

## ขอบเขตของงาน (Terms of Reference:TOR)

### รายการ “ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ธาตุอาหารระดับอะตอมขั้นสูง” จำนวน 1 ชุด

#### 1.ความเป็นมา

ธาตุอาหารเป็นปัจจัยหลักสำคัญที่จำเป็นต่อกระบวนการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างของพืช สารประกอบที่สำคัญ อาทิเช่น กรดอะมิโน โปรตีน เอนไซม์ เป็นต้น โดยธาตุอาหาร 17 ชนิดถูกจัดเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นของพืช กล่าวคือการขาดธาตุอาหารจำเป็นเหล่านี้ จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ ส่งผลให้ปริมาณ และคุณภาพของผลิตผลลดลง และยังมีแร่ธาตุอื่น ๆ ที่มีความเข้มข้นต่ำ แต่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ นอกจากนี้ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมยังส่งผลต่อประสิทธิภาพการนำธาตุอาหารต่างๆเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ของพืชอีกด้วย การจัดการธาตุอาหารจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งแก่เกษตรกร เพื่อให้สามารถควบคุมคุณภาพและปริมาณของผลิตผลได้ตามต้องการ การศึกษา และวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารแต่ละชนิดในพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Trace elements จะทำให้คณาจารย์ นักวิจัย และนักศึกษา ings มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อปริมาณธาตุอาหารพืช เพื่อให้สามารถอธิบายกลไกที่เกิดขึ้นในพืชได้ สามารถอภิปรายผลการทดลองได้อย่างแม่นยำ และเพื่อให้สามารถวางแผนการผลิตพืชทั้งในเชิงคุณภาพ และปริมาณได้

เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุ (Metal elements) ที่อยู่ในตัวอย่างทดสอบ ด้วยเทคนิค Atomic Absorption Spectroscopy โดยการให้ความร้อน หรือ ปฏิกิริยาเคมีที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดอะตอมอิสระของธาตุในสถานะที่เป็นแก๊ส แล้วตรวจวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะตัวของธาตุ ซึ่งค่าความเข้มของคลื่นแสงที่ถูกดูดกลืนไปจะแปรผันตามปริมาณของธาตุในตัวอย่าง นอกจากนี้เครื่องวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนและซัลเฟอร์โดยการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง เป็นเครื่องมือตรวจวัดคาร์บอนและซัลเฟอร์โดยใช้วิธี High Temperature Oxidation แบบไม่ใช้คะตะลิสต์ (Catalyst-free high temperature combustion) โดยสามารถตั้งอุณหภูมิในการเผาสูงสุดได้ถึง 1,500 องศาเซลเซียส เพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และตรวจวัดปริมาณคาร์บอนโดยใช้ระบบตรวจวัด (Detector) เป็นแบบ Non-Dispersive Infrared Detector (NDIR)

เครื่องมือนี้เหมาะสมกับงานทดลองที่ทดสอบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากกรรมวิธีทดลอง หรือ สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางด้านเกษตร ทำให้สามารถอธิบายผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ เพิ่มความน่าเชื่อถือในงานวิจัย สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับแร่ธาตุทั้งในพืช ดิน และสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เพื่อเพิ่มโอกาสในการทำวิจัยเชิงลึกและเป็นแนวทางในการตีพิมพ์วารสารทางวิชาการชั้นนำระดับนานาชาติ

#### 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อใช้ในการเรียนการสอน งานวิจัย และงานบริการวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ธาตุอาหารในตัวอย่างทางการเกษตร

2.2 เพื่อเกิดความร่วมมือกันในการทำงาน ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ตลอดจนหน่วยงานจากต่างประเทศ ภายใต้ข้อตกลงงานวิจัยร่วมกัน

2.3 เพื่อเพิ่มโอกาสการตีพิมพ์งานวิจัยในวารสารทางวิชาการชั้นนำในระดับนานาชาติ อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลไปพัฒนา การวางแผนการจัดการทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อมได้

### 3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลัง กำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐ ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุ ภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

3.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพรับจ้างงานที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่กรม ณ วันประกาศประกวด ราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคา อิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มี คำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement: e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

3.11 ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e - GP) ของกรมบัญชีกลาง ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

3.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่าย หรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้อง ครบถ้วนในสาระสำคัญ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

3.13 ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายเงินแต่ละ ครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาทคู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

3.14 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องแนบสำเนาการขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) (ถ้ามี)

3.15 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องแนบเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต

### 4. ระยะเวลาดำเนินการ

ภายในปีงบประมาณ 2568

## 5. ระยะเวลาส่งมอบงาน

ระยะเวลา 180 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

## 6. วงเงินในการจัดหา

งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2568

วงเงินงบประมาณ 8,200,000 บาท

## 7. ขอบเขตงาน (คุณลักษณะเฉพาะ/แบบรูปรายการ) ประกอบด้วย :

### 7.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นเครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณธาตุในตัวอย่างชนิดต่างๆ โดยอาศัยหลักการวัดการดูดกลืนคลื่นแสงของอะตอมหรือธาตุ ด้วยชุดผลิตไออะตอมด้วยความร้อนสูง ควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งทำงานร่วมกับระบบควบคุม ประมวลผล และจัดเก็บข้อมูล

### 7.2 คุณลักษณะเฉพาะของเครื่องมือ

เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันแบบเปลวไฟ จำนวน 1 ชุด

#### 1) เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันแบบเปลวไฟ

1.1) ระบบการแยกแสง เป็นแบบลำแสงคู่ (Double-beam)

1.2) ระบบแยกแสง เป็นชนิด Grating ครอบคลุมความยาวคลื่นในช่วง 190-900 นาโนเมตร หรือกว้างกว่า สามารถปรับความกว้าง Bandwidth ในช่วง 0.2-1.0 นาโนเมตร หรือดีกว่า

1.3) ระบบตรวจวัดสัญญาณ เป็นแบบ Photomultiplier tube (PMT) หรือ Solid state detector (SSD) หรือดีกว่า

#### 2) ระบบควบคุมแหล่งกำเนิดแสง

2.1) สามารถบรรจุหลอดกำเนิดแสงได้ ไม่น้อยกว่า 8 หลอด

2.2) สามารถใช้กับหลอดกำเนิดแสงชนิด Hollow Cathode Lamp (HCL) หรือดีกว่า

2.3) สามารถตรวจสอบอายุการใช้งานของ lamp ได้

3) ระบบปรับค่าสัญญาณที่เกิดจากการรบกวน (Background correction) เป็นวิธีการ Deuterium background correction หรือ ดีกว่า

#### 4) ระบบเปลวไฟ

4.1) ระบบควบคุมอัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิงและก๊าซออกซิแดนที่ได้อัตโนมัติ

4.2) ระบบความปลอดภัย (Safety Interlocks) ดังนี้

- มีการตรวจสอบก๊าซรั่วในระบบ
- ระดับน้ำในท่อระบายน้ำทิ้งไม่ถูกต้อง

- ความดันของก๊าซผิดปกติ
- เครื่องจะทำการตัดก๊าซโดยอัตโนมัติ ในกรณีจุดเปลวไฟไม่ติดหรือเกิดความผิดพลาด
- เครื่องทำการดับไฟโดยอัตโนมัติ ในกรณีไฟฟาดับ

4.3) ระบบนำเข้าสู่สารตัวอย่างเป็นแบบถอดเปลี่ยนง่าย โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือเพื่อให้ง่ายในการทำความสะอาดและเปลี่ยนเทคนิคการวิเคราะห์

4.4) การปรับหาตำแหน่งที่เหมาะสมของเปลวไฟในการวิเคราะห์ ทำได้โดยอัตโนมัติจากการปรับ burner ในแนวตั้งหรือแนวนอนจากคอมพิวเตอร์

4.5) สามารถปรับหาสภาวะที่เหมาะสมของเปลวไฟหรืออัตราการไหลของแก๊สในการวิเคราะห์ได้โดยอัตโนมัติ เพื่อให้ได้ sensitivity สูงสุดของแต่ละธาตุ

4.6) ห้องฉีดพ่นสารละลาย (Spray Chamber) ทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนและแข็งแรง

4.7) หัวฉีดพ่นสารละลาย (Nebulizer) เป็นแบบ high sensitivity หรือ สามารถปรับอัตราการไหลเพื่อเพิ่ม sensitivity ทำจากพลาสติกที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารละลาย ใช้ capillary ที่ทำจาก Pt/Ir หรือ Pt/Rh เพื่อให้ทนต่อการกัดกร่อนสูงสุด และมี impact bead ติดตั้งอยู่ที่ปลาย nebulizer เพื่อเพิ่ม sensitivity

4.8) หัวเตาเผา (Burner head) มีความยาวขนาด 10 เซนติเมตร สำหรับแก๊ส Air-Acetylene และไม่เกิน 6 เซนติเมตร สำหรับแก๊ส Nitrous oxide-Acetylene ทำจากโลหะ titanium หรือ Incoloy ซึ่งทนการกัดกร่อนสูง

4.9) มีระบบหรืออุปกรณ์ทำความสะอาดหัวดีดไฟอัตโนมัติ เมื่อมีการใช้เปลวไฟแบบ Nitrous Oxide/Acetylene

