

เอกสารอ้างอิง

1. ฝ่ายกำจัดตะกอนโรงงานผลิตน้ำประปาบางเขน, 2550, รายงานเอกสารกระบวนการกำจัดตะกอน
2. ดวงกมล สุริยจันทร์, ภาสกร วิชิตอมรพันธ์ และวรรณะ เรืองสำเริง, 2547, การประยุกต์ใช้ตะกอนดินจากน้ำประปา, สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและเหมืองแร่, กรุงเทพฯ, หน้า 43.
3. เพิ่มพล กาญจนามัย, 2546, การใช้ประโยชน์ตะกอนดินจากโรงผลิตน้ำประปาบางเขนในอุตสาหกรรมก่อสร้าง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 10-32.
4. จิตรกร วงศ์เชาวลิตร์, 2543, คุณสมบัติทางเคมีของเถ้าตะกอนสลัดจ์ที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำประปา, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 12-37.
5. ขวัญศิริ ไชยลาภ, 2550, การกำจัดแอมโมเนียออกด้วยซีโอไลต์สังเคราะห์จากตะกอนดินโรงผลิตน้ำประปา, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 10-62.
6. ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, 2545, ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 78-112.
7. POTTS, T.J., 1963, "Colorimetric Determination of Urea in Feed", **Journal Official Method of Analysis of the Association of Official Agriculture Chemists**, Vol. 303, No. 46.
8. Anonymous., n.d., กระบวนการผลิตน้ำประปาการประปานครหลวง [Online], Available : <http://www.mwa.co.th> [5 กรกฎาคม 2552].
9. กรมควบคุมมลพิษและสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2546, เล่ม 2 รายละเอียดสนับสนุนเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำชุมชน, หน้า 252-257.
10. กริยศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2549, วิศวกรรมประปา, พิมพ์ครั้งที่ 3, มิตรนราการพิมพ์, กรุงเทพฯ, หน้า 162-174.
11. กันยารัตน์ การิสุข, 2550, การสังเคราะห์ซีโอไลต์จากกากของเสียของโรงงานอุตสาหกรรมกระจก, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 11-35.

12. Querol, X., Moreno, N., Umana, T.C., Alastuey, A., Hernandez, E., Lopez-Soler, A. and Plana, F., 2002, "Synthesis of zeolite from coal fly ash: an overview", **Journal Coal Geology**, Vol. 50, pp. 413-423.
13. Breck D.W., 1974, **Zeolite Molecular Sieve: Structure Chemistry and Use**, Newyork, Wiley.
14. มนตรี ทองคำ, 2542, การสังเคราะห์ซีโอไลต์จากเถ้าถ่านหิน, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 34.
15. วรพงษ์ พัทธาวรรณ, 2552, การสังเคราะห์ซีโอไลต์จากเถ้าลอยชานอ้อย, การประชุมวิชาการเรื่อง **สถานะโลกร้อน: ความหลากหลายทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, 5-6 พฤศจิกายน 2552, หน้า 98-109.
16. เรวดี อนุวัฒนา, 2544, การสังเคราะห์ซีโอไลต์จากตะกอนที่ได้จากโรงงานหล่อหลอมโลหะ, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 57-58.
17. Takaaki, W., Mioko, H., Keiko, K., Hiroji, I., Osamu, T., Kazuhiko, I., Takashi, N., Robert T. and John F., 2005, "Zeolite synthesis from paper sludge ash at low temperature (90°C) with addition of diatomite", **Journal of Hazardous Materials**, Vol. 132, pp. 244-252.
18. ภัทรา เฟงธรรมกิติ, จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์, กาญจนา คุณาทัช และวีราภรณ์ คารมณ, 2550, การผลิตซีโอไลต์จากเถ้าลอยและการใช้ประโยชน์, **วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย**, ปีที่ 21, ฉบับที่ 3, หน้า 61-71.
19. Warzywoda, J., Baç, N., Jansen, J.C. and Sacco A.Jr., 2000, "Growth of zeolites A and X in low earth orbit", **Journal of Crystal Growth**, Vol. 220, pp. 140-149.
20. Tounsia, H., Mseddia, S., and Djemela, S., 2009, "Preparation and characterization of Na-LTA zeolite from Tunisian sand and aluminum scrap", **Physics Procedia**, Vol. 2, pp. 1065-1074.
21. อรชร ฉิมจารย์, 2544, การศึกษาสมบัติของซีโอไลต์จากตะกอนของเตาถลุง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 44-55.
22. นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ และอภิรมย์ คันธา, 2550, หลักการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 141-162.
23. โกวิทย์ ปิยะมังกลา, จารุวรรณ ตาพวัฒน์, ปิยวัฒน์ โพธิมงคลกุล และฉัฐรส คงสมภักดิ์, 2551, จลนศาสตร์การดูดซับโครเมียม (VI) จากโรงงานชุบโลหะโดยใช้ไคโตซานเรซิน, **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**, ปีที่ 18, ฉบับที่ 1, หน้า 68-79.

24. ขงยุทธ์ โอสดสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์นิโรจน์ และชวลิต ชงประยูร, 2551, **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน**, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 60-68.
25. ชเรศ ศรีสถิตย์ และอนรรฆอร พันธุ์ไพศาล, 2551, การสังเคราะห์ซีโอไลต์จากเถ้าถ่านหินและจากเถ้าลอยขาน้อยเพื่อการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียอุตสาหกรรม, **วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม**, ปีที่ 22, ฉบับที่ 1, หน้า 111-123.
26. Anuwattana, R. and Khummongkol, P., 2009, "Conventional hydrothermal synthesis of Na-A zeolite from cupola slag and aluminum sludge", **Journal of Hazardous Materials**, Vol. 166, pp. 227-232.
27. Inada, M., Eguchi, Y., Enomoto, N. and Hojo, J., 2005, "Synthesis of zeolite from coal fly ashes with different silica-alumina composition", **Fuel**, Vol. 84, pp. 299-304.
28. Juan, R., Hernandez, S., Andres, J. M., and Ruiz, C., 2007, "Synthesis of granular zeolitic materials with high cation exchange from agglomerated coal fly ash", **Fuel**, Vol. 86, pp. 1811-1821.
29. Loiha, S., Prayoonkarach S., Songsiriritthigun P. and Wittayakun J., 2009, "Synthesis of zeolite beta with pretreated rice husk silica and its transformation", **Materials Chemistry and Physics**, Vol. 115, pp. 637-640.
30. Murayama, N., Yamamoto, H., and Shibata, J., 2002, "Mechanism of zeolite synthesis from coal fly ash by alkali hydrothermal reaction", **International Journal of Mineral Processing**, Vol. 64, pp. 1-17.
31. Murayama, N., Takahashi, T., Shuku, K., Lee, H.H., and Shibata, J., 2008, "Effect of reaction temperature on hydrothermal syntheses of potassium type zeolites from coal fly ash", **International Journal of Mineral Processing**, Vol. 87, pp. 129-133.
32. Zhao, Y., Zhang, B., Zhang, X., Wang, J., Liu, J. and R., Chen, 2010, "Preparation of highly ordered cubic Na-A zeolite from halloysite mineral for adsorption of ammonium ions", **Journal of Hazardous Materials**, Vol. 178, pp. 658-664.
33. Haiming, H., Xianming, X., Bo, Y. and Liping, Y., 2010, "Ammonium removal from aqueous solutions by using natural Chinese (Chende) zeolite as adsorbent", **Journal of Hazardous Materials**, Vol. 175, pp. 247-252.
34. Maranón, E., Ulmanu, M., Fernández, Y., Anger, I. and Castrillán, L., 2006, "Removal of ammonium from municipal wastewater using natural Turkish (Dogantepe) zeolite", **Journal of Hazardous Materials**, Vol. B137, pp. 1402-1409.

35. Bundy, M.W., and Ishley, N., 1991, "Kaolin in paper filling and coating", **Applied Clay Science**, Vol. 5, pp. 397–420.
36. Prasad, M.S., Reid, K.J., and Murray, H.H., 1991, "Kaolin: processing, properties and applications", **Applied Clay Science**, Vol. 6, pp. 87–119.
37. Murray, H.H., 1999, "Applied clay mineralogy today and tomorrow", **Clay Minerals**, Vol. 34, pp. 39–49.
38. Ryan, W., and Radford, C., 1987, *Whitewares Production, Testing, and Quality Control: Including Materials, Body Formulations, and Manufacturing Processes*.
39. Jepson, W.B., 1988, Structural iron in kaolinites and in associated ancillary minerals. In: Stucki, J.W., et al. (Eds.), **Iron in Soils and Clay Minerals**. D. Reidel, Dordrecht, pp. 467–536.
40. Chandrasekhar, S., 1996, "Influence of metakaolinization temperature on the formation of zeolite 4A from kaolin", **Clay Minerals**, Vol. 31, pp. 253–261.
41. Leyva-Ramos, R., Jacobo-Azuara, A., Diaz-Flores, P.E., Guerrero-Coronado, R.M., Mendoza-Barron, J. and Berber-Mendoza, M.S., 2008, "Adsorption of chromium (VI) from an aqueous solution on a surfactant-modified zeolite", **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, Vol. 330, pp. 35–41.
42. Tanaka, S., Okada, H., Nakatani, N., Maruo, T., Nishiyama, N. and Miyake, Y., 2009, "Mesoporous aluminosilicates assembled from dissolved LTA zeolite and triblock copolymer in the presence of tetramethylammonium hydroxide", **Journal of Colloid and Interface Science**, Vol. 333, pp. 491–496.
43. Kim, J. K. and Lee, H. D., (2009) "Effects of step change of heating source on synthesis of zeolite 4A from coal fly ash", **Journal of Colloid and Interface Science**, Vol. 333, pp. 491–496.
44. กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2553, **คู่มือวิเคราะห์ดินทางเคมีและทางฟิสิกส์**, พิมพ์ครั้งที่ 1, ควิกส์ปริ้นท์ ออฟเซ็ท, กรุงเทพฯ.
45. Meier, L.P., and Kahr, G., 1999, "Determination of the Cation Exchange Capacity (CEC) of clay minerals using the complexes of copper (II) ion with Trietlylenetetramine and Tetraethylenepentamine", **Clay and Clay minarals**, Vol. 47, pp. 386–388.
46. Bettelheim, Frederick, A., 2007, **Introduction to General Organic and Biochemistry**, Mary Finch.
47. Zumdahl, S., 1997, **Chemistry**, 4th ed., Boston: Houghton Mifflin Company, pp. 133–145.

48. สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, ชาคิต จุลกะเสวี และณัฐ จามรมาน, 2549, ดินและปุ๋ย, พิมพ์ครั้งที่ 2, มูลนิธิมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 98-102.
49. Saltali, K., Sari, A., and Aydin, M., 2007, "Removal of ammonium ion from aqueous solution by natural Turkish (Yildizeli) zeolite for environmental quality", **Journal of Hazardous Materials**, Vol. 141, pp. 258-263.
50. Du, Q., Liu, S., Cao, Z., and Wang, Y., 2005, "Ammonia removal from aqueous solution using natural Chinese clinoptilolite", **Separation and Purification Technology**, Vol. 44, pp. 229-234.
51. Huang, H., Xiao, X., Yan, B., and Yang, L., 2010, "Ammonium removal from aqueous solution by using natural Chinese (Chende) zeolite as adsorbent", **Journal of Hazardous Materials**, Vol. 175, pp. 247-252.
52. Nurul, W., Hongwei, W., Ha M.A., F. and Dongke, Z., 2011, "Removal of ammonium from greywater using natural zeolite", **Desalination**, Vol. 277, pp. 15-23.
53. A.M. El-Kamash., 2008, "Evaluation of zeolite A for the sorptive removal of CS^+ and Sr^{2+} ions from aqueous solutions using batch and fixed bed column operations", **Journal of Hazardous Materials**, Vol. 151, pp. 432-445.
54. Mulan, Z., Huayong, Z., Dan, X., Lu, H., Dongxiao, N., Luyi, Z., Wensi, W. and Binghui, T., 2011, "Ammonium removal from aqueous solution by zeolites synthesized from low-calcium and high-calcium fly ashes", **Desalination**, Vol. 277, pp. 46-53.
55. Karadag, D., Koc, Y., Turan M, and Armagan, B., 2006, "Removal of ammonium ion from aqueous solution using natural Turkish clinoptilolite", **Journal of Hazardous Materials**, Vol. B136, pp. 604-609.
56. Ma, Z., Li, Q., Yue, Q., Gao, B., Li, W., Xu, X. and Zhong, Q., 2011, "Adsorption removal of ammonium and phosphate from water by fertilizercontrolled release agent prepared from wheat straw", **Chemical Engineering Journal**, Vol. 171, pp.1209-1217.

ภาคผนวก ก
ผลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 การดูดซับสารละลายปฏุยูเรียด้วยซีโอไลต์สังเคราะห์ที่ระยะเวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 50 mg/L

ระยะเวลาในการเขย่า (h)	ความเข้มข้นของสารละลายปฏุยูเรีย ที่เหลืออยู่หลังจากผ่านการดูดซับ (mg/L)
0	48.048
1	49.220
2	49.163
3	49.720
4	49.163
6	49.999
8	48.327
10	49.442
12	49.163
16	48.605
20	49.163
24	49.163

ตารางที่ ก.2 การดูดซับสารละลายปฏิกิริยด้วยซีโอไลต์สังเคราะห์ที่ระยะเวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 500 mg/L

ระยะเวลาในการเขย่า (h)	ความเข้มข้นของสารละลายปฏิกิริย ที่เหลืออยู่หลังจากผ่านการดูดซับ (mg/L)
0	467.49
1	469.44
2	464.98
3	469.16
4	462.47
6	470.56
8	482.54
10	483.93
12	490.07
16	484.49
20	497.03
24	493.69

ตารางที่ ก.3 ค่า pH_{optimum} จากการดูดซับสารละลายปฏิกิริยแอมโมเนียมซัลเฟตด้วยซีโอไลต์สังเคราะห์ที่ระยะเวลา 1 h (ผลการทดลองเฉลี่ย 3 ครั้ง)

ค่า pH	ความเข้มข้นของปฏิกิริยแอมโมเนียมซัลเฟต ที่เหลืออยู่หลังจากผ่านการดูดซับ (mg/L)	ค่า Absorbance
4	47.61	7.34
5	43.27	6.67
6	16.35	2.52
7	8.30	1.28
8	<u>7.33</u>	1.13
9	8.17	1.26
10	17.39	2.68

ตารางที่ ก.4 ค่า pH_{optimum} จากการดูดซับสารละลายปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตด้วยซีโอไลต์สังเคราะห์
ที่ระยะเวลา 2 h (ผลการทดลองเฉลี่ย 3 ครั้ง)

ค่า pH	ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ที่เหลืออยู่หลังจากผ่านการดูดซับ (mg/L)	ค่า Absorbance
4	46.90	7.23
5	41.97	6.47
6	15.37	2.37
7	8.30	1.28
8	7.20	1.11
9	8.43	1.30
10	16.61	2.56

ตารางที่ ก.5 ค่า pH_{optimum} จากการดูดซับสารละลายปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตด้วยซีโอไลต์สังเคราะห์
ที่ระยะเวลา 4 h (ผลการทดลองเฉลี่ย 3 ครั้ง)

ค่า pH	ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ที่เหลืออยู่หลังจากผ่านการดูดซับ (mg/L)	ค่า Absorbance
4	45.21	6.97
5	40.48	6.24
6	16.02	2.47
7	8.37	1.29
8	6.88	1.06
9	8.17	1.26
10	15.44	2.38

ตารางที่ ก.6 ค่าการดูดซับและประสิทธิภาพการดูดซับสารละลายปฏีแอมโมเนียมซัลเฟตด้วยซีโอไลต์
สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 60 mg/L

ระยะเวลาในการเขย่า (min)	ความเข้มข้นของปฏีแอมโมเนียมซัลเฟต ที่เหลืออยู่หลังจากผ่านการดูดซับ (mg/L)	ประสิทธิภาพการดูดซับ (%)
0	58.75	0.00
5	15.87	72.99
10	15.80	73.10
15	13.14	77.63
30	12.82	78.18
45	12.69	78.40
60	12.24	79.17

ตารางที่ ก.7 ค่าการดูดซับและประสิทธิภาพการดูดซับสารละลายปฏีแอมโมเนียมซัลเฟตด้วยซีโอไลต์
สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 80 mg/L

ระยะเวลาในการเขย่า (min)	ความเข้มข้นของปฏีแอมโมเนียมซัลเฟต ที่เหลืออยู่หลังจากผ่านการดูดซับ (mg/L)	ประสิทธิภาพการดูดซับ (%)
0	77.11	0.00
5	24.69	67.98
10	21.84	71.68
15	23.14	70.00
30	21.58	72.02
45	22.68	70.59
60	22.94	70.25

ตารางที่ ก.8 ค่าการดูดซับและประสิทธิภาพการดูดซับสารละลายปฏีแอมโมเนียมซัลเฟตด้วยซีโอไลต์
สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 100 mg/L

ระยะเวลาในการเขย่า (min)	ความเข้มข้นของปฏีแอมโมเนียมซัลเฟต ที่เหลืออยู่หลังจากผ่านการดูดซับ (mg/L)	ประสิทธิภาพการดูดซับ (%)
0	101.56	0.00
5	37.67	62.91
10	40.58	60.04
15	37.54	63.04
30	37.80	62.79
45	34.94	65.60
60	36.69	63.87

ตารางที่ ก.9 ค่าการดูดซับและประสิทธิภาพการดูดซับสารละลายปฏีแอมโมเนียมซัลเฟตด้วยซีโอไลต์
สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 120 mg/L

ระยะเวลาในการเขย่า (min)	ความเข้มข้นของปฏีแอมโมเนียมซัลเฟต ที่เหลืออยู่หลังจากผ่านการดูดซับ (mg/L)	ประสิทธิภาพการดูดซับ (%)
0	114.93	0.00
5	49.73	56.73
10	50.59	55.98
15	48.77	57.57
30	48.74	57.59
45	47.77	58.44
60	46.94	59.16



ตารางที่ ก.10 ค่าการดูดซับและประสิทธิภาพการดูดซับสารละลายปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตด้วยซีโอไลต์สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 140 mg/L

ระยะเวลาในการเขย่า (min)	ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ที่เหลืออยู่หลังจากผ่านการดูดซับ (mg/L)	ประสิทธิภาพการดูดซับ (%)
0	132.18	0.00
5	63.22	52.17
10	60.70	54.08
15	60.57	54.17
30	60.19	54.46
45	57.87	56.22
60	58.65	55.63

ตารางที่ ก.11 ค่าที่ได้จากกราฟไอโซเทอมการดูดซับจากสมการ Langmuir และสมการ Freundlich

Concentration of (NH ₄) ₂ SO ₄ (mg/L)	C _e (mg/L)	q _e (mg/g)	1/C _e	1/q _e	Log C _e	Log q _e	Adsorption Efficiency (%)
58.75 (60)	15.87	4.29	0.063	0.233	1.201	0.632	72.99
77.11 (80)	24.69	5.24	0.041	0.191	1.393	0.719	67.98
101.56 (100)	37.67	6.39	0.027	0.157	1.576	0.805	62.91
114.93 (120)	49.73	6.52	0.020	0.153	1.697	0.814	56.73
132.18 (140)	63.22	6.90	0.016	0.145	1.801	0.839	52.17

ตารางที่ ก.12 ค่า R_L จากไอโซเทอมการดูดซับของสมการ Langmuir

ความเข้มข้นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (mg/L)	Separation Factor; R_L
60	0.223
80	0.180
100	0.143
120	0.128
140	0.113

ตารางที่ ก.13 ค่าการปลดปล่อยปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตจากซีโอไลต์สังเคราะห์ที่ระยะเวลาต่างๆ ที่ความเข้มข้น 100 mg/L โดยปรับค่า pH เท่ากับ 3

Time (h)	pH 3	
	Concentration of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (mg/L)	Absorbance
0	93.41	14.40
0.08	5.38	0.83
0.17	5.97	0.92
0.25	5.64	0.87
0.50	5.12	0.79
0.75	6.42	0.99
1	7.33	1.13
2	11.29	1.74
3	12.84	1.98
4	11.61	1.79
5	14.14	2.18
20	19.01	2.93
30	22.64	3.49
40	22.83	3.52
50	21.67	3.34
100	22.25	3.43

ตารางที่ ก.14 ค่าการปลดปล่อยปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตจากซีโอไลต์สังเคราะห์ที่ระยะเวลาต่างๆ
ที่ความเข้มข้น 100 mg/L โดยปรับค่า pH เท่ากับ 5

Time (h)	pH 5	
	Concentration of (NH ₄) ₂ SO ₄ (mg/L)	Absorbance
0	95.36	14.70
0.08	4.80	0.74
0.17	5.45	0.84
0.25	4.48	0.69
0.50	4.99	0.77
0.75	4.41	0.68
1	4.80	0.74
2	10.57	1.63
3	12.52	1.93
4	12.20	1.88
5	13.36	2.06
20	16.09	2.48
30	17.84	2.75
40	19.01	2.93
50	19.98	3.08
100	19.85	3.06

ตารางที่ ก.15 ค่าการปลดปล่อยปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตจากซีโอไลต์สังเคราะห์ที่ระยะเวลาต่างๆ
ที่ความเข้มข้น 100 mg/L โดยปรับค่า pH เท่ากับ 7

Time (h)	pH 7	
	Concentration of (NH ₄) ₂ SO ₄ (mg/L)	Absorbance
0	14.95	96.98
0.08	0.83	5.38
0.17	0.99	6.42
0.25	1.36	8.82
0.50	1.53	9.93
0.75	1.93	12.52
1	1.98	12.84
2	2.68	17.39
3	2.76	17.90
4	2.94	19.07
5	2.89	18.75
20	3.13	20.30
30	3.22	20.89
40	3.32	21.54
50	3.54	22.96
100	3.60	23.35

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หาปริมาณยูเรียด้วยวิธี DMAB

การวิเคราะห์หาปริมาณยูเรียด้วยวิธี DMAB

1. การเตรียม Standard Curve ของสารละลายยูเรียมาตรฐาน

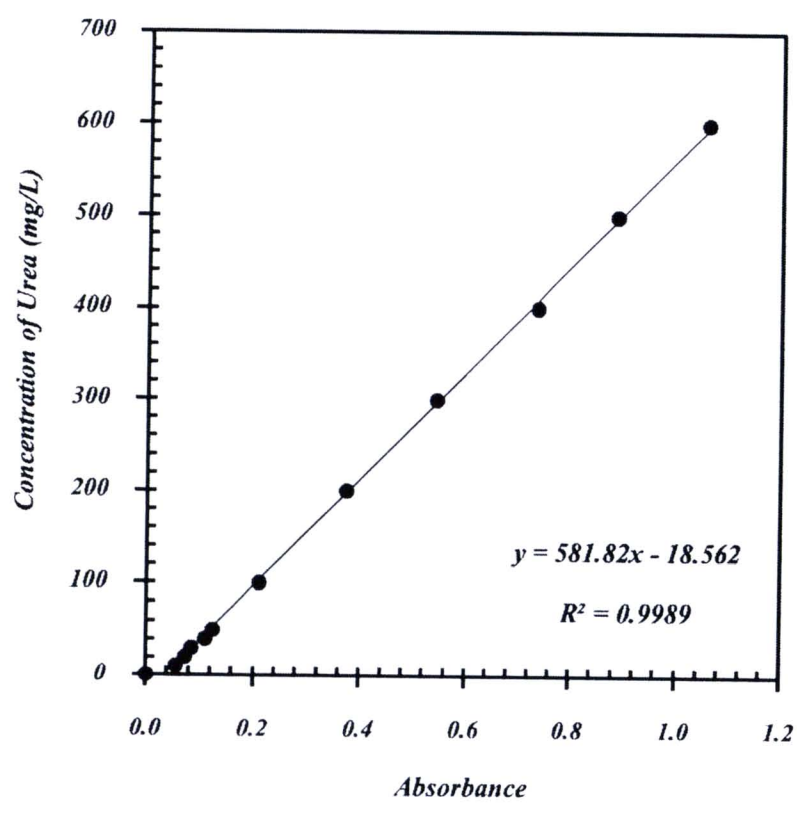
- 1.1 ชั่งยูเรีย 5.000 $\pm$ 0.001 g นำมาละลายด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 mL
- 1.2 เตรียมสารละลายยูเรียเข้มข้น 10 20 30 40 50 100 200 300 400 500 และ 600 mg/L โดยปิเปตสารละลายยูเรียจากข้อ 1.1 มาจำนวน 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 1 2 3 4 5 และ 6 mL ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 50 mL แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 50 mL
- 1.3 ปิเปตสารละลายจากข้อ 1.2 มาจำนวน 5 mL แล้วเติมสารละลาย *p*-Dimethylaminobenzaldehyde (DMAB) จำนวน 5 mL เขย่าผสมให้เข้ากัน ตั้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 min
- 1.4 นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 440 nm
- 1.5 นำค่าที่ได้มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นกับค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้กรรมคาเพื่อหาค่า Absorptivity

2. การหาปริมาณ Urea โดยเทคนิค UV-Visible Spectrophotometer

การวิเคราะห์หาปริมาณยูเรีย โดยใช้เทคนิค UV-Visible Spectrophotometer สำหรับในการทดลองนี้ ใช้ค่าดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 440 nm แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานยูเรียกับความเข้มข้นต่างๆ กับค่าความเข้มข้นของสารละลายยูเรีย

3. วิธีการ

วิธีการเตรียมสารละลาย *p*-Dimethylaminobenzaldehyde (DMAB) เพื่อวัดค่าการดูดกลืนแสง ทำได้โดย ชั่ง DMAB 16 g ละลายใน 95% เอทานอล (C_2H_5OH) จนมีปริมาตร 1000 mL แล้วเติม 100 mL ของกรด HCl เข้มข้น 37% สารละลายนี้สามารถเก็บไว้ได้นาน 1 เดือน



รูปที่ ข.1 กราฟมาตรฐานของปัสยูเรีย

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์แอมโมเนียด้วยวิธี Nesslerization



การวิเคราะห์แอมโมเนียด้วยวิธี Nesslerization

1. หลักการ

การหาแอมโมเนียในโตรเจนโดยวิธี Nesslerization สามารถหาโดยตรงหรือหลังจากการกลั่นแล้ว ในที่นี้ใช้วิธีการหาโดยตรง โดยการทำให้เกิดสีด้วยน้ำยานสเลอร์ได้สารสีเหลืองจนถึงน้ำตาล ความเข้มของสีเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับปริมาณแอมโมเนียในน้ำ

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer

2.2 หลอดเนสเลอร์ขนาด 50 mL

3. สารเคมี

3.1 น้ำยานสเลอร์ (Nessler Reagent)

ละลาย HgI_2 100 g และ KI 70 g ในน้ำกลั่น 50 mL และเติมของผสมนี้ช้าๆ พร้อมคนลงในสารละลายที่เย็นของ NaOH 160 g ในน้ำกลั่น 500 mL เจือจางให้เป็น 1 L เก็บในขวดสีชาที่ทำด้วยแก้วบอโรซิลิเกต ปิดด้วยจุกยางอย่าให้ถูกแสงเพื่อรักษาสภาพน้ำยาให้คงสภาพอยู่ได้เป็นปี

3.2 สารละลายสต็อกแอมโมเนีย (Stock Ammonia Solution)

ละลาย NH_4Cl ที่ปราศจากน้ำ (อบแห้งที่อุณหภูมิ 105°C) จำนวน 3.819 g ในน้ำกลั่นและเจือจางให้เป็น 1 L

$$\text{สารละลายนี้ } 1 \text{ mL} = 1 \text{ mg}_{\text{nitrogen}} = 1.22 \text{ mg}_{\text{ammonia}}$$

3.3 สารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย

ตวงสต็อกแอมโมเนีย 10 mL ลงในขวดตวงและทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 L

$$\text{สารละลายนี้ } 1 \text{ mL} = 10 \text{ } \mu\text{g}_{\text{nitrogen}} = 12.2 \text{ } \mu\text{g}_{\text{ammonia}}$$

4. วิธีวิเคราะห์

4.1 ตวงน้ำตัวอย่าง 50 mL หรือน้อยกว่าแล้วเติมน้ำกลั่นให้เป็น 50 mL ใส่หลอดเนสเลอร์

4.2 เติมน้ำยานสเลอร์ 2 mL เขย่าผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา 15 min

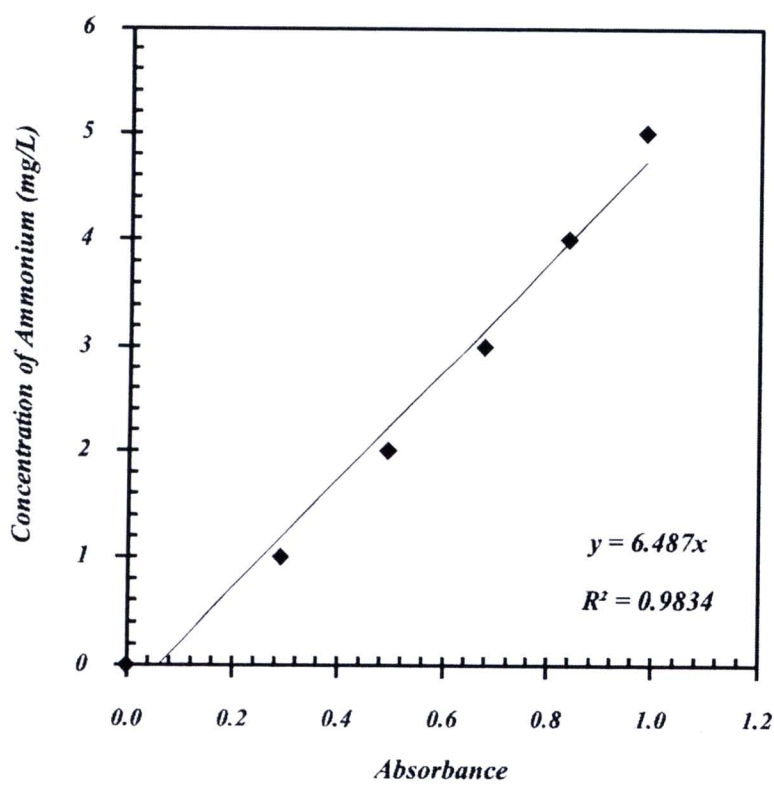
4.3 Blank ใช้ น้ำกลั่น 50 mL แล้วทำเช่นเดียวกับตัวอย่าง

4.4 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 nm

4.5 อ่านค่าจากกราฟมาตรฐาน

5. การเตรียมกราฟมาตรฐาน

เตรียมอนุกรมสารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย ให้มีความเข้มข้น 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 และ 5 mg/L โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียมา 2.5 5 7.5 10 12.5 15 17.5 20 22.5 และ 25 mL ใส่ในหลอดเนสเลอร์ เติมน้ำกลั่นให้ครบ 50 mL แล้วทำให้เกิดสีเช่นเดียวกับตัวอย่าง นำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (g/L) กับค่าการดูดกลืนแสง (nm)โดยใช้กราฟธรรมดา แสดงดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 กราฟมาตรฐานของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

การวิเคราะห์ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity : CEC)

1. วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน

2. หลักการ

ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน คือ ปริมาณแคตไอออน ทั้งหมดของสารตัวอย่างหรือคอลลอยด์ ในสารตัวอย่าง สามารถดูดซับไว้ได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแคตไอออน ของแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมและโพแทสเซียม โดยมีหน่วยเป็น Centimole of charge per kilogram ($\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$) หรือ Milliequivalent per 100 gram ($\text{meq}/100\text{g}$)

การวิเคราะห์โดยใช้สารละลาย Ammonium Acetate 1 N ที่ pH 7.0 เป็นน้ำยาสกัด โดย NH_4^+ ในสารละลายจะเข้าไปแทนที่แคตไอออน ต่างๆ ที่ถูกดูดซับบริเวณผิวของสารตัวอย่าง เช่น Ca^{2+} Mg^{2+} Na^+ และ K^+ แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดย Atomic Absorption Spectrophotometer และวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดย Flame Photometer หลังจากนั้นทำการชะสารตัวอย่างด้วยสารละลาย Ammonium Chloride 0.25 N ที่ pH 7.0 จนกระทั่งไม่มี Ca^{2+} ออกมาในสารละลาย แล้วทำการล้าง Cl^- และประจุ ส่วนเกินที่ไม่ถูกยึดไว้ ออกด้วยสารละลาย Ethanol 40% และใช้ Na^+ ในสารละลาย Sodium Chloride 10% เข้าไปแทนที่ NH_4^+ ที่ถูกดูดซับอยู่ที่ผิวสารตัวอย่าง และนำส่วน NH_4^+ ที่ถูกชะล้างออกมาอยู่ในสารละลายไปวิเคราะห์หาปริมาณ NH_4^+ ด้วยวิธีการกลั่น และไตเตรดกับสารละลายมาตรฐาน Sulfuric Acid และนำปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1 เครื่องชั่งทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง

3.2 เครื่องกลั่น (Steam Distillation)

3.3 Atomic Absorption Spectrophotometer

3.4 Flame Photometer

3.5 Automatic Zero Burette ขนาด 50 mL

3.6 เครื่องแก้วและวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการวิเคราะห์

4. สารเคมี

- 4.1 สารละลายมาตรฐาน Sulfuric Acid (H_2SO_4) ความเข้มข้น 1 N
- 4.2 Ammonium Acetate (NH_4OAc), AR Grade
- 4.3 Ammonium Chloride (NH_4Cl), AR Grade
- 4.4 Anhydrous Sodium Carbonate (Na_2CO_3), Volumetric Standard
- 4.5 Ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), Commercial Grade
- 4.6 Sodium Chloride (NaCl), AR Grade
- 4.7 Sodium Hydroxide (NaOH), AR Grade
- 4.8 Boric Acid (H_3BO_3), AR Grade
- 4.9 Methyl Red, AR Grade
- 4.10 Bromocresol Green, AR Grade

5. การเตรียมสารละลาย

- 5.1 สารละลาย Ammonium Acetate 1 N ที่ pH 7.0
 ชั่ง Ammonium Acetate จำนวน 1541.68 g ลงในถังขนาด 20 L เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณ 19 L คนให้เข้ากัน แล้วทำการปรับ pH ของสารละลายให้เป็น 7.0 ด้วย Ammonium Hydroxide หรือ Acetic Acid แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณ 20 L และเขย่าให้เข้ากัน
- 5.2 สารละลาย Ammonium Chloride 0.25 N ที่ pH 7.0
 ชั่ง Ammonium Chloride จำนวน 267.46 g ลงในถังขนาด 20 L เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณ 19 L คนให้เข้ากันแล้วทำการปรับ pH ของสารละลายให้เป็น 7.0 ด้วยสารละลาย Ammonium Hydroxide 2% แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณ 20 L และเขย่าให้เข้ากัน
- 5.3 สารละลาย Ethanol 40%
 ตวง Ethanol ปริมาณ 8 L ลงในถังขนาด 20 L และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นและเขย่าให้เข้ากัน
- 5.4 สารละลาย Sodium Chloride 10%
 ชั่ง Sodium Chloride จำนวน 2000 g ลงในถังขนาด 20 L และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้วเขย่าให้เข้ากัน
- 5.5 สารละลาย Boric Acid 2%
 ชั่ง Boric Acid จำนวน 20 g ลงใน Volumetric Flask ขนาด 1000 mL และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้วเขย่าให้เข้ากัน
- 5.6 สารละลาย Sodium Hydroxide 10%
 ชั่ง Sodium Hydroxide จำนวน 100 g ลงใน Volumetric Flask ขนาด 1000 mL และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้วเขย่าให้เข้ากัน

5.7 สารละลาย Mixed Indicator

ชั่ง Bromocresol Green จำนวน 0.2 g และ Methyl Red จำนวน 1 g ลงใน Volumetric Flask ขนาด 100 mL ละลายและปรับปริมาตรด้วย Ethanol แล้วเขย่าให้เข้ากัน

6. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

6.1 สารละลายมาตรฐาน Sulfuric Acid ความเข้มข้น 1 N

ละลายสารละลายมาตรฐาน Sulfuric Acid ความเข้มข้น 1 N จำนวน 1 Ampoule ลงใน Volumetric Flask ขนาด 1000 mL และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้วเขย่าให้เข้ากัน

6.2 สารละลายมาตรฐาน Sulfuric Acid ความเข้มข้น 0.01 N

ปิเปตสารละลายมาตรฐาน Sulfuric Acid ความเข้มข้น 1 N (ข้อ 6.1) ปริมาณ 20 mL ลงใน Volumetric Flask ขนาด 2000 mL และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้วเขย่าให้เข้ากัน

6.3 หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน Sulfuric Acid ความเข้มข้น 0.01 N (Standardization)

6.3.1 ชั่ง Anhydrous Sodium Carbonate ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105° C เป็นเวลา 1 h จำนวน 0.02xx g ใส่ Erlenmeyer Flask ขนาด 125 mL เติมน้ำกลั่นปริมาณ 20 mL แล้วเขย่าให้เข้ากัน

6.3.2 หยดสารละลาย Mix Indicator (ข้อ 5.7) จำนวน 3-4 หยด แล้วนำไปไตเตรตกับสารละลายมาตรฐาน Sulfuric Acid ความเข้มข้น 0.01 N (ข้อ 6.2) จนกระทั่งสารละลายสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีชมพู

7 วิธีวิเคราะห์

7.1 ชั่งสารตัวอย่างที่บดร่อนตะแกรงขนาด 2 mL จำนวน 5.00 g ใส่ในกระดวยกรองเบอร์ 42 ที่รองรับด้วย Erlenmeyer Flask ขนาด 125 mL

7.2 ทำการชะ (Leaching) สารตัวอย่างด้วยสารละลาย Ammonium Acetate 1 N ที่ pH 7.0 (ข้อ 5.1) ครั้งละ 25 mL จำนวน 4 ครั้ง

7.3 นำสารละลาย Ammonium Acetate 1 N ที่ pH 7.0 ที่ได้จากการชะสารตัวอย่าง (ข้อ 7.2) ไปวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดย Atomic Absorption Spectrophotometer และหาปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดย Flame Photometer

7.4 ทำการชะ (Leaching) สารตัวอย่างด้วยสารละลาย Ammonium Chloride 0.25 N ที่ pH 7.0 (ข้อ 5.2) ครั้งละ 25 mL จำนวน 2 ครั้ง แล้วทิ้งสารละลายไป

7.5 ทำการชะ (Leaching) สารตัวอย่างต่อด้วยสารละลาย Ethanol 40% (ข้อ 5.3) ครั้งละ 25 mL จำนวน 4 ครั้ง แล้วทิ้งสารละลายไป

7.6 ทำการชะ (Leaching) สารตัวอย่างต่อด้วยสารละลาย Sodium Chloride 10% (ข้อ 5.4) ครั้งละ 25 mL จำนวน 4 ครั้ง โดยรองรับสารละลายด้วยขวดวัดปริมาตรขนาด 100 mL แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลาย Sodium Chloride 10% แล้วเขย่าให้เข้ากัน

7.7 ปิเปตสารละลายสารตัวอย่าง (ข้อ 7.6) ปริมาณ 20 mL และสารละลาย Sodium Hydroxide 10% (ข้อ 5.5) ปริมาณ 5 mL ลงในหลอดกลั่น แล้วนำไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่นและรองรับสารละลายที่ได้จากเครื่องกลั่นด้วยสารละลาย Boric Acid 2% (ข้อ 5.5) ปริมาณ 10 mL ใน Erlenmeyer Flask ขนาด 2500mL 1 พร้อมทั้งหยดสารละลาย Mix Indicator (ข้อ 5.6) จำนวน 3-4 หยด แล้วทำการกลั่นเป็นเป็น เวลา 5 นาที

7.8 นำสารละลายที่ได้จากการกลั่น (ข้อ 7.7) มาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน Sulfuric Acid ความเข้มข้น 0.01 N (ข้อ 6.2) จนกระทั่งสารละลายมาตรฐาน Sulfuric Acid ความเข้มข้น 0.01 N (ข้อ 6.2) จนกระทั่งสารละลายสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีชมพู

7.9 ทำการวิเคราะห์ Blank โดยกลั่นสารละลาย Sodium Chloride 10% (ข้อ 5.4) แทนสารละลายสารตัวอย่าง

9. คำนวณ

9.1 ความเข้มข้น (Normality) ของ H_2SO_4

$$N_{H_2SO_4} = \frac{G}{0.053 \times A}$$

โดยที่ G คือ น้ำหนักของ Na_2CO_3 (g)

A คือ ปริมาณของ H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรตกับสารละลาย Na_2CO_3 (mL)

9.2 ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

$$CEC \text{ (meq/100 g)} = \frac{N_{H_2SO_4} \times (S-D) \times V \times 100}{V_{\text{aliquot}} \times Wt.}$$

โดยที่ $N_{H_2SO_4}$ คือ ความเข้มข้นของ H_2SO_4 (N)

S คือ ปริมาณของ H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรตกับสารละลาย NaCl 10% ที่ได้จากการ Leaching (mL)

D คือ ปริมาณของ H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรตกับสารละลาย NaCl 10% ที่ใช้เป็น Blank (mL)

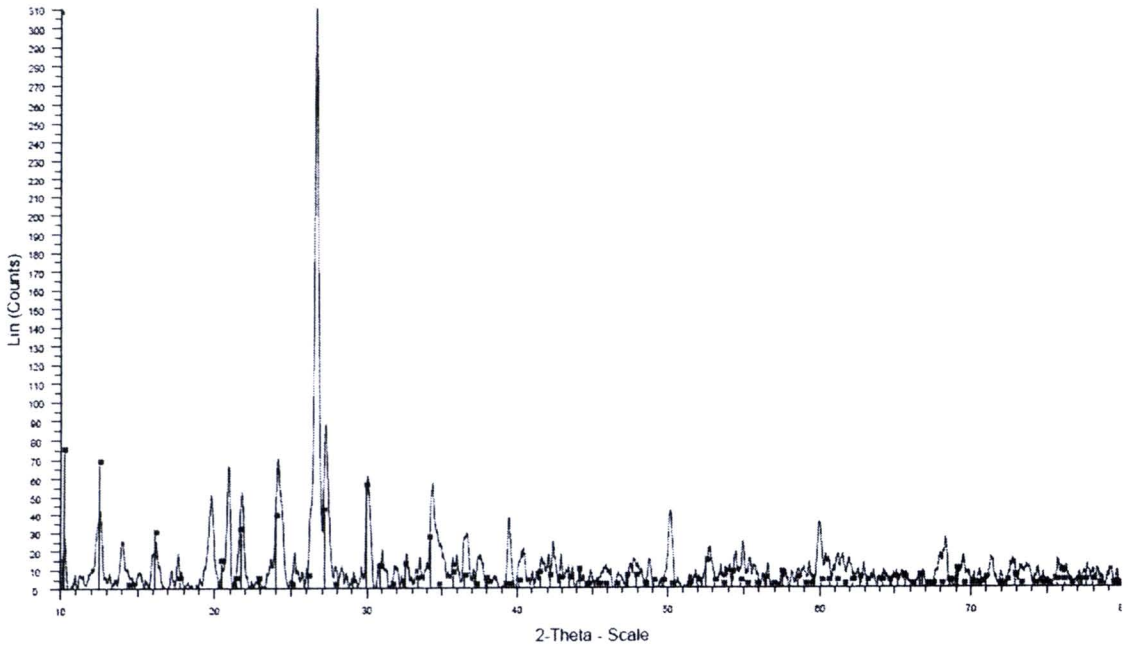
V คือ ปริมาณ NaCl 10% ทั้งหมดที่ได้จากการ Leaching (mL)

V_{aliquot} คือ ปริมาณสารละลาย NaCl 10% ที่ได้จากการ Leaching ที่นำมาไทเทรต (mL)

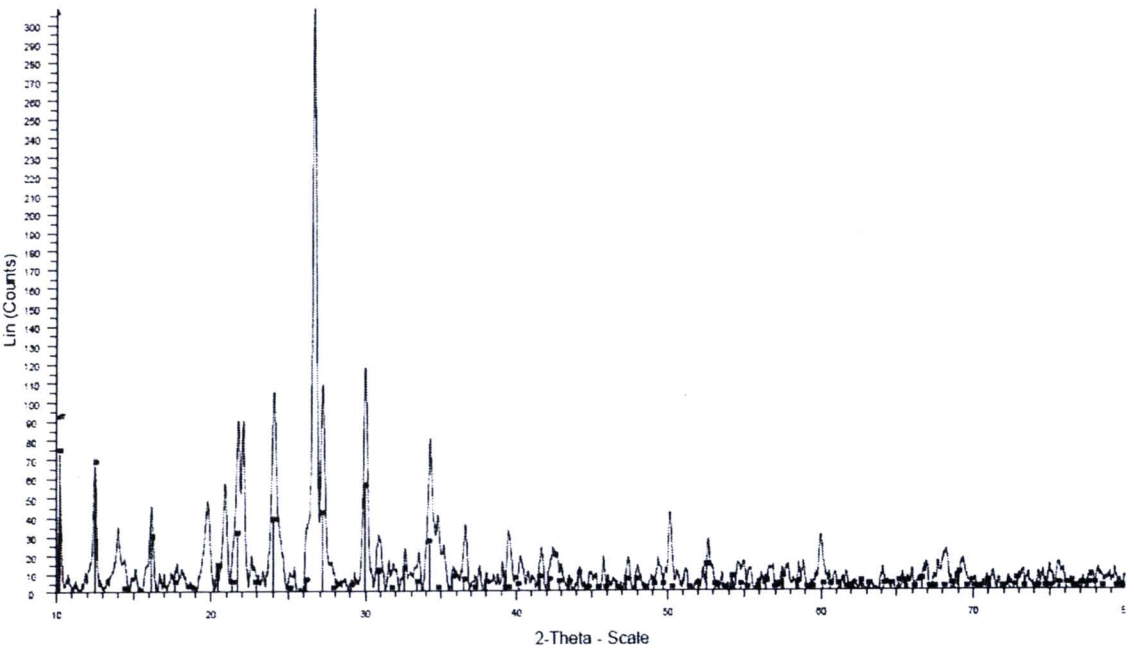
Wt. คือ น้ำหนักสารตัวอย่าง (g)

ภาคผนวก จ

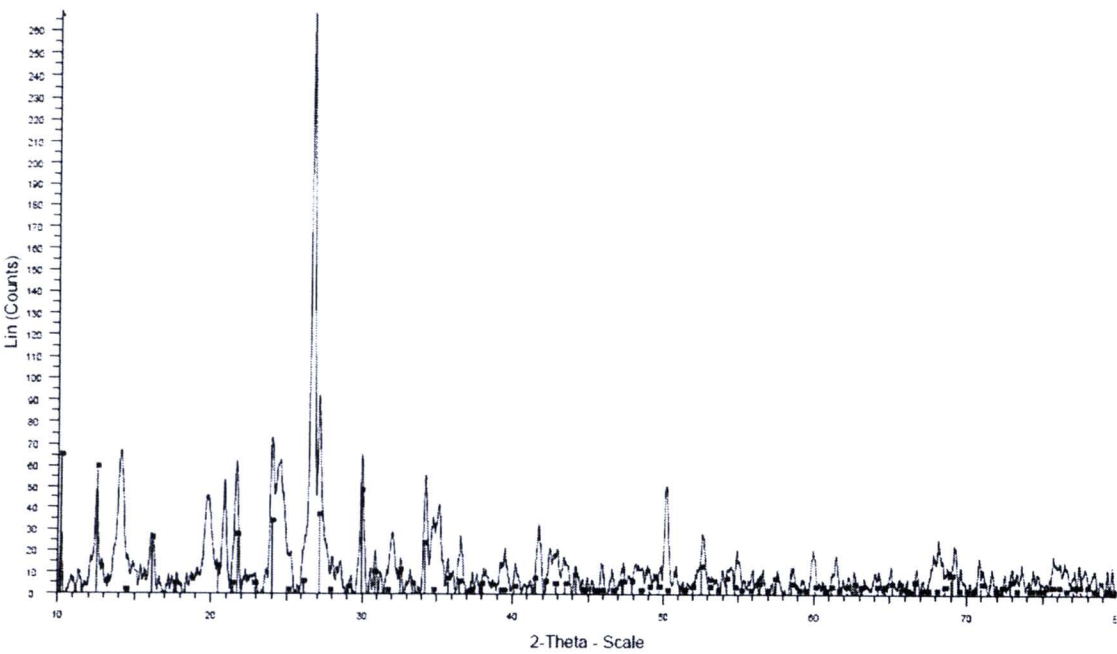
X-ray Diffraction



รูปที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างของซีโอไลต์ที่ผ่านการเผาที่ระยะเวลา 6 h ด้วยเทคนิค XRD



รูปที่ จ.2 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างของซีโอไลต์ที่ผ่านการเผาที่ระยะเวลา 9 h ด้วยเทคนิค XRD



รูปที่ จ.3 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างของซีโอไลต์ที่ผ่านการเผาที่ระยะเวลา 12 h ด้วยเทคนิค XRD

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวเจตนา วงศ์วีเชียร
วัน เดือน ปีเกิด	9 มีนาคม พ.ศ. 2526
ประวัติการศึกษา ระดับมัธยมศึกษา	โรงเรียนสุราษฎร์ธานี พ.ศ. 2545
ระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธาและเทคโนโลยี คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ. 2550
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2554
ทุนการศึกษาวิจัย	ทุนอุดหนุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2552
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์	เจตนา วงศ์วีเชียร, สุวิมล อัสวพิศิษฐ และขวัญเนตร สมบัติสมภพ, 2553, “การสังเคราะห์ซีโอไลต์ชนิด A จากตะกอนของระบบผลิต น้ำประปา”, การประชุมวิชาการ มอบ. วิจัย ครั้งที่ 4 , 9-10 สิงหาคม 2553, โรงแรมลายทอง อุบลราชธานี, หน้า 66-73.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ขอตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่ 19 ตุลาคม 2554

ข้าพเจ้า นางสาวเจตนา วงศ์วิเชียร

รหัสประจำตัว 50402805

เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญา ☒ โท ☐ ปร.ค.

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดลอม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

อยู่บ้านเลขที่ 268 ตรอก/ซอย 1/1 ถนน ศรีอยุธยา - งามวงศ์วาน

ตำบล/แขวง หนองแขม อำเภอ/เขต เมือง จังหวัด กรุงเทพมหานคร

รหัสไปรษณีย์ 10410 เป็น "ผู้โอน" ขอโอนสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาให้ไว้กับมหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี ดร. พัฒนะ รักความสุข ตำแหน่ง คณบดีคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

เป็นตัวแทน "ผู้รับโอน" สิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาและมีข้อตกลง ดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การสังเคราะห์ซิลโอไลด์จากตะกอนของระบบผลิตน้ำประปาเพื่อใช้ดูดซับปฏิกิริยาและปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต"

ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ รศ. ดร. สุวิมล อัครพิศิษฐ, ผศ. ดร. ขวัญเนตร สมบัติสมภพ

ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรือให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน

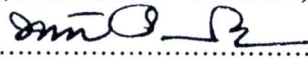
5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอื่น ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปีนับจากวันลงนามในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรรผลประโยชน์อันพึงเกิดจากส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้นโดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

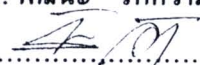


ลงชื่อ.....นางเจตนา ลุงศิริเชษฐ์.....ผู้โอนลิขสิทธิ์

(นางสาวเจตนา วงศิริเชษฐ์)

ลงชื่อ..........ผู้รับโอนลิขสิทธิ์

(ดร. พัฒนະ รักความสุข)

ลงชื่อ..........พยาน

(รศ. ดร. สุวิมล อัสวพิศิษฐ)

ลงชื่อ..........พยาน

(ผศ. ดร. ขวัญเนตร สมบัติสมภพ)

