การพัฒนากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ สำหรับงานโครงสร้าง

มานิตา ดุมกลาง[1*] สมชาย บุญพิทักษ์ [2] และสนธยา ทองอรุณศรี[3]

[1] สาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

[2] สาขาออกแบบอุตสาหกรรม มหาวิทยาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

[3] สาขาโยธาและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

41/1 หมู่ 7 ต.ไม้งาม อ.เมือง จ.ตาก 63000

รับบทความ 31 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2563

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่สำหรับงานโครงสร้างโดยวิธีการใช้สารเคมี ได้แก่ การแช่น้ำยาบอริกบอแรกซ์และการแช่น้ำยาซีซีบี ที่ความเข้มข้น 3, 5 และ 8% เป็นเวลา 14 วัน และวิธีที่ไม่ใช้สารเคมี ได้แก่ การแช่น้ำและการย่างไฟ เพื่อศึกษาสมบัติด้าน กำลังดึง กำลังอัด และสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุกที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน โดยเปรียบเทียบผลกับไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน จากผลการทดสอบพบว่า กำลังดึงและกำลังอัดของไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยใช้สารเคมี มีแตกต่างกันตามชนิดของไม้ไผ่ ชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ เมื่อควบคุมความชื้นของไม้ไผ่ให้ต่ำกว่า 20% พบว่า ไม้ไผ่รวกแช่น้ำยาบอริกบอแรกซ์ 5% ไม้ไผ่ซางและไม้ไผ่สีสุกแช่น้ำยาซีซีบี 3% มีกำลังดึงสูงกว่าไม้ไผ่ชนิดเดียวกันที่แช่น้ำและไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการฯ คือ มีค่า 986, 1723 และ 1757 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ สำหรับผลการทดสอบกำลังอัด พบว่า ไม้ไผ่รวกแช่น้ำยาบอริกบอแรกซ์ 8% ไม้ไผ่สีสุกแช่น้ำยาซีซีบี 5% และไม้ไผ่ซางแช่น้ำยาซีซีบี 8% มีกำลังอัดสูงกว่าไม้ไผ่ชนิดเดียวกันที่แช่น้ำและไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการ คือ มีค่า 429, 525 และ 837 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ และพบว่าไม้ไผ่ซางที่ผ่านการย่างไฟมีกำลังดึงสูงสุดที่ 2,072 กก./ตร.ซม. และไม้ไผ่รวกที่ผ่านการย่างไฟมีกำลังอัดสูงสุดที่ 592 กก./ตร.ซม. และจากผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ภายหลังจากการเก็บเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าไม่ปรากฏเชื้อราบนเนื้อไม้ แต่พบการทำลายของแมลงในไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุกที่ไม่ผ่านกระบวนการ รวมถึงไม้ไผ่สีสุกที่ผ่านการแช่น้ำ นอกจากนี้ ผลการตรวจสอบสัณฐานวิทยาของไม้ไผ่ด้วยเครื่อง SEM และการวิเคราะห์ธาตุด้วยเครื่อง EDX พบว่าความสามารถในการดูดซึมและการเกาะติดสารเคมีของไม้ไผ่แต่ละชนิดมีแตกต่างกัน

คำสำคัญ: ไม้ไผ่ ความคงทน กำลังดึง กำลังอัด งานโครงสร้าง

*E-mail : manitanongjun@gmail.com เบอร์โทรศัพท์ 095-4594696

Development process to improve the durability of bamboo in structure members

Manita Dumklang[1*] Somchay Bunpitak[2] and Sontaya Tongaroonsri[3]

[1] Science Branch Rajamangala University of Technology Lanna Tak

[2]Art Design Branch Rajamangala University of Technology Lanna Tak

[3]Civil and Environmental Branch Rajamangala University of Technology Lanna Tak

41/1 M.7 T. Maingam A.Maung Tak 63000

Received: 31 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 1 July 2020

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved

Abstract

The main purpose of this research is to study the durability of bamboo in structure members by using chemical treatment methods, namely soaking in Boric Borax and CCB solutions in concentrations used 3, 5 and 8%, and by non-chemical treatment methods, such as water soaking and smoking. In order to study tensile strength and compressive strength of three types of treated bamboo namely ; Zang, Raug and Seesug. The Results showed that the differences in tensile strength and compressive strength of all chemically treated bamboo depend on the type of bamboo, and the type and concentration of the chemical used. At lower 20 % of moisture content controlled, Raug soaked in Boric Borax 5%, and Zang and Seesug soaked in CCB 3% had higher tensile strength (986, 1,723 and 1,757 kg/cm^2, respectively) than bamboo treated with water soaking and untreated bamboo. For the compressive strength test, Raug soaked in Boric Borax 8%, Seesug soaked in CCB 5% and Zang soaked in CCB 8% (429, 525 and 837 kg/cm^2, respectively) were all higher than bamboo treated with water soaking and untreated bamboo. Signally, smoked Zang had the highest tensile strength at 2,072 kg/cm^2 and smoked Raug had the highest compressive strength at 592 kg/cm^2. The physical properties study after storage for 3 months showed no fungi was on their pulp, whereas insects had attacked the untreated Zang, Raug and Seesug, including Seesug soaked in water. Besides, SEM and EDX techniques show that the efficiency of absorption and chemical fixation on each type bamboo are different.

Keywords: bamboo durability tensile strength compressive strength structure members

1. บทนำ

ไม้ไผ่เป็นวัสดุที่เก่าแก่ที่สุดที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้เพื่อความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน ในขณะที่โลกปัจจุบันเป็นเรื่องของพลาสติกและเหล็ก แต่ก็ยังมีโครงการร่วมมือค้นคว้าเรื่องไม้ไผ่ระหว่างชาติต่างๆ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลทางวิชาการในการใช้ไม้ไผ่ซึ่งกันและกัน ซึ่งการใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่ของแต่ละกลุ่มชนที่สืบเนื่องมาอย่างยาวนาน สะท้อนให้เห็นทั้งสถานภาพของสังคมและศักยภาพของกลุ่มชนในการปรับใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อสรรสร้างแบบอย่างการดำเนินชีวิตและสร้างทรัพยากรวัฒนธรรมอย่างต่อเนื่องและมีระบบ จะเห็นได้จากการนำไม้ไผ่มาใช้ประโยชน์ด้านสิ่งก่อสร้างและสถาปัตยกรรมอย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ในการก่อสร้าง ไม้นั่งร้าน ทาสี ฉาบปูน ใช้จักสานภาชนะต่างๆ ใช้ทำเครื่องดนตรี ใช้เป็นเยื่อกระดาษในอุตสาหกรรมทำกระดาษ โดยทั่วไปแล้วจะใช้ไม้ไผ่เป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง ซึ่งไม้ไผ่ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างทั่วๆ ไปนั้น ตัดมาใช้ได้เมื่อไม้ไผ่อายุ 3-5 ปี แต่ถ้าไม่ได้รับการป้องกันกำจัดแมลงและเชื้อราแล้ว ไม้ไผ่ที่อยู่ติดดินอาจมีอายุใช้งานประมาณ 1-2 ปี เท่านั้น แต่ถ้าใช้ในที่ร่มและจากดินอายุอาจจะใช้งานถึง 5 ปี ไม้ไผ่มักถูกรบกวนทำลายโดยมอดและปลวกเพราะมีอาหารในเนื้อไม้ นอกจาก นั้นอาจถูกทำลายโดยเชื้อรา และถ้าใช้ในน้ำทะเลก็อาจถูกทำลายโดยเพรียงได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าว หากไม่ได้รับการแก้ไข จะทำให้การใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่อย่างไม่คุ้มค่าและเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรธรรมชาติ ดังนั้นการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่นอกจากจะเป็นการยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้นแล้วยังก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมอีกด้วยดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยวิธีการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี เพื่อหาแนวทางในการยืดอายุการใช้งานของไม้ไผ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับใช้ในงานโครงสร้าง เนื่องจากไม้ไผ่เป็นพืชที่มีเส้นใยเหนียว แต่การนำไม้ไผ่มาใช้ประโยชน์ มักประสบปัญหาด้านแมลงและเชื้อราทำลายไม้เนื่องจากไม้ไผ่มีปริมาณแป้งและน้ำตาลค่อนข้างสูง ซึ่งปริมาณแป้งในลำเป็นอาหารของแมลง ดังนั้นการป้องกันรักษาไม้ไผ่จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง แม้ว่าภูมิปัญญาท้องถิ่นสามารถคิดค้นหาวิธีป้องกันแมลงได้ในระดับหนึ่งแล้วก็ตาม แต่การยืดอายุการใช้งานของไม้ไผ่ให้ยาวนานขึ้นโดยการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงและเชื้อรานั้น ก็เป็นสิ่งจำเป็นที่ควรศึกษาถึงการใช้สารเคมีอย่างถูกวิธี ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

2.วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่จากการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี

2.2 เพื่อพัฒนากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่สำหรับงานโครงสร้าง

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ไม้ไผ่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในวงศ์ Gramineae เช่นเดียวกับหญ้าแต่เป็นพืชตระกูลหญ้าที่สูงที่สุดในโลก และเป็นพืชเมืองร้อน ไม้ไผ่ทั่วโลกที่รู้จักกันมีประมาณ 75 สกุล ที่ได้สำรวจพบในเมืองไทยมีประมาณ 12 สกุล แยกเป็นชนิดประมาณ 44 ชนิด ไม้ไผ่ที่ปลูกกันมากในประเทศไทยและนำมาใช้ประโยชน์มีอยู่ประมาณ 32 ชนิด ไม้ไผ่แต่ละชนิดมีเปอร์เซ็นต์ซิลิก้าแตกต่างกันตั้งแต่ 1-6 % ดังนั้นโครงสร้างของไม้ไผ่จึงแตกต่างจากไม้ทั่วไป ทำให้ยากแก่การดูดซึมน้ำยา การอาบน้ำยาไผ่จึงยากกว่าไม้อื่นและใช้เวลานาน

3.1 ปริมาณแป้งในลำไผ่

ไม้ไผ่มีการเจริญเติบโตรวดเร็วมาก ในแถบร้อนไม้ไผ่แต่ละลำจะเจริญเติบโตเต็มที่ภายใน 6 เดือน ปริมาณแป้งภายในลำของไผ่ก่อนแตกหน่อจะสูง และลดลงเมื่อเกิดหน่อใหม่ จนกระทั่งหน่อเจริญเต็มที่แล้ว ลำไผ่จะมีการสะสมแป้งมากขึ้นอีก และจะลดลงอีกครั้งเมื่อเหง้ามีการเจริญเติบโต ในช่วงฤดูร้อนมีแป้งสะสมอยู่มากเพื่อใช้ในการแตกหน่อและเติบโตในช่วงฤดูฝน อายุของไม้ไผ่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแป้ง ไผ่อ่อนอายุ 1 ปี จะยังไม่มีแป้ง เมื่ออายุมากขึ้นและโตเต็มที่จึงจะมีแป้ง ลำไผ่ส่วนโคนจะมีแป้งน้อยกว่าส่วนกลางและมีมากที่ส่วนปลาย จึงทำ

ให้ส่วนโคนของไม้ไผ่มีความทนทานต่อแมลงและเชื้อรา ปริมาณแป้งในไม้ไผ่โดยทั่วๆ ไปมีประมาณ 2-6 % และมีมากถึง 10 % ได้ ขึ้นอยู่กับชนิด อายุ ความสูงของลำและพื้นที่ปลูก ในช่วงที่ไผ่กำลังออกดอกปริมาณแป้งในลำจะต่ำ พันธุ์ไผ่ที่มีแป้งน้อยกว่าจะทนทานต่อมอดมากกว่า ไม้ไผ่ที่มีปริมาณแป้งน้อยกว่า 1% เป็นไม้ไผ่คุณภาพดีสามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างได้ ไม้ไผ่อายุ 2 ปี มีแป้งมากแต่ไฟเบอร์ในไม้ยังไม่แข็งพอจึงถูกทำลายได้มากกว่าไผ่แก่ที่มีแป้ง ดังนั้นเมื่อตัดไม้ไผ่มาใช้ ปริมาณแป้งในลำ อายุและชนิดของไม้ไผ่ ความชื้นของไม้จะเป็นตัวดึงดูดให้แมลงมาเจาะได้ภายในเวลา 24 ชั่วโมง ปริมาณแป้งในไม้ไผ่มีส่วนสัมพันธ์กับความอ่อนแอของไม้ไผ่ที่มีต่อแมลงและเชื้อราทำลายไม้ การลดปริมาณแป้งทำได้โดย การผึ่งพร้อมใบและกิ่ง การแช่น้ำ การใช้ความร้อนโดยการอบหรือการรมควัน การย่างไฟและการต้ม

3.2 ความชื้นในไม้ไผ่และการผึ่งให้แห้งในกระแสอากาศ

ความชื้นในลำไผ่ขึ้นกับชนิด อายุ ฤดูกาล พื้นที่ปลูก และความยาวของลำไผ่อายุ 1 ปี มีความชื้นในลำสูงมากกว่า 100 % ส่วนไผ่แก่มีประมาณ 60-70 % ส่วนโคนของลำมีความชื้นสูงกว่าส่วนปลาย ความชื้นในลำไผ่ที่ยังไม่ตัดออกจากกอประมาณ 70-140 % ความชื้นของไผ่มีความสำคัญต่อการเข้าทำลายของแมลงและเชื้อราอย่างยิ่ง และมีความสำคัญต่อวิธีการป้องกันรักษา ไม้ไผ่ที่ต้องการความชื้นในลำช่วยให้น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ผ่านเข้าไปในลำไผ่ได้ดีขึ้น ไม้ไผ่ที่มีความชื้น 15-20 % ไม่เหมาะกับการเจริญของเชื้อรา ถ้าสูงกว่า 20 % เชื้อราจะเข้าทำลายได้ง่าย

3.3 การเก็บรักษาไม้ไผ่

หลังจากการผึ่งแห้งดีแล้ว การเก็บรักษาไม้ไผ่ควรวางในร่มที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี วางนอนบนชั้นหรือบนขาตั้งให้สูงจากพื้นประมาณ 30 ซม. ในที่แห้ง ถ้าพื้นมีความชื้นความสูงไม่ควรน้อยกว่า 40 ซม. วางเรียงเป็นชั้นๆ ระหว่างชั้นควรมีไม้วางขวาง อย่าวางทับซ้อนกันไปมากๆ เพราะในฤดูฝนอากาศชื้นไม้ไผ่ที่แห้งแล้วจะดูดความชื้น ถ้าอากาศระบายถ่ายเทไม่ดีจะทำให้เกิดราที่ผิวไม้และราเสียสีในเนื้อไม้ได้

3.4 ความทนทานตามธรรมชาติของไม้ไผ่

ไม้ไผ่เป็นไม้ที่มีความทนทานตามธรรมชาติต่ำ มีอายุการใช้งานเพียงไม่กี่ปี เนื่องจากเนื้อไม้มีปริมาณแป้งมาก จึงเหมาะแก่การเข้าทำลายของแมลงและเชื้อรา การทำลายเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ตัดใหม่ๆ ภายใน 24 ชม. ขณะผึ่งไม้ช่วงเก็บรักษาในระหว่างการทำผลิตภัณฑ์และขณะใช้งาน ปัญหาจากศัตรูทำลายไม้จึงเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ถ้ามีความรู้เกี่ยวกับไม้ไผ่ ศัตรูของไม้ไผ่ สาเหตุของการเข้าทำลาย วิธีการป้องกันและการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง จะช่วยแก้ปัญหาการผุของไม้ไผ่ได้ ไม้ไผ่ที่ถูกแมลงเจาะเข้าไปหลังจากการตัดใหม่ๆ ทำให้ไม้ผุได้ภายใน 3-6 เดือน แต่การผุที่เกิดจากเชื้อราทำลายไม้เป็นไปได้ช้ากว่า แม้ว่าจะเข้าทำลายในเวลาไล่เลี่ยกัน การทำลายที่รุนแรงขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และมีความชื้นเป็นส่วนสำคัญ ไม้ไผ่ที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีป้องกันรักษาเนื้อไม้ มีอายุการใช้งานเมื่อใช้กลางแจ้งสัมผัสดิน 1-3 ปี ใช้ในร่มสัมผัสดิน 4-7 ปี ในสภาพแวดล้อมที่แห้งในร่มใช้ได้นานกว่า 15 ปี

3.5 กรรมวิธีการป้องกันรักษาไม้ไผ่

ไม้ไผ่ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างทั่วๆ ไปนั้น ตัดมาใช้ได้เมื่อไม้ไผ่อายุ 3-5 ปี แต่ถ้าไม่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขกำจัดแมลงและเชื้อราแล้ว ไม้ไผ่ที่อยู่ติดดินอาจมีอายุใช้งานประมาณ 1-2 ปี เท่านั้น การป้องกันรักษาไม้ไผ่ทำได้หลายวิธี แล้วแต่ความเหมาะสมของไม้ใช้งาน วิธีการส่วนใหญ่เป็นการลดปริมาณแป้งในไม้ และแก้ไขสภาวะแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเข้าทำลายของแมลงและเชื้อราทำลายไม้ การใช้สารมีพิษให้เกาะติดหรือดูดซึมเข้าไปในเนื้อไม้เป็นการป้องกันระยะยาว เพื่อช่วยรักษาไม้ไผ่ให้มีความทนทานต่อแมลงและเชื้อราทำลายไม้ จึงช่วยยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้น การป้องกันและดูแลไม้ไผ่ทำได้โดยการไม่ใช้สารเคมีและใช้สารเคมี การรักษาให้ไม้ไผ่มีอายุยืนนานนั้นอาจทำได้ต่างๆ กันดังนี้

3.5.1 การป้องกันรักษาไม้ไผ่โดยไม่ใช้สารเคมี

1) การแช่น้ำ เป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อย การแช่น้ำก็เพื่อทำลายสารในเนื้อไม้ที่มี

อาหารของแมลงต่างๆ เช่น พวกน้ำตาล แป้งให้หมดไป การแช่ต้องแช่ให้มิดลำไม้ไผ่ ถ้าเป็นน้ำไหลซึ่งมีระยะเวลาแช่น้ำสำหรับไม้สดประมาณ 3 วัน ถึง 3 เดือน แต่ถ้าเป็นไม้ไผ่แห้งต้องเพิ่มอีกประมาณ 15 วัน ทำให้ปริมาณแป้งลดลงและมอดไม่เข้าทำลาย ไผ่แต่ละชนิดมีปริมาณแป้งไม่เท่ากัน ไม้ไผ่ที่มีปริมาณแป้งมากจะต้องแช่น้ำนานขึ้น แช่ในน้ำไหลหรือน้ำนิ่งก็ได้

2) การต้มในน้ำ ถ้าเป็นเส้นตอกบางใช้เวลาประมาณ 1 ชม. แต่ถ้าเป็นลำหรือกระบอกควรใช้เวลาต้มนานประมาณ 4-6 ชม. แต่ถ้าใส่โซดาไฟ (โซเดียมไฮดรอกไซด์) 0.5-1 % ลงไปด้วยจะลดเวลาการต้มลงเป็น 30 นาที

3) การย่างด้วยไฟ เป็นวิธีการง่ายๆ ที่ทำกันมานานแต่โบราณ จะทำให้เนื้อไม้มีลักษณะแกร่ง ไผ่สดนำมาย่างไฟอุณหภูมิ 120-130 °C ประมาณ 20 นาที วิธีนี้มักใช้กับไม้ไผ่ลำเล็กตันหรือไม้ไผ่เนื้อหนา การย่างด้วยไฟโดยตรงจะทำให้ลำไผ่มีสีดำเป็นรอยไหม้ได้ การย่างต้องหมุนลำไผ่ให้ทั่วระวังอย่าให้ไหม้ อาจมีความชื้นอยู่ในลำไผ่จึงต้องนำไปผึ่งแดดให้แห้งโดยมัดส่วนปลายเข้าด้วยกันส่วนล่างกระจายออก

4) การอบหรือรมควัน ใช้กับไม้ไผ่ที่นำไปใช้ก่อสร้างโดยไม่ต้องใช้น้ำยาป้องกันรักษาไม้ไผ่ โดยสร้างห้องอบทรงสูง หรือตามความยาวของไม้ไผ่ เพื่อวางเรียงไม้ไผ่ในแนวตั้ง มีปล่องข้างบนที่มุมทั้งสี่ อบหรือรมด้วยควันไฟโดยใช้ความร้อนต่ำ ลำไผ่ที่ใส่เข้าไปอบควรผึ่งให้เหลือความชื้นในลำต่ำกว่า 50 % ก่อน อบจนความชื้นของไม้ไผ่เหลือประมาณ 12-15 % ใช้เวลาอบ 12-20 วัน ไม้ไผ่ที่อบควรเจาะรูเหนือข้อและใต้ข้อทุกปล้องเพื่อลดแรงตึงผิว ลดการแตกของไม้ เมื่ออบแล้วไม้ไผ่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลป้องกันมอดและเชื้อราได้

3.5.2 การป้องกันรักษาไม้ไผ่โดยการใช้สารเคมี

การป้องกันรักษาไม้ไผ่โดยใช้สารเคมีเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก แต่การใช้สารเคมีจะให้ผลในการป้องกันรักษาไม้ไผ่ได้ดีกว่าการไม่ใช้สารเคมี และสามารถป้องกันได้ในระยะยาวทำให้ไม้ไผ่มีความทนทานเพิ่มขึ้น จึงช่วยยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้น แต่ทั้งนี้การใช้สารเคมีให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้งานไม้ เพื่อเลือกใช้สารเคมีและวิธีการป้องกันรักษาเนื้อไม้ให้ถูกต้อง ก่อนใช้ควรศึกษาข้อมูลความเป็นพิษของสารชนิดเข้มข้น ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและข้อควรปฏิบัติเมื่อได้รับพิษ

วิธีการใช้สารเคมีป้องกันแมลงและเชื้อราทำลาย

1) การฉีดพ่น ใช้ในกรณีที่ตัดไม้ไผ่มามากๆ เป็นการป้องกันชั่วคราวระยะแรกไม่ให้แมลงและเชื้อราเข้าทำลาย โดยการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดแมลงหรือผสมสารกันราด้วย ฉีดพ่นภายในเวลา 24 ชม. หลังตัด ฉีดพ่นให้ทั่วทั้งท่อน วางในแนวนอนซ้อนกัน มีไม้คั่นเพื่อให้อากาศถ่ายเทและอย่าวางบนดินโดยตรง

2) การทา ถ้าไม้มีปริมาณไม่มากหรือท่อนสั้น ใช้แปรงทาให้ทั่ว การทาด้วยน้ำมันสนแต่งสีไม้ผสมน้ำมันก๊าดป้องกันมอดไม้ไผ่ได้ การทาไม้ให้ทาน้ำยาป้องกันแมลงตามรอยเจาะ รอยตัดของไม้ไผ่ในขณะประกอบงานได้ และยังใช้ทาเสาไม้ที่อาบน้ำยาบริเวณระดับคอดินหรือสัมผัสดินเพื่อป้องกันความชื้นที่จะดูดซึมผิวไม้ได้ โดยใช้น้ำมันที่มีความข้นหรือตัวยากันความชื้นน้ำมันที่ข้นมากๆ ถ้าทำให้ร้อนจะซึมเข้าไปในไม้ได้ดี ถ้าต้องการให้น้ำยาซึมเข้าไปในไม้ได้มากๆ ต้องทาซ้ำหลายๆ ครั้ง สำหรับไม้ไผ่ถ้าขูดผิวไม้ออกจะซึมได้ดี

3) การจุ่ม ได้ผลกว่าการฉีดพ่นและการทา จุ่มไม้ไผ่สดเป็นท่อนหรือจุ่มไม้ไผ่ผ่าซีกที่มัดหลวมๆ ขณะจุ่มควรเขย่าให้น้ำยาทั่วถึงเป็นการจุ่มในสารป้องกันกำจัดแมลง หรือสารป้องกันเชื้อรา ใช้เวลาจุ่มประมาณ 5-10 นาที

4) การแช่ ทำได้ 2 แบบ คือ

- การแช่ในแนวตั้ง (Steeping) ใช้กับไม้ไผ่สดที่ตัดใหม่ วิธีนี้เสียค่าใช้จ่ายน้อยและทำได้ครั้งละหลายๆ ลำ เหมาะกับไม้ไผ่ลำเล็กและเนื้อหนา เช่น ไผ่รวก แช่ในแนวตั้งให้โคนลำแช่อยู่ในน้ำอย่างน้อย 30 ซม.

- การแช่ในแนวนอนในถังเปิด (Soaking) ใช้ได้ดีกับไม้ไผ่แห้ง ความชื้นของไม้ประมาณ 20% ไม้แห้งจะดูดซึมน้ำยาได้ดีกว่าไม้สดและใช้เวลาน้อยกว่า

5) การอัดน้ำยาด้วยวิธีการแทนที่น้ำเลี้ยง (Sap-replacement treatment) เป็นวิธีการที่ใช้แรงดันประมาณ 1-1.5 bar (1 bar = แรงอัด 15 ปอนด์/ตร.นิ้ว หรือ 10 กก./ตร.ซม.) อัดน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ให้เข้าไปแทนที่น้ำเลี้ยงในลำไผ่ น้ำเลี้ยงภายในเนื้อไม้จะไหลออกมาทางปลายท่อนไม้อีกด้านหนึ่ง กรรมวิธีนี้ใช้กับไม้ไผ่ที่มีความชื้นสูงและตัดมาใหม่ๆ

6) การอบผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ด้วยกำมะถัน สำหรับผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่จักสาน ไม้จักตอก เมื่อมีความชื้นจะทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย ดังนั้นการทำให้แห้งและป้องกันเชื้อราหรือกำจัดเชื้อราที่ขึ้นอยู่บนผิว ควรอบด้วยควันกำมะถัน ใช้เวลา 6 ชม. ส่วนไม้ทำไม้จิ้มฟัน ไม้เสียบลูกชิ้น ไม้ตะเกียบ ใช้เวลา 12 ชม. อาจคลุมอบด้วยผ้าใบทำเป็นกระโจมหรือห้องอบสังกะสี หลังจากอบแล้วควรนำออกผึ่งแดดหรือวางในที่ที่มีอากาศถ่ายเทให้กลิ่นหาย จึงเก็บใส่ถุงพลาสติกมัดให้แน่นจะป้องกันเชื้อราและแมลงได้

7) การรมด้วยสารเคมี (Fumigation) เป็นมาตรการในการกำจัดและป้องกันแมลงทำลายไม้ที่อาจติดไปกับผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่ต่างๆ ที่ส่งไปขายยังต่างประเทศ สามารถกำจัดแมลงตัวแก่ หนอนและไข่ได้ การรมด้วยสารกำจัดแมลงมักใช้ methyl bromide หรือสารรมควันชนิดอื่น การรมไม่มีพิษตกค้าง มีผลในการกำจัดแมลงเท่านั้น ป้องกันการเข้าทำลายของแมลงไม้ได้

3.6 การใช้ไม้ไผ่ในงานก่อสร้าง

การใช้ไม้ไผ่เสริมคอนกรีต ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 เหล็กเสริมคอนกรีตขาดแคลนจึงได้มีผู้นำไม้ไผ่มาผ่าเป็นซีกเล็กๆ แล้วใช้เสริมคอนกรีตแทนเหล็ก แม้ในปัจจุบันก็ยังมีผู้ใช้วิธีนี้อยู่ ไม้ไผ่นั้นมีค่าพิกัดแห่งความยืดหยุ่นต่ำ และเป็นวัสดุที่ยืดตัวมากกว่าเหล็กถึงประมาณ 14 เท่า เมื่อรับแรงเท่ากัน ไม้ไผ่ต้านแรงดึงได้ 13,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรที่ข้อและต้านแรงดึงได้ 17,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรที่ปล้อง เพราะเหตุที่ไม้ไผ่ดูดน้ำมาก เมื่อนำมาเสริมคอนกรีตแทนเหล็กเสริม ทำให้การยึดเกาะกับคอนกรีตต่ำ ถ้านำไม้ไผ่มาเสริมคอนกรีตขณะที่เทคอนกรีตซึ่งมีน้ำผสมอยู่ ไม้ไผ่จะพองตัว และต่อมาไม้ไผ่หดตัวลงเนื่องจากน้ำระเหยไป จะทำให้ไม้ไผ่ที่เสริมแยกตัวกับคอนกรีตที่หุ้มอยู่ ไม้ไผ่จึงไม่เหมาะสำหรับมาเสริมคอนกรีตโครงสร้าง แต่อาจใช้ได้สำหรับเสริมพื้นคอนกรีตที่ติดกับดินและไม่ได้รับน้ำหนักมากนัก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำไม้ไผ่มาใช้ในงานโครงสร้างมีเป็นจำนวนมาก ทั้งการศึกษาคุณสมบัติของไม้ไผ่ และการศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ในส่วนต่างๆ ของโครงสร้าง อาทิเช่น

Amanda and Untao (2001) ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่จะเปลี่ยนแปลงตามความยาวและอายุของไม้ไผ่ พบว่ากำลังของไม้ไผ่จะเพิ่มขึ้นตามอายุ โดยจะมีกำลังสูงสุดเมื่อไม้ไผ่มีอายุ 2.5-4 ปี และหลังจากนั้นกำลังจะลดลง ปล้องของไม้ไผ่จะช่วยป้องกันการโก่งเดาะของลำต้น แต่จะเป็นจุดที่เกิดการเสียหายเมื่อไม้ไผ่รับแรงในแนวแกน ปัญหาสำคัญของการนำไม้ไผ่มาใช้คือ ไม้ไผ่มักจะเป็นที่อยู่อาศัยของราและแมลงซึ่งทำให้ไม้ไผ่เสียหายได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการป้องกันไม้ไผ่จากสิ่งเหล่านี้หากจะนำไม้ไผ่ไปใช้งาน

ฐิติกุล (2540) ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไม้ไผ่ตง จากผลการวิจัยพบว่าไม้ไผ่ตงเขียวมีค่าเฉลี่ยความชื้นที่สภาพสดตามธรรมชาติเท่ากับ 46% และความถ่วงจำเพาะที่สภาพแห้งเท่ากับ 0.77 ค่าเฉลี่ยการหดตัวที่สภาพแห้งทางด้านสัมผัส รัศมีและความยาว เท่ากับ 2.53% 1.35% และ 0.21% ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยโมดูลัสแตกหักเท่ากับ 135 เมกะพาสคัล โมดูลัสการยืดหยุ่นเท่ากับ 13,115 เมกะพาสคัล และค่าความเหนียว 676 เมกะพาสคัล ค่าเฉลี่ยความเค้นดึง ความเค้นอัด และความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนเท่ากับ 314 72 และ 14 เมกะพาสคัล ตามลำดับ

Ghavami (2004) ศึกษาสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ 6 ชนิด พร้อมทั้งศึกษาการเคลือบผิวของไม้ไผ่เพื่อป้องกันความชื้น เนื่องจากไม้ไผ่มีข้อเสีย คือ สามารถดูดซึมน้ำได้ จากการศึกษาพบว่า อัตราส่วนระหว่างกำลังต่อน้ำหนักของไม้ไผ่มีค่ามากกว่าเหล็กถึง 6 เท่า ปริมาณไม้ไผ่ที่เสริมในคานคอนกรีตและทำให้คานรับน้ำหนักสูงสุดคือ 3% ของหน้าตัดคาน และควรมีการใช้น้ำยาป้องกันการดูดน้ำเคลือบผิวไม้ไผ่

สุวรรณา (2546) ศึกษาความทนทานในภาคสนามของไม้ไผ่ที่ผ่านการป้องกันรักษาเนื้อไม้แบบใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี เพื่อใช้เป็นไม้ค้ำยันในสวนผลไม้ พบว่าไม้ไผ่ที่ผ่านการป้องกันรักษาเนื้อไม้แบบใช้สารเคมีโดยการแช่ในตัวยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ 3 ชนิด ได้แก่ 3% CCA 1% (Antiborer + Antiblue) และ 1% (Devatern + IF 1000) ให้ผลความทนทานในการใช้งานยาวนานกว่าไม้ไผ่ที่ผ่านการป้องกันรักษาเนื้อไม้แบบไม่ใช้สารเคมี โดยการแช่ในน้ำนิ่งและการแช่ในน้ำไหล

สำหรับงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะศึกษาการพัฒนากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ โดยวิธีการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี เพื่อหาแนวทางในการยืดอายุการใช้งานของไม้ไผ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับใช้ในงานโครงสร้าง เพื่อการยืดอายุการใช้งานของไม้ไผ่ให้ยาวนานขึ้น

4.วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงาน 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นศึกษาการพัฒนากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ที่ใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี และขั้นตอนที่สองเป็นการทดสอบสมบัติของไม้ไผ่ ได้แก่ กำลังดึง กำลังอัด และศึกษาสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน โดยไม้ไผ่ที่ทำการศึกษามี 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก ซึ่งในกระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยใช้สารเคมี ได้ทำศึกษาการแช่ไม้ไผ่ในน้ำยาเคมี 2 ชนิด ได้แก่ น้ำยาเคมีผสมของ Boric acid กับ Borax ที่มีความเข้มข้น 3, 5 และ 8% โดยน้ำหนัก และน้ำยาเคมี Copper Chrome Boron (CCB) ที่มีความเข้มข้น 3, 5 และ 8% โดยน้ำหนัก สำหรับกระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยไม่ใช้สารเคมี มี 2 วิธี ได้แก่ การแช่น้ำและการย่างไฟ

ผลการทดสอบสมบัติต่างๆ ของไม้ไผ่ทั้ง 3 ชนิด ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยวิธีการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี จะถูกนำมาวิเคราะห์ผลเพื่อเปรียบเทียบกับไม้ไผ่ชุดควบคุมที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

4.1 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีใช้ในงานวิจัย

4.1.1 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

1) ไม้ไผ่ที่นำมาทดสอบ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก ซึ่งมาจากแหล่งเดียวกันคือ อ.เมือง จ.ตาก

2) สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำยาเคมี ได้แก่

- กรดบอริก (Boric acid, H_3BO_3) AR grade ความบริสุทธิ์ 99.5 %

- บอแรกซ์ (Borax) หรือ โซเดียมเตตราบอเรต (Sodium tetraborate, $Na_2B_4O_7$) AR grade ความบริสุทธิ์ 99.5%

- โซเดียมไดโครเมต (Sodium dichromate, $Na_2Cr_2O_7$) เกรดสำหรับห้องปฏิบัติการ ความบริสุทธิ์ 99.0%

- คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper (II) sulphate anhydrous, $CuSO_4$) AR grade ความบริสุทธิ์ 99.0%

4.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

อุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับงานวิจัยนี้ ได้แก่ เครื่องชั่งน้ำหนักสาร เตาไฟฟ้า กล่องพลาสติกสำหรับบรรจุน้ำยาเคมี เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ สว่านเจาะ เครื่องวัดความชื้น อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine (UTM) และเครื่อง Scanning electron microscope (SEM)

4.2 วิธีเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมีของไม้ไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก

โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 กระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยไม่ใช้สารเคมี มี 2 วิธี ได้แก่ การแช่น้ำและการย่างไฟ

4.2.1.1 การแช่น้ำ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ใส่น้ำประปาลงในกล่องพลาสติก ปริมาตร 20 ลิตร

2. นำไม้ไผ่ที่ผ่าซีกหรือตัดเป็นปล้องแล้ว จุ่มแช่ลงในน้ำที่บรรจุในกล่องพลาสติก และจัดเรียงไม้ไผ่แต่ละ

ชิ้นให้จมอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ดังรูปที่ 1 โดยแยกตามชนิดของไม้ไผ่

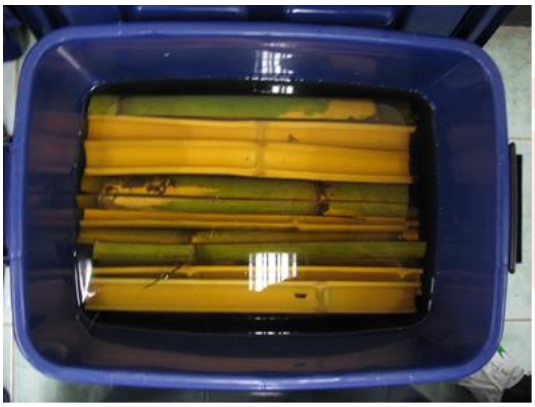
3. ปิดฝากล่องพลาสติกให้สนิท พร้อมทั้งบันทึกวัน และเวลาที่เริ่มทำการทดลอง

4. เปลี่ยนน้ำในกล่องพลาสติกทุกๆ 5 วัน เพื่อป้องกันการเหม็นเน่าของไม้ไผ่ที่เกิดจากการหมักของเชื้อจุลินทรีย์

5. ยกไม้ไผ่ขึ้นจากน้ำเมื่อแช่ไม้ไผ่จนครบ 30 วัน

6. ผึ่งไม้ไผ่จนแห้งในกระแสอากาศแห้ง จนมีความชื้นไม่เกิน 20 % ซึ่งตรวจสอบโดยเครื่องวัดความชื้น

7. นำไม้ไผ่ที่ผึ่งจนแห้ง ไปเตรียมเป็นชิ้นงานเพื่อทดสอบกำลังดึง และกำลังอัด



รูปที่ 1 ไม้ไผ่ที่ทำการเพิ่มความคงทนโดยการแช่น้ำ

รูปที่ 2 การตรวจวัดอุณหภูมิของไม้ไผ่ขณะย่างไฟ

4.2.1.2 การย่างไฟ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ตัดไม้ไผ่ให้เป็นลำยาวประมาณ 1-2 เมตร ตรวจวัดค่าความชื้นไม้ไผ่แต่ละชิ้นก่อนการย่างไฟด้วยเครื่องวัดความชื้น

2. นำไม้ไผ่แต่ละชนิดมาเรียงบนที่ย่างไฟที่ให้ความร้อนด้วยถ่านไม้ และควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 100–120 °C โดยใช้ปืนวัดอุณหภูมิตรวจวัดค่าความร้อนในการย่างไฟ ดังรูปที่ 2

3. พลิกลำไม้ไผ่กลับไปกลับมาอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ความร้อนกระจายอย่างทั่วถึงตลอดทั้งลำปล้องไม้ไผ่ โดยระวังไม่ให้ไม้ไผ่ไหม้ สังเกตจากสีผิวไม้ไผ่เริ่มเป็นสีน้ำตาลเข้ม

4. ค่อยๆ ย่างไม้ไผ่จนกระทั่งไม้ไผ่แห้งสนิท ซึ่งไม้ไผ่แต่ละชนิดจะใช้เวลาในการย่างไฟไม่เท่ากัน

5. ตรวจวัดระดับความชื้นของไม้ไผ่ด้วยเครื่องวัดความชื้น โดยให้มีค่าความชื้นไม่เกิน 20 %

6. นำไม้ไผ่ที่ผ่านการย่างไฟจนแห้ง ไปเตรียมเป็นชิ้นงานเพื่อทดสอบกำลังดึง และกำลังอัด

4.2.2 วิธีการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยใช้สารเคมี

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยใช้สารเคมี ได้แก่ การแช่ไม้ไผ่ในน้ำยาเคมีที่เตรียมขึ้น 2 ชนิด คือ น้ำยา Boric Borax และน้ำยา Copper Chrome Boron หรือ CCB ที่มีความเข้มข้น 3, 5 และ 8%

4.2.2.1 การแช่น้ำยา Boric Borax มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

ก. วิธีการเตรียมน้ำยา Boric Borax

1. ชั่งน้ำหนักสาร Boric acid และ Borax ในปริมาณที่ต้องการเตรียมที่ความเข้มข้น 3, 5 และ 8% โดยน้ำหนัก

2. เติมน้ำลงในกล่องพลาสติกที่บรรจุสารเคมีที่ชั่งน้ำหนักแล้ว ประมาณ 5 ลิตร คนให้สารละลายในน้ำ สำหรับ Boric acid ซึ่งเป็นผลึกของแข็งที่ละลายในน้ำได้ยากกว่า Borax อาจต้องใช้ความร้อนช่วยให้การละลายดีขึ้น โดยการต้มที่อุณหภูมิประมาณ 50 °C ก่อนนำไปผสมกับ Borax

3. คนสารละลาย Boric acid และ Borax ให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรของน้ำยาเคมี โดยการเติมน้ำให้ครบ 20 ลิตร เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของน้ำยาเคมีตามที่ต้องการ

ข. วิธีการแช่ไม้ไผ่ในน้ำยา Boric Borax

1. นำปล้องไม้ไผ่หรือซีกไม้ไผ่ที่ผ่าแล้ว จุ่มแช่ลงในน้ำยา Boric Borax ที่บรรจุในกล่องพลาสติก โดยจัดเรียงไม้ไผ่แต่ละชิ้นให้จมอยู่ใต้ระดับน้ำยาเคมี โดยแยกตามชนิดของไม้ไผ่ ดังรูปที่ 3

2. ปิดฝากล่องพลาสติกให้สนิท และบันทึกวันเวลาที่เริ่มทำการทดลอง

3. ตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาเคมีอย่างสม่ำเสมอ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยรักษาระดับค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาเคมีให้เท่ากับตอนเริ่มต้น หากตรวจพบว่ามีค่าต่ำกว่าเดิมจึงค่อยๆ เติมสารเคมีลงไปเพื่อปรับให้ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาเคมีคงเดิม

4. ยกไม้ไผ่ขึ้นจากน้ำยา Boric Borax เมื่อแช่ไม้ไผ่จนครบ 14 วัน

5. นำไม้ไผ่ไปผึ่งให้แห้งในกระแสอากาศแห้ง จนมีความชื้นไม่เกิน 20 % ซึ่งตรวจสอบโดยเครื่องวัดความชื้น ก่อนนำไปเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบกำลังดึงและกำลังอัด

4.2.2 การแช่น้ำยา Copper Chrome Boron

ก. วิธีการเตรียมน้ำยา CCB

สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำยา CCB มี 3 ชนิด ได้แก่ Boric acid Copper sulphate และ Sodium dichromate โดยมีขั้นตอนในการเตรียม ดังนี้

1. ชั่งน้ำหนักสาร Boric acid Copper sulphate และ Sodium dichromate ในอัตราส่วน 1.5 : 3 : 4 โดยให้มีความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยน้ำหนัก

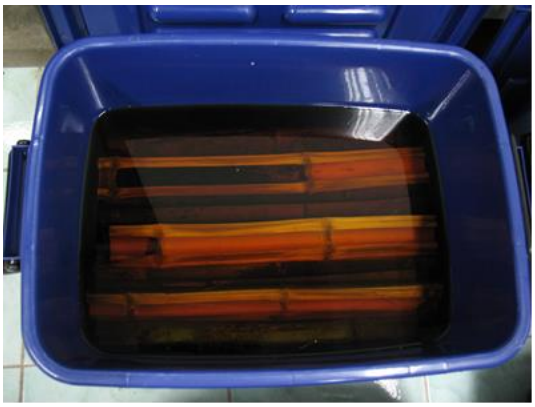
2. เติมน้ำลงในกล่องพลาสติกที่บรรจุสารเคมีทั้ง 3 ชนิดที่ชั่งน้ำหนักแล้ว ประมาณ 5 ลิตร คนให้สารเคมีแต่ละชนิดละลายในน้ำ สำหรับ Boric acid ซึ่งละลายในน้ำได้ยากกว่า Copper sulphate และ Sodium dichromate อาจต้องใช้ความร้อนช่วยให้การละลายดีขึ้น โดยการต้มที่อุณหภูมิประมาณ 50 °C ก่อนนำไปผสมกับสารละลายอีก 2 ชนิด

3. นำสารละลายทั้ง 3 ชนิดมาผสมให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรน้ำยาเคมีให้มีปริมาตร 20 ลิตร เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของน้ำยา CCB ตามที่ต้องการ

ข. วิธีการแช่ไม้ไผ่ในน้ำยา CCB

นำไม้ไผ่มาแช่ในน้ำยา CCB โดยทำวิธีเดียวกับการแช่ในน้ำยา Boric Borax ดังแสดงในรูปที่ 4

รูปที่ 3 ไม้ไผ่ที่ทำการเพิ่มความคงทนโดยการแช่น้ำยาBoric Borax



รูปที่ 4 ไม้ไผ่ที่ทำการเพิ่มความคงทนโดยการแช่น้ำยา CCB

4.3 การทดสอบกำลังดึงของไม้ไผ่

การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบกำลังดึงของไม้ไผ่ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. นำไม้ไผ่มาผ่าซีก ให้ได้ขนาดตามต้องการ คือ กว้างประมาณ 2-3 cm

2. ผ่าเปลือกไม้ไผ่ออกทั้งสองข้าง โดยให้มีความหนา 2-4 mm

3. วัดระยะจากจุดกึ่งกลางไม้ 5 cm ที่ไม่ใช่บริเวณที่เป็นข้อปล้อง เพื่อทดเป็นพื้นที่ทดสอบกำลังดึง

4. วัดขนาดพื้นที่ โดยวัดความกว้างและความหนา อย่างละ 3 ค่า เพื่อหาค่าเฉลี่ย โดยไม้ไผ่แต่ละชนิดใช้ชิ้นทดสอบอย่างน้อยชนิดละ 15 ชิ้น

5. นำไม้ไผ่ไปทดสอบกำลังดึง โดยเครื่อง UTM ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 ลักษณะของไม้ไผ่ขณะทดสอบกำลังดึง

รูปที่ 6 ลักษณะของไม้ไผ่ขณะทดสอบกำลังอัด

4.4 การทดสอบกำลังอัดของไม้ไผ่

การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบกำลังอัดของไม้ไผ่ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ตัดปล้องไม้ไผ่ให้มีความยาวปล้องละ 15 cm

2. วัดระยะเส้นผ่าศูนย์กลางภายในและภายนอกของปล้องไม้ไผ่ด้วยเวอร์เนียร์ อย่างละ 3 ค่า เพื่อหาค่าเฉลี่ย และคำนวณขนาดพื้นที่สำหรับรับกำลังอัด โดยไม้ไผ่แต่ละชนิดจะใช้ชิ้นทดสอบอย่างน้อย ชนิดละ 3 ชิ้น

3. นำไม้ไผ่ไปทดสอบกำลังอัดโดยเครื่อง UTM ดังรูปที่ 6

4.5 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่

4.5.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ที่เกิดจากเชื้อราและแมลงทำลายไม้

ไม้ไผ่ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนภายหลังจากการผึ่งให้แห้งในกระแสอากาศแห้ง ไม้ไผ่บางส่วนได้ถูกนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสีผิวอันเนื่องมาจากการเกิดเชื้อรา และการตรวจสอบรอยเจาะบนเนื้อไม้ที่เกิดจากแมลงทำลายไม้ โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวภายหลังจากที่เก็บไม้ไผ่ไว้ในสภาวะปกติ เป็นเวลา 3 เดือน แล้วจึงเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงของไม้ไผ่ทุกชนิดที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

4.5.2 การศึกษาสัณฐานวิทยาของไม้ไผ่โดยเครื่อง Scanning electron microscope (SEM) และการวิเคราะห์ปริมาณธาตุด้วยเครื่อง Energy-dispersive X-ray microanalyser (EDX)

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสัณฐานวิทยาของไม้ไผ่โดยใช้เครื่อง SEM ซึ่งเป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุบนโครงสร้างของไม้ไผ่ด้วยเครื่อง EDX โดยทำการทดสอบในภาวะสุญญากาศต่ำโดยที่ผิวชิ้นงานไม่แตกหรือยุบตัว ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

JiTR Journal of Innovative

รูปที่ 7 ลักษณะชิ้นงานไม้ไผ่
เพื่อศึกษาสัณฐานวิทยาโดยเครื่อง SEM

1. ผ่าไม้ไผ่ให้เป็นแท่งเล็กๆ กว้างประมาณ 3 มม. หนา 2 มม. และยาว 2 ซม.

2. นำแท่งไม้ไผ่ไปแช่ในไนโตรเจนเหลวประมาณ 40 วินาที แล้วนำมาหักเป็นชิ้นเล็กๆ โดยมีความยาวประมาณ 3 มม.

3. นำชิ้นงานไม้ไผ่ที่หักแล้ว ซึ่งมีขนาด ความกว้าง x ความยาว x ความหนา เท่ากับ 3 มม. X 3 มม. x 2 มม. มาวางเรียงไว้บน stub ดังรูปที่ 7 โดยบันทึกตำแหน่งของชิ้นงานไม้ไผ่แต่ละชนิด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 56 °C เป็นเวลา 20 ชม. เพื่อไล่ความชื้น

4. นำ stub ที่มีชิ้นงานไม้ไผ่ในข้อ 3 ไปเคลือบผิวด้วยทองคำ เป็นเวลา 60 วินาที ด้วยเครื่อง Gold sputter coater แล้วจึงนำไปถ่ายภาพแสดงสัณฐานวิทยาของไม้ไผ่และวิเคราะห์ปริมาณธาตุ ด้วยเครื่อง SEM และเครื่อง EDX ตามลำดับ

5. วิเคราะห์ภาพสัณฐานวิทยาจากเครื่อง SEM และหาปริมาณธาตุจากสเปกตรัมรังสีเอกซ์ที่ได้จากเครื่อง EDX

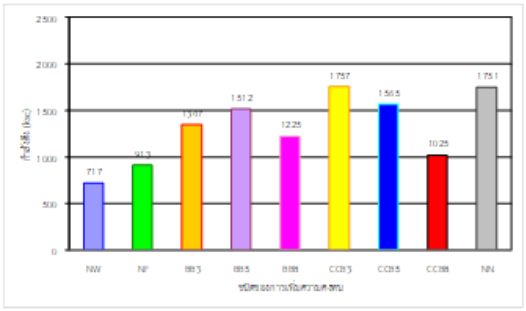
5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการทดสอบกำลังดึงของไม้ไผ่

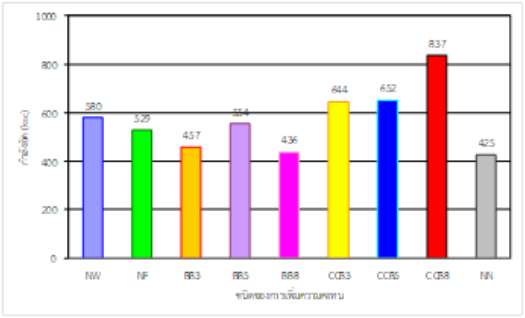
การทดสอบกำลังดึงของไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนและที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบกำลังดึงจำนวน 15 ตัวอย่างในแต่ละชุดการทดสอบเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย ผลการทดสอบแรงดึงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 8 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการเพิ่มความคงทนมีผลต่อกำลังดึงของไม้ไผ่ โดยกระบวนการแต่ละชนิดมีผลต่อกำลังดึงของไม้ไผ่แต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยพบว่าไม้ไผ่รวกแช่น้ำยา Boric Borax 5% ไม้ไผ่ซางและไม้ไผ่สีสุกแช่น้ำยา CCB 3% มีกำลังดึงสูงกว่าไม้ไผ่ชนิดเดียวกันที่แช่น้ำและไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการ คือ มีค่า 986, 1723 และ 1757 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบกำลังดึงของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

กระบวนการเพิ่มความคงทน	สัญลักษณ์	กำลังดึง (กก./ตร.ซม.)		
		ไม้ไผ่ซาง	ไม้ไผ่รวก	ไม้ไผ่สีสุก
แช่น้ำ	NW	1110	890	717
ย่างไฟ	NF	2072	640	913
แช่น้ำยา Boric Borax 3%	BB3	1695	725	1347
แช่น้ำยา Boric Borax 5%	BB5	1701	986	1512
แช่น้ำยา Boric Borax 8%	BB8	1059	525	1225
แช่น้ำยา CCB 3%	CCB3	1723	862	1757
แช่น้ำยา CCB 5%	CCB5	1309	642	1565
แช่น้ำยา CCB 8%	CCB8	946	774	1025
ไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการ	NN	1582	881	1751



รูปที่ 8 กำลังดึงของไม้ไผ่สีสุกที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน



รูปที่ 9 กำลังอัดของไม้ไผ่ซางที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกำลังอัดของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

กระบวนการเพิ่มความคงทน	สัญลักษณ์	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)		
		ไม้ไผ่ซาง	ไม้ไผ่รวก	ไม้ไผ่สีสุก
แช่น้ำ	NW	580	211	439
ย่างไฟ	NF	529	592	277
แช่น้ำยา Boric Borax 3%	BB3	457	249	244
แช่น้ำยา Boric Borax 5%	BB5	554	297	461
แช่น้ำยา Boric Borax 8%	BB8	436	429	410
แช่น้ำยา CCB 3%	CCB3	644	192	514
แช่น้ำยา CCB 5%	CCB5	652	172	525
แช่น้ำยา CCB 8%	CCB8	837	311	464
ไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการ	NN	425	394	402

5.2 ผลการทดสอบกำลังอัดของไม้ไผ่

การทดสอบกำลังอัดของไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนและที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบกำลังดึงจำนวน 3 ตัวอย่างในแต่ละชุดการทดสอบเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย ผลการทดสอบแรงอัดดังตารางที่ 2 และรูปที่ 9 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการเพิ่มความคงทนมีผลต่อกำลังอัดของไม้ไผ่ โดยกระบวนการแต่ละชนิดมีผลต่อกำลังอัดของไม้ไผ่แต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยพบว่า ไม้ไผ่รวกแช่น้ำยา Boric Borax 8% ไม้ไผ่สีสุกแช่น้ำยา CCB 5% และไม้ไผ่ซางแช่น้ำยา CCB 8% มีกำลังอัดสูงกว่าไม้ไผ่ชนิดเดียวกันที่แช่น้ำ และไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการ คือ มีค่า 429, 525 และ 837 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ

5.3 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่

ในการศึกษาสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก จากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อไม้ที่มาจากการเกิดเชื้อราและลักษณะรอยเจาะเข้าทำลายเนื้อไม้ของแมลงภายหลังจากเก็บไม้ไผ่ไว้ในสภาวะปกติเป็นระยะเวลา 3 เดือน รวมถึงการศึกษาสัณฐานวิทยา

ของไม้ไผ่ ที่แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของไม้ไผ่โดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM และการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุในโครงสร้างของไม้ไผ่ด้วยเครื่อง EDX ได้ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล ดังนี้

5.3.1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อไม้ที่เกิดจากเชื้อราและการทำลายเนื้อไม้เนื่องจากแมลง

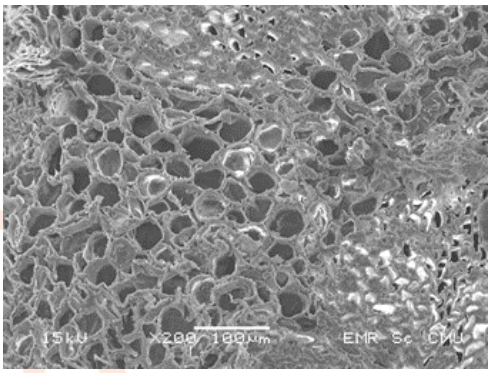
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อไม้ไผ่ที่เกิดจากเชื้อราและการทำลายเนื้อไม้เนื่องจากแมลง พิจารณาได้จากปริมาณของพื้นที่ผิวไม้ไผ่ที่การเกิดเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพดังกล่าวโดยคิดเป็นร้อยละของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเทียบกับพื้นที่ผิวทั้งหมดของไม้ไผ่ชางไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุกที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 3 และรูปที่ 10

5.3.2 ผลการศึกษาสัณฐานวิทยาของไม้ไผ่ด้วยเครื่อง SEM และผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุต่างๆ บนโครงสร้างไม้ไผ่ด้วยเครื่อง EDX

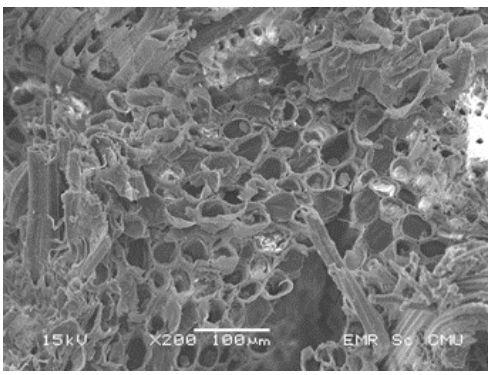
สัณฐานวิทยาของไม้ไผ่ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM ซึ่งแสดงถึงลักษณะโครงสร้างของไม้ไผ่ในแนวขนานเส้นใย และภาคตัดขวางของไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนเพิ่มความคงทนโดยกระบวนการต่างๆ เทียบกับไม้ไผ่ชุดควบคุมที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน ดังรูปที่ 11 และรูปที่ 12แสดงตัวอย่างสัณฐานวิทยาของไม้ไผ่รวกที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยการแช่น้ำยา Boric Borax และการแช่น้ำยา CCB ตามลำดับ

สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุต่างๆ บนโครงสร้างไม้ไผ่ด้วยเครื่อง EDX แสดงดังตารางที่ 4

รูปที่ 10 ลักษณะรอยเจาะของแมลงบนเนื้อไม้ไผ่สีสุกที่ไม่ผ่านกระบวนการ



รูปที่ 11 ลักษณะโครงสร้างภาคตัดขวางของไม้ไผ่รวกที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนจากการแช่น้ำยา Boric Borax 8% โดยเครื่อง SEM



รูปที่ 12 ลักษณะโครงสร้างภาคตัดขวางของไม้ไผ่รวกที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนจากการแช่น้ำยา CCB 8% โดยเครื่อง SEM

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความทนคงในช่วงเวลา 3 เดือน

ชนิดของไม้ไผ่	กระบวนการเพิ่มความคงทน	ปริมาณการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ (%)	
		การเกิดเชื้อรา	การทำลายของแมลง
ไม้ไผ่ซาง	NW	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	NF	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB 3%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB5%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB8%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 3%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 5%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 8%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	NN	ไม่ตรวจพบ	1 %
ไม้ไผ่รวก	NW	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	NF	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB 3%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB5%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB8%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 3%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 5%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 8%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	NN	ไม่ตรวจพบ	1 %
ไม้ไผ่สีสุก	NW	ไม่ตรวจพบ	3 %
	NF	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB 3%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB5%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB8%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 3%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 5%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 8%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	NN	ไม่ตรวจพบ	15 %

JIR Journal of Innovative

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุต่างๆ บนโครงสร้างไม้ไผ่ด้วยเครื่อง EDX

ชนิดของไม้ไผ่	กระบวนการเพิ่มความคงทน	ปริมาณธาตุที่ตรวจพบ (weight %)					
		B	C	O	Na	Cr	Cu
ไม้ไผ่ซาง	NW	0.0	55.0	44.9	0.0	0.0	0.0
	NF	0.0	54.3	45.6	0.0	0.0	0.0
	BB 8%	14.5	53.4	31.6	0.3	0.0	0.0
	CCB8%	6.4	53.2	37.6	0.1	0.6	2.1
	NN	0.0	54.8	45.1	0.0	0.0	0.0
ไม้ไผ่รวก	NW	0.0	53.4	46.5	0.0	0.0	0.0
	NF	0.0	52.2	47.7	0.0	0.0	0.0
	BB 8%	14.1	54.5	31.1	0.1	0.00	0.0
	CCB 8%	4.3	53.1	37.5	0.3	1.2	3.4
	NN	0.0	52.1	47.8	0.0	0.0	0.0
ไม้ไผ่สีสุก	NW	0.00	53.8	46.1	0.0	0.0	0.0
	NF	0.00	53.3	46.6	0.0	0.0	0.0
	BB8%	14.4	54.9	30.5	0.1	0.0	0.0
	CCB 8%	4.4	49.5	40.1	0.2	1.8	4.0
	NN	0.00	53.1	46.8	0.0	0.0	0.0

JIR Journal of Innovative

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบสมบัติต่างๆ ของไม้ไผ่ทั้ง 3 ชนิด คือ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยใช้สารเคมี ได้แก่ การแช่น้ำยา Boric Borax และน้ำยา CCB ที่มีความเข้มข้น 3 % 5% และ 8 % กับวิธีไม่ใช้สารเคมี ได้แก่ การแช่น้ำและการย่างไฟ เปรียบเทียบกับไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน ดังแสดงผลในตารางที่ 1-4 สามารถอภิปรายผลได้ตามหัวข้อต่างๆ ดังนี้

6.1 กำลังดึงของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

จากผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าไม้ไผ่แต่ละชนิดมีกำลังดึงที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกำลังดึงของไม้ไผ่แต่ละชนิดที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนกับไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนที่ไม่ใช้สารเคมี ได้แก่การแช่น้ำและการย่างไฟ พบว่า ไม้ไผ่ซางย่างไฟมีกำลังดึงเพิ่มขึ้น (2,072 กก./ตร.ซม.) ขณะที่ไม้ไผ่ซางแช่น้ำกลับมีกำลังดึงลดลง (1,110 กก./ตร.ซม.) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่ซางที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (1,582 กก./ตร.ซม.) ซึ่งผลดังกล่าวตรงกันข้ามกับไม้ไผ่รวกย่างไฟที่มีกำลังดึงลดลง (640 กก./ตร.ซม.) ขณะที่ไม้ไผ่รวกแช่น้ำกลับมีกำลังดึงเพิ่มขึ้น (890 กก./ตร.ซม.) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (881 กก./ตร.ซม.) นอกจากนี้ไม้ไผ่สีสุกที่ผ่านการแช่น้ำและย่างไฟมีกำลังดึงลดลง (717 และ 913 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนใดๆ (1,751 กก./ตร.ซม.)

สำหรับไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยใช้สารเคมี พบว่ากำลังดึงของไม้ไผ่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ไผ่และวิธีการเพิ่มความคงทนที่แตกต่างกัน โดยพบว่าไม้ไผ่ซางที่แช่ด้วยน้ำยา Boric Borax ที่ความเข้มข้น 3 % 5 % และน้ำยา CCB 3 % มีกำลังดึงเพิ่มขึ้น (1,695 1,701 และ 1,723 กก./ตร.ซม.

ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่ซางที่ไม่ผ่านกระบวนใดๆ (1,582 กก./ตร.ซม.) ขณะที่ไม้ไผ่ซางที่แช่ด้วยน้ำยา Boric Borax และน้ำยา CCB ที่ความเข้มข้นอื่นๆ มีกำลังดึงลดลง สำหรับไม้ไผ่รวกที่แช่น้ำยา Boric Borax ที่ความเข้มข้น 5 % เท่านั้นที่มีกำลังดึงเพิ่มขึ้น (986 กก./ตร.ซม.) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนใดๆ (881 กก./ตร.ซม.) ส่วนที่ความเข้มข้นอื่นๆ มีกำลังดึงลดลง ขณะที่ไม้ไผ่สีสุกแช่น้ำยา CCB ที่ความเข้มข้น 3 % เท่านั้นที่มีกำลังดึงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (1,757 กก./ตร.ซม.) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนใดๆ (1,751 กก./ตร.ซม.) ส่วนที่ความเข้มข้นอื่นๆ มีกำลังดึงลดลง

6.2 กำลังอัดของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

จากผลการทดสอบดังตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาสมบัติด้านกำลังอัดของไม้ไผ่แต่ละชนิดแล้ว จะเห็นว่าคล้ายกับการอภิปรายผลของกำลังดึงของไม้ไผ่ โดยพบว่ากำลังอัดของไม้ไผ่มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ไผ่และวิธีการเพิ่มความคงทนที่แตกต่างกันพบว่า ไม้ไผ่ซางที่ผ่านการแช่น้ำและย่างไฟ มีกำลังอัดเพิ่มขึ้น (580 และ 529 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ) จากไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนใดๆ (425กก./ตร.ซม.) ทั้งนี้เนื่องจากการย่างไฟเป็นการไล่ความชื้นในไม้ไผ่ซางให้ลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เส้นใยของไม้ไผ่ซางจัดเรียงตัวชิดกันมากขึ้น มีความเหนียวมากขึ้น ส่งผลให้กำลังอัดเพิ่มขึ้น ซึ่งไม้ไผ่รวกย่างไฟก็ให้ผลคล้ายกันคือมีกำลังอัดเพิ่มขึ้น (592 กก./ตร.ซม.) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (394 กก./ตร.ซม.) ขณะที่ไม้ไผ่สีสุกย่างไฟให้ผลตรงกันข้ามคือมีกำลังอัดลดลง (277 กก./ตร.ซม.) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่สีสุกที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (402 กก./ตร.ซม.) ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากไม้ไผ่สีสุกเป็นไม้ไผ่ที่มีปล้องขนาดใหญ่ การให้ความร้อนอาจทำให้เส้นใยของไม้ไผ่สีสุกขยายตัวออกจากกันมากกว่าจัดเรียงชิดกันเหมือนไม้ไผ่ซางและไม้ไผ่รวก แต่ทั้งนี้การแช่น้ำกลับทำให้ไม้ไผ่สีสุกมีกำลงอัดเพิ่มขึ้น (439 กก./ตร.ซม.) ขณะที่ไม้ไผ่รวกแช่น้ำกลับมีกำลังอัดลดลง (211 กก./ตร.ซม.) ซึ่งผลดังกล่าวมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่โครงสร้างภายในของไม้ไผ่แต่ละชนิด

เมื่อพิจารณากำลังอัดของไม้ไผ่ทั้ง 3 ชนิดที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยใช้สารเคมี พบว่ากำลังอัดของไม้ไผ่มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ไผ่และวิธีการเพิ่มความคงทนที่แตกต่างกัน โดยพบว่าไม้ไผ่ซางที่แช่ด้วยน้ำยา Boric Borax และน้ำยา CCB ที่ความเข้มข้น 3 % 5 % และ 8% มีกำลังอัดเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับไม้ไผ่ซางที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ ซึ่งผลดังกล่าวคล้ายกับไม้ไผ่สีสุกในทุกกรณี ยกเว้นไม้ไผ่สีสุกที่แช่น้ำยา Boric Borax ที่ความเข้มข้น 3 % โดยมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดที่ (249 กก./ตร.ซม.) ขณะที่ไม้ไผ่รวกมีผลตรงกันข้ามกับไม้ไผ่ซางและไม้ไผ่สีสุก คือ ไม้ไผ่รวกที่แช่น้ำยา Boric Borax ที่ความเข้มข้น 3 % 5 % และน้ำยา CCB ที่ความเข้มข้น 3 % 5 % และ 8% มีกำลังอัดลดลงเมื่อเทียบกับไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนการ ยกเว้นไม้ไผ่รวกที่แช่น้ำยา Boric Borax ที่ความเข้มข้น 8 % มีค่ากำลังอัดสูงที่สุดที่ (429 กก./ตร.ซม.)

6.3 สมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

จากผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ทุกชนิดที่ผ่านกระบวนเพิ่มความคงทนและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนในตารางที่ 3 พบว่าไม่มีการตรวจพบการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อไม้ที่เกิดจากเชื้อราในไม้ไผ่แต่ละชนิด ภายหลังจากการเก็บไว้ในสภาวะปกติเป็นระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าไม้ไผ่ทุกชนิดในทุกกระบวนการที่ทดสอบอยู่ในสภาวะที่มีความชื้นต่ำหรืออยู่ในสภาวะที่แห้งจนเชื้อราไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งสอดคล้องกับช่วงเวลาที่ทำการศึกษาที่เป็นช่วงฤดูหนาวและย่างเข้าสู่ฤดูร้อนอากาศค่อนข้างแห้งและมีความชื้นต่ำ สำหรับการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ที่เกิดจากการเข้าทำลายเนื้อไม้ของแมลงนั้น ได้มีการตรวจพบและสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน ในกรณีของไม้ไผ่สีสุกที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนและที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยการแช่น้ำ โดยเกิดขึ้นร้อยละ 15 และร้อยละ 3 ตามลำดับ ซึ่งรอยเจาะที่ตรวจพบเกิดขึ้นบริเวณข้อปล้องด้านในของลำต้นเป็นส่วนใหญ่และมีผงไม้ที่เกิดขึ้น

เนื่องจากการเจาะของแมลง ดังรูปที่ 10 อกจากนี้ยังพบการเจาะทำลายเนื้อไม้ของแมลงในไม้ไผ่ซางและไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ เพียงเล็กน้อย คิดเป็นร้อยละ 1 ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของไม้ไผ่ที่พิจารณา ซึ่งน้อยกว่าที่พบในไม้ผีสีสุก แต่ในปริมาณการถูกทำลายไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ไผ่

จากข้อมูลในตารางที่ 4 และรูปที่ 11 และรูปที่ 12จะเห็นได้ว่าความสามารถในการดูดซึมสารเคมีของไม้ไผ่และการเกาะติดของสารเคมีบนโครงสร้างไม้ไผ่แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ไผ่ ซึ่งภายหลังจากการนำไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยแช่น้ำยา Boric Borax และน้ำยา CCB ที่ความเข้มข้น 8 % เป็นเวลา 14 วัน มีการตรวจพบธาตุ B, Na, Cr และ Cu บนโครงสร้างไม้ไผ่ โดยพบว่า ไม้ไผ่ซางมีความสามารถในการดูดซึมธาตุ B และธาตุ Na ได้ดีกว่า ไม้ไผ่สีสุกและไม้ไผ่รวก ซึ่งให้ผลคล้ายกับการแช่น้ำยา CCB โดยไม้ไผ่ซางมีการดูดซึมธาตุ B ในน้ำยา CCB ได้ดีกว่าไม้ไผ่สีสุกและไม้ไผ่รวก ขณะที่ไม้ไผ่ซางมีการดูดซึมธาตุ Na ในน้ำยา CCB ได้น้อยกว่าไม้ไผ่สีสุกและไม้ไผ่รวก สำหรับความสามารถในการดูดซึมธาตุ Cr และธาตุ Cu ในน้ำยา CCB พบว่าไม้ไผ่สีสุกสามารถดูดซึมธาตุ Cr และธาตุ Cu ได้ดีกว่าไม้ไผ่รวกและไม้ไผ่ซาง

7. สรุป

จากผลการวิจัยที่ได้ศึกษากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี ทำให้ทราบแนวทางที่เหมาะสมในการยืดอายุการใช้งานของไม้ไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก สำหรับใช้ในงานโครงสร้าง เมื่อพิจารณาผลของกระบวนการเพิ่มความคงทนต่อกำลังดึงและกำลังอัดของไม้ไผ่ 3 ชนิด สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลกระทบของกระบวนการเพิ่มความคงทนต่อกำลังของไม้ไผ่ พบว่าไม้ไผ่ซางและไม้ไผ่สีสุกมีพฤติกรรมที่คล้ายคลึงกัน แต่มีความแตกต่างจากไม้ไผ่รวกอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเกิดจากไม้ไผ่ซางและไม้ไผ่สีสุกเป็นไม้ไผ่ที่มีปล้องขนาดใหญ่และมีรูตรงกลางปล้องขนาดใหญ่ตามไปด้วย ในขณะที่ไม้ไผ่รวก เป็นไม้ไผ่ที่มีขนาดเล็กมีความหนาแน่นของเส้นใยสูง การรับแรงดึงและแรงอัดจึงมีผลแตกต่างกันไปตามลักษณะโครงสร้างภายในของไม้ไผ่

2. เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบกำลังดึงและกำลังอัด โดยไม่คำนึงถึงผลของประสิทธิภาพในการเพิ่มความคงทนพบว่าน้ำยา CCB ที่ความเข้มข้น 3% เหมาะสำหรับใช้ในการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ซางและไม้ไผ่สีสุก และน้ำยา Boric Borax ที่ความเข้มข้น 5% เหมาะสำหรับใช้ในการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่รวก

3. จากผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยวิธีต่างๆ มีประสิทธิภาพในการยืดอายุไม้ไผ่ไม่เท่ากัน ทั้งนี้วิธีการไม่ใช้สารเคมีมีประสิทธิภาพในการยืดอายุไม้ไผ่ได้น้อยกว่าวิธีการใช้สารเคมี

4. ไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยการใช้สารเคมี ได้แก่ การแช่น้ำยา Boric Borax และ น้ำยา CCB พบว่าไม่มีการเข้าทำลายเนื้อไม้ของแมลง โดยน้ำยา CCB จะให้ผลในการป้องกันด้านการเกิดเชื้อราและแมลงทำลายไม้ดีกว่าน้ำยา Boric Borac ทั้งนี้เพราะในน้ำยา CCB มีส่วนประกอบของสารคอปเปอร์ซัลเฟต ซึ่งมีธาตุทองแดงเป็นธาตุองค์ประกอบที่สามารถป้องกันการเกิดเชื้อราและยังมีส่วนผสมของกรดบอริกที่สามารถป้องกันแมลงทำลายไม้ได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผู้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยนี้ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ที่อำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ตลอดจนสถานที่ห้องปฏิบัติการเคมี สำหรับการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] กองส่งเสริมอุตสาหกรรมในครอบครัวกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมฝ่ายส่งเสริมหัตถกรรมไทย.

กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมในครอบครัว. 2528.

[2] ฐิติกุล ภาคคีรี. (2540**). สมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไม้ไผ่ตง**.วิทยานิพนธ์(วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[3] ทองคำ พันนัทธี. (2541). **ไม้ไผ่กับชีวิตไทยวัฒนธรรมไทย.** ป.35 ฉ.12.

[4] ไพวรรณ เล็กอุทัย มยุรี จิตต์แก้ว และ อรุณี วีณิน. (2547).**การป้องกันรักษาไม้ไผ่.** สำนักวิจัยเศรษฐกิจและผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : หจก.อักษรสยามการพิมพ์.

[5] เยาวฤทธิ์ กระตุฤกษ์ (ม.ป.ป.). **การออกแบบเครื่องเรือนในระบบอุตสาหกรรม**. กองบริการอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.

[6] สนม ครุพเมือง. **สารานุกรมของใช้พื้นบ้านไทยในอดีตเขตหัวเมืองฝ่ายเหนือ**. กรุงเทพฯ : บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้ง กรุ๊พ จำกัด.

[7] สุวรรณา อ่ำเผือก. (2550) . **การศึกษาความทนทานในภาคสนามของไม้ไผ่ที่ผ่านการป้องกันรักษาเนื้อไม้แบบใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี เพื่อใช้เป็นไม้ค้ำยันในสวนผลไม้**. (หน้า 726-737). สำนักวิจัยเศรษฐกิจและผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.

[8] Department of Science and Technology, Government of India. (2006), **Preservative of Bamboo**, Training Manual. Ghavami, K. (2004). **Bamboo as Reinforcement inStructural Concrete Elements** (pp 637-649). Cement & Concrete Composites. Vol.27.

[9] Liese, W. (2004), **Preservation of Bamboo Culm in Relation to Its Structure**. Simposio Internacional Guadua.

JITR Journal of Innovative