

**รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ**  
**เครื่องตรวจวิเคราะห์โลหะหนักพร้อมอุปกรณ์**

1. เป็นเครื่องตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก โดยใช้หลักการดูดกลืนแสงของอะตอมอิสระ สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งแบบใช้เปลวไฟ (Flame Atomization) และ แบบใช้เตาเผาไฟฟ้า (Graphite Furnace Atomization) ควบคุมการทำงานและประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย
  - 1.1 ระบบแสงและการตรวจวัด
  - 1.2 ชุดผลิตอะตอมแบบเปลวไฟ
  - 1.3 ชุดผลิตอะตอมแบบเตาเผาไฟฟ้า
  - 1.4 ชุดผลิตไอไฮโดรด์
  - 1.5 ชุดดูดสารตัวอย่างแบบอัตโนมัติ
  - 1.6 ชุดควบคุมการทำงานและประมวลผล
2. ระบบแสงและการตรวจวัด มีลักษณะดังนี้
  - 2.1. ระบบการแยกแสงเป็นแบบลำแสงคู่ (double beam)
  - 2.2. ระบบแยกแสง (Monochromator) เป็นแบบ Czerny-Turner หรือแบบ Littrow design ครอบคลุมการใช้งานได้ในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 185 ถึง 900 นาโนเมตร
  - 2.3. ใช้ grating มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,800 เส้นต่อมิลลิเมตร สามารถเลือกปรับความกว้างของช่องลำแสงได้ในช่วง 0.2-2.0 นาโนเมตร โดยสามารถเลือกปรับความกว้างของช่องลำแสงได้ไม่น้อยกว่า 3 ขนาด
  - 2.4. ระบบการตรวจวัดสัญญาณ (Detector) เป็นแบบ photomultiplier tube (PMT) หรือ Solid-state detector (SSD)
  - 2.5. สามารถติดตั้งหลอดกำเนิดแสง ได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 6 หลอด
  - 2.6. สามารถใช้กับหลอดกำเนิดแสงได้ชนิด Hollow Cathode Lamp หรือ Electrodeless Discharge Lamp ได้
3. ชุดผลิตอะตอมแบบเปลวไฟ มีรายละเอียดดังนี้
  - 3.1. หัวเตาเผา (Burner head) ทำจากโลหะ titanium ทนการกัดกร่อนได้ดี
  - 3.2. ส่วนของ nebulizer มี capillary หรือ needle ทำจาก Platinum/Iridium (Pt/Ir)
  - 3.3. มีระบบแก้ไขค่า Background (background correction) โดยใช้หลอด Deuterium ติดตั้งอยู่ภายในเครื่องมือ หรือ background correction
  - 3.4. การปรับท่าแหน่งที่เหมาะสมของเปลวไฟในการวิเคราะห์ ทำได้โดยอัตโนมัติจากการปรับ burner ทั้งในแนวตั้งและแนวนอนจากคอมพิวเตอร์
  - 3.5. มีระบบความปลอดภัยของเครื่องมือ ดังต่อไปนี้
    - 3.5.1. Burner head ติดตั้งไม่ถูกต้องหรือติดตั้งไม่ตรงกับชนิดที่เลือกใช้
    - 3.5.2. มีระบบตรวจสอบระดับน้ำใน drain tank
    - 3.5.3. มีระบบตรวจสอบความดันของก๊าซหรือในกรณีความดันแก๊สต่ำเกินไป
    - 3.5.4. มีระบบตรวจสอบการรั่วของแก๊ส (gas leak check) หรือมีระบบไล่ก๊าซที่เหลือค้างอยู่ภายในเครื่องและภายในท่อ (bleed gas)
    - 3.5.5. เครื่องจะทำการตัดแก๊สและหยุดทำงานทันทีในกรณีระบบไฟฟ้าขัดข้อง



#### 4. ชุดผลิตอะตอมแบบเตาเผาไฟฟ้า

- 4.1. ควบคุมการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมของเครื่อง
- 4.2. ระบบเตาเผาไฟฟ้าใช้หลอดกราไฟต์ เป็นแหล่งผลิตอะตอม
- 4.3. สามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 12 ระดับ
- 4.4. สามารถปรับการให้อุณหภูมิแก่แท่งกราไฟต์ได้จากอุณหภูมิห้องจนถึงไม่น้อยกว่า 2,600 องศาเซลเซียส
- 4.5. มีระบบน้ำหล่อเย็น สำหรับ Graphite โดยระบบน้ำหมุนเวียนในตัวเครื่องเป็นระบบปิดไม่ต้องใช้น้ำจากแหล่งน้ำภายนอก
- 4.6. มีกล้องแสดงภาพ เพื่อให้สามารถมองเห็นภายในหลอดกราไฟต์
- 4.7. มีระบบแก้ไขค่า Background (background correction) ด้วยเทคนิค self-reversal (SR) หรือ แบบ Longitudinal AC Zeeman-effect Background Correction

#### 5. ชุดผลิตไอโซไครด์

- 5.1. เป็นส่วนผลิตไอของสารประกอบไอโซไครด์ ด้วยเทคนิค continuous flow หรือ flow injection ควบคุมการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์
- 5.2. ระบบการนำเข้าของสาร สามารถปรับอัตราการไหลของสารละลายตัวอย่างได้ตั้งแต่ 0 ถึงไม่น้อยกว่า 7 มิลลิลิตรต่อนาที หรือสามารถควบคุมความเร็วรอบได้ตั้งแต่ 20 ถึงไม่น้อยกว่า 120 รอบต่อนาที
- 5.3. ระบบควบคุมแก๊สตัวพา (carrier) สามารถปรับอัตราการไหลได้ไม่น้อยกว่า 70 มิลลิลิตรต่อนาที
- 5.4. มีแหล่งผลิตอะตอมแบบ Absorption Cell ทำจาก Quartz
- 5.5. การให้ความร้อนกับ Absorption Cell เป็นแบบใช้ไฟฟ้า (Electrically Heated mantle) ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 100 จนถึงไม่น้อยกว่า 1,000 องศาเซลเซียส

#### 6. ชุดดูดสารตัวอย่างแบบอัตโนมัติ ประกอบด้วยแบบใดแบบหนึ่ง ดังนี้

##### แบบที่ 1

- 6.1. เป็นชุดดูดสารตัวอย่างอัตโนมัติ สำหรับชุดผลิตอะตอมแบบเปลวไฟ ชุดผลิตอะตอมแบบเตาเผาไฟฟ้าและส่วนกำเนิดไอของสารประกอบไอโซไครด์ มีลักษณะดังนี้
  - 6.1.1. ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมของเครื่อง
  - 6.1.2. มีภาตใส่หลอดบรรจุตัวอย่างได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 60 ตัวอย่าง และ หลอดบรรจุ reagent ได้ไม่น้อยกว่า 8 หลอด
  - 6.1.3. สามารถตั้งค่าการทำงานแบบ Zero-point detection, Auto rinse, Auto diagnosis และ Random access สำหรับการใช้กับชุดผลิตอะตอมแบบเปลวไฟได้
  - 6.1.4. สามารถทำ Auto dilution สำหรับการใช้กับชุดผลิตอะตอมแบบเตาเผาไฟฟ้าได้
  - 6.1.5. มี Nozzle assy สำหรับดูดตัวอย่างสำหรับชุดผลิตไอของสารประกอบไอโซไครด์

##### หรือ แบบที่ 2

- 6.1 ชุดดูดสารตัวอย่างอัตโนมัติสำหรับชุดผลิตอะตอมแบบเปลวไฟและชุดผลิตไอของสารประกอบไอโซไครด์ มีลักษณะดังนี้
  - 6.1.1 ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมของเครื่อง
  - 6.1.2 สามารถทำ Automatic rinsing ได้
  - 6.1.3 มีแขนกล (Autosampler arm) ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวแกน X, Y และ Vertical
  - 6.1.4 มีภาตใส่ภาชนะบรรจุตัวอย่าง (Tray) ซึ่งสามารถบรรจุสารตัวอย่างได้ไม่น้อยกว่า 150 ตัวอย่าง
- 6.2 ชุดดูดสารละลายอัตโนมัติสำหรับชุดผลิตอะตอมแบบเตาเผาไฟฟ้า มีลักษณะดังนี้
  - 6.2.1 ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมของเครื่อง

