

ร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference: TOR)  
ชุดเครื่องมือวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของพลาสติกชีวภาพโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน  
(Thermogravimetry analyzer for bioplastic materials)

1. หลักการและเหตุผล

เป็นชุดเครื่องมือที่สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของพลาสติกชีวภาพได้ โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณสมบัติทางความร้อนภายใต้การควบคุมอุณหภูมิ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อใช้ในการเรียนการสอนและงานวิจัย

2.2 เพื่อใช้ในการบริการวิชาการสำหรับหน่วยงานวิชาการ ผู้ประกอบการและภาคเอกชน

3. คุณสมบัติของผู้ประสงค์จะเสนอราคา

3.1 ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์

3.2 ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้ว หรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงาน ตามระเบียบของทางราชการ

3.3 ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องไม่มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ประสงค์จะเสนอราคารายอื่น และ/หรือต้องไม่มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ให้บริการตลาดกลางอิเล็กทรอนิกส์ ณ วันประกาศประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม

3.4 ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ประสงค์จะเสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

3.5 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญาต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่าย หรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ

3.6 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานของรัฐซึ่งได้ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding) ต้องลงทะเบียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมบัญชีกลาง ที่เว็บไซต์ศูนย์ข้อมูลจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ

3.7 คู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาทคู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้

3.8 ผู้ประสงค์จะเสนอราคาที่ได้รับการคัดเลือก ต้องปฏิบัติตามประกาศคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำและแสดงบัญชีรายการรับจ่ายของโครงการที่บุคคลหรือนิติบุคคลเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานของรัฐ พ.ศ. 2554



#### 4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

##### 1. คุณลักษณะเฉพาะของเครื่องมือ

- 1.1. เป็นเครื่องมือที่สามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของชิ้นงานตัวอย่างทดสอบ ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิ ได้ตั้งแต่อุณหภูมิห้อง จนถึง 1600 องศาเซลเซียส หรือกว้างกว่า
  - 1.1.1. มีค่าความถูกต้องของอุณหภูมิเท่ากับ  $\pm 0.5$  เคลวิน หรือดีกว่า
  - 1.1.2. มีค่าความแม่นยำของอุณหภูมิเท่ากับ  $\pm 0.3$  เคลวิน หรือดีกว่า
  - 1.1.3. มีอัตราเร็วในการให้ความร้อนสูงสุดที่ 100 เคลวินต่อนาที หรือดีกว่า
  - 1.1.4. มีอัตราเร็วการลดอุณหภูมิสูงสุดที่ -20 เคลวินต่อนาที หรือดีกว่า
- 1.2. ระบบเครื่องซึ่งสำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของชิ้นงานตัวอย่างทดสอบ ถูกติดตั้งในลักษณะแบบแนวตั้ง (Vertical Design) หรือ แนวนอน (Horizontal type) หรือดีกว่า
- 1.3. ตัวเครื่องซึ่งมีระบบ Calibration แบบ Internal และ External Calibration หรือดีกว่า เพื่อความถูกต้องของการอ่านค่าน้ำหนัก
- 1.4. เครื่องซึ่งมีค่าความถูกต้องของการอ่านน้ำหนักเท่ากับ 0.005 % หรือดีกว่า
- 1.5. เครื่องซึ่งมีค่าความแม่นยำของการอ่านน้ำหนักเท่ากับ 0.0025 % หรือดีกว่า
- 1.6. สามารถชั่งน้ำหนักชิ้นงานทดสอบเมื่อรวมภาชนะ ไม่น้อยกว่า 1000 มิลลิกรัม โดยมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1 ไมโครกรัม
- 1.7. บริเวณห้องเครื่องซึ่งถูกควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ด้วยระบบน้ำหล่อเย็น หรือระบบที่ดีกว่า
- 1.8. มีระบบ sensor สามารถให้สัญญาณ Mass loss ของชิ้นงานตัวอย่างทดสอบได้
- 1.9. มีระบบ sensor สามารถให้สัญญาณ Heat flow curve เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical Transitions) ของชิ้นงานตัวอย่างทดสอบ เช่น Melting point ซึ่งดูการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบระหว่างด้านชิ้นงานตัวอย่างในภาชนะ (sample) และด้านภาชนะอ้างอิง (reference) โดยมี DSC sensor ซึ่งทำจาก Ceramic หรือดีกว่า ซึ่งเทคนิคดังกล่าวมีความสามารถในการตรวจวัด DSC ได้ละเอียดเท่ากับ 0.1 mW และ มี Signal time constant อยู่ที่ 14 วินาที หรือดีกว่า
- 1.10. มีชุดอุปกรณ์เปลี่ยนชิ้นงานตัวอย่างทดสอบ แบบอัตโนมัติ Auto sample robot โดยสามารถจับภาชนะใส่ชิ้นงานตัวอย่างทดสอบ อย่างอัตโนมัติลงในส่วนของเตาให้ความร้อนของเครื่อง TGA โดยถาดใส่ตัวอย่าง สามารถใส่ตัวอย่างได้อย่างน้อย 34 ตัวอย่าง
- 1.11. ที่หน้าจอของตัวเครื่อง และ Software มีแถบสีหรือรูปแบบอื่นที่ดีกว่า เพื่อแสดงการทำงานของเครื่อง และสามารถมองเห็นสถานการณ์การทำงานของเครื่องได้



- 1.12. สามารถทำการทดลองศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของชิ้นงานตัวอย่างทดสอบ ภายใต้สภาวะที่เป็น INERT หรือ OXIDATION โดยมีระบบควบคุมก๊าซภายในตัวเครื่อง (Built-in mass flow controller) หรือดีกว่า ที่สามารถปรับอัตราการไหลและสามารถเปลี่ยนชนิดของก๊าซโดยอัตโนมัติด้วยระบบซอฟต์แวร์ได้หรือดีกว่า
- 1.13. สามารถรองรับระบบแก๊สได้อย่างน้อย 3 ชนิด และสามารถปรับอัตราการไหลได้ในช่วง 0-200 ml/min หรือดีกว่าได้
- 1.14. มีระบบ Final purge gas หรือดีกว่า ซึ่งสามารถเลือกชนิดของแก๊ส, ปริมาณของแก๊ส รวมถึงระยะเวลา ที่ต้องการให้ purge gas ดังกล่าว ไหล่แก๊สชนิดก่อนหน้า ออกจากเตาเผาได้
- 1.15. มี Warning message หรือดีกว่า ที่หน้าจอของเครื่อง และที่ Software เมื่อพบว่าอัตราการไหลของแก๊สนั้นไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในวิธีการทดลอง
- 1.16. สามารถแสดงสถานะการทำงานของเครื่องบนหน้าจอ แบบ Touch screen หรือดีกว่า บนตัวเครื่องได้
- 1.17. สามารถสั่งการทำงานแบบง่าย บนหน้าจอ Touch screen หรือดีกว่าได้
- 1.18. มีโปรแกรมการ Calibrate อุณหภูมิ ด้วยสารมาตรฐาน คือ หาจุดหลอมเหลวของสารมาตรฐาน ได้แก่ Indium, Zinc, Aluminium, Gold และ Palladium หรือดีกว่าได้

## 2. ระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง (Software) สามารถทำได้อย่างน้อยดังนี้

- 2.1. Software ควบคุมการทำงานของเครื่องสามารถติดตั้งบนระบบ Windows 10 ได้ หรือดีกว่า
- 2.2. สามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิที่แตกต่างกันและต่อเนื่องกันได้ถึงอย่างน้อย 40 ขั้นตอน ภายใน 1 การทดลอง ทั้งแบบ Dynamic และ Isothermal โดยสามารถสร้าง Method การทดลองได้แตกต่างกันอย่างน้อย 3 แบบดังนี้
  - 2.2.1 สามารถสร้างการทดลองแบบ Blank curve
  - 2.2.2 สามารถสร้างการทดลองแบบ Blank curve และให้เครื่องหักกลับ Blank curve โดยอัตโนมัติ
  - 2.2.3 สามารถสร้างการทดลองแบบ Automatic buoyancy compensation
- 2.3. ในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน โปรแกรมสามารถ สร้าง, บันทึก, แก้ไขวิธีการทดลอง และส่งวิธีการทดลอง (Send Experiment) ได้
- 2.4. โปรแกรมสามารถดู Online Curve ขณะที่ทดลอง, เวลาที่ใช้ในการทดลอง จากหน้าจอของโปรแกรมนี้ได้



- 2.5. โปรแกรมสามารถทำการเรียกกราฟของผลการทดสอบก่อนหน้า (Reference curve) เพื่อนำมาเปรียบเทียบแบบ Real-Time ในขณะที่เครื่องทำการวิเคราะห์ได้
- 2.6. โปรแกรมพื้นฐานสำหรับการประมวลผล (Evaluations) ของ Thermogram ที่ได้โดยสามารถหาค่าได้อย่างน้อย Onset, Endset, 1st derivative, 2nd derivative, Step horizontal, Dry loss, Residue, DSC curve, Normalized, Integral, Melting Temperature, Overlay curve
- 2.7. มีโปรแกรมที่ใช้ปรับค่าต่างๆทั้งหมด (Total Calibration, Tau lag) ได้ หรือดีกว่า ที่ทำให้สามารถทำการทดลองได้ทันที เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง Heating rate, ชนิดของ Crucible, ชนิดของ gas ของการทดลอง โดยผู้ใช้งานไม่ต้องทำการสอบเทียบเครื่องใหม่อีกครั้ง หรือดีกว่า
- 2.8. สามารถนำ software ไปลงเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ในการใช้งานแบบ office mode ได้ไม่จำกัดจำนวนผู้ใช้งาน เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ผลหรือทำงานรายผลได้
- 2.9. มีโปรแกรม Library software เพื่อค้นหาชนิดของสารที่ไม่ทราบชนิดได้

