

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2542. การกำจัดสีข้อมในน้ำเสียจากการข้อมผ้า. ในคู่มือการจัดการ สิ่งแวดล้อมโรงงานฟอกข้อม. หน้า 17-26. กรุงเทพมหานคร.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2547. อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <http://www.oie.go.th/Industrystatus2/92.doc> (15 มีนาคม 2547)
- เกษมสี ดอกบวบ. 2543. การกำจัดอออนโลหะหนักในน้ำเสียโดยไคโตซาน. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จินตนา ชำนาญบุญธรรม. 2542. การดูดซับของสีข้อมประเภทละลายน้ำได้บนไคตินและไคโตซาน. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ คณะ วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนิตา เสมรรัตน์. 2543. ประสิทธิภาพการกำจัดสีของน้ำทิ้งอุตสาหกรรมสิ่งทอด้วยกระบวนการ ดูดติดผิวโดยใช้ถ่านที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นัยนันท์ อริยกานนท์ กัญญาภรณ์ คมคาย และวงษา ประจมุข. 2546. การศึกษาเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของอลูมิเนียมซัลเฟต เฟอร์ริกคลอไรด์ และไคโตซานในการกำจัดสีของน้ำทิ้ง จากโรงงานฟอกข้อม. ในเอกสารประกอบการประชุมไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย, หน้า 168-170. ณ อาคารสถาบัน 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ .
- บุญศรี คู่สุขธรรม ขนิษฐา เจริญลาภ และสมชาย อุดร. 2546. การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีใน น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ. วารสารคัลเลอร์เวย์ 45 (มีนาคม-เมษายน): 19-20.
- ปัทมรัตน์ ธรรมมงคล. 2543. การใช้ CT เพื่อลดสีในน้ำทิ้ง. วารสารคัลเลอร์เวย์ 28 (พฤษภาคม- มิถุนายน): 20-23.
- ธนไพศาล, ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล. 2545. ข้อมูลเบื้องต้นของ หสน.ธนไพศาล. กรุงเทพมหานคร. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)
- มนตรี รัตนวิจิตร ชัชวาล งามศรี และสุพรรณิ บุญเรือง. 2541 การเตรียมผ้า การข้อม การพิมพ์ และ การตกแต่งสำเร็จ. ในคู่มือวิชาการสิ่งทอ. หน้า 241-242. กรุงเทพมหานคร.
- เยาวภา ไหวพริบ. 2534. การผลิตไคตินและไคโตซานจากเปลือกกุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตเกล้า ภูติวรรณถ. 2539. การทำให้เกิดโครงสร้างตาข่ายของแผ่นฟิล์มไคโตแซนโดยใช้กลูตารัลดีไฮด์เป็นสารช่วยในการเกิดโครงสร้างตาข่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชา วัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตนา รุจิรวนิช. 2544. การดูดซับสีย้อมประเภทละลายน้ำได้บนไคตินและไคโตซาน. จุฬารวิจัย 20 (มีนาคม – เมษายน): 18-21.

วินัย สมบูรณ์. 2541. การบำบัดโลหะหนักด้วยพอลิเมอร์ธรรมชาติ. รายงานสัมมนาระดับปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. หน้า 10-18.

ศิลปเสณีพาณิชย์, บริษัท. 2547. ระบบบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพมหานคร. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. 2546. ประโยชน์ของไคตินและไคโตซาน. ใน Chitin Chitosan. หน้า 5-7. กรุงเทพมหานคร.

สุราษฎร์ ภูอินทร์ และ อมรา จันทนโอ. 2540. วิธี Plate count. ใน วิทยาแบคทีเรียดีเทอร์มิเนทีฟปฏิบัติการ. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 58-59. กรุงเทพมหานคร.

อังคณา ตูลย์ไตรรัตน์. 2541. การกำจัดสีจากน้ำทิ้งในโรงย้อมโดยใช้ UV/H₂O₂. วารสารคัดเลอร์เวย์ 4 (พฤศจิกายน-ธันวาคม): 35-41.

อภิชาติ หิรัญจิตต์. 2539. การกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟจากน้ำเสียย้อมผ้าด้วยกระบวนการร่วมของการดูดซับผิวและโคแอกูเลชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอเชียไฟเบอร์, บริษัท. 2547. วิธีการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพมหานคร. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

ภาษาอังกฤษ

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. 1992. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 18th ed. Washington D.C.

Austin, P. R. 1988. Chitin Solution and Purification of Chitin. Method in Enzymology 61: 403-407.

Banat, I. M.; Nigam. P.; Singh. D.; and Marchant, R. 1996. Microbial Decolorization of Textile-Dye-Containing Effluents: A Review. Bioresource Technology 46:217-227.

Chen, K. C.; Wu, J. Y.; Liou, D. J; and Hwang, S. J. 2003. Decolorization of the textile dyes by newly isolated bacterial strains. Journal of Biotechnology 101:57-68.

- Chiou, M. S.; Ho, P.Y; and Li, H. Y. 2004. Adsorption of anionic dyes in acid solution using chemically cross-linked chitosan beads. Dyes and Pigments 60:69-84.
- Danals, S. L. 1995. Environmental Soil Chemistry. pp. 99-139. USA: Academic press.
- Eckenfelder, W. W. 1996. Industrial Water Pollution Control 2nd ed. pp. 263-291. New York: CBI Publishing.
- Faria, P. C. C.; Orfao, J. J. M.; and Pereira, M. F. R. 2004. Adsorption of anionic and cationic dyes on activated carbons with different surface chemistries. Water Research 38: 2043-2052
- Faust, S. D; and Aly, O. M. 1987. Adsorption Process for Water Treatment. New York: Butterworth.
- Hardin, I. R.; Cao, H.; Wilson, S. S.; and Akin, D. E. 2000. Decolorization of Textile Wastewater by Selective Fungi. Textile Chemist and Colorist & American Dyestuff Reporter 32 (11): 38-42.
- Hayes, E. R. 1988. Determination of the Degree of Acetylation of Chitin and Chitosan. Method in Enzymology 161: 443-446.
- Hon, D.N.S. 1996. Chitin and Chitosan: Medical Application. In Polysaccharides in Medicinal Application. pp. 631-649. New York: Marcel Dekker.
- Huang, C.; Chen, Y. 1996. Coagulation of Colloidal Particles in Water by Chitosan. Journal of Chemical Technology and Biotechnology 66: 227-232.
- Juang, R. S.; Tseng, R. L.; Wu, F. C.; and Lee, S. H. 1997. Adsorption Behavior of Reactive Dyes from Aqueous Solution on Chitosan. Journal of Chemical Technology and Biotechnology 70: 391-399.
- Knorr, D. 1991. Recovery and Utilization of Chitin and Chitosan in Food Processing Waste Management. Food Technology 1: 114-122.
- Kupongsak, S. 1995. Deacetylated Chitin Used as Absorbent in Clarification of Pineapple Syrup Production. Master's Thesis. Agriculture, Aquatic Systems and Engineering Program. Asian Institute of Technology.
- Lillie, R. D. 1992. Aldrich chemical catalogue. Aldrich Chemical Company, Inc.
- Miyoshi, H.; Shimura, K.; and Kasuki, O. 1992. Characterization of Some Fungal Chitosan. Bioscience Biotechnology and Biochemistry 56 (12): 1901-1905.
- Muzzarelli, R.A.A. 1977. Chitin. Great Britain. Pergamon Press. 309 pp.

- Nigam, P.; Banat I.M.; Singh, D.; and Marchant, R. 1995. Microbial Process for the Decolorization of Textile Effluent Containing Azo, Diazo and Reactive Dyes. Process Biochemical 31 (5): 435-442.
- Noll, K. E.; Gounaris, V.; and Hou, W. S. 1992. Adsorption Technology for Air and Water Pollution Control. United States.
- Sakkayawong, N.; Thiravetyan, P.; and Nakbanpote, W. 2002. The Application of Chitosan in Azo-Reactive Dyes Removal. In Proceeding of The 5th Asia Pacific Chitin- Chitosan Symposium & Exhibition. pp. 568-574. Bangkok.
- Said, O. B.; Shalmer, M. B.; and Egila, J. N. 1993. A Note on the Binding of Nickel and Copper Ions by Cellulose Materials. Bioresource Technology 43:63-65.
- Sang, M. H. 2003. IR and 13C NMR analysis of chitin and chitosan [online] Available from: <http://user.chollian.net/~chitin/chitin1.gif> [2003, October 26]
- Smith, B.; Koonce, T.; and Hudson, S. 1993. Decolorization Dye Wastewater Using Chitosan. American Dyestuff Reporter. 82 (10): 18.-36.
- Sunstorm, D. W.; and Klei, H. B. 1997. Wastewater Treatment. pp. 241-273. England: Cliffl Prentice Hall.
- The Society Dyers and Colourists. 1992. Colour index. 3rd ed. Volume 4.
- The Society Dyers and Colourists. 1992. Colour index. 3rd ed. Volume 7.
- Trung, T. S.; Ng, C. H.; and Stevens, W. F. 2003. Preparation of Decrystallized Chitosan from Shrimp-Shell Waste and Its Application in Decolorization of Textile Wastewater. In Proceeding of The National Chitin-Chitosan Conference. pp. 92-95. Bangkok.
- Wong, Y. C.; Szeto, Y.S.; Cheung, W. H.; and Mckay, G. 2004. Adsorption of acid dyes on chitosan-Equilibrium isotherm analyses. Process Biochemistry 39 (6): 695-704.
- Zhao, X.; Hardin, I. R. 2002. Analysis of Enzymatic Dye Degradation by Chromatographic Methods. In Proceedings of the Annual International Conference and Exhibition of the American Association of Textile Chemists and Colorists. pp. 176-182. USA.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

ก.1 ผลการเตรียม ไลติน ไคโตซานของเปลือกกุ้ง

ตารางที่ ก.1 ผลการเตรียมไลตินและไคโตซานของเปลือกกุ้ง

ชุด	น้ำหนักเปลือกกุ้ง (g)	น้ำหนักไลติน (g)	% yield ไลตินเทียบกับเปลือกกุ้ง	น้ำหนักไลติน (g)	น้ำหนักไคโตซาน (g)	% yield ไคโตซานเทียบกับไลติน	% yield ไคโตซานเทียบกับเปลือกกุ้ง
1	150.00	71.91	47.94	50.00	37.12	74.24	40.50
2	150.00	72.26	48.17	50.00	35.25	70.50	38.42
3	144.75	68.21	47.12	50.00	34.87	69.74	38.00
4	50.00	32.71	65.42	50.00	36.26	72.52	39.52
5	61.77	35.12	56.86	50.00	37.29	74.58	40.65
6	49.07	30.55	62.26	50.00	37.05	74.10	40.38
7	150.00	72.08	48.05	50.00	38.08	76.16	41.51
8	75.00	53.09	70.79	50.00	34.21	68.42	37.29
9	96.61	60.25	62.36	50.00	35.72	71.44	38.93
10	94.75	61.44	64.84	50.00	35.26	70.52	38.43
รวม	1022.15	557.62	57.38	500.00	361.11	72.22	39.40

ศูนย์วิทยาศาสตร์พยากรณ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

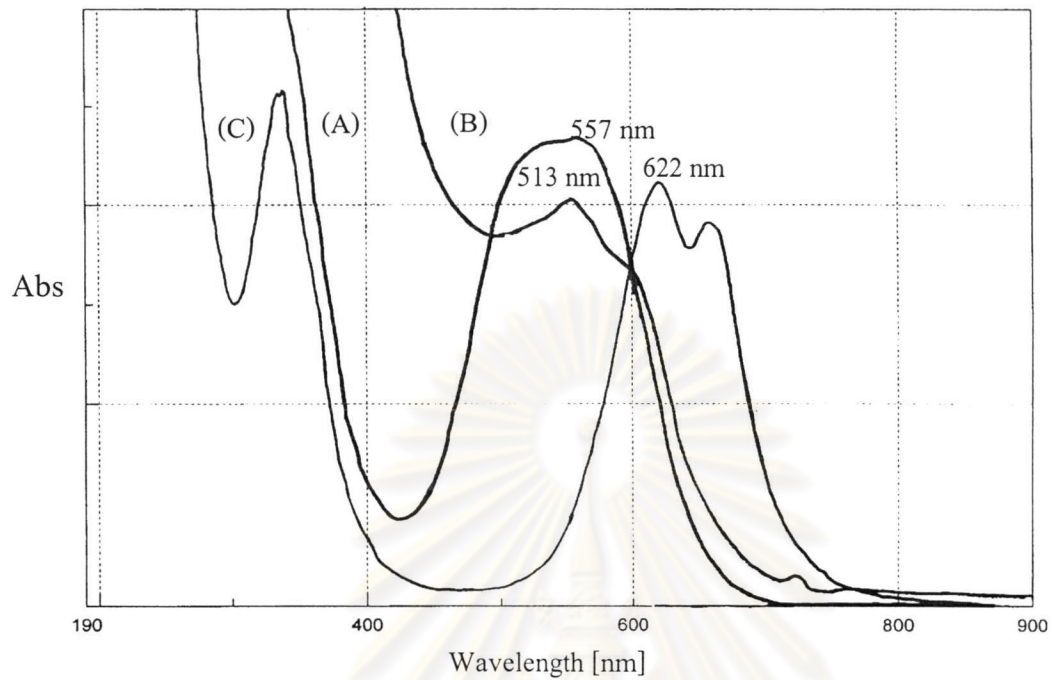
ก.2 ผลการทดลองร้อยละการกำจัดหนูแอซีทิล

ตารางที่ ก.2 ร้อยละการกำจัดหนูแอซีทิล

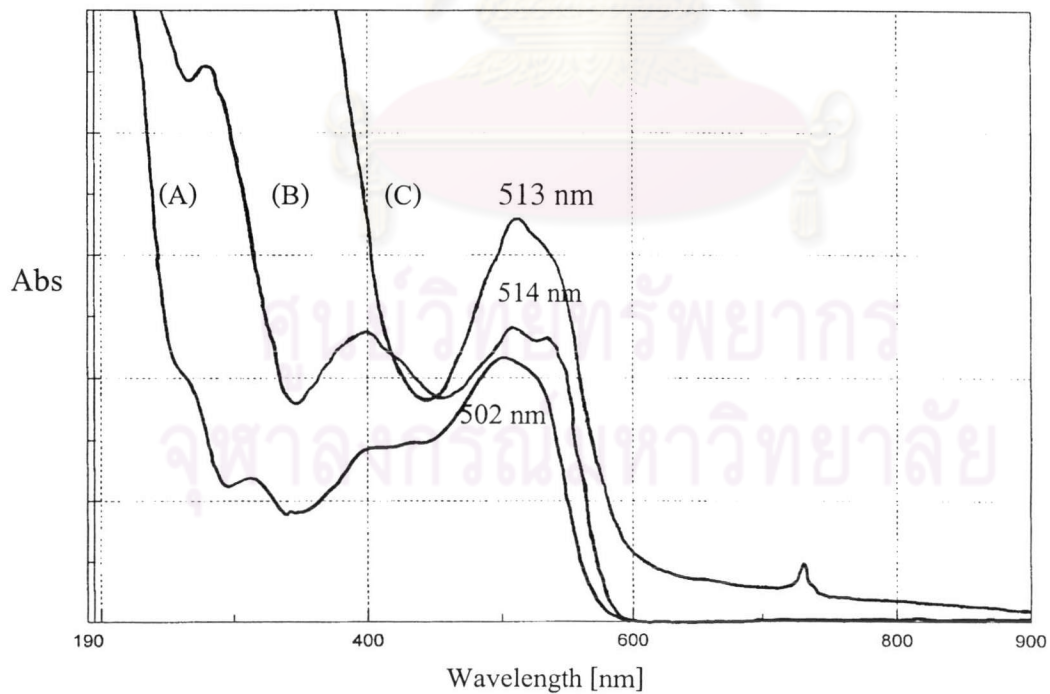
ตัวอย่างที่	น้ำหนักโคโคซานไฮโดรคลอไรด์ (กรัม)	ปริมาตร NaOH ที่ใช้ (มิลลิลิตร)				ร้อยละการกำจัดหนูแอซีทิล
		เริ่มต้น	สุดท้าย	ใช้ไป	เฉลี่ย	
1	1.03	12.40	21.00	8.60	8.63	87.88
		21.00	29.70	8.70		
		29.70	38.30	8.60		
2	0.85	21.70	21.10	7.40	7.43	91.61
		29.10	36.65	7.55		
		36.65	44.00	7.35		
3	1.02	21.30	29.60	8.30	8.30	82.92
		29.60	37.90	8.30		
		37.90	46.20	8.30		
4	1.01	1.00	10.00	9.00	9.07	93.93
		10.00	19.10	9.10		
		19.10	28.20	9.10		
5	1.03	0.20	9.50	9.30	9.27	94.30
		9.50	18.80	9.30		
		18.80	28.80	9.20		
					เฉลี่ย	90.09 ± 4.50

ศูนย์วิทยาศาสตร์สุขภาพ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.3 ผลการหาค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของน้ำหลังการข้อมและน้ำเสียรวมของโรงงานฟอกย้อม

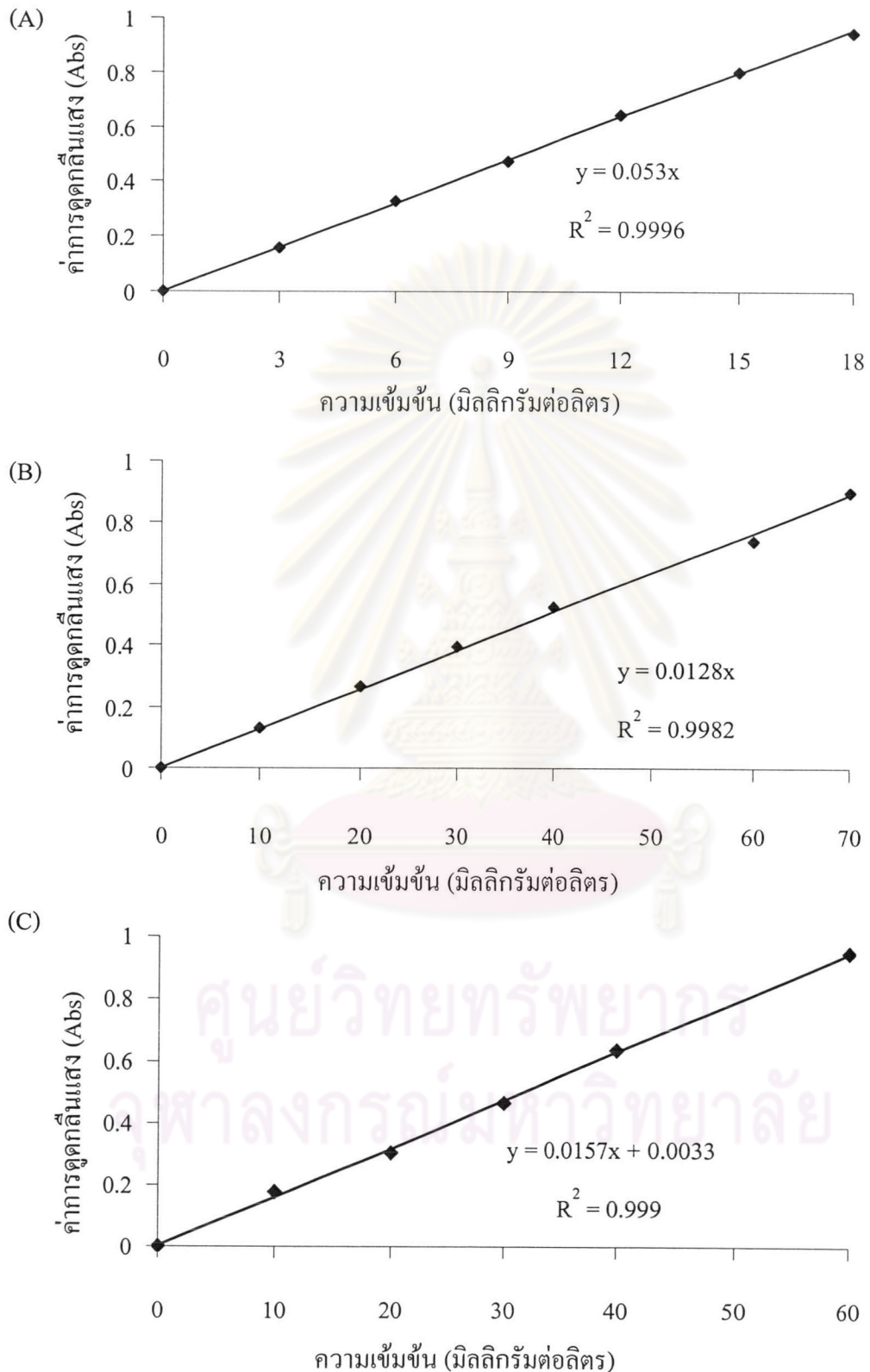


รูปที่ ก.1 ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของน้ำหลังการข้อมประเภทสีแอสิด (A) สีไดเร็กซ์ (B) และสีรีเอกทีฟ (C) ณ ความยาวคลื่นต่างๆ



รูปที่ ก.2 ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของน้ำเสียรวมของบริษัทเอเชียไฟเบอร์ จำกัด (A) บริษัทศิลปเสณีพาณิชย์ จำกัด (B) และ หสน. ธนไพศาล (C) ณ ความยาวคลื่นต่างๆ

ก.4 ผลการเตรียมกราฟมาตรฐานสารละลายย้อม



รูปที่ ก.3 กราฟมาตรฐานของสารละลายย้อมประเภทสีแอซิด (A) สีไคเร็กซ์ (B) และสีโรแซน (C) ณ ความเข้มข้นต่างๆ

ก.5 สมบัติตัวอย่างน้ำจากโรงงานฟอกย้อม

ตารางที่ ก.3 สมบัติตัวอย่างน้ำจากโรงงานฟอกย้อม

ที่มา	วันที่เก็บตัวอย่าง	ประเภทน้ำ	สมบัติของน้ำ			
			pH	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)
บ. เอเชียไฟเบอร์ จำกัด	3 มี.ค. 2546	น้ำหลังการย้อม	5.07	225.0	588.0	520.2
		น้ำเสียรวม	7.13	232.0	736.1	120.5
	23 เมษ. 2546	น้ำหลังการย้อม	6.02	432.0	604.0	670.0
		น้ำเสียรวม	7.35	450.0	756.0	140.0
	28 ส.ค. 2546	น้ำหลังการย้อม	5.60	345.0	560.0	595.4
		น้ำเสียรวม	7.20	260.0	620.0	136.8
บ. ศิลปเสนีพาณิชย์ จำกัด	2 มิ.ย. 2546	น้ำหลังการย้อม	9.85	268.2	620.1	500.0
		น้ำเสียรวม	8.50	102.0	530.5	105.0
	6 ส.ค. 2546	น้ำหลังการย้อม	10.10	309.0	653.7	880.0
		น้ำเสียรวม	8.84	258.0	576.8	195.0
	17 พ.ย. 2546	น้ำหลังการย้อม	10.05	285.0	605.0	650.0
		น้ำเสียรวม	8.20	160.0	480.3	150.0
หสน. ธนไพศาล	3 มี.ค. 2546	น้ำหลังการย้อม	10.26	414.3	1,096.5	1260.1
		น้ำเสียรวม	10.42	237.3	620.0	150.0
	23 เมษ. 2546	น้ำหลังการย้อม	10.88	696.5	1,144.8	1,310.0
		น้ำเสียรวม	11.40	360.2	687.5	180.0
	28 ส.ค. 2546	น้ำหลังการย้อม	10.52	620.0	986.0	1,075.0
		น้ำเสียรวม	10.84	265.0	580.1	192.0

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.6 ผลการทดลองอัตราเร็วและเวลาในการกวนที่เหมาะสม ณ สภาวะต่างๆ

ตารางที่ ก.4 ประสิทธิภาพการบำบัดสีย้อมด้วยเกลือโคโตซาน ณ สภาวะต่างๆ (ตัวอย่างน้ำของ บริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด)

น้ำหลังการย้อมสีแอซิด

สภาวะ	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟอกหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟอกหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
1	1.298±0.000	0.231±0.001	82.22±0.08	124.29±0.00	26.51±0.50	78.67±0.40
2	1.265±0.000	0.250±0.001	80.25±0.06	122.56±0.00	27.23±0.61	77.78±0.50
3	1.665±0.000	0.162±0.006	90.24±0.36	143.45±0.00	15.69±0.52	89.06±0.36
4	1.015±0.000	0.120±0.000	88.13±0.01	97.94±0.00	17.33±0.94	82.31±0.96
5	1.314±0.000	0.729±0.008	44.56±0.58	151.75±0.00	74.90±0.94	50.64±0.62

น้ำเสียรวม

สภาวะ	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟอกหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟอกหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
1	0.112±0.000	0.025±0.002	80.85±1.66	34.82±0.00	10.35±0.22	70.29±0.65
2	0.102±0.000	0.045±0.001	56.30±0.69	42.35±0.00	19.44±0.20	54.09±0.46
3	0.112±0.000	0.013±0.001	87.89±0.47	46.62±0.00	7.60±0.22	83.69±0.48
4	0.107±0.000	0.041±0.002	60.85±1.57	45.34±0.00	17.93±0.43	60.45±0.95
5	0.126±0.000	0.060±0.001	53.84±0.91	52.61±0.00	26.21±0.29	50.18±0.54

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.5 ประสิทธิภาพการบำบัดสีด้วยเกลือโคโตซาน ณ สภาวะต่างๆ (ตัวอย่างน้ำของ บริษัท ศิลปเสนีพาณิชย์ จำกัด)

น้ำหลังการย้อมสีไคเร็กซ์

สภาวะ	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟอกหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟอกหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
1	0.273±0.000	0.055±0.001	79.95±0.53	26.56±0.00	8.00±0.38	69.87±1.44
2	0.221±0.000	0.042±0.003	81.23±1.30	27.14±0.00	7.39±0.28	72.76±1.01
3	0.280±0.000	0.003±0.001	98.87±0.23	32.02±0.00	3.35±0.21	89.53±0.66
4	0.224±0.000	0.008±0.001	96.55±0.23	28.98±0.00	5.49±0.38	81.07±1.30
5	0.354±0.000	0.085±0.001	75.90±0.16	22.65±0.00	6.77±0.38	70.11±1.65

น้ำเสียรวม

สภาวะ	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟอกหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟอกหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
1	0.132±0.000	0.029±0.000	77.97±0.09	25.85±0.00	8.08±0.43	68.73±1.66
2	0.124±0.000	0.037±0.001	69.77±0.33	23.64±0.00	8.77±0.29	62.89±1.23
3	0.126±0.000	0.048±0.021	71.11±0.65	26.5±0.00	7.86±0.27	70.42±1.01
4	0.120±0.000	0.017±0.000	86.19±0.27	29.82±0.00	6.24±0.26	79.09±0.89
5	0.161±0.000	0.053±0.001	67.08±0.31	28.56±0.00	10.71±0.14	62.49±0.48

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.6 ประสิทธิภาพการบำบัดสีด้วยเกลือโคโคซาน ณ สภาวะต่างๆ (ตัวอย่างน้ำของ หสน. ธนไฟศาล)

น้ำหลังการย้อมสีรีแอกทีฟ

สภาวะ	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟีกหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟีกหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
1	1.742±0.000	1.735±0.003	-	97.05±0.00	96.85±0.08	-
2	1.633±0.000	1.619±0.010	-	95.48±0.00	94.47±0.71	-
3	1.654±0.000	1.645±0.006	-	102.63±0.00	101.82±0.56	-
4	1.646±0.000	1.634±0.006	-	93.84±0.00	93.19±0.72	-
5	2.112±0.000	2.081±0.027	-	105.61±0.00	104.76±0.92	-

หมายเหตุ: น้ำหลังการย้อมสีรีแอกทีฟไม่สามารถบำบัดได้

น้ำเสียรวม

สภาวะ	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟีกหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟีกหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
1	0.122±0.000	0.025±0.001	79.95±0.81	30.69±0.00	9.26±0.20	69.83±0.64
2	0.108±0.000	0.039±0.001	63.99±0.94	32.1±0.00	12.73±0.33	61.20±1.01
3	0.117±0.000	0.017±0.001	85.71±1.03	35.79±0.00	7.37±0.23	79.42±0.65
4	0.129±0.000	0.012±0.001	90.39±0.82	38.12±0.00	5.64±0.46	85.20±1.21
5	0.125±0.000	0.122±0.001	-	40.57±0.00	40.05±0.41	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.7 ผลการทดลองพีเอชและปริมาณเกลือโคโคซานที่เหมาะสม

ก.7.1 ผลการทดลองพีเอชที่เหมาะสม

ตารางที่ ก.7.1 ประสิทธิภาพการบำบัดสีด้วยเกลือโคโคซาน ณ พีเอช ต่างๆ (ตัวอย่างน้ำของบริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด)

น้ำหลังการย้อมสีเอซิค

พีเอช	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟักหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟักหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
5	0.980±0.000	0.152±0.006	84.47±0.62	120.85±0.00	19.40±0.84	83.95±0.70
6	1.665±0.000	0.162±0.006	90.24±0.36	143.45±0.00	15.69±0.52	89.06±0.36
7	1.685±0.000	0.426±0.017	74.72±1.01	156.82±0.00	42.55±1.82	72.87±1.16

น้ำเสียรวม

พีเอช	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟักหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟักหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
5	0.107±0.000	0.031±0.000	71.33±0.38	40.45±0.00	11.90±0.36	70.58±0.88
6	0.112±0.000	0.014±0.001	87.90±0.46	46.62±0.00	7.60±0.22	83.69±0.48
7	0.126±0.000	0.076±0.000	39.70±0.29	58.08±0.00	35.00±0.65	39.74±1.13

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.2 ประสิทธิภาพการบำบัดสีย้อมด้วยเกลือโคโคซาน ณ พีเอช ต่างๆ (ตัวอย่างน้ำของบริษัท ศิลปะเน็พาคิซซ์ จำกัด)

น้ำหลังการย้อมสีไคเร็กซ์

พีเอช	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟักหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟักหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
5	0.285±0.000	0.003±0.001	98.86±0.37	35.48±0.00	3.24±0.43	90.87±1.22
6	0.280±0.000	0.003±0.001	98.87±0.23	32.02±0.00	3.35±0.21	89.53±0.66
7	0.259±0.000	0.036±0.001	85.94±0.17	33.15±0.00	7.26±0.37	78.09±1.12

น้ำเสียรวม

พีเอช	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟักหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟักหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
5	0.120±0.000	0.017±0.000	86.18±0.27	29.82±0.00	6.24±0.27	79.09±0.89
6	0.129±0.000	0.024±0.001	81.40±0.82	25.86±0.00	7.56±0.37	70.78±1.41
7	0.129±0.000	0.033±0.001	74.48±0.46	26.45±0.00	8.77±0.26	66.84±0.97

ตารางที่ ก.7.3 ประสิทธิภาพการบำบัดสีย้อมด้วยเกลือโคโคซาน ณ พีเอช ต่างๆ (ตัวอย่างน้ำของ หสน. ธนไพศาล)

น้ำเสียรวม

พีเอช	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟักหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟักหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
5	0.111±0.000	0.011±0.001	90.39±0.82	38.12±0.00	5.64±0.46	85.20±1.21
6	0.117±0.000	0.017±0.001	85.26±1.28	30.69±0.00	7.15±0.27	76.70±0.86
7	0.123±0.000	0.099±0.002	19.63±1.72	26.38±0.00	20.87±0.24	20.90±0.93

ก.7.2 ผลการทดลองปริมาณไคโตซานที่เหมาะสม

ตารางที่ ก.7.4 ประสิทธิภาพการบำบัดสีข้อมด้วยเกลือไคโตซาน ณ ปริมาณเกลือไคโตซานต่างๆ (ตัวอย่างน้ำของบริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด)

น้ำหลังการข้อมสีแอสซิด

ปริมาณไคโตซาน (กรัม)/น้ำ 200มล.	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟักหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟักหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
0.2	1.665±0.000	0.336±0.005	79.82±0.30	140.73±0.00	36.21±0.97	74.27±0.69
0.4	1.665±0.000	0.162±0.006	90.24±0.36	143.45±0.00	15.69±0.52	89.06±0.36
0.8	1.108±0.000	0.104±0.002	90.59±0.21	143.45±0.00	17.41±0.98	87.86±0.68
1.2	1.108±0.000	0.092±0.000	91.72±0.04	143.45±0.00	15.53±0.85	89.17±0.59

น้ำเสียรวม

ปริมาณไคโตซาน (กรัม)/น้ำ 200มล.	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก่อนบำบัด	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟักหลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟักหลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ย (%)
0.2	0.112±0.000	0.026±0.001	76.50±1.31	46.62±0.00	12.23±0.38	73.77±0.81
0.4	0.112±0.000	0.013±0.001	87.90±0.46	46.62±0.00	7.60±0.22	83.69±0.48
0.8	0.112±0.000	0.014±0.000	87.63±0.19	46.62±0.00	8.72±0.52	81.30±1.11
1.2	0.112±0.000	0.015±0.001	86.79±0.49	46.62±0.00	7.86±0.45	83.15±0.97

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.5 ประสิทธิภาพการบำบัดสีย้อมด้วยเกลือโคโตซาน ณ ปริมาณเกลือโคโตซาน
ต่างๆ (ตัวอย่างน้ำของบริษัท ศิลปเสนีพาณิชย์ จำกัด)

น้ำหลังการย้อมสีไคเร็กซ์

ปริมาณ โคโตซาน (กรัม)/น้ำ 200 มล.	ค่าการดูดกลืน แสงสูงสุดก่อน บำบัด	ค่าการดูดกลืน แสงสูงสุดหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด เฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟีก หลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟีก หลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัดเฉลี่ย (%)
0.2	0.280±0.000	0.056±0.001	80.12±0.61	32.02±0.00	7.15±0.37	77.68±1.15
0.4	0.280±0.000	0.003±0.001	98.87±0.23	32.02±0.00	3.35±0.21	89.53±0.66
0.8	0.280±0.000	0.014±0.001	94.97±0.30	38.02±0.00	3.87±0.19	89.83±0.49
1.2	0.280±0.000	0.006±0.002	97.94±0.67	38.02±0.00	3.76±0.17	90.11±0.46

น้ำเสียรวม

ปริมาณโคโต ซาน (กรัม)/น้ำ 200มล.	ค่าการดูดกลืน แสงสูงสุดก่อน บำบัด	ค่าการดูดกลืน แสงสูงสุดหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด เฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟีก หลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟีก หลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัดเฉลี่ย (%)
0.1	0.120±0.000	0.038±0.001	68.74±0.70	29.82±0.00	10.49±0.30	64.83±1.00
0.2	0.120±0.000	0.019±0.002	84.72±0.60	29.82±0.00	6.81±0.28	77.16±0.92
0.4	0.120±0.000	0.017±0.001	86.19±0.25	29.82±0.00	6.24±0.27	79.09±0.89
0.8	0.120±0.000	0.007±0.001	94.30±0.39	29.82±0.00	5.75±0.29	80.72±0.98

ตารางที่ ก.7.6 ประสิทธิภาพการบำบัดสีย้อมด้วยเกลือโคโตซาน ณ ปริมาณเกลือโคโตซาน
ต่างๆ (ตัวอย่างน้ำของ หสน. ธนไพศาล)

น้ำเสียรวม

ปริมาณโคโต ซาน (กรัม)/น้ำ 200มล.	ค่าการดูดกลืน แสงสูงสุดก่อน บำบัด	ค่าการดูดกลืน แสงสูงสุดหลัง บำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัด เฉลี่ย (%)	พื้นที่ได้ฟีก หลักก่อนบำบัด	พื้นที่ได้ฟีก หลักหลังบำบัด	ประสิทธิภาพ การบำบัดเฉลี่ย (%)
0.2	0.111±0.000	0.057±0.002	48.88±1.93	35.43±0.00	18.62±	48.73±1.38
0.4	0.111±0.000	0.011±0.001	90.39±0.82	38.12±0.00	5.45±	85.20±1.21
0.8	0.111±0.000	0.009±0.001	92.34±0.45	40.25±0.00	6.13±	85.89±1.17
1.2	0.111±0.000	0.020±0.001	82.28±0.83	40.25±0.00	7.45±	80.43±1.01

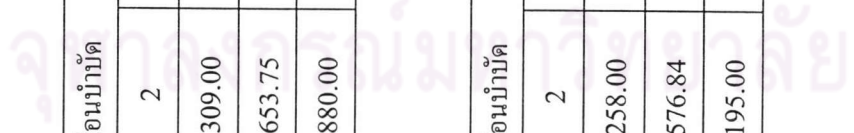
ตารางที่ ก.8.2 ประสิทธิภาพการบำบัดคุณภาพน้ำของ บริษัท คีลปะนิพนามิชย์ จำกัด

น้ำหลังการเชื่อมสี่ไคเร็กซ์

สมบัติ	ก่อนบำบัด			หลังบำบัด			ประสิทธิภาพการบำบัด (%)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
BOD (mg/l)	268.20	309.00	285.00	11.76	16.05	12.20	95.62	94.81	95.72
COD (mg/l)	620.00	653.75	605.00	70.28	75.31	69.50	88.66	88.48	88.50
TSS (mg/l)	500.00	880.00	650.00	25.00	28.00	26.00	95.00	96.82	96.00

น้ำเสียรวม

สมบัติ	ก่อนบำบัด			หลังบำบัด			ประสิทธิภาพการบำบัด (%)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
BOD (mg/l)	102.00	258.00	160.00	9.45	15.50	13.30	90.74	93.99	91.69
COD (mg/l)	530.50	576.84	480.30	76.08	80.42	73.26	85.66	86.06	84.74
TSS (mg/l)	105.00	195.00	150.00	8.60	15.00	11.50	91.81	92.31	92.33

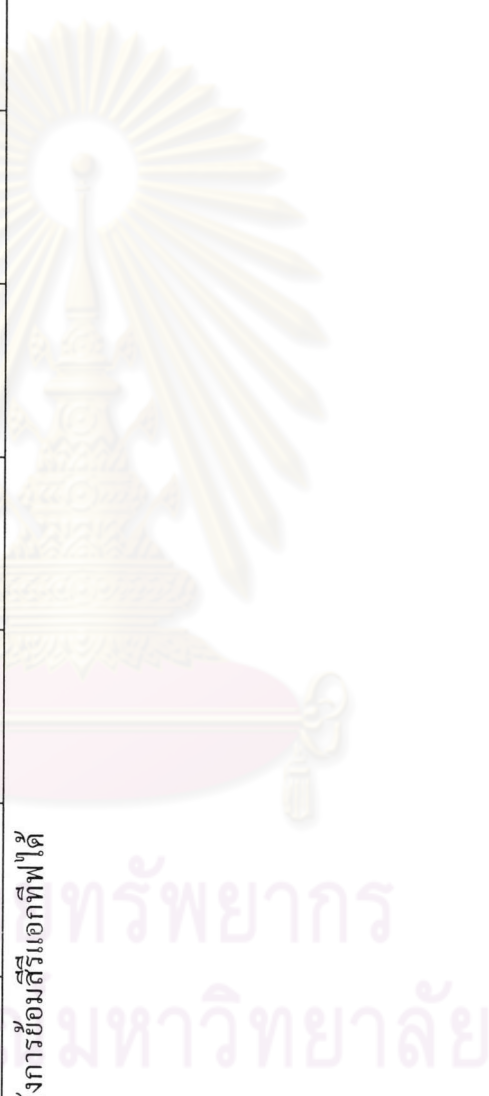


ตารางที่ ก.8.3 ประสิทธิภาพการบำบัดคุณภาพน้ำของ หสน.รณ.ไพศาล

น้ำเสียรวม

สมบัติ	ก่อนบำบัด			หลังบำบัด			ประสิทธิภาพการบำบัด (%)			เฉลี่ย
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
BOD (mg/l)	237.00	360.00	265.00	12.90	18.10	16.50	94.56	94.97	93.77	94.43±0.61
COD (mg/l)	620.00	687.46	580.00	84.00	91.00	85.00	86.45	86.76	85.34	86.19±0.75
TSS (mg/l)	150.00	180.00	192.00	15.33	20.50	19.10	89.78	88.61	90.05	89.48±0.77

หมายเหตุ: ไม่สามารถบำบัดนำหลังการย้อมสีรีแอกทิฟได้



ก.9 ผลการทดลองผลของอุณหภูมิต่อการบำบัดสีข้อม

ตารางที่ ก.9.1 ปริมาณสีแอสิดที่ถูกดูดซับด้วยเกลือโคโคซาน ณ อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณสีแอสิดเริ่มต้น (mg/l)	ปริมาณสีแอสิดที่ถูกดูดซับ (mg/g โคโคซาน)
30	27.45±0.02	12.39±0.05
45	27.44±0.01	12.27±0.11
60	27.43±0.01	11.98±0.12

ตารางที่ ก.9.2 ปริมาณสีไคเร็กซ์ที่ถูกดูดซับด้วยเกลือโคโคซาน ณ อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณสีไคเร็กซ์เริ่มต้น (mg/l)	ปริมาณสีไคเร็กซ์ที่ถูกดูดซับ (mg/g โคโคซาน)
30	21.90 ±0.00	10.84±0.08
45	21.90±0.00	9.38±0.12
60	21.90±0.00	6.89±0.21

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.10 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสีย้อมที่เหลืออยู่กับเวลาในการกวนเพื่อหาอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา

ตารางที่ ก.10.1 ปริมาณสีแอสซิดที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณสีแอสซิดที่ถูกดูดซับ (mg/g โคโคซาน)	
	น้ำหลังการย้อมของบริษัท เอเชียไฟเบอร์ จำกัด	น้ำย้อมสังเคราะห์สีแอสซิด
0	0.00±0.00	0.00±0.00
1	4.72±0.11	3.24±0.11
5	5.52±0.11	4.87±0.04
10	6.42±0.13	5.94±0.04
15	8.34±0.13	7.62±0.08
30	9.19±0.09	10.30±0.05
45	10.15±0.04	12.25±0.10
60	10.53±0.09	12.56±0.04
90	10.64±0.12	12.69±0.03
120	10.74±0.10	13.05±0.04
180	11.32±0.07	13.76±0.07
240	11.54±0.10	13.75±0.14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.10.2 ปริมาณสีโคเร็กซ์ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณสีโคเร็กซ์ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)	
	น้ำหลังการข้อมของบริษัทศิลป เสนีพาณิชย์	น้ำข้อมตั้งเคราะห์สีโคเร็กซ์
0	0.00±0.00	0.00±0.00
1	3.12±0.06	4.03±0.10
5	3.69±0.04	5.84±0.04
10	5.03±0.08	8.19±0.10
15	6.02±0.03	8.53±0.10
30	7.95±0.03	9.52±0.04
45	8.03±0.03	9.57±0.06
60	8.08±0.01	9.64±0.07
90	8.13±0.04	9.75±0.06
120	8.30±0.06	9.97±0.08
180	8.70±0.09	10.18±0.09
240	9.00±0.04	10.29±0.01

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.11 ผลการศึกษากลไกการบำบัดสีข้อม

ตารางที่ ก.11.1 ปริมาณสีแอสซิดที่ถูกดูดซับ ณ ความเข้มข้นเริ่มต้นต่างๆ กัน

ปริมาณสีแอสซิด เริ่มต้น (mg/l)	ปริมาณสีแอสซิดที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)			
	1	2	3	เฉลี่ย
0	0	0	0	0±0.00
10	4.67	4.62	4.63	4.64±0.03
20	7.93	7.77	7.84	7.85±0.08
30	10.42	10.55	10.35	10.44±0.10
40	11.69	11.58	11.71	11.66±0.07
50	12.06	12.04	12.17	12.09±0.07

ตารางที่ ก.11.2 ปริมาณสีไคเร็กซ์ที่ถูกดูดซับ ณ ความเข้มข้นเริ่มต้นต่างๆ กัน

ปริมาณสีไคเร็กซ์ เริ่มต้น (mg/l)	ปริมาณสีไคเร็กซ์ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)			
	1	2	3	เฉลี่ย
0	0	0	0	0±0.00
20	9.43	9.50	9.40	9.44±0.05
40	16.16	16.04	16.41	16.21±0.19
60	21.30	21.04	20.87	21.07±0.22
80	23.38	23.67	23.06	23.37±0.30
100	24.14	24.64	24.55	24.44±0.27
120	25.06	24.64	25.39	25.03±0.37

ก.12 ผลการศึกษาการลดลงของสีข้อมในตะกอนโคลโตซาน

ก.12.1 อุณหภูมิการบ่ม 37 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ก.12 ปริมาณสีข้อมในตะกอนโคลโตซานหลังการบำบัดน้ำหลังการข้อม

สัปดาห์ที่	สีแอสิดในตะกอนโคลโตซาน (mg/l)				สีโคเร็กต์ในตะกอนโคลโตซาน (mg/l)			
	ครั้งที่1	2	3	เฉลี่ย	ครั้งที่1	2	3	เฉลี่ย
0	23.43	23.10	22.81	23.11±0.31	18.04	18.34	17.86	18.08±0.24
1	22.70	22.21	21.78	22.23±0.46	17.78	18.03	17.41	17.74±0.31
2	20.91	20.23	20.67	20.61±0.34	15.28	16.52	16.34	16.05±0.67
3	20.83	19.29	20.05	20.06±0.77	13.70	15.05	13.14	13.96±0.98
4	20.59	18.58	18.75	19.31±1.11	9.78	10.90	11.04	10.57±0.69
5	20.52	18.41	18.42	19.12±1.21	8.97	9.94	10.57	9.83±0.81
6	20.49	18.29	18.23	19.00±1.29	8.93	9.65	10.38	9.65±0.73
7	20.27	18.22	18.20	18.89±1.19	8.92	9.55	10.23	9.57±0.65
8	20.20	18.20	18.14	18.85±1.17	8.81	9.49	10.03	9.45±0.61

หมายเหตุ: ปริมาณสีข้อมในตะกอนโคลโตซานหลังบำบัดน้ำเสียรวมของบริษัทเอเชียไฟเบอร์ จำกัด บริษัทศิลปเสณีพาณิชย์ จำกัด และ หสน.ธนไพศาล ไม่เปลี่ยนแปลง

ก.12.2 อุณหภูมิการบ่ม 55 องศาเซลเซียส

ปริมาณสีข้อมในตะกอนโคลโตซานหลังบำบัดน้ำหลังการข้อมสีแอสิดและสีโคเร็กต์ และน้ำเสียรวมของโรงงานฟอกข้อมกรณีศึกษาไม่เปลี่ยนแปลง

ก.13 การจำแนกสายพันธุ์แบคทีเรียที่มีอยู่ในตะกอน

ตารางที่ ก.13.1 จำนวนแบคทีเรียที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ

ประเภทตะกอน	อาหารเลี้ยงเชื้อ	จำนวนแบคทีเรีย (* 10 ⁶ CFUg ⁻¹ ไคโตซาน)แต่ละสัปดาห์				
		0	2	4	6	8
1. D-AF	NA	45	1460	1560	139	85
	NA + Acid	12	880	1120	96	72
2. W-AF	NA	20	1200	1400	70	6
	NA + Acid	2.48	480	520	60	3.50
3. D-SN	NA	38	870	850	287	65
	NA + Direct	5.70	540	620	193	40
4. W-SN	NA	10.50	600	780	250	69
	NA + Direct	2.19	480	760	160	60
5. W-TN	NA	11	580	650	240	80
	NA + Reactive	2.30	400	560	120	38

ตารางที่ ก.13.2 รายละเอียดการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรีย *Klebsiella oxytoca*

รายละเอียด	ผลการทดสอบ
Gram reaction	-ve
Fermentative production of acid from :	
- Ortho-phenyl- β -D-galactopyranoside	+
- arginine	-
- lysine	+
- ornithine	-
- sodium citrate	+
- sodium thiosulfate	-
- urea	+
- tryptophane (TDA)	-
- tryptophane (IND)	+
- sodium pyruvate	+
- kohn's gelatin	-
- glucose	+
- manitol	+
- inositol	+
- rhamnose	+
- sucrose	+
- melibiose	+
- amygdaline	+
- arabinose	+
- Oxidase test	+
- NO_2 test	-
- N_2 test	+
- motility	-
- growth on MacConket agar	-
- OF-F	+
- OF-O	+

ตารางที่ ก.13.3 รายละเอียดการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรีย *Alcaligenes faecalis*

รายละเอียด	ผลการทดสอบ
Gram reaction	-ve
Biochemical test & Fermentative production of acid from :	
- NO ₃ test	+
- tryptophane	-
- glucose (acidification)	-
- arginine	-
- urea	-
- esculin	-
- gelatin	-
- p-nitrophenyl-β-D-galactopyranoside	-
- glucose (assimilation)	-
- arabinose	-
- mannose	-
- mannitol	-
- N-acetyl-glucosamine	-
- maltose	-
- gluconate	+
- caprate	+
- adipate	+
- malate	+
- citrate	+
- phenyl-acetate	+
- Oxidase test	+

ตารางที่ ก.13.4 รายละเอียดการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรีย *Comamonas acidovorans*

รายละเอียด	ผลการทดสอบ
Gram reaction	-ve
Biochemical test & Fermentative production of acid from :	
- NO ₃ test	+
- tryptophane	-
- glucose (acidification)	-
- arginine	-
- urea	-
- esculin	-
- gelatin	-
- p-nitrophenyl-β-D-galactopyranoside	-
- glucose (assimilation)	-
- arabinose	-
- mannose	-
- mannitol	+
- N-acetyl-glucosamine	-
- maltose	-
- gluconate	+
- caprate	+
- adipate	+
- malate	+
- citrate	-
- phenyl-acetate	+
- Oxidase test	+

หมายเหตุ : -ve = Gram negative bacteria

+ = Positive reaction

- = Negative reaction

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ข.1 การวิเคราะห์ COD (Chemical Oxygen Demand)

1. เครื่องมือ

- 1.1 ชุดกลั่นไพลกลับ (Reflux apparatus) ประกอบด้วยขวดรูปชมพู่กันแบน ขนาด 250-500 มิลลิลิตร
- 1.2 แผ่นความร้อน (Hot plate)
- 1.3 บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 50 มิลลิลิตร

2. สารเคมี

- 2.1 สารละลายมาตรฐาน โปตัสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate) 0.25 นอร์แมล: ละลาย Potassium dichromate 12.259 กรัม ซึ่งอบแห้งที่ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงในน้ำกลั่น แล้วปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร
- 2.2 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4) ที่ผสมซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4): ละลาย Ag_2SO_4 22 กรัม ในกรด H_2SO_4 เข้มข้นตั้งทิ้งไว้ 1-2 วันเพื่อให้ละลาย
- 2.3 สารละลายมาตรฐานเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) 0.1 นอร์แมล: ละลาย $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 39 กรัมในน้ำกลั่น เติมกรด H_2SO_4 ลงไป 20 มิลลิลิตร ทำให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นจนครบปริมาตร 1 ลิตร สารละลายนี้ต้องนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอนด้วยสารละลายมาตรฐาน Potassium dichromate ทำได้ดังนี้ นำสารละลายมาตรฐาน Potassium dichromate 10 มิลลิลิตร มาเติมน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร แล้วเติม conc. H_2SO_4 30 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาไทเทรตกับสารละลาย $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ โดยใช้ Ferroin จำนวน 2-3 หยด เป็นอินดิเคเตอร์ สารละลายจะเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ

$$\text{Normality} = \frac{\text{ปริมาตร } K_2Cr_2O_7 \times 0.25}{\text{ปริมาตร } Fe(NH_4)_2(SO_4)_2}$$

2.4 สารละลาย Ferroin อินดิเคเตอร์: ละลาย 1-10 Phenanthroline monohydrate ปริมาณ 1.485 กรัม และ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ปริมาณ 695 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

3. วิธีการ

3.1 ใส HgSO_4 ประมาณ 0.4 กรัม ลงในขวดรีฟลักซ์พร้อมด้วย Glass bead 2-3 เม็ด จากนั้นเติมน้ำอย่างน้ำเสีย 20 มิลลิลิตร ลงในขวด ปิดฝาสารละลายมาตรฐาน Potassium dichromate 10 มิลลิลิตร เติมน้ำลงไปอย่าให้เข้ากัน

3.2 ค่อยๆ เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นที่ผสม Ag_2SO_4 ลงไป 30 มิลลิลิตร (ไม่ต้องเขย่า)

3.3 นำขวดรีฟลักซ์นี้ไปต่อกับเครื่องควบแน่นค่อยๆ หมุนขวดให้ส่วนผสมเข้ากันได้ดีก่อนแล้วจึงทำการรีฟลักซ์หรือต้มให้เดือดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นใช้น้ำกลั่นฉีดล้างเครื่องควบแน่นก่อนที่จะถอดขวดรีฟลักซ์ออกไปไทเทรต

3.4 ทำ Blank โดยใช้ น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร และน้ำยาเคมีต่างๆ เหมือนที่ใช้ วิเคราะห์น้ำตัวอย่าง แล้วทำการรีฟลักซ์ไปพร้อมๆ กันกับน้ำตัวอย่าง

3.5 ไทเทรตหาปริมาณ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ที่เหลือ หรือมากเกินไปด้วยสารละลาย $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ โดยใช้ ferroin เป็นอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จะมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเหลืองเป็น สีฟ้าอมเขียวและเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ อ่านปริมาตรที่ไทเทรตสีเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ

4. การคำนวณ

$$\text{COD (มก./ล.)} = \frac{(a-b) \times N \times 8000}{\text{ปริมาตรน้ำเสียตัวอย่าง}}$$

a คือ ปริมาตรของ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ ที่ใช้ไทเทรต Blank (มล.)

b คือ ปริมาตรของ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ ที่ใช้ไทเทรตน้ำเสียตัวอย่าง (มล.)

N คือ นอร์แมลของ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ ที่ใช้

ข.2 การวิเคราะห์ BOD (Biochemical Oxygen Demand)

ทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีเอไซด์โมดิฟิเคชันของวิธีไอโอดิเมตริก (Azide Modification of the Iodometric Method)

1. เครื่องมือ

- 1.1 ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร พร้อมจุกแก้วที่เป็น Gound joint
- 1.2 ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร
- 1.3 บิวเรตต์
- 1.4 ปีเปตต์
- 1.5 ตู้อบ (Incubator)

2. สารเคมี

- 2.1 สารละลายแมงกานีสซัลเฟต (MnSO_4): ละลาย $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 480 กรัม หรือ $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 364 กรัม ในน้ำกลั่น กรองแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
- 2.2 น้ำยาอัลคาไลด์-ไอโอดิด (Alkalide-iodide reagent) ละลาย NaOH 500 กรัม (หรือ KOH 700 กรัม) และ NaI 135 กรัม (หรือ KI 150 กรัม) ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร
- 2.3 น้ำยาอัลคาไลด์-ไอโอดิด-เอไซด์ (Alkalide-iodide-azide reagent): ละลาย NaN_3 10 กรัม ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้วเติมลงในสารละลาย Alkalide-iodide reagent
- 2.4 น้ำแป้ง: ละลายแป้งมันสำปะหลัง 5 กรัมในน้ำต้ม แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ถ้าต้องการเก็บไว้เป็นเวลานานเติม Salicylic acid 1.25 กรัม หรือ toluene 2-3 หยด ต่อน้ำแป้ง 1 ลิตร
- 2.5 สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.1 นอร์แมล
- 2.6 สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 นอร์แมล: ละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 6.205 กรัมในน้ำกลั่นต้มเดือด ทิ้งไว้ให้เย็นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร
- 2.7 สารละลายมาตรฐาน โปแตสเซียมไดโครเมต ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 0.025 นอร์แมล: ละลาย $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1.226 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร

2.8 สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (Phosphate buffer): ละลาย KH_2PO_4 8.5 กรัม K_2HPO_4 21.75 กรัม $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 33.4 กรัม และ NH_4Cl 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะมี pH ประมาณ 2

2.9 สารละลาย MgSO_4 : ละลาย $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 22.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร

2.10 สารละลาย CaCl_2 : ละลาย Anhydrous CaCl_2 27.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร

2.11 สารละลาย FeCl_3 : ละลาย $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.25 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร

การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของ $0.025 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

ละลาย KI 2 กรัม ในขวดรูปกรวย โดยเติม $1+9 \text{ H}_2\text{SO}_4$ 10 มิลลิลิตร และสารละลาย $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0.025 นอร์แมล 20 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืด 5 นาที เติมน้ำกลั่นจนครบ 400 มิลลิลิตร แล้วไทเทรตด้วยสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.025 นอร์แมล ที่เตรียมไว้ ใช้น้ำแข็งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติสีน้ำเงินจางหายไป นั่นคือ สารละลายโซเดียมโซโครโซลเฟตมีความเข้มข้น 0.025 นอร์แมล

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของ } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= \frac{0.025 \times 20}{\text{ปริมาตรของ } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ ที่ใช้}} \\ &= \frac{\text{ความเข้มข้นของ } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{N}) \times \text{ปริมาตร } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ ที่ใช้}}{\text{ปริมาตรของ } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ ที่ใช้}} \end{aligned}$$

3. วิธีการ

การเตรียมน้ำสำหรับใช้เจือจาง

นำน้ำกลั่นตวงปริมาตรให้มากกว่าที่ต้องการใช้จริงประมาณ 1 ลิตร เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์, FeCl_3 , MgSO_4 , CaCl_2 , อย่างละ 1 มิลลิลิตร น้ำเจือจาง 1 ลิตร เติมอากาศให้มีออกซิเจนอิ่มตัวจนในน้ำควรทำอย่างน้อยประมาณ 1 ชั่วโมงในที่นี้ใช้ตัวอย่างน้ำร้อยละ 0.2 เมื่อได้น้ำตัวอย่างแล้วปฏิบัติดังนี้

3.1 เก็บน้ำตัวอย่างให้เต็มขวด BOD (ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ) อย่างละ 3 ขวด โดยนำมาหา DO_0 1 ขวด และ DO_5 2 ขวด (DO_5 คือนำขวดไปบ่มไว้ที่ตู้บ่มเชื้อ 20 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน)

3.2 เติมสารละลายเมฆกานีสซัลเฟต 2 มิลลิลิตร ลงได้ผิวน้ำ

3.3 เติมสารละลายอัลคาไลด์-ไอโอไดค์-เอไซด์ 2 มิลลิลิตร ลงได้ผิวน้ำ

3.4 ปล่อยให้ตะกอนนอนก้น

3.5 เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2 มิลลิลิตร โดยปลายปิเปตอยู่เหนือผิวน้ำตัวอย่าง และค่อยๆ ปล่อยให้กรดไหลไปเป็นสายตามคอขวด ปิดจุก แล้วเขย่าจนตะกอนละลายหมด

3.6 ตั้งทิ้งไว้ให้ไอโอดีนกระจายไปทั่วขวด แล้วนำตัวอย่างมา 203 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตกับ $Na_2S_2O_3$ 0.025 นอร์แมล จนกระทั่งได้สีเหลืองอ่อนๆ เติมน้ำแบ่ง 1-2 มิลลิลิตรเป็นอินดิเคเตอร์ไทเทรตต่อจนสีน้ำเงินหายไป จดปริมาตร

4. การคำนวณ

$$BOD \text{ (มก./ล.)} = \frac{(DO_0 - DO_5) \times 100}{\% \text{ ที่เจือจาง}}$$

ข.3 การวิเคราะห์ปริมาณ TSS (Total Suspended Solids)

1. เครื่องมือ

1.1 การดาษกรองใยแก้ว GF/C ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 เซนติเมตร

1.2 เครื่องชั่ง (Analytical balance)

1.3 เตาอบ (Oven)

1.4 โถดูดความชื้น (Dessicator)

1.5 ปัมสุญญากาศ (Vacuum pump)

1.6 ขวดดูด และกรวยกรอง (Suction flask และ Buchner funnel)

2. วิธีการ

2.1 นำกระดาษกรองอบในตู้อบ 100 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง เก็บให้เย็นในโถดูด

ความชื้น

2.2 ทำเครื่องหมายโดยเขียนตัวเลขไว้ที่กระดาษกรองซึ่งให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (ให้เป็น Wt.1 (มิลลิกรัม)) บันทึกว่าหมายเลขใดใช้น้ำตัวอย่างใด

2.3 นำกระดาษใส่ในกรวยกรอง เลือกปริมาตรน้ำตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแห้งของสารตกค้างอยู่บนกระดาษกรองระหว่าง 10-200 มิลลิกรัม ใช้น้ำตัวอย่าง 25 มิลลิกรัม (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำตัวอย่างในแต่ละวัน) ก่อนกรองควรใช้น้ำกลั่นฉีดให้กระดาษกรองเปียกเพื่อจะได้ติดดีกับกรวยกรอง และเขย่าตัวอย่างให้เข้ากันดี หลังจากนั้นทำการกรองน้ำตัวอย่าง

2.4 ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างปิเปตให้ทั่ว

2.5 ใช้ปากคีบค่อยๆหนีบกระดาษกรองที่ใช้ตัวกรองตัวอย่างน้ำแล้ว วางบนภาชนะทนไฟที่เตรียมไว้

2.6 นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.7 ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักรวมของของแข็งทั้งหมด แวนลอยกับน้ำหนักกระดาษกรอง

2.8 ควรทำซ้ำข้อ 6-7 จนได้น้ำหนักคงที่ (ให้เป็น Wt.2 (มิลลิกรัม))

3. การคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{TSS (มก./ล.)} &= \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (มก.)} \times 100}{\text{ปริมาตรน้ำเสียดตัวอย่าง}} \\ &= \frac{(\text{Wt.2} - \text{Wt.1}) (\text{มก.}) \times 1000}{\text{ปริมาตรน้ำเสียดตัวอย่าง}} \end{aligned}$$

ประสิทธิภาพ (%) ในการลดค่า COD, BOD และ TSS

$$\text{ประสิทธิภาพการลดค่า COD (\%)} = \frac{\text{COD}_{\text{inf}} - \text{COD}_{\text{eff}}}{\text{COD}_{\text{inf}}} \times 100$$

$$\text{ประสิทธิภาพการลดค่า BOD (\%)} = \frac{\text{BOD}_{\text{inf}} - \text{BOD}_{\text{eff}}}{\text{BOD}_{\text{inf}}} \times 100$$

$$\text{ประสิทธิภาพการลดค่า TSS (\%)} = \frac{\text{TSS}_{\text{inf}} - \text{TSS}_{\text{eff}}}{\text{TSS}_{\text{inf}}} \times 100$$

ภาคผนวก ค

คุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2542)

1. คำจำกัดความ

น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้หมายความรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของคนงาน รวมทั้งกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

2. น้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) ความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าไม่น้อยกว่า 5.5 และไม่มากกว่า 9.0

(2) ทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids) ต้องมีค่าดังนี้

2.1 ค่าทีดีเอส ไม่มากกว่า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกันที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรับรอน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 น้ำทิ้งซึ่งระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำที่มีค่าความเค็ม (Salinity) มากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า ทีดีเอส ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่า ทีดีเอส ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

(3) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกันที่กำหนดไว้ ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรอน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

(4) โลหะหนักมีค่าดังนี้

4.1 ปรอท (Mercury)	ไม่มากกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.2 เซเลเนียม (Selenium)	ไม่มากกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.3 แคดเมียม (Cadmium)	ไม่มากกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.4 ตะกั่ว (Lead)	ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.5 อาร์เซนิก (Arsenic)	ไม่มากกว่า 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6 โครเมียม (Chromium)	
4.6.1 Hexavalent Chromium	ไม่มากกว่า 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6.2 Trivalent Chromium	ไม่มากกว่า 0.75 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.7 บาเรียม (Barium)	ไม่มากกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.8 นิกเกิล (Nickel)	ไม่มากกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.9 ทองแดง (Copper)	ไม่มากกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.10 สังกะสี (Zinc)	ไม่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
4.11 แมงกานีส (Manganese)	ไม่มากกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(5) ซัลไฟด์ (Sulphide) คิดเทียบเป็น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(6) ไซยาไนด์ (Cyanide) คิดเทียบเป็น ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

(7) ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(8) สารประกอบฟีนอล (Phenols Compound) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(9) คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(10) เพสติไซด์ (Pesticide) ต้องไม่มี

(11) อุณหภูมิ ไม่มากกว่า 40 องศาเซลเซียส

(12) สี ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

(13) กลิ่น

ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ

(14) น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

(15) ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เวลา 5 วัน ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

(16) ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

(17) ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่มากกว่า 120 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ต้องไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

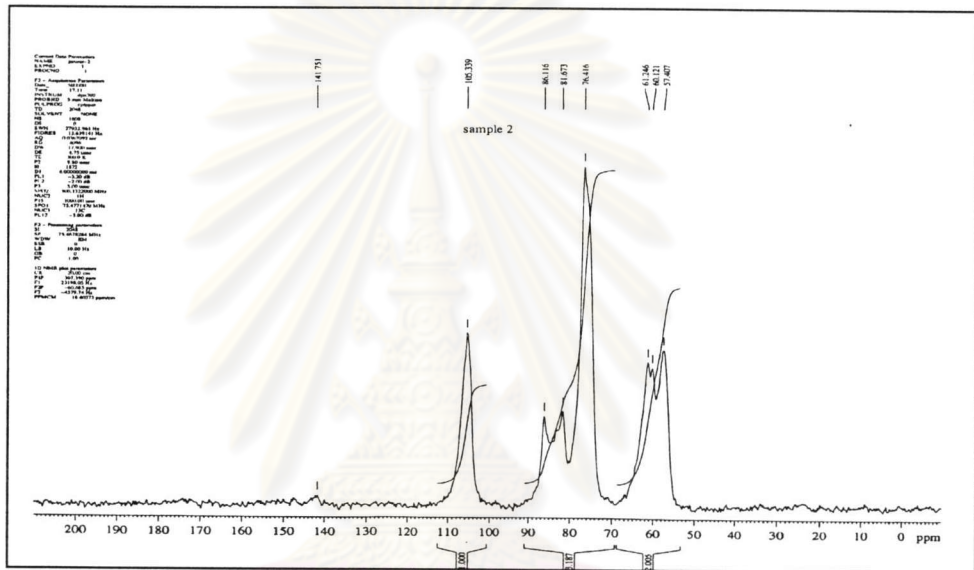
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์สมบัติของไคโตซาน

ง.1 ผลการวิเคราะห์ระดับการกำจัดหมู่แอซีติล (Degree of Deacetylation)

ง.1.1 วิเคราะห์โดยเครื่อง NMR



ง.1.2 วิเคราะห์โดยวิธีไทเทรต (Titration) (Hayes, 1988)

วิเคราะห์โดยวิธี Colloidal titration (Amino residue analysis) ดังนี้

1. เครื่องมือ

- 1.1 ชุคกรองสุญญากาศ (Suction flask และ Buchner funnel)
- 1.2 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)
- 1.3 ตู้อบ (Incubator)
- 1.4 ฝ้ายพอลิเอสเตอร์

2. สารเคมี

- 2.1 สารละลายกรดแอสติก ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
- 2.2 กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
- 2.3 สารละลายซิลเวอร์ไนเตรต (AgNO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก
- 2.4 เมทานอล (Methanol)
- 2.5 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

3. วิธีการ

- 3.1 ละลายไคโตซาน 2.5 กรัม ในกรดแอสติกความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ปริมาตร 200 มิลลิลิตร โคนกวนเป็นเวลา 15 นาที
- 3.2 กรองสารละลายด้วยผ้าพอลิเอสเตอร์ ตะกอนที่ไม่ละลายทิ้งไป
- 3.3 เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 18 มิลลิลิตรอย่างช้าๆ และกวนอย่างรุนแรงเพื่อให้เกิดตะกอนมากที่สุด
- 3.4 กรองด้วยผ้าพอลิเอสเตอร์ ส่วนที่เป็นสารละลายใสนำไปทิ้ง
- 3.5 นำตะกอนที่ได้ละลายกับเมทานอล 100 มิลลิลิตร กรองซ้ำอีกครั้ง
- 3.6 นำสารละลายที่กรองได้ทดสอบกับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก ถ้าเกิดตะกอนสีขาวขุ่นให้นำตะกอนที่กรองได้ไปเติมเมทานอลอีกครั้งทดสอบจนกว่าจะไม่เกิดตะกอนขาวจึงค่อยทำขั้นต่อไป
- 3.7 นำตะกอนจากการกรองอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือไคโตซานไฮโดรคลอไรด์
- 3.8 นำไคโตซานคลอไรด์ปริมาณ 1 กรัม ละลาย และปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร และแบ่งสารละลายมา 50 มิลลิลิตร ไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์
- 3.9 คำนวณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป

4. การคำนวณ

- 4.1 น้ำหนักตัวอย่าง (ไคโตซานไฮโดรคลอไรด์) _____ กรัม
- 4.2 การไทเทรต
 - สารละลายไคโตซานไฮโดรคลอไรด์ที่ใช้ 50 มิลลิลิตร

- ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ _____ โมลาร์
ใช้ปริมาตร เท่ากับ _____ มิลลิลิตร

4.3 คำนวณ

- ไคโตซานไฮโดรคลอไรด์ 1 โมล (197.61672 กรัม) = สารละลาย
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมล
- ปริมาณ โมโนเมอร์ที่มีหมู่อะมิโน (NH_2) (กรัม) = (ความเข้มข้นของ
โซเดียมไฮดรอกไซด์ x ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้) x 0.005
- ปริมาณ โมโนเมอร์ที่มีหมู่อะเซตาตไฮด์ (NHCOCH_3) (กรัม) =
ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ - ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่อะมิโน
- หมู่อะเซตาตไฮด์ 1 โมล มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 203.19296 กรัม ดังนั้นปริมาณ
โมโนเมอร์ที่มีหมู่อะเซตาตไฮด์ มีค่าเท่ากับ โมล
- ปริมาณโมโนเมอร์รวม = ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่อะมิโน + ปริมาณ
โมโนเมอร์ที่มีหมู่อะเซตาตไฮด์
- ระดับการกำจัดหมู่อะเซติล = (ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่อะมิโน/ปริมาณ
โมโนเมอร์รวม) x 100

5. ตัวอย่างการคำนวณ

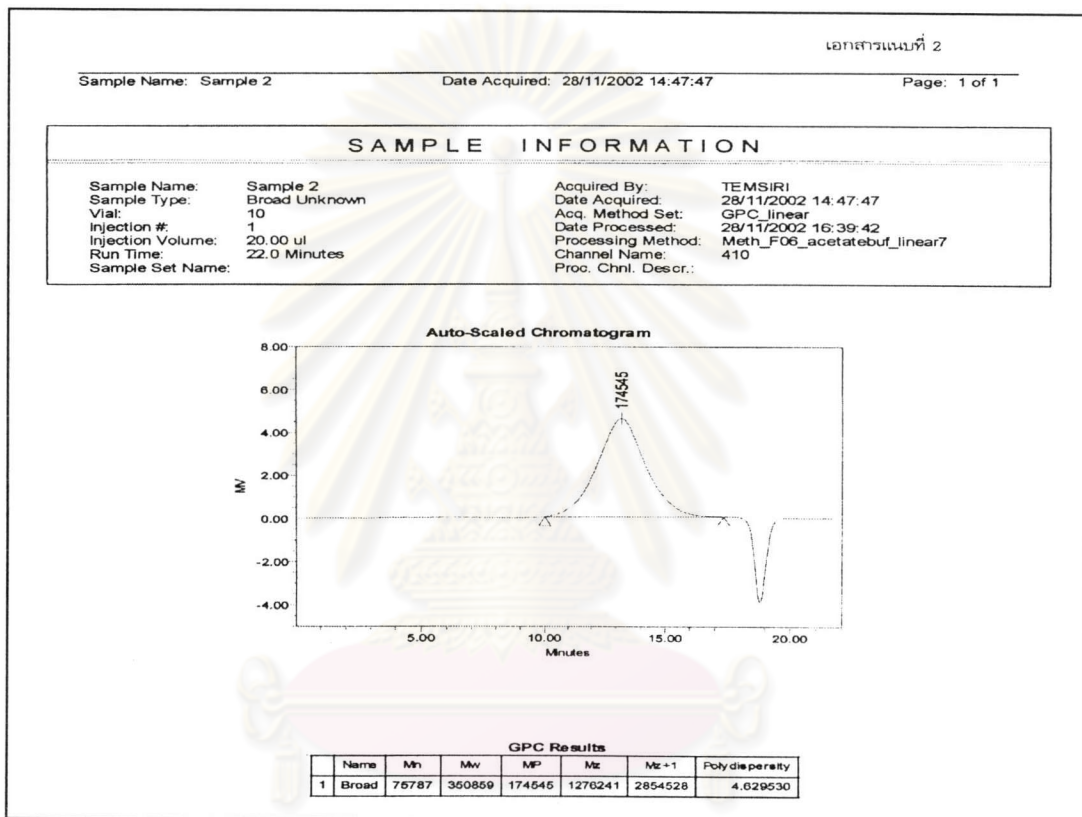
5.1 น้ำหนักตัวอย่าง (ไคโตซานไฮโดรคลอไรด์) 1.03 กรัม

5.2 การไทเทรต

- สารละลายไคโตซานไฮโดรคลอไรด์ที่ใช้ 50 มิลลิลิตร
- ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1059 โมลาร์
ใช้ปริมาตร เท่ากับ 8.63 มิลลิลิตร
- ไคโตซานไฮโดรคลอไรด์ 1 โมล (197.61672 กรัม) = สารละลาย
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมล
- ปริมาณ โมโนเมอร์ที่มีหมู่อะมิโน (NH_2) (โมล) = (ความเข้มข้นของ
โซเดียมไฮดรอกไซด์ x ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้) x 0.005 =
 4.57×10^{-3} โมล = 0.903 กรัม
- ปริมาณ โมโนเมอร์ที่มีหมู่อะเซตาตไฮด์ (NHCOCH_3) (กรัม) = ปริมาณ
ตัวอย่างที่ใช้ - ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่อะมิโน = 0.127 กรัม
- หมู่อะเซตาตไฮด์ 1 โมล มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 203.19296 กรัม ดังนั้นปริมาณ
โมโนเมอร์ที่มีหมู่อะเซตาตไฮด์ มีค่าเท่ากับ 6.25×10^{-4} โมล

- ปริมาณ โมโนเมอร์รวม = ปริมาณ โมโนเมอร์ที่มีหมู่อะมิโน+ปริมาณ โมโนเมอร์ที่มีหมู่อะเซตาติไฮด์ = 5.20×10^{-3}
- ระดับการกำจัดหมู่อะเซติล = (ปริมาณ โมโนเมอร์ที่มีหมู่อะมิโน/ปริมาณ โมโนเมอร์รวม) $\times 100 = 87.88\%$

ง.2 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight) ด้วยเครื่อง GPC



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวเบญจวรรณ สุทธิไชย เกิดวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดน่าน จบการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เมื่อปี พ.ศ. 2541 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม
(สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2544



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย