

ภาคผนวก ก

ภาพจุดเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

จุดที่ 1 บริเวณหอพักหญิง



จุดที่ 2 บริเวณด้านหลังศูนย์อาหารทะเลแก้ว



จุดที่ 3 บริเวณด้านหลังอาคารเรียนวิทยาศาสตร์



จุดที่ 4 บริเวณหน้าอาคารวิทยสโมสร



จุดที่ 5 บริเวณอาคารการศึกษาพิเศษ



จุดที่ 6 บริเวณหน้าอาคารสารภี



จุดที่ 7 บริเวณด้านหลังอาคารเรียนปกเกล้าคณะวิทยาการจัดการ



จุดที่ 8 บริเวณหน้าโรงแรมเวียงแก้ว



จุดที่ 9 บริเวณด้านหลังสโมสรนักศึกษาคณะวิทยาการจัดการข้างโรงอาหาร



จุดที่ 10 บริเวณด้านหลังอาคารผลิตน้ำมันไบโอดีเซลคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร



จุดที่ 11 บริเวณอาคารเก็บอุปกรณ์การเกษตรคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร



จุดที่ 12 บริเวณอาคารเลี้ยงสัตว์คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร



จุดที่ 13 บริเวณด้านหลังอาคารเรียนมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์



จุดที่ 14 บริเวณด้านหน้าโรงผลิตน้ำดื่มทะเลแก้ว



จุดที่ 15 บริเวณสวนรัชมังคลาภิเษก



จุดที่ 16 บริเวณด้านหลังโรงผลิตนม



จุดที่ 17 บริเวณด้านหลังอาคารปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม



จุดที่ 18 บริเวณบ้านพักอาจารย์



ภาคผนวก ข

การดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม



ภาพที่ 2 การเก็บตัวอย่างน้ำ



ภาพที่ 3 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 4 วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางเคมี (โลหะหนัก)ในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 5 วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 6 การวัดค่า pH และอุณหภูมิ ด้วยเครื่อง pH Meter



ภาพที่ 7 การวัดค่า DO ภาคสนาม

ภาคผนวก ค
สารเคมีและวิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. การวิเคราะห์น้ำทางกายภาพ

1.1 การวัดความขุ่น (Turbidity)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เครื่องวัดความขุ่น (HACH 2100N Turbidimeter)
- 2) บีกเกอร์

วิธีการวัด

- 1) ปรับตั้งเครื่องวัดความขุ่นตามคู่มือของเครื่อง และทำการฟามาตรฐานจากสารละลายความขุ่นมาตรฐานที่เตรียมไว้
- 2) ถ้าตัวอย่างน้ำมีความขุ่นตามคู่มือต่ำกว่า 40 NTU ให้ผสมตัวอย่างน้ำให้เข้ากันแล้วเทลงในหลอดวัดความขุ่น วัดค่าจากเครื่องวัดความขุ่น
- 3) ถ้าตัวอย่างน้ำมีความขุ่นสูงกว่า 40 NTU ให้เจือจางตัวอย่างน้ำด้วยน้ำกลั่นจนได้ความขุ่นไม่เกิน 40 NTU และนำไปวัดค่าจากเครื่อง

การคำนวณ

$$\text{ความขุ่น, NTU} = \frac{A \times (B+C)}{C}$$

เมื่อ : A = NTU ที่อ่านได้

B = ปริมาตรของน้ำที่เจือจาง (มิลลิลิตร)

C = ปริมาตรของตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)

1.2 การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (SS)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) กระดาษกรองที่มีรูพรุน 0.45 ไมครอน หรืออาจใช้กระดาษกรองซึ่งมีรูพรุน 1 ไมครอน (ใช้ได้ในกรณีที่น้ำเสียมีแบคทีเรียต่ำมาก)
- 2) กรวยบุคเนอร์ ความจุ 100 มิลลิลิตร
- 3) เครื่องดูดสุญญากาศ (Series N 022A.18 Pumps)
- 4) ตู้อบควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 103 – 105 องศาเซลเซียส
- 5) เชชชั่งเคเตอร์
- 6) เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการวิเคราะห์

1) อบกระดาษกรองให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนัก (B) เก็บกระดาษกรองไว้ในเดซิเคเตอร์จนกว่าจะใช้ทดลอง

2) วางกระดาษกรองลงในกรวยบุคเนอร์ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดสุญญากาศ

3) ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียกแล้วเปิดเครื่องดูดอากาศ เพื่อให้กระดาษแนบติดกับกรวยบุคเนอร์

4) ตวงปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ผสมเข้ากันดีแล้ว 50 – 100 มิลลิลิตร (ใช้กระบอกตวง) แล้วเทน้ำตัวอย่างลงในกรวยบุคเนอร์และเปิดเครื่องดูดสุญญากาศจนน้ำแห้ง แล้วล้างเครื่องกรองด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร แล้วเปิดเครื่องทิ้งไว้ 3 นาที

5) เมื่อแห้งแล้วนำกระดาษกรองออกวางไว้ในภาชนะเดิม (อาจใช้ถ้วยระเหยหรือกระดาษอลูมิเนียมก็ได้) แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ และชั่งน้ำหนัก (A)

6) ของแข็งที่กรองได้นี้สามารถนำไปวิเคราะห์หาของแข็งแขวนลอยระเหยได้ และของแข็งแขวนลอยคงตัวที่ 550 องศาเซลเซียส ต่อไป

การคำนวณ

$$\text{ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด, มิลลิกรัม/ลิตร} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่าง, มิลลิลิตร}}$$

เมื่อ : A = น้ำหนักของกระดาษกรองและของแข็งแขวนลอย, กรัม
B = น้ำหนักของกระดาษกรอง, กรัม

2. การวิเคราะห์น้ำทางเคมี

2.1 การหาความเป็นกรด – ด่าง (pH)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เครื่องวัดพีเอช (MP 220 pH meter)
- 2) บีกเกอร์
- 3) น้ำกลั่น
- 4) กระดาษทิชชู

วิธีการวัด

- 1) ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งแก้วอิเล็กโทรดและคาโบลอิเล็กโทรดให้สะอาด ใช้กระดาษทิชชูชนิดเนื้อละเอียดซับน้ำให้แห้ง
- 2) ปรับเทียบเครื่องมือให้ได้มาตรฐานตามคำแนะนำในคู่มือของเครื่องนั้นๆ ด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่าพีเอชใกล้เคียงกับค่าของน้ำเสียตัวอย่างที่จะวัด
- 3) ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างอิเล็กโทรดอีกครั้ง ซับน้ำให้แห้ง
- 4) วัดค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำ (ตัวอย่างที่จะนำมาหาค่า ต้องมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิของสารละลายมาตรฐานในข้อ 2) โดยจุ่มอิเล็กโทรดในตัวอย่าง เปิดสวิทซ์ทิ้งไว้ 30 วินาที แกว่งอิเล็กโทรดหลายๆครั้ง อ่านค่าพีเอช ปิดสวิทซ์ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นแล้วแช่ในสารละลายที่เหมาะสม

2.2 การวิเคราะห์ออกซิเจนละลาย (DO) โดยวิธี Azide Modification

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) ขวดบีโอดีขนาด 300 มิลลิลิตร
- 2) ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร
- 3) กระบอกตวงขนาด 200 มิลลิลิตร
- 4) บิวเรต
- 5) ปิเปตต์
- 7) บีกเกอร์

สารเคมี

- 1) สารละลายแมงกานีสซัลเฟต : ละลาย $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 480 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร
- 2) สารละลายอัลคาไล – ไฮโดรไดค์ – เอไซด์ :
 - ละลาย 10 กรัม NaN_3 ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร
 - ละลาย 500 กรัม NaOH และ 135 กรัม NaI ในน้ำกลั่น คนจนละลายหมดแล้วผสมสารละลายทั้ง 2 เข้าด้วยกันแล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร
- 3) กรดซัลฟูริกเข้มข้น : 1 มิลลิลิตร = สารละลายอัลคาไล-ไฮโดรไดค์-เอไซด์ 3 มิลลิลิตร
- 4) น้ำแป้ง : ละลายแป้งมัน 2 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ต้มจนเป็นเนื้อเดียวกัน เติมกรดซาลิกไซคลิก 0.2 กรัม เพื่อกันบูด

การคำนวณ

$$\text{ออกซิเจนละลาย, มิลลิกรัม/ลิตร} = \frac{A \times N \times 8000}{298}$$

เมื่อ: A = ปริมาณของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตเป็นมิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต, นอร์มัล

หมายเหตุ

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาออกซิเจนละลายน้ำควรใช้ขวดบีโอดีจุ่มลงในน้ำที่ระดับความลึกที่ต้องการแล้วเปิดจุกฝาได้น้ำ หรืออาจใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำแล้วจึงใช้สายยางปล่อยน้ำจากอุปกรณ์ลงขวดบีโอดี โดยให้ปลายสายยางอยู่ในก้นขวดบีโอดี และปล่อยให้ น้ำล้นขึ้นมา เพื่อป้องกันไม่ให้ออกซิเจนจากอากาศละลายในน้ำเพิ่มขึ้น

2.3 การวิเคราะห์บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) ขวดบีโอดี ขนาด 300 มิลลิลิตร
- 2) ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร
- 3) กระบอกตวงขนาด 200 มิลลิลิตร
- 4) บิวเรต
- 5) ปิเปตต์
- 7) ตู้อ่างเชื้อ หรือ อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส
- 8) เครื่องเป่าอากาศขนาดเล็ก
- 9) บีกเกอร์

สารเคมี

1) สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ : ละลาย KH_2PO_4 8.5 กรัม K_2HPO_4 21.75 กรัม $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 33.4 กรัม และ NH_4Cl 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ควรมีพีเอชเท่ากับ 7.2

2) สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต : ละลาย $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 22.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

3) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ : ละลาย CaCl_2 27.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

4) สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ : ละลาย $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.25 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

5) สารละลายกรดและสารละลายด่าง 1 N : เพื่อใช้ปรับพีเอชของน้ำเสียให้เป็นกลาง

6) สารยับยั้งการเกิดไนตริฟิเคชัน : ใช้ 2-chloro-6-(trichloromethyl) pyridine ของ Hach Co., หรือเทียบเท่า

7) สารละลายกลูโคส – กลูตามิกแอซิด (Glucose-glutamic acid solution) : อบกลูโคสและกรดกลูตามิกให้แห้งที่ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชั่งกลูโคส 150 มิลลิกรัม และกรดกลูตามิก 150 มิลลิกรัมละลายในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร เตรียมใหม่ทุกครั้ง

8) สารละลายแมงกานีสซัลเฟต : ละลาย $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 480 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

9) สารละลายอัลคาไล – ไอโอไดค์ – เอไซด์ :

- ละลาย 10 กรัม NaN_3 ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร

- ละลาย 500 กรัม NaOH และ 135 กรัม NaI ในน้ำกลั่น คนจนละลายหมดแล้วผสมสารละลายทั้ง 2 เข้าด้วยกันแล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

10) กรดซัลฟูริกเข้มข้น : 1 มิลลิลิตร = สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดค์-เอไซด์ 3 มิลลิลิตร

11) น้ำแป้ง : ละลายแป้งมัน 2 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ต้มจนเป็นเนื้อเดียวกัน เติมกรดซาลิกไซคลิก 0.2 กรัม เพื่อกันบูด

วิธีการวิเคราะห์

1) นำน้ำตัวอย่างประมาณ 800 มิลลิลิตร มาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เพื่อปรับให้น้ำตัวอย่างมีอุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส

2) เป่าอากาศลงไปด้วยเครื่องเป่าอากาศขนาดเล็กจนกระทั่งน้ำตัวอย่างอิมตัวด้วยก๊าซออกซิเจน

3) ไซฟอนน้ำตัวอย่างจาก 2 ตัวอย่างลงไปในขวดบีโอดี 2 ขวดจนเต็ม

4) ทำการหาปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายน้ำในขวดแรกทันที (DO_0) ตามวิธีการหาปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำด้วยวิธี Azide Modification Method

5) สำหรับน้ำขวดที่ 2 นั้น ให้ปิดจุกเติมน้ำกลั่นรอบปากขวดให้เต็มแล้วปิดด้วยฝาครอบปากขวด เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำรอบปากขวดระเหย นำไปอบที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

เป็นเวลา 5 วันแล้วนำมาหาปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำในวันที่ 5 (DO_5) ตามวิธีการหาปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายน้ำโดยวิธี Azide Modification Method

การคำนวณ

$$\text{บีโอดี 5 วัน (มิลลิลิตร)} = \frac{DO_0 - DO_5 \times 100}{\text{เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างที่ใช้}}$$

2.4 การวิเคราะห์ซีโอดีด้วยวิธีรีฟลักซ์แบบปิด (Chemical Oxygen Demand Closed Reflux)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) หลอดย่อยสลาย (Digestion vessels) ขนาด 20×150 ที่มีฝาเกลียว
- 2) ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 3) เตาอบ (oven) ที่อุณหภูมิ $150 \pm 2^\circ\text{C}$
- 4) บิวเรต
- 5) ปิเปตต์

สารเคมี

1) สารละลายมาตรฐานโพตัสเซียมไดโครเมตสำหรับย่อยสลาย 0.1 N : ชั่งน้ำหนัก $K_2Cr_2O_7$ (ซึ่งอบแห้งใน 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) มา 4.913 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติมกรด conc. H_2SO_4 167 มิลลิลิตร และเติม $HgSO_4$ 33.3 กรัม ทิ้งให้ละลายและปล่อยให้เย็นจึงเจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 1,000 มิลลิลิตร

2) สารละลายกรดซัลฟูริก : เติม Ag_2SO_4 5.5 กรัม ลงใน conc. H_2SO_4 1 กิโลกรัม ตั้งทิ้งไว้ 1 - 2 วันให้ Ag_2SO_4 ละลาย

3) สารละลายเฟอร์โรอิน อินดิเคเตอร์ : ละลาย 1.485 กรัม 1, 10 - ฟิแนนโทลีนโมโนไฮเดรต และ 695 มิลลิกรัม $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ในน้ำกลั่นและเจือจางเป็น 100 มิลลิลิตร

4) สารละลายมาตรฐานโพตัสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต : นำ $HOOC_6H_4COOK$ มาบดแล้วอบแห้งที่ 120 องศาเซลเซียส ชั่งมา 425 มิลลิกรัม แล้วละลายด้วยน้ำกลั่นและเจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร โพตัสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต 1 กรัม มี ซีโอดี เท่ากับ 1.176 กรัม ออกซิเจน และสารละลายนี้จะมีซีโอดีเท่ากับ 500 มิลลิลิตรต่อลิตร เตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

5) สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.10 N : ละลาย $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 39.2 กรัม ในน้ำกลั่นเติม conc. H_2SO_4 20 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็นแล้วเจือจางด้วย

น้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร นำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนกับสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมตทุกครั้งที่ใช้

การหาความเข้มข้นของ FAS

ให้เติมสารเคมีทุกชนิดตามตารางที่ 3.7 ลงในหลอดแก้วขนาดที่ต้องการ โดยใช้ น้ำกลั่นแทนตัวอย่างน้ำ ทิ้งให้เย็นแล้วเติมเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ 1-2 หยด แล้วไตเตรทด้วยสารละลาย FAS

นอร์มัลลิตีของสารละลาย FAS =
$$\frac{\text{ปริมาตรของ } 0.1 \text{ N K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ มิลลิลิตร} \times 0.10}{\text{ปริมาตร FAS ที่ใช้ไตเตรท, มิลลิลิตร}}$$

ตารางที่ 22 ปริมาณตัวอย่างน้ำและสารเคมีสำหรับขวดแก้วขนาดต่างๆ

ขนาดของภาชนะ ย่อยละลาย	ตัวอย่างน้ำ (ลบ.ซม.)	สารละลายในการ ย่อยละลาย	กรดซัลฟูริกเอเจนต์ (ลบ.ซม.)	ปริมาตรทั้งหมด (ลบ.ซม.)
16 × 150 ม.ม.	2.5	1.5	3.5	7.5
20 × 150 ม.ม.	5.0	3.0	7.0	15.0
25 × 150 ม.ม.	10	6.0	14.0	30.0

วิธีการวิเคราะห์

- 1) ใช้หลอดขนาด 16 × 150 มิลลิเมตร มีฝาเกลียวที่บุด้วย TFE ล้างหลอดย่อยสลายด้วยกรดซัลฟูริกร้อยละ 2 ก่อนนำไปใช้เพื่อป้องกันการปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์
- 2) เลือกใช้ปริมาณของน้ำตัวอย่างและสารเคมีที่เหมาะสมกับขนาดของหลอดที่ใช้
- 3) นำตัวอย่างน้ำใส่หลอดย่อยสลาย เติมสารละลายที่ใช้ในการย่อยสลายซึ่งได้แก่ สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต (K₂C₂O₇ เข้มข้น 0.0167 N)
- 4) ค่อยๆ เทกรดซัลฟูริกเอเจนต์ให้ไหลลงก้นหลอดแก้วเพื่อให้ชั้นของกรดอยู่ได้ ตัวอย่างน้ำและน้ำย่อยสลาย
- 5) ปิดจุกหลอดแก้วให้แน่น แล้วคว่ำหลอดแก้วไปมาหลายๆ ครั้งเพื่อผสมให้เข้ากันอย่างทั่วถึง
- 6) ต้องผสมให้เข้ากันดีก่อนนำไป reflux เพื่อกันไม่ให้เกิดความร้อนสะสมอยู่เฉพาะที่ก้นหลอด เพราะอาจทำให้ระเบิดได้

7) นำไป reflux ในเตาอบอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเปิดฝาแล้วเทผสมลงในภาชนะรูปชมพู่ขนาด 120 มิลลิลิตร เติมเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด

8) ไตเตรทของผสมด้วย 0.1 โมลาร์ FAS (ฟอร์ส แอมโมเนียมซัลเฟต) จุดยุติปฏิกิริยา จะเปลี่ยนจากฟ้ามืดเป็นน้ำตาลแดง

9) ด้วยวิธีเช่นเดียวกัน ให้ reflux น้ำกลั่น (Blank) แล้วไตเตรทแบบลบล้าง ซึ่งมีรีเอเจนต์และปริมาณน้ำกลั่นเท่ากับปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่ใช้

การคำนวณ

$$\text{ซีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{(A - B \times M \times 8000)}{\text{ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}}$$

เมื่อ : A = ปริมาณของ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทแบบลบล้าง

B = ปริมาณของ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทน้ำตัวอย่าง

M = นอร์มัลลิตีของ FAS ซึ่งต้องทำการไตเตรทหาค่า M. ทุกครั้งที่นำมาใช้

2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณออร์โธฟอสเฟตโดยวิธีแวนาโดมolibโดฟอสฟอริก แอซิดเครื่องมือและอุปกรณ์

1) สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ 400-490 นาโนเมตร (UV-1601 Shimadzu)

2) กรดล้างเครื่องแก้ว : เครื่องแก้วล้างด้วยกรดเจือจางแล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่นจนสะอาด และควรแยกเครื่องแก้วที่ใช้หาฟอสเฟตไว้ต่างหากไม่ปนกับอันอื่น

สารเคมี

1) conc. HCl

2) สารละลายแวนาเดท-โมลิบเดต

ก. สารละลาย A : ละลาย $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 25 กรัม ในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร

ข. สารละลาย B : NH_4VO_3 1.25 กรัม โดยการต้มให้เดือดในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร ทำให้เย็นแล้วเติม conc. HCl 330 มิลลิลิตร ทั้งสารละลาย B ให้เย็นจนเท่าอุณหภูมิห้องแล้วเทสารละลาย A ลงในสารละลาย B แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

3) สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต : ละลาย KH_2PO_4 ที่อบแห้ง 219.5 มิลลิกรัม เติมน้ำกลั่นจนครบ 1,000 มิลลิลิตร (1 มิลลิลิตรของสารละลายนี้ = 50.0 ไมโครกรัม $\text{PO}_4\text{-P}$)

วิธีการวิเคราะห์

- 1) ปรับพีเอชของน้ำตัวอย่างให้เป็นกลาง พีเอชไม่เกิน 8
- 2) ปิเปตต์ตัวอย่างน้ำ 35 มิลลิลิตรหรือน้อยกว่า (มี P 0.05-1 มิลลิกรัม) ใส่ลงในหลอด เอนสเลอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร (หรือวัดปริมาตร)
- 3) เติม 10 มิลลิลิตร สารละลายแวนนาเคทโมลิบดีนัม แล้วเจือจางเป็น 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 10 นาที แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร
- 4) การเตรียมกราฟมาตรฐาน : เตรียมกราฟมาตรฐานฟอสเฟต โดยใช้ความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟตมาตรฐานต่างๆ (0, 2, 4, 6, 8 และ 10) โดยใช้วิธีเดียวกับตัวอย่างข้างต้นนำค่าความเข้มข้นของสารละลาย ฟอสเฟตมาตรฐานต่างๆ พล็อตกราฟกับค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้บนกระดาษกราฟ จะได้กราฟเส้นตรง คำนวณหาค่าความเข้มข้นของฟอสเฟตในตัวอย่าง โดยอ่านจากกราฟมาตรฐานที่เตรียมได้

การคำนวณ

$$\text{ฟอสฟอรัส, มิลลิกรัม/ลิตร} = \frac{\text{ไมโครกรัมฟอสฟอรัส (ปริมาตรสุดท้าย 50 มิลลิลิตร)}}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง, มิลลิลิตร}}$$

หมายเหตุ ปริมาตรสุดท้ายของตัวอย่างน้ำก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงอาจใช้เป็น 100 มิลลิลิตร ได้แต่จะต้องทำกราฟมาตรฐานให้มีปริมาตรของสารละลายมาตรฐานเท่ากับ 100 มิลลิลิตร เช่นกันกับทุกความเข้มข้น

2.6 การวิเคราะห์หาโลหะหนัก (Heavy Metals) โดยใช้เทคนิค AAS

การศึกษหาปริมาณโลหะหนักในน้ำครั้งนี้ทำการวิเคราะห์โลหะหนักทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม เหล็ก ทองแดง โดยเครื่อง Atomic Absorption spectrophotometer

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) Moeld AA-6200 Shimadzu Japan
- 2) ขวดเก็บตัวอย่างน้ำพลาสติก ขนาด 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 3) ปีกเกอร์

- 4) ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flasks)
- 5) ปิเปตต์
- 6) กระดาษกรองเบอร์ 42
- 7) ซ้อนดักสารเคมี
- 8) เต้าไฟฟ้า
- 9) ตู้อบ
- 10) เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง
- 11) ไมโครปิเปตต์
- 12) ขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน (Polyethylene bottle)

สารเคมี

- 1) Nitric acid 70% v/v, Analytical grade Merck, Germany
- 2) Hydrochloric acid 37%, Analytical grade Merck, Germany
- 3) Standard solution of Cd for AAS (1000 ppm) Merck, Germany
- 4) Standard solution of Pb for AAS (1000 ppm) Merck, Germany
- 5) Standard solution of Fe for AAS (1000 ppm) Merck, Germany
- 6) Standard solution of Cu for AAS (1000 ppm) Merck, Germany

การเตรียมสารเคมี

- 1) สารละลายไนตริกเข้มข้น 1%

ปิเปตต์สารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 70% มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร จะได้สารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 1%

- 2) สารละลายมาตรฐาน Cd

ปิเปตต์สารละลายมาตรฐาน Cd ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ด้วยไมโครปิเปตต์ 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1% ซึ่งจะได้สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 0, 1, 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ แล้วเก็บไว้ใช้เป็นสารละลายมาตรฐานสำหรับทำกราฟมาตรฐาน โดยวิธี Atomic Absorption spectrophotometer (AAS)

3) สารละลายมาตรฐาน Pb

ปิเปตต์สารละลายมาตรฐาน Pb ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ด้วยไมโครปิเปตต์ 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1% ซึ่งจะได้สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 0, 1, 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ แล้วเก็บไว้ใช้เป็นสารละลายมาตรฐานสำหรับทำกราฟมาตรฐาน โดยวิธี Atomic Absorption spectrophotometer (AAS)

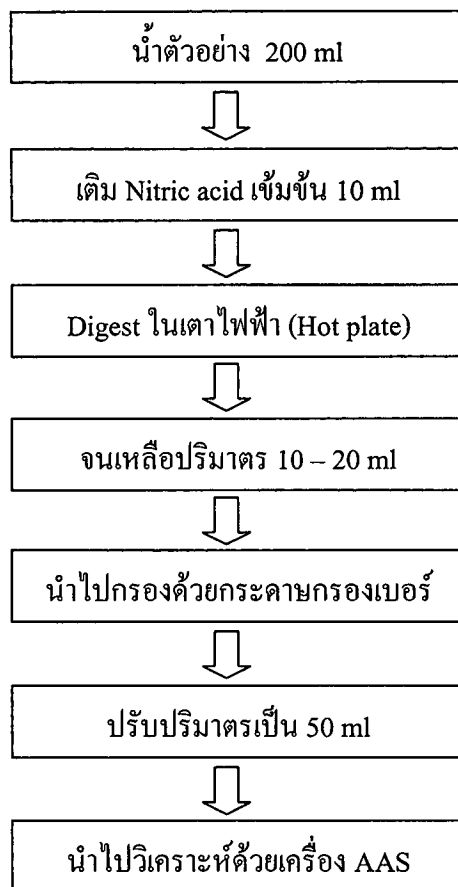
4) สารละลายมาตรฐาน Fe

ปิเปตต์สารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ด้วยไมโครปิเปตต์ 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1% ซึ่งจะได้สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 0, 1, 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ แล้วเก็บไว้ใช้เป็นสารละลายมาตรฐานสำหรับทำกราฟมาตรฐาน โดยวิธี Atomic Absorption spectrophotometer (AAS)

5) สารละลายมาตรฐาน Cu

ปิเปตต์สารละลายมาตรฐาน Cu ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ด้วยไมโครปิเปตต์ 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1% ซึ่งจะได้สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 0, 1, 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ แล้วเก็บไว้ใช้เป็นสารละลายมาตรฐานสำหรับทำกราฟมาตรฐาน โดยวิธี Atomic Absorption spectrophotometer (AAS)

การเตรียมตัวอย่างน้ำ



ภาพที่ 8 การเตรียมตัวอย่างน้ำวิเคราะห์หาโลหะหนัก (อรทัย, 2545)

ตาราง 23 ตารางแสดงค่าขีดจำกัดของการตรวจวัด (LOD) และค่าขีดจำกัดของการวิเคราะห์ปริมาณ (LOQ) ของโลหะหนัก

Element	Wavelength	Slit width (nm)	Current (mA)	Limit of detection (mg/kg)	Limit of quantification (mg/kg)
Cadmium	228.8	0.7	8	0.005	0.018
Lead	217.0	0.7	12	0.007	0.023
Iron	248.3	0.2	12	0.010	0.034
Copper	324.7	0.7	6	0.013	0.043

หมายเหตุ : Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) Moeld AA-6200 Shimadzu Japan

3. การวิเคราะห์น้ำทางชีวภาพ

3.1 การวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย นิยมใช้กันอยู่ 3 วิธีคือ วิธี MPN (Most Probable Number) การตรวจหาวิเคราะห์มีอยู่ 3 ขั้นตอน คือ

- 1) การตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive test)
- 2) การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test)
- 3) การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed test)

การตรวจสอบวิธี MPN นี้ เป็นการตรวจหาจำนวนแบคทีเรียที่เน่าเสียโดยอาศัยการคำนวณทางสถิติช่วยที่ได้เป็นปริมาณ โดยเฉลี่ยของจำนวนแบคทีเรียที่เน่าเสียที่อยู่ในตัวอย่าง

อุปกรณ์และสารเคมี

- 1) หลอดแก้วพร้อมฝาปิด (test tube) ขนาด 20×150 มิลลิลิตร
- 2) หลอดคอกอากาศเคอร์แรม (durham tube) ขนาด 6×50 มิลลิลิตร
- 3) ปิเปตต์ขนาด 10 และ 1 มิลลิลิตร ที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว
- 4) ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 5) ห่วงเปียเชือก (Wire Loop)
- 6) ตู้อบเพาะเชื้อ
- 7) ลูกยางใช้กับปิเปตต์สำหรับดูดน้ำตัวอย่าง
- 8) น้ำกลั่นสำหรับการเจือจางตัวอย่าง
- 9) Lactose broth (LB)
- 10) Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGB)

วิธีการวิเคราะห์

1) เลือกกระบอกจำนวนหลอดเลี้ยงเชื้อ แบบ 3 ระดับและใช้ระบบ 5 หลอด ปริมาณน้ำตัวอย่างที่ใช้จะเลือกจำนวนต่างกันเป็นชุดๆดังนี้ 10-1-0.1 มิลลิลิตร หรือ 0.1-0.01-0.001 มิลลิลิตร ทั้งนี้ขึ้นกับความสกปรกของน้ำ

2) เขียนสัญลักษณ์บนหลอดแก้วที่บรรจุอาหาร Lactose Broth อยู่จนท่วมหลอดเคอร์แรมและทำให้หลอดเชื้อเรียบร้อยแล้ว

3) เขย่าขวดน้ำตัวอย่าง แรงๆ

4) ใช้ Steriled Pipette ขนาด 10 มิลลิลิตร ดูดน้ำตัวอย่างใส่ลงในหลอดบรรจุอาหารเหลวเข้มข้นเป็น 2 เท่า (Double Strengthen) จำนวน 5 หลอดๆ ละ 10 มิลลิลิตร

5) ใช้ Steriled Pipette ขนาด 10 มิลลิลิตร คูดน้ำตัวอย่างใส่ลงในหลอดที่บรรจุอาหารเหลวเข้มข้นปกติ (Single Strength) จำนวน 5 หลอดๆละ 1 มิลลิลิตร และ 1 มิลลิลิตรใส่ลงในหลอดที่มี Steriled Distilled Water 9 มิลลิลิตร ผสมส่วนผสมนี้เข้ากันดี น้ำตัวอย่างนี้จะถูกเจือจาง 1: 10

6) ใช้ Steriled Pipette ขนาด 10 มิลลิลิตร คูดส่วนผสมจากข้อ 5 ใส่ลงในหลอดที่บรรจุอาหารเข้มข้นปกติ (Single Strength) จำนวน 5 หลอดๆละ 1 มิลลิลิตร (เนื่องจากน้ำตัวอย่างถูกเจือจาง 1: 10 ดังนั้น 1 มิลลิลิตร จะมีน้ำตัวอย่าง 0.1 มล.

7) เขย่าหลอดเบาๆ เพื่อให้อาหารผสมกับน้ำตัวอย่างด้วยดี

8) นำหลอดทั้งหมดไปเพาะเชื้อในตู้อบเพาะเชื้อที่ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง

9) เมื่อครบ 24 ± 2 ชั่วโมง นำหลอดหมักทั้งหมดมาตรวจดูก๊าซ หลอดที่เกิดก๊าซให้ผลบวก หลอดที่ไม่เกิดก๊าซนำไปอบในตู้อบเพาะเชื้อต่อจนครบ 48 ± 3 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาอ่านผลอีกครั้งหนึ่ง หลอดที่เกิดก๊าซให้ผลบวก ส่วนหลอดที่ไม่เกิดก๊าซให้ผลเป็นลบ

หลอดที่เกิดก๊าซจะบอกได้เพียงว่าอาจจะมีโคริฟอร์มในน้ำตัวอย่างนั้นเนื่องจากยังมีแบคทีเรีย ชนิดอื่นและยีสต์สามารถย่อยสลาย Lactose ให้เกิดก๊าซได้ จึงต้องนำไปตรวจวิเคราะห์ในขั้นยืนยันต่อไป

การตรวจวิเคราะห์ขั้นยืนยัน

นำหลอดที่ให้ผลบวกจากการตรวจวิเคราะห์ขั้นแรกมาตรวจขั้นยืนยันต่อไปโดยการถ่ายของเหลวบางส่วนจากหลอดที่เกิดก๊าซลงในหลอดที่มีอาหารเหลว Brilliant Green Lactose Bile Broth

1) เขียนสัญลักษณ์บนหลอดแก้วที่บรรจุอาหาร Brilliant Green Lactose Bile Broth

2) เอา Loop ซึ่งเป็นห่วงโลหะเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร สนไฟให้แดง ทิ้งให้เย็นจุ่มลงไปหลอดที่ให้ผลบวกแล้วจึงนำมาจุ่มลงใน Brilliant Green Lactose Bile Broth ทำจนครบทุกหลอด

3) นำหลอดที่ถ่ายเชื้อลงไปแล้วอบที่ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 3 ชั่วโมง

4) หลอดที่เกิดก๊าซทั้งหมดจะให้ผลเป็นผลบวก

การตรวจวิเคราะห์ขั้นสมบูรณ์

- 1) ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นยืนยันลงบน Plate ที่มีอาหาร EMB (Eosin Methylene Blue Agar) โดยการ Steak ทัวจาน
- 2) นำเอาไปอบที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส 24 ± 3 ชั่วโมง
- 3) เลือกโคโลนีที่มีสีม่วงแดงสีเข้มและเป็นมันวาวคล้ายโลหะหรือเป็นสีชมพูและที่แยกเป็นโคโลนีเดี่ยวๆ
- 4) ใช้ Steriled needle จิ้มแล้วนำไปใส่ในหลอดที่บรรจุอาหาร Lactose broth และหลอดที่บรรจุอาหาร Nutrient Agar Slant แล้วนำทั้ง 2 หลอดไปอบที่ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส 24 ± 2 ชั่วโมง ถึง 48 ± 3 ชั่วโมง
- 5) นำเชื้อที่ขึ้นใน Nutrient Agar Slant ไปย้อม Gram-Stain
- 6) ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเป็น Gram Negative Bacilli

การบันทึกและแปลผลจำนวนเป็น MPN

บันทึกผลจำนวนหลอดที่ให้ผลบวกในการตรวจวิเคราะห์การตรวจวิเคราะห์ขั้นยืนยันหรือขั้นสมบูรณ์แล้วนำมาเทียบกับตาราง MPN ก็จะได้ค่าดัชนี MPN ต่อ 100 มิลลิลิตรของน้ำตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์ (ตารางที่ 24)

ที่มา : คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เทศบาลนครเชียงใหม่ (2548)

ตาราง 24 ตาราง MPN

ตารางเอ็มพีเอ็น

แสดงค่าดัชนีเอ็มพีเอ็นและความเชื่อมั่น 95 % ของหลอดที่ให้ผลบวกเมื่อใช้ระบบ 5 หลอด ของน้ำตรวจวิเคราะห์

10 มล. , 1.0 มล. , 0.1 มล.

จำนวนหลอด ที่ให้ผลบวก	ดัชนี MPN/100 มล.	ระดับความเชื่อมั่น 95 %		จำนวนหลอด ที่ให้ผลบวก	ดัชนี MPN/100 มล.	ระดับความเชื่อมั่น 95 %	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า			ต่ำกว่า	สูงกว่า
0-0-0	<2	-	-	4-3-0	27	12	67
0-0-1	2	1.0	10	4-3-1	33	15	77
0-2-0	4	1.0	10	4-4-0	34	16	80
1-0-0	2	1.0	11	5-0-0	23	9.0	86
1-0-1	4	1.0	15	5-0-1	30	10	110
1-1-0	4	1.0	15	5-0-2	40	20	140
1-1-1	6	2.0	16	5-1-0	30	10	120
1-2-0	6	2.0	18	5-1-1	50	20	150
2-0-0	4	1.0	17	5-1-2	60	30	180
2-0-1	7	2.0	20	5-2-0	50	20	170
2-1-0	7	2.0	21	5-2-1	70	30	210
2-1-1	9	3.0	24	5-2-2	90	40	250
2-2-0	9	3.0	25	5-3-0	80	30	250
2-3-0	12	5.0	29	5-3-1	110	40	300
3-0-0	8	3.0	24	5-3-2	140	60	360
3-0-1	11	4.0	29	5-3-3	170	80	410
3-1-0	11	4.0	29	5-4-0	130	50	390
3-1-1	14	6.0	35	5-4-1	170	70	480
3-2-0	14	6.0	35	5-4-2	220	100	580
3-2-1	17	7.0	40	5-4-3	280	120	690
4-0-0	13	5.0	38	5-4-4	350	160	820
4-0-1	17	7.0	45	5-5-0	240	100	940
4-1-0	17	7.0	46	5-5-1	300	100	1,300
4-1-1	21	9.0	55	5-5-2	500	200	2,000
4-1-2	26	12	63	5-5-3	900	300	2,900
4-2-0	22	9.0	56	5-5-4	1,600	600	5,300
4-2-1	26	12	65	5-5-5	>1,600	-	-

ในบางครั้งผลที่ได้ไม่สามารถเทียบค่าจากตารางเอ็มพีเอ็นได้ จึงต้องทำการคำนวณค่าโดยใช้สูตรของโรมัส (Thomas' simple formula) ดังนี้

simple formula) ดังนี้

$$\text{MPN/100 มล.} = \frac{\text{จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก} \times 100}{\left[\begin{array}{c} \text{ปริมาณน้ำตัวอย่างเป็น} \\ \text{มล. ในหลอดที่ให้ผลลบ} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{ปริมาณน้ำตัวอย่างเป็น} \\ \text{มล. ในทุกหลอด} \end{array} \right]}$$

$$\left[\begin{array}{c} \text{ปริมาณน้ำตัวอย่างเป็น} \\ \text{มล. ในหลอดที่ให้ผลลบ} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{ปริมาณน้ำตัวอย่างเป็น} \\ \text{มล. ในทุกหลอด} \end{array} \right]$$

ที่มา : คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เทศบาลนครเชียงใหม่ (2548)

ภาคผนวก ง

การเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าดัชนีตรวจวัดคุณภาพน้ำ
ระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝน

ตาราง 25 เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าดัชนีตรวจวัดคุณภาพน้ำ

Independent Samples Test								
Parameter	Results	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
อุณหภูมิ	Equal variances assumed	.151	.700	.891	34	.379	.389	.4367
	Equal variances not assumed			.891	33.667	.379	.389	.4367
ค่าความขุ่น	Equal variances assumed	35.300	.000	-9.621	34	.000	-456.1172	47.40633
	Equal variances not assumed			-9.621	17.445	.000	-456.1172	47.40633
ค่าของแข็งแขวนลอย	Equal variances assumed	16.57	.000	-4.959	34	.000	-34.8456	7.02612
	Equal variances not assumed			-4.959	22.337	.000	-34.8456	7.02612
ค่าการนำไฟฟ้า	Equal variances assumed	.098	.756	-2.057	34	.047	-16.156	7.8523
	Equal variances not assumed			-2.057	33.899	.047	-16.156	7.8523
pH	Equal variances assumed	.391	.536	-2.422	34	.021	-.2439	.10069
	Equal variances not assumed			-2.422	31.888	.021	-.2439	.10069
DO	Equal variances assumed	.154	.697	-.836	34	.409	-.3800	.45432
	Equal variances not assumed			-.836	33.325	.409	-.3800	.45432
BOD	Equal variances assumed	.356	.555	-7.087	34	.000	-2.361	.3332
	Equal variances not assumed			-7.087	32.918	.000	-2.361	.3332

ตาราง 25 เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าดัชนีตรวจวัดคุณภาพน้ำ (ต่อ)

Independent Samples Test								
Parameter	Results	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
COD	Equal variances assumed	.685	.414	-5.258	34	.000	-44.67	8.495
	Equal variances not assumed			-5.258	32.638	.000	-44.67	8.495
ปริมาณฟอสเฟต	Equal variances assumed	1.791	.190	-4.598	34	.000	-1.0100	.21967
	Equal variances not assumed			-4.598	27.854	.000	-1.0100	.21967
ปริมาณแอมโมเนียม	Equal variances assumed	.820	.372	1.955	34	.059	.00211	.001080
	Equal variances not assumed			1.955	19.905	.059	.00211	.001080
ปริมาณตะกั่ว	Equal variances assumed	13.392	.001	7.508	34	.000	.02378	.003167
	Equal variances not assumed			7.508	24.687	.000	.02378	.003167
ปริมาณทองแดง	Equal variances assumed	5.794	.022	.736	34	.467	.00028	.000378
	Equal variances not assumed			.736	27.407	.467	.00028	.000378
ปริมาณเหล็ก	Equal variances assumed	.422	.520	-2.920	34	.006	-.64989	.222589
	Equal variances not assumed			-2.920	32.385	.006	-.64989	.222589

ตาราง 26 เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณไนเตรทในแหล่งน้ำผิวดินของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Descriptives

Month	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
มีนาคม	18	.1844	.13179	.03106	.1189	.2500	.02	.45
พฤษภาคม	18	.4711	.66634	.15706	.1397	.8025	.06	2.97
มิถุนายน	18	.5339	.66087	.15577	.2052	.8625	.10	3.01
Total	54	.3965	.55826	.07597	.2441	.5489	.02	3.01

ANOVA

Comparision	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.249	2	.625	2.087	.135
Within Groups	15.268	51	.299		
Total	16.517	53			