

กำหนดรายละเอียด มาตรฐานการศึกษา
ประจำปีงบประมาณ 2569
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายละเอียดครุภัณฑ์ ถังหมักชีวภาพสำหรับการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสภาวะมีอากาศและไร้อากาศ พร้อมชุดควบคุมการทำงานอัตโนมัติ ขนาดความจุ 500 มิลลิลิตร จำนวน 5 ถัง

คุณลักษณะทั่วไป

ถังหมักชีวภาพสำหรับการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสภาวะมีอากาศและไร้อากาศ พร้อมชุดควบคุมการทำงานอัตโนมัติ ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 มิลลิลิตร เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์โดยสามารถใช้จำลองสภาวะทางเดินอาหาร ซึ่งสามารถควบคุมสภาวะภายในถังให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

คุณลักษณะเฉพาะ

1. ถังหมักชีวภาพสำหรับการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสภาวะมีอากาศและไร้อากาศ พร้อมชุดควบคุมการทำงานอัตโนมัติ ขนาดความจุ 500 มิลลิลิตร จำนวน 5 ถัง มีรายละเอียด ดังนี้
 - 1.1. ถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (vessel) จำนวน 5 ชุด
 - 1.1.1 ถังปฏิกรณ์ชีวภาพ ปริมาตรในการใช้งาน (working volume) ไม่น้อยกว่า 500 มิลลิลิตร ปริมาตรของถังทั้งหมด (Total volume) เท่ากับ 1,500 มิลลิลิตร จำนวน 5 ถัง
 - 1.1.2 ถังปฏิกรณ์ชีวภาพมีลักษณะเป็นผนังสองชั้น (double jacketed) ทำจากแก้วชนิด Borosilicate glass สามารถนำไปนึ่งฆ่าเชื้อได้
 - 1.1.3 ส่วนของฝาถังด้านบนทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) ชนิด 316L หรือดีกว่า โดยมีช่องสำหรับใส่อุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้
 - 1.1.3.1 ช่องสำหรับเซ็นเซอร์ ได้แก่ อุณหภูมิ (temperature probe) ค่าการละลายของออกซิเจน (DO probe) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH probe) และตรวจวัดระดับฟอง (anti-foam probe)
 - 1.1.3.2 ช่องสำหรับจ่ายอากาศเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (air sparger) โดยมีรูปแบบการปล่อยฟองอากาศเป็นแบบตัวแอล (L-shape)
 - 1.1.3.3 ช่องสำหรับจ่ายสารละลาย ได้แก่ กรด ด่าง หัวเชื้อ อาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ และสารต้านการเกิดฟอง
 - 1.1.3.4 ช่องสำหรับตัวควบแน่นไอระเหยของอาหารเพาะเลี้ยง ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel condenser) ชนิด 316L หรือวัสดุที่ดีกว่า

- 1.1.3.5 ช่องมอเตอร์และใบพัด สำหรับกวนผสมสารละลายภายในถังปฏิกรณ์ โดยใบพัดเป็นชนิด Rushton 4- Blade impeller ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel construction) ชนิด 316L จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ใบพัด สามารถปรับระดับความสูงของใบพัดได้ (height adjustable)
- 1.1.3.6 มีช่องสำหรับเก็บตัวอย่างระหว่างการเพาะเลี้ยง พร้อมขวดเก็บตัวอย่าง
- 1.1.3.7 มีแผ่นกั้น (baffles) เพื่อช่วยให้การกวนผสมของสารภายในถังปฏิกรณ์ชีวภาพได้ดียิ่งขึ้น
- 1.1.3.8 มีหัวจ่ายให้อากาศภายในถัง ผลิตจากสแตนเลส ชนิด 316L
- 1.1.3.9 มีที่สำหรับจับเพื่อเพิ่มความสะดวกในการยกเคลื่อนย้ายถังปฏิกรณ์ชีวภาพ
- 1.1.4 มีเซ็นเซอร์อุณหภูมิ (temperature probe) ชนิด Platinum RTD probe (PT-100) พร้อมสายสัญญาณ จำนวน 5 ชุด
- 1.1.5 มีเซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในของเหลว (DO probe) ชนิด Polarographic DO sensor สามารถนึ่งฆ่าเชื้อได้ (autoclavable) จำนวน 1 อัน โดยมาพร้อมกับ Electrolyte และ membrane สำรอง จำนวน 5 ชุด
- 1.1.6 มีเซ็นเซอร์วัดการเกิดฟอง (foam probe) ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) ชนิด 316L เคลือบด้วย PTFE สามารถนึ่งฆ่าเชื้อได้ (autoclavable) และสามารถปรับระดับของตัวเซ็นเซอร์ได้ (adjustable sensitivity control) จำนวน 5 ชุด
- 1.1.7 มีเซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH probe) ที่สามารถนึ่งฆ่าเชื้อได้ (autoclavable) ชนิด Gel-filled electrode พร้อมสายสัญญาณและบัฟเฟอร์ในการปรับคาร์เบท จำนวน 5 ชุด
- 1.2. ตัวเครื่องควบคุมการทำงานของถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (controller) จำนวน 5 ชุด
 - 1.2.1 ตัวเครื่องทำจากเหล็กเคลือบสี (painted iron housing) และด้านหน้าตัวเครื่องทำจากวัสดุชนิด ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene) หรือดีกว่า เพื่อความสะดวกในการดูแลรักษาและทำความสะอาด
 - 1.2.2 ลักษณะของตัวเครื่อง (control unit) มีหน้าจอสีควบคุมการทำงานเป็นระบบสัมผัส (color touch-screen interface) และหน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว
 - 1.2.3 รองรับการถ่ายโอนข้อมูลหรือปรับค่าพารามิเตอร์ผ่านคอมพิวเตอร์ได้ (remote software) โดยควบคุมการทำงานด้วย SCADA software หรือดีกว่าและระบบ IP addressing ซึ่งเป็นระบบที่มีความเสถียรและสามารถการรายงานการทำงานของเครื่องตลอดเวลา
 - 1.2.4 สามารถถ่ายโอนข้อมูลสถานะการเพาะเลี้ยงได้ (data export) ด้วยช่อง USB
 - 1.2.5 มีระบบบันทึกสถานะการทำงานของเครื่อง (log data storage) และสามารถบันทึกข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 100 ข้อมูล
 - 1.2.6 มีระบบบันทึกโปรแกรมการทำงาน (program storage) และสามารถบันทึกโปรแกรมการทำงานได้ไม่น้อยกว่า 59,000 โปรแกรม

- 1.2.7 เครื่องรองรับระบบการใช้งานถึงปฏิกรณ์ได้หลากหลาย เหมาะสำหรับการขยายการผลิต หรือปรับเปลี่ยนการเพาะเลี้ยงเซลล์ มีรายละเอียดดังนี้
- 1.2.7.1 สามารถรองรับการใช้งานถึงปฏิกรณ์ชีวภาพชนิด Double jacketed ในช่วงปริมาตรใช้งาน (working volume) ตั้งแต่ 500 มิลลิลิตร จนถึง 10 ลิตร
 - 1.2.7.2 สามารถรองรับการใช้งานถึงปฏิกรณ์ชีวภาพชนิด Single wall ในช่วงปริมาตรใช้งาน (working volume) ตั้งแต่ 1 ลิตร จนถึง 10 ลิตร
 - 1.2.7.3 สามารถรองรับการใช้งานถึงปฏิกรณ์ชีวภาพชนิด Air lifter (สำหรับเพาะเลี้ยงเซลล์พืช) ปริมาตรใช้งาน (working volume) เท่ากับ 5 ลิตร
 - 1.2.7.4 สามารถรองรับการใช้งานถึงปฏิกรณ์ชีวภาพชนิด Single wall with Heating blanket ในช่วงปริมาตรใช้งาน (working volume) ตั้งแต่ 1 ลิตร จนถึง 20 ลิตร
 - 1.2.7.5 สามารถรองรับการใช้งานถึงปฏิกรณ์ชีวภาพชนิด Single wall with Heating base unit ในช่วงปริมาตรใช้งาน (working volume) ตั้งแต่ 3 ลิตร จนถึง 10 ลิตร
 - 1.2.7.6 สามารถรองรับการใช้งานถึงปฏิกรณ์ชีวภาพชนิด Solid State ในช่วงปริมาตรใช้งาน (working volume) ตั้งแต่ 3 ลิตร จนถึง 10 ลิตร
- 1.2.8 เครื่องมีระบบควบคุมอากาศ (aeration) สามารถควบคุมการจ่ายอากาศเข้าสู่ถึงปฏิกรณ์ชีวภาพ (inlet gas flow meter) อัตราการไหล 0 ถึง 1 ลิตรต่อนาที (LPM)
- 1.2.9 เครื่องมีระบบควบคุมอุณหภูมิ (temperature) เป็นชนิด Thermostat
- 1.2.9.1 โดยมีตัวทำอุณหภูมิความร้อนภายในตัวเครื่อง (built-in heat exchanger) เพื่อควบคุมอุณหภูมิของถึงปฏิกรณ์ชีวภาพ ใช้กำลังไฟไม่เกิน 550 W และทำงานควบคู่กับปั๊มหมุนวนน้ำภายในตัวเครื่อง (water circulation pump)
 - 1.2.9.2 เครื่องสามารถควบคุมอุณหภูมิของถึงปฏิกรณ์ชีวภาพ ได้ในช่วง 5 องศาเซลเซียส เหนืออุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (coolant) จนถึง 60 องศาเซลเซียส
 - 1.2.9.3 สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ด้วยตนเอง (Manual) และสามารถตั้งโปรแกรมควบคุม (programmable) เป็นแบบ PID control ได้ไม่ต่ำกว่า 15 ขั้นตอน
- 1.2.10 เครื่องมีระบบควบคุมการกวนของถึงปฏิกรณ์ชีวภาพ (agitation)
- 1.2.10.1 มอเตอร์ควบคุมการกวนเป็นชนิด Brushless motor
 - 1.2.10.2 สามารถควบคุมความเร็วการกวนด้วยพัดใบชนิด Rushton impeller ได้ในช่วงตั้งแต่ 30 ถึง 1,800 รอบต่อนาที และปรับความเร็วการกวน (resolution) ได้ 1 รอบต่อนาที
 - 1.2.10.3 สามารถควบคุมความเร็วการกวนได้ด้วยตนเอง (Manual) และสามารถตั้งโปรแกรมควบคุม (programmable) เป็นแบบ PID control ได้ไม่ต่ำกว่า 15 ขั้นตอน
- 1.2.11 เครื่องมีระบบควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ของถึงปฏิกรณ์ชีวภาพ (pH)

