

## ร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR)

### โครงการชุดครุภัณฑ์การตรวจวิเคราะห์ความคงตัวของอาหารแห่งอนาคต

#### 1. ความเป็นมา

เนื่องด้วยสำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีพันธกิจจัดหลักสูตรการเรียนการสอนโดยมุ่งเน้นความเป็นเลิศทางวิชาการให้เทียบเท่าระดับนานาชาติ สร้างองค์ความรู้ การศึกษาวิจัยผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงให้สามารถสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์ได้ จนสามารถลงทุนต่อยอดด้าน เทคโนโลยีและนวัตกรรมจากการวิจัย สู่ระดับอุตสาหกรรม เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนและพัฒนา เศรษฐกิจสังคมของประเทศ ให้บริการวิชาการแก่สังคมเพื่อตอบสนองความต้องการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหาร ของท้องถิ่นภาคเหนือและประเทศ ซึ่งพันธกิจดังกล่าวจะสามารถพัฒนาได้ต้องอาศัย “ชุดครุภัณฑ์การตรวจ วิเคราะห์ความคงตัวของอาหารแห่งอนาคต” ซึ่งเป็นชุดเครื่องมือที่ประกอบด้วย 1) เครื่องทดสอบค่า เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Rancimat) 2) เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลทแบบหลายโหมด (Microplate reader) และ 3) เครื่องจำลองการเคี้ยวกลืน (Rheometer) นั้น โดยชุดเครื่องมือดังกล่าวเป็นชุด เครื่องมือที่สามารถส่งเสริมพันธกิจของสำนักวิชาฯ ที่ได้รับบูรณาการดำเนินงานได้เป็นอย่างดีเนื่องจากชุดครุภัณฑ์การ ตรวจวิเคราะห์ความคงตัวของอาหารแห่งอนาคตมีความสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความคงตัวสำหรับ การศึกษาออกแบบ และพัฒนาอาหารให้มีความเสถียร สามารถคงคุณภาพ ทั้งลักษณะทางประสาทสัมผัส ภายนอกภาพ เคมี จุลชีวภาพ รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับกระแสการพัฒนาผลิตภัณฑ์ อาหารแห่งอนาคต (future food) ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคซึ่งกำลังเป็นประเด็นที่ได้รับความ สนใจทั้งจากผู้ผลิตอาหาร และผู้บริโภค โดยอาหารแห่งอนาคตประกอบไปด้วย อาหารฟังก์ชัน (functional food) ที่อุดมไปด้วยสารสำคัญออกฤทธิ์ให้ประโยชน์ต่อร่างกาย อาหารใหม่ (novel food) ที่ใช้วัตถุดิบหรือ เทคโนโลยีนวัตกรรมในการผลิต อาหารอินทรีย์ (organic food) ที่ใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ ไม่ใช้สารเคมีและไม่ ผ่านการตัดแต่งทางพันธุกรรม และอาหารทางการแพทย์ (medical food) ที่สามารถใช้ทดแทนยาหรืออาหาร เสริมภายใต้การควบคุมของแพทย์ ทั้งนี้ชุดครุภัณฑ์การตรวจวิเคราะห์ความคงตัวของอาหารแห่งอนาคตสามารถ ถูกนำมาประยุกต์ใช้ทั้งในด้านการเรียนการสอน การวิจัยและการบริการวิชาการเพื่อตอบสนองต่อพันธกิจของ หน่วยงานซึ่งมุ่งส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภค เศรษฐกิจในชุมชนท้องถิ่น ตลอดจนองค์ความรู้ด้านความเป็นเลิศ ทางวิชาการ

#### 2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อใช้ในการเรียนการสอนและงานวิจัย
- 2.2 เพื่อใช้ในงานบริการวิชาการของคณะอุตสาหกรรมเกษตร

### 3. คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ

3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วน ผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและ การบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

3.7 เป็นนิติบุคคล ผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคา อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น

3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงานสิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วมคำทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

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

3.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียน เกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิที่ปรากฏ ในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีกิจการรายงาน งบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาท

- มูลค่าการจัดซื้อจัดจ้างเกิน 10 ล้าน แต่ไม่เกินบาท 20 ล้านบาท ต้องมีทุนจดทะเบียนไม่ต่ำกว่า 3 ล้านบาท

(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่น ข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดาให้พิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่น ข้อเสนอ โดยต้องมี เงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการ ที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียนหรือมี แต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคาร แห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรองหรือ ที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอ ไม่เกิน 90 วัน)

(5) กรณีตาม (1) - (4) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(5.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

#### 4. ขอบเขตของงาน

##### มาตรฐานและคุณลักษณะเฉพาะ

ชุดครุภัณฑ์การตรวจวิเคราะห์ความคงตัวของอาหารแห่งอนาคต จำนวน 1 ชุด

##### ประกอบด้วย

- 1) เครื่องทดสอบค่าเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Rancimat)
- 2) เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลทแบบหลายโหมด (Microplate reader)
- 3) เครื่องจำลองการเคี้ยวกลืน (Rheometer)

รายละเอียดของเครื่องมีดังนี้

##### 1. เครื่องทดสอบค่าเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Rancimat)

- 1.1 เครื่องสามารถควบคุมการทำงานผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์
- 1.2 มี Aluminum Heating block เพื่อควบคุมอุณหภูมิได้อย่างน้อย 2 ชุด โดยแต่ละชุดสามารถใส่ตัวอย่างได้อย่างน้อย 4 ตัวอย่าง
- 1.3 สามารถควบคุมอุณหภูมิของ Heating block ของแต่ละชุดได้แตกต่างกัน
- 1.4 สามารถตั้งค่าอุณหภูมิได้ในช่วง 50 – 220 °C หรือกว้างกว่า และมีความละเอียดเท่ากับ 1 °C หรือละเอียดกว่า
- 1.5 สามารถสั่งเริ่มการวิเคราะห์ตัวอย่างทั้งหมดได้อิสระจากกัน โดยจะสั่งผ่านโปรแกรม หรือปุ่มที่อยู่บนตัวเครื่อง
- 1.6 มีโปรแกรมในการทำการวิเคราะห์ค่า Induction time และค่า Stability time ได้ รวมถึงการนำผลของการวิเคราะห์ในแต่ละครั้งมาแสดงอยู่ในกราฟเดียวกันได้ (Overlay Curve)
- 1.7 มีชุดวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity Measurement) ซึ่งสามารถวัดค่าการนำไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 0 – 400 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร หรือกว้างกว่า และมีความละเอียดที่ 0.1 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร หรือละเอียดกว่า

- 1.8 มีปั๊มสำหรับดูดอากาศเข้าเครื่องที่สามารถปรับอัตราการไหลของก๊าซ (Gas flow) ได้ในช่วง 1 – 25 ลิตรต่อชั่วโมง หรือกว้างกว่า
- 1.9 เครื่องสามารถปิดตัวเองได้อัตโนมัติเมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จสิ้นและในกรณีที่ Heating block มีอุณหภูมิสูงเกินไปที่อาจจะก่อความเสียหายแก่เครื่อง
- 1.10 สามารถนำผลการวิเคราะห์ตัวอย่างที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันมาทำการทำนายถึงอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้
- 1.11 สามารถนำผลการวิเคราะห์ที่เสร็จสิ้นไปแล้วมาทำการหาค่า (re-evaluation) และคำนวณผลใหม่ (re-calculation) ได้
- 1.12 มีหน้าจอแสดงผลสถานะการทำงานต่างๆ ของเครื่องในขณะนั้น เช่น อุณหภูมิ, อัตราการไหลของก๊าซ และ ค่าการนำไฟฟ้า เป็นต้น
- 1.13 เชื่อมสัญญาณระหว่างเครื่อง และคอมพิวเตอร์ด้วยสายสัญญาณชนิด USB ได้
- 1.14 มี Reaction vessels และ Measuring vessels อย่างละอย่างน้อย 2 ชุด
- 1.15 อุปกรณ์ประกอบ
  - 1.15.1 เครื่องวิเคราะห์หาความชื้น (Moisture Balance) มีรายละเอียดดังนี้
    - 1.15.1.1. เป็นเครื่องหาความชื้นของสารได้ทั้งของแข็งและของเหลวด้วยหลักการ การให้ความร้อนด้วยแสงจากหลอดฮาโลเจน
    - 1.15.1.2. แหล่งให้ความร้อนเป็นหลอดฮาโลเจน ติดตั้งอยู่เหนือถาดวางตัวอย่าง สามารถให้ความร้อนแก่ตัวอย่างได้สม่ำเสมอ เพื่อให้ได้ค่าความชื้นที่มีความถูกต้องและแม่นยำสูง
    - 1.15.1.3. มีหน้าจอแสดงผลระบบสัมผัส มีการแสดงการทำงานของเครื่อง อุณหภูมิ เวลา รูปแบบการทำงาน และค่าความชื้นในขณะนั้น
    - 1.15.1.4. สามารถเลือกให้แสดงผลได้หลายแบบ เช่น ร้อยละความชื้น (%moisture), ร้อยละของแข็ง (%solids) น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการทดลอง (weight) หรือร้อยละ Regain (%Regain) เป็นต้น
    - 1.15.1.5. สามารถตั้งอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 40 °C - 200 °C หรือกว้างกว่า และสามารถเพิ่มอุณหภูมิได้ครั้งละ 1 °C หรือละเอียดกว่า
    - 1.15.1.6. สามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 90 กรัม และมีค่าอ่านละเอียด 0.01% หรือ Readability 0.001 กรัม หรือดีกว่า
    - 1.15.1.7. สามารถเลือกให้เครื่องหยุดวิเคราะห์ความชื้นได้ไม่น้อยกว่า 3 แบบ คือ
      - 1.15.1.7.1 เครื่องหยุดทำงานเมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้

- 1.15.1.7.2 เครื่องหยุดทำงานแบบอัตโนมัติ
- 1.15.1.7.3 เครื่องหยุดการทำงานแบบ Manual
- 1.15.1.8. สามารถตั้งโปรแกรมการให้ความร้อนได้
- 1.15.1.9. สามารถปรับน้ำหนักเครื่องให้ได้มาตรฐาน โดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานขนาด 50 กรัม และ  
การทำอุณหภูมิให้ได้มาตรฐาน ด้วยชุดสอบเทียบอุณหภูมิ
- 1.15.1.10. มีค่า Repeatability 0.1% หรือดีกว่า
- 1.15.1.11. งานซึ่งสำหรับใส่ตัวอย่างมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร  $\pm$  5 มิลลิเมตร
- 1.15.1.12. ถาดอลูมิเนียมฟอยล์สำหรับใส่ตัวอย่าง จำนวน 3 ถาด
- 1.15.1.13. สามารถโปรแกรมตั้งค่าวิธีการวิเคราะห์สำเร็จรูปที่เหมาะสมกับตัวอย่างแต่ละชนิด  
(Method Library) ติดตั้งภายในเครื่องได้อย่างน้อย 20 ประเภทตัวอย่างและแต่ละ  
ประเภทตัวอย่างเก็บผลการวิเคราะห์ได้อย่างน้อย 200 ผลการทดลอง
- 1.15.1.14. มีลูกน้ำบอกระดับในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้ชัด และสามารถปรับสมดุลเครื่องให้  
เหมาะสมได้
- 1.15.1.15. มีช่องสำหรับเชื่อมกับเครื่องพิมพ์, คอมพิวเตอร์ หรือ Flash drive สำหรับ import หรือ  
export ข้อมูลได้
- 1.15.1.16. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน CE และผลิตจากโรงงานที่ได้รับมาตรฐาน ISO  
9001:2008 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 1.15.2 คอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
- ระบบประมวลผล (CPU) Intel Core i7 Gen 12 หรือดีกว่า
  - มีหน่วยความจำหลัก (RAM) อย่างน้อย 16 GB
  - มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ Solid State Drive (SSD) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
  - สามารถอ่านและบันทึก CD/DVD ได้
  - จอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 22 นิ้ว แบบ LED
  - มีแป้นพิมพ์และเมาส์แบบ wireless เพื่อควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ได้
  - มีระบบปฏิบัติการไม่ต่ำกว่า Windows 10 พร้อมลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
  - รองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi ได้
- 1.15.3 เครื่องสำรองไฟฟ้า ไม่ต่ำกว่า 3 KVA และสามารถป้องกันกระแสไฟกระชากได้ สามารถสำรองไฟ  
ได้อย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 30 นาที จำนวน 1 เครื่อง
- 1.15.4 เครื่องพิมพ์เลเซอร์ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 1200x1200 dpi
- ความเร็วในการพิมพ์สำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 20 หน้าต่อนาที
- สามารถพิมพ์เอกสารกลับหน้าอัตโนมัติได้
- มีหน่วยความจำ ขนาดไม่น้อยกว่า 128 MB
- มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB 2.0 หรือดีกว่า อย่างน้อย 1 ช่อง
- สามารถใช้งานผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi ได้
- มีกระดาษกระดาษรวมกันไม่น้อยกว่า 200 แผ่น
- สามารถใช้กับกระดาษได้หลายขนาด เช่น A4 และ Letter เป็นต้น
- มีตลับหมึกของแท้จำนวนอย่างน้อย 5 ชุด

## 2. เครื่องอ่านปฏิบัติการบนไมโครเพลทแบบหลายโหนด (Microplate reader)

- 2.1 เป็นเครื่องอ่านปฏิบัติการบนไมโครเพลทโดยสามารถอ่านปฏิบัติการได้อย่างน้อย 4 ระบบ ดังนี้
  - 2.1.1. การดูดกลืนแสง (Absorbance)
  - 2.1.2. การเรืองแสง (Fluorescence Intensity)
  - 2.1.3. การวัดแบบฟลูออเรสเซนซ์โพลาไรเซชัน (Fluorescence Polarization)
  - 2.1.4. การเปล่งแสง (Luminescence)
- 2.2 แหล่งกำเนิดแสงเป็น Dedicated xenon flash lamp หรือชนิดอื่นที่ดีกว่า
- 2.3 มีตัวตรวจวัดสัญญาณ (Detector) อย่างน้อย 3 ระบบ ได้แก่ สำหรับวัดการดูดกลืนแสง, สำหรับการวัดการเรืองแสงและการวัดฟลูออเรสเซนซ์โพลาไรเซชัน และ สำหรับการวัดการเปล่งแสง
- 2.4 มีช่องสำหรับใส่เพลทมาตรฐานจำนวนอย่างน้อย 1 ช่อง และสามารถใช้กับไมโครเพลทมาตรฐานรูปแบบตั้งแต่ 6-384 หลุมได้
- 2.5 สามารถเขย่าเพลท (Plate shaking) ได้อย่างน้อย 3 แบบ คือ แบบแนวตรง (Linear) หมุนวน (Orbital) และ Double orbital และสามารถปรับความแรงของการเขย่าได้ไม่ต่ำกว่า 10 ระดับ โดยสามารถแสดงการเขย่าเป็น rpm พร้อมทั้งตั้งเวลาการเขย่าได้
- 2.6 สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ อุณหภูมิห้อง +3 องศาเซลเซียส จนถึง 42 องศาเซลเซียสหรือกว้างกว่า และมีค่า Uniformity ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 0.5 องศาเซลเซียส
- 2.7 การวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance)
  - 2.7.1. สามารถทำการวัดการดูดกลืนแสง โดยเลือกช่วงความยาวคลื่นด้วย Monochromator

- 2.7.2. สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ที่ช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 200 - 1000 นาโนเมตรหรือกว้างกว่า โดยปรับความยาวคลื่นได้ละเอียดครั้งละ 1 นาโนเมตรหรือละเอียดกว่า
- 2.7.3. มีช่วงวัดการดูดกลืนแสง ได้ตั้งแต่ 0-4 OD หรือกว้างกว่า
- 2.7.4. มีความเร็วในการอ่านปฏิบัติการดูดกลืนแสงบนไมโครเพลทแบบสแกนความยาวคลื่น (Spectral Scan) ไม่เกิน 5 วินาที
- 2.7.5. มีค่าความกว้างของช่องแสง (Bandwidth) 3.5 นาโนเมตร หรือดีกว่า
- 2.7.6. มีค่าความแม่นยำในการอ่านปฏิบัติการ (Wavelength reproducibility) ไม่เกิน 0.3 นาโนเมตร
- 2.7.7. มีค่าความถูกต้องในการอ่านปฏิบัติการ (Wavelength accuracy) ไม่เกิน 0.3 นาโนเมตร
- 2.7.8. มีค่าความถูกต้องของการดูดกลืนแสงที่ 260/280 นาโนเมตร (Ratio accuracy 260/280 nm) ไม่เกิน 0.07
- 2.7.9. มีค่าความถูกต้องของการดูดกลืนแสงที่ 260/230 nm (Ratio accuracy 260/230 nm) ไม่เกิน 0.08
- 2.7.10. มีค่าความแม่นยำ (Precision) ของการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตรไม่เกิน 0.2%
- 2.7.11. มีค่าถูกต้อง (Accuracy) ของการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตรไม่เกิน 0.5%
- 2.7.12. ให้ค่าความละเอียดในการอ่านผลทศนิยมไม่น้อยกว่า 4 ตำแหน่ง
- 2.8 การวัดค่าการเรืองแสง (Fluorescence Intensity)
- 2.8.1. สามารถวัดปฏิบัติการเรืองแสงได้แบบโมโนโครม (Monochromator)
- 2.8.2. สามารถวัดค่าการเรืองแสงได้ในช่วง 230-900 นาโนเมตรหรือกว้างกว่า สำหรับ Excitation และในช่วง 280-900 นาโนเมตรหรือกว้างกว่า สำหรับ Emission
- 2.8.3. สามารถอ่านปฏิบัติการได้ทั้งการอ่านด้านบน (Top reading) และการอ่านด้านล่าง (Bottom reading)
- 2.8.4. มีค่าความคลาดเคลื่อนของความยาวคลื่น (Wavelength accuracy) ไม่เกิน 1 นาโนเมตร สำหรับ Excitation และไม่เกิน 2 นาโนเมตรสำหรับ Emission
- 2.8.5. ค่าความแม่นยำของความยาวคลื่น (Wavelength reproducibility) ไม่เกิน 1 นาโนเมตร
- 2.8.6. มีค่าความกว้างของช่องแสง (Bandwidth) ที่ 20 นาโนเมตร หรือดีกว่า
- 2.8.7. สามารถทำ Well scanning ได้สูงสุดอย่างน้อย 100 x 100 จุดข้อมูล และ 3D scanning
- 2.8.8. มีข้อจำกัดในการวัด (Limit of detection) ในการวัด Fluorescence (Mono) ในการอ่านด้านบน น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 amol/well (100  $\mu$ l; 384 well)



- 2.8.9. มีข้อจำกัดในการวัด (Limit of detection) ในการวัด Fluorescence (Mono) ในการอ่านด้านล่าง น้อยกว่าหรือเท่ากับ 800 amol/well (200  $\mu$ l; 96 well)
- 2.8.10. สามารถอ่านปฏิกิริยาโดยใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 13 วินาที สำหรับไมโครเพลท 96-well และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 วินาทีสำหรับไมโครเพลท 384-well
- 2.8.11. มีค่า Dynamic range แบบ Extended dynamic range
- 2.8.12. สามารถปรับระยะการอ่านปฏิกิริยาของตัวอย่าง (Z-Positioning) ได้ละเอียดระดับไมโครเมตร เพื่อหาสัญญาณที่เหมาะสมในการวัด และเพื่อช่วยลดอัตราส่วนการรบกวนในการอ่านปฏิกิริยา (Signal-to-noise ratio)
- 2.8.13. สามารถปรับค่า Gain สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการขยายสัญญาณเพื่อให้ได้ค่าความไวสูงสุดในการวัดตัวอย่าง โดยสามารถให้ตัวเครื่องหาสัญญาณที่เหมาะสมแบบอัตโนมัติ (Optimal) แบบกำหนดเอง (Manual) และแบบคำนวณจากช่องไมโครเพลทที่ต้องการ (Calculated from well)
- 2.8.14. มีรายการสารเรืองแสง (Fluorophore) ให้เลือกในซอฟต์แวร์สำหรับวัดค่า
- 2.9 การวัดแบบฟลูออเรสเซนซ์โพลาไรเซชัน (Fluorescence Polarization)
- 2.9.1. สามารถวัดค่าการเปล่งแสงในช่วงตั้งแต่ 300-850 นาโนเมตร หรือกว้างกว่า
- 2.9.2. มีค่าความแม่นยำของของ Filter (Precision Filter) ไม่น้อยกว่า 1.5 mP<sup>2</sup>
- 2.9.3. มีค่าความแม่นยำของการอ่านปฏิกิริยา น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.0 mP
- 2.10 การวัดค่าการเปล่งแสง (Luminescence)
- 2.10.1. รองรับการตรวจวัดการวาวแสงรูปแบบ Flash และ Glow assay
- 2.10.2. สามารถวัดค่าการเปล่งแสงในช่วงตั้งแต่ 370-700 นาโนเมตร หรือกว้างกว่า
- 2.10.3. มีข้อจำกัดในการวัด (Limit of Detection) แบบ Glow Luminescence น้อยกว่าหรือเท่ากับ 225 amol/well
- 2.10.4. มีข้อจำกัดในการวัด (Limit of Detection) แบบ Flash Luminescence น้อยกว่าหรือเท่ากับ 12 amol/well
- 2.10.5. มีค่า Dynamic Range ในการวัดมากกว่า 9 Orders of magnitude
- 2.10.6. สามารถวัดค่าการเปล่งแสงได้หลายสี (Multi-color luminescence)
- 2.11 มีโปรแกรมซึ่งมีคุณสมบัติเบื้องต้น ดังนี้
- 2.11.1. สามารถเลือกพื้นที่ที่ต้องการวัดในไมโครเพลท ทั้งแบบเฉพาะช่อง แบบเฉพาะแถว ทั้งแถวแนวตั้ง-แนวนอน และแบบทุกช่องในไมโครเพลท

- 2.11.2. สามารถเลือกการอ่านหลายตำแหน่งในช่องของไมโครเพลท (Multiple Reads per Well) โดยสามารถเลือกรูปแบบการกระจายของการอ่านได้อย่างน้อย 7 รูปแบบ
- 2.11.3. ให้ค่าความละเอียดในการอ่านผลทศนิยมไม่น้อยกว่า 4 ตำแหน่ง
- 2.11.4. สามารถส่งข้อมูลไปยังโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อความสะดวกต่อการประมวลผลได้
- 2.11.5. สามารถทำงานได้ด้วยระบบปฏิบัติการวินโดว (Window) และไมโครซอฟท์
- 2.11.6. สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องผ่านคอมพิวเตอร์ประมวลผล ด้วย USB Interface
- 2.12 มีซอฟต์แวร์วิเคราะห์ผล ช่วยในการประมวลผลและรายงานผลดังนี้เป็นอย่างน้อย
- 2.12.1. สามารถกำหนดชนิดของตัวอย่างได้ เช่น Sample, Blank, Standard, Positive Control และ Negative Control เป็นต้น
- 2.12.2. สามารถกำหนดสูตรการคำนวณเพื่อแปรผลข้อมูลในรูปแบบที่ต้องการได้
- 2.12.3. สามารถสร้างกราฟมาตรฐาน (Standard curve) เช่น Point-to-Point, Linear regression เป็นต้น
- 2.12.4. สามารถคำนวณผล Protein quantification, Enzyme assay และ ratio 260/280 สำหรับ วัด DNA และ RNA เป็นต้น
- 2.12.5. สามารถทำ Curve fit และ Kinetic calculation ได้
- 2.13 บริษัทผู้ผลิตได้มาตรฐาน ISO 9001 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 2.14 มีเพลทพลาสติกใสชนิดกันแบน จำนวน 96 ช่อง (96-well plate) ที่สามารถใช้กับตัวเครื่องได้ จำนวน อย่างน้อย 100 ชิ้น
- 2.15 มีเพลทพลาสติกทึบชนิดกันแบน จำนวน 96 ช่อง (Black wall 96-well plate) ที่สามารถใช้กับ ตัวเครื่องได้ จำนวนอย่างน้อย 50 ชิ้น
- 2.16 อุปกรณ์ประกอบ
- 2.16.1 เครื่องเขย่าสารละลาย จำนวน 2 เครื่อง
- 2.16.1.1 เครื่องเขย่าสารละลายแบบตั้งโต๊ะ สามารถเลือกการทำงานเมื่อมีการสัมผัส (Touch) หรือใช้งานแบบต่อเนื่องได้ (Continuous) อย่างน้อยประกอบด้วย Mixing cup head สำหรับใช้งานกับหลอดทดลอง หรือสามารถเลือก Adapter ตามความเหมาะสมได้ โดย Adapter รองรับน้ำหนักของหลอดสูงสุด 0.5 กิโลกรัม
- 2.16.1.2 มีหัวสำหรับใช้งานกับหลอดทดลอง และเขย่า microplate
- 2.16.1.3 ปรับความเร็วรอบด้วยปุ่มหมุนเพียงปุ่มเดียว ช่วงความเร็วรอบรองรับตั้งแต่ 0 - 3,000 รอบต่อนาที หรือกว้างกว่า

- 2.16.1.4 ควบคุมการเขย่าสารด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์
  - 2.16.1.5 โครงสร้างทำจากซิงค์อัลลอยด์และเทคโนโลยีเมอร์ (zinc alloy and technopolymer) ทนทานต่อสารเคมี หรือวัสดุอื่นที่ดึกกว่า มีขายารองกันสิ้นทั้ง 4 ด้าน บริเวณด้านล่างตัวเครื่องเพื่อความมั่นคงและลดการสั่นสะเทือนในขณะทำงาน
  - 2.16.1.6 มีกำลังมอเตอร์อย่างน้อย 15 วัตต์
  - 2.16.1.7 ระดับความดังเสียงในขณะปฏิบัติงาน ไม่เกิน 80 เดซิเบล
  - 2.16.1.8 ได้รับมาตรฐานความปลอดภัย CEI EN 60529 ระดับ IP 42 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 2.16.2 เครื่องทำความสะอาดโดยใช้คลื่นความถี่สูง (Ultrasonic cleaning)
- 2.16.2.1 เป็นเครื่องทำความสะอาด โดยใช้คลื่นความถี่สูง และให้ความร้อนใช้สำหรับทำความสะอาดเครื่องแก้ว การเตรียมตัวอย่าง การล้างสิ่งสกปรกหรือใช้สำหรับงานวิจัย
  - 2.16.2.2 ตัวให้กำเนิดคลื่น Transducer ให้คลื่นความถี่ 37 กิโลเฮิรท์ซ (kHz) (ควบคุมในช่วง - 2.5/+5.5 kHz หรือดีกว่า)
  - 2.16.2.3 มีขนาดความจุอย่างน้อย 5.9 ลิตร
  - 2.16.2.4 วัสดุของตัวเครื่องทำจากโลหะไร้สนิม (Stainless steel) ชนิด AISI 304 และ DIN EN 10088-3 ชนิด 1.4301 หรือวัสดุอื่นที่ดึกกว่า
  - 2.16.2.5 สามารถตั้งอุณหภูมิในการใช้งานได้ระหว่างอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสจากอุณหภูมิห้องถึงอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส หรือกว้างกว่า โดยมีความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิ (temperature tolerance) เท่ากับ -5/+8 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
  - 2.16.2.6 สามารถตั้งเวลาการทำงานของตัวเครื่องได้ในช่วงระหว่าง 1 นาทีถึง 6 ชั่วโมง หรือกว้างกว่า และสามารถปรับหน่วยอุณหภูมิได้อย่างน้อย 2 หน่วยคือ องศาเซลเซียส (°C) และ องศาฟาเรนไฮต์ (°F) โดยแสดงค่าอุณหภูมิบนหน้าจอ LED
  - 2.16.2.7 ตัวเครื่องมีโปรแกรมทำความสะอาดและขจัดฟองอากาศอย่างน้อย 5 โหมด
  - 2.16.2.8 ตัวเครื่องมีระบบจดจำโปรแกรมการทำงานและสามารถบันทึกโปรแกรมการใช้งานได้อย่างน้อย 4 โปรแกรม
  - 2.16.2.9 ตัวเครื่องมีปุ่ม ปิด - เปิด (Off - On) และ ปุ่ม เริ่ม - หยุด (Start - Stop) อยู่บริเวณที่สะดวกต่อการใช้งาน
  - 2.16.2.10 เครื่องปิดการทำงานอัตโนมัติหลังการใช้งานต่อเนื่องกันนานเกินไป เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน

2.16.2.11 ตัวเครื่องสามารถให้กำลังความร้อน (Heating power) ได้อย่างน้อย 400 วัตต์ และประสิทธิภาพของพีคสูงสุด (Ultrasonic peak performance max.) อย่างน้อย 600 วัตต์

2.16.2.12 มีช่องสำหรับระบายน้ำออก

2.16.2.13 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน IP 20 หรือดีกว่า

2.16.2.14 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับรองมาตรฐาน CE หรือดีกว่า

2.16.2.15 มีอุปกรณ์เสริมคือตะกร้าทำด้วย Stainless steel หรือดีกว่า รองรับน้ำหนักได้อย่างน้อย 5 กิโลกรัม จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด

2.16.2.16 มีฝาปิดลดเสียงรบกวน และมีขอบสำหรับให้น้ำที่เกดขึ้น เกิดการหยดตัวลงในอ่าง โดยไม่หยดออกจากตัวเครื่อง จำนวนอย่างน้อย 1 ฝา

2.16.3 คอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- ระบบประมวลผล (CPU) Intel Core i7 Gen 12 หรือดีกว่า
- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) อย่างน้อย 16 GB
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ Solid State Drive (SSD) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
- สามารถอ่านและบันทึก CD/DVD ได้
- จอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 22 นิ้ว แบบ LED
- มีแป้นพิมพ์และเมาส์แบบ wireless เพื่อควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ได้
- มีระบบปฏิบัติการไม่ต่ำกว่า Windows 10 พร้อมลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- รองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi ได้

2.16.4 เครื่องสำรองไฟฟ้า ไม่ต่ำกว่า 3 KVA และสามารถป้องกันกระแสไฟกระชากได้ สามารถสำรองไฟได้อย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 30 นาที จำนวน 1 เครื่อง

2.16.5 เครื่องพิมพ์เลเซอร์ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 1200x1200 dpi
- ความเร็วในการพิมพ์สำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 20 หน้าต่อนาที
- สามารถพิมพ์เอกสารกลับหน้าอัตโนมัติได้
- มีหน่วยความจำ ขนาดไม่น้อยกว่า 128 MB
- มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB 2.0 หรือดีกว่า อย่างน้อย 1 ช่อง
- สามารถใช้งานผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi ได้
- มีถาดใส่กระดาษรวมกันไม่น้อยกว่า 200 แผ่น

- สามารถใช้กับกระดาษได้หลายขนาด เช่น A4 และ Letter เป็นต้น
- มีตลับหมึกของแท่งจำนวนอย่างน้อย 5 ชุด

### 3. เครื่องจำลองการเคี้ยวกลืน (Rheometer)

- 3.1 ใช้หลักการวัดแบบหมุน (rotational shear rheometers)
- 3.2 ตัวเครื่องมีมอเตอร์ชนิด Drag cup motor ตัวระบบลูกปืนที่รองรับการหมุนของ Rheometer เป็นแบบ Magnetic thrust bearings หรือระบบอื่นที่ดีกว่า
- 3.3 มีระบบ True Position Sensor หรือระบบอื่นที่ดีกว่า ที่วัดและชดเชย gap จากผลกระทบของการขยายตัวทางความร้อน
- 3.4 สามารถสั่งการใช้งานเครื่องได้ผ่านทางหน้าจอแบบระบบสัมผัส
- 3.5 มี optical encoder dual reader หรือระบบอื่นที่ดีกว่า ที่ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของตัวอย่าง
- 3.6 สามารถวัดค่าแรงในแนวแกน (Axial) และ ทดสอบการยึดติด (tack testing)
- 3.7 มีหลอดไฟส่องสว่างบนแท่นวางตัวอย่างแบบ 360 องศา ช่วยให้มองเห็นการทดลองได้ชัดเจน แม้สถานะที่มีแสงน้อย
- 3.8 สามารถควบคุมแรงบิดได้ในช่วง 1 นาโนนิวตันเมตร (nN.m) ถึง 200 มิลลินิวตันเมตร (mN.m) หรือกว้างกว่า สำหรับการทดสอบแบบเหวี่ยงไป-มา (Oscillation) และ 3 นาโนนิวตันเมตร (nN.m) ถึง 200 มิลลินิวตันเมตร (mN.m) หรือกว้างกว่า สำหรับการทดสอบแบบเฉือนคงตัว (Steady shear)
- 3.9 ความละเอียด (resolution) ของแรงบิดไม่มากกว่า 0.1 นาโนนิวตันเมตร (nN.m)
- 3.10 ช่วงความถี่ในการวัดต่ำสุด  $1.0 \times 10^{-7}$  Hz และมีค่ามากที่สุด 100 Hz หรือกว้างกว่า
- 3.11 สามารถวัดแรง (Normal force) สูงสุดไม่น้อยกว่า 50 N มีค่าความละเอียด (resolution) ไม่มากกว่า 0.5 มิลลินิวตัน (mN)
- 3.12 ความเร็วเชิงมุมสูงสุด (Angular Velocity) ขั้นต่ำ 0 เรเดียนต่อวินาที (rad/s) และความเร็วสูงสุด 300 เรเดียน ต่อวินาที (rad/s) หรือกว้างกว่า
- 3.13 มีระบบจดจำหัววัด และชุดควบคุมอุณหภูมิ ได้โดยอัตโนมัติ
- 3.14 ตัวเครื่องใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงความเร็วแรงบิดไปสู่ค่าที่กำหนดไว้ได้อย่างรวดเร็ว โดยมีค่าระยะเวลาของการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็ว (Step time, rate) สำหรับการวิเคราะห์ที่ใช้โหมด rotation ไม่มากกว่า 5 มิลลิวินาที และค่าระยะเวลาของการเปลี่ยนแปลงความเครียดเฉือน (Step time, strain) สำหรับโหมด oscillation ไม่มากกว่า 15 มิลลิวินาที

