

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากสุสานที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียจากหอกลิ้น (vinasse) โรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล บริษัท เพโตรกรีน จำกัด จังหวัดชัยภูมิ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C มีค่าซีไอดีเฉลี่ย 285,000 มก./ล. และมีลักษณะสมบัติอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และในการทดลองนี้ทำการนำน้ำเสียมาเจือจางด้วยน้ำประปาตามความเข้มข้นซีไอดีที่กำหนด

ตารางที่ 3.1 ลักษณะสมบัติน้ำเสียจากโรงกลั่นเอทานอลจากกากน้ำตาลในการศึกษา

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย (ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
พีเอช	4.4 (0.1)
ซีไอดี (มก./ล.)	285,000 (22,000)
บีไอดี (มก./ล.)	119,000 (22,300)
สารแขวนลอย (มก./ล.)	28,600 (8,510)
สารแขวนลอยระเหย (มก./ล.)	23,900 (7,800)

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

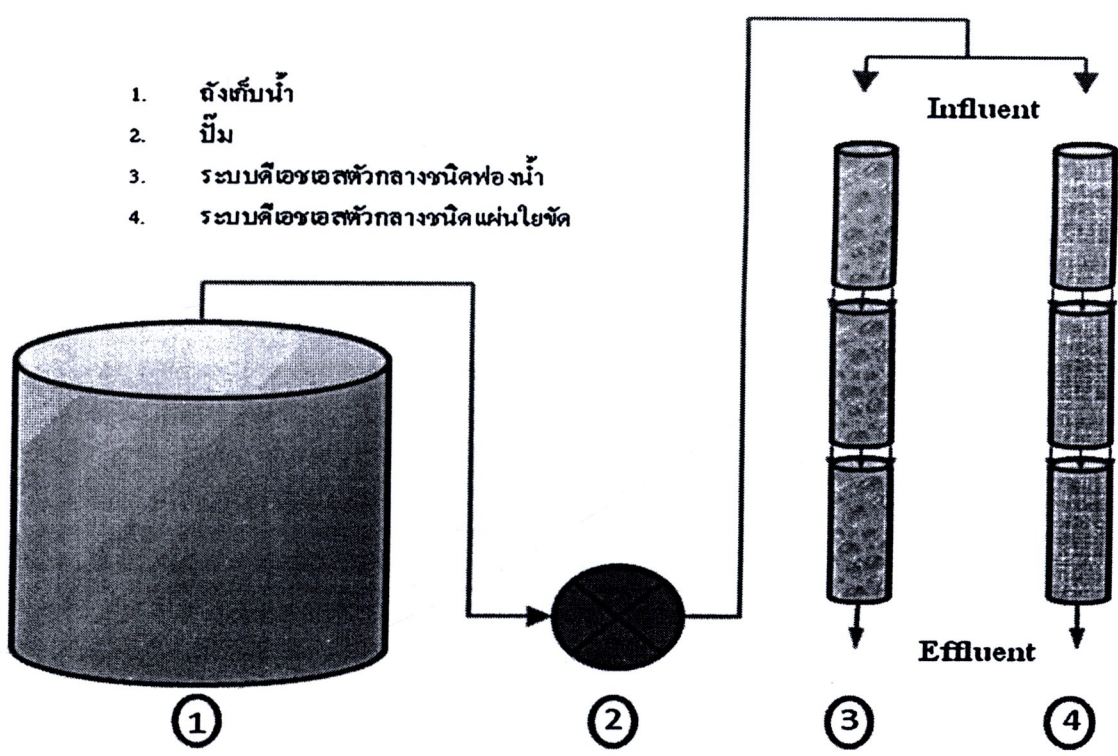
แผนผังของการทดลองดังแสดงในภาพที่ 3.1 ซึ่งประกอบด้วย ถังเก็บน้ำเสีย ปั๊มน้ำแบบเพอร์ริสแตติก ระบบคิเอชเอสตัวกลางฟองน้ำ และระบบคิเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัด โดยมีรายละเอียดเพิ่มเติมอย่างสังเขป ดังนี้

3.3.1 ถังเก็บน้ำเสียเข้าเป็นถังพลาสติก ทนความร้อน ปริมาตร 300 ลิตร ใช้สำหรับรองรับน้ำเสียเข้าระบบ จำนวน 220 ลิตร โดยทำการเปลี่ยนน้ำเสียเข้าระบบทุกวัน

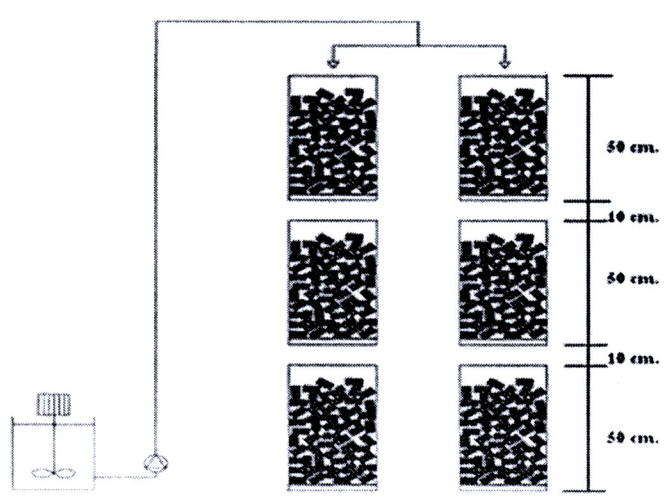
3.3.2 ถังคิเอชเอส รูปทรงกระบอก วัสดุพีวีซีไสสูง 50 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 9 ซม. ปริมาตร 3.18 ลิตร เรียงต่อกันตามแนวความสูง โดยเว้นระยะห่างแต่ละท่อน 10 ซม. จำนวน 3 ท่อน ทั้งหมด 2 ถัง ถังแรกใช้ตัวกลางฟองน้ำ ถังที่สองใช้ตัวกลางแผ่นใยขัด โดยบรรจุตัวกลางจำนวน 150 ตัวกลาง แบ่งบรรจุภายในท่อนละ 50 ตัวกลางทั้ง 3 ท่อน ดังแสดงในภาพที่ 3.2 และ 3.3

3.3.3 ปั๊ม peristaltic pump ยี่ห้อ Watson รุ่น Marlow 505U ดังแสดงในภาพที่ 3.4

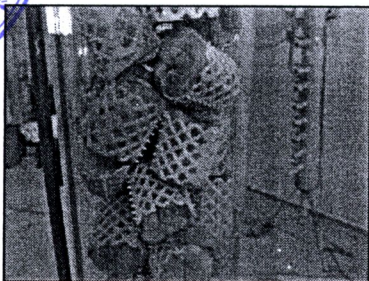
3.3.4 ตัวกลางฟองน้ำและตัวกลางแผ่นใยขัด เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. ยาว 30 มม. จำนวน 150 ตัวกลาง ทั้ง 2 ชนิด



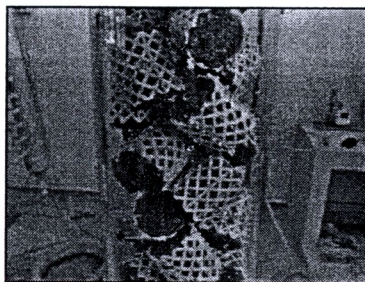
ภาพที่ 3.1 แผนผังชุดการทดลอง



ภาพที่ 3.2 ถังปฏิกรณ์ระบบดีเอชเอส



ตัวกลางฟองน้ำ



ตัวกลางแผ่นใยขัด

ภาพที่ 3.3 ลักษณะตัวกลางแต่ละชนิดในระบบคิเอชเอส



ภาพที่ 3.4 เพอร์ริสแตติกปั๊ม (peristaltic pump)

3.3 วิธีการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวกลางที่ใช้วัสดุแตกต่างชนิดกันระหว่างฟองน้ำที่ทำจากโพลียูรีเทนกับแผ่นใยขัดที่ทำจากโพลีเอสเตอร์ในระบบคิเอชเอส โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วงการทดลอง คือ ช่วงที่ 1 เติมน้ำแบบกึ่งต่อเนื่อง และ ช่วงที่ 2 เติมน้ำแบบต่อเนื่อง

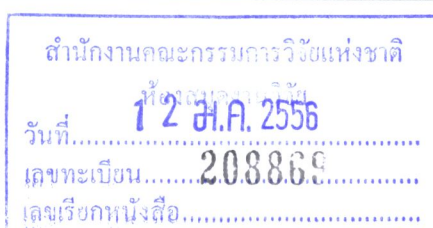
การทดลองช่วงที่ 1 เติมน้ำแบบกึ่งต่อเนื่อง ที่อัตราการไหล 4.58 ลิตร/ชั่วโมง โดยเติมน้ำ 15 นาที หยุด 15 นาที เริ่มต้นเติมน้ำด้วยความเข้มข้นซีไอดี 500 มก. /ลิตร จากนั้นเพิ่มความเข้มข้นซีไอดีเป็น 1,000 มก. / ลิตร

การทดลองช่วงที่ 2 เติมน้ำแบบต่อเนื่อง ที่อัตราการไหล 4.58 ลิตร/ชั่วโมง เติมน้ำแบบต่อเนื่อง เริ่มต้นเติมน้ำด้วยความเข้มข้นซีไอดี 500 มก. /ลิตร จากนั้นเพิ่มความเข้มข้นซีไอดีเป็น 1,000 มก. / ลิตร

โดยการทดลองทั้ง 2 ช่วง ใช้ค่าซีไอดี และอัตราการบรรทุกอินทรีย์ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ความเข้มข้นซีไอดีและภาระบรรทุกอินทรีย์ ในการทดลอง

ซีไอดี (มก. /ล.)	ภาระบรรทุกอินทรีย์ (กก. ซีไอดี/ลบ.ม. -วัน)	
	ระบบคิเอชเอสตัวกลางฟองน้ำ	ระบบคิเอชเอสตัวกลางแผ่นใยขัด
500	10	10
1,000	20	20



3.4 วิธีการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างที่ถึงเก็บน้ำเสียก่อนเข้าระบบและที่จุดออกจากระบบคิเอชเอสทั้ง 2 จำนวน พารามิเตอร์และความถี่ในการวิเคราะห์ดังแสดงไว้ในตาราง 3.3

ตารางที่ 3.3 พารามิเตอร์และความถี่ในการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	จำนวนครั้งในการวิเคราะห์	
	น้ำเข้าระบบ	น้ำออกระบบ
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	สามวัน/ครั้ง	-
ซีโอดี (มก. /ล.)	สามวัน/ครั้ง	สามวัน/ครั้ง
พีเอช	สามวัน/ครั้ง	สามวัน/ครั้ง
ออกซิเจนละลาย (มก. /ล.)	-	สามวัน/ครั้ง
ความแตกต่างศักย์โออาร์ที (mV)	-	สามวัน/ครั้ง
สารแขวนลอย (มก. /ล.)	สามวัน/ครั้ง	สามวัน/ครั้ง
สารแขวนลอยระเหย (มก. /ล.)	สามวัน/ครั้ง	สามวัน/ครั้ง
บีโอดี (มก. /ล.)	สภาวะคงที่	สภาวะคงที่
ทีเคเอ็น (มก. /ล.)	สภาวะคงที่	สภาวะคงที่
แอมโมเนีย (มก. /ล.)	สภาวะคงที่	สภาวะคงที่
ไนเตรท (มก. /ล.)	สภาวะคงที่	สภาวะคงที่
ตะกอนแขวนลอย (มก. เอสเอส/ตัวกลาง)	สภาวะคงที่	สภาวะคงที่
ตะกอนแขวนลอยระเหย (มก. เอสเอส/ตัวกลาง)	สภาวะคงที่	สภาวะคงที่

หมายเหตุ: สภาวะคงที่ คือ ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีคงที่

3.5 วิธีวิเคราะห์ตัวอย่าง

วิธีการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทั้งหมด ใช้วิธีการตามเอกสารอ้างอิง สแตนดาร์ดคาร์คเมทอด (Standard method: APHA, AWWA and WEF, 1985)

3.5.1 พีเอช (pH) วัดค่าความเป็นกรดด่างโดยใช้ พีเอชมิเตอร์ ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 98127 (pH/Temp °C) ทศนิยม 1 ตำแหน่งผลิตโดย ฮันน่า (Hanna)

3.5.2 ซีโอดี (COD:Chemical Oxygen Demand) ใช้วิธี Close Reflux Method ภายใต้สภาวะรีฟลักซ์ ในสารละลายกรดซัลฟูริกที่มีอุณหภูมิสูง สารอินทรีย์ในน้ำจะถูกออกซิไดซ์โดยโพแตสเซียมไดโครเมตที่มีความเข้มข้น 0.1 N หลังจากรีฟลักซ์ วัดปริมาณโพแตสเซียมไดโครเมตที่เหลือด้วยการไตเตรทกับเฟรตแอมโมเนียซัลเฟต 0.01 N และใช้เฟอโรอินเป็นอินดิเคเตอร์

3.5.3 บีโอดี (BOD: Biochemical Oxygen Demand) ใช้วิธีวิเคราะห์แบบเจือจางที่ไม่ต้องเติมเชื้อเตรียมน้ำเสียโดยการเติมแมงกานีสซัลเฟต 1 มล. และสารละลายอัลคาไล-ไฮโดรคลอไรด์ 1 มล.อย่าให้มีฟองอากาศเข้าแล้วปล่อยให้ตกตะกอน จากนั้นเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2.0 มล. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20 องศา

เซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน นำมาไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.025 นอร์มัล. ใช้น้ำแข็งเป็นอินดิเคเตอร์

3.5.4 สารแขวนลอย (SS: Suspended Solids) ใช้ตัวอย่างน้ำที่กรองผ่าน GF/C เส้นผ่าศูนย์กลาง 47 เซนติเมตร ตะกอนที่ติดอยู่บนกระดาษกรองจะนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ทำให้เย็นในโถแห้งแล้วชั่งหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

3.5.5 ทีเคเอ็น (TKN: Total Kjeldahl Nitrogen) ใช้วิธีไตเตรชันวิเคราะห์โดยการเติมซัลโฟนิคกรด 1 ช้อน เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 มล. ทิ้งไว้ให้เย็นนำไปย่อยสลายที่เครื่องย่อยสลายยี่ห้อ BüCHI รุ่น Digestion Unit K-435 สารอินทรีย์ไนโตรเจนจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนียโดยการออกซิไดซ์ของกรดกำมะถัน จากนั้นนำกลิ่นที่เครื่องกลั่นยี่ห้อ BüCHI รุ่น Distillation Unit B-324 เก็บส่วนที่กลั่นผ่านหลอดแก้วที่จุ่มในสารละลายกรดบอริกที่เติมอินดิเคเตอร์นำมาไตเตรทด้วยกรดซัลฟิวริก 0.02 นอร์มัล

3.5.6 ไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^-) วิเคราะห์ด้วยวิธีบรูซีน บรูซีน (Brucine) จะรวมกับไนโตรเจนเป็นสารสีเหลืองภายใต้สภาวะที่เป็นกรดและอุณหภูมิสูงซึ่งสามารถวัดความเข้มของสีที่เกิดขึ้นที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตรวิเคราะห์ได้โดยนำตัวอย่างเดิมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 2 มล. คนให้เข้ากัน ทิ้งให้เย็นเติมกรดซัลฟิวริก 4+1 ทิ้งให้เย็นเติมสารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิกแล้วนำไปวางที่เครื่องอ่างน้ำ (Water bath) เป็นเวลา 20 นาที นำมาวัดความเข้มสีด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ HACH รุ่น DR/3000

3.5.7 แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_4^+) วิเคราะห์ด้วยการไตเตรชัน เริ่มด้วยการเติมบอเรตบัฟเฟอร์ 10 มล. ปรับพีเอชให้ใกล้เคียง 9.5 แล้วนำเข้าเครื่องกลั่น แอมโมเนียไนโตรเจนจะถูกกลั่นออกมาพร้อมกับไอน้ำเข้าสู่ขวดรูปชมพู่ที่เติมสารละลายกรดบอริกที่เติมอินดิเคเตอร์นำมาไตเตรทด้วยกรดซัลฟิวริก 0.02 N

3.5.8 ระยะเวลาพักเก็บน้ำ (HRT) ตรวจวัดด้วยการวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electro Conductivity) ในน้ำเสียผ่านระบบ จากนั้นป้อนสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้าสู่ระบบเป็นเวลา 5 นาที เสร็จแล้ววัดค่าการนำไฟฟ้าในน้ำเสียผ่านระบบทุกๆ 5 นาที จดบันทึกค่าไว้ แล้วนำไปเขียนกราฟหาระยะเวลาพักเก็บน้ำ

3.6 วิธีวิเคราะห์ปริมาณตะกอนติดตัวกลาง

ตรวจวัดด้วยการนำตัวกลางมาล้างในน้ำกลั่นปริมาตร 100 มล. นำน้ำที่ได้กรองผ่าน GF/C เส้นผ่าศูนย์กลาง 47 เซนติเมตร ตะกอนที่ติดอยู่บนกระดาษกรองจะนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ทำให้เย็นในโถแห้งแล้วชั่งหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น