แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไผ่

Bamboo Medium Density Fiberboard

ปิยะวดี บัวจงกล วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์
(PIYAWADE BAUCHONGKOL) (VALLAYUTH FUEANGVIVAT)
วีรญา ธรรมขันธ์ บวรวิชญ์ แพงวงค์ พิทักษ์ หางาม
(WERAYA THAMMAKAN) (BORVORNWIT PANGWONG) (PITAK HANGAM)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้นำไผ่ 4 ชนิด คือ ไผ่บงใหญ่ (*Dendrocalamus brandisii*) ไผ่หมาจู๋ (*Dendrocalamus latiflorus*) ไผ่ซางหม่น (*Dendrocalamu sericeus*) และ ไผ่เลี้ยงหวาน (*Bambusa sp.*) ผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ความหนาแน่น 650 กก./ลบ.ม. และ 750 กก./ลบ.ม. โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ 10% และ 12% ของน้ำหนักแห้ง โดยแผ่นที่ผลิตได้นำไปทดสอบสมบัติเชิงกลและกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไผ่สรุปได้ว่า ไผ่เลี้ยงหวาน และไผ่หมาจู๋มีศักยภาพในการนำมาผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ 12% ของน้ำหนักแห้ง เพราะแผ่นที่ได้มีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด แต่ต้องปรับปรุงสมบัติในด้านการดูดซึมน้ำของแผ่นให้ต่ำลง

คำหลัก

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ไผ่บงใหญ่ ไผ่หมาจู๋ ไผ่ซางหม่น ไผ่เลี้ยงหวาน ปริมาณความชื้น ความหนาแน่น ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น แรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า การดูดซึมน้ำ การพองตัวตามความหนา กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์

กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ABSTRACT

Research study for medium density fiberboard (MDF) made from 4 bamboo species; Pai Bong (*Dendrocalamus brandisii*), Pai Mah Ju (*Dendrocalamus latiflorus*), Pai Sang Mon (*Dendrocalamu sericeus*) and Pai Leang Wan (*Bambusa sp.*). The density of experiment boards at 650 and 750 kg./cu.m. processed with various urea formaldehyde (UF) content at 10% and 12% (by dry weight of fiber). Properties of boards were tested by TISI 966-2547 and JIS A 5906-1994. The data gathered were analyzed by statistical method.

The results demonstrated that Pai Leang Wan and Pai Mah Ju at 750 kg./cu.m. with 12% UF (by dry weight of fiber) suitable for manufacturing MDF because physical and mechanical properties passed industrial standard.

KEY WORDS

medium density fiberboard (MDF), Pai Bong (*Dendrocalamus brandisii*), Pai Mah Ju (*Dendrocalamus latiflorus*), Pai Sang Mon (*Dendrocalamu sericeus*), Pai Leang Wan (*Bambusa sp.*), moisture content, density, modulus of rupture, modulus of elasticity, internal bond, water absorption, thickness swelling, Urea formaldehyde (UF)

บทนำ

หลังจากที่รัฐบาลได้ประกาศยกเลิกสัมปทานการทำไม้เมื่อปี พ.ศ. 2532 ประเทศไทยได้มีการนำเข้าไม้จากต่างประเทศเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมไม้และแผ่นไม้ประกอบในแต่ละปีเป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ดังนั้น เพื่อเป็นการรองรับความต้องการใช้ไม้จึงได้มีการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวางเพื่อที่จะหาไม้ หรือวัสดุประเภทอื่น นอกเหนือจากที่ใช้ในปัจจุบันมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นไม้ประกอบ (wood-based panel) เพิ่มมากขึ้น เช่น การใช้ไม้โตเร็วที่ได้จากสวนป่า ไผ่ ฟางข้าว และชานอ้อย เป็นต้น อุตสาหกรรมการผลิตแผ่นไม้ประกอบสามารถใช้งานได้หลากหลายในงานก่อสร้าง อีกทั้งยังเป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างกว้างขวาง ปัจจุบันวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตส่วนใหญ่ใช้ไม้ยางพารา และยูคาลิปตัส ซึ่งมีการแข่งขันที่สูงมาก ดังนั้นจึงได้ศึกษาวิจัยเพื่อหาวัตถุดิบในการผลิตเพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่แก่โรงงานอุตสาหกรรม

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเป็นวัสดุแผ่นไม้ประกอบที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนไม้ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในงานเฟอร์นิเจอร์ เนื่องจากมีคุณสมบัติบางประการที่ดีกว่าไม้จริง (solid wood) เช่น มีน้ำหนักเบา การยืดหดตัว ความเป็นฉนวนป้องกันเสียงและความร้อน ความทนทานต่อการทำลายของแมลงและเห็ดรา จึงทำให้ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในต่างประเทศ

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเหมาะสมของชนิดไผ่สำหรับการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง
2. ศึกษาถึงกรรมวิธี อัตราส่วนผสมระหว่างไผ่กับสารเชื่อมที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง
3. ศึกษาถึงสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไผ่เปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ในครั้งนี้ใช้ไม้ไผ่อายุประมาณ 3 ปี จำนวน 4 ชนิด คือ

1) ไผ่บงใหญ่ (*Dendrocalamus brandisii*) จากท้องที่อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
2) ไผ่หมาจู๋ (*Dendrocalamus latiflorus*) จากท้องที่อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
3) ไผ่ซางหม่น (*Dendrocalamu sericeus*) จากท้องที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
4) ไผ่เลี้ยงหวาน (*Bambusa sp.*) จากท้องที่เขตบางบอน จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ไม้ไผ่ที่ได้นำมาสับเป็นชิ้นไม้สับ (wood chip) และเข้าตะแกรงร่อนเพื่อคัดขนาดเอาส่วนที่เป็นฝุ่นและผงไม้ออก

1. <u>การเตรียมเยื่อ</u>

นำชิ้นไม้สับไปแยกเยื่อโดยใช้กรรมวิธีการแยกเยื่อแบบแอสพลุนด์ ด้วยเครื่องแยกเยื่อแบบ Asplund defibrator นำเยื่อหยาบที่ได้ไปบดละเอียดให้ค่าความเป็นอิสระของเยื่อได้เท่ากับ 20 DS (Defibrator Second) จากนั้นนำเยื่อไปอบแห้งให้เหลือความชื้นประมาณ 3–5%

2. <u>การทำแผ่น</u>

นำเยื่อที่ได้ มาทำเป็นแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางโดยมีสภาวะในการวิจัย ดังนี้

ความหนาแน่นของแผ่น	750 และ 650 กก./ลบ.ม.
ความหนาของแผ่น	10 มม.
ความชื้นของเยื่อก่อนผสมกาวร้อยละ	3-5
ปริมาณพาราฟินอิมัลชั่นที่ใช้ต่อน้ำหนักของเยื่อแห้ง	1%
ปริมาณกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ที่ใช้ต่อน้ำหนักของเยื่อแห้ง	10% และ 12%

3. <u>การอัดร้อน</u> ทำตามสภาวะ ดังนี้

แรงอัดจำเพาะ	35 กก./ตร.ซม.
อุณหภูมิ	160^{O}C
ระยะเวลา	5 นาที

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ได้นำมาผึ่งกระแสอากาศเพื่อปรับสภาวะความชื้นและอุณหภูมิประมาณ 1 สัปดาห์ นำไปตัดเป็นชิ้นทดสอบสำหรับทดสอบสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม JIS A 5906-1994

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

เมื่อทำการเปรียบเทียบสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไผ่ที่ทำการศึกษากับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 แสดงให้เห็นว่า (Table 1)

1. ความหนาและปริมาณความชื้น

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้ไผ่ที่ค่าความหนาเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9.09-10.01 มม. และปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.34% – 7.98%

2. การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 21.17% – 92.61% โดยแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ 12% ของน้ำหนักแห้ง มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 21.17% (Figure 1)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของทั้งสามปัจจัย คือ ชนิดไม้ไผ่ ความหนาแน่นของแผ่น และปริมาณกาวที่ใช้มีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำและปัจจัยเดี่ยวของชนิดไม้ไผ่ ความหนาแน่นของแผ่น และปริมาณกาวที่ใช้มีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

Table 1. Physical and mechanical properties of bamboo medium density fiberboard.

Bamboo types	Density ($kg./m.^3$)	Glue content (%)	Thickness (mm.)	Moisture content (%)	Water absorption (%)	Thickness swelling (%)	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of Elasticity (MPa)	Internal bond (MPa)
TISI 966-2547			10 ± 1.0	4.00 – 10.00	-	≤8.00	≤22.00	≤2,500	≤0.60
JIS A 5906-1994			10 ± 1.0	5.00 – 13.00	-	≤12.00	≤25.00	≤2,000	≤0.40
Pai bong yai	650	10	9.33	7.98	30.78	12.16	10.46	780	0.25
		12	9.24	7.91	31.00	11.42	11.34	952	0.37
	750	10	9.31	7.82	21.76	10.23	17.61	1,519	0.45
		12	9.27	7.74	21.17	9.96	19.01	1,627	0.58
Pai mahju	650	10	9.16	6.62	63.28	16.07	16.27	1,184	0.45
		12	9.21	7.31	27.63	10.29	17.87	1,311	0.54
	750	10	9.40	7.00	28.69	12.41	21.10	1,601	0.49
		12	9.09	6.52	33.39	12.59	26.38	1,957	0.60
Pai sangmon	650	10	9.85	6.52	62.67	13.92	15.11	1,390	0.51
		12	9.83	6.82	61.55	10.67	18.03	1,572	0.67
	750	10	9.88	6.34	58.87	14.59	19.37	1,814	0.75
		12	9.87	6.39	44.01	12.45	21.39	1,906	0.78
Pai leangwan	650	10	9.81	6.51	92.61	11.94	20.94	1,711	0.56
		12	9.81	6.72	88.61	10.98	20.21	1,690	0.59
	750	10	10.01	6.82	78.51	14.76	21.74	1,807	0.56
		12	9.74	6.59	61.92	10.00	29.85	2,507	0.79

นำค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

2.1 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่ความหนาแน่นของแผ่นและปริมาณกาวที่ใช้แตกต่างกัน ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

2.2 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่หมาจู๋ ที่ความหนาแน่นของแผ่น 650 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 10% มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมากกว่าแผ่นที่ใช้กาว 12% และแผ่นที่ความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 10% และ 12% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2.3 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่ซางหม่น ที่ความหนาแน่นของแผ่นเท่ากันเมื่อใช้กาวในปริมาณที่แตกต่างกันค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยของแผ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

2.4 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวาน ที่ความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 12% มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำกว่าแผ่นที่ใช้กาว 10% และแผ่นที่ความหนาแน่นของแผ่น 650 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 10% และ 12% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3. การพองตัวตามความหนา

ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9.96% – 16.07% ซึ่งไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 ที่กำหนดให้มีค่าการพองตัวตามความหนาไม่เกิน 8% เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไผ่ทุกชนิดที่มีความหนาแน่นของแผ่น 650 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 12% มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 ที่กำหนดให้มีค่าการพองตัวตามความหนาไม่เกิน 12% (Figure 2)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของทั้งสามปัจจัย คือ ชนิดไม้ไผ่ ความหนาแน่นของแผ่น และปริมาณกาวที่ใช้ และปัจจัยเดี่ยวของชนิดไผ่ และปริมาณกาวมีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ส่วนปัจจัยร่วมของสองปัจจัยระหว่างชนิดไม้ไผ่และความหนาแน่นของแผ่นมีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

นำค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

3.1 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่ความหนาแน่นของแผ่นและปริมาณกาวที่ใช้แตกต่างกัน ค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

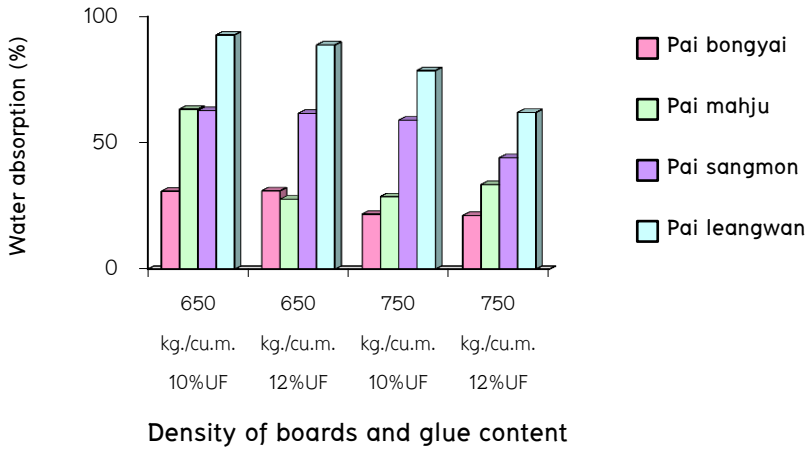

Figure 1. Water absorption of bamboo medium density fiberboard.

