



รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- เกษสุชา พูลคำ. 2537. การกำจัดโลหะหนักโดยการให้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากชานอ้อย และผักตบชวา. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขจรศักดิ์ โกศลมนตรี. 2538. การนำโลหะหนักกลับมาใช้ใหม่โดยใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากผักตบชวา. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขวัญเนตร สบายใจ. 2542. การกำจัดโลหะหนักโดยการให้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากผักตบชวาที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสีย้อม. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทนา พุทธธรร. 2538. เพอร์ริลจากขังข้าวโพด. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทนา อธิธิพรโกวิท. 2538. การกำจัดโลหะหนักโดยการให้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนชนิดซัลไฟเอทิล และโครอสต์ลิ่ง-แซนเทตที่ทำจากผักตบชวา. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญยฤทธิ์ ปัญญาภิญโญผล. 2543. การกำจัดสีโดยใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนชนิดควอร์เทอร์ไนท์โครอสต์ลิ่งเซลลูโลส ที่ทำจากขังข้าวโพด เปลือกถั่วเหลือง และก้านดอกทานตะวัน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิธิ กระสินธุ์ศรี. 2539. การกำจัดโลหะหนักโดยการให้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนชนิดลิกโนเซลลูโลสิคฟอर्मัลดีไฮด์ที่ทำจากผักตบชวา. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สภาวะแวดล้อม สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เพชรพร เขาวกิจเจริญ, นิธิวัชต์ สงวนเดือน, เบญจพร บุญชยา, ปรีดา ไรจน์วิรุฬห์ และ กิตติพงษ์ พงษ์กิตติหัตถ์. 2545. ประสิทธิภาพในการกำจัดนิกเกิลโดยใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่เตรียมจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของประเทศไทย ครั้งที่ 3 18-19 กรกฎาคม 2545 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา : 435-436.

- พุทธิสาร ชัยพันธ์. 2538. การบำบัดน้ำเสียจากโครเมียมจากโรงงานชุบโลหะด้วยวิธีการแลกเปลี่ยนประจุไอออน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สภาวະແວດລ້ອມ สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวະແວດລ້ອມ คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชনীย์ รุขชาติ. 2544. การกำจัดสีในน้ำเสียโดยใช้ควอเทอร์ไนซ์โครอสลิ่งกัเซลลูโลสที่ทำจากต้นมันสำปะหลัง ใบสับปะรด และกากมะพร้าว. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวະແວດລ້ອມ สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวະແວດລ້ອມ คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดา ยาวีร์พันธ์. 2544. การกำจัดสีโดยใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนชนิดควอเทอร์ไนซ์โครอสลิ่งกัเซลลูโลสที่ทำจากขานอ้อย ผักตบชวา และเส้นใยลูกปาล์ม. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุมาลี สถิตชัยเจริญ และ สุจิน มาลานุสรณ์. 2533. การปรับปรุงพืชเพื่อใช้กำจัดโลหะหนักจากน้ำทิ้งโรงงานชุบโลหะ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ภาษาอังกฤษ

- Allan, K.S., and Sidney. J.S.1978. Soybeans : Chemistry and technology. 2nd ed. Westoort, Conn : AVI.
- Beker U.G., Guner F. S., Dizman M., and Erciyas A. T. 1999. Heavy metal removal by ion exchanger based on hydroxyethyl cellulose. Journal of Applied Polymer Science 74: 3501-3506.
- Dorfner, K. 1977. Ion Exchanger Properties and Application.3rd ed. AnnArbor Science.
- Marnon E., Sastre H. 1991. Heavy metal removal in packed beds using apple waste. Bioresource Technology 38 : 39 - 43.
- Marnon E., Sastre H. 1992. Preconcentration and removal of trace metals from water by apple waste. Bioresource Technology 40 : 73 – 76.
- Marshall W.E., Wartelle L.H., Boler D.E., Johns M.M., and Toles C.A. 1999. Enhance metal adsorption by soybean hulls modified with citric acid. Bioresource Technology 69 : 263-268.
- Nakajima Akira, and Sakaguchi Takashi. 1990. Recovery and removal of uranium by using plant wastes. Biomass 21: 55-63.

- Omar B. Said, Marline B. Shalmor, and J. N. Egila. 1993. A note on the binding of nickel and copper ions by cellulose materials. Bioresource Technology 43: 63-65.
- Pawan Kumar, and Dara S. S. 1982. Utilisation of agricultural waste for decontaminating industrial/domestic wastewaters from toxic metals. Agricultural Wastes 4 : 213 – 233.
- Prakasham R. S., Sheno Merrie J., Sheela R., Saswathi N., and Ramakrishna S. V. 1999. Biosorption of chromium VI by free and immobilized *Rhizopus arrhizus*. Environmental Pollution 104: 421-427.
- Stanley E. Manahan. 1994. Environmental Chemistry. 6th ed. Lewis.
- Sun G. and Xu X. 1997. Sunflower stalks as adsorbents for color removal from textile wastewater. Industrial Engineering Chemistry Research. 36 (3) : 808-812.
- Tan W. T., Ooi S. T., and Lee C. K. 1993. Removal of Chromium(VI) from solution by coconut husk and palm pressed fibres. Environmental Technology 14: 227-282.
- Yin P., Yu Q., Lin Z., and Kaewsarn P. 2001. Biosorption and desorption of cadmium(II) by biomass of *Laminaria Japonica*. Environmental Technology 22: 509-514.
- Zoumpoulakis L, and Smitzis J. 2001. Ion exchange resins from phenol/formaldehyde resin-modified lignin. Polymer International 50 : 277 – 283.



บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทติกศักดิ์. 2540. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
- กิตติพงษ์ พงษ์กิตติหัตถ์, เบญจพร บุญชยา และปริตตา โรจนวิรุฬห์. 2544. การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (เปลือกถั่วเหลือง และชานอ้อย) มาทำจาดินกเกิดในน้ำเสียเปรียบเทียบกับเรซินสังเคราะห์. โครงการวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปราณี พันธุสินชัย. 2536. มลพิษอุตสาหกรรมเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
- เพชรพร เชาวกิจเจริญ. 2537. การกำจัดโลหะหนักโดยการให้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. รายงานผลการวิจัยทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช.
- มานี จันทวิมล. 2542. ทองแดง เงิน และทองคำ. หนังสือชุด ธาตุ. กรุงเทพมหานคร : นามิบุ๊คส์.
- มานี จันทวิมล. 2542. สังกะสี แคดเมียม และปรอท. หนังสือชุด ธาตุ. กรุงเทพมหานคร : นามิบุ๊คส์.
- มันสิน ตันฑุลเวศม์. 2532. วิศวกรรมประปา. เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Kruk-Othmer. 1981. Ion Exchange. 3rd ed. Encyclopedia of Chemical Technology 13 : 678 - 704.
- Odozi T. O., Okeke S. & Lartey R. B. 1985. Studies on binding metal ions with polymerized corn cob and a composite resin with sawdust and onion skin. Agricultural Wastes 12 : 13 – 21.
- Marshall Wayne E. 1996. Agricultural by-product as metal adsorbent : sorption properties and resistance to mechanical abrasion. J. Chem. Tech. Biotechnol 66 : 192-198.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

มาตรฐานปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

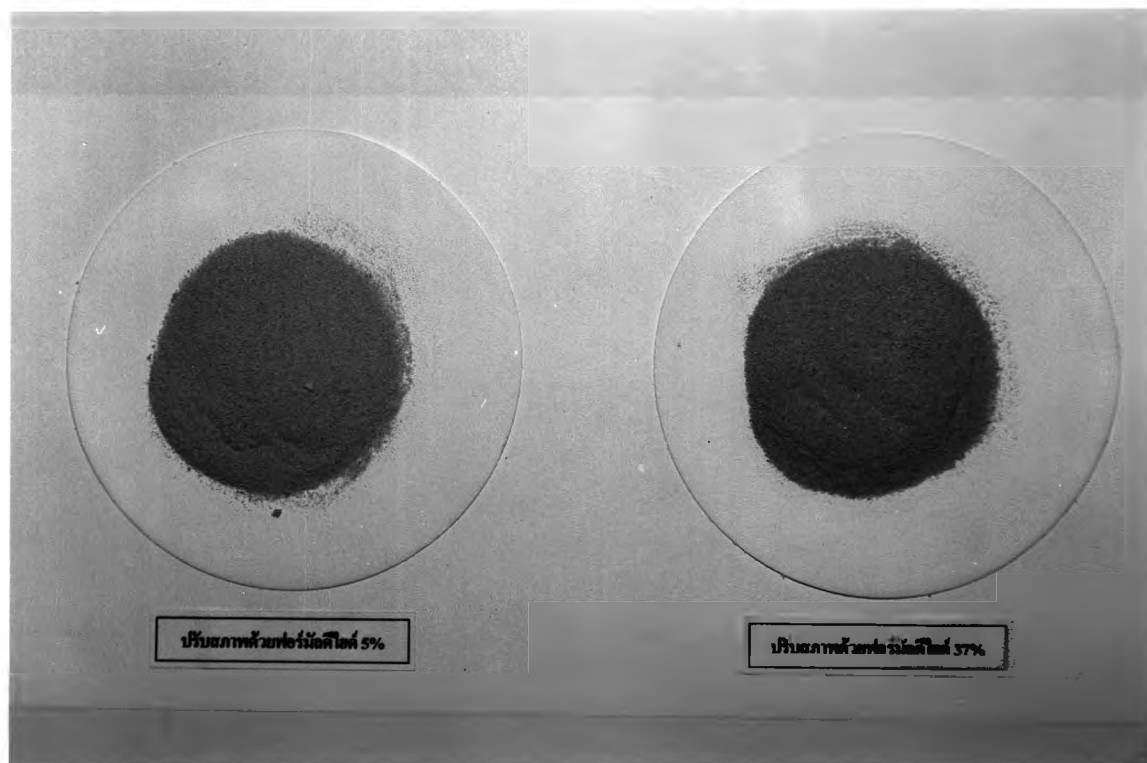
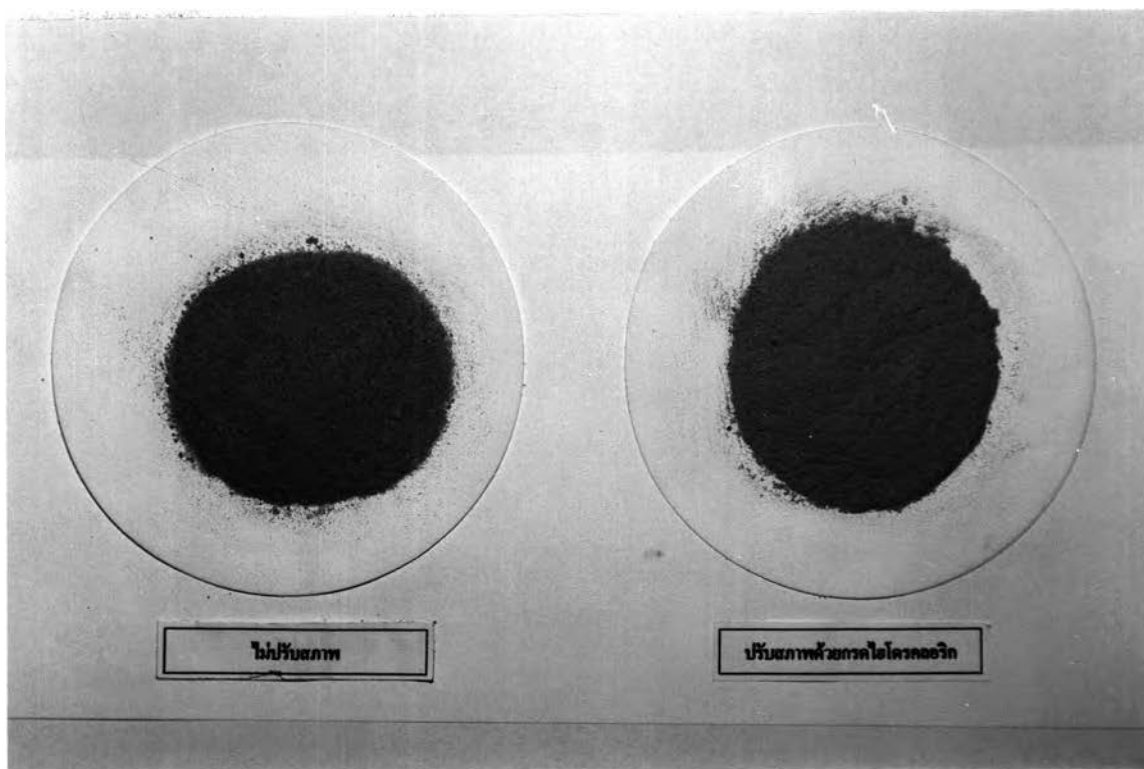
ตารางที่ ก.1 มาตรฐานปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

(ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2, 2539)

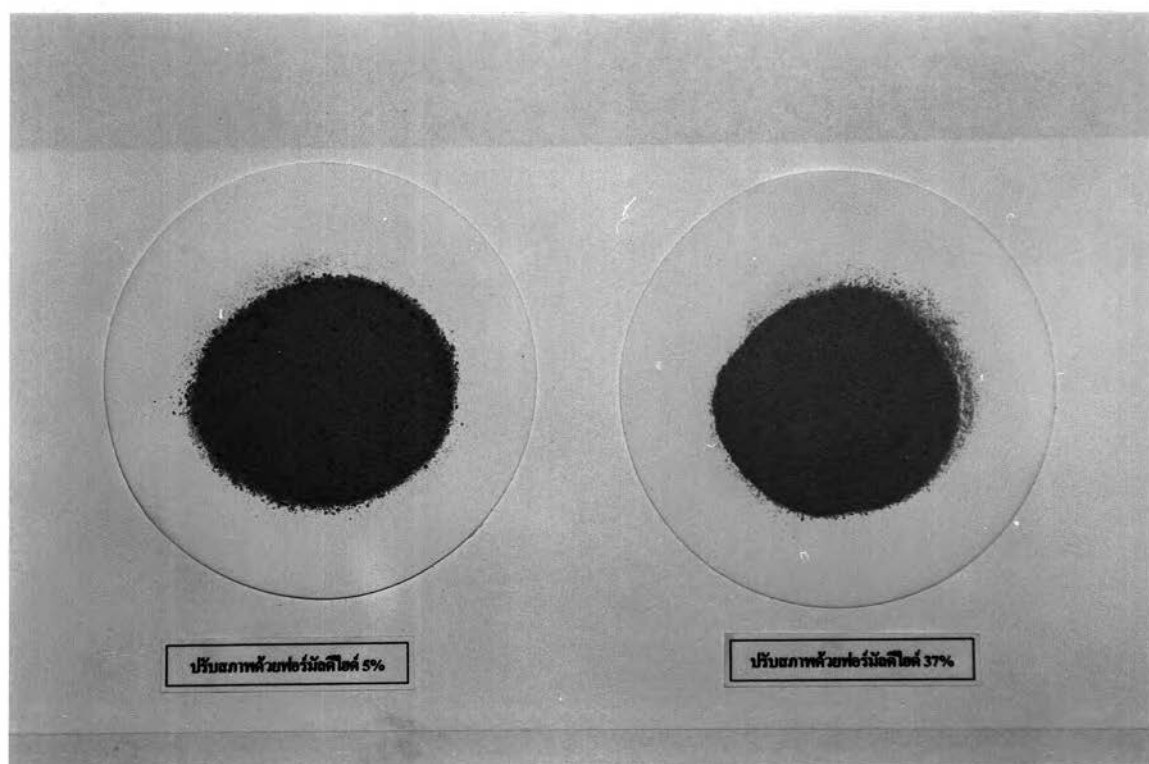
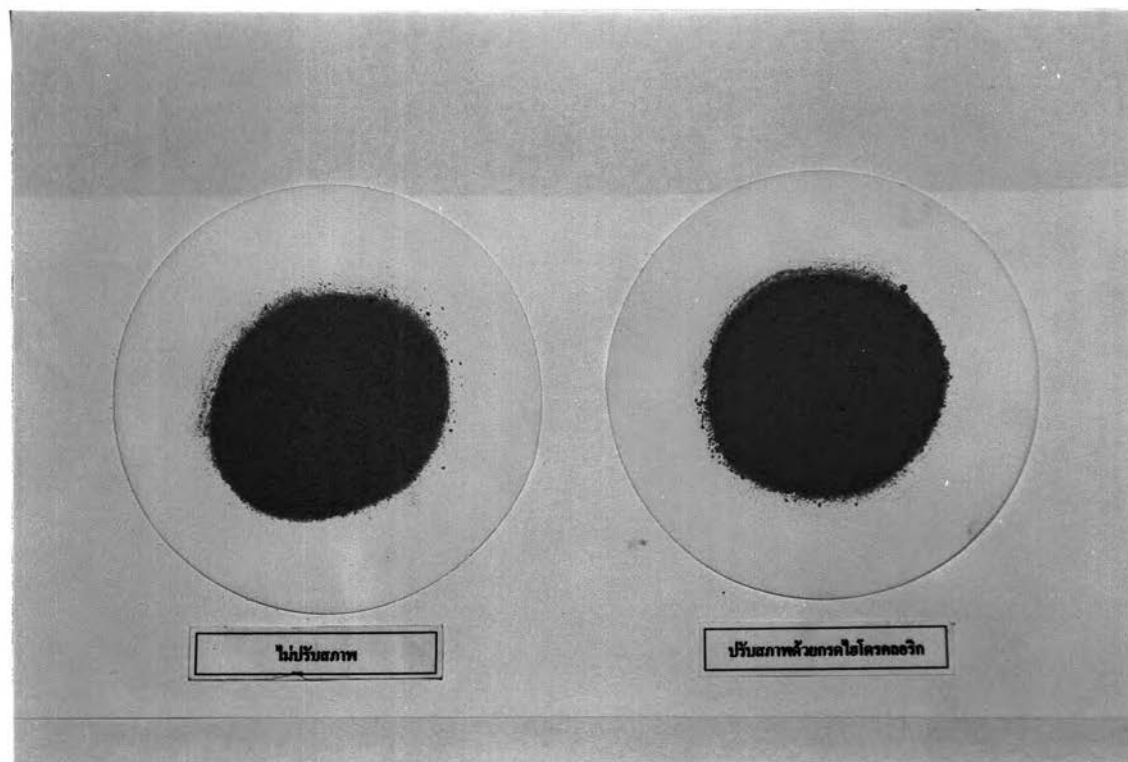
ลักษณะน้ำทิ้ง	ค่ามาตรฐาน
สังกะสี	ไม่มากกว่า 5.00 มก./ล.
โครเมียมประจุบวกหก	ไม่มากกว่า 0.25 มก./ล.
โครเมียมประจุบวกสาม	ไม่มากกว่า 0.75 มก./ล.
สารหนู	ไม่มากกว่า 0.25 มก./ล.
ทองแดง	ไม่มากกว่า 2.00 มก./ล.
ปรอท	ไม่มากกว่า 0.005 มก./ล.
แคดเมียม	ไม่มากกว่า 0.03 มก./ล.
แบเรียม	ไม่มากกว่า 1.00 มก./ล.
เซเลเนียม	ไม่มากกว่า 0.02 มก./ล.
ตะกั่ว	ไม่มากกว่า 0.20 มก./ล.
นิกเกิล	ไม่มากกว่า 1.00 มก./ล.
แมงกานีส	ไม่มากกว่า 5.00 มก./ล.
อาร์เซนิก	ไม่มากกว่า 0.25 มก./ล.

ภาคผนวก ข.

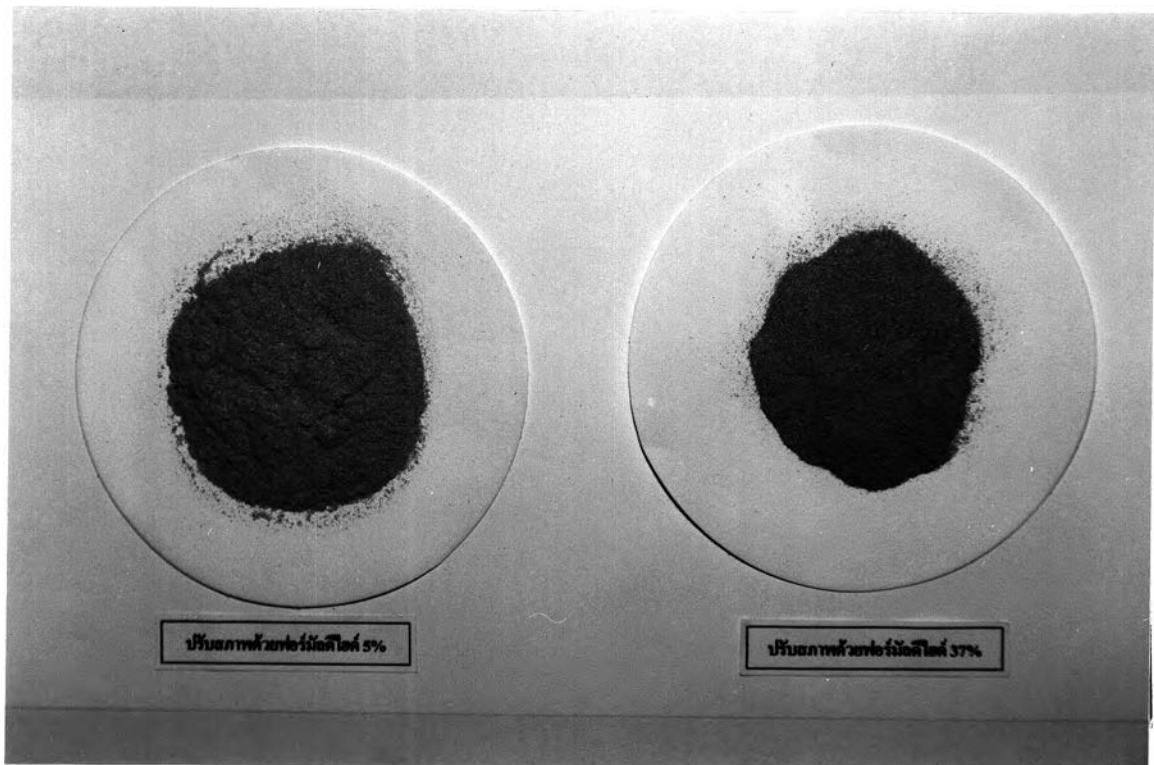
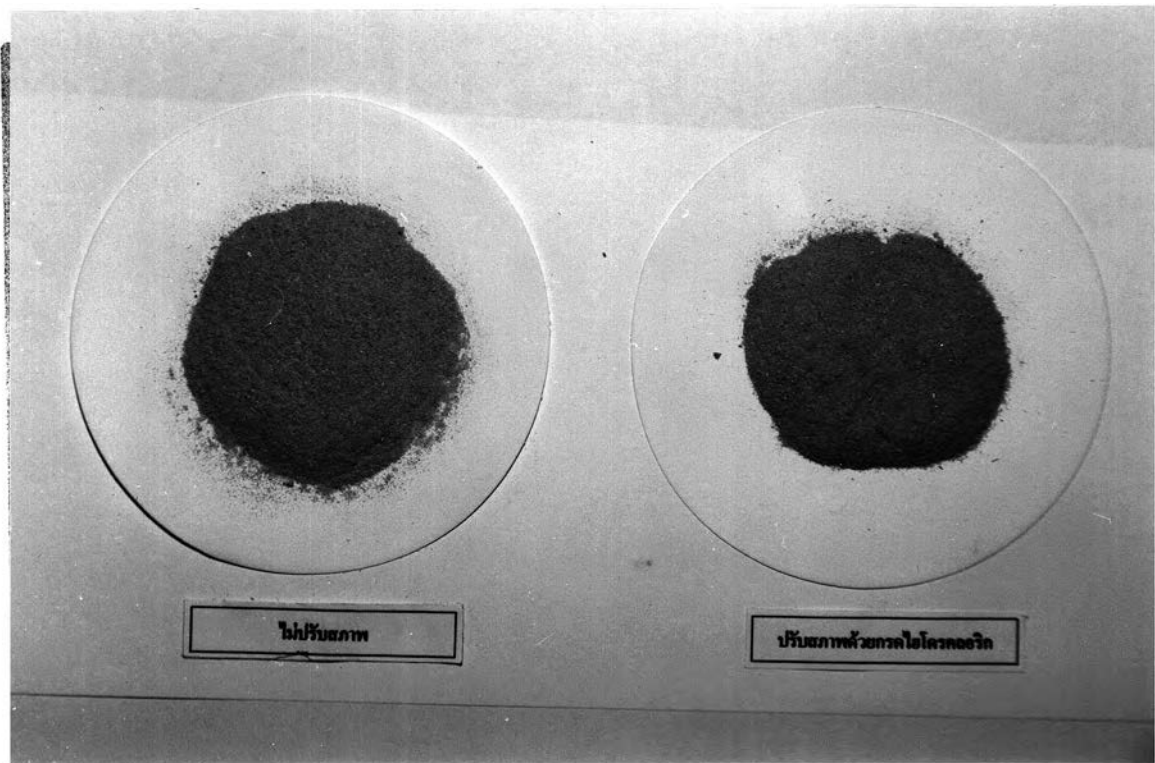
ภาพเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ใช้ในการวิจัย



รูปที่ ข.1 เบรินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากขังข้าวโพด



รูปที่ ๑.2 เวจินแล็กเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง



รูปที่ ๓.๓ เชนแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน

ภาคผนวก ค.

ผลการศึกษหาประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียสังเคราะห์

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลการหาประสิทธิภาพในการกำจัดนิเกิลในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	pHก่อน กำจัด	pHหลัง กำจัด	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง (มก./ล.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq/g.)	ประสิทธิภาพ (%)
ขังข้าวโพด	ไม่ปรับสภาพ	2.0196	5.12	3.98	4.66	2.09	0.03	0.0068	54.61
		2.0196	5.23	4.90	9.92	5.07	0.07	0.0125	48.47
		2.0284	5.18	4.32	20.09	14.65	0.07	0.0141	26.70
		2.0140	5.16	4.30	50.09	42.01	0.11	0.0212	16.02
	ไฮโดรโครลิก	2.0374	5.12	3.44	4.66	2.49	0.03	0.0057	45.71
		2.0251	5.23	4.15	9.92	7.40	0.03	0.0065	25.09
		2.0286	5.18	3.76	20.09	17.15	0.04	0.0076	14.43
		2.0201	5.16	3.83	50.09	46.80	0.04	0.0086	6.50
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0282	5.12	3.44	4.66	3.09	0.02	0.0041	33.22
		2.0311	5.23	4.19	9.92	7.62	0.03	0.0059	22.88
		2.0138	5.18	3.81	20.09	17.74	0.03	0.0061	11.62
		2.0130	5.16	3.89	50.09	47.60	0.03	0.0065	4.94
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0209	5.32	3.67	5.03	2.34	0.04	0.0068	52.93
		2.0485	5.32	3.93	9.75	6.65	0.04	0.0078	31.04
		2.0173	5.29	3.92	19.46	15.10	0.06	0.0111	22.21
		2.0118	5.36	3.88	51.75	47.40	0.06	0.0110	8.36

ตารางที่ ค.1(ต่อ) ข้อมูลการหาประสิทธิภาพในการกำจัดนิเกิลในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	pHก่อน กำจัด	pHหลัง กำจัด	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง (มก./ล.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq/g.)	ประสิทธิภาพ (%)
เปลือกถั่วเหลือง	ไม่ปรับสภาพ	2.0176	5.12	4.14	4.66	0.14	0.06	0.0119	96.15
		2.0173	5.23	4.41	9.92	0.63	0.13	0.0240	92.85
		2.0197	5.18	4.69	20.09	2.74	0.23	0.0452	85.52
		1.8659	5.16	4.62	50.09	18.38	0.46	0.0898	67.87
	ไฮโดรโครลิก	2.0045	5.12	4.40	4.66	0.47	0.06	0.0111	89.71
		2.0290	5.23	4.24	9.92	1.09	0.12	0.0227	87.79
		2.0222	5.18	3.75	20.09	7.16	0.17	0.0337	63.68
		2.0161	5.16	3.22	50.09	28.31	0.29	0.0571	43.14
	ฟอร์มัลดีไฮด์ 5 %	2.0439	5.12	3.43	4.66	0.82	0.05	0.0100	80.63
		2.0099	5.23	3.71	9.92	2.32	0.10	0.0197	76.24
		2.0109	5.18	3.42	20.09	10.13	0.13	0.0261	49.31
		0.7705	5.16	3.54	50.09	43.40	0.24	0.0459	34.67
	ฟอร์มัลดีไฮด์ 37 %	2.0419	5.32	3.59	5.03	0.35	0.06	0.0117	91.13
		2.0491	5.32	3.50	9.75	1.88	0.10	0.0197	78.83
		2.0165	5.29	3.46	19.46	7.46	0.16	0.0307	61.16
		2.0206	5.36	3.35	51.75	34.40	0.23	0.0437	33.18

ตารางที่ ค.1(ต่อ) ข้อมูลการหาประสิทธิภาพในการกำจัดนิเกิลในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	pHก่อน กำจัด	pHหลัง กำจัด	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง (มก./ล.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq/g.)	ประสิทธิภาพ (%)
ก้านดอกทานตะวัน	ไม่ปรับสภาพ	2.0188	5.12	5.58	4.66	0.85	0.05	0.0100	81.00
		2.0188	5.23	5.25	9.92	2.33	0.10	0.0196	75.80
		2.0004	5.18	5.18	20.09	7.88	0.17	0.0321	60.76
		2.0036	5.16	5.14	50.09	19.97	0.41	0.0794	60.02
	ไฮโครครอลิก	2.0390	5.12	3.31	4.66	0.75	0.05	0.0102	82.30
		2.0186	5.23	3.61	9.92	1.94	0.11	0.0206	79.75
		2.0121	5.18	3.30	20.09	8.54	0.16	0.0302	57.15
		2.0141	5.16	3.22	50.09	30.97	0.26	0.0501	37.90
	ฟอร์มัลดีไฮด์ 5 %	2.0402	5.12	3.26	4.66	0.59	0.05	0.0106	85.62
		2.0064	5.23	3.58	9.92	1.92	0.11	0.0208	80.44
		1.7071	5.18	3.33	20.09	9.44	0.17	0.0328	62.11
		2.0282	5.16	3.27	51.75	32.50	0.26	0.0501	36.68
	ฟอร์มัลดีไฮด์ 37 %	2.0298	5.32	4.09	5.03	0.51	0.06	0.0114	88.54
		2.0310	5.32	3.35	9.75	2.08	0.10	0.0193	77.47
		2.0212	5.29	3.33	19.46	7.16	0.17	0.0314	62.54
		2.0294	5.36	3.21	51.75	29.55	0.30	0.0556	42.28

ตารางที่ ค.2 ข้อมูลการหาประสิทธิภาพในการกำจัดทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	pHก่อน กำจัด	pHหลัง กำจัด	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง (มก./ล.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)	ประสิทธิภาพ (%)
ขี้ข้าวโพด	ไม่ปรับสภาพ	2.0266	5.37	4.87	5.29	0.79	0.06	83.95
		2.0430	5.10	4.49	10.72	2.90	0.10	71.41
		2.0230	5.17	4.34	21.10	9.94	0.14	52.29
		2.0271	5.32	4.14	51.72	40.08	0.14	22.20
	ไฮโดรครอลิก	2.0303	5.37	3.59	5.29	1.10	0.05	78.02
		2.0276	5.10	3.82	10.72	5.90	0.06	44.35
		2.0366	5.17	3.77	21.10	14.40	0.08	31.18
		2.0212	5.32	3.67	51.72	44.34	0.09	14.12
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0311	5.33	3.86	4.85	1.16	0.05	74.92
		2.0449	5.36	3.82	9.75	4.78	0.06	49.86
		2.0269	5.18	3.72	19.83	13.27	0.08	32.64
		2.0247	5.47	3.67	52.02	44.46	0.09	14.36
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0191	5.33	3.95	4.85	0.92	0.05	80.26
		2.0486	5.36	3.78	9.75	4.59	0.06	51.67
		2.0058	5.18	3.74	19.83	13.23	0.08	33.19
		2.0261	5.47	3.89	52.02	43.98	0.10	15.26

ตารางที่ ค.2(ต่อ) ข้อมูลการหาประสิทธิภาพในการกำจัดทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	pHก่อน กำจัด	pHหลัง กำจัด	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง (มก./ล.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)	ประสิทธิภาพ (%)
เปลือกถั่วเหลือง	ไม่ปรับสภาพ	2.0142	5.37	5.39	5.29	0.07	0.07	97.98
		2.0217	5.10	5.10	10.72	0.21	0.13	96.99
		2.0404	5.17	4.78	21.10	0.73	0.25	94.63
		2.0251	5.32	4.44	51.72	4.08	0.59	90.97
	ไฮโดรครอลิก	2.0262	5.37	3.61	5.29	0.01	0.07	98.52
		2.0196	5.10	3.42	10.72	0.14	0.13	97.74
		2.0163	5.17	3.26	21.10	0.98	0.25	94.58
		2.0269	5.32	3.11	51.72	16.86	0.43	66.51
	ฟอรัลดีไฮด์ 5 %	2.0342	5.33	3.83	4.85	0.01	0.06	98.16
		2.0330	5.36	3.63	9.75	0.09	0.12	97.47
		2.0373	5.18	3.32	19.83	1.37	0.23	91.39
		2.0370	5.47	3.01	52.02	8.82	0.53	81.54
	ฟอรัลดีไฮด์ 37 %	2.0300	5.33	3.65	4.85	0.00	0.06	98.52
		2.0491	5.32	3.50	9.75	0.01	0.12	97.50
		2.0267	5.18	3.27	19.83	0.93	0.23	94.05
		2.0245	5.47	3.09	52.02	8.17	0.55	83.27

ตารางที่ ค.2(ต่อ) ข้อมูลการหาประสิทธิภาพในการกำจัดทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	pHก่อน กำจัด	pHหลัง กำจัด	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)	ประสิทธิภาพ (%)
ก้านดอกทานตะวัน	ไม่ปรับสภาพ	2.0370	5.37	5.60	5.29	0.50	0.06	88.90
		2.0216	5.10	5.47	10.72	1.26	0.12	87.30
		2.0035	5.17	5.29	21.10	2.80	0.23	86.58
		2.0282	5.32	5.17	51.72	6.84	0.56	85.57
	ไฮโครครอลิก	2.0345	5.37	3.91	5.29	0.07	0.06	97.00
		2.0290	5.10	3.44	10.72	0.25	0.13	96.27
		2.0293	5.17	3.26	21.10	0.96	0.25	94.07
		2.0120	5.32	3.00	51.72	10.32	0.52	79.57
	พอร์มัลดีไฮด์ 5 %	2.0241	5.33	3.68	4.85	0.13	0.06	96.16
		2.0280	5.36	3.51	9.75	0.39	0.12	94.67
		2.0433	5.18	3.23	19.83	0.97	0.23	93.09
		2.0195	5.47	3.13	52.02	16.26	0.45	68.08
	พอร์มัลดีไฮด์ 37 %	2.0286	5.33	3.53	4.85	0.07	0.06	97.17
		2.0244	5.36	3.38	9.75	0.18	0.12	96.97
		2.0106	5.18	3.20	19.83	1.19	0.23	93.50
		2.0155	5.47	3.02	52.02	13.80	0.48	72.91

ตารางที่ ค.3 ข้อมูลการหาประสิทธิภาพในการกำจัดสังกะสี ในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	pHก่อน กำจัด	pHหลัง กำจัด	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง (มก./ล.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)	ประสิทธิภาพ (%)
ซังข้าวโพด	ไม่ปรับสภาพ	2.0009	5.25	4.91	5.23	2.11	0.04	59.63
		2.0030	5.48	4.84	10.00	5.00	0.06	49.93
		2.0216	5.10	4.74	18.81	12.23	0.08	34.61
		2.0052	5.23	4.59	50.40	41.82	0.10	16.98
	ไฮโดรครอลิก	2.0010	5.25	4.00	5.23	2.94	0.03	43.76
		2.0006	5.48	3.91	10.00	7.23	0.03	27.69
		2.0024	5.10	3.92	18.81	15.58	0.04	17.15
		2.0051	5.23	3.84	50.40	45.42	0.06	9.86
	ฟอर्मัลดีไฮด์ 5 %	2.0064	5.38	4.07	4.99	2.64	0.03	46.94
		2.0028	4.97	3.91	9.77	6.83	0.04	30.05
		2.0067	5.33	3.88	18.95	15.65	0.04	17.36
		2.0024	5.62	3.88	50.28	46.08	0.05	8.34
	ฟอर्मัลดีไฮด์ 37 %	2.0006	5.38	3.98	4.99	2.58	0.03	48.28
		2.0038	4.97	3.9	9.77	6.76	0.04	30.75
		2.0058	5.33	3.84	18.95	15.31	0.04	19.15
		2.0041	5.62	3.78	50.28	46.01	0.05	8.48

ตารางที่ ค.3(ต่อ) ข้อมูลการหาประสิทธิภาพในการกำจัดสังกะสี ในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	pHก่อน กำจัด	pHหลัง กำจัด	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง (มก./ล.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)	ประสิทธิภาพ (%)
เปลือกถั่วเหลือง	ไม่ปรับสภาพ	2.0042	5.25	5.2	5.23	0.12	0.06	97.50
		2.0018	5.48	5.13	10.00	0.46	0.12	95.31
		2.0036	5.10	4.96	18.81	1.56	0.21	91.54
		2.0074	5.23	4.68	50.40	13.32	0.45	73.30
	ไฮโดรครอลิก	2.000	5.25	3.55	5.23	0.52	0.06	90.06
		2.0045	5.48	3.42	10.00	1.65	0.10	83.31
		2.0466	5.10	3.38	18.81	4.64	0.17	73.62
		2.0177	5.23	3.17	50.40	30.42	0.24	39.30
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0074	5.38	3.68	4.99	0.35	0.06	92.64
		2.0010	4.97	3.53	9.77	1.39	0.10	85.73
		2.0057	5.33	3.45	18.95	6.26	0.15	66.78
		2.0044	5.62	3.30	50.28	30.36	0.24	39.53
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0012	5.38	3.64	4.99	0.28	0.06	94.33
		2.0018	4.97	3.56	9.77	1.17	0.11	87.95
		2.0252	5.33	3.25	18.95	5.30	0.16	71.14
		2.0380	5.62	3.16	50.28	28.98	0.26	41.57

ตารางที่ ค.3(ต่อ) ข้อมูลการหาประสิทธิภาพในการกำจัดสังกะสี ในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	pHก่อน กำจัด	pHหลัง กำจัด	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง (มก./ล.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)	ประสิทธิภาพ (%)
ก้านดอกทานตะวัน	ไม่ปรับสภาพ	2.0042	5.25	5.58	5.23	0.35	0.06	93.11
		2.0039	5.48	5.56	10.00	1.13	0.11	88.53
		2.0073	5.10	5.49	18.81	2.81	0.20	84.75
		2.0038	5.23	5.32	50.40	14.28	0.44	71.53
	ไฮโดรโครอลิก	2.0021	5.25	3.54	5.23	0.32	0.06	93.78
		2.0012	5.48	3.48	10.00	1.14	0.11	88.55
		2.0116	5.10	3.36	18.81	5.98	0.16	67.82
		2.0123	5.23	3.09	50.40	25.62	0.30	48.87
	พอร์มัลดีไฮด์ 5 %	2.0031	5.38	3.55	4.99	0.55	0.05	88.84
		2.0062	4.97	3.43	9.77	1.58	0.10	83.57
		2.0040	5.33	3.32	18.95	5.70	0.16	69.78
		2.0025	5.62	3.18	50.28	28.38	0.27	43.50
	พอร์มัลดีไฮด์ 37 %	2.0071	5.38	3.52	4.99	0.31	0.06	93.46
		2.0033	4.97	3.37	9.77	1.05	0.11	89.11
		2.0397	5.33	3.22	18.95	5.49	0.16	69.65
		2.0191	5.62	3.09	50.28	28.23	0.27	43.44

ตารางที่ ค.4 ข้อมูลการหาความสามารถสูงสุดในการกำจัดนิกเกิล ในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง Ce (มก./ล.)	q (meq/g)	Ce/q	Langmuir			Freundlich R ²
							R ²	Y = aX + b	Q max	
ขี้ข้าวโพด	ไม่ปรับสภาพ	2.0196	4.66	2.09	0.02	120.532	0.98	Y= 16.286X+101.3	0.06	0.91
		2.0196	9.92	5.07	0.03	154.624				
		2.0284	20.09	14.65	0.04	400.880				
		2.0140	50.09	42.01	0.05	768.463				
	ไฮโครครอลิก	2.0374	4.66	2.49	0.01	171.569	1.00	Y=43.19X+99.034	0.02	0.99
		2.0251	9.92	7.40	0.02	436.415				
		2.0286	20.09	17.15	0.02	868.431				
		2.0201	50.09	46.80	0.02	2108.846				
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0282	4.66	3.09	0.01	292.949	1.00	Y=57.425X+89.546	0.02	0.75
		2.0311	9.92	7.62	0.02	492.439				
		2.0138	20.09	17.74	0.02	1115.640				
		2.0130	50.09	47.60	0.02	2824.057				
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0209	5.03	2.34	0.02	129.012	1.00	Y=32.451X+63.272	0.03	0.85
		2.0485	9.75	6.65	0.02	322.491				
		2.0173	19.46	15.10	0.03	512.723				
		2.0118	51.75	47.40	0.03	1608.777				

ตารางที่ ค.4 (ต่อ) ข้อมูลการหาความสามารถสูงสุดในการกำจัดนิกเกิล ในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง Ce (มก./ล.)	q (meq/g)	Ce/q	Langmuir			Freundlich R ²
							R ²	Y = aX + b	Q max	
เปลือกถั่วเหลือง	ไม่ปรับสภาพ	2.0176	4.66	0.14	0.03	4.586	0.99	Y=3.9267X+7.8586	0.25	0.97
		2.0173	9.92	0.63	0.06	10.040				
		2.0197	20.09	2.74	0.12	23.408				
		1.8659	50.09	18.38	0.23	79.337				
	ไฮโครครอลิก	2.0045	4.66	0.47	0.03	16.501	0.98	Y=6.2511X+19.433	0.16	0.93
		2.0290	9.92	1.09	0.06	18.286				
		2.0222	20.09	7.16	0.09	82.090				
		2.0161	50.09	28.31	0.15	192.238				
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0439	4.66	0.82	0.03	32.031	0.98	Y=7.6984X+39.46	0.13	0.95
		2.0099	9.92	2.32	0.05	45.027				
		2.0109	20.09	10.13	0.07	150.094				
		0.7705	50.09	43.40	0.12	366.825				
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0419	5.03	0.35	0.03	11.207	0.99	Y=8.059X+19.434	0.12	0.98
		2.0491	9.75	1.88	0.05	35.804				
		2.0165	19.46	7.46	0.08	91.998				
		2.0206	51.75	34.40	0.12	294.010				

ตารางที่ ค.4 (ต่อ) ข้อมูลการหาความสามารถสูงสุดในการกำจัดนิกเกิล ในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง Ce (มก./ล.)	q (meq/g)	Ce/q	Langmuir			Freundlich R ²
							R ²	Y = aX + b	Q max	
ก้านดอกทานตะวัน	ไม่ปรับสภาพ	2.0188	4:66	0.85	0.03	33.053	0.87	Y=3.2122X+42.773	0.31	0.57
		2.0188	9.92	2.33	0.05	45.481				
		2.0004	20.09	7.88	0.08	94.744				
		2.0036	50.09	19.97	0.20	97.489				
	ไฮโดรคอลลิก	2.0390	4.66	0.75	0.03	28.703	0.98	Y=6.899X+30.52	0.14	0.95
		2.0186	9.92	1.94	0.05	35.899				
		2.0121	20.09	8.54	0.08	109.181				
		2.0141	50.09	30.97	0.13	239.418				
	พอร์มัลดีไฮด์ 5 %	2.0402	4.66	0.59	0.03	21.705	0.99	Y=7.0736X+26.221	0.14	0.97
		2.0064	9.92	1.92	0.05	35.225				
		1.7071	20.09	9.44	0.09	111.046				
		2.0282	51.75	32.50	0.13	251.296				
	พอร์มัลดีไฮด์ 37 %	2.0298	5.03	0.51	0.03	16.808	0.98	Y=5.913X+27.354	0.17	0.97
		2.0310	9.75	2.08	0.05	40.420				
		2.0212	19.46	7.16	0.08	86.345				
		2.0294	51.75	29.55	0.15	198.241				

ตารางที่ ค.5 ข้อมูลการหาความสามารถสูงสุดในการกำจัดทองแดง ในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง Ce (มก./ล.)	q (meq/g)	Ce/q	Langmuir			Freundlich R ²
							R ²	Y = aX + b	Q max	
ขี้ข้าวโพด	ไม่ปรับสภาพ	2.0266	5.29	0.79	0.03	189.221	1.00	Y=13.367X+178.22	0.07	0.88
		2.0430	10.72	2.90	0.05	222.440				
		2.0230	21.10	9.94	0.07	303.789				
		2.0271	51.72	40.08	0.07	715.382				
	ไฮโครคอรอลิก	2.0303	5.29	1.10	0.03	203.591	1.00	Y=20.782X+207.5	0.05	0.92
		2.0276	10.72	5.90	0.03	358.168				
		2.0366	21.10	14.40	0.04	509.414				
		2.0212	51.72	44.34	0.05	1125.042				
	พอร์มัลดีไฮด์ 5 %	2.0311	4.85	1.16	0.02	212.033	1.00	Y=20.298X+207.86	0.05	0.98
		2.0449	9.75	4.78	0.03	318.623				
		2.0269	19.83	13.27	0.04	486.641				
		2.0247	52.02	44.46	0.05	1106.538				
	พอร์มัลดีไฮด์ 37 %	2.0191	4.85	0.92	0.02	197.908	1.00	Y=19.135X+206.26	0.05	0.99
		2.0486	9.75	4.59	0.03	307.446				
		2.0058	19.83	13.23	0.04	478.656				
		2.0261	52.02	43.98	0.05	1041.196				

ตารางที่ ค.5 (ต่อ) ข้อมูลการหาความสามารถสูงสุดในการกำจัดทองแดง ในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง Ce (มก./ล.)	q (meq/g)	Ce/q	Langmuir			Freundlich R ²
							R ²	Y = aX + b	Q max	
เปลือกถั่วเหลือง	ไม่ปรับสภาพ	2.0142	5.29	0.07	0.03	162.123	0.91	Y=2.809X+163.52	0.36	0.87
		2.0217	10.72	0.21	0.07	163.782				
		2.0404	21.10	0.73	0.13	167.866				
		2.0251	51.72	4.08	0.30	174.619				
	ไฮโครครอลิก	2.0262	5.29	0.01	0.03	161.236	1.00	Y=24.553X+162.16	0.22	0.99
		2.0196	10.72	0.14	0.07	162.529				
		2.0163	21.10	0.98	0.13	167.945				
		2.0269	51.72	16.86	0.22	238.847				
	พอร์มัลดีไฮด์ 5 %	2.0342	4.85	0.01	0.03	161.833	0.96	Y=3.549X+164.23	0.28	0.94
		2.0330	9.75	0.09	0.06	162.975				
		2.0373	19.83	1.37	0.11	173.821				
		2.0370	52.02	8.82	0.27	194.821				
	พอร์มัลดีไฮด์ 37 %	2.0300	4.85	0.00	0.03	161.236	0.98	Y=3.410X+163.18	0.29	0.96
		2.0491	9.75	0.01	0.06	162.917				
		2.0267	19.83	0.93	0.12	168.891				
		2.0245	52.02	8.17	0.27	190.755				

ตารางที่ ค.5 (ต่อ) ข้อมูลการหาความสามารถสูงสุดในการกำจัดทองแดง ในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง Ce (มก./ล.)	q (meq/g)	Ce/q	Langmuir			Freundlich R ²
							R ²	Y = aX + b	Q max	
ก้านดอกทานตะวัน	ไม่ปรับสภาพ	2.0370	5.29	0.50	0.03	178.677	0.81	Y=0.932X+179.78	1.07	0.57
		2.0216	10.72	1.26	0.06	181.952				
		2.0035	21.10	2.80	0.12	183.475				
		2.0282	51.72	6.84	0.28	185.641				
	ไฮโครครอลิก	2.0345	5.29	0.07	0.03	163.757	0.98	Y=3.426X+164.38	0.29	0.98
		2.0290	10.72	0.25	0.06	165.001				
		2.0293	21.10	0.96	0.12	168.860				
		2.0120	51.72	10.32	0.26	199.638				
	พอร์ซิลติไฮด์ 5 %	2.0241	4.85	0.13	0.03	165.192	1.00	Y=4.157X+165.79	0.24	0.92
		2.0280	9.75	0.39	0.06	167.785				
		2.0433	19.83	0.97	0.12	170.636				
		2.0195	52.02	16.26	0.22	233.332				
	พอร์ซิลติไฮด์ 37 %	2.0286	4.85	0.07	0.03	163.481	1.00	Y=3.926X+163.81	0.25	0.97
		2.0244	9.75	0.18	0.06	163.812				
		2.0106	19.83	1.19	0.12	169.887				
		2.0155	52.02	13.80	0.24	217.881				

ตารางที่ ค.6 ข้อมูลการหาความสามารถสูงสุดในการกำจัดสังกะสี ในน้ำเสียสังเคราะห์

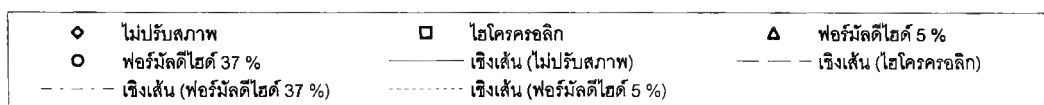
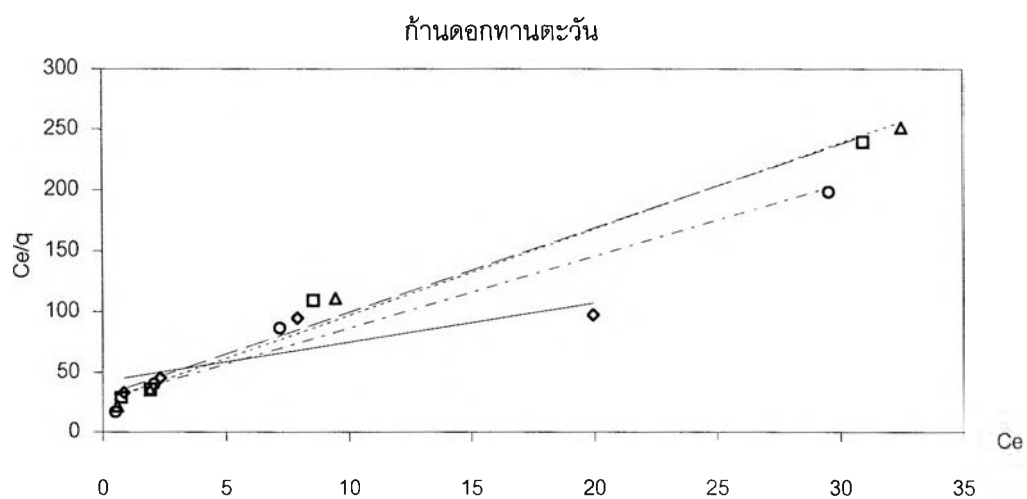
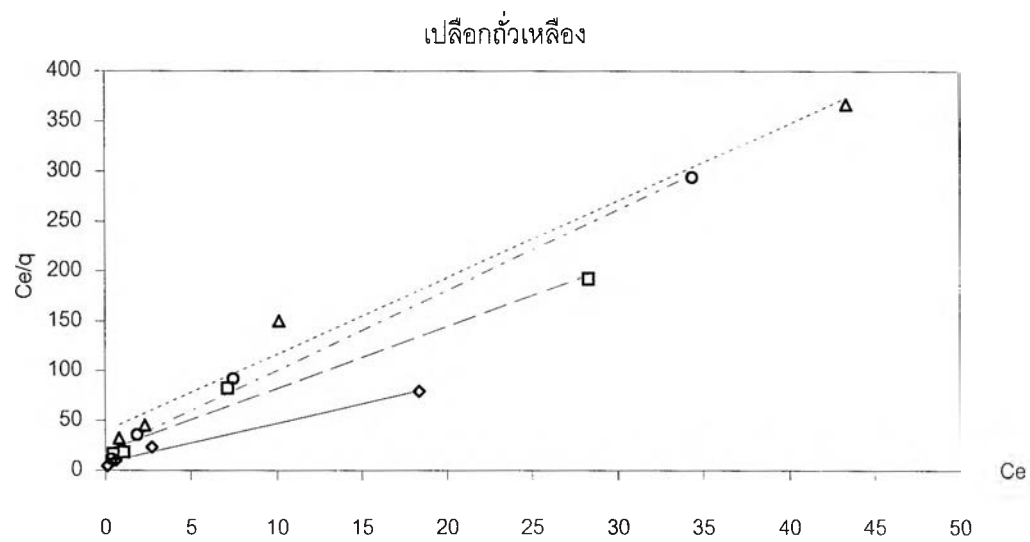
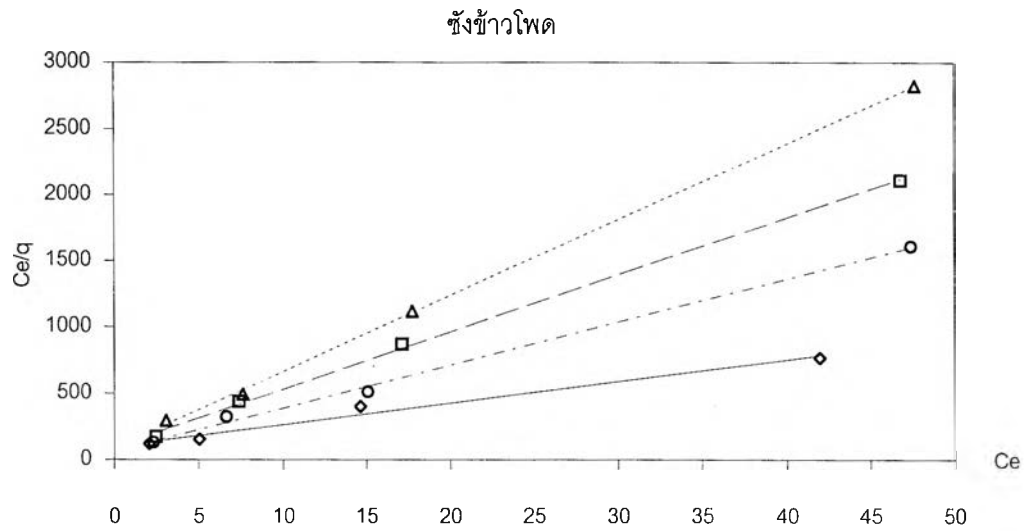
ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง Ce (มก./ล.)	q (meq/g)	Ce/q	Langmuir			Freundlich R ²
							R ²	Y = aX + b	Q max	
ขังข้าวโพด	ไม่ปรับสภาพ	2.0009	5.23	2.11	0.02	110.571	1.00	Y=17.231X+81.52	0.06	0.95
		2.0030	10.00	5.00	0.03	163.670				
		2.0216	18.81	12.23	0.04	307.032				
		2.0052	50.40	41.82	0.05	798.625				
	ไฮโดรครอลิก	2.0010	5.23	2.94	0.01	209.917	0.97	Y=29.003X+214.00	0.03	0.97
		2.0006	10.00	7.23	0.02	426.685				
		2.0024	18.81	15.58	0.02	789.231				
		2.0051	50.40	45.42	0.03	1494.316				
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0064	4.99	2.64	0.01	184.180	0.99	Y=36.492X+134.72	0.03	0.99
		2.0028	9.77	6.83	0.02	380.189				
		2.0067	18.95	15.65	0.02	777.627				
		2.0024	50.28	46.08	0.03	1795.157				
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0006	4.99	2.58	0.01	175.005	1.00	Y=36.126X+110.99	0.03	0.99
		2.0038	9.77	6.76	0.02	367.725				
		2.0058	18.95	15.31	0.02	689.366				
		2.0041	50.28	46.01	0.03	1764.543				

ตารางที่ ค.6 (ต่อ) ข้อมูลการหาความสามารถสูงสุดในการกำจัดสังกะสี ในน้ำเสียสังเคราะห์

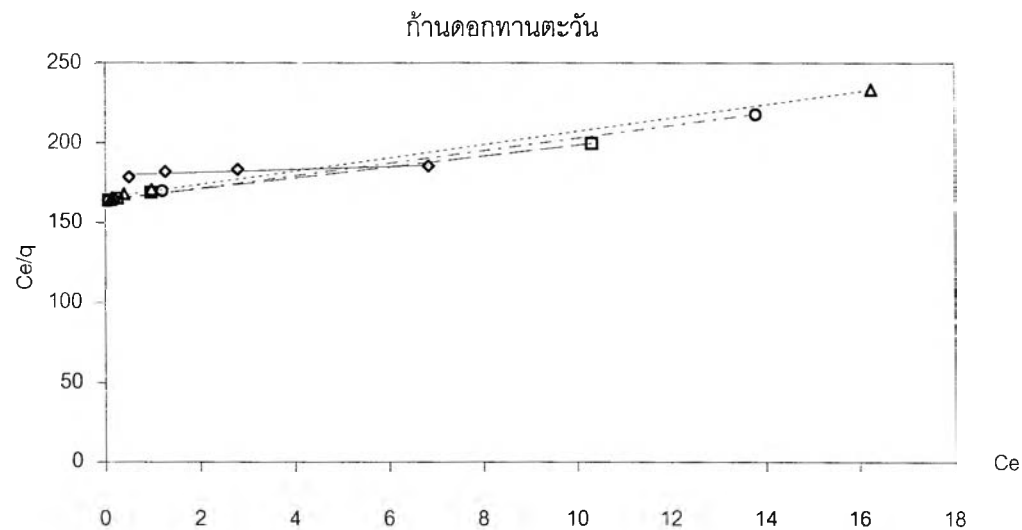
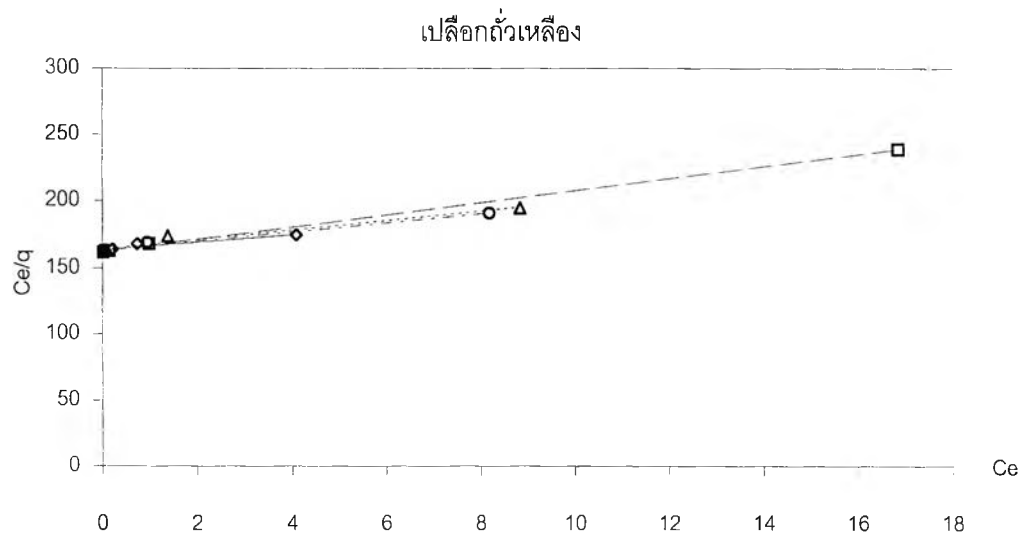
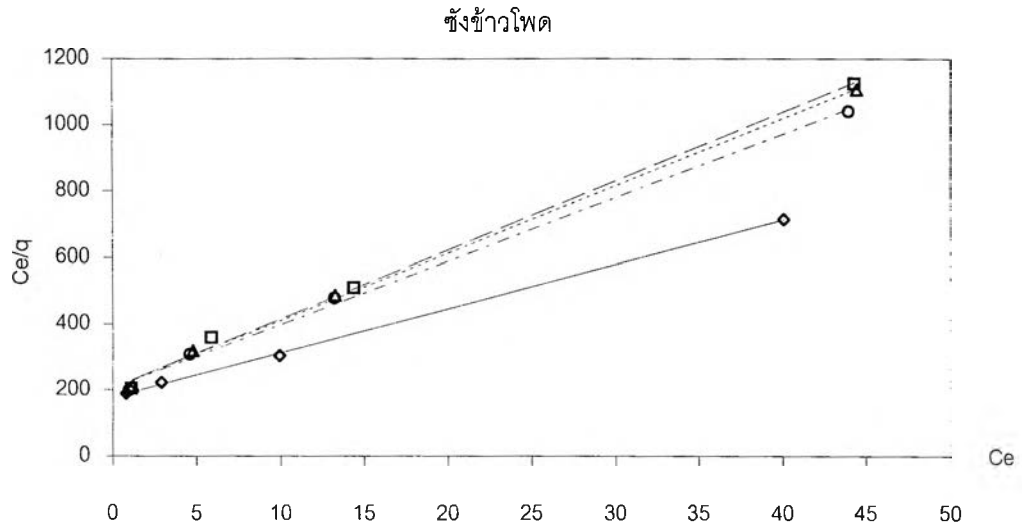
ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง Ce (มก./ล.)	q (meq/g)	Ce/q	Langmuir			Freundlich R ²
							R ²	Y = aX + b	Q max	
เปลือกถั่วเหลือง	ไม่ปรับสภาพ	2.0042	5.23	0.12	0.03	3.846	0.99	Y=4.004X+5.89	0.25	0.99
		2.0018	10.00	0.46	0.06	7.887				
		2.0036	18.81	1.56	0.11	14.806				
		2.0074	50.40	13.32	0.23	58.923				
	ไฮโดรคอรอลิก	2.000	5.23	0.52	0.03	18.043	1.00	Y=7.686X+17.51	0.13	0.94
		2.0045	10.00	1.65	0.05	32.366				
		2.0466	18.81	4.64	0.08	54.761				
		2.0177	50.40	30.42	0.12	251.020				
	พอร์มัลดีไฮด์ 5 %	2.0074	4.99	0.35	0.03	12.373	0.99	Y=7.694X+18.71	0.13	0.99
		2.0010	9.77	1.39	0.05	27.121				
		2.0057	18.95	6.26	0.08	80.848				
		2.0044	50.28	30.36	0.12	249.623				
	พอร์มัลดีไฮด์ 37 %	2.0012	4.99	0.28	0.03	9.721	0.99	Y=7.364X+14.92	0.14	0.99
		2.0018	9.77	1.17	0.05	22.253				
		2.0252	18.95	5.30	0.08	64.254				
		2.0380	50.28	28.98	0.13	226.575				

ตารางที่ ค.6 (ต่อ) ข้อมูลการหาความสามารถสูงสุดในการกำจัดสังกะสี ในน้ำเสียสังเคราะห์

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ความเข้มข้นเริ่มต้น (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลัง Ce (มก./ล.)	q (meq/g)	Ce/q	Langmuir			Freundlich
							R ²	Y = aX + b	Q max	R ²
ก้านดอกทานตะวัน	ไม่ปรับสภาพ	2.0042	5.23	0.35	0.03	11.746	0.98	Y=3.523X+15.18	0.28	0.84
		2.0039	10.00	1.13	0.05	20.860				
		2.0073	18.81	2.81	0.10	28.806				
		2.0038	50.40	14.28	0.22	64.733				
	ไฮโครครอลิก	2.0021	5.23	0.32	0.03	10.662	0.96	Y=6.045X+19.62	0.17	0.88
		2.0012	10.00	1.14	0.05	21.040				
		2.0116	18.81	5.98	0.08	76.613				
		2.0123	50.40	25.62	0.15	170.004				
	พอร์มัลดีไฮด์ 5 %	2.0031	4.99	0.55	0.03	20.275	0.99	Y=6.733X+22.65	0.15	0.98
		2.0062	9.77	1.58	0.05	31.625				
		2.0040	18.95	5.70	0.08	70.444				
		2.0025	50.28	28.38	0.13	212.046				
	พอร์มัลดีไฮด์ 37 %	2.0071	4.99	0.31	0.03	10.864	0.99	Y=6.998X+16.07	0.14	0.98
		2.0033	9.77	1.05	0.05	19.711				
		2.0397	18.95	5.49	0.08	67.980				
		2.0191	50.28	28.23	0.13	211.227				

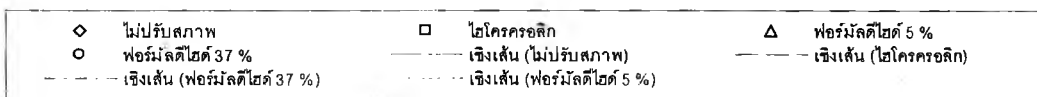
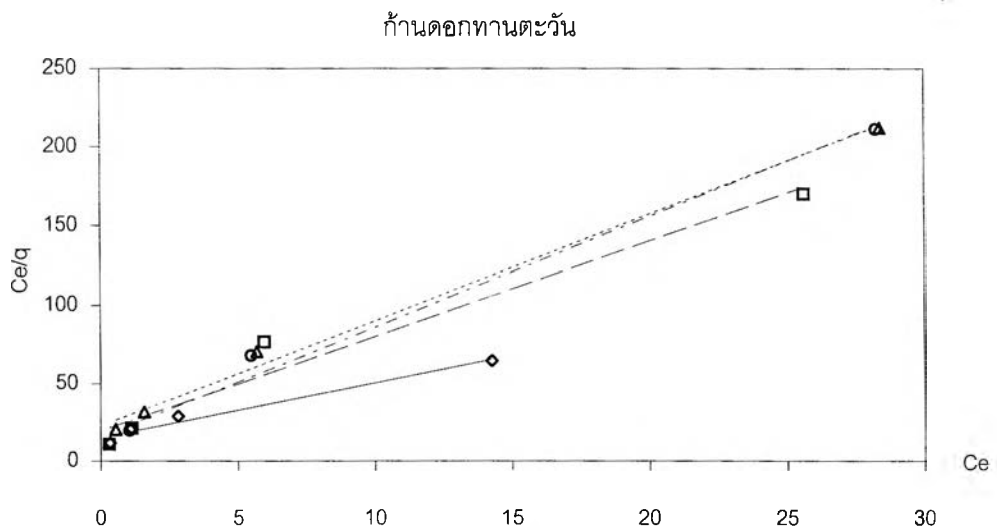
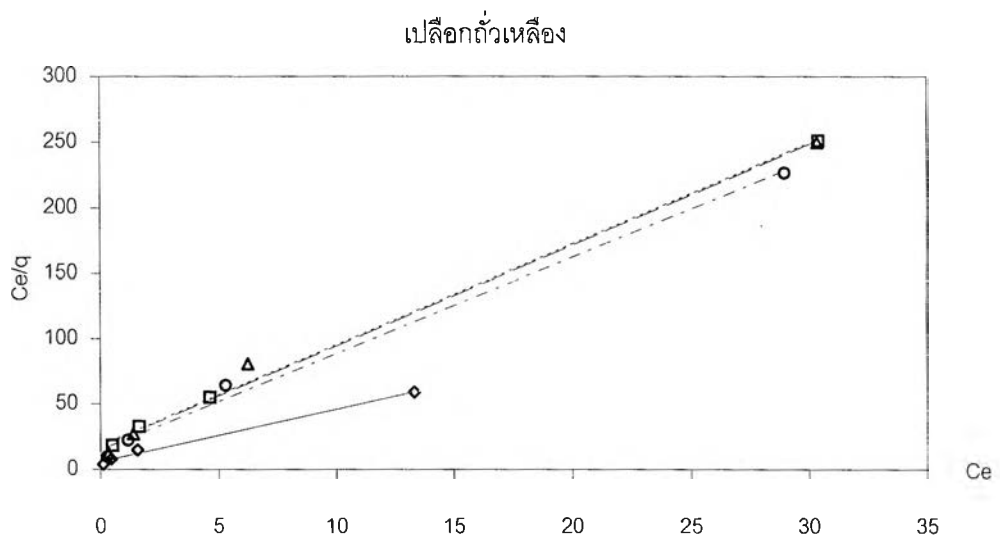
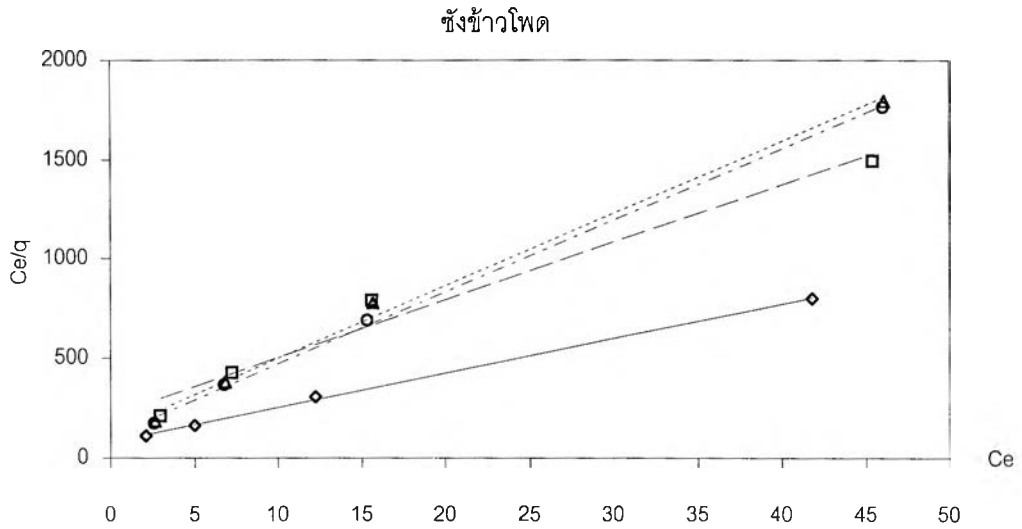


รูปที่ ค.1 กราฟแสดงไอโซเทอมการกำจัดนิกเกิล ในน้ำเสียสังเคราะห์



- | | | |
|-------------------------------------|--|------------------------------|
| ◇ ไม่ปรับสภาพ | □ ไอโครคอลลิก | △ ฟอर्मัลดีไฮด์ 5 % |
| ○ ฟอर्मัลดีไฮด์ 37 % | — เชิงเส้น (ไม่ปรับสภาพ) | - - - เชิงเส้น (ไอโครคอลลิก) |
| - - - เชิงเส้น (ฟอर्मัลดีไฮด์ 37 %) | - - - - - เชิงเส้น (ฟอर्मัลดีไฮด์ 5 %) | |

รูปที่ ค.2 กราฟแสดงไอโซเทอมการกำจัดทองแดง ในน้ำเสียสังเคราะห์



รูปที่ ค.3 กราฟแสดงไอโซเทอมการกำจัดสังกะสี ในน้ำเสียสังเคราะห์

ภาคผนวก ง.

ผลการศึกษาความสามารถทั้งหมด ในการแลกเปลี่ยนไอออน
ของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดไม่ปรับสภาพ และ
เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดไม่ปรับสภาพ

ผลการศึกษาความสามารถทั้งหมดในการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดไม่ปรับสภาพ

น้ำหนักเรซินแลกเปลี่ยนไอออน	1.000	g
ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	0.1	N
ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟูริก	0.1	N
ปริมาณสารละลายกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรต	36.5	ml.

$$\begin{aligned} \text{ความสามารถทั้งหมด} &= \frac{(200 * 0.1) - 4(36.5 * 0.1)}{1.000} \\ &= 5.4 \quad \text{meq/g.} \end{aligned}$$

ผลการศึกษาความสามารถทั้งหมดในการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจาก ก้านดอกทานตะวัน ชนิดไม่ปรับสภาพ

น้ำหนักเรซินแลกเปลี่ยนไอออน	1.004	g
ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	0.1	N
ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟูริก	0.1	N
ปริมาณสารละลายกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรต	38.8	ml.

$$\begin{aligned} \text{ความสามารถทั้งหมด} &= \frac{(200 * 0.1) - 4(38.8 * 0.1)}{1.004} \\ &= 4.5 \quad \text{meq/g.} \end{aligned}$$

ภาคผนวก จ.

**ผลการศึกษาขีดความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน
ของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดไม่ปรับสภาพ และ
เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดไม่ปรับสภาพ**

ตารางที่ ๑.1 ข้อมูลการหาขีดความสามารถในการกำจัดนิกเกิล

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดไม่ปรับสภาพ

ครั้งที่	น้ำหนักเรซิน (g.)	pH ก่อน	pH หลัง	ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg./l.)	ความเข้มข้นหลัง (mg./l.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)
1	2.0019	5.05	4.46	113.04	53.70	0.81
2		5.04	4.43	108.30	86.88	0.29
3		5.47	4.50	105.54	93.12	0.17
4		5.45	4.56	106.62	96.78	0.13
5		5.48	4.71	108.96	99.00	0.14
6		5.48	4.79	111.66	99.66	0.16
7		5.73	4.80	113.10	118.38	-
รวม (meq)						1.70
(meq/g.)						0.85
รีเจนเนอเรท ด้วย HCl 1 N (meq)						1.07
% รีเจนเนอเรท						62.57

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดไม่ปรับสภาพ

ครั้งที่	น้ำหนักเรซิน (g.)	pH ก่อน	pH หลัง	ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg./l.)	ความเข้มข้นหลัง (mg./l.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)
1	2.0007	5.05	5.24	113.04	52.20	0.83
2		5.04	5.18	108.30	79.32	0.39
3		5.47	5.70	105.54	92.16	0.18
4		5.45	5.29	106.62	98.34	0.11
5		5.48	5.38	108.96	99.54	0.13
6		5.48	5.36	111.66	101.04	0.14
7		5.73	5.50	113.10	122.46	-
รวม (meq)						1.79
(meq/g.)						0.90
รีเจนเนอเรท ด้วย HCl 1 N (meq)						1.21
% รีเจนเนอเรท						67.67

ตารางที่ ๑.2 ข้อมูลการหาขีดความสามารถในการกำจัดทองแดง

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดไม่ปรับสภาพ

ครั้งที่	น้ำหนักเรซิน (g.)	pH ก่อน	pH หลัง	ความเข้มข้นเริ่ม ต้น (mg./l.)	ความเข้มข้นหลัง (mg./l.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)
1	2.0054	5.09	4.13	111.60	38.58	0.92
2		5.12	4.03	105.84	89.94	0.20
3		5.14	4.14	111.90	97.20	0.19
4		5.05	4.22	111.84	98.34	0.17
5		5.07	4.34	112.38	99.72	0.16
6		5.06	4.42	109.80	97.26	0.16
7		5.22	4.49	107.70	112.08	-
รวม (meq)						1.79
(meq/g.)						0.89
รีเจนเนอเรท ด้วย HCl 1 N (meq)						1.23
% รีเจนเนอเรท						68.44

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดไม่ปรับสภาพ

ครั้งที่	น้ำหนักเรซิน (g.)	pH ก่อน	pH หลัง	ความเข้มข้นเริ่ม ต้น (mg./l.)	ความเข้มข้นหลัง (mg./l.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)
1	2.0054	5.09	4.59	111.60	28.08	1.05
2		5.12	5.06	105.84	80.94	0.31
3		5.14	4.45	111.90	94.56	0.22
4		5.05	4.52	111.84	96.66	0.19
5		5.07	4.67	112.38	97.38	0.19
6		5.06	4.71	109.80	97.74	0.15
7		5.22	4.79	107.70	108.66	-
รวม (meq)						2.12
(meq/g.)						1.05
รีเจนเนอเรท ด้วย HCl 1 N (meq)						1.10
% รีเจนเนอเรท						52.20

ตารางที่ ๑.3 ข้อมูลการหาขีดความสามารถในการกำจัดสังกะสี

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดไม่ปรับสภาพ

ครั้งที่	น้ำหนักเรซิน (g.)	pH ก่อน	pH หลัง	ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg./l.)	ความเข้มข้นหลัง (mg./l.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)
1	2.0007	5.45	4.42	106.50	47.22	0.73
2		5.40	4.46	107.34	80.76	0.33
3		5.46	4.51	103.26	89.04	0.17
4		5.43	4.60	106.02	99.36	0.08
5		5.43	4.64	104.16	92.82	0.14
6		5.45	4.71	102.18	108.72	-
7		5.23	4.81	108.90	102.84	-
รวม (meq)						1.45
(meq/g.)						0.7
รีเจนเนอเรท ด้วย HCl 1 N (meq)						1.28
% รีเจนเนอเรท						88.33

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดไม่ปรับสภาพ

ครั้งที่	น้ำหนักเรซิน (g.)	pH ก่อน	pH หลัง	ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg./l.)	ความเข้มข้นหลัง (mg./l.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)
1	2.0007	5.45	5.09	106.50	45.06	0.75
2		5.40	4.62	107.34	76.02	0.38
3		5.46	5.09	103.26	86.58	0.20
4		5.43	5.00	106.02	104.82	0.01
5		5.43	5.04	104.16	93.48	0.13
6		5.45	5.02	102.18	90.54	-
7		5.23	5.17	108.90	102.00	-
รวม (meq)						1.48
(meq/g.)						0.7
รีเจนเนอเรท ด้วย HCl 1 N (meq)						1.28
% รีเจนเนอเรท						85.97

ภาคผนวก ฉ.

ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียจริง

ตารางที่ ๑.1 ข้อมูลการหาประสิทธิภาพในการกำจัดนิกเกิลในน้ำเสียจริง

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (g.)	pHก่อน กำจัด	pHหลัง กำจัด	ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg./l.)	ความเข้มข้นหลัง	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)	เปอร์เซ็นต์การกำจัด (%)
ขี้ข้าวโพด	ไม่ปรับสภาพ	2.0018	5.37	5.32	5.31	4.57	0.0101	13.92
	ไฮโครครอลิก	2.0060	5.37	5.09	5.31	4.35	0.0131	18.03
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0019	5.37	5.07	5.31	4.12	0.0162	22.39
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0032	5.37	5.34	5.31	4.19	0.0153	21.06
เปลือกถั่วเหลือง	ไม่ปรับสภาพ	2.0035	5.37	3.83	5.31	1.47	0.0523	72.19
	ไฮโครครอลิก	2.0014	5.37	5.16	5.31	2.12	0.0435	60.03
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0025	5.37	3.94	5.31	1.73	0.0488	67.34
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0023	5.37	3.83	5.31	1.86	0.0470	64.90
ก้านดอกทานตะวัน	ไม่ปรับสภาพ	2.0014	5.37	6.31	5.31	1.44	0.0527	72.83
	ไฮโครครอลิก	2.0063	5.37	5.27	5.31	2.29	0.0412	56.70
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0021	5.37	3.65	5.31	1.41	0.0531	73.37
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0048	5.37	3.72	5.31	1.94	0.0459	63.31

ตารางที่ ๑.2 ข้อมูลการหาประสิทธิภาพในการกำจัดทองแดงในน้ำเสียจริง

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (g.)	pHก่อน กำจัด	pHหลัง กำจัด	ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg./l.)	ความเข้มข้นหลัง (mg./l.)	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)	เปอร์เซ็นต์การกำจัด (%)
ขี้ข้าวโพด	ไม่ปรับสภาพ	2.0018	5.37	5.32	5.93	3.44	0.0314	41.95
	ไฮโครคอลลิก	2.0060	5.37	5.09	5.93	3.1	0.0356	47.58
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0019	5.37	5.07	5.93	3.26	0.0336	44.98
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0032	5.37	5.34	5.93	3.37	0.0322	43.10
เปลือกถั่วเหลือง	ไม่ปรับสภาพ	2.0035	5.37	3.83	5.93	0.56	0.0676	90.40
	ไฮโครคอลลิก	2.0014	5.37	5.16	5.93	1.98	0.0497	66.56
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0025	5.37	3.94	5.93	1.04	0.0616	82.36
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0023	5.37	3.83	5.93	0.84	0.0641	85.74
ก้านดอกทานตะวัน	ไม่ปรับสภาพ	2.0014	5.37	6.31	5.93	1.00	0.0621	83.08
	ไฮโครคอลลิก	2.0063	5.37	5.27	5.93	1.52	0.0555	74.13
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0021	5.37	3.65	5.93	0.74	0.0653	87.43
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0048	5.37	3.72	5.93	1.25	0.0589	78.73

ตารางที่ ๓.3 ข้อมูลการหาประสิทธิภาพในการกำจัดสังกะสีในน้ำเสียจริง

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	น้ำหนักวัสดุ (g.)	pHก่อน กำจัด	pHหลัง กำจัด	ความเข้มข้นเริ่มต้น (mg./l.)	ความเข้มข้นหลัง	โลหะที่ถูกกำจัด (meq)	เปอร์เซ็นต์การกำจัด (%)
ขังข้าวโพด	ไม่ปรับสภาพ	2.0018	5.37	5.32	0.57	0.56	0.0001	1.75
	ไฮโดรครอลิก	2.0060	5.37	5.09	0.57	0.56	0.0001	1.75
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0019	5.37	5.07	0.57	0.54	0.0004	5.26
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0032	5.37	5.34	0.57	0.53	0.0005	7.01
เปลือกถั่วเหลือง	ไม่ปรับสภาพ	2.0035	5.37	3.83	0.57	0.4	0.0021	29.77
	ไฮโดรครอลิก	2.0014	5.37	5.16	0.57	0.5	0.0009	12.27
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0025	5.37	3.94	0.57	0.41	0.0020	28.04
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0023	5.37	3.83	0.57	0.39	0.0022	31.54
ก้านดอกทานตะวัน	ไม่ปรับสภาพ	2.0014	5.37	6.31	0.57	0.39	0.0022	31.56
	ไฮโดรครอลิก	2.0063	5.37	5.27	0.57	0.43	0.0017	24.48
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5 %	2.0021	5.37	3.65	0.57	0.44	0.0016	22.78
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37 %	2.0048	5.37	3.72	0.57	0.41	0.0020	28.00

ภาคผนวก ช.

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเรซินแลกเปลี่ยนไอออน

ตารางที่ ช.1 แสดงพื้นที่ผิว ปริมาตรรูพรุน และขนาดรูพรุนของเรซินแลกเปลี่ยนไอออน

ชนิดวัสดุ	ชนิดการปรับสภาพ	พื้นที่ผิว			ปริมาตรรูพรุน		ขนาดรูพรุน		
		1 [*]	2 [*]	3 [*]	4 [*]	5 [*]	6 [*]	7 [*]	8 [*]
ซังข้าวโพด	ไม่ปรับสภาพ	7.2608	4.7203	4.8955	0.006798	0.006305	45.9809	57.6052	51.5127
	กรดไฮโดรคลอริก	5.9455	3.8894	4.0176	0.005523	0.005183	45.8068	56.7979	51.6062
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5%	5.1385	3.5184	3.5695	0.004928	0.004599	47.1724	56.0279	51.5339
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37%	6.9116	4.7414	5.0189	0.006828	0.006391	47.4626	57.6063	50.9326
เปลือกถั่วเหลือง	ไม่ปรับสภาพ	7.6595	4.5893	4.5548	0.006224	0.005757	40.4354	54.2478	50.5591
	กรดไฮโดรคลอริก	6.2637	3.7127	3.8519	0.005025	0.004760	40.0257	54.1402	49.4310
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5%	7.1618	4.3911	4.4023	0.005699	0.005303	39.9982	51.9149	48.1876
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37%	6.7524	3.9989	4.1616	0.005239	0.004969	39.2363	52.4015	47.7569
ก้านดอกทานตะวัน	ไม่ปรับสภาพ	7.6535	5.3153	5.4809	0.008901	0.008232	54.5866	66.9811	60.0762
	กรดไฮโดรคลอริก	5.1574	3.6862	3.736	0.005650	0.005177	52.4828	61.3153	55.4226
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 5%	6.1268	4.1987	4.4006	0.006802	0.006351	52.7710	64.7994	57.7270
	ฟอร์มาลดีไฮด์ 37%	7.4202	5.1199	5.3199	0.007962	0.007425	51.3910	62.2070	55.8260

1^{*} หมายถึง BET Surface Area, sq.m./g.

2^{*} หมายถึง BJH Cumulative Adsorption Surface Area, sq.m./g.

3^{*} หมายถึง BJH Cumulative Desorption Surface Area, sq.m./g.

4^{*} หมายถึง BJH Cumulative Adsorption Pore Volume, cc/g.

5^{*} หมายถึง BJH Cumulative Desorption Pore Volume, cc/g.

6^{*} หมายถึง Average Pore Diameter (4V/A By BET), A⁰

7^{*} หมายถึง BJH Adsorption Average Pore Diameter (4V/A), A⁰

8^{*} หมายถึง BJH Desorption Average Pore Diameter (4V/A), A⁰

ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด ชนิดไม่ปรับสภาพ

Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03	A	PAGE 13
SAMPLE DIRECTORY/NUMBER : ANALYSIS/37		START 10 : 49 : 04 02/21/02
SAMPLE ID : CORN PRE		COMPL 11 : 57 : 10 02/21/02
SUBMITTER :		REPRT 12 : 14 : 31 02/21/02
OPERATOR :		SAMPLE WT : 0.3253 g
UNIT NUMBER : 1		FREE SPACE : 54.6956 cc
ANALYSIS GAS : Nitrogen		EQUIL INTRVL : 5 SEC

SUMMARY REPORT

AREA

BET SURFACE AREA :		7.2606	sq. m/g
SINGLE POINT SURFACE AREA AT P / Po 0.1999 :		4.1377	sq. m/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES			
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :		4.7203	sq. m/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES			
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :		4.8955	sq. m/g
MICROPOROUS AREA :		-3.9662	sq. m/g

VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN			
1229.7822 A DIAMETER AT AT P / Po 0.9840 :		0.008346	cc/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES			
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :		0.006798	cc/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION PORE VOLUME OF PORES			
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :		0.006305	cc/g
MICROPOROUS VOLUME :		-0.003076	cc/g

PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A BY BET) :	45.9809	A
BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	57.6052	A
BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	51.5127	A

ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากขังข้าวโพด ชนิดปรับสภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริก

Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03	A	PAGE 13
SAMPLE DIRECTORY/NUMBER : ANALYSIS/40		START 12 : 31 : 48 02/22/02
SAMPLE ID : CORN HCL		COMPL 13 : 34 : 44 02/22/02
SUBMITTER :		REPT 14 : 54 : 29 02/22/02
OPERATOR :		SAMPLE WT : 0.3845 g
UNIT NUMBER : 1		FREE SPACE : 56.1913 cc
ANALYSIS GAS : Nitrogen		EQUIL INTRVL : 5 SEC

SUMMARY REPORT

AREA

BET SURFACE AREA :	5.9455	sq. m/g
SINGLE POINT SURFACE AREA AT P / Po 0.1999 :	3.4824	sq. m/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	3.8894	sq. m/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	4.0176	sq. m/g
MICROPORE AREA :	-3.3713	sq. m/g

VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN		
1229.7822 A DIAMETER AT AT P / Po 0.9840 :	0.006809	cc/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.005523	cc/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.005183	cc/g
MICROPORE VOLUME :	-0.002527	cc/g

PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A BY BET) :	45.5068	A
BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	56.7979	A
BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	51.6062	A

ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด ชนิดปรับสภาพด้วย
ฟอร์มัลดีไฮด์ 5%

Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03	A	PAGE 13
SAMPLE DIRECTORY/NUMBER :	ANALYSIS/38	START 12 : 25 : 45 02/21/02
SAMPLE ID :	CORN 5	COMPL 13 : 30 : 13 02/21/02
SUBMITTER :		REPRT 13 : 52 : 11 02/21/02
OPERATOR :		SAMPLE WT : 0.4769 g
UNIT NUMBER : 1		FREE SPACE : 55.9895 cc
ANALYSIS GAS : Nitrogen		EQUIL INTRVL : 5 SEC

SUMMARY REPORT

AREA

BET SURFACE AREA :	5.1385	sq. m/g
SINGLE POINT SURFACE AREA AT P / Po 0.1999 :	3.0687	sq. m/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	3.5184	sq. m/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	3.5695	sq. m/g
MICROPOROUS AREA :	-2.9679	sq. m/g

VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN		
1229.7822 A DIAMETER AT AT P / Po 0.9840 :	0.006060	cc/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.004928	cc/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.004599	cc/g
MICROPOROUS VOLUME :	-0.002182	cc/g

PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A BY BET) :	47.1724	A
BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	56.0279	A
BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	51.5339	A

ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด ชนิดปรับสภาพด้วยกรดฟอร์มิก 37%

Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03	A	PAGE 13
SAMPLE DIRECTORY/NUMBER : ANALYSIS/39		START 10 : 43 : 20 02/22/02
SAMPLE ID : CORN 37		COMPL 12 : 02 : 57 02/22/02
SUBMITTER :		REPRT 12 : 17 : 18 02/22/02
OPERATOR :		SAMPLE WT : 0.3591 g
UNIT NUMBER : 1		FREE SPACE : 54.3364 cc
ANALYSIS GAS : Nitrogen		EQUIL INTRVL : 5 SEC

SUMMARY REPORT

AREA

BET SURFACE AREA :	6.9116	sq. m/g
SINGLE POINT SURFACE AREA AT P / P ₀ 0.1999 :	3.8313	sq. m/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	4.7414	sq. m/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	5.0189	sq. m/g
MICROPORE AREA :	-3.5932	sq. m/g

VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN		
1229.7822 A DIAMETER AT AT P / P ₀ 0.9840 :	0.008201	cc/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.006828	cc/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.006391	cc/g
MICROPORE VOLUME :	-0.002892	cc/g

PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A BY BET) :	47.4626	A
BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	57.6063	A
BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	50.9326	A

ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดไม่
ปรับสภาพ

Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03	A	PAGE 13
SAMPLE DIRECTORY/NUMBER :	NISA / 1	START 15 : 00 : 46 10/29/01
SAMPLE ID :	BEAN PRE	COMPL 16 : 28 : 50 10/29/01
SUBMITTER :		REPRT 16 : 52 : 10 10/29/01
OPERATOR :		SAMPLE WT : 0.3163 g
UNIT NUMBER : 1		FREE SPACE : 56.8584 cc
ANALYSIS GAS : Nitrogen		EQUIL INTRVL : 5 SEC

SUMMARY REPORT

AREA

BET SURFACE AREA :	7.6595	sq. m/g
SINGLE POINT SURFACE AREA AT P / Po 0.1999 :	3.9732	sq. m/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	4.5893	sq. m/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	4.5548	sq. m/g
MICROPORE AREA :	-3.5162	sq. m/g

VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN		
1229.7822 A DIAMETER AT AT P / Po 0.9840 :	0.007743	cc/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.006224	cc/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.005757	cc/g
MICROPORE VOLUME :	-0.003126	cc/g

PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A BY BET) :	40.4354	A
BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	54.2478	A
BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	50.5591	A

ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดปรับสภาพ
ด้วยกรดไฮโดรคลอริก

Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03	A	PAGE 13
SAMPLE DIRECTORY/NUMBER : NISA / 2		START 16 : 25 : 45 10/31/01
SAMPLE ID : BEAN HCL		COMPL 17 : 47 : 26 10/31/01
SUBMITTER :		REPRT 09 : 00 : 24 10/31/01
OPERATOR :		SAMPLE WT : 0.3677 g
UNIT NUMBER : 1		FREE SPACE : 55.3835 cc
ANALYSIS GAS : Nitrogen		EQUIL INTRVL : 5 SEC

SUMMARY REPORT

AREA

BET SURFACE AREA :	6.2637	sq. m/g
SINGLE POINT SURFACE AREA AT P / P ₀ 0.1999 :	3.1486	sq. m/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	3.7127	sq. m/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	3.8519	sq. m/g
MICROPORE AREA :	-2.7192	sq. m/g

VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN		
1229.7822 A DIAMETER AT AT P / P ₀ 0.9840 :	0.006268	cc/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.005025	cc/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.004760	cc/g
MICROPORE VOLUME :	-0.002534	cc/g

PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A BY BET) :	40.0257	A
BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	54.1402	A
BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	49.4310	A

ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 5%

Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03	A	PAGE 13
SAMPLE DIRECTORY/NUMBER : NISA / 3		START 15 : 14 : 46 11/01/01
SAMPLE ID : BEAN 5		COMPL 16 : 23 : 08 11/01/01
SUBMITTER :		REPRT 07 : 59 : 03 11/01/01
OPERATOR :		SAMPLE WT : 0.3331 g
UNIT NUMBER : 1		FREE SPACE : 558385 cc
ANALYSIS GAS : Nitrogen		EQUIL INTRVL : 5 SEC

SUMMARY REPORT

AREA

BET SURFACE AREA :		7.1618	sq. m/g
SINGLE POINT SURFACE AREA AT P / P ₀ 0.1999 :		3.6092	sq. m/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES			
BETWEEN	17.000 AND 3000.000 A	DIAMETER :	4.3911 sq. m/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES			
BETWEEN	17.000 AND 3000.000 A	DIAMETER :	4.4023 sq. m/g

VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN			
1229.7822 A	DIAMETER AT AT P / P ₀ 0.9840 :	0.007161	cc/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES			
BETWEEN	17.000 AND 3000.000 A	DIAMETER :	0.005699 cc/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION PORE VOLUME OF PORES			
BETWEEN	17.000 AND 3000.000 A	DIAMETER :	0.005303 cc/g

PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A BY BET) :	39.9982	A
BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	51.9149	A
BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	48.1876	A

ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดปรับสภาพ
ด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 37%

Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03	A	PAGE 13
SAMPLE DIRECTORY/NUMBER :	NISA / 4	START 14 : 17 : 42 11/02/01
SAMPLE ID :	BEAN 37	COMPL 15 : 33 : 22 11/02/01
SUBMITTER :		REPRT 10 : 30 : 36 11/02/01
OPERATOR :		SAMPLE WT : 0.3376 g
UNIT NUMBER : 1		FREE SPACE : 54.4928 cc
ANALYSIS GAS : Nitrogen		EQUIL INTRVL : 5 SEC

SUMMARY REPORT

AREA

BET SURFACE AREA :	6.7524	sq. m/g
SINGLE POINT SURFACE AREA AT P / P ₀ 0.1999 :	3.2940	sq. m/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	3.9989	sq. m/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	34.1616	sq. m/g
MICROPORE AREA :	-2.7146	sq. m/g

VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN		
1229.7822 A DIAMETER AT AT P / P ₀ 0.9840 :	0.006624	cc/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.005239	cc/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.004969	cc/g
MICROPORE VOLUME :	-0.002679	cc/g

PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A BY BET) :	39.2363	A
BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	52.4015	A
BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	47.7596	A

ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดไม่
ปรับสภาพ

Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03	A	PAGE 13
SAMPLE DIRECTORY/NUMBER : ANALYSIS/41		START 10 : 54 : 30 02/25/02
SAMPLE ID : SUN PRE		COMPL 12 : 08 : 17 02/25/02
SUBMITTER :		REPR 12 : 22 : 56 02/25/02
OPERATOR :		SAMPLE WT : 0.3046 g
UNIT NUMBER : 1		FREE SPACE : 56.3807 cc
ANALYSIS GAS : Nitrogen		EQUIL INTRVL : 5 SEC

SUMMARY REPORT

AREA

BET SURFACE AREA :	7.6535	sq. m/g
SINGLE POINT SURFACE AREA AT P / Po 0.1999 :	4.8168	sq. m/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	5.3153	sq. m/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	5.4809	sq. m/g
MICROPOROUS AREA :	-4.5957	sq. m/g

VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN 1229.7822 A DIAMETER AT AT P / Po 0.9840 :	0.010444	cc/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.008901	cc/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.008232	cc/g
MICROPOROUS VOLUME :	-0.003216	cc/g

PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A BY BET) :	54.5866	A
BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	66.9811	A
BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	60.0762	A

ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดปรับสภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริก

Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03 A

PAGE 13

SAMPLE DIRECTORY/NUMBER : ANALYSIS / 36

START 13 : 49 : 27 02/19/02

SAMPLE ID : SUN HCL

COMPL 15 : 25 : 10 02/19/02

SUBMITTER :

REPRT 15 : 26 : 00 02/19/02

OPERATOR :

SAMPLE WT : 0.4577 g

UNIT NUMBER : 1

FREE SPACE : 55.7336 cc

ANALYSIS GAS : Nitrogen

EQUIL INTRVL : 10 SEC

SUMMARY REPORT

AREA

BET SURFACE AREA : 5.1574 sq. m/g

SINGLE POINT SURFACE AREA AT P / Po 0.1999 : 3.2751 sq. m/g

BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES

BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER : 3.6862 sq. m/g

BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES

BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER : 3.7360 sq. m/g

MICROPORE AREA : -3.2234 sq. m/g

VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN

1229.7822 A DIAMETER AT AT P / Po 0.9840 : 0.006767 cc/g

BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES

BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER : 0.005650 cc/g

BJH CUMULATIVE DESORPTION PORE VOLUME OF PORES

BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER : 0.005177 cc/g

MICROPORE VOLUME : -0.002212 cc/g

PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A BY BET) : 52.4828 A

BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) : 61.3153 A

BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) : 55.4226 A

ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 5%

Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03	A	PAGE 13
SAMPLE DIRECTORY/NUMBER : ANALYSIS / 42		START 12 : 32 : 15 02/25/02
SAMPLE ID : SUN 5		COMPL 13 : 36 : 18 02/25/02
SUBMITTER :		REPRT 13 : 36 : 19 02/25/02
OPERATOR :		SAMPLE WT : 0.3960 g
UNIT NUMBER : 1		FREE SPACE : 54.3992 cc
ANALYSIS GAS : Nitrogen		EQUIL INTRVL : 5 SEC

SUMMARY REPORT

AREA

BET SURFACE AREA :	6.1268	sq. m/g
SINGLE POINT SURFACE AREA AT P / P ₀ 0.1999 :	3.8899	sq. m/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	4.1987	sq. m/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	4.4006	sq. m/g
MICROPORE AREA :	-3.6884	sq. m/g

VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN		
1229.7822 A DIAMETER AT AT P / P ₀ 0.9840 :	0.008083	cc/g
BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.006802	cc/g
BJH CUMULATIVE DESORPTION PORE VOLUME OF PORES		
BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER :	0.006351	cc/g
MICROPORE VOLUME :	-0.002565	cc/g

PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A BY BET) :	52.7710	A
BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	64.7994	A
BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) :	57.7270	A

ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 37%

Micromeritics Instrument Corporation

ASAP 2000 V3.03 A

PAGE 13

SAMPLE DIRECTORY/NUMBER : ANALYSIS / 45

START 13 : 01 : 22 02/28/02

SAMPLE ID : SUN 37

COMPL 14 : 06 : 50 02/28/02

SUBMITTER :

REPRT 14 : 20 : 35 02/28/02

OPERATOR :

SAMPLE WT : 0.3300 g

UNIT NUMBER : 1

FREE SPACE : 56.0534 cc

ANALYSIS GAS : Nitrogen

EQUIL INTRVL : 5 SEC

SUMMARY REPORT

AREA

BET SURFACE AREA : 7.4202 sq. m/g

SINGLE POINT SURFACE AREA AT P / Po 0.1999 : 4.5984 sq. m/g

BJH CUMULATIVE ADSORPTION SURFACE AREA OF PORES

BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER : 5.1199 sq. m/g

BJH CUMULATIVE DESORPTION SURFACE AREA OF PORES

BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER : 5.3199 sq. m/g

MICROPOROUS AREA : -4.4773 sq. m/g

VOLUME

SINGLE POINT TOTAL PORE VOLUME OF PORE LESS THAN

1229.7822 A DIAMETER AT AT P / Po 0.9840 : 0.009533 cc/g

BJH CUMULATIVE ADSORPTION PORE VOLUME OF PORES

BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER : 0.007962 cc/g

BJH CUMULATIVE DESORPTION PORE VOLUME OF PORES

BETWEEN 17.000 AND 3000.000 A DIAMETER : 0.007425 cc/g

MICROPOROUS VOLUME : -0.003156 cc/g

PORE SIZE

AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A BY BET) : 51.3910 A

BJH ADSORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) : 62.2070 A

BJH DESORPTION AVERAGE PORE DIAMETER (4V / A) : 55.8260 A

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลการหาค่าความถ่วงจำเพาะ

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด ชนิดไม่ปรับสภาพ

น้ำหนักขวดเปล่า	น้ำหนักขวด และวัสดุ	น้ำหนักขวด วัสดุ และน้ำ	น้ำหนักขวด และน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ
18.1105	18.1883	67.3521	67.4288	1.014
19.5333	19.6473	68.3476	68.4615	1.001
19.5435	19.6407	68.3768	68.4735	1.005
			เฉลี่ย	1.007
			ส่วนเบี่ยงเบน	0.007

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด ชนิดปรับสภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริก

น้ำหนักขวดเปล่า	น้ำหนักขวด และวัสดุ	น้ำหนักขวด วัสดุ และน้ำ	น้ำหนักขวด และน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ
18.1105	18.1796	67.3543	67.4221	1.019
20.2275	20.3499	68.7820	68.9036	1.007
18.0417	18.1513	67.2541	67.3636	1.001
			เฉลี่ย	1.009
			ส่วนเบี่ยงเบน	0.009

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 5%

น้ำหนักขวดเปล่า	น้ำหนักขวด และวัสดุ	น้ำหนักขวด วัสดุ และน้ำ	น้ำหนักขวด และน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ
18.1106	18.2020	67.3845	67.4734	1.028
20.2274	20.3214	68.8094	68.9024	1.011
18.0418	18.1512	67.2756	67.3859	0.992
			เฉลี่ย	1.010
			ส่วนเบี่ยงเบน	0.018

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 37%

น้ำหนักขวดเปล่า	น้ำหนักขวด และวัสดุ	น้ำหนักขวด วัสดุ และน้ำ	น้ำหนักขวด และน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ
18.7262	18.9178	67.6991	67.8835	1.039
18.1097	18.3098	67.2444	67.4443	1.001
20.2266	20.3307	68.7859	68.8893	1.007
			เฉลี่ย	1.016
			ส่วนเบี่ยงเบน	0.021

ตารางที่ ข.2(ต่อ) ข้อมูลการหาค่าความถ่วงจำเพาะ

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดไม่ปรับสภาพ

น้ำหนักขวดเปล่า	น้ำหนักขวด และวัสดุ	น้ำหนักขวด วัสดุ และน้ำ	น้ำหนักขวด และน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ	
18.1099	18.2111	67.3461	67.4423	1.052	
20.2269	20.4624	68.6735	68.8958	1.059	
18.0419	18.1103	67.3066	67.3772	0.969	
				เฉลี่ย	1.027
				ส่วนเบี่ยงเบน	0.050

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดปรับสภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริก

น้ำหนักขวดเปล่า	น้ำหนักขวด และวัสดุ	น้ำหนักขวด วัสดุ และน้ำ	น้ำหนักขวด และน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ	
18.1102	18.3045	67.3554	67.5433	1.034	
20.2270	20.5288	68.5841	68.8796	1.021	
18.0415	18.1336	67.2975	67.3876	1.022	
				เฉลี่ย	1.026
				ส่วนเบี่ยงเบน	0.007

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มาลดีไฮด์ 5%

น้ำหนักขวดเปล่า	น้ำหนักขวด และวัสดุ	น้ำหนักขวด วัสดุ และน้ำ	น้ำหนักขวด และน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ	
18.1102	18.2189	67.3298	67.4376	1.008	
20.2271	20.4863	68.6472	68.9019	1.018	
18.0415	18.2076	67.2390	67.3970	1.051	
				เฉลี่ย	1.026
				ส่วนเบี่ยงเบน	0.023

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มาลดีไฮด์ 37%

น้ำหนักขวดเปล่า	น้ำหนักขวด และวัสดุ	น้ำหนักขวด วัสดุ และน้ำ	น้ำหนักขวด และน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ	
18.1107	18.2104	67.3377	67.4374	1.000	
20.2275	20.4054	68.7513	68.9130	1.100	
18.0420	18.1809	67.2186	67.3557	1.013	
				เฉลี่ย	1.038
				ส่วนเบี่ยงเบน	0.054

ตารางที่ ข.2(ต่อ) ข้อมูลการหาค่าความถ่วงจำเพาะ

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดไม่ปรับสภาพ

น้ำหนักขวดเปล่า	น้ำหนักขวด และวัสดุ	น้ำหนักขวด วัสดุ และน้ำ	น้ำหนักขวด และน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ
18.1104	18.1883	67.3598	67.4367	1.013
20.2275	20.3136	68.8409	68.9255	1.018
18.0419	18.1042	67.3276	67.3890	1.014
			เฉลี่ย	1.015
			ส่วนเบี่ยงเบน	0.002

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดปรับสภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริก

น้ำหนักขวดเปล่า	น้ำหนักขวด และวัสดุ	น้ำหนักขวด วัสดุ และน้ำ	น้ำหนักขวด และน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ
18.1101	18.2032	67.2573	67.3479	1.028
20.2272	20.3308	68.7906	68.8929	1.013
18.0414	18.1563	67.2411	67.3537	1.020
			เฉลี่ย	1.020
			ส่วนเบี่ยงเบน	0.007

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มาลดีไฮด์ 5%

น้ำหนักขวดเปล่า	น้ำหนักขวด และวัสดุ	น้ำหนักขวด วัสดุ และน้ำ	น้ำหนักขวด และน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ
18.1105	18.1714	67.3778	67.4381	1.010
20.2279	20.3010	68.8617	68.9332	1.022
18.0420	18.1305	67.3105	67.3972	1.021
			เฉลี่ย	1.018
			ส่วนเบี่ยงเบน	0.007

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มาลดีไฮด์ 37%

น้ำหนักขวดเปล่า	น้ำหนักขวด และวัสดุ	น้ำหนักขวด วัสดุ และน้ำ	น้ำหนักขวด และน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ
18.1104	18.2477	67.3409	67.4763	1.014
20.2273	20.4144	68.7365	68.9224	1.006
18.0414	18.1941	67.2308	67.3810	1.017
			เฉลี่ย	1.012
			ส่วนเบี่ยงเบน	0.005

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลการหาการบวมน้ำ

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด ชนิดไม่ปรับสภาพ

ครั้งที่	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ปริมาตรวัสดุ (มล.)	ปริมาตรวัสดุหลัง 24 ชั่วโมง (มล.)	การบวมน้ำ
1	0.1666	0.92	1.11	1.21
2	0.2493	1.51	1.77	1.17
3	0.1745	1.12	1.29	1.15
			เฉลี่ย	1.18
			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.028

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด ชนิดปรับสภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริก

ครั้งที่	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ปริมาตรวัสดุ (มล.)	ปริมาตรวัสดุหลัง 24 ชั่วโมง (มล.)	การบวมน้ำ
1	0.2252	0.92	1.08	1.17
2	0.3110	1.51	1.72	1.14
3	0.2598	1.12	1.23	1.10
			เฉลี่ย	1.14
			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.038

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 5%

ครั้งที่	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ปริมาตรวัสดุ (มล.)	ปริมาตรวัสดุหลัง 24 ชั่วโมง (มล.)	การบวมน้ำ
1	0.2616	1.00	1.12	1.12
2	0.3945	1.41	1.61	1.14
3	0.4125	1.82	1.95	1.07
			เฉลี่ย	1.11
			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.036

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 37%

ครั้งที่	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ปริมาตรวัสดุ (มล.)	ปริมาตรวัสดุหลัง 24 ชั่วโมง (มล.)	การบวมน้ำ
1	0.2616	0.92	1.01	1.10
2	0.4576	1.51	1.58	1.05
3	0.3275	1.12	1.18	1.05
			เฉลี่ย	1.07
			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.028

ตารางที่ ข.3(ต่อ) ข้อมูลการหาการบวมน้ำ

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดไม่ปรับสภาพ

ครั้งที่	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ปริมาตรวัสดุ (มล.)	ปริมาตรวัสดุหลัง 24 ชั่วโมง (มล.)	การบวมน้ำ
1	0.3247	0.91	1.86	2.04
2	0.3246	0.90	1.68	1.87
3	0.4718	1.29	2.47	1.91
			เฉลี่ย	1.94
			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.092

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดปรับสภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริก

ครั้งที่	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ปริมาตรวัสดุ (มล.)	ปริมาตรวัสดุหลัง 24 ชั่วโมง (มล.)	การบวมน้ำ
1	0.4302	1.00	1.84	1.84
2	0.3821	0.81	1.53	1.89
3	0.5412	1.21	1.75	1.45
			เฉลี่ย	1.73
			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.243

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 5%

ครั้งที่	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ปริมาตรวัสดุ (มล.)	ปริมาตรวัสดุหลัง 24 ชั่วโมง (มล.)	การบวมน้ำ
1	0.4310	0.83	1.39	1.67
2	0.4457	0.95	1.58	1.66
3	0.5008	1.10	1.71	1.55
			เฉลี่ย	1.63
			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.066

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 37%

ครั้งที่	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ปริมาตรวัสดุ (มล.)	ปริมาตรวัสดุหลัง 24 ชั่วโมง (มล.)	การบวมน้ำ
1	0.4386	0.81	1.31	1.62
2	0.5384	1.01	1.62	1.60
3	0.5374	1.02	1.64	1.61
			เฉลี่ย	1.61
			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.007

ตารางที่ ข.3(ต่อ) ข้อมูลการหาการบวมน้ำ

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดไม่ปรับสภาพ

ครั้งที่	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ปริมาตรวัสดุ (มล.)	ปริมาตรวัสดุหลัง 24 ชั่วโมง (มล.)	การบวมน้ำ
1	0.1342	1.03	1.80	1.75
2	0.1407	0.92	1.71	1.86
3	0.1417	1.00	1.61	1.61
เฉลี่ย				1.74
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				0.125

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดปรับสภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริก

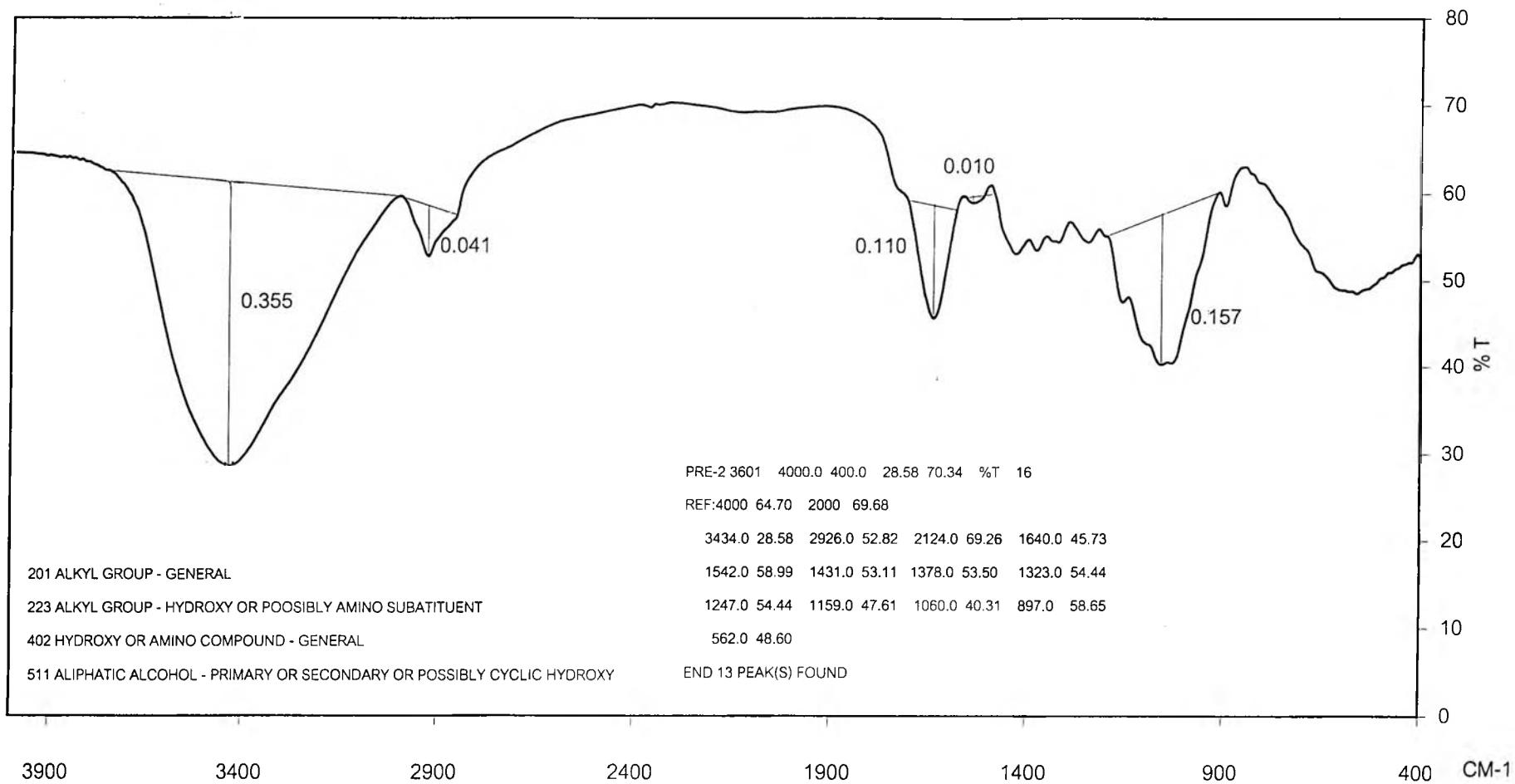
ครั้งที่	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ปริมาตรวัสดุ (มล.)	ปริมาตรวัสดุหลัง 24 ชั่วโมง (มล.)	การบวมน้ำ
1	0.1317	0.80	1.25	1.56
2	0.1721	0.99	1.30	1.31
3	0.1801	1.00	1.35	1.35
เฉลี่ย				1.41
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				0.135

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 5%

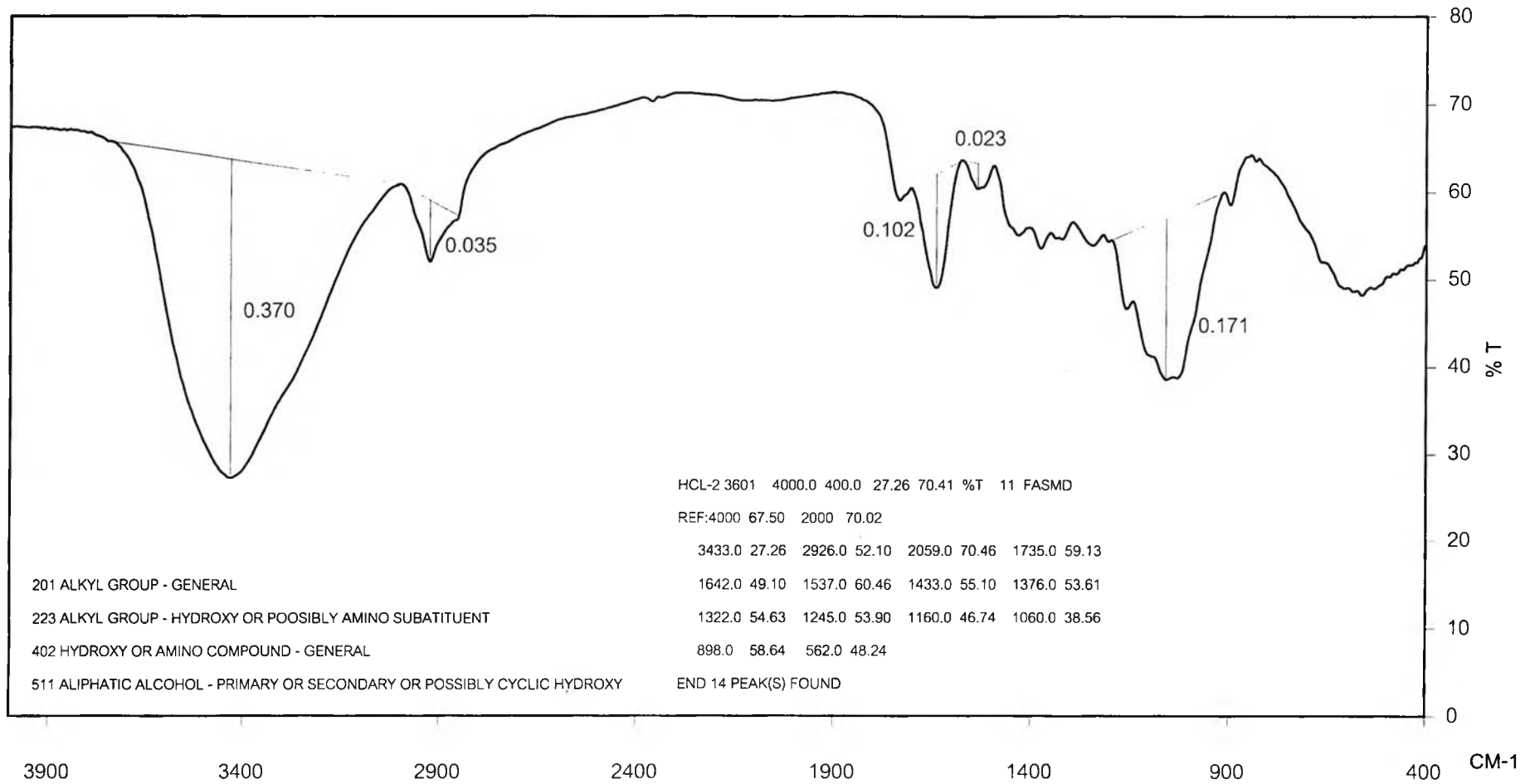
ครั้งที่	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ปริมาตรวัสดุ (มล.)	ปริมาตรวัสดุหลัง 24 ชั่วโมง (มล.)	การบวมน้ำ
1	0.1666	0.92	1.12	1.22
2	0.2493	1.51	1.81	1.20
3	0.1874	1.12	1.21	1.08
เฉลี่ย				1.17
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				0.074

เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากก้านดอกทานตะวัน ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 37%

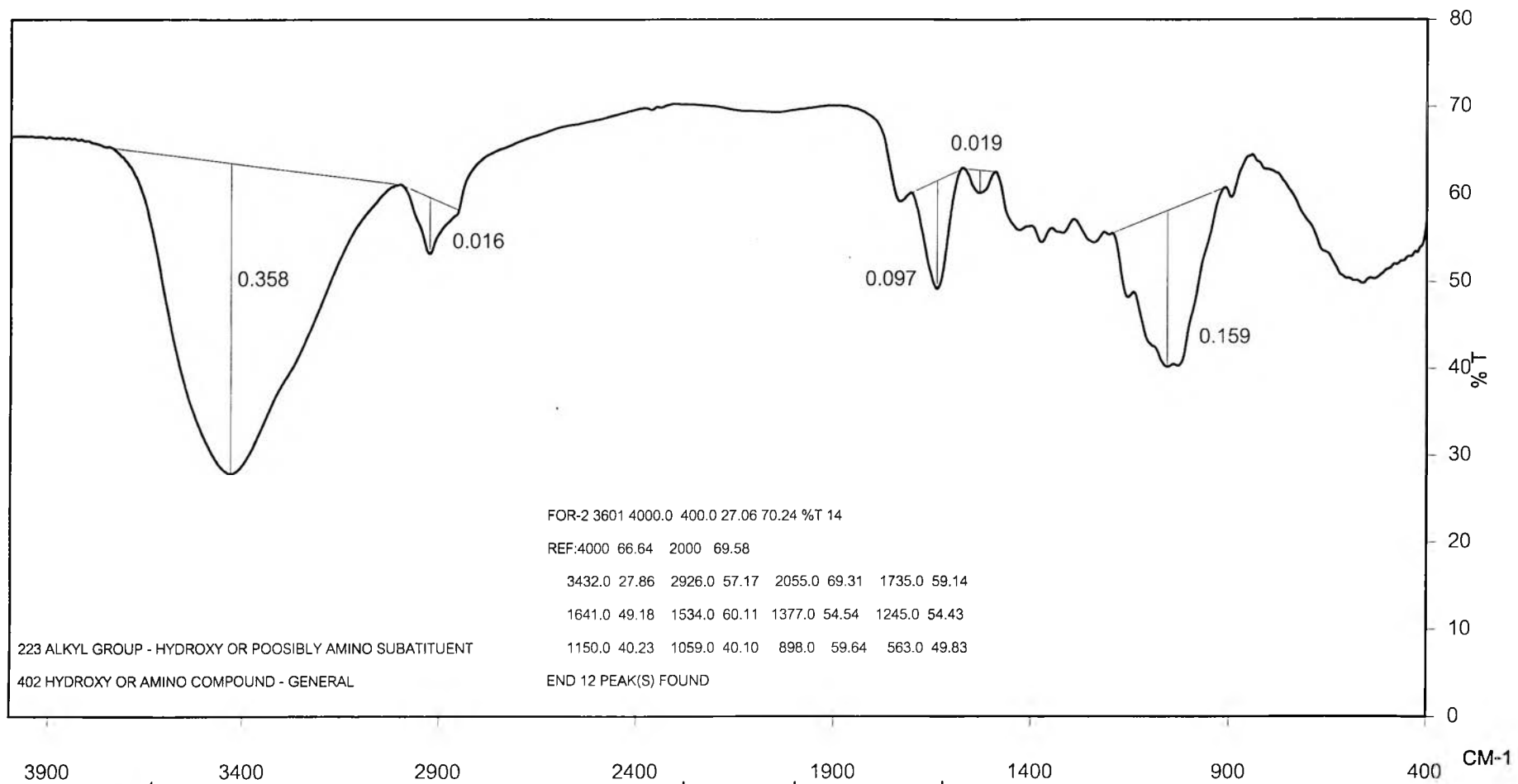
ครั้งที่	น้ำหนักวัสดุ (ก.)	ปริมาตรวัสดุ (มล.)	ปริมาตรวัสดุหลัง 24 ชั่วโมง (มล.)	การบวมน้ำ
1	0.1527	0.81	0.98	1.21
2	0.1628	0.72	0.84	1.17
3	0.1616	0.90	0.99	1.10
เฉลี่ย				1.16
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				0.055



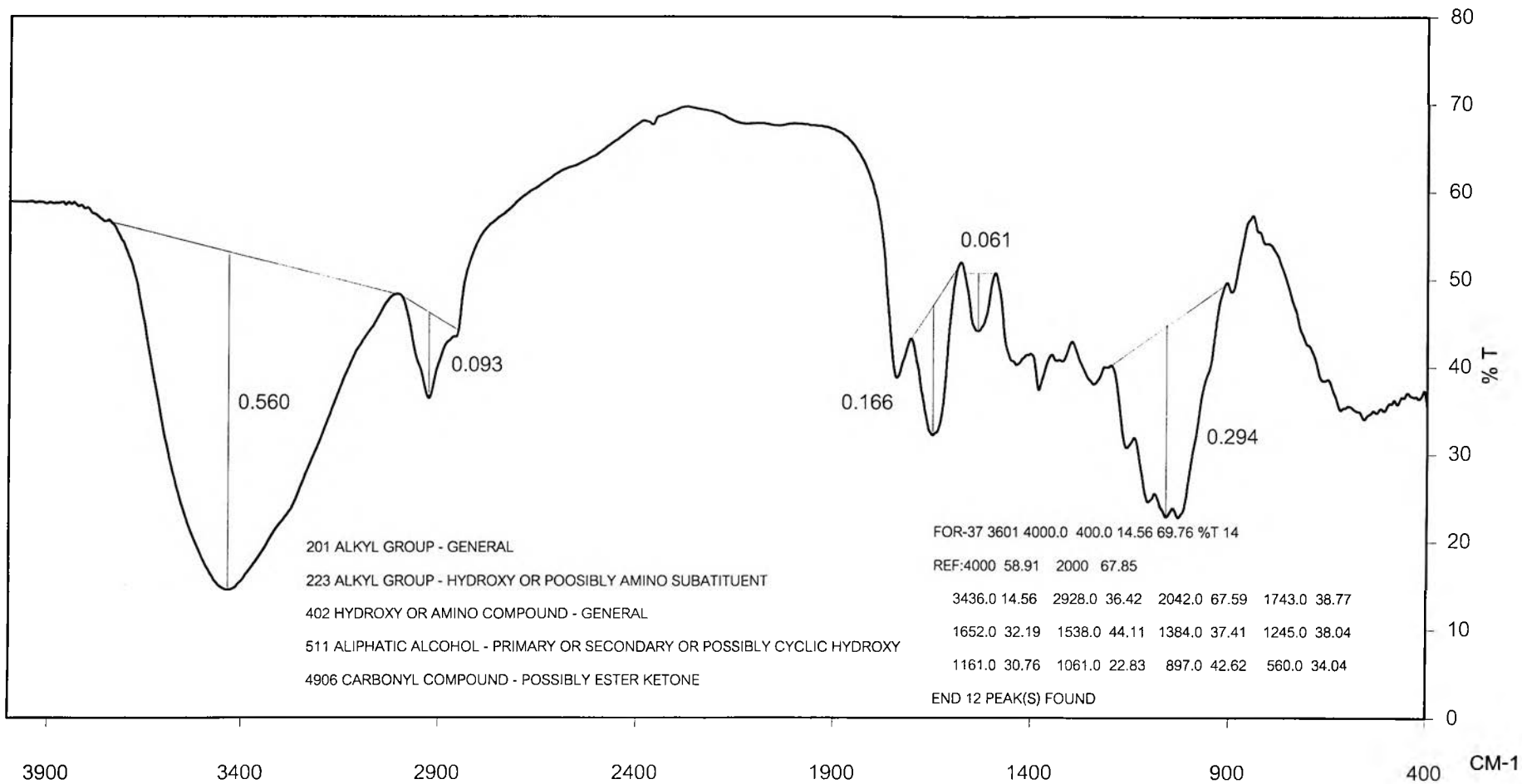
รูปที่ ๑.1 กราฟแสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดไม่ปรับสภาพ



รูปที่ ๒.2 กราฟแสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดปรับสภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริก



รูปที่ ๓.3 กราฟแสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 5%



รูปที่ ๑.4 กราฟแสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของเรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 37%

ผลการศึกษาคัพประกอบของซังข้าวโพด เปลือกถั่วเหลือง และก้านดอกทานตะวัน

แบบ ๑



ที่ วว 0502/ 9709

ถึง นางสาวอาสยา ปราชญ์พร

กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ วัดดุดตัวอย่าง ตาม คำร้อง
ลงวันที่ 4 มิถุนายน 2544 เลขรับ 3063 วันที่ 4 มิถุนายน 2544

ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์ ฯ ได้รับเมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2544

กอง การวิจัย
โทร. 2455441



รายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย	หมายเลข
	ตรา ฯล ฯ	
ตามและผู้ส่งเรียก	ที่ระบุตัวอย่าง	ปฏิบัติการ
ซังข้าวโพด	-	VH.736
เปลือกถั่วเหลือง	-	VH.737
ก้านทานตะวัน	-	VH.738

ร้อยละน้ำหนักอบแห้ง

	VH.736	VH.737	VH.738
Lignin(ash corrected)	39.9	9.7	17.7
Holocellulose	56.8	58.4	51.9
Alpha-cellulose	35.2	48.8	38.5
Beta-cellulose	8.4	7.3	4.1
Gamma-cellulose	13.2	2.3	9.3

(นายธีระชัย รัตนโรจน์มงคล)

นักวิทยาศาสตร์ 8ว

- รายงานนี้ :
- รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
 - ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง

ภาคผนวก ซ.

การประมาณค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการเตรียมเรซินแลกเปลี่ยนไอออน

- ค่าวัสดุ(ซังข้าวโพด เปลือกถั่วเหลือง และก้านดอกทานตะวัน)ไม่นำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการเตรียมเรซินแลกเปลี่ยนไอออน เนื่องจากเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร
- ค่าใช้จ่ายที่คำนวณยังไม่รวมถึงค่าไฟฟ้า ที่เกิดจากการบดวัสดุ และค่าแรงงาน ที่ใช้ในการเตรียม

ราคาน้ำล้างและสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมเรซินแลกเปลี่ยนไอออน

น้ำปราศจากไอออน	0.10	บาท/ลิตร
กรดไฮโดรคลอริก 37%	180	บาท/ลิตร
ฟอร์มาลดีไฮด์ 37%	200	บาท/ลิตร
กรดซัลฟูริก 96%	160	บาท/ลิตร

ค่าใช้จ่ายในการเตรียมเรซินแลกเปลี่ยนไอออน ชนิดไม่ปรับสภาพ

ปริมาณ	1.00	กิโลกรัม
ปริมาณน้ำปราศจากไอออน	200	ลิตร
ปริมาณสารเคมีที่ใช้		
ไม่มีสารเคมีที่ต้องใช้		
ค่าใช้จ่าย	$= (200 \times 0.10)$	
	$= 20$	บาท/กิโลกรัม

ค่าใช้จ่ายในการเตรียมเรซินแลกเปลี่ยนไอออน ชนิดปรับสภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริก

ปริมาณ	1.00	กิโลกรัม
ปริมาณน้ำปราศจากไอออน	300	ลิตร
ปริมาณสารเคมีที่ใช้		
กรดไฮโดรคลอริก 37%	1.66	ลิตร
ค่าใช้จ่าย	$= (300 \times 0.10) + (1.66 \times 180)$	
	$= 329$	บาท/กิโลกรัม

ค่าใช้จ่ายในการเตรียมเรซินแลกเปลี่ยนไอออน ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มาลดีไฮด์ 5%

ปริมาณ	1.00	กิโลกรัม
ปริมาณน้ำปราศจากไอออน	300	ลิตร
ปริมาณสารเคมีที่ใช้		
ฟอร์มาลดีไฮด์ 37%	1.58	ลิตร
กรดซัลฟูริก 96%	0.45	ลิตร
ค่าใช้จ่าย	$= (300 \times 0.10) + (1.58 \times 200) + (0.45 \times 160)$	
	418	บาท/กิโลกรัม

ค่าใช้จ่ายในการเตรียมเรซินแลกเปลี่ยนไอออน ชนิดปรับสภาพด้วยฟอร์มาลดีไฮด์ 37%

ปริมาณ	1.00	กิโลกรัม
ปริมาณน้ำปราศจากไอออน	350	ลิตร
ปริมาณสารเคมีที่ใช้		
ฟอร์มาลดีไฮด์ 37%	12.0	ลิตร
กรดซัลฟูริก 96%	0.45	ลิตร
ค่าใช้จ่าย	$= (350 \times 0.10) + (12.0 \times 200) + (0.45 \times 160)$	
	2507	บาท/กิโลกรัม

ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในการบำบัดน้ำเสีย โดยใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากเปลือกถั่วเหลือง และก้านดอกทานตะวัน ชนิดไม่ปรับสภาพ

ค่าใช้จ่ายในการเตรียมเรซินแลกเปลี่ยนไอออน	20	บาท/กิโลกรัม
ขีดความสามารถในการกำจัดโลหะหนัก	2.2	meq/g
ค่าใช้จ่ายเบื้องต้น	9	บาท/eq



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนิธิรัชต์ สงวนเดือน เกิดเมื่อวันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2522 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2542 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2543