

การพัฒนาอุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นจากไม้ผล

Development of Oriented Strand Board Industries from Fruit Trees

ทรงกลด จารุสมบัติ¹

วัลยุทธ เพื่องวิวัฒน์²

ปิยะวัติ บัวจงกล²

วรกิจ สุนทรบุระ²

Songklod Jarusombuti¹

Vallayuth Fueangvivat²

Piyawade Bauchongkol²

Worakit Soontonbura²

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

E-mail: fforsoj@ku.ac.th

²สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department

รับต้นฉบับ 1 เมษายน 2556

รับลงพิมพ์ 23 พฤษภาคม 2556

ABSTRACT

Research studied on Oriented Strand Board (OSB) by three-layer with cross grain direction results the trunk of mango, rambutan, durian, litchi and longan suitable for OSB manufactured respectively. OSB properties that specified in TISI 876-2547, JIS A 5908-2003 and BS EN 300-1997 are passed

Research studied on Oriented Strand Board (OSB) made by trunk of mango, durian, rambutan, litchi and longan produced oriented strand board by three-layer with cross grain direction. Adhesive used of phenol resorcinol formaldehyde (PRF) and Polymeric diphenylmethane diisocyanate (pMDI) by 3 different components of 5, 7 and 9 percents based on dry weight of strand.

Trunk of mango, durian, rambutan, litchi and longan suitable for OSB manufactured respectively. The results of all experimental boards wear tested by TISI 876-2547, JIS A 5908-2003 and BS EN 300-1997 indicated that 5% pMDI are suitable for manufacturing OSB from mango, durian and litchi but at 7% pMDI from rambutan. However mango suitable for OSB 7% PRF but durian at 9% PRF. Longan didn't suitable for OSB manufacturing.

The lowest cost of OSB that specified in industries standard made from 5% pMDI are 53.41 baht/sheet (35×35×1.0 cm.) but from 7% PRF are 58.61 baht/sheet (35×35×1.0 cm.)

Keywords: Polymeric diphenylmethane diisocyanate (pMDI), Phenol-Resorcinol Formaldehyde (PRF), Oriented Strand Board (OSB)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ได้นำไม้ผล 5 ชนิด คือ ไม้มะม่วง ไม้เงาะ ไม้ทุเรียน ไม้ลิ้นจี่ และไม้ลำไย มาทดลองทำแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่จัดเรียงแบบ 3 ชั้น โดยให้ไม้บางเรียงเส้นไม้ตั้งฉากกันใช้กาวฟีนอล-รีซอร์ซินอลฟอร์มาลดีไฮด์ (PRF) และกาวโพลีเมอริก ไดฟีนิลมีเทน ไดไอโซไซยานต (pMDI) ในปริมาณ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5, 7 และ 9 ของน้ำหนักไม้บางแห้ง

ผลจากการนำไม้ผลมาผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นพบว่า ไม้มะม่วง ไม้ทุเรียน ไม้เงาะ ไม้ลิ้นจี่ และไม้ลำไย มีความเหมาะสมกับการผลิตเรียงลำดับจากมากไปน้อย และเมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติกับเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 876-2547 มาตรฐาน JIS A 5908 – 2003 และมาตรฐาน BS EN 300-1997 พบว่าเมื่อใช้กาว pMDI ที่ระดับปริมาณการร้อยละ 5 ของน้ำหนักไม้บางแห้งชนิดไม้ที่เหมาะสมในการผลิต คือ ไม้มะม่วง ไม้ทุเรียน และไม้ลิ้นจี่ การใช้ไม้เงาะต้องใช้กาวร้อยละ 7 ของน้ำหนักไม้บางแห้ง การใช้กาว PRF ที่ระดับปริมาณการร้อยละ 7 ของน้ำหนักไม้บางแห้งชนิดไม้ที่เหมาะสม คือ ไม้มะม่วง สำหรับไม้ทุเรียนใช้กาวปริมาณร้อยละ 9 ของน้ำหนักไม้บางแห้ง และจากผลการวิจัยยังพบว่า ไม้ลำไยไม่เหมาะสมในการนำมาทำแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้น

แผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่มีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และมีต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด คือ การผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่ใช้กาว pMDI ร้อยละ 5 มีต้นทุนการผลิตต่อแผ่น เท่ากับ 53.41 บาทต่อแผ่น (35x35x1.0 เซนติเมตร) ส่วนการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่ใช้กาว PRF ร้อยละ 7 มีต้นทุนการผลิตต่อแผ่น เท่ากับ 58.61 บาทต่อแผ่น (35x35x1.0 เซนติเมตร)

คำสำคัญ: กาวโพลีเมอริก ไดฟีนิลมีเทน ไดไอโซไซยานต กาวฟีนอล-รีซอร์ซินอลฟอร์มาลดีไฮด์
แผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้น

คำนำ

ปัจจุบันไม้ยังมีความจำเป็นสำหรับการก่อสร้างบ้านเรือน เครื่องเรือน เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ทำให้ต้องหาไม้มาใช้ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาการลักลอบตัดไม้จากป่าธรรมชาติและการค้าไม้เถื่อนเกิดปัญหาสังคมและสิ่งแวดล้อมตามมาอีกหลายประการทำให้รัฐบาลต้องทุ่มเทงบประมาณและบุคลากรในการป้องกันและปราบปรามการลักลอบตัดไม้ทำลายป่ากระทั่งถึงการยกเลิกสัมปทานการทำไม้ในป่าบกทั่วประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 เพื่อหยุดยั้งการตัดไม้ทำลายป่า แต่การแก้ไขปัญหาคาดแคลนไม้ใช้สอยยังไม่ได้รับการแก้ไขให้ลุล่วงไปได้แม้ความพยายามส่งเสริมให้มีการปลูกสร้างสวนป่าในปัจจุบันยังไม่ตอบสนองความต้องการได้และนับวันความต้องการใช้ไม้ของประเทศเพิ่มทวีขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ

ปี พ.ศ. 2504 ประเทศไทยมีจำนวนประชากร 27 ล้านคน มีพื้นที่ป่า 171 ล้านไร่ หรือร้อยละ 53.33 ของพื้นที่ประเทศ หลังจากรัฐบาลประกาศยกเลิกสัมปทานป่าบกในเดือนมกราคม พ.ศ. 2532 พื้นที่ป่าไม่มีประมาณ 89.76 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 28 ของพื้นที่ประเทศ และได้ลดลงเหลือ 85.4 ล้านไร่ หรือร้อยละ 26.64 ของพื้นที่ประเทศในปี พ.ศ. 2534 แต่จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นมาถึง 56 ล้านคน ในช่วงเวลาเพียง 2 ปี พื้นที่ป่าไม้ลดลงไปร้อยละ 1.36 ของพื้นที่ประเทศ หรือประมาณ 4.36 ล้านไร่ จวบจนถึงปี พ.ศ. 2549 ข้อมูลที่ได้จากการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมปรากฏว่าประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่ 99.1 ล้านไร่ หรือ ร้อยละ 30.92 ของพื้นที่ประเทศ ในขณะที่จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นไปอยู่ในระดับ 62 ล้านคน

ส่วนปริมาณไม้ที่ต้องการในประเทศแต่ละปีมากกว่า 3 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งช่วงที่ผ่านมาคนยกเลิกสัมปทานป่าไม้มิมีการทำไม้ออกจากป่าปีละประมาณ 2 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 70-80 ของความต้องการใช้ไม้ เมื่อรัฐบาลยกเลิกสัมปทานป่าไม้อาจมีการนำเข้าไม้จากต่างประเทศ ในปี พ.ศ. 2550 จำนวน 1.9 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นมูลค่า 15,943 ล้านบาท โดยส่วนใหญ่จากประเทศเพื่อนบ้าน คือ มาเลเซีย พม่า กัมพูชา และ ลาว ซึ่งการนำเข้าไม้จากต่างประเทศส่วนหนึ่งส่งผลกระทบต่อป่าธรรมชาติของประเทศเหล่านั้นเช่นกัน โดยเฉพาะกับกระแสสิ่งแวดล้อมในขุคโลกาภิวัตน์ ทำให้ทุกประเทศที่ส่งออกมีมาตรการจำกัดหรือห้ามส่งออกไม้ซุง ดังนั้นภาวการณ์ขาดแคลนไม้ยังคงดำรงอยู่เช่นเดิม (สำนักแผนงานและสารสนเทศ, 2553)

จากปัญหาดังกล่าวเมื่อไม้ยังคงมีความสำคัญในการใช้ประโยชน์ มีความต้องการที่เพิ่มปริมาณสูงขึ้น แต่ไม้กลับขาดแคลนและมีราคาสูงขึ้น ไม้ที่พอจะหาได้จากสวนป่าในปัจจุบันมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการ แนวคิดการใช้ประโยชน์ไม้ด้วยความเหมาะสมอย่างชาญฉลาดและยั่งยืน พร้อมทั้งให้มีการเพิ่มมูลค่าด้วยจึงเป็นทางเลือกที่มีความสำคัญอย่างยิ่งยวดที่ต้องปฏิบัติให้เกิดขึ้น โดยเฉพาะพืชผลทางการเกษตรที่ให้ผลผลิตต่ำ ซึ่งเมื่อเกษตรกรทำการตัดฟันเพื่อปลูกใหม่ สำหรับไม้ที่ถูกตัดฟันดังกล่าวนี้ปัจจุบันยังไม่มี การนำมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิต และสร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งเป็นการพัฒนาการใช้ประโยชน์ทรัพยากรพืชเศรษฐกิจพื้นเมือง จึงเห็นควรมี

การพัฒนาโดยการนำไม้ผล จำนวน 5 ชนิด คือมะม่วง เงาะ ทุเรียน ลิ้นจี่ และลำไย มาใช้ประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเลียนซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้อย่างกว้างขวาง ตลอดจนการศึกษาถึงสมบัติพื้นฐานทางด้านกายภาพ และกลสมบัติของแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเลียนจากไม้ผล เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาที่จะนำเอาไม้จากผลดังกล่าวไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมวัตถุดิบ

นำไม้ผลทั้ง 5 ชนิด ที่ถูกโค่นเพื่อทำการปลูกใหม่มีอายุเฉลี่ย 25-30 ปี โดย

ไม้มะม่วง (*Mangifera indica* Linn.)

จากจังหวัดระยอง

ไม้เงาะ (*Nephelium lappaceum* Linn.)

จากจังหวัดระยอง

ไม้ทุเรียน (*Durio zibethinus* Merr.)

จากจังหวัดสุราษฎร์ธานี

ไม้ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.)

จากจังหวัดเชียงใหม่

ไม้ลำไย (*Euphonia longana* Lam.)

จากจังหวัดเชียงใหม่

โดยไม้ผลทั้ง 5 ชนิด มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ และทางกล ดังนี้

Table 1 Some physical and mechanical properties of fruit trees wood.

Specie	Moisture content (%)	Specific gravity (kg./cu.m.)	(Strength)						Durability (year)	
			(Static Bending)		Compression		Toughness (kg.-m.)	Hardness (N)		
			Modulus of Rupture (MPa)	Modulus of Elasticity (MPa)	parallel to grain (MPa)	Shear parallel to grain (MPa)				
Mango ¹	12	0.65	727	56.4	4,825	27	14.5	2.16	3,962	-
<i>Mangifera indica</i> Linn.										
Durian ¹	12.	0.46	510	59	7,970	32.1	10	0.76	2,830	1.9
<i>Durio zibethinus</i> Merr.										
Litchi ¹	12	0.77	860	80.3	7,321	49.8	24.6	2.12	8,159	-
<i>Litchi chinensis</i> Sonn.										
Longan ²	10.98	0.71	855	84	6,934	42.9	17	3.60	9,493	-
<i>Euphonia longana</i> Lam.										

Sources: ¹Forest Products Development Divison, 2005; ²Piyawade and Vallayuth, 2005

นำไม้ผลทั้ง 5 ชนิด มาทำการปอกด้วยเครื่องปอกไม้บาง จากนั้นนำไม้บางที่ได้มาตัดด้วยเครื่องตัดไม้บางเป็นแถบยาวมีขนาดกว้าง 2-2.5 เซนติเมตร ขนาดยาว 6-7 เซนติเมตร และหนา 0.9 มิลลิเมตร นำไปอบในเตาอบจนเหลือความชื้นประมาณร้อยละ 3-5 แล้วใส่ถุงพลาสติกเก็บไว้

การทำแผ่น

นำไม้บางที่เตรียมไว้มาทำเป็นแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงสลับโดยมีสภาวะในการวิจัย ดังนี้

ความหนาแน่นของแผ่น	700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ความหนาของแผ่น	10 มิลลิเมตร
ขนาดของแผ่น	37 × 37 ตารางเซนติเมตร
ความชื้นของไม้บางก่อนผสมกาว	ร้อยละ 3-5
ปริมาณกาวที่ใช้ต่อน้ำหนักของไม้บางแห้ง	ร้อยละ 5, 7 และ 9

นำไม้บางที่อบเตรียมไว้แล้วไปผสมกับกาวฟีนอล-รีซอร์ซินอลฟอรัมาลดีไฮด์ (Phenol-Resorcinol Formaldehyde: PRF) และกาวโพลีเมอริก ไดฟีนิล มีเทน ไดไอโซไซยานาต (Polymeric diphenylmethane diisocyanate: pMDI) ในเครื่องผสมกาวตามสภาวะที่กำหนดไว้ จากนั้นนำไปจัดเรียงในกล่องทำแผ่น โดยจัดเรียงแบบ 3 ชั้น โดยให้ไม้บางเรียงสลับไม้ตั้งฉากกันเสร็จแล้วนำไปอัดขึ้นโดยใช้น้ำหนักกดทับเป็นเวลา 5 นาที เพื่อให้ไม้บางที่จัดเรียงไว้มีความคงสภาพมากขึ้น

การอัดร้อน

นำแผ่นที่ได้ไปวางระหว่างแผ่นรองอัดที่เตรียมผิวหน้าดีแล้ว และใช้แท่งเหล็กหนา 10 มิลลิเมตร 1 คู่ วางขนานด้านข้างแผ่น นำเข้าเครื่องอัดร้อนทำการอัดตามสภาวะ ดังนี้

อุณหภูมิ	150 องศาเซลเซียส
แรงอัดจำเพาะ	50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
ระยะเวลา	8 นาที

เสร็จแล้วจึงนำแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงสลับที่ได้ ออกมาวางผึ่งในกระแสดอากาศเพื่อปรับสภาวะความชื้น และอุณหภูมิประมาณ 1 สัปดาห์

การทดสอบสมบัติทางกายภาพและกลสมบัติ

ตัดและทดสอบแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงสลับตาม มอก. 876-2547 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) มาตรฐาน JIS A 5908-2003 (Japanese Industrial Standard, 2003) และมาตรฐาน BS EN 300-1997 (British Standard, 1997) กำหนด

การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผล

การทดสอบสมบัติแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงสลับที่ทำจากไม้ผล 5 ชนิด คือ ไม้มะม่วง ไม้เงาะ ไม้ทุเรียน ไม้ลิ้นจี่ และ ไม้ลำไย ที่ระดับปริมาณกาว PRF และกาว pMDI จำนวน 3 ระดับ คือร้อยละ 5, 7 และ 9 ของน้ำหนักไม้บางแห้ง ทำการจัดเรียงไม้บางแบบ 3 ชั้น โดยให้ไม้บางเรียงสลับไม้ตั้งฉากกัน วางแผนการทดลองแบบ 5×2×3 แฟกตอเรียล ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ การทดลองมี 30 ทริทเมนต์คอมบินชันมี 3 ชั้น (5×2×3 Factorial experiment in completely randomized design) จากนั้น นำค่าที่ได้จากการทดสอบ คือ ค่าการพองตัวตามความหนา การดูดซึมน้ำ ความต้านแรงดัด โมดูลัสยืดหยุ่น และความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า มาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่า ผลการทดสอบนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติหรือไม่ ถ้าปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ก็จะนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (อนันตชัย, 2539)

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาทดลองผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงสลับที่ทำจากไม้ผล 5 ชนิด คือ ไม้มะม่วง ไม้เงาะ ไม้ทุเรียน ไม้ลิ้นจี่ และ ไม้ลำไย ที่ระดับปริมาณกาว PRF และกาว pMDI จำนวน 3 ระดับ คือร้อยละ 5, 7 และ 9 ของน้ำหนักไม้บางแห้ง ทำการจัดเรียงไม้บางแบบ 3 ชั้น โดยให้ไม้บางเรียงสลับไม้ตั้งฉากกันแล้วทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 876-2547 มาตรฐาน JIS A 5908-2003 และมาตรฐาน BS EN 300-1997 (Table2)

Table 2 Comparison of properties of oriented strand board from fruit trees with industrial standard.

Type of fruit trees	Glue content (%)	Thickness (mm.)	Density (kg/m ³)	Moisture content (%)	Thickness swelling (%)	Water absorption (%)	Lengthwise modulus of rupture (MPa)	Widthwise modulus of rupture (MPa)	Lengthwise modulus of elasticity (MPa)	Widthwise modulus of elasticity (MPa)	Internal bonding (MPa)
TISI 876-2547		10 ± 0.3	400 - 900	4 - 13	< 12	-	≥ 14	≥ 14	≥ 1,800	≥ 1,800	≥ 0.40
JIS A 5908-2003 (24-10 type, E ₂ type)		10 ± 1.0	400 - 900	5 - 13	< 25	-	≥ 24	≥ 10	≥ 4,000	≥ 1,300	≥ 0.3
BS EN 300-1997 (OSB/2)		10 ± 0.8	-	2 - 12	< 20	-	≥ 22	≥ 11	≥ 3,500	≥ 1,400	≥ 0.34
Mango	5	9.70	713.79	6.77	27.55	41.80	40.69	11.40	6,843	863	0.53
	7	9.59	750.46	6.57	9.45	23.89	49.49	15.74	7,717	1,326	0.79
	9	9.48	676.56	6.64	8.11	26.38	45.19	8.95	7,826	777	0.85
pMDI	5	9.67	694.54	8.67	1.74	6.02	47.25	13.16	7,175	1,083	1.78
	7	9.61	700.86	7.87	1.74	5.31	53.54	14.35	8,109	1,608	2.15
	9	9.54	686.38	7.74	1.04	3.29	73.61	14.45	9,888	1,210	1.98
PRF	5	9.78	667.01	7.19	42.84	35.39	29.46	5.85	5,464	374	0.40
	7	9.49	666.99	7.36	23.92	29.44	29.17	9.74	5,742	3,036	0.55
	9	9.46	741.03	7.05	21.90	27.64	26.92	7.71	5,602	662	0.44
Rambutan	5	9.60	686.80	9.00	2.25	5.40	51.10	11.05	7,757	812	1.54
	7	9.38	723.44	4.84	2.45	11.59	41.54	16.01	5,974	1,650	1.15
	9	9.38	729.61	5.04	2.00	13.06	40.44	16.03	6,156	1,611	1.13
PRF	5	9.57	687.20	6.57	29.14	37.92	39.73	20.76	5,181	1,620	0.99
	7	9.67	693.33	5.93	31.08	55.17	50.19	14.13	6,723	1,050	0.74
	9	9.66	675.87	5.75	7.44	28.82	38.94	21.79	4,702	1,837	0.67
Durian	5	10.28	684.48	8.01	3.38	6.88	50.93	16.15	7,262	1,167	1.86
	7	9.80	705.97	7.90	2.48	6.26	60.44	19.44	7,288	1,560	2.43
	9	9.79	696.81	7.86	2.08	5.09	62.43	22.29	7,782	1,638	2.60
PRF	5	9.75	728.25	7.19	33.56	41.69	21.79	7.94	4,374	1,000	0.26
	7	9.51	690.24	7.53	25.29	33.08	16.60	5.95	4,048	676	0.20
	9	9.47	728.29	7.38	22.96	31.35	26.38	6.36	4,958	652	0.44
Litchi	5	9.58	721.21	7.82	2.63	12.47	39.34	10.45	6,613	1,035	1.04
	7	9.55	739.61	7.75	4.21	14.15	38.17	9.93	5,932	1,003	1.42
	9	9.53	704.97	7.60	2.88	9.52	31.91	8.03	5,814	1,066	1.20
PRF	5	9.44	687.77	8.50	48.40	41.77	20.51	4.42	4,264	784	0.38
	7	9.39	717.39	8.86	50.77	45.15	13.87	5.07	3,546	583	0.39
	9	9.39	778.80	8.36	30.36	32.35	18.61	4.93	4,119	601	0.38
Longan	5	9.40	719.33	8.88	3.59	14.44	18.61	7.64	3,881	928	1.00
	7	9.41	757.58	7.91	2.84	10.33	25.06	10.15	4,579	1,032	1.06
	9	9.48	718.85	8.43	3.61	11.78	26.67	8.25	4,650	839	1.07

ความหนาแน่น และปริมาณความชื้น

แผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นที่ได้มีค่าความหนาแน่นอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ อยู่ในช่วง 666.99-778.80 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 4.84-9.00

การพองตัวตามความหนา

1. แผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้มะม่วงใช้กาบ pMDI ร้อยละ 9 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำสุด คือ ร้อยละ 1.04 รองลงมาคือ แผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้มะม่วงและใช้กาบ pMDI ร้อยละ 5 และ 7 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยเท่ากัน ร้อยละ 1.74

2. เมื่อใช้กาบ PRF พบว่าแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้มะม่วงที่ปริมาณการร้อยละ 7 และ 9 และแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้ทุเรียนที่ปริมาณการร้อยละ 9 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยแตกต่างกันซึ่งเป็นค่าที่ผ่านทั้งสามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นจากไม้ทุเรียนที่ปริมาณการร้อยละ 9 มีค่าการพองตัวตามความหนาต่ำสุด

3. เมื่อใช้กาบ pMDI ที่ทุกระดับปริมาณการในการผลิตแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นจากไม้ผลทุกชนิดให้ค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยที่ผ่านทั้งสามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

4. เมื่อใช้ปริมาณการ PRF ที่แตกต่างกันมีผลให้ค่าการพองตัวตามความหนาแตกต่างกัน โดยเมื่อใช้ปริมาณการมากขึ้นการพองตัวตามความหนาจะลดลง แต่หากใช้กาบ pMDI ในปริมาณที่แตกต่างกันค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นจะแตกต่างกัน

การดูดซึมน้ำ

ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยของแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้น มีค่าเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 3.29-55.17 โดยแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้มะม่วงและใช้กาบ pMDI ร้อยละ 9 มีค่าการดูดซึมน้ำต่ำสุด คือ ร้อยละ 3.29

ค่าความต้านแรงดัดตามยาว

ความต้านแรงดัดตามยาวเฉลี่ยของแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นมีค่าในช่วง 13.87-73.61 เมกะพาสคัล โดยแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้มะม่วงใช้กาบ pMDI ร้อยละ 9 มีค่าความต้านแรงดัดตามยาวเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 73.61 เมกะพาสคัล นอกจากนี้ยังพบว่า มีเพียงแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้ลำไย ใช้กาบ PRF ร้อยละ 7 มีค่าความต้านแรงดัดตามยาวไม่ผ่านทั้งสามเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้มะม่วง ไม้เงาะ และไม้ทุเรียนไม่ว่าจะใช้กาบ PRF หรือกาบ pMDI ในปริมาณที่แตกต่างกันค่าความต้านแรงดัดตามยาวเฉลี่ยผ่านทั้งสามเกณฑ์มาตรฐาน

ค่าความต้านแรงดัดตามขวาง

ความต้านแรงดัดตามขวางเฉลี่ยของแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้น มีค่าเฉลี่ยในช่วง 4.42-22.29 เมกะพาสคัล โดยแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้ทุเรียน กาบ pMDI ในปริมาณร้อยละ 9 มีค่าความต้านแรงดัดตามขวางเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 22.29 เมกะพาสคัล

ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นตามยาว

มอดูลัสยืดหยุ่นตามยาวเฉลี่ยของแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้น มีค่าเฉลี่ยในช่วง 3,546-9,888 เมกะพาสคัล โดยแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากทุกชนิดไม้ผล ชนิดกาบ และระดับปริมาณการที่ใช้มีค่ามอดูลัสยืดหยุ่นตามยาวเฉลี่ยที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 876-2547 ที่กำหนดให้ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นตามยาวไม่น้อยกว่า 1,800 เมกะพาสคัล และเกณฑ์มาตรฐาน BS EN 300-1997 ที่กำหนดให้ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นตามยาวไม่น้อยกว่า 3,500 เมกะพาสคัล โดยแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้มะม่วงและใช้กาบ pMDI ในปริมาณร้อยละ 9 มีค่ามอดูลัสยืดหยุ่นตามยาวเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 9,888 เมกะพาสคัล

ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นตามขวาง

มอดูลัสยืดหยุ่นตามขวางเฉลี่ยของแผ่นชั้นไม้อัดเรียงเส้น มีค่าเฉลี่ยในช่วง 374-3,036 เมกะ

พาสคัล โดยแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้ลั่นจี่และไม้ลำไย ทุกชนิดและระดับปริมาณกาที่ให้มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นตามขวางเฉลี่ยไม่ผ่านทั้งสามเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้มะม่วง และไม้เงาะ เมื่อใช้กา PRF หรือกา pMDI ร้อยละ 7 ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นตามขวางเฉลี่ย ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5908-2003 และ BS EN 300-1997 ที่กำหนดให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นตามขวางไม่น้อยกว่า 1,300 และ 1,400 เมกกะพาสคัล ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้ทุเรียน ที่ใช้กา PRF ในปริมาณร้อยละ 5 และ 9 และใช้กา pMDI ในปริมาณร้อยละ 7 และ 9 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นตามขวางผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานทั้งสองเกณฑ์ข้างต้นเช่นกัน

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นมีค่าในช่วง 0.20-2.60 เมกกะพาสคัล โดยแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้ทุเรียน ซึ่งใช้กา pMDI ในปริมาณร้อยละ 9 มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยสูงสุด คือ 2.60 เมกกะพาสคัล และมีเพียงแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่ทำจากไม้ลั่นจี่ ซึ่งใช้กา PRF ในปริมาณร้อยละ 5 และ 7 เป็นสารเชื่อมมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.26 และ 0.20 เมกกะพาสคัล ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ผ่านทั้งเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5908 - 2003 ที่กำหนดให้ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าไม่น้อยกว่า 0.30 เมกกะพาสคัล

ต้นทุนการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นในห้องปฏิบัติการ

จากผลการศึกษาพบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่มีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด คือ การผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่ใช้กา โพลีเมอริก ไดฟีนิล มีเทน ไดไอโซไซยานเนต ร้อยละ 5 มีต้นทุนการผลิตต่อแผ่น เท่ากับ 53.41 บาทต่อแผ่น (35x35x1.0 เซนติเมตร)

ส่วนการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่ใช้กา ฟีนอล-รีซอร์ซินอลฟอร์มาลดีไฮด์ ร้อยละ 7 มีต้นทุนการผลิตต่อแผ่นเท่ากับ 58.61 บาทต่อแผ่น (35x35x1.0 เซนติเมตร)

สรุป

จากสมบัติของแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นดังกล่าวข้างต้นทำให้เห็นว่า เมื่อเพิ่มปริมาณกา PRF มากขึ้น คุณสมบัติของแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่เนื่องจากที่ปริมาณกา PRF ร้อยละ 7 แผ่นที่ผลิตได้มีคุณสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม จึงเลือกปริมาณกาในระดับนี้ในการผลิตเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตอีกทางหนึ่ง ส่วนกา pMDI ที่ระดับปริมาณกาแตกต่างกันคุณสมบัติทางความแข็งแรงของแผ่นไม่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงเลือกที่ปริมาณกาต่ำสุดคือร้อยละ 5 ในการผลิต โดยพิจารณาดังนี้

1. ไม้ผลที่เหมาะสำหรับการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ไม้มะม่วง ไม้ทุเรียน ไม้เงาะ ไม้ลั่นจี่ และไม้ลำไย ตามลำดับ
2. เมื่อใช้กา pMDI ในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้น ชนิดไม้ที่เหมาะสม คือ ไม้มะม่วง ไม้ทุเรียน และไม้ลั่นจี่ โดยกาในปริมาณร้อยละ 5 ของน้ำหนักไม้บางแห้ง แผ่นที่ได้จะมีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 876-2547 มาตรฐาน JIS A 5908-2003 และมาตรฐาน BS EN 300-1997 แต่หากใช้ไม้ทุเรียน จะกาในปริมาณร้อยละ 7 ของน้ำหนักไม้บางแห้ง
3. เมื่อใช้กา PRF ในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้น ชนิดไม้ที่เหมาะสม คือ ไม้มะม่วง โดยกาในปริมาณร้อยละ 7 ของน้ำหนักไม้บางแห้ง แผ่นที่ได้จะมีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 876-2547 มาตรฐาน JIS A 5908 - 2003 และมาตรฐาน BS EN 300-1997 แต่หากใช้ไม้ทุเรียน จะกาในปริมาณร้อยละ 9 ของน้ำหนักไม้บางแห้ง
4. ไม้ที่ไม่เหมาะสมในการนำมาทำแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้น คือ ไม้ลำไย เนื่องจากเนื้อไม้หยาบ และมีความแข็ง เสี้ยนสน มีความยากต่อการปอก และเมื่อ

นำมาทำแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นสมบัติของแผ่นไม้ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 876-2547 มาตรฐาน JIS A 5908 - 2003 และมาตรฐาน BS EN 300-1997 กำหนด

5. จากผลการศึกษาพบว่าแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่มีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด คือ การผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่ใช้กาว pMDI ร้อยละ 5 มีต้นทุนการผลิตต่อแผ่นเท่ากับ 53.41 บาทต่อแผ่น (35×35×1.0 เซนติเมตร) ส่วนการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดเรียงเส้นที่ใช้กาว PRF ร้อยละ 7 มีต้นทุนการผลิตต่อแผ่นเท่ากับ 58.61 บาทต่อแผ่น (35×35×1.0 เซนติเมตร)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้. 2548. **ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้, สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ปิยะวดี บัวจงกล และวัลยุทธ เพื่องวิวัฒน์. 2548. **การใช้ประโยชน์ไม้ลำไยเพื่องานประดิษฐ์กรรมในชุมชน**. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ: ความหนาแน่นปานกลาง มอก.876-2547**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สำนักแผนงานและสารสนเทศ. 2553. **สถิติการป่าไม้**. สำนักแผนงานและสารสนเทศ, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

อนันตชัย เชื้อนรินทร์. 2539. **หลักการวางแผนการตลาด**. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

British Standard. 1997. British Standard : **Oriented Strand Board (OSB) Definition, Classification and Specifications**. No. BS EN 300-1997.

Japanese Industrial Standard. 2003. **Japanese Industrial Standard : Particleboards**. No. JIS A 5908-2003. Japanese Standard Association, Japan.