

## ร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR)

### ชุดสร้างสรรค์นวัตกรรมซูเปอร์ฟู้ด 3 มิติ เพื่อมนุษยชาติในอนาคต ตำบลแม่เหิยะ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

#### 1. ความเป็นมา

ชุดสร้างสรรค์นวัตกรรมซูเปอร์ฟู้ด 3 มิติ เพื่อมนุษยชาติในอนาคตมีความสำคัญอย่างมากต่อการเรียนการสอนในคณะอุตสาหกรรมเกษตร เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่จะเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแปรรูปอาหารในปัจจุบัน สร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ ในการแปรรูปอาหารเพื่อผู้บริโภควัยต่างๆ และเพื่อให้นักศึกษาได้ ฝึกทักษะการแปรรูปอาหารโดยใช้ชุดเครื่องมือดังกล่าว ได้ทราบถึงหลักการทำงาน ทดลองใช้เครื่องในสถานการณ์จริงเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหาร สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านที่ 3 ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ ยุทธศาสตร์คุณภาพคนด้วยการศึกษาที่มีประสิทธิภาพพัฒนาทักษะในสายวิชาชีพที่สนับสนุนการพัฒนาประเทศ โดยมีกระบวนการวิชาที่ใช้เครื่องมือดังกล่าวในการเรียนการสอน ดังนี้ กระบวนวิชา 601347, 601453, 601702, 601745, 601775, 604312, 604411, 604441, 604499, 605322, 605491 และ 605492 วิชาปัญหาพิเศษและวิทยานิพนธ์ของสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร วิศวกรรมกระบวนการอาหาร เทคโนโลยีการพัฒนาดัดแปลงพันธุกรรม และเทคโนโลยีชีวภาพ รวมทั้งการเรียนการสอนในระดับบัณฑิตศึกษา

นอกจากด้านการเรียนการสอนแล้ว ชุดเครื่องมือนี้ยังเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสูงด้านการวิจัยสนับสนุนการสร้างงานวิจัยด้านนวัตกรรมอาหาร เพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่างๆ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน การขับเคลื่อนเศรษฐกิจสู่ประเทศไทย 4.0 และสอดคล้องกับเป้าหมายของ SDG 3 การมีสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี (Good health and well-being) SDG 2 ขจัดความหิวโหย (Zero hunger) SDG 9 อุตสาหกรรม นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน (Industry, innovation and infrastructure) และ SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate action) รวมทั้งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์เชิงรุกของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ด้านนวัตกรรมอาหารและสุขภาพและการดูแลผู้สูงอายุ และยุทธศาสตร์เชิงพันธกิจ ของมหาวิทยาลัยในการสร้างงานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศและนวัตกรรม และการบริการวิชาการที่เกิดประโยชน์ต่อสังคม โดยนวัตกรรมและผลงานวิจัยที่ใช้เครื่องมือแปรรูปดังกล่าวสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีและบริการวิชาการให้กับภาคอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพและผู้สนใจ เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหาร และอาหารเชิงหน้าที่ในระดับ pilot scale สำหรับการทดสอบตลาด

ปัจจุบันคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ยังไม่มีชุดเครื่องมือดังกล่าวสำหรับสนับสนุนการดำเนินการตามพันธกิจของคณะฯ ทั้งด้านการเรียนการสอน วิจัย และบริการวิชาการ ซึ่งการมี “ชุดสร้างสรรค์นวัตกรรม ซูเปอร์ฟู้ด 3 มิติ เพื่อมนุษยชาติในอนาคต” จะเสริมสร้างทักษะทางวิชาชีพให้กับบัณฑิตสาขาอุตสาหกรรมเกษตร รวมทั้งการสร้างนวัตกรรมและผลงานวิจัยเพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมอาหารของประเทศ

#### 2. วัตถุประสงค์

เพื่อใช้ในงานตามพันธกิจในด้านต่างๆ ของคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดังนี้

##### 1. ด้านการเรียนการสอน

ใช้ในการเรียนการสอนในคณะอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อให้นักศึกษาได้ ฝึกทักษะการแปรรูปอาหารโดยใช้ชุดเครื่องมือดังกล่าว ได้ทราบถึงหลักการทำงาน ทดลองใช้เครื่องในสถานการณ์จริงเพื่อ

ผลิตผลิตภัณฑ์ในหลายกระบวนการวิชา ดังนี้ กระบวนการวิชา 601347, 601453, 601702, 601745, 601775, 604312, 604411, 604441, 604499, 605322, 605491 และ 605492 วิชาปัญหาพิเศษ และวิทยานิพนธ์ของสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร วิศวกรรมกระบวนการอาหาร เทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ รวมทั้งการเรียนการสอนในระดับบัณฑิตศึกษา

## 2. ด้านการวิจัย

สามารถใช้เครื่องมือนี้ในการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา วิชาโครงการวิจัยระดับปริญญาตรี และงานวิจัยของอาจารย์ที่เกี่ยวกับการพัฒนาสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหารเพื่อมนุษยชาติเพื่อสุขภาพในอนาคต อีกทั้งเครื่องพิมพ์อาหาร 3 มิติ เป็นเครื่องที่ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติเป็นการขึ้นรูปทีละชั้น ทำให้สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนหลากหลายรูปทรงได้ เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้สามารถเติมส่วนผสมอาหารต่างๆ เข้าไปในองค์ประกอบอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยสามารถควบคุมปริมาณองค์ประกอบต่างๆ ได้อย่างละเอียดและแม่นยำ อีกทั้งยังมีลักษณะปรากฏที่ดึงดูดใจผู้บริโภคหากมีเครื่องมือนี้ก็จะทำให้คณะสามารถมีศักยภาพในการทำงานวิจัยที่หลากหลาย และตอบสนองต่อความต้องการของตลาดได้มากขึ้น

## 3. ด้านการบริการวิชาการ

สามารถใช้เครื่องมือนี้ในการรับพัฒนาและผลิตผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหารเพื่อมนุษยชาติในอนาคต อีกทั้งยังสามารถใช้สร้างงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสร้างผู้ประกอบการรายใหม่ startup ยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และให้บริการแก่ผู้ประกอบการที่ต้องการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพื่อทดสอบการยอมรับของตลาด

## 3. คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ

- 3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย
- 3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 3.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่คณะอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาล ของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
- 3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมคำหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงานสิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมคำหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมคำรายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมคำหลัก กิจกรรมร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมคำหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจกรรมร่วมคำที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดเป็นผู้เข้าร่วมคำหลัก ผู้เข้าร่วมคำทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจกรรมร่วมคำ การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมคำทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจกรรมร่วมคำ

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

3.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิ ที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 2 ล้านบาท

(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอ ในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณที่ยื่นข้อเสนอในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน)

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

(5.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตาม

พระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

#### 4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะดำเนินการจัดซื้อ

ชุดสร้างสรรค์นวัตกรรม ซุปเปอร์ฟู้ด 3 มิติ เพื่อมนุษยชาติในอนาคต ประกอบด้วยเครื่องมือดังรายละเอียดต่อไปนี้

##### 1. เครื่องวัดสมบัติการไหลของอาหาร (Rheometer)

###### 1.1 เครื่องวัดการไหลแบบเวียน

- 1.1.1 ใช้หลักการวัดแบบหมุน (rotational shear rheometer)
- 1.1.2 เครื่องมือมอเตอร์ชนิด Drag cup motor ร่วมกับเทคโนโลยี Magnetic thrust bearing หรือมอเตอร์ชนิดแบบ Electronically Commutated (EC) ร่วมกับ Permanent Magnet Synchronous Motor เพื่อช่วยให้สามารถวัดค่ารีโอโลยีที่แรงบิดต่ำได้
- 1.1.3 มีระบบ True Position Sensor หรือ Automatic gap control (AGC) เพื่อช่วยปรับระยะห่างของ Gap ได้อย่างแม่นยำและชดเชยการเปลี่ยนแปลงของ gap เนื่องจากอุณหภูมิและแรงในแนวตั้งฉาก (Normal force) ได้อัตโนมัติ
- 1.1.4 มอเตอร์ใช้แบบเบร้งอากาศ (Air bearing) หรือ มีคุณสมบัติเทียบเท่า
- 1.1.5 สามารถส่งการใช้งานเครื่องได้ผ่านหน้าจอแบบระบบสัมผัสหรือปุ่มกด
- 1.1.6 มี optical encoder dual reader หรือ High resolution optical encoder ที่ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของตัวอย่าง
- 1.1.7 สามารถวัดค่าแรงในแนวแกน (Axial) หรือ แรงในแนวตั้งฉาก (Normal force)
- 1.1.8 มีหลอดไฟส่องสว่างบนแท่นวางตัวอย่าง หรือ ที่ชุดควบคุมอุณหภูมิแบบ Hood แบบ 360 องศา ช่วยให้ทำการทดลองได้ชัดเจน แม้สภาพที่มีแสงน้อย
- 1.1.9 มีกระจกที่ทำให้ผู้ใช้งานมองเห็นตัวอย่างได้ 360° เพื่อหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดจากการเตรียมตัวอย่าง
- 1.1.10 มีระบบที่สามารถจดจำหัววัดและชุดควบคุมอุณหภูมิได้อัตโนมัติ และสามารถถ่ายโอนพารามิเตอร์ทั้งหมดไปยังซอฟต์แวร์ได้ และสามารถจดจำตำแหน่งของการตั้ง zero gap
- 1.1.11 มีระบบเปลี่ยนหัววัดแบบ Quick Connect coupling ซึ่งสามารถเปลี่ยนหัววัดได้เพียงมือเดียวและรวดเร็ว หรือ มีระบบที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าเพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน
- 1.1.12 มีระบบ TruRate เพื่อช่วยควบคุมการวัดในโหมด Rotation และ ระบบ TruStrain เพื่อช่วยควบคุมการวัดในโหมด Oscillation ให้มีความรวดเร็วและแม่นยำกับทุกตัวอย่าง หรือ มีระบบที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า
- 1.1.13 มีค่าแรงบิด (Torque Rotation) ต่ำที่สุดอย่างน้อย 1 นาโนนิวตันเมตร และมีค่ามากที่สุดอย่างน้อย 200 มิลลินิวตันเมตร
- 1.1.14 มีค่าแรงบิด (Torque Oscillation) ต่ำที่สุดอย่างน้อย 0.5 นาโนนิวตันเมตร และมีค่ามากที่สุดอย่างน้อย 200 มิลลินิวตันเมตร
- 1.1.15 มีค่า Angular Velocity ไม่น้อยกว่า 300 เรเดียนต่อวินาที
- 1.1.16 มีค่า Angular Frequency ต่ำที่สุดอย่างน้อย  $10^{-7}$  เรเดียนต่อวินาที และมีค่ามากที่สุดอย่างน้อย 600 เรเดียนต่อวินาที
- 1.1.17 สามารถวัดค่า Normal force ได้อย่างน้อยในช่วงตั้งแต่ -50 ถึง 50 นิวตัน
- 1.1.18 มีช่องต่อการใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้อย่างน้อย 2 แบบคือ USB และ Ethernet
- 1.1.19 ใช้กับไฟฟ้าขนาด 220V

###### 1.2 ชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Module)

- 1.2.1 มีชุดควบคุมอุณหภูมิแบบแผ่นเรียบ สำหรับหัววัดแบบ Parallel-plate และ Cone-plate สามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างน้อยตั้งแต่ -50 ถึง 220 °C โดยใช้ชุดทำความเย็นแบบ Water cooled Peltier-temperature-controlled device (PTD) หรือระบบที่ดีกว่า จำนวน 1 ชุด
- 1.2.2 มีชุดควบคุมอุณหภูมิแบบแผ่นขูด สำหรับหัววัดแบบ Parallel-plate และ Cone-plate สามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างน้อยตั้งแต่ -50 ถึง 220 °C โดยใช้ชุดทำความเย็นแบบ Water cooled Peltier-temperature-controlled device (PTD) หรือระบบที่ดีกว่า จำนวน 1 ชุด
- 1.2.3 มีชุดควบคุมอุณหภูมิสำหรับการศึกษาพฤติกรรมเกิดการเกิด pasting ของแป้งและศึกษาการเกิด gelatinization ของแป้ง ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างน้อยตั้งแต่ 5 ถึง 160 °C หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด
- 1.2.4 มีชุดควบคุมอุณหภูมิสำหรับการศึกษา Tribology สามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างน้อยตั้งแต่ -40 ถึง 200 °C หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

