KKU Res. J. 2012; 17(4):505-514
http : //resjournal.kku.ac.th

การลดเวลาการอบไม้ยางพารา
Drying Time Reduction of Rubberwood

ธเนศ รัตนวิไล[1], กุลยุทธ บุญเซ่ง[2] และ สมชาย ชูโฉม[1]*
Thanate Ratanawilai[1], Kulyuth Boonseng[2] and Somchai Chuchom[1]*

[1] *ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*
[2] *โปรแกรมวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา*
* *Correspondent author: thanate.r@psu.ac.th*

บทคัดย่อ

กระบวนการอบไม้ยางพารามีผลต่อทั้งทางด้านคุณภาพไม้และต้นทุนการผลิตจากระยะเวลาที่ใช้ในการอบ การศึกษากระบวนการอบไม้ยางพาราเพื่อลดระยะเวลาในการอบจึงเป็นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ โดยทำการทดลองในโรงงานกรณีศึกษาโดยอบไม้ยางพาราสำหรับทำเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ที่ผ่านการอัดน้ำยามาแล้ว 3 ขนาด คือไม้หนา 1 นิ้ว (ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว ´x 47.24 นิ้ว) 1.5 นิ้วและ 2 นิ้วตามลำดับ ทำการศึกษาและปรับปรุงตารางการอบไม้เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการหมุนเวียนของอากาศภายในเตาอบเพื่อให้ไม้มีความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 8 พบว่าสามารถลดระยะเวลาการอบไม้ได้สูงสุดถึงร้อยละ 23 หรือ 52 ชม. จากระยะเวลาการอบก่อนปรับปรุง 224 ชม. สำหรับไม้ขนาด 1 นิ้ว ในขณะที่ไม้ขนาด 1.5 นิ้วและ 2 นิ้วมีระยะเวลาการอบลดลงร้อยละ 21.8 และ 15.6 ตามลำดับ ในส่วนคุณภาพของไม้หลังการอบพบว่ามีไม้เสียเนื่องมาจากการอบสูงสุดร้อยละ 1.4 สำหรับไม้หนา 2 นิ้ว โดยยังคงต่ำกว่าร้อยละ 2 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้ทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม

Abstract

Rubberwood drying process significantly affects both quality and production cost in term of time required. The study of drying process to decrease the drying time is the main objective of this research. The experiments were conducted in a case-study factory. Three sizes of preserved rubberwood lumber for making furniture and equipment were selected. The thicknesses of the lumber were 1 inch (1inch x 1 inch x 47.24 inches), 1.5 and 2 inches, respectively. Drying schedule was analyzed and modified to reduce the moisture content to 8% dry basis by adjusting temperature, relative humidity and air circulation inside the chamber. The results revealed that the maximum drying time of 1 inch thickness lumber was 23%; 52 hours reduction from the current 224 hours. For the 1.5 and 2 inches thickness lumbers, the drying time required was decreased 21.8% and 15.6%, respectively. The defective of the lumber after drying process was found to have 1.4% for a 2 inch thickness lumber which was less than 2% of a standard commonly used in industry.

คำสำคัญ: ไม้ยางพารา กระบวนการอบไม้ เวลาการอบ

Keywords: rubberwood, drying process, drying time

1. บทนำ

ไม้ยางพารานับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญยิ่งของประเทศ สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากมาย เช่น การก่อสร้างที่ต้องการความสวยงามของไม้ ทำเฟอร์นิเจอร์ ลังใส่ของหรือแม้แต่ผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก เช่น ก้านไม้ขีดไฟ เป็นต้น ดังนั้นอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราจึงเป็นอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นที่นิยมทั้งในและต่างประเทศ อย่างไรก็ตามไม้ยางพารานับเป็นทรัพยากรที่มีความทนทานตามธรรมชาติต่ำ ถูกทำลายด้วยแมลง มอดและราได้ง่าย รวมถึงเป็นไม้ที่มีปริมาณแป้งและน้ำตาลสูง จึงกลายเป็นอาหารของพวกแมลงและเชื้อรา ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมไม้ยางพารา การป้องกันการผุพังจากการเข้าทำลายของแมลง เชื้อราและศัตรูทำลายไม้อื่นๆ ด้วยการนำสารประเภทกำจัดเชื้อราและแมลงเพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของไม้ โดยการใช้น้ำยาเคมีซึ่งเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันรักษาเนื้อไม้ให้แทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ได้มากที่สุดและคงทนติดกับเนื้อไม้โดยการอัดน้ำยาด้วยแรงดัน ซึ่งจะช่วยให้น้ำยาเข้าไปในเนื้อไม้ได้ลึกและทั่วถึงภายในเวลาอันรวดเร็ว หากน้ำยาสามารถซึมเข้าไปถึงใจกลางไม้ได้จะเป็นการป้องกันที่ดีที่สุด (1) ผลจากการอัดน้ำยาทำให้ไม้ยางพารามีความชื้นสูงจำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการอบไม้ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไป

การอบไม้ยางพาราเป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพาราเนื่องจากต้องใช้เวลาและพลังงานสูง (2) แต่ผลการศึกษาพบว่ากระบวนการอบยังไม่มีแนวทางการจัดตารางการอบที่ชัดเจนแต่อาศัยความเชี่ยวชาญจากประสบการณ์เท่านั้น เช่นอาศัยการนับจำนวนวันในการอบ โดยเมื่อครบกำหนดตามวันที่ระบุจึงจะทำการเปิดเตาเพื่อนำไม้ออกมาตรวจวัดความชื้น อย่างไรก็ตามหากไม้ที่ทำการตรวจวัดไม่ได้ค่าความชื้นตามที่กำหนด คือ อยู่ในช่วงร้อยละ 8-12 สำหรับไม้ที่นำไปใช้ทำเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ (ไม้ AB) และร้อยละ 15 สำหรับไม้ที่ใช้ทำไม้รองหรือไม้ลังรองอุปกรณ์เครื่องจักร (ไม้ P) (3) ก็จะทำการอบต่อไปจนกว่าจะได้ค่าความชื้นไม้ตามต้องการ หรือในบางครั้งอาจใช้การดมกลิ่นหรือการฟังเสียงการเคาะไม้ว่าการอบผ่านหรือไม่ (4) ซึ่งถือได้ว่าเป็นวิธีการที่ไม่เป็นมาตรฐาน ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของไม้โดยตรง เช่นการเกิดการแตก บิด โค้ง โก่งหรืองอ ของชิ้นไม้หลังการอบ นอกจากนี้ยังอาจส่งผลกระทบต่อสีของชิ้นไม้ที่โดยทั่วไปต้องการให้ได้สีขาวนวล เพื่อให้ได้คุณภาพไม้ที่ดีในระยะเวลาที่กำหนด (5) การศึกษาเพื่อกำหนดตารางการอบไม้เพื่อควบคุมอัตราการคายตัวของน้ำในชิ้นไม้ยังคงเป็นสิ่งจำเป็นต่ออุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งในส่วนของวิธีการวัดค่าความชื้นไม้โดยต้องทำการเปิดเตาเพื่อนำไม้ออกมาตรวจสอบความชื้น ส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานความร้อน ซึ่งนับเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ระยะเวลาในการอบนานขึ้น ทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายทั้งด้านแรงงานและเวลา นอกจากนี้ยังส่งผลให้จำนวนรอบในการใช้เตาลดลงซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพการอบไม้โดยมุ่งเน้นการลดเวลาที่ใช้ในการอบให้ลดน้อยลงและยังคงได้ไม้ที่มีคุณภาพซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้

2. วิธีการทดลอง

กระบวนการอบไม้ยางพาราส่วนใหญ่ในโรงงานแปรรูปไม้ยางพารามักจะมีตารางการอบที่แตกต่างกันขึ้นกับประสบการณ์ของผู้ควบคุมเป็นหลัก การศึกษาและวิเคราะห์ตารางการอบที่ใช้ในปัจจุบันจึงเป็นสิ่งจำเป็นโดยในงานวิจัยนี้เริ่มต้นด้วยการเก็บข้อมูลการอบของโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราที่ใช้เป็นโรงงานกรณีศึกษา โดยใช้เตาอบในโรงงานขนาด 6 เมตร x 6 เมตร x 7 เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) ให้พลังงานความร้อนด้วยไอน้ำจากหม้อไอน้ำ (Boiler) โดยแหล่งกำเนิดพลังงานจะได้จากวัตถุดิบที่ป้อนเข้าเตาเผาไหม้สองส่วนคือจากไม้ที่เหลือจากการแปรรูปหรือปีกไม้และขี้เลื่อยจากกระบวนการแปรรูป เพื่อทำการอบไม้ยางพารา AB ซึ่งผ่านการอัดน้ำยามาแล้ว 3 ขนาด คือไม้ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว x 47.24 นิ้ว (1.20 เมตร) (หนา x กว้าง x ยาว) หรือ

เรียกตามความหนาของไม้ขนาด 1 นิ้ว 1.5 นิ้วและ 2 นิ้วตามลำดับ ทำการเก็บบันทึกข้อมูลซึ่งครอบคลุมปัจจัยพื้นฐานในการอบ คือ ความชื้นของไม้ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และการหมุนเวียนอากาศภายในเตาอบ สำหรับการวัดความชื้นของไม้ซึ่งจากเดิมจะทำการตรวจสอบก่อนนำไม้ออกจากเตาเพียง 1-2 วัน (4) ทำให้ไม่สามารถทราบข้อมูลความชื้นของไม้ตลอดการอบได้ เนื่องจากไม่ต้องการเปิดและปิดเตาบ่อยๆ ในการดึงชิ้นไม้ตัวอย่างออกมาทำการวัด เพราะนอกจากจะเสียเวลาและแรงงานแล้วยังสูญเสียพลังงานความร้อนไปด้วย นอกจากนี้จำนวนชิ้นตัวอย่างก็มีไม่เพียงพอเนื่องจากสามารถดึงเอาตัวอย่างไม้ได้จากบริเวณใกล้กับประตูเท่านั้น ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการปรับปรุงวิธีการตรวจสอบค่าความชื้นโดยใช้สายไฟตอกลงไปบนชิ้นไม้ตัวอย่างโดยมีการกระจายตัวอย่างไม้ครอบคลุมทั้งเตาอบแล้วทำการลากสายออกมาหน้าเตาอบ เมื่อต้องการวัดค่าความชื้นก็เพียงใช้เครื่องมือวัดมาทำการวัดค่าและบันทึกค่าได้โดยไม่ต้องเปิด-ปิดเตา ทำให้สามารถบันทึกค่าความชื้นได้ตั้งแต่เริ่มต้นทำการอบ ทั้งนี้ได้ทำการตรวจสอบวิธีการวัดแล้วพบว่าค่าความชื้นที่วัดโดยตรงลงบนเนื้อไม้และการวัดผ่านสายไฟให้ค่าที่ไม่แตกต่างกัน สำหรับการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในเตาอบ จะทำการวัดโดยใช้บอร์ด AP-104 ของบริษัทศิลารีเสิร์ช จำกัด ซึ่งสามารถวัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศได้พร้อมกันทั้งสองค่า นอกจากนี้ยังใช้เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer) เพื่อตรวจสอบอัตราการไหลเวียนของลมภายในเตาอบซึ่งจะต้องมีการไหลเวียนที่สม่ำเสมอ ผลจากการเก็บข้อมูลการอบที่ใช้ในปัจจุบันจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงตารางการอบตามแต่ขนาดของไม้ ทำการทดลองตามตารางการอบที่ปรับปรุง ตรวจสอบสภาพไม้หลังการอบพร้อมทั้งเปรียบเทียบผลที่ได้ทั้งจากการอบก่อนและหลังปรับปรุงเพื่อสรุปแนวทางการปรับปรุงตารางการอบไม้เพื่อลดเวลาในการอบและคงคุณภาพของไม้ไม่เกินค่าที่ยอมรับในอุตสาหกรรม ซึ่งจะช่วยลดพลังงานในการอบไม้และจะช่วยลดต้นทุนการผลิต (6)

3. วิธีการอบไม้ในปัจจุบัน

การอบไม้เป็นการทำให้ไม้มีความชื้นตามที่ต้องการโดยการขับน้ำที่มีอยู่ในไม้ออกมาในอัตราที่ไม่ทำให้ไม้เสีย ซึ่งการระเหยของน้ำจะเริ่มขึ้นที่ผิวก่อนโดยที่น้ำที่อยู่ในส่วนที่ลึกเข้าไปในเนื้อไม้จะเริ่มเคลื่อนที่ออกมาสู่ผิวนอกแล้วระเหยออกไปสู่อากาศเป็นไปดังนี้เรื่อยๆ จนกระทั่งไม้นั้นมีปริมาณความชื้นเท่าๆ กับความชื้นของบรรยากาศที่อยู่ในห้องอบก็จะไม่มีการระเหยของน้ำจากไม้อีก จุดที่ไม้ไม่มีการคายความชื้นหรือดูดความชื้นนี้เรียกว่า ไม้มีปริมาณความชื้นสมดุลย์ (Equilibrium Moisture Content; EMC) (7) จากการศึกษาวิธีการอบไม้ยางพาราในโรงงานกรณีศึกษาพบว่าใช้เวลาในการอบไม่น้อยกว่า 9 วัน (216 ชม.) สำหรับไม้ขนาด 1 นิ้ว ใช้เวลา 12 วัน (288 ชม.) และ 14 วัน (336 ชม.) สำหรับไม้ขนาด 1.5 นิ้วและ 2 นิ้วตามลำดับ โดยมีตัวอย่างตารางการอบไม้ขนาด 1 นิ้วแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งเริ่มต้นการอบที่อุณหภูมิ 70°C โดยไม่มีการสเปรย์ไอน้ำตลอดระยะเวลาในการอบ สำหรับในวันที่สองของการอบจะเริ่มมีการเปิดปล่องระบาย (Damper) เป็นระยะเวลา 3 นาทีและปิดอีก 6 นาทีทำสลับกันอย่างต่อเนื่องจนได้ไม้ที่มีความชื้นตามที่กำหนด ขณะที่มีการเปิดพัดลมให้หมุนกลับทิศทางทุกๆ 3 ชั่วโมงที่ความเร็วลมเฉลี่ยทั่วห้อง 3-5 เมตร/วินาที เมื่ออบไม้ไปถึงวันที่ 8 จึงนำไม้ออกมาตรวจสอบค่าความชื้นหากยังไม่ได้จะทำการอบต่อไปตามเงื่อนไขเดิมจนกว่าจะได้ค่าความชื้นที่กำหนด

ผลจากการอบไม้ตามตารางที่ 1 (ก่อนปรับปรุง) สามารถแสดงความความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นภายในเตาอบและความชื้นไม้ได้ดังรูปที่ 1 โดยในช่วงแรกของการอบซึ่งเป็นการขับน้ำนอกผนังเซลล์ออกจากไม้ใช้ระยะเวลาประมาณ 100 ชั่วโมงหรือเกือบครึ่งหนึ่งของระยะเวลาในการอบทั้งหมดเพื่อไล่ความชื้นไม้ให้ลดลงต่ำกว่าร้อยละ 80 (ค่าความชื้นไม้มีค่าคงที่ที่ร้อยละ 80 ในช่วงแรกเป็นผลมาจากข้อจำกัดของเครื่องมือวัดซึ่งวัดค่าได้ในช่วงความชื้นร้อยละ 5-80) จะเห็นว่าสามารถเพิ่มอัตราการถ่ายเทน้ำได้ในระยะเริ่มแรกของการอบเนื่องจากยังไม่ถึงจุดหมาดของไม้ (Fiber Saturation Point;

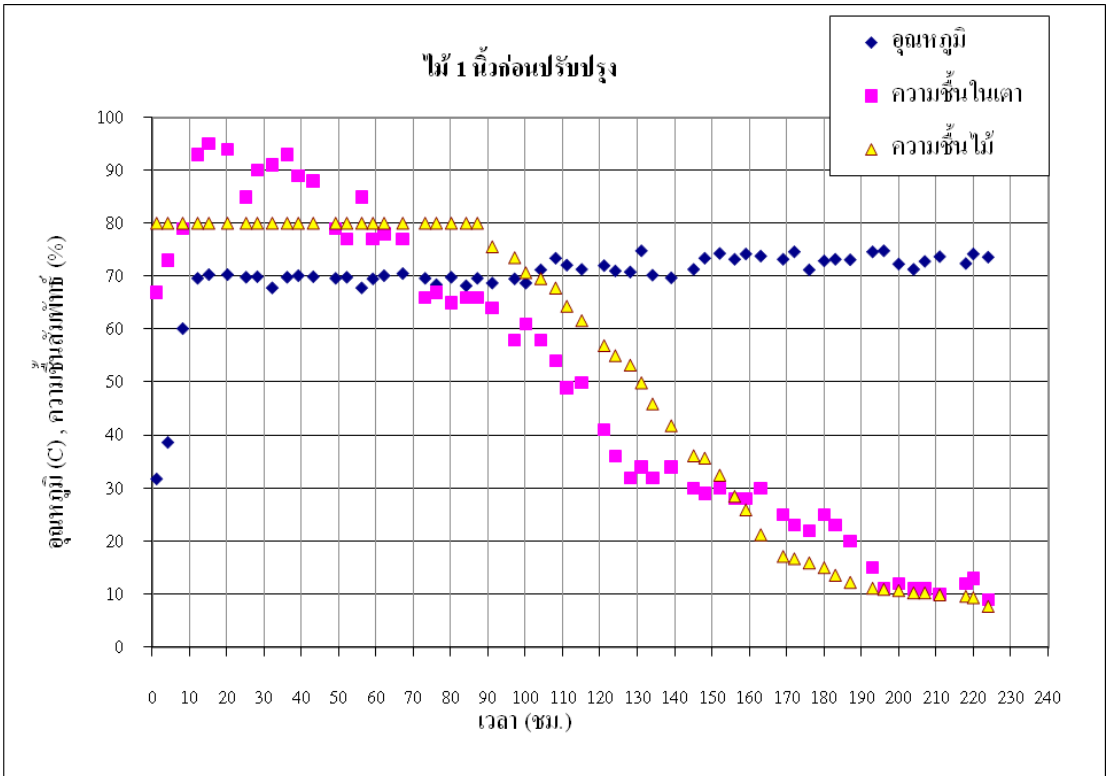
FSP) คือที่ค่าความชื้นไม้ประมาณร้อยละ 25-35 (8) ซึ่งเป็นจุดที่น้ำนอกผนังเซลล์ออกมาหมดในขณะที่มีน้ำอยู่เต็มในผนังเซลล์ซึ่งจะมีผลต่อการหดตัวและพองตัวของเนื้อไม้ขณะที่น้ำนอกผนังเซลล์นี้จะมีผลต่อน้ำหนักของไม้ ดังนั้นช่วงความชื้นต่ำกว่าจุดหมาดจึงเป็นช่วงที่ไม่เหมาะต่อการเร่งการถ่ายเทความชื้นในเนื้อไม้เพราะจะทำให้ไม้เสียหายได้ นอกจากนี้ในการศึกษาการอบไม้ Spruce ที่อุณหภูมิ 100°C 150°C และ 200°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดย Bekhta และ Niemz (9) พบว่าไม้ที่ผ่านการอบจะมีสีคล้ำขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อุณหภูมิ 200°C ความเข้มของสีไม้จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้ว่าความเป็นไปได้ในการเร่งอัตราการถ่ายเทความชื้นในเนื้อไม้โดยการเพิ่มอุณหภูมิในช่วงต้นของการอบไม้ซึ่งจะสามารถเร่งอัตราการถ่ายเทน้ำออกจากไม้เพิ่มขึ้นอีกได้โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อไม้ เช่น เกิดการแตกหรือสีไม้เปลี่ยนไป สำหรับการอบไม้ขนาด 1.5 นิ้วซึ่งจัดเป็นไม้ขนาดบางเช่นเดียวกันกับไม้ขนาด 1นิ้วคือมีความหนาน้อยกว่า 1.5 นิ้ว จึงมีแนวทางการอบในรูปแบบเดียวกัน ส่วนไม้ขนาด 2 นิ้วมีตารางการอบก่อนปรับปรุง (ตารางที่ 2) พบว่าต้องใช้เวลา 150 ชั่วโมงและ 180 ชั่วโมงเพื่อให้ความชื้นไม้เริ่มลดต่ำลงกว่าร้อยละ 80 สำหรับไม้ขนาด 1.5 นิ้วและ 2 นิ้วตามลำดับ ซึ่งเป็นระยะเวลาเกือบครึ่งหนึ่งของระยะเวลาการอบทั้งหมดเช่นเดียวกันกับไม้ขนาด 1นิ้ว ดังนั้นจึงสามารถประยุกต์แนวทางเดียวกันเพื่อปรับปรุงตารางการอบสำหรับไม้ทั้ง 3 ขนาด

ตารางที่ 1. ตารางการอบไม้ขนาด 1 นิ้วก่อนและหลังการปรับปรุง

วันที่	ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง		
	อุณหภูมิ (°C)	ปล่องระบาย (นาที)		อุณหภูมิ (°C)	ปล่องระบาย (นาที)	
		เปิด	ปิด		เปิด	**ปิด**
1	70	0	0	70	0	0
2	70	3	6	80	6	6
3	70	3	6	80	6	6
4	70	3	6	80	6	6
5	70	3	6	80	6	6
6	70	3	6	75	6	6
7	70	3	6	75	6	6
8	70	3	6	75	6	6

ตารางที่ 2. ตารางการอบไม้ขนาด 2 นิ้วก่อนและหลังการปรับปรุง

วันที่อบ	ก่อนปรับปรุง					หลังปรับปรุง				
	อุณหภูมิ (°C)	สเปรย์ไอน้ำ (นาที)		ปล่องระบาย (นาที)		อุณหภูมิ (°C)	สเปรย์ไอน้ำ (นาที)		ปล่องระบาย (นาที)	
		เปิด	ปิด	เปิด	ปิด		เปิด	ปิด	**เปิด**	**ปิด**
1	65	-	-	3	12	65	-	-	0	0
2	65	-	-	3	6	65	-	-	6	6
3	65	-	-	3	6	75	0.5	15	6	6
4	70	0.5	15	3	6	75	0.5	15	6	6
5	70	0.5	15	3	6	75	0.5	15	6	6
6	70	0.5	15	3	6	75	0.5	15	6	6
7	70	0.5	15	3	6	75	0.5	15	6	6
8	70	0.5	15	3	6	75	0.5	15	6	6
9	65	0.5	15	3	6	65	0.5	15	6	6
10	65	0.5	15	3	6	65	-	-	6	6
11	65	0.5	15	3	6	65	-	-	6	6
12	65	0.5	15	3	6	65	-	-	6	6
13	65	-	-	3	6	65	-	-	6	6
14	65	-	-	3	6	65	-	-	6	6



รูปที่ 1. ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นภายในเตาอบและความชื้นไม้ขนาด 1 นิ้วก่อนการปรับปรุง

4. ผลและการวิเคราะห์

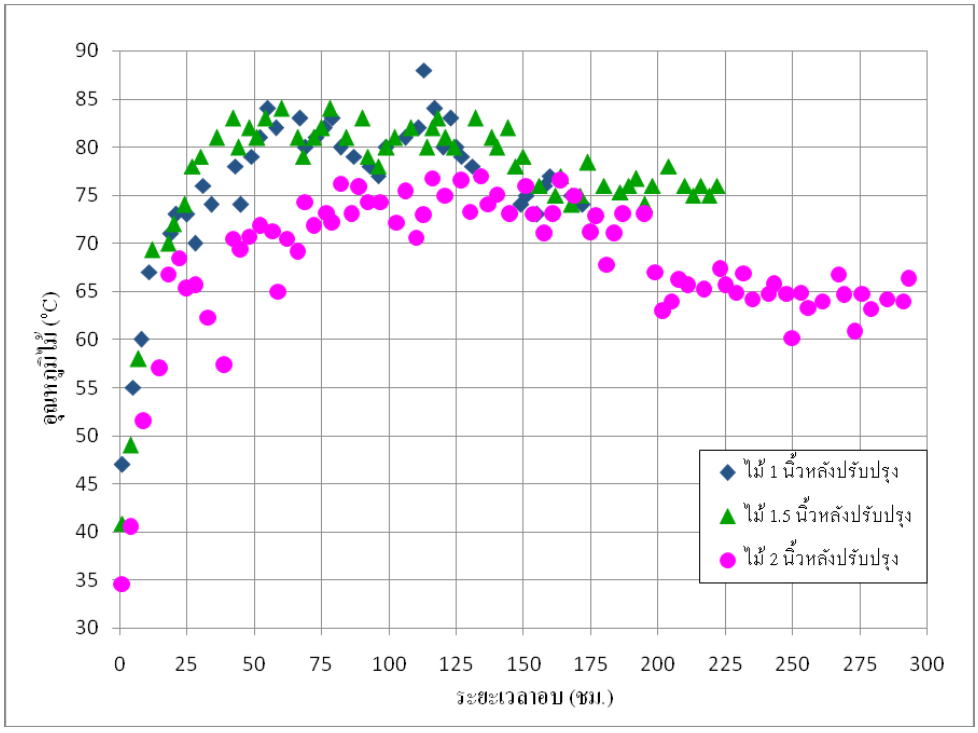
4.1 การปรับปรุงตารางการอบไม้

จากการศึกษาวิธีการอบไม้ในปัจจุบันทำให้ได้แนวทางการปรับปรุงตารางการอบไม้โดยการเพิ่มอุณหภูมิของเตาอบให้สูงขึ้นในช่วงแรกของการอบจะช่วยเร่งการถ่ายเทความชื้นในเนื้อไม้ให้เพิ่มสูงขึ้นจากเดิมได้ ส่งผลให้ความชื้นภายในเตาอบมีค่าสูงขึ้น จำเป็นต้องเพิ่มอัตราการระบายความชื้นออกจากเตาอบด้วยการเปิด-ปิดปล่องระบายให้บ่อยขึ้น (7) และให้อากาศภายในเตาอบมีการหมุนเวียนอย่างสม่ำเสมอ หากอากาศรอบๆ กองไม้อยู่นิ่งภายในห้องอบที่มีพื้นที่จำกัดเมื่อความชื้นถูกระบายออกจากเนื้อไม้จะส่งผลให้อากาศภายในเตาเกิดสภาพอิ่มตัวและไม่สามารถรับความชื้นจากเนื้อไม้ได้อีก ถึงแม้ว่าจะมีอากาศเคลื่อนที่ผ่านผิวไม้อย่างช้าๆ แต่ผิวของไม้ก็จะยังคงแห้งช้าเนื่องจากอากาศที่ผ่านไปนั้นอุ้มน้ำที่ระเหยออกมาจากไม้ไว้ด้วย (7) จากการตรวจสอบความเร็วลมของเตาอบที่ใช้ในการหมุนเวียนเพื่อระบายอากาศภายในเตาใช้ความเร็วลมในช่วง 2-6 เมตรต่อวินาที จากผลการศึกษาของ Kollmann และ Schneider (10) ได้ทำการทดลองโดยใช้อัตราความเร็วลมตั้งแต่ 1.2-11 เมตรต่อวินาที พบว่าความเร็วของอากาศจะมีผลต่ออัตราแห้ง (Drying Rate) ในระยะแรกที่น้ำระเหยออกจากไม้เท่านั้น หลังจากนั้นอิทธิพลของความเร็วของอากาศจะลดน้อยลง ดังนั้นจึงเลือกใช้ความเร็วลมประมาณ 2 เมตรต่อวินาทีเพื่อช่วยให้ระบบการหมุนเวียนของอากาศสม่ำเสมอตลอดทั่วทั้งเตาและทำการหมุนกลับด้านทุกๆ 3 ชั่วโมงและหยุดพัก 5 นาทีเพื่อให้พัดลมหยุดนิ่งแล้วจึงหมุนกลับทิศทาง ทั้งนี้การเลือกใช้ความเร็วลมที่ต่ำจะช่วยประหยัดพลังงานอีกด้วย ดังนั้นการอบไม้ขนาด 1 นิ้ว และ 1.5 นิ้วซึ่งมีแนวทางการอบในรูปแบบเดียวกัน โดยแสดงตัวอย่างตามตารางที่ 1 (หลังปรับปรุง) สำหรับไม้ขนาด 1 นิ้ว จะเริ่มทำการอบในวันแรกที่อุณหภูมิ 70°C และจะเพิ่มเป็น 80°C ในวันถัดๆ ไป พร้อมเพิ่มระยะเวลาการเปิดปล่องระบายให้นานขึ้นอีก 3 นาที จากนั้นจึง

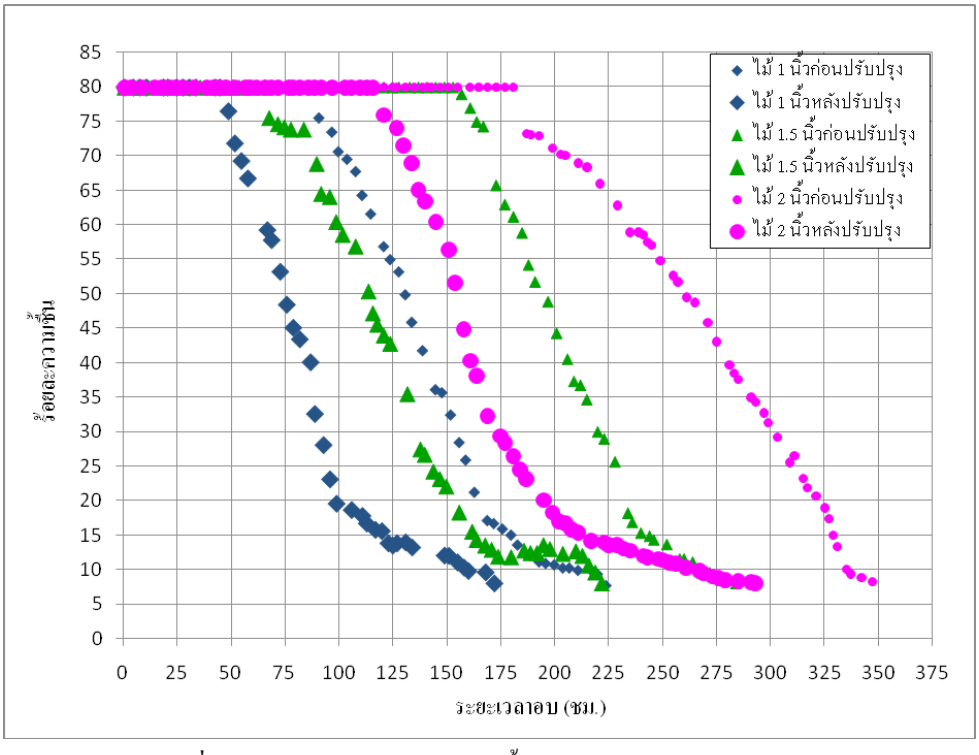
ลดอุณหภูมิลงเหลือ 75°C จนกว่าไม้จะได้ค่าความชื้นที่ต้องการ ส่วนการอบไม้ขนาด 2 นิ้วซึ่งจัดเป็นไม้หนาตามตารางที่ 2 (หลังปรับปรุง) ต้องให้การระบายความชื้นช้าลงกว่าไม้บางเนื่องจากเมื่อทำการอบซึ่งจะเกิดการดึงน้ำออกจากเนื้อไม้ ทำให้ผิวนอกของไม้แห้งและเกิดการคงรูปในขณะที่ผิวชั้นในยังไม่แห้ง ส่งผลให้เกิดการหดตัวไม่เท่ากันและเกิดแรงเค้นในเนื้อไม้ขึ้น เรียกว่าการแข็งนอก (Casehardening) (8) นอกจากนี้บริเวณผิวหน้าของไม้ยังเกิดการปิดกั้นการระบายของน้ำในผนังเซลล์ทำให้ไม่สามารถอบไม้ให้ได้ค่าความชื้นที่ต้องการ ดังนั้นในการอบไม้แบบหนาจำเป็นต้องมีการใช้ไอน้ำสเปรย์เพื่อทำให้บริเวณผิวหน้าของไม้มีอัตราการแห้งไปพร้อมกันกับภายในเนื้อไม้และในช่วงปลายของการอบไม้จะต้องปรับอุณหภูมิให้ต่ำลง ไม่เร่งให้ไม้ถ่ายเทน้ำออกมาเร็วเกินไปเพราะจะส่งผลให้ไม้เกิดความเครียดขึ้นทำให้เกิดการบิดเบี้ยวและระเบิดภายในได้ สำหรับไม้บางไม่จำเป็นต้องทำการสเปรย์ในระหว่างการอบ จะเห็นได้ว่าตารางอบไม้ขนาด 1 นิ้วและ 1.5 นิ้ว หลังปรับปรุงจะใช้อุณหภูมิในช่วง 5-6 วันแรกสูงกว่าตารางก่อนการปรับปรุงประมาณ 10°C แต่ในกรณีไม้ 2 นิ้วอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเพียง 5°C เพื่อรักษาความสมดุลความชื้นของไม้ และจะถูกลดลงอีก 10°C ในช่วงสุดท้ายของการอบ โดยจะทำการอบอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งไม้ได้ความชื้นตามที่กำหนด

4.2 ผลก่อนและหลังการปรับปรุงตารางอบไม้

จากการทดลองอบไม้ตามตารางที่ 1 และ 2 (หลังปรับปรุง) สามารถแสดงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในเตาอบของไม้ทั้ง 3 ขนาดเพื่อยืนยันความถูกต้องของการตั้งค่าอุณหภูมิและความสามารถในการให้ความร้อนของเตาอบดังแสดงในรูปที่ 2 จะเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมีความสอดคล้องกับช่วงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ในตาราง นั่นคืออุณหภูมิของไม้ขนาด 1 นิ้วจะสูงขึ้นถึง 70°C ในวันแรกของการอบและจะเพิ่มเป็น 80°C และรักษาระดับอุณหภูมิไว้ในช่วงวันที่ 2 ถึง 5 ส่วนวันที่เหลือจะลดอุณหภูมิลงเหลือ 75°C จนกว่าไม้จะได้ค่าความชื้นที่ต้องการ สำหรับความสัมพันธ์ของร้อยละความชื้นไม้ที่ลดลงกับระยะเวลาแสดงได้ดังรูปที่ 3 โดยความชื้นของไม้ขนาด 1 นิ้วหลังการปรับปรุงจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงระยะสี่วันแรกและจะมีอัตราการคายความชื้นลดน้อยลงจนกระทั่งได้ค่าความชื้นไม้ที่ร้อยละ 8 โดยใช้เวลา 172 ชม. ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yamsangsung และ Sattho (11) และ Yamsangsung และ Buaphud (2) ที่ทำการอบไม้ยางพาราด้วยไอน้ำยิ่งยวดโดยมีลักษณะการลดลงของความชื้นในรูปแบบเดียวกัน ขณะที่ก่อนการปรับปรุงตารางอบจะใช้เวลา 224 ชม. ซึ่งสามารถลดระยะเวลาในการอบได้ถึงร้อยละ 23 ในขณะที่ไม้เสียที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการปรับปรุงมีค่าร้อยละ 1.7 และ 0.7 ตามลำดับซึ่งจะนับรวมไม้เสียที่เกิดจากกระบวนการอบเท่านั้น เช่น การโก่ง โค้ง บิด ห่อหรือปลายไม้แตก แต่จะไม่นับรวมการขึ้นเชื้อรา การตกขนาดหรือการมีตาดำบนผิวไม้ เป็นต้น ทั้งนี้ช่วงการยอมรับการเกิดไม้เสียในอุตสาหกรรมไม่เกินร้อยละ 2 ซึ่งผลการทดลองยังคงรักษาคุณภาพไม้ให้อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้สำหรับไม้ขนาด 1.5 นิ้วและ 2 นิ้วสามารถลดระยะเวลาในการอบลงได้ร้อยละ 21.8 และ 15.6 ตามลำดับ ในขณะที่มีอัตราการลดลงของไม้เสียจากร้อยละ 1.9 เหลือร้อยละ 1.2 สำหรับไม้ขนาด 1.5 นิ้วและลดลงจากร้อยละ 2.0 เหลือร้อยละ 1.4 สำหรับไม้ขนาด 2 นิ้ว (แสดงในตารางที่ 3) สำหรับความเสียหายของไม้เสียโดยส่วนใหญ่เกิดบริเวณปลายไม้เนื่องจากการกระทบกันเองระหว่างท่อนไม้และการขนย้ายขึ้นลงจากรถบรรทุกซึ่งอาจเกิดการกระแทกกับพื้นทำให้เกิดรอยร้าว นำไปสู่การแตกได้ง่ายขึ้นเมื่อมีการคายความชื้นเนื่องมาจากกระบวนการอบ หรืออาจเกิดการแตกเนื่องมาจากไม้มีไส้ นอกจากนี้ยังเกิดการบิด โค้ง โก่งงอของไม้ โดยอาจมีสาเหตุมาจากการวางไม้ระแนงซึ่งทำหน้าที่คั่นระหว่างชั้นไม้ไม่เป็นแนวเดียวกันหรือการที่ไม้ระแนงมีขนาดไม่เท่ากันดังแสดงในรูปที่ 4 ก็อาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไม้ที่ผ่านการอบเกิดการโก่ง งอได้



รูปที่ 2. แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเตาอบตามตารางการอบหลังปรับปรุง



รูปที่ 3. ผลการเปรียบเทียบค่าความชื้นไม้ก่อนและหลังการปรับปรุง

รูปที่ 4. ไม้ระแนงขนาดไม่เท่ากันและไม่เรียงเป็นแนวเดียวกัน

ตารางที่ 3. ตารางเปรียบเทียบผลการอบก่อนและหลังการปรับปรุง

ขนาดไม้ (นิ้ว)	ระยะเวลาในการอบ (ชม.)			ไม้เสีย (ร้อยละ)	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ลดลง (ร้อยละ)	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	224	172	23.2	1.7	0.7
1.5	284	222	21.8	1.9	1.2
2	347	293	15.6	2.0	1.4

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาและการปรับปรุงกระบวนการอบไม้ยางพารา พบว่าสามารถลดระยะเวลาการอบไม้ได้ 52 ถึง 62 ชั่วโมงขึ้นกับขนาดไม้เพื่อให้ความชื้นไม้ลดลงเหลือไม่เกินร้อยละ 8 โดยไม้ขนาด 1 นิ้วมีระยะเวลาการอบลดลงสูงสุดถึงร้อยละ 23.2 ในขณะที่ไม้ขนาด 1.5 นิ้ว และ 2 นิ้วมีระยะเวลาการอบลดลงร้อยละ 21.8 และ 15.6 ตามลำดับ ขณะที่ไม้ขนาด 1 นิ้ว จะใช้อุณหภูมิในการอบอยู่ในช่วง 70-80°C เช่นเดียวกันกับไม้ขนาด 1.5 นิ้วโดยไม่มีการสเปรย์ไอน้ำทั้งสองขนาด ส่วนไม้ขนาด 2 นิ้ว ใช้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 65-75°C และต้องมีการสเปรย์ไอน้ำในระหว่างการอบเพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังมีการเปิดปิดปล่องระบายซึ่งจะปิดตลอดในช่วงวันแรกและเปิดในวันที่สองโดยจะเปิด-ปิดสลับกันทุกๆ 6 นาที และมีการปรับเปลี่ยนทิศทางของพัดลมทุกๆ 3 ชั่วโมง ในส่วนคุณภาพของไม้หลังการอบยังอยู่ในระดับยอมรับได้ ผลการศึกษาช่วยทำให้อุตสาหกรรมไม้ยางพาราสามารถนำไปในโรงงานซึ่งจะช่วยทำให้สามารถลดต้นทุนในการผลิตเนื่องจากระยะเวลาในการอบลดลง อีกทั้งยังทำให้สามารถทำให้อัตราการใช้เตาอบเพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และบริษัทผู้ร่วมทำวิจัยที่อำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ให้เข้าไปทำการศึกษาและทดลอง ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติที่ให้เงินสนับสนุนการวิจัย เลขที่ F-31-114-18-01

7. เอกสารอ้างอิง

(1) Srisai S. Potential of wood vinegar for rubberwood preservation [M.Eng thesis] Songkhla: Prince of Songkla University; 2007. Thai

(2) Yamsaengsung R, Buaphud K. Effects of superheated steam on the drying of rubberwood. Songklanakarin J. Sci. Technol. 2006; 28(4): 803-816.

(3) Dechanan K. Fundamental of wood utilization. Royal Forest Department; 2004. 168p. Thai.

(4) Theppaya T. Identification of good practice in sawn rubberwood-drying process report. Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University; 1999. 88 p. Thai.

(5) Theppaya T, Prasertsan S. Parameters influencing drying behavior of rubberwood (Hevea Brazilliensis) as determined from desorption experiment. Dry Technol. 2002; 20(2): 507-525.

(6) Chandrachai A, Vanichbuncha K, Vivadhnajat S, Unahanandh S, Wongthada N. The strategy for increasing the marketing capability of rubberwood furniture industry report. Faculty of Commerce and Accountancy, Chulalongkorn University. 2001. Thai.

(7) Brown WH. Introduction to the seasoning of timber. New York. Macmillan Company; 1965

(8) Sriaran P. Wood seasoning. Faculty of Forestry, Kasetsart University; 1999. 143p. Thai

(9) Bekhta P, Niemz P. Effect of high temperature on the change in color dimensional stability and mechanical properties of spruce wood. Holzforschung. 2003; 57(5): 539-546.

(10) Kollman FFP, Cote WA. Principles of wood science and technology: solid wood. Germany: Springer-Verlag; 1968.

(11) Yamsaengsung R, Sattho T. Superheated steam vacuum drying of rubberwood. Dry Technol. 2008; 26(6): 798 – 805.