การพัฒนาคุณภาพความทนทานของไม้สนคาริเบียเพื่อการเพิ่มมูลค่า

Durability Improvement of *Pinus caribaea* Morelet Wood for Adding Value

สุวรรณา อ่ำเผือก[1] **(SUWANNA UMPHAUK)**
สมชาย นองเนือง[2] **(SOMCHAI NONGNEUNG)**
ยุวดี แก้วมณี[3] **(YUWADEE KAEWMANEE)**
ราเชนย์ เพชรประสงค์[3] **(RACHEN PATPRASONG)**

บทคัดย่อ

ศึกษาการพัฒนาคุณภาพความทนทานของไม้สนคาริเบีย (*Pinus caribaea* Morelet) อายุ 35 ปี จากสวนป่าห้วยบง จังหวัดเชียงใหม่ โดยการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ ด้วยสารป้องกันรักษาเนื้อไม้ 8 ชนิด คือ 1) Chromated Copper Arsenate (CCA) 2) Ammonical Copper Quaternary (ACQ) 3) Copper Azole(CA–B) 4) Disodium Octaborate Tetrahydrate (DOT) 5) Wood vinegar (WVG) 6) Permethrin (PMT) 7) สารผสมของ Zinc naphthenate (ZNT) + permethrin (PMT) และ 8) CNSL โดยใช้กรรมวิธีการจุ่ม การแช่ การใช้ความดัน และการทา จากนั้นนำไปทดสอบความทนทานตามธรรมชาติในรูปแบบต่างๆ เปรียบเทียบกับไม้สนคาริเบียที่ไม่ได้ผ่านการอาบน้ำยา (control) โดยวางแปลงทดสอบที่จังหวัดเชียงใหม่ ผลปรากฏว่า ไม้สนคาริเบีย ไม่มีความทนทานตามธรรมชาติเลย เนื้อไม้ผุพังง่ายมากทั้งในสภาพการทดสอบแบบปักดินกลางแจ้ง (grave yard) แบบฝังในดิน และแบบไม่สัมผัสดิน มีอายุการใช้งานสั้นเพียง 9–12 เดือน ในขณะที่ไม้สนคาริเบียที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยตัวยา CCA ACQ และ CA–B ที่ระดับความเข้มข้น 5 % โดยใช้กรรมวิธีการใช้แรงดัน พบว่า มีความทนทานเพิ่มขึ้นมากที่สุด โดยเนื้อไม้เสียหายเล็กน้อยเพียง 3–10% เมื่อปักทดสอบกลางแจ้งเป็นเวลา 60 เดือน และสามารถเพิ่มระดับความทนทานของไม้สนคาริเบีย ขึ้นเป็นระดับ “ทนทานสูง” ในการทดสอบแบบฝังดิน และเพิ่มเป็นระดับ “ ทนทาน” สำหรับการทดสอบแบบไม่สัมผัสดิน ส่วน PMT และ ZNT+PMT นั้น พบว่ามีประสิทธิภาพด้อยกว่าแต่ให้ผลในการป้องกันรักษาเนื้อไม้ได้ดีกว่า DOT กับ WVG และน่าจะเหมาะสำหรับใช้ในการป้องกันรักษาเนื้อไม้ในระยะสั้น ในขณะที่ตัวยา

---

[1] นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ E-mail: SUWANNA502@Hotmail.com

[2] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

[3] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

CNSL นั้น ไม่มีประสิทธิภาพในการป้องกันรักษาเนื้อไม้เนื่องจากไม่สามารถเพิ่มความทนทานให้แก่ไม้สนคาริเบียได้ในทุกรูปแบบของการทดสอบ

คำหลัก : ไม้สนคาริเบีย การป้องกันรักษาเนื้อไม้ ความทนทานตามธรรมชาติของไม้ ความทนทานแบบกลางแจ้ง ความทนทานแบบฝังดิน ความทนทานแบบไม่สัมผัสดิน ตัวยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ การอาบน้ำยาไม้

Abstract

To study on durability improvement of *Pinus caribaea* Morelet wood, the 35 years of *P. caribaea* wood logs from Haui Bong plantation, Chiangmai province, were cut , air–dried and sawn to specific sizes prior to treating with 8 wood preservatives, namely ; 1) Chromated Copper Arsenate (CCA), 2) Ammonical Copper Quaternary (ACQ), 3) Copper Azole(CA–B), 4) Disodium Octaborate Tetrahydrate (DOT), 5) Wood vinegar (WVG), 6) Permethrin (PMT) , 7) Zinc naphthenate (ZNT) + permethrin (PMT), and 8) CNSL, by using dipping, soaking , brushing and vacuum–pressure method. The treated wood specimens were evaluated for their durability with different conditions in Chiangmai province. Results revealed that the untreated *P. caribaea* wood, as control, was classified as non–durable and susceptible to attack by destroying termite and fungi. It had only 9–12 months of service life. Comparison to vacuum–pressure treatment with 5 % of CCA ACQ and CA–B, they showed best performance in protecting wood. There was only 3–10% of treated wood were found to be damaged when testing in grave yard condition for 60 months of exposure. Moreover, they could improve durability level of treated wood specimens from non–durable to highly durable level for under–ground condition, and to durable level for above–ground condition. PMT and ZNT+PMT mixture, even though, they presented lower efficiency than CCA ACQ and CA–B, they could displayed better capability to protect wood than DOT and WVG. They should probably be suitable for temporary use in wood protection. For CNSL, it exhibited worst performance to preserve *P. caribaea* wood in all of testing conditions.

Keywords : *Pinus caribaea* Morelet wood, wood protection , natural wood durability, grave yard condition, in–ground condition, above–ground condition, wood preservatives, wood preservation,

คำนำ

สนคาริเบียมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pinus caribaea* Morelet อยู่ในวงศ์ pinaceae จัดเป็นไม้สนเขตร้อนที่มีขนาดใหญ่ ลำต้นเพลาตรง มีกิ่งเล็กและมีการทิ้งกิ่งด้วยตัวเอง เป็นไม้ที่มีการเจริญเติบโตได้ดีตั้งแต่ระดับทะเลปานกลางจนถึง 1,000 เมตร มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในแถบอเมริกากลาง สนคาริเบียถูกนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยครั้งแรกในปี พ.ศ. 2507 ร่วมกับไม้สนต่างถิ่นชนิดอื่นภายใต้โครงการสำรวจวัตถุดิบเพื่อการทำเยื่อกระดาษ โดยความช่วยเหลือจากโครงการการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (United Nation Development Project : UNDP) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาชนิดพันธุ์ไม้สนที่เหมาะสมสำหรับการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อรองรับอุตสาหกรรม เยื่อและกระดาษ จากการทดลองปลูกในหลายพื้นที่พบว่าสนคาริเบียสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ดี มีอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและความโตดีกว่าไม้สนพื้นเมืองและไม้สนชนิดอื่นที่นำเข้ามาปลูกพร้อมกัน (สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้, 2551 ; ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 1, 2545 ; ศูนย์วนวัฒนวิจัยภาคเหนือ, 2550) ซึ่งกรมป่าไม้ได้ทำการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ไม้สนคาริเบียดังกล่าว

สนคาริเบีย นอกจากจะใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสากรรมการผลิตกระดาษแล้ว ยังสามารถนำเนื้อไม้ไปใช้ประโยชน์ในอุตสากรรมด้านอื่นอีกหลากหลายชนิด เช่น การก่อสร้าง ประดิษฐ์กรรมและเครื่องเรือนเครื่องใช้ ทั้งนี้เพราะสนคาริเบีย มีเนื้อไม้ที่ละเอียด สวดลายสวยงาม มีสีขาวอมเหลืองเสี้ยนตรง สามารถไสตกแตงและขัดได้งาย จัดเปนไมที่มีน้ำหนักเบา เมื่อไมแหงจะมีการหดตัวปานกลาง เนื้อไมใชทำเครื่องเรือนไดดีมาก ทำไมประสานใชงานทั่วไปหรือใชกลึงและแกะสลักไดดี ทำไมวงกบไมวงกบประสาน หรือไมกรอบ และบานหนาตางไดพอใช (สุธี และ ภิรมย , 2531) แต่อย่างไรก็ตามในการนำไม้สนคาริเบียไปใช้งานอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดนั้น จำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติในด้านอื่นๆของไม้อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติด้านความทนทานของไม้ เนื่องจาก

สนคาริเบียเป็นไม้โตเร็วต่างถิ่น ซึ่งส่วนใหญ่ไม้โตเร็วมักถูกทำลายโดยปลวก มอด และเชื้อราได้ง่าย ส่งผลให้เนื้อไม้ผุพังเร็ว มีอายุการใช้งานสั้น

ดังนั้น ในการทดลองครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความทนทานตามธรรมชาติของไม้สนคาริเบียที่เจริญเติบโตในประเทศไทย และแนวทางการเพิ่มความทนทานให้แก่ไม้ โดยใช้เทคนิคของการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ทั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ไม้สนคาริเบียอีกทางหนึ่งด้วย

วิธีการศึกษา

1. การเตรียมไม้ทดลอง

ไม้สนคาริเบียที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ นำมาจากสถานีทดลองปลูกพรรณไม้ห้วยบง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ อายุ 35 ปี โดยผึ่งแห้งท่อนซุงในร่มเป็นเวลา 6 เดือน จากนั้นแปรรูปไม้อย่างละเอียด ให้มีขนาด 2.5 x 5.0 x 50.0 เซนติเมตร ที่เหมาะสมกับการทดสอบความทนทานในลักษณะต่างๆ ดังนี้

1. ขนาด 2.5 x 5.0 x 50.0 เซนติเมตร สำหรับการทดสอบความทนทานตามธรรมชาติแบบ grave yard

2. ขนาด 2.5 x 5.0 x 10.0 เซนติเมตร สำหรับการทดสอบความทนทานลักษณะฝังดิน

3. ขนาด 2.5 x 5.0 x 5.0 เซนติเมตร สำหรับการทดสอบความทนทานลักษณะไม่สัมผัสดิน

2. การอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้

นำไม้สนคาริเบียมาอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้เพื่อปรับปรุงคุณภาพ โดยใช้สารป้องกันรักษาเนื้อไม้และกรรมวิธีที่แตกต่างกันดังแสดงในTable1 พร้อมบันทึกค่าปริมาณตัวยาในเนื้อไม้(Retention) จากนั้นผึ่งแห้งชิ้นไม้ทดลองที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้เหล่านี้ในที่ร่ม เป็นเวลา 1 เดือน ก่อนตอกรหัสกำกับไม้ทดลองแต่ละชิ้น เพื่อทดสอบความทนทานในภาคสนามต่อไป

Table1. Treatment processes of *P. caribaea* wood for durability improvement

Wood Preservatives	Process of Treatment			
	Vac/Pres[1]	Soaking[2]	Dipping[3]	Brushing[4]
Chromated Copper Arsenate (CCA) 5%	✓	✓	✓	–
Ammonical Copper Quaternary (ACQ) 5%	✓	✓	✓	–
Copper Azole(CA–B) 5%	✓	✓	✓	–
Disodium Octaborate Tetrahydrate (DOT) 5%	–	✓	–	–
Wood vinegar (WVG) 5%	–	✓	–	–
Permethrin (PMT) 1 %	–	–	–	✓
Zinc naphthenate (ZNT)2.6% + permethrin (PMT)0.13%	–	–	–	✓
CNSL 5% (in Ethyl acetate)	–	–	–	✓

Note : 1. Vacuum–Pressure : Vacuum wood specimens at 700 mm.Hg for 15 minutes, prior to pressure at 150 psi for 45 minutes

2. Soaking : immersing wood specimens under wood preservatives solution for 3 hours

3. Dipping : immersing wood specimens under wood preservatives solution for 1 minute

4. Brushing : overall painting wood specimens 2 times

3. การทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของไม้อาบน้ำยา

การทดสอบประสิทธิภาพความทนทานในลักษณะต่างๆ ของไม้สนคาริเบียที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้นั้น มีการจัดเตรียมแปลงทดลองที่แตกต่างกัน ดังนี้

3.1 การทดสอบความทนทานตามธรรมชาติแบบ grave yard

3.1.1 การวางแปลงทดสอบ

การทดสอบความทนทานตามธรรมชาติของไม้สนคาริเบียในครั้งนี้ ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ตามมาตรฐาน AWPA E7–93 (1993) มีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยมีไม้ทดลองที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยตัวยาและกรรมวิธีต่างๆ จำนวน 14 ชุดทดลอง (treatment) และไม้ทดลองที่ไม่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ซึ่งจัดเป็นชุดเปรียบเทียบ (Control) อีกจำนวน 1 ชุดทดลอง แต่ละชุดทดลองมีจำนวนไม้ทดลอง 10 ท่อน (Replication) โดยจัดเตรียมแปลงทดสอบโดยเลือกพื้นที่กลางแจ้งที่มีลักษณะเป็นที่ราบ น้ำไม่ท่วมขัง ปรับสภาพพื้นดินให้เรียบเสมอกัน วางผังและจัดแนวเพื่อกำหนดจุดขุดหลุมปักไม้ทดลอง จำนวน 150 ท่อน โดยให้มีระยะห่างระหว่างท่อน 50 เซนติเมตร โดยปักไม้

ทดลองลงในดินให้มีระดับความลึก 25 เซนติเมตร ฝังกลบดินและปรับไม้ทดลองให้อยู่ตั้งตรง จากนั้นวาดแผนผังตำแหน่งตามรหัสของไม้ทดลองแต่ละท่อนเพื่อเตรียมตรวจประเมินความเสียหายของไม้ต่อไป

3.1.2 การตรวจประเมินความเสียหาย

ทำการตรวจประเมินความเสียหายของไม้ทดลองภายหลังจากการปักทดสอบกลางแจ้งแบบ grave yard เป็นเวลา 6 เดือน โดยถอนไม้ทดลองทุกท่อนขึ้นมาเพื่อตรวจสอบและประเมินคะแนนความเสียหายตามเกณฑ์มาตรฐาน AWPA E7-93 ดังแสดงรายละเอียดใน Table 2 จากนั้นปักไม้ทดลองคืนลงหลุมเดิม ในระดับความลึกเท่าเดิม กลบดินและปรับสภาพให้เป็นดังเดิม ทำการตรวจประเมินความเสียหายของไม้ทดลองเช่นนี้ในทุกๆ 6 เดือนอย่างต่อเนื่องจนกว่าไม้ทดลองท่อนนั้นๆ จะหักหรือผุพังเสียหาย 100 % ซึ่งถือว่าสิ้นสุดอายุการทดลอง

Table2. Visual grading for natural durability inspection of *P. caribaea* wood specimens

Grading scale	Description of condition
10	No damage
9	Trace attack to 3 % of cross section
8	Damage 3-10 % of cross section
7	Damage 10-30 % of cross section
6	Damage 30-50 % of cross section
4	Damage 50-75 % of cross section
0	Failure

3.2 การทดสอบความทนทานในลักษณะฝังดิน

3.2.1 การวางแปลงทดสอบ

การทดสอบความทนทานตามธรรมชาติแบบฝังดินของไม้ทดลองในครั้งนี้ ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design มีไม้ทดลองที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยตัวยาและกรรมวิธีต่างๆ จำนวน 14 ชุดทดลอง (treatment) และไม้ทดลองที่ไม่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ซึ่งจัดเป็นชุดเปรียบเทียบ (Control) อีกจำนวน 1 ชุดทดลอง แต่ละชุดทดลองมีจำนวนไม้ทดลอง 5 ชิ้น (Replication) รวมไม้ทดลองทั้งสิ้น 75 ชิ้น การจัดเตรียมแปลงทดลองโดยเลือกพื้นที่ที่เป็นพื้นราบเรียบเสมอกัน มีการระบายน้ำที่ดี น้ำไม่ท่วมขัง ขุดดินลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ปรับพื้น

ด้านล่างให้เรียบ จากนั้นจัดเรียงไม้ทดลองแต่ละชนิดแบบสุ่ม ให้มีระยะห่างระหว่างท่อน 10 เซนติเมตร บันทึกรหัสและวาดแผนผังตำแหน่งไม้ทดลองแต่ละชิ้น จากนั้นจึงใช้ดินโรยกลบชิ้นไม้ทดลอง และปรับผิวหน้าดินให้เรียบเสมอกัน รดน้ำเล็กน้อยเพื่อให้ดินมีความชื้น

3.2.2 การประเมินความเสียหาย

เมื่อครบกำหนด 10 เดือน นำไม้ทดลองทั้งหมดขึ้นจากหลุม ล้างทำความสะอาด ตรวจสอบและประเมินความเสียหายของไม้ทดลอง โดยใช้การประเมินด้วยสายตา (Visual rate) โดยใช้หลักเกณฑ์ตามด้านล่าง (ยุพาพร 2540, สุวรรณา และกฤษณา 2555) และนำค่าความเสียหายที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

อัตราการเข้าทำลาย (%)	ความเสียหายของไม้ทดลอง	ระดับความทนทาน
0	ไม่พบความเสียหาย	ทนทานสูง (Very Durable)
1–25	เสียหายเล็กน้อย	ทนทาน (Durable)
26–50	เสียหายปานกลาง	ทนทานปานกลาง (Moderately durable)
51–75	เสียหายมาก	ไม่ทนทาน (Non Durable)
> 75	เสียหายรุนแรงมากใช้งานไม่ได้	ผุผังง่ายมาก (Perishable)

3.3. การทดสอบความทนทานในลักษณะไม่สัมผัสดิน

3.3.1 การวางแปลงทดสอบ

การทดสอบความทนทานตามธรรมชาติแบบไม่สัมผัสดินของไม้สนคาริเบียในการทดลองครั้งนี้ วางแปลงทดสอบที่ ศูนย์วนวัฒนวิจัยอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นระยะเวลา 10 เดือน โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design โดยมีไม้ทดลองที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยตัวยาและกรรมวิธีต่างๆ จำนวน 14 ชุดทดลอง (treatment) และไม้ทดลองที่ไม่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ซึ่งจัดเป็นชุดเปรียบเทียบ (control) อีกจำนวน 1 ชุดทดลอง แต่ละชุดทดลองมีจำนวนไม้ทดลอง 4 ชิ้น (Replication) รวมไม้ทดลองทั้งสิ้น 60 ชิ้น จัดเตรียมแปลงทดสอบโดยปรับสภาพพื้นดินให้เรียบ และวางบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ใส่ทรายหนาประมาณ 5 เซนติเมตร ปรับผิวหน้าให้เรียบ แต่ละบ่อวางอิฐบล็อกและเสียบไม้ยางพาราลงในช่องของอิฐบล็อกให้เสมอขอบ ปิดทับด้วยชิ้นไม้ทดลองโดยวางแบบสุ่ม วาดแผนผังตำแหน่งและรหัสของไม้ทดลองแต่ละชิ้นไว้ในแต่ละบ่อและปิดฝาบ่อ

3.3.2 การประเมินความเสียหาย

เมื่อครบกำหนด นำไม้ทดลองขึ้นทำความสะอาดและตรวจสอบสภาพความเสียหายโดยใช้การประเมินด้วยสายตา (Visual rate) โดยใช้หลักเกณฑ์เดียวกับการประเมินความเสียหายของการทดสอบความทนทานในลักษณะฝังดิน และนำค่าความเสียหายที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. การทดสอบความทนทานตามธรรมชาติแบบ grave yard

ผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความทนทานตามธรรมชาติของไม้สนคาริเบียที่ทดลองปรับปรุงคุณภาพโดยการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยตัวยาป้องกันรักษาเนื้อไม้และกรรมวิธีที่แตกต่างกัน และติดตามประเมินความเสียหายของไม้ทดลองในทุกช่วง 6 เดือนอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน 60 เดือน แสดงใน Table 3 และ Figure 1 และ2 จะเห็นได้ว่า ไม้สนคาริเบียที่ไม่ได้ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้หรือไม้เปรียบเทียบ (control) นั้น เนื้อไม้หักผุพังเสียหายทั้งหมดภายใน 12 เดือน หลังจากการปักทดสอบในลักษณะกลางแจ้งแบบ grave yard ซึ่งเป็นลักษณะหรือสภาวะที่มีความเสี่ยงสูงต่อการถูกทำลายของปลวกและเชื้อรา

ส่วนไม้ที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ชนิดต่างๆนั้น แสดงประสิทธิภาพในการป้องกันรักษาเนื้อไม้สนคาริเบียที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดย DOT WVG และ CNSL นั้น ไม่สามารถเพิ่มความทนทานให้แก่ไม้สนคาริเบียได้เลย เนื่องจากเนื้อไม้หักผุพังเสียหายทั้งหมดในระยะเวลา 12 เดือน เช่นเดียวกับไม้เปรียบเทียบ ส่วน ZNT + PMT และ PMT นั้น สามารถยืดอายุความทนทานของไม้สนคาริเบียได้ดีกว่า โดยมีอายุความทนทานยาวนานขึ้นเป็น 30 เดือน สำหรับ CCA ACQ และ CA-B นั้น พบว่ามีประสิทธิภาพที่สูงมาก โดยเฉพาะไม้ชุดทดลองที่ใช้การอาบน้ำยาด้วยกรรมวิธีการอัดด้วยแรงดันและการแช่ โดยพบว่าแม้ระยะเวลาการทดสอบผ่านไปนานถึง 60 เดือน ตัวยาเหล่านี้ยังคงสามารถต้านทานการเข้าทำลายของปลวกและเชื้อราได้ดี เนื้อไม้เสียหายบางส่วนเท่านั้นโดยมีค่าความเสียหายน้อยกว่า 30% และมีคะแนนอยู่ในช่วง 8.8-7.1 คะแนน

ส่วนกรรมวิธีการอาบน้ำยาแบบการจุ่มในน้ำยา CCA ACQ และ CA-B นั้น พบว่าไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการป้องกันรักษาเนื้อไม้สนคาริเบียในระยะยาว ทั้งนี้เป็นเพราะกรรมวิธีการจุ่มนั้น เนื้อไม้สัมผัสกับตัวยาในระยะเวลาอันสั้น ทำให้ดูดซึมตัวยาไว้ได้น้อยหรือมีค่าปริมาณตัวยาในเนื้อไม้ (retention) ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการอัดด้วยแรงดันและการแช่ ซึ่งจะเห็นได้ว่ากรรมวิธีในการอาบน้ำยาไม้นั้น มีอิทธิพลโดยตรงต่อค่าปริมาณตัวยาในเนื้อไม้ ซึ่งค่าปริมาณตัวยาในเนื้อไม้นี้เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งนอกเหนือจากชนิดของตัวยาที่จะเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงคุณภาพของไม้อาบน้ำยา และ

เป็นตัวกำหนดรูปแบบหรือลักษณะการใช้งานของไม้อาบน้ำยานั้นๆ (Eaton and Hale, 1993) ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า ในการนำไม้สนคาริเบียไปใช้งานนั้นจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพความทนทานของไม้สนคาริเบีย ให้เพิ่มมากขึ้นก่อน ทั้งนี้ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ไม้สนคาริเบีย โดยการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยตัวยาและกรรมวิธีต่างๆ ที่เหมาะสม เพื่อให้มีปริมาณตัวยาในเนื้อไม้มากเพียงพอที่ต้านทานการเข้าทำลายของปลวกและเชื้อราในสภาพแวดล้อมที่จะนำไม้นั้นไปใช้งานได้

Figure 1. Natural durability testing and periodic inspection of treated *P. caribeae* wood

Figure 2. Failure of *P. caribeae* wood specimens in field testing for natural durability

Table3. Wood damage rating of the treated *P. caribea*e at different period of exposure times (month)

Wood preservatives	Treatment process	Retention (kg/m^3)	Visual rating of wood damage at different period of exposure times (month)										
			0	6	12	18	24	30	36	40	48	54	60
CCA	Vacuum-pressure	20.07(2.57)	10.0	10.0c	10.0d	9.9c	9.7c	9.7de	9.3cd	9.2d	9.1d	8.9d	8.8 1/ d2/
CCA	Soaking	11.45(2.84)	10.0	10.0c	10.0d	10.0c	10.0c	9.9e	9.6d	9.3d	9.0d	8.7d	8.7d
CCA	Dipping	3.34(1.89)	10.0	10.0c	9.5d	6.9b	6.3b	5.3b	3.8b	3.8b	3.8b	3.6b	3.4b
ACQ	Vacuum-pressure	2.65(0.21)	10.0	10.0c	10.0d	9.6c	8.9c	8.5cde	8.2cd	8.1cd	8.1cd	8.1cd	8.1cd
ACQ	Soaking	1.66(0.28)	10.0	10.0c	10.0d	9.4c	8.7c	8.1c	7.9c	7.7c	7.4c	7.3c	7.1c
ACQ	Dipping	0.39(0.24)	10.0	10.0c	4.1b	1.5a	1.5a	0.8a	0.8a	0.7a	0.7a	0.7a	0.7a
CA-B	Vacuum-pressure	1.77(0.06)	10.0	10.0c	10.0d	9.2c	8.7c	8.5cde	8.4cd	8.4cd	8.3cd	8.3cd	8.2cd
CA-B	Soaking	1.39(0.34)	10.0	10.0c	10.0d	8.9c	8.5c	8.3cd	8.1c	7.8c	7.8cd	7.8cd	7.4c
CA-B	Dipping	0.34(0.08)	10.0	9.8c	8.1c	6.0b	4.9b	1.4a	1.4a	0.6a	0.6a	0.4a	0.4a
DOT	Soaking	13.07(1.53)	10.0	9.1c	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
WVG	Soaking	9.66(1.08)	10.0	6.2ab	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
PMT	Brushing	-	10.0	10.0c	10.0d	10.0c	9.5c	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
ZNT + PMT	Brushing	-	10.0	10.0c	7.6c	5.5b	1.4a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
CNSL	Brushing	0.96(1.06)	10.0	4.7a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a
Control	No treatment	-	10.0	6.7b	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a

Note : 1/ = Mean wood damage rating of 10 replicates ; 10.0 = Sound, 9.0 = Slight evidence of damage to 3 % of cross section, 8.0 = Damage from 3-10 % of cross section, 7.0 = Damage from 10-30 % of cross section, 6.0 = Damage from 30-50 % of cross section, 4.0 = Damage from 50-75% of cross section, 0.0 = Failure

2/ = Means having the difference letters are significantly different at 95% confidence level by Duncan's New Multiple Range Test

2. การทดสอบความทนทานในลักษณะฝังดิน

จากการนำไม้สนคาริเบีย ที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ไปทดสอบความทนทานตามธรรมชาติในลักษณะฝังดิน ซึ่งวางแปลงทดสอบในท้องที่จังหวัดเชียงใหม่ เป็นระยะเวลา 10 เดือน ผลปรากฏว่า เนื้อไม้ส่วนใหญ่ถูกปลวกใต้ดินเข้าทำลาย โดยตรวจพบปลวก จำนวน 2 ชนิด คือ *Ancistrotermes pakistanicus* และ*Odontotermes proformosanus* (ยุพาพร และจารุณี, 2547) ผลการทดลองแสดงใน Table 5 และ Figure 3-4

Table 5. Average of damage (%) the treated *P. caribea*e wood after 10 months of exposure in under-ground condition

Preservatives	Treatment process	Retention (kg/m^3)	Damage (%)	Durability
CCA	Vacuum-pressure	22.05(2.96)	0.00[1/] a[2/]	Highly durable
CCA	Soaking	10.39(3.18)	0.00a	Highly durable
CCA	Dipping	4.67(2.89)	0.40a	Durable
ACQ	Vacuum-pressure	2.97(0.23)	0.00a	Highly durable
ACQ	Soaking	1.58(0.45)	0.60a	Durable
ACQ	Dipping	0.32(0.13)	49.0b	Moderately
CA-B	Vacuum-pressure	1.89(0.30)	0.00a	Highly durable
CA-B	Soaking	1.57(0.35)	0.20a	Durable
CA-B	Dipping	0.45(0.17)	44.0b	Moderately
DOT	Soaking	16.48(3.54)	71.0c	Non-durable
WVG	Soaking	16.81(1.96)	60.0bc	Non-durable
PMT	Brushing	-	0.00a	Highly durable
ZNT + PMT	Brushing	-	0.00a	Highly durable
CNSL	Brushing	0.64(0.27)	75.0c	Non-durable
Control	No treatment	-	73.0c	Non-durable

Note : 1/ = Mean wood damage rating of 5 replicates

2/ = Means having the difference letters are significantly different at 95% confidence level by Duncan's New Multiple Range Test

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ตัวยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ชนิดต่างๆนั้น ส่งผลในการเพิ่มอายุความทนทานของไม้ในลักษณะฝังดินได้แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พบว่า DOT WVG และ CNSL นั้นไม่มีสามารถการป้องกันรักษาเนื้อไม้สนคาริเบียจากการเข้าทำลายของปลวกได้ เนื้อไม้เสียหายผุพังอย่างมาก จัดอยู่ในระดับ “ไม่ทนทาน” เทียบเท่ากับไม้เปรียบเทียบ (control) ที่ไม่ได้ผ่านการอาบน้ำยา ส่วน ZNT + PMT และ PMT นั้น สามารถยกระดับความทนทานของไม้จากระดับ “ไม่ทนทาน” เป็นระดับ “ทนทานสูง” เช่นเดียวกับ CCA ที่ใช้กรรมวิธีการอาบน้ำยาแบบใช้แรงดันและแบบการแช่ และ ACQ กับ CA–B ที่ใช้กรรมวิธีการอาบน้ำยาแบบใช้แรงดัน สำหรับกรรมวิธีการอาบน้ำยาแบบการจุ่มนั้น พบว่าสามารถเพิ่มความทนทานให้แก่ไม้สนคาริเบียได้น้อยกว่าโดยเพิ่มได้เพียงระดับ “ทนทานปานกลาง” เท่านั้น

Figure 3. Under–ground durability testing of *P. caribeae* wood; (A) before and (B) after testing

Figure 4. *P. caribeae* wood specimens after 10 months of exposure in under–ground durability testing

3. การทดสอบความทนทานในลักษณะไม่สัมผัสดิน

จากการนำไม้สนคาริเบีย ที่ผ่านการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ไปทดสอบความทนทานตามธรรมชาติในลักษณะไม่สัมผัสดิน โดยวางแปลงทดสอบในท้องที่จังหวัดเชียงใหม่ เป็นระยะเวลา 10 เดือน พบปลวกใต้ดินเข้าทำลายไม้ จำนวน 4 ชนิด คือ 1) *Macrotermes annandalei* 2) *Hospitalitermes* sp. 3) *Microtermes obesi* และ 4) *Ancistrotermes pakistanicus* (ยุพาพร และจารุณี, 2547) ผลการทดลองดังแสดงใน Figure 5–6 และ Table 6

Figure 5. Field testing of durability of treated *P. caribeae* wood in above–ground condition ; (A) before and (B) after testing

Figure 6. *Pinus caribeae* **wood** specimens after 10 months of exposure

Table 6. Average of damage (%) of the treated *P. caribeae* wood after 10 months of exposure in above-ground condition

Preservatives	Treatment process	Retention (kg/m^3)	Damage (%)	Durability level
CCA	Vacuum-pressure	23.59(3.82)	1.00[1/] a[2/]	Durable
CCA	Soaking	13.71(3.08)	1.00a	Durable
CCA	Dipping	6.88(3.76)	0.50a	Durable
ACQ	Vacuum-pressure	3.06(0.31)	0.75a	Durable
ACQ	Soaking	1.77(0.60)	1.50a	Durable
ACQ	Dipping	0.95(0.22)	8.75a	Durable
CA-B	Vacuum-pressure	2.04(0.15)	0.75a	Durable
CA-B	Soaking	1.71(0.26)	1.25a	Durable
CA-B	Dipping	1.04(0.25)	4.75a	Durable
DOT	Soaking	15.67(1.63)	1.50a	Durable
WVG	Soaking	16.80(3.37)	35.0b	Moderately
PMT	Brushing	-	0.00a	Highly durable
ZNT + PMT	Brushing	-	1.25a	Durable
CNSL	Brushing	1.26(0.61)	61.25c	Non-durable
Control	No treatment	-	100.00d	Perishable

Note : 1/ = Mean wood damage rating of 4 replicates

2/ = Means having the difference letters are significantly different at 95% confidence level by Duncan's New Multiple Range Test

ผลการทดสอบความทนทานตามธรรมชาติในลักษณะไม่สัมผัสดินของไม้สนคาริเบีย ปรากฏว่าไม้สนคาริเบียที่ไม่ได้อาบน้ำยา (control) นั้น ผุพังเสียหายหมดภายใน 10 เดือนของการทดสอบ ซึ่งจัดอยู่ในระดับ "ผุพังง่ายมาก" แต่เมื่อนำไปพัฒนาคุณภาพโดยการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยตัวยา CCA ACQ CA-B DOT และ ZNT + PMT พบว่าสามารถทำให้ไม้มีความทนทานเพิ่มขึ้นเป็นระดับ "ทนทาน" และตัวยา WVG นั้น สามารถเพิ่มเป็นระดับ "ทนทานปานกลาง" ในขณะที่ PMT นั้น แสดงประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยสามารถทำให้ไม้เพิ่มความทนทานเป็นระดับ "ทนทานสูง"

สรุปผล

จากการทดสอบความทนทานของไม้สนคาริเบียในรูปแบบต่างๆ พบว่า ไม้สนคาริเบียเป็นไม้ที่ไม่ทนทานและผุพังง่ายมากทั้งในสภาพการใช้งานลักษณะแบบปักดินกลางแจ้ง (grave yard) ลักษณะแบบฝังในดิน และลักษณะแบบไม่สัมผัสดิน โดยสามารถใช้งานได้ไม่เกิน 12 เดือน ดังนั้นจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพความทนทานของไม้สนคาริเบียให้เพิ่มมากขึ้นก่อนนำไม้ไปใช้ประโยชน์ ทั้งนี้ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ไม้สนคาริเบีย โดยการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยตัวยาและกรรมวิธีต่างๆ ที่เหมาะสม เพื่อให้มีปริมาณตัวยาในเนื้อไม้มากเพียงพอที่จะต้านทานการเข้าทำลายของปลวกและเชื้อราในสภาพแวดล้อมที่จะนำไม้นั้นไปใช้งานได้ โดยพบว่าตัวยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ CCA ACQ และ CA–B ที่ระดับความเข้มข้น 5 % ซึ่งอาบน้ำยาด้วยกรรมวิธีการใช้แรงดันนั้น สามารถป้องกันรักษาเนื้อไม้สนคาริเบียได้ดีในระยะยาวมากกว่า 60 เดือนในการใช้งานแบบปักดินกลางแจ้ง ซึ่งมีความเสี่ยงสูงต่อการถูกทำลายจากปลวกและเชื้อรา และนอกจากนี้ยังสามารถยกระดับความทนทานของไม้สนคาริเบียขึ้นเป็นระดับ“ ทนทานสูง” ในการใช้งานแบบฝังดิน และระดับ “ทนทาน” สำหรับการใช้งานแบบไม่สัมผัสดิน โดยพบว่ากรรมวิธีการอาบน้ำยาไม้แบบใช้แรงดันนั้น ให้ปริมาณตัวยาในเนื้อไม้มากกว่าแบบแช่และแบบจุ่มตามลำดับ ส่วนตัวยา PMT และ ZNT+PMT นั้นให้ผลในการป้องกันรักษาเนื้อไม้ได้ดีกว่า DOT กับ WVG และเหมาะสำหรับใช้ในการป้องกันรักษาเนื้อไม้ในระยะสั้น ในขณะที่ตัวยา CNSL นั้น ไม่มีประสิทธิภาพในการป้องกันรักษาเนื้อไม้เนื่องจากไม่สามารถเพิ่มความทนทานให้แก่ไม้สนคาริเบียได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณ ผู้บริหารของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ ที่กรุณาจัดสรรงบประมาณเพื่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ขอบคุณ คุณพงษ์ศักดิ์ ฉัตรเตชะ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษที่เอื้อเฟื้อไม้สนคาริเบียทดลอง และคุณกฤษณา ชายกวด นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ ที่ให้ความอนุเคราะห์จำแนกชนิดของปลวกทำลายไม้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือการวิจัยครั้งนี้ และท้ายที่สุดขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัวที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ยุพาพร สรนุวัตร และ จารุณี วงศ์ข้าหลวง. 2547. คู่มือการจำแนกปลวกในประเทศไทย. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. 23 น.

สุธี วิสุทธิเทพกุล และ ภิรมย หอตระกูล. 2531. คุณสมบัติและการใชประโยชนไมโตเร็ว (3). เอกสารการประชุมการปาไม ประจำป 2531 สาขาวนผลิตภัณฑ กรมปาไม กรุงเทพฯ. 13 น.

สุวรรณา อ่ำเผือก และ กฤษณา ชายกวด. 2555. การศึกษาเปรียบเทียบความทนทานแบบฝังดินของไม้สักจากสวนป่าต่อการเข้าทำลายของปลวก. *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 134–140 น.

สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้. 2551. การปรับปรุงพันธุ์ไม้สนในประเทศไทย. กรมป่าไม้. 64 น.

ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 1. 2545. ไม้สน. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 207 น.

ศูนย์วนวัฒนวิจัยภาคเหนือ. 2550. สนคาริเบีย. กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. 66 น.

American Wood–Preservers' Association . 1993. AWPA Standard E7–93 : Standard Methods of Evaluating Wood Preservatives by Field Test with Stakes. Woodstock, MD.

Eaton, R.A. and M.D.C. Hale. 1993. Wood: decay, pests and protection. Chapman Hall. London. 546 p.