การป้องกันรักษาเนื้อไม้ด้วยเทคนิคการใช้ความร้อน

Protection of wood by heat treatment

สุวรรณา อ่ำเผือก[1*] ยุวดี แก้วมณี[1] และราเชนย์ เพชรประสงค์[1]

Suwanna Umphauk[1*], Yuwadee Kaewmanee[1] and Rachen Patprasong[1]

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

Fotrest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900

[*]Corresponding Author ; e-mail : Suwanna502@hotmail.com

บทคัดย่อ

เพื่อลดการใช้สารเคมีในการป้องกันรักษาเนื้อไม้ การศึกษาครั้งนี้จึงทดลองใช้ความร้อนปรับเปลี่ยนคุณภาพความทนทานให้แก่ไม้กระถินเทพา (*Acacia mangium*) อายุ 25 ปี จากสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา โดยให้ความร้อนแก่ไม้ด้วยระบบการใช้แรงดันไอน้ำ (อุณหภูมิ 130°C) และระบบเตาอบ (อุณหภูมิ 170°C) จากนั้นนำมาทดสอบคุณสมบัติด้านต่างๆ โดยเฉพาะด้านความทนทานของไม้ โดยเปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน ผลปรากฏว่าการให้ความร้อนแก่ไม้ด้วยระบบการใช้แรงดันไอน้ำนั้น เป็นผลให้เกิดตำหนิที่เนื้อไม้อย่างรุนแรง และไม้มีความทนทาน ความต้านทานต่อเชื้อราและความแข็งแรงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการให้ความร้อนแก่ไม้ด้วยระบบเตาอบ แม้ว่าจะมีผลทำให้ความทนทานของไม้ลดลง แต่กลับเพิ่มความแข็งแรงในการยืดหยุ่นและเพิ่มความต้านทานต่อเชื้อราให้แก่ไม้ได้มากขึ้น ดังนั้น การให้ความร้อนแก่ไม้แบบระบบเตาอบน่าจะมีศักยภาพมากกว่าที่จะนำมาใช้ในการป้องกันรักษาเนื้อไม้ โดยอาจปรับระดับความร้อนให้สูงกว่าเดิม เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของไม้ที่จะส่งผลทำให้ลดการเข้าทำลายของปลวกและเชื้อราได้ จึงควรศึกษาเพิ่มเติมอย่างต่อเนื่องต่อไป

คำหลัก : การป้องกันรักษาเนื้อไม้ การให้ความร้อนแก่ไม้ กระถินเทพา ความทนทาน ความแข็งแรง

ABSTRACT

To reduce chemical substance using in wood protection, the two heat treatments; high stream (130°C) and kiln drying techniques (170°C), were applied to improve durability of wood, in this study. 25 years old *Acacia mangium* logs from forest plantation in Nakornratchasima province were taken to demonstrate for this purpose. After heat treatments, the treated wood specimens were submitted to investigate their properties in several fields, especially wood durability, and comparing with the non-treated one, as a control. Results revealed that the high stream heat treatment displayed severe defects, heavily decreasing in wood durability, fungal resistance and wood strength properties. Comparison to the kiln drying treatment, it also indicated reducing in wood durability, but it could enhance the Modulus of Elasticity, and fungal resistance to wood. This reflected higher potential to increase efficiency of wood protection than the other.

Therefore, it should be further carried on studying to approach an optimum condition by increasing temperature to change chemical composition of wood for decreasing the attack of wood destroying organisms such as termite and fungi.

Keywords : wood protection, heat treatment, *Acacia mangium*, wood durability, wood strength

คำนำ

ไม้เป็นวัสดุสำคัญชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆมากมาย เช่น ใช้ก่อสร้างหรือเป็นส่วนประกอบของอาคารบ้านเรือน เครื่องเรือน เครื่องมือและอุปกรณ์ใช้สอยต่างๆหลากหลายรูปแบบ แต่ไม้มีข้อเสียอย่างหนึ่งคือมักถูกแมลงและเชื้อราเข้าทำลาย โดยแมลงและเชื้อราจะกินแป้งและน้ำตาลซึ่งเป็นองค์ประกอบของเนื้อไม้เป็นอาหาร ทำให้ไม้ผุพังและเสื่อมสภาพ ไม่สามารถใช้งานได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้โตเร็ว ซึ่งมักถูกแมลงและเชื้อราเข้าทำลายได้ง่ายมากเนื่องจากมีปริมาณแป้งและน้ำตาลในเนื้อไม้สูง

การป้องกันรักษาเนื้อไม้เพื่อไม่ให้ไม้ถูกแมลงและเชื้อราเข้าทำลายนั้น มักใช้ขบวนการและเทคโนโลยีต่างๆของการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ โดยทำให้สารที่มีความเป็นพิษต่อแมลงและเชื้อราแทรกซึมเข้าไปอยู่ในเนื้อไม้ในปริมาณที่เพียงพอที่จะต้านทานการเข้าทำลายได้ ซึ่งสารเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นสารเคมีซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้หรืออาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้หากใช้อย่างไม่ถูกวิธี

การปรับเปลี่ยนสภาพของเนื้อไม้ให้อยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเป็นอาหารสำหรับแมลงและเชื้อราทำลายไม้ โดยไม่ต้องใช้สารเคมีนั้น สามารถทำได้โดยอาศัยพลังงานความร้อน (Heat treatment) ที่ระดับอุณหภูมิสูง (150–240 ^{0}C) ซึ่งจะเปลี่ยนคุณสมบัติของไม้ทั้งคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ทำให้ไม้อยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะจะเป็นอาหารของแมลงและเชื้อรา ดังนั้น แมลงและเชื้อราจึงไม่เข้าทำลายไม้ เป็นผลให้ไม้มีความทนทานเพิ่มมากขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า การป้องกันรักษาเนื้อไม้หรือการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อไม้ เพื่อให้ไม้มีความทนทานเพิ่มมากขึ้นโดยไม่ใช้สารเคมีแต่ใช้พลังงานความร้อนแทนนั้น จัดเป็นขบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นผลให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัยในการใช้สอยมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะและระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพความทนทานไม้โดยใช้ความร้อน ตลอดจนศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในด้านต่างๆของไม้ภายหลังการผ่านขบวนการให้ความร้อน

วิธีการและอุปกรณ์

1. การเตรียมไม้ทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ใช้ไม้กระถินเทพา (*Acacia mangium*) จากสวนป่า สถานีวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา อายุ 25 ปี ตัดและผึ่งแห้งท่อนไม้ในที่ร่มเป็นเวลา 2 เดือน แปรรูปอย่างหยาบ

และผึ่งแห้งอีกครั้งเป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นแปรรูปอย่างละเอียดเพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาวิจัยด้านต่างๆ

2. การให้ความร้อนแก่ไม้

นำไม้ทดลองมาผ่านขบวนการให้ความร้อนใน 2 ลักษณะ คือ

2.1 การให้ความร้อนด้วยระบบเตาอบ

จัดเรียงไม้ทดลองและนำเข้าเตาอบ ปรับความร้อนภายในเตาอบให้สูงขึ้นเป็นระยะๆ และคงอุณหภูมิไว้ที่ 170 °C เป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง นำไม้ออกผึ่งแห้งในกระแสอากาศเป็นเวลา 1 เดือน

2.2 การให้ความร้อนด้วยระบบแรงดันไอน้ำ

จัดเรียงไม้ทดลองในถังอัดระบบปิดและให้แรงดันไอน้ำที่ระดับ 3–5 bar อุณหภูมิ 120 – 135 °C เป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง นำไม้ออกผึ่งแห้งในกระแสอากาศเป็นเวลา 1 เดือน

3. การตรวจคุณสมบัติทางกายภาพของไม้

บันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของไม้ภายหลังการผ่านขบวนการให้ความร้อนจากทั้งสองระบบ พร้อมประเมินตำหนิต่างๆ ที่เกิดขึ้น

4. การทดสอบคุณสมบัติด้านความทนทานของไม้

4.1 การทดสอบความทนทานแบบปักดินกลางแจ้ง (grave yard test)

นำไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนทั้งสองลักษณะ ขนาด 2.0x2.0x30.0 เซนติเมตร มาทดสอบความทนทานแบบปักดินกลางแจ้ง (grave yard test) เปรียบเทียบกับไม้เปรียบเทียบ (control) ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน โดยวางแปลงทดสอบตามมาตรฐาน AWPA E7–93 (1993) ที่สถานีวิจัยพันธุ์ไม้ไทรโยค อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี และวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มีไม้จำนวน 30 ชิ้น (Replication) ต่อชุดทดลอง ทำการตรวจประเมินความเสียหายของไม้ทดลองภายหลังจากการปักทดสอบกลางแจ้งทุกระยะ 3 เดือนอย่างต่อเนื่อง จนกว่าไม้ทดลองท่อนนั้นๆ จะหักหรือผุพังเสียหาย 100 % จึงจะถือว่าสิ้นสุดอายุการทดลอง

4.2 การทดสอบความทนทานแบบสัมผัสดิน (On–ground test)

นำไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนทั้งสองลักษณะ ขนาด 2.0x2.0x2.0 เซนติเมตร ไปทดสอบความทนทานแบบสัมผัสดิน เปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (control) โดยวางแปลงทดสอบที่ สถานีวิจัยพันธุ์ไม้ไทรโยค อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี มีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Block Design แบ่งเป็น 4 ซ้ำ (Replication) โดยปรับสภาพพื้นดินให้เรียบและวางบ่อซีเมนต์ ใส่ทรายหนาประมาณ 5 เซนติเมตร ปรับผิวหน้าให้เรียบ จัดเรียงชิ้นไม้ทดลอง วาดแผนผังตำแหน่งไม้แต่ละชิ้น และปิดฝาบ่อซีเมนต์ ภายหลังการทดสอบ 4 เดือน เก็บไม้ขึ้น ผึ่งแห้งในที่ร่ม ทำความสะอาดและอบแห้ง เพื่อหาน้ำหนักที่สูญหายของไม้ทดลองแต่ละชิ้นพร้อมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.3 การทดสอบความทนทานแบบฝังดิน (Below-ground test)

นำไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนทั้งสองลักษณะ ขนาด 2.0x5.0x10.0 เซนติเมตร ไปทดสอบความทนทานแบบฝังดิน เปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (control) โดยวางแปลงทดสอบที่สถานีวิจัยพันธุ์ไม้ไทรโยค อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี มีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Block Design แบ่งเป็น 4 ซ้ำ (Replication) โดยขุดดินลึกประมาณ 15 เซนติเมตร จัดวางเรียงไม้ทดลองและฝังกลบดิน ภายหลังการทดสอบนาน 4 เดือน เก็บไม้ขึ้น ผึ่งแห้งในที่ร่ม ทำความสะอาดและอบแห้ง เพื่อหาน้ำหนักที่สูญหายของไม้ทดลองแต่ละชิ้นพร้อมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.4 การทดสอบความทนทานแบบไม่สัมผัสดิน

นำไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนทั้งสองลักษณะขนาด 2.0xx5.0x5.0 เซนติเมตร ไปทดสอบความทนทานแบบฝังดิน เปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (control) โดยวางแปลงทดสอบที่สถานีวิจัยพลังงานจากไม้ อำเภอพุแค จังหวัดสระบุรี มีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Block Design แบ่งเป็น 4 ซ้ำ (Replication) โดยปรับสภาพพื้นดินให้เรียบและวางบ่อซีเมนต์ ใส่ทรายหนาประมาณ 5 เซนติเมตร วางเรียงอิฐบล็อก ใส่ไม้ยางพาราลงในช่องของอิฐบล๊อก และวางไม้ทดลองด้านบน วาดแผนผังตำแหน่งไม้ทดลองแต่ละชิ้น และปิดฝาบ่อซีเมนต์ ภายหลังการทดสอบ 4 เดือน เก็บไม้ขึ้น ผึ่งแห้งในที่ร่ม ทำความสะอาดและอบแห้ง เพื่อหาน้ำหนักที่สูญหายของไม้ทดลองแต่ละชิ้นพร้อมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5. การทดสอบกลสมบัติของไม้

นำไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนทั้งสองลักษณะ ขนาด 2.0x2.0x30.0 เซนติเมตร มาทดสอบความแข็งแรงด้วยเครื่องทดสอบกำลังไม้ขนาด 30 ตัน เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงกลสมบัติของไม้เปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (control) ตามมาตรฐาน ASTM (1980) โดยพิจารณาค่าโมดูลัสการแตกหัก (Modulus of Rupture, (MOR) และ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity, (MOE)) ใช้ไม้ทดลองจำนวน 30 ชิ้นต่อชุดทดลอง บันทึกข้อมูลของไม้ทดลองแต่ละชิ้นและวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดังกล่าวทางสถิติ

6. การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี (ความสามารถในการละลาย)

นำไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนทั้งสองลักษณะ มาทดสอบความสามารถในการละลายในน้ำร้อน การละลายในน้ำเย็น และการละลายใน 1 % NaOH ตามมาตรฐานของ TAPPI T207 (1999) และ TAPPI T212 (1998) ตามลำดับ โดยเปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (control)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณสมบัติทางกายภาพของไม้

ผลจากการตรวจสภาพการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ การให้ความร้อนด้วยระบบเตาอบ (อุณหภูมิ 170° C) และการให้ความร้อนด้วยระบบแรงดันไอน้ำ(อุณหภูมิ 130 ° C) พบว่า การให้ความร้อนทั้งสองรูปแบบนั้น ทำให้ไม้มีสี

เข้มหรือคล้ำมากขึ้นกว่าเดิม มีกลิ่นหอม น้ำหนักของไม้ลดลง 9.34% และพบมีตำหนิเกิดขึ้นที่เนื้อไม้แตกต่างกัน โดยไม้ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยระบบแรงดันไอน้ำนั้น พบการแตกปริที่ปลายไม้ การหดตัวอย่างผิดรูป และบิดโค้งงอมากกว่าไม้ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยระบบเตาอบ โดยพบการแตกปริที่ปลายไม้ 3.33 % ในไม้ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยระบบเตาอบและ 13.3 % ในไม้ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยระบบแรงดันไอน้ำ

Figure 1 Defects on wood specimens from treating with different heating condition ; kiln–drying (condition 1) , high stream or auto cleave (condition 2) and no– treatment (control).

2. คุณสมบัติด้านความทนทานของไม้

ผลการทดสอบประสิทธิภาพความทนทานของไม้ในรูปแบบต่างๆของไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนเปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน(control) ซึ่งทดสอบในลักษณะต่างๆ ดังนี้

2.1 การทดสอบความทนทานตามธรรมชาติแบบปักดินกลางแจ้ง (grave yard test)

จากการทดสอบความทนทานแบบปักดินกลางแจ้ง (grave yard test)ของไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนแบบการให้ความร้อนด้วยระบบเตาอบ และการให้ความร้อนด้วยระบบแรงดันไอน้ำ เปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (control) แสดงใน Figure 2 จะเห็นได้ว่าให้ผลที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนนั้น มีความทนทานต่ำกว่าไม้เปรียบเทียบและไม้ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยระบบแรงดันไอน้ำนั้น จะถูกปลวกและเชื้อราทำลายเสียหายมากกว่าไม้ที่ผ่านการให้ความร้อนแบบเตาอบในทุกช่วงระยะเวลาของการตรวจสอบ จนใกล้เคียงกันที่ระยะเวลา 16 เดือนของการทดสอบ

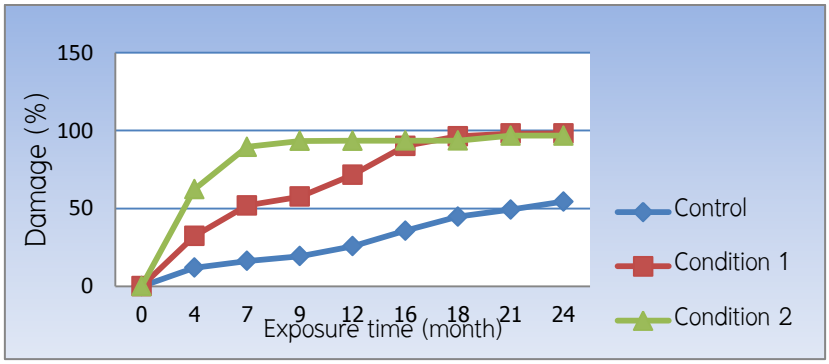

Figure 2 Percentage of damage of wood from different treatments ; kiln–drying (condition 1) , high stream or auto cleave (condition 2) and no– treatment (control) in grave yard test.

2.2 การทดสอบความทนทานรูปแบบอื่นๆ

จากการทดสอบความทนทานตามธรรมชาติแบบสัมผัสดิน แบบฝังดิน และแบบไม่สัมผัสดิน แสดงใน Table 1 พบว่าผลการทดสอบความทนทานของไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนทั้งสองรูปแบบเปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (control) นั้น สอดคล้องและเป็นแนวทางเดียวกันทั้งสามรูปแบบของการทดสอบ กล่าวคือ ไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อน ถูกปลวกเข้าทำลายเสียหายมากกว่าไม้เปรียบเทียบ หรือมีความทนทานต่ำกว่าไม้เปรียบเทียบ โดยไม้ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยระบบแรงดันไอน้ำ จะมีค่าความเสียหายมากกว่าไม้ที่ผ่านการให้ความร้อนแบบเตาอบ เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Momohara และคณะ (2003) ซึ่งได้ทดสอบคุณสมบัติความทนทานของไม้ Japanese cedar ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 105–150 ^{0}C ต่อการเข้าทำลายของปลวก *Coptotermes formosanus* พบว่า ไม่ได้ผล แต่สามารถเพิ่มความทนทานต่อเชื้อราน้ำตาล *Fomitopsis palustris* ได้เมื่อไม้ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 135 ^{0}C ขึ้นไป

Table 1 Percentage of weight loss of wood from different treatments ; kiln–drying (condition 1), high stream or auto cleave (condition 2) and non– treatment (control) in different durability testing conditions.

Heated Treatments	Durability testing conditions		
	On–ground	Below–ground	Above ground
Condition 1 (kiln–drying)	58.10 /1 b /2	67.52 /1 b /2	64.45 /1 b /2
Condition 2 (high stream)	85.98 c	88.88 c	89.27 c
Control (no– treatment)	32.57 a	25.98 a	46.77 a

Notes : /1 = mean of 4 replicates , /2 = Means having the same letter in the same column are not significantly different by DMRT at 95 % confidence level

3. คุณสมบัติทางกลของไม้ (ความแข็งแรงของไม้)

ผลการทดสอบความแข็งแรงของไม้ แสดงใน Table 2 จะเห็นได้ว่า ไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนทั้งสองลักษณะนั้น มีค่าโมดูลัสการแตกหัก (Modulus of Rupture, (MOR) และค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity , MOE) แตกต่างไปจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญ โดยไม้ที่ผ่านการให้ความร้อนแบบใช้แรงดันไอน้ำมีค่าโมดูลัสการแตกหักและค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นลดลงอย่างมากถึง 22.83% และ 9.82% ตามลำดับ ส่วนไม้ที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนแบบใช้เตาอบนั้น พบว่ามีค่าโมดูลัสการแตกหักลดลงน้อยกว่า (7.24%) ในขณะที่ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นกลับเพิ่มมากขึ้น 4.60% สอดคล้องกับผลการทดลองของ Bekhta และ Niemz (2003) จะเห็นได้ว่าค่าโมดูลัสการแตกหักของไม้นั้นได้รับผลกระทบจากการให้ความร้อนแก่ไม้มากกว่าค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น

Table 2 Modulus of Rupture (MOR) and Modulus of Elasticity (MOE) of wood from different treatments; kiln–drying (condition 1), high stream or auto cleave (condition 2) and non– treatment (control).

Heated Treatments	MOR (MPa)	MOE (MPa)
Condition 1 (kiln–drying)	100.98[/1] b[/2]	11,627.23[/1] c[/2]
Condition 2 (high stream)	83.95 a	10,024.83 a
Control (no– treatment)	108.86 c	11,116.27 b

Notes : /1 = mean of 10 replicates, /2 = Means having the same letter in the same column ar not significantly different by DMRT at 95 % confidence level

4. การทดสอบทางเคมี (ความสามารถในการละลาย)

จากการนำไม้ทดลองซึ่งผ่านขบวนการให้ความร้อนมาวิเคราะห์คุณสมบัติด้านการละลายในสภาวะ 1) การละลายในน้ำร้อน 2) การละลายในน้ำเย็น 3) การละลายใน 1%NaOH แสดงผลเปรียบเทียบกับไม้ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน ใน Table 3 จะเห็นได้ว่า ไม้ที่ผ่านการให้ความร้อนแบบระบบแรงดันไอน้ำ มีค่าการละลายเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะการละลายใน 1% NaOH หากมีค่ามากแสดงว่าไม้มีความทนทานต่อการเข้าทำลายไม้ของเชื้อราต่ำ (TAPPI T212, 1998) ส่วนไม้ที่ผ่านการให้ความร้อนแบบเตาอบนั้น มีค่าการละลายใกล้เคียงกับไม้ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน

Table 3 Solubility of wood from different treatments; kiln–drying (condition 1), high stream or auto cleave (condition 2) and non– treatment (control).

Treatments	**Solubility (%)** in different conditions		
	Hot – Water	**Cold – Water**	**1% NaOH**
Condition 1 (kiln–drying)	12.37[/1] a[/2]	8.35[/1] a[/2]	26.24[/1] a[/2]
Condition 2 (high stream)	18.50 b	17.44 c	33.86 b
Control (no– treatment)	12.92 a	12.05 b	24.47 a

Notes : /1 = mean of 10 replicates , /2 = Means having the same letter in the same column are not significantly different by DMRT at 95 % confidence level

สรุปผล

1. การให้ความร้อนแก่ไม้ทั้งสองแบบคือ แบบระบบเตาอบและแบบระบบใช้แรงดันไอน้ำส่งผลทำให้คุณสมบัติของไม้ในด้านต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากน้อยแตกต่างกัน

2. การให้ความร้อนแก่ไม้แบบใช้ระบบแรงดันไอน้ำ ทำให้เกิดตำหนิบนเนื้อไม้รุนแรงมากกว่า ทั้งยังทำให้ไม้มีความทนทานและความแข็งแรงลดต่ำลงอย่างมาก และมีแนวโน้มว่าจะเกิดความเสียหายจากเชื้อราทำลายไม้ได้ง่ายกว่า เนื่องจากมีค่าการละลายใน 1% NaOH สูงมากกว่า จึงกล่าวโดยสรุปได้ว่า การให้ความร้อนแก่ไม้ด้วยระบบการใช้แรงดันไอน้ำนั้น ไม่เหมาะที่จะใช้เพื่อการปรับปรุงคุณภาพความทนทานให้แก่ไม้

3. การให้ความร้อนแก่ไม้ด้วยระบบเตาอบ พบตำหนิเกิดขึ้นในเนื้อไม้บ้างแต่อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่รุนแรง มีการลดลงของความแข็งแรงในการแตกหักที่น้อยกว่า แต่มีค่าความแข็งแรงในการยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้น พบความเสียหายของไม้ในปริมาณที่น้อยกว่าเมื่อทดสอบความทนทานรูปแบบต่างๆในภาคสนาม ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่าการละลายใน 1% NaOH จึงคาดการณ์ได้ว่าการให้ความร้อนแก่ไม้ด้วยระบบเตาอบนั้น จะไม่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติเดิมในการต้านทานเชื้อราของไม้ ดังนั้น การให้ความร้อนแก่ไม้ด้วยระบบเตาอบ จึงมีความเหมาะสมในการป้องกันรักษาเนื้อไม้ได้ดีกว่าการให้ความร้อนแบบการใช้แรงดันไอน้ำ โดยมีข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาทดลองเพิ่มเติม ดังนี้

3.1 ทดลองปรับระดับอุณหภูมิให้สูงขึ้น เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนองค์ประกอบทางเคมีของไม้

3.2 ทดสอบความทนทานต่อปลวกและเชื้อราในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม

3.3 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่เปลี่ยนแปลงไปของไม้เพิ่มเติม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ บริษัท ไพร์ซออฟวู้ด อินดรัสทรีส์ จำกัด และโรงเลื่อยไม้แม่เมาะ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือในการให้ความร้อนแก่ไม้ทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

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

ASTM. 1980. Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pa., U.S.A. pp 7

Bekhta,P. Niemz.2003. Effect of High Temperature on the Change in Color, Dimensional Stability and Mechanical Properties of Spruce Wood. http://www.reference-global.com/doi/abs/10.1515/HF.2001.098. access :15/05/2011

Momohara, I .et al .2003. Effect of High-Temperature Treatment on Wood Durability against the Brown-rot Fungus, *Fomitopsis palustris*, and the Termite, *Coptotermes*

formosanus. 8th International IUFRO Wood Drying Conference.

TAPPI Standard T212 om–98. 1998. One Percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood and Pulp. The Technical Association of the Pulp and Paper Industry, TAPPI Press, Atlanta, Georgia, U.S.A. pp. 1–4.

TAPPI Standard T–207 cm–99. 1999. Water Solubility of Wood and Pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, U.S.A. pp. 1–8.