

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2544. รายงานสถานการณ์มลพิษในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2545. กฎหมายเกี่ยวกับมลพิษน้ำจากภาคอุตสาหกรรม. ใน ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ. หน้า 3-37 ถึง 3-38. กรุงเทพมหานคร.
- เกศสุชา พูลคำ. 2537. การกำจัดโลหะหนักโดยใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากชานอ้อยและผักตบชวา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตตินันท์ คงสีบชาติ. 2546. ดินเผาดูดซับจากดินเหนียวและขี้เถ้าเพื่อการดูดซับแคดเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกษม สีคอกบวบ. 2543. การกำจัดไอออนโลหะหนักในน้ำเสียโดยโคโคซาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ครุณี รัตนสุวรรณ. 2536. การกำจัดโครเมียมและนิกเกิลในน้ำเสียโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรวิทย์ ทับทอง. 2541. การดูดซับไอออนโลหะหนักในน้ำเสียด้วยวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งที่ถูกตรึงเป็นเม็ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- บุญชัย โชติวิริยาณิชย์. 2533. การปรับปรุงสมการความสัมพันธ์ของการดูดซับก๊าซผสมโดยวิธีทางเทอร์โมไดนามิกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- มันสิน ตันจุลเวศม์. 2538. การเกาะหรือดูดติดผิว ใน วิศวกรรมการประปา เล่ม 2. หน้า 133. กรุงเทพมหานคร.
- เยาวภา ไหวพริบ. 2534. การผลิตไคตินและโคโคแซนจากเปลือกกุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- รามนรี เนตรวิเชียร. 2543. การกำจัดสารหนูในรูปอาร์ซีนิดในน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้เกลือโคโคซานแบบเม็ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วินัย สมบูรณ์. 2541. การบำบัดโลหะหนักด้วยพอลิเมอร์ธรรมชาติ. รายงานสัมมนาในระดับปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. หน้า 10-18.
- ศุภย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. 2543. ประโยชน์ของไคตินและโคโคซาน. ใน Chitin Chitosan. หน้า 5-7. กรุงเทพมหานคร.
- สาโรช บุญยกิจสมบัติ. 2536. การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางเคมีในโรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้าขนาดกลางและเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมบูรณ์ ประถมศรีเมฆ. 2543. การกำจัดนิเกิลออกนากน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้คอลัมน์เสกเหล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุมาลัย ศรีกำไลทอง และคณะ. 2540. การใช้ประโยชน์โพสิแซคคาไรด์จากของเหลือทิ้งของผลิตภัณฑ์ทะเล. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- สุราษฎร์ ภูอินทร์ และอมรา จันทโอ. 2540. วิธี Plate count. ใน วิทยาแบคทีเรียดีเทอร์มิเนตีฟปฏิบัติการ. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 58-59. กรุงเทพมหานคร.
- อดิศักดิ์ ปิยสถิตย์. 2543. การกำจัดโครเมียม (ประจุ+6) ในน้ำเสียโดยใช้ตัวกลางทรายเคลือบแมงกานีส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุณี เทอดเทพพิทักษ์. 2534. การกำจัดโลหะหนักบางตัวในน้ำทิ้งโดยใช้เกลือโคโคซานจากเปลือกปูที่เหลือทิ้ง. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อัญชลี จันทวรรณกุล. 2535. การกำจัดโครเมียมโดยการตกผลึกในกระบวนการฟลูอิดไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อินทรา หาญพงษ์พันธ์ และบัญชา พูลโกคา. 2545. กรด-เบส ใน เคมีทั่วไป: สำหรับนิสิตวิศวกรรมศาสตร์. หน้า 158-189. กรุงเทพมหานคร.

ภาษาอังกฤษ

- Aung N. N. 1997. Adsorption/desorption of heavy metals using chitosan. School of Environment Resources and Development. Asian Institute of Technology.
- Austin P. R. 1988. Chitin Solution and Purification of Chitin. Method in Enzymology. 61: 403-407.
- Annual Book of ASTM Standards, 1994.
- Bassi R., Prasher S. O. and Simoson, B. K. 1999. Remediation of Metal-contaminated Leachate using Chitosan Flakes. Environmental Technology. 20: 1177-1182.
- Beveridge T. J. 1989. The Immobilized of Solute Metals by Bacteria Walls. Biotechnology and Bioengineering Symp. 6(1): 127-139.
- Cabib E., Shaw J. A., Mol P. C., Bowers B. and Choi W. J. 1996. Chitin Biosynthesis and Morphogenetic Processes. In The Mycota III. Biochemistry and Molecular Biology. pp. 243-267. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Caldwell D. R. 2000. The Subcellular Structures of Microbes. In Microbiology Physiology and Metabolism. pp. 10-12. Star Publishing company.
- Calgon carbon corporation [online]. <http://www.coastalchem/PDFs/Product%20Literature/Calgon/F-300%20F-400%20for%20potable%20H2O.pdf> [2004, September 7]
- Cholumpai V. 1998. Utilization of Chitosan for Chelation of Lead in Wastewater. The Degree of Master of Science (Toxicology) Mahidol University.
- Covas C. P., Alvarez L. W. and Monal W. A. 1992. The Adsorption of Mercuric Ion by Chitosan. Journal of Applied Polymer Science. 46: 1147-1150.
- Crist R. H., Oberholser K., McGarrity J., Crist D. R., Johnson J. K. and Brittsan J. M. 1992. Interaction of Metal and Protons with Algae. Environmental Science and Technology. 26(3): 496-502.
- Danals S. L. 1995. Environmental Soil Chemistry. pp. 99-139. USA: Academic press.
- Dean J. R. and Dixon B. G. 1992. Uptake of Pb^{2+} and Cu^{2+} by novel biopolymers. Water Research. 26 (4): 469-472.
- Eckenfelder W. W. 1989. Industrial Water Pollution Control. 2 nd ed. New York: McGraw-Hill.
- Eckenfelder W. W. 2000. Industrial Water Pollution Control. 3 rd ed. New York: McGraw-Hill.
- Eiden C. A., Jewell, C. A. and Wightman, J. P. 1980. Interaction of Lead and Chromium with Chitin and Chitosan. Journal of Applied Polymer Science. 25: 1587-1599.
- Faust S. D. and Aly O. M. 1987. Adsorption Process for Water Treatment. New York: Butterworth.

- Fergusson J. E. 1990. Lead. In The Heavy Element: Chemistry, Environment Impact and Health Effect. pp. 23-61. Great Britain: Pergamon press.
- Findon A., McKay G. and Blair H. S. 1993. Transport Studies for the Sorption of Copper Ions by Chitosan. Journal of Environmental Science and Health. A28 (1): 173-185.
- Gadd G. M. 1990. Fungi and Yeast for Metal Accumulation. In Microbial Mineral Recovery. pp.249-276. New York: McGraw-Hill.
- General Environmental Conservation Public Company Limited. 1999. Capability Statement. (In press)
- Hayes E. R. 1978. Characterization of Chitosan II: The Determination of the Degree of Acetylation of Chitosan and Chitin. In R.A.A. Muzzarelli and E.R. Pariser (eds), Proc.1st Inter. Conf. On chitin/chitosan, pp.406-420.
- Holan Z. R., Volesky B. and Prasetyo I. 1993. Biosorption of Cadmium by Biomass of Marine Algae. Biotechnology and Bioengineering. 41(8): 819-825.
- Hon D. N. S. 1996. Chitin and Chitosan: Medical Application. In Polysaccharides in Medicinal Application. pp. 631-649. New York: Marcel Dekker.
- Huang C., Chung Y. C. and Liou M. R. 1996. Adsorption of Cu (II) and Ni (II) by palletized biopolymer. Journal of Hazardous Materials. 45:265-277.
- Juang R. S. and Shao H. J. 2001. A Simplified Equilibrium Models for Sorption of Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions on Chitosan. Water Research. 36: 2999-3008.
- Kask U. and Rawn J. D. 1993. Atomic Structure and the Periodic Table. In General Chemistry. pp.231-245. England: Wm. C. Brown Publisher.
- 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.
- Kuyucak N. and Volesky B. 1989. The Mechanism of Cobalt Biosorption. Biotechnology and Bioengineering. 33(7): 823-831.
- Luef E., Prey T. and Kubicek C.P. 1991. Biosorption of Zinc by Fungi Micelial Waste. Applied Microbiology and Biotechnology. 34(6): 688-692.
- Mattuschka B. and Straube G. 1993. Biosorption of metals by Waste Biomass. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 58(1): 57-63.
- Miyoshi H., Shimura K., Watanabe K. and Kasuki O. 1992. Characterization of Some Fungal Chitosans. Bioscience Biotechnology and Biochemistry. 56(12): 1901-1905.
- Muzzarelli R. A. A. 1977. Chitin. Great Britain. Pergamon Press, p. 309.

- Ng J. C. Y., Cheung W.H. and McKay G. 2003. Equilibrium studies for the sorption of lead from effluents using chitosan. Chemosphere. 52:1021-1030.
- Noll K. E., Gounaris V. and Hou W. S. 1992. Adsorption Technology for Air and Water Pollution Control. United States.
- Patterson J. W. 1985. Industrial Wastewater Treatment Technology. Boston.
- Poonpolwatanaporn P. 2000. Potential Leachability of Toxic Heavy Metals in Bangkok Sewage Sludge. School of Environment Resources and Development. Asian Institute of Technology.
- Prasad M. N. V. 2001. Bacteria In Metals in Environment. pp. 1-36 New York: Marcel Dekker.
- Reed B. E., Robertson J. and Jamil M. 1995. Regeneration of Granular Activated Carbon (GAC) Columns Used for Removal of Lead. Journal of Environmental Engineering. 121(8): 653-662.
- Rose A. H. 1976. Transport of Compound into and out of Micro-organisms. In Chemical Microbiology. pp. 159-179. New York: Butterworths.
- 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 and Technology. 43: 63-65.
- Schmuhl R., Krieg H. M. and Keizer K. 2001. Adsorption of Cu (II) and Cr (IV) ions by Chitosan: Kinetics and equilibrium studies. Water SA. 27(1): 1-7.
- Slejko F. L. 1985. Adsorption Technology: A Step-by-step Approach to Process Evaluation and Application. New York: Marcel Dekker..
- Wu F. C., Tseng R. L. and Juang R. S. 1999. Role of pH in Metal Adsorption from Aqueous Solution Containing Chelating Agents on Chitosan. Industrial & Engineering Chemistry Research. 38(1): 270-275.
- Yang T. C. and Zall R. R. 1984. Adsorption of Metal by Natural Polymer Generated from Seafood Processing Waste. Industrial & Engineering Chemistry Research. 3: 270-275.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

ก.1 ผลการเตรียมไคโตซานจากเปลือกกุ้ง

ตารางที่ ก.1 ผลการเตรียมไคโตซานจากเปลือกกุ้ง

ชุด	น้ำหนักเปลือกกุ้ง (g)	น้ำหนักไคติน (g)	% yield ไคตินเทียบกับเปลือกกุ้ง	น้ำหนักไคติน (g)	น้ำหนักไคโตซาน (g)	% yield ไคโตซานเทียบกับไคติน	% yield ไคโตซานเทียบกับเปลือกกุ้ง
1	150.00	71.91	47.94	50.00	37.12	74.24	42.60
2	150.00	72.26	48.17	50.00	35.25	70.50	40.45
3	144.75	68.21	47.12	50.00	34.87	69.74	40.02
4	50.00	32.71	65.42	50.00	36.26	72.52	41.61
5	61.77	35.12	56.86	50.00	37.29	74.58	42.80
6	49.07	30.55	62.26	50.00	37.05	74.10	42.52
7	150.00	72.08	48.05	50.00	38.08	76.16	43.70
8	75.00	53.09	70.79	50.00	34.21	68.42	39.26
9	96.61	60.25	62.36	50.00	35.72	71.44	40.99
10	94.75	61.44	64.84	50.00	35.26	70.52	40.47
รวม	1022.15	557.62	57.38	500.00	361.11	72.22	41.44

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.2 ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียอุตสาหกรรมจากศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมเสมาคำ

ตารางที่ ก.2 ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียจากน้ำเสียอุตสาหกรรมจากศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมเสมาคำ

ครั้งที่	วันที่	ชนิดของโลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนักเริ่มต้น (mg/l)	ค่าพีเอช	หมายเหตุ
1	13 พ.ค. 2546	Cr ⁺⁶	45.2152	3.25	เพื่อทดสอบสภาวะ ในการกำจัดโลหะ หนักในน้ำเสีย อุตสาหกรรม
		Ni	29.7806		
		Pb	1.5539		
2	15 ก.ค. 2546	Cr ⁺⁶	51.3795	3.40	เพื่อทดสอบสภาวะ ในการกำจัดโลหะ หนักในน้ำเสีย อุตสาหกรรม
		Ni	45.0166		
		Pb	2.9769		
3	25 ส.ค. 2546	Cr ⁺⁶	59.8082	2.52	เพื่อทดสอบสภาวะ ในการกำจัดโลหะ หนักในน้ำเสีย อุตสาหกรรม
		Ni	51.1751		
		Pb	4.6000		
4	17 ก.ย. 2546	Cr ⁺⁶	45.2680	2.48	-
		Ni	44.9673		
		Pb	2.0064		
5	7 ต.ค. 2546	Cr ⁺⁶	50.0909	2.36	-
		Ni	51.2432		
		Pb	3.1929		
6	3 พ.ย. 2546	Cr ⁺⁶	60.2337	2.30	-
		Ni	36.1099		
		Pb	2.5351		

ก.3 ผลการทดลองร้อยละการกำจัดหนูแอซีทิล

ตารางที่ ก.3 ร้อยละการกำจัดหนูแอซีทิล

ตัวอย่างที่	น้ำหนักโคโตซานไฮโดรคลอไรด์ (กรัม)	ปริมาณ 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	28.00	9.20		
					เฉลี่ย	90.13 ± 4.81

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.4 ผลการทดลองเวลา และอัตราเร็วในการกวนที่เหมาะสมที่สุด

ก.4.1 ผลการทดสอบการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ด้วยเกลือโคโคซาน

ตารางที่ ก.4.1 ประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ด้วยเกลือโคโคซาน ณ สภาวะต่างๆ

สภาวะ	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)			
	วันที่เก็บตัวอย่าง (วัน/เดือน/ปี)			เฉลี่ย
	13/5/2546	15/7/2546	25/8/2546	
1	79.80±0.04	80.03±0.02	78.66±0.31	79.50±0.73
2	57.00±0.06	57.48±0.02	54.48±0.44	56.32±1.61
3	55.11±0.21	53.59±0.01	53.44±0.15	54.05±0.93
4	60.58±0.05	64.14±0.05	62.80±0.18	62.51±1.80
5	58.76±0.04	58.35±0.02	56.83±3.00	57.98±1.01

ก.4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในน้ำเสียอุตสาหกรรมด้วยเกลือโคโคซาน ณ สภาวะต่างๆ

ตารางที่ ก.4.2 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างสภาวะต่างๆ ในการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ณ สภาวะต่างๆ

Duncan^a

สภาวะ	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
3	9	54.0478				
2	9		56.3189			
5	9			57.9811		
4	9				62.5078	
1	9					79.4989
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000

ก.4.3 ผลการทดสอบการกำจัดนิกเกิลด้วยเกลือโคโคซาน

ตารางที่ ก.4.3 ประสิทธิภาพการกำจัดนิกเกิลด้วยเกลือโคโคซาน ณ สภาวะต่างๆ

สภาวะ	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)			เฉลี่ย
	วันที่เก็บตัวอย่าง (วัน/เดือน/ปี)			
	13/5/2546	15/7/2546	25/8/2546	
1	89.18±0.09	87.89±0.03	85.11±0.09	87.42±2.09
2	34.14±1.36	35.49±0.08	34.92±0.06	34.85±0.67
3	33.63±0.34	37.01±0.08	39.74±0.03	36.79±3.06
4	57.40±1.31	53.06±0.06	59.42±0.01	56.63±3.25
5	63.90±0.27	65.18±0.05	69.72±0.03	66.27±3.06

ก.4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของการกำจัดนิกเกิล ในน้ำเสียอุตสาหกรรมด้วยเกลือโคโคซาน ณ สภาวะต่างๆ

ตารางที่ ก.4.4 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างสภาวะต่างๆ ในการกำจัดนิกเกิล ณ สภาวะต่างๆ

Duncan^a

สภาวะ	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
2	9	34.8500			
3	9	36.7911			
4	9		56.6256		
5	9			66.2667	
1	9				87.4222
Sig.		0.082	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000

ก.4.5 ผลการทดสอบการกำจัดตะกั่วด้วยเกลือโคโคซาน

ตารางที่ ก.4.5 ประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วด้วยเกลือโคโคซาน ณ สภาวะต่างๆ

สภาวะ	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)			เฉลี่ย
	วันที่เก็บตัวอย่าง (วัน/เดือน/ปี)			
	13/5/2546	15/7/2546	25/8/2546	
1	70.74±0.17	68.40±0.27	67.10±0.07	68.75±1.84
2	61.06±0.77	60.45±0.58	57.06±0.08	59.52±2.15
3	22.40±1.03	24.16±0.71	30.52±0.19	25.69±4.27
4	43.09±1.90	45.20±0.21	44.28±0.08	44.19±1.06
5	51.44±1.01	50.60±0.76	50.19±0.05	50.74±0.64

ก.4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของการกำจัดตะกั่ว ในน้ำเสียอุตสาหกรรมด้วยเกลือโคโคซาน ณ สภาวะต่างๆ

ตารางที่ ก.4.6 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างสภาวะต่างๆ ในการกำจัดตะกั่ว ณ สภาวะต่างๆ

Duncan^a

สภาวะ	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
3	9	25.6922				
4	9		44.1889			
5	9			50.7433		
2	9				59.5233	
1	9					68.7467
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000

ก.5 ผลการศึกษาพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียอุตสาหกรรม

ก.5.1 ผลการทดสอบการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ด้วยเกลือโคโคซาน

ตารางที่ ก.5.1 พีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในน้ำเสียอุตสาหกรรม

พีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)			
	วันที่เก็บตัวอย่าง (วัน/เดือน/ปี)			เฉลี่ย
	13/5/2546	15/7/2546	25/8/2546	
4.00	84.41±0.02	84.99±0.03	84.92±0.05	84.41±0.94
4.50	63.62±0.01	68.54±0.02	66.11±0.80	66.09±2.46
5.00	57.17±0.03	55.76±0.03	57.26±0.03	56.73±0.84
5.50	51.94±0.07	54.92±0.01	55.40±0.23	54.09±1.88
6.00	40.96±0.01	40.54±0.04	39.16±0.09	40.22±0.94
6.50	24.55±0.02	29.30±0.01	27.41±0.54	27.09±2.39

ก.5.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในน้ำเสียอุตสาหกรรมด้วยเกลือโคโคซาน ณ พีเอชต่างๆ

ตารางที่ ก.5.2 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างสภาวะต่างๆ ในการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ณ พีเอชต่างๆ

Duncan^a

สภาวะ	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
6.50	9	27.0856					
6.00	9		40.2211				
5.50	9			54.0878			
5.00	9				56.7322		
4.50	9					66.0900	
4.00	9						84.4122
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000

ก.5.3 ผลการทดสอบการกำจัดนิกเกิลด้วยเกลือโคโคซาน

ตารางที่ ก.5.3 พีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดนิกเกิลในน้ำเสียอุตสาหกรรม

พีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)			
	วันที่เก็บตัวอย่าง (วัน/เดือน/ปี)			เฉลี่ย
	13/5/2546	15/7/2546	25/8/2546	
4.00	92.17±0.12	93.65±0.04	91.90±0.04	92.57±0.94
4.50	85.82±0.20	87.87±0.12	86.13±0.08	86.60±1.11
5.00	89.21±0.28	88.61±0.07	87.22±0.06	88.35±1.02
5.50	90.46±0.22	90.63±0.05	88.00±0.12	89.70±1.47
6.00	89.94±0.12	89.99±0.04	87.34±0.04	89.09±1.52
6.50	79.72±0.11	81.13±0.08	81.39±0.08	80.75±0.90

ก.5.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของการกำจัดนิกเกิล ในน้ำเสียอุตสาหกรรมด้วยเกลือโคโคซาน ณ พีเอชต่างๆ

ตารางที่ ก.5.4 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างสภาวะต่างๆ ในการกำจัดนิกเกิล ณ พีเอชต่างๆ

Duncan^a

สภาวะ	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
6.50	9	80.7833				
4.50	9		86.6044			
5.00	9			88.3500		
6.00	9			89.1200	89.1200	
5.50	9				89.6956	
4.00	9					92.5744
Sig.		1.000	1.000	0.123	0.246	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000

ก.5.5 ผลการทดสอบการกำจัดตะกั่วด้วยเกลือโคโคซาน

ตารางที่ ก.5.5 พีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียอุตสาหกรรม

พีเอช	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)			
	วันที่เก็บตัวอย่าง (วัน/เดือน/ปี)			เฉลี่ย
	13/5/2546	15/7/2546	25/8/2546	
4.00	84.24±0.76	89.53±0.20	90.20±0.56	87.99±3.26
4.50	71.87±2.54	79.08±0.83	79.41±0.72	76.79±4.26
5.00	63.09±1.55	66.05±0.84	67.22±1.71	95.45±2.13
5.50	70.39±1.80	71.05±0.41	72.45±0.84	71.30±1.05
6.00	55.95±1.60	58.33±2.71	56.42±0.24	56.90±1.26
6.50	52.53±2.43	56.45±2.06	51.75±0.70	53.58±2.52

ก.5.6 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียอุตสาหกรรมด้วยเกลือโคโคซาน ณ พีเอชต่างๆ

ตารางที่ ก.5.6 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างสถานะต่างๆ ในการกำจัดตะกั่ว ณ พีเอชต่างๆ

Duncan^a

สถานะ	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
6.50	9	53.5756					
6.00	9		56.9011				
5.00	9			65.4544			
5.50	9				71.2978		
4.50	9					76.7878	
4.00	9						87.9889
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000

ก.6 ผลการศึกษาปริมาณไคโตซานที่เหมาะสมในการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียอุตสาหกรรม

ก.6.1 ผลการทดสอบการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ด้วยเกลือไคโตซาน

ตารางที่ ก.6.1 ปริมาณไคโตซานที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในน้ำเสียอุตสาหกรรม

อัตราส่วนของ น้ำเสียต่อ ปริมาณเกลือ ไคโตซาน	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)			
	วันที่เก็บตัวอย่าง (วัน/เดือน/ปี)			เฉลี่ย
	13/5/2546	15/7/2546	25/8/2546	
25:1	75.00±0.02	80.58±0.04	80.33±0.05	78.64±3.15
50:1	75.54±0.03	82.22±0.02	82.11±0.04	79.96±3.83
75:1	75.05±0.02	82.17±0.02	81.58±0.02	79.60±3.95

ก.6.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในน้ำเสียอุตสาหกรรมด้วยเกลือไคโตซาน ณ ปริมาณเกลือไคโตซานต่างๆ

ตารางที่ ก.6.2 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างสภาวะต่างๆ ในการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ณ ปริมาณเกลือไคโตซานต่างๆ

Duncan^a

สภาวะ	N	Subset for alpha = .05
		1
25:1	9	78.6367
75:1	9	79.6000
50:1	9	79.9567
Sig.		0.413

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000

ก.6.3 ผลการทดสอบการกำจัดนิกเกิลด้วยเกลือโคโคซาน

ตารางที่ ก.6.3 ปริมาณโคโคซานที่เหมาะสมในการกำจัดนิกเกิลในน้ำเสียอุตสาหกรรม

อัตราส่วนของ น้ำเสียต่อ ปริมาณเกลือ โคโคซาน	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)			เฉลี่ย
	วันที่เก็บตัวอย่าง (วัน/เดือน/ปี)			
	13/5/2546	15/7/2546	25/8/2546	
25:1	80.68±0.06	81.64±0.04	83.61±0.05	81.98±1.49
50:1	92.03±0.10	94.10±0.06	94.43±0.04	93.52±1.30
75:1	66.24±0.67	70.93±0.04	70.63±0.02	69.27±2.62

ก.6.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของการกำจัดนิกเกิลในน้ำเสียอุตสาหกรรมด้วยเกลือโคโคซาน ณ ปริมาณเกลือโคโคซานต่างๆ

ตารางที่ ก.6.4 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างสภาวะต่างๆ ในการกำจัดนิกเกิล ณ ปริมาณเกลือโคโคซานต่างๆ

Duncan^a

สภาวะ	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
75:1	9	69.2678		
25:1	9		81.9756	
50:1	9			93.5211
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.0

ก.6.5 ผลการทดสอบการกำจัดตะกั่วด้วยเกลือโคโคซาน

ตารางที่ ก.6.5 ปริมาณโคโคซานที่เหมาะสมในการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียอุตสาหกรรม

อัตราส่วนของ น้ำเสียต่อ ปริมาณเกลือ โคโคซาน	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)			
	วันที่เก็บตัวอย่าง (วัน/เดือน/ปี)			เฉลี่ย
	13/5/2546	15/7/2546	25/8/2546	
25:1	86.88±0.17	87.65±0.23	87.09±0.21	87.21±0.40
50:1	89.58±0.03	91.32±0.43	90.02±0.53	90.31±0.91
75:1	85.51±0.51	86.45±0.53	84.86±0.61	85.60±0.80

ก.6.6 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของการกำจัดตะกั่ว ในน้ำเสียอุตสาหกรรมด้วยเกลือโคโคซาน ณ ปริมาณเกลือโคโคซานต่างๆ

ตารางที่ ก.6.6 การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างสภาวะต่างๆ ในการกำจัดตะกั่ว ณ ปริมาณเกลือโคโคซานต่างๆ

Duncan^a

สภาวะ	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
75:1	9	85.6378		
25:1	9		87.2078	
50:1	9			90.3067
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000

ก.6.7 ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) และนิกเกิล ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรมในแต่ละรอบการกำจัด

ตารางที่ ก.6.7 ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) และนิกเกิล ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรมในแต่ละรอบการกำจัด

ชนิดโลหะหนัก (ปริมาณเริ่มต้น, mg/l)	ปริมาณของโลหะหนักที่เหลืออยู่ในแต่ละรอบการกำจัด	
	รอบที่ 1	รอบที่ 2
น้ำตัวอย่างที่ 1		
โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ปริมาณเริ่มต้น = 63.0988	2.5616±0.3395	0.1431±0.0118
นิกเกิล ปริมาณเริ่มต้น = 36.9808	2.6779±0.1273	0.1174±0.0087
น้ำตัวอย่างที่ 2		
โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ปริมาณเริ่มต้น = 55.6850	1.7420±0.1140	0.1079±0.0049
นิกเกิล ปริมาณเริ่มต้น = 40.9374	3.3591±0.0312	0.2003±0.0423

ก.6.8 ค่า COD หลังตกตะกอนด้วยเกลือโคโคซาน

ตารางที่ ก.6.8 การลดลงของค่า COD ในน้ำเสียอุตสาหกรรม

น้ำตัวอย่างที่	COD _{in} (mg/l)	COD _{eff} (mg/l)	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)
1	514.74	75.37±1.92	85.36±0.37
2	382.33	62.93±2.53	83.54±0.66
3	455.27	68.09±1.09	85.04±0.24

ก.7 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักที่เหลืออยู่กับเวลาในการกวนเพื่อหาอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยา

ก.7.1 น้ำเสียอุตสาหกรรม

ตารางที่ ก.7.1 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 45.2680 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	50.1355±0.0929	0.0000±0.0000
30	30.1435±0.0028	3.3320±0.0151
60	17.1096±0.0056	5.5043±0.0146
90	12.9644±0.0266	6.1952±0.0114
120	6.0455±0.0161	7.3483±0.0156
150	2.6364±0.0146	7.9165±0.0164
180	2.4029±0.0247	7.9554±0.0174
210	2.1579±0.0184	7.9963±0.0125
240	2.0972±0.0122	8.0064±0.0164
270	2.0976±0.0104	8.0063±0.0163
300	2.1017±0.0125	8.0056±0.0150
330	2.1063±0.0097	8.0049±0.0168
360	2.1033±0.0139	8.0054±0.0147
420	2.0936±0.0142	8.0070±0.0163
480	2.1119±0.0113	8.0059±0.0137
540	2.0905±0.0080	8.0037±0.0158
600	2.0857±0.0216	8.0017±0.0126
660	2.0926±0.0125	8.0071±0.0160
720	2.1149±0.0123	8.0034±0.0161

ตารางที่ ก.7.2 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 50.1355 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	50.1355±0.0929	0.0000±0.0000
30	30.1435±0.0028	3.3320±0.0151
60	17.1096±0.0056	5.5043±0.0146
90	12.9644±0.0266	6.1952±0.0114
120	6.0455±0.0161	7.3483±0.0156
150	2.6364±0.0146	7.9165±0.0164
180	2.4029±0.0247	7.9554±0.0174
210	2.1579±0.0184	7.9963±0.0125
240	2.0972±0.0122	8.0064±0.0164
270	2.0976±0.0104	8.0063±0.0163
300	2.1017±0.0125	8.0056±0.0150
330	2.1063±0.0097	8.0049±0.0168
360	2.1033±0.0139	8.0054±0.0147
420	2.0936±0.0142	8.0070±0.0163
480	2.1119±0.0113	8.0059±0.0137
540	2.0905±0.0080	8.0037±0.0158
600	2.0857±0.0216	8.0017±0.0126
660	2.0926±0.0125	8.0071±0.0160
720	2.1149±0.0123	8.0034±0.0161

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.3 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 60.2337 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	60.2337±0.0471	0.0000±0.0000
30	30.1435±0.0028	5.0150±0.0074
60	17.1096±0.0056	7.1874±0.0072
90	12.9644±0.0266	7.8782±0.0052
120	5.8455±0.0161	9.0647±0.0056
150	2.6364±0.0146	9.5996±0.0065
180	2.4029±0.0247	9.6385±0.0119
210	2.1579±0.0184	9.6793±0.0073
240	2.0972±0.0122	9.6894±0.0099
270	2.0976±0.0104	9.6894±0.0096
300	2.1017±0.0125	9.6887±0.0094
330	2.1063±0.0097	9.6879±0.0078
360	2.1033±0.0139	9.6884±0.0093
420	2.0936±0.0142	9.6900±0.0102
480	2.1119±0.0113	9.6970±0.0077
540	2.0905±0.0080	9.6905±0.0091
600	2.0857±0.0216	9.6913±0.0049
660	2.0926±0.0125	9.6902±0.0064
720	2.1149±0.0126	9.6765±0.0065

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.4 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณนิกเกิล เท่ากับ 44.9673 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	44.9673±0.0412	0.0000±0.0000
30	25.5793±0.0074	3.2313±0.0060
60	16.8222±0.0029	4.9608±0.0073
90	10.3629±0.0078	5.7674±0.0079
120	7.5508±0.0050	6.2361±0.0076
150	2.7394±0.0074	7.0380±0.0078
180	2.4279±0.0191	7.0899±0.0095
210	2.2240±0.0180	7.1239±0.0094
240	2.2213±0.0116	7.1243±0.0088
270	2.2235±0.0011	7.1240±0.0070
300	2.2273±0.0020	7.1233±0.0070
330	2.2257±0.0031	7.1236±0.0069
360	2.2247±0.0026	7.1238±0.0073
420	2.2205±0.0015	7.1245±0.0071
480	2.2273±0.0020	7.1233±0.0068
540	2.2257±0.0031	7.1237±0.0067
600	2.2247±0.0026	7.1235±0.0072
660	2.2205±0.0015	7.1235±0.0068
720	2.2273±0.0015	7.1237±0.0070

ตารางที่ ก.7.5 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณนิกเกิล เท่ากับ 51.2432 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	51.2432±0.0159	0.0000±0.0000
30	26.1301±0.0109	4.1855±0.0020
60	20.3144±0.0113	5.1548±0.0039
90	14.8541±0.0062	6.0649±0.0035
120	8.4165±0.0121	7.1378±0.0034
150	3.2687±0.0062	7.9957±0.0020
180	3.0582±0.0041	8.0308±0.0025
210	2.8741±0.0313	8.0615±0.0051
240	2.8740±0.0318	8.0615±0.0051
270	2.8771±0.0261	8.0610±0.0040
300	2.8774±0.0261	8.0610±0.0040
330	2.8737±0.0321	8.0616±0.0052
360	2.8739±0.0318	8.0616±0.0051
420	2.8737±0.0321	8.0616±0.0052
480	2.8774±0.0261	8.0616±0.0051
540	2.8737±0.0321	8.0615±0.0051
600	3.8739±0.0318	8.0615±0.0050
660	2.8737±0.0321	8.0616±0.0052
720	2.8739±0.0319	8.0616±0.0051

ตารางที่ ก.7.6 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณนิกเกิล เท่ากับ 36.1099 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสี้ยวอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	36.1099±0.0109	0.0000±0.0000
30	20.6633±0.0027	2.5744±0.0015
60	12.6326±0.0021	3.9129±0.0016
90	7.5426±0.0021	4.7612±0.0015
120	5.6146±0.0021	5.0825±0.0015
150	3.0687±0.0062	5.5069±0.0021
180	2.5582±0.0041	5.5919±0.0022
210	1.8552±0.0051	5.7091±0.0019
240	1.8516±0.0083	5.7097±0.0027
270	1.8519±0.0081	5.7097±0.0027
300	1.8513±0.0081	5.7098±0.0027
330	1.8520±0.0088	5.7097±0.0027
360	1.8513±0.0080	5.7098±0.0027
420	1.8513±0.0083	5.7098±0.0028
480	1.8513±0.0081	5.7097±0.0029
540	1.8520±0.0088	5.7096±0.0028
600	1.8513±0.0080	5.7096±0.0028
660	1.8513±0.0083	5.7098±0.0028
720	1.8517±0.0092	5.7097±0.0028

ตารางที่ ก.7.7 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณตะกั่ว เท่ากับ 2.0064 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียดูดสาหร่าย (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	2.0064±0.0023	0.0000±0.0000
30	1.6436±0.0113	0.0806±0.0023
60	1.0057±0.0048	0.2224±0.0007
90	0.4507±0.0022	0.3457±0.0010
120	0.01458±0.0009	0.4135±0.0007
150	0.0625±0.0014	0.4320±0.0008
180	0.0474±0.0007	0.4353±0.0004
210	0.0280±0.0006	0.4396±0.0005
240	0.0278±0.0002	0.4397±0.0005
270	0.0279±0.0001	0.4397±0.0005
300	0.0279±0.0001	0.4397±0.0005
330	0.0279±0.0003	0.4397±0.0005
360	0.0279±0.0003	0.4397±0.0005
420	0.0279±0.0003	0.4397±0.0005
480	0.0279±0.0001	0.4397±0.0005
540	0.0279±0.0003	0.4397±0.0005
600	0.0280±0.0001	0.4397±0.0005
660	0.0279±0.0000	0.4397±0.0005
720	0.0280±0.0002	0.4397±0.0005

ตารางที่ ก.7.8 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณตะกั่ว เท่ากับ 3.1929 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	3.1929±0.0231	0.0000±0.0000
30	2.4025±0.0148	0.1757±0.0083
60	1.6873±0.0140	0.3346±0.0038
90	1.3563±0.0616	0.4081±0.0087
120	0.7533±0.0076	0.5421±0.0067
150	0.3223±0.0174	0.6379±0.0035
180	0.1046±0.0025	0.6863±0.00046
210	0.0895±0.0021	0.6896±0.0049
240	0.0875±0.0031	0.6901±0.0046
270	0.0879±0.0018	0.6900±0.0048
300	0.0880±0.0017	0.6900±0.0048
330	0.0876±0.0021	0.6901±0.0048
360	0.0881±0.0027	0.6899±0.0046
420	0.0874±0.0022	0.6901±0.0047
480	0.0876±0.0015	0.6901±0.0048
540	0.0878±0.0012	0.6900±0.0049
600	0.0876±0.0020	0.6901±0.0048
660	0.0877±0.0017	0.6900±0.0048
720	0.0878±0.00019	0.6900±0.0048

ตารางที่ ก.7.9 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณตะกั่ว เท่ากับ 2.5351 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	2.5351±0.0123	0.0000±0.0000
30	2.0401±0.0069	0.1100±0.0030
60	1.4421±0.0128	0.2429±0.0050
90	0.7622±0.0205	0.3940±0.0041
120	0.4142±0.0099	0.4713±0.0049
150	0.1259±0.0039	0.5354±0.0035
180	0.0855±0.0025	0.5443±0.0028
210	0.0737±0.0008	0.5470±0.0026
240	0.0738±0.0012	0.5469±0.0026
270	0.0740±0.0009	0.5469±0.0026
300	0.0741±0.0009	0.5469±0.0026
330	0.0739±0.0010	0.5469±0.0026
360	0.0738±0.0010	0.5469±0.0026
420	0.0740±0.0011	0.5469±0.0027
480	0.0740±0.0010	0.5469±0.0026
540	0.0739±0.0010	0.5469±0.0026
600	0.0742±0.0007	0.5469±0.0027
660	0.0740±0.0009	0.5469±0.0026
720	0.0740±0.0011	0.5469±0.0026

ก.7.2 น้ำเสียสังเคราะห์โลหะชนิดเดียว

ตารางที่ ก.7.10 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 45.00 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	45.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	24.7992±0.0056	5.0502±0.0014
60	13.5663±0.0049	7.8584±0.0012
90	8.8793±0.0095	9.0302±0.0024
120	2.2679±0.0315	10.6830±0.0079
150	1.2046±0.0183	10.9489±0.0046
180	1.1756±0.0148	10.9561±0.0037
210	1.0821±0.0173	10.9795±0.0043
240	1.0224±0.0346	10.9944±0.0086
270	1.0110±0.0127	10.9973±0.0032
300	1.0004±0.0007	10.9999±0.0002
330	0.9988±0.0032	11.0003±0.0008
360	0.9955±0.0028	11.0011±0.0007

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.11 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 50.00 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียดูดสารกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g โคโคซาน)
0	50.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	24.8650±0.1170	6.2837±0.0292
60	14.7026±0.0218	8.8244±0.0054
90	9.0779±0.0461	10.2305±0.0115
120	1.1705±0.0153	12.2074±0.0038
150	1.1878±0.0032	12.2031±0.0008
180	1.1889±0.0083	12.2028±0.0021
210	1.1895±0.0040	12.2026±0.0010
240	1.1925±0.0049	12.2019±0.0012
270	1.1926±0.0039	12.2019±0.0010
300	1.1992±0.0027	12.2002±0.0007
330	1.1957±0.0034	12.2011±0.0008
360	1.1911±0.0034	12.2022±0.0009

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.12 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 60.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียดูดสารกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	60.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	27.5215±0.0598	8.1196±0.0150
60	20.2277±0.0112	9.9431±0.0028
90	11.5243±0.0223	12.1189±0.0056
120	1.5126±0.0032	14.6218±0.0008
150	1.5116±0.0018	14.6221±0.0005
180	1.4906±0.0042	14.6274±0.0010
210	1.4909±0.0038	14.6273±0.0009
240	1.4931±0.0022	14.6267±0.0006
270	1.4920±0.0063	14.6270±0.0016
300	1.4934±0.0040	14.6267±0.0010
330	1.4933±0.0052	14.6267±0.0013
360	1.4942±0.0060	14.6265±0.0015

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.13 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของนิกเกิล เท่ากับ 45.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	45.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	30.3357±0.0315	3.6661±0.0079
60	22.7268±0.0247	5.5683±0.0062
90	15.5638±0.0398	7.3590±0.0074
120	11.5721±0.0131	8.3570±0.0033
150	4.6831±0.0977	10.0792±0.0244
180	4.9591±0.0197	10.0102±0.0049
210	4.8789±0.0207	10.0303±0.0052
240	4.3249±0.0056	10.1688±0.0014
270	4.3257±0.0076	10.1686±0.0019
300	4.3256±0.0011	10.1686±0.0003
330	4.3262±0.0051	10.1685±0.0013
360	4.3250±0.0058	10.1688±0.0015

ตารางที่ ก.7.14 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของนิกเกิล เท่ากับ 50.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไลโทซาน)
0	50.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	32.3661±0.0470	4.4085±0.0017
60	25.6770±0.0273	6.0808±0.0068
90	17.5664±0.0264	8.1084±0.0066
120	13.3492±0.0421	9.1627±0.0105
150	4.8122±0.0404	11.2970±0.0101
180	4.7488±0.0000	11.3128±0.0000
210	4.7534±0.0031	11.3117±0.0008
240	4.7538±0.0073	11.3115±0.0018
270	4.7524±0.0039	11.3119±0.0010
300	4.7544±0.0058	11.3114±0.0015
330	4.7528±0.0035	11.3118±0.0009
360	4.7493±0.0038	11.3127±0.0010

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.15 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของนิกเกิล เท่ากับ 35.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g โคโคซาน)
0	35.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	24.7978±0.5910	2.5505±0.1478
60	17.5606±0.5725	4.3599±0.1431
90	9.9429±0.0611	6.2643±0.0153
120	7.5134±0.0294	6.8717±0.0073
150	2.0000±0.0225	8.0302±0.0056
180	2.6487±0.0037	8.0878±0.0009
210	2.6374±0.0099	8.3906±0.0025
240	2.6491±0.0011	8.0877±0.0003
270	2.6403±0.0032	8.0874±0.0008
300	2.6479±0.0049	8.0880±0.0012
330	2.6549±0.0053	8.0864±0.0013
360	2.6518±0.0018	8.0871±0.0004

ตารางที่ ก.7.16 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของตะกั่ว เท่ากับ 2.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ (mg/g โคลโคซาน)
0	2.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	1.5418±0.0094	0.1146±0.0024
60	0.8077±0.0026	0.2981±0.0007
90	0.5553±0.0080	0.3612±0.0020
120	0.1043±0.0018	0.4739±0.0004
150	0.0278±0.0033	0.4931±0.0008
180	0.0190±0.0005	0.4953±0.0001
210	0.0197±0.0002	0.4951±0.0000
240	0.0195±0.0004	0.4951±0.0001
270	0.0195±0.0003	0.4951±0.0000
300	0.0197±0.0002	0.4951±0.0000
330	0.0194±0.0004	0.4952±0.0001
360	0.0198±0.0001	0.4951±0.0000

ตารางที่ ก.7.17 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของตะกั่ว เท่ากับ 3.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ในน้ำเสียดูดสาหร่าย (mg/l)	ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ (mg/g โคโคซาน)
0	3.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	1.7805±0.0162	0.3049±0.0040
60	0.9647±0.0114	0.5088±0.0029
90	0.6239±0.0140	0.5940±0.0035
120	0.1461±0.0051	0.7135±0.0013
150	0.0742±0.0027	0.7315±0.0007
180	0.0746±0.0028	0.7314±0.0007
210	0.0746±0.0023	0.7314±0.0006
240	0.0747±0.0025	0.7313±0.0006
270	0.0747±0.0022	0.7313±0.0005
300	0.0748±0.0020	0.7313±0.0005
330	0.0746±0.0025	0.7314±0.0006
360	0.0746±0.0025	0.7314±0.0006

ตารางที่ ก.7.18 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของตะกั่ว เท่ากับ 2.5000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียดูดสารกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	2.5000±0.0000	0.0000±0.000
30	1.6490±0.0353	0.2128±0.0088
60	0.9544±0.0124	0.3864±0.0031
90	0.6019±0.0120	0.4745±0.0030
120	0.1362±0.0049	0.5910±0.0012
150	0.0630±0.0007	0.6093±0.0002
180	0.0629±0.0007	0.6093±0.0002
210	0.0633±0.0004	0.6092±0.0001
240	0.0631±0.0005	0.6092±0.0001
270	0.0631±0.0007	0.6092±0.0002
300	0.0635±0.0006	0.6091±0.0002
330	0.0633±0.0008	0.6092±0.0002
360	0.0631±0.0006	0.6092±0.0002

ก.7.2 น้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสม

1. อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสมระหว่างโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) กับนิกเกิล เท่ากับ 45.0000 : 45.0000 mg/l

ตารางที่ ก.7.19 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 45.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	45.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	21.0207±0.0153	5.9986±0.0038
60	12.9146±0.0210	8.0167±0.0053
90	7.8890±0.0194	9.2818±0.0049
120	1.7988±0.0028	10.7995±0.0007
150	0.6427±0.0595	11.0963±0.0149
180	0.5537±0.0137	11.1145±0.0034
210	0.5427±0.0076	11.1137±0.0019
240	0.5207±0.0043	11.1188±0.0011
270	0.5236±0.0005	11.1190±0.0001
300	0.5146±0.0037	11.1204±0.0009
330	0.5146±0.0021	11.1210±0.0005
360	0.5146±0.0014	11.1211±0.0004

ตารางที่ ก.7.20 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของนิกเกิล เท่ากับ 45.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไลโคซาน)
0	45.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	28.2761±0.0185	4.1810±0.0046
60	13.4110±0.0906	7.8972±0.0227
90	9.1371±0.0254	8.9657±0.0064
120	6.1252±0.5708	9.7187±0.1427
150	3.9504±0.0109	10.2624±0.0027
180	3.8720±0.0117	10.2820±0.0029
210	3.4423±0.0141	10.3894±0.0035
240	3.3606±0.0338	10.4099±0.0084
270	3.2311±0.0368	10.4422±0.0160
300	3.1343±0.0339	10.4664±0.0085
330	3.1022±0.0293	10.4744±0.0073
360	3.0936±0.0114	10.4766±0.0029

2. อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสมระหว่างโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) กับ นิกเกิล เท่ากับ 50.0000 : 50.0000 mg/l

ตารางที่ ก.7.21 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 50.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	50.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	22.9536±0.0744	6.7616±0.0186
60	15.8057±0.1883	8.5486±0.0471
90	9.4574±0.0472	10.1357±0.0118
120	3.5954±0.0213	11.6012±0.0053
150	0.9276±0.0071	12.2681±0.0018
180	0.7511±0.0018	12.3122±0.0005
210	0.7525±0.0004	12.3119±0.0001
240	0.7561±0.0006	12.3110±0.0001
270	0.7531±0.0011	12.3117±0.0003
300	0.7537±0.0013	12.3116±0.0003
330	0.7545±0.0006	12.3114±0.0002
360	0.7560±0.0011	12.3110±0.0003

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.22 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกลดระดับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของนิกเกิล เท่ากับ 50.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ในน้ำเสียดูดสารกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิลที่ถูกลดระดับ (mg/g ไคโตซาน)
0	50.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	29.0194±0.0347	5.2452±0.0087
60	14.1073±0.0226	8.9732±0.0057
90	9.1371±0.0254	10.2157±0.0064
120	6.3569±0.0197	10.9108±0.0049
150	3.6316±0.0387	11.5921±0.0097
180	3.5760±0.0071	11.6060±0.0018
210	3.5732±0.0207	11.6092±0.0052
240	3.5615±0.0203	11.6096±0.0051
270	3.5590±0.0166	11.6102±0.0041
300	3.5522±0.0056	11.6119±0.0014
330	3.5542±0.0030	11.6115±0.0007
360	3.5499±0.0101	11.6125±0.0025

3. อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสมระหว่างโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) กับ นิกเกิล เท่ากับ 60.0000 : 35.0000 mg/l

ตารางที่ ก.7.23 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 60.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	60.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	25.2872±0.0188	8.6782±0.0047
60	17.5641±0.0417	10.6090±0.0104
90	11.4966±0.0247	12.1258±0.0062
120	4.9859±0.0171	13.7535±0.0043
150	1.1186±0.0061	14.7204±0.0015
180	1.0914±0.0050	14.7271±0.0012
210	1.1041±0.0070	14.7240±0.0018
240	1.1124±0.0018	14.7219±0.0005
270	1.1114±0.0007	14.7222±0.0002
300	1.1115±0.0008	14.7221±0.0002
330	1.1093±0.0040	14.7227±0.0010
360	1.1081±0.0041	14.7230±0.0010

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.24 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของนิกเกิล เท่ากับ 35.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g โคโคซาน)
0	35.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	23.7653±0.0106	2.8087±0.0026
60	11.9469±0.0156	5.7633±0.0039
90	7.2443±0.0112	6.9389±0.0028
120	3.4917±0.0091	7.8771±0.0023
150	1.5230±0.0076	8.3692±0.0019
180	1.5241±0.0047	8.3690±0.0012
210	1.5523±0.0037	8.3619±0.0009
240	1.5470±0.0009	8.3632±0.0002
270	1.5516±0.0033	8.3621±0.0008
300	1.5439±0.0075	8.3640±0.0019
330	1.5416±0.0018	8.3646±0.0004
360	1.5452±0.0064	8.3637±0.0016

4. อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสมระหว่างโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) กับ ตะกั่ว เท่ากับ 45.0000 : 2.0000 mg/l

ตารางที่ ก.7.25 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 45.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	45.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	25.3341±0.0013	4.9165±0.0003
60	15.2549±0.0012	7.4363±0.0003
90	8.9774±0.0019	9.0056±0.0005
120	4.9055±0.0031	10.0236±0.0008
150	4.3232±0.0037	10.1692±0.0009
180	4.1128±0.0031	10.2218±0.0008
210	3.5634±0.0025	10.3591±0.0006
240	3.1494±0.0031	10.4627±0.0008
270	3.1463±0.0013	10.4634±0.0003
300	3.1463±0.0013	10.4634±0.0003
330	3.1463±0.0000	10.4634±0.0000
360	3.1447±0.0007	10.4638±0.0002

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.26 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของตะกั่ว เท่ากับ 2.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	2.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	1.0296±0.0009	0.24216±0.0002
60	0.4771±0.0043	0.3807±0.0011
90	0.1571±0.0110	0.4607±0.0028
120	0.0948±0.0025	0.4763±0.0006
150	0.0220±0.0018	0.4945±0.0004
180	0.0238±0.0003	0.4941±0.0001
210	0.0239±0.0003	0.4940±0.0001
240	0.0240±0.0004	0.4940±0.0001
270	0.0240±0.0004	0.4940±0.0001
300	0.0240±0.0002	0.4940±0.0000
330	0.0241±0.0001	0.4940±0.0000
360	0.0240±0.0003	0.4940±0.0001

5. อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสมระหว่างโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) กับตะกั่ว เท่ากับ 50.0000 : 3.0000 mg/l

ตารางที่ ก.7.27 ปริมาณ โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 50.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	50.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	27.9074±0.2953	5.5232±0.0738
60	17.2931±0.0610	8.1767±0.0152
90	10.4496±0.0317	9.8876±0.0079
120	6.5232±0.0365	10.8692±0.0091
150	3.3143±0.0095	11.6714±0.0024
180	3.2350±0.0106	11.6912±0.0026
210	3.2553±0.0027	11.6862±0.0007
240	3.2493±0.0028	11.6877±0.0007
270	3.2498±0.0004	11.6875±0.0001
300	3.2530±0.00016	11.6868±0.0004
330	3.2489±0.0023	11.6878±0.0006
360	3.2512±0.0010	11.6872±0.0003

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.28 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของตะกั่ว เท่ากับ 3.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	3.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	1.0818±0.0039	0.4796±0.0010
60	0.5286±0.0170	0.6179±0.0043
90	0.2221±0.0121	0.6945±0.0030
120	0.31379±0.0036	0.7155±0.0009
150	0.0716±0.0006	0.7321±0.0001
180	0.0719±0.0008	0.7320±0.0002
210	0.0723±0.0007	0.7319±0.0002
240	0.0717±0.0005	0.7321±0.0001
270	0.0716±0.0005	0.7321±0.0001
300	0.0720±0.0003	0.7320±0.0001
330	0.0721±0.0005	0.7320±0.0001
360	0.0720±0.0005	0.7320±0.0001

6. อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสมระหว่างโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) กับ ตะกั่ว เท่ากับ 60.0000 : 2.5000 mg/l

ตารางที่ ก.7.29 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 60.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	60.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	29.6132±0.6271	7.5967±0.1568
60	19.4944±0.0302	10.1264±0.0076
90	11.6129±0.5749	12.0968±0.1437
120	8.1914±0.0349	12.9522±0.0087
150	3.8586±0.0124	14.0354±0.0031
180	3.3792±0.0132	14.1552±0.0033
210	3.3926±0.0082	14.1518±0.0020
240	3.3875±0.0019	14.1531±0.0005
270	3.3957±0.0091	14.1511±0.0023
300	3.3919±0.0060	14.1520±0.0015
330	3.3927±0.0030	14.1518±0.0007
360	3.3900±0.0051	14.1525±0.0013

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.30 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของตะกั่ว เท่ากับ 2.5000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโดซาน)
0	2.5000±0.0000	0.0000±0.0000
30	1.0655±0.0120	0.3586±0.0030
60	0.5152±0.0053	0.4962±0.0013
90	0.1962±0.0046	0.5760±0.0011
120	0.1217±0.0079	0.5946±0.0020
150	0.0579±0.0006	0.6105±0.0002
180	0.0581±0.0009	0.6105±0.0002
210	0.0582±0.0008	0.6105±0.0002
240	0.0578±0.0008	0.6106±0.0002
270	0.0582±0.0004	0.6104±0.0001
300	0.0580±0.0007	0.6105±0.0002
330	0.0581±0.0008	0.6105±0.0002
360	0.0579±0.0007	0.6105±0.0002

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสมระหว่างนิกเกิล กับตะกั่ว เท่ากับ
45.0000 : 2.0000 mg/l

ตารางที่ ก.7.31 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของนิกเกิล เท่ากับ 45.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g โคโคซาน)
0	45.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	26.9796±0.0229	4.5051±0.0057
60	13.2929±0.0189	7.9268±0.0047
90	8.8932±0.0098	9.0267±0.0024
120	5.3056±0.0179	9.9236±0.0045
150	3.1698±0.0082	10.4576±0.0020
180	3.0357±0.0253	10.4911±0.0063
210	2.7726±0.0031	10.5569±0.0008
240	2.5945±0.0110	10.6014±0.0028
270	2.5400±0.0203	10.6150±0.0051
300	2.4659±0.0095	10.6335±0.0024
330	2.4485±0.0064	10.6379±0.0016
360	2.4394±0.0121	10.6402±0.0030

ตารางที่ ก.7.32 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของตะกั่ว เท่ากับ 2.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	2.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	0.8963±0.0504	0.2759±0.0126
60	0.3492±0.0117	0.4127±0.0029
90	0.0775±0.0026	0.4806±0.0006
120	0.0229±0.0018	0.4943±0.0005
150	0.0220±0.0007	0.4945±0.0002
180	0.0222±0.0006	0.4945±0.0001
210	0.0221±0.0005	0.4945±0.0001
240	0.0224±0.0005	0.4944±0.0001
270	0.0221±0.0006	0.4945±0.0002
300	0.0223±0.0007	0.4944±0.0002
330	0.0222±0.0007	0.4945±0.0002
360	0.0222±0.0006	0.4944±0.0001

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8. อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสมระหว่างนิกเกิล กับตะกั่ว เท่ากับ
50.0000 : 3.0000 mg/l

ตารางที่ ก.7.33 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของนิกเกิล เท่ากับ 50.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	50.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	27.5337±0.0073	5.166±0.0018
60	13.8996±0.0313	9.0251±0.0078
90	9.3516±0.0325	10.1621±0.0081
120	5.9585±0.0743	11.0104±0.0186
150	2.9947±0.0065	11.7513±0.0016
180	3.0434±0.0057	11.7392±0.0014
210	3.0114±0.0048	11.7472±0.0012
240	3.0164±0.0081	11.7459±0.0020
270	3.0174±0.0019	11.7456±0.0005
300	3.0067±0.0040	11.748±0.0010
330	3.0181±0.0011	11.7455±0.0003
360	3.0115±0.0014	11.7471±0.0004

ตารางที่ ก.7.34 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของตะกั่ว เท่ากับ 3.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	3.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	0.9336±0.0273	0.5166±0.0068
60	0.3945±0.0072	0.6514±0.0018
90	0.1351±0.0109	0.7162±0.0027
120	0.0688±0.0014	0.7328±0.0003
150	0.0677±0.0018	0.7331±0.0004
180	0.0677±0.0017	0.7331±0.0004
210	0.0679±0.0015	0.7330±0.0004
240	0.0678±0.0011	0.7331±0.0003
270	0.0680±0.0017	0.7330±0.00004
300	0.0679±0.0019	0.7330±0.0005
330	0.0677±0.0017	0.7331±0.0004
360	0.0677±0.0016	0.7331±0.0004

9. อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสมระหว่างนิกเกิล กับตะกั่ว เท่ากับ
35.0000 : 2.5000 mg/l

ตารางที่ ก.7.35 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของนิกเกิล เท่ากับ 35.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	35.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	23.3642±0.0142	2.9090±0.0035
60	11.9350±0.1212	5.7663±0.0303
90	7.2519±0.0303	6.9370±0.0076
120	2.7104±0.0047	8.0724±0.0012
150	0.8547±0.0064	8.5363±0.0016
180	0.8620±0.0055	8.5345±0.0014
210	0.9072±0.0156	8.5232±0.0039
240	0.8759±0.0089	8.5310±0.0022
270	0.8755±0.0014	8.5311±0.0003
300	0.8553±0.0093	8.5362±0.0023
330	0.8545±0.0030	8.5364±0.0008
360	0.8681±0.0058	8.5330±0.0015

ตารางที่ ก.7.36 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของตะกั่ว เท่ากับ 2.5000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	2.5000±0.0000	0.0000±0.0000
30	0.9236±0.0465	0.3941±0.0116
60	0.3742±0.0088	0.5315±0.0022
90	0.1159±0.0052	0.5960±0.0013
120	0.0638±0.0084	0.6091±0.0021
150	0.0553±0.0011	0.6112±0.0003
180	0.0552±0.0010	0.6112±0.0002
210	0.0553±0.0011	0.6112±0.0003
240	0.0555±0.0010	0.6111±0.0002
270	0.0556±0.0007	0.6111±0.0002
300	0.0556±0.0009	0.6111±0.0002
330	0.0555±0.0010	0.6111±0.0002
360	0.0555±0.0012	0.6111±0.0003

10. อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสมระหว่างโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) นิกเกิล กับตะกั่ว เท่ากับ 45.0000 : 45.0000 : 2.0000 mg/l

ตารางที่ ก.7.37 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 45.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไทโตซาน)
0	45.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	25.4549±0.0238	4.8863±0.0060
60	15.2618±0.0157	7.4346±0.0039
90	9.1947±0.0104	8.9513±0.0026
120	5.0455±0.0173	9.9886±0.0043
150	4.9797±0.0081	10.0051±0.0020
180	4.3307±0.0058	10.1673±0.0014
210	3.1451±0.0012	10.4673±0.0003
240	3.1466±0.0032	10.4634±0.0008
270	3.1463±0.0014	10.4634±0.0004
300	3.1459±0.0013	10.4635±0.0003
330	3.1500±0.0052	10.4625±0.0013
360	3.1461±0.0013	10.4635±0.0003

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.38 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของนิกเกิล เท่ากับ 45.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ในน้ำเสียดูดสาหร่าย (mg/l)	ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	45.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	23.6883±0.0211	5.3279±0.0053
60	12.4093±0.0084	8.1477±0.0021
90	8.8210±0.0061	9.0448±0.0015
120	3.5113±0.0020	10.3722±0.0005
150	2.2533±0.0064	10.6867±0.0016
180	2.1536±0.0040	10.7116±0.0010
210	2.0646±0.0035	10.7339±0.0009
240	2.0573±0.0019	10.7357±0.0005
270	2.0561±0.0006	10.7360±0.0001
300	2.0555±0.0005	10.7361±0.0001
330	2.0560±0.0003	10.7360±0.0001
360	2.0560±0.0008	10.7360±0.0002

ตารางที่ ก.7.39 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของตะกั่ว เท่ากับ 2.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ใน น้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	2.0000±0.000	0.0000±0.0000
30	1.0464±0.0009	0.2384±0.0002
60	0.4631±0.0057	0.3842±0.0014
90	0.1204±0.0021	0.4699±0.0005
120	0.0343±0.0023	0.4914±0.0006
150	0.0238±0.0004	0.4941±0.0001
180	0.0237±0.0002	0.4941±0.0001
210	0.0240±0.0002	0.4940±0.0000
240	0.0240±0.0001	0.4940±0.0000
270	0.0239±0.0002	0.4940±0.0001
300	0.0241±0.0003	0.4940±0.0001
330	0.0239±0.0001	0.4940±0.0000
360	0.0241±0.0002	0.4940±0.0000

11. อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์ที่ผสมระหว่างโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) นิกเกิล กับตะกั่ว เท่ากับ 50.0000 : 50.0000 : 3.0000 mg/l

ตารางที่ ก.7.40 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 50.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	50.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	28.6790±0.1738	5.3302±0.0435
60	18.1701±0.0055	7.9575±0.0014
90	10.4638±0.0087	9.8841±0.0022
120	6.7677±0.1740	10.8081±0.0435
150	3.5509±0.0022	11.6123±0.0005
180	3.5803±0.0047	11.6049±0.0012
210	3.5588±0.0041	11.6103±0.0010
240	3.5664±0.0125	11.6084±0.0031
270	3.5633±0.0070	11.6092±0.0018
300	3.5654±0.0009	11.6086±0.0002
330	3.5655±0.0027	11.6086±0.0007
360	3.5581±0.0071	11.6105±0.0018

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.41 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของนิกเกิล เท่ากับ 50.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	50.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	24.2088±0.0148	6.4478±0.0037
60	12.8802±0.0202	9.2799±0.0050
90	9.4894±0.0119	10.1277±0.0030
120	4.0763±0.0630	11.4809±0.0158
150	2.5424±0.0055	11.8644±0.0014
180	2.5487±0.0027	11.8628±0.0007
210	2.5470±0.0028	11.8633±0.0007
240	2.5466±0.0062	11.8634±0.0016
270	2.5403±0.0057	11.8649±0.0014
300	2.5444±0.0050	11.8639±0.0013
330	2.5446±0.0034	11.8639±0.0009
360	2.5433±0.0025	11.8642±0.0006

ตารางที่ ก.7.42 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของตะกั่ว เท่ากับ 3.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียดูดสารกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	3.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	1.1034±0.0085	0.4742±0.0021
60	0.5174±0.0060	0.6207±0.0015
90	0.1707±0.0015	0.7073±0.0004
120	0.0832±0.0003	0.7292±0.0001
150	0.0724±0.0007	0.7319±0.0002
180	0.0725±0.0009	0.7319±0.0002
210	0.0725±0.0005	0.7319±0.0001
240	0.0726±0.0005	0.7319±0.0001
270	0.0725±0.0006	0.7319±0.0002
300	0.0726±0.0008	0.7319±0.0002
330	0.0727±0.0006	0.7318±0.0002
360	0.0727±0.0004	0.7318±0.0001

12. อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสมระหว่างโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) นิกเกิล กับตะกั่ว เท่ากับ 60.0000 : 35.0000 : 2.5000 mg/l

ตารางที่ ก.7.43 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เท่ากับ 60.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	60.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	30.2556±0.0432	7.4361±0.0108
60	20.8062±0.6973	9.7985±0.1743
90	13.5420±0.0151	11.6145±0.0038
120	7.4071±0.0091	13.1482±0.0023
150	4.8082±0.0121	13.7980±0.0030
180	4.6218±0.0059	13.8446±0.0015
210	4.6223±0.0065	13.8444±0.0016
240	4.6338±0.0031	13.8416±0.0008
270	4.6326±0.0049	13.8419±0.0012
300	4.6305±0.0076	13.8424±0.0019
330	4.6315±0.0056	13.8421±0.0014
360	4.6342±0.0044	13.8415±0.0011

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7.44 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของนิกเกิล เท่ากับ 35.0000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	35.0000±0.0000	0.0000±0.0000
30	21.1539±0.0226	3.4615±0.0057
60	10.8388±0.0143	6.0403±0.0036
90	7.2345±0.0088	6.9414±0.0022
120	1.9352±0.0083	8.2662±0.0021
150	0.4744±0.0119	8.6314±0.0030
180	0.4824±0.0057	8.6294±0.0014
210	0.4802±0.0054	8.6299±0.0014
240	0.4779±0.0053	8.6305±0.0013
270	0.4757±0.0034	8.6311±0.0009
300	0.4646±0.0062	8.6339±0.0015
330	0.4823±0.0059	8.6294±0.0015
360	0.4783±0.0024	8.6304±0.0006

ตารางที่ ก.7.45 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ เวลาต่างๆ (ปริมาณของตะกั่ว เท่ากับ 2.5000 mg/l)

เวลาในการกวน (นาที)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
0	2.5000±0.0000	0.0000±0.0000
30	1.0801±0.0022	0.3550±0.0005
60	0.4873±0.0091	0.5032±0.0023
90	0.1568±0.0030	0.5858±0.0008
120	0.0656±0.0025	0.6086±0.0006
150	0.0566±0.0008	0.6109±0.0002
180	0.0567±0.0008	0.6108±0.0002
210	0.0569±0.0006	0.6108±0.0001
240	0.0567±0.0006	0.6108±0.0001
270	0.0566±0.0008	0.6109±0.0002
300	0.0565±0.0008	0.6109±0.0002
330	0.0563±0.0008	0.6109±0.0002
360	0.0569±0.0007	0.6108±0.0002

ก.8 การเสริมฤทธิ์ (Synnergism) และการหักล้างฤทธิ์ (Antogonism) ของน้ำเสียสังเคราะห์

ก.8.1 น้ำเสียสังเคราะห์โลหะชนิดเดียว

ตารางที่ ก.8.1 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ ความเข้มข้นโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เริ่มต้นต่างๆ กัน .

ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เริ่มต้น (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
45.0000	0.9989 ± 0.00033	11.0003 ± 0.0008
50.0000	1.1702 ± 0.0150	12.2074 ± 0.0038
60.0000	1.4917 ± 0.0045	14.6271 ± 0.0011
70.0000	1.5468 ± 0.0048	17.1133 ± 0.0012
80.0000	1.7972 ± 0.0122	19.5507 ± 0.0031

ตารางที่ ก.8.2 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ ความเข้มข้นนิกเกิลเริ่มต้นต่างๆ กัน

ปริมาณนิกเกิล เริ่มต้น (mg/l)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
30.0000	2.3108 ± 0.0057	6.9223 ± 0.0014
35.0000	2.6487 ± 0.0037	8.0878 ± 0.0009
40.0000	2.9831 ± 0.0065	9.2542 ± 0.0016
45.0000	4.3270 ± 0.0054	10.1683 ± 0.0014
50.0000	4.7439 ± 0.0100	11.3140 ± 0.0025

ตารางที่ ก.8.3 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ ความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้นต่างๆ กัน

ปริมาณตะกั่วเริ่มต้น (mg/l)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
1.5000	0.0262±0.0008	0.3685±0.0002
2.0000	0.0280±0.0001	0.4930±0.0000
2.5000	0.0630±0.0007	0.6093±0.0002
3.0000	0.0742±0.0027	0.7315±0.0007
3.5000	0.0866±0.0010	0.8533±0.0003

ก.8.2 น้ำเสียสังเคราะห์โลหะผสม

ตารางที่ ก.8.4 ผลของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ต่อการกำจัดนิกเกิล

อัตราส่วนความเข้มข้นโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ต่อ นิกเกิล (mg/l)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
45.00 : 45.00	3.1099±0.0215	10.4725±0.0054
50.00 : 50.00	3.5760±0.0071	11.6060±0.0018
60.00 : 35.00	1.5230±0.0076	8.3692±0.0019
70.00 : 30.00	1.3161±0.0093	7.1710±0.0023
80.00 : 40.00	2.0145±0.0095	9.4964±0.0024

ตารางที่ ก.8.5 ผลของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ต่อการกำจัดตะกั่ว

อัตราส่วนความเข้มข้นโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ต่อตะกั่ว (mg/l)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
45.00 : 2.00	0.0237±0.0005	0.4941±0.0001
50.00 : 3.00	0.0716±0.0006	0.6105±0.0002
60.00 : 2.50	0.0579±0.0006	0.6105±0.0002
70.00 : 1.50	0.0217±0.0004	0.3696±0.0001
80.00 : 3.50	0.0829±0.0004	0.8543±0.0001

ตารางที่ ก.8.6 ผลของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ต่อการกำจัดนิกเกิล และตะกั่ว

อัตราส่วนความเข้มข้น โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ต่อนิกเกิล และตะกั่ว (mg/l)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
45.00 : 45.00 : 2.00	2.0556±0.0004	10.7361±0.0001
50.00 : 50.00 : 3.00	2.5424±0.0055	11.8644±0.0014
60.00 : 35.00 : 2.50	0.4744±0.0119	8.6314±0.0030
70.00 : 30.00 : 1.50	0.0939±0.0049	7.4765±0.0012
80.00 : 40.00 : 3.50	0.8644±0.0060	9.7839±0.0015

ตารางที่ ก.8.7 ผลของโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ต่อการกำจัดนิกเกิล และตะกั่ว

อัตราส่วนความเข้มข้น โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ต่อนิกเกิล และตะกั่ว (mg/l)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
45.00 : 45.00 : 2.00	0.0238±0.0004	0.4941±0.0001
50.00 : 50.00 : 3.00	0.0724±0.0007	0.7319±0.0002
60.00 : 35.00 : 2.50	0.0566±0.0008	0.6109±0.0002
70.00 : 30.00 : 1.50	0.0215±0.0006	0.3696±0.0001
80.00 : 40.00 : 3.50	0.0835±0.0008	0.8541±0.0002

ตารางที่ ก.8.8 ผลของนิกเกิลต่อการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์)

อัตราส่วนความเข้มข้น นิกเกิลต่อโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
30.00 : 70.00	1.1746±0.0028	17.2064±0.0007
35.00 : 60.00	1.1180±0.0030	14.7205±0.0007
40.00 : 80.00	1.5029±0.0126	19.6243±0.0032
45.00 : 45.00	0.5757±0.0113	11.1061±0.0028
50.00 : 50.00	0.7521±0.0080	12.3120±0.0020

ตารางที่ ก.8.9 ผลของนิกเกิลต่อการกำจัดตะกั่ว

อัตราส่วนความเข้มข้น นิกเกิลต่อตะกั่ว (mg/l)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียดูดสาหร่าย (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
30.00 : 1.50	0.0200±0.0004	0.3700±0.0001
35.00 : 2.50	0.0553±0.0011	0.6112±0.0003
40.00 : 3.50	0.0772±0.0019	0.8557±0.0005
45.00 : 2.00	0.0220±0.0007	0.4945±0.0002
50.00 : 3.00	0.0677±0.0018	0.7331±0.0004

ตารางที่ ก.8.10 ผลของนิกเกิลต่อการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) และตะกั่ว

อัตราส่วนความเข้มข้น นิกเกิลต่อโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) และตะกั่ว (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียดูดสาหร่าย (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
30.00 : 70.00 : 1.50	6.4685±0.0158	15.8079±0.0039
35.00 : 60.00 : 2.50	5.8251±0.0063	13.5437±0.0016
40.00 : 80.00 : 3.50	7.6828±0.0042	18.0793±0.0011
45.00 : 45.00 : 2.00	4.3171±0.0012	10.1707±0.0003
50.00 : 50.00 : 3.00	4.7936±0.0088	11.3016±0.0022

ตารางที่ ก.8.11 ผลของนิกเกิลต่อการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) และตะกั่ว

อัตราส่วนความเข้มข้น นิกเกิลต่อโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) และตะกั่ว (mg/l)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียดูดสาหร่าย (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
30.00 : 70.00 : 1.50	0.0215±0.0006	0.3696±0.0001
35.00 : 60.00 : 2.50	0.0566±0.0008	0.6109±0.0002
40.00 : 80.00 : 3.50	0.0835±0.0008	0.8541±0.0002
45.00 : 45.00 : 2.00	0.0238±0.0004	0.4941±0.0001
50.00 : 50.00 : 3.00	0.0724±0.0007	0.7319±0.0002

ตารางที่ ก.8.12 ผลของตะกั่วต่อการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์)

อัตราส่วนความเข้มข้น ตะกั่วต่อโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
1.50 : 70.00	3.4245±0.0123	16.6439±0.0031
2.00 : 45.00	3.1451±0.0012	10.4637±0.0003
2.50 : 60.00	3.3782±0.0073	14.1555±0.0018
3.00 : 50.00	3.2283±0.0093	11.6929±0.0023
3.50 : 80.00	3.7868±0.0071	19.0533±0.0018

ตารางที่ ก.8.13 ผลของตะกั่วต่อการกำจัดนิกเกิล

อัตราส่วนความเข้มข้น ตะกั่วต่อนิกเกิล (mg/l)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
1.50 : 30.00	0.5407±0.0051	7.3648±0.0013
2.00 : 45.00	2.4408±0.0042	10.6398±0.0011
2.50 : 35.00	0.8547±0.0064	8.5363±0.0016
3.00 : 50.00	2.9947±0.0065	11.7513±0.0016
3.50 : 40.00	1.2693±0.0145	9.6827±0.0036

ตารางที่ ก.8.14 ผลของตะกั่วต่อการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) และนิกเกิล

อัตราส่วนความเข้มข้น ตะกั่วต่อโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) และนิกเกิล (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
1.50 : 70.00 : 30.00	6.4685±0.0158	15.8079±0.0039
2.00 : 45.00 : 45.00	4.3171±0.0012	10.1707±0.0003
2.50 : 60.00 : 35.00	5.8251±0.0063	13.5437±0.0016
3.00 : 50.00 : 50.00	4.7936±0.0088	11.3016±0.0022
3.50 : 80.00 : 40.00	7.6828±0.0042	18.0793±0.0011

ตารางที่ ก.8.15 ผลของตะกั่วต่อการกำจัดโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) และนิกเกิล

อัตราส่วนความเข้มข้น ตะกั่วต่อโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) และนิกเกิล (mg/l)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียดูดสารกรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
1.50 : 70.00 : 30.00	0.0939±0.0049	7.4765±0.0012
2.00 : 45.00 : 45.00	2.0556±0.0004	10.7361±0.0001
2.50 : 60.00 : 35.00	0.4744±0.0119	8.6314±0.0030
3.00 : 50.00 : 50.00	2.5424±0.0055	11.8644±0.0014
3.50 : 80.00 : 40.00	0.8644±0.0060	9.7839±0.0015

ก.9 การศึกษากลไกการกำจัดโลหะหนัก

ตารางที่ ก.9.1 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ ณ ความเข้มข้นโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เริ่มต้นต่างๆ กัน

ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) เริ่มต้น (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียดูดสารกรม (mg/l)	ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
1000.00	17.25±1.6844	245.69±0.0131
2000.00	27.77±2.2621	493.06±0.5655
3000.00	93.20±2.3200	726.70±0.5800
4000.00	132.94±2.2172	966.76±0.5543
5000.00	223.35±3.9993	1194.16±0.9998
6000.00	303.28±2.3272	1424.18±0.5818
7000.00	1151.14±1.5180	1462.22±0.3770
8000.00	2172.60±0.8581	1456.85±0.2145
9000.00	3886.62±1.1044	1278.34±0.2761
10000.00	4193.02±0.7465	1451.75±0.1866

ตารางที่ ก.9.2 ปริมาณนิกเกิลที่ถูกดูดซับ ณ ความเข้มข้นนิกเกิลเริ่มต้นต่างๆ กัน

ปริมาณนิกเกิลเริ่มต้น (mg/l)	ปริมาณนิกเกิลที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณนิกเกิล ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
1000.00	27.22±1.9144	243.20±0.0131
2000.00	81.53±1.9670	479.62±0.4918
3000.00	196.32±1.9798	700.92±0.4949
4000.00	309.29±1.5491	922.68±0.3873
5000.00	491.08±1.4467	1127.23±0.3617
6000.00	1387.90±0.3736	1153.03±0.0934
7000.00	2385.62±0.6636	1153.60±0.1659
8000.00	3382.62±0.7778	1154.35±0.1944
9000.00	4381.84±0.7701	1154.54±0.1925
10000.00	5384.95±0.0917	1153.76±0.0229

ตารางที่ ก.9.3 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับ ณ ความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้นต่างๆ กัน

ปริมาณตะกั่วเริ่มต้น (mg/l)	ปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่ ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (mg/l)	ปริมาณตะกั่ว ที่ถูกดูดซับ (mg/g ไคโตซาน)
1000.00	7.11±0.5147	198.58±0.0131
2000.00	24.17±1.4845	395.17±0.2969
3000.00	39.44±1.3643	592.11±0.2729
4000.00	83.07±2.8443	783.39±0.5689
5000.00	127.08±0.7504	974.39±0.1501
6000.00	173.73±1.6003	974.58±0.3201
7000.00	550.62±0.2754	1165.25±0.0551
8000.00	1453.21±0.6463	1289.88±0.1293
9000.00	2475.64±0.4150	1304.87±0.0830
10000.00	3507.17±1.7916	1298.57±0.3583

ก.10 การศึกษาอัตราการลดลงของโลหะหนัก

ก.10.1 อุณหภูมิการบ่ม 37 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ก.10.1 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในเซลล์แบคทีเรีย

สัปดาห์ที่	โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในตะกอนไคโตซาน (mg/l)	โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในตะกอนไคโตซาน (mg/g)	โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในเซลล์แบคทีเรีย (mg/l)	โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในเซลล์แบคทีเรีย (mg/g)
0	34.9344	6.9869±0.0139	10.3337	0.1931±0.0664
1	32.0423	6.4085±0.0212	13.2257	0.7715±0.0613
2	27.2362	5.4472±0.0084	18.0318	1.7328±0.0569
3	22.9838	4.5968±0.0131	22.2842	2.5832±0.0397
4	16.1284	3.2257±0.0083	29.1396	3.9543±0.0470
5	12.0286	2.4057±0.0073	33.2394	4.7743±0.0582
6	9.5228	1.9046±0.0161	35.7452	5.2754±0.0447
7	9.3310	1.8662±0.0173	35.9370	5.3138±0.0365
8	9.3250	1.8650±0.0234	35.9431	5.3150±0.0638

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.10.2 ปริมาณนิกเกิลในเซลล์แบคทีเรีย

ลำดับที่	นิกเกิล ในตะกอนโคลิโดซาน (mg/l)	นิกเกิล ในตะกอนโคลิโดซาน (mg/g)	นิกเกิล ในเซลล์แบคทีเรีย (mg/l)	นิกเกิล ในเซลล์แบคทีเรีย (mg/g)
0	34.4661	6.8932±0.0400	10.5013	0.2268±0.0564
1	31.2658	6.2532±0.0173	13.7016	0.8668±0.0410
2	27.6677	5.5335±0.0054	17.2996	1.5865±0.0363
3	23.4075	4.6815±0.0235	21.5599	2.4385±0.0640
4	17.3221	3.4644±0.0086	27.6452	3.6556±0.0380
5	14.0792	2.8158±0.0214	30.8882	4.3042±0.0535
6	9.5182	1.9036±0.0080	35.4492	5.2164±0.0479
7	9.0523	1.8105±0.0093	35.9151	5.3095±0.0473
8	8.8570	1.7714±0.0051	36.1103	5.3486±0.0384

ตารางที่ ก.10.3 ปริมาณตะกั่วในเซลล์แบคทีเรีย

ลำดับที่	ตะกั่ว ในตะกอนโคลิโดซาน (mg/l)	ตะกั่ว ในตะกอนโคลิโดซาน (mg/g)	ตะกั่ว ในเซลล์แบคทีเรีย (mg/l)	ตะกั่ว ในเซลล์แบคทีเรีย (mg/g)
0	1.9839	0.3968±0.0030	0.0225	0.0432±0.0007
1	1.4765	0.2953±0.0140	0.5300	0.1447±0.0118
2	0.9187	0.1837±0.0207	1.0878	0.2563±0.0184
3	0.4453	0.0891±0.0142	1.5611	0.3509±0.0135
4	0.1649	0.0330±0.0091	1.8415	0.4070±0.0092
5	0.0744	0.0149±0.0037	1.9321	0.4251±0.0027
6	0.0313	0.0063±0.0052	1.9751	0.4337±0.0038
7	0.0179	0.0036±0.0027	1.9886	0.4364±0.0038
8	0.0125	0.0025±0.0012	1.9939	0.4375±0.0032

ก.10.2 อุณหภูมิการบ่ม 55 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ก.10.4 ปริมาณโครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในเซลล์แบคทีเรีย

สัปดาห์ที่	โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในตะกอนโคลิโดซาน (mg/l)	โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในตะกอนโคลิโดซาน (mg/g)	โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในเซลล์แบคทีเรีย (mg/l)	โครเมียม (เฮกซะเวเลนซ์) ในเซลล์แบคทีเรีย (mg/g)
0	34.8518	6.9704±0.0557	10.4163	0.2096±0.0041
1	33.1622	6.6324±0.0196	12.1059	0.5476±0.0345
2	28.2591	5.6518±0.0150	17.0089	1.5282±0.0592
3	24.3689	4.8738±0.0172	20.8991	2.3062±0.0698
4	19.9825	3.9965±0.0154	25.2855	3.1835±0.0373
5	15.2280	3.0456±0.0801	30.0401	4.1344±0.0306
6	13.5162	2.7032±0.0652	31.7518	4.4768±0.0346
7	13.4226	2.6845±0.0512	31.8455	4.4955±0.0662
8	13.3745	3.6749±0.0927	31.8935	4.5051±0.1381

ตารางที่ ก.10.5 ปริมาณนิกเกิลในเซลล์แบคทีเรีย

สัปดาห์ที่	นิกเกิล ในตะกอนโคลิโดซาน (mg/l)	นิกเกิล ในตะกอนโคลิโดซาน (mg/g)	นิกเกิล ในเซลล์แบคทีเรีย (mg/l)	นิกเกิล ในเซลล์แบคทีเรีย (mg/g)
0	34.5110	6.9022±0.0553	10.4597	0.2178±0.0152
1	31.8472	6.3694±0.0423	13.1234	0.7506±0.0081
2	28.6640	5.7328±0.0130	16.3066	1.3872±0.0317
3	23.8568	4.7714±0.0329	21.1139	2.3486±0.0415
4	19.2567	3.8513±0.0060	25.7139	3.2687±0.0372
5	15.2435	3.0487±0.0219	29.7272	4.0713±0.0545
6	12.4846	2.4969±0.0108	32.4861	4.6231±0.0480
7	10.2277	2.0455±0.0103	34.7430	5.0745±0.0361
8	10.1611	2.0322±0.0083	34.8095	5.0878±0.0336

ตารางที่ ก.10.6 ปริมาณตะกั่วในเซลล์แบคทีเรีย

สัปดาห์ที่	ตะกั่ว ในตะกอนไลโคซาน (mg/l)	ตะกั่ว ในตะกอนไลโคซาน (mg/g)	ตะกั่ว ในเซลล์แบคทีเรีย (mg/l)	ตะกั่ว ในเซลล์แบคทีเรีย (mg/g)
0	2.0045	0.4009±0.0025	0.0020	0.0391±0.0005
1	1.5309	0.3062±0.0197	0.4755	0.1338±0.0219
2	1.1475	0.2295±0.0167	0.8589	0.2105±0.0155
3	0.6574	0.1315±0.161	1.3490	0.3085±0.0159
4	0.3356	0.0671±0.0041	1.6709	0.3729±0.0054
5	0.1589	0.0318±0.0079	1.8476	0.4082±0.0093
6	0.0910	0.0182±0.0013	1.9154	0.4218±0.0033
7	0.0764	0.0153±0.0055	1.9300	0.4247±0.0032
8	0.0618	0.0124±0.0007	1.9446	0.4276±0.0019

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.11 การพิสูจน์เอกลักษณ์แบคทีเรียที่มีอยู่ในตะกอนน้ำโคลน

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไนด์	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
0	NA	1.02×10 ⁸	โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเชลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ (Endospore) ทดสอบอะเลสเตอร์ได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเชลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเชลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเชลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะเลสเตอร์ได้ผลบวก
	NA+Cr ⁺⁶	5.67×10 ⁷	โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเชลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะเลสเตอร์ได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเชลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเชลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเชลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะเลสเตอร์ได้ผลบวก

ตารางที่ ก.1.1.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไค	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
0	NA+Ni	7.40×10 ⁷	โคโคไคนี้สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโคสโปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไคนี้สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคนี้สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
	NA+Pb	4.73×10 ⁷	โคโคไคนี้สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยัก	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโคสโปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไคนี้สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโคสโปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไคนี้สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
	NA+Pb	4.73×10 ⁷	โคโคไคนี้สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคนี้สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยัก	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโคสโปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไล	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
0	NA+Cr ⁺⁶ +Ni	6.60×10 ⁷	โคโคไลทีชีวาพุ่ง ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไลทีชีวาใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลทีห่อหุ้มผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลทีชีวาพุ่ง ผิวด้าน ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไลทีชีวาพุ่ง ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไลทีชีวาใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลทีห่อหุ้มผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลทีชีวาพุ่ง ผิวด้าน ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			NA+Cr ⁺⁶ +Pb	5.30×10 ⁷	โคโคไลทีชีวาพุ่ง ผิวมันวาว ขอบเรียบ

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไคมี	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
0	NA+Ni+Pb	5.40×10 ⁷	โคโคไคมีสีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไคมีสีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคมีสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคมีสีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยัก	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
	NA+ Cr ⁺⁶ +Ni+Pb	6.03×10 ⁷	โคโคไคมีสีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไคมีสีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคมีสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคมีสีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยัก	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไนด์	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
2	NA+Cr ⁺⁶	3.75×10 ⁸	โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโดสปอร์ (Endospore) ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยัก	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยัก	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไค	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
2	NA+Ni	2.16×10^8	โคโคไคนี้สีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะคะเตสได้ผลบวก
			โคโคไคนี้สีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคนี้สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคนี้สีขาวยุ่น ผิวด้าน ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะคะเตสได้ผลบวก
	NA+Pb	1.81×10^8	โคโคไคนี้สีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะคะเตสได้ผลบวก
			โคโคไคนี้สีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคนี้สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคนี้สีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะคะเตสได้ผลบวก
			โคโคไคนี้สีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคนี้สีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะคะเตสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไนด์	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
2	NA+ Cr ⁺⁶ +Ni	2.51×10 ⁸	โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยัก	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยัก	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			NA+ Cr ⁺⁶ +Pb	1.68×10 ⁸	

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไค	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
2	NA+Ni+Pb	1.44×10 ⁸	โคโคไคสี่ขาพุ่ง ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไคสี่ขาไวโซ ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคสี่เหลี่ยมอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
	NA+	2.21×10 ⁸	โคโคไคสี่ขาพุ่ง ผิวมันวาว ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไคสี่ขาพุ่ง ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไคสี่ขาไวโซ ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
	Cr ⁺⁶ +Ni+Pb	2.21×10 ⁸	โคโคไคสี่เหลี่ยมอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคสี่ขาพุ่ง ผิวมันวาว ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไล	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
4	NA	6.14×10 ⁸	โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ (Endospore) ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
	NA+Cr ⁺⁶	6.23×10 ⁸	โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไนด์	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
4	NA+Ni NA+Pb	6.83×10 ⁸ 5.81×10 ⁸	โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยัก	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยัก	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ข้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางตั้งฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไค	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
4	NA+ Cr ⁺⁶ +Ni	6.14×10 ⁸	โคโคไคนี้สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไคนี้สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคนี้สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคนี้สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
	NA+ Cr ⁺⁶ +Pb	6.21×10 ⁸	โคโคไคนี้สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไคนี้สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคนี้สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคนี้สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.1.1.1 ลักษณะทางสถิติฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไค	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
4			โคโคไคสี่เหลี่ยม ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
	NA+Ni+Pb	6.35×10^8	โคโคไคสี่เหลี่ยม ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคสี่เหลี่ยมอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคสี่เหลี่ยม ผิวมันวาว ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไคสี่เหลี่ยม ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
	NA+	5.79×10^8	โคโคไคสี่เหลี่ยม ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
	Cr ⁺⁶ +Ni+Pb		โคโคไคสี่เหลี่ยมอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไคสี่เหลี่ยม ผิวมันวาว ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางถิ่นฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไล	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์	
6	NA	7.47×10^8	โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ (Endospore) ทดสอบอะเลสเตอร์ได้ผลบวก	
			โคโคไลสีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ	
			โคโคไลสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ	
	NA+Cr ⁺⁶	7.12×10^8	โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะเลสเตอร์ได้ผลบวก	
			โคโคไลสีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ	
			โคโคไลสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ	
				โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะเลสเตอร์ได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางถิ่นฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสปีด้าห์ (ต่อ)

สปีด้าห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไล	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
6.	NA+Ni	7.22×10 ⁸	โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สว่าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะเลสเตอร์ได้ผลบวก
			โคโคไลสีเทาใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
	NA+Pb	6.18×10 ⁸	โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สว่าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะเลสเตอร์ได้ผลบวก
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สว่าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะเลสเตอร์ได้ผลบวก
			โคโคไลสีเทาใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
	NA+Pb	6.18×10 ⁸	โคโคไลสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สว่าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะเลสเตอร์ได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสปีด้าห์ (ต่อ)

สปีด้าห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไล	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
6	NA+ Cr ⁺⁶ +Ni	7.32×10 ⁸	โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
	NA+ Cr ⁺⁶ +Pb	7.58×10 ⁸	โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไลสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
	NA+ Cr ⁺⁶ +Pb	7.58×10 ⁸	โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไนด์	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
6	NA+ Cr ⁺⁶ +Ni+Pb	7.71×10 ⁸	โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ร่าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ร่าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ร่าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
7	NA+ Cr ⁺⁶ +Ni+Pb	7.26×10 ⁸	โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สี่ร่าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไนด์	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
8	NA	7.04X10 ⁸	โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ (Endospore) ทดสอบอะครีโบลีนได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะครีโบลีนได้ผลบวก
	NA+Cr ⁺⁶	5.58X10 ⁸	โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะครีโบลีนได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะครีโบลีนได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไนด์	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
8	NA+Ni	5.50×10 ⁸	โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยัก	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
	NA+Pb	5.09×10 ⁸	โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยัก	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสถิติฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไนด์	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
8	NA+ Cr ⁺⁶ +Ni	5.25×10 ⁸	โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
	NA+ Cr ⁺⁶ +Pb	5.42×10 ⁸	โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไนด์สีขาวใส ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไนด์สีขาวขุ่น ผิวด้าน ขอบหยาบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้างเอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

ตารางที่ ก.11.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนเชื้อและรูปร่างเซลล์ในแต่ละสัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์	ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/g chitosan)	ลักษณะโคโคไล	แกรม	รูปร่างเซลล์เมื่อส่องดูกล้องจุลทรรศน์
8.	NA+Ni+Pb	4.86×10 ⁸	โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
	NA+ Cr ⁺⁶ +Ni+Pb	4.43×10 ⁸	โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีเหลืองอ่อน ผิวมันวาว ขอบเรียบ	-	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ
			โคโคไลสีขาวยุ่น ผิวมันวาว ขอบเรียบ	+	เซลล์รูปแท่ง กระจายเป็นเซลล์เดี่ยวๆ สร้าง เอ็นโดสปอร์ ทดสอบอะซิเดสได้ผลบวก

หมายเหตุ

NA: อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็ง

NA+Cr⁺⁶: อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็งผสมโครเมียม (เฮกซะวาเลนต์) ที่ความเข้มข้น 45.00 mg/l

NA+Ni: อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็งผสมนิกเกิลที่ความเข้มข้น 45.00 mg/l

NA+Pb: อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็งผสมตะกั่วที่ความเข้มข้น 2.00 mg/l

NA+Cr⁺⁶+Ni: อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็งผสมโครเมียม (เฮกซะวาเลนต์) และนิกเกิลที่ความเข้มข้น 45.00 และ 45.00 mg/l

NA+Cr⁺⁶+Pb: อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็งผสมโครเมียม (เฮกซะวาเลนต์) และตะกั่วที่ความเข้มข้น 45.00 และ 2.00 mg/l

NA+Cr⁺⁶+Ni+Pb: อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็งผสมโครเมียม (เฮกซะวาเลนต์) นิกเกิล และตะกั่วที่ความเข้มข้น 45.00, 45.00 และ 2.00 mg/l

ตารางที่ ก.12.2 รายละเอียดการตรวจวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรีย *Flavobacterium odoratum*

รายละเอียด	ผลการทดสอบ
Gram reaction	-ve
Cytochrome oxidase	+
Utilization of carbohydrate:	
- Arabinose	-
- Mannose	-
- Sucrose	-
- Melibiose	-
- Rhamnose	-
- Sorbitol	-
- Mannitol	-
- Adonitol	-
- Galactose	-
- Inositol	-
Enzymatic hydrolysis:	
- p-n-p-phosphate	-
- p-n-p- α - β -glucoside	-
- p-n-p- β -galactoside	-
- praline nitroanilide	+
- p-n-p-bis-phosphate	+
- p-n-p-xyloside	-
- p-n-p- α -arabinoside	-
- p-n-p-phosphorynide	+
- p-n-p- β -glucuronide	-
- p-n-p-N-acetyl-glucosaminide	-
- γ -L-glutamyl-p-nitroanilide	+
Hydrolysis of esculin	-
Oxidative deamination of phenylalanine	+
Hydrolysis of urea	+

ตารางที่ ก.12.2 รายละเอียดการตรวจวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรีย *Flavobacterium odoratum* (ต่อ)

รายละเอียด	ผลการทดสอบ
Degradation of glycine	+
Utilization of citrate	+
Utilization of malonate	-
Reduction of the tetrazolium compound	+
Anaerobic catabolism	
- Arginine	+
- Lysine	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.12.3 รายละเอียดการตรวจวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรีย *Stenotrophomonas maltophilia*

รายละเอียด	ผลการทดสอบ
Gram reaction	-ve
Cytochrome oxidase	+
Utilization of carbohydrate:	
- Arabinose	-
- Mannose	-
- Sucrose	-
- Melibiose	-
- Rhamnose	-
- Sorbitol	-
- Mannitol	-
- Adonitol	-
- Galactose	-
- Inositol	-
Enzymatic hydrolysis:	
- p-n-p-phosphate	+
- p-n-p- α - β -glucoside	+
- p-n-p- β -galactoside	-
- praline nitroanilide	-
- p-n-p-bis-phosphate	-
- p-n-p-xyloside	-
- p-n-p- α -arabinoside	-
- p-n-p-phosphorynide	-
- p-n-p- β -glucuronide	-
- p-n-p-N-acetyl-glucosaminide	-
- γ -L-glutamyl-p-nitroanilide	+
Hydrolysis of esculin	+
Oxidative deamination of phenylalanine	-
Hydrolysis of urea	+

ตารางที่ ก.12.3 รายละเอียดการตรวจวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรีย *Stenotrophomonas maltophilia* (ต่อ)

รายละเอียด	ผลการทดสอบ
Degradation of glycine	+
Utilization of citrate	+
Utilization of malonate	-
Reduction of the tetrazolium compound	-
Anaerobic catabolism	
- Arginine	+
- Lysine	-

หมายเหตุ:

-ve = Gram negative bacteria

+ = Positive reaction

- = Negative reaction

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ข.1 การวิเคราะห์ COD (Chemical Oxygen Demand)

โดยวิธีการรีฟลักซ์แบบเปิด (Opened reflux)

1. เครื่องมือ

1.1 Reflux apparatus ประกอบด้วย ขวดรูปชมพู่กันแบนขนาด 250-500 มิลลิลิตร ซึ่งมีคอทำด้วย ground glass 24/20 และ condenser 300 มิลลิเมตร Jacket Liebig ซึ่งมีข้อต่อทำด้วย ground glass 24/20 เช่นกัน

1.2 Hot plate

1.3 Burette ขนาด 50 มิลลิลิตร

2. สารเคมี

2.1 สารละลายมาตรฐาน โปตัสเซียมไดโครเมต 0.25 นอร์มัล

ละลาย Potassium dichromate 12.259 กรัม ซึ่งอบแห้งที่ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

2.2 กรดซัลฟูริกเข้มข้นที่ผสมซิลเวอร์ซัลเฟต

ละลาย Ag_2SO_4 22 กรัม ใน กรด H_2SO_4 เข้มข้นตั้งทิ้งไว้ 1-2 วันเพื่อให้ละลาย

2.3 สารละลายมาตรฐาน เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.1 นอร์มัล

ละลาย $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ 39 กรัมในน้ำกลั่น แล้วเติม กรด 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 $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ โดยใช้ ferroin จำนวน 2-3 หยดเป็นอินดิเคเตอร์ สารละลายจะเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นน้ำตาลแดงที่จุดยุติ

$$\text{Normality} = \frac{\text{ปริมาตร } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 0.25}{\text{ปริมาตร } \text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2}$$

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 แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2.5 Mercuric sulfate (HgSO_4)

2.6 Silver sulfate (Ag_2SO_4)

3. วิธีการ

3.1 ใส HgSO_4 ประมาณ 0.4 กรัม ลงในขวดรีฟลักซ์พร้อมด้วย glass bead 2-3 เม็ด จากนั้นเติมตัวอย่างน้ำเสีย 20 มิลลิลิตร ลงในขวด ปิดเตาสารละลายมาตรฐาน Potassium dichromate 10 มิลลิลิตร เติกลงไป เขย่าให้เข้ากัน

3.2 ค่อยๆเติมกรดซัลฟูริก เข้มข้น ที่ผสม Ag_2SO_4 ลงไป 30 มิลลิลิตร (ไม่ต้องเขย่า)

3.3 นำขวดรีฟลักซ์นี้ไปต่อกับเครื่องควบแน่น ค่อยๆ หมุนขวด ให้ส่วนผสมเข้ากันได้ดีก่อนแล้วจึงทำการรีฟลักซ์หรือต้มให้เดือดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นใช้น้ำกลั่นฉีดล้างเครื่องควบแน่นก่อนที่จะถอดขวดรีฟลักซ์ออกไปที่เทอร์ต

3.4 ทำ blank โดยใช้ น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร และน้ำยาเคมีต่างๆ เหมือนที่ใช้วิเคราะห์ น้ำตัวอย่าง แล้วทำการรีฟลักซ์ไปพร้อมๆ กับน้ำตัวอย่าง

3.5 เทเทอร์ตหาปริมาณ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ที่เหลือ หรือมากเกินไปด้วยสารละลาย $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ โดยใช้ ferroin เป็นอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จะมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเหลืองเป็นสีฟ้าอมเขียวและเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ อ่านปริมาตรที่เทอร์ตสีเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ

4. การคำนวณ

$$\text{COD, mg/l} = \frac{(a-b) \times N \times 8000}{\text{ปริมาตรน้ำเสียตัวอย่าง}}$$

a คือ ปริมาตรของ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ ที่ใช้เทเทอร์ต blank

b คือ ปริมาตรของ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ ที่ใช้เทเทอร์ตน้ำเสียตัวอย่าง

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

ข.2 การวิเคราะห์โครเมียม (เฮกซะวาเลนต์)

1. เครื่องมือ

- 1.1 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์
- 1.2 ปิเปต
- 1.3 Volume flask ขนาด 100 มิลลิลิตร
- 1.4 บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 1.5 เครื่องวัดพีเอช

2. สารเคมี

- 2.1 สารละลายสต็อกโครเมียมเข้มข้น (Stock chromium solution)
ละลายโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 141.4 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นและเจือจางเป็น 100 มิลลิลิตร
สารละลายนี้ 1.00 มิลลิลิตร = โครเมียม 500 ไมโครกรัม
- 2.2 สารละลายมาตรฐานโครเมียม (Standard chromium solution)
ปิเปตสารละลายโครเมียมเข้มข้น 1.00 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น จนครบปริมาตร
สารละลายนี้ 1.00 มิลลิลิตร = โครเมียม 5.00 ไมโครกรัม
- 2.3 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4 , Conc.)
- 2.4 สารละลายไดฟีนิลคาร์บาไซด์ (Diphenylcarbazide solution)
ละลาย 1, 5-Diphenylcarbazide 250 มิลลิกรัม ในอะเซโตน (Acetone) 50 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา ควรทิ้งเมื่อสารละลายเปลี่ยนสี

3. วิธีการ

3.1 การสร้างสีและการวัด

ปรับพีเอชสารละลายตัวอย่างด้วยกรดซัลฟูริก 0.2 นอร์มัล ให้มีพีเอช 1.0 ± 0.3 โดยใช้เครื่องวัดพีเอช แล้วเจือจางเป็น 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายไดฟีนิลคาร์บาไซด์ 2.0 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5-10 นาที เพื่อให้ปฏิกิริยาการสร้างสีเกิดอย่างสมบูรณ์ นำไปวัด Absorbance ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบลนด์ แล้วอ่านค่าจากกราฟมาตรฐาน

3.2 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานโครเมียมให้มีความเข้มข้น 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 ไมโครกรัม โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานโครเมียม (1 มิลลิลิตร = 5 ไมโครกรัมโครเมียม) มา 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร พล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นโครเมียมเป็นไมโครกรัม และ Absorbance

4. การคำนวณ

$$\text{โครเมียม (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{\text{ไมโครกรัมโครเมียมที่อ่านจากกราฟ}}{\text{ปริมาณตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ค.1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	หมายเหตุ
1. พีเอช (pH)	5.5-9.0	
2. ทีดีเอส (TDS)	- ไม่เกิน 3,000 มก/ล - ถ้าเป็นแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็มมากกว่า 2,000 มก/ล หรือเป็นน้ำทะเล ให้ค่าทีดีเอสในน้ำทิ้งมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอส ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก/ล	คณะกรรมการควบคุมมลพิษอาจกำหนดให้มากกว่าได้แต่ไม่เกิน 5,000 มก/ล (ขึ้นกับแหล่งรับน้ำทิ้งหรือประเภทอุตสาหกรรม)
3. สารแขวนลอย (SS)	ไม่เกิน 50 มก/ล	คณะกรรมการควบคุมมลพิษอาจกำหนดให้มากกว่าได้แต่ไม่เกิน 150 มก/ล (ขึ้นกับแหล่งรับน้ำทิ้งหรือประเภทอุตสาหกรรม)
4. อุณหภูมิ	ไม่เกิน 40 ^o ซ	
5. สีหรือกลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	
6. ชัลไฟด์	ไม่เกิน 1.0 มก/ล	
7. ไซยาไนต์	ไม่เกิน 0.2 มก/ล	
8. โลหะหนักต่างๆ		
8.1 สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0 มก/ล	
8.2 โครเมียม (Cr ⁺⁶)	ไม่เกิน 0.25 มก/ล	
8.3 โครเมียม (Cr ⁺³)	ไม่เกิน 0.75 มก/ล	
8.4 อาร์เซนิก (As)	ไม่เกิน 0.25 มก/ล	
8.5 ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 2.0 มก/ล	
8.6 ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.005 มก/ล	
8.7 แคดเมียม (Cd)	ไม่เกิน 0.03 มก/ล	
8.8 เซเลเนียม (Se)	ไม่เกิน 0.02 มก/ล	
8.9 แบเรียม (Ba)	ไม่เกิน 1.0 มก/ล	
8.10 ตะกั่ว (Pb)	ไม่เกิน 0.2 มก/ล	
8.11 นิกเกิล (Ni)	ไม่เกิน 1.0 มก/ล	

ค.1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	หมายเหตุ
8.12 แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 5.0 มก/ล	
9. น้ำมันและไขมัน	ไม่เกิน 5.0 มก/ล	คณะกรรมการควบคุมมลพิษอาจกำหนดให้มากกว่าได้แต่ไม่เกิน 15 มก/ล (ขึ้นกับแหล่งรับน้ำทิ้งหรือประเภทอุตสาหกรรม)
10. ฟอรัมาลดีไฮด์	ไม่เกิน 1.0 มก/ล	
11. สารประกอบฟีนอล	ไม่เกิน 1.0 มก/ล	
12. คลอรีนอิสระ	ไม่เกิน 1.0 มก/ล	
13. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	ตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด	
14. บีโอดี (BOD)	ไม่เกิน 20 มก/ล	คณะกรรมการควบคุมมลพิษอาจกำหนดให้มากกว่าได้แต่ไม่เกิน 60 มก/ล (ขึ้นกับแหล่งรับน้ำทิ้งหรือประเภทอุตสาหกรรม)
15. ทีเคเอ็น (TKN)	ไม่เกิน 100 มก/ล	คณะกรรมการควบคุมมลพิษอาจกำหนดให้มากกว่าได้แต่ไม่เกิน 200 มก/ล (ขึ้นกับแหล่งรับน้ำทิ้งหรือประเภทอุตสาหกรรม)
16. ซีโอดี (COD)	ไม่เกิน 120 มก/ล	คณะกรรมการควบคุมมลพิษอาจกำหนดให้มากกว่าได้แต่ไม่เกิน 400 มก/ล (ขึ้นกับแหล่งรับน้ำทิ้งหรือประเภทอุตสาหกรรม)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.2 ความแรงของกรด และเบส (Strengths of Acids and Bases) (อินทิรา หาญพงษ์พันธ์, 2545)

ตารางที่ ค.2 ความสัมพันธ์ความแรงของกรด และเบส

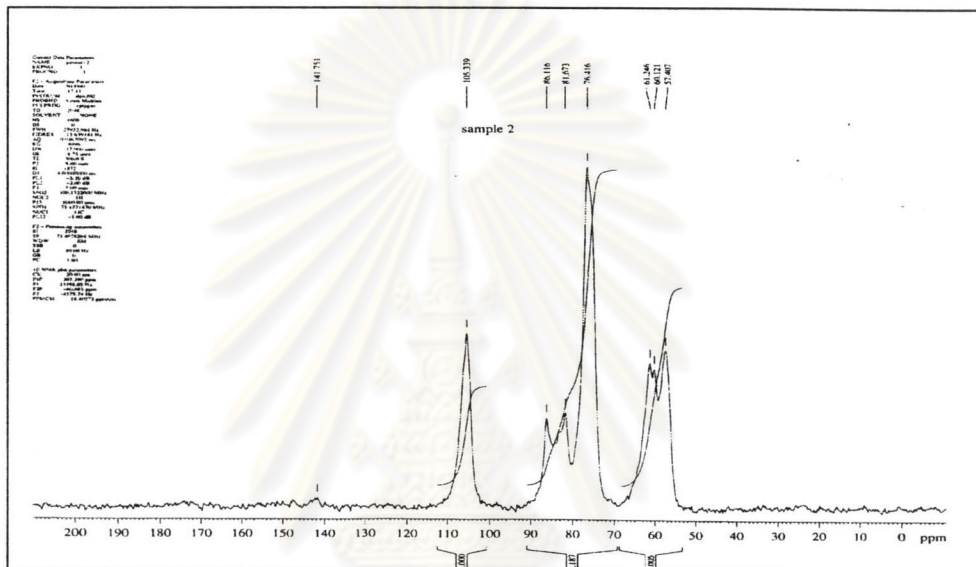
Acid	Formula	Conjugate base	Formula
Perchloric	HClO_4	Perchlorate ions	ClO_4^-
Hydroiodide	HI	Iodide ions	I^-
Hydrochloric	HCl	Chloride ions	Cl^-
Nitric	HNO_3	Nitrate ions	NO_3^-
Sulfuric	H_2SO_4	Hydrogen sulfate ions	HSO_4^-
Hydronium ion	H_3O^+	Water	H_2O
Sulfurous	H_2SO_3	Hydrogen sulfite ions	HSO_3^-
Hydrogen sulfate ions	H_2SO_4^-	Sulfate ions	SO_4^{2-}
Phosphoric	H_3PO_4	Dihydrogen phosphate ions	H_2PO_4^-
Hydrofluoric	HF	Fluoric ions	F^-
Nitrous	HNO_2	Nitrite	NO_2^-
Acetic	$\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$	Acetate ions	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$
Carbonic	H_2CO_3	Hydrogen carbonate ions	HCO_3^-
Hydrogen sulfide	H_2S	Hydrogen sulphide ions	HS^-
Hydrogen sulfite ions	HSO_3^-	Sulfite ions	SO_3^{2-}
Ammonium ions	NH_4^+	Ammonia	NH_3
Hydrogen carbonate ions	HCO_3^-	Carbonate ions	CO_3^{2-}
Hydrogen sulfide ions	HS^-	Sulfide ions	S^{2-}
Water	H_2O	Hydroxide ions	OH^-
Hydroxide ions	OH^-	Oxide ions	O^{2-}
Ammonia	NH_3	Amide ions	NH_2^-
Hydrogen	H_2	Hydride ions	H^-

Decreasing acid strength ↓ ↑ Decreasing base strength

ภาคผนวก ง
ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของไคโตซาน

ง.1 ผลการวิเคราะห์ระดับการกำจัดหมู่แอซีทิล (Degree of Deacetylation)

ง.1.1 วิเคราะห์โดยเครื่อง NMR



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

วิเคราะห์โดยวิธี Colloidal titration (Amino residue analysis) ดังนี้

1. เครื่องมือ

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

2. สารเคมี

- 2.1 สารละลายกรดแอซีติก 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 ละลายไอโอดีน 2.5 กรัม ในกรดอะเซติกความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ปริมาตร 200 มิลลิลิตร โดยกวนเป็นเวลา 15 นาที
- 3.2 กรองสารละลายด้วยผ้าพอลิเอสเตอร์ ตะกอนที่ไม่ละลายทิ้งไป
- 3.3 เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 18 มิลลิลิตรอย่างช้าๆ และกวนอย่างรุนแรง เพื่อให้เกิดตะกอนมากที่สุด
- 3.4 กรองด้วยผ้าพอลิเอสเตอร์ ส่วนที่เป็นสารละลายใส่นำทิ้งไป
- 3.5 นำตะกอนที่ได้ละลายกับเมทานอล 100 มิลลิลิตร กรองซ้ำอีกครั้ง
- 3.6 นำสารละลายที่กรองได้ทดสอบกับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก ถ้าเกิดตะกอนสีขาวขุ่นให้นำตะกอนที่กรองได้ไปเติมเมทานอลอีกครั้ง ทดสอบจนกว่าจะไม่เกิดตะกอนขาวจึงค่อยทำขั้นต่อไป
- 3.7 นำตะกอนจากการกรองอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือไอโอดีนไฮโดรคลอไรด์
- 3.8 นำไอโอดีนไฮโดรคลอไรด์ปริมาณ 1 กรัม ละลาย และปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร และแบ่งสารละลายมา 50 มิลลิลิตรไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยใช้ฟีนอล์ฟทาเลอินเป็นอินดิเคเตอร์
- 3.9 คำนวณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป

4. การคำนวณ

- 4.1 น้ำหนักตัวอย่าง (ไอโอดีนไฮโดรคลอไรด์) _____ กรัม
- 4.2 การไตเตรต
 - สารละลายไอโอดีนไฮโดรคลอไรด์ที่ใช้ 50 มิลลิลิตร
 - ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ _____ โมลาร์
 - ใช้ปริมาตร เท่ากับ _____ มิลลิลิตร

4.3 คำนวณ

- ไคโตซานไฮโดรคลอไรด์ 1 โมล (197.61672 กรัม) = สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมล
- ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่เอมีน (NH_2) (กรัม) = (ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ \times ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้) \times 0.005
- ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่อะเซตาตไฮด์ (NHCOCH_3) (กรัม) = ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ - ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่เอมีน
- หมู่อะเซตาตไฮด์ 1 โมล มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 203.19296 กรัม ดังนั้น ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่อะเซตาตไฮด์ มีค่าเท่ากับ _____ โมล
- ปริมาณโมโนเมอร์รวม = ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่เอมีน + ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่อะเซตาตไฮด์
- ระดับการกำจัดหมู่เอซีทิล = (ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่เอมีน / ปริมาณโมโนเมอร์รวม) \times 100

5. ตัวอย่างการคำนวณ

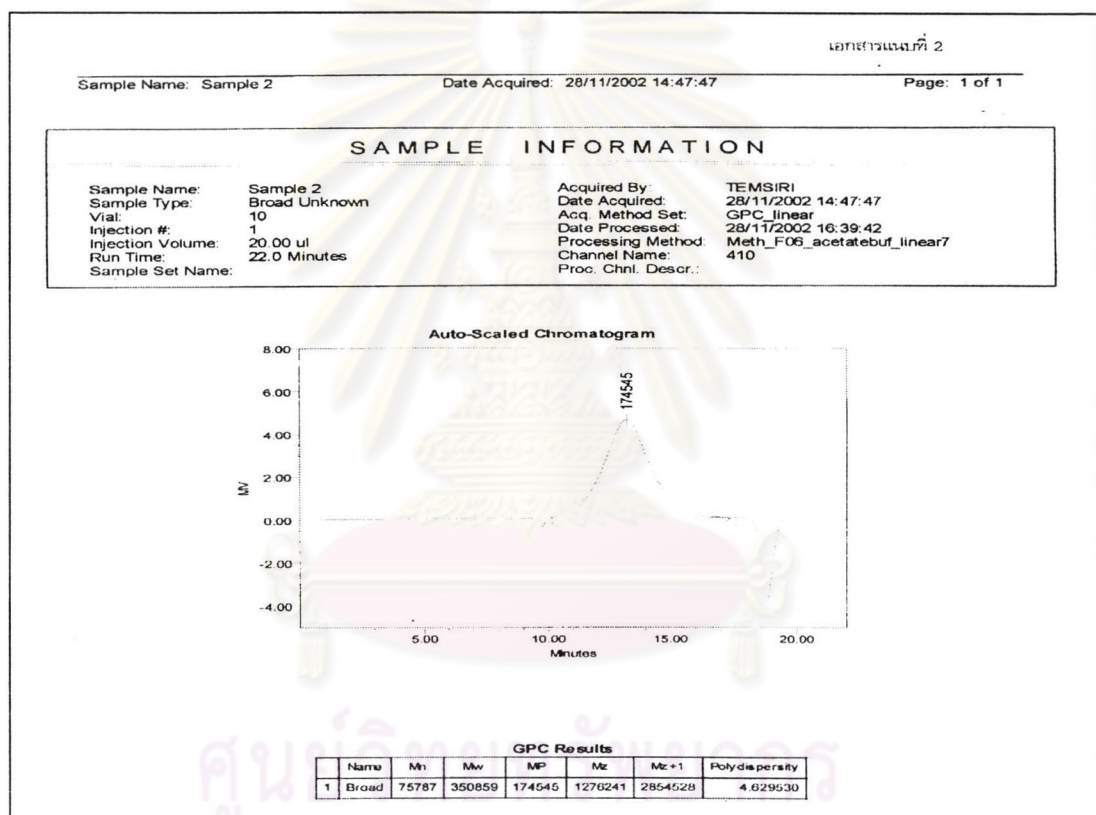
5.1 น้ำหนักตัวอย่าง (ไคโตซานไฮโดรคลอไรด์) 1.03 กรัม

5.2 การไตเตรต

- สารละลายไคโตซานไฮโดรคลอไรด์ที่ใช้ 50 มิลลิลิตร
- ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1059 โมลาร์
ใช้ปริมาตร เท่ากับ 8.63 มิลลิลิตร
- ไคโตซานไฮโดรคลอไรด์ 1 โมล (197.61672 กรัม) = สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมล
- ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่เอมีน (NH_2) (โมล) = (ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ \times ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้) \times 0.005
= 4.57×10^{-3} โมล = 0.903 กรัม
- ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่อะเซตาตไฮด์ (NHCOCH_3) (กรัม) = ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ - ปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่เอมีน = 0.127 กรัม
- หมู่อะเซตาตไฮด์ 1 โมล มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 203.19296 กรัม ดังนั้นปริมาณโมโนเมอร์ที่มีหมู่อะเซตาตไฮด์ มีค่าเท่ากับ 6.25×10^{-4} โมล

- ปริมาณ โมนอเมอร์รวม = ปริมาณ โมนอเมอร์ที่มีหมู่เอมีน + ปริมาณ โมนอเมอร์ที่มีหมู่อะเซตาดีไฮด์ = 5.20×10^{-3}
- ระดับการกำจัดหมู่เอซีทิล = (ปริมาณ โมนอเมอร์ที่มีหมู่เอมีน / ปริมาณ โมนอเมอร์รวม) $\times 100 = 87.88 \%$

ง.2 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight) ด้วยเครื่อง GPC



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง. 3 ผลการวิเคราะห์ค่าการดูดซับไอโอดีนของไคโตซาน (ASTM, 1994)

1. เครื่องมือ

- 1.1 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)
- 1.2 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
- 1.3 ปิเปต (Pipet)
- 1.4 บิวเรต (Buret) ขนาด 50 มิลลิลิตร
- 1.5 กรวยกรอง (Funnel)
- 1.6 กระดาษกรอง (Filter paper)

2. สารเคมี

- 2.1 สารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก
เตรียมโดยตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นจำนวน 70 มิลลิลิตร เทใส่น้ำกลั่นที่มีปริมาตร 550 มิลลิลิตร
- 2.2 น้ำแข็งเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
เตรียมโดยชั่งแข็ง 1 กรัม ละลายด้วยน้ำร้อน จนมีน้ำหนักเป็น 10 กรัม น้ำแข็งที่เตรียมได้จะใช้ภายในวันที่เตรียมเท่านั้น
- 2.3 สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเข้มข้น 0.100 ± 0.001 นอร์มัล
เตรียมโดยละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 24.820 กรัม ในน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร เติมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 0.1 กรัม และเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1,000 มิลลิลิตรด้วยขวดปรับปริมาตร
- 2.4 สารละลายไอโอดีนเข้มข้น 0.100 ± 0.001 นอร์มัล
เตรียมโดยละลายไอโอดีน 12.700 กรัม และโปแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 19.10 กรัม ในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 4 ชั่วโมง จนผลึกไอโอดีนละลายหมด แล้วจึงเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1,000 มิลลิลิตรด้วยขวดปรับปริมาตร

2.5 สารละลายโปแทสเซียมไอโอเดตเข้มข้น 0.100 นอร์มัล

เตรียมโดยอบโปแทสเซียมไอโอเดตที่ 110 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งมา 3.5667 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

3. วิธีเทียบมาตรฐานสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

ปิเปตสารละลายโปแทสเซียมไอโอเดต 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมโปแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2 กรัม เขย่าให้สารละลาย เดิมกรด ไฮโดรคลอริกเข้มข้นปริมาณ 5 มิลลิลิตร ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต โดยใช้ น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติคือ จุดที่สารละลายไม่มีสี

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

$$N_1 = (P \times R) / S$$

โดย N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มัล)
 P = ปริมาตรของสารละลายโปแทสเซียมไอโอเดต (มิลลิลิตร)
 R = ความเข้มข้นของสารละลายโปแทสเซียมไอโอเดต (นอร์มัล)
 S = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

4. วิธีเทียบมาตรฐานของสารละลายไอโอดีน

ปิเปตสารละลายไอโอดีน 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต โดยใช้ น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติคือ จุดที่สารละลายไม่มีสี

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

$$N_2 = (P \times R) / S$$

- โดย N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน (นอร์มัล)
 P = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (มิลลิลิตร)
 R = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มัล)
 S = ปริมาตรของสารละลายไอโอดีนที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

5. วิธีการ

- 5.1 บดและคัดขนาดให้ละเอียดน้อยกว่า 250 μm (No.60)
- 5.2 อบอุ่นอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในหม้อดูดความชื้น
- 5.3 ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ M ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม) ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งมีจุกปิด
- 5.4 ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกจำนวน 10 มิลลิลิตร (ตวงด้วยปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดประมาณ 10 วินาที แกว่งขวดเบาๆ เพื่อให้ไอโอดีนทุกส่วนชุ่มด้วยสารละลาย)
- 5.5 ใส่สารละลายไอโอดีน 100 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าแรงๆ เป็นเวลา 30 วินาที
- 5.6 กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 ทิ้งสารละลายที่กรองได้ 20 มิลลิลิตรแรก
- 5.7 ดูดสารละลายที่กรองได้ 50 มิลลิลิตรด้วยปิเปต
- 5.8 ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล โดยใช้น้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติคือ จุดที่สารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้เป็นมิลลิลิตร (S)

6. การคำนวณ

- 6.1 การคำนวณค่าการดูดซับจำเพาะ (X/M) และความเข้มข้นที่สมดุลของสารละลายไอโอดีน (C)

$$X/M = [A - (DF \times B \times S)] / W$$

$$C = (N_2 \times S) / 50$$

โดย

X/M = ปริมาณของไอโอดีนที่ถูกดูดซับต่อกรัมของถ่านที่ใช้ดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน (นอร์มัล)

N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มัล)

DF = dilution factor ในที่นี้เท่ากับ 2.4

A = $N_1 \times 12693.0$

B = $N_2 \times 126.93$

C = ความเข้มข้นของสารละลายที่กรองได้ (นอร์มัล)

W = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

S = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ (มิลลิลิตร)

6.2 นำค่า X/M ที่ได้ทั้งสามค่าการสร้างกราฟระหว่างแกนราบคือ $\log C$ แกนตั้งฉากคือ $\log X/M$ จะได้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

6.3 จากเส้นความสัมพันธ์ที่ตำแหน่ง $C = 0.02$ หรือ $\log C = -1.639$ จะทราบค่าบนแกนตั้งฉาก สมมติเท่ากับ Y นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า IA ดังนี้

$$IA \text{ (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = 10^Y$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุทธิทิรา บัวนาค เกิดวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดสุพรรณบุรี จบการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เมื่อปี
พ.ศ. 2543 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
(สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2544



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย