

ผลการวิจัยและวิจารณ์



5.1 ผลการหาความหนาแน่นและปริมาณความชื้นของไม้ตัวอย่าง

จากการทดลองกับไม้จันทน์แดง จำนวน 10 ตัวอย่าง พบว่าความหนาแน่นและปริมาณความชื้นของตัวอย่างแต่ละชิ้นมีค่าใกล้เคียงกันดังตาราง 5.1

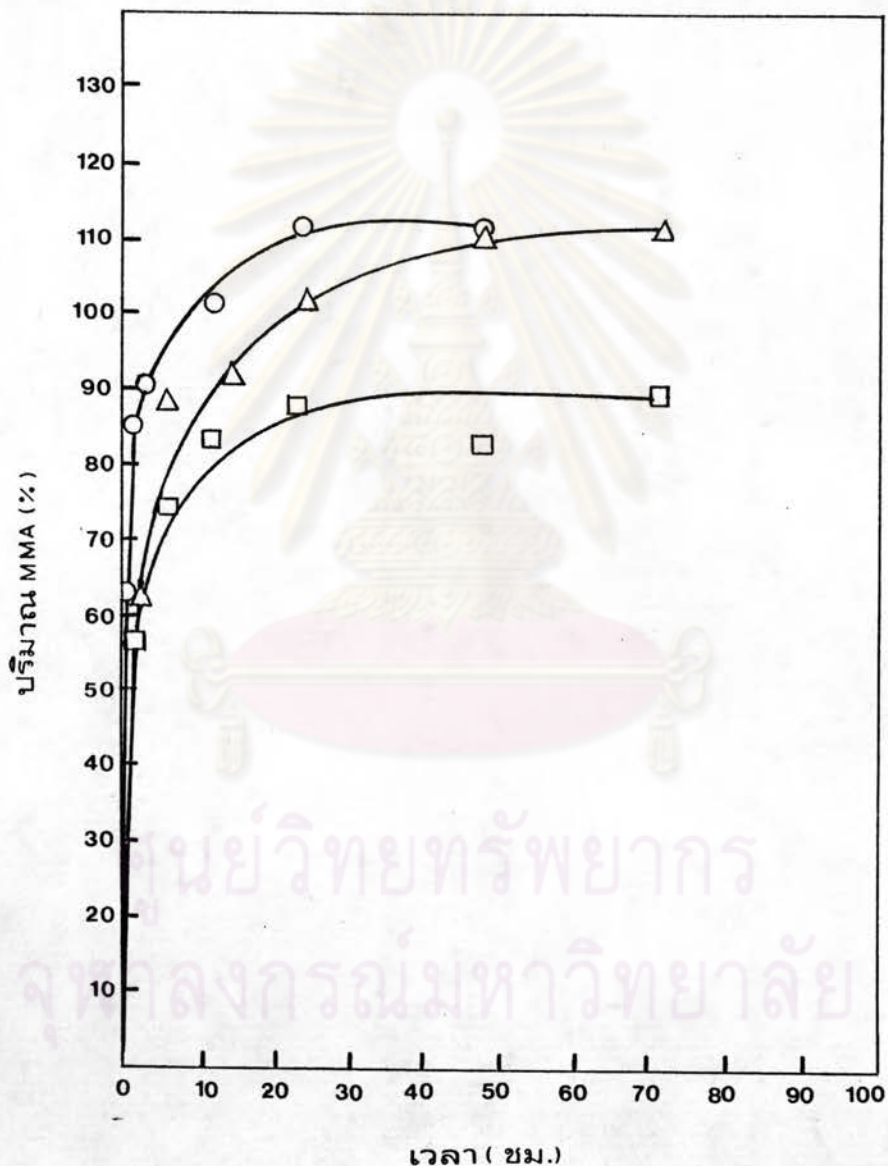
ตาราง 5.1 ความหนาแน่นและปริมาณความชื้นของไม้จันทน์แดงแห้งในอากาศที่ใช้ในการทดลอง

หมายเลขไม้	มวลไม้ ($\times 10^{-3}$ kg)	ปริมาตร ($\times 10^{-6}$ m ³)	ความหนาแน่น (kg/m ³)	ปริมาณความชื้น (%)
1	13.691	24.368	561.843	11.913
2	13.812	24.764	557.745	11.924
3	13.484	23.993	561.997	12.044
4	13.105	24.923	525.820	12.690
5	13.472	24.690	545.646	12.151
6	13.006	25.011	520.011	12.894
7	13.147	24.618	534.040	12.094
8	12.829	24.838	516.507	12.885
9	13.731	24.405	562.631	12.111
10	14.092	24.907	565.785	12.234

จากข้อมูลในตาราง 5.1 เมื่อนำมาหาความหนาแน่นและปริมาณความชื้นเฉลี่ยจะได้เท่ากับ 545.203 ± 19.443 kg/m³ และ $12.294 \pm 0.381\%$ ตามลำดับ

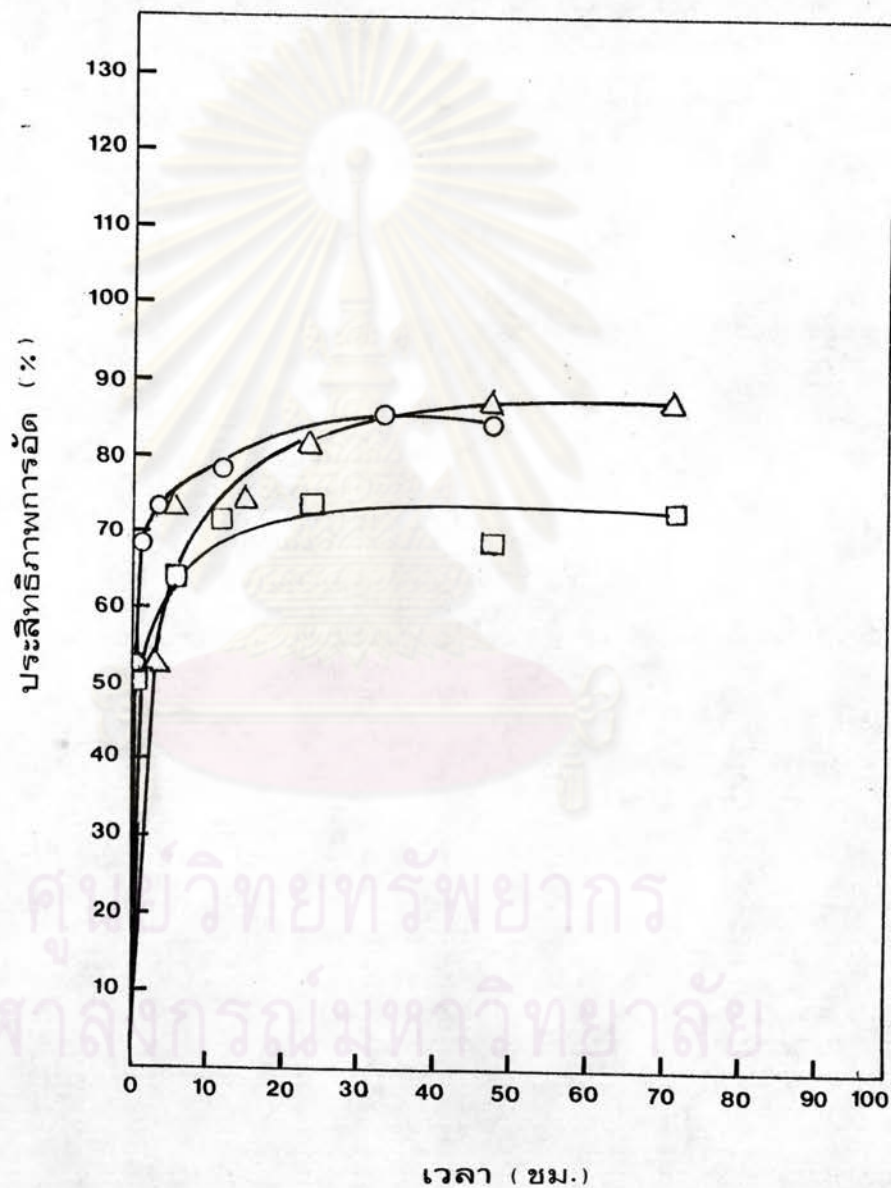
5.2 ผลการทดลองอัด MMA เข้าสู่เนื้อไม้จันทน์

จากผลการทดลองทั้งสามกรณีตามวิธีการทดลองในหัวข้อ 4.2.2 ได้ผลการทดลองตามกราฟความสัมพันธ์ของปริมาณ PMMA เทียบกับเวลาแช่ตัวอย่างในรูป 5.1 และกราฟความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการอัด เทียบกับเวลาแช่ไม้ตัวอย่างในรูป 5.2 ตามลำดับ (ข้อมูลในภาคผนวกตาราง 2 และ 3)



รูป 5.1 ความสัมพันธ์ของปริมาณ MMA ที่เข้าสู่เนื้อไม้กับเวลาแช่ตัวอย่างที่อุณหภูมิและความดันปกติ

- ไม้ตัวอย่างขนาด 2 x 2 x 30 cm ทำความดันสูงสุดอากาศ 1.33 Pa
- △ ไม้ตัวอย่างขนาด 2 x 2 x 6 cm ทำความดันสูงสุดอากาศ 1.33 Pa
- ไม้ตัวอย่างขนาด 2 x 2 x 6 cm ทำความดันสูงสุดอากาศ 5.32 Pa



รูป 5.2 ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการดูด (หรือการแทนที่ของ MMA ในรูพรุนของเซลล์ไม้) กับเวลาแช่ตัวอย่างใน MMA ที่อุณหภูมิและความดันปกติ

- ไม้ตัวอย่างขนาด 2 x 2 x 30 cm ทำความดันสุญญากาศ 1.33 Pa
- △ ไม้ตัวอย่างขนาด 2 x 2 x 6 cm ทำความดันสุญญากาศ 1.33 Pa
- ไม้ตัวอย่างขนาด 2 x 2 x 6 cm ทำความดันสุญญากาศ 5.32 Pa

รูป 5.1 แสดงปริมาณ MMA ที่ถูกดูดซับในเนื้อไม้จิวพาเทียบกับเวลาแช่ตัวอย่าง เมื่อใช้ขนาดตัวอย่างและความดันสุญญากาศในถังอัดต่างกัน จากรูปดังกล่าวจะเห็นว่าปริมาณ MMA เข้าสู่เนื้อไม้ได้มากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัย 3 ประการคือ ระดับการทำความดันสุญญากาศ ขนาดตัวอย่าง และเวลาแช่ตัวอย่าง การใช้เครื่องสูบลสุญญากาศสูบเอาอากาศหรือก๊าซอื่น ๆ ออกจากรูพรุนของเซลล์ไม้จะช่วยให้โมโนเมอร์ถูกดันเข้าไปอยู่แทนที่ได้ง่ายขึ้น เมื่อความดันสุญญากาศสูง อากาศจะยังคงค้างอยู่ในรูพรุนเป็นส่วนใหญ่ MMA ย่อมถูกดูดซับเข้าสู่เนื้อไม้ได้น้อยกว่ากรณีที่ทำความดันสุญญากาศต่ำ ในกรณีให้ความดันสุญญากาศเท่ากันแก่ตัวอย่างที่มีหน้าตัดเท่ากันแต่ความยาวต่างกันจะเห็นว่าระยะช่วงต้นของการแช่ตัวอย่าง อัตราการดูดซับโมโนเมอร์ของไม้ที่มีขนาดยาวกว่าจะมากกว่าไม้ที่มีขนาดสั้น เนื่องจากมาจากอิทธิพลของผลต่างของความดันตลอดความยาว (pressure drop across length) ของไม้ทั้งสองขนาดไม่เท่ากัน แต่ถ้าแช่ไม้เวลานานเกินกว่า 12 ชั่วโมง อัตราการดูดซับโมโนเมอร์จะลดลงและมีปริมาณใกล้เคียงกัน เมื่อต่างดูดซับโมโนเมอร์จนใกล้ถึงจุดอิ่มตัว ซึ่งในที่นี้ปริมาณสูงสุดของ MMA กรณีทำความดัน 1.33 Pa จะมีค่าประมาณ 110% (เมื่อเทียบกับมวลไม้จิวพาธรรมชาติ) และกรณีทำความดัน 5.32 Pa ปริมาณสูงสุดของ MMA ในไม้มีค่าประมาณ 90%

ปริมาณสูงสุดของโมโนเมอร์ที่สามารถเข้าแทนที่รูพรุนของเซลล์ดังกล่าว ย่อมมีค่าเท่ากับปริมาตรรวมของรูพรุนเหล่านั้น เมื่อพิจารณาตามทฤษฎีของ Kinell ตามสมการ (2.5) ปริมาตรรูพรุนรวมของเซลล์ไม้จิวพาที่มีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.545 g/cm^3 และมีปริมาตร 24 cm^3 (คำนวณจากขนาดไม้ $2 \times 2 \times 6 \text{ cm}$) คือ

$$V_f = 24 \left(1 - \frac{0.545}{1.54} \right) \\ = 15.506 \text{ cm}^3$$

ดังนั้น ถ้าความหนาแน่นของ MMA ประมาณ 0.94 g/cm^3 มวลสูงสุดของ MMA ที่ควรถูกดูดซับไว้ในเนื้อไม้จิวพาจะมีค่าประมาณ 14.576 g แต่เนื่องจากการทดลองนี้มวลเฉลี่ยของไม้จิวพาขนาด $2 \times 2 \times 6 \text{ cm}$ ประมาณ 12 g ดังนั้นปริมาณสูงสุดของ MMA เมื่อเทียบกับมวลไม้จิวพาจะมีค่าประมาณ 121% อย่างไรก็ตามปริมาณสูงสุดของ MMA ที่ได้จากการทดลองตามรูป 5.1 มีค่าประมาณ 110% ซึ่งแสดงว่าปริมาตรรูพรุนของเซลล์ไม้แต่ละตัวอย่างถูกแทนที่ 90% และสอดคล้องกับผลการทดลองตามรูป 5.2

5.3 ผลการเปลี่ยน MMA เป็น PMMA เมื่อตัวอย่างได้รับปริมาณรังสีต่างกัน

จากการทดลองนำ MMA บรรจุขวด ๆ ละ 5 ml ไปรับการฉายรังสีแกมมาที่มีปริมาณรังสีต่าง ๆ กันคือ 4.21, 8.42, 10.53, 12.42, 16.56, 20.70, 23.58 และ 31.44 กิโลเกรย์ตามลำดับ ได้ข้อสังเกตตามผลการทดลองในตาราง 5.2

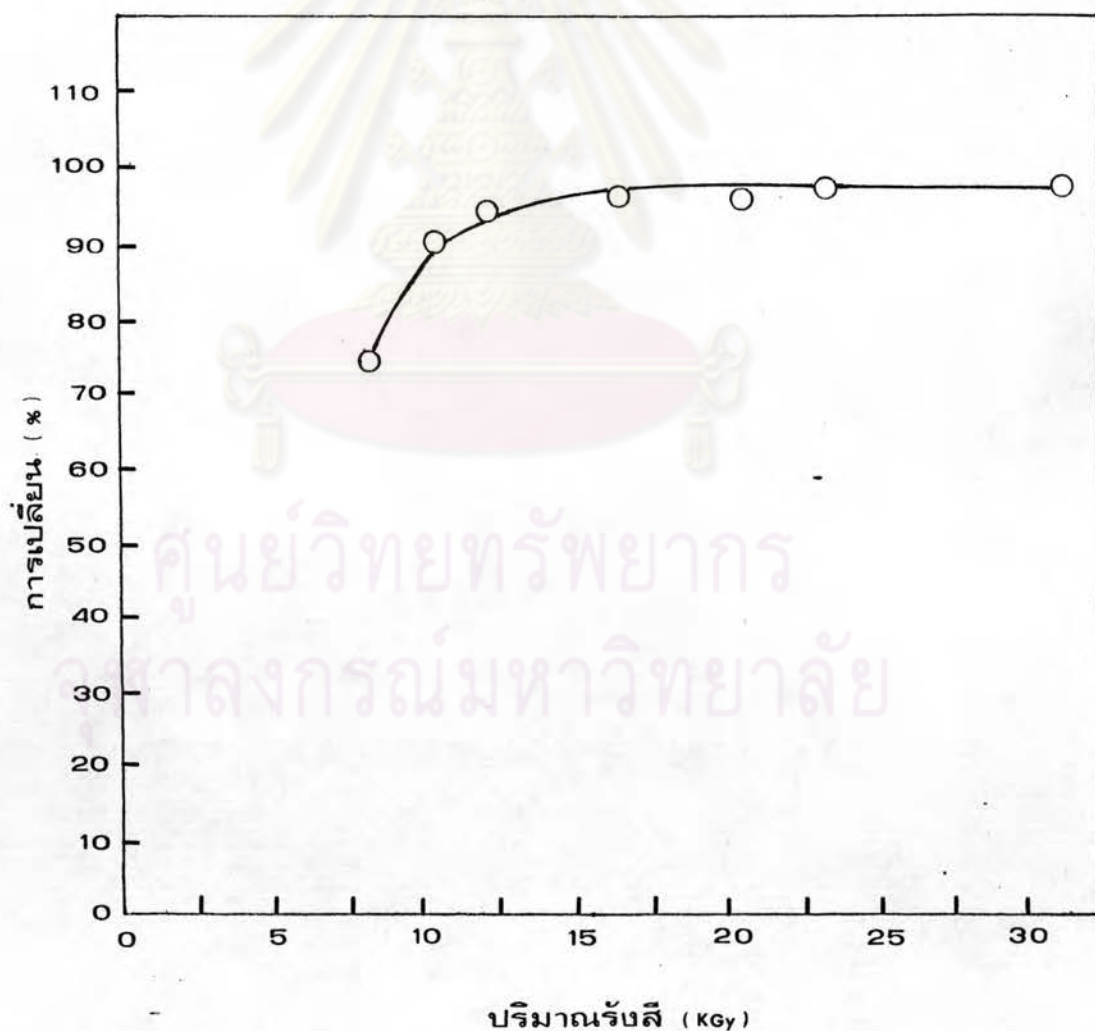
ตาราง 5.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพของ MMA เมื่อได้รับปริมาณรังสีต่าง ๆ กัน เมื่ออัตรา
รับรังสีคงที่

ปริมาณรังสี (kGy)	ข้อสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของ MMA
4.17	เหลวใส
8.42	เหลวใสแต่มีความหนืดมากขึ้น
10.53	เหลวข้น ความหนืดสูง
12.42	แข็ง
16.56	แข็ง
20.70	แข็ง
23.58	แข็ง
31.44	แข็ง

ส่วนการทดลองนำตัวอย่างไม้อัด MMA ไปรับการฉายรังสีด้วยปริมาณรังสีต่าง ๆ จำนวน
เดียวกันนี้ พบว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนมีความสัมพันธ์กับปริมาณรังสีเป็นเส้น
โค้งดังรูป 5.3 (ข้อมูลในภาคผนวก ตาราง 4)

รูป 5.3 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการเปลี่ยน (MMA เปลี่ยนเป็น PMMA)
เทียบกับปริมาณรังสีเมื่ออัตรารับรังสีคงที่ ถ้าตัวอย่างไม้ได้รับปริมาณรังสี 8.4 kGy MMA
จะเปลี่ยนเป็น PMMA ประมาณ 75% เมื่อตัวอย่างไม้ได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นค่าการเปลี่ยนจะ
สูงขึ้นกระทั่งถึงประมาณ 98% ที่ปริมาณรังสีช่วง 20-30 kGy กราฟความสัมพันธ์ของ
ปริมาณการเปลี่ยน MMA เป็น PMMA ในไม้ตัวอย่างที่ได้มีลักษณะเช่นเดียวกับผลการทดลองของ
มานิตย์ ช้อนสุข [5] และ Senger, K.A.J. [2] ซึ่งจากรูปเส้นโค้งความสัมพันธ์นี้สามารถสรุปได้ว่า MMA
ในไม้ตัวอย่างจะถูกโฟลิวไรซ์เป็น PMMA เกือบ
หมดเมื่อได้รับปริมาณรังสีตั้งแต่ 10 kGy เป็นต้นไป

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการโพลีเมอไรซ์ MMA ในขวดแก้ว จะเห็นว่าที่ปริมาณรังสี 10.53 kGy PMMA ในขวดยังมีลักษณะเหนียวหนืด ซึ่งย่อมแสดงว่าปริมาณรังสีระดับนี้ยังไม่เพียงพอต่อการทำให้ PMMA แข็งตัวเป็นพลาสติกอย่างสมบูรณ์ ยิ่งในกรณีของไม้ MMA ส่วนหนึ่งย่อมไม่เกิดโพลีเมอไรซ์อื่นเนื่องจากถูกความหนาของเนื้อไม้ก้ำบังทำให้ภายในเนื้อไม้ได้รับปริมาณรังสีต่ำลง ดังนั้นเมื่อพิจารณาในแง่ความประหยัดและป้องกันไม่ให้อายุของไม้รับรังสีมากเกินไปเกินความจำเป็น ปริมาณรังสีที่พอเหมาะต่อการทำให้ MMA เกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชันอย่างสมบูรณ์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด (คือไม่สกัดเอาสารยับยั้งออกจาก MMA ก่อนนำมาใช้) ควรอยู่ในช่วง 12-15 kGy ซึ่งให้ค่าการเปลี่ยนระหว่าง 94-96% ตามลำดับ

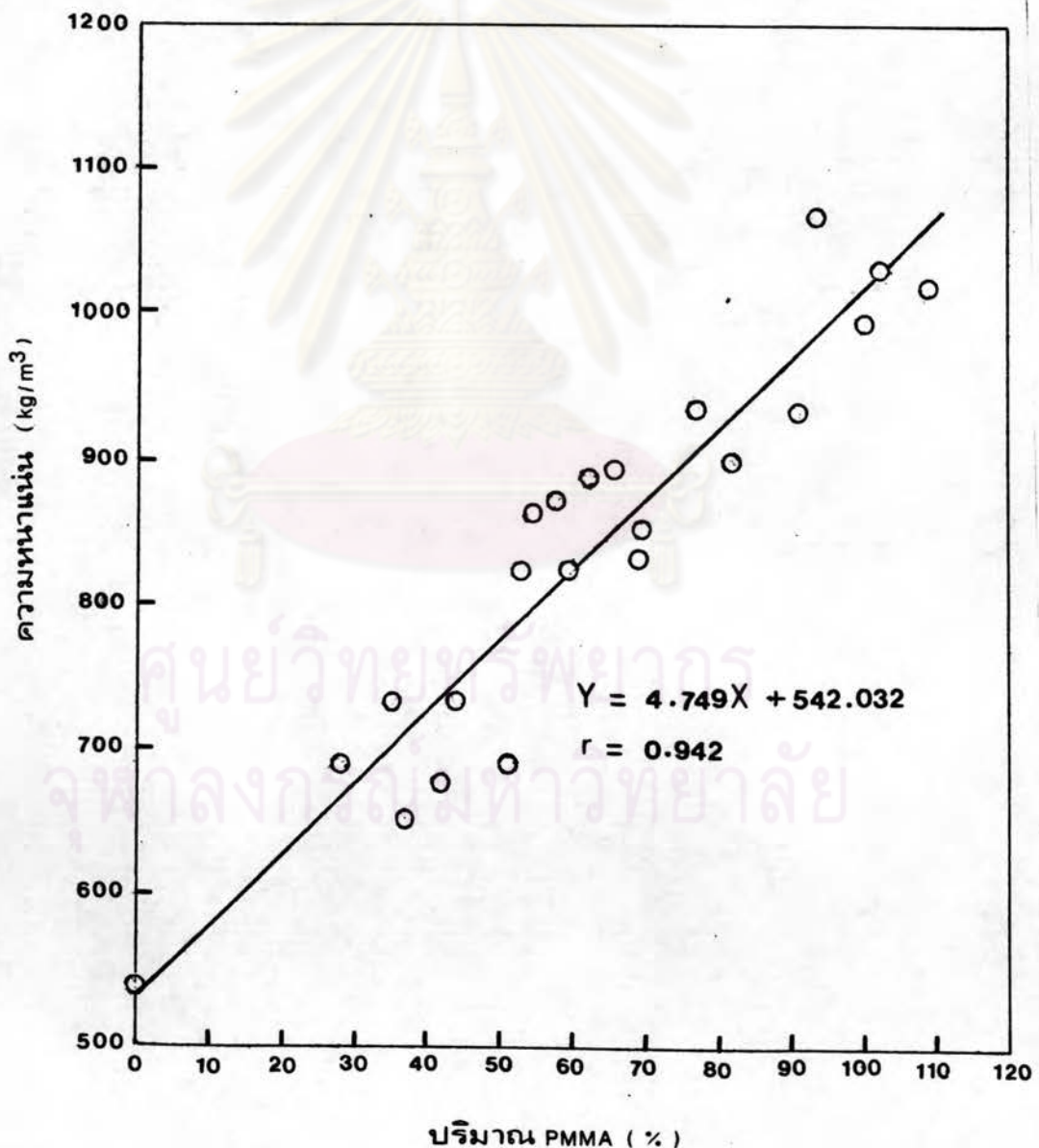


รูป 5.3 ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยน MMA เป็น PMMA กับปริมาณรังสีเมื่ออัตรา
รับรังสี ~4.10 กิโลเกรย์/ชม.



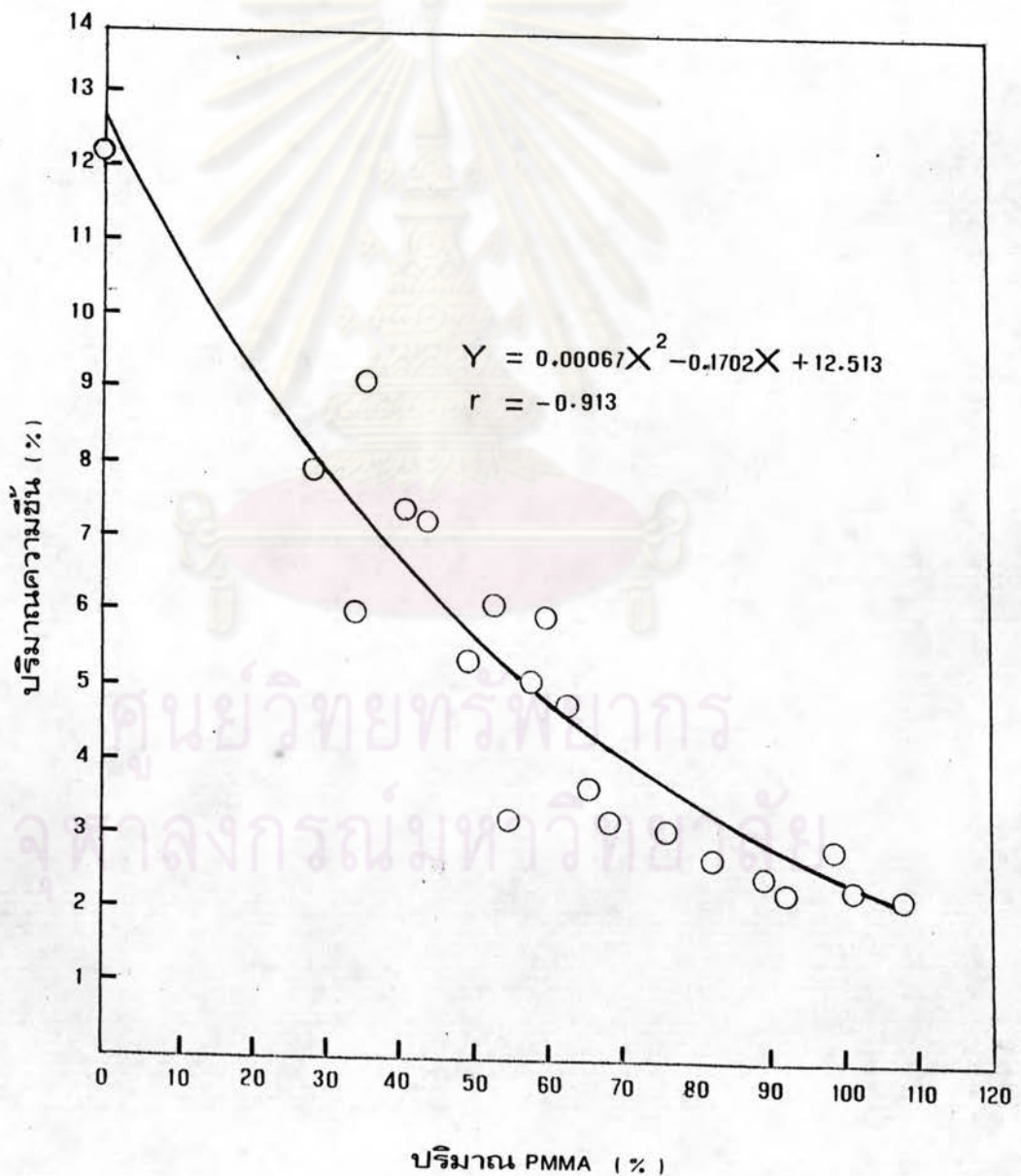
5.4 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของไม้จิวพลาอัสติก

5.4.1 ผลการทดสอบการเพิ่มความหนาแน่นของไม้จิวพลาอัสติก : จากการทดสอบหาความหนาแน่นของไม้จิวพลาอัสติก จำนวน 21 ตัวอย่างซึ่งมีปริมาณ PMMA ต่าง ๆ กัน พบว่าความหนาแน่นของไม้จิวพลาอัสติกเพิ่มขึ้นเป็นนัยสำคัญโดยตรงกับปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ดังรูป 5.4 โดยมีสมการเส้นกตกถอย (regression line) เป็น $Y = 4.749X + 542.032$, ค่าสหสัมพันธ์ $r = 0.942$ และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความขึ้นกับจุดตัดบนแกน Y เป็น ± 0.378 และ ± 25.759 ตามลำดับ (ข้อมูลในภาคผนวกตาราง 5)



รูปที่ 5.4 ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นกับปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 65%

5.4.2 ผลการทดสอบความสามารถในการดูดความชื้นของไม้जूว้าอัดพลาสติกจากการทดสอบกับตัวอย่างไม้जूว้าอัดพลาสติกจำนวน 21 ตัวอย่าง พบว่าความสามารถในการดูดความชื้นของไม้ตัวอย่าง มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นของ PMMA ในเนื้อไม้ รูป 5.5 เป็นกราฟความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นกับปริมาณ PMMA ในตัวอย่าง โดยมีสมการเส้นถดถอยเป็น $Y = 0.00067X^2 - 0.1702X + 12.513$, $r = -0.913$ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ A_0 , A_1 และ A_2 เป็น ± 0.812 , ± 0.027 และ ± 0.0002 ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อเส้นโค้งมีสมการเป็น $Y = A_2X^2 + A_1X + A_0$ (ข้อมูลในภาคผนวก ตาราง 6)



รูป 5.5 ความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นกับปริมาณ PMMA ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 65%

5.4.3 ผลการทดสอบความสามารถในการดูดน้ำและการบวมของไม้จิวาอัดพลาสติก

ผลการทดสอบตัวอย่างตามวิธีทดลองหัวข้อ 4.2.4.3 พบว่าการดูดน้ำและการบวมของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ขึ้นกับเวลาที่แช่ตัวอย่างในน้ำโดยระยะแรกๆ อัตราการดูดน้ำและการบวมของตัวอย่างจะสูงและจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาแช่นานขึ้น เมื่อนำผลการทดลองมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ของปริมาณการดูดน้ำหรือปริมาณการบวมเทียบกับเวลาแช่ตัวอย่าง จะได้เส้นโค้งดังรูป 5.6 และ 5.7 ตามลำดับ (ข้อมูลในภาคผนวก ตาราง 7 และ 8)

5.4.4 ผลการทดสอบการทำลายจากตัวมอด : จากการทดลองเลี้ยงมอดในตัวอย่างนาน 1 เดือน ได้ผลดังนี้

5.4.4.1 ถ้าบรรจุไม้จิวาธรรมดากับไม้จิวาอัดพลาสติกซึ่งมีปริมาณ PMMA 49.485% ในกล่องเดียวกัน มอดจะเลือกเจาะเฉพาะไม้จิวาธรรมดา (รูป 5.8 ก)

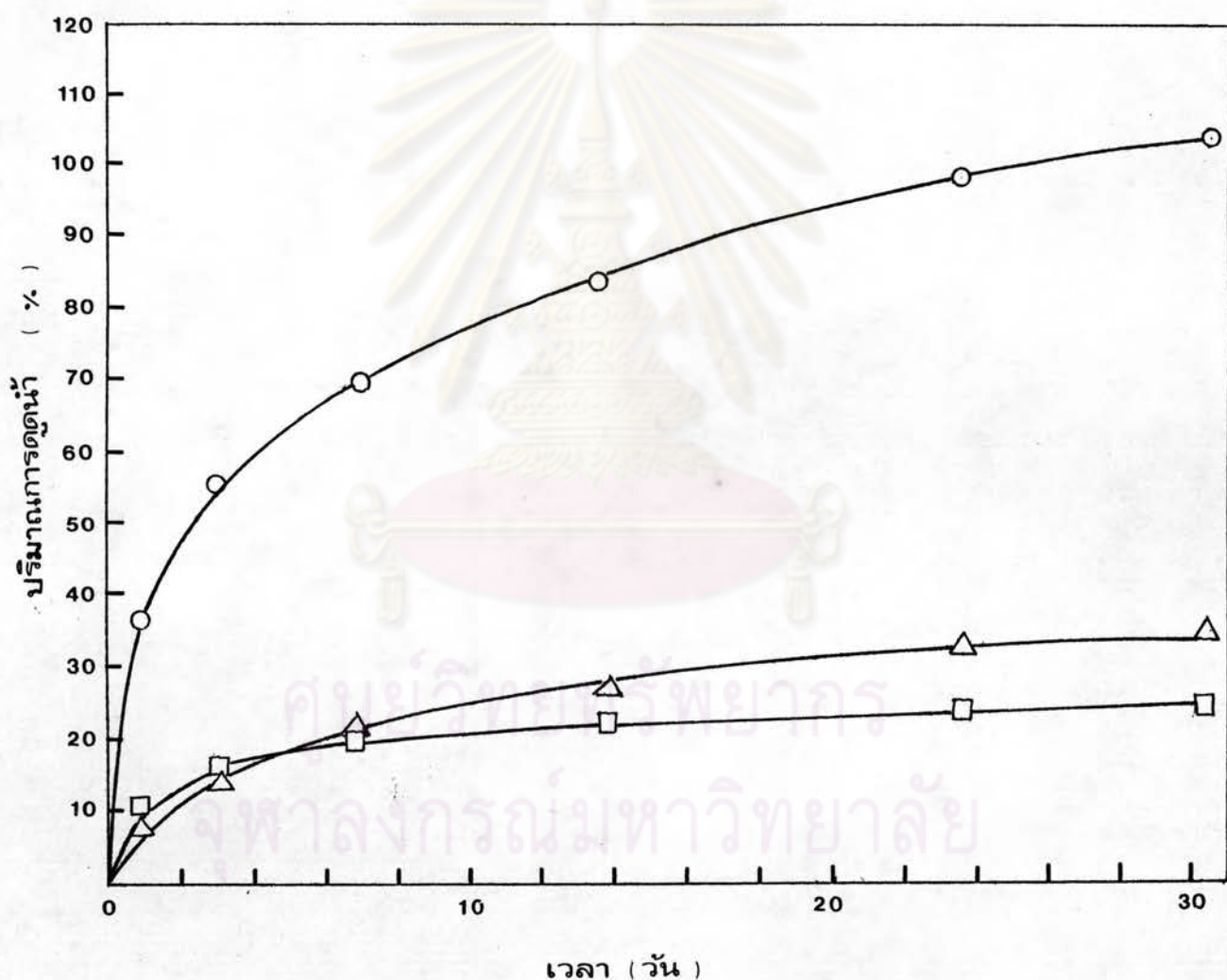
5.4.4.2 ถ้าบรรจุไม้จิวาอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA 48.367% และ 94.011% ลงในกล่องเดียวกันมอดจะเลือกเจาะเฉพาะไม้จิวาอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA น้อยกว่า (รูป 5.8 ข)

5.4.4.3 ถ้าบรรจุไม้จิวาอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA สูงสุด (91.226%) เพียงอย่างเดียวมอดจะเจาะที่ผิวริมขอบตัวอย่างได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น (รูป 5.8 ค) และพบว่ามอดตายเมื่อขังไว้ในกล่องเหล่านี้ภายในเวลา 30-45 วัน ตาราง 5.3 แสดงการลดลงของมวลไม้ตัวอย่างที่เกิดจากการทำลายของมอดตลอดช่วงเวลาการทดลอง

ตาราง 5.3 การลดลงของมวลไม้จิวาธรรมดากับ และไม้จิวาอัดพลาสติกที่เกิดจากการทำลายของมอด จำนวน 6 ตัว ภายในเวลา 30 วัน

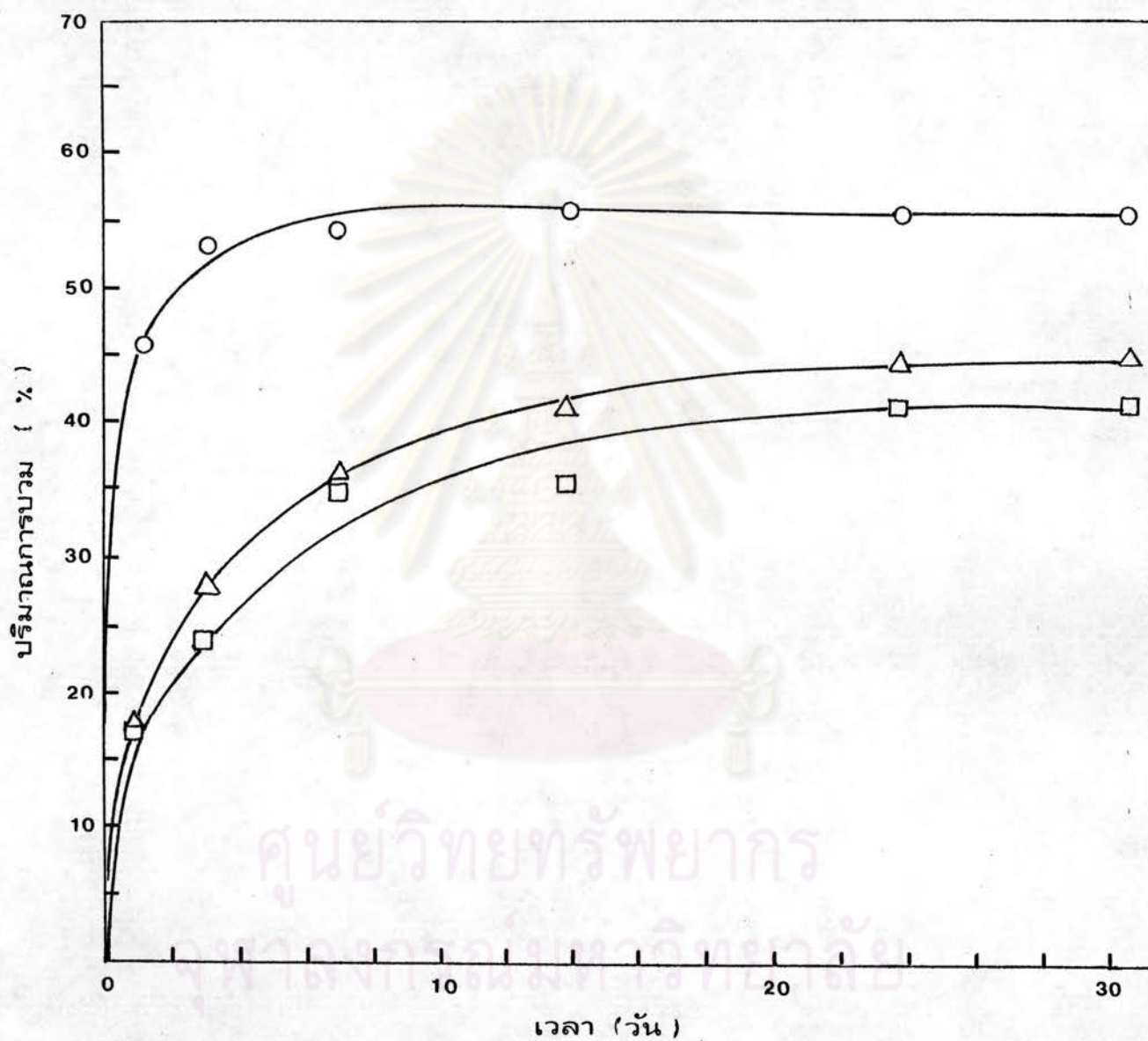
ปริมาณ MMA (%)	มวลก่อนการทดลอง	มวลหลังการทดลอง	มวลลดลง (%)
-	84.350	81.626	3.229
48.367	94.124	91.401	2.893
91.226	234.652	233.921	0.312

5.4.5 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน : รูป 5.9 และ รูป 5.10 เป็นภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบกวาดสไลอิเล็กตรอน (JEOL-T20) แสดงให้เห็นภายในเซลล์ในแนวต่าง ๆ ของไม้จิวาธรรมดาและไม้จิวาอัฒพลาสติก



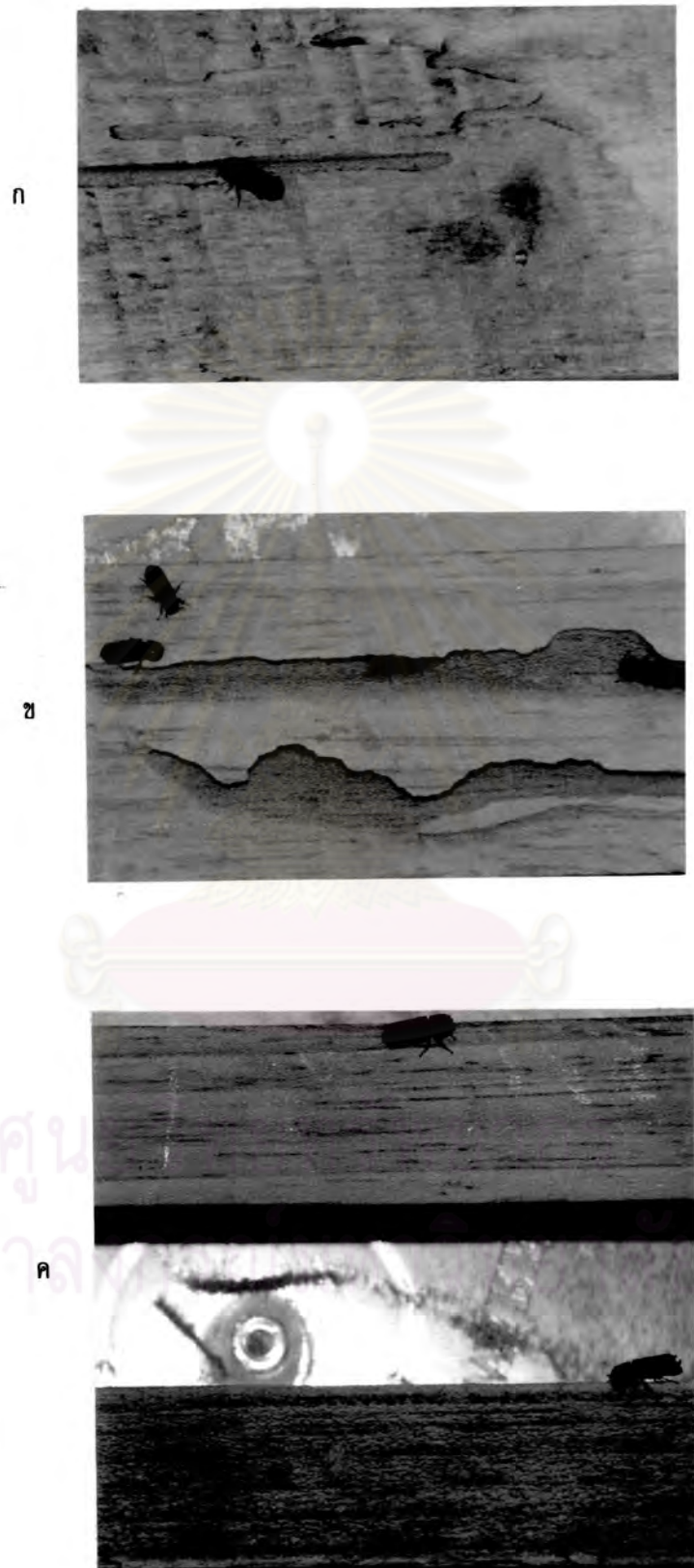
รูป 5.6 ความสัมพันธ์ของความสามารถในการดูดน้ำกับเวลาแช่ตัวอย่างในน้ำ

- ไม้จิวาธรรมดา
- △ ไม้จิวาอัฒพลาสติก ที่มีปริมาณ PMMA 69.432 %
- ไม้จิวาอัฒพลาสติก ที่มีปริมาณ PMMA 111.182 %



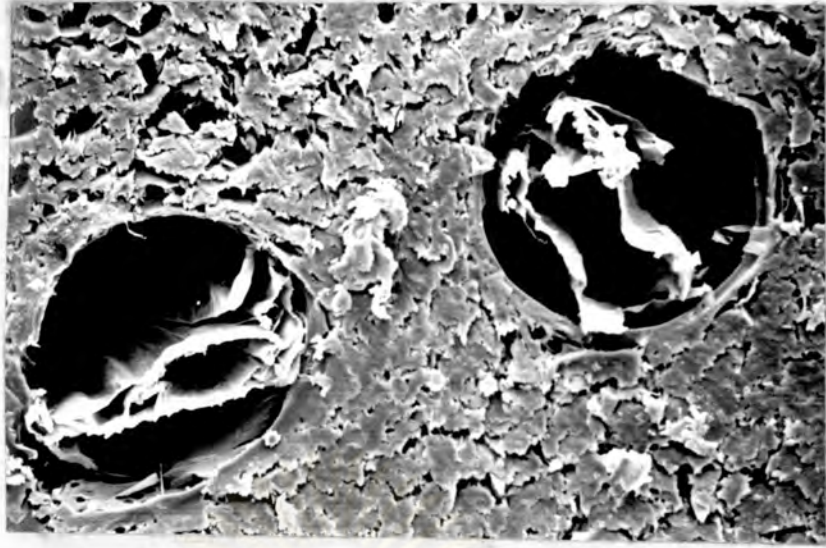
รูป 5.7 ความสัมพันธ์ของปริมาณการบวมกับเวลาแช่ตัวอย่างในน้ำ

- ไม้जूพาธรรมดา
- Δ ไม้जूพาอัดพลาสติก ที่มีปริมาณ PMMA 69.432 %
- ไม้जूพาอัดพลาสติก ที่มีปริมาณ PMMA 111.182 %



รูป 5.8 ภาพถ่ายแสดงการเจาะของมอด (ก) ไม้जूวพาธรรมชาติ (ข) ไม้जूวพายัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA 48.367 % (ค) ไม้जूวพายัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA 91.226 %

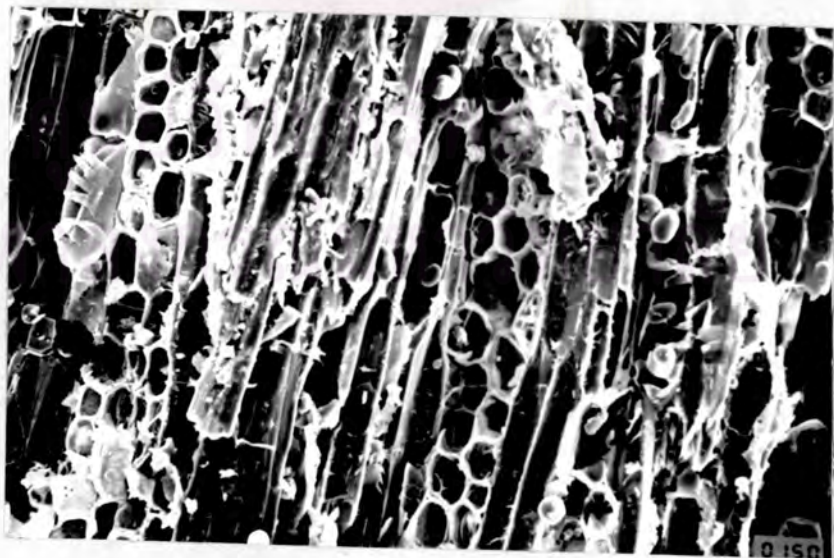
ก



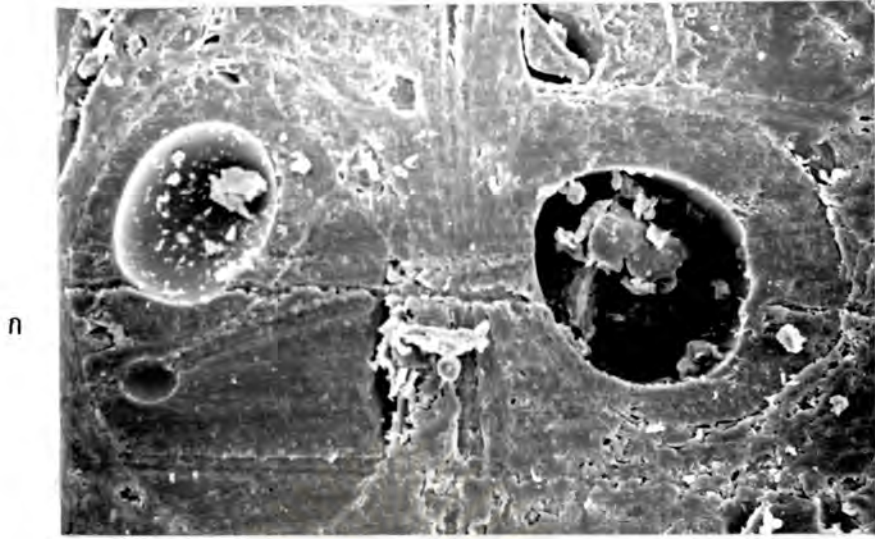
ข



ค



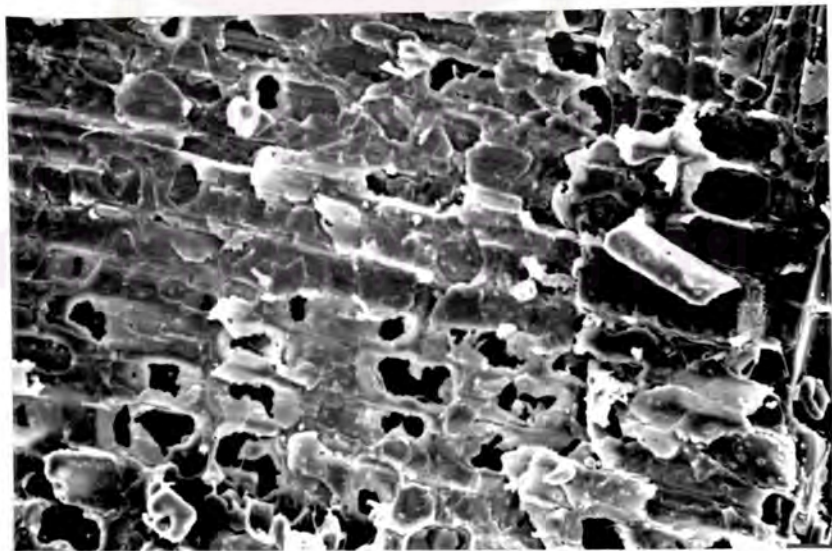
รูป 5.9 ภาพถ่ายจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของไม้จันทน์ (ก) ภาพหน้าตัด (ข) ภาพแนวรัศมี (ค) ภาพแนวสัมผัส



ก



ข



ค

รูป 5.10 ภาพถ่ายจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของไม้จิวาอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA 50%
 (ก) ภาพหน้าตัด (ข) ภาพแนวรัศมี (ค) ภาพแนวสัมผัส

รูป 5.4 และรูป 5.5 แสดงความสัมพันธ์ของความหนาแน่นและปริมาณความชื้นที่แปรตามปริมาณพลาสติก PMMA ในเนื้อไม้ เมื่อไม่พิจารณาผลของความชื้นจะเห็นว่าความหนาแน่นของไม้จืดพลาสติกเป็นปกติโดยตรงกับปริมาณ PMMA และขณะเดียวกันเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นการดูดความชื้นจะลดลง ถ้าพิจารณาในกรณีไม้จืดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA 50-100% การดูดความชื้นจะลดลงประมาณ 50-80% ตามลำดับ

ไม้จืดพลาสติกและไม้จืดธรรมชาติมีความสามารถดูดซึมน้ำในอัตราต่างกัน จากผลการทดลองในรูป 5.6 ซึ่งให้เห็นว่าไม้จืดธรรมชาติดูดน้ำได้ประมาณ 100% เทียบกับน้ำหนักไม้เดิมหลังจากแช่น้ำครบเวลา 1 เดือน ในขณะที่ไม้จืดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA 69% และ 111% ดูดซึมน้ำได้ประมาณ 30% และ 20% ตามลำดับ

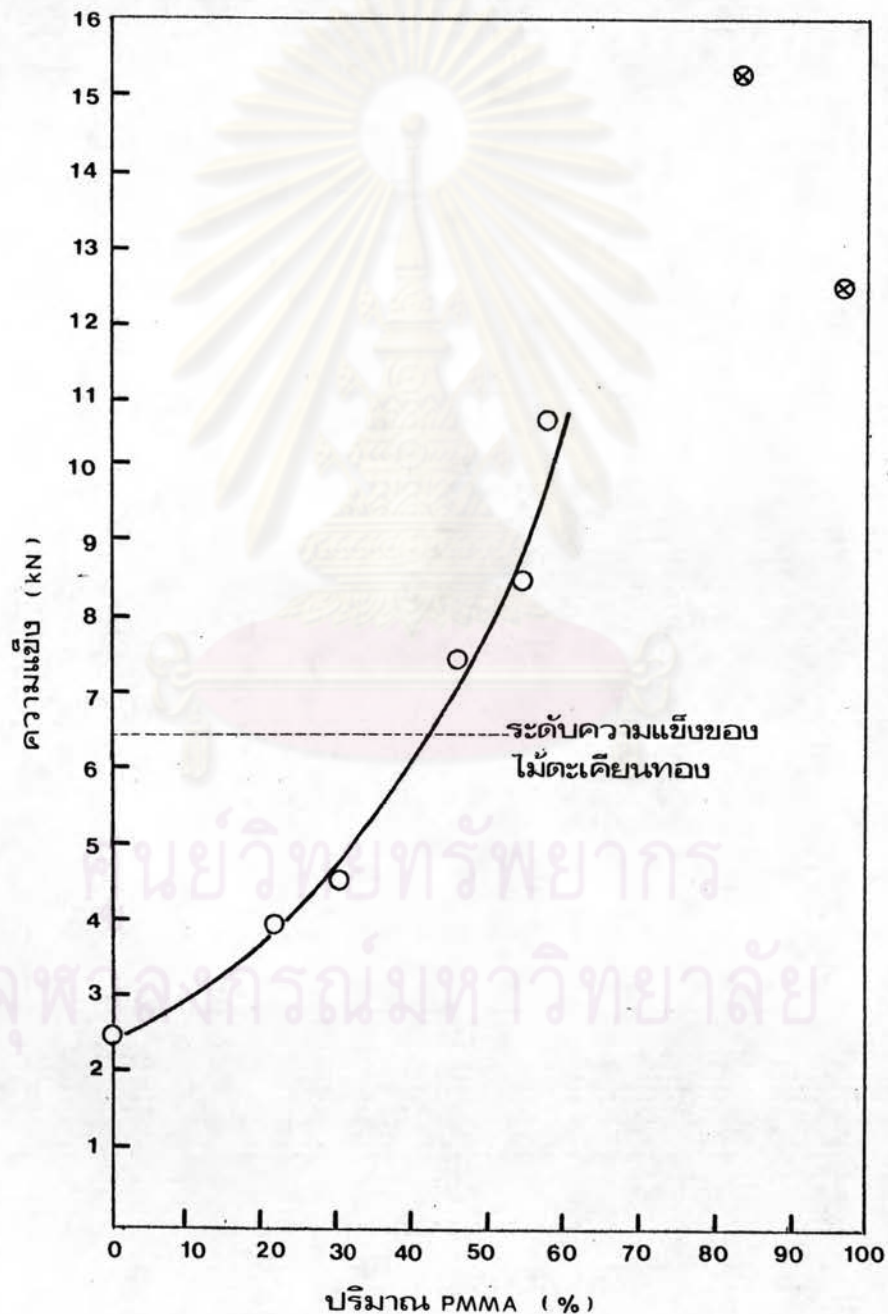
การดูดน้ำทำให้ไม้บวมเนื่องจากน้ำทำให้ผนังเซลล์ขยายตัว จากผลการทดลองในรูป 5.7 แสดงให้เห็นว่าไม้จืดธรรมชาติที่แช่นานาน 1 สัปดาห์จะมีปริมาตรเพิ่มสูงสุดประมาณ 5.5% เทียบกับปริมาตรเดิม ส่วนไม้จืดพลาสติกมีอัตราการบวมน้อยกว่าอันเนื่องมาจากดูดซึมน้ำได้ช้า อัตราการขยายตัวของผนังเซลล์จึงช้ากว่ากรณีไม้จืดธรรมชาติ ปริมาณการบวมจึงยังไม่ถึงจุดคงตัวตลอดช่วงการทดลอง 1 เดือน

เนื่องจากไม้จืดเป็นไม้ชนิดหนึ่งที่มีความต้านทานต่อการทำลายของศัตรูไม้ เช่น มอด จากการทดลองพบว่าเมื่อถูกบังคับให้อยู่ในสภาวะขาดแคลนอาหารมอดสามารถเจาะไม้จืดพลาสติก (ตามแนวขนานเส้นใย) ที่มีปริมาณ PMMA ประมาณ 50% ได้ (รูป 5.8 ข) โดยเฉพาะผิวด้านนอกที่คาดว่ามีความหนาแน่นพลาสติกน้อยกว่าผิวลึกเข้าไปในเนื้อไม้ แต่ถ้ามีพลาสติกต่อเนื้อไม้ใกล้เคียงอัตรา 1:1 มอดจะเจาะได้น้อยมาก (รูป 5.8 ค) อันเนื่องมาจากความแข็งของพลาสติกที่มีอิทธิพลเหนือเนื้อไม้ ดังนั้นจึงเชื่อได้ว่าตามสภาพธรรมชาติแล้วไม้จืดพลาสติกจะสามารถต้านทานการทำลายของมอดได้มากกว่าไม้จืดธรรมชาติ

รูป 5.9 เป็นภาพถ่ายจุลทรรศน์ของไม้จืดธรรมชาติ แสดงให้เห็นภายในเซลล์ตามแนวต่าง ๆ ของเนื้อไม้ โดยรูป 5.9 (ก) เป็นภาพหน้าตัด (ขยาย 150 เท่า) ซึ่งจะเห็นโพรงเซลล์ท่อลำเลียงได้ชัดเจน ส่วนรูพรุนของเซลล์ไฟเบอร์เห็นไม่ชัดเนื่องจากเนื้อไม้พับไปตามแรงเหวี่ยงปั่นร่อนส่วนใหญ่เหล่านั้นไว้ รูป 5.9 (ข) เป็นภาพแนวรัศมี (ขยาย 350 เท่า) แสดงลักษณะของผิวด้านข้างของเซลล์ท่อลำเลียงและไฟเบอร์ซึ่งมีหลุมกระจายอยู่ตามผิวของเซลล์ดังกล่าว รูป 5.9 (ค) เป็นภาพแนวสัมผัส (ขยาย 150 เท่า) แสดงให้เห็นรูพรุนของเรย์เซลล์ (ray cells) ท่อลำเลียงและไฟเบอร์ ส่วนรูป 5.10 (ก) (ข) และ (ค) เป็นภาพถ่ายจุลทรรศน์ของไม้จืดพลาสติก ซึ่งจะเห็นว่าพลาสติก (PMMA) เข้าไปอุดอยู่ในช่องเซลล์ต่าง ๆ ทั้งที่เติมโพรงเซลล์และเคลือบติดผิวเซลล์บางส่วน

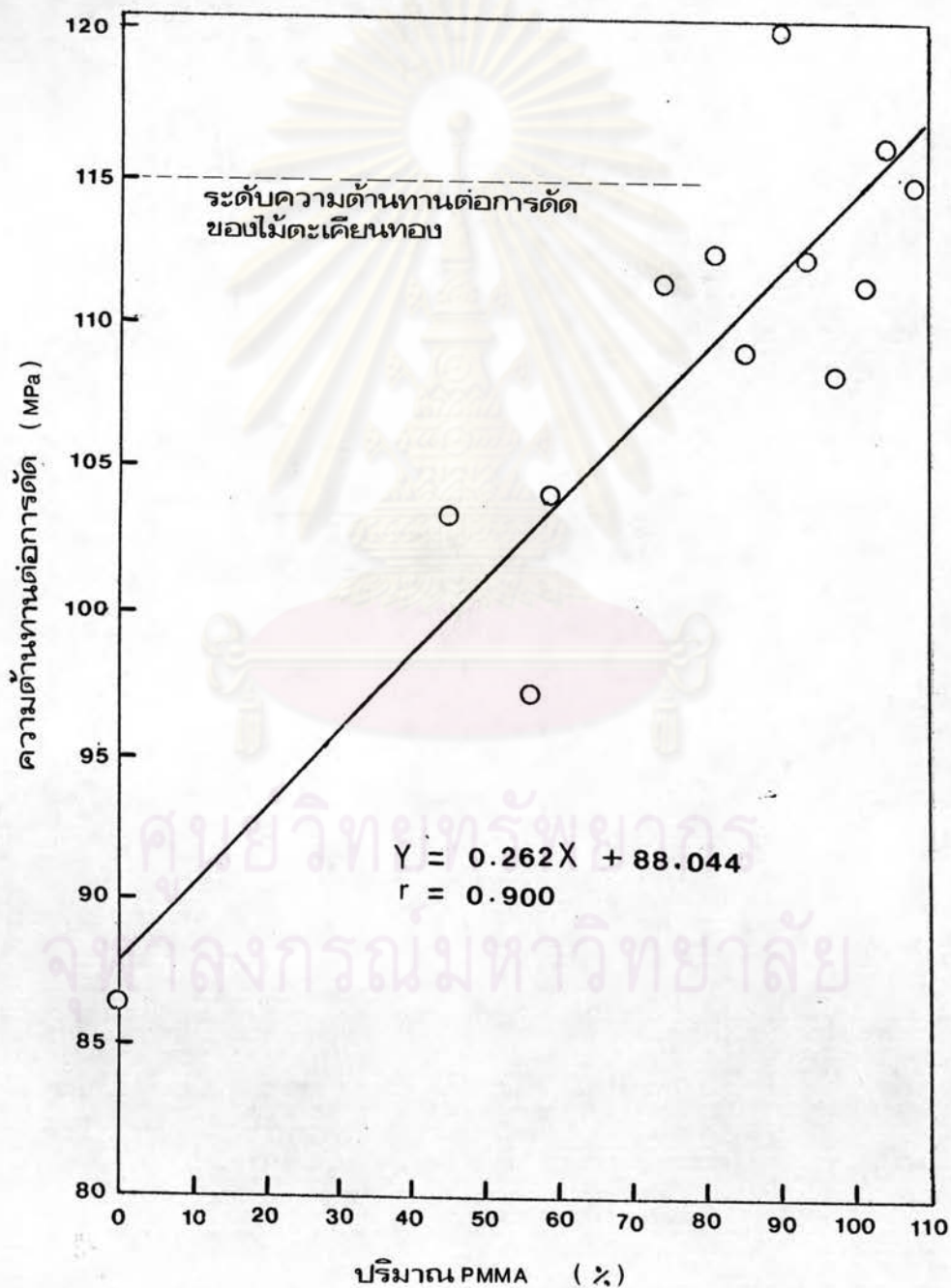
5.5 ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้จิว้าอัดพลาสติก

5.5.1 ผลการทดสอบความแข็ง : จากการทดสอบความแข็งของไม้จิว้าธรรมชาติ และไม้จิว้าอัดพลาสติกที่ได้รับปริมาณรังสี 15 กิโลเกรย์และมีเปอร์เซ็นต์ปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ต่าง ๆ กัน จำนวน 8 ตัวอย่าง พบว่าค่าความแข็งเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ ซึ่งเมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ของค่าความแข็งเฉลี่ยกับปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้จะได้เส้นโค้งดังรูป 5.11 (ข้อมูลในภาคผนวก ตาราง 9)



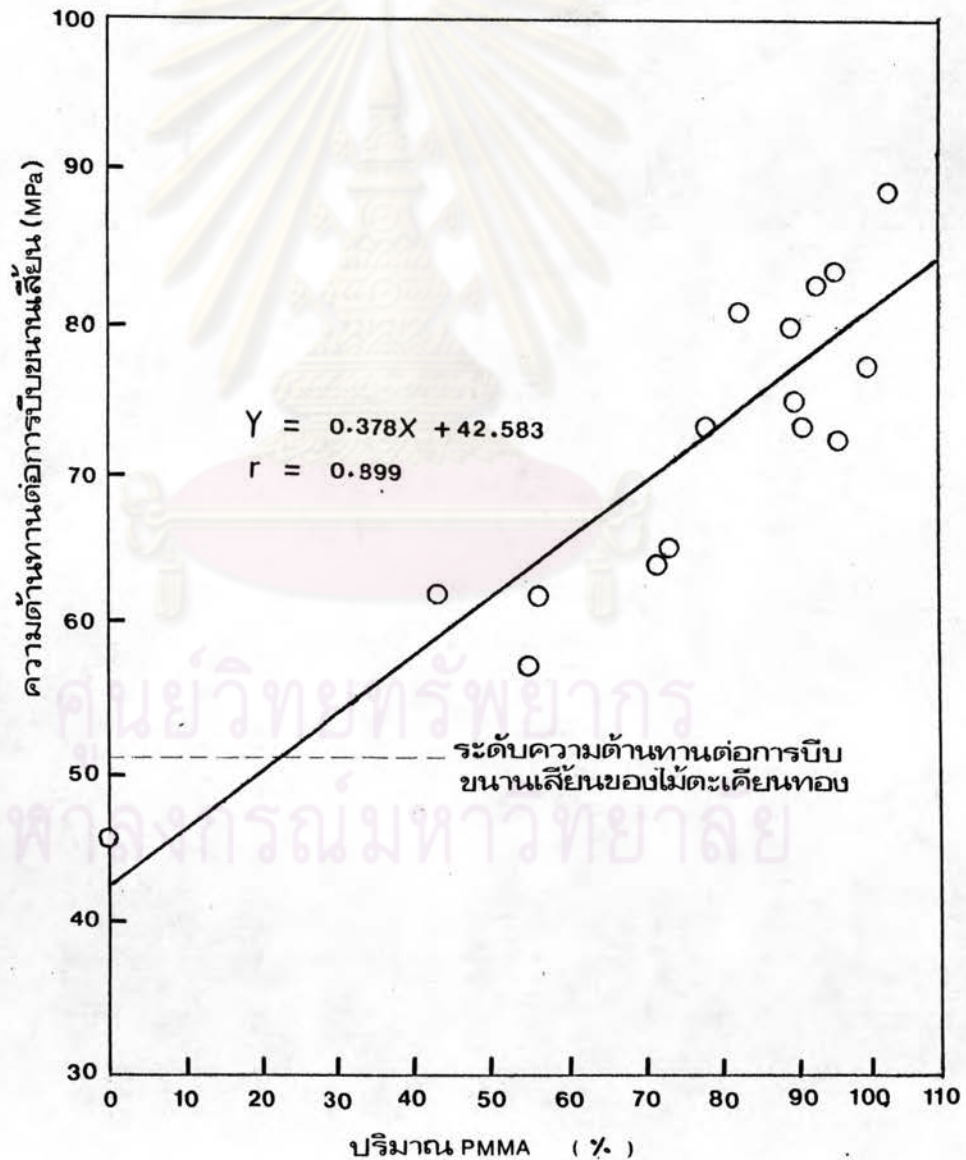
รูป 5.11 ความสัมพันธ์ของความแข็งกับปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ เมื่อตัวอย่างได้รับปริมาณรังสี 15 กิโลเกรย์ (ที่ปริมาณ PMMA 84.052% และ 98.145% ตัวอย่างแตกก่อนลูกปืนจะกดลึกถึงขีดกำหนด)

5.5.2 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการตัด : จากการทดสอบความต้านทานต่อการตัดของไม้จิวฬารวมตากับไม้จิวฬารัดพลาสติกที่ได้รับปริมาณรังสี 15 กิโลเกรย์ และมีปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ต่าง ๆ กัน พบว่าค่าความต้านทานต่อการตัดมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณ PMMA ดังรูป 5.12 โดยมีสมการเส้นถดถอยเป็น $Y = 0.262x + 88.044$, $r = 0.900$ และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความชันกับจุดตัดบนแกน Y เป็น ± 3.117 และ ± 0.038 ตามลำดับ (ข้อมูลในภาคผนวก ตาราง 10)



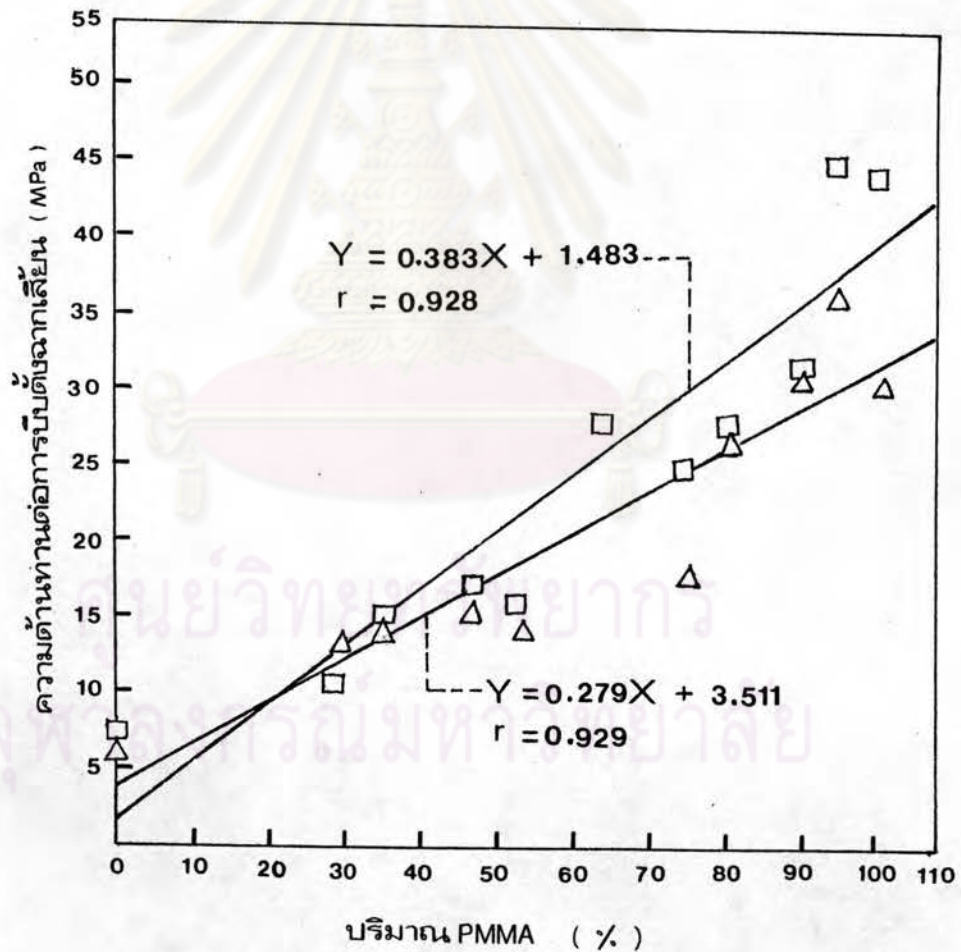
รูป 5.12 ความสัมพันธ์ของความต้านทานต่อการตัดกับปริมาณ PMMA เมื่อตัวอย่างได้รับปริมาณรังสี 15 กิโลเกรย์

5.5.3 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการบีบขนานเส้น : จากการทดสอบความต้านทานต่อการบีบขนานเส้นของไม้जूวพวธรรมดากับไม้जूวพวอัดพลาสติกที่ได้รับปริมาณรังสี 15 กิโลเกรย์และมีปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ต่าง ๆ กัน ตามลำดับ พบว่าค่าความต้านทานต่อการบีบขนานเส้นมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ ดังรูป 5.13 โดยมีสมการของเส้นถดถอยเป็น $Y = 0.378x + 42.583$, $r = 0.899$ และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความชันกับจุดตัดบนแกน Y เป็น ± 0.049 และ ± 4.015 ตามลำดับ (ข้อมูลในภาคผนวก ตาราง 11)



รูป 5.13 ความสัมพันธ์ของความต้านทานต่อการบีบขนานเส้นกับปริมาณ PMMA เมื่อตัวอย่างได้รับปริมาณรังสี 15 กิโลเกรย์

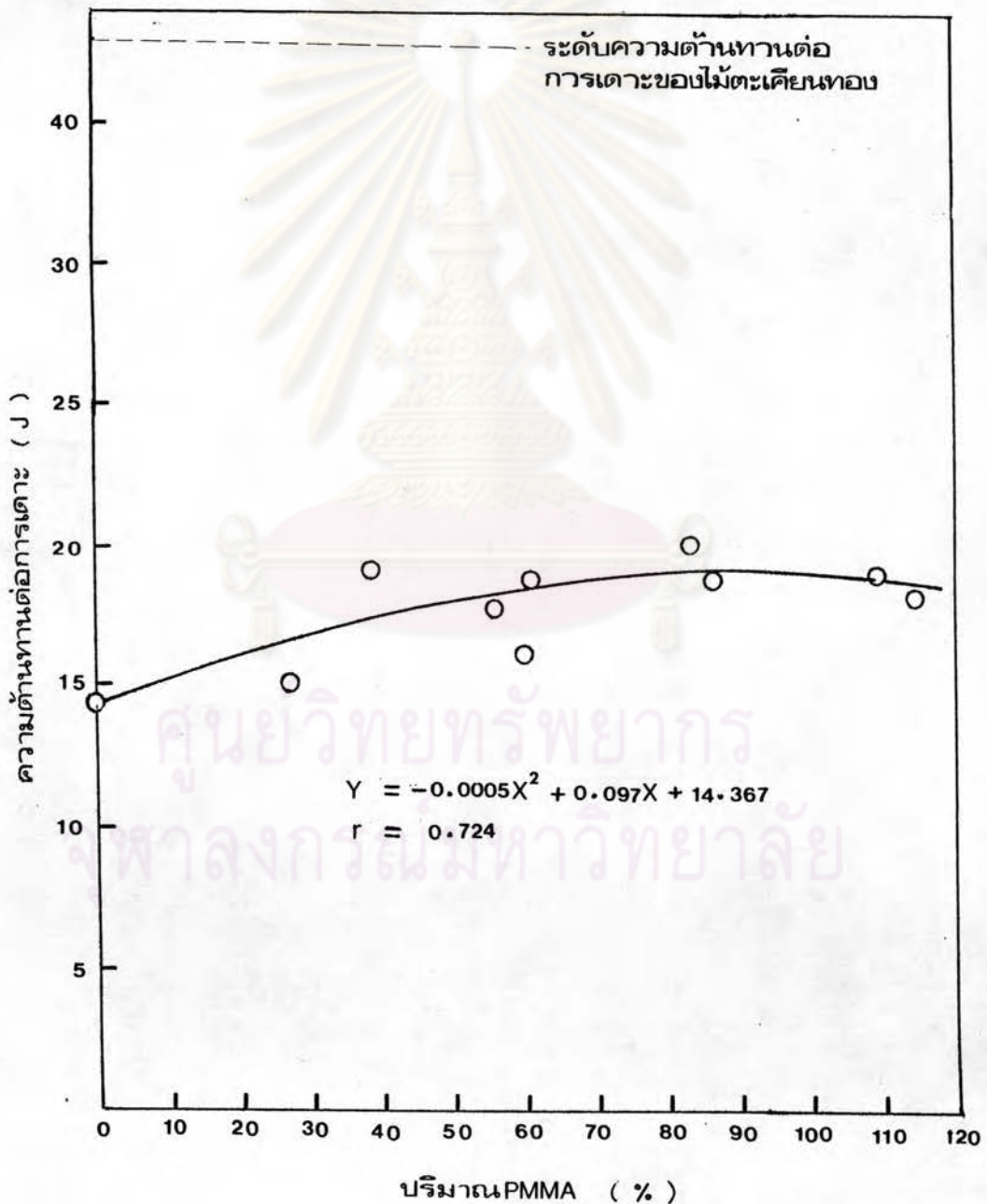
5.5.4 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการบีบตั้งฉากเปลี่ยน : จากการทดสอบความต้านทานต่อการบีบตั้งฉากเปลี่ยนทั้งในแนวรัศมีและแนวสัมผัสของไม้จิวาพรรณตากับไม้จิวาอัดพลาสติกที่ได้รับปริมาณรังสี 15 กิโลเกรย์และมีปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ต่าง ๆ กัน พบว่าความต้านทานต่อการบีบตั้งฉากเปลี่ยนทั้งสองแนวต่างมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ดังรูป 5.14 กรณีความต้านทานต่อการบีบในแนวรัศมีได้สมการของเส้นถดถอยเป็น $Y = 0.279x + 3.511$, $r = 0.929$ และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความชันกับจุดตัดบนแกน Y เป็น ± 0.039 และ ± 2.714 ตามลำดับ ส่วนในแนวสัมผัส สมการของเส้นถดถอยเป็น $Y = 0.383x + 1.483$, $r = 0.928$ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความชันกับจุดตัดบนแกน Y เป็น ± 0.051 และ ± 3.525 ตามลำดับ (ข้อมูลในภาคผนวกตาราง 12)



รูป 5.14 ความสัมพันธ์ของความต้านทานต่อการบีบตั้งฉากเปลี่ยนกับปริมาณ PMMA เมื่อตัวอย่างได้รับปริมาณรังสี 15 กิโลเกรย์
 Δ ในแนวรัศมี □ ในแนวสัมผัส



5.5.5 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการเตา : จากการทดสอบความต้านทานต่อการเตาของไม้จิวพรรณร่วมกับไม้จิวพลาตติกที่ได้รับปริมาณรังสี 15 กิโลเกรย์ และมีปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ต่าง ๆ กัน พบว่าค่าความต้านทานต่อการเตาเพิ่มขึ้นตามปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ของความต้านทานต่อการเตากับปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้จะได้เส้นโค้งดังรูป 5.15 โดยมีสมการของเส้นกราฟเป็น $Y = -0.0005X^2 + 0.097X + 14.367$, $r = 0.724$ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ A_1 และ A_2 เป็น ± 0.042 และ ± 0.00034 ตามลำดับ ส่วนค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของจุดตัดบนแกน $Y = \pm 1.221$ (ข้อมูลในภาคผนวกตาราง 13)



รูป 5.15 ความสัมพันธ์ของความต้านทานต่อการเตากับปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้เมื่อตัวอย่างได้รับปริมาณรังสี 15 กิโลเกรย์

รูป 5.11 ซึ่งบอกความสัมพันธ์ของความแข็งกับปริมาณ PMMA เมื่อกำหนดค่าให้ปริมาณรังสีและอัตราบีบรังสีคงที่ ค่าความแข็งของไม้จิว้าอัดพลาสติกจะขึ้นกับปริมาณพลาสติกในเนื้อไม้ จะเห็นว่าเมื่อมีปริมาณพลาสติก 50% ความแข็งของไม้จิว้าอัดพลาสติกมากกว่าไม้จิว้าธรรมชาติเกินกว่า 3 เท่า ข้อเสียที่ปรากฏก็คือไม้จิว้าอัดพลาสติกจะเปราะขึ้นตามปริมาณการเพิ่มพลาสติกในเนื้อไม้ ดังจะเห็นได้จากกราฟของตัวอย่างที่มีปริมาณ PMMA 84% และ 98% ซึ่งจะแตกอย่างสิ้นเชิงในขณะรับแรงกดจากลูกปืนมาตรฐานก่อนที่ลูกปืนจะฝัดลึกถึงขีดกำหนด

รูป 5.12 เป็นค่าความต้านทานต่อการตัดในฟังก์ชันของปริมาณ PMMA ผลจากการทดลองได้ค่าสัมพันธ์ 0.9 ซึ่งบอกแนวโน้มสูงของความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของความต้านทานต่อการตัดกับปริมาณ PMMA ในเนื้อไม้ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตัวอย่างที่มีปริมาณ PMMA ช่วง 50-100% ค่าความต้านทานต่อการตัดจะมากกว่าไม้จิว้าธรรมชาติโดยเฉลี่ยประมาณ 0.15 - 0.3 เท่า เท่านั้น แต่เนื่องจากไม้จิว้าอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA เกิน 50% ให้ค่าความต้านทานต่อการตัดเกิน 100 MPa จึงจัดอยู่ในประเภท "ไม้เนื้อแข็ง" ตามความหมายในทางการก่อสร้างซึ่งเป็นเกณฑ์กำหนดขึ้นโดยกรมป่าไม้ [8]

รูป 5.13 และรูป 5.14 แสดงค่าความต้านทานต่อการบีบในแนวขนานเส้นใยและแนวตั้งฉากเส้นใยในฟังก์ชันของปริมาณ PMMA ตามลำดับ ซึ่งให้ค่าสัมพันธ์เชิงเส้นตรงประมาณ 0.9 ทั้งสองกรณี ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าไม้จิว้าอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA ช่วง 50-100% จะมีค่าความต้านทานต่อการบีบขนานเส้นใยเพิ่มขึ้นประมาณ 0.4 - 0.9 เท่า ค่าความต้านทานต่อการบีบตั้งฉากเส้นใยเพิ่มขึ้นประมาณ 4 - 8 เท่า ในแนวรัศมี และ 13 - 26 เท่า ในแนวสัมผัส พลาสติกที่อัดอยู่ตามท่อลำเลียงและไฟเบอร์ของเซลล์จะหักงายเมื่อได้รับแรงบีบขนานเส้นใย จึงทำให้ความต้านทานต่อการบีบขนานเส้นใยเพิ่มในอัตราที่น้อยกว่าในแนวตั้งฉากเส้นใย

รูป 5.15 แสดงค่าความต้านทานต่อการเฉาของไม้จิว้าอัดพลาสติกในฟังก์ชันของปริมาณ PMMA ซึ่งเมื่อเทียบกับไม้จิว้าธรรมชาติแล้ว ค่าความต้านทานต่อการเฉาเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

ผลจากการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าไม้จิว้าอัดพลาสติก มีความแข็งแต่เปราะ ไม่เหมาะต่อการใช้เป็นโครงสร้างที่อยู่ในภาวะถูกกระทบกระแทกหรือรับน้ำหนักมากโดยลำพัง แต่เหมาะที่จะใช้เป็นส่วนประกอบของเฟอร์นิเจอร์ หรือเครื่องใช้หนักเบา โดยพิจารณาคุณสมบัติที่ดีในด้านความต้านทานการทาลายเนื่องมาจากความชื้นและแมลงศัตรูไม้เป็นหลัก

ตาราง 5.2 แสดงค่าเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลบางประการของไม้อัดพลาสติก กับไม้ที่รู้จักแพร่หลายในวงการก่อสร้าง ซึ่งจะเห็นว่าไม้จิว้าอัดพลาสติกที่มีปริมาณ PMMA 50% มีความแข็งใกล้เคียงกับไม้แดงและไม้ตะเคียนทอง

แต่จะแข็งกว่าไม้สัก ความแข็งแรง (จากการตัด) ใกล้เคียงกับไม้สัก แต่ความเหนียว (จากการเตา) ต่ำกว่าไม้ทั้งสามนั้นมาก

ตาราง 5.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลบางประการของไม้อัดพลาสติก กับไม้สัก ไม้แดง และไม้เตยเคียนทอง

ชนิดไม้	ปริมาณความชื้น (%)	ความหนาแน่น (kg/ m ³)	การตัด (MPa)	การเตา (J)	ความแข็ง (kN)
ไม้जूวอัดพลาสติก (50% PMMA)	6	770	100	17.5	7.7
ไม้ยางพาราอัดพลาสติก (50% PMMA) *	-	-	-	-	10.8
ไม้สัก**	12	650	102.5	21.6	4.8
แดง**	12	1010	128	42.8	8.1
เตยเคียนทอง**	12	800	115	46.1	6.4

* จากเอกสารอ้างอิง (5)

** จากเอกสารอ้างอิง (8)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย