

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ภาคผนวก

1. การศึกษาสมบัติทางกายภาพของกากของแข็ง

1.1 การหาค่าความชื้น ของแข็งทั้งหมด ของแข็งที่ระเหยได้ และ เถ้า ในตัวอย่าง กากของแข็ง (AOAC Official Method 934.01, 2000)

- 1.1.1 อบครุชชีเบิ้ล ที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจน น้ำหนักคงที่
- 1.1.2 นำครุชชีเบิ้ลใส่ในเคชชีเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็น (ประมาณ 15 - 30 นาที)
- 1.1.3 ชั่งน้ำหนัก ครุชชีเบิ้ล (A)
- 1.1.4 ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนใส่ในครุชชีเบิ้ล
- 1.1.5 บันทึกน้ำหนักตัวอย่างรวมกับน้ำหนักครุชชีเบิ้ล (B)
- 1.1.6 นำไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจน น้ำหนักคงที่
- 1.1.7 นำครุชชีเบิ้ล ไปใส่ในเคชชีเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็น (ประมาณ 15 - 30 นาที)
- 1.1.8 ชั่งน้ำหนักรวมของตัวอย่างรวมกับน้ำหนักครุชชีเบิ้ล หลังการอบ (C)
- 1.1.9 นำไปเผาโดยใช้เตาเผา ที่อุณหภูมิ 550 ± 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที
- 1.1.10 นำครุชชีเบิ้ลใส่ในเคชชีเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็น (ประมาณ 30 นาที)

ชั่งน้ำหนักรวมของตัวอย่างรวมกับน้ำหนักครุชชีเบิ้ล หลังการเผา (D) และคำนวณผล

$$\begin{aligned} \text{คำนวณตามสูตร} \quad \% \text{ TSC (ปริมาณของแข็งทั้งหมด)} &= (Y \times 100) / X \\ \% \text{ MC (ความชื้น)} &= ((X - Y) \times 100) / X \\ \% \text{ VC (ปริมาณของแข็งที่ระเหยได้)} &= ((Y - Z) \times 100) / Y \end{aligned}$$

โดยที่ X = น้ำหนักของตัวอย่างสด (B-A) หน่วยเป็นกรัม
Y = น้ำหนักของตัวอย่างหลังอบ (B-C) หน่วยเป็นกรัม
Z = น้ำหนักของตัวอย่างหลังเผา (C-D) หน่วยเป็นกรัม

2 การศึกษาสมบัติทางเคมีของกากของแข็ง

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด

วิเคราะห์ธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด ในกากของแข็ง

(AOAC Official Method 955.04, 2000)

2.1.1 การเตรียมอินดิเคเตอร์

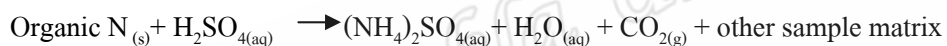
- 1) ชั่งเมทิล เรด (Methyl red) 200 มิลลิกรัม ละลายใน 95 เปอร์เซ็นต์ เอทิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร

- 2) ชั่ง เอธิลีน บลู (Ethylene blue) 100 มิลลิกรัม ละลายใน 95 เปอร์เซ็นต์ เอทิลแอลกอฮอล์ 50 มิลลิลิตร
- 3) ผสมสารในข้อ 1 และ 2 เข้าด้วยกัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนเป็น 1 ลิตร

2.1.2 การเตรียมตัวอย่าง

- 1) ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ลงในหลอดทดลองขนาด 500 มิลลิลิตร
- 2) เติม คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) 1 กรัม และ โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 9 กรัม ลงในหลอดทดลองขนาด 500 มิลลิลิตร
- 3) เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ปริมาตร 30 มิลลิลิตร
- 4) นำเข้าเครื่องย่อย ให้ความร้อนที่ อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส จนสารละลายใส (ใช้เวลามากกว่า 30 นาที)

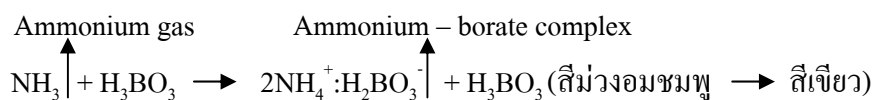
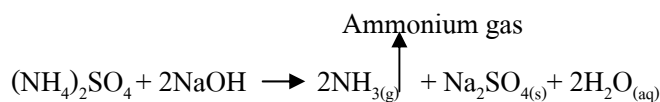
ปฏิกิริยาในกระบวนการย่อย



by-products

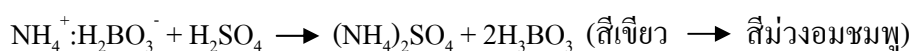
- 5) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำเข้าเครื่องกลั่นอัตโนมัติสถานะของเครื่องกลั่น เติมน้ำปราศจากไอออนปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมน้ำละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
- 6) เก็บสารที่กลั่นด้วยกรดบอริก (H_3BO_3) ปริมาตร 100 มิลลิลิตรในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่เติม อินดิเคเตอร์ 2 ถึง 3 หยด แอมโมเนียที่กลั่นได้มากกว่าหรือเท่ากับ 200 มิลลิลิตร

ปฏิกิริยาในกระบวนการกลั่น



- 7) ไทเทรตสารที่กลั่นได้กับสารมาตรฐาน ตัดสินความถูกต้องด้วยสารละลายแบลนจ์

ปฏิกิริยาในกระบวนการไทเทรต



คำนวณตามสูตร

เมื่อใช้ กรดไฮโดรคลอริก หรือ กรดซัลฟิวริก เป็นสารมาตรฐาน

$$\text{ร้อยละ N} = \frac{[(\text{ml standard acid} \times \text{molarity acid}) - (\text{ml standard NaOH} \times \text{molarity NaOH})] \times 1.4007}{\text{g test portion}}$$

2.2) การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส

วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ในกากของแข็ง

(AOAC Official Method 958.01, 2000)

2.2.1 การเตรียมสารละลาย

2.2.1.1 Molybdovanadate reagent

- 1) ละลาย Ammonium molybdate tetra hydrate 40 กรัม ในน้ำกลั่นปราศจากไอออนที่ร้อน 400 มิลลิลิตร
- 2) ละลาย Ammonium metavanadate 2 กรัม ในน้ำกลั่นปราศจากไอออนที่ร้อน 250 มิลลิลิตร
- 4) เติมข้อ 1 และ 2 ลงใน 70 เปอร์เซ็นต์ HClO₄ ปริมาตร 450 มิลลิลิตร
- 5) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนจนได้ปริมาตร 2 ลิตร

2.2.1.2 Phosphate standard solution

- 1) ออบโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH₂PO₄) (52.15 % P₂O₅) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส
- 2) เตรียมสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1.0 มิลลิกรัม P₂O₅ ต่อ มิลลิลิตร โดยใช้ชั่ง โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.0767, 0.0959, 0.1151, 0.1342, 0.1534, 0.1726 และ 0.1918 กรัม ตามลำดับ
- 3) ละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต แต่ละน้ำหนักที่ชั่ง ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร (ควรเตรียมสารใหม่ทุกสัปดาห์)

2.2.2 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

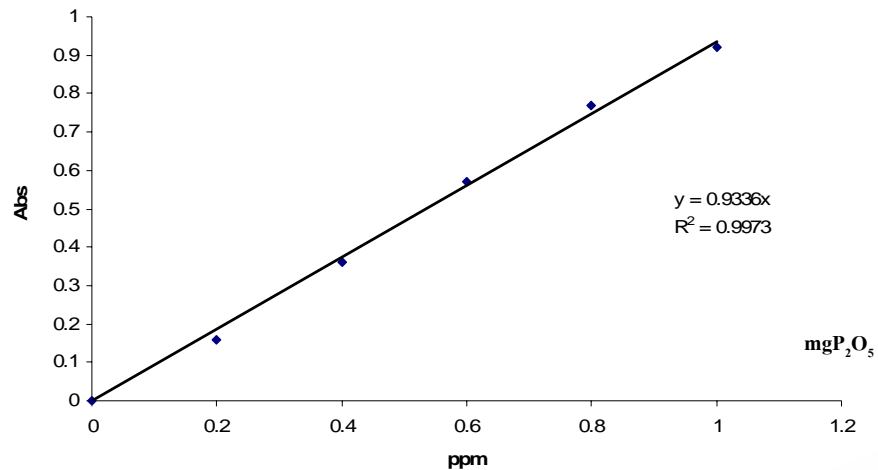
- 1) ไปเปิดสารละลายมาตรฐาน 5 มิลลิลิตรที่เตรียมไว้แต่ละความเข้มข้นลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จะได้ สารละลายที่มีความเข้มข้น 2 ถึง 5 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อส่วนแบ่งเช่น

ความเข้มข้น (มิลลิกรัมP ₂ O ₅ ต่อมิลลิลิตร)	ไปเปตสารละลาย (มิลลิลิตร)	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมP ₂ O ₅ ต่อส่วนแบ่ง)
0.4	5.0	2.0
0.5	5.0	2.5
0.6	5.0	3.0
0.7	5.0	3.5
0.8	5.0	4.0

- 2) เติมน้ำกลั่นปราศจากไอออน 45 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที และเติมสารละลาย Molybdovanadate 20 มิลลิลิตร
- 3) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- 4) ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ เขียนกราฟระหว่าง ค่าการดูดกลืนแสงกับมิลลิกรัม P₂O₅ ต่อส่วนแบ่ง

2.2.3 การเตรียมตัวอย่าง

- 1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ใน บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 2) เติมกรดไนตริก เข้มข้น 20 - 30 มิลลิลิตร ย่อยบนเตาให้ความร้อน (จนควันสีน้ำตาลหมดยกกลางจากเตามาวางให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง)
- 3) เติม 70 - 72 เปอร์เซนต์ HClO₄ ปริมาตร 10 - 20 มิลลิลิตร
- 4) ย่อยต่อบนเตาให้ความร้อนจนกระทั่งใส (ไม่มีควันขาว)
- 5) ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ต้มต่อ 2 - 3 นาที
- 6) ไปเปต สารละลาย 5 มิลลิลิตร ลงใน ขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- 7) เติมน้ำกลั่นปราศจากไอออน 45 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที
- 8) เติมสารละลาย Molybdovanadate 20 มิลลิลิตร
- 9) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
- 10) วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร และบันทึกค่าและคำนวณ



รูปที่ 1 กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส

2.3) การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

เพื่อทราบถึงปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

Available phosphorus (Mehlich III) Mehlich (1984)

2.3.1 การเตรียมสารละลาย

- 1) รีเอเจนท์ เอ เตรียมจาก สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium molybdate) จำนวน 50 กรัมลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร คนให้ละลาย ละลายสารแอนติโมนี โพแทสเซียมทาทเรต (Antimony potassium tartrate) 1.213 กรัมลงในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นำสารละลาย Reagent A และสารละลายแอนติโมนี โพแทสเซียมทาทเรต เทผสมให้เข้ากันเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 700 มิลลิลิตร ปล่อยให้เย็น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา
- 2) เตรียมสารเชิงซ้อนกรดแอสคอร์บิก ละลาย ascorbic acid จำนวน 1.76 กรัม ในน้ำกลั่น 1.6 ลิตร เติมสารละลาย รีเอเจนท์ เอ 40 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น สารละลายนี้เก็บได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งก่อนใช้
- 3) เตรียมสารละลายกรดผสมสกัดดินดับเบิลแอซิด (Double acid, DA) ในถังพลาสติกขนาด 2 ลิตร โดยเติมน้ำกลั่นลงไป 1.5 ลิตร แล้วเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นจำนวน 8.3 มิลลิลิตร และกรดซัลฟิวริกเข้มข้นจำนวน 1.4 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 2 ลิตร

- 4) เตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสจากโพแทสเซียมไดไฮโดรเจน ฟอสเฟต (KH_2PO_4) ด้วยการคูณสารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน 0, 5, 10 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในขวดแก้วปริมาตร 50 มิลลิลิตรเติมสารละลายสกัด DA ให้ได้ระดับ 50 มิลลิลิตร
- 5) คูณสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส และสารละลายดินที่สกัดด้วย DA อัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อ สารเชิงซ้อนกรดแอสคอบิก 9 มิลลิลิตร

2.3.2 การเตรียมตัวอย่าง

- 1) ชั่งดิน 6 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายสกัด DA ปริมาตร 24 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกยาง นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ความเร็ว 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที
- 2) นำสารที่ได้มาเทลงขวดแก้วผ่านกระดาษกรองเบอร์ 5 แล้วนำไปเติมสารเชิงซ้อนกรดแอสคอบิก ทิ้งไว้ 30 นาที
- 3) นำไปวัดความยาวคลื่นด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 740 นาโนเมตร บันทึกค่าและคำนวณผล

2.4) การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียม

วิเคราะห์หาปริมาณ โพแทสเซียม ในกากของแข็ง

(AOAC Official Method 893.02, 2000)

2.4.1 การเตรียมสารละลาย

- 1) กรดผสม HNO_3 ต่อ HClO_4 เตรียมโดยผสม HNO_3 เข้มข้น 1250 มิลลิลิตร HClO_4 เข้มข้น 250 มิลลิลิตร และ NH_4VO_3 0.06 กรัม (ละลายใน NH_4VO_3 0.06 กรัม ในน้ำกลั่นปราศจากไอออน ประมาณ 5 - 10 มิลลิลิตร ให้ความร้อนจนละลาย วางให้เย็นแล้วผสมลงในกรด)

2.4.2 การเตรียมตัวอย่าง

- 1) ชั่งตัวอย่าง 0.5 - 1.0 กรัม และเตรียมสารละลายแบบลงก็ไปพร้อมกัน
- 2) ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 3) เติมกรดผสมไนตริกต่อ กรดเปอร์คลอริก 15 มิลลิลิตร
- 4) เขย่าเบาให้เข้ากัน ปิดขวดรูปชมพู่ ด้วยกรวยแก้ว
- 5) ย่อยบนเครื่องให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส
- 6) จนควันสีน้ำตาลหมด แล้วเพิ่มอุณหภูมิจนเกิดควันขาว
- 7) ย่อยต่อไปจนได้สารละลายใส

- 8) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น กรองผ่านกระดาษกรองลงใน ขวดวัดปริมาตร
- 9) ขนาด 100 มิลลิลิตร ใช้น้ำกลั่นปราศจากไอออน ล้างตัวอย่างบนกระดาษกรอง
- 10) ปรับด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน ให้ได้ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2.4.3 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

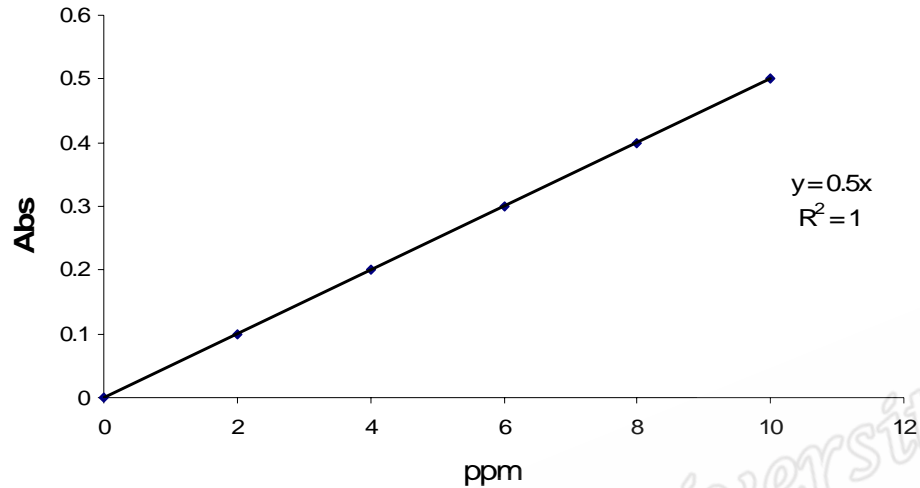
- 1) เตรียมโดยละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง)
- 2) ชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ 1.9067 กรัม ละลาย ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
- 3) ค่อย ๆ เติมกรดไนตริก เข้มข้น 12 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1ลิตร น้ำกลั่นปราศจากไอออน
- 4) สารละลายโพแทสเซียมมาตรฐานความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 5) เตรียมโดยปีเปตสารละลายโพแทสเซียมมาตรฐาน ความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตรปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ขวดปรับปริมาตร ขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน
- 6) สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมความเข้มข้น 0, 1, 2, 4, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 7) เตรียมโดยปีเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตรปริมาตร 0, 1, 2, 4, 8 และ 10 ใส่ขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ
- 8) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน จนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- 9) วัดค่าการปลดปล่อยแสงด้วยเครื่อง Flame Photometer (สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมความเข้มข้น 0, 1, 2, 4, 8, 10 และ 12 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ตัวอย่างสถานะของเครื่อง เฟลมโฟโตมิเตอร์
- 10) เขียนกราฟระหว่างค่าการปลดปล่อยแสงกับความเข้มข้นของโพแทสเซียม และคำนวณโดยใช้สมการจากกราฟมาตรฐาน

สถานะของเครื่อง Flame Photometer 410

Sensitivity	0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร Na และ K เท่ากับ 100 units
Detection Limits (S/N=2)	Na, K 20 ไมโครกรัมต่อลิตร
Specificity	Interference less than 0.5%
Gas	Propane, Butane หรือ Natural Gas

2.4.4 เขียนกราฟระหว่างค่าการปลดปล่อยแสงกับความเข้มข้นของโพแทสเซียม

2.4.5 คำนวณโดยใช้สมการจากกราฟมาตรฐาน



รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานของโพแทสเซียม

2.5) การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียม และแมกนีเซียม ในกากอินทรีย์

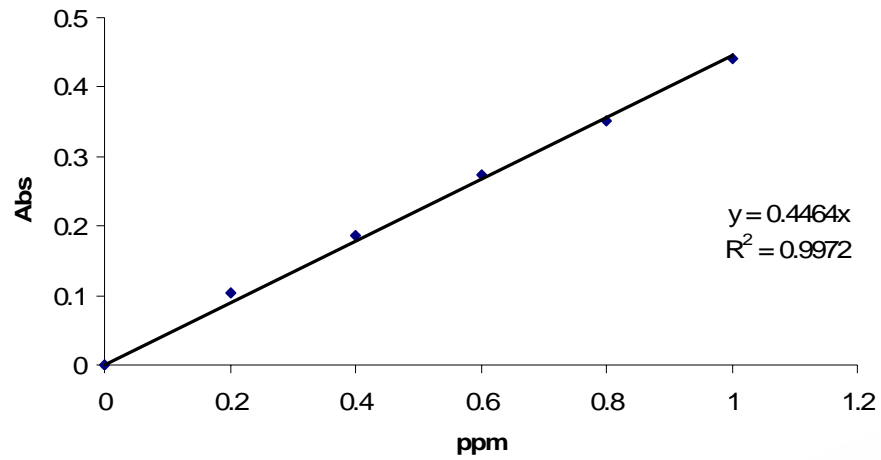
วิเคราะห์ธาตุอาหารรองสังกะสี ในกากของแข็ง (AOAC Official Method, 951.11, 2000)

- 1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัมลงในบีกเกอร์ ขนาด 150 มิลลิลิตร
- 2) เติมกรดไฮโดรคลอริก 10 มิลลิลิตร ให้ความร้อนจนสารเกือบแห้ง
- 3) เติม 2 โมลาร์ กรดไฮโดรคลอริก 20 มิลลิลิตร ให้ความร้อนต่อ 2 - 3 นาที
- 4) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น กรองผ่านกระดาษกรองลงใน ขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร ใช้น้ำกลั่นปราศจากไอออน ล้างตัวอย่างบนกระดาษกรอง
- 5) ปรับปริมาตรด้วย 0.5 โมลาร์ กรดไฮโดรคลอริก ให้ได้ 100 มิลลิลิตร
- 6) วัดด้วยเครื่อง อะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรสโกปี แบบเปลวไฟ

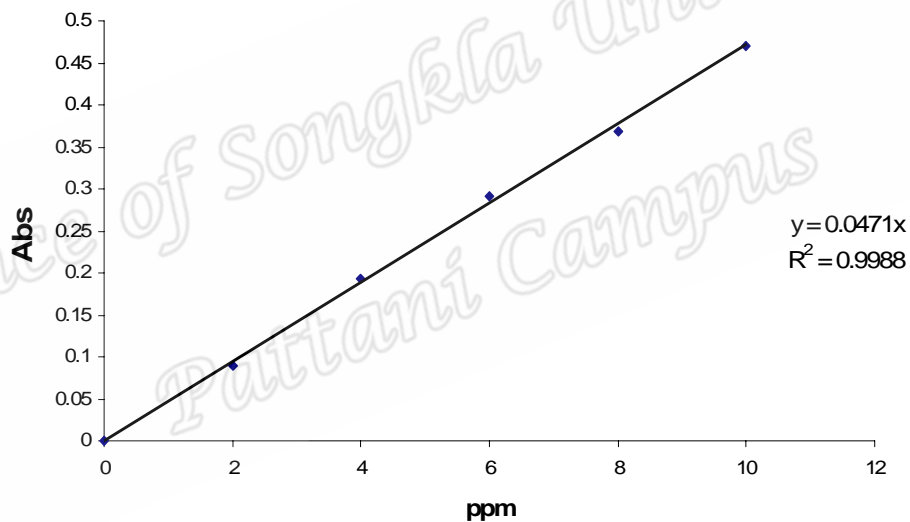
สภาวะการตรวจวัด ความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร

Flame oxidizing air - Acetylene

Optimum range 0.1 -0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 3 กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์แมกนีเซียม



รูปที่ 4 กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์แคลเซียม

2.6) การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารสังกะสี ในกากอินทรีย์

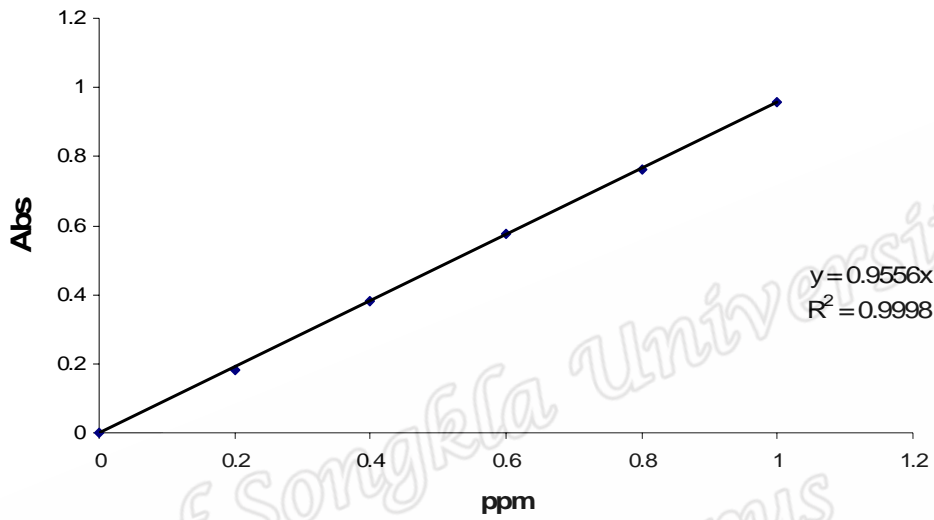
วิเคราะห์ธาตุอาหารรองสังกะสี ในกากของแข็ง (AOAC Official Method, 965.09, 2000)

- 1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัมลงในปิกรอร์ ขนาด 150 มิลลิลิตร
- 2) เติมกรดไฮโดรคลอริก 10 มิลลิลิตร ให้ความร้อนจนสารเกือบแห้ง
- 3) เติม 2 โมลาร์กรดไฮโดรคลอริก 20 มิลลิลิตร ให้ความร้อนต่อ 2 - 3 นาที
- 4) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น กรองผ่านกระดาษกรองลงใน ขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร ใช้ น้ำกลั่นปราศจากไอออน ล้างตัวอย่างบนกระดาษกรอง

- 5) ปรับปริมาตรด้วย 0.5 โมลาร์กรดไฮโดรคลอริก ให้ได้ 100 มิลลิลิตร
- 6) วัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer แบบเปลวไฟ
สภาวะการตรวจวัด ความยาวคลื่น 213.9 นาโนเมตร

Flame oxidizing air - Acetylene

Optimum range 0.1 -0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 5 กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์สังกะสี

2.7) การวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน

วิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ต่างๆในดิน

(Walkley-Black, 1934)

2.7.1 การเตรียมสารละลาย

- 1) สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต 1 นอร์มอล ($K_2Cr_2O_7$)
- 2) กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4) 98 เปอร์เซ็นต์
- 3) สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 นอร์มอล
- 4) ออร์โทโรฟีแนนโทรีน 0.025 โมล

2.7.2 วิธีวิเคราะห์

- 1) ชั่งตัวอย่างที่บดแล้วผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช 100 มิลลิกรัม ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 2) เติม 1 นอร์มอลโพแทสเซียมไดโครเมต 25 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร ภายในตู้ควันทิ้งไว้ให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้ค้างคืน

- 3) การไทเทรต เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างที่ย่อยแล้ว ทิ้งไว้ให้เย็นที่ อุณหภูมิห้อง เติมนินดิเคเตอร์ 0.5 มิลลิลิตร ไทเทรตกับสารละลายเฟอร์รัส แอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล จนจุดยุติเปลี่ยนสีฟ้าเป็นสี น้ำตาลแดง อ่านค่าปริมาณของไทเทรนต์ที่ได้นำไปคำนวณ

วิธีการคำนวณ

$$\text{ร้อยละอินทรีย์คาร์บอน} = \{[N_1 V_1 K_2 Cr_2 O_7 - N_2 V_2 Fe(NH_4)_2 (SO_4)_2 (6H_2O) \times 0.003 \times 100 \times f] / \text{dry sample (g)}\}$$

N_1 = นอร์มอลของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต

V_1 = ปริมาณสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต

N_2 = นอร์มอลของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

V_2 = ปริมาณสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

F = Concentration factor = 1.3

3. อุปกรณ์/ เครื่องมือในการวิเคราะห์

- 3.1 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator) รุ่น UM-OVEN 55L บริษัท U – Mac Scientific ประเทศUSA ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ รุ่น UM-OVEN 55L

3.2 เตาเผา รุ่น 6000 Furnace บริษัท Thermolyne ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 เตาเผา รุ่น 6000 Furnace

3.3 เครื่องวัด ค่าความเป็นกรด เบส (pH meter) รุ่น MP220บริษัท Mettler TOLEDO ประเทศ USA

3.4 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น BT 224S บริษัท Satorius ประเทศ Germany ดังรูปที่

8



รูปที่ 8 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น BT 224S

3.5 เครื่อง Ultrasonic bath รุ่น 2210 บริษัท Branson ประเทศ USA
ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 เครื่อง Ultrasonic bath รุ่น 2210

3.6 เครื่องเขย่าสาร (Shaking machine) รุ่น unimax 1010 บริษัท Heidolph ประเทศ Germany ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 เครื่อง Shaking machine รุ่น unimax 1010

3.7 เครื่องผลิตน้ำปราศจากไอออน (Deionization, DI) รุ่น 185 บริษัท Milli - Q Plus ประเทศ North America ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 เครื่องผลิตน้ำปราศจากไอออน รุ่น 185

3.8 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity Meters) รุ่น Cond 315I บริษัท Wissenschaftlich-Technische Werkstätten ประเทศ Germany

3.9 เครื่องให้ความร้อน (Hot plate) ประเทศไทย

3.10 เครื่อง Spectrophotometer รุ่น Spectronic Educator บริษัท Thermo Scientific ประเทศ USA ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 เครื่อง Spectrophotometer รุ่น Spectronic Educator

3.11 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ชนิด Flame atomizer รุ่น AAnalyst 100 บริษัท Perkin Elmer ประเทศ USA ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 Atomic Absorption Spectrophotometer รุ่น AAnalyst 100

3.12 เครื่องวิเคราะห์ไนโตรเจน ประกอบด้วย เครื่องย่อย BUCHI Digestion รุ่น K - 435 เครื่องกลั่น BUCHI Scrubber รุ่น B-414 และ เครื่องจับกรด BUCHI Distillation รุ่น B - 324 ดังรูปที่ 14, 15 และ 16)



รูปที่ 14 เครื่องย่อย BUCHI Digestion รุ่น K-435



รูปที่ 15 เครื่องกลั่น BUCHI Scrubber รุ่น B-414



รูปที่ 16 เครื่องจับกรด BUCHI Distillation รุ่น B-324

3.13 เครื่อง Flame Photometer รุ่น 410 บริษัท Sherwood-scientific ประเทศ England ตั้ง

รูปที่ 17



รูปที่ 17 เครื่อง Flame Photometer รุ่น 410