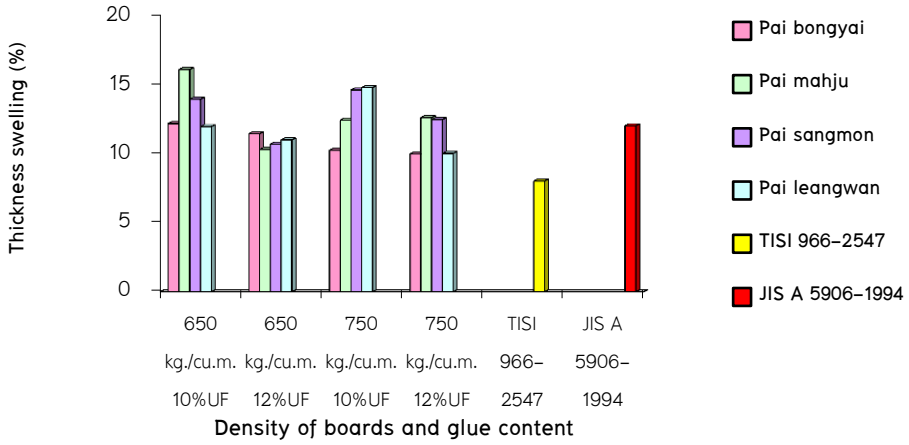

Figure 2. Thickness swelling of bamboo medium density fiberboard.

3.2 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่หมาจู๋ที่มีความหนาแน่น 650 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 10% มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยมากกว่าแผ่นที่ใช้กาว 12% และแผ่นที่ความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 10% และ 12% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.3 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่ซางหม่น ที่ความหนาแน่นของแผ่นเท่ากันเมื่อใช้กาวในปริมาณที่แตกต่างกันค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยของแผ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3.4 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวานที่มีความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 10% มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นที่ใช้กาว 12% และแผ่นที่ความหนาแน่น 650 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 10% และ 12% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4. ค่าความต้านแรงดัด

ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ใน 10.46 – 29.85 MPa พบว่า มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่หมาจู๋ และไผ่เลี้ยงหวาน ที่มีความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 12% ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 ที่กำหนดให้มีค่าความต้านแรงดัดไม่น้อยกว่า 22 และ 25 MPa ตามลำดับ (Figure 3)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของทั้งสามปัจจัย คือ ชนิดไม้ไผ่ ความหนาแน่นของแผ่น และปริมาณกาวที่ใช้ และปัจจัยร่วมของสองปัจจัยระหว่างความหนาแน่นของแผ่นและปริมาณกาวที่ใช้มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนปัจจัยเดี่ยวของชนิดไม้ไผ่ ความหนาแน่นของแผ่น และปริมาณกาวที่ใช้มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

4.1 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่ระดับความหนาแน่นของแผ่นเท่ากันเมื่อใช้กาวในปริมาณที่แตกต่างกัน ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.2 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่หมาจู๋ที่ระดับความหนาแน่นของแผ่น 650 กก./ลบ.ม. เมื่อใช้กาวในปริมาณที่แตกต่างกันค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.3 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่ซางหม่นที่ระดับความหนาแน่นของแผ่นเท่ากัน และใช้กาวในปริมาณที่แตกต่างกันค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.4 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวานที่มีความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาวร้อยละ 12 มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นที่ใช้กาว 10% และแผ่นที่ความหนาแน่น 650 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 10% และ 12% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ใน 780 – 2,507 MPa พบว่า มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวานความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้ปริมาณกาว 12% ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547

และ JIS A 5906-1994 ที่กำหนดให้มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นไม่น้อยกว่า 2,500 และ 2,000 MPa ตามลำดับ (Figure 4)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของทั้งสามปัจจัย คือ ชนิดไม้ไผ่ ความหนาแน่นของแผ่น และปริมาณกาวที่ใช้ และปัจจัยร่วมของสองปัจจัยระหว่างความหนาแน่นของแผ่นและปริมาณกาวที่ใช้มีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนปัจจัยเดี่ยวของชนิดไม้ไผ่ ความหนาแน่นของแผ่น และปริมาณกาวที่ใช้มีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

5.1 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่ระดับความหนาแน่นของแผ่นเท่ากันเมื่อใช้กาวในปริมาณที่แตกต่างกันค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

5.2 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่หมาจู๋ที่ระดับความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. เมื่อใช้กาวในปริมาณที่แตกต่างกันค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยจะแตกต่างกันแต่ที่ระดับความหนาแน่นของแผ่น 650 กก./ลบ.ม. จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

5.3 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่ซางหม่นที่ระดับความหนาแน่นของแผ่นแตกต่างกัน และใช้กาวในปริมาณที่แตกต่างกันค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

5.4 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวานที่มีความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 12% มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นที่ใช้กาว 10% และแผ่นที่ความหนาแน่น 650 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 10% และ 12% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

6. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ใน 0.25 – 0.79 MPa พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บงใหญ่ความหนาแน่น 650 กก./ลบ.ม. ทั้งสองระดับปริมาณกาวมีค่าไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 ที่กำหนดให้มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าไม่น้อยกว่า 0.60 และ 0.40 เมกกะพาสคัล ตามลำดับ (Figure 5)

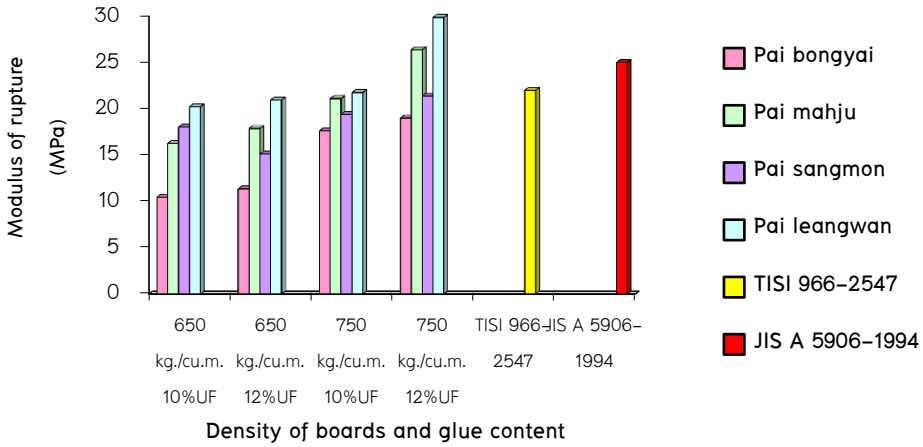

Figure 3. Modulus of rupture of bamboo medium density fiberboard.

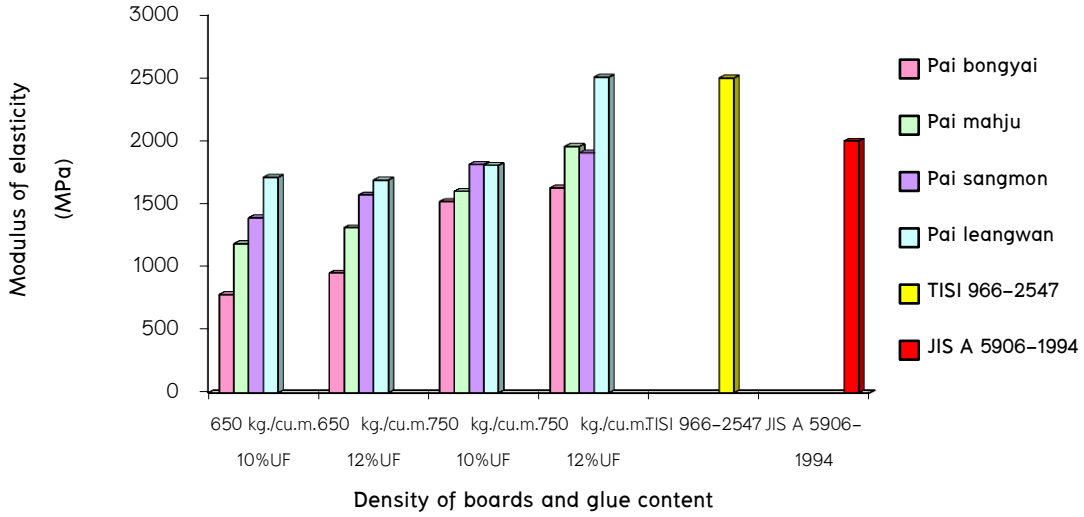

Figure 4. Modulus of elasticity of bamboo medium density fiberboard.

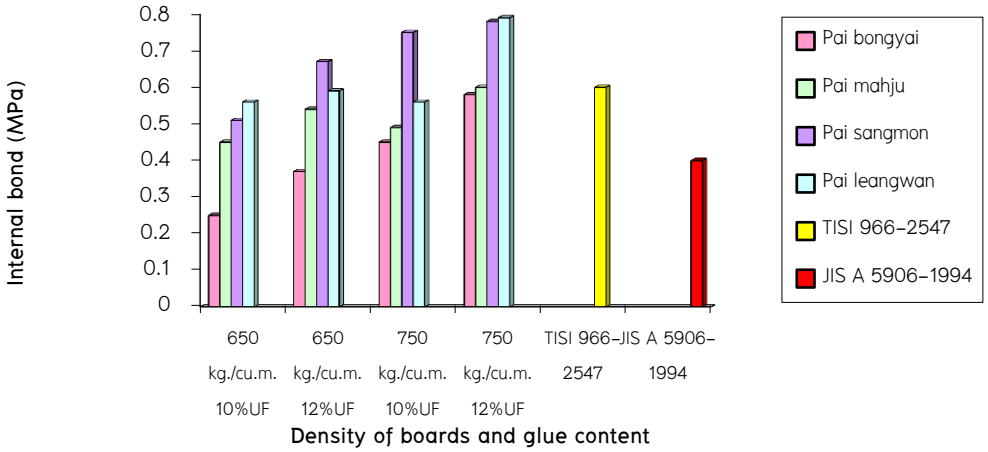

Figure 5. Internal bond of bamboo medium density fiberboard.

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า มีเพียงปัจจัยเดียวของทั้งสามปัจจัย คือ ชนิดไม้ไผ่ ความหนาแน่นของแผ่น และปริมาณกาวที่ใช้มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

6.1 ปัจจัยของชนิดไม้ไผ่

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่ซางหม่น และไผ่เลี้ยงหวานมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันแต่แตกต่างจากแผ่นที่ใช้ไผ่บงใหญ่ และไผ่หมาจู๋ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

6.2 ปัจจัยความหนาแน่นของแผ่น

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่มีค่าความหนาแน่นของแผ่นสูงกว่าจะมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

6.3 ปัจจัยของปริมาณกาวที่ใช้

ปริมาณกาวที่ใช้มากขึ้นจะมีผลให้ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

สรุปผล

สมบัติทางกายภาพและกลสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไผ่ 4 ชนิด ที่ความหนาแน่น 650 และ 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ 10% และ 12% ของน้ำหนักแห้งในการผลิต ผลสรุปได้ดังนี้

1. การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่ความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ 12% ของน้ำหนักแห้ง มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 21.17%

ความหนาแน่นของแผ่นและปริมาณกาวที่ใช้มีผลต่อค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ถ้าความหนาแน่นและปริมาณกาวของแผ่นเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าการดูดซึมน้ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) นอกจากนี้ ชนิดไผ่ก็มีผลต่อค่าการดูดซึมน้ำเช่นกัน โดยแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บงใหญ่จะมีค่าการดูดซึมน้ำต่ำสุด ส่วนแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวานจะมีค่าการดูดซึมน้ำสูงสุด

2. การพองตัวตามความหนา

การพองตัวตามความหนาของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่ความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ 12% ของน้ำหนักแห้ง มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำสุด คือ 9.96%

ความหนาแน่นของแผ่นและปริมาณกาวที่ใช้มีผลต่อค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง โยทำให้ค่าการพองตัวตามความหนาลดลงตามปริมาณความหนาแน่นของแผ่น และปริมาณกาวที่ใช้ที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาจากปัจจัยแต่ละปัจจัยพบว่า

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บงใหญ่ และไผ่เลี้ยงหวานจะมีค่าการพองตัวตามความหนาไม่แตกต่างกันแต่แตกต่างจากแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่หมาจู๋ และไผ่ซางหม่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ค่าความต้านแรงดัด

ค่าความต้านแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่หมาจู๋ และไผ่เลี้ยงหวาน ที่มีความหนาแน่นของแผ่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้กาว 12% มีค่าความต้านแรงดัดเท่ากับ 26.38 และ 29.85 MPa ตามลำดับซึ่งผ่านทั้งเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 กำหนด และเมื่อพิจารณาจากปัจจัยแต่ละปัจจัยพบว่า

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่ไผ่เลี้ยงหวานจะมีค่าความต้านแรงดัดสูงสุดและแตกต่างจากแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บง ไผ่หมาจู๋ และไผ่ซางหม่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความหนาแน่นของแผ่น และปริมาณกาวที่ใช้ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความต้านแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพิ่มขึ้น

4. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวาน ความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. ใช้ปริมาณกาว 12% ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 เมื่อพิจารณาจากปัจจัยแต่ละปัจจัยพบว่า

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวานจะมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงสุดและแตกต่างจากแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บง ไผ่หมาจู๋ และไผ่ซางหม่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความหนาแน่นของแผ่น และปริมาณกาวที่ใช้ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพิ่มขึ้น

5. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บงใหญ่ ความหนาแน่น 650 กก./ลบ.ม. ทั้งสองระดับปริมาณกาวมีค่าไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 กำหนด เมื่อพิจารณาจากปัจจัยแต่ละปัจจัยพบว่า

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวาน และไผ่ซางหม่นมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าแตกต่างจากแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไผ่บง และไผ่หมาจู๋อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไผ่เลี้ยงหวานมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงสุด รองลงมาคือ แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไผ่ซางหม่น

ความหนาแน่นของแผ่น และปริมาณกาวที่ใช้ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไผ่สรุปได้ว่า ไผ่เลี้ยงหวาน และไผ่หมาจู๋มีศักยภาพในการนำมาผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ที่ความหนาแน่น 750 กก./ลบ.ม. โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ 12% ของน้ำหนักแห้ง เพราะแผ่นที่ได้มีสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด แต่ต้องปรับปรุงสมบัติในด้านการดูดซึมน้ำของแผ่นให้ต่ำลง

เอกสารอ้างอิง

จรัญ จันทลักขณา. 2534. **สถิติ วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 468 น.

นิคม แหลมสัก. 2533. **กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัด**. สัมมนาปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญนำ เกี่ยวข้อง และมยุรี ดวงเพชร. 2542. **คู่มือปฏิบัติการทดสอบเชิงกลของไม้**. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยะวดี บัวจงกล. 2549. **ความเหมาะสมของไผ่หก และไผ่หวานอ่างขางเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รุ่งนภา พัฒนวิบูลย์, ประเสริฐ สอนสถาพรกุล, ภูสิน เกตานนท์ และ สุทัศน์ เล้าสกุล. 2545. **การปลูกสร้างและบำรุงรักษาสวนไผ่.** อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

วิจิตร กฤษณบำรุง. 2526. **การใช้กรรมวิธีแอสพลุนด์ แยกเยื่อไผ่รวก-ไผ่ป่า และวัตถุดิบอื่นบางชนิด เพื่อทดลองผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็ง และแผ่นเอ็มดีเอฟ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2529. **หลักการแยกเยื่อวัตถุดิบด้วยกรรมวิธีแอสพลุนด์เพื่อผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งและแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิรัช ชื่นวาริน. 2528. ลักษณะโครงสร้าง องค์ประกอบและสมบัติทางฟิสิกส์ของไผ่. **การสัมมนาเรื่องไผ่ ครั้งที่ 1.** น. 157-198. อ้างถึง วันทนี สาสตราคม. 2515. **คุณสมบัติของไผ่ในประเทศไทยด้านทำเยื่อกระดาษ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สะอาด บุญเกิด. 2528. **ไผ่บางชนิดในประเทศไทย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง.** มอก.966-2547. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพ ฯ.

อนันตชัย เชื่อนธรรม. 2539. **หลักการวางแผนการทดลอง.** ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 395 น.

Chow, P. 1976. **Properties of Medium-Density, Dry Formed Fiberboard from Seven Hardwood Residues and Bark**. Forest Products Journal, Vol. 26, No.5. pp.48-55.

Japanese Industrial Standard. 1994. **Japanese Industrial Standard: medium density fiberboards**. No. JIS A 5906-1994.

Kollmann, F.F.P., E.W. Kuenzi and A.J. Stamm. 1975. **Principle of Wood Science and Technology**. Vol II. Springer-Verlag, New York.

Liese, W. 1986. **Bamboos-Biology, Silvics, Properties and Utilization.** Schriftenrejhe de GTZ. No.180. 132p.

Maloney, T.M. 1993. **Modern Particleboard & Dry-Process Fiberboard Manufacturing.** Updated edition. Miller Freeman Inc., California.