5) ระบบเตาเผาอุณหภูมิสูง Graphite furnace

5.1) มี Atomizer ที่สามารถควบคุมการให้ความร้อนได้ด้วยระบบคอมพิวเตอร์

5.2) สามารถทำการวิเคราะห์ได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 2,500 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

5.3) มีโปรแกรมการตั้งอุณหภูมิ ดังนี้

5.3.1 สามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิได้ เท่ากับ 10 ระดับ หรือดีกว่า

5.3.2 มีค่าความละเอียดในการปรับค่าอุณหภูมิ เท่ากับ 10 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

5.4) มีระบบเตาเผา Graphite Furnace ติดตั้งอยู่ด้านล่าง หรือ สามารถเปลี่ยนเตาเผาได้ โดยไม่ต้องทำการ Alignment หลอดกราฟไฟท์หรือทำการ Alignment หลอดกราฟไฟท์ได้แบบอัตโนมัติ

5.5) มีกล้องติดตั้งภายในตัวเครื่อง เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบตัวอย่างภายในหลอด Graphite tube

5.6) ระบบเตาเผาไฟฟ้าเป็นแบบ Transversely Heated Graphite Atomizer (THGA)



9) อุปกรณ์ประกอบ

9.1) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่อง AAS	จำนวน 1 ชุด
- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า Core i5 หรือ Ryzen5 หรือ Core Ultra5 หรือมาตรฐานอื่นที่สูงกว่า	
- หน่วยความจำ (RAM) ขนาด 16 GB	
- หน่วยความจำแบบ SSD ไม่น้อยกว่า 512 GB หรือแบบ HDD ไม่น้อยกว่า 1 TB	
- DVD-RW	
- จอภาพสี ขนาด 27 นิ้ว แบบ LED	
- Mouse และ Keyboard	
- ระบบปฏิบัติการ Windows® 10 หรือสูงกว่า	
- เครื่องพิมพ์ผลชนิด Laser Printer ขาว-ดำ	
9.2) แก๊สอะเซทิลีน พร้อมถังและชุดปรับความดัน	จำนวน 1 ชุด
9.3) แก๊สอาร์กอน พร้อมถังและชุดปรับความดัน	จำนวน 1 ชุด
9.4) แก๊สไนโตรเจนออกไซด์ พร้อมถังและชุดปรับความดัน	จำนวน 1 ชุด
9.5) หัวเตาเผาชนิด Nitrous oxide	จำนวน 1 ชุด
9.6) ชุดอัดอากาศ (Air compressor) ชนิด Oil-free พร้อม Air filter	จำนวน 1 ชุด
9.7) ระบบระบายอากาศเสีย (Exhaust Hood) ทำด้วยสแตนเลส	จำนวน 1 ชุด
9.8) หลอดกำเนิดแสงของธาตุ K, Na, Mg, Ca, Al, Fe, Zn, Mn, Cu, Pb, Se, Hg ชนิด Hollow Cathode Lamp (HCL)	จำนวน 1 ชุด
9.9) สารละลายมาตรฐาน ตามชนิดของหลอดธาตุ	จำนวน 1 ชุด
9.10) เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 10 KVA	จำนวน 3 ชุด
หรือ ขนาดไม่น้อยกว่า 15 KVA	จำนวน 2 ชุด
หรือ ขนาดไม่น้อยกว่า 30 KVA	จำนวน 1 ชุด
9.11) ชุดย่อยตัวอย่างแบบหลุม (Block Digestion) ไม่น้อยกว่า 30 หลุม	จำนวน 1 ชุด
9.12) ตู้เก็บสารมาตรฐานแบบทนการกัดกร่อนของไอกรด	จำนวน 1 ชุด
9.13) ตู้ดูดไอสารเคมีชนิดต่อท่อออกภายนอกอาคาร	จำนวน 1 ชุด
9.14) ชุดผลิตน้ำบริสุทธิ์ปราศจากไอออน	จำนวน 1 ชุด
9.15) โต้ะสำหรับเครื่อง AAS และคอมพิวเตอร์ พร้อมเก้าอี้	จำนวน 1 ชุด

9.16) โต้ะสำหรับเตรียมตัวอย่าง พร้อมแก้ว	จำนวน 1 ชุด
9.17) หลอดกราไฟต์ ชนิด THGA	จำนวน 20 อัน
9.18) สาร $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ Matrix Modifier	จำนวน 1 ขวด
9.19) สาร $\text{Pd}(\text{NO}_3)_2$ Matrix Modifier	จำนวน 1 ขวด
9.20) สาร $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ Matrix Modifier	จำนวน 1 ขวด
9.21) สาร GFAAS Mixed Standard	จำนวน 1 ขวด
9.22) สาร Sodium Borohydride	จำนวน 1 ขวด
10) เงื่อนไขอื่นๆ	
10.1) บริษัทต้องติดตั้งระบบท่อแก๊ส	จำนวน 1 ชุด
10.2) โรงงานผู้ผลิตได้รับรองมาตรฐาน ISO9001 เป็นอย่างน้อย เพื่อยืนยันถึงคุณภาพในการผลิตและการจัดการ	
10.3) บริษัทจะทำการติดตั้งและฝึกอบรมเจ้าหน้าที่จนสามารถใช้งานเครื่องได้ดี	
10.4) มีการอบรมภาคปฏิบัติและการเตรียมตัวอย่าง สาธิตการวิเคราะห์แก่คณาจารย์ และนักศึกษา	จำนวน 1 ครั้ง โดยไม่มีค่าใช้จ่าย
10.5) คู่มือการใช้งานเครื่องมือ	จำนวน 2 ชุด และไฟล์เอกสารในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์
10.6) การรับประกันการทำงานของเครื่อง	ไม่น้อยกว่า 2 ปี
10.7) การซ่อมบำรุง (preventive maintenance)	จำนวน 1 ครั้งต่อปีรับประกัน โดยไม่มีค่าใช้จ่าย
เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนและซัลเฟอร์	จำนวน 1 ชุด
1) เป็นเครื่องวิเคราะห์ปริมาณสารอัตโนมัติ ได้แก่ คาร์บอน (C) และซัลเฟอร์ (S)	
2) ตรวจวัดคาร์บอนและซัลเฟอร์โดยใช้วิธี โดยวิธี High Temperature Oxidation หรือ Resistance furnace โดยสามารถตั้งอุณหภูมิในการเผาสูงสุด เท่ากับ 1,200 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า เพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์	
3) ชุดตรวจวัดสัญญาณ เป็นชนิด Thermal conductivity detector (TCD) หรือ Non-dispersive infrared (NDIR) หรือ Infrared detector หรือดีกว่า	
4) มีค่าความแม่นยำ (precision) ในการตรวจวัดคาร์บอน และซัลเฟอร์โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานได้ ไม่เกิน 2% RSD	
5) มีช่วงของการวิเคราะห์ตามค่าสัมบูรณ์ของน้ำหนัก ของธาตุ Carbon 0-100 มิลลิกรัมคาร์บอน หรือกว้างกว่า และ Sulfur 0-15 มิลลิกรัมซัลเฟอร์ หรือกว้างกว่า ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของตัวอย่าง	
6) สามารถปรับน้ำหนักของสารตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ได้ถึง 1,000 mg หรือดีกว่า	

7) มีระบบการป้อนตัวอย่างสู่การวัดแบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถใส่ตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์แบบอัตโนมัติได้

8) มีระบบป้องกันและขจัดความชื้นภายในเครื่องมือ

9) มีระบบป้องกันสารประกอบฮาโลเจน

10) เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์สำหรับวิเคราะห์ธาตุแต่ละธาตุได้ไม่เกิน 5 นาที หรือดีกว่า

11) Combustion tube ทำจากวัสดุชนิด Ceramic หรือ Quartz หรือ Stainless Steel หรือดีกว่า โดยมีด้านสำหรับบรรจุตัวอย่างแบบแนวนอนหรือแนวตั้ง

12) มีระบบตรวจสอบการเคลื่อนที่ของแก๊สเพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำสูง

13) มีระบบตรวจสอบการทำงานของเครื่องแบบอัตโนมัติ

13.1) การรั่วไหลภายในระบบ

13.2) การแจ้งเตือนสำหรับการเปลี่ยนอะไหล่สิ้นเปลือง

13.3) การปรับค่าเริ่มต้นของการวิเคราะห์

13.4) การแจ้งข้อความจากข้อผิดพลาด

14) สามารถปรับกราฟมาตรฐาน re-calibration โดยใช้สารตัวอย่างความเข้มข้นเดียวได้

15) มีชุดป้อนตัวอย่างเข้าไปวัดโดยอัตโนมัติ (Auto sampler) ที่สามารถควบคุมให้ทำงานได้พร้อมกันกับเครื่องวิเคราะห์ บรรจุตัวอย่างได้ ไม่น้อยกว่า 36 ตัวอย่าง หรือ ดีกว่า

16) อุปกรณ์ประกอบ

16.1) มีสารมาตรฐานที่ใช้สำหรับการทำ calibration ของเครื่อง สำหรับคำนวณปริมาณคาร์บอน และซัลเฟอร์ จำนวน 1 ชุด

16.2) แก๊สออกซิเจนความบริสุทธิ์ 99.995% พร้อม regulator จำนวน 1 ถัง

16.3) แก๊สอาร์กอนความบริสุทธิ์ 99.995% พร้อม regulator จำนวน 1 ถัง

16.4) งานใส่ตัวอย่าง จำนวน 1,000 ชิ้น

16.5) เครื่องคอมพิวเตอร์ ประมวลผลการวิเคราะห์ จำนวน 1 ชุด โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

16.5.1) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า core i5 หรือ Ryzen5 หรือ Core Ultra5 หรือมาตรฐานอื่นที่สูงกว่า

16.5.2) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB

16.5.3) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด HDD ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ SSD ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 512 GB

16.5.4) มีจอภาพแสดงผล ขนาด ไม่น้อยกว่า 27 นิ้ว

16.5.5) Windows ไม่ต่ำกว่า 10 (License) แบบ 64 บิต



16.5.6) มีแป้นพิมพ์ (keyboard) และ mouse

17) เครื่องปริ้นเตอร์เลเซอร์ ขาว-ดำ จำนวน 1 ชุด

18) เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ชนิดควบคุมแรงดันไฟได้ ขนาด ไม่น้อยกว่า 10 kVA จำนวน 1 เครื่อง

19) เงื่อนไขอื่น ๆ

19.1) ผู้ขายต้องติดตั้งระบบท่อแก๊ส จำนวน 1 ชุด

19.2) มีการรับประกันคุณภาพ อย่างน้อย 2 ปี พร้อมตรวจเช็ค และการบริการดูแลรักษาเครื่อง ทุก 6 เดือน

19.3) มีการติดตั้งและอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ใช้เครื่องให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ณ ห้องปฏิบัติการที่เป็นผู้ใช้งาน

19.4) มีการอบรมภาคปฏิบัติ การเตรียมตัวอย่าง การทดสอบตัวอย่างพีช แก่เจ้าหน้าที่ดูแลเครื่อง คณาจารย์ และนักศึกษา จำนวน 1 ครั้ง โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

19.5) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด และไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

19.6) บริการดูแลรักษาเครื่อง (Preventive Maintenance) จำนวน 2 ครั้งต่อปี ในช่วงเวลา รับประกันตัวเครื่อง

เครื่องวัดการดูดกลืนแสงพร้อมชุดชุดตัวอย่างแบบอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด

1) เครื่องวัดการดูดกลืนแสง

1.1) ความยาวคลื่นในการวิเคราะห์อย่างน้อย 190-1,100 นาโนเมตร หรือกว้างกว่า

1.2) ระบบลำแสง (optics) เป็นแบบลำแสงคู่ (Double beam)

1.3) ระบบแยกแสง (Monochromator) เป็นชนิด grating หรือดีกว่า

1.4) หลอดกำเนิดแสง (source) เป็นชนิดดีวเทอเรียม (Deuterium) และฮาโลเจน (Halogen) หรือ หรือ ทังสแตน (Tungsten) หรือ Xenon flash lamp หรือดีกว่า

1.5) ชุดตรวจจับแสงเป็นชนิด Photodiode หรือ Silicon diode หรือดีกว่า

1.6) สามารถวัดค่า Absorbance ได้ในช่วง -3 ถึง 3 Abs หรือดีกว่า

1.7) ความถูกต้องของความยาวคลื่น (Wavelength accuracy) ผิดพลาดไม่เกิน 0.5 นาโนเมตร หรือดีกว่า

1.8) ความแม่นยำของความยาวคลื่น (Wavelength reproducibility) ผิดพลาดไม่เกิน 0.1 นาโนเมตร หรือดีกว่า

1.9) ความถูกต้องในการวัดแสง (photometric accuracy) ผิดพลาดไม่เกิน + 0.005 Abs หรือดีกว่า

1.10) ค่าความเรียบของเส้นฐาน (Baseline noise) ไม่เกิน + 0.0001 A หรือดีกว่า

1.11) สามารถตั้งค่าอัตราเร็วในการสแกนไม่น้อยกว่า 10,000 นาโนเมตรต่อนาที หรือดีกว่า

- 1.12) มีค่า stay light ไม่เกิน 0.05% T ที่ความยาวคลื่น 220 นาโนเมตร สำหรับ NaI และไม่เกิน 0.05% T ที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร สำหรับ NaNO<sub>2</sub>
- 2) โปรแกรมควบคุมการทำงานและประมาณผล
- 2.1) มีซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่อง เก็บผลการวิเคราะห์ และการรายงานผลโดยผ่านคอมพิวเตอร์ ทำงานภายใต้ Microsoft Windows และสามารถโอนถ่ายข้อมูลลง MS Excel ได้
- 2.2) มีระบบตรวจสอบความถูกต้องของเครื่อง (System Self-Test) อย่างน้อย ดังนี้
- 2.6.1) ตรวจสอบแหล่งกำเนิดแสง
- 2.6.2) ตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือ
- 3) ชุดชุดสารละลายอัตโนมัติ
- 3.1) มีภาตใส่ภาชนะบรรจุหลอดใส่ตัวอย่าง ไม่น้อยกว่า 110 หลอด
- 3.2) ทำงานด้วยระบบแขนกล เลื่อนตำแหน่งได้ทั้งแกน X, Y และ Z ควบคุมการทำงานจากซอฟต์แวร์
- 3.3) ควบคุมการดูดปล่อยผ่าน peristaltic pump ที่ติดตั้งภายในเครื่อง
- 3.4) สามารถตั้งเวลาการดูดสาร (pump time) และเวลาล้าง (wash time) ได้
- 4) ชุดควบคุมและประมาณผล
- 4.1) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า core i5 หรือ Ryzen5 หรือ Core Ultra5 หรือมาตรฐานอื่นที่สูงกว่า
- 4.2) หน่วยความจำหลัก (RAM) ความจุไม่ต่ำกว่า 16 GB
- 4.3) หน่วยความจำแบบ SSD ไม่น้อยกว่า 512 GB หรือแบบ HDD ไม่น้อยกว่า 1 TB
- 4.4) จอแสดงผลสีขนาด 27 นิ้ว
- 4.5) มีแป้นพิมพ์ (Keyboard) และ Mouse
- 4.6) มีโปรแกรมปฏิบัติการ Windows ไม่ต่ำกว่า 10 (ลิขสิทธิ์)
- 5) อุปกรณ์ประกอบ
- 5.1) Quartz cell, 10 mm path length จำนวน 2 ชิ้น
- 5.2) เครื่องพิมพ์ผลชนิดเลเซอร์ (Laser printer) ขาว-ดำ จำนวน 1 เครื่อง
- 5.3) เครื่องสำรองไฟฟ้า ชนิด UPS ขนาดไม่น้อยกว่า 1 KVA จำนวน 1 เครื่อง
- 5.4) หลอดสำหรับใช้งานร่วมกับ auto sampler จำนวน 250 หลอด
- 5.5) มี Cuvette ชนิด Flow cell จำนวน 1 ชิ้น
- 6) เงื่อนไขอื่นๆ
- 6.1) ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันสินค้าเป็นระยะเวลานานไม่น้อยกว่า 2 ปี พร้อมตรวจเช็คบำรุงรักษาเครื่องอย่างน้อย 1 ครั้งภายในระยะประกัน

- 6.2) โรงงานผู้ผลิตได้รับรองมาตรฐาน ISO9001 เป็นอย่างน้อย เพื่อยืนยันถึงคุณภาพในการผลิตและการจัดการ
- 6.3) ติดตั้งเครื่องมือให้สามารถใช้งานได้พร้อมอบรมการใช้งานแก่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน
- 6.4) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด และไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

### 7.3 การติดตั้งและส่งมอบ

ผู้ขายต้องส่งมอบและติดตั้งเครื่อง จนกระทั่งสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

## 8. เกณฑ์การพิจารณา

เกณฑ์ประสิทธิภาพต่อราคา

## 9. อัตราค่าปรับ

ในกรณีผู้ขายไม่ส่งมอบครุภัณฑ์ภายในระยะเวลาที่กำหนดในสัญญา มหาวิทยาลัยจะดำเนินการโดยคิดค่าปรับตามสัญญาซื้อขาย กำหนดในอัตราร้อยละ 0.20 ของวงเงินตามสัญญาต่อวัน

## 10. ราคากลาง

เป็นเงิน 8,200,000 บาท (แปดล้านสองแสนบาทถ้วน)

## 11. เงื่อนไขการชำระเงิน

ผู้ซื้อจะจ่ายค่าครุภัณฑ์ ซึ่งได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม ตลอดจนภาษีอื่น ๆ และค่าใช้จ่ายที่ส่งมอบแล้ว โดยถือราคาเหมารวมเป็นเกณฑ์ และกำหนดการจ่ายเงินเป็น จำนวน 1 งวด เมื่อผู้ขายได้ปฏิบัติงานทั้งหมดให้แล้วเสร็จเรียบร้อยตามสัญญา หรือข้อตกลงซื้อขายเป็นหนังสือและ คณะกรรมการศาสตร์ ได้ตรวจรับมอบครุภัณฑ์และมอบสิ่งของครบถ้วน โดยผ่านการตรวจรับของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุแล้ว

**หมายเหตุ :** การจัดซื้อจัดจ้างครั้งนี้ จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือไว้ต่อกัน เมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 มีผลใช้บังคับ และได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2568 จากสำนักงบประมาณแล้ว และกรณีที่ คณะกรรมการศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ไม่ได้รับจัดสรรงบประมาณเพื่อการจัดซื้อจัดจ้างในครั้งนี้ คณะกรรมการศาสตร์สามารถยกเลิกการจัดซื้อจัดจ้างครั้งนี้ได้

คณะกรรมการกำหนดร่างขอบเขตของงาน (TOR)และร่างเอกสารประกวดราคา

(ลงชื่อ)..........ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์ใจ สีหะนาม)

(ลงชื่อ)..........กรรมการ

(ดร.สุริยา ตาเที่ยง)

(ลงชื่อ)..........กรรมการและเลขานุการ

(นางศุภินี เตชะ)

เกณฑ์การคัดเลือกสำหรับชุดเครื่องมือวิเคราะห์ธาตุอาหารระดับอะตอมขั้นสูง

เกณฑ์การคัดเลือก: เกณฑ์ประสิทธิภาพต่อราคา (Price Performance)

ตัวแปร (น้ำหนักที่ใช้ประเมิน / คัดเลือก)	น้ำหนัก	เกณฑ์คะแนนที่ได้รับ	
๑. ราคาที่เสนอ	๒๐	ราคาไม่เกิน ๘,๒๐๐,๐๐๐ บาท	ราคาสูงกว่า ๘,๒๐๐,๐๐๐ บาท
		๒๐	น้อยกว่า ๒๐
๒. มาตรฐานของสินค้าและบริการ - มาตรฐานของสินค้าและบริการเป็นไปตามเกณฑ์เงื่อนไขของคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์	๓๐	หลักฐานประกอบ ได้แก่ - มาตรฐานของสินค้าและบริการเป็นไปตามเกณฑ์เงื่อนไขของคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์ o มีเอกสารครบถ้วน ได้ ๓๐ o มีเอกสารไม่ครบ ได้ ๑๕ o ไม่มีเอกสาร ได้ ๐	
๓. ข้อเสนอด้านเทคนิคและข้อเสนอแนะอื่น ๆ	๔๐	หลักฐานประกอบ ได้แก่ - มีระบบตรวจวัดสัญญาณ (detector) o มีระบบตรวจวัดสัญญาณ เป็นแบบ Solid state detector (SSD) หรือดีกว่า ได้ ๕ o มีอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ เป็นแบบ Photomultiplier tube (PMT) ได้ ๒.๕ - มีระบบเตาเผาอุณหภูมิสูง (Graphite furnace) ตั้งโปรแกรมอุณหภูมิ o ตั้งโปรแกรมได้ มากกว่า ๑๐ ชั้น ได้ ๕ o ตั้งโปรแกรมได้ เท่ากับ ๑๐ ชั้น ได้ ๒.๕ - มีระบบปรับค่าสัญญาณที่เกิดจากการรบกวน (๕ คะแนน) o Zeeman background correction ได้ ๕ o Deuterium background correction ได้ ๒.๕ - มีกล้องติดตั้งภายในเครื่อง o มีเอกสารครบถ้วน ได้ ๒.๕ o ไม่มีเอกสาร ได้ ๐	
๓.๑ เครื่องอะตอมมิคแอบซอร์พชันแบบเปลวไฟ (๒๐ คะแนน) - มีระบบตรวจวัดสัญญาณ (detector) (๕ คะแนน) - มีระบบเตาเผาอุณหภูมิสูง (Graphite furnace) ตั้งโปรแกรมอุณหภูมิ (๕ คะแนน) - มีระบบปรับค่าสัญญาณที่เกิดจากการรบกวน (๕ คะแนน) - มีกล้องติดตั้งภายในเครื่อง (๒.๕ คะแนน)			

ตัวแปร (น้ำหนักที่ใช้ประเมิน / คัดเลือก)	น้ำหนัก	เกณฑ์คะแนนที่ได้รับ
<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีโปรแกรมสำหรับแจ้งจางสารละลายอัตโนมัติ สำหรับระบบเปลวไฟ (๒.๕ คะแนน)</li> </ul> <p>๓.๒ เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนและซัลเฟอร์ (๒๐ คะแนน)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถตั้งอุณหภูมิในการเผาสูงสุดเท่ากับ ๑,๒๐๐ องศาเซลเซียส เพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ (๑๐ คะแนน)</li> <li>- ชุดตรวจวัดสัญญาณ (Detector) (๑๐ คะแนน)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีโปรแกรมสำหรับแจ้งจางสารละลายอัตโนมัติ สำหรับระบบเปลวไฟ <ul style="list-style-type: none"> <li>o มีเอกสารครบถ้วน ได้ ๒.๕</li> <li>o ไม่มีเอกสาร ได้ ๐</li> </ul> </li> <li>- สามารถตั้งอุณหภูมิในการเผาสูงสุด เท่ากับ <ul style="list-style-type: none"> <li>o มากกว่า ๑,๔๐๐ องศาเซลเซียส ได้ ๑๐</li> <li>o เท่ากับ ๑,๔๐๐ องศาเซลเซียส ได้ ๕</li> <li>o น้อยกว่า ๑,๔๐๐ องศาเซลเซียส ได้ ๐</li> </ul> </li> <li>- ชุดตรวจวัดสัญญาณ (Detector) <ul style="list-style-type: none"> <li>o ชุดตรวจวัดสัญญาณ เป็นชนิด NDIR detector ได้ ๑๐</li> <li>o ชุดตรวจวัดสัญญาณ เป็นชนิด Thermal conductivity detector ได้ ๕</li> </ul> </li> </ul>
<p>๔. บริการหลังการขาย</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปรับปรุงห้องและสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ในแต่ละประเภท เพื่อให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพสูงสุด (๕ คะแนน)</li> <li>- ตรวจเช็คบำรุง (PM) รักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ในระหว่างการรับประกัน (๕ คะแนน)</li> </ul>	๑๐	<p>หลักฐานประกอบ ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปรับปรุงห้องให้เหมาะสมต่อการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ เพื่อให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพสูงสุด <ul style="list-style-type: none"> <li>o มีเอกสารครบถ้วนได้ ๕</li> <li>o มีเอกสารไม่ครบได้ ๒.๕</li> <li>o ไม่มีเอกสารได้ ๐</li> </ul> </li> <li>- ตรวจเช็คบำรุง (PM) รักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ในระหว่างการรับประกัน <ul style="list-style-type: none"> <li>o มีเอกสารครบถ้วนได้ ๕</li> <li>o มีเอกสารไม่ครบได้ ๒.๕</li> <li>o ไม่มีเอกสารได้ ๐</li> </ul> </li> </ul>

สรุปผลการพิจารณาข้อวิจารณ์ร่างขอบเขตงาน

บริษัท เพอร์กินเอลเมอร์ ไชแอนติฟิค (ประเทศไทย) จำกัด

คุณลักษณะเดิม	คุณลักษณะใหม่	
<p>เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชั่นแบบเปลวไฟ</p> <p>๘) อุปกรณ์ป้อนสารตัวอย่างอัตโนมัติ</p> <p>๘.๓) มีโปรแกรมสำหรับเจือจางสารละลายอัตโนมัติ หากพบว่ามีค่าความเข้มข้นสูง (Over-range dilution)</p>	<p>เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชั่นแบบเปลวไฟ</p> <p>๘) อุปกรณ์ป้อนสารตัวอย่างอัตโนมัติ</p> <p>-ตัดคุณลักษณะข้อดังกล่าว-</p>	
<p>เหตุผล เพื่อให้เกิดการพิจารณาเครื่องมือของตัวแทนจำหน่ายได้หลากหลาย และเป็นการโปร่งใสในการพิจารณาจัดซื้อจัดจ้าง เพื่อประโยชน์อันสูงสุดแก่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่</p> <p>ข้อคิดเห็นจากกรรมการ คณะกรรมการกำหนดร่างขอบเขตงานได้พิจารณาแล้ว และมีมติว่า ให้ตัดคุณลักษณะข้อ ๘.๓ เพื่อเปิดโอกาสให้มีการแข่งขันของตัวแทนจำหน่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์และความเป็นกลาง แต่อย่างไรก็ตามคุณลักษณะข้อดังกล่าวเป็นคุณลักษณะที่เสริมสมรรถนะของเครื่องมือ ทำให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพสูงขึ้น คณะกรรมการจึงมีมติให้เพิ่มเติมเกณฑ์ประสิทธิภาพต่อราคา ดังนี้</p>		
ตัวแปร (น้ำหนักที่ใช้ประเมิน / คัดเลือก)	น้ำหนัก	เกณฑ์คะแนนที่ได้รับ
<p>- มีโปรแกรมสำหรับเจือจางสารละลายอัตโนมัติ สำหรับระบบเปลวไฟ (๒.๕ คะแนน)</p>		<p>- มีโปรแกรมสำหรับเจือจางสารละลายอัตโนมัติ สำหรับระบบเปลวไฟ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o มีเอกสารครบถ้วน ได้ ๒.๕</li> <li>o ไม่มีเอกสาร ได้ ๐</li> </ul>
<p>เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในด้านการใช้งาน การเรียน การสอน และการวิจัย ซึ่งเป็นผลประโยชน์ของหน่วยงาน จึงเพิ่มเติมเกณฑ์ประสิทธิภาพต่อราคา ข้างต้น</p>		