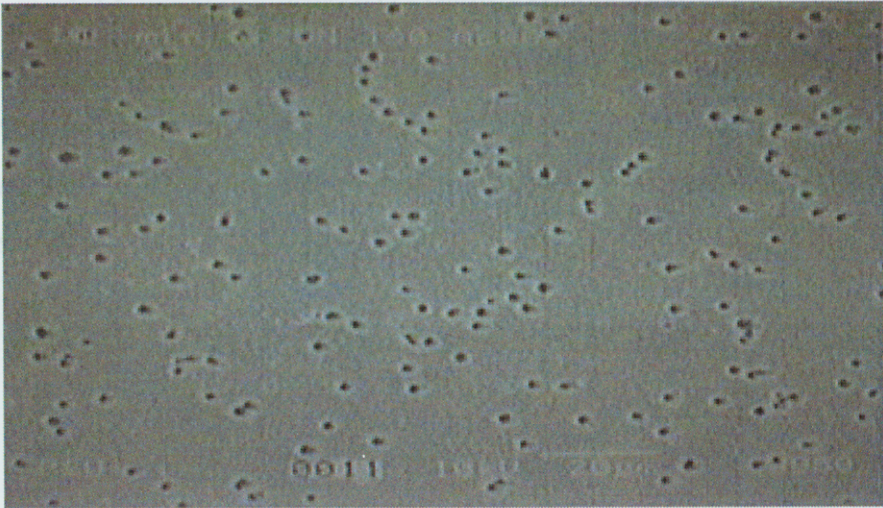


บทที่ 4

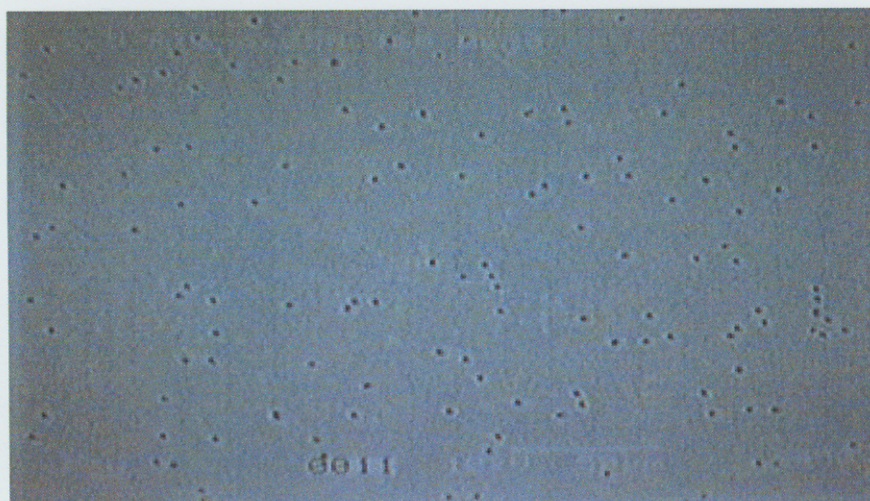
ผลการวิจัย

4.1 การทำให้เกิดรอยรังสีบนแผ่นฟิล์มโดยใช้เทคนิคทางนิวเคลียร์

4.1.1 ผลของการทำให้เกิดรอย จากแหล่งกำเนิดรังสีแอลฟาแบบจุดโดยการนำแผ่นฟิล์มไปวางไว้ด้านบนของแหล่งกำเนิดรังสีโดยมีระยะห่าง 4 มิลลิเมตร แล้วนำไปกัดขยายรอยทางเคมีด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 6.25 N อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะได้รอยของอนุภาคที่สม่ำเสมอ รอยส่วนมากจะเป็นรอยที่เฉียงส่วนรอยที่ตรงจะเกิดตรงบริเวณตรงกลางของแหล่งกำเนิดรังสี ได้ผลตามภาพประกอบ 19 และภาพประกอบ 20



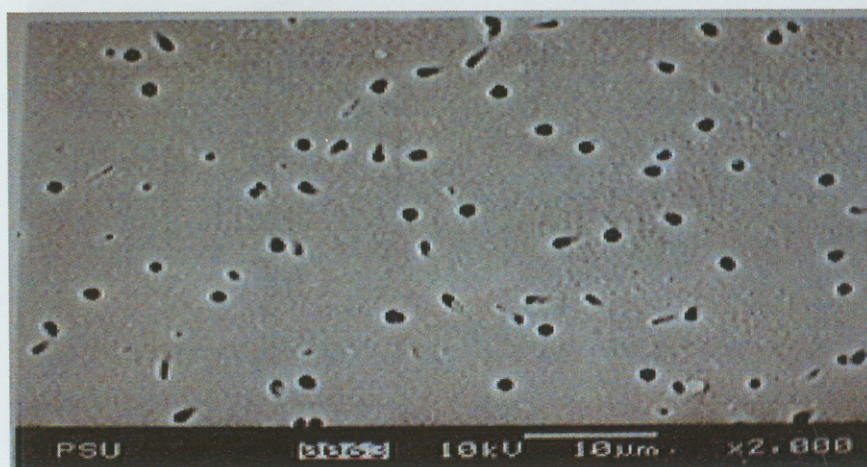
ภาพประกอบ 19 รอยของอนุภาคแอลฟาที่เกิดขึ้นบนแผ่น CN – 85B หลังจากกัดขยายรอย 30 นาทีจะพบรอยเฉียงเป็นจำนวนมาก (ภาพ SEM กำลังขยาย 850x)



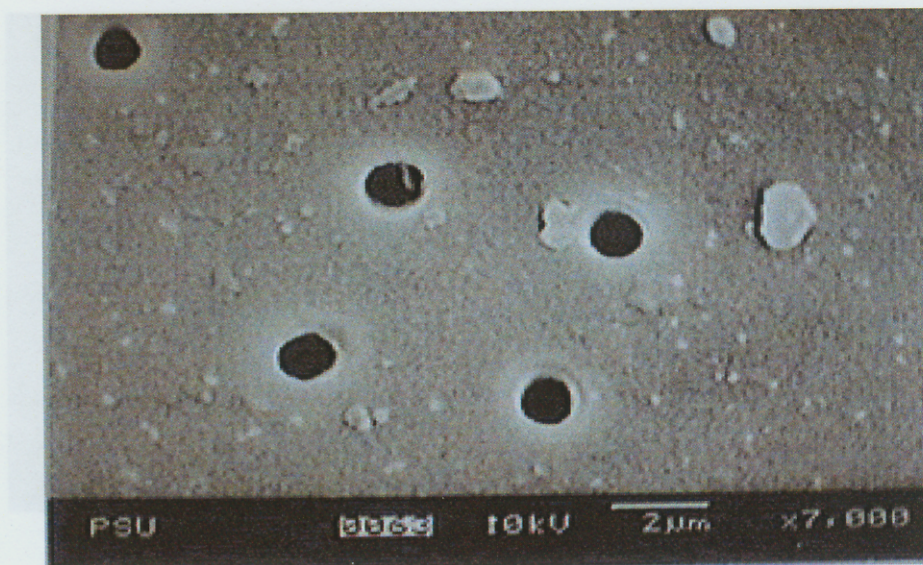
ภาพประกอบ 20 รอยอนุภาคแอลฟาที่เกิดบนแผ่น CN – 85 B หลังจากกักขยายรอยทางเคมีบริเวณที่มีรอยตรง เป็นจำนวนมาก (ภาพ SEM กำลังขยาย 450x)

4.1.2 การทำให้เกิดรอยจากแผ่นคอนเวอเตอร์นิวตรอน

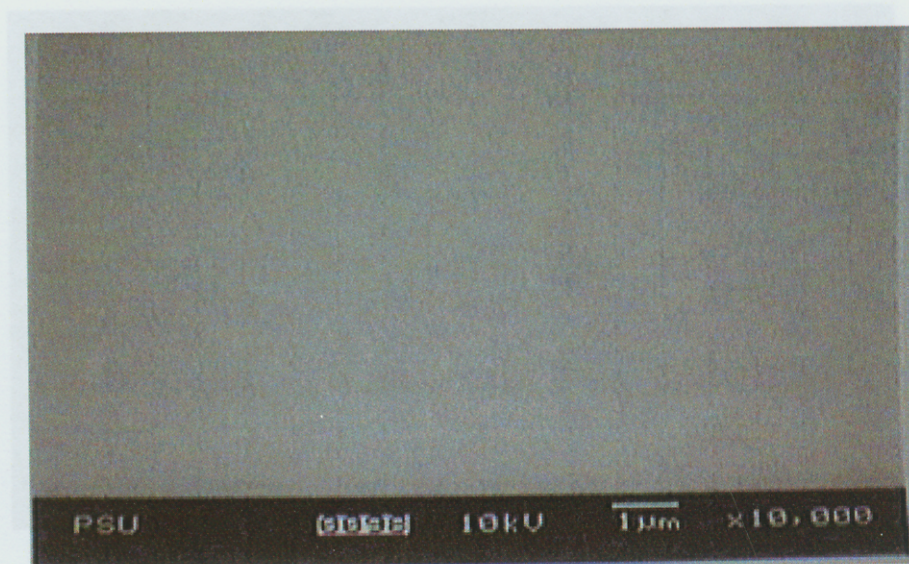
การทำให้เกิดรอยบนแผ่นฟิล์มโดยใช้แผ่นคอนเวอเตอร์นิวตรอนไปแช่ไว้ในบ่อนิวตรอนจะทำให้เกิดรอยบนแผ่นพอลีคาร์บอเนตหนา $670\ \mu\text{m}$ แล้วนำไปกักขยายรอยด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 10 , 20 และ 30 นาที จะได้รอยออกมาอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น และรอยส่วนใหญ่เป็นรอยที่ตรง ได้ผลตามภาพประกอบ 21 และ ภาพประกอบ 22



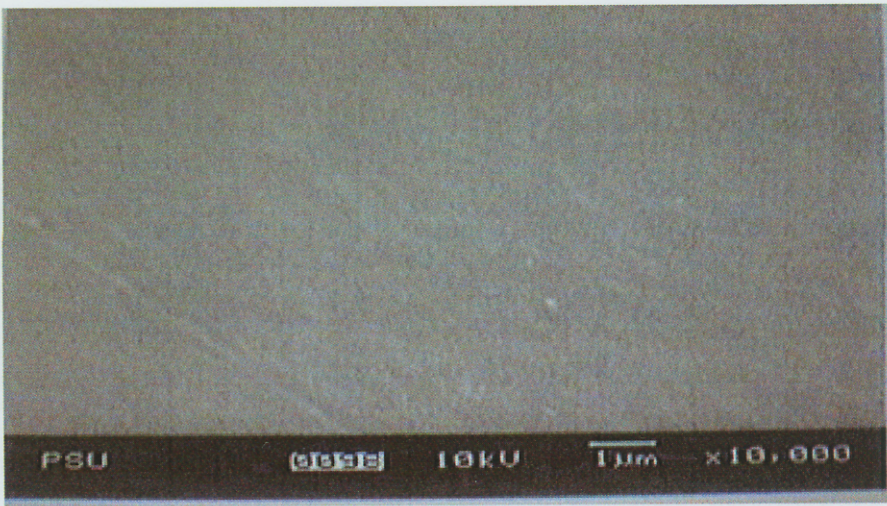
ภาพประกอบ 21 รอยอนุภาคแอลฟาบนแผ่นพอลีคาร์บอเนตหนา $670\ \mu\text{m}$ หลังจากกักขยายรอยเป็นเวลานาน 10 นาที (ภาพ SEM กำลังขยาย 2,000x)



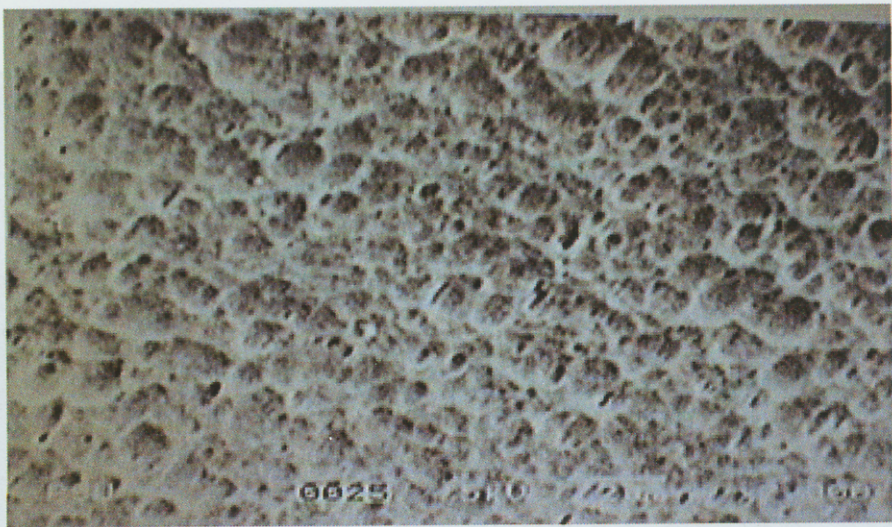
ภาพประกอบ 22 รอยอนุภาคแอลฟาบนแผ่นพอลิคาร์บอเนตหนา 670 μm หลังจากกักขยายรอยเป็นเวลาานาน 20 นาที (ภาพ SEM กำลังขยาย 7,000x)



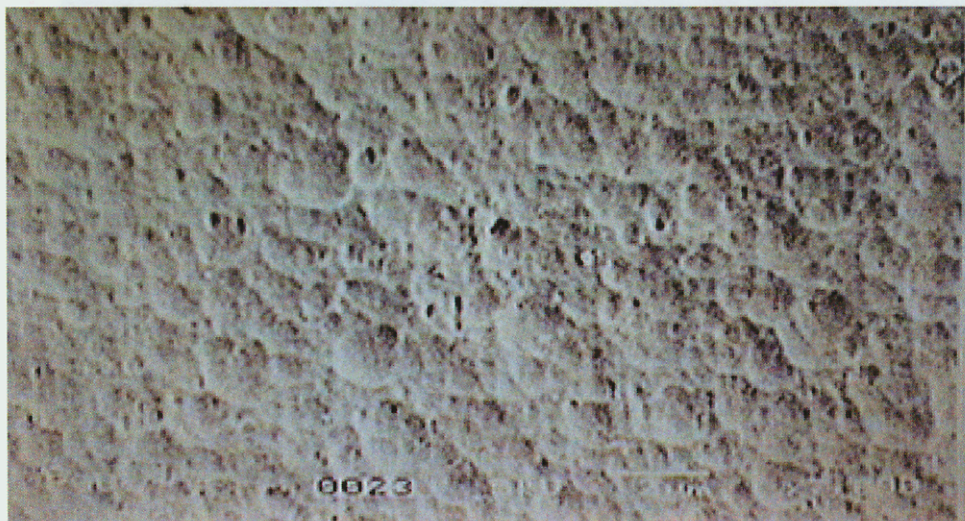
ภาพประกอบ 23 แผ่นฟิล์มบางพอลิคาร์บอเนตหนา 6 μm ที่ยังไม่ได้รับการระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟาและยังไม่ได้กักขยายรอย (ภาพ SEM กำลังขยาย 10,000x)



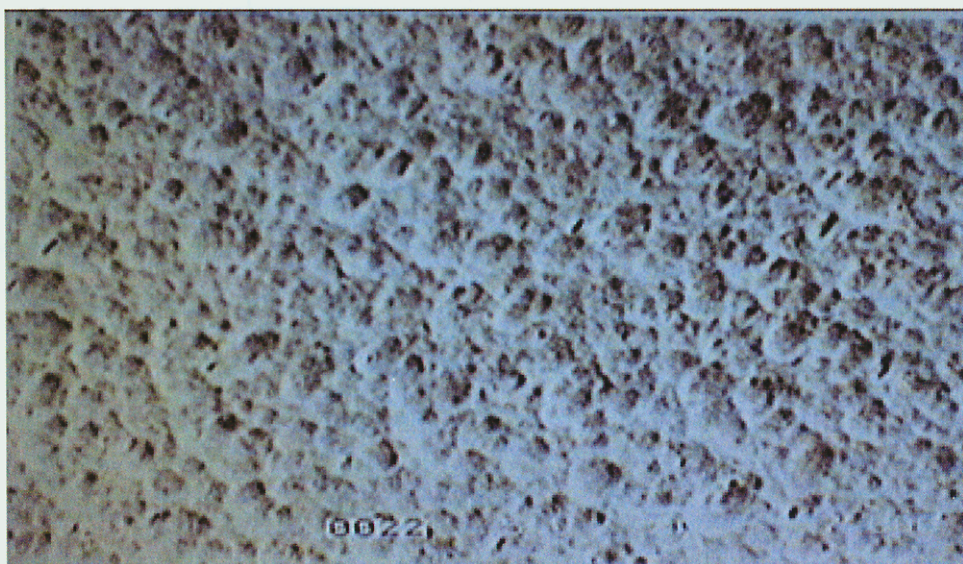
ภาพประกอบ 24 แผ่นฟิล์มบางพอลิคาร์บอนเนตหนา $6\ \mu\text{m}$ ที่ได้รับการระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟาและยังไม่ได้
กัดขยายรอย (ภาพ SEM กำลังขยาย 10,000x)



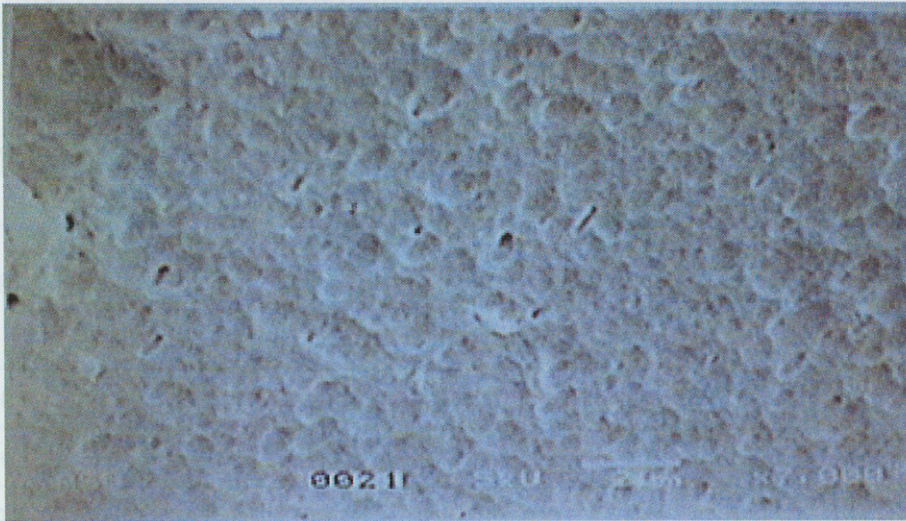
ภาพประกอบ 25 รอยอนุภาคแอลฟานบนแผ่นพอลิคาร์บอนเนตหนา $6\ \mu\text{m}$ ที่ระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟานาน
30 นาที ใช้เวลาในการกัดขยายรอย 15 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของ
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ภาพ SEM กำลังขยาย 7,000x)



ภาพประกอบ 26 รอยอนุภาคแอลฟานบนแผ่นพอลีคาร์บอนเนตหนา 6 μm ที่ระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟานาน 60 นาที ใช้เวลาในการกักขายรอย 15 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ภาพ SEM กำลังขยาย 7,000x)



ภาพประกอบ 27 รอยอนุภาคแอลฟานบนแผ่นพอลีคาร์บอนเนตหนา 6 μm ที่ระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟานาน 120 นาที ใช้เวลาในการกักขายรอย 15 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ภาพ SEM กำลังขยาย 7,000x)



ภาพประกอบ 28 รอยอนุภาคแอลฟานบนแผ่นพอลิคาร์บอนเนตหนา 6 μm ที่ระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟานาน 60 นาที ใช้เวลาในการกัดขยายรอย 15 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ด้านหลังของการระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟา ภาพ SEM กำลังขยาย 7,000x)

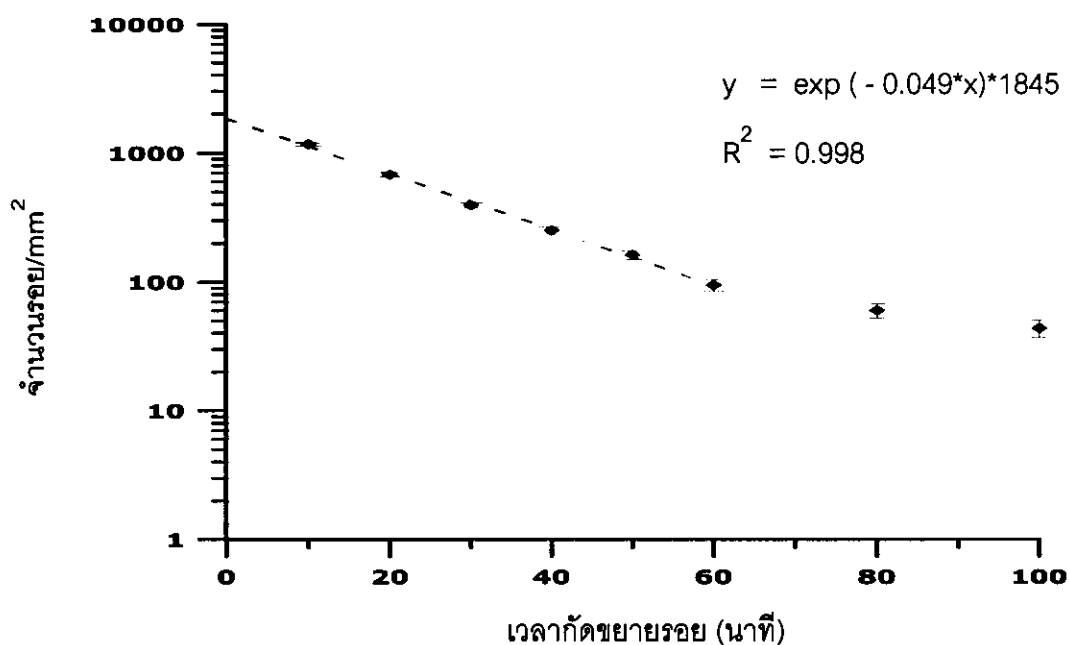
4.2 ผลการควบคุมความหนาแน่นของรอย

จากการที่ทำให้เกิดรอยบนแผ่นฟิล์มโดยใช้เวลาที่ต่างกันในการระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟาที่เกิดจากปฏิกิริยาทางนิวเคลียร์ระหว่างนิวตรอนกับแผ่นคอนเวอร์เตอร์นิวตรอนนั้นและนำไปกัดขยายรอยทางเคมีในเวลาที่แตกต่างกันจากนั้นนำไปนับจำนวนรอยต่อพื้นที่ ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบหัวกลับ โดยมีตารางสี่เหลี่ยมที่ติดกับเลนส์ใกล้ตา ได้เป็น 6.25×10^{-4} ตารางเซนติเมตรที่กำลังขยาย 40×10 จากนั้นแปลงเป็น 100 ช่อง แล้วนำมาคำนวณให้เป็นจำนวนรอยต่อหนึ่งหน่วยตารางมิลลิเมตร ได้ผลตามตาราง 35, 36, 37, 38, 39

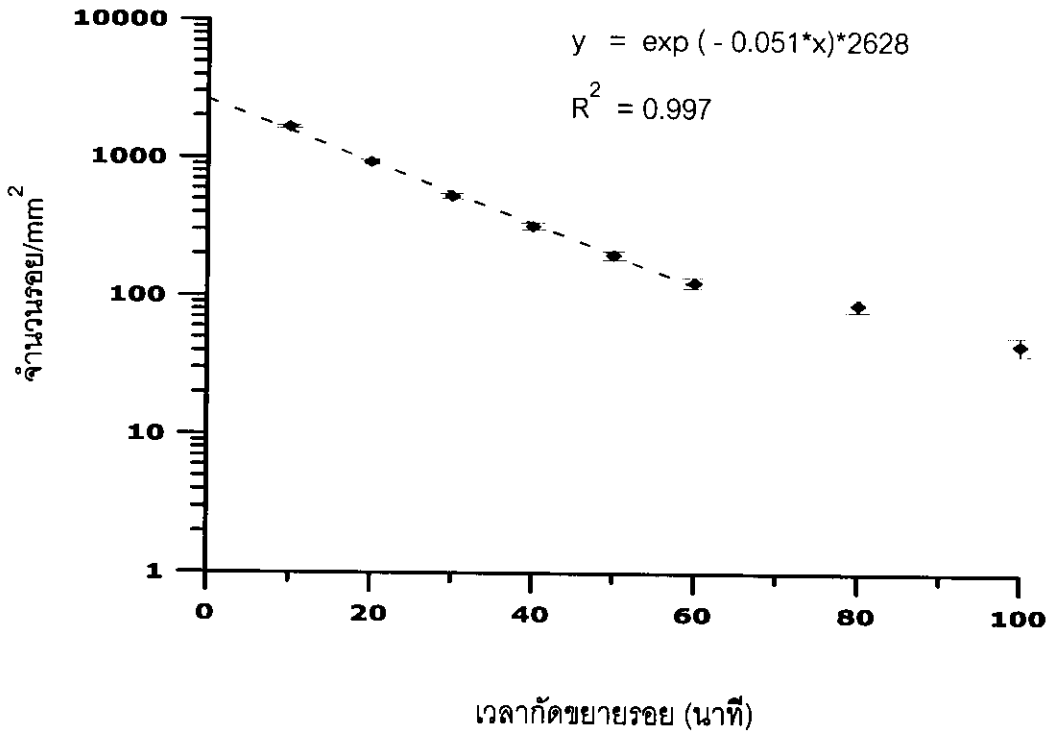
ภาพประกอบ 29 ผลของของจำนวนรอยต่อตารางมิลลิเมตรที่เกิดจากการระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟา
นาน 30 นาที และกัดขยายรอยที่ขนาดต่าง ๆ

ตาราง 5 จำนวนรอยของอนุภาคแอลฟาที่ใช้เวลาในการระดมยิง และกัคชยายรอย ณ เวลาต่างกัน

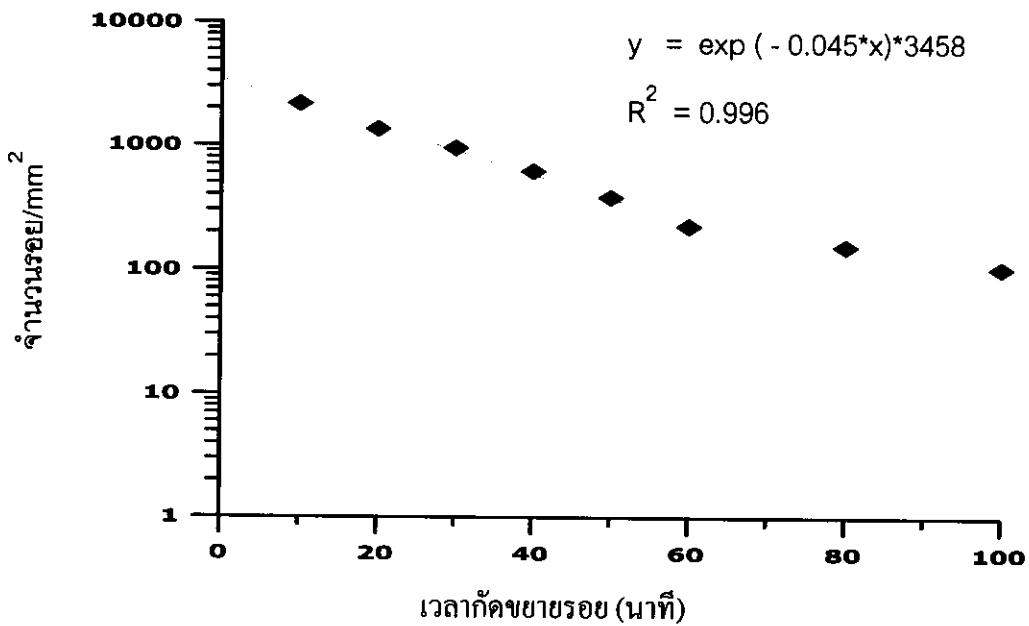
จำนวนรอยอนุภาคในการกัคชยายรอย(รอย/ตารางมิลลิเมตร)								
เวลาในการกัคชยาย รอย(นาที)	10	20	30	40	50	60	80	100
เวลาในการระดมยิง (นาที)								
30	1171	680	394	252	162	95	60	44
60	1664	938	533	324	201	128	89	46
120	2165	1359	953	620	381	224	155	104
240	3540	2199	1216	763	498	348	232	128
360	6290	3037	1662	1124	606	465	318	191



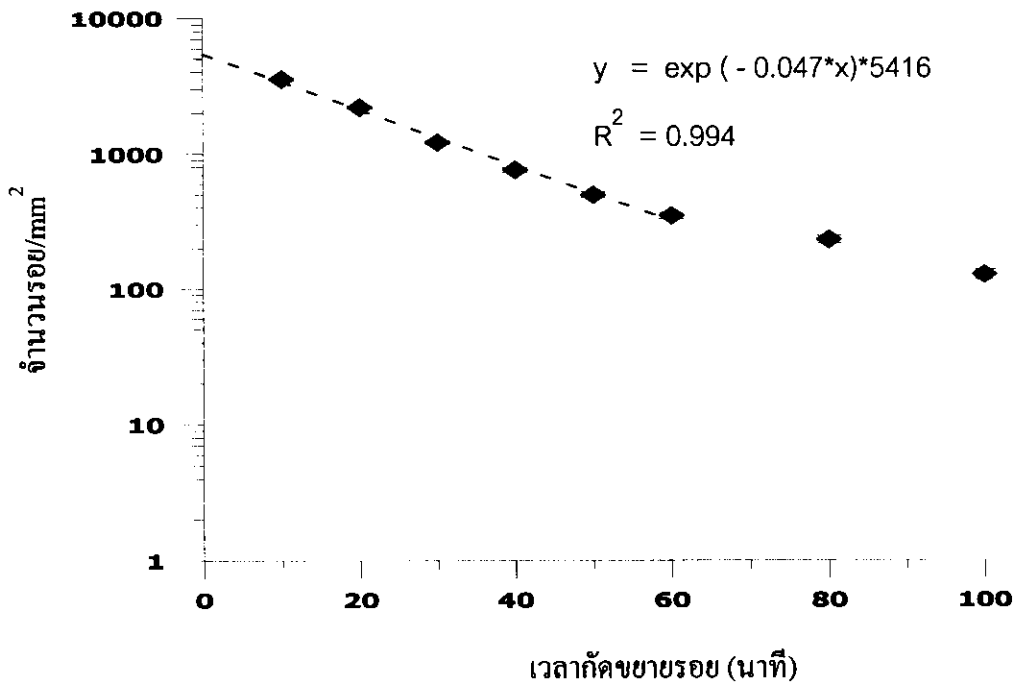
ภาพประกอบ 29 แสดงผลของจำนวนรอยต่อตารางมิลลิเมตรที่เกิดจากการระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟา นาน 30 นาที และกัคชยายรอยที่เวลาต่าง ๆ



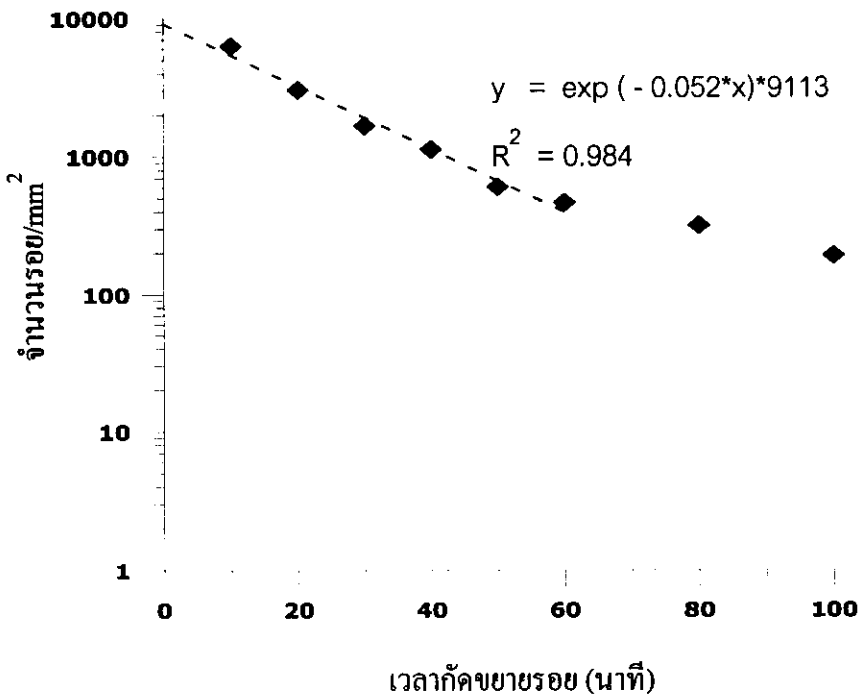
ภาพประกอบที่ 30 แสดงผลของจำนวนรอยต่อตารางมิลลิเมตรที่เกิดจากการระดมยิงด้วย อนุภาคแอลฟา นาน 60 นาที และกัคชขายรอยที่เวลาต่าง ๆ



ภาพประกอบ 31 แสดงจำนวนรอยต่อตารางมิลลิเมตรจากการระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟา นาน 120 นาที ที่เกิดขึ้นหลังจากกัคชขายรอยที่เวลาต่าง ๆ



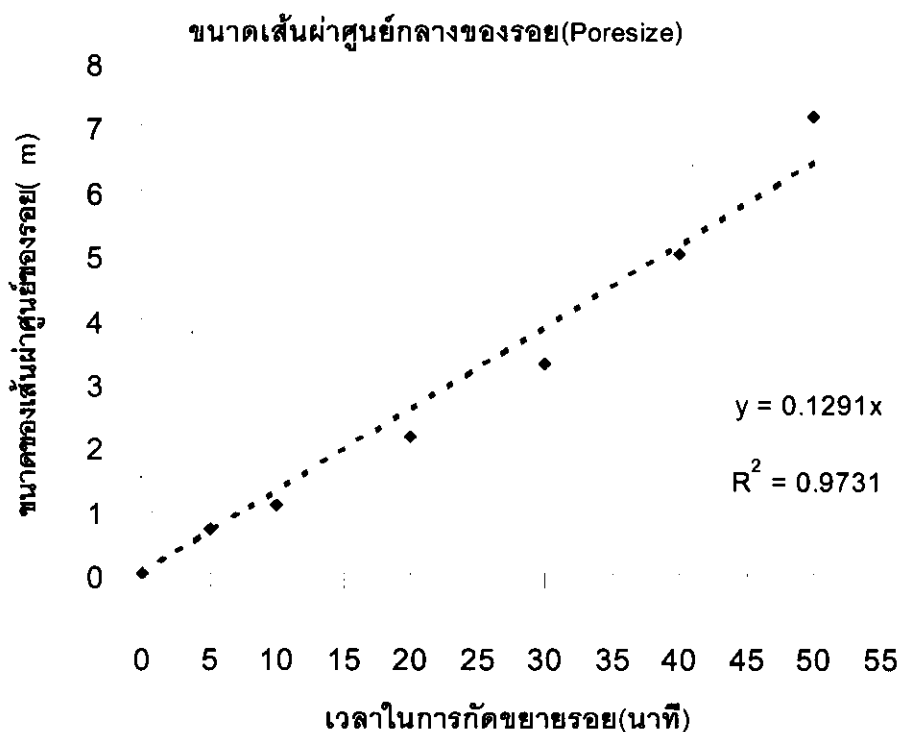
ภาพประกอบ 32 แสดงจำนวนรอยต่อตารางมิลลิเมตรจากการระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟา นาน 240 นาที ที่เกิดขึ้นหลังจากกักขायรอยที่เวลาต่าง ๆ



ภาพประกอบ 33 แสดงจำนวนรอยต่อตารางมิลลิเมตรจากการระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟา นาน 360 นาที ที่เกิดขึ้นหลังจากกักขायรอยที่เวลาต่าง ๆ

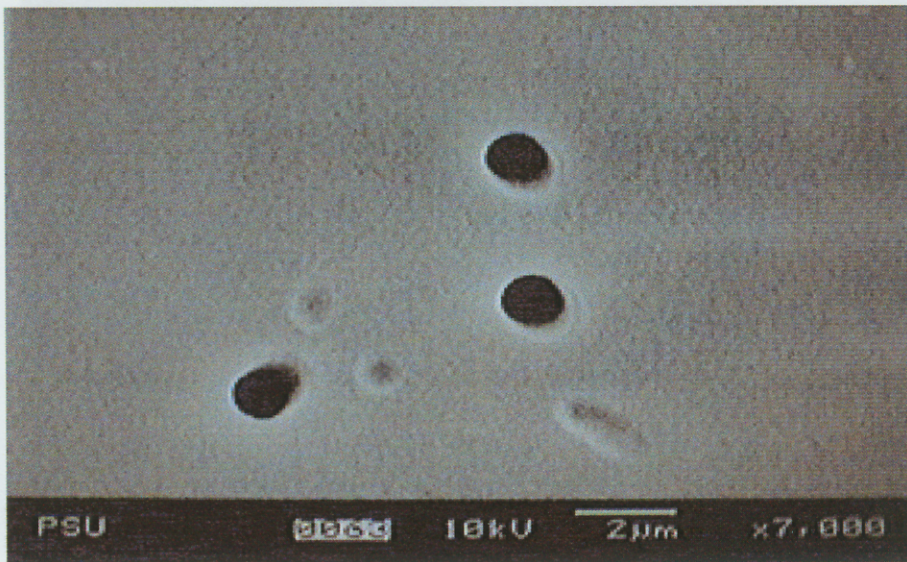
4.3 ผลของอัตราการกักขายรอยด้วยสารเคมี

จากการกักขายรอยด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 6.25 N ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ทำให้ได้อัตราของการกักขายรอยของรูนุภาค แสดงตามภาพประกอบ 37

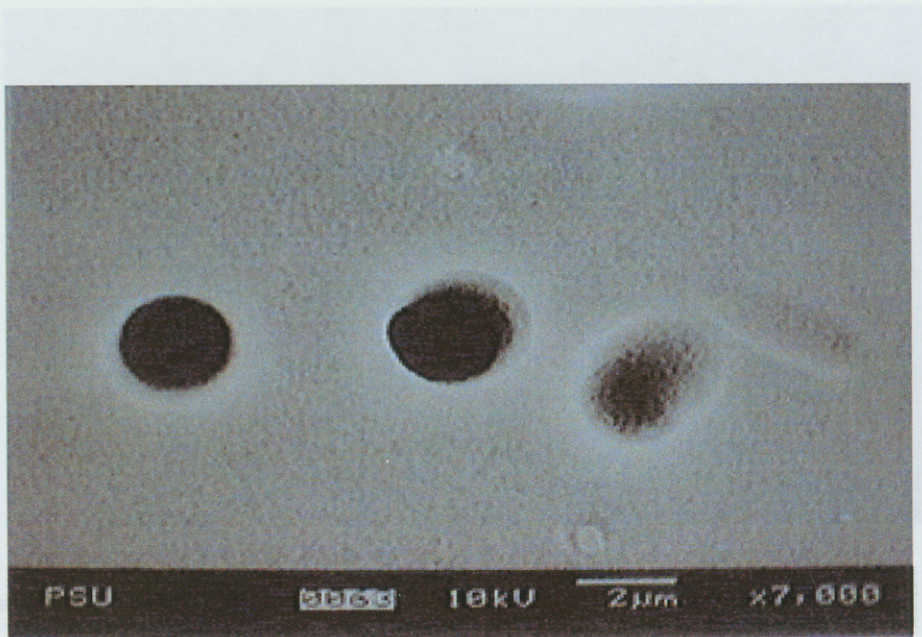


ภาพประกอบ 34 แสดงอัตราการกักขายรอยที่เวลาต่าง ๆ โดยใช้อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N

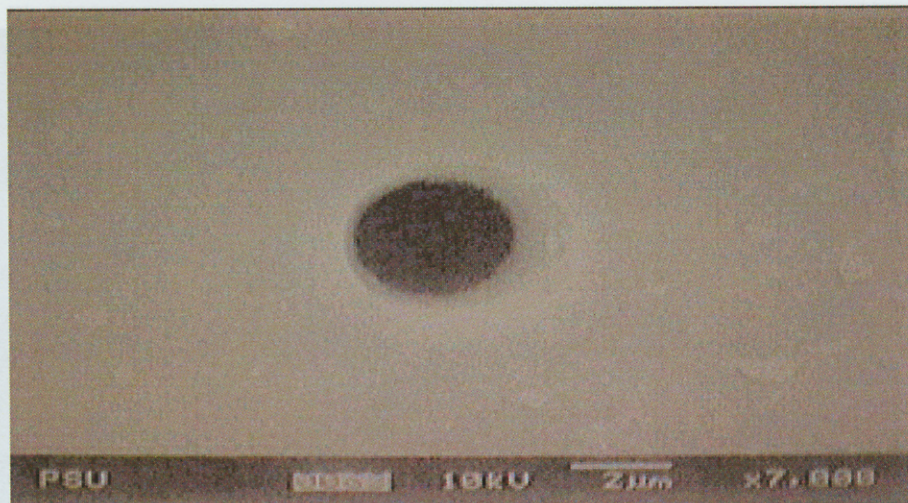
โดยขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของรูนุภาค จะขึ้นอยู่กับเวลาในการกักขายรอยตามภาพประกอบ 35 , 36 , 37 , 38 , 39 , 40 , 41 , 42 , 43



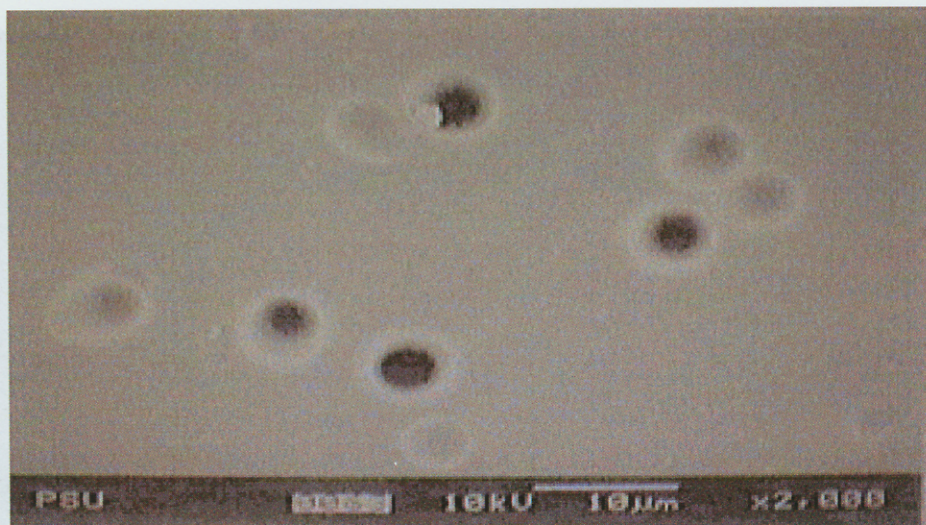
ภาพประกอบที่ 35 แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยอนุภาคแอลฟา ที่ใช้เวลาในการกัดขยายรอย 10 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ภาพ SEM กำลังขยาย 7,000x)



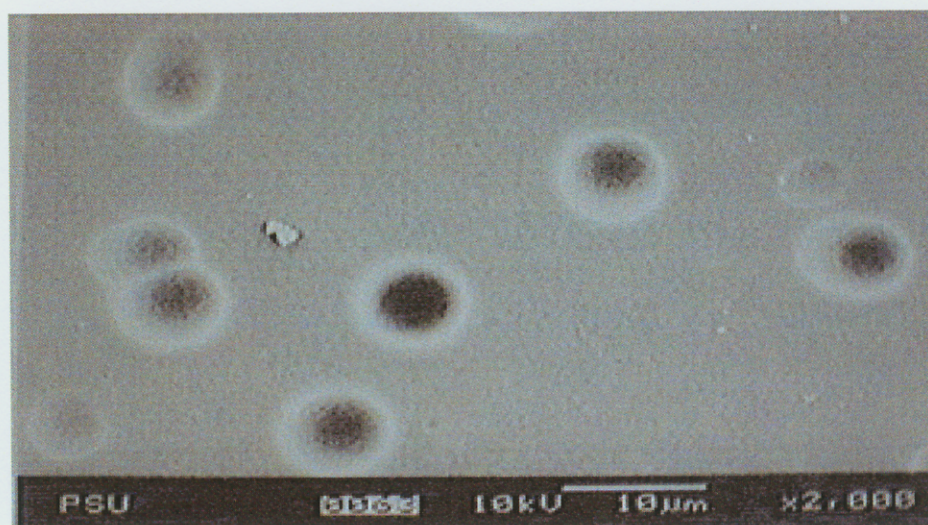
ภาพประกอบที่ 36 แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยอนุภาคแอลฟา ที่ใช้เวลาในการกัดขยายรอย 20 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ภาพ SEM กำลังขยาย 7,000x)



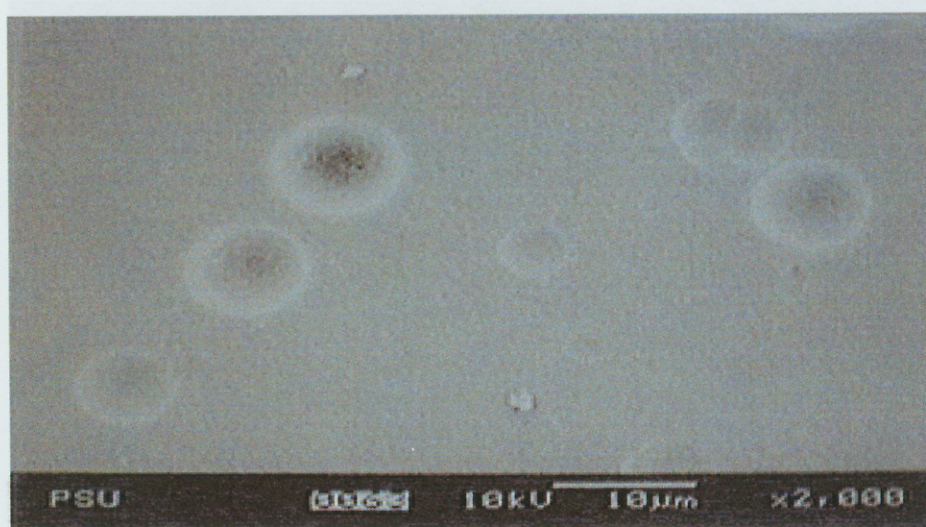
ภาพประกอบ 37 แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยอนุภาคแอลฟา ที่ใช้เวลาในการกักขยายรอย 30 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ภาพ SEM กำลังขยาย 7,000x)



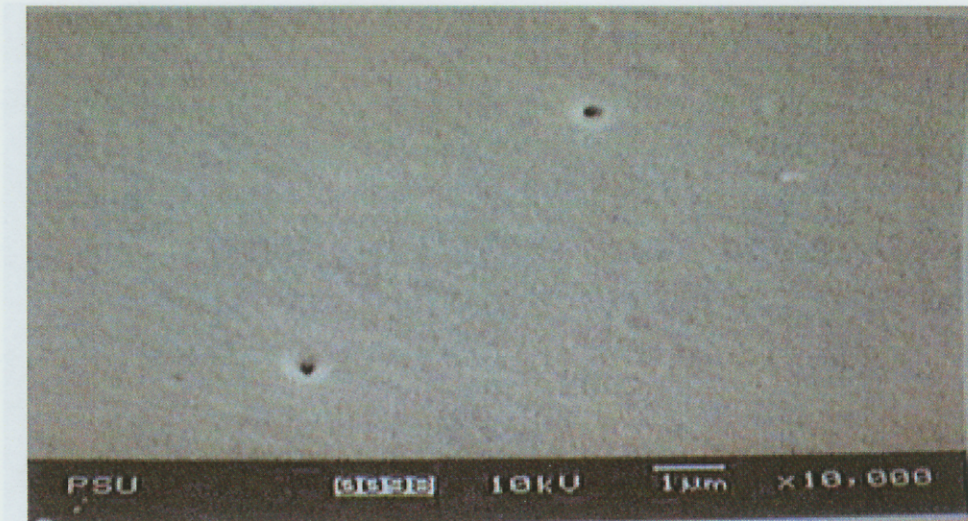
ภาพประกอบ 38 แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยอนุภาคแอลฟา ที่ใช้เวลาในการกักขยายรอย 40 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ภาพ SEM กำลังขยาย 2,000x)



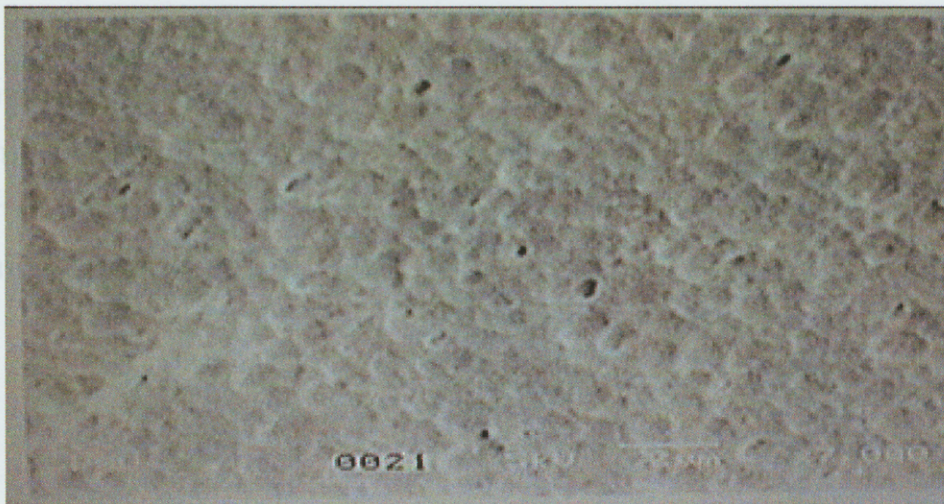
ภาพประกอบ 39 แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยอนุภาคแอลฟา ที่ใช้เวลาในการกักขยายรอย 50 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ภาพ SEM กำลังขยาย 2,000x)



ภาพประกอบ 40 แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยอนุภาคแอลฟา ที่ใช้เวลาในการกักขยายรอย 60 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ภาพ SEM กำลังขยาย 2,000x)



ภาพประกอบ 41 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยอนุภาคแอลฟา บนแผ่นพอลิคาร์บอเนตหนา 6 μm ที่ใช้เวลาในการกัดขยายรอย 5 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ภาพ SEM กำลังขยาย 10,000x)



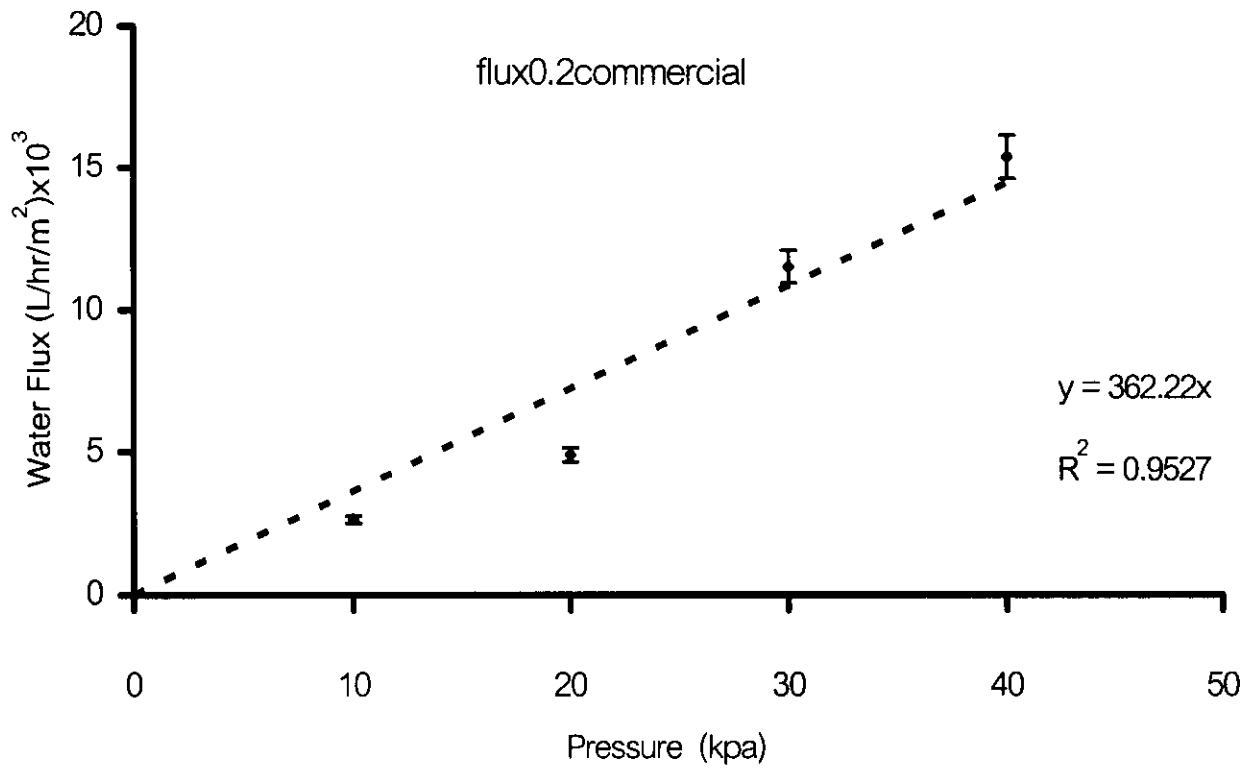
ภาพประกอบ 42 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยอนุภาคแอลฟา บนแผ่นพอลิคาร์บอเนตหนา 6 μm ที่ใช้เวลาในการกัดขยายรอย 10 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ภาพ SEM กำลังขยาย 7,000x)



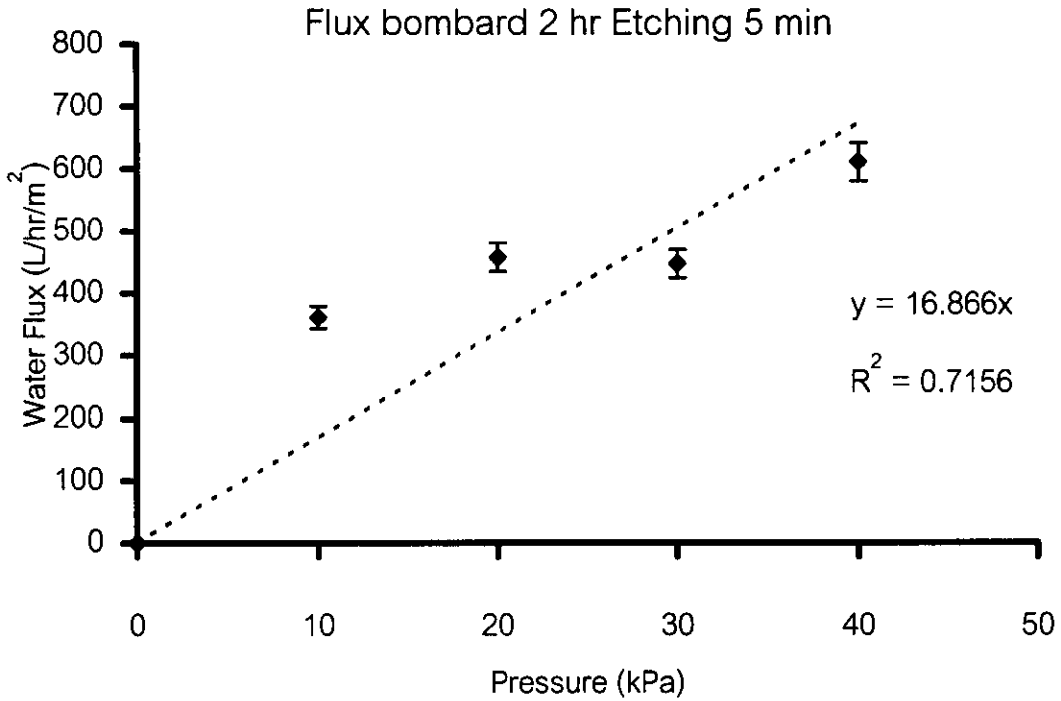
ภาพประกอบ 43 แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยอนุภาคแอลฟา บนแผ่นพอลิคาร์บอเนต $6\ \mu\text{m}$ ที่ใช้เวลาในการกักขยารอย 15 นาที อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N (ภาพ SEM กำลังขยาย 7,000x)

4.4 ผลของการวัดฟลักซ์ของน้ำ

การเปรียบเทียบเมมเบรนจากบริษัทที่ผลิตขายในเชิงพาณิชย์ กับเมมเบรนที่ผลิตขึ้นเอง ทำได้โดยการวัดฟลักซ์ของน้ำเพื่อเป็นการทดสอบว่ารอยที่เกิดจากการกักขยารอยมีการทะลุไปอีกด้านหนึ่งหรือไม่ ผลที่ได้แสดงตามภาพประกอบ 44 , 45 , 46 , 47 , 48, 49, 50

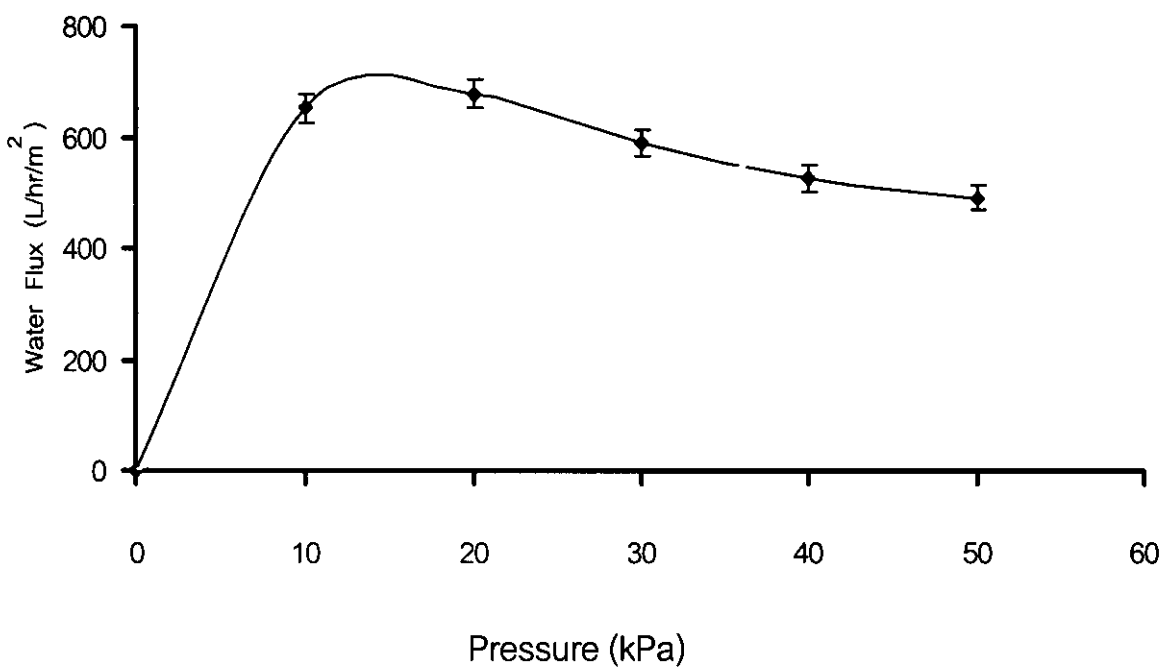


ภาพประกอบ 44 แสดงผลพลักซ์ของน้ำผ่านเมมเบรนหนา $6 \mu\text{m}$ ที่มีขายในเชิงพาณิชย์ขนาดรู $0.2 \mu\text{m}$. โดยเปลี่ยนแปลงความดัน



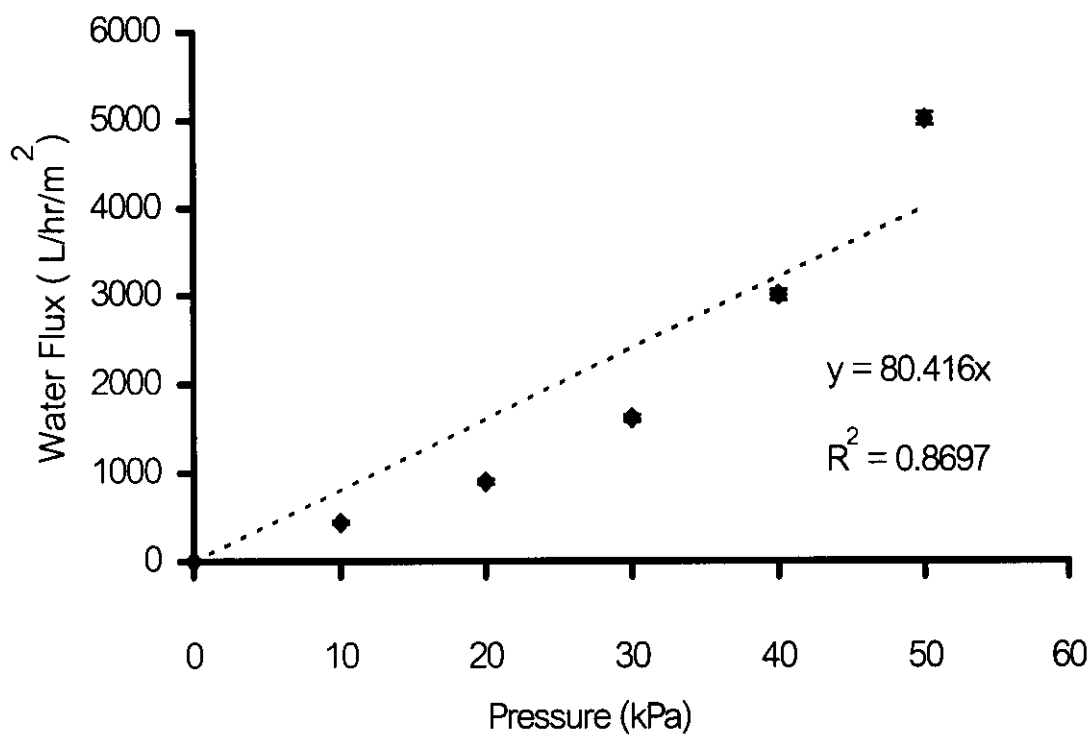
ภาพประกอบ 45 แสดงผลฟลักซ์ของน้ำผ่านเมมเบรนหนา 6 μm ที่ผลิตขึ้นเองเวลาที่ใช้ในการระดมยิงนาน 120 นาที กัดขยายรอยที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N เวลาในการกัดขยายรอย 5 นาที

flux 2 hr Etching 15 min Home-made



ภาพประกอบ 46 แสดงผลฟลักซ์ของน้ำผ่านเมมเบรนที่ผลิตขึ้นเอง เวลาที่ใช้ในการระดมยงนาน 120 นาที
กักขยารอยที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
6.25 N เวลาในการกักขยารอย 15 นาที

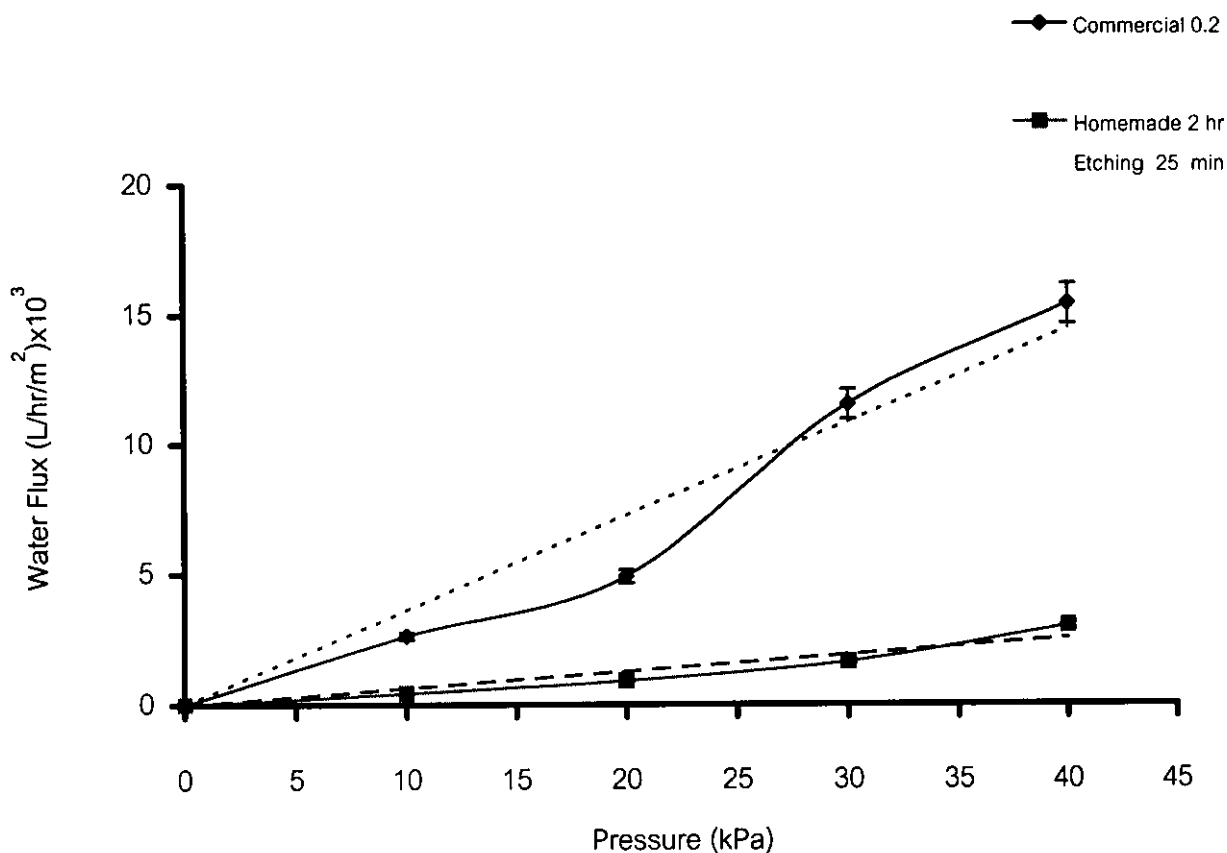
Flux bombard 2 hr Etching 25 min



ภาพประกอบ 47 แสดงผลลัพธ์ของน้ำผ่านเมมเบรนที่ผลิตขึ้นเอง เวลาที่ใช้ในการระดมยิงนาน 120 นาที กัดขยายรอยที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N เวลาในการกัดขยายรอย 25 นาที

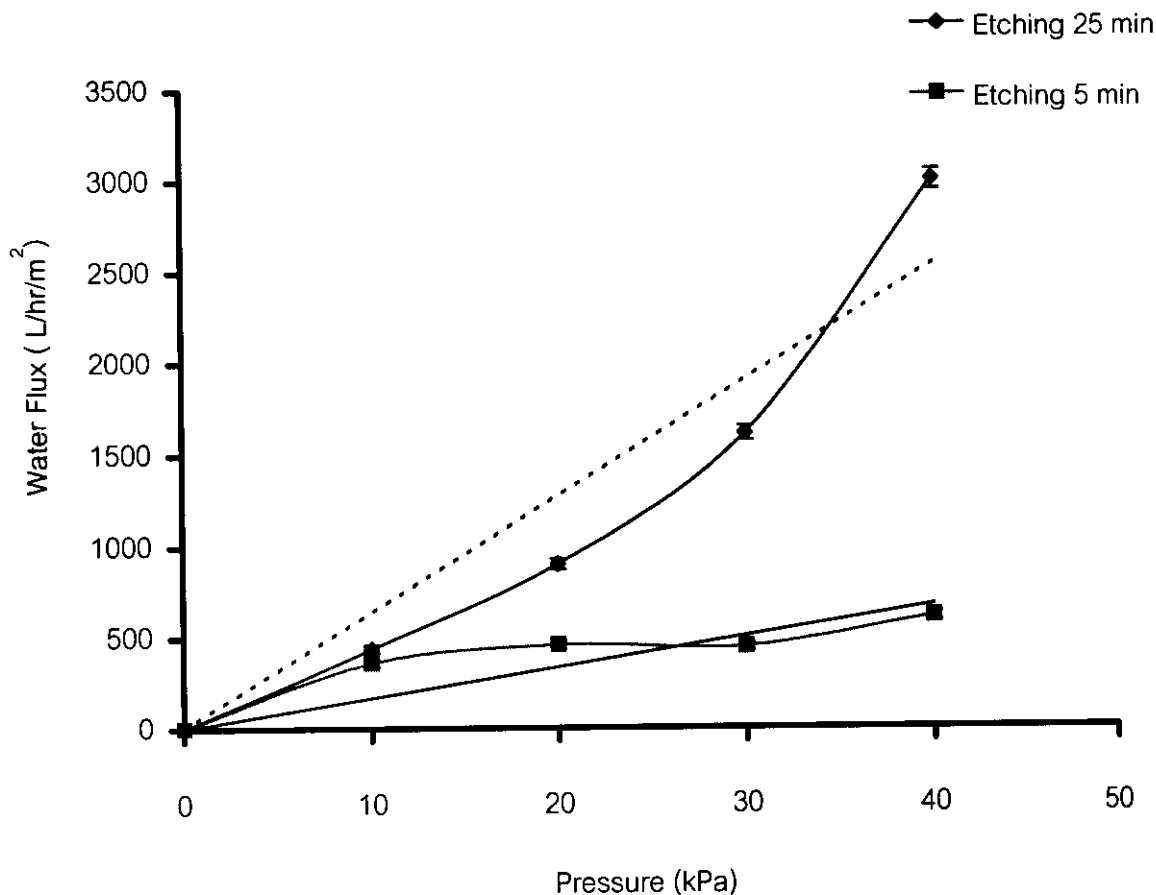
Compare Water Flux Flow through Commercial and Membrane 2 hr

Etching 25 min



ภาพประกอบ 48 แสดงผลการเปรียบเทียบฟลักซ์ของน้ำระหว่างเมมเบรนที่มีขายในเชิงพาณิชย์กับเมมเบรนที่ผลิตขึ้นเอง ของแผ่นเมมเบรนที่มีเวลาในการระดมยิงด้วยอนุภาคแอลฟานาน 120 นาที กัดขยายรอยที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N เวลาในการกัดขยายรอย 25 นาที

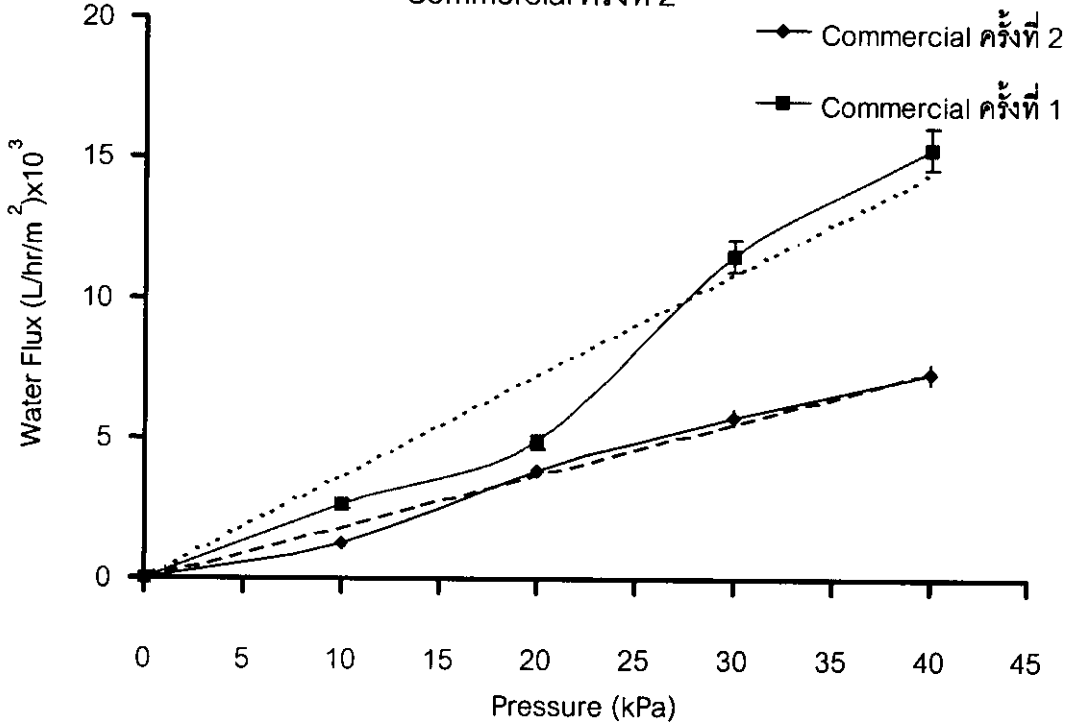
Flux Comparison between two chemical etching time



ภาพประกอบ 49 แสดงผลการเปรียบเทียบฟลักซ์ของน้ำระหว่างเมมเบรนที่ผลิตขึ้นเองของตัวที่ใช้เวลาในการกัดขยายรอย 5 นาที กับ 25 นาที เวลาที่ใช้ในการระดมยิงนาน 120 นาที กัดขยายรอยที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6.25 N

Comparing Water Flux obtained from Commercial ครั้งที่ 1 และ

Commercial ครั้งที่ 2



ภาพประกอบ 50 แสดงการเปรียบเทียบฟลักซ์ของน้ำระหว่างเมมเบรนที่มีขายในเชิงพาณิชย์ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2