# ภาคผนวก ค

## kjeldahl และเกณฑ์มาตรฐานความสูงต่ำของค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดิน

**Kjeldahl**

Total Kjeldahl Nitrogen หรือ (TKN) หมายถึงผลรวมของแอมโมเนีย และสารอินทรีย์ไนโตรเจน การหา TKN มักทำได้โดยเปลี่ยนสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้มาอยู่ในรูปของแอมโมเนียก่อน แล้วจึงวัดแอมโมเนียทั้งหมดแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

1. การย่อย (Digestion)

สารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ จะถูกย่อยด้วย Sulfuric acid เข้มข้น ($H_2SO_4$ conc.) โดยกรดจะออกซิไดซ์ไนโตรเจนในสารตัวอย่าง ให้เกิดเป็น Ammonium sulfate $(NH_4)_2SO_4$ และ $CO_2$, $SO_4$, $H_2O$ จะถูกดูดออกจากระบบโดยเครื่องดูดไอกรด

ดังสมการ

$$\text{Sample (N)} + H_2SO_4 \text{ conc.} \xrightarrow[400\ ^\circ C]{\text{Cat}} (NH_4)_2SO_4 + [CO_2 + SO_2 + H_2O]$$

อยู่ในหลอดย่อย ไอกรด

เพื่อผ่านเข้าไปในสารละลาย Sodium carbonate ($Na_2CO_3$)

2. การกลั่น (Distillation)

ขั้นตอนการกลั่น ให้นำหลอดย่อยที่มี $(NH_4)_2SO_4$ มาทำปฏิกิริยากับ Sodium hydroxide (NaOH) จะได้ Ammonium hydroxide ($NH_4OH$) หรือ Ammonia ($NH_3$)

ดังสมการ

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + [2\,NH_3 + 2\,H_2O]$$

$$2\,NH_4OH$$

เมื่อสารละลายผ่าน Condenser จะเกิดการควบแน่นเป็นของเหลวไหลลงใน Flask ที่บรรจุ Boric acid ($H_3BO_3$) ซึ่งผสม Mixing indicator (สารละลายสีน้ำตาล) จะทำปฏิกิริยาระหว่าง $H_3BO_3$ กับ $NH_3$ ทำให้เกิดเป็น Ammoniumdihydrogenborate ($NH_4H_2BO_3$) สังเกตได้จาก Mixing indicator เปลี่ยนจากสารละลายสีน้ำตาล เป็นสารละลายสีฟ้า ดังสมการ

$$2\,NH_3 + 2\,H_3BO_3 \longrightarrow 2\,NH_4H_2BO_3 \qquad (1)$$

3. การไทเทรต (Titration)

นำ $NH_4H_2BO_3$ ไปไทเทรตกับ 0.1 N $H_2SO_4$ ปฏิกิริยาระหว่าง $NH_4H_2BO_3$ กับ 0.1 N $H_2SO_4$

ดังสมการ

$$2NH_4H_2BO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + 2H_2BO_3 \qquad (2)$$

$H_3BO_3$ ที่เกิดขึ้น จะทำให้สีจางลงของ Mixing Indicator จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลตามเดิม เมื่อรวมสมการที่ (1) และ (2) จะทราบว่า $H_2SO_4$ 0.1 mol จะทำปฏิกิริยาพอดีกับ $NH_3$ จากสารตัวอย่างจำนวน 2 mol

ดังสมการ

$$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 \qquad (3)$$

$NH_3$ = 17 g

1 mol ของ $NH_3$ มีไนโตรเจน ( N ) หนัก 14 g

ถ้า 2 mol ของ $NH_3$ มีไนโตรเจน ( N ) หนัก 28 g

1 mol ของ $H_2SO_4$ ทำปฏิกิริยาพอดีกับ 2 mol ของ $NH_3$ ซึ่งมี N = 28 g

หรือ 2 g ของ $H_2SO_4$ ทำปฏิกิริยาพอดีกับ 2

**ตารางภาคผนวก ค ที่ 1** เกณฑ์มาตรฐานความสูงต่ำของค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดินสำหรับใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

| ลักษณะทางเคมีของดิน | เกณฑ์มาตรฐาน | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ต่ำมาก | ต่ำ | ต่ำปานกลาง | ปานกลาง | สูงปานกลาง | สูง | สูงมาก |
| 1) อินทรียวัตถุ (mg/Kg) | < 5 | 5-10 | 10-15 | 15-25 | 25-35 | 35-45 | >45 |
| 2) ความอิ่มตัวด้วยด่าง (%) | - | <35 | - | 35-75 | - | >75 | - |
| 3) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/Kg) | < 3 | 3-6 | 6-10 | 10-15 | 15-25 | 25-45 | >45 |
| 4)โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg/Kg) | < 30 | 30-60 | - | 60-90 | - | 90-100 | >120 |
| 5) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) (cmol/Kg) | < 3 | 3-5 | 5-10 | 10-15 | 15-20 | 20-30 | >30 |
| 6) เบสที่แลกเปลี่ยนได้ (cmol $Kg^{-1}$) | | | | | | | |
| (6.1) แคลเซียม | < 2 | 2-5 | - | 5-10 | - | 10-20 | >20 |
| (6.2) แมกนีเซียม | < 2 | 0.3-1 | - | 1-3 | - | 3-8 | >8 |
| (6.3)โซเดียม | < 2 | 0.1-0.3 | - | 0.3-0.7 | - | 0.7-2 | >2 |
| (6.4)โพแทสเซียม | < 2 | 0.2-0.3 | - | 0.3-0.6 | - | 0.6-1.2 | >1.2 |
| 7) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน ($dSm^{-1}$) | < 2 | 2-4 | - | 4-8 | - | 8-16 | >20 |

**หมายเหตุ** ค่าตั้งแต่ 2 ($dSm^{-1}$) ขึ้นไปถือว่าดินเค็ม (Salt affected soil)

(**ที่มา**: วัชรี, 2546)

**ตารางภาคผนวก ค ที่ 2** การประเมินสภาพความเป็นกรด-ด่าง ของดินจากค่า pH ที่วัดได้

| ค่า pH | สภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดิน |
|---|---|
| < 4.5 | เป็นกรดจัดอย่างรุนแรง |
| 4.5-5.0 | เป็นกรดจัดมาก |
| 5.1-5.5 | เป็นกรดจัด |
| 5.6-6.0 | เป็นกรดปานกลาง |
| 6.1-6.5 | เป็นกรดเล็กน้อย |
| 6.6-7.3 | เป็นกลาง |
| 7.4-7.8 | เป็นด่างเล็กน้อย |
| 7.9-8.4 | เป็นด่างปานกลาง |
| 8.5-9.0 | เป็นด่างจัด |
| > 9.0 | เป็นด่างจัดมาก |

**ที่มา** : (มงคล, 2550)

**ตารางภาคผนวก ค ที่ 3** การประเมินปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N)

| Total N (%) | ระดับการประเมิน |
|---|---|
| < 0.025 | ต่ำมาก |
| 0.025-0.050 | ต่ำ |
| 0.050-0.075 | ค่อนข้างต่ำ |
| 0.075-0.125 | ปานกลาง |
| 0.125-0.175 | ค่อนข้างสูง |
| 0.175-0.225 | สูง |
| > 0.225 | สูงมาก |

**ที่มา** : (มงคล, 2550)

**ตารางภาคผนวก ค ที่ 4** การประเมินปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

| **Available P ( mg $kg^{-1}$)** | **ระดับการประเมิน** |
|---|---|
| > 45 | สูงมาก |
| 25 - 45 | สูง |
| 15 - 25 | สูงปานกลาง |
| 10 - 15 | ปานกลาง |
| 6 - 10 | ต่ำปานกลาง |
| 3 - 6 | ต่ำ |
| < 3 | ต่ำมาก |

**ที่มา** : (มงคล, 2550)

**ตารางภาคผนวก ค ที่ 5** การประเมินปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้

| **Extractable K (cmol $kg^{-1}$)** | **ระดับการประเมิน** |
|---|---|
| > 1.2 | สูงมาก |
| 0.6 – 1.2 | สูง |
| 0.3 – 0.6 | ปานกลาง |
| 0.2 – 0.3 | ต่ำ |
| < 0.2 | ต่ำมาก |

**ที่มา** : (มงคล, 2550)