คุณสมบัติของไม้ยูคาลิปตัสหลังการอบร้อน

Properties of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. After Heat Treatment

บทคัดย่อ

การศึกษาทดลองอบร้อนไม้ยูคาลิปตัส เพื่อลดการแตก การบิดงอของไม้ยูคาลิปตัส รวมถึงสภาวะที่เหมาะสมในการอบร้อน เนื่องจาก โดยธรรมชาติแล้วไม้ยูคาลิปตัส จะมีการแตก การบิดงอของเนื้อไม้ที่ค่อนข้างมาก ซึ่งมีผลทำให้การใช้ประโยชน์จากไม้ชนิดนี้ลดน้อยลงไปด้วย จึงได้มีการทดลองใช้ความร้อนเพื่อลดความเค้น ความเครียดของเนื้อไม้ที่เป็นสาเหตุของการแตกและบิดงอ วัตถุดิบที่ทำการทดลองนั้นเป็นท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่มีอายุประมาณ 7 – 8 ปี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 17.79 ซม. (7 นิ้ว) ที่ทำการเพาะจากเมล็ดและเนื้อเยื่อ โดยพบว่า การให้ความร้อนในสภาวะที่เหมาะสมจะช่วยลดการแตก การบิดงอของไม้ยูคาลิปตัสได้แต่ต้องใช้สภาวะและเวลาที่เหมาะสมในการอบเท่านั้น เนื่องจาก ถ้าใช้สภาวะในการอบที่ไม่เหมาะสม การอบร้อนนั้นก็ไม่ได้มีผลทำให้การแตก และบิดงอของเนื้อไม้ลดลงแต่อย่างใด แต่อาจกลับทำให้มีอัตราการแตก การบิดงอของเนื้อไม้ยูคาลิปตัสที่สูงขึ้น และยังพบว่าไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 1 (อบที่อุณหภูมิ 100 °C 1 ชม. , 150 °C 1 ชม.และ 120 °C 1/2 ชม.) และสภาวะที่ 2 (อบที่อุณหภูมิ 100 °C 1 ชม. , 150 °C 1 ชม.และ 120 °C 1/2 ชม.) มีผลการทดสอบคุณสมบัติของไม้ที่ดี ซึ่งค่าการทดสอบที่ได้ระหว่างไม้ยูคาลิปตัสที่ทำการเพาะจากเมล็ดและเนื้อเยื่อมีค่าที่ใกล้เคียงกันมากด้วย

การทดสอบสมบัติต่างๆของแผ่นตามมาตรฐาน ISO พบว่า ค่าความหนาแน่นของไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 2 และทำการเพาะจากเมล็ด มีค่าเท่ากับ 1108.26 kg/m^3 มีค่าการทดสอบที่มากกว่าไม้ยูคาลิปตัสที่ไม่ผ่านการอบร้อน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 901.50 kg/m^3 และมีค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (MOE) เท่ากับ 10083.17 MPa ซึ่งมีค่าการทดสอบที่มากกว่าไม้ยูคาลิปตัสที่ไม่ผ่านการอบร้อน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5992.61 MPa ค่าแรงดัดสถิตย์หรือมอดูลัสแตกร้าว พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 1 และทำการเพาะจากเนื้อเยื่อ (K7) มีค่าการเท่ากับ 84.90 MPa มีค่าการทดสอบที่มากกว่าไม้ยูคาลิปตัสที่ไม่ผ่านการอบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 73.835 MPa ส่วนค่าการทดสอบแรงอัด พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 1 และทำการเพาะจากเมล็ด มีค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยน และค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน มีค่าเท่ากับ 67.27 MPa และ 19.84 MPa มีค่าการทดสอบที่มากกว่าไม้ยูคาลิปตัสที่ไม่ผ่านการอบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 45.31 MPa และ 11.43 MPa

คำหลัก : ยูคาลิปตัส การอบร้อน การแตก การบิดงอ คุณสมบัติทางกล คุณสมบัติทางกายภาพ

Abstract

The Study on *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. after Heat Treatment to reduce breakage, twist bend and research to appropriate condition for heat treatment. Due to the natural of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. has more breakage and twist bend , then the experiment with heat treatment to decrease stress and strain to exit breakage and twist bend. The experiment material is *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. 7 – 8 years and dimention to estimate is 17.79 cm. with seed cultured and tissue cultured which showed that after heat treatment at appropriate condition it able to reduce breakage and twist bend. But condition must be used at high temperature and found that if times and condition are not appropriate , breakage and twist bend ratio will increase.

The properties were tested by ISO , It showed that density of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. after heat treatment on condition 2 from seed cultured is 1108.26 kg/m^3 which had more density than *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. before heat treatment is 901.50 kg/ m^3, Modulus of elasticity is 10083.17 MPa which had more Modulus of elasticity than *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. before heat treatment is 5992.61 MPa , Modulus of rupture after heat treatment on condition 1 from tissue culture (K7) is 84.90 MPa which had more Modulus of rupture than *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. before heat treatment is 73.835 MPa, Compression stress parallel and perpendicular after heat treatment on condition 1 from seed culture is 67.27 MPa and 19.84 MPa. which had more Compression stress parallel and perpendicular than *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. before heat treatment is 45.31 MPa and 11.43 MPa

Keyword : *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. , Heat Treatment , Breakage , Twist Bend , Mechanical Properties , Physical Properties

คำนำ

ไม้ยูคาลิปตัสมีชื่ออังกฤษ ว่า *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. เป็นไม้ที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว ทนต่อสภาพแห้งแล้ง สามารถขึ้นได้ในพื้นที่ดินเสื่อมโทรมที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีรูปทรงลำต้นตรง สามารถเจริญเติบโตและตัดฟันเพื่อใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่อายุ 3 – 5 ปี และยังสามารถแตกหน่อได้อีกด้วย

ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส มีแก่นสีน้ำตาล กระพี้และแก่นสีแตกต่างเห็นได้ชัด กระพี้มีสีน้ำตาลอ่อน ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสที่มีอายุมากขึ้นจะมีสีของแก่นไม้เข้มขึ้นกว่าไม้อายุน้อย เนื้อไม้ค่อนข้างละเอียด เสี้ยนสน (Interlocked grain) บางครั้งบิดไปตามแนวลำต้น เนื้อไม้แตกได้ง่ายหลังการตัดฟัน ตามแนวยาวขนานลำต้น เปลือกหนาหลุดแตกแยก (แตกเพราะการหดตัวของเปลือกหลังการถูกตัดฟันได้ระยะหนึ่ง) ออกได้ง่ายเมื่อไม้แห้ง และลอกออกได้ง่ายในขณะสดหลังการตัดฟัน ไม้ยูคาลิปตัสมีเปอร์เซ็นต์การหดตัวของเนื้อไม้ค่อนข้างสูง

ตารางแสดงการยืดหดตัวของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ลักษณะไม้แปรรูป ขนาด 2x2x2 ซม.

ชนิดไม้	สด – แห้งในอากาศ %				สด – แห้ง (อบแห้ง) %			
	สัมผัส	รัศมี	ยาว	ย / ร	สัมผัส	รัศมี	ยาว	ย / ร
ยูคาลิปตัส	6.45	3.25	0.25	9.74	10.27	6.31	0.34	16.58
สัก (สวนป่า)	3.05	1.08	0.15	4.13	6.36	2.23	0.41	8.59

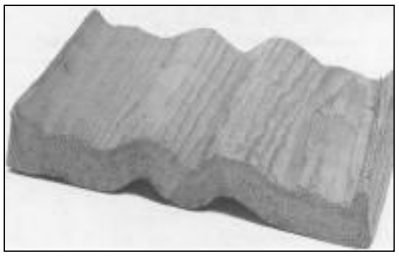
ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส เป็นไม้ที่มีความหนาแน่นค่อนข้างสูง มีน้ำหนักต่อหน่วยมาก มีความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.6-0.9 หรือความหนาแน่นเฉลี่ย 800-900 กก/ลบ.เมตร ไม้ยูคาลิปตัสที่มีอายุมากจะมีค่าความถ่วงจำเพาะสูงขึ้น แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของเนื้อไม้ ไม้ยูคาลิปตัสมีค่าความแข็งแรงเฉลี่ย 800-1,000 กก/ตร.ซม. ในไม้อายุ 6-12 ปี หากอายุสูงกว่า 10 ปีขึ้นไปแล้ว ความแข็งแรงจะสูงกว่า 1,000 กก/ตร.ซม. ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสอายุ 20 ปี จะมีความแข็งแรงสูงถึง 1,400 กก/ตร.ซม. ซึ่งสูงกว่าไม้ตะเคียนทอง (Hopea odorata Roxb.) เสียอีก ส่วนไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ที่มีอายุ 6-8 ปี เมื่อเทียบกับไม้ยาง (Dipterocarpus sp.) ก็มีค่าใกล้เคียงกัน

ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส เป็นไม้ที่จัดว่าแปรรูปได้ค่อนข้างยาก มีปัญหาอย่างมากในเรื่องการบิด งอ โค้ง โก่ง ซึ่งส่วนมากจะพบในรูปของการบิดโค้งลักษณะที่เรียกว่า Spring เมื่อแปรรูปโดยการตัดไม้ตามยาวไม้ขนานไส้ ไม้จะโค้งแยกจากกันเมื่อถูกตัดขาดออกจากกัน ไม้ยูคาลิปตัสที่มีอายุน้อย เนื้อไม้จะแตกได้ง่ายหลังจากการตัดฟัน ในขณะที่ความชื้นในเนื้อไม้ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากความเค้นในเนื้อไม้ (Growth stress) เนื้อไม้บริเวณหน้าตัดจะแตกเสียหายทันทีจากใจไม้ (Pith) ออกมาหาเปลือกตามแนวรัศมี (Radial) นอกจากนี้ยังแตกรานไปตามแนวของไส้ไม้ขนานไปกับลำต้น ไม้ยูคาลิปตัสเมื่อถูกแปรรูปจะมีการโก่ง

(Spring) ซึ่งเป็นลักษณะนิสัยของไม้โตเร็วทั่วๆ ไป ที่เกิดจากการปลดปล่อยความเค้นจากการเจริญเติบโต (Relief of growth stress) ไม้จะโก่งทันทีหลังจากการแปรรูปเป็นลักษณะโก่งหนีไส้

ตำหนิแบบรังผึ้ง

ตำหนิแบบแตกและบิดงอ



ตำหนิแบบยุบตัวของเนื้อไม้

ความเค้นจากการเติบโตของไม้นั้นจะมีผลทำให้เกิดตำหนิในไม้ยืนต้น คือ ไส้เปราะ (brittle heart) ซึ่งเป็นลักษณะของเนื้อไม้เกิดการแตกตามแนวยาวของลำต้นตรงใจกลางของลำต้น รอยแตกไส้ (heart check) เป็นรอยแตกที่เกิดตรงบริเวณใจไม้ไปตามแนวรัศมีและรอยแตกตามแนววงปี (ring shake) นอกจากนี้ในต้นไม้ที่ถูกตัดโค่นและทอนเป็นท่อนจะทำให้เกิดรอยแตก (split) ใหม่ขึ้นอันเนื่องมาจากการปลดปล่อยความเค้นจากการเติบโตและรอยแตกปลายท่อนนี้จะขยายเพิ่มมากขึ้นเมื่อไม้แห้งมากขึ้น ไม้ท่อนที่มีความเค้นจากการเติบโตเหล่านี้เมื่อนำไปแปรรูปจะเกิดการบิดงอ (warp) ของไม้ขณะเลื่อย ซึ่งปริมาณการบิดงอของไม้แปรรูปจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับว่าเป็นเนื้อไม้ตรงส่วนใดของลำต้น กล่าวคือมีความแปรผันไปตามปริมาณความเค้นของไม้

ตำหนิการเกิดยุบตัวและโก่งแตกปลาย
ที่เกิดจากการปลดปล่อยความเค้นจากการเจริญเติบโต

ตำหนิ การแตกแบบรังผึ้ง ที่เกิดจาก
การปลดปล่อยความเค้นจากการเจริญเติบโต

ตำหนิในไม้โตเร็วที่เกิดจากความเค้น จากการเติบโตทั้งในลักษณะไม้ท่อนกลมและไม้แปรรูป คือ การแตก และการบิดงอ นั้น ถ้าหากมีความรุนแรงมากแล้วจะเป็นอุปสรรคต่อการใช้งานในลักษณะไม้แปรรูปอย่างมาก ดังนั้น ชนิดไม้ที่มีปัญหาดังกล่าวมาก จึงมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้งานในรูปแบบอื่นๆ แทน เช่น ทำเป็นชิ้นไม้สับสำหรับผลิตแผ่นใยไม้อัด แผ่นชิ้นไม้อัด หรือเยื่อและกระดาษแทน

อย่างไรก็ตามมีผู้ศึกษาและทดลองลดความรุนแรงของความเค้นจากการเติบโตของไม้มากพอสมควร ถึงแม้ว่าจะค่อนข้างยุ่งยากมากก็ตาม โดยทดลองทั้งในขณะไม้ยืนต้นและภายหลังการตัดโค่นแล้ว เช่น การทดลองลดความเค้นจากการเติบโตในไม้ยืนต้น โดยวิธีกานไม้ (การถากเนื้อไม้ส่วนกระพี้ออกให้ลึกเข้าไปถึงส่วนแก่นรอบๆ ลำต้น) การใช้สารเคมีพ่นใบไม้ทำให้ไม้ยืนต้นตาย ซึ่งการทดลองทั้ง 2 วิธีนี้ จะใช้หลักการทำให้ต้นไม้แห้ง หรือเมื่อไม้มีความชื้นลดลง จะช่วยให้ปริมาณความเค้นในไม้ลดลงไปด้วยส่วนหนึ่ง สำหรับการป้องกันการแตกร้าวภายหลังการตัดโค่น เช่น การใช้แถบเหล็กรัดหัวไม้ การทา หัวไม้ด้วยสีหรือสารเหนียว การแช่ไม้ในน้ำ การใช้แผ่นเหล็กรูปตัวเอสหรือตัวซีตียึดติดกับหน้าตัดไม้ท่อน การเจาะไม้ส่วนใจไม้ออกบางส่วน การควั่นไม้เป็นร่อง เป็นต้น วิธีการต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นนี้จะช่วยลดความรุนแรงของความเค้นได้บ้างแต่ยังเป็นส่วนน้อยมาก บางวิธีใช้ได้ผลกับไม้ชนิดหนึ่ง แต่กับไม้อีกชนิดหนึ่งไม่ได้ผลซึ่งการศึกษาและทดลองเกี่ยวกับเรื่องนี้คงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้น

โครงการวิจัยนี้จึงทำการศึกษาโดยการนำกระบวนวิธีการอบความร้อนด้วยไอน้ำแรงดันสูง (high heated steam drying) มาใช้ในการพัฒนาลดความเค้นของไม้หลังการตัดโค่น ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีแนวโน้มนอกจากลดความเค้นของเนื้อไม้แล้วยังช่วยเพิ่มคุณภาพของไม้ในการนำไปใช้งานได้อีกด้วย เช่น การยืดและหดตัวของไม้ ลดการแตกที่เกิดขึ้นจากการตอกตะปู รวมทั้งการตกแต่งสีผิวได้สม่ำเสมอและแข็งแรงขึ้น โดยจะทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ทั้งคุณสมบัติต่างๆ และความเป็นไปได้ในการปรับปรุงคุณภาพด้วยการอบร้อนจากไอน้ำอิ่มตัว จนสามารถนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่มต่อไป เพื่อรองรับอุตสาหกรรมไม้ในอนาคต ตลอดจนการพัฒนาประยุกต์ใช้อีกต่อหนึ่ง หรือหาวิธีใหม่ๆ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติในโรงงานอุตสาหกรรมต่อไป

ไม้ท่อนยูคาลิปตัส ขนาดความโตมากกว่า 8 นิ้ว

ตัวอย่างไม้แผ่นแปรรูปที่มีคุณภาพ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาแนวทางและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาคุณภาพเนื้อไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ที่มีความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 8 นิ้วขึ้นไป (มักจะมีอายุไม้มากกว่า 6-7 ปี) โดยใช้กระบวนการอบร้อนด้วยไอน้ำแรงดันสูง (high heated steam drying) ให้ได้คุณภาพของเนื้อไม้ที่สามารถทำการแปรรูปเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องเรือน ได้ดีกว่าไม้เดิมที่ไม่ผ่านปรับปรุง (คือเกิดตำหนิของเนื้อไม้เช่น การแตก บิดงอ รังผึ้ง และการแข็งนอก (casehardening)น้อยที่สุด)

เป้าหมายของโครงการ

1.ศึกษาเฉพาะไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จากไม้ที่มีขนาดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ท่อนไม่ต่ำกว่า 8 นิ้ว

2.ได้วิธีการและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อการควบคุมพัฒนาคุณภาพเนื้อไม้อย่างสม่ำเสมอ ในเตาอบร้อนชนิดใช้ความร้อนจากไอน้ำอิ่มตัวในเตาอบของห้องปฏิบัติการของงานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้กรมป่าไม้เป็นการเฉพาะ **เพื่อให้ได้ไม้ที่มีตำหนิน้อยที่สุด และมีคุณภาพดีกว่าไม้ธรรมชาติเดิมก่อนการปรับปรุง** (อันได้แก่ ตำหนิชนิดการแตก บิดงอ ยุบตัว และเกิดตำหนิแบบรังผึ้ง) สำหรับการผลิตเครื่องเรือน เครื่องใช้ โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติของไม้ที่ผ่านการพัฒนากับไม้ธรรมชาติเดิมก่อนการปรับปรุงที่ระดับความหนาแน่นเดียวกัน เพื่อให้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์สุดท้ายต่อไป

วิธีการศึกษาไม้ยูคาลิปตัสหลังการอบร้อน

การศึกษาในครั้งนี้ใช้วัตถุดิบเป็นไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งได้จากการเพาะด้วยเมล็ดและเพาะด้วยเนื้อเยื่อ มาทำการอบร้อนที่สภาวะต่างๆกัน เพื่อศึกษาผลที่ได้จากการอบร้อนและสภาวะที่เหมาะสมที่สามารถลดความเครียดของไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งมีผลทำให้ไม้มีการแตก และการบิดงอ เพื่อให้สามารถนำไม้ยูคาลิปตัสไปใช้ประโยชน์ให้ได้มากยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินการรวมทั้งวัตถุดิบและอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง คือ ไม้ยูคาลิปตัสที่ได้จากการเพาะจากเมล็ดและการเพาะจากเนื้อเยื่อ ซึ่งจะจำแนกตามท่อนที่ทำการอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะต่างๆของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่ทำการอบ

ท่อนที่	ลักษณะต่างๆของท่อนไม้ที่ทำการอบ
1	เป็นไม้ที่ได้จากการเพาะเมล็ด อายุ 7 ปี ขนาดของท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 16 ซม. ยาว 140 ซม. หนัก 35 กก. มีปริมาณความชื้นก่อนการอบ 98.19% และมีความหนาแน่นเท่ากับ 1244.03 kg/m^3
2	เป็นไม้ที่ได้จากการเพาะเมล็ด อายุ 7 ปี ขนาดของท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 19.1 ซม. ยาว 136 ซม.หนัก 42.5 กก. มีปริมาณความชื้นก่อนการอบ 109.67% และมีความหนาแน่นเท่ากับ 1088.37 kg/m^3
6	เป็นไม้ที่ได้จากการเพาะเมล็ด อายุ 7 ปี ขนาดของท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 16.1 ซม. ยาว 130.5 ซม. หนัก 32 กก. มีปริมาณความชื้นก่อนการอบ 82.55 % และมีความหนาแน่นเท่ากับ 1019.07 kg/m^3
8	เป็นไม้ที่ได้จากการเพาะเมล็ด อายุ 7 ปี ขนาดของท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 16.9 ซม. ยาว 129.9 ซม.หนัก 38.5 กก. มีปริมาณความชื้นก่อนการอบ 56.19% และมีความหนาแน่นเท่ากับ 1155.57 kg/m^3
16	เป็นไม้ที่ได้จากการเพาะเมล็ด จากจังหวัดฉะเชิงเทรา อายุ 7-8 ปี ขนาดของท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 22.5 ซม. ยาว 102 ซม.หนัก 50.6 กก. มีปริมาณความชื้นก่อนการอบ 99.21% และมีความหนาแน่นเท่ากับ 1248.29 kg/m^3
18	เป็นไม้ที่ได้จากการเพาะเมล็ด จากจังหวัดฉะเชิงเทรา อายุ 7-8 ปี ขนาดของท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 16.1 ซม. ยาว 110.5 ซม.หนัก 26.8 กก. มีปริมาณความชื้นก่อนการอบ 92.39% และมีความหนาแน่นเท่ากับ 1188.24 kg/m^3
20	เป็นไม้ที่ได้จากการเพาะเมล็ด จากจังหวัดฉะเชิงเทรา อายุ 7-8 ปี ขนาดของท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 17.7 ซม. ยาว 112 ซม.หนัก 34 กก. มีปริมาณความชื้นก่อนการอบ 94.17% และมีความหนาแน่นเท่ากับ 1234.37 kg/m^3

ท่อนที่	ลักษณะต่างๆของท่อนไม้ที่ทำการอบ
23	เป็นไม้ที่ได้จากการเพาะเมล็ด จากจังหวัดฉะเชิงเทรา อายุ 7-8 ปี ขนาดของท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15.6 ซม. ยาว 109 ซม.หนัก 21 กก. มีปริมาณความชื้นก่อนการอบ 40.29% และมีความหนาแน่นเท่ากับ 705.50 kg/m^3
25	เป็นไม้ที่ได้จากการเพาะเนื้อเยื่อ (K7) ขนาดของท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 17.6 ซม. ยาว 114 ซม.หนัก 29 กก. มีปริมาณความชื้นก่อนการอบ 28.83% และมีความหนาแน่นเท่ากับ 999.55 kg/m^3
26	เป็นไม้ที่ได้จากการเพาะเนื้อเยื่อ (K7) ขนาดของท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 18.5 ซม. ยาว 114 ซม.หนัก 35.2 กก. มีปริมาณความชื้นก่อนการอบ 21.40% และมีความหนาแน่นเท่ากับ 913.75 kg/m^3
27	เป็นไม้ที่ได้จากการเพาะเนื้อเยื่อ (K7) ขนาดของท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 19.8 ซม. ยาว 114.5 ซม. หนัก 40.6 กก. มีปริมาณความชื้นก่อนการอบ 20.55% และมีความหนาแน่นเท่ากับ 915.83 kg/m^3
30	เป็นไม้ที่ได้จากการเพาะเมล็ด ขนาดของท่อนไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 17.6 ซม. ยาว 112.8 ซม.หนัก 31 กก. มีปริมาณความชื้นก่อนการอบ 24.30% และมีความหนาแน่นเท่ากับ 1031.16 kg/m^3

2. อุปกรณ์ในการทดลอง การอบไม้ยูคาลิปตัสมีดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler) ภาพที่ 1

2.2 เครื่องอบร้อน ภาพที่ 2

2.3 เลื่อยสายพาน ภาพที่ 3

2.4 เลื่อยวงเดือน ภาพที่ 4

2.5 เตาอบ (Electric Oven) ภาพที่ 5

2.6 เครื่องชั่ง ภาพที่ 6

2.7 โถดูดความชื้น (Desicator) ภาพที่ 7

2.8 เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ (Vernier Caliper) ภาพที่ 8

2.9 เทอร์โมมิเตอร์ ภาพที่ 9

2.10 คอมพิวเตอร์และเครื่องทดสอบ ภาพที่ 10

ภาพที่ 1 เครื่องกำเนิดไอน้ำ

ภาพที่ 2 เครื่องอบร้อน

ภาพที่ 3 เลื่อยสายพาน

ภาพที่ 4 เลื่อยวงเดือน

ภาพที่ 5 เตาอบ

ภาพที่ 6 เครื่องชั่ง

ภาพที่ 7 โถดูดความชื้น

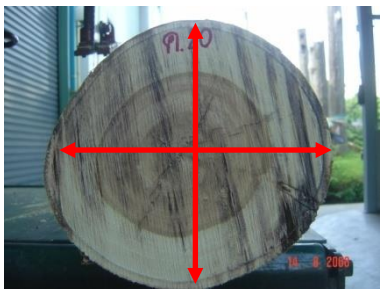
ภาพที่ 8 เวอร์เนียคาลิปเปอร์

ภาพที่ 9 เทอร์โมมิเตอร์

ภาพที่ 10 เครื่องทดสอบคุณสมบัติไม้

3. ขั้นตอนก่อนการอบร้อนไม้ยูคาลิปตัส

3.1 ทำการชั่งน้ำหนัก วัดความยาวและวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนไม้ที่จะทำการอบทั้งทางด้านโคน และด้านปลาย ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ทำการวัดขนาดความยาวและวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

3.2 ตัดชิ้นส่วนด้านโคนและด้านปลายของท่อนไม้ออกด้านละ 5 ซม. โดยประมาณ เพื่อไปหาปริมาณความชื้น

3.3 เปิดเครื่องกำเนิดไอน้ำ รอให้ความดันได้ที่ 10 bar

3.4 นำท่อนไม้ไปเข้าตู้อบ และทำการปิดฝาเตาอบให้แน่น ดังภาพที่ 12

ภาพที่ 12 นำไม้เข้าเตาอบ

3.5 ทำการเปิดวาล์วไอน้ำเพื่อปรับอุณหภูมิในการอบ ซึ่งสภาวะต่างๆที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัส แสดงดังตารางที่ 1

3.6 ในระหว่างการอบไม้ควรรักษาอุณหภูมิในการอบให้คงที่อยู่เสมอ

3.7 เมื่อครบกำหนดตามระยะเวลาที่ทำการอบ ให้นำไม้ออกจากเตาอบ

3.8 ทำการเจาะรูด้วยสว่านไฟฟ้า เพื่อทำการวัดอุณหภูมิของท่อนไม้โดยเจาะที่ความลึก 1 ซม. และ 5 ซม. ณ ตำแหน่งโคนท่อน กลางท่อน และปลายท่อน โดยนำเทอร์โมมิเตอร์มาทำการวัดอุณหภูมิของท่อนไม้ ณ ตำแหน่งที่ทำการเจาะ ดังภาพที่ 13

ภาพที่ 13 ทำการเจาะด้วยสว่านไฟฟ้าและวัดอุณหภูมิของท่อนไม้ด้วยเทอร์โมมิเตอร์

3.9 ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 17 ชั่วโมง โดยทำการห่อด้วยกระสอบป่าน เพื่อบ่มรักษาอุณหภูมิของท่อนไม้

3.10 ทำการชั่งน้ำหนัก วัดความยาวและวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนไม้ที่อบทั้งด้านโคนและด้านปลาย

3.11 ทำการเลื่อยเปิดปีกไม้ออก ด้วยเลื่อยสายพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 ซม. มีกำลังมอเตอร์อยู่ที่ 3 แรงม้า (3 hp) เพื่อลดขนาดของไม้และง่ายต่อการแปรรูป ดังภาพที่ 14

ภาพที่ 14 ทำการเปิดปีกไม้ด้วยเลื่อยสายพาน

3.12 นำไปไสด้วยเลื่อยวงเดือน เพื่อให้ได้ไม้ที่มีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยม

ตารางที่ 2 แสดงสภาวะต่างๆที่ใช้ในการอบร้อนไม้ยูคาลิปตัส

สภาวะที่	ท่อนที่	สภาวะการอบร้อนไม้ยูคาลิปตัส						หมายเหตุ
		phase 1		phase 2		phase 3		
		อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชั่วโมง)	
1	1 (เมล็ด)	100	1	150	1	120	1/2	
	30 (เมล็ด)	100	1	150	1	120	1/2	
	26 (K7)	100	1	150	1	120	1/2	
2	2 (เมล็ด)	100	1	170	1	120	1/2	
	25 (K7)	100	1	170	1	120	1/2	
	27 (K7)	100	1	170	1	120	1/2	
3	6 (เมล็ด)	100	1	170	2	-	-	**นำไม้ออกที่ temp. 120 °C**
4	8 (เมล็ด)	100	1	150	3	-	-	
5	16 (เมล็ด)	120	1	138	1	120	1/2	**phase 2,3 อบตู้อบชั้นนอก**
6	18 (เมล็ด)	120	1	140	1	160	1/2	
7	20 (เมล็ด)	90	1/2	138	1 1/2	138	1/2	**Phase 1,2,3 อบตู้อบชั้นนอก**
8	23 (เมล็ด)	100	1	136	1 1/2	-	-	**Phase 1,2 อบตู้อบชั้นนอก**

4. ขั้นตอนหลังการอบร้อนไม้ยูคาลิปตัส

4.1 ทำการชั่งน้ำหนัก วัดความยาว และวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนไม้ที่ทำการแปรรูปเป็นท่อนสี่เหลี่ยมเรียบร้อยแล้วทั้งด้านโคนและด้านปลาย

4.2 ทำการเก็บข้อมูล โดยการชั่งน้ำหนัก วัดความยาว และวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนไม้ทั้งด้านโคนและด้านปลายทุกๆวัน

ภาพที่ 15 ตั้งทิ้งไว้เพื่อทำการวัดขนาดและเก็บข้อมูล

4.3 เมื่อข้อมูลที่ทำการเก็บ ผลที่ได้มีค่าของข้อมูลที่นิ่งหรือมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมากให้ทำการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ต่อไป

4.4 ทำการชั่งน้ำหนัก วัดความยาว และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนไม้ พร้อมทั้งทำการตัดชิ้นไม้ด้านโคนและด้ายปลายขนาด 5 ซม. จำนวนด้านละ 2 ชิ้น เพื่อนำไปหาปริมาณความชื้น

4.5 ทำการแปรรูปเป็นแผ่นโดยใช้เลื่อยสายพานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 ซม. มีกำลังมอเตอร์อยู่ที่ 3 แรงม้า (3 hp) โดยทำการตัดตามด้านยาวของไม้ให้ได้ขนาดของแผ่นไม้ที่มีความใกล้เคียงกันในแต่ละท่อน ดังภาพที่ 16

ภาพที่ 16 ตัดท่อนไม้ให้เป็นแผ่น

4.6 นำแผ่นไม้ที่ได้จากการตัดเป็นแผ่นไปทำการตัดแต่งอีกครั้งโดยใช้เลื่อยวงเดือน

4.7 นำข้อมูลที่ได้มาทำการสรุปผลการศึกษาทดลอง

5. การทดสอบคุณสมบัติของไม้ยูคาลิปตัสทางกายสมบัติและทางกลสมบัติ

การเตรียมชิ้นทดสอบในการทดสอบทางกายสมบัติและทางกลสมบัติ

นำแผ่นไม้ยูคาลิปตัสก่อนการอบและหลังการอบ มาทำการตัดตามขนาดที่ต้องการ เพื่อทำการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ที่ต้องการทดสอบ

การทดสอบสมบัติต่างๆ ของแผ่นตามมาตรฐาน ISO (The International Organization for Standardization)

5.1 การทดสอบคุณสมบัติไม้ทางฟิสิกส์

1. ทดสอบความหนาแน่น

ISO 3131 Wood – determination of moisture content for physical and mechanical tests.

2. ทดสอบความความชื้น

ISO 3130 Wood – determination of density for physical and mechanical tests.

5.2 การทดสอบคุณสมบัติไม้ทางกล

1. ทดสอบค่าการดัดสถิตย์หรือมอดูลัสแตกร้าว

ISO 3133 Wood – determination of ultimate strength in static bending.

2. ทดสอบค่ามอดูลัสยืดหยุ่น

ISO 3349 Wood – determination of modulus of elasticity in static bending.

3. ทดสอบความเค้นอัดขนานเสี้ยน

ISO 3787 Wood – Testmethods – Determination of ultimate stress in compression parallel to grain.

4. ทดสอบความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน

ISO 3132 Wood – Testing in compression perpendicular to grain.

