ไม้บางไม้อัดจากไม้สะเดา

Veneer and Plywood of *Azadirachta indica*

ปิยะวดี บัวจงกล[1] (PIYAWADE BAUCHONGKOL)

วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์[1] (VALLAYUTH FUEANGVIVAT)

วีรญา ธรรมขันธ์[2] (WEERAYA THAMMAKHAN)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้นำไม้สะเดา (*Azadirachta indica*) อายุ 16 ปี จากจังหวัดลพบุรี ทำเป็นไม้บางและแผ่นไม้อัด 3 ชั้น โดยใช้กาว 4 ชนิด คือ 1) กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (urea formaldehyde: UF) 2) กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ (phenol formaldehyde: PF) 3) กาว methylene diphenyl diisocyanate (MDI) และ 4) กาว mulsionpPolymer isocyanate (EPI) ในปริมาณ 190 กรัมต่อตารางเมตร โดยแผ่นที่ผลิตได้นำไปทดสอบสมบัติเชิงกลและทางกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 178-2549

จากข้อมูลสมบัติด้านต่าง ๆ ของแผ่นไม้อัดจากไม้สะเดาสรุปได้ว่า ความหนาแน่นของไม้บางสะเดาอยู่ในระดับ 0.76 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร แผ่นไม้อัดสะเดาประเภทการใช้งานภายนอกที่ใช้กาว MDI มีค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานและเป็นค่าที่สูงสุด

คำหลัก: ไม้บาง แผ่นไม้อัด ไม้สะเดา ปริมาณความชื้น ความหนาแน่น ค่าการหดตัวของไม้บาง ค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น ค่าความต้านแรงเฉือน ค่าการแตกที่ไม้ กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์

---

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[2] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ABSTRACT

Research study for veneer and 3 layers plywood made from Neem (*Azadirachta indica*) 16 years old from Lop Buri province. The experiment boards processed with various 4 glue types; 1) urea formaldehyde (UF) 2) phenol formaldehyde (PF) 3) methylene diphenyl diisocyanate (MDI) and 4) emulsion polymer isocyanate (EPI) content at 190 g/m.^{2} (single glue line). Properties of boards were tested by TISI 178-2549.

The results demonstrated that veneer density of Neem at 0.76 g./cm.^{3} Plywood made from MDI mechanical properties is the best and passed industrial standard.

Key words: ven eer, plywood, neem (*Azadirachta indica*), moisture content, density, veneer shrinkage, modulus of rupture, modulus of elasticity, shear strength, wood failure, urea formaldehyde (UF), phenol formaldehyde (PF), methylene diphenyl diisocyanate (MDI), emulsion polymer isocyanate (EPI)

บทนำ

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 รัฐบาลได้มีการประกาศปิดป่าสัมปทานป่าบกทั่วประเทศเพื่อต้องการรักษาพื้นที่ป่าของประเทศ ทำให้ไม่มีการทำไม้ออกจากป่า ส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนไม้ใช้สอยซึ่งมีปริมาณที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมไม้บางและไม้อัด เนื่องจากอุตสาหกรรมประเภทนี้ใช้ไม้และกาวเป็นวัตถุดิบในการผลิตที่สำคัญ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ไม้ซุงขนาดใหญ่ที่มีคุณภาพ มีลักษณะเปลาตรง ปราศจากตำหนิต่าง ๆ ได้แก่ พูโพรง ไส้ผุ รอยแตกร้าว ปุ่มตาแข็งขนาดใหญ่ และตำหนิที่เกิดจากการเจาะไชของแมลงต่าง ๆ มาเป็นวัตถุดิบในการป้อนโรงงาน ดังนั้นจึงต้องพิถีพิถันคัดเลือกไม้ซุงเป็นพิเศษเพื่อให้ได้ไม้ที่ดีมีคุณลักษณะเป็นที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบผลิตไม้บางและไม้อัด ชนิดไม้ที่นิยมใช้ เช่น ไม้สัก (*Tectona grandis*) ไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus*) ไม้ยมหอม (*Toona* sp.) ไม้ยมหิน (*Chukrasia* sp.) ไม้กะบาก (*Anisoptera* sp.) และไม้สยา (*Shorea* spp.) เป็นต้น

ปัจจุบันชนิดไม้ซุงชั้นคุณภาพ (veneer logs) จากไม้เหล่านี้เกิดการขาดแคลนและมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ป่าไม้ของเราก็ไม่อาจเอื้ออำนวยผลผลิตให้ใช้ไม้ได้ตามที่ต้องการ จึงจำเป็นที่จะต้องทำทุกวิถีทางเพื่อให้ได้ไม้มาเป็นวัตถุดิบในการผลิต มีการสั่งไม้จากต่างประเทศเข้ามาเป็นวัตถุดิบป้อน

โรงงานเพื่อให้กิจการดำเนินการต่อไป ซึ่งไม่อาจเลือกชนิดไม้ตามที่ต้องการได้ จำเป็นที่จะต้องจัดหาและเลือกใช้ไม้ชนิดอื่นมาใช้ในการผลิตไม้อัด เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบทดแทนไม้จากป่าธรรมชาติ เนื่องจากไม้สะเดา (*Azadirachta indica* A.. Juss. var.siamensis Valeton) เป็นไม้ที่มีการส่งเสริมให้ปลูกทั่วไปในทุกภูมิภาคของประเทศ เนื้อไม้มีคุณลักษณะอยู่ในเกณฑ์ที่น่าจะนำมาใช้ในการทำไม้บางไม้อัดได้ จึงนับเป็นไม้อีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการทดลองในกระบวนการผลิตแผ่นไม้บางและไม้อัด

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยผลิตแผ่นไม้อัดจากไม้สะเดา (*Azadirachta indica*) ของสวนป่าเทอดดำริ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี อายุประมาณ 16 ปี ตัดให้เป็นท่อนยาว 50 เซนติเมตร จากนั้น นำไปทำเป็นไม้บางและไม้อัดโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมไม้บางจากไม้สะเดา

1.1 ต้มไม้ซุงสะเดาที่อุณหภูมิ 80-90^{O}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.2 นำไม้สะเดามาปอกด้วยเครื่องปอกไม้บาง ให้มีความหนาประมาณ 1.6 มิลลิเมตร

1.3 นำไม้บาง (veneer) ที่ได้ไปผึ่งกระอากาศจนแห้งพอสมดุลกับบรรยากาศที่อุณหภูมิห้อง

1.4 คัดเลือกไม้บางที่ปราศจากตำหนิส่วนหนึ่งไปหาการหดตัว โดยตัดเป็นแผ่นขนาด 10X10 ตารางเซนติเมตรจำนวน 10 แผ่น

1.5 ตัดไม้บางที่เหลือให้ได้ขนาด 40X40 ตารางเซนติเมตร แล้วนำเข้าเครื่องอบร้อนให้มีความชื้นเหลือประมาณ 5-8%

2. การทดลองการหดตัวของไม้บางจากไม้สะเดา

2.1 นำแผ่นไม้บางที่ตัดได้ขนาดแล้วจากข้อ 1.4 มาแช่น้ำจนอิ่มตัว แล้วใช้ผ้าเช็ดน้ำออกให้แห้งพอหมาด ๆ ทำการวัดขนาดความกว้าง (ด้านสัมผัส: tangential) ความยาว (ด้านยาว: longitudinal) และความหนา (ด้านรัศมี: radial) ด้วยเครื่องวัดขนาด โดยทำเครื่องหมายตรงตำแหน่งที่ทำการวัดบนไม้บางแต่ละแผ่นไว้ด้วย

2.2 หลังจากนั้นให้นำไม้บางดังกล่าว ไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง ที่มีความละเอียดถึง 0.01 กรัม เพื่อหาปริมาณความชื้นโดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักอบแห้ง บันทึกขนาด และน้ำหนักครั้งแรกของแผ่นไม้บางแต่ละแผ่นแล้วนำไปผึ่งกระแสอากาศ

2.3 ในแต่ละวัน ให้ทำการวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาตรงตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้พร้อมชั่งน้ำหนัก บันทึกข้อมูลไว้แล้วนำไปผึ่งกระแสอากาศทำเช่นนี้ทุกวันจนครบ 6 วัน

นำแผ่นไม้บางตัวอย่างไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 103±2^{O}C อบให้แห้งเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่ นำไม้บางตัวอย่างออกมาวัดขนาดและชั่งน้ำหนักบันทึกข้อมูลเก็บไว้

2.4 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหดตัว (% shrinkage) และร้อยละของปริมาณความชื้น (% moisture content)

3. การทดลองทำแผ่นไม้อัดจากไม้สะเดา โดยใช้ไม้บางที่เตรียมไว้ในข้อ 1.5

3.1 การทดลองนี้ทำแผ่นไม้อัดชนิด 3 ชั้น โดยนำแผ่นไม้บางข้างต้นมาทากาวในปริมาณ 190 กรัมต่อตารางเมตร โดยกาวที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

3.1.1 กาวที่ใช้ทำแผ่นไม้อัดประเภทใช้งานภายใน

- กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (Urea formaldehyde: UF)

3.1.2 กาวที่ใช้ทำแผ่นไม้อัดประเภทใช้งานภายนอก

- กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ (Phenol formaldehyde: PF)
- กาว Methylene diphenyl diisocyanate (MDI)
- กาว Emulsion Polymer Isocyanate (EPI)

3.2 แผ่นไม้อัดที่ได้นำมาตัดเป็นชิ้นทดสอบสำหรับทดสอบหาค่าความต้านแรงดัด (modulus of rupture) ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ความต้านแรงเฉือน (shear strength) และค่าการแตกที่ไม้ (wood failure) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 178-2549

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

คุณสมบัติของไม้บาง

ไม้สะเดาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้อายุประมาณ 16 ปี จากจังหวัดลพบุรี มีขนาดความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 21.65 เซนติเมตร มีความหนาแน่นของไม้บางประมาณ 0.76 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เนื้อไม้ค่อนข้างหยาบ มีสีแดงปนน้ำตาลมีลักษณะเสี้ยนสน เมื่อนำไม้บางที่ได้จากการปอกไปทดสอบการหดตัว จะเห็นได้ว่า

การหดตัวของไม้บางสะเดาจากกระพี้ทางด้านสัมผัสและรัศมี (Table 1 and Figure 1) อยู่ในระดับ 4.78% และ 3.86% ตามลำดับ ส่วนการหดตัวที่ระดับความชื้นประมาณ 5-8% การหดตัวของไม้บางสะเดาจากกระพี้ทางด้านสัมผัสและรัศมี อยู่ในช่วง 4.55-4.60% และ 3.25-3.50% ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบกับการหดตัวของไม้บางสะเดาจากแก่นทางด้านสัมผัสและรัศมี (Table 1 and Figure 2) อยู่ในระดับ 5.42% และ 3.09% ตามลำดับ และการหดตัวที่ระดับความชื้นประมาณ 5-8% การหดตัวของไม้บางสะเดาจากแก่นทางด้านสัมผัสและรัศมี อยู่ในช่วง 5.20-5.25% และ 2.60-2.75%

ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ไม้บางสะเดาจากแก่นมีการหดตัวด้านสัมผัสสูงกว่าไม้บางสะเดาจากกระพี้ ซึ่งการหดตัวของไม้บางนี้เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดตำหนิระหว่างการอบไม้บาง ไม้บางที่มีการหดตัวสูง มักมีแนวโน้มที่จะเกิดรอยแตกแยกบนผิวไม้ รอยฉีกขาดบนผิวไม้บาง เกิดการโค้งงอ ทำให้ผิวและขอบไม้บางมักเป็นลูกคลื่น เป็นผลให้คุณภาพในการติดกาวของไม้อัดต่ำลง (มนตรี, 2537)

Table 1. Relationship between moisture contents and veneer shrinkages of *Azadirachta indica.*

Veneer	Moisture content (%)	Veneer shrinkage (%)		
		Tangential	Radial	Longitudinal
Sapwood Density 0.75 g./cm.^{3}	117.34	0	0	0
	21.20	1.03	0.23	0.07
	13.85	3.38	1.41	0.10
	11.94	4.32	2.88	0.11
	10.59	4.81	3.07	0.12
	0	4.78	3.86	0.16
Heartwood Density 0.77 g./cm.^{3}	116.39	0	0	0
	21.12	1.34	0.30	0.02
	13.95	3.99	1.87	0.09
	11.81	4.95	2.06	0.14
	10.57	5.09	2.48	0.16
	0	5.42	3.09	0.18

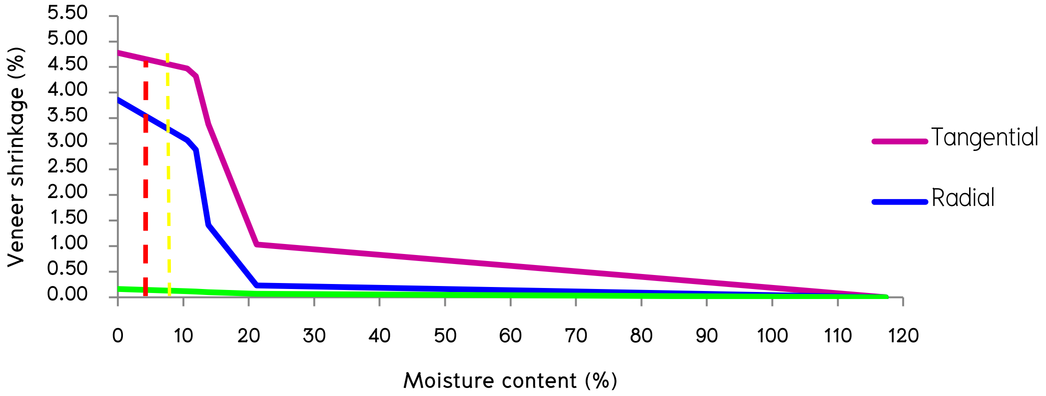

Figure 1. Relationship between sapwood veneer shrinkages from different section.

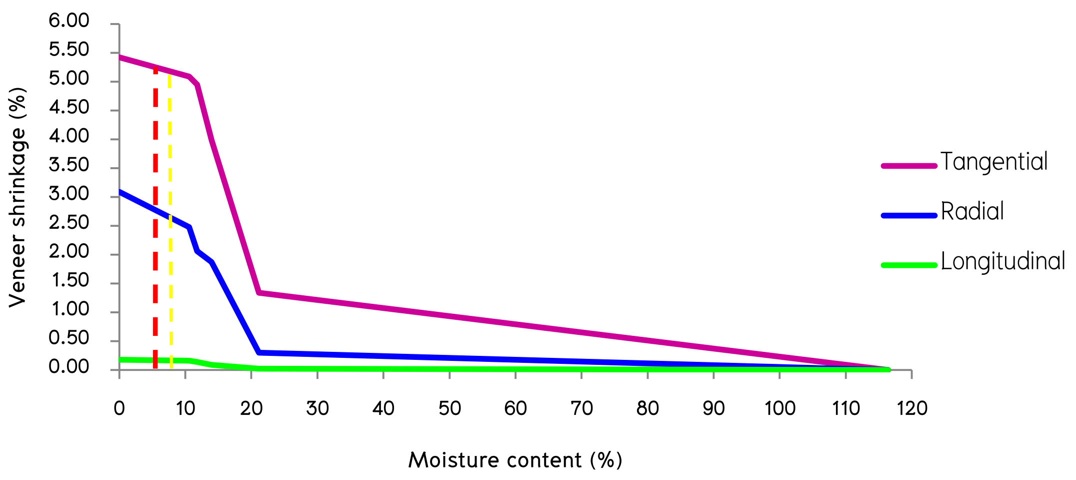

Figure 2. Relationship between heartwood veneer shrinkages from different section.

เมื่อเปรียบเทียบการหดตัวจากไม้ชนิดอื่น ๆ ที่มีความหนาแน่นในระดับที่แตกต่างกัน ดัง Table 2 จะเห็นว่า การหดตัวของไม้บางสะเดาอยู่ในระดับใกล้เคียงกับไม้บางสะเดาเทียม (*Azadirachta excels*) แต่ต่ำกว่าไม้บางยางนา (*Dipterocarpus alatus*) แสดงให้เห็นว่า การโค้งตัวของไม้บางจากไม้สะเดามีการโค้งงอน้อย

Table 2. Relationship between moisture contents and veneer shrinkages from different species.

Veneer speciese		Density (g./cm.^{3})	Veneer shrinkage (%)		
			Tangential	Radial	Longitudinal
Azadirachta indica	Sapwood	0.75	4.78	3.86	0.16
	Heartwood	0.77	5.42	3.09	0.18
Azadirachta excelsa[1]	Sapwood	0.48	5.62	2.37	0.44
	Heartwood	0.51	6.84	2.18	0.10
Dipterocarpus alatus[1]	Sapwood	0.68	11.06	6.32	0.28
	Heartwood	0.75	12.60	6.89	0.25

Source: [1] **Montri** (2537)

คุณสมบัติของไม้อัด

เมื่อทำการทดสอบสมบัติของแผ่นไม้อัดที่ใช้งานภายในและภายนอกตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.178-2549 พบว่า

1. ความหนา และปริมาณความชื้น

แผ่นไม้อัดที่ทำจากไม้สะเดามีค่าความหนาเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.62–5.05 มม. และปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.64% – 9.98% (Table 3)

2. ค่าความต้านแรงดัด

ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นไม้อัดมีค่าเฉลี่ยอยู่ใน 60.04–94.90 MPa พบว่า แผ่นไม้อัดที่ทำจากไม้สะเดาทุกชนิดกาวที่ใช้มีค่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 178–2549 (Table 4 and Figure 3) โดยแผ่นไม้อัดภายนอกที่ใช้กาว MDI มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุด คือ 94.90 MPa เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ชนิดกาวที่ใช้ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นไม้อัดมีค่าเฉลี่ยอยู่ใน 6,922 – 9,927 MPa พบว่า แผ่นไม้อัดที่ทำจากไม้สะเดาทุกชนิดกาวที่ใช้มีค่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 178–2549 (Table 4 and Figure 4) โดยแผ่นไม้อัดภายนอกที่ใช้กาว MDI มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุด คือ 9,927 MPa เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ชนิดกาวที่ใช้ไม่มีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4. การติดกาว

ค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยของแผ่นไม้อัดมีค่าเฉลี่ยอยู่ใน 0.49 – 1.69 MPa โดยมีค่าการแตกที่ไม้เฉลี่ยอยู่ในช่วง 25–90% พบว่า แผ่นไม้อัดที่ทำจากไม้สะเดาที่ใช้กาว MDI มีค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.69 MPa และมีค่าการแตกที่ไม้เฉลี่ยเท่ากับ 50% ซึ่งผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 178–2549 ที่กำหนดว่าไม้อัดที่มีค่าความต้านแรงเฉือนมากกว่า 1 MPa จะไม่คำนึงถึงค่าการแตกที่ไม้ (Table 4 and Figure 5)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ชนิดกาวที่ใช้มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan’s New Multiple Range Test พบว่า กาว MDI มีค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว PF กาว UF และ กาว EPI ตามลำดับ โดยค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

Table 3. Physical properties of plywood from *Azadirachta indica.*

Glue type	Thickness (mm.)	Moisture content (%)
TISI 178-2549	5 ± 0.2	7.00 – 15.00
Urea Formaldehyde (UF)	5.05	9.50
Phenol Formaldehyde (PF)	4.62	9.98
Methylene diphenyl diisocyanate (MDI)	4.80	7.64
Emulsion Polymer Isocyanate (EPI)	4.72	7.74

Table 4. Mechanical properties of plywood from *Azadirachta indica.*

Glue type	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (MPa)	Shear strength (MPa)	Wood Failure (%)
TISI 178-2549	34	≥4,500	-	-
Urea Formaldehyde (UF)	63.85	7,054	0.85	90
Phenol Formaldehyde (PF)	76.78	8,338	1.26	45
Methylene diphenyl diisocyanate (MDI)	94.90	9,927	1.69	50
Emulsion Polymer Isocyanate (EPI)	60.04	6,922	0.49	25

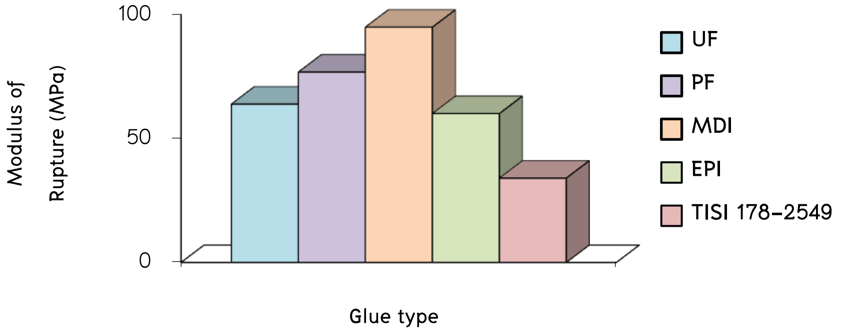

Figure 3. Modulus of rupture of *Azadirachta indica.*

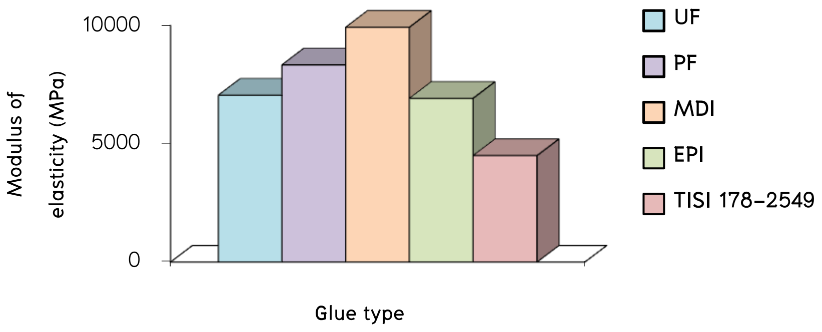

Figure 4. Modulus of elasticity of *Azadirachta indica*.

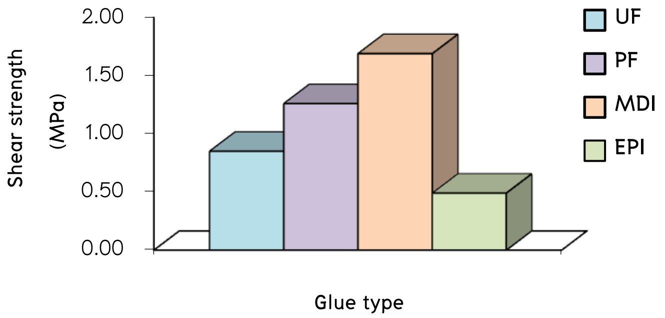

Figure 5. Shear strength of *Azadirachta indica*.

ค่าการแตกที่ไม้ของแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว UF ซึ่งเป็นกาวภายในที่ทดสอบในสภาวะแห้งจะมีค่าสูงกว่าแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาวชนิดอื่นซึ่งเป็นกาวภายนอกที่ทดสอบในสภาวะเปียก โดยแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว EPI จะมีค่าการแตกที่ไม้ต่ำสุด

สรุปผล

การนำไม้สะเดาอายุประมาณ 16 ปี จากจังหวัดลพบุรี ทดลองทำไม้บางและแผ่นไม้อัดทั้งประเภทใช้งานภายในและภายนอกมาเปรียบเทียบกับไม้อัดที่ทำจากไม้ชนิดอื่น พบว่า

1. ความหนาแน่นของไม้บางสะเดาอยู่ในระดับ 0.76 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สูงกว่าความหนาแน่นของไม้บางสะเดาเทียม แต่มีค่าใกล้เคียงกับไม้บางยางนา
2. การหดตัวของไม้บางสะเดาทางด้านสัมผัสและรัศมีอยู่ในระดับเดียวกับไม้บางสะเดาเทียม แต่หดตัวน้อยกว่าบางยางนา
3. เมื่อใช้กาวต่างชนิดกันทำแผ่นไม้อัดสะเดา ค่าความต้านแรงดัดและค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นไม้อัดจะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. แผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว MDI มีค่าความต้านแรงเฉือนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว PF กาว UF และ กาว EPI ตามลำดับ

5. ค่าการแตกที่ไม้ของแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว UF ซึ่งเป็นกาวภายในที่ทดสอบในสภาวะแห้งจะมีค่าสูงกว่าแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาวชนิดอื่นซึ่งเป็นกาวภายนอกที่ทดสอบในสภาวะเปียก โดยแผ่นไม้อัดสะเดาที่ใช้กาว EPI จะมีค่าการแตกที่ไม้ต่ำสุด

กิตติกรรมประกาศ

การทดลองเพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้ก็เพราะได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากผู้ร่วมงานทุกท่าน และขอขอบคุณ คุณชัยยันต์ แพงวงค์ และคุณพิทักษ์ หางาม ผู้ช่วยนักวิจัยที่ช่วยในการจัดเก็บไม้สะเดาที่ใช้ในการทดลอง จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

มนตรี พรหมโชติกุล, วินัย โสมณวัตร์ และศรัณธร สุขวัฒน์นิจกูล 2537. **การทำไม้บางไม้อัดจากไม้สะเดาเทียม**, ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ. 36 น

สมศักดิ์ พัฒนประภาพันธ์, ธวัช จิรายุส, และมนตรี พรหมโชติกุล. 2527. **การศึกษาการหดตัวของไม้บาง,** น. 188-203. *ใน* เอกสารทางวิชาการ เล่ม 2 การประชุมการป่าไม้ ประจำปี 2527 " การป่าไม้เพื่อการพัฒนาชนบท". กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นไม้อัด.** มอก.178-2549. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพ ฯ.

อนวัทย์ สุโชธนัง, บุญยง สุรีย์พงษ์, เทียนชัย ศรีจรูญ, พรพิมล อมรโชติ และสุทธิพร สุทธิจารีย์. 2545. การใช้ประโยชน์ไม้ตัดสางขยายระยะจากสวนป่า. ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ. 22 น.

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