

- ปิดจุกขวด ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ เขย่าอย่างแรงโดยการกลับขวดไปประมาณ 15 ครั้ง จะเกิดตะกอนสีน้ำตาลปล่อยให้ตกตะกอน

- เปิดจุกออกแล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร โดยปล่อยให้กรดค่อย ๆ ไหลลงไปตามข้างคอขวดให้ปลายปิเปตอยู่เหนือหน้าปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน โดยการกลับขวดไปมา จนกระทั่งตะกอนละลายหมด ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

- ตวงน้ำใส่ขวดรูปกรวย 201 มิลลิลิตรนำไปไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.0250 นอร์มัล จนกระทั่งสีเหลืองเริ่มจางลง (สีฟางข้าว) โดยใช้ น้ำแฉียงเป็นอินดิเคเตอร์ จะได้สีน้ำเงิน ไตเตรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป

(5) นำอีกขวดหนึ่งใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 20^oซ เป็นเวลา 5 วัน เมื่อครบ 5 วัน แล้วนำตัวอย่างนั้นมาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ สมมุติเป็น DO₅

การคำนวณ

| | | |
|----------------------|---|-----------------------------------|
| ค่าบีโอดี (มก./ลิตร) | = | DO ₀ - DO ₅ |
|----------------------|---|-----------------------------------|

เมื่อ DO₀ = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันแรก

DO₅ = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันที่ 5

2. วิธีวิเคราะห์บีโอดีแบบเจือจางที่ไม่ต้องเติม Seed

เครื่องมือและอุปกรณ์ (เพิ่มเติมจากการวิเคราะห์บีโอดีแบบโดยตรง)

- ขวดแอสไพเรเตอร์

สารเคมี (เพิ่มเติมจากการวิเคราะห์บีโอดีแบบโดยตรง)

1. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

- ละลาย KH₂PO₄ 8.5 กรัม K₂HPO₄ 21.75 กรัม Na₂HPO₄.7H₂O 33.4 กรัม และ NH₄Cl 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 1 ลิตร พีเอชของสารละลายนี้ควรประมาณ 7.2 โดยไม่ต้องปรับ

2. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต

- ละลายแมกนีเซียมซัลเฟต (MgSO₄.7H₂O) 22.5 กรัม ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 1 ลิตร

3. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

- ละลายแคลเซียมคลอไรด์ 27.5 กรัม Anhydrous CaCl₂ ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่น

จนปริมาตรครบ 1 ลิตร

4. สารละลายเฟริกคลอไรด์

- ละลายเฟริกคลอไรด์ ($\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 0.25 กรัม ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่น

จนปริมาตรครบ 1 ลิตร

วิธีเตรียมน้ำเจือจาง

1. ตวงน้ำกลั่นให้มากกว่าปริมาตรที่จะใช้ 1 ลิตร ใส่ขวดแอสไพเรเตอร์ ที่สะอาด
2. เป่าอากาศที่สะอาดเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
3. เติมสารละลายฟอสเฟตบัพเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ และเฟริก

คลอไรด์อย่างละ 1 มล. ต่อน้ำเจือจาง 1 ลิตร

วิธีวิเคราะห์

1. การเลือกปริมาตรตัวอย่างที่จะใช้ ถ้าไม่ทราบค่าบีโอดีโดยประมาณของตัวอย่างน้ำ ต้องหาซีโอดีก่อนหรืออาจจะดูจากค่า Rapid COD (ซีโอดีอย่างง่าย) พร้อมกับพิจารณาลักษณะของตัวอย่างน้ำ แหล่งเก็บตัวอย่างน้ำร่วมด้วย เพื่อกะประมาณค่าบีโอดี

2. เมื่อเลือกปริมาตรตัวอย่างได้แล้ว ปล่อยให้ตัวอย่างตามจำนวนที่เลือกไว้ลงในขวดบีโอดีขนาด 300 มล. อย่างละ 2 ขวด เติมน้ำเจือจางจนเต็มขวดบีโอดี ต้องระมัดระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ ปิดฝาให้แน่น นำขวดบีโอดีขวดหนึ่งของแต่ละปริมาตรที่เลือก มาหาค่าออกซิเจนละลายที่เริ่มต้น (ดูจากวิธีวิเคราะห์บีโอดีแบบ โดยตรง) สมมุติเป็น DO_0 ส่วนอีกขวดนำไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน

3. เมื่อครบ 5 วัน นำขวดบีโอดีที่บ่มไว้มาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ สมมุติเป็น DO_5

การคำนวณ

การคำนวณค่าบีโอดี ทำได้ดังนี้

$$\text{ค่าบีโอดี (มิลลิกรัมออกซิเจน/ลิตร)} = \text{DO}_0 - \text{DO}_5 \times \text{อัตราส่วนเจือจาง}$$

| | | | |
|------------------|---------------|---|---|
| เมื่อ | DO_0 | = | ค่าออกซิเจนละลายที่ไต่ตรตได้ในวันแรก |
| | DO_5 | = | ค่าออกซิเจนละลายที่ไต่ตรตได้ในวันที่ 5 |
| อัตราส่วนเจือจาง | | = | <u>ปริมาตรน้ำเต็มขวดบีโอดี (300 มิลลิลิตร)</u> ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ |

หมายเหตุ - ในการไต่ตรตผู้วิเคราะห์ควรเป็นคนคนเดียว

สภาพต่าง
(มันดิน ต้นทลเวศน์, 2543)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บิวเรต
2. ขวดรูปกรวย ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. บีเปต
4. ครอปเปอร์

สารเคมี

1. น้ำที่ปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์
2. สารละลายเมทธิลออเรนจอินดิเคเตอร์
3. สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0.1 นอร์มัล

วิธีวิเคราะห์

1. ตวงตัวอย่างน้ำมา 50 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปกรวย
2. หยดสารละลายเมทธิลออเรนจอินดิเคเตอร์ 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน
3. ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งได้จุดยุติ (จากสีเหลืองเป็นสีส้ม)

4. คูปริมาตรสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก ที่ใช้ไป จดบันทึกค่า

การคำนวณ

$$\text{สภาพต่าง} = \frac{B \times N \times 50,000}{\text{ปริมาตรตัวอย่างมิลลิลิตร}}$$

เมื่อ B = ปริมาตร(มิลลิลิตร)ของสารละลายกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรตถึงจุดยุติของเมทธิลออเรนจ

N = นอร์มัลลิตีของสารละลายกรดมาตรฐาน

หมายเหตุ - ควรทำแบลงค์ด้วยน้ำกลั่นก่อน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบสีของจุดยุติ

กลอไรด์
(กรณีการ สิริสิงห์, 2525)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บิวเรต
2. ขวดรูปกรวย 250 มิลลิลิตร
3. ปิเปต
4. ครอปเปอร์

การเตรียมสารเคมี

1. โปแทสเซียมโครเมต อินดิเคเตอร์ : ละลาย K_2CrO_4 50 กรัม ในน้ำเล็กน้อยแล้วเติม $AgNO_3$ จนกระทั่งได้ตะกอนสีแดงเกิดขึ้น ตั้งทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง กรองและเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

2. สารละลายมาตรฐานโซเดียมคลอไรด์ 0.0141 นอร์มัล : ละลาย 824.1 มิลลิกรัม ของ $NaCl$ (ซึ่งอบแห้งที่ 140 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงแล้ว) ในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 1 ลิตร จะทำให้สารละลาย โซเดียมคลอไรด์ 1 มิลลิลิตร มี 0.5 มิลลิกรัมคลอไรด์

3. สารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรต 0.0141 นอร์มัล : ละลาย 2.395 กรัม $AgNO_3$ ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา ทำการ Standardize กับ 0.0141 นอร์มัล $NaCl$ เพื่อหาความเข้มข้นที่แน่นอน

4. สารเคมีที่ใช้สำหรับกำจัดตัวขัดขวาง

1) Aluminium Hydroxide Suspension : ละลาย 125 กรัม ของอะลูมิเนียม โปแทสเซียมซัลเฟต $[AlK(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O]$ หรือ อะลูมิเนียมแอม โมเนียมซัลเฟต $[AlNH_4(SO_4)_2] \cdot 12 H_2O$ ในน้ำกลั่น 1 ลิตร อุณหภูมิร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส แล้วค่อยๆเติม 55 มิลลิลิตร ของ conc. NH_4OH พร้อมกับคนไปด้วย ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนประมาณ 1 ชั่วโมง กรองตะกอนออกโดยล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรของสารละลายให้เป็น 1 ลิตร

2) ฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ : ละลาย 5 กรัม Phenolphthalein Power ด้วย 500 มิลลิลิตร ของ 95% C_2H_5OH และน้ำกลั่นจนปริมาตรได้ 1 ลิตร

3) โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 N : ละลาย 40 กรัม $NaOH$ ด้วยน้ำกลั่นจนปริมาตรได้ 1 ลิตร

4) กรดซัลฟิวริก 1 N : เจือจาง 28 มิลลิลิตร conc. H_2SO_4 ด้วยน้ำกลั่นให้ปริมาตรได้ 1 ลิตร

5) ไฮโครเจนเปอร์ออกไซด์ 30%

วิธีการวิเคราะห์

การเตรียมตัวอย่างน้ำ : ใช้ตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร หรือเลือกปริมาตรที่เหมาะสมใส่ขวดเออร์เลนเมเยอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ถ้าน้ำมีสิ่งกีดขวางให้กำจัดออก ดังนี้

1. ถ้าน้ำตัวอย่างขุ่นหรือมีตะกอนปะปนมาให้กรองตัวอย่างน้ำก่อนนำมาวิเคราะห์
2. ถ้ามี S^{2-} , SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$ ทำให้น้ำนั้นเป็นด่างต่อฟีนอล์ฟทาลีนด้วย NaOH เติม H_2O_2 1 มิลลิลิตร คนและทำให้เป็นกลางด้วย H_2SO_4
3. ถ้าตัวอย่างน้ำมีสีเข้มมาก กำจัดได้โดยเติม อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ $[Al(OH)_3]$ 3 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที แล้วกรองล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น เก็บส่วนที่กรองได้รวมทั้งน้ำล้างตะกอนทั้งหมด ไปวิเคราะห์ต่อไป

การวัดคลอไรด์

1. ปรับ pH ของสารละลายตัวอย่างน้ำ ซึ่งได้กำจัดสารกีดขวางแล้ว ให้อยู่ในช่วง pH 7-10 โดย
 - ถ้าตัวอย่างน้ำมี pH น้อยกว่า 7 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 N
 - ถ้าตัวอย่างน้ำมี pH มากกว่า 10 เติมกรดซัลฟิวริก 1 N
2. เติมสารละลายโพแทสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์ 1 มิลลิลิตร โทเทรตกับสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรต ที่จุดยุติจะเกิดเป็นสีเหลืองอมส้ม
3. ทำ blank โดยใช้ น้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แทนตัวอย่างน้ำ ค่า blank ควรอยู่ระหว่าง 0.2-0.4 มิลลิลิตร

วิธีเทียบมาตรฐานสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต ทำเช่นเดียวกับวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ แต่ใช้สารละลายมาตรฐานโซเดียมคลอไรด์ แทนตัวอย่างน้ำ

การคำนวณปริมาณคลอไรด์

$$\text{คลอไรด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{(A-B) \times N \times \text{eq.wt of } Cl^- \times 1000}{\text{มิลลิลิตรตัวอย่างน้ำ}}$$

A คือ มิลลิลิตรของซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ในการโทเทรตตัวอย่างน้ำ

B คือ มิลลิลิตรของซิลเวอร์ไนเตรตที่ใช้ในการโทเทรต blank

N คือ นอร์มัลลิตีของซิลเวอร์ไนเตรต

Eq.wt of Cl^- คือ 35.45 มิลลิกรัม

หมายเหตุ – ควรมีการเทียบตัวอย่างน้ำกับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรตที่เทียบมาตรฐานแล้วทุกครั้ง

ตะกั่วทั้งหมด (Total Lead)

(มันลิน ดันทลเวศน์, 2543)

หลักการ

วิธี Atomic Absorption Spectrophotometry Technique สำหรับวิเคราะห์ตะกั่ว จะใช้พลังงานที่เกิดจากการเผา Acetylene และอากาศในการทำให้ธาตุเกิดการแตกตัวเป็นอะตอมเสรี (Atomization) เพื่อให้ดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 217 นาโนเมตร

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (PERKIN ELMER รุ่น B - 3310)
2. เครื่องแก้วอื่นๆ

สารเคมี

1. น้ำกลั่นที่ปราศจากตะกั่วใช้น้ำนี้สำหรับเตรียมน้ำยาเคมี เตรียมสารละลายมาตรฐานและเจือจางตัวอย่าง

2. กรดไนตริก (Nitric Acid) เข้มข้น

1. สารละลายสต็อกตะกั่ว (Stock Lead Solution)

ละลายตะกั่วไนเตรต (Lead Nitrate, $Pb(NO_3)_2$) 0.1598 กรัม ในกรดไนตริก (1+1)

จำนวนเล็กน้อยแล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ 1.00 มิลลิลิตร = Pb 100 ไมโครกรัม

2. สารละลายตะกั่วเข้มข้นปานกลาง (Intermediate Lead Solution)

เปิดสารละลายสต็อกตะกั่วจากข้อ 3 จำนวน 50 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร สารละลายนี้ 1.00 มิลลิลิตร = Pb 10 ไมโครกรัม

การปรับสภาพของเครื่อง

เลื่อน Mouse ไปที่ Window แล้วเลือก Continuous graphic

- (1) ปรับฐาน Burner ให้ต่ำกว่าลำแสง แล้วกด F3 หน้าจอจะแสดงเลข 0.000A
- (2) ปรับ Burner ขึ้นให้บังแสงเล็กน้อยโดยดูเลขหน้าจอเป็น 0.001 หรือ 0.002A
- (3) ปรับ Burner ลงมาให้เป็น 0.000A อีกครั้งหนึ่ง แล้วหมุนลงไปที่อีกประมาณ 1/4 รอบ
- (4) สังเกตโดยการนำกระดาษสีขาวไปรับลำแสงบน Burner ลำแสงจะอยู่เหนือขอบ

กระดาษประมาณ 0.5 – 1.0 เซนติเมตร

การ Run เครื่อง AAS

1 เลียบปลั๊กเครื่อง pump air รอกจนไม่มีน้ำหยดลงด้านล่างจึงหมุนปิดวาล์วด้านล่างของ pump ไปทางขวาจนปิด (ให้เข้มนขึ้น ไปอยู่ที่เลข 5 เครื่องจะตัดอัตโนมัติ)

- 1) เปิด Hood
- 2) เปิดแก๊สโดยโยกคัน โยกไปเล็กน้อยพร้อมกับหมุนปุ่มสีดำที่เครื่อง AAS ไปที่ ตำแหน่ง Air พร้อมกับกดปุ่มสีแดงเพื่อทำการจุด Flame Ignite (ปุ่มสีแดง)
- 3) นำ Blank มา Feed เข้าเครื่องแล้วกด F3 เพื่อทำการ Autozero
- 4) นำสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นค่าหนึ่ง ซึ่งเป็นตัวเลขที่จะทำ Sens Check มา Feed แล้วพร้อมปุ่ม Burner ให้เหมาะสมเพื่อให้ค่าตัวเลขเป็น $0.200 \pm 20\%$ ซึ่งจะต้องปรับตัว Nebulizer ด้วย
- 5) หลังจากปรับได้ค่า Absorbance สูงที่สุดแล้วให้เลื่อน Mouse ไปปิดที่ด้านซ้ายมือ

วิธีการใช้เครื่อง AAS

การตั้งค่า Parameter ต่างๆ

1) เปิดสวิทช์เครื่องสำรองกระแสไฟฟ้า , เปิดสวิทช์ที่ปลั๊กพ่วง , เปิดสวิทช์เครื่อง AAS และเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ รอกจนกว่าหน้าจอจะแสดง C:> \

2) พิมพ์ GEM แล้วกด Enter รอกจนกว่าหน้าจอจะแสดงภาพแล้ว Double Click ที่

AA – INST.EXE

3) เลื่อน Mouse ไปที่ Window แล้วเลือก Element Parameter จะแสดงหน้าจอของ Element Parameter หลังจากนั้น

- (1) พิมพ์ชื่อธาตุที่จะวิเคราะห์ เช่น Pb แล้วเลื่อน Mouse ไปที่ Analyst ใส่ชื่อผู้วิเคราะห์
- (2) ปรับความยาวคลื่นให้ตรงกับธาตุที่จะวิเคราะห์พร้อมกับปรับ Slit Width
- (3) เลื่อน Mouse ไปที่ Calib ให้คลิกแล้วพิมพ์ความเข้มข้นต่างๆ ของ Standard ที่จะนำมา (ถ้าต้องการจะ Save Method ให้เลื่อน Mouse ไปที่ File แล้วเลือก Save as พิมพ์ File ที่ต้องการจะเก็บแล้วกด OK)

(4) ใช้ Mouse เลื่อน ไปที่มุมซ้ายมือเพื่อปิด Window ของ Element Parameter

การ Align Lamp

1) เลื่อน Mouse ไปที่ Window แล้วเลือก Align Lamp หน้าจอจะแสดงค่าของ พลังงานของ Lamp

(1) นำ Lamp ของธาตุที่ต้องการวิเคราะห์มาใส่

(2) พิมพ์ชื่อธาตุที่ต้องการจะวิเคราะห์แล้วเอน Mouse มาอยู่ที่ตำแหน่ง Current (mA) แล้วพิมพ์ตัวเลขของพลังงานที่จะใช้ (ดูได้จาก Lamp) ใส่ตัวเลขที่น้อยที่สุดแล้วจึงเลื่อนไปยังตำแหน่งชื่อธาตุ (จะสังเกตเห็นแถบสีน้ำเงิน)

(3) ปรับเพื่อให้เห็นแถบสีน้ำเงินสูงที่สุดโดยปรับที่ความยาวคลื่นเล็กน้อย ปรับที่ปุ่มขยาย (ขนาดใหญ่) ก่อนแล้วกด F2 จนแถบสีน้ำเงินเปลี่ยนจึงปรับปุ่มละเอียด (ขนาดเล็ก) อีกเล็กน้อยแล้วบันทึกค่าของพลังงานลงในสมุดสถิติการทำงานเครื่อง AAS

(4) ปิดหน้า Align Lamp

การทำ Calibartion Curve และหาความเข้มข้นของ Sample

- 1) Double Click เพื่อเลือก Manual หน้าจอจะแสดง 3 Windo
- 2) นำ Blank มา Feed แล้วเลื่อน Mouse ไปที่ Calibartion แล้ว Click เลือก Autozero จนตัวเลขขึ้นค่า 0.000
- 3) นำ Standaed ที่มีความเข้มข้นน้อยที่สุดมา Feed แล้วเลื่อน Mouse มา Click S1
- 4) ทำซ้ำจนครบ Standard ทุกตัวอย่างเครื่องจะแสดง Calibartion Curve ถ้ากราฟที่ได้ไม่ดีต้องเตรียม Standard ใหม่
- 5) นำ Sample มา Feed พร้อมกับกด F4 รอจนกว่าแถบสีน้ำเงินจะจางหายไปหน้าจอจะแสดงค่าความเข้มข้นของ Sampl
- 6) ทำจน Sample ครบทุกตัวแล้วนำน้ำกลั่นมา Feed นานประมาณ 5-10 นาที เพื่อทำความสะอาด

ขั้นตอนการปิดเครื่องหลังจากการใช้งาน

- 1) เลื่อน Mouse ไปที่ Window เพื่อเลือก Align Lamp แล้วพิมพ์ตัวเลขตรงตำแหน่ง mV ให้เป็นเลข 0 แล้วเลื่อนกลับมายังตำแหน่งชื่อธาตุเพื่อทำการปิด Lamp
- 2) ปิดปุ่มสีกาที่เครื่อง AAS ยังตำแหน่ง OFF แล้วปิดถังแก๊ส
- 3) ยึดปลั๊กเครื่อง Pump Air ออกแล้วหมุนปุ่มด้านล่างของเครื่อง Pump (โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา) เพื่อไล่อากาศออกจาก Pump ให้หมดรอนจนไม่มีน้ำ
- 4) ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์โดยออกจากโปรแกรมให้เรียบร้อยก่อน
- 5) ปิดเครื่อง AAS แล้วกดสวิทช์ปลั๊กฟ่วงด้านหลัง
- 6) ปิดเครื่องสำรองไฟฟ้าให้เรียบร้อยก่อน
- 7) ตรวจสอบเช็คความสะอาดให้เรียบร้อย

วิธีวิเคราะห์

1) การเตรียมตัวอย่างให้เตรียมตัวอย่างตามความต้องการว่าจะวิเคราะห์ในรูปใด เช่น รูปตะกั่วทั้งหมด หรือละลายน้ำหรือแขวนลอย ถ้าจะวัดในรูปละลายน้ำต้องกรองตัวอย่างน้ำก่อนนำไปย่อยด้วยกรดไนตริก แต่ถ้าวัดในรูปตะกั่วทั้งหมดให้นำตัวอย่างมาย่อยได้เลย

2) การเตรียมกราฟมาตรฐาน เตรียมสารละลายมาตรฐานตามช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมอย่างน้อย 4 ระดับ เช่น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 มิลลิกรัม/ลิตร โดยเติมกรดไนตริกเข้มข้น 0.15 มิลลิลิตร ต่อสารละลายมาตรฐาน 100 มิลลิลิตร ใช้แบลนด์น้ำกลั่นที่เติมกรดไนตริกเข้มข้น 1.5 มิลลิลิตร / น้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

3) การเตรียมเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ทำกราฟมาตรฐานแล้วนำตัวอย่างเข้าวัด

การคำนวณ

เครื่อง AAS จะแสดงปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำ ถ้ามีการเจือจางหรือทำให้ตัวอย่างเข้มข้นต้องนำมาคิดคำนวณเข้ากับค่าที่ได้จากเครื่อง

หมายเหตุ – เนื่องจากน้ำตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ก่อนทำการย่อย 200 มิลลิลิตร ดังนั้น เมื่อทำการย่อยเสร็จจนน้ำตัวอย่างเหลือ 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS ค่าที่เครื่องอ่านได้จะต้องนำมาคำนวณกลับโดยการหารด้วย 4



ภาคผนวก ข
มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 117 ตอนพิเศษ 95 ง ลงวันที่ 15 กันยายน 2543

ตารางที่ ข-1 มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

| ดัชนีคุณภาพน้ำ | หน่วย | ค่ามาตรฐาน | วิธีการตรวจวัด |
|---|------------------|-------------------|--|
| 1. สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds; VOCs) | | | |
| 1) เบนซีน (Benzene) | ไมโครกรัมต่อลิตร | ต้องไม่เกิน 5 | วิธี Purge and Trap Gas Chromatography หรือวิธี Purge and Trap Gas Chromatography/Mass Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| 2) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride) | " | ต้องไม่เกิน 5 | " |
| 3) 1,2 - คลอโรอีเทน (1,2-Dichloroethane) | " | ต้องไม่เกิน 5 | " |
| 4) 1,1-ไดคลอโรเอทิลีน (1,1-Dichloroethylene) | " | ต้องไม่เกิน 7 | " |
| 5) ซิส -1,2 - ไดคลอโรเอทิลีน (cis-1,2-Dichloroethylene) | " | ต้องไม่เกิน 70 | " |
| 6) ทรานส์ -1,2-ไดคลอโรเอทิลีน (trans-1,2-Dichloroethylene) | " | ต้องไม่เกิน 100 | " |
| 7) ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) | " | ต้องไม่เกิน 5 | " |
| 8) เอทิลเบนซีน (Ethylbenzene) | " | ต้องไม่เกิน 700 | " |
| 9) สไตรีน (Styrene) | " | ต้องไม่เกิน 100 | " |
| 10) เตตระคลอโรเอทิลีน (Tetrachloroethylene) | " | ต้องไม่เกิน 5 | " |
| 11) โทลูอีน (Toluene) | " | ต้องไม่เกิน 1,000 | " |

ตารางที่ ข – 1 (ต่อ)

| ดัชนีคุณภาพน้ำ | หน่วย | ค่ามาตรฐาน | วิธีการตรวจวัด |
|---|----------------------|--------------------|---|
| 14) 1,1,2-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,2-Trichloroethane) | ไมโครกรัม ต่อลิตร | ต้องไม่เกิน 5 | " |
| 12) ไตรคลอโรเอทิลีน (Trichloroethylene) | " | ต้องไม่เกิน 5 | " |
| 13) 1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1-Trichloroethane) | " | ต้องไม่เกิน 200 | " |
| 15) ไซลีนทั้งหมด (Total Xylenes) | " | ต้องไม่เกิน 10,000 | " |
| 2. โลหะหนัก (Heavy metals) | | | |
| 1) แคดเมียม (Cadmium) | มิลลิกรัม ต่อลิตร | ต้องไม่เกิน 0.003 | วิธี Direct Aspiration/Atomic Absorption Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma/Plasma Emission Spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| 2) โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium) | " | ต้องไม่เกิน 0.05 | " |
| 3) ทองแดง (Copper) | " | ต้องไม่เกิน 1.0 | " |
| 4) ตะกั่ว (Lead) | " | ต้องไม่เกิน 0.001 | " |
| 5) แมงกานีส (Manganese) | " | ต้องไม่เกิน 0.01 | " |
| 6) นิกเกิล (Nickel) | " | ต้องไม่เกิน 0.02 | " |
| 7) สังกะสี (Zinc) | " | ต้องไม่เกิน 5.0 | " |
| 8) สารหนู (Arsenic) | " | ต้องไม่เกิน 0.01 | " |
| 9) ซีลีเนียม (Selenium) | " | ต้องไม่เกิน 0.01 | " |
| 10) ปรอท (Mercury) | " | ต้องไม่เกิน 0.001 | วิธี Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry/Plasma Emission Spectroscopy หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |

ตารางที่ ข - 1 (ต่อ)

| ดัชนีคุณภาพน้ำ | หน่วย | ค่ามาตรฐาน | วิธีการตรวจวัด |
|--|----------------------|------------------|--|
| 3. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides) | | | |
| 1) คลอเดน (Chlordane) | ไมโครกรัม ต่อลิตร | ต้องไม่เกิน 0.2 | วิธี Liquid - Liquid Extraction Gas Chromatography/Mass Spectrometry หรือวิธี Liquid - Liquid Extraction Gas Chromatography (Method I) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษ เห็นชอบ |
| 2) ดีลดริน (Dieldrin) | " | ต้องไม่เกิน 0.03 | " |
| 3) เฮปตาคลอร์ (Heptachlor) | " | ต้องไม่เกิน 0.4 | " |
| 4) เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ (Heptachlor Epoxide) | " | ต้องไม่เกิน 0.2 | " |
| 5) ดีดีที (DDT) | " | ต้องไม่เกิน 2 | " |
| 6) 2,4-ดี (2,4-D) | " | ต้องไม่เกิน 30 | วิธี Liquid-Liquid Extraction Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่ กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| 7) อะทราซีน (Atrazine) | " | ต้องไม่เกิน 3 | " |
| 8) ลินเดน (Lindane) | " | ต้องไม่เกิน 0.2 | วิธี Liquid-Liquid Extraction Gas Chromatography (Method I) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษ เห็นชอบ |
| 9) เพนตะคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol) | " | ต้องไม่เกิน 1 | วิธี Liquid - Liquid Extraction Chromatography หรือวิธี Liquid - Liquid Extraction Gas Chromatography/Mass Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรม ควบคุมมลพิษเห็นชอบ |

ตารางที่ ข - 1 (ต่อ)

| ดัชนีคุณภาพน้ำ | หน่วย | ค่ามาตรฐาน | วิธีการตรวจวัด |
|--|-------------------|-----------------|--|
| 4. สารพิษอื่น ๆ | | | |
| 1) เบนโซ (เอ) ไพรีน (Benzo (a) pyrene) | ไมโครกรัม ต่อลิตร | ต้องไม่เกิน 0.2 | วิธี Liquid - Liquid Extraction Chromatography หรือวิธี Liquid-Liquid Extraction Gas Chromatography/Mass Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| 2) ไซยาไนด์ (Cyanide) | " | ต้องไม่เกิน 200 | วิธี Pyridine Barbituric Acid หรือวิธี Colorimetry หรือวิธี Ion Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| 3) พีซีบี (PCBs) | " | ต้องไม่เกิน 0.5 | วิธี Liquid - Liquid Extraction Gas Chromatography (Method II) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |
| 4) ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride) | " | ต้องไม่เกิน 2 | วิธี Purge and Trap Gas Chromatography หรือวิธี Purge and Trap Gas Chromatography Mass Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ |

หมายเหตุ

1. การตรวจสอบคุณภาพน้ำได้คืนใช้วิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) ซึ่ง American Public Health Association, American Water Works Association และ Water Environment Federation ขยง

สหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด หรือตามคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อม
แห่งประเทศไทย

2. วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำได้ดินให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษประกาศในราช
กิจจานุเบกษา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ค

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไปเล่ม 111 ตอนที่ 16ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ฉ) โดยได้อธิบายความหมายและแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดินไว้ ดังนี้

แหล่งน้ำผิวดิน หมายถึง แม่น้ำ ลำคลอง หนองบึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำและแหล่งน้ำสาธารอื่นๆ ที่อยู่ภายในผืนแผ่นดิน ซึ่งหมายความรวมถึงแหล่งน้ำสาธารณะที่อยู่ภายในผืนแผ่นดินบนเกาะด้วยแต่ไม่รวมถึงน้ำบาดาล และในกรณีที่แหล่งน้ำนั้นอยู่ติดทะเลให้หมายความถึงแหล่งน้ำที่อยู่ในปากน้ำหรือปากทะเลด้วย (คู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

1. การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 1 ได้แก่แหล่งน้ำคุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐานการอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- (3) การประมง
- (4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน
- (2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2. กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำ ประเภทที่ 1 ตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 30°C

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

๐ ซ องศาเซลเซียส

P20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบ

อย่างต่อเนื่อง

P80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบ

อย่างต่อเนื่อง

MPN เอ็ม.พี.เอ็น. หรือ Most Probable Number

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

มล. มิลลิลิตร

มาตรา 32 (1) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 บัญญัติให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ มีอำนาจประกาศในราชกิจจา

นุเบกษากำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำคลอง หนองบึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และ แหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ในพื้นแผ่นดิน

มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเป็นมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมชนิดหนึ่งมี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อควบคุมและรักษาคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ และมีความปลอดภัยสูงต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

2. เพื่ออนุรักษ์ทรัพยากร และสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติของกิจการจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษได้นำเสนอมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ 2 ฉบับ คือ มาตรฐานคุณภาพน้ำใน แหล่งน้ำผิวดิน และมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งต่อคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ซึ่ง ฯพณฯ นายกรัฐมนตรี ในฐานะประธานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้ลงนามเมื่อ วันที่ 20 มกราคม 2537

หลักการสำคัญในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ ได้แก่ การกำหนดค่า มาตรฐานเพื่อรักษาคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ การจัดแบ่งลักษณะการใช้ ประโยชน์ของแหล่งน้ำ และการกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

ตารางที่ ก-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

| ดัชนีคุณภาพน้ำ ¹ | หน่วย | ค่าทาง สถิติ | เกณฑ์กำหนดสูงสุด ² ตามการแบ่ง ประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ | | | | |
|---|--------|--------------|---|----------|----------|----------|----------|
| | | | ประเภท 1 | ประเภท 2 | ประเภท 3 | ประเภท 4 | ประเภท 5 |
| 1.สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste) | - | - | ๓ | ๓' | ๓' | ๓' | - |
| 2.อุณหภูมิ (Temperature) | °ซ | - | ๓ | ๓' | ๓' | ๓' | - |
| 3.ความเป็นกรด และด่าง (pH) | - | - | ๓ | 5-9 | 5-9 | 5-9 | - |
| 4.ออกซิเจนละลาย (DO) ² | มก./ล. | P20 | ๓ | 6.0 | 4.0 | 2.0 | - |
| 5.บีโอดี (BOD) | มก./ล. | P80 | ๓ | 1.5 | 2.0 | 4.0 | - |

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

| ดัชนีคุณภาพน้ำ ^v | หน่วย | ค่าทางสถิติ | เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^v ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ | | | | |
|---|-----------------------|-------------|--|------------------|----------|----------|----------|
| | | | ประเภท 1 | ประเภท 2 | ประเภท 3 | ประเภท 4 | ประเภท 5 |
| 6.แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) | เอ็ม.พี.เอ็น /100 มล. | P80 | ๓ | 5,000 | 20,000 | - | - |
| 7.แบคทีเรียกลุ่มฟีคัล โคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria) | เอ็ม.พี.เอ็น /100 มล. | P80 | ๓ | 1,000 | 4,000 | - | - |
| 8.ไนเตรต (NO3) ในหน่วยไนโตรเจน | มก./ล. | - | ๓ | 5.0 | | - | - |
| 9.แอมโมเนีย (NH3) ในหน่วยไนโตรเจน | มก./ล. | - | ๓ | 0.5 | | - | - |
| 10.ฟีนอล (Phenols) | มก./ล. | - | ๓ | 0.005 | | - | - |
| 11.ทองแดง (Cu) | มก./ล. | - | ๓ | 0.1 | | - | - |
| 12.นิกเกิล (Ni) | มก./ล. | - | ๓ | 0.1 | | - | - |
| 13.แมงกานีส (Mn) | มก./ล. | - | ๓ | 1.0 | | - | - |
| 14.สังกะสี (Zn) | มก./ล. | - | ๓ | 1.0 | | - | - |
| 15.แคดเมียม (Cd) | มก./ล. | - | ๓ | 0.005* 0.05** | | - | - |
| 16.โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent) | มก./ล. | - | ๓ | 0.05 | | - | - |

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

| ดัชนีคุณภาพน้ำ" | หน่วย | ค่าทางสถิติ | เกณฑ์กำหนดสูงสุด ² ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ | | | | |
|---|------------------|-------------|--|------------|----------|----------|----------|
| | | | ประเภท 1 | ประเภท 2 | ประเภท 3 | ประเภท 4 | ประเภท 5 |
| 17.ตะกั่ว (Pb) | มก./ล. | - | ๒ | 0.05 | | | - |
| 18.ปรอททั้งหมด (Total Hg) | มก./ล. | - | ๒ | 0.002 | | | - |
| 19.สารหนู (As) | มก./ล. | - | ๒ | 0.01 | | | - |
| 20.ไซยาไนด์ (Cyanide) | มก./ล. | - | ๒ | 0.005 | | | - |
| 21.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) -ค่ารังสีแอลฟา (Alpha) -ค่ารังสีเบตา(Beta) | เบกเคอ เรล/ล. | - | ๒ | 0.1 1.0 | | | - |
| 22.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides) | มก./ล. | - | ๒ | 0.05 | | | - |
| 23.ดีดีที (DDT) | ไมโคร กรัม/ล. | - | ๒ | 1.0 | | | - |
| 24.บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC) | ไมโคร กรัม/ล. | - | ๒ | 0.02 | | | - |
| 25.ดิลดริน (Dieldrin) | ไมโคร กรัม/ล. | - | ๒ | 0.1 | | | - |
| 26.อัลดริน (Aldrin) | ไมโคร กรัม/ล. | - | ๒ | 0.1 | | | - |

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

| ดัชนีคุณภาพน้ำ ¹ | หน่วย | ค่าทางสถิติ | เกณฑ์กำหนดสูงสุด ² ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ | | | | |
|--|--------------|-------------|--|---|----------|----------|----------|
| | | | ประเภท 1 | ประเภท 2 | ประเภท 3 | ประเภท 4 | ประเภท 5 |
| 27.เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีพอกไซด์(Heptachor & Heptachlorepoxide) | ไมโครกรัม/ล. | - | ๒ | 0.2 | | | - |
| 28.เอนดริน (Endrin) | ไมโครกรัม/ล. | - | ๒ | ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด | | | - |

หมายเหตุ ¹ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

² ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

๒ เป็นไปตามธรรมชาติ

๓' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

๓ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

วิธีการตรวจสอบเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA : American Public Health Association ,

AWWA : American Water Works Association และ WPCF : Water Pollution Control

Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด



ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ของแต่ละพารามิเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแข็งแขวนลอยในบ่อน้ำดื่ม

ตารางที่ ง-1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแข็งแขวนลอย

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 1 | 20.00 | 20.00 | 36.00 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 2 | 19.00 | 22.00 | 39.00 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 3 | 26.00 | 18.00 | 35.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 21.67 | 20.00 | 36.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 3.79 | 2.00 | 2.08 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 1 | 23.00 | 41.00 | 51.00 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 2 | 22.00 | 40.00 | 54.00 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 3 | 22.00 | 43.00 | 50.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 22.33 | 41.00 | 51.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.58 | 1.53 | 2.08 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 1 | 80.00 | 100.00 | 104.00 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 2 | 90.00 | 98.00 | 106.00 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 3 | 86.00 | 96.00 | 104.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 85.33 | 98.00 | 104.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 5.03 | 2.00 | 1.15 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 1 | 96.00 | 78.00 | 98.00 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 2 | 104.00 | 70.00 | 94.00 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 3 | 104.00 | 68.00 | 96.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 101.33 | 72.00 | 96.00 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 4.62 | 5.29 | 2.00 |

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 1 | 27.00 | 23.00 | 32.00 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 2 | 32.00 | 25.00 | 35.00 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 3 | 28.00 | 25.00 | 30.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 29.00 | 24.33 | 32.33 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 2.65 | 1.15 | 2.52 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 1 | 12.00 | 13.00 | 39.00 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 2 | 9.00 | 12.00 | 36.00 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 3 | 13.00 | 14.00 | 35.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 11.33 | 13.00 | 36.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 2.08 | 1.00 | 2.08 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 1 | 15.00 | 24.00 | 37.00 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 2 | 14.00 | 23.00 | 38.00 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 3 | 12.00 | 20.00 | 39.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 13.67 | 22.33 | 38.00 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 1.53 | 2.08 | 1.00 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 1 | 26.00 | 25.00 | 40.00 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 2 | 28.00 | 25.00 | 37.00 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 3 | 35.00 | 22.00 | 36.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 29.67 | 24.00 | 37.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 4.73 | 1.73 | 2.08 |

ผลการวิเคราะห์ค่าความนำไฟฟ้าในบ่อน้ำดิน

ตารางที่ ง-2 ผลการวิเคราะห์ค่าความนำไฟฟ้า

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 1 | 288.00 | 275.00 | 291.00 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 2 | 289.00 | 276.00 | 290.00 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 3 | 289.00 | 276.00 | 291.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 288.67 | 275.67 | 290.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.58 | 0.58 | 0.58 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 1 | 1,326.00 | 1,303.00 | 1,342.00 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 2 | 1,326.00 | 1,305.00 | 1,342.00 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 3 | 1,326.00 | 1,306.00 | 1,343.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 1326.00 | 1304.67 | 1342.33 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.00 | 1.53 | 0.58 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 1 | 18,190.00 | 17,940.00 | 17,940.00 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 2 | 18,190.00 | 17,930.00 | 17,930.00 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 3 | 18,190.00 | 17,940.00 | 17,940.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 18,190.00 | 17,936.67 | 17,936.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.00 | 5.77 | 5.77 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 1 | 6,760.00 | 6,770.00 | 6,760.00 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 2 | 6,750.00 | 6,770.00 | 6,770.00 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 3 | 6,750.00 | 6,770.00 | 6,770.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 6753.33 | 6770.00 | 6766.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 5.77 | 0.00 | 5.77 |

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 1 | 1,712.00 | 1,713.00 | 1,715.00 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 2 | 1,713.00 | 1,714.00 | 1,715.00 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 3 | 1,713.00 | 1,712.00 | 1,714.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 1,712.67 | 1,713.00 | 1,714.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.58 | 1.00 | 0.58 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 1 | 653.00 | 655.00 | 654.00 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 2 | 655.00 | 655.00 | 653.00 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 3 | 653.00 | 654.00 | 653.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 653.67 | 654.67 | 653.33 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 1.15 | 0.58 | 0.58 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 1 | 536.00 | 535.00 | 534.00 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 2 | 534.00 | 534.00 | 534.00 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 3 | 534.00 | 535.00 | 534.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 534.67 | 534.67 | 534.00 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 1.15 | 0.58 | 0.00 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 1 | 290.00 | 293.00 | 291.00 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 2 | 290.00 | 292.00 | 290.00 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 3 | 290.00 | 292.00 | 291.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 290.00 | 292.33 | 290.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.00 | 0.58 | 0.58 |

ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด - ด่างในบ่อน้ำตื้น

ตารางที่ ง-3 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด - ด่าง

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 1 | 7.60 | 7.62 | 7.63 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 2 | 7.62 | 7.63 | 7.63 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 3 | 7.61 | 7.63 | 7.63 |
| ค่าเฉลี่ย | 7.61 | 7.63 | 7.63 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.01 | 0.01 | 0.00 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 1 | 8.06 | 8.06 | 8.05 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 2 | 8.06 | 8.05 | 8.04 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 3 | 8.07 | 8.05 | 8.05 |
| ค่าเฉลี่ย | 8.06 | 8.05 | 8.05 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 1 | 8.45 | 8.40 | 8.45 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 2 | 8.44 | 8.40 | 8.45 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 3 | 8.44 | 8.41 | 8.45 |
| ค่าเฉลี่ย | 8.44 | 8.40 | 8.45 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.01 | 0.01 | 0.00 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 1 | 8.20 | 8.24 | 8.21 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 2 | 8.20 | 8.23 | 8.22 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 3 | 8.21 | 8.23 | 8.23 |
| ค่าเฉลี่ย | 8.20 | 8.23 | 8.22 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.01 | 0.01 | 0.01 |

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่1 | ครั้งที่2 | ครั้งที่3 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 1 | 6.57 | 6.95 | 6.75 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 2 | 6.46 | 6.86 | 6.76 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 3 | 6.45 | 6.79 | 6.76 |
| ค่าเฉลี่ย | 6.49 | 6.87 | 6.76 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.07 | 0.08 | 0.01 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 1 | 6.89 | 6.91 | 6.96 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 2 | 6.89 | 6.89 | 6.98 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 3 | 6.90 | 6.91 | 6.95 |
| ค่าเฉลี่ย | 6.89 | 6.90 | 6.96 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.01 | 0.01 | 0.02 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 1 | 8.09 | 8.11 | 8.12 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 2 | 8.07 | 8.11 | 8.12 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 3 | 8.08 | 8.11 | 8.07 |
| ค่าเฉลี่ย | 8.08 | 8.11 | 8.10 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.01 | 0.00 | 0.03 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 1 | 7.25 | 7.25 | 7.22 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 2 | 7.25 | 7.25 | 7.22 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 3 | 7.24 | 7.25 | 7.22 |
| ค่าเฉลี่ย | 7.25 | 7.25 | 7.22 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.01 | 0.00 | 0.00 |

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในบ่อน้ำต้น

ตารางที่ ง-4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่1 | ครั้งที่2 | ครั้งที่3 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 1 | 1.40 | 2.00 | 1.60 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 2 | 1.70 | 2.10 | 1.90 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 3 | 1.80 | 2.30 | 1.30 |
| ค่าเฉลี่ย | 1.63 | 2.13 | 1.60 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.21 | 0.15 | 0.30 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 1 | 180.00 | 195.00 | 210.00 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 2 | 180.00 | 210.00 | 195.00 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 3 | 195.00 | 210.00 | 210.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 185.00 | 205.00 | 205.00 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 8.66 | 8.66 | 8.66 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 1 | 210.00 | 210.00 | 225.00 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 2 | 195.00 | 210.00 | 225.00 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 3 | 210.00 | 225.00 | 225.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 205.00 | 215.00 | 225.00 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 8.66 | 8.66 | 0.00 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 1 | 180.00 | 180.00 | 180.00 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 2 | 195.00 | 180.00 | 170.00 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 3 | 180.00 | 165.00 | 180.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 185.00 | 175.00 | 176.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 8.66 | 8.66 | 5.77 |

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 1 | 1.20 | 1.30 | 1.30 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 2 | 1.50 | 1.00 | 1.10 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 3 | 1.00 | 1.10 | 1.90 |
| ค่าเฉลี่ย | 1.23 | 1.13 | 1.43 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.25 | 0.15 | 0.42 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 1 | 1.00 | 1.20 | 0.50 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 2 | 0.80 | 0.90 | 0.40 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 3 | 0.80 | 1.00 | 0.40 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.87 | 1.03 | 0.43 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.12 | 0.15 | 0.06 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 1 | 1.10 | 1.40 | 0.60 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 2 | 1.30 | 1.10 | 0.50 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 3 | 1.10 | 1.20 | 0.40 |
| ค่าเฉลี่ย | 1.17 | 1.23 | 0.50 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.12 | 0.15 | 0.10 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 1 | 0.30 | 0.90 | 0.90 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 2 | 0.50 | 0.80 | 0.90 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 3 | 0.60 | 0.10 | 1.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.47 | 0.60 | 0.93 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.15 | 0.44 | 0.06 |

ผลการวิเคราะห์ค่าของสภาพต่างในบ่อน้ำตื้น

ตารางที่ ง-5 ผลการวิเคราะห์ค่าของสภาพต่าง

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่1 | ครั้งที่2 | ครั้งที่3 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 1 | 139.00 | 139.00 | 140.00 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 2 | 141.00 | 138.00 | 139.00 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 3 | 140.00 | 138.00 | 140.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 140.00 | 138.33 | 139.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 1.00 | 0.58 | 0.58 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 1 | 389.00 | 388.00 | 380.00 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 2 | 390.00 | 390.00 | 379.00 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 3 | 390.00 | 389.00 | 382.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 389.67 | 389.00 | 380.33 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.58 | 1.00 | 1.53 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 1 | 4,800.00 | 4,900.00 | 4,800.00 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 2 | 4,810.00 | 4,890.00 | 4,800.00 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 3 | 4,810.00 | 4,900.00 | 4,800.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 4,806.67 | 4,896.67 | 4,800.00 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 5.77 | 5.77 | 0.00 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 1 | 2,100.00 | 1,990.00 | 1,980.00 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 2 | 2,100.00 | 1,990.00 | 1,980.00 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 3 | 2,090.00 | 2,000.00 | 1,990.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 2,096.67 | 1,993.33 | 1,983.33 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 5.77 | 5.77 | 5.77 |

ตารางที่ ง-5 (ต่อ)

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 1 | 480.00 | 480.00 | 470.00 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 2 | 480.00 | 478.00 | 462.00 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 3 | 480.00 | 477.00 | 461.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 480.00 | 478.33 | 464.33 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.00 | 1.53 | 4.93 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 1 | 292.00 | 290.00 | 290.00 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 2 | 290.00 | 290.00 | 289.00 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 3 | 294.00 | 290.00 | 288.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 292.00 | 290.00 | 289.00 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 2.00 | 0.00 | 1.00 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 1 | 277.00 | 280.00 | 268.00 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 2 | 280.00 | 278.00 | 270.00 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 3 | 278.00 | 279.00 | 270.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 278.33 | 279.00 | 269.33 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 1.53 | 1.00 | 1.15 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 1 | 111.00 | 100.00 | 118.00 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 2 | 110.00 | 100.00 | 120.00 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 3 | 110.00 | 100.00 | 119.00 |
| ค่าเฉลี่ย | 110.33 | 100.00 | 119.00 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.58 | 0.00 | 1.00 |

ผลการวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์ในบ่อน้ำต้น

ตารางที่ ง-6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 1 | 3.67 | 5.77 | 4.89 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 2 | 3.67 | 5.75 | 5.38 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 3 | 3.65 | 5.77 | 4.85 |
| ค่าเฉลี่ย | 3.66 | 5.76 | 5.04 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.01 | 0.01 | 0.30 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 1 | 195.55 | 199.50 | 182.48 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 2 | 196.60 | 198.32 | 183.94 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 3 | 195.69 | 199.90 | 182.96 |
| ค่าเฉลี่ย | 195.95 | 199.24 | 183.13 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.57 | 0.82 | 0.74 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 1 | 3,642.35 | 3,656.88 | 3,666.41 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 2 | 3,641.36 | 3,657.97 | 3,665.88 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 3 | 3,641.14 | 3,657.48 | 3,666.93 |
| ค่าเฉลี่ย | 3,641.62 | 3,657.44 | 3,666.41 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.64 | 0.55 | 0.53 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 1 | 1,448.06 | 1,457.21 | 1,464.85 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 2 | 1,449.65 | 1,459.13 | 1,465.55 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 3 | 1,449.35 | 1,458.55 | 1,463.75 |
| ค่าเฉลี่ย | 1,449.02 | 1,458.30 | 1,464.72 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.84 | 0.98 | 0.91 |

ตารางที่ ง-6 (ต่อ)

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 1 | 158.44 | 155.30 | 145.78 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 2 | 157.51 | 155.82 | 144.81 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 3 | 158.44 | 156.35 | 145.75 |
| ค่าเฉลี่ย | 158.13 | 155.82 | 145.45 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.54 | 0.53 | 0.55 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 1 | 36.72 | 39.85 | 38.16 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 2 | 37.25 | 39.88 | 38.54 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 3 | 37.77 | 40.56 | 37.77 |
| ค่าเฉลี่ย | 37.25 | 40.10 | 38.16 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.53 | 0.40 | 0.39 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 1 | 9.44 | 9.44 | 8.80 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 2 | 8.80 | 9.44 | 8.80 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 3 | 8.87 | 9.44 | 8.32 |
| ค่าเฉลี่ย | 9.04 | 9.44 | 8.64 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.35 | 0.00 | 0.28 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 1 | 31.79 | 31.74 | 31.80 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 2 | 31.81 | 31.80 | 31.80 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 3 | 30.98 | 31.80 | 31.80 |
| ค่าเฉลี่ย | 31.53 | 31.78 | 31.80 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.47 | 0.03 | 0.00 |

ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในบ่อน้ำดื่ม

ตารางที่ ง-7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 1 | 0.07 | 0.06 | 0.06 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 2 | 0.08 | 0.06 | 0.05 |
| จุดเก็บที่ 1 ซ้ำที่ 3 | 0.08 | 0.05 | 0.05 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.08 | 0.06 | 0.05 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 1 | 0.08 | 0.06 | 0.06 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 2 | 0.08 | 0.06 | 0.05 |
| จุดเก็บที่ 2 ซ้ำที่ 3 | 0.08 | 0.06 | 0.06 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.08 | 0.06 | 0.06 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 1 | 0.15 | 0.13 | 0.12 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 2 | 0.16 | 0.14 | 0.10 |
| จุดเก็บที่ 3 ซ้ำที่ 3 | 0.15 | 0.14 | 0.11 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.15 | 0.14 | 0.11 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 1 | 0.10 | 0.10 | 0.08 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 2 | 0.11 | 0.08 | 0.09 |
| จุดเก็บที่ 4 ซ้ำที่ 3 | 0.11 | 0.09 | 0.08 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.11 | 0.09 | 0.08 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.01 | 0.01 | 0.01 |

ตารางที่ ง-7 (ต่อ)

| จุดเก็บที่ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 1 | 0.10 | 0.09 | 0.07 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 2 | 0.10 | 0.08 | 0.07 |
| จุดเก็บที่ 5 ซ้ำที่ 3 | 0.09 | 0.08 | 0.07 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.10 | 0.08 | 0.07 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 1 | 0.08 | 0.07 | 0.06 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 2 | 0.09 | 0.06 | 0.06 |
| จุดเก็บที่ 6 ซ้ำที่ 3 | 0.08 | 0.06 | 0.06 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.08 | 0.07 | 0.06 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 1 | 0.07 | 0.05 | 0.06 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 2 | 0.07 | 0.05 | 0.06 |
| จุดเก็บที่ 7 ซ้ำที่ 3 | 0.07 | 0.05 | 0.06 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.07 | 0.05 | 0.06 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 1 | 0.06 | 0.06 | 0.05 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 2 | 0.06 | 0.05 | 0.04 |
| จุดเก็บที่ 8 ซ้ำที่ 3 | 0.06 | 0.05 | 0.04 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.06 | 0.05 | 0.04 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวจุฑาภรณ์ แสงราชา
 วัน/เดือน/ปีเกิด 6 ตุลาคม 2527
 ที่อยู่ 35 หมู่ 7 บ้านนาโป่ง ต. ห้วยน้ำคำ อ. กระนวน จ. ขอนแก่น
 การศึกษา ปีการศึกษา 2542 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
 จากโรงเรียนยางคำพิทยาคม
 ปีการศึกษา 2545 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
 จากโรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม
 ปีการศึกษา 2549 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี
 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อ-สกุล นางสาวมณีรัตน์ ปรีศิริ
 วัน/เดือน/ปีเกิด 3 มิถุนายน 2527
 ที่อยู่ 254 หมู่ 2 ต. ห้วยโพธิ์ อ. เมือง จ. กาฬสินธุ์
 การศึกษา ปีการศึกษา 2542 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
 จากโรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์
 ปีการศึกษา 2545 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
 จากโรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์
 ปีการศึกษา 2549 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี
 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อ-สกุล นางสาววรรณภา เหลี่ยมสิงห์ขร
วัน/เดือน/ปีเกิด 26 ธันวาคม 2527
ที่อยู่ 94 หมู่ 7 บ้านเหล่าใหญ่ ต.เหล่าใหญ่ อ. กุฉินารายณ์ จ. กาฬสินธุ์
การศึกษา ปีการศึกษา 2542 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
จากโรงเรียนเหล่าใหญ่วินาสณฑ์ผดุงเวชย์
ปีการศึกษา 2545 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
จากโรงเรียนบัวขาว
ปีการศึกษา 2549 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี
จากมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY