บทที่ 3
วิธีดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลองศึกษาสมรรถนะในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรโดยกระบวนการตะกอนเร่งที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะ มีรายละเอียดวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

3.1 แบบจำลอง

การศึกษาในครั้งนี้ใช้แบบจำลองของกระบวนการตะกอนเร่ง ที่มีอัตราการหมุนเวียนตะกอนภายในทั้งหมด จำนวน 4 ชุด ทำจากกระจกหนา 4 มม. โดยแบบจำลองแต่ละชุดมีขนาดดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.1 ซึ่งทำให้ได้ปริมาตรของถังปฏิกิริยาทั้งหมด 10 ลิตร โดยมีการแบ่งเป็นส่วนเติมอากาศ 8.3 ลิตร และส่วนตกตะกอน 1.7 ลิตรด้วยแผ่นกั้น (Baffle) ทั้งนี้การเติมอากาศให้กับระบบใช้เครื่องเป่าอากาศ ผ่านหัวกระจายอากาศและมีอุปกรณ์ควบคุมเวลาการเติม-หยุดเติมอากาศในถังปฏิกิริยาให้ได้ตามต้องการในแต่ละชุด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.1 ส่วนการจ่ายน้ำเสียเข้าสู่ระบบใช้เครื่องสูบน้ำเสียชนิดรีดสาย (Peristaltic Pump) ยี่ห้อ Gilson รุ่น Minipuls แบบ 1 แกนหมุน 4 ท่อจ่าย ที่มีอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่แต่ละระบบ 24 ลิตรต่อวัน ซึ่งทำให้ระยะเวลาเก็บกักของน้ำเสียในส่วนเติมอากาศและส่วนตกตะกอนมีค่า 8.3 และ 1.7 ชั่วโมงตามลำดับ โดยตลอดระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองมีสมมติฐานดังต่อไปนี้คือ

ก. สารอาหารที่ย่อยสลายได้โดยกระบวนการทางชีวภาพอยู่ในรูปของสารละลายทั้งหมด

ข. การกวนสมบูรณ์ภายในถังปฏิกริยาและการหมุนเวียนตะกอนอาศัยพลังงานจากการเติมอากาศ

ค. ออกซิเจนละลายน้ำถูกควบคุมให้มีค่ามากเกินพอในถังปฏิกิริยาเติมอากาศตลอดช่วงระยะเวลาที่มีการเติมอากาศ ซึ่งทำการควบคุมโดยวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในถังตกตะกอนเป็นครั้งคราว เพื่อให้มั่นใจว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าไม่น้อยกว่า 1.5 มก./ล.

ง. การกวนสมบูรณ์ภายในถังปฏิกริยาและการหมุนเวียนตะกอนไม่เกิดขึ้นขณะหยุดเติมอากาศ

จ. ระบบทำการทดลองภายใต้อุณหภูมิห้อง ซึ่งอุณหภูมิของน้ำเสียตลอดช่วงของการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 15-30 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 3.1 การควบคุมเงื่อนไขในแต่ละการทดลอง

การทดลองที่	สัดส่วนการเติม-หยุดเติมอากาศ (ชม.-ชม.)	ปริมาณอากาศที่ลดลง (%)	อายุตะกอนโดยประมาณ[1] (วัน)	ปริมาณน้ำตะกอนที่นำออกทิ้งจากถังปฏิกิริยา (ลิตร/วัน)	อายุตะกอนที่แท้จริง[2] (วัน)
1	เติมตลอด	0	5	2	3.5
2	3 – 1	25	5	2	3.8
3	4 – 2	33	5	2	3.9
4	3 – 3	50	5	2	4.1
5	เติมตลอด	0	10	1.5	7.5
6	3 – 1	25	10	1.5	7.8
7	4 – 2	33	10	1.5	7.8
8	3 – 3	50	10	1.5	8.2
9	เติมตลอด	0	15	1	11.2
10	3 – 1	25	15	1	11.1
11	4 – 2	33	15	1	11.9
12	3 – 3	50	15	1	12.5
13	เติมตลอด	0	20	0.5	15.4
14	3 – 1	25	20	0.5	14.5
15	4 – 2	33	20	0.5	15.1
16	3 – 3	50	20	0.5	15.9

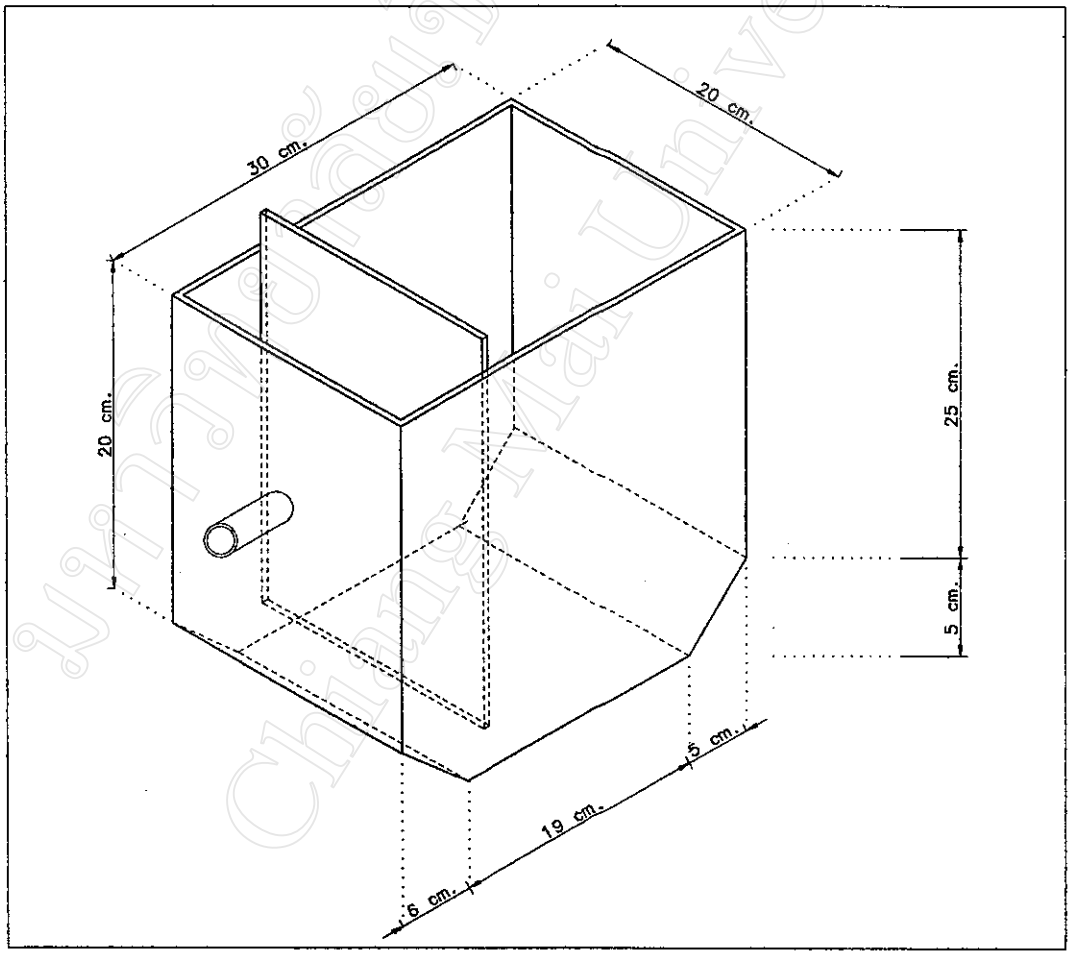
1. อายุตะกอนโดยประมาณที่ต้องการจากการควบคุมระบบโดยการนำน้ำตะกอนออกทิ้งจากถังปฏิกิริยาด้วยปริมาณตามที่กำหนด
2. อายุตะกอนที่แท้จริงหมายถึงอายุตะกอนที่แท้จริงของระบบที่ได้จากการคำนวณจริงของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

3.2 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียมูลสุกรจากการล้างคอก ของศูนย์พัฒนาและวิจัยการเกษตรแม่เหียะ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในสภาพซึ่งผ่านบ่อดักกากมูลสุกรแล้วมาเจือจางด้วยน้ำสะอาด ให้มีค่า FCOD ประมาณ 300 มก./ล.

