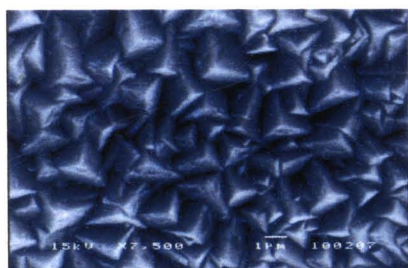


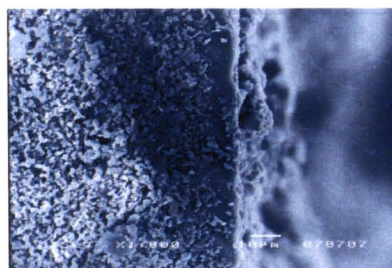


รายงานการวิจัย เรื่อง

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) "นวัตกรรมการผลิตเอทานอลบริสุทธิ์ด้วยกระบวนการแยกด้วย
แผ่นเยื่อบางชนิด โซเดียม-เอ"
(ภาษาอังกฤษ) "Performance of sodium A (NaA) zeolite membrane for
water-ethanol separation"



ก.



ข.

ภาพ SEM ของแผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ บนตัวรองรับอะลูมินา ก. ด้านผิวหน้า และ ข. ด้านตัดขวาง

โดย

ชื่อนักวิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา วงศ์เกษมจิตต์

หน่วยงาน วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภท โครงการสนับสนุนการวิจัยขยายผลสู่การปฏิบัติและ
พัฒนาต่อยอดงานวิจัยและสิ่งประดิษฐ์

จาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๓



สารบัญ

หน้า

สารบัญ	i
สารบัญตาราง	iii
สารบัญรูปภาพ	iv
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	v
กิตติกรรมประกาศ	vi
ชื่อโครงการ	1
ผู้รับผิดชอบ	1
บทนำ	
เนื้อหาเกี่ยวกับงานวิจัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	5
ทฤษฎี สมมติฐาน และหรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6



การดำเนินการวิจัยและผลการทดลอง

การเตรียมสารตั้งต้นเพื่อใช้สังเคราะห์แผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ (NaA zeolite seed powder)	6
การสังเคราะห์แผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ (NaA zeolite membrane)	8

ผลการทดลอง อภิปรายและวิจารณ์ผลการวิจัย

การสังเคราะห์แผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ ด้วยกระบวนการไมโครเวฟ (Microwave technique)	8
การสังเคราะห์แผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ ด้วยกระบวนการให้ความร้อน (Autoclave technique)	9
ประสิทธิภาพของแผ่นเยื่อบางที่สามารถสังเคราะห์ได้	11
การผลิเตทานอลที่มีความบริสุทธิ์มากกว่า 99.5% โดยปริมาตร	12
ประสิทธิภาพของแผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ : เสถียรภาพในการใช้งานแผ่นเยื่อบางในระบบการแยกด้วยแผ่นเยื่อบาง	14

หน้า

การศึกษา ออกแบบ และจัดสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แผ่นเยื่อบางชนิดโซเดียม-เอ ขนาดใหญ่	
ตลอดจน อุปกรณ์ในการแยกด้วยแผ่นเยื่อบางขนาดใหญ่	14
ประสิทธิภาพของแผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอขนาดใหญ่ สำหรับการแยกน้ำออกจากเอทานอล	
ด้วยกระบวนการแยกด้วยแผ่นเยื่อบาง (pervaporation system) ขนาดใหญ่	16
ประสิทธิภาพของกระบวนการแยกด้วยแผ่นเยื่อบาง (pervaporation system) ในการผลิตเอทานอล	
บริสุทธิ์ 99.5% โดยปริมาตร เทียบกับ กระบวนการอื่นๆ ในด้านเศรษฐกิจ	
(techno-economic study)	18
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการทดลอง	19
ข้อเสนอแนะ	19
บรรณานุกรม	20
คำชี้แจงอื่นๆ	21
ภาคผนวก	21
บทความวิจัย “Performance of sodium A zeolite membranes synthesized via microwave and autoclave techniques for water–ethanol separation: Recycle-continuous pervaporation process”, Desalination, 269 (2011), 78-83	21
บทความวิจัย “Optimization of synthesis time for high performance of NaA zeolite membranes synthesized via autoclave for water-ethanol separation”, Desalination, In press	27
บทความวิจัยของโครงการนี้ ได้รับการตอบรับให้ไปเสนอผลงานวิจัยที่การประชุมนานาชาติ (“Technoeconomics-Simulation Comparison Between Pervaporation-Commercial Distillation for Ethanol Production”, POLYCHAR 19 – World Forum on Advanced Materials, March 20-24, 2011, Kathmandu, Nepal) และอยู่ระหว่างการพิจารณาของคณะกรรมการเพื่อนำไปตีพิมพ์ในวารสาร Journal of Polymer Science and Technology.	34
บทความวิจัยของโครงการนี้ ได้รับการตอบรับให้ไปเสนอผลงานวิจัยที่การประชุมนานาชาติ (“High Performance of Polybenzoxazine Membranes for Ethanol-Water Separation via Pervaporation Technique”, POLYCHAR 19 – World Forum on Advanced Materials, March 20-24, 2011, Kathmandu, Nepal) และอยู่ระหว่างการพิจารณาของคณะกรรมการเพื่อนำไปตีพิมพ์ในวารสาร Journal of Polymer Science and Technology.	56

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	ปริมาณการใช้พลังงานในการแยกน้ำออกจากสารละลายเอทานอล
ตารางที่ 2	ประสิทธิภาพของแผ่นเยื่อบางชนิดไฮโดรฟิลิกชนิดโซเดียม-เอ ที่สังเคราะห์ได้ ในการแยกน้ำออกจากเอทานอลในกระบวนการแยกด้วยแผ่นเยื่อบาง
ตารางที่ 3	ตารางแสดงถึงพลังงานที่ใช้ และค่าใช้จ่ายที่ใช้ ในการผลิตเอทานอลด้วยกระบวนการต่างๆ

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 1	XRD pattern ของสารตั้งต้นซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ	7
รูปที่ 2	ภาพ SEM ของสารตั้งต้นซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ	7
รูปที่ 3	ภาพ SEM ของแผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ บนตัวรองรับอะลูมินา (ด้านหน้า)	8
รูปที่ 4	ภาพ SEM ของแผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ บนตัวรองรับอะลูมินา (ด้านตัดขวาง)	9
รูปที่ 5	ภาพ SEM ของแผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ จากกระบวนการความร้อน (ด้านหน้า)	9
รูปที่ 6	ภาพ SEM ของแผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ จากกระบวนการความร้อน (ด้านตัดขวาง)	10
รูปที่ 7	ความบริสุทธิ์ของเอทานอลที่สามารถผลิตได้ด้วยกระบวนการแยกด้วยแผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ ที่สังเคราะห์จากกระบวนการไมโครเวฟ ต่อเวลา	12
รูปที่ 8	ความบริสุทธิ์ของเอทานอลที่สามารถผลิตได้ด้วยกระบวนการแยกด้วยแผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ ที่สังเคราะห์จากกระบวนการความร้อน ต่อเวลา	12
รูปที่ 9	อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอขนาดใหญ่ และชุดอุปกรณ์สำหรับกระบวนการแยกด้วยแผ่นเยื่อบางขนาดใหญ่	14
รูปที่ 10	ชุดอุปกรณ์สำหรับกระบวนการแยกด้วยแผ่นเยื่อบางขนาดใหญ่ (large scale pervaporation system)	14
รูปที่ 11	แผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอขนาดใหญ่ ที่สังเคราะห์โดยใช้ตัวรองรับอะลูมินา (Alumina support)	15
รูปที่ 12	แผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอขนาดใหญ่ ที่สังเคราะห์บนตัวรองรับอะลูมินา (Alumina support)	16

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย (Abbreviations)

NaA	Sodium A
XRD	X-rays Diffraction
SEM	Scanning Electron Microscope
EtOH	Ethanol (เอทานอล)
H ₂ O	Water (น้ำ)
MWMs	Microwave Membranes (แผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอที่สังเคราะห์ได้จากกระบวนการไมโครเวฟ)
ACMs	Autoclave Membranes (แผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอที่สังเคราะห์ได้จากกระบวนการความ
	ร้อน)
J	Total water flux (kg/m ² /h)
α	Separation factor (dimensionless)
W	น้ำหนักของน้ำทั้งหมดที่สามารถผ่านแผ่นเยื่อบางได้ (กิโลกรัม)
A	พื้นที่ผิวทั้งหมดของแผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ
T	เวลาที่ใช้ในการแยก (ชั่วโมง)
perm	Permeate (ส่วนที่สามารถซึมผ่านแผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ ไปได้)
reten	Retentate (ส่วนที่ไม่สามารถซึมผ่านแผ่นเยื่อบางซีโอไลต์ชนิดโซเดียม-เอ ไปได้)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนโครงการวิจัยนี้ เป็น
อย่างดียิ่งตลอดโครงการ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

โครงการวิจัย (Research project) ฉบับสมบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

ประเภททุน โครงการสนับสนุนการวิจัยขยายผลสู่การปฏิบัติและพัฒนาต่อยอดงานวิจัยและสิ่งประดิษฐ์

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย): นวัตกรรมการผลิตเอทานอลบริสุทธิ์ด้วยกระบวนการแยกด้วยแผ่นเยื่อบางชนิด
โซเดียม-เอ

(ภาษาอังกฤษ): Performance of Sodium A (NaA) zeolite membrane for water-ethanol separation

ผู้รับผิดชอบ

นางสุจิตรา วงศ์เกษมจิตต์

วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พญาไท ปทุมวัน กทม. 10330

โทรศัพท์ 02-218-4133, 089-796-2524

โทรสาร 02-215-4459

E-mail: dsujitra@chula.ac.th

1.1 หัวหน้าโครงการ

ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย) นางสุจิตรา วงศ์เกษมจิตต์

(ภาษาอังกฤษ) Ms. Sujitra Wongkasemjit

ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์

หน่วยงาน วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พญาไท ปทุมวัน กทม. 10330

โทรศัพท์ 02-218-4133, 089 796 2524

โทรสาร 02-215-4459

E-mail sujitra.d@chula.ac.th

บทบาท ศึกษาการผลิตแผ่นเยื่อบางชนิดโซเดียม-เอ และการประยุกต์การใช้งานแผ่นเยื่อบางในการแยกน้ำออกจากเอทานอล ตลอดจนการประสานงานในแต่ละขั้นตอน

1.2 ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย) นายธีรศักดิ์ ฤกษ์สมบูรณ์

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Thirasak Rirksomboon

ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์

หน่วยงาน วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พญาไท ปทุมวัน กทม. 10330

โทรศัพท์ 02-218-4136 โทรสาร 02-215-4459

E-mail: T.Rirksomboon@unb.ca

บทบาท ศึกษาการออกแบบเครื่องมือที่จะใช้ในการแยก และการประยุกต์การใช้งานแผ่นเยื่อบางในการแยกน้ำออกจากเอทานอล