### 3. ชุดควบคุมและประมวลผล มีคุณสมบัติดังนี้หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

- 3.1. คอมพิวเตอร์ ระบบประมวลผล แบบ Intel Core i7 Processor 3.00 GHz หรือดีกว่า
- 3.2. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาดไม่น้อยกว่า 8 G
- 3.3. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
- 3.4. สามารถอ่านและบันทึก CD/DVD Drive ได้
- 3.5. จอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 22 นิ้ว แบบ LED หรือดีกว่า
- 3.6. มีแป้นพิมพ์และเมาส์ เพื่อควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ได้
- 3.7. สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านระบบ Wifi ได้
- 3.8. มีระบบปฏิบัติการไม่ต่ำกว่า Windows 10 ที่มีลิขสิทธิ์
- 3.9. มี Software antivirus ที่มีลิขสิทธิ์

### 4. อุปกรณ์ประกอบเครื่อง อย่างน้อยดังนี้หรือดีกว่า

- |  |             |
|--|-------------|
| 4.1. แก๊สออกซิเจนชนิดความบริสุทธิ์สูง พร้อมถังแก๊สและตัวปรับแรงดันแก๊ส   | จำนวน 1 ชุด |
| 4.2. แก๊สไนโตรเจนชนิดความบริสุทธิ์สูง พร้อมถังแก๊สและตัวปรับแรงดันแก๊ส   | จำนวน 1 ชุด |
| 4.3. ชุดควบคุมการไหลและการเปลี่ยนชนิดของก๊าซ (Built-in gas flow control)   | จำนวน 1 ชุด |
| 4.4. ชุดอุปกรณ์ระบายความร้อนหรือระบบทำความเย็น Thermo/Cryostat เพื่อควบคุมอุณหภูมิการทำงานของเครื่อง TGA ให้คงที่ โดยใช้น้ำไหลผ่านหรือดีกว่า | จำนวน 1 ชุด |
| 4.5. ชุดอุปกรณ์ป้อนชิ้นงานตัวอย่างอัตโนมัติ (Auto sample robot) เข้าเครื่องทดสอบ   | 1 ตัว       |



- 4.6. TGA sensor สำรอง พร้อม Gas pipe จำนวน 1 ชุด
- 4.7. มีกล่องอุปกรณ์สอบเทียบซึ่งประกอบด้วย Indium, Zinc, Aluminium, Gold และ Palladium จำนวน 1 ชุด
- 4.8. ถ้วยใส่สารตัวอย่างชนิดอะลูมินา ขนาด 70 ไมโครลิตร ชนิด Reusable จำนวน 100 ชิ้น
- 4.9. ถ้วยใส่สารตัวอย่างชนิดอะลูมินา ขนาด 150 ไมโครลิตร ชนิด Reusable จำนวน 40 ชิ้น
- 4.10. ชุดดักจับแก๊สหรือไอเสียจากเตาเผา ที่เกิดจากกระบวนการทำงานของเครื่อง ก่อนที่จะปล่อยสู่บรรยากาศภายนอก จำนวน 1 ชุด
- 4.11. โตะหินสำหรับวางเครื่อง TGA จำนวน 1 ชุด
- 4.12. โตะสำหรับวางชุดคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด
- 4.13. เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS with Stabilizer) ขนาด 3000 VA จำนวน 1 เครื่อง
- 4.14. ตู้เก็บวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือ ของเครื่อง จำนวน 1 ชุด
- 4.15. เครื่องพิมพ์ผลชนิดเลเซอร์สี (Color laser printer) จำนวน 1 เครื่อง
- 4.16. อุปกรณ์เครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ รายละเอียดดังนี้
- 4.16.1 ส่วนให้ความร้อนและกลั่นแยกสาร สามารถตั้งอุณหภูมิได้อย่างน้อยที่อุณหภูมิห้องถึง 200 °C หรือดีกว่า ควบคุมความเร็วรอบการหมุนได้ในช่วง 40 ถึง 200 รอบต่อนาทีหรือกว้างกว่า จำนวน 1 ชุด
- 4.16.2 ส่วนทำสุญญากาศภายในระบบ เป็นปั๊มดูดอากาศแบบ Diaphragm (PTFE) หรือเทียบเท่าสามารถทำสุญญากาศได้ 7 มิลลิบาร์ หรือต่ำกว่า จำนวน 1 ชุด
- 4.16.3 ส่วนชุดควบคุมความดันสุญญากาศ จำนวน 1 ชุด
- 4.16.4 ส่วนเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบหมุนเวียนเป็นอ่างควบคุมอุณหภูมิพร้อมระบบหมุนเวียนน้ำ ตั้งอุณหภูมิได้ในช่วง 5 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิห้องหรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด
- 4.16.5 ขวดใส่สารตัวอย่างแบบ ความจุ 250 และ 500 มิลลิลิตร อย่างละ 5 ชิ้น
- 4.16.6 ขวดรองรับสารตัวอย่างกันกลมความจุ 0.5 และ 1 ลิตร อย่างละ 3 ชิ้น
- 4.16.7 อุปกรณ์ป้องกันการเคาะอย่างรุนแรง (bump trap) อย่างละ 3 ชิ้น
- 4.16.8 Clamp สำรอง สำหรับขวดใส่ตัวอย่าง จำนวน 2 ชิ้น
- 4.16.9 Plastic Joint Clips สำรอง จำนวน 5 ชิ้น
- 4.17. เตาเผาตัวอย่าง สามารถตั้งอุณหภูมิเผาสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 1,100 องศาเซลเซียส และมีขนาดความจุเตาเผาไม่น้อยกว่า 12 ลิตร จำนวน 1 ชุด



## 5. เงื่อนไขอื่นๆ

- 5.1. รับประกันคุณภาพการใช้งานเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี พร้อมบริการบำรุงรักษาชุดเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ในระยะประกันโดยไม่มีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น และระยะเวลาประกันจะไม่นับรวมเวลาในกรณีที่เครื่องมือหรืออุปกรณ์ไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ
- 5.2. สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต ได้
- 5.3. ได้รับมาตรฐานอย่างน้อย ISO 9001, ISO 14001 และ CE
- 5.4. เครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นเป็นของใหม่ที่ไม่ผ่านการใช้งานหรือการสัทธิการใช้งานมาก่อน
- 5.5. มีการติดตั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบไฟฟ้าให้เครื่องมือทำงานได้เป็นอย่างดี และทำการสอบเทียบ (calibrate) เครื่องมือ โดยใช้ช่างที่มีใบรับรองการสอบเทียบจากผู้ผลิต และส่งมอบรายงานผลการติดตั้งและผลการสอบเทียบตามระบบคุณภาพ พร้อมใบรับรองการติดตั้ง (Installation certificate) และใบรับรองการสอบเทียบ (calibration certificate)
- 5.6. มีการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้ โดยมีหัวข้อดังนี้ ความรู้เบื้องต้นการใช้งานทั้งเครื่องมือและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Hardware และ Software) การวิเคราะห์ผลและ การดูแลรักษาเครื่องมือ (routine maintenance)
- 5.7. มีเอกสารคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และแบบอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 5.8. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั้งหมดต้องมี License พร้อมแผ่น Disc สำหรับการติดตั้ง และต้องปรับปรุงเพิ่มเติมโปรแกรมการทำงานของเครื่องให้มีความก้าวหน้า (Software upgrade) ตลอดอายุการใช้งานตามบริษัทผู้ผลิต โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

## 5. ระยะเวลาการดำเนินการ

120 วัน

## 6. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

120 วัน

## 7. วงเงินในการจัดหา

3,500,000 บาท (สามล้านห้าแสนบาทถ้วน)

## 8. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ใช้เกณฑ์ราคา

## 9. สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบข้อมูลเพิ่มเติมและส่งข้อเสนอแนะ วิจารณ์ หรือแสดงความคิดเห็น

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 155 หมู่ที่ 2 ต.แม่เหียะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100



โทรศัพท์ 053-948209

ขอรับรองว่าการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของงาน เป็นไปตามพระราชบัญญัติ การจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 มาตรา 9 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะทำการจัดซื้อจัดจ้าง ให้หน่วยงานของรัฐคำนึงคุณภาพ เทคนิค และวัตถุประสงค์ของการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุนั้น และห้ามมิให้ กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุให้ใกล้เคียงกับยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งหรือของผู้ขายรายใดรายหนึ่งโดยเฉพาะ เว้น แต่พัสดุที่จะทำการจัดซื้อจัดจ้างตามวัตถุประสงค์นั้นมียี่ห้อเดียวหรือจะต้องใช้อะไหล่ของยี่ห้อใด ก็ให้ระบุยี่ห้อ นั้นได้

ลงชื่อ.....  .....ประธานกรรมการ  
(อ.ดร.เปรม ทองชัย)

ลงชื่อ.....  .....กรรมการ  
(น.ส.วลัยลักษณ์ แผลงคำ)

ลงชื่อ.....  .....กรรมการและเลขานุการ  
(นายวรพงษ์ ทับรัตน์)

