

# **โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Potassium ; avail.K)**

**น.ส.นฤมล ป้อมสา**

**นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ**

**ผู้อำนวยการกลุ่มวิเคราะห์ดิน**

**สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10**

# โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Potassium ; avail.K)

- โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมาก และจำเป็นต่อการเจริญเติบโต
- โพแทสเซียมในดินมีอยู่ด้วยกัน 3 รูป คือ Fixed K, Exchangeable K และ Soluble K
- รูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ คือ Exchangeable K และ Soluble K
- การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน นิยมใช้ คือ สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) 1 N pH 7.0 (Jackson, 1958)

# การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน

- อุปกรณ์



# การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน

- สารเคมี

- \*\*\* สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท (Ammonium Acetate solution) 1 N pH 7.0
- \*\*\* สารละลายโพแทสเซียมมาตรฐาน 1,000 มก./ลิตร
- \*\*\* สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 100 มก./ลิตร
- \*\*\* Standard Set ของโพแทสเซียม

# การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน

- วิธีการ

\*\*\* ชั่งดิน 2.5 กรัม ใส่ในขวดชมพูขนาด 50 มล.

\*\*\* เติมสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท (สารละลายสกัด) 25 มล.

\*\*\* เขย่า 30 นาที ความเร็วรอบ 160 rpm ด้วยเครื่องเขย่า

\*\*\* กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.50 ซม.

\*\*\* สารละลายที่กรองได้ นำไปวัดปริมาณโพแทสเซียม (K) ด้วยเครื่อง Flame photometer ถ้ามีความเข้มข้นเกินความเข้มข้นสูงสุดของ Std.K ต้องทำการเจือจางด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท

# การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน

- การคำนวณ

\*\*\*โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ( $Avail.K$ ) =  $(D \times df \times B) / A$  มก./กก.

เมื่อ  $A$  = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)

$B$  = ปริมาตรของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตทที่ใช้สกัด (มล.)

$df$  = อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution factor) \*กรณี ดบบ.ของตัวอย่างเกิน  
ดบบ.สูงสุดของสารละลายมาตรฐาน  $K$  (มก./กก.)

$D$  = ความเข้มข้นของ  $K$  เทียบกับ ความเข้มข้นมาตรฐาน (มก./กก.) (ค่า  $K$  ที่  
วัดได้)

# การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน

- การเจือจาง

\*\*\* Dilution factor (df) = (A + B)/A

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ต้องการเจือจาง

B = ปริมาตรของน้ำกลั่น

ตัวอย่าง เจือจางความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้นสูง จำนวน 25  
เท่า จะได้