- 3.15 มีสารมาตรฐาน standard PDMS ให้อย่างน้อยจำนวน 1 ชุด
- 3.16 มีซอฟต์แวร์โปรแกรมควบคุมและวิเคราะห์ผล จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดคุณลักษณะดังนี้
- 3.16.1 เป็นโปรแกรมที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Microsoft windows
  - 3.16.2 สามารถควบคุมการทำงานของตัวเครื่อง ประมวลผลและบันทึกผลการทดลองได้โดยผ่านคอมพิวเตอร์
  - 3.16.3 ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดซอฟต์แวร์จากเว็บไซต์ผู้ผลิตได้โดยตรงโดยไม่มีค่าใช้จ่าย
  - 3.16.4 สามารถระบุลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมการไหล (flow behavior) ของวัสดุได้จากกราฟ Flow curve และสามารถได้รับข้อมูลต่าง ๆ ได้ เช่น ค่าความหนืด (Viscosity), ความเป็นทริโซโทรปี (thixotropy), จุดเคลื่อนตัว (yield stress) เป็นต้น
  - 3.16.5 สามารถทำ Viscoelastic Master curve ผ่านการทดสอบแบบ Time-temperature superposition (TTS)
  - 3.16.6 สามารถแสดงและบันทึกอัตราโนมิติของ waveforms (stress strain relationship) สำหรับการทดสอบแบบหมุนไปมา (Oscillation) เพื่อติดตามคุณสมบัติวิสโคอีลาสติกของตัวอย่าง ทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น
  - 3.16.7 สามารถรายงานผลการวิเคราะห์ขั้นพื้นฐานต่าง ๆ ได้ เช่น จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด (Onset and endset analysis), จุดสูงสุดและต่ำสุดของสัญญาณ (Signal maximum and minimum), Modulus crossover, 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> derivatives, พื้นที่ใต้กราฟ (Area under the curve), Peak integration, และข้อมูลทางสถิติ (Statistical functions) เป็นต้น
  - 3.16.8 สามารถ Overlay กราฟของผลการทดลองได้
  - 3.16.9 สามารถส่งออกกราฟและข้อมูลที่เป็นตัวเลขที่ได้จากการทดลองจากซอฟต์แวร์ที่ใช้วิเคราะห์ผลการทดลองในรูปแบบ plain-text, CSV, XML, Excel®, Word®, PowerPoint®, และรูปภาพได้
  - 3.16.10 มีโปรแกรมการวิเคราะห์โมเดลการไหล (Flow model)
- 3.17 ชุดควบคุมอุณหภูมิ (Peltier plate) และหัววัด จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดคุณลักษณะดังนี้
- 3.17.1 ชุดควบคุมอุณหภูมิมระบบ Advanced Peltier plate หรือระบบที่ดีกว่า
  - 3.17.2 มีชุดอุณหภูมิช่วยในการทำอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -20 ถึง 150 องศาเซลเซียส หรือกว้างกว่าสำหรับหัววัดแบบแผ่นขนาน (Parallel Plate) และแบบโคนและแผ่นขนาน (Cone and Plate)

- 3.17.3 หัววัดที่จัดมาให้ต้องมีความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้จริงกับชุดควบคุมอุณหภูมิ มีรายละเอียดคุณลักษณะดังนี้
- 3.17.3.1 แบบ Plate and Plate ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร โดยทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม จำนวน 1 คู่
- 3.17.3.2 แบบ Plate and Plate ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร โดยทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม จำนวน 1 คู่
- 3.17.3.3 แบบ Cone ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร มุม 2 องศาโดยทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม จำนวน 1 ชิ้น
- 3.17.3.4 แบบ Sandblasted มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร โดยทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม จำนวน 1 ชิ้น
- 3.17.3.5 แบบ Concentric cylinder จำนวน 1 ชุด
- 3.17.3.6 ชุดหัว Rotor สำหรับงาน Starch จำนวน 1 ชิ้น
- 3.17.3.7 มี insulated solvent trap ป้องกันการระเหยของตัวอย่าง จำนวน 1 ชิ้น
- 3.18 ชุดศึกษาพฤติกรรมที่เกิดขึ้นของการสัมผัสกัน ระหว่าง 2 พื้นผิวสัมผัสที่มีปฏิริยาต่อกัน และมีการเคลื่อนที่สัมผัสต่อกัน (Tribology) จำนวน 1 ชุด
- 3.19 ชุดอุปกรณ์ประกอบ (Accessories)
- 3.19.1 เครื่องอัดอากาศ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดคุณลักษณะดังนี้
- 3.19.1.1 เครื่องอัดอากาศแบบไร้น้ำมัน (Oil free air compressor) อุปกรณ์สำหรับกรองฝุ่นละออง น้ำมัน และความชื้น และมีอุปกรณ์ควบคุมแรงดันลมให้คงที่ จำนวน 1 ชุด
- 3.19.1.2 ฝาครอบและแผ่นยางรองป้องกันการสั่นสะเทือน จำนวน 1 ชุด
- 3.19.2 ตัวตัดขอบตัวอย่างขนาด 3 และ 6 มิลลิเมตร อย่างละ 1 ชิ้น
- 3.19.3 คอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
- ระบบประมวลผล (CPU) Intel Core i7 Gen 12 หรือดีกว่า
  - มีหน่วยความจำหลัก (RAM) อย่างน้อย 16 GB
  - มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ Solid State Drive (SSD) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
  - สามารถอ่านและบันทึก CD/DVD ได้
  - จอแสดงผลภาพขนาดไม่น้อยกว่า 22 นิ้ว แบบ LED
  - มีแป้นพิมพ์และเมาส์แบบ wireless เพื่อควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ได้

- มีระบบปฏิบัติการไม่ต่ำกว่า Windows 10 พร้อมลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
  - รองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi ได้
- 3.19.4 เครื่องสำรองไฟฟ้า ไม่ต่ำกว่า 3 KVA และสามารถป้องกันกระแสไฟกระชากได้ สามารถสำรองไฟได้อย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 30 นาที จำนวน 1 เครื่อง
- 3.19.5 เครื่องพิมพ์เลเซอร์ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
- มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 1200x1200 dpi
  - ความเร็วในการพิมพ์สำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 20 หน้าต่อนาที
  - สามารถพิมพ์เอกสารกลับหน้าอัตโนมัติได้
  - มีหน่วยความจำ ขนาดไม่น้อยกว่า 128 MB
  - มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB 2.0 หรือดีกว่า อย่างน้อย 1 ช่อง
  - สามารถใช้งานผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi ได้
  - มีถาดใส่กระดาษรวมกันไม่น้อยกว่า 200 แผ่น
  - สามารถใช้กับกระดาษได้หลายขนาด เช่น A4 และ Letter เป็นต้น
  - มีตลับหมึกของแท้จำนวนอย่างน้อย 5 ชุด
- 3.19.6 โต๊ะหิน สำหรับวางเครื่องวัดการจำลองแบบเคียวกลืน จำนวน 1 ชิ้น มีรายละเอียดคุณลักษณะดังนี้
- สามารถรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 100 กิโลกรัม และป้องกันการสั่นสะเทือนได้
  - มีขนาดไม่น้อยกว่า 85 เซนติเมตร x 50 เซนติเมตร x 60 เซนติเมตร (สูง x กว้าง x ยาว)
- 3.19.7 ชุดโต๊ะและเก้าอี้ทำงาน สำหรับวางชุดคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้
- เก้าอี้มีพนักพิงแขนและหลัง และมีล้อเลื่อน ปรับสูงต่ำได้
  - โต๊ะขนาดไม่น้อยกว่า 120 x 60 x 75 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว x สูง)

#### 4. เงื่อนไขเพิ่มเติม

- 4.1 ติดตั้งเครื่องมือและระบบไฟฟ้าให้พร้อมใช้งานได้ โดยวิศวกรหรือช่างผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการฝึกอบรมจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง พร้อมอบรมการใช้งานเครื่องมือโดยบุคลากรที่ได้รับการฝึกอบรม
- 4.2 เครื่องมือต้องเป็นเครื่องมือที่ไม่ผ่านการใช้งานหรือการสาธิตใช้งานมาก่อน
- 4.3 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษเต็มรูปแบบ ในรูปแบบเอกสารและไฟล์อิเล็กทรอนิกส์อย่างน้อยอย่างละ 2 ชุด
- 4.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชนิดสามารถเข้ากับไฟฟ้า 220-240 โวลต์ (V) 50-60 เฮิรท์ซ (Hz) ได้



4.5 ผู้ขายต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

4.6 รับประกันคุณภาพเครื่องมือเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3 ปี หากสิ่งใดสิ่งหนึ่งของเครื่องขัดข้องบริษัทจะต้องดำเนินการแก้ไขโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ

4.7 มีช่างผู้ชำนาญการที่มีประกาศนียบัตรหรือใบรับรอง (Certificate) ที่แสดงว่าได้รับการฝึกอบรมการซ่อมบำรุงอุปกรณ์จากบริษัทผู้ผลิต

4.8 ทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM) พร้อมฟรีค่าอะไหล่และวัสดุสิ้นเปลืองเพื่อให้เครื่องวัดค่าได้อย่างถูกต้องแม่นยำ พร้อมรายงานผล อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ภายในระยะเวลาที่รับประกัน

4.9 บริษัทต้องให้การอบรม ได้แก่ ความรู้การใช้งานเบื้องต้น (hardware และ software) การวิเคราะห์ผล และการบำรุงรักษาเครื่องมือ ให้แก่ผู้ใช้งานทั่วไป จำนวนอย่างน้อย 1 ครั้ง และผู้ดูแลเครื่องมือ จำนวนอย่างน้อย 1 ครั้ง จนสามารถใช้งานได้ โดยไม่มีค่าใช้จ่าย ภายในระยะเวลา 3 เดือนหลังจากการตรวจรับแล้วเสร็จ

## 5. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ

160 วัน

## 6. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ใช้เกณฑ์ราคา

## 7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร

13,000,000 บาท (สิบสามล้านบาทถ้วน)

## 8. งวดงานและการจ่ายเงิน

จ่ายเงินพร้อมกันทั้งหมด


## 9. อัตราค่าปรับ


เมื่อครบกำหนดส่งมอบงานหากผู้ขายไม่ส่งมอบงานตามที่กำหนดให้คณะอุตสาหกรรมเกษตร หรือส่งมอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบจำนวน ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องชำระค่าปรับให้คณะอุตสาหกรรมเกษตร เป็นรายวันเป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ .....0.20)..... ของมูลค่าตามสัญญา

## 10. ระยะเวลาการรับประกัน (ถ้ามี)


ไม่น้อยกว่า 3 ปี

ขอรับรองว่าการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของงาน เป็นไปตามพระราชบัญญัติ การจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. ๒๕๖๐ มาตรา ๙ การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะทำการจัดซื้อจัดจ้าง ให้นำหน่วยงานของรัฐคำนึงคุณภาพ เทคนิค และวัตถุประสงค์ของการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุนั้น และห้ามมิให้กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุให้ใกล้เคียงกับยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งหรือของผู้ขายรายใดรายหนึ่งโดยเฉพาะ เว้นแต่พัสดุที่จะทำการจัดซื้อจัดจ้างตามวัตถุประสงค์นั้นมียี่ห้อเดียวหรือจะต้องใช้อะไหล่ของยี่ห้อใด ก็ให้ระบุยี่ห้อนั้นได้


ลงชื่อ.....  .....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธรรมพ เหล่ากุลติก)

ลงชื่อ.....  .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินพร กลั่นกลิ่น)

ลงชื่อ.....  .....กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.สุกัลย์ บริศไพบุลย์)

ลงชื่อ.....  .....กรรมการ  
(นางสาวอังฉรา เทียมภักดี)

ลงชื่อ.....  .....กรรมการ  
(นางสาวเกษสินี ต๊ะต่องใจ)

ลงชื่อ.....  .....กรรมการและเลขานุการ  
(นายสรณัฐ สามสี)