การปรับปรุงคุณภาพไม้สักสวนป่าอายุน้อยด้วยไมโครเวฟ

WOOD QUALITY IMPROVEMENT OF JUVENILE PLANTATION TEAK WOOD WITH MICROWAVE TREATMENT

วรธรรม อุ่นจิตติชัย[1] **(WORATHAM OONJITTICHAI)**

ประเสริฐ วาณิชย์เจริญ[2] **(PRASERT WANITJAROEN)**

วรวิทย์ พลทัสสะ[3] **(WORAWITH PHONTASSA)**

วริญญา โลมรัตน์[4] **(WARINYA LOMARAT)**

บทคัดย่อ

การปรับปรุงคุณภาพไม้สักสวนป่าอายุน้อย โดยการปรับสภาวะให้มีความชื้น 50–60 เปอร์เซ็นต์ แล้วอบไมโครเวฟที่ระดับกำลังไฟฟ้า 240 360 และ 480 วัตต์ ระยะเวลา 10 และ 15 นาที เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม ที่ไม่ผ่านการอบไมโครเวฟ แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติการอัดน้ำยารักษาเนื้อไม้ ได้แก่ การดูดซึมน้ำยารักษาเนื้อไม้ ปริมาณตัวยาแห้งในเนื้อไม้ (NDSR) ปริมาณร้อยละสมมูลกรดบอริกในเนื้อไม้ และการซึมซาบน้ำยารักษาเนื้อไม้ พบว่า ไม้สักที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟทุกสภาวะมีอุณหภูมิดีกว่าไม้สักชุดควบคุม ซึ่งไม้สักที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีคุณสมบัติการอัดน้ำยารักษาเนื้อไม้ดีที่สุด คือ มีค่าการดูดซึมน้ำยารักษาเนื้อไม้ เท่ากับ 44.02 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณตัวยาแห้งในเนื้อไม้เท่ากับ 5.55 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณร้อยละสมมูลกรดบอริกในเนื้อไม้ เท่ากับร้อยละ 1.04 และมีค่าการซึมซาบน้ำยารักษาเนื้อไม้เท่ากับ 99.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า ไม้สักที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ ที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ 15 นาที มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับไม้สักชุดควบคุม

การทดสอบคุณสมบัติความสามารถในการเปียกของพื้นผิว พบว่า ไม้สักที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟมีคุณสมบัติต่ำกว่าไม้สักชุดควบคุม แต่เมื่อเปรียบเทียบไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วย

---

[1] ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[2] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[3] นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[4] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้าเท่ากันแต่เวลาต่างกัน พบว่า ที่ระยะเวลา 15 นาที มีคุณสมบัติดีกว่า ระยะเวลา 10 นาที ทั้งกำลังไฟฟ้า 240 360 และ 480 วัตต์ และเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า ด้านสัมผัส และด้านรัศมี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนด้านหน้าตัดมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบคุณสมบัติทางกลสมบัติและกายสมบัติ พบว่า ไม้สักที่อบด้วยกำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีคุณสมบัติโดยรวมดีที่สุด ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงดัดและค่ามอดุลัสยืดหยุ่น ค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน ค่าความแข็งด้านรัศมีสูงที่สุด เท่ากับ 124 MPa (เมกะปาสคาล) 12,192 MPa (เมกะปาสคาล) 12.36 MPa (เมกะปาสคาล) และ 4,799.6 นิวตัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า ทั้งคุณสมบัติความหนาแน่น ความชื้น ความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความเค้นอัดขนานเสี้ยน ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน ความเค้นดึงขนานเสี้ยน ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน และความแข็งด้านรัศมี มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความแข็งด้านสัมผัส มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

คำหลัก: ไม้สักสวนป่าอายุน้อย การปรับปรุงคุณภาพเนื้อไม้ การทำไมโครเวฟ

ABSTRACT

Juvenile teak wood from plantations that has been prior conditioned to moisture content of 50–60 percent were treated to the microwave oven of electric power at 240, 360 and 480 watts for 10 and 15 minutes, compared with same teak that was not treated (control sample). Then wood preservative impregnation including absorption of wood preservative, net dry salt retention (NDSR), boric acid equivalent and permeability wood preservation were investigated. The results of treated juvenile teak wood of all the conditions were better than teak control sample. And teak wood with the microwave power at 480 watts for 15 minutes was the best qualities which absorption wood preservative was 44.02%, net dry salt retention (NDSR) was 5.55 kg/m^3, boric acid equivalent was 1.04 and permeability wood preservative was 99.8%. Statistical analysis showed that teak wood with power at 480 watts for 15 minutes was difference with statistically significant the confidential level of 95%.

The result of wettability of teak wood with microwave treating for all condition were lower than teak control. While comparing the teak wood treated with the power at 240, 360 and 480

watts were found that 15 minutes is better than 10 minutes. Statistical analysis was showed that the contact angle on tangential side was significant difference with radial side at 5% probability level. The contact angle on cross section was non significant difference at 5% probability level.

The result of mechanical properties and physical properties of juvenile teak wood treated with electric power at 240 watts for 10 minutes showed as the best of overall properties which are the modulus of rupture, modulus of elasticity, shearing stress parallel to grain and hardness on radial side. Statistical analysis showed that wood density, moisture content, modulus of rupture, modulus of elasticity, compression parallel to grain, compression perpendicular to grain, tensile stress parallel to grain, shearing stress parallel to grain and hardness on radial were non significant difference at 5% probability level. The hardness on tangential side was significant difference at 5% probability level.

Keywords: Juvenile plantation teak, Wood quality improvement, Microwave treatment

คำนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมไม้และเครื่องเรือนภายในประเทศได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์หรือบริโภคทั้งภายในประเทศและเพื่อการส่งออกไปยังต่างประเทศ อีกทั้งเครื่องเรือนที่ผลิตจากไม้สักเป็นที่นิยมของผู้บริโภคอย่างมาก เนื่องจากมีความสวยงาม แข็งแรง และทนทานต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลง แต่ในปัจจุบันไม้สักที่มีความสวยงามดังเช่นในอดีตเริ่มขาดแคลนและมีราคาแพงมากขึ้น ผู้บริโภคบางรายจึงหันมาใช้เครื่องเรือนที่ผลิตจากไม้สักอายุน้อยแทน แต่ไม้สักอายุน้อยนี้ จะมีเนื้อไม้แก่นน้อยและมีกระพี้มาก ทำให้มีความแข็งแรงและความความทนทานต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลงต่ำ จึงมีแนวความคิดที่จะนำไม้สักสวนป่าอายุน้อย มาเพิ่มมูลค่าให้มีคุณภาพเหมือนหรือใกล้เคียงกับไม้สักอายุมาก โดยวิธีการปรับปรุงคุณภาพเนื้อไม้

พลังงานไมโครเวฟได้ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 โดยในครั้งแรกนำมาใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับอุตสาหกรรมอาหาร เป็นพลังงานทางเลือกเหนือกว่าพลังงานความร้อนชนิดอื่น เนื่องจากเป็นพลังงานความร้อนในเชิงปริมาตร เตาไมโครเวฟ ใช้พลังงานวิทยุถ่ายทอดพลังงานและแปลงเป็นความร้อนในช่วงความถี่ประมาณ 300 MH_Z ถึง 300 GH_Z ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่สามารถถูกดูดซึมได้ด้วยน้ำ กับลักษณะแสดงคุณสมบัติเป็นขั้วอันเนื่องมาจากกลุ่มออกซิเจน ในอุตสาหกรรมอาหารได้นำเทคโนโลยีของไมโครเวฟมาใช้ เช่น การสกัดน้ำมันพืช การพลาสเจอร์ไรซ์ การฆ่าเชื้อโรค การอบแห้ง การลวก ตลอดจนการช่วยละลายในการผสมอาหาร ระดับความลึกของพลังงานไมโครเวฟ

ที่สามารถผ่านเข้าไปในตัวอย่างอาหาร สามารถวิเคราะห์ตรวจสอบได้จากคุณสมบัติทางไฟฟ้าและทาง ฟิสิกส์ องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร รูปแบบของความร้อน การฆ่าเชื้อโรคและการควบคุมคุณภาพ

สมศักดิ์และคณะ (2550) ได้ศึกษาเชิงการทดลองการอบแห้งไม้ด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนโดยใช้ท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยมภายใต้ความถี่คลื่นไมโครเวฟ 2.45 GHz (โหมด TE10) พารามิเตอร์ที่ศึกษาคือกำลังคลื่นไมโครเวฟ (50 100 วัตต์) อุณหภูมิของลมร้อน (40 60 องศาเซลเซียส) และความหนาของชิ้นไม้ (50 80 มิลลิเมตร) ที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในชิ้นไม้ความชื้นของชิ้นไม้ (ชิ้นไม้มีความชื้นเริ่มต้น 89–95% dry bulb) และการดูดซับกำลังไมโครเวฟของชิ้นไม้จากการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงกำลังคลื่นไมโครเวฟอุณหภูมิของลมร้อนและความหนาของชิ้นไม้มีผลต่อจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานของกระบวนการอบแห้งวัสดุพรุนที่ไม่อิ่มตัวโดยใช้ไมโครเวฟได้รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้ในการออกแบบสร้างระบบอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟในภาคอุตสาหกรรมต่อไปการอบแห้งไม้ด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนในท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยมจากการทดลองพบว่าในช่วงแรกของกระบวนการอบแห้งชิ้นไม้สามารถดูดซับกำลังไมโครเวฟได้ดีเนื่องจากชิ้นไม้ยังมีความชื้นสูงทำให้เกิดความร้อนขึ้นภายในชิ้นไม้สูงตามไปด้วยและเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นการดูดซับกำลังไมโครเวฟจะมีค่าลดลงเนื่องจากชิ้นไม้มีความชื้นลดลงจึงทำให้อุณหภูมิภายในของชิ้นไม้มีค่าลดลงลักษณะการเคลื่อนตัวของความชื้นช่วงแรกของกระบวนการอบแห้งภายในชิ้นไม้จะมีเฟสของของเหลวอยู่อย่างต่อเนื่องทำให้อิทธิพลของความดันคาพิวลารี (Capillary pressure) ที่ขับเคลื่อนของเหลวไปยังผิวหน้าของชิ้นไม้มีค่าสูงแต่เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณความชื้นลดลงทำให้การเคลื่อนที่ของความชื้น (ซึ่งเป็นไอส่วนใหญ่) ออกสู่ผิวหน้านั้นเป็นอิทธิพลของการแพร่ของไอ (Vapor diffusion) และความดันก๊าซ (Gas pressure) เป็นหลักเมื่อมีการเพิ่มกำลังไมโครเวฟมากขึ้นการดูดซับกำลังไมโครเวฟของชิ้นไม้มีค่าสูงขึ้นทำให้ชิ้นไม้มีอุณหภูมิสูงขึ้นความชื้นระเหยออกจากชิ้นไม้ได้อย่างรวดเร็วส่งผลให้ระยะเวลาในการอบแห้งลดลงเมื่อพิจารณาอิทธิพลของการพาความร้อนบริเวณผิวหน้าของชิ้นไม้ (อุณหภูมิของลมร้อนที่ป้อน) เมื่ออุณหภูมิของลมร้อนเพิ่มขึ้นจะทำให้การระเหยของความชื้นที่บริเวณผิวหน้าของชิ้นไม้มีประสิทธิภาพดีขึ้น เมื่อพิจารณาที่ความหนาของชิ้นไม้มากขึ้นชิ้นไม้สามารถดูดซับกำลังไมโครเวฟได้มากขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิชิ้นไม้มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย

ธเนศและดุสิต (2550) ทำการศึกษาการอบไม้ยางพาราด้วยคลื่นไมโครเวฟเพื่อให้มีปริมาณความชื้นประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้สามารถนำไม้ไปผ่านกระบวนการผลิตในขั้นตอนถัดไปได้นั้นมีแนวโน้มความเป็นไปได้เนื่องจากเมื่อทำการทดสอบสมบัติทางกลของไม้ยางพาราแล้วพบว่ามีค่าไม่แตกต่างจากค่าอ้างอิงมากนักนอกจากนี้ยังพบว่าการอบที่กำลังคลื่นไมโครเวฟที่กำลัง 600 วัตต์ และ 1,000 วัตต์ พบว่าหลังการอบไม้ให้ปริมาณความชื้นคงเหลือ 12 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ค่ามอดุลัสของการแตกร้าวมีค่า 1,072.63 และ 1,059.13 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากเสี้ยนที่กำลังวัตต์ต่างกันมีค่าไม่แตกต่างกันคือ 37.29 และ 36.80

กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าค่าจากเอกสารอ้างอิงค่าความต้านแรงดัดในแนวขนานเสี้ยนไม่มีความแตกต่างที่กำลังวัตต์ต่างกันคือ 339.07 และ 338.23 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีค่าใกล้เคียงกับค่าจากเอกสารอ้างอิงจะเห็นว่าค่าสมบัติเชิงกลของไม้ยางพาราที่ผ่านการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟมีค่าสูงกว่าจากเอกสารอ้างอิงทำให้สรุปได้ว่าคลื่นไมโครเวฟมีแนวโน้มที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับการอบไม้ยางพาราและจะช่วยลดระยะเวลาในการอบได้

ทั้งนี้ การปรับปรุงคุณภาพไม้สักสวนป่าอายุน้อยด้วยคลื่นไมโครเวฟนี้ยังเป็นวิธีการปรับปรุงไม้แบบใหม่และน่าสนใจ โดยในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาวิจัย และเมื่อทำการศึกษาวิจัยเรียบร้อยแล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรม จึงนับเป็นการยกระดับขีดความสามารถของการผลิตเพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่มของประเทศต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาปรับปรุงคุณภาพไม้สักอายุน้อยด้วยไมโครเวฟในครั้งนี้ กำหนดสภาวะที่ระดับความร้อนและระยะเวลาแตกต่างกัน ทำการอบด้วยไมโครเวฟ โดยใช้ไม้สักที่มีความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปทดสอบคุณสมบัติการซึมซาบของน้ำยารักษาเนื้อไม้ ความสามารถในการเปียกของพื้นผิว และทดสอบคุณสมบัติทางกลของไม้สัก โดยมีอุปกรณ์และขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

อุปกรณ์ในการศึกษา

1. เครื่องไมโครเวฟ (Microwave)
2. เตาอบไม้ (Drying oven)
3. เครื่องอัดน้ำยา (Wood impregnation vessel)
4. เครื่องเลื่อยวงเดือน (Circular saw)
5. เครื่องไสเพลาะ (Jointer)
6. เครื่องไสขนาด (Thickness planer)
7. เครื่องทดสอบกำลังวัสดุ (Universal testing machine)
8. เครื่องวัดความชื้น (Moisture meter)
9. เครื่องชั่งดิจิตอล (Digital balance)
10. ตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (Temperature & humidity conditioning chamber)
11. เครื่องวัดค่ามุมสัมผัสแบบไดนามิกของของเหลว (Dynamic contact angle measurement)

Microwave

Drying oven

Wood impregnation vessel

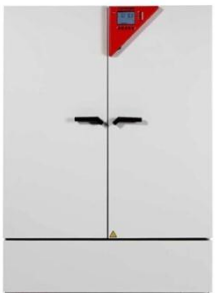
Circular saw

Jointer

Planer thickness

Universal testing machine

Moisture meter



Temperature & humidity conditioning chamber

Figure 1. Experimental equipments and machineries.

วัตถุดิบ

ไม้สักอายุน้อย (อายุ 10 ปี) จากสวนป่า ขนาด 55x30x1,330 มิลลิเมตร มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 600–700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความชื้น 12–16 เปอร์เซ็นต์ และแนววงปีทำมุมกับหน้าตัดชิ้นไม้มากกว่า 30 องศา แต่ไม่เกิน 70 องศา

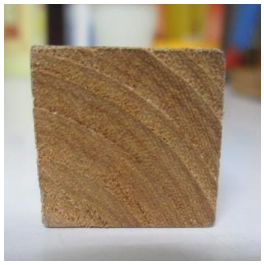
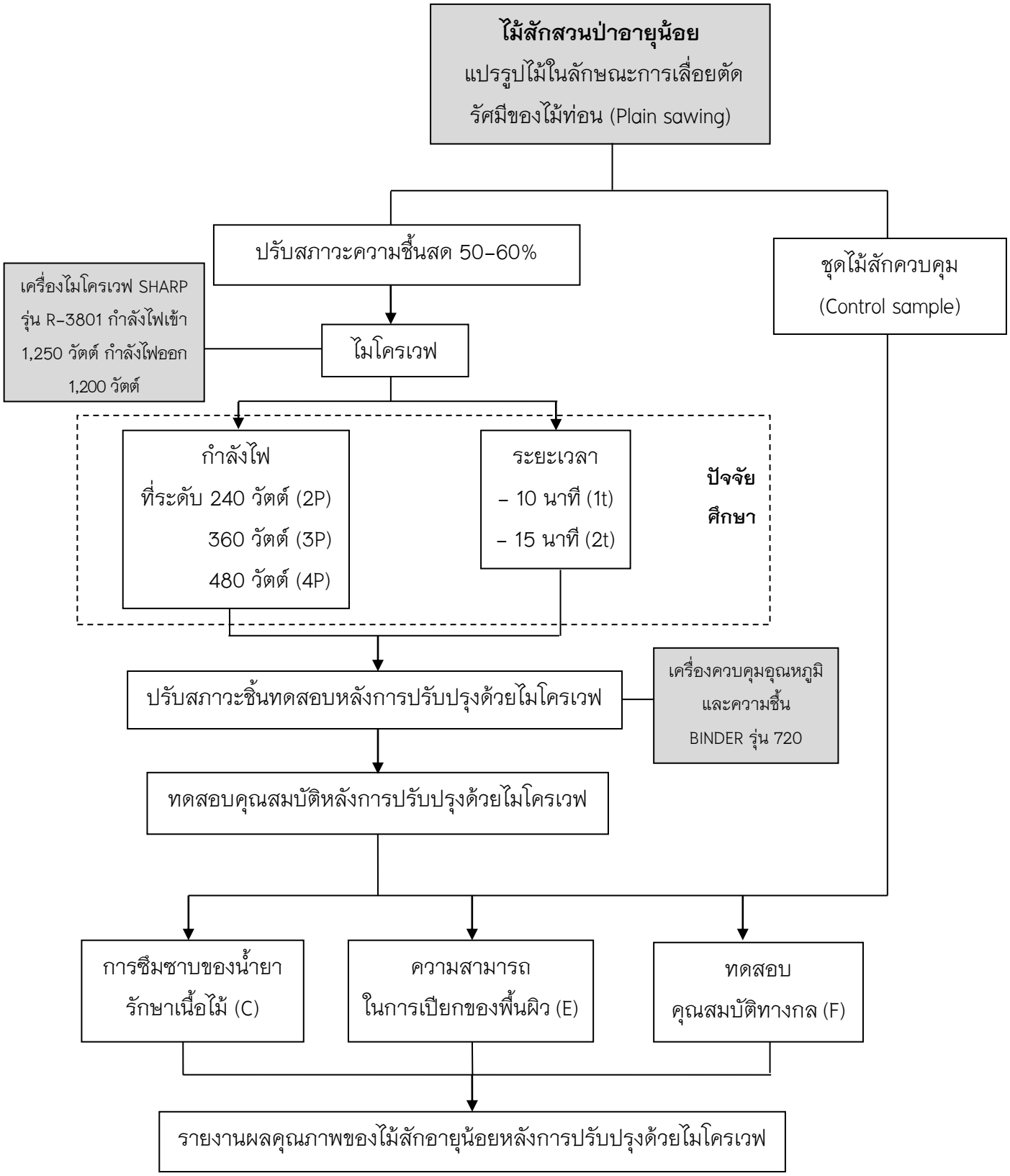


Figure 2. Raw material is the juvenile plantation teak.

ขั้นตอนการศึกษา

1. แผนการดำเนินงาน



2. เตรียมชิ้นไม้สัก

2.1 การเตรียมไม้สักอายุน้อยให้ได้ขนาด 20 x 20 x 340 มิลลิเมตร

2.1.1 เลือกไม้สักอายุน้อยมาทำการตัดให้ได้ขนาดความยาว 350 มิลลิเมตร

2.1.2 นำไม้สักอายุน้อยตามขนาดที่กำหนดไปทำการไสให้ได้ฉาก

2.1.3 ตัดซอยไม้สักอายุน้อยให้ได้ขนาดความกว้าง 25 มิลลิเมตร

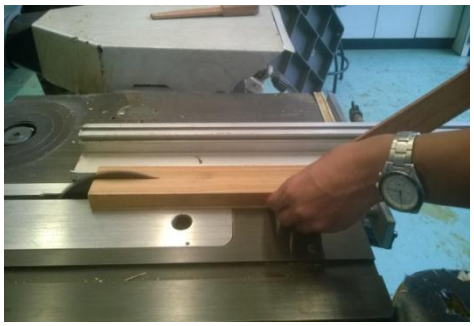
2.1.4 ไสขนาดไม้สักอายุน้อยให้ได้ขนาดความกว้างและความหนา 20 x 20 มิลลิเมตร

2.1.5 นำไปตัดให้ได้ความยาว 340 มิลลิเมตร

2.1.6 เก็บข้อมูลพื้นฐาน ทำการวัดขนาดความกว้าง ความยาว ความหนา ชั่งน้ำหนัก และวัดความชื้นของชิ้นไม้สักแต่ละชิ้น บันทึกค่าที่ได้

Teak wood length 350 mm.

Planing as right angle.



Cut to the width of 25 mm.

Planing on width and thickness to 20x20 mm.

Figure 3. Materials preparation.

2.2 การปรับสภาวะความชื้นสดด้วยวิธีการอัดน้ำ

2.2.1 เรียงชิ้นไม้สักอายุน้อยที่เตรียมขนาด 20 x 20 x 340 มิลลิเมตร ลงในถังอัดน้ำ

2.2.2 ทำการอัดน้ำตามวิธีแบบเต็มเซลล์ (Full cell process) ทำสุญญากาศเริ่มต้น 70 เซนติเมตรปรอท เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นอัดน้ำเข้าสู่ถังจนมีแรงดัน 10–15 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และทำสุญญากาศขั้นสุดท้าย 70 เซนติเมตรปรอท เป็นเวลา 15 นาที

2.2.3 นำชิ้นไม้สักอายุน้อยออกจากถังอัดน้ำและนำไปแช่น้ำเพื่อรักษาความชื้น

Place & arrange teak wood into vessel.

Closing the vessel.

Figure 4. Impregnate wood with water by full cell process.

3. การอบไม้สักอายุน้อยด้วยไมโครเวฟ

3.1 สภาวะในการอบไมโครเวฟ

3.1.1 กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที (240 W 10 min)

3.1.2 กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที (240 W 15 min)

3.1.3 กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที (360 W 10 min)

3.1.4 กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที (360 W 15 min)

3.1.5 กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที (480 W 10 min)

3.1.6 กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที (480 W 15 min)

3.2 วิธีการอบไมโครเวฟ

3.2.1 ทำการวัดความชื้นและชั่งน้ำหนักของชิ้นไม้สักอายุน้อยที่เตรียมไว้

3.2.2 นำไม้สักเข้าเตาไมโครเวฟ ทำการอบในไมโครเวฟตามสภาวะที่กำหนด (สภาวะละ 6 ตัวอย่าง สำหรับการทดสอบการซึมซาบของน้ำยารักษาเนื้อไม้ และความสามารถในการเปียกของพื้นผิว ส่วนในการทดสอบทางกลสมบัติใช้สภาวะ 12 ตัวอย่าง)

3.2.3 นำไม้สักออกจากเตาไมโครเวฟ

3.2.4 นำชิ้นไม้สักไปชั่งน้ำหนัก คำนวณหาความชื้นและบันทึกผล

Arranged teak wood into microwave oven.

Weighing after microwave.

Figure 5. Microwave treating and measuring the weight after treating.

4. การปรับสภาวะไม้สักหลังการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ

4.1 นำไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไมโครเวฟมาเรียงในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

4.2 ตั้งค่าความชื้นสัมพัทธ์ 65 ±5 เปอร์เซ็นต์ และตั้งค่าอุณหภูมิ 20 ±2 องศาเซลเซียส

4.3 ทำการปรับสภาวะจนไม้สักมีน้ำหนักคงที่ โดยน้ำหนักที่ชั่ง 2 ครั้ง ห่างกัน 24 ชั่วโมง ต่างกันไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์

Figure 6. Conditioning teak wood after improvement with the microwave.

5. การอัดน้ำยาไม้สักด้วยสารประกอบโบรอน

5.1 เตรียมน้ำยารักษาเนื้อไม้ให้มีความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (สารประกอบ Boron ยี่ห้อ Actibor-67)

5.2 ทำการวัดขนาด ความกว้าง ความยาว ความหนา ชั่งน้ำหนัก และวัดความชื้นของชิ้นไม้สัก แต่ละชิ้นบันทึกค่าที่ได้

5.3 เรียงชิ้นไม้สักเข้าเครื่องอัดน้ำยา

5.4 ทำการอัดน้ำยารักษาเนื้อไม้ตามวิธีแบบเต็มเซลล์ (Full cell process) ทำสุญญากาศเริ่มต้น 70 เซนติเมตรปรอท เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นอัดน้ำยาเข้าสู่ถังจนมีแรงดัน 10-15 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทำสุญญากาศขั้นสุดท้าย 70 เซนติเมตรปรอท เป็นเวลา 15 นาที

5.5 นำไม้สักออกจากเครื่องอัดน้ำยา และชั่งน้ำหนัก บันทึกค่าที่ได้

Acti-bor 67 Closing the vessel. Weighing after impregnate.

Figure 7. Impregnate wood with Actibor-67 by full cell process.

6. การทดสอบคุณสมบัติหลังการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ

6.1 การดูดซึมของน้ำยารักษาเนื้อไม้ (Absorption of preservatives)

$$\text{การคำนวณ} = \frac{\text{น้ำหนักหลังอัดน้ำยา} - \text{น้ำหนักก่อนอัดน้ำยา}}{\text{น้ำหนักก่อนอัดน้ำยา}} \times 100$$

6.2 ปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ (Net Dry Salt Retention : NDSR)

$$\textbf{การคำนวณ NDSR} = \frac{T_2 - T_1}{V \times Sp} \times \frac{C}{100} \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

เมื่อ T_1 = น้ำหนักก่อนอาบ (กรัม)

T_2 = น้ำหนักหลังอาบ (กรัม)

V = ปริมาตรไม้ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

Sp = ความถ่วงจำเพาะของน้ำยา

C = ความเข้มข้นของน้ำยา (เปอร์เซ็นต์)

6.3 ปริมาณร้อยละสมมูลกรดบอริก (Boric acid equivalent : %BAE) ในเนื้อไม้

$$\textbf{การคำนวณ \%BAE ในเนื้อไม้} = \frac{\text{NDSR (kg/m}^3\text{)} \times \text{\%BAE ของตัวยา}}{D}$$

NDSR = ปริมาณตัวยาแห้งที่เข้าไปในเนื้อไม้

D = ความหนาแน่นของไม้ (กิโลกรัมลูกบาศก์เมตร)

%BAE ของตัวยา = %BAE ของตัวยาสารประกอบโบรอน

6.4 คุณสมบัติการซึมซาบของน้ำยารักษาเนื้อไม้ (Permeability of preservatives)

6.4 ทดสอบการซึมซาบน้ำยารักษาเนื้อไม้

6.4.1 เมื่อไม้สักที่ผ่านการอัดน้ำยานั้นแห้งดีแล้ว (ความชื้น 10–15 เปอร์เซ็นต์) นำไปตัดแบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยแต่ละส่วนมีขนาด 85 มิลลิเมตร ดังภาพ

6.4.2 ใช้น้ำยาทดสอบเนื้อไม้ (น้ำยาเคอร์คิวมินของบริษัท แมนเดอร์เพ้น) ทาที่หน้าตัดไม้ตามตำแหน่ง 1–5 ดังภาพ ทิ้งไว้ให้แห้ง 3–5 นาที แล้วสังเกตการเกิดสีแดงที่หน้าตัดไม้และให้คะแนนปริมาณการซึมซาบของน้ำยาในเนื้อไม้เป็นเปอร์เซ็นต์

Solution for testing Sample test

Figure 8. Permeable testing of wood preservative.

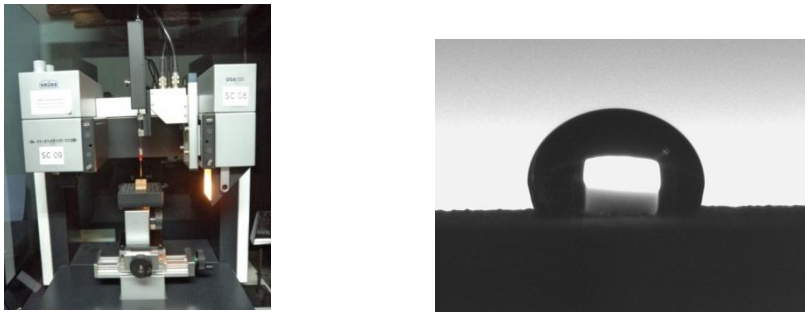
6.5 คุณสมบัติความสามารถในการเปียก (Wettability of surface)

6.5.1 ตัดชิ้นทดสอบขนาด 2 x 2 x 2 เซนติเมตร (วัดไม้ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านรัศมี ด้านสัมผัส และด้านหน้าตัด)

6.5.2 นำชิ้นทดสอบที่ได้ไสผิวหน้าให้เรียบและทำความสะอาดผิวหน้าของไม้ก่อนทดสอบ

6.5.3 ตั้งค่าเครื่องวัดค่ามุมสัมผัสแบบไดนามิกของของเหลวที่ใช้ในการทดสอบ โดยชนิดของเหลวที่ใช้คือน้ำกลั่นปริมาณ 50 ไมโครลิตรต่อครั้ง เวลาที่ใช้ในการวัดหลังจากหยดของเหลวลงบนพื้นผิว 30 วินาทีต่อครั้ง และตำแหน่งของหัวเข็มอยู่ด้านนอกหยด (วรธรรม, 2555)

6.5.4 นำชิ้นทดสอบวางในเครื่องวัดค่ามุมสัมผัสและเริ่มทำการทดสอบ



Testing device Example drops

Figure 9. Wettability of surface.

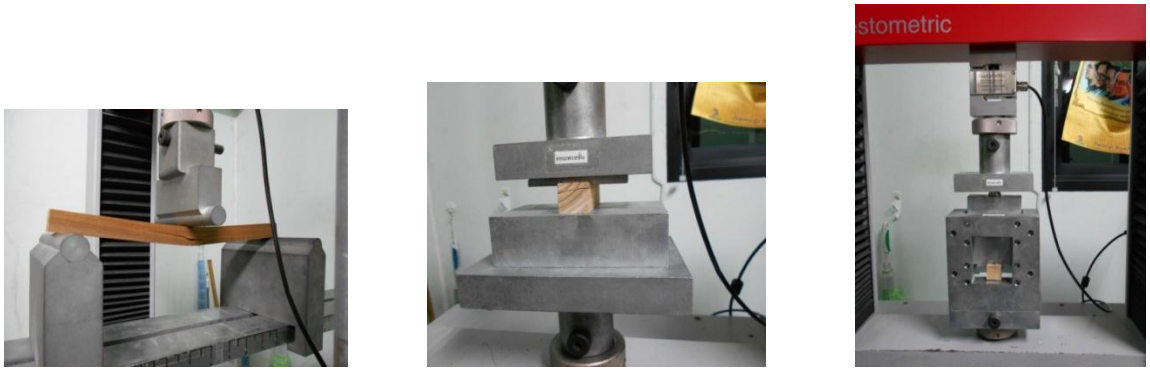
6.6 คุณสมบัติทางกายสมบัติและกลสมบัติ (Physical and mechanical properties)

6.6.1 คุณสมบัติทางกายสมบัติ

- ความหนาแน่น (Density) ตามมาตรฐาน ISO 3131
- ความชื้น (Moisture content) ตามมาตรฐาน ISO 3130

6.6.2 คุณสมบัติทางกลสมบัติ

- ความต้านทานแรงดัด (Modulus of rupture) ตามมาตรฐาน ISO 3133
- มอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ตามมาตรฐาน ISO 3349
- ความเค้นอัดขนานเสี้ยน (Compression parallel to grain) ตามมาตรฐาน ISO 3787
- ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน (Compression perpendicular to grain) ตามมาตรฐาน ISO 3132
- ความเค้นดึงขนานเสี้ยน (Tensile stress parallel to grain) ตามมาตรฐาน ISO 3345
- ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน (Shearing stress parallel to grain) ตามมาตรฐาน ISO 3347
- ความแข็ง (Hardness) ตามมาตรฐาน ISO 3350



MOR & MOE Compression Shearing stress

Figure 10. Testing of mechanical properties.

7. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของคุณสมบัติการซึมซาบน้ำยารักษาเนื้อไม้ คุณสมบัติความสามารถในการเปียกของพื้นผิว และคุณสมบัติทางกายสมบัติและทางกลสมบัติโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ (ศิริชัย, 2540)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. คุณสมบัติการดูดซึมของน้ำยารักษาเนื้อไม้

Table 1. Average percentage of the preservatives absorption in plantation teak wood.

Condition	Density (kg/m^3)	MC (%)	Absorption (%)*
Control sample	627.31	8.98	25.40^{a}
240 W 10 min	611.09	8.17	36.30^{ab}
240 W 15 min	633.30	8.37	32.31^{ab}
360 W 10 min	634.20	8.28	36.86^{ab}
360 W 15 min	626.04	8.50	39.06^{ab}
480 W 10 min	632.18	8.62	32.74^{ab}
480 W 15 min	642.59	8.72	44.02^{b}

Note: * Means followed by the same letter do not differ significantly by Duncan's New Multiple Range Test ($p<0.05$).

จากการทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำยารักษาเนื้อไม้ของไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ (Control sample) พบว่า ไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟทุกระดับกำลังไฟฟ้าและทุกระยะเวลามีค่าการดูดซึมน้ำยารักษาเนื้อไม้ดีกว่าไม้สักชุดควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีคุณสมบัติดีที่สุด มีค่า 44.02 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 39.06 เปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 36.86 เปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 36.30 เปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 32.74 เปอร์เซ็นต์ และกำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 32.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

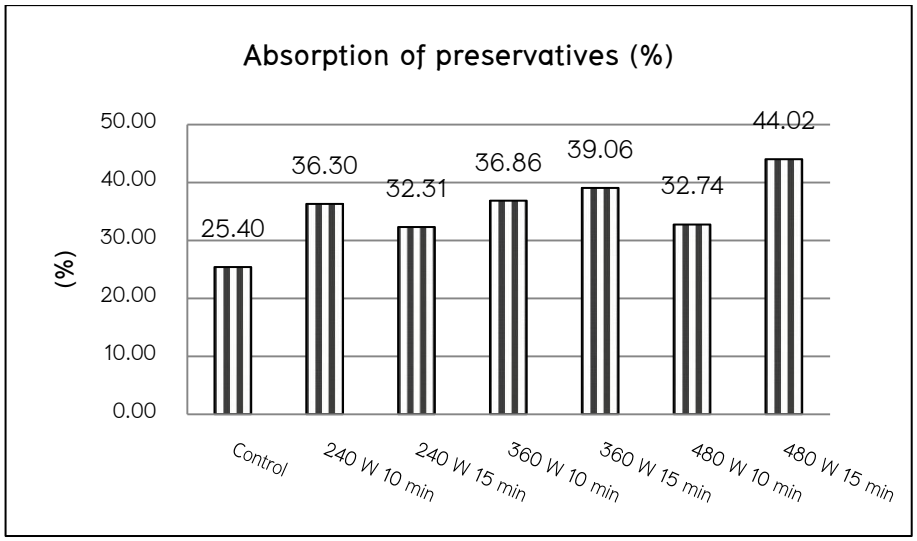


Figure 11. The absorption of preservatives (%) of plantation teak wood after microwave treated at various conditions.

2. ปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้

Table 2. Average values of the Net Dry Salt Retention of preserved plantation teak wood.

Condition	Density (kg/m^3)	MC (%)	NDSR (kg/m^3)*
Control	627.31	8.98	3.12^{a}
240 W 10 min	611.09	8.17	4.34^{ab}
240 W 15 min	633.3	8.37	3.99^{ab}
360 W 10 min	634.2	8.28	4.64^{ab}
360 W 15 min	626.04	8.50	4.80^{ab}
480 W 10 min	632.18	8.62	4.02^{ab}
480 W 15 min	642.59	8.72	5.55^{b}

Note: * Means followed by the same letter do not differ significantly by Duncan's New Multiple Range Test ($p<0.05$).

จากการทดสอบปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ของไม้สักความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ (Control sample) พบว่า ไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟทุกระดับกำลังไฟฟ้าและทุกระยะเวลามีค่าปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้มากกว่าไม้สักชุดควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้มากที่สุด มีค่า 5.55 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาได้แก่ กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 4.80 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 4.64 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 4.34 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 4.02 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และกำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 3.99 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

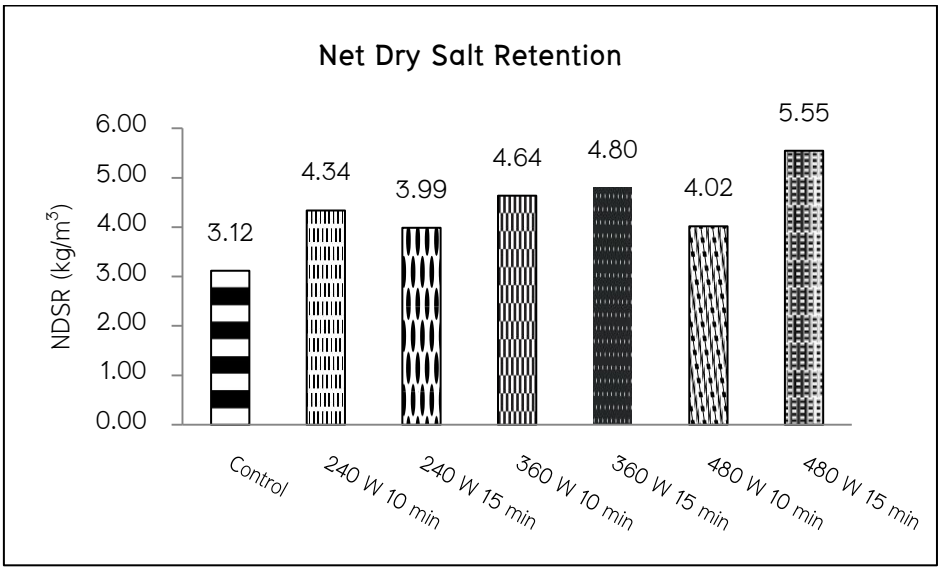


Figure 12. Net dry salt retention (NDSR) of plantation teak wood after microwave treated at various conditions.

3. ปริมาณร้อยละสมมูลกรดบอริกในเนื้อไม้

Table 3. Average percentage of boric acid equivalent (BAE) of plantation teak wood.

Condition	Density (kg/m^3)	MC (%)	%BAE*
Control	627.31	8.98	0.60^{a}
240 W 10 min	611.09	8.17	0.86^{ab}
240 W 15 min	633.3	8.37	0.77^{ab}
360 W 10 min	634.2	8.28	0.87^{ab}
360 W 15 min	626.04	8.50	0.93^{ab}
480 W 10 min	632.18	8.62	0.78^{ab}
480 W 15 min	642.59	8.72	1.04^{b}

Note: *Means followed by the same letter do not differ significantly by Duncan's New Multiple Range Test ($p<0.05$).

จากการทดสอบร้อยละสมมูลกรดบอริกของไม้สักความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ (Control sample) พบว่า ไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟทุกระดับกำลังไฟฟ้าและทุกระยะเวลามีค่าร้อยละสมมูลกรดบอริกในเนื้อไม้สูงกว่าไม้สักชุดควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่าร้อยละสมมูลกรดบอริกมากที่สุด มีค่าร้อยละ 1.04 รองลงมาได้แก่ กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่าร้อยละ 0.93 กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่าร้อยละ 0.87 กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่าร้อยละ 0.86 กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่าร้อยละ 0.78 และกำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่าร้อยละ 0.77 ตามลำดับ

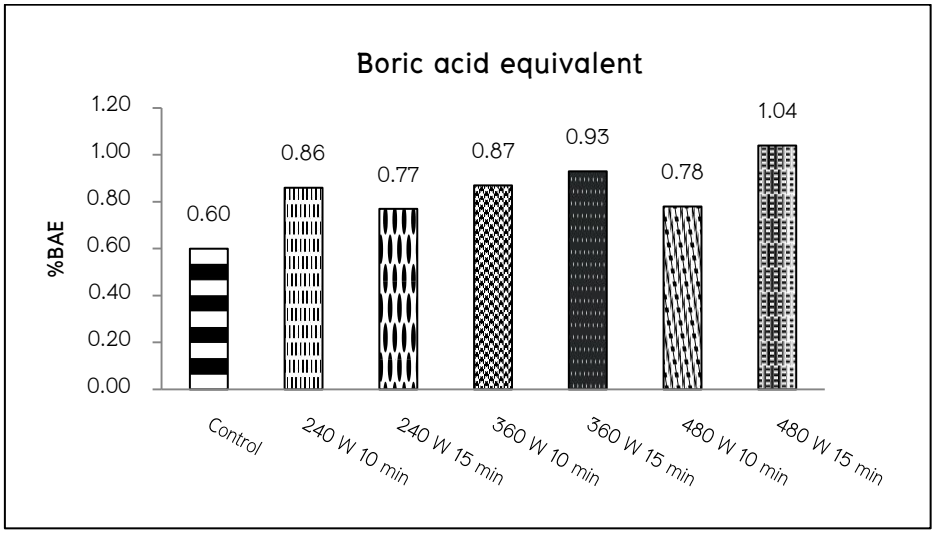


Figure 13. Boric acid equivalent (%BAE) of plantation teak wood after microwave treated at various conditions.

4. คุณสมบัติการซึมซาบของน้ำยารักษาเนื้อไม้

Table 4. Average percentage of the permeability of preservatives in plantation teak wood.

Condition	Density (kg/m^3)	MC (%)	Permeability (%)*
Control sample	627.31	8.98	82.2^{a}
240 W 10 min	611.09	8.17	86.2^{ab}
240 W 15 min	633.30	8.37	93.1^{abc}
360 W 10 min	634.20	8.28	96.8^{bc}
360 W 15 min	626.04	8.50	95.4^{bc}
480 W 10 min	632.18	8.62	94.1^{abc}
480 W 15 min	642.59	8.72	99.8^{c}

Note: * Means followed by the same letter do not differ significantly by Duncan's New Multiple Range Test ($p<0.05$).

คุณสมบัติการซึมซาบน้ำยารักษาเนื้อไม้ของไม้สักความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม พบว่า ไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟทุกระดับกำลังไฟฟ้าและทุกระยะเวลามีค่าการซึมซาบน้ำยารักษาเนื้อไม้ดีกว่าไม้สักชุดควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีคุณสมบัติดีที่สุด มีค่า 99.8 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 96.8 เปอร์เซ็นต์ กำลังไฟ 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 95.4 เปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 94.1 เปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 93.1 เปอร์เซ็นต์ และกำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 86.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

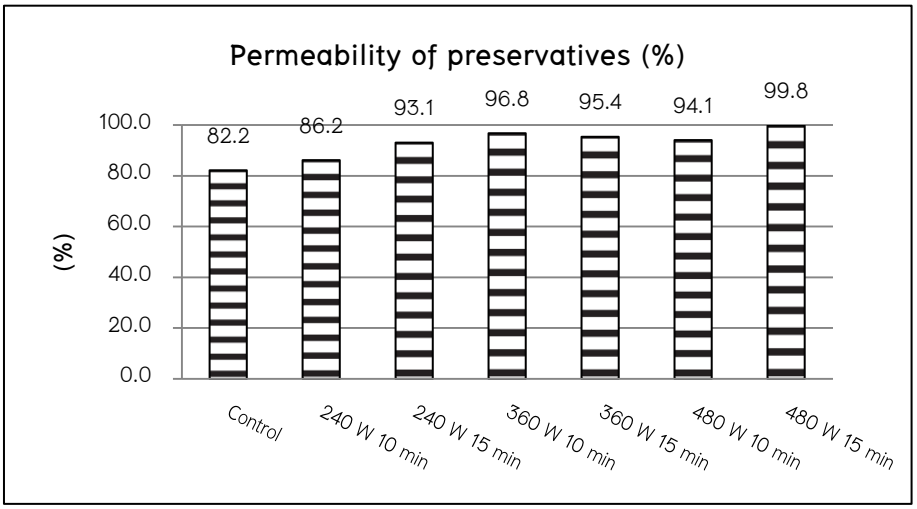


Figure 14. Permeability of preservatives in percentage of plantation teak wood after microwave treated at various conditions.

5. คุณสมบัติความสามารถในการเปียกของพื้นผิว

Table 5. Average values of wetting contact angle and total surface energy of plantation teak wood.

Condition	Contact angle (Theta)			Total surface energy (mN/m)		
	Tangential	Radial	Cross section	Tangential	Radial	Cross section
Control sample	83.9[a]	95.7[a]	76.1[a]	32.57	25.16	37.40
240 W 10 min	127.2[b]	138.5[b]	89.6[a]	8.04	-2.15	30.20
240 W 15 min	116.7[b]	130.8[b]	75.7[a]	13.11	6.50	38.03
360 W 10 min	149.5[c]	138.2[b]	78.7[a]	-9.17	1.59	35.44
360 W 15 min	134.2[bc]	135.7[b]	61.9[a]	2.69	2.84	46.05
480 W 10 min	121.9[b]	142.3[b]	114.5[a]	10.69	-2.91	14.35
480 W 15 min	121.7[b]	118.8[ab]	69.0[a]	10.66	12.48	41.72

Note: Means followed by the same letter do not differ significantly by Duncan's New Multiple Range Test procedure ($p<0.05$).

จากผลการทดสอบความสามารถในการเปียกของพื้นผิวไม้สัก ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม พบว่า ไม้สักชุดควบคุมมีคุณสมบัติการเปียกของพื้นผิวดีที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้าเท่ากันแต่เวลาต่างกัน พบว่า ที่ระยะเวลา 15 นาที ไม้สักมีคุณสมบัติดีกว่าไม้สักที่ผ่านการอบไมโครเวฟ ระยะเวลา 10 นาที ที่กำลังไฟฟ้า 240 360 และ 480 วัตต์

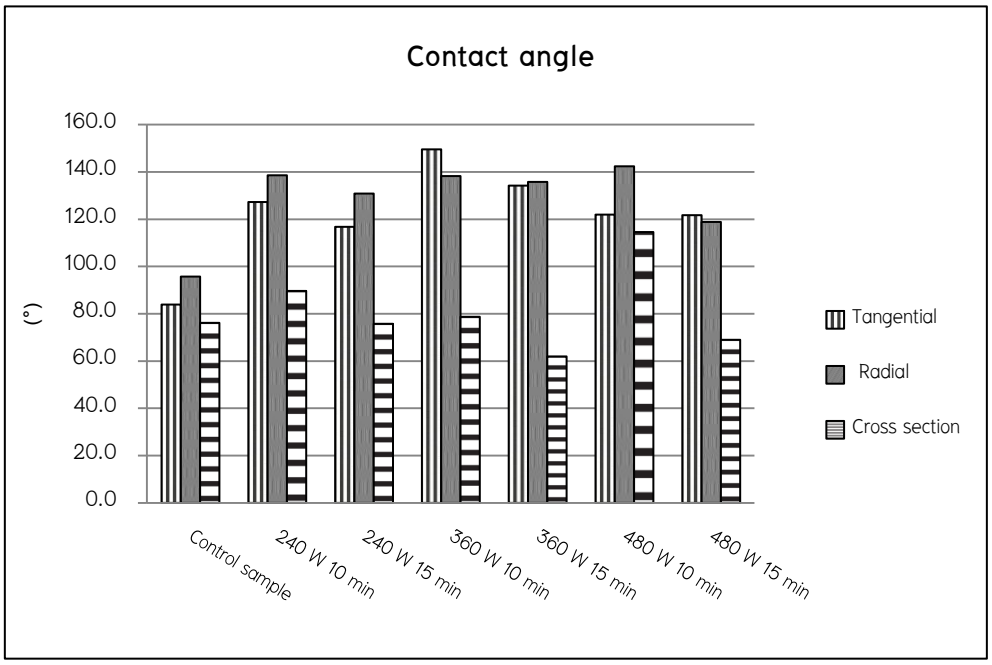


Figure 15. Average degree of wetting contact angle on surface of plantation teak wood after microwave treated at various conditions.

6. คุณสมบัติทางกายสมบัติและกลสมบัติ

6.1 คุณสมบัติทางกายสมบัติ

Table 6. Average physical properties in density and moisture content of plantation teak wood at various microwave treatment.

Condition	Density (kg/m^3)	MC (%)
Control sample	654.04^{b}	10.71^{ab}
240 W 10 min	632.43^{ab}	11.68^{bc}
240 W 15 min	638.89^{ab}	12.16^{c}
360 W 10 min	628.44^{ab}	10.95^{abc}
360 W 15 min	572.60^{a}	10.23^{a}
480 W 10 min	607.95^{ab}	11.32^{abc}
480 W 15 min	637.56^{ab}	11.03^{abc}

Note: The average values followed by the same letter do not differ significantly by Duncan's New Multiple Range Test ($p<0.05$).

6.1.1 ความหนาแน่น

จากการทดสอบคุณสมบัติความหนาแน่นของไม้สักที่ปรับให้ได้ความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ก่อนทำการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม พบว่า ไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟทุกสภาวะ มีค่าความหนาแน่นต่ำกว่าไม้สักชุดควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีความหนาแน่นสูงที่สุด มีค่า 638.89 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาได้แก่ กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 637.56 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 632.43 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 628.44 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 607.95 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 572.60 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

6.1.2 ความชื้น

จากการทดสอบคุณสมบัติความชื้นของไม้สัก ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีความชื้นต่ำที่สุด มีค่า 10.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ไม้สักชุดควบคุม มีค่า 10.71 เปอร์เซ็นต์ ไม้สักอบไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 10.95

เปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 11.03 เปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 11.32 เปอร์เซ็นต์ กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 11.68 เปอร์เซ็นต์ และ กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 12.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

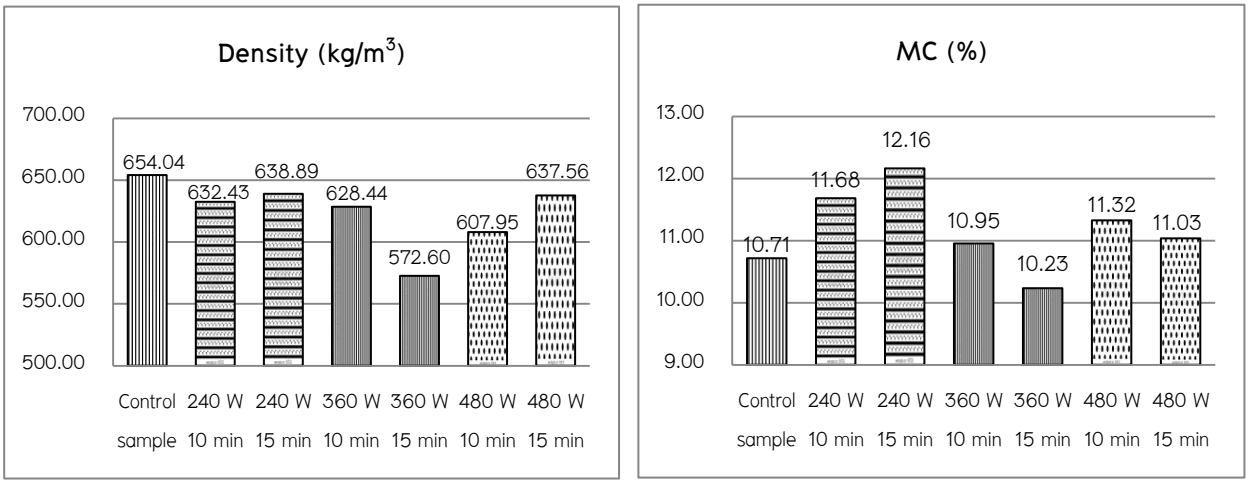


Figure 16. This graph shows the physical properties in density (left) and moisture content (right) of treated teak wood from plantation.

6.2 คุณสมบัติทางกลสมบัติ

Table 7. The average values of mechanical properties of treated plantation teak wood at various conditions.

Condition	MOR (MPa)	MOE (MPa)	Compression parallel to grain (MPa)	Compression perpendicular (MPa)	Tensile stress (MPa)	Shear stress (MPa)	Hardness (N)	
							Radial	Tangential
Control sample	111.74^{ab}	11,693.33^{ab}	68.72^{b}	13.88^{ab}	34.05^{a}	11.29^{a}	4,646.47^{bc}	4,544.03^{ab}
240 W 10 min	124.00^{b}	12,192.00^{b}	56.11^{ab}	13.42^{ab}	26.28^{a}	12.36^{a}	4,799.60^{c}	4,703.87^{ab}
240 W 15 min	110.29^{ab}	11,273.33^{ab}	57.37^{ab}	16.07^{b}	30.32^{a}	9.91^{a}	3,944.53^{ab}	4,477.17^{ab}
360 W 10 min	98.71^{a}	11,612.67^{ab}	56.03^{ab}	12.22^{a}	34.97^{a}	10.29^{a}	4,245.33^{abc}	4,494.70^{ab}
360 W 15 min	109.08^{ab}	10,202.87^{ab}	49.34^{a}	12.66^{ab}	30.29^{a}	9.94^{a}	3,688.63^{a}	4,537.07^{ab}
480 W 10 min	104.18^{ab}	9,929.40^{ab}	53.67^{a}	12.81^{ab}	25.86^{a}	8.98^{a}	4,165.90^{abc}	5,119.33^{b}
480 W 15 min	105.12^{ab}	9,114.47^{a}	62.17^{ab}	14.91^{ab}	27.40^{a}	11.99^{a}	4,440.67^{ab}	4,429.53^{a}

Note: The average values followed by the same letter do not differ significantly by Duncan's New Multiple Range test ($p<0.05$).

6.2.1 ความต้านทานแรงดัด (MOR)

จากการทดสอบคุณสมบัติความต้านทานแรงดัดของไม้สักที่เตรียมไว้และผ่านการปรับให้ได้ความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ แล้วผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีความต้านทานแรงดัดสูงที่สุด มีค่า 124.00 เมกะปาสคาล รองลงมาได้แก่ ไม้สักชุดควบคุม มีค่า 111.74 เมกะปาสคาล ไม้สักอบไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 110.29 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 109.08 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 105.12 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 104.18 เมกะปาสคาล และกำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 98.71 เมกะปาสคาล ตามลำดับ

6.2.2 มอดุลัสยืดหยุ่น (MOE)

จากการทดสอบคุณสมบัติมอดุสยืดหยุ่นของไม้สัก ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงที่สุด มีค่า 12,192.00 เมกะปาสคาล รองลงมาได้แก่ ไม้สักชุดควบคุม มีค่า 11,693.33 เมกะปาสคาล ไม้สักอบไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 11,612.67 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 11,273.33 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 10,202.87 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 9,929.40 เมกะปาสคาล และกำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 9,114.47 เมกะปาสคาล ตามลำดับ

6.3.3 ความเค้นอัดขนานเสี้ยน (Compression parallel to grain)

จากการทดสอบคุณสมบัติความเค้นอัดขนานเสี้ยนของไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม พบว่า ไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟทุกสภาวะ มีค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยนต่ำกว่าไม้สักชุดควบคุม

เมื่อเปรียบเทียบไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีความเค้นอัดขนานเสี้ยนสูงที่สุด มีค่า 62.17 เมกะปาสคาล รองลงมาได้แก่ กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 57.37 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 56.11 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 56.03 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 53.67 เมกะปาสคาล และ กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 49.34 เมกะปาสคาล ตามลำดับ

6.3.4 ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน (Compression perpendicular to grain)

จากการทดสอบคุณสมบัติความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนสูงที่สุด มีค่า 16.07 เมกะปาสคาล รองลงมาได้แก่ ไม้สักอบไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 14.91 เมกะปาสคาล ไม้สักชุดควบคุม มีค่า 13.88 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 13.42 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 12.81 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 12.66 เมกะปาสคาล และ กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 12.22 เมกะปาสคาลตามลำดับ

6.3.5 ความเค้นดึงขนานเสี้ยน (Tensile stress)

จากการทดสอบคุณสมบัติความเค้นดึงขนานเสี้ยนของไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีความเค้นดึงขนานเสี้ยนสูงที่สุด มีค่า 34.97 เมกะปาสคาล รองลงมาได้แก่ ไม้สักชุดควบคุม มีค่า 34.05 เมกะปาสคาล ไม้สักอบไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 30.32 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 30.29เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 27.40 เมกะปาสคาลกำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 26.28 เมกะปาสคาล และ กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 25.86 เมกะปาสคาล ตามลำดับ

6.3.6 ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน (Shear stress)

จากการทดสอบคุณสมบัติความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนของไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนสูงที่สุด มีค่า 12.36 เมกะปาสคาล รองลงมาได้แก่ ไม้สักอบไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 11.99 เมกะปาสคาล ไม้สักชุดควบคุม มีค่า 11.29 เมกะปาสคาล ไม้สักอบไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 10.29 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 9.94 เมกะปาสคาล กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 9.91 เมกะปาสคาล และ กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 8.98 เมกะปาสคาล ตามลำดับ

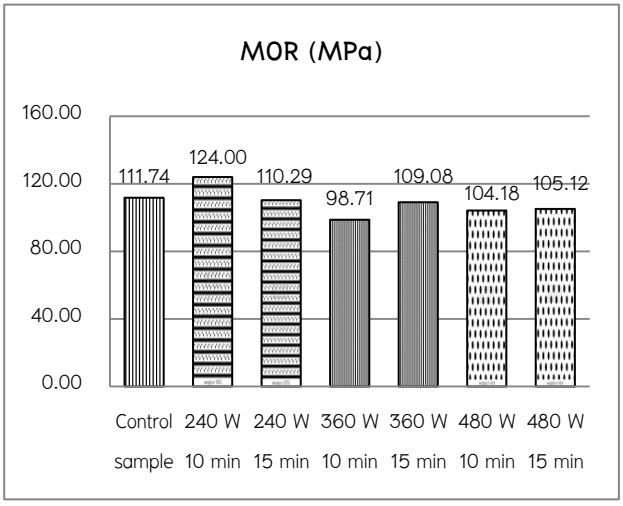
6.3.7 ความแข็งด้านรัศมี (Hardness in radial side)

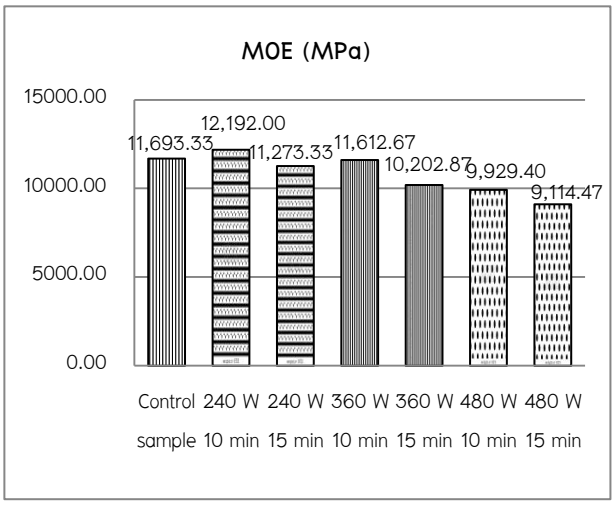
จากการทดสอบคุณสมบัติความแข็งด้านรัศมีของไม้สัก ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีความแข็งมากที่สุด มีค่า 4,799.60 นิวตัน รองลงมา

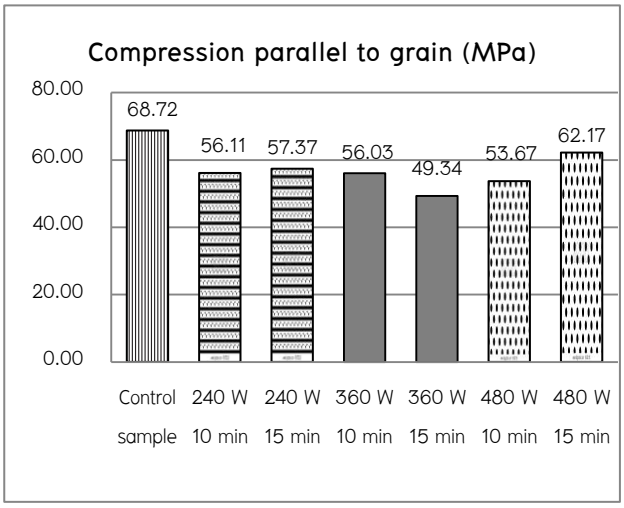
ได้แก่ ไม้สักชุดควบคุม มีค่า 4,646.47 นิวตัน ไม้สักอบไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 4,440.67 นิวตัน กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 4,245.33 นิวตัน กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 4,165.90 นิวตัน กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 3,944.53 นิวตัน และกำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 3,688.63 นิวตัน ตามลำดับ

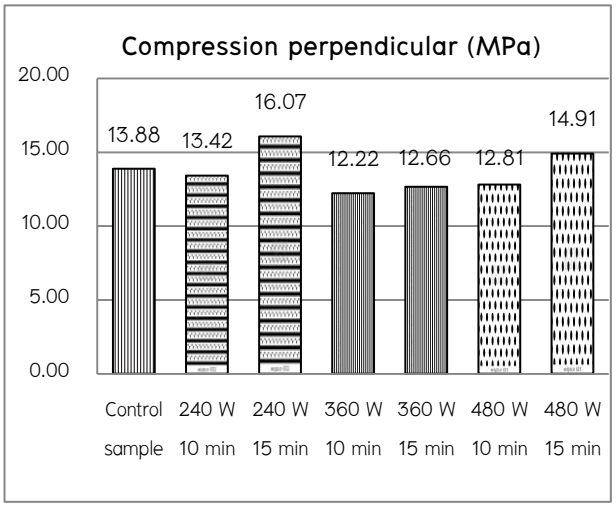
6.3.8 ความแข็งด้านสัมผัส (Hardness in tangential side)

จากการทดสอบคุณสมบัติความแข็งด้านสัมผัสของไม้สักความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม พบว่า ไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีความแข็งมากที่สุด มีค่า 5,119.33 นิวตัน รองลงมาได้แก่ ไม้สักอบไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 4,703.87 นิวตัน ไม้สักชุดควบคุม มีค่า 4,544.03 นิวตัน ไม้สักอบไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 4,537.07 นิวตัน กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่า 4,494.70 นิวตัน กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 4,477.17 นิวตัน และ กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่า 4,429.53 นิวตัน ตามลำดับ









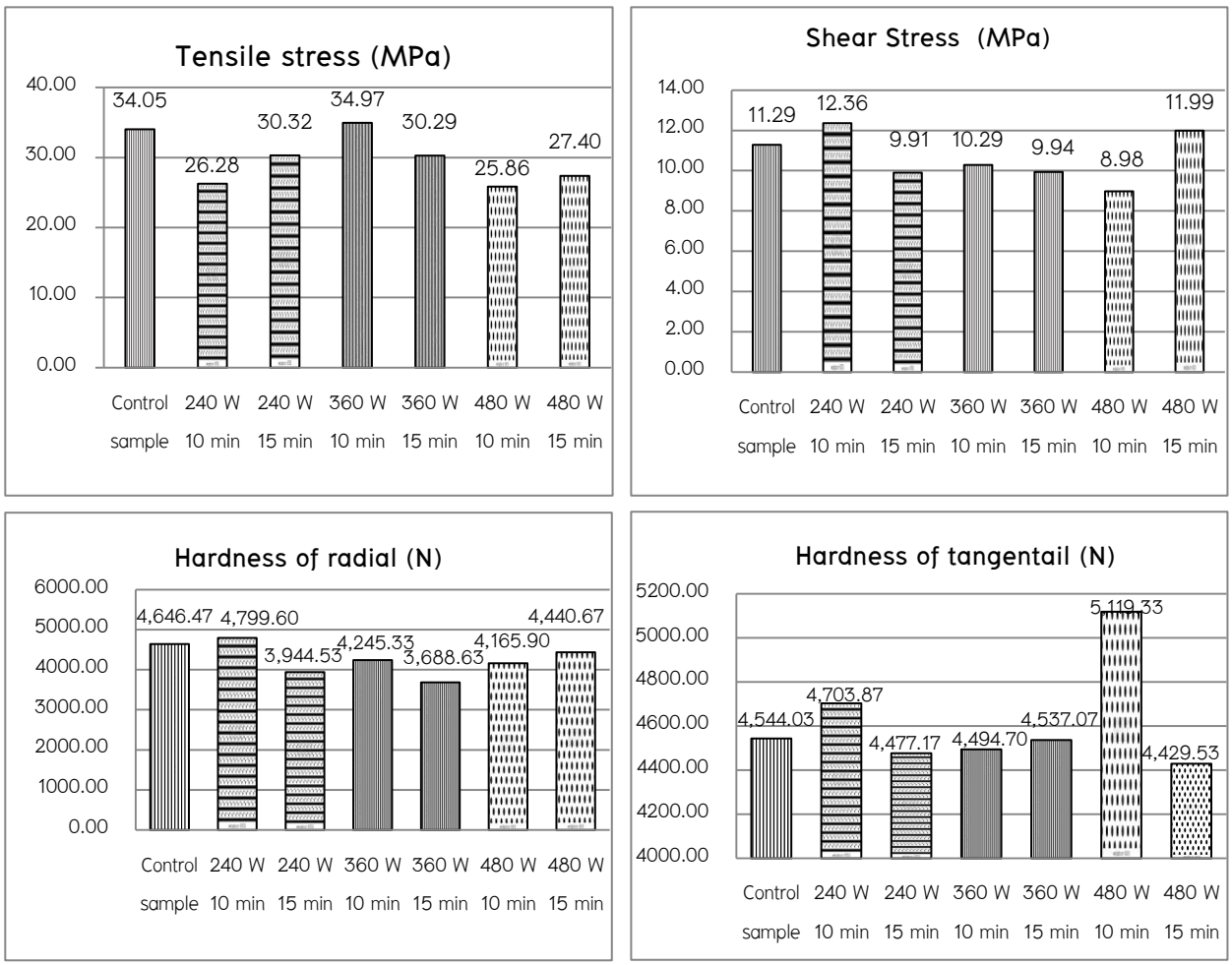


Figure 17. The average mechanical properties of treated plantation teak wood in several conditions.

7. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

Table 8. Analysis of variance for wood properties of plantation teak wood.

Property		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Absorption	Between Groups	1282.464	6	213.744	1.220	0.319^{ns}
	Within Groups	6131.283	35	175.180		
	Total	7413.747	41			
Net Dry Salt Retention	Between Groups	20.940	6	3.490	1.464	0.219^{ns}
	Within Groups	83.411	35	2.383		
	Total	104.351	41			
Boric acid equivalent	Between Groups	0.698	6	0.116	1.198	0.330^{ns}
	Within Groups	3.399	35	0.097		
	Total	4.097	41			

Table 8. Continuous.

Property		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Permeability	Between Groups	1143.216	6	190.536	2.649	0.037*
	Within Groups	2014.000	28	71.929		
	Total	3157.216	34			
Wettability of surface (radial)	Between Groups	4840.826	6	806.804	4.634	0.009*
	Within Groups	2437.520	14	174.109		
	Total	7278.346	20			
Wettability of surface (cross section)	Between Groups	5291.410	6	881.902	0.944	0.495^{ns}
	Within Groups	13072.620	14	933.759		
	Total	18364.030	20			
Wettability of surface (tangential)	Between Groups	7240.539	6	10.236	10.236	0.000*
	Within Groups	1650.573	14			
	Total	8891.112	20			
Density	Between Groups	12889.240	6	2148.207	1.522	0.242^{ns}
	Within Groups	19756.838	14	1411.203		
	Total	32646.077	20			
MC	Between Groups	7.271	6	1.212	2.535	0.071^{ns}
	Within Groups	6.694	14	0.478		
	Total	13.965	20			
MOR	Between Groups	1134.860	6	189.143	1.500	0.248^{ns}
	Within Groups	1764.846	14	126.060		
	Total	2899.706	20			
MOE	Between Groups	22652240	6	3775373.331	1.774	0.177^{ns}
	Within Groups	29789511	14	2127822.215		
	Total	52441751	20			
Compression parallel to grain	Between Groups	237.055	6	39.509	1.331	0.307^{ns}
	Within Groups	415.626	14	29.688		
	Total	652.681	20			
Compression perpendicular to grain	Between Groups	698.380	6	116.397	2.580	0.068^{ns}
	Within Groups	631.615	14	45.115		
	Total	1329.994	20			
Tensile stress parallel to grain	Between Groups	33.713	6	5.619	1.524	0.241^{ns}
	Within Groups	51.602	14	3.686		
	Total	85.315	20			

Table 8. Continuous.

Property		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Shearing stress parallel to grain	Between Groups	27.347	6	4.558	1.494	0.250^{ns}
	Within Groups	42.704	14	3.050		
	Total	70.051	20			
Hardness of radial	Between Groups	1023681.600	6	170613.600	1.436	0.269^{ns}
	Within Groups	1663438.900	14	118817.063		
	Total	2687120.500	20			
Hardness of tangential	Between Groups	2719349.200	6	453224.861	3.133	0.037*
	Within Groups	2025422.900	14	144673.067		
	Total	4744772.100	20			

* Significant at 5% probability level. ^{ns} Non significant at 5% probability level.

7.1 คุณสมบัติการดูดซึมของน้ำยารักษาเนื้อไม้

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมของไม้สักความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟและไม้สักชุดควบคุม พบว่าคุณสมบัติการดูดซึมน้ำยารักษาเนื้อไม้มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

7.2 ปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบค่าปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ พบว่า ค่าปริมาณตัวยาแห้งในเนื้อไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ ผ่านการอัดน้ำยาด้วยสารประกอบโบรอนความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับไม้สักชุดควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้โดยใช้วิธี Duncan's multiple range test พบว่าไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไมโครเวฟอัดน้ำยาด้วยสารประกอบโบรอน 2 เปอร์เซ็นต์ ที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีปริมาณตัวยาแห้งในเนื้อไม้มากที่สุด ซึ่งปริมาณตัวยาแห้งในเนื้อไม้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กับกำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที และ 15 นาที กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที และ 15 นาที และกำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที

7.3 ปริมาณร้อยละสมมูลกรดบอริกในเนื้อไม้

จากการทดลองอัดน้ำยาไม้สักที่ปรับให้ได้ความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ก่อนทำการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน ตามวิธีการแบบเต็มเซลล์ด้วยตัวยาสารประกอบโบรอน ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีปริมาณร้อยละสมมูลกรดบอริกในเนื้อไม้ที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีปริมาณสูงที่สุด เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าปริมาณร้อยละสมมูลกรดบอริกในเนื้อไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ ที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับไม้สักชุดควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ (Control sample)

7.4 คุณสมบัติการซึมซาบของน้ำยารักษาเนื้อไม้

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลการทดสอบคุณสมบัติการซึมซาบของไม้สักที่ปรับปรุงให้ได้ความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ แล้วผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟและไม้สักชุดควบคุม พบว่าคุณสมบัติการซึมซาบน้ำยารักษาเนื้อไม้มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคุณสมบัติการซึมซาบน้ำยารักษาเนื้อไม้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

7.5 คุณสมบัติความสามารถในการเปียกของพื้นผิว

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลการทดสอบคุณสมบัติความสามารถในการเปียกของไม้สักความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟและไม้สักชุดควบคุม พบว่า ทั้งมุมสัมผัสด้านสัมผัสและด้านรัศมีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมุมสัมผัสด้านหน้าตัดมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

7.6 คุณสมบัติทางกายสมบัติและกลสมบัติ

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายสมบัติและกลสมบัติของไม้สักความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟและไม้สักชุดควบคุม พบว่า ทั้งคุณสมบัติความหนาแน่น ความชื้น ความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความเค้นอัดขนานเสี้ยน ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน ความเค้นดึงขนานเสี้ยน ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน และความแข็งด้านรัศมี มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความแข็งด้านสัมผัสมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สรุปผล

ผลการปรับปรุงคุณภาพไม้สักสวนป่าอายุน้อยที่มีความชื้นของไม้เท่ากับ 50-60 เปอร์เซ็นต์ ด้วยไมโครเวฟที่ระดับกำลังไฟฟ้า 240 360 และ 480 วัตต์ ระยะเวลา 10 และ 15 นาที เปรียบเทียบกับไม้สักชุดควบคุม มีผลการศึกษาดังนี้

1. คุณสมบัติการดูดซึมของน้ำยารักษาเนื้อไม้

ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมของน้ำรักษาเนื้อไม้ พบว่า ไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟทุกสภาวะมีคุณสมบัติดีกว่าไม้สักชุดควบคุม ซึ่งไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีคุณสมบัติดีที่สุด มีค่าการดูดซึมน้ำยารักษาเนื้อไม้เท่ากับ 44.02 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า คุณสมบัติการดูดซึมน้ำยารักษาเนื้อไม้มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. ปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้

ผลการทดสอบค่าปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ พบว่าไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไมโครเวฟทุกสภาวะมีคุณสมบัติดีกว่าไม้สักชุดควบคุม ซึ่งไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีคุณสมบัติดีที่สุด มีค่า 5.55 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบค่าปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ พบว่า ค่าปริมาณตัวยาแห้งในเนื้อไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ ที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับไม้สักชุดควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ

3. ปริมาณร้อยละสมมูลกรดบอริกในเนื้อไม้

จากการทดลองอัดน้ำยาไม้สักความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาต่างๆ กัน ตามวิธีการแบบเต็มเซลล์ด้วยตัวยาสารประกอบโบรอน ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่าค่าร้อยละของปริมาณสมมูลกรดบอริกในเนื้อไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ ที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่าสูงที่สุดร้อยละ 1.04

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบค่าปริมาณตัวยาแห้งที่อยู่ในเนื้อไม้ พบว่า ค่าปริมาณตัวยาแห้งในเนื้อไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อน ที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับไม้สักชุดควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟ แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กับไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงด้วยความร้อนจากไมโครเวฟที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4. คุณสมบัติการซึมซาบของน้ำยารักษาเนื้อไม้

ผลการทดสอบคุณสมบัติการซึมซาบของน้ำรักษาเนื้อไม้ พบว่า ไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟทุกสภาวะมีคุณสมบัติดีกว่าไม้สักชุดควบคุม ซึ่งไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 15 นาที มีคุณสมบัติดีที่สุด มีค่าการซึมซาบน้ำยารักษาเนื้อไม้เท่ากับ 99.8 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า คุณสมบัติการซึมซาบน้ำยารักษาเนื้อไม้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

5. คุณสมบัติความสามารถในการเปียกของพื้นผิว

ผลการทดสอบคุณสมบัติความสามารถในการเปียก พบว่า ไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไมโครเวฟมีคุณสมบัติการเปียกต่ำกว่าไม้สักชุดควบคุม แต่เมื่อเปรียบเทียบไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้าเท่ากันแต่เวลาต่างกัน พบว่า ที่ระยะเวลา 15 นาที มีคุณสมบัติดีกว่าระยะเวลา 10 นาที ทั้งกำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ 360 วัตต์ และ 480 วัตต์

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า ทั้งมุมสัมผัสด้านสัมผัสและด้านรัศมีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมุมสัมผัสด้านหน้าตัดมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

6. คุณสมบัติทางกายสมบัติและกลสมบัติ

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายสมบัติและกลสมบัติ พบว่า ไม้สักที่อบด้วยกำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที ดีที่สุด ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงดัดและค่ามอดุลัสยืดหยุ่น ค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน ค่าความแข็งด้านรัศมีสูงที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบทุกสภาวะ พบว่า ความหนาแน่นไม้สักไมโครเวฟมีค่าต่ำกว่าไม้สักควบคุม เท่ากับ 654.04 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความชื้นของไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 10.23 เปอร์เซ็นต์ ความต้านทานแรงดัดและค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 124.00 เมกะปาสคาล และ 1,2192.00 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ความเค้นอัดขนานเสี้ยนของไม้สักชุดควบคุมมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 68.72 เมกะปาสคาล ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 15 นาที มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 16.07 เมกะปาสคาล ความเค้นดึงขนานเสี้ยนของไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 360 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 34.97 เมกะปาสคาล ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนของไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 12.36 เมกะปาสคาล ความแข็งด้านรัศมีของไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 4,799.60 นิวตัน และ ความแข็งด้านสัมผัสของไม้สักอบไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 480 วัตต์ เวลา 10 นาที มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 5,119.33 นิวตัน

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า ทั้งคุณสมบัติความหนาแน่น ความชื้น ความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความเค้นอัดขนานเสี้ยน ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน ความเค้นดึงขนานเสี้ยน ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน และความแข็งด้านรัศมีมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความแข็งด้านสัมผัสมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

7. การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากไม้สักสวนป่าอายุน้อยที่ผ่านการปรับปรุงด้วยไมโครเวฟ

ไม้สักที่ผ่านการปรับปรุงแล้วสามารถนำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ได้แก่ แผ่นไม้สักประสานและลิ้นชักเอนกประสงค์ เป็นต้น

Teak Laminated Board

Small Teak drawer

Figure 18. Products from teak plantation improvements with microwave.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ ผู้อำนวยการส่วนพัฒนาอุตสาหกรรมไม้และที่ปรึกษาด้านงานวิจัยและต่างประเทศ กรมป่าไม้ รวมทั้งสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย ในครั้งนี้และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้ ส่วนพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาป่าไม้ กรมป่าไม้ ทุกท่านที่ช่วยเหลือจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงผ่านไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ธเนศ รัตนวิไล และดุสิต จันทร์รงค์. 2550. ผลกระทบของคลื่นไมโครเวฟต่อความแข็งแรงของไม้ยางพาราในกระบวนการอบ. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ. ภูเก็ต 24-26 ตุลาคม 2550, หน้า 1330-1334.

วรธรรม อุ่นจิตติชัย. 2555. คู่มือการใช้เครื่องวัดค่ามุมสัมผัส. กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้. กรมป่าไม้.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2540. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์.จำนวน 5,000 เล่ม. ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมศักดิ์ วงษ์ประดับไชย วิโรจน์ จินดารัตน์ และผดุงศักดิ์ รัตนเดโช. 2550. การอบแห้งไม้ด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนโดยใช้ท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยม. เอกสารการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 21 โรงเรียนนายเรืออากาศ จังหวัดชลบุรี. 17–19 ตุลาคม.

International standard ISO 3130. International organization for standardization 1975. Wood– Determination of moisture content for physical and mechanical tests. Switzerland.

International standard ISO 3131. International organization for standardization 1975. Wood– Determination of density for physical and mechanical tests. Switzerland.

International standard ISO 3132. International organization for standardization 1975. Wood– Determination of compression perpendicular to grain for physical and mechanical tests. Switzerland.

International standard ISO 3133. International organization for standardization 1975. Wood– Determination of ultimate strength in static bending. Switzerland.

International standard ISO 3345. International organization for standardization 1975. Wood– Determination of ultimate tensile stress parallel to grain. Switzerland.

International standard ISO 3347. International organization for standardization 1975. Wood– Determination of ultimate shearing stress parallel to grain. Switzerland.

International standard ISO 3349. International organization for standardization 1975. Wood– Determination of modulus of elasticity in static bending. Switzerland.

International standard ISO 3350. International organization for standardization 1975. Wood– Determination of static hardness. Switzerland.

International standard ISO 3787. International organization for standardization 1975. Wood– Determination of ultimate stress in compression parallel to grain. Switzerland.