- 1.2.11.1 สามารถควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างที่แม่นยำ (maximum precision) ได้ในช่วง 2-12 และสามารถรายงานค่าความเป็นกรด-ด่างได้ในช่วง 0-14
- 1.2.11.2 มีความละเอียดในการควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง (resolution) เท่ากับ 0.01 pH
- 1.2.11.3 สามารถควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างได้ด้วยตนเอง (Manual) และสามารถตั้งโปรแกรมควบคุม (programmable) เป็นแบบ PID control ได้ไม่ต่ำกว่า 15 ขั้นตอน
- 1.2.12 เครื่องมีระบบควบคุมค่าออกซิเจนละลายในของเหลว (DO)
 - 1.2.12.1 สามารถควบคุมค่าออกซิเจนที่ละลายในของเหลว (control range) ได้ในช่วง 0-100% และสามารถรายงานค่าออกซิเจนที่ละลายในของเหลว ได้ในช่วง 0-200%
 - 1.2.12.2 มีความละเอียดในการควบคุมค่าออกซิเจนที่ละลายในของเหลว (resolution) เท่ากับ 0.1%
 - 1.2.12.3 มีระบบควบคุมค่าออกซิเจนที่ละลายในของเหลวเป็นแบบ DO cascade response โดยสามารถควบคุมค่าออกซิเจนที่ละลายในของเหลว โดยควบคุมการเพิ่มหรือลดความเร็วการกวน
- 1.2.13 เครื่องมีระบบตรวจวัดระดับฟอง (foam) ควบคุมด้วยการกดเปิด-ปิด (on/off switch)
- 1.2.14 เครื่องมีการติดตั้งปั๊มดูดจ่ายสารละลาย (peristaltic pump) จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - 1.2.14.1 ปั๊มดูดจ่ายสารละลายชนิด Precise stepping motor เหมาะสำหรับการดูดจ่ายสารละลาย กรด ด่าง สารต้านการเกิดฟอง และอาหารเหลว
 - 1.2.14.2 สามารถควบคุมความเร็วในการหมุน (speed range) ได้ในช่วง 0 ถึง 65 รอบต่อนาที มีความละเอียดในการปรับความเร็วในการหมุน (resolution) เท่ากับ 1 รอบต่อนาที
 - 1.2.14.3 ปั๊มดูดจ่ายสารละลายสามารถคำนวณอัตราการไหล (flow rate) และจำนวนปริมาตรทั้งหมดที่จ่ายสารละลาย (total volume)
 - 1.2.14.4 สามารถควบคุมการดูดจ่ายสารละลายได้ด้วยผู้ใช้งานเอง (Manual) และสามารถตั้งโปรแกรมควบคุม (programmable) ได้ไม่ต่ำกว่า 15 ขั้นตอน
- 1.2.15 ใช้ได้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต
- 1.3 ปั๊มลมไร้น้ำมัน (oil free air compressor) จำนวน 5 เครื่อง
 - 1.3.1.1 ความจุถัง (tank) ไม่น้อยกว่า 25 ลิตร
 - 1.3.1.2 ปริมาณลม (air flow) ไม่น้อยกว่า 129 ลิตรต่อนาที
 - 1.3.1.3 กำลัง (power) ไม่น้อยกว่า 750 วัตต์
 - 1.3.1.4 ใช้ได้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต
- 1.4 เครื่องควบคุมอุณหภูมิเย็นแบบหมุนวนน้ำ (cooling bath) จำนวน 5 เครื่อง
 - 1.4.1.1 ส่วนเก็บน้ำหล่อเย็นทำจากสแตนเลส
 - 1.4.1.2 สามารถทำเย็นในช่วง 0 องศาเซลเซียส ถึง อุณหภูมิห้อง

- 1.4.1.3 ความจุของน้ำหล่อเย็น ไม่น้อยกว่า 2 ลิตร
- 1.4.1.4 อัตราการไหล ไม่น้อยกว่า 15 ลิตรต่อนาที
- 1.4.1.5 ใช้ได้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต
- 1.5 เครื่องสำรองไฟฟ้าและปรับกระแสไฟฟ้า (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 3 kVa จำนวน 5 เครื่อง
- 1.6 ขวดพร้อมท่อชุดจ่ายสายละลายไร้สนิม ขนาด 100 มิลลิลิตร ไม่น้อยกว่า 20 ขวด
- 1.7 ขวดพร้อมท่อชุดจ่ายสายละลายไร้สนิม ขนาด 250 มิลลิลิตร ไม่น้อยกว่า 5 ขวด
- 1.8 ตัวกรองอากาศที่สามารถฆ่าเชื้อด้วยวิธี Autoclave ขนาดรูพรุน 0.2 μm ไม่น้อยกว่า 20 อัน
- 1.9 สายยางซิลิโคน เบอร์ 16 ขนาด (ID: 3.2 mm), 25 ft. ไม่น้อยกว่า 5 กล้อง
- 2. อุปกรณ์อื่นๆ
 - 2.1 อุปกรณ์ผสมก๊าซสร้างสภาวะมีอากาศและไร้อากาศ (gas Mixer) จำนวน 3 ชุด
 - 2.1.1 สามารถผสมแก๊ส 4 ชนิด ได้แก่ Air O₂ N₂ และ CO₂
 - 2.1.2 ควบคุมอัตราการไหลของก๊าซด้วย rotameter อย่างน้อย 4 อัน
 - 2.1.3 มีปุ่มเปิด-ปิด การควบคุมการทำงานของแต่ละก๊าซ
 - 2.1.4 สามารถควบคุมอัตราการไหลของก๊าซ Air ในช่วง 0-2 ลิตรต่อนาที
 - 2.1.5 สามารถควบคุมอัตราการไหลของก๊าซ O₂ ในช่วง 0-1 ลิตรต่อนาที
 - 2.1.6 สามารถควบคุมอัตราการไหลของก๊าซ N₂ และ CO₂ ในช่วง 0-0.5 ลิตรต่อนาที
 - 2.2 ถังก๊าซสำหรับใช้งานกับเครื่องผสมก๊าซ ได้แก่ N₂ และ CO₂ จำนวน 3 ชุด
 - 2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์และติดตามการสร้างก๊าซ (gas analyzer) จำนวน 1 ชิ้น
 - 2.3.1 เครื่องสามารถวิเคราะห์ก๊าซ CO₂ และ O₂
 - 2.3.2 ความแม่นยำในการวิเคราะห์ CO₂ ไม่น้อยกว่า $\pm 5\%$
 - 2.3.3 ความแม่นยำในการวิเคราะห์ O₂ ไม่น้อยกว่า $\pm 1\%$
 - 2.3.4 สามารถเก็บตัวอย่างก๊าซด้วยอัตราการไหล ได้ในช่วง 300 – 1,000 มิลลิลิตรต่อนาที
 - 2.3.5 สามารถเชื่อมต่อและแสดงผลร่วมกับตัวเครื่องควบคุมการทำงานของถังปฏิกรณ์ชีวภาพได้ สามารถบันทึกค่าแบบ realtime และส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ CSV ได้
 - 2.4 มีโต๊ะขนาดเล็กสี่เหลี่ยม ส่วนของพื้นโต๊ะปฏิบัติการ (WORK TOP) วัสดุทำด้วยแผ่น COMPACT LAMINATE ชนิด LAB GRADE หรือดีกว่า สามารถยับยั้งแบคทีเรีย เชื้อรา มีคุณสมบัติในการทนไฟและการถูกลามของเปลวเพลิง ผิวหน้าเรียบ ไม่สะสมฝุ่น แข็งแรง ทนทานต่อแรงกระแทก กันน้ำได้ 100 % ทนรอยขีดข่วน ทำความสะอาดง่าย มีขนาดที่เหมาะสมสามารถวางตัวเครื่องควบคุมการทำงานของถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (controller) และถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (vessel) พร้อมอุปกรณ์ บนโต๊ะ

ได้ครบทั้ง 5 ชุด และสามารถจัดวางเครื่องควบคุมอุณหภูมิเย็นแบบหมุนวนน้ำ (cooling bath) และปั๊มลมไร้น้ำมัน ด้านล่างของโต๊ะ ได้อย่างเป็นระเบียบ สวยงาม สะดวกในการใช้งาน จำนวน 1 ตัว

3. ข้อกำหนดอื่น ๆ

3.1 ผลิตภัณฑ์และอุปกรณ์ที่ส่งมอบต้องเป็นของผลิตขึ้นมาใหม่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน

3.2 รับประกันคุณภาพ 3 ปี

3.3 บริษัทผู้ผลิตได้รับมาตรฐานสากล ISO 9001

3.4 บริษัทผู้ขายได้รับมาตรฐานสากล ISO 9001:2015 และมีใบแต่งตั้งเป็นผู้แทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตเพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

3.5 บริษัทผู้ขายเข้าติดตั้งระบบจนกว่าเครื่องสามารถใช้งานได้โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

3.6 บริษัทผู้ขายมีเจ้าหน้าที่ ช่างเทคนิค หรือวิศวกรที่ผ่านการอบรมจากบริษัทผู้ผลิต สามารถเข้ามาให้การแก้ไขปัญหาคิด ในกรณีเครื่องเกิดปัญหา

3.7 ภายในระยะเวลา 3 ปี หากทางคณะมีการขนย้ายหรือเปลี่ยนแปลงสถานที่ติดตั้งเครื่องดังกล่าว บริษัทผู้ขายต้องรับผิดชอบเข้ามาดำเนินการขนย้ายและติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ พร้อมทั้ง calibrate อุปกรณ์จนสามารถใช้งานได้ อย่างน้อย 1 ครั้ง โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่ม

3.8 บริษัทต้องเดินสายไฟและติดตั้งปลั๊กไฟในกรณีที่จุดวางในห้องปฏิบัติการ ไม่มีเต้าเสียบระยะไม่เกิน 15 เมตร

ผู้กำหนดรายละเอียด

1. ดร.พุททาพงศ์ ภูมิสมบัติ
2. รศ.ดร.ทัศพร โตชนะเกษม
3. ดร.ทรงศักดิ์ วัฒนชัยเสรีกุล

หมายเหตุ

1.การจัดซื้อจัดจ้างครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2569 มีผลใช้บังคับ และได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2569 จากสำนักงบประมาณแล้ว และกรณีที่หน่วยงานของรัฐไม่ได้รับจัดสรรงบประมาณเพื่อการจัดซื้อจัดจ้างในครั้งดังกล่าว หน่วยงานของรัฐสามารถยกเลิกการจัดซื้อจัดจ้างได้

2. ผู้เสนอราคาที่ได้ต้องทำการตีหมายเลขทะเบียนและถ่ายภาพครุภัณฑ์ตามที่สถาบันกำหนด หลังจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับพัสดุเรียบร้อยแล้ว จัดส่งให้สำนักงานพัสดุ สำนักงานอธิการบดี เพื่อทำการเบิกจ่ายเงินให้ต่อไป