3.3 เชื้อตะกอนจุลินทรีย์

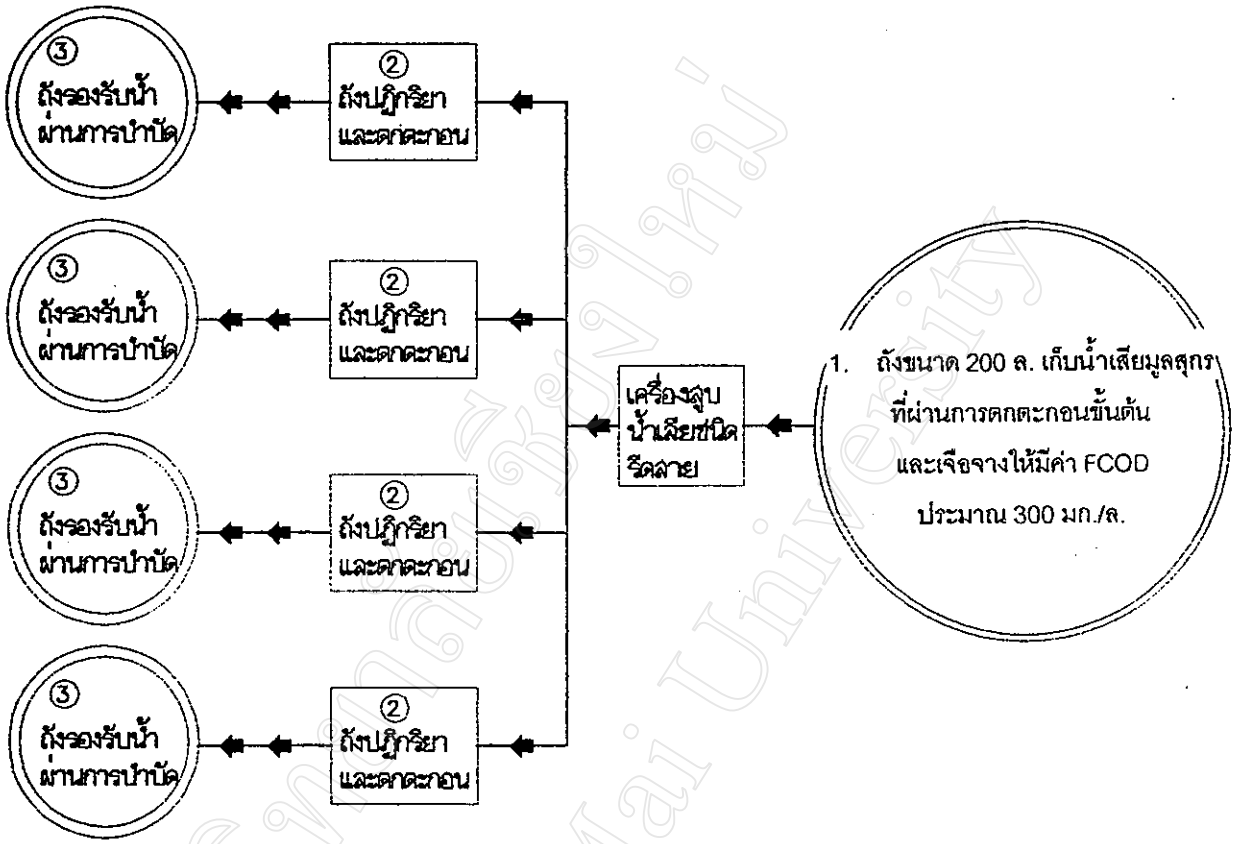
เชื้อตะกอนจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง ถูกนำมาจากถังปฏิกิริยาของโรงบำบัดน้ำเสีย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยนำมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการด้วยระบบถังเท เพื่อให้จุลินทรีย์มีการปรับตัวเข้ากับน้ำเสียมูลสุกร ซึ่งในระยะแรกทำการเติมน้ำเสียมูลสุกรกับน้ำเสียชุมชนเข้าด้วยกัน จากนั้นค่อย ๆ ลดปริมาณน้ำเสียชุมชนลงทีละน้อย จนกระทั่งใช้น้ำเสียมูลสุกรเพียงอย่างเดียว และมีปริมาณเชื้อตะกอนจุลินทรีย์ประมาณ 2000 มก./ล. แล้ว จึงนำเชื้อตะกอนจุลินทรีย์ไปเริ่มต้นทำการทดลองด้วยแบบจำลองตามแผนผังการทำงานของระบบดังหัวข้อที่ 3.4



รูปที่ 3.1 ลักษณะและมิติของแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

3.4 การดำเนินระบบ

การวิจัยในครั้งนี้ทำการทดลองโดยมีแผนผังการทำงานของระบบแบบ



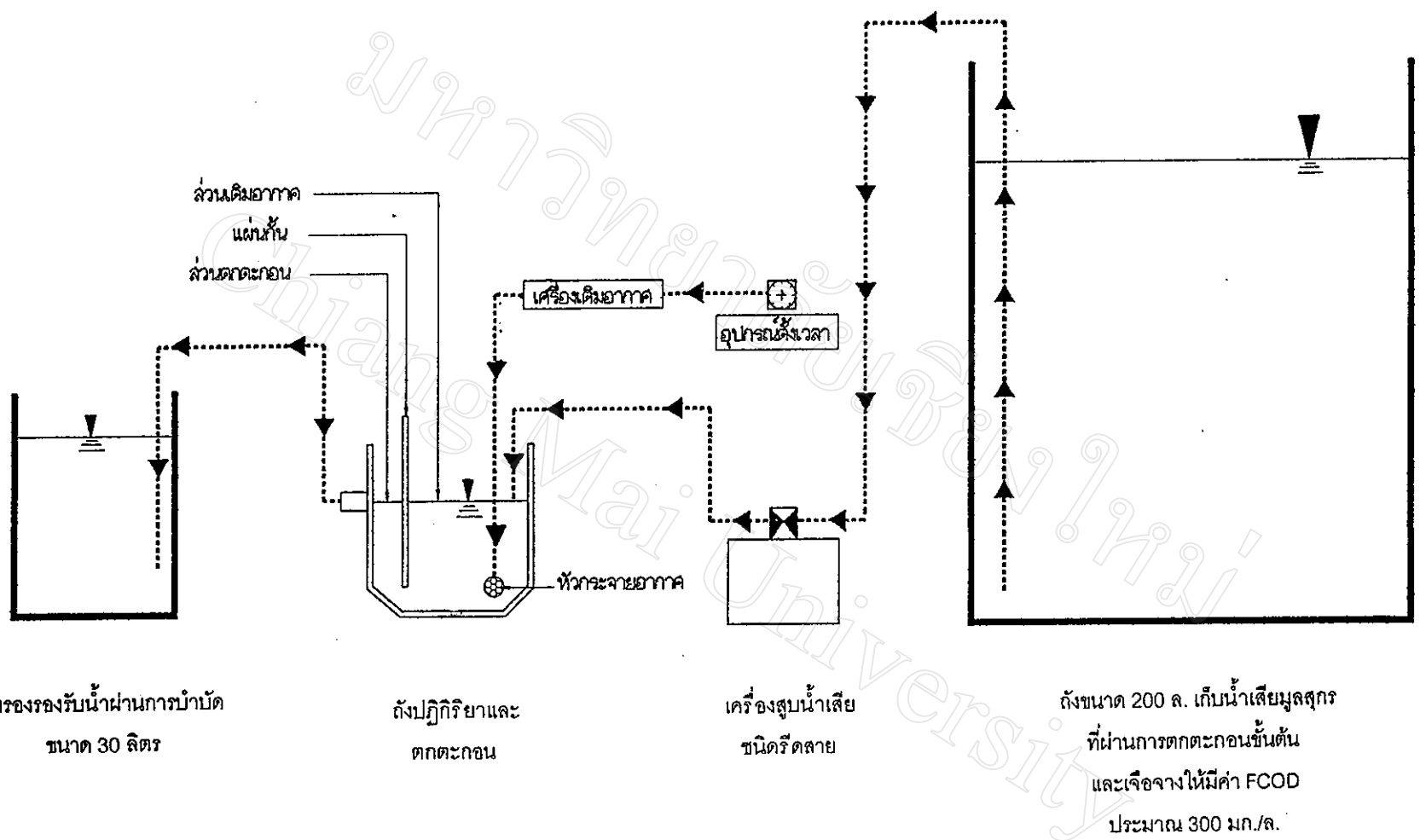
หมายเหตุ

1. น้ำเสียมูลสุกรที่ผ่านการตกตะกอนขั้นต้นและเจือจางให้มีค่า FCOD ประมาณ 300 มก./ล. ถูกเก็บไว้ในถังขนาด 200 ลิตร

2. น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ถูกรวบรวมไว้ในถังขนาด 30 ลิตร เก็บตัวอย่าง เมื่อระบบมีช่วงการทำงานครบ 24 ชั่วโมง เช่นเมื่อมีการผสมน้ำเสียที่จะเติมเข้าสู่ระบบใหม่เวลา 16.00น. ก็จะทำการเก็บน้ำเสียเวลา 16.00 น. ของวันรุ่งขึ้น

3. น้ำเสียตัวอย่างในถังปฏิกริยาจะทำการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ในช่วงการผสมน้ำเสียใหม่ โดยขณะเก็บตัวอย่างจะทำการปิดเครื่องสูบน้ำเสียชนิดรีดสายแล้วดึงแผ่นกั้นระหว่างส่วนเติมอากาศและส่วนตกตะกอนออกรวมทั้งทำความสะอาดภายในแบบจำลองโดยใช้ปรงขัดตะกอนที่ติดอยู่บริเวณผนังและก้นถังเพื่อให้ตะกอนมีการผสมกันอย่างทั่วถึง จากนั้นทำการใส่แผ่นกั้นแล้วปล่อยให้ระบบมีการทำงานตามปกติคือมีการตกตะกอนและหมุนเวียนตะกอน แล้วจึงเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากส่วนเติมอากาศไปวิเคราะห์

รูปที่ 3.2 แผนผังของการทดลองโดยใช้แบบจำลองของกระบวนการตะกอนเร่งจำนวน 4 ชุดทำการทดลองพร้อมกัน



รูปที่ 3.3 รายละเอียดแผนผังการทำงานของแบบจำลองกระบวนการตะกอนเร่งแต่ละชุด

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

รูปที่ 3.4 แบบจำลองและอุปกรณ์ที่ใช้ขณะทำการทดลองเดินระบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

จำลองของกระบวนการตะกอนเร่งดังแสดงในรูปที่ 3.2 ,3.3 และ 3.4 ซึ่งในตลอดระยะเวลาการทดลอง มีการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์ โดยมีจุดเก็บตัวอย่างน้ำ, ความถี่ และตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.2 ซึ่งการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงก่อนที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว และช่วงที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้ว โดยสภาวะคงตัวของระบบสามารถพิจารณาได้จากค่าตะกอนแขวนลอยในระบบและค่า FCOD ของน้ำที่ผ่านการบำบัด หากค่าดังกล่าวมีค่าค่อนข้างที่คงที่หรือมีความแตกต่างกันประมาณ 5 % จะถือว่าระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว

ตารางที่ 3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำและความถี่ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ตัวแปร	ช่วงก่อนระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว ความถี่ในการวิเคราะห์ : 2 ครั้งต่อสัปดาห์			ช่วงที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว ความถี่ในการวิเคราะห์ : ทุก 2 วันตลอดช่วงระยะเวลา 10 วัน		
	น้ำเสียก่อนบำบัด	ส่วนเติมอากาศ	น้ำเสียหลังบำบัด	น้ำเสียก่อนบำบัด	ส่วนเติมอากาศ	น้ำเสียหลังบำบัด
TCOD				/		/
FCOD*	/		/	/		/
SS			/			/
VSS						/
MLSS*		/			/	
MLVSS					/	
pH		/		/	/	/
ORG-N				/		/
NH_3-N				/		/
NO_2-N				/		/
NO_3-N				/		/
TP				/		/

*เป็นตัวแปรที่ใช้พิจารณาการเข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ

นอกจากนี้ภายหลังจากการศึกษาสมรรถนะในการบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรตามเงื่อนไขดังแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.1 สิ้นสุดแล้ว ได้มีการพิจารณาเลือกเงื่อนไขการทดลองที่สามารถบำบัดสารอินทรีย์และไนโตรเจนรวมที่เหมาะสม มาทำการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยน

แปลงของสารอินทรีย์ในรูปFCOD และไนโตรเจนรูปแบบต่าง ๆ ของแต่ละรอบการทำงาน 24 ชม. ตลอดช่วงระยะเวลาที่มีการเติม-หยุดเติมอากาศ

3.5 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำถูกกระทำทันทีภายหลังจากการเก็บตัวอย่าง หากไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ มีการเก็บรักษาตัวอย่างนั้นไว้ โดยวิธีการวิเคราะห์และเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเป็นไปตาม Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, APHA (1992) ยกเว้นการวิเคราะห์หา NO_3 - N เป็นไปตาม Standard Method for Water Examination, JWWA(1980) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตัวแปรและวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์	วิธีการที่ใช้วิเคราะห์
BOD (Biochemical Oxygen Demand)	Dilution Method (APHA, 1992)
TCOD (Total Chemical Oxygen Demand)	Dichromate Reflux (APHA, 1992)
FCOD (Filtered Chemical Oxygen Demand)	Dichromate Reflux (APHA, 1992)
SS (Suspended Solids)	Gravimetric method (APHA, 1992)
VSS (Volatile Suspended Solids)	Gravimetric method (APHA, 1992)
MLSS (Mixed Liquor Suspended Solids)	Gravimetric method (APHA, 1992)
MLVSS (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids)	Gravimetric method (APHA, 1992)
pH	pH Meter Horiba Model - D-14-E
ORG-N (Organic Nitrogen)	Distillation & Titration (APHA, 1992)
NH_3 - N (Ammonia Nitrogen)	Acid Titration (APHA, 1992)
NO_2^- - N (Nitrite Nitrogen)	Colorimetric Analysis (APHA, 1992)
NO_3^- - N (Nitrate Nitrogen)	Hydrazine Method (JWWA, 1980)
TP (Total Phosphorus)	Persulphate and Ascorbic Acid (APHA, 1992)
DO (Dissolved Oxygen)	DO Meter YSI Model - 51B