

# ไม้อัดจากไม้ยางพารา

## PLYWOOD FROM RUBBERWOOD

ทรงกลด จารุสมบัติ  
Songklod Jarusombuti

ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
Department of Forest Products, Faculty of Forestry  
Kasetsart University

### บทคัดย่อ

ศึกษาการทำไม้อัดโดยใช้ไม้บางจากไม้ยางพาราด้วยกรรมวิธีการจุ่มแล้วหมัก โดยนำไม้บางยางพารามาจุ่มในสารประกอบโบรอนที่ความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% ที่มีส่วนผสมของโซเดียมเพนตาคลอโรเฟเนต 0.1% แล้วนำมากองหมักคลุมด้วยผ้าพลาสติกเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที ต่อจากนั้น นำมาวางไว้ในสภาพปกติเป็นเวลา 7 วัน ผลการทดลองพบว่าไม่มีเชื้อราเกิดขึ้นบนผิวไม้บางยางพาราเลย และมีปริมาณของกรดโบริกซึมเข้าไปในเนื้อไม้เฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 0.20% ซึ่งสามารถป้องกันมอดได้ เมื่อทดลองนำแผ่นไม้บางยางพาราที่ผ่านกรรมวิธีการจุ่มแล้วหมักมาทำเป็นแผ่นไม้อัด พบว่าอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนเข้าไปในเนื้อไม้ 100% เท่ากันทุกความเข้มข้นของสารประกอบโบรอนและทุกระยะเวลาการหมัก ค่าแรงดึงของแผ่นไม้อัดยางพารามีค่าไม่น้อยกว่า 77 นิวตัน/ตร.ซม. และแผ่นไม้อัดยางพาราที่มีความหนา 4 มม. และ 10 มม. มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยระหว่าง 0.72–0.74 ต้นทุนในการทำแผ่นไม้บางสำเร็จรูปจากไม้ยางพาราจะต่ำกว่าต้นทุนในการทำแผ่นไม้บางสำเร็จรูปจากไม้ยางประมาณ 56.71% และต้นทุนในการทำแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราจะต่ำกว่าต้นทุนการทำแผ่นไม้อัดไม้ยางประมาณ 44.52%

### ABSTRACT

*Investigations were made to study the plywood manufactured from boron treated rubberwood (*Hevea brasiliensis* Muel. Arg.) by dip-diffusion treatment of veneers and incorporating boron compounds in the glue line of plywood. Three concentrations of boron compounds: 1%, 3% and 5% were used in veneers treatment, incorporated with sodium pentachlorophenate (NaPCP) 0.1% in all solutions. Rubberwood veneers dipped in*

boron solutions of three concentrations and stored under a cover of plastic sheet for 5, 10 and 15 min had clean surface without fungi after leaving indoors for seven days. From the quantitative test of boron compounds, these veneers had boric acid equivalent (BAE) content in the core not less than 0.20% which protecting wood from powder-post beetles infestations. The plywood made from rubberwood veneers in all concentration of solution and every duration of storing time gave equally the 100% of boron penetration. The bonding strength of glue line from the strip shear test of plywood made from treated rubberwood veneers and boron mixed glue was not less than 77 newton/cm<sup>2</sup>. The specific gravity of 4 mm and 10 mm thick plywood ranged between 0.72–0.74. The cost of dried and clipped rubberwood veneers is less than dried and clipped Yang (*Dipterocarpus spp.*) veneers about 56.71 percent. And the cost of plywood from rubberwood is less than plywood from Yang about 44.52 percent.

## คำนำ

ไม้อัด (plywood) เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งในจำพวกแผ่นไม้ประกอบ (wood based panels) ที่ผลิตขึ้นโดยนำไม้บาง (veneers) ที่อบแห้งดีแล้วมาทา กาวสังเคราะห์ (synthetic resin) แล้วประกอบกันในลักษณะสมดุล (balanced construction) โดยให้ไม้บางชั้นที่อยู่ติดกันมีแนวเส้น (grain) ขวางตั้งฉากซึ่งกันและกันแล้วอัดเป็นแผ่นไม้อัด เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและลดการขยายตัวหรือหดตัวในระนาบของแผ่นให้เกิดน้อยที่สุดเมื่อปริมาณความชื้นเปลี่ยนแปลง ปกติไม้อัดจะประกอบด้วยไม้บางตั้งแต่สามชั้นขึ้นไป และจะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนคู่เสมอ

การผลิตไม้อัดเป็นอุตสาหกรรมในประเทศไทย เริ่มขึ้นเมื่อประมาณ 34 ปีที่แล้ว ในระยะแรกผลิตไม้อัดได้ประมาณ 400 แผ่นต่อวัน ก็ยังจำหน่ายไม่หมดเนื่องจากในสมัยนั้นประชาชนนิยมใช้ไม้แปรรูปซึ่งมีราคาถูกกว่าไม้อัด ต่อมาในปัจจุบันไม้แปรรูปที่มีคุณภาพดีหาได้ยากและมีราคาสูงขึ้นมาก ประกอบกับอุตสาหกรรมไม้อัดได้มีการพัฒนามาเป็นลำดับ จนขณะนี้ประเทศไทยมีโรงงานไม้อัดขนาดใหญ่ถึง 14 โรง มีกำลังผลิตรวมกันแล้วประมาณ 30,000 แผ่นต่อวัน คิดเป็นมูลค่าไม้อัดที่ผลิตได้วันละประมาณ 3 ล้านบาท หรือมีมูลค่าของไม้อัดที่ผลิตได้ประมาณ 1,000 ล้านบาทต่อปี<sup>1,4</sup> แสดงว่าประชาชนมีความนิยมและหันมาใช้ไม้อัดแทนไม้แปรรูปมากขึ้น เพราะไม้อัดมีคุณสมบัติใช้งานได้สะดวก สวยงาม และประหยัดค่าแรงงานมากกว่าไม้แปรรูปทั้งในการก่อสร้าง และในอุตสาหกรรมทำเฟอร์นิเจอร์

อุตสาหกรรมไม้อัดใช้ไม้ซุงขนาดใหญ่เป็นวัตถุดิบในการนำมาปอกเป็นไม้บาง ไม้ซุงต้องมีลักษณะเปลาตรง เนื้อไม้ไม่แข็งจนเกินไป ปราศจากตาไม้แข็ง ไม้ซุงต้องไม่แตกร้าวหรือผุ ซึ่งไม้ซุงในลักษณะดังกล่าวนี้ปัจจุบันหาได้ยากและมีราคาแพง เพราะไม้ยางนา ไม้กระบากและไม้สยา ซึ่งเคยใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการปอกเป็นไม้บาง ได้เริ่มขาดแคลนและมีราคาสูงขึ้น จนเป็นอุปสรรคในการผลิตไม้อัดให้มีกำไร ไม้ซุงชนิดอื่นที่มีราคาถูกกว่าก็มีปริมาณไม่มากพอจึงต้องใช้ไม้ซุงหลายชนิดที่มีคุณภาพใกล้เคียงกัน

ผสมกันไป ทำให้มีปัญหาในการผลิต และราคาของไม้ซุงเหล่านี้ก็ยังสูงอยู่ เพราะต้องซื้อจากต่างประเทศ ไม้ที่มีราคาถูกมีปริมาณมากและเป็นที่ยอมรับของประชาชนในปัจจุบัน<sup>6</sup> คือ ไม้ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ซึ่งหากนำมาทดลองปลูกเป็นไม้บางเพื่อทำไม้อัด จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตไม้อัดได้ แต่ไม้ชนิดนี้จะไม่ทนทาน แผลงและเชื้อราทำลายได้ง่าย ดังนั้น ในการทำไม้อัดจากไม้ยางพาราจึงจำเป็นต้องนำไม้ไปผ่านการอบน้ำยา เพื่อป้องกันแผลงและเชื้อราเสียก่อนโดยกรรมวิธี จุ่มแล้วหมักไม้บางในสารละลายของสารประกอบโบรอน (Boron compounds)<sup>9</sup> หรือกรรมวิธี การผสมสารละลายของสารประกอบโบรอนในกาวยที่ใช้ผลิตไม้อัด การวิจัยครั้งนี้กระทำขึ้นเพื่อหาความเข้มข้นของสารประกอบโบรอน ระยะเวลาที่ใช้หมัก และกรรมวิธีที่เชื่อว่ามีส่วนต่อการติดกาวยของไม้อัดมากน้อยเพียงไร ศึกษาว่าการแทรกซึมของสารประกอบโบรอนและปริมาณกรดโบริกที่เข้าไปในไม้บางมีมากน้อยแค่ไหน นอกจากนี้ยังศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการผลิตเป็นอุตสาหกรรมด้วย

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

ไม้ทดลอง : ซุงไม้ยางพาราจากจังหวัดระยองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20–60 ซม. ความยาว 135 ซม.

น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ : ใช้ในการจุ่มไม้บางและใช้ผสมกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารประกอบโบรอน ประกอบด้วยกรดโบริกและบอแรกซ์ในอัตราส่วน 9:1 โดยใช้สารประกอบโบรอนที่ความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% ผสมกับโซเดียมเพนตาคลอโรฟิเนต (NaPCP) ความเข้มข้น 0.1%

สารเคมีที่ใช้ตรวจอัตราการแทรกซึมของสารโบรอน<sup>10</sup> : ประกอบด้วยสารละลาย 2 อย่างคือ สารละลายที่ 1 เป็นสารละลายสีเหลืองใสที่ได้จากการสกัดเทอเมอริก 10 ก. ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95% จำนวน 100 มล. เป็นเวลา 6–8 ชม. และสารละลายที่ 2 ได้จากการเจือจางกรดเกลือเข้มข้น 20 มล. ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ให้มีปริมาตร 100 มล. แล้วทำให้ห่อมตัวด้วยกรดซาลิซิลิก (salicylic)

กาวย : ประกอบด้วยส่วนผสมคือ กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ แป้ง และสารช่วยให้กาวยแข็งตัวในอัตราส่วน 100:25:2 ตามลำดับ

### วิธีการ

ทดลองความเป็นกรด-เบสของน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่ความเข้มข้นของสารประกอบโบรอน 1%, 3% และ 5% โดยใช้เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-เบสในการตรวจวัด การทดลองมี 3 ชุดการทดลอง (treatment) มี 3 ซ้ำ

การติดกาวเพื่อทำแผ่นไม้อัดไม้อย่างพาราทำโดยนำแผ่นไม้บางแห้งหนา 1.5 มม. ที่ผ่านการจุ่มน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่ความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% และหมักเป็นเวลานาน 5, 10 และ 15 นาที พร้อมทั้งไม้บางแห้งที่ไม่ผ่านการจุ่มน้ำยาที่เป็นตัวควบคุมมาตัดให้มีขนาด 30×30 ซม. แล้วนำมาทำเป็นแผ่นไม้อัดหนา 4 มม. โดยใช้โครงสร้าง 1.5–1.5–1.5 มม. (รูปที่ 1) ตัวอย่างละ 10 แผ่น นำไม้บางแห้งที่ไม่ผ่านการจุ่มน้ำยามาทากาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่ผสมด้วยน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% เพื่อเป็นตัวควบคุม ส่วนตัวอย่างไม้บางที่ผ่านการจุ่มน้ำยาแล้วทั้งหมดนำมาทากาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่ไม่ได้ผสมน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ การทากาวทุกตัวอย่างใช้ปริมาณกาว 200 ± 10 ก./ตร.ม. แล้วจึงนำไม้บางที่ประกอบกันแล้วทั้งหมดไปทำเป็นไม้อัดโดยกรรมวิธีการอัดเย็นด้วยแรงอัด 8 กก./ตร.ซม. เป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้น นำไปอัดด้วยเครื่องอัดร้อนที่แรงอัด 8 กก./ตร.ซม. ที่อุณหภูมิ 120° ซ. นาน 2.5 นาที แผ่นไม้อัดที่ได้นำไปหาค่าการติดกาวโดยใช้วิธีดึงด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงโดยที่ก่อนทำการทดสอบจะต้องนำชิ้นไม้อัดทดสอบไปปรับสภาวะโดยแช่ชิ้นทดสอบในน้ำที่อุณหภูมิ 67 ± 2° ซ. นาน 3 ชม. ทำให้เย็นโดยแช่น้ำที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปทดสอบ การทดลองมี 13 ชุดการทดลอง มี 10 ซ้ำ

การทดลองหาความราบเรียบ และความต่งงจำเพาะของแผ่นไม้อัดไม้อย่างพารา ทำโดยวิธีการนำไม้บางแห้งหนา 0.9, 1.5 และ 2.55 มม. มาตัดให้มีขนาด 125×129 ซม. เพื่อทำเป็นแผ่นไม้อัดโดยใช้โครงสร้างต่าง ๆ คือ ไม้อัดหนา 4 มม. (3 ชั้น) จะมีโครงสร้าง 0.9–2.55–0.9 มม. และ 1.5–1.5–1.5 มม. ส่วนไม้อัดหนา 10 มม. (5 และ 7 ชั้น) จะมีโครงสร้าง 0.9–2.55–3.6–2.55–0.9 มม. และ 1.5–1.5–1.5–1.5–1.5–1.5–1.5 มม. (รูปที่ 1)

หลังจากนั้นนำไม้บางแห้งนี้ไปทำไม้อัดตามกรรมวิธีการทำไม้อัด โดยไม้อัดหนา 4 มม. จะใช้เวลาการอัดร้อน 2.5 นาที ในขณะที่ไม้อัดหนา 10 มม. จะใช้เวลาการอัดร้อน 6 นาที ตัดแผ่นไม้อัดที่ได้เป็นขนาด 120×120 ซม. เพื่อนำไปหาความราบเรียบของแผ่นไม้อัดโดยวิธีการหาระยะการโก่งและระยะการห่อตัวด้วยการวางแผ่นไม้อัดบนพื้นราบให้ได้ระดับ ซึ่งเส้นด้ายขนานกับแนวขอบทั้ง 4 ด้าน เพื่อวัดระยะการโก่งและระยะการห่อตัว (รูปที่ 2) นำไม้อัดที่ผ่านการวัดระยะการโก่งแล้วมาตัดเป็นตัวอย่างขนาด 10×10 ซม. เข้าอบในเตาอบอุณหภูมิ 100 ± 3° ซ. นาน 48 ชม. หรือจนน้ำหนักคงที่ แล้วนำไปหาค่าความต่งงจำเพาะของแผ่นไม้อัดโดยใช้สูตร

ความต่งงจำเพาะ	=	$KF/LWT$
F	=	น้ำหนักหลังอบของชิ้นตัวอย่าง (ก.)
L	=	ความยาวของชิ้นตัวอย่าง (มม.)
W	=	ความกว้างของชิ้นตัวอย่าง (มม.)
T	=	ความหนาของชิ้นตัวอย่าง (มม.)
K	=	1 (น้ำหนักในระบบเมตริก)

การทดลองมีทั้งหมด 4 ชุดการทดลองมี 10 ซ้ำ

การทดลองใช้แบบ  $3 \times 3$  แฟกตอเรียล<sup>2</sup> (factorial experiment) ในแผนแบบสุ่มตลอด เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณกรดโบริกในไม้บางไม้ยางพารา โดยการนำไม้บางแห้งหนา 2.55 มม. ที่ผ่านการจุ่มน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% และหมักเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาทีมาแล้ว ตัวอย่างละ 2 แผ่น มาตัดส่วนกลางแผ่นให้มีขนาด  $30 \times 30$  ซม. แล้วจึงตัดซอยให้ได้ขนาดประมาณ 3 ตร.ซม. ซึ่งน้ำหนักแล้วนำมาสกัดโดยการกลั่นแบบไหลกลับ (reflux) ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากไอออน (deionized water) จำนวน 125 มล. เป็นเวลา 30 นาที กรองแล้วนำสารสกัดที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดโบริกด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Spectrometer การทดลองมี 9 ชุดการทดลองมี 2 ซ้ำ

การทดลองใช้แบบ  $2 \times 3 \times 4$  แฟกตอเรียล<sup>2</sup> ในแผนแบบสุ่มตลอด เพื่อศึกษาอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในแผ่นไม้อัดไม้ยางพารา โดยวิธีการนำไม้บางแห้งหนา 1.5 และ 2.55 มม. ที่ผ่านการจุ่มน้ำยาความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% และผ่านการหมัก 5, 10 และ 15 นาทีแล้วตัดให้มีขนาด  $30 \times 30$  ซม. มาทำเป็นไม้อัดไม้ยางพาราตามกรรมวิธีการทำไม้อัด แล้วตัดชิ้นไม้ทดสอบขนาด  $25 \times 75$  มม. จากกลางแผ่นไม้อัดมาตรวจดูการแทรกซึมของสารโบรอนโดยหยดสารละลายที่ 1 บนด้านข้างชิ้นไม้ทดสอบทิ้งไว้ 2–3 นาที จึงหยดสารละลายที่ 2 ลงบนบริเวณเดียวกัน บริเวณเนื้อไม้ที่มีสารโบรอนซึมเข้าไปจะปรากฏสีแดงสด<sup>10</sup> วัดอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนโดยดูเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่มีสารโบรอนแทรกซึม การทดลองมี 24 ชุดการทดลองมี 5 ซ้ำ

การวิเคราะห์ผล ใช้การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple range test

## ผลและวิจารณ์

### ความเป็นกรด—เบสของน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้

น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่มีความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% มีค่าความเป็นกรด—เบส เฉลี่ย 7.11, 6.96 และ 6.47 ตามลำดับ

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลองแบบสุ่มตลอด จะเห็นว่าความเข้มข้นของน้ำยาจะมีค่าความเป็นกรด—เบสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new multiple range test ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งสามความเข้มข้น แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของน้ำยามีผลต่อค่าความเป็นกรด—เบส โดยน้ำยาที่มีความเข้มข้นสูงจะมีค่าความเป็นกรด—เบสน้อยกว่าน้ำยาที่มีความเข้มข้นต่ำ

### ประสิทธิภาพในการป้องกันเชื้อรา

เมื่อผสมสาร NaPCP ความเข้มข้น 0.1% ลงในน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้พบว่าไม้บางยี่ห้อที่ผ่านการจุ่มน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่ความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% แล้วหมักเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที เมื่อนำไปวางไว้ในสภาพบรรยากาศปกติ เป็นเวลา 7 วัน จะไม่มีเชื้อราเกิดขึ้นบนชิ้นไม้ ส่วนไม้บางยี่ห้อที่ไม่ผ่านการจุ่มน้ำยาเมื่อนำไปวางไว้ในสภาพบรรยากาศปกติเป็นเวลา 2 วัน จะมีเชื้อราเกิดขึ้นบนชิ้นไม้แสดงว่า NaPCP สามารถป้องกันการเกิดเชื้อราได้ซึ่งเป็นไปตามผลการทดลองของ Gnahaharan<sup>8</sup>, Momoh และ Oluyide<sup>11</sup>

### ปริมาณกรดโบริกในไม้บางไม้บางยี่ห้อที่อบน้ำยา

เมื่อนำไม้บางยี่ห้อที่ทดลองไปทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณกรดโบริกด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Spectrometer ผลปรากฏว่า ไม้บางยี่ห้อที่จุ่มน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ความเข้มข้น 1% แล้วหมักเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที มีปริมาณกรดโบริกเฉลี่ย 0.46%, 0.49% และ 0.56% ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 3% หมักเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที มีปริมาณกรดโบริกเฉลี่ย 0.51%, 0.54% และ 0.55% ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนที่ความเข้มข้น 5% แล้วหมักเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที มีปริมาณกรดโบริกเฉลี่ย 0.52%, 0.54% และ 0.56% ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ (รูปที่ 3)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลองแบบแฟกตอเรียลของปริมาณกรดโบริกในไม้บางไม้บางยี่ห้อ จะเห็นได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่างความเข้มข้นของน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้และระยะเวลาหมักจะมีผลต่อปริมาณกรดโบริกในไม้บางยี่ห้อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากไม้บางที่ใช้ทดลองมีความหนาเท่ากันคือ 2.55 มม. และใช้ระยะเวลาในการหมักใกล้เคียงกันจึงทำให้ปริมาณกรดโบริกในไม้บางยี่ห้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ

### การติดกาวแผ่นไม้อัดไม้บางยี่ห้อ

เมื่อนำแผ่นไม้อัดไม้บางยี่ห้อไปตัดเป็นชิ้นไม้ทดสอบ และนำไปปรับสภาวะก่อนนำไปทดสอบค่าการติดกาวด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง ผลปรากฏว่าไม้บางยี่ห้อที่จุ่มน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ความเข้มข้น 1% หมักนาน 5, 10 และ 15 นาที เมื่อทำเป็นแผ่นไม้อัด และนำไปทดสอบแรงดึง ได้ค่าแรงดึงเฉลี่ย 217.20, 213.49 และ 221.92 นิวตัน/ตร.ซม.ตามลำดับ และแผ่นไม้อัดที่ใช้ไม้ความเข้มข้น 1% ผสมกาวเมื่อนำไปทดสอบแรงดึงได้ค่าแรงดึงเฉลี่ย 140.50 นิวตัน/ตร.ซม. (รูปที่ 4)

ไม้บางที่จุ่มน้ำยาความเข้มข้น 3% หมักนาน 5, 10 และ 15 นาที เมื่อนำไปทำเป็นแผ่นไม้อัดทดสอบแรงดึงได้ค่าแรงดึงเฉลี่ย 210.71, 220.67 และ 216.77 นิวตัน/ตร.ซม. ตามลำดับ และแผ่นไม้อัดที่ใช้ไม้ความเข้มข้น 3% ผสมกาวทดสอบแรงดึงได้ค่าแรงดึงเฉลี่ย 129.38 นิวตัน/ตร.ซม. (รูปที่ 4)

ไม้บางที่จุ่มน้ำยาความเข้มข้น 5% หมักนาน 5, 10 และ 15 นาที เมื่อนำไปทำเป็นแผ่นไม้อัดทดสอบแรงดึงได้เฉลี่ย 227.36, 201.43 และ 179.97 นิวตัน/ตร.ซม. ตามลำดับ สำหรับแผ่นไม้อัดที่ใช้ น้ำยาความเข้มข้น 5% ผสมกาวทดสอบแรงดึงได้เฉลี่ย 129.32 นิวตัน/ตร.ซม. (รูปที่ 4) แผ่นไม้อัดยางพาราที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ (control) เมื่อนำมาทดสอบได้ค่าแรงดึงเฉลี่ย 192.47 นิวตัน/ตร.ซม.

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลองแบบสุ่มตลอด จะเห็นว่าค่าการติดกาวของแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test จะเห็นว่าแผ่นไม้อัดที่ทำจากไม้ยางพาราที่จุ่มน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ส่วนใหญ่จะมีค่าแรงดึงเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราที่ใช้เปรียบเทียบยกเว้นแผ่นไม้อัดที่ทำจากไม้ยางพาราที่จุ่มน้ำยาความเข้มข้น 5% หมักนาน 15 นาที ซึ่งที่ความเข้มข้น 5% นี้จะมีผลต่อค่าแรงดึง กล่าวคือ ถ้าใช้ระยะเวลาการหมักนานก็จะทำให้ค่าแรงดึงลดลง ส่วนแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราที่ใช้ น้ำยาผสมกาวจะมีค่าแรงดึงเฉลี่ยต่ำกว่าแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราที่ใช้เปรียบเทียบและความเข้มข้นของน้ำยาจะมีผลต่อค่าแรงดึงกล่าวคือ ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงก็จะทำให้ค่าแรงดึงลดลง เมื่อนำค่าแรงดึงเฉลี่ยของแผ่นไม้อัดที่จุ่มน้ำยาเปรียบเทียบกับค่าแรงดึงเฉลี่ยของแผ่นไม้อัดยางนา (*Dipterocarpus alatus*) ที่ปอกสด ๆ จะมีค่าต่ำกว่าเล็กน้อย คือ ไม้อัดไม้ยางนามีค่าแรงดึงเฉลี่ย 272.44 นิวตัน/ตร.ซม. (27.80 กก./ตร.ซม.)<sup>5</sup>

#### ความราบเรียบและค่าความถ่วงจำเพาะของแผ่นไม้อัดไม้ยางพารา

ค่าความราบเรียบของแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราหาได้โดยวิธีการวัดค่าการโก่งและการห่อตัวของแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราและค่าความถ่วงจำเพาะของไม้อัดไม้ยางพาราโดยวิธีอบแห้ง ซึ่งผลปรากฏว่าแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราหนา 4 มม. โครงสร้าง 0.9–2.55–0.9 มม. มีค่าการโก่งเฉลี่ย 2.63 ซม. ค่าการห่อตัวเฉลี่ย 1.74 ซม. และมีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.74 ไม้อัดโครงสร้าง 1.5–1.5–1.5 มม. มีค่าการโก่งเฉลี่ย 4.83 ซม. ค่าการห่อตัวเฉลี่ย 4.41 ซม. และมีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.73 สำหรับแผ่นไม้อัดหนา 10 มม. โครงสร้าง 0.9–2.55–3.6–2.55–0.9 มม. มีค่าการโก่งเฉลี่ย 1.04 ซม. ค่าการห่อตัวเฉลี่ย 1.61 ซม. และมีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.72 ส่วนไม้อัดโครงสร้าง 1.5–1.5–1.5–1.5–1.5–1.5 มม. มีค่าการโก่งเฉลี่ย 2.32 ซม. ค่าการห่อตัวเฉลี่ย 1.67 ซม. และมีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.74

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลองแบบสุ่มตลอด จะเห็นว่าความหนาและโครงสร้างของแผ่นไม้อัดไม้ยางพารา มีผลต่อค่าการโก่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test จะเห็นว่าแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราหนา 4 มม. โครงสร้าง 1.5–1.5–1.5 มม. มีค่าการโก่งเฉลี่ยสูงสุด 4.83 ซม. รองลงมาเป็นแผ่นไม้อัดหนา 4 มม. โครงสร้าง 0.9–2.55–0.9 มม. และแผ่นไม้อัดหนา 10 มม. โครงสร้าง 1.5–1.5–1.5–1.5–1.5–1.5 มม. มีค่าการโก่งเฉลี่ย 2.63 ซม. และ 2.32 ซม. ตามลำดับ ซึ่งสอง

ความหนาแน่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับแผ่นไม้อัดหนา 10 มม. โครงสร้าง 0.9-2.55-3.6-2.55-0.9 มม. มีค่าการโค้งเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.04 ซม.

ความหนาและโครงสร้างของแผ่นไม้อัดไม้ยางพารามีผลต่อค่าการห่อตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test จะเห็นได้ว่าแผ่นไม้อัดหนา 4 มม. โครงสร้าง 1.5-1.5-1.5 มม. มีค่าการห่อตัวเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.41 ซม. รองลงมาเป็นแผ่นไม้อัดหนา 4 มม. โครงสร้าง 0.9-2.55-0.9 มม. และแผ่นไม้อัดหนา 10 มม. โครงสร้าง 1.5-1.5-1.5-1.5-1.5-1.5 มม. มีค่าการห่อตัวเฉลี่ย 1.74 ซม. และ 1.67 ซม. ตามลำดับ สำหรับแผ่นไม้อัดหนา 10 มม. โครงสร้าง 0.9-2.55-3.6-2.55-0.9 มม. มีค่าการห่อตัวเฉลี่ยน้อยที่สุด 1.61 ซม. สามตัวอย่างหลังนี้ค่าการห่อตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แผ่นไม้อัดไม้ยางพาราหนา 4 มม. โครงสร้าง 1.5-1.5-1.5 มม. และโครงสร้าง 0.9-2.55-0.9 มม. มีความหนาของไม้ใส่ตากาว 33.33% และ 58.62% ของความหนาของแผ่นไม้อัด ซึ่งจะทำให้แผ่นไม้อัดโครงสร้าง 0.9-2.55-0.9 มม. มีความราบเรียบกว่าโครงสร้าง 1.5-1.5-1.5 มม.

แผ่นไม้อัดไม้ยางพาราหนา 10 มม. โครงสร้าง 1.5-1.5-1.5-1.5-1.5-1.5 มม. และโครงสร้าง 0.9-2.55-3.5-2.55-0.9 มม. มีความหนาของไม้หน้าและไม้ชั้นอื่น ๆ ที่มีแนวเส้นใยไปในทางเดียวกัน 57.14% และ 51.43% ของความหนาของแผ่นไม้อัด ซึ่งจะทำให้แผ่นไม้อัดโครงสร้าง 0.9-2.55-3.5-2.55-0.9 มม. มีความราบเรียบกว่าแผ่นไม้อัดโครงสร้าง 1.5-1.5-1.5-1.5-1.5-1.5 มม.

ความหนาและโครงสร้างของแผ่นไม้อัดไม้ยางพารามีผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะของแผ่นไม้อัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าความถ่วงจำเพาะของแผ่นไม้อัดไม้สกุลยาง (*Dipterocarpus* spp.) แผ่นไม้อัดหนา 4 มม. มีค่าใกล้เคียงกัน คือ แผ่นไม้อัดไม้สกุลยางมีความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.74 ส่วนแผ่นไม้อัดหนา 10 มม. แผ่นไม้อัดไม้ยางพาราจะมีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.74 สูงกว่าแผ่นไม้อัดไม้สกุลยางซึ่งมีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.68<sup>3</sup>

#### อัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในแผ่นไม้อัดไม้ยางพารา

การทดลองทำแผ่นไม้อัดจากไม้ยางพาราเพื่อหาอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในแผ่นไม้อัดโดยใช้ปัจจัยในการทดลอง คือ ความหนาของแผ่นไม้บาง ความเข้มข้นของน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ และวิธีการใช้น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ ผลปรากฏว่าแผ่นไม้อัดโครงสร้าง 1.5-1.5-1.5 มม. ที่ทำจากไม้บางที่จุ่มน้ำยาความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% และนำมาหมักนาน 5, 10 และ 15 นาที ปรากฏว่าอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้เฉลี่ย 100% เท่ากันหมด สำหรับแผ่นไม้อัดที่ใช้น้ำยาความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% ผลสมการมีอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้เฉลี่ยเพียง 36.0%, 43.50% และ 18.50% ตามลำดับ (รูปที่ 5) ส่วนแผ่นไม้อัดโครงสร้าง 2.55-2.55-2.55 มม. ที่ทำจากไม้บางที่จุ่มน้ำยาความเข้มข้น



1%, 3% และ 5% และนำมาหมักนาน 5, 10 และ 15 นาที ปรากฏว่าอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้เฉลี่ย 100% เท่ากัน สำหรับแผ่นไม้อัดที่ใช้หน้ายาความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% ผลสมการมีอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้เฉลี่ยเพียง 30%, 38.50% และ 44.50% ตามลำดับ (รูปที่ 6)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการทดลองแบบแฟกตอเรียล จะเห็นได้ว่าวิธีการใช้น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่ใช้ในการทดลองทั้ง 4 ระดับ คือ วิธีการจุ่มแล้วหมัก 5, 10 และ 15 นาที กับวิธีผสมกาวมีผลต่ออัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test จะเห็นได้ว่าวิธีการจุ่มแล้วหมัก 5, 10 และ 15 นาที จะมีอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้มากที่สุดเท่ากันเฉลี่ย 100% จะแตกต่างกับวิธีการผสมกาวซึ่งมีอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้เฉลี่ยเพียง 40.17% แสดงให้เห็นว่า วิธีการจุ่มแล้วหมักจะมีอัตราการแทรกซึมได้ดีกว่าวิธีการผสมกาว

ปัจจัยร่วมระหว่างความหนาของแผ่นไม้บางไม้อย่างพาราที่ทำเป็นแผ่นไม้อัดและวิธีการใช้น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้มีผลต่ออัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test จะเห็นว่าแผ่นไม้บางหนา 1.5 มม. และ 2.55 มม. ที่นำมาทำเป็นแผ่นไม้อัดที่ใช้วิธีการจุ่มแล้วหมัก 5, 10 และ 15 นาที จะมีอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้มากที่สุดเท่ากันเฉลี่ย 100% เมื่อใช้แบบวิธีผสมกาวจะมีอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้เฉลี่ย 42.67% และ 37.67% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความหนาของไม้บางที่นำมาทำเป็นแผ่นไม้อัดโดยวิธีจุ่มแล้วหมักจะไม่มีผลต่ออัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้ แต่ความหนาของไม้บางที่ทำเป็นแผ่นไม้อัดโดยวิธีผสมกาวจะมีผลต่ออัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้โดยไม้บางที่มีความหนาน้อยจะมีการแทรกซึมของสารโบรอนได้ดีกว่าไม้บางที่มีความหนามาก

ปัจจัยร่วมระหว่างความเข้มข้นของน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้และวิธีการใช้น้ำยาก็มีผลต่ออัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test จะเห็นได้ว่าไม้ที่จุ่มน้ำยาความเข้มข้น 1%, 3% และ 5% แล้วหมัก 5, 10 และ 15 นาที จะมีอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้มากที่สุดเท่ากันเฉลี่ย 100% การใช้น้ำยาความเข้มข้น 5%, 3% และ 1% ผสมกาวจะมีอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้ 46.50%, 41.00% และ 33.00% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของน้ำยาที่ใช้วิธีการแบบจุ่มแล้วหมักจะไม่มีผลต่ออัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในเนื้อไม้ แต่ความเข้มข้นของน้ำยาที่ใช้วิธีการแบบผสมกาวจะมีผลต่ออัตราการแทรกซึมของสารโบรอนโดยน้ำยาที่มีความเข้มข้นสูงจะมีอัตราการแทรกซึมในเนื้อไม้ดีกว่าน้ำยาที่มีความเข้มข้นต่ำ

#### ค่าใช้จ่ายในการทำแผ่นไม้บางยางพาราสำเร็จรูปและแผ่นไม้อัด

การลอกไม้ซุงยางพาราเป็นแผ่นไม้ยาวหนา 0.9, 1.5 และ 2.55 มม. จะได้ผลผลิตแผ่นไม้บาง

20.62%, 31.44% และ 37.47% โดยมีต้นทุนในการทำแผ่นไม้บาง ลบ.ม.ละ 4,826.08, 3,389.49 และ 2,914.75 บาท สำหรับแผ่นไม้ยางหนา 0.9, 1.5 และ 2.55 มม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1) สำหรับต้นทุนในการทำแผ่นไม้อัดยางพาราขนาด 4×8 ฟุต/แผ่น ความหนา 4 มม. โครงสร้าง 1.5–1.5–1.5 มม. และ 0.9–2.55–0.9 มม. มีค่าใช้จ่ายแผ่นละ 76.81 บาท และ 79.89 บาท สำหรับแผ่นไม้อัดหนา 10 มม. โครงสร้าง 1.5–1.5–1.5–1.5–1.5–1.5–1.5 มม. และ 0.9–2.55–3.6–2.55–0.9 มม. มีต้นทุนแผ่นละ 179.38 บาท และ 233.09 บาท ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

จะเห็นได้ว่า แผ่นไม้บางยางพาราสำเร็จรูปหนา 2.55 มม. ให้ผลผลิตมากที่สุด คือ 37.47% และมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดคือ ลบ.ม.ละ 2,914.75 บาท ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนไม้บางยางสำเร็จรูป จะเห็นได้ว่าไม้บางยางพาราสำเร็จรูปหนา 2.55 มม. จะประหยัดค่าใช้จ่ายได้สูงสุด สำหรับแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราเมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนแผ่นไม้อัดไม้ยางจะเห็นได้ว่าแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราหนา 4 มม. โครงสร้าง 1.5–1.5–1.5 มม. จะประหยัดค่าใช้จ่ายได้สูงสุด

## สรุป

น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่มีความเข้มข้นสูงจะมีค่าความเป็นกรด-เบสน้อยกว่าน้ำยาที่มีความเข้มข้นต่ำ โดยน้ำยาความเข้มข้น 5%, 3% และ 1% มีค่าความเป็นกรด-เบส เฉลี่ย 6.47, 6.96 และ 7.11 ตามลำดับ น้ำยาที่มีส่วนผสมของโซเดียมเพนตาคลอโรฟิเนตความเข้มข้น 0.1% สามารถป้องกันการเกิดเชื้อราบนผิวของไม้บางยางพาราได้เมื่อทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่มีความเข้มข้นสูง จะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ได้ดีกว่าน้ำยาที่มีความเข้มข้นต่ำ โดยน้ำยาความเข้มข้น 5%, 3% และ 1% จะมีปริมาณกรดโบริกเข้าไปในเนื้อไม้เฉลี่ย 0.54%, 0.53% และ 0.50% ตามลำดับ

ระยะเวลาการหมักยืงนานเท่าไร น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ก็สามารถแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ได้มากขึ้นเป็นลำดับ โดยไม้บางยางพาราที่หมักนาน 15, 10 และ 5 นาที จะมีปริมาณกรดโบริกแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้เฉลี่ย 0.56%, 0.52% และ 0.50% ตามลำดับซึ่งมากกว่า 0.2% ตามมาตรฐานสากล

แผ่นไม้อัดไม้ยางพาราที่ใช้โครงสร้างไม้หน้าและไม้หลังหนา 0.9 มม. จะมีความราบเรียบมากกว่าแผ่นไม้อัดที่ใช้โครงสร้างไม้หน้าและไม้หลังหนา 1.5 มม. และแผ่นไม้อัดหนา 10 มม. จะมีความราบเรียบมากกว่าแผ่นไม้อัดหนา 4 มม. แผ่นไม้อัดไม้ยางพาราหนา 4 มม. ที่ใช้โครงสร้างไม้หน้าและไม้หลังหนา 0.9 มม. มีค่าการโก่งเฉลี่ย 2.63 ซม. และค่าการท้อเฉลี่ย 1.74 ซม. ส่วนแผ่นไม้อัดที่ใช้โครงสร้างไม้หน้าและไม้หลังหนา 1.5 มม. มีค่าการโก่งเฉลี่ย 4.83 มม. และค่าการท้อเฉลี่ย 4.41 ซม. ส่วนแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราหนา 10 มม. ที่ใช้โครงสร้างไม้หน้าและไม้หลังหนา 0.9 มม. มีค่าการโก่งเฉลี่ย 1.04 ซม. และค่าการท้อเฉลี่ย 1.61 ซม. ส่วนแผ่นไม้อัดที่ใช้โครงสร้างไม้หน้าและไม้หลังหนา 1.5 มม. มีค่าการโก่ง

เฉลี่ย 2.32 ซม. และค่าการห่อเฉลี่ย 1.67 ซม. สำหรับค่าความถ่วงจำเพาะของแผ่นไม้อัดทุกโครงสร้าง จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.72–0.74

อัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราที่ทำจากไม้บางยางพาราที่ผ่านกรรมวิธีการจุ่มในน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้แล้วหมักไม้ได้มีผลมาจากปัจจัยความหนาของไม้บางหรือความเข้มข้นของน้ำยาหรือระยะเวลาการหมัก แต่อัตราการแทรกซึมของสารโบรอนจะขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นไม้บางยางพาราและความเข้มข้นของน้ำยา คือแผ่นไม้บางยางพาราที่มีความหนามากกว่าจะมีอัตราการแทรกซึมน้อยกว่าแผ่นไม้บางความหนาน้อยกว่า และน้ำยาที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะมีอัตราการแทรกซึมมากกว่าน้ำยาที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า ไม้อัดที่ทำจากแผ่นไม้บางยางพาราหนา 1.5 มม. และ 2.55 มม. จะมีอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนเฉลี่ย 42.67% และ 37.67% สำหรับแผ่นไม้อัดที่ใช้ น้ำยาความเข้มข้น 5%, 3% และ 1% มีอัตราการแทรกซึมของสารโบรอน เฉลี่ย 46.50%, 41.00% และ 33.00% ตามลำดับ

แผ่นไม้อัดที่ทำจากกรรมวิธีการจุ่มในน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้แล้วหมัก จะมีค่าการติดกาวสูงกว่าไม้อัดที่ทำจากกรรมวิธีการผสมน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ในกาว โดยแผ่นไม้อัดที่ทำจากกรรมวิธีการจุ่มในน้ำยาแล้วหมักจะมีค่าแรงดึงเฉลี่ย 212.17 นิวตัน/ตร.ซม. ส่วนแผ่นไม้อัดที่ทำจากกรรมวิธีผสมน้ำยาในกาวมีค่าแรงดึงเฉลี่ย 133.07 นิวตัน/ตร.ซม. จะเห็นได้ว่าการทำแผ่นไม้อัดไม้ยางพาราจะทำแบบวิธีใดก็ได้ค่าแรงดึงเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นไม้อัด มอก.178–2531 ซึ่งกำหนดให้มีค่าแรงดึงไม่น้อยกว่า 77 นิวตัน/ตร.ซม.

