ภาคผนวก

1. **Alkalinity โดยวิธี Phenolpthalein Methyl Orange Indicator (APHA, 1975)** อ้างโดย ศิริเพ็ญ 2530

วิธีทำ

1. ตวงน้ำ 100 ml. ใส่ใน 250 ml. erlenmeyer flask และน้ำกลั่นในปริมาตรเท่ากันเป็น blank

2. เติม 2 หยด phenolphthalein indicator ลงในแต่ละ flask แล้วเขย่าให้เข้ากัน

3. ถ้าตัวอย่างเป็นสีชมพูอ่อนให้ titrate ด้วย 0.2 N H_2SO_4 จนสีจางหายไป บันทึกปริมาตรที่ใช้

4. เติม 3 หยด methyl orange indicator ลงในแต่ละ flask

5. ถ้าตัวอย่างเป็นสีเหลืองให้ titrate ด้วย 0.2 N H_2SO_4 จนสังเกตเห็นสีเปลี่ยนแปลงไปจาก blank แล้วค่อยๆ titrate ทีละ 1-2 หยด จนได้ end point เป็นสีส้ม (methyl orange จะให้สีเหลืองในสารละลายที่เป็นด่าง สีส้มในสารละลายที่เป็นกลางและสีแดงในสารละลายที่เป็นกรด)

6. คำนวณ Total alkalinity = จำนวนกรดที่ใช้ (ml) x 10 (mg/l $CaCO_3$)

2. **คลอโรฟิลล์ เอ (Nusch, 1980)**

1. นำน้ำตัวอย่างมากรองด้วยกระดาษ GFC ปริมาตร 1,000 ml

2.นำกระดาษกรองมาบดแล้วเติม ethanal 90% ที่อุณหภูมิ 78°C 10 ml เก็บในขวดสีชา เก็บในตู้เย็น 6-24 ชั่วโมง

3. นำมากรองด้วยกระดาษ Whatman No.1 พยายามอย่าให้มีแสง เติม ethanol 90% อุณหภูมิห้องธรรมดา ปริมาตร 20 ml

4. นำสารละลายในข้อ 3. ไปวัดค่า absorbance ที่ wave length 665 นาโนมิเตอร์ โดยใช้ ethanol 90% เป็น reference ใช้ cuvett ขนาด 5 ซม.

5. เติม 0.06 ml 2 N HCl ทิ้งไว้ 30 นาที

6. นำไปวัดค่า absorbance อีกครั้ง

7. นำค่า absorbance ไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากสูตร

$$\text{Chlorophyll a} = 29.6 \times (A-B) \times \frac{v}{V \times 1} \ \mu g/l$$

A = ค่า absorbance ก่อนเติมกรด HCl

B = ค่า absorbance หลังเติมกรด HCl

v = ปริมาตรของ ethanol

V = ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง

l = ขนาดของความยาวของ cuvette

3. Biochemical Oxygen Demand (BOD) วิธี Azide Modification (APHA, 1975)

วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างน้ำด้วยขวด BOD
2. วัด DO ทันที โดยวิธี Azide modification (DO_o)
3. เก็บตัวอย่างน้ำด้วยขวด BOD เช่นกัน
4. เก็บไว้ในตู้ที่อุณหภูมิ 20°C ในที่มืด เป็นเวลา 5 วัน (DO_5)
5. นำมาวิเคราะห์หา DO
6. คำนวณหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ คำนวณค่า BOD ของน้ำจากสูตร

$$BOD\ (mg/l) = DO_o - DO_5$$

4. Lugol's Solution

Iodine	4 กรัม
Potassium Iodide	6 กรัม
น้ำ	100 มิลลิลิตร

ในการ fix แพลงตอนพืช ใช้ Lugol's Solution ความเข้มข้น 2%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

5. การหาค่าสารอาหาร

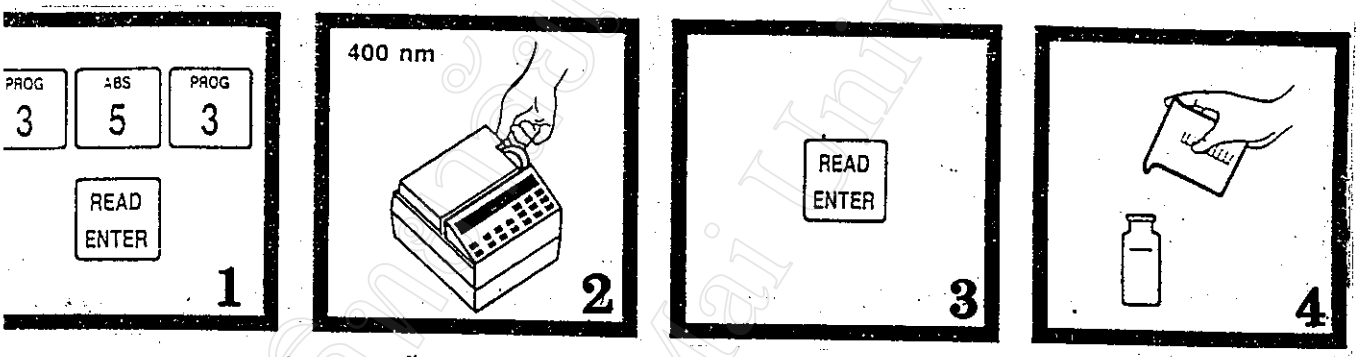
ใช้เครื่องมือ Spectophometer DR 2000 ของบริษัท HACK สหรัฐอเมริกา โดยขั้นตอนดังภาพและคำบรรยาย (คู่มือการใช้ spectrophotometer DR 12000 1991)

สารอาหารไนเตรท

-Nitrate MR (0-4.5 mg/l NO_3 - N)

-สำหรับใช้วิเคราะห์ water, wastewater and seawater

Cadmium Reduction Method ใช้ Powder pillows หรือ Aecuvac ampuls



ภาพผนวกที่ 1 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หาไนเตรท ไนโตรเจน

การใช้ Powder Pillows :

1.เข้า program number สำหรับ medium range nitrate nitrogen powder pillows

กดปุ่ม 3 5 3 read/enter

หน้าปัดจะแสดง Dial nM to 400

หมายเหตุ เครื่อง DR 12000 S ที่ใช้ software version 3.0 หรือมากกว่าหน้าปัดจะเป็น P และ program number

หมายเหตุ เครื่องที่ใช้ software version 3.0 หรือมากกว่าจะไม่บอกเป็น Dial nM to ถ้าได้มีการ set wavelength ไว้ถูกต้องแล้ว แต่จะแสดงให้เห็นใน step 3 และ step 4

2. หมุน wavelength dial จนแสดงค่าตัวเลข 400 nm

หมายเหตุ ถ้าไม่สามารถวิเคราะห์ได้ในทันที ให้ดู sampling และ storage ข้างล่าง ปรับ pH ของ sample ให้เหมาะสมก่อนทำการวิเคราะห์

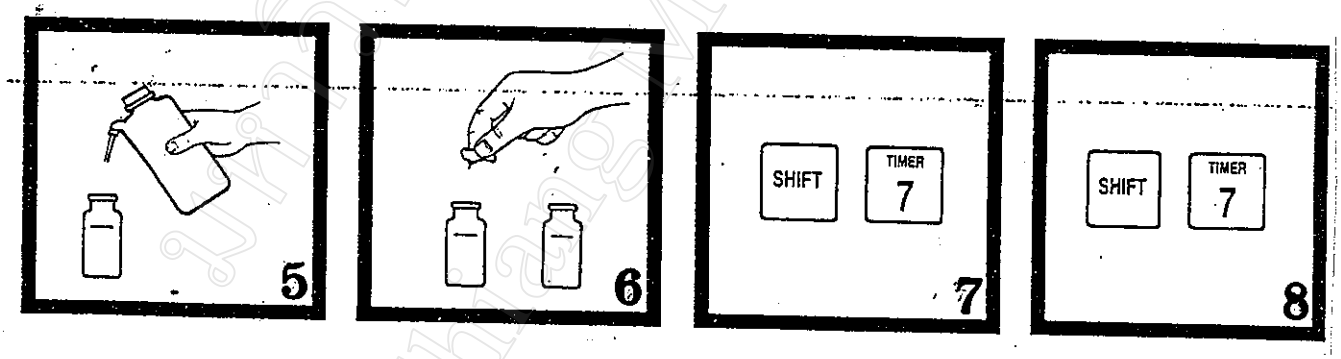
3. กดปุ่ม Read/Enter

หน้าปัดจะแสดง mg/l N NO_3 M

4. ใส่ sample ลงใน sample cell ปริมาณ 25 ml

หมายเหตุ เพื่อตรวจสอบความแม่นยำให้ลองใช้ 1.0 mg/l nitrate nitrogen standard solution แทน sample

หมายเหตุ ต้องทดสอบ reagent bank ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยน Nitra Ver.5 lot ใหม่ทุกครั้งโดยทำตั้งแต่ step 4-12 โดยใช้ deionized water เป็น sample แทน และเมื่อได้ผลแล้วต้องนำผลนี้ไปหักออกจากค่าการทดลองที่ได้ทุกครั้ง



ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ) แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หาไนเตรท ไนโตรเจน

5. เติม deionized water ลงใน cell อีกอันหนึ่งเพื่อใช้เป็น blank

6. เติม Nitra Ver 5 nitrate reagent powder pillow ลงใน cell แต่ละอัน แล้วปิดฝา

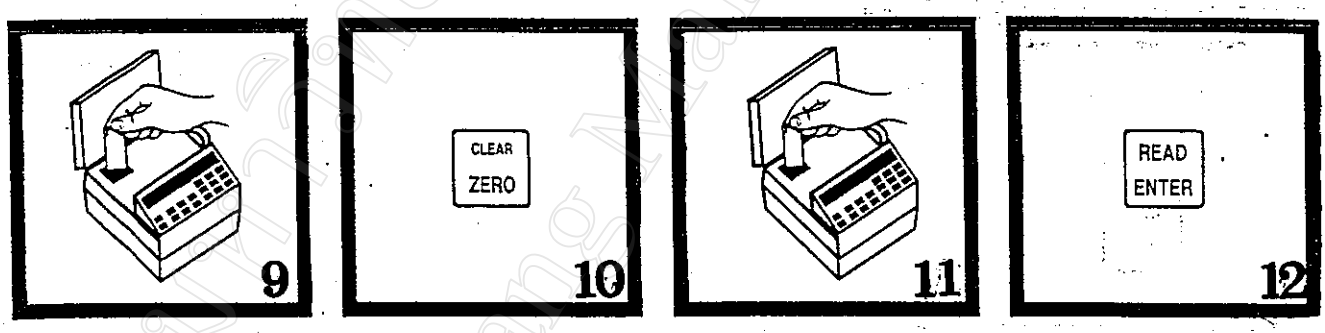
7. กดปุ่ม shift timer ในช่วงเวลา 1 นาที จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น ให้เขย่าจนกว่าจะมีเสียงเวลาเตือน

หมายเหตุ skaking time และ technique มีผลต่อการเกิดสี หรือให้ได้ผลการทดสอบที่แม่นยำถูกต้อง ให้ลองทดสอบกับสารที่ทราบปริมาณของ nitrate ดูก่อน แล้วปรับค่า skaking time ให้เหมาะสม ให้ดูใน section เรื่อง accuracy check ด้วย

8. เมื่อมีสัญญาณเสียงเตือนเวลา กด shift timer จุดนี้จะเริ่มต้นการเกิดปฏิกิริยาซึ่งใช้เวลาประมาณ 5 นาที

หมายเหตุ การเกาะของ Undoxidized metal จะยังคงเกิดขึ้นหลังจากที่ Nitra Ver Nitrate Reagent Powder ละลาย และจะไม่มีผลต่อการทดลอง

หมายเหตุ ถ้ามี nitrate nitrogen อยู่จะให้สีเป็นสีเหลืองอำพัน



ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ) แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หาไนเตรท ไนโตรเจน

9. เมื่อมีเสียงสัญญาณเตือน หน้าปัดจะแสดง mg/l N NO_3 M เปิดฝา ใส่ blank ลงใน cell holder แล้วปิด light shield

หมายเหตุ อาจใช้ Pour Three Cell ได้ในขั้นตอนนี้ ถ้าทำความสะอาดด้วย deionized water ให้ดีหลังใช้

10. กดปุ่ม zero หน้าปัดจะแสดง wait และเปลี่ยนเป็น 0.0 mg/l N NO_3 M

11. ใส่ sample ที่เตรียมไว้ลงใน cell holder ปิด light shield

12. กดปุ่ม Read Enter หน้าปิดจะแสดง wait และต่อไปก็จะเป็นค่าตัวเลขของ nitrate โดยแสดงในรูป nitrogen (NO_3-N)

หมายเหตุ ในการใช้ constant-on mode ไม่จำเป็นต้องกดปุ่ม Read/Enter จะไม่มีคำว่า wait แสดงให้เห็น ให้คอยอ่านผลได้เลย

หมายเหตุ อาจเปลี่ยนค่าจาก mg/l nitrate nitrogen เป็นค่า mg/l nitrate โดยคูณด้วย 4.4

หมายเหตุ หลังใช้แล้วให้ล้าง sample cell ทันทีเพื่อไม่ให้มี cadmium particle ติดอยู่

สารอาหารแอมโมเนีย

Nitrogen, Ammonia (0-2.5 mg/l NH_3-N) สำหรับ water wastewate seawater

Nessler Method, EPA Approved Distillation is required.

1. เข้า stored program number สำหรับ ammonia nitrate (NH_3-N) กด 3 8 0 Read-Enter หน้าปัดจะแสดง Dial nM To 425

หมายเหตุ DR/2000 ที่ใช้ software version 3 หรือมากกว่าจะแสดงตัว P และ Program number

หมายเหตุ software version 3 หรือมากกว่า จะไม่แสดง Dial nM To ถ้าได้ set wavelength ไว้ถูกต้องแล้ว หน้าปัดจะแสดงข้อมูลใน step 3 และ step 4

หมายเหตุ ถ้าไม่สามารถวิเคราะห์ sample ได้ทันที ให้ดู sample and storage ข้างล่าง ปรับ pH ของ sample ที่เก็บไว้ก่อนนำมาวิเคราะห์

2. ปรับปุ่ม wavelength dial จนหน้าปัดอันเล็กแสดงตัวเลข 425 nM

หมายเหตุ test นี้จะไวต่อการตั้ง wavelength มาก เพื่อให้เกิดความแม่นยำให้ลองทำการทดสอบ โดยใช้ Standard Solution 10 mg/l และใช้ deionized water เป็น blank ทดสอบตั้งแต่ step 9 ถึง 12 ด้วย wavelength ที่แตกต่างกันเล็กน้อย โดยเริ่มจากสูงมาต่ำจนได้ผลที่ถูกต้อง wavelength ควรอยู่ในช่วง 425±2 nM ตั้ง wavelength ให้อยู่ในช่วงนี้เสมอโดยเริ่มจากสูงมาต่ำ

3. กด Read/Enter หน้าปัดจะแสดงตัวหนังสือ

mg/l N NH_3 Ness

4. เติม sample ลงใน mixing graduated cylinder ขนาด 25 ml จนถึงขีด 25 ml

หมายเหตุ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องให้ทดลองใช้ Ammonia Nitrogen Standard Solution ขนาด 1.0 mg/l แทน sample

5. เติม deionized water ลงใน mixing graduated cylinder อีกอันหนึ่ง

6. เติม mineral stabilizer 3 หยด ลงในแต่ละ cylinder พลิกขึ้น-ลง ให้เข้ากันดี เติม polyvinyl alcohol dispersing agent ลงในแต่ละ cylinder โดยตั้ง dropping bottle ให้ตรงหลังจากนั้นพลิก cylinder ขึ้น-ลง ให้เข้ากันดี

7. ใช้ pipet ดูด Nessler reagent 1 ml แล้วเติมลงในแต่ละ cylinder ปิด แล้วผสมให้เข้ากันดี

หมายเหตุ Nessler Reagent เป็นพิษและมีฤทธิ์กัดกร่อนต้องทำด้วยความระมัดระวัง

หมายเหตุ ถ้ามี ammonia อยู่ด้วย จะเกิดสีเหลือง (ใน blank จะเกิดสีเหลืองจางๆ)

หมายเหตุ ต้องใช้ pipet filler

8. กด Shift Timer แล้วรอให้เกิดปฏิกิริยา 1 นาที

หมายเหตุ ทำ step 9 ต่อในขณะที่เครื่องจับเวลากำลังเดิน

9. เติม solution แต่ละอันลงใน sample cell

หมายเหตุ อาจใช้ Pour Three Cell ใน procedure นี้ ถ้ามีการใช้ Pour Three Cell ให้ทำความสะอาดด้วยการใส่ sodium thiosulfate pentahydrate crystal ลงใน funnel แล้ว flush ด้วย deionized water ในปริมาณที่มากพอที่จะทำให้เกิดการละลาย เท crystal ส่วนที่เหลือทิ้ง

10. เมื่อสัญญาณเสียงบอกเวลาเตือน หน้าปัดจะแสดง mg/l N NH_3 Ness

ใส่ blank ลงใน cell holder ปิด light shield กดปุ่ม Zero หน้าปัด จะแสดง wait แล้วเปลี่ยนเป็น 0.00 mg/l N NH_3 Ness

หลังจากนั้นจะเป็นค่าของ ammonia ในรูปของ nitrogen มีหน่วยเป็น mg/l

หมายเหตุ ห้ามรอนานเกินกว่า 5 นาที ตั้งแต่ขั้นตอนการเติม reagent (setp 7) จนถึง setp 12

หมายเหตุ ค่าที่ได้อาจแสดงเป็น mg/l ammonia (NH_3) หรือ mg/l ammonium (NH_4) โดยคูณด้วย 122 และ 1.29 ตามลำดับ

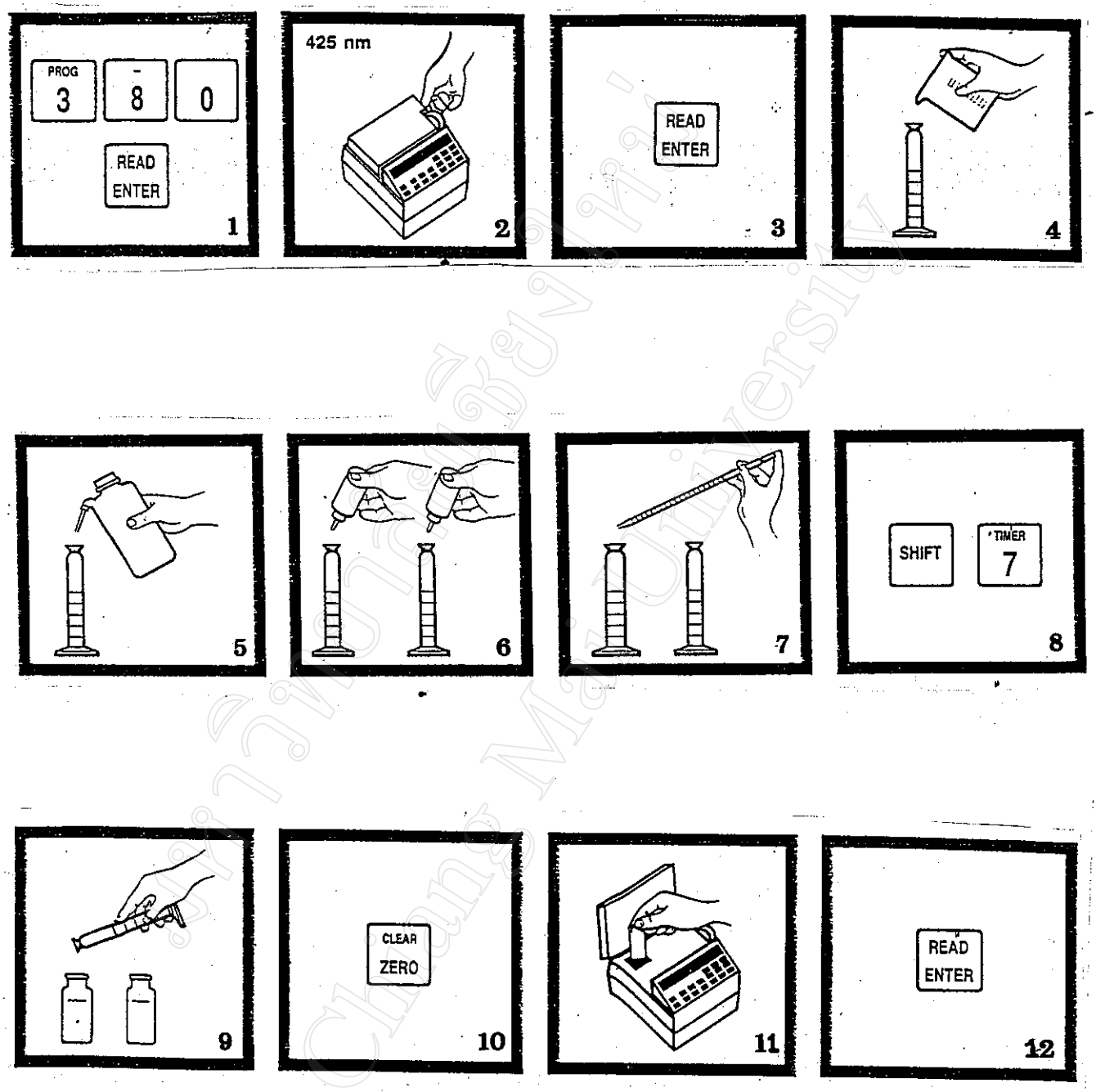
หมายเหตุ ไม่จำเป็นต้องกด Read Enter ถ้าใช้ constant-on mode และจะไม่มีคำว่า wait แสดงให้เห็น รอจนหน้าปัดหยุดนิ่งแล้วอ่านค่าได้เลย

Sampling and Storage

เก็บ sample ในขวดพลาสติคหรือแก้วที่สะอาด ถ้ามี chlorine อยู่ด้วย ให้เติม 0.1 N sodium thiosulfate 1 หยดต่อ 0.3 mg/l Cl_2 ใน sample 1 ลิตร Preserve โดยใช้ sulfuric acid อย่างน้อย 2 ml เพื่อให้ pH เป็น 2 หรือต่ำกว่า เก็บไว้ที่ 4°C (หรือ 39°C) หรือต่ำกว่า sample เก็บไว้ได้นานถึง 28 วัน แต่ก่อนทำมาทดสอบให้อุ่นจนอุณหภูมิ เท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้ว neutralized ด้วย 5 N sodium hydrozide ต้องแก้ไขปริมาตรของ sample ให้ถูกต้องด้วย (ดูเรื่อง sample และ storage volume addition)

Standard Solution Method

เพื่อตรวจสอบความแม่นยำ ให้ใช้ 1.0 mg/l ammonium nitrogen standard solution หรืออาจเตรียมโดยใช้ 1.0 ml ของ ammonia solution จาก Voluette Ampule Standard for Ammonium Nitrogen



ภาพผนวกที่ 2 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หาแอมโมเนีย ไนโตรเจน

สารอาหารออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate)

Phosphorus, Reactive (0-25 mg/l PO_4^{3-}) สำหรับ Water Wastewater และ Seawater หรืออาจเรียกออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate)

Phos Ver 3 (ascorbic acid) Method (Powder Pillows or Accuvac Ampule) EPA approved

ใช้ Powder Pillows

1. เข้า stored program สำหรับ reactive phosphorus powder pillow

กด 4 9 0 Read/Enter สำหรับค่า mg/l PO_4^{3-}

4 9 6 Read/Enter สำหรับค่า mg/l P

หน้าปัดจะแสดงตัวหนังสือ

Dial nM to 890

หมายเหตุ DR/2000 และ software version 3.0 หรือมากกว่า จะแสดงตัว P และ program number

หมายเหตุ เครื่องมือที่ใช้ software version 3.0 หรือมากกว่าจะไม่แสดง Dial nM to ถ้า wavelength ปรับไว้ถูกต้องแล้ว แต่จะแสดงใน step 3 และ step 4

2. ปรับ wavelength dial จนหน้าปัดแสดงตัวเลข 890 nM

หมายเหตุ ถ้า software ไม่มี program 496 ให้ดู Instrument setup

3. กด Read/Enter หน้าปัดจะแสดง

mg/l PO_4^{3-} PV หรือ

mg/l P PV

4. เติม sample ลงใน sample cell ปริมาณ 25 ml

หมายเหตุ ตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้ 1.0 mg/l phosphate (0.33 mg/l) Standard Solution ลองทดสอบดูแทน sample

5. เติมสารบรรจุใน Phos Ver 3 Phosphate Powder Pillow ลงใน cell ผสมให้เข้ากัน

หมายเหตุ ถ้ามี phosphate อยู่จะได้สีน้ำเงิน

6. กด Shift Timer รอเวลาการเกิดปฏิกิริยา 2 นาที

7. เติม sample 25 ml ลงใน sample cell อีกอันหนึ่งเพื่อเป็น blank ใส่ลงใน cell holder

หมายเหตุ อาจใช้ Pour Three Cell ได้ในขั้นตอนนี้

8. เมื่อสัญญาณเสียงเตือน หน้าปัดจะแสดง

mg/l P PV

กด Zero

หน้าปัดจะแสดง wait แล้วจะเป็น 0.00 mg/l PO_4^{3-} PV หรือ 0.00 mg/l P PV

9. ใส่ sample ที่เตรียมไว้ลงใน cell holder ปิด light shield

หมายเหตุ ในการ run reagent blank ในการทดสอบนี้ ใช้ deionized water แทน sample ใน step 4 แล้วนำค่าที่วัดได้ไปหักออกจากค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยใช้ Phos Ver Lot นี้ทุกครั้ง

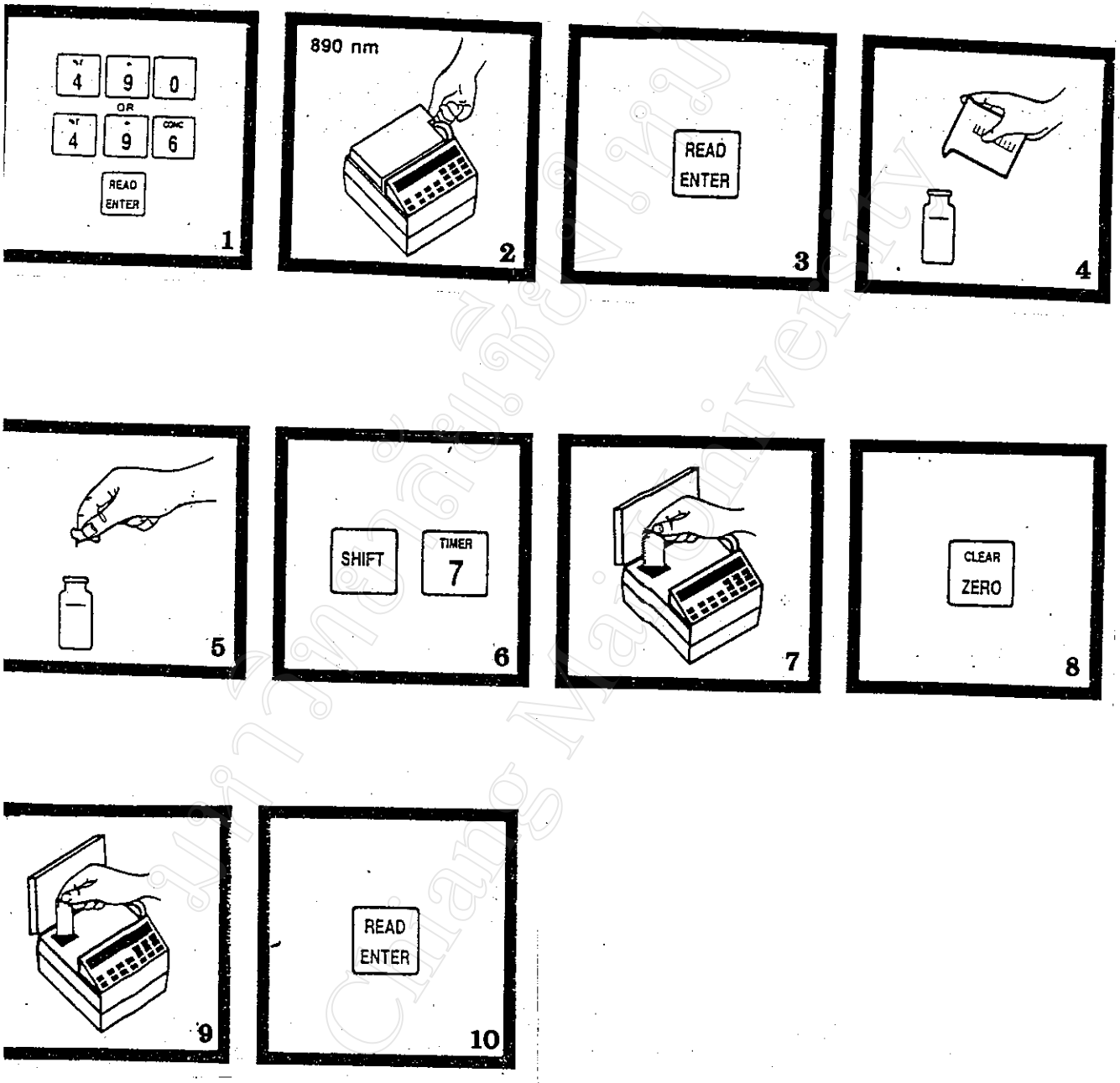
10. กด Read/Enter หน้าปัดจะแสดง wait

หลังจากนั้นจะเป็นค่า mg/l PO_4^{3-} หรือ mg/l P

หมายเหตุ ค่า mg/l PO_4^{3-} อาจเปลี่ยนเป็น mg/l Phosphorus โดยหารด้วย 3 หรือเปลี่ยนเป็น mg/l phosphorus seritoride (P_2O_5) โดยคูณด้วย 0.75

หมายเหตุ ถ้าใช้ contant-on Mode ไม่จำเป็นต้องกด Read/Enter และจะไม่มีคำว่า wait ให้รออ่านค่าได้เลย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หาออร์โธฟอสเฟต

สารอาหารฟอฟอรัส (Total phosphorus)

Phosphorus; Total สำหรับ water wastewater and seawater (หรือเรียกว่า organic and acid hydrolyzable) Acid Persulfate Digestion Method, EPA approved

1. เติม sample 25 ml ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 50 ml

หมายเหตุ ใช้ graduated cyliader ตรง sample

หมายเหตุ ทำความสะอาดเครื่องแก้วด้วย 10% hydrochloric acid และล้างซ้ำด้วย deionized water

หมายเหตุ ถ้ายังไม่สามารถทดสอบได้ทันทีให้ดูเรื่อง sampling and storage

2. เติมสารที่บรรจุอยู่ใน Potassium persulfate powder pillow คนให้เข้ากันดี

3. เติม 5.20 N Sulfuric acid ปริมาณ 2.0 ml

หมายเหตุ ตวงโดยใช้ 1 ml calibrated dropper

4. วาง flask บน hot plate ต้มให้เดือดเบาๆ ประมาณ 30 นาที

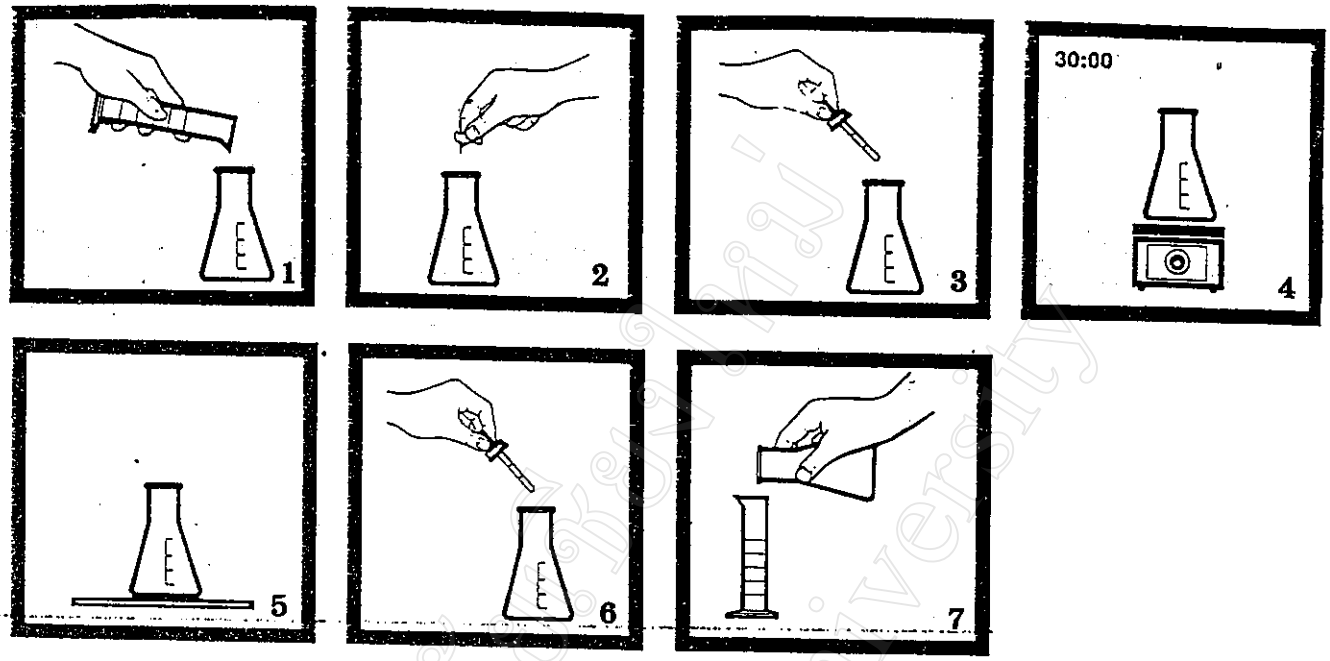
หมายเหตุ ให้มีปริมาณประมาณ 20 ml โดยอาจต้องเติม deionized water ลงเป็นครั้งคราว อย่าให้ปริมาตรมากกว่า 20 ml

หมายเหตุ อาจทำได้ง่ายกว่าโดยใช้ Double boiler technique โดยวาง flask ลงใน pan หรือ beaker ที่มีน้ำต้มเดือดอยู่ และมีระดับความลึกมากกว่าระดับความลึกของของเหลวใน flask ต้มให้เดือด 30 นาที

5. ทำให้ sample เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง

6. เติม 5.0 N Sodium Hydroxide Solution ปริมาณ 2.0 ml คนให้เข้ากัน

หมายเหตุ ใช้ calibrated dropper ขนาด 1 ml



ภาพผนวกที่ 4 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์การฟอสฟอรัสทั้งหมด

7. เท sample ลง graduated cylinder ขนาด 25 ml ทำปริมาตรให้เป็น 25 ml ทำการทดสอบหา reactive phosphorus จากค่าความเข้มข้นของ total phosphorus ที่คาดหวังไว้

หมายเหตุ ใช้ deionized water เป็นตัวเพิ่มปริมาณ

หมายเหตุ ค่าของ reactive phosphorus ในจุดนี้คือค่าของ organic phosphate รวมกับ orthophosphate และ acid hydrolizable (condensed) phosphate หาค่าของ organic phosphate ได้โดยนำค่า acid hydrolizable phosphorus มาหักออกจากค่าที่ได้จากการทดลองนี้ ต้องแน่ใจว่าผลที่ได้มีหน่วยวัดเดียวกันคือ mg/l PO_4 หรือ mg/l P

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

Sampling and Storage

ถ้าสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างจะให้ผลที่เชื่อถือได้มากที่สุด ถ้ายังไม่สามารถวิเคราะห์ได้ทันที ให้เก็บไว้ที่ 4°C (39° F) จะอยู่ได้นานถึง 24 ชั่วโมง อุ่นให้เท่ากับอุณหภูมิห้องก่อนทำการทดสอบ

Interferences

สำหรับ sample ที่ขุ่น ให้ใช้ sample จำนวน 50 ml แล้วเพิ่มปริมาณ reagent เป็น 2 เท่า แล้วแบ่งมา 25 ml เพื่อใช้เป็นตัว set เครื่องมือ ในการหาปริมาณ reactive phosphorus ซึ่งจะเป็นการ compensate สำหรับ sample ที่มีสีหรือมีความขุ่น ถ้าเป็น highly buffered sample หรือ sample ที่มีความเป็นด่างมาก อาจต้องเติม acid ลงไปใน step 3 ด้วย เพื่อลด pH ให้ต่ำกว่า 1

Summary of Method

Phosphate ที่ปรากฏอยู่ในรูปของ organic และ condensed inorganic form (metal pyro หรือ polyphosphate อื่นๆ) ต้องเปลี่ยนรูปเป็น reactive orthophosphate ก่อนทำการวิเคราะห์ การให้ pretreatment โดยใช้ acid และความร้อน จะทำให้เกิด hydrolysis สำหรับพวกที่เป็น condensed inorganic form organic phosphates จะเปลี่ยนเป็น orthophosphate โดยความร้อนกับ acid และ persulfate ค่าของ Organically brund phosphate หาได้จากการ acid hydrolyzable phosphorus ออกจากค่า total phosphorus

วิธีการนี้จะต้องตามด้วยการวิเคราะห์หา reactive phosphorus (orthophosphate) วิธีใดวิธีหนึ่งเพื่อหาค่า phosphorus content ใน sample วิธีการ Ascorbic acid (Phos Ver 3) method เป็นวิธีการที่ EPA ยอมรับสำหรับทำรายงาน NPDES

7. การนับแพลงตอนพืช

1. เอาแพลงตอนพืชที่ mix แล้ว ถ่ายใส่ chamber ขนาด 10 ml โดยมี simple chamber รองอยู่ข้างล่าง ปล่อยให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง แล้วดึง chamber 10 ml ข้างบนออก จึงเหลือสาหร่ายที่ตกตะกอนอยู่ ภายใน simple chamber เท่านั้น

ปริมาตรทั้งหมด = 10 + 2.656 = 12.656 cm^3 (ml)

2. นำ simple chamber มานับด้วยกล้อง Inverted microscope กำลังขยายต่างๆ ขึ้นกับขนาดของแพลงตอนพืช ขนาดใหญ่ให้กำลังขยายต่ำ ขนาดเล็กใช้กำลังขยายสูง ก่อนนับควรหา factor ที่ใช้ในการคำนวณก่อน

factor ที่ผู้วิจัยใช้คิดจำนวนต่อมิลลิลิตร

factor ที่กำลังขยาย	4 x 1	= 1.61
(objective lens)	10 x 1	= 4.04
	20 x 1	= 8.07
	40 x 1	= 16.14

<u>หมายเหตุ</u> ในการนับจำนวนแพลงตอนพืชจาก simple chamber จะได้ grid ซึ่งเป็นตารางสี่เหลี่ยมจตุรัส ขนาด 10x10 หน่วย จำนวน 100 ตารางเป็นเนื้อที่ที่จะนับจำนวนแพลงตอนพืช ขนาดของ 1 ตารางในแต่ละกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์มีดังนี้

1 ช่อง grid เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4X = 250 u

1 ช่อง grid เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10 X = 100 u

1 ช่อง grid เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 20 X = 50 u

1 ช่อง grid เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 X = 25 u

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตารางผนวกที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ

n	.05	.02	.01
1	.996917	.9995066	.9998766
2	.95000	.98000	.990000
3	.8783	.93433	.95873
4	.8114	.8822	.91720
5	.7545	.8329	.8745
6	.7067	.7887	.7977
7	.6664	.7498	.7977
8	.6319	.7155	.7646
9	.6021	.6851	.7348
10	.5760	.6581	.7079
11	.5529	.6339	.6835
12	.5324	.6120	.6614
13	.5139	.5923	.6411
14	.4973	.5742	.6226
15	.4821	.5577	.6055

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

n	.05	.02	.01
16	.4683	.5425	.5897
17	.4555	.5285	.5857
18	.4438	.5155	.5614
19	.4329	.5034	.5487
20	.4227	.4921	.5368
25	.3809	.4451	.4869
30	.3494	.4093	.4487
35	.3246	.3810	.4182
40	.3044	.3578	.3932
45	.2875	.3384	.3721
50	.2732	.3218	.3541
60	.2500	.2948	.3248
70	.2319	.2737	.3017
80	.2172	.2565	.2830
90	.2050	.2422	.2673
100	.1946	.2301	.2540

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางชลินดา อริยเดช

วัน เดือน ปีเกิด 20 พฤศจิกายน 2502

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมปีที่ 3 จากโรงเรียนผดุงประชา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา เมื่อปีการศึกษา 2517
สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมปีที่ 5 จากโรงเรียนสตรีวิทยา 2 กรุงเทพฯ เมื่อปีการศึกษา 2520
สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วท.บ. (วิทยาศาสตรบัณฑิตเอกเกษตร) จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เมื่อปีการศึกษา 2526

ประสบการณ์ในการทำงาน

ปี 2527-2528 เป็นนักวิชาการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยพืชสวน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ปี 2529-2532 เป็นอาจารย์สอนวิชาเกษตรทั่วไป โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย อำเภอพญาไท กรุงเทพฯ
ปี 2533-2538 เป็นอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม ในตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร ในตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 4
ปี 2539-ปัจจุบัน เป็นอาจารย์สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนนวมินทราชูทิศ พายัพ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ในตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 4