

ขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR)
ชุดศึกษากระบวนการฟลูอิดไดเซชันและกระบวนการดูดซึมของเหลวและแก๊ส
ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

1. ความเป็นมา

กระบวนการฟลูอิดไดเซชันและกระบวนการดูดซึม(ของเหลวและแก๊ส) เป็นหน่วยปฏิบัติการพื้นฐาน ที่มีความสำคัญมากต่อกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารและเทคโนโลยีชีวภาพ โดยการทำงานด้วยฟลูอิดไดเซชันจะมีการสูญเสียพลังงานต่ำ มีการผสมกัน อย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ ขณะที่อุณหภูมิภายในเบดคงที่สามารถนำไปใช้ในการแยก ขนาดของเม็ดของแข็งได้และสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งยังประโยชน์ในการใช้งานที่มีการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลสาร กระบวนการหมัก ส่วนกระบวนการการดูดซึม(ของเหลวและแก๊ส)เป็นกระบวนการที่แก๊สถูกดูดซึมเข้าไปในของเหลวหรือของแข็ง ในอุตสาหกรรมอาหาร แก๊สบางชนิดจะถูกดูดซึมหรือนำมาใช้เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมภายในภาชนะบรรจุอาหาร หรือเพื่อเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีหรือทางกายภาพของอาหาร

ในปัจจุบัน คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษากระบวนการฟลูอิดไดเซชัน 1 เครื่อง เป็นเครื่องที่ประกอบขึ้นมาเอง มีอายุการใช้งานมากกว่า 25 ปี ปัจจุบันสภาพการใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพ ช่วงหอตลอดหรือเบด (Bed) ของฟลูอิดไดเซชันด้วยน้ำมีการอุดตัน หากถอดออกมาทำความสะอาดท่ออาจจะแตกหรือเสียหายได้ ป้อนน้ำชำระบางครั้งไม่ทำงาน ส่วนเครื่องศึกษากระบวนการดูดซึม(ของเหลวและแก๊ส) ที่คณะอุตสาหกรรมเกษตร ยังไม่มีใช้ให้นักศึกษาใช้เรียนและฝึกปฏิบัติ

ดังนั้น เพื่อให้สามารถทำปฏิบัติการในหัวข้อการศึกษากระบวนการฟลูอิดไดเซชัน(ของเหลวและแก๊ส) และเครื่องศึกษาการดูดซึม(ของเหลวและแก๊ส) เป็นไปตามทฤษฎี ทำให้นักศึกษามีความเข้าใจและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหาร เพื่อผลิตบัณฑิตที่ตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรมอาหาร จึงเห็นว่ามีคามจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดซื้อชุดศึกษากระบวนการฟลูอิดไดเซชัน(ของเหลวและแก๊ส) และเครื่องศึกษาการดูดซึม(ของเหลวและแก๊ส) เพื่อทดแทนเครื่องมือเดิมที่มีอายุการใช้งานยาวนาน ใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ และเครื่องที่ไม่เคยมีมาก่อน เพื่อให้สามารถจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งใช้ในการวิจัย และการบริการวิชาการได้อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

เพื่อจัดซื้อครุภัณฑ์ “ชุดศึกษากระบวนการฟลูอิดไดเซชันและกระบวนการดูดซึม(ของเหลวและแก๊ส)” สำหรับใช้ในการเรียนการสอน การวิจัย และบริการวิชาการของคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3. คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ

- 3.1** มีความสามารถตามกฎหมาย
- 3.2** ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 3.3** ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

- 3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่ รัฐมนตรีว่าการ กระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของ กรมบัญชีกลาง
- 3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของ หน่วยงาน ของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วน ผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและ การบริหาร พัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 3.7 เป็นนิติบุคคล ผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคา อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็น การขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่น ข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น
- 3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 - 3.10.1 กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณ งานสิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย
 - 3.10.2 กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่น ข้อเสนอ
 - 3.10.3 สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน
 - 3.10.4 กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็น ผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวต้องมีหนังสือมอบอำนาจ
 - 3.10.5 สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่น ข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า
- 3.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e - GP) ของกรมบัญชีกลาง
- 3.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้
 - 3.12.1 กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียน เกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิที่ปรากฏ ในบ แสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่น ข้อเสนอ

3.12.2 กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีรายการงาน งบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาท

3.13 สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่น ข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดาให้พิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมี เงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการ ที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือก จะต้องแสดงหนังสือ รับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

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

3.15 กรณีตาม (1) - (4) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

3.15.1 (5.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

3.15.2 (5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

4. ขอบเขตของงาน

มาตรฐานและคุณลักษณะเฉพาะ

ชุดศึกษากระบวนการฟลูอิดไดเซชันและกระบวนการดูดซึม(ของเหลวและแก๊ส)

ประกอบด้วย

4.1 ชุดศึกษากระบวนการฟลูอิดไดเซชัน (ของเหลวและแก๊ส) จำนวน 1 ชุด

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นชุดทดลองเพื่อศึกษาสภาวะการเกิดฟลูอิดไดเซชันของอนุภาคของแข็งด้วยเทคนิคการเป่าของเหลวหรือแก๊สผ่านชั้นเบตอนุภาคด้วยอัตราเร็วที่เหมาะสมเพื่อยกเบตให้สูงขึ้นและทำให้อนุภาคสามารถเคลื่อนที่ได้ เรียกว่า ฟลูอิดไดเซชัน ชุดทดลองนี้สามารถจำลองการประยุกต์ใช้ในกระบวนการอาหาร เช่น การลดความชื้นในเมล็ดธัญพืชก่อนการเก็บรักษาในไซโล การลดความร้อนสะสมในเมล็ดข้าวเปลือก การแช่เยือกแข็งอนุภาคอาหารแบบรวดเร็ว การขนส่งอาหารในลักษณะลำอนุภาค เป็นต้น โดยตัวเครื่องมีคอลัมน์ 3 คอลัมน์ เป็น คอลัมน์สำหรับฟลูอิดไดเซชันด้วยน้ำ 1 คอลัมน์ และคอลัมน์สำหรับฟลูอิดไดเซชันด้วยอากาศ 2 คอลัมน์ ชุดทดลองนี้สามารถเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์จากภายนอกเพื่อเก็บข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลบนซอฟต์แวร์ได้

คุณลักษณะเฉพาะ

ชุดศึกษากระบวนการฟลูอิดไดเซชัน มีรายละเอียด ดังนี้

- 4.1.1 ชุดทดลองติดตั้งอยู่บนโครงสร้างพลาสติกน้ำหนักเบาชนิด ABS หรือดีกว่า และมีพื้นสามารถรองรับของเหลวขนาดความจุไม่น้อยกว่า 8 ลิตร โดยสามารถติดตั้งเพื่อใช้งานบนโต๊ะของห้องปฏิบัติการได้
- 4.1.2 หน้าจอแสดงผลติดตั้งอยู่บนโครงสร้างของชุดทดลอง มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.2.1 สามารถรายงานอัตราการไหลของของเหลวและแก๊สในหน่วยลิตรต่อนาที
 - 4.1.2.2 สามารถรายงานความดัน (pressure drop) ในหน่วยมิลลิบาร์ โดยแสดงค่าความดันของแต่ละคอลัมน์แยกกันอย่างอิสระ
- 4.1.3 มีคอลัมน์ทรงกระบอกจำนวน 3 คอลัมน์ ใช้สำหรับน้ำ 1 คอลัมน์และใช้สำหรับอากาศ 2 คอลัมน์ แต่ละคอลัมน์มีรายละเอียด ดังนี้
 - 4.1.3.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 550 มิลลิเมตร และมีการระบุสเกลแสดงค่าความจุภายในคอลัมน์อย่างชัดเจน
 - 4.1.3.2 มีการติดตั้งวาล์วควบคุมความดันของแต่ละคอลัมน์แยกกันอย่างอิสระ
- 4.1.4 มีอุปกรณ์ปรับอัตราการไหลตามตำแหน่งแต่ละคอลัมน์ โดยติดตั้งอยู่ทางด้านหน้าของแต่ละคอลัมน์
- 4.1.5 มีอุปกรณ์อ่านค่าความดันคร่อมเบต ที่มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.5.1 รองรับการอ่านค่าความดันของระบบได้สูงสุด 400 กิโลพาสคาล โดยมีความละเอียดของการรายงานค่าอยู่ที่ 0.01 กิโลพาสคาล
 - 4.1.5.2 มีพอร์ต USB และสามารถส่งสัญญาณ Bluetooth 4.2 รองรับระยะการส่งสัญญาณได้สูงสุดถึง 10 เมตรในพื้นที่โล่ง
 - 4.1.5.3 สามารถเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ Tablet และสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบ iOS หรือ Android

- 4.1.5.4 สามารถแสดงสถานะของอุปกรณ์วัดผ่านทางไฟแสดงผลบนเครื่องมือวัด ซึ่งสามารถ
กระพริบแยกสถานการณ์ ทำงานได้อย่างน้อย 5 ระดับ
- 4.1.6 ปุ่มดูค่าตัวกลางที่เป็นของเหลวสามารถปรับอัตราการไหลได้สูงสุด 2 ลิตรต่อนาที
- 4.1.7 มีถังบรรจุของเหลวผลิตจากวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม เกรด 304 ขนาดความจุ ไม่น้อยกว่า 60 ลิตร
- 4.1.8 มีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทโรตารี่เพื่อใช้อัตราการไหลของของเหลว 1 ตัวและอากาศ 2
ตัวติดตั้งสำหรับคอลัมน์ละ 1 ตัว
- 4.1.9 มีเซ็นเซอร์สำหรับการตรวจวัดอัตราการไหลของของเหลวและอากาศ และแสดงผลการวัดจาก
คอลัมน์แยกกันอย่างอิสระ
- 4.1.10 มีวัสดุที่นำมาเป็นเบดสองขนาดคือ
- 4.1.10.1 อนุภาครูปทรงกลมขนาดในช่วง 0.5 ถึง 0.75 มิลลิเมตร จำนวน 2 กิโลกรัม
- 4.1.10.2 อนุภาครูปทรงกลมขนาดในช่วง 0.2 ถึง 0.3 มิลลิเมตร จำนวน 1 กิโลกรัม
- 4.1.10.3 สามารถเติมอนุภาคเข้าไปในคอลัมน์ทรงกระบอก และนำออกมาได้
- 4.1.11 โปรแกรมควบคุมและรายงานค่าพารามิเตอร์ของชุดทดลอง
- 4.1.11.1 ชุดทดลองสามารถเชื่อมต่อเข้ากับโปรแกรมควบคุมและประมวลผลจากคอมพิวเตอร์
ภายนอกได้
- 4.1.11.2 โปรแกรมที่ติดตั้งสามารถรายงานค่าพารามิเตอร์ได้ เช่น อัตราการไหลและแรงดันของ
น้ำ อัตราการไหลและแรงดันของอากาศ เป็นต้น
- 4.1.11.3 สามารถบันทึกผลการทดลองได้ทั้งแบบตัวเลขดิจิทัลและกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง
พารามิเตอร์ได้
- 4.1.11.4 มีไดอะแกรมแสดงถึงองค์ประกอบภายในของชุดทดลองที่สามารถตรวจสอบและอ่าน
ค่าพารามิเตอร์ได้บนหน้าจอคอมพิวเตอร์
- 4.1.11.5 สามารถบันทึกตัวอย่างข้อมูล (วัดและคำนวณ) ได้ส่งออกโดยตรงในรูปแบบ Microsoft
Excel.
- 4.1.12 ชุดคอมพิวเตอร์
- 4.1.12.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Core i5 จำนวน 1 หน่วย
- 4.1.12.2 หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ขนาดความจุ 1 TB จำนวน 1 หน่วย
- 4.1.12.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาด 8 GB
- 4.1.12.4 มีหน้าจอแสดงผลแบบ LED ขนาด 24 นิ้ว
- 4.1.12.5 มีซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ Microsoft และ Windows 11 ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง
- 4.1.13 ปัมลมชนิด Oil free
- 4.1.13.1 ปัมลมมีขนาดความจุ 25 ลิตรติดตั้งบนฐานล้อคู่ สามารถเคลื่อนย้ายได้
- 4.1.13.2 มอเตอร์ผลิตจากวัสดุทองแดงสามารถทำรอบมอเตอร์ได้สูงสุด 1400 รอบต่อนาที
- 4.1.13.3 สามารถสร้างแรงดันได้สูงสุดขนาด 8 บาร์และอัตราการไหลได้สูงสุด 129 ลิตรต่อนาที
- 4.1.13.4 รองรับระบบไฟฟ้า 1 เฟส ขนาด 220-240 โวลต์ ที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์ ค่าการกิน
กระแสที่ 5 แอมป์
- 4.1.14 คู่มือศึกษาปฏิบัติการทดลองการสร้างฟลูอิดซ์เบดรองรับหัวข้อการทดลอง ดังนี้
- 4.1.14.1 ศึกษาการหาค่าความพรุนของวัสดุกลุ่มที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กๆ (granular
material)

- 4.1.14.2 ศึกษาการไหลผ่านเบตนิ่ง (fixed bed) และฟลูอิดไคซ์เบต (fluidized bed) แบบใช้น้ำเป็นตัวกลาง
- 4.1.14.3 ศึกษาการไหลผ่านเบตนิ่ง (fixed bed) และฟลูอิดไคซ์เบต (fluidized bed) แบบใช้อากาศเป็นตัวกลาง
- 4.1.14.4 ศึกษาความดันลดคร่อมเบตที่เกิดจากอนุภาคของแข็งที่มีขนาดแตกต่างกัน
- 4.1.14.5 ศึกษาเกี่ยวกับสมการของ Carman-Kozeny's equation
- 4.1.14.6 เปรียบเทียบค่าการเริ่มต้นของการเกิดฟลูอิดไคซ์ชันที่ได้จากการคาดการณ์เชิงทฤษฎีกับค่าความดันลดคร่อมเบตที่ได้จากการทดลอง
- 4.1.14.7 เปรียบเทียบค่าการเริ่มต้นของการเกิดฟลูอิดไคซ์ชันระหว่างอนุภาคที่มีขนาดแตกต่างกันสองขนาด
- 4.1.14.8 ศึกษาการเริ่มต้นของการเกิดฟลูอิดไคซ์ชันและการจำแนกลักษณะความแตกต่างระหว่างเบตนิ่ง (fixed bed) และฟลูอิดไคซ์เบต (fluidized bed)
- 4.1.14.9 ศึกษาการเริ่มต้นของการเกิดฟลูอิดไคซ์ชันและการจำแนกลักษณะความแตกต่างระหว่างเบตนิ่ง (fixed bed) และฟลูอิดไคซ์เบต (fluidized bed) ในกรณีที่มีอนุภาคมีขนาดต่างกัน
- 4.1.14.10 ศึกษาผลของขนาดวัสดุเม็ดที่แตกต่างกันต่อลักษณะการเกิดฟลูอิดไคซ์ชัน โดยมีอากาศเป็นตัวกลาง
- 4.1.14.11 การสาธิตปรากฏการณ์การเกิดแผ่นดินไหว (Liquefaction) และ ภาวะดินเหลว (Liquefied soil phenomena) เช่น การเกิดทรายดูด(Quicksand) เป็นต้น
- 4.1.14.12 ศึกษาหลักการไหลขึ้นของน้ำในแนวตั้งผ่านเบตที่ทำจากวัสดุที่เป็นอนุภาคเล็กๆ (granular material) ต่างๆ
- 4.1.15 พร้อมติดตั้งและสอนการใช้งานแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์พร้อมคู่มือการใช้งานทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษในรูปแบบ hard copy 3 ชุดและ ไฟล์ PDF format ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ
- 4.1.16 รับประกันคุณภาพของเครื่องทดสอบเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี
- 4.1.17 เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า (STABILIZER) ขนาด 5,000 โวลต์แอมแปร์ /4,000 วัตต์
- 4.2 ชุดศึกษากระบวนการดูดซึมแก๊ส จำนวน 1 ชุด

คุณสมบัติทั่วไป

เป็นชุดศึกษากระบวนการแยกแก๊สด้วยการดูดซึม (gas absorption) อาศัยค่าการละลายที่แตกต่างกันของแก๊สในของเหลว เมื่อให้แก๊สสัมผัสกับของเหลว แก๊สตัวที่ละลายได้ดีกว่าจะย้ายจากเฟสแก๊สเข้าไปอยู่ในเฟสของเหลว

คุณสมบัติเฉพาะ

4.2.1 โครงสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์วัดการดูดซึมแก๊ส

- 4.2.1.1 ชุดศึกษาผลิตจากวัสดุเหล็กเคลือบปิดผิวด้วยวัสดุกันสนิมและกัดกร่อนเป็นโครงสร้างของชุดศึกษาและวัสดุอะคลิลิกใสเป็นหอดูดซึมแก๊ส (gas absorption column/tower) โดยมีการยึดติดกับโครงสร้างอย่างแน่นหนาเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน

- 4.2.1.2 หอดูดซึมแก๊สประเภทหอบบรรจุ (packed column) จำนวน 1 หอ มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกสองตอนต่อกันแต่ละตอนมีขนาดเท่ากัน โดยมีขนาดความยาวรวมไม่น้อยกว่า 140 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร
- 4.2.1.3 ถังบรรจุของเหลวขนาดไม่น้อยกว่า 60 ลิตร
- 4.2.1.4 มีวัสดุในการทำหน้าที่เป็นวัสดุบรรจุ (Packing) ประเภท Raschig ring ขนาด 10 x 10 มิลลิเมตร สำหรับบรรจุลงในหอดูดซึมแก๊สประเภทหอบบรรจุ (Packed column) จำนวนไม่น้อยกว่า 7 กิโลกรัม
- 4.2.1.5 กล่องควบคุมและแสดงผลค่าพารามิเตอร์ผ่านทางหน้าจอแสดงแบบสัมผัส ติดตั้งอยู่บนโครงสร้างพร้อมระบบจับยึดอย่างแน่นหนา
 - 4.2.1.5.1 สามารถควบคุมการเปิด ปิดของระบบอัดอากาศได้
 - 4.2.1.5.2 สามารถควบคุมการเปิด ปิดของระบบปั๊มดูดจ่ายของเหลวได้
 - 4.2.1.5.3 ชุดแสดงผล สามารถรายงานค่าพารามิเตอร์ เช่น ค่าอัตราการไหลของเหลว อัตราการไหลของอากาศ ค่าแรงดันตกคร่อม อุณหภูมิและค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นตัวเลขดิจิทัลได้
 - 4.2.1.5.4 สามารถรายงานแผนผังของระบบการทดลองได้
- 4.2.2 อุปกรณ์การตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ ภายในเครื่องมือวัดการดูดซับแก๊ส ได้แก่
 - 4.2.2.1 อุปกรณ์วัดค่าแรงดันสำหรับการวัดค่าแรงดันตกคร่อมของหอดูดซับ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชิ้น
 - 4.2.2.2 ปั๊มสำหรับการดูดจ่ายของเหลว เป็นชนิด Submersible pump ที่สามารถควบคุมอัตราการไหลได้ในช่วง 1 ถึง 10 ลิตรต่อนาที
 - 4.2.2.3 ระบบอัดอากาศชนิด Centrifugal fan ที่สามารถผลิตอากาศที่มีอัตราการไหลได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 160 ลิตรต่อนาที
 - 4.2.2.4 อุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิสำหรับตรวจวัดค่าอุณหภูมิของอากาศและของเหลวได้
 - 4.2.2.5 อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ
 - 4.2.2.5.1 โพรวัดค่าความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่สามารถตรวจจับค่าความเข้มข้นได้ในช่วง 0 ถึง 100,000 ppm ที่ความละเอียด 1 ppm
 - 4.2.2.5.2 มีพอร์ต USB และสามารถส่งสัญญาณ Bluetooth 4.2 รองรับการส่งสัญญาณได้สูงสุดถึง 10 เมตรในพื้นที่โล่ง
 - 4.2.2.5.3 สามารถเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์, Tablet และสมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบ iOS หรือ Android
 - 4.2.2.5.4 สามารถแสดงสถานะของอุปกรณ์วัดผ่านทางไฟแสดงผลบนเครื่องมือวัด ซึ่งสามารถระบียบแยกสถานะการทำงานได้ 5 ระดับ
 - 4.2.2.5.5 อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถตรวจวัดค่าความเข้มข้นได้ที่ขาเข้าและขาออกของหอดูดซับ
 - 4.2.2.5.6 มีชุดอุปกรณ์เสริมตรวจวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถตรวจวัดค่าความเข้มข้นได้ที่ขาเข้าและขาออกของหอดูดซึมแก๊ส แบบ manual ที่อาศัยปฏิบัติการทางเคมีระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
- 4.2.3 รองรับหัวข้อการฝึกทดลองการดูดซับของแก๊สได้ โดยมีคู่มือศึกษาปฏิบัติการ ดังนี้
เอกสารฉบับนี้ใช้ลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์ ตามพระราชบัญญัติ ว่าด้วยธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. 2544 และข้อบังคับมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ว่าด้วยการใช้ลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์ พ.ศ. 2564

- 4.2.3.1 ศึกษาหลักการพื้นฐานของการดูดซับก๊าซเข้าสู่ของเหลวโดยใช้คอลัมน์บรรจุตัวกลาง (Packed Column)
 - 4.2.3.2 หาจุดการรับภาระ (Loading Point) และจุดน้ำท่วมคอลัมน์ (Flooding Point)
 - 4.2.3.3 ศึกษาลักษณะทางอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Characteristics) ของคอลัมน์บรรจุตัวกลาง
 - 4.2.3.4 สาธิตกระบวนการดูดซับแบบกายภาพ (Physical Absorption) และแบบเคมี (Chemical Absorption)
 - 4.2.3.5 ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในน้ำบริสุทธิ์และในสารละลายชนิดน้ำ (Aqueous Solution)
 - 4.2.3.6 สาธิตกระบวนการคายก๊าซ (Gas Desorption)
 - 4.2.3.7 หาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล (Mass Transfer Coefficient)
 - 4.2.4 การเชื่อมต่อและการถ่ายโอนข้อมูลโดยสามารถเชื่อมต่อเข้ากับโปรแกรมที่ถูกติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ได้ มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.4.1 มีซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมและแสดงผล ที่ถูกต้องจากโรงงานผู้ผลิตที่มียี่ห้อเดียวกันกับชุดทดลอง
 - 4.2.4.2 สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ทั้งในรูปแบบกราฟและตัวเลข พร้อมทั้งสามารถแสดงพารามิเตอร์ผ่านไดอะแกรมที่แสดงผลบนโปรแกรมได้
 - 4.2.5 ชุดคอมพิวเตอร์
 - 4.2.5.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Core i5 จำนวน 1 หน่วย
 - 4.2.5.2 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB จำนวน 1 หน่วย
 - 4.2.5.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
 - 4.2.5.4 มีหน้าจอแสดงผลแบบ LED ขนาดไม่น้อยกว่า 26 นิ้ว
 - 4.2.5.5 มีซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 11 ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง
 - 4.2.6 มีอุปกรณ์ประกอบ ดังนี้
 - 4.2.6.1 ถังแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์พร้อมอุปกรณ์ปรับแรงดันสำหรับการทดลอง จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
 - 4.2.6.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม
 - 4.2.6.3 ฟีนอล์ฟทาลีน จำนวนไม่น้อยกว่า 100 กรัม
 - 4.2.7 สามารถเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าขนาด 220 -240 โวลต์ ที่ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ และมีการใช้กระแส 10 แอมป์ได้
 - 4.2.8 เครื่องปรับแรงดันไฟคงที่ (STABILIZER) ขนาด 1,000 โวลต์แอมแปร์ /800 วัตต์
 - 4.2.9 พร้อมติดตั้งและสอนการใช้งานแก่ลูกค้าจนสามารถปฏิบัติงานได้พร้อมคู่มือการใช้งานทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษในรูปแบบ hard copy 3 ชุดและ ไฟล์ PDF format ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ
 - 4.2.10 รับประกันคุณภาพของเครื่องทดสอบเป็นระยะเวลา 1 ปี
- 4.3 ชุดเครื่องเย้าตะแกรงร่อน จำนวน 1 ชุด**
- คุณลักษณะเฉพาะ**
- 4.3.1 เป็นเครื่องเย้าสำหรับวิเคราะห์ขนาดอนุภาคของแข็งแบบตะแกรงร่อน
 - 4.3.2 สามารถใส่ตะแกรงร่อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว สูง 2 นิ้ว ได้ไม่น้อยกว่า 6 ชั้น
 - 4.3.3 มีถาดรองรับตัวอย่าง ที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วพร้อมฝาครอบ

- 4.3.4 สามารถกำหนดช่วงเวลาในการทำงานได้นาน 99 นาที โดยสามารถตั้งเวลาและแสดงค่าเวลาเป็นแบบตัวเลขไฟฟ้า
- 4.3.5 มีทิศทางในการเขย่าทั้งในแนว circular ได้ไม่น้อยกว่า 278 ± 10 รอบต่อนาที และในแนว tapping ได้ไม่น้อยกว่า 150 ± 5 รอบต่อนาที
- 4.3.6 มีตะแกรงร่อนที่มีโครงสร้างทำด้วยโลหะสแตนเลสไม่มีตะเข็บ โดยมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว สูง 2 นิ้ว และมีขนาดของตะแกรงต่าง ๆ กันอย่างน้อย 6 ขนาดต่อชุด ดังนี้
- 4.3.7 มีตะแกรงขนาด 1.00 มิลลิเมตร (Mesh Number 18) จำนวน 1 อัน
- 4.3.8 มีตะแกรงขนาด 500 ไมครอน (Mesh Number 35) จำนวน 1 อัน
- 4.3.9 มีตะแกรงขนาด 300 ไมครอน (Mesh Number 50) จำนวน 1 อัน
- 4.3.10 มีตะแกรงขนาด 212 ไมครอน (Mesh Number 70) จำนวน 1 อัน
- 4.3.11 มีตะแกรงขนาด 150 ไมครอน (Mesh Number 100) จำนวน 1 อัน
- 4.3.12 มีตะแกรงขนาด 106 ไมครอน (Mesh Number 140) จำนวน 1 อัน
- 4.3.13 ตะแกรงร่อน แต่ละอันมีเอกสารรับรอง (Certificate) กำกับระบุตามหมายเลขของตะแกร
- 4.3.14 ตะแกรงร่อน แต่ละอันได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ASTM-E11
- 4.3.15 มีฝาครอบ และถาดรองรับ
- 4.3.16 สามารถเชื่อมต่อบระบบไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ ที่ความถี่ 50 เฮิร์ต
- 4.3.17 เครื่องชั่งไฟฟ้าละเอียด 4 ตำแหน่ง พิกัด 220
 - 4.3.17.1 เป็นเครื่องชั่งไฟฟ้าแบบชั่งจากด้านบน (Analytical Balance) แสดงผลเป็นตัวเลขไฟฟ้า
 - 4.3.17.2 มีหน้าจอแสดงผลเป็นแบบจอสี ระบบสัมผัส (color touchscreen display) ขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.5 นิ้ว
 - 4.3.17.3 มีระบบวัดน้ำหนักแบบElectromagnetic Force Compensation (EMFC) weighing cell
 - 4.3.17.4 ชั่งน้ำหนัก(Weighing Capacity) ได้ไม่น้อยกว่า 220 กรัม โดยมีความละเอียดในการอ่าน(Readability)ได้ 0.0001 กรัม
 - 4.3.17.5 มีค่า Repeatability (s)ไม่เกินกว่าหรือเท่ากับ 0.00008 กรัม, Linearity ไม่เกินกว่าหรือเท่ากับ ± 0.00006 กรัมและ มีค่า Sensitivity offset ไม่เกินกว่าหรือเท่ากับ 0.0005 กรัม
 - 4.3.17.6 มีค่า Minimum sample weight (5% load, k=2, U=0.10%) ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 160 มิลลิกรัม
 - 4.3.17.7 มีปุ่ม Tare และ Zero แยกกันเพื่อความถูกต้องในการชั่ง สำหรับตัวอย่างที่ต้องชั่งโดยใช้ภาชนะ และไม่ใช้ภาชนะ
 - 4.3.17.8 มีปุ่ม Home เพื่อ Reset ทำให้เครื่องกลับมาสู่โปรแกรมตามปกติ เพื่อป้องกันความสับสนในการใช้งาน
 - 4.3.17.9 มีระบบเตือนผู้ใช้งานอัตโนมัติเมื่อลูกน้ำไม่อยู่ตรงกลาง พร้อมระบบการช่วยเหลือผู้ใช้งานให้สามารถปรับลูกน้ำได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น และมีลูกน้ำอิเล็กทรอนิกส์แสดงด้านหน้าเครื่อง
 - 4.3.17.10 มีสัญลักษณ์แสดงสัดส่วนน้ำหนักเทียบกับพิกัดสูงสุดของเครื่องที่หน้าจอแสดงผล

- 4.3.17.11 โปรแกรมป้องกันการซิงน้ำหนักร้อยกว่าน้ำหนักที่กำหนดตามมาตรฐานระบบจัดการด้านคุณภาพ (Smallest net weight) เมื่อซิงน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ หน้าจอแสดงสีแดงเตือนเมื่อซิงต่ำกว่าเกณฑ์
 - 4.3.17.12 สามารถปรับเครื่องให้เหมาะสมกับการใช้งานได้ ดังนี้
 - 4.3.17.12.1 สามารถปรับเครื่องให้เหมาะสมกับชนิดของตัวอย่างที่ใช้ซิง (Weighing Mode) ได้ 2 ระดับ
 - 4.3.17.12.2 สามารถปรับเครื่องให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมในการซิง (Environment) ได้ 4 ระดับ
 - 4.3.17.12.3 สามารถปรับเลือกระดับความแม่นยำ และความเร็วในการซิง (Value release) ได้ 5 ระดับ
 - 4.3.17.13 จานซิงทำด้วยด้วยโลหะปลอดสนิม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 90 มิลลิเมตร ทำด้วยโลหะปลอดสนิม
 - 4.3.17.14 ตัวตู้ซิงประกอบด้วยกระจกใสทั้งหมด 5 ด้าน โดยสามารถเลื่อนเปิดปิดได้ 3 ด้าน และมี Quick Lock ที่สามารถถอดแผ่นกระจกทั้ง 4 แผ่นเพื่อทำความสะอาดได้ง่ายและประกอบกลับเข้าโดยง่ายไม่ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยในการถอดและการประกอบ
 - 4.3.17.15 มี Protective Cover ที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี คลุมทั้งตัวเครื่องและหน้าจอ
 - 4.3.17.16 มี Interface ทั้งชนิดที่เป็น RS232, LAN และ ชนิด USB 2 ช่อง คือ USB-A และ USB-C เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน
 - 4.3.17.17 สามารถเชื่อมต่อบระบบไฟฟ้าขนาด 230 โวลต์ ที่ความถี่ 50-60 เฮิร์ตซ์
 - 4.3.17.18 พร้อมติดตั้งและสอนการใช้งานแก่ลูกค้าจนสามารถปฏิบัติงานได้
 - 4.3.17.19 รับประกันคุณภาพของเครื่องทดสอบเป็นระยะเวลา 1 ปี
- 4.4 เงื่อนไขอื่นๆ**
- 4.4.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 หรือเทียบเท่า
 - 4.4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
 - 4.4.3 ติดตั้งพร้อมอบรมการใช้งานเครื่องมือแก่ผู้ใช้งาน จนใช้งานได้ดี
 - 4.4.4 มีเอกสารคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวนอย่างละ 1 ชุด
 - 4.4.5 ผู้เสนอราคาเป็นบริษัทผู้แทนจำหน่ายต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเข้าเสนอราคา
- 5. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ**
ภายในระยะเวลา 180 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา
 - 6. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ**
ใช้เกณฑ์ราคา
 - 7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร**
จำนวนเงิน 3,500,000 บาท (สามล้านห้าแสนบาทถ้วน)
 - 8. งานงวดงานและการจ่ายเงิน**
จ่ายเงินพร้อมกันทั้งหมด

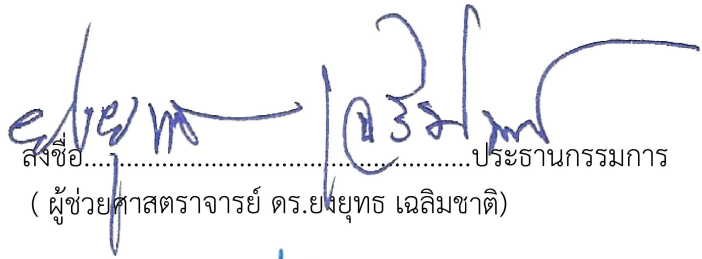
9. อัตราค่าปรับ

เมื่อครบกำหนดส่งมอบงานหากผู้ขายไม่ส่งมอบงานตามที่กำหนดให้คณะอุตสาหกรรมเกษตร หรือส่งมอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบจำนวน ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องชำระค่าปรับให้คณะอุตสาหกรรมเกษตร เป็นรายวันเป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ 0.20 ของมูลค่าตามสัญญา

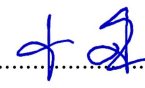
10. ระยะเวลาการรับประกัน (ถ้ามี)

รับประกันความชำรุดบกพร่องอย่างน้อย 2 ปี

ขอรับรองว่าการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของงาน เป็นไปตามพระราชบัญญัติ การจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 มาตรา 9 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะทำการจัดซื้อจัดจ้าง ให้หน่วยงานของรัฐคำนึงคุณภาพ เทคนิค และวัตถุประสงค์ของการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุนั้น และห้ามมิให้กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุให้ใกล้เคียงกับยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งหรือของผู้ขายรายใดรายหนึ่ง โดยเฉพาะเว้นแต่พัสดุที่จะทำการจัดซื้อจัดจ้างตามวัตถุประสงค์นั้นมียี่ห้อเดียวหรือจะต้องใช้อะไหล่ของยี่ห้อใดก็ให้ระบุยี่ห้อนั้นได้


ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ เนลิมาชาติ)


ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทวรา ปฐมรังษิยังกุล)


ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ
(นางสาวสุรินทร์พร ศรีไพโรสนธิ)