

บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย

3.1 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นน้ำเสียจากการล้างรถของสถานีบริการน้ำมันการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย สาขาสนามเป้า โดยมีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย 25 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน น้ำเสียแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ น้ำใช้จากห้องน้ำ และน้ำใช้จากการล้างรถ โดยในการทดลองนี้ได้ใช้น้ำเสียจากการล้างรถ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากปอร์รวบรวมน้ำเสียก่อนไหลออก ในการเก็บน้ำเสียนี้อาจเก็บในปริมาณมาก แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณ 4°C เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเสียมีการเปลี่ยนแปลง ก่อนนำมาใช้จะต้องเขย่าให้น้ำเสียเป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะเทลงในถังน้ำเสีย

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 สารลดแรงตึงผิว

สารลดแรงตึงผิวที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ โซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (SDS) โดเดซิลไตรเมทิลแอมโมเนียมโบรไมด์ (DTAB) และโนนิลฟีนอลเอทอกซีเลต (NP(EO)₁₀)

โซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (sodium dodecylsulfate, SDS) ของบริษัท Henkel เป็นสารลดแรงตึงผิวประเภทแอนไอออนิก โดยส่วนหัวเป็นกลุ่มซัลเฟตที่มีประจุลบ และส่วนหางเป็นอัลคิลเรนที่มีคาร์บอน 12 ตัว มีความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่า 90%

โดเดซิลไตรเมทิลแอมโมเนียมโบรไมด์ (dodecyl trimethyl ammoniumbromide, DTAB) ของบริษัท Fluka Chemika เป็นสารลดแรงตึงผิวประเภทแคตไอออนิก โดยมีส่วนหัวเป็นสารประกอบประเภทควอเทอร์นารีแอมโมเนียมที่มีประจุบวก มีความบริสุทธิ์มากกว่า 98%

โนนิลฟีนอลเอทอกซีเลต (nonylphenol ethoxylate, NP(EO)₁₀) ของบริษัท ไอซีไอ ประเทศออสเตรเลีย มีชื่อทางการค้า คือ TERIC N10 เป็นสารลดแรงตึงผิวประเภทนอนไอออนิก ซึ่งประกอบด้วย เอทิลีนออกไซด์ 10 โมล ต่อ โนนิลฟีนอล 1 โมล

ลักษณะสมบัติทางเคมีของสารลดแรงตึงผิวทั้ง 3 ชนิด แสดงไว้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ลักษณะสมบัติทางเคมีของสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ในการทดลอง

สารลดแรงตึงผิว	น้ำหนักโมเลกุล	สูตรโครงสร้างทางเคมี	ค่าซีเอ็มซี (CMC)
SDS	288.38	$C_{12}H_{24}SO_4Na$	7×10^{-3} โมลาร์ (2,020 มก/ล)
DTAB	308.35	$C_{15}H_{34}BrN$	0.01 โมลาร์ (3,080 มก/ล)
TERIC N10	660	$(C_2H_4O)_{10}C_{15}H_{24}O$	6.8×10^{-5} โมลาร์ (44.88 มก/ล)

3.2.2 สารโคแอกกูแลนต์

สารโคแอกกูแลนต์ที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นพวกสารพอลิอิเล็กโทรไลต์ต่างๆ ได้แก่ NOVOUS CE 2680, polymer 1154L และ KLARAID 1192 ของบริษัท Betz Dearborn Industrial สาร Qemifloc VH1007 และ Qemifloc 720 ของบริษัท Qemifloc Industrial นอกจากนี้ยังมีเกลือเฟอร์ริกคลอไรด์ (ferric chloride) ของบริษัท Ajax Chemicals ลักษณะสมบัติทางเคมีของสารโคแอกกูแลนต์ที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ลักษณะสมบัติทางเคมีของสารโคแอกกูแลนต์ที่ใช้ในการทดลอง

สารโคแอกกูแลนต์	คุณสมบัติทางเคมี
สารแคทอออนิกพอลิอิเล็กโทรไลต์ (Novous polymer 2680)	น้ำหนักโมเลกุล : สูง ความตึงผิวเฉพาะ เท่ากับ 1.034
สารแคทอออนิกพอลิอิเล็กโทรไลต์ (polymer 1154L)	น้ำหนักโมเลกุล : สูง ความตึงผิวเฉพาะ เท่ากับ 1.015
สารแคทอออนิกพอลิอิเล็กโทรไลต์ (polymer 1192)	น้ำหนักโมเลกุล : ปานกลาง ความตึงผิวเฉพาะ เท่ากับ 1.031
สารแอนไอออนิกพอลิอิเล็กโทรไลต์ (Qemifloc VH 1007)	น้ำหนักโมเลกุล : 20-24 ล้าน ความหนาแน่นของประจุ : 30-34%± เป็นโคพอลิเมอร์ระหว่างอะครีลาไมด์ (acrylamide) และโซเดียมอะครีเลต (sodium acrylate)
สารอนไอออนิกพอลิอิเล็กโทรไลต์ (Qemifloc 720)	น้ำหนักโมเลกุล : 16-18 ล้าน เป็นโคพอลิเมอร์ระหว่างอะครีลาไมด์ และโซเดียมอะครีเลต
เกลือเฟอร์ริกคลอไรด์ (ferric chloride)	สูตรโมเลกุล : $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล : 270.30

3.2.3 สารเคมีอื่นๆ

- สารเคมีอื่นๆที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นเกรดที่ใช้วิเคราะห์ (analytical grade) ได้แก่
- เอทิลอะซิเตต (ethyl acetate) ของบริษัท J.T.Baker มีความบริสุทธิ์ 100.0%
- โซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate) ของบริษัท Ajax Chemicals น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 84.01 และมีความบริสุทธิ์ 99.0 – 101.0%
- โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) ของบริษัท Merck น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 58.44 และมีความบริสุทธิ์ 99.5%
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ของบริษัท Ajax Chemicals น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 40.0 และมีความบริสุทธิ์ 97%
- โซเดียมโดเดซิลเบนซีนซัลโฟเนต (sodium dodecyl benzenesulfonate, SDBS) ของบริษัท Fluka สูตรโมเลกุลคือ $C_{18}H_{29}NaSO_3$ น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 348.48 และมีความบริสุทธิ์ 80% เป็นสารผสมของพวกอัลคิลเบนซีนซัลโฟเนต
- กรดกำมะถัน (sulfuric acid) ของบริษัท J.T.Baker น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 98.08 และมีความบริสุทธิ์ 96.4%
- คลอโรฟอร์ม ($CHCl_3$) ของบริษัท Carlo Erba มีความบริสุทธิ์ 99%
- เมทิลีนบลู (methylene blue) ของบริษัท Riedel-deHaën น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 319.86 และมีความบริสุทธิ์ 95%
- โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (NaH_2PO_4) ของบริษัท Carlo Erba น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 137.99 และมีความบริสุทธิ์ 99%
- เมทิลแอลกอฮอล์ (CH_3OH) ของบริษัท J.T.Baker น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 32.04 และมีความบริสุทธิ์ 100.0%
- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้น 35% ของบริษัท Carlo Erba
- แอนไอออนเอกซ์เชนจ์เรซิน ชนิดพอลิสไตรีน-ควอเตอร์นารีแอมโมเนียม มีชื่อทางการค้า คือ Amberlite IRA 402 และมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุเท่ากับ 1.3 อิกิววาเลนต์ต่อลิตร
- แคทไอออนเอกซ์เชนจ์เรซิน ชนิดพอลิสไตรีน-ซัลโฟเนต มีชื่อทางการค้า คือ Dowex 50-X8 และมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุเท่ากับ 2.0 อิกิววาเลนต์ต่อลิตร
- โคบอลต์ไนเตรตเฮกซะไฮเดรต ($Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) ของบริษัท Ajax Chemicals น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 291.03 และมีความบริสุทธิ์ 99%
- แอมโมเนียมไทโอไซยาเนต (NH_4SCN) ของบริษัท Ajax Chemicals น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 76.12 และมีความบริสุทธิ์ 98%

โหนดฟีนอลเอทอกซีเลต (NP(EO)₁₁) ของบริษัท Orica Surfactants มีชื่อทางการค้า คือ TERIC N11 สูตรโมเลกุล คือ (C₂H₄O)₁₁C₁₅H₂₄O เป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดนอนไอออนิก ซึ่งประกอบด้วยเอทิลีน ออกไซด์ 11 โมล ต่อ โหนดฟีนอล 1 โมล

เมทิลีนคลอไรด์ (CH₂Cl₂) ของบริษัท J.T.Baker น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 84.93 และมีความบริสุทธิ์ 100.0%

ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ (isopropyl alcohol) ของบริษัท Carlo Erba มีความบริสุทธิ์ 99.7%

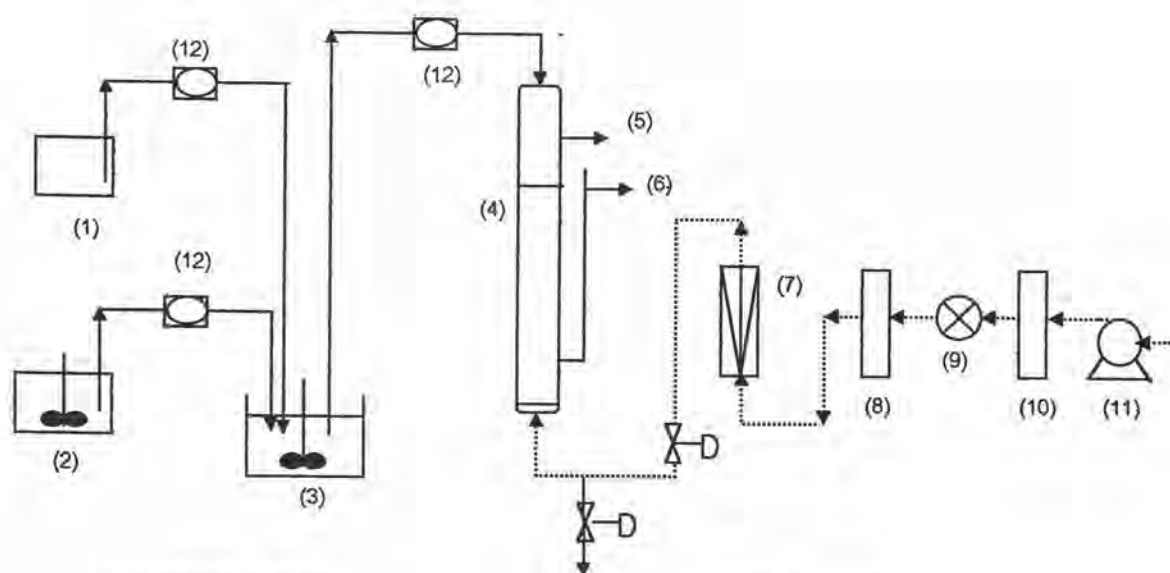
3.2.4 น้ำกลั่น

น้ำที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นน้ำที่ผ่านกระบวนการกลั่น 1 ครั้ง จากบริษัทน้ำกลั่นนวนที่จำกัด ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 1.8

3.3 อุปกรณ์ทดลอง

3.3.1 ระบบฟองลอยแบบคอลัมน์

แผนผังของระบบฟองลอยแบบคอลัมน์ที่ใช้ในการศึกษา ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 3.1 โดยระบบทดลองประกอบด้วยคอลัมน์น้ำด้วยแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม สูง 118 ซม ท่อน้ำออกสามารถปรับเลื่อนขึ้นลงเพื่อให้ได้ระดับน้ำในคอลัมน์มีปริมาตรเท่ากับ 1,500 มล ในการทดลองจะนำน้ำเสียที่ถูกเก็บรักษาในตู้เย็นที่ 4°C มาผสมกับสารลดแรงตึงผิวและ/หรือสารโคแอกกูแลนต์ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยน้ำเสียที่ใช้ทดลองนี้ถูกกวนตลอดเวลา เพื่อป้องกันการแยกตัวของสารน้ำมันและการตกตะกอนของของแข็ง จากนั้นน้ำเสียจะถูกสูบเข้าคอลัมน์ที่อัตราการไหลต่างๆ ซึ่งอัตราการไหลของน้ำเสียคำนวณได้จากปริมาตรของน้ำในคอลัมน์หารด้วยเวลาเก็บกัก โดยใช้เครื่องสูบแบบรีด (peristaltic pump) ยี่ห้อ Masterflex รุ่น 7518-12 อากาศจากเครื่องอัดอากาศ iwata รุ่น SPC-07 PB จะถูกปล่อยเป็นฟองผ่านแผ่นกระจายฟองที่ทำด้วยซินเทอร์กลาส (sintered glass) ที่ฐานคอลัมน์ โดยควบคุมอัตราการไหลของอากาศคงที่ด้วย rotameter ในส่วนของน้ำเสีย จะไหลเข้าที่ด้านบนของคอลัมน์ ส่วนของฟองที่เกิดขึ้นจะไหลล้นออกทางท่อที่ส่วนบนของคอลัมน์ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลออกทางท่อน้ำออก ซึ่งสามารถปรับระดับให้ได้ความสูงของน้ำในคอลัมน์ได้ตามต้องการ จุดเก็บตัวอย่างมี 2 จุด คือ ก่อนเข้าระบบที่จุด (2) และออกจากระบบที่จุด (6) โดยเก็บตัวอย่างน้ำครั้งละประมาณ 100 มล นำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมัน เพื่อนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพของการแยกน้ำมัน

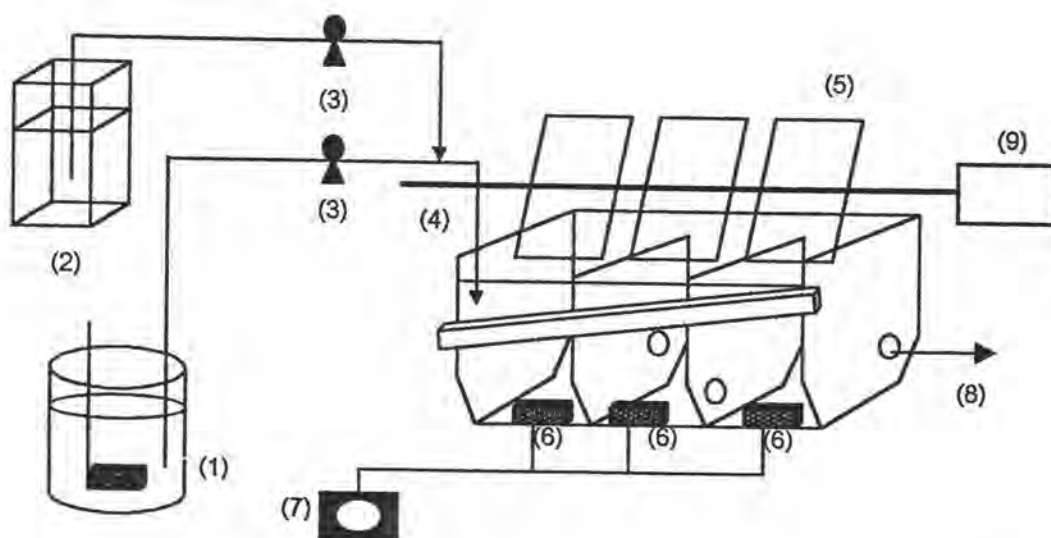


- | | |
|----------------------|------------------------|
| (1) chemical tank | (7) flowmeter |
| (2) wastewater tank | (8) oil filter |
| (3) mixing tank | (9) air regulator |
| (4) flotation column | (10) water filter |
| (5) foam drainage | (11) air compressor |
| (6) effluent outlet | (12) peristaltic pumps |

รูปที่ 3.1 แผนผังอุปกรณ์ทดลองระบบฟองลอยแบบคอดัมน์

3.3.2 ระบบฟองลอยแบบถัง

แผนผังระบบฟองลอยแบบถัง ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 3.2 โดยระบบบำบัดประกอบด้วย ถังสแตนเลส ขนาดกว้าง 18 ซม ยาว 45 ซม และสูง 20 ซม โดยด้านในแบ่งออกเป็น 3 ช่องเท่าๆกัน ในการทดลองจะนำน้ำเสียประมาณ 90 ลิตร เทลงในถังเก็บน้ำเสียที่ถูกกวนตลอดเวลา จากนั้นน้ำเสียจะถูกสูบเข้าถังทำให้เป็นฟองลอยโดยเครื่องสูบลมแบบรีด สารละลายสารลดแรงตึงผิวและ/หรือสารโคแอกกูแลนต์ที่เตรียมไว้จะถูกสูบเข้าสู่ถังผสมกับน้ำเสียโดยเครื่องสูบลมแบบรีด ยี่ห้อ Eyla รุ่น MP-3 ดังทำให้เป็นฟองลอยจะถูกเติมอากาศตลอดเวลาด้วยเครื่องอัดอากาศผ่านหัวพ่นฟอง โดยอัตราการเป่าอากาศควบคุมคงที่ประมาณ 400 ลิตร / ชั่วโมง ตลอดการทดลอง ปรับระดับในถังโดยการปรับระดับท่อ 3 ทาง เพื่อให้ได้ระดับความสูงของน้ำในถังเท่ากับ 19 ซม ซึ่งจะทำให้ความจุของถังเท่ากับ 16 ลิตร ฟองที่เกิดขึ้นจะถูกกวาดออกด้านบนด้วยเครื่องกวาดฟองแบบหมุน ซึ่งควบคุมความเร็วรอบประมาณ 2.4 รอบต่อนาที ส่วนน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลออกทางช่องน้ำออกของถังสุดท้าย จุดเก็บตัวอย่างมี 2 จุด คือ ก่อนเข้าระบบที่จุด (1) และออกจากระบบที่จุด (8) โดยเก็บตัวอย่างครั้งละประมาณ 100 มล นำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมัน เพื่อนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพของการแยกน้ำมัน



- | | | |
|-----------------------|---------------------|----------------------------|
| (1) wastewater tank | (4) floatation tank | (7) air compressor |
| (2) chemical tank | (5) scraper | (8) effluent outlet |
| (3) peristaltic pumps | (6) distributor | (9) variable-speed stirrer |

รูปที่ 3.2 แผนผังอุปกรณ์ทดลองระบบฟองลอยแบบถัง

3.4 แผนการทดลอง

การทดลองได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของตัวอย่างน้ำเสีย การหาสถานะและสารเคมีที่เหมาะสมในการแยกน้ำมันออกจากน้ำเสียสถานีบริการน้ำมัน และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการแยกน้ำมันของระบบทำให้เป็นฟองลอยแบบคอลัมน์และแบบถัง

3.4.1 การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของตัวอย่างน้ำเสีย

ตัวอย่างน้ำเสียที่ได้ทำการเก็บมาจากสถานีบริการน้ำมันการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย สาขาสนามเป้า แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ น้ำใช้จากการล้างรถ และน้ำใช้จากห้อง โดยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย 4 ครั้ง คือ วันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ และวันเสาร์ ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงความแปรผันในแต่ละวัน การเก็บตัวอย่างน้ำเสียจะเก็บแบบ composite กล่าวคือ ทำการเก็บทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 9.00 – 16.00 น. โดยตัวอย่างน้ำเสียจะถูกเก็บรักษาในถังน้ำแข็ง จากนั้นนำตัวอย่างน้ำเสียทั้งหมดมารวมกันเป็นตัวอย่างเดียวในวันนั้นๆ ก่อนการวิเคราะห์ พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย ได้แก่ ความเป็นกรดต่าง ปริมาณน้ำมันและไขมัน ค่าบีโอดี ค่าไอโอดี ฟอสเฟต ไนโตรเจน ปริมาณของแข็งทั้งหมด และปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำเสีย ซึ่งวิธีการวิเคราะห์โดยละเอียดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก-ข

3.4.2 การทดลองระบบฟองลอยแบบคอลลัมน์

3.4.2.1 การหาอัตราการเป่าอากาศที่เหมาะสม

จากงานวิจัยต่างๆที่ผ่านมา พบว่าอัตราการเป่าอากาศเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบฟองลอย ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องหาอัตราการเป่าอากาศที่เหมาะสมที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด และสิ้นเปลืองพลังงานต่ำสุด ในการทดลองนี้ได้หาอัตราการเป่าอากาศที่เหมาะสม โดยการเป่าอากาศที่อัตราการไหลต่างๆในช่วง $0-0.01 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ของเหลว-วินาที แล้ววัดปริมาตรของอากาศที่แทนที่น้ำ (gas holdup) หรือวัดจากปริมาตรน้ำที่ไหลล้นออกมาเมื่อเป่าอากาศที่อัตราต่างๆเข้าไป ข้อมูลการทดลองได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

3.4.2.2 การหาเวลาเก็บกัก และชนิดของสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสม

ในการทดลองหาเวลาเก็บกักที่เหมาะสม ได้ทดลองที่เวลาเก็บกัก 10, 20 และ 30 นาที ของสารลดแรงตึงผิวแต่ละชนิด และทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที นำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำเสียทั้งก่อนและหลังการทดลองโดยวิธีสกัดดังกล่าว ในภาคผนวก ก โดยสารลดแรงตึงผิวทั้ง 3 ชนิดที่ใช้ในการทดลองได้แก่ SDS, DTAB และ TERIC N10 ที่ความเข้มข้นคงที่เท่ากับ 1 CMC ในทุกการทดลอง และใช้อัตราการเป่าอากาศที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในหัวข้อ 3.4.2.1 ที่ความดันบรรยากาศ (ประมาณ 1.5 บาร์) ข้อมูลการทดลองได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

3.4.2.3 การหาชนิดและความเข้มข้นของสารโคแอกกูแลนต์ที่เหมาะสม

สารโคแอกกูแลนต์ที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้แก่ NOVOUS CE 2680, polymer 1154L และ KLARAID 1192 ซึ่งเป็นสารพอลิอิเล็กโทรไลต์ชนิดแคทไอออนิก Qemifloc VH 1007 ซึ่งเป็นสารพอลิอิเล็กโทรไลต์ชนิดแอนไอออนิก Qemifloc 720 ซึ่งเป็นสารพอลิอิเล็กโทรไลต์ชนิดนอนไอออนิก และเกลือเพอร์ริคคโลไรด์ โดยทำการทดลองที่สภาวะการทดลองที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากการทดลองโดยใช้สารลดแรงตึงผิว ความเข้มข้นของสารโคแอกกูแลนต์ที่ใช้อยู่ในช่วง $0 - 0.01\% \text{ w/v}$ หรือ $0 - 100 \text{ mg/l}$ เก็บตัวอย่างน้ำทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันและไขมันทั้งก่อนเข้าและหลังออกจากคอลลัมน์ ข้อมูลการทดลองได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

3.4.2.4 การใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดแคทไอออนิก (DTAB) ร่วมกับสารแคทไอออนิกพอลิอิเล็กโทรไลต์

จากข้อมูลการทดลองในหัวข้อ 3.4.2.2 จะเห็นว่าความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ คือ ที่ 1 CMC นั้นเป็นปริมาณที่สูงมาก โดยเฉพาะสาร DTAB ที่ 1 CMC เท่ากับ $3,080 \text{ mg/l}$ ซึ่งไม่เหมาะในการนำไปประยุกต์ในการบำบัดน้ำเสีย เพราะจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำบัดสูง นอกจากนี้

นี้สาร DTAB ยังเป็นสารที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ดังนั้นจึงได้ทดลองลดปริมาณของสาร DTAB ลงเหลือ 0.5 และ 0.1 CMC แล้วทดลองหาประสิทธิภาพการแยกน้ำมัน จากนั้นได้ทดลองเติมสารแคทไอออนิกพอลิอิเล็กโทรไลต์ทั้ง 3 ชนิดลงไปร่วมกับสาร DTAB แล้วหาประสิทธิภาพการแยกน้ำมัน ซึ่งข้อมูลการทดลองดังแสดงในภาคผนวก ข

3.4.2.5 การใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดแอนไอออนิก (SDS) ร่วมกับสารพอลิอิเล็กโทรไลต์

จากข้อมูลการทดลองในหัวข้อ 3.4.2.2 ซึ่งใช้สาร SDS ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 1 CMC ในการบำบัด เนื่องจากเป็นปริมาณที่สูงมาก ถ้านำไปใช้ในการบำบัด จะทำให้ค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงได้ทดลองลดความเข้มข้นของสาร SDS ลงเหลือ 0.5 CMC แล้วทดลองเติมสาร SDS ที่ความเข้มข้นที่เหมาะสมร่วมกับสารพอลิอิเล็กโทรไลต์ชนิดต่างๆ เพื่อหาประสิทธิภาพการแยกน้ำมัน ซึ่งข้อมูลการทดลองดังแสดงในภาคผนวก ข

3.4.3 การทดลองระบบฟองลอยแบบถัง

เมื่อได้สารเคมีที่เหมาะสม ในการแยกน้ำมันด้วยระบบฟองลอยแบบคอลัมน์แล้ว จะได้ทดลองกับระบบฟองลอยแบบถัง โดยใช้เวลาเก็บกัก ความดันของอากาศ และสารเคมีที่ความเข้มข้นเดียวกับแบบคอลัมน์ จากนั้นจะได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพการแยกน้ำมันของทั้งสองระบบ เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้ระบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป ซึ่งข้อมูลการทดลองได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

3.5 วิธีวิเคราะห์น้ำเสีย

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำเสียได้แก่

3.5.1 ปริมาณสารน้ำมันและไขมัน (oil and grease) สามารถหาได้โดยวิธีสกัดด้วยตัวทำละลายละลาย เช่น เฮกเซน ในกรวยแยก จากนั้นระเหยตัวทำละลายออกไป ชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะเป็นน้ำหนักของสารน้ำมันที่สกัดได้ วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

3.5.2 Chemical oxygen demand (COD) เป็นการหาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำที่สามารถถูกออกซิไดซ์ได้โดยสารเคมีซึ่งมีอำนาจการออกซิไดซ์สูง (oxidizing agent) เช่น $K_2Cr_2O_7$ ในสารละลายที่เป็นกรด ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีฟลักซ์แบบปิด ซึ่งสารอินทรีย์ที่ระเหยได้สามารถถูกออกซิไดซ์มากกว่าในระบบเปิด นอกจากนี้ยังใช้ปริมาตรของตัวอย่างและสารเคมีน้อยกว่าด้วย วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

3.5.3 Biological oxygen demand (BOD) เป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ไปในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20°ซ เป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะทราบถึงความสกปรกของน้ำ วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค

3.5.4 ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid) สามารถหาได้จากผลรวมของปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง

3.5.5 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus) สามารถทำได้โดยการย่อยสลายฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในตัวอย่างให้เป็นออร์โธฟอสเฟต และใช้วิธีกรดแอสคอร์บิกในการวิเคราะห์ปริมาณออร์โธฟอสเฟต วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดได้แสดงไว้ในภาคผนวก จ

3.5.6 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total kjeldahl nitrogen) เป็นการหาปริมาณออร์แกนิกไนโตรเจนและแอมโมเนียมไนโตรเจน ที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำเสีย โดยขั้นแรกจะต้องทำการย่อยสลายไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำเสียให้เป็นแอมโมเนียมไนโตรเจน จากนั้นจึงหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธีเนสเคลอร์ วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ฉ

3.5.7 ปริมาณสารซักฟอก (detergent and liquid detergent) เป็นการหาปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่มีอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งโดยทั่วไปสารลดแรงตึงผิวจะเป็นองค์ประกอบสำคัญในการผลิตสารซักฟอก โดยขั้นแรกจะต้องแยกส่วนที่เป็นสารลดแรงตึงผิวออกจากส่วนที่ไม่เป็นสารลดแรงตึงผิวด้วยวิธีขับเลชัน จากนั้นจึงหาปริมาณสารลดแรงตึงผิวชนิดแอนอเนียนิกโดยวิธีเมทิลบลู และสารลดแรงตึงผิวชนิดนอนอเนียนิกโดยวิธีโคบอลท์ไทโอไซยาเนต วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ช