- 6.2.2 มีภาคสำหรับวางหลอดตัวอย่างติดตั้งอยู่ด้านหน้าของเครื่อง โดยสามารถถอดเปลี่ยนภาค ได้ 2 แบบ คือ สามารถใส่ตัวอย่างได้ไม่น้อยกว่า 88 ตัวอย่าง จำนวน 1 ชุด และ สามารถใส่ตัวอย่างได้ไม่น้อยกว่า 148 ตัวอย่าง จำนวน 1 ชุด
- 6.2.3 สามารถปรับการดูดสารละลายตัวอย่างได้ในช่วง 2 ถึงสูงสุดไม่น้อยกว่า 90 ไมโครลิตร
- 6.2.4 สามารถทำ Auto dilution ได้

7 ส่วนควบคุมการทำงานและประมวลผล มีลักษณะ ดังนี้

- 7.1 มีซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของเครื่องมือ สามารถทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows 7 สามารถควบคุมเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบหลัก โดยมีรายละเอียด ดังนี้
  - 7.1.1 สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบของความเข้มข้นได้ โดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน
  - 7.1.2 สามารถสลับการใช้งานระหว่างชุดผลิตอะตอมแบบเปลวไฟ และชุดผลิตอะตอมแบบเตาเผาไฟฟ้าได้
  - 7.1.3 สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องได้
  - 7.1.4 สามารถเก็บข้อมูลการวิเคราะห์ วิธีการวิเคราะห์ และ parameter ต่างๆ และสามารถถ่ายโอนข้อมูลผลการวิเคราะห์ได้
  - 7.1.5 สามารถตรวจสอบอายุการใช้งานของ lamp ได้
- 7.2 คอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
  - 7.2.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รุ่นไม่ต่ำกว่า Core i5 ความเร็วไม่น้อยกว่า 3.0 GHz หน่วยความจำ (RAM) ขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB Hard Disk ขนาดไม่น้อยกว่า 500.0 GB มี DVD-RW จอภาพสี ขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว Mouse และ Keyboard
  - 7.2.2 มีระบบปฏิบัติการ Windows 7

7.3 เครื่องพิมพ์ผลชนิด Laser Printer พร้อมหมึกสำรอง จำนวน 1 ชุด

8 มีอุปกรณ์ประกอบเครื่อง ดังนี้

- 8.1 โตะและเก้าอี้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด
- 8.2 โตะสำหรับวางเครื่องมือ จำนวน 1 ตัว
- 8.3 แก๊สอะเซทิลีน พร้อมถังและชุดปรับความดัน จำนวน 1 ชุด
- 8.4 แก๊สอาร์กอน พร้อมถังและชุดปรับความดัน จำนวน 1 ชุด
- 8.5 ปัมลมชนิด oil free จำนวน 1 ชุด
- 8.6 ระบบระบายอากาศเสีย (Exhaust Hood System) ทำด้วยสแตนเลสพร้อมติดตั้งจำนวน 1 ชุด
- 8.7 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 15 kVA จำนวน 1 ชุด
- 8.8 หลอดกำเนิดแสงของธาตุ As, Cd, Cr, Cu Fe, Mn, Ni, Pb, Se, Zn ธาตุละ 1 หลอด
- 8.9 สารละลายมาตรฐาน ความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ชนิดเดี่ยว สำหรับธาตุ As, Cd, Cr, Cu Fe, Mn, Ni, Pb, Se, Zn ชนิดละไม่น้อยกว่า 100 มิลลิลิตร และชนิดผสม (มีธาตุไม่ต่ำกว่า 10 ธาตุ) ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิลิตร พร้อมใบรับรอง
- 8.10 ตัวอย่าง CRM ชนิดซีรัม หรือเลือด ที่มีใบรับรองปริมาณโลหะหนัก As Cd และ Pb จำนวน 2 ชุด
- 8.11 หลอดสำหรับใส่ตัวอย่างทำจาก PTFE หรือ PP หรือ วัสดุที่ทนการกัดกร่อนของสารเคมี ตามชนิดของ autosampler จำนวน 500 ชิ้น
- 8.12 แท่งกราไฟต์สำรองชนิดมี Platform จำนวน 20 ชิ้น
- 8.13 Absorption quartz cell สำรอง จำนวน 2 ชิ้น
- 8.14 สารละลาย  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  Matrix Modifier จำนวน 1 ชุด
- 8.15 สารละลาย  $\text{Pd}(\text{NO}_3)_2$  Matrix Modifier จำนวน 1 ชุด
- 8.16 สารละลาย  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  Matrix Modifier จำนวน 1 ชุด

- 8.17 Sodium borohydride (NaBH<sub>4</sub>) ขนาดไม่น้อยกว่า 100 กรัม จำนวน 5 ขวด
- 8.18 Pump tubing สำหรับชุด hydride generation จำนวน 3 ชุด
- 8.19 ชุดเครื่องมือสำหรับใช้บำรุงรักษาเครื่อง จำนวน 1 กล่อง
- 9 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ 50 เฮิรท์ ได้
- 10 ผลิตภัณฑ์ตามข้อ 1.1-1.5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
- 11 ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต
- 12 ผู้ขายจะต้องทำการเดินสายไฟ ติดตั้งปลั๊กไฟขนาดเหมาะสมกับเครื่องมือ และเดินท่อส่งแก๊สที่ท่อทำจากโลหะ สแตนเลสตามจำนวนแก๊สที่ใช้ จากตัวถังถึงชุดวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก
- 13 ผู้ขายต้องสอนวิธีการใช้งานพร้อมทั้งให้การอบรมหลักการทำงานของเครื่อง การบำรุงรักษา และการใช้โปรแกรม ให้แก่เจ้าหน้าที่จนสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี
- 14 ผู้ขายจะต้องทำการสอบเทียบเครื่องภายหลังการติดตั้ง พร้อมใบรับรองผลการสอบเทียบ
- 15 รับประกันคุณภาพเป็นเวลา 2 ปีพร้อมตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงาน บริการตรวจเช็ค ซ่อม บำรุงรักษาเครื่อง พร้อมออกใบรายงานผลการตรวจสอบ 2 ครั้งในระหว่างการรับประกัน
- 16 มีคู่มือการใช้งาน 1 ชุด กรณีเป็นภาษาต่างประเทศ ผู้เสนอราคาต้องจัดทำฉบับภาษาไทยให้ 2 ชุด
- 17 หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบของตามที่เสนอราคาไว้ในข้อ 7.2 และข้อ 7.3 ผู้ขายจะต้องจัดหาของที่มีคุณสมบัติ เทียบเท่าหรือดีกว่าส่งมอบมาแทน โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจรับพิจารณา
- 18 ส่งมอบ ติดตั้ง และทดลองจนสามารถใช้งานได้ดี ณ สถานที่ที่กรมปศุสัตว์กำหนด โดยในการทดลองผู้ขายต้อง เตรียมสารเคมีและน้ำยาต่างๆ มาเอง ดังนี้
- 18.1 สามารถวิเคราะห์สารละลาย Cu, Fe และ Zn ที่ความเข้มข้นไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยชุดผลิตภัณฑ์แบบแปลนไฟ โดยให้ค่าความแม่นยำเมื่ออ่านซ้ำ 7 ซ้ำ ผิดพลาดไม่เกิน 5% RSD
- 18.2 สามารถวิเคราะห์สารละลาย As, Cd, Cr, Mn, Ni และ Pb ที่ความเข้มข้นไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยชุดผลิตภัณฑ์แบบเตาเผาไฟฟ้า โดยให้ค่าความแม่นยำเมื่ออ่านซ้ำ 7 ซ้ำ ผิดพลาดไม่เกิน 5% RSD
- 18.3 สามารถวิเคราะห์สารละลาย As และ Se ด้วยชุดผลิตภัณฑ์ไอไฮโดรด์ ที่ความเข้มข้นไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยให้ค่าความแม่นยำเมื่ออ่านซ้ำ 7 ซ้ำ ผิดพลาดไม่เกิน 5% RSD

.....ประธานคณะกรรมการ  
(นายไพโรจน์ อารังโสภาส)

.....กรรมการ  
(นางสาวภัทริน โสภาชัยทัตต์)

.....กรรมการ  
(นางสาวพนม ไสยจิตร)

.....กรรมการ  
(นางจรรยา บุญจรัสชะ)

.....กรรมการ  
(นายณัฐนันท์ ศิริรัตนัญญะกุล)

.....กรรมการ  
(นายสิทธิพร อนันต์จินดา)

.....กรรมการ  
(นายนฤเบศ เนินทอง)

.....กรรมการและเลขานุการ  
(นายกิตติพงศ์ ศิริสุทธานันท์)

.....กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ  
(นายสรารุช ชูกระชั้น)