$$df = (1+24)/1 = 25 \text{ เท่า}$$

# FLAME PHOTOMETER

## เตีรื่องวัดการเปล่งแสงโดยเปลวไฟ

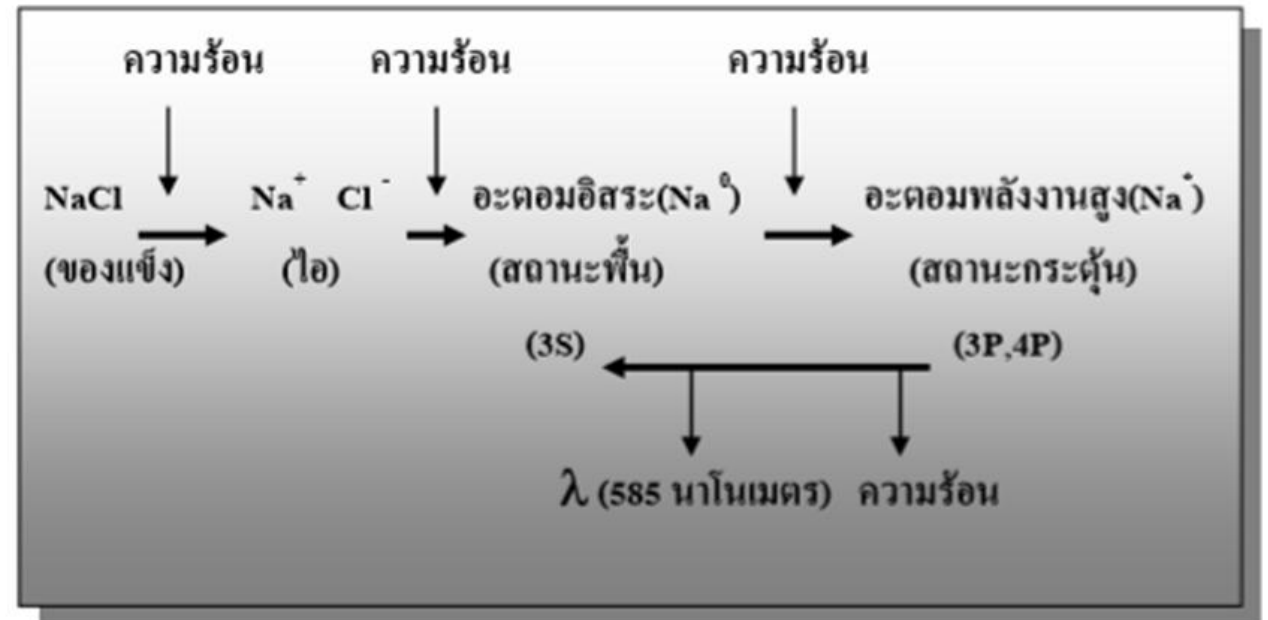
- **Flame Photometer**

เป็นเตีรื่องมือวิเคราะห์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณของโลหะอัลคาไล (Alkali Metals) และโลหะอัลคาไลน์เอิร์ท (Alkaline Earth Metals) บางชนิดในสารละลาย ได้แก่ โซเดียม (Na), โพแทสเซียม (K), ลิเทียม (Li), แคลเซียม (Ca) และแบเรียม (Ba) เตีรื่องมือนี้อาศัยหลักการที่ธาตุเหล่านี้ เมื่อได้รับความร้อนในเปลวไฟ จะเกิดการเรืองแสง (Emission) ที่ความยาวคลื่นเฉพาะตัว ซึ่งสามารถวัด และนำไปคำนวณปริมาณของธาตุนั้น ๆ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

# หลักการทำงานและการบำรุงรักษา เตาเรืองวัตการเปล่งแสงโดยเปลวไฟ

- หลักการทำงาน

ไอออนของโลหะบางชนิด เมื่อได้รับความร้อน อิเล็กตรอนชั้นนอกสุดอยู่ในสถานะ:  
พื้น จะกลายไปอยู่ในสถานะกระตุ้น เมื่อพลังงาน  
ของอิเล็กตรอนลดลง จะคายพลังงานออกมา  
ในรูปคลื่นแสง ที่มีความจำเพาะสำหรับไอออน  
แต่ละชนิด ดังนั้น การวัดความเข้มของแสงที่  
เปล่งออกมาจึงสามารถหาปริมาณของไอออน  
นั้น ๆ ได้



# หลักการทำงานและการบำรุงรักษา เตีรื่องวัดการเปล่งแสงโดยเปลวไฟ

- หลักการทำงาน

1.การดูดสารละลาย (Aspiration) : ตัวอย่างของสารละลายจะถูกดูดเข้าไปในระบบด้วยอัตราสม่ำเสมอ

2.การทำให้เป็นละออง (Nebulization) : สารละลายที่ถูกดูดเข้ามามีจะถูกทำให้เป็นละอองพวยละเอียด (Aerosol) โดยการผสมกับก๊าซเชื้อเพลิง

3.การเผาไหม้ในเปลวไฟ (Atomization and Excitation) : ละอองพวยของสารละลายจะถูกส่งเข้าสู่เปลวไฟ (Flame) ที่มีอุณหภูมิสูง (ประมาณ 1,700–3,000 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของก๊าซ)

# หลักการทำงานและการบำรุงรักษา เครื่องวัดการปล่อยแสงโดยเปลวไฟ

- หลักการทำงาน

4.การปลดปล่อยแสง (Emission) : อิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นจะไม่อยู่ในสถานะพลังงานสูงนั้นนาน เมื่อกลับสู่ระดับพลังงานต่ำ จะปลดปล่อยพลังงานในรูปแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะตัวสำหรับธาตุแต่ละชนิด

5.การแยกแสง (Monochromator/Filter) : แสงที่ปลดปล่อยจะถูกส่งผ่านไปยังฟิลเตอร์แสง หรือโมโนโครมาเตอร์ ที่จะเลือกเฉพาะความยาวคลื่นแสงของธาตุที่ต้องการ

6.การตรวจจับแสง (Detector) : แสงที่ผ่านฟิลเตอร์ จะถูกตรวจจับโดย Photo Detector เปลี่ยนความเข้มของแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า

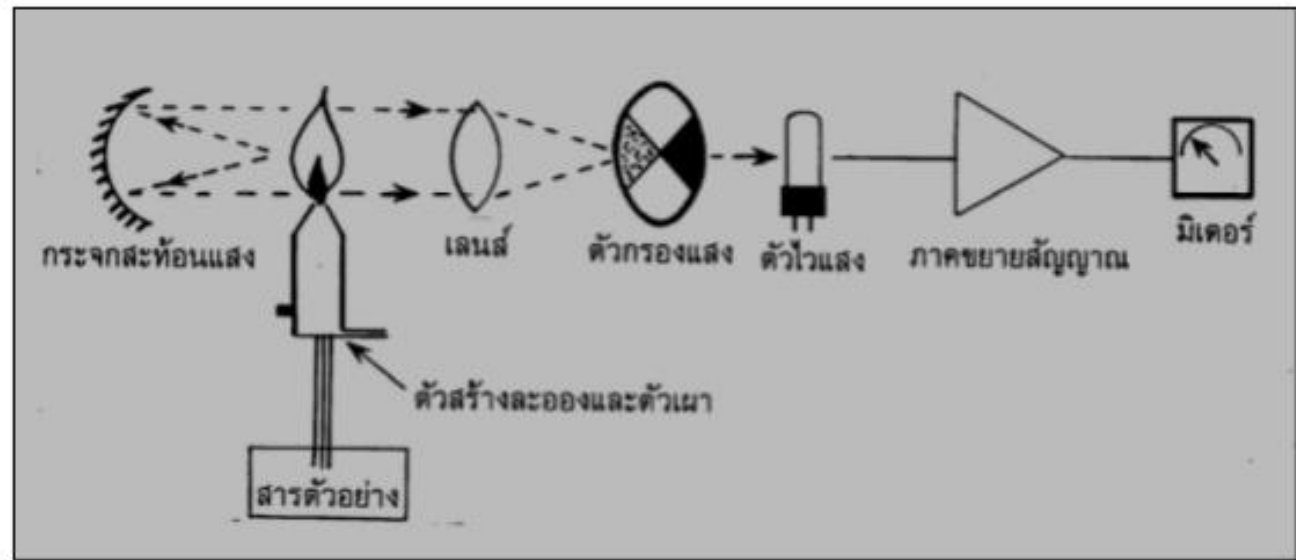
7.การแสดงผลและการคำนวณ (Display and Calculation) : สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จาก Detector จะถูกประมวลผล และแสดงผลเป็นค่าความเข้มแสง แปรผันตรงกับความเข้มข้นของธาตุในตัวอย่าง

# ประเภทของเครื่องวัดการแปลงแสงโดยเปลวไฟ

- **แบบวัดแสงโดยตรง**

**(Direct measurement type)**

ทำงานโดยการดูดสารมาตรฐานเข้าสู่เปลวไฟ ลำแสงที่แปลงออกมาถูกรวมผ่านกระจกเลนส์ผ่านช่องแสงเข้าไปยังตัวกรองแสง จึงผ่านช่องแสงออกตกกระทบบตัวไวแสง ผ่านวงจรขยายอ่านค่าที่สเกลอ่านค่า ปรับค่าให้ถูกต้องตามค่าของสารมาตรฐานที่ใช้หลังจากนั้นจึงดูดสารตัวอย่างเข้าไปวัดค่า

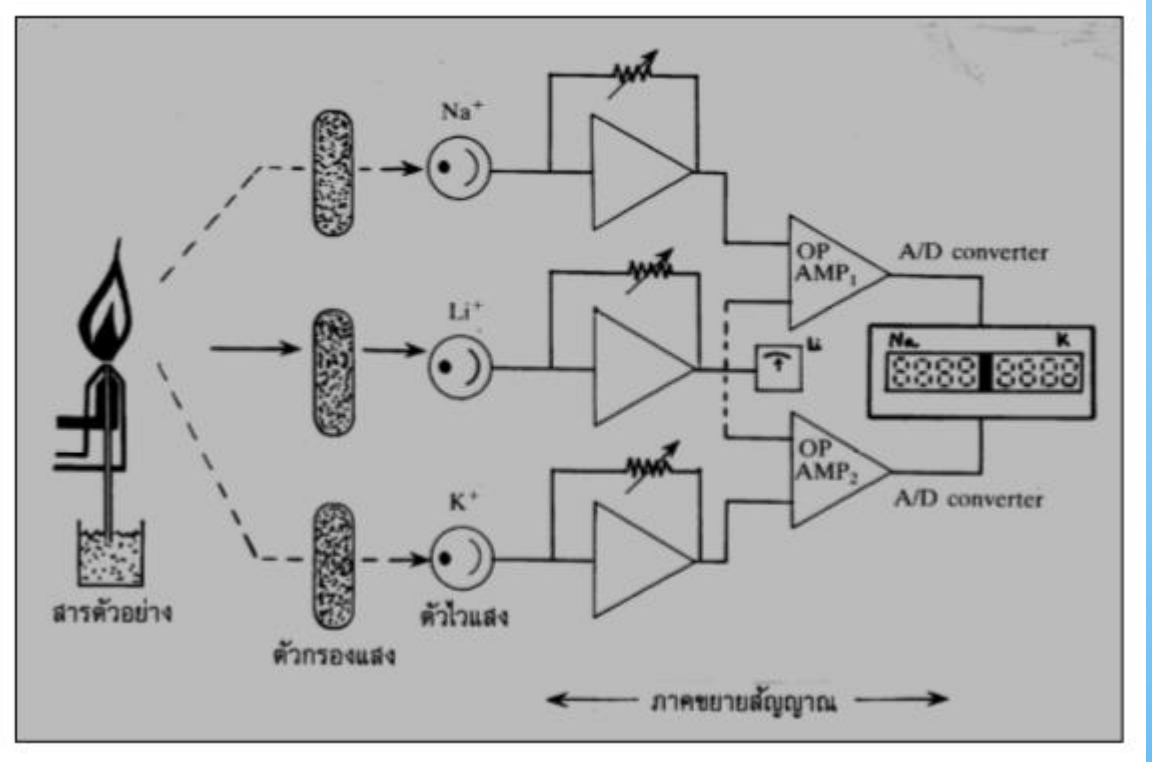


องค์ประกอบพื้นฐานของเครื่องวัดการแปลงแสงโดยเปลวไฟ

# ประเภทของเครื่องวัดการเปล่งแสงโดยเปลวไฟ

- แบบวัดเทียบกับสารมาตรฐานภายใน  
(Internal standard type)

เป็นการวัดที่อาศัยหลักการวัดคล้ายๆ กับเครื่องวัดการดูดกลืนแสงชนิดลำแสงคู่ (หรือสารอื่น) เป็นตัวสร้าง ลำแสง หรือ สเปกตรัมอ้างอิงตลอดเวลาที่วัดสารมาตรฐาน หรือสารตัวอย่าง เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของ เปลวไฟ และลำแสงของสารตัวอย่าง เปลี่ยนแปลงไปในสัดส่วนที่เท่าๆ กัน ทำให้การ วิเคราะห์โดยวิธีนี้มีความเที่ยงตรง และ ความ แม่นยำ



การวิเคราะห์แบบเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานภายใน  
โดยใช้ตัวไวแสงหลายอัน

# ชนิดของเชื้อเพลิงและอุณหภูมิ

| แก๊สเชื้อเพลิง | แก๊สช่วยเผาไหม้ | อุณหภูมิ (เซลเซียส) |
|----------------|-----------------|---------------------|
| แก๊สธรรมชาติ * | อากาศ           | 1,700-1,900         |
| แก๊สธรรมชาติ * | ออกซิเจน        | 2,740               |
| ไฮโดรเจน       | อากาศ           | 2,000-2,050         |
| ไฮโดรเจน       | ออกซิเจน        | 2,550-2,700         |
| $C_2H_2$       | อากาศ           | 2,125-2,400         |
| $C_2H_2$       | ออกซิเจน        | 3,060-3,135         |
| $C_2H_2$       | $H_2O$          | 2,600-2,800         |
| ไซยาโนเจน      | ออกซิเจน        | 4,500               |

# การรบกวนการวิเคราะห์

- แอนไอออน (anion) ที่เกิดจากเกลือหรือกรดจับกับโพแทสเซียม หรือโซเดียมกลายเป็นเกลือที่ละลายยาก จะทำให้การวิเคราะห์ต่ำกว่าค่าจริง
- แคตไอออน (cation) บางชนิดทำให้การวิเคราะห์ได้ค่าสูงกว่าค่าจริง เช่น  $\text{Ca}^{2+}$  ,  $\text{Fe}^{3+}$  ,  $\text{Mn}^{2+}$  และ  $\text{Sn}^{3+}$
- ความเข้มข้นของเปลวไฟเมื่อเผาสารมาตรฐาน และสารตัวอย่างมีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากองค์ประกอบพื้นฐานต่างกัน (background interference)
- สารที่ต้องการวิเคราะห์ถูกดูดเข้าสู่เปลวไฟมากเกินไปจนอะตอมแตกตัวได้น้อยลงกว่าปกติ เพราะอุณหภูมิของเปลวไฟลดลงเป็นผลให้วิเคราะห์ได้ค่าต่ำกว่าค่าจริง (ionization interference)

# การรบกวนการวิเคราะห์

- สารละลายที่มีความหนืดมาก ทำให้ท่อดูดอุดตัน และเกิดละอองที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอ
- แบคทีเรียโดยเฉพาะ: *Pseudomonas* ซึ่งมักพบในน้ำกลั่นปราศจากไอออนทำให้วิเคราะห์โซเดียม และโพแทสเซียมสูงกว่าค่าจริง
- การรบกวนทางอากาศ ดวับบุหรืออาจทำให้การวิเคราะห์โพแทสเซียมสูงกว่าค่าจริง ส่วนลมทะเล หรือฟุ้งอาจทำให้การวิเคราะห์โซเดียมสูงกว่าค่าจริง
- การจับปนจากนิ้วมือที่สัมผัสกับภาชนะใส่สารตัวอย่างที่จับแล้ว อาจทำให้วิเคราะห์โซเดียมสูงเพิ่มขึ้น 4–20 mEq/L และวิเคราะห์โพแทสเซียมสูงเพิ่มขึ้นถึง 4 mEq/L

# วิธีการใช้เครื่องวัดการเปล่งแสงโดยเปลวไฟ

- เปิดสวิทช์ไฟฟ้าเพื่ออุ่นเครื่องประมาณ 15 นาที
- เปิดถังแก๊สเชื้อเพลิง
- กดปุ่มจุดไฟ
- เปิดหัวแก๊สเชื้อเพลิงไหลเข้าสู่หัวเผา
- หลังจากไฟติด เปิดถังแก๊สช่วยเผาไหม้ และปล่อยแก๊สในปริมาณที่ต้องการ
- ปรับสีและความสูงของเปลวไฟให้ถูกต้อง
- เลือกใช้ตัวกรองแสงที่ต้องการ
- ดูน้ํากลั่นปราศจากไขมันเพื่อปรับศูนย์ของสเกลอ่านค่า

# วิธีการใช้เครื่องวัดการแปลงแสงโดยเปลวไฟ

- ตรวจสอบมาตรฐานพร้อมกับหมุนปั๊ม Calibrate
- ดูดน้ำกลั่นปราศจากไอออน เพื่อตรวจสอบจุดศูนย์บวงสกลอ่านค่าอีกครั้ง
- ดูดสารละลายตัวอย่าง แล้วอ่านค่าที่ได้
- ดูดน้ำกลั่นปราศจากไอออนล้างตัวเผาหลาย ๆ ครั้ง หลังจากวิเคราะห์เสร็จ
- ปิดถังแก๊สออกซิเจน
- ปิดถังแก๊สเชื้อเพลิง
- ปิดสวิทช์ไฟฟ้า

# การบำรุงรักษาเครื่องวัดการแปลงแสงโดยเปลวไฟ

- ตรวจสอบการรั่วไหลของแก๊สเชื้อเพลิง
- ทำความสะอาดตัวสร้างอะตอม ด้วยน้ำกลั่น หรือสารทำละลายโปรตีน
- ทำท่อดูดของตัวสร้างอะตอมอุดตัน ควรใช้หลอดขนาดเล็กที่สุด
- ถ่ายน้ำ และสิ่งสกปรกในเครื่องดักความชื้น (moisture trape) ของท่อส่งเชื้อเพลิงเสมอ ๆ
- ในกรณีที่ใช้อากาศอัด (compress air) เป็นแก๊สช่วยเผาไหม้ควรถ่ายน้ำออกจากเครื่องจากเครื่องวัด (Compressor) ทุก ๆ อาทิตย์
- ตรวจสอบอัตราการดูดของตัวสร้างอะตอมเป็นระยะ ๆ
- ตรวจสอบความเที่ยง และความแม่นยำของการตรวจวิเคราะห์

# ประโยชน์ของ Flame Photometer

- **ความรวดเร็ว** : สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้รวดเร็ว
- **ใช้งานง่าย** : มีขั้นตอนการทำงานที่ไม่ซับซ้อน
- **ต้นทุนต่ำ** : เมื่อเทียบกับเครื่องมือชั้นสูง เช่น AAS หรือ ICP-OES
- **ความจำเพาะเจาะจง (Specificity)** : สามารถตรวจวัดธาตุเป้าหมายได้อย่างจำเพาะเจาะจง
- **ความแม่นยำและความเที่ยงตรง** : ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ และมีความเที่ยงตรงสูงสำหรับการวิเคราะห์ธาตุที่เหมาะสม

# บทบาทสำคัญในหลากหลายสาขาวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม

- **ทางการแพทย์และคลินิก** : ใช้ในการวิเคราะห์ระดับอิเล็กโทรไลต์ในเลือดและปัสสาวะ
- **การเกษตรและสิ่งแวดล้อม**
  - ดิน : วิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในดิน
  - น้ำ : ตรวจสอบปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในแหล่งน้ำ
  - พืช : วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในพืช
- **อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม**
  - นมและผลิตภัณฑ์จากนม : ตรวจสอบปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียม
  - น้ำผลไม้และเครื่องดื่ม : วิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุ

# บทบาทสำคัญในหลากหลายสาขาวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม

- **อุตสาหกรรมยาและเภสัชกรรม** : ใช้ในการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ยา
- **อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และเซรามิก** : วัดระดับปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์
- **การตีกลองและวิจัย** : เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการเคมี