

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.1.1 ถังปฏิกรณ์เมมเบรน แบ่งเป็น 2 ถังทำมาจากอะคริลิกใสคือ ถังออกซิก 1 (ระบบ 1) มีขนาด $0.2 \times 0.2 \times 0.5$ เมตร (ระดับน้ำสูง 0.26 เมตร) และถังออกซิก 2 (ระบบ 2) มีขนาด $0.2 \times 0.2 \times 0.5$ (ระดับน้ำสูง 0.38 เมตร) ในถังติดตั้งเมมเบรนแบบจุ่มลงไปใต้น้ำเสีย โดยภายใต้เมมเบรนจะติดตั้งหัวฟุ้งกระจายอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนแก่ระบบ ส่วนถังแอนนออกซิก มีขนาด $0.15 \times 0.15 \times 0.4$ เมตร (ระดับน้ำสูง 0.2 เมตร) จำนวน 1 ถัง
- 3.1.2 เมมเบรน เป็นไส้กรองเมมเบรนชนิดอัลตราฟิลเตรชัน (Ultrafiltration) แบบเส้นใยกลวง (Hollowfiber) ยี่ห้อ PURITY PRO โมเดล UF-10B ผลิตจากวัสดุโพลีซัลโฟน (PS) มีขนาดรูพรุน 0.01 ไมครอน ในหนึ่งโมดูลเมมเบรนมีเส้นเมมเบรนประมาณ 650 เส้น มีหน้าตัดกว้าง 1 มิลลิเมตร ยาว 19.5 เซนติเมตร มีพื้นที่ผิวทั้งหมด 0.39 ตารางเมตร (รูปที่ 3.1)



รูปที่ 3.1 เมมเบรนที่ใช้ในการทดลอง

- 3.1.3 บั้มสูบน้ำที่ใช้คือบั้มรีดสายยาง โดยปรับอัตราการไหลไว้ที่ 25 มิลลิลิตรต่อนาที สูบเข้าไปยังถังปฏิกรณ์ทั้งสองและเวียนสลับ และสูบน้ำที่ผ่านการบำบัดจากตัวเมมเบรนไปยังถังน้ำออกด้วยอัตราการไหลเท่ากันเดินระบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง โดยจะตั้งเวลาการทำงานของบั้ม 5 นาทีและหยุด 5 นาทีเพื่อให้เมมเบรนมีระยะในการคลายตัว ทำงานสลับกันไป
- 3.1.4 ถังเก็บน้ำเสีย เป็นถังพลาสติกขนาด 300-500 ลิตรใช้ในการพักน้ำเสียก่อนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์และน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว
- 3.1.5 ชุดอุปกรณ์เติมอากาศ บั้มเติมอากาศให้แก่เชื้อจุลินทรีย์ในระบบยี่ห้อ JAD ขนาด 35 W อัตราการเติมอากาศสูงสุด 50 ลิตรต่อนาที
- 3.1.6 เกจวัดแรงดัน ใช้ต่อระหว่างตัวเมมเบรนและบั้มสูบน้ำออกเพื่อควบคุมความดันคร่อมเมมเบรน (TMP) ไม่ให้เกิน 30 กิโลปาสกาล ตามคุณสมบัติของเมมเบรนโดยการใช้จริง
- 3.1.7 สวิตช์ลुकลอยใช้เพื่อรักษาระดับน้ำในถังไม่ให้น้ำล้น
- 3.1.8 ชุดอุปกรณ์ตั้งเวลา ใช้เพื่อตั้งเวลาเปิด-ปิดของบั้มสูบน้ำของจากเมมเบรน เพื่อให้เมมเบรนมีเวลาการคลายตัว
- 3.1.9 เครื่องกวนสาร (Magnetic Stirrer) ใช้กวนถังน้ำเสียในถังแอนน็อกซิก

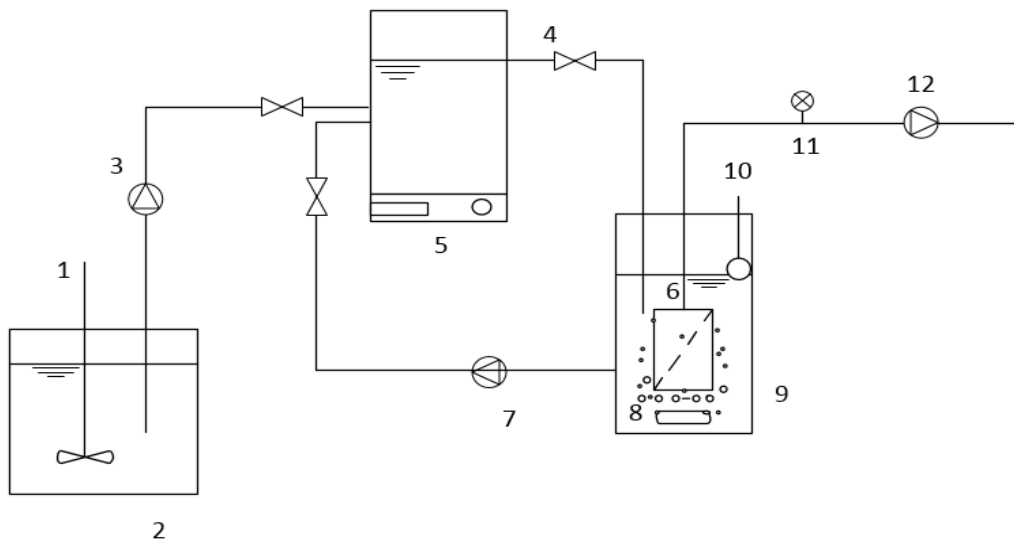
3.2 น้ำตัวอย่างและการเก็บรักษา

น้ำตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจะใช้น้ำเสียจากโรงบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เลขที่ 110 ถนนอินทวโรรส ตำบลศรีภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นน้ำเสียก่อนที่จะเข้าถังเติมอากาศของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (รูปที่ 3.2) ความถี่ในการเก็บน้ำตัวอย่างคือ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เก็บตัวอย่างแบบจ้วง(Grab sample) โดยใช้วิธีวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆตาม Standard Method for Water and Wastewater (APHH,AWWA, and WPCF,1992) เชื้อ (Seed) ที่ใช้เริ่มต้นระบบเก็บจากถังเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยเชียงใหม่



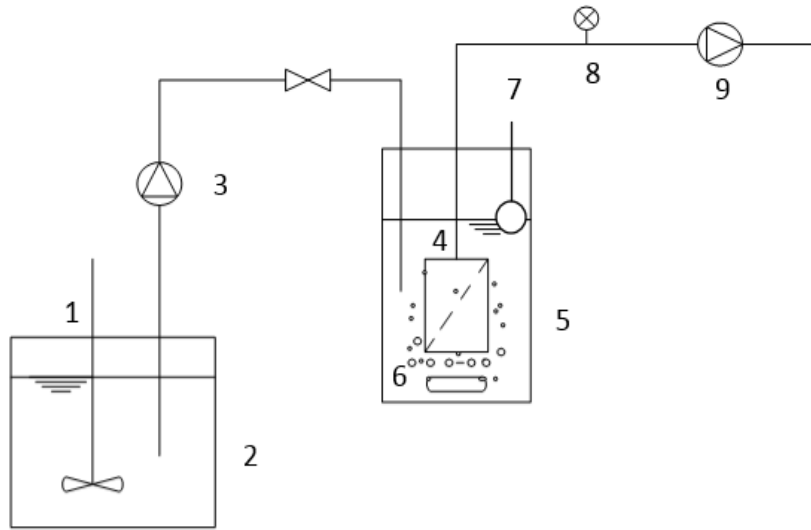
รูปที่ 3.2 จุดเก็บน้ำเสียก่อนเข้าถังเติมอากาศของระบบแอกทีฟเวเต็ดสลัดจ์

3.3 รูปแบบถังปฏิกรณ์ที่ใช้ทดลอง



รูปที่ 3.3 แบบจำลองระบบ Anoxic-oxic MBR (ระบบ 1)

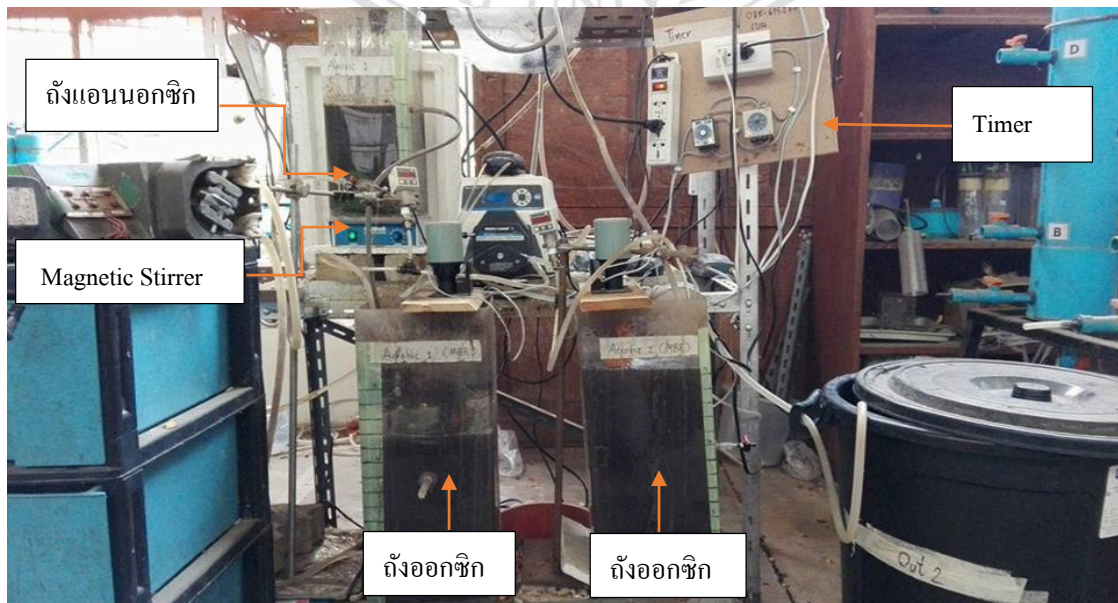
- 1.ไบพัด 2.ถังพักน้ำเสีย 3.ปั๊มสูบน้ำ 4.ถังแอนนออกซิก 5. magnetic stirrer 6.เมมเบรน 7.ปั๊มสูบ
เวียนตะกอน 8.หัวกระจายอากาศ 9.ถังแอโรบิก 10.สวิตช์ลูกลอย 11.เกจวัดความดัน 12.ปั๊มสูบ



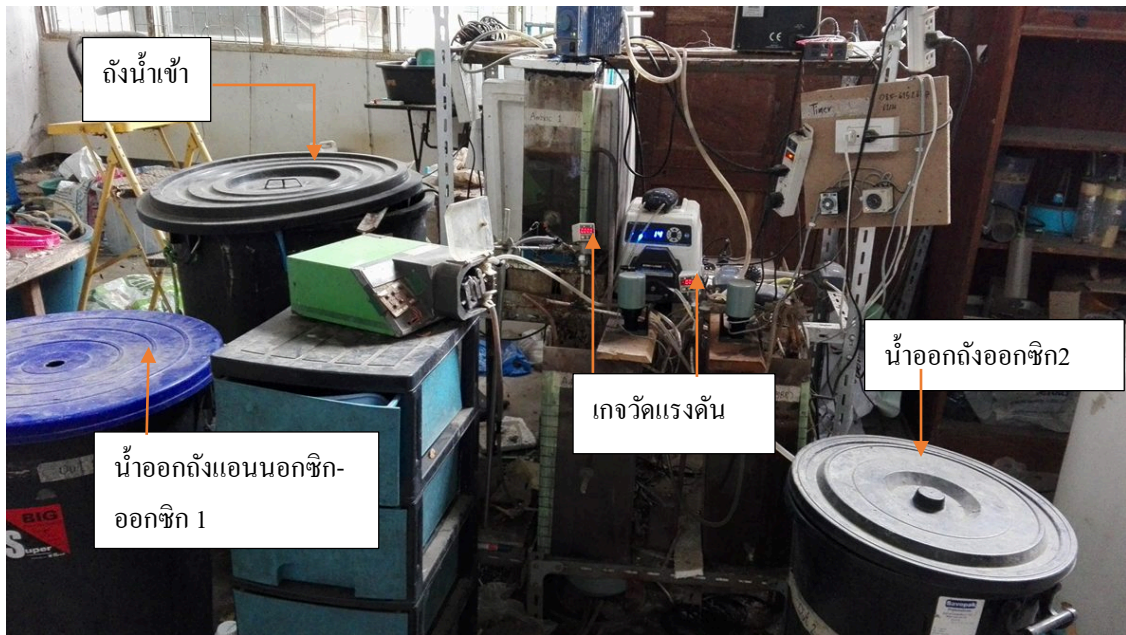
รูปที่ 3.4 แบบจำลองระบบ Oxic MBR (ระบบ 2)

- 1.ไบพัด 2. ถังพักน้ำเสีย 3.ปั๊มสูบน้ำเสีย 4. เมมเบรน 5.ถังแเอโรบิก 6.หัวกระจายอากาศ
7.สวิทซ์ลูกลอย 8.เกจวัดความดัน 9.ปั๊มสูบ

การทดลองระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แสดงได้ดังรูปที่ 3.5-3.7



รูปที่ 3.5 การทดลองระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน (ก)



รูปที่ 3.6 การทดลองระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน (ข)



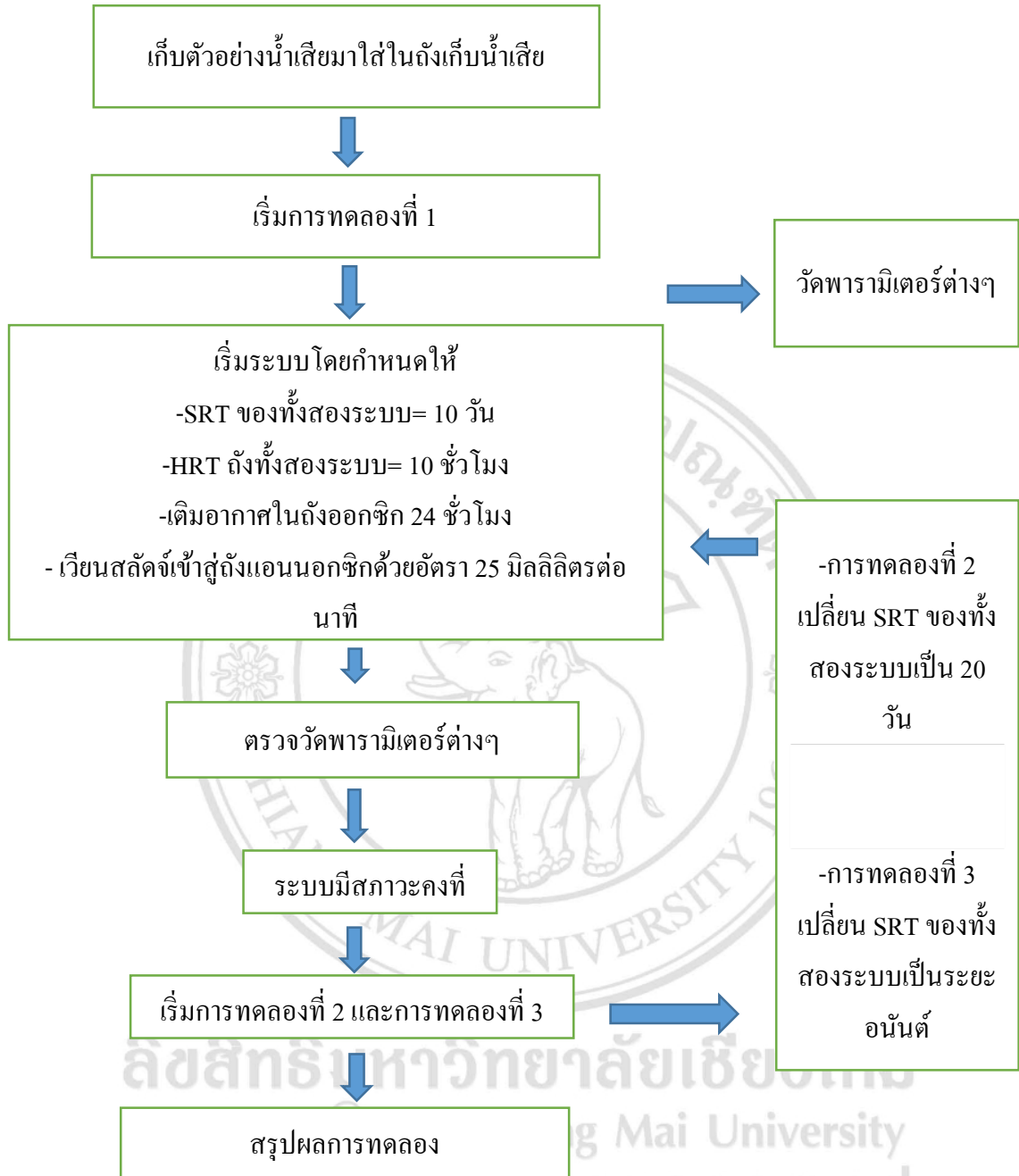
รูปที่ 3.7 การทดลองระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน (ค)

3.4 ขั้นตอนการทดลอง

3.4.1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียแบบจ้วงซึ่งเป็นน้ำเสียซึ่งเป็นน้ำเสียก่อนที่จะเข้าถังเติมอากาศของระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์

- 3.4.2 ตรวจวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียก่อนการเริ่มต้นระบบ โดยทำการวัดค่าพารามิเตอร์ต่างของน้ำเสียเข้า ดังตารางที่ 3.1
- 3.4.3 เริ่มการทดลองโดยน้ำเสียจากถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือป้อนเข้าถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนแบบแอนนออกซิก-ออกซิกและถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนแบบออกซิก ทำการเริ่มระบบทั้งสองพร้อมกันด้วยอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบที่ 25 มิลลิลิตรต่อนาที ดังรูปที่ 3.8 กำหนดให้ SRT ของทั้งสองระบบ มีค่า 10, 20 วัน และระยะอนันต์ HRT ของทั้งสองระบบเป็น 10 ชั่วโมง โดยใช้ความเข้มข้นเริ่มต้น (MLSS) ประมาณ 3000 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 3.4.4 ตั้งแต่ช่วงเริ่มการทดลองจนถึงช่วงที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ซึ่งดูจากความเข้มข้นของเชื้อในถังที่มีค่าคงที่ไม่เกิน $\pm 10\%$ จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียมาวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.2
- 3.4.5 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.8 แผนผังการทดลอง

3.5 วิธีวิเคราะห์พารามิเตอร์

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดพารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
pH	Electrometric Method
COD	Open Reflux Method
DO	dissolve oxygen meter (Oxi 3205)
Temperature	thermometer (HORIBA pH METER F-21)
Alkalinity	Titration Method
TKN-N	Kjedakl Method
NH-N	Titrate Method
NO ₂ -N	Colorimetric Method
NO ₃ -N	Hydrazine Method
SS	Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
VSS	Fixed and Volatile Solids Ignited at 550 °C
THMFPs	Liquid-liquid extraction gas chromatography method
DOC	Wet-Oxidation Method
FEEM	Spectrofluorometer

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.6 จุดเก็บตัวอย่างและความถี่ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดในการเก็บตัวอย่างและความถี่ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

พารามิเตอร์	จุดเก็บตัวอย่าง			
	น้ำเสียเข้า	ถังแอนนออกซิก	ถังออกซิก	น้ำทิ้ง
pH	ก	ก	ก	ก
COD	ค	-	-	ค
DO	-	ค	ค	-
Temperature	ก	ก	ก	ก
Alkalinity	ค	ค	ค	-
TKN	ค	-	-	ค
NH3-N	ค	-	-	ค
NO2-N	ค	-	-	ค
NO3-N	ค	-	-	ค
SS	ง	ง	ง	ง
VSS	ง	ง	ง	ง
THMFPs	ข	-	-	ข
DOC	ข	-	-	ข
FEEM	ข	-	-	ข

หมายเหตุ

ก ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ทุกวัน

ข ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

ค ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ 2 ครั้งต่อสัปดาห์

ง ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ 3 ครั้งต่อสัปดาห์

3.7 ขั้นตอนการวัดค่าความเข้มแสงฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรสโกปี (FEEM)

ในขั้นตอนการวัดค่าความเข้มแสงฟลูออเรสเซนซ์ โดยใช้เครื่อง Spectrofluorometer นั้นจะนำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วย 0.45 μm Nylon Membrane Filters จากนั้นนำน้ำใส่ลงในคิวเว็ตโปร่งแสง ทั้งสี่ด้านเพื่อทำการวัดค่า ความเข้มแสงฟลูออเรสเซนซ์ โดยใช้ Excitation wavelength ตั้งแต่ 220 ถึง 600 nm โดยตั้งค่าความถี่ให้เพิ่มขึ้นทีละ 5 nm และที่ Excitation wavelength หนึ่งๆ จะทำการวัด Emission wavelength ตั้งแต่ 220 ถึง 600 nm ซึ่งมีการตั้งค่าต่างๆ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 conditions ของ spectrofluorometer

Measurement Mode	Emission
Band with excitation	5 nm
Band with emission	5 nm
Response	Medium
Sensitivity	Medium
Scanning speed	2000 nm/min
Excitation wavelength	Start at 220 nm, end at 600 nm
Emission wavelength	Start at 220 nm, end at 600 nm
Emission wavelength interval	5 nm
Emission wavelength interval	1 nm

3.8 ขั้นตอนการศึกษาความสามารถในการก่อตัวของสารกลุ่มไตรฮาโลมีเทน (Trihalomethanes formation potential, THMFPs)

กรองน้ำตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง 0.45 μm Nylon Membrane Filters แล้วจะนำน้ำตัวอย่างไปวิเคราะห์ THMFPs โดยขั้นตอนการศึกษาจะแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

1. การหาปริมาณคลอรีนคงเหลือ (free chlorine residual) เริ่มจากการนำน้ำตัวอย่าง (pH ประมาณ 7) มาเติมสารคลอรีนและเติมสารละลายฟอสเฟต (phosphate solution) เพื่อรักษาสภาพน้ำให้เป็นกลาง จากนั้นนำไปบ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7

วัน แล้วจึงทำการวัดปริมาณคลอรีนที่คงเหลือซึ่งปริมาณดังกล่าวต้องอยู่ในช่วง 3-5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามวิธีการใน Standard method ในส่วน 4500-C1 G. DPD Colorimetric method

2. การสกัด (liquid-liquid extraction) ทำการสกัดโดยการเติมน้ำตัวอย่างลงในขวดที่ทราบปริมาตรแน่นอนแล้วเติมสารละลายเพนเทน (Pentane) ลงไปและเขย่าด้วยมือเป็นเวลา 2 นาที แล้วทิ้งไว้ให้เกิดแยกชั้นอย่างน้อย 2 นาที แล้วดูดเอาเฉพาะสารละลายในชั้นของตัวทำละลายสกัดซึ่งอยู่บริเวณชั้นบนลงในขวดเก็บตัวอย่างสำหรับสารละลายสกัดและทำการเก็บรักษาตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส ตามวิธีใน Standard Method ในส่วน 6232 B. Liquid-liquid extraction gas chromatography method

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อหาค่า THMFPS นำตัวอย่างที่สกัดได้มาทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟี (Gas chromatography, GC) รุ่น HP 6890 GC โดยใช้คอลัมน์ RTX624 และตั้งค่าโปรแกรม แสดงในภาคผนวก จ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved