บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่องการรีไซเคิลน้ำเสียจากการแปรรูปยางพาราในชุมชนด้วยระบบกลั่นพลังงานแสงอาทิตย์ครั้งนี้ มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเสียในการวิจัยครั้งนี้เก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab Sampling)โดยใช้คนตัก การเก็บตัวอย่างแบบจ้วงจะเป็นการเก็บน้ำเป็นครั้งๆ น้ำเสียที่ได้จะเป็นตัวแทนของน้ำ ณ เวลาที่เก็บตัวอย่าง เช่น การวิเคราะห์ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่างและ อุณหภูมิ เป็นต้น วิธีนี้มีประโยชน์ในการตรวจสอบลักษณะน้ำเสียเป็นจุดๆ (Spot Check) ลักษณะคงที่ไม่แปรปรวนตามเวลา ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ ควรเป็นขวดปากกว้าง ปริมาตรตัวอย่างที่เก็บประมาณ 1-2 ลิตร โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำ

1.1 เตรียมน้ำแข็งใส่กล่องรักษาความเย็นไว้ให้เพียงพอสำหรับการเก็บตัวอย่าง

1.2 ติดฉลากข้างขวดตัวอย่างน้ำตามประเภทพารามิเตอร์ที่จัดเก็บและเขียนฉลากขวดเก็บตัวอย่างน้ำด้วยปากกาชนิดกันน้ำ โดยเขียนหมายเลขข้างขวดและรายละเอียดของตัวอย่างน้ำ ระบุวันที่เก็บ เวลา สถานที่ จุดที่เก็บ ผู้เก็บตัวอย่าง ประเภทของตัวอย่าง การรักษาสภาพตัวอย่าง พร้อมทั้งระบุวัตถุประสงค์ในการส่งวิเคราะห์อย่างชัดเจน ลักษณะของฉลากที่ใช้ต้องสามารถกันน้ำได้ ไม่หลุดลุ่ยง่าย ฉลากที่ใช้อาจเป็นสติ๊กเกอร์ กระดาษกาว หรือใช้เทปกาวติดก็ได้

2. ขั้นตอนระหว่างเก็บตัวอย่างน้ำ

2.1 ใส่ถุงมือเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกปนเปื้อน โดยก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำให้ใช้ตัวอย่างน้ำที่เก็บกลั้ว (Rinse) และเขย่าล้างอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ และขวดเก็บตัวอย่างก่อน 2-3 ครั้ง เพื่อมั่นใจว่าไม่มีสารแปลกปลอมอื่นเจือปนในขวดเก็บน้ำ ยกเว้นขวดเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อวิเคราะห์ค่าแบคทีเรียไม่ต้อง Rinse ขวดด้วยน้ำตัวอย่างเนื่องจากผ่านการอบ ความร้อนฆ่าเชื้อแล้ว สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้เลย ทั้งนี้ขวดเก็บตัวอย่างจะเปิดฝาเมื่อจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำเท่านั้น และฝาขวดต้องระวังไม่ให้สัมผัสสิ่งปนเปื้อนได้

2.2 เก็บตัวอย่างน้ำให้มีปริมาตรเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ในแต่ละพารามิเตอร์ และให้ใช้อุปกรณ์ เก็บตัวอย่างน้ำที่เหมาะสมกับสภาพจุดเก็บตัวอย่าง โดยมีข้อควรระวังในการเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับการวิเคราะห์ BOD จะต้องเก็บตัวอย่างน้ำให้เต็มขวดจนล้นเพื่อไล่ฟองอากาศให้หมดจนไม่มีช่องว่างภายในภาชนะและปิดฝาให้แน่นโดยทันที เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้อากาศที่เหลืออยู่บนผิวน้ำละลายเข้าไปในตัวอย่างซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้งว่าขวดที่เก็บตัวอย่างทุกขวดมีสภาพปกติไม่รั่วซึม

3. หลังเก็บตัวอย่างน้ำ

3.1 ตรวจวัดค่า pH และอุณหภูมิในสนามทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างน้ำแล้วเสร็จ

3.2 ต้องรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ (Preserve) เพื่อมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติของตัวอย่างน้ำในระหว่างที่ยังไม่ได้ทำการวิเคราะห์ การรักษาสภาพตัวอย่างน้ำโดยทั่วไปมีวิธีดังนี้

การแช่เย็นตัวอย่างน้ำให้อยู่ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อลดหรือยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ชั่วคราวและลดอัตราการเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีวิธีนี้จะใช้ในการรักษาสภาพตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาค่า บีโอดี และสารแขวนลอย เป็นต้น

3.3 หลังจาก Preserve ให้ปิดฝาให้สนิทแล้วพลิกขวดไปมาประมาณ 10 ครั้ง เพื่อให้สารละลายผสมกัน และให้นำตัวอย่างน้ำทั้งหมดบรรจุลงในกล่องเก็บรักษาความเย็นโดยใส่น้ำแข็งเพื่อยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์และลดอัตราการเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี โดยให้ตั้งขวดขึ้นเพื่อป้องกันการรั่วซึมระหว่างขนส่ง

3.4 กรอกแบบลงรายการ ใบส่ง/รับตัวอย่าง ให้ครบถ้วน และใส่ซองพลาสติก รวมกับกระดาษพิมพ์ชื่อที่อยู่ผู้รับตัวอย่าง และนำไปติดไว้ด้านนอกของกล่องเก็บรักษาขวดตัวอย่างให้แน่นหนา

3.5 นำขวดตัวอย่างส่งห้องปฏิบัติการเพื่อทำการวิเคราะห์โดยเร็วที่สุดระยะเวลาที่มากที่สุดที่จะเก็บตัวอย่างน้ำไว้ก่อนการวิเคราะห์ คือ 12ชั่วโมง

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

การศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่จุดปล่อยน้ำทิ้ง (Effluent) โดยเก็บ 2 จุด คือก่อนเข้าบ่อพักน้ำเสีย และในบ่อพักน้ำเสีย ดังแสดงในภาพที่ 3.1 และ 3.2

ภาพที่ 3.1 จุดเก็บน้ำเสียก่อนเข้าบ่อพักน้ำเสีย

ภาพที่ 3.2 บ่อพักน้ำเสีย

การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และเคมีของน้ำเสีย และน้ำกลั่น

1. วัสดุและอุปกรณ์

1. กระบอกตวง (graduated cylinder)
2. บีกเกอร์ (beaker)
3. แท่งแก้วคนสารละลาย (stirring rods)
4. ขวดฉีดน้ำกลั่น (wash bottle)
5. กรวย (funnel)
6. ขวดรูปชมพู่ หรือขวดรูปกรวย (Erlenmeyer flask)
7. หลอดทดลอง (test tube)
8. ที่วางหลอดทดลอง (test tube rack)
9. บิวเรตต์ (Burette)
10. คีมคีบถ้วยครูซิเบิล (crucible tong)
11. ช้อนตักสาร (spatula)
12. ตู้ดูดความชื้น (dessicator)
13. ถ้วยระเหยสาร (evaporating disk)
14. หลอดหยด (dropping pipette, dropper)
15. ที่จับหลอดทดลอง (test tube holder)
16. แปรงล้างหลอดทดลอง (test tube brush)
17. ปากกาเขียนแก้ว (marking pen)

18. ตู้อบ (oven)
19. เครื่องวัดดีโอ (DO meter)
20. พีเอชมิเตอร์ (pH meter)

2. การหาค่าบีโอดี

1. หลักการ

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดี BOD เป็นการวัดความสกปรกของน้ำเสียในเทอมของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายในสภาวะที่มีออกซิเจน โดยค่าบีโอดีมาตรฐานต้องบ่ม (incubate) ที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน

2. วิธีวิเคราะห์หาปริมาณ BOD มี 2 วิธีคือ

2.1 วิธีแบบโดยตรง

2.2วิธีแบบเจือจาง

วิธีแบบโดยตรง (Direct Method) เหมาะสำหรับตัวอย่างที่มีความสกปรกน้อยที่มีค่าบีโอดีไม่เกิน 7 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่น น้ำธรรมชาติจากแม่น้ำลำคลองที่สะอาด วิธีนี้ไม่ต้องทำให้ตัวอย่างเจือจางด้วยน้ำกลั่น นำตัวอย่างน้ำหาค่าบีโอดีโดยตรงเลย

วิธีแบบเจือจางใช้สำหรับตัวอย่างที่มีความสกปรกมาก เช่น มีค่าบีโอดีเกิน 7 มิลลิกรัมต่อลิตรเนื่องจากปริมาณของออกซิเจนที่ใช้ไปในการย่อยสลายสารอินทรีย์จะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับจำนวนสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำนั้น เมื่อตัวอย่างน้ำมีสารอินทรีย์จำนวนมาก จึงต้องทำการเจือจางตัวอย่างเพื่อให้มีออกซีเจนเพียงพอที่แบคทีเรียจะใช้ในย่อยสลายสารอินทรีย์นั้น วิธีแบบเจือจางสามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี

1. ไม่ต้องเติมหัวเชื้อ (No seeding) เหมาะสำหรับตัวอย่างน้ำเสียหรือน้ำทิ้งทั่วไปซึ่งมีจุลินทรีย์พอเพียงและมีพีเอชเหมาะสมสำหรับการย่อยสลายทางชีวภาพตัวอย่างน้ำจะต้องไม่ผ่านการเติมคลอรีนหรือความร้อนมาก่อน

2. ต้องมีการเติมหัวเชื้อ (Seeding) เหมาะสำหรับตัวอย่างน้ำที่ไม่มีแบคทีเรียอยู่เลยหรือมีอยู่ปริมาณน้อยมากและไม่ active จำเป็นจะต้องหาแบคทีเรียจากที่อื่นมาให้ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียชนิดนั้นๆ น้ำทิ้งที่เป็นกรดหรือด่างสูงต้องปรับพีเอชเป็นกลางก่อนจึงใส่หัวเชื้อ น้ำทิ้งอุณหภูมิสูง น้ำทิ้งผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนซึ่งต้องกำจัดคลอรีนก่อน แล้วจึงค่อยเติมหัวเชื้อ บางกรณีน้ำเสียบางชนิดมีสารพิษที่แบคทีเรียไม่สามารถอยู่ได้ ถ้าใส่หัวเชื้อไปโดยตรงแบคทีเรียจะตาย จำเป็นที่จะต้องเลี้ยงแบคทีเรียให้คุ้นเคยกับตัวอย่างน้ำที่มีสารพิษนั้นก่อน แล้วจึงนำมาใช้เป็นหัวเชื้อต่อไป แหล่งหัวเชื้อหาได้จากน้ำโสโครกจากบ้านเรือน น้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพหรืออาจเตรียมขึ้นเองในห้องปฏิบัติการ

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1 ขวดบีโอดี (BOD Bottle) ขนาด 300 ml พร้อมจุกปิดสนิท ปราศจากสารอินทรีย์โดยการทำความสะอาดด้วยกรดโครมิค (Chromic Acid) แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด ฉีดน้ำกลั่นหลายๆ ครั้ง คว่ำให้แห้ง

3.2 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator) ที่ควบคุมอุณหภูมิ 20±1 °C และต้องมืด

3.3 อุปกรณ์เครื่องแก้ว เช่น กระบอกตวง บิวเรต ขวดรูปชมพู่ เป็นต้น

3.4 เครื่องจ่ายลม แบบเดียวกับที่ใช้กับตู้เลี้ยงปลาและหัวลูกฟู่ (หัวจ่ายลม)

4. สารเคมี

4.1น้ำกลั่น

ต้องมีคุณภาพสูง ควรมีทองแดงน้อยกว่า 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ปราศจากคลอรีน คลอรามีน สารอินทรีย์กรดและด่าง พีเอชต้องเป็นกลาง

4.2สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

ละลายโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 8.5 กรัม ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเฮปตะไฮเดรต ($Na_2HPO_47H_2O$) 33.4 กรัม ไดโปแตสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ($K_2\ HPO_4$) 21.75 กรัม และแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร

4.3สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต

ละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปต้าไฮเดรต ($MgSO_4.7H_2O$) จำนวน 22.5 กรัมในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

4.4 สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

ละลายแคลเซียมคลอไรด์ปราศจากน้ำ (anhydrous $CaCl_2$) 27.5 กรัมในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

4.5 สารละลายเฟริคคลอไรด์

ละลายเฟริคคลไรด์เฮกซะไฮเดรต ($FeCl_2.6H_2O$) จำนวน 0.25 กรัมแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

4.6 สารละลายแมงกานีสซัลเฟต

ละลายแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ($MnSO_4.H_2O$) 364 กรัม หรือแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ($MnSO_4.H_2O$) 480 กรัมหรือแมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ($MnSO.2H_2O$) 400 กรัม ในน้ำกลั่น กรองแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

4.7สารละลายอัลคาไล– ไอโดไดด์– เอไซด์ (Alkali – Iodide – Azide reagent)

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 500 กรัม (หรือโปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 700 กรัม)และโซเดียมไอโดไดด์ (Nal) 135 กรัม (หรือโปแทสเซียมไอโอไดด์150 กรัม) ในน้ำกลั่นเจือจางเป็น 1 ลิตรและละลายในโซเดียมเอไซด์ (NaN_3) 10 กรัมในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้วเติมลงในสารละลายข้างต้น

4.8กรดซัลฟุริคเข้มข้น (36N)

4.9น้ำแป้ง

ละลายแป้ง 5 กรัม ในน้ำต้ม 800 มิลลิลิตร เติมน้ำให้ได้ 1 ลิตร ต้มให้เดือด 2-3 นาที ตั้งค้างคืนใช้แต่น้ำใส เติมกรดแซลลิไซลิค (Salicylic acid) 1.25 กรัม ต่อน้ำแป้ง 1 ลิตร

4.10 สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต0.1นอร์มัล

ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) จำนวน 24.82 กรัมในน้ำต้มที่เย็นแล้ว เติมจนได้ปริมาตร 1 ลิตร เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 มิลลิลิตร หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กรัมต่อสารละลาย 1 ลิตร

4.11สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต0.0250นอร์มัล

เตรียมโดยเจือจางสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล จำนวน 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตรเก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 มิลลิลิตรหรือใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัมต่อสารละลาย 1 ลิตร ละลายนี้ต้องนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardization) ด้วยสารละลายมาตรฐานไดโครเมต

4.12 สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต0.0250 นอร์มัล

ละลายโปแตสเซียมไดโครเมตรที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จำนวน 1.226 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร

4.13 สารละลายโซเดียมซัลไฟต์ 0.025 นอร์มัล

ละลายโซเดียมซัลไฟต์ปราศจากน้ำ (Na_2SO_3) 1.575 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร (สารละลายนี้ไม่อยู่ตัวต้องเตรียมในวันที่จะใช้เท่านั้น)

5. วิธีวิเคราะห์

1. วิธีวิเคราะห์บีโอดีแบบโดยตรง

1.1 นำตัวอย่างน้ำมาปรับอุณหภูมิให้ได้ประมาณ 20 องศาเซลเซียส

1.2 เติมออกซิเจนโดยการเติมอากาศผ่านหัวลูกฟู่ (หัวจ่ายลม) จนออกซิเจนละลายอิ่มตัว

1.3 เติมตัวอย่างน้ำใส่ลงในขวดบีโอดีจนเต็ม 2 ขวดปิดจุกให้สนิทและมีน้ำหล่อที่ปากขวด

1.4 นำขวดหนึ่งมาหาค่าออกซิเจนละลายถือว่าเป็นออกซิเจนละลายที่มีเริ่มต้นสมมุติเป็น DO_0

1.5 นำอีกขวดหนึ่งใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน เมื่อครบ 5 วันแล้วนำตัวอย่างนั้นมาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่สมมุติเป็น DO_5

1.6 วิธีคำนวณ

ค่าบีโอดี (มิลลิกรัมออกซิเจน/ลิตร) = DO_0-DO_5

เมื่อ DO_0 = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันแรก

DO_5 = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันที่ 5

2. วิธีวิเคราะห์แบบเจือจางที่ไม่ต้องเติมเชื้อ seed

2.1 การเลือกปริมาณตัวอย่างที่จะใช้ถ้าไม่ทราบค่าบีโอดีโดยประมาณของตัวอย่างน้ำต้องหาซีโอดีก่อนหรืออาจจะดูจากค่า Rapid COD (ซีโอดีอย่างง่าย) พร้อมกับพิจารณาลักษณะของตัวอย่างน้ำแหล่งน้ำร่วมด้วยเพื่อกะประมาณค่าบีโอดีเช่นน้ำตัวอย่างที่มีค่าของแข็งละลายมากควรจะมีค่าบีโอดีร้อยละ 60-70 ของซีโอดีหรือเมื่อทราบว่าเป็นน้ำเสียชุมชนก็ควรจะมีค่าบีโอดีระหว่าง 100-300 มิลลิกรัมต่อลิตรการเลือกปริมาณตัวอย่างนิยมเลือกให้มีปริมาณออกซิเจนเหลืออยู่อย่างน้อย 1 มิลลิกรัมต่อลิตรและควรจะมีการใช้ออกซิเจนอย่างน้อย 2 มิลลิกรัมต่อลิตรเมื่อทราบค่าบีโอดีโดยประมาณควรเลือกปริมาณตัวอย่างที่คาดว่าจะให้ค่าบีโอดีอยู่ในช่วงที่กำหนดแล้วจึงเลือกปริมาณตัวอย่างที่ใช้ให้สูงและต่ำกว่าที่อยู่ติดกันตาม ตารางที่ 3.1

ตารางที่3.1 การเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วงบีโอดีต่างๆ

ปริมาณตัวอย่าง (มล.)	ช่วงบีโอดี (มก./ล.)	อัตราเจือจาง
0.02	30,000 – 105,000	15,000
0.05	12,000 – 42,000	6,000
0.10	6,000 – 21,000	3,000
0.20	3,000 – 10,500	1,500
0.50	1,200 – 4,200	600
1.0	600 – 2,100	300
2.0	300 – 1,050	150
5.0	120 – 420	60
10.0	60 – 210	30
20.0	30 – 105	15
50.0	12 – 42	6
100	6 – 21	3
300	0 – 7	1

หมายเหตุ : ถ้าปริมาณตัวอย่างที่ใช้น้อยกว่า 1.0 มิลลิลิตรควรเจือจางตัวอย่างก่อนปิเปตใส่ขวดบีโอดี เมื่อเลือกปริมาณตัวอย่างได้แล้วปิเปตตัวอย่างตามจำนวนที่เลือกไว้ลงในขวดบีโอดีขนาด 300 มิลลิลิตรอย่างละ 2 ขวดเติมน้ำสำหรับใช้เจือจางจนเต็มขวดบีโอดีต้องระมัดระวังพยายามอย่าให้เกิดฟองอากาศปิดฝาให้แน่นนำขวดบีโอดีขวดหนึ่งของแต่ละปริมาตรที่เลือกมาหาค่าออกซิเจนละลายที่มีเริ่มต้นสมมติเป็น DO_0 ส่วนอีกขวดนำไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 20^0ซเป็นเวลา 5 วันเมื่อครบ 5 วันนำขวดบีโอดีที่บ่มไว้มาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่สมมติเป็น DO_5

2.2 การคำนวณค่าบีโอดีทำได้ดังนี้

ค่าบีโอดีไม่เติมหัวเชื้อ (มก.ออกซิเจน/ลิตร) = $(DO_0 - DO_5)$ x อัตราเจือจาง

เมื่อ DO_0 = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันแรก

DO_5 = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันที่ 5

อัตราเจือจาง = $\frac{\text{ปริมาตรน้ำเต็มขวดบีโอดี (300มล.)}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้}}$

3. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

3.1 หลักการ

การวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) คือ การวัดสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (Aqueous Solution) โดยวัดความต่างศักย์ที่เกิดขึ้น (Potential) ระหว่างอิเลกโทรดอ้างอิง (Reference Electrode) กับอิเลคโทรดตรวจวัด (Sensing Electrode) ความต่างศักย์ที่ได้เกิดขึ้นจากจำนวนของไฮโดรเจนอิออน (H^+) อิเลคโทรดจะเปลี่ยนความต่างศักย์ที่เกิดจากอิออน (Ionic Potential) ให้เป็นความต่างศักย์ไฟฟ้า (Electonic Potential) แล้วขยายให้มีความต่างศักย์สูงขึ้นด้วยเครื่องวัดพีเอช (Potentionmeter)

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องวัดพีเอช (pH Meter)

เครื่องวัดพีเอชเป็นเครื่องมือทางไฟฟ้าที่ใช้วัดพีเอชของสารละลายโดยหลักการวัดความต่างศักย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ อิเลคโทรดและตัวเครื่อง

3.2.2 อิเลคโทรด ทำหน้าที่เป็นภาคตรวจรับ ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นอิเลคโท (Conbination pH Electrode) ซึ่งออกแบบไว้ให้สะดวกในการใช้งาน โดยรวมอิเลคโทรดอ้างอิงและอิเลคโทรดตรวจวัดมาอยู่ด้วยกัน อิเลคโทรดตรวจวัดทำด้วยแก้วพิเศษที่ยอมให้ไฮโรเจนอิออนผ่านส่วนใหญ่ออกแบบเป็นรูปกระเปาะ ภายในบรรจุบัฟเฟอร์เอาไว้ อิเลคโทรดอ้างอิงทำหน้าที่ให้ศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ขั้วตรวจวัดเกิดครอบวงจร โดย KCl ชนิดอิ่มตัวที่อยู่ในอิเลคโทรดอ้างอิงซึมผ่านออกมาเป็น Salt bridge เชื่อมกับอิเลคโทรดตรวจวัด

3.2.3 ตัวเครื่อง (Potentionmeter) ทำหน้าที่สำคัญ 3 ประการ คือ

- ปรับความต่างศักย์ให้กับอิเลคโทรดอ้างอิงให้มีค่าความต่างศักย์เป็นศูนย์และคงที่
- แปลสัญญาณจากความต่างศักย์ของอิออน ของอิเลคโทรดให้เป็นความต่างศักย์ทางไฟฟ้า

- ขยายสัญญาณของความต่างศักย์ทางไฟฟ้าให้เพิ่มมากขึ้นอย่างเพียงพอให้เข็มหรือตัวเลขแสดงออกทางมิเตอร์

3.3 วิธีการวัดพีเอช

3.3.1 ใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์วัดตัวอย่างน้ำเสีย โดยปล่อยให้อุณหภูมิของน้ำคงที่เสียก่อน เช่น ในกรณีตัวอย่างน้ำแช่เย็น และก่อนวัดต้องเขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากันก่อน

3.3.2 เทน้ำตัวอย่างในบิกเกอร์แล้วจุ่มอิเลคโทรดจนตัวเลขแสดงค่าพีเอชหยุดนิ่งแล้วอ่านค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำ

3.3.3 เมื่อวัดตัวอย่างเสร็จต้องฉีดน้ำกลั่นล้างอิเลคโทรดให้สะอาดแล้วแช่อิเลคโทรดไว้ในสารละลายบัฟเฟอร์หรือในน้ำยารักษาอิเลคโทรด

4. การวิเคราะห์ปริมาณของสารแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids)

4.1 หลักการ

กรองตัวอย่างน้ำผ่านกระดาษกรอง GF/C ที่ทราบ น้ำหนักตะกอนที่ติดอยู่บนกระดาษกรองจะนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส และทำให้เย็นในโถทำแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักที่เพิ่ม คือ น้ำหนักของของแข็งแขวนลอยทั้งหมดต่อปริมาตรตัวอย่างน้ำที่ใช้

4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Glass microfiber filters (Whatmann GF/C) 5.5 เซนติเมตร
2. Disposable filter funnels พร้อมชุดกรองตัวอย่าง
3. Watch glass เส้นผ่าศูนย์กลาง 8.0 เซนติเมตร
4. Vaccum pump
5. Oven ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 103 °C –105 °C
6. Desiccator
7. เครื่องชั่งชนิดละเอียด (4 ตำแหน่ง)

4.3 วิธีการ

1.นำกระดาษกรอง GF/C วางบน Watch glass แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 °C เวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ประมาณ 45 นาที ชั่งหาน้ำหนักให้แน่นอน

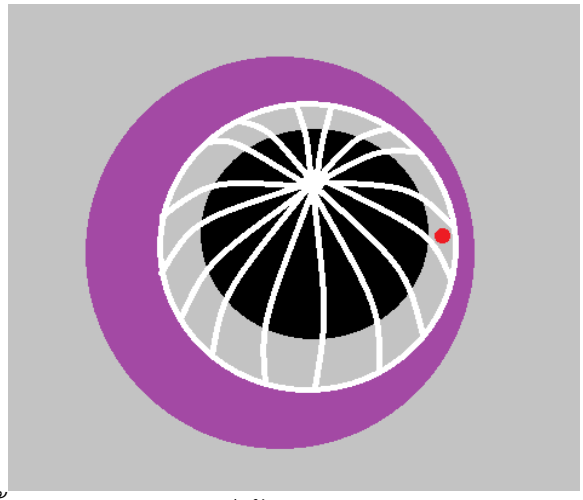
2.นำกระดาษกรองจากข้อ 1 ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนวางลงบน Disposable filter funnels เทน้ำกลั่นผ่าน 1 ครั้ง ตามด้วย น้ำตัวอย่างปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปอบให้แห้งที่103 °C เวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้องใน Desiccator ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของ Suspended Solids

4.4 วิธีคำนวณ

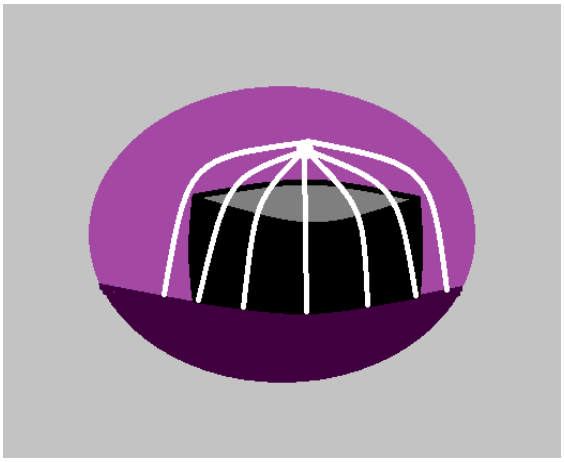
$$\text{Total Suspended Solids [mg/l]} = \frac{\text{gm of Suspended solids} \times 10^6}{\text{ml of sample}}$$

การออกแบบและสร้างระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นขนาดเล็ก แบบทดลองในห้องปฏิบัติการ (Lab scale) ซึ่งออกแบบโดยมีพื้นฐานจากข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าระบบกลั่นน้ำที่เคยมีการออกแบบและสร้างกันมาแล้ว ภาพที่ 3.1 และ ภาพที่ 3.2 แสดงระบบกลั่นน้ำโดยเป็นภาพด้านบน และภาพด้านข้าง ตามลำดับ



ภาพที่ 3.3 ระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ด้านบน



ภาพที่ 3.4 ระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ด้านข้าง

ส่วนประกอบของระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ มี 3 ส่วน ได้แก่

1. ฐานของระบบกลั่นน้ำ ในการศึกษานี้ใช้ถาดพลาสติกวงกลมเป็นฐาน เจาะรูเพื่อใช้ระบายน้ำกลั่นออกจากระบบ

2. ภาชนะรองรับน้ำเสีย ในการศึกษานี้ใช้ภาชนะพลาสติกทรงกลมที่มีขนาดเล็กกว่าฐานและหุ้มด้วยถุงพลาสติกสีดำ

3. โดมครึ่งวงกลม ที่มีขนาดใหญ่กว่าภาชนะรองรับน้ำเสีย และเล็กกว่าฐานของระบบกลั่นน้ำ ใช้ครอบภาชนะรองรับน้ำเสีย เลือกโดมที่ทำจากพลาสติกใสเพื่อให้แสงอาทิตย์ส่งผ่านเข้ามาได้ เจาะรูเพื่อสอดเทอร์โมมิเตอร์เข้าไปวัดอุณหภูมิ

การหาศักยภาพของระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

การศึกษาศักยภาพของระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ศึกษา 3 ประเด็น คือ อุณหภูมิของระบบกลั่น ประสิทธิภาพการกลั่น และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. อุณหภูมิของระบบกลั่น

การวัดอุณหภูมิในระบบกลั่นน้ำในการศึกษาครั้งนี้ ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ 4 ตำแหน่ง คือ อุณหภูมิบรรยากาศ อุณหภูมิผิวน้ำ อุณหภูมิกลางน้ำ และอุณหภูมิใต้น้ำ โดยทำการวัดและบันทึกอุณหภูมิที่เวลา 18.00 น.ของทุกวันที่ทำการศึกษา

2. การหาประสิทธิภาพการกลั่น

การหาประสิทธิภาพการกลั่น ดำเนินการโดยวัดปริมาตรน้ำกลั่นที่ได้จากเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใส่น้ำเสียเริ่มต้นที่ปริมาณ 300 มล. และใช้เวลาในการศึกษาประสิทธิภาพการระเหยประมาณ 7 วัน ซึ่งเป็นเวลาที่เครื่องกลั่นสามารถระเหยน้ำเสียจากระบบได้หมด

3. ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย

การประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบกลั่นน้ำ โดยคำนวณหาร้อยละการกำจัดของแข็งแขวนลอยในน้ำ และค่า BOD ระหว่างน้ำเสีย และน้ำกลั่น

ศึกษาการนำน้ำกลั่นกลับมาใช้ซ้ำแทนกรด

ศึกษาศักยภาพการนำน้ำกลั่นที่ได้จากเครื่องกลั่นกลับมาใช้ซ้ำทดแทนกรด โดยดูระยะเวลาในการแข็งตัวของน้ำยางเมื่อผสมกับน้ำกลั่น เปรียบเทียบกับการเติมกรดฟอร์มิก และกรดซัลฟูริก โดยเตรียมกรดในอัตราส่วนที่เกษตรใช้ คือ เตรียมน้ำกรดโดยใช้กรดชนิดความเข้มข้น 90% อัตราส่วน 2 ช้อนแกง (ประมาณ 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ผสมกับน้ำสะอาด 2 กระป๋องนม (ประมาณ 640 ลูกบาศก์เซนติเมตร) จะได้น้ำกรดที่มีความเข้มข้นพอเหมาะ (เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี, 2543) น้ำกรดเข้มข้น 90% จำนวน 1 ลิตร ใช้ทำยางแผ่น 90-100 แผ่น