

เรื่องการกำหนดหัวข้อขอบเขตของงาน (TOR)
ชุดศึกษาปฏิกรณ์ชีวภาพแบบหลายชั้น (multi-stage bioreactor) จำนวน 1 ชุด

หลักการและเหตุผล

ด้วยคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้รับงบประมาณสนับสนุนจัดซื้อครุภัณฑ์ ชุดศึกษาปฏิกรณ์ชีวภาพแบบหลายชั้น (multi-stage bioreactor) จากมหาวิทยาลัยในปีงบประมาณ 2555 เพื่อใช้ในการเรียนการสอน และการวิจัย เนื่องจากชุดศึกษาปฏิกรณ์ชีวภาพแบบหลายชั้นนั้นมีข้อดีในด้านความสามารถควบคุมสภาวะให้แตกต่างหรือเหมือนกันในถังหมักแต่ละถังได้ทำให้มีผลต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ของจุลินทรีย์ เช่น สารเมตาบอไลต์ และโปรตีนเป็นต้น หรืออาจใช้ในศึกษาทดลองเปรียบเทียบการหมักแบบป้อนกะ (fed batch) และแบบต่อเนื่อง (continuous) เพื่อให้นักศึกษาได้ทราบถึงความแตกต่างของระบบการหมักแต่ละระบบด้วยวิธีปฏิบัติจริง

ชุดศึกษาปฏิกรณ์ชีวภาพแบบหลายชั้นประกอบด้วย (1) ถังปฏิกรณ์ชีวภาพควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 5 ชุด (2) ระบบปั๊มขนถ่ายและจ่ายสารเคมี จำนวน 1 ชุด (3) ระบบป้อนอากาศ จำนวน 1 ชุด (4) ระบบควบคุมสภาวะถังปฏิกรณ์ จำนวน 1 ชุด (5) ระบบเก็บข้อมูลและสั่งการผ่านคอมพิวเตอร์ (data acquisition systems) จำนวน 1 ชุด (6) ชุดระบบผลิตน้ำควบคุมอุณหภูมิร้อน-เย็น ความแม่นยำสูง จำนวน 1 ชุด (7) โครงสร้างติดอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด และ (8) ชุดปั่นแยกสารด้วยแรงเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิได้ จำนวน 1 ชุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อใช้ในการเรียนการสอนและวิจัย
2. เพื่อศึกษากระบวนการหมักที่สามารถควบคุมสภาวะในถังหมักแต่ละถังได้อย่างอิสระ และสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องหลายขั้นตอน

คุณสมบัติของผู้เสนอราคา

1. ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพขายครุภัณฑ์ที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์
2. ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุรายชื่อในบัญชีผู้ทำงานของทางราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้วหรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงานตามระเบียบของทางราชการ
3. ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่นและหรือต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันระหว่างผู้เสนอราคากับผู้ให้บริการตลาดกลางอิเล็กทรอนิกส์ ณ วันประกาศประกวดราคาซื้อด้วยทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้ถูกระงับการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม

4. ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นว่านั้น

5. ผู้เสนอราคาจะต้องมีผลงานและสามารถแสดงสำเนาหนังสือสัญญาการจ้างหรือจำหน่ายถึงปฏิกรณ์ชีวภาพพร้อมระบบควบคุมโดยเป็นผลงานของทางราชการในระยะเวลาไม่เกินกว่า 2 ปี นับจากวันที่ทำสัญญางานดังกล่าวจนถึงวันที่ยื่นซองเอกสารประกวดราคาทางอิเล็กทรอนิกส์นี้

6. ผู้เสนอราคามีภาพหรือแบบแปลน 3 มิติแสดงชุดศึกษาปฏิกรณ์ฯ ที่เสนอพร้อมแปลนการเชื่อมต่อระบบน้ำหล่อเย็น น้ำทิ้ง และการต่อระบบไฟฟ้าสำหรับสถานที่ติดตั้ง

7. ข้อกำหนดตามหลักเกณฑ์และวิธีการจัดทำและแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายของโครงการที่บุคคลหรือนิติบุคคลเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานของรัฐ พ.ศ. 2555

7.1 ผู้เสนอราคาจะต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่าย หรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ

7.2 ผู้เสนอราคาต้องลงทะเบียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมบัญชีกลางที่เว็บไซต์ของศูนย์ข้อมูลจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ (www.gprocurement.go.th)

7.3 ผู้เสนอราคาต้องยินยอมการรับจ่ายเงินผ่านบัญชีเงินฝากกระแสรายวัน เว้นแต่การรับจ่ายเงินแต่ละครั้งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาทอาจรับจ่ายเป็นเงินสดได้ (ทั้งนี้มหาวิทยาลัยจะแจ้งให้ทราบอีกครั้ง)

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นถึงปฏิกรณ์ชีวภาพสำหรับทำงานแบบต่อเนื่องหลายขั้นตอน เพื่อให้สามารถควบคุมสภาวะการหมักในขั้นตอนต่างๆ ในสภาพปลอดเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแยกการควบคุมสภาวะการหมักในเฟสต่างๆ เช่น ขั้นตอนการเจริญของจุลินทรีย์ การแบ่งตัว และการผลิตผลิตภัณฑ์ ออกจากกันได้ และมีอุปกรณ์ประกอบดังนี้

- (1) ถังปฏิกรณ์ชีวภาพควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 5 ชุด
- (2) ระบบปั๊มขนถ่ายและจ่ายสารเคมี จำนวน 1 ชุด
- (3) ระบบป้อนอากาศ จำนวน 1 ชุด
- (4) ระบบควบคุมสภาวะถังปฏิกรณ์ จำนวน 1 ชุด
- (5) ระบบเก็บข้อมูลและสั่งการผ่านคอมพิวเตอร์ (data acquisition systems) จำนวน 1 ชุด
- (6) ชุดระบบผลิตน้ำควบคุมอุณหภูมิร้อน-เย็น ความแม่นยำสูง จำนวน 1 ชุด
- (7) โครงสร้างติดตั้งอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด และ
- (8) ชุดปั่นแยกสารด้วยแรงเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิได้ จำนวน 1 ชุด

คุณลักษณะเฉพาะ

1. ถังปฏิกรณ์ชีวภาพควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 5 ชุด
 - 1.1 มีถังปฏิกรณ์จำนวน 5 ถัง ทำจากวัสดุแก้วหรือสแตนเลสทนต่อการกัดกร่อน โดยมีปริมาตรที่ใช้งานได้จริง 5 ลิตร 10 ลิตร 25 ลิตร 50 ลิตร และ 100 ลิตร อย่างละ 1 ถัง
 - 1.2 ถังปฏิกรณ์ทุกขนาดมีระบบแจ็กเก็ต (jacket) ควบคุมอุณหภูมิร้อน-เย็น ทำจากวัสดุแก้วหรือสแตนเลสทนสารเคมี และสามารถแสดงผลการควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิทัล
 - 1.3 ถังปฏิกรณ์ทุกขนาดทนความดันสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 2 บาร์
 - 1.4 ถังปฏิกรณ์ทุกขนาดมีใบกวนและมอเตอร์กวน ที่มีกำลังไม่น้อยกว่า 85 วัตต์หรือมากกว่า สามารถปรับความเร็วรอบ และสามารถควบคุมสภาวะของการกวนได้
 - 1.4.1 สามารถกวนของเหลวหนืดได้ด้วย high torque ไม่น้อยกว่า 50 N.cm มี overload protection และ electronics feedback control
 - 1.4.2 สามารถปรับความเร็วรอบได้ในช่วง 50–1,600 รอบ/นาทีหรือกว้างกว่า โดยสามารถกำหนดค่าได้ในลักษณะของตัวเลขในหน่วยรอบต่อนาที (rpm)
 - 1.4.3 มีใบกวนที่ทำจากวัสดุสแตนเลสทนต่อการกัดกร่อนจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ใบต่อถังปฏิกรณ์แต่ละขนาด
 - 1.4.4 มีใบพัดจำนวน 3 แบบ ได้แก่ blade stirrer, centrifugal และ propeller สำหรับแต่ละถัง จำนวนแบบละ 1 ชุดหรือมากกว่าต่อถัง โดยใบพัดที่ติดตั้งอยู่บนแกนเพลลาแต่ละชุด มีทั้งหมด 3 ชั้น และในแต่ละถัง ขนาดแกนเพลลาใบพัดกวนในถังปฏิกรณ์แต่ละขนาดมีดังนี้
 - ก) ถังปฏิกรณ์ขนาด 5 ลิตร มีแกนเพลลาเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด ต่อถัง
 - ข) ถังปฏิกรณ์ขนาด 10 ลิตร มีแกนเพลลาเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด ต่อถัง
 - ค) ถังปฏิกรณ์ขนาด 25 ลิตร มีแกนเพลลาเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด ต่อถัง
 - ง) ถังปฏิกรณ์ขนาด 50 ลิตร มีแกนเพลลาเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด ต่อถัง
 - จ) ถังปฏิกรณ์ขนาด 100 ลิตร มีแกนเพลลาเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด ต่อถัง
 - 1.4.5 มีซิลป้องกันอากาศรั่วสำหรับเพลลาแกนปั่นทุกขนาด ที่สามารถติดตั้งใช้งานเข้ากับถังปฏิกรณ์แต่ละถัง
 - 1.5 ถังปฏิกรณ์ทุกขนาดมีระบบจ่ายอากาศและระบบหมุนวนแบบฟองอากาศ (air lift) และสามารถควบคุมอัตราการจ่ายอากาศได้
 - 1.6 ถังปฏิกรณ์ทุกขนาดมีระบบกำจัดโฟม (anti-foam system) แบบ vacuum หรือแบบกลไก
 - 1.7 ถังปฏิกรณ์ทุกขนาดมีฝาปิดพร้อมซีลแบบ o-ring มีตัวล็อกแบบ quick release สามารถเปิด-ปิด ฝาถังได้สะดวกรวดเร็ว สามารถมองเห็นด้านในถังปฏิกรณ์ได้ ทำจากวัสดุทนทาน

ต่ออุณหภูมิไม่น้อยกว่า 150 องศาเซลเซียส และความดันไม่น้อยกว่า 2 บาร์ ในการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ

- 1.8 ถังปฏิกรณ์ทุกขนาดมีท่อสำหรับปล่อยอากาศเข้า-ออก ท่อจ่ายอาหารเลี้ยงเชื้อ ท่อ overflow ท่อจ่ายสารเคมีควบคุมกรด-ด่าง
- 1.9 ถังปฏิกรณ์ทุกขนาดเป็นชนิดกั้นถังโค้งเพื่อป้องกันการสะสมของจุลินทรีย์ ล้างทำความสะอาดได้ง่าย และมีท่อระบายน้ำออก
- 1.10 ถังปฏิกรณ์ทุกขนาดมีท่อดูดตัวอย่างภายในถัง และสามารถทนต่อการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำได้

2. ระบบปั๊มขนถ่ายและจ่ายสารเคมี จำนวน 1 ชุด

- 2.1 ถังปฏิกรณ์ทุกขนาดมีการเชื่อมต่อกันเพื่อทำงานแบบ multi-stage continuous มีระบบป้องกันและถ่ายเทมวลสารระหว่างถังปฏิกรณ์ สามารถวัดปริมาณได้
- 2.2 มีระบบปั๊มจ่ายสารเคมีให้กับถังปฏิกรณ์สามารถตั้งเวลาและอัตราการจ่ายได้
- 2.3 มีปั๊มดูดมวลสารตัวอย่างออกจากถังปฏิกรณ์
- 2.4 ปั๊มเป็นชนิดไดอะแฟรมหรือแมกเนติก สามารถถอดล้างได้ และทนต่อสารเคมี
- 2.5 มีระบบถังพักเก็บอาหารเลี้ยงเชื้อ
 - 2.5.1 มีถังเก็บอาหารเลี้ยงเชื้อที่ทำจากวัสดุสเตนเลสที่ทนต่อการกัดกร่อน ขนาดไม่น้อยกว่า 50 ลิตร พร้อมกับมีระบบควบคุมอุณหภูมิ ในช่วง 4-30 องศาเซลเซียส
 - 2.5.2 มีฝาปิดแบบมีตัวล็อกแบบ quick release และทนต่ออุณหภูมิสูงในการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ
 - 2.5.3 มีปั๊มชนิด non-clog ที่สามารถถ่ายเทของเหลวที่มีลักษณะข้นเหนียวได้ดี มีการถ่ายเทอาหารเลี้ยงเชื้อโดยสามารถตั้งเวลาการจ่ายของเหลว ตั้งค่าอัตราการไหลได้ และสามารถถอดล้างทำความสะอาดได้
- 2.6 มีระบบถังพักเก็บผลิตภัณฑ์
 - 2.6.1 มีถังพักเก็บผลิตภัณฑ์ขนาดไม่น้อยกว่า 100 ลิตร ทำจากวัสดุสเตนเลสที่ทนต่อการกัดกร่อน
 - 2.6.2 มีปั๊มชนิด non-clog ที่สามารถถ่ายเทของเหลวที่มีลักษณะข้นเหนียวได้ดี มีการถ่ายเทอาหารเลี้ยงเชื้อโดยสามารถตั้งเวลาการจ่ายของเหลว ตั้งค่าอัตราการไหลได้ และสามารถถอดล้างทำความสะอาดได้