นอกจากนี้ต้นทุนการทำแผ่นไม้บางยางพาราสำเร็จ รูปและแผ่นไม้อัดยังต่ำกว่าต้นทุนการทำแผ่นไม้บางยางสำเร็จ รูปและแผ่นไม้อัดทุกความหนาแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ในการผลิตไม้อัดยางพาราเป็นอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในการผลิตแผ่นไม้บางยางพาราสำเร็จ รูปความหนา 2.55 มม. ที่ต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด คือ ลบ.ม.ละ 2,914.75 บาท

### ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองทำไม้อัดไม้ยางพาราครั้งนี้ น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ที่ใช้จุ่มไม้บางความเข้มข้น 1% หมักนาน 5 นาที สามารถซึมเข้าไปในเนื้อไม้ช่วยป้องกันการทำลายเนื้อไม้จากมอดได้หากความเข้มข้นของน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้สูงหรืออัตราส่วนผสมของโบริก : บอแรกซ์มากกว่านี้ จะมีผลต่อค่าการติดกาวของไม้อัดไม้ยางพารา อย่างไรก็ตาม ผลจากการทดลองจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมไม้อัด นอกจากนี้กรรมวิธีการอบน้ำยาไม้บางแบบจุ่มแล้วหมักนี้ก็เป็วิธีการแบบง่าย ๆ เครื่องมือที่ใช้มีราคาไม่แพงอีกทั้งสารประกอบโบรอนที่ใช้อบน้ำยา ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นหาได้ง่าย และมีราคาถูก และไม่ทำให้ไม้บางที่อบน้ำยาแล้วเปลี่ยนสี

## เอกสารอ้างอิง

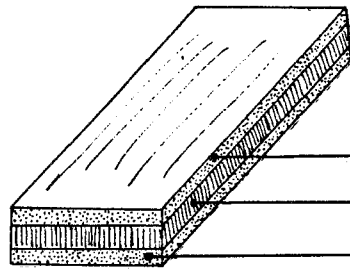
1. คอวณิช, อำนวย. อุตสาหกรรมไม้ขึ้นพื้นฐาน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ 2523, 309.
2. จันทลักษณ์, จรัญ. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2527, 468.
3. ศรั้งรัฐพิทย, สงคราม; โพธิ์น้อย, บัณฑิตและพิมพ์ใจใส, เทียบ. คุณสมบัติของไม้อัดยาง. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ, 2518, 32.
4. บุญชูดวง, สุทธิทิพย์. การผลิตและการค้าไม้อัด. กองวิจัยสินค้าและการตลาด, กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, กรุงเทพฯ, 2519, 75.
5. พรหมโชติกุล, มนตรี และอุจน์จิตติชัย, ไชยพร. การศึกษาการทำไมยางและไม้อัดจากไม้สกุลยาง. *การประชุมการป่าไม้ ประจำปี 2531 สาขามวลิตภัณฑ์*, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ, 2531, 157-174.
6. สินธุระหัส, สมยศ และคณะ. การสำรวจพื้นที่ปลูกยางพาราของประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมแลนดแซท. *ว. ยางพารา*, 2530, 8(3), 117-121.
7. อนุวงศ์, พจน์ ; ชลประเสริฐ, ถวิล ; ทวีทรัพย์, เสรี และธีรนาถ, วิโรจน์. รายงานผลการทดลองความง่ายในการอาบน้ำยาของไม้. *การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2529 สาขามวลิตภัณฑ์*, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ, 2529, 149-166.
8. Gnanaharan, R. Preliminary Note on the Fungal Problem of Rubber Wood. The International Research Group on Wood Preservation, Doc. No. IRG/WP/3246, Stockholm, 1983, 7.
9. Goudie, K.A. New Boron Diffusion Treatment Save Time, Space and Money. *New Zealand Timber J.*, 1971, 18 (3), 13-15.
10. McMullen, M.J. The Detection of Boron in Treated Timber by Direct-spot Test. Forestry Commission of New South Wales, Division of Wood Technology, Prof. P. 14-1, 1953, 18.
11. Momoh, Z.O. and Oluyide, A.O. An Attempt to Control Blue-stain by Use of Chemicals. Nigerian Department of Forest Research, Technical Note 38, 1967, 10.

ตารางที่ 1. การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตแผ่นไม้บางสำเร็จรูประหว่างไม้บางยางและไม้บางยางพารา

ความหนา (มม.)	ต้นทุนการผลิตไม้บาง (บาท/ลบ.ม.)			
	ไม้บางยาง	ไม้บางยางพารา	ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์
0.9	8654.61	4826.08	3828.53	44.24
1.5	8653.38	3389.49	5263.89	60.84
2.55	8342.91	2914.75	5428.16	65.06

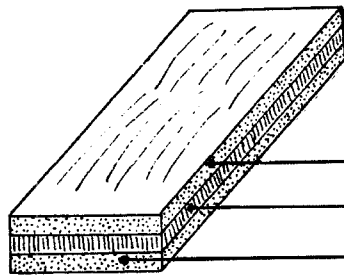
ตารางที่ 2. การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตแผ่นไม้อัด ขนาด 4' × 8' / แผ่นระหว่างไม้อัดไม้ยางและไม้อัดไม้ยางพารา

ชนิดแผ่นไม้อัด	ราคาต่อแผ่น (บาท)			
	ไม้ยาง	ไม้ยางพารา	ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์
ความหนา 4 มม.				
โครงสร้าง 1.5-1.5-1.5 มม.	152.61	76.81	75.80	49.67
โครงสร้าง 0.9-2.55-0.9 มม.	146.61	79.89	66.72	45.51
ความหนา 10 มม.				
โครงสร้าง 1.5-1.5-1.5-1.5-1.5-1.5-1.5 มม.	356.25	179.30	176.07	49.65
โครงสร้าง 0.9-2.55-3.6-2.55-0.9 มม.	334.32	223.09	111.23	33.27



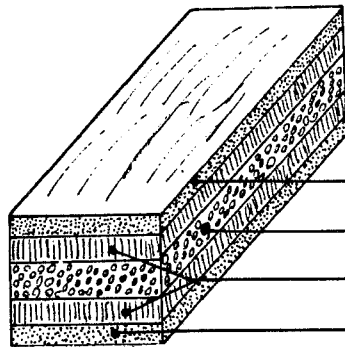
ไม้หน้าหนา 0.9 มม.  
 ไม้ไส้ทากาวหนา 2.55 มม.  
 ไม้หลังหนา 0.9 มม.

- แผ่นไม้อัดหนา 4 มม. โครงสร้าง 0.9-2.55-0.9 มม.



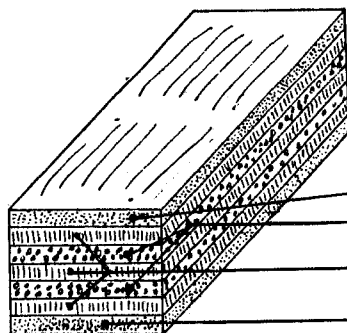
ไม้หน้าหนา 1.5 มม.  
 ไม้ไส้ทากาวหนา 1.5 มม.  
 ไม้หลังหนา 1.5 มม.

- แผ่นไม้อัดหนา 4 มม. โครงสร้าง 1.5-1.5-1.5 มม.



ไม้หน้าหนา 0.9 มม.  
 ไม้ไส้คอร์ดหนา 3.6 มม.  
 ไม้ไส้ทากาวหนา 2.55 มม.  
 ไม้หลังหนา 0.9 มม.

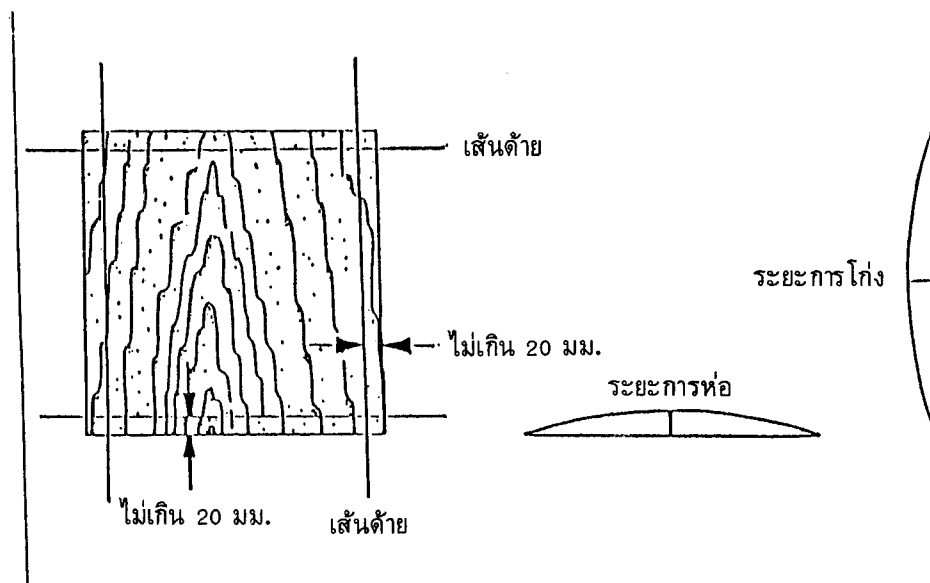
- แผ่นไม้อัดหนา 10 มม. โครงสร้าง 0.9-2.55-3.6-2.55-0.9 มม.



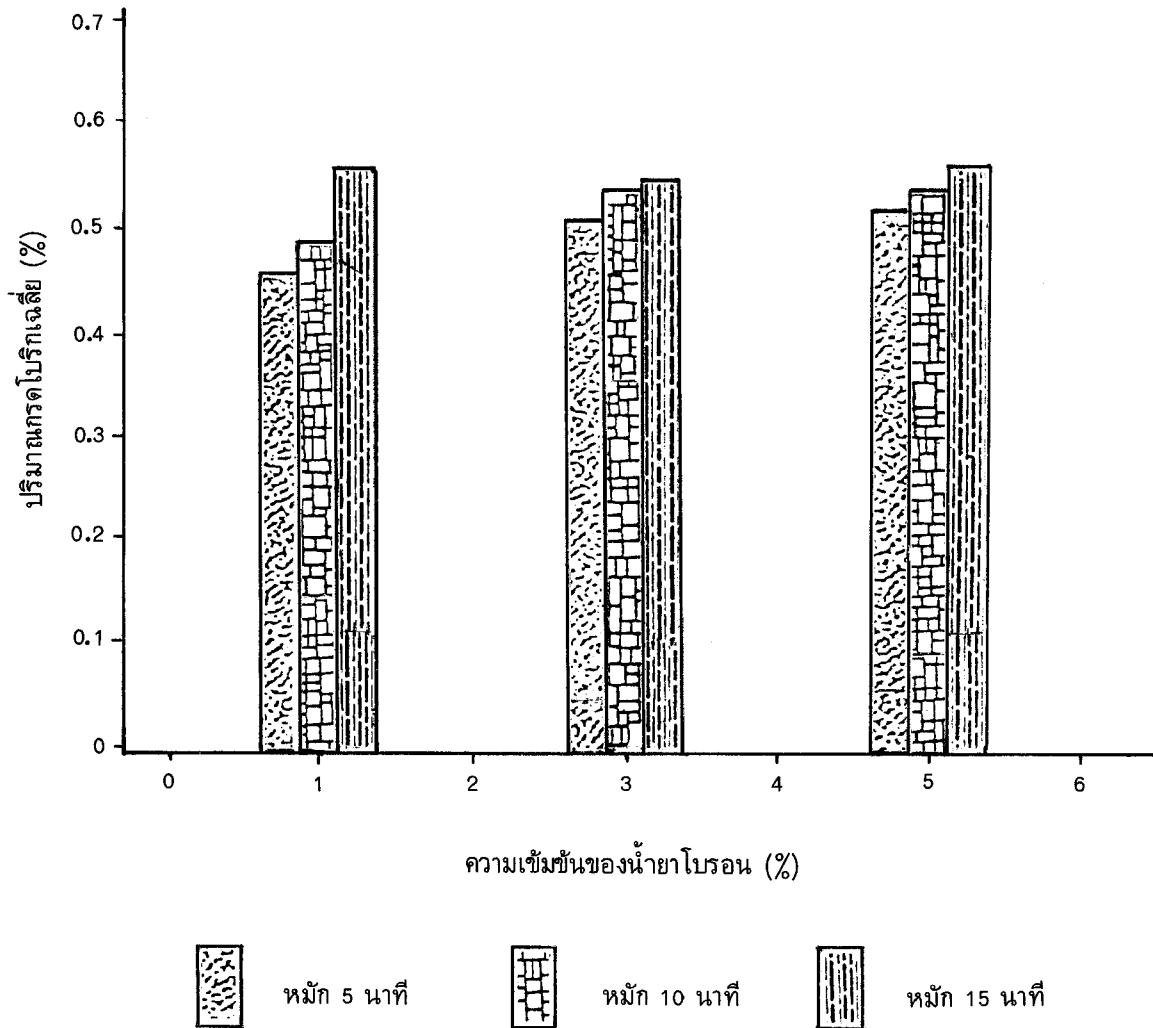
ไม้หน้าหนา 1.5 มม.  
 ไม้ไส้คอร์ดหนา 1.5 มม.  
 ไม้ไส้ทากาวหนา 1.5 มม.  
 ไม้หลังหนา 1.5 มม.

- แผ่นไม้อัดหนา 10 มม. โครงสร้าง 1.5-1.5-1.5-1.5-1.5-1.5-1.5 มม.

รูปที่ 1. แสดงโครงสร้างของแผ่นไม้อัดแต่ละความหนา

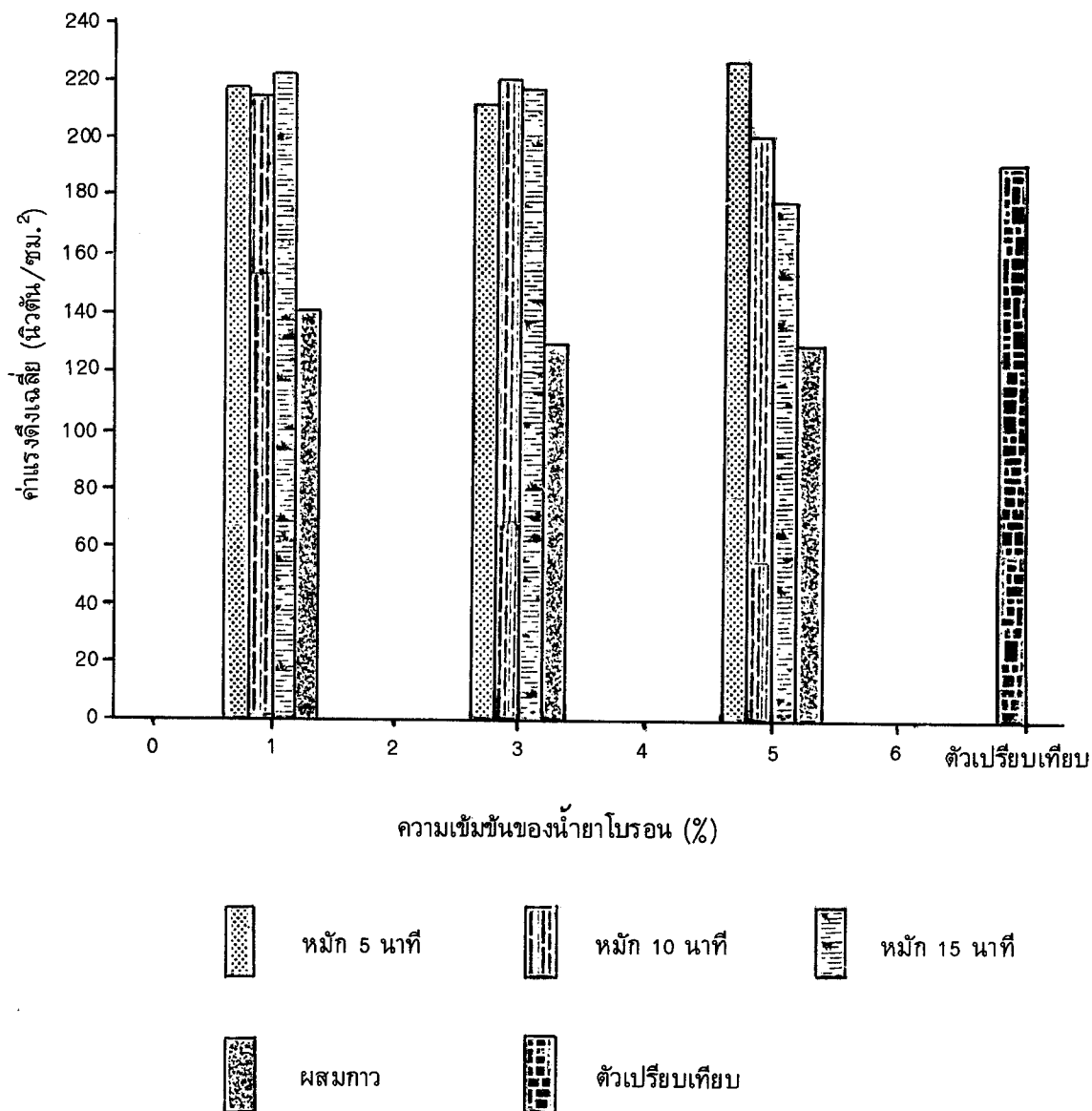


รูปที่ 2. แสดงการวัดค่าการโก่งและค่าการห่อ

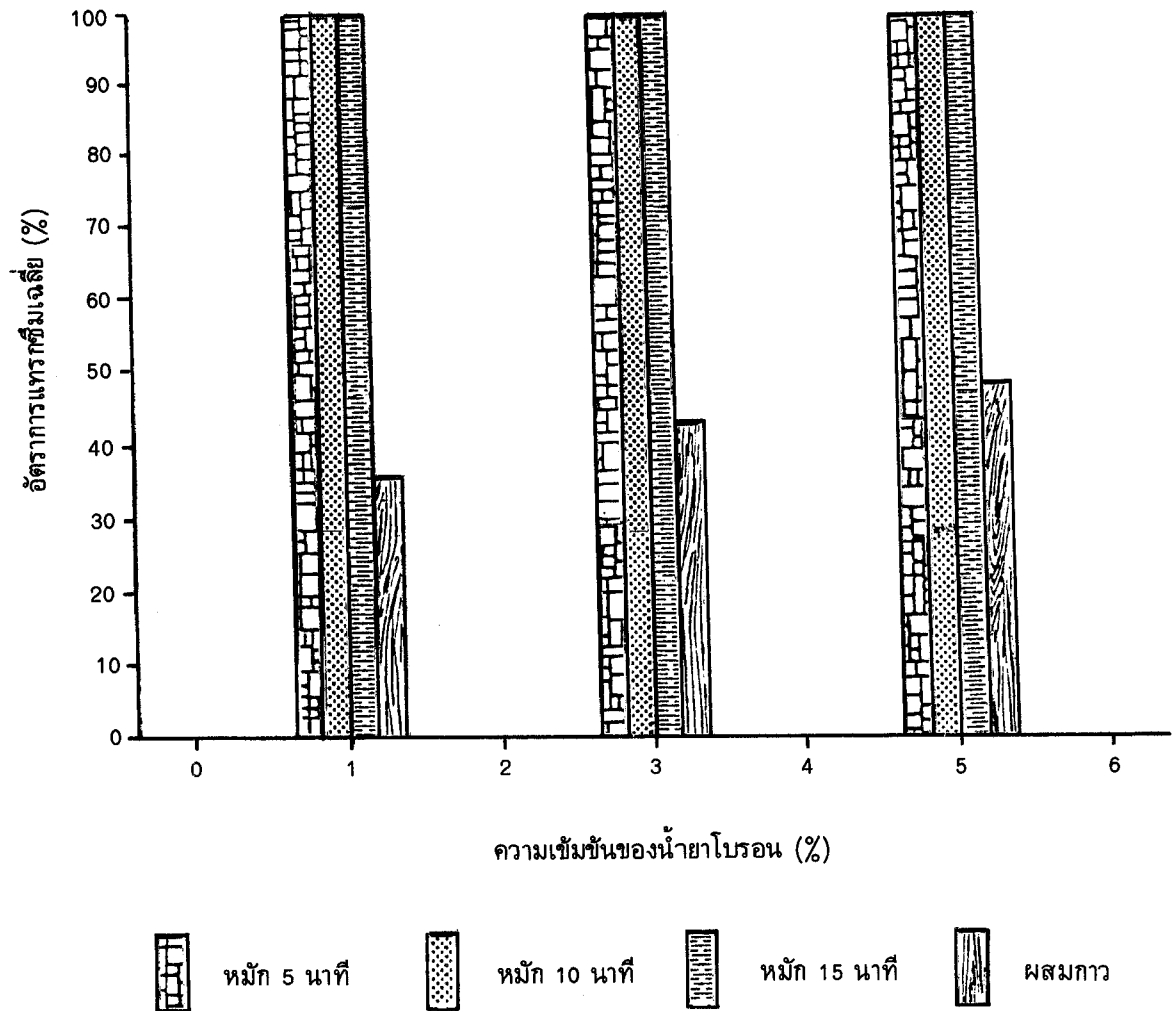


รูปที่ 3. แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดโบริกในไม้บางหนา 2.55 มม. ที่จุ่มน้ำยาโบรอน 1%, 3% และ 5% + NaPCP 0.1% หมักนาน 5, 10 และ 15 นาที

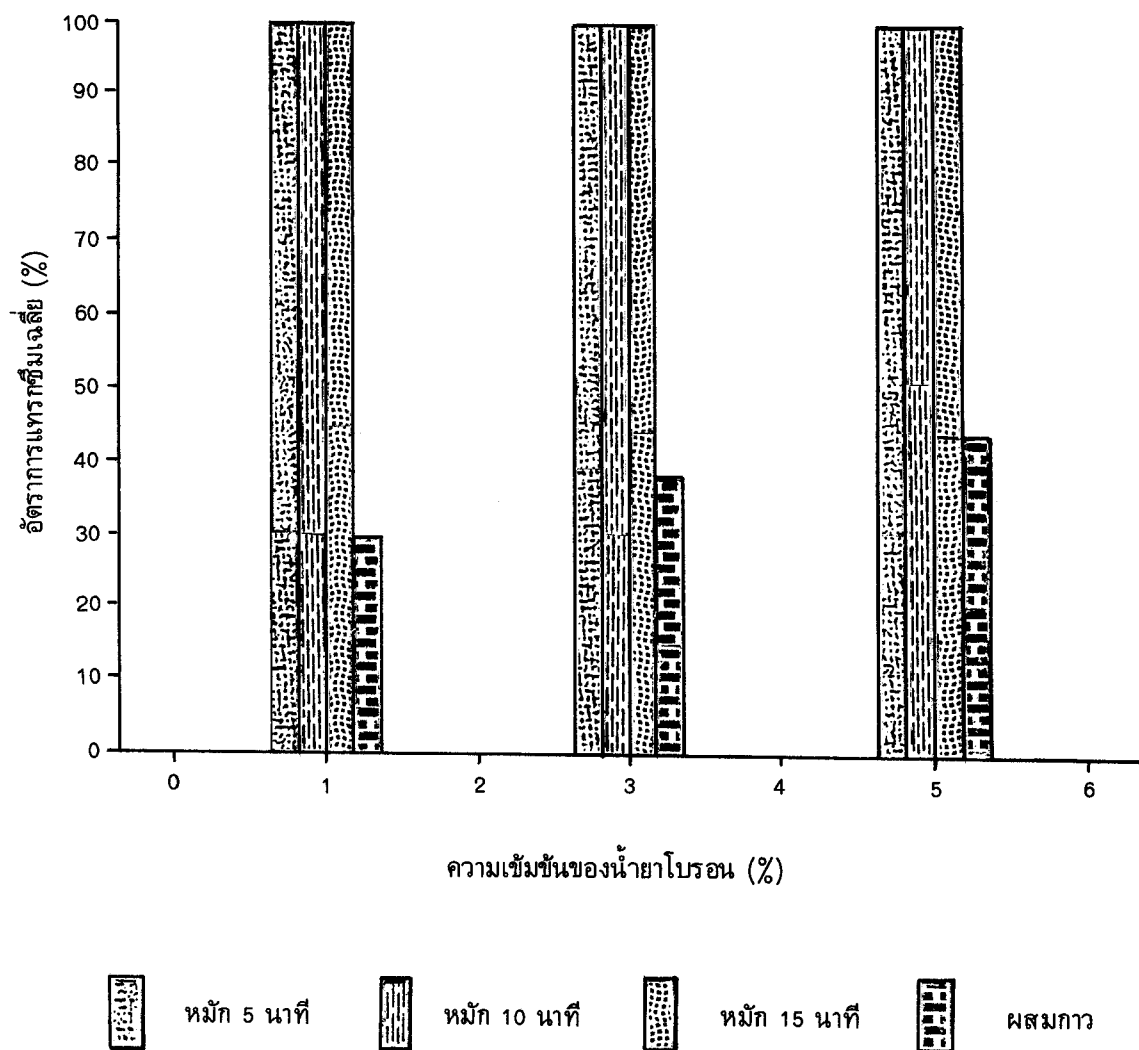




รูปที่ 4. แสดงค่าเฉลี่ยของแรงดึงแผ่นไม้อัดทดลองที่ทำจากไม้ยาง หิน 1.55 มม. ที่จุ่มน้ำยาโบรอน 1%, 3% และ 5% + NaPCP 0.1% หมักนาน 5, 10 และ 15 นาที กับแผ่นไม้อัดที่ใช้กาวผสมน้ำยาโบรอน 1%, 3%, 5% + NaPCP 0.1% และแผ่นไม้อัดทดลองที่ใช้เปรียบเทียบ



รูปที่ 5. แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในแผ่นไม้อัดที่ทำจากไม้บางหนา 1.5 มม. ที่จุ่มน้ำยาโบรอน 1%, 3% และ 5% + NaPCP 0.1% หมักนาน 5, 10 และ 15 นาที กับแผ่นไม้อัดที่ใช้กาวผสมน้ำยาโบรอน 1%, 3% และ 5% + NaPCP 0.1%



รูปที่ 6. แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการแทรกซึมของสารโบรอนในแผ่นไม้อัดที่ทำจากไม้บางหนา 2.55 มม. ที่จุ่มน้ำยาโบรอน 1%, 3% และ 5% + NaPCP 0.1% หมักนาน 5, 10 และ 15 นาที กับแผ่นไม้อัดที่ใช้กาวผสมน้ำยาโบรอน 1%, 3% และ 5% + NaPCP 0.1%