

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์
ถังหมักพร้อมชุดควบคุมอัตโนมัติ

ถังหมักพร้อมชุดควบคุมอัตโนมัติ	จำนวน 1 ชุด
ประกอบด้วย	
1. ถังเลี้ยงเซลล์และส่วนควบคุมการทำงาน	จำนวน 1 ชุด
2. อ่างน้ำเย็น	จำนวน 1 ชุด
3. ป้อนจ่ายอากาศชนิดไม่ใช้น้ำมัน	จำนวน 1 ชุด
4. เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า	จำนวน 1 ชุด
5. คอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล	จำนวน 1 ชุด
6. ถังไนโตรเจน พร้อมหัวปรับแรงดัน	จำนวน 1 ชุด
รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
4.1 ถังเลี้ยงเซลล์และส่วนควบคุมการทำงาน	จำนวน 1 ชุด
4.1.1 ถังเลี้ยงเซลล์ (culture vessel)	
4.1.1.1 ถังเลี้ยงเซลล์มีลักษณะเป็นผนังสองชั้น (Double jacketed vessel) ผลิตจาก Borosilicate glass สามารถนำไปนึ่งฆ่าเชื้อได้ (Autoclavable) โดยมีส่วนของ top-plate ทำจากสแตนเลสสตีลขัดเงา	
4.1.1.2 มีความจุใช้งาน (Working volume) ไม่น้อยกว่าในช่วง 0.6 ถึง 5.0 ลิตร และมีความจุรวม (Total volume) ทั้งหมด 6.6 ลิตร หรือมากกว่า	
4.1.1.3 ส่วนต่างๆ ภายในถังที่ต้องสัมผัสกับส่วนเลี้ยงเซลล์ เช่น ใบบัด Ring sparger แผ่น Baffle ผลิตจากสแตนเลสสตีล เกรด 316L	
4.1.1.4 มีโอริง (O-ring) ที่ทำจาก EPDM คั่นระหว่างรอยต่อกับช่องและหัววัดหรืออุปกรณ์อื่นๆ	
4.1.1.5 บริเวณด้านบน top-plate ของถังเลี้ยงเซลล์มีหูจับ ในแนวตั้งฉากกับพื้น	
4.1.1.6 บริเวณฐานมีโครงสร้างสแตนเลสสตีลสำหรับวางถังเลี้ยงเซลล์มีช่องสแตนเลสสำหรับใส่ Addition/storage bottles	
4.1.1.7 อุปกรณ์การให้อากาศในถังชนิด Ring Sparger ผลิตจากโลหะไร้สนิม เกรด 316L	
4.1.1.8 มีชุดใบบวนชนิด 6 blade disc impeller ผลิตจากโลหะไร้สนิม เกรด 316L	
4.1.1.9 ระบบระบายอากาศ (Exhaust system) อากาศในถังหมักจะถูกระบายผ่านตัวกรองอากาศ ขนาดไม่มากกว่า 0.2 ไมครอน (PTFE filter) โดยมี exhaust cooler ทำจากสแตนเลส สตีล เกรด 316L ติดตั้งอยู่ด้านบนของ top-plate จำนวน 1 ชุด	
4.1.1.10 อุปกรณ์ประกอบสำหรับถังเลี้ยงเซลล์	
4.1.1 หัววัดความเป็นกรด-ด่างพร้อมหัววัดรีดอกซ์ (combination pH & redox sensor) พร้อมสายต่อ	จำนวน 1 ชุด
4.1.2 หัววัดออกซิเจน (pO ₂ sensor) พร้อมสายต่อ	จำนวน 1 ชุด
4.1.3 หัววัดระดับฟอง (conductive foam sensor) พร้อมสายต่อ	จำนวน 1 ชุด
4.1.4 หัววัดอุณหภูมิ ชนิด Pt 100 พร้อม thermowell	จำนวน 1 ชุด
4.1.5 Addition/storage Bottle ขนาด 500 มิลลิลิตร	จำนวน 4 ชุด
4.1.6 ช่องตะแกรงสำหรับใส่ขวดสาร (bottle support)	จำนวน 1 ชุด

4.1.7	ขาตั้งผลิตจากสแตนเลสสตีล สำหรับรองรับถังเลี้ยงเซลล์	จำนวน 1 ชุด
4.1.8	ชุดเก็บตัวอย่าง (Manual Sampler)	จำนวน 1 ชุด
4.1.9	4 way addition fitting	จำนวน 1 ชุด
4.1.10	อะไหล่ O-ring (consumable kit)	จำนวน 1 ชุด
4.1.11	ท่อเก็บผลิตภัณฑ์ (Harvest pipe)	จำนวน 1 ชุด
4.1.12	ชุดกรองอากาศชนิด PTFE ขนาดไม่มากกว่า 0.2 ไมครอน	จำนวน 1 ชุด
4.1.13	ชุดกรองอากาศชนิด PTFE ขนาดไม่มากกว่า 0.2 ไมครอนแบบแคปซูล	จำนวน 1 ชุด
4.1.14	ชุดแผ่นป้องกันการเกิดหมุนวนภายในถังเพาะเลี้ยง (Baffle)	จำนวน 1 ชุด
4.1.15	ท่อเก็บผลิตภัณฑ์ (Harvest pipe)	จำนวน 1 ชุด

4.1.2 ส่วนควบคุมการทำงาน

โครงสร้างผลิตจากสแตนเลสสตีล ขนาดไม่มากกว่า 410 x 810 x 520 มิลลิเมตร (กว้าง x สูง x ลึก) มีระดับป้องกันฝุ่นและน้ำจากสิ่งแวดล้อมที่ IP21 หรือดีกว่า ประกอบด้วยส่วนควบคุมการทำงาน (Control tower) และ ส่วนจ่าย (Supply tower) มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

4.1.2.1 มีส่วนของถาดวางเอนกประสงค์ (storage dish) ติดตั้งอยู่บริเวณด้านบนของชุดควบคุม โดยติดตั้งด้วยระบบแม่เหล็ก

4.1.2.2 ส่วนควบคุมปริมาณการจ่ายอากาศและก๊าซเข้าสู่ถังหมัก (Gassing system)

(1) มีระบบควบคุมปริมาณการจ่ายอากาศและก๊าซ แบบ additive flow 2-gas สามารถควบคุมปริมาณการจ่ายอากาศและก๊าซเข้าสู่ถังหมักผ่านทาง Rotameter/Flow meter จำนวน 2 ชุด โดยสามารถกำหนดอัตราการไหลได้ในช่วง 1.3 ถึง 13.0 ลิตรต่อนาที หรือสูงกว่า

(2) มีระบบผสมอากาศกับก๊าซออกซิเจน โดยจะควบคุมการทำงานผ่านระบบ DO controller

(3) อากาศที่ถูกผสมกับก๊าซออกซิเจน จะป้อนเข้าสู่ถังผ่านทาง Ring sparger

4.1.2.3 ปุ่มดูด-จ่ายสาร (Pump module) ชนิด Peristaltic pump ติดตั้งบน Supply tower เพื่อควบคุมการจ่ายสารละลายกรด-ด่าง, สารลดการเกิดฟอง จำนวน 4 ชุด แบ่งเป็น

(1) หัวปั๊ม (Pump head) ชนิด fixed speed ที่ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 40 รอบต่อนาที สำหรับจ่ายสารละลายกรด-ด่างโดยเฉพาะ จำนวน 2 ชุด

(2) หัวปั๊ม (Pump head) ชนิด fixed speed ที่ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 40 รอบต่อนาที สำหรับจ่ายสารลดการเกิดฟองโดยเฉพาะ จำนวน 1 ชุด

(3) หัวปั๊ม (Pump head) ชนิด speed control ที่ความเร็วรอบ 5-150 รอบต่อนาที สำหรับจ่ายสาร ตั้งต้นโดยเฉพาะ โดยตั้งค่าความเร็วรอบในรูป % จำนวน 1 ชุด

4.1.2.4 ส่วนควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat system) ประกอบด้วย

(1) ควบคุมด้วยระบบ PID control

(2) แหล่งกำเนิดความร้อน (Heater) กำลังไฟไม่น้อยกว่า 600 วัตต์ จำนวน 1 ชุด

(3) มีระบบควบคุมอุณหภูมิพร้อมปั๊มสำหรับหมุนเวียนน้ำ (Thermostat system with recirculation pump)

4.1.2.5 ส่วนควบคุมการทำงาน (Control Tower) ชนิดหน้าจอแบบสัมผัส Touchscreen ประกอบด้วย

(1) Hardware

- หน้าจอแสดงผลและสั่งงาน เป็นระบบสัมผัสแบบมีสีขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว โดยมีความละเอียดของจอภาพไม่น้อยกว่า 125 dpi
- ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Digital controller

(2) มีช่องเชื่อมต่อสำหรับรับ-ส่งสัญญาณและเชื่อมต่อการทำงานกับอุปกรณ์จากภายนอก ได้แก่

- ช่องรับสัญญาณ (external inputs), M12 จำนวน 2 ช่อง
- ช่องสัญญาณสำหรับต่อกับปั๊มดูด-จ่ายสารภายนอก จำนวน 2 ช่อง
- ช่องสัญญาณ USB port จำนวน 1 ช่อง
- ช่องเชื่อมต่อ Ethernet จำนวน 1 ช่อง

(3) ส่วนควบคุมและแสดงผล

- แสดงผลการทำงาน (Trend display) ในรูปแบบกราฟได้ไม่น้อยกว่า 4 ค่า โดยสามารถเลือกเวลาในการอ่านค่ากราฟตั้งแต่ 1, 12, 24, 36 และ 72 ชั่วโมง
- สามารถกำหนดค่ากระบวนการทำงานแบบ PID controller, แบบตั้งค่าการทำงานร่วมกับพารามิเตอร์อื่นๆ (Multiple cascade controllers) หรือ ตั้งค่าเฉพาะพารามิเตอร์ (set point controller) เป็นต้น
- มีระบบ Alarm Monitoring ของค่าต่างๆ ได้แก่ Process value alarms, System alarms เป็นต้น
- สามารถตั้งค่า high alarm และ Low alarm ของแต่ละพารามิเตอร์ได้
- สามารถตั้งค่า Time profile ของพารามิเตอร์แต่ละมิเตอร์ได้ โดยจำนวน time profile สูงสุดที่เครื่องทำได้ไม่น้อยกว่า 30 profile
- มีระบบสอบเทียบ (Calibration) สำหรับหัววัดแบบแยกอิสระ (individual calibration)

(4) การควบคุมอุณหภูมิ

- ระบบควบคุมอุณหภูมิสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 10 องศาเซลเซียสเหนืออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นถึง 70 องศาเซลเซียสหรือมากกว่า โดยการหมุนวนของน้ำผ่าน Borosilicate Glass jacket
- ควบคุมการทำงานด้วยระบบ PID control ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิของถังหมัก ในขณะที่เลี้ยงเซลล์ได้โดยอัตโนมัติ ผ่าน pulse cooling water control valve และ electrical heater
- หัววัดอุณหภูมิเป็นชนิด Pt 100

(5) การควบคุมระบบการกวน

- ตัวขับเคลื่อนเป็นชนิด direct drive โดยมีมอเตอร์มีกำลังไฟไม่น้อยกว่า 200 วัตต์
- ควบคุมการทำงานด้วยระบบ PID control
- สามารถควบคุมความเร็วรอบในการกวนอย่างน้อยในช่วงตั้งแต่ 25 ถึง 1,200 รอบต่อนาที หรือมากกว่า

- มีระบบการทำงานร่วมกับ D.O.mode โดยปรับอัตราการกวนอัตโนมัติ เพื่อให้ได้ค่าการละลายออกซิเจนตามค่าที่ตั้งไว้
 - มีการ Seal แบบ Mechanical seal .ให้ความทนทานสูง
 - มีชุดใบกวนชนิด 6 blade disc impellers ผลิตจากสแตนเลสสตีล เกรด 1.4435 จำนวน 2 ชุด สามารถปรับระดับความสูงได้และมีแกนใบพัดจำนวน 1 ชุด
- (6) การควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง
- ควบคุมการทำงานด้วยระบบ PID control
 - สามารถควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง pH 2-12 ความละเอียดไม่มากกว่า 0.01
 - สามารถตั้งค่า Dead Zone สำหรับกำหนดช่วงของ pH ในกรณีต้องการป้องกันการเกิดความผันผวน (Fluctuate values) ในการอ่านค่า
 - มีระบบ Recalibration ของหัววัด pH ในขณะที่ปฏิบัติการ
- (7) การควบคุมการละลายของออกซิเจน
- ควบคุมการทำงานด้วยระบบ PID control
 - สามารถทำงานแบบ 4-stage cascade control โดยสัมพันธ์กับระบบการกวน ระบบการให้อากาศ และระบบจ่ายก๊าซได้
 - สามารถควบคุมค่าการละลายของออกซิเจนได้ในช่วง 0-100% โดยตั้งค่าละเอียดที่ 0.1 %
 - หัววัดค่า pO₂ เป็นชนิด polarographic
- (8) การวัดค่าปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน
- หัววัดค่าปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันใช้ร่วมกับหัววัดกรด-ด่าง (Combination pH & Redox sensor)
 - สามารถรองรับการวัดค่าในช่วง -1,000 mV ถึง 1,000 mV ความละเอียด 1 mV หรือดีกว่า
- (9) การควบคุมการเกิดฟอง
- ควบคุมการทำงานโดยใช้หัววัดชนิด Conductive ซึ่งจะทำงานร่วมกับปั๊มดูด-จ่ายสาร ซึ่งติดตั้งด้านหน้าตัวเครื่องสำหรับการจ่ายสารป้องกันการเกิดฟองในถังเลี้ยงเซลล์

4.1.2.6 ชุดซอฟต์แวร์ประมวลผล

- (1) เป็นชุดซอฟต์แวร์ติดตามผลการทำงานของถังเพาะเลี้ยงเซลล์ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยซอฟต์แวร์สามารถแสดงการทำงานของถังเพาะเลี้ยง โดยเลือกพารามิเตอร์ที่ต้องการสามารถแสดงกราฟ ณ ปัจจุบันที่มีการเพาะเลี้ยง บันทึกและเก็บผลการเพาะเลี้ยงได้
- (2) สามารถสร้างกราฟของแต่ละพารามิเตอร์ได้ (Trend display)
- (3) มีข้อความเตือนเมื่อเกิด Error เกี่ยวกับการเชื่อมต่อสัญญาณ พร้อมทั้งแสดงสาเหตุ Error ที่เกิดขึ้น
- (4) สามารถส่งถ่ายข้อมูล (Export) ข้อมูลที่ต้องการ เช่น ข้อมูลการเพาะเลี้ยง ในรูปแบบ CSV file หรือไฟล์ Excel ได้
- (5) สามารถใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการ Window 7, Window 8, Window 8.1

- 4.1.3 ถึงเล็ยงเซลล์ ส่วนควบคุมการทำงาน และชุดซอฟต์แวร์ประมวลผลเป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศยุโรป หรืออเมริกา
- 4.1.4 ถึงเล็ยงเซลล์ ส่วนควบคุมการทำงาน และชุดซอฟต์แวร์ประมวลผล รับประกันคุณภาพ 1 ปี โดยมี หลักฐานการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต และได้รับ ISO9001:2008
- 4.1.5 จัดส่งเครื่องมือและเอกสารประกอบการใช้งาน ได้แก่
- | | |
|--|-------------|
| (1) คู่มือการใช้งานและคู่มือการติดตั้งซอฟต์แวร์ | จำนวน 1 ชุด |
| (2) ชุด CD/DVD คู่มือการใช้งานเครื่อง | จำนวน 1 ชุด |
| (3) ชุดเอกสาร standard test แสดงการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจาก ผู้ผลิตพร้อมเอกสารรับรองคุณภาพ และติดตั้งให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน | จำนวน 1 ชุด |
- 4.2 อ่างน้ำเย็น (cooling bath) จำนวน 1 ชุด
- 4.2.1 โครงสร้างภายใน และภายนอกผลิตจากโลหะไร้สนิม (Stainless Steel เกรด 304) ด้านล่างมีล้อ สำหรับเคลื่อนย้ายได้สะดวก จำนวน 4 ล้อ ขนาดความจุอ่างมีปริมาตร ไม่น้อยกว่า 30 ลิตร มีท่อ สำหรับถ่ายน้ำทิ้ง
- 4.2.2 ระบบทำความเย็น มีสวิตช์เปิด-ปิดเครื่อง พร้อมไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่อง มีระบบ ควบคุมอุณหภูมิเป็นแบบ Digital Control โดยใช้ในการปรับตั้งอุณหภูมิเป็นตัวเลขดิจิทัล ช่วง อุณหภูมิใช้งานอยู่ระหว่าง 5 °C จนถึงอุณหภูมิห้อง หรือดีกว่า
- 4.2.3 ระบบหมุนเวียนน้ำ มีสวิตช์เปิด - ปิดปั้มน้ำพร้อม มีไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของปั้มน้ำ มีวาล์ว เปิด - ปิด สำหรับส่งน้ำไปใช้ภายนอก ปั้มน้ำเป็นแบบ Centrifugal Drive Pump หรือดีกว่า
- 4.2.4 มีคู่มือการใช้งาน พร้อมรับประกันคุณภาพ 1 ปี
- 4.3 ปั้มจ่ายอากาศชนิดไม่ใช้น้ำมัน จำนวน 1 ชุด
- 4.3.1 มีมอเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 1 แรงม้า
- 4.3.2 มีความจุของถังเก็บอากาศไม่น้อยกว่า 20 ลิตร
- 4.3.3 มีคู่มือการใช้งาน พร้อมรับประกันคุณภาพ 1 ปี
- 4.4 เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- 4.4.1 มีกำลังไฟไม่น้อยกว่า 5 kVA
- 4.5 คอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล จำนวน 1 ชุด
- 4.5.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 2 แกนหลัก (2 core) หรือ 2 แกนเสมือน (2 Thread) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 4.5.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 3 MB สำหรับแบบ L3 Cache Memory หรือ แบบ Smart Cache Memory
- 4.5.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลัก แบบ Onboard Graphics ที่มี ความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB
- 4.5.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB
- 4.5.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB จำนวน 1 หน่วย
- 4.5.6 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 4.5.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

- 4.5.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 4.5.9 มีจอภาพแบบ LCD หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 600:1 และมีขนาดไม่น้อยกว่า 18.5 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
- 4.6 ถังไนโตรเจน พร้อมหัวปรับแรงดัน จำนวน 1 ชุด
 - 4.6.1 ตัวถังมีปริมาตรไม่น้อยกว่า 6 คิวบิกฟุต
 - 4.6.2 หัวปรับแรงดันแบบชั้นเดียว หรือสองชั้น แบบ 2 หน้าปัด ดังนี้
 - 1) แรงดันหน้าปัทม์ใช้งาน อยู่ในช่วงไม่น้อยกว่า 0-40 bar
 - 2) แรงดันหน้าปัทม์เข้า อยู่ในช่วงไม่น้อยกว่า 0-200 bar
- 4.7 ข้อกำหนดอื่นๆ
 - 4.7.1 การฝึกอบรม ณ สถานที่ติดตั้ง เป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง หรือจนกระทั่งผู้ใช้งานจะสามารถดำเนินการเองได้
 - 4.7.2 การติดตั้งให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานก่อนการตรวจรับสินค้า
 - 4.7.3 สามารถใช้งานได้กับเครื่องมือที่มีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการ
- 4.8 กำหนดส่งมอบภายใน 120 วัน

.....
(นางสาวศศิธร อินทร์นอก)

ผู้กำหนดรายละเอียด

.....
(นางสาวปนัดดา เพชรล้วน)

ผู้กำหนดรายละเอียด

.....
(นางสาวนิสา ร่มส่มซ่า)

ผู้กำหนดรายละเอียด

.....
(นายเอกชัย แซ่จิ้ง)

ผู้ตรวจสอบ

รองคณบดีฝ่ายแผนและประกันคุณภาพการศึกษา

.....
(รองศาสตราจารย์สนั่น การค้า)

ผู้ตรวจสอบ

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์

.....

ผู้อนุมัติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ้มไขแสง)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี