

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- จิราภา เสธจินตนิน. 2547. การปรับปรุงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของกิ้งกูดดำ *Penaeus monodon* ที่ตลาดกลางกึ่งจังหวัดสมุทรสาครโดยโอโซน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นบชนก ธนพงศธร. 2544. การใช้โอโซนร่วมกับการสแกนตะกอนทางชีวภาพในปลอเลี้ยงกิ้งกูดดำ บนพื้นที่ความเค็มต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- นพพรช ลักขณานุรักษ์. 2545. การบำบัดน้ำชะมูลฝอยขั้นต้นด้วยกระบวนการโอโซนเนชั่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- เนทिया ตันทชุนห์. 2544. การลดปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดโดยกระบวนการโอโซนเนชั่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- รวันต์ วุฒิพงศ์. 2546. การย่อยสลายเพนตะคลอโรฟีนอลด้วยโอโซน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. 2551. ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
- ศัพท์บัญญัติและนิยามน้ำเสีย, 2540. กรมควบคุมมลพิษและสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1.
- ศิริรักษ์ เนตรรัตน์. 2539. การวิเคราะห์เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการใช้ก๊าซโอโซนในการฆ่าเชื้อโรคที่ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ศิริลักษณ์ ศิริ. 2544. ประสิทธิภาพของระบบบำบัดร่วมระหว่างฟิล์มชีวะกับตะกอนเร่งในการบำบัดน้ำเสียชุมชน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

- สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์. 2549. ระบบบำบัดน้ำเสีย: การเลือกใช้ การออกแบบ การควบคุมและการแก้ไขปัญหา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ.
- สุทธิรักษ์ กาบแก้ว. 2546. การใช้โอโซนสำหรับการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุบัณฑิต นิมรรัตน์. 2548. จุลชีววิทยาของน้ำเสีย. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุเมธ ชวเดช. 2541. การพัฒนากระบวนการออกซิเดชันโอโซนสำหรับการบำบัดน้ำเสีย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุรพล รักปทุม. 2543. โอโซนเพื่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. (ม.ป.ท.).
- แสวง เกิดประทุม, ชนาگانต์ อาษาสุจริต และอธิษฐาน ทิมแย้มประเสริฐ. สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. บำบัดสีในน้ำเสียอุตสาหกรรมฟอกย้อมด้วยโอโซน. 5, 4-6 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2551): 15-18.
- อรรถพล ปิ่นแก้ว. 2546. การศึกษาผลของการเติมโอโซน (O₃) ในการย่อยสลายทางเคมีและทางชีวภาพของไฟรีน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ภาษาอังกฤษ

- APHA. 1998. Standard method for the examination of water and wastewater. 18 ed. Washington, DC: APHA.
- Bitton, G. 1994. Wastewater Microbiol. New York: Wiley.
- Chand, R. et al. 2007. Water disinfection using the novel approach of ozone and a liquid whistle reactor. J. of Biochem and Eng. 35:357-364.
- Cheremisinoff, N.P. and P.N. Cheremisinoff. 1993. Water Treatment and Waste Recovery Advanced Technology and Applications. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Emerson, M. A., Sproul, O. J. and Buck, C. E. 1982. Ozone inactivation of cell-associated viruses. Appl. Environ. Microbiol. 43:603-608.
- Gunten, V. U. 2003. Ozonation of drinking water: Part I. Oxidation Kinetics and product formation. Rev. Wat. Res. 37:1443-1467.

- Gunten, V. U. 2003. Ozonation of drinking water: Part II. Disinfection and by-product formation in presence of bromide, iodide or chlorine. Rev. Wat. Res. 37:1469-1487.
- Kepa, U., Stanczyk-Mazanek, E., and Stepniak, L. 2007. The use of the advanced oxidation process in the ozone + hydrogen peroxide system for the removal of cyanide from water. J. of Environ Eng. 223:187-193.
- Khadre, M. A. and Yousef, A. E. 2001. Sporicidal action of ozone and hydrogenperoxide: a comparative study. Int. J. of Food Microbiol. 71:131-138.
- Khadre, M. a., Yousef, A. E., Kim, J. 2001. Microbiological aspects of ozone applications in food. A Rew. J. of Food Science. 66:1242-1252, 1259.
- Kim, J., Yousef, A. E., Khadre, M. A. 2003. Ozone and its current and future application in the food industry. J. of Advance in food and nutrition. 45: 167-218.
- Kim, T. J., Silva, J. L., Chamul, R. S., and Chen T. C. 2000. Influence of ozone. Hydrogenperoxide, or salt on microbial profile, TBARS and color of channel cat fish fillets. J. of Food Science. 65(7): 1210-1213.
- Lilia, M. 1995. Microbiology analysis of activated sludge in municipal wastewater treatment plant at "KREMIKOV TZT" holding. J. of Culture Collection. Vol.1:18-22.
- Lin, S.H. and Yeah, K.L. 1993. Looking to treat Wastewater? Try ozone. J of Chem. Eng. 28: 112-116.
- Rice, R.G., Bollyky, L.J. and Lacy, W.J., 1991, Analytical Aspects of Ozone Treatment of Water and Wastewater. Washington DC, USA: Lewis Publishers.
- Seviour, R.J. and Blackhall, L.L., 1999. The Microbiology of Activated Sludge. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Song, S. et al. 2006. Mechanism of decolorization and degradation of CI Direct Red 23 by ozonation combined with sonolysis. J. of Bio and Environ Eng. 66:1782-1788.
- Tomiyaso, H., 1985, Kinatics and Mechanism of Ozone Decomposition in Basic Aqueous Solution, J. of Inorganic Chemistry. 24: 2962.
- Weber, W.J., Jr. 1972. Physicochemical Processes For Water Quality Control. New York: John Wiley and Sons, Inc.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คุณสมบัติของเครื่องผลิตโอโซน

ตารางที่ ก.1 Ozone gas

Flow (L/min)	15	10
O ₃ (g/m ³)	2.3	3.5
O ₃ (g/hr)	2.07	2.1
COOLING SYSTEM	WATER & AIR COOLED	
OZONE TUBE	CORONA DISCHARGE	
OZONE CHAMBER	STAINLESS STEEL CASING	
HIGH VOLTAGE	10kV with > 400 Hz.	
POWER SUPPLY	220 ± 10% VAC.50 Hz.	

ตารางที่ ก.2 Mixing Pump (at pressure 2 bar)

Model	M15NP(D)
Water Capacity (L/min)	8
Air Capacity (NL/min)*	0.64
Motor 2 Pole, 50 Hz. (kW)	0.2

*NL คือ Normal Liter อธิบายเพิ่มเติมได้จาก NTP (Normal Temperature and Pressure)

NTP- Normal Temperature and Pressure is defined as air at 20⁰C (293.15K, 68⁰F) and 1 atm (101.325 kN/m², 101.325 kPa, 14.7 psig, 29.92 in Hg, 760 torr). Density 1.204 kg/m³ (0.075 pounds per cubic foot)

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของไอโซน

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของไอโซนด้วยวิธี Indigo Colorimetric Method (APHA, 1998)

ข.1 วิธีการเตรียมสารละลาย

1.1 Indigo stock solution

- เติมน้ำกลั่นประมาณ 500 มิลลิลิตร ลงในขวด Volumetric flask จากนั้นเติม conc. phosphoric acid 1 มิลลิลิตร
 - ชั่งสาร Potassium indigo trisulfonate ($C_{16}H_7N_2O_{11}S_3K_3$) จำนวน 770 มิลลิกรัม
- ละลายลงในขวด Volumetric flask และเขย่าให้เข้ากัน

Dilution 1:100 ของ Indigo stock solution ควรมีค่าการดูดกลืนแสง 0.20 ± 0.010 cm ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ทั้งนี้ stock solution ที่เตรียมขึ้นมาสามารถเก็บไว้ได้ประมาณ 4 เดือนในที่มีด และทุกครั้งที่นำมาใช้ ค่า Dilution 1:100 ของ Indigo stock solution ไม่ควรต่ำกว่า 0.16/cm

1.2 Indigo reagent II

- เติม Indigo stock solution 100 มิลลิลิตร ลงในขวด Volumetric flask
- ชั่งสาร Sodium dihydrogen phosphate (NaH_2PO_4) จำนวน 10 กรัม ละลายสารลงในขวด Volumetric flask
- เติม conc. phosphoric acid 7 มิลลิลิตร และเขย่าให้เข้ากัน

สารละลาย Indigo reagent II การเตรียมหนึ่งครั้ง สามารถใช้ได้หนึ่งสัปดาห์

ข.2 วิธีวิเคราะห์

- เติมสารละลาย Indigo reagent II 2.5 มิลลิลิตร ลงในขวด volumetric flasks ขนาด 25 มิลลิลิตร
- เติมน้ำเสียที่ต้องการวิเคราะห์ที่เวลาต่าง ๆ 22.5 มิลลิลิตร ในกรณี blank เตรียมเช่นเดียวกับตัวอย่าง แต่เปลี่ยนตัวอย่างน้ำเป็นน้ำกลั่น

จากนั้นวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ทันทีถ้าสามารถทำได้ แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ควรจะวัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างไม่เกิน 4 ชั่วโมง

ข.3 วิธีการคำนวณ

$$\text{mg O}_3/\text{L} = \frac{V_1 \times \Delta A}{f \times b \times V_2}$$

เมื่อ :

ΔA = ค่าความแตกต่างการดูดกลืนแสงระหว่างตัวอย่าง และ blank

b = ค่าความกว้างของ cell ที่ใช้ ในการทดลองครั้งนี้ 1 เซนติเมตร

V_1 = ปริมาตรรวม (มิลลิลิตร)

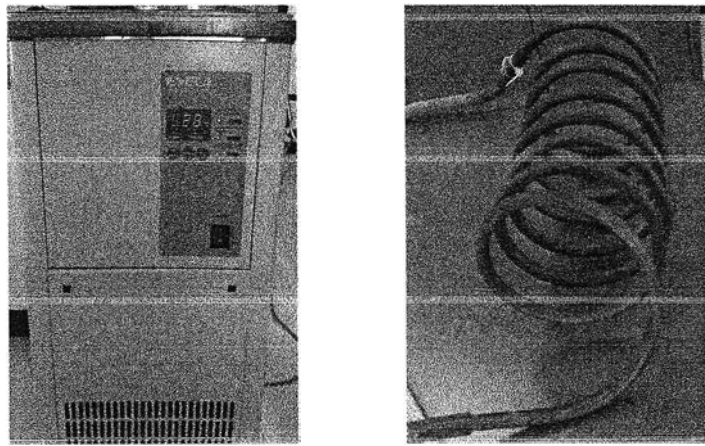
V_2 = ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

$f = 0.42$

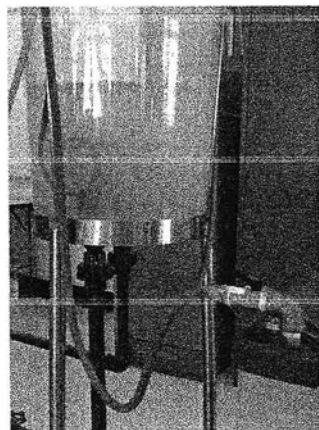
ภาคผนวก ค

ค.1 วิธีการควบคุมอุณหภูมิ

จุดประสงค์ เพื่อควบคุมอุณหภูมิน้ำเสียในถังปฏิกรณ์ให้คงที่ที่ 30 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญต่อการละลายของก๊าซไอโซนในน้ำ อุณหภูมิยิ่งต่ำ ส่งผลให้การละลายของก๊าซไอโซนในน้ำยิ่งเพิ่มขึ้น ดังนั้น เพื่อให้การละลายของก๊าซไอโซนในน้ำเสียคงที่ จึงต้องมีการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดการทดลอง



รูปที่ ค.1 เครื่อง Cooling bath และ Cooling coil



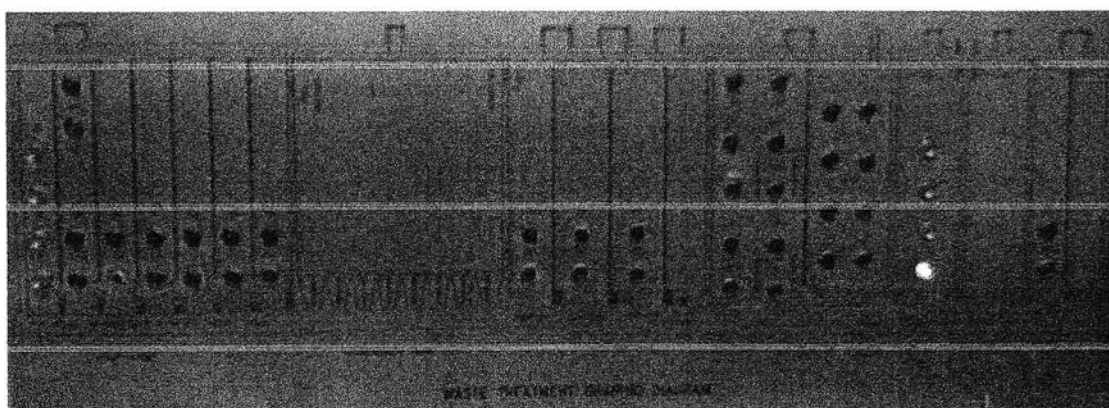
รูปที่ ค.2 การควบคุมอุณหภูมิ โดยให้น้ำไหลผ่าน Cooling coil

โดยในการทดลอง ใช้ Cooling bath ยี่ห้อ EYELA รุ่น Cool Ace CA-1111 เพื่อควบคุมระดับอุณหภูมิให้คงที่ที่ 30 °C โดยตั้งอุณหภูมิของเครื่อง Cooling bath อยู่ที่ 28 °C อัตราการไหลของน้ำผ่าน Cooling coil = 12.195 ลิตร/นาที เพื่อให้ น้ำที่ไหลผ่าน Cooling coil ช่วยลดความร้อนของน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในถังปฏิกรณ์ ก่อนเปิดเครื่องผลิตก๊าซโอโซนจะต้องทำการวัดอุณหภูมิของน้ำเสียเริ่มต้นด้วยเทอร์โมมิเตอร์ จากนั้นเปิดเครื่องผลิตก๊าซโอโซนแต่ยังไม่เปิดก๊าซโอโซนเข้าสู่ระบบ การเปิดเครื่องผลิตก๊าซโอโซนก่อนเพื่อต้องการ ให้น้ำเสียในถังปฏิกรณ์ได้ไหลเวียน จากนั้นเปิดเครื่อง Cooling bath ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ข้างต้น อุณหภูมิของน้ำภายในถังปฏิกรณ์จะเริ่มคงที่ เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที จากนั้นจึงเปิดก๊าซโอโซนเข้าสู่ระบบเพื่อให้ น้ำเสียได้สัมผัสกับก๊าซโอโซน เริ่มเก็บน้ำเสียตัวอย่างที่ 1 เป็นนาทีที่ 0 และทำการทดลองต่อไป

ค.2 ข้อมูลทั่วไปของอาคารมหามกุฏ

อาคารมหามกุฏเป็นอาคารเรียนขนาด 19 ชั้น ประกอบด้วย ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ห้องปฏิบัติการเคมีทั่วไป ห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ ห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์และเคมีอินทรีย์ รวมถึง หน่วยปฏิบัติการวิจัยต่าง ๆ กิจกรรมหลัก ๆ ของอาคารจึงเป็นการเรียนการสอนปฏิบัติการและการทำวิจัยของนิสิต รวมทั้งกิจกรรมการใช้น้ำในห้องน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดน้ำเสียปริมาณมาก

ปัจจุบันระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารมหามกุฏเป็นแบบตะกอนเร่ง (Activated sludge)



รูปที่ ค.3 แสดงแผนผังระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารมหามกุฏ
(WASTE TREATMENT GRAPHIC DIAGRAM)

ค.3 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

การเก็บตัวอย่างน้ำเสียแบบผสมรวม (Composite sample) เพื่อเป็นตัวแทนน้ำเสียทั้งวัน โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียในวันที่มีการเรียนการสอนปกติ ช่วงเวลา 9:30 และ 15:30 น. และเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งตรงจุดระบายน้ำออก นั่นคือ น้ำเสียจากบ่อสุดท้าย (Final tank)

ตารางที่ ค.1 แสดงการเรียน-การสอนของอาคารมหามกุฏ

วัน / เวลา	9:00 – 12:00	13:00 – 16:00
วันจันทร์		
วันอังคาร		
วันพุธ		
วันพฤหัสบดี		
วันศุกร์		

*หมายเหตุ

ชีววิทยา (ชั้น 4)

ฟิสิกส์ (ชั้น 5, 6)

เคมี (ชั้น 7)

เคมีอินทรีย์ (ชั้น 8)

เคมีอินทรีย์ + เคมีวิเคราะห์ (ชั้น 9)

เคมีฟิสิกส์ (ชั้น 10)

เคมีอินทรีย์ (ชั้น 14)

ปีงบประมาณที่ผ่านมาปริมาณการเก็บของเสียอันตรายไปทิ้ง 5 ครั้ง สำหรับภาควิชาที่ตั้งอยู่ภายในตึกมหามกุฏ คณะวิทยาศาสตร์ จากโปรแกรม Chem track and Waste track

ตารางที่ ค.2 รายการทิ้งของเสียอันตรายภาคเคมีเทคนิค

เดือน พ.ย. 2550				เดือน ม.ค. 2551			
รายการ	ประเภท	(Kg)	(L)	รายการ	ประเภท	(Kg)	(L)
1	I :			1	I :		44.5
2	II :			2	II :		2.5
3	III :			3	III :		2.5
4	IV :			4	IV :		
5	V :			5	V :		10.25
6	VI :	0.5		6	VI :		85
7	VII :		2.5	7	VII :		1
8	VIII :	2.5	20	8	VIII :		
9	IX :		10	9	IX :		72
10	X :		220	10	X :		554
11	XI :			11	XI :		22
12	XII :			12	XII :	1	786.5
13	XIII (a) :			13	XIII (a) :	33	20
	XIII (b) :				XIII (b) :	134.5	
14	XIV :			14	XIV :		3.5
รวม		3	252.5	รวม		168.5	1,603.75

ตารางที่ ค.2 รายการทิ้งของเสียอันตรายภาคเคมีเทคนิค (ต่อ)

เดือน มี.ค. 2551		เดือน พ.ค. 2551		เดือน ก.ค. 2551	
รายการ	ประเภท (Kg) (L)	รายการ	ประเภท (Kg) (L)	รายการ	ประเภท (Kg) (L)
1	I: 2.5	1	I:	1	I: 133.5
2	II: 4	2	II:	2	II: 12.5
3	III: 2.5	3	III:	3	III: 7.5
4	IV: 1	4	IV:	4	IV: 2.5
5	V:	5	V:	5	V: 20
6	VI: 14	6	VI:	6	VI: 105.5
7	VII:	7	VII: 2.5	7	VII:
8	VIII:	8	VIII: 0.5	8	VIII:
9	IX: 258	9	IX: 77.6	9	IX: 25
10	X: 105	10	X: 29.5	10	X: 359.5
11	XI: 9	11	XI: 2.5	11	XI: 26
12	XII: 279.5	12	XII:	12	XII: 640
13	XIII (a): 5 20	13	XIII (a):	13	XII (a): 2
	XIII (b): 30		XIII (b):		XIII (b): 10 25
14	XIV: 1	14	XIV:	14	XIV:
รวม	35 696.5	รวม	0.5 112.1	รวม	12 1,357

