รายการอ้างอิง

1. ขันทอง สุนทราภา. การพัฒนาเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอนสำหรับเซลล์เชื้อเพลิง. ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.
2. อัญชลี อินตรา. การเตรียมและลักษณะสมบัติของเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนโปรตอนจากไคโตซานคอมโพสิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547.
3. Lufrano, F., Gatto, I., Staiti, P., Antonucci, V., and Passalacque, E. Sulfonated polysulfone ionomer membranes for fuel cells. Solid State Ionics (2001): 47-51.
4. Wikipedia the free encyclopedia, fuel cell system [online], available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_cell, [2005, December 5].
5. Fuel cell test and evaluation center, types of fuel cell [online], available from: http://www.fctec.com/fctec_types_pemfc.asp, [2005, September 18].
6. Nafion®-Perfluorosulfonate Ionomer, Phase Model of Nafion® Clusters [online], available from: http://www.psrc.usm.edu/mauritz/nafion.html, [2005, September 20].
7. Nishi, N., Maekita, Y., Nishimura, S., Hasegawa, O., and Tokura, S. Highly phosphorylated derivatives of chitin, partially deacetylated chitin and chitosan as new functional polymers: metal binding property of the insolubilized materials. J. Biological Macromolecules 9 (1987): 109-114.
8. Park, H. B., Shin, H. S., Lee, Y. M., and Rhim, J. W. Annealing effect of sulfonated polysulfone ionomer membranes on proton conductivity and methanol. J. Membrane Science 247 (2006): 103-110.
9. วิภายุ บุญเจริญสุข. 2537. รายงานปัญหาพิเศษ เรื่อง ซีโอไลท์. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อ้างถึงใน ทรรศินา จรัสรัตนมงคล. การผลิตซีโอไลท์ด้วยดินเบาให้เป็นสารดูดจับและการทดลองบำบัดน้ำเสียในนากุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2542.
10. สัญชนาถ สินธวารยัน. และ สมชาย พานิชสาส์น. 2540. การสังเคราะห์ซีโอไลท์จากเถ้าลอยซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ถ่านหิน. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อ้างถึงใน ทรรศินา จรัสรัตนมงคล. การผลิตซีโอไลท์ด้วยดินเบาให้เป็นสารดูดจับและการทดลองบำบัดน้ำเสียในนากุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2542.

11. Wang, X. R., Tang, Z. K., and Ge, W. K. Pseudo hysteresis current loop and negative deferential resistance in cluster superlattice of tellurium in zeolite. Physica B 271 (1999): 386-395.

12. Tricoli, V., and Nannetti, F. Zeolite-Nafion composites as ion conducting membrane materials. Electrochimica Acta 48 (2003): 2625-2633.

13. Libby, B., Smyrl, W. H., and Cussler, E. L. Polymer-zeolite composite membranes for direct methanol fuel cells. J. AIChE 49 (2003): 991-1001.

14. Kwak, S. H., Yang, T. H., Kim, C. S., and Yoon, K. H. Nafion/mordenite hybrid membrane for high-temperature operation of polymer electrolyte membrane fuel cell. J. Power Sources 118 (2003): 200-204.

15. Wan, Y., Creber, K. A. M., Peppley, B., and Bui, V. B. Ionic Conductivity of Chitosan Membrane. Polymer 44 (2003): 1057-1065.

16. Hayes, E. R. Determination of degree of acetylation of chitin and chitosan. Method in Enzymology 161 (1998): 443-446.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลการทดลอง

1. สมบัติของไคโตซานที่เตรียมได้

ตารางที่ ก.1 ค่าความหนืดและร้อยละการกำจัดหมู่แอซีทิล

ความหนืด (เซนติพอยส์)	ร้อยละการกำจัดหมู่แอซีทิล
3,171±156	90.6 ± 0.18

2. ค่าร้อยละการดูดซับน้ำและร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนา

ตารางที่ ก.2 ค่าร้อยละการดูดซับน้ำและร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนาของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟนคอมโพซิตเทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion®117

ชนิดของเมมเบรน	ร้อยละการดูดซับน้ำ	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนา
Nafion®117	17.9±1.2	26.9±2.5
Crosslinked chitosan	92.7±1.9	165.1±3.5
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	96.4±0.6	114.9±3.0
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	99.1±1.5	108.9±3.1
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	101.3±1.2	103.8±3.3
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	105.3±2.5	96.2±1.8
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	109.0±1.4	91.9±2.5
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	114.6±2.4	87.7±1.8
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	124.8±3.3	79.7±1.6
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	125.7±2.5	70.7±2.3
Polysulfone	4.3±1.5	5.4±0.9
Polysulfone-zeolite 40%	15.0±1.1	5.6±1.3

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ชนิดของเมมเบรน	ร้อยละการดูดซับน้ำ	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนา
Polysulfone-zeolite 50%	16.4±2.5	5.7±0.7
Sulfonated polysulfone	19.4±1.2	13.0±2.7
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	24.9±3.9	10.2±2.1
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	29.2±3.1	9.6±2.1

3. ค่าความสามารถทนต่อแรงดึง

ตารางที่ ก.3.1 ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟนคอมโพซิตเทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion®117

ชนิดของเมมเบรน	ค่าความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)
Nafion®117	36.0±1.5
Crosslinked chitosan	81.9±2.0
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	73.5±2.4
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	66.4±0.4
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	61.4±0.6
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	57.1±1.1
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	53.3±0.6
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	49.5±2.0
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	44.8±1.5
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	40.1±0.1
Polysulfone	53.4±9.2
Polysulfone-zeolite 40%	50.2±6.8

ตารางที่ ก.3.1 (ต่อ)

ชนิดของเมมเบรน	ค่าความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)
Polysulfone-zeolite 50%	47.7±2.9
Sulfonated polysulfone	32.7±1.0
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	19.9±1.0
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	18.3±1.5

ตารางที่ ก.3.2 ค่าความสามารถทนต่อแรงดึงของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิตที่โดปด้วยกรดซัลฟิวริก ร้อยละ 2 ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของเมมเบรน	ค่าความสามารถทนต่อแรงดึง (MPa)
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	57.1±1.7
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	51.8±2.8
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	46.2±1.0
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	42.6±1.5

4. **ค่าการซึมผ่านของแก๊ส**

ตารางที่ ก.4.1 การซึมผ่านแก๊สออกซิเจนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของเมมเบรน	การซึมผ่านแก๊สออกซิเจน (แบเรอร์)
Nafion®117	124.5±18.5
Crosslinked chitosan	0
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	0
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	0

ตารางที่ ก.4.2 ค่าการซึมผ่านของอากาศของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของเมมเบรน	การซึมผ่านของอากาศ (แบเรอร์)
Nafion®117	180.5±17.9
Crosslinked chitosan	13.4±1.1
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	5.8±1.3
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	1.1±1.9

ตารางที่ ก.4.3 ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟนคอมโพซิตเทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion®117 ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจน (แบเรอร์)
Nafion®117	1,014±23.0
Crosslinked chitosan	225.2±1.7
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	214.0±2.4
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	206.2±1.7
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	198.7±2.8
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	191.3±2.4
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	187.0±1.4
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	180.1±4.0
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	176.7±4.0
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	170.9±1.6
Polysulfone	409.7±8.6
Polysulfone-zeolite 40%	364.9±4.4
Polysulfone-zeolite 50%	351.3±3.8
Sulfonated polysulfone	229.5±1.5
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	192.3±5.2

ตารางที่ ก.4.3 (ต่อ)

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจน (แบเรอร์)
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	178.2±9.4

ตารางที่ ก.4.4 ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟน คอมโพซิตเทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion®117 ที่อุณหภูมิ 50 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจน (แบเรอร์)
Nafion®117	1253.3±26.9
Crosslinked chitosan	246.0±3.1
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	225.2±4.5
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	220.8±6.0
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	214.1±1.7
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	209.2±7.4
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	205.3±4.0
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	203.7±0.9
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	196.1±0.8
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	181.3±4.4
Polysulfone	426.3±2.4
Polysulfone-zeolite 40%	398.4±7.6
Polysulfone-zeolite 50%	375.3±2.3
Sulfonated polysulfone	235.0±4.5
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	218.6±4.3
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	211.4±3.9

ตารางที่ ก.4.5 ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟนคอมโพซิตเทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion@117 ที่อุณหภูมิ 60 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจน (แบเรอร์)
Nafion@117	1417.2±34.6
Crosslinked chitosan	265.7±1.6
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	240.2±0.1
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	228.0±0.8
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	219.0±0.5
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	215.4±5.5
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	212.9±4.1
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	207.4±2.1
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	201.5±4.2
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	195.2±2.2
Polysulfone	438.1±0.9
Polysulfone-zeolite 40%	407.8±9.2
Polysulfone-zeolite 50%	386.9±16.8
Sulfonated polysulfone	245.2±4.4
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	223.6±4.3
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	215.6±3.5

ตารางที่ ก.4.6 ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟนคอมโพซิตเทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion®117 ที่อุณหภูมิ 70 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจน (แบเรอร์)
Nafion®117	1,647.7±16.8
Crosslinked chitosan	301.2±4.7
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	283.5±1.6
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	260.1±1.7
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	242.3±3.6
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	234.8±1.9
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	231.9±5.7
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	227.6±3.7
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	216.4±1.8
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	199.3±3.6
Polysulfone	470.0±9.4
Polysulfone-zeolite 40%	435.7±12.1
Polysulfone-zeolite 50%	398.2±4.1
Sulfonated polysulfone	253.1±1.0
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	240.8±2.3
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	231.1±4.0

ตารางที่ ก.4.7 ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟนคอมโพซิตเทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion®117 ที่อุณหภูมิ 80 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจน (แบเรอร์)
Nafion®117	1,869±22.8
Crosslinked chitosan	345.7±1.6
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	315.7±3.1
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	294.3±6.7
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	271.5±4.4
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	263.1±9.6
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	251.7±2.0
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	243.0±1.8
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	229.6±1.3
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	203.8±1.1
Polysulfone	471.9±4.7
Polysulfone-zeolite 40%	442.9±17.1
Polysulfone-zeolite 50%	405.4±14.4
Sulfonated polysulfone	259.6±3.4
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	248.2±1.7
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	242.5±9.6

ตารางที่ ก.4.8 ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิตที่โดปด้วยกรดซัลฟิวริก ร้อยละ 2 ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจน (แบเรอร์)
Crosslinked chitosan	250.3±6.2
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	213.9±12.3
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	202.4±2.7
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	188.3±3.0

ตารางที่ ก.4.9 ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิตที่โดปด้วยกรดซัลฟิวริก ร้อยละ 2 ที่อุณหภูมิ 50 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจน (แบเรอร์)
Crosslinked chitosan	258.2±6.4
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	230.4±4.0
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	219.3±4.0
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	213.9±12.3

ตารางที่ ก.4.10 ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิตที่โดปด้วยกรดซัลฟิวริก ร้อยละ 2 ที่อุณหภูมิ 60 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจน (แบเรอร์)
Crosslinked chitosan	270.6±6.8
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	240.1±5.5
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	230.6±4.0
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	223.6±1.9

ตารางที่ ก.4.11 ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิตที่โดปด้วยกรดซัลฟิวริก ร้อยละ 2 ที่อุณหภูมิ 70 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจน (แบเรอร์)
Crosslinked chitosan	290.7±7.3
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	251.5±3.1
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	238.4±4.7
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	234.8±1.9

ตารางที่ ก.4.12 ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิตที่โดปด้วยกรดซัลฟิวริก ร้อยละ 2 ที่อุณหภูมิ 80 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการซึมผ่านแก๊สไฮโดรเจน (แบเรอร์)
Crosslinked chitosan	304.7±5.4
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	276.1±15.1
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	257.0±2.3
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	253.1±4.0

5. ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน

ตารางที่ ก.5 ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟนคอมโพซิตเทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion®117 ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของเมมเบรน	ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน (มิลลิสมมูล/กรัม)
Nafion®117	0.87±0.09
Crosslinked chitosan	4.29±0.04
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	4.45±0.11
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	4.46±0.06
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	4.80±0.10
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	4.93±0.14
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	5.24±0.03
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	5.33±0.04
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	5.41±0.03
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	5.60±0.02
Polysulfone	0.41±0.09
Polysulfone-zeolite 40%	2.41±0.13
Polysulfone-zeolite 50%	2.64±0.06
Sulfonated polysulfone	1.94±0.29
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	2.98±0.10
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	3.21±0.18

6. ค่าการนำโปรตอน

ตารางที่ ก.6.1 ค่าการนำโปรตอนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟนคอมโพซิต เทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion®117 ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Nafion®117	$9.2\times10^{-2}\pm2.0\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan	$2.1\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	$2.8\times10^{-2}\pm1.5\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	$3.4\times10^{-2}\pm1.2\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	$4.5\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	$4.8\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	$5.1\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	$6.0\times10^{-2}\pm2.3\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	$6.9\times10^{-2}\pm1.2\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	$7.4\times10^{-2}\pm2.0\times10^{-3}$
Polysulfone	$0.2\times10^{-2}\pm0.0$
Polysulfone-zeolite 40%	$0.5\times10^{-2}\pm0.0$
Polysulfone-zeolite 50%	$0.6\times10^{-2}\pm0.0$
Sulfonated polysulfone	$2.6\times10^{-2}\pm2.0\times10^{-3}$
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	$3.3\times10^{-2}\pm2.0\times10^{-3}$
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	$3.9\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.2 ค่าการนำโปรตอนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟนคอมโพซิต เทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion@117 ที่อุณหภูมิ 50 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Nafion@117	$11.4\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan	$2.4\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	$3.2\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	$3.8\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	$4.9\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	$5.3\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	$5.5\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	$6.4\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	$7.6\times10^{-2}\pm2.1\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	$7.9\times10^{-2}\pm1.5\times10^{-3}$
Polysulfone	$0.1\times10^{-2}\pm0.0$
Polysulfone-zeolite 40%	$0.3\times10^{-2}\pm0.0$
Polysulfone-zeolite 50%	$0.4\times10^{-2}\pm0.0$
Sulfonated polysulfone	$3.2\times10^{-2}\pm2.2\times10^{-3}$
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	$3.7\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	$4.1\times10^{-2}\pm2.4\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.3 ค่าการนำโปรตอนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟนคอมโพซิต เทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion@117 ที่อุณหภูมิ 60 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Nafion@117	$11.5\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan	$2.7\times10^{-2}\pm0.0$

ตารางที่ ก.6.3 (ต่อ)

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	$3.5\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	$4.2\times10^{-2}\pm1.1\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	$5.1\times10^{-2}\pm1.1\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	$5.5\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	$5.7\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	$6.7\times10^{-2}\pm2.5\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	$7.8\times10^{-2}\pm1.1\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	$8.3\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Polysulfone	$0.2\times10^{-2}\pm0.0$
Polysulfone-zeolite 40%	$0.5\times10^{-2}\pm0.0$
Polysulfone-zeolite 50%	$0.6\times10^{-2}\pm0.0$
Sulfonated polysulfone	$3.9\times10^{-2}\pm0.0$
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	$4.1\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	$4.5\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.4 ค่าการนำโปรตอนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟนคอมโพซิต เทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion@117 ที่อุณหภูมิ 70 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Nafion@117	$11.9\times10^{-2}\pm1.5\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan	$3.1\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	$3.7\times10^{-2}\pm2.1\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	$4.8\times10^{-2}\pm1.2\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	$6.0\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.4 (ต่อ)

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	$6.4\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	$7.0\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	$7.7\times10^{-2}\pm1.2\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	$8.8\times10^{-2}\pm2.0\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	$9.5\times10^{-2}\pm2.1\times10^{-3}$
Polysulfone	$0.2\times10^{-2}\pm0.0$
Polysulfone-zeolite 40%	$0.9\times10^{-2}\pm0.0$
Polysulfone-zeolite 50%	$1.0\times10^{-2}\pm0.0$
Sulfonated polysulfone	$4.8\times10^{-2}\pm0.0$
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	$4.9\times10^{-2}\pm1.3\times10^{-3}$
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	$5.2\times10^{-2}\pm0.0$

ตารางที่ ก.6.5 ค่าการนำโปรตอนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต, เมมเบรนพอลิซัลโฟน คอมโพซิต เทียบกับเมมเบรนเชิงพาณิชย์ Nafion@117 ที่อุณหภูมิ 80 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Nafion@117	$12.0\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan	$3.7\times10^{-2}\pm0.7\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 10%	$4.3\times10^{-2}\pm0.0$
Crosslinked chitosan-zeolite 20%	$5.4\times10^{-2}\pm1.4\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	$6.6\times10^{-2}\pm1.4\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	$7.0\times10^{-2}\pm2.1\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	$7.8\times10^{-2}\pm3.5\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	$8.4\times10^{-2}\pm0.7\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.5 (ต่อ)

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Crosslinked chitosan-zeolite 70%	$9.8\times10^{-2}\pm1.4\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	$10.8\times10^{-2}\pm1.4\times10^{-3}$
Polysulfone	$0.2\times10^{-2}\pm0.0$
Polysulfone-zeolite 40%	$0.9\times10^{-2}\pm0.0$
Polysulfone-zeolite 50%	$1.0\times10^{-2}\pm0.0$
Sulfonated polysulfone	$4.9\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Sulfonated polysulfone-zeolite 40%	$5.3\times10^{-2}\pm1.3\times10^{-3}$
Sulfonated polysulfone -zeolite 50%	$5.9\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.6 ค่าการนำโปรตอนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิตที่โดปด้วยกรดซัลฟิวริกร้อยละ 2 ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	$7.7\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	$9.7\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	$10.4\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	$11.3\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.7 ค่าการนำโปรตอนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิตที่โดปด้วยกรดซัลฟิวริกร้อยละ 2 ที่อุณหภูมิ 50 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	$8.2\times10^{-2}\pm1.5\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	$10.2\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	$10.7\times10^{-2}\pm1.5\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.7 (ต่อ)

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	$11.7\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.8 ค่าการนำโปรตอนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิตที่โดปด้วยกรดซัลฟิวริกร้อยละ 2 ที่อุณหภูมิ 60 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	$8.6\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	$10.2\times10^{-2}\pm1.5\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	$10.8\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	$11.9\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.9 ค่าการนำโปรตอนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิตที่โดปด้วยกรดซัลฟิวริกร้อยละ 2 ที่อุณหภูมิ 70 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	$8.9\times10^{-2}\pm1.5\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	$10.8\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	$11.5\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	$12.6\times10^{-2}\pm2.0\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.10 ค่าการนำโปรตอนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิตที่โดปด้วยกรดซัลฟิวริกร้อยละ 2 ที่อุณหภูมิ 80 ^{0}ซ

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Crosslinked chitosan-zeolite 30%	$9.2\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 40%	$11.0\times10^{-2}\pm0.6\times10^{-3}$

ตารางที่ 6.10 (ต่อ)

ชนิดของเมมเบรน	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	$11.6\times10^{-2}\pm1.5\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 60%	$12.7\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.11 ค่าการนำโปรตอนของเมมเบรนไคโตซานคอมโพซิต ที่ความชื้นต่าง ๆ

ชนิดของเมมเบรน	ความชื้น (%)	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Crosslinked chitosan	95.0	$1.6\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	96.0	$1.7\times10^{-2}\pm1.1\times10^{-3}$
	97.0	$1.7\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	97.5	$1.7\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	98.0	$2.1\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	99.0	$2.3\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	100.0	$2.3\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
Crosslinked chitosan-zeolite 50%	85.0	$0.9\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	90.0	$1.4\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	92.0	$1.7\times10^{-2}\pm0.0$
	93.0	$1.7\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	95.0	$2.2\times10^{-2}\pm2.2\times10^{-3}$
	96.0	$2.7\times10^{-2}\pm1.2\times10^{-3}$
	98.0	$3.3\times10^{-2}\pm1.8\times10^{-3}$
	99.0	$4.0\times10^{-2}\pm1.7\times10^{-3}$
	100.0	$5.1\times10^{-2}\pm1.5\times10^{-3}$

ตารางที่ ก.6.11 (ต่อ)

ชนิดของเมมเบรน	ความชื้น (%)	ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)
Crosslinked chitosan-zeolite 80%	80.0	$1.0\times10^{-2}\pm0.0$
	85.0	$1.3\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	88.0	$1.6\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	92.0	$1.7\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	93.0	$2.2\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	95.0	$2.4\times10^{-2}\pm1.0\times10^{-3}$
	96.0	$2.9\times10^{-2}\pm1.5\times10^{-3}$
	98.0	$4.3\times10^{-2}\pm2.1\times10^{-3}$
	99.0	$6.3\times10^{-2}\pm2.1\times10^{-3}$
	100.0	$8.4\times10^{-2}\pm3.2\times10^{-3}$

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณ

1. **การหาค่าร้อยละการกำจัดหมู่แอซีทิล** [15]

แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ก) การเตรียมอนุพันธ์ไคโตซานคลอไรด์

1. ละลายไคโตซาน 2.5 กรัม ในสารละลายกรดแอซีติกเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ปริมาตร 200 - 400 มิลลิลิตร (ขึ้นอยู่กับความหนืดของสารละลาย) กวนด้วยเครื่องกวนที่ความเร็วรอบสูง เป็นเวลา 15 นาที

2. กรองส่วนที่ไม่ละลายออกด้วยผ้าพอลิเอสเทอร์

3. เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นช้า ๆ ประมาณ 18 มิลลิลิตร โดยขณะเติมต้องกวนด้วยความเร็วรอบสูง กวนต่อไปจนไคโตซานคลอไรด์ตกตะกอนหมด

4. กรองตะกอนด้วยผ้าพอลิเอสเทอร์ ล้างตะกอนด้วยเมทานอล จนไม่มีคลอไรด์อิสระเหลืออยู่ โดยทดสอบได้ด้วยสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก ซึ่งการล้างด้วยเมทานอลจะต้องทำประมาณ 5 - 6 ครั้ง

5. อบตะกอนของอนุพันธ์ไคโตซานคลอไรด์ในตู้อบที่อุณหภูมิ 50 ^{0}ซ โดยใช้เวลาข้ามคืน อนุพันธ์ไคโตซานคลอไรด์ที่ได้จะมีสีน้ำตาลอ่อน

ข) การไทเทรตอนุพันธ์ไคโตซานคลอไรด์

1. ละลายอนุพันธ์ไคโตซานคลอไรด์ 1 กรัม ในน้ำกลั่นเจือจางจนมีปริมาตร 250 มิลลิลิตร
2. ดูดสารละลายอนุพันธ์ไคโตซานคลอไรด์เจือจางในข้อ 1 ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.110 นอร์แมล โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์
3. บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณร้อยละการกำจัดหมู่แอซีทิลของไคโตซาน ตามสมการที่ (ข.1)

$$\text{degree of deacetylation} = \frac{(\text{amount of monomer having - } NH_2 \text{ group}) \times 100}{\text{total amount of monomer}} \quad \text{(ข.1)}$$

- amount of monomer having - NH_2 group = ปริมาณของมอนอเมอร์ที่มีหมู่ NH_2 (โมล)

- total amount of monomer = ปริมาณของมอนอเมอร์ที่มีหมู่ NH_2และ $NHCOCH_3$ (โมล)

น้ำหนักของไคโตซานไฮดรอกไซด์ = 1 กรัม

ปริมาตรสารละลายไคโตซานไฮโดรคลอไรด์ = 250 มิลลิลิตร

ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.110 นอร์แมล = 8.4 มิลลิลิตร

ไคโตซานไฮโดรคลอไรด์ 1 โมล = NaOH 1 โมล

มอนอเมอร์ที่มีหมู่ $-NHCOCH_3$ 1 โมล = 203.19296 กรัม

$$\text{The amount of monomer having } -NH_2 \text{ group} = \frac{5 \times [NaOH] \times V_{NaOH}}{1000}$$

$$= \frac{5 \times 0.110 \times 8.4}{1000} = 0.00428 \text{ โมล}$$

$$= 0.00428 \times 197.61672 = 0.9129 \text{ กรัม}$$

$$\text{The amount monomer having-}NHCOCH_3 \text{ group} = \frac{\text{The weight of sample - The amount of monomer having-}NH_2 \text{ group}}{203.19296}$$

$$= \frac{1 - 0.9129}{203.19296} = 0.000428 \text{ โมล}$$

$$\text{The degree of deacetylation} = \frac{\text{The amount of monomer having} - NH_2 \text{ group} \times 100}{\text{The total amount of monomer}}$$

The amount monomer = 0.00428 + 0.000428 = 0.004708 โมล

The degree of deacetylation = $\frac{0.00428 \times 100}{0.004708}$ = 90.64 เปอร์เซ็นต์

2. **ร้อยละการดูดซับน้ำ**

น้ำหนักเมมเบรนแห้ง = 0.0063 กรัม

น้ำหนักเมมเบรนเปียก = 0.0120 กรัม

$$\% \text{ Water uptake} = \frac{(\text{Weight}_{wet} - \text{Weight}_{dry}) \times 100}{\text{Weight}_{dry}}$$

$$= \frac{(0.0120 - 0.0063) \times 100}{0.0063} = 92.7$$

3. **ร้อยละการเปลี่ยนแปลงความหนา**

ความหนาเมมเบรนแห้ง = 0.011 มิลลิเมตร

ความหนาเมมเบรนเปียก = 0.030 มิลลิเมตร

$$\%\text{Thickness change} = \frac{(\text{Thickness}_{wet} - \text{Thickness}_{dry}) \times 100}{\text{Thickness}_{dry}}$$

$$= \frac{(0.030 - 0.011) \times 100}{0.011} = 165.1$$

4. **ค่าการซึมผ่านของแก๊ส**

อัตราการไหลผ่านเมมเบรน = 0.0030 Sccs

ความดันต่าง = 105.6 cmHg

เส้นผ่านศูนย์กลางของเมมเบรน = 3.1 cm

ความหนาของเมมเบรน = 0.0013 cm

พื้นที่ของเมมเบรน = 8.0457 cm^2

$$P = \frac{QL}{\Delta PA}$$

P = ค่าการซึมผ่านของแก๊ส $(cm^3(STP)*cm)/(s*cm^2*cmHg)$

Q = อัตราการไหลผ่านเมมเบรน (Sccs)

L = ความหนาของเมมเบรน (cm)

ΔP = ความดันต่าง (cmHg)

A = พื้นที่ของเมมเบรน (cm^2)

$$P = \frac{0.0030 \times 0.0013}{105.6 \times 8.0457} = 4.9 \times 10^{-10} \ (cm^3(STP)*cm)/(s*cm^2*cmHg)$$

$$= 13.73 \text{ barrer}$$

1 barrer = 10^{-10} $(cm^3(STP)*cm)/(s*cm^2*cmHg)$

5. **ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน**

ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	=	0.005	นอร์แมล
ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก	=	0.005	นอร์แมล
ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	=	25	มิลลิลิตร
ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก	=	3.25	มิลลิลิตร
ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ดูดมาไทเทรตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก	=	10	มิลลิลิตร
น้ำหนักของเมมเบรน	=	0.02	กรัม

$$\text{Ion exchange capacity} = \frac{\left(N_1V_1 - \left(\frac{V_1}{V_3}\right)N_2V_2\right)}{m}$$

เมื่อ

N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์แมล)

N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (นอร์แมล)

V_1 = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (มิลลิลิตร)

V_2 = ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (มิลลิลิตร)

V_3 = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ดูดมาไทเทรตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (มิลลิลิตร)

m = น้ำหนักของเมมเบรน (กรัม)

Ion exchange capacity $= \left(\dfrac{0.005(25) - \left(\dfrac{25}{10}\right) \times 0.005(3.25)}{0.02} \right)$ = 4.28 meq/g

6. **ค่าการนำโปรตอน**

ความหนาของเมมเบรน = 0.0012 เซนติเมตร

ความกว้างของเมมเบรน = 1 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างลวดแพลทินัม = 0.5 เซนติเมตร

ความต้านทาน = 20,350 โอล์ม

The area of membrane = Membrane thickness X Membrane wide

= 0.0012 x 1 = 0.0012 ตารางเซนติเมตร

$$\sigma = \frac{1}{R}\left(\frac{l}{A}\right)$$

σ = ค่าการนำโปรตอน (ซีเมนส์/เซนติเมตร)

R = ความต้านทาน (โอห์ม)

L = ระยะห่างระหว่างลวดแพลทินัม (เซนติเมตร)

A = พื้นที่หน้าตัดของเมมเบรน (ตารางเซนติเมตร)

$\sigma = \dfrac{1}{20,350}\left(\dfrac{0.5}{0.0012}\right)$ = 0.021 ซีเมนส์/เซนติเมตร

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายประพจน์ เหล่ามงคลนิมิต เกิดเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม พุทธศักราช 2524 จบการศึกษา ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมีในปีการศึกษา 2546 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคมีเทคนิคในปี 2546 จนสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2548