

นิพนธ์ต้นฉบับ

แผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณา

Particleboard from Agarwood (*Aquilaria* spp.) Residues

อิสริย์ ฮาวปินใจ

วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัดน์

นิคม แหลมสัก

Itsaree Howpinjai

Wiwat Hanvongjirawat

Nikhom Laemsak

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

E-mail: k_amoo@hotmail.com

รับต้นฉบับ 28 ตุลาคม 2552

รับลงพิมพ์ 8 ธันวาคม 2552

ABSTRACT

Particleboard production from non-induced and distilled agarwood residues was studied. Particleboard was produced at a density of 0.65 g/cm³, using resin in surface layers at 8, 10 and 12% and in the core layer at 6, 8 and 10% by oven dry weight. The particleboard was pressed at temperatures of 140, 150, 160 and 180°C, with a specific pressure of 41 kg/cm². Finished particleboard samples were tested to determine physical and mechanical properties according to the European Standard (EN).

The modulus of rupture value of particleboard made from non-induced agarwood residues did not meet the EN standard. The modulus of rupture value of particleboard made from distilled agarwood residues with 12% resin in the surface layers and 10% resin in the core layer at a temperature of 140°C passed the EN standard.

The modulus of elasticity values of particleboard made from non-induced agarwood residues passed the EN standard with 10% resin in the surface layers, 8% resin in the core layer and pressed at temperatures of 140, 150 and 180°C, as did samples with 12% resin in the surface layers and 10% resin in the core layer pressed at a temperature of 150°C. Particleboard made from distilled agarwood residues with 12% resin in the surface layers and 10% in the core layer at temperatures of 140 and 150°C also produced values for modulus of elasticity that passed the EN standard.

Internal bonding values of particleboard made from both non-induced and distilled agarwood residues under all conditions passed the EN standard. The thickness swelling value of most particleboard samples passed the standard. The formaldehyde content of non-induced and distilled agarwood particleboard were in class E1 of the standard.

Keywords: particleboard, agarwood, *Aquilaria* spp.

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณา ทั้งจากไม้ที่ไม่เกิดสารกฤษณาและเศษเหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ที่ความหนาแน่น 0.65 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และใช้ปริมาณกาวในชั้นผิวร้อยละ 8, 10 และ 12 ของน้ำหนักอบแห้งของขึ้นไม้ ปริมาณกาวของชั้นไส้ร้อยละ 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักอบแห้งของขึ้นไม้ ที่อุณหภูมิอัดร้อน 140, 150, 160 และ 180 องศาเซลเซียส ด้วยความดันจำเพาะ 41 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและกลสมบัติของแผ่นขึ้นไม้อัดตาม European Standard (EN)

จากการทดสอบหาค่ามอดุลัสแตกร้าว พบว่าแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาในส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณา มีค่ามอดุลัสแตกร้าวไม่ผ่านมาตรฐาน EN ส่วนแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากเศษเหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ที่ใช้ปริมาณกาวที่ชั้นผิวร้อยละ 12 และชั้นไส้ร้อยละ 10 ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ให้ค่ามอดุลัสแตกร้าวผ่านมาตรฐาน EN

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น พบว่าแผ่นขึ้นไม้อัดที่ได้จากการอัดเศษเหลือไม้กฤษณาในส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณาที่ปริมาณกาวในชั้นผิวร้อยละ 10 ชั้นไส้ร้อยละ 8 ที่อุณหภูมิ 140, 150 และ 180 องศาเซลเซียส และแผ่นที่ใช้ปริมาณกาวในชั้นผิวร้อยละ 12 ชั้นไส้ร้อยละ 10 อัดที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นที่ผ่านมาตรฐาน ส่วนในแผ่นขึ้นไม้อัดที่ผลิตจากเศษเหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ปริมาณกาว ชั้นผิวร้อยละ 12 ชั้นไส้ร้อยละ 10 อัดที่อุณหภูมิ 140 และ 150 องศาเซลเซียส ให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นที่ผ่านมาตรฐาน EN

สำหรับแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า ในแผ่นขึ้นไม้อัดทั้งที่ผลิตจากเศษเหลือที่ไม่เกิดสารกฤษณาและผลิตจากเศษเหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ผ่านค่ามาตรฐาน EN ในทุกสภาวะ การหาค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นขึ้นไม้อัด ส่วนใหญ่มีค่าผ่านมาตรฐาน การทดสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์พบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาที่ผลิตจากเศษเหลือส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณา มีค่าอยู่ในชั้นคุณภาพ E1

คำสำคัญ: แผ่นขึ้นไม้อัด กฤษณา (*Aquilaria* spp.)

คำนำ

สืบเนื่องจากการขยายตัวของประชากรโลก ทำให้ความต้องการในการใช้ไม้เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ทรัพยากรป่าไม้ที่มีอยู่อย่างจำกัดลดปริมาณน้อยลงอย่างมาก เพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรป่าไม้ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงได้มีการคิดค้นแผ่นไม้ประกอบขึ้น เช่นการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด (particleboard) แผ่นขึ้นไม้อัด หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากชิ้นไม้ หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (lignocellulosic material) อัดด้วยเครื่องอัดร้อนในทิศทางตั้งฉากกับระนาบของแผ่น สามารถทำให้มีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบชั้นเดียวหลายชั้น หรือเป็นโครงสร้างแบบดัดหล่น ความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.4 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ถึง 0.9 กรัม/

ลูกบาศก์เซนติเมตร (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ 876, 2547) กาวที่นิยมใช้คือ กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (urea formaldehyde) เนื่องจากเมื่อแห้งแล้วจะใส ไม่มีสี แข็งตัวได้เร็ว และราคาถูก (วรรณม, 2541) นอกจากนี้ยังมีการใส่สารปรับปรุงคุณภาพอื่น เช่น พาราฟินแวกซ์ (paraffin-wax) สารเร่งแข็ง (hardeners) เป็นต้น ปัจจุบันมีการใช้แผ่นขึ้นไม้อัดอย่างแพร่หลายเพื่อทดแทนไม้แปรรูปเพื่อมาผลิตเครื่องเรือนที่ใช้กันโดยทั่วไป ไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบจะเป็นไม้ขนาดเล็กหรือเศษเหลือจากการแปรรูปไม้จำพวกไม้ยางพารา และไม้ยูคาลิปตัส นอกจากนี้ยังมีการคิดค้นและพัฒนาเพื่อหาไม้ชนิดอื่นที่สามารถนำมาทำเป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด

ไม้กฤษณาเป็นไม้ท้องถิ่นอีกชนิดหนึ่งที่

ศักยภาพสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดไม้กฤษณาเป็นไม้ในสกุล *Aquilaria* มีอยู่ประมาณ 15 ชนิดกระจายอยู่แถบเอเชียเขตร้อน ในประเทศทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ถึงฟิลิปปินส์ และเอเชียใต้แถบประเทศอินเดีย ปากีสถาน ศรีลังกา ภูฏาน เบนกอล รัฐอัสสัม รวมทั้งกระจายไปทางเอเชียเหนือจนถึงประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (มีชัย, 2532) ไม้กฤษณาเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่ ไม่ผลัดใบ มีความสูงตั้งแต่ 18-21 เมตร เส้นรอบวงยาวประมาณ 1.5-1.8 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มทรงเจดีย์ต่ำ หรือรูปกรวย ลำต้นเปลาตรง เปลือกนอกเรียบ สีเทาอมขาว เปลือกหนาประมาณ 0.5 - 1 เซนติเมตร เปลือกชั้นในสีขาวอมเหลือง (อภิชาติ, 2546) ใบ เป็นใบแบบใบเดี่ยว เรียงตัวแบบสลับ (alternate) ใบรูปร่างยาวขอบขนาน (oblong) ปลายใบเรียวแหลม (acuminate) ฐานใบแหลม (acute) ใบกว้าง 2.5-3.5 เซนติเมตร ยาว 7-9 เซนติเมตร ดอก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (bisexual) เกิดตามง่ามใบหรือปลายยอด แบบ axillary หรือ terminal umbels ก้านดอกสั้น ดอกสีขาว ไม่มีกลีบดอก (petals) กลีบเลี้ยง (sepals) มี 5 กลีบ ผล เป็นแบบแห้งแตก (capsule) รูปร่างคล้ายไข่กลับ (obovate) หรือหอกกลับ (oblanceolate) ผลยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร กว้าง ประมาณ 1.5-2 เซนติเมตร เมล็ดมี 1 หรือ 2 เมล็ด รูปไข่ (ovoid) ขนาดของเมล็ดยาว 0.5-0.6 เซนติเมตร (พิมล, 2538)

ปัจจุบันเกษตรกรได้หันมาสนใจการปลูกกฤษณากันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเกษตรกรมุ่งหวังในการขายชิ้นไม้กฤษณาหรือน้ำมันหอมระเหยของไม้กฤษณา อย่างไรก็ตาม ชิ้นไม้กฤษณาที่ขายได้ราคาแพงหรือสามารถนำไปกลั่นเอาน้ำมันหอมระเหยได้นั้น จะต้องเป็นไม้กฤษณาที่ผ่านกระบวนการในการทำให้เกิดสารกฤษณาเสียก่อน โดยกรรมวิธีต่างๆ เช่นการถากลำต้นให้เกิดบาดแผล การเจาะลำต้น เพื่อให้เชื้อราเข้าทำลายเนื้อไม้ในส่วนที่เกิดบาดแผลนั้น ซึ่งจะทำให้เกิดสารพวก Sesquiterpene alcohol มีหลายชนิด คือ Dihydroagarofuran, β Agarofuran, α -Agarofuran, Agarospirol และ Agarol (มีชัย, 2532) โดยเนื้อไม้ที่มี

สารกฤษณานั้นจะเป็นแถบหรือจุดสีน้ำตาล และถ้าหากมีสารกฤษณาสะสมอยู่มากจะมีสีดำ หนักและจมน้ำ ส่วนเนื้อไม้ที่ไม่เกิดสารกฤษณานั้นจะมีสีขาวนวล เส้นตรง น้ำหนักเบา เนื้อหยาบปานกลาง เลื่อยผ่าได้ง่าย ชัดชั่งงาไม่ดี จึงไม่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ อีกทั้งยังมีกากเหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยอีกเป็นจำนวนมาก จึงควรมีการนำเศษเหลือที่เกิดขึ้นนี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาทั้งส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณา และส่วนที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต และศึกษาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิและปริมาณกาวที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพ และเชิงกลของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณา

อุปกรณ์และวิธีการ

การผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด

นำเศษเหลือของไม้กฤษณาส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณา และเศษเหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยอายุเฉลี่ย 13 ปี จากเกษตรกร ที่ อำเภอเมือง จังหวัดตราด มาทำการย่อยไม้ด้วยเครื่องสับ (chipper) ทำการสับไม้ให้มีขนาดเล็กกลง จากนั้นนำชิ้นไม้สับที่ได้ไปเข้าเครื่องย่อยไม้ (hammer mill) เพื่อทำการย่อยชิ้นไม้ ทำการคัดขนาดชิ้น โดยไม้ที่ผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 เซนติเมตร นำมาทำใช้ผิวและไม้ที่ผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เซนติเมตร นำมาทำชั้นไส้ นำชิ้นไม้ที่ได้ไปทำการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพื่อลดความชื้น ให้ได้ความชื้นประมาณร้อยละ 3-5 จากนั้นนำไปเก็บไว้ในถุงพลาสติกเพื่อป้องกันความชื้น

ทำการผสมกาวยูเรียฟอรัลดีไฮด์ (urea formaldehyde) โดยแยกชั้นผิวและชั้นไส้ ในอัตราส่วนชั้นผิวร้อยละ 40 ชั้น ไส้ร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ใช้กาวยูเรียฟอรัลดีไฮด์ ซึ่งมีปริมาณเนื้อกาว (solid content) ร้อยละ 65 อัตราส่วนร้อยละ 6, 8 และ 10 (ร้อยละเนื้อ

กาวเทียบกับน้ำหนักอบแห้งของชิ้นไม้) ในชั้นไส้และ ร้อยละ 8, 10 และ 12 (ร้อยละเนื้อกาวเทียบกับน้ำหนัก อบแห้งของชิ้นไม้) ในชั้นผิว ผสมพาราฟินแวกซ์ (paraffin-wax) ร้อยละ 5 (เทียบกับน้ำหนักอบแห้งของ ชิ้นไม้) ในทั้งชั้นผิวและชั้นไส้ ใช้สารเร่งแข็ง (hardener) ร้อยละ 2 (เทียบกับน้ำหนักอบแห้งของกาว) เฉพาะ ชั้นไส้ นำชิ้นไม้ไปผสมกาวในเครื่องผสมกาวที่มีหัวฉีด โดยใช้แรงดันลมจากเครื่องปั๊มลม ทำการผสมกาวและ สารปรับปรุงคุณภาพอื่นๆ ตามปริมาณที่ทำการคำนวณ ไว้เพื่อใส่เครื่องผสมกาว เพื่อทำการพ่นกาวในเครื่อง ผสมที่มีการพลิกหมุนของชิ้นไม้ตลอดเวลา หลังจาก การพ่นกาวเสร็จแล้วปล่อยให้มีการคลุกเคล้าต่อไป อีก 3-5 นาที แล้วทำการสุ่มตัวอย่างชิ้นไม้เพื่อทำการ หาค่าความชื้น โดยกำหนดให้ความชื้นหลังผสมอยู่ที่ ประมาณร้อยละ 10

นำชิ้นไม้ที่ผ่านการผสมกาวมาซึ่งน้ำหนัก เพื่อผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดให้มีหนาแน่นประมาณ 0.65 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ความหนา 1 เซนติเมตร จากนั้นนำชิ้นไม้มาทำแผ่น (particle mat) โดยการ กระจายชิ้นไม้อย่างสม่ำเสมอในกล่องขนาด 35 x 35 x 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำแผ่นที่เตรียมไปอัดร้อนที่ อุณหภูมิ 140, 150, 160 และ 180 องศาเซลเซียส ด้วย ความดันจำเพาะ (specific pressure) 41 กิโลกรัม/ตาราง เซนติเมตร เป็นเวลา 3 นาที กำหนดความหนาด้วยการ ใช้แท่งเหล็ก (stopper) ขนาด 1 เซนติเมตร ทำการผลิต แผ่นชิ้นไม้อัดจำนวน 3 ซ้ำ เพื่อทำการศึกษาค่ากลสมบัติ ของแผ่นชิ้นไม้อัด

วิธีการทดสอบ

นำแผ่นชิ้นไม้อัดที่ได้ไปวางไว้ในสภาวะ บรรยากาศที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นร้อยละ 65 จนน้ำหนักคงที่ ก่อนนำไปตัดขอบออกด้านละ 3 เซนติเมตร และตัดชิ้นทดสอบให้มีขนาดตามมาตรฐาน EN (Euro-pean Standard) เพื่อทำการทดสอบค่ามอดูลัสแตกร้าว (modulus of rupture) และค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ตามมาตรฐาน EN 310 (1993c) ค่าแรงดึง

ตั้งฉากผิวหน้า (internal bonding) ตามมาตรฐาน EN 319 (1993b) ค่าการพองตัวตามความหนา (thickness swelling) ตามมาตรฐาน EN 317 (1993a) และปริมาณ ฟอรัลดีไฮด์ (formaldehyde content) ตามมาตรฐาน EN 120 (1991) โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มทดลอง ด้วยการจัดทรีทเมนต์แบบแฟคตอเรียล (3 x 4 factorial arrangement of treatment in Completely Randomized Design) และทำการเปรียบเทียบค่าสมบัติที่ได้กับมาตรฐาน EN 312-3 (1996) Requirements for board for interior fitments (including furniture) for use in dry conditions.

ผลและวิจารณ์

จากการทดลองผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษ เหลือของไม้กฤษณาทั้งจากส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณา และส่วนที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ที่ความ หนาแน่น 0.65 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยความ ชื้นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณา และส่วนที่เหลือจากการกลั่นคือร้อยละ 9.9 และร้อยละ 8.5 ตามลำดับ และแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณา ส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณา มีปริมาณฟอรัลดีไฮด์ 5.51 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักแผ่นชิ้นไม้อัดอบแห้ง ส่วนแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเหลือจากการกลั่นน้ำมัน หอมระเหย มีปริมาณฟอรัลดีไฮด์ 5.67 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักแผ่นชิ้นไม้อัดอบแห้ง ซึ่งจัดอยู่ ในชั้นคุณภาพที่ 1 (E)

จากการทดสอบหาค่ามอดูลัสแตกร้าว พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาในส่วนที่ไม่เกิด สารกฤษณา ค่ามอดูลัสแตกร้าวที่ไม่ผ่านมาตรฐาน EN และแผ่นชิ้นไม้อัดที่ได้จากเศษเหลือจากการกลั่นน้ำมัน หอมระเหย ที่อัดด้วยปริมาณกาวที่ชั้นผิวร้อยละ 12 ชิ้น ไส้ร้อยละ 10 อัดที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส มีค่า มอดูลัสแตกร้าว 14.05 เมกะพาสกาล ซึ่งผ่านมาตรฐาน EN 312-3 (1996) ที่ 14 เมกะพาสกาล (Figure 1)

ค่ามอดูลัสแตกร้าว ในแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษ เหลือของไม้กฤษณาส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณา มีค่าสูงสุด

เมื่อใช้ปริมาณกาวที่ชั้นผิวร้อยละ 12 ชั้นไส้ร้อยละ 10 จากผลการทดสอบทางสถิติ พบว่า ปริมาณกาวมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ค่ามอดุลัสแตกร้าวเพิ่มขึ้นตามปริมาณกาวที่เพิ่มขึ้น สำหรับแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ค่ามอดุลัสแตกร้าว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณกาวที่เพิ่มขึ้น แต่มีค่าลดลงเมื่อผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดด้วยอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ashori and Nourbakhsh (2008) ที่ได้

ทำการทดลองผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis*) mesquite (*Prosopis juliflora*) saltcedar (*Tamarix stricta*) และ date palm (*Phoenix dactylifera*) ที่ความหนาแน่น 0.75 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร อัดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ร้อยละ 9, 10 และ 11 โดยน้ำหนักบดแห้ง พบว่า ค่าความแข็งแรงของแผ่นขึ้นไม้อัดจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณกาวที่ใช้

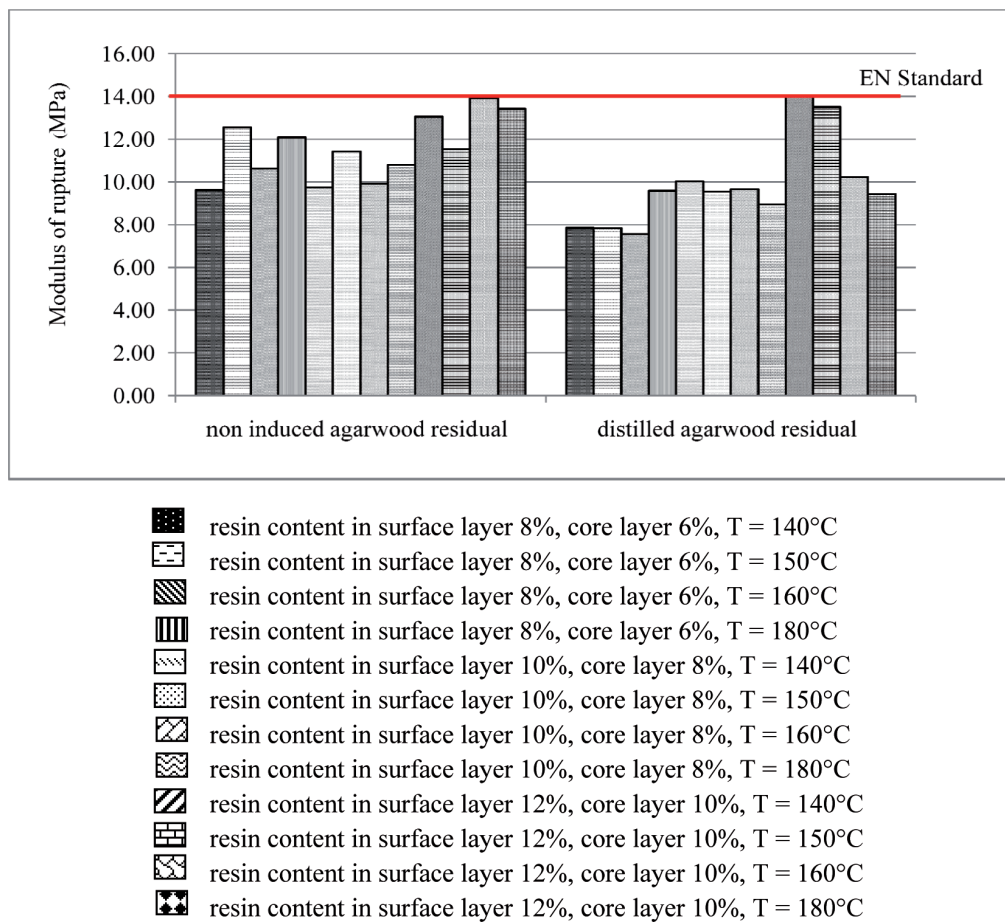


Figure 1 Comparison of modulus of rupture (MPa) between particleboard samples made from non- induced agarwood residues and from distilled agarwood residues with the EN standard.

จากการทดสอบค่ามอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) พบว่าแผ่นขึ้นไม้อัดที่ได้จากการอัดเศษเหลือจากไม้กฤษณาในส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณาที่

ปริมาณกาวในชั้นผิวร้อยละ 10 ชั้นไส้ร้อยละ 8 อัดที่อุณหภูมิ 140, 160 และ 180 องศาเซลเซียส และแผ่นที่ใช้ปริมาณกาวในชั้นผิวร้อยละ 12 ชั้นไส้ร้อยละ 10

อัดที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นไม่ผ่านมาตรฐาน EN 312-3 (1996) ที่ 1,800 เมกะพาสกาล ส่วนในแผ่นชั้นไม้อัดที่ผลิตจากเศษเหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ใช้ปริมาณกาว ชั้นผิวร้อยละ 12 ชั้นไส้ร้อยละ 10 อัดที่อุณหภูมิ 140 และ 150 องศาเซลเซียส ให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นที่ผ่านมาตรฐาน EN (Figure 2)

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นชั้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณา ส่วนใหญ่มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นชั้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาส่วนที่เหลือจากการ

กลั่นน้ำมันหอมระเหย ให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lin *et al.* (2008) ที่ได้ทำการทดลองผลิตแผ่นชั้นไม้อัดจากไม้ betel palm (*Areca catechu* Linn.) โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ ร้อยละ 6, 8 และ 10 โดยน้ำหนักกอบแห้งทำการอัดร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส แผ่นชั้นไม้อัดที่ใช้ปริมาณกาว ร้อยละ 10 ให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงที่สุด แต่สำหรับแผ่นชั้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาส่วนที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหย มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่น ลดลงตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น

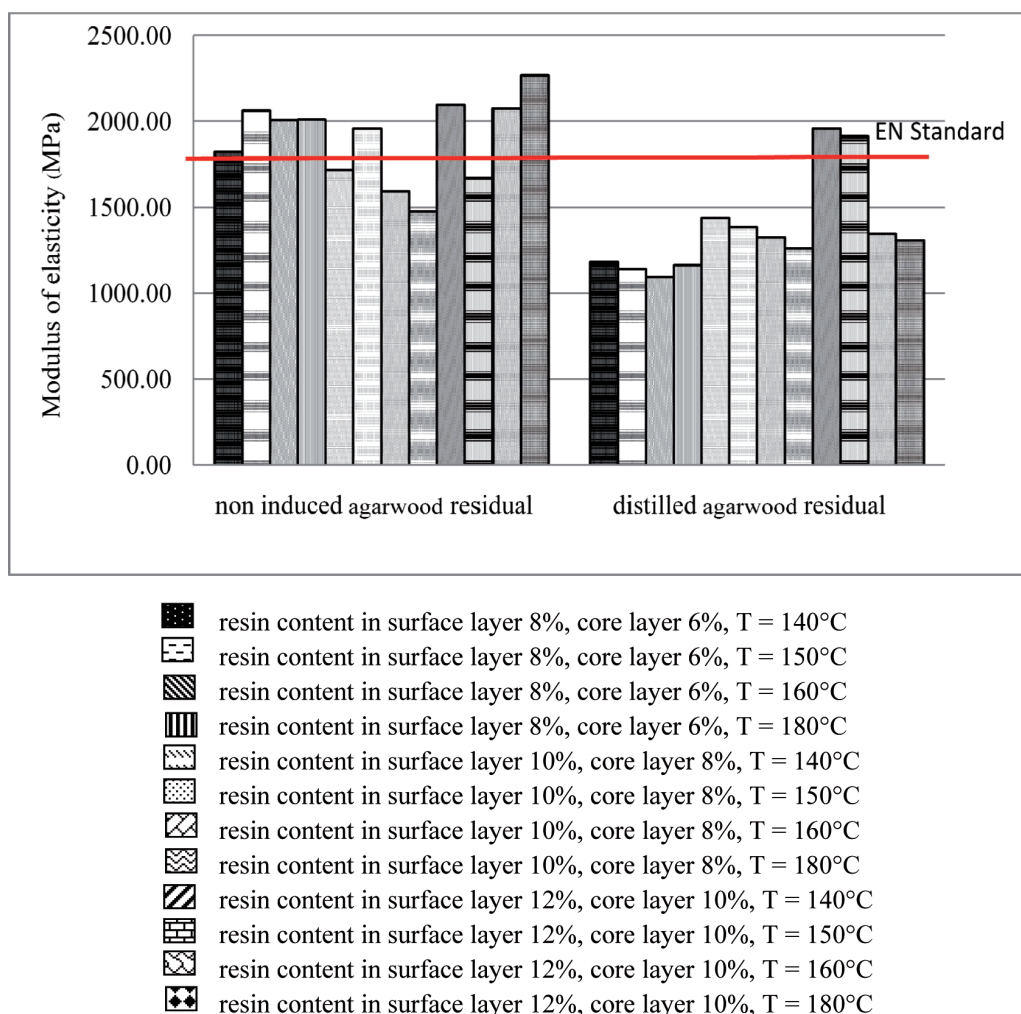


Figure 2 Comparison of modulus of elasticity (MPa) between particleboard samples made from non- induced agarwood residues and from distilled agarwood residues with the EN standard.

จากการทดสอบแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า (internal bonding) พบว่าค่าแรงดึงตั้งฉากผิวหน้าในทุกสภาวะการทดลองของทั้งแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือของไม้กฤษณาในส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณาและส่วนที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ผ่านค่ามาตรฐาน EN 312-3 (1996) ที่ 0.40 เมกะพาสกาล (Figure 3)

ในแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณาและส่วนที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ค่าแรงดึงตั้งฉากผิวหน้าเพิ่มขึ้น ตามปริมาณกาวและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น แต่จะลดลงเมื่อใช้

อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากต้นมะเขือ (*Solanum melongena*) ที่ความหนาแน่น 0.53, 0.63, 0.73 และ 0.78 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ ร้อยละ 6, 8 และ 10 ที่ขึ้นไฟ และร้อยละ 8, 10 และ 12 โดยน้ำหนักที่ขึ้นผิว และใช้กาวเมลามินยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ ร้อยละ 10 ที่ขึ้นผิว และร้อยละ 12 ที่ขึ้นไฟ อัดที่อุณหภูมิ 155 + 5 องศาเซลเซียส พบว่าค่าแรงดึงตั้งฉากผิวหน้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณกาวที่ใช้เพิ่มขึ้น (Guntekin and Karakus , 2008)

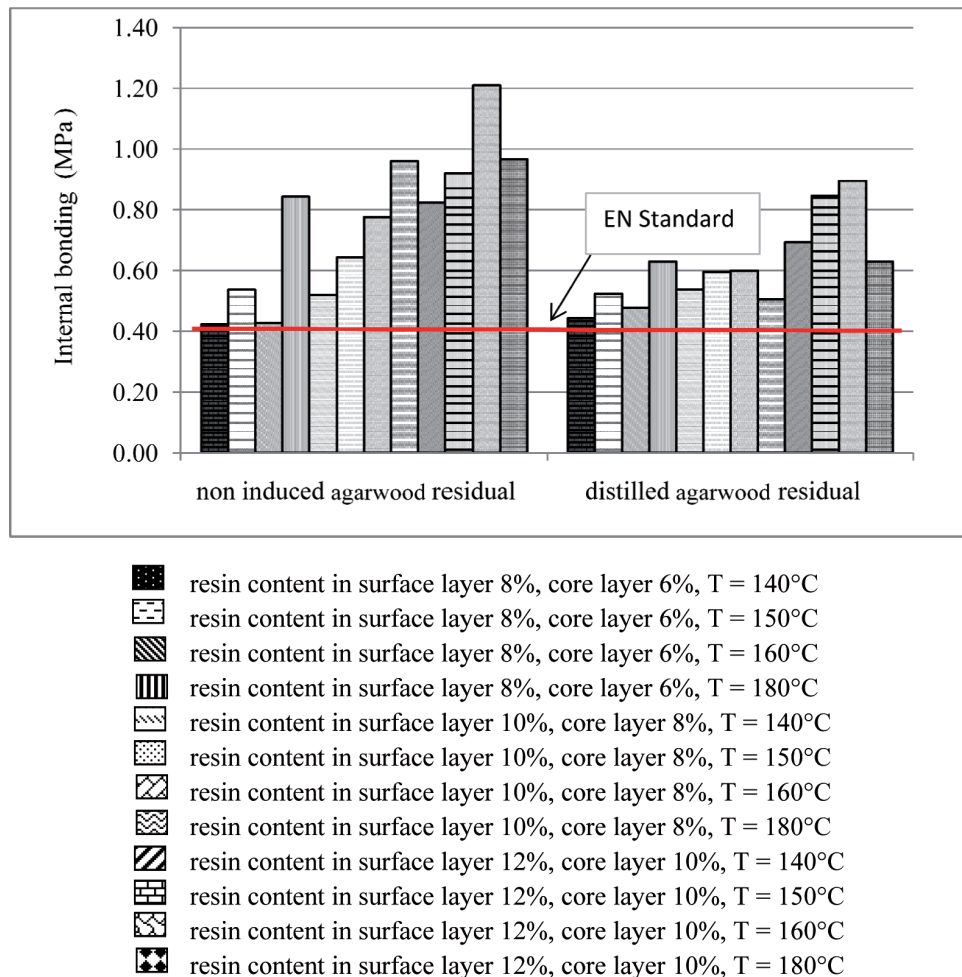


Figure 3 Comparison of internal bonding (MPa) between particleboard samples made from non- induced agarwood residues and from distilled agarwood residues with the EN standard.

จากการทดสอบการพองตัวตามความหนา (thickness swelling) พบว่า แผ่นชั้นไม้อัดที่ผลิตจากเศษเหลือไม้กฤษณาส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณาที่ปริมาณกาวชั้นผิวร้อยละ 8 ชั้นไส้ร้อยละ 6 อัดที่อุณหภูมิ 140 150 160 และ 180 องศาเซลเซียส รวมถึงแผ่นชั้นไม้อัดที่อัดด้วยปริมาณกาวชั้นผิวร้อยละ 10 ชั้นไส้ร้อยละ 8 อัดที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส มีค่าการพองตามความหนา ที่เกินมาตรฐาน มอก. 876 (2547) ที่ไม่เกิน

ร้อยละ 12 ในส่วนของแผ่นชั้นไม้อัดที่ผลิตจากเศษเหลือของไม้กฤษณาที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยนั้น ให้ค่าการพองตัวตามความหนาที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานในทุกสภาวะการทดลอง (Figure 4)

การพองตัวตามความหนาในแผ่นชั้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาในส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณามีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณกาวและเพิ่มอุณหภูมิ ส่วนในแผ่นชั้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาในส่วนที่เหลือ

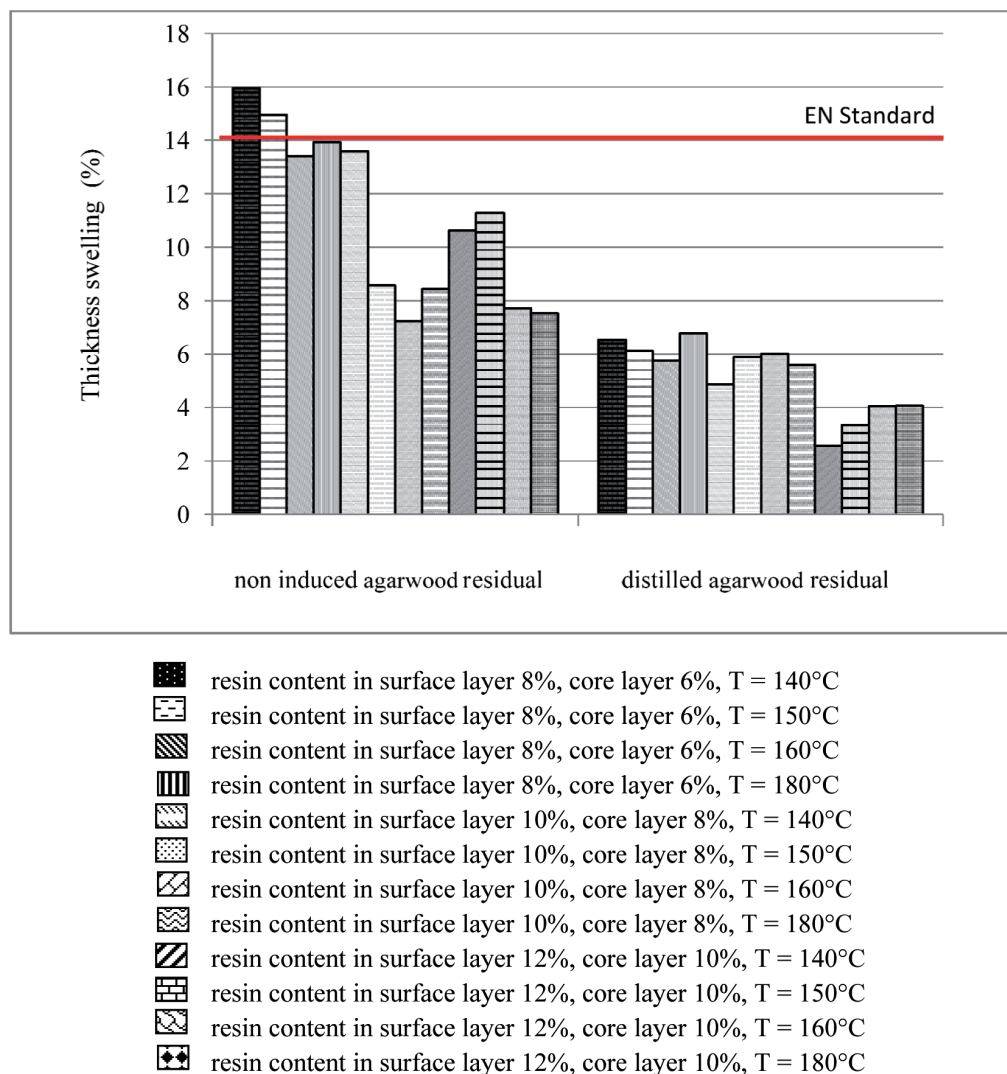


Figure 4 Comparison of thickness swelling (%) between particleboard samples made from non- induced agarwood residues and from distilled agarwood residues with the EN standard.

จากการกลั่นน้ำมันหอมระเหย มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณ กาว แต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิ ดังแสดง ในภาพที่ 4 สอดคล้องกับผลการทดลองผลิตแผ่นขึ้น ไม้อัดจาก kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) stalks ที่ ความหนาแน่น 0.60 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ด้วยกาว ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่ชั้น 15 ไร่ร้อยละ 8 และชั้นผิวร้อยละ 10 โดยน้ำหนักอบแห้ง อุณหภูมิ 130 และ 150 องศาเซลเซียส พบว่าค่าการพองตัวความหนาแน่นลดลงตามปริมาณกาว และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kalaycioglu and Nemli (2006)

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า สภาวะที่เหมาะสม ในการผลิตแผ่นขึ้น ไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณา ส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณาคือ การผลิตแผ่นขึ้น ไม้อัด ที่ผลิตโดยใช้ปริมาณกาวในชั้นผิวร้อยละ 12 ชั้น 15 ไร่ร้อยละ 10 ผลิตที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส และ สำหรับในแผ่นขึ้น ไม้อัดจากเศษเหลือจากการกลั่นน้ำมัน หอมระเหย สภาวะที่เหมาะสมได้แก่การใช้ปริมาณกาว ที่ชั้นผิวร้อยละ 12 ชั้น 15 ไร่ร้อยละ 10 ใช้อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส

จากการทดลองค่ามอดูลัสแตกร้าวของแผ่น ขึ้น ไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาคส่วนที่ไม่เกิดสาร กฤษณา ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานและได้ทำการทดลอง เพิ่มเติม ด้วยการผลิตแผ่นขึ้น ไม้อัดจากเศษเหลือไม้ กฤษณาคส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณา โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัล ดีไฮด์ ในชั้นผิวร้อยละ 12 และชั้น 15 ไร่ร้อยละ 10 ของ น้ำหนักอบแห้งของขึ้น ไม้ ที่อุณหภูมิ 140, 150, 160 และ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที โดยทำการ ลดปริมาณพาราฟินแว็กซ์ เป็นร้อยละ 2 ของน้ำหนัก อบแห้งของกาว เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าความแข็งแรง กับการผลิตแผ่นขึ้น ไม้อัดที่ใช้ปริมาณพาราฟินแว็กซ์ ร้อยละ 5 ของน้ำหนักอบแห้งของกาว พบว่า

1. ปริมาณการใช้พาราฟินแว็กซ์และอุณหภูมิ ที่ใช้ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อค่ามอดูลัสแตกร้าวของ แผ่นขึ้น ไม้อัด ดังนั้นในการเพิ่มค่ามอดูลัสแตกร้าวควรมีการทดลองเพิ่มเติม โดยการผันแปรเวลาในการผลิต แผ่นขึ้น ไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาคส่วนที่ไม่เกิด สารกฤษณา

2. ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นของแผ่นขึ้น ไม้อัดที่ใช้ ปริมาณพาราฟินแว็กซ์ที่ร้อยละ 5 ให้ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น ที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

3. แผ่นขึ้น ไม้อัดที่ใช้ปริมาณพาราฟินแว็กซ์ ร้อยละ 5 ของน้ำหนักอบแห้งของกาว ให้ค่าแรงดึงตึง ฉากผิวหน้าที่สูงกว่า และเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อุณหภูมิที่ใช้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ปริมาณพาราฟินแว็กซ์ที่ใช้ไม่มีความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญ

4. แผ่นขึ้น ไม้อัดที่ใช้พาราฟินแว็กซ์ร้อยละ 5 ของน้ำหนักอบแห้งของกาวให้ค่าการพองตัวตามความ หนาแน่นที่ต่ำกว่าแผ่นขึ้น ไม้อัดที่ใช้ปริมาณพาราฟินแว็กซ์ ร้อยละ 2 ของน้ำหนักอบแห้งของกาว และเมื่อทำการ วิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณพาราฟินแว็กซ์มีความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และอุณหภูมิที่ใช้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ในการผลิตแผ่นขึ้น ไม้อัดจากเศษเหลือของ ไม้กฤษณาในส่วนที่ไม่เกิดสารกฤษณานั้น ควรมีการ ปอกเปลือกไม้ก่อนนำมาขยเป็นขึ้น ไม้ เนื่องจากเมื่อนำไปผสมกาวแล้วส่วนเปลือกไม้จะจับตัวกันเป็น ก้อน ทำให้แผ่นขึ้น ไม้อัดที่ผลิตออกมาเป็นรอยด่างที่ บริเวณผิวหน้าและลดความแข็งแรง และควรทำการ ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการ ผลิตแผ่นขึ้น ไม้อัดจากเศษเหลือไม้กฤษณาทั้งในส่วน ที่ไม่เกิดสารกฤษณาและส่วนที่เหลือจากการกลั่น น้ำมันหอมระเหย เพื่อให้สามารถส่งเสริมการผลิตแผ่น ขึ้น ไม้อัดให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกไม้กฤษณาต่อไป

คำนิยม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยวนเกษตรตราด บริษัทไทยเคมีภัณฑ์ จำกัด และ P.S. WAX TECH COMPANY LIMITED ที่เอื้อเฟื้อวัตถุดิบในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- พิมล เทียงธรรม. 2538. การเพาะเลี้ยงกฤษณาในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มีชัย ประชากุล. 2532. ลักษณะทางกายวิภาคของเนื้อไม้ปกติและเนื้อไม้ผิวกดปกติของต้นกฤษณา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณม อุณจิตติชัย. 2541. อุตสาหกรรมการผลิตแผ่นปาร์ติเกิล (แผ่นจีนไม้อัด) และกรรมวิธีผลิต. กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมป่าไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นจีนไม้อัดชนิดอัดราบ. มอก. 876- 2547.
- อภิชาติ รัตนวิระกุล. 2546. กฤษณา. แหล่งที่มา: http://www.dnp.go.th/Pattani_botany/พันธุ์ไม้/ไม้เอนกประสงค์/กฤษณา/กฤษณา.htm, 15 พฤศจิกายน 2549.
- Ashori, A. and A. Nourbakhsh. 2008. Effect of press cycle time and resin content on physical and mechanical properties of particleboard panels made from the underutilized low-quality raw materials. **Industrial Crops and Products** 28: 225-230.
- European Standard. 1991. **Wood-Based Panels-Determination of Formaldehyde Content-Extraction Method Called the Perforator Method**. EN 120: 1991.
- _____. 1993a. **Particleboards and Fiberboards-Determination of Swelling in Thickness after Immersion in Water**. EN 317: 1993.
- _____. 1993b. **Particleboards and Fiberboards-Determination of Tensile Strength Perpendicular to the Plane of the Board**. EN 319: 1993.
- _____. 1993c. **Wood-Based Panels-Determination of Elasticity in Bending and of Bending Strength**. EN 310: 1993.
- _____. 1996. **Requirements for Board for Interior Fitments (Including Furniture) for Use in Dry Conditions**. EN 312-3: 1996.
- Guntekin, E. and B. Karakus. 2008. Feasibility of using eggplant (*Solanum melongena*) stalks in the production of experimental particle board. **Industrial Crops and Products** 27: 354-358.
- Kalaycioglu, H. and G. Nemli. 2006. Producing composite particleboard from kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) stalks. **Industrial Crops and Products** 24: 177-180.
- Lin, C. J., S. Hiziroglu, S. M. Kan and H. W. Lai. 2008. Manufacturing particleboard panels from betel palm (*Areca catechu* Linn.). **Journal of Materials Processing Technology** 97: 445-448.