

การปรับปรุงคุณภาพไม้จิวพาโดยการอัดด้วยเมทิลเมทาคริเลต
และ โพลีเมอไรซ์ด้วยรังสีแกมมา



นายประเมษฐ์ ปัญญาเหล็ก

ศูนย์วิทยพัทธยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2533

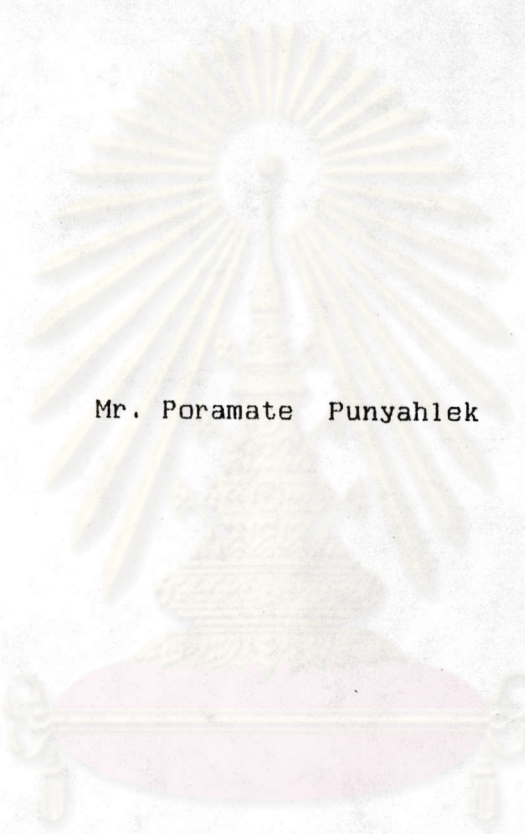
ISBN 974-577-193-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016190

I10305683

QUALITY IMPROVEMENT OF Bombax cambodiense Robyns BY IMPREGNATION
WITH METHYL METHACRYLATE AND POLYMERIZED
BY GAMMA RAY



Mr. Poramate Punyahlek

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology

Graduate School
Chulalongkorn University

1990

ISBN 974-577-193-7



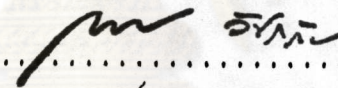
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงคุณภาพไม้जूปาโดยการอัดด้วยเมทิลเมทาคริเลต และ
โพลีเมอไรซ์ด้วยรังสีแกมมา

โดย นายปรเมษฐ์ ปัญญาเหล็ก

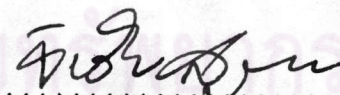
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

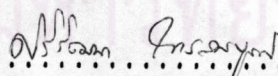
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์

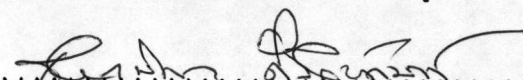
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

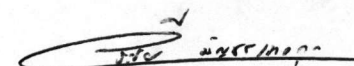

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรราชัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย สุมิตร)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระชัย บัญชรเทวกุล)



ประเมษฐ์ ปัญหาหลัก : การปรับปรุงคุณภาพไม้จันทน์โดยการอัดด้วยเมทิลเมทาคริเลต และ
โพลีเมอไรซ์ด้วยรังสีแกมมา (QUALITY IMPROVEMENT OF Bombax cambodiense Robyns
BY IMPREGNATION WITH METHYL METHACRYLATE AND POLYMERIZED BY GAMMA RAY)
อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์, 67 หน้า. ISBN 974-577-193-7

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไม้จันทน์ ซึ่งเป็นไม้
เนื้ออ่อนและมีอยู่ทั่วไปในประเทศ ตัวอย่างไม้ที่เตรียมไว้จะถูกสุบอากาศออกจนมีความดันสูญญากาศ 5.32 และ
1.33 ปาสกาลก่อนที่จะปล่อยให้ MMA (เมทิลเมทาคริเลต) ท่วมตัวอย่างในช่วงเวลาต่าง ๆ กันที่ความดันหนึ่ง
บรรยากาศ จากนั้นนำตัวอย่างไม้ไปฉายรังสีจากต้นกำเนิดรังสีแกมมา (โคบอลต์-60) ที่ปริมาณรังสีต่าง ๆ
กันก่อนที่จะทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลที่เปลี่ยนแปลงไป

ผลการวิจัยพบว่าปริมาณ MMA ที่ซึมเข้าสู่เนื้อไม้จะถึงช่วงอิ่มตัว (ประมาณ 90-110 % MMA)
เมื่อใช้ช่วงเวลาในการแช่ตัวอย่างไม้นานกว่าหรือเท่ากับ 12 ชั่วโมง การเกิดโพลีเมอไรเซชันจะเพิ่มตาม
ปริมาณรังสีรวมและจะมีค่าคงที่ที่ปริมาณรังสีรวมสูงกว่าหรือเท่ากับ 15 กิโลเกรย์ ตัวอย่างที่ผ่านการปรับปรุง
คุณภาพแล้ว (ไม้อัดพลาสติกที่ได้) จะมีคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลแปรตามปริมาณพลาสติกที่เกิดขึ้นใน
เนื้อไม้ การดูดซึมน้ำและความชื้นจะลดลงเหลือครึ่งหนึ่งที่อัตราส่วนของพลาสติกและไม้มีค่า 1:2 การเกิด
โพลีเมอไรซ์เพิ่มขึ้นจะทำให้ไม้อัดพลาสติกมีความแข็งและความต้านทานต่อแรงบีบสูงขึ้น 4 เท่า และ 2 เท่า
ตามลำดับในขณะที่ความต้านทานต่อการตัดและการเคาะจะเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี
สาขาวิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



PORAMATE PUNYAHLEK : QUALITY IMPROVEMENT OF Bombax cambodiense Robyns
BY IMPREGNATION WITH METHYL METHACRYLATE AND POLYMERIZED BY GAMMA RAY.
THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. SIRIVATTANA SAISOMBOON. 67 pp.

This study was to improve the physical and mechanical properties of Bombax cambodiense Robynse, a naturally poor quality wood, by means of impregnation with methyl methacrylate (MMA) and gamma ray-induced polymerization. The wood samples were evacuated to 5.32 and 1.33 Pa, then flooded with excess MMA and allowed to soak at atmospheric pressure at various soaking time. After impregnation, the samples were irradiated in a Co-60 irradiator at various total dose before determining the physical and mechanical properties.

The results showed that the samples will become saturated with MMA after 12 hours soaking time with 90 to 110 % MMA loading range. At a total dose of 15 kGy or higher the polymerization will become saturated. After treatment it was found that the physical and mechanical properties of these wood-plastic composite (WPC) varied with the total plastic content. For plastic and wood ratio of one to two, the water and moisture absorption were about half of the untreated samples. The hardness and the compressive strength were remarkably improved at four and two times, respectively, in contrast to bending and impact strength which were seldomly changed as polymerization of MMA was increasing.

ภาควิชา นวัตกรรมเทคโนโลยี
สาขาวิชา นวัตกรรมเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณภาควิชาช่างก่อสร้างมหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่เอื้อเฟื้อในด้านสถานที่และ เครื่องมือสำหรับเตรียมไม้ตัวอย่าง บริษัทเคนดอลล์แกมมาตรอนและสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติที่เอื้อเฟื้อในด้านการฉายรังสีแกมมา กองวิจัยผลผลิตป่าไม้ กรมป่าไม้ และศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เอื้อเฟื้อในด้านการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของตัวอย่าง จนกระทั่งการวิจัยครั้งนี้ประสบผลสำเร็จไปด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	น
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
บทที่ 2 โครงสร้างและคุณสมบัติเชิงกายภาพของไม้.....	4
2.1 ค่าจำกัดความของไม้.....	4
2.2 การเจริญเติบโตของลำต้น.....	4
2.3 เซลล์ไม้.....	5
2.4 ไม้เนื้ออ่อนและ ไม้เนื้อแข็ง.....	7
2.5 ไม้เนื้ออ่อนและ ไม้เนื้อแข็งตามความหมายของการใช้งาน.....	8
2.6 คุณสมบัติทางกายภาพของไม้.....	8
2.7 ความสัมพันธ์ของ โครงสร้างไม้กับสภาพการยอมรับให้ของเหลวซึมเข้าสู่เนื้อไม้.....	10
บทที่ 3 โพลีเมอไรเซชันด้วยรังสีแกมมา.....	16
3.1 ต้นกำเนิดรังสีแกมมา.....	16
3.2 ผลของรังสีแกมมาต่อไม้.....	16
3.3 โพลีเมอไรเซชันด้วยรังสีแกมมา.....	17
บทที่ 4 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย.....	22
4.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	22
4.2 วิธีดำเนินการวิจัย.....	23
บทที่ 5 ผลการวิจัยและวิจารณ์.....	29
5.1 ผลการหาความหนาแน่นและปริมาณความชื้นของไม้ตัวอย่าง.....	29
5.2 ผลการทดลองอัด MMA เข้าสู่เนื้อไม้จิวผา.....	30

5.3 ผลการเปลี่ยน MMA เป็น PMMA เมื่อตัวอย่างได้รับปริมาณรังสี
ต่างกัน.....32

5.4 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของไม้จิวพลาอัสติก.....35

5.5 ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้จิวพลาอัสติก.....44

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....51

6.1 สรุปผลการวิจัย.....51

6.2 ข้อเสนอแนะ.....51

เอกสารอ้างอิง.....53

ภาคผนวก.....54



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง 5.1	ความหนาแน่นและปริมาณความชื้นของไม้จิวฝ้าผึ่งแห้งในอากาศที่ใช้ในการทดลอง.....	29
ตาราง 5.2	การเปลี่ยนแปลงสภาพของ MMA เมื่อได้รับปริมาณรังสีต่าง ๆ กันเมื่ออัตรารับรังสีคงที่.....	33
ตาราง 5.3	การลดลงของมวลไม้จิวฝ้าธรรมชาติและไม้จิวฝ้าอัดพลาสติกที่เกิดจากการทำลายของมอด.....	37
ตาราง 5.4	เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลบางประการของไม้อัดพลาสติกกับไม้สัก ไม้แดง และไม้ตะเคียนทอง.....	50
ตารางภาคผนวก		
ตาราง 1	ปริมาณ MMA และประสิทธิภาพการอัด MMA เข้าในไม้จิวฝ้าตัวอย่างขนาด 2 x 2 x 6 cm เริ่มอัดที่ความดันสูญญากาศ 1.33 Pa และแช่ไว้ที่ความดันปกติ.....	54
ตาราง 2	ปริมาณ MMA และประสิทธิภาพการอัด MMA เข้าในไม้จิวฝ้าตัวอย่างขนาด 2 x 2 x 30 cm เริ่มอัดที่ความดันสูญญากาศ 1.33 Pa และแช่ไว้ที่ความดันปกติ.....	55
ตาราง 3	ปริมาณ MMA และประสิทธิภาพการอัด MMA เข้าในไม้จิวฝ้าตัวอย่างขนาด 2 x 2 x 6 cm เริ่มอัดที่ความดันสูญญากาศ 5.32 Pa และแช่ไว้ที่ความดันปกติ.....	56
ตาราง 4	การเปลี่ยน MMA เป็น PMMA ในไม้จิวฝ้าเมื่อตัวอย่างได้รับปริมาณรังสีแกมมาต่างกัน และอัตรารับรังสีคงที่ ~ 4.1 กิโลเกรย์/ชม.....	57
ตาราง 5	การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของไม้จิวฝ้าอัดพลาสติก ตามปริมาณ PMMA ที่อัดอยู่ในไม้จิวฝ้าเมื่ออยู่ในอากาศความชื้นสัมพัทธ์ 65%.....	58
ตาราง 6	การดูดความชื้นของไม้จิวฝ้าธรรมชาติ กับไม้จิวฝ้าอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA ต่างกัน.....	59
ตาราง 7	การดูดน้ำของไม้จิวฝ้าธรรมชาติ และไม้จิวฝ้าอัดพลาสติกเมื่อแช่ในน้ำที่ความดันและอุณหภูมิปกติ.....	60
ตาราง 8	การบวมของไม้จิวฝ้าธรรมชาติ และไม้จิวฝ้าอัดพลาสติกเมื่อแช่ในน้ำที่ความดันและอุณหภูมิปกติ.....	61
ตาราง 9	ความแข็งแรงของไม้จิวฝ้าธรรมชาติและไม้จิวฝ้าอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA ต่างกัน.....	62
ตาราง 10	ความต้านทานต่อการตัดของไม้จิวฝ้าธรรมดากับไม้จิวฝ้าอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA ต่างกัน.....	63
ตาราง 11	ความต้านทานต่อการบีบขนานเส้นของไม้จิวฝ้าธรรมดากับไม้จิวฝ้าอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA ต่างกัน.....	64
ตาราง 12	ความต้านทานต่อการบีบตั้งฉากบีบตั้งฉาก เส้นของไม้จิวฝ้าธรรมดากับไม้จิวฝ้าอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA ต่างกัน.....	65
ตาราง 13	ความต้านทานต่อการแตกของไม้จิวฝ้าธรรมดากับไม้จิวฝ้าอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA ต่างกัน.....	66

สารบัญภาพ

รูป 2.1	หน้าตัดขวางของต้นไม้.....	12
รูป 2.2	ลักษณะของเซลล์ไม้.....	12
รูป 2.3	โครงสร้างโมเลกุลของกลูโคสและเซลลูโลส.....	13
รูป 2.4	ผนังเซลล์ระยะแรกและระยะหลัง.....	13
รูป 2.5	ระบบวงแหวนในโมเลกุลของลิกนิน.....	14
รูป 2.6	หลุมที่ผนังเซลล์.....	14
รูป 2.7	มัดท่อเซลล์เส้นใยไม้.....	14
รูป 2.8	โครงสร้างของเซลล์ไม้เนื้ออ่อน.....	15
รูป 2.9	โครงสร้างของเซลล์ไม้เนื้อแข็ง.....	15
รูป 4.1	ภาพแสดงการทดลองอัด MMA เข้าสู่เนื้อไม้จิวผา.....	27
รูป 4.2	แผนภาพแสดงการจัดระบบอุปกรณ์สำหรับอัดโมโนเมอร์เข้าสู่เนื้อไม้จิวผา.....	28
รูป 5.1	ความสัมพันธ์ของปริมาณ MMA ที่เข้าสู่เนื้อไม้กับเวลาแช่ตัวอย่างที่อุณหภูมิและความดันปกติ.....	30
รูป 5.2	ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการอัดกับเวลาแช่ตัวอย่างใน MMA ที่อุณหภูมิและความดันปกติ.....	31
รูป 5.3	ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยน MMA เป็น PMMA กับปริมาณรังสีเมื่ออัตราบีบรังสีประมาณ 4.10 กิโลเกรย์/ชม.....	34
รูป 5.4	ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นกับปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 65%.....	35
รูป 5.5	ความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นกับปริมาณ PMMA ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 65%.....	36
รูป 5.6	ความสัมพันธ์ของความสามารถในการดูดน้ำกับเวลาแช่ตัวอย่างในน้ำ.....	38
รูป 5.7	ความสัมพันธ์ของปริมาณการบวมกับเวลาแช่ตัวอย่างในน้ำ.....	39
รูป 5.8	ภาพถ่ายแสดงการเจาะของมอด.....	40
รูป 5.9	ภาพถ่ายจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของไม้จิวผาธรรมชาติ.....	41
รูป 5.10	ภาพถ่ายจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของไม้จิวผาอัดพลาสติก.....	42
รูป 5.11	ความสัมพันธ์ของความแข็งกับปริมาณ PMMA.....	44
รูป 5.12	ความสัมพันธ์ของความต้านทานต่อการตัดกับปริมาณ PMMA.....	45
รูป 5.13	ความสัมพันธ์ของความต้านทานต่อการบีบขานเส้นกับปริมาณ PMMA.....	46
รูป 5.14	ความสัมพันธ์ของความต้านทานต่อการบีบตั้งฉากเส้นกับปริมาณ PMMA.....	47
รูป 5.15	ความสัมพันธ์ของความต้านทานต่อการเตาขกับปริมาณ PMMA.....	48