36. การใช้ประโยชน์ไม้กระถินเทพา เพื่อผลิตเป็นแผนปาร์ติเกิลบอร์ด [1]

UTILIZATION OF *ACACIA MANGIUM* AS RAW MATERIAL FOR PARTICLEBOARDS

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณสมบัติของชิ้นไม้ก่อนนำมาอัดแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากไม้กระถินเทพา พบว่ามีค่าความเป็นกรด ค่าผ่อนความเป็นกรดและค่าผ่อนความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่าไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปาและไม้ยูคาลิปตัส

คุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากไม้กระถินเทพา โดยใช้ปริมาณกาว 7 10 และ 13% พบว่าเมื่อปริมาณกาวเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่ากายสมบัติมีค่าลดลง ค่ากลสมบัติมีค่าสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบลักษณะชิ้นไม้แบบแท่ง (splinter) และเกล็ด (flake) ที่ใช้ในการอัดแผ่น พบว่าแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ใช้กาวชนิดเดียวกัน ระดับปริมาณกาวเท่ากัน การใช้ชิ้นไม้แบบแท่งและแบบเกล็ดมีกายและกลสมบัติใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบชนิดกาวที่ใช้ในการอัดแผ่น ได้แก่ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ทางการค้าและสังเคราะห์ พบว่าค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง แผ่นทดสอบที่ใช้กาวสังเคราะห์มีค่าต่ำกว่ากาวทางการค้า ค่าความต้านแรงดัด และมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นทดสอบที่ใช้กาวสังเคราะห์มีค่าสูงกว่ากาวทางการค้า ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ค่าความหนาแน่น และค่าความชื้นของแผ่นมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติของตัวแปร พบว่าอิทธิพลของชนิดกาว ลักษณะชิ้นไม้และปริมาณกาว มีอิทธิพลต่อตัวแปรทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

การศึกษาอิทธิพลของอายุไม้ในสกุลอะเคเซีย และปริมาณกาวที่มีผลต่อคุณสมบัติแผ่น พบว่าเมื่ออายุไม้มากขึ้นค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ และค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง มีค่าลดลง ค่าความชื้นของแผ่นมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นและค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า มีค่าสูงขึ้น ยกเว้นค่าความต้านแรงดัดของแผ่นทดสอบใช้ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปาและไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา มีค่าใกล้เคียงกัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของตัวแปร พบว่าอิทธิพลของอายุไม้และปริมาณกาวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

[1] วรธรรม อุ่นจิตติชัย วริญญา โลมรัตน์ และวชิราภรณ์ อิ่มแก้ว สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

คำหลัก : กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เกล็ดไม้ แท่งไม้ ไม้กระถินเทพา

ABSTRACT

The study on properties of *Acacia mangium* before process which should have pH average, acid buffering capacity and acid-alkali buffering capacity was lower than *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia aulacocarpa and Acacia crassicarpa*.

Particleboard from *Acacia mangium* were investigated with urea formaldehyde (UF) contents : 7, 10 and 13% (based on dry weight). When glue content increases, physical properties were lower but mechanical properties were higher. Particleboard made from splinter and flake have physical and mechanical properties were nearly. The results showed that thickness swelling 1 and 24 hrs using UF synthesis grade was lower than UF commercial grade, modulus of rupture and modulus of elasticity using UF synthesis grade was more than UF commercial grade, water absorption 1 and 24 hrs, internal bond, board density and moisture content had nearly. Analysis of variance factor types of particles, glue content and types of glue had effect to physical and mechanical properties different was significant at the 0.05 level.

The study effect of age of *Acacia* species and glue content, the result showed that ages of woods were older, thickness swelling and water absorption 1 and 24 hrs result lower, moisture content had nearly every ages of wood, modulus of rupture modulus of elasticity and internal bond had higher when ages of wood were older, except modulus of rupture of *Acacia crassicarpa* and *Acacia aulacocarpa* had nearly. Analysis of variance factor ages of wood and glue had effect to physical and mechanical properties different was significant at the 0.05 level.

Key word : Urea formaldehyde resin, splinter, flake, *Acacia mangium*

คำนำ

แผ่นวัสดุทดแทนไม้หรือแผ่นไม้ประกอบ (Wood composites) เป็นวัสดุที่ประกอบจากส่วนประกอบ 2 ชนิดขึ้นไป โดยมีวัสดุไม้หรือลิกโนเซลลูโลสอื่น เป็นส่วนประกอบหนึ่งร่วมกับวัสดุอื่น เช่น โพลีเมอร์

หรือสารอนินทรีย์ ทั้งนี้ส่วนประกอบแต่ละชนิดจะต้องแสดงสมบัติของแต่ละส่วนแยกกันอย่างเด่นชัด แต่เมื่อนำมาผสมกันจะมีคุณสมบัติที่ส่งเสริมกัน และนำมาใช้งานทดแทนไม้จริงธรรมชาติ ซึ่งวัสดุทดแทนไม้ในลักษณะนำชิ้นไม้มาประกอบเป็นแผ่น ได้แก่

1. แผ่นชิ้นไม้อัด (Particleboard) ผลิตจากการนำชิ้นไม้หรือชิ้นวัสดุลิกโนเซลลูโลสอื่นๆ ที่ถูกย่อยให้มีขนาดต่างๆ มารวมกันเป็นแผ่น โดยมีกาวเป็นตัวประสานเชื่อมให้ติดกันภายใต้ความร้อนและแรงอัด

2. แผ่นเกล็ดไม้อัด (Flakeboard) คล้ายคลึงกับแผ่นชิ้นไม้อัด แต่ใช้ชิ้นไม้หรือชิ้นวัสดุลิกโนเซลลูโลสอื่นๆ ที่มีลักษณะยาวและบางกว่าเป็นวัตถุดิบ

3. แผ่นแถบไม้อัดเรียงชิ้น (OSB) ชิ้นไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลสอื่นๆ ที่ใช้เป็นแถบไม้ที่มีลักษณะบางและยาวมาก โดยมีการเรียงตัวของแถบไม้อย่างเป็นชั้นคล้ายแผ่นไม้อัด

4. แผ่นไม้อัดไส้ปาร์ติเกิล (Composite Plywood, COM – PLY) เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่ถูกปิดผิวทั้งสองด้านด้วยไม้บางหรือไม้อัด (วรธรรมและคณะ, 2550)

ในกระบวนการผลิตแผ่นดังกล่าวจำเป็นต้องใช้กาวเป็นตัวช่วยประสานให้ชิ้นวัตถุดิบยึดติดกัน ซึ่งในผลงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาการใช้กาวที่ได้จากการสังเคราะห์และทางการค้า เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกาวสังเคราะห์มาใช้ทดแทนกาวทางการค้า และเพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณกาว ลักษณะชิ้นไม้และชนิดของไม้ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากไม้กระถินเทพา รวมทั้งศึกษาการนำไม้ในสกุลอะเคเซียระดับอายุแตกต่างกันมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของแผ่น

วิธีการศึกษา

โดยแบ่งการศึกษาดังนี้ กรณีที่ 1 การศึกษาชนิดกาว ลักษณะชิ้นไม้ และปริมาณกาวที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากไม้กระถินเทพา และกรณีที่ 2 การศึกษาอิทธิพลของอายุไม้ในสกุลอะเคเซียที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด ซึ่งการศึกษาในกรณีที่ 1 นำไม้กระถินเทพา อายุ 21 ปี จากสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เข้าสู่กระบวนการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด โดยกำหนดให้ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ทางการค้าและสังเคราะห์จากห้องปฏิบัติการของงานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้ ใช้ปริมาณกาว 7 10 และ 13% ใช้ชิ้นไม้ 2 ลักษณะ ได้แก่ ชิ้นไม้แบบแท่ง (splinter) และชิ้นไม้แบบเกล็ด (flake) กรณีที่ 2 นำข้อมูลจากผลงานวิจัยการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา และไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา มาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบจากไม้กระถินเทพา แล้วนำมาเปรียบเทียบค่าทางกายสมบัติและทางกลสมบัติกับมาตรฐาน JIS A 5908-1994 : Particleboards (Type 18) และมาตรฐาน มอก. 876 – 2547 : แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

สถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตและทดสอบแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดได้ดำเนินงานที่ห้องปฏิบัติการของงานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้ กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

อุปกรณ์ในการศึกษา

1. หม้อนึ่งไอน้ำ (Steaming autoclave)
2. เครื่องทำแถบไม้ (Stander)
3. เครื่องตัดชิ้นไม้ (Chipper)
4. เครื่องย่อยชิ้นไม้อย่างหยาบ (Hammer mills)
5. เครื่องร่อนพร้อมตะแกรง(Screening machine)
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Electric balance)
7. เครื่องอัดร้อน (Hot – press)
8. เครื่องหาความชื้น (Moisture balance)
9. ชุดสังเคราะห์กาวติดไม้ (Apparatus set of resin synthesis)
10. เครื่องทดสอบกำลังวัสดุ (Universal testing machine)

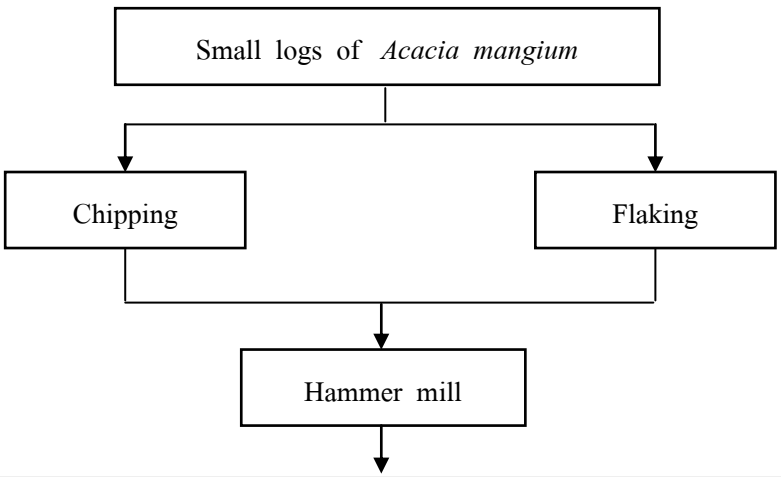
ขั้นตอนการศึกษา

1. การเตรียมวัสดุและกาวติดไม้

1.1 การเตรียมวัสดุในการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ใช้ไม้กระถินเทพา นำเข้ากระบวนการต่างๆ เพื่อให้ได้ชิ้นไม้ที่พร้อมนำไปใช้ในกระบวนการอัดแผ่น โดยเปรียบเทียบลักษณะชิ้นไม้ที่ใช้ในการอัดแผ่น ได้แก่ ชิ้นไม้แบบแท่งและชิ้นไม้แบบเกล็ด

โดยสรุปเป็นขั้นตอนต่างๆ ในการเตรียมชิ้นไม้ได้ดังนี้



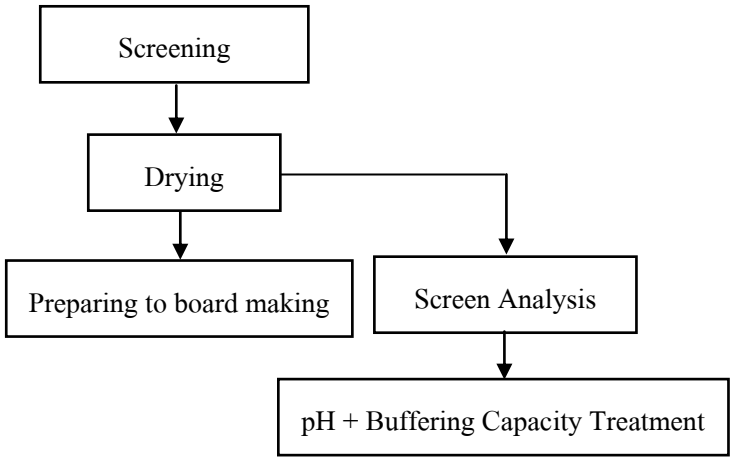


Figure 1. Wood preparation from *Acacia mangium* before board making.

Splinter /Sliver

Flake

Particleboards made from *Acacia mangium*.

Figure 2. Quality of particleboards from *Acacia mangium*.

1.2 การเตรียมกาวในการศึกษาผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ทางการค้าและสังเคราะห์ที่ระดับปริมาณเปอร์เซ็นต์กาวแห้งต่อน้ำหนักแห้งของชิ้นไม้ที่ระดับ 7 10 และ 13%

1.3 การตรวจสอบหาคุณลักษณะของสารผสมระหว่างกาวและสารเติมแต่ง โดยทำการศึกษาคุณสมบัติของกาวผสม ดังนี้

Table 1. The properties of Urea Formaldehyde Resin.

Properties	Commercial grade	Synthesis grade
pH	9.02	7.53
Viscosity centipoises	130.00	230.83
Non - volatile content (%)	47.99	60.25
Gel time (min : sec) at 100 ^{0}C (mix with ammonium chloride 2% base on dry resin)	39.00	33.50
Specific Gravity (at 31 ^{0}C)	1.182	1.243
Refractive index (nD)	-	1.4478

Gel time was occured more than 3 hours without adding hardener.

2. วิธีการผสมและผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากไม้กระถินเทพา

ผสมกาวกับชิ้นไม้ โดยชั่งชิ้นไม้ให้ได้น้ำหนักตามที่กำหนด ใส่ในเครื่องผสมกาวกับชิ้นไม้แล้วสเปรย์กาวไปบนชิ้นไม้ในเครื่อง จากนั้นชั่งน้ำหนักชิ้นไม้ที่ผสมกาวเรียบร้อยแล้วตามที่ได้กำหนด นำมาโรยแผ่นเตรียมอัด และนำไปอัดร้อนจนครบเวลาตามที่กำหนด แล้วจึงนำแผ่นที่ผลิตได้ไปปรับสภาวะเป็นระยะเวลานาน 7 วัน (วรธรรม, 2541) จากนั้นนำแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดไปทดสอบคุณสมบัติทางกายสมบัติและทางกลสมบัติ

ในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดมีการกำหนดสภาวะในการผลิตแผ่นและขั้นตอนการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด ดังนี้

ชิ้นไม้ที่ใช้ในการอัดแผ่นมี 2 ลักษณะ ได้แก่	แท่ง (splinter /sliver)
	เกล็ด (flake)
ความหนาแน่นกำหนด	800 กก./ลบ.ม.
ความหนาของแผ่น	10 มม.
ขนาดของแผ่น	400 x 400 มม.
ชนิดของกาว	ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ทางการค้า
	ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์สังเคราะห์

ปริมาณกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ *	7 10 และ 13%
ปริมาณฮาร์ดเดนเนอร์ **	2%
อุณหภูมิในการอัด	120 ^{0}C.
แรงดันในการอัด	150 กก./ตร.ซม.
ระยะเวลาในการอัด	5 นาที

หมายเหตุ * เทียบเป็นน้ำหนักกาวแห้งต่อน้ำหนักแห้งของชิ้นไม้
** เทียบเป็นน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักกาวแห้ง

3. การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผลิตได้จากสภาวะทดลองทางกายและกลสมบัติ

นำแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผลิตได้ทั้งหมด ไปตัดเป็นชิ้นทดสอบตามมาตรฐาน JIS A 5908 - 1994 : Particleboards (Type 18) และมาตรฐาน มอก. 876 - 2547 : แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ และทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของแผ่น ได้แก่ การพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ การดูดซึมหลังแช่น้ำ ความต้านแรงดัดมอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ความชื้นและความหนาแน่นของแผ่น

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตได้ศึกษาคุณสมบัติของไม้ ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณสมบัติของแผ่น ได้แก่

1. ผลการวิเคราะห์ขนาดชิ้นไม้กระถินเทพา

Table 2. Screen analysis of *Acacia mangium* (splinter).

Mesh No.	Average mesh aperture (mm)	Average particles dimension [1/]			Slenderness ratio	Amount of particles [2/] (%)
		Length (mm)	Thickness (mm)	Width (mm)		
-5+12	2.850	7.66	1.23	2.43	6.23	9.27
- 12+20	1.275	6.47	0.70	1.36	9.29	63.65
-20+40	0.638	4.28	0.45	0.73	9.54	25.22
-40+60	0.337	3.25	0.25	0.36	13.23	1.33

-60	0.250	2.14	0.12	0.19	18.34	0.52

1/ Each average value was measured from 100 particles.

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

แท่งไม้กระถินเทพา มีขนาดแท่งไม้ที่ค้างอยู่บนตะแกรง 20 เมซ มีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุด คือ 63.65% มีสัดส่วนความเพรียวของชิ้นไม้เท่ากับ 9.29

Table 3. Screen analysis of *Acacia mangium* (flake).

Mesh No.	Average mesh aperture (mm)	Average particles dimension 1/			Slenderness ratio	Amount of particles 2/ (%)
		Length (mm)	Thickness (mm)	Width (mm)		
-5+12	2.850	9.01	0.83	2.32	10.89	6.45
- 12+20	1.275	5.95	0.50	1.22	11.92	73.57
-20+40	0.638	4.38	0.36	0.79	12.29	19.12
-40+60	0.337	3.37	0.22	0.41	15.26	082
-60	0.250	2.89	0.12	0.22	23.94	0.04

1/ Each average value was measured from 100 particles.

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

เกล็ดไม้กระถินเทพา มีขนาดเกล็ดไม้ที่ค้างอยู่บนตะแกรง 20 เมซ มีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุด คือ 73.57% มีสัดส่วนความเพรียวของชิ้นไม้เท่ากับ 11.92

2. ผลการวัดความเป็นกรดเป็นด่างของไม้และค่าผ่อนความเป็นกรดเป็นด่างของไม้

Table 4. The analysis of pH and acid buffering capacity of *Acacia mangium* compared with *Acacia aulacocarpa, Acacia crassicarpa* , *Samana saman* and *Eucalyptus camaldulensis*.

Sample	pH Average	Acid Buffering Capacity, Milliequivalent (x 10^{-2})	Alkali Buffering Capacity, Milliequivalent (x 10^{-2})	Acid-Alkali Buffering Capacity, Milliequivalent (x 10^{-2})
Acacia mangium	5.19	4.94	2.55	7.49
Acacia aulacocarpa[a]	4.57	13.57	8.63	22.20
Acacia crassicarpa[b]	5.01	18.10	8.17	26.27
Eucalyptus camaldulensis[c]	4.88	16.47	21.70	38.17

([a] Oonjittichai , 2008 [b] Oonjittichai *et al.* , 2007 [c]Oonjittichai, 2000)

ไม้กระถินเทพา มีค่าความเป็นกรดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.19 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดน้อยกว่าไม้ทุกชนิดที่นำมาเปรียบเทียบ มีค่าการผ่อนความเป็นกรดและค่าผ่อนความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่าไม้ทุกชนิดที่นำมาเปรียบเทียบ

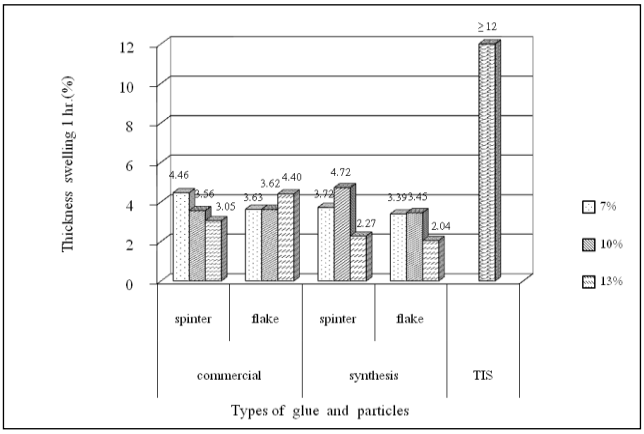
3. ผลการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด

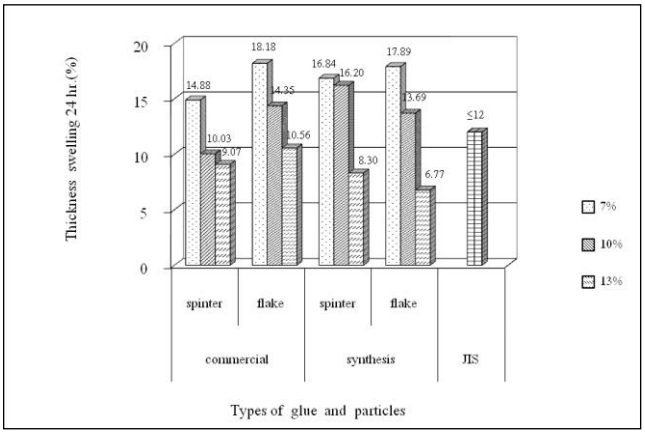
ผลการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากไม้กระถินเทพาใช้ชนิดกาว ลักษณะชิ้นไม้และปริมาณกาวที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908 - 1994 : Particleboards (Type 18) และมาตรฐาน มอก. 876 – 2547 : แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ

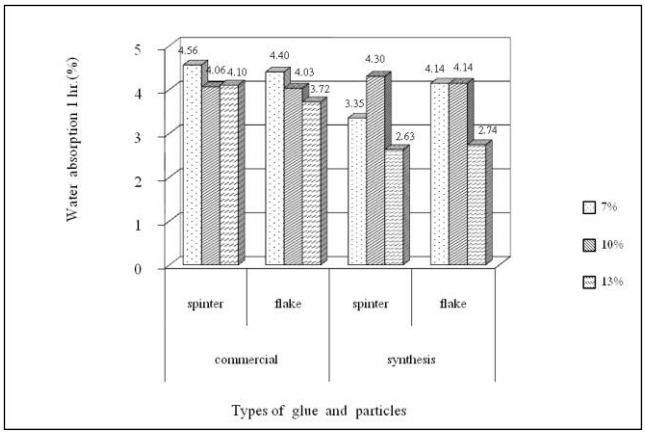
3.1 การศึกษาอิทธิพลของชนิดกาว ปริมาณกาว และลักษณะชิ้นไม้ที่แตกต่างกัน ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากไม้กระถินเทพา

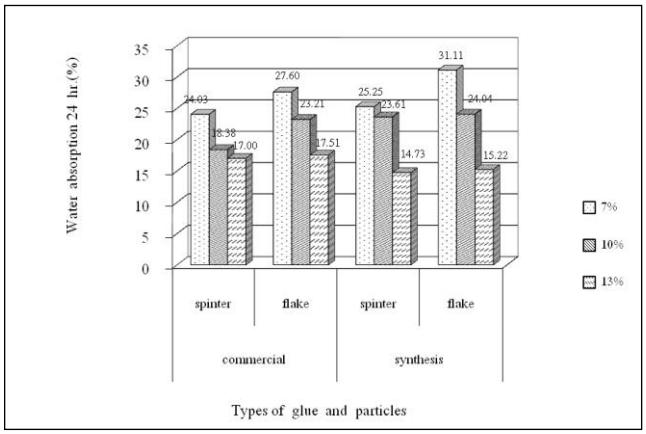
Table 5. The properties of particleboard from *Acacia mangium* compared with type of particles, type of resin and resin content at board density 800 kg/m^3.

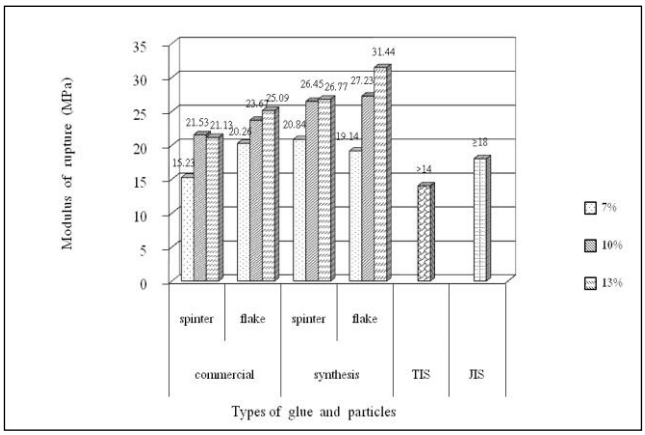
Types of glue	Type of particles	Glue content	TS (%)		WA (%)		MOR (MPa)	MOE (MPa)	IB (MPa)	Density (kg/m^3)	Moisture Content (%)
			1 hr	24 hrs	1 hr	24 hrs					
UF commercial grade	Splinter	7%	4.46	14.88	4.56	24.03	15.23	2,087	0.78	846.49	9.43
		10%	3.56	10.03	4.06	18.38	21.53	2,803	1.01	867.48	9.52
		13%	3.05	9.07	4.10	17.00	21.13	2,707	0.97	877.63	10.62
	Flake	7%	3.63	18.18	4.40	27.60	20.26	2,809	0.74	861.00	8.44
		10%	3.62	14.35	4.03	23.21	23.67	3,121	0.76	884.58	8.03
		13%	4.40	10.56	3.72	17.51	25.09	3,099	0.86	924.09	8.56
UF synthesis grade	Splinter	7%	3.72	16.84	3.35	25.25	20.84	3,115	0.60	834.40	9.16
		10%	4.72	16.20	4.30	23.61	26.45	3,996	0.82	878.67	8.85
		13%	2.27	8.30	2.63	14.73	26.77	4,068	1.00	900.47	9.80
	Flake	7%	3.39	17.89	4.14	31.11	19.14	3,441	0.42	894.30	8.14
		10%	3.45	13.69	4.14	24.04	27.23	4,114	0.95	918.02	9.15
		13%	2.04	6.77	2.74	15.22	31.44	4,697	0.93	909.64	9.95
JIS A 5908 -1994 (Type 18)			-	≤12	-	-	≥18	≥3,000	≥ 0.3	400-900	5 - 13
TIS 876 - 2547			≤12	-	-	-	≥14	≥1,800	≥ 0.4	400-900	4 - 13

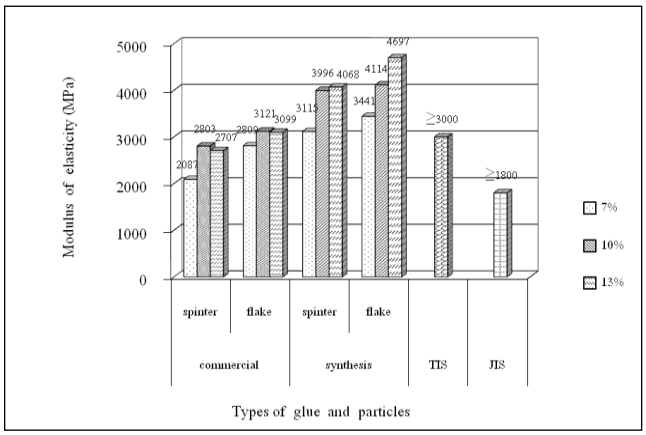


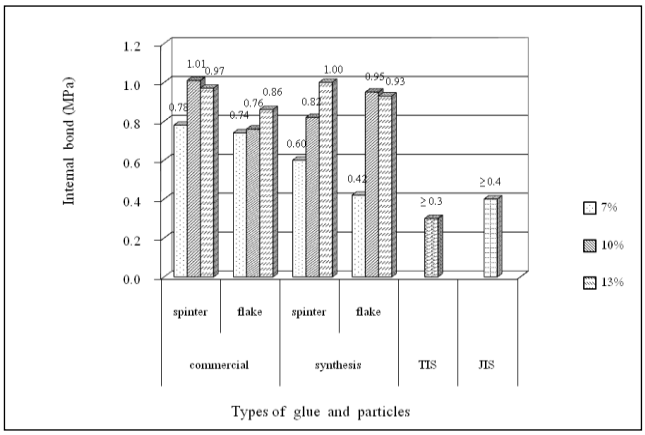


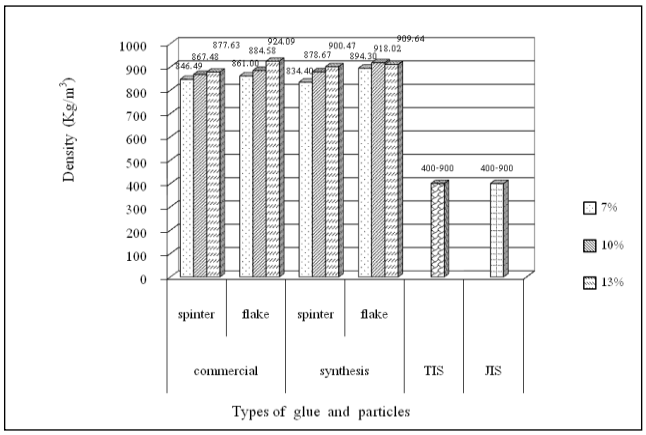

Water absorption 1 hr (%)
4.56
4.06
4.10
4.40
4.03
3.72
3.35
4.30
2.63
4.14
4.14
2.74
spinter
flake
spinter
flake
commercial
synthesis
7%
10%
13%
Types of glue and particles


Water absorption 24 hr (%)
24.03
18.38
17.00
27.60
23.21
17.51
25.25
23.61
14.73
31.11
24.04
15.22
spinter
flake
spinter
flake
commercial
synthesis
7%
10%
13%
Types of glue and particles


Modulus of rupture (MPa)
15.23
21.53
21.13
20.26
23.67
25.09
20.84
26.45
26.77
19.14
27.23
31.44
>14
≥18
spinter
flake
spinter
flake
commercial
synthesis
TIS
JIS
7%
10%
13%
Types of glue and particles


Modulus of elasticity (MPa)
2087
2803
2707
2809
3121
3099
3113
3996
4068
3441
4114
4697
≥3000
≥1800
spinter
flake
spinter
flake
commercial
synthesis
TIS
JIS
7%
10%
13%
Types of glue and particles


Internal bond (MPa)
0.78
1.01
0.97
0.74
0.76
0.86
0.60
0.82
1.00
0.42
0.95
0.93
≥0.3
≥0.4
spinter
flake
spinter
flake
commercial
synthesis
TIS
JIS
7%
10%
13%
Types of glue and particles


Density (Kg/m3)
846.49
867.48
877.63
861.00
884.58
924.09
834.40
878.67
900.47
894.30
918.02
909.64
400-900
400-900
spinter
flake
spinter
flake
commercial
synthesis
TIS
JIS
7%
10%
13%
Types of glue and particles

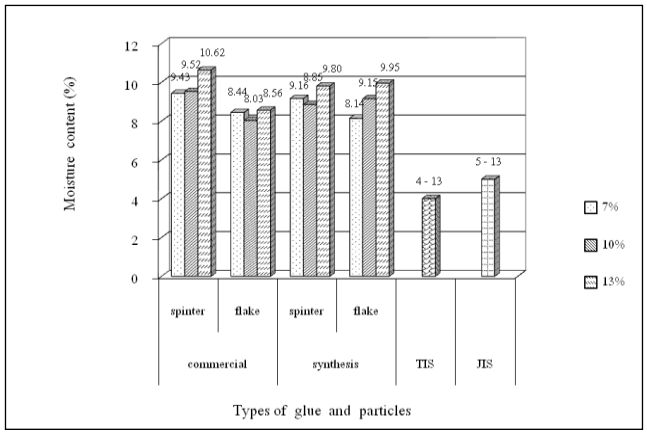


Figure 3. The properties of particleboard from *Acacia mangium* compared with type of glue, type of particles and glue content at board density 800 kg/m^3.

3.1.1 การศึกษาอิทธิพลของชนิดกาวที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่น

แผ่นทดสอบที่ใช้ปริมาณกาวเท่ากัน ลักษณะชิ้นไม้เดียวกัน พบว่าค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ค่าความหนาแน่น ค่าความชื้นของแผ่น และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าที่ใช้กาวทั้ง 2 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน ค่าความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นทดสอบที่ใช้กาวสังเคราะห์มีค่าคุณสมบัติสูงกว่ากาวทางการค้า

3.1.2 การศึกษาอิทธิพลของปริมาณกาวที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่น

แผ่นทดสอบที่ใช้ปริมาณกาวเพิ่มขึ้น พบว่า ค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมงมีค่าลดลงเมื่อปริมาณกาวเพิ่มขึ้น ค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้ามีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณกาวเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความชื้นและความหนาแน่นของแผ่นมีค่าใกล้เคียงกัน

3.1.3 การศึกษาอิทธิพลของลักษณะชิ้นไม้ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่น

แผ่นทดสอบที่ใช้กาวชนิดเดียวกันและปริมาณกาวเท่ากัน พบว่าค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ค่าความหนาแน่นของแผ่น ค่าความชื้นของแผ่น และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นทดสอบที่ใช้ลักษณะชิ้นไม้ทั้ง 2 ชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าความต้านแรงดัด และมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นทดสอบที่ใช้ชิ้นไม้แบบเกล็ดมีค่าคุณสมบัติสูงกว่าชิ้นไม้แบบแท่ง

3.1.4 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของแผ่นเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908 : 2003 (Type 18)

เมื่อทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของแผ่นทดสอบตามสภาวะต่างๆ และนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908 : 2003 (Type 18) พบว่าค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง แผ่นทดสอบที่ใช้ชิ้นไม้แบบแท่งใช้กาวทางการค้าปริมาณกาว 10 และ 13% ชิ้นไม้แบบเกล็ดใช้กาวทางการค้าปริมาณกาว 13% ชิ้นไม้แบบเกล็ดและแบบแท่ง ใช้กาวสังเคราะห์ปริมาณกาว 13% ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ค่าความต้านแรงดัด ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกสภาวะ ยกเว้นชิ้นไม้แบบแท่ง ใช้กาวทางค้า 7% ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นชิ้นไม้แบบเกล็ดใช้กาวทางการค้า 10 และ 13% ชิ้นไม้แบบแท่งและแบบเกล็ดใช้กาวสังเคราะห์ทุกปริมาณกาวผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าและค่าความชื้นผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกสภาวะ ความหนาแน่นของแผ่น ใช้กาวทางการค้าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทุกสภาวะ ยกเว้นชิ้นไม้แบบเกล็ดใช้กาวสังเคราะห์ปริมาณ 13%

3.1.5 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของแผ่นเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876–2547

เมื่อทดสอบคุณสมบัติต่างๆของแผ่นทดสอบตามสภาวะต่างๆ และนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานมอก. 876 - 2547 : แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ พบว่า ค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และค่าความชื้นของแผ่นผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทุกสภาวะ ส่วนค่าความหนาแน่นของแผ่นที่ใช้กาวทางการค้าผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดทุกสภาวะ ยกเว้นชิ้นไม้แบบเกล็ด กาว 13% แผ่นทดสอบที่ใช้กาวสังเคราะห์มีเพียงชิ้นไม้แบบแท่ง กาว 7 และ 10% และชิ้นไม้แบบเกล็ดกาว 7% ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

3.1.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามโดยวิธีการทางสถิติ

เมื่อทำการศึกษาความแปรปรวนของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่นด้วยวิธีการ MANOVA ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

Table 6. Analysis of variance (MANOVA) of board property by using various types of glue, types of particles and glue content on board properties by Wilks' Lambda test.

Source of variation	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Types of glue	.148	56.148	9.000	88.000	.000*
Types of particle	.327	20.126	9.000	88.000	.000*
Glue content	.139	16.423	18.000	176.000	.000*
Types of glue * Types of particles * Glue content	.094	4.164	63.000	501.729	.000*

* significant at 5% probability level.

จากการทดสอบค่าสถิติจึงสรุปผลการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับชนิดกาวที่แตกต่างกัน 2 ชนิด ลักษณะชิ้นไม้ที่แตกต่างกัน 2 ชนิด ปริมาณกาวที่แตกต่างกัน 3 ระดับ สามารถมีอิทธิพลร่วมกันต่อตัวแปรทั้งหมดเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และสรุปผลการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างชนิดกาว ชนิดของชิ้นไม้และปริมาณกาวว่าสามารถมีอิทธิพลร่วมกันต่อตัวแปรทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

Table 7. Analysis of variance (MANOVA) of board property by using various types of glue, types of particles and glue content on board properties by tests of between – subjects effects.

Properties	Source of variation	df	Sum of squares	Mean square	F-value
TS 1 hr	Types of glue	1	7.369	7.369	5.084*
	Types of particle	1	1.197	1.197	.826^{ns}
	Glue content	2	18.592	9.296	6.414*
	Types of glue * Types of particles * Glue content	7	37.441	5.349	3.691*
	Error	96	139.127	1.449	
	Total	107	203.725		
TS 24 hrs	Types of glue	1	5.153	5.153	.208^{ns}
	Types of particle	1	28.264	28.264	1.139^{ns}
	Glue content	2	1243.821	621.911	25.072*
	Types of glue * Types of particles * Glue content	7	274.959	39.280	1.584^{ns}

	Error	96	2381.235	24.805	
	Total	107	3933.432		
WA 1 hr	Types of glue	1	9.571	9.571	11.076*
	Types of particle	1	1.841E-02	1.841E-02	.021 ns
	Glue content	2	16.259	8.130	9.408*
	Types of glue * Types of particles * Glue content	7	12.699	1.814	2.099 ns
	Error	96	82.955	.864	
	Total	107	121.502		
WA 24 hrs	Types of glue	1	28.923	28.923	1.037 ns
	Types of particle	1	184.580	184.580	6.615*
	Glue content	2	2144.199	1072.100	38.425*
	Types of glue * Types of particles * Glue content	7	286.775	40.968	1.468 ns
	Error	96	2678.523	27.901	
	Total	107	5323.000		
MOR	Types of glue	1	467.376	467.376	59.183*
	Types of particle	1	165.491	165.491	20.956*
	Glue content	2	1063.543	531.771	67.338*
	Types of glue * Types of particles * Glue content	7	215.696	30.814	3.902*
	Error	96	758.122	7.897	
	Total	107	2670.228		
MOE	Types of glue	1	34714008.333	34714008.333	249.326*
	Types of particle	1	4700842.815	4700842.815	33.763*
	Glue content	2	12507593.463	6253796.731	44.917*
	Types of glue * Types of particles * Glue content	7	3027140.352	432448.622	3.106*
	Error	96	13366188.444	139231.130	
	Total	107	68315773.407		
IB	Types of glue	1	.111	.111	1.758 ns
	Types of particle	1	.204	.204	3.212 ns
	Glue content	2	1.938	.969	15.283*
	Types of glue * Types of particles * Glue content	7	.840	.120	1.894 ns
	Error	96	6.087	6.341E-02	

	Total	107	9.181		
Density	Types of glue	1	4132.570	4132.570	2.782 ns
	Types of particle	1	26089.485	26089.485	17.564*
	Glue content	2	35629.301	17814.651	11.993*
	Types of glue * Types of particles * Glue content	7	10907.277	1558.182	1.049 ns
	Error	96	142595.609	1485.371	
	Total	107	219354.242		
MC	Types of glue	1	.157	.157	.872 ns
	Types of particle	1	19.542	19.542	108.383*
	Glue content	2	19.265	9.632	53.424*
	Types of glue * Types of particles * Glue content	7	20.659	2.951	16.369*
	Error	96	17.309	.180	
	Total	107	76.931		

* significant at 5% probability level. ns non significant at 5% probability level.

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า ปัจจัยด้านชนิดของกาว ได้แก่ กาวทางการค้าและกาวสังเคราะห์ มีผลทำให้ค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำและการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ค่าความต้านแรงดัด และค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำและการดูดซึมหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ค่าความหนาแน่น และค่าความชื้นของแผ่นเกิดความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัจจัยด้านลักษณะชิ้นไม้ ได้แก่ ชิ้นไม้แบบเกล็ดและแบบแท่ง มีผลทำให้ค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเกิดความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น ค่าความหนาแน่นและค่าความชื้นของแผ่นเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัจจัยด้านปริมาณกาวที่แตกต่างกัน ได้แก่ ปริมาณ 7 10 และ 13% มีผลทำให้ทุกคุณสมบัติเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัจจัยร่วมของชนิดกาวลักษณะชิ้นไม้ และปริมาณกาวมีผลทำให้ค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น และค่าความชื้นเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และค่าความหนาแน่นของแผ่นเกิดความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 8. Comparison of the means of various types of glue, types of particles and glue content on board properties.

Properties	Types of glue	Types of particles	Glue content (%)[1/]		
			7	10	13
TS 1 hr	UF commercial grade	Splinter	4.46 de	3.56 cde	3.05 abc
		Flake	3.63 cde	3.62 cde	4.40 de
	UF synthesis grade	Splinter	3.72 cde	4.72 e	2.27 ab
		Flake	3.39 abc	3.45 abcd	2.04 a
TS 24 hrs	UF commercial grade	Splinter	14.88 cd	10.03 abc	9.07 ab
		Flake	18.18 d	14.35 cd	10.56 abc
	UF synthesis grade	Splinter	16.84 d	16.20 d	8.30 a
		Flake	17.89 d	13.69 bcd	6.77 a
WA 1 hr	UF commercial grade	Splinter	4.56 c	4.06 bc	4.10 bc
		Flake	4.40 c	4.03 bc	3.72 bc
	UF synthesis grade	Splinter	3.35 ab	4.30 bc	2.63 a
		Flake	4.14 bc	4.14 bc	2.74 a
WA 24 hrs	UF commercial grade	Splinter	24.03 c	18.38 ab	17.00 a
		Flake	27.60 cd	23.21 bc	17.51 a
	UF synthesis grade	Splinter	25.25 c	23.61 c	14.73 a
		Flake	31.11 d	24.04 c	15.22 a
MOR	UF commercial grade	Splinter	15.23 a	21.53 bc	21.13 bc
		Flake	20.26 b	23.67 cd	25.09 de
	UF synthesis grade	Splinter	20.84 bc	26.45 e	26.77 e
		Flake	19.14 b	27.23 e	31.44 f
MOE	UF commercial grade	Splinter	2087 a	2803 bd	2707 b
		Flake	2809 bc	3121 cd	3099 cd
	UF synthesis grade	Splinter	3115 cd	3996 e	4068 e
		Flake	3441 d	4114 e	4697 f
IB	UF commercial grade	Splinter	0.78 bc	1.01 c	0.97 c
		Flake	0.74 bc	0.76 bc	0.86 bc
	UF synthesis grade	Splinter	0.60 ab	0.82 bc	1.00 c
		Flake	0.42 a	0.95 c	0.93 c
Density	UF commercial grade	Splinter	846.49 ab	867.48 abc	877.63 bcd
		Flake	861.00 abc	884.58 bcde	924.09 e

	UF synthesis grade	Splinter	834.40 a	878.67 bcd	900.47 cde
		Flake	894.30 cde	918.02 de	909.64 de
MC	UF commercial grade	Splinter	9.43 ef	9.52 ef	10.62 h
		Flake	8.44 abc	8.03 a	8.56 bc
	UF synthesis grade	Splinter	9.16 de	8.85 cd	9.80 fg
		Flake	8.14 ab	9.15 de	9.95 g

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

เมื่อนำปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการอัดแผ่น มาเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Rang Test พบว่าค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำและค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ทุกสภาวะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความต้านแรงดัด แผ่นทดสอบทุกสภาวะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นแผ่นทดสอบใช้กาวทางการค้า ใช้ชิ้นไม้แบบแท่ง ปริมาณกาว 7% และแผ่นทดสอบใช้กาวสังเคราะห์ใช้ชิ้นแบบเกล็ด ปริมาณกาว 13% ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น แผ่นทดสอบทุกสภาวะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น แผ่นทดสอบใช้กาวทางการค้าชิ้นไม้แบบแท่ง ปริมาณกาว 7% และแผ่นทดสอบใช้กาวสังเคราะห์ ชิ้นไม้แบบเกล็ด ปริมาณกาว 13% ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และค่าความหนาแน่นของแผ่นทุกสภาวะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าความชื้นของแผ่นทดสอบทุกสภาวะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นแผ่นทดสอบใช้กาวทางการค้าใช้ชิ้นไม้แบบแท่งปริมาณกาว 13%

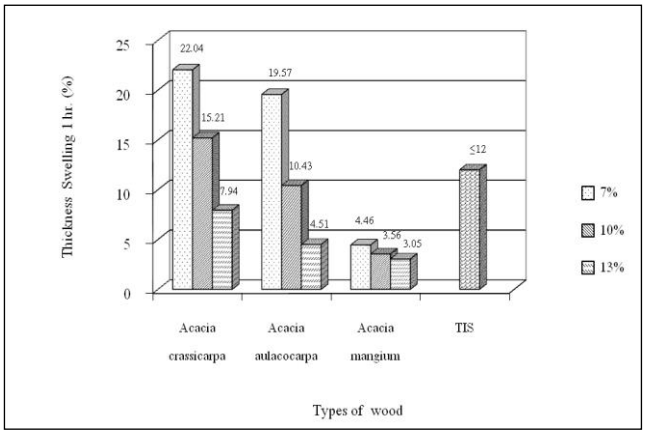
3.2 การศึกษาอิทธิพลของอายุไม้ในสกุลอะเคเซีย ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด

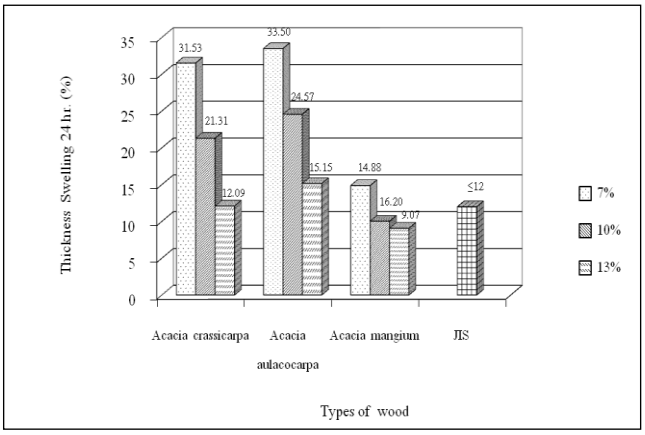
การศึกษาคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดใช้ชิ้นไม้แบบแท่งจากไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา อายุ 4 ปี ไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา อายุ 17 ปี และไม้กระถินเทพา อายุ 21 ปี ใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ทางการค้าปริมาณกาว 7 10 และ 13% ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่น มีผลดังนี้

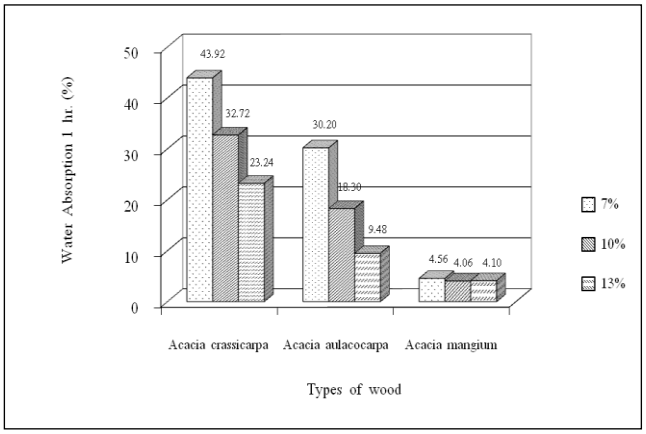
Table 9. The properties of particleboard using splinter from *Acacia mangium* compared with *Acacia aulacocarpa* and *Acacia crassicarpa* at board density 800 kg/m^3.

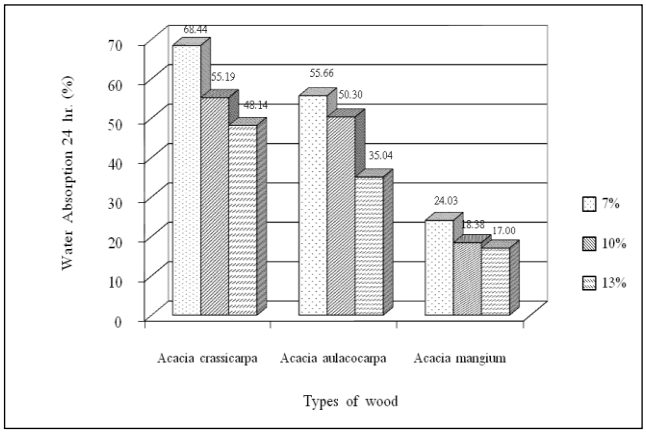
Type of wood	Resin content	TS (%)		WA (%)		MOR (MPa)	MOE (MPa)	IB (MPa)	Moisture Content (%)
		1 hr	24 hrs	1 hr	24 hrs				
Acacia crassicarpa 4 years	7%	22.04	31.53	43.92	68.44	14.19	1690	0.70	9.81
	10%	15.21	21.31	32.72	55.19	18.25	1763	0.69	11.24
	13%	7.94	12.09	23.24	48.14	17.37	1732	0.60	10.77

Acacia aulacocarpa 17 years	7%	19.57	33.50	30.20	55.66	8.99	1,911	0.65	7.87
	10%	10.43	24.57	18.30	50.30	13.11	2,397	0.70	8.14
	13%	4.51	15.15	9.48	35.04	15.74	2,929	0.88	9.45
Acacia mangium 21 years	7%	4.46	14.88	4.56	24.03	15.23	2,087	0.78	9.43
	10%	3.56	10.03	4.06	18.38	21.53	2,803	1.01	9.52
	13%	3.05	9.07	4.10	17.00	21.13	2,707	0.97	10.62
JIS A 5908 -1994 18 type		-	≤12	-	-	≥18	≥3,000	≥ 0.3	5 - 13
TIS 876 - 2547		≤12	-	-	-	≥14	≥1,800	≥ 0.4	4 - 13









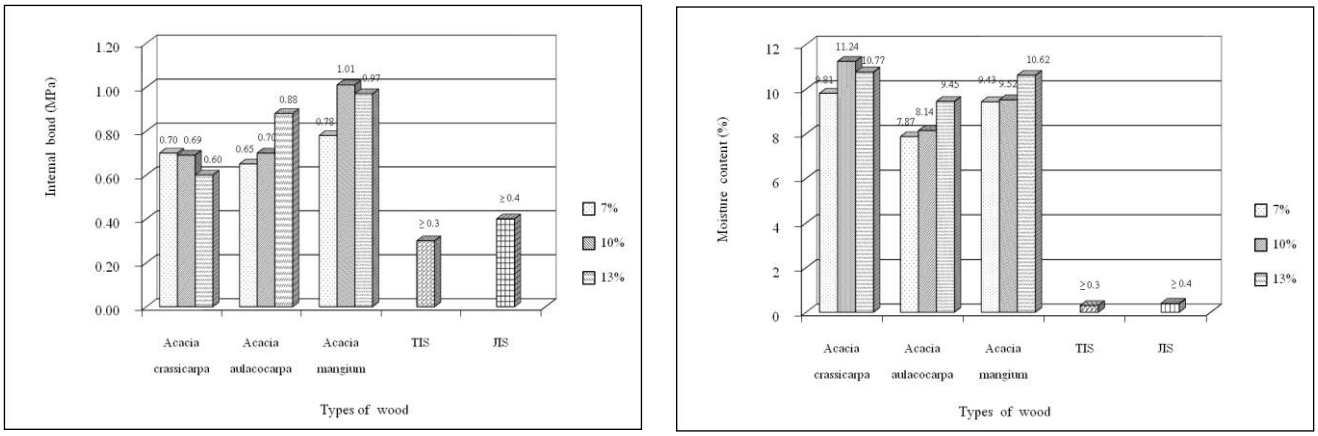


Figure 4. The properties of particleboard using splinter from *Acacia mangium* compared with *Acacia aulacocarpa* and *Acacia crassicarpa* at board density 800 kg/m^3.

3.2.1 การศึกษาอิทธิพลของอายุไม้ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่น

พบว่า เมื่ออายุไม้มากขึ้นค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง มีค่าลดลง ค่าความชื้นของแผ่นมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นและค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้ามีค่าสูงขึ้น ยกเว้นค่าความต้านแรงดัดของแผ่นทดสอบใช้ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา และไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปามีค่าใกล้เคียงกัน

3.2.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของแผ่นเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908 : 2003 (Type 18)

เมื่อทดสอบคุณสมบัติต่างๆของแผ่นทดสอบตามสภาวะต่างๆ และนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน JIS A 5908 : 2003 (Type 18) พบว่า ค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง มีเพียงแผ่นทดสอบใช้ไม้กระถินเทพา ปริมาณกาว 13% ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ค่าความต้านแรงดัดมีเพียงแผ่นทดสอบใช้ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ปริมาณกาว 10% และไม้กระถินเทพา ปริมาณกาว 10 และ 13% ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นทุกสภาวะไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าและค่าความชื้นผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกสภาวะ

3.2.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของแผ่นเทียบกับมาตรฐาน มอก. 876 – 2547

เมื่อทดสอบคุณสมบัติของแผ่นทดสอบตามสภาวะต่างๆ และนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานมอก. 876 - 2547 : แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ พบว่าค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง แผ่นทดสอบที่ใช้ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ปริมาณกาว 13% ใช้ไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 10 และ 13% และไม้กระถินเทพาทุกปริมาณกาวผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ค่าความต้านแรงดัดแผ่นทดสอบใช้ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปาทุกปริมาณกาว ไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 13% และไม้กระถินเทพาทุกปริมาณกาวผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา

และไม้กระถินเทพาทุกปริมาณกาวผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าและค่าความชื้นผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกสภาวะ

3.2.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามโดยวิธีการทางสถิติ

เมื่อทำการศึกษาความแปรปรวนของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่นด้วยวิธีการ MANOVA ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

Table 10. Analysis of variance (MANOVA) of board property by using various types of wood and glue content on board properties by Wilks' Lambda test.

Source of variation	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Types of wood	.004	120.466	16.000	130.000	.000*
Glue content	.142	13.405	16.000	130.000	.000*
Types of wood * Glue content	.089	7.009	32.000	241.303	.000*

* significant at 5% probability level.

จากค่าสถิติจึงสรุปผลการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับชนิดไม้ ปริมาณกาวที่แตกต่างกัน 3 ระดับ และความสัมพันธ์ระหว่างชนิดไม้และปริมาณกาวว่าสามารถมีอิทธิพลร่วมกันต่อตัวแปรทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

Table 11. Analysis of variance (MANOVA) of board property by using various types of wood and glue content on board properties by tests of between – subjects effects.

Properties	Source of variation	df	Sum of squares	Mean square	F-value
TS 1 hr	Types of wood	2	1826.931	913.466	143.156*
	Glue content	2	1406.306	703.153	110.197*
	Types of wood * Glue content	4	533.407	133.352	20.899*
	Error	72	459.425	6.381	
	Total	81	12466.674		
TS 24 hrs	Types of wood	2	2565.941	1282.971	74.054*
	Glue content	2	2859.997	1429.998	82.541*
	Types of wood * Glue content	4	531.690	132.922	7.672*
	Error	72	1247.378	17.325	

	Total	81	36829.917		
WA 1 hr	Types of wood	2	11398.634	5699.317	336.506*
	Glue content	4	2644.928	1322.464	78.083*
	Types of wood * Glue content	72	1233.676	308.419	18.240*
	Error	81	1219.445	16.937	
	Total	2	45591.566		
WA 24 hrs	Types of wood	4	20225.976	10112.988	265.687*
	Glue content	72	3447.034	1723.517	45.280*
	Types of wood * Glue content	81	773.604	193.401	5.081*
	Error	2	2740.575	38.064	
	Total	2	165712.585		
MOR	Types of wood	72	610.910	305.455	38.757*
	Glue content	81	461.842	230.921	29.300*
	Types of wood * Glue content	2	52.314	13.078	1.659^{ns}
	Error	2	567.449	7.881	
	Total	4	22876.994		
MOE	Types of wood	1	10164617.062	5082308.531	72.113*
	Glue content	2	4616724.543	2308362.272	32.753*
	Types of wood * Glue content	2	2799518.198	699879.549	9.931*
	Error	4	5074337.333	70476.907	
	Total	72	423433353.000		
IB	Types of wood	2	.919	.459	5.887*
	Glue content	2	.175	8.743E-02	1.120^{ns}
	Types of wood * Glue content	4	.427	.107	1.368^{ns}
	Error	72	5.619	7.805E-02	
	Total	81	55.690		
MC	Types of wood	2	62.325	31.162	69.483*
	Glue content	2	20.717	10.358	23.096*
	Types of wood * Glue content	4	9.405	2.351	5.243*
	Error	72	32.291	.448	
	Total	81	7667.082		

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

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าปัจจัยด้านชนิดไม้ ได้แก่ ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา อายุ 4 ปี ไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา อายุ 17 ปี และไม้กระถินเทพา อายุ 21 ปี มีผลทำให้ค่า

คุณสมบัติของแผ่นทดสอบทุกคุณสมบัติเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัจจัยด้านปริมาณกาวที่แตกต่างกัน ได้แก่ ปริมาณ 7 10 และ 13% มีผลทำให้ค่าคุณสมบัติทุกคุณสมบัติ เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดไม้และปริมาณกาว มีผลทำให้ค่าคุณสมบัติทุกคุณสมบัติ เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นค่าความต้านแรงดัดและค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

Table 12. Comparison of the means of various types of wood and glue content on board properties.

Properties	Types of wood	Glue content (%)[1/]		
		7	10	13
TS 1 hr	*Acacia crassicarpa* 4 years	22.04 f	15.21 d	7.94 b
	Acacia aulacocarpa 17 years	19.57 e	10.43 c	4.51 a
	Acacia mangium 21 years	4.46 a	3.56 a	3.05 a
TS 24 hrs	*Acacia crassicarpa* 4 years	31.53 d	21.31 c	12.09 ab
	Acacia aulacocarpa 17 years	33.50 d	24.57 c	15.15 b
	Acacia mangium 21 years	14.88 b	10.03 a	9.07 a
WA 1 hr	*Acacia crassicarpa* 4 years	43.92 f	32.72 e	23.24 d
	Acacia aulacocarpa 17 years	30.20 e	18.30 c	9.48 b
	Acacia mangium 21 years	4.56 a	4.06 a	4.10 a
WA 24 hrs	*Acacia crassicarpa* 4 years	68.44 f	55.19 e	48.14 d
	Acacia aulacocarpa 17 years	55.66 e	50.30 de	35.04 c
	Acacia mangium 21 years	24.03 b	18.38 ab	17.00 a
MOR	*Acacia crassicarpa* 4 years	14.19 b	18.25 d	17.37 cd
	Acacia aulacocarpa 17 years	8.99 a	13.11 b	15.74 bcd
	Acacia mangium 21 years	15.23 bc	21.53 e	21.13 e
MOE	*Acacia crassicarpa* 4 years	1690 a	1763 a	1732 a
	Acacia aulacocarpa 17 years	1911 ab	2397 c	2929 d
	Acacia mangium 21 years	2087 b	2803 d	2707 d
IB	*Acacia crassicarpa* 4 years	0.70 ab	0.69 ab	0.60 a
	Acacia aulacocarpa 17 years	0.65 a	0.70 ab	0.88 abc
	Acacia mangium 21 years	0.78 abc	1.01 c	0.97 bc
MC	*Acacia crassicarpa* 4 years	9.81 b	11.24 c	10.77 c
	Acacia aulacocarpa 17 years	7.87 a	8.14 a	9.45 b
	Acacia mangium 21 years	9.43 b	9.52 b	10.62 c

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

เมื่อนำปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการอัดแผ่น มาเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Rang Test พบว่าค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ของแผ่นทดสอบจากไม้กระถินเทพาทุกปริมาณกาวและไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 13% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนไม้ชนิดอื่นที่ปริมาณกาวต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ของแผ่นทดสอบจากไม้กระถินเทพา ปริมาณกาว 10 และ 13% และไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ปริมาณกาว 13 % มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปาและไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 13% และไม้กระถินเทพา ปริมาณกาว 7% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา และไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 7% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา และไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 10% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง ของไม้กระถินเทพาทุกปริมาณกาวมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ปริมาณกาว 10% และไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 7% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสภาวะอื่นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ของไม้กระถินเทพาทุกปริมาณกาวมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ปริมาณกาว 10% และไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 7 และ 10% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ปริมาณกาว 13% และไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 10% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสภาวะอื่นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าความต้านแรงดัด ไม้กระถินเทพาและไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ปริมาณกาว 7% และไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ปริมาณกาว 10 และ 13% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ปริมาณกาว 10 และ 13% และไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 13% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 13% และไม้กระถินเทพา ปริมาณกาว 7% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้กระถินเทพา ปริมาณกาว 10 และ 13% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ทุกปริมาณกาวและไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 7% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 13% และไม้กระถินเทพา ปริมาณกาว 10 และ 13% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา และไม้กระถินเทพา ปริมาณกาว 7% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าทุกสภาวะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าความชื้นของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา ปริมาณกาว 7 และ 10% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้กระถินเทพา ปริมาณกาว 7 และ 10% ไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา

ปริมาณกาว 13% และไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ปริมาณกาว 7% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ปริมาณกาว 10 และ 13% และไม้กระถินเทพา ปริมาณกาว 13% มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผล

การศึกษาคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากไม้สกุลอะเคเซีย โดยแบ่งการศึกษา ดังนี้ การศึกษาอิทธิพลของชนิดกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ทางการค้าและสังเคราะห์ ลักษณะชิ้นไม้แบบแท่งและแบบเกล็ด และปริมาณกาว 7 10 และ 13% ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่น และการศึกษาอายุไม้ในสกุลอะเคเซีย จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา อายุ 4 ปี ไม้อะเคเซีย ออลาโคปา อายุ 17 ปี และไม้กระถินเทพา อายุ 21 ปี ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่น

1. การศึกษาอิทธิพลของชนิดกาว ลักษณะชิ้นไม้และปริมาณกาวที่มีผลต่อคุณสมบัติแผ่น

จากการวิเคราะห์ขนาดของแท่งไม้กระถินเทพา พบว่า แท่งไม้ที่ค้างอยู่บนตะแกรง 20 เมช มีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุด คือ 63.65% และมีสัดส่วนความเพรียวเฉลี่ย เท่ากับ 9.29 และพบว่าเกล็ดไม้ที่ค้างอยู่บนตะแกรง 20 เมช จะมีปริมาณโดยน้ำหนักมากที่สุด คือ 73.57% และมีสัดส่วนความเพรียวเฉลี่ยเท่ากับ 11.92 ไม้กระถินเทพา มีค่าความเป็นกรดน้อยกว่าไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา ไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา และไม้ยูคาลิปตัส มีค่าการผ่อนความเป็นกรดและค่าผ่อนความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่าไม้ทุกชนิดที่นำมาเปรียบเทียบ

คุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากไม้กระถินเทพา โดยใช้ปริมาณกาว 7 10 และ 13% พบว่าเมื่อปริมาณกาวเพิ่มสูงขึ้นจะมีผลทำให้ค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ และค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำลดลง ค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้ามีค่าสูงขึ้น ค่าความหนาแน่นและค่าความชื้นมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบลักษณะชิ้นไม้แบบแท่ง (splinter) และเกล็ด (flake) ที่ใช้ในการอัดแผ่น พบว่าแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ใช้กาวชนิดเดียวกัน ระดับปริมาณกาวเท่ากัน พบว่าการใช้ชิ้นไม้แบบแท่งและแบบเกล็ด มีค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ค่าความหนาแน่นและค่าความชื้นของแผ่นมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น ของแผ่นทดสอบที่ใช้ชิ้นไม้แบบเกล็ดมีค่าสูงกว่าชิ้นไม้แบบแท่ง เมื่อเปรียบเทียบชนิดกาวที่ใช้ในการอัดแผ่น ได้แก่ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์กาวทางการค้าและกาวสังเคราะห์ พบว่าค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ของแผ่นทดสอบที่ใช้กาวสังเคราะห์มีค่าต่ำกว่ากาวทางการค้า ค่าความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น แผ่นทดสอบที่ใช้กาวสังเคราะห์มีค่าสูงกว่า

กาวทางการค้า ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ค่าความหนาแน่นและค่าความชื้นของแผ่นมีค่าใกล้เคียงกัน

การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติของตัวแปร พบว่าอิทธิพลของชนิดกาว ลักษณะชิ้นไม้ ปริมาณกาว สามารถมีอิทธิพลร่วมกันต่อตัวแปรทั้งหมดเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2. การศึกษาอิทธิพลของอายุไม้ในสกุลอะเคเซียและปริมาณกาวที่มีผลต่อคุณสมบัติแผ่น

พบว่า ค่าการพองตัวตามความหนาหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง ค่าการดูดซึมหลังแช่น้ำ 1 และ 24 ชั่วโมง เมื่ออายุไม้มากขึ้นมีค่าลดลง ค่าความชื้นของแผ่นมีค่าใกล้เคียงกันทุกอายุ ค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า มีค่าสูงขึ้นเมื่ออายุไม้มากขึ้น ยกเว้นค่าความต้านแรงดัดของแผ่นทดสอบใช้ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา และไม้อะเคเซีย ออลาโคคาร์ปา มีค่าใกล้เคียงกัน

การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติของตัวแปร พบว่าอิทธิพลของอายุไม้ และปริมาณกาว สามารถมีอิทธิพลร่วมกันต่อตัวแปรทั้งหมดเกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานหรือชุดโครงการวิจัยคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ไม้สวนป่าเศรษฐกิจสกุล *Acacia* ขอขอบคุณ คุณธิติ วิสารัตน์ ที่ได้กรุณาสนับสนุนวัตถุดิบไม้จากสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของศูนย์วิจัยและการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็ก จังหวัดขอนแก่นที่ได้กรุณาแปรรูปไม้ก่อนนำไปใช้ประโยชน์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของงานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้ของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ โดยเฉพาะคุณสาโรจน์ ช่วยสุด ในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด และคุณธดาภรณ์ ชำนาญกิจ ในการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นและวิเคราะห์ผล รวมทั้งให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกอย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

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

วรธรรม อุ่นจิตติชัย. 2543. แผ่นปาร์ติเกิลจากเศษไม้คละชนิดเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม. ผลงานวิจัยกลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ 2541-2542. หน้า 91.

วรธรรม อุ่นจิตติชัยและคณะ. 2550. ผลิตภัณฑ์วัสดุทดแทนไม้จากเศษไม้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. สำนักวิจัยเศรษฐกิจและผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ สังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

วรธรรม อุ่นจิตติชัย และคณะ. 2550. การใช้ประโยชน์ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปาเพื่อผลิตเป็นแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด. รายงานผลงานวิจัยประจำปี พ.ศ. 2550 สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

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

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

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