# บทบาทของเชื้อราทำลายไม้ต่อการสูญเสียความแข็งแรงจากการดัดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา

## (Role of Wood Decay Fungi on Static Bending Losses of *Eucalytus urophylla*)


**ยศนันท์ พรหมโชติกุล** (YODSANAN PROMACHOTIKOOL)[1]

**อินทิรา พันธาสุ** (INTHIRA PANTASU)[2]

**กิตติพัฒน์ ลิขิตวรโชติ** (KITTIPAT LIKITVARACHOD)[3]

**น้ำตาล คุ้มตะโก** (NUMTAN KUMTAGO)[3]

**ปรียากรณ์ กล้าใจ** (PREEYAKORN KLAJAI)[3]



## บทคัดย่อ

การศึกษาการเสื่อมสภาพและความแข็งแรงจากการรับแรงดัดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ชั้นอายุ 7 ปี เพื่อประเมินความทนทานตามธรรมชาติ กลสมบัติการรับแรงต้านทานการแตกหัก(MOR) และแรงต้านทานการเสียรูป(MOE) โดยทดสอบกับเชื้อราทำลายไม้ 8 species ด้วยวิธี Agar–block test และ Sandwich test เป็นเวลา 4 เดือน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง วิเคราะห์สถิติความทนทานตามธรรมชาติในรูปของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก และความแข็งแรงของไม้ด้วย T–test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลการทดลอง พบว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา เป็นไม้เนื้อแข็ง มีความทนทานตามธรรมชาติต่อเชื้อราทำลายไม้ การสูญเสียน้ำหนักประมาณ 3.99% อายุการใช้งานประมาณ 10–15 ปี มีค่าการรับแรงดัด MOR = 59.94 MPa MOE = 9371.63 MPa ภายถูกเชื้อราทำลายไม้สูญเสียแรงต้านทานการแตกหัก 43.94% เมื่อปรับปรุงคุณภาพไม้ด้วยการอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ 3%CCA และ 10%Timbor ไม้มีการรับแรงดัดมากขึ้น มีการสูญเสียแรงต้านทานการแตกหัก 22.13% อย่างไรก็ตามไม้ที่อัดด้วย Timbor จะมีความแข็งแรงในการรับแรงดัดดีกว่าไม้ที่อัดด้วย CCA



**คำหลัก :** ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา, เชื้อราทำลายไม้, น้ำหนักที่สูญเสีย, ความแข็งแรงจากการดัด


---


[1] นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[2] นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[3] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

**Abstract**

Study on wood deterioration and strength of 7 years old *Eucalyptus urophylla* was verified by evaluation of natural durability and static bending in term of percent weight losses, modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE). The experiment was firstly carried out by agar–block and wood stick sandwich method. The tested wood samples were exposed to 8 species wood decay fungi and maintained in the four– month incubation period. After treatment, the data were analyzed by using T–test at 95% confidence level. The results revealed that the tested wood species had slightly change in weight loss about 3.99 % compare to "durable level" and upheld about 10–15 years of service life. According to the results, it performed MOR and MOE about 59.94 and 9371.63 MPa respectively as well as 43.94% strength loss. After improvement with wood preservatives (3% CCA and 10% Timbor), the treated wood had higher strength than untreated wood and 22.13 % strength loss. Finally, the finding noted that the treated wood with Timbor could enhance bending strength better than those of CCA.

**Keyword** : *Eucalyptus Urophylla*, wood–decay fungi, weight loss, bending strength

## คำนำ

ผลลัพธ์จากนโยบายของหน่วยภาครัฐที่ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกสร้างสวนป่า เพื่อผลิตไม้ใช้สอย และเป็นพลังงานนั้น มีไม้โตเร็ว และไม้เศรษฐกิจหลายชนิดที่ยังไม่ได้ทำการวิจัยออกเป็นระบบและครบวงจร ตั้งแต่เริ่มตัดฟันจนไปสู่การใช้ประโยชน์ การเพิ่มคุณค่าและมูลค่าไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้โตเร็วกลุ่ม ยูคาลิปตัส ซึ่งเป็นไม้นำเข้าสู่ประเทศไทย และเริ่มปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 ทำให้มีความสามารถในการปรับตัวและเติบโตได้ดีในประเทศไทย มียูคาลิปตัสหลายสายพันธุ์ที่นิยมใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์ ได้แก่ ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis*) ยูคาลิปตัส เทอร์รีทิคอร์นิส (*E. tereticornis*) ยูคาลิปตัส บลาสเซียน่า (*E. brassiana*) ยูคาลิปตัส ดีกลุ๊ปต้า (*E. deglubta*) ยูคาลิปตัส เพลลิต้า (*E. pellita*) ยูคาลิปตัส แกรนดิส (*E. grandis*) และ ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา (*E. urophylla*)

สำหรับยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา เป็นไม้ที่ได้รับการทดสอบสายพันธุ์โดย รัตนะและวิฑูรย์ (2540) ได้คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีคุณภาพดี เผยแพร่ให้แก่เกษตรกรปลูกเป็นไม้เศรษฐกิจ เพื่อตอบสนองความต้องการใช้ไม้ และสร้างรายได้โดยเร็วให้แก่เกษตรกร คาดว่าในระยะเวลาอีก 5–10 ปี ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา จะเป็นไม้ที่ได้รับความนิยมในกลุ่มเกษตรกรปลูกสร้างสวนป่า และกลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมไม้อย่างแน่นอน เนื่องจากเป็นไม้ที่มีรูปทรงดี เนื้อไม้ไม่แตก เหมือนไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส แต่เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาในประเด็นการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ ทั้งทางกลสมบัติ

และความทนทานตามธรรมชาติในการใช้งาน ซึ่งคุณภาพของไม้จะแตกต่างกันเมื่อไม้อยู่ในสภาวะที่เสี่ยงต่อการ ผุพังจากปัจจัยต่างๆ เช่น ปัจจัยทางเคมี ฟิสิกส์และชีววิทยา หากไม้สามารถต้านทานการผุพังได้ เรียกว่า ไม้มีความทนทานตามธรรมชาติ นอกจากนั้น ศักดิ์พิชิตและคณะ ( 2548 ) ได้สรุปว่า ไม้ที่มีคุณภาพดีจะต้องมีความแข็งแรงจากแรงดัด แรงอัด แรงดึงและแรงเชือด ซึ่งค่าความแข็งแรงคือจุดที่ทำให้ไม้แตกหักเสียหายจากแรงทั้งสี่มากระทำพร้อมกัน อย่างไรก็ตาม ความแข็งแรงจากการดัดได้จากสัดส่วนของแรงกับการเสียรูป เรียกว่า ค่าโมดูลัส และจุดที่ทำให้ไม้แตกหักเสียหาย เรียกว่า โมดูลัสของการแตกหัก ( modulus of rupture ) โดยปกติการเปรียบเทียบความแข็งแรงของไม้จะใช้ค่าความแข็งแรงจากแรงดัดเป็นตัวประเมิน

ดังนั้น สิ่งที่ต้องเร่งดำเนินการวิจัยเพื่อแสดงให้เห็นถึงศักยภาพความแข็งแรงของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา คือ งานวิจัยด้านคุณภาพความทนทานตามธรรมชาติต่อปัจจัยทางชีววิทยา ได้แก่ เชื้อราทำลายไม้ เพื่อประเมินความรุนแรงของเชื้อราในการทำลายไม้ ระดับอายุการใช้งาน และความแข็งแรงของไม้ในการรับแรงดัด การพัฒนาคุณภาพไม้ให้มีความทนทานสามารถใช้งานได้ยาวนานขึ้นตามความเหมาะสม และสอดคล้องกับคุณสมบัติไม้ต่อไป

## วิธีการศึกษา

ดำเนินการทดสอบบทบาทของเชื้อราทำลายไม้จำนวน 8 specices ได้แก่ *Gloeophyllum sepiarium G. striatum Ganoderma lucidum Loweporus medullae–panis Pycnoporus sanguineus Lenzites adusta Rigidoporopsis amylospora* และ *Lentinus squarrosulus* ต่อผลกระทบการสูญเสียน้ำหนักและความแข็งแรงจากการดัดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ชั้นอายุ 7 ปี ของสถานีวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

**1.ศึกษาความทนทานตามธรรมชาติของไม้ต่อเชื้อรา**

1.1 เตรียมอาหารเทียม malt extract agar ความเข้มข้น 2%ในขวดทดลอง(Kolle´ flask) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C นาน 25 นาที ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อราทำลายไม้บ่มที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งเส้นใยเชื้อราเจริญเต็มขวดทดลอง

1.2 เตรียมไม้ทดลองขนาด 2x2x1 เซ็นติเมตร จำนวน 10 ซ้ำ/เชื้อรา อบแห้งที่อุณหภูมิ 100 ±5°C ชั่งหาน้ำหนักคงที่

1.3 ทำการนึ่งฆ่าเชื้อไม้ทดลองด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 25 นาที จากนั้นนำไม้ทดลองวางในขวดทดลองด้วยวิธี aseptic technique ปิดปากขวดทดลองด้วย สำลีให้สนิท บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน

1.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำความสะอาดชิ้นไม้ทดลอง โดยเขี่ยเส้นใยของเชื้อราออกให้หมด อบแห้งที่อุณหภูมิ 100±5°C ชั่งหาน้ำหนักคงที่ เพื่อประเมินความรุนแรงของเชื้อราในการเข้าทำลายไม้ ความทนทานตามธรรมชาติ และอายุการใช้งาน โดยเทียบกับระดับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ดังนี้

| ระดับ | การสูญเสียน้ำหนัก(%) | ความทนทานตามธรรมชาติ | อายุการใช้งาน |
|---|---|---|---|
| 1 | น้อยกว่า 1% | ทนทานมาก | มากกว่า 15 ปี |
| 2 | 1–5% | ทนทาน | 10–15 ปี |
| 3 | 5–10% | ทนทานปานกลาง | 5–10 ปี |
| 4 | 10–30% | ไม่มีความทนทาน | 2–5 ปี |
| 5 | มากกว่า 30% | ผุพัง | น้อยกว่า 2 ปี |

**2. ศึกษาการใช้สารเคมีรักษาเนื้อไม้ต่อการยืดอายุไม้**

2.1 เตรียมไม้ทดลองขนาด 2.5x5x1.5 เซนติเมตร (กว้างxยาวxหนา) จำนวน 5 ซ้ำ/เชื้อรา อบแห้งที่ระดับอุณหภูมิ 100±5 °C ชั่งน้ำหนักคงที่ (T1) นำไม้ทดลองแช่ในสารเคมีรักษาเนื้อไม้ 3% CCA และ 10% Timbor จากนั้นนำเข้าตู้สูญญากาศความดัน 28.5 นิ้วปรอท ทำสูญญากาศนาน 30 นาที ปิดระบบสูญญากาศ ให้ไม้แช่ในสารเคมีรักษาเนื้อไม้ต่อไปอีก 30 นาที จนกระทั่งตัวอย่างชิ้นไม้ ดูดซับสารเคมีจนอิ่มตัว ค่อยๆเปิดวาล์วสูญญากาศจนความดันในตู้ปกติ

2.2 นำไม้ทดลองวางบนตะแกรง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างชิ้นไม้ (T2) จากนั้นทำการผึ่งแห้งในกระแสอากาศ อากาศประมาณ 2–3 วัน อบแห้งที่อุณหภูมิ 100±5 °C ชั่งน้ำหนัก (T3) อีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นทำการนึ่ง ฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำนาน 30 นาที หลังจากนั้นนำไม้ทดลองวางในขวดทดลองด้วยวิธี aseptic technique ปิดปากด้วยสำลีให้สนิทบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน

2.3 นำไม้ออกจากขวดทดลอง ทำความสะอาดชิ้นไม้ให้ปราศจากเส้นใยของเชื้อรา อบแห้งที่ระดับอุณหภูมิ 100±5°C ชั่งหาน้ำหนักคงที่ (T4) เพื่อคำนวณค่าการดูดซับปริมาณสารเคมี (retention) และการสูญเสียน้ำหนักของไม้ โดยใช้สูตร

2.3.1 ค่าการดูดซับปริมาณสารเคมี (Retention) = $\frac{GC}{V} \times 10$

เมื่อ G = T2–T1

C = ความเข้มข้นของสารเคมีรักษาเนื้อไม้

V = ปริมาตรของไม้ทดลอง (ซม$^3$)

2.3.2 คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักด้วยสูตร (%) $= \frac{T3 - T4}{T3} \times 100$

**3. ศึกษาความแข็งแรงในการรับแรงดัดของไม้ภายหลังถูกเชื้อราเข้าทำลาย**

3.1 เตรียมไม้ทดลองขนาด 2.5x5.1.5 เซนติเมตร เพื่อทำเป็น feeder strip โดยวางชิ้นไม้บนเส้นใยเชื้อราในขวดทดลองบ่มที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งเส้นใยเจริญเต็มชิ้นไม้ ทุกขั้นตอนดำเนินการด้วยวิธี aseptic technique

3.2 เตรียมไม้ทดลองขนาด 2x2x30 เซนติเมตร จำนวน 2 ชุดการทดลอง ชุดที่1 สำหรับการทดสอบความแข็งแรงของไม้ที่ไม่ผ่านกระบวนการอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ ชุดที่2 ไม้ทดลองที่ผ่านกระบวนการอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ CCA และ Timbor ดำเนินการอัดกรรมวิธีเดียวกับข้อ 2.1 ใช้ไม้ทดลอง 10 ซ้ำ/เชื้อรา

3.3 เรียงชิ้นไม้ทดลองประกบเข้าหากันโดยมี feeder strip ขั้นกลางแบบ sandwich ในกล่องทดลองที่มี vermiculite ปลอดเชื้อเป็นตัวให้ความชื้น ปิดฝากล่องให้สนิท ทุกขั้นตอนดำเนินการ ด้วยวิธี asptic technique บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน

3.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำความสะอาดไม้ทดลอง ผึ่งแห้งในกระแสอากาศประมาณ 30–40 วัน จนกระทั่งไม้แห้ง หลังจากนั้นนำมาทดสอบความแข็งแรงในการรับแรงดัด ด้วยเครื่องทดสอบกำลังไม้ โดยให้แท่นรองรับชิ้นไม้ห่างกัน 25 เซนติเมตร และมีน้ำหนักกดตรงกึ่งกลางชิ้นไม้ซึ่งเคลื่อนที่ลงอย่างช้าๆ ด้วยอัตราความเร็วของน้ำหนักกด 0.6 ตารางเมตร/นาที จนกระทั่งไม้ทดลองแตกและเปลี่ยนรูป เครื่องทดสอบกำลังไม้จะบันทึกค่าความแข็งแรงจากการดัด ประกอบด้วยค่าเกณฑ์การแตกหัก (modulus of rupture´ = MOR) และค่าเกณฑ์การยืดหยุ่น (modulus of elasticity = MOE)

**4. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ**

วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่สูญเสียและค่าความแข็งแรงในการรับแรงดัดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ด้วยตัวทดสอบสถิติ F–test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่สูญเสีย ค่าการดูดซับสารเคมีและค่าความแข็งแรงของไม้ด้วยวิธี DUNCAN's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

## ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

**1. ศึกษาความทนทนตามธรรมชาติของไม้ต่อเชื้อรา**

ผลการทดสอบความทนทานตามธรรมชาติของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ชั้นอายุ 7 ปี ต่อเชื้อรา 8 species ได้แก่ G*loeophyllum sepiarium G. striatum Ganoderma lucidum Loweporus medullae–panis Pycnoporus sanguineus Lenzites adusta Rigidoporopsis amylospora และ Lentinus*

*squarrosulus* จากตารางที่ 1 มื่อวิเคราะห์ความ แปรปรวนของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไม้ด้วยตัวทดสอบสถิติ F-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีชนิดเชื้อราเป็นตัวแปรอิสระ พบว่าเชื้อราทั้ง 8 species มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของไม้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sig. น้อยกว่า 0.05) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักด้วย ตัวทดสอบสถิติ T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (ดังตาราง ที่ 2) พบว่า เชื้อรามีบทบาทต่อการสูญเสียน้ำหนักของไม้ แตกต่างกัน 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม a b c cd และ d อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาระดับความทนทานตามธรรมชาติ ซึ่งจำแนกจากค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ปรากฏว่าไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา มีความทนทานตามธรรมชาติต่อเชื้อรา และมีอายุการใช้งาน 3 ระดับคือ (1) ระดับทนทานมาก ได้แก่ *L. squarrosulus*, *G. lucidum และ Lenzites adusta* มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 1% ระดับอายุการใช้งานมากกว่า 15 ปี (2) ระดับทนทาน ได้แก่ *G. sepiarium* มีการสูญเสียน้ำหนัก 1-5% อายุการใช้งานประมาณ 10-15 ปี และ (3) ระดับทนทานปานกลาง ได้แก่ *G. striatum*, *R. amylospora, P. sanguineus และ L. medullae-panis* มีการสูญเสียหนัก 5-10% อายุการใช้งานประมาณ 5-10 ปี หากเปรียบเทียบความทนทานตามธรรมชาติระหว่างไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา กับยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสที่ชั้นอายุเดียวกัน (7 ปี) ยศนันท์และคณะ(2550) ได้ทำการทดสอบคุณภาพความทนทานตามธรรมชาติของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส พบว่า อ่อนแอต่อการถูกทำลายจากเชื้อรา *L. squarrosulus, L. adusta, L. medullae-panis, P. sanguineus, R. amylospora, G. sepiarium* และ *G. striatum* ในระดับผุพัง คือ มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่า 30% และมีอายุการใช้งานน้อยกว่า 2 ปี จึงสรุปได้ว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลลา มีความทนทานตามธรรมชาติต่อเชื้อราดีกว่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ภายใต้ปัจจัยของเชื้อรา ชนิดเดียวกัน

Table 1. Analysis of variance with percent weight loss for *Eucalyptus urophylla* varied on fungal species at $\alpha$ = 0.05

ANOVA

| source | df | SS | MS | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Between groups | 7 | 776.04 | 110.86 | 21.55* | 0.00 |
| Within groups | 72 | 370.45 | 5.14 | | |
| Total | 79 | 1146.49 | | | |

**Table 2.** Compare mean differences by Duncan's new multiple range test of percent weight for *Eucalyptus urophylla* after caused by wood decay fungi.

| เชื้อรา | เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก | ระดับความทนทานตามธรรมชาติ | อายุการใช้งาน |
|---|---|---|---|
| *L. squarrosulus* | 0.25[a] | 1 | มากกว่า 15 ปี |
| *G. lucidum* | 0.29[a] | 1 | มากกว่า 15 ปี |
| *Lenzites adusta* | 0.70[a] | 1 | มากกว่า 15 ปี |
| *G. sepiarium* | 3.09[b] | 2 | 10–15 ปี |
| *G. striatum* | 5.53[c] | 3 | 5–10 ปี |
| *R. amylospora* | 6.34[cd] | 3 | 5–10 ปี |
| *P. sanguineus* | 7.86[d] | 3 | 5–10 ปี |
| *L. medullae–panis* | 7.91[d] | 3 | 5–10 ปี |
| Average | 3.99 | 2 | 10–15 ปี |

*Means with the same letter are not significantly different at confidence interval 95%

## 2. ศึกษาการใช้สารเคมีรักษาเนื้อไม้ยับยั้งการเสื่อมสภาพของไม้จากเชื้อรา

ผลการทดสอบสารเคมีรักษาเนื้อไม้ 2 ชนิด ได้แก่ 3% CCA (copper chrome arsenate) และ 10% Timbor (สารประกอบโบรอน) เพื่อยับยั้งเชื้อราทำลายไม้ โดยการอัดสารเคมีเข้าในเนื้อไม้ จากตารางที่ 3 และ 4 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดซับปริมาณสารเคมี (retention) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไม้ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทั้งนี้ จะมีค่าSig.มากกว่า 0.05 อย่างไรก็ตาม ไม้ตัวอย่างทดสอบสามารถดูดซับปริมาณสารเคมีเข้าเนื้อไม้ ได้อย่างสม่ำเสมอ มีค่า retention ประมาณ 3 กก/ลบ.ม.$^3$ และค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 2% (ภาพที่ 1) ผลลัพธ์ที่ได้ สรุปได้ว่า เชื้อราทั้ง 8 species เข้าทำลายไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลาที่ผ่านกระบวนการอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ได้ในระดับที่มีการสูญเสียน้ำหนักช่วง 1–5% เท่านั้น แสดงว่าไม้ที่อัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้มีความทนทานต่อเชื้อรา มีอายุการใช้งานประมาณ 10–15 ปี นอกจากนั้น ยศนันท์และคณะ (2550) ได้ทดลองอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ 3% CCA เข้าเนื้อไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ชั้นอายุ 7 ปี พบว่ามีการดูดซับปริมาณสารเคมีได้มากกว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ถึง 2 เท่า

แต่จะมีการสูญเสียน้ำหนักจากการเข้าทำลายของเชื้อรามากกว่าประมาณ 8 เท่า จึงสรุปได้ว่า ไม้ยูคาลิปตัสยูโรฟิลลา มีคุณภาพดีกว่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสทั้งในด้านการดูดซับปริมาณสารเคมีและความทนทานต่อเชื้อรา

จากตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของสารเคมีรักษาเนื้อไม้ พบว่าไม้ที่อัดด้วย CCA สามารถสร้างความเป็นพิษแก่แหล่งอาหารของเชื้อราได้ดีกว่าไม้ที่อัดด้วย Timbor เนื่องจากไม้มีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 0.50% ส่วนไม้ที่อัดด้วย Timbor มีการสูญเสียน้ำหนัก 4.41% อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ผ่านการอัดสารเคมี (control) มีการสูญเสียน้ำหนัก 1.78% ซึ่งน้อยกว่าไม้ที่อัดด้วย Timbor ดังนั้นหากประเมินช่วงการสูญเสียน้ำหนัก จะเห็นว่าสารเคมีรักษาเนื้อไม้ CCA สามารถยืดอายุการใช้งานของไม้ได้มากกว่า 15 ปี ( ไม้มีความทนทานมาก)ในขณะที่ไม้ที่อัดด้วย Timbor มีการสูญเสียน้ำหนักช่วง1–5% จึงมีอายุการใช้งานไม่แตกต่างจากไม้ control คือ มีอายุการใช้งานประมาณ 10–15 ปี (ไม้มีความทนทาน ) ดังนั้น ในการคัดเลือกสารเคมีป้องกันรักษาเนื้อไม้ ต้องคำนึงถึงชนิดของสารออกฤทธิ์และความเป็นพิษต่อเชื้อราเพื่อยับยั้งการเสื่อมสภาพของไม้

**Table 3.** Analysis of variance with chemical retention and percent weight loss for *Eucalyptus urophylla* after caused by wood decay fungi.

ANOVA

| Source | | df | SS | MS | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Retention | Between groups | 7 | 0.741 | 0.106 | 0.287 | 0.957 |
| | Within groups | 72 | 26.531 | 0.368 | | |
| | Total | 79 | 27.272 | | | |
| Wt.loss | Between groups | 7 | 1.115 | 0.159 | 0.048 | 1.00 |
| | Within groups | 112 | 374.325 | 3.342 | | |
| | Total | 119 | 375.441 | | | |

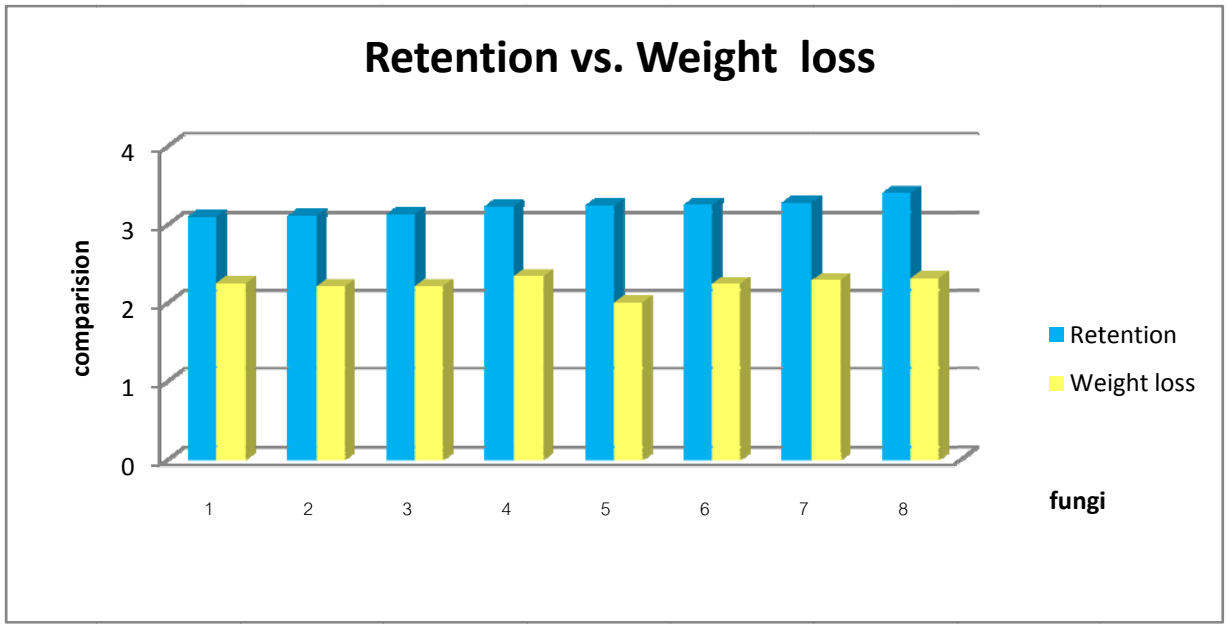
**Table 4.** Compare mean differences by Duncan's new multiple range test of chemical retention and percent weight loss for *Eucalyptus urophylla* after caused by wood decay fungi.

| ชนิดเชื้อรา | Retention | Weight loss | อายุการใช้งาน |
|---|---|---|---|
| | (กก/ลบ.ม$^3$) | (%) | (ปี) |
| *Ganoderma lucidum* | 3.10 | 2.25 | 10–15 ปี |
| *Gloeophyllum sepiarium* | 3.11 | 2.21 | 10–15 ปี |
| *Gloeophyllum striatum* | 3.13 | 2.21 | 10–15 ปี |
| *Rigidoporopsis amylospora* | 3.23 | 2.34 | 10–15 ปี |
| *Pycnoporus sanguineus* | 3.24 | 2.00 | 10–15 ปี |
| *Lentinus squarrosulus* | 3.25 | 2.24 | 10–15 ปี |
| *Loweporus medullae–panis* | 3.28 | 2.29 | 10–15 ปี |
| *Lenzites adusta* | 3.40 | 2.31 | 10–15 ปี |

**Table 5.** Compare mean differences by Duncan's new multiple range test of percent weight loss on treated wood after caused by wood decay fungi.

| ชนิดสารเคมี | การสูญเสียน้ำหนัก(%) |
|---|---|
| CCA | 0.50$^a$ |
| TImbor | 4.41$^c$ |
| Control | 1.78$^b$ |

*Means with the same letter are not significantly different at confidence interval 95%




หมายเหตุ : 1. *Gloeophyllum sepiarium* 2. *Gloeophyllum striatum*

3. *Ganoderma lucidum* 4. *Loweporus medullae–panis*

5. *Pycnoporus sanguineus* 6. *Rigidoporopsis amylospora*

7. *Lentinus squarrosulus* 8. *Lenzites adusta*

Figure 1. Graph showing chemical retention and percent weight loss for *Eucalyptus urophylla* after caused by wood decay fungi.

### 3. ศึกษาความแข็งแรงจากการรับแรงดัดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา

ผลทดสอบการรับแรงดัดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ซึ่งประกอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์การหัก (modulus of rupture/MOR) และค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (modulus of elasticity/MOE) ภายหลังทดสอบกับเชื้อราทำลายไม้ 8 species ได้แก่ *Gloeophyllum sepiarium G. striatum Ganoderma lucidum Loweporus medullae–panis Pycnoporus sanguineus Rigidoporopsis amylospora Lentinus squarrosulus* และ *Lenzites adusta* จากตารางที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย MOR และ MOE ด้วยวิธี Duncan ´s New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีชนิดเชื้อราเป็นตัวแปรอิสระ พบว่าไม้ทดลองที่ไม่ผ่านกระบวนอัดสารเคมี (untreated) จะให้ค่า MOR แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเชื้อราที่มีบทบาทต่อการสูญเสียความแข็งแรงจากการดัดของไม้มากที่สุด ได้แก่ *L. medullae–panis P. sanguineus* และ *R. amylospora* ทั้งนี้ให้ค่า MOR เท่ากับ 39.24 37.03 และ 38.96 MPa ตามลำดับ (ภาพที่ 2) แสดงว่า ไม้มีความสามารถรับแรงต้านทานการแตกหักได้น้อยมาก ส่วนการรับแรง MOE ให้ผลในทำนองเดียวกับการรับแรง MOR คือ ไม้สามารถรับแรงต้านทานการแข็งตึง น้อยที่สุด มีค่า 7557 6257 และ 8148 MPa ตามลำดับ ( ภาพที่ 3 ) แต่จะมีค่า MOR และ MOE มากขึ้นเมื่อไม้ผ่านกระบวนการอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ เนื่องจากเชื้อราไม่สามารถทำลายโครงสร้างเซลล์เนื้อไม้ให้เกิดความเสียหายได้

สำหรับไม้ชุดควบคุม พบว่า การอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ส่งผลให้ไม้มีความแข็งแรงในการรับแรงดัดเพิ่มขึ้น เช่น การรับแรง MOR จะเพิ่มขึ้นจาก 106.91 MPa (1090 กก. /ซม.$^2$)เป็น 113.51 MPa (1157.44กก./ ซม.$^2$) และการรับแรง MOE เพิ่มขึ้นจาก 12962 Mpa เป็น 13487 MPa เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติการเป็นไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้ออ่อนตามมาตรฐานกรมป่าไม้ (2528) พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสยูโรฟิลลา อยู่ในเกณฑ์เป็นไม้เนื้อแข็งที่มีความแข็งแรงสูง มีความแข็งแรงในการรับแรงดัด (MOR) ของไม้แห้งสูงกว่า 1000 กก./ ซม$^2$ แต่ไม่มีความทนทานตามธรรมชาติจากการปักดิน หากประเมินผลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ไม้จะมีความทนทานตามธรรมชาติเฉลี่ยประมาณ 10–15 ปี

จากตารางที่ 7 เป็นผลการทดสอบความแข็งแรงจากการรับแรงดัดของไม้ ภายใต้ปัจจัยของสารเคมีรักษาเนื้อไม้ CCA และ Timbor พบว่า ก่อนการทดสอบกับเชื้อรา ไม้มีค่าการรับแรงดัดทั้ง MOR และ MOE ไม่มีความแตกต่างกับไม้ชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ภายหลังทดสอบกับเชื้อรา ปรากฏว่า การรับแรงดัดทั้ง 2 ประเภท มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ ไม้ที่อัดด้วย Timbor มีค่าการรับแรงดัดมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ CCA และไม้ชุดควบคุมจะรับแรงดัดได้น้อยที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้แสดงว่า สารประกอบโบรอนช่วยให้ไม้มีความแข็งแรงในการรับแรงดัดได้ดีกว่า CCA อย่างไรก็ตาม Bowyer, et.al.( 2003) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่า การใช้สารเคมีรักษาเนื้อไม้ต้องพิจารณาถึงค่าความเป็นกรด–ด่าง ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถส่งผลให้ความแข็งแรงของไม้ลดลงได้ หากสัมผัสกับสารเคมีที่มีความเป็นกรด–ด่างรุนแรง เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายเซลลูโลส และลิกนิน ไม้จะเกิดการเสื่อมสภาพได้

**Table 6.** Compare mean differences by Duncan's new multiple range test of static bending between untreated and treated wood after caused by wood decay fungi.

| Fungi | MOR(Mpa) | | MOE(Mpa) | |
|---|---|---|---|---|
| | untreated | treated | untreated | treated |
| *Gloeophyllum sepiarium* | 67.53$^{bc}$ | 94.68$^{bcd}$ | 11018$^{d}$ | 12708$^{bcd}$ |
| *Gloeophyllum striatum* | 77.43$^{cd}$ | 81.71$^{a}$ | 10387$^{cd}$ | 12147$^{bc}$ |
| *Ganoderma lucidum* | 53.62$^{ab}$ | 76.26$^{a}$ | 8888$^{bc}$ | 10909$^{a}$ |
| *Loweporus medullae–panis* | 39.24$^{a}$ | 84.73$^{ab}$ | 7557$^{ab}$ | 11660$^{ab}$ |
| *Pycnoporus sanguineus* | 37.03$^{a}$ | 83.44$^{ab}$ | 6257$^{a}$ | 10864$^{a}$ |
| *Rigidoporopsis amylospora* | 38.96$^{a}$ | 87.83$^{abc}$ | 8148$^{b}$ | 11979$^{bc}$ |
| *Lentinus squarrosulus* | 75.93$^{cd}$ | 97.41$^{cd}$ | 10176$^{cd}$ | 12140$^{bc}$ |
| *Lenzites adusta* | 89.77$^{d}$ | 101.08$^{d}$ | 12542$^{e}$ | 12929$^{cd}$ |
| Average | 59.94 | 88.39 | 9371.63 | 11917 |
| Control | 106.91$^{e}$ | 113.51$^{e}$ | 12962$^{e}$ | 13487$^{d}$ |
| Strength loss (%) | 43.94 | 22.13 | 27.70 | 11..64 |

*Means with the same letter are not significantly different at confidence interval 95%

**Table 7.** Compare mean differences by Duncan's new multiple range test of static bending for *Eucalyptus urophylla* befor and after exposed to wood decay fungi.

| Chemicals | Before expose to fungi | | After exposed to fungi | |
|---|---|---|---|---|
| | MOR | MOE | MOR | MOE |
| CCA | 107.46$^{a}$ | 13221$^{a}$ | 97.29$^{b}$ | 12720$^{b}$ |
| Timbor | 126.17$^{a}$ | 14277$^{a}$ | 111.09$^{c}$ | 13785$^{c}$ |
| Control | 106.9$^{a}$ | 12962$^{a}$ | 65.16$^{a}$ | 9770$^{a}$ |

*Means with the same letter are not significantly different at confidence interval 95%

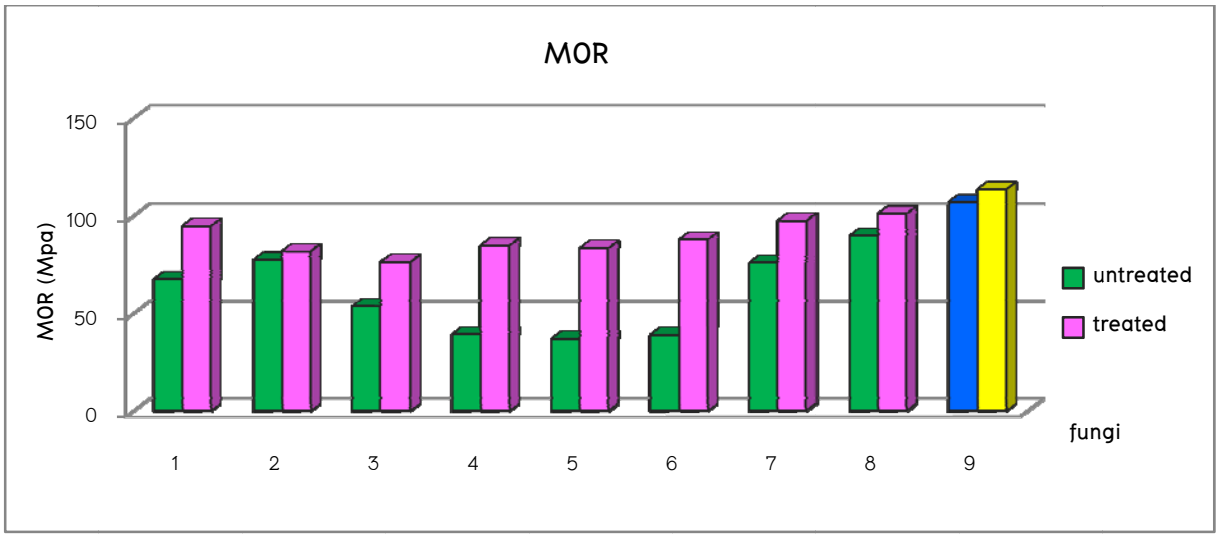



Figure 2. Graph showing modulus of rupture on untreated and treated wood samples.

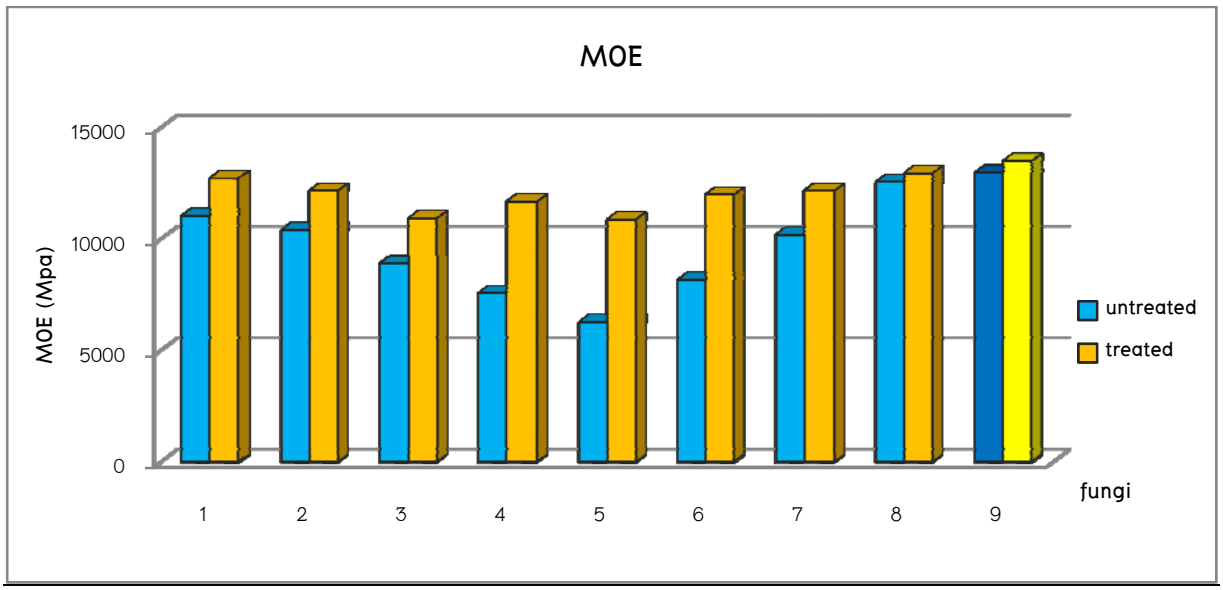



Figure 3. Graph showing modulus of elasticity on untreated and treated wood samples.

หมายเหตุ 1 : *Gloeophyllum sepiarium* 2 : *Gloeophyllum striatum*

3 : *Ganoderma lucidum* 4 : *Loweporus medullae–panis*

5 : *Pycnoporus sanguineus* 6 : *Rigidoporopsis amylospora*

7: *Lentinus squarrosulus* 8 : *Lenzites adusta* 9 : control

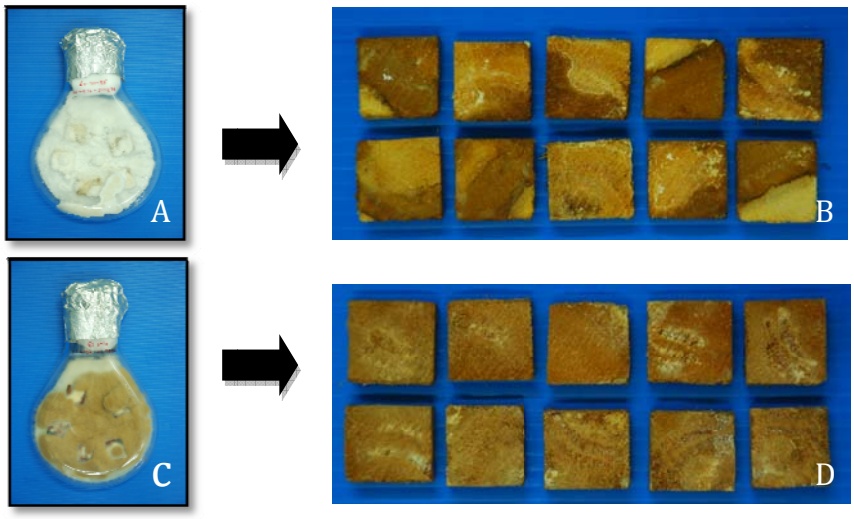



Figure 4. Agar block method for testing natural durability.

A,C : showing mycelium growth on the wood block

C,D : appearance of wood block after inoculated with white rot and brown rot fungi

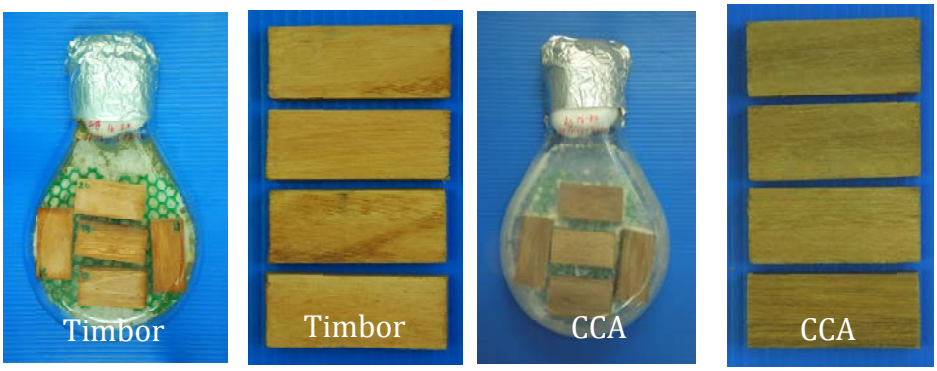



Figure 5. Laboratory test on the efficacy of wood preservative against wood decay fungi according to the European Standard 113, showing decreasing growth on the treated wood samples.

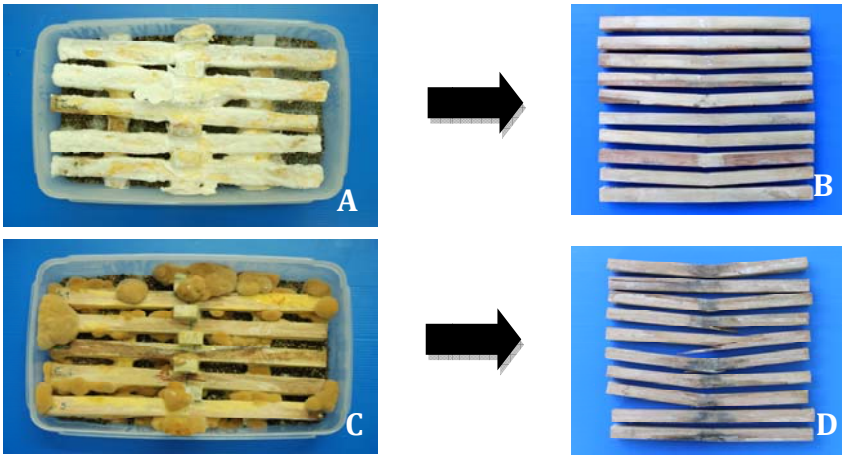



Figure 6. Testing the state bending of *Eucalyptus urophylla* A,C = wood sample exposed to white rot and brown rot fungi, B,D= wood samples showed bending prior to failure.

## สรุปผล

การศึกษาบทบาทของเชื้อราทำลายไม้ต่อการสูญเสียความแข็งแรงของไม้จากแรงดัด ซึ่งประกอบด้วย แรงต้านทานการแตกหัก และแรงต้านทานการแข็งตึง แสดงผลในรูปของค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (modulus of rupture) และค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ภายหลังทดสอบกับเชื้อราทำลายไม้ 8 species สรุปผลได้ดังนี้

1. ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา จัดเป็นไม้โตเร็ว คุณภาพดี มีความทนทานโดยเฉลี่ยต่อเชื้อราทำลายไม้ในระดับ “มีความทนทานตามธรรมชาติ” มีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 3.99% อยู่ในช่วง 1–5 %ส่งผลให้ไม้มีเกณฑ์การประเมินอายุการใช้งานประมาณ 10–15 ปี

2. ความแข็งแรงจากการรับแรงดัด) เมื่อเปรียบเทียบกับ control ปรากฏว่า ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ภายหลังถูกเชื้อราเข้าทำลาย มีการสูญเสียความแข็งแรง 43.94%

3. เมื่อปรับปรุงคุณภาพของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ด้วยกรรมวิธีอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ที่ความเข้มข้น 3% CCA และ 10% Timbor ไม้มีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 2.23% :ซึ่งอยู่ในช่วง 1–5% ส่งผลให้ไม้มีเกณฑ์การประเมินอายุการใช้งานประมาณ 10–15 ปี ไม้สามารถรับแรงดัดได้มากขึ้นอยู่ในเกณฑ์เป็นไม้เนื้อแข็ง ที่มีความแข็งแรงสูงมีความแข็งแรงในการรับแรงดัด (MOR) ของไม้แห้งสูงกว่า 1000 กก./ ซม. $^{2}$ และมีการสูญเสียความแข็งแรงจากการดัดเฉลี่ย 22.13%

4. การใช้สารเคมีรักษาเนื้อไม้ Timbor ซึ่งเป็นสารประกอบโบรอน ช่วยพัฒนาคุณภาพไม้ให้มีความแข็งแรงในการรับแรงดัดได้ดีกว่า CCA


## กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถานีวัฒนวิจัย สะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้การสนับสนุนไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่า จังหวัดขอนแก่น ที่อนุเคราะห์การแปรรูปไม้ทดลอง และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติงานวิจัยโรควิทยาป่าไม้ทุกท่าน ในการทดลองครั้งนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี

# เอกสารอ้างอิง


ยศนันท์ พรหมโชติกุล อรุณี วีณิน และคณะ. 2550. ผลกระทบของการเสื่อมสภาพทางชีววิทยา และการใช้สารป้องกันรักษาเนื้อไม้ต่อคุณภาพเชิงกล ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส. รายงานผลงานวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2550. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. หน้า 201–247

รัตนะ ไทยงาม และวิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2540. ผลการทดสอบสายพันธุ์ไม้ *Eucalytus urophylla*. รวมผลงานวิจัยทางวนวัฒนวิทยา 2540. สำนักวิจัยการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. น. 172–179.

ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์ เกรียงศักดิ์ เสพย์ธรรม และคณะ. 2548. ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย. เลขที่ ร. 188. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 111 หน้า.

Bowyer, J.L., R. Shmulsky, and J.G Haygreen. 2003. Forest Products and Wood Science. An Introduction 4 th Edition A Blackwell Publishing Company. Iowa State Press. 554 p.