ตารางที่ ค.3 รายการสารเคมีจากภาควิชาเคมีและจากโปรแกรม Chemtrack

สารเคมี	โปรแกรม Chemtrack (ห้อง)	ภาควิชาเคมี
1. Chloroform (Trichloromethane)	2.5 L (1205)	2.5 L x 34 ขวด = 85 L
	2.5 L (1408)	
	2.5 L (1406.01)	
	2.5 L (1805.00)	
2. Chloroform-d	200 ml (1223)	100 ml x 8 ขวด = 800 ml
	200 g (1349)	
3. Dichloromethane	2.5 L (1231)	2.5 L x 26 ขวด = 65 L
	2.5 L (1408.1)	20 L x 8 ขวด = 160 L
	1.25 L (1816)	
	2.5 L (1811)	

ตารางที่ ค.3 รายการสารเคมีจากภาควิชาเคมีและจากโปรแกรม Chemtrack (ต่อ)

สารเคมี	โปรแกรม Chemtrack (ห้อง)	ภาควิชาเคมี
4. Mercuric oxide	2 kg (1205)	
	100 g (1817)	
Mercury (II) iodide	100 g (1205)	
Mercury (II) nitrate	50 g (1223)	
Mercury (II) chloride	250 g (1816)	250 g x 2 ขนาด = 500 g
5. Nickel (II) Chloride	500 g (1223)	250 g
Nickel (II) sulfate hexahydrate	500 g (1223)	1 kg x 2 ขนาด = 2 kg
6. Zinc Chloride		1 kg x 6 ขนาด = 6 kg
7. Barium Chloride	500 g (1811)	
	1 kg (1205)	
	1 kg (1805)	
8. Cadmium Sulfate	200 g (1223)	100 g x 5 ขนาด = 500 g
	500 g (1802)	
9. Magnesium Sulfate	500 g (1811)	4 kg
10. Sodium acetate		6 kg
Sodium arsenite	500 g	
Sodium azide	250 g (1205)	
	100 g (1347)	
	100 g (1408)	
	100 g (1811)	

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์น้ำเสีย

ง.1 รายงานผลการวิเคราะห์ตะกอนด้วยเครื่องมือ XRF

ตัวอย่าง : Waste

เจ้าของตัวอย่าง : นางสาวจิวโรบล แสงสว่าง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ : เพื่อวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบ

วิธีวิเคราะห์ : Wavelength dispersive X-ray diffraction spectrometry

เครื่องมือวิเคราะห์ : X-ray diffractometer ; Bruker AXS Model D8 Discover

ผู้วิเคราะห์ : Manop Tirattanasompot

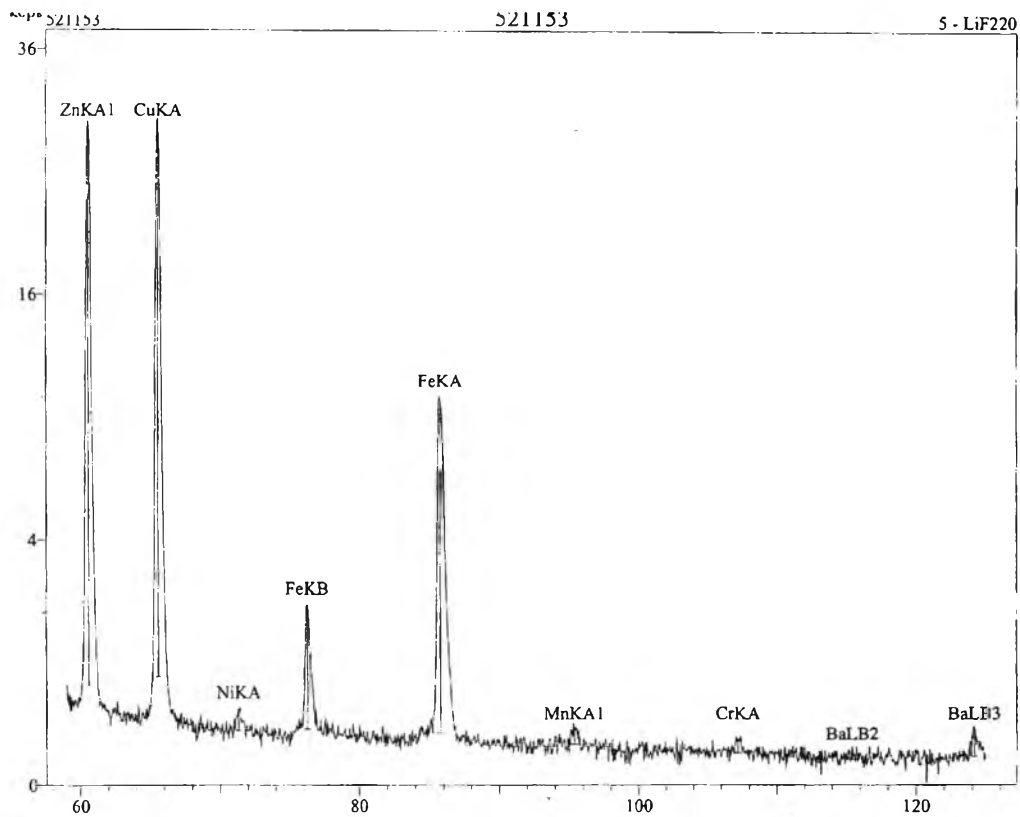
วันที่วิเคราะห์ : 17 เมษายน 2552

ตารางที่ ง.1 ผลการวิเคราะห์

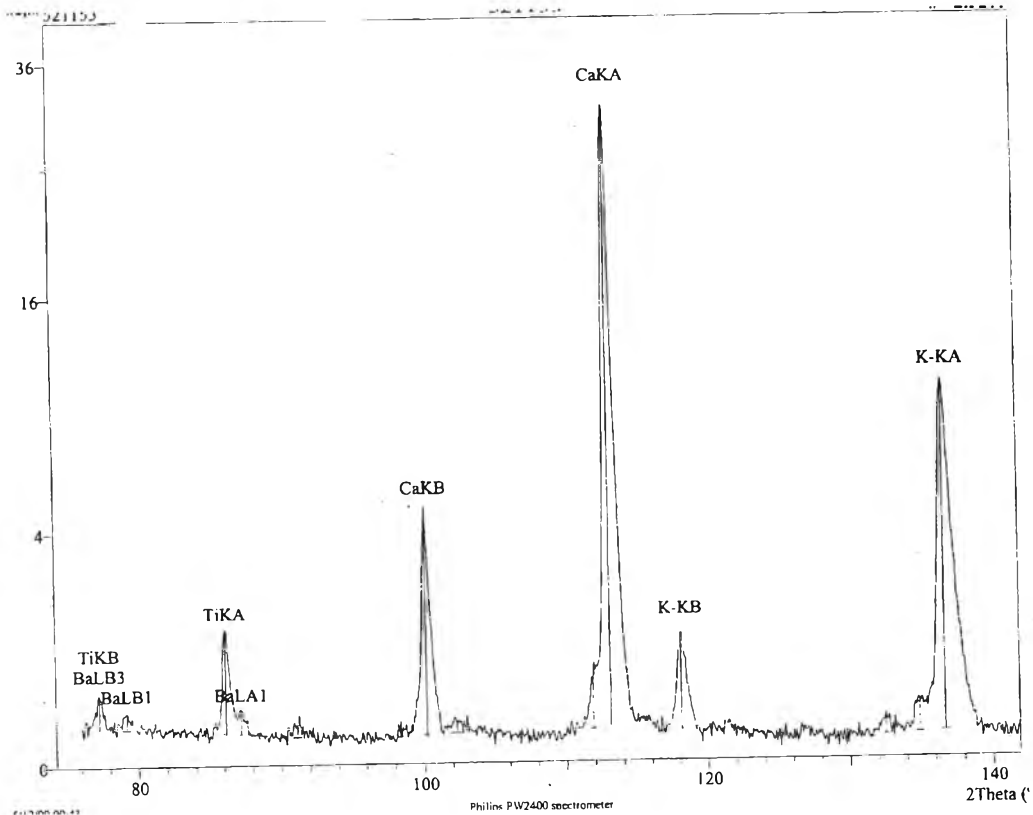
ปริมาณธาตุ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)*		
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$	$\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2(\text{H}_2\text{O})_6$	$\text{Ca}(\text{SO}_4)$

* 1. ปริมาณธาตุหาโดยวิธี Theoretical formulas. "fundamental parameter calculations"

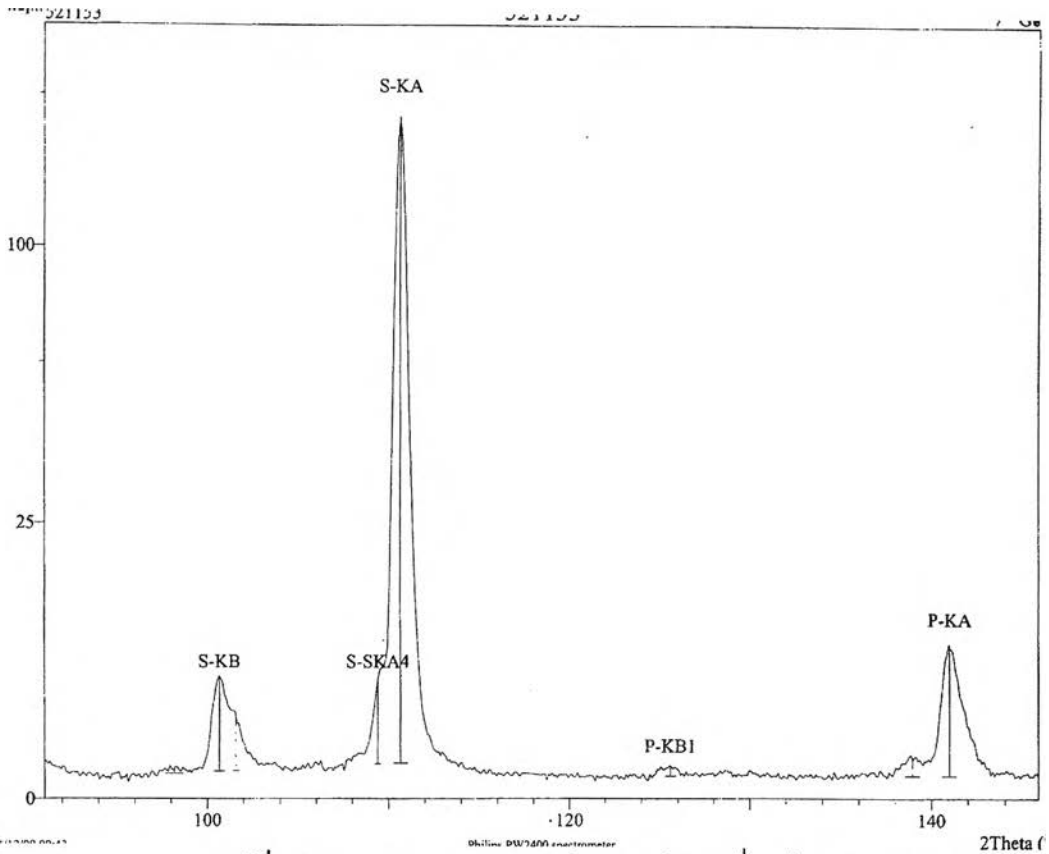
2. ปริมาณธาตุที่วิเคราะห์ได้คำนวณค่าให้อยู่ในรูป oxide ของธาตุนั้น ๆ



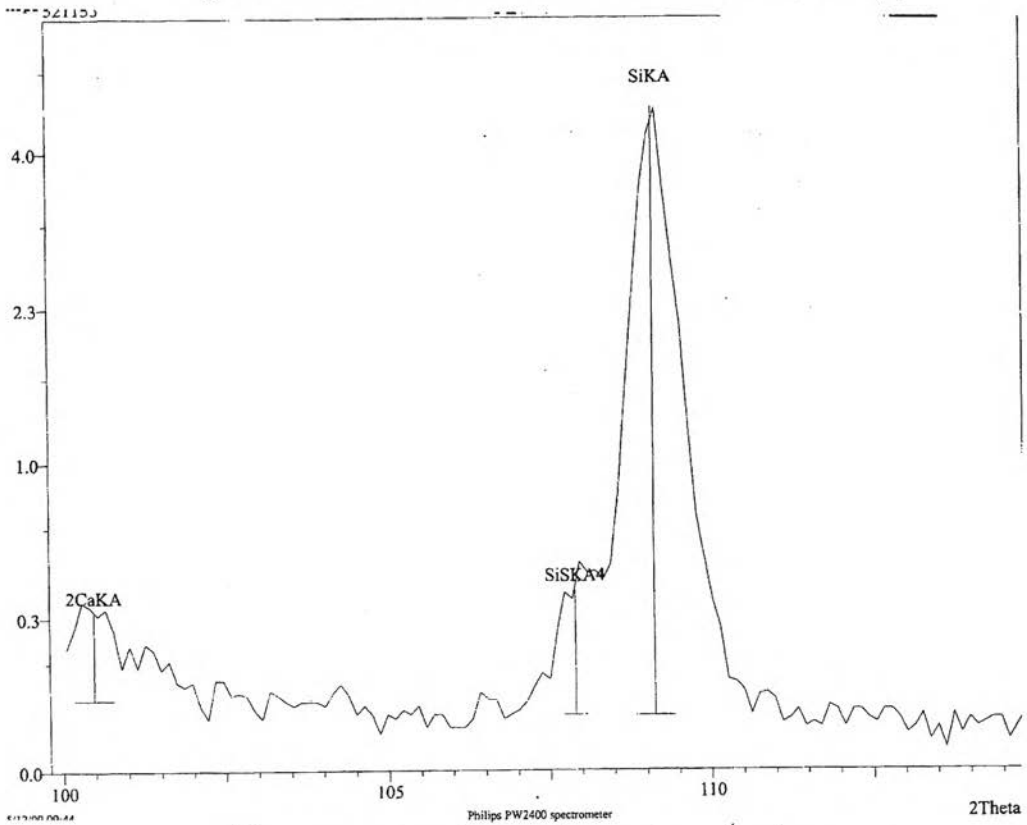
รูปที่ ง.1 แสดงผลการวิเคราะห์ตะกอนด้วยเครื่องมือ XRF (1)



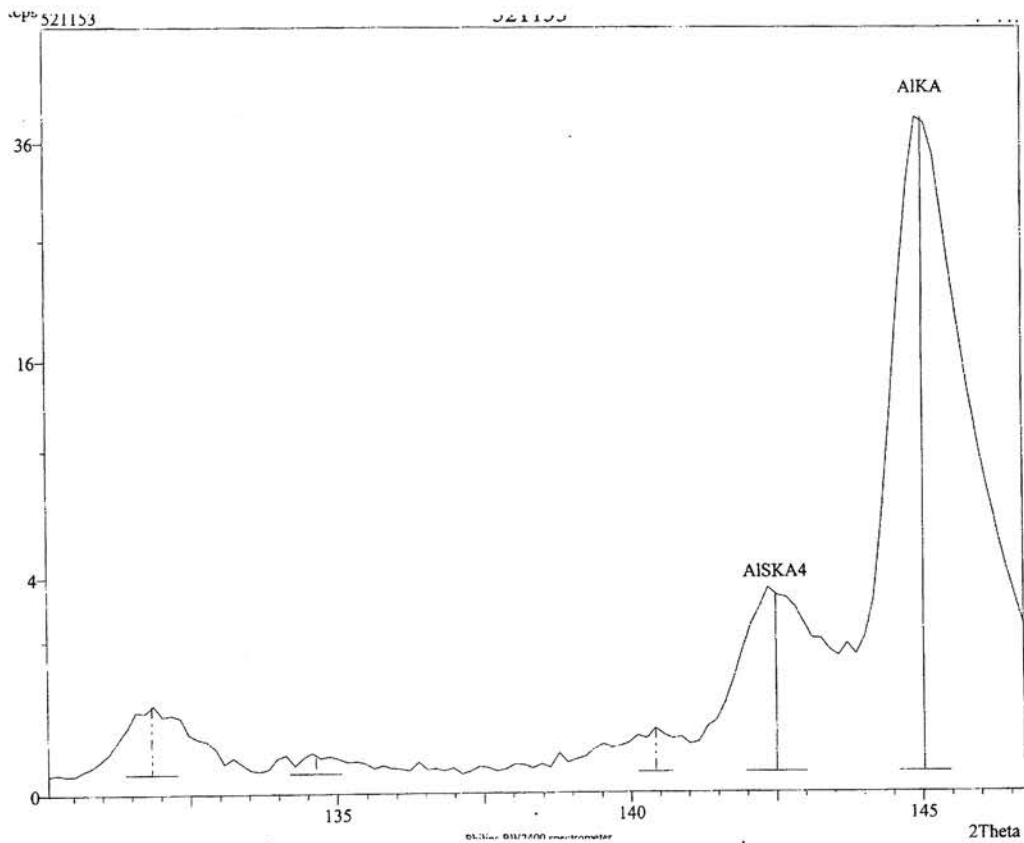
รูปที่ ง.2 แสดงผลการวิเคราะห์ตะกอนด้วยเครื่องมือ XRF (2)



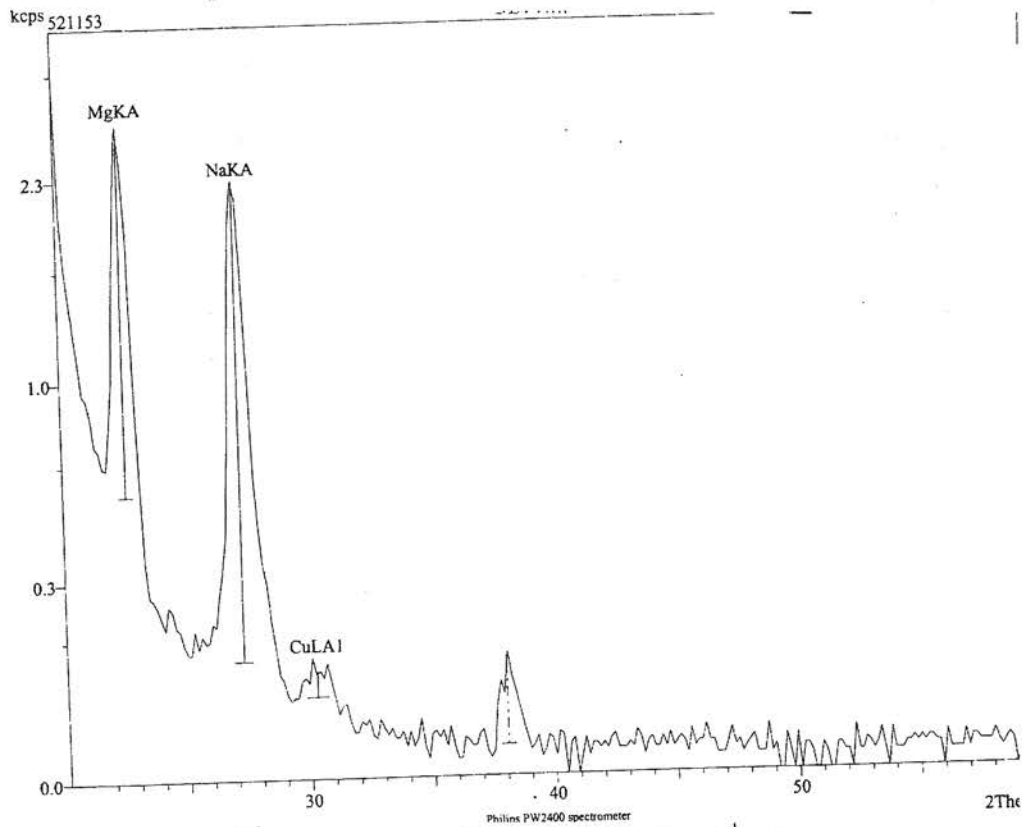
รูปที่ ง.3 แสดงผลการวิเคราะห์ตะกอนด้วยเครื่องมือ XRF (3)



รูปที่ ง.4 แสดงผลการวิเคราะห์ตะกอนด้วยเครื่องมือ XRF (4)



รูปที่ ง.5 แสดงผลการวิเคราะห์ตะกอนด้วยเครื่องมือ XRF (5)



รูปที่ ง.6 แสดงผลการวิเคราะห์ตะกอนด้วยเครื่องมือ XRF (6)

‘ง.2 รายงานผลการวิเคราะห์น้ำเสียด้วยเครื่องมือ XRF



MTEC NO.0430/52

รายงานผลการวิเคราะห์

วันที่รายงาน	:	19 พฤศจิกายน 2551
ตัวอย่างจาก	:	คุณชาญวิทย์ ไชยนิทานนท์ หลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย จ.พญาไท ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์: 0 2218 7666 โทรสาร: 0 2218 7668
ทดสอบโดย	:	ห้องปฏิบัติการเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันและเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนส์
วันที่รับตัวอย่าง	:	14 พฤศจิกายน 2551
วันที่วิเคราะห์	:	14 - 19 พฤศจิกายน 2551
ขอบเขตการวิเคราะห์	:	วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่าง
ตัวอย่างที่วิเคราะห์	:	สารละลาย 2 ตัวอย่าง
การบ่งชี้ตัวอย่าง	:	1) ก่อน (BEFORE) 2) หลัง (AFTER)
เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์	:	X-ray fluorescence Spectrometer, Philips PW-2404
เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์	:	Semi-quantitative X-ray fluorescence spectrometry analysis
สภาวะที่ใช้วิเคราะห์	:	Temperature 25 ± 5 °C, Relative humidity 60 ± 10 % R.H.
การเตรียมตัวอย่าง	:	ใส่ตัวอย่างลงใน sample holder แล้วนำไปวิเคราะห์

MTEC NO.0430/52

1/3



ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

National Metal and Materials Technology Center
National Science and Technology Development Agency

รูปที่ ง.7 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำเสียด้วยเครื่องมือ XRF (1)

ผลการวิเคราะห์ :

จากการวิเคราะห์หาปริมาณองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างด้วยเทคนิค X-ray fluorescence ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่พบในตัวอย่าง แสดงไว้ในตารางข้างล่าง

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่าง

ธาตุ	ปริมาณองค์ประกอบทางเคมี ที่พบในตัวอย่าง (%wt)	
	ก่อน (BEFORE)	หลัง (AFTER)
Al	N/D	<0.01
Si	N/D	<0.01
P	N/D	<0.01
S	<0.01	<0.01
Ca	<0.01	<0.01
Fe	N/D	<0.01
Ni	N/D	<0.01
Cu	N/D	<0.01
Total	-	-

- Notes:**
1. ปริมาณของธาตุที่เครื่องมือสามารถวัดได้ต่ำสุดคือ 0.01 wt% นอกจากจะแจ้งไว้นอกเหนือจากนั้น
 2. ข้อจำกัดทางเทคนิค XRF คือ ไม่สามารถวัดส่วนประกอบที่เป็นธาตุที่มีเลขอะตอมต่ำกว่าเลขอะตอมของออกซิเจน (8) และที่มีเลขอะตอมสูงกว่าเลขอะตอมของยูเรเนียม (92)
 3. ND = Not detectable

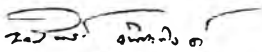
ข้อกักเห็น: -

เอกสารแนบ:


เอกสารแนบที่ 1.1-1.2: กราฟแสดงองค์ประกอบของธาตุในตัวอย่าง ก่อน (BEFORE)

เอกสารแนบที่ 2.1-2.2: กราฟแสดงองค์ประกอบของธาตุในตัวอย่าง หลัง (AFTER)

ทดสอบโดย:


(นายธนรินทร์ จันทะพิงค์)
เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ XRD และ XRF

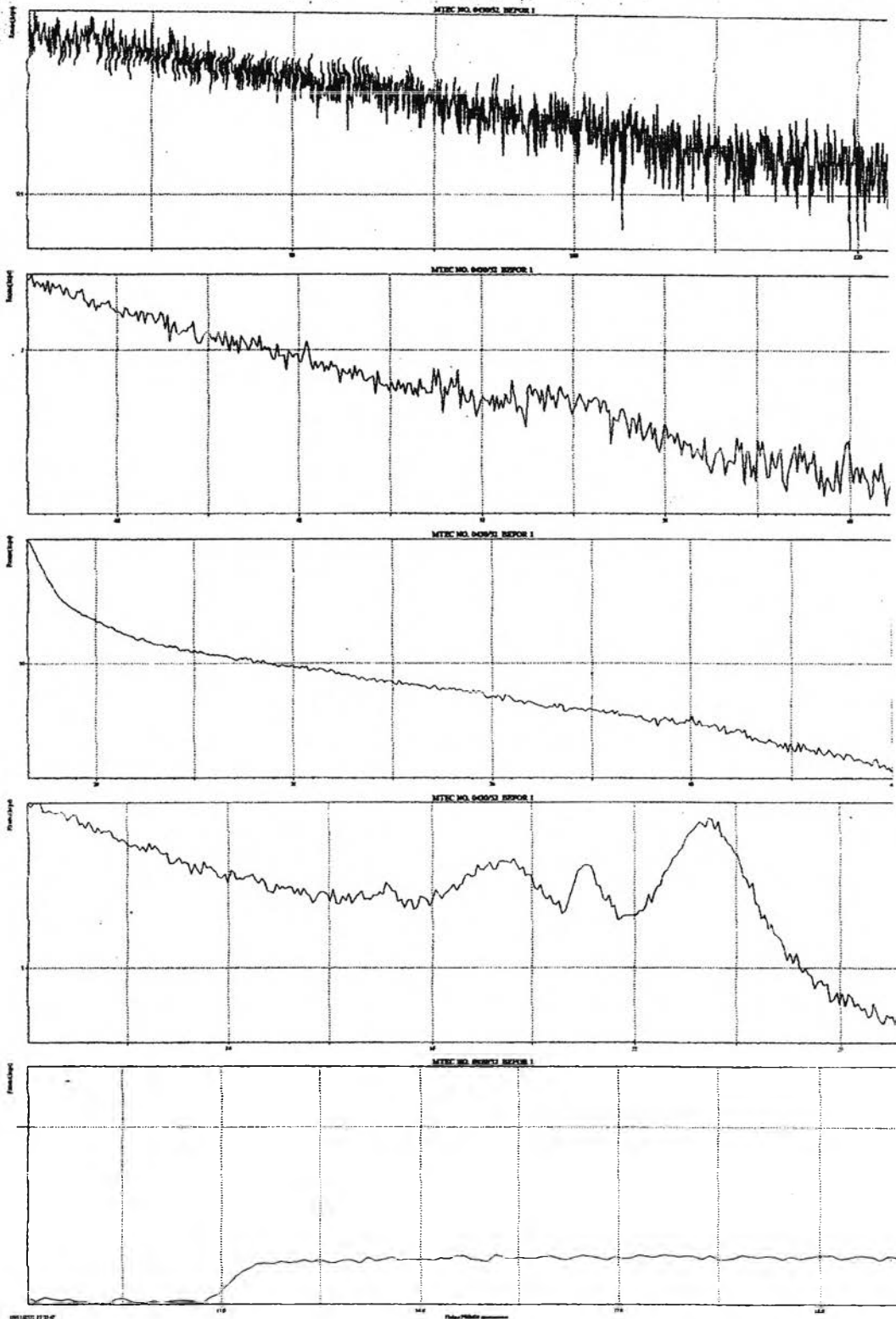
ตรวจสอบโดย:


(ดร.พิมพ์ ทิมทองกุล)
หัวหน้าห้องปฏิบัติการ XRD และ XRF

หมายเหตุ:

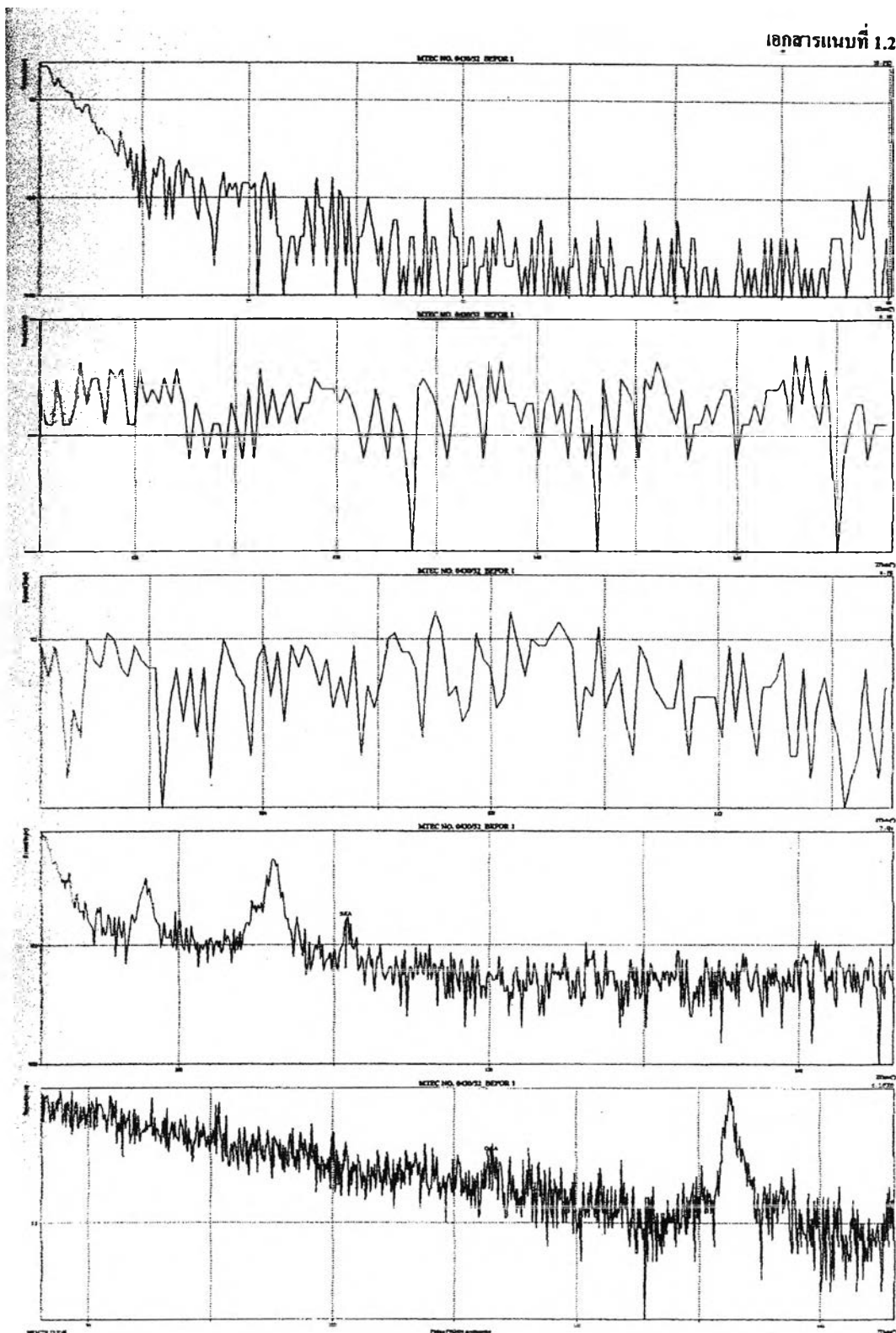
1. ศูนย์ฯ ไม่อนุญาตให้มีการแก้ไข เพิ่มเติม หรือเปลี่ยนแปลงรายงาน หรือส่วนหนึ่งส่วนใดของรายงาน เว้นแต่จะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร จากศูนย์ฯ
2. ทางศูนย์ฯ ไม่สามารถรับผิดชอบต่อความเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะโดยทางตรงหรือทางอ้อม ในกรณีที่น่าข้อมูล ผลการวิเคราะห์ ข้อสรุปหรือคำแนะนำฉบับนี้ไปใช้ในการออกแบบ การผลิต หรือเพื่อจุดประสงค์ใดก็ตาม
3. ผลการทดลองเป็นจริงเฉพาะตัวอย่างที่นำมาทดลองเท่านั้น

เอกสารแนบ

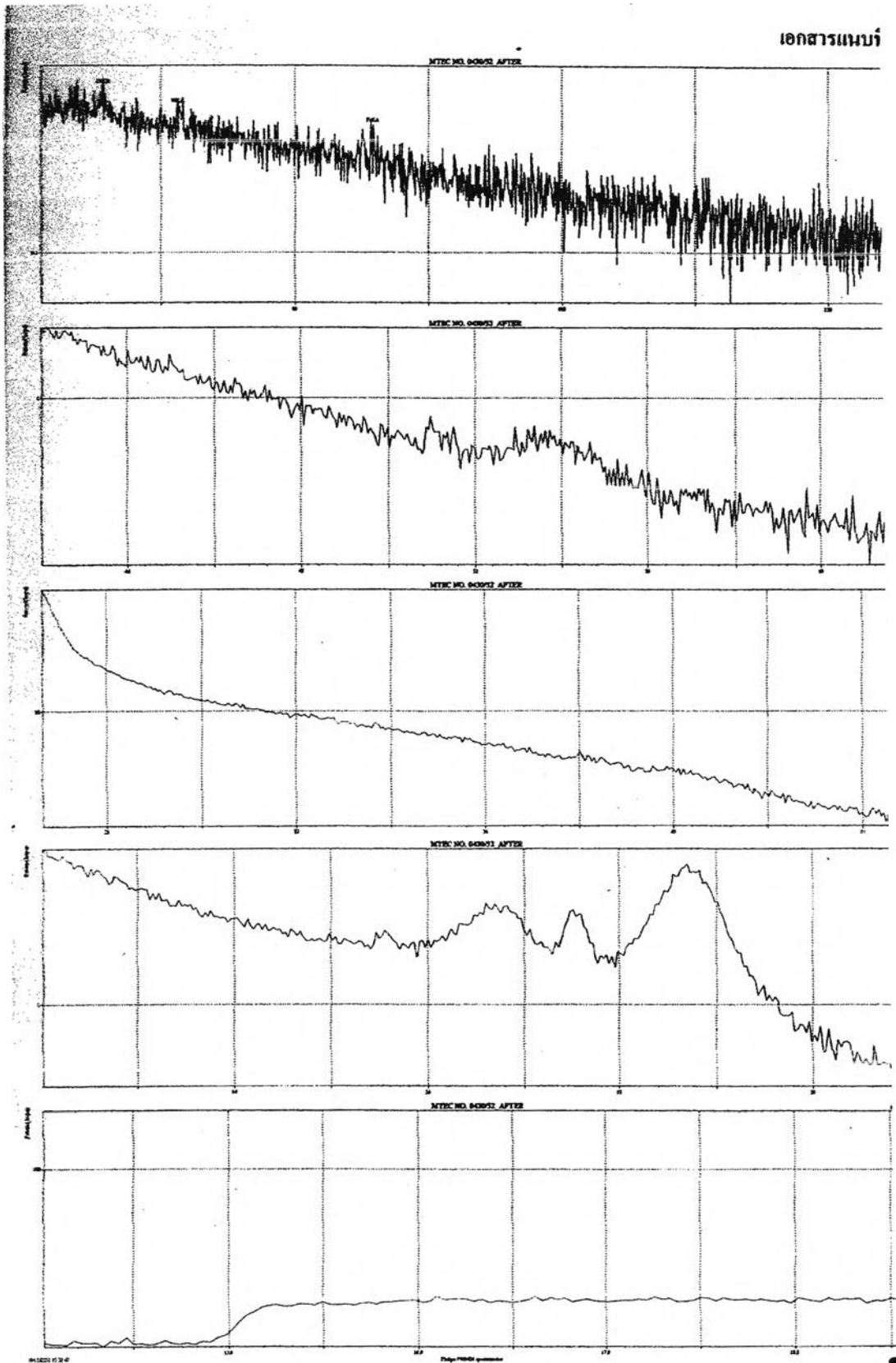


MTEC

รูปที่ ง.10 แสดงผลการวิเคราะห์หน้าเสี้ยนด้วยเครื่องมือ XRF (4)

