ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในตัวอย่างพืชและดิน

ตัวอย่างพืช

1. วิเคราะห์คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (Total Non-structural Carbohydrate ; TNC)

เตรียมสารละลายสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ TNC

1. Nelson's alkaline copper reagent

1.1 ละลาย anhydrous sodium carbonate (Na_2CO_3) 25 กรัม ในน้ำ 250 มิลลิลิตร จากนั้นใส่ potassium sodium tartrate ($C_4H_4KNO_6 \cdot 4H_2O$) 12 กรัม แล้วใส่สารละลาย 10% copper sulfate 40 มิลลิลิตร (ใช้ $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ 4 กรัม ละลายน้ำจนครบ 40 มิลลิลิตร) เติม sodium bicarbonate ($NaHCO_3$) อีก 16 กรัม (สารละลายตัวที่ 1)

1.2 ละลาย anhydrous sodium sulfate (Na_2SO_4) 180 กรัม ในน้ำ 500 มิลลิลิตร (สารละลายตัวที่ 2)

ผสมสารละลายตัวที่ 1 และสารละลายตัวที่ 2 แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร หลังจาก 1 สัปดาห์ กรองแล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30-37 องศาเซลเซียส

2. Arsenomolybdic acid reagent

2.1 ละลาย ammonium molybdate ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$) 50 กรัม ในน้ำ 90 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4) 42 มิลลิลิตร (สารละลายตัวที่ 3)

2.2 ละลาย disodium hydrogen arsenate ($Na_2HAsO_4 \cdot 7H_2O$) 6 กรัม ในน้ำ 50 มิลลิลิตร (สารละลายตัวที่ 4)

ค่อยๆ เติมสารละลายตัวที่ 4 ในสารละลายตัวที่ 3 แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 – 37 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม, เหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี และทองแดง ในตัวอย่างพืช ดังนี้

2.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานไนโตรเจน (N) ความเข้มข้น 100 ppm จาก $(NH_4)_2SO_4$ ดังนี้

ชั่ง $(NH_4)_2SO_4$ ปริมาณ 0.471 กรัม ละลายด้วย 0.5 N H_2SO_4 แล้วปรับปริมาตรใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ จะได้สารละลายมาตรฐานไนโตรเจน ความเข้มข้น 100 ppm (stock solution) จากนั้นนำสารละลายไปเจือจางตามความเข้มข้นที่ต้องการต่อไป

2.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส (P) ความเข้มข้น 500 ppm จาก KH_2PO_4 ดังนี้

ชั่ง KH_2PO_4 ปริมาณ 0.716 กรัม ละลายด้วย 4 N H_2SO_4 แล้วปรับปริมาตรใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ จะได้สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (stock solution) จากนั้นนำสารละลายไปเจือจางตามความเข้มข้นที่ต้องการต่อไป

2.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม (K) จาก 1,000 mg K (potassium chloride in water) Merck®

ใช้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1,000 mg K (potassium chloride in water) Merck® ลงใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ จะได้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม ความเข้มข้น 1,000 ppm (stock solution) จากนั้นนำสารละลายไปเจือจางตามความเข้มข้นที่ต้องการต่อไป

2.4 การเตรียมสารละลายมาตรฐานแคลเซียม (Ca) ความเข้มข้น 100 ppm จาก $CaCO_3$ ดังนี้

ชั่ง $CaCO_3$ ปริมาณ 0.25 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วเติมสารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 37% ลงไป 1 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ จะได้สารละลายมาตรฐานแคลเซียม ความเข้มข้น 100 ppm (stock solution) จากนั้นนำสารละลายไปเจือจางตามความเข้มข้นที่ต้องการต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 การเตรียมสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม (Mg) จาก 1,000 mg Mg ($MgCl_2$ in 6% HCl) Merck®

เทสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม 1,000 mg Mg ($MgCl_2$ in 6% HCl) Merck® ลงใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ จะได้สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม ความเข้มข้น 1,000 ppm (stock solution) จากนั้นนำสารละลายไปเจือจางตามความเข้มข้นที่ต้องการต่อไป

2.6 การเตรียมสารละลายมาตรฐานของเหล็ก (Fe) ความเข้มข้น 100 ppm จาก $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ ดังนี้

ชั่ง $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ จำนวน 0.0704 กรัม เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายแล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานเหล็กความเข้มข้น 100 ppm (stock solution) จากนั้นนำสารละลายไปเจือจางตามความเข้มข้นที่ต้องการต่อไป

2.7 การเตรียมสารละลายมาตรฐานของแมงกานีส (Mn) ความเข้มข้น 100 ppm จาก $MnSO_4 . H_2O$ 98% ดังนี้

ชั่ง $MnSO_4 . H_2O$ 98% จำนวน 0.0314 กรัม เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายแล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานแมงกานีสความเข้มข้น 100 ppm (stock solution) จากนั้นนำสารละลายไปเจือจางตามความเข้มข้นที่ต้องการต่อไป

2.8 การเตรียมสารละลายมาตรฐานของสังกะสี (Zn) ความเข้มข้น 100 ppm จาก $ZnSO_4 . 7H_2O$ ดังนี้

ชั่ง $ZnSO_4 . 7H_2O$ จำนวน 0.0440 กรัม เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายแล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานสังกะสีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร (stock solution) จากนั้นนำสารละลายไปเจือจางตามความเข้มข้นที่ต้องการต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.9 การเตรียมสารละลายมาตรฐานของทองแดง (Cu) ความเข้มข้น 100 ppm จาก $CuSO_4 . 5H_2O$ ดังนี้

ชั่ง $CuSO_4 . 5H_2O$ จำนวน 0.0399 กรัม เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายแล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานทองแดงความเข้มข้น 100 ppm (stock solution) จากนั้นนำสารละลายไปเจือจางตามความเข้มข้นที่ต้องการต่อไป

ตัวอย่างดิน

3. การเตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม, เหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี และทองแดง ในตัวอย่างดิน ดังนี้

3.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานของฟอสฟอรัส (P) ความเข้มข้น 100 ppm จาก KH_2PO_4

ชั่ง KH_2PO_4 (A.R.) จำนวน 0.2195 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานของฟอสฟอรัสที่มีความเข้มข้น 100 ppm

3.2 เตรียมสารละลายมาตรฐานของโพแทสเซียม (K) ความเข้มข้น 100 ppm จาก KCl

ชั่ง KCl (A.R.) จำนวน 1.9103 กรัม ละลายใน ammonium acetate solution ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานของโพแทสเซียมที่มีความเข้มข้น 100 ppm

3.3 เตรียมสารละลายมาตรฐานของเหล็ก (Fe) ความเข้มข้น 100 ppm จาก $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$

ชั่ง $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ จำนวน 0.0704 กรัม เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายแล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานของเหล็ก ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นตามลำดับ คือ 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด DTPA จำนวน 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เพื่อใช้ทำกราฟมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 เตรียมสารละลายมาตรฐานของแมงกานีส (Mn) ความเข้มข้น 100 ppm จาก $MnSO_4.H_2O$ 98%

ชั่ง $MnSO_4.H_2O$ 98% จำนวน 0.0314 กรัม เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายแล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานของแมงกานีส ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นตามลำดับ คือ 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด DTPA จำนวน 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เพื่อใช้ทำกราฟมาตรฐาน

3.5 เตรียมสารละลายมาตรฐานของสังกะสี (Zn) ความเข้มข้น 100 ppm จาก $ZnSO_4.7H_2O$

ชั่ง $ZnSO_4.7H_2O$ จำนวน 0.0440 กรัม เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายแล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานของสังกะสี ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นตามลำดับ คือ 0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0 และ 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด DTPA จำนวน 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เพื่อใช้ทำกราฟมาตรฐาน

3.6 เตรียมสารละลายมาตรฐานของทองแดง (Cu) ความเข้มข้น 100 ppm จาก $CuSO_4.5H_2O$

ชั่ง $CuSO_4.5H_2O$ จำนวน 0.0399 กรัม เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายแล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐานของทองแดง ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นตามลำดับ คือ 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด DTPA จำนวน 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เพื่อใช้ทำกราฟมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

เตรียมสารละลายสำหรับการวิเคราะห์

4.1 เตรียมสารละลาย potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) 1 N

โดยการชั่ง potassium dichromate ที่อบแล้วที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จำนวน 49.04 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

4.2 เตรียมสารละลาย ferrous sulphate 0.5 N

โดยการชั่ง ammonium ferrous sulphate จำนวน 196.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

4.3 เตรียมสารละลาย O-phenanthroline ferrous sulphate indicator 0.025 M

โดยการชั่ง O-phenanthroline จำนวน 1.48 กรัม และ ferrous sulphate จำนวน 0.7 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น จำนวน 15 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

5. การตรวจสอบเชื้อสาเหตุของโรคทริสเตซา

เตรียมสารละลายสำหรับการวิเคราะห์

Extraction Buffer

(pH 7.4 ; for 1000 ml)
in dist. water (pH adjusted with HCl)

TRIS	2.40	g
NaCl	8.00	g
PVC K25 (MW 24000)	20.00	g
Tween 20	0.50	g
KCl	0.20	g
NaN_3	0.20	g

Conjugate Buffer

(pH 7.4 ; for 1000 ml)
in dist. water (pH adjusted with HCl)

TRIS	2.40	g
NaCl	8.00	g
PVC K25 (MW 24000)	20.00	g

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Tween 20	0.50	g
BSA (Boine Serum Albumin)	2.00	g
$MgCl_3.6H_2O$	0.20	g
KCl	0.20	g
NaN_3	0.20	g

Coating Buffer

(pH 9.6 ; for 1000 ml)
in dist. water (pH adjusted with HCl)

Na_2CO_3	1.59	g
$NaHCO_3$	2.93	g
NaN_3	0.20	g

Washing buffer

(pH 7.4 ; for 1000 ml)
in dist. water (pH adjusted with HCl)

NaCl	8.00	g
KH_2PO_4	0.20	g
Na_2HPO_4	1.15	g
KCl	0.20	g
Tween 20	0.50	g
NaN_3	0.20	g

Substrate Buffer

(pH 9.8 ; for 1000 ml)
in dist. water (pH adjusted with HCl)

Diethanolamine	97.00	g
NaN_3	0.20	g

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6. การตรวจสอบเชื้อสาเหตุของโรคกรีนนิง

เตรียมสารละลายสำหรับการวิเคราะห์

Grinding Buffer (1 ลิตร)

K_2HPO_4	16.7	กรัม
KH_2PO_4	4.1	กรัม
Sucrose	100	กรัม
PVP-10 or PVP-40	5	กรัม
dH_2O	1	ลิตร

ชั่งสารดังกล่าวมาละลายในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นแบ่งใส่ขวดแล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส ก่อนนำสารละลายที่เตรียมนี้ไปใช้ให้เติม 100 mM Ascorbic acid จำนวน 100 ไมโครลิตรต่อสารละลายบัฟเฟอร์ 20 มิลลิลิตร และเติมสาร BSA (bovine serum albumin fraction V) จำนวน 30 มิลลิลิตรต่อสารละลายบัฟเฟอร์ 20 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาปรับ pH ให้เป็น 7.6

CTAB buffer (1 ลิตร)

2% CTAB (Cetyltrimethyl ammonium bromide)	2	กรัม
1.4 M NaCl	58.44	กรัม
100 mM Tris base	12.14	กรัม
20 mM EDTA	7.44	กรัม
1% PVP-40	1	กรัม
dH_2O	1	ลิตร

ชั่งสารดังกล่าวข้างต้นมาละลายในน้ำกลั่น จากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ก่อนนำมาใช้เติม 0.2% Mercaptoethanol

0.5 M EDTA (pH 8.0) 100 มิลลิลิตร

ชั่งสาร disodium ethylenediamine tetraacetate.$2H_2O$ (EDTA) จำนวน 18.612 กรัม ละลายในน้ำ 80 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 8.0 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่นำไปนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Chloroform/isoamyl alcohol (24:1) 100 มิลลิลิตร

ตวงสาร Chloroform ปริมาตร 96 มิลลิลิตร ผสมกับสาร isoamyl alcohol ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การเตรียมสารละลายสำหรับเจลอิเลคโตรโฟรีซิส

5X TBE buffer (1ลิตร)

0.45 M Tris base	54	กรัม
0.45 M Boric acid	27.5	กรัม
0.01 M EDTA pH 8.0	20	มิลลิลิตร

นำสาร Tris base และ Boric acid มาละลายในน้ำกลั่น จากนั้นเติม EDTA pH 8.0 แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

1% อะกาโรสเจล (agarose gel) 30 มิลลิลิตร

Agarose gel	0.3	กรัม
0.5X TBE buffer	30	มิลลิลิตร

ชั่งอะกาโรสเจล 0.3 กรัม ละลายใน 0.5X TBE buffer ปริมาตร 30 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปหลอมละลายโดยใช้ไมโครเวฟ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในใบแก่

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	1533.009	511.003	5.513	0.008
Error	16	1482.910	92.681		
Total	19	3015.920			

C.V. = 14.39 %

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในใบยอด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	2143.603	714.534	13.218	0.0001
Error	16	864.904	54.056		
Total	19	3008.507			

C.V. = 11.49 %

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	0.359	0.119	7.437	0.002
Error	16	0.257	0.016		
Total	19	0.617			

C.V. = 23.22 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	0.110	0.036	4.634	0.016
Error	16	0.127	0.008		
Total	19	0.238			

C.V. = 23.09 %

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคลอโรฟิลล์ บี

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	0.072	0.024	7.724	0.002
Error	16	0.049	0.003		
Total	19	0.122			

C.V. = 34.97 %

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในใบแก่

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	0.942	0.314	7.891	0.001
Error	16	0.636	0.039		
Total	19	1.579			

C.V. = 8.36 %

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในใบยอด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	1.481	0.493	6.774	0.003
Error	16	1.166	0.072		
Total	19	2.647			

C.V. = 10.04 %

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในใบแก่

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	0.084	0.028	6.860	0.003
Error	16	0.065	0.004		
Total	19	0.150			

C.V. = 7.92 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในใบยอด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	0.076	0.025	4.318	0.020
Error	16	0.094	0.005		
Total	19	0.171			

C.V. = 7.95 %

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในใบแก่

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	14.651	4.883	19.088	0.000
Error	16	4.093	0.255		
Total	19	18.745			

C.V. = 34.77 %

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในใบยอด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	9.664	3.221	25.543	0.000
Error	16	2.017	0.126		
Total	19	11.682			

C.V. = 22.02 %

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแคลเซียมในใบแก่

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	8.581	2.860	7.672	0.002
Error	16	5.965	0.372		
Total	19	14.547			

C.V. = 18.96 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแคลเซียมในใบยอด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	10.145	3.381	14.279	0.000
Error	16	3.789	0.236		
Total	19	13.935			

C.V. = 20.57 %

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแมกนีเซียมในใบแก่

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	0.010	0.003	9.110	0.000
Error	16	0.005	0.000		
Total	19	0.015			

C.V. = 11.29 %

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแมกนีเซียมในใบยอด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	0.004	0.001	1.337	0.297
Error	16	0.016	0.001		
Total	19	0.020			

C.V. = 14.85 %

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณเหล็กในใบแก่

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	40734.758	13578.252	6.476	0.004
Error	16	33545.818	2096.613		
Total	19	74280.577			

C.V. = 22.68 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณเหล็กในใบยอด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	56889.179	18963.059	5.022	0.012
Error	16	60409.084	3775.567		
Total	19	117298.263			

C.V. = 65.72 %

ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแมงกานีสในใบแก่

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	4694.810	1564.936	10.983	0.000
Error	16	2279.605	142.475		
Total	19	6974.416			

C.V. = 23.99 %

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแมงกานีสในใบยอด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	1498.167	499.389	2.375	0.108
Error	16	3363.051	210.190		
Total	19	4861.219			

C.V. = 39.13 %

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสังกะสีในใบแก่

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	15076.294	5025.431	2.246	0.122
Error	16	35790.593	2236.912		
Total	19	50866.887			

C.V. = 27.82 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสังกะสีในใบยอด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	2311.535	770.511	0.460	0.713
Error	16	26752.294	1672.018		
Total	19	29063.829			

C.V. = 40.96 %

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณทองแดงในใบแก่

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	752.044	250.681	2.574	0.090
Error	16	1558.203	97.387		
Total	19	2310.247			

C.V. = 61.94 %

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณทองแดงในใบยอด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	411.861	137.287	1.143	0.361
Error	16	1920.319	120.020		
Total	19	2332.181			

C.V. = 44.11 %

ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำหนักสดในใบแก่

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	2.995	0.998	15.167	0.000
Error	16	1.053	0.065		
Total	19	4.048			

C.V. = 12.05 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำหนักสดในใบยอด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	44.878	14.959	17.159	0.000
Error	16	13.948	0.871		
Total	19	58.827			

C.V. = 7.07 %

ตารางภาคผนวกที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำหนักแห้งในใบแก่

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	0.299	0.099	13.402	0.000
Error	16	0.119	0.007		
Total	19	0.419			

C.V. = 11.59 %

ตารางภาคผนวกที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำหนักแห้งในใบยอด

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	5.160	1.720	12.918	0.000
Error	16	2.130	0.133		
Total	19	7.291			

C.V. = 8.08 %

ตารางภาคผนวกที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบ

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	1.935	0.645	13.784	0.000
Error	16	0.749	0.046		
Total	19	2.685			

C.V. = 7.13 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบ

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	7.604	2.535	15.464	0.000
Error	16	2.622	0.163		
Total	19	10.227			

C.V. = 6.10 %

ตารางภาคผนวกที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า L*ด้านบนใบ

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	1358.900	452.966	43.441	0.000
Error	76	792.457	10.427		
Total	79	2151.357			

C.V. = 10.70 %

ตารางภาคผนวกที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า L* ด้านล่างใบ

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	2280.490	760.163	43.510	0.000
Error	76	1327.776	17.470		
Total	79	3608.267			

C.V. = 19.88 %

ตารางภาคผนวกที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า -a* ด้านบนใบ

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	340.476	113.492	52.118	0.000
Error	76	165.497	2.177		
Total	79	505.974			

C.V. = 21.54 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า -a* ด้านล่างใบ

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	51.432	17.144	24.638	0.000
Error	76	52.882	0.695		
Total	79	104.315			

C.V. = 10.31 %

ตารางภาคผนวกที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า b* ด้านบนใบ

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	776.601	258.867	57.215	0.000
Error	76	343.854	4.524		
Total	79	1520.449			

C.V. = 7.95 %

ตารางภาคผนวกที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า b* ด้านล่างใบ

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	516.690	172.230	52.150	0.000
Error	76	250.993	3.302		
Total	79	767.684			

C.V. = 11.84 %

ตารางภาคผนวกที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	10.258	3.419	4.660	0.015
Error	16	11.738	0.733		
Total	19	21.997			

C.V. = 10.90 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในดิน

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	0.005	0.001	1.501	0.252
Error	16	0.018	0.001		
Total	19	0.023			

C.V. = 17.41 %

ตารางภาคผนวกที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	1271156.403	423718.800	7.243	0.002
Error	16	936010.550	58500.659		
Total	19	2207166.953			

C.V. = 44.65 %

ตารางภาคผนวกที่ 39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมในดิน

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	113.083	37.694	0.382	0.767
Error	16	1577.196	98.574		
Total	19	1690.279			

C.V. = 40.01 %

ตารางภาคผนวกที่ 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณเหล็กในดิน

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	2.039	0.679	3.884	0.029
Error	16	2.799	0.175		
Total	19	4.838			

C.V. = 13.45 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 41 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแมงกานีสในดิน

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	1.943	0.647	1.693	0.208
Error	16	6.118	0.382		
Total	19	8.061			

C.V. = 50.77 %

ตารางภาคผนวกที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสังกะสีในดิน

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	0.367	0.122	6.069	0.005
Error	16	0.322	0.020		
Total	19	0.689			

C.V. = 44.40 %

ตารางภาคผนวกที่ 43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณทองแดงในดิน

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	61.796	20.598	5.512	0.008
Error	16	59.783	3.736		
Total	19	121.580			

C.V. = 62.43 %

ตารางภาคผนวกที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	2.054	0.684	1.477	0.258
Error	16	7.415	0.463		
Total	19	9.470			

C.V. = 17.13 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณ pH ในดิน

Source	Df	SS	MS	F	Sig
Treatment	3	0.380	0.126	1.929	0.165
Error	16	1.052	0.065		
Total	19	1.432			

C.V. = 5.40 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นางสาวประไพพร อุ่นโพธิ์

วัน เดือน ปีที่เกิด 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2523

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนฝางชนูปถัมภ์ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2538

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหอพระ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2540

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพืชศาสตร์ (ไม้ผล) คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปีการศึกษา 2544

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved