ภาคผนวก ก.
วิธีการวิเคราะห์

I. บีโอดี (BOD: Biochemical Oxygen Demand) ตามวิธีของ APHA, AWWA and WEF, 1998.

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Incubation Bottle ขนาด 250-300 มิลลิลิตรพร้อมจุกปิดสนิท
2. บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
3. กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร
4. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร
5. ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส

น้ำยาเคมี

1. น้ำกลั่นที่มีคุณภาพสูง เพื่อใช้สำหรับเตรียมน้ำสำหรับการเจือจาง ควรมีทองแดงน้อยกว่า 0.01 มก./ล และปราศจากคลอรีน คลอรามีน Caustic Alkalinity สารอินทรีย์ และกรด
2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ละลาย KH_2PO_4 8.5 กรัม K_2HPO_4 21.75 กรัม $Na_2HPO_4.7H_2O$ 33.4 กรัม และ NH_4Cl 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้มีค่า pH เท่ากับ 7.2
3. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต ละลาย $MgSO_4.7H_2O$ ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร
4. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ละลาย Anhydrous $CaCl_2$ 27.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร
5. สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ ละลาย $FeCl_3.6H_2O$ 0.25 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร
6. สารละลายกรดและด่าง 1 นอร์มัล เพื่อปรับ pH ให้เป็นกลาง
7. สารละลายโซเดียมซัลไฟท์ 0.025 นอร์มัล ละลาย Na_2SO_3 1.575 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ไม่อยู่ตัวต้องเตรียมในวันที่จะใช้

วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมสำหรับใช้เจือจาง
    1.1 ตวงน้ำกลั่นให้มากกว่าปริมาตรที่จะใช้ 1 ลิตร ใส่ลงในภาชนะที่สะอาด
    1.2 เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ เฟอร์ริคคลอไรด์ โดยเติมสารละลายแต่ละชนิด 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำเจือจาง 1 ลิตร
    1.3 เป่าอากาศที่สะอาดเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
2. การเตรียมตัวอย่างน้ำ

2.1 ตัวอย่างน้ำที่เป็นด่าง หรือกรด ต้องปรับ pH ให้เท่ากับ 7 ด้วยกรดซัลฟิวริก 1 นอร์มัล หรือด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล

2.2 ตัวอย่างน้ำที่มีสารประกอบคลอรีนตกค้าง โลหะหนัก หรือสารที่เป็นพิษชนิดอื่นเจือปนอยู่จะต้องศึกษาและกำจัดเสียก่อนเป็นพิเศษ

3. วิธีการทำเจือจาง

3.1 เลือกเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างมาทำการเจือจางที่คาดว่า จะให้ค่า BOD_5 อยู่ในช่วงที่กำหนด แล้วเลือกเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่าและต่ำกว่าที่อยู่ติดกันตามตารางภาคผนวก 1 ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรู้ค่า BOD_5 โดยประมาณก่อน

3.2 ค่อย ๆ รินน้ำสำหรับการทำเจือจาง 700-800 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวงขนาด 1 ลิตร พยายามอย่าให้มีฟองอากาศ

3.3 เติมตัวอย่างน้ำจำนวนที่ต้องการ แล้วเติมน้ำสำหรับการทำเจือจางจนได้ปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3.4 คนให้เข้ากันโดยใช้แท่งแก้วเสียบจุกยางไว้ที่ปลาย ชักขึ้นลงเบา ๆ โดยระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ

3.5 ค่อย ๆ รินตัวอย่างน้ำผสมให้เข้ากันดี แล้วใส่ในขวดบีโอดีที่แห้งและสะอาดจนเต็ม 3 ขวด ปิดจุกให้สนิท นำไปเก็บในตู้ Incubator ที่ 20 องศาเซลเซียส 2 ขวด ส่วนขวดที่เหลือนำไปหาค่า DO ทันที เพื่อทราบค่า DO ที่จุดเริ่มต้น

3.6 ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.2-3.5 สำหรับเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างที่เจือจางที่ต่ำกว่าและสูงกว่าตามลำดับ

4. การหาค่า DO ที่จุดเริ่มต้นใช้วิธี Azide Modification ดังรายละเอียด II การวิเคราะห์หาออกซิเจนละลายในน้ำ

5. การเพาะเลี้ยง (Incubation)

เพาะเลี้ยงโดยเก็บ 2 ขวด ของแต่ละเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างเจือจางในตู้บ่มมืดอุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน จึงนำมาหาปริมาณ DO (D_2) ตามหัวข้อ 4

6. การควบคุมคุณภาพน้ำเจือจาง

รินน้ำกลั่นที่ใช้เจือจางแต่ไม่ได้ใส่น้ำเชื้อลงในขวด BOD 2 ขวด ปิดจุก แล้วเอาขวดหนึ่งเพาะที่ 20 องศาเซลเซียส ส่วนอีกขวดนำไปหาค่า DO ทันที ผลต่างของ DO ที่ได้ควรลดเกินกว่า 0.2 มก./ล และถ้าจะให้ดีไม่ควรลดเกิน 0.1 มก./ล

7. การพิจารณาผลเพื่อคำนวณค่า BOD

ผลที่น่าเชื่อถือและจะให้คำนวณนั้น จะต้องมีค่าปริมาณ DO อย่างน้อย 1 มก./ล และต้องมีการลดปริมาณ DO ลงไปอย่างน้อย 2 มก./ล ของตัวอย่างน้ำที่ทำการเจือจางจึงทำให้ค่า BOD ที่คำนวณออกมาถูกต้องที่สุด

ตารางภาคผนวก 1 ช่วงของค่าบีโอดีและวิธีการเจือจางตัวอย่างน้ำ

ช่วง บีโอดี	% ตัวอย่าง
20,000-70,000	0.01
10,000-35,000	0.02
4,000-14,000	0.05
2,000-7,000	0.1
1,000-3,500	0.2
400-1,400	0.5
200-700	1.0
100-350	2.0
40-140	5.0
20-70	10.0
10-35	20.0
4-14	50.0
0-7	100.0

II. ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolve Oxygen: DO) โดยวิธี Azide Modification ตามวิธีของ APHA, AWWA and WEF, 1998.

น้ำยาเคมี

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต ละลาย $MnSO_4.4H_2O$ 480 กรัม หรือ $MnSO_4.2H_2O$ 400 กรัม หรือ $MnSO_4.H_2O$ 364 กรัม ในน้ำกลั่น กรองแล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ต้องไม่เกิดสีกับน้ำแป้งเมื่อเติมสารละลายที่ทำให้เป็นกรดแล้วของ KI

2. สารละลายไอโอไดด์-เอไซด์ ละลาย KOH 700 กรัม และ KI 150 กรัม ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ละลาย NaN_3 10 กรัม ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้วเติมลงในสารละลายข้างต้น

3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น

4. น้ำแป้งอินดิเคเตอร์ ละลาย Soluble Starch 5 กรัม ในน้ำต้มประมาณ 800 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันเติมน้ำให้ได้ 1 ลิตร ต้มให้เดือดประมาณ 2-3 นาที ตั้งค้างคืนไว้ใช้แต่น้ำใส่ ๆ ข้างบน เติม Salicylic acid 1.25 กรัมต่อน้ำแป้ง 1 ลิตร หรือ Toluene 2-3 หยด เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

5. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล ละลาย $NA_2S_2O_3.5H_2O$ 6.205 กรัม ในน้ำกลั่น เติม NaOH 0.4 กรัม เจือขางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ทำการ Standardize ด้วยสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไบไอโอเดต

6. สารละลายโปตัสเซียมไบไอโอเดต 0.025 นอร์มัล ละลาย $KH(IO_3)_2$ 0.8124 กรัม ในน้ำกลั่นปรับจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

การ Standardize สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล ด้วยสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไบไอโอเดต

1. ละลาย KI 2 กรัม ด้วยน้ำกลั่น 100-150 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่

2. เติม 1+9 H_2SO_4 จำนวน 10 มิลลิลิตร

3.นำมาไตเตรทไอโอดีนที่ถูกขับออกมาด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล ที่เตรียมไว้จนกระทั่งใกล้ถึงจุดยุติ สังเกตจากสีของสารละลายจางลง เติมน้ำแป้ง 1 มิลลิลิตร ไตเตรทต่อจนถึงจุดยุติ ถ้าสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่เตรียมไว้มีความเข้มข้น 0.025 นอร์มัลพอดี ปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรทจะเท่ากับ 20.00 มิลลิลิตร ถ้าไม่ได้ให้ปรับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตให้เท่ากับ 0.025 นอร์มัล

วิธีการวิเคราะห์

1. จากตัวอย่างที่เหลือในข้อ 3.5 ของการวิเคราะห์หาค่าบีโอดี นำมาเติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1 มิลลิลิตร ลงไปใต้ผิวน้ำ

2 เติมสารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ 1 มิลลิลิตร

3. ปิดจุกยางอย่าให้ฟองอากาศเข้า เขย่าโดยกลับขวดไปมา 15 ครั้ง

4. ปล่อยให้นอนก้นภายหลังสังเกตเห็นน้ำใสข้างบนมีปริมาตรได้ประมาณ 100 มิลลิลิตร ให้กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร โดยค่อย ๆ ปล่อยให้กรดไหลเป็นสายตามคอขวด

5. ปิดจุกแล้วเขย่ากลับไปมาจนกระทั่งตะกอนละลายหมด

6. ตั้งทิ้งไว้เพื่อให้ไอโอดีนที่เกิดกระจายไปทั่วขวดก่อนริน

7. ตวงสารละลายที่ได้เพื่อจะใช้ในการไตเตรทโดยยึดถือปริมาตรเริ่มต้นของตัวอย่างน้ำ 200 มิลลิลิตรเป็นหลัก นั่นคือถ้าขวด ขนาด 300 มิลลิลิตร และเติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต

และสารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ รวม 2 มิลลิลิตร ดังนั้นปริมาตรที่จะนำมาไตเตรทเป็น (200X300)/(300-2) = 201.34 มิลลิลิตร

8. นำปริมาตรสารละลายที่คำนวณได้มาไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียม ไธโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล จนได้สีเหลืองอ่อน ๆ เติมน้ำแป้ง 1-2 มิลลิลิตร แล้วไตเตรทต่อจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป

การคำนวณ

1. ออกซิเจนละลาย

1 ml 0.025 N $Na_2S_2O_3$ = 1 mg/l DO (ในน้ำตัวอย่าง 200 ml)

2. BOD_5 (เมื่อไม่เติมหัวเชื้อจุลินทรีย์)

BOD_5 (mg/l) = (D_1-D_2)

โดยที่ D_1 = ค่าออกซิเจนละลายในวันแรก

D_2 = ค่าออกซิเจนละลายในวันที่ 5

III ซีโอดี (COD: Chemical Oxygen Demand) โดยวิธี Closed Reflux Method

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดย่อยสลาย (Digestion Vessels) ใช้แก้วที่ทำด้วยบอโรซิลิเคตขนาด 16x100 มม. หรือ 20x150 มม. ที่มีฝาเกลียวชนิดที่เอฟอี

2. ฮีทติ้งบล็อคกล่องอลูมิเนียมตัน ลึก 45-50 มม. มีรูขนาดพอดีกับหลอดแก้ว หรือขาตั้งใส่หลอดแก้ว

3. บล็อคฮีทเตอร์ (Block Heater) หรือตู้อบ ควบคุมอุณหภูมิที่ 150±2 องศาเซลเซียส การใช้ตู้อบต้องแน่ใจว่าการอบ 2 ชั่วโมงที่ 150 องศาเซลเซียส จะไม่ทำให้ฝาหลอดแก้วเสียหาย

น้ำยาเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมตสำหรับย่อยสลาย 0.1 N: ชั่งน้ำหนัก $K_2Cr_2O_7$ (ซึ่งอบแห้งที่ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) มา 4.913 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 167 มิลลิลิตร และเติม $HgSO_4$ 33.3 กรัม ทิ้งให้ละลายและปล่อยให้เย็นจึงเจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 1000 มิลลิลิตร

2. สารละลายกรดซัลฟิวริก: เติม Ag_2SO_4 5.5 กรัม ลงใน H_2SO_4 เข้มข้น 1 กิโลกรัม ตั้งทิ้งไว้ 1 ถึง 2 วัน ให้ Ag_2SO_4 ละลาย

3. สารละลายเฟอร์โรอิน อินดิเคเตอร์: ละลาย 1.485 กรัม 1,10-ฟีแนนโทลีนโมโนไฮ-เดรต และ 695 มิลลิกรัม $FeSO_4.7H_2O$ ในน้ำกลั่นและเจือจางเป็น 100 มิลลิลิตร

4. สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไฮโดรเจนพธาเลต 0.10 N

ละลาย $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ (FAS) 39.2 กรัม ในน้ำกลั่น เติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็นแล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร นำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนกับสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมตทุกครั้งที่ใช้

การหาความเข้มข้นของ FAS

เติมสารเคมีทุกชนิดตามตารางที่ 1 ลงในหลอดแก้วขนาดที่ต้องการ โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างน้ำทิ้งให้เย็นลง แล้วเติมเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ 1-2 หยด แล้วไตเตรทด้วยสารละลาย FAS

$$\text{นอร์มัลลิตี้ของสารละลาย FAS} = \frac{\text{ปริมาตรของ 0.1 N } K_2Cr_2O_7 \text{ มล. X 0.10}}{\text{ปริมาตร FAS ที่ไตเตรท, มล.}}$$

ตารางภาคผนวก 2 ปริมาตรตัวอย่างน้ำและสารเคมีสำหรับขวดแก้วขนาดต่าง ๆ

หลอดย่อยสลาย (ขนาดของหลอดแก้ว)	**ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)**	**ปริมาตรสารละลายโปตัสเซียมไดโครเมตสำหรับย่อยสลาย (มิลลิลิตร)**	**สารละลายกรดซัลฟิวริก (มิลลิลิตร)**	**ปริมาตรรวม (มิลลิลิตร)**
16x100 มิลลิเมตร	2.5	1.5	3.5	7.5
20x150 มิลลิเมตร	5.0	3.0	7.0	15.0
25x150 มิลลิเมตร	10.0	6.0	14.0	30.

วิธีวิเคราะห์

1. ใช้ปริมาตรน้ำตัวอย่างและสารเคมีตามตาราง ข โดยเติมตัวอย่างน้ำลงในหลอดแก้ว แล้วเติมสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมตสำหรับย่อยสลาย แล้วค่อย ๆ เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกให้เกิดชั้นกรดอยู่ที่ก้นหลอดแก้วปิดฝาให้แน่นพอดี แล้วแกว่งขวดวนไปมาเพื่อให้สารละลายผสมกันดี (ถ้าซีโอดีมากกว่า 500 มก./ล. ให้ลดปริมาตรน้ำตัวอย่างลง แล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบตามตาราง)

2. นำหลอดแก้วใส่ลงในขาตั้งใส่หลอดแก้ว แล้วเข้าตู้อบที่ 150 องศาเซลเซียส แล้วต้มเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

3. เปิดฝาหลอดแก้ว แล้วเติมเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ 1-2 หยด แล้วไตเตรทด้วย 0.10 N FAS จนกระทั่งสีเปลี่ยนเป็นน้ำตาลแดง (B)

4. ทำแบลงค์ด้วยทุกครั้ง โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างและทำการวิเคราะห์เหมือนตัวอย่างน้ำ

การคำนวณ

COD (mg/l) = [(A-B)xMx8000]/ปริมาตรตัวอย่าง (ml)

โดยที่ COD = ค่า Chemical Oxygen Demand

A = ปริมาณ FAS ที่ใช้สำหรับแบลงค์ (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณ FAS ที่ใช้สำหรับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

M = โมลาร์ลิตี้ของ FAS

IV. ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids) โดยวิธี Gravimetric method

ของแข็งแขวนลอย หมายถึง ปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำและสามารถกรองได้ด้วยกระดาษกรองใยแก้ว (Whatman GF/C) บางครั้งของแข็งประเภทนี้เรียกว่า Non-filterable solid

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระดาษกรองใยแก้ว (Whatman GF/C)
2. ชุดกรอง (Filtration Apparatus)
3. เครื่องดูดอากาศ (Section Pump)
4. ตู้อบ (Drying Oven) ควบคุมอุณหภูมิได้ 103-105 องศาเซลเซียส
5. เดสซิเคเตอร์ (Desiccator)
6. เครื่องชั่งละเอียด (Analytical balance)
7. Aluminium Foil

วิธีการวิเคราะห์

1. อบกระดาษกรองให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในดิสซิเคเตอร์ ชั่งหาน้ำหนัก

2. เลือกปริมาตรน้ำที่จะได้ปริมาณของตะกอนแขวนลอยให้เหมาะสม แต่ไม่ควรน้อยกว่า 2.5 มิลลิกรัม/ลิตร

3. วางกระดาษลงในกรวย ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศ (Section Pump)

4. ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียกเพื่อให้ติดแน่นกับกรวยกรอง

5. กรองน้ำตัวอย่างโดยอาศัยแรงดูดจากเครื่องดูดอากาศ

6. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างของแข็งที่ติดอยู่ข้างกรวยจนหมด

7. ปิดเครื่องดูดอากาศใช้ปากคีบ คีบกระดาษกรองใส่ในถ้วย Aluminium Foil นำไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ในตู้อบ (Drying Oven) ประมาณ 1 ชั่วโมง

8. ทิ้งไว้ให้เย็นลง จนเท่าอุณหภูมิห้องในเดซิเคเตอร์ ชั่งหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

การคำนวณ

ของแข็งแขวนลอย (mg/l) = $[(B-A)x10^6]$/ ปริมาณตัวอย่างน้ำ (ml)

A = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนการวิเคราะห์ (กรัม)

B = น้ำหนักกระดาษกรองหลังการวิเคราะห์ (กรัม)

V. MLSS (Mixed Liquor Suspended Solids) โดยวิธี Gravimetric Method

การหา MLSS มีวิธีการหาเหมือนการหา SS เพียงแต่ใช้น้ำตะกอนจุลินทรีย์ (Mixed Liquor) แทนน้ำตัวอย่าง

VI. ทีเคเอ็น (TKN: Total Kjeldahl Nitrogen) โดยวิธี Macro – Kjeldahl Method

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือสำหรับการย่อยสลาย ประกอบด้วย Kjeldahl Flask ขนาด 800 มิลลิลิตร มี Heating Device ซึ่งสามารถทำให้น้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร เดือดได้ภายในเวลา 5 นาที และให้อุณหภูมิได้ระหว่าง 344-371 องศาเซลเซียส

2. เครื่องมือสำหรับทำการกลั่น ซึ่งประกอบด้วย Kjeidahl Flask มีกระเปาะข้างบน และ Condenser ในแนวดิ่ง

3. บิวเรต ขนาด 25 มิลลิลิตร

น้ำยาเคมี

1. น้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย

2. Digestion Reagent ละลาย K_2SO_4 134 กรัม ในน้ำกลั่น 650 มิลลิลิตร และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 200 มิลลิลิตร เติมพร้อมกับคนสารละลาย

3. Sodium Hydroxide – Sodium Thiosulfate Reagent ละลาย NaOH กรัม และ $Na_2S_2O_3.5H_2O$ ในน้ำกลั่นทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร

4. สารละลายอินดิเคเตอร์ในกรดบอริค (Indicating Boric Acid) ละลาย H_3BO_3 20 กรัม ในน้ำกลั่น เติมสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม 10 มิลลิลิตร (เตรียมโดยเติมเมทธิลเรด 200 มิลลิกรัม ใน 100 มิลลิลิตร ของ 95 % ละลายเมทธิลลีนบลู 100 มิลลิกรัม ใน 50 มิลลิลิตร ของ 95 % เอทธิลแอลกอฮอลล์ รวมสารละลายทั้งสองเข้าด้วยกัน เตรียมใช้แต่ละเดือน)

5. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.02 นอร์มัล โดยการเจือจาง 200 มิลลิลิตร ของ 0.1 นอร์มัล ของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น ปรับมาตรฐานให้ได้ความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล ซึ่งปริมาตร 1 มิลลิลิตรเท่ากับ 280 ไมโครกรัมต่อลิตร

วิธีการวิเคราะห์

1. ใส่น้ำตัวอย่าง 300 มิลลิลิตร ลงในขวด Kjeldahl ขนาด 800 มิลลิลิตร เติม Borate Buffer 50 มิลลิลิตร และเติมเม็ดแก้ว 2-3 เม็ด ทำการปรับ pH ให้เท่ากับ 9.5 ด้วย NaOH ความเข้มข้น 6.00 นอร์มัล จากนั้นเตรียมแบลงค์โดยใช้ปริมาตร 300 มิลลิลิตร เช่นกัน (ถ้าจำเป็นให้ทำการเจือจางตัวอย่างน้ำที่ใช้ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ทำให้สะเทินจน pH เป็น 7.0)

2. ค่อย ๆ เติม Digestion Reagent 50 มิลลิลิตร ลงในแต่ละขวด

3. ผสมให้เข้ากันดีแล้ว นำขวดไปวางในเครื่องมือสำหรับการย่อยสลาย ซึ่งอยู่ในตู้ควันต้มจนกระทั่งเกิดควันของ SO_3 ให้ต้มต่อจนได้สารละลายใส (หรือมีสีฟางซีด ๆ) ต้มต่ออีกเป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็น

4. นำมาเติมน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร

5. เอียงขวดและค่อย ๆ ริน Sodium Hydroxide–Sodium Thiosulfate Reagent 50 มิลลิลิตร ลงไปตามผนังของขวดที่ใช้ในการย่อยสลาย (ห้ามเขย่าสารละลายเพราะจะเกิดความร้อนขึ้นและแอมโมเนียจะฟุ้งออกมาจากสารละลาย)

6. ต่อขวดเข้ากับเครื่องมือสำหรับทำการกลั่น ๆ แล้วเก็บส่วนผสมออกมา 200 มิลลิลิตร ภายใต้ผิวของสารละลายอินดิเคเตอร์ในกรดบอริค 50 มิลลิลิตร

7. นำส่วนที่เก็บได้ไปไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.02 นอร์มัล จนกระทั่งอินดิเคเตอร์เปลี่ยนเป็นสีม่วงอ่อน

8. แบลงค์ ให้ทำแบลงค์โดยใช้น้ำกลั่น และผ่านขั้นตอนทุกอย่างเหมือนตัวอย่าง

การคำนวณ

mg/l TKN = [A-Bx280]/ml sample

โดยที่ A = มิลลิลิตรของกรดซัลฟิวริกในการไตเตรทตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของกรดซัลฟิวริกในการไตเตรทแบลงค์

VII. การวิเคราะห์ไนเตรท (Nitrate) โดยวิธีแคดเมียมรีดักชั่น

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. รีดักชั่นคอลัมน์
2. สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ 543 นาโนเมตร

น้ำยาเคมี

1. น้ำปราศจากไนเตรท : ใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการกำจัดอิออนเพื่อเตรียมน้ำยาเคมีทุกชนิด
2. เม็ดแคดเมียมเคลือบคอปเปอร์: นำเม็ด Cd ขนาดเมส 40 ถึง 60 น้ำหนัก 25 กรัม มาล้างด้วย 6 N HCl แล้วล้างด้วยน้ำ แช่เม็ด Cd ในสารละลาย 2% $CuSO_4$ 100 มิลลิลิตร หมุนไปมา 5 นาที หรือจนกว่าสีฟ้าจะหายไป รินสารละลาย $CuSO_4$ ออกแล้วเติมสารละลาย $CuSO_4$ ใหม่ทำเหมือนเดิมจนกระทั่งเกิดตะกอนสีน้ำตาลขึ้น ล้างเม็ด Cd ที่ฉาบ Cu ด้วยน้ำตัวอย่างน้อย 10 ครั้ง เพื่อกำจัดตะกอน Cu
3. น้ำยาเคมีทำให้เกิดสี: เตรียมเหมือนไนไตรท์
4. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์–อีดีทีเอ: ละลาย NH_4Cl 13 กรัม และไดโซเดียมเอธิลีนไดอะมีนเตตราอะซิเตต 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร ปรับพีเอชเป็น 8.5 ด้วย NH_4OH เข้มข้น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร
5. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ อีดีทีเอ เจือจาง: นำสารละลาย NH_4Cl–EDTA 300 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบ 500 มิลลิลิตร
6. กรดไฮโดรคลอริค HCl, 6N
7. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 2%: ละลาย $CuSO_4.5H_2O$ 20 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร
8. สารละลายสต็อกไนเตรท: นำ KNO_3 ไปอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งมา 721.8 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร เก็บรักษาโดยเติม 2 มิลลิลิตร $CHCl_3$ (คลอโรฟอร์ม) น้ำ 1 ลิตร (1.00 มล. = 100 ไมโครกรัม NO_3^--N) สารละลายนี้อยู่ตัวมากกว่า 6 เดือน
9. สารละลายมาตรฐานไนเตรท: นำสารละลายสต็อกไนเตรท 10 มิลลิลิตร มาเจือจางเป็น 500 มิลลิลิตร (1.00 มล. = 100 ไมโครกรัม NO_3^--N)

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมรีดักชั่นคอลัมน์

ใส่ใยแก้วตรงก้นของคอลัมน์ เติมน้ำกลั่นจนเต็ม เทเม็ด Cu-Cd ให้ได้ความสูง 18.5 เซนติเมตร รักษาระดับน้ำให้สูงกว่า เม็ด Cu-Cd เพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศ ล้างคอลัมน์ด้วยสารละลาย NH_4Cl-EDTA เจือจาง 200 มิลลิลิตร นำสารละลาย 100 มิลลิลิตรที่ประกอบด้วย 25 มิลลิลิตรของสารละลายมาตรฐานไนเตรทและ NH_4Cl-EDTA มิลลิลิตร มากรองผ่านคอลัมน์ในอัตราเร็ว 7-10 มิลลิลิตร/นาที

2. การเตรียมตัวอย่างน้ำก่อนการทดลอง

- การกำจัดความขุ่น ถ้าตัวอย่างน้ำมีความขุ่นหรือสารแขวนลอยให้นำไปกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้วก่อน
- การปรับพีเอช ถ้าพีเอชสูงกว่า 9 ปรับให้อยู่ระหว่าง 7-9 ด้วย HCl หรือ NaOH เจือจาง
- การกำจัดไขมันและน้ำมัน นำตัวอย่างน้ำที่กรองแล้วมา 100 มิลลิลิตร และปรับพีเอชให้เท่ากับ 2 โดยใช้ HCl เข้มข้น แล้วสกัดไขมันออกโดยใช้เฮกเซน

3. การวิเคราะห์

นำตัวอย่างน้ำมา 25 มิลลิลิตร หรือน้อยกว่าและเจือจางให้เป็น 25 มิลลิลิตร เติมสารละลาย NH_4Cl-EDTA 75 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันเทสารละลายผสมนี้ลงในคอลัมน์ แล้วเก็บน้ำที่ผ่านคอลัมน์ในอัตรา 7-10 มล./นาที เทน้ำที่ได้ 25 มิลลิลิตรแรกทิ้งไป แล้วเก็บตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านคอลัมน์ 50 มิลลิลิตร อย่าตั้งตัวอย่างน้ำทิ้งไว้เกิน 15 นาที ก่อนที่จะนำมาเติมน้ำยาเคมีทำให้เกิดสี ไม่จำเป็นต้องล้างคอลัมน์ระหว่างตัวอย่างต่อตัวอย่าง ถ้าจะทำการวิเคราะห์ตัวอย่างใหม่หลังจากทิ้งคอลัมน์ไว้นานหลายชั่วโมงให้เท NH_4Cl-EDTA เจือจาง 50 มล. ไปในคอลัมน์ก่อนการทดลองและให้เก็บคอลัมน์ไว้ในสารละลาย NH_4Cl-EDTA เสมอ และไม่ทิ้งให้แห้ง

4. การทำให้เกิดสี

ตัวอย่างน้ำที่ผ่านคอลัมน์แล้ว 50 มิลลิลิตร มาเติมน้ำยาเคมีทำให้เกิดสี 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ จะเกิดสีชมพูจนถึงสีบานเย็น หลังจากนั้น 10 นาที (ไม่เกิน 2 ชั่วโมง) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 543 นาโนเมตร ใช้น้ำกลั่นทำแบลงค์

ถ้าความเข้มข้นของ NO_3^--N สูงเกิน 1 มก./ล. นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านคอลัมน์แล้วที่เหลือมาเจือจาง แล้วจึงนำไปทำให้เกิดสีอีก

5. การเตรียมกราฟมาตรฐาน

ให้เตรียมสารละลายมาตรฐานไนเตรทระหว่าง 0.05-1.0 มก. NO_3^--N เจือจางสารละลายมาตรฐานไนเตรทตั้งแต่ 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 และ 5.0 มล. ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 100 มล. ในขวดวัดปริมาตร นำสารละลายมาตรฐาน 25 มล. เติมสารละลาย NH_4Cl-EDTA 75 มล.

ผสมให้เข้ากัน เทผ่านคอลัมน์แล้ววิเคราะห์เหมือนตัวอย่างน้ำ แล้วนำแต่ละความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรทกับสารละลายไนเตรทมาตรฐานที่ผ่านคอลัมน์แล้วที่ความเข้มข้นเท่ากัน เพื่อตรวจประสิทธิภาพของคอลัมน์ ถ้าได้ประสิทธิภาพต่ำกว่า 75% ให้นำเม็ด Cd ออกจากคอลัมน์แล้วไปฉาบ Cu ใหม่

การคำนวณ

หลังจากนำตัวอย่างน้ำไปวัด % การยอมให้แสงผ่าน หรือค่าการดูดกลืนแสงแล้วให้อ่านปริมาณของไนเตรทที่มาจากการกรองผ่านคอลัมน์จากกราฟมาตรฐาน

ถ้าใช้ตัวอย่างน้ำน้อยกว่า 25 มล. ให้ใช้สมการดังต่อไปนี้ คือ

$$NO_2^- \text{-N+} NO_3\text{-N มก./ล.} = \frac{A \times 25}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่าง, มล.}}$$

เมื่อ:

A = ความเข้มข้นของ NO_3^- - N จากกราฟมาตรฐาน

ถ้าต้องการทราบปริมาณไนเตรทเท่านั้น

$$(NO_3^- - N) \text{ มก./ล.} = (NO_2\text{-N} + NO_3\text{-N})-(NO_2\text{-N})$$

VIII. Total Phosphorus โดยวิธี Persulfate Digestion/Vanadomolybdophosphoric Acid

เครื่องมือ

1. Hot Plate

น้ำยาเคมี

1. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์

2. สารละลายกรดซัลฟิวริก เติม H_2SO_4 เข้มข้น 300 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 600 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

3. สารละลายโปตัสเซียมเปอร์ซัลเฟต ($K_2S_2O_8$) หรือ แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต ($(NH_4)_2S_2O_8$)

4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล

วิธีการวิเคราะห์

1. นำน้ำตัวอย่างมา 50 มิลลิลิตร

2. เติม $K_2S_2O_8$ 0.5 กรัม หรือ ($(NH_4)_2S_2O_8$) 0.4 กรัม เติมกรดซัลฟิวริก 1 มิลลิลิตร

3. ต้มให้ค่อย ๆ เดือดจนได้ปริมาตรเท่ากับ 10 มิลลิลิตร

4. ตั้งให้เย็นแล้วปรับปริมาตรให้ได้เท่ากับ 50 มิลลิลิตรเท่าเดิม

5. ทำการปรับพีเอชให้ได้เท่ากับ 7.0 ± 2

6. นำไปหาฟอสเฟตโดยวิธี Colourimetric Method (Vanadomolybdophosphoric Acid)

IX. Phosphate Phosphorus โดยวิธี Vanadomolybdophosphoric Acid

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Spectrophotometer

2. เครื่องแก้วที่ล้างด้วยกรด HCl

น้ำยาเคมี

1. ฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์

2. สารละลายกรด HCl 1+1 อาจใช้ H_2SO_4, $HClO_4$, HNO_3 แทน HCl ได้

3. สารละลาย Vanadate-Molybdate

สารละลาย A ละลาย Ammonium Molybdate $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ จำนวน 2.5 กรัม ในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร

สารละลาย B ละลาย Ammonium Metavanadate (NH_4VO_3) จำนวน 1.25 กรัม โดยต้มให้เดือดในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็น แล้วเติมกรดเกลือเข้มข้น 330 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็นแล้วนำสารละลาย A ผสมกับสารละลาย B แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

4. สารละลาย Stock Phosphate

ละลาย Anhydrous KH_2PO_4 219.5 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1000 ลิตร สารละลายนี้ 1.0 มิลลิลิตร เท่ากับ 50.0 μgPO_4-P

วิธีวิเคราะห์

1. ใช้ขนาดน้ำตัวอย่าง 35 มิลลิลิตร หรือน้อยกว่านี้ใส่ในขวดตวงขนาด 50 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลาย Vanadate-Molybdate 10 มิลลิลิตร แล้วเจือจางกับน้ำกลั่น จนได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เตรียมแบลงค์ด้วยน้ำกลั่น 35 มิลลิลิตร และทำเช่นเดียวกัน

3. ทิ้งไว้ 10 นาที หรือนานกว่าจะได้สีเหลืองเกิดขึ้น วัดความเข้มข้นของสารละลายโดยใช้ Spectrophotometer ที่ 400-490 นาโนเมตร โดยเปรียบเทียบกับแบลงค์น้ำกลั่น

4. เตรียมกราฟมาตรฐานโดยใช้สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต

การคำนวณ

$$(\text{mg P/l}) = \frac{\text{mg P (in 50 final volume)} \times 1000}{}$$

ml sample

X. การวิเคราะห์ซัลเฟต (Sulfate) โดยวิธี Turbidimetric Method

นิยมใช้วิธี Turbidimetric เพราะเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกรวดเร็วสามารถหาซัลเฟตปริมาณต่ำ ๆ ได้ดี (วัดซัลเฟตในช่วง 1-40 มิลลิกรัมต่อลิตร) ถ้าซัลเฟตมีปริมาณสูงวิเคราะห์ได้โดยการเจือจางตัวอย่างน้ำ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.เครื่องกวนสารละลายแบบแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer) แท่งกวนสารละลายแบบแม่เหล็ก (Magnetic Bar)

2. เครื่อง Spectrophotometer ที่ 420 นาโนเมตร

3. นาฬิกาจับเวลา

4. ช้อนตวงที่มีความจุ 0.2-0.3 มิลลิเมตร

น้ำยาเคมี

1. เตรียม Conditioning reagent โดยการผสมกลีเซอรอล 50 มิลลิลิตร กับสารละลายที่ประกอบด้วย กรดเกลือเข้มข้น 30 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร 95% เอธิลแอลกอฮอลล์ 100 มิลลิลิตร และโซเดียมคลอไรด์ 75 กรัม

2. $BaCl_2$ Crystal 23-30 mesh

3. เตรียมสารละลายมาตรฐานซัลเฟต โดยการละลาย Na_2SO_4 (Anhydrous) 147.9 มิลลิกรัมในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิกรัม หรือโดยการนำกรดกำมะถัน 0.02 นอร์มัล มา 10.41 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (1 มิลลิลิตร = 100 ไมโครกรัมซัลเฟต)

วิธีวิเคราะห์

1. Formation of $BaSO_4$

เติมตัวอย่าง 100 มิลลิลตร ใส่ขวดรูปกรวยขนาด 250 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องกวนสารแม่เหล็กและแท่งเหล็กคนช้า ๆ ค่อย ๆ เติม $BaCl_2$ Crystal 1 ช้อน จับเวลาพอได้ 1 นาที ให้หยุดคนทันที

2. Measurement of $BaSO_4$ Turbidity

เทสารละลายจากข้อ 1 ลงใน Absorption Cell ของ Spectrophotometer วัดค่าความขุ่นทุก ๆ 30 วินาที เป็นเวลา 4 นาที และจะอยู่ตัวถึง 10 นาที ให้เอาค่าที่มากที่สุดที่อ่านได้ใน 4 นาที

3. Preparation of Calibration Curve

เตรียมสารละลายมาตรฐานซัลเฟตที่มีความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยการปิเปต 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 มิลลิลิตร ของสารละลายมาตรฐานซัลเฟต เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตรและทำทุกขั้นตอนตามการเตรียมตัวอย่าง

XI. การเตรียมจุลินทรีย์สำหรับการย้อมสี

ก่อนการย้อมสีต้องทำให้จุลินทรีย์ที่จะศึกษายึดติดอยู่กับสไลด์ ซึ่งเรียกว่า การตรึง (Fixing) โดยมีวิธีทำคือ หยดสารแขวนลอยของจุลินทรีย์ 1 หยดบนสไลด์ที่ล้างสะอาด (ไม่ได้ผ่านเครื่องเขย่า) ทำให้เป็นฟิล์มบาง ๆ ปล่อยให้แห้งในอากาศ (ไม่ได้ผ่านเปลวไฟ) แล้วนำไปย้อมสี

XI.I การย้อมสีแกรม (Gram Staining)

น้ำยาเคมี

1. คริสตัลไวโอเล็ต
2. สารละลายไอโอดีน
3. ซาฟรานิน
4. แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์

วิธีการย้อมสีแกรม

1. เกลี่ย (Smear) เชื้อที่ต้องการย้อมบนสไลด์ที่ล้างสะอาดทิ้งให้แห้งในอากาศ (หมายเหตุการทดลองนี้ไม่ได้ตรึง (fix) โดยผ่านเปลวไฟ)

2. หยดสีคริสตัลไวโอเล็ตบนเชื้อที่เกลี่ยประมาณ 1-2 นาที ล้างสีออกด้วยน้ำแล้วหยดสารละลายไอโอดีน เพื่อให้คริสตัลไวโอเล็ตติดแน่นนาน 1 นาที

3. ล้างสีด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งไม่มีสีละลายออกมาจึงล้างด้วยน้ำ ถึงตอนนี้แบคทีเรียแกรมบวกจะยังคงติดสีม่วงของคริสตัลไวโอเล็ต แต่แบคทีเรียแกรมลบจะไม่มีสี เพราะสีถูกล้องออกหมด

4. เป็นขั้นสุดท้าย หยดสีซาฟรานินบนเชื้อที่เกลี่ยนาน 15-30 วินาที ล้างด้วยน้ำซับให้แห้งแล้วตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ Phase Contrast ที่มีกำลังขยายสูงสุดถึง 1000 เท่า บักเตรีแกรมบวกยังคงติดสีม่วงของคริสตัลไวโอเล็ต บักเตรีแกรมลบติดสีแดงของซาฟรานิน

XI.II การย้อมสีแบบ Neisser

น้ำยาเคมี

สารละลาย A

1. เมทธิลลีนบลู 0.1 กรัม
2. เอทธานอลล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 5 มิลลิลิตร
3. อะซิติกเอซิค กลาซีออล์ 5 มิลลิลิตร
4. น้ำกลั่น 100.0 มิลลิลิตร

สารละลาย B

1. คริสตัล ไวโอเล็ต (10% w/v in 95% ethanol) 3.3 มิลลิลิตร
2. เอทธานอลล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 6.7 มิลลิลิตร
3. น้ำกลั่น 100.0 มิลลิลิตร

สารละลาย (1)

ผสมสารละลาย A และ B ซึ่งนำ 2 ส่วนโดยปริมาตรของ A กับ 1 ส่วนโดยปริมาตรของ B

สารละลาย (2)

1. บิสมาร์ค บราวน์ $C_{18}H_{18}N_8$ (1% w/v aqueous) 33.3 มิลลิลิตร
2. น้ำกลั่น 66.7 มิลลิลิตร

วิธีการย้อม Neisser

1. เกลี่ย (Smear) เชื้อที่ต้องการย้อมบนสไลด์ที่ล้างสะอาดทิ้งให้แห้งในอากาศ (ไม่ต้องตรึง (fix) โดยผ่านเปลวไฟ)

2. หยดสารละลาย (1) บนเชื้อที่เกลี่ยประมาณ 30 วินาที ล้างสีออกด้วยน้ำแล้วหยดสารละลาย (2) แล้วล้างออกด้วยน้ำ ปล่อยให้แห้งแล้วตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ Phase Contrast กำลังขยาย 1000 เท่า

XII. ดัชนีปริมาตรตะกอน (Sludge Volume Index: SVI)

SVI หมายถึง ดัชนีปริมาตรตะกอน (เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที) ต่อน้ำหนักแห้งของตะกอน 1 กรัม มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อกรัม

ภาคผนวก ข.

รายการคุณภาพน้ำทิ้งที่วิเคราะห์ ณ จุดต่าง ๆ ภายในโรงงานน้ำยางข้น และโรงงานอาหารทะเลในเขตจังหวัดสงขลาที่ดำเนินการศึกษา

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกตวง ขนาด 1 ลิตร
2. เครื่องมือหาของแข็งแขวนลอย

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างน้ำจากถังเติมอากาศใส่กระบอกตวง ให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร
2. ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที
3. บันทึกปริมาตรของตะกอนที่ตกก้นภาชนะ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อลิตร
4.

การคำนวณ

$$SVI\ (ml/g) = \frac{SV_{30}\ (ml/l)\ x1000}{MLSS\ (mg/l)}$$

เมื่อ

SV_{30} = ค่าปริมาตรตะกอนจุลินทรีย์ในกระบอกตวงขนาด 1 ลิตร หลังจากตั้งทิ้งไว้ 30 นาที หน่วย มิลลิลิตรต่อลิตร

MLSS = ปริมาณน้ำหนักแห้งของตะกอนที่นำมาวัดค่า SV_{30} หน่วย มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางภาคผนวก 3 แสดงคุณภาพน้ำ ณ จุดต่าง ๆ ของโรงงานน้ำยางข้นและโรงงานอาหารทะเลในเขตจังหวัดสงขลา (ครั้งที่ 1)

โรงงาน	จุดเก็บตัวอย่าง	BOD_5 มก./ล. (NF)	BOD_5 มก./ล. (F)	COD มก./ล. (NF)	COD มก./ล. (F)	SS มก./ล.	TKN มก./ล.	NO_3-N มก./ล.	TN มก./ล.	TP มก./ล.	SO_4^{2-} มก./ล.
A	Influent	1350	975	12600	4320	1580	787	121	908	27	7293
	Effluent	400	105	6750	1620	227	326	38	364	12	2951
	% Removal	70	89	46	63	86	59	68	60	54	60
B	Influent	2588	1375	5400	3520	490	335	418	753	17	6147
	Effluent	362	200	900	540	60	177	181	358	3	2272
	% Removal	86	85	83	85	88	47	57	52	80	63
C	Influent	2324	1379	12240	3600	562	195	136	331	22	3587
	Effluent	420	200	5400	2160	109	75	67	143	4	1282
	% Removal	82	85	56	40	81	62	50	57	81	64
D	Influent	1992	967	15120	5760	912	337	117	454	17	4072
	Effluent	118	52	7200	2160	204	28	89	117	5	1246
	% Removal	94	95	52	63	78	92	24	74	70	69
E	Influent	2350	1715	13320	6120	330	852	19	871	46	827
	Effluent	201	103	7020	2546	150	293	10	303	11	571
	% Removal	91	94	47	42	55	66	50	65	76	31
F	Influent	2500	595	12600	3240	669	478	14	492	49	7283
	Effluent	434	115	7290	1440	187	63	1	64	16	1771
	% Removal	83	81	42	56	72	87	90	87	68	76
G	Influent	2000	1300	12240	4000	242	101	136	103	37	939
	Effluent	240	125	4320	2120	125	19	67	20	22	272
	% Removal	88	90	65	47	48	81	51	81	41	71
H	Influent	2100	1025	8856	3456	3330	680	17	697	6	-
	Effluent	420	195	1188	828	110	36	4	40	3	
	% Removal	80	81	87	76	97	95	75	94	55	
I	Influent	2517	963	7548	4828	1280	294	21	315	5	-
	Effluent	370	153	1059	534	60	62	10	72	2	
	% Removal	85	84	86	89	95	79	53	77	60	

J	Influent	2033	1605	5040	3800	1840	504	28	532	8	-
	Effluent	190	133	1080	540	70	36	14	50	3	
	% Removal	91	92	79	86	96	93	51	91	66	

ตารางภาคผนวก 3 แสดงคุณภาพน้ำ ณ จุดต่าง ๆ ของโรงงานน้ำยางข้นและโรงงานอาหารทะเลในเขตจังหวัดสงขลา (ครั้งที่ 1) (ต่อ)

โรงงาน	จุดเก็บตัวอย่าง	BOD_5 มก./ล. (NF)	BOD_5 มก./ล. (F)	COD มก./ล. (NF)	COD มก./ล. (F)	SS มก./ล.	TKN มก./ล.	NO_3-N มก./ล.	TN มก./ล.	TP มก./ล.	SO_4^{2-} มก./ล.
K	Influent	1450	500	7920	4320	88	504	51	555	2	-
	Effluent	135	100	2160	630	95	48	16	64	1	
	% Removal	91	80	73	85	89	90	69	88	29	
L	Influent	775	425	5076	3636	747	81	27	108	23	-
	Effluent	89	38	738	378	153	48	13	61	8	
	% Removal	89	91	85	90	80	41	52	43	67	
M	Influent	1533	925	4320	2160	680	489	3	492	5	-
	Effluent	278	30	1440	1080	110	235	1	236	3	
	% Removal	82	97	67	50	84	52	62	52	43	
N	Influent	650	250	5760	2880	245	235	0.4	235	3.4	-
	Effluent	115	23	1800	1440	165	109	0.3	109	3.1	
	% Removal	82	91	69	50	33	54	14	54	8	
O	Influent	1242	375	7940	4680	660	181	19	200	29	-
	Effluent	66	32	2340	1080	180	97	8	105	21	
	% Removal	95	91	71	77	73	46	58	48	18	
P	Influent	650	250	10260	6840	4110	256	34.6	290.6	5	-
	Effluent	79	35	2160	1980	185	30	12.6	42.6	2.5	
	% Removal	88	86	79	71	95	88	63	85	50	
Q	Influent	733	675	4788	2988	400	538	91	628	3	-
	Effluent	112	83	875	659	120	148	22	170	2	
	% Removal	85	88	82	78	70	72	75	73	20	

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ NF คือ วิเคราะห์แบบทั้งหมด

F คือ วิเคราะห์แบบละลายน้ำ

TN คือ ไนโตรเจนทั้งหมด

ตารางภาคผนวก 4 คุณภาพน้ำ ณ จุดต่าง ๆ ของโรงงานน้ำยางข้นและโรงงานอาหารทะเล ในเขตจังหวัดสงขลา (ครั้งที่ 2)

โรงงาน	จุดเก็บตัวอย่าง	BOD มก./ล. (NF)	BOD มก./ล. (F)	COD มก./ล. (NF)	COD มก./ล. (F)	SS มก./ล.	TKN มก./ล.	NO_3-N มก./ล.	TN มก./ล.	TP มก./ล.	SO_4^{2-} มก./ล.
A	Influent	3240	2050	11866	8625	3460	861	11	872	20	4250
	Effluent	393	128	900	540	2260	546	3	552	9	2336
	% Removal	88	94	92	94	35	36	69	37	55	45
B	Influent	3750	2043	5400	4524	900	909	79	988	3	5097
	Effluent	455	230	900	567	110	567	33	600	2	4172
	% Removal	88	89	83	87	88	38	58	95	32	18
C	Influent	2592	1550	5960	3080	540	381	132	513	4	3581
	Effluent	421	130	2340	900	200	154	66	220	2	1395
	% Removal	84	92	61	71	63	60	50	57	48	61
D	Influent	2750	1050	8120	5220	1660	805	130	935	3	4178
	Effluent	440	200	4860	270	500	538	44	582	2	1374
	% Removal	84	81	40	95	70	33	66	38	32	67
E	Influent	2160	2050	14400	4320	1510	476	18	494	57	1330
	Effluent	440	245	4320	2160	470	266	4	270	28	697
	% Removal	80	88	70	50	266	44	77	45	51	48
F	Influent	3400	2100	8640	5040	780	997	91	1088	8	2040
	Effluent	560	390	3960	1440	340	129	49	178	3	819
	% Removal	84	81	54	71	56	87	47	84	59	60
G	Influent	3800	2150	11520	7200	820	972	30	103	74	4835
	Effluent	470	175	1800	720	410	440	16	20	41	1315
	% Removal	88	92	84	90	50	55	48	81	45	73
H	Influent	2750	1400	5320	3440	1560	395	9	404	36	-
	Effluent	330	85	2160	560	160	112	6	118	17	
	% Removal	88	94	59	84	90	72	34	71	53	
I	Influent	1100	900	5760	1800	520	165	26	191	3	-
	Effluent	100	40	2500	540	40	87	12	99	1	

	% Removal	91	96	57	70	92	47	53	48	62	
J	Influent	749	400	2880	1080	660	176	85	261	12	-
	Effluent	260	30	1620	540	80	48	23	71	7	
	% Removal	65	93	44	50	88	73	73	73	46	
K	Influent	3300	1800	10080	4680	1050	137	63	200	0.5	-
	Effluent	220	50	5760	1080	47	70	26	96	0.2	
	% Removal	93	97	43	77	96	49	60	52	52	

ตารางภาคผนวก 4 คุณภาพน้ำ ณ จุดต่าง ๆ ของโรงงานน้ำยางข้นและโรงงานอาหารทะเล ในเขตจังหวัดสงขลา (ครั้งที่ 2) (ต่อ)

โรงงาน	จุดเก็บตัวอย่าง	BOD มก./ล. (NF)	BOD มก./ล. (F)	COD มก./ล. (NF)	COD มก./ล. (F)	SS มก./ล.	TKN มก./ล.	NO_3-N มก./ล.	TN มก./ล.	TP มก./ล.	SO_4^{2-} มก./ล.
L	Influent	1200	250	7560	1440	350	67	40	107	21	-
	Effluent	105	50	3780	900	130	59	18	77	12	
	% Removal	91	80	50	38	63	12	55	28	46	
M	Influent	1500	1100	7200	2880	2050	252	83	335	33	-
	Effluent	290	60	4320	1080	220	45	31	76	9	
	% Removal	81	95	40	63	89	82	63	77	72	
N	Influent	1200	700	6480	2880	260	266	45	311	28	-
	Effluent	180	110	3960	1800	180	168	19	187	19	
	% Removal	85	84	39	38	31	37	58	40	30	
O	Influent	500	275	9360	2880	410	28	96	124	46	-
	Effluent	80	40	4680	1440	90	14	20	34	36	
	% Removal	84	85	50	50	78	50	79	73	20	
P	Influent	1650	1450	8640	3600	940	95	35	130	31	-
	Effluent	323	120	4680	1800	140	50	16	66	20	
	% Removal	80	92	46	50	85	47	55	49	35	
Q	Influent	650	375	2880	720	880	707	14	721	10	-
	Effluent	110	40	1800	360	185	41	10	51	5	
	% Removal	83	89	38	50	79	94	30	93	50	

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ NF คือ วิเคราะห์แบบทั้งหมด

F คือ วิเคราะห์แบบละลายน้ำ

TN คือ ไนโตรเจนทั้งหมด

ตารางภาคผนวก 5 คุณภาพน้ำทิ้งแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของโรงงานน้ำยางข้นและโรงงานอาหารทะเล ในเขตจังหวัดสงขลา โดยวัดแบบ Onsite measurement

โรงงาน	จุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง	ความเป็นกรด-ด่าง		อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		ออกซิเจนละลาย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
A	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	4.78	4.60	44.10	28.90	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	7.60	7.78	35.50	45.80	1.50	0.41
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	7.76	8.00	52.30	40.60	-	-
B	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	5.21	4.72	30.30	31.50	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	7.53	7.50	37.30	36.00	0.40	0.54
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	6.42	7.17	33.80	34.50	-	-
C	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	1.67	4.70	27.50	32.00	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	7.35	7.20	35.35	35.10	5.75	5.75
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	7.69	6.97	33.30	34.70	-	-
D	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	4.75	4.51	28.10	31.10	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	7.37	7.40	34.50	34.70	0.37	0.30
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	7.81	7.46	31.10	31.90	-	-
E	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	5.37	6.04	30.30	31.00	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	7.90	7.88	30.60	31.60	0.94	0.95
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	7.69	7.85	30.90	31.00	-	-
F	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	4.50	5.19	31.20	31.50	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	8.00	7.90	36.60	30.60	0.20	1.88
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	5.59	5.69	33.90	34.00	-	-
G	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	7.07	4.77	31.60	31.40	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	7.25	7.16	37.53	37.10	0.63	0.61

ตารางภาคผนวก 5 คุณภาพน้ำทิ้งแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของโรงงานน้ำยางข้นและโรงงานอาหารทะเล ในเขตจังหวัดสงขลา โดยวัดแบบ Onsite measurement (ต่อ)

โรงงาน	จุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง	ความเป็นกรด-ด่าง		อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		ออกซิเจนละลาย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
I	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	6.53	6.86	21.40	21.80	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	4.30	7.30	25.00	24.90	0.86	1.39
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	7.40	7.30	25.10	25.30	-	-
J	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	6.61	6.91	28.30	23.80	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	7.08	7.08	30.70	29.20	2.50	1.17
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	5.24	6.88	31.20	29.20	-	-
K	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	6.52	9.18	31.00	33.10	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	7.43	7.24	28.20	25.90	1.19	1.39
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	7.31	7.32	29.00	27.20	-	-
L	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	6.35	6.93	24.20	22.30	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	7.35	7.35	26.20	25.50	2.45	4.21
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	7.82	7.81	28.50	28.70	-	-
M	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	7.25	6.93	29.50	31.50	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	6.64	6.47	30.80	33.00	2.03	1.08
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	6.76	6.63	30.40	32.90	-	-
N	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	7.69	7.13	26.10	29.30	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	7.59	7.60	26.30	28.30	2.70	2.02
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	7.17	7.73	26.60	28.40	-	-
O	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	7.79	7.14	25.70	27.40	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	8.36	7.51	25.70	26.20	2.56	1.26
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	8.37	7.40	27.50	26.10	-	-
P	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	7.60	7.53	25.80	26.90	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	7.60	7.47	24.80	26.20	2.56	0.97
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	7.71	8.86	25.00	25.70	-	-
Q	น้ำเข้าถังเติมอากาศ	7.41	6.72	19.10	25.70	-	-
	น้ำในบ่อเติมอากาศ	6.64	6.70	30.80	24.70	1.32	1.73
	น้ำออกจากถังตกตะกอน	7.58	6.61	29.90	25.00	-	-

ภาคผนวก ค.
ตัวอย่างแบบสอบถามเชิงสำรวจในโรงงานน้ำยางข้นและโรงงานอาหารทะเล ในเขตจังหวัดสงขลา

แบบสำรวจข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นจากโรงงานที่ใช้ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ในการบำบัดน้ำเสีย

วัน/เดือน/ปี.....
ชื่อโรงงาน.....
สถานที่ตั้งโรงงาน.....
.....
เบอร์โทรศัพท์.....เบอร์แฟกซ์.....
ผู้ควบคุมระบบ (นางสาว/นาง/นาย).....อายุ.....ปี อายุการทำงาน.....ปี
ระดับการศึกษา ( ) ระดับมัธยมศึกษาปีที่.....
( ) ระดับปริญญาตรี สาขาวิชา.....
( ) ระดับปริญญาโท สาขาวิชา.....
( ) อื่น ๆ .....

มีความรู้เกี่ยวกับแบคทีเรียสายใย ( ) มี ( ) ไม่มี
มีการเติมสารเคมีในกระบวนการผลิต ( ) มี ( ) ไม่มี โปรดชี้แจง.....

ข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้น ดังนี้
ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกใช้.....
กำลังการผลิต (ตันต่อวัน).....
ค่าไฟฟ้า (บาทต่อเดือน).....
จำนวนคนงาน (คน).....
ระยะเวลาการใช้งาน (ปี).....
ระดับน้ำในบ่อ: บ่อเติมอากาศ (เมตร).....ถังตกตะกอน (เมตร).....

น้ำเข้า	อัตราการไหลโดยเฉลี่ยต่อวัน	
	อัตราการไหลสูงสุด (โดยประมาณ-พร้อมระบุช่วงเดือน หรือเวลา)	
	อัตราการไหลต่ำสุด (โดยประมาณ-พร้อมระบุช่วงเดือน หรือเวลา)	
ภาระบรรทุกน้ำเข้า	BOD_5 กิโลกรัมต่อวัน	
	COD กิโลกรัมต่อวัน	
	SS กิโลกรัมต่อวัน	

	TP กิโลกรัมต่อวัน	
	TN กิโลกรัมต่อวัน	
ความเข้มข้นน้ำเข้า	BOD_5 กิโลกรัมต่อวัน	
	COD กิโลกรัมต่อวัน	
	SS กิโลกรัมต่อวัน	
	TP กิโลกรัมต่อวัน	
	TN กิโลกรัมต่อวัน	
ปริมาณผลผลิต	โดยประมาณ (เฉลี่ยต่อปี)	
	ปัจจุบัน (วันที่เก็บตัวอย่าง)	
ปริมาณวัตถุดิบ	โดยประมาณ (เฉลี่ยต่อปี)	
	ปัจจุบัน (วันที่เก็บตัวอย่าง)	
ตระแกรง	มี/ไม่มี	
	อัตราการไหลผ่านตะแกรง	
	ปริมาณขยะที่ตักออกต่อวัน	
ถังดักกรวดทราย	มี/ไม่มี	
	อัตราการไหลผ่านราง	
	ปริมาณทรายที่ดักได้ต่อวัน	
ถังปรับสภาพ	มี/ไม่มี	
	ขนาดของถัง (ลูกบาศก์เมตร)	
	Dimension	
	ระยะเวลาเก็บกัก	
	อัตราการไหลเข้า	
	อัตราการสูบออก	
ถังตกตะกอนแรก	มี/ไม่มี	
	ขนาดของถัง	
	Dimension	
	ระยะเวลาเก็บกัก	
ถังเติมอากาศ	มี/ไม่มี	

	ขนาดของถัง	
	Dimension	
	ระยะเวลาเก็บกัก	
	ปริมาณออกซิเจนละลาย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	ความเป็นกรด-ด่าง	
	Sludge Loading	
	Volumetric Loading	
	ปริมาณตะกอนสูบกลับ	
	อายุตะกอน	
	SVI (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	% สูบตะกอนกลับ	
	BOD conc. into Tank	
	มี/ไม่มี ถัง DN/CN	
ถังตกตะกอนสุดท้าย	ขนาดของถัง (ลูกบาศก์เมตร)	
	Dimension	
	ระยะเวลาเก็บกัก	
	ปริมาณออกซิเจนละลาย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	ความเป็นกรด-ด่าง	
	SVI (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	MLSS in Return Sludge	
ภาระบรรทุกน้ำออก	BOD_5 กิโลกรัมต่อวัน	
	COD กิโลกรัมต่อวัน	
	SS กิโลกรัมต่อวัน	
	TP กิโลกรัมต่อวัน	
	TN กิโลกรัมต่อวัน	
ความเข้มข้น	BOD_5 กิโลกรัมต่อวัน	

น้ำออก	COD	กิโลกรัมต่อวัน	
	SS	กิโลกรัมต่อวัน	
	TP	กิโลกรัมต่อวัน	
	TN	กิโลกรัมต่อวัน	

ความสามารถในการบำบัดน้ำเสียในสภาวะปัจจุบัน.....

.....

ประสิทธิภาพของระบบในสภาวะปัจจุบัน.....

ข้อเสนอแนะจากผู้ควบคุมดูแลระบบ.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง.

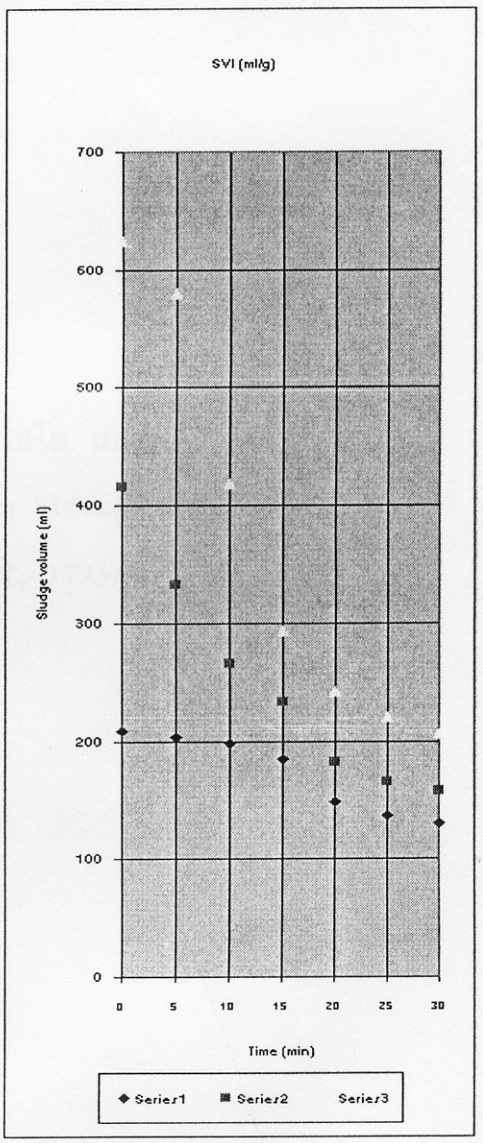
ตัวอย่างแบบฟอร์มการวัดค่าดัชนีปริมาตรตะกอนแบบ

Dilution Method

ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีปริมาตรตะกอนของโรงงาน I ครั้งที่ 2

วันที่ 23/11/2547

Glass-Nr.	Time	Minute (min)	Sludge Volume (SVI)	Dilute 1		1:0	Total Solid Volume (g/l)	SVI (ml/g)
1	9.00	0	1000	0		1000	4.81	208
1	9.05	5	980	0		980	4.81	204
1	9.10	10	950	0		950	4.81	198
1	9.15	15	890	0		890	4.81	185
1	9.20	20	710	0		710	4.81	148
1	9.25	25	660	0		660	4.81	137
1	9.30	30	630	0		630	4.81	131
						1:1		
2	9.00	0	1000	1		2000	4.81	416
2	9.05	5	800	1		1600	4.81	333
2	9.10	10	640	1		1280	4.81	266
2	9.15	15	560	1		1120	4.81	233
2	9.20	20	440	1		880	4.81	183
2	9.25	25	400	1		800	4.81	166
2	9.30	30	380	1		760	4.81	158
						1:2		
3	9.00	0	1000	2		3000	4.81	624
3	9.05	5	930	2		2790	4.81	580
3	9.10	10	670	2		2010	4.81	418
3	9.15	15	470	2		1410	4.81	293
3	9.20	20	390	2		1170	4.81	243
3	9.25	25	352	2		1056	4.81	220
3	9.30	30	330	2		990	4.81	206



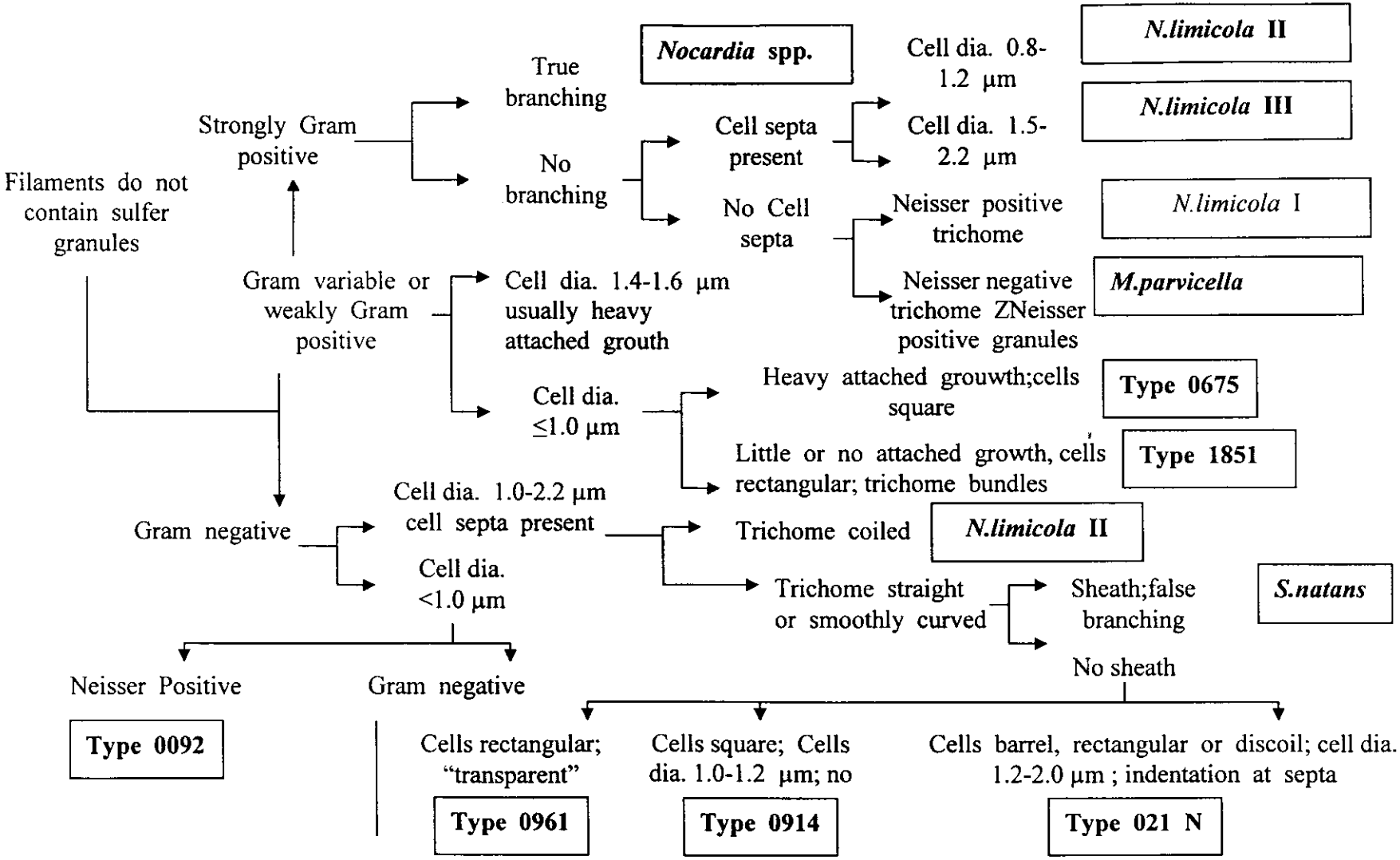
ภาคผนวก จ.

ตัวอย่างแบบฟอร์มการคีย์แบคทีเรียสายใย และ

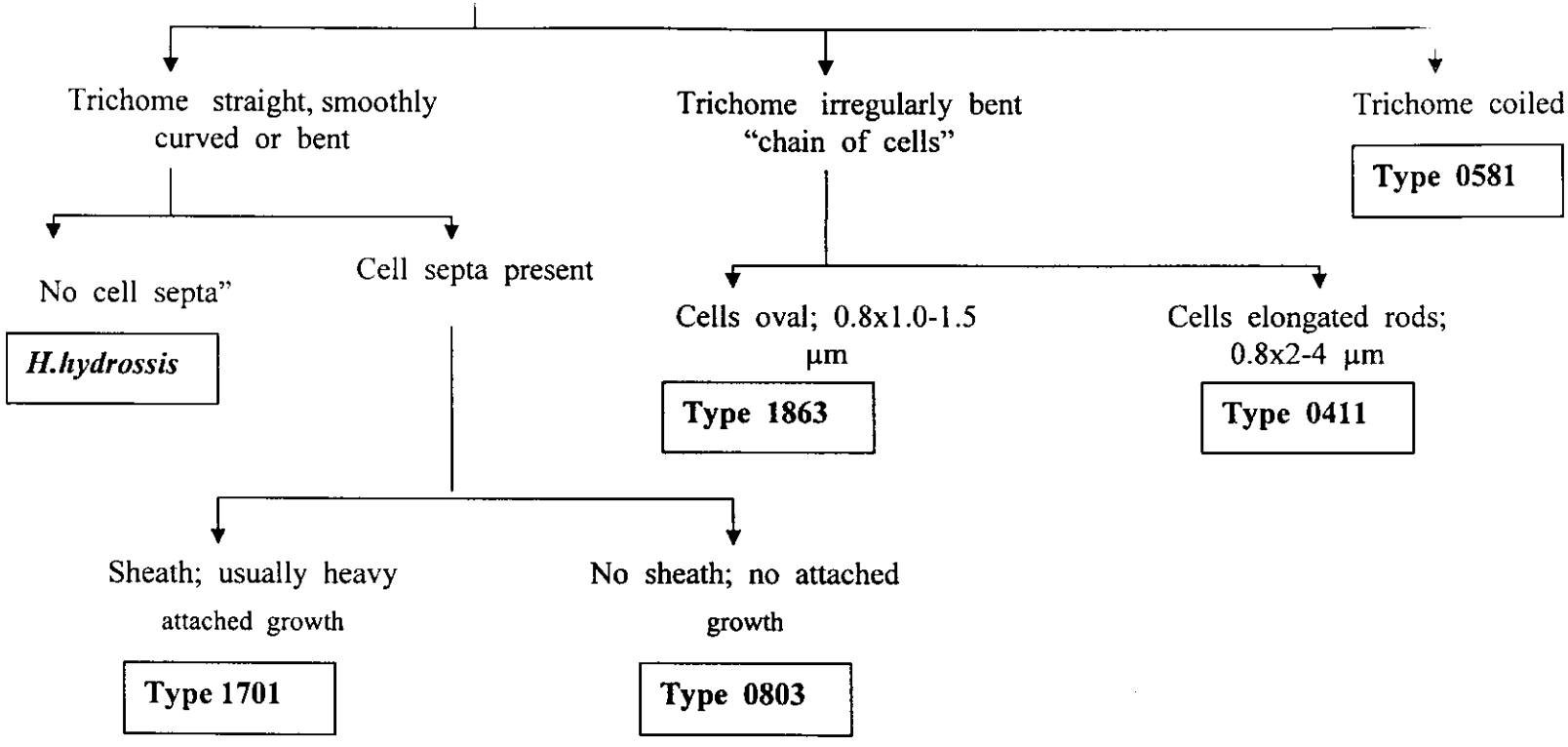
Dichotomous Key for Filamentous Organism "Identification"

in Activated Sludge (Jenkins, *et al.*, 1993)

Treatment plant name		Activated Sludge				
Sample date						
Analyse date						
Sample number		A	B	C	D	E
color						
Temperature						
Sample type						
dominant						
sub-dominant						
Filamentous Abundance	0 None					
	1 Few					
	2 Some					
	3 Common					
	4 Very common					
	5 Abundant					
	6 Excessive					
Filamentous places	in floc					
	in free water					
Filamentous shapes	straight					
	smoothly curved					
	coiled					
Attached growths	present					
	absent					
Branches	absent					
	false branching					
	true branching					
Shealths	present					
	absent					
Cross-walls	present					
	absent					
Cell shapes	barrel					
	oval					
	rod-shaped					
	square					
	rectangular					
Diameters	< 1 Um					
	1.0 - 2.5 Um					
	> 2.5 Um					
Lengths	< 100 Um					
	100 - 200 Um					
	200 - 500 Um					
	500 - 1000 Um					
Neissers-staining	positive (granular)					
	positive (cell-blue)					
	negative (brown)					
Gram-staining	positive (blue)					
	negative (red)					
Identified filamentous bacteria						



ตารางภาพประกอบภาคผนวก ! แสดง Dichotomous Key for Filamentous Organism "Identification" in Activated Sludge (Jenkins, *et al.*, 1993)



ตารางภาพประกอบภาคผนวก I แสดง Dichotomous Key for Filamentous Organism "Identification" in Activated Sludge (Jenkins, *et al.*, 1993) (ต่อ)