35. การศึกษาแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา [1]

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

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ใช้ไม้กระถินเทพา เบอร์ 4 (ขนาดตะแกรง Ø < 0.5 มม.) มีขนาดที่ใช้ในการผลิตแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิต ที่ค้างอยู่บนตะแกรง < 120 mesh มีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุดคือ 38.20 % มีสัดส่วนความเพรียวเท่ากับ 4.02 มีความเป็นกรด การผ่อนความเป็นกรด การผ่อนความเป็นด่างและการผ่อนความเป็นกรดเป็นด่างน้อยกว่าชิ้นไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา และอะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา จากนั้นนำมาแปรรูปผลิตเป็นแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิต ความหนาแน่น 900 กก./ลบ.ม. ใช้พอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (Linear Low Density Polyethylene ; LLDPE) ที่ปริมาณ 20 30 40 50 และ 60% แล้วนำมาทดสอบค่าทางกายและทางกลสมบัติ พบว่าปริมาณพลาสติกที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความต้านแรงดัด ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้นและเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 Type 18) พบว่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าและความหนาแน่น ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิต ที่อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE ที่แตกต่างกัน พบว่ามีอิทธิพลต่อค่ากายสมบัติ และกลสมบัติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำหลัก : กระถินเทพา พอลิเมอร์คอมโพสิต พอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น

[1] วรธรรม อุ่นจิตติชัย ธดาภรณ์ ชำนาญกิจ และลัดดาวัลย์ ชื่นอารมณ์ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ABSTRACT

This research use *Acacia mangium* number 4 (screen size Ø < 0.5 mm.) had high quantity on screen < 120 mesh, with 38.20 % by weight and average slender ratio at 4.02, had acid, acid buffering capacity, basic buffering capacity, acid and basic buffering capacity lower than *Acacia crassicarpa* and *Acacia aulacocarpa*. Then process was polymer composite at board density 900 kg/m^3 used Linear Low Density Polyethylene ; LLDPE at quantity 20 30 40 50 and 60% and test physical and mechanical property, it found that high LLDPE quantity had modulus of rupture, internal bond and density was higher. When compare with standard JIS A 5908-2003 (Type18), it found that thickness swelling 24 hour, internal bond and density pass the standard. When analysis of variance polymer composite at difference ratio *Acacia mangium* : LLDPE, it found that affect to physical and mechanical property had different was significant.

Key words : *Acacia mangium*, polymer composite, Linear Low Density Polyethylene

คำนำ

ไม้พอลิเมอร์คอมโพสิต (Wood Polymer Composites: WPC) เป็นวัสดุที่มีองค์ประกอบหลัก คือ พอลิเมอร์และไม้ (ยุทธพงษ์, 2549) จัดเป็นวัสดุชนิดใหม่ที่ได้รับความสนใจใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้ เนื่องจากไม้พอลิเมอร์คอมโพสิตมีสมบัติเด่นหลายประการ เช่น มีสมบัติเชิงกลที่ดีและหลากหลาย สามารถเลือกชนิดพอลิเมอร์และไม้เตรียมเป็นคอมโพสิตที่มีสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งาน สามารถตัด เลื่อยหรือตอกตะปูได้ มีน้ำหนักเบา ดูดซับน้ำน้อย อายุการใช้งานนาน ไม่ถูกทำลายโดยมอด ปลวก หรือแมลงอื่นๆ และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาการผลิตวัสดุพอลิเมอร์คอมโพสิต โดยพอลิเมอร์ที่ใช้ในการทดลองคือ พอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (Linear Low Density Polyethylene ; LLDPE) ที่ปริมาณต่างกัน และไม้กระถินเทพา ซึ่งเป็นไม้ที่นิยมปลูกเป็นสวนป่าเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นไม้โตเร็ว ทนต่อสภาพดินกรด ลักษณะลำต้นเปลาตรง และมีความสามารถแตกหน่อได้อีกด้วย (ธนิตและคงศักดิ์, 2527) สามารถปลูกได้ทุกสภาพพื้นที่ และยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะเป็นการนำไม้ชนิดนี้มาใช้ทดแทนไม้ชนิดอื่นที่มีการใช้อย่างมากในปัจจุบัน

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ใช้ไม้กระถินเทพา อายุ 21 ปี จากสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา นำมาแปรรูปผลิตเป็นแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิต ความหนาแน่น 900 กก./ลบ.ม. โดยใช้พอลิเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (Linear Low Density Polyethylene ; LLDPE) เป็นตัวประสาน ที่ปริมาณ 20 30 40 50 และ 60% ต่อน้ำหนักแห้งของไม้ แล้วนำแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตที่ได้มาเปรียบเทียบค่าทางกายและกลสมบัติ โดยใช้มาตรฐาน JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD Particleboards : JIS A 5908-2003 (Type 18) โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษาและขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ปัจจัยที่ทำการศึกษา

1.1 ปริมาณชิ้นไม้กระถินเทพา : ปริมาณพอลิเอทธิลีนชนิด LLDPE

- 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20

2. การเตรียมวัสดุที่ใช้ในการศึกษา

2.1 การวิจัยครั้งนี้ใช้ไม้กระถินเทพา ซึ่งต้องนำมาผ่านขั้นตอนต่างๆเพื่อให้ได้ ชิ้นไม้กระถินเทพา เบอร์ 4 (ร่อนผ่านตะแกรง ∅ 0.5 มม.) ที่พร้อมจะนำไปใช้ในกระบวนการอัดแผ่น โดยสรุปเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

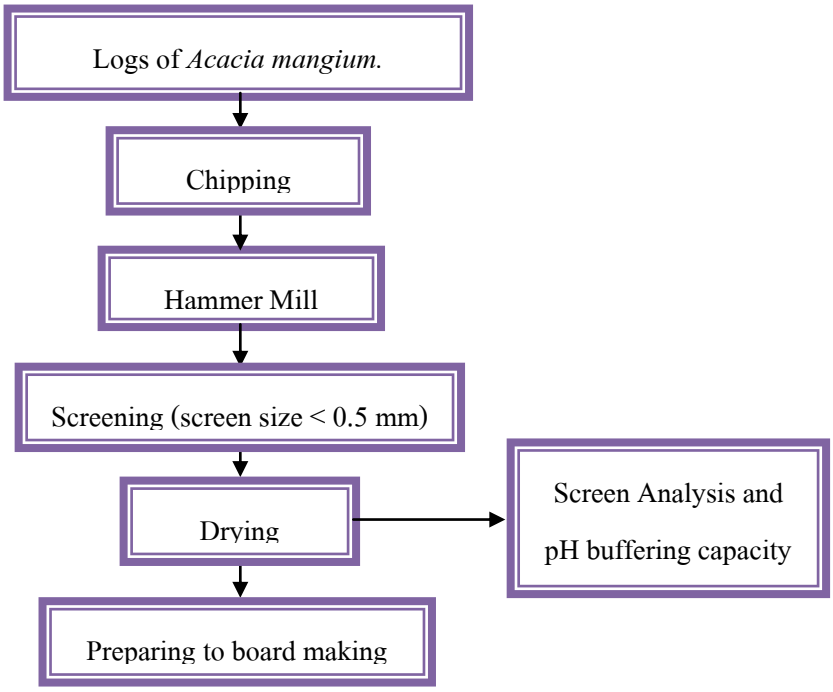


Figure 1. Material preparation from *Acacia mangium* before board making.

Plot of *Acacia mangium.*

Logs of *Acacia mangium.*

Particle of *Acacia mangium* number 4.

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

Figure 2. Linear Low Density Polyethylene ; LLDPE

3. วิธีการผสมและผลิตแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา

เตรียมพอลิเอทธิลีนชนิด LLDPE และชิ้นไม้กระถินเทพา นำไปชั่งให้ได้น้ำหนักตามที่คำนวณไว้ จากนั้นผสมให้เข้ากัน นำมาโรยแผ่นเตรียมอัด แล้วนำไปเข้าเครื่องอัดร้อนจนครบเวลาที่กำหนด นำแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตออกจากเครื่องอัดร้อน ปรับสภาวะของแผ่นเป็นระยะเวลา 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	190 °C (บน) และ 150 °C (ล่าง)
แรงดันในการอัด	100 กก./ตร.ซม.
ระยะเวลาในการอัด	30 นาที

หมายเหตุ * เทียบเป็นน้ำหนักพอลิเอทิลีนต่อน้ำหนักแห้งของชิ้นไม้กระถินเทพา

3.2 การผลิตแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา

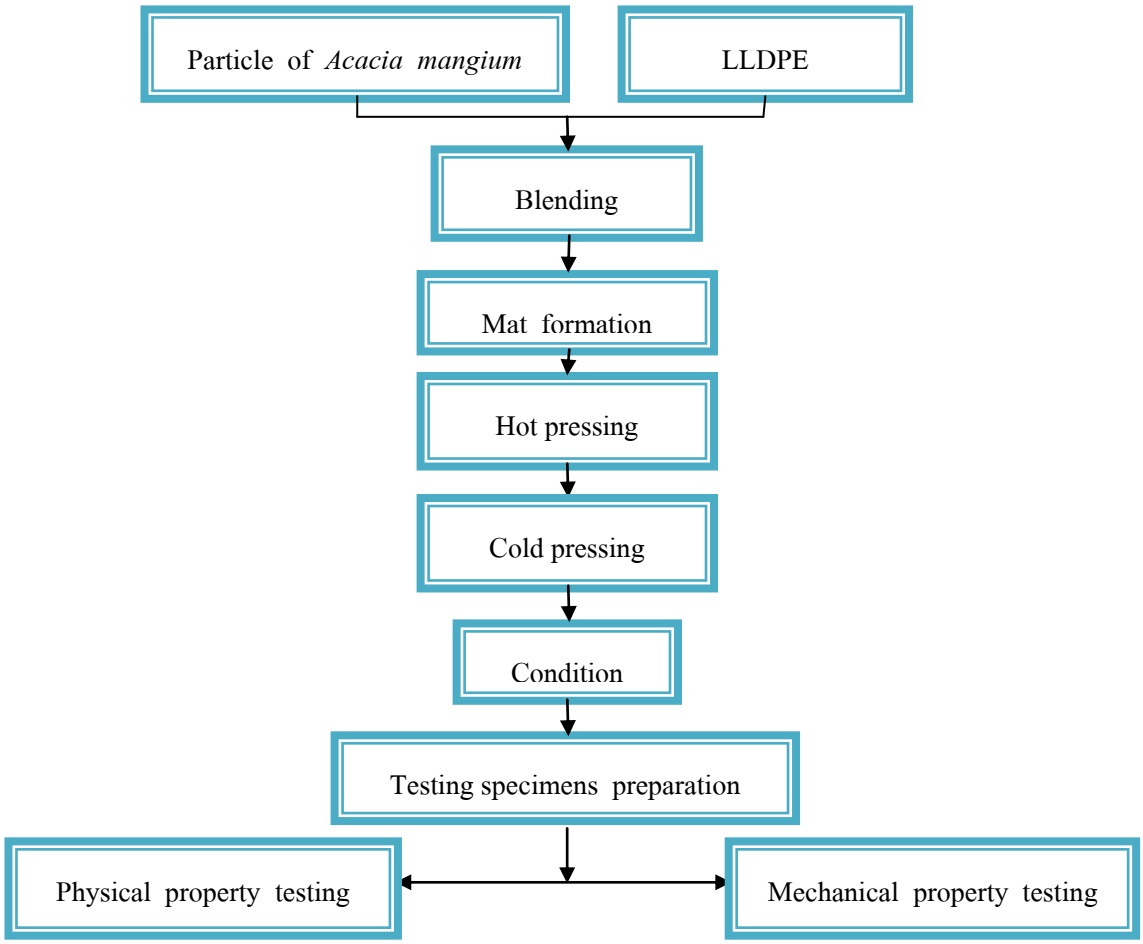


Figure 3. Production of polymer composites from *Acacia mangium.*

อุปกรณ์ในการศึกษา

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

สถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ได้ดำเนินงานที่ห้องปฏิบัติการของงานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้ กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

Weighing of particles *Acacia mangium* and LLDPE.

Blending

Mat forming

Hot pressing

Cold pressing

Conditioning

Figure 4. Production of polymer composite from *Acacia mangium*.

4. การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพาที่ผลิตได้ทดสอบทางกายและกลสมบัติ

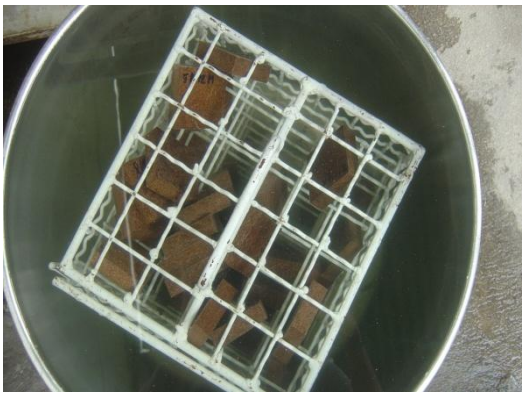
4.1 การเตรียมชิ้นทดสอบในการทดสอบทางกายและกลสมบัติ

นำแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตไม้กระถินเทพาที่ผลิตได้ โดยแต่ละแผ่นมีขนาด 350 x 350 มม. ไปตัดขอบออกทั้ง 4 ด้าน แล้วนำไปตัดเป็นชิ้นทดสอบตามมาตรฐาน JIS A 5908-2003 : Particleboards (Type 18)

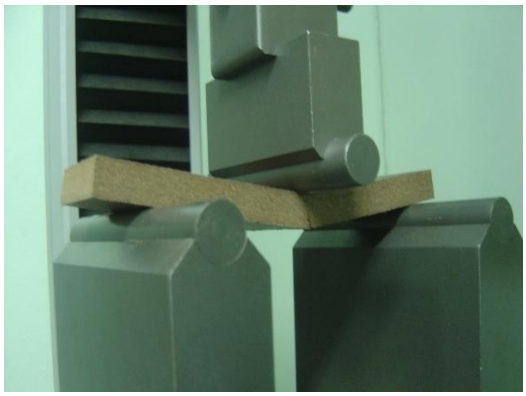
4.2 การทดสอบสมบัติต่างๆ ของแผ่นตามมาตรฐาน JIS A 5908 - 2003 : Particleboards (Type 18)

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น ความชื้น การดูดซึมหลังแช่น้ำ และการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ และการทดสอบคุณสมบัติทางกล ได้แก่ ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น และความต้านความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

(1)



(2)



(3)

(4)

Figure 5. Testing of polymer composite. (1) Density (2) Thickness swelling and Water absorption (3) Modulus of Rupture and Modulus of Elasticity (4) Internal bond

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. การวิเคราะห์ขนาดของชิ้นไม้กระถินเทพา เบอร์ 4

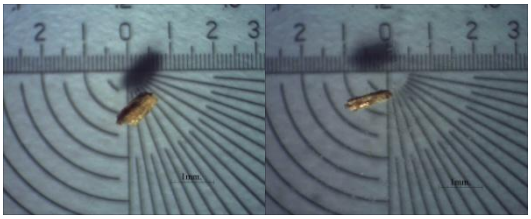
Table 1. Screen analysis of *Acacia mangium* number 4. (screen size < 0.5 mm)

Mesh No.	Average mesh aperture (mm)	Average particles dimension 1/			Slenderness ratio	Amount of particles 2/ (%)
		width (mm)	length (mm)	thickness (mm)		
-20+40	0.638	0.53	2.10	0.28	7.38	0.19
-40+60	0.337	0.30	1.41	0.20	7.22	2.19
-60+80	0.215	0.22	0.84	0.14	5.80	25.22
-80+100	0.165	0.15	0.65	0.12	5.63	18.00
-100+120	0.135	0.13	0.42	0.10	4.42	16.19
-120	0.120	0.08	0.19	0.05	4.02	38.20

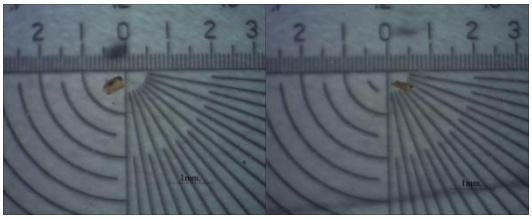
1/ Each average value was measured from 100 particles.

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

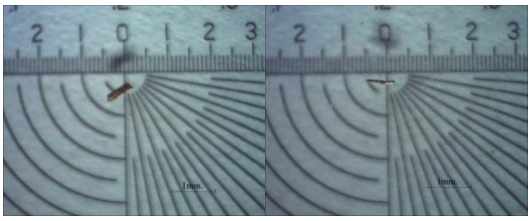
ชิ้นไม้กระถินเทพา เบอร์ 4 มีขนาดที่ใช้ในการผลิตแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิต ที่ค้างอยู่บนตะแกรง < 120 mesh มีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุดคือ 38.20% ซึ่งมีขนาดของชิ้นไม้กว้างเฉลี่ย 0.08 มม. ยาวเฉลี่ย 0.19 มม. หนาเฉลี่ย 0.05 มม. และมีสัดส่วนความเพรียวเท่ากับ 4.02



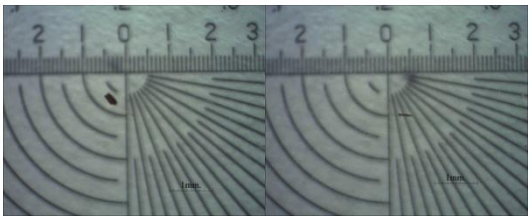
Sieve No. -20+40



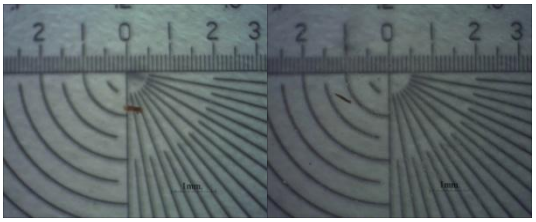
Sieve No. -40+60



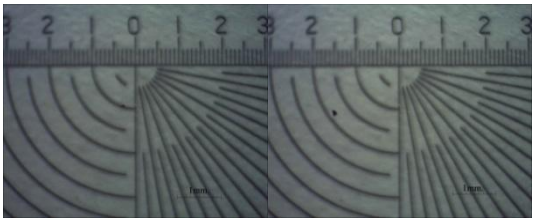
Sieve No. -60+80



Sieve No. -80+100



Sieve No. -100+120



Sieve No. < 120

Figure 6. Screen analysis of *Acacia mangium* number 4.

2. การหาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การผ่อนความเป็นกรด (Acid Buffering Capacity) การผ่อนความเป็นด่าง (Basic Buffering Capacity) และการผ่อนความเป็นกรดเป็นด่าง (Acid and Basic Buffering Capacity)

Table 2. pH, Acid Buffering Capacity, Basic Buffering Capacity, Acid and Basic Buffering Capacity.

sample	pH Average	Acid Buffering Capacity Milliequivalent ($\times 10^{-2}$)	Basic Buffering Capacity Milliequivalent ($\times 10^{-2}$)	Acid and Basic Buffering Capacity Milliequivalent($\times 10^{-2}$)
Acacia mangium	5.19	4.94	2.55	7.49
Acacia aulacocarpa	4.57	13.57	8.63	22.20
Acacia crassicarpa	5.01	18.10	8.17	26.27

ความเป็นกรดเป็นด่างของชิ้นไม้กระถินเทพา มีค่า 5.19 ซึ่งมีความเป็นกรดน้อยกว่าชิ้นไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา และอะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา การผ่อนความเป็นกรด มีค่า 4.94 การผ่อนความเป็นด่าง มีค่า 2.55 การผ่อนความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่า 7.49 ซึ่งต่ำกว่าชิ้นไม้ทั้ง 2 ชนิด

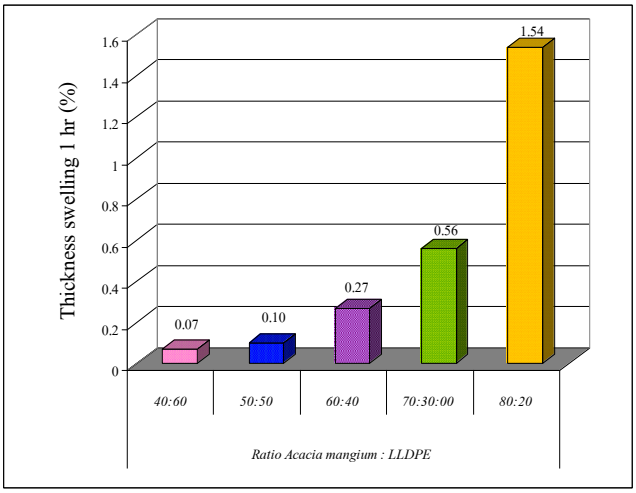
3. ผลการทดสอบแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพา

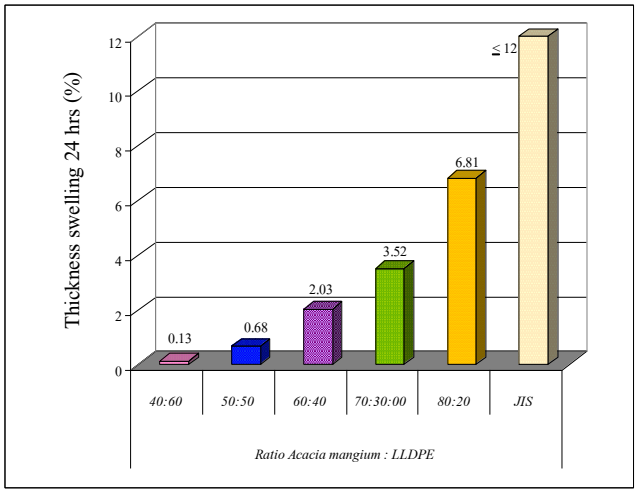
Table 3. The properties of polymer composites from *Acacia mangium* number 4 ratio 40 50 60 70 and 80 : LLDPE ratio 60 50 40 30 and 20 at board density 900 kg/m^3.

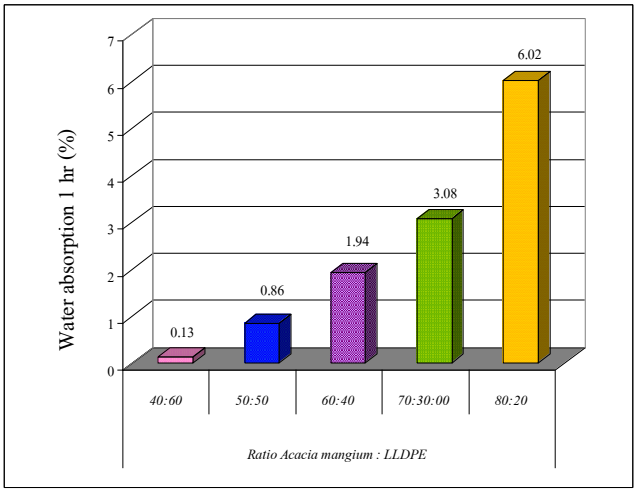
Ratio *Acacia mangium* : LL DPE	TS (%)		WA (%)		MOR (MPa)	MOE (MPa)	IB (MPa)	Density (Kg/m^3)	MC (%)
	1 hr	24 hrs	1 hr	24 hrs					
40 : 60	0.07 a	0.13 a	0.13 a	1.85 a	13.50 c	929 a	2.00 c	888.49 c	2.05 a
50 : 50	0.10 a	0.68 ab	0.86 a	3.37 a	10.81 c	985 a	1.96 c	852.77 b	2.51 b
60 : 40	0.27 a	2.03 bc	1.94 ab	9.95 b	9.09 b	1,172 b	1.35 b	824.32 b	4.03 c
70 : 30	0.56 a	3.52 c	3.08 b	15.44 c	7.83 b	1,278 b	0.69 a	825.12 b	4.36 d

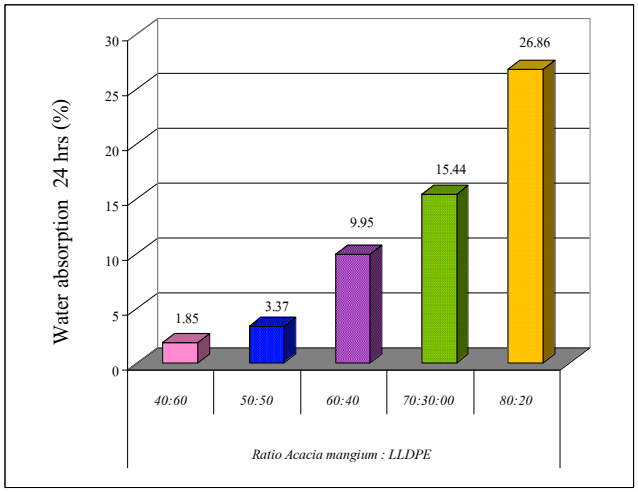
80 : 20	1.54 b	6.81 d	6.02 c	26.86 d	3.87 a	860 a	0.48 a	786.09 a	6.59 e
JIS A 5908 – 2003 (Type 18)	-	≤ 12	-	-	≥ 18	≥ 3,000	≥ 0.3	400-900	5-13

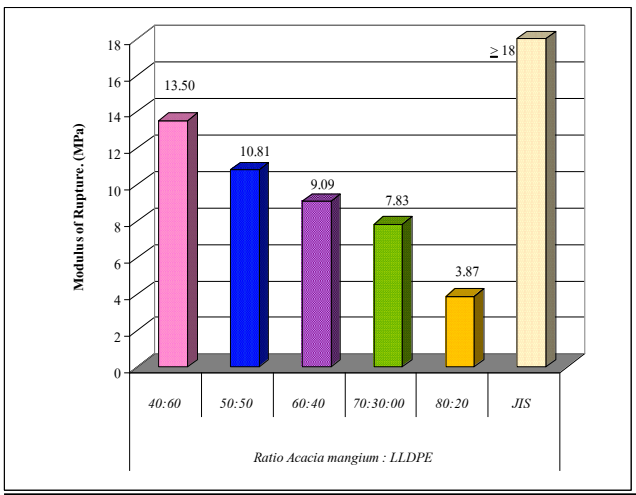
* Same letter (a, b, c, d and e) in each column means the none differ significantly at 95%.

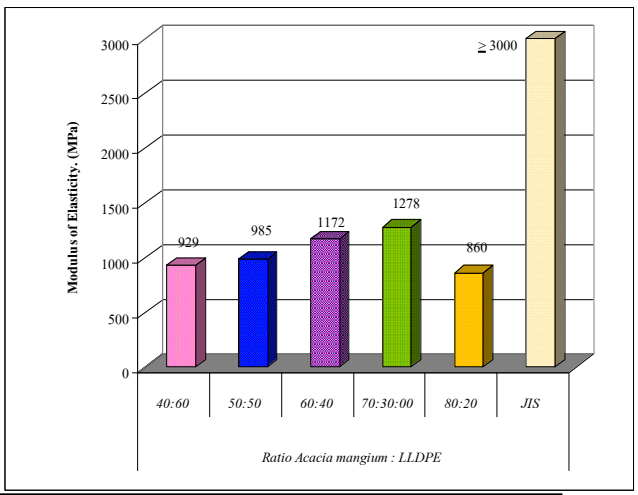












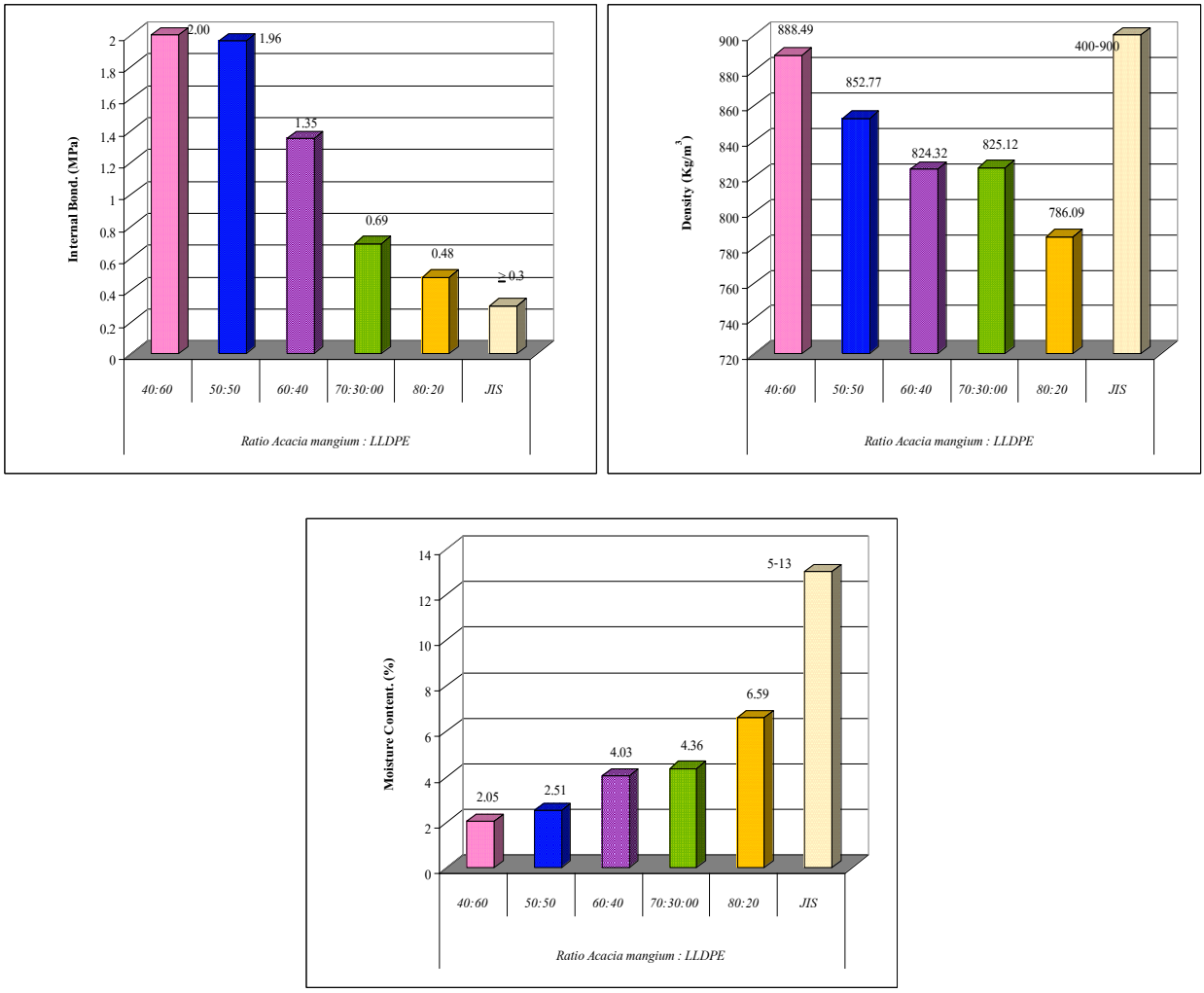


Figure 7. The properties of polymer composites from *Acacia mangium* number 4 ratio 40 50 60 70 and 80 : LLDPE ratio 60 50 40 30 and 20, at board density 900 kg/m^3.

Table 4. Analysis of variance (ANOVA) to properties of polymer composites from *Acacia mangium* number 4 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	13.310	4	3.327	11.692	.000*
	Within Groups	11.384	40	.285		
	Total	24.693	44			
TS 24 hrs	Between Groups	258.271	4	64.568	22.285	.000*
	Within Groups	115.894	40	2.897		
	Total	374.166	44			
WA 1 hr	Between Groups	191.576	4	47.894	10.571	.000*

	Within Groups	181.233	40	4.531		
	Total	372.799	44			
WA 24 hrs	Between Groups	3718.206	4	929.552	29.184	.000*
	Within Groups	1274.054	40	31.851		
	Total	4992.260	44			
MOR	Between Groups	460.974	4	115.244	62.169	.000*
	Within Groups	74.149	40	1.854		
	Total	535.124	44			
MOE	Between Groups	1093225	4	273306.300	10.139	.000*
	Within Groups	1078236	40	26955.900		
	Total	2171461	44			
IB	Between Groups	17.794	4	4.448	72.670	.000*
	Within Groups	2.449	40	.0612		
	Total	20.242	44			
Density	Between Groups	52030.04	4	13007.509	12.695	.000*
	Within Groups	40985.88	40	1024.647		
	Total	93015.91	44			
MC	Between Groups	115.133	4	28.783	293.573	.000*
	Within Groups	3.922	40	.0980		
	Total	119.055	44			

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

3.1 การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ (Thickness Swelling)

การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพาเบอร์ 4 ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 0.07 0.10 0.27 0.56 และ 1.54% ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่าปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำมีค่าลดลง

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 40 50 60 และ 70 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 60 50 40 และ 30 มีอิทธิพลต่อการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 80 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 20

3.2 การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ (Thickness Swelling)

การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพาเบอร์ 4 ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 0.13 0.68 2.03 3.52 และ 6.81% ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำมีค่าลดลงและเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 (Type 18) พบว่า ทุกแผ่นทดสอบมีค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 70 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 30 มีอิทธิพลต่อการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 80 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 20

3.3 การดูดซึมหลังแช่น้ำ (Water Absorption)

การดูดซึมหลังแช่น้ำของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพาเบอร์ 4 ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 0.13 0.86 1.94 3.08 และ 6.02% ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การดูดซึมหลังแช่น้ำมีค่าลดลง

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 70 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 30 มีอิทธิพลต่อการดูดซึมหลังแช่น้ำแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 80 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 20

3.4 การดูดซึมหลังแช่น้ำ (Water Absorption)

การดูดซึมหลังแช่น้ำของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพาเบอร์ 4 ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 1.85 3.37 9.95 15.44 และ 26.86% ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้การดูดซึมหลังแช่น้ำมีค่าลดลง

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 40 และ 50 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 60 และ50 มีอิทธิพลต่อการดูดซึมหลังแช่น้ำแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 60 70 และ 80 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 40 30 และ 20

3.5 ความต้านแรงดัด (Modulus of Rupture)

ความต้านแรงดัดแสดงถึงความสามารถของแผ่นทดสอบว่ามีความต้านทานต่อแรงที่กดลงมามากน้อยเพียงใดจึงจะทำให้เกิดการแตกหักโดยแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพาเบอร์ 4 ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 13.50 10.81 9.09 7.83 และ 3.87 เมกะพาสคาล ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความต้านแรงดัด มีค่าเพิ่มขึ้น

และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 (Type 18) พบว่า ทุกแผ่นทดสอบมี ความต้านแรงดัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 80 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 20 มีอิทธิพลต่อความต้านแรงดัดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับทุกอัตราส่วนของแผ่นทดสอบ

3.6 มอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)

มอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพาเบอร์ 4 ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 929 985 1172 1278 และ 860 เมกะพาสคาล ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้มอดุลัสยืดหยุ่นมีค่าลดลง ยกเว้นที่ปริมาณชิ้นไม้ 80 : LLDPE 20 และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 (Type 18) พบว่า ทุกแผ่นทดสอบมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

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

3.7 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Internal Bond)

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าแสดงถึงความสามารถในการเกาะยึดกันระหว่างผิวสัมผัสของส่วนผสมต่างๆ ในการอัดแผ่นซึ่งแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพาเบอร์ 4 ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 2.00 1.96 1.35 0.69 และ 0.48 เมกะพาสคาล ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้ามีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 (Type 18) พบว่าทุกแผ่นทดสอบมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 60 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 40 มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกอัตราส่วนของแผ่นทดสอบ

3.8 ความหนาแน่น (Density)

ความหนาแน่นของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพาเบอร์ 4 ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 888.49 852.77 824.32 825.12 และ 786.09 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 (Type 18) พบว่า ทุกแผ่นทดสอบมีความหนาแน่นอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 50 60 และ 70 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 50 40 และ 30 มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ 40 และ 80 : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE 60 และ 20

3.9 ความชื้น (Moisture Content)

ความชื้นของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตจากไม้กระถินเทพาเบอร์ 4 ที่ปริมาณชิ้นไม้ : LLDPE 40 : 60 50 : 50 60 : 40 70 : 30 และ 80 : 20 มีค่า 2.05 2.51 4.03 4.36 และ 6.59% ตามลำดับ จากผลการทดสอบ พบว่า ปริมาณพอลิเอทธิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความชื้นมีค่าลดลง และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 (Type 18) พบว่า ทุกแผ่นทดสอบมีความชื้นต่ำกว่าช่วงเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ยกเว้นแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตที่ปริมาณชิ้นไม้ 80 : พอลิเอทธิลีน LLDPE 20 ที่มีความชื้นอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE ที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อความชื้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผล

ชิ้นไม้กระถินเทพา เบอร์ 4 มีขนาดที่ใช้ในการผลิตแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิต ที่ค้างอยู่บนตะแกรง < 120 mesh มีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุดคือ 38.20% มีสัดส่วนความเพรียวเท่ากับ 4.02 มีความเป็นกรด การผ่อนความเป็นกรด การผ่อนความเป็นด่าง และการผ่อนความเป็นกรดเป็นด่างน้อยกว่าชิ้นไม้อะเคเซียคราสซิคาร์ปา และอะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา เมื่อนำแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตไปทำการทดสอบค่าทางกายสมบัติและกลสมบัติ พบว่าปริมาณพลาสติกที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความต้านแรงดัด ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้น แต่การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ และการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง และความชื้นมีค่าลดลง และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908-2003 (Type18) พบว่า การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความหนาแน่นผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของแผ่นพอลิเมอร์คอมโพสิตที่อัตราส่วนของปริมาณชิ้นไม้ : ปริมาณพอลิเอทธิลีน LLDPE ที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อทุกค่าการทดสอบแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานหรือชุดโครงการวิจัยคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ไม้สวนป่าเศรษฐกิจสกุล *Acacia* และการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากเจ้าหน้าที่ของงานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้ กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ขอขอบคุณ คุณธิติ วิสารัตน์ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่านของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ที่กรุณาตัดทอนไม้ก่อนการแปรรูป และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของศูนย์วิจัยและการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็ก จังหวัดขอนแก่น ที่ได้กรุณาแปรรูปไม้ก่อนนำไปใช้ประโยชน์

เอกสารอ้างอิง

ธนิต ยิ่งวรรณศิริ และคงศักดิ์ ภิญโญภูษาฤกษ์ 2527. *Acacia mangium* Willd. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการป่าไม้. กองบำรุง กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ยุทธพงษ์ แซ่ตั้ง. 2549. “วัสดุทดแทนไม้พอลิเมอร์คอมโพสิตจากพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นปานกลางและเยื่อความร้อนเชิงกลจากไม้ยางพารา” โครงงานพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพอลิเมอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

Japanese Industrial Standard Japanese Standards Association 2003. JIS A 5908 Standard Specification for Particleboards. Hohbunsha Publ. Co. Inc. Tokyo. 21 p.