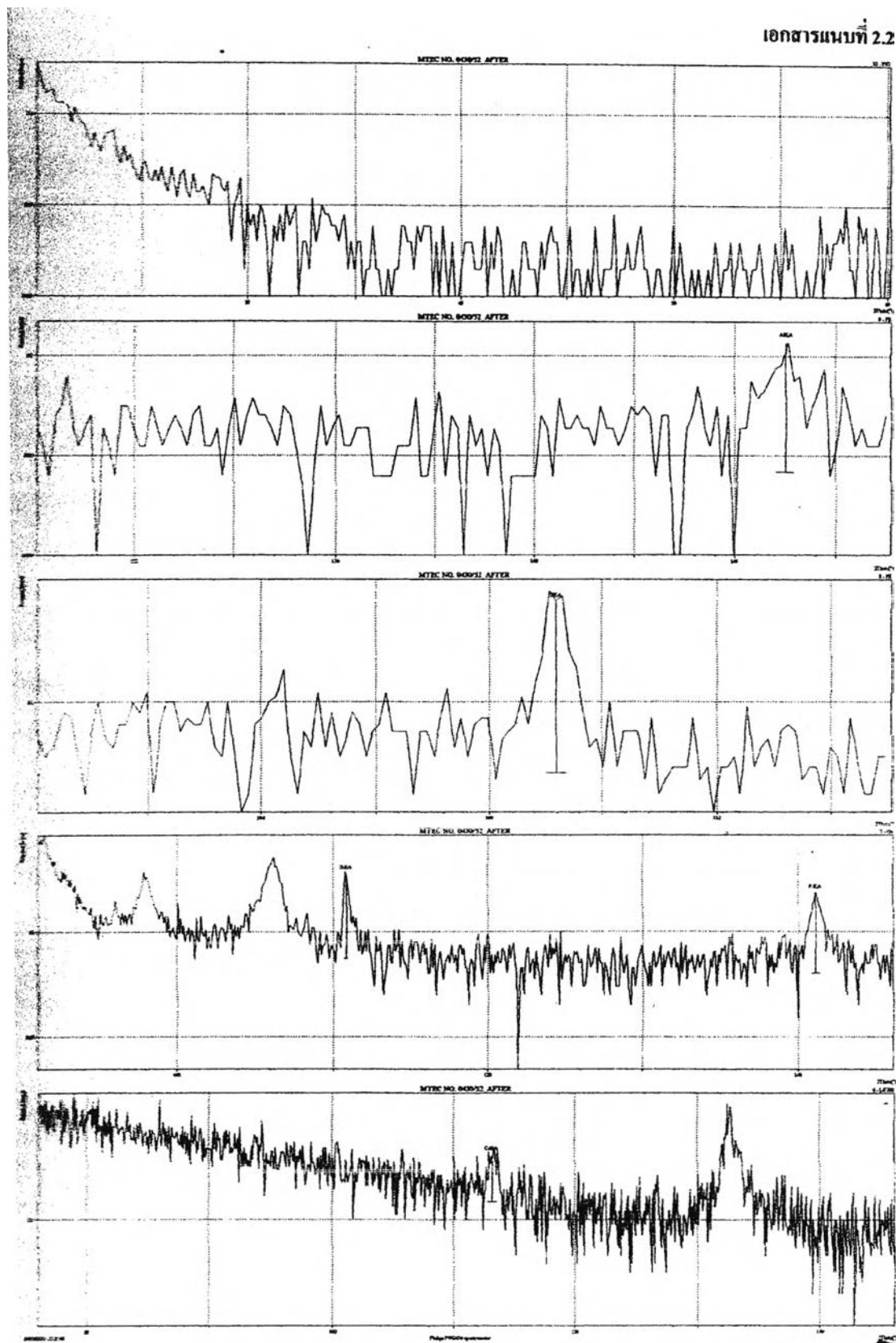


รูปที่ ง.11 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำเสียด้วยเครื่องมือ XRF (5)



MTEC

รูปที่ ง.12 แสดงผลการวิเคราะห์หน้าเสียดด้วยเครื่องมือ XRF (6)



รูปที่ ง.13 แสดงผลการวิเคราะห์หน้าเสียดด้วยเครื่องมือ XRF (7)

ง.3 ผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ICPs

ตัวอย่าง :	Waste Water
เจ้าของตัวอย่าง :	นางสาวจิวโรบล แสงสว่าง ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
วัตถุประสงค์ :	เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุในตัวอย่าง
วิธีวิเคราะห์ :	Atomic Emission Spectrometer
เครื่องมือวิเคราะห์ :	Inductive Couple Plasma (ICP) ยี่ห้อ Vista รุ่น Vista MPX Axial
วันที่วิเคราะห์ :	5 พฤษภาคม พ.ศ.2552

ตาราง ง.2 แสดงปริมาณธาตุที่พบในตัวอย่าง

Element	Ag	Al	B	Ba	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
	224.641	396.152	182.577	614.171	306.771	317.933	226.502	230.786	267.716	327.395	238.204
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Detection Limit	0.08	0.08	0.1	0.04	0.4	0.4	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Sample 1	*	*	0.14	0.13	*	25.98	*	*	*	0.02	0.16
Sample 2	*	*	*	0.08	*	24.98	*	*	*	0.06	*
Sample 3	*	*	0.12	0.11	*	24.67	*	*	*	0.03	0.15
Sample 4	*	*	*	0.06	*	17.23	*	*	0.01	0.08	0.06

* หมายถึง

Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยโอโซน

Sample 2 = หลังบำบัดด้วยโอโซน

Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

Sample 4 = หลังบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

ตาราง ง.2 แสดงปริมาณธาตุที่พบในตัวอย่าง (ต่อ)

Element	Ga	In	K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	Pb	Sr	Zn
	417.204	252.137	766.491	670.783	279.553	257.610	589.592	230.299	220.353	407.771	213.857
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Detection Limit	0.04	0.01	0.4	0.04	0.4	0.01	0.4	0.01	0.01	0.04	0.04
Sample 1	*	*	8.03	*	7.42	0.02	28.06	0.02	*	0.13	0.31
Sample 2	*	*	6.92	*	5.32	0.01	20.57	0.05	*	0.11	3.76
Sample 3	*	*	6.79	*	6.41	0.02	24.34	0.03	0.02	0.11	0.35
Sample 4	*	*	4.42	*	3.55	0.01	13.86	0.03	0.02	0.07	2.47

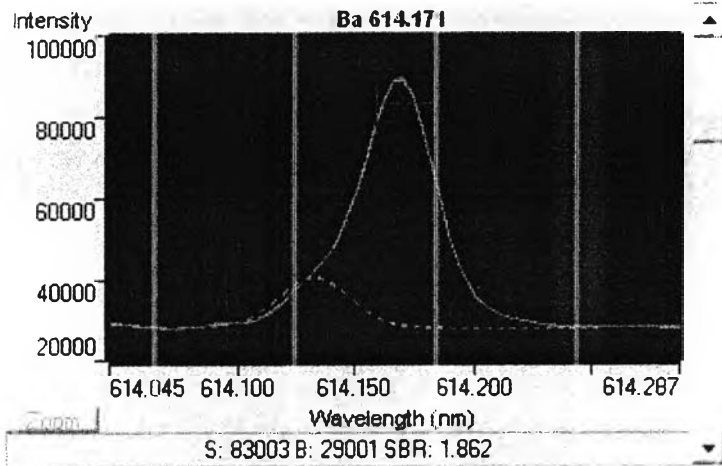
* หมายถึง

Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน

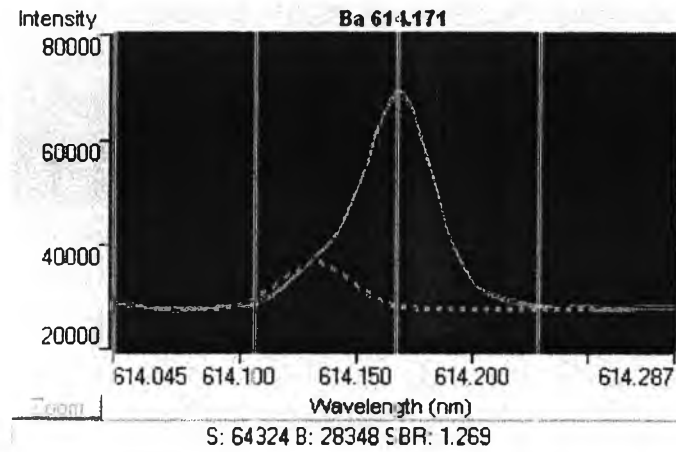
Sample 2 = หลังบำบัดด้วยไอโซน

Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

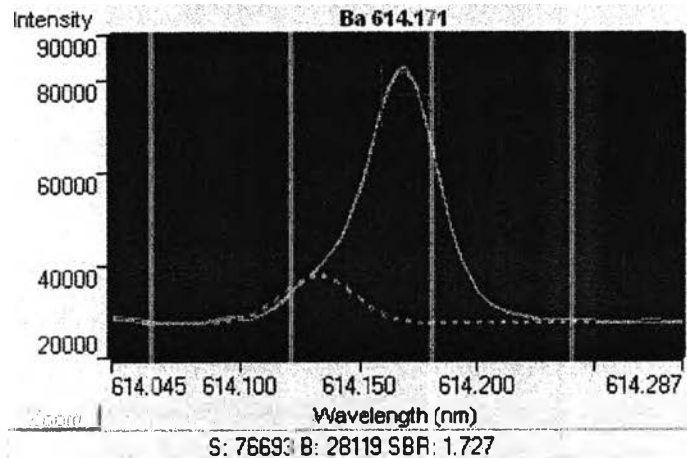
Sample 4 = หลังบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



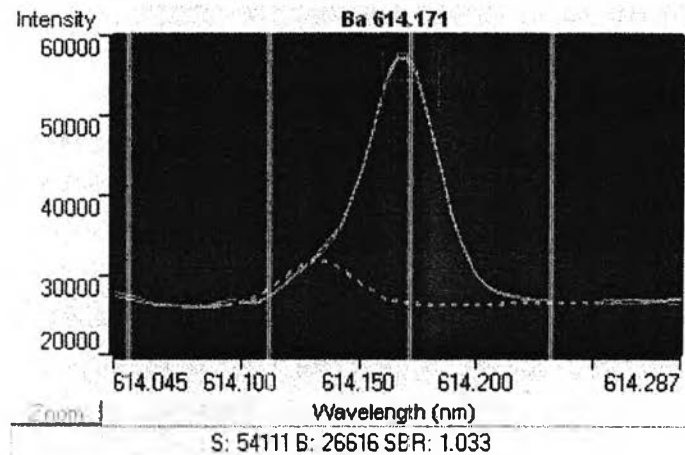
Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยโอโซน



Sample 2 = หลังบำบัดด้วยโอโซน



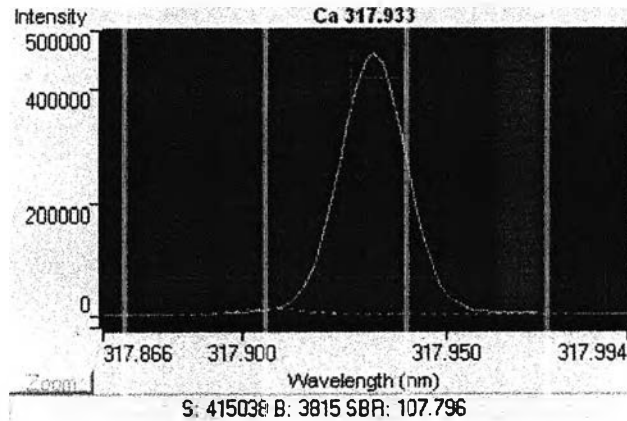
Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



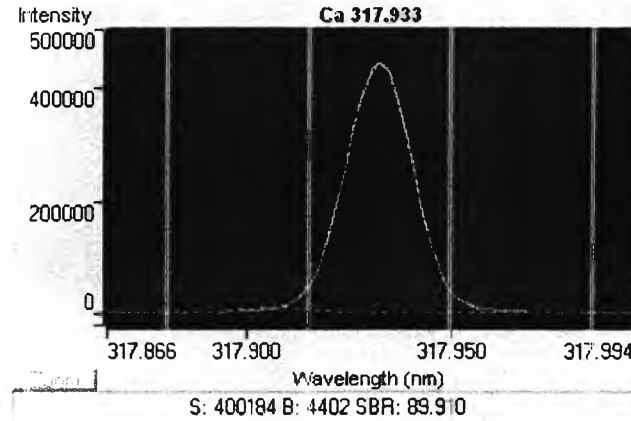
Sample 4 = หลังบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

รูปที่ ง.14 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ICPs (1)

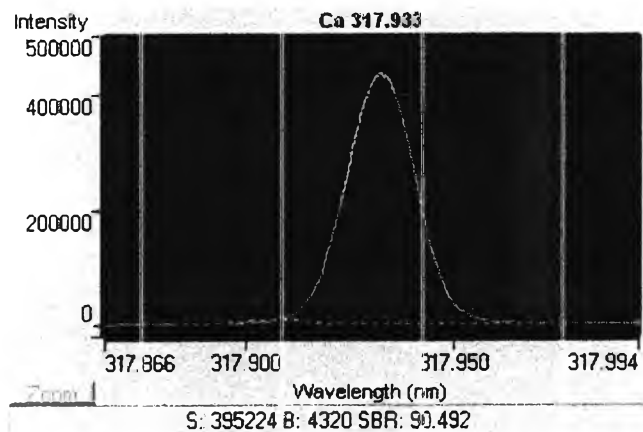
เอกสารเพิ่มเติม (ต่อ)



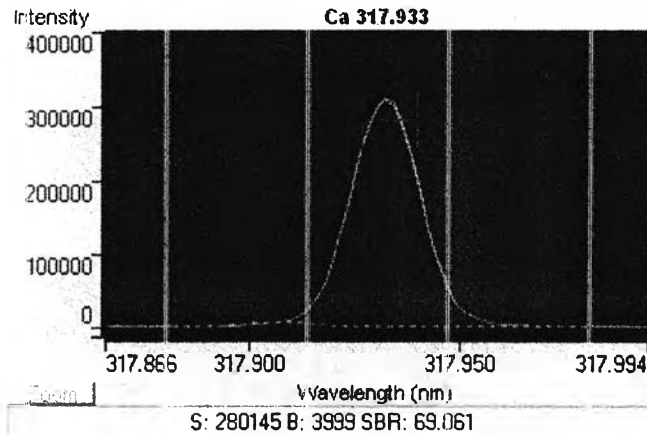
Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน



Sample 2 = หลังบำบัดด้วยไอโซน



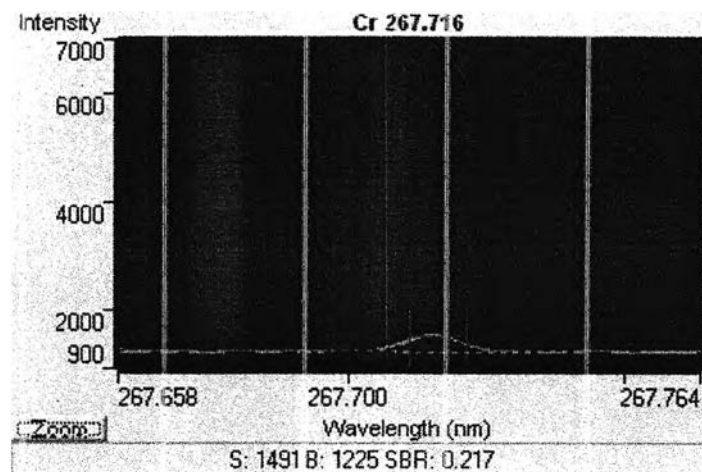
Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



Sample 4 = หลังบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

รูปที่ ง.15 แสดงผลการวิเคราะห์ห้ด้วยเครื่องมือ ICPs (2)

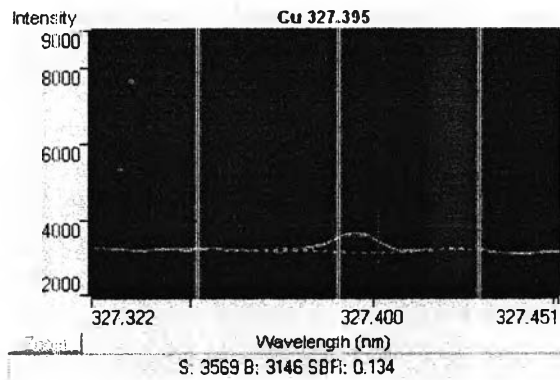
เอกซารเพิ่มเติม (ต่อ)



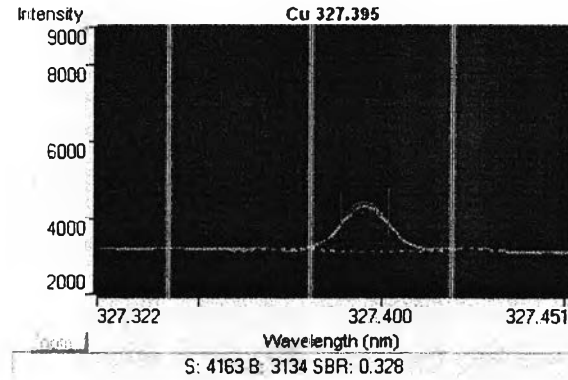
Sample 4 = หลังบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

รูปที่ ง.16 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ICPs (3)

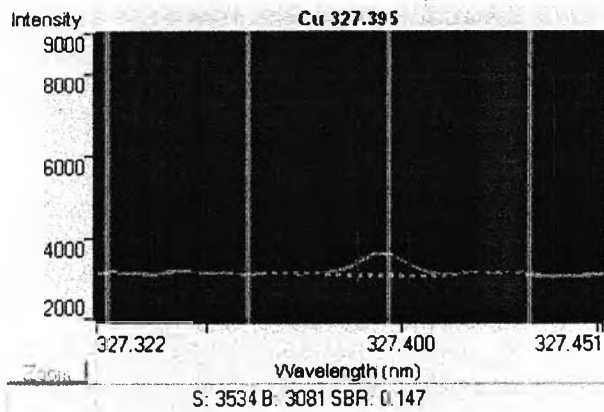
เอกสารเพิ่มเติม (ต่อ)



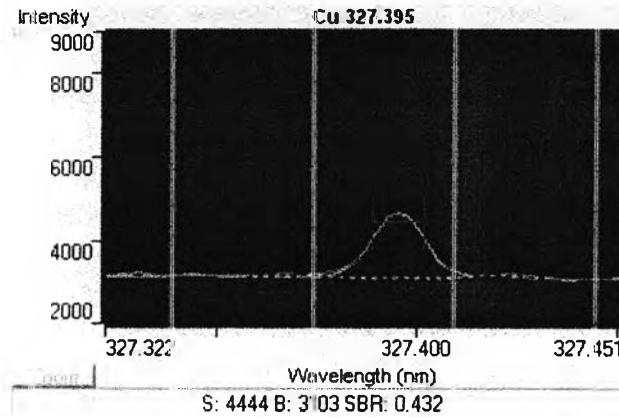
Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน



Sample 2 = หลังบำบัดด้วยไอโซน



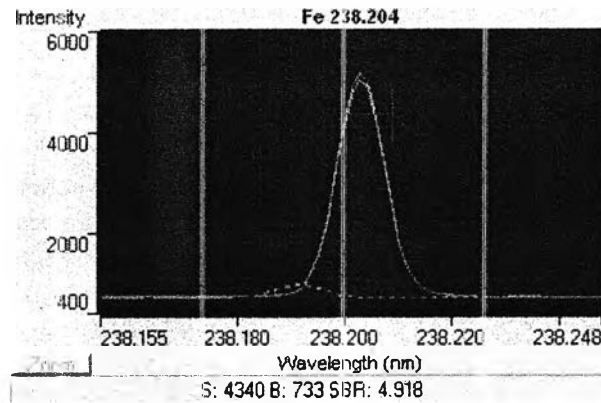
Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



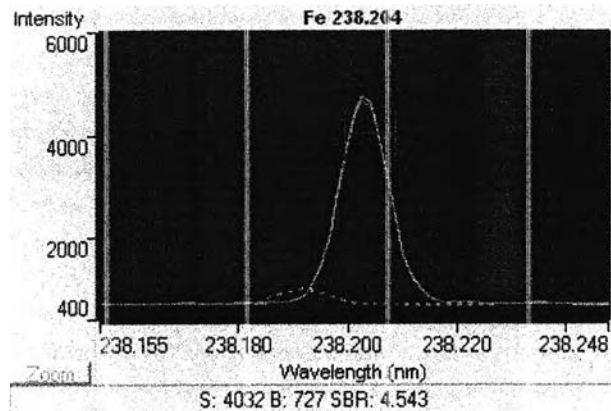
Sample 4 = หลังบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

รูปที่ ง.17 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ICPs (4)

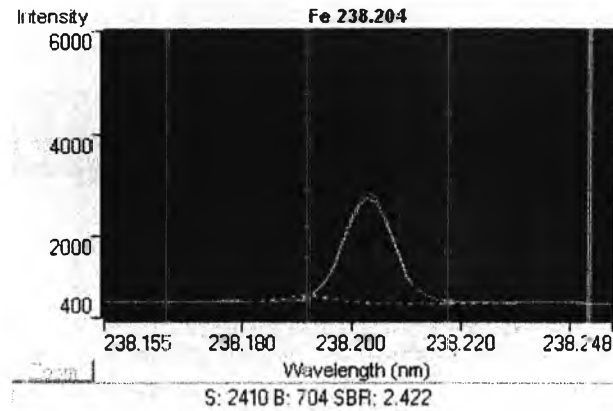
เอกสารเพิ่มเติม (ต่อ)



Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยโอโซน



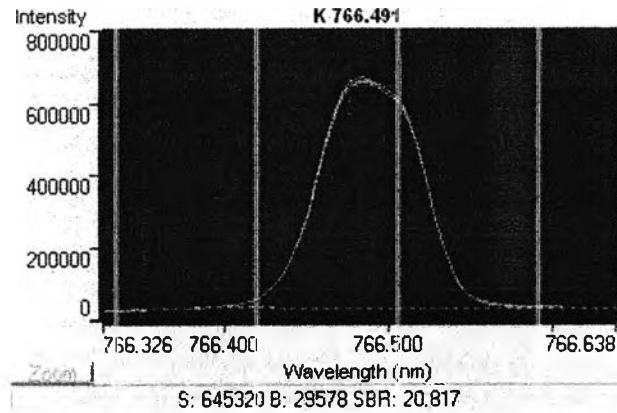
Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



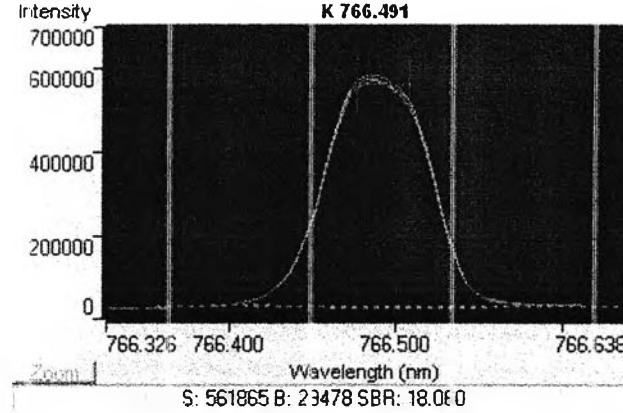
Sample 4 = หลังบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

รูปที่ ง.18 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ICPs (5)

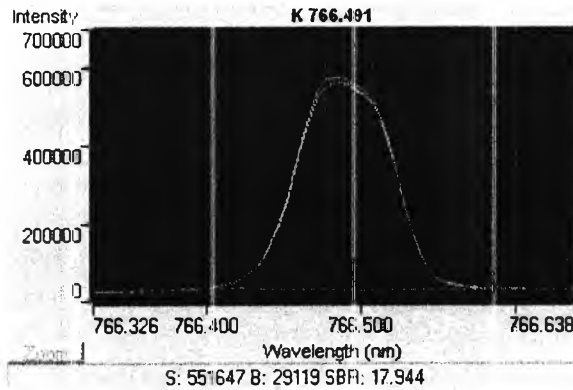
เอกสารเพิ่มเติม (ต่อ)



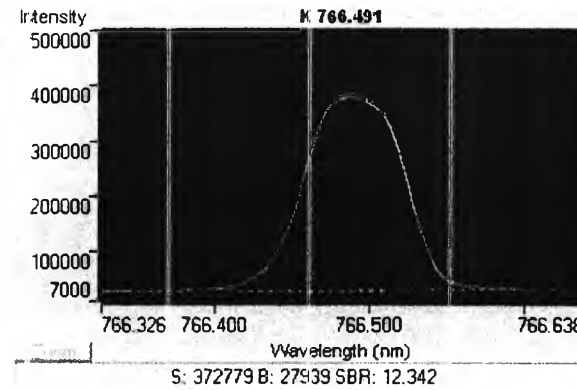
Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน



Sample 2 = หลังบำบัดด้วยไอโซน



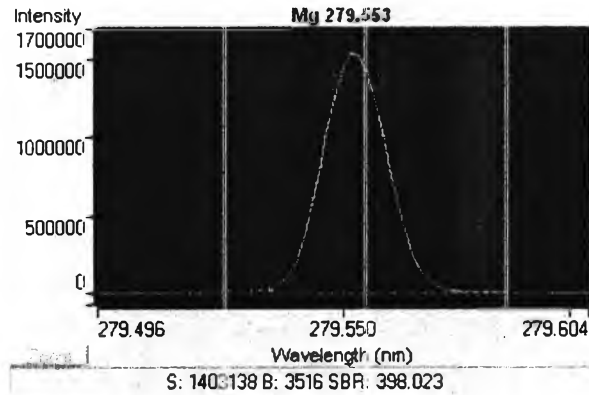
Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



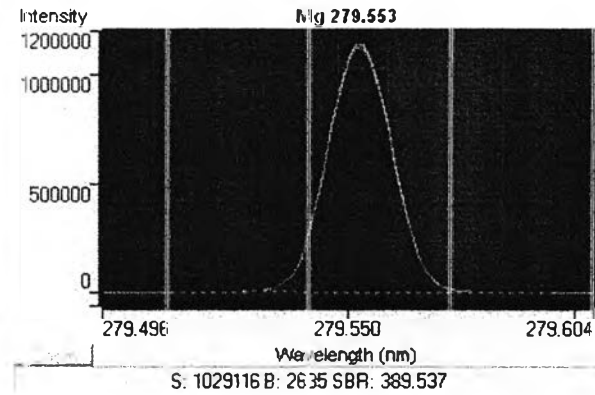
Sample 4 = หลังบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

รูปที่ ง.19 แสดงผลการวิเคราะห์ห้ด้วยเครื่องมือ ICPs (6)

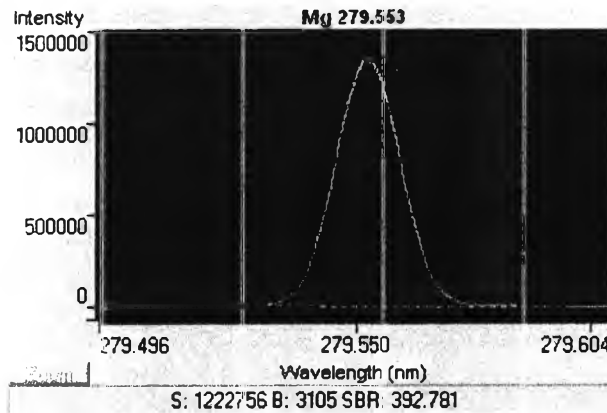
เอกสารเพิ่มเติม (ต่อ)



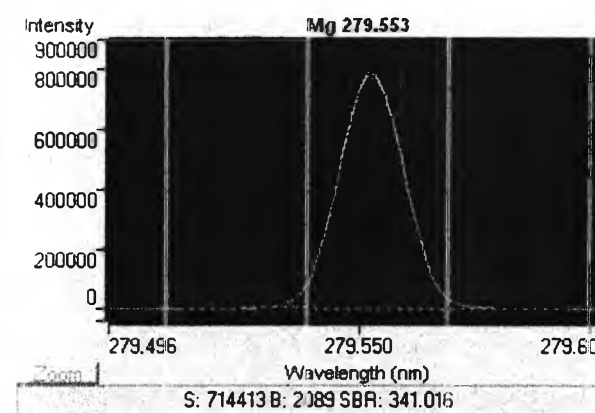
Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน



Sample 2 = หลังบำบัดด้วยไอโซน



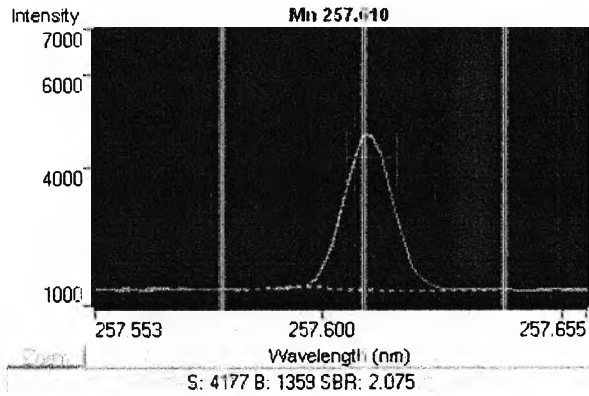
Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



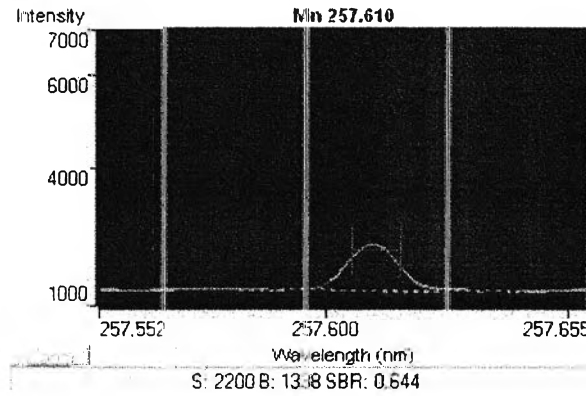
Sample 4 = หลังบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

รูปที่ ง.20 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ICPs (7)

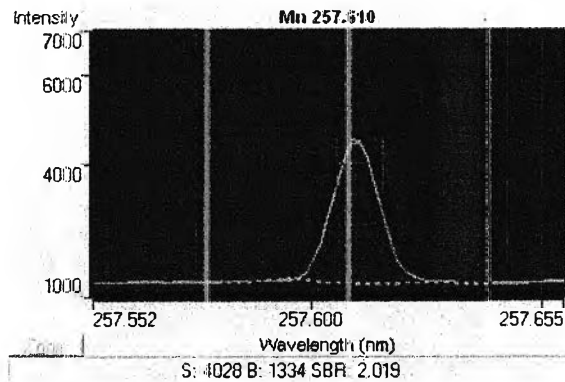
เอกสารเพิ่มเติม (ต่อ)



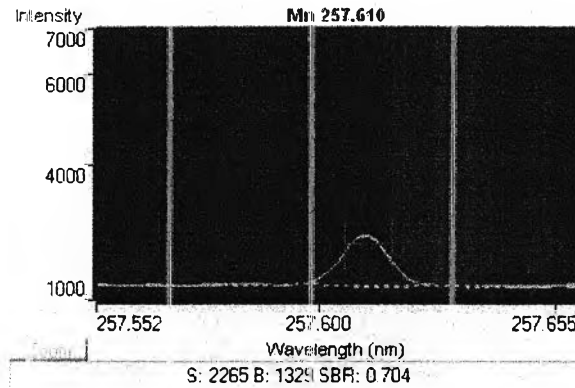
Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยโอโซน



Sample 2 = หลังบำบัดด้วยโอโซน



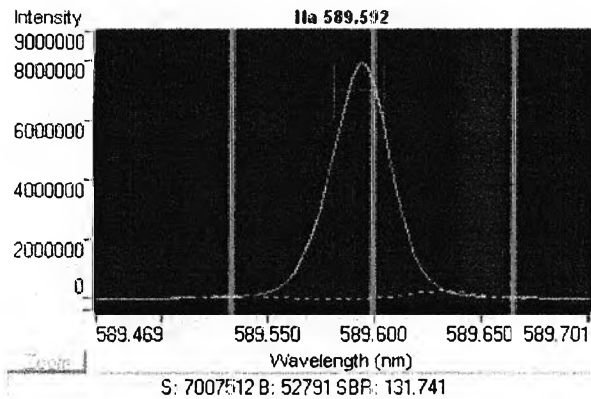
Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



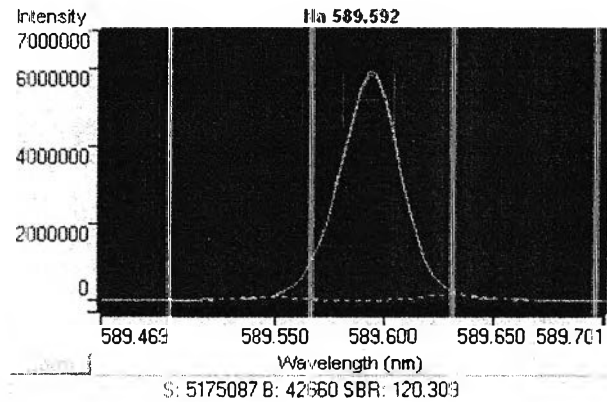
Sample 4 = หลังบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

รูปที่ ง.21 แสดงผลการวิเคราะห์หัดด้วยเครื่องมือ ICPs (8)

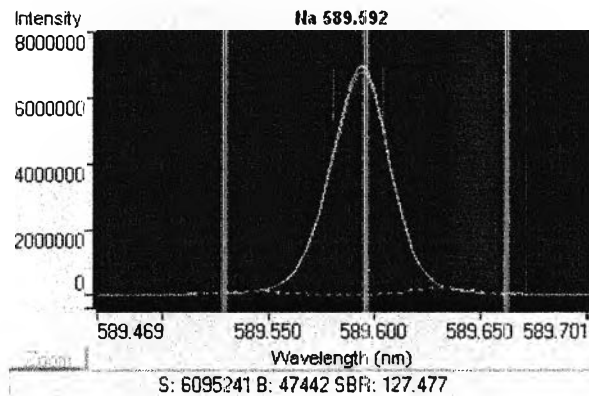
เอกสารเพิ่มเติม (ต่อ)



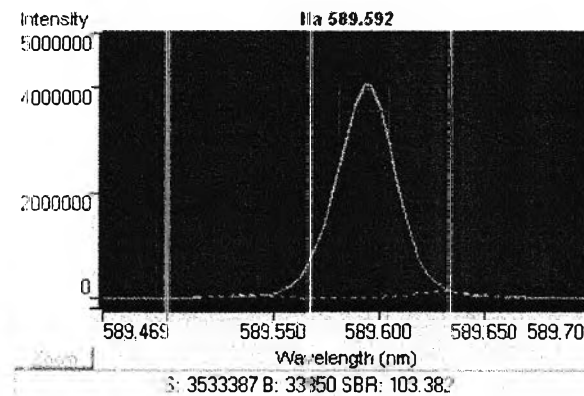
Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน



Sample 2 = หลังบำบัดด้วยไอโซน



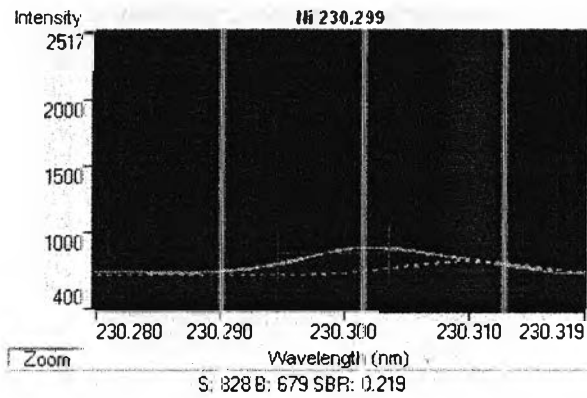
Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



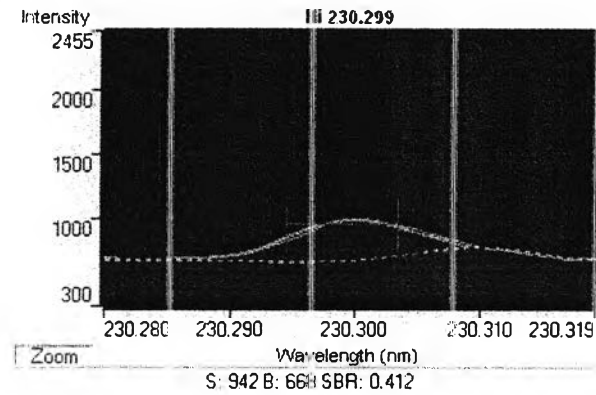
Sample 4 = หลังบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

รูปที่ ง.22 แสดงผลการวิเคราะห์ห้ด้วยเครื่องมือ ICPs (9)

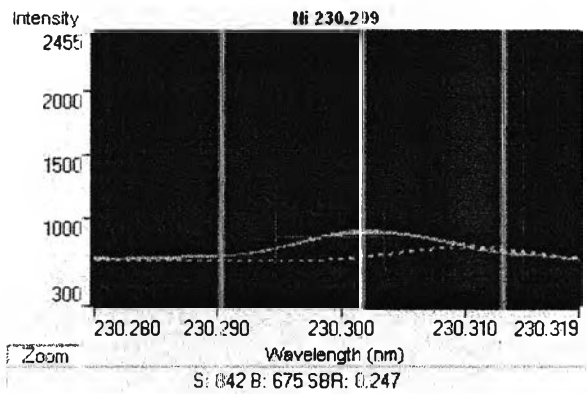
เอกสารเพิ่มเติม (ต่อ)



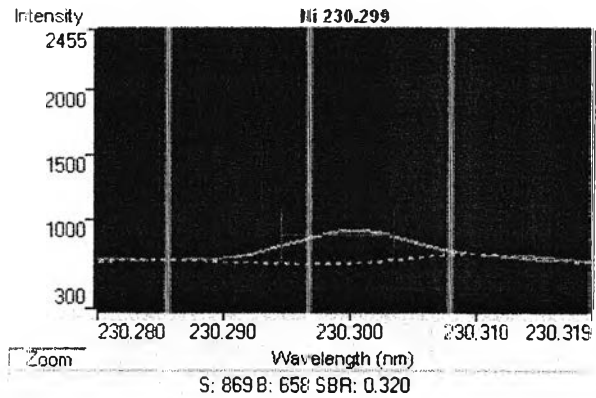
Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยโอโซน



Sample 2 = หลังบำบัดด้วยโอโซน



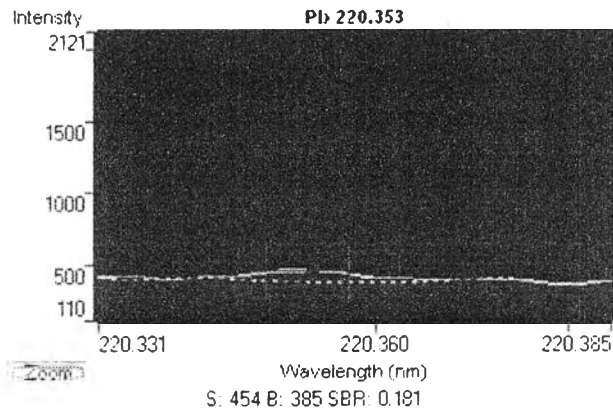
Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



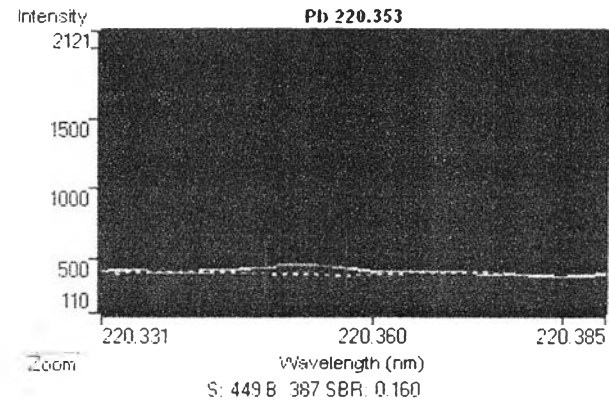
Sample 4 = หลังบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

รูปที่ ง.23 แสดงผลการวิเคราะห์หัตถ์ด้วยเครื่องมือ ICPs (10)

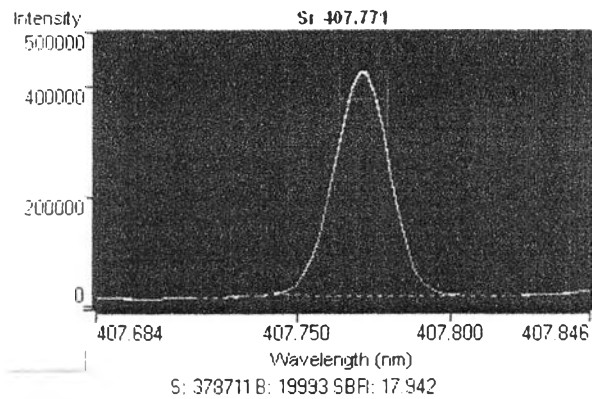
เอกสารเพิ่มเติม (ต่อ)



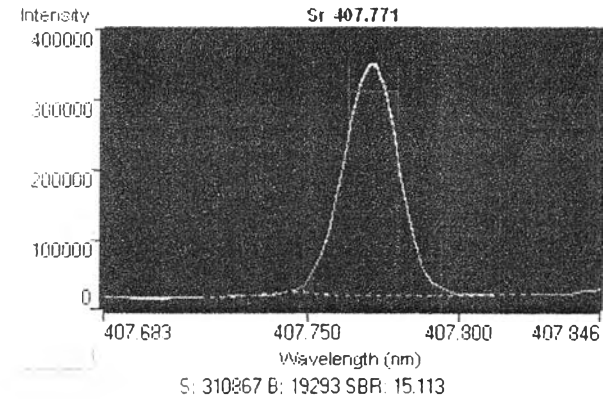
Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



Sample 4 = น้ำหลังบำบัดด้วยไอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



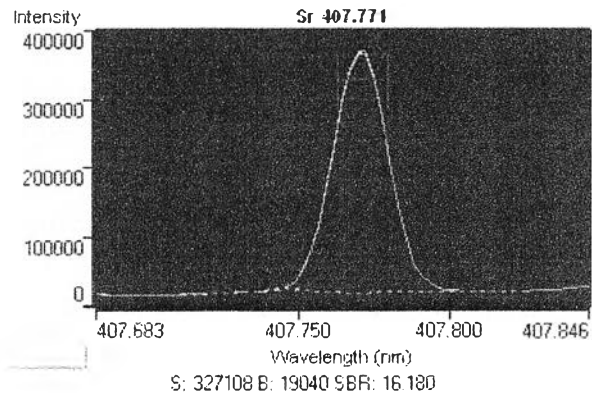
Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยไอโซน



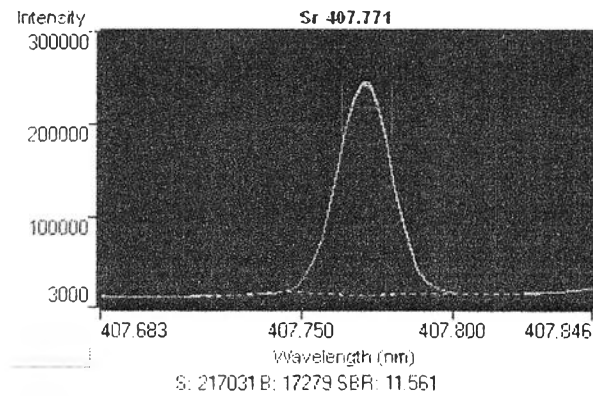
Sample 2 = หลังบำบัดด้วยไอโซน

รูปที่ ง.24 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ICPs (11)

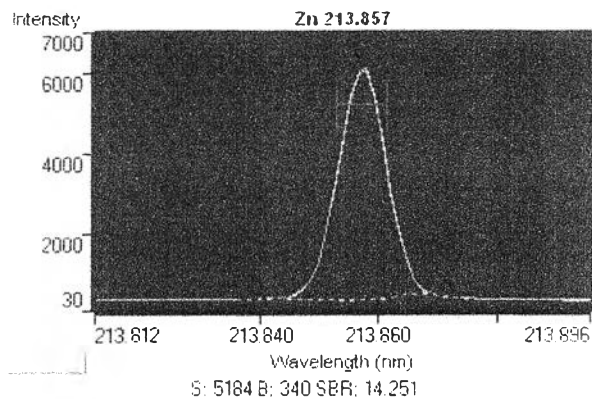
เอกสารเพิ่มเติม (ต่อ)



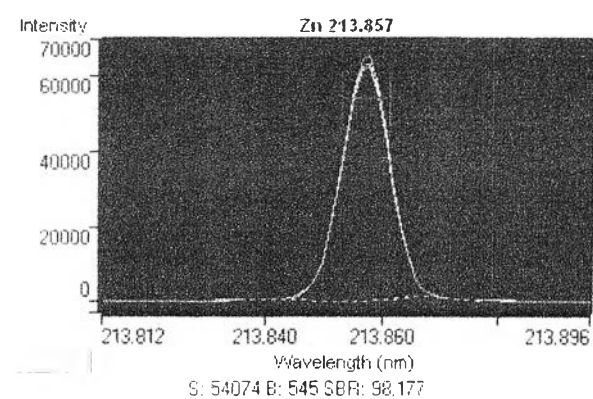
Sample 3 = บำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



Sample 4 = หลังบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



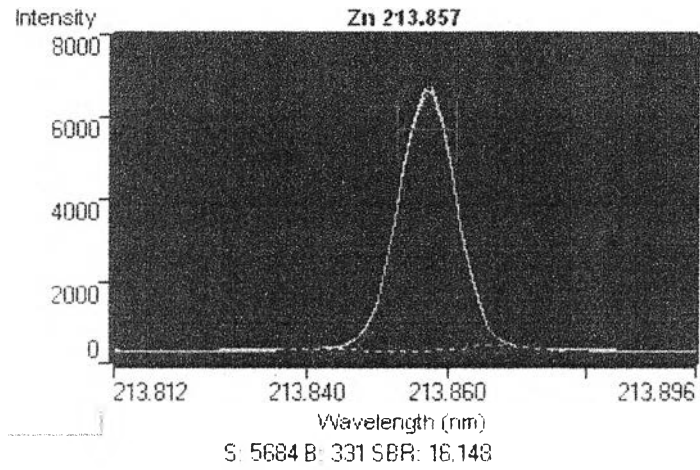
Sample 1 = ก่อนบำบัดด้วยโอโซน



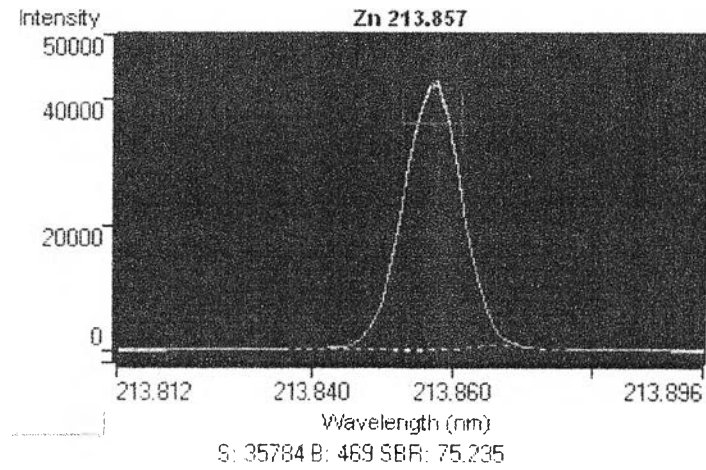
Sample 2 = หลังบำบัดด้วยโอโซน

รูปที่ ง.25 แสดงผลการวิเคราะห์หัตถ์ด้วยเครื่องมือ ICPs (12)

เอกสารเพิ่มเติม (ต่อ)



Sample 3 = ก่อนบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)



Sample 4 = หลังบำบัดด้วยโอโซน (ย่อยสลายตัวอย่าง)

รูปที่ ง.26 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ICPs (13)

ภาคผนวก จ

ข้อมูลผลการวิเคราะห์

จ.1 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียจากบ่อสุดท้าย (Final tank) ของระบบบำบัดน้ำเสียอาคารมหามกุฏ

ตารางที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย วันจันทร์ที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2551

พารามิเตอร์	ผลการศึกษา	
	9:30 น.	15:30 น.
1. pH	7.68	7.56
2. Temperature (°C)	28.0	27.4
3. DO (ppm)	4.17	2.68
4. BOD (ppm)	24.20	26.20
5. COD (ppm)	86.40	86.40
6. TDS (ppm)	2.05×10^2	3.95×10^3
7. TSS (ppm)	0.10×10^2	0.60×10^2

ตารางที่ จ.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย วันอังคารที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2551

พารามิเตอร์	ผลการศึกษา	
	9:30 น.	15:30 น.
1. pH	7.17	7.34
2. Temperature (°C)	27.3	27.1
3. DO (ppm)	4.95	2.75
4. BOD (ppm)	12.20	10.40
5. COD (ppm)	86.40	86.40
6. TDS (ppm)	2.25×10^2	2.50×10^3
7. TSS (ppm)	0.35×10^2	0.30×10^2

ตารางที่ ๑.3 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย วันพุธที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2551

พารามิเตอร์	ผลการศึกษา	
	9:30 น.	15:30 น.
1. pH	7.29	7.51
2. Temperature (°C)	26.9	27.6
3. DO (ppm)	4.91	2.69
4. BOD (ppm)	14.20	18.20
5. COD (ppm)	86.4	86.4
6. TDS (ppm)	1.80×10^2	2.15×10^3
7. TSS (ppm)	0.30×10^2	0.15×10^2

ตารางที่ ๑.4 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย วันพฤหัสบดีที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2551

พารามิเตอร์	ผลการศึกษา	
	9:30 น.	15:30 น.
1. pH	7.21	7.46
2. Temperature (°C)	26.9	27.3
3. DO (ppm)	4.89	2.74
4. BOD (ppm)	8.40	16.20
5. COD (ppm)	86.4	86.4
6. TDS (ppm)	1.60×10^2	1.10×10^3
7. TSS (ppm)	0.20×10^2	0.05×10^2

ตารางที่ ๑.5 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย วันศุกร์ที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2551

พารามิเตอร์	ผลการศึกษา	
	9:30 น.	15:30 น.
1. pH	7.32	7.71
2. Temperature (°C)	26.8	27.2
3. DO (ppm)	4.92	2.65
4. BOD (ppm)	14.20	14.20
5. COD (ppm)	57.6	57.6
6. TDS (ppm)	0.55×10^2	1.60×10^3
7. TSS (ppm)	0.20×10^2	0.10×10^2

ตารางที่ ๑.6 แสดงความเข้มข้นของไอโซนในน้ำเสียที่เวลาต่างๆ เมื่อเติมไอโซนอย่างต่อเนื่อง ควบคุมอุณหภูมิ ขณะทำการทดลองที่ 30 °C

เวลา	ครั้งที่ทำการทดลอง					ค่าเฉลี่ย	STEDV
	1	2	3	4	5		
0	0	0	0	0	0	0	0.00
10	0.079	0.093	0.074	0.074	0.090	0.082	0.01
20	0.138	0.133	0.175	0.180	0.101	0.145	0.03
30	0.161	0.155	0.209	0.214	0.164	0.181	0.03
40	0.190	0.198	0.222	0.225	0.199	0.207	0.02
50	0.226	0.262	0.254	0.254	0.226	0.244	0.02
60	0.250	0.262	0.259	0.267	0.262	0.260	0.01
80	0.250	0.266	0.260	0.264	0.268	0.262	0.01
100	0.262	0.274	0.283	0.271	0.274	0.273	0.01
120	0.262	0.274	0.280	0.294	0.250	0.272	0.02

ตารางที่ ๑.7 แสดงความเข้มข้นของไอโซนในน้ำเสียที่เวลาต่างๆ เมื่อหยุดเติมไอโซน ควบคุมอุณหภูมิ ขณะทำการทดลองที่ 30 °C

เวลา	ครั้งที่ทำการทดลอง					ค่าเฉลี่ย	STEDV
	1	2	3	4	5		
0	0.230	0.214	0.206	0.220	0.250	0.224	0.02
10	0.143	0.103	0.074	0.085	0.095	0.100	0.03
20	0.045	0.019	0.063	0.069	0.071	0.053	0.02
30	0.008	0.011	0.045	0.034	0.029	0.025	0.02
40	0.005	0.003	0.013	0.016	0.014	0.010	0.02
50	0.000	0.000	0.000	0.003	0.008	0.002	0.00
60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.00

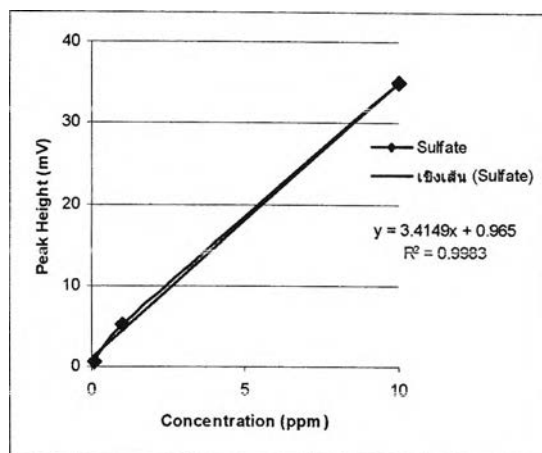
ตารางที่ ๑.8 แสดงผลการวิเคราะห์เมื่อผสมน้ำเติมไอโชน 20 นาทีกับน้ำเสียที่อัตราส่วนต่างๆ แบบกะ

เวลา (ชั่วโมง)	ค่า DO (mg/L)			จำนวนแบคทีเรีย (cfu/ml)			ค่า COD (mg/L)			ความเข้มข้นไอโชน (mg/L)		
	1:2	1:4	1:8	1:2	1:4	1:8	1:2	1:4	1:8	1:2	1:4	1:8
0	5.56	5.45	5.08	37000	105000	74500	72.96	67.20	52.80	0.07	0.06	0.03
1	5.23	5.13	4.45	29500	120500	79500	68.16	52.80	44.16	0.06	0.05	0.03
2	4.53	4.67	3.85	65500	230330	696700	44.16	43.20	36.48	0.05	0.04	0.03
3	4.08	4.31	3.68	63330	256330	813300	29.76	24.00	31.68	0.04	0.04	0.02

๑.2 ผลการวิเคราะห์หาไอออนในตัวอย่างน้ำเสียแบบกะ ด้วยเครื่องมือ Ion Chromatography (IC) รุ่น 830 IC Liquid handing unit (Metrohm, Switzerland)

ตารางที่ ๑.๙ ค่า Standard Curve ของ Sulfate

Concentration (mg/L)	Peak Height Sulfate (mV)
0.1	0.57
1	5.19
10	35.04



รูปที่ ๑.๑ กราฟ Standard Curve ของ Sulfate

ตารางที่ ๑.๑๐ ผลการวิเคราะห์หาความเข้มข้น Sulfate ในตัวอย่างน้ำเสีย

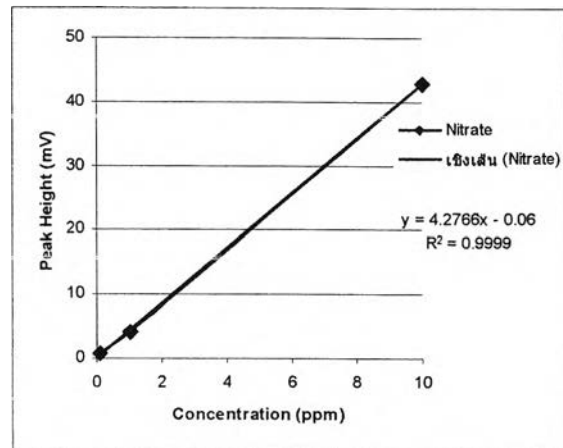
ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น(mg/L)
Equalization	17.30	4.78	9.57
Final	16.71	4.61	9.22
Control	15.81	4.35	8.69
Treat Ozone	19.07	5.30	10.60
0hr sample1	15.16	4.16	8.31
0hr sample2	16.58	4.57	9.15
0hr sample3	17.01	4.70	9.40
1hr sample1	16.61	4.58	9.16
1hr sample2	17.95	4.97	9.95
1hr sample3	17.70	4.90	9.80
2hr sample1	17.00	4.70	9.39
2hr sample2	17.68	4.89	9.79
2hr sample3	16.37	4.51	9.02
3hr sample1	17.33	4.79	9.58
3hr sample2	16.09	4.43	8.86
3hr sample3	16.52	4.56	9.11

ตารางที่ ๑.11 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Sulfate ที่เวลา 0 – 3 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	Sample1	Sample2	Sample3	ค่าเฉลี่ย	STEDV
0	8.31	9.15	9.40	8.95	0.57
1	9.16	9.95	9.80	9.64	0.42
2	9.39	9.79	9.02	9.40	0.39
3	9.58	8.86	9.11	9.18	0.37

ตารางที่ ๑.12 ค่า Standard Curve ของ Nitrate

Concentration (mg/L)	Peak Height Nitrate (mV)
0.1	0.61
1	3.95
10	42.73



รูปที่ ๑.2 กราฟ Standard Curve ของ Nitrate

ตารางที่ ๑.13 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Nitrate ในตัวอย่างน้ำเสีย

ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
Equalization	0.76	0.19	0.38
Final	0.83	0.21	0.42
Control	0.75	0.19	0.38
Treat Ozone	5.02	1.19	2.38
0hr sample1	1.22	0.30	0.60
0hr sample2	1.22	0.30	0.60
0hr sample3	1.27	0.31	0.62
1hr sample1	1.21	0.30	0.59
1hr sample2	1.09	0.27	0.54
1hr sample3	1.04	0.26	0.51
2hr sample1	1.05	0.26	0.52

ตารางที่ จ.13 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Nitrate ในตัวอย่างน้ำเสีย (ต่อ)

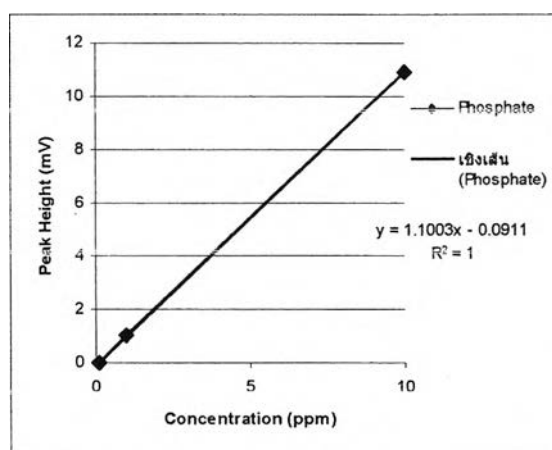
ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
2hr sample2	1.06	0.26	0.52
2hr sample3	0.95	0.24	0.47
3hr sample1	0.86	0.22	0.43
3hr sample2	0.92	0.23	0.46
3hr sample3	0.98	0.24	0.49

ตารางที่ จ.15 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Nitrate ที่เวลา 0 - 3 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	Sample1	Sample2	Sample3	ค่าเฉลี่ย	STEDV
0	0.60	0.60	0.62	0.61	0.01
1	0.59	0.54	0.51	0.55	0.04
2	0.52	0.52	0.47	0.50	0.03
3	0.43	0.46	0.49	0.46	0.03

ตารางที่ จ.15 Standard Curve ของ Phosphate

Concentration (mg/L)	Peak Height Phosphate (mV)
0.1	0
1	1.03
10	10.91



รูปที่ จ.3 กราฟ Standard Curve ของ Phosphate

ตารางที่ ๑.16 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Phosphate ในตัวอย่างน้ำเสีย

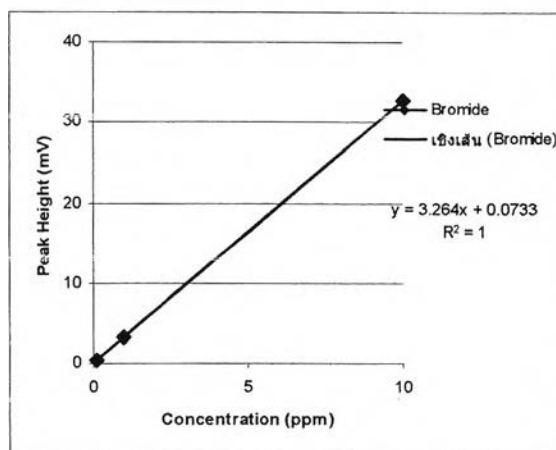
ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
Equalization	0.34	0.39	0.78
Final	0.22	0.28	0.57
Control	0.31	0.36	0.73
Treat Ozone	-	-	-
0hr sample1	0.28	0.34	0.67
0hr sample2	0.35	0.40	0.80
0hr sample3	0.32	0.37	0.75
1hr sample1	0.34	0.39	0.78
1hr sample2	0.36	0.41	0.82
1hr sample3	0.34	0.39	0.78
2hr sample1	0.30	0.36	0.71
2hr sample2	0.31	0.36	0.73
2hr sample3	0.30	0.36	0.71
3hr sample1	0.24	0.30	0.60
3hr sample2	0.27	0.33	0.66
3hr sample3	0.26	0.32	0.64

ตารางที่ ๑.17 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Phosphate ที่เวลา 0 – 3 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	Sample1	Sample2	Sample3	ค่าเฉลี่ย	STEDV
0	0.67	0.80	0.75	0.74	0.07
1	0.78	0.82	0.78	0.79	0.02
2	0.71	0.73	0.71	0.72	0.01
3	0.60	0.66	0.64	0.63	0.03

ตารางที่ ๑.13 Standard Curve ของ Bromide

Concentration (mg/L)	Peak Height Bromide (mV)
0.1	0
1	1.03
10	10.91



รูปที่ ๑.4 กราฟ Standard Curve ของ Bromide

ตารางที่ ๑.19 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Bromide ในตัวอย่างน้ำเสีย

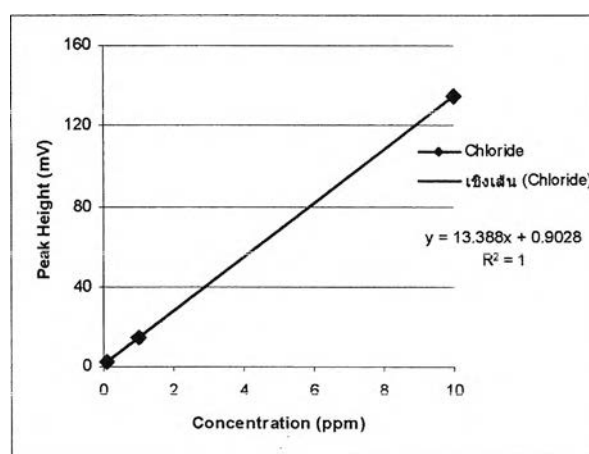
ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
Equalization	1.33	0.39	0.77
Final	1.17	0.34	0.67
Control	1.22	0.35	0.70
Treat Ozone	1.14	0.33	0.65
0hr sample1	1.32	0.38	0.76
0hr sample2	1.25	0.36	0.72
0hr sample3	1.30	0.38	0.75
1hr sample1	1.36	0.39	0.79
1hr sample2	1.08	0.31	0.62
1hr sample3	1.06	0.30	0.60
2hr sample1	1.12	0.32	0.64
2hr sample2	1.10	0.31	0.63
2hr sample3	1.05	0.30	0.60
3hr sample1	1.17	0.34	0.67
3hr sample2	1.11	0.32	0.64
3hr sample3	1.15	0.33	0.66

ตารางที่ ๑.20 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Bromide ที่เวลา 0 – 3 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	Sample1	Sample2	Sample3	ค่าเฉลี่ย	STEDV
0	0.76	0.72	0.75	0.74	0.02
1	0.79	0.62	0.60	0.67	0.10
2	0.64	0.63	0.60	0.62	0.02
3	0.67	0.64	0.66	0.66	0.02

ตารางที่ ๑.21 Standard Curve ของ Chloride

Concentration (mg/L)	Peak Height Chloride (mV)
0.1	2.07
1	14.48
10	134.77



รูปที่ ๑.5 กราฟ Standard Curve ของ Chloride

ตารางที่ ๑.22 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Chloride ในตัวอย่างน้ำเสีย

ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
Equalization	50.06	3.67	7.34
Final	42.76	3.13	6.25
Control	46.31	3.39	6.78
Treat Ozone	48.86	3.58	7.16
0hr sample1	47.91	3.51	7.02
0hr sample2	43.78	3.20	6.41
0hr sample3	44.8	3.28	6.56
1hr sample1	46.99	3.44	6.88
1hr sample2	46.03	3.37	6.74
1hr sample3	44.78	3.28	6.55

ตารางที่ ๑.22 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Chloride ในตัวอย่างน้ำเสีย (ต่อ)

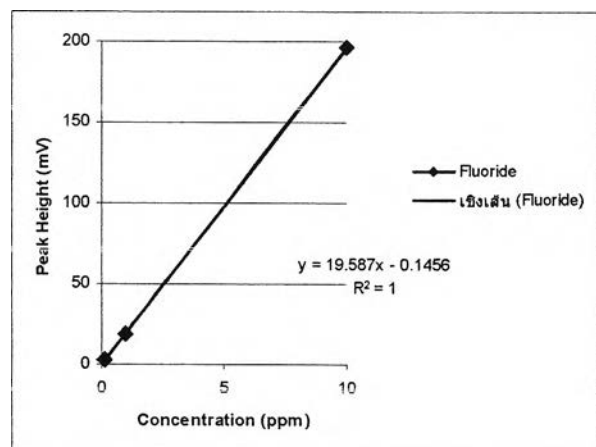
ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
2hr sample1	47.64	3.49	6.98
2hr sample2	46.04	3.37	6.74
2hr sample3	43.03	3.15	6.29
3hr sample1	47.09	3.45	6.90
3hr sample2	43.61	3.19	6.38
3hr sample3	44.98	3.29	6.58

ตารางที่ ๑.23 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Chloride ที่เวลา 0 - 3 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	Sample1	Sample2	Sample3	ค่าเฉลี่ย	STEDV
0	7.02	6.41	6.56	6.66	0.32
1	6.88	6.74	6.55	6.72	0.17
2	6.98	6.74	6.29	6.67	0.35
3	6.90	6.38	6.58	6.62	0.26

ตารางที่ ๑.24 Standard Curve ของ Fluoride

Concentration (mg/L)	Peak Height Chloride (mV)
0.1	2.46
1	18.73
10	195.79



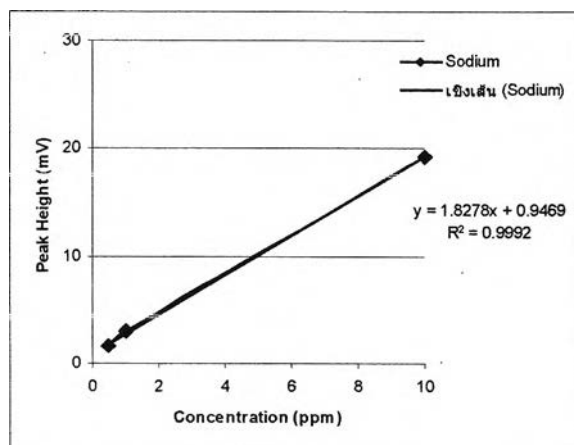
รูปที่ ๑.6 กราฟ Standard Curve ของ fluoride

ตารางที่ ๑.25 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Fluoride ในตัวอย่างน้ำเสีย

ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
Equalization	-	-	-
Final	-	-	-
Control	-	-	-
Treat Ozone	1.35	0.08	0.15
0hr sample1	0.21	0.02	0.04
0hr sample2	-	-	-
0hr sample3	-	-	-
1hr sample1	-	-	-
1hr sample2	-	-	-
1hr sample3	-	-	-
2hr sample1	0.22	0.02	0.04
2hr sample2	-	-	-
2hr sample3	-	-	-
3hr sample1	0.18	0.02	0.03
3hr sample2	-	-	-
3hr sample3	-	-	-

ตารางที่ ๑.26 Standard Curve ของ Sodium

Concentration (mg/L)	Peak Height Sodium (mV)
0.1	1.6
1	3.05
10	19.21



รูปที่ ๑.7 กราฟ Standard Curve ของ Sodium

ตารางที่ ๑.27 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Sodium ในตัวอย่างน้ำเสีย

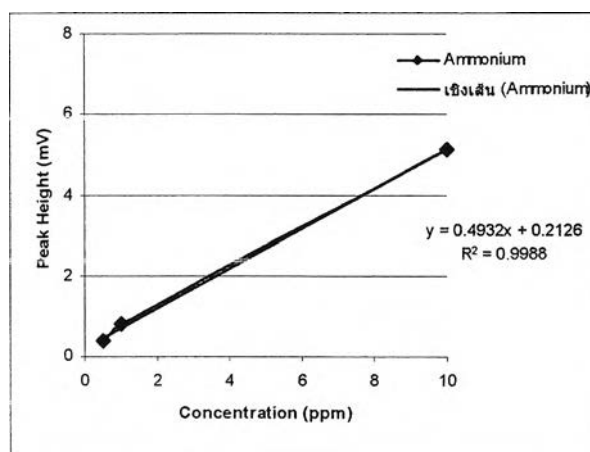
ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
Equalization	7.53	3.60	7.20
Final	6.8	3.20	6.40
Control	8.07	3.90	7.79
Treat Ozone	7.61	3.65	7.29
0hr sample 1	7.74	3.72	7.43
0hr sample 2	6.58	3.08	6.16
0hr sample 3	6.87	3.24	6.48
1hr sample 1	7.33	3.49	6.98
1hr sample 2	6.88	3.25	6.49
1hr sample 3	6.65	3.12	6.24
2hr sample 1	7.42	3.54	7.08
2hr sample 2	7.11	3.37	6.74
2hr sample 3	6.6	3.09	6.19
3hr sample 1	7.57	3.62	7.25
3hr sample 2	6.83	3.22	6.44
3hr sample 3	7.02	3.32	6.65

ตารางที่ ๑.28 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Sodium ที่เวลา 0 - 3 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	Sample1	Sample2	Sample3	ค่าเฉลี่ย	STEDV
0	7.43	6.16	6.48	6.69	0.66
1	6.98	6.49	6.24	6.57	0.38
2	7.08	6.74	6.19	6.67	0.45
3	7.25	6.44	6.65	6.78	0.42

ตารางที่ ๑.29 Standard Curve ของ Sodium

Concentration (mg/L)	Peak Height Ammonium (mV)
0.1	0.37
1	0.8
10	5.14



รูปที่ ๑.8 กราฟ Standard Curve ของ Ammonium

ตารางที่ ๑.30 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Ammonium ในตัวอย่างน้ำเสีย

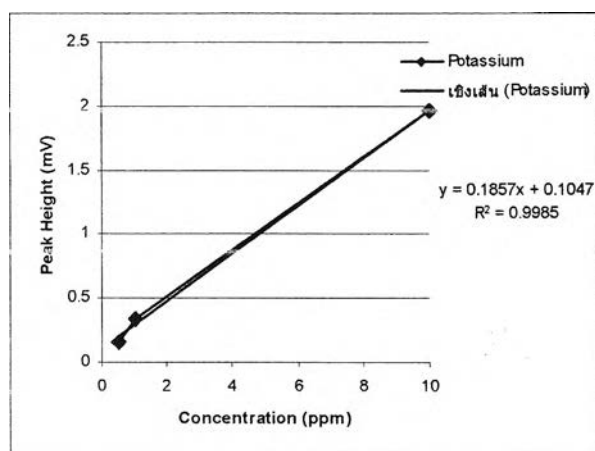
ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
Equalization	4.34	8.37	16.74
Final	3.22	6.10	12.20
Control	3.85	7.38	14.75
Treat Ozone	3.05	5.75	11.51
0hr sample1	3.65	6.97	13.94
0hr sample2	4.12	7.92	15.85
0hr sample3	4.2	8.08	16.17
1hr sample1	3.94	7.56	15.12
1hr sample2	4.23	8.15	16.29
1hr sample3	4.23	8.15	16.29
2hr sample1	3.87	7.42	14.83
2hr sample2	4.18	8.04	16.09
2hr sample3	4.31	8.31	16.62
3hr sample1	4.15	7.98	15.97
3hr sample2	4.21	8.11	16.21
3hr sample3	4.26	8.21	16.41

ตารางที่ ๑.31 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Ammonium ที่เวลา 0 – 3 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	Sample1	Sample2	Sample3	ค่าเฉลี่ย	STEDV
0	13.94	15.85	16.17	15.32	1.21
1	15.12	16.29	16.29	15.90	0.68
2	14.83	16.09	16.62	15.85	0.92
3	15.97	16.21	16.41	16.20	0.22

ตารางที่ ๑.32 Standard Curve ของ Potassium

Concentration (mg/L)	Peak Height Potassium (mV)
0.1	0.16
1	0.33
10	1.06



รูปที่ ๑.9 กราฟ Standard Curve ของ Potassium

ตารางที่ ๑.33 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Potassium ในตัวอย่างน้ำเสีย

ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
Equalization	0.75	3.47	6.95
Final	0.63	2.83	5.66
Control	0.69	3.15	6.30
Treat Ozone	0.64	2.88	5.77
0hr sample1	0.69	3.15	6.30
0hr sample2	0.72	3.31	6.63
0hr sample3	0.73	3.37	6.73
1hr sample1	0.69	3.15	6.30
1hr sample2	0.74	3.42	6.84

ตารางที่ ๑.33 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Potassium ในตัวอย่างน้ำเสีย (ต่อ)

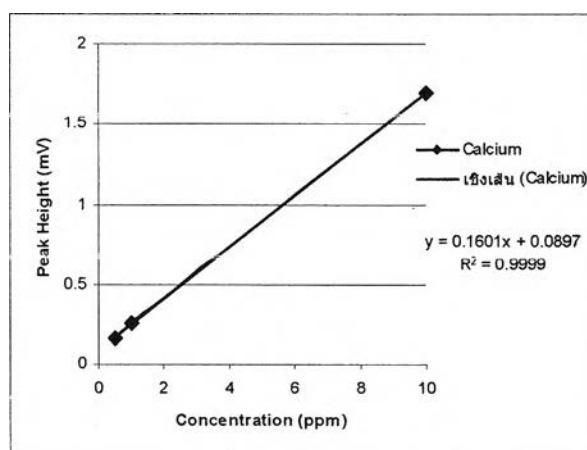
ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
1hr sample3	0.70	3.21	6.41
2hr sample1	0.73	3.37	6.73
2hr sample2	0.75	3.47	6.95
2hr sample3	0.73	3.37	6.73
3hr sample1	0.71	3.26	6.52
3hr sample2	0.70	3.21	6.41
3hr sample3	0.71	3.26	6.52

ตารางที่ ๑.34 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Potassium ที่เวลา 0 – 3 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	Sample1	Sample2	Sample3	ค่าเฉลี่ย	STEDV
0	6.30	6.63	6.73	6.55	0.23
1	6.30	6.84	6.41	6.52	0.29
2	6.73	6.95	6.73	6.80	0.13
3	6.52	6.41	6.52	6.48	0.06

ตารางที่ ๑.35 Standard Curve ของ Calcium

Concentration (mg/L)	Peak Height Calcium (mV)
0.1	0.16
1	0.26
10	1.69



รูปที่ ๑.10 กราฟ Standard Curve ของ Calcium

ตารางที่ ๑.36 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Calcium ในตัวอย่างน้ำเสีย

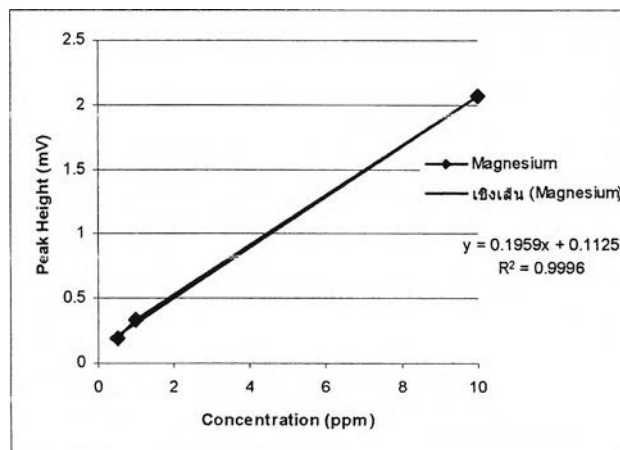
ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
Equalization	2.11	12.62	25.24
Final	1.92	11.43	22.86
Control	1.84	10.93	21.87
Treat Ozone	1.86	11.06	22.11
0hr sample1	1.86	11.06	22.11
0hr sample2	1.97	11.74	23.49
0hr sample3	2.03	12.12	24.24
1hr sample1	1.94	11.56	23.11
1hr sample2	1.99	11.87	23.74
1hr sample3	1.97	11.74	23.49
2hr sample1	1.99	11.87	23.74
2hr sample2	2.03	12.12	24.24
2hr sample3	1.99	11.87	23.74
3hr sample1	1.95	11.62	23.24
3hr sample2	2.03	12.12	24.24
3hr sample3	2.10	12.56	25.11

ตารางที่ ๑.37 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Calcium ที่เวลา 0 - 3 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	Sample1	Sample2	Sample3	ค่าเฉลี่ย	STEDV
0	22.11	23.49	24.24	23.28	1.08
1	23.11	23.74	23.49	23.45	0.32
2	23.74	24.24	23.74	23.91	0.29
3	23.24	24.24	25.11	24.20	0.94

ตารางที่ ๑.38 Standard Curve ของ Magnesium

Concentration (mg/L)	Peak Height Magnesium (mV)
0.1	0.19
1	0.33
10	2.07



รูปที่ ๑.10 กราฟ Standard Curve ของ Magnesium

ตารางที่ ๑.39 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้น Magnesium ในตัวอย่างน้ำเสีย

ตัวอย่าง	Peak Height ตัวอย่าง (mV)	ค่าที่คำนวณได้	ความเข้มข้น (mg/L)
Equalization	0.76	3.31	6.61
Final	0.73	3.15	6.30
Control	0.71	3.05	6.10
Treat Ozone	0.74	3.20	6.41
0hr sample1	0.69	2.95	5.90
0hr sample2	0.73	3.15	6.30
0hr sample3	0.75	3.25	6.51
1hr sample1	0.72	3.10	6.20
1hr sample2	0.74	3.20	6.41
1hr sample3	0.72	3.10	6.20
2hr sample1	0.71	3.05	6.10
2hr sample2	0.76	3.31	6.61
2hr sample3	0.73	3.15	6.30
3hr sample1	0.73	3.15	6.30
3hr sample2	0.74	3.20	6.41
3hr sample3	0.75	3.25	6.51

ตารางที่ ๑.40 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น Magnesium ที่เวลา 0 – 3 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	Sample1	Sample2	Sample3	ค่าเฉลี่ย	STEDV
0	5.9	6.3	6.51	6.24	0.31
1	6.2	6.41	6.2	6.27	0.12
2	6.1	6.61	6.3	6.34	0.26
3	6.30	6.41	6.51	6.41	0.11

ตารางที่ จ.41 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า DO ในถังปฏิกรณ์หลังผสมน้ำเติมไอโซนกับน้ำเสีย

เติมไอโซน	1		2		3		4		5		6		7		8	
เวลา (นาท)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)
เริ่มผสม	5.76	30.1	5.21	30.3	5.91	30.0	5.67	30.2	5.37	30.1	5.39	30.5	5.47	30.1	5.36	30.4
30	4.25	30.2	4.16	30.2	5.26	30.1	5.20	30.2	4.58	30.1	4.62	30.8	4.61	30.0	4.46	30.4
60	3.61	30.1	3.38	30.1	4.24	30.0	4.13	30.4	3.74	30.3	3.69	30.9	4.27	30.3	4.19	30.8
90	3.10	30.2	3.12	30.1	3.26	30.1	3.21	30.4	3.23	30.4	3.30	30.8	3.38	30.2	3.24	30.5
120	3.04	30.2	3.07	30.1	3.05	30.3	3.12	30.4	2.90	30.4	2.83	30.7	3.04	30.5	2.97	30.5

ตารางที่ จ.42 ค่า COD ในน้ำออกระบบ จากน้ำเสียสังเคราะห์ (ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ)

เวลา (ชั่วโมง)	COD (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	COD (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	COD (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	COD (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	COD (mg/L)
เริ่มการทดลอง	89.28	25	72.00	49	66.24	73	72.00	97	72.00
2	65.28	26	57.60	50	55.68	74	57.60	98	57.60
4	67.20	28	57.60	52	55.68	76	57.60	100	57.60
6	65.28	30	57.60	54	55.68	78	57.60	102	57.60
8	58.56	32	57.60	56	55.68	80	57.60	104	57.60
10	57.60	34	57.60	58	55.68	82	57.60	106	57.60

ตารางที่ จ.43 ค่า DO ในระบบ เมื่อทำการผสมน้ำเติมไอโซนกับน้ำเสียสังเคราะห์

เวลา (ชั่วโมง)	DO (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	DO (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	DO (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	DO (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	DO (mg/L)
1.00	5.60	24.05	5.46	48.05	5.61	72.05	5.63	96.05	5.39
1.30	4.51	24.30	4.78	48.30	5.18	72.30	5.10	96.30	4.62
2.00	4.17	25.00	3.97	49.00	4.24	73.00	4.56	97.00	4.03
2.30	3.88	25.30	3.39	49.30	3.97	73.30	4.07	97.30	3.61
3.00	3.12	26.00	3.05	50.00	3.21	74.00	2.96	98.00	2.89
3.05	5.59	26.05	5.32	50.05	5.56	74.05	5.40	98.05	5.42
3.30	4.48	26.30	4.49	50.30	4.90	74.30	4.80	98.30	4.53
4.00	4.09	27.00	4.02	51.00	4.29	75.00	4.33	99.00	3.98
4.30	3.77	27.30	3.24	51.30	3.99	75.30	3.96	99.30	3.42
5.00	3.21	28.00	3.04	52.00	3.19	76.00	2.74	100.00	3.12
5.05	5.47	28.05	5.31	52.05	5.46	76.05	5.32	100.05	5.37
5.30	4.45	28.30	4.53	52.30	4.63	76.30	4.70	100.30	4.21
6.00	4.24	29.00	3.96	53.00	4.34	77.00	4.21	101.00	3.87
6.30	3.65	29.30	3.21	53.30	3.87	77.30	3.82	101.30	3.11
7.00	3.21	30.00	2.98	54.00	3.09	78.00	2.99	102.00	2.88
7.05	5.56	30.05	5.33	54.05	5.53	78.05	5.25	102.05	5.48
7.30	4.50	30.30	4.58	54.30	4.43	78.30	4.65	102.30	3.99
8.00	4.14	31.00	3.93	55.00	4.02	79.00	4.16	103.00	3.52
8.30	3.45	31.30	3.15	55.30	3.70	79.30	3.81	103.30	3.05
9.00	3.08	32.00	2.97	56.00	3.10	80.00	2.86	104.00	2.89
9.05	5.33	32.05	5.35	56.05	5.68	80.05	5.30	104.05	5.33
9.30	4.39	32.30	4.55	56.30	4.58	80.30	4.53	104.30	4.15
10.00	3.95	33.00	3.98	57.00	4.11	81.00	3.96	105.00	3.71
10.30	3.54	33.30	3.00	57.30	3.65	81.30	3.47	105.30	3.21
11.00	3.15	34.00	2.89	58.00	3.15	82.00	2.89	106.00	2.87

ตารางที่ ๑.44 จำนวนแบคทีเรียในน้ำออกระบบ จากน้ำเสียสังเคราะห์ (ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ)

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ แบคทีเรีย (10 ⁶ cfu/ml)	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ แบคทีเรีย (10 ⁶ cfu/ml)	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ แบคทีเรีย (10 ⁶ cfu/ml)	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ แบคทีเรีย (10 ⁶ cfu/ml)	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ แบคทีเรีย (10 ⁶ cfu/ml)
2	0.54	26	1.92	50	1.59	74	2.31	98	1.80
4	0.56	28	2.32	52	2.03	76	1.59	100	2.39
6	0.65	30	2.46	54	1.96	78	2.38	102	2.26
8	1.19	32	2.41	56	1.99	80	2.56	104	2.23
10	1.54	34	2.59	58	1.86	82	2.26	106	2.56

ตารางที่ ๑.45 ความเข้มข้นของโอโซนในน้ำออกระบบ จากน้ำเสียสังเคราะห์ (ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ)

เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น โอโซน (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น โอโซน (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น โอโซน (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น โอโซน (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น โอโซน (mg/L)
2	0.06±0.01	26	0.06±0.01	50	0.05±0.03	74	0.06±0.01	98	0.06±0.01
4	0.06±0.01	28	0.06±0.01	52	0.05±0.03	76	0.05±0.03	100	0.06±0.01
6	0.06±0.01	30	0.05±0.00	54	0.05±0.00	78	0.05±0.03	102	0.07±0.01
8	0.05±0.01	32	0.05±0.03	56	0.05±0.03	80	0.06±0.01	104	0.06±0.01
10	0.05±0.01	34	0.06±0.01	58	0.06±0.01	82	0.06±0.01	106	0.06±0.01

ตารางที่ ๑.46 แสดงความเข้มข้นของน้ำเติมโอโซน (ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ) และค่า DO ในน้ำเสียสังเคราะห์ก่อนการผสมลงในถังปฏิกรณ์

เวลา (ชั่วโมง)	Ozone	DO	เวลา (ชั่วโมง)	Ozone	DO	เวลา (ชั่วโมง)	Ozone	DO	เวลา (ชั่วโมง)	Ozone	DO	เวลา (ชั่วโมง)	Ozone	DO
	(mg/L)			(mg/L)			(mg/L)			(mg/L)			(mg/L)	
2	0.13±0.01	9.37	26	0.15±0.02	8.78	50	0.13±0.01	9.11	74	0.14±0.01	8.33	98	0.16±0.01	8.77
4	0.13±0.02	9.87	28	0.15±0.04	8.71	52	0.13±0.01	8.74	76	0.15±0.01	8.76	100	0.13±0.01	8.71
6	0.14±0.01	8.71	30	0.14±0.01	8.69	54	0.12±0.01	8.82	78	0.14±0.01	8.74	102	0.15±0.01	8.74
8	0.14±0.01	8.88	32	0.12±0.04	8.74	56	0.14±0.01	9.02	80	0.15±0.01	8.69	104	0.16±0.00	8.92
10	0.15±0.01	8.92	34	0.15±0.00	8.88	58	0.17±0.01	8.73	82	0.14±0.01	8.75	106	0.16±0.02	8.86

ตารางที่ ๑.47 แสดงค่า BOD ในน้ำเสียสังเคราะห์ เมื่อครบระยะกักพักทางจุลศาสตร์ (ค่าเฉลี่ย 2 ซ้ำ)

ครั้งที่	BOD (mg/L)	ครั้งที่	BOD (mg/L)	ครั้งที่	BOD (mg/L)	ครั้งที่	BOD (mg/L)	ครั้งที่	BOD (mg/L)
1	4.45±0.35	3	8.70±3.25	5	4.50±0.14	7	4.75±0.21	9	4.95±0.35
2	6.05±0.78	4	8.10±1.56	6	5.75±1.77	8	5.25±0.21	10	4.75±0.49

ตารางที่ จ.48 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า DO น้ำเสียจากอาคารหมกฏในถังปฏิกรณ์หลังผสมน้ำเติมโอโซนกับน้ำเสีย

ครั้งที่เติม โอโซน	1		2		3		4		5		6		7		8	
	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)	DO (mg/L)	Temp. (°C)
เริ่มผสม	5.76	30.1	5.21	30.3	5.91	30.0	5.67	30.2	5.37	30.1	5.39	30.5	5.47	30.1	5.36	30.4
30	4.25	30.2	4.16	30.2	5.26	30.1	5.20	30.2	4.58	30.1	4.62	30.8	4.61	30.0	4.46	30.4
60	3.61	30.1	3.38	30.1	4.24	30.0	4.13	30.4	3.74	30.3	3.69	30.9	4.27	30.3	4.19	30.8
90	3.10	30.2	3.12	30.1	3.26	30.1	3.21	30.4	3.23	30.4	3.30	30.8	3.38	30.2	3.24	30.5
120	3.04	30.2	3.07	30.1	3.05	30.3	3.12	30.4	2.90	30.4	2.83	30.7	3.04	30.5	2.97	30.5

ตารางที่ จ.49 ค่า COD ในน้ำออกระบบ จากน้ำเสียอาคารหมกฏ (ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ)

เวลา (ชั่วโมง)	COD (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	COD (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	COD (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	COD (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	COD (mg/L)
เริ่มการทดลอง	96.96	25	63.36	49	66.24	73	66.24	97	66.24
2	63.36	26	61.44	50	56.64	74	56.64	98	57.60
4	58.56	28	56.64	52	56.64	76	56.64	100	57.60
6	58.56	30	56.64	54	56.64	78	56.64	102	57.60
8	58.56	32	56.64	56	56.64	80	56.64	104	57.60
10	58.56	34	56.64	58	56.64	82	56.64	106	57.60

ตารางที่ ๑.50 ค่า DO ในระบบ เมื่อทำการผสมน้ำเติมไอโซนกับน้ำเสียจากอาคารมหมกฏ

เวลา (ชั่วโมง)	DO (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	DO (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	DO (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	DO (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	DO (mg/L)
1.00	5.51	24.05	5.64	48.05	5.55	72.05	5.55	96.05	5.54
1.30	4.43	24.30	4.67	48.30	4.63	72.30	4.26	96.30	4.74
2.00	3.82	25.00	4.03	49.00	4.08	73.00	3.86	97.00	3.69
2.30	3.24	25.30	3.31	49.30	3.62	73.30	3.21	97.30	3.39
3.00	2.98	26.00	3.08	50.00	3.14	74.00	2.77	98.00	2.95
3.05	5.57	26.05	5.51	50.05	5.49	74.05	5.50	98.05	5.57
3.30	4.29	26.30	4.73	50.30	4.23	74.30	4.39	98.30	4.66
4.00	3.42	27.00	3.96	51.00	4.03	75.00	3.88	99.00	4.04
4.30	3.22	27.30	3.47	51.30	3.71	75.30	3.50	99.30	3.66
5.00	2.89	28.00	3.08	52.00	3.08	76.00	2.91	100.00	3.08
5.05	5.59	28.05	5.47	52.05	5.51	76.05	5.54	100.05	5.58
5.30	4.18	28.30	4.65	52.30	4.27	76.30	4.38	100.30	4.59
6.00	3.32	29.00	3.55	53.00	3.83	77.00	3.80	101.00	3.87
6.30	3.15	29.30	3.43	53.30	3.45	77.30	3.29	101.30	3.50
7.00	3.02	30.00	3.03	54.00	3.10	78.00	2.97	102.00	2.98
7.05	5.52	30.05	5.41	54.05	5.68	78.05	5.60	102.05	5.49
7.30	4.26	30.30	4.67	54.30	4.12	78.30	4.23	102.30	4.66
8.00	3.7	31.00	3.86	55.00	3.89	79.00	3.78	103.00	3.97
8.30	3.11	31.30	3.29	55.30	3.23	79.30	3.31	103.30	3.54
9.00	2.91	32.00	2.97	56.00	2.90	80.00	2.92	104.00	2.99
9.05	5.54	32.05	5.42	56.05	5.52	80.05	5.57	104.05	5.52
9.30	4.31	32.30	4.53	56.30	4.36	80.30	4.35	104.30	4.37
10.00	3.78	33.00	4.32	57.00	3.99	81.00	3.72	105.00	3.59
10.30	3.29	33.30	3.57	57.30	3.09	81.30	3.35	105.30	3.36
11.00	2.94	34.00	2.98	58.00	2.82	82.00	3.00	106.00	3.09

ตารางที่ จ.51 จำนวนแบคทีเรียในน้ำออกระบบ จากน้ำเสียอาคารมхамกฎ (ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ)

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ แบคทีเรีย (10 ⁶ cfu/ml)	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ แบคทีเรีย (10 ⁶ cfu/ml)	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ แบคทีเรีย (10 ⁶ cfu/ml)	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ แบคทีเรีย (10 ⁶ cfu/ml)	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ แบคทีเรีย (10 ⁶ cfu/ml)
2	0.22	26	1.91	50	2.25	74	2.62	98	2.54
4	0.32	28	1.83	52	2.90	76	2.35	100	2.70
6	0.74	30	1.86	54	2.70	78	2.60	102	2.83
8	2.05	32	1.73	56	2.93	80	2.15	104	2.69
10	2.10	34	2.05	58	2.75	82	2.73	106	2.98

ตารางที่ จ.52 ความเข้มข้นของโอโซนในน้ำออกระบบ จากน้ำเสียสังเคราะห์ (ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ)

เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น โอโซน (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น โอโซน (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น โอโซน (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น โอโซน (mg/L)	เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น โอโซน (mg/L)
2	0.06±0.01	26	0.06±0.01	50	0.06±0.01	74	0.07±0.00	98	0.08±0.02
4	0.06±0.01	28	0.07±0.03	52	0.06±0.01	76	0.07±0.00	100	0.04±0.02
6	0.06±0.01	30	0.07±0.03	54	0.06±0.01	78	0.06±0.01	102	0.06±0.01
8	0.06±0.01	32	0.06±0.01	56	0.06±0.01	80	0.08±0.02	104	0.06±0.01
10	0.05±0.00	34	0.06±0.01	58	0.07±0.03	82	0.06±0.01	106	0.06±0.01

ตารางที่ จ.53 แสดงความเข้มข้นของน้ำเติมโอโซน (ค่าเฉลี่ย 3 ชั่วโมง) และค่า DO ในน้ำเสียจากอาคารหมักก่อนการผสมลงในถังปฏิกรณ์

เวลา (ชั่วโมง)	Ozone	DO	เวลา (ชั่วโมง)	Ozone	DO	เวลา (ชั่วโมง)	Ozone	DO	เวลา (ชั่วโมง)	Ozone	DO	เวลา (ชั่วโมง)	Ozone	DO
	(mg/L)			(mg/L)			(mg/L)			(mg/L)				
2	0.13±0.01	8.88	26	0.13±0.01	8.91	50	0.15±0.01	9.27	74	0.14±0.00	9.31	98	0.15±0.01	8.96
4	0.13±0.02	8.86	28	0.13±0.00	8.83	52	0.16±0.01	9.31	76	0.16±0.03	9.14	100	0.13±0.01	8.84
6	0.14±0.01	9.31	30	0.16±0.01	9.21	54	0.15±0.01	8.99	78	0.15±0.00	8.85	102	0.14±0.01	8.71
8	0.14±0.01	8.74	32	0.15±0.01	9.04	56	0.16±0.01	8.84	80	0.15±0.01	9.02	104	0.13±0.01	8.82
10	0.15±0.01	8.69	34	0.15±0.03	8.86	58	0.16±0.01	9.12	82	0.15±0.00	8.97	106	0.14±0.01	8.89

ตารางที่ จ.54 แสดงค่า BOD ในน้ำเสียจากอาคารหมัก เมื่อครบระยะกักพักทางจุลศาสตร์ (ค่าเฉลี่ย 2 ชั่วโมง)

ครั้งที่	BOD (mg/L)	ครั้งที่	BOD (mg/L)	ครั้งที่	BOD (mg/L)	ครั้งที่	BOD (mg/L)	ครั้งที่	BOD (mg/L)
1	7.55±0.49	3	7.85±0.21	5	6.25±0.21	7	9.20±0.42	9	9.10±0.64
2	9.25±0.49	4	8.75±0.35	6	7.35±0.35	8	9.20±0.28	10	9.75±0.49

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววชิรโรบล แสงสว่าง เกิดวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ.2528 จังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปี พ.ศ.2550 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2550 ในระหว่างการศึกษานี้ ได้เข้าร่วมงานวิชาการ ดังนี้

- ได้ไปนำเสนอผลงานแบบบรรยาย ในการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 14 (The National Graduate Research Conference) ระหว่างวันที่ 10-11 กันยายน พ.ศ. 2552 จัดโดยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ได้รับรางวัลผลงานวิจัยดี กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกายภาพ ในการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 14 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ได้เข้าร่วมการประชุมพิษวิทยาแห่งชาติ ครั้งที่ 1 “โลกทัศน์ทางด้านพิษวิทยา” ระหว่างวันที่ 17-18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 จัดโดย สมาคมพิษวิทยาแห่งประเทศไทย ร่วมกับ สมาคมพิษวิทยาคลินิก และชมรมพันธุพิษแห่งประเทศไทย
- ได้ไปนำเสนอผลงานแบบบรรยาย ในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 9 (9th National Environmental Conference) ระหว่างวันที่ 24-27 มีนาคม พ.ศ. 2553 จัดโดยสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย ร่วมกับ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

