



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ของดิน (Soil pH)

หลักการ

ความเป็นกรด (Acidity) หรือความเป็นด่าง (Alkalinity) ของดิน เป็นสมบัติที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางเคมีและชีวภาพในดิน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช ความเป็นกรดหรือความเป็นด่างของดินเกี่ยวข้องกับ Hydrogen ion (H^+) และ Hydroxylion (OH^-) ในสารละลายดิน (Soil Solution) โดยปกติในสารละลายดินจะมีไอออนทั้งสองชนิดนี้ และ

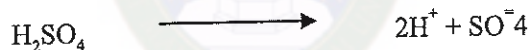
ถ้ามี $H^+ > OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด เรียกดินกรด

ถ้ามี $H^+ < OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นด่าง เรียกดินด่าง

ถ้ามี $H^+ = OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นกลาง เรียกดินเป็นกลาง

แหล่งที่มาที่สำคัญของ H^+ ซึ่งก่อให้เกิดความเป็นกรดในดิน ได้แก่

1. H^+ จากกรดในดิน เช่น H_2CO_3 , HNO_3 , H_2SO_4 และกรดอินทรีย์ต่างๆ ดังเช่น



2. H^+ ที่เกิดจาก Al^{3+} และ Fe^{3+} ในสารละลายดิน เช่น



แหล่งที่มาที่สำคัญของ OH^- ซึ่งก่อให้เกิดความเป็นด่างนั้น ได้แก่ OH^- ที่เกิดจาก Basic Cations เช่น Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ และ Na^+ เมื่ออยู่ในสารละลายดิน

การวัดความเป็นกรดเป็นด่างของดิน นิยมวัดออกมาเป็นค่าของ pH แทนการบอกเป็นค่าความเข้มข้นของ H^+ หรือ OH^- ในสารละลาย ในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย “ผลคูณของความเข้มข้นของ H^+ และ OH^- จะมีค่าคงที่เท่ากับ $10^{-14} M$ ” ดังนั้น การวัดความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลาย จึงนิยมวัดเฉพาะความเข้มข้นของ H^+ (Active Acidity) เท่านั้น โดยที่

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

เมื่อ $[H^+]$ คือความเข้มข้นของ H^+ ในสารละลาย มีหน่วยเป็นโมลต่อลิตร

การวัด pH ของดิน ในห้องปฏิบัติการทดลอง วัดด้วยเครื่อง pH meter หลักการเหมือนกับการวัด pH โดยทั่วไป แต่การวัด pH ของดิน สามารถวัดในสารละลายได้หลายชนิด เช่น วัดในน้ำในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ หรือในสารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ การเลือกวัด pH ในแต่ละชนิดของสารละลายแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการในการนำข้อมูลไปใช้ เพราะการใช้สารละลายต่างชนิดกัน จะเป็นตัวบ่งบอกคุณสมบัติบางอย่างของดินนั้น

โดยทั่ว ๆ ไป เมื่อต้องการทราบเพียงว่าดินมี pH เป็นกรดหรือด่าง การวัดใช้วัดในน้ำในอัตราส่วนของดินต่อน้ำต่าง ๆ กันดินตั้งแต่อัตราส่วน 1:1 ; 1:2 ; 1:2.5 ; 1:5 ผู้วัดจะเลือกใช้อัตราส่วนใดก็ได้ แต่มีข้อสังเกตว่าปริมาณสัดส่วนของน้ำที่ต่างกันจะมีผลต่อค่า pH ที่วัดได้ ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน โดยทั่วไปมักใช้สัดส่วนของดินต่อน้ำเป็น 1:1 หรือ 1:2

อุปกรณ์

1. เครื่อง pH meter
2. เครื่องชั่ง
3. บีกเกอร์พลาสติก ขนาด 50 มิลลิลิตร หรือ ขนาด 100 มิลลิลิตร
4. แท่งแก้วสำหรับคน
5. กระจกปิดน้ำ
6. ช้อนตวง
7. กระจกตวง 25 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน pH 7.0 (Standard Buffer Solution)
2. สารละลายมาตรฐาน pH 4.0 (Standard Buffer Solution)
3. สารละลายมาตรฐาน pH 10.0 (Standard Buffer Solution)
4. สารละลาย 1 M KCl : ละลาย KCl (อบที่ 110 °C นาน 2 ชั่วโมง) 74.5 กรัม ในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น
5. สารละลาย 0.01 M CaCl₂ : ละลาย CaCl₂ · 2 H₂O (อบที่ 110 °C นาน 2 ชั่วโมง) 1.47 กรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

วิธีการ

1. การวัด pH ในน้ำ อัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1:1 (w/w)
ชั่งดิน 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์พลาสติก เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะ ๆ ให้บ่อยครั้งในระยะ 30 นาทีแรก หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้อีก 30 นาที จึงวัด pH ของดินในส่วนที่เป็นน้ำใสด้วย pH meter หรือใช้ช้อนตวงตักดินและตวงน้ำแทนการชั่งดิน เพื่อวัด pH (1:1, v/v) ก็ได้
2. การวัด pH ใน 1 M KCl อัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1:1 ทำเช่นเดียวกับการวัดค่า pH ในน้ำ แต่ใช้ 1 M KCl แทนน้ำกลั่น

3. การวัด pH ใน 0.01 M CaCl₂ อัตราส่วน ดิน: น้ำ = 1:2

ชั่งดิน 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์พลาสติก เติมน้ำละลาย 0.01 M CaCl₂ 40 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะ ๆ ให้บ่อยครั้งในระยะเวลา 30 นาทีแรก หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จึงวัด pH ของดินใน ส่วนที่เป็นน้ำใส ด้วย pH Meter

การแปลผล

ตารางภาคผนวกที่ 1 การแปลความหมายค่า pH ของดินในน้ำ

ระดับ	ช่วง pH _{water} 1:1
กรดรุนแรงมากที่สุด	< 3.5
กรดรุนแรงมาก	3.5 – 4.4
กรดจัดมาก	4.5 – 5.0
กรดจัด	5.1 – 5.5
กรดปานกลาง	5.6 – 6.0
กรดเล็กน้อย	6.1 – 6.5
กลาง	6.6 – 7.3
ด่างอ่อน	7.4 – 7.8
ด่างปานกลาง	7.9 – 8.4
ด่างจัด	8.5 – 9.0
ด่างจัดมาก	> 9.0

การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุของดิน

(Walkley Black Modified Acid-dichromate Digestion, FeSO_4 Titration Method)

หลักการ

คาร์บอน (Carbon) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอินทรีย์วัตถุ ดังนั้นในการหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจึงใช้วิธีวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนโดยการใช้สารเคมีทำให้เกิด Oxidation กับคาร์บอนในอินทรีย์วัตถุในดิน แล้วคำนวณปริมาณคาร์บอนในอินทรีย์วัตถุจากปริมาณของสารเคมีที่ใช้ไปปฏิกิริยา และเมื่อทราบปริมาณคาร์บอนแล้วสามารถนำมาคำนวณปริมาณอินทรีย์วัตถุโดยประมาณ โดยคูณกับ “Van Bemmelen factor” ซึ่งเท่ากับ 1.724 จากหลักที่ว่า อินทรีย์วัตถุมีปริมาณคาร์บอน 58% (Allison และ Moodie, 1965) ให้ใช้เป็นตัวคูณ (Factor) ที่เปลี่ยนจากอินทรีย์คาร์บอนเป็นอินทรีย์วัตถุแตกต่างกันในดินบนและดินล่าง กล่าวคือดินบนคูณด้วย 1.9 โดยประมาณ (52% C) และดินล่างคูณด้วย 2.5 (40% C) แต่อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนต่ออินทรีย์วัตถุในดินที่แตกต่างกัน และระหว่างชั้นดินในดินเดียวกันไม่แน่นอน ดังนั้นจึงนิยมใช้ตัวคูณ 1.724 ดังกล่าวมากกว่า

การวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินนิยมใช้วิธีของ Walkley และ Black ซึ่งมีหลักการดังนี้คือ

1. ใช้ Oxidizing Agent ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ที่มากเกินไปทำปฏิกิริยากับ Reducing Agent ที่มีอยู่ในดินจนหมด ซึ่งในที่นี้หมายถึงอินทรีย์คาร์บอน

2. ใช้ Reducing Agent ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ หรือ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ทำปฏิกิริยากับ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ที่เหลือ

3. ทำ Blank อีกครั้งหนึ่งโดยไม่รวมดินตัวอย่าง

4. ปริมาณของ FeSO_4 ที่ทำปฏิกิริยากับ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ใน Back จะนำมาคำนวณความเข้มข้นที่แท้จริงของ FeSO_4

5. เนื่องจากปริมาณของ Easily Oxidizable Material ที่วิเคราะห์ได้นั้นเป็นเพียงการวัด Reducing Power ของดินเท่านั้นเอง ดังนั้นก่อนที่จะเปลี่ยนให้เป็นปริมาณของอินทรีย์วัตถุก็ต้องผ่านสมมุติฐานหลายข้อคือ

5.1 ถือว่าไม่มี Reducing Agent อื่นที่เป็นอินทรีย์วัตถุในดินเลย จะมีแต่อินทรีย์คาร์บอนเท่านั้นที่ถูก Oxidized ในการทำปฏิกิริยาดังนี้

5.2 ถือว่า Equivalent Weight ของ Carbon ซึ่งถูก Oxidized นั้นเท่ากับ 3



5.3 ให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ Recovery ของ Carbon ในดินเท่ากับ 74-76 % ซึ่งค่านี้ได้มาจากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับวิธี Day Combustion ซึ่งเราสมมุติว่าเป็นวิธีที่ให้ 100% Recovery

5.4 จำนวนเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุจากค่าที่สมมุติให้อินทรีย์วัตถุในดินมี Carbon 58% (เป็นอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในรูปของ Carbohydrate เช่น Glucose เป็นต้น)

อุปกรณ์

1. ขวดชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. Dispenser ขนาด 10 และ 20 มิลลิลิตร
3. กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร
4. บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
5. เครื่องกวน (Magnetic Stirrer)

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N
2. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. H_2SO_4)
3. สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulfate) 0.5 N
4. สารละลายออร์โทฟีแนนโทรีน อินดิเคเตอร์

วิธีเตรียมน้ำยาเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N
ละลาย $K_2Cr_2O_7$ (A.R Grade อบที่ $105^\circ C$ 24 ชั่วโมง) 49.04 กรัมในน้ำกลั่น แล้วทำสารละลายให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
2. สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) 0.5 N
ละลาย $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 196.1 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มล. ที่มีกรด H_2SO_4 เข้มข้นอยู่ 20 มิลลิลิตร แล้วทำให้เป็นสารละลาย 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล
3. สารละลายออร์โทฟีแนนโทรีน อินดิเคเตอร์
ละลายเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 0.7 กรัม และออร์โทฟีแนนโทรีน 1.48 กรัม ในน้ำกลั่น และทำให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

วิธีทำ

1. ชั่งดิน 1 กรัม ใส่ขวดชมพู ขนาด 250 มิลลิลิตร (ปริมาณตัวอย่างดินอาจลดลงได้ตามความเหมาะสมถ้าดินนั้นมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง สังเกตได้จากสีของดิน ถ้าเป็นดินสีดำหรือ สีน้ำตาลเข้มต้องชั่งดินให้ลดลง แต่ถ้ากรณีเป็นดินทรายก็ต้องเพิ่มปริมาณดินให้มากขึ้นกว่าเดิม)

2. เติม สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N 10 มิลลิลิตร โดยใช้ Dispenser

3. เติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 มิลลิลิตร โดยใช้ Dispenser พยายามให้กรดไหลลงข้าง ๆ ขวด ให้ชะล้างตัวอย่างลงไปอยู่ในขวดให้หมด เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดดินเกาะติดอยู่ตามข้างขวด เขย่าเบาๆ ให้ตัวอย่างเข้ากันดีเป็นเวลาประมาณ 1 นาที

4. ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง

5. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

6. หยดอินดิเคเตอร์ออร์โทฟีแนนโทรีน 5 หยด

7. ไตเตรทด้วยสารละลาย FAS 0.5 N ที่จุด End Point สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

8. ทำ Blank โดยเริ่มทำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึง ขั้นตอนี่ 6

วิธีคำนวณ

$$\% \text{ อินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon, O.C.)} = \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 1000 \times W}$$

$$\% \text{ อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter, O.M.)} = \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 58 \times 1000 \times W}$$

$$\text{หรือ } \% \text{ OM} = \% \text{ O.C.} \times 1.724$$

B = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มิลลิลิตร)

S = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักดินที่ใช้ (กรัม)

N = ความเข้มข้นของ $K_2Cr_2O_7$, (ในกรณีที่มีความเข้มข้นไม่ใช่ 1.0 N) (หน่วย

Normality)

ตารางภาคผนวกที่ 2 การแปลผลการวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุของดิน

ระดับ (Rating)	พื้ลัย (ร้อยละ)
ต่ำมาก	< 0.5
ต่ำ	0.5 – 1.0
ค่อนข้างต่ำ	1.0 – 1.5
ปานกลาง	1.5 – 2.5
ค่อนข้างสูง	2.5 – 3.5
สูง	3.5 – 4.5
สูงมาก	> 4.5



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน Electrical Conductivity (EC)

หลักการ

ในดินมีเกลือที่ละลายได้อยู่หลายชนิด บางชนิดละลายได้ดี เช่น NaCl , CaCl_2 , NaHCO_3 , Na_2SO_4 เป็นต้น บางชนิดละลายได้เพียงบางส่วน เช่น CaSO_4 การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน จึงเป็นการประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ของดิน และค่าที่ได้ยังใช้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดินด้วย การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินใช้วิธีวัดในสารละลายของดินกับน้ำ อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำอาจแตกต่างกันแล้วแต่ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง แต่ที่นิยมใช้มักเป็น 1:5 หรือ เรียกว่า EC 1:5 หรือใช้วัดเมื่อทำให้ดินเป็น Saturated Paste แล้ววัดในสารละลายที่สกัดได้เรียกว่า EC Extract (EC_e) จะใช้สัดส่วนของดินต่อน้ำเท่าใดก็ตาม จะต้องระบุสัดส่วนนั้น ไว้ด้วยทุกครั้งที่ยรายงานผล

EC_e และ EC 1:5 ของตัวอย่างเดียวกันจะให้ค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากปริมาณเกลือที่ละลายออกมาจากดินจะไม่เท่ากัน ในการวัด EC ในอัตราส่วน ดิน:น้ำ 1:5 ปริมาณน้ำที่มากอาจละลายเกลือออกมาได้เกือบหมด แต่ EC_e จะใช้น้ำน้อยกว่าวิธี EC 1:5 ทำให้มีเกลือละลายออกมาได้น้อย ดังนั้น ค่า EC 1:5 เมื่อเทียบกันเป็นความเข้มข้นของเกลือที่ละลายได้ในดินจะมากกว่าค่าที่ได้จาก EC_e

ค่า EC_e เป็นค่าที่ได้เมื่อสถานะของดินต่อน้ำใกล้เคียงกับสภาพการอุ้มน้ำที่ความจุสนาม (Field Capacity) ซึ่งต่างกับค่า EC 1:5 ซึ่งใช้น้ำมากกว่าหลายเท่า ทำให้เปรียบเทียบกับสภาพของดินตามธรรมชาติไม่ได้ ดังนั้น ค่า EC_e จึงมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าค่า EC 1:5

หน่วยของค่า EC ที่นิยมใช้มี

1. $\text{EC} \times 10^3 - \text{mS/cm}$ หรือ dS/m
2. $\text{EC} \times 10^6 - \mu\text{S/m}$

ค่า EC ของสารละลายเกลือจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น โดยจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2% เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C ดังนั้น อุณหภูมิมาตรฐานเมื่อรายงานค่า EC คือ 25°C

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง
2. บีกเกอร์ขนาด 600 หรือ 1,000 มิลลิลิตร
3. Spatula

4. เครื่องอัดน้ำออกจากดิน (Baroid Press)
5. เครื่อง Electrical Conductivity Meter
6. หลอดทดลองขนาด 40 มิลลิลิตร
7. กระบอกตวง 25 มิลลิลิตร
8. แท่งแก้วคนสาร

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐาน 0.01 M KCl : ละลาย KCl (ที่อบที่ 110 °C นานประมาณ 3 ชั่วโมง) 0.7456 กรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะเป็นสารละลายมาตรฐานมีค่าการนำไฟฟ้าที่ 25 °C 1.412 dS/m
2. สารละลายมาตรฐาน 0.1 M KCl : ละลาย KCl (ที่อบที่ 110 °C นานประมาณ 3 ชั่วโมง) 7.456 กรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะเป็นสารละลายมาตรฐานมีค่าการนำไฟฟ้าที่ 25 °C 12.88 dS/m)

วิธีเตรียมตัวอย่าง

1. ทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Paste) แล้วสกัดสารละลายออกโดยใช้เครื่องบีบสูญญากาศ
2. ทำให้อยู่ในรูปสารละลาย โดยใช้ดินในอัตราส่วน ดิน:น้ำ ตามที่ต้องการ เช่น 1:5

วิธีทำ

1. การสกัดดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ

ใส่ดินในบีกเกอร์ปริมาณ 400 – 500 กรัม ค่อย ๆ เทน้ำกลั่นลงไปบนดิน และกวนจนดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำจะมีผิวมัน สะท้อนแสง และเมื่อใช้ spatula ตักขึ้นมาแล้วเทกลับดินจะค่อย ๆ ไหลลง โดยไม่เหลือติด Spatula (ในดินเหนียว) เมื่อทำการกวนจนดีแล้ว ทิ้งไว้ค้างคืน ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปอัดน้ำออกจากดิน ถ้าดินแห้งแข็งให้เติมน้ำลงไปอีกแล้วกวนให้เข้ากันอีกครั้งหนึ่ง ถ้ามีน้ำอยู่บนหน้าดิน ให้เติมดินเพิ่ม กวนจนแน่ใจว่าดินอิ่มตัวด้วยน้ำ พอดีนำไปสกัดด้วยเครื่องอัดน้ำออกจากดิน แล้วจึงนำสารละลายที่ได้มาวัดค่า EC ด้วยเครื่อง Electrical Conductivity Meter โดยใช้สารละลายมาตรฐาน KCl 0.01 M หรือ 0.1 M ปรับค่าคงที่ (Cell Constant) ของเครื่อง Electrical Conductivity meter ที่ 25 °C จะมีค่า = 1.412 dS m⁻¹ หรือ 12.88 dS m⁻¹

2. การสกัดในอัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1 : 5

ชั่งดิน 4 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 40 มิลลิลิตร ใส่ น้ำ 20 มล คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะ ๆ นาน ½ ชั่วโมง หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ ½ ชั่วโมง แล้วจึงนำไปอ่านค่า EC โดยเครื่อง Electrical Conductivity Meter โดยใช้สารละลายมาตรฐาน KCl 0.01 M หรือ 0.1 M ปรับค่าคงที่(Cell Constant) ของเครื่อง Electrical Conductivity Meter ที่ 25 °C จะมีค่า = 1.412 dS m⁻¹ หรือ 12.88 dS m⁻¹

3. การคำนวณ

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายสูงขึ้นประมาณ 2% เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 °C เครื่องมือวัดที่ไม่สามารถคำนวณแปลงค่าที่วัดได้เป็นค่าที่อุณหภูมิ ควรวัดอุณหภูมิสารละลายแล้วคำนวณเป็นค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 25 °C ตามสมการ

$$EC_{25} = EC / [1 + 0.02(t - 25)]$$

เมื่อ EC_{25} = ค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 25 °C

EC_t = ค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้ที่อุณหภูมิ t °C

t = อุณหภูมิ (°C)

ตารางภาคผนวกที่ 3 การแปลผล ค่า EC ดินอิมตัวด้วยน้ำ ที่ 25 °C

dS m ⁻¹	ระดับความเค็ม	ความสัมพันธ์กับพืช
0 - 2	ไม่เค็ม	ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช
2 - 4	เค็มน้อยมาก	อาจมีผลกระทบกระเทือนต่อผลผลิตของพืชที่ sensitive ต่อความเค็ม
4 - 8	เค็มปานกลาง	เป็นอุปสรรคต่อพืชหลายชนิด
8 - 16	เค็มจัด	เป็นอุปสรรคต่อพืชส่วนมาก เฉพาะพืชทนเค็มที่เติบโตได้
>16	เค็มจัดมาก	เป็นอันตรายต่อพืชทุกชนิด ยกเว้นพืชบางชนิด เช่น หญ้าทนเค็ม เป็นต้น

ที่มา: Beck (1999)

การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N)

หลักการ

มากกว่า 95 % ของ Total N ในดิน อยู่ในรูปของอินทรีย์วัตถุ (Clending, 1999; Miller and Donahue, 1990; Wjotejead, 2000) ดังนั้นการวิเคราะห์ Total N ในดินจึงต้องเปลี่ยนรูป Organic Nitrogen ให้เป็น inorganic nitrogen ก่อนการวิเคราะห์ total N โดยวิธี Kjeldahl เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางทั่วไป (Conklin, 2005; McGill and Figueiredo, 1993) เป็นวิธีที่ทำให้สารประกอบ Nitrogen เปลี่ยนสภาพเป็นสารประกอบที่เป็นไอออนในรูปของ NH_3 จากนั้นจึงใช้เทคนิคการ titrate เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ NH_3 (ชุตินา และ ธวัชชัย, 2540)

การวิเคราะห์ total N โดยวิธี Kjeldahl ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การย่อยสารอินทรีย์ (Digestion)

ไนโตรเจนในตัวอย่างดินซึ่งอยู่ในรูปสารอินทรีย์ จะเปลี่ยนรูปเป็น NH_4^+ -N ภายใต้การทำปฏิกิริยากับ H_2SO_4 เข้มข้นที่ร้อน โดยมี Catalyst ซึ่งประกอบด้วย K_2SO_4 (หรือ Na_2SO_4), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ และ Se ดังปฏิกิริยา (Rowell, 1994)

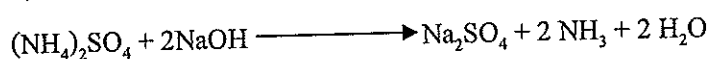


K_2SO_4 (หรือ Na_2SO_4) ช่วยยกระดับจุดเดือดให้สูงขึ้น ส่วน $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ และ Se ช่วยเร่งปฏิกิริยาโดยทำให้อินทรีย์วัตถุสลายเร็วขึ้น (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542; ประไพ, 2544; สุพจน์, 2526)

จุดเดือดของการย่อยสลายซึ่งเป็นผลจาก K_2SO_4 (หรือ Na_2SO_4) จะอยู่ที่ 360°C (จงรักษ์, 2536) ในขั้นตอนการย่อยการสูญเสีย Nitrogen จะเกิดขึ้นได้ถ้าอุณหภูมิที่ใช้ย่อยสูงเกินกว่า 400°C (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542; Watson et al., 2003)

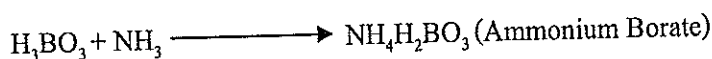
2. การกลั่น (Distillation)

NH_4^+ -N ในสารละลายตัวอย่างที่ย่อยได้จะถูกนำมากลั่นกับด่างได้ NH_3 ดังปฏิกิริยา (Cottenie, 1980)



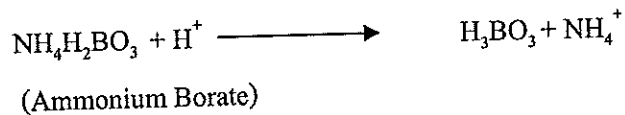
NH_3 ที่ได้จากการกลั่นจะถูกดักจับด้วย boric acid indicator ดังปฏิกิริยา

(Cottenie, 1980)



3. การ Titrat (Titration)

นำสารละลายที่ได้จากการดักจับ NH_3 ด้วย Boric Acid Indicator ในขั้นตอนการกลั่น ซึ่งอยู่ในรูป Ammonium Borate ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{BO}_3$) ไป Titrat กับสารละลายมาตรฐานกรด ที่จุดยุติ จะมีการเปลี่ยนรูปกลับกันมาเป็น Boric Acid (H_3BO_3) ที่ pH 5 ดังปฏิกิริยา (Cottenie, 1980)



อุปกรณ์

1. Balance
2. Graduate Pipet 10 ml
3. Volumetric Pipet 10, 20 ml
4. Beaker 50, 100, 500, 1000, 5000 ml
5. Erlenmeyer Flask 125 ml
6. Volumetric Flask 100, 1,000 ml
7. Funnel
8. Cylinder 20 ml
9. Stirring Rod
10. Burette 50 ml and Stand
11. Wash Bottle
12. Hot Bottle
13. Digestion Apparatus
14. Distillation Apparatus

สารเคมี

1. Mixed Indicator

ชั่ง Methyl Red 0.165 กรัม และ Bromocresol Green 0.3 กรัม ลงใน Beaker ขนาด 500 มิลลิลิตร ละลายด้วย Ethanol 500 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

2. 2% H_3BO_3 - Indicator Solution

2.1 ชั่ง H_3BO_3 40 กรัม ใส่ Beaker ขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น เทผ่านกรวยกรองลง Volumetric Flask ขนาด 2000 มิลลิลิตร แล้วใช้ขวดฉีดน้ำกลั่น ฉีดล้างสารที่ติดค้างใน beaker ผ่านกรวยกรองลง Volumetric Flask เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรประมาณ 1,600-1,800 มิลลิลิตร ปิดจุก เขย่าให้ละลาย

2.2 เติม Mixed Indicator 40 มิลลิลิตร (ใช้ Graduate Pipet) เขย่าให้เข้ากัน ปรับสีของสารละลายนี้ ด้วย 0.1 N NaOH โดยการเติมลงไปทีละน้อย (ใช้ Graduate Pipet) จนสารละลายเป็นสีม่วง-แดง

2.3 ตรวจสอบสีของสารละลายนี้ว่าใช้ได้หรือไม่โดยใช้ Beaker ขนาด 50 มิลลิลิตร ตวงสารละลาย H_3BO_3 -Indicator 10 มิลลิลิตร ใส่ Cylinder ขนาด 20 มิลลิลิตร ก้อย ๆ ฉีดน้ำกลั่นลงไปสีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วง-แดงเป็นสีเขียวทันที เมื่ออัตราส่วนของสารละลาย H_3BO_3 -indicator กับน้ำกลั่นเท่ากับ 1:1 ถ้าสีของสารละลายไม่เปลี่ยนหรือเปลี่ยนเร็วเกินไป ก็ปรับด้วย 0.1 N NaOH และ 0.1 N HCl ตรวจสอบจนกว่าจะได้ตามต้องการ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 2 ลิตร

3. Catalyste Mixture

ผสม K_2SO_4 (หรือ Na_2SO_4) : $CuSO_4 \cdot 5H_2O$: Se ในอัตราส่วน 100 : 10 : 1

4. 40 % NaOH

สารละลาย NaOH 2000 กรัม ด้วยน้ำกลั่นใน beaker พลาสติกขนาด 5,000 มิลลิลิตร (เตรียมในตู้ดูดควัน) คนด้วยแท่งแก้วให้ NaOH ละลายหมด ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 5 ลิตร เก็บสารละลายไว้ในภาชนะพลาสติก

5. Std. 0.005 NH_2SO_4

การวิเคราะห์

- ชั่งดิน (ที่ผึ่งให้แห้งในที่ร้อนและร้อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร) 2 กรัม ใส่ Kjeldahl Digestion Flask
- เติม Catalyst Mixture ประมาณ 1 กรัม
- เติม conc. H_2SO_4 10 มิลลิลิตร (ใช้ Graduate Pipet) นำเข้าเตาย่อยโดยใช้อุณหภูมิ $360^\circ C$ จนกระทั่งตัวอย่างใช้ได้ (Clear) ใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง ตัวอย่างจะเป็นสีขาวขุ่นๆ และไม่มีควันของกรด H_2SO_4
- ทำ Blank โดยใช้ Catalyst Mixture ประมาณ 1 กรัม และ conc. H_2SO_4 10 มิลลิลิตร แล้วทำการย่อยเช่นเดียวกัน

5. ปิดเครื่อง ทิ้งไว้ให้เย็นจึงนำออกจากเตาย่อย
6. เติมน้ำกลั่นประมาณ 10 มิลลิลิตร (อย่าเติมน้ำกลั่นในขณะที่ตัวอย่างยังร้อนอยู่) จะเกิดความร้อน ทิ้งไว้ให้เย็นจึงปรับปริมาตร โดยเทสารละลายตัวอย่างผ่านกรวยกรองลงใน Volumetric Flask ขนาด 10 มิลลิลิตร และใช้น้ำกลั่นล้าง Digestion Flask ที่สะอาดๆ 3-4 ครั้ง เพื่อล้างตัวอย่างที่ติดค้างใน Digestion Flask ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในขวดพลาสติก Pipet สารละลายที่ได้จากการปรับปริมาตร (ควรทำ Blank ก่อนตัวอย่าง) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร (ใช้ Volumetric Pipet) ใส่ Distillation Flask เติมน้ำกลั่น 40% NaOH 10
7. (ใช้ Graduate Pipet) สวม Distillation Flask เข้ากับเครื่องกลั่น
8. นำ Erlenmeyer Flask ขนาด 125 มิลลิลิตร ซึ่งมี 2% H_3BO_3 -indicator บรรจุอยู่ 10 มิลลิลิตร มารองรับใต้ Condenser ของเครื่องกลั่น โดยให้ปลายของ Condenser จุ่มลงใน สารละลาย H_3BO_3 -Indicator
9. กลั่นจนปริมาตรของสารละลายใน Erlenmeyer Flask ที่รองรับใต้ Condenser เพิ่มขึ้นถึงขีด 75 มิลลิลิตร
10. นำสารละลายที่ได้จากการกลั่นไป Titrat กับ Std. 0.005 N H_2SO_4 ที่จุดยุติ สารละลายจะมีสีม่วง-แดง จดปริมาตรของ Std. 0.005 N H_2SO_4 ที่ใช้ Titrat เพื่อคำนวณหา Total N ในดิน

หมายเหตุ

1. การวิเคราะห์แต่ละชุดควรกลั่น Std. NH_4^+ -N 100 ppm ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ด้วย เพื่อคำนวณค่า Recovery ของเครื่องกลั่น
2. ระหว่างการกลั่นควรจุ่มปลายของ Condenser ลงในสารละลาย Boric Acid Indicator เพื่อป้องกันการสูญหายของ NH_3 ที่ได้จากการกลั่น (Houba *et al.*, 1988)

สูตรคำนวณ

$$\text{Total N (\%)} = \frac{(\text{ml Std. } H_2SO_4 \text{ Sample} - \text{ml Std. } H_2SO_4 \text{ Blank}) \times N \text{ Std. } H_2SO_4 \times \text{Final Volume (ml)} \times 100}{\text{Aliq. (ml)} \times \text{wt. of Soil (g)}}$$

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินโดยวิธี Bray II

หลักการ

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารพืชธาตุหนึ่งที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก และจะมีอยู่ในดินต่ำมากโดยมีค่าเฉลี่ยเพียง 0.06 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับไนโตรเจนที่มี 0.14 และโพแทสเซียม 0.83 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินอยู่ในรูปอนุกรมฟอสเฟต คือ H_2PO_4 และ HPO_4^{2-} ซึ่งได้จากกระบวนการแปรสภาพของอินทรีย์วัตถุ และจากการละลายของสารประกอบฟอสเฟตต่างๆ ในดิน ออกมาอยู่ในสารละลายดิน (Soil Solution) ซึ่งอยู่ในสภาพสมดุลกัน เมื่อพืชดูดดึงฟอสเฟตในสารละลายดินไปใช้จะทำให้ปริมาณในส่วนนี้ลดลง ฟอสเฟตในส่วนของ Soil Solid จะถูกปลดปล่อยออกมาเพื่อชดเชย ซึ่งอัตราการสลายตัวของฟอสเฟตออกมาสู่สารละลายดินจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับชนิดของสารประกอบฟอสเฟตในดิน วิธีวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อทราบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน นิยมใช้น้ำยาชนิดต่างๆ ทั้งที่เป็นด่างและเป็นกรด ทั้งนี้ขึ้นกับการศึกษาวิจัยกันมาแล้วว่า น้ำยาชนิดใดเมื่อสกัดปริมาณฟอสฟอรัสในดินแล้วมีความสัมพันธ์มากที่สุดกับฟอสฟอรัสที่พืชสามารถดึงดูดไปใช้ หรือกับผลผลิตของพืช น้ำยาที่ใช้สกัดดินในห้องปฏิบัติการนี้ใช้วิธีของ Bray. II ซึ่งประกอบด้วย 0.1 N HCl และ 0.03 N NH_4F ซึ่งความเป็นกรดของน้ำยานี้ จะช่วยละลายฟอสเฟตบางส่วนของ Soil Solid ออกมา และ F^- ในน้ำยาสกัดจะช่วยแทนที่ฟอสเฟตไอออนที่ถูกดูดยึดอยู่ที่ผิวของ Soil Colloid ให้ ออกมาอยู่ในรูปที่ละลาย ซึ่งอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช สามารถใช้ได้กับดินส่วนใหญ่ของประเทศ แต่สำหรับดินเค็มแล้วควรใช้วิธีของ Olsen (1954)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ขวดแก้วกันแบน (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. หลอดแก้ว (test tube)
4. กระจกกรอง เบอร์ 5 ขนาด 11 เซนติเมตร
5. ปิเปต (pipette)
6. เครื่องทำสารละลายเจือจาง (Auto dilutor)
7. ขวดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร และ 1 ลิตร
8. บีกเกอร์ขนาด 2 ลิตร
9. สารเคมีชนิดต่างๆ

10. เครื่อง Spectrophotometer

สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

1. น้ำยาสกัด Bray II (0.03 N NH_4F , 0.1 N HCl) (Bray and Kurtz, 1945) ละลายแอมโมเนียมฟลูออไรด์ (ammonium fluoride, NH_4F) 11.10 กรัม ในน้ำกลั่น 8 ลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl) ลงไป 86 มิลลิลิตร แล้วปรับให้มีปริมาตร 10 ลิตร ปรับ pH .ให้อยู่ระหว่าง 1.5-1.6
2. Stock solution (Reagent A : Sulfuric-Molybdate-Tartrate Solution) (Reid and Copeland, 1969; Hue and Evans, 1978) ละลายแอมโมเนียม โมลิบเดต (Ammonium Molybdate, $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}]$) 50 กรัมใส่ในบีกเกอร์ขนาด 2 ลิตร เติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร คนให้ละลาย ละลายแอนติโมนีโพแทสเซียมคาร์เตรท (Antimony Potassium Tartrate, $\text{KSbO}_3\cdot\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$) 1.213 กรัม ในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร (ถ้าไม่ละลายนำไปอุ่นแต่ต้องไม่เกิน 60°C) เมื่อละลายเข้ากันดีแล้ว เทใส่ในบีกเกอร์ที่ใส่แอมโมเนียม โมลิบเดต คนให้เข้ากันอีกครั้ง ค่อยๆเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. H_2SO_4) 700 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น เทลงในขวด Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตร แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น เทเก็บไว้ในขวด Polyethylene หรือ ขวด Pyrex สีนํ้าตาลและเก็บไว้ในที่มืดและเย็น น้ำยานี้ทิ้งไว้ได้นาน 6 เดือน
3. น้ำยา Develop สี (Working Solution, Reagent B) (The Auburn University Modified Murphy and Riley (1962); Watanabe and Olsen, (1965) และ Mehlich (1978)) ละลาย Ascorbic Acid 1.76 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 1,600 มิลลิลิตร เติม สารละลาย ข้อ (2) ลงไป 40 มิลลิลิตร ทำให้มีปริมาตร 2 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 2 ชั่วโมง จึงนำมาใช้ สารละลายนี้เก็บได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงต้องเตรียมใหม่ทุกครั้ง
4. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม P ละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium Dihydrogen Phosphate, KH_2PO_4 ที่อบให้แห้งที่ 40°C นาน 2 ชั่วโมง) 0.2195 กรัม ในน้ำกลั่นพอสมควร ปรับสภาพให้เป็นกรดด้วยกรดซัลฟูริก 1-2 หยด แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร
5. นำสารละลายมาตรฐาน ข้อ (4) มาทำ Standard Set ให้มีความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม P ด้วยน้ำยาสกัด

วิธีทำ

1. ชั่งตัวอย่างดิน 1.0 กรัม ใส่ในขวดแก้วกันแบน (Erlenmeyer Flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำยาสกัด Bray II 10 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง No.5 ขนาด 11.0 เซนติเมตร
3. ปิเปตสารละลายที่สกัดได้ในข้อ (2) อัตราส่วน 1 ส่วนต่อ Working Solution 16 ส่วน (เท่ากับ 17 เท่า โดยใช้ Auto-dilutor) ลงในหลอดแก้ว ที่ไว้ครึ่งชั่วโมง นำไปอ่านค่าความเข้มข้น (Concentration) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ช่วงคลื่น 882 นาโนเมตร
4. ทำ Blank และชุดของสารละลายมาตรฐาน (Standard Set) เช่นเดียวกับข้อ (3)

วิธีการคำนวณ

$$\text{ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (P)} = \frac{B \times DF(\text{Sample}) \times X}{A \times DF(\text{Standard})} \quad \text{มิลลิกรัม/กิโลกรัม}$$

เมื่อ

A = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)

B = น้ำยาสกัด (มิลลิลิตร)

X = ค่าที่อ่านได้ เมื่อวัดค่าเทียบกับ Standard Set

DF = อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution Factor)

ดังนั้น ถ้าไม่มีการทำเจือจาง

$$\text{ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (P)} = \frac{B \times X}{A} \quad \text{มิลลิกรัม/กิโลกรัม}$$

การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Potassium)

หลักการ

โพแทสเซียมในดินส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแร่ (Minerals) เช่น แร่ไมก้า (Biotite, Muscovite), เฟลสปาร์ (Orthoclases, Microclines) เป็นต้น แร่เหล่านี้เมื่อโครงสร้างของดินถูกทำลาย หรือ เปลี่ยนแปลง ชนิด แร่จะปลดปล่อย K^+ ออกมาได้ปริมาณเป็นประโยชน์ได้ของโพแทสเซียม คือ Exchangeable K^+ ซึ่ง Exchangeable K^+ จะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น CEC ปริมาณของแร่ดินเหนียว หรือประเภทเนื้อดิน ฯลฯ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้วว่าโพแทสเซียมในดินที่พืชจะนำไปใช้ได้ นั้น ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ Exchangeable K^+ และ K^+ ในสารละลายดิน ดังนั้นถ้าเราทราบว่าดินมีโพแทสเซียมอยู่ในรูปดังกล่าวมากน้อยเท่าใด เราก็พอที่จะบอกได้ว่าดินนั้นมีระดับโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Potassium) สูง หรือต่ำ เพียงใดวิธีการสกัดด้วยน้ำยาโดยทั่วไปไม่อาจจะไล่ที่ Exchangeable K^+ ออกมาได้หมด แต่หากใช้น้ำยาสกัดที่เหมาะสมแล้ว ค่าที่ได้ถือว่าเพียงพอสำหรับการใช้ในการแนะนำการใช้ปุ๋ยได้

อุปกรณ์

1. ขวดปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. ขวดชมพู (Erlenmeyer Flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. ปิเปต (Pipette) ขนาด 1, 2, 5 และ 10 มิลลิลิตร
4. กระจกกรอง เบอร์ 1
5. กรวยกรอง
6. Dispenser ขนาด 25 มิลลิลิตร
7. Flame Spectrophotometer
8. เครื่องชั่ง (Balance)
9. เครื่องเขย่า (Shaker)

สารเคมี

1. สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต (NH_4OAc) 1 M pH 7.0
2. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น $1,000 \text{ mg L}^{-1}$

3. สารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 mg L⁻¹

วิธีเตรียมน้ำยาเคมี

1. สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต (NH₄OAc) 1 M pH 7.0

ละลาย 1,140 มล. Glacial Acetic Acid (99.5%) ในน้ำกลั่นประมาณ 16 ลิตร เติมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH₄OH) เข้มข้น 1,380 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่น จนสารละลายทั้งหมดมีปริมาตรประมาณ 19 ลิตร ผสมให้เข้ากันดี แล้วปรับ pH ของสารละลายด้วย NH₄OH หรือ Glacial Acetic Acid ให้ได้ pH เท่ากับ 7.0 จึงปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 20 ลิตร

2. สารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมเข้มข้น 1,000 mg L⁻¹

ละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 1.9067 กรัม (ที่อบแห้ง) ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3. สารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 mg L⁻¹

ปิเปตสารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมเข้มข้น 1000 mg L⁻¹ 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปริมาตร และทำให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมเข้มข้น 100 mg L⁻¹ หลังจากนั้นปิเปตสารละลายนี้ 0, 2, 4, 6, และ 8 มล. ใส่ในขวดปริมาตรและทำให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 mg L⁻¹ ตามลำดับ

วิธีทำ

1. ชั่งดิน 2.5 กรัม ใส่ในขวดชมพู (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติม 1 M NH₄OAc pH 7.0 25 มล. เขย่าด้วยเครื่องเขย่า 30 นาที
3. กรองดิน และเก็บสารละลายที่กรองได้
4. วิเคราะห์ปริมาณ K ด้วยเครื่อง Flame Spectrophotometer โดยเปรียบเทียบกับค่า

มาตรฐาน

วิธีคำนวณ

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน, mg kg⁻¹ = 10 K x df

K = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ, mg kg⁻¹

df = Dilution Factor

สัดส่วนของธาตุคาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน (Carbon/Nitrogen Ratio: C/N Ratio)

หลักการ

สัดส่วนของอินทรีย์วัตถุในดินหรือวัสดุอินทรีย์มีความแปรผันอย่างมากและสัดส่วนของธาตุคาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน หรือ C/N Ratio สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้แหล่งที่มาและระดับของการย่อยสลาย ซึ่งเป็นประโยชน์ในการพิจารณาถึงศักยภาพที่มีต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดังนี้

-วัสดุอินทรีย์ที่มีค่า C/N ratio สูง (>25) พบได้ใน Peat หรือ เศษซากวัสดุอินทรีย์ที่มีการย่อยสลายบางส่วน บ่งชี้ว่ามีการสะสม C ในอัตราที่สูงกว่าการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ดิน

-ดินที่มีค่า C/N Ratio ในช่วง 12-16 บ่งชี้ว่าอินทรีย์วัตถุถูกย่อยสลายได้ดี

-ดินที่มีค่า C/N Ratio ในช่วง 10-12 บ่งชี้ว่าถึงความสัมพันธ์กับดินชั้นบนที่ใช้ทำการ

เพาะปลูกที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง

-ดินที่มีค่า C/N Ratio ต่ำ (<10) โดยทั่วไปมักเป็นดินชั้นล่าง

เนื่องจากการประเมินค่า %C และ %N นั้นจะขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้วิเคราะห์ ซึ่งจะมีผลต่อค่า C/N Ratio ด้วย ดังนั้นในการรายงานค่า C/N Ratio จึงจำเป็นต้องระบุวิธีการที่ใช้วิเคราะห์

$$\text{C/N Ratio} = \frac{\%C}{\%N}$$

โดยที่ค่า %C ประเมินจากวิธี Walkey & Black ส่วน %N ประเมินจากวิธี Kjeldahl

Method

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายสุทิน ทวยหาญ
เกิด	11 มิถุนายน พ.ศ. 2506
ภูมิลำเนาปัจจุบัน	13 หมู่ 9 บ้านหนองจู้ ตำบลธงธานี อำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด 45170
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2538	เริ่มรับราชการครู ตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 สังกัดกองการ มัธยมศึกษาสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
พ.ศ. 2540	ตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 4 โรงเรียนสูงยางวิทยาประชาสรรค์ อำเภอเมืองสรวง จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2544	ตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 5 โรงเรียนท่าม่วงวิทยาคม อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2547	ครู คศ.2 โรงเรียนท่าม่วงวิทยาคม อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2549	ครูวิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนท่าม่วงวิทยาคม อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2555	ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษปฏิบัติหน้าที่ รองผู้อำนวยการฝ่ายอำนวยการ โรงเรียนท่าม่วงวิทยาคม อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2520	จบชั้นประถมศึกษา จากโรงเรียนตลาดพิमान (วันครู 2503) อำเภอเมือง จังหวัดสกล
พ.ศ. 2523	จบชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสตุลวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสกล
พ.ศ. 2525	จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสตุลวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสกล

พ.ศ. 2531	ค.บ. (เกษตรศาสตร์) วิทยาลัยครูเลย
พ.ศ. 2556	วท.ม. (เทคโนโลยีการเกษตร) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ผลงานที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

พ.ศ. 2544	ชนะเลิศโครงการงานเกษตร มัธยมปลาย ระดับ โรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2544	ได้รับรางวัลดีเยี่ยม โครงการงานเกษตร มัธยมปลายระดับ โรงเรียน มัธยมศึกษา ในงานศิลปหัตถกรรมนักเรียน ครั้งที่ 55 ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2545	ชนะเลิศ โครงการงานเกษตร มัธยมปลาย เขตพื้นที่การศึกษา ร้อยเอ็ดเขต 3
พ.ศ. 2547	เข้าร่วมแข่งขันการประกวดโครงการนักเรียนระดับประเทศด้วย พระราชทานสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ครั้งที่ 5
พ.ศ. 2550	ชนะเลิศ โครงการงานเกษตร มัธยมปลาย เขตพื้นที่การศึกษา ร้อยเอ็ด เขต 3
พ.ศ. 2553	รางวัลดีเยี่ยม โครงการอาชีพ มัธยมปลาย เขตพื้นที่การศึกษา ร้อยเอ็ด เขต 3
พ.ศ. 2554	รางวัลดีเยี่ยม อันดับ 1 โครงการสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มัธยมปลาย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27
พ.ศ. 2554	ชนะเลิศสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2554	รางวัลเหรียญทองกิจกรรมโครงการอาชีพ ระดับ มัธยมปลาย งานศิลปหัตถกรรมครั้งที่ 61 ระดับเขตพื้นที่การศึกษา ฯ

รางวัลที่ได้รับ

พ.ศ. 2539	ได้รับการคัดเลือกเป็นครูดีเด่นวิชาเกษตรกรรม สำนักงานสามัญ ศึกษาร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2541	ได้รับคัดเลือกเป็นครูผู้สอนดีเด่น ระดับมัธยมศึกษา จากสำนักงานครูสภา จังหวัดร้อยเอ็ด