

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

นริศรา วรชิตินา. จลนพลศาสตร์ของโพแทสเซียมอะคริเลต/อะคริลาไมด์โคพอลิเมอร์เซชันโดยกระบวนการอินเวอร์สซัสเพนชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ธวัชชัย ศรีวิบูลย์. เคมีวิเคราะห์ 2. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2545.

ภาษาอังกฤษ

Arslan, F.; Tumor, H.; Caykara, T.; Sen, M.; and Guven, O. The effect of gel composition on the adsorption of invertase on poly(acrylamide/maleic acid) hydrogels. Food Chemistry 70 (2000): 33-38.

Bajpai, S. K. Swelling-Deswelling Behavior of Poly(acrylamide-co-maleic acid) Hydrogels. J. App. Polym. Sci. 80 (2001): 2782-2789.

Buchholz, F. L. Preparation methods of superabsorbent polyacrylates. In F. L. Buchholz; and N. A. Peppas (eds.), Superabsorbent polymers: science and technology; ACS symposium series # 573. pp.27-38. Washington DC: The American Chemical Society, 1994.

Buchholz, F. L. and Graham, A. T. Modern superabsorbent polymer technology. New York: John Wiley & Sons, 1998.

Chen, J.; Park, H.; and Park, K. Synthesis of superporous hydrogels: Hydrogels with fast swelling and superabsorbent properties. J. Biomed. Mater. Res. 44 (1999): 53-62.

Crank, J. The mathematics of diffusion. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1975.

Dave, A.; Vaishnav, U.; Desai, R.; Shah, A.; Ankleshwaria, B.; and Mehta, M. On the Assessment of Hydrogels for Fluid Absorbency. J. App. Polym. Sci. 58 (1995): 853-859.

Ding, Z. Y.; Aklonis, J. J.; and Salvovey, R. Model Filled Polymers. VI. Determination of the Crosslink density of polymeric beads by swelling. J. polym. Sci., Part B: Polym. Phys. 29 (1991): 1035-1038.

- Ichikawa, T. and Nakajima, T. Superabsorptive polymers (from natural polysaccharides and peptides). Polymeric Materials Encyclopedia 10 (1996): 8051-8059.
- Kabiri, K.; Omidian, H.; Hashemi, S. A.; and Zohuriaan-Mehr, M. J. Synthesis of fast-swelling superabsorbent hydrogels: effect of crosslinker type and concentration on porosity and absorption rate. Eur. Polym. J. 39 (2003): 1341-1348.
- Karadag, E.; Uzum, O. B.; and Saraydin, D. Swelling equilibria and dye adsorption studies of chemically crosslinked superabsorbent acrylamide/maleic acid hydrogels. Eur. Polym. J. 38 (2002): 2133-2141.
- Kiatkamjornwong, S.; Mongkolsawat, K.; and Sonsuk, M. Synthesis and property characterization of cassava starch grafted poly[acrylamide-co-(maleic acid)] superabsorbent via γ -irradiation. Polymer 43 (2002): 3915-3924.
- Kiatkamjornwong, S.; Chomsaksakul, W.; and Sonsuk, M. Radiation modification of water absorption of cassava starch by acrylic acid/acrylamide. Rad. Phys. Chem. 59 (2000): 413-427.
- Kiatkamjornwong, S.; and Phunchareon, P. Influence of Reaction Parameters on Water Absorption of Neutralized Poly(acrylic acid-co-acrylamide) Synthesized by Inverse Suspension Polymerization. J. Appl. Polym. Sci. 72 (1999): 1349-1366.
- Kiatkamjornwong, S.; and Wongwatthanasatien, R. Superabsorbent Polymer of Poly[acrylamide-co-(acrylic acid)] by Foamed Polymerization. I. Synthesis and Water Swelling Properties. Macromol. Symp. 207 (2004): 229-240.
- Kim, U. Y. Recent developments in high water absorbing polymers and applications. In the Proceedings of the International Conference on Recent Developments in Petrochemical and Polymer Technologies. December 12-16, 1989, pp.6-1 to 6-4. Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press.
- Odian, G. Principles of polymerization. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1991.
- Saraydin, D.; Karadag, E.; and Guven, O. Use of Superswelling Acrylamide/Maleic Acid Hydrogels for Monovalent Cationic Dye Adsorption. J. Appl. Polym. Sci. 79 (2001): 1809-1815.
- Saraydin, D.; Oztop, H. N.; Karadag, E.; Oztop, A. Y.; Isikver, Y.; and Guven, O. The use of immobilized *Saccharomyces cerevisiae* on radiation crosslinked acrylamide-

maleic acid hydrogel carriers for production of ethyl alcohol. Process Biochemistry 37 (2002): 1351-1357.

Sen, M.; Uzun, C.; Safrany, A.; Kantoglu, O.; and Guven, O. Changing of network characteristics of acrylamide/maleic acid hydrogels by alteration of irradiation dose rate. Radiat. Phys. Chem. 67 (2003): 371-374.

Silverstein, R. M.; Bassler, G. C.; and Morrill, T. C. Spectrometric Identification of Organic Compounds. 5th ed. New York: John Wiley & Sons, 1991.

Stevens, M. P. Polymer Chemistry An Introduction. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 1990.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

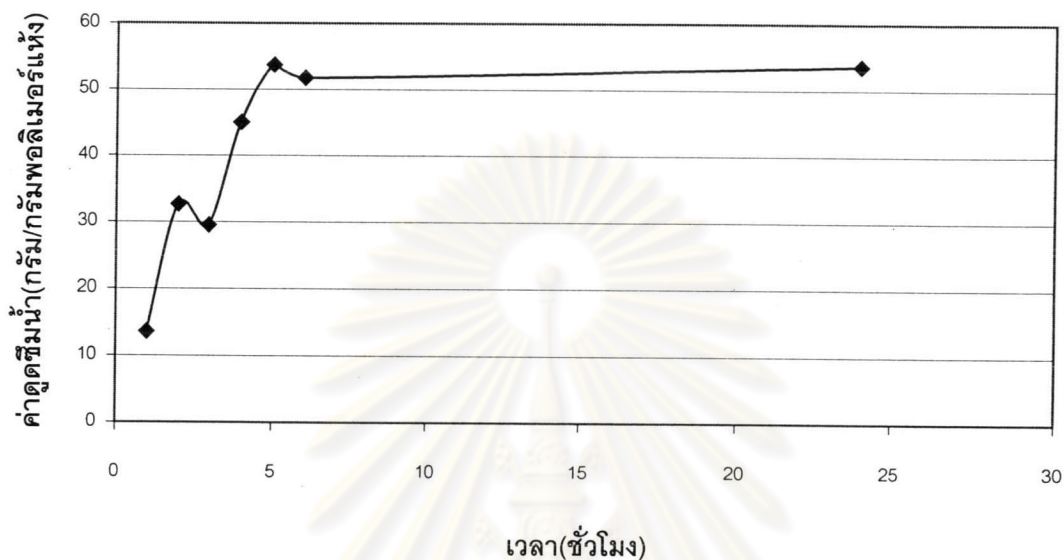


ภาคผนวก

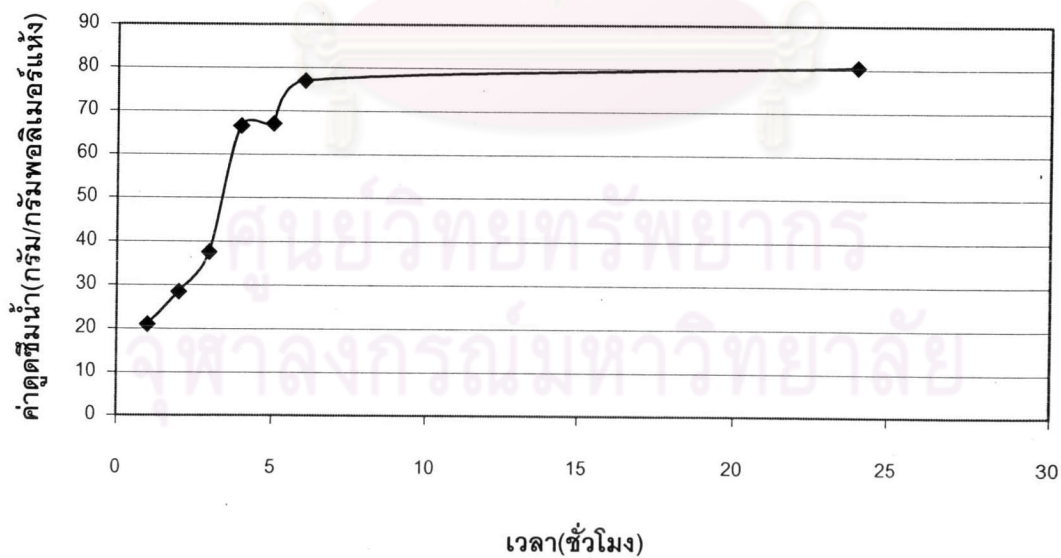
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

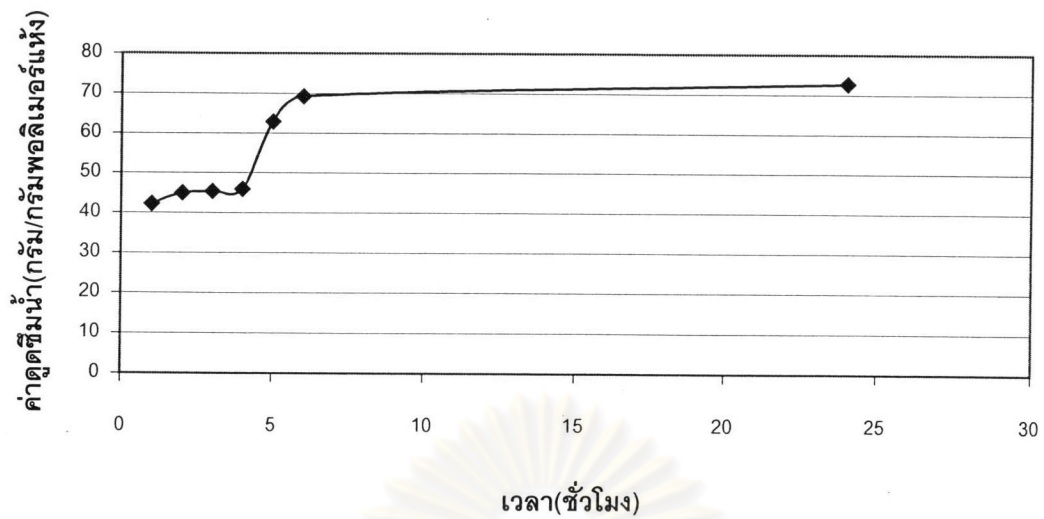
ค่าการดูดซึมน้ำของพอลิเมอร์กับเวลา



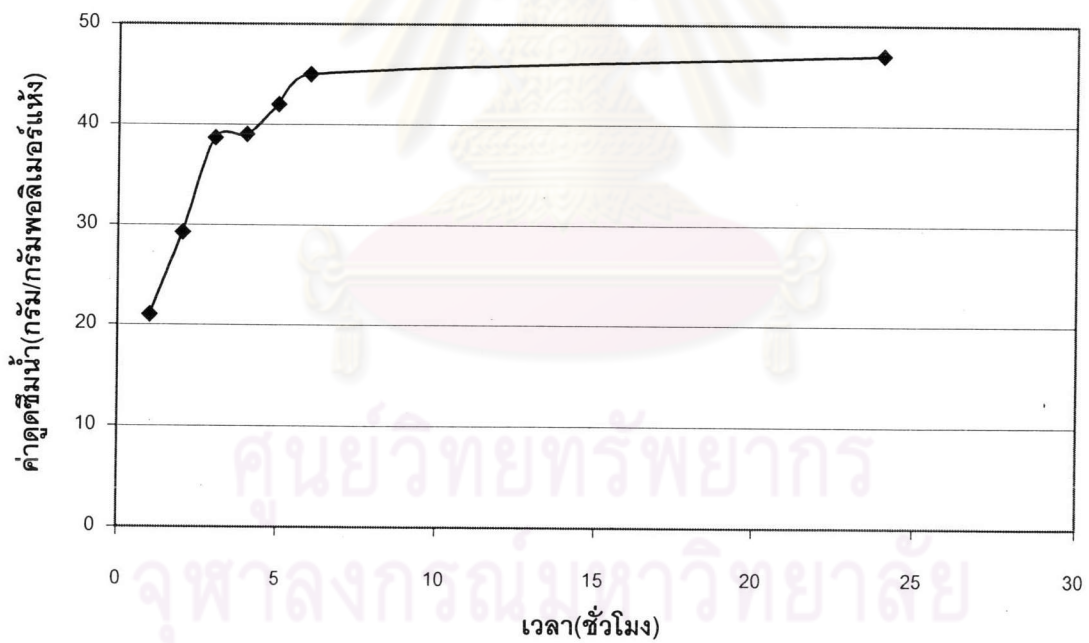
รูป ก1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดซึมน้ำกับเวลาของพอลิเมอร์รูปทรงกระบอกอัตราส่วน อะครีลาไมด์:กรดมาเลอิก 0.92:0.08



รูป ก2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดซึมน้ำกับเวลาของพอลิเมอร์รูปทรงกระบอกอัตราส่วน อะครีลาไมด์:กรดมาเลอิก 0.94:0.06



รูป ก3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดซึมน้ำกับเวลาของพอลิเมอร์รูปทรงกระบอกอัตราส่วน อะครีลาไมด์:กรดมาเลอิก 0.95:0.05

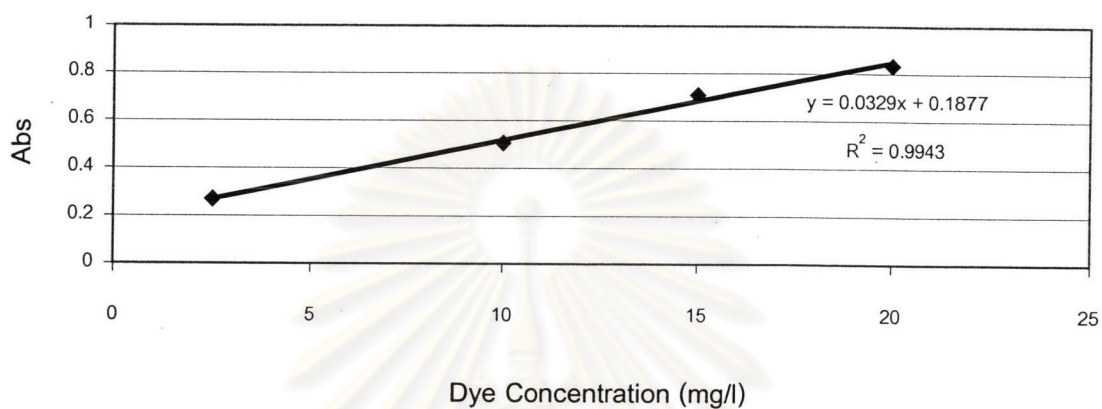


รูป ก4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดซึมน้ำกับเวลาของพอลิเมอร์รูปทรงกระบอกอัตราส่วน อะครีลาไมด์:กรดมาเลอิก 0.99:0.01

ภาคผนวก ข

การคำนวณร้อยละการดูดซับสีย้อมในน้ำกลั่นของพอลิเมอร์

Calibration curve



รูป ข1 ความสัมพันธ์ระหว่างสารละลายสีย้อมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กับ Abs

ตาราง ข1 ค่า Abs ของสารละลายสีย้อมที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/ลิตรเมื่อผ่านการดูดซับโดยพอลิเมอร์อะครีลาไมด์/กรดมาเลอิกที่อัตราส่วนโดยโมล

อัตราส่วนอะครีลาไมด์:กรดมาเลอิก	ค่า Abs	ความเข้มข้นของสารละลายสีย้อม (มิลลิกรัม/ลิตร)
0.92:0.08	0.3048	3.56
0.93:0.07	0.4183	7.00
0.94:0.06	0.3818	5.90
0.95:0.05	0.4782	8.83
0.96:0.04	0.6553	14.21
0.97:0.03	0.7248	16.33
0.98:0.02	0.6987	15.53
0.99:0.01	0.7774	17.92

ตัวอย่างการคำนวณ

1. การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายสีย้อมหลังจากถูกดูดซับโดยพอลิเมอร์
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสารละลายสีย้อมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กับค่า Abs ที่ได้
จากรูป ก1

$$y = 0.0329x + 0.1877 \quad (1)$$

โดย y คือ ค่า Abs ของสารละลายสีย้อมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
x คือ ค่าความเข้มข้นของสารละลายสีย้อม (มิลลิกรัม/ลิตร)

ค่า Abs ของสารละลายสีย้อมหลังจากผ่านการดูดซับด้วยพอลิเมอร์อะครีลาไมด์/กรดมาเลอิก
(อัตราส่วนอะครีลาไมด์:กรดมาเลอิก = 0.92:0.08) = 0.3048

จากสมการ (1) คำนวณค่าความเข้มข้นของสารละลายสีย้อมได้ดังนี้

$$0.3048 = 0.0329x + 0.1877$$

$$x = 3.56 \text{ มิลลิกรัม/ลิตร}$$

2. การคำนวณร้อยละการดูดซับสีย้อมในน้ำกลั่น

ความเข้มข้นของสารละลายสีย้อมก่อนถูกดูดซับด้วยพอลิเมอร์ = 20 มิลลิกรัม/ลิตร

ความเข้มข้นของสารละลายสีย้อมหลังจากผ่านการดูดซับด้วยพอลิเมอร์อะครีลาไมด์/กรด
มาเลอิก (อัตราส่วนอะครีลาไมด์:กรดมาเลอิก = 0.92:0.08) = 3.56 มิลลิกรัม/ลิตร

ดังนั้น ความเข้มข้นของสีย้อมบนผิวของพอลิเมอร์ = $20 - 3.56 = 16.44$ มิลลิกรัม/ลิตร

และ ร้อยละการดูดซับสีย้อมในน้ำกลั่นของพอลิเมอร์ = $16.44/20 = 0.82$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

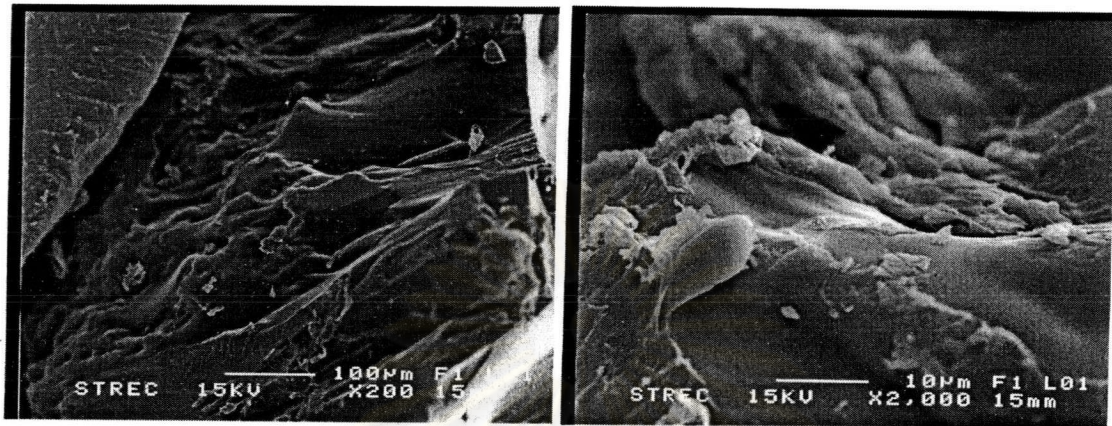
ค่า Wave number ของหมู่ฟังก์ชันต่าง ๆ ใน FTIR Spectra (Silverstein, Bassler และ Morrill, 1991)

Wave number (cm ⁻¹)	Assignment
3300 – 2500	O-H stretching
3330 – 3060	N-H stretching
3000 – 2840	C-H stretching
1720 – 1706	C=O stretching –COOH
1680 – 1630	C=O stretching –CONH ₂
1650 – 1550	C=O asymmetric stretching for the carboxylate ion
1400	C=O symmetric stretching for the carboxylate ion

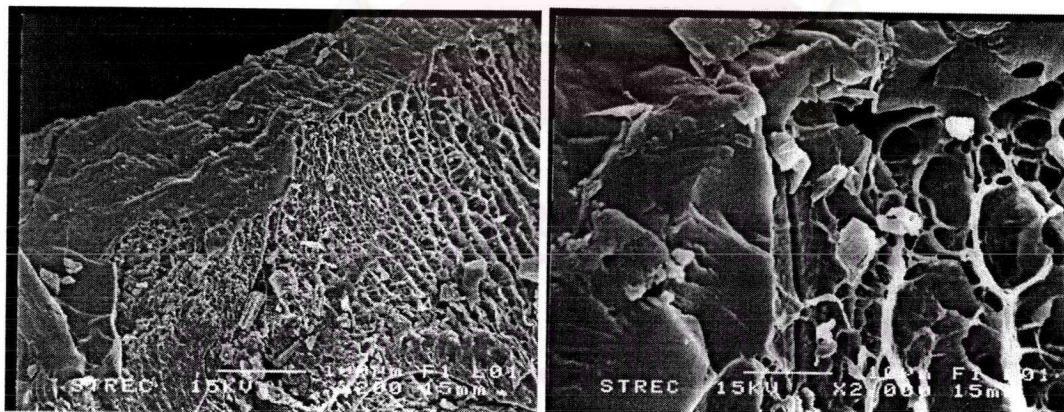
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ภาพ SEM ของพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้



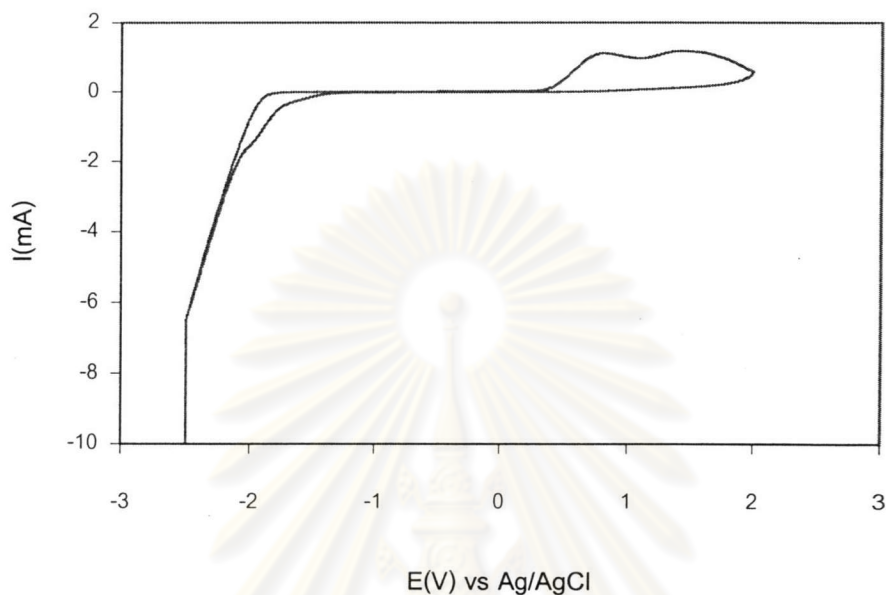
รูป ง1 ภาพ SEM ของ poly[acrylamide-co-(maleic acid)] อัตราส่วนโดยโมลอะคริลาไมด์:กรดมาเลอิก เท่ากับ 0.090 : 0.010 : ปริมาณสารเชื่อมขวางร้อยละ 1 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์ทั้งสอง ปริมาณสารริเริ่มปฏิกิริยาร้อยละ 1 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์ทั้งสอง ปริมาณสารริเริ่มปฏิกิริยารวมร้อยละ 2 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์ทั้งสอง และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 60 °C (ค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับ 44 กรัม/กรัมพอลิเมอร์แห้ง)



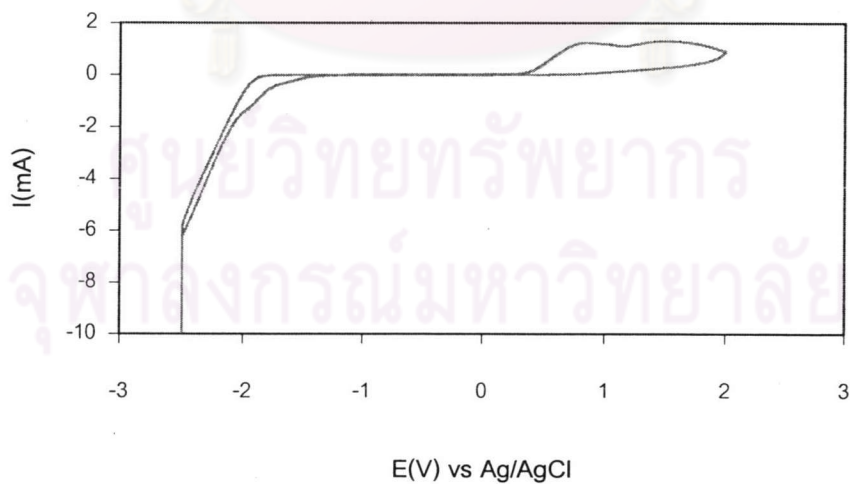
รูป ง2 ภาพ SEM ของ poly[acrylamide-co-(maleic acid)] อัตราส่วนโดยโมลอะคริลาไมด์:กรดมาเลอิก เท่ากับ 0.090 : 0.010 : ปริมาณสารเชื่อมขวางร้อยละ 1 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์ทั้งสอง ปริมาณสารริเริ่มปฏิกิริยาร้อยละ 1 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์ทั้งสอง ปริมาณสารริเริ่มปฏิกิริยารวมร้อยละ 2 โดยน้ำหนักมอนอเมอร์ทั้งสอง และระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 60 นาที (ค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับ 60 กรัม/กรัมพอลิเมอร์แห้ง)

ภาคผนวก จ

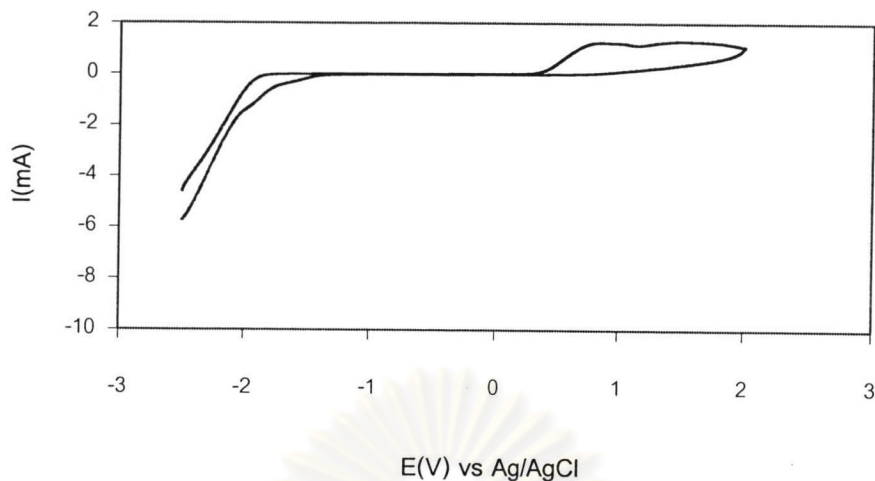
Cyclic voltammogram ของปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน ณ เวลาต่าง ๆ



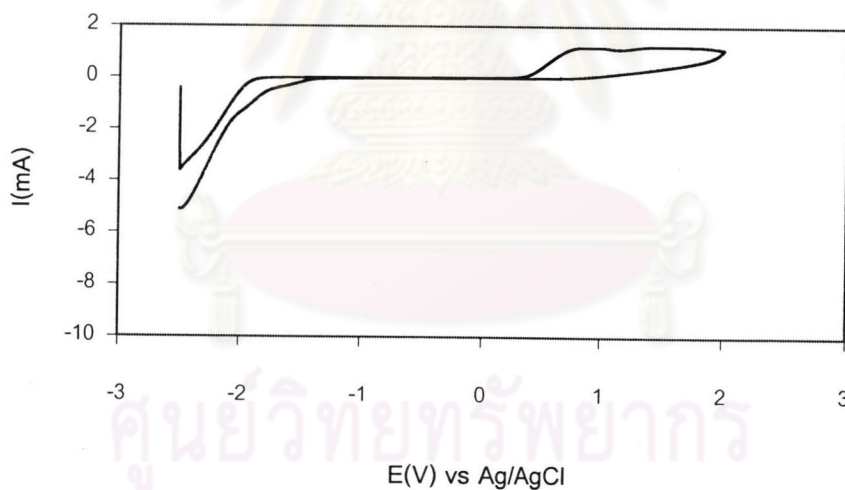
รูปที่ จ1 Cyclic voltammogram ของอะคริลาไมด์, กรดมาเลอิก, สารเชื่อมขวาง, สารริเริ่มปฏิกิริยา และ สารริเริ่มปฏิกิริยาร่วม ณ เวลา 10.36 นาที ในสารละลาย KCl 0.1 M โดยใช้ Glassy carbon เป็นขั้วทำงาน, Scan rate 50 mV/s



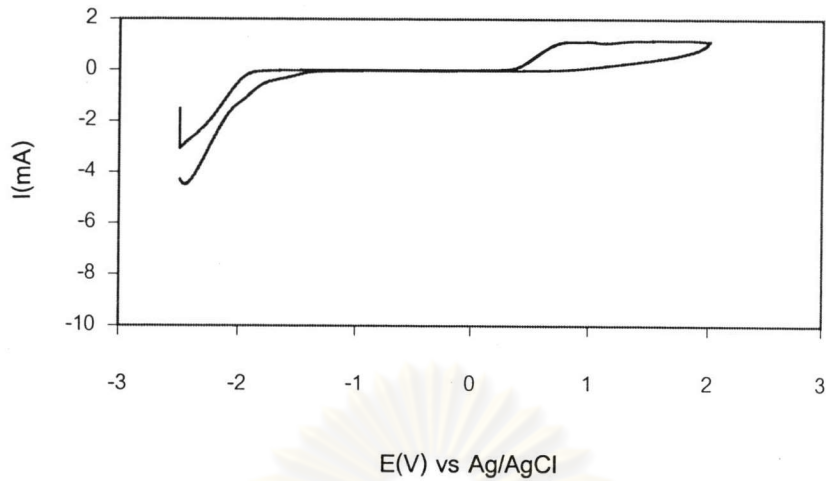
รูปที่ จ2 Cyclic voltammogram ของอะคริลาไมด์, กรดมาเลอิก, สารเชื่อมขวาง, สารริเริ่มปฏิกิริยา และ สารริเริ่มปฏิกิริยาร่วม ณ เวลา 12.33 นาที ในสารละลาย KCl 0.1 M โดยใช้ Glassy carbon เป็นขั้วทำงาน, Scan rate 50 mV/s



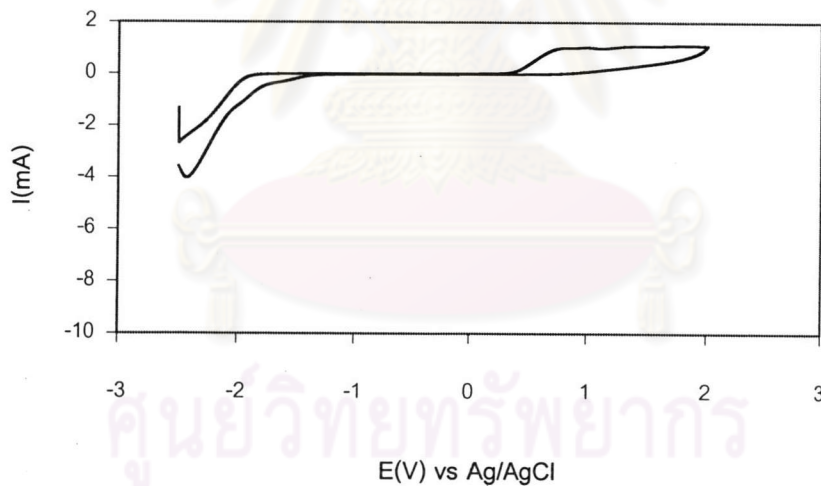
รูปที่ ๑3 Cyclic voltammogram ของอะคริลาไมด์, กรดมาเลอิก, สารเชื่อมขวาง, สารริเริ่มปฏิกิริยา และ สารริเริ่มปฏิกิริยาร่วม ณ เวลา 14.34 นาที ในสารละลาย KCl 0.1 M โดยใช้ Glassy carbon เป็นขั้วทำงาน, Scan rate 50 mV/s



รูปที่ ๑4 Cyclic voltammogram ของอะคริลาไมด์, กรดมาเลอิก, สารเชื่อมขวาง, สารริเริ่มปฏิกิริยา และ สารริเริ่มปฏิกิริยาร่วม ณ เวลา 16.30 นาที ในสารละลาย KCl 0.1 M โดยใช้ Glassy carbon เป็นขั้วทำงาน, Scan rate 50 mV/s



รูปที่ ๑5 Cyclic voltammogram ของอะคริลาไมด์, กรดมาเลอิก, สารเชื่อมขวาง, สารริเริ่มปฏิกิริยา และ สารริเริ่มปฏิกิริยาร่วม ณ เวลา 18.30 นาที ในสารละลาย KCl 0.1 M โดยใช้ Glassy carbon เป็นขั้วทำงาน, Scan rate 50 mV/s



รูปที่ ๑6 Cyclic voltammogram ของอะคริลาไมด์, กรดมาเลอิก, สารเชื่อมขวาง, สารริเริ่มปฏิกิริยา และ สารริเริ่มปฏิกิริยาร่วม ณ เวลา 20.24 นาที ในสารละลาย KCl 0.1 M โดยใช้ Glassy carbon เป็นขั้วทำงาน, Scan rate 50 mV/s

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปวีณา เลิศจรรยากุล เกิดวันที่ 28 สิงหาคม 2522 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี
วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีวิศวกรรม ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
เคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2545



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย