การศึกษาแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา

STUDY OF POLYMER COMPOSITE AS ARTIFICIAL WOOD FROM *ACACIA MANGIUM*

วรธรรม อุ่นจิตติชัย [1]
กำพล ชูปรีดา[2]
วริญญา โลมรัตน์[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา อายุ 17 ปี จากจังหวัดระนอง โดยศึกษาอิทธิพลของปริมาณพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (Linear Low Density Polyethylene ; LLDPE) และปริมาณชิ้นไม้กระถินเทพาที่แตกต่างกัน พบว่าชิ้นไม้กระถินเทพาก่อนนำมาผลิตแผ่นมีขนาดที่ค้างอยู่บนตะแกรง < 140 เมช มีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุดคือ 39.92% และมีสัดส่วนความเพรียวเท่ากับ 7.57 และมีความเป็นกรดน้อยกว่าไม้กระถินเทพา (จ. นครราชสีมา) ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา และไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา เมื่อทำการศึกษาคุณสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิต พบว่าปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง การดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง และความชื้นมีค่าลดลง แต่ความต้านแรงดัดความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความยืดเหนี่ยวของตะปูเกลียวมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876 – 2547:แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ พบว่าแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตที่ผลิตได้ โดยใช้สภาวะอัตราส่วนระหว่างชิ้นไม้ต่อพลาสติก 40 : 60 และ 50 : 50 สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ยกเว้นสมบัติด้านมอดูลัสยืดหยุ่น นอกจากนี้ได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าปริมาณชิ้นไม้และปริมาณพอลิเอทิลีนมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติทางกายสมบัติและกลสมบัติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำหลัก : ไม้กระถินเทพา พอลิเมอร์คอมโพสิต วัสดุทดแทนไม้

---

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ

[2] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ

ABSTRACT

The research objective was preliminary study on polymer composite manufacturing from *Acacia mangium* aged 17 years from Ranong Province. The effect of mixing ratio between Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) and *Acacia mangium* was designed to investigate. It was found that particles of *Acacia mangium* use for fabrication had high quantity on screen < 140 mesh, with 39.92% by weight and slenderness ratio at 7.57, Its pH was lower than *Acacia mangium* from Nakorn Ratchasima, *Acacia crassicarpa* and *Acacia aulacocarpa*. The properties of prepared composite were examined.It was found that board properties of high LLDPE quantity in thickness swelling 1 and 24 hours, water absorption 1 and 24 hours and moisture content were lower value but modulus of rupture, internal bond and screw withdraw were higher value. When compared with TIS 876-2547 : Flatpressed particleboards, the produced polymer composites with the ratio between particle : plastic 40:60 and 50:50 were met the standard requirement.In case of analysis of variance, it was found that quantity of particles and polyethylene had significantly effected to physical and mechanical properties.

Key words : *Acacia mangium,* Polymer composite , Wood-Substituted Biocomposites

คำนำ

ปัจจุบันมีวัสดุหลายชนิดที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์ พลาสติกจัดเป็นวัสดุสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและถูกนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากพลาสติกมีสมบัติที่ดีหลายประการ เช่น สามารถทำให้มีความแข็งแรงเทียบเท่าโลหะหรืออาจทำให้อ่อนนุ่ม เหนียวหรือใส เหมือนแก้ว นอกจากนี้พลาสติกส่วนใหญ่ยังทนการกัดกร่อนสารเคมี และน้ำมันได้ ซึ่งนับว่าเป็นสมบัติที่มีประโยชน์มาก และยังคงมีการพัฒนาปรับปรุงสมบัติอยู่เสมอ เพื่อให้ได้พลาสติกที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น จากการศึกษาพบว่าแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงสมบัติของพลาสติก และลดต้นทุนการผลิต ตลอดจนลดปัญหาการกำจัดพลาสติกเหลือใช้ที่เป็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คือการทำ พอลิเมอร์คอมโพสิต (Polymer composites) ซึ่งเป็นวัสดุที่ประกอบด้วยวัสดุสองชนิด คือ เมตริกซ์ (Matrix) และส่วนเสริมแรง (Reinforcement) โดยคอมโพสิตจัดเป็นวัสดุวิศวกรรม (Engineering materials) ที่สำคัญชนิดหนึ่ง ใน

ปัจจุบันมีการใช้งานวัสดุคอมโพสิตเป็นวัสดุโครงสร้างและรับแรงสำหรับงานวิศวกรรม เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องบิน รถยนต์ เฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์กีฬา ฯลฯ นอกจากนี้ยังป้องกัน ปลวกและแมลงกัดแทะ สามารถใช้งานในสภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ สะดวกต่อการใช้งาน สามารถขันสกรูได้เหมือนไม้จริง โดยรูปแบบของไม้เทียมพอลิเมอร์คอมโพสิตมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการขึ้นรูป ซึ่งจากการขึ้นรูปนี้สามารถเพิ่มความสวยงามและเพิ่มสีสันของไม้ให้เหมือนไม้จริงได้ จึงถือเป็นวัสดุชนิดใหม่ที่ได้รับความสนใจใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้ เนื่องจากไม้พอลิเมอร์คอมโพสิตมีสมบัติเด่นหลายประการ เช่น มีสมบัติเชิงกลที่ดีและหลากหลาย สามารถเลือกชนิดพอลิเมอร์และไม้เตรียมเป็นคอมโพสิตที่มีสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งาน สามารถตัด เลื่อย หรือตอกตะปูได้ มีน้ำหนักเบา ดูดซับน้ำน้อย อายุการใช้งานนาน และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาการผลิตวัสดุพอลิเมอร์คอมโพสิต โดยพอลิเมอร์ที่ใช้ในการทดลอง คือ พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (Linear Low Density Polyethylene ; LLDPE) ที่ปริมาณต่างกัน และไม้กระถินเทพา ซึ่งเป็นไม้ที่นิยมปลูกเป็นสวนป่าเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นไม้โตเร็ว ทนต่อสภาพดินกรด ลักษณะลำต้นเปลาตรงและมีความสามารถแตกหน่อได้อีกด้วย (ธนิตและคงศักดิ์, 2527) สามารถปลูกได้ทุกสภาพพื้นที่ และยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะเป็นการนำไม้ชนิดนี้มาใช้ทดแทนไม้ชนิดอื่นที่มีการใช้อย่างมากในปัจจุบัน

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ใช้ไม้กระถินเทพา อายุ 17 ปี จากสวนป่ากิจไพศาล จังหวัดระนอง เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิต แล้วนำแผ่นที่ได้มาทดสอบคุณสมบัติทางกายสมบัติและกลสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876 – 2547 : แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษา และขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

1. ปัจจัยที่ทำการศึกษา

1.1 ปริมาณพอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (Linear Low Density Polyethylene ; LLDPE) ขนาดเฉลี่ย 350 ไมครอน (45 mesh)

- 20 30 40 50 และ 60% ต่อน้ำหนักแห้งของไม้

LLDPE

2. การเตรียมวัสดุที่ใช้ในการศึกษา

2.1 การวิจัยครั้งนี้ใช้ไม้กระถินเทพา จ. ระนอง ซึ่งต้องนำมาผ่านขั้นตอนต่างๆ เพื่อให้ได้ ชิ้นไม้เบอร์ 4 (ร่อนผ่านตะแกรง Ø 0.5 มม.) ที่พร้อมจะนำไปใช้ในกระบวนการอัดแผ่น โดยสรุปเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

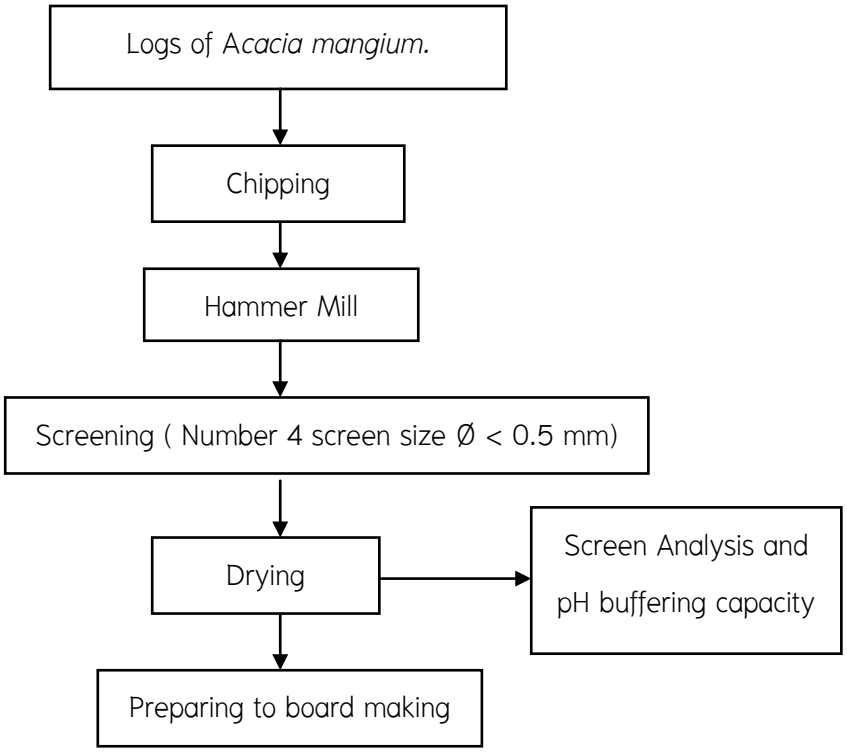


Figure 1. Material preparation from *Acacia mangium* before board making.

Plot of *Acacia mangium.*

Logs of *Acacia mangium.*

Acacia mangium number 4

2.2 การเตรียมพอลิเอทธิลีนชนิด Linear Low Density Polyethylene ; LLDPE กำหนดระดับปริมาณเปอร์เซ็นต์พอลิเอทธิลีนต่อน้ำหนักแห้งของชิ้นไม้ อยู่ที่ระดับ 20 30 40 50 และ 60% ต่อน้ำหนักแห้งของไม้

3. วิธีการผสมและผลิตแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา

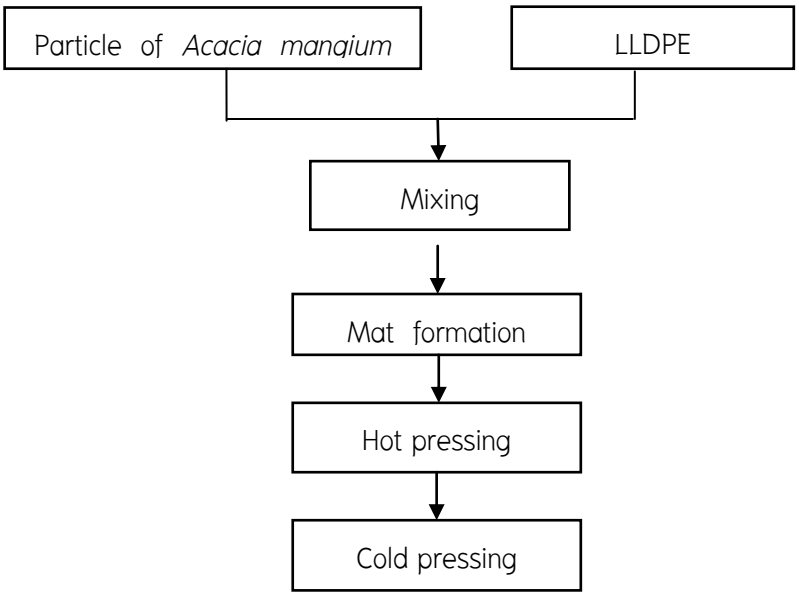
เตรียมพอลิเอทธิลีนชนิด LLDPE และชิ้นไม้กระถินเทพา นำไปชั่งให้ได้น้ำหนักตามที่คำนวณไว้ จากนั้นผสมให้เข้ากัน นำมาโรยแผ่นเตรียมอัด แล้วนำไปเข้าเครื่องอัดร้อนจนครบเวลาที่กำหนด นำแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตออกจากเครื่องอัดร้อน แล้วนำไปอัดเย็น จากนั้นปรับสภาวะของแผ่นเป็นระยะเวลา 7 วัน (วรธรรม, 2541) แล้วจึงนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายสมบัติและทางกลสมบัติต่อไป ในการผลิตแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา มีการกำหนดสภาวะในการผลิตแผ่นดังนี้

3.1 สภาวะต่างๆ ที่กำหนดในการผลิต

ชิ้นไม้กระถินเทพา	เบอร์ 4 (ร่อนผ่านตะแกรง Ø 0.5 มม.)
ความหนาแน่น	900 กก./ลบ.ม.
ความหนาของแผ่น	15 มม.
ขนาดของแผ่น	350 x 350 มม.
ปริมาณพอลิเอทธิลีนชนิด LLDPE*	20 30 40 50 และ 60%
อุณหภูมิในการอัด	200 $^{\circ}$C (ด้านบน) และ 130 $^{\circ}$C (ด้านล่าง)
แรงดันในการอัด	100 กก./ตร.ซม.
ระยะเวลาในการอัดร้อน	30 นาที

หมายเหตุ * เทียบเป็นน้ำหนักพอลิเอทิลีนต่อน้ำหนักแห้งของชิ้นไม้กระถินเทพา

3.2 การผลิตแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา



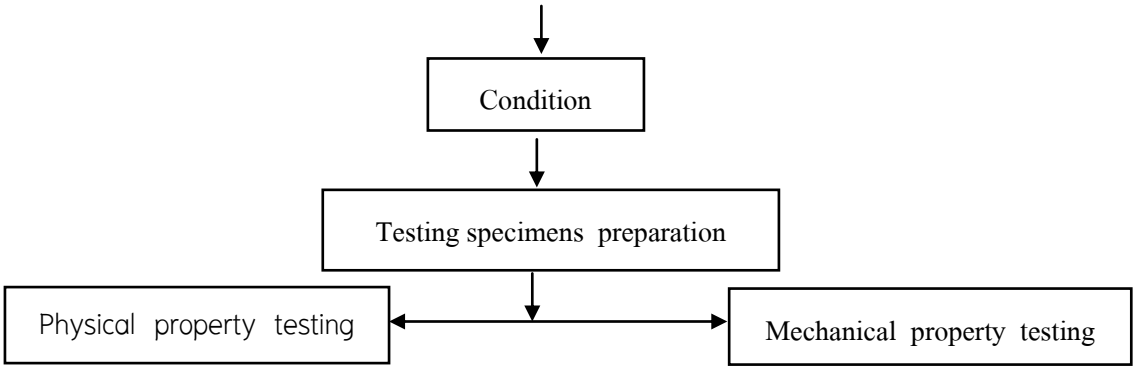


Figure 2. Production of polymer composites from *Acacia mangium.*

สถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ได้ดำเนินงานที่ห้องปฏิบัติการของงานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้ กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

3.3 อุปกรณ์ในการศึกษา

1. เครื่องบด (Chipper)
2. เครื่องย่อยชิ้นไม้อย่างหยาบ (Hammer mills)
3. เครื่องทดสอบกำลังวัสดุ (Universal Testing Machine)
4. กล้อง Measuring Microscopes
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Electric Balance)
6. เครื่องร่อนพร้อมตะแกรง (Screening Machine)
7. ตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
8. เครื่องเลื่อย Robland
9. เครื่องอัดร้อน (Hot – press)
10. เครื่องวัด pH
11. เครื่อง Moisture Balance
12. ตู้อบร้อน

Weighing of LLDPE

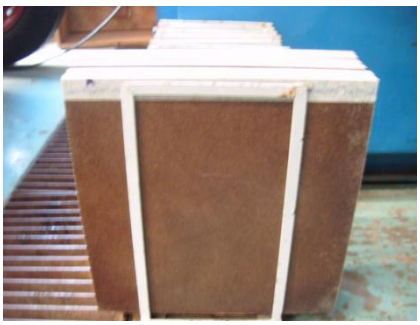
Weighing of *Acacia mangium* particle

Mixing

Mat forming

Hot pressing

Cold pressing



Conditioning

Figure 3. Production of polymer composite from *Acacia mangium*.

4. การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพาที่ผลิตได้ทดสอบทางกายสมบัติและทางกลสมบัติ

4.1 การเตรียมชิ้นทดสอบในการทดสอบทางกายสมบัติและทางกลสมบัติ

นำแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตไม้กระถินเทพาที่ผลิตได้ โดยแต่ละแผ่นมีขนาด 350 x 350 มม. ไปตัดขอบออกทั้ง 4 ด้าน แล้วนำไปตัดเป็นชิ้นทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876 – 2547 : แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

4.2 การทดสอบสมบัติต่างๆ ของแผ่นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876 – 2547 : แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น ความชื้น การดูดซึมหลังแช่น้ำ การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ และการทดสอบคุณสมบัติทางกล ได้แก่ ความต้านแรงดัดมอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว

(1) (2) (3)

(4) (5) (6)

Figure 4. Testing of polymer composite. (1) Density (2) Moisture content (3) Thickness swelling and Water absorption (4) Modulus of rupture and Modulus of elasticity (5) Internal bond (6) Screw withdrawn

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. ผลการวิเคราะห์ขนาดของชิ้นไม้กระถินเทพา เบอร์ 4

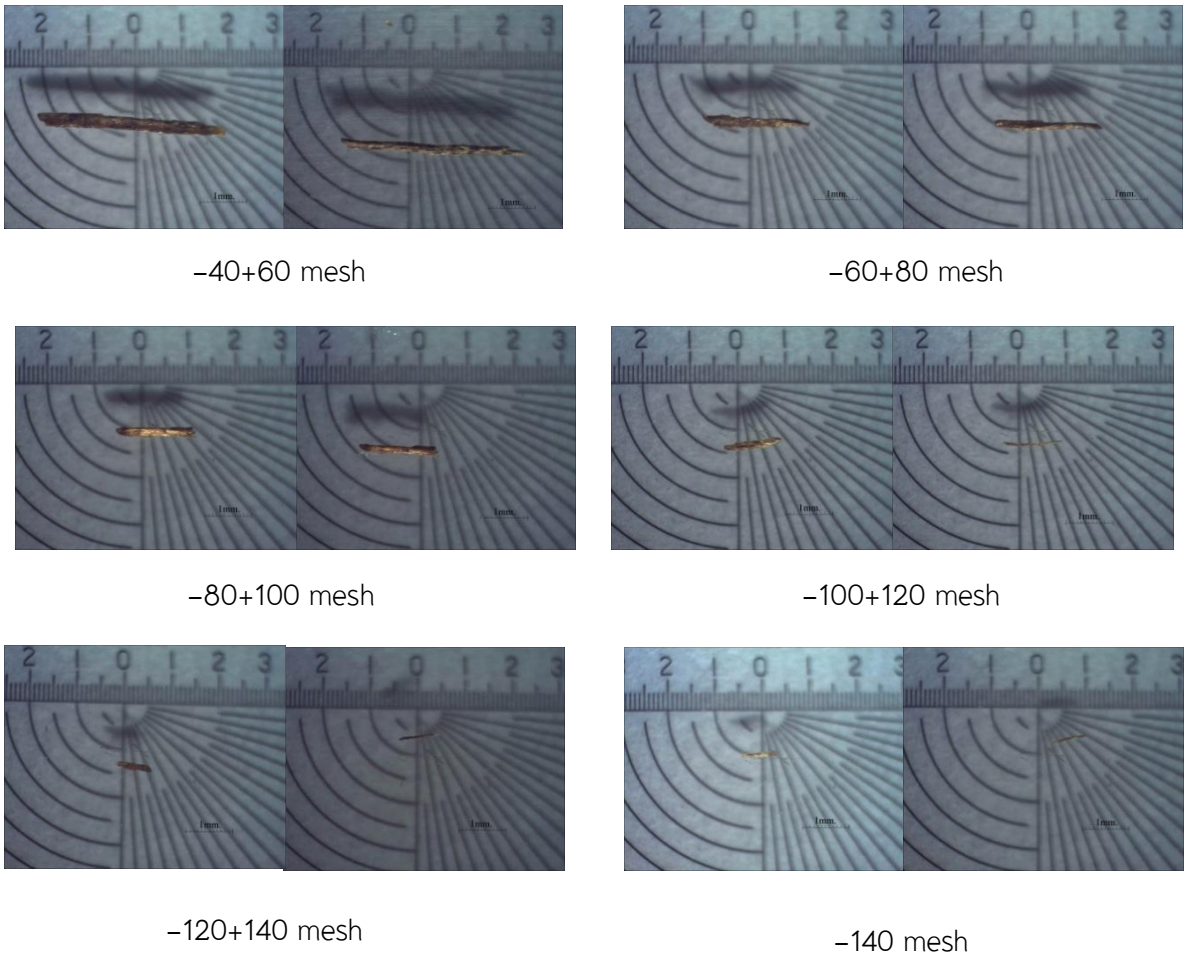
Table 1. Screen analysis of *Acacia mangium* number 4 (screen size < 0.5 mm)

Sieve No. (mesh)	Screen Aperture (mm)	Average particle Dimension[1/] width (mm)	length (mm)	thickness (mm)	Slenderness Ratio	Amount by weight[2/] (%)
-40+60	0.338	0.35	2.26	0.18	12.62	6.31
-60+80	0.215	0.20	1.55	0.11	13.85	17.26
-80+100	0.165	0.17	1.03	0.10	10.11	11.74
-100+120	0.138	0.14	0.88	0.09	10.21	14.75
-120+140	0.116	0.11	0.76	0.07	10.51	10.02
-140	0.106	0.09	0.46	0.06	7.57	39.92

1/ Each average value was measured from 100 particles.

2/ Percentage value based on the weight of total particles.

จากการวิเคราะห์ขนาดชิ้นไม้กระถินเทพา เบอร์ 4 (ร่อนผ่านตะแกรง Ø 0.5 มม.)ที่ใช้ในการผลิตแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิต พบว่า ชิ้นไม้ ที่ค้างอยู่บนตะแกรง < 140 เมซ มีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุด คือ 39.92% ซึ่งมีขนาดของชิ้นไม้กว้างเฉลี่ย 0.09 มม. ยาวเฉลี่ย 0.46 มม. หนาเฉลี่ย 0.06 มม. และมีสัดส่วนความเพรียวเท่ากับ 7.57



–40+60 mesh

–60+80 mesh

–80+100 mesh

–100+120 mesh

–120+140 mesh

–140 mesh

Figure 5. Screen analysis of *Acacia mangium* number 4.

2. ผลการวัดความเป็นกรดเป็นด่างของไม้ และค่าผ่อนความเป็นกรดเป็นด่างของไม้

Table 2. The analysis of pH and acid buffering capacity of *Acacia mangium* (Ranong) compared with *Acacia mangium* (Nakorn Ratchasima), *Acacia aulacocarpa* and *Acacia crassicarpa*.

Sample	pH Average	Acid Buffering Capacity, Milliequivalent ($\times 10^{-2}$)	Alkali Buffering Capacity, Milliequivalent ($\times 10^{-2}$)	Acid–Alkali Buffering Capacity, Milliequivalent ($\times 10^{-2}$)
Acacia crassicarpa[a]	5.01	18.10	8.17	26.27
Acacia aulacocarpa[b]	4.57	13.57	8.63	22.20
Acacia mangium[c]	5.19	4.94	2.55	7.49
Acacia mangium[d]	5.32	14.47	3.03	17.50

Note : [a]Oonjittichai et al, 2008 [b]Oonjittichai, 2008 [c]*Acacia mangium* (Nakorn Ratchasima) [d]*Acacia mangium* (Ranong)

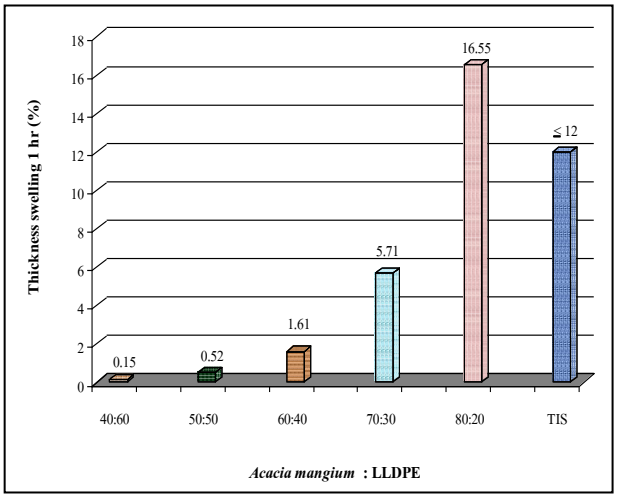
จากการศึกษาพบว่า ไม้กระถินเทพา (จ. ระนอง) มีค่าความเป็นกรดเฉลี่ย 5.32 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าไม้ทุกชนิดที่นำเปรียบเทียบมีค่าผ่อนความเป็นกรด 14.47 ค่าผ่อนความเป็นด่าง 3.03 และค่าผ่อนความเป็นกรดเป็นด่าง 17.50 ซึ่งมากกว่าไม้กระถินเทพา (จ. นครราชสีมา) แต่น้อยกว่าไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา และไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา

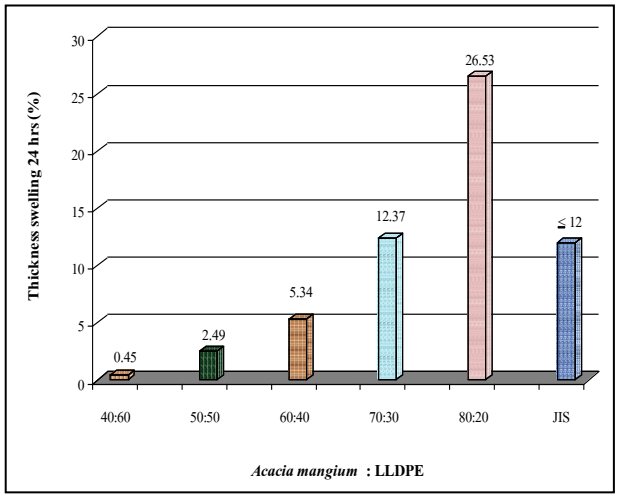
3. ผลการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา จ. ระนอง

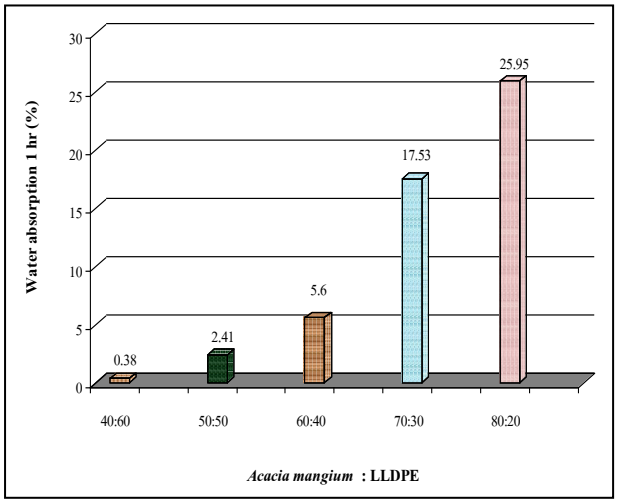
Table 3. The properties of polymer composites from *Acacia mangium* (Ranong) ratio 40 50 60 70 and 80 : LLDPE ratio 60 50 40 30 and 20, at board density 900 kg/m^3.

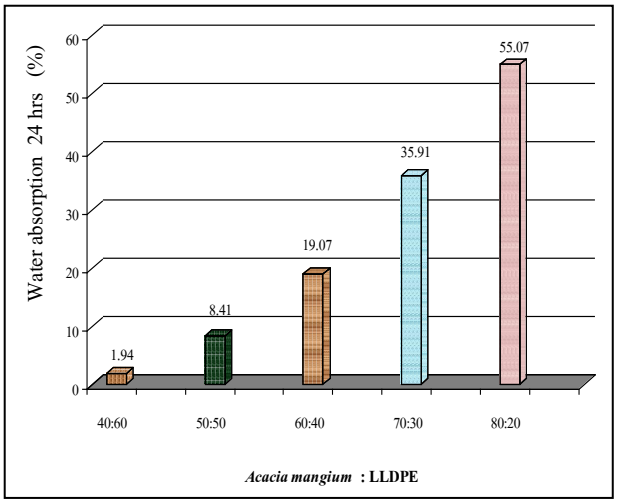
Acacia mangium : LLDPE	TS (%)		WA (%)		MOR (MPa)	MOE (MPa)	IB (MPa)	Screw withdraw (N)	MC (%)
	1 hr	24 hrs	1 hr	24 hrs					
40:60	0.15 a	0.45 a	0.38 a	1.94 a	16.73 c	1,363 ab	2.03 d	866.50 e	0.55 a
50:50	0.52 a	2.49 ab	2.41 ab	8.41 a	16.54 c	1,641 c	1.63 c	746.01 d	1.72 b
60:40	1.61 a	5.34 b	5.60 b	19.07 b	10.84 b	1,345 ab	0.87 b	584.41 c	2.62 c
70:30	5.71 b	12.37 c	17.53 c	35.91 c	7.95 a	1,232 a	0.60 a	481.99 b	3.80 d
80:20	16.55 c	26.53 d	25.95 d	55.07 d	7.84 a	1,514 bc	0.42 a	344.11 a	3.84 d
มอก.876 – 2547	≤ 12	–	–	–	≥ 14	≥ 1,800	≥ 0.40	≥ 360	4–13

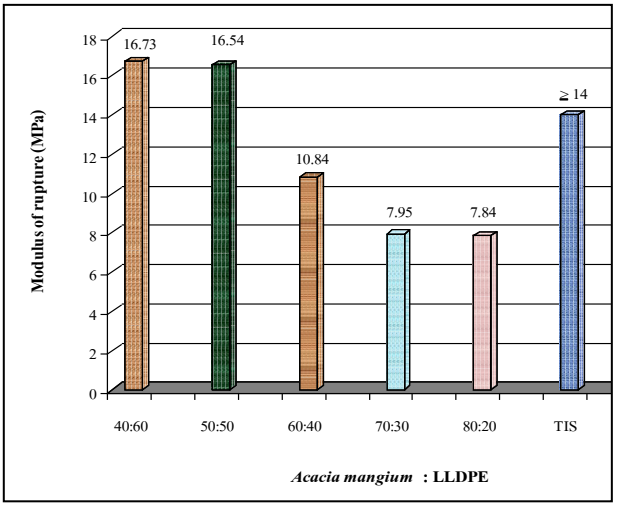
1/ Means followed by the same letter in each column means do not differ significantly by Duncan's New Multiple Range Test procedure ($p<0.05$)

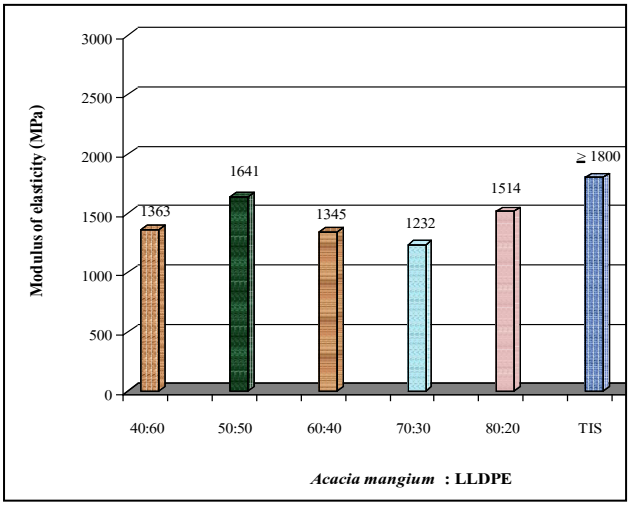


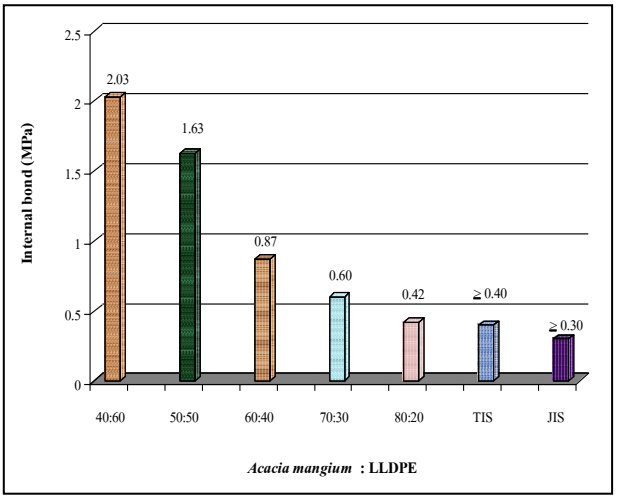


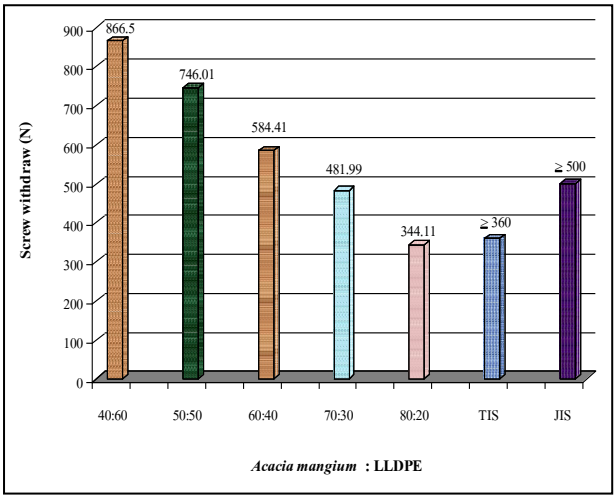

Water absorption 1 hr (%)
30
25
20
15
10
5
0
0.38
2.41
5.6
17.53
25.95
40:60
50:50
60:40
70:30
80:20
Acacia mangium : LLDPE


Water absorption 24 hrs (%)
60
50
40
30
20
10
0
1.94
8.41
19.07
35.91
55.07
40:60
50:50
60:40
70:30
80:20
Acacia mangium : LLDPE


Modulus of rupture (MPa)
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
16.73
16.54
10.84
7.95
7.84
≥ 14
40:60
50:50
60:40
70:30
80:20
TIS
Acacia mangium : LLDPE


Modulus of elasticity (MPa)
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
1363
1641
1345
1232
1514
≥ 1800
40:60
50:50
60:40
70:30
80:20
TIS
Acacia mangium : LLDPE


Internal bond (MPa)
2.5
2
1.5
1
0.5
0
2.03
1.63
0.87
0.60
0.42
≥ 0.40
≥ 0.30
40:60
50:50
60:40
70:30
80:20
TIS
JIS
Acacia mangium : LLDPE


Screw withdraw (N)
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
866.5
746.01
584.41
481.99
344.11
≥ 360
≥ 500
40:60
50:50
60:40
70:30
80:20
TIS
JIS
Acacia mangium : LLDPE

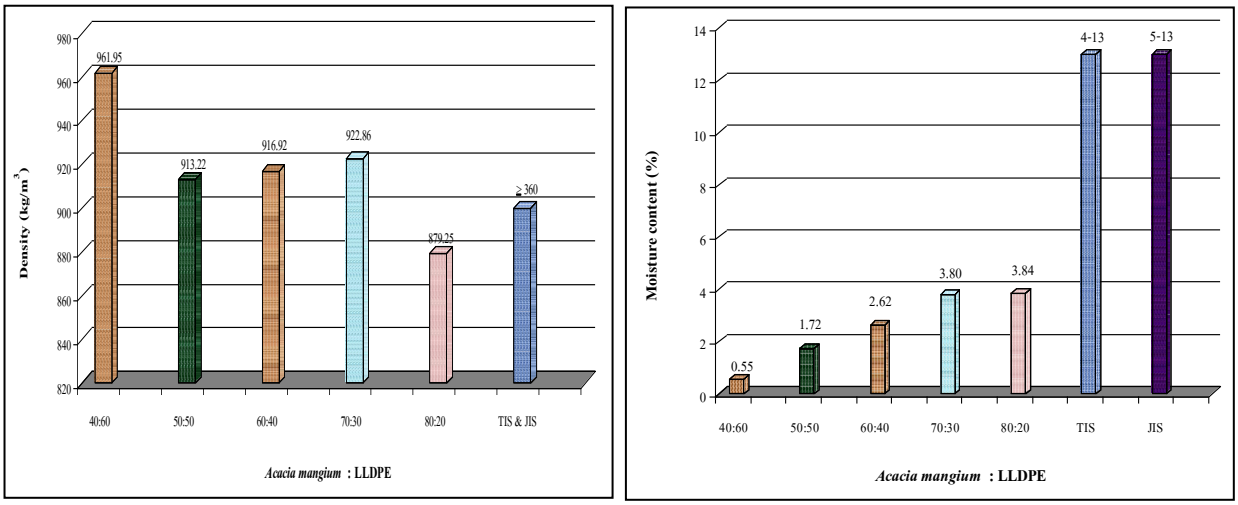


Figure 6. The properties of polymer composites from *Acacia mangium* (Ranong) number 4 ratio 40 50 60 70 and 80 : LLDPE ratio 60 50 40 30 and 20, at board density 900 kg/m^3.

Table 4. Analysis of variance (ANOVA) to properties of polymer composites from *Acacia mangium* ratio 40 50 60 70 and 80 : LLDPE ratio 60 50 40 30 and 20.

Property		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
TS 1 hr	Between Groups	1700.683	4	425.171	131.953	.000*
	Within Groups	128.885	40	3.222		
	Total	1829.568	44			
TS 24 hrs	Between Groups	4019.717	4	1004.929	88.229	.000*
	Within Groups	455.599	40	11.390		
	Total	4475.317	44			
WA 1 hr	Between Groups	4318.666	4	1079.667	49.531	.000*
	Within Groups	871.915	40	21.798		
	Total	5190.581	44			
WA 24 hrs	Between Groups	16750.209	4	4187.552	86.644	.000*
	Within Groups	1933.226	40	48.331		
	Total	18683.435	44			
MOR	Between Groups	702.082	4	175.521	35.439	.000*
	Within Groups	198.110	40	4.953		
	Total	900.192	44			
MOE	Between Groups	917880.1	4	229470.022	3.375	.018*
	Within Groups	2719596	40	67989.889		
	Total	3637476	44			

IB	Between Groups	17.139	4	4.285	55.543	.000*
	Within Groups	3.086	40	7.714E-02		
	Total	20.225	44			
Screw	Between Groups	1546960	4	386739.978	63.452	.000*
withdraw	Within Groups	243801.2	40	6095.031		
	Total	1790761	44			
Density	Between Groups	18008.240	4	4502.060	5.164	.002*
	Within Groups	34873.832	40	871.846		
	Total	52882.072	44			
MC	Between Groups	71.004	4	17.751	133.105	.000*
	Within Groups	5.334	40	0.133		
	Total	76.338	44			

* significant at 5% probability level. ^{ns} non significant at 5% probability level.

3.1 การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง

แผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE เท่ากับ 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 0.15 0.52 1.61 5.71 และ 16.55% ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876 – 2547 พบว่า แผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE เท่ากับ 40 : 60 50 : 50 60 : 40 และ 70 : 30 มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 40 50 และ 60 : ปริมาณ LLDPE 60 50 และ 40 มีอิทธิพลต่อการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 70 และ 80 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 30 และ 20

3.2 การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE เท่ากับ 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 0.45 2.49 5.34 12.37 และ 26.53% ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.876-2547 พบว่า แผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE เท่ากับ 40 : 60 50 : 50 และ 60 : 40 มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 40 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 60 มีอิทธิพลต่อการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 60 70 และ 80 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 40 30 และ 20

3.3 การดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง

การดูดซึมหลังแช่น้ำของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิต ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 0.38 2.41 5.60 17.53 และ 25.95% ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การดูดซึมหลังแช่น้ำมีค่าลดลง

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 40 : ปริมาณ LLDPE 60 มีอิทธิพลต่อการดูดซึมหลังแช่น้ำแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 60 70 และ 80 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 40 30 และ 20

3.4 การดูดซึมหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

แผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1.94 8.41 19.07 35.91 และ 55.07% ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่าปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การดูดซึมหลังแช่น้ำมีค่าลดลง

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 40 และ 50 : ปริมาณ LLDPE 60 และ 50 มีอิทธิพลต่อการดูดซึมหลังแช่น้ำแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 60 70 และ 80 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 40 30 และ 20

3.5 ความต้านแรงดัด

ความต้านแรงดัดแสดงถึงความสามารถของแผ่นทดสอบว่ามีความต้านทานต่อแรงที่กดลงมามากน้อยเพียงใดจึงจะทำให้เกิดการแตกหักโดยแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 16.73 16.54 10.84 7.95 และ 7.84 MPa ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความต้านแรงดัดมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876 – 2547 พบว่าแผ่นทดสอบที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 มีความต้านแรงดัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 60 : ปริมาณ LLDPE 40 มีอิทธิพลต่อความต้านแรงดัดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับทุกอัตราส่วนของแผ่นทดสอบ

3.6 มอดุลัสยืดหยุ่น

มอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 1363 1641 1345 1232 และ 1514 MPa ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 50 : 50 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงสุด และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876 – 2547 พบว่า ทุกแผ่นทดสอบมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 50 : ปริมาณ LLDPE 50 มีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 40 และ60 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 60 และ 40

3.7 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าแสดงถึงความสามารถในการเกาะยึดกันระหว่างผิวสัมผัสของเมตริกซ์ และส่วนเสริมแรง ซึ่งแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 2.03 1.63 0.87 0.60 และ 0.42 MPa ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้ามีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876 – 2547 พบว่า ทุกแผ่นทดสอบมีความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 70 และ 80 : ปริมาณ LLDPE 30 และ 20 มีอิทธิพลต่อความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกอัตราส่วนของแผ่นทดสอบ

3.8 ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว

ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียวของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 866.50 746.01 584.41 481.99 และ 344.11 N ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่าปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียวมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876 – 2547 พบว่าแผ่นทดสอบที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 และ 70 : 30 มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า ปริมาณชิ้นไม้ และปริมาณ LLDPE มีอิทธิพลต่อความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.9 ความหนาแน่นของแผ่น

ความหนาแน่นของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 961.95 913.22 916.92 922.86 และ 879.25 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876 – 2547 และ JIS A 5908–2003 (Type 18) พบว่า ทุกแผ่นทดสอบมีความหนาแน่นมากกว่าช่วงเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ยกเว้นแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 80 : 20

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 80 : ปริมาณ LLDPE 20 มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับทุกอัตราส่วนของแผ่นทดสอบ

3.10 ความชื้นของแผ่น

ความชื้นของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 0.55 1.72 2.62 3.80 และ 3.84% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876 – 2547 และ JIS A 5908–2003 (Type 18) พบว่า ทุกแผ่นทดสอบมีความชื้นต่ำกว่าช่วงเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 70 และ 80 : ปริมาณ LLDPE 30 และ 20 มีอิทธิพลต่อความชื้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับทุกอัตราส่วนของแผ่นทดสอบ

A B C

E F G

Figure 7. (A) Polymer composite from *Acacia mangium* (B)–(G) Product of Polymer composite from *Acacia mangium*

สรุปผล

การศึกษาคุณสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา อายุ 17 ปี จากจังหวัดระนอง โดยทำการศึกษาอิทธิพลของปริมาณชิ้นไม้ : ปริมาณพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (Linear Low Density Polyethylene ; LLDPE) ที่ 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 โดยทำการวิเคราะห์ขนาดของชิ้นไม้กระถินเทพา (จ. ระนอง) เบอร์ 4 พบว่าชิ้นไม้มีขนาดที่ค้างอยู่บนตะแกรง < 140 เมซ มีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุดคือ 39.92% ซึ่งมีขนาดของชิ้นไม้กว้างเฉลี่ย 0.09 มม. ยาวเฉลี่ย 0.46 มม. หนาเฉลี่ย 0.06 มม. และมีสัดส่วนความเพรียวเท่ากับ 7.57 มีความเป็นกรดน้อยกว่าไม้ทุกชนิดที่นำเปรียบเทียบ มีค่าผ่อนความเป็นกรด ค่าผ่อนความเป็นด่าง และค่าผ่อนความเป็นกรดเป็นด่าง มากกว่าไม้กระถินเทพา (จ. นครราชสีมา) แต่น้อยกว่าไม้อะเคเซียคราสซิคาร์ปาและไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา

เมื่อทำการศึกษาคุณสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา จังหวัดระนอง พบว่าปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง การดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง และความชื้นมีค่าลดลง แต่ความต้านแรงดัด ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความยืดเหนี่ยวของตะปูเกลียวมีค่าเพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876 – 2547: แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบพบว่า แผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตที่ผลิตได้โดยใช้สภาวะอัตราส่วนระหว่างชิ้นไม้ต่อพลาสติก 40 : 60 และ 50 : 50 สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ยกเว้นสมบัติด้านมอดูลัสยืดหยุ่น นอกจากนี้ได้ทำการวิเคราะห์

ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าปริมาณชิ้นไม้ และปริมาณพอลิเอทิลีนมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติทางกายสมบัติและกลสมบัติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จากเจ้าหน้าที่ของงานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้ กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

เอกสารอ้างอิง

วรธรรม อุ่นจิตติชัย. 2541. อุตสาหกรรมการผลิตแผ่นปาร์ติเกิล (แผ่นชิ้นไม้อัด) และกรรมวิธีการผลิต. เอกสารวิชาการเลขที่ ร. 514. กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้, ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้. 202 หน้า.

วรธรรม อุ่นจิตติชัย. 2551. การใช้ประโยชนไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปาเพื่อผลิตเป็นแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด. รายงานประจำปี พ.ศ. 2551 งานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้ กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

วรธรรม อุ่นจิตติชัย และคณะ. 2551. การใช้ประโยชน์ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปาเพื่อผลิตเป็นแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด. รายงานผลงานวิจัยประจำปี พ.ศ. 2551 สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. “แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ.” เอกสาร มอก. 876–2547 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.