3. ระบบป้อนอากาศ จำนวน 1 ชุด

- 3.1 มีระบบจ่ายอากาศและระบบหมุนวนแบบฟองอากาศ (air lift) โดยใช้ปั๊มอัดอากาศสำหรับจ่ายเข้าถังปฏิกรณ์แบบไร้น้ำมัน (oilless)
- 3.2 สามารถกำหนดอัตราป้อนอากาศสู่ถังปฏิกรณ์แต่ละถังได้ โดยแยกกันอย่างอิสระ แสดงอัตราการป้อนอากาศแบบดิจิทัล
- 3.3 มีระบบกรองฝุ่น เชื้อจุลินทรีย์ และดักน้ำ แยกกันอย่างอิสระ สำหรับถังปฏิกรณ์แต่ละถัง
- 3.4 มีความแม่นยำ (precision) ในระดับที่เกิดความผิดพลาดน้อยกว่า 0.5% FS

4. ระบบควบคุมสภาวะถังปฏิกรณ์ จำนวน 1 ชุด

- 4.1 มีระบบควบคุมอุณหภูมิแบบ digital PID แยกอิสระในแต่ละถังปฏิกรณ์ เพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ใกล้เคียงอุณหภูมิห้อง
- 4.2 มีความถูกต้องของอุณหภูมิ (temperature accuracy) ไม่มากกว่า ± 0.8 องศาเซลเซียส
- 4.3 มีระบบควบคุมความเป็นกรด-ด่าง (pH) แบบ Digital PID แยกอิสระ ในแต่ละถังปฏิกรณ์ โดยมีปั๊มเติมกรด-ด่าง แบบไดอะแฟรมหรือแมกเนติกหรือดีกว่า โดยสามารถถอดล้างได้ และทนต่อสารเคมี ดังนี้
 - 4.3.1 ถังปฏิกรณ์ขนาด 5 ลิตร 10 ลิตร และ 25 ลิตร มีปั๊มซึ่งมีอัตราการจ่ายสารเคมี ในช่วง 0.5-5.0 มิลลิลิตรต่อนาที หรือกว้างกว่า จำนวน 1 ชุดต่อถัง
 - 4.3.2 ถังปฏิกรณ์ขนาด 50 ลิตร และ 100 ลิตร มีปั๊มซึ่งมีอัตราการจ่ายสารเคมีในช่วง ปริมาตร 1 – 10 มิลลิลิตรต่อนาที หรือกว้างกว่า จำนวน 1 ชุดต่อถัง
- 4.4 มีความแม่นยำ (precision) ในการควบคุม pH ผิดพลาดน้อยกว่า 0.1 pH สามารถควบคุม pH ได้ในช่วง 2.0-12.0 หรือกว้างกว่า และการควบคุมค่า pH สามารถทำได้ อย่างอิสระในถังปฏิกรณ์แต่ละถัง พร้อมกับมีถังพักกรด-ด่างขนาดไม่น้อยกว่า 5 ลิตร
- 4.5 หัววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH probe) ทนอุณหภูมิสูง สามารถเข้า autoclave ซ้ำๆ ได้ และทนอุณหภูมิสูงในการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำของถังปฏิกรณ์แต่ละถังที่ 121 องศาเซลเซียสหรือมากกว่าได้
- 4.6 ถังปฏิกรณ์ทุกขนาดมีระบบวัดค่าก๊าซออกซิเจนละลาย (DO) มีการแสดงผลแบบดิจิตอล แยกอิสระสำหรับแต่ละถังปฏิกรณ์ หัววัดเป็นชนิดทนอุณหภูมิสูงสามารถเข้า autoclave ได้ และสามารถผ่านการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำได้

5. ระบบเก็บข้อมูล และส่งการผ่านคอมพิวเตอร์ (data acquisition systems) จำนวน 1 ชุด

- 5.1 สามารถบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง การละลายของออกซิเจน และอัตราการจ่ายอากาศ ในของเหลวของแต่ละถังปฏิกรณ์ ในรูปแบบ excel ได้อย่างต่อเนื่อง
- 5.2 มีจำนวนช่องสัญญาณที่วัดได้ ไม่น้อยกว่า 32 ช่องการวัด
- 5.3 สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง บันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำได้ โดยไม่ต้องเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ตลอดเวลา
- 5.4 มีโปรแกรมแสดงผลและควบคุมการทำงานผ่านคอมพิวเตอร์ พร้อมโค้ดโปรแกรมที่ผู้ใช้งานสามารถนำมาปรับเปลี่ยนโค้ดโปรแกรมได้
- 5.5 โปรแกรมสามารถตั้งการทำงานล่วงหน้าของกระบวนการในการควบคุมสภาวะในการหมักได้ตามเวลา เช่น การจ่ายสารเคมีในการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง การเติมอากาศ โดยการควบคุมการเปิดปิดวาล์วต่างๆ เป็นต้น

6. ชุดระบบผลิตน้ำควบคุมอุณหภูมิร้อน-เย็น ความแม่นยำสูง จำนวน 1 ชุด

- 6.1 มีระบบทำความเย็นขนาดไม่น้อยกว่า 2 kW ควบคุมการทำงานแบบ inverter โดยสามารถควบคุมถังปฏิกรณ์แต่ละถังได้โดยอิสระ และมี cooling medium flow rate (CMFR) ในหน่วยลิตรต่อนาที (lpm) ดังนี้

- (ก) ถังปฏิกรณ์ขนาด 5 ลิตร มี CMFR ไม่น้อยกว่า 2 lpm จำนวน 1 ชุด
 - (ข) ถังปฏิกรณ์ขนาด 10 ลิตร มี CMFR ไม่น้อยกว่า 5 lpm จำนวน 1 ชุด
 - (ค) ถังปฏิกรณ์ขนาด 25 ลิตร มี CMFR ไม่น้อยกว่า 5 lpm จำนวน 1 ชุด
 - (ง) ถังปฏิกรณ์ขนาด 50 ลิตร มี CMFR ไม่น้อยกว่า 10 lpm จำนวน 1 ชุด
 - (จ) ถังปฏิกรณ์ขนาด 100 ลิตร มี CMFR ไม่น้อยกว่า 15 lpm จำนวน 1 ชุด
- 6.2 มีระบบทำความร้อนแบบไฟฟ้า มีการทำงานแบบเร่งหรือการทำงานอย่างต่อเนื่องด้วยระบบ solid state โดยสามารถควบคุมถังปฏิกรณ์แต่ละถังได้โดยอิสระ ดังนี้
- (ก) ถังปฏิกรณ์ขนาด 5 ลิตร มี heater power ไม่น้อยกว่า 1 kW จำนวน 1 ชุด
 - (ข) ถังปฏิกรณ์ขนาด 10 ลิตร มี heater power ไม่น้อยกว่า 1.5 kW จำนวน 1 ชุด
 - (ค) ถังปฏิกรณ์ขนาด 25 ลิตร มี heater power ไม่น้อยกว่า 1.5 kW จำนวน 1 ชุด
 - (ง) ถังปฏิกรณ์ขนาด 50 ลิตร มี heater power ไม่น้อยกว่า 3 kW จำนวน 1 ชุด
 - (จ) ถังปฏิกรณ์ขนาด 100 ลิตร มี heater power ไม่น้อยกว่า 5 kW จำนวน 1 ชุด
- 6.3 มีถังพักน้ำป้อนขนาดไม่น้อยกว่า 100 ลิตร มีระบบหมุนเวียนน้ำควบคุมอุณหภูมิไปสู่ถังปฏิกรณ์ชีวภาพได้อย่างอิสระ ควบคุมอัตราการจ่ายได้ ในถังปฏิกรณ์แต่ละถัง จำนวน 1 ชุด
- 6.4 สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ระหว่าง +10 ถึง 60 ± 0.5 องศาเซลเซียส หรือกว้างกว่า
- 6.5 สามารถควบคุมอุณหภูมิแบบ program ได้เป็นลำดับขั้นตามเวลาไม่น้อยกว่า 25 ขั้น และสามารถตั้งการขึ้น-ลงของอุณหภูมิแบบหน่วง (ramp up/down) ได้
- 6.6 มีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบ platinum ที่ได้รับการสอบเทียบจากห้องสอบเทียบมาตรฐาน ISO/IEC 17025 หรือเทียบเท่า มีความทนทานต่อการฆ่าเชื้อด้วยระบบไอน้ำ
7. โครงสร้างติดตั้งอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
- 7.1 ถังปฏิกรณ์ อุปกรณ์เครื่องมือวัดและควบคุม ได้รับการติดตั้งบนโครงสร้างที่เป็นระบบ aluminium profile มีความแข็งแรงสูง สามารถปรับเลื่อนตำแหน่งยึดอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ด้วย quick lock nut
 - 7.2 โครงสร้างสามารถถอดประกอบได้ และมีล้อเลื่อนสามารถขนย้ายได้สะดวก
 - 7.3 มี panel board แสดงระบบการเชื่อมต่อ และเครื่องมือวัดต่างๆ ให้เข้าใจการทำงานได้สะดวก
 - 7.4 มีระบบท่อเป็นท่อสเตนเลสทนการกัดกร่อน มีจุดเชื่อมต่อแบบ quick-lock สามารถทนทานต่อการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำร้อนไม่น้อยกว่า 150 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 2 บาร์
8. ชุดปั่นแยกสารด้วยแรงเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิได้ จำนวน 1 ชุด
- 8.1 สามารถแยกสาร โดยมีการควบคุมการทำงานด้วยระบบ programmable microprocessor control system ที่ทำการแยกสารด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 4,000 รอบต่อนาที
 - 8.2 สามารถบรรจุหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร จำนวนไม่น้อยกว่า 6 หลอด
 - 8.3 สามารถควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอลต่ำสุด -5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

9. รายละเอียดอื่นๆ

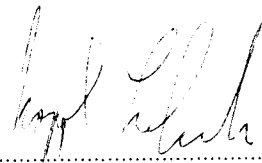
- 9.1 มีการเดินท่อเชื่อมต่อระบบไอน้ำ ระบบทำความร้อน-ความเย็น ระบบไฟฟ้า ให้มีความเหมาะสม สะดวกต่อการใช้งาน ณ สถานที่ติดตั้ง
- 9.2 มีคู่มือภาษาไทยพร้อมการสาธิต พร้อมทั้งอบรมการใช้งานให้กับบุคลากรผู้เกี่ยวข้องจนสามารถใช้งานอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 9.3 มีการรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี และในระหว่างการรับประกัน จะมีการเข้าตรวจสอบ บำรุงรักษาเครื่องมือ พร้อมจัดทำรายงานผลการตรวจสอบทุก 4 เดือน
- 9.4 มีชุดคอมพิวเตอร์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (มีระบบประมวลผลแบบไม่ต่ำกว่า core i5, หน่วยความจำ 4 จิกะไบต์ และฮาร์ดดิสก์ความจุไม่น้อยกว่า 500 จิกะไบต์) มีเลเซอร์ปริ้นเตอร์แบบขาวดำ และเครื่องสำรองไฟฟ้า

ระยะเวลาส่งมอบ

ภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาจ้างจัดทำครุภัณฑ์

วงเงินในการจัดหา

2,900,000.-บาท (สองล้านเก้าแสนบาทถ้วน)



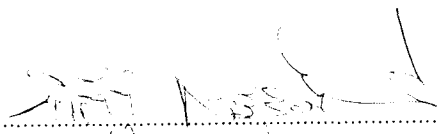
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพพล เล็กสวัสดิ์)

ประธานกรรมการ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำพิน กันธิยะ)

กรรมการ



(อาจารย์ ดร.พิสิฐ ศรีสุริยจันทร์)

กรรมการ