### 1.3 หัววัด Measuring system

- 1.3.1 หัววัดแบบ Parallel Plate ชนิด stainless steel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 1.3.2 หัววัดแบบ Parallel Plate ชนิด stainless steel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 1.3.3 หัววัดแบบ Parallel Plate ชนิด stainless steel แบบพ่นทราย (Sandblasted) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น
- 1.3.4 หัววัดแบบ Measuring Cone ชนิด stainless steel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร มุม 1 องศา จำนวน 1 ชิ้น
- 1.3.5 หัววัดแบบ Measuring Cone ชนิด stainless steel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร มุม 1 องศา จำนวน 1 ชิ้น
- 1.3.6 หัววัดแบบ Cylinder ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร พร้อมถ้วยใส่ตัวอย่าง จำนวน 1 ชุด
- 1.3.7 มีหัววัดแบบ stirrer จำนวน 1 ชิ้น
- 1.3.8 มีถ้วยใส่ตัวอย่างทำจากอลูมิเนียม จำนวน 2 ชิ้น
- 1.3.9 มีถ้วยใส่ตัวอย่างทำจาก Stainless steel จำนวน 1 ชิ้น
- 1.3.10 มีหัววัดสำหรับการศึกษา Tribology สำหรับใส่ลูกบอล 1 ชิ้น
- 1.3.11 ลูกบอลสำหรับการศึกษา Tribology ชนิด Polyamide จำนวน 10 ลูก
- 1.3.12 ลูกบอลสำหรับการศึกษา Tribology ชนิด Polyacetal จำนวน 10 ลูก
- 1.3.13 ฟินชนิด Polydimethylsiloxane (PDMS) จำนวน 60 ลูก

### 1.4 มีซอฟต์แวร์โปรแกรมควบคุมและวิเคราะห์ผล จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดคุณลักษณะดังนี้

- 1.4.1 เป็นโปรแกรมที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows
- 1.4.2 สามารถควบคุมการทำงานของตัวเครื่อง ประมวลผลและบันทึกผลการทดลองได้โดยผ่านคอมพิวเตอร์
- 1.4.3 สามารถศึกษาลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมการไหล (flow behavior) ของวัสดุได้จากกราฟ Flow curve และสามารถหาข้อมูลต่าง ๆ ได้ เช่น ค่าความหนืด (Viscosity)

ความเป็นทริโซโทรปี (thixotropy) จุดเคื่อนตัว (yield stress) และมี template method สำหรับการศึกษาพฤติกรรมการไหลของวัสดุในโปรแกรม

- 1.4.4 สามารถทำ Master curve ผ่านการทดสอบแบบ Time-temperature superposition (TTS)
  - 1.4.5 สามารถแสดงและบันทึกอัตราโนมิติของ waveforms (stress strain relationship) หรือการทดสอบแบบ LAOS สำหรับการทดสอบแบบ Oscillation เพื่อติดตามคุณสมบัติวิสโคอิลาสติกของตัวอย่าง
  - 1.4.6 สามารถซ้อนทับกราฟ (Overlay) ของผลการทดลองได้
  - 1.4.7 สามารถส่งออกกราฟและข้อมูลที่เป็นตัวเลขที่ได้จากการทดลองจากซอฟต์แวร์ที่ใช้วิเคราะห์ผลการทดลองในรูปแบบ text, CSV, XML, Excel ได้เป็นอย่างน้อย
  - 1.4.8 มีโปรแกรมการวิเคราะห์โมเดลการไหล Rheology regression แบบต่างๆ เช่น WLF, Bingham, Casson, Herschel-Bulkley ได้เป็นอย่างน้อย
  - 1.4.9 สามารถกำหนดรูปแบบของการเก็บข้อมูลได้ทั้งแบบ constant, linear scale และ logarithmic scale ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.5 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ
- 1.5.1 เครื่อง Air Compressor แบบไม่ใช้น้ำมัน (Oil free air compressor) และชุดกรองอากาศให้แห้ง และ activated carbon จำนวน 1 ชุด
  - 1.5.2 เครื่องทำความเย็น (Circulator) ที่สามารถทำอุณหภูมิได้อย่างน้อยในช่วงตั้งแต่ -35 องศาเซลเซียส จนถึง 200 องศาเซลเซียส จำนวน 1 เครื่อง
  - 1.5.3 เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 ชุด สำหรับใช้งานกับเครื่องวิเคราะห์คุณสมบัติการไหล ประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้
    - 1.5.3.1 CPU มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า Core i7
    - 1.5.3.2 หน่วยความจำหลัก (Ram) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 8 Gb
    - 1.5.3.3 หน่วยจัดเก็บข้อมูล แบบ Solid state ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 Tb
    - 1.5.3.4 หน้าจอแสดงผล ขนาดไม่น้อยกว่า 22 นิ้ว
    - 1.5.3.5 ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 11 หรือ ใหม่กว่า ถูกต้องตามลิขสิทธิ์
  - 1.5.4 โต๊ะสำหรับวางเครื่องรีโอมิเตอร์ จำนวน 1 ตัว
  - 1.5.5 โต๊ะสำหรับวางคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ตัว
  - 1.5.6 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 4 kVA จำนวน 1 เครื่อง

## 2. เครื่องพิมพ์อาหาร 3 มิติ

- 2.1 พื้นที่การพิมพ์ เส้นผ่านศูนย์กลาง 257 มิลลิเมตร สูง 110 มิลลิเมตร หรือ พื้นที่มากกว่า
- 2.2 งานหมุนสำหรับรองรับอาหาร 3 มิติ ขนาดอย่างน้อย 27.8 เซนติเมตร
- 2.3 สามารถรองรับหลอดบรรจุอาหารขนาด 100 มิลลิเมตร ได้สูงสุดอย่างน้อย 5 หลอด
- 2.4 สามารถทำความร้อนได้สูงสุดอย่างน้อย 90 องศาเซลเซียส
- 2.5 รองรับหัวฉีดขนาด 0.8-4 มิลลิเมตร หรือ ในช่วงที่กว้างกว่า
- 2.6 มีหน้าจอสำหรับสั่งการทำงานและแสดงผลแบบ interactive
- 2.7 ชุดอุปกรณ์เสริมสำรอง สำหรับการทำงาน อย่างน้อย 1 ชุด (นอกเหนือจากที่มาในตัวเครื่อง)
- 2.8 มีระบบ Wi-Fi สำหรับเชื่อมต่อข้อมูล
- 2.9 มีซอฟต์แวร์สำหรับการพิมพ์ด้านอาหารโดยเฉพาะ

- 2.10 เครื่องมือได้รับการรับรองมาตรฐานความปลอดภัย เช่น FCC หรือ CE หรือ IEC อย่างน้อยอย่างใดอย่างหนึ่ง เป็นต้น
- 2.11 เครื่องมือประกอบอื่นๆ
  - 2.11.1 เครื่องปรับอากาศขนาด 24,000 BTU ระบบอินเวอร์เตอร์ และอุปกรณ์ พร้อมติดตั้งจำนวน 1 เครื่อง
  - 2.11.2 เครื่อง Dehumidifier สำหรับดูดความชื้นในห้องวิจัย จำนวน 2 เครื่อง
  - 2.11.3 ปัมป์สำหรับดูดจ่ายอาหารเหลวชั้นหนืด (peristaltic pump) จำนวน 1 เครื่อง

### 3. เครื่องสแกน 3 มิติแบบพกพา

- 3.1 เป็นเครื่องสแกน 3 มิติ พกพาแบบไฮบริด
- 3.2 ประเภทของแสงเลเซอร์เป็นชนิดแสงเลเซอร์สีฟ้าและแสง LED
- 3.3 มีโหมดการทำงานอย่างน้อย 2 แบบ ได้แก่ Rapid scan และ Laser scan
- 3.4 มีค่า Scan accuracy สูงสุดถึง 0.05 มิลลิเมตร ในโหมด Rapid scan และ สูงสุดถึง 0.04 ในโหมด Laser scan หรือเทียบเท่า
- 3.5 มีค่า Scan speed อย่างน้อย 1,200,000 points/s ในโหมด Rapid scan และ 480,000 points/s ในโหมด Laser scan
- 3.6 กล้องมีค่า Frame rate อย่างน้อย 55 FPS
- 3.7 ระยะการทำงาน 470 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 3.8 มีค่า Depth of field ในช่วง 200 -700 มิลลิเมตร ในโหมด Rapid scan และ 350 - 610 มิลลิเมตร ในโหมด Laser scan หรือดีกว่า
- 3.9 มีค่า point distance ในช่วง 0.25-3 มิลลิเมตร ในโหมด Rapid scan และ 0.05 - 3 มิลลิเมตร ในโหมด Laser scan หรือดีกว่า
- 3.10 สามารถใช้งานได้ในช่วง 0-40 องศาเซลเซียส และความชื้น 10-90% หรือดีกว่า
- 3.11 เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 ชุด สำหรับใช้งานกับเครื่องสแกน 3 มิติแบบพกพา ประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้
  1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 16 แกนหลัก (16 core) และ 24 แกนเสมือน (24 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.6 GHz จำนวน 1 หน่วย
  2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 30 MB
  3. ระบบ Bios ของเครื่องคอมพิวเตอร์มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับคอมพิวเตอร์ที่เสนอ ต้องสามารถแสดงหมายเลขเครื่อง (Serial Number) ที่ตรงกับหมายเลขที่ติดมากับตัวเครื่องได้
  4. มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงผลภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB GDDR6 with ECC หรือดีกว่า
  5. มีหน่วยความจำหลักแบบ (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่าที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB
  6. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล/อ่านข้อมูล (Hard disk) ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB จำนวน 1 หน่วย
  7. มีส่วนควบคุมการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย (Network Controller) สนับสนุนความเร็ว 10 Gigabit Ethernet หรือดีกว่า

8. มีส่วนควบคุมการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายแบบไร้สาย (Wireless Network) ตามมาตรฐาน Intel Wi-Fi 6 พร้อม Bluetooth v5.3 หรือดีกว่า
9. มีพอร์ตสำหรับเชื่อมต่อ พอร์ต VGA หรือ HDMI หรือ Display Port อย่างน้อย 1 ช่อง
10. มีพอร์ตแบบ USB รวมกันไม่น้อยกว่า 6 ports โดยมีพอร์ตสื่อสารแบบ USB แบบ 2.0 ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต และแบบ USB 3.2 Type A รวมกันไม่น้อยกว่า 3 พอร์ต และแบบ USB 3.2 Type C อย่างน้อย 1 port
11. มี Hardware หรือ Firmware ทำหน้าที่เข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลโดยเฉพาะตามมาตรฐาน TPM 2.0 หรือดีกว่า เพื่อใช้ในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล
12. มีจอภาพขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 1920 x 1080 pixels หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่ต่ำกว่า 3000 : 1 มีพอร์ตในการแสดงผลแบบ VGA และ HDMI จำนวนอย่างละ 1 พอร์ต
13. มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 11 หรือดีกว่า ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
14. มีซอฟต์แวร์ที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวเครื่องสำหรับใช้ตรวจสอบอุปกรณ์ภายในตัวเครื่องได้ไม่ต่ำกว่า 10 รายการ ดังต่อไปนี้ Processor, Memory, Mainboard, Ethernet, Wireless, Bluetooth, Hard disk, Graphic Card, Display, Display Interface, Audio, PCI Slots
15. เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 3 kVA จำนวน 1 เครื่อง

#### 4. รายละเอียดและเงื่อนไขอื่นๆ

- 4.1 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.2 มีการฝึกอบรมการใช้งานเครื่องมือและการบำรุงรักษาเครื่องให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัยให้สามารถใช้งานได้
- 4.3 ระยะเวลาการรับประกันโดยผู้จำหน่ายอย่างน้อย 2 ปี

#### 5. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ

ภายในระยะเวลา 180 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

#### 6. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ใช้เกณฑ์ราคา

#### 7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร

จำนวนเงิน 7,490,000 บาท (เจ็ดล้านสี่แสนเก้าหมื่นบาทถ้วน)

#### 8. งานงวดงานและการเบิกจ่าย

จ่ายเงินพร้อมกันทั้งหมด



## 9. อัตราค่าปรับ


เมื่อครบกำหนดส่งมอบงานหากผู้ขายไม่ส่งมอบงานตามที่กำหนดให้คณะอุตสาหกรรมเกษตร หรือส่งมอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบจำนวน ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องชำระค่าปรับให้คณะอุตสาหกรรมเกษตร เป็นรายวันเป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ 0.20 ของมูลค่าตามสัญญา


## 10. ระยะเวลาการรับประกัน


รับประกันความชำรุดบกพร่องและการบริการหลังการขายโดยผู้จำหน่าย อย่างน้อย 2 ปี

ขอรับรองว่าการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของงาน เป็นไปตามพระราชบัญญัติ การจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 มาตรา 9 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะทำการจัดซื้อจัดจ้าง ให้งานของรัฐบาลคำนึงคุณภาพ เทคนิค และวัตถุประสงค์ของการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุนั้น และห้ามมิให้กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุให้ใกล้เคียงกับยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งหรือของผู้ขายรายใดรายหนึ่ง โดยเฉพาะเว้นแต่พัสดุที่จะทำการจัดซื้อจัดจ้างตามวัตถุประสงค์นั้นมียี่ห้อเดียวหรือจะต้องใช้อะไหล่ของยี่ห้อใด ก็ให้ระบุยี่ห้อให้ได้

ลงชื่อ..........ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ จังเจริญรักษ์)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญา พูลลาภ)

ลงชื่อ..........กรรมการและเลขานุการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.พูนพัฒน์ พูนน้อย)

ลงชื่อ..........ผู้ช่วยเลขานุการ  
(นายสรณัฐ สามสี)