

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ. การบำบัดน้ำทิ้งในอุตสาหกรรมสิ่งทอ. กลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอร่วมกับ
โครงการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2535.
- ชนิษฐา เจริญลาภ. การกำจัดสีดิสเพิร์ส สีไดเร็กท์ และสีรีแอทีฟ จากน้ำทิ้งย้อมผ้าโดย
กระบวนการตกตะกอนทางเคมี. คัลเลอร์เวย์ 34(พ.ค.-มิ.ย. 2544): 32-38.
- จารุทัศน์ มลิินทะเลข. การบำบัดสีจากน้ำเสียโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอโดยวิธีทางเคมี. ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2537.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์. การกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้า. รายงานวิจัยขั้นสมบูรณ เล่มที่ 2
ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาลและสถาบันวิจัยพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2527.
- นันทยา ยานูเมศ. ความเป็นพิษและมลพิษของสีย้อม และสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ.
คัลเลอร์เวย์ 2(2539): 38-39.
- พัชราภรณ์ โพธิ์แจ้ง. การกำจัดสีน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอโดยกระบวนการ
ตกตะกอนทางเคมีด้วยพอลิเมอร์. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- พิชัย อูหมพินันต์ บรรณารธิการ. สีย้อม. คัลเลอร์เวย์ 7(2001): 14-16.
- เพ็ญแข พรสมมนต์. การลดอนุภาคสีของน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตสีโดยกระบวนการโคแอกกูเลชัน.
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหิดล, 2537.
- มันสิน ตันฑุลเวศม์. วิศวกรรมการประปาเล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2537.

- มันสิน ตันจุลเวศม์. เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- รัตนา วงศ์วัฒน์เสถียร. การสังเคราะห์และการตรวจลักษณะของซูเปอร์แอบซอร์เบนซ์ที่มีรูปพรุน
ของพอลิ(อะคริลิกแอซิด-โค-อะครีลาไมด์). ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตร
ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- ศักดิ์ชัย ชี้อ้วนนานุกร. การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี.
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2539.
- ศิริอุมา บำรุงวงศ์. การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอ ด้วยวิธีการตกตะกอนทางเคมี
และกระบวนการดูดซับด้วยคาร์บอน. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขา
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.
- สวีณา เกตุสุวรรณ. การลดค่าซีไอดีในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอด้วยกระบวนการตกตะกอน
ทางเคมีกับพอลิออลูมิเนียมคลอไรด์ เฟอร์ริกซัลเฟต และแคลเซียมไฮดรอกไซด์. ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- อริศรา พุ่มคชา. การศึกษาสารดูดซับร่วมกับสารส้มในการกำจัดสีจากน้ำเสียโรงงานฟอกย้อมสิ่ง
ทอ. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงาน
และวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2539.
- อังคณา อมรศรี. คัลเลอร์เคมีสทรี. คัลเลอร์เวย์. 8(2546): 22-23.

ภาษาอังกฤษ

- American Public Health Association, American Water Work Association and Water Environment Federation. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 19th. Baltimore: United Book Press, 1995: 2310p.
- Altinbus, U., Dokmeci, S., and Baristiran, A. Treability study of wastewater from textile industry. Environmental Technology 16(1995): 389-394.
- Faullimmel, J. G., Kiatkamjornwong, S., and Rungsriwong, N. Graft Copolymerization of acrylonitrile onto cassava starch II. Water absorption properties of saponified cassava starch-g-polyacrylonitrile. Journal of Scientific Research Chulalongkorn University 13(1988): 103-110.
- Henry, C., Tsang, K.L., and Raymond, M.L. Treatment of wastewater from small to medium sized bleaching and dyeing factory. Proceedings on Seminar on Air and Water Pollution Control for Small and Medium Industries. Hong Kong: Carl Duisberg Gesellschaft, 1987.
- Judkins, J. F., and Hornsby, J. S. Color removal from textile dye waste using magnesiumcarbonate. Journal Water Pollution Control 50(1978): 2446-2456.
- Kiatkamjornwong, S., and Wongwatthanasatien, R. Superabsorbent polymer of poly[acrylamide-co-(acryli acid)] by foamed polymerization I. synthesis and water swelling properties. Macromol. Symp. 207(2004): 229-240.
- Kim, U. Y. Recent developments in high water absorbing polymers and applications, In the Proceedings of the International Conference on Recent Developments in Petrochemical and Polymer Technologies. Bangkok: Chulalongkorn University, 1989: 6-1 to 6-4.

- Koprivanac, N., Bosanac, G., Grabaric, Z., and Papic, S. Treatment of wastewaters from dye industry. Environmental Technology 14(1993): 385-390.
- Kuo, W.G. Decolorizing dye wastewater with fenton' s reagent. Wat. Res. 26(1992): 881-886.
- Lin, S.H., and Lo, C.C. Fenton process for treatment of desizing wastewater. Wat. Res. 31(1997) : 2050-2056.
- Lui, Y., Wang, Z., and Hua, J. Synthesis of complex polymeric flocculant and its application in purifying water. Journal of Applied Polymer Science 76(2000): 2093-2097.
- O' Neill, C. Colour in textile effluents-source, measurement, discharge consents and simulation: a review. Journal of Chemical Technology and Biotechnology 74(1999): 1009-1018.
- Rangnekar, D.W. and Singh, P.P. An Introduction to Synthetic Dyes. Dhanraj: Himalaya Publishing House, 1980: 21-28.
- Rivas, B. L., and Seguel, G. V. Polychelates of poly(acrylic acid-co-acrylamide) with Cu(II), Co(II), and Ni(II). Polymer Bulletin 40(1998): 431-437.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
ข้อมูลผลการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์

ตารางที่ ก.1 เปอร์เซนต์การกำจัดสีเมื่อใช้สโติไดเรกต์เริ่มต้น 49.1-51.0 mg/l

ปริมาณสาร	POLY[(ACRYLIC ACID)-CO-ACRYLAMIDE]			POLY[(ACRYLIC ACID)-CO-ACRYLAMIDE]			POLY[(ACRYLIC ACID)-CO-ACRYLAMIDE]		
	20 g			20 g			20 g		
	Al ₂ (SO ₄) ₃ 10 g	Al ₂ (SO ₄) ₃ 20 g	Al ₂ (SO ₄) ₃ 40 g	Ca(OH) ₂ 10 g	Ca(OH) ₂ 20 g	Ca(OH) ₂ 40 g	Fe ₂ (SO ₄) ₃ 10 g	Fe ₂ (SO ₄) ₃ 20 g	Fe ₂ (SO ₄) ₃ 40 g
500 mg/l	-0.7	1.3	10.1	31.9	55.7	88.5	-0.5	0.5	1.0
1000 mg/l	-1.0	5.4	67.1	61.4	85.5	92.4	-0.7	2.1	5.5
1500 mg/l	-0.7	11.8	84.6	62.7	90.1	94.3	-0.7	5.4	9.0
2000 mg/l	-0.3	89.8	85.3	74.5	93.9	94.9	-1.0	8.5	14.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 เปรอ์เซ็นต์การกำจัดสีเมื่อใช้สโ้โดเรกต์เริ่มต้น 50.1-51.0 mg/l

ปริมาณสาร	CASSAVA STARCH GRAFT POLY(ACRYLIC ACID)			CASSAVA STARCH GRAFT POLY(ACRYLIC ACID)			CASSAVA STARCH GRAFT POLY(ACRYLIC ACID)		
	20 g			20 g			20 g		
	Al ₂ (SO ₄) ₃ 10 g	Al ₂ (SO ₄) ₃ 20 g	Al ₂ (SO ₄) ₃ 40 g	Ca(OH) ₂ 10 g	Ca(OH) ₂ 20 g	Ca(OH) ₂ 40 g	Fe ₂ (SO ₄) ₃ 10 g	Fe ₂ (SO ₄) ₃ 20 g	Fe ₂ (SO ₄) ₃ 40 g
500 mg/l	0.1	18.7	18.9	23.9	35.8	51.3	2.7	2.0	13.7
1000 mg/l	0.2	73.0	19.5	35.9	73.9	85.2	5.1	4.5	48.3
1500 mg/l	1.2	81.0	81.4	36.9	81.9	86.7	6.2	6.4	74.7
2000 mg/l	2.5	83.0	88.4	40.8	86.4	91.7	13.2	9.5	79.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.3 ค่าพีเอชภายหลังการบำบัดด้วยสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิก แอซิดโคอะคริลาไมด์)กับสารตกตะกอนอนินทรีย์

ปริมาณสาร	POLY[(ACRYLIC ACID)-CO-ACRYLAMIDE]			POLY[(ACRYLIC ACID)-CO-ACRYLAMIDE]			POLY[(ACRYLIC ACID)-CO-ACRYLAMIDE]		
	20 g			20 g			20 g		
	$Al_2(SO_4)_3$ 10 g	$Al_2(SO_4)_3$ 20 g	$Al_2(SO_4)_3$ 40 g	$Ca(OH)_2$ 10 g	$Ca(OH)_2$ 20 g	$Ca(OH)_2$ 40 g	$Fe_2(SO_4)_3$ 10 g	$Fe_2(SO_4)_3$ 20 g	$Fe_2(SO_4)_3$ 40 g
500 mg/l	6.3	5.7	4.9	10.6	11.1	11.7	6.1	5.7	5.5
1000 mg/l	6.3	4.6	4.3	11.1	11.4	11.9	6.0	5.6	4.6
1500 mg/l	6.2	4.4	4.1	11.3	11.6	12.2	5.8	5.5	4.2
2000 mg/l	6.2	3.8	4.0	11.5	11.8	12.4	5.8	5.4	4.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.4 ค่าพีเอชภายหลังการบำบัดด้วยสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิก แอซิดกับสารตกตะกอนอนินทรีย์

ปริมาณสาร	CASSAVA STARCH GRAFT POLY(ACRYLIC ACID)			CASSAVA STARCH GRAFT POLY(ACRYLIC ACID)			CASSAVA STARCH GRAFT POLY(ACRYLIC ACID)		
	20 g			20 g			20 g		
	Al ₂ (SO ₄) ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	Ca(OH) ₂	Ca(OH) ₂	Ca(OH) ₂	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Fe ₂ (SO ₄) ₃
	10 g	20 g	40 g	10 g	20 g	40 g	10 g	20 g	40 g
500 mg/l	6.4	4.2	4.1	9.9	10.7	11.0	4.3	4.2	3.6
1000 mg/l	5.7	4.0	3.7	10.3	11.3	11.5	3.8	3.6	3.3
1500 mg/l	5.1	3.5	3.5	10.7	11.4	11.6	3.6	3.4	3.2
2000 mg/l	4.8	3.4	3.3	10.8	11.6	11.7	3.4	3.2	3.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.5 เปอร์เซ็นต์การกำจัดสีเมื่อใช้สโโดเร็กซ์เริ่มต้น 48.3-50.2 mg/l

ปริมาณสาร	$Al_2(SO_4)_3$	$Ca(OH)_2$	$Fe_2(SO_4)_3$
500 mg/l	97.7	97.4	98.6
1000 mg/l	98.0	99.4	98.1
1500 mg/l	98.2	99.7	97.2
2000 mg/l	98.2	99.7	97.0

ตารางที่ ก.6 ค่าพีเอชภายหลังการบำบัดด้วยสารตกตะกอนอนินทรีย์

ปริมาณสาร	$Al_2(SO_4)_3$	$Ca(OH)_2$	$Fe_2(SO_4)_3$
500 mg/l	4.0	12.2	2.8
1000 mg/l	3.8	12.5	2.6
1500 mg/l	3.7	12.7	2.5
2000 mg/l	3.6	12.8	2.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7 เปอร์เซ็นต์การกำจัดซีโอดี โดยสไลด์เรกต์มีซีโอดีเริ่มต้น 28.5 mg/l

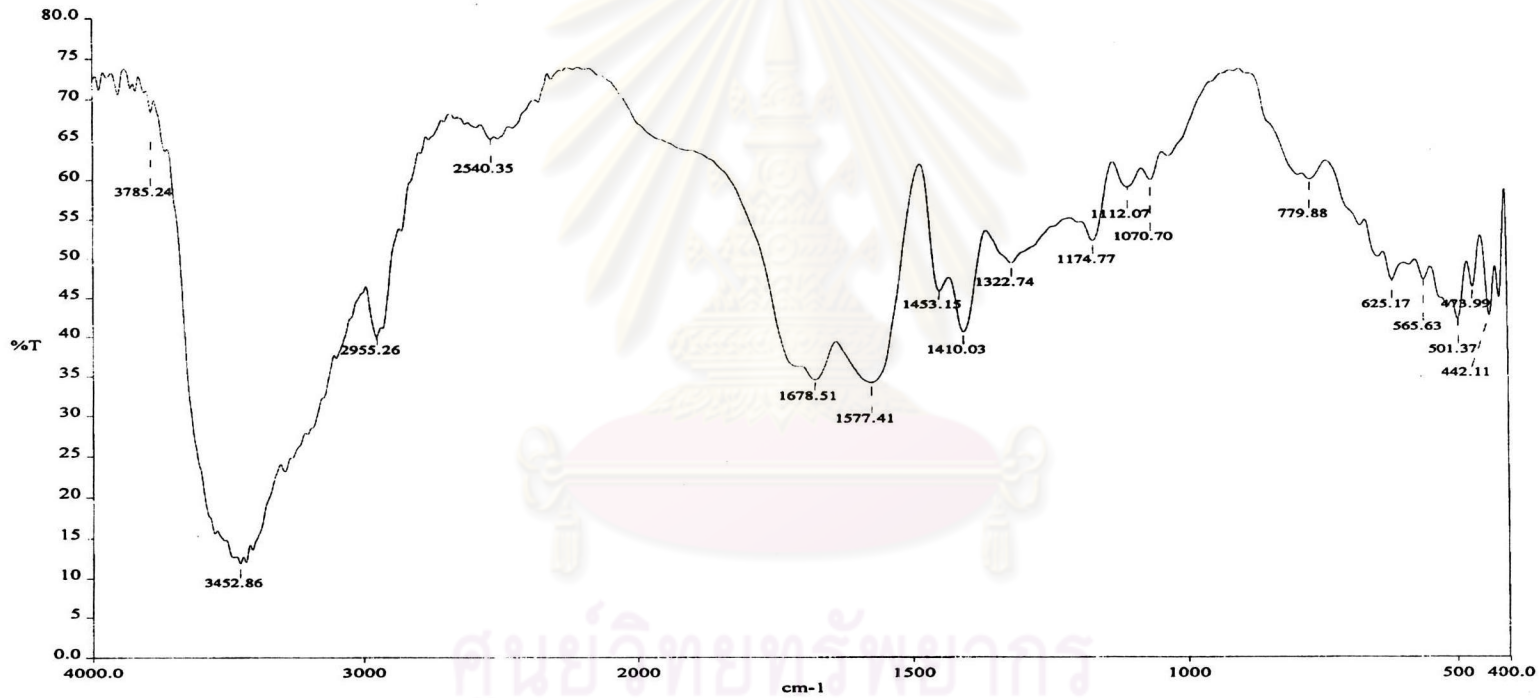
ชนิดสาร	% กำจัดซีโอดี		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
POLY[(ACRYLIC ACID)-CO-ACRYLAMIDE] 20 g + Ca(OH) ₂ 20 g (500 mg/l)	26.7	31.3	29.0
POLY[(ACRYLIC ACID)-CO-ACRYLAMIDE] 20 g + Ca(OH) ₂ 40 g (500 mg/l)	53.3	56.3	54.8
CASSAVA STARCH GRAFT POLY(ACRYLIC ACID) 20 g + Ca(OH) ₂ 40 g (500 mg/l)	-60	-62.5	-
Al ₂ (SO ₄) ₃ (500 mg/l)	86.7	75.0	80.9
Ca(OH) ₂ (500 mg/l)	76.7	81.3	79.0
Fe ₂ (SO ₄) ₃ (500 mg/l)	80.0	87.5	83.8

ตารางที่ ก.8 ปริมาณโลหะที่อยู่ในน้ำเสียภายหลังการบำบัด

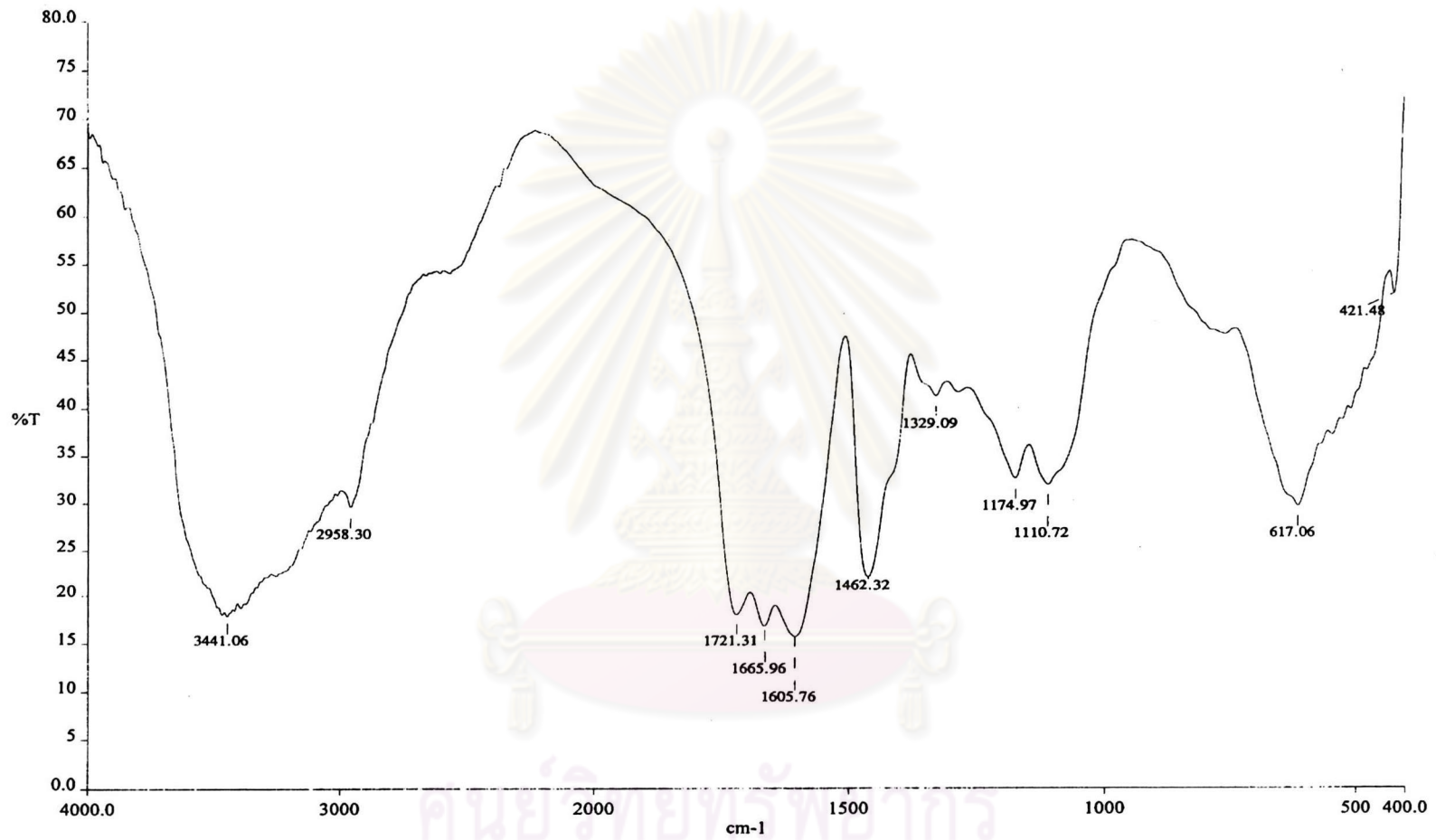
ชนิดสาร	ปริมาณโลหะที่อยู่ในน้ำเสีย (mg/l)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
POLY[(ACRYLIC ACID)-CO-ACRYLAMIDE] 20 g + Ca(OH) ₂ 20 g (500 mg/l)	26	23	24.5
POLY[(ACRYLIC ACID)-CO-ACRYLAMIDE] 20 g + Ca(OH) ₂ 40 g (500 mg/l)	36	40	38
CASSAVA STARCH GRAFT POLY(ACRYLIC ACID) 20 g + Ca(OH) ₂ 40 g (500 mg/l)	17	18	17.5
Al ₂ (SO ₄) ₃ (500 mg/l)	42	30	36
Ca(OH) ₂ (500 mg/l)	193	197	195
Fe ₂ (SO ₄) ₃ (500 mg/l)	85	67	76

ภาคผนวก ข

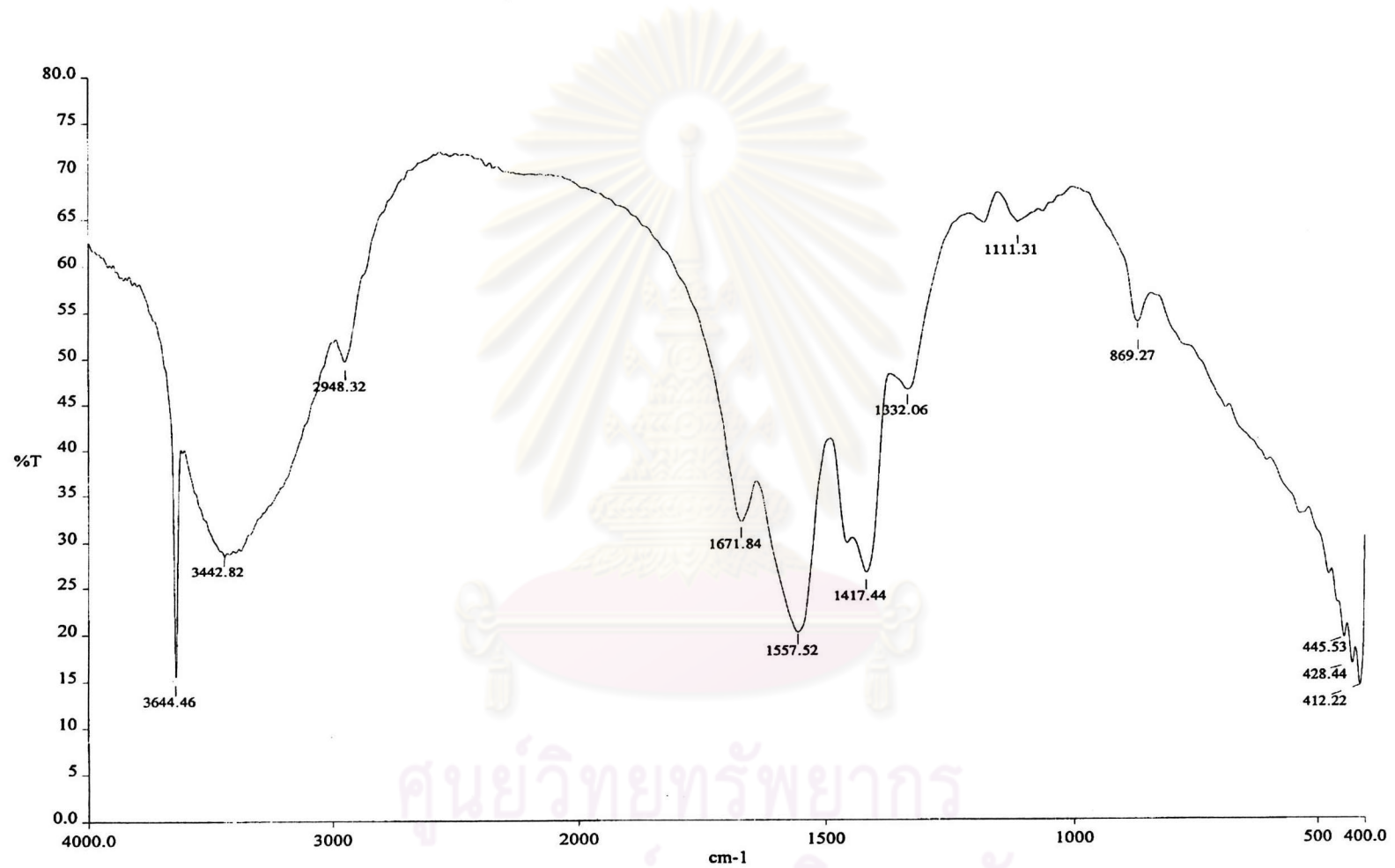
อินฟราเรดสเปกตรัมของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิเมอร์กับสารตกตะกอนอนินทรีย์



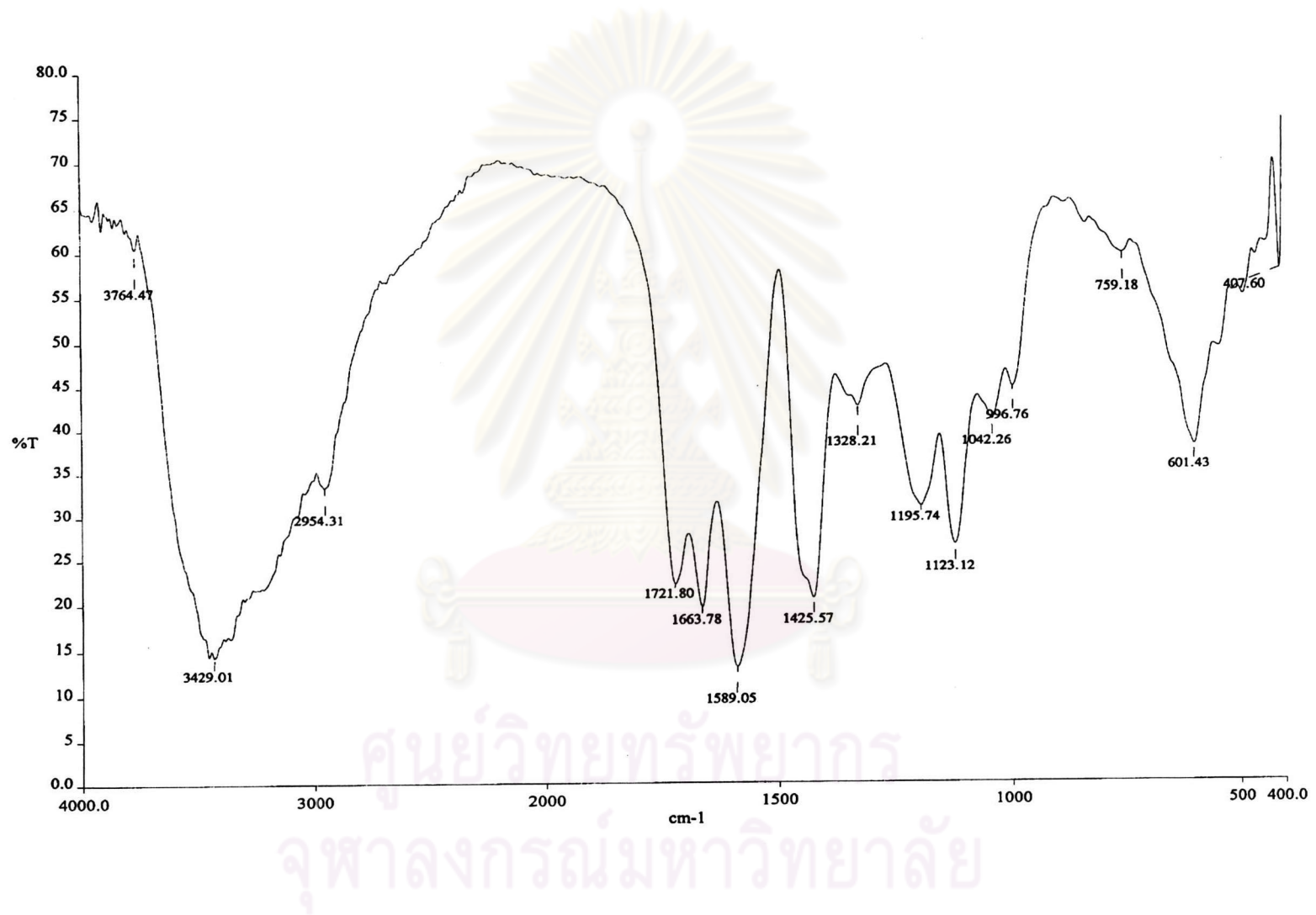
รูปที่ ข.1 อินฟราเรดสเปกตรัมของพอลิ(อะคริลิกแอซิด-โค-อะคริลาไมด์)



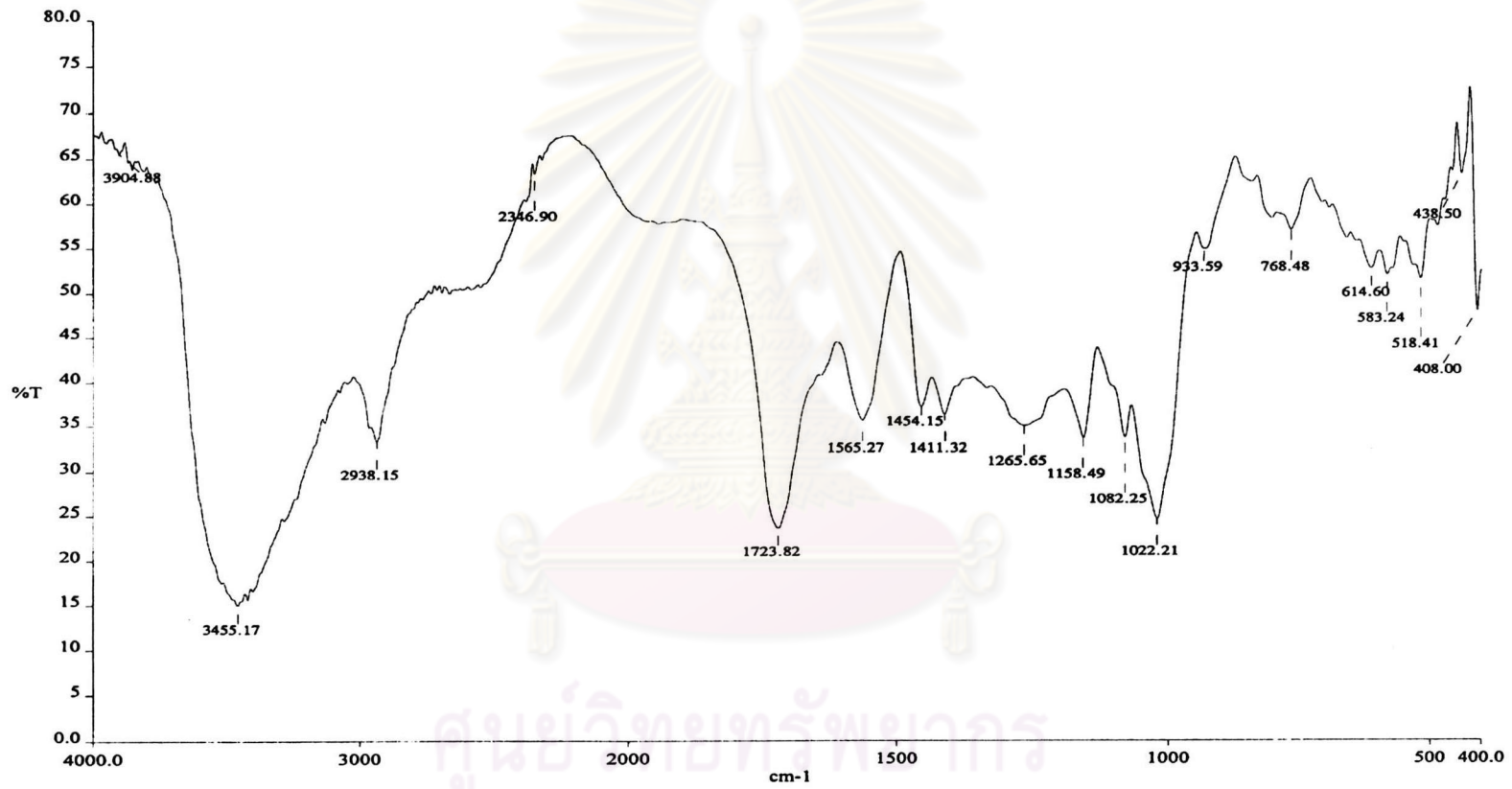
รูปที่ ข.2 อินฟราเรดสเปกตรัมของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิก แอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับอะลูมิเนียมซัลเฟต



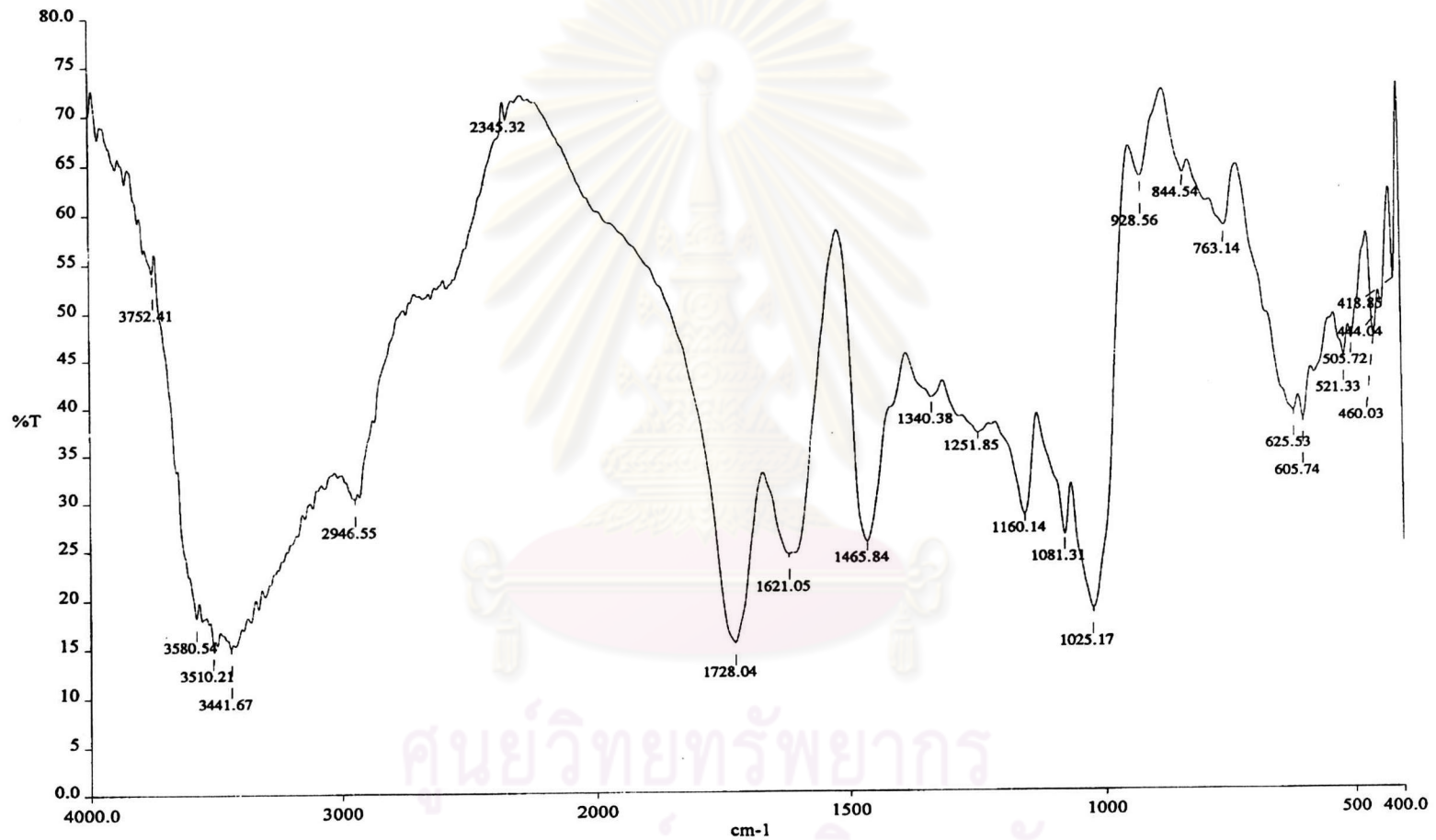
รูปที่ ข.3 อินฟราเรดสเปกตรัมของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิก แอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์



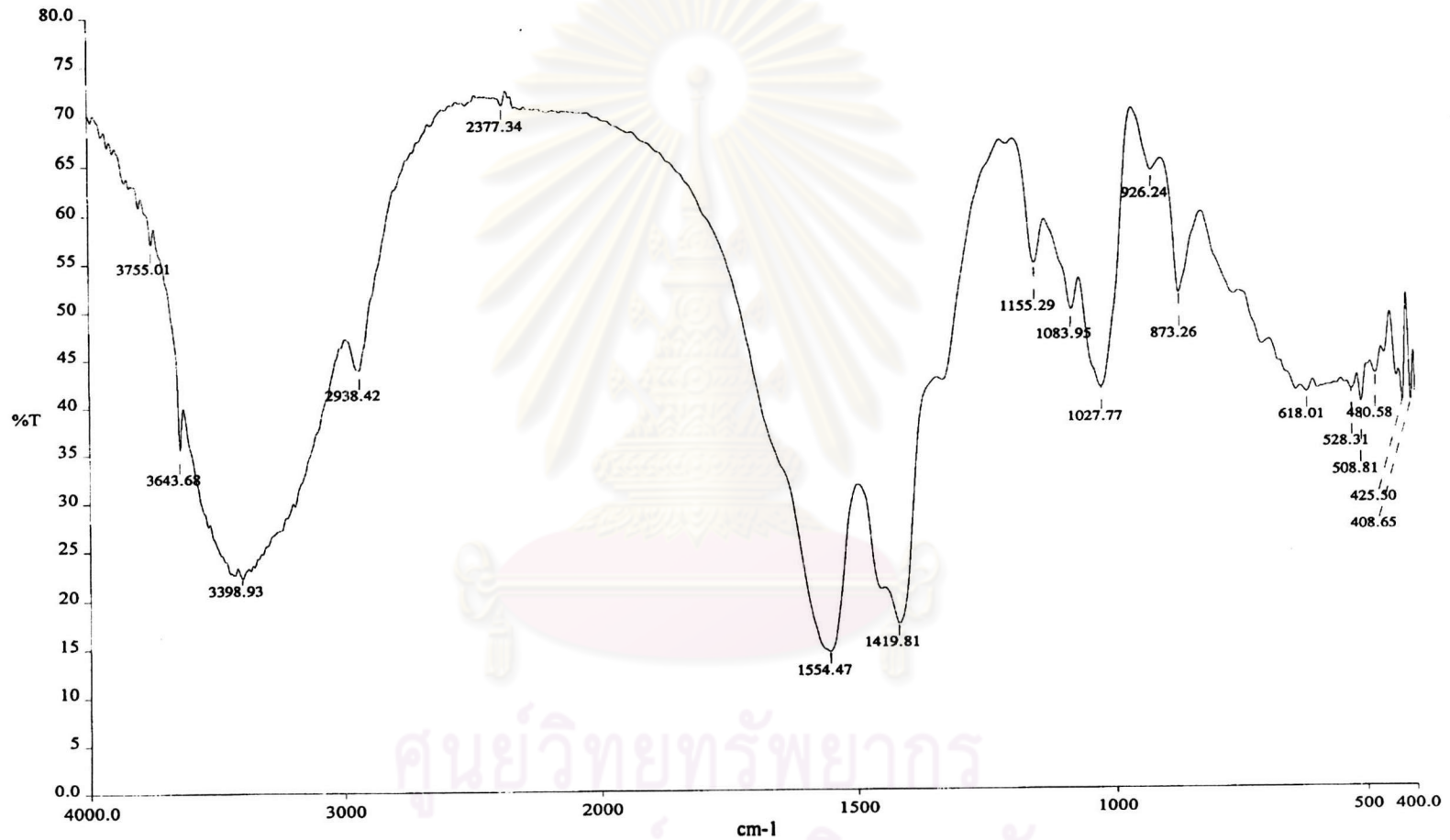
รูปที่ ข.4 อินฟราเรดสเปกตรัมของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิกแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับเฟริกซัลเฟต



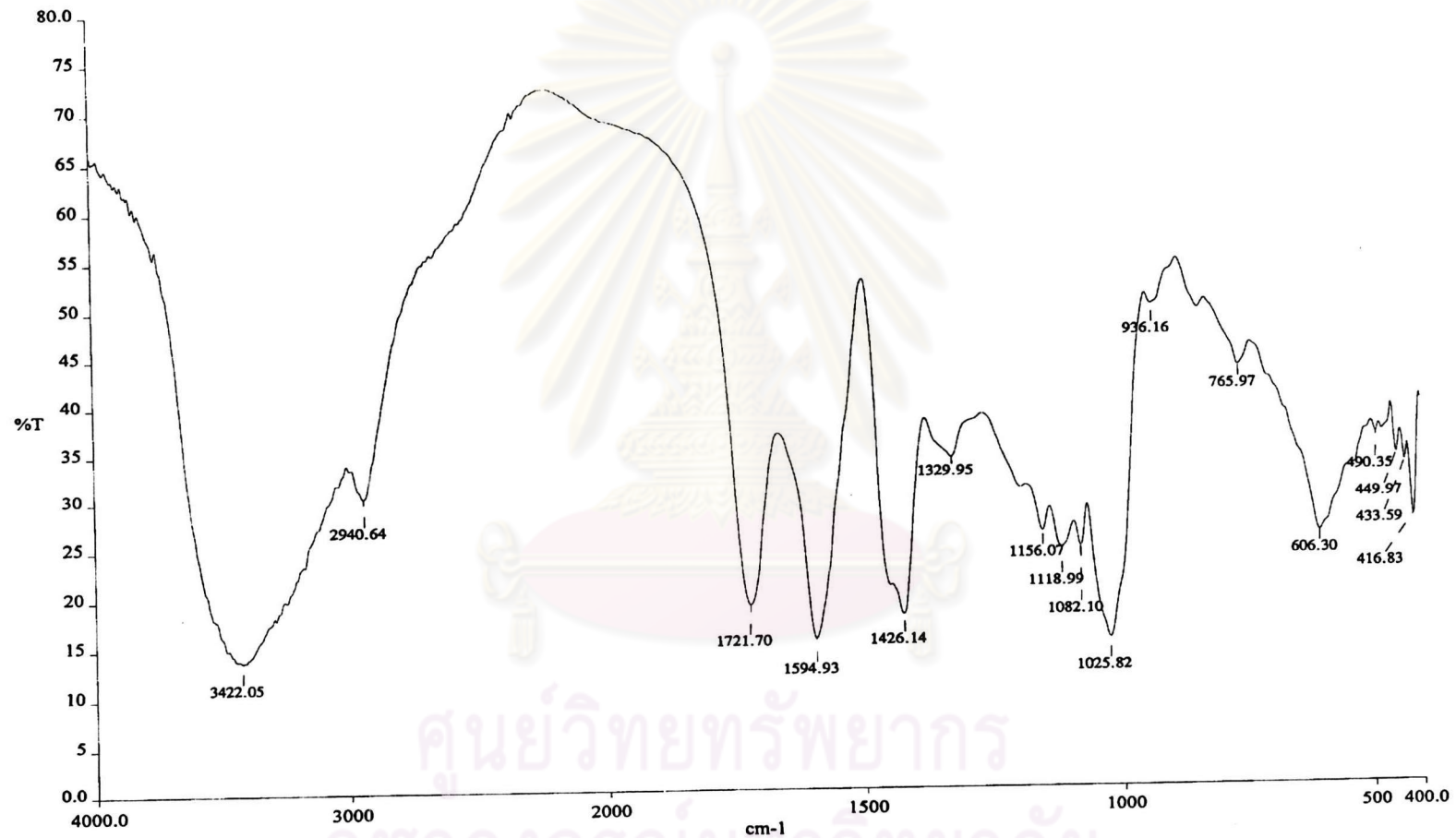
รูปที่ ข.5 อินฟราเรดเสปกตรัมของแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด



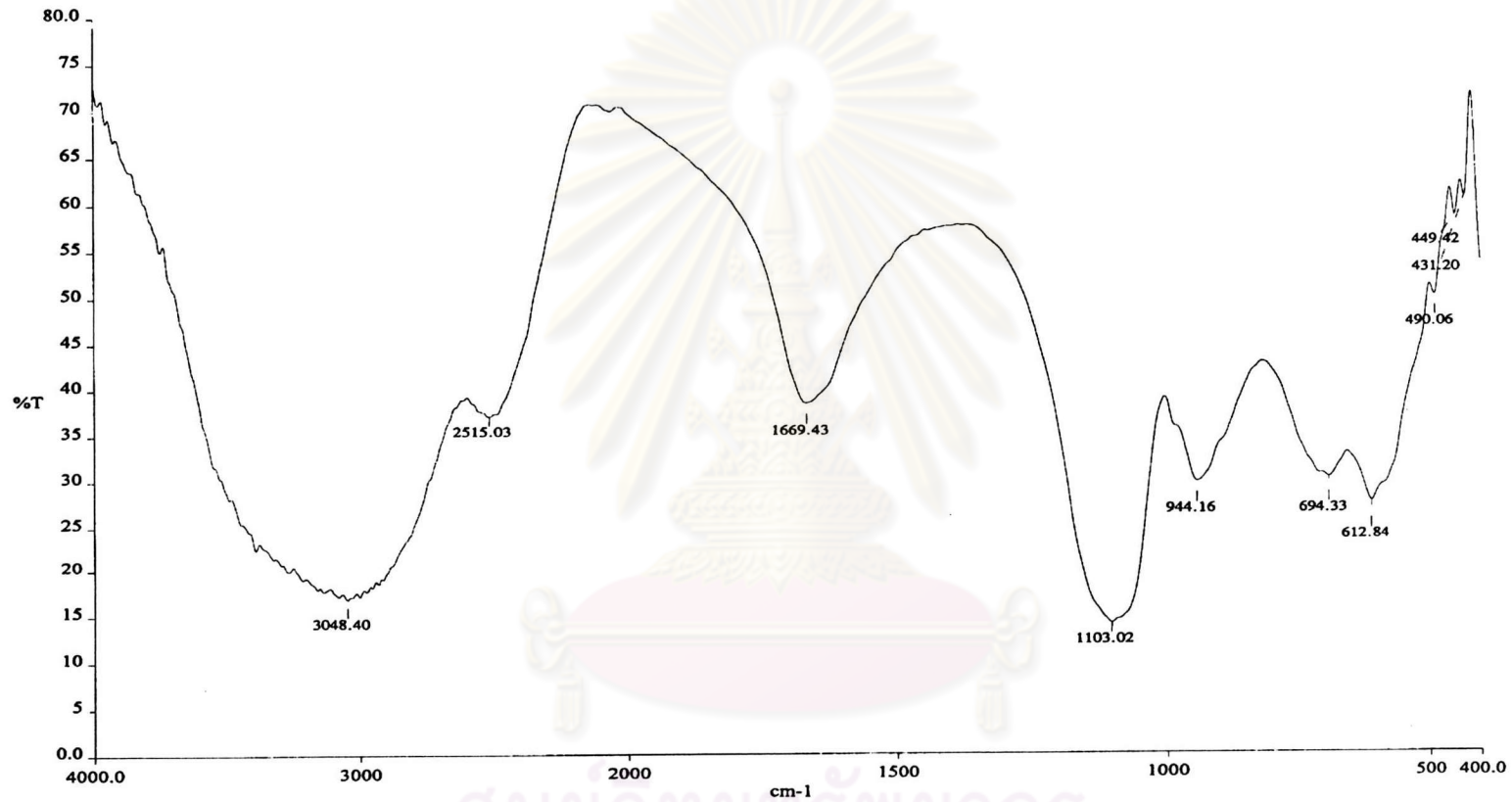
รูปที่ ข.6 อินฟราเรดสเปกตรัมของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิดกับอะลูมิเนียมซัลเฟต



รูปที่ ข.7 อินฟราเรดสเปกตรัมของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิดกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์

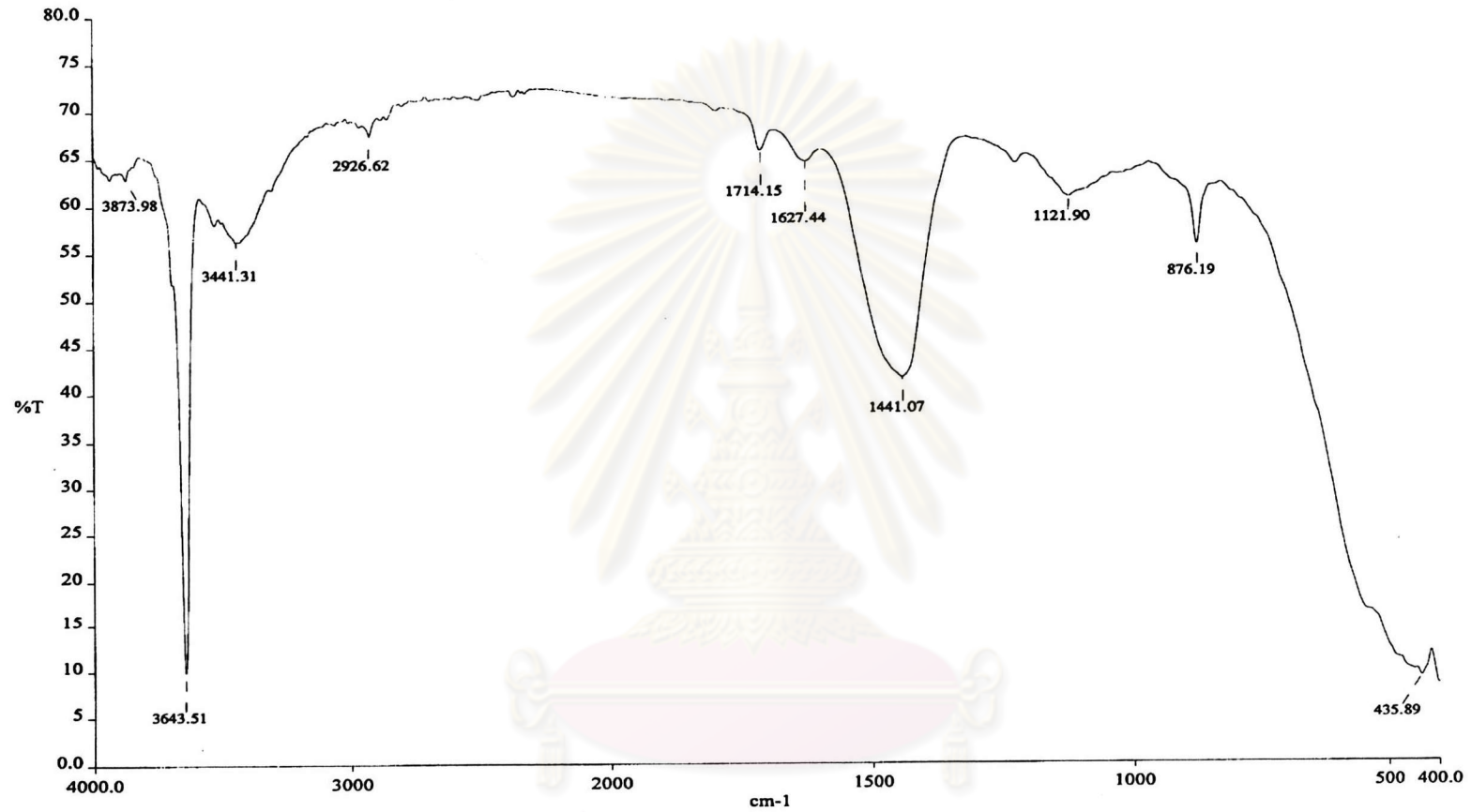


รูปที่ ๑.๘ อินฟราเรดสเปกตรัมของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิดกับเฟอริกซัลเฟต



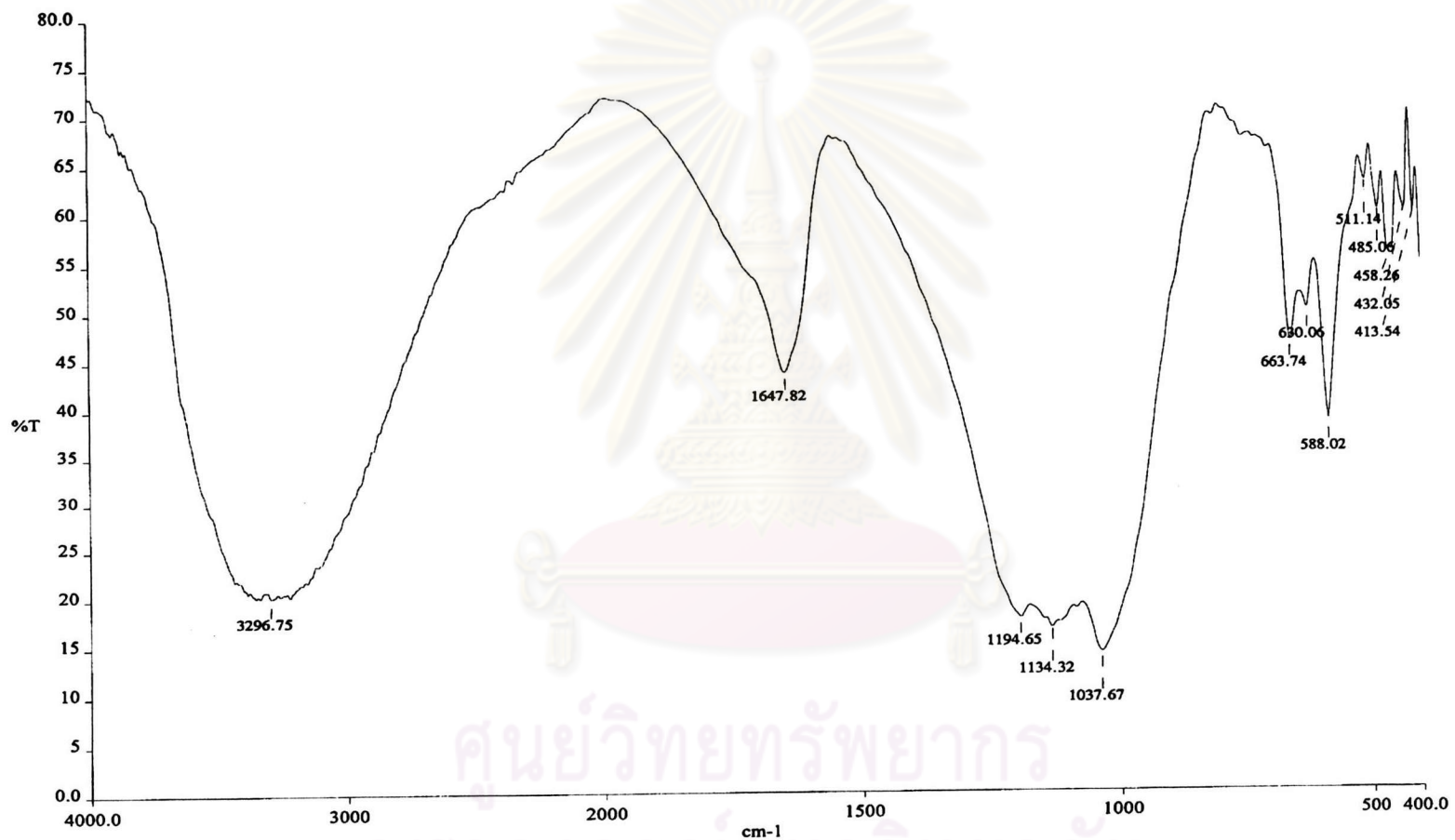
รูปที่ ๑.๙ อินฟราเรดสเปกตรัมของอะครีไนด์นิยมนิลเฟต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข.10 อินฟราเรดเสปคตรัมของแคลเซียมไฮดรอกไซด์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข.11 อินฟราเรดสเปกตรัมของเพริคาร์ดิอัลเฟต

ภาคผนวก ค

บทความทางวิชาการเรื่องพอลิเมอร์กับชีวิตประจำวัน
ที่ได้เผยแพร่จากบางส่วนของวิทยานิพนธ์นี้

The Journal of the Royal Institute of Thailand

Vol. 28 No. 1 Jan.-Mar. 2003



พอลิเมอร์กับชีวิตประจำวัน : พอลิเมอร์กับการบำบัดน้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรม

สุดา เกียรติกำรวงศ์

ภาควิชาฟิสิกส์ สำนักวิทยาศาสตร์

ราชบัณฑิตยสถาน

วนิดา จิบตาสดร์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิวัฒน์ จิระประเสริฐกุล

สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยวิธีการตกตะกอนทางเคมีนั้น มีการใช้สารทำตะกอนหลายชนิด ได้แก่ อะลูมิเนียมซัลเฟต, เฟอริกซัลเฟต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิเมอร์กับโลหะ (พอลิเมอร์คอมเพล็กซ์) สามารถลดความขุ่นและค่าซีไอคของน้ำทิ้งจากโรงงานได้ดี. ในการศึกษาที่สารประกอบเชิงซ้อนโลหะอะลูมิเนียมกับพอลิเมอร์สังเคราะห์ของกรดอะครีลิกและอะครีลาไมด์ทั้งส่วนที่มีและไม่มีแป้งมันสำปะหลังรวมอยู่ในโซ่หลักของพอลิเมอร์ ลดความขุ่นได้ร้อยละ ๔๔ และลดซีไอคของน้ำเสียจากโรงงานข้อมผ้าได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๒๕ เมื่อใช้สารพอลิเมอร์นี้เพียง ๐.๒ กรัมต่อน้ำทิ้ง ๑ ลิตร. ความเป็นกรด-เบสของน้ำทิ้งภายหลังการบำบัดมีค่า ๔.๒ ในขณะที่ใช้อลูมิเนียมซัลเฟตเพียงอย่างเดียวต้องใช้สารมากถึง ๒ กรัมต่อน้ำทิ้ง ๑ ลิตร เพื่อลดค่าซีไอคได้ร้อยละ ๓๑ แต่ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำทิ้งภายหลังการบำบัดมีค่า ๓.๖ ซึ่งไม่ดีต่อการนำน้ำนี้คืนสู่น้ำธรรมชาติ เนื่องจากต้องปรับสภาพของน้ำให้เป็นกลางก่อนด้วยสารเคมี. ส่วนการใช้พอลิเมอร์อย่างเดียวมีประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำทิ้งต่ำกว่าการใช้พอลิเมอร์เชิงซ้อน. ผลการทดลองเบื้องต้นบ่งชี้ว่าการใช้พอลิเมอร์เชิงซ้อนนี้มีผลดีต่อการบำบัดน้ำทิ้ง และดีกว่าการใช้สารทำตะกอนแบบแยกชนิด. กลุ่มวิจัยนี้กำลังวิจัยอย่างละเอียดเกี่ยวกับการสังเคราะห์พอลิเมอร์ การทำสภาพเชิงซ้อน และการทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากแหล่งต่างๆ.

คำสำคัญ : พอลิเมอร์, การบำบัดน้ำทิ้ง, โรงงานอุตสาหกรรม

ในสภาพปัจจุบันที่จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น มีการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมและพื้นที่ทำการเกษตร รวมถึงการขยายตัวของชุมชน

เมือง ทำให้มีการใช้ทรัพยากรน้ำเพิ่มมากขึ้น กอปรกับในสภาพแวดล้อมแหล่งน้ำธรรมชาติถูกทำลายและมีการปนเปื้อนมาก. เหตุเหล่านี้ล้วน

นำไปสู่ปัญหาการขาดแคลนน้ำที่ต้องใช้ในกิจการต่างๆ. การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการน้ำทิ้งอุตสาหกรรมเพื่อการนำน้ำกลับไปใช้ใหม่ จึงเป็นคำตอบเดียวสำหรับอุตสาหกรรมในปัจจุบันและอนาคต เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืนสืบไป.

โดยทั่วไปแล้วน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม จะต้องทำการกำจัดของเสียก่อนทิ้ง ตามข้อกำหนดดัชนีคุณภาพน้ำที่ควบคุมโดยพระราชบัญญัติกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๓๕. การบำบัดน้ำทิ้งกับการจัดการน้ำทิ้งเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ อาจใช้วิธีการคล้ายกัน ใช้สารเคมีประเภทเดียวกัน แต่ขั้นตอนอาจจะแตกต่างกัน. ทั้งนี้ ขึ้นกับผู้ประกอบการว่าจะเลือกใช้วิธีใด. น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมหลายอย่างหากมีการนำกลับไปใช้ใหม่ อาจจะทำให้เกิดการคั่งทูนหรือลดค่าใช้จ่ายลงได้ เช่น กระบวนการชุบโครเมียม ในอุตสาหกรรมชุบโลหะ กระบวนการย้อมสีจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ โรงงาน



แบบเคอร์รี่และโรงงานหลอมตะกั่วจากแบบเคอร์รี่เก่า. น้ำที่มีโลหะหนักปนเปื้อนอยู่นั้น หากจะขจัดหรือนำโลหะบางชนิดกลับมาใช้ก็สามารถทำได้ โดยการใช้วิธีการแลกเปลี่ยนไอออน. วิธีนี้สารที่ใช้จับโลหะมักจะเป็นพอลิเมอร์ชนิดแอนไอออน หรือใช้การตกตะกอนทางเคมีและการปรับค่าความเป็นกรด-เบสรวมกันตามแต่ความเหมาะสม.

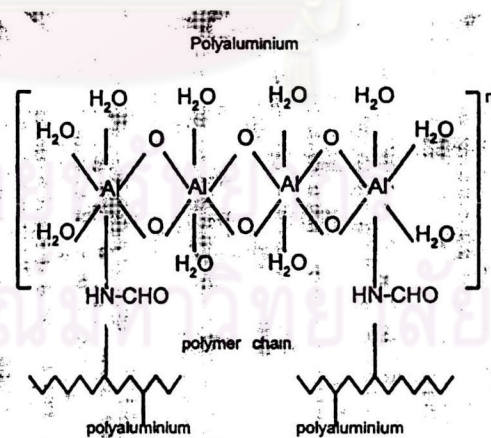
การบำบัดน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมนั้น ต้องคำนึงถึงกระบวนการ ๒ ประเภท ที่จะทำให้น้ำนั้นมีคุณภาพดีขึ้น คือ การเร่งการตกตะกอนเพื่อให้ตะกอนต่างๆ ในน้ำรวมตัวเป็นกลุ่มก้อน เพื่อความสะดวกแก่การกำจัดออกไป. ในขณะเดียวกัน น้ำเสียที่ปราศจากตะกอนก็จะได้รับการบำบัดให้มีสภาพและคุณภาพของน้ำดีขึ้น. เนื่องจากอนุภาคแขวนลอยที่อยู่ในน้ำเสียมีขนาดเล็กมาก มีน้ำหนักเบา และพื้นที่ผิวอาจได้รับประจุไฟฟ้าสถิตซึ่งทำให้อนุภาคเหล่านี้มีเสถียรภาพสูงในการแขวนลอยอยู่ในน้ำ ดังนั้นจึงต้องใส่สารทำตะกอนไปลดปริมาณไฟฟ้าสถิตและเพิ่มขนาดของสารแขวนลอยเหล่านั้น เพื่อให้สารแขวนลอยตกตะกอนตามแรงโน้มถ่วงของโลก. สารช่วยเร่งการตกตะกอนมี ๒ ประเภท คือ สารเร่งการตกตะกอนแบบจับเป็นก้อน (coagulant) ซึ่งเป็นสารประกอบเกลืออินทรีย์ ได้แก่ เกลืออะลูมิเนียมและเหล็ก ตัวอย่างเช่น อนุพันธ์ของอะลูมิเนียม อะลิม, พอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์, อะลูมิเนียม, เฟอริกคลอไรด์, เฟอริกซัลเฟต หรือสารทำตะกอน

พอลิเมอร์ธรรมชาติหรือสังเคราะห์. ส่วนสารเร่งการตกตะกอนแบบจับเป็นอนุภาค (flocculant) เป็นสารประเภทอเล็กโทรไลต์ ซึ่งมีความหนาแน่นของประจุต่ำแต่น้ำหนักโมเลกุลสูงหรือมีขนาดโมเลกุลใหญ่.

สำหรับสารเร่งตะกอนประเภทพอลิเมอร์ธรรมชาติหรือสังเคราะห์ ยังแบ่งได้ตามประจุของพอลิเมอร์ ได้แก่ สารเร่งตะกอนชนิดที่ไม่มีประจุชนิดประจุบวก และชนิดประจุลบ. ดังนั้นเมื่อใช้พอลิเมอร์ชนิดประจุบวก น้ำทิ้งจากโรงงานก็จำเป็นต้องมีคอลลอยด์ที่มีประจุลบ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในกระบวนการแยกน้ำทิ้งจากตะกอน. พอลิเมอร์ชนิดประจุลบใช้กับการตกตะกอนร่วมกับอนุพันธ์ของอะลูมิเนียมหรือเหล็ก. ส่วนพอลิเมอร์ชนิดไม่มีประจุหรือเป็นกลาง สามารถใช้ได้กับน้ำทิ้งที่มีคอลลอยด์ประจุลบหรือบวกก็ได้.

ในอุตสาหกรรมการบำบัดน้ำทิ้งนิยมใช้พอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ โซพอลิเมอร์แกมมาหมู่ฟังก์ชันของฟอร์มัลลาไมด์ (HN-CHO) ซึ่งเกิดพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ระหว่างอะตอมไนโตรเจนกับโลหะอะลูมิเนียม ดังรูปที่ ๑.

พอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารช่วยเร่งการตกตะกอนที่นิยมใช้กันมากสำหรับการกำจัดสีน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อมผ้าประเภทสีรีเอกท์ฟ, สีแอซิด, สีไดเรกต์ และสีดิสเพิร์สได้ดี โดยต้องจัดการให้มีค่าความเป็นกรด-เบสเหมาะสม, และปริมาณของพอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่ใช้ร่วมกับพอลิเมอร์พอเหมาะ. ผลการศึกษาพบว่า สีย้อมประเภทที่ไม่ละลายน้ำ (สีดิสเพิร์ส) ถูกกำจัดได้ดีกว่าสีประเภทที่ละลายน้ำ (สีรีเอกท์ฟ, สีแอซิด และสีไดเรกต์) ยังพบว่าน้ำทิ้ง



รูปที่ ๑
ลักษณะของพอลิอะลูมิเนียม





แต่ละชนิดมีความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมแตกต่างกัน". นอกจากนี้การบำบัดสีของน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอโดยวิธีทางเคมีด้วยสารตกตะกอนชนิดต่างๆ ดังกล่าว พบว่าสารแต่ละชนิดใช้ได้กับสีต่างๆ กัน ซึ่งลดค่าซีไอดีได้แตกต่างกัน". ผลการทดลองดังกล่าวไม่แตกต่างจากผลการทดลองของกาญจนา ครองธรรมชาติ". ความสามารถของพอลิเมอร์ชนิดประจุบวกและประจุลบ สามารถกำจัดสีน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอต่างๆ กัน" ซึ่งขึ้นกับชนิดของสีย้อมและไอออนของสีย้อม. ประสิทธิภาพของการกำจัดสีขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์เฉพาะตำแหน่งระหว่างพอลิเมอร์กับหมู่ฟังก์ชันของสีย้อมนั้น.

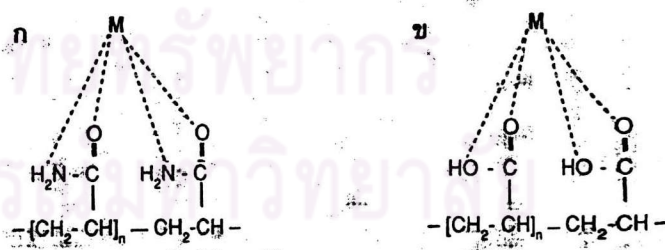
การใช้สารประกอบเชิงซ้อนของพอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารตกตะกอนน้ำทิ้งในอุตสาหกรรมสิ่งทอสามารถลดค่าซีไอดีได้มากกว่าร้อยละ ๕๐ ซึ่งมากกว่าการใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์". นอกจากนี้ ยังพบว่าสารเชิงซ้อนนี้ยังสามารถลดค่าบีไอดีของน้ำทิ้งได้สูงถึงร้อยละ ๘๐. แต่ค่าใช้จ่ายรวมของพอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์สูงกว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ถึง ๔ เท่า. สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิเมอร์กับโลหะบางตระกูลจึงเป็นทางเลือกใหม่สำหรับการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากระบบดั้งเดิมต้องใช้สารเร่งตกตะกอนชนิดปรอทและทศนิยม ทำให้มีโลหะของสารประกอบปรอทตกค้างอยู่ในปี ๒๕๒๘ โฉฉิมมา" ได้ใช้พอลิอะครีลิกแอมโมเนียมของ

โลหะออกจากน้ำ โดยปรับสภาพน้ำที่มีโลหะหนักประเภทเหล็ก นิกเกิล และโครเมียม ทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน โดยมีพอลิอะครีลิกแอมโมเนียมเป็นลิแกนด์อยู่รอบนอก และโลหะเหล่านี้เป็นไอออนใจกลาง ทำให้สารประกอบเชิงซ้อนตกตะกอนลงมา. นอกจากนี้ พอลิซัลไฟด์ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ และไนลอน ๖๖ (พอลิเอไมด์) สามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะโคบอลต์ ตะกั่ว นิกเกิล โครเมียม และเหล็กได้ โดยพบพันธะเคมีระหว่างพอลิเมอร์และไอออนของโลหะเหล่านี้ ซึ่งระดับของพันธะเคมีแปรเปลี่ยนตามชนิดของพอลิเมอร์และไอออนของโลหะ. การแปรเปลี่ยนนี้อธิบายได้ด้วยรัศมีของอะตอมและประจุของโลหะทรานซิชัน. ดังนั้นแนวคิดในการรวมสารเร่งการเกิดตะกอนชนิดจับก่อนและชนิดเกิดคอลลอยด์ให้อยู่ในโมเลกุลเดียวกัน เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนเพื่อใช้บำบัดน้ำทิ้งจากโรงงาน จึงมีความเป็นไปได้สูงมาก.

พอลิเมอร์ที่ผลิตเป็นสารดูดซับ

น้ำสูงที่มีส่วนผสมของพอลิเมอร์ธรรมชาติตระกูลพอลิแซ็กคาไรด์ เช่น แป้ง เซลลูโลส หรือโคโคซาน เมื่อได้รับการทำปฏิกิริยากาแฟกับไวนิล-มอนอเมอร์ประเภทที่ค่อนข้างชอบน้ำ เช่น กรดอะครีลิก, กรดอะครีลาไมด์, กรดมาเลอิก หรือกรดซัลโฟนิค ทำให้พอลิเมอร์กาแฟ หรือโคพอลิเมอร์เหล่านี้มีหมู่ฟังก์ชันคาร์บอนิลหรือสังเคราะห์จากโคพอลิเมอร์ไซเทรนของมอนอเมอร์ชนิดต่างๆ เช่น กรดอะครีลิกและอะครีลาไมด์ เป็นโคพอลิเมอร์ที่ดูดน้ำสูง ซึ่งสามารถก่อกำเนิดเป็นพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์กับโลหะต่างๆ ที่มีหลายเวเลนซ์ได้ ดังรูปที่ ๒.

พอลิเมอร์ดูดซับน้ำสูงสามารถผลิตได้ด้วยกระบวนการเกิดการเหนียวและเทคนิคการเกิดเป็นพอลิเมอร์ได้หลายแบบ. แบบที่นิยมกันมากที่สุดและให้ผลดีคือ การเหนียวนำด้วยปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบรีดอกซ์ เช่น การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก หรือการใช้เกลือแอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟต



รูปที่ ๒

การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างโลหะ กับพอลิอะครีลาไมด์ (ก) หรือ กับพอลิอะครีลิกแอมิค (ข)



ร่วมกับ เอ็น, เอ็น, เอ็น, เอ็น - เทระ-เอธิลีนไดอามีน โดยใช้มอนอเมอร์เชื่อมขวางของ เอ็น, เอ็น-เมธิลีนบิสอะครีลาไมด์ เป็นต้น มาทำปฏิกิริยากับมอนอเมอร์ที่ชอบน้ำได้หลายชนิดดังกล่าวมาแล้ว. ภายหลังจากที่ทราบค่าความสามารถในการดูดซึมน้ำแล้วก็นำพอลิเมอร์นี้มาทำปฏิกิริยากาเกิดสารเชิงซ้อนกับสารเร่งตกตะกอน เช่น อะลูมิเนียมซัลเฟต ที่อุณหภูมิประมาณ ๔๕ องศาเซลเซียส. เมื่อผ่านกระบวนการเตรียมที่เหมาะสม สามารถตรวจสอบสารที่ได้โดยใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี. เมื่อเปรียบ

เทียบเลขคลื่นของอะลูมิเนียมซัลเฟต (มีน้ำหนัก ๑๘ โมเลกุล) พอลิ(อะครีลิกแอซิด-โค-อะครีลาไมด์) และสารประกอบเชิงซ้อนของสารทั้งสองได้ข้อมูลดังรูปที่ ๓ ซึ่งสามารถอ่านค่าเลขคลื่นได้ดังนี้

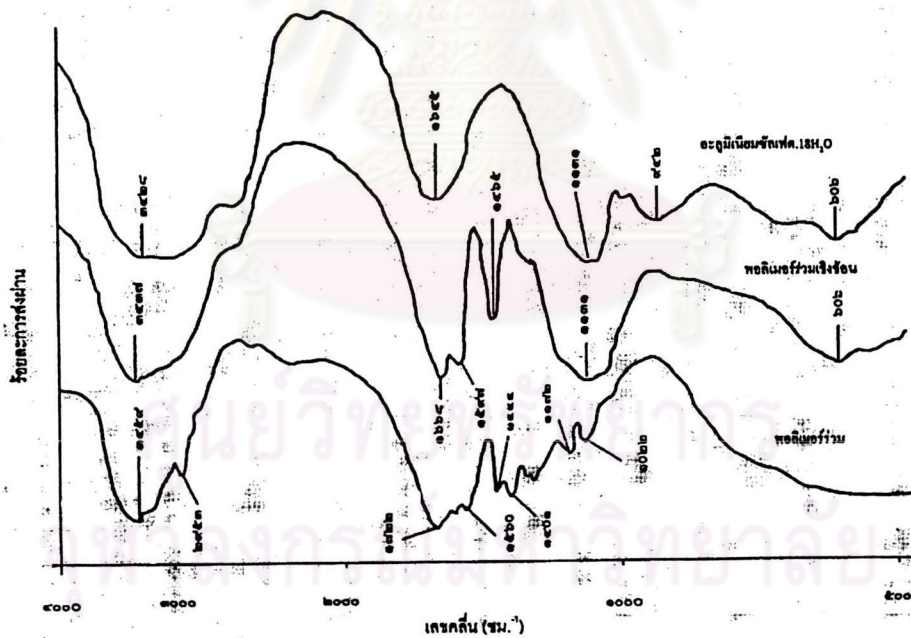
เลขคลื่นของอะลูมิเนียมซัลเฟต (เซนติเมตร^{-๑}) ๓๔๒๘, ๑๖๔๕, ๑๑๓๑, ๘๔๒, และ ๖๐๖.

เลขคลื่นของพอลิเมอร์ร่วม (เซนติเมตร^{-๑}) ๓๔๕๘, ๒๙๕๓, ๑๗๒๒, ๑๕๖๐, ๑๔๕๕, ๑๔๐๑, ๑๑๗๒ และ ๑๐๒๒.

เลขคลื่นของพอลิเมอร์ร่วมเชิง

ซ้อน (เซนติเมตร^{-๑}) ๓๔๓๗, ๑๖๖๘, ๑๕๙๗, ๑๔๖๕, ๑๑๓๑ และ ๖๐๖.

เมื่อพิจารณาพิกที่เลขคลื่นต่างๆ จะเห็นว่า พิก ณ ๒๙๕๓ เซนติเมตร^{-๑} ถูกบดบังไป, ส่วนพิกที่ ๑๗๒๒ เซนติเมตร^{-๑} และ ๑๕๖๐ เซนติเมตร^{-๑} เป็นหมู่ฟังก์ชันของ C=O และ C-N ในแอไมด์เคลื่อนไปที่พิกที่ ๑๖๖๘ เซนติเมตร^{-๑}, ส่วนพิกที่ ๑๔๖๕ เซนติเมตร^{-๑} ได้เกิดพิกใหม่ที่ ๑๕๙๗ เซนติเมตร^{-๑} และ ๑๔๖๕ เซนติเมตร^{-๑} ตามลำดับ. จากการเปรียบเทียบดังกล่าวแสดงว่า ได้มีการนำโลหะอะลูมิเนียมเข้าไปในพอลิเมอร์ ทำให้เกิด



รูปที่ ๓
อินฟราเรดสเปกตรัมของอะลูมิเนียมซัลเฟต, พอลิเมอร์ร่วม และพอลิเมอร์ร่วมเชิงซ้อน





การเลื่อนของเลขคลื่นและได้สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างไอออนของโลหะซึ่งมีประจุบวกและอนุมูลของหมู่ฟังก์ชัน โดยผ่านกลไกทางโคพเลิฟฟ้าสติก ซึ่งได้เกิดพันธะระหว่างกลุ่มแอมไนด์และโลหะ.

ประสิทธิภาพของพอลิเมอร์เชิงซ้อนในการบำบัดน้ำทิ้ง

๑. การเปรียบเทียบการลดค่าความขุ่นของน้ำทิ้งระหว่างพอลิเมอร์คอมเพล็กซ์ของพอลิ(อะครีลาไมด์-โค-อะลูมิเนียมอะครีเลต) (Poly [acrylamide-co-(aluminium acrylate)]) กับ สารส้ม $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. จากตารางที่ ๑ เห็นได้ว่า พอลิเมอร์ร่วมเชิงซ้อนมีประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่นของน้ำทิ้งได้ดีกว่าการใช้สารส้มเพียงอย่างเดียว. เมื่อ

เทียบปริมาณสารส้ม ณ ความเข้มข้น ๐.๑๐๗ กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ค่าความขุ่นที่วัดได้เป็น ๓๑.๕ NTU หรือลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ ๑๓ ในขณะที่ความเข้มข้นที่เท่าๆ กัน พอลิเมอร์ร่วมเชิงซ้อนให้ค่าความขุ่นเป็น ๑๑.๐ NTU ลดได้ดีกว่า ๕ เท่า หรือลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ ๖๕. ปรากฏการณ์นี้สามารถอธิบายได้ดังนี้

ลักษณะของพอลิเมอร์ร่วมมีขนาดโมเลกุลใหญ่ทำหน้าที่เสมือนสะพานซึ่งเป็นที่ที่สิ่งสกปรก หรือตะกอนไปเกาะหรือร่วมกลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งตะกอนที่มีประจุบวกสามารถก่อกวนระกับลักษณะของพอลิเมอร์ที่มีประจุลบได้ดี ทำให้ตะกอนและสิ่งแขวนลอยเกาะอยู่บนโซ่ของพอลิเมอร์ สามารถตกตะกอนสิ่งสกปรกได้ดี. โลหะอะลูมิเนียมจะให้น้ำใสมากขึ้น.

๒. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารทำตะกอนหลายชนิด การใช้พอลิเมอร์ในการลดความขุ่นและค่าซีไอดีในน้ำทิ้งจากโรงงานย้อมผ้าแห่งหนึ่ง น้ำทิ้งเริ่มต้นมีค่าซีไอดีอยู่ระหว่าง ๕๕๐-๕๕๕ มิลลิกรัมต่อลิตร (๐.๕๕-๐.๕๖ กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร), ค่าความขุ่น ๕๑ NTU, ค่าความเป็นกรด-เบส ๗.๘, ปริมาณพอลิเมอร์ที่ใช้ทดสอบ ๒๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร (๐.๒ กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร) ยกเว้นปริมาณของอะลูมิเนียมซัลเฟต ๒ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร. ส่วนแคลเซียมฮัยดรอกไซด์ และเฟอริกฮัยดรอกไซด์ มีค่าความเข้มข้น ๔ กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร.

จากตารางที่ ๒ จะเห็นได้ว่าในการใช้พอลิเมอร์ลดความขุ่นและค่าซีไอดีนั้น ประสิทธิภาพในการบำบัด

ตารางที่ ๑ การเปรียบเทียบค่าความขุ่นของน้ำทิ้งจากอาคารที่อยู่อาศัย

สารพอลิเมอร์ กรัม/ลูกบาศก์ เดซิเมตร	ความขุ่น NTU	ประสิทธิภาพ ของการบำบัด ร้อยละ	$Al_2(SO_4)_3$ กรัม/ลูกบาศก์ เดซิเมตร	ความขุ่น NTU	ประสิทธิภาพ ของการบำบัด ร้อยละ
-	๓๕.๖	-	-	๓๕.๖	-
๐.๐๓๑	๓๒	๑๐	๐.๐๖๒	๓๔.๒	๔
๐.๐๕๕	๓๑.๖	๑๓	๐.๐๘๕	๓๒.๗	๑๒
๐.๐๕๓	๒๙.๓	๑๘	๐.๑๐๗	๓๑.๕	๑๓
๐.๐๕๙	๒๖	๒๗	๐.๑๓๑	๓๐.๘	๑๕
๐.๐๖๖	๒๕.๕	๒๘	๐.๑๓๑	๓๐.๒	๒๐
๐.๐๗๙	๒๕.๕	๓๑	๐.๑๕๗	๒๘.๕	๒๕
๐.๐๘๖	๒๑.๐	๔๑	๐.๑๗๑	๒๖.๘	๒๖
๐.๐๙๖	๑๘.๑	๕๙	๐.๑๙๑	๒๓.๖	๓๕
๐.๑๐๕	๑๑.๐	๖๙	๐.๒๐๙	๒๑.๘	๓๙



ตารางที่ ๒ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสร้างตะกอน

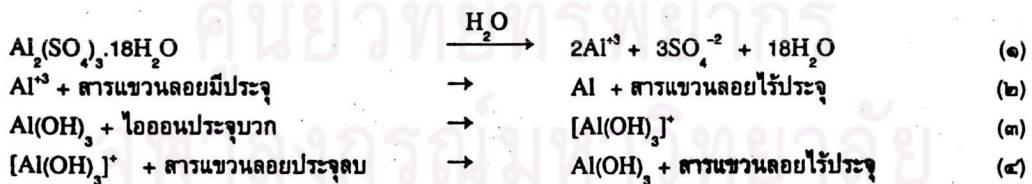
สารที่ใช้	ค่าความเป็นกรด-เบสหลังตกตะกอน	ค่าความขุ่นที่ลดลงร้อยละ	ค่าซีไอดีที่ลดลงร้อยละ
อะลูมิเนียมซัลเฟต	๓.๖	๗๘	๓๓
อะลูมิเนียม compo	๘.๓	๔๘	๑๔
อะลูมิเนียม compos	๘.๒	๔๙	๒๕
เฟอริกซัลเฟต	๖.๐	-	๑๕
เฟอริก compo	๖.๖	๔๙	๑๒
เฟอริก compos	๖.๕	๔๐	๑๐
แคลเซียมฮัยดรอกไซด์	๑๑.๖	๔๗	๒
แคลเซียม compo	๗.๖	๑๕	๒
แคลเซียม compos	๗.๖	๗	-
Po	๗.๔	๓๕	๑๖
Pos	๗.๕	๓๐	-

Po = พอลิอะครีลิกแอซิด-โค-อะครีลาไมด์, Pos = แป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะครีลิกแอซิด
Compo = สารประกอบเชิงซ้อนกับ Po, Compos = สารประกอบเชิงซ้อนกับ Pos

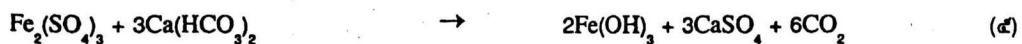
น้ำทิ้งขึ้นอยู่กับชนิดของพอลิเมอร์และโลหะที่มาจับเป็นสารประกอบเชิงซ้อน. การใช้พอลิเมอร์อย่างเดียวยังไม่ได้ทำคอมเพล็กซ์กับโลหะ ประสิทธิภาพมีค่าต่ำกว่าเมื่อเกิดสารประกอบเชิงซ้อน. ชนิดของ

พอลิเมอร์ก็มีความสำคัญ เช่น Po หรือพอลิ(อะครีลิกแอซิด-โค-อะครีลาไมด์) ลดความขุ่นและค่าซีไอดีได้ระดับหนึ่ง. ส่วน Pos หรือ แป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะครีลิกแอซิดลดค่าซีไอดีไม่ได้ กลับจะมีผลทำให้

ค่าเพิ่มขึ้นด้วยซ้ำ. แต่เมื่อ Pos เกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับอะลูมิเนียม (Alcompos) กลับมีประสิทธิภาพดี ลดความขุ่นและค่าซีไอดีได้มากกว่าพอลิเมอร์อย่างเดี่ยว หรือสารประกอบเชิงซ้อนของเหล็กและแคลเซียม. เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้อะลูมิเนียมซัลเฟต Alcompos น้ำทิ้งหลังตกตะกอนมีค่าความเป็นกรด-เบส เป็นเบสอ่อนซึ่งง่ายต่อการปรับให้เป็นกลาง. ส่วนอะลูมิเนียมซัลเฟต น้ำทิ้งหลังตกตะกอนมีความเป็นกรด-เบส เป็นกรดสูง ซึ่งต้องมีค่าใช้จ่ายของสารเคมีในการปรับค่าความเป็นกรด-เบส ให้เป็นกลางอีก. เมื่อพิจารณาสารเร่งตะกอนทั้งหมดในตารางที่ ๒ อะลูมิเนียมซัลเฟต, เฟอริกซัลเฟต และแคลเซียมฮัยดรอกไซด์ สามารถดึงประจุลบจากคอลลอยด์และทำให้อนุภาคของคอลลอยด์ไว้ประจุ จึงรวมตัวกันเป็นอนุภาคขนาดใหญ่. ประกตินี้ในสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟตสามารถเกิดเป็นอะลูมิเนียมฮัยดรอกไซด์ หรือไฮดรอกไซด์อะลูมิเนียมได้ตั้งสมการต่อไปนี้



ส่วนเฟอริกซัลเฟตในน้ำที่มีค่าความเป็นกรด-เบสสูง สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ดังนี้





เฟอริกฮัยดรอกไซด์สามารถรวมตัวกับอนุภาคที่มีประจุบวก เช่นเดียวกับอะลูมิเนียมฮัยดรอกไซด์ กลายเป็นสารเร่งตะกอนที่มีประจุบวก จึงรวมตัวกับสารแขวนลอยเป็นกลุ่มก้อนได้ ส่วนแคลเซียมฮัยดรอกไซด์ สามารถทำปฏิกิริยาโดยตรงกับสารต่างๆ ในน้ำทิ้ง.

ส่วนพอลิเมอร์เชิงซ้อนที่ใช้ ซึ่งประกอบด้วยส่วนของเจลที่เกิดจากพอลิเมอร์ของอะครีลิกแอซิดและอะครีลาไมด์คอมเพล็กซ์กับโลหะที่มีประจุบวก จึงสามารถทำหน้าที่ได้ ๒ แบบ, ทำให้การใช้สารนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้น.

ในการบำบัดน้ำทิ้งด้วยเทคโนโลยีใหม่นี้ อาจนำมาทดแทนการใช้สารเคมีแบบทั่วไปได้, ทำพอลิเมอร์นี้ในรูปของเม็ดเรซิน นำกลับมาใช้ใหม่ได้ เป็นการลดของเสียในหล่งน้ำรวม. หากมีการพัฒนาต่อไป พอลิเมอร์นี้จะ

เป็นวิธีหนึ่งในการบำบัดน้ำทิ้งที่มีคุณลักษณะเฉพาะได้ดี คือ ไม่มีไอออนสารเคมีค้างอยู่ในน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว.

เอกสารอ้างอิง

๑. ธงชัย พรหมสวัสดิ์, อรทัย ขวาลภาฤทธิ์. การนำกลับโครเมียมจากน้ำเสียอุตสาหกรรม ฟอกหนัง : การศึกษาในห้องปฏิบัติการ ในโครงการการนำกลับโครเมียมจากน้ำเสียอุตสาหกรรมฟอกหนัง. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๓๖.
๒. กางฉนิดา ทรงธรรมชาติ. การกำจัดสีของน้ำเสียจากน้ำย้อมผ้าโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี ด้วยสารโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๓๖.
๓. จารุทัศน์ มลิชนะเดช. การบำบัดสีน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอโดยวิธีทางเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

- ธนบุรี, ๒๕๓๗.
๔. พชรภรณ์ ไพธัญญ์. การกำจัดสีน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมีด้วยพอลิเมอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๔๑.
๕. สวีณา เกตุสุวรรณ. การลดค่าซีโอดีในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอด้วยกระบวนการตกตะกอนทางเคมีกับพอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์. เฟอริกซัลเฟตและแคลเซียมไฮดรอกไซด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๔๓.
๖. Eboatu NA, Diets-spiff TS, Ezenweke, OF, Omalu F. The use of polymers as sequestering agents for toxic metal ions. J Appl Polymer Sci 2002; 85: 2781-6.
๗. รัตนา วงศ์วัฒน์เสถียร. การสังเคราะห์และการตรวจลักษณะเฉพาะของซูเปอร์แอบซอร์เบนต์ที่มีรูพรุนของพอลิ(อะคริลิกแอซิด-โค-อะครีลาไมด์). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๔๓.
๘. Shojishima H. J Polymer Science, Letter Education 1985; 23: 245.

Abstract Polymer and Daily Life: Polymers for Waste Treatment of Industrial Drain Water

Suda Kiatkamjornwong*, Wanida Jinsart*, Wiwat Jitprasertkul*
*Member of the Academy of Science, the Royal Institute, Thailand, *Department of General Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University; *Multidisciplinary Program of Environmental Science; Graduate School, Chulalongkorn University.

Many chemicals are used as coagulants and flocculants in the precipitation process of industrial wastewater treatment. In this study, various coagulants and flocculants were tested for textile-dye wastewater. Aluminium sulphate, ferric sulphate, calcium hydroxide and complexes of absorbing polymer and metal ion (polymer complexes) can reduce turbidity and COD of wastewater. Aluminium polymer complex from acrylic acid/acrylamide copolymer with or without starch as polymer backbone can decrease turbidity by 51% and COD by 25%. Wastewater pH becomes 8.2 when using 0.2 g of this polymer in one liter of wastewater, while 2 g L⁻¹ of aluminium sulphate alone is needed to obtain the treated wastewater COD of 33%. The pH of the wastewater treated by aluminium sulphate alone is 3.6, which is well below the standard of drain water and this water must be neutralized with some chemicals before discharging to natural water. The non-complex polymer gives the lower treatment efficiency compared with that of polymer complexes. The preliminary study indicates that polymer complexes made from each coagulant give a better treatment for wastewater. Our research group has been investigating the detailed syntheses of absorbing polymer and the polymer complexes for wastewater treatment.

Key words : absorbing polymer, wastewater treatment, factories



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวิวัฒน์ จิระประเสริฐกุล เกิดเมื่อวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2520 ที่กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2542 เข้ารับการศึกษต่อในระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2543



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย