# การศึกษาการยึดแน่นของผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง จากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา

# Surface Soundness Study of Medium Density Fiberboard from *Eucalyptus urophylla*


**วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์**[1] **(VALLAYUTH FUEANGVIVAT)**

**ปิยะวดี บัวจงกล**[2] **(PIYAWADE BAUCHONGKOL)**

**วีรญา ธรรมขันธ์**[3] **(WEERAYA THAMMAKHAN)**


## บทคัดย่อ


การวิจัยนี้ใช้ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง โดยมีสภาวะในการทดลองดังนี้ การปรับสภาพก่อนอัดร้อน มี 2 ระดับ คือ พ่นน้ำและไม่พ่นน้ำที่ผิวหน้า อุณหภูมิในการอัดร้อน 3 ระดับ คือ 160$^{O}$C 180$^{O}$C และ 200$^{O}$C ระยะเวลาในการอัดร้อน 2 ระดับ คือ 5 นาที และ 7 นาที แผ่นที่ผลิตได้นำไปทดสอบคุณลักษณะตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 และทดสอบการยึดแน่นของผิวหน้าตามมาตรฐาน EN 311-2002 จากนั้น นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา สรุปได้ว่า หากต้องการให้แผ่นมีการยึดแน่นของผิวหน้าที่แข็งแรงควรทำการปรับสภาพก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า ส่วนสภาวะในการอัดร้อนที่เหมาะสมคือ 180$^{O}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที เนื่องจากมีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 JIS A 5906-1994 และ EN 311-2002 กำหนด ยกเว้นค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547



**คำหลัก:** แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา การยึดแน่นของผิวหน้า


---


[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : vallayuth@yahoo.com

[2] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : bauchongkol@yahoo.com

[3] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e-mail : weraya_ku63@yahoo.com

## ABSTRACT

Research study for medium density fiberboard (MDF) made from *Eucalyptus urophylla*. The experiment boards processed with various 2 treatment condition; 1) non spray water 2) spray water on surface before hot press, 3 hot press temperature; 160$^{O}$C, 180$^{O}$C, and 200$^{O}$C and 2 pressing time; 5 and 7 min. Properties of boards were tested by TISI 966–2547, JIS A 5906–1994 and EN 311–2002. The data gathered were analyzed by statistical method.

The results demonstrated that suitable matrix for manufacturing MDF made from *Eucalyptus urophylla* was spray water on surface before hot press at 180$^{O}$C and 5 min pressing time.



**Key words:** medium density fiberboard (MDF), *Eucalyptus urophylla*, surface soundness


## คำนำ

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจัดเป็นแผ่นไม้ประกอบชนิดหนึ่งที่มีความต้องการใช้งานกันมากในปัจจุบัน โดยทั่วไปจะทำการปิดทับผิวด้วยแผ่นวัสดุเพื่อความคงทน ความสวยงาม ขึ้นอยู่กับประโยชน์ใช้สอย ดังนั้น การปิดทับผิวจะมีความยาก ง่าย และคงทนหรือไม่ต้องคำนึงถึงสมบัติทางด้านการยึดแน่นของผิวหน้าซึ่งจะเป็นตัวที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะบ่งชี้ว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ผลิตได้นั้นมีคุณภาพดีหรือไม่ นอกเหนือจากการทดสอบด้านความแข็งแรงของแผ่นแล้ว

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นประโยชน์ว่า หากมีการพัฒนาผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางให้มีค่าการยึดแน่นของผิวหน้าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จะทำให้การปิดทับผิวหน้ามีการยึดเกาะได้ดีขึ้น

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นไม้ประกอบสามารถใช้งานได้หลากหลาย อีกทั้งยังเป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างกว้างขวาง แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเป็นวัสดุแผ่นไม้ประกอบชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนไม้ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในงานเฟอร์นิเจอร์ เนื่องจากมีน้ำหนักเบา ความเป็นฉนวนป้องกันเสียงและความร้อน ความทนทานต่อการทำลายของแมลงและเห็ดรา จึงทำให้ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในต่างประเทศ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตส่วนใหญ่ใช้ไม้ยางพารา และยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ซึ่งมีการแข่งขันที่สูงมาก ดังนั้นจึงได้ศึกษาวิจัยเพื่อหาวัตถุดิบในการผลิตเพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ให้แก่โรงงานอุตสาหกรรม จึงได้ทำการศึกษาถึงความเหมาะสมของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิต

## วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยการยึดแน่นของผิวหน้าของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัสยูโรฟิลลา (*Eucalyptus urophylla*) ของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา อายุ 7 ปี (ปลูกปี พ.ศ. 2549) (Figure 1a) นำมาสับเป็นชิ้นไม้สับ (Figure 2a) และร่อนคัดขนาดเพื่อเอาฝุ่นผงออก (Figure 3a) จากนั้นนำไปแยกเยื่อโดยใช้กรรมวิธีการแยกเยื่อแบบแอสพลุนด์ (Figure 1b) เยื่อที่ได้นำไปบดละเอียด (Figure 2b) และอบแห้งให้มีความชื้นประมาณร้อยละ 3–5 เพื่อทำเป็นแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางโดยมีสภาวะในการวิจัย ดังนี้

| | |
|---|---|
| ความหนาแน่นของแผ่น | 750 กก./ลบ.ม. |
| ความหนาของแผ่น | 10 มม. |
| ขนาดของแผ่น | 35 X 35 ตร.ซม. |
| ความชื้นของเยื่อก่อนผสมกาวร้อยละ | 3–5 |
| ปริมาณพาราฟินอิมัลชั่นที่ใช้ร้อยละ | 1 |
| ปริมาณกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (E2) ที่ใช้ร้อยละ | 10 |

นำเยื่อที่อบเตรียมไว้แล้วไปผสมกับกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ และสารพาราฟินอิมัลชั่นในเครื่องผสม (Figure 3b) ตามสภาวะที่กำหนดไว้ จากนั้นนำไปโรยในกล่องทำแผ่นโดยให้กระจายอย่างสม่ำเสมอ (Figure 1c) เสร็จแล้วนำไปอัดเย็นโดยใช้น้ำหนักกดทับเป็นเวลา 5 นาที เพื่อให้เยื่อที่โรยไว้มีความคงสภาพมากขึ้น จากนั้นทำการปรับสภาวะแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการไม่พ่นน้ำที่ผิวหน้า (สภาวะควบคุม) และการพ่นน้ำที่ผิวหน้า (Figure 2c) แล้วจึงนำเข้าเครื่องอัดร้อน (Figure 3c) โดยมีสภาวะในการอัดร้อน ดังนี้

| | |
|---|---|
| อุณหภูมิในการอัดร้อน | $160^{O}$C $180^{O}$C และ $200^{O}$C |
| ระยะเวลาในการอัดร้อน | 5 นาที และ 7 นาที |

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ได้นำมาตัดเป็นชิ้นทดสอบสำหรับทดสอบสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966–2547 มาตรฐาน JIS A 5906–1994 และทดสอบการยึดแน่นของผิวหน้าตามมาตรฐาน EN 311–2002

| | | |
|---|---|---|
| 1a | 2a | 3a |
| 1b | 2b | 3b |
| 1c | 2c | 3c |

1a *Eucalyptus urophylla* plantation

2a Chiping

3a Screening

1b Defibrating

2b Refiner

3b Mixing

1c Forming

2c Mat before pressing

3c Hot pressing

**Figure 1.** Medium density fiberboard manufacturing

## ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

เมื่อทำการเปรียบเทียบสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ทำการศึกษากับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 และทดสอบการยึดแน่นของผิวหน้าตามมาตรฐาน EN 311-2002 แสดงให้เห็นว่า

### 1. ปริมาณความชื้น (Moisture content)

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.10% – 7.96% (Table 1)

### 2. การดูดซึมน้ำ (Water absorption)

การดูดซึมน้ำของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 49.97% – 88.15% โดยแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่พ่นน้ำที่ผิวหน้าก่อนการอัดร้อน และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 นาที มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 49.97% (Table 1 and Figure 2)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ทั้งปัจจัยร่วมและปัจจัยเดี่ยวของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอัดร้อนมีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

นำค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อนที่ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 นาที มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุดและแตกต่างกันจากสภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอัดร้อนเป็นผลให้ค่าการดูดซึมน้ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### 3. การพองตัวตามความหนา (Thickness swelling)

ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 13.55% – 33.39% ซึ่งไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 กำหนด (Table 1 and Figure 3)

**Table 1.** Physical properties of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla.*

| Treatment before hot press | Pressing temperature ($^{O}$C) | Pressing time (min.) | Thickness (mm.) | Moisture content (%) | Water absorption (%) | Thickness swelling (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TISI 966–2547 | | | 10 ± 1.0 | 4.00 – 10.00 | – | ≤8.00 |
| JIS A 5906–1994 | | | 10 ± 1.0 | 5.00 – 13.00 | – | ≤12.00 |
| Non spray water | 160 | 5 | 9.97 | 7.50 | 88.15 | 26.44 |
| | | 7 | 9.98 | 7.15 | 76.43 | 28.84 |
| | 180 | 5 | 9.97 | 7.46 | 73.41 | 31.02 |
| | | 7 | 10.24 | 7.94 | 77.32 | 29.53 |
| | 200 | 5 | 10.08 | 7.96 | 72.83 | 33.39 |
| | | 7 | 10.04 | 7.31 | 66.56 | 19.99 |
| Spray water | 160 | 5 | 9.78 | 7.50 | 66.07 | 15.05 |
| | | 7 | 9.74 | 7.61 | 61.22 | 16.83 |
| | 180 | 5 | 9.70 | 7.10 | 56.74 | 14.81 |
| | | 7 | 9.97 | 7.19 | 55.85 | 14.86 |
| | 200 | 5 | 9.49 | 7.92 | 53.15 | 13.78 |
| | | 7 | 9.53 | 7.86 | 49.97 | 13.55 |

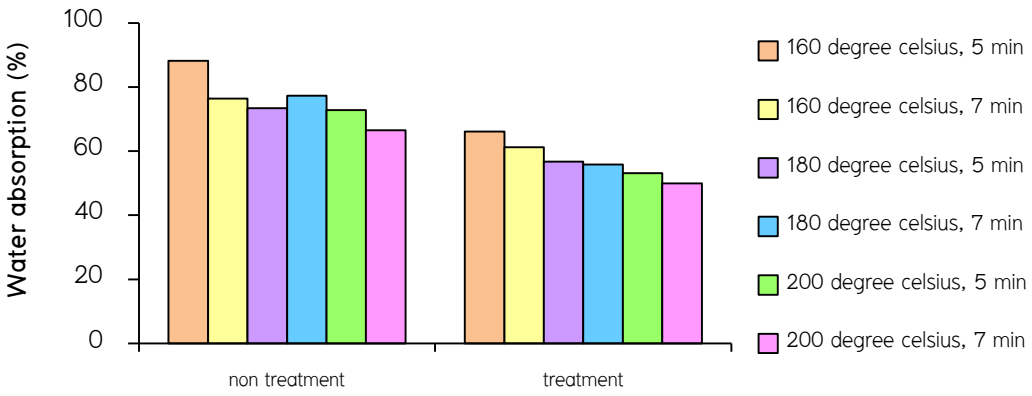


**Figure 2.** Water absorption of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla*

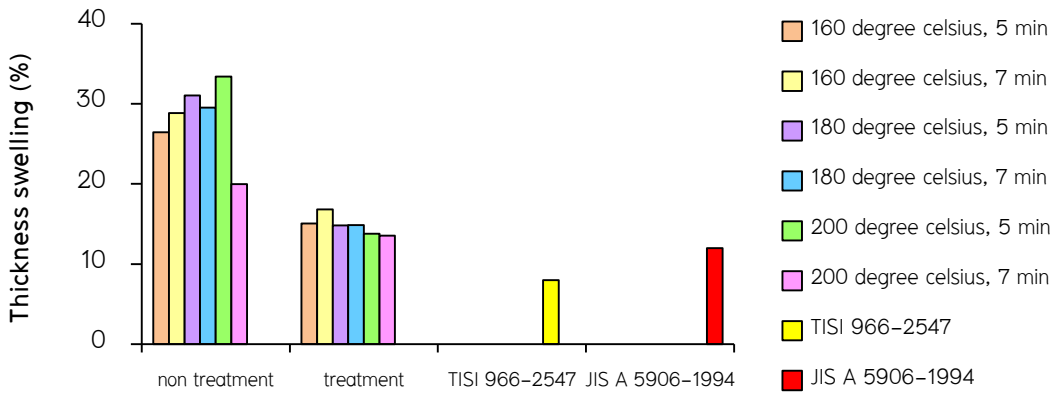


**Figure 3.** Thickness swelling of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla*

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ทั้งปัจจัยเดี่ยวและปัจจัยร่วมของการปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนและอุณหภูมิในการอัดร้อนมีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) นอกจากนี้ ปัจจัยร่วมของสามปัจจัย คือ การปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน อุณหภูมิและระยะเวลาในการอัดร้อนยังมีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ด้วยเช่นกัน

นำค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า การปรับสภาพแผ่นโดยพ่นน้ำที่ผิวหน้าก่อนการอัดร้อน และการเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อนมีผลให้ค่าการพองตัวตามความหนาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แผ่นที่ปรับสภาพแผ่นโดยพ่นน้ำที่ผิวหน้าก่อนการอัดร้อนที่ใช้อุณหภูมิ 180 และ 200$^{0}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที และ 7 นาที มีค่าการพองตัวตามความหนาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

## 4. ค่าความต้านแรงดัด (Modulus of rupture)

ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 21.78 – 47.73 MPa พบว่า มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ไม่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 160$^{0}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยต่ำสุด คือ 21.78 MPa เพียงปัจจัยเดียวที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 (Table 2 and Figure 4)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของสามปัจจัย คือ การปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน อุณหภูมิและระยะเวลาในการอัดร้อนมีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

นำค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

4.1 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 200$^{O}$C เป็นระยะเวลา 7 นาที มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 46.73 MPa รองลงมาคือ อัดร้อนที่อุณหภูมิ 200$^{O}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ย 47.05 MPa ซึ่งค่าทั้งสองไม่แตกต่างกันแต่แตกต่างจากสภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.2 การปรับสภาวะของแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และการเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อนมีผลให้ค่าความต้านแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

**5. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity)**

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2,073 – 4,009 MPa พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน มีค่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และ JIS A 5906-1994 กำหนด (Table 2 and Figure 5)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยร่วมของสามปัจจัย คือ การปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน อุณหภูมิและระยะเวลาในการอัดร้อนมีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

5.1 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 200$^{O}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4,009 MPa รองลงมาคืออัดร้อนที่อุณหภูมิ 200$^{O}$C เป็นระยะเวลา 7 นาที มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย 3,980 MPa ซึ่งค่าทั้งสองไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากสภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5.2 แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 160$^{O}$C และ 180$^{O}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที และ 7 นาที มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

5.3 การปรับสภาวะของแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และการเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อนมีผลให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

**Table 2.** Mechanical properties of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla*.

| Treatment before hot press | Pressing temperature ($^{O}$C) | Pressing time (min.) | Modulus of rupture (MPa) | Modulus of elasticity (MPa) | Internal bending (MPa) | Surface soundness (N/mm$^{2}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TISI 966-2547 | | | ≥22.00 | ≥2,500 | ≥0.60 | - |
| JIS A 5906-1994 | | | ≥25.00 | ≥2,000 | ≥0.40 | - |
| EN 311-2002 | | | - | - | - | ≥0.80 |
| Non spray water | 160 | 5 | 21.78 | 2,073 | 0.34 | 0.42 |
| | | 7 | 28.84 | 2,645 | 0.42 | 0.45 |
| | 180 | 5 | 31.02 | 2,865 | 0.49 | 0.54 |
| | | 7 | 29.53 | 2,256 | 0.54 | 0.68 |
| | 200 | 5 | 33.39 | 2,455 | 0.49 | 0.63 |
| | | 7 | 27.73 | 2,651 | 0.53 | 0.64 |
| Spray water | 160 | 5 | 36.84 | 3,191 | 0.40 | 0.77 |
| | | 7 | 39.76 | 3,361 | 0.43 | 0.78 |
| | 180 | 5 | 41.80 | 3,500 | 0.49 | 0.94 |
| | | 7 | 41.72 | 3,471 | 0.47 | 0.95 |
| | 200 | 5 | 47.05 | 4,009 | 0.54 | 0.94 |
| | | 7 | 47.73 | 3,980 | 0.54 | 1.01 |

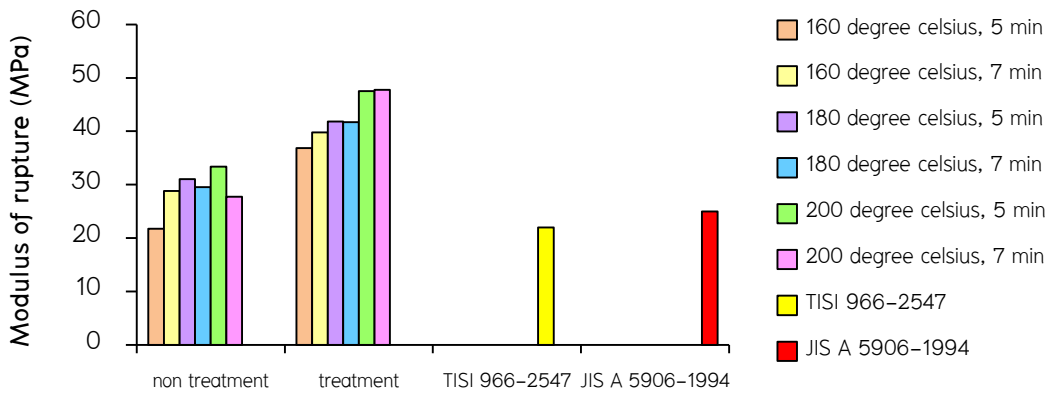


**Figure 4.** Modulus of rupture of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla*.

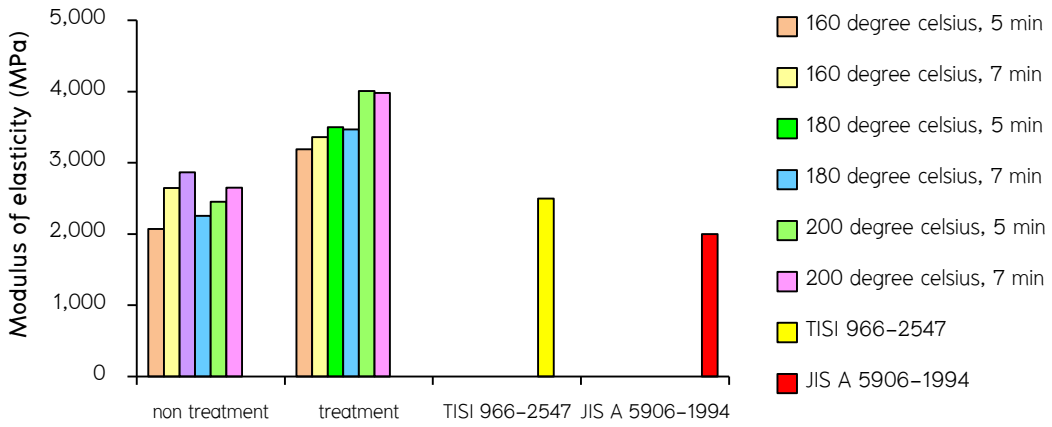


**Figure 5.** Modulus of elasticity of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla.*

## 6. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (Internal bonding)

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.34–0.54 MPa พบว่า มีเพียงแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ไม่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 160$^{O}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.34 MPa ซึ่งไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906–1994 กำหนด ส่วนที่สภาวะอื่นมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906–1994 แต่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตราฐาน มอก. 966–2547 กำหนด (Table 2 and Figure 6)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า มีเพียงปัจจัยเดี่ยวของอุณหภูมิในการอัดร้อนที่มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อัดร้อนที่อุณหภูมิ 180$^{O}$C และ 200$^{O}$C มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันและมีค่าสูงกว่าแผ่นที่อุณหภูมิในการอัดร้อน 160$^{O}$C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

## 7. ค่าการยึดแน่นของผิวหน้า (Surface soundness)

ค่าการยึดแน่นของผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.41–1.01 MPa พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนด้วยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า อัดร้อนที่อุณหภูมิ 180$^{O}$C และ 200$^{O}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที

และ 7 นาที มีค่าการยึดแน่นของผิวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 0.95 0.94 และ 1.01 MPa ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน EN 311-2002 กำหนด (Table 2 and Figure 7)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า มีเพียงปัจจัยเดี่ยวของการปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนและอุณหภูมิในการอัดร้อนที่มีอิทธิพลต่อค่าการยึดแน่นของผิวหน้าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าการยึดแน่นของผิวหน้าเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 180$^{O}$C และ 200$^{O}$C มีค่าการยึดแน่นของผิวหน้าไม่แตกต่างกันและมีค่าสูงกว่าแผ่นที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 160$^{O}$C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

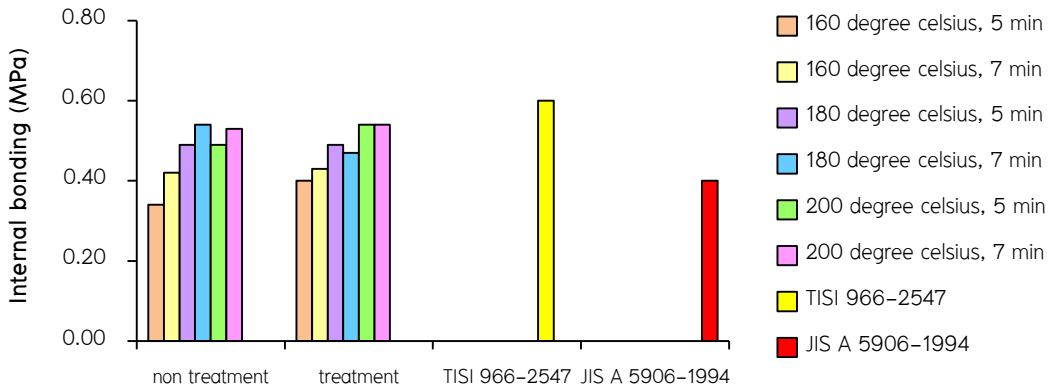


**Figure 6.** Internal bonding of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla.*

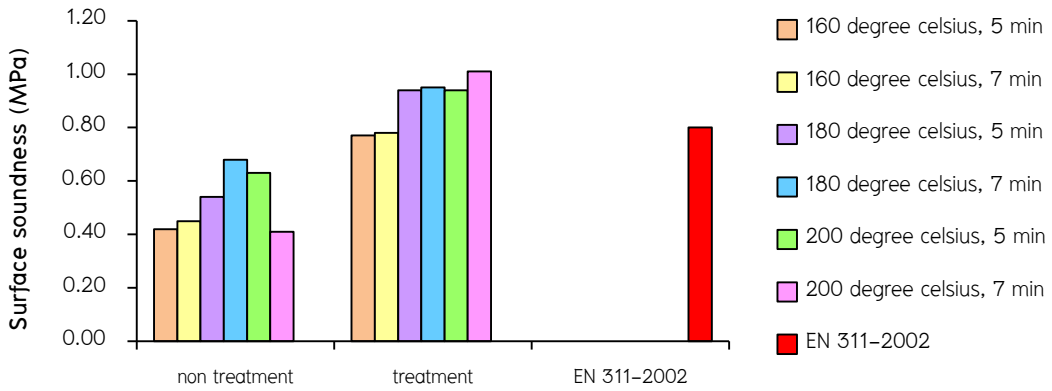


**Figure 7.** Surface soundness of medium density fiberboard from *Eucalyptus urophylla.*

# สรุปผล

สมบัติทางกายภาพและกลสมบัติของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ได้จากการทดลองโดยมีสภาวะในการปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน 2 ระดับ คือ พ่นน้ำ และไม่พ่นน้ำที่ผิวหน้า มีอุณหภูมิในการอัดร้อน 3 ระดับ คือ 160$^{O}$C 180$^{O}$C และ 200$^{O}$C และใช้ระยะเวลาในการอัดร้อน 2 ระดับ คือ 5 นาที และ 7 นาที ในการผลิตผลการทดลองสรุปได้ ดังนี้

## 1. การดูดซึมน้ำ

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 นาที มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ คือ 49.97% เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ และระยะเวลาในการอัดร้อนเป็นผลให้ค่าการดูดซึมน้ำลดลง

## 2. การพองตัวตามความหนา

ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 กำหนด การปรับสภาพแผ่นโดยพ่นน้ำที่ผิวหน้าก่อนการอัดร้อน และการเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อนมีผลให้ค่าการพองตัวตามความหนาลดลง แผ่นที่ปรับสภาพแผ่นโดยพ่นน้ำที่ผิวหน้าก่อนการอัดร้อนที่ใช้อุณหภูมิ 180 $^{O}$C และ 200$^{O}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที และ 7 นาที มีค่าการพองตัวตามความหนาไม่แตกต่างกัน และมีค่าการพองตัวตามความหนาต่ำกว่าแผ่นที่ไม่ได้ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน

## 3. ค่าความต้านแรงดัด

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ทำจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าความต้านแรงดัดผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 และเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 ยกเว้นแผ่นที่ไม่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 160$^{O}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 200$^{O}$C เป็นระยะเวลา 7 นาที มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 47.73 MPa การปรับสภาวะของแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และการเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อนมีผลให้ค่าความต้านแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพิ่มขึ้น

## 4. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่พ่นน้ำที่ผิวหน้าก่อนอัดร้อนมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 กำหนด

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้าและอัดร้อนที่อุณหภูมิ 200$^{O}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4,009 MPa การปรับสภาวะของแผ่นก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า และการเพิ่มอุณหภูมิในการอัดร้อนมีผลให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางเพิ่มขึ้น

**5. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า**

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีค่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน JIS A 5906-1994 แต่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 กำหนด ส่วนแผ่นที่ไม่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อน และอัดร้อนที่อุณหภูมิ 160$^{O}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยไม่ผ่านทั้งสองเกณฑ์มาตรฐานกำหนด แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 180$^{O}$C และ 200$^{O}$C มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงกว่าแผ่นที่อัดร้อนอุณหภูมิ 160$^{O}$C

**6. ค่าการยึดแน่นของผิวหน้า**

ค่าการยึดแน่นของผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่ปรับสภาพแผ่นก่อนการอัดร้อนด้วยการพ่นน้ำที่ผิวหน้า ที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 180$^{O}$C และ 200$^{O}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที และ 7 นาที มีค่าการยึดแน่นของผิวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 0.95 0.94 และ 1.01 MPa ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน BS: EN 311-2002 กำหนด แผ่นที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 180$^{O}$C และ 200$^{O}$C มีค่าการยึดแน่นของผิวหน้าไม่แตกต่างกันและมีค่าสูงกว่าแผ่นที่ใช้อุณหภูมิในการอัดร้อน 160$^{O}$C

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่าง ๆ ของแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางจากไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา สรุปได้ว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีศักยภาพในการนำมาผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง หากต้องการให้แผ่นมีการยึดแน่นของผิวหน้าที่แข็งแรงควรทำการปรับสภาพก่อนการอัดร้อนโดยการพ่นน้ำที่ผิวหน้าเพื่อเป็นการเพิ่มความชื้นก่อนการอัดร้อนซึ่งจะมีผลให้แผ่นมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น และมีค่าการดูดซึมน้ำและค่าการพองตัวตามความหนาลดลง ส่วนสภาวะในการอัดร้อนที่เหมาะสมคือ 180$^{O}$C เป็นระยะเวลา 5 นาที เนื่องจากมีสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547 JIS A 5906-1994 และ EN 311-2002 กำหนด ยกเว้นค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 966-2547

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้ก็เพราะได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากผู้ร่วมงานทุกท่าน จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ขอขอบคุณสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ที่สนับสนุนไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา เพื่อเป็นวัตถุดิบหลักในการทดลองครั้งนี้


## เอกสารอ้างอิง


จรัญ จันทลักขณา. 2534. สถิติ วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 468 น.

นิคม แหลมสัก. 2533. กรรมวิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัด. สัมมนาปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิจิตร กฤษณบำรุง. 2529. หลักการแยกเยื่อวัตถุดิบด้วยกรรมวิธีแอสพลุนด์เพื่อผลิตแผ่นใยไม้อัดแข็งและแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง. มอก.966-2547. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

อนันตชัย เชื่อนธรรม. 2539. หลักการวางแผนการทดลอง. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 395 น.

European Standard. 2002. European Standard: Wood-based panels. Surface soundness. No. EN 311-2002.

Japanese Industrial Standard. 1994. Japanese Industrial Standard: medium density fiberboards. No. JIS A 5906-1994.

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

Maloney, T.M. 1993. Modern Particleboard & Dry-Process Fiberboard Manufacturing. Updated edition. Miller Freeman Inc., California.