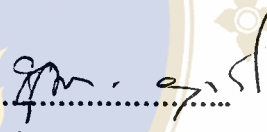
๒๕๔๔


วิทยานิพนธ์
เรื่อง
การผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวา

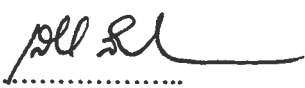




.....
นางสาวนิศากร เจริญดี
ผู้วิจัย


.....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษณรักษ์ ชีร์รัฐ, วท.ม.
ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....
อาจารย์ชุมพร สุวรี, วท.ม.
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....
รองศาสตราจารย์สุจิระ ขอจิตต์เมตต์, วท.ม.
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....
ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์, Ph.D.
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย


.....
รองศาสตราจารย์รุ่งจรัส หุดะเจริญ, วท.ม.
ประธานกรรมการประจำหลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสม
เพื่อการพัฒนาทรัพยากร
คนะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวา

ได้รับพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

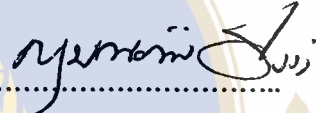
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

วันที่ 9 เมษายน พ.ศ.2544



นางสาวนิศากร เจริญดี

ผู้วิจัย



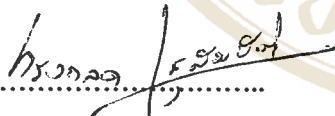
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษณ์ ชีร์รัฐ, วท.ม.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



อาจารย์ชุมพร ยวรี, วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



นายทรงกลด จารุสมบัติ, วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



รองศาสตราจารย์สุจิระ ขอจิตต์เมตต์, วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงคำลี, Ph.D.

คณบดี



ศาสตราจารย์เถียงชัย ถิมล้อมวงศ์, Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษณ์รักษ์ ชีร์รัฐ ประธานกรรมการควบคุมและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ท่านอาจารย์ชุมพร ยური กรรมการควบคุมและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ท่านรองศาสตราจารย์สุจิระ ขอจิตต์เมตต์ กรรมการควบคุมและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ทรงกลด จารุสมบัติ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณวรรณ อุ่นจิตติชัย นักวิชาการ 8 ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่ให้คำปรึกษาเบื้องต้นในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณสุทธิเจตต์ จันทศิริ และเจ้าหน้าที่ สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับผักตบชวาและช่วยเหลือในการเก็บผักตบชวาในแม่น้ำท่าจีน

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะครู-อาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษา ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวา รวมถึงการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ชยชุตม์ ตั้งดิตรธรรม ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพนครปฐม และอาจารย์สุภาพร เอี่ยมโหมด ผู้ช่วยผู้อำนวยการ ที่ให้โอกาสในการศึกษาและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ รวมทั้งคณะครู-อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม ที่ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณธนายศ หวังธนจินดา ที่เอื้อเฟื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล การจัดทำรูปเล่ม ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้กำลังใจตลอดมา

ท้ายนี้ ผู้วิจัย ใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา และญาติพี่น้อง ซึ่งสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

นิสากร เจริญดี

4036897 ENAT/M : สาขาวิชา : เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

วท.ม. (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)

คำสำคัญ : ผักตบชวา / แผ่นจีน ไม้อัด

นิศากร เจริญดี : การผลิตแผ่นจีน ไม้อัดจากผักตบชวา (THE PRODUCTION OF PARTICLEBOARD BY WATER HYACINTH) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : กลุณณรักษ์ ธีรรัฐ , วท.ม. ชุมพร ยูวี , วท.ม. สุจิระ ขอบจิตต์เมตต์ , วท.ม., 139 หน้า. ISBN 974-665-667-8

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นจีน ไม้อัดจากผักตบชวา และเพื่อศึกษาคุณสมบัติของแผ่นจีน ไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวา รวมถึงคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล เป็นการเพิ่มมูลค่าของวัชพืชน้ำและลดปริมาณวัชพืชน้ำ ทำการทดลองโดยใช้สารเชื่อมติด คือ กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 10% และกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 % และกำหนดให้แต่ละแผ่นจีน ไม้อัดมีความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. และ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. ใช้สารกันชื้น คือ สารพาราฟินอิมัลชันที่ 1 % และ 2 % รวมทั้งหมด 8 ชนิด หลังจากนั้นนำแผ่นจีน ไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด มาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.876-2532

ผลการวิจัยการผลิตแผ่นจีน ไม้อัดจากผักตบชวา พบว่า ผักตบชวาสามารถนำมาอัดเป็นแผ่นจีน ไม้อัดได้ ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพตามที่ต้องการและคุณสมบัติเชิงกลใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน มอก.876-2532 จากการวิเคราะห์โดยใช้ค่ามาตรฐาน Z (Z-SCORE) พบว่า แผ่นจีน ไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. และสารพาราฟินอิมัลชัน 1 % เป็นแผ่นจีน ไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาที่มีคุณภาพดีที่สุด

ปัญหาและข้อเสนอแนะจากการศึกษานี้ คือ ในการพ่นกาวกับจีนผักตบชวาควรพ่นกาวให้กระจายและทั่วถึงจีนผักตบชวาทั้งหมด เพื่อป้องกันการจับกันเป็นก้อนระหว่างจีนผักตบชวากับกาว ซึ่งจะส่งผลให้การ ไรซินผักตบชวาเตรียมอัดมีความหนาแน่นไม่สม่ำเสมอ

4036897 ENAT/M : MAJOR : APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT ; M.Sc. (APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT)

KEY WORDS : WATER HYACHINTH / PARTICLEBOARD

NISAKORN CHAROENDEE: THE PRODUCTION OF PARTICLEBOARD BY WATER HYACHINTH. THESIS ADVISORS: GRITSANARUCK THEERARAJ M.Sc., CHUMPORN YUVAREE M.Sc. , SUJIRA KHOJITMATE M.Sc., 139 P., ISBN 974-665-667-8

The purpose of this research is to study the possibility of producing a particleboard by using the water hyacinth as the raw material and to study the properties of the particleboard produced from the water hyacinth and the physical and mechanical properties of particleboard. This method gives added value for the water weed and decrease it's prevalence. The researcher will use a bonding substance which is Urea-Formaldehyde glue 10% and Phenal-Formaldehyde glue 5% and the desired density of the particleboard will be around 700 kg/m^3 to 800 kg/m^3 . Futhermore a non-leak substance is also used in the production. Such a substance is paraffin emulsion at 1% and 2% respectively. There are 8 types of particleboard. These boards are tested to certify that their qualities conform to Thai industrial standards (TIS 876-2532) of physical quality and mechanical quality.

The results of the experiment show that the water hyacinth can very well be used to produce particleboard. The boards obtained consist of the necessary physical properties and mechanical properties and are very close to the standards required (TIS 876-2532). From the statistical analysis of the water hyacinth particleboard, using the average standard Z-score technique, the one that is made from the water hyacinth, in mixture with the Urea-Formaldehyde glue, having the density of 800 kg/m^3 with 1% of Paraffin emulsion, gives the highest Z-score. Hence this type of particleboard has the best quality.

Problems and recommendations indicated from this study are that the glue should be scattered or distributed thoroughly all over the raw material so that the formation of clumps of the water hyacinth can be prevented. If a well distributed glue spray can be assured, then this will help the researcher to be able to place the water hyacinth that is to be compacted with in the particleboard and correct the non-complete density of the particleboard.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญแผนภูมิ	ฌ
สารบัญรูปภาพ	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.5 สมมติฐานการวิจัย	5
1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.7 กรอบแนวความคิดในการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความต้องการใช้แผ่นจีนไม้อัดในปัจจุบัน	8
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตแผ่นจีนไม้อัด	9
2.3 กรรมวิธีและขั้นตอนในการผลิตแผ่นจีนไม้อัด	19
2.4 มาตรฐานอุตสาหกรรมและการคัดชั้นคุณภาพ	37
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	39
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การวางแผนการทดลอง	41
3.2 กรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นจีนไม้อัดจากผักตบชวา	42
3.3 การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นจีนไม้อัดจากผักตบชวา	45

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 ผลการศึกษา	47
4.2 อภิปรายผลการศึกษา	55
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	57
5.2 ข้อเสนอแนะ	59
รายการอ้างอิง	60
ภาคผนวก	62
ประวัติผู้วิจัย	131
EXCUSIVE SUMMARY	132

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ชนิดของแผ่นชิ้นไม้อัด แบ่งตามความหนาแน่นของแผ่น	11
ตารางที่ 2 ปริมาณการใช้กาวแต่ละชนิดในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด ชนิด 3 ชั้น	26
ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล	37
ตารางที่ 4 สรุปรูปสถานะต่าง ๆ ที่กำหนดในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด	42
ตารางที่ 5 ความหนาของแผ่น ความหนาแน่น(density) และ ความชื้น (Moisture Content)	47
ตารางที่ 6 การดูดซึมน้ำ(Water Absorption) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling)	48
ตารางที่ 7 ความต้านแรงดัด(Modulus of Rigidity)	49
ตารางที่ 8 ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น(Modulus of Elastic)	50
ตารางที่ 9 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า(Tension perpendicular to surface)	51
ตารางที่ 10 ความยึดแน่นของผิวหน้า(Surface Soundness)	52
ตารางที่ 11 ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว(Resistance to axial withdrawal of wood screws)	53
ตารางที่ 12 การหาค่ามาตรฐานของแผ่นชิ้นไม้อัด	54

สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวความคิด	7
แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการผลิตแผ่นจีนไม้อัดทั่วไป	34
แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนในการผลิตแผ่นจีนไม้อัดจากผักตบชวา	44



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ผักตบชวาตากแห้ง และอบที่อุณหภูมิ 80° C - 85° C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง	63
รูปที่ 2 สับย่อยให้มีขนาดเล็กลงขนาด 1 นิ้ว	64
รูปที่ 3 ผักตบชวาที่สับย่อยเหลือขนาด 1 นิ้ว	64
รูปที่ 4 นำผักตบชวาไปเข้าเครื่องสับย่อย เพื่อให้ผักตบชวามีชิ้นขนาดเล็กลง	65
รูปที่ 5 นำชิ้นผักตบชวาเข้าเครื่องแยกเส้นใย	66
รูปที่ 6 เส้นใยของผักตบชวาที่อบแห้งแล้ว เหลือความชื้น 3-5 %	67
รูปที่ 7 เครื่องผสมกาวกับชิ้นผักตบชวา	68
รูปที่ 8 การพ่นกาวกับชิ้นผักตบชวา	68
รูปที่ 9 นำผักตบชวาที่พ่นกาวแล้ว มาชั่งตวงน้ำหนักที่กำหนด	69
รูปที่ 10 นำผักตบชวาที่ผสมกาวแล้วมา โรยในเครื่องอัดแผ่นขนาด 30 ซม.X 30 ซม .	69
รูปที่ 11 การฟอร์มแผ่นเพื่อเตรียมเข้าเครื่องอัดรีด	70
รูปที่ 12 เครื่องอัดรีด	71
รูปที่ 13 การอัดแผ่นขึ้น ไม้อัดจากผักตบชวา	71
รูปที่ 14 แผ่นขึ้น ไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวา	72
รูปที่ 15 การตัดแผ่น ไม้อัดจากผักตบชวาเพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติ	72
รูปที่ 16 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแผ่นขึ้น ไม้อัดจากผักตบชวา	73
รูปที่ 17 เครื่องอบหาความชื้น (MC)	74
รูปที่ 18 เครื่องหาค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และหาความยึดแน่นของผิวหน้า	75
รูปที่ 19 เครื่องหาค่าความต้านแรงด้น (MOR) และมอดูลัสยืดหยุ่น (MOE)	76
รูปที่ 20 กาวยูเรีย	77
รูปที่ 21 เครื่องชั่งกาว	78
รูปที่ 22 เครื่องผสมกาว	79
รูปที่ 23 ตำแหน่งและการตัดชิ้นทดสอบ	81
รูปที่ 24 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของแผ่นขึ้น ไม้อัด	82
รูปที่ 25 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นทดสอบ	84

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 26 การทดสอบการต้านแรงคัดและมอดูลัสยืดหยุ่น	88
รูปที่ 27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว	89
รูปที่ 28 การอัดรีดแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย - ฟอร์มัลดีไฮด์	101
รูปที่ 29 การอัดรีดแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล - ฟอร์มัลดีไฮด์	102



คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

- MC : Moisture Content หมายถึง ความชื้น
- WA : Water Absorption หมายถึง การดูดซึมน้ำ
- TS : Thickness Swelling หมายถึง การพองตัวเมื่อแช่น้ำ
- MOR : Modulus of Rigidity หมายถึง ความต้านแรงคด
- MOE : Modulus of Elastic หมายถึง มอดูลัสยืดหยุ่น
- SF : Surface Soundness หมายถึง ความยึดแน่นของผิวหน้า
- Mpa : Mega Paskal หมายถึง หน่วยวัดผลการทดสอบค่าแรงดึงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นงานทดสอบขาดออกจากกัน
- SD : Standard Deviation หมายถึง ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนหรือข้อมูลแต่ละจำนวนค่ามัธยฐานเลขคณิต (ค่าเฉลี่ย) เมื่อยกกำลังสองและถอดรากที่สอง(square root) ส่วนใหญ่ใช้บอกลักษณะการกระจายของข้อมูลที่ตีที่สุควิธีหนึ่ง
- Z-score : หมายถึง ค่ามาตรฐาน

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ผักตบชวา จัดเป็นวัชพืชน้ำที่ก่อให้เกิดปัญหามากที่สุดในโลก (1) ตลอดเวลาหนึ่งศตวรรษที่มีการแพร่กระจายไปในประเทศต่าง ๆ กว่า 50 ประเทศ ในเขตร้อนและกึ่งร้อนทั่วโลก ได้สร้างความลำบากและก่อให้เกิดปัญหานานับประการต่อการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ ผลจากการแพร่ระบาดของรุนแรงก่อให้เกิดความเสียหายต่อสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของชุมชนในประเทศต่าง ๆ ทำให้เกิดความเกลียดชังที่มนุษย์มีต่อผักตบชวา สะท้อนให้เห็นอยู่ในชื่อที่ชาติต่าง ๆ ตั้งขึ้น เพื่อขนานนามวัชพืชร้ายกาจนี้ เช่น

- รัฐเบงกอลในประเทศอินเดีย เรียกว่า Blue devil (ปีศาจสีฟ้า)
- รัฐอื่น ๆ ในอินเดีย เรียกว่า Bengal Terror
- แอฟริกาใต้ เรียกว่า Flourida devil (ฟลอริดา)
- ศรีลังกา เรียกว่า Japenese trouble (ไต้ฝุ่นจอมยุ่ง)

สำหรับประเทศไทย เรียก วัชพืชน้ำว่า ผักตบชวา เพราะมาจากชวา

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักตบชวา

ผักตบชวา (*Eichhorniacrassipes*) เป็นพืชที่เจริญอยู่บนผิวน้ำ (floating plant) โดยปกติรากจะไม่ยึดติดกับพื้นดิน

ใบ เป็นแบบเดี่ยว (Simple leaf) ประกอบด้วยแผ่นใบ (blade) และก้านใบ (petiole) แผ่นใบมีลักษณะคล้ายรูปไต (reniform) หรือคล้ายรูปหัวใจ (cordate) มักมีความกว้างมากกว่าความยาวหรือเกือบจะเท่าๆ กัน ระบบเส้นใบ (venation) ซึ่งทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและอาหาร เป็นแบบเส้นใบขนาน ก้านใบมีลักษณะเรียวยาวมน้ำ

ดอก ผักตบชวามีดอกสีฟ้าสวยงามมาก ดอกออกเป็นช่อไม่มีก้านดอก (spike) ในช่อหนึ่ง ๆ จะมีจำนวนดอกแตกต่างกันไป ถ้าช่อดอกเล็กก็จะมีดอกประมาณ 4-5 ดอก ถ้าช่อดอกใหญ่อาจมีจำนวนดอกเพิ่มขึ้นจนถึง 60 ดอก ดอกจะบานเพียง 1 วัน

การขยายพันธุ์ โดยทั่วไปจะแตกไหลแล้วกลายเป็นลำต้นติดอยู่กับต้นแม่เป็นจำนวนมาก จนเกิดเป็นกอใหญ่ หลังจากที่ดินอ่อนเกิดรากและใบของตนเองได้ภายในเวลาเพียงไม่กี่วัน ต้นอ่อนเหล่านี้ก็จะเริ่มสร้างต้นอ่อนต่อไปเป็นช่วงที่สาม

คุณสมบัติทางเคมี(2)

ผักตบชวาจะมีความยาวเฉลี่ย 20.84 เซนติเมตร ความชื้นในเส้นใยผักตบชวาคิดเป็นร้อยละ 11.63 ความละเอียดของเส้นใยมีค่าเท่ากับ 48.5 ดีเนียร์ น้ำหนักของเส้นใยต่อความยาว 9 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0485 กรัม

ค่าแรงดึงที่ทำให้เส้นใยขาดในขณะที่เป็นเส้นใยแห้งเท่ากับ 115 กรัม ค่าความยืดออกเฉลี่ยเท่ากับ 0.705 เซนติเมตร ค่าความเหนียวของเส้นใยเท่ากับ 2.37 กรัมต่อดีเนียร์ และอัตราการยืดตัวมีค่าร้อยละ 28.2

ค่าแรงดึงที่ทำให้เส้นใยขาดในขณะที่เป็นเส้นใยเปียกเท่ากับ 115 กรัม ค่าความยืดออกเฉลี่ยเท่ากับ 0.710 เซนติเมตร ค่าความเหนียวของเส้นใยเท่ากับ 2.56 กรัมต่อดีเนียร์ และอัตราการยืดตัวมีค่าร้อยละ 28.24 ดังนั้นความเหนียวของผักตบชวาขณะที่เป็นเส้นใยเปียกจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.02

เนื่องจากผักตบชวาเป็นวัชพืชน้ำที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงมากสามารถเพิ่มมวลชีวภาพได้ประมาณวันละ 20 กรัม/น้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร และมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์สูงสุดเท่ากับร้อยละ 1.50 ต่อวัน ในสภาพน้ำนิ่ง ถ้าปล่อยให้ผักตบชวาครอบคลุมผิวน้ำเพียงร้อยละ 10 ผักตบชวาจะสามารถเจริญเติบโตครอบคลุมเต็มพื้นที่ได้ในระยะ 6 เพียงสัปดาห์เท่านั้น ผักตบชวาเป็นพืชที่อยู่ได้ทั้งในน้ำนิ่งและน้ำไหล ทนทานต่อสภาพแวดล้อม ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ทั้งวิธีการแตกหน่อ และเมล็ดแพร่กระจายของผักตบชวาในแหล่งน้ำต่าง ๆ ถึง 64 จังหวัด คิดเป็นปริมาณชีวมวลมากกว่า 5 ล้านตันต่อปี

การแพร่ระบาดของผักตบชวาในแหล่งน้ำต่าง ๆ ก่อให้เกิดความเสียหายในด้านต่าง ๆ ดังนี้ (1)

1. ความเสียหายทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการระเหยน้ำของผักตบชวา บริเวณลุ่มแม่น้ำท่าจีนตอนล่างจะมีการสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหยน้ำของผักตบชวาประมาณปีละ 2,555 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งน้ำที่สูญเสียไปนี้สามารถใช้ทำนาปรังได้ประมาณ 1.28 ล้านไร่ เมื่อประเมินผลตอบแทนจากการทำนาข้าวจะได้ประมาณไร่ละ 1,000 บาท ดังนั้นจากการระเหยน้ำของผักตบชวาในบริเวณลุ่มน้ำท่าจีนตอนล่างประมาณปีละ 1,280 ล้านบาท ซึ่งเป็นการสูญเสียทางเศรษฐกิจโดยอ้อม

2. ความเสียหายทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการกีดขวางการระบายน้ำของผักตบชวา ถ้าแพร่ระบาดปกคลุมผิวน้ำเต็มพื้นที่ 100 % จะลดอัตราการไหลของน้ำลงประมาณ 40% เนื่องจากรากของผักตบชวา ลำต้น และใบ เกิดการเน่าเปื่อยทับถมกันทำให้เกิดการตื้นเขิน จากการดำเนินการป้องกันน้ำท่วมกรุงเทพ และปริมณฑล ในปี พ.ศ.2539 จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขุดลอกคู คลอง และเก็บผักตบชวาขึ้นฝั่งเพื่อป้องกันน้ำท่วม ประมาณ 200 ล้านบาท

3. ความเสียหายทางเศรษฐกิจที่เกิดจากฝกตบชวาในระบบชลประทานในปี พ.ศ. 2539 จะต้องเสียบประมาณเพื่อกำจัดฝกตบชวาคิดเป็น 130 ล้านบาท ซึ่งสามารถควบคุมได้เพียงหนึ่งในสามส่วนเท่านั้น ดังนั้นคาดว่าในอนาคตจะต้องเสียบประมาณสูงถึง 400 ล้านบาทต่อปีในการกำจัดฝกตบชวา

4. ความเสียหายทางเศรษฐกิจด้านคมนาคมทางน้ำที่เกิดจากฝกตบชวา จากการศึกษ พบว่า ในปี 2536 มีเรือขนส่งสินค้าผ่านแม่น้ำท่าจีน คู คลอง เชื่อมต่อ และล่องลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ประมาณ 8,700 ลำ คาดว่าในแต่ละปีจะมีเรือขนส่งสินค้าผ่านแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีนมากกว่า 30,000 เที่ยวต่อปี ซึ่งไม่รวมการใช้เรือโดยสารและเรือท่องเที่ยว แม้ว่าจะประเมินมูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจได้ค่อนข้างยาก แต่คาดว่าจะทำให้เกิดความเสียหายเนื่องจากความล่าช้าด้านการคมนาคมทางน้ำที่เกิดจากฝกตบชวาไม่ต่ำกว่าปีละ 100 ล้านบาท

5. ความเสียหายที่เกิดจากฝกตบชวาด้านการเกษตร ฝกตบชวาเป็นพืชที่หอยเชอรี่อาศัยอยู่ ซึ่งหอยเชอรี่เป็นศัตรูข้าวที่สำคัญในเขตที่ราบลุ่มภาคกลาง ทำให้ความเสียหายให้แก่ข้าวปีละมากกว่า 200 ล้านบาท

6. ความเสียหายจากความตื้นเขินของแม่น้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากตะกอนดินที่เกิดจากการชะล้างพังทลายและการเน่าสลายทับถม จากการประเมินปริมาณฝกตบชวาที่ไหลลงสู่ปากแม่น้ำท่าจีนประมาณวันละ 1,800 ตัน น้ำหนักฝกตบชวาสด 1 ตัน จะให้ปริมาณสารอินทรีย์ประมาณ 50 กิโลกรัม ดังนั้นฝกตบชวาจะสะสมตะกอนบริเวณสันดอนปากแม่น้ำท่าจีนประมาณปีละ 32,850 ตัน ซึ่งเมื่อประเมินตลอดกลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างจะต้องใช้เงินเพื่อขุดลอกแม่น้ำและคูคลองเชื่อมต่อ ไม่ต่ำกว่า 400 ล้านบาท

7. ความเสียหายด้านการท่องเที่ยวที่เกิดจากฝกตบชวา ในปี 2537 ประเทศไทยมีรายได้จากการท่องเที่ยวประมาณปีละ 126,000 ล้านบาท การที่ฝกตบชวาระบาดเป็นจำนวนมากในบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา โดยเฉพาะบริเวณตอนล่างของแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่ช่วงจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและสุพรรณบุรีลงมา จะทำให้เกิดการสูญเสียทัศนียภาพทางน้ำหรือเกิดมลพิษทางสาขคา สูญเสียความประทับใจของนักท่องเที่ยว ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจได้ แต่ก็ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมต่อทรัพยากรการท่องเที่ยวทางน้ำได้

ปัจจุบันนี้มีการนำแผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากไม้มาใช้ในงานต่าง ๆ เช่น ใช้ทำเป็นไส้ในการผลิตไม้อัด และเป็นไม้ผิวเรียบในการผลิตบล็อกบอร์ด การผลิตประตูพื้นเรียบ ใช้ทำไม้พื้นประตู และโครงไม้ประตู การทำเฟอร์นิเจอร์ ใช้ทำตู้เครื่องเสียงต่าง ๆ ใช้ตกแต่งร้านค้าและทำแผงโชว์สินค้า ใช้โครงไม้รองรับสินค้าเพื่อขนย้าย ใช้ในงานอาคารบ้านเรือน หรือสำนักงานใช้ ปลูก

ทำผนังกัน หรือฉากกันห้อง ทำฝ้าเพดานและบุทับ ซึ่งได้มีการนำวัสดุเศษเหลือที่ไร้เสี้ยนใย เช่น ขานอ้อย ฟางข้าวต่าง ๆ ดินฝ้าย ดินป่าน ดินปอต่าง ๆ ช่อผล และลำต้น มาผลิตเป็นแผ่นขึ้นไม้อัดได้

จากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการนำผักตบชวามาใช้ เป็นวัตถุดิบในการทำแผ่นขึ้นไม้อัด ทั้งนี้เนื่องจากผักตบชวาเป็นพืชที่ไร้เสี้ยนใย และยังเป็นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวา
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวา

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการศึกษาถึงการผลิตแผ่นไม้กระดานอัดจากผักตบชวา โดยใช้ผักตบชวาจากแม่น้ำท่าจีน บริเวณจุดเก็บผักตบชวาของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทำการติดตั้งเครื่องเก็บผักตบชวา หน้าวัดกกตาล อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม โดยนำผักตบชวาที่ได้ดังกล่าว มาผลิตเป็นแผ่นขึ้นไม้อัด โดยใช้สารเชื่อมติด 2 ชนิด คือ กาวยูเรีย - ฟอร์มาลดีไฮด์ 10 % และกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 % ซึ่งเป็นกาวที่นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด เนื่องจากผักตบชวามีความเบามากจึงต้องใช้ความหนาแน่นของแผ่น 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความหนาแน่นของแผ่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเพื่อป้องกันการดูดซึมน้ำจึงต้องใช้สารกันซึมคือสารพาราฟินอิมัลชัน 1 % และ 2 % แล้วนำแผ่นขึ้นไม้อัดที่ได้ทั้งหมด ไปทดสอบคุณสมบัติทางกายสมบัติและคุณสมบัติทางกลสมบัติ

คุณสมบัติทางกายภาพ คือ รูปร่างทรง ขนาด ความกว้าง ความยาว และความหนาแน่น ของแผ่นขึ้นไม้อัด

คุณสมบัติเชิงกล คือ

1. การหาค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption : WA) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)
2. ความต้านแรงคด (Modulus of rigidity : MOR)
3. มอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elastic : MOE)
4. ความต้านแรงค้ำตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension perpendicular to surface)

5. ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness)
6. ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of wood screws)

ผู้วิจัยจะทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในระหว่างวันที่ 8 พฤศจิกายน 2542 ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2543

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความเป็นไปได้ในการผลิตแผ่นจีนไม้อัดจากผักตบชวา
2. ทราบถึงคุณสมบัติของแผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวา

1.5 สมมติฐานการวิจัย

1. ผักตบชวาสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นจีนไม้อัดได้

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ผักตบชวา หมายถึง พืชที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Eichhornia crassipic* (Mart) Solms วงศ์ Pontederiaceae เป็นพืชที่เจริญอยู่บนผิวน้ำ เป็นประเภทลอยน้ำสูงประมาณ 30 – 90 เซนติเมตร มีลำต้น บริเวณข้อรากมักมีสีม่วงดำ เกิดจากสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ลำต้นแตกไหลเกิดเป็นลำต้นใหม่ติดต่อกันไป

แผ่นจีนไม้อัด หมายถึง แผ่นไม้ประกอบ (wood composites) ชนิดหนึ่ง ซึ่งผลิตจากการนำเอาวัสดุที่ทำจากไม้ หรือวัสดุที่มีเซลลูโลส และลิกนิน (Lignocellulosic materials) เป็นองค์ประกอบหลักมาตัดทอนเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำมารวมกันเป็นแผ่น โดยใช้ตัวประสานอินทรีย์ เช่น กาวสังเคราะห์ (Synthetic resin) เชื่อมให้ติดกัน เกิดเป็นขบวนการเชื่อมยึดกันระหว่างวัสดุภายใต้ความร้อนและแรงอัด ในการอัดร้อน และยังสามารถใช้สารเติมแต่งอื่น ๆ (additives) ผสมกันในแผ่น เพื่อให้เกิดคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ ด้วย

แผ่นจีนไม้อัดที่จำหน่ายตามท้องตลาด หมายถึง แผ่นจีนไม้อัดที่กระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นจีนไม้อัดชนิดอัดราบ : ความหนาแน่นปานกลาง มาตรฐานเลขที่ มอก. 876-2532

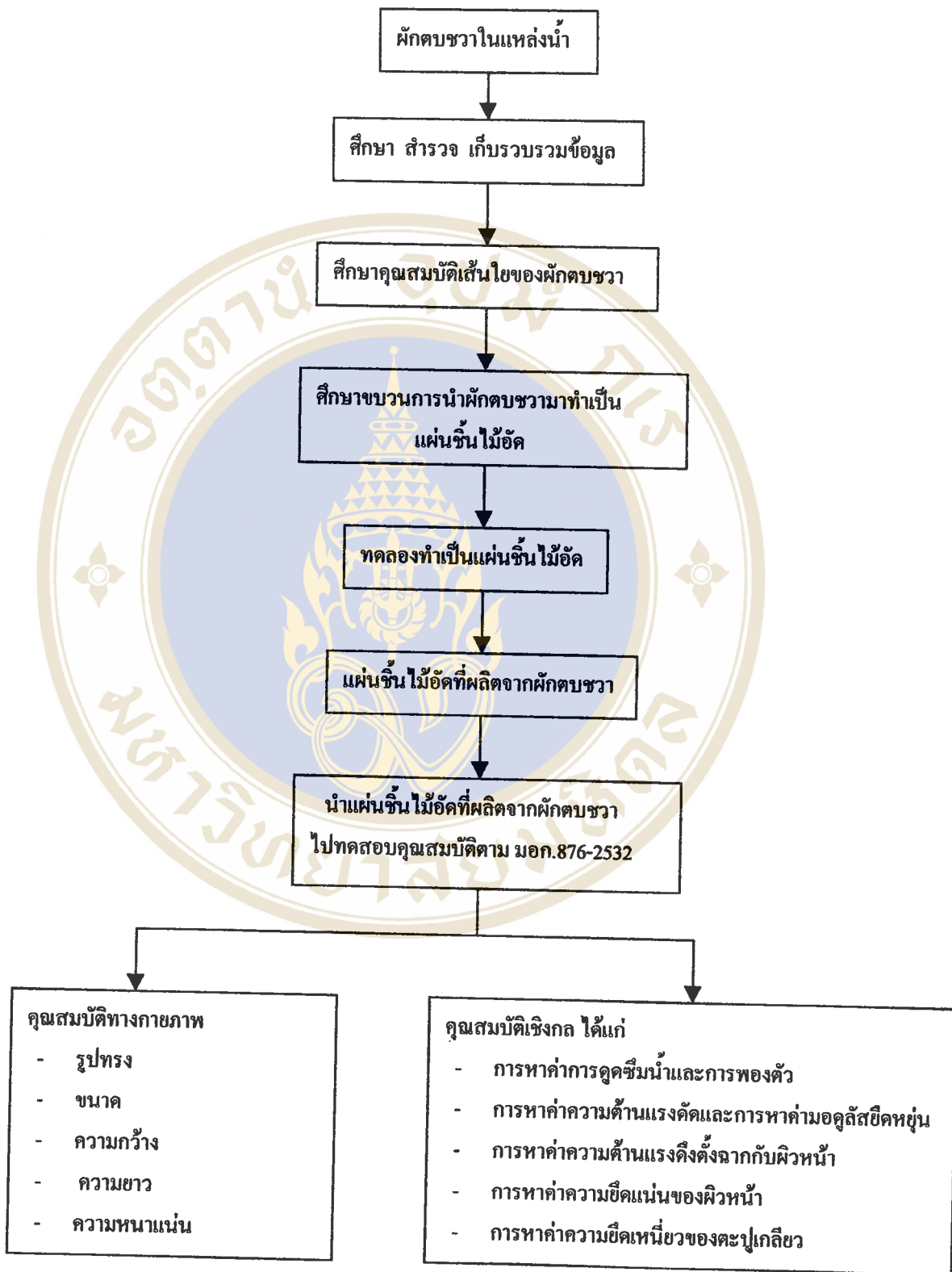
แผ่นจีนไม้อัดชั้นเดียว หมายถึง แผ่นจีนไม้อัดที่ทำจากจีนไม้ที่มีลักษณะและขนาดเหมือนกัน มีส่วนผสมของกาวและสารเติมแต่ง (additive) อย่างเดียวกัน ตลอดความหนาของแผ่นจีนไม้อัด

1.7 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ปัจจุบันนี้จะพบว่าผักตบชวามีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะในแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำท่าจีน ทั้งนี้เนื่องจากผักตบชวาสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงทำให้มีการกำจัดผักตบชวา เนื่องจากผักตบชวาเป็นพืชที่ให้เส้นใยธรรมชาติ จึงน่าจะมีการนำผักตบชวามาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด เนื่องจากปัจจุบันนี้แผ่นขึ้นไม้อัดนอกจากจะผลิตจากไม้แล้ว ยังมีการนำวัสดุเศษเหลือที่เป็นเส้นใย เช่น ฆานอ้อย ฟางข้าวต่าง ๆ ต้นฝ้าย ต้นป่าน ต้นปุ่นต่าง ๆ และช่อผล ลำต้น ของต้นปาล์ม มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเพื่อทดแทนการใช้ไม้ ผักตบชวาเป็นพืชที่ให้เส้นใยจึงน่าจะเหมาะแก่การนำมาผลิตเป็นแผ่นขึ้นไม้อัดได้เช่นกัน เพื่อเป็นการลดปริมาณของผักตบชวาในแม่น้ำ ค่าใช้จ่ายในการกำจัดผักตบชวา และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผักตบชวา ซึ่งเป็นวัชพืชน้ำ อีกด้วย



กรอบแนวความคิด



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวความคิด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 ความต้องการใช้แผ่นจีน ไม้อัดในปัจจุบัน
- 2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตแผ่นจีน ไม้อัด
- 2.3 กรรมวิธีและขั้นตอนในการผลิตแผ่นจีน ไม้อัด
- 2.4 มาตรฐานอุตสาหกรรมและการคัดชั้นคุณภาพ
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความต้องการใช้แผ่นจีน ไม้อัดในปัจจุบัน

อุตสาหกรรมแผ่นจีน ไม้อัด (3) (Particleboard, PB) เริ่มต้นขึ้นในทวีปยุโรป ที่ประเทศเยอรมัน ราวปี ค.ศ.1941 และเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 เพื่อสนองตอบความต้องการในการใช้ไม้ที่มีคุณภาพต่ำ ซึ่งไม่เหมาะจะนำไปผลิตแผ่นไม้และไม้อัด (Veneer and Plywood) สำหรับในอเมริกานั้น อุตสาหกรรมแผ่นจีน ไม้อัดเริ่มต้นในกลางทศวรรษที่ 1950 เพื่อสนองตอบความต้องการในการใช้แผ่นไม้ แต่เป็นการสนองตอบความต้องการที่จะนำวัสดุเหลือเสขราคาถูก จากโรงงานแปรรูปไม้และโรงเลื่อย มาใช้ประโยชน์เป็นแผ่นจีน ไม้อัด

ในประเทศไทย เริ่มมีการผลิตแผ่นจีน ไม้อัดเป็นอุตสาหกรรมครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ.2501 โดยบริษัท ศรีราชาเซฟวู้ด จำกัด ในเครือบริษัท ศรีราชา จำกัด ใช้ชื่อทางการค้าว่า “แผ่นเซฟวู้ด บอร์ด และแผ่นพีโนบอร์ด” แต่ไม่เป็นที่นิยมและประสบปัญหาทางเทคนิคบ้าง เกิดไฟไหม้หลายครั้ง จึงเลิกผลิตและขายเครื่องไปในปี 2527 ให้แก่บริษัท ไทยวนภัณฑ์ จำกัด ซึ่งต่อมาก็ได้ขายต่อไปให้แก่บริษัท เอส เอส เฟอร์นิเทส จำกัด ต่อไป โดยมีกำลังการผลิต 30 ลบ.ม./วัน สำหรับในปี พ.ศ.2522 บริษัทในเครือวนชัยกรุ๊ป ได้ตั้งโรงงานผลิตแผ่นจีน ไม้อัด ชื่อว่า บริษัท ไม้อัดประสาน จำกัด (แต่ภายหลังเลิกการผลิต เนื่องจากขายเครื่องจักรให้แก่ชาวอินโดนีเซีย เมื่อต้นปี พ.ศ.2535) และในปี พ.ศ.2529 กลุ่มวนชัยกรุ๊ป ก็ยังได้ตั้งโรงงาน บริษัทคูโรสพาน จำกัด ผลิตแผ่นจีน ไม้อัดอีกแห่งหนึ่ง ทำให้มีกำลังการผลิตรวมกันทั้ง 2 โรงงาน เท่ากับ 300 ลบ.ม./วัน นับเป็นการเริ่มต้นศักราชบุกเบิกการนำแผ่นจีน ไม้อัดมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง ซึ่งแต่เดิมมีเพียงบริษัท ศรีมหาธาตุ จำกัด เพียงบริษัทเดียวและกำลังการผลิตน้อย มาจนปัจจุบันมีการใช้แผ่นจีน ไม้อัดเป็นวัสดุในการก่อสร้างและผลิตเฟอร์นิเจอร์กันอย่างมาก เนื่องจากการขาดแคลนไม้ขนาดใหญ่เพื่อการแปรรูปและการผลิต ไม้อัด และการประกาศใช้นโยบายปิดป่าในปี 2532 เป็นต้นมา ทำให้เกิดความนิยมในการ

ผลิตแผ่นจีนไม้อัดมาใช้งานต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ปัจจุบันปี 2541 จึงมีบริษัทที่ผลิตแผ่นจีนไม้อัดในประเทศทั้งสิ้น 20 รายการ มีกำลังการผลิตของเครื่องจักรเต็มที่ได้ทั้งสิ้น 1,528,900 ลบ.ม/ปี

อุตสาหกรรมแผ่นจีนไม้อัด มีความเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาอันสั้นของการเกิดอุตสาหกรรมนี้ จากโรงงานเล็ก ๆ มีอัตราการผลิตต่ำ ๆ ใช้แรงงานมาก มาเป็นกำลังผลิตสูง โรงงานใหญ่และมีสายการผลิตที่เป็นอัตโนมัติมากที่สุด ผลผลิตจากโรงงานที่ทันสมัยเหล่านี้คล้ายคลึงกับแผ่นจีนไม้อัดแรก ๆ หรือแตกต่างกันไปเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม เมื่อคำนึงถึงแผ่นจีนไม้อัดในการใช้ประโยชน์ซึ่งมีข้อจำกัดของแผ่นจีนไม้อัดเกี่ยวกับคุณสมบัติทางฟิสิกส์และกลสมบัติ ทำให้การใช้ประโยชน์มีอย่างจำกัด โดยเฉพาะจากไม้แผ่นจีนไม้อัดที่เป็นรูปทรงแท่ง

การใช้ประโยชน์จากแผ่นจีนไม้อัด

1. ใช้ทำเป็นไส้ในการผลิตไม้อัด และเป็นไม้ผิว ในการผลิตบล็อกบอร์ด (Blockboard)
2. ในการผลิตประตูพื้นเรียบ ใช้ทำไม้พื้นประตูและโครงไม้ประตู
3. ในการทำเฟอร์นิเจอร์ ใช้เป็นส่วนประกอบของตู้และโต๊ะต่าง ๆ เช่น ผนังตู้ด้านหลังลิ้นชัก พื้นลิ้นชัก ไม้กั้นแบ่งช่องลิ้นชัก ฯลฯ หากทำให้การปิดหน้าด้วยกระดาษลวดลายหรือไม้บางสวย ๆ หรือเคลือบด้วยสารโพลีเอสเตอร์ต่าง ๆ สามารถนำไปใช้เป็นผิวหน้าของเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ได้อีกมาก และเป็นที่ยอมรับกันอยู่ในขณะนี้ โดยเฉพาะการผลิตเฟอร์นิเจอร์เป็นจำนวนมาก (mass production) ในรูปของการถอดประกอบได้ (Knock down furnitures)
4. ให้ทำตู้เครื่องเสียงต่าง ๆ เช่น ตู้เครื่องสเตอริโอ ไฮไฟ ตู้ลำโพง ตู้วิทยุ และโทรทัศน์
5. ใช้ตกแต่งร้านค้าและทำแผงโชว์สินค้า
6. ใช้ทำโครงไม้รองรับสินค้า เพื่อขนย้าย (Lightweight non-returnable pallets)
7. ใช้ในอาคารบ้านเรือน หรือสำนักงาน ใช้นุ้ฝา ทำผนังกัน หรือฉากกันห้อง ทำฝ้าเพดาน และปูทับพื้นซีเมนต์ หรือพื้นกระดาน เป็นต้น

นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้อีกมากมาย

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตแผ่นจีนไม้อัด

2.2.1 ความหมายของแผ่นจีนไม้อัด

แผ่นจีนไม้อัด คือ แผ่นไม้ที่ผลิตจากจีนไม้ที่ถูกย่อยให้มีขนาดต่าง ๆ แล้วยึดติดกันด้วยกาว โดยการใช้ความร้อนและการอัด ความแตกต่างกันของแผ่นจีนไม้อัด และแผ่นใยไม้อัด ความหนาแน่นปานกลาง (Medium density fiberboard, MDF) ก็คือส่วนประกอบของแผ่นไม้ในแต่ละประเภทที่ใช้จีนไม้และใยไม้ ขึ้นส่วนประกอบกันในแผ่นใยไม้อัด (Fiberboard, FB) ก็จะเป็นเส้น

ใยไม้ระหว่างเส้นใยไม้ก็จะเชื่อมติดกันด้วยกาว ในแผ่นใยไม้อัดแข็ง (High density fiberboard, HB) ก็เช่นกัน จะประกอบด้วยเส้นใยไม้แต่ละระหว่างเส้นใยไม้จะเชื่อมติดกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวของเส้นใยไม้เอง ไม่ต้องใช้กาวช่วยเชื่อมยึด สำหรับแผ่นจีนไม้อัดจะประกอบด้วยจีนไม้ แล้วใช้กาวเชื่อมยึดจีนไม้ระหว่างจีนไม้ให้เป็นแผ่นไม้ขึ้นมา จีนไม้ที่ใช้สามารถใช้ซึ่งเหลือจนถึงเกล็ดไม้ (flake) ที่มีความยาวถึง 3 นิ้ว

แผ่นจีนไม้อัด หมายถึง แผ่นไม้ประกอบ (wood composites) ชนิดหนึ่ง ซึ่งผลิตจากการนำเอาวัสดุที่ทำจากไม้ หรือวัสดุที่มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบหลัก (lignocellulosic materials) มาตัดทอนเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำมารวมกันเป็นแผ่นโดยใช้ตัวประสานอินทรีย์ เช่น กาวสังเคราะห์ (synthetic resin) เชื่อมให้ติดกันเกิดเป็นขบวนการเชื่อมยึดกัน ระหว่างจีนวัสดุ ภายใต้ความร้อนและแรงอัดในการอัดร้อน และยังสามารถใช้สารเติมแต่งอื่น ๆ (additives) ผสมลงในแผ่นเพื่อให้เกิดคุณสมบัติพิเศษอื่น ด้วย

วัตถุดิบของแผ่นจีนไม้อัด คือ ไม้ หรือวัสดุเศษเหลือที่ให้เส้นใย กาว และสารเคลือบกันชื้น แผ่นจีนไม้อัด ที่มีคุณภาพดีนอกจากจะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบเกี่ยวกับไม้ หรือวัสดุเศษเหลือที่ให้เส้นใย ที่จะต้องปรับปรุงให้เหมาะสมในขบวนการผลิตแล้ว ทั้งกาว และสารเคลือบกันชื้นที่มีคุณภาพดีก็เป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากที่ไม่ควรละเลยในการทำแผ่นจีนไม้อัด

นอกจากไม้ ยังมีการใช้วัสดุเศษเหลือที่ให้เส้นใยอื่น ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นจีนไม้อัด ได้แก่ ชานอ้อย (bagasse) ฟางข้าวต่าง ๆ (cereal-straws) ต้นฝ้าย (cotton stalks) ต้นป่านปอต่าง ๆ (flax and hemp shives) และช่อผล ลำต้น ก้านใบของปาล์มน้ำมัน (oil palm residues) เป็นต้น การใช้งานมีข้อพิจารณา เช่นเดียวกับไม้ แต่จำเป็นต้องแยกสิ่งเจือปนที่เป็นอุปสรรคต่อการผลิตแผ่นจีนไม้อัดออกให้เหลือน้อยที่สุด เช่น ปริมาณน้ำตาล และส่วนไส้ (pith) หรือเนื้อเยื่อทางเดินอาหาร (vascular tissue) ของวัสดุ ซึ่งเป็นบริเวณเส้นใยผนังบางและสั้น (thin-walled parenchymatous ground tissues) ตลอดจนสารขี้ผึ้งที่เคลือบอยู่ตามผิว อันเป็นลักษณะประจำของวัสดุเหล่านี้ ซึ่งมักเป็นอุปสรรคต่อการติดกาวประเภทที่ใช้น้ำเป็นสารละลาย (water-based adhesives) ทั่วไป

2.2.2 ชนิดของแผ่นจีนไม้อัด

แผ่นจีนไม้อัด แบ่งออกได้หลายชนิด และถูกเรียกชื่อแตกต่างกันไป ตามลักษณะชนิดที่แบ่งนั้น ๆ ซึ่งสามารถสรุปหลักเกณฑ์การแบ่งชนิดของแผ่นจีนไม้อัด โดยทั่วไปดังนี้

1. ลักษณะความหนาแน่นของแผ่น เป็นหลักเกณฑ์ที่ยึดถือ เพื่อใช้จำแนกชนิดของแผ่นจีน ไม้อัด ในทางวิชาการ ดังตารางนี้

ตารางที่ 1 ชนิดของแผ่นจีน ไม้อัด แบ่งตามความหนาแน่นของแผ่น

Type of Particleboard	Density (kg/m ³)		
	FAO 1957	CS 236-66	มอก.876-2532
Low-density (insulating type)	250-400	590	-
Medium-density	400-800	590-800	500-800
High-density (Hardboard type)	810-1,200	800	-

ที่มา : อุตสาหกรรมการผลิตแผ่นจีน ไม้อัด(3) หน้า 18 : 2541

2. ลักษณะของจีนไม้ที่ผลิต จีน ไม้ที่นำมาใช้ผลิตแผ่นจีน ไม้อัด มีลักษณะต่างกัน และถูกย่อยด้วยเครื่องจักรต่างกันด้วย เช่น ชิปหรือจีน ไม้สับ (chips) เกล็ด (flake) เกล็ดใหญ่ (wafer) แกลบ (strand) ชีบ (planer shaving) แท่ง (splinter or sliver) ฝอยไม้ (wood wool or exeelsior) เป็นต้น แผ่นจีน ไม้อัดที่ผลิตจากจีน ไม้ลักษณะใดลักษณะหนึ่งมักจะถูกเรียกเป็นแผ่นจีน ไม้ลักษณะนั้น ๆ เช่น Chipboard , Flakeboard , Waferboard , Strandboard และ Shavingboard เป็นต้น

3. กรรมวิธีการผลิต จีน ไม้ที่ผสมตัวประสานและสารเติมแต่งอื่นแล้ว จะถูกนำไปทำเป็นแผ่นเตรียมอัด (form mat) เพื่อทำการอัดร้อนต่อไป แรงอัดที่ใช้ในการอัดร้อน มีใช้กันอยู่ 2 ทิศทาง หากใช้แรงอัดให้มีทิศทางตั้งฉากกับระนาบของแผ่นซึ่งอาจทำเป็นแผ่น ๆ หรือ ทำต่อเนื่องเรียก แผ่นจีน ไม้อัดแบบนี้ว่า Flat-platen Pressed Particleboard เป็นแผ่นจีน ไม้อัดที่นิยมผลิตกันอยู่ในปัจจุบัน หากให้ทิศทางแรงอัดขนานกับระนาบของแผ่นไปตามความยาวของแผ่น เรียก แผ่นจีน ไม้อัด แบบนี้ว่า Extruded Particleboard เช่น แผ่น Kreibbaum Process ซึ่งผลิตโดย Otto Kreibbaum ในเยอรมัน แผ่นชนิดนี้จะอัดออกมาตามแบบ แผ่นที่หนามักจะต้องใช้ที่อัดร้อนกลางแผ่นช่วยให้กาวยแข็งตัวเร็วขึ้น จึงมีรูกลมยาวกลางแผ่นจีน ไม้อัดและมีการผลิตกันน้อย

4. ลักษณะโครงสร้างของแผ่น เป็นการแบ่งตามการกระจายตัวของขนาดจีน ไม้ทางด้านความหนา มีอยู่ 3 ชนิด คือ

4.1 แผ่นจีน ไม้อัดชั้นเดียว (Single layer or Homogeneous particleboard) หมายถึง แผ่นจีน ไม้อัดที่ทำจากจีน ไม้ที่มีลักษณะและขนาดเหมือนกัน มีส่วนผสมของกาวยและสารเติมแต่ง อย่างเดียวกัน ตลอดความหนาของแผ่นจีน ไม้อัด

4.2 แผ่นชั้น ไม้อัด 3 ชั้น (Three layers particleboard) หมายถึง แผ่นชั้น ไม้อัด ที่แบ่งตามลักษณะของชั้น ไม้ ออกเป็น 3 ชั้น ตลอดความหนาของแผ่น ในแต่ละชั้นประกอบด้วย ชั้น ไม้ที่มีลักษณะและขนาด ตลอดจนส่วนผสมของกาวเหมือนกัน ปกติใช้ชั้น ไม้ขนาดเล็กและบางเป็น ชั้นผิวหน้าและหลัง ส่วนชั้น ไม้ใช้ชั้น ไม้หยาบและใหญ่กว่า ไม้ที่ใช้ทำชั้น ไม้ อาจเป็นชนิดที่ต่างกับ ที่ใช้ทำผิวหน้าและหลังก็ได้ ปริมาณกาวที่ใช้ผสมในชั้นผิวทั้ง 2 หน้า มักมีมากกว่าในชั้น ไม้ เพื่อให้ เกิดโครงสร้างที่สมดุลกัน มีผิวแข็งและแน่นขึ้น

4.3 แผ่นชั้น ไม้อัดขนาดลดหลั่น (Graduated particleboard) หมายถึง แผ่น ชั้น ไม้อัดที่ทำจากชั้น ไม้ที่มีขนาดและลักษณะต่างกัน โดยโครงสร้างของแผ่นประกอบด้วยชั้น ไม้ ขนาดใหญ่ และหยาบกว่า อยู่ตรงแนวกลางแผ่นตลอดความหนาจากแนวกลางแผ่น ชั้น ไม้จะมีขนาด ลดหลั่นเล็กไปหาผิวทั้งสองด้าน โดยไม่มีการแบ่งชั้นแน่นอน

5. ลักษณะการใช้ประโยชน์ การเรียกชื่อจะถูกเรียกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ นั้น ได้แก่

5.1 แผ่นชั้น ไม้อัดชนิดเพื่อการใช้งานภายในอาคาร (Interior Particleboard) เป็นแผ่นชั้น ไม้อัดที่มีการผลิตเป็นส่วนใหญ่ ใช้กาวยูเรีย เมลามีน ฟอรัลดีไฮด์ เป็นตัวประสานชั้น ไม้ ใช้งานในที่ ๆ มีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมปานกลาง เช่น ใช้เป็นฝ้าเพดาน ผนังห้อง หรือชั้น ส่วนของเฟอร์นิเจอร์

5.2 แผ่นชั้น ไม้อัดชนิดเพื่อการใช้งานภายนอกอาคาร (Exterior Particleboard) ผลิตเพื่อใช้งาน ในที่มีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมสูง ทนแดด ทนฝนได้ดี ใช้กาว ฟีนอล-ฟอรัลดีไฮด์ กาวเมลามีน-ฟอรัลดีไฮด์ และกาวไอโซไซเนต เป็นตัวประสานชั้น ไม้

5.3 แผ่นชั้น ไม้อัดสำหรับใช้ปูรองพื้น (Particleboard Floor Underlayment) หรือใช้สำหรับทำชั้นคาคปาของบ้านเคลื่อนที่ (Mobile Home decking) เป็นผลิตภัณฑ์แผ่นชั้น ไม้ อัดที่ผลิตเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม และขัดกระดาษทรายให้ได้ความหนาสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถใช้วัสดุ อื่นปูพื้นได้ระดับ และเรียบสม่ำเสมอ

5.4 แผ่นชั้น ไม้อัดสำหรับเก็บเสียง (Acoustical Particleboard) เป็นแผ่นชั้น ไม้อัดที่กรุผนังหรือเพดาน เพื่อลดการสะท้อนเสียงในห้องลง โดยทำการปูหรือเจาะร่องเป็นแบบ ต่าง ๆ เช่น Acousticboard เป็นต้น

6. แบ่งตามชื่อทางการค้า ซึ่งโรงงานผู้ผลิตตั้งขึ้นเพื่อการจดจำหน้าที่ไม่ซ้ำกัน ป้องกัน ผู้บริโภคเกิดความสับสน เช่น บริษัท U.S Plywood Corporation ในแคลิฟอร์เนีย ตั้งชื่อผลิต ภัณฑ์ตนเองว่า โนวอพลาซ (Novoply) บริษัท Tenex Plant ที่ไอคาโฮ ก็ตั้งชื่อว่า ทีเน็กซ์ (Tenex)

บริษัท Plaswood Corporation ในนิวแฮมซาย ใช้ชื่อผลิตภัณฑ์ว่า พลาสวูด (Plaswood) และบริษัท เอ็มพีปาร์คคิเกลบอร์ด จำกัด ใช้ชื่อแผ่นปาร์คคิเกล ทางการค้าว่า บาก์สบอร์ด เป็นต้น

7. แบ่งตามลักษณะปรากฏ ของแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผู้ใช้งานต้องการนำไปบริโภคต่อ ซึ่งสะดวกเรียก ได้แก่ แผ่นชิ้นไม้อัดเปลือกผิว แผ่นชิ้นไม้อัดปิดผิว หรือแผ่นชิ้นไม้อัดเคลือบผิว เป็นต้น

แผ่นชิ้นไม้อัด ส่วนใหญ่จะมีเนื้อไม้แห้งอยู่ประมาณ 90 -95% และโดยทฤษฎีแล้ว รูปร่างของชิ้นไม้โดยทั่ว ๆ ไปสามารถนำมาใช้ผลิตได้ แต่ให้ค่าคุณสมบัติของแผ่นที่แตกต่างกัน การผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดให้ได้คุณสมบัติทางกายสมบัติ และกลสมบัติตามต้องการกระทำได้โดยการใช้ขนาดหรือรูปร่างของชิ้นไม้ต่าง ๆ กันในการผลิตชั้นไส้ และชั้นผิวของแผ่นชิ้นไม้อัด เช่น การใช้ชิ้นไม้ที่ยาว บนชั้นผิวของแผ่นชิ้นไม้อัด สามารถเพิ่มความแข็งแรงทางแรงดัดมากขึ้น แต่ผิวแผ่นชิ้นไม้อัดจะหยาบซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการตกแต่งผิวและในทำนองเดียวกันหากต้องการคุณลักษณะในการตกแต่งผิวมากกว่าความแข็งแรงในการดัดแล้ว ก็จำเป็นต้องใช้ชิ้นไม้ที่เล็กลงในชั้นผิวหน้า เพื่อให้ผิวเรียบขึ้น สรุปได้ว่า ขนาดชั้นไม้ และรูปร่างชั้นไม้ ตลอดจนการกระจายตัวของชิ้นไม้ในแต่ละขนาดความหนาของแผ่น มีอิทธิพลและสามารถปรับปรุงให้ได้คุณสมบัติต่าง ๆ ของแผ่นชิ้นไม้อัดตามต้องการได้โดยลดผลกระทบของคุณสมบัติที่เหลือซึ่งไม่ต้องการให้น้อยลงเช่นกัน

2.2.3 กาว (Binders)

กาวยูเรีย - ฟอรั่มัลดีไฮด์ (urea-formaldehyde) เป็นกาวที่ใช้ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดที่นิยมใช้มากที่สุด โดยเฉพาะใช้ในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดประเภทใช้งานภายในอาคาร เนื่องจากกาวยูเรีย-ฟอรั่มัลดีไฮด์ เป็นกาวที่ใสเมื่อแห้ง ไม่มีสี แข็งตัวได้เร็วและราคาถูก ต่อมายังได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนส่งผลให้สามารถลดระยะเวลาในการอัด โดยไม่ส่งผลเสียต่อการเคลื่อนย้ายหรือระยะเวลาการเก็บกาว

กาวยูเรีย - ฟอรั่มัลดีไฮด์ เป็นสารโพลีเมอร์ ที่เกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัวระหว่างยูเรีย และฟอรั่มัลดีไฮด์ โดยขั้นแรกเป็นปฏิกิริยาที่เรียกว่า เมธิโลเลชัน (methylation) ในสถานะที่เป็นค่าอ่อนเพื่อให้มีด โมลาร์เรโซ (molar ratio) ของฟอรั่มัลดีไฮด์ต่อยูเรีย เท่ากับ 2.0 : 1 ถึง 2.4 : 1 ขั้นตอนต่อไปเป็นปฏิกิริยาการรวมตัว (condensation) ของเมธิลอลยูเรียที่ได้จากปฏิกิริยาเมธิโลเลชัน โดยให้ทำปฏิกิริยาในสภาพบรรยากาศและการกลั่นไหลกลับ (reflux) ในสถานะที่เป็นกรดอ่อนระดับ 4 - 6 ปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรซ์เช่นแบบรวมนี้อาจจะกระทำต่อไป จนได้ความหนืดที่

ต้องการ ตามที่ได้หามาาก่อนแล้ว หลังจากได้ผลตามต้องการแล้วจึงเพิ่มระดับความเป็นกรดเป็นด่าง เป็น 7.3 – 8 (ด่างอ่อน) เพื่อหยุดปฏิกิริยา ต่อไปจึงทำการลดความเข้มข้นของกาวโดยการทำให้เข้มข้นด้วยวิธีการกลั่นแบบสูญญากาศ (vacuum distillation) เพื่อให้ได้เนื้อกาวประมาณ 50 –60% ต่อจากนั้นทำการเติมยูเรียเพิ่มลงไปในกาวแบบปกติ เพื่อให้ได้โมลาร์สุดท้ายของ ฟีนอลต่อยูเรีย เท่ากับ 1.6 : 1 ถึง 1.8 : 1 ปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันขั้นสุดท้ายของกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ จะเกิดขึ้นในระหว่างการอัดร้อน (hot pressing) ซึ่งนับเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นหนึ่งในการผลิตแผ่นจีน ไม้อัด ถ้ากาวแข็งตัวก่อนทำการอัดร้อน จะทำให้แผ่นที่ผลิตได้ไม่มีคุณภาพตามที่ต้องการ ปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันจะเกิดขึ้นเร็วมากในสภาวะที่เป็นกรดและอุณหภูมิสูงขึ้น สภาวะเป็นกรดระดับ 3 ถึง 5 เป็นสภาวะที่เหมาะสมทำให้เวลาในการอัดร้อนน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ในโรงงานแผ่นจีน ไม้อัด มักจะทำให้มีความเป็นด่างอ่อน ๆ เพื่อจะด่างให้ปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันช้าลงระหว่างการขนส่ง และการเก็บรักษา การเพิ่มความเสถียรให้เป็นด่างอ่อนนี้มีผลให้ระยะเวลาการอัดนานขึ้น เนื้อไม้หลาย ๆ ชนิด เช่น ไม้ยางพาราและยูคาลิปตัส มีความเป็นกรดในเนื้อ ไม้ อยู่แล้วก็จะส่งผลสนับสนุนให้ความเป็นกรดเป็นด่างของกาวลดลงอย่างรวดเร็ว ผู้ผลิตกาวก็เช่นกัน ได้มีความพยายามในการจำกัดความสามารถในการบัฟเฟอร์ในกาว โดยการใช้สารเคมีที่เป็นด่างแบบระเหยได้ (volatile) เพื่อปรับระดับความเป็นกรดเป็นด่างขั้นสุดท้ายเมื่อกาวและ ไม้ได้รับการอัดร้อนที่อุณหภูมิสูงขึ้น สารด่างที่มีคุณสมบัติระเหยได้ ก็จะระเหยออกไปอย่างรวดเร็วทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างลดลง จนทำให้ปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันเกิดขึ้นต่อไปอย่างรวดเร็ว กลไกของการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันจนเกิดเป็น โพลีเมอร์ที่กล่าวข้างต้นนี้ ส่งผลต่อการอัดร้อนในการติดกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ของแผ่นจีน ไม้อัด ใช้เวลาอัดที่สั้นขึ้น เนื่องจากขั้นตอนการอัดแผ่นในกระบวนการผลิตแผ่นจีน ไม้อัด เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการควบคุม กำลังผลิตของโรงงาน หากสามารถลดระยะเวลาในการอัดให้สั้นขึ้นแม้เพียงไม่มากก็ยังมีผลให้กำลังผลิตของโรงงานเพิ่มขึ้น

ข้อเสีย ของกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ คือ ขาดความทนทาน และกลิ่นของฟอร์มัลดีไฮด์ สำหรับการ ใช้แผ่นจีน ไม้อัดในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นมาก นั้นควรใช้กาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ในการทำแผ่นชนิดนี้ เนื่องจาก โพลีเมอร์ของยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์จะถูกไฮโดรไลซ์และเกิดไฮโดรไลซิส โดยมีความชื้นและความร้อนเป็นตัวส่งเสริม ส่วนการปลดปล่อยสารฟอร์มัลดีไฮด์ในขณะอัดร้อนและการใช้งานในสถานที่ที่ไม่มีการระบายอากาศที่ดี เป็นผลจากการที่กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ มีสารฟอร์มัลดีไฮด์อิสระที่อยู่ในระดับสูง

การลดปริมาณการปลดปล่อยสารฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde release) สามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น

1. ลดสัดส่วน โมลของฟอร์มัลดีไฮด์ในการสังเคราะห์กาว แต่ก็จะทำให้อัตราการแข่งขันตัวของกาวช้าลง และอาจมีผลต่อความแข็งแรงของกาว
2. เติมสารยูเรีย (urea) ลงในส่วนผสมกาวก่อนพ่นผสมกับจีนีไม์ในเครื่องผสม แต่ก็ผสมได้ปริมาณหนึ่งในระดับที่เหมาะสมเท่านั้น
3. การเติมสารเร่งแข็งชนิดเกลือแอมโมเนียม เช่น แอมโมเนียมคลอไรด์ในปริมาณที่มากขึ้นกว่า 2% จะช่วยลดปริมาณสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ลงอย่างเห็นได้ชัด แต่การเติมสารเร่งแข็งในปริมาณที่มากเกินไป จะเป็นอุปสรรคต่ออายุการเก็บรักษากาว และเพิ่มการเกิดการแข็งตัวก่อนของกาว (preure)
4. การเพิ่มสัดส่วนของสารฟ่อนความเป็นกรดเป็นด่าง (buffer) ชนิดแอมโมเนียก็ยังสามารถช่วยลดสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ได้ด้วย
5. เพิ่มความชื้นของจีนีไม์ในแผ่นเตรียมอัด และระยะเวลาการอัดให้นานขึ้น เนื่องจากระยะเวลาการอัดที่นานขึ้น และปริมาณไอน้ำที่ระเหยออกมามากขึ้นจะลดปริมาณสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์
6. ลดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในโรงงาน

กาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ (phenol-formaldehyde) เป็นกาวอีกชนิดหนึ่ง ที่มีการนำมาใช้ในการผลิตแผ่นจีนีไม์อัด นอกจากกาวยูเรีย เพื่อต้องการให้แผ่นจีนีไม์อัดมีความทนทานมากขึ้นเพื่อใช้งานภายนอกอาคาร แต่ก็ยังมีการใช้กาวฟีนอลชนิดนี้เฉพาะในกรณีการใช้งานที่ต้องการความคงทนของแผ่นเพิ่มขึ้นเท่านั้น เนื่องจากการฟีนอลชนิดนี้มีราคาแพงกว่าและต้องการระยะเวลาในการแข็งตัวที่นานกว่า

กาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ (phenol-formaldehyde) เกิดจากปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรซ์ เซชันแบบควบแน่นระหว่างสารฟีนอลและฟอร์มัลดีไฮด์ กาวฟีนอลซึ่งใช้กับการผลิตแผ่นจีนีไม์อัดที่ใช้งานภายนอกอาคารจะนิยมสังเคราะห์กาวให้มีสัดส่วน โมลของฟอร์มัลดีไฮด์ต่อฟีนอลมากกว่า 1.0 เป็นประเภทกาวรีโซล ซึ่งไม่ต้องการฟอร์มัลดีไฮด์เพิ่มเติมในการทำปฏิกิริยาแข็งตัวสมบูรณ์เพื่อให้เกิดโครงสร้างร่างแห การสังเคราะห์กาวให้มีคุณสมบัติต่าง ๆ กระทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงสัดส่วน โมลของฟอร์มัลดีไฮด์ต่อฟีนอล ความเป็นกรดเป็นด่างและระยะเวลาของปฏิกิริยาความควบแน่นประมาณเนื้อกาวแข็ง (the reactive solid content) โดยปกติประมาณ 40 – 50% เนื่องจากหากมีปริมาณเนื้อกาวแข็งที่สูงขึ้น ย่อมมีผลกระทบต่อความเสถียรและความหนืดของกาว

นอกจากนี้ ยังมีการใช้กาวชนิดอื่นอีกในการผลิตแผ่นจีนไม้อัด เช่น กาวเมลามีนยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ (melamine - urea formaldehyde , MUF) กาวไอโซไซเนต (4 - 4' diphenylmethane di-isocyanate , pMDI) และกาวแทนนิน (tannin adhesives) เป็นต้น กาวเหล่านี้มีการใช้อยู่แล้วในอุตสาหกรรม แต่มีการใช้ในปริมาณน้อยกว่ากาว 2 ชนิดแรก

2.2.4 สารเร่งแข็ง (Catalysts or Hardeners)

สารเร่งแข็ง เป็นตัวช่วยเร่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวของกาวให้เร็วขึ้น ลดระยะเวลาในการอัดร้อนให้สั้นขึ้น สารเร่งแข็งมี 2 ชนิดคือ สารเร่งแข็งทั่วไป (common catalyst) และสารเร่งแฝงภายใน (latent catalyst) สารเร่งแฝงมักจะใช้ผสมเป็นเนื้อกาว ไม่มีผลกระทบต่ออาการเก็บรักษา หรือการขนส่งกาวแต่อย่างใด แต่จะเกิดปฏิกิริยาทำหน้าที่เป็นสารเร่งแข็งทันทีที่ได้รับความร้อนในขณะที่อัดร้อนแผ่นเตรียมอัด (mat) สารเร่งแฝงนี้ผู้ผลิตมักจะปิดเป็นความลับทางการค้า แต่สารเร่งแข็งที่ในโรงงานใช้ผสมในกาวทั่วไป ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต (ammonium sulfate) และแอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride) ซึ่งเป็นสารเร่งสำหรับกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เมื่อเติมสารเร่งเหล่านี้ในกาวแล้ว จะทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีเหลือใช้ในกาว เกิดเป็นเฮกซามีนและกรดแก่ทำให้ส่วนผสมกาวเป็นกรดมากขึ้นปฏิกิริยาแข็งตัวของกาวก็จะเกิดเร็วขึ้น จึงส่งผลให้อายุการใช้งานของกาวสั้นลงด้วย (short pot life) สารเร่งแข็งเหล่านี้ใช้ผสมเพียง 0.25 - 1.5% ของน้ำหนักกาวแห้ง โดยมักจะใช้ในรูปแบบสารละลายน้ำที่มีความเข้มข้น 20 - 30%

สำหรับสารเร่งแข็งของกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ได้แก่ การเติมเรซอร์ซินอล (resorcinol) เรซอร์ซินอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ (resorcinol-formaldehyde) และ พาราฟอร์มาลดีไฮด์ (paraformaldehyde) ในกาวเหลวหรือผสมพาราฟอร์มาลดีไฮด์ในพาราฟีนอิมัลชัน แล้วพ่นในจีนไม้ก่อนจะทำการผสมกาวผง นอกจากนี้ยังมีการใช้โปตัสเซียมคาร์บอเนต (Potassium carbonate) และสารที่เป็นด่างสูง เช่น 11% NaOH เป็นสารเร่งแข็งทั่วไปสำหรับกาวแดง เป็นต้น

การผสมสารเร่งแข็ง มีการใช้อยู่ 2 วิธี คือ ผสมกับกาวโดยตรงทันทีก่อนการพ่น และการใช้ตัวผสมพิเศษทำการผสมสารเร่งแข็งกับกาวที่หัวพ่นกาว

2.2.5 สารผ่อนความเป็นกรดและด่าง (Buffers)

สารผ่อนความเป็นกรดเป็นด่าง หรือเรียกว่า สารปรับสภาพ เป็นสารอีกชนิดหนึ่งที่มีการใช้อยู่ในโรงงาน เป็นสารสำคัญที่ใช้ปรับสภาพกาวให้สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานขึ้น นอกจากนี้ยังใช้เติมในปริมาณที่เพิ่มขึ้นในส่วนของกาวที่ผสมกับจีนไม้ซึ่งใช้ทำผิวหน้า เพื่อปล่อยให้แผ่นเตรียมอัดมีความคงสภาพ (consolidation) กันก่อนที่กาวจะเกิดการแข็งตัว โดยเฉพาะที่ชั้นผิว

หน้า ซึ่งได้รับความร้อนจากแท่นอัดก้อนทันที สารพ่อนความเป็นกรดเป็นด่างที่ใช้ ได้แก่ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ แอมโมเนีย เฮกซามีน (hexamethylenetetramine) ยูเรีย และเมลามีนในปริมาณเล็กน้อย 0.25 – 1.0% หรือตามความเหมาะสมในสายการผลิต การใช้สารปรับสภาพบางตัวที่มากเกินไปเป็นผลเสียต่อกาว เนื่องจากจะทำให้อัตราการแข็งตัวเร็วขึ้นส่งผลให้ความแข็งแรงและความคงขนาดของแผ่นที่ผลิตเลวลง

2.2.6 สารเคลือบผิวกันซึม (Sizing Agent)

สารวัตถุดิบที่สำคัญอีกตัวหนึ่งที่ใช้ผสมในการผลิตแผ่นจีนไม้อัด คือ สารกันซึม เพื่อลดการดูดซึมน้ำ โดยปกติใช้ขี้ผึ้ง (wax) เป็นสารกันซึม คุณสมบัติของขี้ผึ้งแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำมันดิบ (crude oil) ขี้ผึ้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมัน แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามการกลั่น คือ ส่วนบนสุดมีปริมาณมาก เรียก ขี้ผึ้งพาราฟิน (paraffinic waxes) มีจุดหลอมเหลวที่ 46 – 66 °C (115 – 150 °F) ส่วนกลางเรียกว่า intermediate waxes มีจุดหลอมเหลวที่ 66 °C (150 °F) ส่วนล่างมีปริมาณน้อย เรียกว่า microcrystalline waxes มีจุดหลอมเหลวที่ 66 – 88 °C (150 – 190 °F)

คุณสมบัติในการเป็นสารเคลือบผิวกันซึม ขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ขี้ผึ้งแต่ละชนิด ขี้ผึ้งพาราฟิน (paraffin waxes) มีผลึกยาวเป็นรูปเข็ม จะมีความสามารถในการต้านทานน้ำได้ดีที่สุด ส่วนผลึกของ microcrystalline waxes มีลักษณะสั้นและเป็นกิ่งก้านรอบ ๆ จะมีประสิทธิภาพในการต้านทานน้ำต่ำ

เพื่อให้การใช้สารเคลือบผิวกันซึมในแผ่นไม้มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องเคลือบขี้ผึ้งให้ครอบคลุมพื้นที่บนจีนไม้หรือเส้นใยให้มากที่สุดและเป็นฟิล์มบาง ๆ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งต้องพิจารณาอย่างใกล้ชิด ได้แก่ วิธีการพ่น (Spray application) การผสมกาวกับไม้ (blending) กรรมวิธีการอัดร้อน (hot pressing) และการกองสุมร้อน (hot stacking) เป็นต้น หากเทคนิควิธีการพ่นและการผสม ไม้ดีขาดประสิทธิภาพ การอัดร้อนให้นานขึ้น และการกองสุมร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลวของขี้ผึ้งจะช่วยให้การกันซึมดีขึ้น

การใช้ขี้ผึ้งเหลว (molten wax) ในการพ่นจะกระจายตัวไปบนไม้ไม่ดีเท่ากับการใช้ขี้ผึ้งอิมัลชัน (wax emulsion) และจะต้องใช้ปริมาณขี้ผึ้งเหลวมากกว่าอิมัลชันด้วย เนื่องจากละอองของขี้ผึ้งเหลว ซึ่งจำเป็นต้องแยกพื้น จะมีขนาดของละอองบนจีนไม้ประมาณ 10 ไมครอน ต่างจากเม็ดของขี้ผึ้งในอิมัลชันที่มีอยู่เพียง 1 – 2 ไมครอน ดังนั้นการกระจายตัวของอิมัลชันจึงดีกว่า และยังใช้ปริมาณขี้ผึ้งน้อยกว่าของขี้ผึ้งเหลวด้วย

ขี้ผึ้ง ที่ใช้เป็นสารเคลือบผิวกันซึมในเชิงพาณิชย์ จึงใช้ขี้ผึ้งพาราฟิน (paraffin waxes) ที่มีจุดหลอมเหลวระหว่าง 48 – 56 °C โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมผลิตแผ่นไม้ประกอบ

มักนิยมใช้ในรูปของอิมัลชัน (emulsion) ซึ่งสามารถทำอิมัลชันที่มีเนื้อพาราฟินได้ถึง 65% โดยน้ำ หนักระบบการทำอิมัลชันขึ้นอยู่กับตัวทำให้เกิดอิมัลชัน (emulsifier) หรือตัวทำให้อิมัลชันของ ไขมันเกิดขั้วประจุขึ้น (surfactant) มีอยู่ 3 ชนิด คือ แอนไอออน (anionic) แคตไอออน (cationic) และ แบบชนิดไม่มีไอออน (non-ionic) ด้วยเหตุนี้ การเลือกใช้พาราฟินแว็กซ์อิมัลชัน (paraffin-wax emulsion) จึงต้องพิจารณาด้วยว่าจะสามารถเข้ากับชนิดของกาวและสารเร่งแข็งได้หรือไม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผสมรวมกับกาวในการพ่นไปบนไม้ เนื่องจากจะทำให้ระบบอิมัลชันเสียไปและ ทำให้ไขมันรวมตัวกันเป็นก้อน จนเป็นอุปสรรคต่อหัวพ่นเกิดการอุดตันได้ สำหรับกาวชนิดยูเรีย-ฟอร์ มัลดีไฮด์ พบว่าอิมัลชันระบบแอนไอออน จะเข้ากันได้กับกาวชนิดนี้ แต่จะต้องผสมกับกาวให้เข้า กันดีเสียก่อนแล้วเติมสารผ่อนความเป็นกรดเป็นด่าง เช่น แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ต่อมาจึงเติม สารเร่งแข็งและสารเพิ่มอื่นลงไปผสมตามลำดับ แล้วควรพ่นในเครื่องผสมทันที

พาราฟินแว็กซ์อิมัลชัน (paraffin-wax emulsion) ในการผลิตแผ่นฉนวนไม้อัด โดยทั่วไป จะใช้เนื้อไขมันแข็ง 50% โดยน้ำหนักในสารละลายแขวนลอย ปริมาณการใช้สารกันซึมนิยมใช้ใน ปริมาณน้อยกว่า 1% ของเนื้อไขมันเทียบกับน้ำหนักไม้อบแห้ง หากใช้ปริมาณที่มากกว่า 1% อาจไป ขัดขวางการติดกาวระหว่างฉนวนไม้ได้ และหากใช้ปริมาณที่น้อยกว่า 0.75% ก็อาจให้ผลการต้านทาน น้ำของแผ่นต่ำลง

หากมีการใช้สารกวาดไล่ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde scavengers) ผสมกับกาว ในสายการผลิต ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารประกอบประเภทชอบน้ำ (hydrophilic) จะทำให้แผ่นบอร์ดที่ ได้มีคุณสมบัติทางการพองตัวทางความหนาเมื่อแช่น้ำ (thickness swelling) เพิ่มขึ้น จึงอาจต้อง พิจารณาใช้แว็กซ์อิมัลชันในปริมาณเพิ่มขึ้นอีกเพื่อลดการพองตัว

2.2.7 สารเพิ่มอื่น (Other Additives)

ส่วนประกอบทั้งสามชนิด คือ ไม้ กาว และไขมัน ข้างต้นนับเป็นวัตถุดิบที่สำคัญใน การผลิตแผ่นฉนวนไม้อัด แต่ก็มีการใช้สารเคมีแต่งอื่น ๆ เช่น สารหน่วงไฟ (fire retardant) และน้ำยา ป้องกันรักษาเนื้อไม้ (preservatives) บางชนิดในปริมาณจำกัดอยู่บ้าง เพื่อผลิตแผ่นฉนวนไม้อัดที่ต้อง นำไปใช้งานในที่ ๆ มีความเสี่ยงต่อการถูกไหม้และที่ ๆ อาจถูกโรครา แมลง เข้าทำลายได้ง่าย นอก จากนี้ยังมีการใช้สารผสมเพิ่มอื่น ๆ อีกหลายชนิด ได้แก่

สารป้องกันรักษาเนื้อไม้ ได้แก่ สารประกอบเพนต้าคลอโรฟีนอล และเพนต้าคลอโร ฟีนเนต สารประกอบบอริก-บอแรก สารไพริทอยด์ สาร CCA (chromated copperarsenate) สาร ACA (ammoniacal copper arsenite) ปริมาณที่ใช้ราว 0.25 – 2%

สารหน่วงไฟ ที่ใช้กับการผลิตแผ่นจีนไม้อัด ได้แก่ แอมโมเนียโบรไมด์ โบริคแอซิด แอมโมเนียมฟอสเฟต แอมโมเนียมซัลเฟต ไคโอเดียมออกไซด์บอเรตเตตราไฮเดรต ซิงค์คลอไรด์ ไซเดียมอาร์ซีเนต ฯลฯ การผสมในแผ่นจีนไม้อัดสามารถผสมได้หลายที่ ได้แก่ ผสมกับจีนไม้สับก่อนการย่อยให้เล็กลง ผสมกับกาวในเครื่องกวนกาว ผสมกับจีนไม้ในเครื่องผสมกาว และผสมไปบนแผ่นเตรียมอัดก่อนการอัดรีด ปริมาณที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารหน่วงไฟ

สารลิกนินซัลไฟเนต (lignin sulfonates) เป็นสารเคมีที่เหลือทิ้งจากโรงงานผลิตเยื่อซัลไฟด์มีราคาถูก สามารถนำสารเหลือทิ้งนี้มาผสมเป็นสารผสมเพิ่ม (extenders) กับกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ ชนิด E2-3 (non-lean glues) และกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ได้ถึง 20% เป็นอย่างต่ำ ซึ่งไม่ทำให้ความแข็งแรงลดลงแต่อย่างใด

สารโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) พบว่ามีการใช้ทั้งสารโซเดียมคลอไรด์ล้วน ๆ หรือ ผสมกับยูเรีย และฟอร์มาลดีไฮด์ เพื่อใช้ผสมในกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ในการทำแผ่นจีนไม้อัด สารโซเดียมคลอไรด์สามารถปรับปรุงคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ได้ แต่มีปัญหากที่อาจทำให้เกิดการกัดกร่อนของโลหะได้

สารประเภทแป้ง โพลีเมอร์ (Polymer / Starch Materials) เป็นสารสังเคราะห์ของแป้งกับโพลีเมอร์ที่ผลิตขึ้นเป็นตัวกวาดไล่ (scavengers) สารระเหยฟอร์มาลดีไฮด์ที่มากเกินไปและขณะเดียวกันก็ใช้เป็นสารผสมเพิ่ม (extenders) ในกาวด้วย ซึ่งสามารถใช้ผสมในกาวได้ถึง 10% ของกาว

สารดักจับหรือกวาดไล่ฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde catchers and scavengers) เป็นสารเคมีสังเคราะห์ทางการค้าชนิดต่าง ๆ เช่น Sacol (TOA) , FC 404 (Bison ACM Chemical) เป็นต้น ผลิตขึ้นเพื่อใช้ลดปริมาณสารระเหยฟอร์มาลดีไฮด์ภายในแผ่นบอร์ด โดยเฉพาะ ส่วนใหญ่ใช้ผสมกับกาวได้ เพื่อลดขั้นตอนปฏิบัติและการลงทุนเครื่องมือเพิ่มของโรงงาน

2.3 กรรมวิธีและขั้นตอนในการผลิตแผ่นจีนไม้อัด

ในการผลิตแผ่นจีนไม้อัด (Particleboard) นั้น นอกจากวัตถุดิบอันได้แก่ ไม้ กาว และสารเติมแต่ง แล้ว จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการผลิตเพื่อผสมวัตถุดิบทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วก่อตัวเป็นรูปร่างลักษณะแผ่น (boards) ที่มีความแข็งแรง คงสภาพเป็นแผ่นให้ใช้งานเป็นเวลานาน ๆ กระบวนการผลิตจึงเป็นหัวใจหลักที่สำคัญที่สุดในการผลิตแผ่นจีนไม้อัดคุณภาพและการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่า ย่อมได้จากเทคโนโลยีกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพกว่า

สายการผลิตแผ่นจีนไม้อัด มี 2 ระบบ คือ ระบบการอัดแบบกระทุ้ง (extrusion) และการอัดแบบราบ (flat-plate) การอัดแบบกระทุ้งมีข้อจำกัดมากมาย เช่น ต้องเลือกวัตถุดิบไม้ที่มีสมบัติ

โครงสร้างของเนื้อไม้ไม่ถูกทำให้เสียหายไป เพราะการฉีกขาดของเนื้อไม้ในชั้นไม้นั้น จะเป็นผลให้ความแข็งแรงของแผ่นจีน ไม้อัดที่ผลิต ได้ลดต่ำกว่าแผ่นจีน ไม้อัดที่ผลิตจากจีน ไม้ที่สมบูรณ์กว่า

วิธีหรือกระบวนการเตรียมจีน ไม้ มีหลายวิธีด้วยกัน การจะเลือกใช้แบบใดในโรงงานแผ่นจีน ไม้อัด ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่จะใช้เตรียมจีน ไม้ และชนิดของแผ่นจีน ไม้อัด ที่จะผลิตคุณภาพของจีน ไม้ที่ได้จากแต่ละวิธี ประกอบด้วย ความชื้นของวัตถุดิบ รูปร่างของวัตถุดิบ และการบำรุงรักษาเครื่องมือที่ดี คุณภาพของจีน ไม้ที่ดีไม่สามารถรับรองถึงคุณภาพของแผ่นจีน ไม้อัด แต่แผ่นจีน ไม้อัดที่มีคุณภาพสูง ไม่สามารถผลิตจากจีน ไม้ที่มีคุณภาพต่ำ

การต้องการให้ได้แผ่นจีน ไม้อัดที่มีความแข็งแรงสูง ผิวหน้าเรียบ และมีการพองตัวที่สม่ำเสมอ การผลิตจีน ไม้ต้องได้จีน ไม้ที่เหมือนกัน (homogeneous material) มีสัดส่วนของความเหนียวสูง (จีน ไม้ที่ยาว บาง) ไม่มีจีน ไม้ที่เกินขนาด ไม่มีผงหรือฝุ่น หากพิจารณาในแง่ของกระบวนการผลิต ข้อกำหนดของขนาดจีน ไม้ในอุดมคติก็จะแตกต่างกัน ในกรณีของแผ่นจีน ไม้อัดแบบลดหลั่น (graduated board) ขอมรับความแตกต่างได้กว้างกว่า กรณีของแผ่นจีน ไม้อัดแบบ 3 ชั้น จีน ไม้ชั้น ใต้ควรจะยาวกว่าจีน ไม้ชั้นผิวที่สั้นกว่า บางกว่า และเล็กกว่า สำหรับแผ่นปาร์ติคิลบอร์ด 5 ชั้น หรือหลายชั้น จีน ไม้ที่อยู่ระหว่างชั้นผิวและชั้น ใต้ ควรเป็นจีน ไม้ที่ยาวและบาง เพื่อให้การโรยผิวหน้าด้วยจีน ไม้ละเอียดสามารถกระทำได้ง่าย และให้แผ่นจีน ไม้อัดที่มีแรงตึง และความเหนียวสูง สิ่งนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับจีน ไม้ที่โรยผิวหน้าละเอียดไว้ทางด้านบน เพราะสามารถกลั่นลงสู่แกนกลางก่อนที่จะทำการอัด ได้ จะทำให้ได้แผ่นที่มีผิวหยาบแทนที่จะได้ผิวที่ราบเรียบ

2.3.2 การอบจีน ไม้ (Particle Drying)

จีน ไม้ที่ใช้ในการผลิตแผ่นจีน ไม้อัด จะถูกอบแห้งให้ได้ความชื้นต่ำ ๆ อย่างสม่ำเสมอก่อนจะผสมกับกาว เครื่องอบที่ใช้ในอุตสาหกรรมนี้มีหลายประเภท ปัจจุบันนิยมใช้เครื่องอบที่สามารถผ่านจีน ไม้เข้าไปอย่างรวดเร็วในกระแสอากาศร้อนมาก ๆ และมีการหมุนเวียนอากาศอย่างรวดเร็ว เพื่อลดระยะเวลาในการอบให้สั้นที่สุด ความชื้นออกไปจากจีน ไม้อย่างรวดเร็วทั้งยังสามารถป้องกันการลุกติดไฟของจีน ไม้ที่อบนาน ๆ จีน ไม้จะแห้งเร็วจนมีความชื้น 3 – 5% (เทียบกับน้ำหนักอบแห้งของไม้) ตามต้องการด้วยเครื่องอบเชิงพาณิชย์ จีน ไม้จะถูกส่งผ่านเข้าไปอย่างรวดเร็ว ในช่องปิดรูปทรงกระบอกหรือถังที่มีอุณหภูมิสูงจากการเผาไหม้จากน้ำมัน แก๊ส ถ่านหิน หรือเศษไม้ การระเหยของน้ำและระยะเวลาที่อยู่ในช่วงความร้อนสูงที่สั้นจะทำให้โอกาสที่เกิดเพลิงไหม้ได้น้อยที่สุด การใช้เครื่องมือตรวจวัดความชื้นของจีน ไม้ที่ได้ออกมาอย่างต่อเนื่องจะช่วยทำให้สามารถกำหนดระยะเวลาที่อยู่ในช่องความร้อน ได้ถูกต้องเพื่อป้องกันการอบแห้งที่น้อยไปหรือมาก

ไป ระยะเวลาของจีนไม้ที่อยู่ในห้องร้อน (chamber) และการปรับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเป็นวิธีที่นิยมในการเปลี่ยนแปลงความชื้นของจีนไม้ที่จะได้ออกมา แต่ควรหลีกเลี่ยงการใช้จีนไม้เปียกก่อนอบที่มีความชื้นไม่สม่ำเสมอ หรือขึ้นลงอย่างรวดเร็ว

เครื่องอบจีนไม้ในเชิงพาณิชย์ มีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ คือ

1. แบบห้องอบหมุนได้ตามแนวราบ (horizontal rotating type)
2. แบบห้องอบอยู่กับที่ตามแนวราบ (horizontal fixed type)

เครื่องอบแบบแรกมีการใช้มาก่อนไม่ต่ำกว่า 40 ปีแล้ว และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรมการเกษตรทั่วไป (agricultural industry) เช่น พวกพืชผลทางการเกษตรต่าง ๆ ส่วนเครื่องอบแบบหลัง เพิ่งมีการนำมาใช้ในยุโรป เมื่อ 20 ปีหลังนี้ การเลือกใช้เครื่องอบชนิดใดขึ้นอยู่กับ การออกแบบโรงงาน และมูลค่าการลงทุน แต่ละแบบของเครื่องอบก็ยังมีแบ่งแยกออกไปอีกหลายชนิด ส่วนการเลือกหาขนาดของเครื่องอบใหญ่เล็กเพียงใดขึ้นอยู่กับ

- ปริมาณของน้ำในจีนไม้ที่ต้องการระเหยออกไป
- ปริมาณของจีนไม้ที่ต้องการอบให้เพียงพอต่อสายการผลิต
- ลักษณะของขนาดและรูปร่างของจีนไม้ที่มีผลต่อความยาวของเครื่องอบในระหว่างเวลาอบ

2.3.3 การคัดแยกจีนไม้ (Particle Classification)

จีนไม้ที่ได้จากการแปรรูปเพื่อลดขนาดในขั้นตอนแรกมีขนาดใหญ่เล็กคละปนกันอยู่หลาย ๆ ขนาด จึงจำเป็นต้องทำการคัดแยกจีนไม้เพื่อให้มีความสม่ำเสมอ เพื่อให้แผ่นที่ได้มีโครงสร้างทางวิศวกรรม (engineering structure) ที่ดี โดยเฉพาะการผลิตแผ่นจีนไม้อัดชนิดคดหลังและ 3 ชั้น ซึ่งต้องการผิวหน้าละเอียดสวยงาม การคัดจึงต้องแยกจีนไม้ละเอียดออกจากจีนไม้หยาบ ส่วนจีนไม้ที่ใหญ่เกินไปจะถูกคัดออกเพื่อนำไปย่อยอีก แล้วนำกลับมาคัดแยกใหม่ นอกจากนี้ยังเป็นผลดีต่อขั้นตอนการผสมกาวกับจีนไม้ที่มีขนาดเดียวกัน โดยทั่วไปการคัดขนาดจีนไม้มีนิยมนำมาจากการอบ เนื่องจากการอบและการเก็บในตู้เก็บ มักจะมีจีนไม้แตกหักเสมอ แต่หากมีเครื่องอบ 2 เครื่องอบ สามารถแยกสายการผลิตจีนไม้หยาบและละเอียดได้ (ซึ่งก็หมายถึง การลงทุนที่สูงกว่า) สามารถใช้การคัดขนาดจีนไม้ก่อนการอบได้และเป็นผลดีต่อขั้นตอนการอบที่สามารถใช้พลังงานความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังทำให้จีนไม้ที่อบได้มีความชื้นแน่นอนสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้ขั้นตอนการผสมกาวและการอัดมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

การคัดแยกชิ้นไม้ มีอยู่ 3 วิธี คือ

1. การร่อน (screening) เป็นการคัดแยกตามขนาดของชิ้นไม้ (size)
2. การคัดแยกโดยอากาศ (air classification) เป็นการแยกตามน้ำหนักพื้นผิว (surface-to-weight) ของชิ้นไม้
3. การร่อนผสมกับการคัดแยกด้วยอากาศ

การร่อน หมายถึง การนำเอาชิ้นไม้ผ่านไบบนตะแกรงที่มีขนาดช่องตะแกรงตามกำหนดโดยชิ้นไม้ที่มีขนาดเล็กต่ำกว่าความต้องการผ่านลอดตะแกรงออกไป การร่อนมีลักษณะของการร่อนอยู่ 2 แบบ คือ แบบสั่น (vibrating) และแบบเขย่า (shaking) หรือ หมุน (gyratory) หลักการพิจารณาในการเลือกใช้งานแต่ละแบบต้องพิจารณาจากความต้องการในการคัดแยกชิ้นไม้ 2 กรณี คือ กำลังความสามารถในการร่อน (capacity) และ ประสิทธิภาพ (efficiency) ของการร่อน ว่าต้องการร่อนชิ้นไม้ที่ป้อนเข้าไปในเครื่องเป็นปริมาณมาก ๆ หรือต้องการได้ปริมาณของชิ้นไม้ที่มีขนาดต้องการในสายการผลิตมากที่สุดเมื่อเทียบกับจำนวนชิ้นไม้ที่ป้อนเข้าไปในเครื่องร่อน โดยมีปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการร่อน ได้แก่ ความหนาแน่นของชิ้นไม้ทั้งกอง (bulk density) รูปร่างของชิ้นไม้ (particle shape) ความชื้นของชิ้นไม้ (moisture content) อัตราการป้อนชิ้นไม้เข้าเครื่องร่อน (feed rate) ระยะเวลาในการร่อน (retention time) ลักษณะพื้นผิวของตะแกรงร่อน (screening surface) และความถี่รวมทั้งช่วงกว้างของการร่อน (frequency and amplitude of screening) ดังนั้นจึงเป็นการลำบากที่จะเจาะจงเลือกชนิดของเครื่องร่อนให้ดีที่สุดสำหรับใช้ในโรงงานใดโรงงานหนึ่ง จำเป็นต้องหาแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมก่อนภายในห้องปฏิบัติการ (laboratory tests) เพื่อเลือกชนิดการร่อนและสภาวะที่ดีของปัจจัยกระทบข้างต้นต่อสายการผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป ในอุตสาหกรรมมักนิยมเครื่องร่อนแบบการเขย่า (shaking) หรือการหมุน (gyrating) โดยใช้ความเร็วในการร่อนที่ช้า (low speed) แต่มีช่วงการเขย่าที่กว้าง (large amplitude)

2.3.4 การผสม (Blending)

การรวม กาว ชีพี้ และสารผสมชนิดอื่น ๆ กับชิ้นไม้แห้ง เรียกว่า การผสมคลุกเคล้า (blending) ซึ่งโดยทั่วไปกระทำโดยการสเปรย์ กาว น้ำ และชีพี้ลงบนชิ้นไม้ ขณะที่เคลื่อนผ่านอยู่ในเครื่องคลุกเคล้า โดยปกตินิยมคำนวณคิดเทียบจากน้ำหนักอบแห้งของชิ้นไม้ ยังไม่มีความพยายามใช้เทียบกับพื้นที่ผิวทั้งหมดของชิ้นไม้ ฉะนั้นชิ้นไม้ขนาดเล็กกว่าซึ่งมีพื้นที่ผิวมากกว่าเมื่อเทียบเป็นสัดส่วนน้ำหนักกับชิ้นไม้ที่ใหญ่กว่า จะทำให้ได้รับปริมาณกาวเป็นน้ำหนักได้มาก

กว่า หากพื้นผิวทั้งสองชั้นไม้ได้รับปริมาณกาวต่อพื้นที่เท่ากัน ความแข็งแรงของแผ่นปาร์ติเกิลขึ้นอยู่กับการจับยึดติดกันระหว่างชั้นไม้ (interparticle bending) เมื่อชั้นไม้มีขนาดเล็กลงย่อมต้องการการจับยึดติดกันระหว่างชั้นไม้ต่อหน่วยน้ำหนักมากขึ้นเพื่อผลิตแผ่นชั้นไม้อัดให้มีความหนาแน่นเดียวกัน ดังนั้นชั้นไม้ที่มีขนาดเล็กกว่า จำเป็นต้องได้รับระดับปริมาณกาวที่มากกว่าเมื่อใช้กาวที่คำนวณเป็นน้ำหนักต่อชั้นไม้ ด้วยเหตุผลข้างต้น จึงนับเป็นจุดสำคัญของการผสม ที่จะต้องนำไปใช้ในการโรยแผ่นเตรียมอัด (mat forming) ต่อไป เนื่องจากว่าโดยปกติชั้นไม้ขนาดเล็กมักนำไปใช้เป็นผิวหน้าของแผ่นชั้นไม้อัด เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพของผิวหน้าและความเรียบของแผ่น ดังนั้นชั้นไม้ชั้นผิวหน้าซึ่งมีขนาดเล็กจึงต้องใช้ปริมาณกาวมากกว่าชั้นไม้ที่มีขนาดใหญ่กว่าและมีพื้นที่ผิวน้อยกว่า

วิธีการผสม เป็นขั้นตอนการผสมที่สำคัญ ที่จะได้แผ่นปาร์ติเกิลที่มีคุณภาพที่ดี การกระจายของกาวและสารผสมอื่นๆ ที่ไม่สม่ำเสมอจะส่งผลให้บริเวณนั้นมีการจับยึดกันระหว่างชั้นไม้ต่ำ และทำให้แผ่นชั้นไม้อัดไม่แข็งแรง การใช้เครื่องวัดที่คิดสำหรับหาปริมาณของกาวและการไหลของชั้นไม้ ที่จะส่งผ่านไปยังเครื่องคลุกเคล้านั้นจะทำให้การผสมมีความเหมาะสมที่สุด

ปัจจัยต่าง ๆ ที่ควรพิจารณาในระหว่างการใช้กาวทั้งก่อนผสม และหลังผสมกับชั้นไม้ มีดังนี้

1. ปัจจัยที่ควรพิจารณาก่อนการผสมกาวกับชั้นไม้ ดังนี้

- 1.1 ความหนาของชั้นไม้ที่สม่ำเสมอ เป็นความจำเป็นเบื้องต้นต่อการหาปริมาณกาวที่มีอยู่ในแผ่นชั้นไม้อัด
- 1.2 การลดความผันแปรในขนาดรูปร่างของชั้นไม้ให้ได้รูปแบบเดียวกันมากที่สุด ก็จะเป็นผลดีต่อการใช้กาว
- 1.3 พื้นผิวของชั้นไม้ ควรมีคุณภาพดี เพื่อให้กาวเกาะติดอยู่บนผิว และแพร่กระจายได้ดี
- 1.4 ควรควบคุม ปริมาณความชื้น ให้มีความผันแปรน้อยที่สุด เพราะจะช่วยลดผลในทางลบ เกี่ยวกับคุณลักษณะการไหลของกาว (flow of resin) และหลีกเลี่ยงการเกิดระเบิดหรือโป่งพอง (blows) ในแผ่นที่อัดแล้ว
- 1.5 คัดเลือกกาวเรซินให้เหมาะสมและปรับปรุงให้ตรงกับความต้องการเป็นพิเศษ
- 1.6 การเคลือบผิวด้วยขี้ผึ้ง (wax sizing) ควรมุ่งเข้าไปที่หน้าที่หลักของการเคลือบหรือฉาบนี้ว่า เพื่อช่วยให้กาวกระจายไป ให้ทั่วชั้นไม้ (resin distribution) และแพร่ไปบนพื้นผิวได้ดี (resin dispersion) โดยเฉพาะในกรณีการผสมกาว โดยใช้กาวในรูปผง

1.7 ป้องกันการเรซินให้อยู่ในสภาพที่ดี หลีกเลี่ยงสภาวะต่าง ๆ ที่มีผลเสียต่อกาว
ในระหว่างการเก็บและการเคลื่อนย้าย

1.8 คอขระมัดระวังการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกาวและซีเมนต์

2. ปัจจัยที่ควรพิจารณาระหว่างการผสมกาวกับซีเมนต์ มีดังนี้

2.1 ศึกษาการแพร่กระจายกาวให้ทั่วซีเมนต์ทั้งกอง โดยพิจารณาจากชนิดของ
เครื่องผสม (type of blender) อัตราความเร็วในการหมุน (rotation speed) ระยะเวลาที่เหมาะสมใน
การคลุกเคล้า (optimum dwell time) และอัตราการป้อนซีเมนต์ลงไปผสม (feed rate of furnish)

2.2 ระบบการชั่งตวงวัด (metering system) สำหรับไม้ กาว และสารเติมแต่งควร
มีความเที่ยงตรงและไวใจได้ เพื่อจะได้ป้อนหรือไหลเข้าสู่ขบวนการผลิต ได้อย่างพร้อมเพรียงกัน

2.3 ระหว่างการผสมในขบวนการผลิต กำจัดการเกิดช่องว่าง และความไม่
เนียน (มากบ้างน้อยบ้าง) ในระหว่างการไหล หรือป้อน ไม้ กาว และซีเมนต์

3. ปัจจัยที่ควรพิจารณาหลักการผสมกาว

3.1 หลีกเลี่ยงปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจเป็นสาเหตุทำให้กาวบนซีเมนต์ที่ผสมแล้ว ได้รับความ
การสั่น สะเทือนหลุดออกน้อยลงไป หรือเกิดการเกาะรวมกันเป็นก้อนระหว่างการส่งสายพานหรือ
การโรยแผ่น

3.2 ปกป้องกาวจากการเกิด การแข็งตัวก่อน (pre-cure) ระหว่างการป้อนเข้าอัด
หรือในระหว่างการอัด

ในหลักการของการพัฒนาคุณภาพของแผ่นซีเมนต์อัด การแยกผสมสารเติมแต่งอื่น เช่น
สารกันน้ำ และสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ กับซีเมนต์โดยตรงไม่รวมกับกาว เป็นสิ่งที่ดี เนื่องจากทำให้
สารเติมแต่งและกาว แสดงคุณสมบัติทางเคมีของสารแต่ละชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่
ในทางปฏิบัติผู้ประกอบการอุตสาหกรรมกลับพบว่า การรวมเติมสารเติมแต่งกับกาว แล้วกวนให้เข้า
กันดีก่อนแล้วผสมกับซีเมนต์ มีข้อดีหลายประการ ได้แก่ การลงทุนเครื่องมือขึ้นต้นต่ำกว่า ความคิด
พลาดจากการปฏิบัติงานของคนน้อยกว่า และการบำรุงรักษาต่ำกว่า แต่อย่างไรก็ตาม การตรวจวัด
ปริมาณของส่วนผสมในการเติมสารแต่ละชนิดเข้าด้วยกันก็ต้องระมัดระวังให้เกิดความถูกต้องเช่น
เดียวกันการตรวจวัดที่หัวพ่น หากเทียบถึงการคล่องตัว (flexibility) ในการปรับเพิ่มหรือลดปริมาณ
ของสารเคมี ที่จะใช้กับการเปลี่ยนคุณสมบัติของแผ่นซีเมนต์อัดในการผลิตแต่ละครั้งนั้น การแยก

ผสมมีความคล่องตัวกว่าการรวมผสม ดังนั้นผู้ควบคุมการผสมกาวกับสารเติมแต่งจึงต้องปฏิบัติงานอย่างถูกต้องด้วยความรอบคอบที่สุด

การพิจารณาการใช้สารเร่งแข็งกับกาว จำเป็นต้องทราบ

1. ความเป็นกรดของไม้ (pH of furnishes)
2. ความสามารถในการผ่อนความเป็นกรดเป็นด่างของไม้ (buffering capacity)
3. ปริมาณการเกิดสารระเหยได้ที่มีฤทธิ์เป็นกรดของไม้ (free volatile acid content)

หากความเป็นกรดของไม้ที่ใช้ในการผลิตแต่ละครั้ง (batch) ผันแปรต่างกันมาก รวมทั้งการใช้ไม้หลายชนิดผสมกัน การใช้กาวและปริมาณสารเร่งแข็งจะมีความยุ่งยากซับซ้อนขึ้น

ในการเปรียบเทียบปริมาณการใช้กาว และสารเติมแต่งทุกชนิดควรคำนวณเป็นประมาณเนื้อสารแข็ง (solid content) จากฐานน้ำหนักของไม้ที่ใช้ผสม ส่วนปริมาณการใช้กาวของสายการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดชั้นเดียว สามารถใช้ปริมาณเดียวได้เนื่องจากจีนไม้ใช้เป็นขนาดเดียวกันทั้งหมด แต่ในสายการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดกลัดกลั่นและสามชั้น ซึ่งใช้จีนไม้หลายเป็นชั้นได้ และจีนไม้ละเอียดเป็นชั้นผิว จำเป็นต้องใช้ปริมาณกาวสำหรับจีนไม้หลายและละเอียดต่างกัน เนื่องจากจีนไม้ขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวจำเพาะ (specific surface area) สูงกว่า จึงต้องใช้ปริมาณกาวมากกว่า ปริมาณการใช้กาวชนิดต่าง ๆ ในโรงงานผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดโดยทั่วไปมีการใช้กันอยู่ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณการใช้กาวแต่ละชนิดในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดชนิด 3 ชั้น
(หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของกาวต่อน้ำหนักแห้งของไม้ที่ใช้)

ชนิดของกาว	ที่บริเวณชั้น	แผ่นมาตรฐานปกติ	แผ่นด้านทางน้ำ
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	ผิว	10 - 12	-
	ไส้	6 - 8	-
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	ผิว	9 - 10	9 - 12
	ไส้	6 - 7	7 - 9
กาวไอโซไซเนต	ผิว	3 - 4	6 - 8
	ไส้	2 - 3.5	5 - 7

ที่มา: อุตสาหกรรมผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดและกรรมวิธีการผลิต(3) หน้า 78 : 2541

หากเทียบราคาต้นทุนระหว่างกาแต่ละชนิด คิดเป็นสัดส่วนได้ ดังนี้

กายูเรช-ฟอร์มัลดีไฮด์	เมลามีนยูเรช-ฟอร์มัลดีไฮด์	กาฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์	กาไอโซไซเนต
1.0	2.0	2.5	3.5

วิธีการผสมกา หรือสารเติมแต่งอื่นกับจีนไม้ ที่มีการปฏิบัติกันมาถึงปัจจุบัน มีการใช้ อยู่ 3 ระบบ คือ

1. ระบบสัมผัสและเสียดสี (contact and friction system)
2. ระบบการกระจายกาด้วยลูกกลิ้ง (apreader roll system)
3. ระบบการทำให้เป็นละอองกา (atomization system)

2.3.5. การเตรียมแผ่นก่อนอัด (Mat Formation)

เป็นกรรมวิธีการ ไรซินไม้ที่ผ่านการผสมกา และสารผสมอื่น ๆ แล้ว ลงบนสายพานที่เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง เครื่อง ไรซินไม้ที่มีอุปกรณ์ที่ทันสมัยและความเที่ยงตรงมากขึ้น ส่งผลให้การ ไรซินแผ่นเกิดความสม่ำเสมอและมีความผันผวนของความหนาแน่นภายในแผ่นน้อยกว่าเครื่องรุ่นก่อน ๆ วิธีการ ไรซินไม้เป็นแผ่น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการปฏิบัติงานอย่างอัตโนมัติทั้งระบบ โดยจีนไม้จะตกลงมาจากที่ไรซินเป็นมันจีนไม้อยู่บนสายพานยาวซึ่งเคลื่อนที่ไปอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปการใช้เครื่อง ไรซินไม้จะมีมากกว่า 1 เครื่อง เพื่อทำแผ่นเตรียมอัด (Form mat) ให้ได้ความหนาตามต้องการ เนื่องจากเครื่อง ไรซินไม้หลายเครื่อง จะทำให้แผ่นเตรียมอัดมีความสม่ำเสมอมากกว่า เพราะแต่ละเครื่อง ไรซินไม้จะ ไรซินผ่านจีนไม้ทีละน้อย นอกจากนี้การใช้เครื่อง ไรซินไม้หลายเครื่อง ยังสามารถทำแผ่นจีนไม้อัดชนิดชั้น (Layered particleboard) ได้ด้วย โดยมีจีนไม้ขนาดใหญ่กว่าชั้นไส้ และใช้จีนไม้ขนาดเล็กเป็นชั้นผิว ความเที่ยงตรงและความสม่ำเสมอในการ ไรซินไม้เป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างมากในการผลิตแผ่นจีนไม้อัด หากการทำแผ่นเตรียมอัดแล้วเกิดความผันผวนของความหนาแน่นในแผ่น จะไม่สามารถแก้ไขได้เลย และส่งผลเสียให้เกิดขึ้นกับแผ่นจีนไม้อัดที่อัดเสร็จแล้ว การเคลื่อนที่ของสายพานและการไหลของมันจีนไม้ (curtain of chips) จะต้องปรับให้เข้ากันเพื่อให้จีนไม้ตกกระทบสายพาน สร้างเป็นแผ่นที่มีความหนาแน่นตามความต้องการ หลังจากทำการอัดในขั้นตอนการอัดต่อไป การเปลี่ยนชนิดไม้ การเปลี่ยนขนาดของจีนไม้ และการเปลี่ยนแปลงความชื้นของในจีนไม้ ควรที่จะได้รับการพิจารณาให้เสียก่อน เพื่อใช้ในการปรับค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการ ไรซินแผ่น ให้เกิดความเหมาะสมกัน เพื่อจะได้แผ่นที่มีความสม่ำเสมอกันดี

แผ่นเตรียมอัดประเภทชั้นเดียว เป็นการ โรยชั้น ไม้ที่ลดขนาดให้ตกลงบนสายพานที่เคลื่อนที่ได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีการแยกขนาดชั้น ไม้ เครื่อง โรยชั้น ไม้ (forming machines) แต่ละเครื่องก็จะถูกใช้ในการ โรยชั้น ไม้ ให้มีความหนาเท่ากับแผ่นเตรียมอัดได้เลย แต่กรณีของการผลิตแผ่นเตรียมอัดแบบชั้น จะใช้เครื่อง โรยชั้น ไม้ขนาดเล็ก และเครื่อง โรยชั้น ไม้ขนาดใหญ่แยกกัน ระบบการผสมชั้น ไม้กับกาว และการเคลื่อนย้ายชั้น ไม้ ก็ต้องมี 2 ระบบแยกกัน สำหรับชั้น ไม้ขนาดใหญ่และเล็ก เพื่อใช้ในการควบคุมระดับปริมาณกาว ในแต่ละชั้น แต่ก็ต้องลงทุนขั้นแรกในการก่อสร้างโรงงานที่สูงกว่า

แผ่นเตรียมอัดประเภทลดหลั่น เช่นเดียวกับกับแผ่นเตรียมอัดประเภทชั้น คือชั้น ไม้ขนาดใหญ่อยู่ในชั้น ใต้ และชั้น ไม้ขนาดเล็กอยู่ในชั้น ฝิว แต่ต่างกันที่การแยกชั้น ไม้ขนาดลดหลั่นนั้นทำในขั้นตอนการ โรยแผ่น จึงไม่จำเป็นต้องใช้ระบบการลำเลียงและการผสม 2 ระบบ ระบบเดียวกันก็เพียงพอ แต่เครื่อง โรยชั้น ไม้จำเป็นต้องมีอย่างน้อย 2 เครื่อง แต่ละเครื่องจะ โรยชั้น ไม้ครั้งหนึ่งของความหนาของแผ่นเตรียมอัด การแยกชั้น ไม้กระทำโดยการส่งการตกลงของม่านชั้น ไม้ไปยังอากาศ หรือ โดยการเหวี่ยงชั้น ไม้ออกไปด้วยเครื่องจักร

ขณะที่แผ่นเตรียมอัดต่อเนื่องได้ถูกลำเลียงออกจากบริเวณทำการ โรยแผ่น อาจจะมีหรือไม่มี การอัดเย็นได้ การอัดเย็นนี้จะช่วยลดความหนาของแผ่นเตรียมอัดลง และเพิ่มความหนาแน่นของแผ่นเตรียมอัดซึ่งจะช่วยปรับปรุงแผ่นอยู่ตัวดีขึ้น สะดวกต่อการปฏิบัติงานขั้นต่อไป แต่กาวก็ยังไม่มีการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรซ์เซชัน แต่อย่างไรแผ่นเตรียมอัดต่อเนื่องจะถูกนำมาตัดตามความกว้าง และตัดเป็นแผ่นแต่ละแผ่น โดยมีความยาวของแผ่นเตรียมอัดเท่ากับความยาวของเครื่องอัดร้อน แผ่นเตรียมอัดแต่ละแผ่นจะถูกนำไปวางในแท่นส่งเข้าอัด (press loader) ซึ่งเตรียมไว้ชั่วคราวก่อนจะเข้าทำการอัดร้อน ต่อไป

เครื่อง โรยชั้น ไม้ (forming machines) มีอยู่มากมายหลายชนิด แต่ละชนิดจะได้รับการออกแบบเพื่อการใช้เฉพาะแต่ละชนิดของชั้น ไม้ วัสดุดิบ กาว และผลิตภัณฑ์สุดท้ายของแผ่นชั้น ไม้อัดว่าเป็นประเภทใด และยังคงเข้ากันได้กับสายการผลิตอื่น ๆ ของโรงงานด้วย สำหรับสายการผลิตที่ใช้กาวอัดแบบหลายช่องอัด (multi opening presses) เครื่อง โรยชั้น ไม้จะอยู่กับที่ ส่วนสายการผลิตที่ใช้ช่องอัดเดี่ยว (single opening presses) ทางโรงงานต้องใช้เครื่อง โรยชั้น ไม้ที่ต้องการเคลื่อนที่ได้ และต้องใช้สายพานเหล็กสายพานเดี่ยว (single steel belt) ในการเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่อง โรยชั้น ไม้ และเครื่องอัด ดังนั้น เมื่อมีการอัดเกิดขึ้นสายพานเหล็กนี้ก็ต้องหยุดเคลื่อนที่ ณ เวลานั้นเองเครื่อง โรยชั้น ไม้ก็จะเคลื่อนที่กลับไปยังส่วนต้นของสายพานเพื่อโรยชั้น ไม้แผ่นใหม่ลงมา ดังนั้น การโรยชั้น ไม้ในสายพานการผลิตนี้จึงต้องกระทำแบบเดิน ๆ หยุด ๆ ไม่ต่อเนื่อง ปัจจุบันนี้จึงได้มีการพัฒนาการอัดแบบต่อเนื่อง(continuous presses) และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย การอัดต่อเนื่องจะทำ

ให้สายการผลิตเป็นไปแบบต่อเนื่อง ไม่ต้องหยุด ทั้งสามารถเพิ่มกำลังการผลิตของโรงงานให้สูงขึ้นด้วย

การเตรียมแผ่นก่อนอัด (form mat) ให้มีความสม่ำเสมอ (uniformity) ตลอดทั่วทั้งแผ่น เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในขบวนการผลิต หากแผ่นที่โรยชั้นไม้มีการกระจายของชั้นไม้ไม่สม่ำเสมอ จะมีผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกายสมบัติให้เกิดความผันผวนขึ้นได้ ความหนาแน่นภายในแผ่นก็จะไม่เท่ากัน ผันผวนเป็นวงกว้าง และจะเกิดการคืนตัวทางความหนา (thickness springback) ที่มากเกินไปในบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงกว่า นอกจากนี้การโรยแผ่นที่ไม่สม่ำเสมอ ก็ยังไม่ก่อให้เกิดการโค้งงอหรือการบิดตัวของแผ่นได้ และอาจทำให้สภาพทั่วไปทางภายนอกของแผ่น เช่น ผิวหน้าของแผ่นชั้นไม้อัดไม่สวย ลักษณะของขอบแผ่นที่ไม่ราบเรียบ ซึ่งก็จะทำให้ลูกค้าไม่พึงพอใจได้ยิ่งกว่านั้นแผ่นเตรียมอัดที่ได้จากการโรยชั้นไม้ไม่สม่ำเสมอก็ยังเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายในขณะอัดร้อนด้วย

2.3.6 กรรมวิธีการอัด (Pressing Operation)

กรรมวิธีการอัด เป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างมากและขึ้นอยู่กับขบวนการผลิตต่าง ๆ ที่ผ่านมาแล้วอย่างสูง หากแผ่นเตรียมอัดที่ทำขึ้นมีคุณภาพไม่ดี (poor mat) เมื่อนำไปอัดก็จะได้แผ่นชั้นไม้สุดท้ายที่มีคุณภาพไม่ดีเช่นกัน ในทำนองเดียวกันหากชั้นไม้ที่ทำการผสมกับกาว แต่ได้รับกาวในปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อการเชื่อมยึดเหนี่ยวกับชั้นไม้ ซึ่งอาจมีสาเหตุจากการผสมที่ไม่ดี หรือในกรณีที่ขั้นตอนการอบที่ไม่ดีพอ ชั้นไม้มีความชื้นมากเกินไป แผ่นเตรียมอัดซึ่งเตรียมขึ้นจากชั้นไม้ที่มีปัญหาเหล่านี้ หากนำไปเข้าขั้นตอนการอัดต่อไป ย่อมได้แผ่นชั้นไม้อัดสุดท้ายที่มีคุณภาพต่ำ ขั้นตอนการอัดเป็นขั้นตอนที่ใช้เครื่องมือที่แพงที่สุดในการตั้งโรงงานผลิตแผ่นชั้นไม้อัดและเป็นขั้นตอนที่ควบคุมกำลังผลิตของผลิตภัณฑ์ที่จะออกจากโรงงาน โดยพิจารณาจากระยะเวลาในการอัดสถานะในการอัดที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพและใช้ระยะเวลาในการอัดที่สั้นที่สุด เร็วที่สุด ย่อมส่งผลดีต่อโรงงานเป็นการเพิ่มกำลังการผลิตให้แก่โรงงานได้ นอกจากนี้คุณสมบัติของแผ่นชั้นไม้อัดทางกลสมบัติและกายสมบัติที่ดี ยังขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการอัดอีกด้วย

กาวอะมิโนเรซิน มีอัตราความเร็วในการแข็งตัวเร็วกว่า กาวฟีนอลิก ดังนั้นกาวฟีนอลิกจึงจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการอัดที่ช้ากว่า อุณหภูมิในการอัดของกาวฟีนอลิกใช้อยู่ในช่วง 182 C – 204 C ส่วนกาวอะมิโน เรซิน กาวยูเรีย ใช้อุณหภูมิในการอัดราว 143 C ชนิดไม้และรูปร่างของชั้นไม้ก็เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ทำให้แผ่นเกิดการแข็งตัว ชนิดไม้ที่ง่ายต่อการอัด (easy to compress) ใช้แรงอัดซึ่งทำให้แข็งตัว (consolidation) ที่ต่ำกว่าชนิดไม้ที่ยากต่อการอัด (harder to compress species) เมื่อพิจารณาถึงความหนาแน่นของแผ่นชั้นไม้อัดที่ได้ก็จะเป็นสัดส่วนกัน ชั้นไม้

ที่ใหญ่กว่าจำเป็นต้องใช้แรงอัดที่สูงกว่าขึ้นไม้ที่เล็กกว่าเพื่อบีบให้ขึ้นไม้ไปชนกับขึ้นไม้อื่น การใช้ขึ้นไม้ที่ได้จากไม้ที่มีความถ่วงจำเพาะสูง จึงเป็นการยากที่จะอัดให้ได้ผิวหน้าของแผ่นเรียบสวย ข่อมมีช่องว่าง (Voids) มากกว่าขึ้นไม้ที่ได้จากไม้ที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า

ปริมาณความชื้นของแผ่นเตรียมอัดที่จะเข้าทำการอัดร้อน เป็นสิ่งสำคัญต่อการอัดอย่างมาก ความชื้นที่มากเกินไปจะไปขัดขวางการยึดเหนี่ยวกันของขึ้นไม้ 2 ชั้น ให้خالลงแผ่นขึ้นไม้อัดส่วนใหญ่จะเชื่อมยึดติดกันที่ปริมาณความชื้นระหว่าง 2% ถึง 18% ที่ปริมาณความชื้นสูง ๆ ก็ต้องใช้ระยะเวลาในการอัดที่นานขึ้น และที่ปริมาณความชื้นระดับต่ำๆ ก็มีปัญหาที่ยากต่อการอัดให้ได้ความหนาแน่นของแผ่นตามความต้องการ ปริมาณความชื้นของแผ่นที่ใช้ในการอัดอยู่ในช่วงระยะ 7% ถึง 16% ขึ้นอยู่กับการผลิตในแต่ละโรงงาน สำหรับการอัดแบบช่องอัดเดี่ยว (single opening presses) ที่มีขนาดใหญ่ต้องการแรงอัดที่ใช้เวลาสั้นเพื่อให้คุ้มค่ากับการลงทุน ปริมาณความชื้นของแผ่นเตรียมอัดต้องพยายามควบคุมให้อยู่ระหว่าง 7 – 10%

ลักษณะการกระจายความหนาแน่นลดหลั่นทางด้านหน้าตัด (density profile) เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของแผ่นขึ้นไม้อัด ลักษณะการกระจายความหนาแน่นทางด้านหน้าตัดของแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิต ส่วนใหญ่มีลักษณะที่ความหนาแน่นของผิวสูงกว่าความหนาแน่นในชั้นไส้ ดังนั้นคุณสมบัติของแผ่นในลักษณะนี้จะให้คุณสมบัติทางด้านแรงคัดและความแข็งดิ่งที่สูงขึ้น แต่แรงยึดเหนี่ยวภายใน (internal bond) จะลดลง แผ่นขึ้นไม้อัดที่มีคุณสมบัติข้างต้นนี้ เกิดจากการใช้ระยะเวลาในการปิดแทนอัด (press closing time) ที่เร็วเกินไปเป็นสาเหตุหนึ่ง การปรับปรุงอาจกระทำโดยการยืดระยะเวลาในการอัดให้ช้าลง นอกจากนี้การใช้อุณหภูมิในการอัดที่สูงขึ้นก็จะช่วยเพิ่มความหนาแน่นชั้นไส้ขึ้นได้ แต่ก็ทำให้ความหนาแน่นชั้นผิวลดลงได้ เนื่องจากความร้อนจะเคลื่อนเข้าสู่ชั้นไส้ได้เร็วขึ้น

ผิวหน้าของแผ่นเตรียมอัด จะได้รับความร้อนอย่างรวดเร็วให้มีอุณหภูมิเท่ากับแทนอัดขณะอัดร้อน นํ้าอยู่ในขึ้นไม้ที่ผิวหน้าของแผ่นจะกลายเป็นไอและเคลื่อนย้ายไปยังบริเวณที่เย็นกว่าของแผ่น ซึ่งก็คือ ชั้นไม้บริเวณชั้นไส้ของแผ่น ทำให้อุณหภูมิของแผ่นเพิ่มขึ้นเร็วกว่าการรับความร้อนจากแทนอัดผ่านมายังไม้ธรรมชาติ อย่างไรก็ตามการอัดก็มักจะอัดแผ่นจนได้รับความหนาตามที่กำหนด ก่อนที่แผ่นจะได้รับความร้อนอย่างสมบูรณ์ อีกทั้งความแข็งแรงในการต้านแรงอัดของไม้ (compressive strength) ก็จะต่ำลงอย่างมาก เมื่ออุณหภูมิของไม้ที่สูงขึ้น ดังนั้นเมื่อแผ่นถูกอัดในขณะที่ร้อน บริเวณผิวหน้าของแผ่นจะได้รับความร้อนก่อนเท่านั้น ทำให้ไม้ที่ร้อนบริเวณผิวนั้นถูกกดอัดเสียรูป ในลักษณะเช่นนี้แผ่นจะถูกอัดจนได้ความหนาตามต้องการก่อนที่ความร้อนจะถึงชั้นไส้ของแผ่น จึงทำให้เกิดความลดหลั่นของความหนาแน่น ทางด้านแนวตั้ง (vertical density gradient or density profile) ในทิศทางด้านความหนาของแผ่นขึ้นไม้อัดที่เกิดในแนวราบนี้ ความหนาแน่นของ

แผ่นชั้นไม้อัดโดยเฉลี่ยที่ผลิตได้ จึงเป็นค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นที่สูงในบริเวณชั้นผิว และความหนาแน่นที่ต่ำในบริเวณชั้นไส้ของแผ่นจากความแตกต่างความหนาแน่นนี้เป็นผลให้ความแข็งแรงด้านยึดเหนี่ยวตะปู และความต้านทานแรงเฉือน และความแข็งแรงด้านแรงดึงในบริเวณชั้นไส้ลดต่ำลง ความลดหลั่นของความหนาแน่นทางด้านแนวตั้ง (vertical density gradient or density profile) ของแผ่นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ การปรับอัตราความเร็วในการเคลื่อนปิดของแท่นอัด แต่อย่างไรก็ตามการใช้ระยะเวลาในการปิดแท่นอัดนานเกินไปอาจเกิดผลเสียทำให้กาวบนชั้นไม้บริเวณชั้นผิวหน้าของแผ่นแข็งตัวก่อนที่จะเกิดการติดกันระหว่างชั้นไม้ (interparticle contact) อย่างเพียงพอ ลักษณะเช่นนี้มักจะเรียกว่า ชั้นผิวหน้าเกิดการแข็งตัวก่อน (precure)

ความชื้นที่เคลื่อนย้ายไปยังชั้นไส้ของแผ่นมักจะก่อให้เกิดปัญหาความลำบากในแผ่นชั้นไม้อัดแบบอัดราบนี้ ความชื้นจะระเหยจากชั้นผิวของทั้ง 2 ด้าน และเคลื่อนย้ายต่อไปยังชั้นไส้ ขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากผิวหน้าไปยังชั้นไส้ อย่างไรก็ตามในท้ายสุดอุณหภูมิของชั้นไส้ก็จะเพิ่มเกินกว่า 100°C ซึ่งก็จะเปลี่ยนให้น้ำกลายเป็นไอน้ำ ซึ่งไอน้ำนี้ก็ต้องพยายามหนีออกจากแผ่นระหว่างการอัด หากระยะเวลาการอัดนานไม่เพียงพอให้ไอน้ำหนีออกไป แผ่นก็จะเกิดการแยกชั้น อันเนื่องจากการอัดร้อนถูกเปิดและไอน้ำจำนวนมากจะพุ่งออกมาอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ น้ำยังขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชันแบบควบแน่น (condensation polymerization) ของกาวจำกัดอัตราความเร็วในการแข็งตัว และทำให้ระยะเวลาการอัดยาวนานขึ้น เพราะฉะนั้นนอกจากความชื้นในแผ่นเตรียมอัดจะช่วยให้ความร้อนถ่ายเทไปยังชั้นไส้ได้ แต่ก็ยังเป็นผลให้จำกัดการแข็งตัวของกาว และยังเป็นแหล่งที่มีศักยภาพทำให้เกิดการแยกชั้น (delamination) บริเวณตรงกลางของแผ่นได้ด้วย การปรับให้ความชื้นของแผ่นเตรียมอัดให้สมดุลเหมาะสมทำได้ ขึ้นอยู่กับการผลิตของแต่ละโรงงานที่ต้องคำนึงถึงขนาดของชั้นไม้และชนิดของชั้นไม้ (Particle size and species) เทคนิคที่นิยมใช้โดยทั่วไป วิธีหนึ่ง คือการทำให้ชั้นไม้อัดมีการกระจายของความชื้นที่ไม่สม่ำเสมอเท่ากันทั่วทั้งแผ่น โดยทำให้ความชื้นของชั้นผิวหน้าของแผ่นสูง ๆ เพื่อช่วยพาความร้อนไปยังชั้นไม้ แต่ก็ต้องลดความร้อนของชั้นไส้ของแผ่นก่อนอัดให้ต่ำ ๆ ไว้ เพื่อจะทำให้ระยะเวลาการอัดสั้นที่สุด

2.3.7 การตกแต่ง(Finishing)

ชนิดและขอบเขตของกรรมวิธีการตกแต่งสำหรับแผ่นชั้นไม้อัด จะถูกกำหนดขึ้นจากเกณฑ์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ เช่น กรณีการนำแผ่นชั้นไม้อัดไปใช้เป็นแผ่นปูรองพื้น (floor underlayment) และชั้นคาดฟ้าของบ้านที่โยกย้ายได้ (mobile home decking) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ง่าย เพียงผลิตเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม และขัดด้วยกระดาษทรายให้ได้ความหนาสม่ำเสมอตามต้องการ ขณะที่แผ่นชั้นไม้อัดเกรดอุตสาหกรรมที่ใช้ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ จำเป็นต้องใช้

กรรมวิธีการตกแต่งที่สลับซับซ้อนขึ้นมากกว่า การทาสีหรือพ่นสี และการประดิษฐ์ลายเขียนปลอมบนผิวหน้า สามารถถูกทำได้โดยตรงไปบนผิวหน้าของแผ่นจีนไม้อัด ขณะที่ไม้บาง วัสดุไวทิล และวัสดุปิดผิวหน้าอื่น ๆ จะต้องถูกยึดติดกับแผ่นจีนไม้อัด โดยการใช้กาวเป็นตัวประสานในการทำการตกแต่งนั้น เป้าหมายคือต้องการผลิตผิวหน้าที่ดึงดูดตา สวยงามและมีความทนทาน โดยใช้ค่าใช้จ่ายต้นทุนที่ต่ำที่สุด ซึ่งมีวิธีการตกแต่งสำหรับแผ่นจีนไม้อัดเกรดเชิงอุตสาหกรรม (industrial grade PB)

2.3.7.1 การตกแต่งขอบ (Edge Finishing)

แผ่นจีนไม้อัดในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักผลิตโดยใช้จีนไม้ขนาดใหญ่อยู่ในชั้นใต้ และใช้จีนไม้ขนาดเล็กกว่าสำหรับชั้นผิวหน้าเพื่อให้ผิวหน้าเรียบขึ้น การทำแผ่นจีนไม้อัดประเภทลดหลั่นหรือแบบขั้นแล้วอัดด้วยวิธีแทนอัดในแนวราบนี้ จะทำให้ได้แผ่นจีนไม้อัดที่ชั้นใต้มีความหนาแน่นต่ำ และเป็นรูพรุน ส่วนชั้นผิวจะมีความหนาแน่นสูงกว่าเป็นผลให้ขอบแผ่นไม่ราบเรียบ หรือไม่เป็นแบบเดียวกันจึงไม่มีเครื่องมือ หรือการตกแต่ง และลงสีที่จะทำให้ขอบด้านข้างเป็นแบบเดียวกันได้ แต่มีเทคนิคหลาย ๆ อย่างที่สามารถใช้ปิดขอบเหล่านี้จนสามารถนำไปใช้เป็นเฟอร์นิเจอร์ โต๊ะ หรือชั้นวางของได้อย่างสมบูรณ์ วิธีการที่นิยมใช้ในการตกแต่งขอบ คือ การติดเทป(tapes) ติดแถบไม้จริง(lumber strips) การขึ้นรูปแบบรูปตัวที(T-molding) หรือการเจาะร่องรูปตัววี (V-grooving)

2.3.7.2 การตกแต่งผิวหน้า (Surface Finishing)

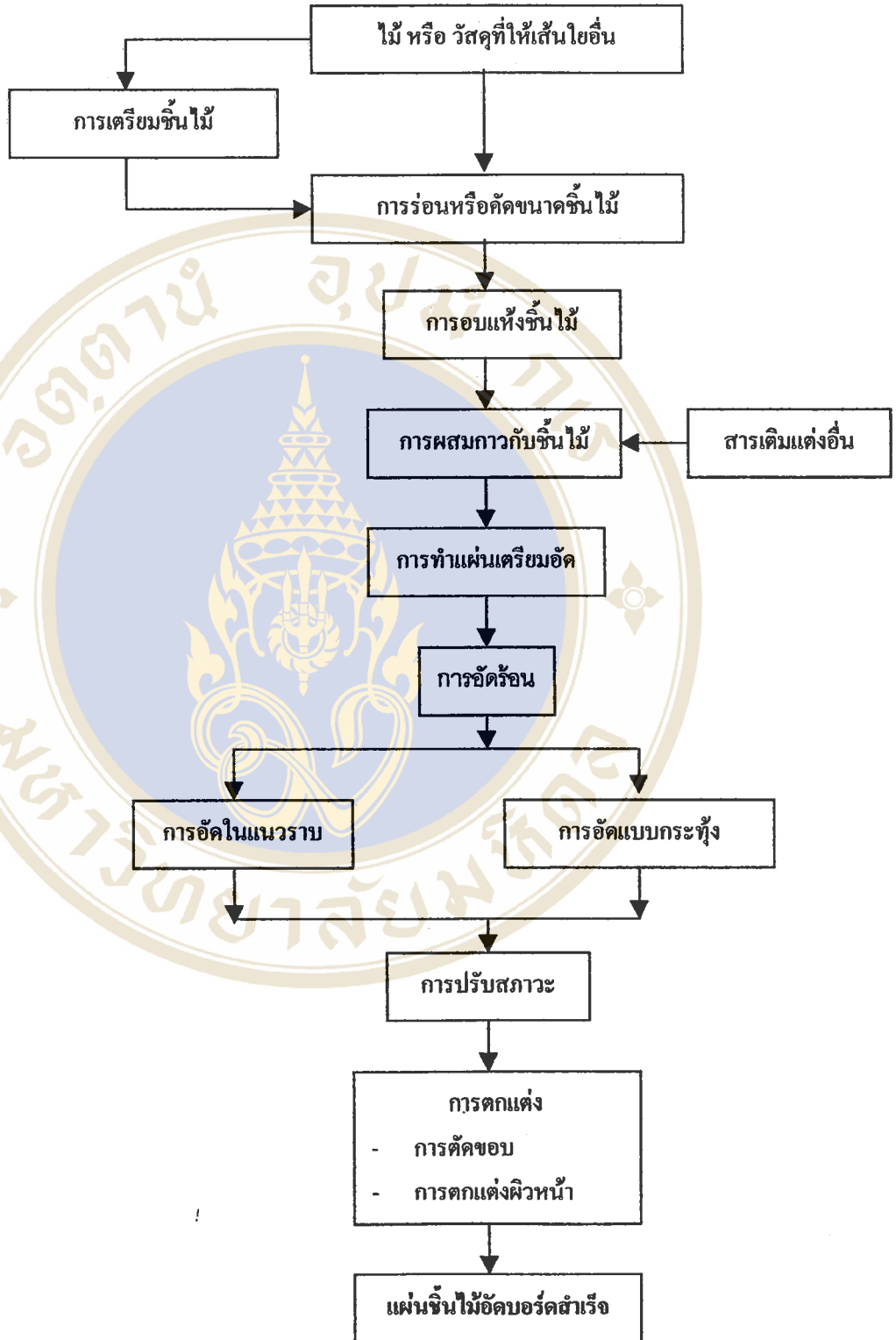
ผิวหน้าของแผ่นจีนไม้อัดทั้งหมดจะหยาบและไม่สม่ำเสมอความมากน้อยของความหยาบ และความไม่สม่ำเสมอของแผ่น ขึ้นอยู่กับขนาดของจีนไม้ที่ใช้ทำผิวหน้า เมื่อใช้ขนาดจีนไม้ลดลงทำให้ความหนาแน่นของแผ่นจีนไม้อัดเพิ่มขึ้น ผิวก็จะเรียบกว่า ขั้นตอนการตกแต่งก็จะน้อยลง ความมากน้อยของความเรียบของผิวที่ต้องการจะเป็นตัวบ่งบอกถึงวิธีการตกแต่ง เช่น การพิมพ์ลวดลายบนผิวหน้าจะต้องการผิวหน้าที่เรียบกว่า การตกแต่งผิวหน้าโดยการติดไม้บางวีเนียร์ การทำแผ่นจีนไม้อัด ปิดผิวด้วยไม้บางวีเนียร์อย่างง่าย คือ การนำไม้บางวีเนียร์ที่ตากแล้วปิดผิวหน้าและหลังของแผ่นจีนไม้อัด สิ่งจำเป็นที่ต้องพิจารณาคือการใช้ความหนาของแผ่นไม้บางวีเนียร์ที่เท่ากันมีแนวเส้นและความคงขนาดจะทำให้แผ่นจีนไม้อัดเกิดความสมดุลย์แผ่นที่มีความสมดุลย์จะลดศักยภาพแนวโน้มการหดตัวและบิดตัวของแผ่นจีนขณะนำไปใช้งานซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ขึ้น

แผ่นจีนไม้อัดที่ติดแถบไม้จริง (Lumber) และได้ทำการปรับสภาวะแล้ว จะถูกนำไปจัดกระจายทราย เพื่อให้แน่ใจว่าได้ความหนาของแผ่นจีนไม้อัด และขอบที่คงที่แน่นอน

สม่ำเสมอ การปรับสภาวะ (conditioning) หลังจากติดขอบเป็นสิ่งที่ไม่ดีที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เพื่อให้ นำจากกาที่ใช้ติดแถบไม้ทุกชั้นแนวที่ติดประกบกันเกิดความสมดุลกัน การขัดผิว(sanding) ก่อน และปะผิวหน้าด้วยแผ่นวีเนียร์ก่อนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดตามมา ซึ่งจะทำให้แผ่นเกิด เป็นแนวขอบ(border) อย่างเห็นได้ชัดจากแถบไม้ (lumber band) และเกิดเป็นรอยต่อ (telegraphing) บนแผ่นหน้าของแผ่นวีเนียร์ต่อไป แนวขอบ (border) นี้ ไม่สามารถลบเลือนหรือกำจัดออกไปได้คง จะติดอยู่กับแผ่นตลอดไป การขัดผิวหลังจากปรับสภาวะจึงเป็นการทำให้แน่ใจว่าได้ความหนาที่เท่า กันทั้งขอบแผ่นจีน ไม้อัด และขอบของแถบไม้จริง

การที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย (water-base adhesives) โดยปกติเป็นกาวยูเรีย-ฟอร์ มัลดีไฮด์ จะถูกใช้ในการปะหน้าด้วยแผ่นวีเนียร์ น้ำในกาวเหล่านี้จะมีผลให้จีนไม้ที่อยู่บนผิวหน้า เกิดการพองตัวซึ่งจะทำให้เกิดแนว (telegraphing) ลายขึ้น ไปบนแผ่นวีเนียร์ได้ และจะเด่นขึ้นเมื่อทำ การตกแต่งให้เงา (high-gloss finishes) การเพิ่มแผ่นวีเนียร์วางรองขวางอีกชั้น (cross band veneer) ระหว่างแผ่นจีน ไม้อัดและแผ่นวีเนียร์ปะหน้า จะช่วยป้องกันปัญหาของการเกิดแนวรอยลาย (telegraphing) ได้ แผ่นไม้บางชั้นรอง (cross band veneer) โดยปกติจะมีความหนากว่าและมีคุณภาพ ต่ำกว่าไม้บางชั้นผิว และจะวางให้แนวเส้นตั้งฉากกับแนวเส้นของไม้บางชั้นผิว แต่การใช้ไม้บาง ชั้นรอง (cross band veneer) ก็ต้องใช้อีกด้านของแผ่นจีน ไม้อัดให้ลักษณะเช่นเดียวกันทั้ง 2 หน้า เพื่อให้โครงสร้างของแผ่นจีน ไม้อัดเกิดความสมดุล โครงสร้างของแผ่นแบบ 5 ชั้น ในการเปลี่ยน แปลงความชื้นสัมพัทธ์ของห้องรอบตัว

ขั้นตอนการผลิตแผ่นจีนไม้อัดทั่วไป



แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการผลิตแผ่นจีนไม้อัดทั่วไป

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความแข็งแรงและความคงขนาดของแผ่นชิ้นไม้อัด

ความแข็งแรง (strength) และความคงขนาด (dimensional stability) ของแผ่นชิ้นไม้อัด เป็นคุณสมบัติของแผ่นชิ้นสุดท้ายที่ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการผลิตว่า ดี เลว เพียงใด ให้ผลตรงตามต้องการ ซึ่งกำหนดไว้ก่อนการผลิตหรือไม่

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัด ได้แก่

1. ชนิดของไม้ (species of wood) ว่าเป็นชนิดใด เช่น ไม้ไผ่แคบ ไม้ไผ่กว้าง หรือไม้ที่นิยมกันในเชิงพาณิชย์ : ไม้เนื้ออ่อนหรือไม้เนื้อแข็ง : ไม้พื้นเมืองหรือไม้นำเข้า : การผสมกันระหว่าง 2 หรือมากกว่า 2 ชนิดไม้ โครงสร้างไฟเบอร์ (fiber structure) ความหนาของไม้ (density of woods) ความแข็ง (hardness) ความสามารถในการบีบอัด (compressibility)
2. รูปร่างและขนาดของไม้วัตถุดิบ (form and size of raw wood) ว่าเป็นลักษณะไหน เช่น ไม้ท่อน (logs) ปีกไม้ (slabs) เศษไม้ ไม้ขอบ ไม้ตัดริม ไม้ระแนง (edgings, scantings, end trims) ชิปไม้ (chips) ชีบกบ (planer shavings) ฝอยไม้ (excelsior) ผงละเอียด (sawdust) เศษเหลือไม้บาง (veneer wastes or scraps) ใส้ไม้ที่เหลือจากการลอกไม้บาง (peeler cores)
3. ไม้ติดเปลือก หรือ ลอกเปลือกออก (wood with bark or debarked wood)
4. วัสดุที่ไม่ใช่ไม้ แต่เป็นวัสดุที่ให้เส้นใยลิกโนเซลลูโลส (non-wood lignocellulose materials) เช่น ปอ (flax shives) ขานอ้อย (bagasse) และพืชผลทางการเกษตรอื่น ๆ
5. ชนิดและขนาดของชิ้นไม้ (type and size of particles) เช่น ชิ้นไม้ที่ได้จากการตัดชิ้นไม้ที่ได้จากการทำให้แตกย่อยเป็นส่วน ๆ (disintegrated) ชิ้นไม้ที่ได้จากการบดหรือฝน (ground particles) ชิป เฟลค เศษละเอียด (shreds fines) และผง (dust) สลენเดอร์เนสเรชัน (slenderness ration) ของชิ้นไม้ และพื้นที่ผิวของเฟลค
6. วิธีการอบชิ้นไม้ (method of particles drying) เช่น อุณหภูมิ ระยะเวลาใน การอบ ความชื้นต่ำสุดที่เหลืออยู่ในชิ้นไม้
7. การร่อนและแยกชิ้นไม้ (particle screening and seperating) ควรแสดงการกระจายขนาดในรูปเส้นโค้งความถี่ (particle size distribution expressed by frequency curves)
8. ชนิดและปริมาณของตัวประสาน (type and amount of binding agents) เช่น กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ หรือกาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ ส่วนปริมาณมักแสดงเป็น สัดส่วนน้ำหนักเนื้อกาวต่อน้ำหนักชิ้น ไม้อบแห้ง นอกจากตัวประสานก็จะต้องคำนึงถึงการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (catalysts) สารเพิ่ม (extenders) สารอุดรู (fillers) และสารเติมแต่งอื่น ๆ เช่น สารกันน้ำ (water repellents) สารกันเชื้อราแมลง (fungicides , insecticides) สารหน่วงไฟฟ้า (fire retardants)

9. วิธีการฟอร์มแผ่นหรือการกระจายชิ้นไม้ (particles spreading) และโครงสร้างของแผ่นชิ้น ไม้อัด (structure of particleboard) เช่น ชั้นเดียว (uni-layer) หลายชั้น (multilayer) แผ่นชั้นลดหลั่น (graded board) การเรียงตัวของชิ้นไม้ (particle orientation)
10. การเพิ่มความชื้นของชิ้น ไม้ก่อนการอัดเพื่อให้เกิด steam shock (moistening of particles prior to pressing) ความชื้นของแผ่นชั้นสุดท้ายหลังการอัด (final moisture content of board) ซึ่งได้แก่ ความชื้นเฉลี่ยและการลดหลั่นความชื้นภายในแผ่น (average and moisture gradient) และสุดท้ายการปรับสภาพของแผ่น (conditioning)
11. สภาวะการแข็งตัวของกาวและขั้นตอนการอัด ได้แก่ อุณหภูมิ แรงอัด ระยะเวลาในการอัดร้อน
12. ความหนาของแผ่น
13. ปริมาณทรายในแผ่นชิ้น ไม้อัด (sand content of particleboard) ซึ่งเป็นผลเสียในการลดประสิทธิภาพการแปรรูปด้วยเครื่องจักรต่าง ๆ
14. คุณภาพของผิวหน้า (surface quality) เช่น ความละเอียด ความหยาบ การเป็นคลื่น และคุณสมบัติในการขัดกระดาษทราย
15. การรองพื้น (priming) การเคลือบวานิชหรือแลคเกอร์
16. การทำประสาน (laminating) การปะหน้าด้วยไม้บาง (veneering) การปะหรือตกแต่งผิวหน้า (overlying)

2.4 มาตรฐานอุตสาหกรรมและการคัดชั้นคุณภาพ

2.4.1 คุณลักษณะที่ต้องการในมาตรฐาน (Standard Requirements)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Standard) ของแต่ละประเทศ มีการกำหนดคุณลักษณะรายการต่าง ๆ ที่คล้ายคลึงกันจุดที่แตกต่างกันเป็นเพียงค่าสูงสุด-ต่ำสุด ที่จะยอมรับได้ของแต่ละรายการ และการทดสอบความทนทานของแผ่นจีนไม้อัดเพื่อใช้งานในรูปแบบโครงสร้างหรือใช้งานภายนอกอาคาร ดังนั้นเพื่อให้เห็นเป็นแนวทางอย่างกว้าง ๆ สำหรับคุณลักษณะต่าง ๆ ในมาตรฐานอุตสาหกรรมจากหลาย ๆ แหล่ง จึงได้สรุปเป็นตารางทั่ว ๆ ไป ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นจีนไม้อัดแบบอัดในแนวราบ (Platen-Pressed Particleboard)

ลำดับ ที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์ที่กำหนด		
		ความหนา มิลลิเมตร		
		3 - 6	เกิน 6 ถึง 19	เกิน 19 ถึง 50
1	การดูดซึมน้ำ ร้อยละ ไม่เกิน - 2 ชั่วโมง - 24 ชั่วโมง	40 80	40 80	40 80
2	การพองตัวเมื่อแช่น้ำ ร้อยละ ไม่เกิน	8.0	12.0	12.0
3	ความต้านแรงคัด เมกะพาสคาล ไม่น้อยกว่า	18.0	13.8	12.5
4	มอดูลัสยืดหยุ่น เมกะพาสคาล ไม่น้อยกว่า	2,000	2,000	1,850
5	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะพาสคาล ไม่น้อยกว่า	0.80	0.34	0.2
6	ความยึดแน่นของผิวหน้า นิวตัน ไม่น้อยกว่า	-	1,100	1,100
7	ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว นิวตัน ไม่น้อยกว่า	-	360	250

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นจีนไม้อัด(8) มอก.876-2532

ประเทศแต่ละประเทศ มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์เป็นของตนเอง แม้ว่าเพื่อต้องการใช้กำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์สินค้าในประเทศตน ให้เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าและวัฒนธรรมความเป็นอยู่ของประชาชนหลัก แต่ปัจจุบันในยุคโลกาภิวัตน์ที่เป็นระบบการค้าเสรี การแข่งขันทางการค้านอกจากจะต้องแข่งขันกันภายในแต่ละประเทศแล้ว ยังต้องแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ ในโลก คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้นจึงถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นข้อต่อรองในการกีดกันทางการค้าทางอ้อม ทำให้หลายประเทศได้พยายามกำหนดมาตรฐานคุณภาพขึ้นเพื่อจุดประสงค์ด้านการค้าด้วย ดังนั้นผู้ประกอบการอุตสาหกรรมผลิตแผ่นจีน ไม้อัดในปัจจุบันจึงจำเป็นต้องทราบรายละเอียดของมาตรฐานของประเทศอื่นที่สำคัญ ๆ ไว้ด้วย

คำย่อของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของประเทศต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่

ASI	American national Standards Institute	สหรัฐอเมริกา
AS	Australian Standard	ออสเตรเลีย
ASTM	American Society for Testing and Materials	สหรัฐอเมริกา
BS	British Standard	อังกฤษ
CAN	Canadian Standard	แคนาดา
CS	Commercial Standard	สำหรับอเมริกา
CSA	Canadian Standards Association	แคนาดา
CTB	Centre Technique du Bois	ฝรั่งเศส
DIN	Deutsches Institute fur Normung	เยอรมัน
EN	Europaische Norm	ยุโรป
ISO	International standard Organization	มาตรฐานสากล
JAS	Japanese Agricultural Standard	ญี่ปุ่น
JIS	Japanese Industrial Standard	ญี่ปุ่น
NF	Norm Francaise	ฝรั่งเศส
NS	Norway Standard	นอร์เวย์
PHILSA	Philippine Standads Association	ฟิลิปปินส์
SIS	Atandardisering Skommissionen I Sverige	สวีเดน
TIS (มอก.)	Thai Industrial standard	ไทย

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรรณกรรม อุจน์จิตติชัย และคณะ (2540 : 66 –68) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “คุณสมบัติของแผ่นไม้บาง ไม้อัด และแผ่นจีน ไม้อัดที่ผลิตจาก ไม้ป่าพรุ 4 ชนิด ไม้หว้าหิน ไม้สะเดียว ไม้มะฮัง และไม้ต้นหยงป่า พบว่า

ด้านการเปรียบเทียบคุณสมบัติของแผ่นระหว่างไม้ป่าพรุและแผ่นทางการค้า แผ่นจีน ไม้อัดจากไม้หว้าหิน ให้ค่าเฉลี่ยความต้านแรงดัด (21.58 MPa) และมอดุลัสยืดหยุ่น (3273 Mpa) ต่ำที่สุดสำหรับแผ่นจีน ไม้อัดจากไม้สะเดียว และ ไม้มะฮัง ให้ค่าเฉลี่ยความต้านแรงดัด (36.47 และ 37.68 MPa) และมอดุลัสยืดหยุ่น (4953 และ 4864 Mpa) ที่ใกล้เคียงกัน และที่สูงสุด ส่วนไม้ต้นหยงป่า แม้ว่าจะมีความหนาแน่นเนื้อไม้ใกล้เคียงกับไม้สะเดียว แต่กลับให้ค่าเฉลี่ยต้านแรงดัด (33.98 MPa) และมอดุลัสยืดหยุ่น (4183 MPa) ต่ำกว่า

ค่าเฉลี่ยความต้านแรงดัดตั้งฉากผิวหน้าของแผ่นจีน ไม้อัดจากไม้หว้าหิน ยังคงให้ค่าเฉลี่ยที่ต่ำสุด (0.19 MPa) ส่วนแผ่นจีน ไม้อัดจากไม้ป่าพรุที่เหลือทั้ง 3 ชนิด ให้ค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน โดยมีไม้มะฮัง ที่ให้ค่าเฉลี่ยความต้านแรงดัดตั้งฉากผิวหน้าสูงที่สุด เท่ากับ 0.64 MPa

แผ่นจีน ไม้อัดเกิดจากไม้หว้าหิน มีความคงขนาดหลังแช่น้ำที่สูงที่สุด (ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด) ใกล้เคียงกับความคงขนาดแผ่นจากไม้มะฮัง ส่วนแผ่นจีน ไม้อัดจากไม้สะเดียวและไม้ต้นหยงป่า จะมีความคงขนาดที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยแผ่นจากไม้ต้นหยงป่า ให้ค่าความคงขนาดหลังแช่น้ำ ค่อนข้างต่ำ

ส่วนการเปรียบเทียบกับแผ่นจีน ไม้อัดทางการค้า พบว่า แผ่นจีน ไม้อัดทางการค้าให้ค่าความแข็งแรง และความคงขนาด ที่ต่ำกว่าแผ่นจีน ไม้อัดจากไม้ป่าพรุ ยกเว้น ค่าเฉลี่ยความต้านแรงดัดตั้งฉากผิวหน้าซึ่งสูงกว่าไม้หว้าหิน

ด้านความหนาแน่นลดหลั่นทางความหนาของแผ่นจีน ไม้อัด

แผ่นจีน ไม้อัดที่ผลิตจากไม้หว้าหินมีอัตราส่วนในการถูกบีบอัด (compression ratio) เท่ากับ -29% (ติดลบ) ของความหนาไม้เดิม แสดงว่าชั้น ไม้หว้าหินในแผ่นจีน ไม้อัดนี้ ไม่ได้ถูกบีบอัดเลยในระหว่างการอัดรีด แรงบีบที่เกิดขึ้นเป็นเพียงการกดทับให้ชั้นปาร์ตติเกิลมีความคงสภาพอยู่ตัวเป็นแผ่น โดยมีกาวเป็นตัวจับยึดในลักษณะของ mechanical bonding เท่านั้น ไม่มีการเกาะยึดที่ใกล้ชิดกันระหว่างชั้นปาร์ตติเกิล ที่เรียกว่า intimate interparticle contact แผ่นจีน ไม้อัดที่ผลิตได้จึงมีความแตกต่างของความหนาแน่นระหว่างชั้น ไม้กับชั้นผิว ไม่มากนัก คิดเป็นสัดส่วนของความหนาแน่นที่ชั้น ไม้ ต่อความหนาแน่นเฉลี่ยปานกลางของแผ่น เท่ากับ 91.69% และสัดส่วนของความหนาแน่นที่ต่ำสุดที่ชั้น ไม้ ต่อความหนาแน่นสูงสุดที่ชั้นผิวของแผ่น เท่ากับ 80.29%

แผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากไม้ป่าพรุที่เหลือ 3 ชนิด เมื่อเทียบเป็นร้อยละของการถูกบีบอัดเท่ากับ 30 – 35% ดังนั้นแผ่นที่ได้จึงมีแนวโน้มของการเกาะยึดที่ดี และมีความแตกต่างของความหนาแน่นระหว่างชั้นไม้กับชั้นผิว คิดเป็นสัดส่วนของความหนาแน่นต่ำสุดที่ชั้นไม้ต่อความหนาแน่นสูงสุดที่ชั้นผิวของแผ่น เท่ากับ 60 – 67%

ด้านการประเมินคุณภาพของแผ่นขึ้นไม้อัดตามเกณฑ์มาตรฐาน

ผลการประเมินคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน แสดงให้เห็นว่ามีเพียงแผ่นขึ้นไม้อัดจากไม้หว้าหินเท่านั้น ที่ไม่ผ่านเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดราบ : ความหนาแน่นปานกลาง (มอก. 876-2532) ในคุณสมบัติด้านแรงดึงดึงตั้งจากผิวหน้าส่วนแผ่นขึ้นไม้อัดจากไม้ป่าพรุที่เหลือ คือ ไม้สะเดียว ไม้ต้นหยงป่า และ ไม้มะฮัง มีคุณภาพของแผ่นสูงกว่าเกณฑ์กำหนดโดยเฉพาะแผ่นจากไม้มะฮังให้คุณภาพที่ดีที่สุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการเป็นขั้นตอน ดังนี้

3.1 การวางแผนการทดลอง

3.2 กรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากผักตบชวา

3.3 การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดจากผักตบชวา

3.1 การวางแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้วางแผนการทดลองการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากผักตบชวา โดยใช้กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ 10% (urea-formaldehyde) และ กาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ 5% (phenol-formaldehyde) เป็นสารเชื่อมยึด และใช้ความหนาแน่น 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยใช้สารกันซึมคือสารพาราฟินอิมัลชัน 1 % และ 2 % โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) 5 ซ้ำ โดยกำหนดตัวแปรดังนี้

- A เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากก้านผักตบชวา ผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ 10% ความหนาแน่น 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพาราฟินอิมัลชัน 1%
- B เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากก้านผักตบชวา ผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ 10% ความหนาแน่น 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพาราฟินอิมัลชัน 2%
- C เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากก้านผักตบชวา ผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ 10% ความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพาราฟินอิมัลชัน 1%
- D เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากก้านผักตบชวา ผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ 10% ความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพาราฟินอิมัลชัน 2%
- E เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากก้านผักตบชวา ผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ความหนาแน่น 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพาราฟินอิมัลชัน 1%
- F เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากก้านผักตบชวา ผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ความหนาแน่น 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพาราฟินอิมัลชัน 2%
- G เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากก้านผักตบชวา ผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ 5% ความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพาราฟินอิมัลชัน 1%

H เป็นแผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากก้านผักตบชวา ผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5%
ความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ พาราฟินอิมัลชัน 2%

จะได้แผ่นจีนไม้อัดทั้งสิ้น 40 แผ่น แล้วนำแผ่นจีนไม้อัดที่ได้ทั้งหมดไปทดสอบคุณสมบัติตามวิธีการและหลักเกณฑ์ที่มาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนดไว้

3.2 กรรมวิธีในการผลิตแผ่นจีนไม้อัดจากผักตบชวา

3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำผักตบชวาตัดเอาเฉพาะก้านไปตากแดดให้แห้งแล้วนำมาอบในตู้อบแบบถาดอุณหภูมิ 80 – 85 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปสับย่อยให้เล็กลงขนาดประมาณ 1 นิ้ว นำไปเข้าเครื่องสับย่อยอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ได้จีนผักตบชวา แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ให้เหลือความชื้น 3 – 5 % เสร็จแล้วใส่ถุงพลาสติกมัดปากถุงให้แน่นก่อนที่จะผสมกาว แล้วนำไปอัดก้อน

3.2.2 สภาวะต่าง ๆ กำหนดในการทำแผ่นจีนไม้อัด

การผลิตแผ่นจีนไม้อัดจากผักตบชวา กำหนดสภาวะในการผลิตดังตารางที่ 4

ตาราง 4 สรุปสภาวะต่าง ๆ ที่กำหนดในการผลิตแผ่นจีนไม้อัด

ชนิดของสภาวะ	ชนิด A, B, C, D, E, F, G
1. ความหนาแน่นของแผ่น	700 กก./ ลบ.ม. ; 800 กก./ ลบ.ม.
2. ความหนาของแผ่น	10 มม.
3. ขนาดของแผ่น	30 ซม. X 30 ซม.
4. ความชื้นของผักตบชวาก่อนผสมกาว	3 – 5 %
5. ปริมาณของกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ หรือ กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	10% 5%
6. ปริมาณพาราฟินอิมัลชัน	1.0 % ; 2.0%
7. ความชื้นของผักตบชวาลังผสม	10 – 15%
8. อุณหภูมิในการอัดก้อน	140 – 150 °C ; 150 – 180 °C
9. แรงดันในการอัดก้อน	35 กก. / ตร.ซม.
10. ระยะเวลาในการอัดก้อน	7 นาที ; 8 นาที
11. Borax	0.5 – 1%

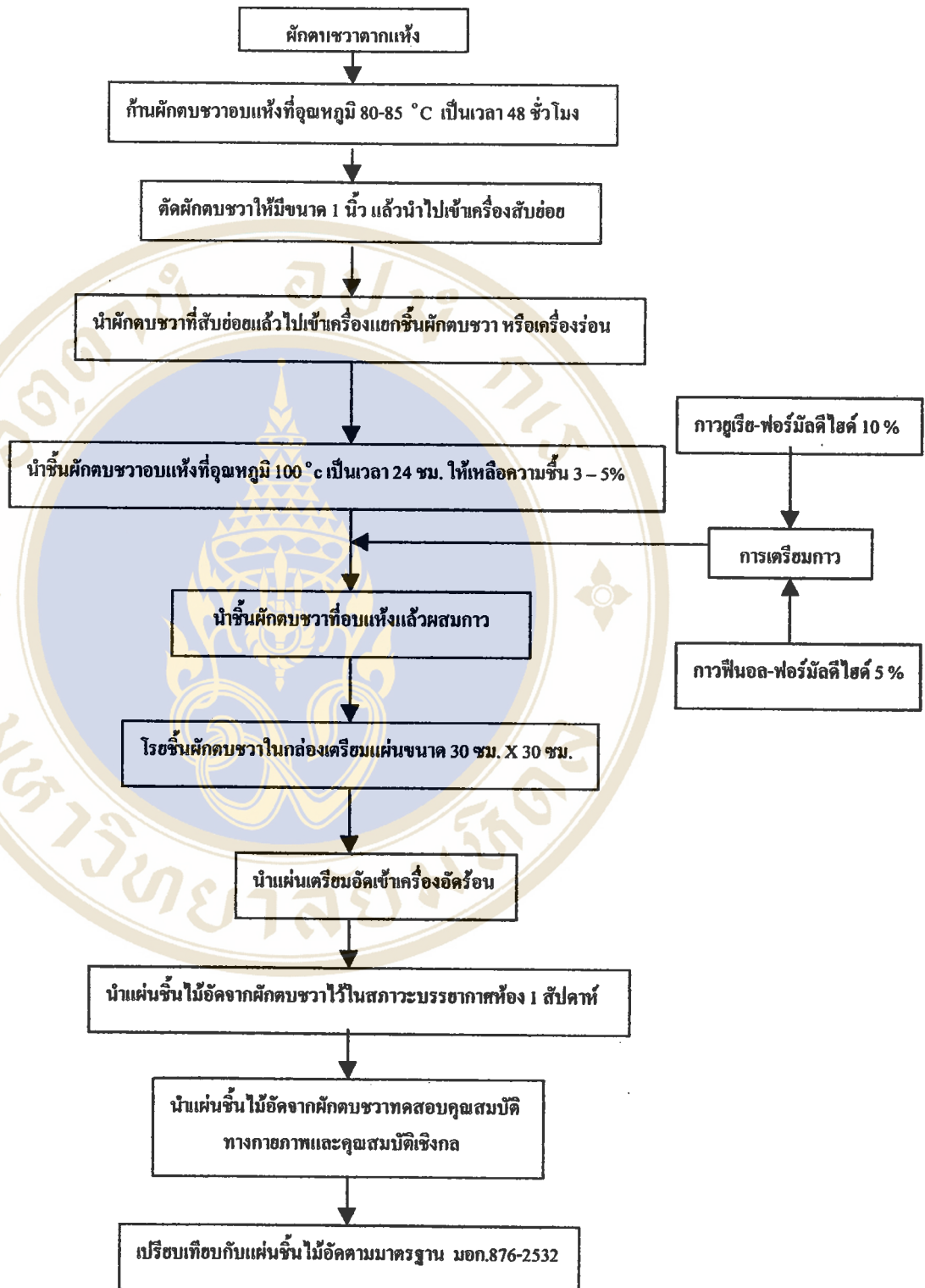
3.2.3 การผสมและการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวา

นำผักตบชวาที่อบเตรียมไว้แล้ว ไปผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 10 % หรือกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5% และสารพาราฟินอิมัลชันในเครื่องผสมกาวตามสภาวะที่กำหนดไว้ โดยใช้เครื่องพ่นกาวแบบทั่วไปมีอากาศผสมด้วยแรงดันลมประมาณ 6 – 8 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การพ่นพยายามให้ละอองกาวผสมกับผักตบชวาอย่างสม่ำเสมอและกระจายไปให้ทั่วถึง

นำผักตบชวาที่ผสมแล้วและทราบน้ำหนักจากการคำนวณสำหรับการผลิตแผ่น 1 แผ่นมาโรยในเครื่องฟอร์มแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 30 ซม. x 30 ซม. โดยพยายามโรยให้ทั่วกระจายในเครื่องอย่างสม่ำเสมอซึ่งจะต้องคอยควบคุมการโรยให้ได้ความสูงของแผ่นมีระดับเดียวกันตลอดทั้งแผ่น เสร็จแล้วใช้มือกดให้แผ่นที่ฟอร์มให้แน่นขึ้น เพื่อให้ชั้นผักตบชวาที่โรยไว้มีสภาพที่ดีขึ้นเป็นแผ่นเตรียมอัด (mat-forming)

นำแผ่นเตรียมอัดไปวางระหว่างแผ่นรองอัดสแตนเลส (Cul plate) ซึ่งเตรียมผิวหน้าดีแล้ว บนล่าง 1 คู่ และให้แท่งเหล็กหนา 10 มิลลิเมตร (stopper) 1 คู่วางขนานข้างแผ่น นำเข้าอัดในเครื่องอัดร้อน โดยใช้สภาวะการอัดตามที่กำหนดไว้ จึงนำแผ่นที่อัดได้ออกจากเครื่องอัดร้อนแล้วเก็บวางไว้ในสภาวะบรรยากาศห้อง 1 สัปดาห์ เพื่อเป็นการปรับสภาวะก่อนนำไปตัดเป็นชิ้นทดสอบคุณสมบัติของแผ่นต่อไป

ขั้นตอนในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวา



แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวา

3.3 การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดจากผักตบชวา

นำแผ่นชิ้น ไม้อัดที่ผลิตได้ทั้ง 8 ชนิด รวมทั้งสิ้น 40 แผ่น ขนาด 30 ซม. x 30 ซม. มาตัด ขอบทั้งด้านละ 2 เซนติเมตร ทั้ง 4 ด้าน แล้วตัดเป็นชิ้นทดสอบให้ได้ขนาดของชิ้นทดสอบสำหรับ แต่ละคุณลักษณะตามที่กำหนดในมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876-2532



บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวา โดยแยกเป็น 8 ชนิด คือ

- A เป็นแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 10% ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 1%
- B เป็นแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 10% ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 2%
- C เป็นแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 10% ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 1%
- D เป็นแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 10% ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 2%
- E เป็นแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5% ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 1%
- F เป็นแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5% ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 2%
- G เป็นแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5% ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 1%
- H เป็นแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5% ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 2%

จากการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดทั้ง 8 ชนิด ที่ห้องปฏิบัติการภาควิศวกรรมผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อทำการอัดแผ่นขึ้นไม้อัดทั้ง 8 ชนิด เสร็จแล้ว จะทำการปรับสภาพแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด โดยทิ้งไว้ในห้องอุณหภูมิปกติเป็นเวลา 7 วัน แล้วจึงทำการทดสอบแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวา ตามหลักเกณฑ์การทดสอบแผ่นตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.876-2532 ซึ่งได้ผลทดสอบ ดังนี้

4.1 ผลการศึกษา

ผลการทดสอบแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาจำแนกตามคุณสมบัติของการทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.876-2532

ตารางที่ 5 ความหนาของแผ่น ความหนาแน่น (Density) และความชื้น (Moisture Content)

ประเภทสารยึดติด	ความหนาแน่นที่กำหนด (กก./ลบ.ม.)	ปริมาณสารพาราฟินอิมัลชัน (%)	ค่าเฉลี่ยความหนา (มม.)	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นที่ได้ (กก./ลบ.ม.)	ค่าเฉลี่ยความชื้น (%)
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	0.994	710	10.180
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	0.976	710	7.900
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	0.970	810	10.930
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	0.990	786	8.850
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	0.984	716	7.710
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	0.994	720	8.460
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	1.012	800	8.160
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	1.022	802	9.430

ที่มา : ตาราง ผ5-ผ12 หน้า 105-106

จากการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดทั้ง 8 ชนิด พบว่า มีความหนา ความหนาแน่น และ ความชื้น ของแผ่นทั้ง 8 ชนิด เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในการทำแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด

ตารางที่ 6 การดูดซึมน้ำ (Water Absorption : WA) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)

ประเภทสารยึดติด	ความหนาแน่น (กก/ลบ.ม.)	ปริมาณสารพาราฟินอิมัลชัน (%)	ค่าเฉลี่ย % การดูดซึมน้ำ (2 ชั่วโมง)	ค่าเฉลี่ย % การดูดซึมน้ำ (24 ชั่วโมง)	% การพองตัวเมื่อแช่น้ำ (24 ชั่วโมง)
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	71.338	104.940	25.770
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	74.616	107.330	30.720
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	54.940	81.830	20.810
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	81.738	100.706	31.970
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	157.99	184.600	77.164
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	77.880	112.350	28.456
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	88.550	112.040	43.596
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	69.870	105.870	27.920

ที่มา : ตาราง ผ13-ผ20 หน้า 107-108

จากการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด ในด้านการดูดซึมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง (Water Absorption 2 hr. and 24 hr.) พบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด มีค่าการดูดซึมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง ไม่ผ่าน มาตรฐาน มอก. 876 - 2532 ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 40% ส่วนการดูดซึมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง มาตรฐาน มอก.876-2532 กำหนดไว้ไม่เกิน 80% และในด้านการพองตัวเมื่อแช่น้ำ 24 ชั่วโมง พบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด มีค่าไม่ผ่านมาตรฐาน มอก.876-2532 กำหนดไว้ไม่เกิน 12 % ส่วนแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก/ลบ.ม. สารพาราฟินอิมัลชัน 1% การดูดซึมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 54.940% และเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 81.830% ส่วนการพองตัวเมื่อแช่น้ำ 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 20.810% ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน มอก. 876-2532 มากที่สุด

ตารางที่ 7 ความต้านแรงค้ำ (Modulus of rigidity : MOR)

ประเภทสารยึดติด	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	ปริมาณสารพาราฟินอิมัลชัน (%)	ค่าเฉลี่ยความต้านแรงค้ำ (เมกะพาสคาล)
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	6.762
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	6.966
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	6.788
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	5.688
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	4.451
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	5.958
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	6.287
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	6.632

ที่มา : ตาราง ผ21-ผ28 หน้า 109-112

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความต้านแรงค้ำ (Modulus of rigidity : MOR) พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด มีค่าไม่ผ่าน มอก.876-2532 ที่กำหนดไว้ จะต้องมิต่ำไม่น้อยกว่า 13.8 เมกะพาสคาล ส่วนแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวามผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 2% มีค่าเท่ากับ 6.966 เมกะพาสคาล ซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน มอก.876-2532 มากที่สุด

ตารางที่ 8 ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elastic : MOE)

ประเภทสารยึดติด	ความหนาแน่น (กก/ลบ.ม.)	ปริมาณสารพาราฟินอิมัลชัน (%)	ค่าเฉลี่ยมอดูลัสยืดหยุ่น (เมกะพาสคาล)
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	645.719
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	776.411
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	797.602
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	664.010
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	605.393
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	742.747
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	790.661
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	966.542

ที่มา : ตาราง ผ29-ผ36 หน้า 113-116

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านมอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elastic : MOE) พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด มีค่าไม่ผ่าน มาตรฐาน มอก.876-2532 ที่กำหนดไว้ ไม่น้อยกว่า 2,000 เมกะพาสคาล ส่วนแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก/ลบ.เมตร และพาราฟินอิมัลชัน 2 % มีค่าเท่ากับ 966.542 เมกะพาสคาล ซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน มอก.876-2532 มากที่สุด

ตารางที่ 9 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension perpendicular to surface)

ประเภทสารยึดติด	ความหนาแน่น (กก/ลบ.ม.)	ปริมาณสารพาราฟินอิมัลชัน (%)	ค่าเฉลี่ยความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (เมกะพาสคาล)
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	0.139
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	0.119
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	0.191
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	0.085
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	0.073
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	0.072
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	0.090
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	0.067

ที่มา : ตาราง ผ37-ผ44 หน้า 117-120

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิว (Tension perpendicular to surface) พบว่า แผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด มีค่าไม่ผ่าน มาตรฐาน มอก.876-2532 ที่กำหนดไว้ ไม่น้อยกว่า 0.34 เมกะพาสคาล ส่วนแผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจาก ผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก/ลบ.เมตร และพาราฟินอิมัลชัน 1 % มีค่าเท่ากับ 0.191 เมกะพาสคาล ซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน มอก.876-2532 มากที่สุด

ตารางที่ 10 ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness)

ประเภทสารยึดติด	ความหนาแน่น (กก/ลบ.ม.)	ปริมาณสารพาราฟินอิมัลชัน (%)	ค่าเฉลี่ยความยึดแน่นของผิวหน้า (นิวตัน)
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	633.958
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	724.263
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	940.886
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	575.343
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	595.719
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	584.928
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	1012.852
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	533.937

ที่มา : ตาราง ผ45-ผ52 หน้า 121-124

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness) พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด มีค่าความยึดแน่นของผิวหน้าไม่ผ่าน มอก.876-2532 ที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 1,100 นิวตัน ส่วนแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 1% มีค่าความยึดแน่นของผิวหน้าเท่ากับ 1012.852 เมกะพาสคาล ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน มอก.876-2532 มากที่สุด

ตารางที่ 11 ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws)

ประเภท สารยึดติด	ความหนาแน่น (กก/ลบ.ม.)	ปริมาณสาร พาราฟินอิมัลชัน (%)	ค่าเฉลี่ย ความยึดเหนี่ยวของ ตะปูเกลียว (นิวตัน)
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	321.647
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	262.636
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	409.901
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	238.296
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	181.999
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	184.135
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	252.314
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	222.260

ที่มา : ตาราง ผ53-ผ60 หน้า 125-128

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws) พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 1 % มีค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws) เท่ากับ 409.920 นิวตัน ซึ่งผ่าน มอก.876-2532 ที่กำหนดไว้ตั้ง ไม่น้อยกว่า 360 นิวตัน

ตารางที่ 12 การหาค่ามาตรฐานของแผ่นขึ้นไม้อัด

ประเภท สารยึดติด	ความหนาแน่น (กก/ลบ.ม.)	ปริมาณสาร พาราฟินอิมัลชัน (%)	ค่ามาตรฐาน (Z-score)
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	-0.030
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	0.108
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	0.454
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	-0.440
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	0.162
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	-0.425
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	0.287
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	-0.128

ที่มา : ตาราง ผ62 หน้า 130

จากตาราง จะพบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาที่เหมาะสมที่สุด ควรจะเป็นแผ่นขึ้นไม้อัดประเภท C เพราะให้ค่ามาตรฐานที่มากที่สุด เท่ากับ 0.454 นั่นคือ ถ้าต้องการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวา จะต้องใช้กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารเชื่อมติด และต้องมีความหนาแน่น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนสารกันซึม คือพาราฟินอิมัลชัน 1 %

4.2 อภิปรายผลการศึกษา

จำแนกตามคุณสมบัติเชิงกล ได้ดังนี้

4.1.1. การดูดซึมน้ำ (Water Absorption : WA) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)

จากการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด ในด้านการดูดซึมน้ำ 2 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง (Water Absorption 2 hr. and 24 hr.) พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์มีการดูดซึมน้ำน้อยกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยีนอล - ฟอร์มาลดีไฮด์ ส่วนด้านการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS) พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ มีการพองตัวเมื่อน้ำน้อยกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยีนอล- ฟอร์มาลดีไฮด์ ถ้าต้องการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากผักตบชวาที่นำไปใช้งานที่มีการดูดซึมน้ำและการพองตัวควรใช้กาวยูเรีย - ฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นสารเชื่อมติด โดยการเพิ่มปริมาณกาวยูเรีย - ฟอร์มาลดีไฮด์ และควรเพิ่มสารที่มีสภาพความหนืด (อิมัลชัน) ให้มากขึ้น หรือใช้กาวประเภทอื่น เช่น กาวไฮโปไซยานเนต

4.1.2 ความต้านแรงคด (Modulus of rigidity : MOR)

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความต้านแรงคด (Modulus of rigidity : MOR) พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดที่ผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ให้ค่าความต้านแรงคด (Modulus of rigidity : MOR) ต่ำกว่า แผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาที่ผสมกาวยีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ โดยเฉพาะแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย - ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 2 % ให้ค่าความต้านแรงคด (Modulus of rigidity : MOR) มากที่สุด คือ 6.966 เมกะพาสกาล ดังนั้น ถ้าต้องการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีคุณสมบัติด้านความต้านแรงคด ((Modulus of rigidity : MOR) สูง จะต้องเพิ่มปริมาณกาวยูเรีย - ฟอร์มาลดีไฮด์ มากขึ้น ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 2%

4.1.3 ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elastic : MOE)

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านมอดูลัสยืดหยุ่น Modulus of Elastic : MOE) พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยีนอล - ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 2% ให้ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elastic : MOE) มากที่สุด คือ 966.542 เมกะพาสกาล ดังนั้น ถ้าต้องการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีคุณสมบัติด้านมอดูลัสยืดหยุ่น

(Modulus of rigidity : MOR) สูง จะต้องเพิ่มกาวฟีนอล - พอร์มัลดีไฮด์ มากขึ้น ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. และพาราฟีนอิมัลชัน 2%

4.1.4 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension perpendicular to surface)

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension perpendicular to surface) พบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-พอร์มัลดีไฮด์ ให้ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension perpendicular to surface) ต่ำกว่า แผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล - พอร์มัลดีไฮด์ โดยเฉพาะแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-พอร์มัลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟีนอิมัลชัน 1 % (UF 800 , 1%) มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension perpendicular to surface) สูงสุดเท่ากับ 0.191 เมกะพาสคาล ดังนั้น ถ้าต้องการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดที่มีคุณสมบัติด้านความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension perpendicular to surface) สูงขึ้น จะต้องเพิ่มปริมาณกาวยูเรีย - พอร์มัลดีไฮด์ ให้มากขึ้น และความหนาแน่น 700- 800 กก./ลบ.ม. พาราฟีนอิมัลชัน 1%

4.1.5 ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness)

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness) พบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด มีค่าความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.876-2532 ซึ่งกำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 1,100นิวตัน แต่มีแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-พอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟีนอิมัลชัน 1 % ที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ มอก.876-2532 มากที่สุด

4.1.6 ความยึดแน่นของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws)

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว พบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย - พอร์มัลดีไฮด์ ให้ค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws) ต่ำกว่า แผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสม กาวฟีนอล - พอร์มัลดีไฮด์ โดยเฉพาะแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย - พอร์มัลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟีนอิมัลชัน 1 % มีค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว สูงสุดเท่ากับ 409.901 นิวตัน ดังนั้นถ้าต้องการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดที่มีคุณสมบัติด้านความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws) สูงขึ้น จะต้องเพิ่มปริมาณกาวยูเรีย - พอร์มัลดีไฮด์ ให้มากขึ้น และความหนาแน่น 700 – 800 กก./ลบ.ม. พาราฟีนอิมัลชัน 1 %

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองผลิตแผ่นจีนไม้อัดจากผักตบชวาทั้ง 8 ชนิด คือ

A แผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 10%

ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 1 %

B แผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 10%

ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 2 %

C แผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 10%

ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 1 %

D แผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 10%

ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 2 %

E แผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5%

ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 1 %

F แผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5%

ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 2 %

G แผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5%

ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 1 %

H แผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5%

ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 2 %

นำแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาที่ได้ทั้งหมด ไปปรับสภาพก่อนนำไปทดสอบคุณสมบัติ ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.876-2532 ดังนี้

1. การดูดซึมน้ำ (Water Absorption : WA) โดยใช้เวลาทดสอบ 2 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)
2. ความต้านแรงตัด (Modulus of rigidity : MOR)
3. มอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elastic : MOE)
4. ความต้านแรงตั้งตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension perpendicular to surface)
5. ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness)
6. ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws)

สรุปผลได้ดังนี้ แผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. และพาราฟินอิมัลชัน 1% จะให้ค่าที่ดีที่สุด จากการทดสอบด้าน %การดูดซึมน้ำ (Water Absorption :WA) เมื่อเวลา 2 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 54.940 % และ 81.83 % ส่วน %การพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS) มีค่าเท่ากับ 20.810 และค่าความต้านแรงตั้งตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension perpendicular to surface) มีค่าเท่ากับ 0.191 เมกะพาสกาล และค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws) มีค่าเท่ากับ 409.901 นิวตัน ส่วนแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 2% มีคุณสมบัติด้านความต้านแรงตัด (Modulus of rigidity : MOR) มีค่าเท่ากับ 6.966 เมกะพาสกาล และแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 2% ให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elastic : MOE) มีค่าเท่ากับ 966.542 เมกะพาสกาล ส่วนแผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 1% ให้ค่าความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness) มีค่าเท่ากับ 1012.852 นิวตัน

จากการทดลอง ศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาที่เหมาะสมที่สุด ควรจะเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. และสารพาราฟินอิมัลชัน 1%

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งนี้

ในขั้นตอนการพ่นกาวกับชั้นผักตบชวาควรพ่นกาวให้กระจายและทั่วถึง ชั้นผักตบชวาทั้งหมดเพื่อป้องกันการจับกันเป็นก้อนระหว่างชั้นผักตบชวากับกาว ซึ่งจะส่งผลให้การโรยชั้นผักตบชวาเพื่อเตรียมอัดมีความสูงไม่สม่ำเสมอ

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาเพิ่มเติม

1. ในการศึกษาครั้งต่อไป เกี่ยวกับการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวาควรจะใช้ กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นสารเชื่อมติด และเพิ่มความหนาแน่นให้มากขึ้น เพื่อส่งผลให้แผ่นขึ้นไม้อัดที่ได้ มีความแข็งแรงมากกว่านี้ ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างของผักตบชวามีการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ จึงทำให้คุณสมบัติด้านความแข็งแรงมีน้อย
2. ในการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อมควรจะใช้เครื่องมือที่ทันสมัย โดยเฉพาะ ขั้นตอนการผสมกาว ขั้นตอนการโรยชั้นผักตบชวาที่ผสมกาวแล้วเพื่อเตรียมแผ่นที่จะอัด

รายการอ้างอิง

1. โครงการรณรงค์และประชาสัมพันธ์. เรื่อง กิจกรรมกำจัดผักตบชวาในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาเพื่อแก้ปัญหาแม่น้ำเจ้าพระยาน้ำเสีย กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. 2540.
2. สุจิระ ขอบจิตต์เมต, รศ. รายงานการวิจัยการศึกษาการนำเส้นใยผักตบชวามาผลิตแผ่นเส้นใยใช้ใน งานเกษตรกรรม. 2544.
3. วรธรรม อุ้นจิตติชัย. เทคโนโลยีทางไม้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นปาร์ติเกิล (แผ่นชิ้นไม้ อัด) และกรรมวิธีผลิต. กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, สำนักงานวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 2541.
4. RATCHANEE KANCHANOMAL. WATER HYACHINTH ABSTRACTS. APPLIED SCIENTIFIC RESEARCH CORPORATION OF THAILAND BANGKOK. 1974.
5. อำนวย คอวนิช, ศ.ดร. แผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดความหนาแน่นปานกลาง (MDF). คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2530.
6. ปรีชา เกียรติกระจาย, ศ.ดร. กาวและการยึดติดไม้. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2531.
7. วิรัช ชื่นวาริน. สมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อไม้. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2533.
8. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ : ความหนาแน่นปานกลาง มอก. 876-2532. กระทรวงอุตสาหกรรม. มปป.
9. โครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการ การควบคุมผักตบชวาในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา และทำเงินบริเวณนั้นที่ วิกฤต. ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.). 2542.
10. วรธรรม อุ้นจิตติชัย. การวิจัยใช้ประโยชน์ไม้สะเคาเทียมเพื่ออุตสาหกรรมการผลิตแผ่นปาร์ติเกิล. เอกสารวิชาการเลขที่ ร.421, กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 2537.
11. วรธรรม อุ้นจิตติชัย. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความแข็งแรงและความคงขนาดของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด. เอกสารวิชาการเลขที่ ร.422, กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 2538.

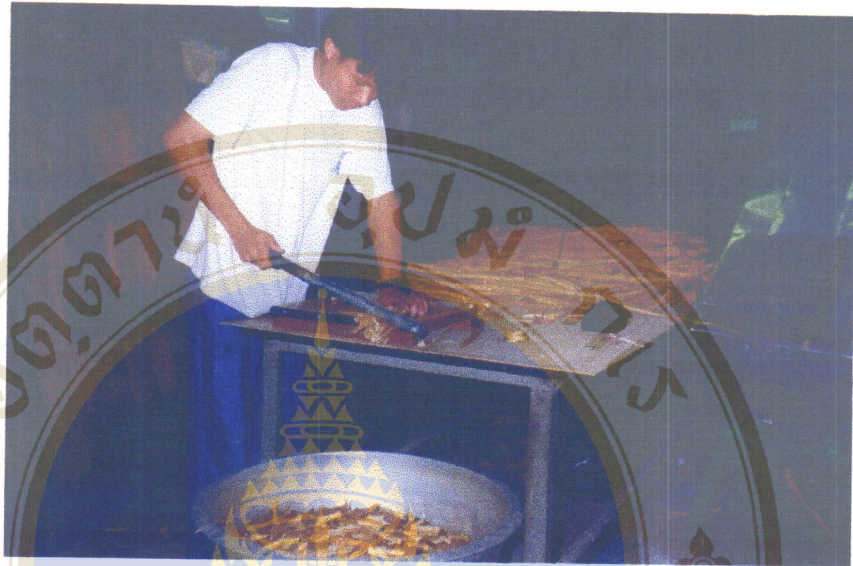
12. วรรณกรรม อุ่นจิตติชัย และมยุรี ดวงเพชร. ผลกระทบของระดับปริมาณการที่ต่างกันต่อคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากไม้กระถินเทพา. เอกสารวิชาการ เลขที่ ร.426 กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมป่าไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. มมป.
13. วรรณกรรม อุ่นจิตติชัย, ทัศนีย์ แคะนาค และปิยะวดี บัวจงกล. คุณสมบัติของแผ่นไม้บางไม้อัดและแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผลิตจากไม้ป่าพรุ 4 ชนิด. เอกสารการวิจัย เลขที่ ร.494 กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรม ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, 2540.







รูปที่ 1 ผักตบชวาตากแห้ง และอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C - 85°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง



รูปที่ 2 สับย่อยให้มีขนาดเล็กลงขนาด 1 นิ้ว



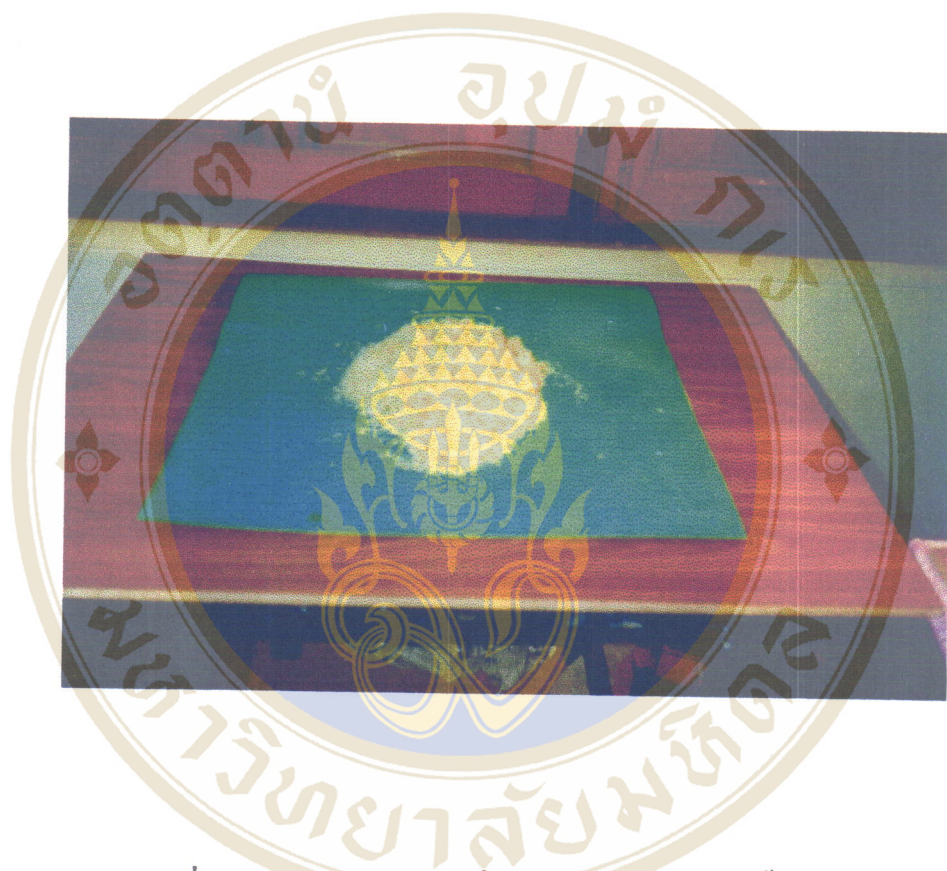
รูปที่ 3 ผักตบชวาที่สับย่อยเหลือขนาด 1 นิ้ว



รูปที่ 4 นำผ้าคลุมขาไปเข้าเครื่องสับย่อย เพื่อให้ผ้าคลุมขามีชิ้นขนาดเล็กลง



รูปที่ 5 นำชิ้นผักตบชวาเข้าเครื่องแยกเส้นใย



รูปที่ 6 เส้นใยของผ้าคตบชาวที่อบแห้งแล้ว เหลือความชื้น 3 – 5%



รูปที่ 7 เครื่องผสมกาวกับจีนผักตบชวา



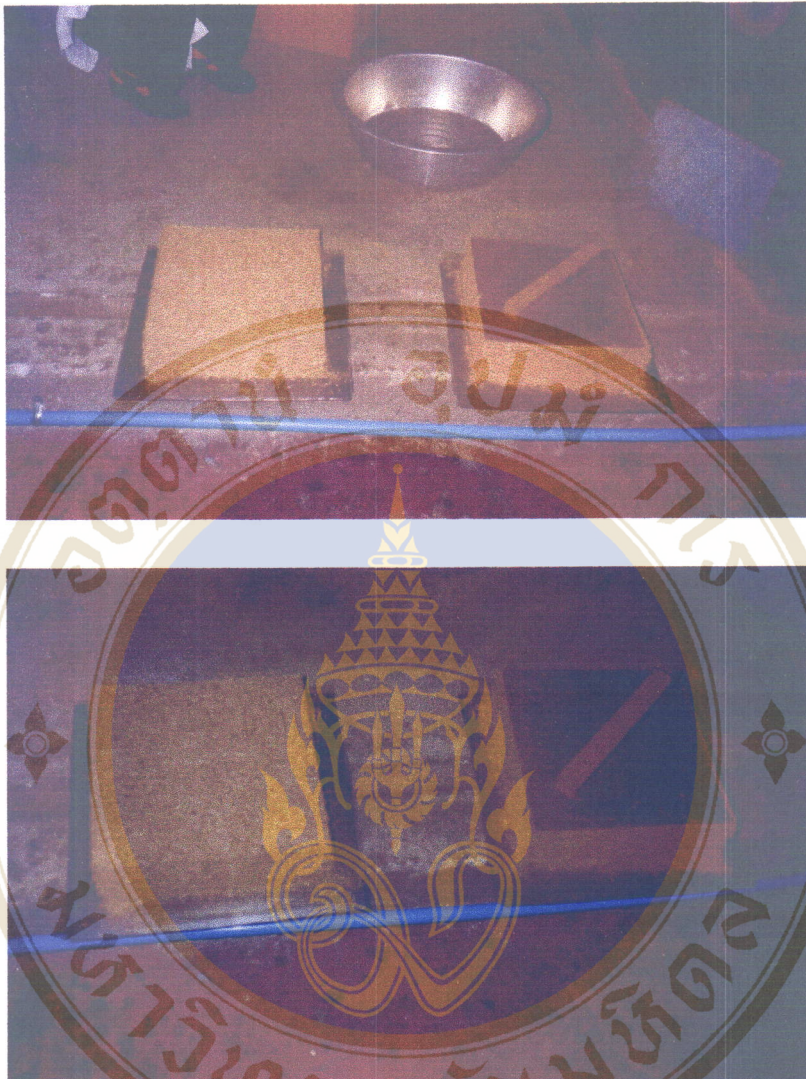
รูปที่ 8 การพ่นกาวกับจีนผักตบชวา



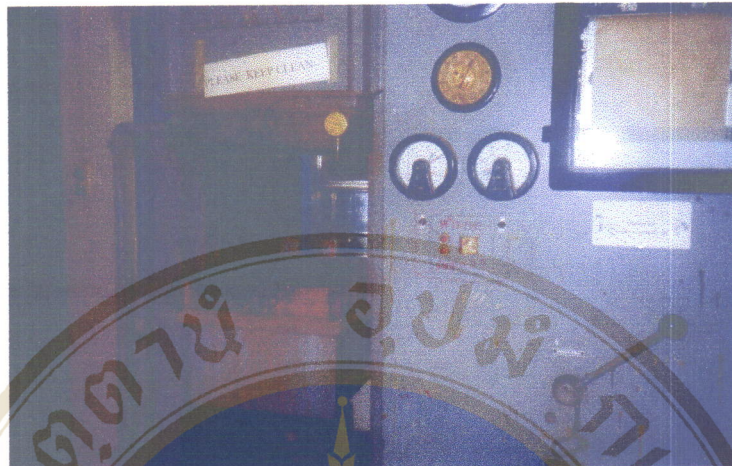
รูปที่ 9 นำฝักคอบขงวที่พ่นกวแล้ว มำซ่งตมนำหนักที่กำหนด



รูปที่ 10 นำฝักคอบขงวที่ผสมกวแล้ว มำโรยในเครื่องอัดแผ่นขนาด 30 ซม. X 30 ซม.



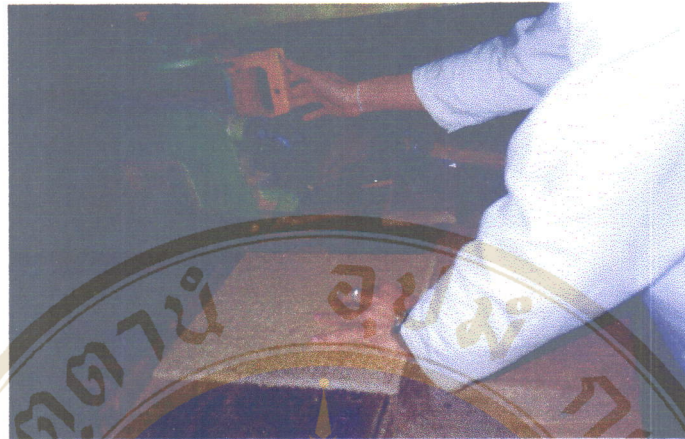
รูปที่ 11 การฟอร์มแผ่นเพื่อเตรียมเข้าเครื่องอัดรีด



รูปที่ 12 เครื่องอัดรีด



รูปที่ 13 การอัดแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวา



รูปที่ 14 แผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวา



รูปที่ 15 การตัดแผ่นจีนไม้อัดจากผักตบชวา เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติ



รูปที่ 16 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแผ่นชั้นไม้อัดจากผักตบชวา



รูปที่ 17 เครื่องอบหาความชื้น (MC)



รูปที่ 18 เครื่องหาค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า
และหาค่าความยืดหยุ่นของผิวหน้า



รูปที่ 19 เครื่องการหาค่าความต้านแรงคัด(MOR)
และมอดูลัสยืดหยุ่น (MOE)



รูปที่ 20 กาวูเรีย



รูปที่ 21 เครื่องชั่งกาว

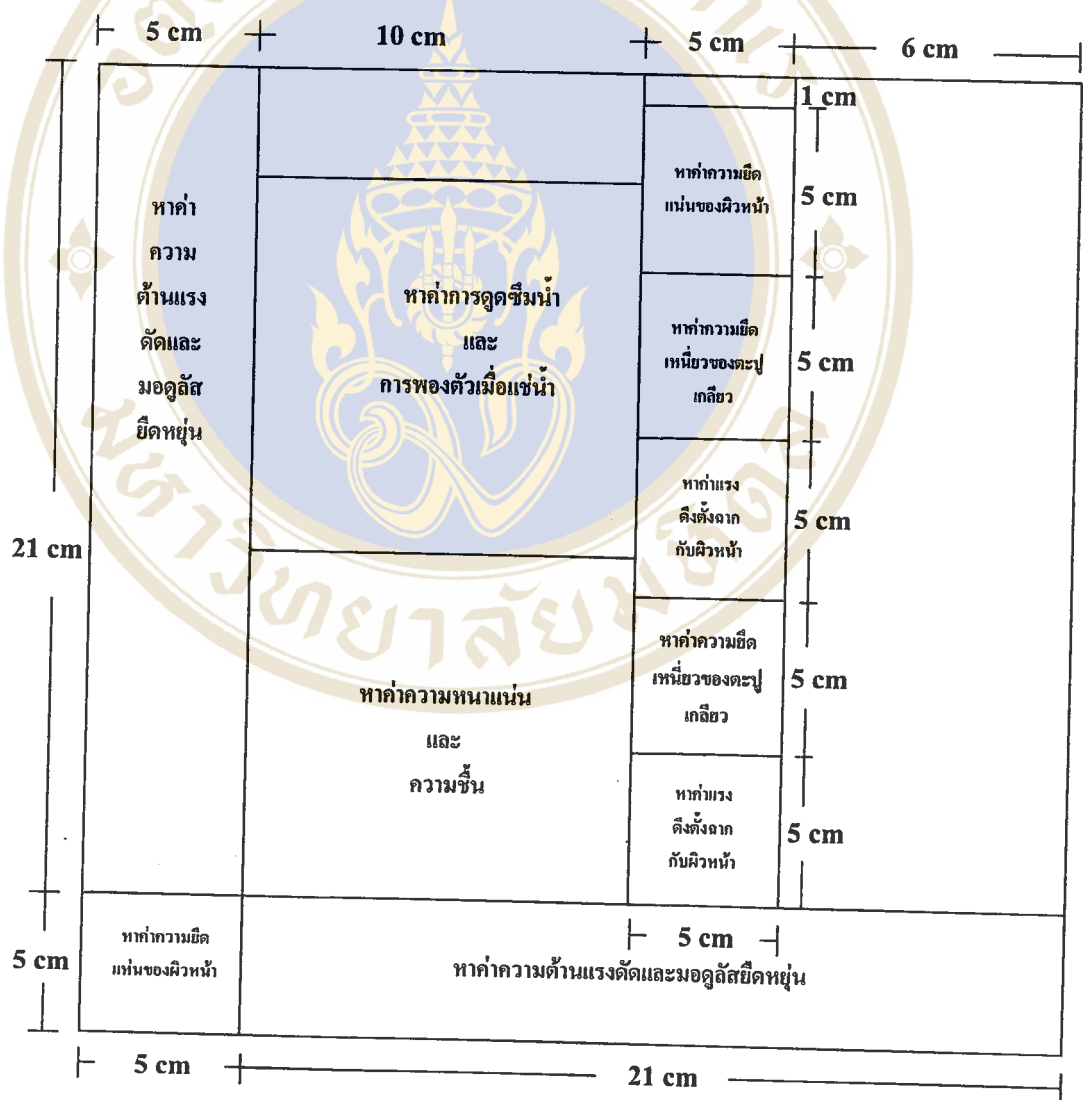


รูปที่ 22 เครื่องผสมกาว



การทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.876-2532

นำแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตได้ขนาด 30 ซม. x 30 ซม. มาตัดขอบออก ด้านละ 2 เซนติเมตร จะเหลือขึ้นไม้อัดขนาด 26 ซม. x 26 ซม. แล้วนำมาตัดเป็นชิ้นทดสอบขนาดต่าง ๆ เพื่อทำการทดสอบตามคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.876-2532 ดังรูปที่ 23



รูปที่ 23 ตำแหน่งและการตัดชิ้นทดสอบ

1. คุณสมบัติทางกายภาพ

1.1 ลักษณะทั่วไป

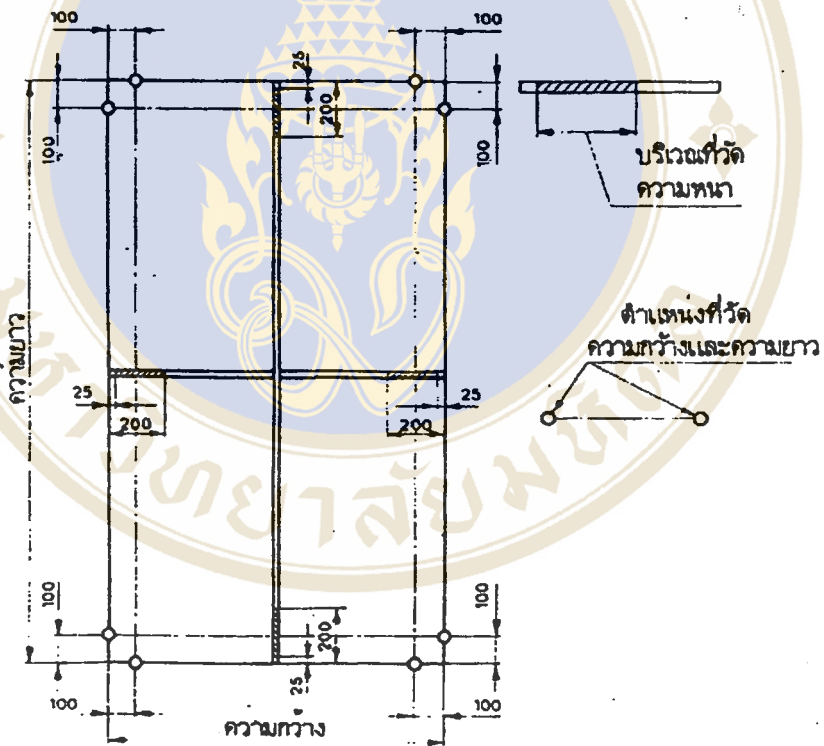
แผ่นขึ้นไม้อัดต้องมีความหนา ความแน่น และความเรียบสม่ำเสมอทั้งแผ่น ของต้องตั้งได้ฉากกับระนาบผิว

การทดสอบ โดยการตรวจพินิจ

1.2 ขนาด

ความกว้างและความยาว

ใช้สายวัดโลหะที่วัดละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร วัดที่จุดลึกเข้าไปจากขอบของแผ่นขึ้นไม้อัดประมาณ 100 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของแผ่นขึ้นไม้อัด

ความหนา

ใช้ไมโครมิเตอร์ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร ซึ่งมีส่วนของแป้นวัด เรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 ± 1 มิลลิเมตร (พื้นที่สัมผัสประมาณ 200 ตาราง มิลลิเมตร) ให้วัดที่บริเวณกึ่งกลางของขอบเขตของแผ่นชิ้นไม้อัดทั้ง 4 ด้าน และให้ลึกเข้าไปจาก ขอบประมาณ 25 ถึง 200 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 24

ความแตกต่างของเส้นทแยงมุม

ใช้สายวัดตามการวัดความกว้างและความยาว วัดหาความแตกต่างของเส้น ทแยงมุม

ความตรงของขอบ

จึงเส้นด้ายให้ตึงระหว่างมุมที่ขอบเดียวกัน ของแผ่นชิ้นไม้อัดแล้ววัดระยะ ที่คลาดเคลื่อนจากแนวเส้นด้ายมากที่สุดของขอบทั้ง 4 ด้าน

1.3 ความหนาแน่น

ความหนาแน่นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วง 500 ถึง 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ ความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัดแต่ละแผ่นจะคลาดเคลื่อนจากความหนาแน่นเฉลี่ยได้ไม่เกินร้อยละ 10

การทดสอบ

1. เครื่องมือ

1. เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม
2. ไมโครมิเตอร์ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร

2. วิธีทดสอบ

1. ชั่งชิ้นทดสอบให้ทราบน้ำหนัก ที่แน่นอนถึง 0.1 กรัม
2. วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบขนานกับขอบให้ ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3 แล้วหาค่าเฉลี่ย
3. วัดความหนา 4 ตำแหน่ง ตามรูปที่ 25

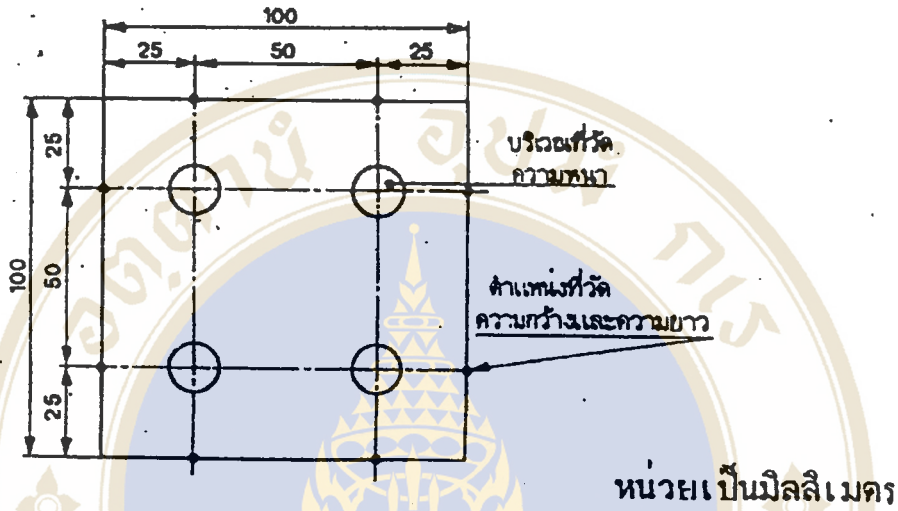
3. วิธีคำนวณ

หาค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)} = \frac{\text{มวล (กรัม)} \times 10}{\text{ปริมาตร (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)}}$$

4. การรายงานผล

รายงานค่าความหนาแน่นของชั้นทดสอบแต่ละชั้นและค่าเฉลี่ย



รูปที่ 25 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชั้นทดสอบ

1.4 ความชื้น

ความชื้นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 9 ถึง ร้อยละ 15 และความชื้นของแผ่นชั้นไม้อัดแต่ละแผ่นจะคลาดเคลื่อนจากความชื้นเฉลี่ยได้ไม่เกินร้อยละ 3

การทดสอบ

1. เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งละเอียดถึง 0.01 ถึง
2. เตาอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 103 ± 2 องศาเซลเซียส
3. ดซิิกเคเตอร์

2. วิธีทดสอบ

1. ชั่งน้ำหนักทดสอบซึ่งผ่านการทดสอบ ตามข้อ 2 แล้วให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนถึง 0.01 กรัม เป็นน้ำหนักก่อนอบ
2. อบชิ้นทดสอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่
3. นำมาใส่ในเคชิกเคเตอร์ ปลดปล่อยไว้ให้เย็น
4. ชั่งน้ำหนักทดสอบ เป็นน้ำหนักอบแห้ง

3. วิธีคำนวณ

หาค่าความชื้นจากสูตร

$$\text{ความชื้นร้อยละ} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักอบแห้ง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักอบแห้ง (กรัม)}} \times 100$$

4. การรายงานผล

รายงานค่าความชื้นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นและค่าเฉลี่ย

2. คุณสมบัติเชิงกล

ตาราง ผ-1 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

ลำดับ ที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด			วิธีทดสอบ ตาม
		ความหนา มิลลิเมตร			
		3 - 6	6 - 13	19 - 50	
1	การดูดซึมน้ำ - 2 ชั่วโมง - 24 ชั่วโมง	40 80	40 80	40 80	ข้อ 2.1
2	การพองตัวเมื่อแช่น้ำ ร้อยละ ไม่เกิน	8.0	12.0	12.0	ข้อ 2.2
3	ความต้านแรงตัด เมกะเพสคัล ไม่น้อยกว่า	18.0	13.8	12.5	ข้อ 2.3
4	มอดูลัสยืดหยุ่น เมกะเพสคัล ไม่น้อยกว่า	2,000	2,000	1,850	ข้อ 2.4
5	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะเพสคัล ไม่น้อยกว่า	0.80	0.34	0.25	ข้อ 2.5
6	ความยึดแน่นของผิวหน้า นิวตัน ไม่น้อยกว่า	-	1,100	1,100	ข้อ 2.6
7	ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว นิวตัน ไม่น้อยกว่า	-	360	250	ข้อ 2.7

2.1 การดูดซึมน้ำ (Water absorption : WA)

1. เครื่องมือ

เครื่องชั่งที่ชั่งไม่ละเอียดถึง 0.1 กรัม

2. วิธีทดสอบ

1. ชั่งชิ้นทดสอบ ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนถึง 0.1 กรัม เป็น น้ำหนักก่อนแช่น้ำ
2. แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำ ให้ขอบบนอยู่ได้ระดับผิวน้ำประมาณ 25 มิลลิเมตร และแต่ละชิ้นต้องไม่ติดกัน

3. วิธีคำนวณ

หาค่าการดูดซึมน้ำที่ 2 ชั่วโมง และที่ 24 ชั่วโมง จากสูตร

$$\text{การดูดซึมน้ำร้อยละ} = \frac{\text{น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)} - \text{น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)}} \times 100$$

4. การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำของชิ้นทดสอบ

2.2 การพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)

1. เครื่องมือ

ไมโครมิเตอร์ ที่วัดได้ละเอียด 0.05 มิลลิเมตร

2. วิธีทดสอบ

1. ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนาตามรูปที่ 3 วัดความหนาของชิ้นทดสอบ 4 ตำแหน่ง แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาก่อนแช่น้ำ
2. แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับระดับผิวน้ำ ให้ขอบบนอยู่ได้ระดับผิวน้ำประมาณ 25 มิลลิเมตร แต่ละชิ้นต้องห่างจากกัน และต้องห่างผนังกันภาชนะที่ใส่ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร

3. เมื่อแช่ชิ้นทดสอบ 1 ชั่วโมงแล้ว ให้นำชิ้นทดสอบขึ้นมาแช่น้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาด แล้วปล่อยให้วัสดุแห้งที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น พลาสติก กระดาษ

4. เมื่อปล่อยให้ชิ้นทดสอบไว้ครบ 2 ชั่วโมงแล้ว นำชิ้นทดสอบขึ้นมาวัดความหนาตามตำแหน่งเดิม แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาหลังแช่น้ำ

3. วิธีคำนวณ

หาค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำจากสูตร

$$= \frac{\text{ความหนาหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)} - \text{ความหนาก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)}}{\text{ความหนาก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)}} \times 100$$

4. การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยการพองตัวเมื่อแช่น้ำเป็นร้อยละ

2.3 ความต้านแรงตัดและมอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of rigidity :MOR and Modulus elastic :MOE)

1. เครื่องมือ

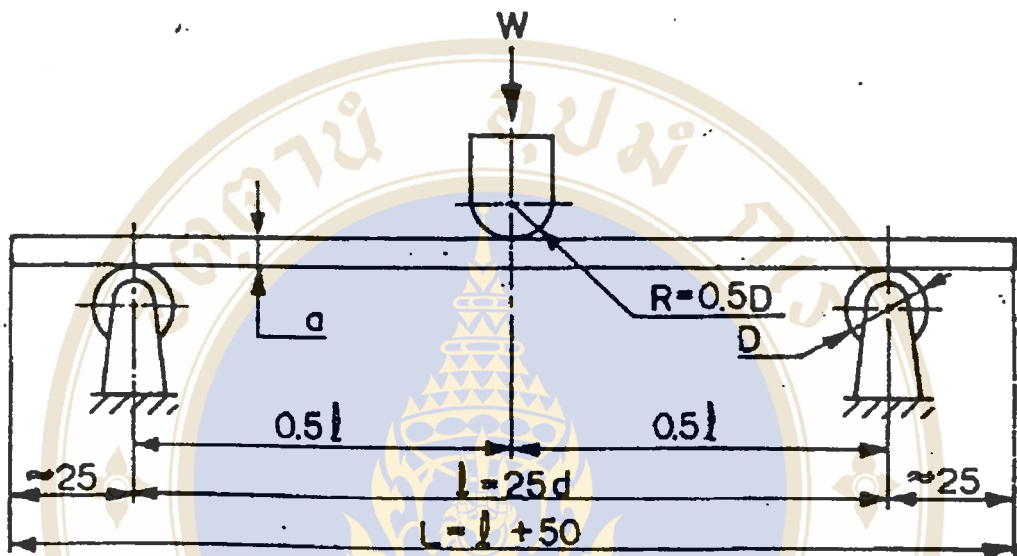
1. เครื่องกด ซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 นิวตัน หรือ ร้อยละ 5 ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ หัวกดต้องมีปลายส่วนที่ใช้กดเป็นรูปครึ่ง กลม มีรัศมี 10 ถึง 13 มิลลิเมตร และมีความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

2. แท่นรองรับ ต้องมีลักษณะหน้าตัดเป็นรูปวงกลม หรือรูปครึ่งวงกลม มีรัศมี 10 ถึง 13 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

3. มาตรการแอนตัวซึ่งอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตร

2. วิธีทดสอบ

1. วางชิ้นทดสอบลงบนแท่นรองรับซึ่งมีระยะห่าง 16 เท่าของความหนาของชิ้นทดสอบ (ตัวเลขที่ได้ให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็มของ 10 มิลลิเมตรที่ใกล้เคียง) ตามรูปที่ 26 ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับประมาณข้างละ 25 มิลลิเมตรเท่า ๆ กัน



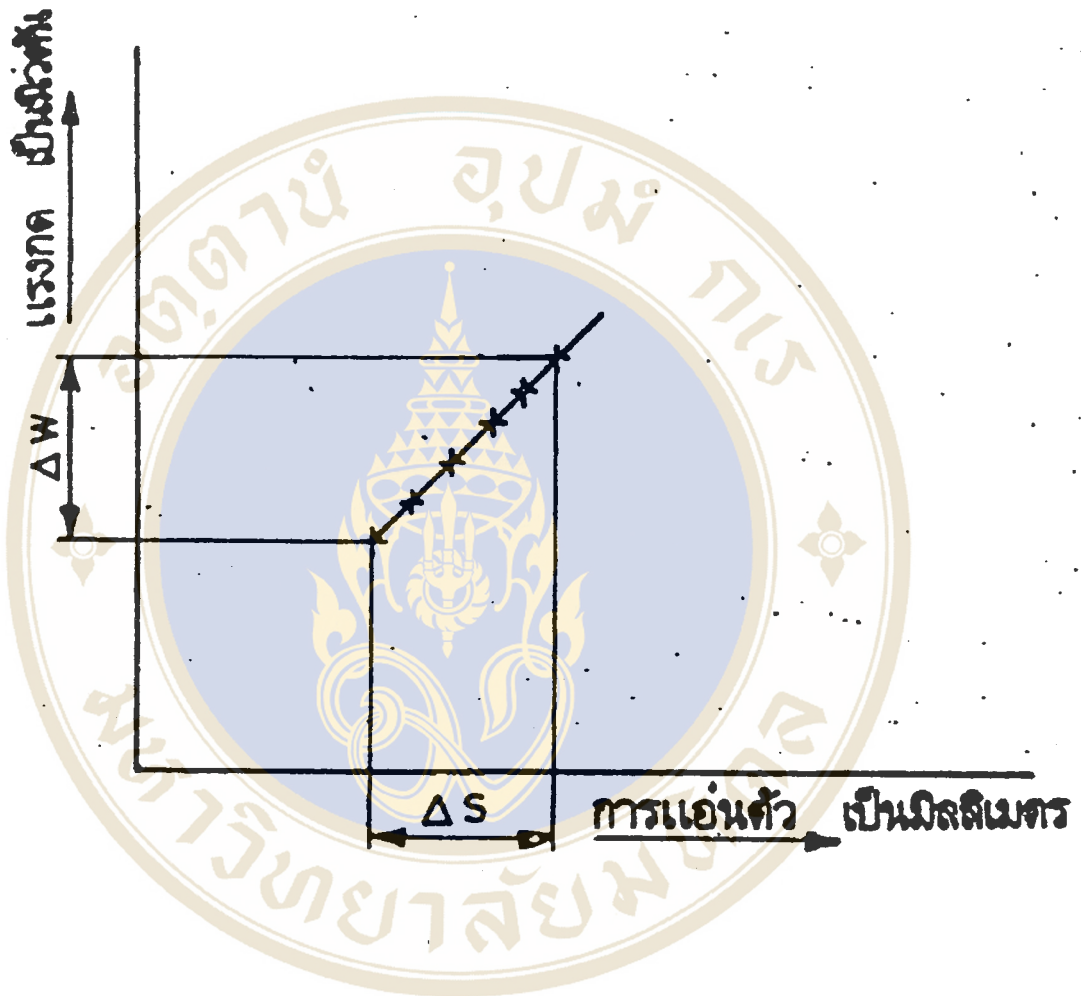
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 26 การทดสอบความต้านแรงคัดและมอดูลัสยืดหยุ่น

2. ให้แรงกดลงบนจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกดจนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที และไม่เกิน 120 วินาที

3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว

ดังรูปที่ 27



รูปที่ 27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว

3. วิธีคำนวณ

1. ความต้านทานแรงตัด

หาค่าแรงตัดจากสูตร

$$f = \frac{3WI}{2bd^2}$$

เมื่อ	f	=	คือ ความต้านทานแรงตัด เป็นเมกะพาสคาล
	W	=	คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ เป็นนิวตัน
	l	=	ระยะห่างของแท่นรองรับ เป็นมิลลิเมตร
	b	=	ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร
	d	=	ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

2. มอดูลัสยืดหยุ่น

หาค่ามอดูลัสยืดหยุ่นจากสูตร

$$E = \frac{l^3 \Delta W}{4 b d^3 \Delta s}$$

เมื่อ	E	คือ	มอดูลัสยืดหยุ่น เป็นเมกะพาสคาล
	l	คือ	ระยะห่างของแท่นรองรับ เป็นมิลลิเมตร
	ΔW	คือ	แรงกดที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง ตามรูปที่ 5 เป็นนิวตัน
	b	คือ	ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร
	d	คือ	ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร
	Δs	คือ	ระยะแอนตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรงตามรูปที่ 5 เป็นมิลลิเมตร

4. การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านทานแรงตัดและมอดูลัสยืดหยุ่น

2.4 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension perpendicular to surface)

1. เครื่องมือ

1.1 เครื่องมือ ซึ่งสามารถให้แรงดึงเพื่อแยกชิ้นทดสอบออกในเวลาไม่น้อยกว่า 30 วินาที และไม่เกิน 120 วินาที

1.2 แผ่นดิ่งซึ่งทำด้วยไม้ หรือ โลหะที่เหมาะสม ขนาดไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร ความหนาตามความเหมาะสม

2. วิธีทดสอบ

2.1 ติดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดิ่ง โดยใช้กาวสังเคราะห์ที่มีแรงยึดมากกว่าแรงยึดในตัวชิ้นทดสอบ

2.2 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้แล้วนี้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกัน ซึ่งปกติจะแยกให้ชิ้นได้ อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึง จนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกออกจากกันต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที และไม่เกิน 120 วินาที

3. วิธีการคำนวณ

หาค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าจากสูตร

$$\text{ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะพาสคัล} = \frac{\text{แรงดึงสูงสุด (นิวตัน)}}{\text{ความกว้าง (มิลลิเมตร) x ความยาว (มิลลิเมตร)}}$$

4. การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

2.5 ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness)

1. เครื่องมือ

1.1 เครื่องดึง ซึ่งสามารถให้แรงดึงเพื่อแยกชิ้นทดสอบออกในเวลาไม่น้อยกว่า 30 วินาที และไม่เกิน 120 วินาที

1.2 แผ่นยึด ทำด้วยแผ่น ไม้หนาประมาณ 20 มิลลิเมตร ขนาด 40 มิลลิเมตร x 40 มิลลิเมตร เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตร

2. วิธีทดสอบ

2.1 จัดเส้นทแยงมุม 2 เส้นบนด้านหน้าและด้านหลังของชิ้นทดสอบ เพื่อเป็นแนวให้ติดแผ่นยึดให้ได้กึ่งกลางมากที่สุด ติดแผ่นยึดบนชิ้นทดสอบทั้ง 2 ด้าน ด้วยกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ชนิดเดียวกับที่ได้ผสมทำแผ่นจันทันไม้ชนิดนี้ หรืออาจใช้กาวพีโนลิกบางชนิดได้ (ถ้าหากสมบัติความยึดแน่นของผิวหน้าต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในข้อ 3.3.2.5 แต่เกิดรอยแยกในชิ้นทดสอบหรือที่แนวกาว ให้ถือว่าผลการทดสอบใช้ไม่ได้ ให้ทดสอบซ้ำด้วยชิ้นทดสอบจากแผ่นตัวอย่างเดียวกัน โดยใช้ชิ้นทดสอบใหม่เท่าจำนวนชิ้นทดสอบที่ไม่เป็นตามที่กำหนด

2.2 ส่วนที่ใช้ดึงของแผ่นยึด อาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้แรงดึง อยู่ในแนวตั้งฉากกับแผ่นยึดตลอดเวลา เช่น ชันตะปูเกลียวขนาดระบุ 5.5 ความยาว 50 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตะปูเกลียวหัวผ่า มาตรฐานเลขที่ มอก.499 ที่จุดกึ่งกลางของแผ่น ไม้ และตั้งฉากกับชิ้นทดสอบ

2.3 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้แล้วนี้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกัน อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึงจนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกออกจากกันต้อง ไม่น้อยกว่า 30 วินาที และไม่เกิน 120 วินาที

3. การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความยึดแน่นของผิวหน้า

2.6 ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of wood screws)

1. เครื่องมือ

1.1 เครื่องดึง ซึ่งสามารถให้แรงดึงเพื่อถอนตะปูเกลียวออกจากชิ้นทดสอบในเวลาไม่น้อยกว่า 30 วินาที และไม่เกิน 120 วินาที

1.2 ตะปูเกลียว ควรใช้ตะปูเกลียวหัวจมแบนผ่าที่เป็นไปตาม มอก.499 ขนาด 4.1 ความยาว 40 มิลลิเมตร



2. วิธีทดสอบ

2.1 ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นทดสอบ 3 แห่ง คือ ที่กึ่งกลางผิวหน้า 1 แห่ง และที่กึ่งกลางของขอบ 2 ขอบ ที่ประชิดกัน

2.2 ชั้นตะปูเกลียวในชิ้นทดสอบ ซึ่งได้เจาะรูนำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร ลึก 6 มิลลิเมตร ไว้แล้ว ชั้นตะปูเกลียวจนกระทั่งจมลึกลงไปถึง 13 มิลลิเมตร ยกเว้นด้านผิวหน้าของชิ้นทดสอบที่มีความหนาไม่ถึง 13 มิลลิเมตร ให้ชั้นตะปูเกลียวลึกเท่ากับความหนาของชิ้นทดสอบ

2.3 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้ไปเข้าเครื่อง ดึงให้ตะปูเกลียวถอนจากชิ้นทดสอบ แรงที่ใช้ดึงจะต้องอยู่ในแนวเดียวกับตะปูเกลียว และตั้งฉากกับผิวหน้าหรือผิวขอบของชิ้นทดสอบ อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาใช้ตั้งแต่เริ่มดึงจนกระทั่งตะปูเกลียวถอนออกจากชิ้นทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที และไม่เกิน 120 วินาที

การคำนวณปริมาณวัตถุดิบ

- แผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนา 700 กก./ลบ.ม.

น้ำหนักแผ่นขึ้นไม้อัดเท่ากับ 0.7 กรัม/ลบ.ซม. x 30 ซม. x 30 ซม. x 1 ซม. = 630 กรัม/แผ่น

X แทน น้ำหนักแห้งผักตบชวา

$$X + 10\%X = 630 \text{ กรัม/แผ่น}$$

$$X = 572.73 \text{ กรัม/แผ่น}$$

จะได้ น้ำหนักผักตบชวา = 572.73 กรัม/แผ่น

ความชื้น 1% ของน้ำหนักผักตบชวา = $572.73 \times 0.01 = 5.7273$ กรัม

จะได้ ผักตบชวา + ความชื้น 1% = $572.73 + 5.7273 = 578.45$ กรัม/แผ่น

จะทำการอัดที่ละ 5 แผ่น ฉะนั้น ผักตบชวา = $578.45 \times 5 = 2892.25$ กรัม/ 5 แผ่น

เพื่อ error 5% = $2892.25 \times 0.05 = 144.61$ กรัม

ฉะนั้น ใช้ผักตบชวาทั้งสิ้น = $2892.25 + 144.61 = 3036.86$ กรัม/ 5 แผ่น

ใช้กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 10% ของน้ำหนักผักตบชวา = $3036.86 \times 0.10 = 303.686$ กรัม/ 5 แผ่น

ใช้ NH_4Cl 1% ของน้ำหนักผักตบชวา = $3036.86 \times 0.01 = 30.37$ กรัม/ 5 แผ่น

ใช้พาราฟีนอิมัลชัน 1% ของน้ำหนักผักตบชวา = $3036.86 \times 0.01 = 30.37$ กรัม/ 5 แผ่น

ใช้พาราฟีนอิมัลชัน 2% ของน้ำหนักผักตบชวา = $3036.86 \times 0.02 = 60.73$ กรัม/ 5 แผ่น

2. แผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนา 800 กก./ลบ.ม.

น้ำหนักแผ่นจีนไม้อัดเท่ากับ 0.8 กรัม/ลบ.ซม. x 30 ซม. x 30 ซม. x 1 ซม. = 720 กรัม/แผ่น

X แทน น้ำหนักแห้งผักตบชวา

$$X + 10\%X = 720 \text{ กรัม/แผ่น}$$

$$X = 654.55 \text{ กรัม/แผ่น}$$

จะได้ น้ำหนักผักตบชวา = 654.55 กรัม/แผ่น

ความชื้น 1% ของน้ำหนักผักตบชวา = $654.55 \times 0.01 = 6.55$ กรัม

จะได้ ผักตบชวา + ความชื้น 1% = $654.55 + 6.55 = 661.10$ กรัม/แผ่น

จะทำการอัดที่ละ 5 แผ่น ฉะนั้น น้ำหนักผักตบชวา = $661.10 \times 5 = 3305.5$ กรัม/ 5 แผ่น

เพื่อ error 5% = $3305.5 \times 0.05 = 165.28$ กรัม

ฉะนั้น ใช้ผักตบชวาทั้งสิ้น = $3305.5 + 165.28 = 3470.78$ กรัม/ 5 แผ่น

ใช้กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ 10% ของน้ำหนักผักตบชวา = $3470.78 \times 0.10 = 347.078$ กรัม/ 5 แผ่น

ใช้ NH_4Cl 1% ของน้ำหนักผักตบชวา = $3470.78 \times 0.01 = 34.71$ กรัม/ 5 แผ่น

ใช้ฟาราฟินอิมัลชัน 1% ของน้ำหนักผักตบชวา = $3470.78 \times 0.01 = 34.71$ กรัม/ 5 แผ่น

ใช้ฟาราฟินอิมัลชัน 2% ของน้ำหนักผักตบชวา = $3470.78 \times 0.02 = 69.42$ กรัม/ 5 แผ่น

3. แผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนา 700 กก./ลบ.ม.

น้ำหนักแผ่นขึ้นไม้อัดเท่ากับ 0.7 กรัม/ลบ.ซม. x 30 ซม. x 30 ซม. x 1 ซม. = 630 กรัม/แผ่น

X แทน น้ำหนักแห้งผักตบชวา

$$X + 5\%X = 630 \text{ กรัม/แผ่น}$$

$$X = 600 \text{ กรัม/แผ่น}$$

$$\text{จะได้ น้ำหนักผักตบชวา} = 600 \text{ กรัม/แผ่น}$$

$$\text{ความชื้น 1\% ของน้ำหนักผักตบชวา} = 600 \times 0.01 = 6 \text{ กรัม}$$

$$\text{จะได้ ผักตบชวา + ความชื้น 1\%} = 600 + 6 = 606 \text{ กรัม/แผ่น}$$

$$\text{จะทำการอัดที่ละ 5 แผ่น ฉะนั้น ชั่งผักตบชวา} = 606 \times 5 = 3030 \text{ กรัม/ 5 แผ่น}$$

$$\text{เพื่อ error 5\%} = 3030 \times 0.05 = 151.5 \text{ กรัม}$$

$$\text{ฉะนั้น ใช้ผักตบชวาทั้งสิ้น} = 3030 + 151.5 = 3181.5 \text{ กรัม/ 5 แผ่น}$$

$$\text{ใช้กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5\% ของน้ำหนักผักตบชวา} = 3181.5 \times 0.05 = 159.08 \text{ กรัม/ 5 แผ่น}$$

$$\text{ใช้ NH}_4\text{Cl 1\% ของน้ำหนักผักตบชวา} = 3181.5 \times 0.01 = 31.82 \text{ กรัม/ 5 แผ่น}$$

$$\text{ใช้พาราฟีนอิมัลชัน 1\% ของน้ำหนักผักตบชวา} = 3181.5 \times 0.01 = 31.82 \text{ กรัม/ 5 แผ่น}$$

$$\text{ใช้พาราฟีนอิมัลชัน 2\% ของน้ำหนักผักตบชวา} = 3181.5 \times 0.02 = 63.63 \text{ กรัม/ 5 แผ่น}$$

4. แผ่นขึ้น ไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนา 800 กก./ลบ.ม.

น้ำหนักแผ่นขึ้น ไม้อัดเท่ากับ 0.8 กรัม/ลบ.ซม. x 30 ซม. x 30 ซม. x 1 ซม. = 720 กรัม/แผ่น

X แทน น้ำหนักแห้งผักตบชวา

$$X + 5\%X = 720 \text{ กรัม/แผ่น}$$

$$X = 685.71 \text{ กรัม/แผ่น}$$

จะได้ น้ำหนักผักตบชวา = 685.71 กรัม/แผ่น

ความชื้น 1% ของน้ำหนักผักตบชวา = 685.71 x 0.01 = 6.86 กรัม

จะได้ ผักตบชวา + ความชื้น 1% = 685.71 + 6.86 = 692.57 กรัม/แผ่น

จะทำการอัดทีละ 5 แผ่น ฉะนั้น น้ำหนักผักตบชวา = 692.57 x 5 = 3462.85 กรัม/ 5 แผ่น

เพื่อ error 5% = 3462.85 x 0.05 = 173.14 กรัม

ฉะนั้น ใช้ผักตบชวาทั้งสิ้น = 3462.85 + 173.14 = 3635.99 กรัม/ 5 แผ่น

ใช้กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ 5% ของน้ำหนักผักตบชวา = 3462.85 x 0.05 = 181.80 กรัม/ 5 แผ่น

ใช้ NH₄Cl 1% ของน้ำหนักผักตบชวา = 3462.85 x 0.01 = 36.36 กรัม/ 5 แผ่น

ใช้พาราฟินอิมัลชัน 1% ของน้ำหนักผักตบชวา = 3462.85 x 0.01 = 36.36 กรัม/ 5 แผ่น

ใช้พาราฟินอิมัลชัน 2% ของน้ำหนักผักตบชวา = 3462.85 x 0.02 = 72.73 กรัม/ 5 แผ่น

5. ปริมาณผักตบชวาแห้งที่ใช้ทั้งหมด

ตาราง ผ-2 ปริมาณผักตบชวาแห้งที่ใช้ทั้งหมด

ประเภทสารยึดติด	ความหนาแน่น	ปริมาณสารพาราฟินอิมัลชัน	ปริมาณผักตบชวาแห้ง (กรัม)
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	3,036.86
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	3,036.86
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	3,470.78
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	3,470.78
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	3,181.50
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	3,181.50
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	3,635.99
กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	3,635.99
		รวม	26,650.26

6. ปริมาณกาวยาที่ใช้

ตาราง ผ-3 ปริมาณกาวยาที่ใช้ทั้งหมด

ประเภทสารยึดติด	ความหนาแน่น	ปริมาณสาร พาราฟินอิมัลชัน	ปริมาณฝักตบขวาแห้ง (กรัม)
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	303.686
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	303.686
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	347.078
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	347.078
		รวม	1,301.528

ตาราง ผ-4 ปริมาณกาวยาที่ใช้ทั้งหมด

ประเภทสารยึดติด	ความหนาแน่น	ปริมาณสาร พาราฟินอิมัลชัน	ปริมาณฝักตบขวาแห้ง (กรัม)
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	159.08
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	159.08
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	181.80
กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	181.80
		รวม	681.76

การเตรียมกาว

1. ชั่งกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ ที่คำนวณได้ คือ 303.686 กรัม (304 กรัม)
2. ใส่น้ำลงไป 1 ใน 3 ในเครื่องเตรียมกาวปั่นไปเรื่อย ๆ แล้วใส่กาวลงไปอย่างต่อเนื่อง ขณะที่เครื่องปั่นไปเรื่อย ๆ
3. ใส่น้ำลงไปอีก 1 ใน 3 เติมนสาร addition อื่น ๆ ปั่นไปเรื่อย ๆ
4. เติมนสาร hardener และน้ำที่เหลืออีก 1 ใน 3 แล้วปั่นไปเรื่อย ๆ จนเป็นเนื้อเดียวกัน
5. นำกาวที่ผสมได้แล้ว ไปใส่ในเครื่องท่นกาว

การอัดรีด

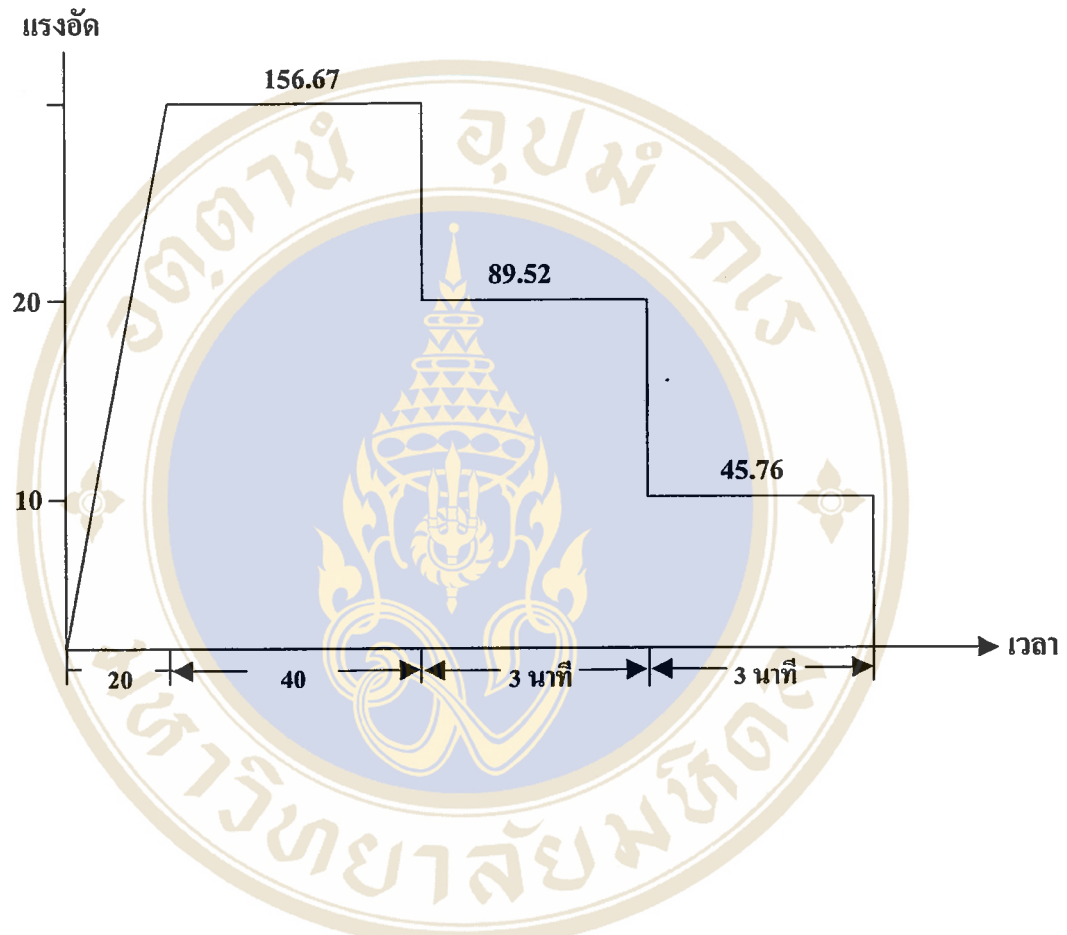
การคำนวณหาแรงอัด

$$\begin{aligned} \text{แรงอัด} &= \frac{\text{น้ำหนักก๊อ๊ด} \times \text{พื้นที่ board}}{\text{พื้นที่ฐาน hydraulic}} \\ \text{พื้นที่ฐาน hydraulic} &= 201.06 \quad \text{กบ. ซม.} \\ \text{จะได้} &= \frac{35 \times 30 \times 30}{201.06} \\ \text{แรงอัด} &= 156.67 \end{aligned}$$

ในการอัด ใช้อุณหภูมิ	170 องศา
น้ำหนักก๊อ๊ด	35 กก./ตร.ซม.
เวลาที่ใช้	8 นาที
แรงอัด	157 (ตามที่คำนวณได้)

วิธีการอัดร้อน

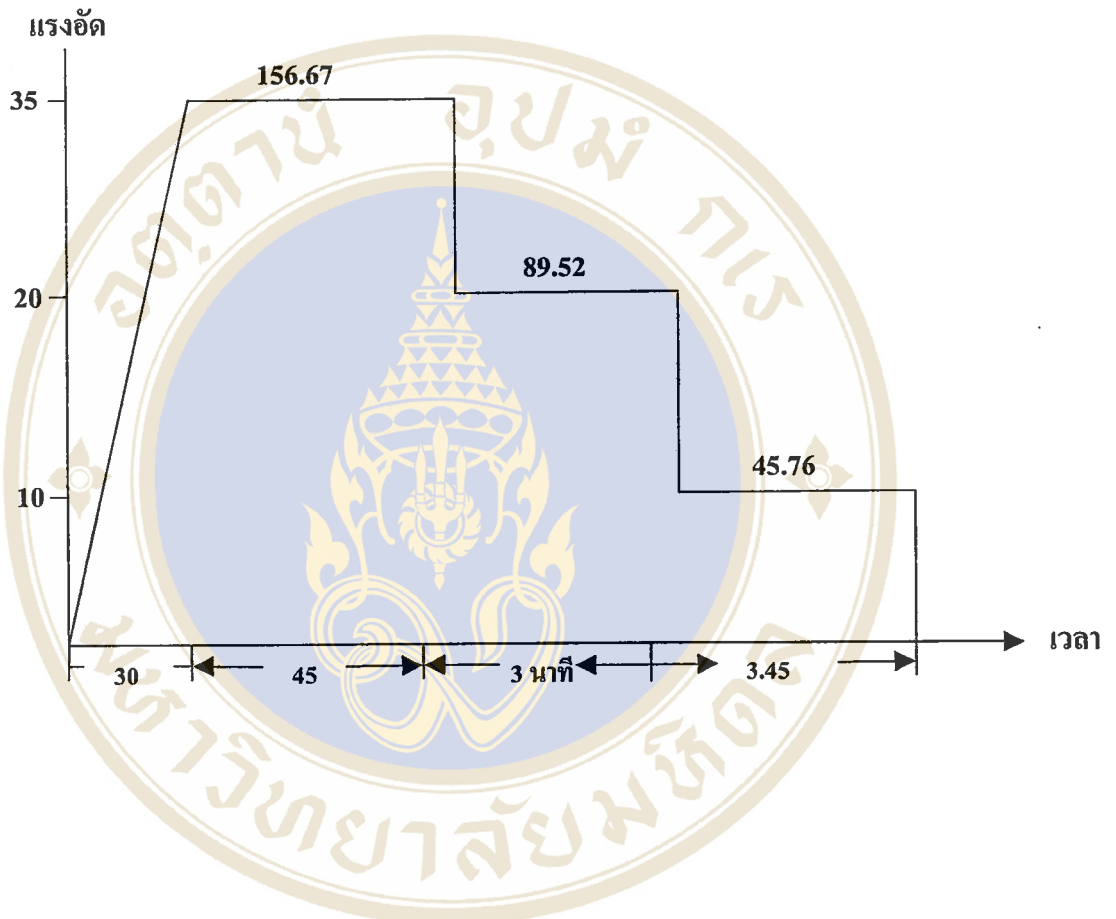
1. การอัดร้อนแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์



รูปที่ 28 การอัดร้อนแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์

- ช่วงที่ 1 ใช้เวลา 20 วินาที อัดให้ board มีขนาดตามต้องการ คือ 10 มิลลิเมตร (1 เซนติเมตร) และอัดให้กาวหลอมเป็น gel แล้วซึมเข้าสู่ชั้นผักตบชวา
- ช่วงที่ 2 ใช้เวลา 40 วินาที เพื่อการขยายตัวของ board
- ช่วงที่ 3 ใช้เวลา 3 นาที ให้กาวเกิดการ set ตัว เป็นของแข็ง และเชื่อมติดกับชั้นผักตบชวา ให้เป็นแผ่น
- ช่วงที่ 4 ใช้เวลา 3 นาที ลดแรงอัดเพื่อลดพลังงาน และเพื่อให้เกิดการ Spring back น้อยลง (เพื่อรักษาขนาดของ board

2. การอัดร้อนแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์



รูปที่ 29 การอัดร้อนแผ่นขึ้นไม้อัดจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์

- ช่วงที่ 1 ใช้เวลา 30 วินาที อัดให้ board มีขนาดตามต้องการ คือ 10 มิลลิเมตร (1 เซนติเมตร) และอัดให้กาวหลอมเป็น gel แล้วซึมเข้าสู่ชั้นผักตบชวา
- ช่วงที่ 2 ใช้เวลา 45 วินาที เพื่อการขยายตัวของ board
- ช่วงที่ 3 ใช้เวลา 3 นาที ให้กาวเกิดการ set ตัว เป็นของแข็ง และเชื่อมติดกับชั้นผักตบชวา ให้เป็นแผ่น
- ช่วงที่ 4 ใช้เวลา 3 นาที 45 วินาที ลดแรงอัดเพื่อลดพลังงาน และเพื่อให้เกิดการ Spring back น้อยลง (เพื่อรักษาขนาดของboard)

การหาความชื้น (: MC)

1. นำผักตบชวาที่เตรียมไว้แล้ว (ตัดขนาดแล้ว) มา 3 กรัม ประมาณ 5 ตัวอย่าง
2. นำไปชั่ง แล้วจดบันทึก น้ำหนักก่อนอบ ทั้ง 5 ตัวอย่าง
3. นำไปเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 100 C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
4. นำออกมาชั่ง แล้วจดบันทึก น้ำหนักหลังอบ ทั้ง 5 ตัวอย่าง
5. คำนวณหาความชื้น จากสูตร

$$\text{ความชื้น (MC)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักหลังอบ}} \times 100$$

หมายเหตุ : ความชื้น (MC) ที่ได้จะต้องอยู่ระหว่าง 3-5 %



1. ความหนาของแผ่น ความหนาแน่น (density) และความชื้น (Moisture Content)

ตารางที่ ๕-5 ความหนาของแผ่น ความหนาแน่น (density) และความชื้น (Moisture Content) ของแผ่นขึ้นไม้อัด

ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 1 %

ชั้นทดสอบ	แผ่นที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	ความหนา (ซม.)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ความหนาของแผ่น		ความชื้น %
								กรัม/ลบ.ซม.	กรัม/ลบ.ม.	
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารพาราฟิน อิมัลชัน 1%	1	10.08	10.08	0.990	100.59	72.52	65.34	0.720	720	10.980
	2	10.07	10.08	0.960	97.51	71.25	64.14	0.730	730	11.080
	3	10.08	10.06	1.060	107.49	76.23	68.76	0.710	710	10.860
	4	10.20	10.15	0.970	100.42	70.90	64.92	0.700	700	9.210
	5	10.17	10.15	0.990	102.19	72.53	66.67	0.710	710	8.790
เฉลี่ย				0.994				0.710	710	10.180

ตารางที่ ๕-6 ความหนาของแผ่น ความหนาแน่น (density) และความชื้น (Moisture Content) ของแผ่นขึ้นไม้อัด

ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 2 %

ชั้นทดสอบ	แผ่นที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	ความหนา (ซม.)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ความหนาของแผ่น		ความชื้น %
								กรัม/ลบ.ซม.	กรัม/ลบ.ม.	
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารพาราฟิน อิมัลชัน 2%	1	9.97	9.97	0.970	96.42	71.300	65.95	0.730	730	8.11
	2	9.99	9.97	0.980	97.61	71.370	66.09	0.730	730	7.99
	3	9.98	9.99	0.950	94.71	67.900	63.02	0.710	710	7.74
	4	9.99	9.99	0.970	96.81	67.920	62.93	0.700	700	7.93
	5	9.96	9.96	1.010	100.19	70.300	65.24	0.700	700	7.75
เฉลี่ย				0.976				0.710	710	7.90

ตารางที่ ๕-7 ความหนาของแผ่น ความหนาแน่น (density) และความชื้น (Moisture Content) ของแผ่นขึ้นไม้อัด

ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 1 %

ชั้นทดสอบ	แผ่นที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	ความหนา (ซม.)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ความหนาของแผ่น		ความชื้น %
								กรัม/ลบ.ซม.	กรัม/ลบ.ม.	
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. สารพาราฟิน อิมัลชัน 1%	1	9.93	9.93	0.980	96.63	77.810	70.22	0.810	810	10.80
	2	9.92	9.93	0.980	96.54	76.210	68.97	0.790	790	10.49
	3	9.93	9.94	0.970	96.73	78.430	70.94	0.810	810	10.56
	4	9.91	9.90	1.000	98.11	79.680	71.10	0.810	810	12.07
	5	10.13	10.20	0.960	99.19	82.250	74.28	0.830	830	10.73
เฉลี่ย				0.978				0.810	810	10.93

ตารางที่ ๕-8 ความหนาของแผ่น ความหนาแน่น (density) และความชื้น (Moisture Content) ของแผ่นขึ้นไม้อัด

ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟินอิมัลชัน 2 %

ชั้นทดสอบ	แผ่นที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	ความหนา (ซม.)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ความหนาของแผ่น		ความชื้น %
								กรัม/ลบ.ซม.	กรัม/ลบ.ม.	
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. สารพาราฟิน อิมัลชัน 2%	1	10.12	10.11	0.970	99.24	77.00	71.17	0.780	780	8.19
	2	10.10	10.10	1.020	104.05	85.69	78.26	0.820	820	9.49
	3	10.11	10.08	1.030	104.97	81.07	74.74	0.770	770	8.47
	4	10.12	10.10	0.980	100.17	76.38	70.45	0.760	760	8.42
	5	10.13	10.13	0.980	99.54	80.00	72.91	0.800	800	9.72
เฉลี่ย				0.990				0.786	786	8.85

ตารางที่ ผ-9 ความหนาของแผ่น ความหนาแน่น (density) และความชื้น (Moisture Content) ของแผ่นจีน ไม้อัด
ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน 1%

ชนิดทดสอบ	แผ่น ที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	ความหนา (ซม.)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ความหนาของแผ่น		ความชื้น %
								กรัม/ลบ.ซม.	กรัม/ลบ.ม.	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 1%	1	10.09	10.08	0.980	99.67	73.83	68.59	0.740	740	7.64
	2	10.11	10.11	0.980	100.17	73.08	67.72	0.720	720	7.91
	3	10.12	10.10	0.990	101.19	71.46	66.59	0.700	700	7.31
	4	10.11	10.12	0.990	101.29	73.24	68.00	0.720	720	7.70
	5	10.11	10.13	0.980	100.37	70.97	65.73	0.700	700	7.97
เฉลี่ย				0.984				0.716	716	7.71

ตารางที่ ผ-10 ความหนาของแผ่น ความหนาแน่น (density) และความชื้น (Moisture Content) ของแผ่นจีน ไม้อัด
ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน 2%

ชนิดทดสอบ	แผ่น ที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	ความหนา (ซม.)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ความหนาของแผ่น		ความชื้น %
								กรัม/ลบ.ซม.	กรัม/ลบ.ม.	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 2%	1	10.08	10.10	10.020	103.84	72.94	67.79	0.700	700	7.59
	2	10.10	10.11	0.990	101.08	73.50	67.56	0.720	720	8.79
	3	10.10	10.11	0.990	101.08	73.40	67.11	0.720	720	9.37
	4	10.12	10.09	0.980	100.07	73.55	68.33	0.730	730	7.64
	5	10.11	10.10	0.990	101.08	72.97	67.00	0.720	720	8.91
เฉลี่ย				0.994				0.720	720	8.46

ตารางที่ ผ-11 ความหนาของแผ่น ความหนาแน่น (density) และความชื้น (Moisture Content) ของแผ่นจีน ไม้อัด
ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน 1%

ชนิดทดสอบ	แผ่น ที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	ความหนา (ซม.)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ความหนาของแผ่น		ความชื้น %
								กรัม/ลบ.ซม.	กรัม/ลบ.ม.	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 1%	1	10.11	10.10	1.060	108.24	87.71	80.80	0.810	810	8.55
	2	10.09	10.11	0.990	100.99	81.20	75.97	0.800	800	8.88
	3	10.10	10.10	0.980	99.97	80.42	74.91	0.800	800	7.36
	4	10.11	10.07	0.980	99.77	78.45	73.15	0.790	790	7.25
	5	10.03	9.98	1.050	105.10	84.78	76.53	0.800	800	10.78
เฉลี่ย				1.012				0.800	800	8.16

ตารางที่ ผ-12 ความหนาของแผ่น ความหนาแน่น (density) และความชื้น (Moisture Content) ของแผ่นจีน ไม้อัด
ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน 2%

ชนิดทดสอบ	แผ่น ที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	ความหนา (ซม.)	ปริมาตร (ลบ.ซม.)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ความหนาของแผ่น		ความชื้น %
								กรัม/ลบ.ซม.	กรัม/ลบ.ม.	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 2%	1	10.10	10.11	1.020	104.15	86.00	79.41	0.820	820	8.29
	2	10.08	10.10	1.030	104.86	83.35	76.98	0.790	790	8.27
	3	10.12	10.10	1.030	105.24	84.33	75.90	0.800	800	11.10
	4	10.10	10.10	1.050	107.11	83.95	76.95	0.780	780	9.09
	5	10.10	10.11	0.980	100.07	82.48	74.71	0.820	820	10.40
เฉลี่ย				1.022				0.802	802	9.43

2. การดูดซึมน้ำ(Water Absorption :WA) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)

ตารางที่ ผ-13 การดูดซึมน้ำ(Water Absorption :WA) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)-ของแผ่นจันไม้อัด ที่ผลิตจากผักคตบชาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่นที่	ความหนา (ซม.)	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	ความหนาที่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 24 ชั่วโมง	% การดูดซึมน้ำ		% การพองตัวเมื่อแช่ 24 ชม.
							2 ชม.	24 ชม.	
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. พาราฟิน อิมัลชัน 1 %	1	0.97	71.78	1.25	126.00	148.10	75.540	106.32	28.87
	2	0.97	73.92	1.21	120.36	150.93	62.820	104.18	24.74
	3	0.96	70.00	1.24	123.46	146.70	76.370	109.57	29.16
	4	0.95	68.78	1.17	119.61	142.63	73.900	107.37	23.16
	5	0.96	72.00	1.18	121.00	142.03	68.060	97.26	22.92
เฉลี่ย							71.338	104.94	25.77

ตารางที่ ผ-14 การดูดซึมน้ำ(Water Absorption :WA) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)-ของแผ่นจันไม้อัด ที่ผลิตจากผักคตบชาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน2%

ชั้นทดสอบ	แผ่นที่	ความหนา (ซม.)	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	ความหนาที่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 24 ชั่วโมง	% การดูดซึมน้ำ		% การพองตัวเมื่อแช่ 24 ชม.
							2 ชม.	24 ชม.	
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. พาราฟิน อิมัลชัน 2 %	1	0.97	71.33	1.22	122.56	147.11	71.820	106.24	25.77
	2	0.97	70.97	1.24	126.42	147.17	78.130	107.37	27.84
	3	0.96	71.76	1.26	123.49	155.40	72.090	116.56	31.25
	4	0.96	71.89	1.28	125.11	157.41	74.030	118.96	33.33
	5	0.96	71.51	1.30	126.58	159.05	77.010	87.54	35.42
เฉลี่ย							74.616	107.33	30.72

ตารางที่ ผ-15 การดูดซึมน้ำ(Water Absorption :WA) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)-ของแผ่นจันไม้อัด ที่ผลิตจากผักคตบชาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่นที่	ความหนา (ซม.)	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	ความหนาที่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 24 ชั่วโมง	% การดูดซึมน้ำ		% การพองตัวเมื่อแช่ 24 ชม.
							2 ชม.	24 ชม.	
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟิน อิมัลชัน 1 %	1	0.99	78.72	1.20	123.72	142.46	57.160	80.970	21.210
	2	0.97	75.65	1.20	124.73	143.82	64.880	90.110	23.710
	3	0.98	77.08	1.18	121.44	140.21	57.550	81.900	21.030
	4	0.99	81.02	1.18	121.55	142.87	50.020	76.340	19.190
	5	0.95	79.46	1.13	115.32	142.91	45.130	79.850	18.950
เฉลี่ย							54.940	81.830	20.810

ตารางที่ ผ-16 การดูดซึมน้ำ(Water Absorption :WA) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)-ของแผ่นจันไม้อัด ที่ผลิตจากผักคตบชาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน2%

ชั้นทดสอบ	แผ่นที่	ความหนา (ซม.)	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	ความหนาที่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 24 ชั่วโมง	% การดูดซึมน้ำ		% การพองตัวเมื่อแช่ 24 ชม.
							2 ชม.	24 ชม.	
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟิน อิมัลชัน 2 %	1	0.99	79.98	1.43	155.32	167.83	94.20	109.840	44.440
	2	1.01	80.95	1.20	126.11	153.75	55.87	89.930	18.810
	3	1.01	78.95	1.38	152.74	162.98	93.46	106.430	36.630
	4	1.00	80.27	1.39	154.70	165.19	92.74	105.790	39.000
	5	1.00	74.79	1.21	128.95	143.25	72.42	91.540	21.000
เฉลี่ย							81.738	100.706	31.976

ตารางที่ ๘-17 การดูดซึมน้ำ(Water Absorption :WA) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)-ของแผ่นชั้น ไม้อัด
ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน 1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความหนา (ซม.)	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	ความหนาที่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 24 ชั่วโมง	% การดูดซึมน้ำ		% การพองตัว เมื่อแช่ 24 ชม.
							2 ชม.	24 ชม.	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. พาราฟีน อิมัลชัน 1 %	1	0.98	72.82	1.72	183.25	198.47	151.65	172.55	75.51
	2	0.98	70.79	1.77	181.71	202.19	156.69	185.62	80.61
	3	0.98	68.79	1.81	184.88	202.57	168.76	194.46	84.69
	4	0.99	72.49	1.73	179.02	198.57	146.96	173.93	74.75
	5	0.98	67.76	1.66	180.19	200.87	165.92	196.44	70.26
เฉลี่ย							157.99	184.60	77.164

ตารางที่ ๘-18 การดูดซึมน้ำ(Water Absorption :WA) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)-ของแผ่นชั้น ไม้อัด
ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน 2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความหนา (ซม.)	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	ความหนาที่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 24 ชั่วโมง	% การดูดซึมน้ำ		% การพองตัว เมื่อแช่ 24 ชม.
							2 ชม.	24 ชม.	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. พาราฟีน อิมัลชัน 2 %	1	1.02	74.06	1.23	124.68	153.51	68.35	107.28	20.59
	2	0.95	73.77	1.22	127.80	160.72	73.24	86.95	28.42
	3	0.95	71.42	1.27	129.62	163.56	81.49	129.01	33.68
	4	0.99	70.51	1.31	138.75	156.01	96.78	121.26	32.99
	5	0.94	73.61	1.19	124.93	159.34	69.53	116.23	26.60
เฉลี่ย							77.88	112.146	28.456

ตารางที่ ๘-19 การดูดซึมน้ำ(Water Absorption :WA) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)-ของแผ่นชั้น ไม้อัด
ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน 1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความหนา (ซม.)	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	ความหนาที่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 24 ชั่วโมง	% การดูดซึมน้ำ		% การพองตัว เมื่อแช่ 24 ชม.
							2 ชม.	24 ชม.	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟีน อิมัลชัน 1 %	1	1.06	83.08	1.49	159.10	175.61	91.50	111.37	40.57
	2	0.98	81.14	1.44	156.07	176.72	92.35	117.80	46.94
	3	0.97	78.79	1.41	148.45	177.17	88.41	98.38	45.36
	4	0.99	79.79	1.58	171.89	186.17	115.43	133.32	59.60
	5	0.98	83.00	1.23	128.70	165.43	55.06	99.31	25.51
เฉลี่ย							88.55	112.04	43.596

ตารางที่ ๘-20 การดูดซึมน้ำ(Water Absorption :WA) และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Thickness swelling : TS)-ของแผ่นชั้น ไม้อัด
ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน 2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความหนา (ซม.)	น้ำหนักก่อนแช่ (กรัม)	ความหนาที่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 2 ชั่วโมง	น้ำหนักที่แช่ 24 ชั่วโมง	% การดูดซึมน้ำ		% การพองตัว เมื่อแช่ 24 ชม.
							2 ชม.	24 ชม.	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. พาราฟีน อิมัลชัน 2 %	1	1.02	79.22	1.33	141.66	163.47	78.82	106.35	30.39
	2	1.03	81.39	1.27	134.80	164.23	65.62	101.78	23.30
	3	1.03	83.50	1.32	135.97	167.73	62.64	100.87	28.16
	4	1.03	79.12	1.37	146.30	165.50	84.91	109.18	33.01
	5	0.97	77.78	1.21	122.38	164.86	57.34	111.97	24.74
เฉลี่ย							69.87	105.87	27.92

3. ความต้านแรงคด (Modulus of rigidity : MOR)

ตารางที่ ผ-21 ค่าความต้านแรงคด (Modulus of rigidity : MOR) ของแผ่นชิ้นไม้อัด ที่ผลิตจากผักคตบชวา

ผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน 1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความต้านแรงคด (เมกะพาสคาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์	1	6.440	6.890	6.665
ความหนาแน่น	2	6.720	8.750	7.735
700 กก./ลบ.ม.	3	5.930	7.490	6.710
สารพาราฟิน	4	7.607	4.612	6.110
อิมัลชัน 1 %	5	6.750	6.421	6.586
			เฉลี่ย	6.762

ตารางที่ ผ-22 ค่าความต้านแรงคด (Modulus of rigidity : MOR) ของแผ่นชิ้นไม้อัด ที่ผลิตจากผักคตบชวา

ผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน 2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความต้านแรงคด (เมกะพาสคาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์	1	7.405	6.496	6.951
ความหนาแน่น	2	6.054	6.190	6.122
700 กก./ลบ.ม.	3	7.607	6.444	7.026
สารพาราฟิน	4	8.694	6.990	7.842
อิมัลชัน 2 %	5	6.458	7.315	6.887
			เฉลี่ย	6.966

ตารางที่ ผ-23 ค่าความต้านแรงคด (Modulus of rigidity : MOR) ของแผ่นจีน ไม้อัด ที่ผลิตจากฝักคบบชวา
ผสมกาวยูรีธ-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน 1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความต้านแรงคด (เมกะพาสคาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ยูรีธ-ฟอร์มาลดีไฮด์	1	6.811	7.480	7.146
ความหนาแน่น	2	8.643	6.520	7.582
800 กก./ลบ.ม.	3	7.833	7.645	7.739
สารพาราฟิน	4	8.351	7.682	8.017
อิมัลชัน 1 %	5	0.013	6.901	3.457
			เฉลี่ย	6.788

ตารางที่ ผ-24 ค่าความต้านแรงคด (Modulus of rigidity : MOR) ของแผ่นจีน ไม้อัด ที่ผลิตจากฝักคบบชวา
ผสมกาวยูรีธ-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน 2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความต้านแรงคด (เมกะพาสคาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ยูรีธ-ฟอร์มาลดีไฮด์	1	4.712	3.071	3.892
ความหนาแน่น	2	9.264	9.137	9.201
800 กก./ลบ.ม.	3	4.853	3.981	4.417
สารพาราฟิน	4	5.244	4.322	4.783
อิมัลชัน 1 %	5	5.395	6.901	6.148
			เฉลี่ย	5.688

ตารางที่ ๘-25 ค่าความต้านแรงดัด (Modulus of rigidity : MOR) ของแผ่นชิ้นไม้อัด ที่ผลิตจากผักตบชวา ผสมกาวยาฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน1%

ชนิดทดสอบ	แผ่น ที่	ความต้านแรงดัด (เมกะพาสกาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	1	5.183	4.347	4.765
ความหนาแน่น	2	3.589	4.663	4.126
700 กก./ลบ.ม.	3	3.488	4.385	3.937
สารพาราฟีน	4	5.432	4.473	4.953
อิมัลชัน 1 %	5	4.764	4.183	4.474
			เฉลี่ย	4.451

ตารางที่ ๘-26 ค่าความต้านแรงดัด (Modulus of rigidity : MOR) ของแผ่นชิ้นไม้อัด ที่ผลิตจากผักตบชวา ผสมกาวยาฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน2%

ชนิดทดสอบ	แผ่น ที่	ความต้านแรงดัด (เมกะพาสกาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	1	5.738	5.710	5.724
ความหนาแน่น	2	6.595	6.430	6.513
700 กก./ลบ.ม.	3	5.319	5.319	5.319
สารพาราฟีน	4	6.030	6.421	6.226
อิมัลชัน 2 %	5	5.875	6.143	6.009
			เฉลี่ย	5.958

ตารางที่ ๕-27 ค่าความต้านแรงดัด (Modulus of rigidity : MOR) ของแผ่นจีนไม้อัด ที่ผลิตจากฝักคอบขาว ผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความต้านแรงดัด (เมกะพาสคาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	1	7.141	7.645	7.393
ความหนาแน่น	2	5.282	4.663	4.973
800 กก./ลบ.ม.	3	6.520	7.631	7.076
สารพาราฟีน	4	7.937	6.826	7.382
อิมัลชัน 1 %	5	4.423	4.802	4.613
			เฉลี่ย	6.287

ตารางที่ ๕-28 ค่าความต้านแรงดัด (Modulus of rigidity : MOR) ของแผ่นจีนไม้อัด ที่ผลิตจากฝักคอบขาว ผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความต้านแรงดัด (เมกะพาสคาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	1	6.407	7.570	6.989
ความหนาแน่น	2	8.163	7.593	7.878
800 กก./ลบ.ม.	3	7.988	5.762	6.875
สารพาราฟีน	4	6.482	5.851	6.167
อิมัลชัน 1 %	5	5.000	5.508	5.254
			เฉลี่ย	6.632

4. ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elastic : MOE)

ตารางที่ ผ-29 ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elastic : MOE) ของแผ่นจีนไม้อัด ที่ผลิตจากฝักคอบขวา

ผสมกาวยูรีธ-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน 1%

ชนิดทดสอบ	แผ่นที่	ความต้านแรงค้ำ (เมกะพาสคาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ยูรีธ-ฟอร์มาลดีไฮด์	1	630.490	628.380	629.435
ความหนาแน่น	2	539.640	781.650	660.645
700 กก./ลบ.ม.	3	552.310	636.070	594.190
สารพาราฟีน	4	759.119	572.781	665.950
อิมัลชัน 1 %	5	715.082	641.585	678.334
			เฉลี่ย	645.719

ตารางที่ ผ-30 ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elastic : MOE) ของแผ่นจีนไม้อัด ที่ผลิตจากฝักคอบขวา

ผสมกาวยูรีธ-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน 2%

ชนิดทดสอบ	แผ่นที่	ความต้านแรงค้ำ (เมกะพาสคาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ยูรีธ-ฟอร์มาลดีไฮด์	1	728.935	707.418	718.177
ความหนาแน่น	2	616.881	565.420	591.151
700 กก./ลบ.ม.	3	936.227	743.544	839.886
สารพาราฟีน	4	965.269	829.043	897.156
อิมัลชัน 2 %	5	927.356	744.018	835.687
			เฉลี่ย	776.411

ตารางที่ ผ-31 ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elastic : MOE) ของแผ่นชิ้นไม้อัด ที่ผลิตจากหักคบขวา ผสมกาวยูรีธ-ฟอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน 1%

ชนิดทดสอบ	แผ่นที่	ความต้านแรงดัด (เมกะพาสคาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ยูรีธ-ฟอร์มัลดีไฮด์	1	643.437	733.603	688.520
ความหนาแน่น	2	828.224	690.750	759.487
800 กก./ลบ.ม.	3	675.621	743.500	754.561
สารพาราฟิน	4	750.021	946.218	848.160
อิมัลชัน 1 %	5	998.657	875.908	937.883
			เฉลี่ย	797.602

ตารางที่ ผ-32 ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elastic : MOE) ของแผ่นชิ้นไม้อัด ที่ผลิตจากหักคบขวา ผสมกาวยูรีธ-ฟอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน2%

ชนิดทดสอบ	แผ่นที่	ความต้านแรงดัด (เมกะพาสคาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ยูรีธ-ฟอร์มัลดีไฮด์	1	516.289	718.383	617.336
ความหนาแน่น	2	845.812	1051.070	948.441
800 กก./ลบ.ม.	3	515.549	818.594	667.072
สารพาราฟิน	4	573.921	495.270	534.596
อิมัลชัน 1 %	5	536.419	568.794	552.607
			เฉลี่ย	664.010

ตารางที่ ผ-33 ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elastic : MOE) ของแผ่นจีนไม้อัด ที่ผลิตจากฝักคอบขวา ผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความต้านแรงคด (เมกะพาสกาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	1	641.518	574.684	608.101
ความหนาแน่น	2	551.154	647.060	599.107
700 กก./ลบ.ม.	3	469.855	674.441	572.148
สารพาราฟีน	4	663.195	568.755	615.975
อิมัลชัน 1 %	5	598.525	664.742	631.634
			เฉลี่ย	605.393

ตารางที่ ผ-34 ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elastic : MOE) ของแผ่นจีนไม้อัด ที่ผลิตจากฝักคอบขวา ผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความต้านแรงคด (เมกะพาสกาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	1	743.250	743.663	743.457
ความหนาแน่น	2	723.627	797.873	760.750
700 กก./ลบ.ม.	3	699.104	668.522	683.813
สารพาราฟีน	4	771.564	796.765	784.165
อิมัลชัน 2 %	5	738.052	745.050	741.551
			เฉลี่ย	742.747

ตารางที่ ผ-35 ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elastic : MOE) ของแผ่นชิ้นไม้อัด ที่ผลิตจากผักตบชวา ผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน1%

ชนิดทดสอบ	แผ่น ที่	ความต้านแรงคด (เมกะพาสกาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	1	825.207	907.937	866.572
ความหนาแน่น	2	723.274	633.500	678.387
800 กก./ลบ.ม.	3	823.265	935.395	879.330
สารพาราฟีน	4	1010.974	880.197	945.586
อิมัลชัน 1 %	5	536.462	630.400	583.431
			เฉลี่ย	790.661

ตารางที่ ผ-36 ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of elastic : MOE) ของแผ่นชิ้นไม้อัด ที่ผลิตจากผักตบชวา ผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน2%

ชนิดทดสอบ	แผ่น ที่	ความต้านแรงคด (เมกะพาสกาล)		เฉลี่ย
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	1	878.135	1091.424	984.780
ความหนาแน่น	2	1043.373	1190.559	1116.966
800 กก./ลบ.ม.	3	1032.468	895.415	963.942
สารพาราฟีน	4	1261.711	995.401	1128.556
อิมัลชัน 1 %	5	642.745	634.190	638.468
			เฉลี่ย	966.542

5. ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension Perpendicular to Surface)

ตารางที่ ผ-37 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension Perpendicular to Surface) ของแผ่นขึ้นไม้อัด
ที่ผลิตจากผักคตขวงผสมกาวยูรีธ-ฟอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน1%

ชนิดทดสอบ	แผ่น ที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	แรงดึง (กก.)	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (เมกะพาสกาล)
ยูรีธ-ฟอร์มัลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารพาราฟิน อิมัลชัน 1 %	1/1	5.00	4.97	37.00	0.146
	1/2	5.00	5.00	32.00	0.126
	2/1	4.97	4.99	38.00	0.150
	2/2	5.06	4.97	30.00	0.117
	3/1	5.00	5.00	32.00	0.126
	3/2	4.96	5.01	37.00	0.146
	4/1	4.97	4.99	45.00	0.178
	4/2	5.00	5.00	30.00	0.118
	5/1	5.01	4.97	37.00	0.146
	5/2	5.00	5.00	35.00	0.137
				เฉลี่ย	0.139

ตารางที่ ผ-38 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension Perpendicular to Surface) ของแผ่นขึ้นไม้อัด
ที่ผลิตจากผักคตขวงผสมกาวยูรีธ-ฟอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน2%

ชนิดทดสอบ	แผ่น ที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	แรงดึง (กก.)	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (เมกะพาสกาล)
ยูรีธ-ฟอร์มัลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารพาราฟิน อิมัลชัน 2 %	1/1	5.01	4.96	31.00	0.122
	1/2	4.99	4.98	35.50	0.140
	2/1	5.01	5.02	35.00	0.136
	2/2	4.97	4.99	37.00	0.146
	3/1	4.98	4.98	23.00	0.091
	3/2	5.01	4.99	27.00	0.106
	4/1	5.06	4.97	29.00	0.113
	4/2	5.00	4.99	31.00	0.122
	5/1	4.97	4.99	22.00	0.087
	5/2	4.99	5.06	32.00	0.124
				เฉลี่ย	0.119

ตารางที่ ผ-39 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension Perpendicular to Surface) ของแผ่นขึ้นไม้อัด
ที่ผลิตจากค้กคบขาวผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	แรงดึง (กก.)	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (เมกะพาสคาล)
ยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 1 %	1/1	5.02	4.98	61.00	0.239
	1/2	5.03	5.06	49.00	0.189
	2/1	5.05	5.02	51.00	0.197
	2/2	5.06	4.98	55.00	0.214
	3/1	5.03	5.01	60.00	0.233
	3/2	4.98	4.99	43.00	0.170
	4/1	4.97	5.00	49.00	0.193
	4/2	4.98	4.98	33.00	0.130
	5/1	4.97	5.01	46.00	0.181
	5/2	5.01	4.99	42.00	0.165
			เฉลี่ย		0.191

ตารางที่ ผ-40 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension Perpendicular to Surface) ของแผ่นขึ้นไม้อัด
ที่ผลิตจากค้กคบขาวผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	แรงดึง (กก.)	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (เมกะพาสคาล)
ยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 2 %	1/1	5.06	5.02	19.00	0.073
	1/2	5.10	4.98	22.00	0.085
	2/1	4.97	4.98	31.00	0.123
	2/2	4.96	4.99	22.00	0.087
	3/1	5.01	4.98	28.00	0.110
	3/2	4.97	4.98	17.00	0.067
	4/1	4.97	4.99	16.00	0.063
	4/2	5.02	5.01	14.00	0.055
	5/1	4.97	4.99	28.00	0.111
	5/2	5.01	4.97	19.00	0.075
			เฉลี่ย		0.085

ตารางที่ ผ-41 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension Perpendicular to Surface) ของแผ่นขึ้น ไม้อัด

ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	แรงดึง (กก.)	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (เมกะพาสคาล)
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 1 %	1/1	4.98	4.97	20.00	0.079
	1/2	5.01	4.97	19.00	0.075
	2/1	4.99	4.97	17.00	0.067
	2/2	5.00	4.97	19.00	0.075
	3/1	4.98	4.99	12.00	0.047
	3/2	4.97	4.98	19.00	0.075
	4/1	5.03	4.97	20.00	0.078
	4/2	4.99	4.98	22.00	0.087
	5/1	4.98	4.98	14.00	0.055
	5/2	4.97	5.01	22.00	0.087
เฉลี่ย					0.073

ตารางที่ ผ-42 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension Perpendicular to Surface) ของแผ่นขึ้น ไม้อัด

ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	แรงดึง (กก.)	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (เมกะพาสคาล)
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 2 %	1/1	5.01	4.97	15.50	0.061
	1/2	4.96	4.99	16.00	0.063
	2/1	4.98	5.01	28.00	0.110
	2/2	4.97	4.97	17.00	0.067
	3/1	4.98	4.96	14.00	0.056
	3/2	4.99	5.03	25.00	0.098
	4/1	4.97	4.96	13.00	0.052
	4/2	4.98	4.98	20.00	0.079
	5/1	5.01	4.97	18.00	0.071
	5/2	4.96	4.97	15.00	0.060
เฉลี่ย					0.072

ตารางที่ ผ-43 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension Perpendicular to Surface) ของแผ่นซีเมนต์ไม้อัด
 ที่ผลิตจากฝักคอบชาวผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	แรงดึง (กก.)	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (เมกะพาสคาล)
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 1 %	1/1	4.98	5.01	17.00	0.067
	1/2	4.97	4.96	16.00	0.064
	2/1	4.98	4.99	25.00	0.099
	2/2	5.03	5.02	24.00	0.093
	3/1	4.98	5.01	27.00	0.106
	3/2	4.97	5.04	17.00	0.067
	4/1	4.98	4.99	29.00	0.114
	4/2	4.99	5.00	27.00	0.106
	5/1	5.03	5.04	20.00	0.077
	5/2	5.01	4.98	27.00	0.106
	เฉลี่ย				0.090

ตารางที่ ผ-44 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Tension Perpendicular to Surface) ของแผ่นซีเมนต์ไม้อัด
 ที่ผลิตจากฝักคอบชาวผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	แรงดึง (กก.)	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (เมกะพาสคาล)
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 8 %	1/1	4.99	4.99	16.00	0.063
	1/2	5.04	4.97	17.50	0.069
	2/1	4.96	4.98	19.00	0.075
	2/2	4.97	4.97	18.00	0.071
	3/1	4.99	5.01	12.00	0.047
	3/2	5.01	4.97	19.00	0.075
	4/1	4.98	4.98	21.00	0.083
	4/2	4.99	5.03	16.00	0.063
	5/1	4.97	4.96	11.00	0.044
	5/2	4.98	4.98	20.00	0.079
	เฉลี่ย				0.067

6. ค่าความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness)

ตารางที่ ๕-45 ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness) ของแผ่นหินไม้อัดที่ผลิตจากคักตบชวา

ผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.ทาราฟีนอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	พื้นที่ที่ใช้ตั้ง (ตร.ม.)	แรงดึง (กก.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (JIS) (นิวตัน/ตร.ม.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (นิวตัน)
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารทาราฟีน อิมัลชัน 1 %	1/1	1,600	60.50	0.37	593.263
	1/2	1,600	42.50	0.26	416.755
	2/1	1,600	82.00	0.50	804.092
	2/2	1,600	60.50	0.37	593.263
	3/1	1,600	142.00	0.87	1392.452
	3/2	1,600	78.00	0.48	764.868
	4/1	1,600	42.50	0.26	416.755
	4/2	1,600	57.00	0.35	558.942
	5/1	1,600	39.00	0.24	382.434
	5/2	1,600	42.50	0.26	416.755
				เฉลี่ย	633.958

ตารางที่ ๕-46 ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness) ของแผ่นหินไม้อัดที่ผลิตจากคักตบชวา

ผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.ทาราฟีนอิมัลชัน2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	พื้นที่ที่ใช้ตั้ง (ตร.ม.)	แรงดึง (กก.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (JIS) (นิวตัน/ตร.ม.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (นิวตัน)
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารทาราฟีน อิมัลชัน 2 %	1/1	1,600	92.50	0.57	907.055
	1/2	1,600	85.00	0.52	833.510
	2/1	1,600	78.00	0.48	764.868
	2/2	1,600	71.00	0.44	692.226
	3/1	1,600	78.00	0.48	764.868
	3/2	1,600	57.00	0.35	558.942
	4/1	1,600	81.00	0.50	804.092
	4/2	1,600	64.00	0.39	627.584
	5/1	1,600	67.50	0.41	661.905
	5/2	1,600	64.00	0.39	627.584
				เฉลี่ย	724.263

ตารางที่ ผ-47 ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness) ของแผ่นจีน ไม้อัดที่ผลิตจากคอกบขาว ผสมกาวยูรีธ-ฟอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	พื้นที่ที่ใช้ตั้ง (ตร.มม.)	แรงดึง (กก.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (JIS) (นิวตัน/ตร.ม.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (นิวตัน)
ยูรีธ-ฟอร์มัลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 1 %	1/1	1,600	92.50	0.57	907.055
	1/2	1,600	96.00	0.59	941.376
	2/1	1,600	67.50	0.41	661.905
	2/2	1,600	50.00	0.31	490.300
	3/1	1,600	138.50	0.85	1358.131
	3/2	1,600	160.00	0.98	1568.960
	4/1	1,600	117.00	0.72	1147.302
	4/2	1,600	92.50	0.57	907.055
	5/1	1,600	39.00	0.24	382.434
	5/2	1,600	106.50	0.65	1044.334
				เฉลี่ย	940.886

ตารางที่ ผ-48 ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness) ของแผ่นจีน ไม้อัดที่ผลิตจากคอกบขาว ผสมกาวยูรีธ-ฟอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน 2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	พื้นที่ที่ใช้ตั้ง (ตร.มม.)	แรงดึง (กก.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (JIS) (นิวตัน/ตร.ม.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (นิวตัน)
ยูรีธ-ฟอร์มัลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 2 %	1/1	1,600	57.00	0.35	558.942
	1/2	1,600	53.00	0.32	519.718
	2/1	1,600	74.50	0.45	730.547
	2/2	1,600	113.00	0.69	1108.078
	3/1	1,600	60.50	0.37	593.263
	3/2	1,600	57.00	0.35	558.942
	4/1	1,600	67.50	0.41	661.905
	4/2	1,600	78.00	0.48	764.868
	5/1	1,600	60.50	0.37	593.263
	5/2	1,600	67.50	0.41	661.905
				เฉลี่ย	575.343

ตารางที่ ผ-49 ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness) ของแผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวา ผสมกาวยาพื้นอล-พอร์ซิลิไซด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่นที่	พื้นที่ที่ใช้ดึง (ตร.มม.)	แรงดึง (กก.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (JIS) (นิวตัน/ตร.ม.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (นิวตัน)
พื้นอล-พอร์ซิลิไซด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารพาราฟิน อิมัลชัน 1 %	1/1	1,600	50.00	0.31	490.340
	1/2	1,600	57.00	0.35	558.942
	2/1	1,600	53.00	0.32	519.718
	2/2	1,600	60.50	0.37	593.263
	3/1	1,600	74.50	0.45	730.547
	3/2	1,600	67.50	0.41	661.905
	4/1	1,600	53.00	0.32	519.718
	4/2	1,600	64.00	0.39	627.584
	5/1	1,600	67.50	0.41	661.905
	5/2	1,600	60.50	0.37	593.263
				เฉลี่ย	595.719

ตารางที่ ผ-50 ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness) ของแผ่นจีนไม้อัดที่ผลิตจากผักตบชวา ผสมกาวยาพื้นอล-พอร์ซิลิไซด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน2%

ชั้นทดสอบ	แผ่นที่	พื้นที่ที่ใช้ดึง (ตร.มม.)	แรงดึง (กก.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (JIS) (นิวตัน/ตร.ม.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (นิวตัน)
พื้นอล-พอร์ซิลิไซด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารพาราฟิน อิมัลชัน 2 %	1/1	1,600	53.00	0.32	519.718
	1/2	1,600	67.00	0.41	657.002
	2/1	1,600	53.50	0.33	524.121
	2/2	1,600	60.00	0.37	588.360
	3/1	1,600	49.50	0.30	485.397
	3/2	1,600	74.00	0.45	725.644
	4/1	1,600	57.00	0.35	558.942
	4/2	1,600	63.00	0.39	617.778
	5/1	1,600	67.50	0.41	661.905
	5/2	1,600	52.00	0.32	509.912
				เฉลี่ย	584.928

ตารางที่ ผ-51 ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness) ของแผ่นหินไม้อัดที่ผลิตจากคักคอบชาว
ผสมกาฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	พื้นที่ที่ใช้ค้ำ (ตร.มม.)	แรงค้ำ (กก.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (JIS) (นิวตัน/ตร.ม.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (นิวตัน)
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 1 %	1/1	1,600	142.00	0.87	1392.452
	1/2	1,600	53.00	0.32	519.718
	2/1	1,600	56.00	0.34	549.136
	2/2	1,600	64.00	0.39	627.584
	3/1	1,600	163.50	1.00	1603.281
	3/2	1,600	99.50	0.61	975.697
	4/1	1,600	96.00	0.59	941.376
	4/2	1,600	184.89	1.13	1813.031
	5/1	1,600	71.00	0.43	696.226
	5/2	1,600	103.00	0.63	1010.018
เฉลี่ย					1012.852

ตารางที่ ผ-52 ความยึดแน่นของผิวหน้า (Surface Soundness) ของแผ่นหินไม้อัดที่ผลิตจากคักคอบชาว
ผสมกาฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	พื้นที่ที่ใช้ค้ำ (ตร.มม.)	แรงค้ำ (กก.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (JIS) (นิวตัน/ตร.ม.)	ความยึดแน่นของผิวหน้า (นิวตัน)
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม. สารพาราฟีน อิมัลชัน 2 %	1/1	1,600	56.50	0.35	554.039
	1/2	1,600	64.00	0.39	627.584
	2/1	1,600	49.00	0.30	480.494
	2/2	1,600	60.00	0.38	588.360
	3/1	1,600	42.00	0.26	411.852
	3/2	1,600	49.00	0.30	480.494
	4/1	1,600	60.50	0.37	593.263
	4/2	1,600	56.50	0.35	554.039
	5/1	1,600	67.00	0.41	657.002
	5/2	1,600	40.00	0.25	392.240
เฉลี่ย					533.937

7. ค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws)

**ตารางที่ ผ-53 ค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws)ของแผ่นชิ้นไม้อัด
ที่ผลิตจากฝักคตบชาวผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน1%**

รุ่นทดสอบ	แผ่น ที่	แรงดึงด้านหน้า (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	เฉลี่ย (กก.)	ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว นิวตัน
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารพาราฟิน อิมัลชัน 1 %	1/1	36.00	29.00	40.00	35.00	343.210
	1/2	38.00	40.00	45.00	41.00	402.046
	2/1	37.00	31.00	45.00	37.66	369.359
	2/2	58.00	22.00	32.00	37.33	366.091
	3/1	36.00	32.00	24.00	30.67	30.750
	3/2	40.00	32.00	42.00	38.00	372.628
	4/1	30.00	20.00	27.00	25.67	251.720
	4/2	30.00	40.00	30.00	33.33	326.834
	5/1	32.00	19.00	26.00	25.67	251.720
	5/2	28.00	22.00	21.00	23.67	232.108
				เฉลี่ย		321.647

**ตารางที่ ผ-54 ค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws)ของแผ่นชิ้นไม้อัด
ที่ผลิตจากฝักคตบชาวผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน 2%**

รุ่นทดสอบ	แผ่น ที่	แรงดึงด้านหน้า (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	เฉลี่ย (กก.)	ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว นิวตัน
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. สารพาราฟิน อิมัลชัน 2 %	1/1	40.00	38.00	48.00	42.00	411.852
	1/2	32.00	20.00	27.00	26.33	258.192
	2/1	30.00	34.00	21.00	28.33	277.804
	2/2	40.00	25.00	20.00	28.33	277.804
	3/1	22.00	20.00	19.00	20.33	199.356
	3/2	30.00	19.00	20.00	23.00	225.538
	4/1	24.00	30.00	32.00	28.67	281.138
	4/2	26.00	28.00	26.00	26.67	261.526
	5/1	32.00	10.00	18.00	20.00	196.120
	5/2	42.00	28.00	27.00	32.33	317.028
				เฉลี่ย		262.636

ตารางที่ ผ-55 ค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws) ของแผ่นฉันทไม้อัด
ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน 1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	แรงดึงด้านหน้า (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	เฉลี่ย (กก.)	ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว นิวตัน
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	1/1	40.00	40.00	31.00	37.00	362.822
ความหนาแน่น	1/2	40.00	43.00	34.00	39.00	382.434
800 กก./ลบ.ม.	2/1	38.00	32.00	36.00	35.33	346.446
สารพาราฟิน	2/2	37.00	42.00	38.00	39.00	382.434
อิมัลชัน 1 %	3/1	42.00	42.00	53.00	45.67	447.840
	3/2	39.00	35.00	42.00	38.67	379.198
	4/1	44.00	47.00	32.00	41.00	402.046
	4/2	58.00	52.00	51.00	53.67	526.288
	5/1	50.00	48.00	49.00	49.00	480.494
	5/2	40.00	48.00	31.00	39.67	389.004
					เฉลี่ย	409.901

ตารางที่ ผ-56 ค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws) ของแผ่นฉันทไม้อัด
ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน 2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	แรงดึงด้านหน้า (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	เฉลี่ย (กก.)	ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว นิวตัน
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	1/1	32.00	18.00	19.00	23.00	225.538
ความหนาแน่น	1/2	26.00	17.00	19.00	20.67	202.690
800 กก./ลบ.ม.	2/1	36.0	32.00	21.00	29.67	290.944
สารพาราฟิน	2/2	40.00	27.00	38.00	35.00	343.210
อิมัลชัน 2 %	3/1	22.00	19.00	18.00	19.67	192.884
	3/2	34.00	22.00	21.00	25.67	251.720
	4/1	28.00	19.00	16.00	21.00	205.926
	4/2	26.00	15.00	20.00	20.33	199.356
	5/1	24.00	38.00	23.00	28.33	277.804
	5/2	24.00	18.00	17.00	19.67	192.884
					เฉลี่ย	238.296

ตารางที่ ผ-57 ค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws)ของแผ่นชิ้นไม้อัด
ที่ผลิตจากคอกบขชาวผสมกาฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	แรงดึงด้านหน้า (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	เฉลี่ย (กก.)	ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว นิวตัน
ฟีนอล-ฟอร์มัลดี ไฮด์	1/1	20.00	12.00	15.00	15.67	153.660
	1/2	22.00	19.00	14.00	18.33	179.744
ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.	2/1	20.00	14.00	19.00	17.67	173.272
	2/2	24.00	22.00	18.00	21.33	209.162
สารพาราฟีน อิมัลชัน 1 %	3/1	18.00	-	-	-	แยกด้านข้าง
	3/2	23.00	17.00	18.00	19.33	189.550
	4/1	24.00	19.00	16.00	19.67	192.884
	4/2	24.00	16.00	14.00	18.00	196.508
	5/1	20.00	12.00	14.00	15.33	150.326
	5/2	20.00	18.00	21.00	19.67	192.884
				เฉลี่ย		181.999

ตารางที่ ผ-58 ค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws)ของแผ่นชิ้นไม้อัด
ที่ผลิตจากคอกบขชาวผสมกาฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.พาราฟีนอิมัลชัน2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	แรงดึงด้านหน้า (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	เฉลี่ย (กก.)	ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว นิวตัน
ฟีนอล-ฟอร์มัลดี ไฮด์	1/1	16.00	-	-	-	แยกด้านข้าง
	1/2	30.00	21.00	19.00	23.33	228.774
ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม.	2/1	32.00	18.00	15.00	21.67	212.496
	2/2	20.00	12.00	16.00	16.00	156.896
สารพาราฟีน อิมัลชัน 2 %	3/1	22.00	10.00	10.00	14.00	137.284
	3/2	36.00	22.00	16.00	24.67	241.914
	4/1	30.00	18.00	14.00	20.67	202.690
	4/2	22.00	12.00	18.00	17.33	169.938
	5/1	26.00	12.00	16.00	18.00	176.508
	5/2	16.00	12.00	12.00	13.33	130.714
				เฉลี่ย		184.135

ตารางที่ ผ-59 ค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws)ของแผ่นชิ้นไม้อัด
ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน1%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	แรงดึงด้านหน้า (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	เฉลี่ย (กก.)	ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว นิวตัน
ฟีนอล-ฟอร์มาลดี ไฮด์	1/1	36.00	15.00	18.00	23.00	225.538
	1/2	36.00	20.00	18.00	24.67	241.914
ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.	2/1	34.00	20.00	15.00	23.00	225.538
	2/2	40.00	20.00	27.00	29.00	284.374
สารพาราฟิน อิมัลชัน 1 %	3/1	30.00	23.00	17.00	23.33	228.774
	3/2	40.00	21.00	24.00	28.33	277.804
	4/1	38.00	20.00	27.00	28.33	277.804
	4/2	40.00	23.00	18.00	27.00	264.762
	5/1	16.00	13.00	-	-	แตกด้านข้าง
	5/2	18.00	-	-	-	แตกด้านข้าง
	เฉลี่ย					253.314

ตารางที่ ผ-60 ค่าความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว (Resistance to axial withdrawal of word screws)ของแผ่นชิ้นไม้อัด
ที่ผลิตจากผักตบชวาผสมกาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.พาราฟินอิมัลชัน2%

ชั้นทดสอบ	แผ่น ที่	แรงดึงด้านหน้า (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	แรงดึงด้านข้าง (กก.)	เฉลี่ย (กก.)	ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว นิวตัน
ฟีนอล-ฟอร์มาลดี ไฮด์	1/1	34.00	18.00	23.00	25.00	245.250
	1/2	37.00	20.00	22.00	26.33	258.192
ความหนาแน่น 800 กก./ลบ.ม.	2/1	19.00	-	-	-	แตกด้านข้าง
	2/2	25.00	18.00	16.00	19.67	192.884
สารพาราฟิน อิมัลชัน 2 %	3/1	16.00	15.00	-	-	แตกด้านข้าง
	3/2	22.00	-	-	-	แตกด้านข้าง
	4/1	36.00	18.00	21.00	25.00	245.150
	4/2	26.00	20.00	21.00	22.33	218.968
	5/1	24.00	19.00	12.00	18.33	179.744
	5/2	28.00	18.00	20.00	22.00	215.732
	เฉลี่ย					222.260

8. ค่าเฉลี่ยและค่ามาตรฐาน (Standard Deviation :SD.)

ตารางที่ ผ-61 ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD.) ของชิ้นไม้สักที่ผลิตจากฝักคบขวา

สารเชื่อมติด	ความหนาแน่น	พาราฟินอิ่มตัว	1	2	3	4	5	6	7	8
ยูรีธ-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	71.338	104.940	25.770	6.762	645.719	0.139	633.958	321.647
ยูรีธ-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	74.616	107.330	30.720	6.966	776.411	0.119	724.263	262.636
ยูรีธ-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	54.940	81.830	20.810	6.788	797.602	0.191	940.886	409.901
ยูรีธ-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	81.738	100.706	31.976	5.688	664.010	0.085	575.343	238.296
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	157.990	184.600	77.164	4.451	605.393	0.073	595.719	181.999
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	77.880	112.350	28.456	5.958	742.747	0.072	584.928	184.135
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	88.550	112.040	43.596	6.287	790.661	0.090	1012.852	253.314
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	69.870	105.870	27.920	6.632	966.542	0.067	533.937	222.260
		ค่าเฉลี่ย	84.615	113.708	35.802	6.192	748.636	0.105	700.236	259.274
		SD.	31.230	30.244	17.942	0.830	113.845	0.043	180.509	75.643

- หมายเหตุ 1 หมายถึง ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง
- 2 หมายถึง ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง
- 3 หมายถึง ค่าเฉลี่ยการพองตัวเมื่อแช่น้ำ
- 4 หมายถึง ค่าเฉลี่ยความต้านแรงคีด
- 5 หมายถึง ค่าเฉลี่ยมอดูลัสยืดหยุ่น
- 6 หมายถึง ค่าเฉลี่ยความต้านแรงคีดดึงจากกับคิ้วหน้า
- 7 หมายถึง ค่าเฉลี่ยความยืดหยุ่นของคิ้วหน้า
- 8 หมายถึง ค่าเฉลี่ยความยืดหยุ่นของตะปูเกลียว

9. ค่ามาตรฐาน (Z-SCORE)

ตารางที่ ๙-๖2 ค่ามาตรฐาน (Z-SCORE) ของแผ่นจีนไม้ยัดที่ผลิตจากคักคบขาว

สารเชื่อมติด	ความหนาแน่น	พาราฟินอิมัลชัน	Z(1)	Z(2)	Z(3)	Z(4)	Z(5)	Z(6)	Z(7)	Z(8)	Z(ค่าเฉลี่ย)
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	-0.425	-0.290	-0.559	0.687	-0.904	0.791	-0.367	0.825	-0.030
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	-0.320	-0.211	-0.283	0.933	0.244	0.326	0.133	0.044	0.108
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	-0.950	-1.055	-0.836	0.718	0.430	2.000	1.333	1.991	0.454
ยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	-0.092	-0.430	-0.213	-0.607	-0.743	-0.465	-0.692	-0.277	-0.440
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	1 %	2.350	2.346	2.305	-2.098	-1.258	-0.744	-0.579	-1.022	0.162
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	700	2 %	-0.216	-0.045	-0.409	-0.282	-0.052	-0.767	-0.639	-0.993	-0.425
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	1 %	0.126	-0.055	0.434	0.114	0.369	-0.349	1.732	-0.079	0.287
ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	800	2 %	-0.472	-0.259	-0.439	0.530	1.914	-0.884	-0.921	-0.489	-0.128

- หมายเหตุ Z(1) หมายถึง ค่ามาตรฐานการดูดซึมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง
- Z(2) หมายถึง ค่ามาตรฐานการดูดซึมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง
- Z(3) หมายถึง ค่ามาตรฐานการพองตัวเมื่อแช่น้ำ
- Z(4) หมายถึง ค่ามาตรฐานความต้านแรงดัด
- Z(5) หมายถึง ค่ามาตรฐานมอดูลัสยืดหยุ่น
- Z(6) หมายถึง ค่ามาตรฐานความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า
- Z(7) หมายถึง ค่ามาตรฐานความยืดหยุ่นของผิวหน้า
- Z(8) หมายถึง ค่ามาตรฐานความยืดหยุ่นของตะปูเกลียว

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวนิศากร เจริญดี
วันเดือนปีเกิด 25 มิถุนายน พ.ศ.2510
สถานที่เกิด จังหวัดสกลนคร
ประวัติการศึกษา วิทยาลัยครูสกลนคร พ.ศ.2529-2533
วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ.2540-2544
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน
วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม
อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม
ตำแหน่ง: อาจารย์ 1 ระดับ 5

EXECUTIVE SUMMARY

4036897 ENAT/M : MAJOR : APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE

DEVELOPMENT ; M.Sc.(APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT)

KEY WORDS

: WATER HYACHINTH / PARTICLEBOARD

NISAKORN CHAROENDEE : THE PRODUCTION OF PARTICLEBOARD BY WATER HYACHINTH . THESIS ADVISORS : GRITSANARUCK THEERARAJ M.Sc. ,CUMPORN YUVAREE M.Sc. ,SUJIRA KHOJIMATE M.Sc.

ABSTRACT

The purpose of this research is to study the possibility of producing a particleboard by using the water hyacinth as the raw material and to study the properties of the particleboard produced from the water hyacinth and the physical and mechanical properties of particleboard. This method gives added value for the water weed and decrease it's prevalence. The researcher will use a bonding substance which is Urea-Formaldehyde glue 10% and Phenal-Formaldehyde glue 5% and the desired density of the particleboard will be around 700 kg/m^3 to 800 kg/m^3 . Futhermore a non-leak substance is also used in the production. Such a substance paraffin emulsion at 1% and 2% respectively. There are 8 type of particleboard. These boards are tested to certify that their qualities conform to Thai industrial standards (TIS 876-2532) of physical quality and mechanical quality.

The results of the experiment show that the water hyacinth can very well be use to produce particleboard. The boards obtained consist of the necessary physical properties and mechanical properties and are very close to the standards required (TIS 876-2532). From the statistical analysis of the water hyacinth particleboard, using the average standard Z-score technique, the one that is made from the water hyacinth, in mixture with the Urea-Formaldehyde glue, having the density of 800 kg/m^3 with 1% of paraffin emulsion, gives the highest Z-score. Hence this type of particleboard has the best quality.

Problems and recommendations indicated from this study are that the glue should be scattered or distributed thoroughly all over the raw material so that the formation of clumps of the

water hyacinth can be prevented. If a well distributed glue spray can be assured, then this will help the researcher to be able to place the water hyacinth that is to be compacted with in the particleboard and correct the non-complete density of the particleboard.

Introduction

Water hyacinth is a type of water weed that causes a considerable amount of problems in many ways. During the last decade the water hyacinth has spread throughout more than 50 countries that are situated in the hot climate zone around the globe. Since the water hyacinth is a water weed that has a really high and rapid growth rate, its biological mass can increase at about 20 grams of dry mass per square meter every day and the maximum growth rate can reach up to 1.50% per day in the stable water condition. The result of this rapid multiplication of the water hyacinth in water resources or rivers is that it will bring about many negative effects economically, socially as well as environmentally. In order to decrease the costs involved in terminating the water hyacinth, it may be useful to try to create and convert the hyacinth into a valuable product. Nowadays the demand for a particleboard which is made from wood is growing rapidly so the production of the particleboard using other alternative raw materials that contain natural fibers such as bagasse and rice hay is becoming more popular. Since the water hyacinth contains the required natural fibers for producing the particleboard, the researcher is then interested in studying the possibility of using the water hyacinth as the raw material for constructing the particleboard.

The researcher will use a bonding substance which is Urea – Formaldehyde glue 10% and Phenol – Formaldehyde glue 5% which are popularly used in the particleboard industries to produce the particleboard from the water hyacinth. The desired density of the particleboard will be around 700 kg/m^3 to 800 kg/m^3 , because the fibers of the water hyacinth are rather light, this is why a high density board is required. Further more a non-leak substance is also used in the production, such a substance is Paraffin emulsion at 1% and 2% respectively. The planning of

Objectives of the research

1. To study the possibility of producing a particleboard by using the water hyacinth as the raw material.
2. To study the properties of the particleboard produced from the water hyacinth.

Hypothesis of the Research

1. Water hyacinth can bring to be the raw material to produce particleboard

Methods used in the research

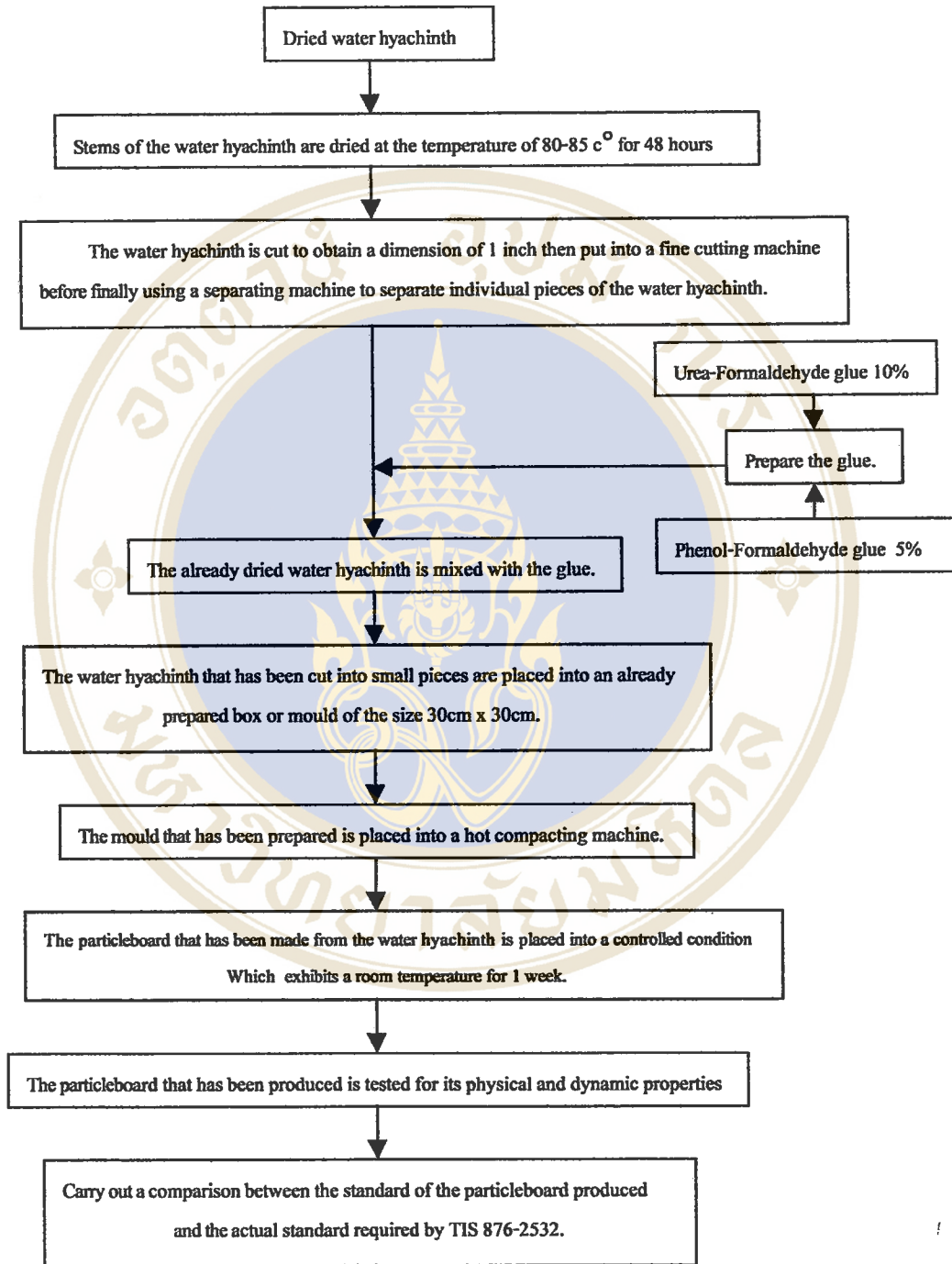
In this research, bonding substances such as Urea-Formaldehyde glue 10% and Phenol-Formaldehyde glue 5% are used. These types of glue are popularly used in the particleboard industries. The density of the particleboard are assigned to be at 700 kg/m^3 and 800 kg/m^3 respectively. Since the water hyacinth has a very light texture or fibers therefore the density of the boards used has to be rather high. As well as the components mentioned above, A non-leak substance such as Paraffinemulsion 1% and 2% is also used. The planning of the experiment is done using “ Completely Randomized Design “ which is shown as follows;

- A. Particleboard that are made from the water hyacinth in mixture with the Urea-Formaldehyde glue 10%. The density is 700 kg. /m^3 and contain 1 % of Paraffin emulsion.
- B. Particleboard that are made from the water hyacinth in mixture with the Urea-Formaldehyde glue 10%. The density is 700 kg. /m^3 and contain 2 % of Paraffin emulsion
- C. Particleboard that are made from the water hyacinth in mixture with the Urea-Formaldehyde glue 10%. The density is 800 kg. /m^3 and contain 1 % of Paraffin emulsion
- D. Particleboard that are made from the water hyacinth in mixture with the Urea-Formaldehyde glue 10%. The density is 800 kg. /m^3 and contain 2 % of Paraffin emulsion

- E. Particleboard that are made from the water hyacinth in mixture with the Phenol-Formaldehyde glue 5%. The density is 700 kg. /m^3 and contain 1 % of Paraffin emulsion.
- F. Particleboard that are made from the water hyacinth in mixture with the Phenol-Formaldehyde glue 5%. The density is 700 kg. /m^3 and contain 2 % of Paraffin emulsion
- G. Particleboard that are made from the water hyacinth in mixture with the Phenol-Formaldehyde glue 5%. The density is 800 kg. /m^3 and contain 1 % of Paraffin emulsion
- H. Particleboard that are made from the water hyacinth in mixture with the Phenol-Formaldehyde glue 5%. The density is 800 kg. /m^3 and contain 2 % of Paraffin emulsion.

Altogether 40 water hyacinth particleboard are produced. These boards are then tested, both the physical and dynamic properties of the boards are examined thoroughly to certify that they meet the standard quality (TIS 876-2532). The particleboard' properties analysis is carried out in the laboratory of department of forest products, the faculty of forestry, Kasetsart university.

Flowchart showing the steps involved in producing the particleboard from the water hyacinth.



Results of the research

From the experiment, 8 types of particleboard made from the water hyacinth were produced. Altogether 40 particleboard were manufactured. These boards were then tested for their physical properties which were shape, size, length, width, thickness, and density. These properties of the particleboard proved to have agreed with those of the specified standards.

As for the dynamic properties of the particleboard, which were

1. Water absorption and thickness swelling.
2. Modulus of rigidity.
3. Modulus of elasticity.
4. Tension perpendicular to surface.
5. Surface soundness.
6. Resistance to axial withdrawal of wood screws.

From the experiment conducted, for the property of water absorption and thickness swelling, it has been found that the particleboard that were made from the water hyacinth in mixture with Urea-Formaldehyde glue with density of 800 kg/m^3 and Paraffinemulsion1% had the percentage of absorption after 24 hours equaled to 81.830 % which was closed to these of the standard of TIS 876-2532 which state to be 80% and had the percentage of thickness swelling equaled to 20.810% which was closed to these of the standard of TIS 876-2532 which state to be 12%

For the property of modulus of the rigidity of the particleboard, it was found that the particleboard that were made from the water hyacinth in the mixture with Urea – Formaldehyde glue with the density of 700 kg/m^3 and Paraffinemulsion2% had the value of the modulus of the rigidity being 6.966 Mpa. which was of course closed to those of the TIS 876 – 2532 standard which required no lesser than 13.8 Mpa.

In the finding the value of the modulus of the elasticity, it was prove that a value of 966.542 Mpa. was obtained for the particleboard that were made from the water hyacinth in mixture with Phenol – Formaldehyde glue with the density of 800 kg./ m^3 as well as Paraffinemulsion2% . The value of the modulus of elasticity achieved in this case was similar to those of the TIS 876 – 2532 standard which was no lesser than 2000 Mpa.

When finding the “tension perpendicular to surface” of the particleboard produced, it was found that the particleboard that were constructed from the water hyacinth in mixture with Urea-Formaldehyde glue with the density of 800 kg/m^3 and Paraffinemulsion1% had the mentioned value being 0.191 Mpa which was closed to the TIS 876-2532 standard, such a standard stated that the value obtained should not be less than 0.34 Mpa.

For the part concerning the surface soundness, it was found that the particleboard that were produced from the water hyacinth in mixture with Phenol-Formaldehyde glue with the density of 800 kg/m^3 and Paraffinemulsion1% had the surface soundness value of 1012.825 N. which was closed to those of the TIS 876-2532 standard value which was no lesser than 1100 N.

When finding the value of the resistance to axial withdrawal of word screws for the particleboard produced. It showed that for the particleboard which were made from the water hyacinth in mixture with Urea-Formaldehyde glue with the density of 800 kg/m^3 and Paraffinemulsion1%, the value of the resistance to axial withdrawal of word screws obtained for this type of particleboard was 409.901 N. which was more than those of the required TIS 876-2532 standard which had the value of 360 N.

Conclusion and suggestions

After conducting the experiment which involved producing 8 different kinds of particleboard from the water hyacinth, the results obtained showed that the dynamic properties varied between each type of the particleboard. An analysis using the average standard Z-score was then utilized to see which kind of the water hyacinth particleboard was the best. It was found that the particleboard that was produced from the water hyacinth in mixture with Urea-Formaldehyde glue with the density of 800 kg/m^3 and Paraffinemulsion1% was the best type.

Suggestions for the research

When spraying the glue onto the water hyacinth, the glue spray should be scattered or distributed thoroughly all over the raw material so that the formation of clumps of the glue and the water hyacinth can be prevented. If a well distributed glue spray can be assured then this will help the researcher to be able to place the water hyacinth that is to be compacted with in the Particleboard and correct the non-complete density of the particleboard.



Suggestions for a further study

1. If a further study on this subject is to be conducted then Urea-Formaldehyde glue should be used as the bonding substance. Also the density of the particleboard should be increased so that the strength of the boards could be improved. This idea or theory can cause the increase of the strength since naturally the water hyacinth's arrangement or layout is formed randomly and not in a proper order so this causes the strength to be low.
2. The equipment used in the factory should be rather modern and have sufficient new technologies to be able to handle the manufacturing processes especially for the part that involves the spraying of the glue.