5.1 การทดสอบคุณสมบัติไม้ทางฟิสิกส์

1 ทดสอบความหนาแน่น

ตัดชิ้นทดสอบขนาดหน้าตัด 20 x 20 มม. และความยาวตามแกน 25 $\pm$ 5 มม. จำนวน 20 ชิ้นต่อตัวอย่าง นำชิ้นไม้ไปชั่งน้ำหนักและวัดขนาดโดยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ (vernier caliper) ทั้งก่อนอบและหลังอบ แล้วนำค่าไปคำนวณหาความหนาแน่น ตามสูตร

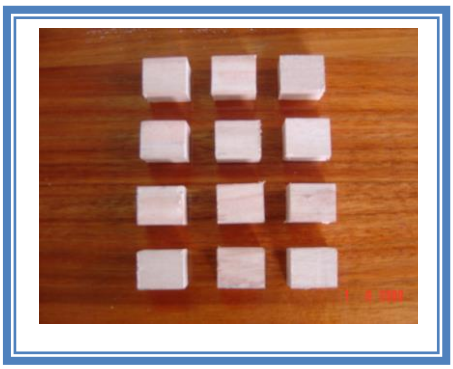
$$\rho = \frac{m}{a \times b \times l} = \frac{m}{v}$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นที่ปริมาณความชื้น (กก./ม.^{3})

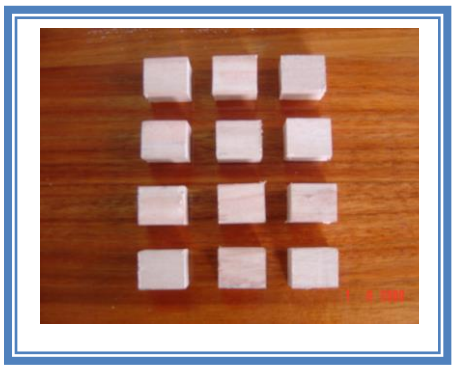
m คือ มวล (กก. หรือ ก.)

a,b,l คือ ขนาด กว้าง ยาว สูง (ม.^{3}หรือ ซม.^{3})

v คือ ปริมาตร (ม.^{3} หรือ ซม.^{3})



ภาพที่ 17 ชิ้นตัวอย่างก่อนทดสอบ



ภาพที่ 18 ชิ้นตัวอย่างหลังทดสอบ

2 การหาค่าความชื้น

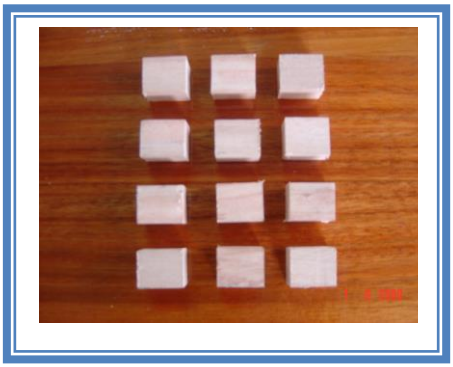
ตัดชิ้นทดสอบขนาดด้านหน้าตัด 20 มม. ยาว 25 ± 5 มม. โดยให้ตัดตามความยาวเสี้ยน จำนวน 20 ชิ้นต่อตัวอย่าง นำชิ้นไม้ไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 ± 2 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำชิ้นทดสอบไปใส่ในโถดูดความชื้น (Desicator) แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาค่าความชื้น ตามสูตร

$$M = \frac{W1-W2}{W2}$$

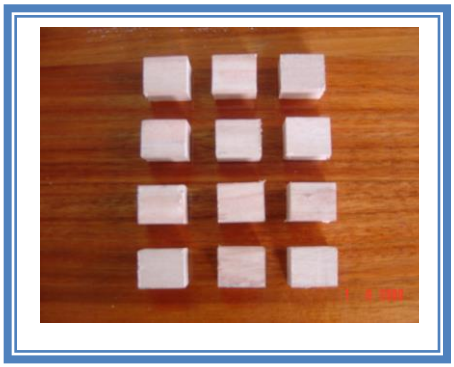
เมื่อ M คือ ค่าความชื้นของไม้ (%)

W1 คือ น้ำหนักของชิ้นไม้ก่อนการอบ (กรัม)

W2 คือ น้ำหนักของชิ้นไม้หลังการอบ (กรัม)



ภาพที่ 19 ชิ้นตัวอย่างก่อนทดสอบ



ภาพที่ 20 ชิ้นตัวอย่างหลังทดสอบ

5.2 การทดสอบคุณสมบัติไม้ทางกล

1 ทดสอบค่าการดัดสถิตย์หรือมอดูลัสแตกร้าว

ตัดชิ้นทดสอบขนาด 20 x 20 x 300 มม. จำนวน 20 ชิ้นต่อตัวอย่าง วัดขนาดหน้าตัด (ตรงกึ่งกลางความยาว) ที่แท้จริงของตัวอย่างไม้ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ อ่านทศนิยมสองตำแหน่ง นำตัวอย่างไม้ไปวางบนแท่นรอง ซึ่งวางห่างกัน 280 มม. (span = 280 มม.) ส่วนของแท่นรองที่สัมผัสกับตัวอย่างไม้ต้องเป็นลูกกลิ้งกลม กดน้ำหนักลงบนกึ่งกลางของไม้ด้วยหัวกดที่มีรัศมีความโค้ง 25 มม. เดินเครื่องให้หัวกดสัมผัสกับตัวอย่างไม้ด้วยความเร็วคงที่ด้วยเครื่องทดสอบ ที่ทำให้ไม้หักภายในเวลา 1.5 $\pm$ 0.5 นาที กดน้ำหนักจนตัวอย่างไม้แตกหัก อ่านค่าแรงจากกราฟที่ได้ และนำไปคำนวณค่ามอดูลัสแตกร้าว ตามสูตร

$$MOR = \frac{3P_{max} L}{2bd^2}$$

เมื่อ P = น้ำหนัก (แรง) ที่กระทำ (นิวตันหรือกก.)

Pmax = น้ำหนักสูงสุด

b = ความกว้างของตัวอย่างไม้ (ซม.)

d = ความลึกของตัวอย่างไม้ (ซม.)

L = ความยาวระหว่างแท่นรอง (span) (มม. หรือ ซม.)

2 ทดสอบค่ามอดูลัสยืดหยุ่น

วิธีการทดสอบเช่นเดียวกับการหาค่ามอดูลัสแตกร้าว แล้วนำค่าไปคำนวณ ตามสูตร

$$MOE = \frac{P_{pl} L^3}{\delta_{pl} 4bd^2}$$

เมื่อ P = น้ำหนัก (แรง) ที่กระทำ (นิวตัน หรือ กก.)

Ppl = น้ำหนักที่จุด P.L. (นิวตัน หรือ กก.)

δ = การโก่งของตัวอย่างไม้ (นิวตัน หรือ กก.)

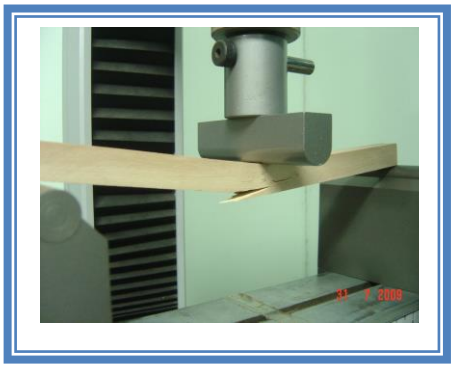
δ_{pl} = การโก่งของตัวอย่างไม้ที่จุด P.L. (นิวตัน หรือ กก.)

b = ความกว้างของตัวอย่างไม้ (ซม.)

d = ความลึกของตัวอย่างไม้ (ซม.)

L = ความยาวระหว่างแท่นรอง (span) (มม. หรือ ซม.)

ภาพที่ 21 ชิ้นตัวอย่างก่อนทดสอบ



ภาพที่ 22 ชิ้นตัวอย่างขณะทดสอบ

ภาพที่ 23 ชิ้นตัวอย่างหลังทดสอบ

3 การหาค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยน

ตัดชิ้นทดสอบในลักษณะลูกบาศก์ขนาด 20 x 20 มม. ความยาวของชิ้นไม้ตั้งแต่ 30 – 60 มม. โดยพยายามตัดให้ด้านหน้าตัด (20 x 20 มม.) ทั้งสองข้างตั้งฉากไม้อย่างแท้จริง และให้ด้านยาวขนานกับเสี้ยน (60 มม.) จำนวน 20 ชิ้นต่อตัวอย่าง นำชิ้นไม้ไปชั่งน้ำหนักและวัดขนาดหน้าตัดของชิ้นทดสอบด้วย vernier อ่านทศนิยมสองตำแหน่ง โดยวัดตรงกึ่งกลางความยาวของชิ้นทดสอบ

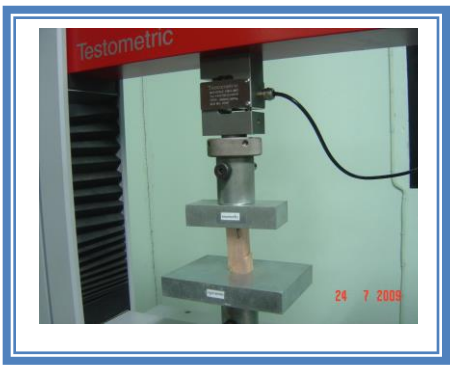
นำชิ้นทดสอบไปวางในช่องสำหรับทดสอบแรงอัดของเครื่องทดสอบ จัดเลือกอุปกรณ์ทดสอบให้ถูกต้อง การทดสอบตั้งความเร็วคงที่ในการเคลื่อนที่ของหัวกด เพื่อให้ตัวอย่างไม้แตกหักภายในเวลา 1.5 ถึง 2 นาที และกดน้ำหนักจนตัวอย่างไม้แตกหัก จดค่าแรงสูงสุด (Pmax) ไว้เพื่อคำนวณ ตามสูตรและรายงานลักษณะการแตกหัก

$$\sigma\ (\text{MPa}) = \frac{P_{max}}{a \times b}$$

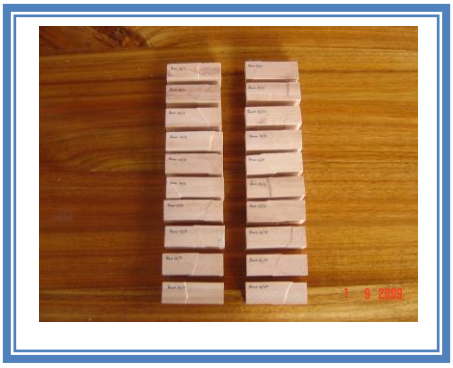
เมื่อ Pmax = น้ำหนัก (แรง) สูงสุดที่ทำให้ไม้หัก (นิวตัน หรือ กก.)

a และ b = ขนาดหน้าตัดของตัวอย่างไม้ (มม. หรือ ซม.)

ภาพที่ 24 ชิ้นตัวอย่างก่อนทดสอบ



ภาพที่ 25 ชิ้นตัวอย่างขณะทดสอบ



ภาพที่ 26 ชิ้นตัวอย่างหลังทดสอบ

4 การหาค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน

ตัดชิ้นทดสอบในลักษณะลูกบาศก์ ขนาด 20 x 20 x 60 มม. จำนวน 20 ชิ้นต่อตัวอย่าง และวัดขนาดหน้าตัดของตัวอย่างไม้ด้วย vernier อ่านทศนิยมสองตำแหน่ง

นำชิ้นทดสอบไปวางบนแท่นสำหรับทดสอบแรงอัด โดยวางนอน นำแผ่นเหล็กกว้าง 20 มม. วางทับผิวหน้าด้านบนของชิ้นทดสอบจัดให้แผ่นเหล็กอยู่ตรงกึ่งกลางและตั้งฉากกับความยาวของชิ้นทดสอบ ใช้แรงกดในอัตราเร็วคงที่ จนผิวหน้าของตัวอย่างยุบลงไป 2.5 มม. แล้วหยุดเครื่อง อ่านค่าจากกราฟ แล้วนำค่าไปคำนวณ ตามสูตร

$$\sigma_{P.L} = \frac{PP.L}{A}$$

เมื่อ $\sigma_{P.L}$ = fiber stress at proportional limit (MPa)

PP.L = load at proportional (นิวตัน หรือ กก.)

A = พื้นที่ของตัวอย่างไม้ที่รับแรงกดจากแผ่นเหล็ก ($มม^2$ หรือ $ซม^2$)

= ความกว้างของตัวอย่างไม้ (a) x ความกว้างของแผ่นเหล็ก (1)

ภาพที่ 27 ชิ้นตัวอย่างก่อนทดสอบ

ภาพที่ 28 ชิ้นตัวอย่างขณะทดสอบ

ภาพที่ 29 ชิ้นตัวอย่างหลังทดสอบ

ผลการทดลอง

ผลการทดลอง สภาวะต่างๆที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัส

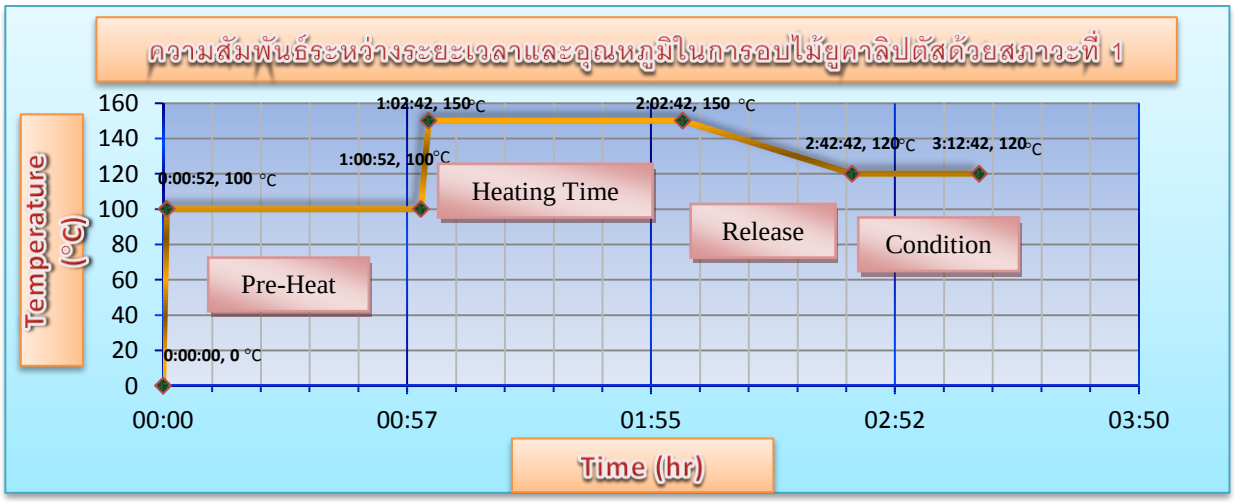
จากการทดลองการอบไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 1 (เพาะจากเมล็ด) ด้วยสภาวะที่ 1 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 98.19 % ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1244.03 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 627.70 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 87.35 % หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 995.66 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 531.74 kg/m^3 ภายหลังจากการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 118 วัน (3 เดือน 28 วัน) ปริมาณความชื้นลดลงเท่ากับ 14.84%

ลักษณะของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่อบโดยสภาวะที่ 1 (เพาะจากเมล็ด) ดังตารางที่ 3 และกราฟที่ 1 หลังการอบ พบว่า ไม่พบการบิดงอและการแตกของท่อนไม้ ดังภาพที่ 30

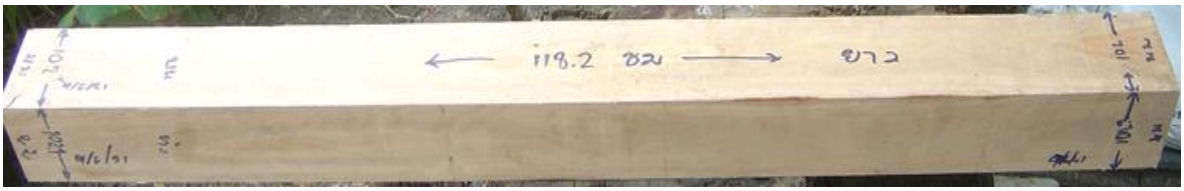
หลังจากการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ เป็นระยะเวลา 224 วัน (7 เดือน 14 วัน) ปริมาณความชื้น มีค่าลดลงเท่ากับ 12.49% และพบว่า ไม่มีลักษณะของการบิดงอและการแตกของเนื้อไม้ อีกทั้งการเก็บแผ่นไม้เป็นระยะเวลานานก็ไม่มีผลทำให้ไม้ที่ผ่านการอบเกิดการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของการแตกและการบิดงอดังภาพที่ 31

ตารางที่ 3 แสดงสภาวะที่ 1 ที่ใช้ในการอบท่อนที่ 1 (เพาะจากเมล็ด)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (C)	**100**	**150**	**120**
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)	1	1	1/2



กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสด้วยสภาวะที่ 1 (ท่อนที่ 1)



ภาพที่ 30 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 1 หลังการแปรรูปเป็นระยะเวลา 118 วัน

ภาพที่ 31 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 1 หลังการแปรรูป

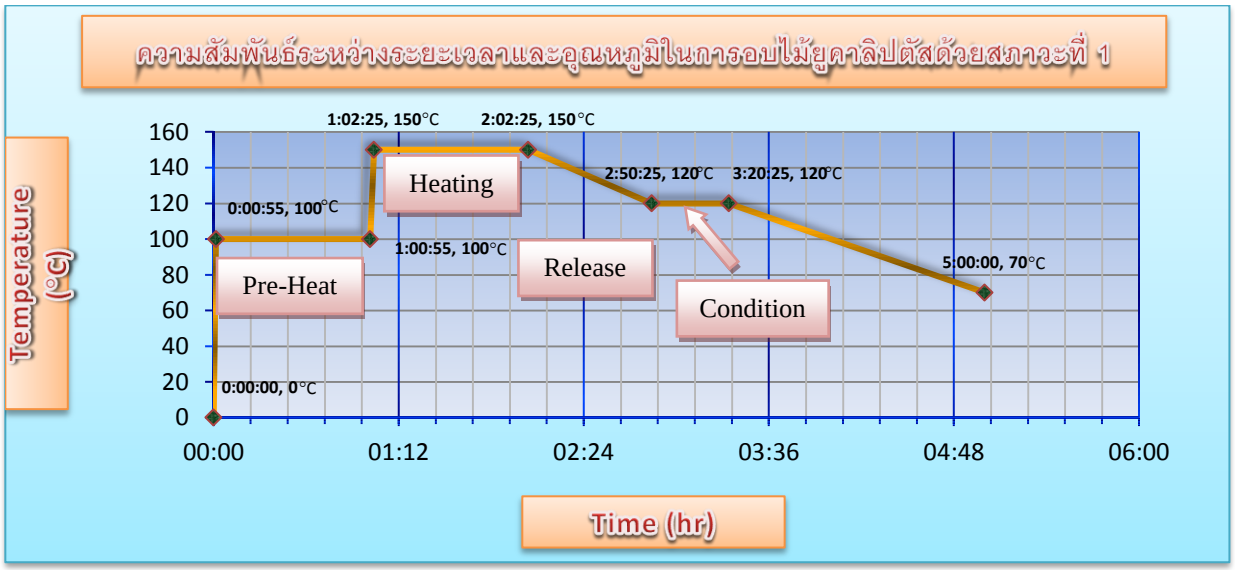
จากการทดลองการอบไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 30 (เพาะจากเมล็ด) ด้วยสภาวะที่ 1 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 24.30% ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1031.16 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 954.84 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 35.04 % หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1138.70 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1010.53 kg/m^{3}ภายหลังจากการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 201 วัน (6 เดือน 21 วัน) ปริมาณความชื้นลดลงเท่ากับ 13.64%

ลักษณะของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่อบโดยสภาวะที่ 1 (เพาะจากเมล็ด) ดังตารางที่ 4 และกราฟที่ 2 หลังการอบ พบว่า ไม่พบการบิดงอแต่มีการแตกร้าวของท่อนไม้มาก ดังภาพที่ 35

หลังจากการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ เป็นระยะเวลา 21 วัน ปริมาณความชื้น มีค่าลดลงเท่ากับ 13.44% และพบว่า ไม่มีลักษณะของการบิดงอ แต่มีรอยแตกร้าวของแผ่นไม้พอสมควรดังภาพที่ 36

ตารางที่ 4 แสดงสภาวะที่ 1 ที่ใช้ในการอบท่อนที่ 30 (เพาะจากเมล็ด)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (C)	**100**	**150**	**120**
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)	1	1	1/2



กราฟที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสด้วยสภาวะที่ 1 (ท่อนที่ 30)

ไม้ยูคาลิปตัสก่อนทำการอบร้อน

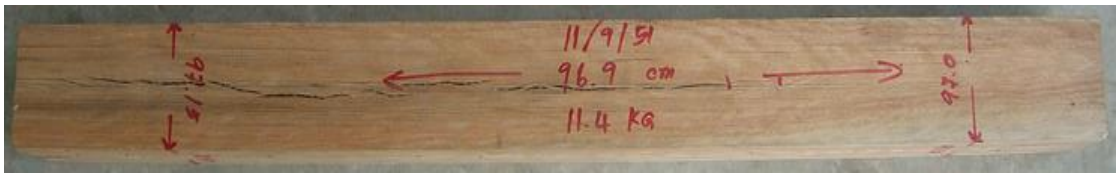
ภาพที่ 32 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 30 ก่อนการอบร้อน

ไม้ยูคาลิปตัสหลังทำการอบร้อน

ภาพที่ 33 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 30 หลังการอบร้อน

ไม้ยูคาลิปตัสที่ทำการแปรรูปภายหลังจากการอบร้อน

ภาพที่ 34 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 30 ที่แปรรูปภายหลังการอบร้อน



ภาพที่ 35 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 30 หลังการแปรรูปเป็นระยะเวลา 201 วัน

ภาพที่ 36 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 30 หลังการแปรรูป

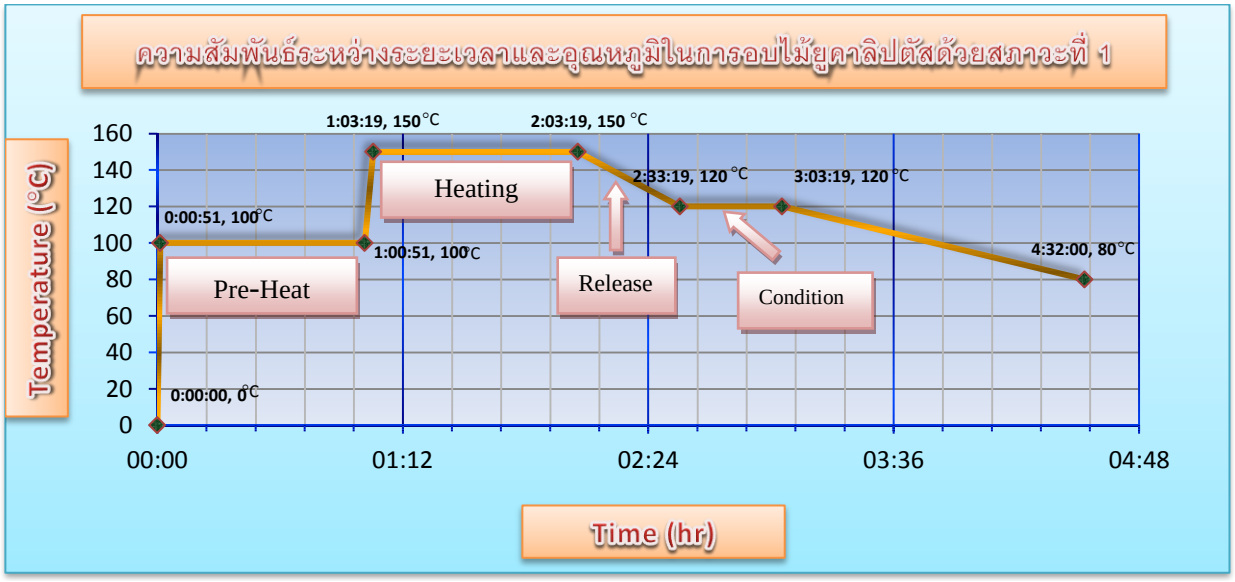
จากการทดลองการอบไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 26 (เพาะจากเนื้อเยื่อ) ด้วยสภาวะที่ 1 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 21.40% ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 913.75 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 854.98 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 22.58 % หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 920.49 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 852.60 kg/m^{3}ภายหลังจากการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 208 วัน (6 เดือน 28 วัน) ปริมาณความชื้นลดลงเท่ากับ 12.49%

ลักษณะของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่อบโดยสภาวะที่ 1 (เพาะจากเนื้อเยื่อ K7) ดังตารางที่ 5 และกราฟที่ 3 หลังการอบ พบว่า ไม่พบการบิดงอแต่มีการแตกร้าวของท่อนไม้เพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 40

หลังจากการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ เป็นระยะเวลา 21 วัน ปริมาณความชื้น มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 13.43% และพบว่า ไม่มีลักษณะของการบิดงอ แต่มีรอยแตกของแผ่นไม้เพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 41

ตารางที่ 5 แสดงสภาวะที่ 1 ที่ใช้ในการอบท่อนที่ 26 (เพาะจากเนื้อเยื่อ)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (°C)	**100**	**150**	**120**
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)	1	1	1/2



กราฟที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสด้วยสภาวะที่ 1 (ท่อนที่ 26)

ไม้ยูคาลิปตัสก่อนการอบร้อน

ภาพที่ 37 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 26 ก่อนการอบร้อน

ไม้ยูคาลิปตัสหลังการอบร้อน

ภาพที่ 38 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 26 หลังการอบร้อน

ไม้ยูคาลิปตัสที่ทำการแปรรูปภายหลังจากการอบร้อน

ภาพที่ 39 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 26 ที่แปรรูปภายหลังการอบร้อน

ภาพที่ 40 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 26 หลังการแปรรูปเป็นระยะเวลา 208 วัน

ภาพที่ 41 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 26 หลังการแปรรูป

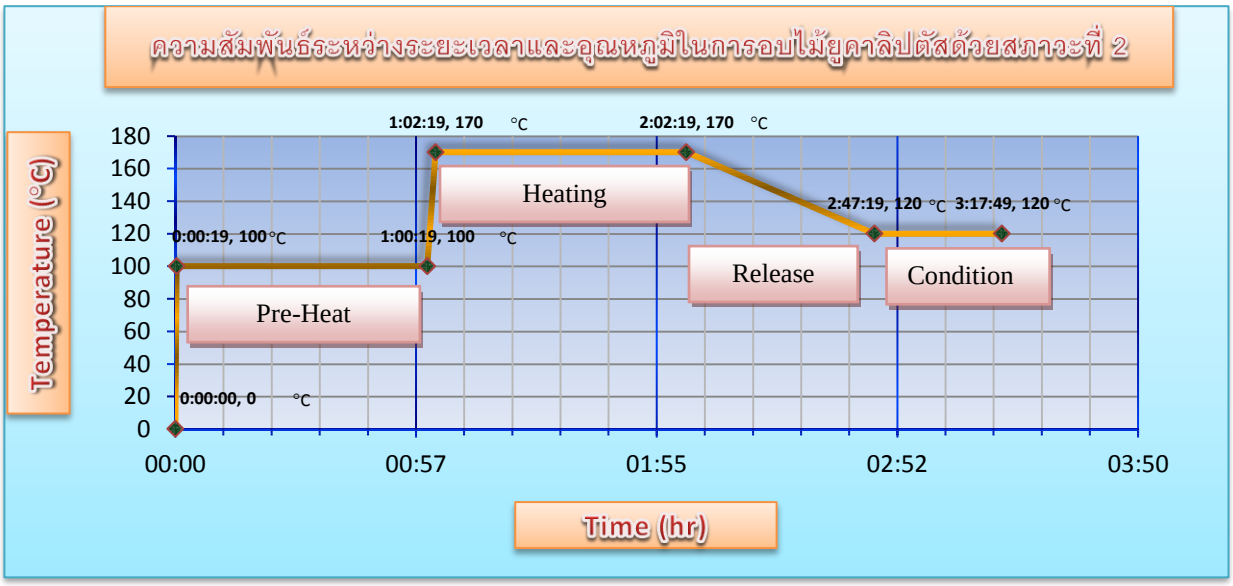
จากการทดลองการอบไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 2 (เพาะจากเมล็ด) ด้วยสภาวะที่ 2 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 109.67 % ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1088.37 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 519.09 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 81.43 % หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1031.45 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 569.07 kg/m^{3}ภายหลังจากการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 231 วัน (7 เดือน 21 วัน) ปริมาณความชื้นลดลงเท่ากับ 12.28%

ลักษณะของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่อบด้วยสภาวะที่ 2 (เพาะจากเมล็ด) ดังตารางที่ 6 และกราฟที่ 4 หลังการอบ พบว่า ไม่พบการบิดงอแต่มีการแตกร้าวของท่อนไม้เพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 42

หลังจากการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ เป็นระยะเวลา 143 วัน ปริมาณความชื้น มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 13.24% และพบว่า ไม่มีลักษณะของการบิดงอ แต่มีรอยแตกร้าวเพียงเล็กน้อยในบางจุด ดังภาพที่ 43

ตารางที่ 6 แสดงสภาวะที่ 2 ที่ใช้ในการอบท่อนที่ 2 (เพาะจากเมล็ด)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (C)	**100**	**170**	**120**
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)	1	1	1/2



กราฟที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสด้วยสภาวะที่ 2 (ท่อนที่ 2)

ภาพที่ 42 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 2 หลังการแปรรูปเป็นระยะเวลา 231 วัน

ภาพที่ 43 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 2 หลังการแปรรูป

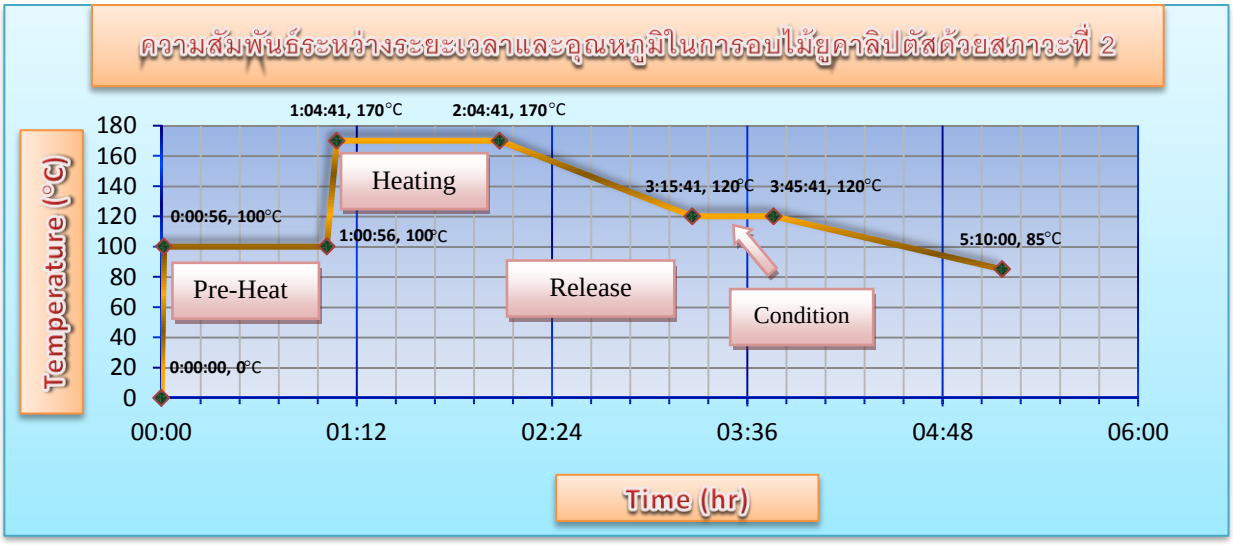
จากการทดลองการอบไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 25 (เพาะจากเนื้อเยื่อ) ด้วยสภาวะที่ 2 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 28.83 % ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 999.55 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 875.81 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 21.55 % หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 950.64 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 909.34 kg/m^{3}ภายหลังจากการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 208 วัน (6 เดือน 28 วัน) ปริมาณความชื้นลดลงเท่ากับ 12.24%

ลักษณะของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่อบด้วยสภาวะที่ 2 (เพาะจากเนื้อเยื่อ K7) ดังตารางที่ 7 และกราฟที่ 5 หลังการอบ พบว่า ไม่พบการบิดงอแต่มีการแตกของท่อนไม้พอสมควร ดังภาพที่ 47

หลังจากการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ เป็นระยะเวลา 21 วัน ปริมาณความชื้น มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 12.98% และพบว่า ไม่มีลักษณะของการบิดงอ แต่มีรอยแตกเพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 48

ตารางที่ 7 แสดงสภาวะที่ 2 ที่ใช้ในการอบท่อนที่ 25 (เพาะจากเนื้อเยื่อ)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (°C)	**100**	**170**	**120**
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)	1	1	1/2



กราฟที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสด้วยสภาวะที่ 2 (ท่อนที่ 25)

ไม้ยูคาลิปตัสก่อนทำการอบ

ภาพที่ 44 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 25 ก่อนการอบ

ไม้ยูคาลิปตัสหลังทำการอบ

ภาพที่ 45 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 25 หลังการอบ

ไม้ยูคาลิปตัสที่ทำการแปรรูปภายหลังจากการอบร้อน

ภาพที่ 46 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 25 ที่แปรรูปภายหลังการอบร้อน

ภาพที่ 47 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 25 หลังการแปรรูปเป็นระยะเวลา 208 วัน

ภาพที่ 48 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 25 หลังการแปรรูป

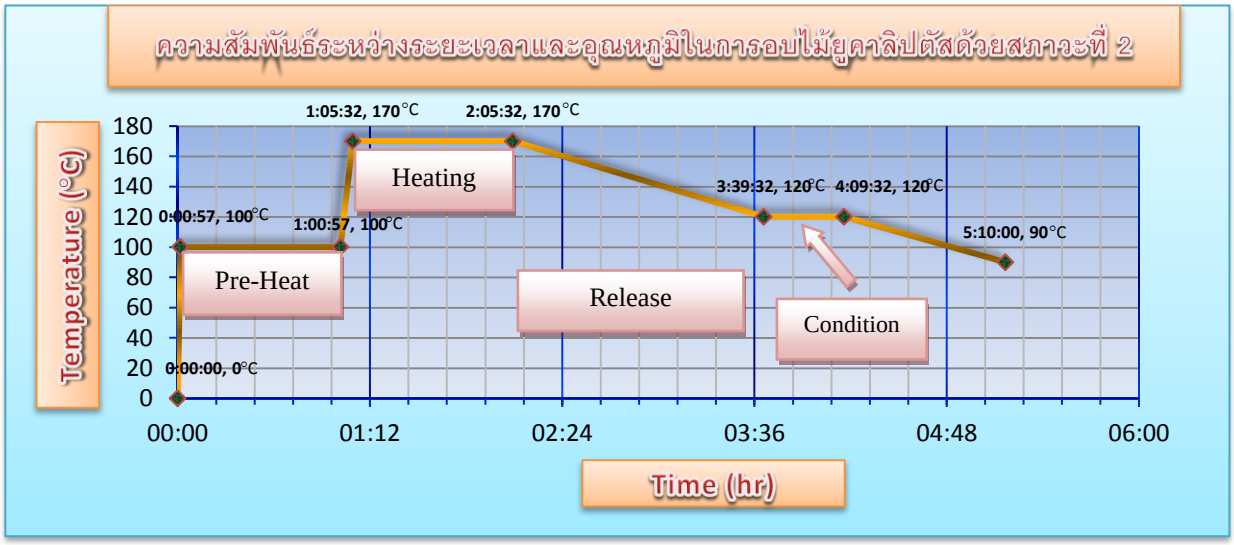
จากการทดลองการอบไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 27 (เพาะจากเนื้อเยื่อ) ด้วยสภาวะที่ 2 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 20.55 % ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 915.83 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 853.28 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 27.70 % หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 995.79 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 904.05 kg/m^3 ภายหลังจากการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 207 วัน (6 เดือน 27 วัน) ปริมาณความชื้นลดลงเท่ากับ 12.13%

ลักษณะของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่อบด้วยสภาวะที่ 2 (เพาะจากเนื้อเยื่อ K7) ดังตารางที่ 8 และกราฟที่ 6 หลังการอบ พบว่า ไม่พบการบิดงอแต่มีการแตกของท่อนไม้ค่อนข้างมาก ดังภาพที่ 52

หลังจากการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ เป็นระยะเวลา 21 วัน ปริมาณความชื้น มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 13.28% และพบว่า ไม่มีลักษณะของการบิดงอ และรอยแตกของแผ่นไม้ ดังภาพที่ 53

ตารางที่ 8 แสดงสภาวะที่ 2 ที่ใช้ในการอบท่อนที่ 27 (เพาะจากเนื้อเยื่อ)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (°C)	**100**	**170**	**120**
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)	1	1	1/2



กราฟที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสด้วยสภาวะที่ 2 (ท่อนที่ 27)

ไม้ยูคาลิปตัสก่อนทำการอบร้อน

ภาพที่ 49 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 27 ก่อนการอบร้อน

ไม้ยูคาลิปตัสหลังทำการอบร้อน

ภาพที่ 50 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 27 หลังการอบร้อน

ไม้ยูคาลิปตัสที่ทำการแปรรูปภายหลังการอบร้อน

ภาพที่ 51 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 27 ที่แปรรูปภายหลังการอบร้อน

ภาพที่ 52 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 27 หลังการแปรรูปเป็นระยะเวลา 207 วัน

ภาพที่ 53 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 27 หลังการแปรรูป

จากการทดลองการอบไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 6 (เพาะจากเมล็ด) ด้วยสภาวะที่ 3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 82.55 % ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1019.07 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 558.24 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 78.21 % หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1017.03 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 570.69 kg/m^3 ภายหลังจากการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 227 วัน (7 เดือน 17 วัน) ปริมาณความชื้นลดลงเท่ากับ 10.72%

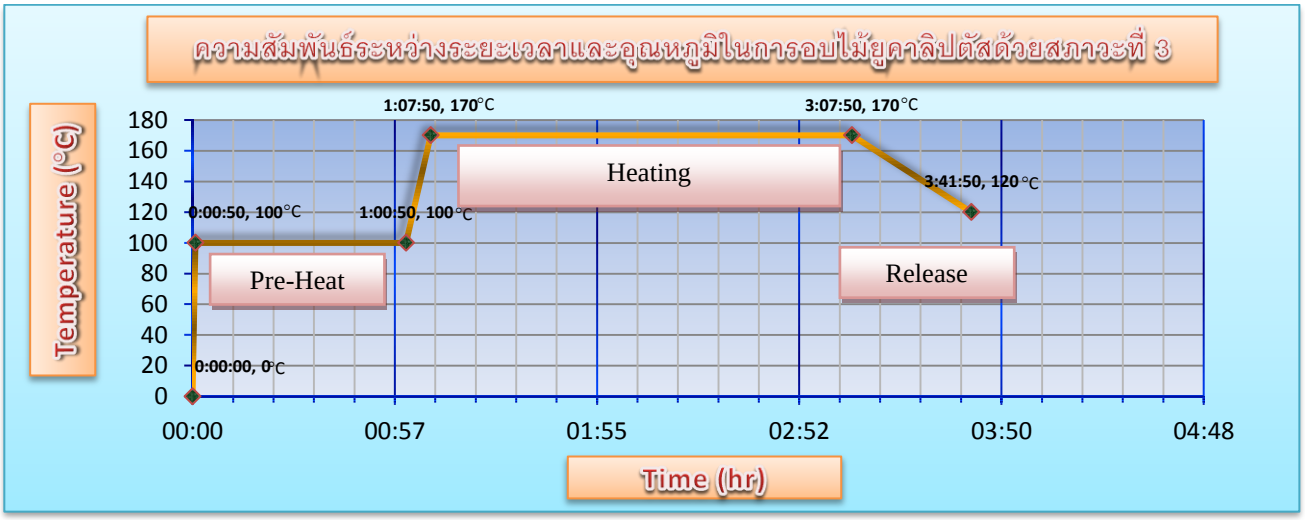
ลักษณะของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่อบด้วยสภาวะที่ 3 (เพาะจากเมล็ด) ดังตารางที่ 9 และกราฟที่ 7 หลังการอบ พบว่า ไม่พบการบิดงอแต่มีการแตกร้าวของท่อนไม้เพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 54

หลังจากการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ เป็นระยะเวลา 143 วัน (4 เดือน 23 วัน) ปริมาณความชื้น มีค่าเพิ่มขึ้นแท่ากับ 12.03% และพบว่า ไม่มีลักษณะของการบิดงอ แต่มีรอยแตกร้าวของเนื้อไม้เพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 55

ตารางที่ 9 แสดงสภาวะที่ 3 ที่ใช้ในการอบท่อนที่ 6 (เพาะจากเมล็ด)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (C)	**100**	**170**
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)	1	2

หมายเหตุ : นำไม้ออกที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส



กราฟที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสด้วยสภาวะที่ 3 (ท่อนที่ 6)

ภาพที่ 54 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 6 หลังการแปรรูปเป็นระยะเวลา 227 วัน

ภาพที่ 55 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 6 หลังการแปรรูป

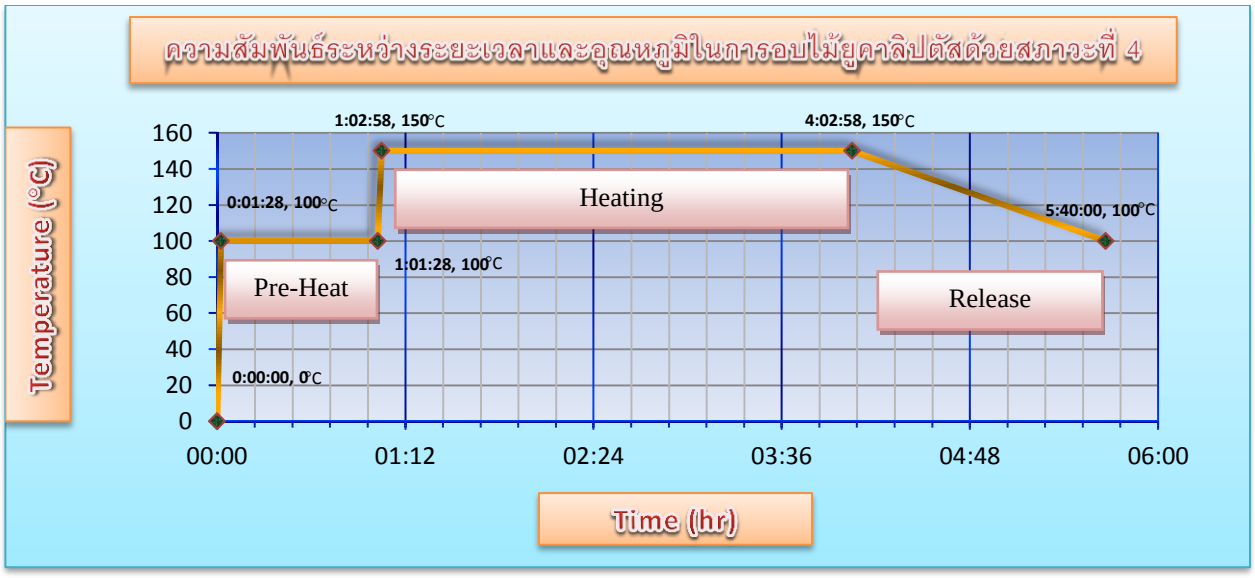
จากการทดลองการอบไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 8 (เพาะจากเมล็ด) ด้วยสภาวะที่ 4 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 56.19 % ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1155.57 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 740.32 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 51.97 % หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1139.68 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 750.35 kg/m^3 ภายหลังจากการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 225 วัน (7 เดือน 15 วัน) ปริมาณความชื้นลดลงเท่ากับ 21.99%

ลักษณะของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่อบด้วยสภาวะที่ 4 (เพาะจากเมล็ด) ดังตารางที่ 10 และกราฟที่ 8 หลังการอบ พบว่า ไม่พบการบิดงอแต่มีการแตกร้าวของท่อนไม้เพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 56

หลังจากการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ เป็นระยะเวลา 143 วัน (4 เดือน 23 วัน) ปริมาณความชื้น มีค่าลดลงเท่ากับ 12.56% และพบว่า ไม่มีลักษณะของการบิดงอ แต่มีรอยแตกเพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 57

ตารางที่ 10 แสดงสภาวะที่ 4 ที่ใช้ในการอบท่อนที่ 8 (เพาะจากเมล็ด)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (°C)	**100**	**150**
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)	1	3



กราฟที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสด้วยสภาวะที่ 4 (ท่อนที่ 8)

ภาพที่ 56 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 6 หลังการแปรรูปเป็นระยะเวลา 225 วัน

ภาพที่ 57 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 8 หลังการแปรรูป

จากการทดลองการอบไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 16 (เพาะจากเมล็ด) ด้วยสภาวะที่ 5 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 99.21 % ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1248.29 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 626.61 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 56.80 % หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 885.52 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 663.74 kg/m^3 ภายหลังจากการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 232 วัน (7 เดือน 22 วัน) ปริมาณความชื้นลดลงเท่ากับ 14.70%

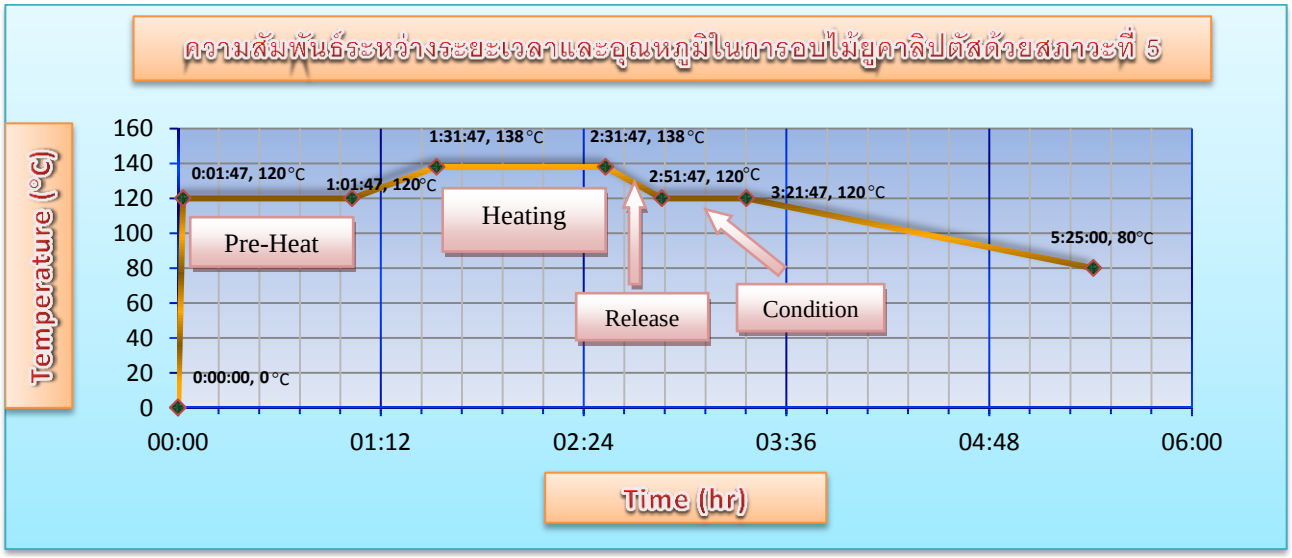
ลักษณะของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่อบด้วยสภาวะที่ 5 (เพาะจากเมล็ด) ดังตารางที่ 11 และกราฟที่ 9 หลังการอบ พบว่า ไม่พบการบิดงอแต่มีการแตกของท่อนไม้ค่อนข้างมาก ดังภาพที่ 61

หลังจากการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ เป็นระยะเวลา 21 วัน ปริมาณความชื้น มีค่าลดลงเท่ากับ 13.83% และพบว่า ไม่มีลักษณะของการบิดงอ แต่มีรอยแตกเพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 62

ตารางที่ 11 แสดงสภาวะที่ 5 ที่ใช้ในการอบท่อนที่ 16 (เพาะจากเมล็ด)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (°C)	**120**	**138**	**120**
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)	1	1	1/2

หมายเหตุ : ระยะที่ 2 และ 3 ทำการอบในตู้อบชั้นนอก



กราฟที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสด้วยสภาวะที่ 5 (ท่อนที่ 16)

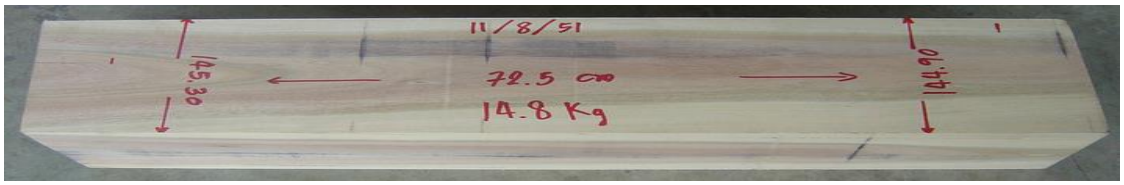
ไม้ยูคาลิปตัสก่อนการอบร้อน

ภาพที่ 58 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 16 ก่อนการอบร้อน

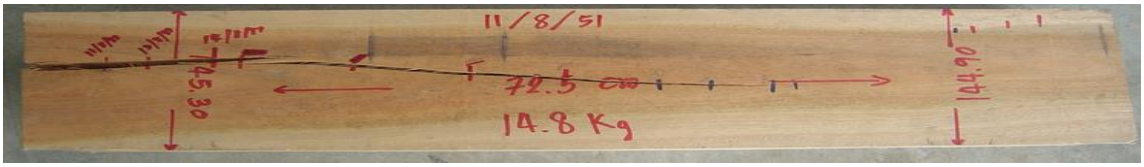
ไม้ยูคาลิปตัสหลังการอบร้อน

ภาพที่ 59 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 16 หลังการอบร้อน

ไม้ยูคาลิปตัสที่ทำการแปรรูปภายหลังการอบร้อน



ภาพที่ 60 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 16 ที่แปรรูปภายหลังการอบร้อน



ภาพที่ 61 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 16 หลังการแปรรูปเป็นระยะเวลา 232 วัน

ภาพที่ 62 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 16 หลังการแปรรูป

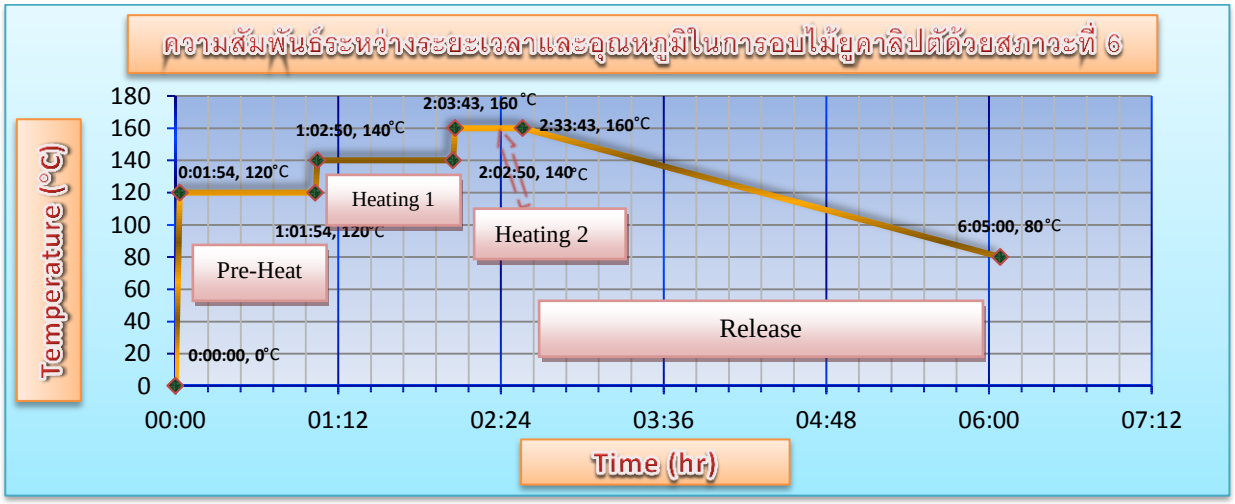
จากการทดลองการอบไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 18 (เพาะจากเมล็ด) ด้วยสภาวะที่ 6 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 92.39 % ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1188.24 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 617.62 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 51.00 % หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 939.15 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 708.47 kg/m^3 ภายหลังจากการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 154 วัน (5 เดือน 4 วัน) ปริมาณความชื้นลดลงเท่ากับ 10.82%

ลักษณะของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่อบด้วยสภาวะที่ 6 (เพาะจากเมล็ด) ดังตารางที่ 12 และกราฟที่ 10 หลังการอบ พบว่า ไม่พบการบิดงอแต่มีการแตกของท่อนไม้เพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 66

หลังจากการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ เป็นระยะเวลา 143 วัน ปริมาณความชื้น มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 11.88% และพบว่า ไม่มีลักษณะของการบิดงอ แต่มีรอยแตกเพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 67

ตารางที่ 12 แสดงสภาวะที่ 6 ที่ใช้ในการอบท่อนที่ 18 (เพาะจากเมล็ด)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (C)	**120**	**140**	**160**
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)	1	1	1/2



กราฟที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสด้วยสภาวะที่ 6 (ท่อนที่ 18)

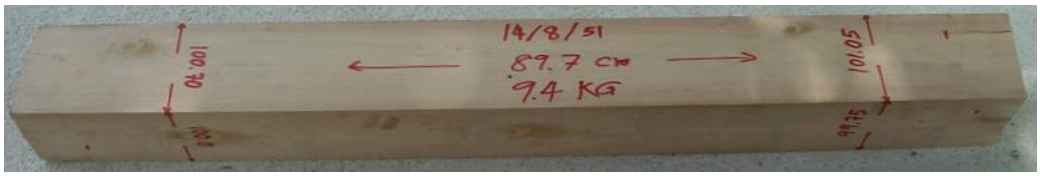
ไม้ยูคาลิปตัสก่อนทำการอบ

ภาพที่ 63 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 18 ก่อนการอบร้อน

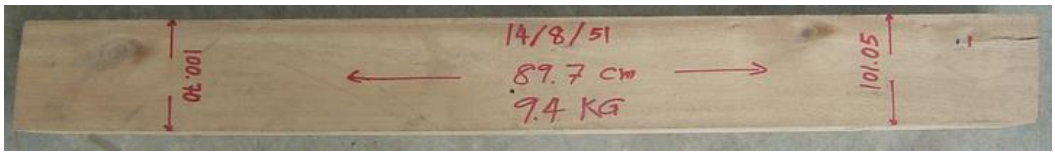
ไม้ยูคาลิปตัสหลังทำการอบ

ภาพที่ 64 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 18 หลังการอบร้อน

ไม้ยูคาลิปตัสที่ทำการแปรรูปภายหลังการอบร้อน



ภาพที่ 65 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 18 ที่แปรรูปภายหลังการอบร้อน



ภาพที่ 66 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 18 หลังการแปรรูปเป็นระยะเวลา 154 วัน

ภาพที่ 67 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 18 หลังการแปรรูป

จากการทดลองการอบไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 20 (เพาะจากเมล็ด) ด้วยสภาวะที่ 7 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 94.17 % ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 1234.37 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 635.70 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 23.60 % หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 766.99 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 685.62 kg/m^3 ภายหลังจากการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 228 วัน (7 เดือน 18 วัน) ปริมาณความชื้นลดลงเท่ากับ 12.50%

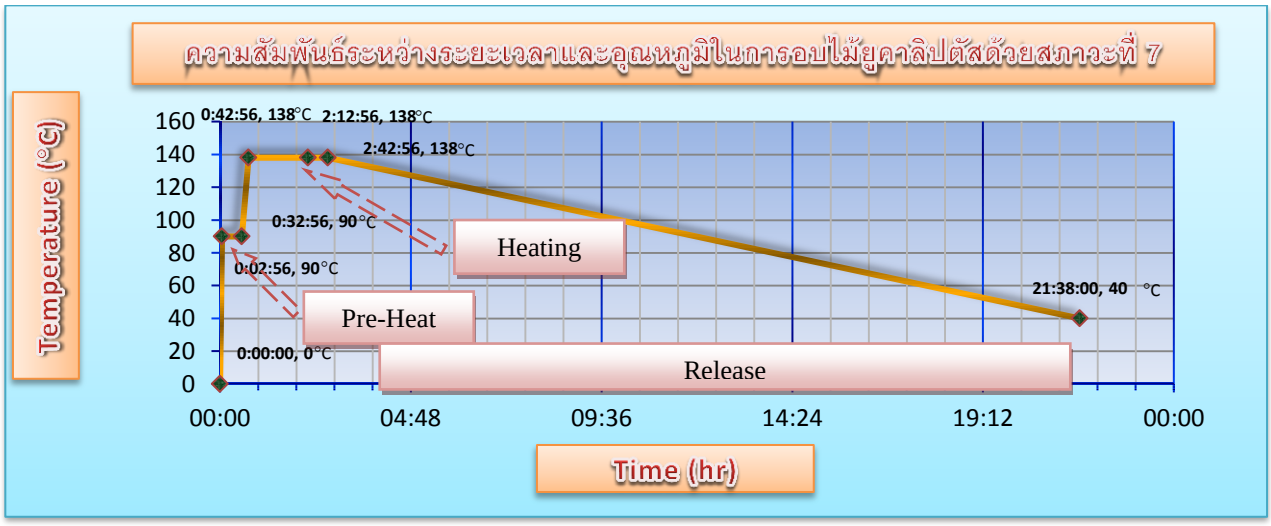
ลักษณะของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่อบด้วยสภาวะที่ 7 (เพาะจากเมล็ด) ดังตารางที่ 13 และกราฟที่ 11 หลังการอบ พบว่า ไม่พบการบิดงอแต่มีการแตกร้าวของท่อนไม้เพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 71

หลังจากการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ เป็นระยะเวลา 21 วัน ปริมาณความชื้น มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 13.26% และพบว่า ไม่มีลักษณะของการบิดงอ แต่มีรอยแตกเพียงเล็กน้อยในบางจุด ดังภาพที่ 72

ตารางที่ 13 แสดงสภาวะที่ 7 ที่ใช้ในการอบท่อนที่ 20 (เพาะจากเมล็ด)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (°C)	**90**	**138**	**138**
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)	1/2	1 1/2	1/2

หมายเหตุ : ทำการอบในตู้อบชั้นนอก



กราฟที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสด้วยสภาวะที่ 7 (ท่อนที่ 20)

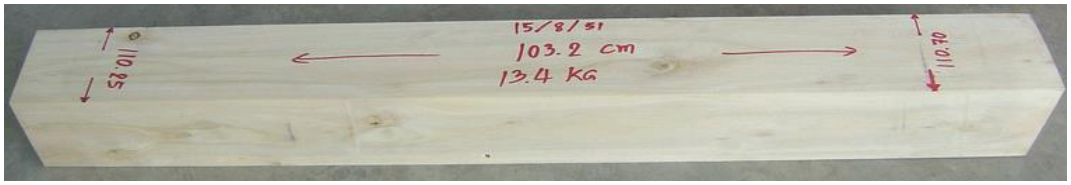
ไม้ยูคาลิปตัสก่อนการอบร้อน

ภาพที่ 68 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 20 ก่อนการอบร้อน

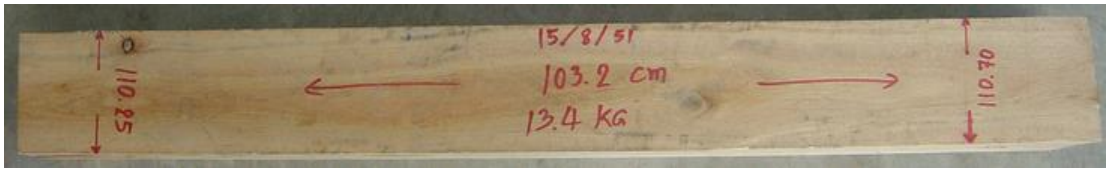
ไม้ยูคาลิปตัสหลังการอบร้อน

ภาพที่ 69 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 20 หลังการอบร้อน

ไม้ยูคาลิปตัสที่ทำการแปรรูปภายหลังการอบร้อน



ภาพที่ 70 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 20 ที่แปรรูปภายหลังการอบร้อน



ภาพที่ 71 แสดงลักษณะของไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 20 หลังการแปรรูปเป็นเวลา 228 วัน

ภาพที่ 72 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 20 หลังการแปรรูป

จากการทดลองการอบไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 23 (เพาะจากเมล็ด) ด้วยสภาวะที่ 8 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 40.29 % ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 705.50 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด ก่อนทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 594.13 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดที่ 19.01 % หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 623.79 kg/m^3 ความหนาแน่น ณ สภาวะน้ำหนักแห้ง / ปริมาตรสด หลังทำการอบร้อน มีค่าเท่ากับ 572.41 kg/m^{3}ภายหลังจากการตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 207 วัน (6 เดือน 27 วัน) ปริมาณความชื้นลดลงเท่ากับ 12.91%

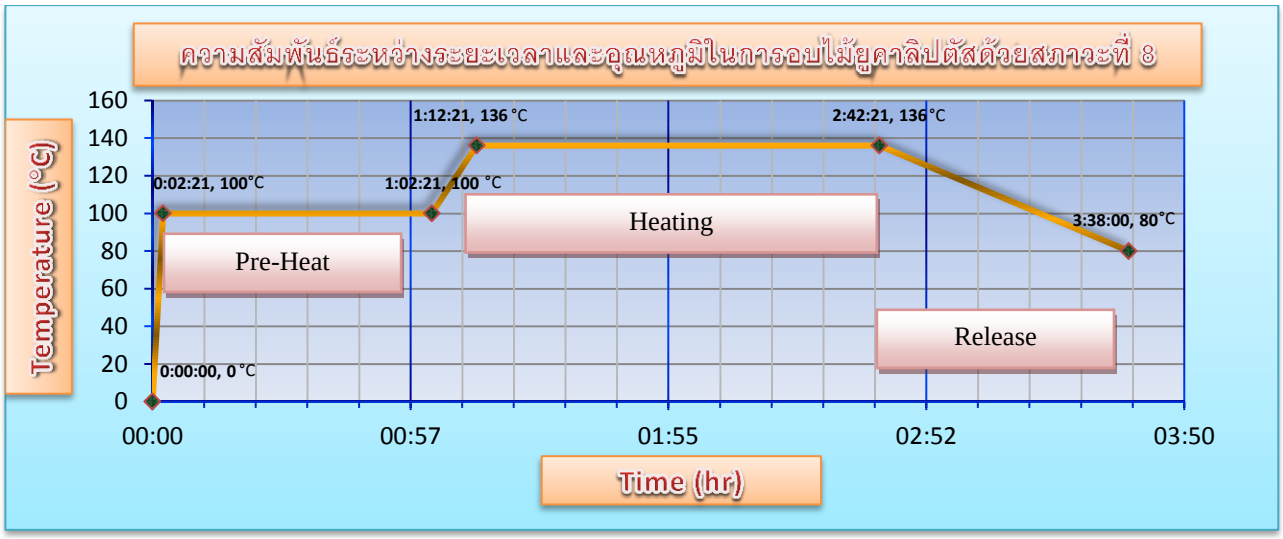
ลักษณะของท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่อบด้วยสภาวะที่ 8 (เพาะจากเมล็ด) ดังตารางที่ 14 และกราฟที่ 12 หลังการอบ พบว่า ไม่พบการบิดงอแต่มีการแตกร้าวของท่อนไม้พอสมควร ดังภาพที่ 76

หลังจากการแปรรูปเป็นแผ่นไม้ เป็นระยะเวลา 21 วัน ปริมาณความชื้น มีค่าลดลงเท่ากับ 12.78% และพบว่า ไม่มีลักษณะของการบิดงอ และรอยแตกของแผ่นไม้ ดังภาพที่ 77

ตารางที่ 14 แสดงสภาวะที่ 8 ที่ใช้ในการอบท่อนที่ 23 (เพาะจากเมล็ด)

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (°C)	**100**	**136**
ระยะเวลาที่ใช้ (hr)	1	1 1/2

หมายเหตุ : ทำการอบในตู้อบชั้นนอก



กราฟที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสด้วยสภาวะที่ 8 (ท่อนที่ 23)

ไม้ยูคาลิปตัสก่อนการแปรรูป

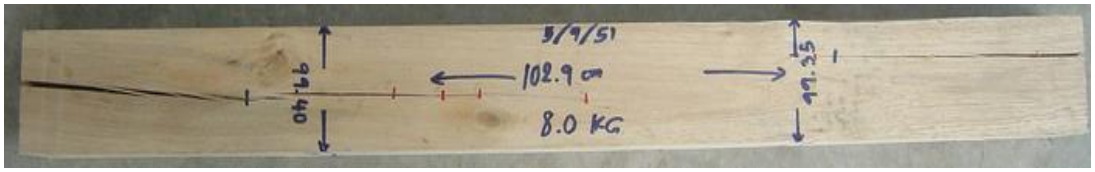
ภาพที่ 73 แสดงลักษณะไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 23 ก่อนการอบร้อน

ไม้ยูคาลิปตัสหลังการแปรรูป

ภาพที่ 74 แสดงลักษณะไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 23 หลังการอบร้อน

ไม้ยูคาลิปตัสที่ทำการแปรรูปภายหลังการอบร้อน

ภาพที่ 75 แสดงลักษณะไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 23 ที่แปรรูปภายหลังการอบร้อน



ภาพที่ 76 แสดงลักษณะไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 23 หลังการแปรรูปเป็นระยะเวลา 207 วัน

ภาพที่ 77 แสดงลักษณะของแผ่นไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่ 23 หลังการแปรรูป

ตารางที่ 15 แสดงช่วงสภาวะที่มีผลทำให้ไม้ยูคาลิปตัสมีลักษณะที่ดีหลังจากการอบร้อน

	ช่วงระยะที่ 1	ช่วงระยะที่ 2	ช่วงระยะที่ 3
อุณหภูมิ (°C)	90 – 100	138 - 170	120 -160
ระยะเวลา (hr)	½ - 1	1 – 3	½

หมายเหตุ : 1. สภาวะข้างต้น จะต้องทำการอบร้อนโดยเครื่องอบร้อนที่มีถังอบร้อนทั้งภายนอกและภายใน
2. ในการอบร้อนอาจจะมีการอบร้อนทั้งภายนอกและภายในขึ้นอยู่กับสภาวะนั้นๆด้วย

ตารางที่ 16 แสดงช่วงระยะระหว่างเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละช่วง

Sample		**Pre-Heat**	**Heating**	**Release**	**Condition**
ท่อนที่ 1	อุณหภูมิ (°C)	100	150	150-120	120
	เวลา (hr)	1	1	0.40	0.30
ท่อนที่ 30	อุณหภูมิ (°C)	100	150	150-120	120
	เวลา (hr)	1	1	0.48	0.30
ท่อนที่ 26	อุณหภูมิ (°C)	100	150	150-120	120
	เวลา (hr)	1	1	0.30	0.30
ท่อนที่ 2	อุณหภูมิ (°C)	100	170	170-120	120
	เวลา (hr)	1	1	0.45	0.30
ท่อนที่ 25	อุณหภูมิ (°C)	100	170	170-120	120
	เวลา (hr)	1	1	1.11	0.30
ท่อนที่ 27	อุณหภูมิ (°C)	100	170	170-120	120
	เวลา (hr)	1	1	1.34	0.30
ท่อนที่ 6	อุณหภูมิ (°C)	100	170	170-120	-
	เวลา (hr)	1	1	0.34	-
ท่อนที่ 8	อุณหภูมิ (°C)	100	150	150-100	-
	เวลา (hr)	1	3	1.38	-
ท่อนที่ 16	อุณหภูมิ (°C)	120	138	138-120	120
	เวลา (hr)	1	1	0.20	0.30

ตารางที่ 16 แสดงช่วงระยะระหว่างเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละช่วง (ต่อ)

Sample		Pre-Heat	Heating		Release	Condition
			Heating **1**	Heating **2**		
ท่อนที่ 18	อุณหภูมิ (°C)	120	140	160	160-80	-
	เวลา (hr)	1	1	1/2	4.30	-
ท่อนที่ 20	อุณหภูมิ (°C)	90	138		138-40	-
	เวลา (hr)	1/2	2		19	-
ท่อนที่ 23	อุณหภูมิ (°C)	100	136		136-80	-
	เวลา (hr)	1	11/2		0.56	-

ตารางที่ 17 แสดงปริมาณความหนาแน่น ณ สภาวะความชื้นกำหนดและสภาวะน้ำหนักแห้ง/ปริมาตรสด

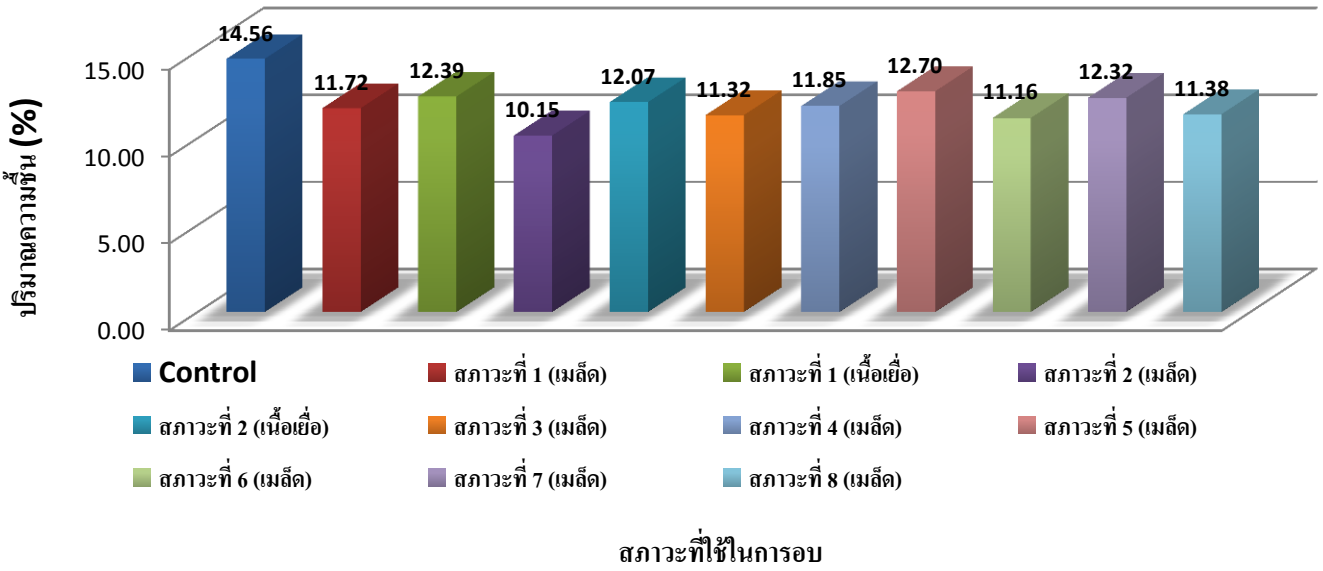
สภาวะที่ใช้ในการอบ	ไม้ยูคาลิปตัสท่อนที่	ก่อนทำการอบร้อน			หลังทำการอบร้อน		
		% MC	ความหนาแน่น ณ สภาวะกำหนด (kg/m^3)	ความหนาแน่น ณ สภาวะแห้ง / ปริมาตรสด (kg/m^3)	% MC	ความหนาแน่น ณ สภาวะกำหนด (kg/m^3)	ความหนาแน่น ณ สภาวะแห้ง / ปริมาตรสด (kg/m^3)
1	1	98.19	1244.03	627.70	87.35	995.66	531.74
	26	21.40	913.75	854.98	22.58	920.49	852.60
	30	24.30	1031.16	954.84	35.04	1138.70	1010.53
2	2	109.67	1088.37	519.09	81.43	1031.45	569.07
	25	28.83	999.55	875.81	21.55	950.64	909.34
	27	20.55	915.83	853.28	27.70	995.79	904.05
3	6	82.55	1019.07	558.24	78.21	1017.03	570.69
4	8	56.19	1155.57	740.32	51.97	1139.68	750.35
5	16	99.21	1248.29	626.61	56.80	885.52	663.74
6	18	92.39	1188.24	617.62	51.00	939.15	708.47
7	20	94.17	1234.37	635.70	23.60	766.99	685.62
8	23	40.29	705.50	594.13	19.01	623.79	572.41

ตารางที่ 18 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน ISO

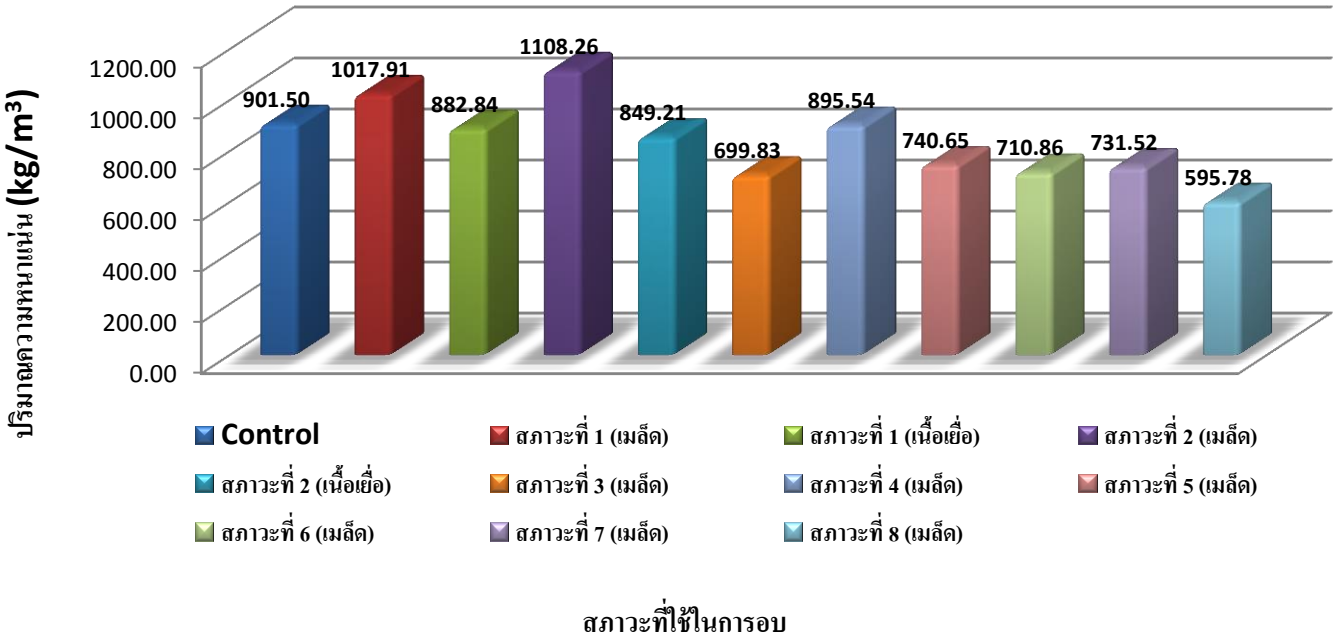
สภาวะที่		สภาวะที่ใช้ในการอบไม้ยูคาลิปตัส						การทดสอบทางฟิสิกส์		การทดสอบทางกายภาพ			
		Phase 1		Phase 2		Phase 3		%MC	Density (kg/m3)	MOR (MPa)	MOE (MPa)	Compression Parallel (MPa)	Compression Perpendicular (MPa)
		อุณหภูมิ (˚C)	เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (˚C)	เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (˚C)	เวลา (ชม.)						
Control	เมล็ด	-	-	-	-	-	-	14.56	901.50	73.835	5992.61	45.31	11.43
1	เมล็ด	100	1	150	1	120	1/2	11.72	1017.91	69.890	8974.55	67.27	19.84
	เนื้อเยื่อ	100	1	150	1	120	1/2	12.39	882.84	84.900	8012.57	54.89	12.08
2	เมล็ด	100	1	170	1	120	1/2	10.15	1108.26	66.518	10083.17	66.54	17.05
	เนื้อเยื่อ	100	1	170	1	120	1/2	12.07	849.21	76.674	7694.56	58.29	16.35
3	เมล็ด	100	1	170	2	-	-	11.32	699.83	59.462	5541.86	47.16	10.93
4	เมล็ด	100	1	150	3	-	-	11.85	895.54	71.473	6092.13	53.42	14.19
5	เมล็ด	120	1	138	1	120	1/2	12.70	740.65	60.413	4977.09	44.01	6.46
6	เมล็ด	120	1	140	1	160	1/2	11.16	710.86	65.494	6553.32	48.38	10.53
7	เมล็ด	90	1/2	138	1 1/2	138	1/2	12.32	731.52	62.826	5813.42	45.33	11.27
8	เมล็ด	100	1	136	1 1/2	-	-	11.38	595.78	68.859	6439.76	50.68	8.42

กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการทดสอบของไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละคุณสมบัติการทดสอบ

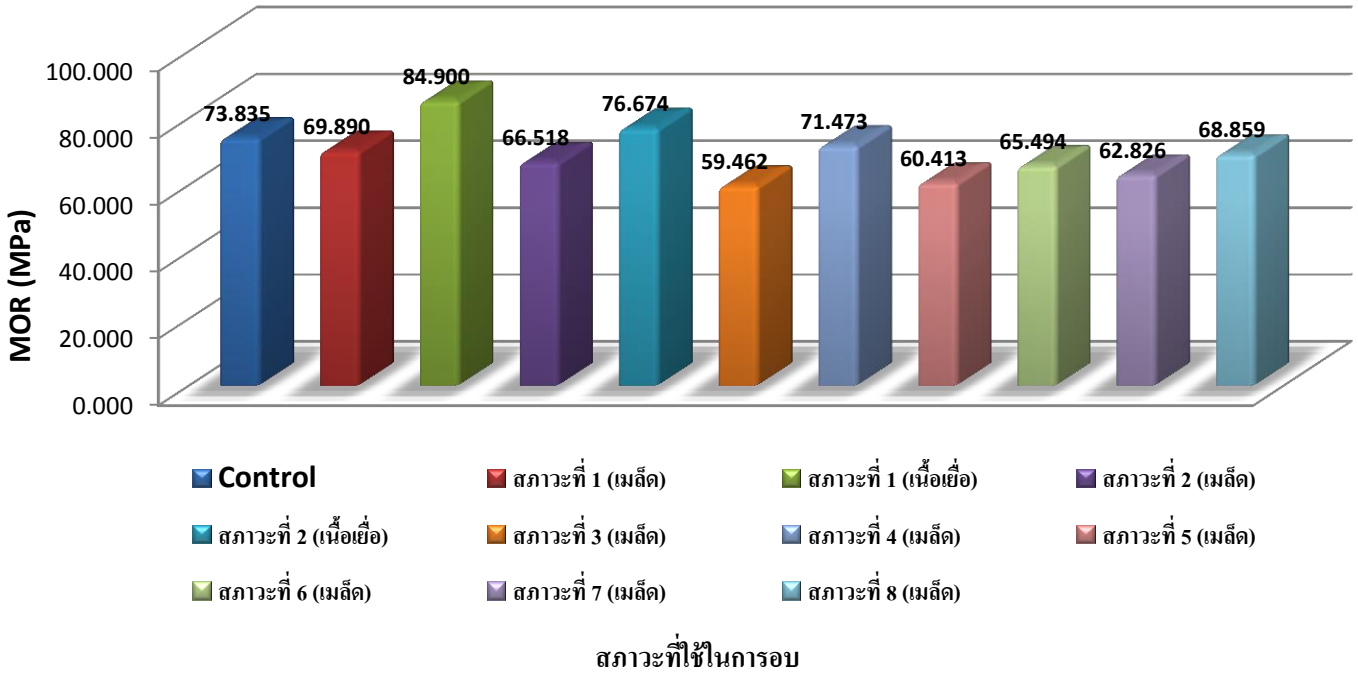
กราฟที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของไม้ยูคาลิปตัสหลังอบร้อน



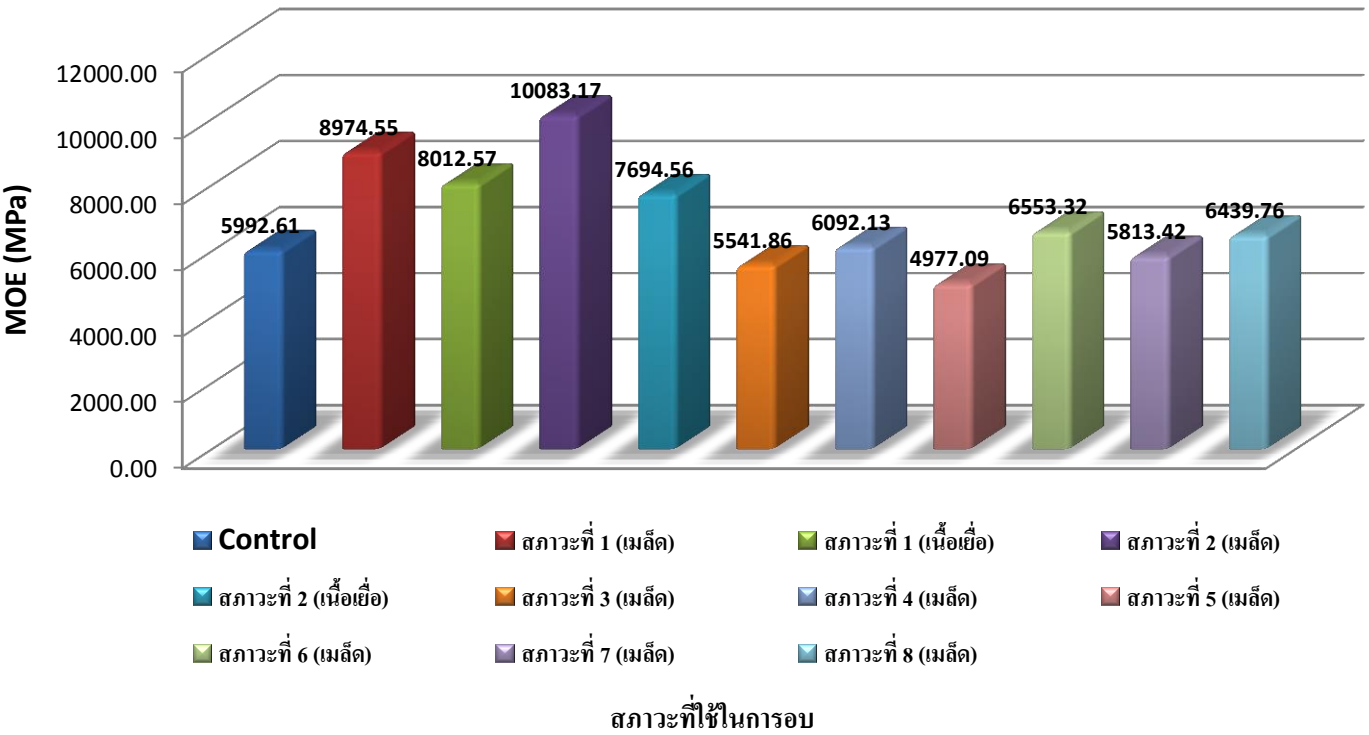
กราฟที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความหนาแน่นของไม้ยูคาลิปตัสหลังอบร้อน



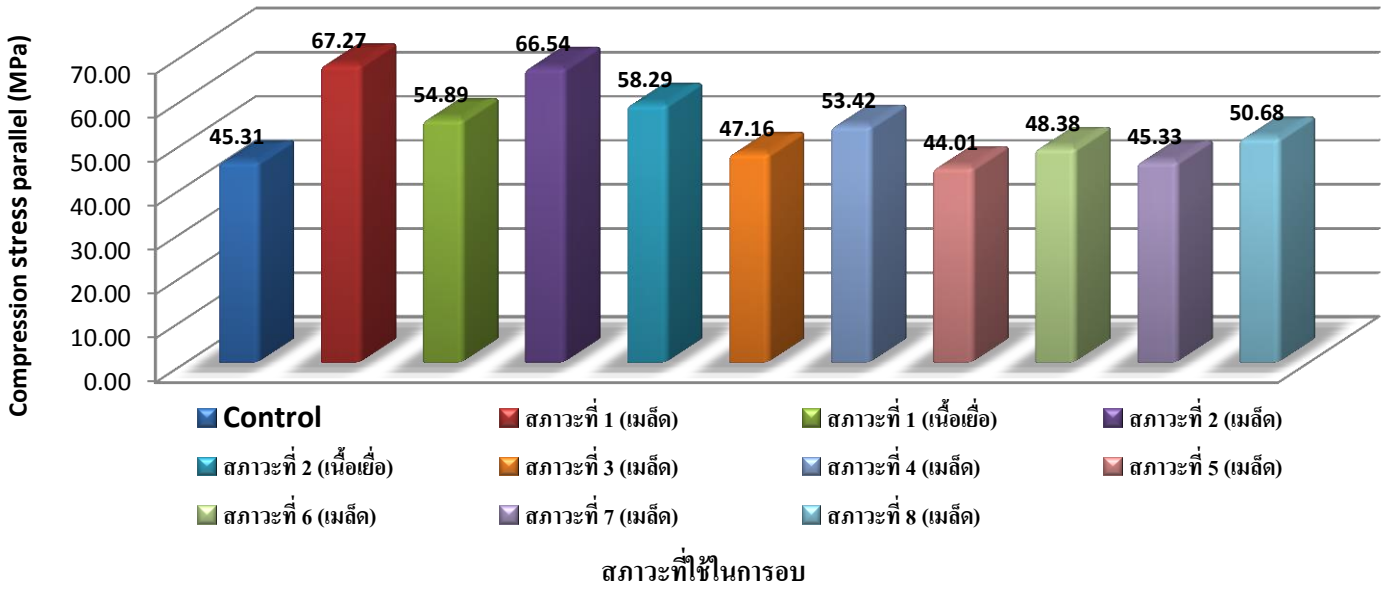
กราฟที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบค่าการดัดสถิตย์หรือมอดูลัสแตกร้าวของไม้ยูคาลิปตัสหลังอบร้อน



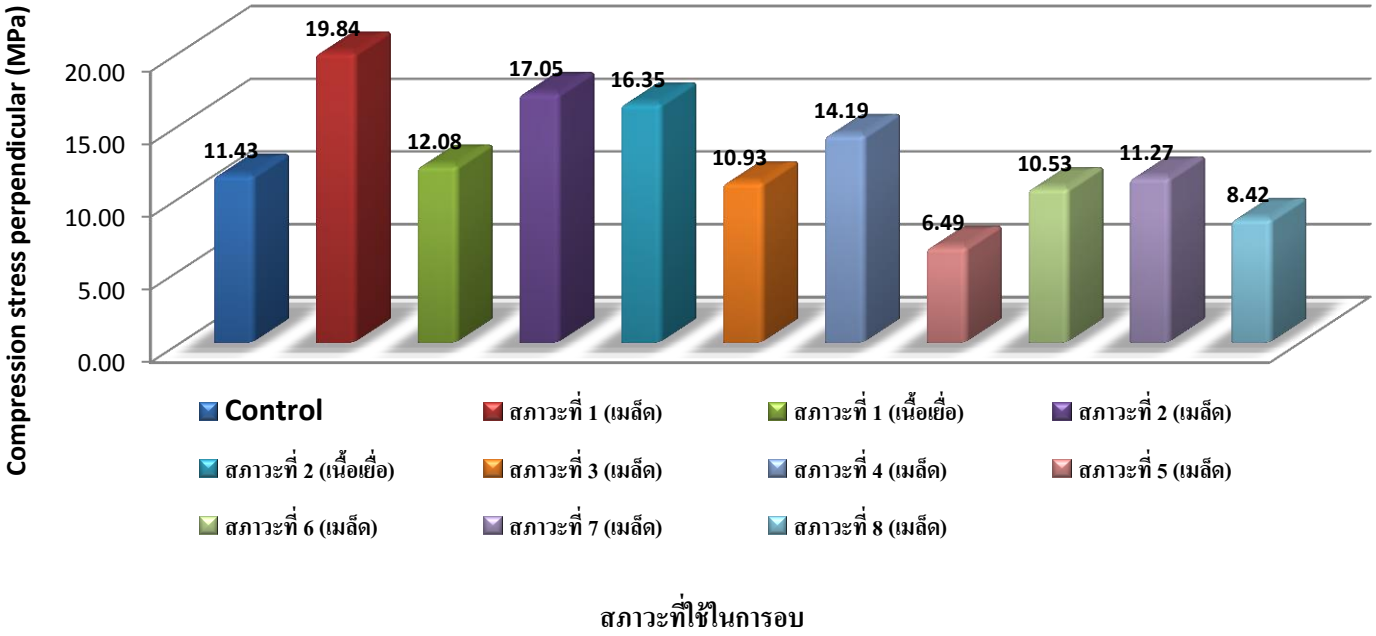
กราฟที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบค่ามอดูลัสยืดหยุ่นของไม้ยูคาลิปตัสหลังอบร้อน



กราฟที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยนของไม้ยูคาลิปตัสหลังอบร้อน



กราฟที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้ยูคาลิปตัสหลังอบร้อน



ผลจากการทดสอบตามมาตรฐาน ISO

จากผลการทดลองนำไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบร้อนมาทำการทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางกายภาพสามารถสรุปผล ดังตารางที่ 18 ได้ดังต่อไปนี้

ปริมาณความชื้น (Moisture Content)

ปริมาณความชื้นของไม้ยูคาลิปตัสหลังการอบ พบว่า ปริมาณความชื้นของไม้ยูคาลิปตัสที่อบด้วยสภาวะที่ 5 มีปริมาณความชื้นเฉลี่ยมากที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.70 % และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของไม้ยูคาลิปตัสที่ไม่ผ่านการอบ พบว่า มีค่าปริมาณความชื้นที่ลดลง ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 14.56 % ดังกราฟที่ 13

ค่าความหนาแน่น (Density)

ความหนาแน่นของไม้ยูคาลิปตัสหลังการอบ พบว่า ปริมาณความหนาแน่นของไม้ยูคาลิปตัสที่อบด้วยสภาวะที่ 2 ที่ทำการเพาะจากเมล็ด มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นมากที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1108.26 kg/m^3 ส่วนความหนาแน่นของไม้ยูคาลิปตัสที่ไม่ผ่านการอบ มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย เท่ากับ 901.50 kg/m^3 ดังกราฟที่ 14

ค่าแรงดัดสถิตย์หรือค่ามอดูลัสแตกร้าว (Modulus of Rupture)

เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการต้านทานแรงกดลงมา ทำให้เกิดการแตกหัก ซึ่งผลจากการทดสอบ พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 1 ที่ทำการเพาะจากเนื้อเยื่อ (K7) มีค่าการทดสอบค่าแรงดัดสถิตย์หรือค่ามอดูลัสแตกร้าว เฉลี่ยเท่ากับ 84.90 MPa ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบกับไม้ยูคาลิปตัสที่ไม่ผ่านการอบ พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบมีค่าการทดสอบมากกว่า ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 73.835 MPa ดังกราฟที่ 15

ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าการทดสอบค่ามอดูลัสยืดหยุ่น พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 2 ที่ทำการเพาะด้วยเมล็ด มีค่าการทดสอบค่ามอดูลัสยืดหยุ่นมากที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 10083.17 MPa และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับไม้ยูคาลิปตัสที่ไม่ผ่านการอบ พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบมีค่ามากกว่า ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 5992.61 MPa ดังกราฟที่ 16

ค่าความเค้นอัดขนาดเสี้ยน (Compression Stress Parallel to Grain)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการทดสอบความเค้นอัดขนานเสี้ยนของไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบ พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 1 ที่ทำการเพาะด้วยเมล็ด มีค่าการทดสอบเฉลี่ยมากที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 67.27 MPa ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบกับไม้ยูคาลิปตัสที่ไม่ผ่านการอบ พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 1 มีค่าการทดสอบที่มากกว่า ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 45.31 MPa ดังกราฟที่ 17

ค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน (Compression Stress Perpendicular to Grain)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการทดสอบความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบ พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 1 ที่ทำการเพาะด้วยเมล็ด มีค่าการทดสอบเฉลี่ยมากที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 19.84 MPa ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบกับไม้ยูคาลิปตัสที่ไม่ผ่านการอบ พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 1 มีค่าการทดสอบที่มากกว่า ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 11.43 MPa ดังกราฟที่ 18

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองการให้ความร้อนแก่ไม้ยูคาลิปตัส เพื่อศึกษาการแตก การบิดงอของเนื้อไม้ว่ามีอัตราการแตกลดลงหรือไม่ พบว่า การให้ความร้อนในสภาวะที่เหมาะสมสามารถลดการแตก การบิดงอของเนื้อไม้ยูคาลิปตัสได้ ซึ่งสภาวะที่ใช้ในการอบร้อนไม้ยูคาลิปตัสดังกล่าวนั้น จะต้องใช้อุณหภูมิในการอบร้อนที่ค่อนข้างสูง โดยในการอบจะใช้การอบเป็นช่วงอุณหภูมิเป็น 3 ช่วงด้วยกัน โดยในแต่ละช่วงอุณหภูมิจะต้องกำหนดระยะเวลาในการอบที่เหมาะสมในการอบด้วย ซึ่งช่วงสภาวะที่เหมาะสมที่มีผลทำให้เนื้อไม้ยูคาลิปตัสที่ทำการอบร้อนมีอัตราการแตก การบิดงอที่ลดลง ดังตารางที่ 15

จากผลการทดลองนำไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบร้อนมาทำการทดสอบ ผลปรากฏว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 1 และ 2 มีผลการทดสอบคุณสมบัติของไม้ที่ดี ซึ่งค่าการทดสอบที่ได้ระหว่างไม้ยูคาลิปตัสที่ทำการเพาะจากเมล็ดและเนื้อเยื่อมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

ผลการทดสอบไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบ พบว่า ค่าความหนาแน่นของไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 2 และทำการเพาะจากเมล็ด มีค่าการทดสอบเฉลี่ยมากที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 1108.26 kg/m^3 และยังพบว่ามีค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (MOE) มากที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยการทดสอบ เท่ากับ 10083.17 MPa ค่าการทดสอบค่าแรงดัดสถิตย์หรือมอดูลัสแตกร้าว พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 1 และทำการเพาะจากเนื้อเยื่อ (K7) มีค่าทดสอบมากที่สุด คือมีค่าการทดสอบเฉลี่ยเท่ากับ 84.90 MPa ส่วนค่าการทดสอบค่าความเค้นอัด ไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบด้วยสภาวะที่ 1 และทำการเพาะจากเมล็ด พบว่ามีค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยนและค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน มากที่สุด คือมีค่าการทดสอบเฉลี่ย เท่ากับ 67.27 MPa และ 19.84 MPa ตามลำดับ ดังตารางที่ 18

สรุป

จากการศึกษาทดลองการอบร้อนไม้ยูคาลิปตัส เพื่อศึกษาผลที่ได้จากการการอบร้อน รวมถึงสภาวะในการอบที่เหมาะสมเพื่อที่จะทำให้ไม้ยูคาลิปตัสมีการแตกของเนื้อไม้และการบิดงอของเนื้อไม้มีอัตราการแตกและการบิดงอที่ลดน้อยลง พบว่า ผลการทดลองของไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการอบร้อนมีผลทำให้การแตก การบิดงอของเนื้อไม้มีอัตราการแตก การบิดงอ ที่ลดน้อยลง อีกทั้งสภาวะที่มีผลต่อการแตกและการบิดงอของเนื้อไม้ที่ได้ทำการทดลองจะต้องใช้อุณหภูมิในการอบที่ค่อนข้างสูง และเมื่อทำการเปรียบเทียบสภาวะที่ใช้ในการอบร้อนไม้ยูคาลิปตัสก็กลับพบว่าในการอบร้อนนั้นจะต้องใช้สภาวะและเวลาที่เหมาะสมในการอบเท่านั้น เนื่องจาก ถ้าใช้สภาวะในการอบที่ไม่เหมาะสม การอบร้อนนั้นก็ไม่ได้มีผลทำให้การแตก การบิดงอของเนื้อไม้ลดลงแต่อย่างใด แต่อาจกลับทำให้มีอัตราการแตก การบิดงอของเนื้อไม้ยูคาลิปตัสที่สูงขึ้นอีกด้วย

จากการศึกษาและทำการทดลองอบไม้ยูคาลิปตัสเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่ไม่ทำให้ไม้ยูคาลิปตัสเกิดการแตกและการบิดงอของเนื้อไม้ พบว่า สภาวะที่ 1 มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากว่า ผลการทดสอบหาค่าคุณสมบัติต่างๆ มีค่าการทดสอบที่ดี รวมทั้งสภาวะที่ใช้ในการอบยังใช้อุณหภูมิที่ใช้มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าบางสภาวะที่มีผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นการลดการใช้พลังงานอีกทางหนึ่งด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จาก…….. และเจ้าหน้าที่ของงานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้ กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

เอกสารอ้างอิง

www.geocitics.com/saletree/ucalyptus_1.htm.