

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองในครั้งนี้ได้ดำเนินการที่แปลงทดลอง ของสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรม การเกษตรแม่เหิยะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 18 องศา 45 ลิปดา 24 พิลิปดา ถึง 18 องศา 46 ลิปดา 05 พิลิปดา เหนือ และเส้นลองจิจูด 98 องศา 55 ลิปดา 34 พิลิปดา ถึง 98 องศา 56 ลิปดา 42 พิลิปดา ตะวันออก ระบบการจำแนกดินจัดอยู่ในกลุ่มดินย่อย (subgroup) Typic (Oxyaquic) Kandistults. กลุ่มชุดดินที่ 35 (ชุดดินโคราช) ดำเนินงานทดลอง ระหว่างเดือน มิถุนายน 2550 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2551 โดยใช้แผนการทดลองแบบ 3 x 5 Factorial in Randomized Complete Block จำนวน 4 ซ้ำ มีวิธีการดังนี้ คือ

ปัจจัยการทดลองที่ 1 ประกอบด้วย

- 1.1 การใช้ปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด
- 1.2 การใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสด
- 1.3 การใช้ถั่วพุ่มดำเป็นปุ๋ยพืชสด

ปัจจัยการทดลองที่ 2 ประกอบด้วย

- 2.1 ไม่ใส่ปุ๋ยในโตรเจน
- 2.2 ใส่ปุ๋ยในโตรเจน 5.75 กิโลกรัมต่อไร่
- 2.3 ใส่ปุ๋ยในโตรเจน 11.50 กิโลกรัมต่อไร่
- 2.4 ใส่ปุ๋ยในโตรเจน 17.25 กิโลกรัมต่อไร่
- 2.5 ใส่ปุ๋ยในโตรเจน 23.00 กิโลกรัมต่อไร่

ทุกวิธีการ มีการใส่ปุ๋ยเคมีรองกันหลุมพร้อมปลูก คือ ปุ๋ย Triple super phosphate ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) สูตร 0-46-0 อัตรา 16.30 กิโลกรัมต่อไร่ และ ปุ๋ย Potassium Sulphate (K_2SO_4) สูตร 0-0-50 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่

แปลงตรวจสอบ คือ วิธีการที่ไม่มีใส่ปุ๋ยในโตรเจน แต่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว

แปลงเปรียบเทียบ ใช้ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร โดยใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ รองกันหลุมพร้อมปลูก และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง หลังจากข้าวโพดหวานอายุได้ 30 และ 45 วัน

วิธีการเตรียมดินก่อนปลูก โดยไถพรวนดินด้วยจอบหมุน 1 ครั้ง ตากดินทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ เก็บเศษวัชพืชออก หลังจากนั้นไถพรวนดินอีกครั้งหนึ่ง ก่อนปลูกพืชตระกูลถั่ว ได้ทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร จำนวน 2 ต้นต่อหลุม เมื่อข้าวโพดเข้าสู่ระยะออกดอก จึงถอนข้าวโพดออกจากแปลงเพื่อปรับสภาพดินแปลงทดลอง หลังจากนั้นไถพรวนดินอีกครั้งหนึ่ง ตากดินไว้ 15 วัน แบ่งแปลงย่อยขนาด 3 x 6 เมตร จำนวน 64 แปลง โดยเว้นระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 1 เมตร และระยะห่างระหว่าง Block 2 เมตร และเว้นขอบรอบแปลง 2 เมตร

การปลูกพืชปุ๋ยสด ปลูกพืชตระกูลถั่วทั้ง 3 ชนิด คือ โสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*) ถั่วพุ่มดำ (*Vigna unguiculata*) และปอเทือง (*Crotalaria juncea*) โดยไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมี ปลูกถั่วพุ่มดำ ระยะปลูกระหว่างต้น 30 เซนติเมตร ระหว่างแถว 50 เซนติเมตร จำนวน 2 ต้นต่อหลุม ส่วนการปลูกโสนอัฟริกัน แบบโรยเป็นแถว ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร โรยในอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ และปลูกปอเทือง ปลูกโดยการโรยเป็นแถว ระยะห่างระหว่างแถว 80 เซนติเมตร ในอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อโสนอัฟริกันและปอเทือง มีอายุครบ 2 สัปดาห์ ถอนแยกให้เหลือระยะห่างระหว่างต้น 5 เซนติเมตร และพืชปุ๋ยสดอายุครบ 60 วัน ตัดให้ชิดดิน สับ โกลบ ทิ้งไว้ให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ 15 วัน

การปลูกข้าวโพดหวาน หลังจากไถกลบพืชปุ๋ยสดแล้วปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ 15 วัน ใช้พันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมพิเศษ (F1 Hybrid super sweet corn-sh2 bicolor) พันธุ์ 2 สีของบริษัท ชินเจนทา ซีดส์ จำกัด ปลูกแบบแถวเดี่ยว ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร และระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร ใช้เมล็ดพันธุ์ 1 เมล็ดต่อหลุม และเพาะในถาดหลุม นำมาช่อมเมื่ออายุได้ 15 วัน

การใส่ปุ๋ยเคมีแปลงข้าวโพดหวาน แบ่งการใส่ออกเป็น 2 ครั้ง ดังนี้

ทุกวิธีการทดลองใส่ปุ๋ย Triple super phosphate ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) สูตร 0-46-0 อัตรา 16.30 กิโลกรัมต่อไร่ และ ปุ๋ย Potassium Sulphate (K_2SO_4) สูตร 0-0-50 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น ส่วนวิธีการที่ใส่ปุ๋ยในโตรเจน แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่หลังจากข้าวโพดหวาน อายุ 30 วัน ในอัตราครึ่งหนึ่ง ส่วนที่เหลือใส่เมื่อข้าวโพดหวาน อายุ 45 วัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลปุ๋ยพืชสด

เก็บข้อมูลในระยะก่อนการไถกลบ พื้นที่เก็บตัวอย่าง 2 ตารางเมตร ชนิดพืชละ 2 จุด ประกอบด้วย ความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ใบ และลำต้น และจำนวนต้นต่อไร่ แล้วนำเอาส่วนที่ชั่งน้ำหนักแห้งเสร็จแล้ว วิเคราะห์หาธาตุอาหารของปุ๋ยพืชสด โดยวิเคราะห์หา N, P และ K

2. ข้อมูลดิน

2.1 สมบัติทางเคมีของดินเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองและหลังไถกลบปุ๋ยพืชสด 15 วัน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยการสุ่มในแต่ละแปลงย่อย 5 จุด และนำมาคลุกเคล้ารวมกัน (composite sample) เลือกลมา 1 กิโลกรัม เพื่อวิเคราะห์หา ปฏิกริยาของดิน (pH) อินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) และอนินทรีย์วัตถุไนโตรเจน (NH_4^+ , NO_3^-) ปริมาณ ฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (mg/kg) และหาปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)

2.2 สมบัติทางฟิสิกส์ของดินเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง จำนวน 6 จุดและหลังไถกลบ ปุ๋ยพืชสดทั้ง 3 ชนิด จำนวน 4 ซ้ำ รวมเป็น 12 จุด และเก็บตัวอย่างดินหลังจากใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่าง เดียวโดยใช้ core ทั้ง 4 ซ้ำ รวมเป็น 4 จุด เพื่อวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density)

3. วิธีวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

3.1 pH ดิน (เนาวรัตน์, 2527)

ชั่งดินจำนวน 20 g ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 ml เติมน้ำกลั่น 20 ml ใช้อัตราส่วนของ ดินต่อน้ำเป็น 1 : 1 คนให้เข้ากันโดยคน 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 นาทีแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จึงนำไป วัด pH โดยใช้ pH – meter

3.2 อินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) (Nelson และ Sommers, 1996)

สารเคมี

1. standard 1 N potassium dichromate

ละลาย $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 49.04 g ใน น้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 L

2. 0.5 N Ferrous sulphate

ละลาย $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 140 g ในน้ำกลั่นประมาณ 800 ml แล้วเติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 40 ml ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 L

3. O – phenanthroline ferrous complex ละลาย o – phenanthroline ferrous 0.74 g และ ferrous sulphate 0.35 g ในน้ำกลั่น 50 ml

4. H_2SO_4 98 %

วิธีการ

ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรง 0.5 ml จำนวน 0.5 g ใส่ Erlenmeyer flask 250 ml เติม $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1 N จำนวน 10 ml โดยใช้ volumetric pipette เขย่า flask เบาๆ เพื่อให้ น้ำยากับตัวอย่าง ดินผสมเข้ากัน ใส่ H_2SO_4 จำนวน 20 ml (รินกรดใส่ทีละน้อยเพื่อป้องกันการกระเด็นของอนุภาคดิน ควรเติมกรดในตู้ควัน) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นเติมน้ำกลั่น 100 ml หยด O-phenanthroline ferrous complex

ประมาณ 5 - 6 หยด แล้วนำมาไทเตรททันทีกับ 0.5 N standard Ferrous sulfate จดปริมาตร Ferrous sulfate ที่ใช้ในแต่ละตัวอย่าง end point ของ suspension จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็น สีส้มน้ำตาลแดง หากความเข้มข้นที่แท้จริงของ ferrous sulfate โดยการทำให้ blank คือการใช้ volumetric pipette 10 ml ผสม $K_2Cr_2O_7$ 1 N จำนวน 10 ml ใส่ Erlenmeyer flask 250 ml ใส่กรด H_2SO_4 จำนวน 20 ml ทิ้งไว้ให้เย็นเติมน้ำกลั่น 100 ml นำไปไทเตรทกับ ferrous sulfate โดยใช้ diphenylamine หรือ O-phenanthroline เป็น indicator เช่นเดียวกับตัวอย่าง จดปริมาตร ferrous sulfate ที่ใช้กับ 50 blank end point ของ suspension จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง แล้วนำมาคำนวณหาความเข้มข้นดังนี้

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$N_1 = \text{ความเข้มข้นของ } K_2Cr_2O_7 \text{ ที่ใช้}$$

$$V_1 = \text{ปริมาตรของ } K_2Cr_2O_7 \text{ ที่ใช้}$$

$$N_2 = \text{ความเข้มข้นของ } Fe_2SO_4 \text{ ที่ใช้}$$

$$V_2 = \text{ปริมาตรของ } Fe_2SO_4 \text{ ที่ใช้}$$

$$\text{อินทรีย์วัตถุ (\%)} = \frac{[10 - (M \times 0.5)] \times 0.672}{W}$$

$$M = \text{ปริมาตร } Fe_2SO_4 \text{ ที่ไทเตรทได้ (ml)}$$

$$W = \text{น้ำหนักดิน (g)}$$

3.3 การหาปริมาณ NH_4^+ -N โดยวิธี Colorimetry method

การเตรียมสาร

1. 10 M NaOH (ละลาย NaOH 200 g ในน้ำกลั่น 500 ml)
2. Salicylic acid 110 g ใน 10 M NaOH 105 ml (เตรียมก่อนใช้งาน)
3. Na_2HPO_4 buffer pH 12.3
ละลาย Na_2HPO_4 26.7 g ในน้ำ 2 L แล้วเติม 10 M NaOH 10 ml
4. 4 % (W/V) EDTA
5. Sodium Hypochlorite 1M ใน 0.1 M NaOH
นำมาเจือจาง 20 ml ในน้ำ 100 ml (ก่อนใช้งาน)

6. Nitroprusside 50 ml (0.050 g) ในน้ำ 100 ml (เตรียมก่อนใช้งาน)

Sodium I : (2) 50 ml + (6) 100 ml + (4) 5 ml

Sodium II : (3) 200 ml + (6) 100 ml + (5) 50 ml

7. สารละลายมาตรฐาน $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ความเข้มข้น $2,500 \text{ mg.L}^{-1}$

ละลาย $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 11.793 g ในน้ำ 1 L ($2,500 \text{ mg.L}^{-1}$)

วิธีการวิเคราะห์

1. เจือจางสารละลายมาตรฐาน $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ให้มีความเข้มข้น 1,2,3,4,5,25,50,75 และ 100 mg.L^{-1}

2. ปิเปตสารละลาย soil extract ลงในหลอดทดลอง 0.2 ml

3. เติมสารละลาย Solution I 3 ml และ Solution II 5 ml ตามลำดับ

4. ผสมสารละลายให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์นาน 1 ชั่วโมง

5. อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 nm

6. เปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับสารละลายมาตรฐานแล้วคำนวณปริมาณ $\text{NH}_4^+ - \text{N}$

3.4 วิธีการหา $\text{NO}_3^- - \text{N}$ โดยวิธี Salicylate method

เตรียมสารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน KNO_3 100 mg.L^{-1}

อบ KNO_3 Ar grade ที่อุณหภูมิ 105°C นาน 6 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ละลาย KNO_3 0.7128 g ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

2. TRI Solution

Sodium Salicylate 1.0 g

NaCl 0.2 g

Ammonium suiteamate 0.1 g

ละลาย NaCl ใน 0.01 M NaOH 100 ml ก่อน จากนั้นจึงละลาย Sodium Salicylate และ Ammonium suiteamate ในสารละลาย

3. NaOH 40 % การเตรียม Standard $\text{NO}_3^- - \text{N}$

เจือจางสารละลายมาตรฐาน KNO_3 100 mg.L^{-1} ให้มีความเข้มข้น 10 mg.L^{-1} ด้วยสารละลาย 1 N KCl จากนั้นเจือจางให้มีค่าระหว่าง $0-4 \text{ mg.L}^{-1}$ โดยปิเปตสารละลาย KNO_3 10 mg.L^{-1} และ 1 N KCL ลงในหลอดทดลองดังนี้

Standard (mg.L ⁻¹)	KNO ₃ 100 mg.L ⁻¹ (ml)	1 N KCL (ml)
0	0	10
1	1	9
2	2	8
3	3	7
4	4	6

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดสารละลาย soil extract ที่ต้องการวิเคราะห์ปริมาตร 1.0 ml ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติม TRI Solution ปริมาตร 0.5 ml ลงในหลอดทดลอง
2. นำหลอดทดลองไปตั้งบน hot plate ที่อุณหภูมิ 450 °C จนแห้ง (ระวังอย่าให้ไหม้) แล้วจึงทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
3. เติม H₂SO₄ 10 ml ทิ้งไว้ 5 นาที
4. เติมน้ำกลั่น 5.0 ml ผสมให้เข้ากัน
5. เติม 40 % NaOH 5.0 ml ผสมให้เข้ากัน
6. นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 nm
7. เปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับสารละลายมาตรฐานแล้วคำนวณ

ปริมาตร NO₃⁻-N

หมายเหตุ : ถ้าค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้มากกว่าค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน ความเข้มข้น 4 mg.L⁻¹ ต้องเจือจางสารละลายที่พัฒนาสีแล้วนำมาอ่านค่าการดูดกลืนแสงใหม่อีกครั้ง

3.5 การหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Bremner และ Mulvaney, 1982)

สารเคมี

1. Potassium sulfate-catalyst mixture
ซึ่ง K₂SO₄ 200 g CuSO₄·5H₂O 20 g , และ Se 2 g ผสมแล้วบดให้เข้ากัน
2. Sodium hydroxide 10 M
ซึ่ง NaOH 400 g ละลายและปรับปริมาตรให้เป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่นที่ต้มไล่ CO₂

3. สารละลาย Boric acid-indicator

ชั่ง H_3BO_3 20 g ใสลงไปในน้ำกลั่น 900 ml อุณหภูมิให้ละลาย เทใส่ Volumetric flask 1 L เติม mixed indicator (Bromocresol green 0.099 g และ Methyl red 0.066 g ใน Ethanol 100 ml) จำนวน 20 ml 46 ค่อยๆ หยด NaOH 0.1 M จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนไปเป็นสีม่วงแดง (pH จะประมาณ 5.0 ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยรินสารละลายจำนวน 5 ml ใสลงไปในกระบอกตวงขนาด 25 ml แล้วใช้กระปุกน้ำกลั่นฉีดน้ำกลั่นลงไปอีก 5 ml สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงกลายเป็นเขียว (ทดสอบที่ทดสอบคืนลงใน Volumetric flask) ปรับปริมาตรให้เป็น 1 L ด้วยน้ำกลั่น

4. Standard hydrochloric acid 0.01 M

วิธีการ

ชั่งดินที่บดและร่อนผ่านตะแกรง 100 mesh (0.14 mm) 1.00 g ใส ลงไปใน Kjeldahl flask 100 ml ใส K_2SO_4 -catalyst 1.1 g เติมกรด K_2SO_4 97 % จำนวน 3 ml หลังจากนั้นวางลงบนเตาย่อย เปิดสวิตซ์ไปแล้วปรับอุณหภูมิให้ร้อนอ่อนๆ จนกระทั่งฟองและการกระเด็นที่เกิดขึ้นใน Flask มีน้อยมากจึงปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นจนกระทั่งเห็น ไอกรดกลั่นตัวอยู่แค่ประมาณ 1/3 ของคอ Kjeldahl flask และย่อยจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีเขียวหรือฟ้าใสแล้วย่อยต่อไปอีก 5 ชั่วโมงหลังจากเสร็จขั้นตอนการย่อย ทิ้งตัวอย่างให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่นลงไป ใน Flask ประมาณ 20 ml แกว่งให้เข้ากัน ถ่ายตัวอย่างใส่ขวดกลั่น ใช้น้ำประมาณ 9 ml ล้าง Flask แล้วถ่ายใส่ขวดกลั่น อีก 3 ครั้งตวง Boric acid- indicator 15 ml ใสใน Erlenmeyer flask 125 ml แล้วนำไปใส่ไว้ตรงปลายทางออกของ Condenser ของเครื่องกลั่น นำขวดกลั่นที่มีตัวอย่างติดตั้งเข้ากับเครื่องกลั่น เติม NaOH 10 N จำนวน 20 ml แล้วเริ่มกลั่นจนกระทั่งสารละลายใน Erlenmeyer flask ที่มี Boric acid-indicator เพิ่มขึ้นประมาณ 50 ml (สารละลายที่ได้ ไม่ควรมีอุณหภูมิสูงกว่า $25^{\circ}C$) แล้วล้างปลายของ Condenser ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย นำ Erlenmeyer flask ออกจากเครื่องกลั่นแล้วหยุดเครื่องกลั่น (ถ้าหยุดเครื่องกลั่นก่อนนำ Erlenmeyer flask ออกจากเครื่องกลั่น สารละลายใน Erlenmeyer flask จะถูกดูดกลับเข้าไปในเครื่องกลั่น) ไตเตรตสารละลายใน Erlenmeyer flask ด้วย Standard HCl 0.01M ที่บรรจุใน Microburette จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดงทำ Blank โดยดำเนินการทุกอย่างตั้งแต่เติมกรดเกลือและคะตะลิสต์ย่อยและกลั่นและไตเตรตเหมือนตัวอย่างดินทุกอย่าง

3.6 ปริมาณฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ได้ (Available – P) (Houba *et al.*, 1988)

สารเคมี

1. เตรียมสารละลาย Bray II 47

ซึ่ง NH_4F จำนวน 1.11 g ปรับปริมาตรด้วย 0.1 N HCl (เตรียมได้จาก conc.HCl 8.28 ml นำมาปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml) จนได้ปริมาตรเป็น 1,000 ml ด้วย volumetric flask ขนาด 1,000 ml

2. เตรียมสารละลาย Reagent A

ซึ่ง Ammonium molybdate จำนวน 12.00 g เติมน้ำกลั่น 250 ml นำไปอุ่นจนกระทั่งละลายจะได้สารละลาย (a) สำหรับสารละลาย (b) เตรียมได้จากการซึ่ง antimony potassium tartrate ($\text{KSbO}_3 \cdot \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$) จำนวน 0.2908 g ละลายในน้ำกลั่น 100 ml หลังจากนั้นผสมสารละลาย (a) และสารละลาย (b) เข้าด้วยกันใน volumetric flask ขนาด 2,000 ml เติม 5 N K_2SO_4 (เตรียมได้จาก conc. H_2SO_4 จำนวน 141 ml หรือ 98 % H_2SO_4 จำนวน 136.24 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml) จำนวน 1,000 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเสร็จแล้วเก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล และนำไปแช่ไว้ในตู้เย็น

3. เตรียมสารละลาย Reagent B

ซึ่ง Ascorbic acid จำนวน 1.056 g เติมสารละลาย Reagent A จำนวน 200 ml ซึ่ง Reagent B นี้จะมีอายุการใช้งานไม่เกิน 24 ชั่วโมง

4. เตรียมสารละลาย standard curve-P

ที่มีความเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ppm ใช้ volumetric pipette ดูดสารละลาย standard-P 100 ppm จำนวน 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ml ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 25 ml เติมสารละลาย Reagent B จำนวน 4 ml และเติมสารละลาย Bray II จำนวน 5 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำไปอ่านค่าการส่องผ่านของแสง (%Transmittance) ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 nm บันทึกผล

วิธีการ

ซึ่งดิน 2.5 g ใส่ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 125 ml ใช้ volumetric pipette ขนาด 25 ml ดูดสารละลาย Bray II เติมน้ำกลั่นแล้วเขย่าด้วยมือเป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 ดูดสารละลายที่กรองได้จำนวน 1 ml ใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้วดูมาจำนวน 1 ml ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 ml เติมสารละลาย Reagent B จำนวน 4 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที นำไปอ่านค่าการส่อง

ผ่านของแสงเช่นเดียวกับ standard curve P ในข้อที่ 4 นำค่าที่อ่านได้มาคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสจากสมการ

$$P \text{ (ppm)} = \frac{C \times V_f \times V_e \times 100}{10^6 \times V_a \times W}$$

- เมื่อ
- C : ความเข้มข้น P ในตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ standard curve-P (ppm)
 - V_f : ปริมาตรสุดท้ายที่นำมาวิเคราะห์เท่ากับ 25 ml
 - V_e : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการสกัดดินเท่ากับ 25 ml
 - V_a : ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ เท่ากับ 25 ml
 - W : น้ำหนักดินแห้งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับดินขึ้น 2.5 g

3.7 ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable – K)

(Helmke และ Sparke, 1996)

สารเคมี

1. เตรียมสารละลาย 1 N Ammonium acetate (NH₄Oac) pH 7
ชั่ง NH₄Oac จำนวน 77.08 g ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 1,000 ml เติมน้ำกลั่น 800 ml แล้วนำไปวัด pH และปรับ pH ให้เป็น 7 โดยใช้ NH₃-solution หรือ acetic acid แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 ml ด้วยน้ำกลั่น
2. เตรียม standard curve ให้มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมเป็น 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ppm ใช้ volumetric pipette ดูด standard-K 5 ppm มาจำนวน 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ml ใส่ใน volumetric lask ขนาด 100 ml เติม 1 N NH₄Oac pH 7 จำนวน 20 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปอ่านด้วยเครื่อง flame photometer

วิธีการ

ชั่งตัวอย่างดิน 4 g ใส่ในหลอดเขย่าดิน เติมสารละลาย 1 N NH₄Oac pH 7 จำนวน 40 ml เขย่าเป็นเวลา 30 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 หลังจากนั้นดูดสารละลายที่กรองได้จำนวน 5 ml ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น นำไปอ่านด้วยเครื่อง Flame photometer เช่นเดียวกับข้อ 2 บันทึกผลแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณ K ที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ดังสมการ

$$K \text{ (ppm)} = \frac{C \times V_f \times V_d}{V_a \times W}$$

$V_a \times W$

เมื่อ C : ความเข้มข้น K ในตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ standard curve – K (ppm)

V_f : ปริมาตรสุดท้ายที่นำมาวิเคราะห์เท่ากับ 25 ml

V_d : ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่ได้จากการย่อยเท่ากับ 40 ml

V_a : ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ เท่ากับ 5 ml

W : น้ำหนักดินแห้งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับดินชั้น 4 g

3.8 ระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน

ตาราง 1 แสดงระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน

ระดับของสมบัติทางเคมีของดิน	
อินทรีย์วัตถุ	เปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์วัตถุ
ต่ำมาก (very low)	< 0.5
ต่ำ (low)	0.5 – 1.0
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	1.0 – 1.5
ปานกลาง (medium)	1.5 – 2.5
ค่อนข้างสูง (moderately high)	2.5 – 3.5
สูง (high)	3.5 – 4.5
สูงมาก (very high)	> 4.5
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	
	mg/kg
ต่ำมาก (very low)	< 3
ต่ำ (low)	3 – 6
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	6 – 10
ปานกลาง (medium)	10 – 15
ค่อนข้างสูง (moderately high)	15 – 25
สูง (high)	25 – 45
สูงมาก (very high)	> 45

ตาราง 1 แสดงระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน (ต่อ)

ระดับของสมบัติทางเคมีของดิน	
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	mg/kg
ต่ำมาก (very low)	< 30
ต่ำ (low)	30 – 60
ปานกลาง (medium)	60 – 90
สูง (high)	90 – 200
สูงมาก (very high)	> 120
สภาพกรดหรือสภาพด่างของดิน	pH
กรดรุนแรงมากที่สุด (Ultra acid)	< 3.5
กรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5 – 4.5
กรดจัดมาก (very strongly acid)	4.6 – 5.0
กรดจัด (strongly acid)	5.1 – 5.5
กรดปานกลาง (moderately acid)	5.6 – 6.0
กรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1 – 6.5
กลาง (neutral)	6.6 – 7.3
ด่างเล็กน้อย (slightly alkaline)	7.4 – 7.8
ด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9 – 8.4
ด่างจัด (strongly alkaline)	8.5 – 9.0
ด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	> 9.0

ตาราง 1 แสดงระดับสถานะสมบัติทางเคมีของดิน (ต่อ)

ระดับของสมบัติทางเคมีของดิน	
ปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรท	mg/kg
ต่ำมาก (very low)	< 10
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	10 – 20
ปานกลาง (medium)	20 – 30
ค่อนข้างสูง (moderately high)	30 – 50
สูงมาก (very high)	> 50

หมายเหตุ: ปฐพีวิทยาเบื้องต้น/คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 188–189 และหน้า 241–255.

: รายงานการสำรวจดิน. มโนทัศน์ หลักการและการคิด / อวบ เขียวรื่นรมย์. 2542. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 640–664.

4. ข้อมูลข้าวโพดหวาน

4.1 วัดความสูงของต้นข้าวโพดหวานในแต่ละแปลงย่อย ทุก 15 วัน วัดความสูงครั้งแรกเมื่อข้าวโพดหวานมีอายุครบ 30 วัน จนกระทั่งถึงเก็บเกี่ยวโดยวัดจากโคนต้นถึงใบธง

4.2 เก็บเกี่ยวผลผลิต ต้น และใบ ข้าวโพดหวาน เมื่อข้าวโพดหวานมีอายุ 77 วัน ของแต่ละวิธีการทดลอง ในพื้นที่ 3 ตารางเมตร นำไปชั่งน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักสดเหลือเปลือกสุดท้าย น้ำหนักฝักสดเปลือก และน้ำหนักสดของต้น ใบ เศษของเปลือกฝัก เพื่อคำนวณผลผลิตต่อไร่ และนำไปอบแห้ง เพื่อคำนวณหาน้ำหนักแห้งรวมต่อไร่ (Total dry matter)

4.3 วัดความหวานของผลผลิตข้าวโพดหวาน โดยใช้เครื่อง Handheld Refractometers การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์หาคความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบสิ่งทดลองโดยใช้วิธี LSD (Least Significant Difference) ที่ค่าความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$ ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SX 8