ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์หาค่าบีโอดี

บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)

โดยวิธี 5-Day BOD

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Incubation Bottle ขนาด 250-300 มิลลิลิตรพร้อมจุกปิดสนิท
2. บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร และขาตั้งบิวเรต
3. กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร
4. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร
5. ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส

น้ำยาเคมี

1. น้ำกลั่นที่มีคุณภาพสูง เพื่อใช้สำหรับเตรียมน้ำสำหรับการเจือจาง ควรมีทองแดงน้อยกว่า 0.01 มก./ลิตร และปราศจากคลอรีน คลอรามีน Caustic Alkalinity สารอินทรีย์ และกรด

2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เตรียมโดยละลาย KH_2PO_4 8.5 กรัม $NA_2HPO_4.7H_2O$ 33.4 กรัม K_2HPO_4 21.75 กรัม และ NH_4Cl 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วทำการปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้มีค่า pH เท่ากับ 7.2

3. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต เตรียมโดยละลาย $MgSO_4.7H_2O$ 22.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำการปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

4. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เตรียมโดยละลาย anhydrous $CaCl_2$ 27.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วทำการปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

5. สารละลายเฟอร์ริคคลอไรด์ เตรียมโดยละลาย $FeCl_3.6H_2O$ 0.25 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วทำการปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

6. สารละลายกรดและด่าง 1 N เพื่อปรับ pH ให้เป็นกลาง

6.1 กรด เตรียมโดยค่อยๆ เติม conc.H_2SO_4 28 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น พร้อมคน แล้วปรับปริมาตรจนได้ 1 ลิตร

6.2 ด่าง เตรียมโดยละลาย 40 กรัม NaOH ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรจนได้ 1 ลิตร

7. สารละลายโซเดียมซัลไฟท์ 0.025 N ละลาย Na_2SO_3 1.575 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วทำการปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ไม่อยู่ตัวต้องเตรียมในวันที่จะใช้

วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมน้ำสำหรับใช้เจือจาง

1.1 ตวงน้ำกลั่นให้มากกว่าปริมาตรที่จะใช้ 1 ลิตร ใส่ลงในภาชนะที่สะอาด

1.2 เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ เฟอร์ริคคลอไรด์ โดยเติมสารละลายแต่ละชนิด 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำสำหรับใช้เจือจาง 1 ลิตร

1.3 เป่าอากาศที่สะอาดเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

2. การเตรียมตัวอย่างน้ำที่จะวิเคราะห์

2.1 ตัวอย่างน้ำที่เห็นด่างหรือกรด ต้องปรับ pH ให้เป็น 6.5-7.5 ด้วยกรด H_2SO_4 1 N หรือด่าง NaOH 1 N

2.2 ตัวอย่างน้ำที่มีสารหระกอบคลอรีนตกค้าง โลหะหนัก หรือสารที่เป็นพิษชนิดอื่นเจือปนอยู่ จะต้องศึกษาและกำจัดเสียก่อนเป็นพิเศษ

3. วิธีการทำเจือจาง

3.1 เลือกเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างมาทำการเจือจางที่คาดว่าจะให้ค่า BOD_5 อยู่ในช่วงที่กำหนดแล้วเลือกเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่าและต่ำกว่าที่อยู่ติดกันตามตารางภาคผนวกที่ 1 ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรู้ค่า BOD_5 โดยประมาณก่อน

3.2 ค่อยๆ รินน้ำสำหรับการทำเจือจาง 700-800 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวงขนาด 1 ลิตร พยายามอย่าให้มีฟองอากาศ

3.3 เติมตัวอย่างน้ำตามจำนวนที่ต้องการ แล้วเติมน้ำสำหรับการทำเจือจางจนได้ปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3.4 คนให้เข้ากันโดยใช่แท่งแก้วเสียบจุกยางไว้ที่ปลาย ชักขึ้นลงเบาๆ โดยระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ

3.5 ค่อยๆ รินตัวอย่างน้ำที่ผสมเข้ากันดีแล้ว แล้วใส่ในขวด BOD ที่แห้งและสะอาด จนเต็ม 3 ขวด ปิดจุกให้สนิท นำไปเก็บในตู้ Incubator ที่ 20 องศาเซลเซียส 2 ขวด ส่วนขวดที่เหลือนำไปหาค่า DO ทันที เพื่อทราบค่า DO ที่จุดเริ่มต้น

3.6 ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.2-3.5 สำหรับเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างที่เจือจางที่ต่ำกว่าและสูงกว่า ตามลำดับ

4. การหาค่า DO ที่จุดเริ่มต้น (D_1) ใช้วิธี Azide Modification

5. การเพาะเลี้ยง (Incubation)

การเพาะเลี้ยงโดยเก็บ 2 ขวด ของแต่ละเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างเจือจางในตู้เย็นมืดอุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน จึงนำมาหาปริมาณ DO (D_2)

6. การควบคุมคุณภาพน้ำเจือจาง

รินน้ำกลั่นที่ใช้เจือจางแต่ไม่ได้ใส่น้ำเชื้อลงในขวด BOD 2 ขวด ปิดจุก แล้วเอาขวดหนึ่งเพาะที่ 20 องศาเซลเซียส ส่วนอีกขวดหนึ่งนำไปหาค่า DO ทันที ผลต่างของ DO ที่ได้ไม่ควรเกินกว่า 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร และถ้าจะให้ดีไม่ควรลดเกิน 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร

7. การพิจารณาผลเพื่อคำนวณค่า BOD

ผลที่น่าเชื่อถือและจะใช้คำนวณนั้น จะต้องมีค่าปริมาณ DO อย่างน้อย 1 มิลลิกรัม/ลิตร และต้องมีการลดปริมาณ DO ลงไปอย่างน้อย 2 มิลลิกรัม/ลิตร ของตัวอย่างน้ำที่ทำการเจือจางจึงทำให้ค่า BOD_5 ที่คำนวณออกมาถูกต้องที่สุด

ตาราง ก-1 ช่วงของค่า BOD_5 และวิธีการเจือจางน้ำ

ช่วงค่าบีโอดี	% น้ำตัวอย่าง
20,000-70,000	0.01
10,000-35,000	0.02
4,000-14,000	0.05
2,000-7,000	0.1
1,000-3,500	0.2
400-1,400	0.5
200-700	1.0
100-350	2.0
40-140	5.0
20-70	10.0
10-35	20.0
4-14	50.0
0-7	100

ภาคผนวก ข

วิธีการใช้ Fluorescence Spectrophotometer

เครื่องมือหลักในงานวิจัยนี้ คือ Fluorescence Spectrophotometer ยี่ห้อ JASCO รุ่น FP-750 (หมายเหตุ: ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาต้องทำการทดลองทันที)

รูป ข-1 Fluorescence Spectrophotometer ยี่ห้อ JASCO รุ่น FP-750

การทดลองนี้ทำการตรวจวัดโดยใช้ Mode Spectrum Measurement ขั้นตอนมีดังนี้

1. เลือก Spectrum measurement แล้ว double click 2 ครั้ง
2. เลือก measurement แล้วเข้าไปตรง parameter เพื่อเติมค่าต่างๆ ตามต้องการ เช่น เลือกการวัดที่ mode emission โดยที่ fixed excitation เลือกช่วงของการ Scan ที่ความยาวคลื่นต่ำไปสูง ที่ End เลือกความเร็วของการ Scan กด Auto หลังจากป้อน parameter จบแล้วก็กด OK
3. กด Start (ต้องเช็คว่า shutter เปิดแล้วหรือไม่เสมอ โดยที่ช่อง □ ไม่มีเครื่องหมาย √ แสดงว่า shutter เปิด)
4. เครื่องจะ Scan ตัวอย่างที่ได้ใส่ไว้
5. ได้ Spectrum แล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนการเอา Spectrum มา process โดยเลือกไปตรง Processing แล้วตามด้วย Peak Process

6. ตรงไปยัง Peak find เลือก Noise level ให้เหมาะสม จะปรากฏ lable ที่ตรง Peak ซึ่งอาจจะเพิ่มหรือ delete ได้ตามต้องการ

7. หากพอใจแล้วกด OK

8. เลือกไปที่ View ตามด้วยเลือกไปตรง Peak

9. ให้กดไปตรง Bar X ก็จะปรากฏ Wavelength ที่ต้องการ จากนั้นสั่งพิมพ์

10. เลิกใช้ Mode นี้โดยเลือก file แล้วกด Exit

ภาคผนวก ค

วิธีการใช้ UV-visible Spectrophotometer ยี่ห้อ Heλios รุ่น Thermo spectronic

1. วิธีเปิดเครื่อง

เปิดสวิชท์ Stabilizer หากมีเสียดังให้กดปุ่ม reset (ปุ่มสีแดง) และสวิชท์ power on ด้านหลังเครื่อง รอให้เครื่องตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจนผ่านครบทุกหัวข้อ (หากตรวจสอบผ่านจะมีเครื่องหมาย √ ขึ้นหน้าหัวข้อ) ใช้เวลาประมาณ 3 นาที ในระหว่างนี้ห้ามเปิดฝาครอบที่ใส่ Cell หรือกดปุ่มได้ทั้งสิ้น หากเครื่องผ่านแล้วหน้าจอจะขึ้นหน้า Home

2. วิธี Set parameter สำหรับวัด absorbance หรือ % T ของตัวอย่าง

2.1 กดลูกศร ∇ จนเคอร์เซอร์เลื่อนมาที่ mode fixed กด Enter เพื่อเข้าสู่ mode fixed

2.2 กด Enter ที่ Mode เลือก ABS เพื่อวัด absorbance

2.3 เลือกลูกศรมาที่ ID เพื่อตั้งชื่อไฟล์ที่ต้องการ Save (แนะนำว่าไม่ควร save ข้อมูลลงเครื่องเพราะจะทำให้หน่วยความจำเครื่องเต็ม ให้จดค่าลงสมุดทุกครั้งที่ทำการวัด)

2.4 กลับสู่หน้าจอ Fixed เลือก wavelength ตรง λ select

- เลือก single λ โดยกด Enter หากต้องการวัด 1 wavelength ใส่ค่าความยาวคลื่นที่ต้องการ
- เลือก serial λ โดยกด Enter หากต้องการวัดมากกว่า 1 wavelength ใส่ค่าความยาวคลื่นต่างๆ

หากได้ค่าความยาวคลื่นตามต้องการแล้วให้กด Accept

2.5 ในส่วนของ bandwidth, integration, delay time และ lamp change เครื่องจะตั้งค่าให้แล้วไม่ต้องเปลี่ยน

2.6 กดที่ view result เพื่อเข้าสู่หน้าจอที่เตรียมพร้อมสำหรับการวัดตัวอย่าง

2.7 ใส่น้ำกลั่นลงใน cell ทั้ง 2 cell และนำไปใส่ลงใน cell holder ปิดฝาเครื่อง กดปุ่ม ZERO BASE เครื่องจะขึ้นคำว่า ZEROING รอจนคำว่า ZEROING หายไป

2.8 ทำการวัดตัวอย่างโดยใส่ตัวอย่างใน cell ที่อยู่ด้านนอก (cell ที่อยู่ด้านในใส่น้ำกลั่น) กดปุ่ม RUN เครื่องจะขึ้นคำว่า integrating รอจนคำนี้หายไป เครื่องจะแสดงผลออกมา

- หากเป็นการวัด serial λ เมื่อกด RUN เพื่ออ่านค่าจาก λ ที่ 1 แล้วเครื่องจะขึ้นคำว่า integrating เมื่อเครื่องแสดงผลแล้วให้กด RUN เพื่ออ่านค่าที่ λ ถัดไป เครื่องจะขึ้นคำว่า instrument busy และขึ้นคำว่า integrating วัดไปจนครบทุก λ จากนั้นจึงเปลี่ยน sample เพื่อวัดตัวอย่างต่อไป

3. วิธีปิดเครื่อง

3.1 กดปุ่ม Home กลับไปที่หน้าจอ Home

3.2 ปิดสวิชท์หลังเครื่อง

3.3 ปิดเครื่อง Stabilizer และคลุมถุงผ้าให้เรียบร้อย

3.4 ลงบันทึกการใช้เครื่อง

ภาคผนวก ง

Full Paper เรื่อง

Podam, N, Sompongchaiyakul, P. and Sirinawin, W. 2006. Possibility of using Synchronous Fluorescence Spectroscopy as a Tool to Distinguish Sources of Biodegradable Organic Pollutants in Surface Water. Proceedings of the 5th National Environmental Conference (CD-ROM), Code 08R1-10, 8-10 March 2006, Siam City Hotel, Bangkok.

นัดดา โปดำ เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล และ วราภรณ์ ศิรินาวิน 2549 ความเป็นไปได้ในการใช้ซินโครนัสฟลูออเรสเซนต์สเปกโตรสโกปีเป็นเครื่องมือในการตรวจวัดสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในแหล่งน้ำผิวดิน ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 5 (CD-ROM), Code 08R1-10, วันที่ 8-10 มีนาคม พ.ศ. 2549 โรงแรมสยามซิตี้ กรุงเทพฯ (เอกสารภาษาอังกฤษ)

08R1-10 114

ความเป็นไปได้ในการใช้ซินโครนัสฟลูออเรสเซนต์สเปกโตรสโกปีเป็นเครื่องมือในการตรวจวัดสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในแหล่งน้ำผิวดิน

Possibility of using Synchronous Fluorescence Spectroscopy as a Tool to Distinguish Sources of Biodegradable Organic Pollutants in Surface Water

นัดดา โปดำ[1] เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล[1,2*] และ วราภรณ์ ศิรินาวิน[1,3]

Nadda Podam[1] Penjai Sompongchaiyakul[1,2*] and Waraporn Sirinawin[1,3]

Received 16 January 2006 ; received in revised form 26 February 2006 ; accepted 27 February 2006

บทคัดย่อ

สารอินทรีย์คาร์บอนที่ย่อยสลายได้เป็นส่วนประกอบหนึ่งในน้ำซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำได้ การตรวจวัดบีโอดีเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการประเมินปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ที่ปนเปื้อนในน้ำ เทคนิคนี้ต้องใช้ระยะเวลานานหลายวัน และไม่สามารถระบุแหล่งที่มาในการปนเปื้อนได้ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจากโรงงานอาหารทะเลและโรงงานน้ำยางข้นซึ่งเป็นอุตสาหกรรมหลักในภาคใต้ของไทย บางครั้งพบว่ามีการปนเปื้อนของมลสารอยู่สูง ในการศึกษานี้เป็นการศึกษาความเป็นได้ในการใช้ซินโครนัสฟลูออเรสเซนต์สเปกโตรสโกปีในการตรวจวัดและจำแนกความแตกต่างของสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากสองแหล่งนี้ โดยทำการตรวจวัดน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด โดยใช้ซินโครนัสฟลูออเรสเซนต์สเปกโตรสโกปี ที่ค่า $\Delta\lambda$ = 10, 20 และ 40 นาโนเมตร ($\Delta\lambda = \lambda_{cm} - \lambda_{cx}$) โดยน้ำเสียทั้งสองชนิดให้โครงสร้างสเปกตราซึ่งมีลักษณะเฉพาะและรูปแบบที่แตกต่างกัน ที่ค่า $\Delta\lambda$ = 10, 20 และ 40 นาโนเมตร สำหรับน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลที่ผ่านการบำบัดแล้วให้ค่าความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 387-388 นาโนเมตร ที่ $\Delta\lambda$ = 10 นาโนเมตร 393-398 นาโนเมตร ที่ $\Delta\lambda$ = 20 นาโนเมตร และ 400-405 นาโนเมตร ที่ $\Delta\lambda$ = 40 นาโนเมตร สำหรับน้ำเสียโรงงานน้ำยางข้นที่ผ่านการบำบัดแล้วให้ค่าความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 385-388 นาโนเมตร ที่ $\Delta\lambda$ = 10 นาโนเมตร 338-393 นาโนเมตร ที่ $\Delta\lambda$ = 20 นาโนเมตร และ 405-410 นาโนเมตร ที่ $\Delta\lambda$ = 40 นาโนเมตร จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้ซินโครนัสฟลูออเรสเซนต์สเปกโตรในการตรวจหาสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำผิวดินที่มาจากโรงงานต่างประเภทกัน

คำสำคัญ : ซินโครนัสฟลูออเรสเซนต์; สารมลพิษอินทรีย์; อุตสาหกรรมอาหารทะเล; อุตสาหกรรมน้ำยางข้น

[1*]Master Student in Environmental Management, Marine Biogeochemical Research Unit, Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University, Songkhla 90112, Thailand;

[2*]Assistant Professor, National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management-PSU Satellite Center, Prince of Songkla University, Songkhla 90112, Thailand;

[3]Lecturer, Department of Chemistry, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Songkhla 90112, Thailand;

[*]Tel : 0-7428-6885, Fax : 0-7442-9758, e-mail : penjai.s@psu.ac.th

Abstract

The organic biodegradable carbon is one of many constituents in water which defines its quality. Determination of Biochemical oxygen demand (BOD) is a favorite technique to evaluate these biodegradable organic pollutants contaminated in the water. This conventional technique is tedious and time consuming, moreover, it can not distinguish sources of such contaminants. Treated effluents of which discharges to natural waterways from food processing and Concentrated Latex Industry, which are the two main industries in southern Thailand, may contain significant amount of organic pollutants. This study was conducted to determine the applicability of synchronous fluorescence spectroscopy in monitoring and differentiating organic constituents in both wastes. The synchronous fluorescence spectra of final effluent samples from both industries were recorded at offset values of $\Delta\lambda$ = 10, 20 and 40 nm ($\Delta\lambda = \lambda_{em} - \lambda_{ex}$). Both types of effluent gave different spectral structures, which were unique and reproducible, at the offset values of $\Delta\lambda$ = 10, 20 and 40 nm. For frozen seafood effluent, the major peak was 387-388 nm at $\Delta\lambda$ = 10 nm, 393-398 nm at $\Delta\lambda$ = 20 nm and 400-405 nm at $\Delta\lambda$ = 40 nm. For concentrated latex plant effluent, the major peak was 385-388 nm at $\Delta\lambda$ = 10 nm, 338-393 nm at $\Delta\lambda$ = 20 nm and 405-410 nm at $\Delta\lambda$ = 40 nm. These results demonstrate the possibility of using synchronous fluorescence spectroscopy in detecting the presence of organic constituents from different industries in surface water.

Keywords : synchronous fluorescence; organic pollutants; seafood industry; concentrated latex industry

Introduction

Gross discharges of untreated effluent are common forms of surface water pollution. One of the main constituents is the biodegradable organic carbon. This biodegradable component is traditionally measured by a series of wet chemical methods such as BOD test. The BOD test requires at least 5 days to complete the test, and is difficult to get consistently accurate measurements [1]. In the past three decades, a fluorescence spectroscopy has been applied extensively to characterize, differentiate and classify of natural organic matter, domestic wastewater and industrial wastewater [1-4].

The synchronous technique was first suggested by Lloyd (1971) [5]. In this technique both excitation wavelength (λ_{ex}) and the emission wavelength (λ_{em}) are scanned synchronously with a constant-wavelength interval ($\Delta\lambda = \lambda_{em} - \lambda_{ex}$). The limitation of this technique is however the same inherent to the basic fluorescence technique. The most crucial limitations in multi-component analysis by synchronous or any other luminescence technique is spectral overlap. The chances of spectral overlap increase when more components are present, which may lead to problems such as distortion of synchronous signal [6-7].

Recently, the synchronous fluorescence spectroscopy (SFS) has been used in various water research studies such as for characterization and identification of natural organic matter from various origins [8-12], for tracing sources of dissolved organic matters (DOM) in natural waters [13], for analysis of wastewater [2, 14], as a biomonitoring tool of environmental contamination [4, 15].

In this study, we applied SFS to the effluents from frozen seafood and concentrated latex industries. The effluents discharged to surface waters may contain significant amount of organic pollutants. Our objective is to evaluate the possibility of using SFS as a tool to distinguish sources of biodegradable organic pollutants in surface waters. We

hope to obtain fingerprint spectra of DOM derived from different types of wastewater which are subsequently can be used in the identification of the sources.

Material and Methods

Sampling

The water samples used in this study were treated final effluents from frozen seafood and concentrated latex industries, which are the two main industries in southern Thailand. Three representative samples from each industries were collected and analysis immediately.

Instrumental and materials

Synchronous fluorescence spectra of the samples were recorded using a 1 cm quartz fluorescence cell and a commercial spectrofluorometer (JASCO Model FP-750). Both conventional and synchronous fluorescence spectra were initially run on representative samples. SFS were run and investigated at different constant offset values, $\Delta\lambda$, of 10, 20 and 40 nm. The pH values and temperature of effluents samples were also examined prior to analysis.

Results and Discussion

The pH values of treated final effluents sampling from frozen seafood factory were 6.9 to 7.4, and from concentrated latex industries were 7.3 to 8.0. The temperatures of effluent samples from frozen seafood factory were 25.7 to 26.4, where as concentrated latex industries were 23.3 to 28.2. The treated effluents before discharging to natural waterways of frozen seafood factory were lower than those of from the concentrate latex industries. The conventional fluorescence spectra were found to be generally quite broad and do not show observable differences of fluorescence emission spectra of the representative samples. SFS of treated final effluents collected from frozen seafood and concentrated latex industries exhibited from the offset values of $\Delta\lambda$ = 10, 20 and 40 nm showed in Figures 1-3. At $\Delta\lambda$ = 10 nm, the effluent spectrum features of the frozen seafood has a maximum intensity peak at 387-388 nm, while the one of the concentrated latex industry showed at 385-388 nm. At $\Delta\lambda$ = 20 nm, the frozen seafood exhibited the major peak at 393-398 nm, whereas the concentrated latex industry displayed at 338-393 and 407 nm. At $\Delta\lambda$ = 40 nm, the major peak showed at 400-405 nm for the frozen seafood effluent, and 405-410 nm for the concentrated latex industry. These spectral features are in agreement with previous works [2, 14].

The results demonstrate the capability of SFS in detecting the presence of organic constituents in the effluents. Although the intensities of the SFS peaks varied from sample to sample of the same industry, it is further demonstrated that their wavelength positions are highly reproducible. The different of spectra somewhat suggested the possibility of using SFS in differentiating organic substances of various origins compare with the conventional fluorescence emission method. According to BOD test, the effluents using in this study were fairly clean. The BOD values of the effluents were even less than receiving surface water. Thus, the clearer fingerprint spectra different wastewater could be obtained if more concentrated wastewater being study.

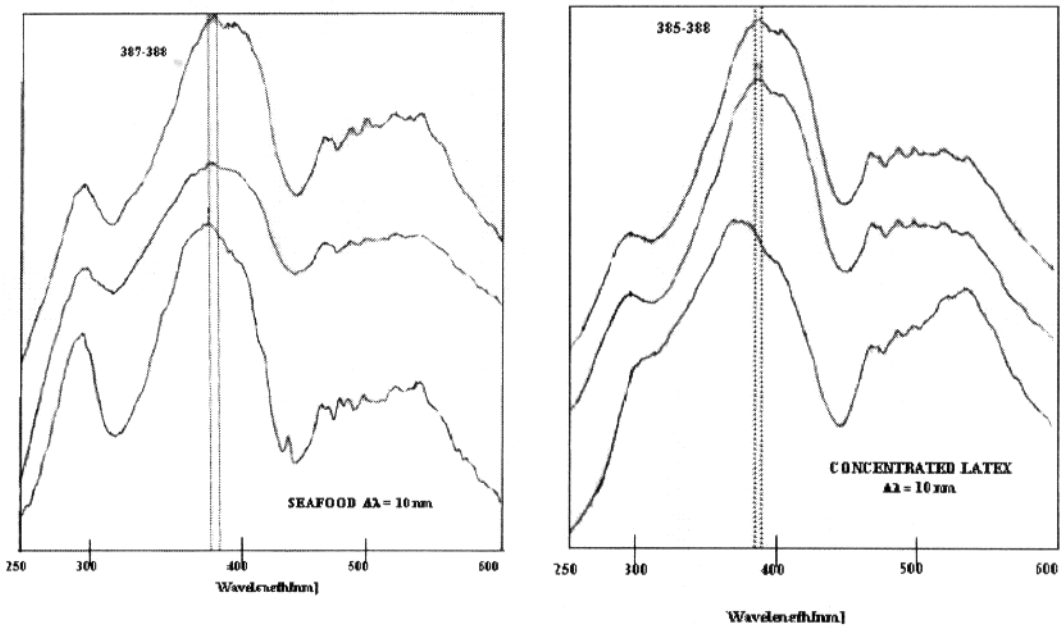


Figure 1 SFS of treated final effluents water sample from seafood processing and concentrated latex industry offset value of $\Delta\lambda$ = 10 nm.

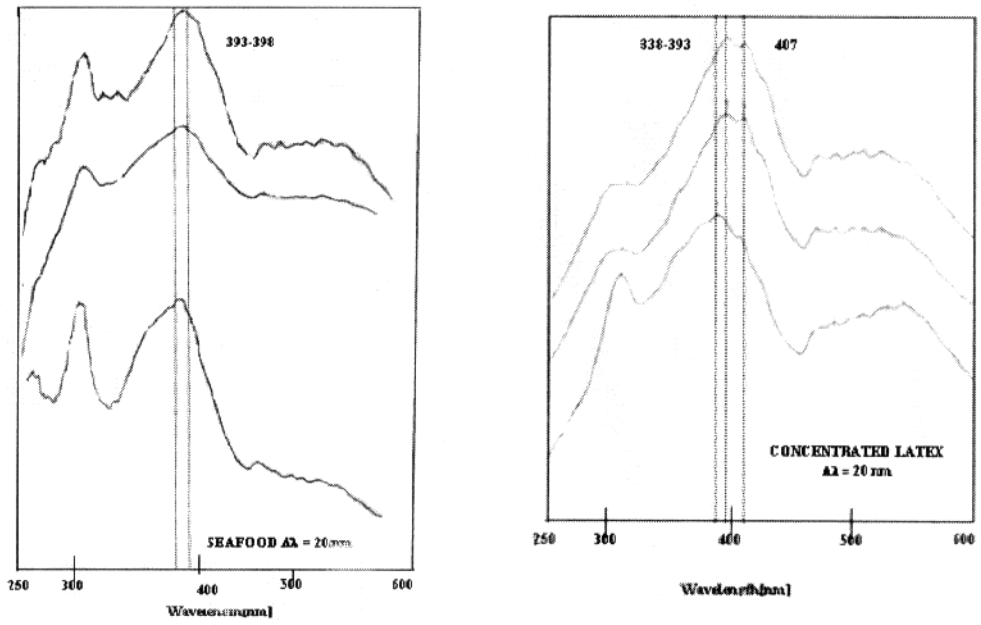


Figure 2 SFS of treated final effluents water sample from seafood processing and concentrated latex industry offset value of $\Delta\lambda$ = 20 nm.

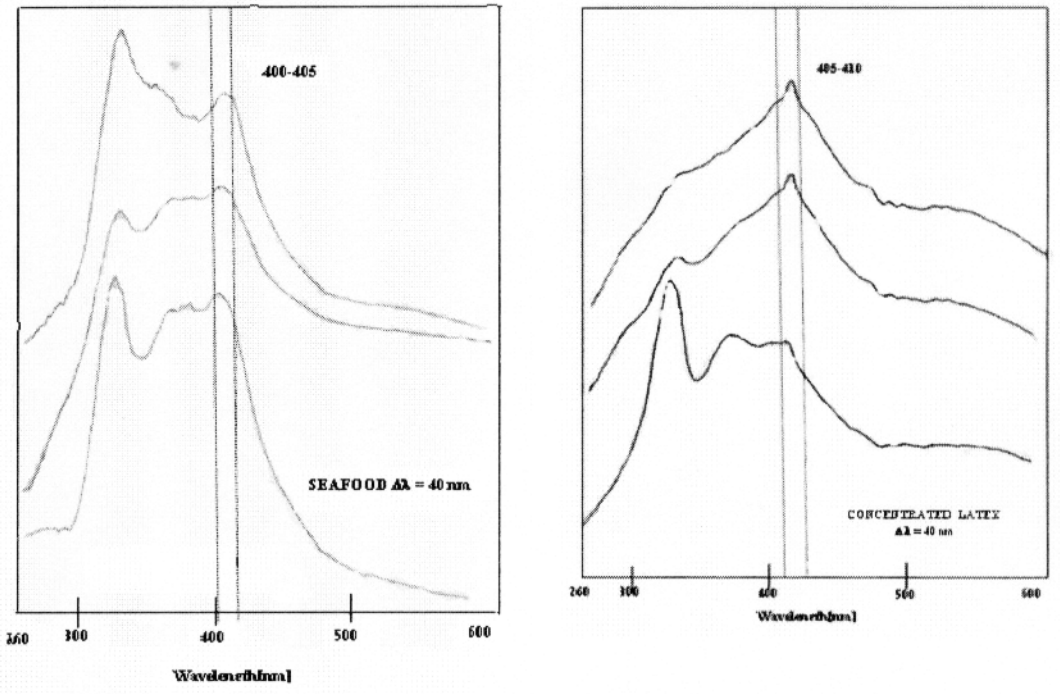


Figure 3 SFS of treated final effluents water sample from seafood processing and concentrated latex industry offset value of $\Delta\lambda$ = 40 nm.

Conclusion

The study indicated that SFS could be a great tool for qualitative evaluation of the present of organic matter in the effluents. The fingerprint spectra showed the possibility to be used to identify the sources of DOM in the surface waters. However, further investigation in higher concentrated wastewater is required to establish the clear fingerprint spectra of each wastewater source.

References

[1] Reynolds, D.M. and Ahmad, S.R. (1997). **Rapid and direct determination of wastewater BOD values using a fluorescence technique**. Water Research 31(8): 2012-2018.

[2] Galapate, R.A.; Baes, A.U.; Ito, K.; Mukai, T.; Shoto, E.and Okada, M. (1998). **Detection of domestic wastes in Kurose river using synchronous fluorescence spectroscopy**. Water research 32(7): 2232-2239.

[3] Peuravuori, J.; Koivikko, R. and Pihlaja, K. (2002). **Characterization, diffentiation and classification of aquatic humic matter separated with different sorbents: synchronous scanning fluorescence spectroscopy**. Water Research 36: 4552-4562.

[4] Dissanayake, A. and Galloway, T.S. (2004). **Evaluation f fixed wavelength fluorescence and synchronous fluorescence spectrophotometry as a biomonitoring tool of environmental contamination**. Marine Environmental Research 58:281-285.

[5] Lloyd, J.B.F. (1971). **Synchronyzed excitation of fluorescence emission spectra**. Nature (London) Phys. Sci. 231:64-65.

[6] Vo-Dinh, T. (1978). **Multicomponent analysis by synchronous luminescence scpetroscopy**. Anl. Chem. 50:396-401.

[7] Vo-Dinh, T. (1981). **Synchronous excitation spectroscopy**. In: Modern fluorescence spectroscopy, Vol. 4., edited by E.I. Wehry, New Your: Plenum Press, p. 167-192.

[8] Miano, T. M.; Sposito G. and Martin J. P. (1988). **Fluorescence spectroscopy of humic substances**, Soil Sci. Soc. Am. J. 52: 1016-1019.

[9] Senesi, N.; Miano, T. M.; Provenzano, M. R. and Brunett, G. (1991). **Characterization, differentiation, and classification of humic substances by fluorescence spectroscopy**. Soil Sci. 152: 259-271.

[10] Miano, T. M. and Senesi, N. (1992). **Synchronous excitation fluorescence spectroscopy applied to soil humic substances chemistry**. Sci. Total Environ. 117-118: 41-51.

[11] De Souza, S.M.M.; Donard, O.F.X.; Lamotte, M.; Belin, C. and Ewald, M. (1994). **Fluorescence spectroscopy of coastal and marine waters**. Mar. Chem 47: 127-144.

[12] Coble, P. G. (1996). **Characterization of marine and terrestrial DOM in seawater using excitation-emission matrix spectroscopy**. Mar. Chem. 51: 325-346.

[13] Cabaniss, S. E. (1992). **Synchronous fluorescence spectra of metal-fuvic acid complexes**. Environ. Sci. Technol. 26: 1133-1139.

[14] Ahmad, S.R. and Reynolds, D.M. (1995). **Synchronous fluorescence spectroscopy of wastewater and some potential constituents**: Rapid Communication. Water Research 29(6): 1599-1602.

[15] Reynolds, D.M. (2003). **Rapid and direct determination of tryptophan in water using synchronous fluorescence spectroscopy**. Water Research 37: 3055-3060.

ทำเนียบวิทยากร

ชื่อบทความ	ความเป็นไปได้ในการใช้ซินโครนัสฟลูออเรสเซนต์สเปกโตรสโกปีเป็นเครื่องมือในการตรวจวัดสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในแหล่งน้ำผิวดิน Possibility of using Synchronous Fluorescence Spectroscopy as a Tool to Distinguish Sources of Biodegradable Organic Pollutants in Surface Water
ผู้นำเสนอบทความ	นางสาวนัดดา โปดำ
สถานที่ทำงาน	คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ สงขลา 90112
โทรศัพท์	0-9733-8125
ประวัติการศึกษา	- 2546 ปริญญาตรี วท.บ. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม) - ปัจจุบัน กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโท สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	นักศึกษาบัณฑิตศึกษา
ประวัติการทำงาน	-
ประสบการณ์	-
ผลงาน	-

สงวนไว้สำหรับการนำเสนอผลงาน

ภาคผนวก จ

ข้อมูลรายละเอียดของโรงงานและระบบบัดน้ำเสีย

1. บริษัท ห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด (มหาชน) (KST)

บริษัท ห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด ตั้งอยู่ 4/2 หมู่ที่ 3 ถนนสายเอเซีย 43 ตำบลนาหม่อม อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา ตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2521 ที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทุนจดทะเบียน 5 ล้านบาท ทำการผลิตอาหารทะเลแช่แข็งเพื่อการส่งออก ในปี พ.ศ. 2536 ได้จดทะเบียนเข้าตลาดหลักทรัพย์เป็นบริษัทมหาชน และย้ายโรงงานมาตั้งอยู่ในเขตอำเภอนาหม่อม จังหวัดนาหม่อม ด้วยเงินลงทุนประมาณ 200 ล้านบาท และได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน โรงงานที่นาหม่อมมีกำลังผลิตปีละ 10,000 ตัน มีคนงานประมาณ 1,500 – 2,000 คน

บริษัทในเครือห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ ยังมีโรงงานของอีก 3 โรงงาน คือ บริษัท เทพพิทักษ์ซีฟูดส์ จำกัด ตั้งอยู่ที่จังหวัดปัตตานี บริษัท ห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด สาขาระนอง และบริษัท ทีเอสเอฟซีฟูดส์ จำกัด อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด

วัตถุดิบที่นำเข้ากระบวนการผลิตของโรงงานประกอบด้วยกุ้งกุลาดำ และกุ้งขาวจากฟาร์มเลี้ยงของเกษตร และมีกุ้งชนิดต่างๆ ที่จับจากทะเล รวมทั้งกั้งและปลาทราย ปริมาณวัตถุดิบที่เข้าโรงงานแต่ละวันอยู่ในช่วง 20 – 30 ตัน แล้วแต่สภาพของตลาดและราคาของวัตถุดิบ กระบวนการต่างๆ ที่แปรรูปวัตถุดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแช่แข็งเริ่มตั้งแต่ เด็ดหัว ปลอกเปลือก ผ่าหลัง คัดขนาด ชั่งและเรียง ยืด ต้ม ลวด ผ่า ฯลฯ จากนั้นก็จะนำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ –40°C โดยใช้ตู้เยือกแช่แข็งชนิดต่างๆ เช่น ตู้แช่แข็งแผ่นสัมผัส ตู้เยือกแช่แข็งแบบอุโมงค์แบบสไปรัส และแบบบลาส รวมถึงการแช่เยือกแข็งด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เหลว ผลิตภัณฑ์ที่แช่เยือกแข็งและบรรจุหีบห่อถูกเก็บรักษาไว้ในห้องเก็บที่อุณหภูมิ –25°C ก่อนส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศภายใต้ยี่ห้อ ซีคิง ซีแชมเปี้ยน ซีควีน ซีฟลาวเวอร์ และบลูกัลฟ์ เป็นต้น โดยกว่า 70% ของผลิตภัณฑ์ถูกส่งไปจำหน่ายยังประเทศญี่ปุ่น รองลงไป คือ สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และยุโรป

ผลิตภัณฑ์ของบริษัท ห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด ควบคุมคุณภาพภายใต้ระบบ HACCP และ GMP และขอการรับรองระบบบริหารคุณภาพสากล ISO 9001 : 2000 ซึ่งได้รับมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545

ระบบบำบัดน้ำเสียของ บริษัท ห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ เป็นระบบ UASB และระบบ DN/CN เพื่อบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพผ่านมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม ของเสียที่เป็นของแข็ง คือ หัวกุ้ง เปลือกกุ้ง ตะกอนน้ำเสีย นำไปผลิตเป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพ ก๊าซมีเทนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากระบบ UASB นำไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเตาในการผลิตไอน้ำ ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมได้รับการรับรองมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมสากล ISO 14001:1996 ตั้งแต่ พ.ศ. 2543

ส่วนด้านความปลอดภัยนั้น ดำเนินการภายใต้กฎหมายของกระทรวงแรงงาน โดยจัดตั้งคณะกรรมการความปลอดภัยขึ้นมากำกับดูแล และเมื่อปี พ.ศ. 2542 ได้ดำเนินการระบบการจัดการอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมการทำงาน มอก. 18001:2542 ทำให้สถิติการเกิดอุบัติเหตุของพนักงาน ลดลงอย่างต่อเนื่อง

1.1 ระบบบำบัดนำเสียของบริษัทห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด (มหาชน)

ระบบบำบัดนำเสียของ บริษัทห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด (มหาชน) ประกอบด้วยบ่อต่าง ๆ ดังนี้

1.1.1 บ่อปรับสภาพ (Equalization)

บ่อปรับสภาพ มีขนาด 650 ลบ.ม. ทำหน้าที่ดักของเสียที่เป็นของแข็งออกด้วยตะแกรง ปรับสภาพน้ำเสียก่อนเข้าระบบ UASB พร้อมทั้งรับ Shock Load ป้องกันของ UASB เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบไม่แน่นอน อีกทั้งเป็นที่รวบรวมน้ำเสียจากแหล่งอื่น ๆ เช่น ห้องน้ำ โรงอาหาร และหอพัก เป็นต้น

1.1.2 ระบบปรับ pH (pH Controller)

ระบบปรับ pH ทำหน้าที่สภาพกรด-ด่าง แบบอัตโนมัติ โดยใช้น้ำปูนขาว โดยปรับ pH ของน้ำเสียก่อนเข้า บ่อ UASB และ บ่อ DN/CN ให้อยู่ระหว่าง 6.8 – 7.2 อีกทั้งในระบบปรับ pH นี้ยังมีการติดตั้ง Flow Meter เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำก่อนเข้า บ่อ UASB ให้มีค่าคงที่

1.1.3 บ่อ UASB

บ่อ UASB มีขนาด 450 ลบ.ม. มี ระยะเวลาเก็บกัก11 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการบำบัดประมาณ ร้อยละ 90 มีหน้าที่บำบัดน้ำเสีย ด้วย จุลินทรีย์ 3 กลุ่มด้วยกัน ประกอบด้วย

1) Acidforming ทำหน้าที่ย่อยสารอินทรีย์จากน้ำเสียเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโน
2) Acetogenic ทำหน้าที่ย่อยกรดไขมันเป็นกรดไขมันระเหยง่าย

3) Methanothrix ทำหน้าที่ย่อยกรดไขมันระเหยง่ายเป็น Bio gas

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุม บ่อ UASB ประกอบด้วย

1) ค่า pH ให้มีค่าอยู่ในช่วง 6.8 – 7.2
2) ค่า VFA ให้มีค่าอยู่ในช่วง 50 – 500 ppm.
3) ค่า อุณหภูมิให้มีค่าไม่เกิน 25 °C

By Product ที่ได้จากบ่อ UASB ได้แก่

1) Bio gas ประกอบด้วย

ก๊าซมีเทน	ร้อยละ 54 – 65
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	ร้อยละ 35 – 45
ก๊าซไฮโดรเจน	ร้อยละ 0 – 1
ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	ร้อยละ 0 – 1

2) Sludge มีค่าสารแขวนลอยประมาณ 200,000 มก./ล. ซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดขนาดเท่ากับเม็ดสาคูสีดำ ซึ่งทุก ๆ เดือนจะมีบริษัทจากกรุงเทพฯ มารับทุกๆ เดือน ซึ่งจากการสอบถามทางเจ้าหน้าที่ก็ไม่ทราบเช่นกันว่านำไปใช้ประโยชน์อย่างไร

1.1.4 ถังเปลี่ยนสภาพไนโตรเจน (CN tank)

ถังเปลี่ยนสภาพไนโตรเจนมีขนาด 1,000 ลบ.ม. มีหน้าที่เปลี่ยนสภาพของไนโตรเจนของน้ำเสีย ที่อยู่ในรูปของสารละลาย NH_4^+ NO_3^- มีวิธีการดังนี้

1) ใช้วิธีเติมอากาศ รวม 40 แรงม้า ให้จุลินทรีย์ไนโตรโซโมนาส (*Nitrosomonas*) และจุลินทรีย์ไนโตรแบคเตอร์ (*Nitrobacter*) ทำการเปลี่ยนสภาพไนโตรเจน โดยควบคุมค่า DO ไม่ให้ต่ำกว่า 2 มก./ล.
2) เติมน้ำปูนขาวปรับ pH ให้มีค่าระหว่าง 6.8 – 7.2

1.1.5 ถังกำจัดไนโตรเจน (DN tank)

ถังกำจัดไนโตรเจนมีขนาด 1,000 ลบ.ม. ทำหน้าที่ลดความสกปรกในรูป BOD_5 ของน้ำเสียโดยจุลินทรีย์ใช้อากาศ และกำจัดไนโตรเจนโดยใช้จุลินทรีย์ Floc ดึงออกซิเจนจาก NO_3^- มาใช้จน NO_3^- กลายเป็นก๊าซไนโตรเจนในที่สุด มีวิธีการดังนี้

1) น้ำเสียป้อนมาจาก UASB นำมากวนในถัง DN
2) ป้อนน้ำเสียจากบ่อ EQ เพื่อเป็นอาหารเสริมให้จุลินทรีย์

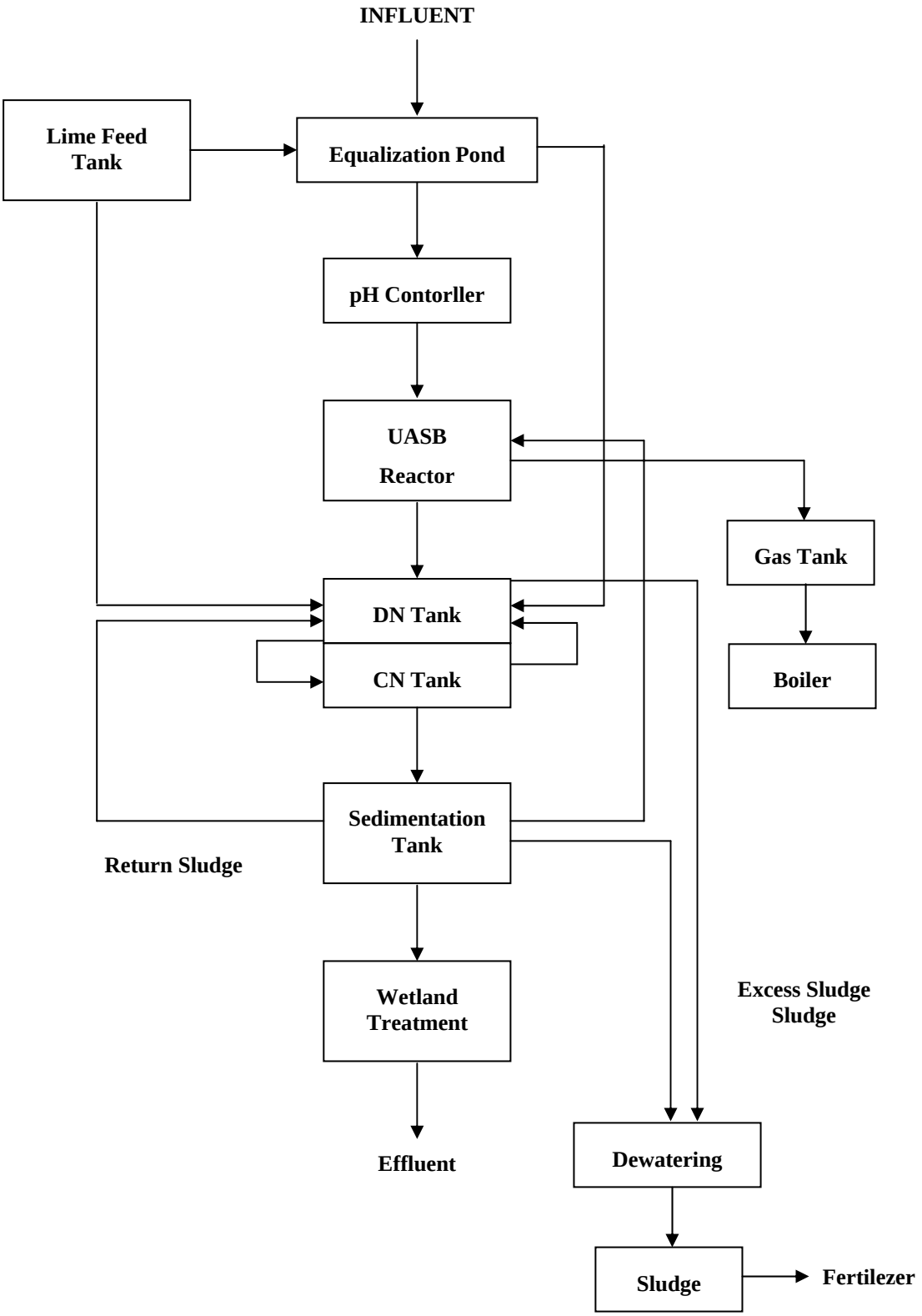
3) จุลินทรีย์ดึงออกซิเจนจาก NO_3^- มาใช้ (ค่า DO ในถัง DN ต้องเป็นศูนย์)

1.1.6 ถังตกตะกอน (sedimentation tank)

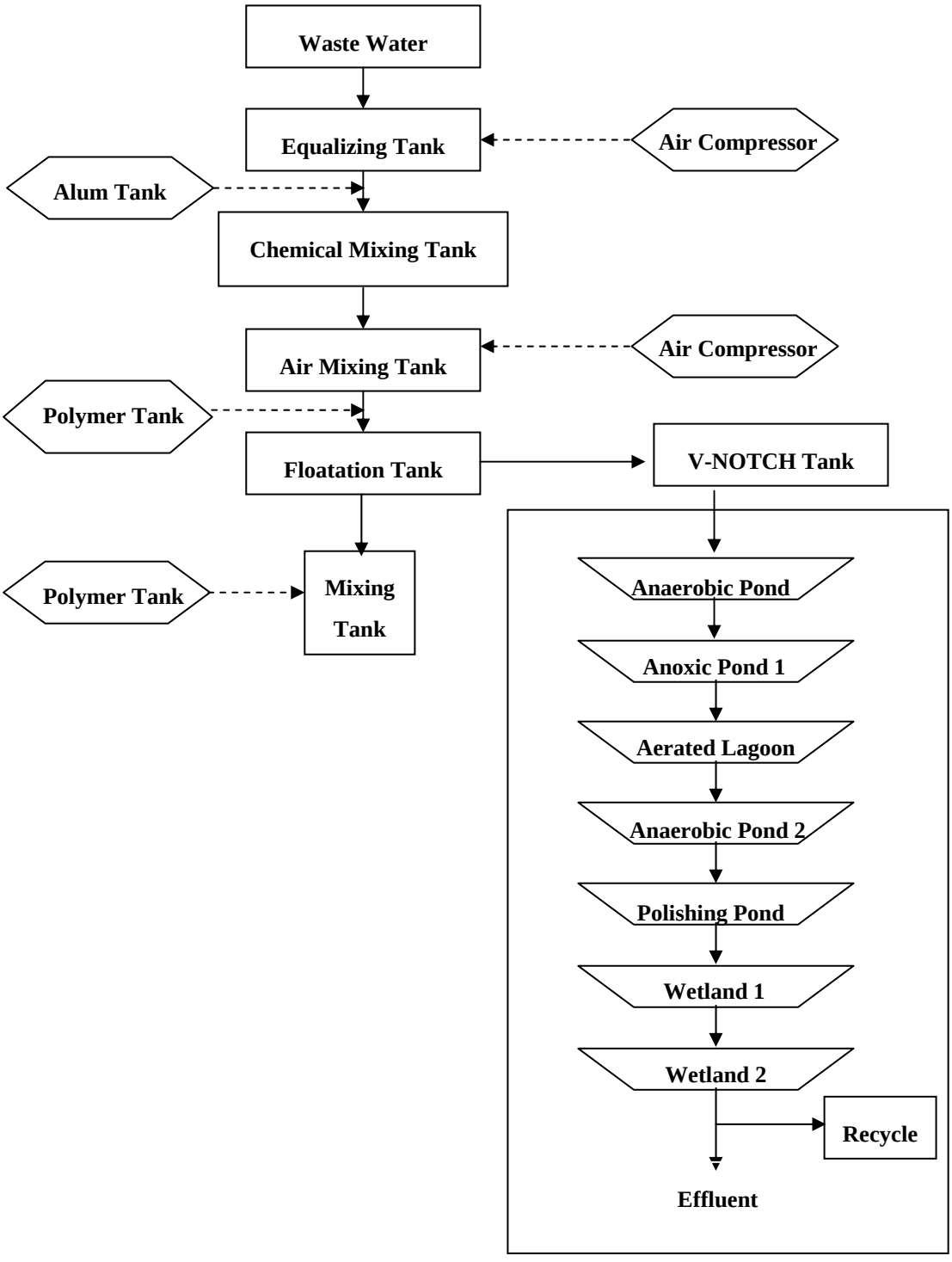
ถังตกตะกอนมีขนาด 150 ลบ.ม. ระยะเวลาเก็บกัก 3 ชั่วโมง ทำหน้าที่แยกน้ำเสียออกจากตะกอนจุลินทรีย์ ด้วยวิธีการปล่อยให้ตกตะกอน และนำตะกอนหมุนเวียนกลับเข้า ถัง DN ประมาณ 30 % เพื่อรักษา F/M ratio และนำตะกอนส่วนเกินไปป้อนเข้าถัง UASB หรือเครื่องวัดตะกอน เพื่อกำจัดจุลินทรีย์ที่มีมากเกินไป มีวิธีการดังนี้

1) วัดความเข้มข้นของถัง CN (MLSS อยู่ระหว่าง 1,200 – 1,500 ppm)
2) ถ้าความเข้มข้นน้อยก็หมุนเวียนตะกอนกลับ ถ้ามากก็ป้อนเข้าถึง UASB หรือนำไปรีดตะกอน

หมายเหตุ F/M ratio คืออัตราส่วนระหว่างปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียกับปริมาณจุลินทรีย์ (ประมาณ 0.25)



รูป จ-1 แผนผังระบบบำบัดน้ำเสียบริษัท ห้องเย็นโชติวัฒน์ จำกัด



รูป จ-2 แผนผังระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด

2. บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด

ระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด

ปัจจุบันระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมมีด้วยกันหลากหลายวิธี ซึ่งแต่ละระบบจะมีเทคนิควิธีการ คุณลักษณะการบำบัด และประสิทธิภาพการบำบัดที่แตกต่างกันออกไป UASB เป็นอีกระบบหนึ่งที่นำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชนต่างๆ

ในปี พ.ศ. 2542 บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด ประสบปัญหาการจัดการกับระบบบำบัดน้ำเสีย จากเดิมใช้ระบบบ่อผึ่งตามธรรมชาติ มีประสิทธิภาพในระดับหนึ่ง และวิธีการเติมอากาศก็เป็นแนวทางที่ทำการศึกษา แต่ข้อเสียของระบบนี้คือ ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ค่อนข้างสูง จึงเริ่มศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียใหม่ ระบบ UASB และ SRR จึงได้รับการศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างระบบอย่างจริงจัง

ปลายปี พ.ศ. 2542 จากการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการก่อสร้างและกรรมวิธีที่เหมาะสม ระบบบำบัดใน เฟสที่ 1 จึงก่อสร้างขึ้นแล้วเสร็จช่วงกลางปี พ.ศ. 2543 โดยได้รับการสนับสนุนวงเงินกู้จาก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ หรือ สวทช. และเริ่มเดินระบบในเดือนสิงหาคมปีเดียวกัน จากการเดินระบบในครั้งแรกประสบปัญหาอุปสรรคมากมาย แต่ด้วยความมุ่งมั่นจึงทำให้การเดินระบบมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพอใจจนกระทั่งปัจจุบัน

ในปี พ.ศ. 2546 กว่า 3 ปีในการพัฒนา โครงการขยายระบบบำบัดน้ำเสีย เฟสที่ 2 จึงเริ่มต้นขึ้น ดำเนินการก่อสร้างในเดือนพฤศจิกายน แล้วเสร็จสำหรับส่วนงานโครงสร้างในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2547 และเริ่มเดินระบบทันที ปัจจุบันสามารถรองรับปริมาณน้ำเสียในโรงงานได้ไม่ต่ำกว่า 400 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

จากการออกแบบและปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียในโครงการที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นแนวใหม่ของอุตสาหกรรมยาง ทางบริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด ได้มีมีการขยายสายการผลิตเพิ่มขึ้นในส่วนของน้ำยางข้นและยางสกิม ซึ่งปริมาณน้ำเสียจะเพิ่มมากขึ้นตามกำลังการผลิต เพื่อให้ปริมาณน้ำเสียดังกล่าวไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยใช้พื้นที่ในการบำบัดที่น้อยและประสิทธิภาพการบำบัดสูง มีค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตรการบำบัดที่ต่ำที่สุด รวมทั้งนำก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นมาใช้ในกระบวนการต่างๆ ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงาน ไม่ว่าจะเป็นการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาอบ การนำมาใช้ให้ความร้อนเพื่อไล่แอมโมเนียในยางสกิม สำหรับลดปริมาณการใช้ซัลฟูลิค รวมทั้งการหาแนวทางที่เหมาะสมเพื่อนำมาเป็นเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ เพื่อการสันดาป

เป็นพลังงานเชิงกล เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในโรงงานหรือขายคืนให้แก่การไฟฟ้า ยางที่เป็นผลผลิตพลอยได้จากระบบบำบัดน้ำเสียยังสามารถที่จะนำกลับไปแปรรูปเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อีกชนิดซึ่งปัจจุบันเป็นที่นิยมของลูกค้า

สำหรับผลพลอยได้จากโครงการที่กล่าวมาข้างต้น นอกจากคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นแล้ว เทคนิคและวิธีการแยกยางออกจากน้ำเสีย และนำกลับมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งก๊าซชีวภาพจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียมาใช้งานเพื่อเป็นการลดต้นทุนด้านพลังงานในกระบวนการผลิตและการปรับสภาพน้ำเสียบ่อสุดท้ายเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ ทางบริษัทมีความหวังอย่างยิ่งว่าจะสามารถลดต้นทุนการใช้น้ำบาดาล ลดปริมาณการใช้น้ำลง เป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการบำบัดน้ำเสีย และส่งเสริมภาพลักษณ์ของกลุ่มอุตสาหกรรมในท้องถิ่น อำเภอจะนะได้ในอนาคต

2.1 วิธีการบำบัดน้ำเสียโดยระบบ UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)

เป็นกรรมวิธีการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพโดยตะกอนแบคทีเรียชนิดไร้อากาศ

2.2 ปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย

ปริมาณน้ำเสีย แบ่งตามแหล่งกำเนิดได้ 4 ชนิด โดยมีปริมาณดังนี้

1. Serum จากการผลิตยางแท่ง ประมาณ 200 ลบ.ม/วัน
2. น้ำล้างเครื่องจักร, ล็อกจับตัวยางในการผลิตยางแท่ง ประมาณ 200 ลบ.ม/วัน
3. Serum จากการผลิตสกิม ประมาณ 100 ลบ.ม/วัน
4. น้ำล้างเครื่องจักรผลิตน้ำยางข้น ประมาณ 250 ลบ.ม/วัน

หมายเหตุ ปริมาณน้ำเสียขึ้นอยู่กับปริมาณวัตถุดิบที่รับเข้าในแต่ละวัน

ตาราง จ-1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด

รายการ	ซีโอดี มก./ลิตร	ซัลเฟต มก./ลิตร	ทีเคเอ็น มก./ลิตร
Serum ยางแท่ง	15,000	60	700
น้ำล้างเครื่องจักร	400	60	70
Serum สกิม	11,000	3,250	600
น้ำล้างเครื่องจักรผลิตน้ำยางข้น	400	60	50
น้ำเสียรวมตามสัดส่วน	**6,100**	**640**	**315**

2.3 ทฤษฎีการบำบัดน้ำเสียแบบ DAF

DAF (Dissolved Air Flotation) เป็นการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ โดยมีความสามารถในการแยกของแข็งแขวนลอยออกจากน้ำ โดยใช้ฟองอากาศขนาดเล็กผ่านเข้าไปในน้ำเสียโดยอากาศจะถูกเข้าไปในถึงแรงดันพร้อมด้วยแรงดันน้ำ ซึ่งมีแรงดันสูง อากาศจะละลายเข้ากับน้ำและเมื่อแรงด้นลดลง อากาศจะลอยตัวขึ้นแยกออกจากน้ำ นำเอาของแข็งแขวนลอยขึ้นสู่ผิวน้ำจากนั้นใบกวาดจะทำหน้าที่กวาดฟองลงสู่บ่อพักต่อไป

2.4 ทฤษฎีระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SRR

ระบบบำบัดนี้คือการกำจัดซัลเฟตออกจากน้ำเสียโดยกำจัดออกในรูปก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ในถึงสูงใบแรกจะทำการเพาะเลี้ยงซัลเฟตรีดิวซิ่งแบคทีเรีย ทำหน้าที่เปลี่ยนซัลเฟตเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ จากนั้น ในถังใบที่ 2 จะเติมออกซิเจน เพื่อเปลี่ยนซัลไฟด์โดยกระบวนการทางเคมีที่ละลายเหลืออยู่ในน้ำเสียให้เป็นซัลเฟอร์ ซึ่งจะถูกตกตะกอนออกจากน้ำในถึงตกตะกอนในที่สุดและน้ำที่ผ่านการบำบัดจะไหลผ่านท่อสู่บ่อผึ่งเพื่อการบำบัดในขั้นตอนต่อไป

2.5 ทฤษฎีระบบบำบัดน้ำเสียแบบ UASB

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) เป็นการบำบัดแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic System) ปฏิกิริยาที่เกิดประกอบด้วย 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 เรียกว่าการสร้างกรด (Acidification) แบคทีเรียแบบไม่ใช้ออกซิเจนกลุ่ม Acid-forming bacteria จะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งวัดได้ในรูปของซีโอดี ให้เป็นกรดไขมันระเหยง่าย (VFA Volatile Fatty Acid) เช่น กรดอะซิติก กรดโปรปิออนิค ขั้นตอนแรกค่าซีโอดียังไม่ลดลง

ขั้นตอนที่ 2 เรียกว่าการสร้างมีเทน แบคทีเรียกลุ่ม Methane- forming bacteria จะย่อยกรดไขมันให้เป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก ในกรณีที่มีซัลเฟตผสมอยู่จะมีการเกิดก๊าซไข่เน่าหรือไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งแบคทีเรียทั้งสองชนิดจะอยู่ร่วมกัน ในกรณีของระบบ UASB จะสร้างกลุ่มตะกอนหรือเม็ดตะกอน ซึ่งช่วยให้แบคทีเรียชนิดต่างๆ อยู่ร่วมกัน ซึ่งโดยทั่วไปขนาดของเม็ดตะกอนจะไม่มีขนาดที่แน่นอนขึ้นอยู่กับประเภทหรือชนิดของน้ำเสียที่จ่ายเข้าสู่ระบบ

2.6 องค์ประกอบของระบบ UASB

จะมีลักษณะการทำงานคือ สูบน้ำเข้าใต้ถึงและล้นออกด้านบน ภายในถังจะมีการเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย เมื่อตะกอนรวมตัวเป็นเม็ดตะกอนจะมีความถ่วงจำเพาะสูง จึงอยู่บริเวณก้นถังเรียกว่า ชั้นตะกอนล่าง ซึ่งการเป็นเม็ดของตะกอนหรือไม่ขึ้นอยู่กับชนิดและปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่นๆ และเมื่อน้ำลอยผ่านชั้นตะกอนลอย จะลอยสูงขึ้นไปเมื่อน้ำลอยผ่านชั้นตะกอน สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียจะถูกย่อยสลายเป็นก๊าซชีวภาพ ลอยขึ้นมาในทิศทางเดียวกัน โดยก๊าซจะนำพาของแข็งหรือตะกอนขึ้นมาด้วย จึงมีโครงสร้างที่ช่วยในการแยกก๊าซและน้ำออกจากกัน เรียกว่า GSS (Gas-Solid Separator) ซึ่งจะแยกก๊าซซึ่งลอยในแนวดิ่งออกจากน้ำ

2.7 การบริหารจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย

จากคุณลักษณะของระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ในสภาพโครงสร้างภายในและการเดินระบบที่เหมือนกันแต่ความแตกต่างคือ ชนิดของน้ำเสียที่จ่ายเข้าสู่ระบบซึ่งมีลักษณะสมบัติที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นต้องมีการจัดการเบื้องต้นน้ำเสียแต่ละชนิด

2.7.1. น้ำเสียจากการผลิตน้ำยางข้น จะมีน้ำยางเจือปนอยู่อันเนื่องมาจากน้ำล้างเครื่องปั่นน้ำยางและจากการล้างบ่อเก็บน้ำยาง ต้องเข้ากระบวนการแยกเนื้อยางออกจากน้ำเสีย โดยกรรมวิธีดังกล่าวจะอาศัยกรรมวิธีทางเคมีและการหมุนวนของของไหล

กรรมวิธีทางเคมี จะนำน้ำซีรั่มจากการผลิตสกิมที่มีค่าการเจือปนของซัลฟูริคที่เหลือจากการจับตัวซึ่งมีค่าความเข้มข้นมากพอที่จะจับเนื้อยางในน้ำล้างเครื่องจักร นอกจากนี้ยังมีการเติมส่วนผสมของซัลฟูริคเข้มข้น 60% เพื่อเพิ่มค่าความเข้มข้น

การหมุนวนของของไหล จะใช้วิธีทางกลศาสตร์อย่างง่ายในการสร้าง MIXING BOX น้ำจะไหลวนสลับไปมา ช่วยให้กรรมวิธีทางเคมีมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น ส่วนผสมต่างๆ ถูกผสมกันโดยไม่ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าสำหรับการผสมแต่อย่างใด

2.7.2 น้ำเสียจากสายการผลิตสกิม เนื้อยางแห้ง ประมาณ 10-13% ใช้กรดซัลฟูริคในการจับตัวเนื้อยาง น้ำซีรั่มที่เหลือจากการจับตัวยางยังมีปริมาณความเข้มข้น จากในสายการผลิตจะมีการสูบน้ำซีรั่มไปยังถังเก็บขนาด 60 ลูกบาศก์เมตร เพื่อที่จะรอผสมกับน้ำล้างต่อไป

2.7.3 น้ำเสียจากการผลิตยางแท่ง STR และน้ำเสียจากกิจกรรมอื่นๆ ภายในโรงงาน ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจะมีค่าความเข้มข้น COD ค่อนข้างสูง ดังนั้นต้องมีการแยกบ่อจัดเก็บอย่าง

ชัดเจน โดยน้ำเสียทั้งหมดจะถูกถ่ายเทลงคูระบายน้ำเสียไปยังบ่อเก็บ (EQ) ก่อนจะสูบกลับเข้าสู่ระบบเพื่อการบำบัดต่อไป

2.8 ขั้นตอนการบำบัด (Water Treatment Division)

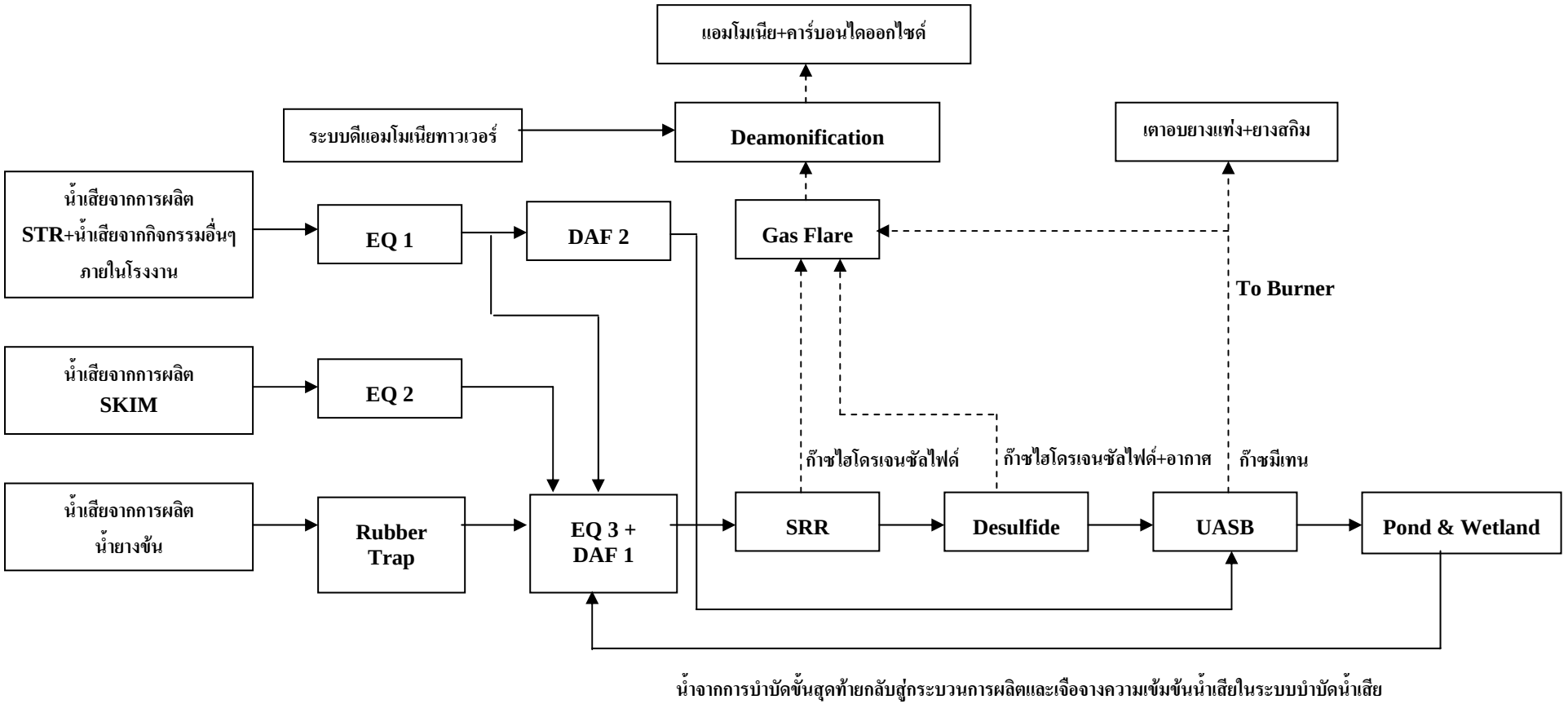
2.8.1 การเดินระบบ SRR ตะกอนแบคทีเรียในถัง SRR จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดซัลเฟตซึ่งจะทำงานร่วมกับมีเทนแบคทีเรีย ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดค่าควบคุมระหว่างซีโอดีต่อซัลเฟต เพื่อให้ตะกอนทั้ง 2 ชนิดทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงมีการผสมน้ำซีรั่ม 1 ที่มีปริมาณซีโอดีสูง ลงไปเพิ่มอัตราส่วนในน้ำก่อนเข้าสู่ระบบ

2.8.2 การเดินระบบ UASB ตะกอนแบคทีเรียในระบบนี้จะกำจัดซีโอดีในซีรั่มจากการผลิตยางแท่งและบางส่วนที่เหลือจากการบำบัดของ SRR โดยค่ากำหนดค่าซัลเฟตที่เจือจางไม่ควรเกิน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นน้ำเสียที่ออกจากระบบจะถูกระบายไปยังบ่อผึ่ง

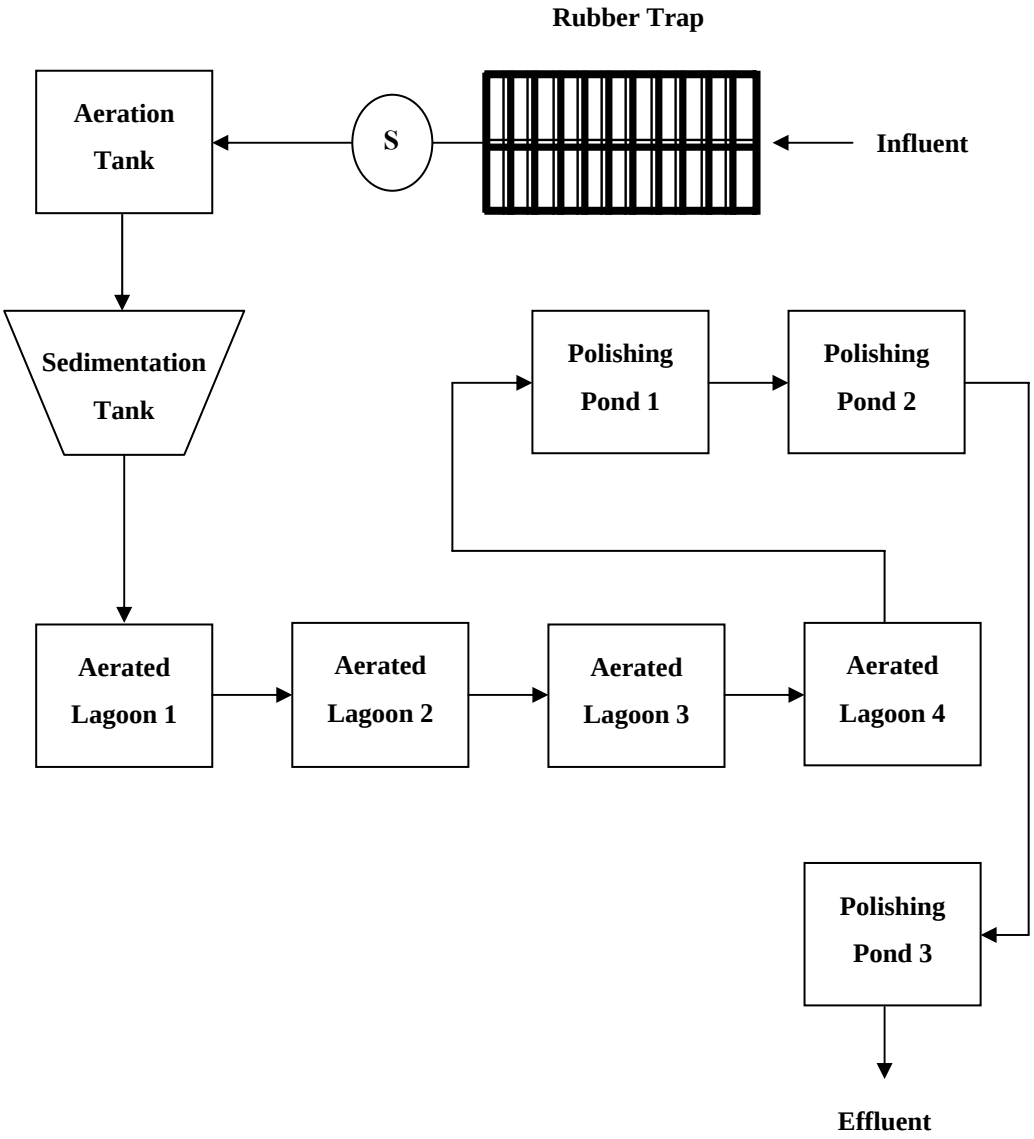
2.9 ขั้นตอนหลังการบำบัด (Stabilization Pond & Wetland)

2.9.1 บ่อผึ่งจะมีความลึกประมาณ 2.5 เมตร การทำงานภายในบ่อจะเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทั้งแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ โดยบริเวณส่วนใกล้ผิวน้ำจะย่อยสลายแบบใช้อากาศ เนื่องจากได้รับออกซิเจน บริเวณส่วนล่างจะเป็นการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ

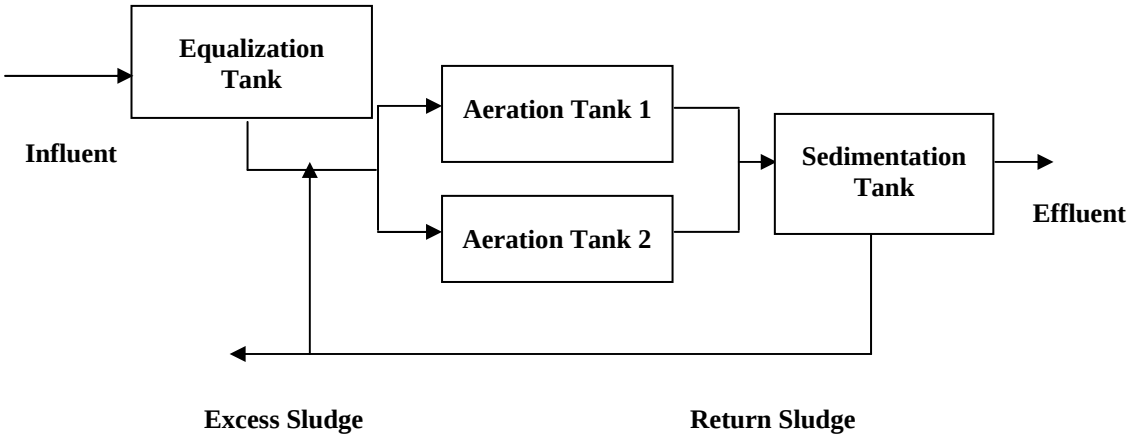
2.9.2 จากจำนวนของพื้นที่กว่า 160,000 ตารางเมตร จะแบ่งเป็นส่วนของ Wetland ประมาณ 20% หรือประมาณ 32,000 ตารางเมตร ความลึกประมาณ 60-100 เซนติเมตร ปลูกพืชน้ำจำพวกกกอียิปต์ และพืชน้ำที่มีอยู่เดิม เช่น ผักตบชวา ผักบุ้ง ธูปฤาษี เป็นต้น



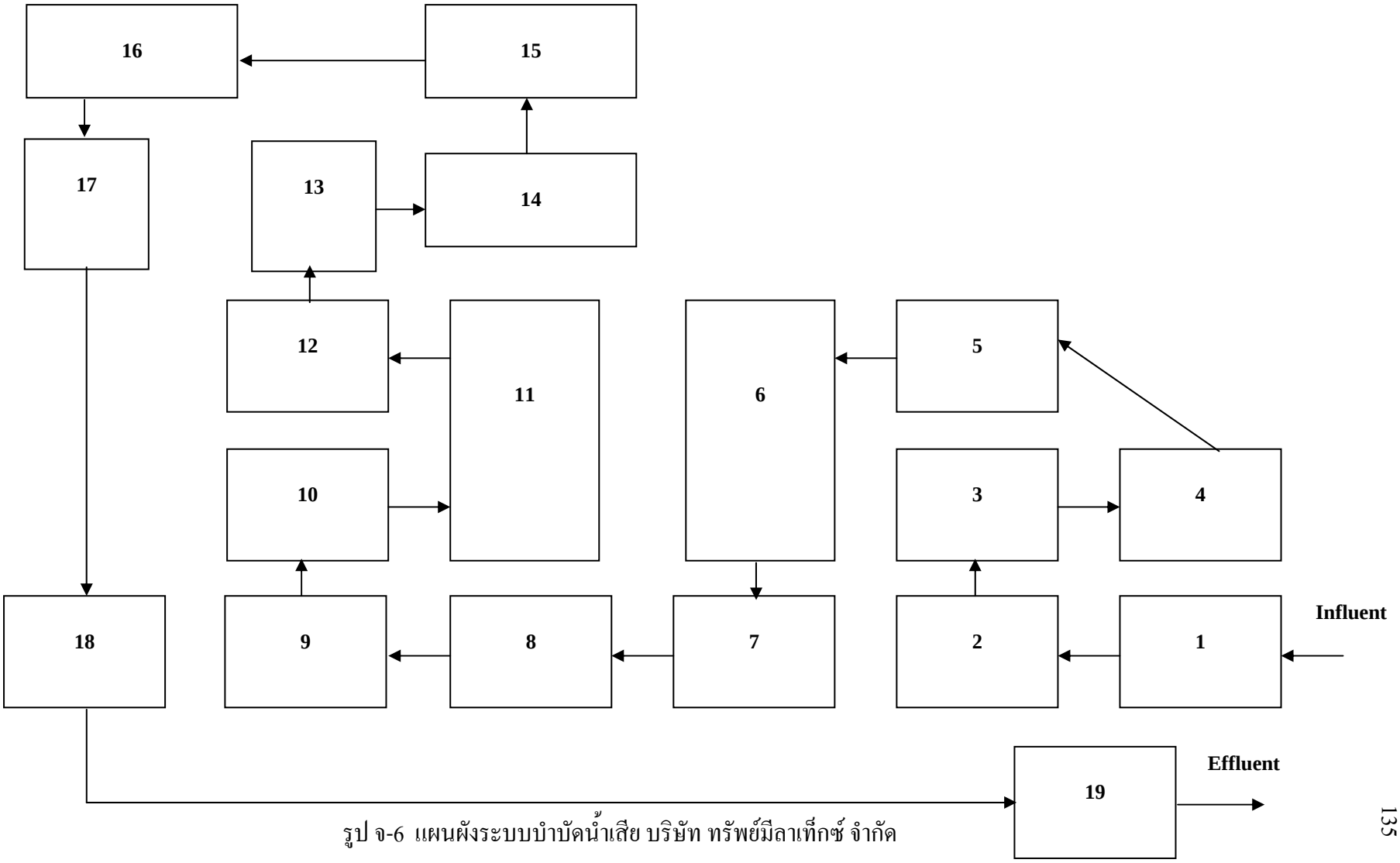
รูป จ-3 แผนผังระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด



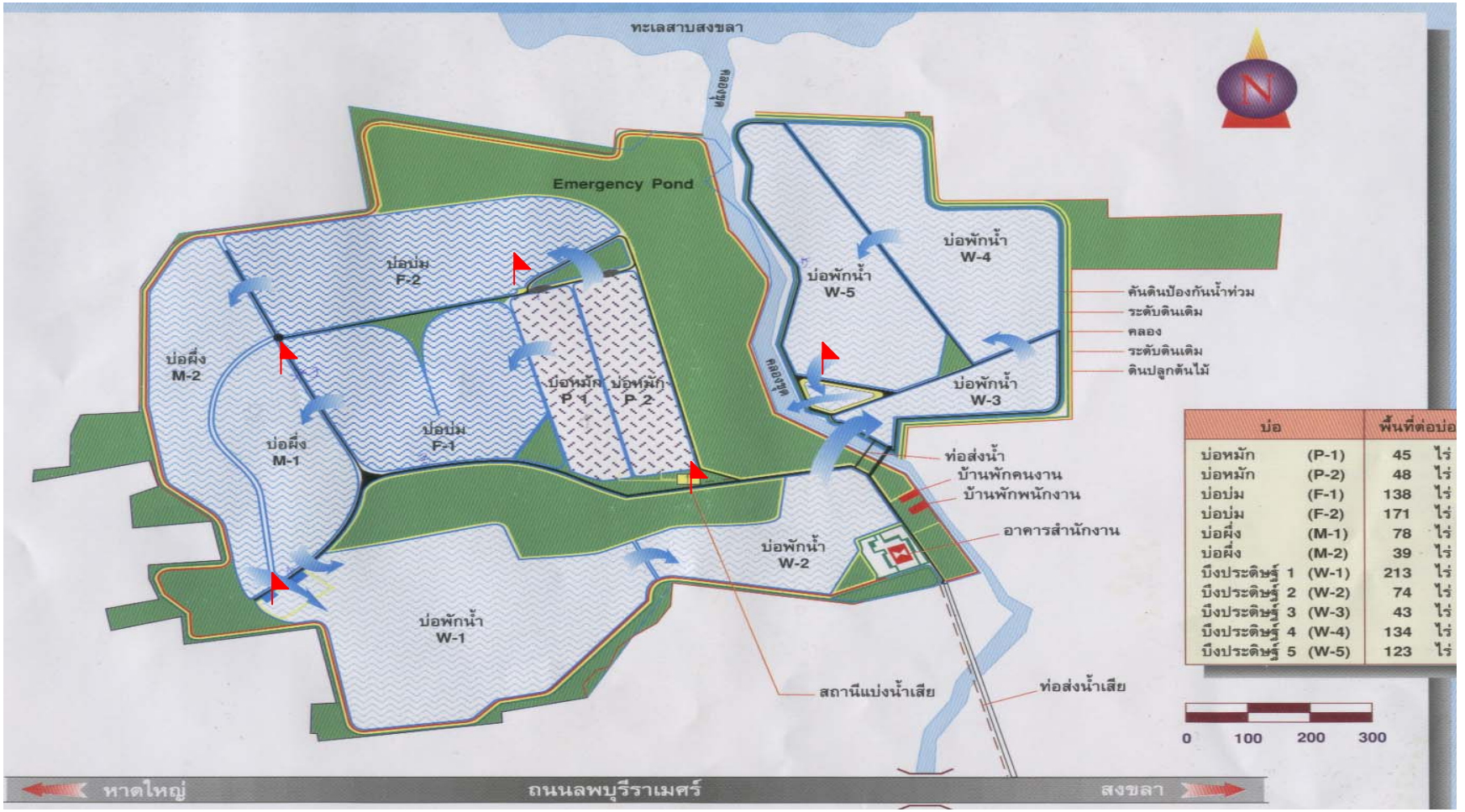
รูป จ-4 แผนผังระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท เฟลเท็กซ์ จำกัด



รูป จ-5 แผนผังระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท ฮีฮับฮวด จำกัด



รูป จ-6 แผนผังระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท ทรัพย์มีลาเท็กซ์ จำกัด



บ่อ		พื้นที่ต่อบ่อ	
บ่อหมัก	(P-1)	45	ไร่
บ่อหมัก	(P-2)	48	ไร่
บ่อบ่ม	(F-1)	138	ไร่
บ่อบ่ม	(F-2)	171	ไร่
บ่อผึ่ง	(M-1)	78	ไร่
บ่อผึ่ง	(M-2)	39	ไร่
บึงประดิษฐ์ 1	(W-1)	213	ไร่
บึงประดิษฐ์ 2	(W-2)	74	ไร่
บึงประดิษฐ์ 3	(W-3)	43	ไร่
บึงประดิษฐ์ 4	(W-4)	134	ไร่
บึงประดิษฐ์ 5	(W-5)	123	ไร่

รูป จ-7 แผนผังระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่

ภาคผนวก ฉ

ผลการศึกษาเบื้องต้น

ตาราง ฉ-1 ค่า pH และค่า BOD ในน้ำคลองอู่ตะเภาสถานีต่างๆ ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ

สถานี	รายละเอียด	ค่า pH	ค่า BOD (mg/l)	เวลาที่เก็บตัวอย่าง
1	คลองปอม บ้านปลักพลอง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	6.58	6.79	9.00 น.
2	คลองปอม บ้านปลักพลอง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	6.61	6.01	9.20 น.
3	คลองปอม บ้านปลักพลอง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	6.67	7.37	9.40 น.
4	คลองหินเหล็กไฟ บ้านคลองปอม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	6.63	5.43	10.00 น.
5	คลองหินเหล็กไฟ บ้านคลองปอม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	6.70	7.76	10.20 น.
6	วัดทุ่งลุง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	6.80	8.15	11.40 น.
7	วัดทุ่งลุง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	6.99	8.92	12.00 น.
8	บ้านคลองตง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	7.26	2.33	12.20 น.
9	บ้านคลองตง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	7.63	3.10	12.40 น.
10	บ้านคลองตง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	8.23	5.04	12.50 น.

ตาราง ฉ-3 ความยาวคลื่น ที่น้ำคลองอู่ตะเภาสถานีต่างๆ (ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ) มีการดูดกลืนแสง UV มากที่สุด และค่าการดูดกลืนจากการตรวจวัด ด้วยเครื่อง UV-visible Spectrophotometer

สถานี	กรอง		ไม่กรอง	
	Wavelength (nm)	ABS	Wavelength (nm)	ABS
1	290	0.223	292	0.360
2	292	0.206	292	0.366
3	292	0.213	291	0.359
4	292	0.203	293	0.427
5	291	0.218	291	0.358
6	292	0.216	291	0.388
7	291	0.213	293	0.417
8	291	0.244	293	0.384
9	290	0.240	292	0.376
10	292	0.226	292	0.402

ตาราง ฉ-2 การดูดกลืนแสง UV ของน้ำคลองอู่ตะเภาสถานีต่างๆ (ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ) ณ ความยาวคลื่นต่างๆ ที่ได้จากการตรวจวัด ด้วยเครื่อง UV-visible Spectrophotometer

สถานี	กรอง		ไม่กรอง	
	Wavelength (nm)	ABS Intensity	Wavelength (nm)	ABS Intensity
1	227	0.178	228	0.350
	235	0.172	239	0.296
	244	0.182	268	0.327
	256	0.180	275	0.310
	266	0.217	292	0.360
	277	0.162	338	0.308
	290	0.223	356	0.274
	333	0.195		
	355	0.161		
2	227	0.032	227	0.299
	245	0.024	234	0.293
	266	0.105	258	0.344
	292	0.206	292	0.366
	336	0.174	338	0.334
	354	0.149	356	0.267
3	229	0.013	226	0.306
	245	0.061	234	0.334
	259	0.108	255	0.317
	268	0.161	268	0.373
	292	0.213	291	0.359
	334	0.193	334	0.322
	369	0.129		
4	232	0.006	227	0.192
	257	0.083	235	0.173
	268	0.161	268	0.301
	292	0.203	293	0.427
	340	0.172	333	0.375
	356	0.134	357	0.318
	368	0.128		
5	240	0.046	227	0.320
	259	0.134	246	0.244
	291	0.218	259	0.274
	333	0.175	268	0.266
	356	0.140	291	0.358
			334	0.321
			357	0.257

ตาราง ฉ-2 (ต่อ)

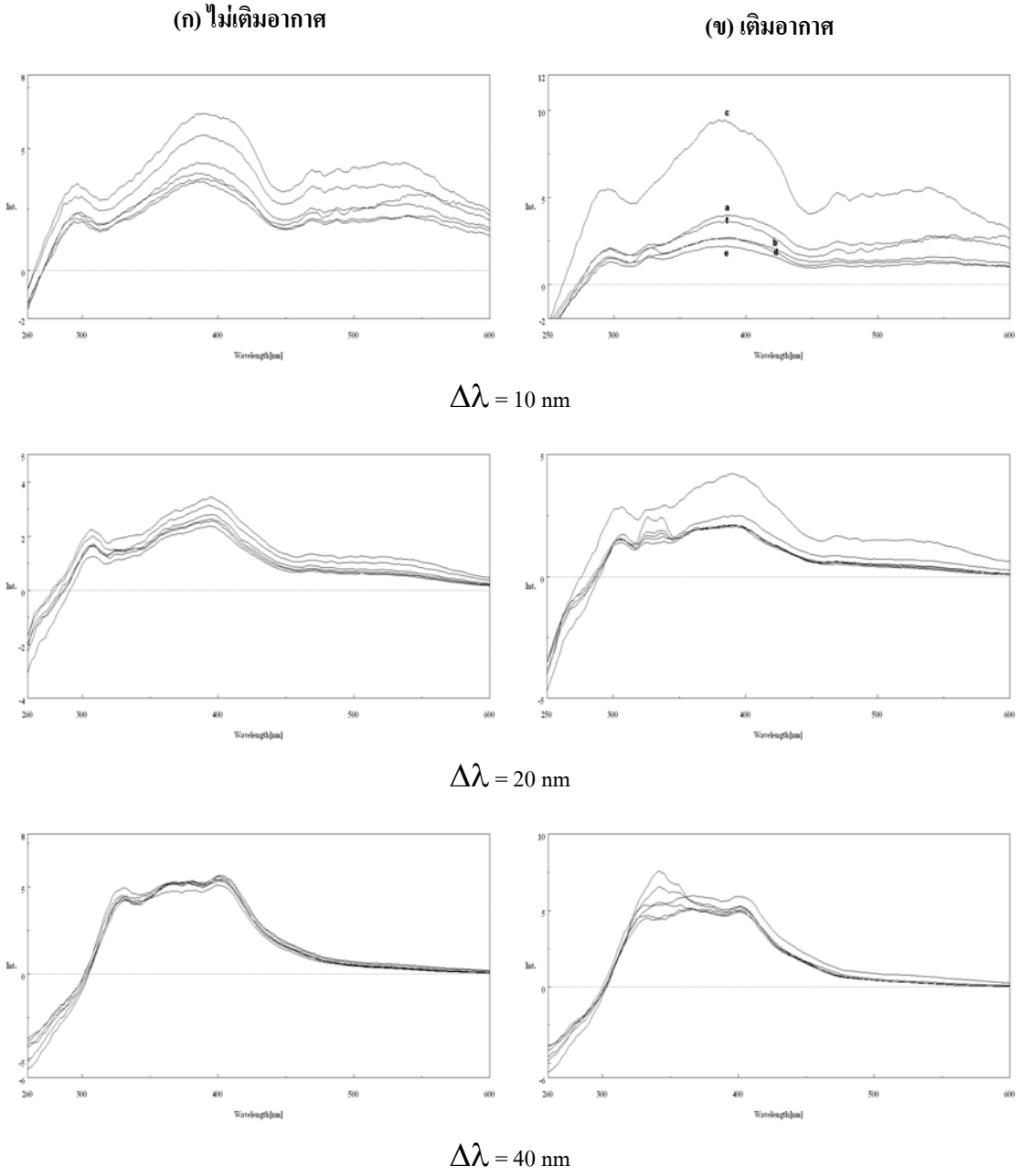
สถานี	กรอง		ไม่กรอง	
	Wavelength (nm)	ABS Intensity	Wavelength (nm)	ABS Intensity
6	228	0.047	229	0.377
	243	0.002	268	0.367
	257	0.099	291	0.388
	292	0.216	334	0.343
	337	0.183	358	0.291
	356	0.151		
7	227	-0.030	233	0.280
	244	0.035	258	0.328
	257	0.075	267	0.284
	269	0.090	293	0.417
	291	0.213	336	0.390
	338	0.175	356	0.305
	355	0.151		
	368	0.120		
8	225	0.203	226	0.152
	235	0.134	238	0.152
	256	0.246	267	0.213
	266	0.205	293	0.384
	291	0.244	334	0.323
	336	0.205	357	0.272
	358	0.160		
9	225	0.136	226	0.149
	237	0.088	234	0.145
	251	0.120	246	0.114
	258	0.138	258	0.222
	266	0.134	267	0.216
	290	0.240	292	0.376
	340	0.185	339	0.329
	355	0.155	354	0.279
10	225	-0.040	228	0.084
	240	-0.030	238	0.130
	267	0.115	246	0.157
	292	0.226	259	0.258
	340	0.172	267	0.261
			292	0.402
			338	0.346
			353	0.310

ตาราง ฉ-4 การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัดของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง บริษัทห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด (มหาชน) ที่ไม่เจือจาง และเจือจาง 50% โดยเติมและไม่เติมอากาศ

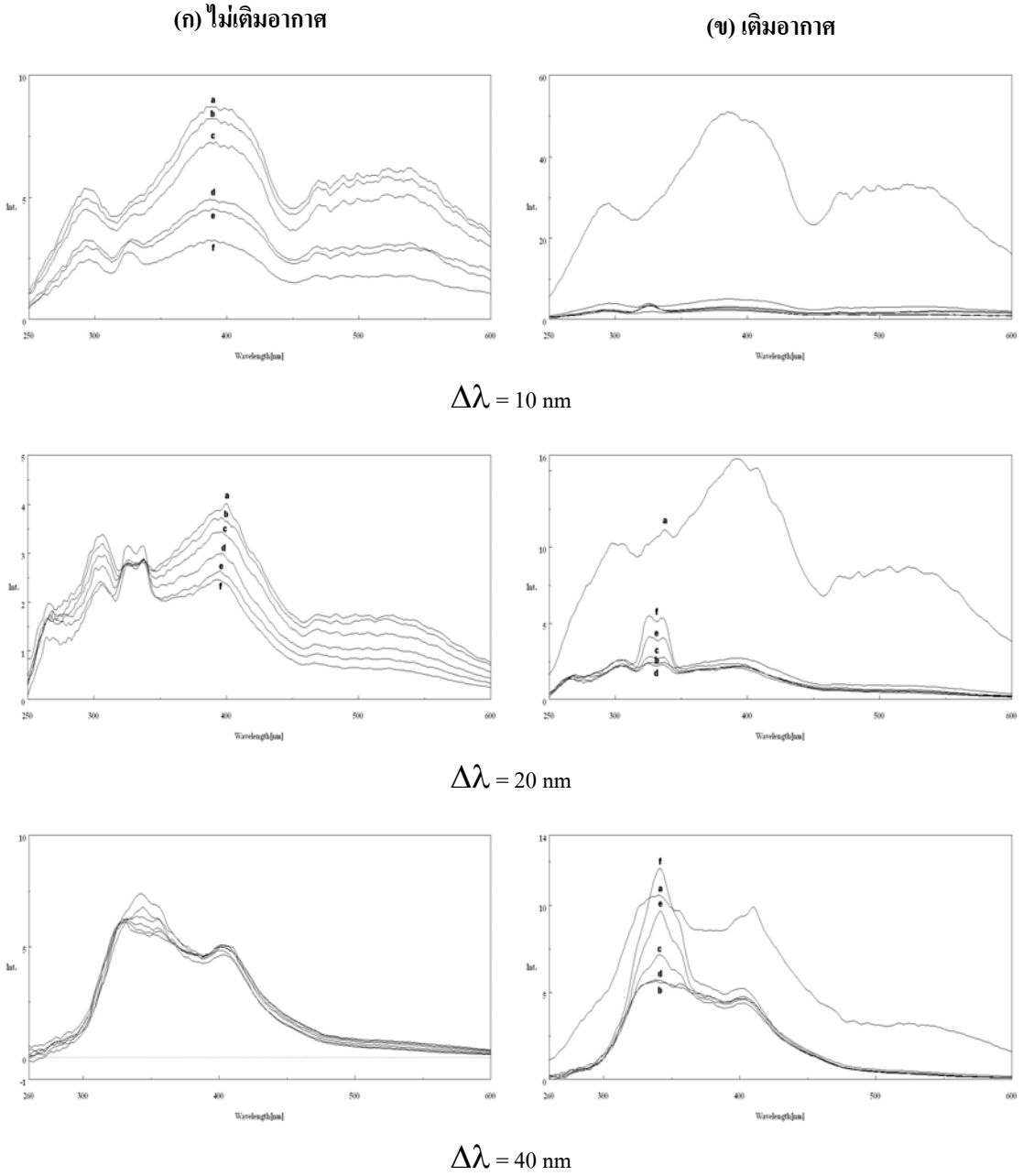
วัน	pH			
	50%	50%+air	100%	100%+air
1	–	–	7.14	
2	–	–	7.15	7.98
3	–	–	7.04	7.84
4	–	–	7.03	7.77
5	–	–	7.06	7.96
6	–	–	7.08	7.86
7	–	–	7.08	7.90
1	7.02	7.67	6.87	7.71
2	6.89	7.78	6.88	7.87
3	6.90	7.65	6.89	7.83
4	6.9	7.56	6.92	7.75
5	6.92	7.54	6.91	7.70
6	6.89	7.53	6.91	7.71
7	6.94	7.49	6.96	7.47

ตาราง ฉ-5 การเปลี่ยนแปลงของค่าความยาวคลื่นที่เกิด excitation และ emission ของน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัดของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง บริษัทห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด (มหาชน) โดยเติมและไม่เติมอากาศ และค่า fluorescence Intensity ที่เกิดขึ้น

ครั้งที่	วัน	100% waste water			100% waste water + air		
		Ex	Em	Int.	Ex	Em	Int.
1	1	257	439	96.7	261	437	107.3
	2	269	439	85.5	245	436	over (?)
	3	266	439	67.0	272	437	209.0
	4	265	439	61.5	260	436	over (?)
	5	265	438	54.1	269	438	37.8
	6	267	437	54.4	268	440	31.9
	7	–	–	–	279	421	98.9
2	1	263	434	126.4	267	435	113.0
	2	266	435	127.4	273	430	69.2
	3	260	432	100.1	273	433	61.8
	4	263	436	72.9	267	442	41.6
	5	269	437	59.1	268	434	273.0
	6	266	439	55.0	274	435	43.3
	7	265	440	52.0	267	431	32.2



รูป ฉ-1 Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10, 20 และ 40 nm ของตัวอย่างน้ำเสียออกจากระบบบำบัดโรงงานห้องเย็นโชติวัฒน์ จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 เมื่อตั้งทิ้งไว้ในห้องปฏิบัติการ



รูป ฉ-2 Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10, 20 และ 40 nm ของตัวอย่างน้ำเสียออกจากระบบบำบัดโรงงานห้องเย็นโชติวัฒน์ จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เมื่อตั้งทิ้งไว้ในห้องปฏิบัติการ

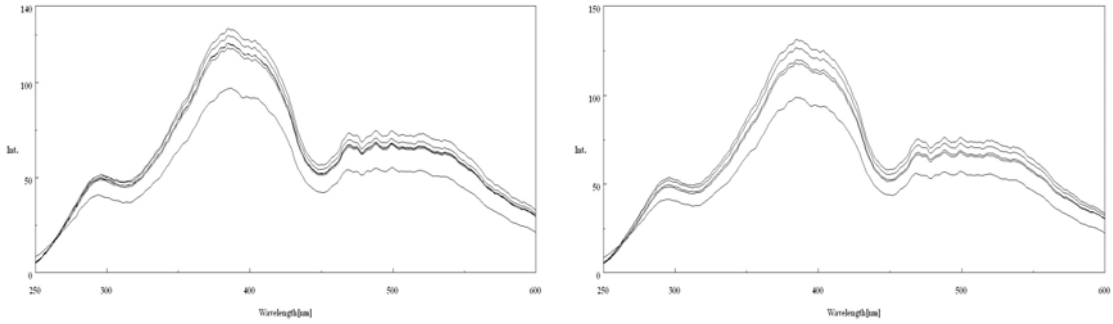
ตาราง ฉ-6 การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัดของโรงงานทรัพย์มีลาเท็กซ์ จำกัด และไทยรับเบอร์ลาเท็กซ์กรุ๊ป จำกัด ที่ไม่เจือจาง และเจือจาง 50% และ 70% โดยเติมและไม่เติมอากาศ

วัน	pH					
	50%	50%+ air	70%	70%+ air	100%	100%+air
โรงงานทรัพย์มีลาเท็กซ์ – 1						
1	–	–	7.96	7.32	7.96	7.32
2	7.63	7.98	7.77	8.09	8.22	7.41
3	7.83	8.22	7.88	8.29	8.27	7.72
4	7.63	7.96	7.71	8.17	8.21	7.7
5	7.86	8.37	7.98	8.4	8.43	7.9
6	8.04	8.31	8.07	8.4	8.43	8.05
7	8.07	8.2	8.15	8.27	8.42	8.09
โรงงานทรัพย์มีลาเท็กซ์ – 2						
1	7.27	7.68	–	–	7.26	7.91
2	7.23	7.56	–	–	6.97	7.98
3	7.24	7.63	–	–	7.01	7.95
4	7.06	7.7	–	–	7.18	7.99
5	7.16	7.81	–	–	7.22	7.97
6	7.28	7.73	–	–	7.24	7.89
7	7.29	7.7	–	–	7.3	7.83
โรงงานไทยรับเบอร์ลาเท็กซ์กรุ๊ป						
1	7.74	7.53	–	–	7.64	7.68
2	7.14	6.99	–	–	7.21	7.34
3	6.85	6.97	–	–	6.83	7.08
4	6.76	6.88	–	–	6.82	7.02
5	6.72	6.68	–	–	6.73	6.78
6	7.01	6.51	–	–	6.98	6.58
7	6.78	6.16	–	–	6.65	6.19

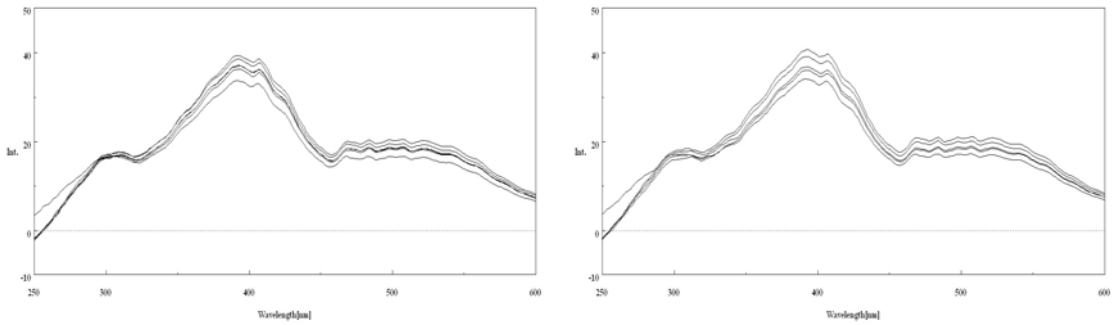
ตาราง ฉ-7 การเปลี่ยนแปลงของค่าความยาวคลื่นที่เกิด excitation และ emission ของน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัดของโรงงานน้ำยางข้น บริษัท ทรัพย์มีลาเท็กซ์ จำกัด และบริษัท ไทยรับเบอร์ลาเท็กซ์กรุ๊ป จำกัด โดยเติมและไม่เติมอากาศ และค่า fluorescence Intensity ที่เกิดขึ้น

วัน	50% waste water			50% waste water+air			70% waste water			70% waste water+air			100% waste water			100% waste water+air		
	Ex	Em	Int.	Ex	Em	Int.	Ex	Em	Int.	Ex	Em	Int.	Ex	Em	Int.	Ex	Em	Int.
โรงงานทรัพย์มีลาเท็กซ์ – 1																		
1	221	440	34.9	221	440	35.5	221	440	33.7	222	442	39.7	221	426	16.3	221	422	16.6
2	221	440	30.6	222	442	37.7	221	440	29.2	221	440	31.6	221	439	28.0			
3	261	422	12.9	260	423	13.5	263	424	17.9	260	419	17.6	267	427	21.2	259	420	22.5
4	266	427	12.6	262	421	13.1	265	425	15.5	264	424	16.0	255	416	21.6	258	420	22.3
5	265	426	13.2	259	420	13.4	265	426	16.4	262	422	17.4	261	422	23.0	257	420	22.4
6	245	426	16.4	247	410	17.5	248	411	21.3	252	413	22.1	247	413	26.2	243	410	27.3
7	261	422	13.9	260	421	13.9	260	420	18.5	257	420	17.7	267	426	22.7	259	420	22.7
โรงงานทรัพย์มีลาเท็กซ์ – 2																		
1	249	412	15.7	260	420	15.5										247	470	28.2
2	253	414	16.7	254	415	15.8							245	411	25.3	240	425	25.7
3	241	427	21.7	263	424	14.9							251	414	24.5	257	417	26.4
4	252	412	16.1	264	424	14.8							255	417	24.7	248	469	26.1
5	250	412	17.1	243	410	18.3							241	423	26.9	242	410	28.3
6	238	423	17.5	244	425	18.0							244	411	27.3	233	426	29.7
7	242	410	18.2	238	422	18.7							247	412	26.3	234	421	30.2
โรงงานไทยรับเบอร์ลาเท็กซ์กรุ๊ป																		
1	272	430	14.5	276	409	14.5							273	431	23.6	274	432	23.9
2	276	406	14.4	272	431	14.7							273	409	23.1	275	410	22.6
3	277	415	14.2	270	428	14.9							273	433	23.1	275	416	24.2
4	273	432	14.4	278	408	15.4							273	433	22.8	269	428	26.2
5	271	430	14.9	268	427	16.3							269	429	24.0	271	428	26.2
6	271	426	14.3	271	430	15.9							273	430	24.1	266	425	25.7
7	271	431	14.1	270	421	16.3							271	427	24.2	270	429	27.2

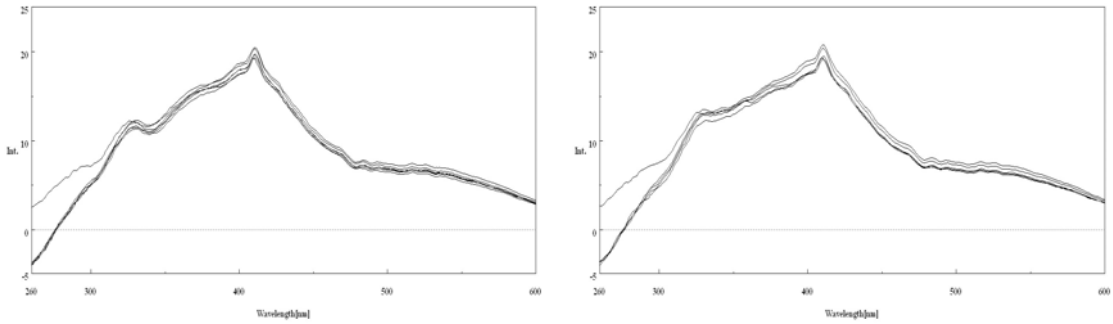
(ก) ไม่เติมอากาศ **(ข) เติมอากาศ**



$\Delta\lambda$ = 10 nm



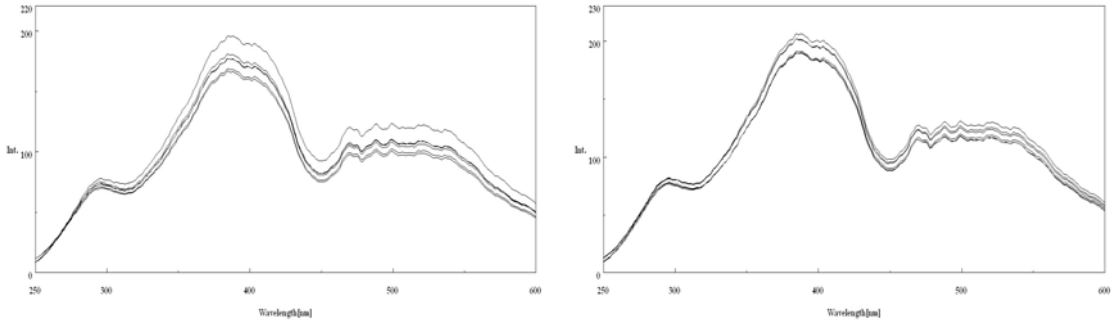
$\Delta\lambda$ = 20 nm



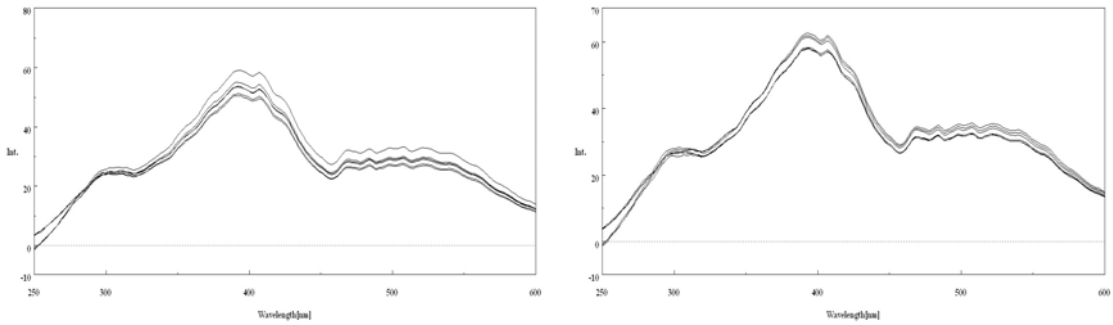
$\Delta\lambda$ = 40 nm

รูป ฉ-3 Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10, 20 และ 40 nm ของตัวอย่างน้ำเสียออกจากระบบบำบัดโรงงานทรัพย์มีลาเท็กซ์ จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 เมื่อตั้งทิ้งไว้ในห้องปฏิบัติการ

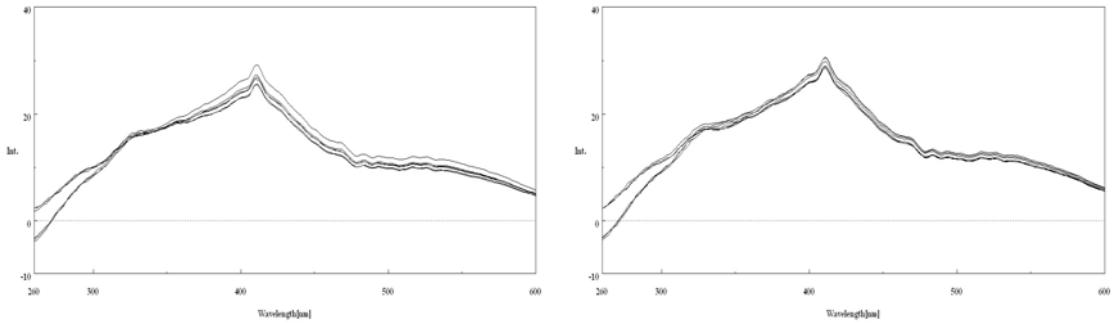
(ก) ไม่เติมอากาศ **(ข) เติมอากาศ**



$\Delta\lambda$ = 10 nm



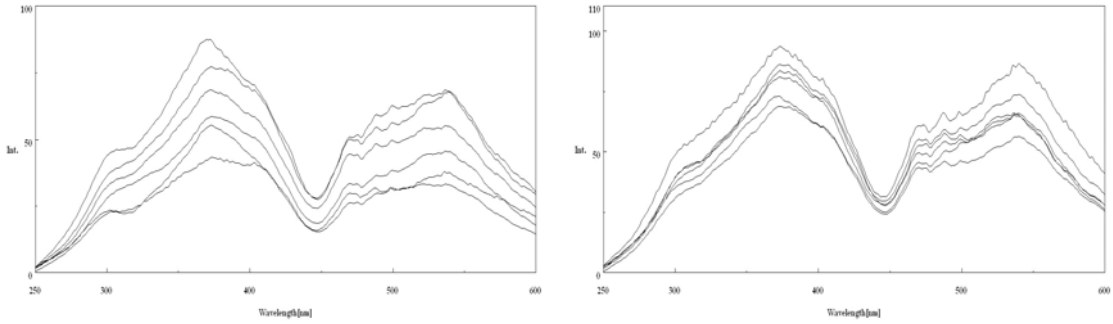
$\Delta\lambda$ = 20 nm



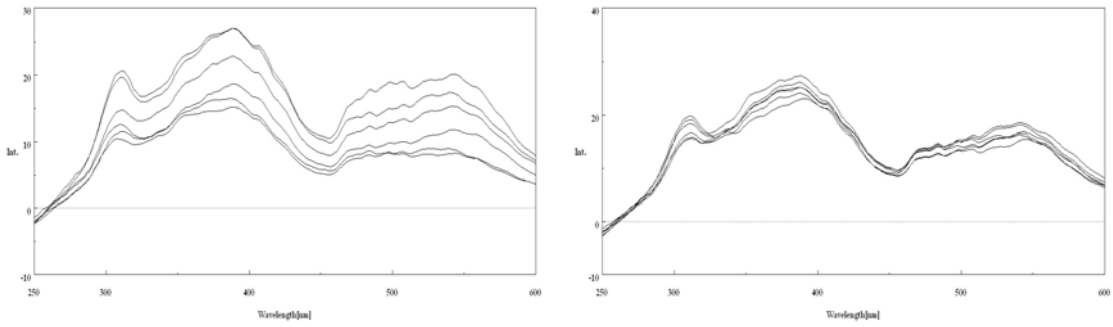
$\Delta\lambda$ = 40 nm

รูป ฉ-4 Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10, 20 และ 40 nm ของตัวอย่างน้ำเสียออกจากระบบบำบัดโรงงานทรัพย์มีลาเท็กซ์ จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เมื่อตั้งทิ้งไว้ในห้องปฏิบัติการ

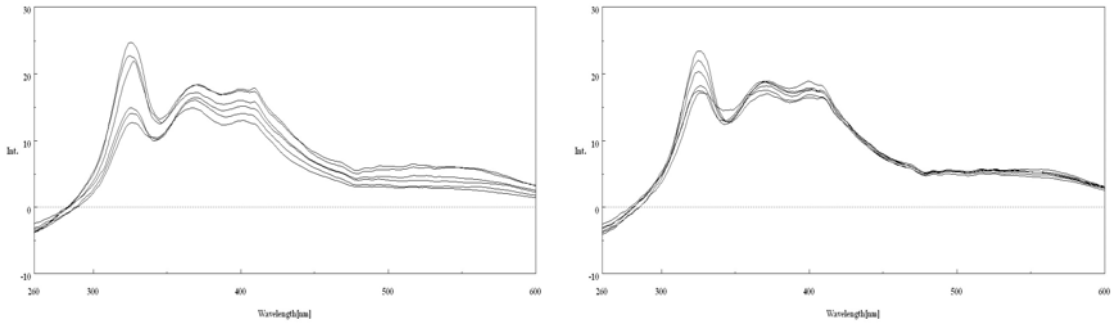
(ก) ไม่เติมอากาศ **(ข) เติมอากาศ**



$\Delta\lambda$ = 10 nm



$\Delta\lambda$ = 20 nm



$\Delta\lambda$ = 40 nm

รูป ฉ-5 Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10, 20 และ 40 nm ของตัวอย่างน้ำเสียออกจากระบบบำบัดโรงงานไทยรับเบอร์ลาเท็กซ์กรุ๊ป เมื่อตั้งทิ้งไว้ในห้องปฏิบัติการ

ภาคผนวก ช

ผลการทดลองค่าพีเอช (pH) และค่าบีโอดี (BOD)

ตาราง ช-1 ค่า pH และค่า BOD ของบริษัท ห้องเย็นโชติวัฒน์ หาดใหญ่ จำกัด (มหาชน)

เก็บตัวอย่างจาก	pH			BOD (mg/l)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
- ก่อนเข้าระบบบำบัด	6.62	8.18	6.74	839.45	948.00	1836.00
- บ่อปรับสภาพ	6.97	6.84	6.61	988.80	544.83	1275.00
- บ่อตกตะกอน	6.69	6.71	6.46	6.80	7.02	-
- บึงประดิษฐ์	6.79	6.71	6.38	2.34	1.63	0.48

ตาราง ช-2 ค่า pH และค่า BOD ของบริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด

เก็บตัวอย่างจาก	pH			BOD (mg/l)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
- บ่อแอนแอโรบิก 1	6.92	6.87	6.79	533.75	490.00	578.75
- บ่อแอนแอโรบิก 2	7.20	7.17	6.97	222.08	382.50	447.50
- บ่อเติมอากาศ	7.18	7.30	7.23	90.50	185.00	154.17
- บ่อหมัก	7.61	7.94	7.36	43.00	44.25	38.63
- บ่อพัก	7.56	7.61	7.44	-	16.00	17.25
- บึงประดิษฐ์	7.54	7.55	7.52	-	13.63	28.75

ตาราง ช-3 ค่า pH และค่า BOD ของบริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด

เก็บตัวอย่างจาก	pH			BOD (mg/l)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
- น้ำเสียรวม	4.39	4.39	4.53	5626.60	5217.39	5012.79
- ออกจากถัง SRR	6.97	7.05	6.94	332.41	255.75	278.65
- ออกจากระบบบำบัด	8.89	8.51	8.15	51.00	37.76	36.50

ตาราง ช-4 ค่า pH และค่า BOD ของบริษัท เฟลเท็กซ์ จำกัด

เก็บตัวอย่างจาก	pH			BOD (mg/l)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
- น้ำเสียรวม	4.21	5.09	8.92	11224.00	-	-
- บ่อเติมอากาศ	8.38	8.47	7.81	1179.90	-	-
- ออกจากถังตกตะกอน	8.26	8.36	8.07	487.60	469.20	-
- ออกจากระบบบำบัด	8.39	8.37	7.83	-	113.85	-

ตาราง ช-5 ค่า pH และค่า BOD ของบริษัท อีฮับฮวด จำกัด

เก็บตัวอย่างจาก	pH			BOD (mg/l)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
- ก่อนเข้าระบบบำบัด	4.78	4.78		5100.00	-	
- ออกจากถังปรับสภาพ	5.34	5.77		-	-	
- ออกจากระบบบำบัด	7.34	5.52		-	25.53	
- น้ำคลอง	7.04	7.25		2.54	-	

ตาราง ช-6 ค่า pH และค่า BOD ของบริษัท ทรัพย์มีลาเท็กซ์ จำกัด

เก็บตัวอย่างจาก	pH			BOD (mg/l)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
- ก่อนเข้าระบบบำบัด	5.10	5.17		6051.25	6553.38	
- บ่อเติมอากาศ	8.19	8.17		2433.38	2723.06	
- บ่อผึ่ง	8.17	7.41		2085.75	-	
- บึงประดิษฐ์	5.98	6.34		1.97	1.70	

ตาราง ช-7 ค่า pH และค่า BOD ของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่

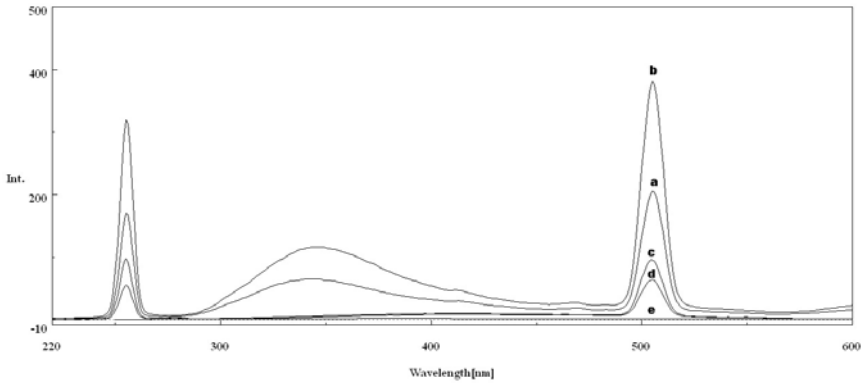
เก็บตัวอย่างจาก	pH			BOD (mg/l)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
- ก่อนเข้าระบบบำบัด	6.94	6.82	6.94	41.55	17.00	34.25
- บ่อหมัก	7.06	6.99	7.01	-	22.13	24.44
- บ่อบ่ม	7.14	7.85	8.31	-	-	41.17
- บ่อผึ่ง	7.20	7.45	7.38	-	-	48.13
- บึงประดิษฐ์	6.78	6.70	6.72	4.92	4.75	5.14

ตาราง ช-8 ค่า pH และค่า BOD ของน้ำคลองจากคลองอู่ตะเภา

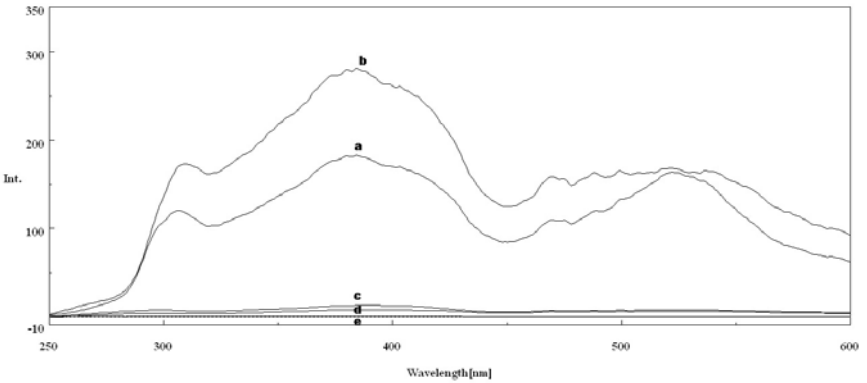
สถานี	รายละเอียด	ค่า pH		ค่า BOD (mg/l)	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	สะพานบ้านคูเต่า อ.บางกล่ำ	7.20	6.37	4.17	2.15
2	สะพานบ้านนารังนก อ.บางกล่ำ	6.94	6.46	3.86	1.97
3	สะพานบ้านแม่ทอม อ.บางกล่ำ	6.98	6.54	4.62	2.23
4	สะพานรถไฟ อ.หาดใหญ่	-	6.55	-	2.60
5	สะพานทางหลวงหมายเลข 43 อ.หาดใหญ่	6.86	6.49	4.96	2.89
6	สะพานบางศาลา อ.คลองหอยโข่ง	6.88	6.54	3.18	3.41
7	สะพานวัดวิมลคุณากร อ.หาดใหญ่	6.81	6.77	1.42	2.47
8	สะพานบ้านทุ่งลุง อ.หาดใหญ่	6.89	6.76	2.89	2.97
9	สะพานทางหลวงหมายเลข 4145	6.72	6.81	1.65	1.60

ภาคผนวก ซ

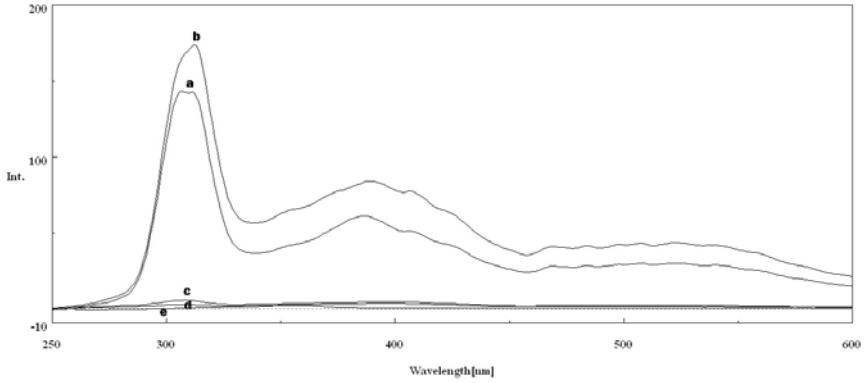
ผลการทดลองตรวจหาสมบัติเฉพาะทางฟลูออเรสเซนซ์โรงงานแปรรูปอาหารทะเล



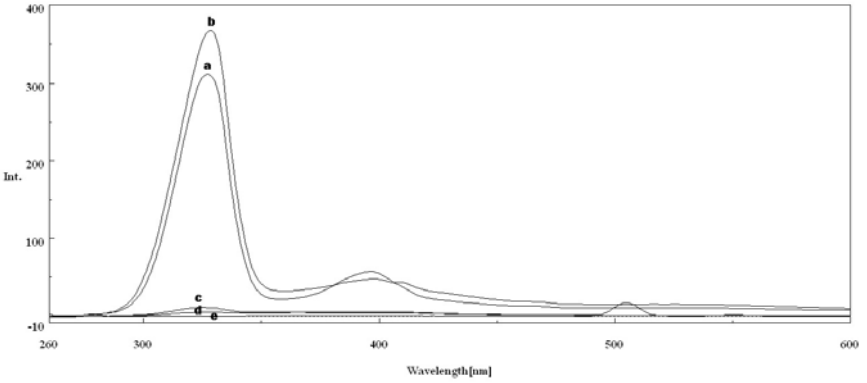
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

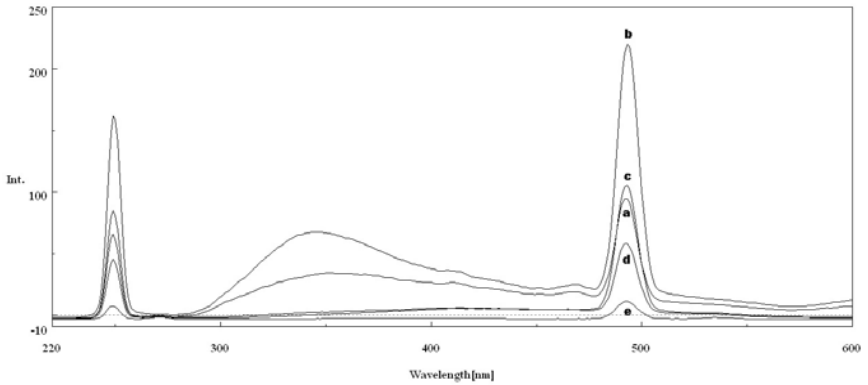


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

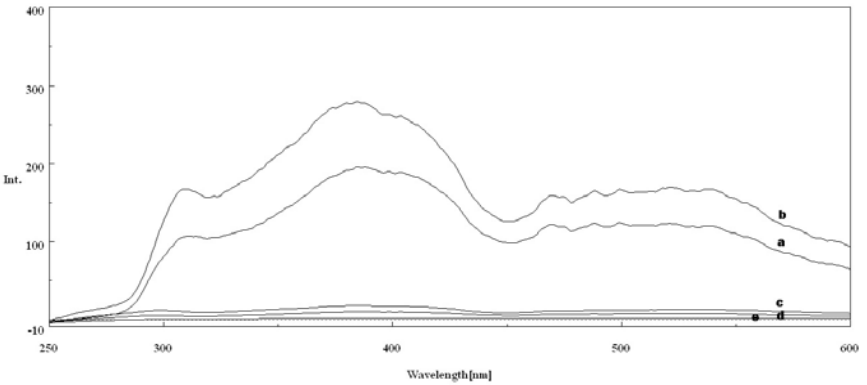


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

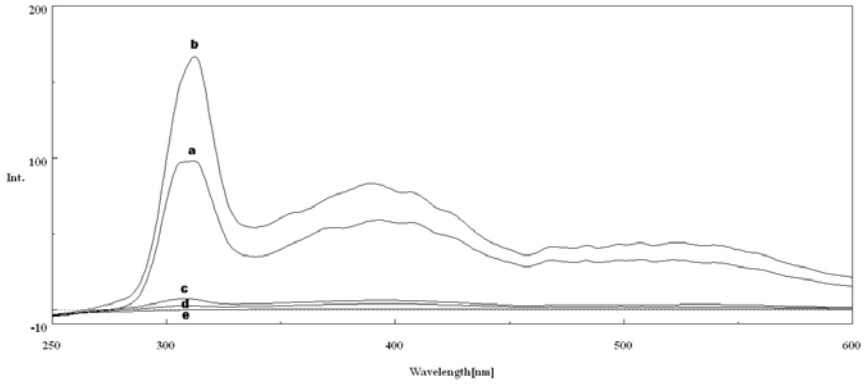
รูป ซ-1 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง บริษัท ห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (วันที่ 26 เดือนมกราคม พ.ศ.2549) (a) ก่อนเข้าระบบบำบัด; (b) บ่อปรับสภาพ; (c) บ่อตกตะกอน; (d) บึงประดิษฐ์; (e) น้ำกลั่น



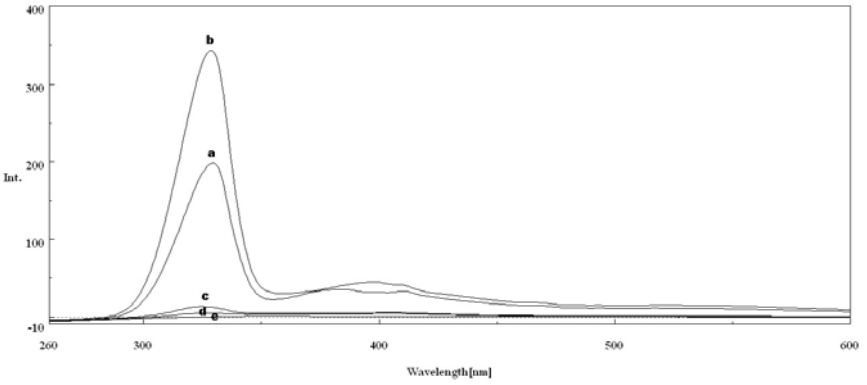
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

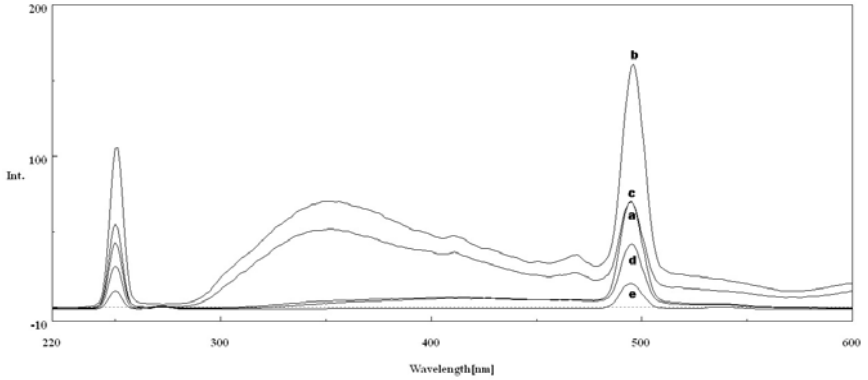


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

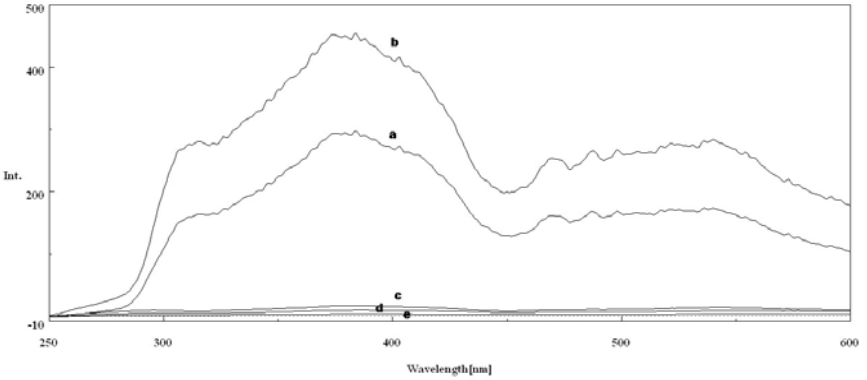


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

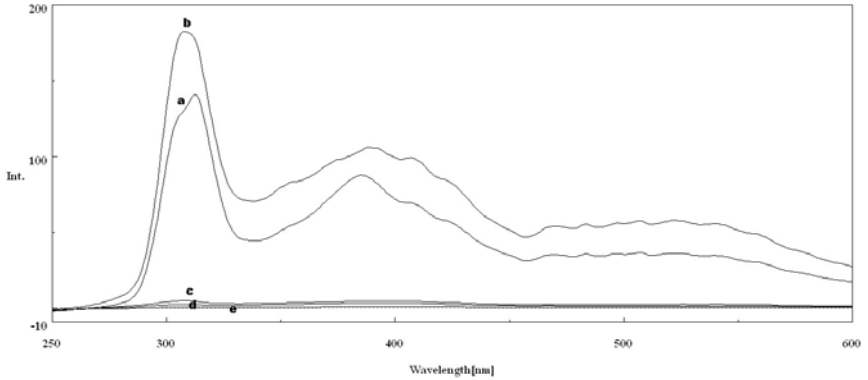
รูป ซ-2 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง บริษัท ห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (วันที่ 30 เดือนมีนาคม พ.ศ.2549) (a) ก่อนเข้าระบบบำบัด; (b) บ่อปรับสภาพ; (c) บ่อตกตะกอน; (d) บึงประดิษฐ์; (e) น้ำกลั่น



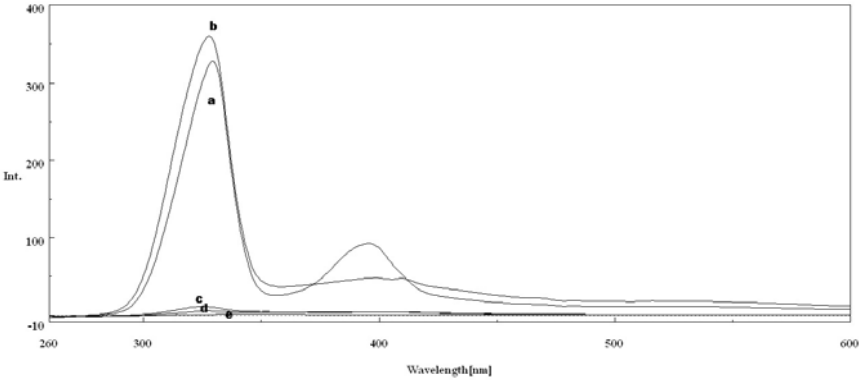
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

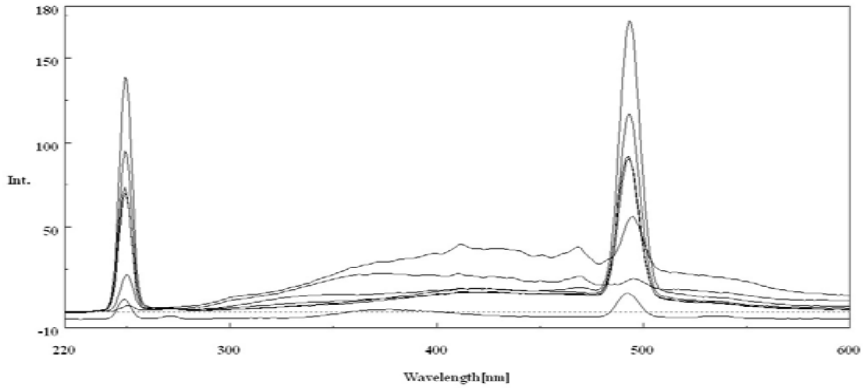


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

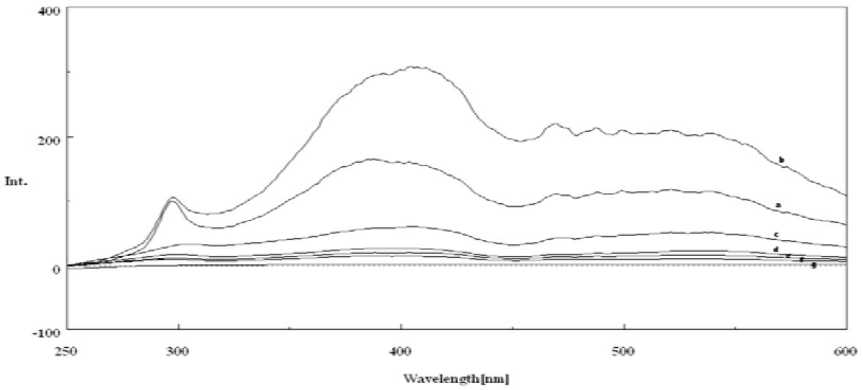


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

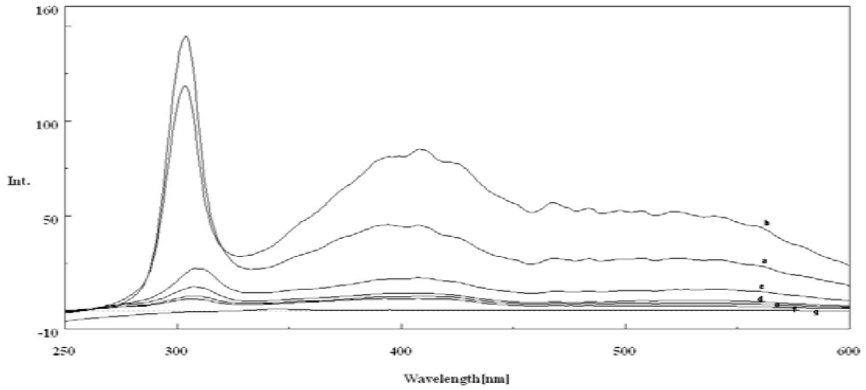
รูป ซ-3 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง บริษัท ห้องเย็นโชติวัฒน์หาดใหญ่ จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 (วันที่ 16 เดือนมิถุนายน พ.ศ.2549) (a) ก่อนเข้าระบบบำบัด; (b) บ่อปรับสภาพ; (c) บ่อตกตะกอน; (d) บึงประดิษฐ์; (e) น้ำกลั่น



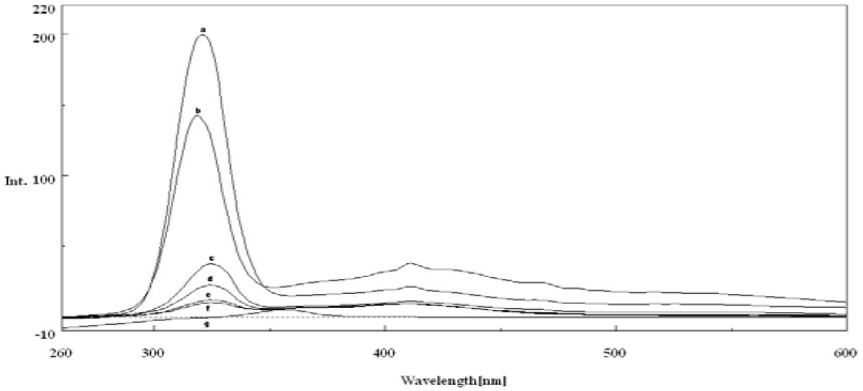
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

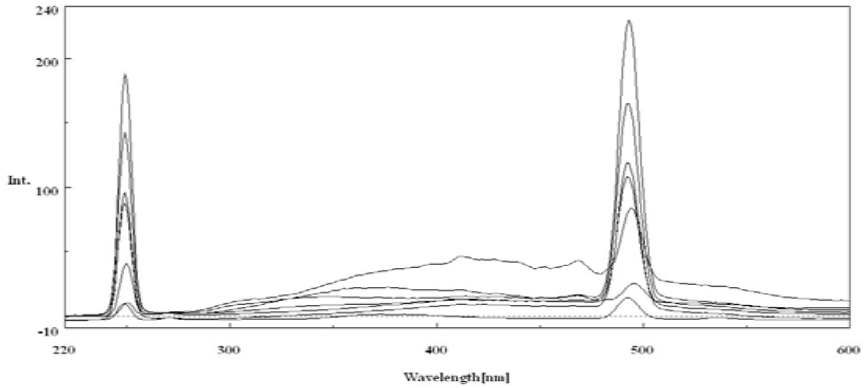


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

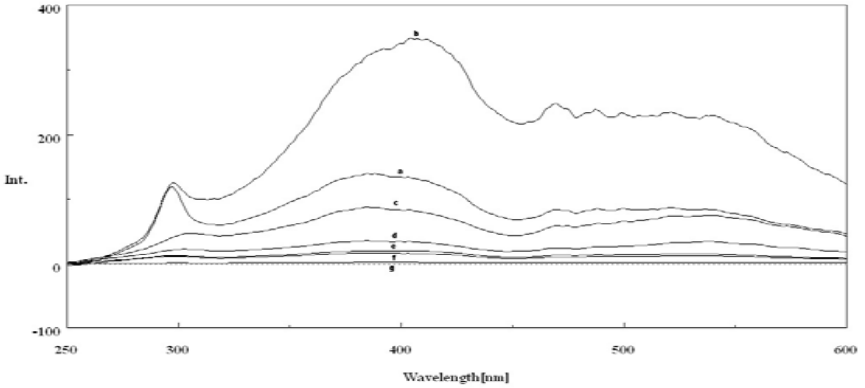


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

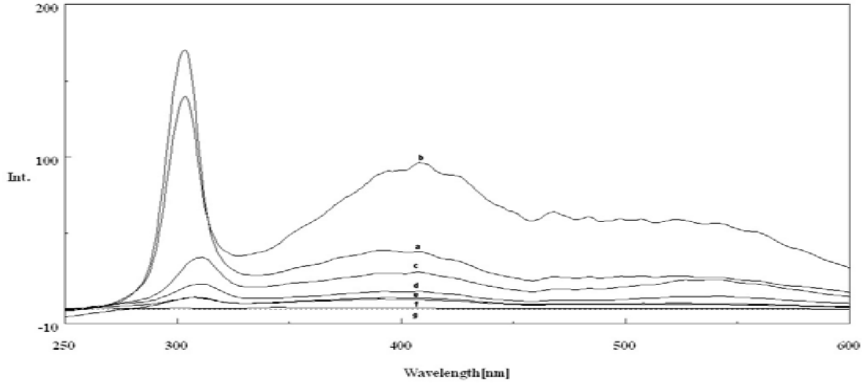
รูป ซ-4 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (วันที่ 3 เดือนสิงหาคม พ.ศ.2549) (a) บ่อแอนแอโรบิก 1; (b) บ่อแอนแอโรบิก 2; (c) บ่อเติมอากาศ; (d) บ่อหมัก; (e) บ่อพัก; (f) บึงประดิษฐ์; (g) น้ำกลั่น



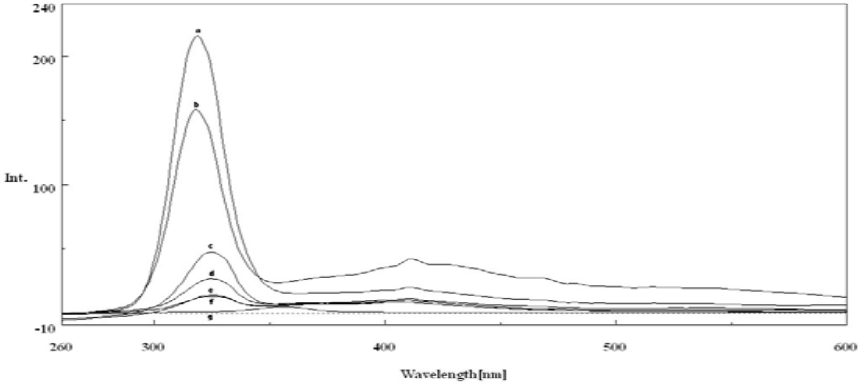
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

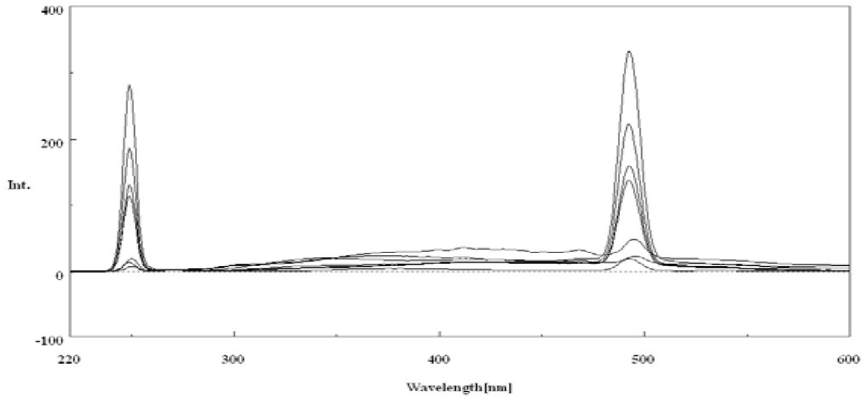


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

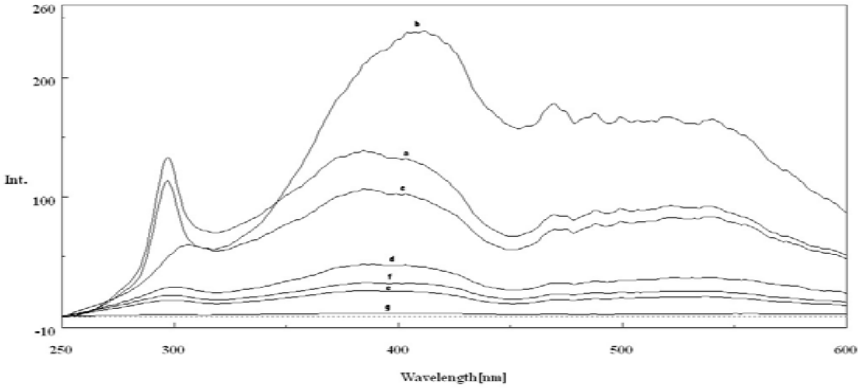


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

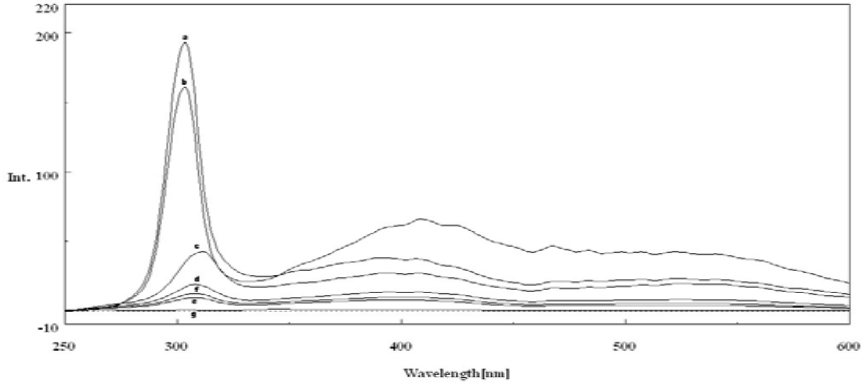
รูป ซ-5 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (วันที่ 10 เดือนสิงหาคม พ.ศ.2549) (a) บ่อแอนแอโรบิก 1; (b) บ่อแอนแอโรบิก 2; (c) บ่อเติมอากาศ; (d) Anoxic Pond; (e) Polishing Pond; (f) บึงประดิษฐ์; (g) น้ำกลั่น



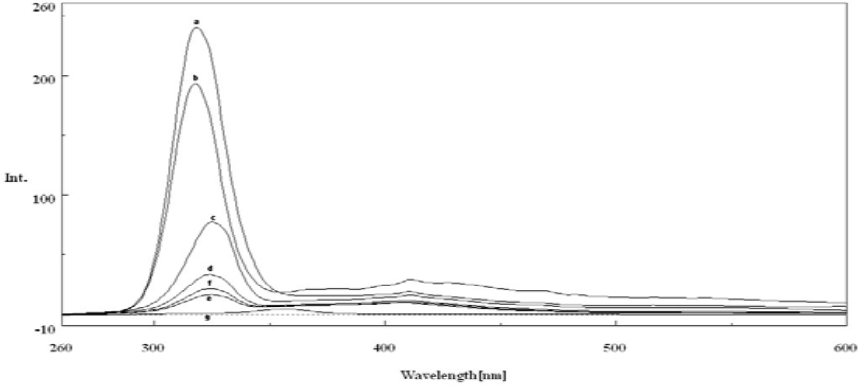
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm



(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

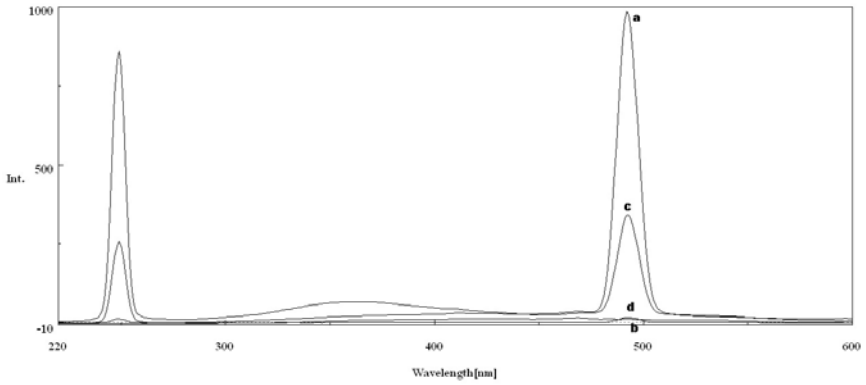


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

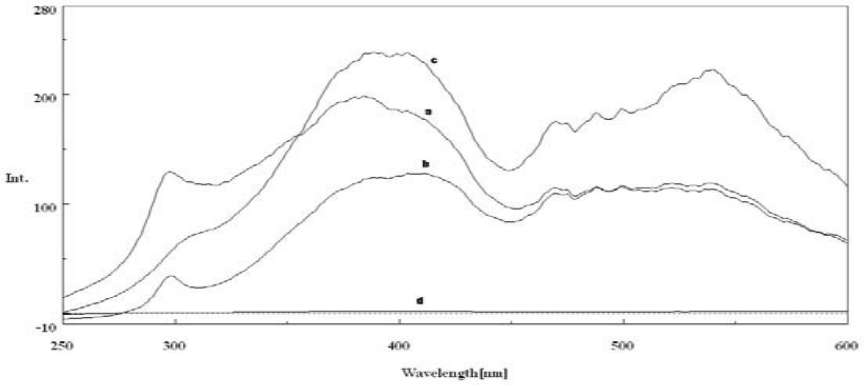
รูป ซ-6 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 (วันที่ 16 เดือนสิงหาคม พ.ศ.2549) (a) บ่อแอนแอโรบิก 1; (b) บ่อแอนแอโรบิก 2; (c) บ่อเติมอากาศ; (d) บ่อหมัก; (e) บ่อพัก; (f) บึงประดิษฐ์; (g) น้ำกลั่น

ภาคผนวก ฌ

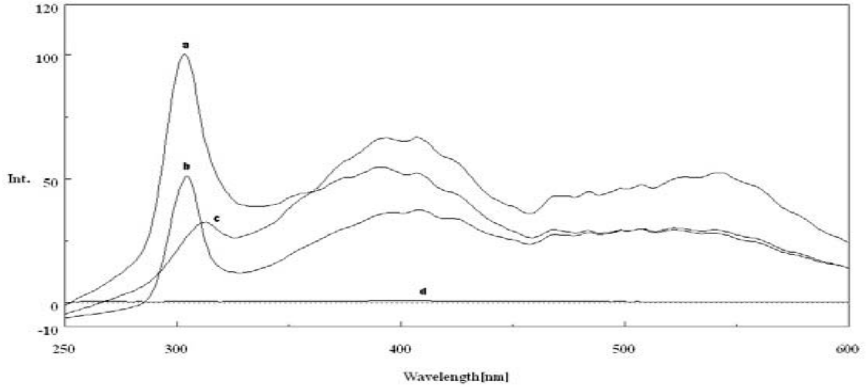
ผลการทดลองตรวจหาสมบัติเฉพาะทางฟลูออเรสเซนซ์โรงงานน้ำยางข้น



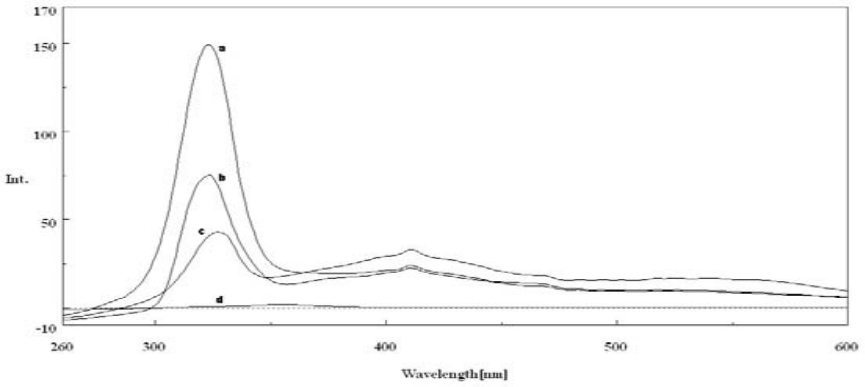
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

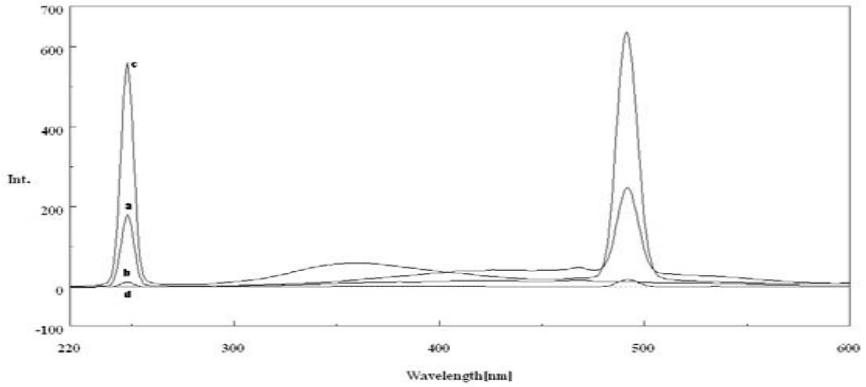


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

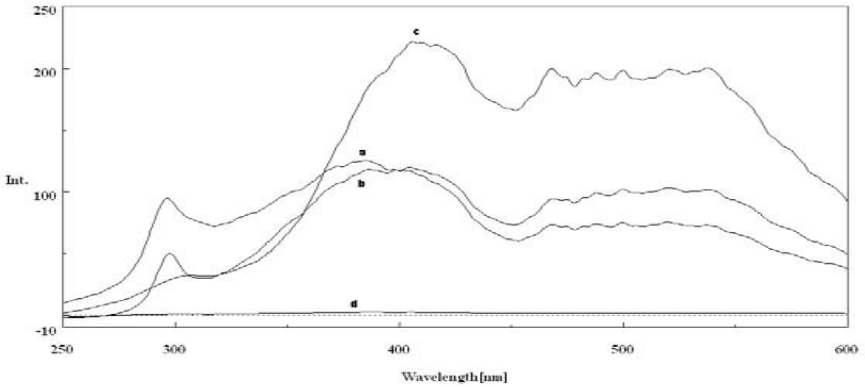


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

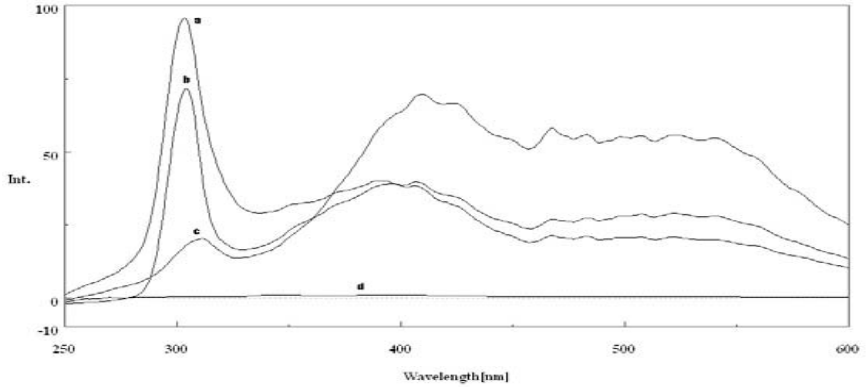
รูป ฌ-1 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (วันที่ 13 เดือนมิถุนายน พ.ศ.2549) (a) ก่อนเข้าระบบบำบัด (10 เท่า) (b) ออกจากถัง SRR (c) ออกจากระบบบำบัด (d) น้ำกลั่น



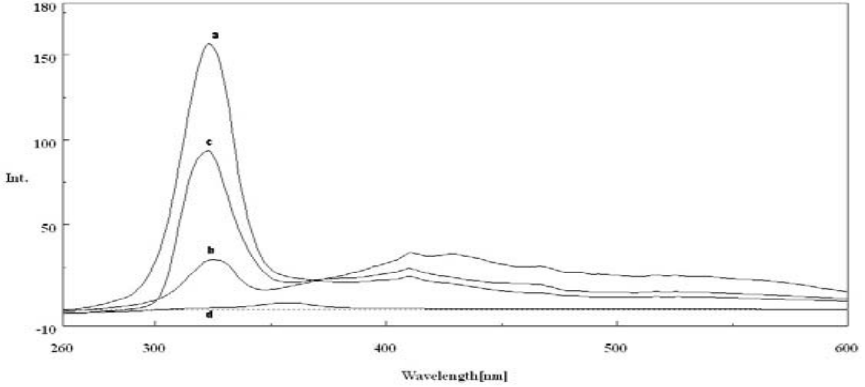
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

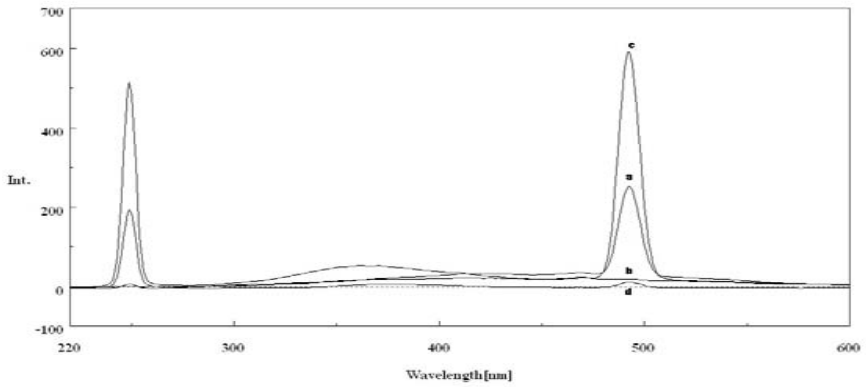


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

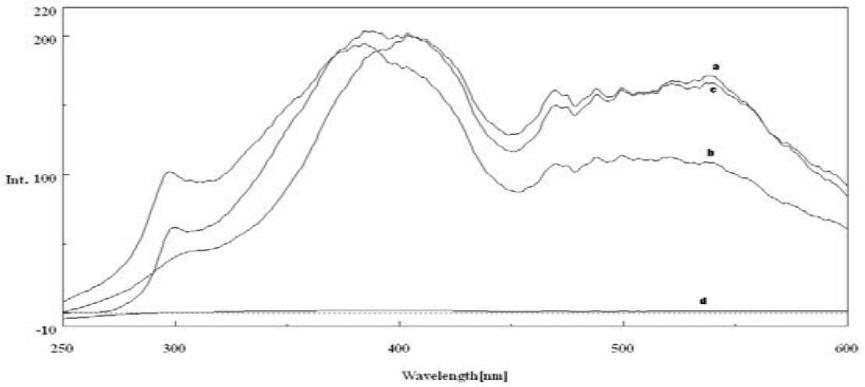


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

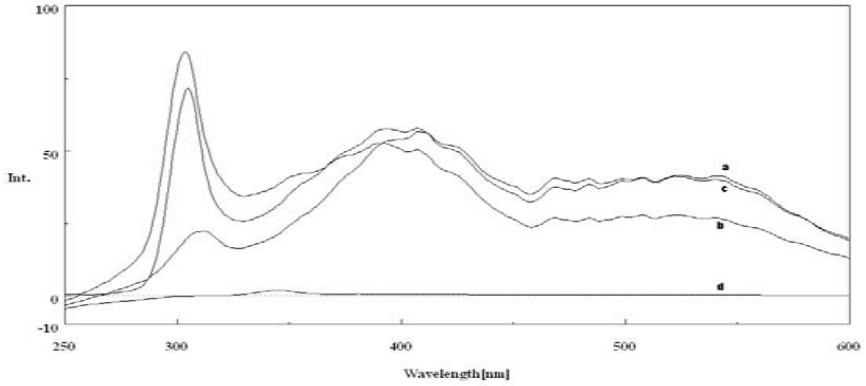
รูป ฌ-2 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (วันที่ 4 เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2549) (a) ก่อนเข้าระบบบำบัด (10 เท่า) (b) ออกจากถัง SRR (c) ออกจากระบบบำบัด (d) น้ำกลั่น



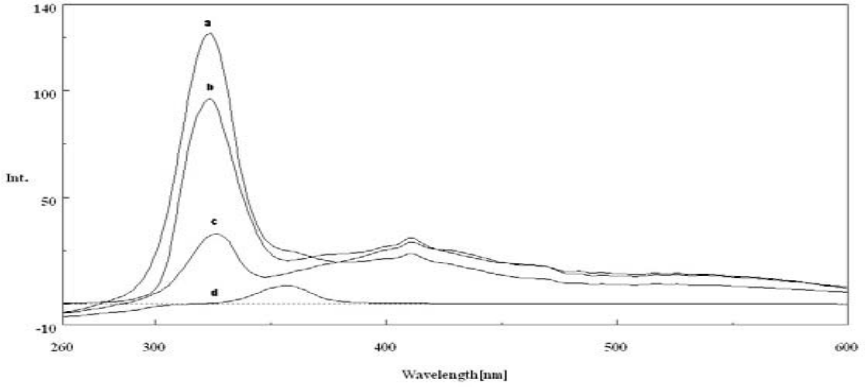
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

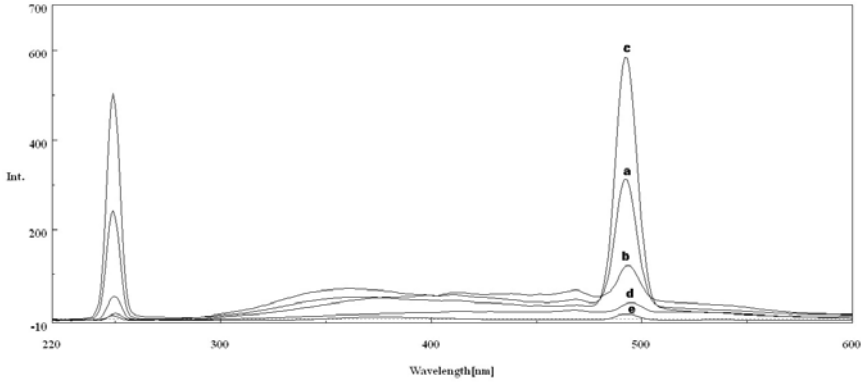


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

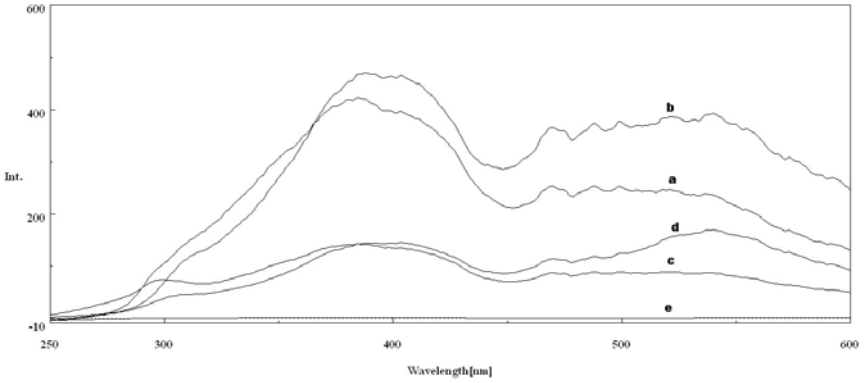


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

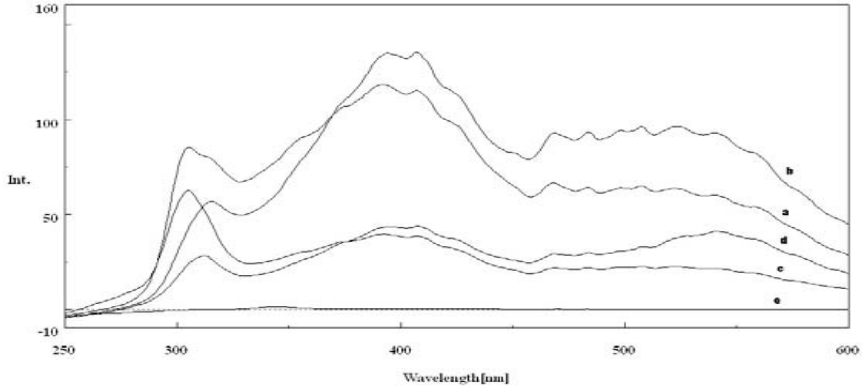
รูป ฌ-3 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 (วันที่ 26 เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2549) (a) ก่อนเข้าระบบบำบัด (10 เท่า) (b) ออกจากถัง SRR (c) ออกจากระบบบำบัด (d) น้ำกลั่น



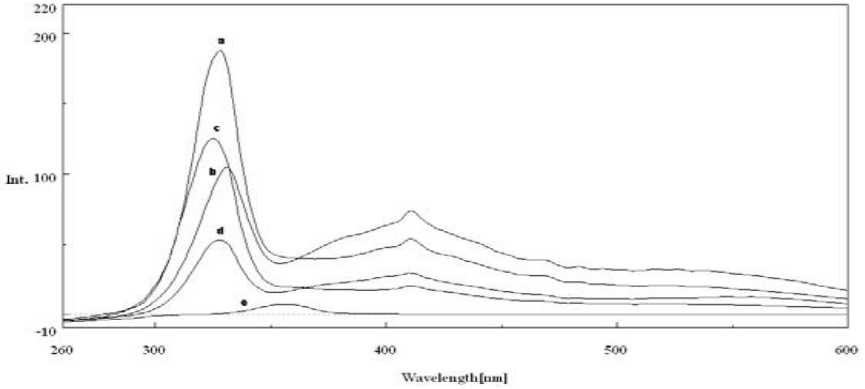
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

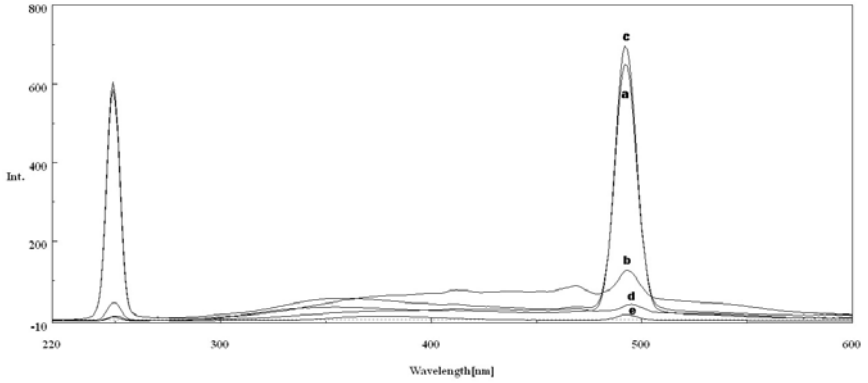


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

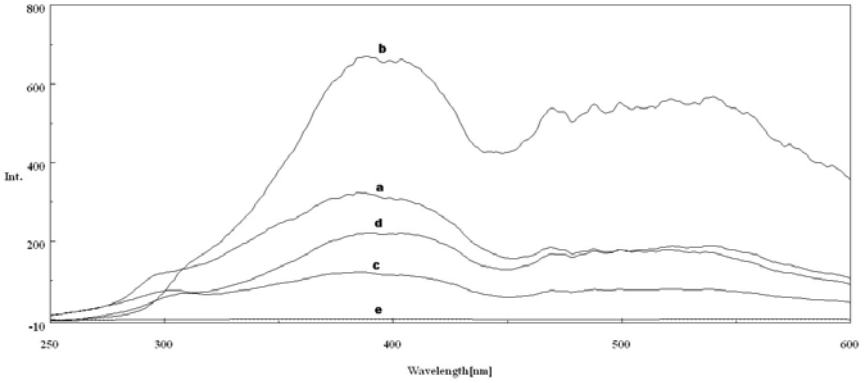


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

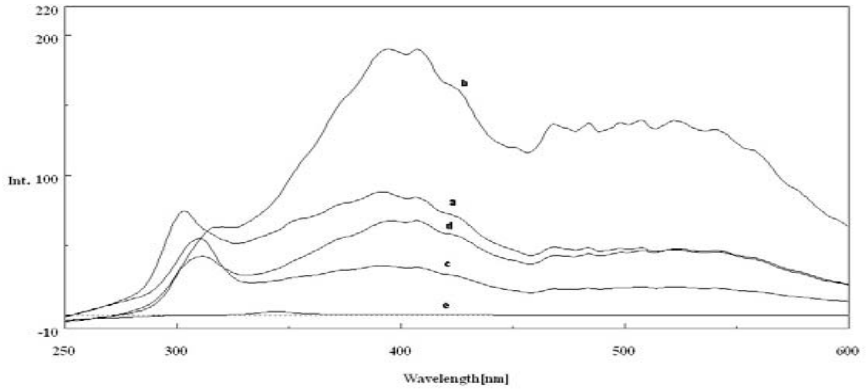
รูป ฌ-4 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท เฟลเท็กซ์ จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (วันที่ 20 เดือนมีนาคม พ.ศ.2549) (a) น้ำเสียรวม (10 เท่า) (b) บ่อเติมอากาศ (c) ออกจากถังตกตะกอน (10 เท่า) (d) ออกจากระบบบำบัด (e) น้ำกลั่น



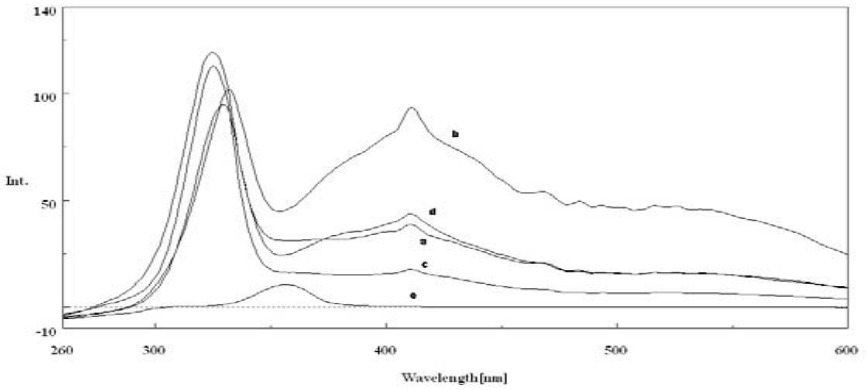
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

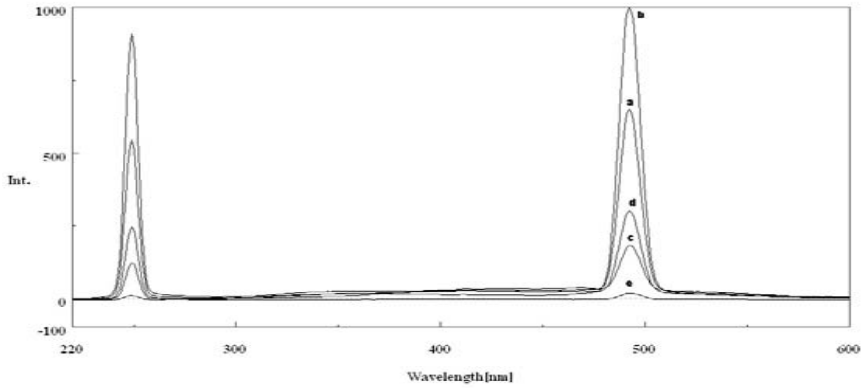


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

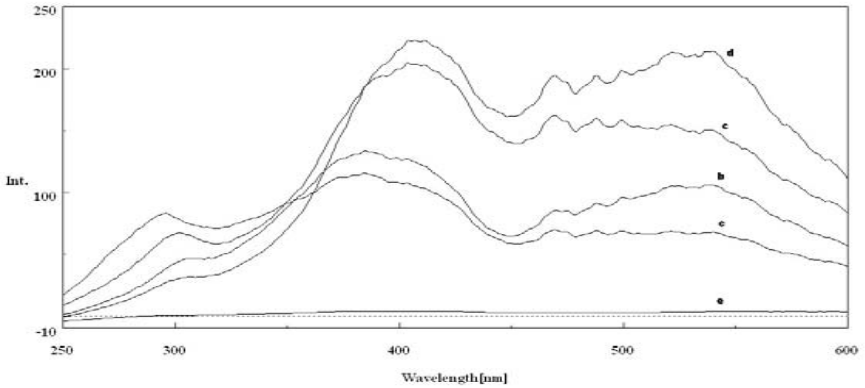


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

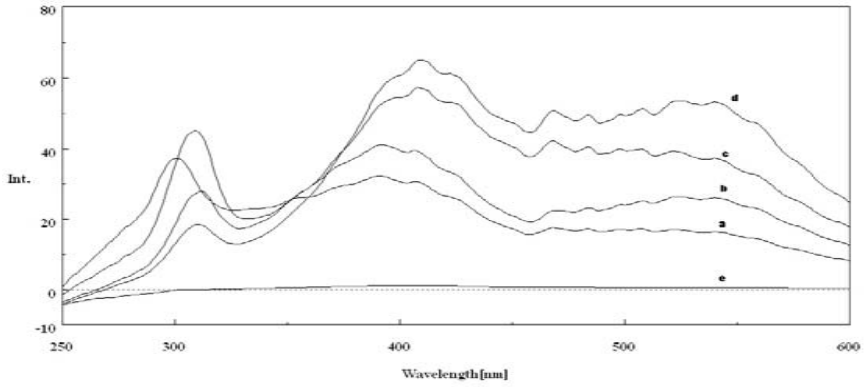
รูป ฌ-5 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท เฟลเท็กซ์ จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (วันที่ 27 เดือนมีนาคม พ.ศ.2549) (a) น้ำเสียรวม (10 เท่า) (b) บ่อเติมอากาศ (c) ออกจากถังตกตะกอน (10 เท่า) (d) ออกจากระบบบำบัด (e) น้ำกลั่น



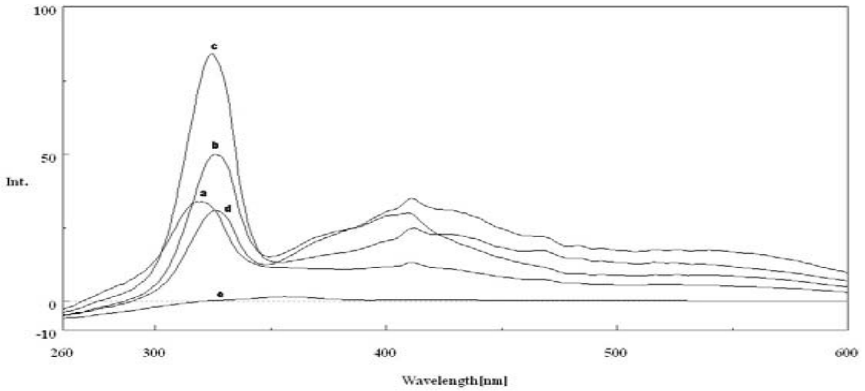
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

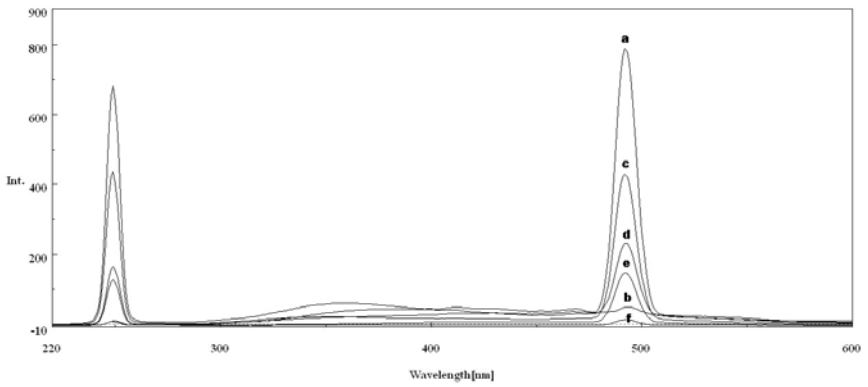


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

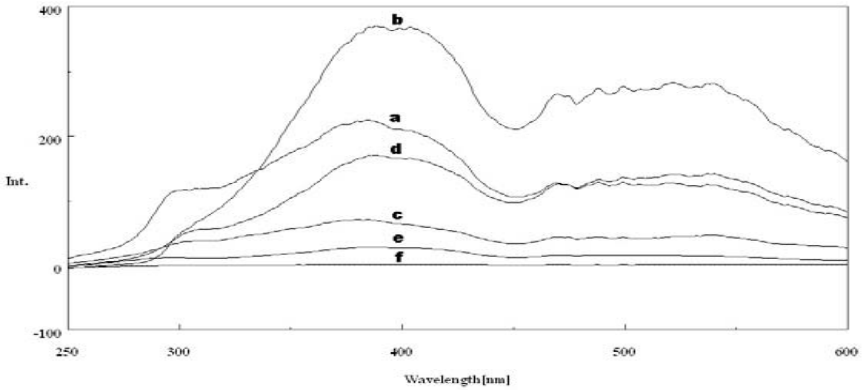


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

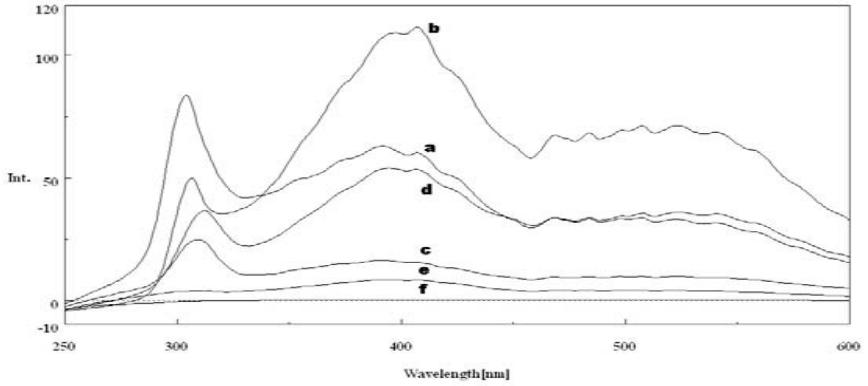
รูป ฌ-6 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท เฟลเท็กซ์ จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 (วันที่ 12 เดือนมิถุนายน พ.ศ.2549)
(a) น้ำเสียรวม (10 เท่า) (b) บ่อเติมอากาศ (c) ออกจากถังตกตะกอน (10 เท่า) (d) ออกจากระบบบำบัด (e) น้ำกลั่น



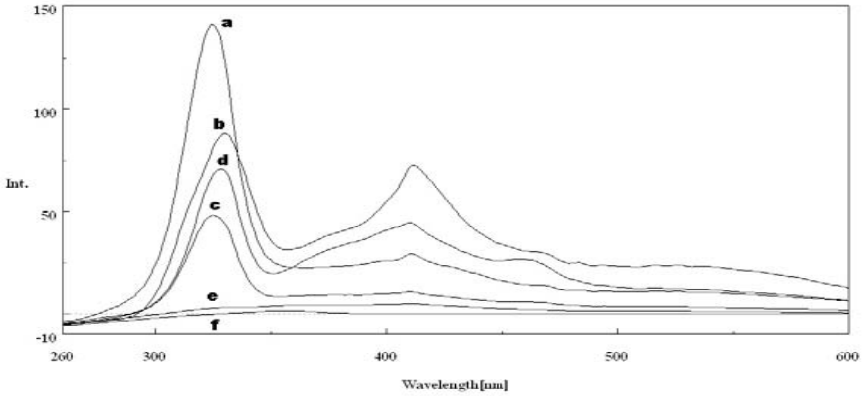
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

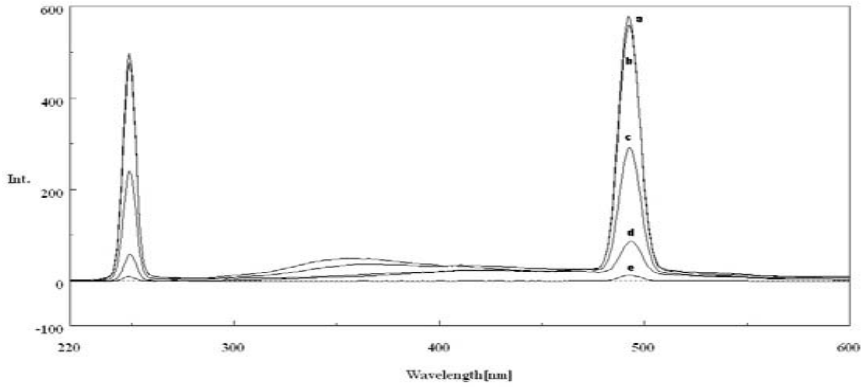


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

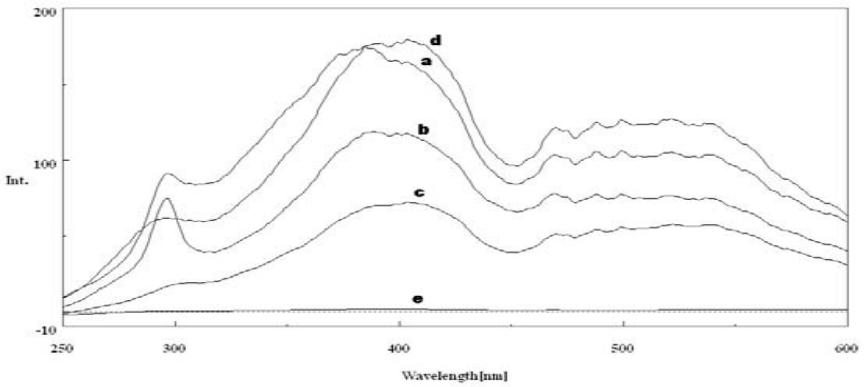


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

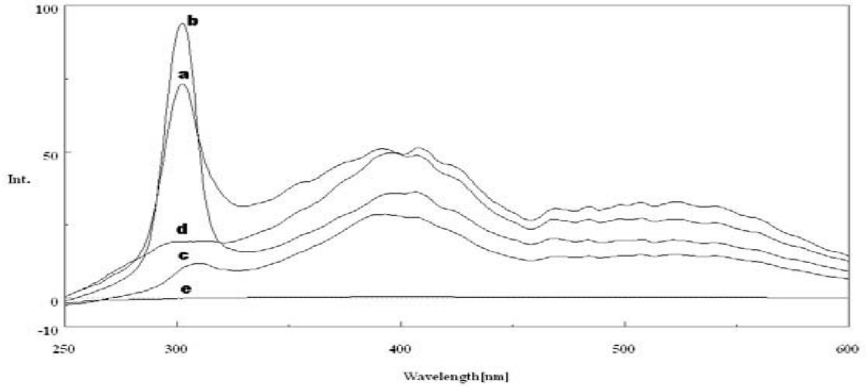
รูป ฌ-7 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท ฮีฮับฮวด จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (วันที่ 17 เดือนมีนาคม พ.ศ.2549)
(a) ก่อนเข้าระบบบำบัด (10 เท่า) (b) ออกจากถังปรับสภาพ (c) บ่อเติมอากาศ (10 เท่า) (d) ออกจากระบบบำบัด (e) น้ำคลอง (f) น้ำกลั่น



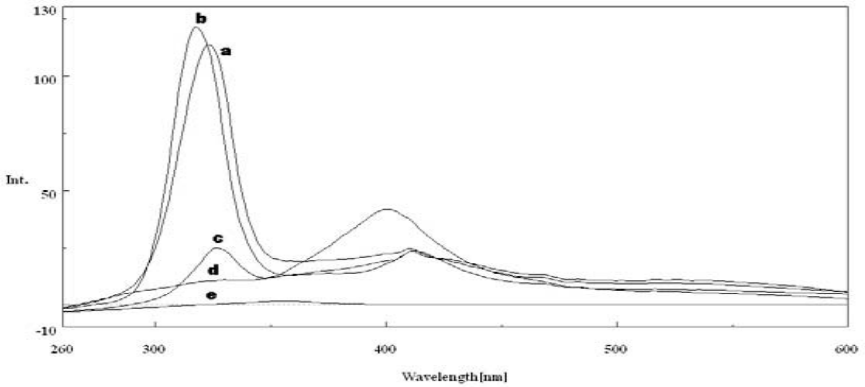
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

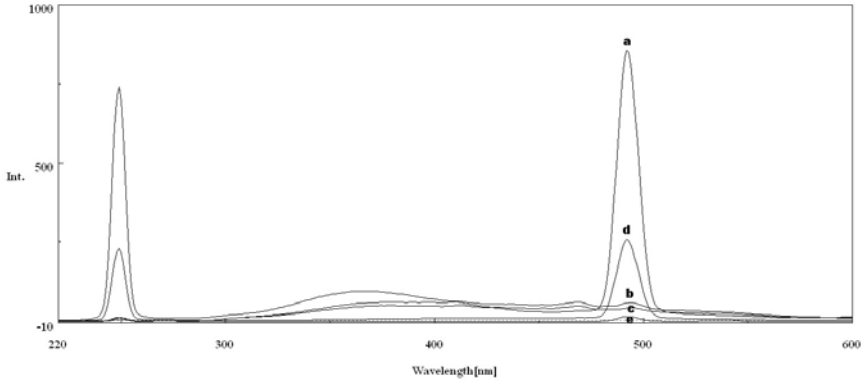


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

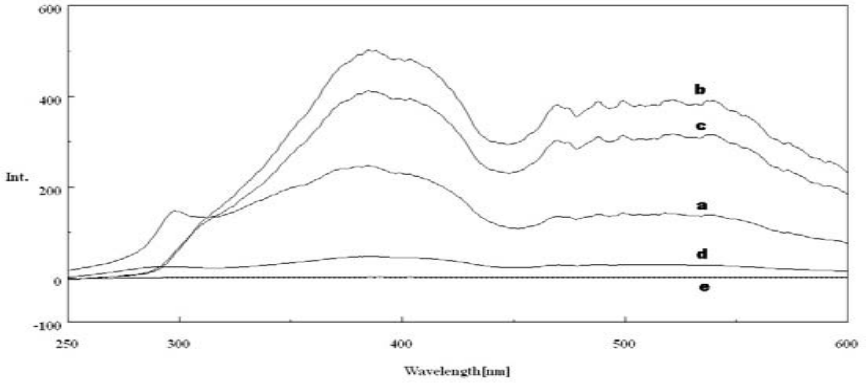


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

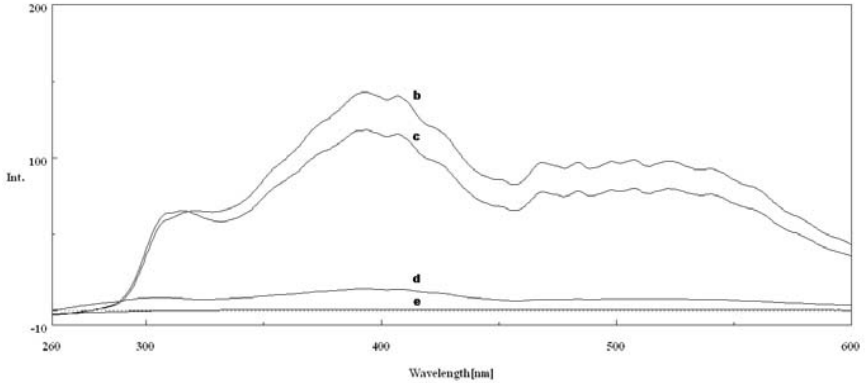
รูป ฌ-8 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท ฮีฮับฮวด จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (วันที่ 4 เดือนเมษายน พ.ศ.2549)
(a) ก่อนเข้าระบบบำบัด (10 เท่า) (b) ออกจากถังปรับสภาพ (10 เท่า) (c) ออกจากระบบบำบัด (d) น้ำคลอง (e) น้ำกลั่น
หมายเหตุ : ไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียบ่อเติมอากาศ



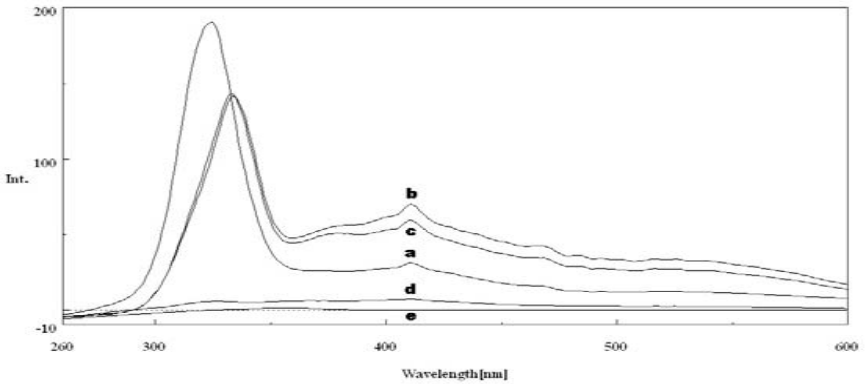
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

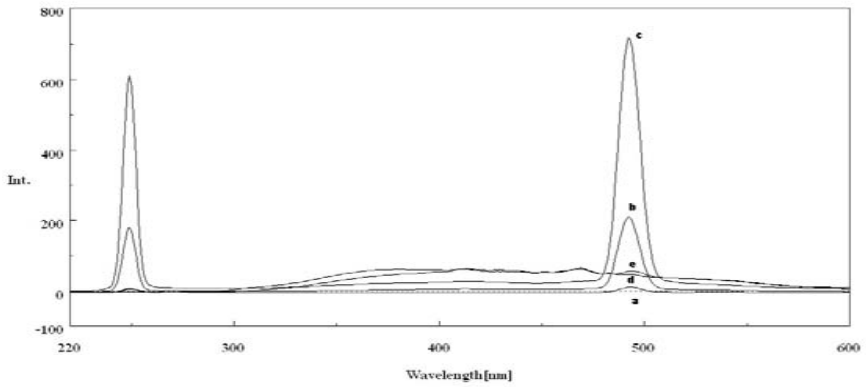


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

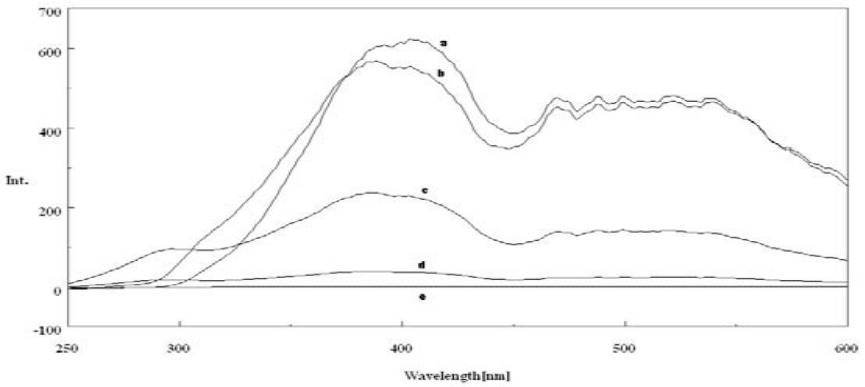


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

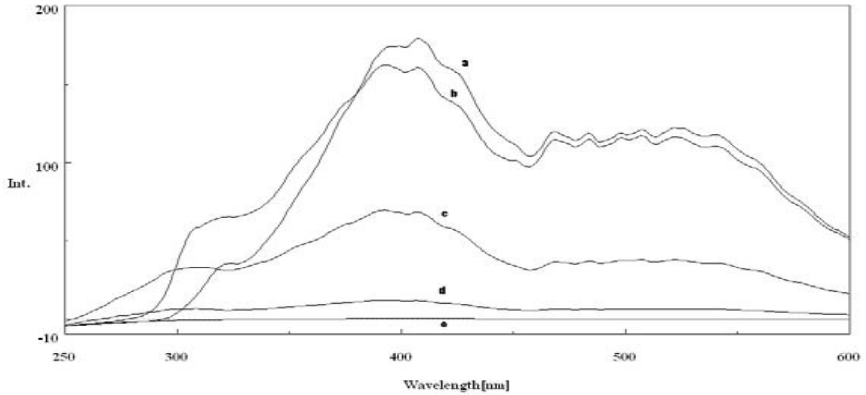
รูป ฌ-9 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท ทรัพย์มีลาเท็กซ์ จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (วันที่ 7 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2549)
(a) ก่อนเข้าระบบบำบัด (10 เท่า) (b) บ่อเติมอากาศ (c) บ่อผึ่ง (d) ออกจากระบบบำบัด (e) น้ำกลั่น



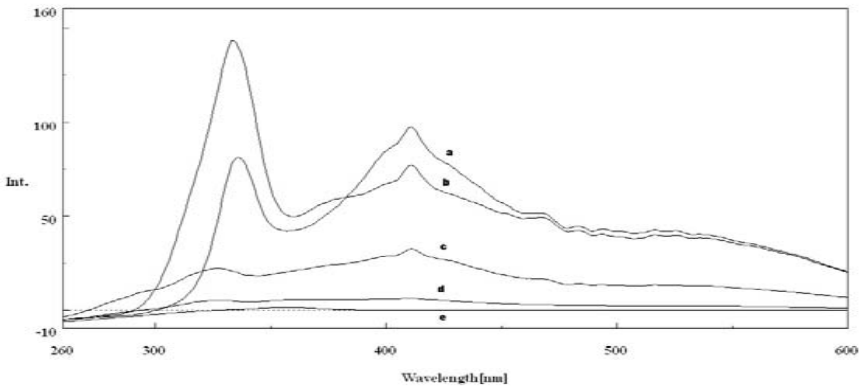
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm



(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

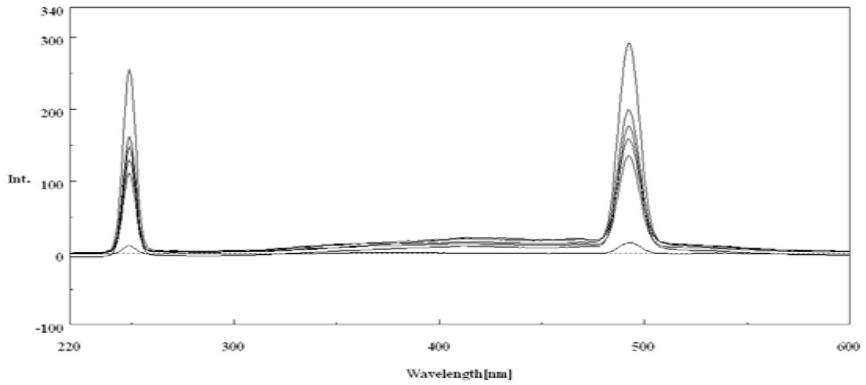


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

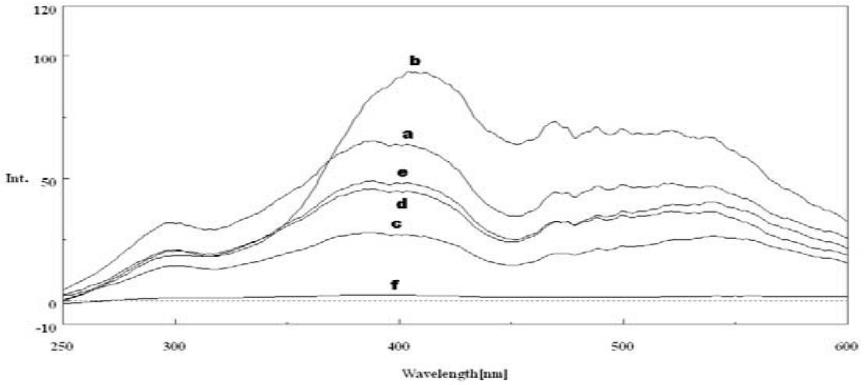
รูป ฌ-10 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน บริษัท ทรัพย์มีลาเท็กซ์ จำกัด เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (วันที่ 14 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549) (a) ก่อนเข้าระบบบำบัด (b) บ่อเติมอากาศ (c) ก่อนออกจากระบบบำบัด (d) ออกจากระบบบำบัด (e) น้ำกลั่น

ภาคผนวก ญ

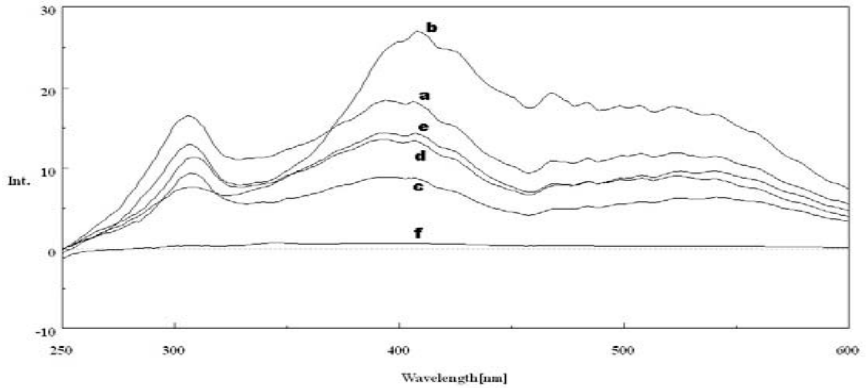
ผลการทดลองตรวจหาสมบัติเฉพาะทางฟลูออเรสเซนซ์ ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่



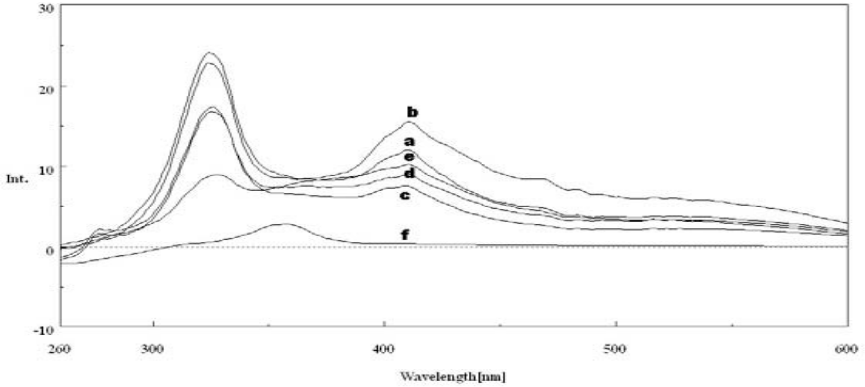
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

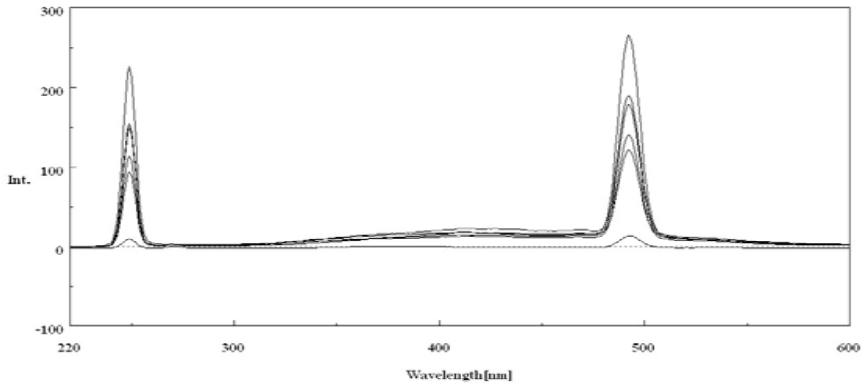


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

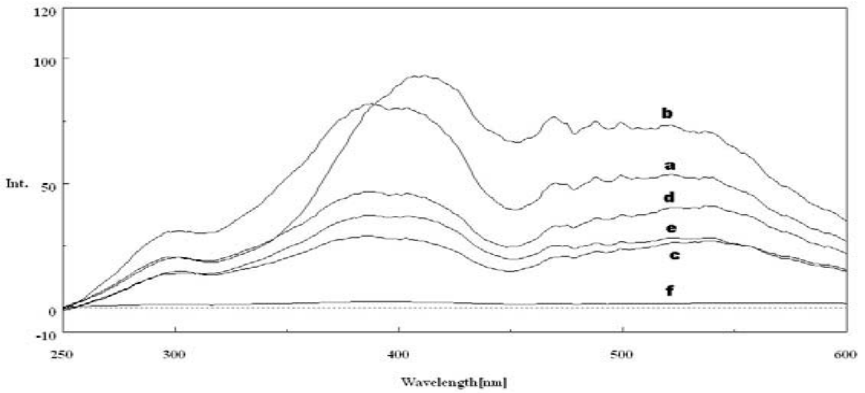


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

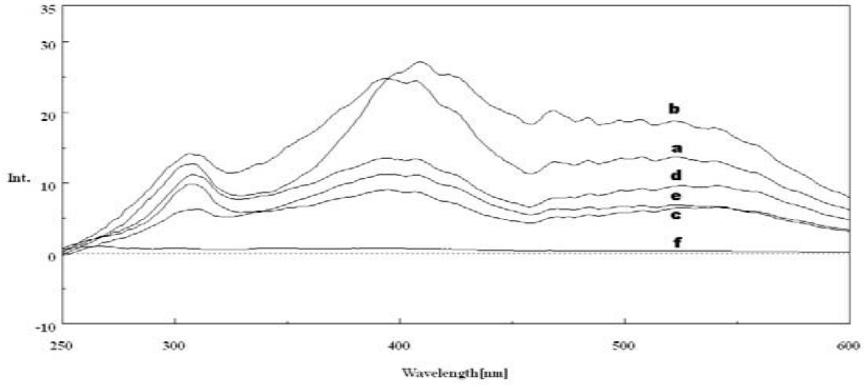
รูป ญ-1 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ เก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (วันที่ 5 เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2549) (a) ก่อนเข้าระบบบำบัด (b) บ่อหมัก (c) บ่อบ่ม (d) บ่อผึ่ง (e) บึงประดิษฐ์ (f) น้ำกลั่น



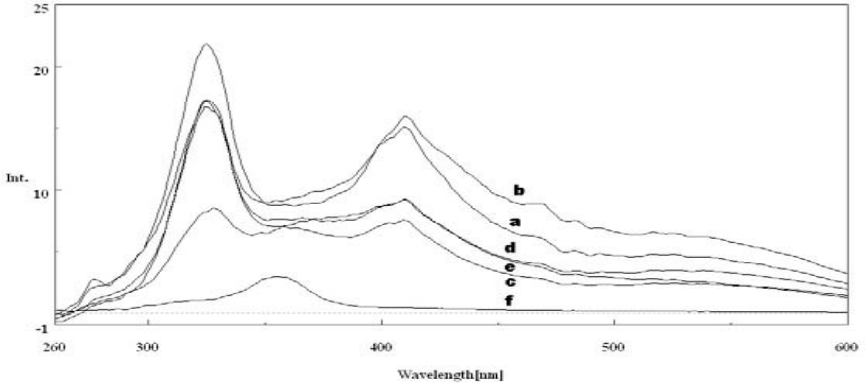
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

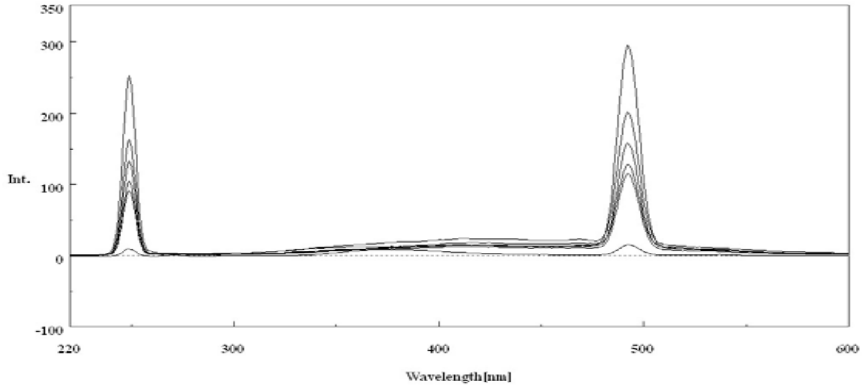


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

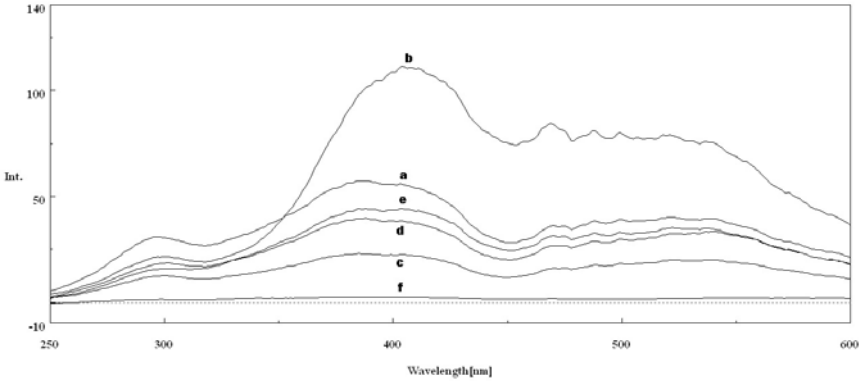


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

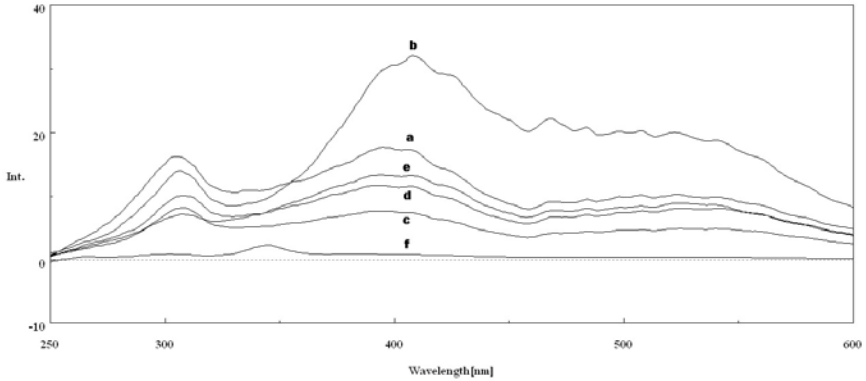
รูป ญ-2 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ เก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (วันที่ 12 เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2549) (a) ก่อนเข้าระบบบำบัด (b) บ่อหมัก (c) บ่อบ่ม (d) บ่อผึ่ง (e) บึงประดิษฐ์ (f) น้ำกลั่น



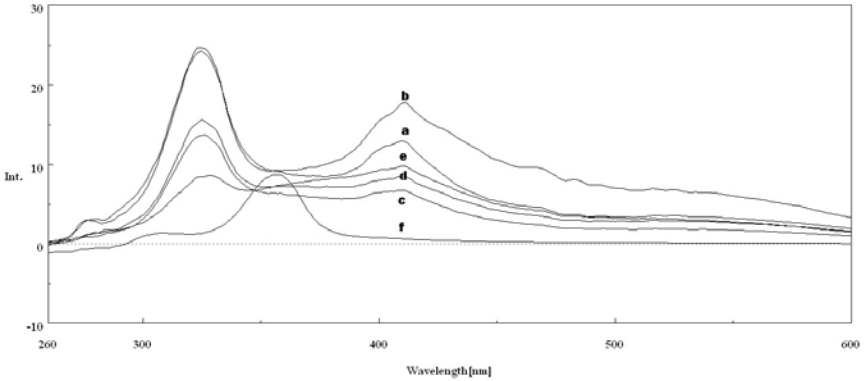
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm



(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

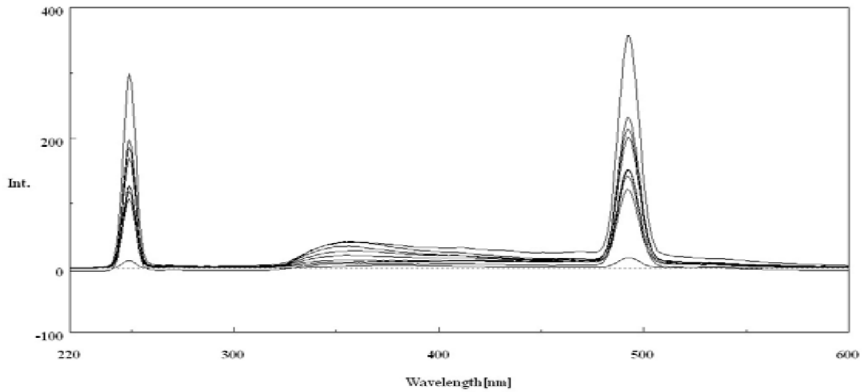


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

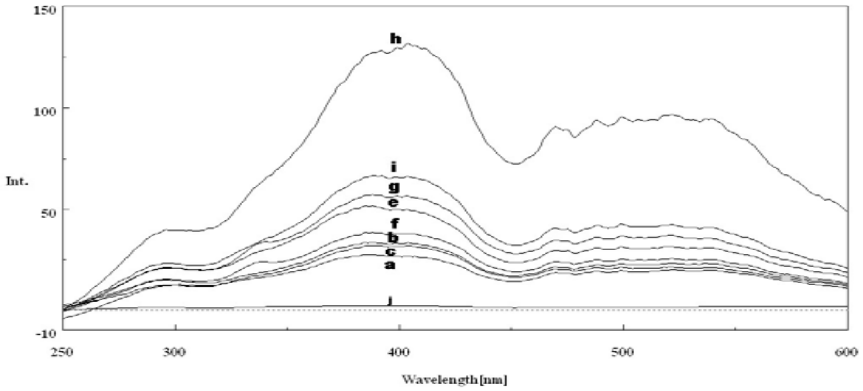
รูป ญ-3 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียจากระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครหาดใหญ่ เก็บตัวอย่างครั้งที่3 (วันที่ 19 เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2549) (a) ก่อนเข้าระบบบำบัด (b) บ่อหมัก (c) บ่อบ่ม (d) บ่อผึ่ง (e) บึงประดิษฐ์ (f) น้ำกลั่น

ภาคผนวก ฎ

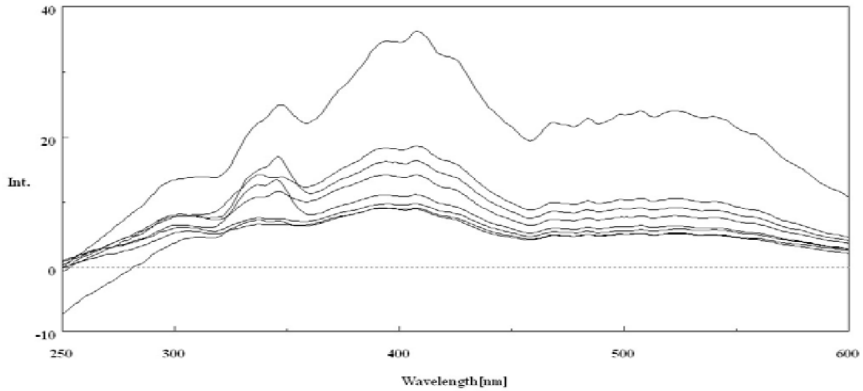
ผลการทดลองตรวจหาสมบัติเฉพาะทางฟลูออเรสเซนซ์คลองอู่ตะเภา



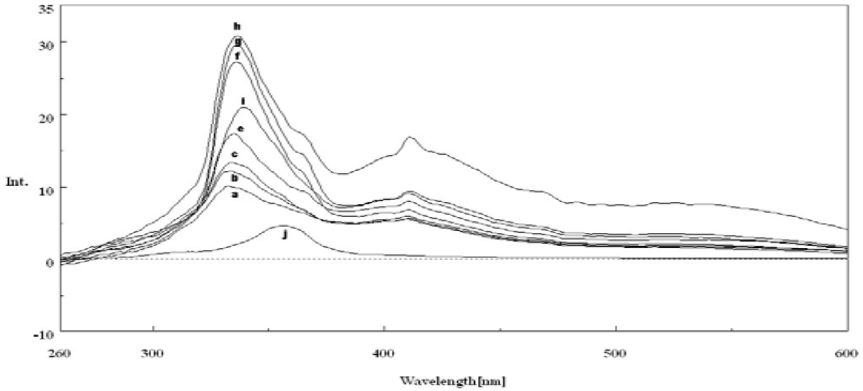
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

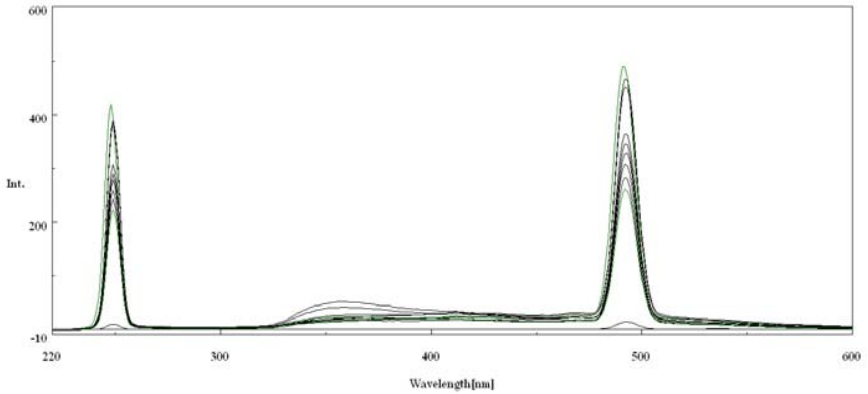


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

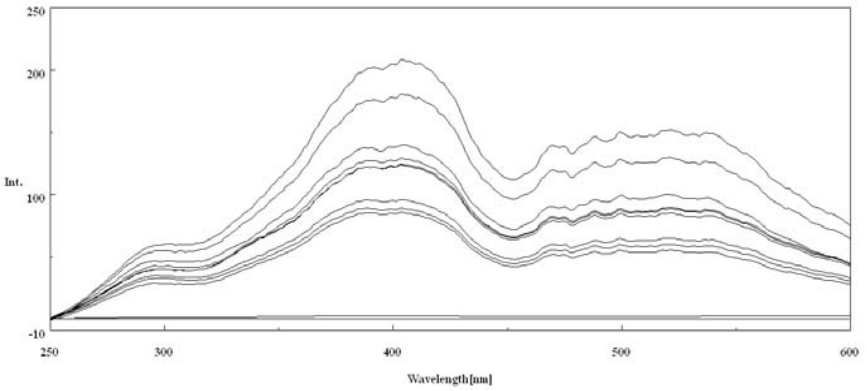


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

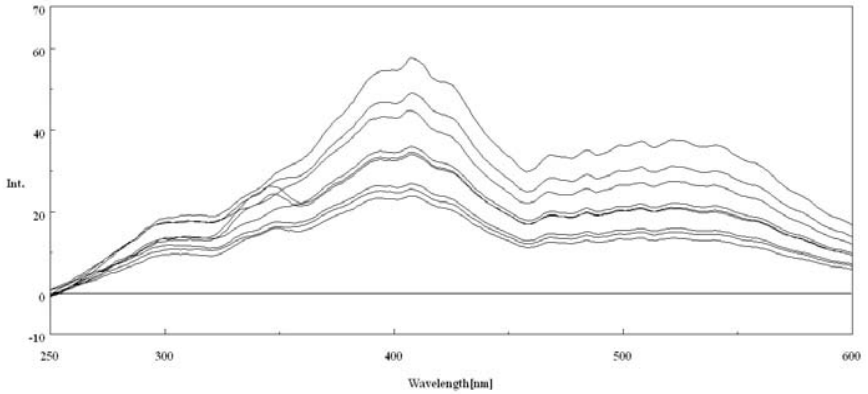
รูป ฎ-1 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำคลองจากคลองอู่ตะเภา เก็บตัวอย่างครั้งที่1 (วันที่ 29 เดือนสิงหาคม พ.ศ.2549) (a) สะพานบ้านคูเต่า (b) สะพานบ้านนารังนก (c) สะพานบ้านแม่ทอม (d) สะพานรถไฟ (e) สะพานทางหลวงหมายเลข 43 (f) สะพานบ้านบางศาลา (g)สะพานวัดวิมลคุณากร (h) สะพานบ้านทุ่งลุง (i) สะพานทางหลวงหมายเลข 4145 (j) น้ำกลั่น หมายเหตุ : ไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียสะพานรถไฟ



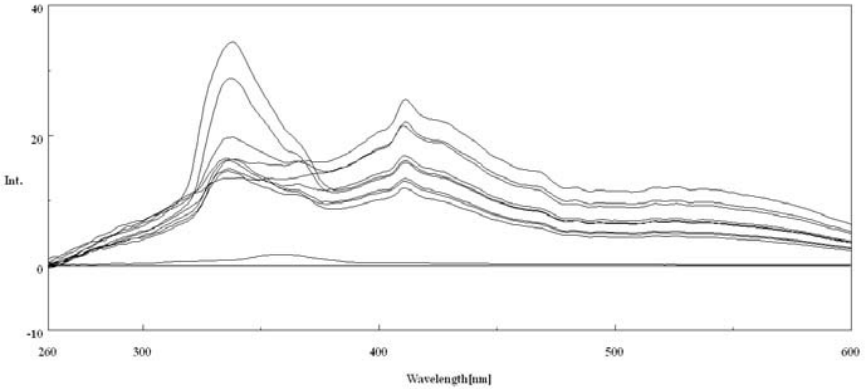
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm



(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

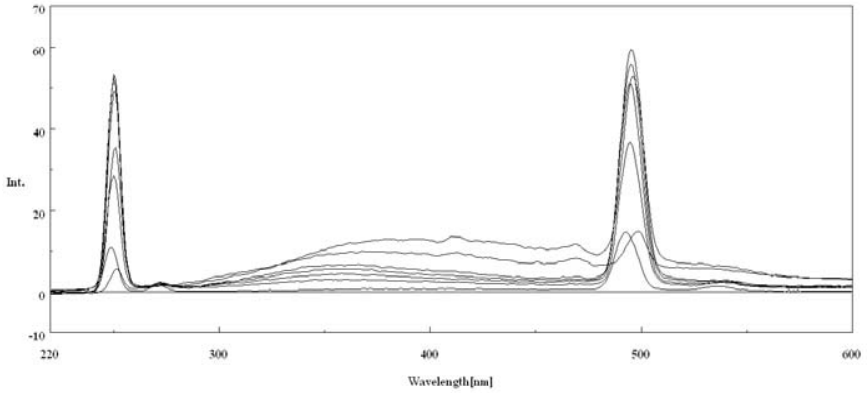


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

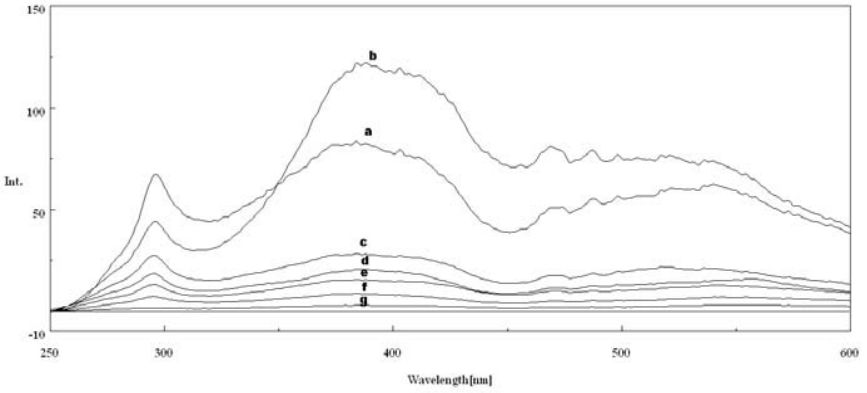
รูป ฎ-2 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำคลองจากคลองอู่ตะเภา เก็บตัวอย่างครั้งที่2 (วันที่ 21 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2549) (a) สะพานบ้านคูเต่า (b) สะพานบ้านนารังนก (c) สะพานบ้านแม่ทอม (d) สะพานรถไฟ (e) สะพานทางหลวงหมายเลข 43 (f) สะพานบ้านบางศาลา (g)สะพานวัดวิมลคุณากร (h) สะพานบ้านทุ่งลุง (i) สะพานทางหลวงหมายเลข 4145 (j) น้ำกลั่น

ภาคผนวก ฏ

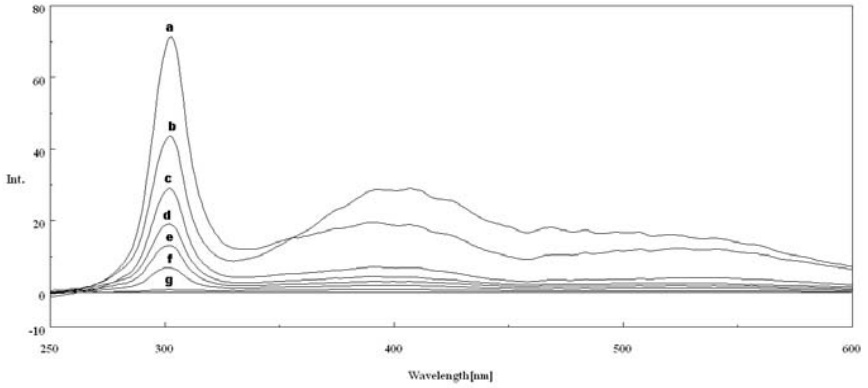
ผลการทดลองหา Synchronous Fluorescence Spectra ของน้ำที่ถูกเจือจางไปของโรงงานแปรรูปอาหารทะเลและโรงงานน้ำยางข้น



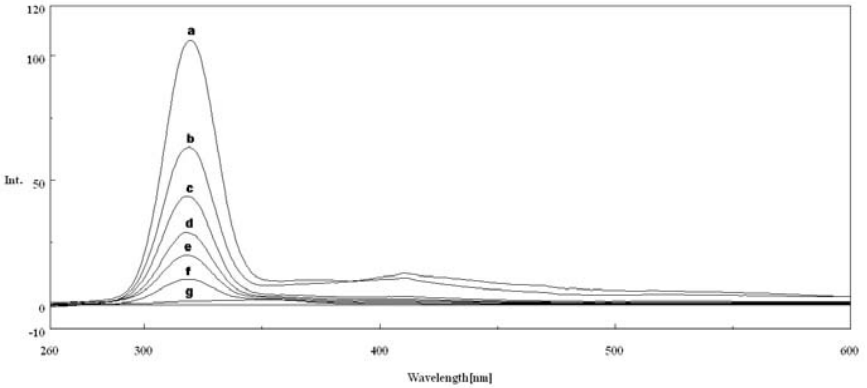
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

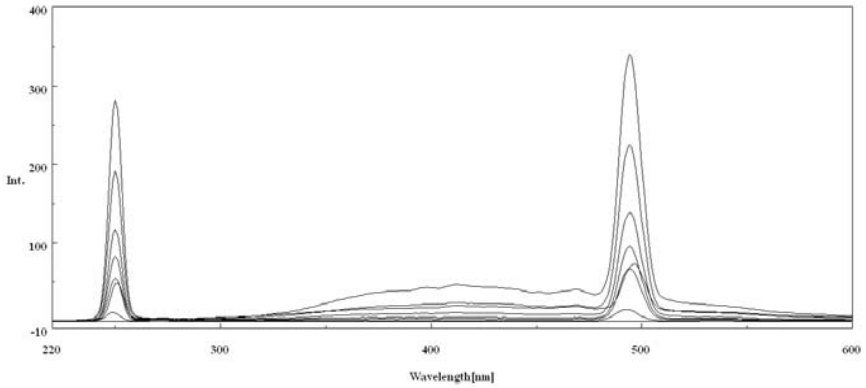


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

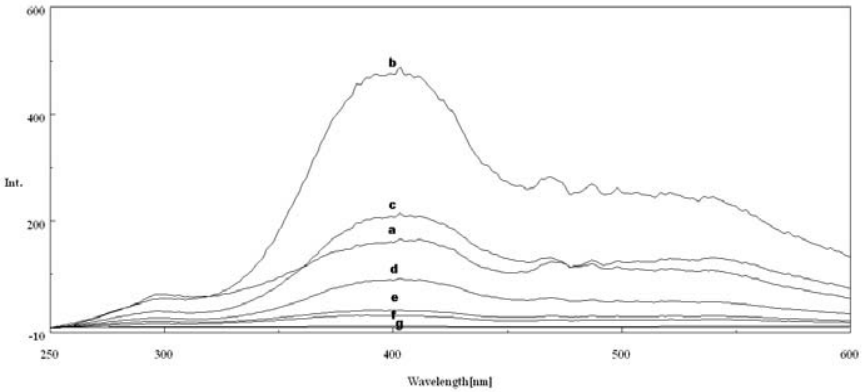


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

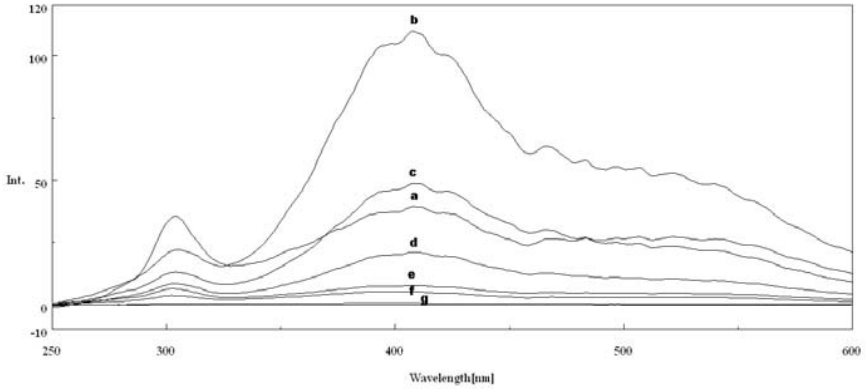
รูป ฎ-1 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียบ่อแอนแอโรบิก1 โรงงานแปรรูปอาหารทะเลเจือจางด้วยน้ำกลั่น (บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด) วันที่ 16 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2549 (a) 100% (b) Dilute 50% (c) Dilute 25% (d) Dilute 15% (e) Dilute 10% (f) Dilute 5% (g) น้ำกลั่น



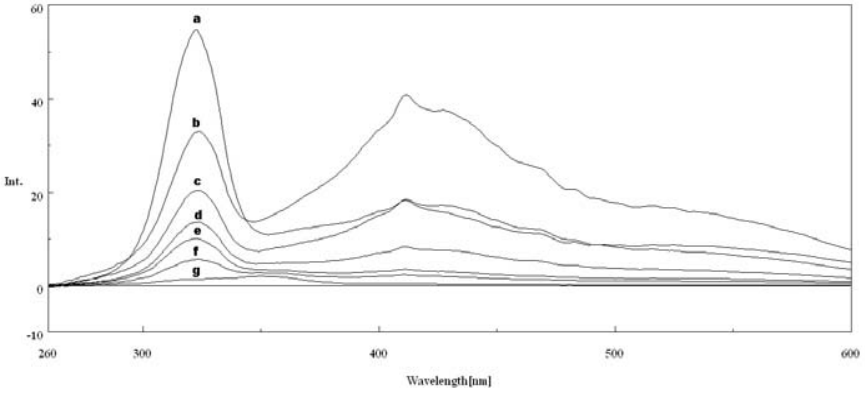
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

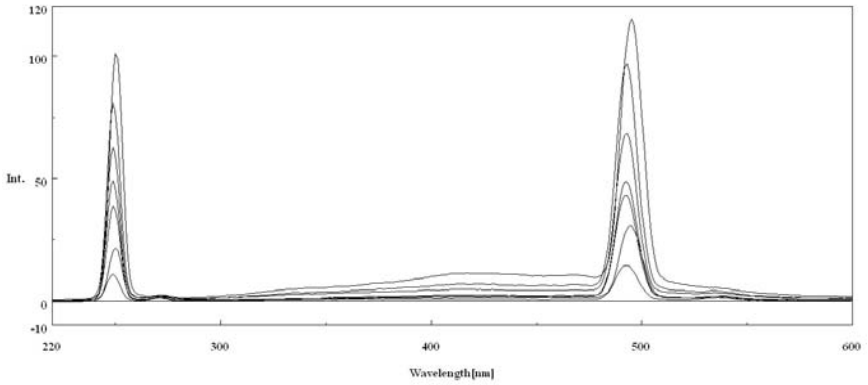


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

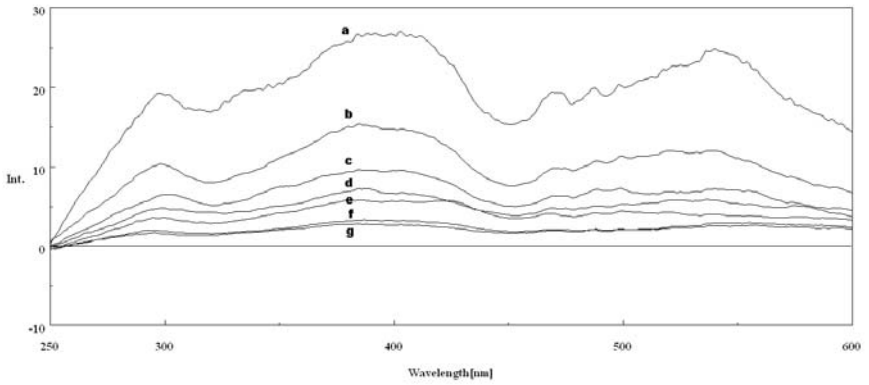


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

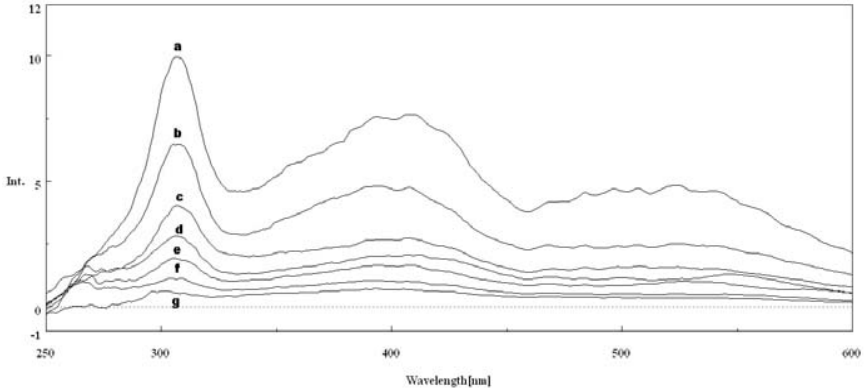
รูป ฎ-2 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียบ่อแอนแอโรบิก 2 โรงงานแปรรูปอาหารทะเลเจือจางด้วยน้ำกลั่น (บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด) วันที่ 16 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2549 (a) 100% (b) Dilute 50% (c) Dilute 25% (d) Dilute 15% (e) Dilute 10% (f) Dilute 5% (g) น้ำกลั่น



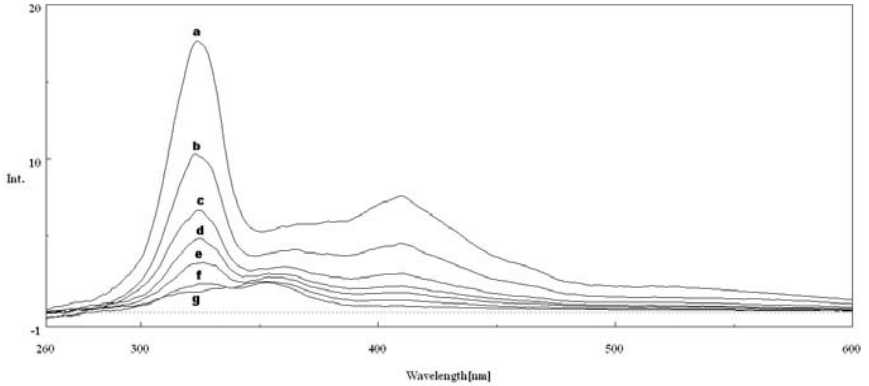
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

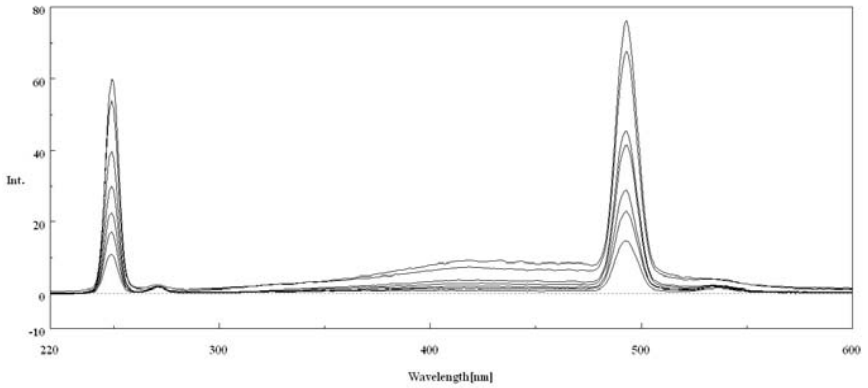


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

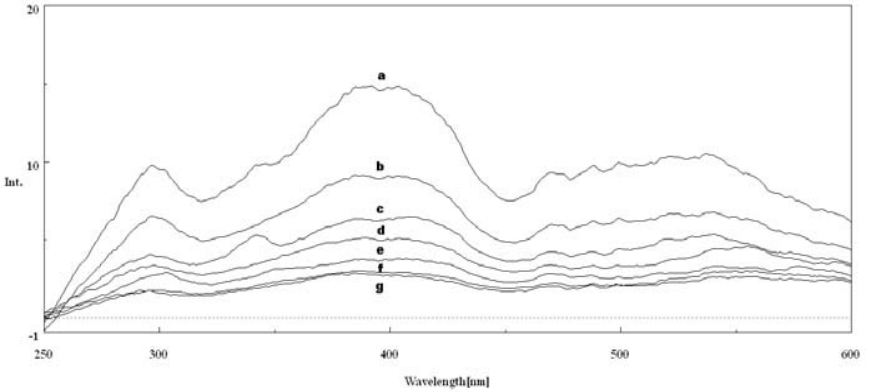


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

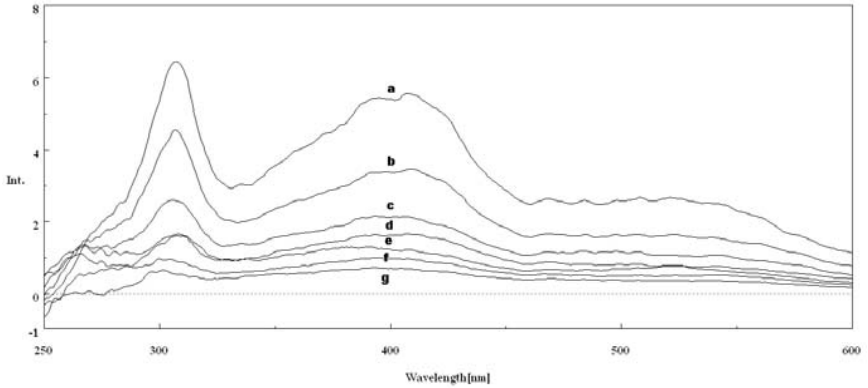
รูป ฎ-3 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียบ่อเติมอากาศ โรงงานแปรรูปอาหารทะเลเจือจางด้วยน้ำกลั่น (บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด) วันที่ 16 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2549 (a) 100% (b) Dilute 50% (c) Dilute 25% (d) Dilute 15% (e) Dilute 10% (f) Dilute 5% (g) น้ำกลั่น



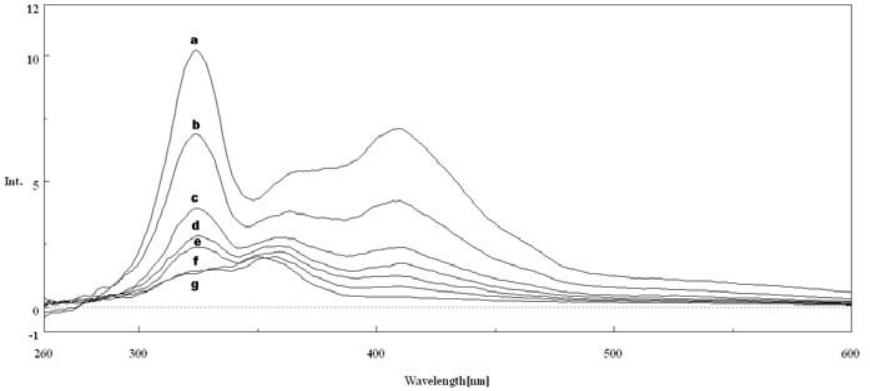
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

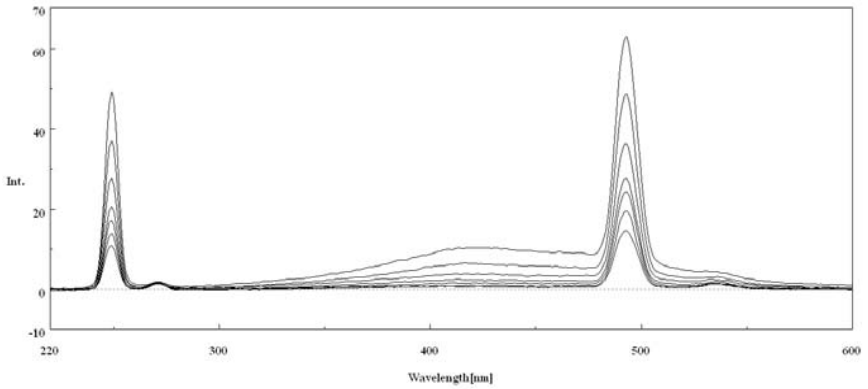


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

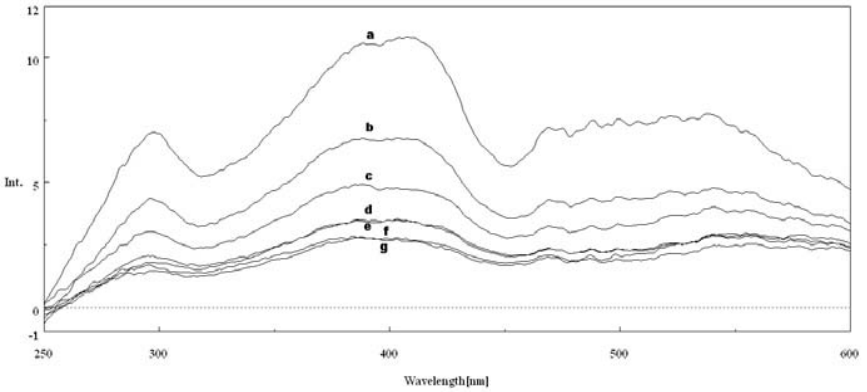


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

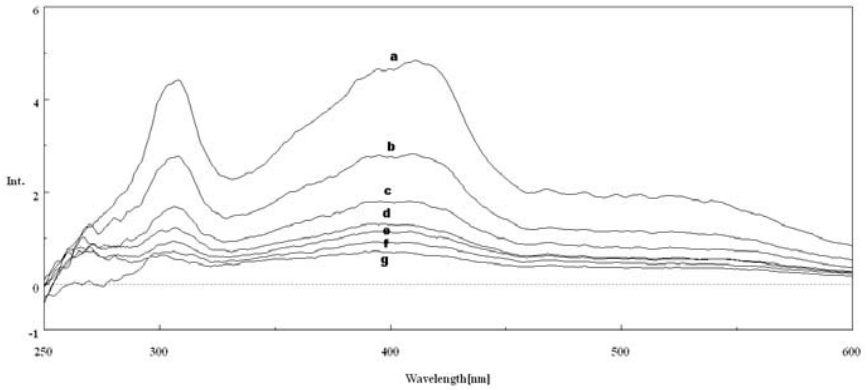
รูป ฎ-4 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียบ่อหมัก โรงงานแปรรูปอาหารทะเลเจือจางด้วยน้ำกลั่น (บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด) วันที่ 16 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2549 (a) 100% (b) Dilute 50% (c) Dilute 25% (d) Dilute 15% (e) Dilute 10% (f) Dilute 5% (g) น้ำกลั่น



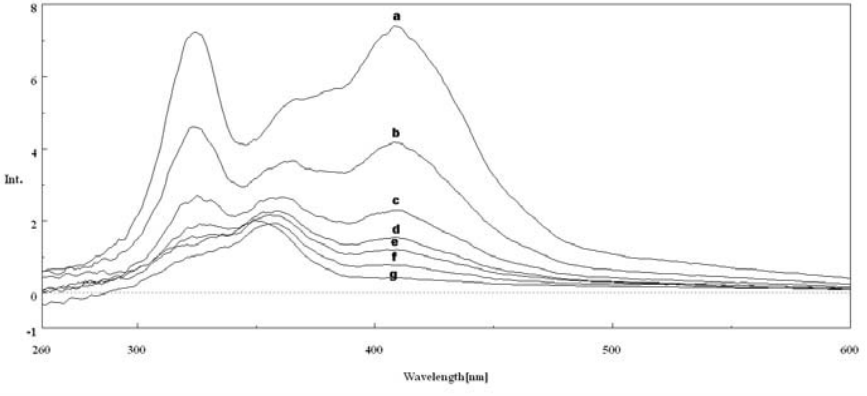
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

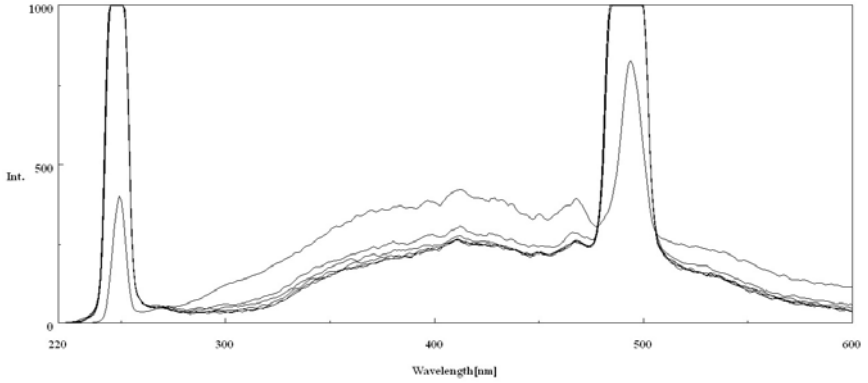


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

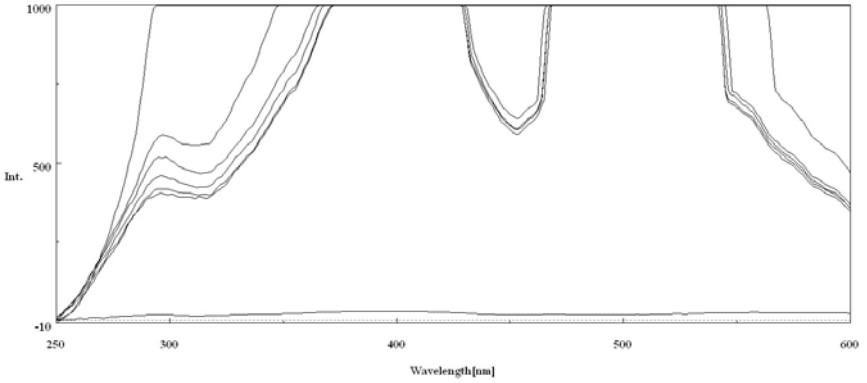


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

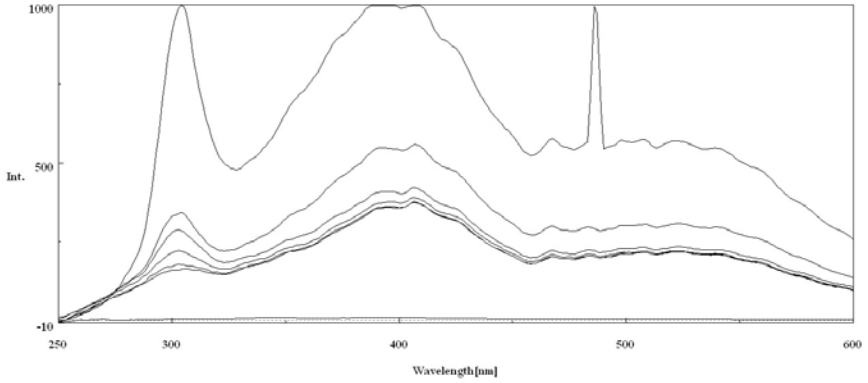
รูป ฎ-5 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียบึงประดิษฐ์ โรงงานแปรรูปอาหารทะเลเจือจางด้วยน้ำกลั่น (บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด) วันที่ 16 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2549 (a) 100% (b) Dilute 50% (c) Dilute 25% (d) Dilute 15% (e) Dilute 10% (f) Dilute 5% (g) น้ำกลั่น



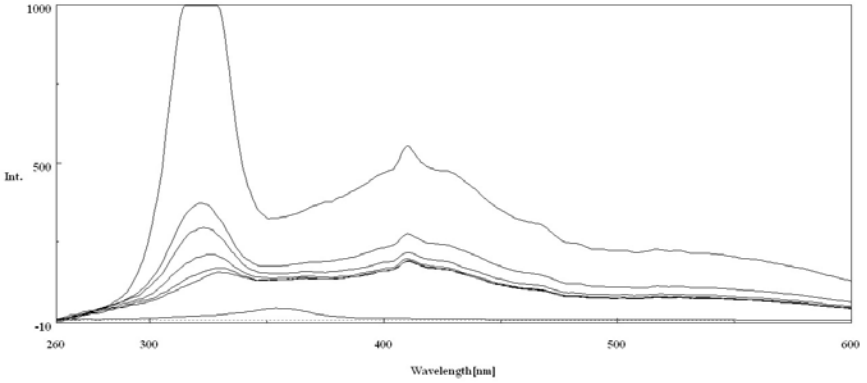
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

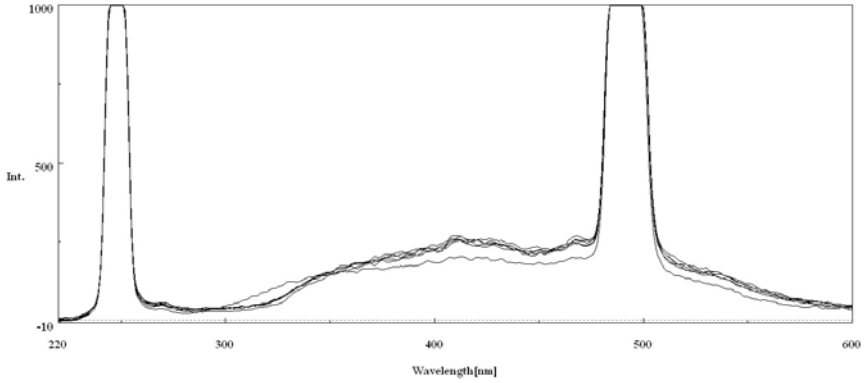


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

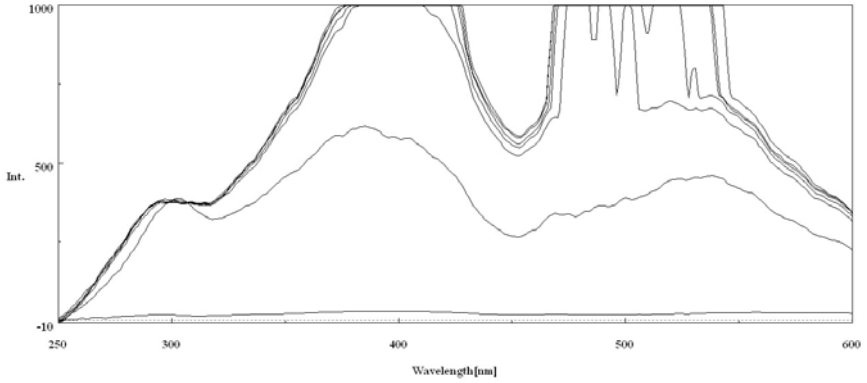


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

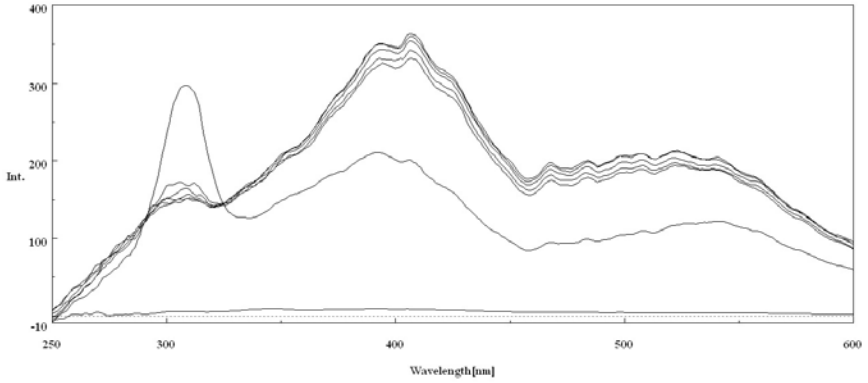
รูป ฎ-6 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียบ่อแอนแอโรบิก 1 โรงงานแปรรูปอาหารทะเลเจือจางด้วยน้ำคลอง (บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด) วันที่ 19 เดือนธันวาคม พ.ศ.2549



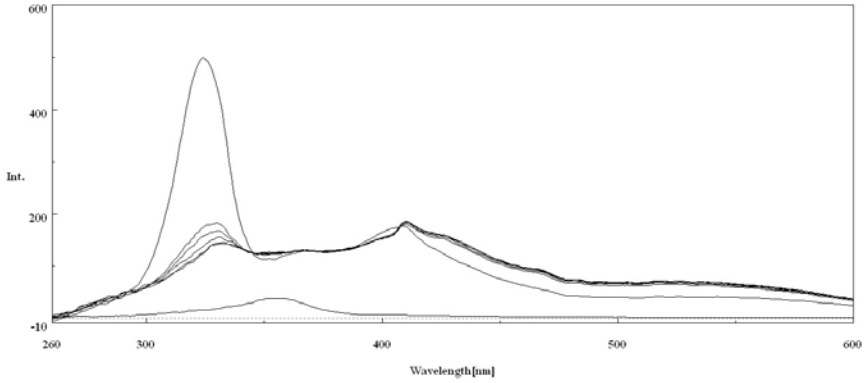
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

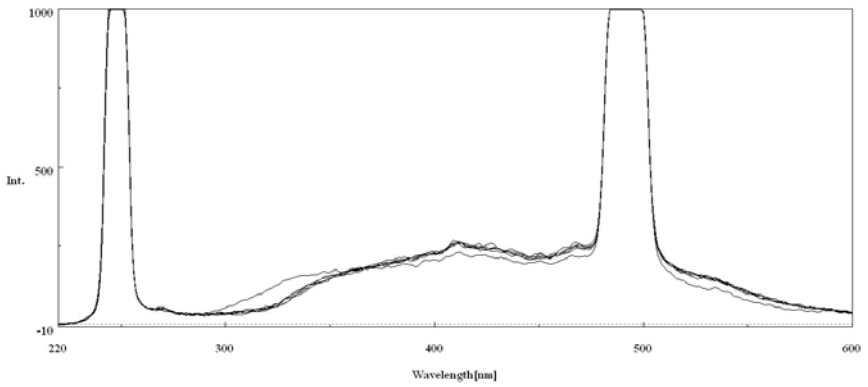


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

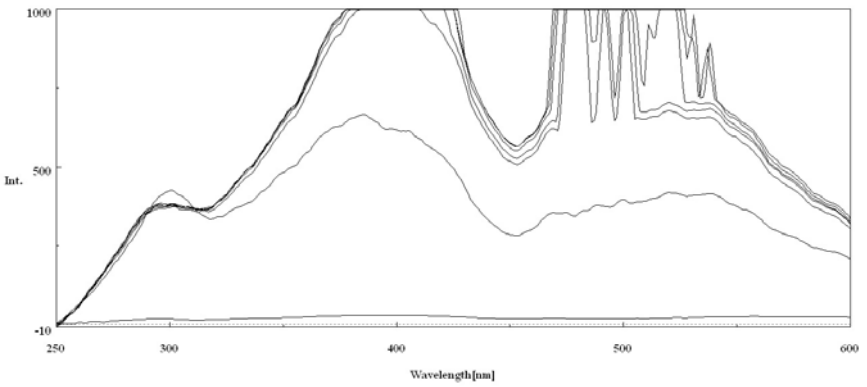


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

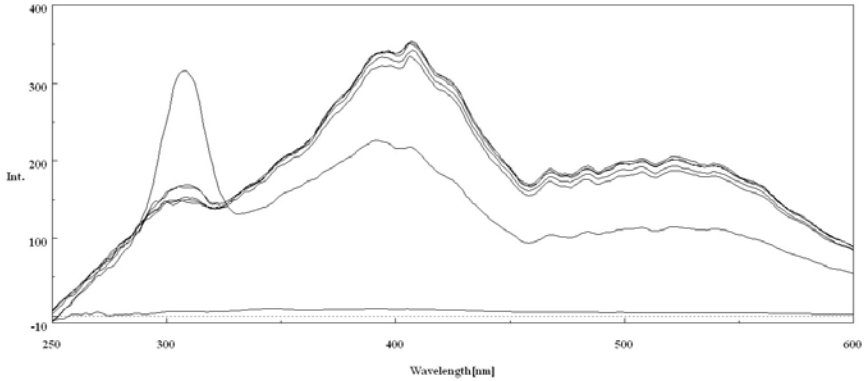
รูป ฎ-7 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียบ่อเติมอากาศ โรงงานแปรรูปอาหารทะเลเจือจางด้วยน้ำคลอง (บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด) วันที่ 19 เดือนธันวาคม พ.ศ.2549



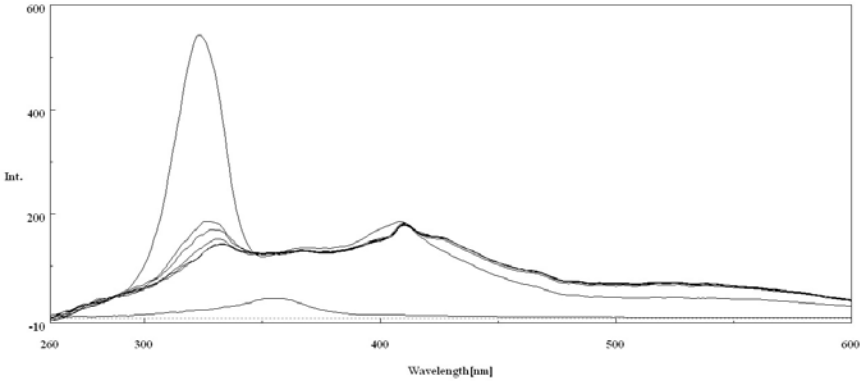
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

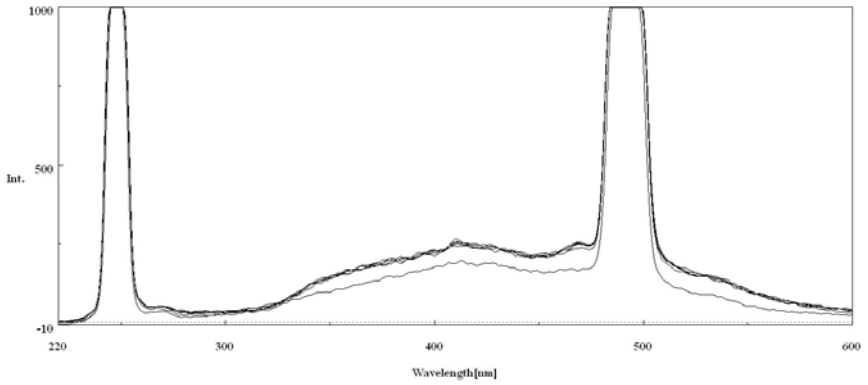


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

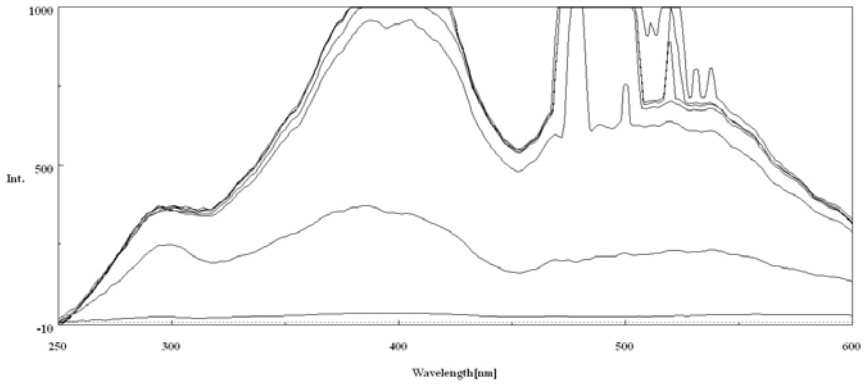


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

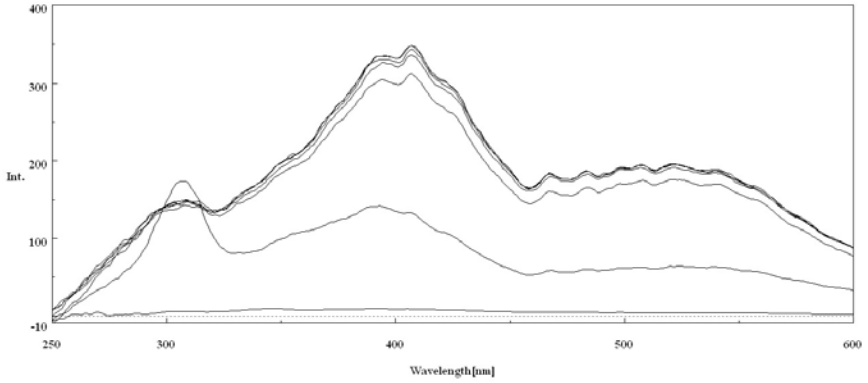
รูป ฎ-8 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียบ่อหมัก โรงงานแปรรูปอาหารทะเลเจือจางด้วยน้ำคลอง (บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด) วันที่ 19 เดือนธันวาคม พ.ศ.2549



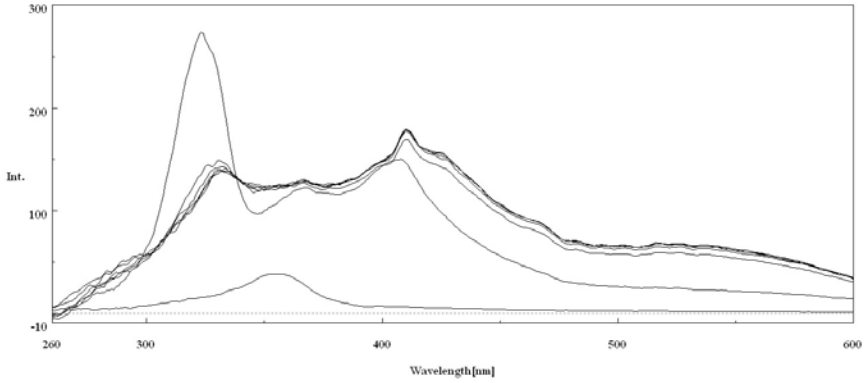
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

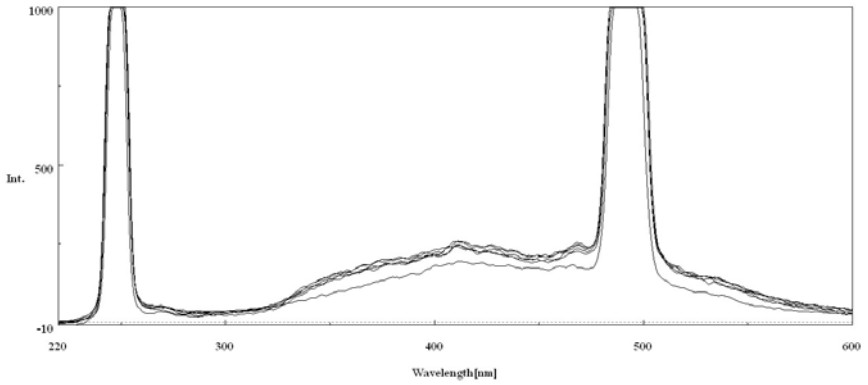


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

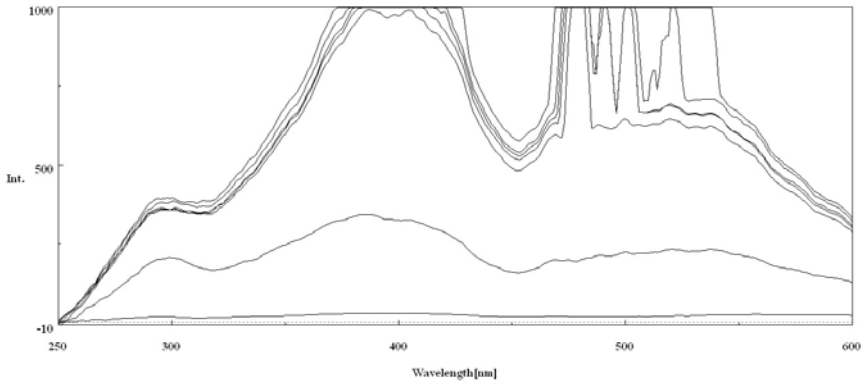


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

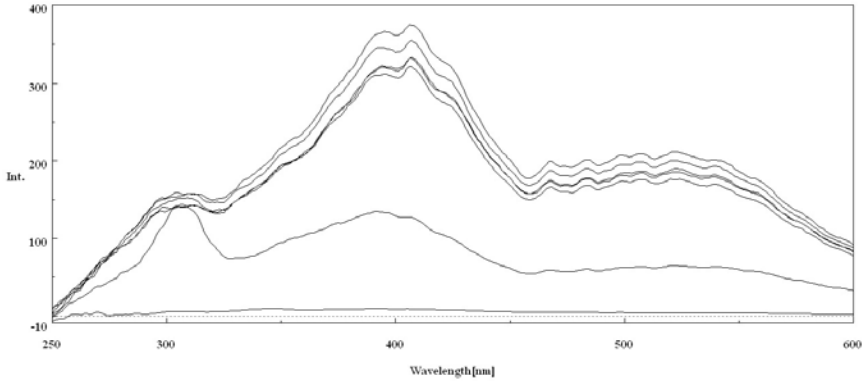
รูป ฎ-9 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียบ่อพัก โรงงานแปรรูปอาหารทะเลเจือจางด้วยน้ำคลอง (บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด) วันที่ 19 เดือนธันวาคม พ.ศ.2549



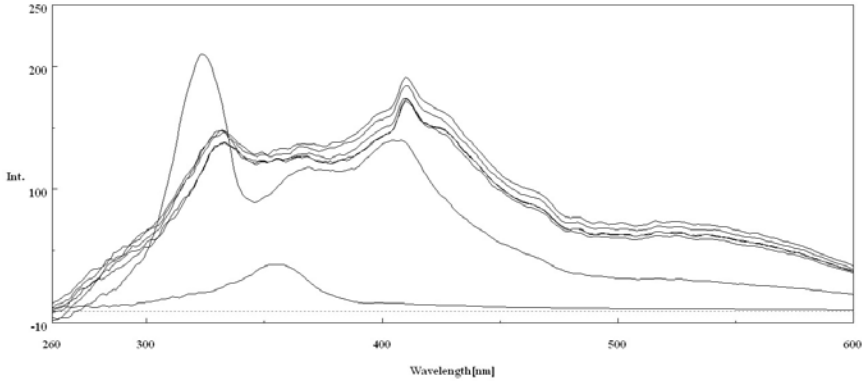
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

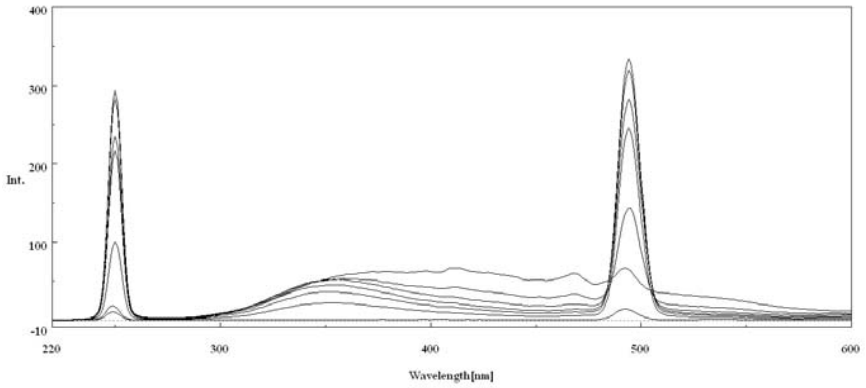


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

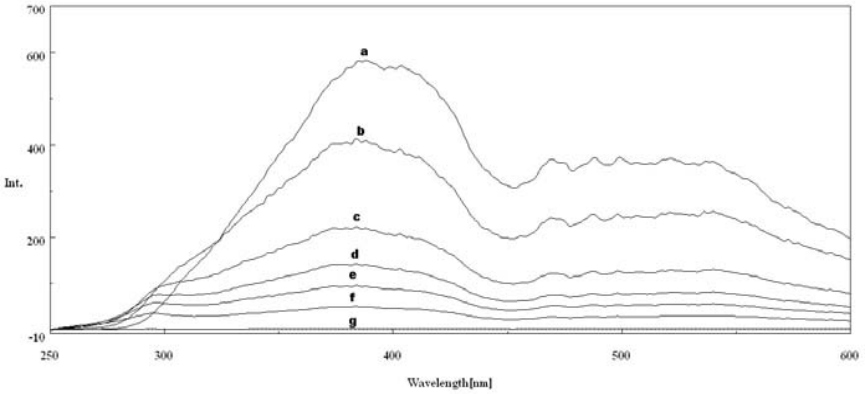


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

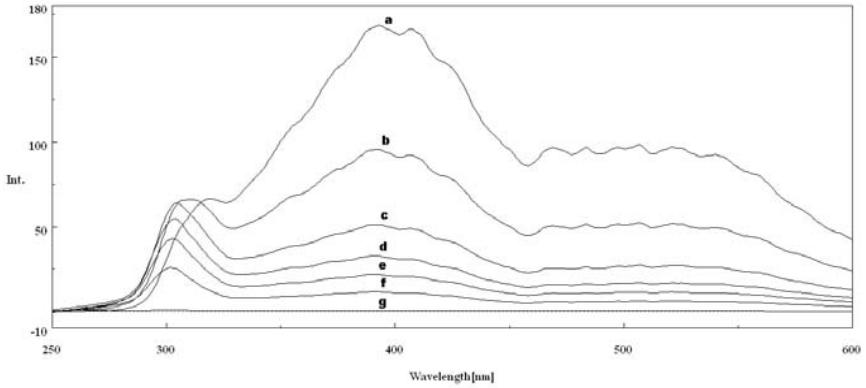
รูป ฎ-10 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียบึงประดิษฐ์ โรงงานแปรรูปอาหารทะเลเจือจางด้วยน้ำคลอง (บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด) วันที่ 19 เดือนธันวาคม พ.ศ.2549



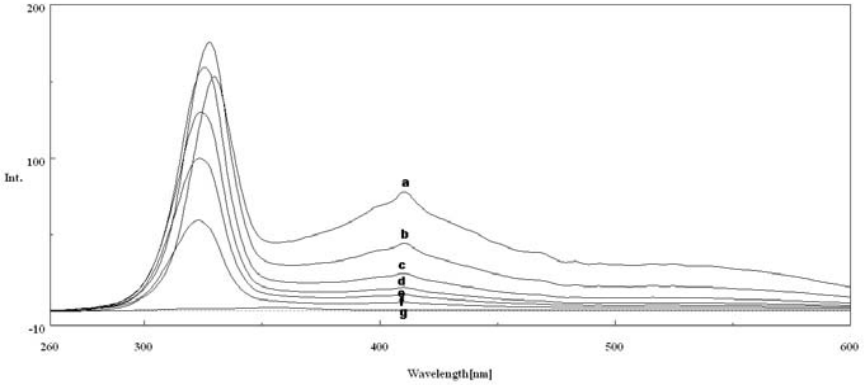
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

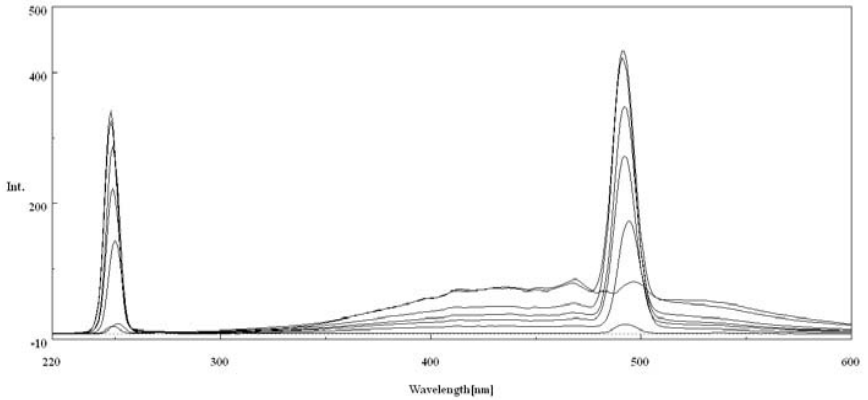


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

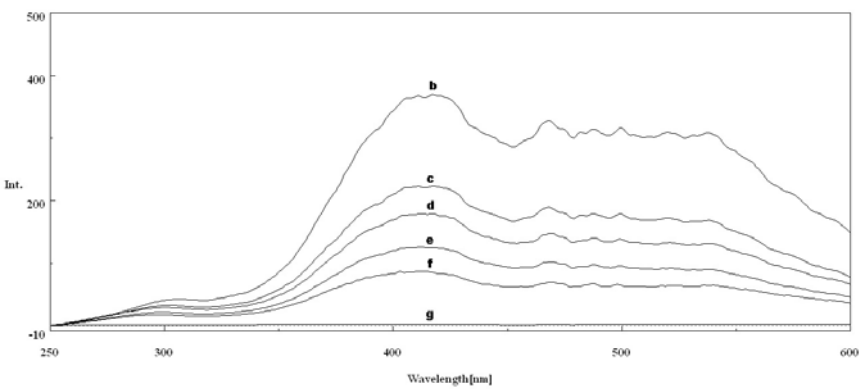


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

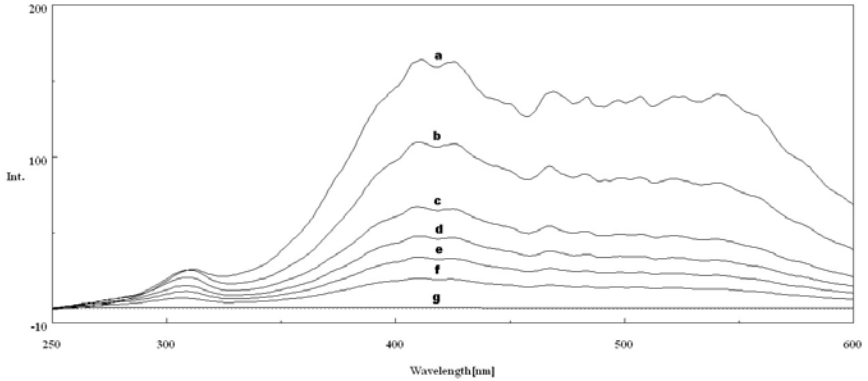
รูป ฎ-11 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียรวม โรงงานน้ำยางข้นเจือจางด้วยน้ำกลั่น (บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด) วันที่ 8 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2549 (a) 100% (b) Dilute 50% (c) Dilute 25% (d) Dilute 15% (e) Dilute 10% (f) Dilute 5% (g) น้ำกลั่น



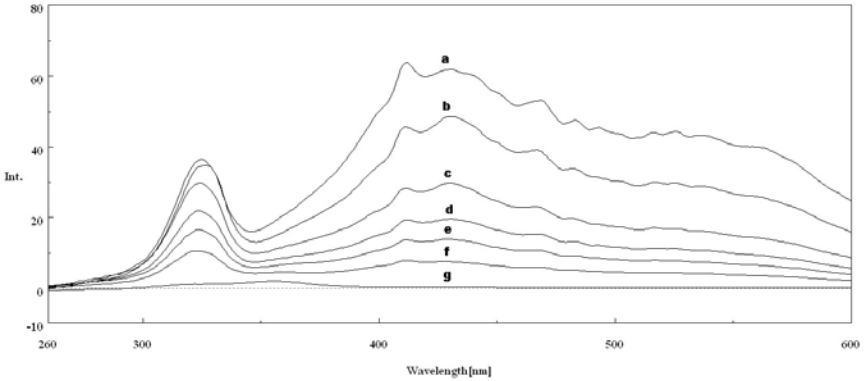
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

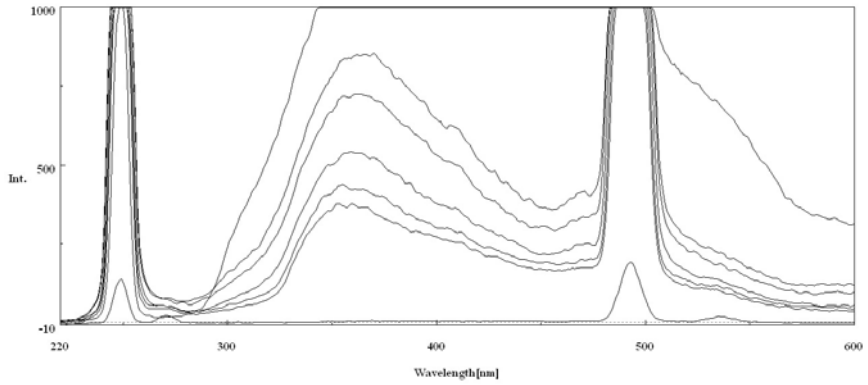


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

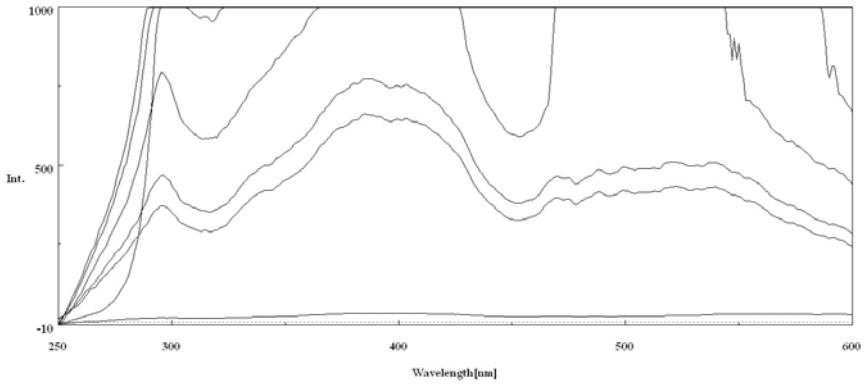


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

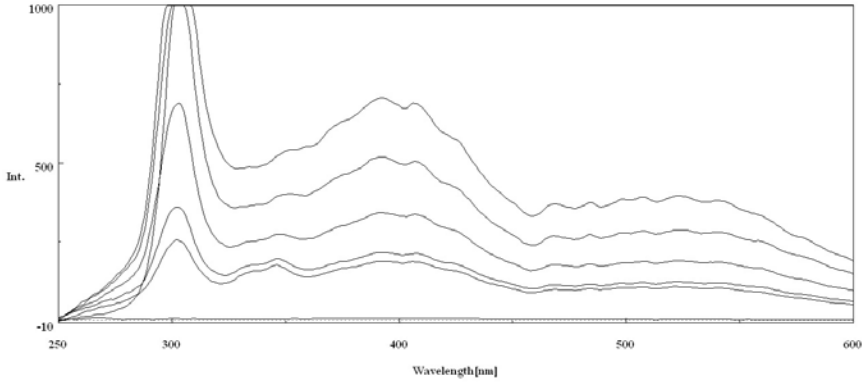
รูป ฎ-12 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสีย ออกจากระบบบำบัด โรงงานน้ำยางข้นเจือจางด้วยน้ำกลั่น (บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด) วันที่ 8 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2549 (a) 100% (b) Dilute 50% (c) Dilute 25% (d) Dilute 15% (e) Dilute 10% (f) Dilute 5% (g) น้ำกลั่น



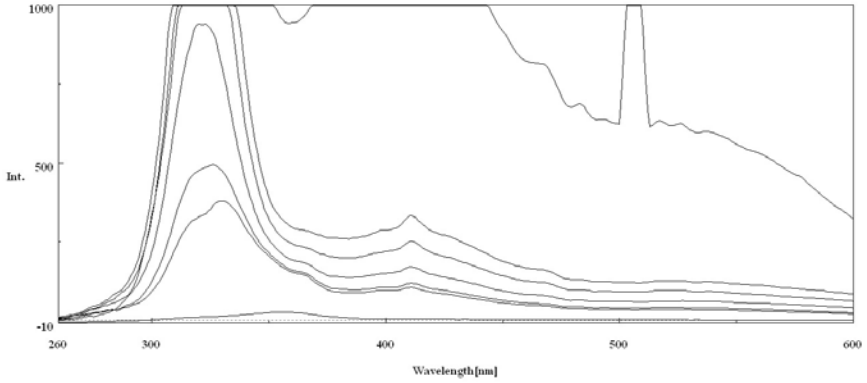
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm

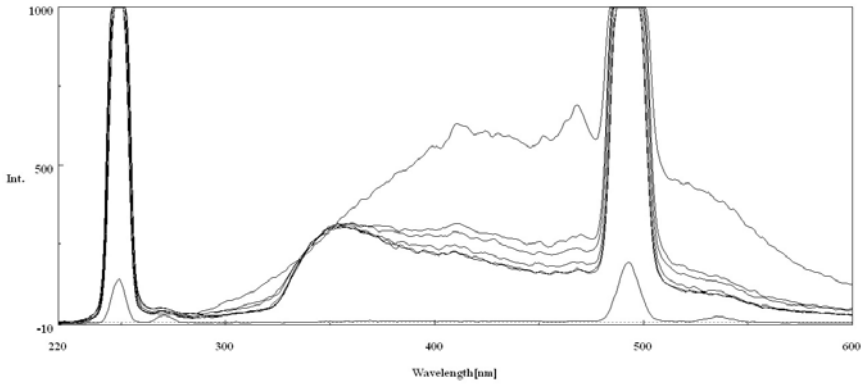


(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm

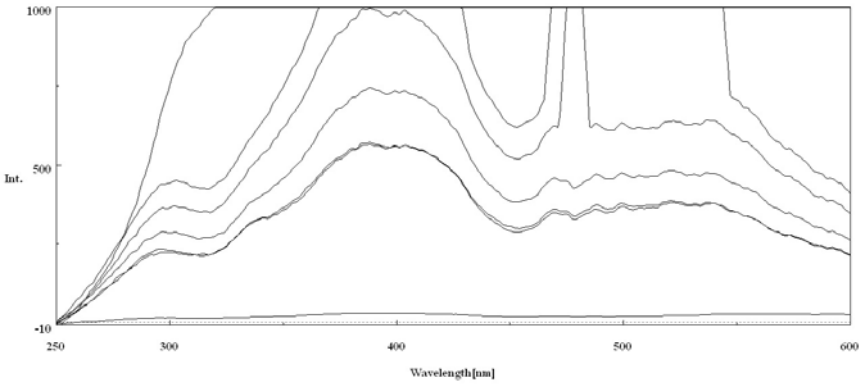


(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

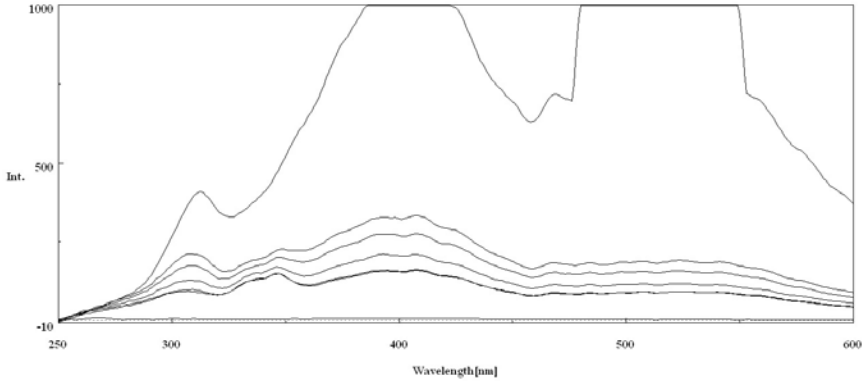
รูป ฎ-13 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสียรวม โรงงานน้ำยางข้นเจือจางด้วยน้ำคลอง (บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด) วันที่ 8 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2550



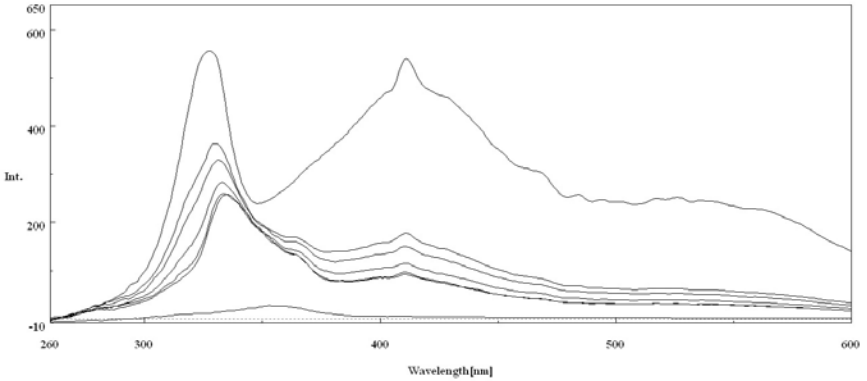
(ก) Conventional fluorescence spectra ที่ excitation wavelength = 248 nm



(ข) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 10 nm



(ค) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 20 nm



(ง) Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength $\Delta\lambda$ = 40 nm

รูป ฎ-14 Typical fluorescence spectra ของตัวอย่างน้ำเสีย ออกจากระบบบำบัด โรงงานน้ำยางข้นเจือจางด้วยน้ำคลอง (บริษัท ฉลองอุตสาหกรรมน้ำยางข้น จำกัด) วันที่ 8 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2550

ภาคผนวก ฐ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสกปรกในรูป BOD_5 ในตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆ กับค่า peak intensity ของ Synchronous fluorescence spectra

ตาราง ฐ-1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสกปรกในรูป BOD_5 ในตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆ กับค่า peak intensity ของ Synchronous fluorescence spectra ที่ Off-set wavelength ($\Delta\lambda$) เท่ากับ 10, 20 และ 40 nm

โรงงาน	บ่อบำบัด	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2				ครั้งที่ 3			
		BOD (mg/l)	10 nm	20 nm	40 nm	BOD (mg/l)	10 nm	20 nm	40 nm	BOD (mg/l)	10 nm	20 nm	40 nm
โชติวัฒน์	ก่อนเข้าระบบบำบัด	839.45	120.32	143.37	311.46	948.00	106.81	98.29	198.72	1836.00	163.65	140.95	328.15
	Equalization pond	988.8	173.05	174.06	367.72	544.83	167.39	167.01	343.68	1275.00	268.16	182.76	361.06
	บ่อตกตะกอน	6.80	7.56	5.44	10.83	7.02	11.61	7.05	13.22	-	9.00	4.63	10.72
	Wetland 2	2.34	4.16	2.54	4.73	1.63	4.81	2.58	4.77	0.48	9.22	2.19	5.30
แป๋ซิฟิค	Anaerobic pond 1	533.75	99.92	114.83	199.8	490.00	120.09	170.67	215.59	578.75	133.44	193.02	240.27
	Anaerobic pond 2	222.08	105.48	118.4	142.24	382.5	125.94	139.84	158.54	447.50	113.89	160.89	193.35
	Aerated lagoon	90.50	33.64	22.23	37.81	185.00	47.60	33.89	47.59	154.17	60.05	42.78	77.44
	Anoxic pond	43.00	17.00	12.67	22.73	44.25	22.95	16.55	26.72	38.63	24.68	19.15	33.58
	Polishing pond		11.35	7.80	12.21	16.00	12.78	7.96	13.82	17.25	13.65	9.43	16.60
	Wetland 2		18.60	22.24	10.25	13.63	11.54	7.62	12.83	28.75	17.66	12.39	21.17
ฉลอง	น้ำเสียรวม	5626.6	129.12	100.3	149.11	5217.39	94.88	96.02	156.57	5012.79	102.04	84.49	126.86
	ออกจากถัง SRR	332.41	34.55	51.09	75.38	255.75	50.20	71.91	93.58	278.65	61.98	71.74	96.00
	ออกจากระบบบำบัด	51.00	238.24	32.44	42.88	37.76	32.52	20.45	29.55	36.50	200.33	22.45	32.85
เฟลเท็กซ์	น้ำเสียรวม	11224	419.53	85.40	187.96	-	309.32	74.58	119.26	-	83.41	37.15	33.92
	บ่อเติมอากาศ	1179.9	73.95	62.69	125.44	-	74.78	54.62	112.87	-	67.58	44.93	84.33
	ออกจากถังตกตะกอน	487.60	471.65	56.79	104.78	469.2	667.70	190.40	107.89	-	46.96	27.93	49.97
	ออกจากระบบบำบัด	-	144.53	28.34	52.93	113.85	221.14	42.06	94.96	-	223.10	18.51	31.00
อีฮับฮวด	ก่อนเข้าระบบบำบัด	5100	116.98	83.72	141.16	-	91.46	73.30	113.79	-	-	-	-
	ออกจากถังEq tank	-	371.15	49.75	88.11	-	75.04	94.02	121.37	-	-	-	-
	ออกจากระบบบำบัด	-	170.87	36.71	70.61	25.53	72.57	11.92	24.80	-	-	-	-
	น้ำคลอง	2.54	12.28	8.58	5.14	-	62.14	19.64	23.37	-	-	-	-

ตาราง ฐ-1 (ต่อ)

โรงงาน	บ่อบำบัด	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2				ครั้งที่ 3			
		BOD (mg/l)	10 nm	20 nm	40 nm	BOD (mg/l)	10 nm	20 nm	40 nm	BOD (mg/l)	10 nm	20 nm	40 nm
ทรัพย์มีฯ	ก่อนเข้าระบบบำบัด	6051.25	149.96	405.49	190.87	6553.38	609.65	174.57	81.49	-	-	-	-
	บ่อเติมอากาศ	2433.38	503.33	65.13	141.95	2723.06	568.05	162.56	143.47	-	-	-	-
	บ่อผึ่ง	2085.75	412.83	65.17	143.50	-	96.82	33.21	22.22	-	-	-	-
	Wetland	1.97	24.33	8.20	5.89	1.70	19.63	6.75	5.32	-	-	-	-
เทศบาลฯ	ก่อนเข้าระบบบำบัด	41.55	31.78	16.52	24.15	17.00	30.92	14.20	17.23	34.25	30.88	16.31	24.27
	บ่อหมัก	-	20.73	12.95	22.88	22.13	20.48	12.71	21.88	24.44	21.68	14.07	24.76
	บ่อบ่ม	-	14.22	9.36	16.84	-	14.68	9.88	17.30	41.17	12.53	8.17	13.71
	บ่อผึ่ง	-	20.48	11.3	17.40	-	20.39	11.18	16.75	48.13	21.68	10.09	15.59
	บึงประดิษฐ์	4.92	18.52	7.65	8.99	4.75	37.19	6.29	8.51	5.14	44.22	7.22	8.62
อู่ตะเภา	1	4.17	12.72	9.07	10.14	2.15	46.53	44.85	21.52	-	-	-	-
	2	3.86	14.89	6.13	12.22	1.97	32.59	25.18	14.56	-	-	-	-
	3	4.62	12.43	7.32	13.40	2.23	34.62	11.88	16.19	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	2.60	42.40	14.00	14.92	-	-	-	-
	5	4.96	21.22	7.91	17.36	2.89	60.20	57.65	16.48	-	-	-	-
	6	3.18	15.38	13.45	27.28	3.41	54.80	49.000	19.76	-	-	-	-
	7	1.42	20.9	17.01	29.47	2.47	39.86	24.34	28.87	-	-	-	-
	8	2.89	39.75	24.99	30.80	2.97	39.84	26.67	34.48	-	-	-	-
	9	1.65	23.3	14.29	20.98	1.60	28.75	16.03	16.38	-	-	-	-