

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 แบบจำลองถังปฏิกริยาแบบซีเอสทีอาร์

ใช้แบบจำลองระดับห้องปฏิบัติการขนาดปริมาตร 3.0 ลิตร จำนวน 1 ถัง ทำจาก Polyglass Acrylic Tube ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มม. สูง 170 มม. ทำการกวนผสมด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้ายี่ห้อ Framo รุ่น M21/1 ควบคุมความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที รายละเอียดของแบบจำลองแสดงในรูปที่ 3.1

3.1.2 แบบจำลองถังปฏิกริยาแบบยูเอเอสบี

ใช้แบบจำลองระดับห้องปฏิบัติการขนาดปริมาตร 3.0 ลิตร จำนวน 1 ถัง ทำจาก Polyglass Acrylic Tube ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 34 มม. สูง 3.3 ม. แบ่งเป็นส่วนย่อยสลายและส่วนตกตะกอนสูง 2.4 ม. และ 0.9 ม. ตามลำดับ ทั้งสองส่วนถูกแยกด้วยอุปกรณ์แยกก๊าซและตะกอนชีวภาพ ซึ่งทำจาก Polyglass Acrylic Sheet ที่ระดับความสูงต่าง ๆ ของถังปฏิกริยาได้มีการติดตั้งวาล์วเก็บตัวอย่างตะกอน จำนวน 13 ตำแหน่ง รายละเอียดของแบบจำลองแสดงในรูปที่ 3.2

3.1.3 ถังเก็บน้ำเสีย

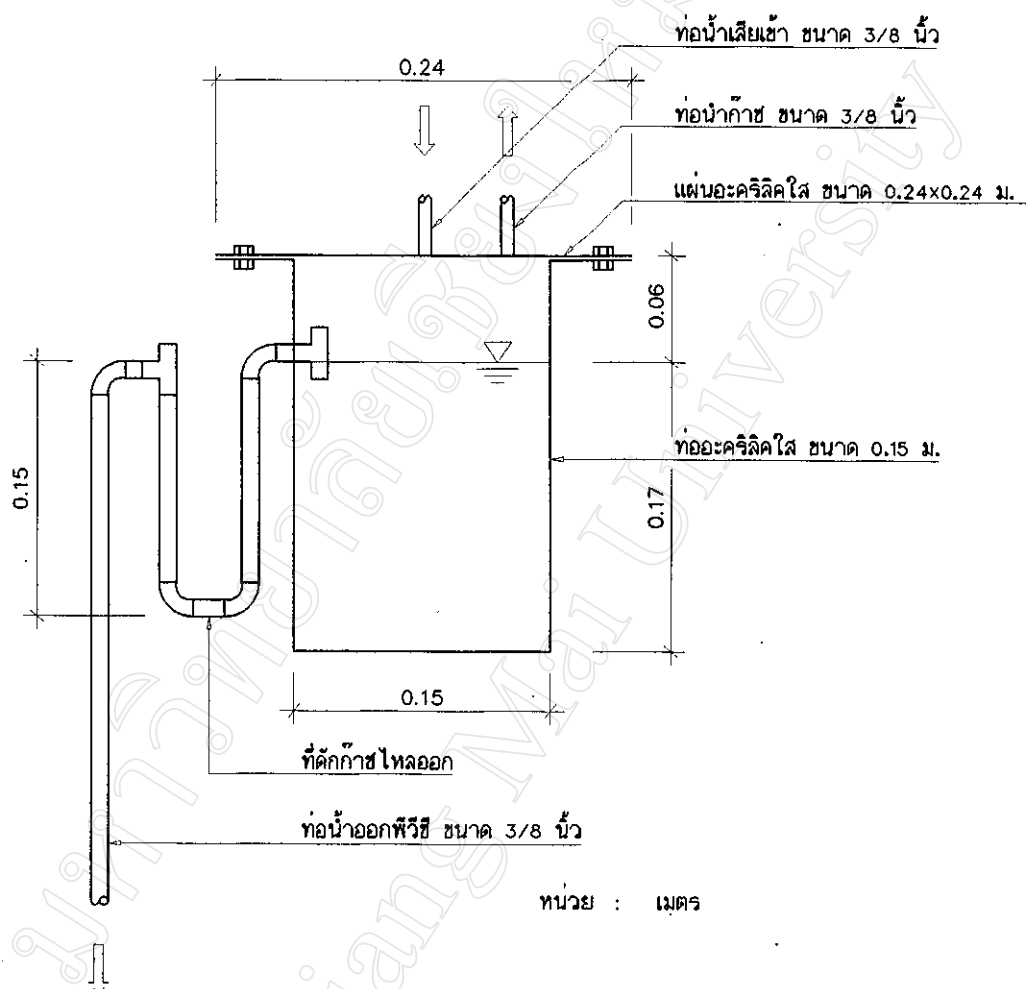
ใช้ถังเก็บน้ำพลาสติกขนาดความจุ 24 ลิตร มีเครื่องกวนแบบใบพัด (Mixer) ยี่ห้อ Eyela รุ่น MDC-NS เพื่อกวนน้ำเสียให้เป็นเนื้อเดียวกัน ก่อนที่จะถูกป้อนให้กับถังปฏิกริยา

3.1.4 เครื่องสูบน้ำเสีย

สูบน้ำเสียแบบต่อเนื่องจ่ายให้กับถังปฏิกริยาทั้งสองระบบ จากถังเก็บน้ำเสีย โดยใช้เครื่องสูบน้ำเสียแบบรีดสาย (Peristaltic Pump) ยี่ห้อ Gilson รุ่น Minipuls จำนวน 2 เครื่อง ต่อถังปฏิกริยา 2 ถัง

3.1.5 อุปกรณ์วัดก๊าซ

ใช้หลักการแทนที่น้ำ ซึ่งทำจากกระบอกพลาสติกใสที่มีขีดบอกปริมาตรของก๊าซที่เกิดขึ้นจากถังปฏิกริยาทั้งสองแบบ จะทำการอ่านค่าปริมาตรของก๊าซที่เกิดขึ้น ได้จากการยกตัวขึ้นของกระบอกพลาสติกที่มีก๊าซบรรจุอยู่ภายใน พันผิวน้ำนั้นได้โดยตรง โดยสามารถเก็บก๊าซได้ 300 มล.



รูปที่ 3.1 รายละเอียดและขนาดของถังปฏิกริยาแบบซีเอสทีอาร์

รูปที่ 3.2 รายละเอียดและขนาดของถังปฏิกิริยาแบบยูเอเอสบี

3.1.6 ถังรับน้ำเสีย

เพื่อรับน้ำเสียที่ออกจากถังปฏิกิริยาทั้งสองแบบ โดยใช้ถังแก้วปริมาตร 12 ลิตร จำนวน 2 ถัง ซึ่งจะทำให้การถ่ายทิ้งทุกวัน และขณะเดียวกันจะเป็นจุดเก็บน้ำตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์

3.2 การติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์

ลักษณะการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ของการทดลองแสดงในรูปที่ 3.3

3.3 น้ำเสียที่ใช้ในการศึกษา

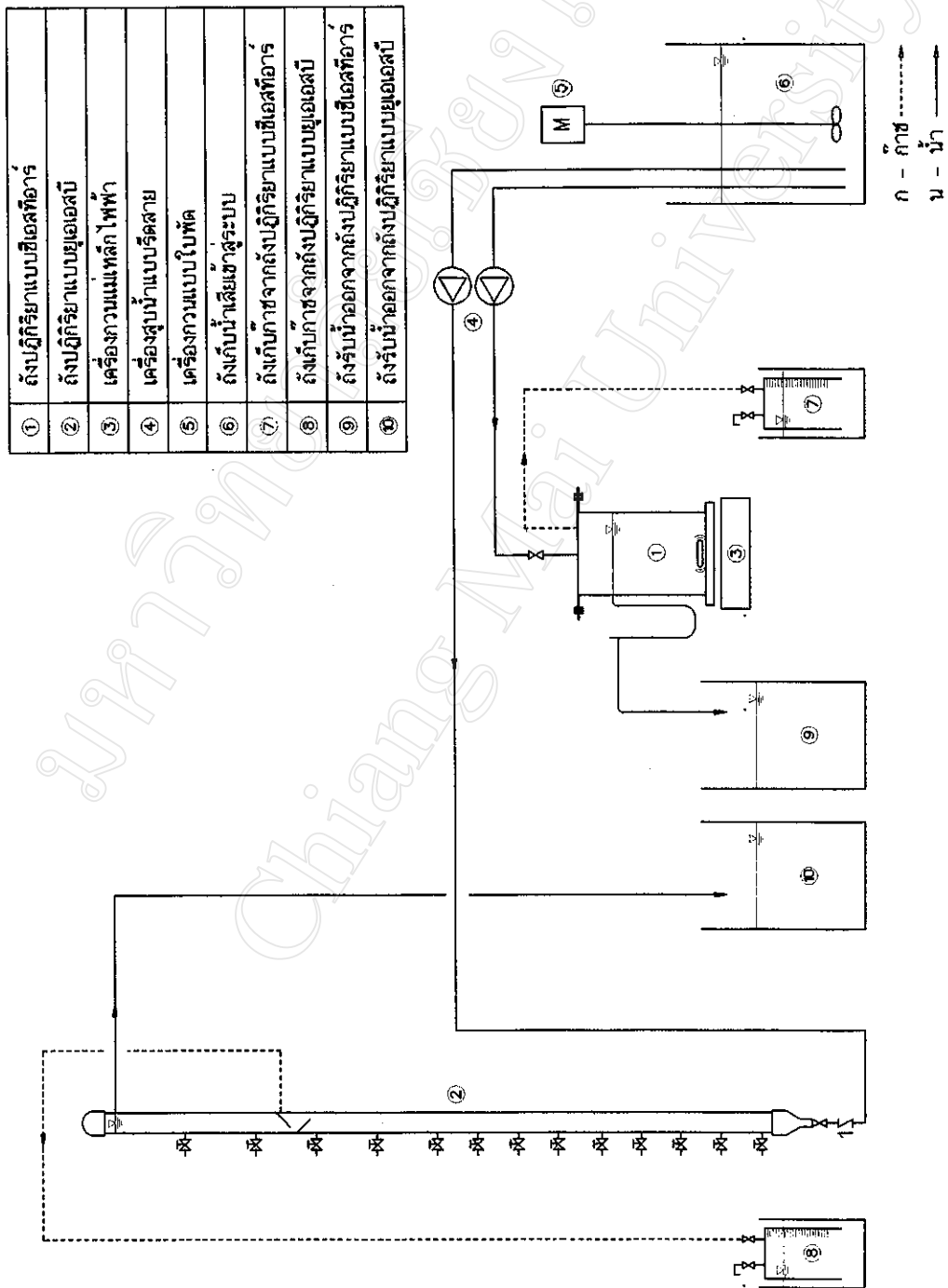
น้ำเสียที่ใช้ในการศึกษาเป็นน้ำเสีย จากโรงงานผลิตภัณฑ์นม ของบริษัท ภูพิงค์แดรี่โปรดักส์ จำกัด (นิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ ต.บ้านกลาง อ.เมือง จ.ลำพูน) วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตประกอบด้วยนมโสด น้ำตาล วัตถุปรุงแต่ง รสและกลิ่นต่างๆ ในกระบวนการผลิตมีการใช้สารเคมีเพื่อชำระล้างเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และกรดไนตริก (HNO₃) ในการล้างชิ้นส่วนต่างๆ ของกระบวนการผลิต ส่วนที่เหลือจะเป็นน้ำเสียที่เกิดจากการล้างพื้นโรงงานหลังเลิกงานในแต่ละวัน น้ำเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะไหลลงสู่รางระบายน้ำไปรวมกันที่บ่อดักไขมัน รูปที่ 3.4 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นม การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย จะเก็บในรางระบายน้ำก่อนถึงบ่อดักไขมันทุกๆ 1-2 สัปดาห์ การเก็บจะเก็บในเวลาประมาณ 10.00 น. เนื่องจากกระบวนการผลิตเริ่มมีการปล่อยน้ำเสียที่มีลักษณะค่อนข้างคงที่ในปริมาณที่สม่ำเสมอ โดยใช้ถังพลาสติกขนาด 20 ลิตรและแช่เย็นในห้องอุณหภูมิ 0-4°C ก่อนนำมาใช้งาน ตารางที่ 3.1 เป็นตารางแสดงลักษณะน้ำเสียของโรงงานผลิตภัณฑ์นมของบริษัท ภูพิงค์แดรี่โปรดักส์ จำกัด โดยค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้จากการเก็บน้ำตัวอย่างแบบเฉพาะ (Grab Sample) ที่เวลาต่าง ๆ กัน

3.4 การดำเนินการศึกษา

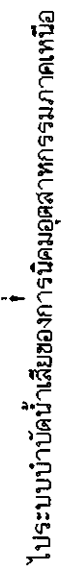
3.4.1 การเริ่มต้นระบบ

ก) ชนิด ลักษณะสมบัติและปริมาณของหัวเชื้อ

หัวเชื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นระบบเป็นหัวเชื้อจากบ่อเกรอะซึ่งมีความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids, SS) เท่ากับ 4.7 % ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยระเหยได้ (Volatile Suspended Solids, VSS) เท่ากับ 3.0 % ใส่ลงไป ปริมาณ 1 ลิตรต่อถังปฏิกิริยา คิดเป็นปริมาณหัวเชื้อที่ใช้เท่ากับ 10 กก. VSS/ลบ.ม. ของถังปฏิกิริยา ค่าอัตราภาระ



รูปที่ 3.3 ลักษณะการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์



รูปที่ 3.4 แผนผังกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมและจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

บรรทุกสารอินทรีย์เริ่มต้นมีค่า 0.02 กก.ชีโอดี/(กก. VSS.วัน) ที่เวลาเก็บกักน้ำ 48 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับช่วงค่าที่ Lettinga, G. et al. (1983) แนะนำให้ใช้สำหรับการเริ่มต้นระบบยูเอเอสบี คือใช้ Digested Sewage Sludge ในปริมาณ 10 – 20 กก. VSS /ลบ.ม. และค่าอัตราภาระ บรรทุกสารอินทรีย์เริ่มต้นในช่วง 0.05 – 0.1 กก.ชีโอดี/(กก. VSS. วัน) ตามลำดับ เพื่อให้ช่วยต่อการเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพกับดังปฏิกิริยาแบบชีเอสทีอาร์ ดังนั้นจึงทำการเริ่มต้นระบบเหมือนกันทั้งสองดังปฏิกิริยา

จ) วิธีการเริ่มต้นระบบ

การเริ่มต้นระบบของทั้งดังปฏิกิริยาแบบชีเอสทีอาร์และยูเอเอสบีเหมือนกัน คือเริ่มต้นระบบที่เวลาเก็บกักน้ำ 48 ชั่วโมง ปริมาณน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบเท่ากับ 1.5 ลิตรต่อดังปฏิกิริยาต่อวัน สำหรับดังปฏิกิริยาแบบยูเอเอสบี มีค่าความเร็วไหลขึ้น (Upflow Liquid Velocity, ULV) เท่ากับ 0.07 ม./ชม. เป็นเวลา 20 วันจนผ่านช่วงการคัดเลือกตะกอนของระบบ แล้วจึงเปลี่ยนเวลาเก็บกักน้ำเป็น 24 ชั่วโมงทั้งสองดังปฏิกิริยา ทำให้มีค่าความเร็วไหลขึ้น 0.14 ม./ชม. ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่แนะนำโดย Wu, W.H. et al. (1985) ที่แนะนำให้ใช้ 0.25 – 0.45 ม./ชม. และต่ำกว่าที่แนะนำโดย Arcand, Y. et.al. (1989) ที่แนะนำให้ใช้ 0.9 – 6.6 ม./ชม. เพื่อให้ระบบสามารถสร้างตะกอนเม็ด (Granular) ขนาดใหญ่แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์หลักในการหาปัจจัยในการเกิดตะกอนเม็ด

ตารางที่ 3.1 ลักษณะน้ำเสียของโรงงานผลิตถ่านหินม บริษัทภูพิงค์แดรี่โปรดักส์ จำกัด

(นิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ ต.บ้านกลาง อ.เมือง จ.ลำพูน)

พารามิเตอร์	หน่วย	พิสัย
COD	มก./ล.	270 - 2246
pH	-	6.0 - 7.98
SS	มก./ล.	156 - 578
VSS	มก./ล.	125 - 557
T.Alk	มก./ล. เทียบกับแคลเซียมคาร์บอเนต	43 - 292
VFA	มก./ล. เทียบกับกรดอะซิติก	25 - 555
TKN	มก./ล.	22 - 32
TP	มก./ล.	3.2 - 6.8
SO ₄ ²⁻	มก./ล.	6.3 - 9.1

3.4.2 การดำเนินการศึกษา

หลังจากได้ทำการปรับชินสภาพให้แก่ตะกอนจนเข้าสู่สภาวะคงที่ โดยสังเกตได้จากค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของน้ำเสียที่ออกจากระบบเริ่มค่อนข้างคงที่ ไม่แปรเปลี่ยนไปตามลักษณะของน้ำเสียเข้าที่แปรเปลี่ยน (Fluctuation) มากนัก สร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการสร้างกรด จากนั้นทดลองโดยเปลี่ยนแปลงค่าเวลาเก็บกักน้ำเสีย ทำได้ด้วยการเปลี่ยนอัตราการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบ ซึ่งแต่ละการทดลองของการเปลี่ยนเวลาเก็บกักน้ำเสียค่าหนึ่งๆ นั้น ในการทดลองที่ 1 (เวลาเก็บกักน้ำ 24 ชม.) จะควบคุมน้ำเข้าให้มีค่าพีเอชในช่วงเป็นกลาง (6 - 8) โดยมีการปรับค่าพีเอชน้ำเสียเข้ากรดไฮโดรคลอริก(HCl) ความเข้มข้น 5 นอร์มัลหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 5 นอร์มัล และทำการทดลองจนกว่าระบบจะเข้าสู่สภาวะคงที่ สำหรับการทดลองที่ 2 - 5 (เวลาเก็บกักน้ำ 24, 12, 8 และ 6 ชม. ตามลำดับ) จะปรับพีเอชน้ำเข้าให้มีค่าต่ำพอที่จะทำให้พีเอชในถังปฏิกริยามีค่าประมาณ 6 ซึ่งเป็นช่วงเหมาะสมของการสร้างกรดมีรายละเอียดการดำเนินการศึกษาดังตารางที่ 3.2 ส่วนการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 3.3 ซึ่งแสดงตำแหน่งและความถี่ของการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ ตัวอย่างน้ำออกเก็บจากถังรับน้ำทิ้ง ซึ่งรับน้ำออกได้ตลอดทั้งวัน จัดเป็นตัวอย่างรวม (Composite Sample) และมีการเก็บตัวอย่างตะกอนในถังปฏิกริยาเยอเอสบี ที่ความสูงต่างๆ เพื่อหาค่า SS และ VSS เมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละครั้ง โดยนำน้ำตัวอย่างออกจากจุดเก็บตัวอย่าง ปริมาณตัวอย่างละ 10 มล. จำนวน 13 ตัวอย่าง ในแต่ละการทดลองมีการเก็บตัวอย่างก๊าซที่เกิดจากระบวนการนำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบของก๊าซอันได้แก่ ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซไนโตรเจน (N_2) โดยเทียบเป็นร้อยละของก๊าซที่เกิดขึ้นทั้งหมด

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดการดำเนินการศึกษา

การทดลองที่	อัตราการไหล (ลิตรต่อวัน)	เวลาเก็บกักน้ำเสีย (ชั่วโมง)	พีเอชในถังปฏิกริยา
1	3.0	24	ค่าเป็นกลาง
2	3.0	24	6
3	6.0	12	6
4	9.0	8	6
5	12.0	6	6

หมายเหตุ การทดลองที่ 1 จะเกิดทั้งสภาพการสร้างกรดและการสร้างก๊าซมีเทน

ตารางที่ 3.3 ตำแหน่งและความถี่ของการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	น้ำเสียเข้า (Influent)	น้ำเสียออก (Effluent)	ความถี่ (Frequency)
COD	*	*	3 ครั้ง / สัปดาห์
FCOD	*	*	3 ครั้ง / สัปดาห์
pH	*	*	ทุกวัน
SS	*	*	3 ครั้ง / สัปดาห์
VSS	*	*	3 ครั้ง / สัปดาห์
T.Alk	*	*	3 ครั้ง / สัปดาห์
VFA	*	*	3 ครั้ง / สัปดาห์
TKN	*	-	ทุก 2 สัปดาห์
TP	*	-	ทุก 2 สัปดาห์
SO ₄ ²⁻	*	-	ทุก 2 สัปดาห์
อุณหภูมิ	*	*	ทุกวัน
ปริมาณก๊าซชีวภาพ	ถังเก็บก๊าซ		ทุกวัน
องค์ประกอบ ก๊าซชีวภาพ (CH ₄ , CO ₂ , N ₂)	ถังเก็บก๊าซ		4 ครั้ง / การทดลอง

หมายเหตุ: * หมายถึง ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์

- หมายถึง ข้อมูลที่ไม่ทำการวิเคราะห์

การวิเคราะห์หา TKN และ TP เพื่อดูสัดส่วน COD:N:P ในน้ำเข้าระบบ

การวิเคราะห์หา SO₄²⁻ เพื่อดูสัดส่วน COD:SO₄²⁻ ในน้ำเข้าระบบ

3.5 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ จะกระทำทันทีภายหลังจากการเก็บตัวอย่างน้ำ วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำแสดงไว้ในตารางที่ 3.4 โดยจะใช้วิธีตาม Standard Methods (APHA, AWWA, WPCF, 1992) ยกเว้นค่า VFA ใช้วิธีของ Dilallo, R. and Albertson, O.E.(1960)

ตารางที่ 3.4 วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
COD	Dichromate Open Reflux
FCOD	Dichromate Open Reflux
pH	pH Meter (ยี่ห้อ Horiba รุ่น D-13E)
SS	Gravimetric Method
VSS	Gravimetric Method
T.Alk	Acid Titration Method
VFA	Titration Method(Dilallo, R. and Albertson, O.E., 1960)
TKN	Kjeldahl Method
TP	Persulfate Method
SO ₄ ²⁻	Turbidimetric Method
Temperature	Thermometer
Gas Volume	Gas Collector
Gas Composition	Gas Chromatography (ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น QC 8A)