

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน
 - 1.1 เสียม
 - 1.2 ถังพลาสติก
2. อุปกรณ์ในการเก็บตะกอนเร่ง
 - 2.1 ขวดเก็บตัวอย่าง
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการกรองน้ำเสีย
 - 3.1 ทัพพี
 - 3.2 ขวดซีรัม
 - 3.3 Butyl Rubber Stopper
 - 3.4 Aluminium Clam
 - 3.5 อุปกรณ์บีบฝาอะลูมิเนียม
 - 3.6 ชุดให้น้ำเกลือ
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาการย่อยสลายสี
 - 3.1 โหลแก้ว
 - 3.2 ขวดสีชา
 - 3.3 เครื่องเติมอากาศพร้อมสายให้อากาศและหัวทราย
 - 3.4 กระบอกจลิตยา
 - 3.5 เข็มจลิตยา
 - 3.6 หลอดฝาเกลียว
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินและน้ำเสียตามพารามิเตอร์

ต่าง ๆ

- 4.1 เครื่อง UV -Visible Spectrophotometer
- 4.2 เครื่อง COD Reactor Hach
- 4.3 เครื่อง Direct Reading Spectrophotometer DR/ 2000 Hach
- 4.4 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
- 4.5 ตู้อบ

- 4.6 เครื่องอิงไอน้ำ
- 4.7 โถดูดความชื้น
- 4.8 pH Meter
- 4.9 ชุด Test Kit (Range 0-1,500)
- 4.10 กรวยบุคเนอร์ และปั๊มดูดอากาศ
- 4.11 Hydrometer
- 4.12 กระจกทรง GF/C เส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร
- 4.13 ถ้วยระเหย
- 4.14 บิวเรต
- 4.15 กระจกตวง
- 4.16 ปีเปต
- 4.17 กระจกตวงสำหรับตกตะกอน (Bouyoucos Jar)
- 4.18 Soil Dispersion Cup

สารเคมี

1. สารเคมีสำหรับการเลี้ยงตะกอนเร่ง
 - 1.1 สารละลายโซเดียมเบนโซเอท
 - 1.2 สารละลายโพแทสเซียมไนเตรต
 - 1.3 โซเดียมไบคาร์บอเนต
2. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์เนื้อดิน และอินทรีย์วัตถุในดิน
 - 2.1 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30 เปอร์เซ็นต์
 - 2.2 โซเดียมเฮกซะเมทาฟอสเฟต และโซเดียมคาร์บอเนต
 - 2.3 สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต
 - 2.4 สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต
 - 2.5 สารละลายออร์โทฟอสเฟต อินดิเคเตอร์
3. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมคลอไรด์
 - 3.1 สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต อินดิเคเตอร์
 - 3.2 สารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรต
4. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ไนเตรต
 - 4.1 สารละลายโซเดียมคลอไรด์

4.2 สารละลายกรดซัลฟูริก

4.3 สารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิก

5. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ไนโตรต์

5.1 สารละลายซัลฟานิลามายด์

5.2 สารละลายเอ็นอีดีไคไฮโดรคลอไรด์

วิธีดำเนินการทดลอง

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 การเตรียมตัวอย่างดิน มีวิธีการคือ

ทำการเก็บตัวอย่างดินมาแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะนำดินไปวิเคราะห์หาเนื้อดิน และอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในดิน ในส่วนที่สองนำตัวอย่างดินที่ได้ไปผึ่งไว้ให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นนำตัวอย่างดินมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งน้ำหนักแล้วบรรจุลงในคอลัมน์

1.2 การเตรียมตัวอย่างถ่านกัมมันต์ มีวิธีการคือ

ชั่งน้ำหนักถ่านกัมมันต์ จากนั้นบรรจุลงในอีกคอลัมน์หนึ่งโดยกำหนดความสูงเท่ากับ ความสูงของคอลัมน์ตัวอย่างดิน

1.3 การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียเสียย้อม มีวิธีการคือ

เก็บตัวอย่างน้ำเสียมาจากโรงงานผลิตสีย้อมแห่งหนึ่ง โดยน้ำเสียดังกล่าวเป็นน้ำเสียที่เกิดจากการชะล้างพื้นที่ในกระบวนการผลิตซึ่งมีความเข้มข้นต่ำ ทำการวิเคราะห์น้ำเสียเสียย้อมตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ ค่าความเข้มข้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณซีไอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณของแข็งละลายน้ำ และปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ตามลำดับ

1.4 การเตรียมตะกอนเร่ง มีวิธีการคือ

1.4.1 การเก็บตะกอนเร่ง เก็บตัวอย่างตะกอนเร่งจากบ่อเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียเมืองพัทยา จ.ชลบุรี

1.4.2 การ Acclimate ตะกอนเร่ง โดยก่อนที่จะนำจุลินทรีย์ผสมจากตะกอนเร่งมาใช้ในการย่อยสลายเสียย้อม ต้องทำการเลี้ยงเชื้อให้คุ้นเคยกับแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนใน แต่ละสภาวะที่จะทำการศึกษาคือ

1.4.2.1 สภาวะแอโรบิก เติมแหล่งคาร์บอนชนิดที่มี Aromatic Ring ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับสีแต่ไม่มีความเป็นพิษต่อตะกอนเร่ง โดยเติมโซเดียมเบนโซเอทที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตรลงไป โดยเติมทุกวัน วันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 1 เดือน

1.4.2.2 สภาวะแอโรบิกดีในไตรฟิเคชัน ทำเหมือนข้อ 1.4.2.1 และเติมแหล่งไนโตรเจนโดยเติมโพแทสเซียมไนเตรทที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตรลงไป โดยเติมทุกวัน วันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 1 เดือน

1.4.2.3 สภาวะดีในไตรฟิเคชัน ในสภาวะนี้ต้องทำให้ตะกอนเร่งอยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนด้วยแก๊สไนโตรเจน เติมแหล่งคาร์บอนชนิดที่มี Aromatic Ring โดยเติมไซเดียมเบนโซเอทที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และเติมแหล่งไนโตรเจนโดยเติมโพแทสเซียมไนเตรทที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตรลงไป โดยเติมทุกวัน วันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 1 เดือน

1.4.2.4 สภาวะเมทาโนจีนิค ในสภาวะนี้ต้องทำให้ตะกอนเร่งอยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนด้วยแก๊สไนโตรเจนเติมแหล่งคาร์บอนชนิดที่มี Aromatic Ring โดยเติมไซเดียมเบนโซเอทที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และเติมไซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตรลงไป โดยเติมทุกวัน วันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 1 เดือน

หมายเหตุ วัดค่า pH ของตะกอนเร่งทั้งก่อนและหลังการ Acclimate

1.4.3 วิเคราะห์หาปริมาณสลัดจ์ (Sludge Volume Index) วิเคราะห์ปริมาณสลัดจ์ หลังจาก Acclimate ตะกอนเร่งเป็นเวลา 1 เดือน

2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียด้วยตัวกรองชั้นเดียว

2.1 การศึกษาประสิทธิภาพของดินในการบำบัดน้ำเสีย มีวิธีการคือ

นำดินบรรจุลงในคอลัมน์ให้มีจำนวนทั้งสิ้น 9 คอลัมน์ โดยกำหนดให้ทุกคอลัมน์มีความสูงของตัวอย่างดินเท่ากัน คือ 15 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3-1 จากนั้นนำน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กันคือ 50, 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผ่านคอลัมน์ที่เตรียมไว้ความเข้มข้นละ 3 คอลัมน์ เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองใส่ขวดซีรัมขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นและเปอร์เซ็นต์การลดลงของซีโอดี

2.2 การศึกษาประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ในการบำบัดน้ำเสีย มีวิธีการคือเตรียมชุดทดลองเหมือนกับการศึกษาประสิทธิภาพของดิน แต่เปลี่ยนจากดินเป็นถ่านกัมมันต์

3. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียด้วยตัวกรองหลายชั้น

3.1 การกรอง 2 ชั้น มีวิธีการคือ

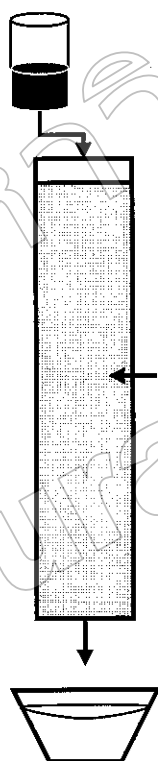
ทำการแบ่งชุดทดลองออกเป็น 9 ชุด โดยในแต่ละชุดการทดลองมีคอลัมน์ต่อกันทั้งหมด 2 คอลัมน์คือ ดิน (ชั้นแรก) และถ่านกัมมันต์ (ชั้นที่สอง) ซึ่งแต่ละคอลัมน์จะมีความสูงของตัวกรองคือ 7.5 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3-1 จากนั้นนำน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ดังนี้คือ 50, 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผ่านชุดคอลัมน์ที่เตรียมไว้ความเข้มข้นละ 3 ชุด เก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองใส่ขวดซีรัม 100 มิลลิลิตร จากนั้นเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นและเปอร์เซ็นต์ การลดลงของซีโอดี

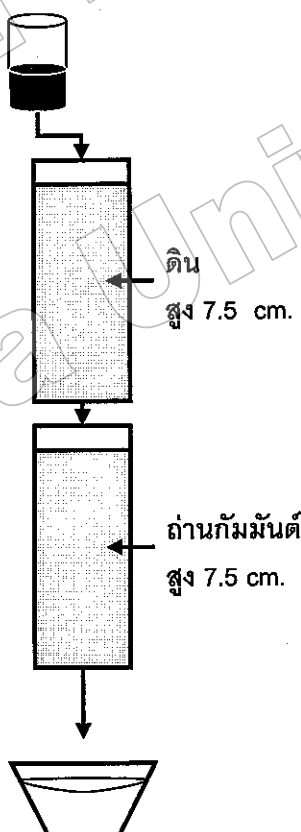
3.2 การกรอง 3 ชั้น มีวิธีการคือ

เตรียมชุดทดลองเหมือนกับข้อ 3-1 โดยในแต่ละชุดการทดลองจะเพิ่มคอลัมน์เป็น 3 คอลัมน์ต่อกันคือ ดิน (ชั้นแรกกับชั้นที่สอง) และถ่านกัมมันต์ (ชั้นสุดท้าย) ซึ่งแต่ละคอลัมน์จะมีความสูงของตัวกรองคือ 5 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3-1

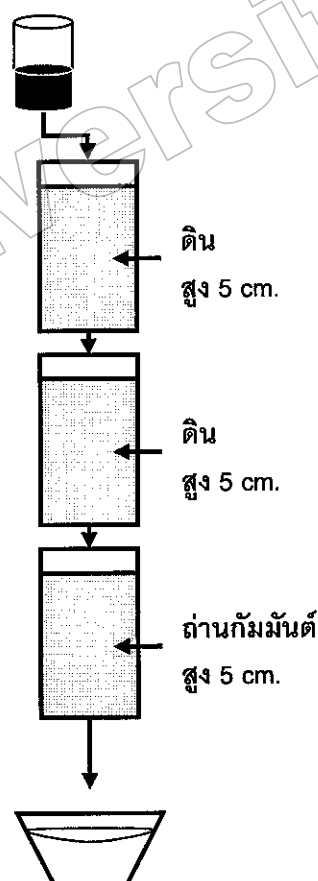
ชุดกรอง
1 ชั้น



ชุดกรอง
2 ชั้น



ชุดกรอง
3 ชั้น



ภาพที่ 3-1 คอลัมน์ชุดกรองแบบต่าง ๆ

4. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตสีย้อมด้วยชุดกรองต่าง ๆ

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียด้วยชุดกรองชั้นเดียว 2 ชั้น และ 3 ชั้น ตามลำดับ มีวิธีการดังนี้

4.1 เปรียบเทียบค่าความเข้มข้น พร้อมถ่ายรูปบันทึกความเข้มข้นที่เปลี่ยนแปลงไป

4.2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของซีไอดีของแต่ละชุดกรอง

4.3 เลือกชุดกรองที่ดีที่สุดเพื่อดำเนินการทดลองขั้นตอนต่อไปดังต่อไปนี้

เมื่อทำการเลือกชุดกรองที่ดีที่สุดแล้ว นำน้ำเสียที่ระดับความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 3 ลิตร ผ่านชุดกรองดังกล่าว จากนั้นทำการวิเคราะห์น้ำที่ผ่านการกรองตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ เหมือนกับการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียข้อ 1.3 จากนั้นนำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองเข้าสู่กระบวนการบำบัดโดยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะทั้ง 4 สภาวะต่อไป

5. การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำเสียสี โดยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะทั้ง 4 สภาวะ

5.1 ศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายภายใต้สภาวะแอโรบิก มีวิธีการคือ

ทำการผสมตะกอนเร่งกับตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองจากข้อ 4.3 ในอัตราส่วน 70:30 ในโหลแก้วปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 3 ใบ พร้อมทั้งเติมอากาศให้กับตะกอนเร่ง จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำมาทำการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณซีไอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณของแข็งละลายน้ำ และปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ตั้งแต่วันแรกของการทดลอง เป็นระยะเวลา 1 เดือน

5.2 ศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายภายใต้สภาวะแอโรบิกดีไนตริฟิเคชัน มีวิธีการคือ ทำการทดลองเหมือนกับการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายภายใต้สภาวะแอโรบิกข้อ 5.1 และเพิ่มการวิเคราะห์ไนเตรตและไนไตรต์

5.3 ศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายภายใต้สภาวะดีไนตริฟิเคชัน มีวิธีการคือ ทำการทดลองเหมือนข้อ 5.2 ในขวดสีชาขนาด 500 มิลลิลิตร จากนั้นทำให้ตะกอนเร่งอยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนด้วยแก๊สไนโตรเจนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

5.4 ศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายภายใต้สภาวะเมทาโนจีนิก มีวิธีการคือ ทำการทดลองเหมือนข้อ 5.1 ในขวดสีชาขนาด 500 มิลลิลิตร จากนั้นทำให้ตะกอนเร่งอยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนด้วยแก๊สไนโตรเจนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

6. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำเสียสื โดยตะกอนเร่งภายใต้สภาวะทั้ง 4 สภาวะ

เลือกหาสภาวะที่สามารถบำบัดน้ำเสียสืได้อย่างมีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณซีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณของแข็งละลายน้ำ และปริมาณไฮโดรเจนคลอไรด์

7. การวิเคราะห์เนื้อดินและอินทรีย์วัตถุในดิน

7.1 การวิเคราะห์เนื้อดินโดยวิธี Hydrometer ซึ่งประยุกต์มาจากวิธีการของจีและบอดเดอร์ (Gee & Bauder, 1986)

7.1.1 อบตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนักคงที่ นำตัวอย่างดินที่ซั่งแล้วใส่โถดูดความชื้น (Desicator) ทิ้งไว้จนตัวอย่างเย็น

7.1.2 ซั่งตัวอย่างดิน 50 กรัม ใส่ลงในปิកเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร (ที่ซั่งน้ำหนักแล้ว) เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน จากนั้นเติม H_2O_2 30 เปอร์เซนต์ลงไปช้า ๆ ครั้งละ 5-10 มิลลิลิตร ดินจะเกิดฟองก๊าซ เติมนจนดินสีจางลงและไม่เกิดปฏิกิริยาอีก นำไปอุ่นบน Hot Plate เพื่อไล่ H_2O_2 ที่เหลือออกจนหมด

7.1.3 จากนั้นเติมนสารละลาย Calgon 5 เปอร์เซนต์ ลงไป 100 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาทีเป็นอย่างน้อย ถ่ายตัวอย่างดินทั้งหมดลงใน Dispersion Cup โดยใช้ น้ำล้างดินที่ติดปิកเกอร์ออกให้หมด กวนด้วยเครื่องกวนประมาณ 5 นาที แล้วถ่ายลงใน Bouyoucos Jar ล้างดินใน Dispersion Cup ออกให้หมด หย่อน Hydrometer ลงใน Bouyoucos Jar ปรับปริมาตรให้ครบ 1,130 มิลลิลิตร

7.1.4 กวนสารละลายตัวอย่างใน Bouyoucos Jar ประมาณ 20-25 ครั้ง เมื่อถึงเวลา 40 วินาที บันทึกค่า วัดอุณหภูมิของสารแขวนลอยดิน

7.1.5 ทำแบบลงค์โดยใช้ Calgon 5 เปอร์เซนต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตรลงใน Bouyoucos Jar ปรับปริมาตรให้ครบ 1,130 มิลลิลิตร เมื่อถึงเวลา 40 วินาที บันทึกค่าและวัดอุณหภูมิของสารละลาย Calgon

7.1.6 เมื่อครบ 2 ชั่วโมง ให้วัดค่าของสารแขวนลอยดิน อุณหภูมิ และวัดค่าของสารละลาย Calgon และอุณหภูมิ

7.1.7 คำนวณเปอร์เซนต์ของอนุภาคดิน และนำไปเข้าไดอะแกรมสามเหลี่ยมเพื่อหาประเภทของเนื้อดิน

7.1.7.1 ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer เป็นค่าของอนุภาคดินที่แขวนลอยอยู่ และมีอนุภาคของ Calgon รวมอยู่ด้วย จึงจำเป็นต้องหักค่าของอนุภาคของ Calgon ออกเสียก่อน

การคำนวณ

$$RC = A - 0.5(T-B)$$

โดยกำหนดให้

RC = ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer ของสารละลาย Calgon ที่ T องศา

เซลเซียส

A = ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer ของสารละลาย Calgon

T = อุณหภูมิของสารแขวนลอยดิน (วัดเป็นองศาเซลเซียส)

B = อุณหภูมิของสารละลาย Calgon (วัดเป็นองศาเซลเซียส)

นำค่า RC ไปหักออกจากค่าที่อ่านได้ในสารละลายแขวนลอยดิน จะได้ค่า R's ซึ่งเป็นค่าอนุภาคดินที่หักค่าอนุภาค Calgon ออกแล้ว

7.1.7.2 ค่าอนุภาคดินจะเป็นค่าที่ถูกต้อง เมื่ออุณหภูมิของสารแขวนลอยดิน เท่ากับ อุณหภูมิที่ระบุไว้ที่ก้านของ Hydrometer คือ 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงต้องปรับค่าเสียก่อน

การคำนวณ

$$R_s = R's + 0.36(T-L)$$

โดยกำหนดให้

R_s = อนุภาคดิน

$R's$ = อนุภาคดินที่หักค่าอนุภาค Calgon ออกแล้ว

T = อุณหภูมิของสารแขวนลอยดิน (วัดเป็นองศาเซลเซียส)

L = อุณหภูมิบนก้านของ Hydrometer (20 องศาเซลเซียส)

$$\%(\text{Silt} + \text{Clay}) = \frac{R_s \text{ ที่ } 40 \text{ วินาที}}{\text{น้ำหนักดิน}} \times 100$$

น้ำหนักดิน

$$\% \text{Clay} = \frac{R_s \text{ ที่ } 2 \text{ ชั่วโมง}}{\text{น้ำหนักดิน}} \times 100$$

น้ำหนักดิน

$$\% \text{Sand} = 100 - \%(\text{Silt} + \text{Clay})$$

$$\% \text{Silt} = \%(\text{Silt} + \text{Clay}) - \% \text{Clay}$$

7.2 การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดินโดยวิธี Walkley-Black ซึ่งประยุกต์มาจากวิธีการของเนลสันและซัมเมอร์ (Nelson & Sommer, 1982)

7.2.1 ชั่งตัวอย่างดิน 1 กรัมใส่ขวดแก้วก้นแบนขนาด 250 มิลลิลิตร

7.2.2 ปิเปตสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท 1 นอร์มัล 10 มิลลิลิตร

7.2.3 เติมกรดซัลฟริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร เขย่าขวดแก้วเบา ๆ เป็นเวลา 1-2 นาทีแล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที

7.2.4 เติมน้ำกลั่นประมาณ 50 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น

7.2.5 หยดอินดิเคเตอร์ ออร์โธฟีแนโนโทรลีน 5 หยด

7.2.6 ไทเทรตด้วยสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 นอร์มัล เพื่อหาปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมทที่เหลือจากปฏิกิริยาจนกระทั่งสีของสารละลายดินเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ

7.2.7 บันทึกปริมาตรโพแทสเซียมไดโครเมท และเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้

7.2.8 ทำแบลนด์เช่นเดียวกับวิธีวิเคราะห์ดิน

7.2.9 คำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และอินทรีย์วัตถุ
การคำนวณ

$$\text{อินทรีย์คาร์บอน (\%)} = \frac{(B - T)N}{B} \times \frac{100}{77} \times \frac{3}{10^3} \times \frac{100}{X} \times 10$$

$$\text{อินทรีย์วัตถุ (\%)} = \text{อินทรีย์คาร์บอน (\%)} \times 1.724$$

กำหนดให้

N = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไดโครเมท (นอร์มัล)

B = ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรตกับแบลนด์ (มิลลิลิตร)

T = ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรตกับตัวอย่างดิน (มิลลิลิตร)

X = น้ำหนักดิน (กรัม)

8. การวิเคราะห์น้ำเสียตามพารามิเตอร์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

8.1 การวิเคราะห์ค่าความเข้มข้น โดยการเปรียบเทียบกับความเข้มข้นมาตรฐานซึ่งประยุกต์มาจากวิธีการทดลองของนิมรัตน์ และคณะ (Nimrat et al., 2004) มีวิธีการดังต่อไปนี้

8.1.1 เตรียมความเข้มข้นมาตรฐานโดยใช้ตัวอย่างน้ำเสียที่ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นความเข้มข้นเริ่มต้น กำหนดค่าให้เท่ากับ 0

8.1.2 ทำการเจือจางน้ำเสียโดยใช้น้ำเสียและน้ำกลั่นอย่างละครึ่งเป็นจำนวนทั้งสิ้น 10 ความเข้มข้น กำหนดค่าให้เท่ากับ 10 โดยน้ำเสียทั้งหมดจะมีความเข้มข้นดังนี้คือ 50(0), 25(1), 12.5(2), 6.25(3), 3.125(4), 1.5625(5), 0.7813(6), 0.3906(7), 0.1953(8), 0.0977(9) และ 0.0488(10) เปอร์เซ็นต์ ได้เป็นความเข้มข้นมาตรฐาน

8.1.3 เปรียบเทียบตัวอย่างน้ำเสียสีกับความเข้มข้นมาตรฐาน แสดงผลการวัดเป็นค่าตั้งแต่ 0-10

8.2 การวิเคราะห์ปริมาณซีโอดี โดยใช้วิธี Dichromate Reactor Digestion (Hach Company, 1997) ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

8.2.1 ผสมตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกันปริมาตร 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 30 นาที

8.2.2 เปิดเครื่องให้ความร้อนซีโอดี จนกระทั่งถึงอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

8.2.3 เปิดฝาหลอดซีโอดีแล้วเอียง 45 องศา จากนั้นเปิดตัวอย่างปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด (เพื่อความแม่นยำ ควรทำอย่างน้อย 3 ข้าง) ปิดฝาหลอดให้แน่น ล้างหลอดด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน (DI) และเช็ดด้วยผ้า

8.2.4 กลับหลอดขึ้นลงหลาย ๆ ครั้ง จากนั้นวางหลอดในเครื่องให้ความร้อน

8.2.5 ทำแบลนด์โดยใช้น้ำที่ปราศจากไอออน แทนน้ำตัวอย่าง

8.2.6 ให้ความร้อนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นปิดเครื่องแล้วรอประมาณ 20 นาที กลับหลอดขึ้นลงหลายรอบขณะที่ยังอุ่นอยู่ ทิ้งหลอดไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง (ถ้ามีสีเขียวเกิดขึ้นในตัวอย่างควรทดสอบซ้ำด้วยตัวอย่างที่เจือจางแล้ว)

8.2.7 นำไปวัดด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น DR/2000 โดยตั้งความยาวคลื่น เท่ากับ 620 นาโนเมตร จากนั้นบันทึกค่าที่อ่านได้ในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร

8.3 การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอย ซึ่งได้ประยุกต์มาจากวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (APHA, AWWA & WEF, 1998) ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

8.3.1 อบกระดาศกรองให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก สมมุติให้เป็น A กรัม

8.3.2 วางกระดาศกรองในกรวยบุคเนอร์ ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศ

8.3.3 ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาศกรองให้เปียกแล้วเปิดเครื่องดูดอากาศ เพื่อให้กระดาศกรองติดกรวยบุคเนอร์

8.3.4 กรองตัวอย่างน้ำที่ผสมเข้ากันดีแล้ว 50-100 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องดูดอากาศแล้วล้างเครื่องกรองกรองน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เปิดเครื่องทิ้งไว้ 3 นาที

8.3.5 เมื่อแห้งแล้วนำกระดาษกรองมาวางในภาชนะเดิม (อาจเป็นถ้วยหรือกระดาษอะลูมิเนียมก็ได้) แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่ สมมติให้เป็น B กรัม

การคำนวณ

$$\text{ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{(B - A)}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}} \times 10^6$$

8.4 การวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายน้ำ ซึ่งได้ประยุกต์มาจากวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (APHA, AWWA & WEF, 1998) ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

8.4.1 ใช้น้ำส่วนที่ได้จากการกรองที่เหลือจากการหาของแข็งแขวนลอย ใส่ลงในถ้วยระเหยที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักจนสมมติให้เป็น A กรัม

8.4.2 นำไประเหยน้ำให้แห้งบนเครื่องอังไอน้ำ นำเข้าตู้อบ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่ สมมติให้เป็น B กรัม

การคำนวณ

$$\text{ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{(B - A)}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}} \times 10^6$$

8.5 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ด้วย pH Meter รุ่น CD500 ซึ่งได้ประยุกต์มาจากวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (APHA, AWWA & WEF, 1998) ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

8.5.1 ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งแก้วอิเล็กโทรดให้สะอาด ใช้ทิชชูเนื้อละเอียดซับน้ำให้แห้ง

8.5.2 ปรับเครื่องมือให้ได้ค่ามาตรฐานตามคำแนะนำในคู่มือของเครื่องนั้น ๆ ด้วยสารละลายมาตรฐาน

8.5.3 ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างอิเล็กโทรดอีกครั้ง ซับน้ำให้แห้ง

8.5.4 วัดค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำ บันทึกราคา

8.6 การวิเคราะห์ปริมาณไซเดียมคลอไรด์ โดยใช้วิธีอาร์เจนโตเมตริก (Argentometric Method) ซึ่งได้ประยุกต์มาจากวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (APHA, AWWA & WEF, 1998) ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

8.6.1 นำตัวอย่างน้ำ 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายโพแทสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์ 10 ไมโครลิตร ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเทรต ที่จุดยุติจะเกิดตะกอนสีขาวของซิลเวอร์โครเมตในสารละลายสีเหลือง

8.6.2 ทำแบลนด์โดยใช้น้ำที่ปราศจากไอออน 1 มิลลิลิตร แทนน้ำตัวอย่าง การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไซเดียมคลอไรด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{(A - B) \times 1000 \times 1.65}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}}$$

โดยกำหนดให้

A = มิลลิลิตรของสารละลายซิลเวอร์ไนเทรตที่ใช้ในการไทเทรตกับน้ำตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของสารละลายซิลเวอร์ไนเทรตที่ใช้ในการไทเทรตกับแบลนด์

8.7 การวิเคราะห์ปริมาณไนเทรต โดยใช้วิธีบรูซีน (Brucine Method) ซึ่งได้ประยุกต์มาจากวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์น้ำ (มันลีน ดันทูลเวสท์, 2538) ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

8.7.1 ดูดน้ำตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร นำไปแช่ในอ่างน้ำแข็ง

8.7.2 เติมไซเดียมคลอไรด์ 400 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วเติมกรดซัลฟูริก 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ในอ่างน้ำแข็งให้เย็นจนเกิดสี

8.7.3 นำไปวัดค่าเปอร์เซ็นต์ทรานสมิตแทนซ์ (%T) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่มีความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร จะได้ค่าแบลนด์ของแต่ละตัวอย่าง

8.7.4 นำไปแช่ในอ่างน้ำแข็งอีกครั้ง เติมสารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิก 100 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน

8.7.5 นำไปแช่ในเครื่องอังไอน้ำที่มีอุณหภูมิคงที่ไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำมาแช่ในอ่างน้ำแข็งให้อุณหภูมิลดลงจนเท่าอุณหภูมิห้องจึงนำไปวัดค่าเปอร์เซ็นต์ทรานสมิตแทนซ์

8.7.6 นำค่าที่ได้ไปหักกับค่าแบลนด์ที่วัดได้ครั้งแรกของแต่ละตัวอย่าง นำค่าทรานสมิตแทนซ์ ที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นโดยการเทียบกับกราฟมาตรฐาน

8.8 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน โดยวิธีสีคลอโรเมตริก (Colorimetric Method) ซึ่งได้ประยุกต์มาจากวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (APHA, AWWA & WEF, 1998) ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

8.8.1 นำตัวอย่าง 4 มิลลิลิตร

8.8.2 เติมน้ำละลายซัลฟานิลามายด์ 80 ไมโครลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 2-8 นาที

8.8.3 จากนั้นนำมาเติมน้ำละลายเอ็นอีดีดีไฮโดรคลอไรด์ 80 ไมโครลิตร และเขย่า ให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 10 นาที -2 ชั่วโมง จะเกิดสีม่วงแดง

8.8.4 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Abs) ที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นโดยการเทียบกับกราฟมาตรฐาน

9. การวิเคราะห์ปริมาณสลัดจ์ (Sludge Volume Index)

9.1 การวิเคราะห์ค่า SV ได้ประยุกต์มาจากวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (APHA, AWWA & WEF, 1998) ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

9.1.1 หาค่า SV

9.1.1.1 นำตัวอย่างตะกอนแรงใส่กระบอกตวงปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

9.1.1.2 ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที

9.1.1.3 บันทึกปริมาตรของสลัดจ์ที่ตกก้นภาชนะได้ค่า SV30

9.1.1.4 เขย่าตัวอย่างในกระบอกตวงให้เข้ากัน แบ่งเอาไปหาค่า MLSS

(Mixed Liquor Suspended Solid)

9.1.2 หาค่า MLSS

9.1.2.1 ออบกระดาษกรองให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น นำกระดาษกรองที่เย็นแล้วมาชั่ง สมมุติว่าเป็น A มิลลิกรัม

9.1.2.2 นำตัวอย่างตะกอนแรงในข้อ 9.1.1.4 ปริมาตร 15-25 มิลลิลิตร มากรองผ่านกระดาษกรองที่เตรียมไว้

9.1.2.3 นำกระดาษกรองที่กรองตะกอนแรงแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส จนกว่าจะแห้งใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

9.1.2.4 นำมาชั่งหาน้ำหนักกระดาษกรอง สมมุติว่าเป็น B มิลลิกรัม

การคำนวณหาค่า MLSS

$$\text{MLSS (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{(B - A)}{\text{ปริมาตรตะกอนแรง (มิลลิลิตร)}} \times 1000$$

การคำนวณหาค่า SVI

$$\text{SVI (มิลลิลิตร/มิลลิกรัม)} = \frac{\text{SV}}{\text{MLSS}} \times 1000$$

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม SPSS for Window Version 11.5

ใช้สถิติวิเคราะห์ Two-Way ANOVA ในการทดสอบความแตกต่างของการลดค่าซีไอดีของชุดกรอง และคุณภาพน้ำ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณซีไอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณของแข็งละลายน้ำ และปริมาณโซเดียมคลอไรด์

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University