

กำหนดรายละเอียด ชุดฝึกปฏิบัติการกระบวนการทางชีวภาพ  
ประจำปีงบประมาณ 2566  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. รายการจัดซื้อ ชุดฝึกปฏิบัติการกระบวนการทางชีวภาพ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
  - 1.1 ชุดถังเพาะเลี้ยงเซลล์ ขนาด 5 ลิตร (Fermentor) จำนวน 1 ชุด
  - 1.2 เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมในสภาพจริง (Real time PCR) จำนวน 1 ชุด
  - 1.3 เครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอนแบบควบคุมอุณหภูมิ (Refrigerate Centrifuge) จำนวน 1 ชุด
  - 1.4 เครื่องยิงอนุภาคยีนส์ (Eletroporator) จำนวน 1 เครื่อง
  - 1.5 เครื่องส่องเจล (Blue light transiluminator) จำนวน 4 เครื่อง
  - 1.6 เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัตโนมัติ (Auto pipette) จำนวน 12 ชุด
  - 1.7 ชุดปิเปตแบบหลายช่องดูดจ่าย ขนาด 30-300 ไมโครลิตร (Multichannel pipette) จำนวน 6 ชุด
  - 1.8 เครื่องปั่นตกตะกอนสารแบบ Spin down จำนวน 5 เครื่อง
  - 1.9 เครื่องปั่นตกตะกอนสารขนาดเล็ก (Minicentrifuge) จำนวน 3 เครื่อง
  - 1.10 เครื่องรันเจลแบบแนวตั้ง (Vertical Electrophoresis) จำนวน 1 ชุด
  - 1.11 เครื่องอุ่นหลอดทดลอง (Thermal Block) จำนวน 3 ชุด
  - 1.12 ชุดปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump) จำนวน 3 ชุด
  - 1.13 ชุดกรองพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร (Reusable Bottle Top Filters) จำนวน 10 ชุด
  - 1.14 เครื่องกวนสารละลายพร้อมควบคุมอุณหภูมิ (Stirrer) จำนวน 4 เครื่อง
  - 1.15 เครื่องยูวีสำหรับฆ่าเชื้อพื้นผิว (UV Portable) จำนวน 1 เครื่อง
2. รายละเอียดและคุณลักษณะของพัสดุ อาทิ เช่น
  - 2.1 ชุดถังเพาะเลี้ยงเซลล์ ขนาด 5 ลิตร (Fermentor) จำนวน 1 ชุด
    - 2.1.1 ถังเลี้ยงเซลล์แบบผนังสองชั้น (Double wall vessel) ผลิตจาก Borosilicate glass สามารถนึ่งฆ่าเชื้อได้
    - 2.1.2 ส่วนของฝาถังทำจากสแตนเลสสตีลและส่วนก้นถังมีลักษณะโค้งมน (Round bottom)
    - 2.1.3 ถังเพาะเลี้ยงขนาด 5 ลิตร มีความจุใช้งานในช่วง 0.6 ถึง 5.0 ลิตร ความจุรวมทั้งหมด 6.6 ลิตร หรือดีกว่า
    - 2.1.5 โลหะที่สัมผัสส่วนเลี้ยงเซลล์ ผลิตจากสแตนเลสสตีล เกรด AISI 316L และไม่สัมผัสส่วนเลี้ยงเซลล์ ผลิตจากสแตนเลสสตีล เกรด AISI 304 หรือดีกว่า
    - 2.1.8 บริเวณด้านบน top-plate ของถังเลี้ยงเซลล์มีหูจับและมีโครงรองรับถังเพาะเลี้ยงทำจากสแตนเลสสตีล พร้อมหูจับ
    - 2.1.10 มีระบบระบายอากาศ (Exhaust system) ผ่านตัวกรองอากาศขนาด 0.2 ไมครอน (PTFE filter) โดยมี exhaust cooler ทำจากสแตนเลสสตีล เกรด 316L หรือดีกว่า ติดตั้งอยู่ด้านบนของฝาถัง

.....ประธานกรรมการ (รศ.ดวงใจ โอชัยกุล)


.....กรรมการ (ผศ.ดร.วรภักดิ์ วรรณนทกิจ)

.....กรรมการและเลขานุการ (นางสาวกัญญาพัชญ์ ป้อมดี)

- 2.1.11 อุปกรณ์สำหรับถังเลี้ยงเซลล์จำนวน 1 ชุด โดยประกอบด้วยดังนี้
- 2.1.1.1.1 หัววัดความเป็นกรด-ด่าง (pH sensor)
  - 2.1.1.1.2 หัววัดออกซิเจน (pO2 sensor)
  - 2.1.1.1.3 หัววัดระดับฟอง (conductive foam sensor) ขนาด 80 มิลลิเมตร พร้อมสายต่อ
  - 2.1.1.1.4 หัววัดอุณหภูมิ ชนิด Pt 100 พร้อม thermowell
  - 2.1.1.1.5 หัวจ่ายอากาศแบบ Ring sparger จำนวน 1 ชุด
  - 2.1.1.1.6 ใบพัดชนิด 6 blade disc impeller จำนวน 2 ใบ
  - 2.1.1.1.7 ชุด Storage Bottle ขนาด 500 มิลลิลิตร ทนอุณหภูมิสูงสุดที่ 180 องศาเซลเซียสจำนวน 4 ชุด พร้อมหัวจ่ายแบบสองหัวเพื่อต่อสายยางและชุดกรองอากาศขนาด 0.2 ไมครอน
  - 2.1.1.1.8 ช่องตะแกรงสแตนเลสสตีล สำหรับใส่ขวดสาร (bottle support)
  - 2.1.1.1.9 ชุดแผ่นป้องกันการเกิดหมวนภายในถังเพาะเลี้ยง (Baffle)
  - 2.1.1.1.10 ชุดเก็บตัวอย่าง (Manual Sampler) จำนวน 1 ชุด
  - 2.1.1.1.11 ชุด 4- way addition fitting สำหรับจ่ายสารละลายกรด ต่าง สารลดฟอง และสารอื่นๆ
  - 2.1.1.1.12 ช่องสำหรับถ่ายเชื้อ (Universal adapter) จำนวน 1 ชุด
  - 2.1.1.1.13 ท่อเก็บผลิตภัณฑ์ (Harvest pipe/Dip tube) แบบตรง ปรับสูงต่ำได้
  - 2.1.1.1.14 ชุดเก็บผลิตภัณฑ์ (Harvest pipe/Dip tube) แบบปลายโค้ง ปรับสูงต่ำได้
  - 2.1.1.1.15 ชุดกรองอากาศชนิด PTFE ขนาด 0.2 ไมครอนแบบจาน
  - 2.1.1.1.16 ชุดสารละลายบัฟเฟอร์ pH 4,7 และ 9 ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 2.1.13 ระบบควบคุมปริมาณการจ่ายอากาศและก๊าซเข้าสู่ถังหมัก (Gassing system) แบบ O2 Enrichment
- 2.1.13.1 ในส่วนของ Air sparger สามารถควบคุมอัตราการไหลของอากาศผ่านทาง Flow meter ในช่วง 1.3 ถึง 13 ลิตรต่อนาที หรือดีกว่า
  - 2.1.13.2 ในส่วนของ O2 sparger สามารถควบคุมอัตราการไหลของก๊าซผ่านทาง Flow meter ในช่วง 1.3 ถึง 13 ลิตรต่อนาที หรือดีกว่า
- 2.1.14 ป้อนดูด-จ่ายสาร (Pump module) ชนิด Peristaltic pump สำหรับควบคุมการจ่ายสารละลายกรด ต่าง สารลดการเกิดฟอง และสารละลาย substrate ติดตั้งมาพร้อมเครื่อง จำนวน 4 ชุดต่อเครื่อง
- 2.1.14.1 หัวปั๊ม (Pump head) ความเร็วรอบ 44 รอบต่อนาที หรือดีกว่า สำหรับจ่ายสารละลายกรด จำนวน 1 ชุด
  - 2.1.14.2 หัวปั๊ม (Pump head) ความเร็วรอบ 44 รอบต่อนาที หรือดีกว่า สำหรับจ่ายสารละลายต่าง จำนวน 1 ชุด
  - 2.1.14.3 หัวปั๊ม (Pump head) ความเร็วรอบ 44 รอบต่อนาที หรือดีกว่า สำหรับจ่ายสารลดฟอง จำนวน 1 ชุด
  - 2.1.14.4 หัวปั๊ม (Pump head) ความเร็วรอบ 5 ถึง 150 รอบต่อนาที หรือดีกว่า สำหรับจ่ายสาร Substrate จำนวน 1 ชุด

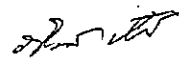


.....ประธานกรรมการ  
(รศ.ดวงใจ โอชัยกุล)



.....กรรมการ

(ผศ.ดร.วรกฤต วรรณทกิจ)

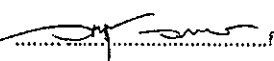


.....กรรมการและเลขานุการ  
(นางสาวภิญญาพัชญ์ ป้อมดี)

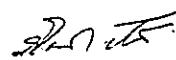
- 2.1.15 ส่วนควบคุมอุณหภูมิ มีแหล่งกำเนิดความร้อน (Heater) กำลังไฟไม่น้อยกว่า 600 วัตต์ สามารถทำอุณหภูมิในช่วงตั้งแต่ 8 องศาเซลเซียสเหนืออุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ถึง 80 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 2.1.16 ส่วนควบคุมการทำงาน (Control Tower) หน้าจอแสดงผลและสั่งงาน เป็นระบบสัมผัสแบบมีสีขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว หรือดีกว่า
- 2.1.17 มีช่องเชื่อมต่อสำหรับรับ-ส่งสัญญาณ และเชื่อมต่อการทำงานกับอุปกรณ์จากภายนอก ได้แก่ USB port และ Ethernet
- 2.1.18 ส่วนควบคุมและแสดงผลแสดงกระบวนการทำงานต่างๆ ในรูปแบบภูมิภาพและแสดงผลการทำงาน (Trend display) ในรูปแบบกราฟบนหน้าจอได้ไม่น้อยกว่า 4 ค่า ภายในเวลา 72 ชั่วโมง หรือดีกว่า
- 2.1.19 มี Alarm Monitoring ของค่าต่างๆ และสามารถตั้งค่า high alarm และ Low alarm ของแต่ละพารามิเตอร์ได้
- 2.1.20 สามารถตั้งค่า Time profile ของพารามิเตอร์ได้ โดยจำนวน time profile สูงสุดที่เครื่องทำได้ไม่น้อยกว่า 20 profile
- 2.1.21 มีระบบสอบเทียบ (Calibration) สำหรับหัววัดแบบแยกอิสระ (individual calibration)
- 2.1.22 ระบบการควบคุมขับเคลื่อนเป็นชนิด direct drive โดยมอเตอร์มีกำลังไฟไม่น้อยกว่า 200 วัตต์ สามารถควบคุมความเร็วรอบในการกวนตั้งแต่ 20 ถึง 1,500 รอบต่อนาที
- 2.1.23 ระบบการควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ในช่วง pH 2-12 ความละเอียด 0.01 โดยระบบทำงานร่วมกับป้อนดูด-จ่ายสาร โดยสามารถตั้งค่า Dead Zone สำหรับกำหนดช่วงของ pH และมีระบบ Recalibration ของของหัววัด pH ในขณะที่ปฏิบัติการ
- 2.1.24 ระบบการละลายของออกซิเจน ในช่วง 0-100 % โดยตั้งค่าละเอียดที่ 0.1 % สามารถทำงานแบบ 4-stage cascade control โดยสัมพันธ์กับระบบการกวน ระบบการให้อากาศ ระบบจ่ายก๊าซ และระบบการเติมสารละลาย substrate
- 2.1.25 ระบบควบคุมการเกิดฟอง ควบคุมการทำงานโดยใช้หัววัดชนิด Conductive ซึ่งจะทำงานร่วมกับป้อนดูด-จ่ายสาร
- 2.1.26 เป็นชุดซอฟต์แวร์ติดตามผล การทำงานของถังเพาะเลี้ยงเซลล์ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์
- 2.1.26.1 สามารถสร้างกราฟของแต่ละพารามิเตอร์ได้ (Trend display)
- 2.1.26.2 มีข้อความเตือนเมื่อเกิด Error เกี่ยวกับการเชื่อมต่อสัญญาณ พร้อมทั้งแสดงสาเหตุ Error ที่เกิดขึ้น
- 2.1.26.4 ระบบ automatic updates ช่วยให้ระบบการทำงานเป็นปัจจุบัน
- 2.1.26.5 สามารถแสดงผลการติดตามแบบ multi-monitoring โดยแสดงผลแบบ multiple screen
- 2.1.26.7 สามารถส่งถ่ายข้อมูล (Export) ข้อมูลที่ต้องการ เช่น ข้อมูลการเพาะเลี้ยง ในรูปแบบ CSV file
- 2.1.27 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต โดยบริษัทผู้แทนจำหน่ายและโรงงานผู้ผลิตได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือเทียบเท่า เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย



.....ประธานกรรมการ  
(รศ.ดวงใจ โอชัยกุล)



.....กรรมการ  
(ผศ.ดร.วรกฤต วรรณทกิจ)



.....กรรมการและเลขานุการ  
(นางสาวกัญญาพัชญ์ ป้อมดี)

### 2.1.28 อุปกรณ์ประกอบ

2.1.28.1 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Cooling Bath)	จำนวน 1 ชุด
2.1.28.2 Air compressor pump พร้อมชุดดักความชื้น	จำนวน 1 ชุด
2.1.28.3 เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า (Stabilizer) ขนาด 5 KVA	จำนวน 1 ชุด
ถังก๊าซออกซิเจน พร้อมหัวปรับแรงดัน	จำนวน 1 ชุด
2.1.28.5 เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลแบบตั้งโต๊ะ	จำนวน 1 ชุด
- มีระบบประมวลผล เป็นชนิด Intel Core i5 หรือดีกว่า	
- มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า RAM 8 GB	
- มีความจุ Hard drive ไม่น้อยกว่า 500 GB	
- มีส่วนแสดงผล (monitor) เป็นจอแบนขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว	
- มี Keyboard และ Mouse	

### 2.2 เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมในสภาพจริง (Real time PCR) จำนวน 1 ชุด

2.2.1 เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมในปฏิกิริยาโพลีเมอเรสพร้อมระบบตรวจวัดสัญญาณ (Real-Time PCR Detection System) สามารถตรวจวัดสัญญาณการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมได้ 5 สีพร้อมกันในหนึ่งหลุม

2.2.3 ด้านหน้าตัวเครื่องมีหน้าจอระบบสัมผัสชนิดปรับมุมเงยได้ (Touch-screen user interface) มีระบบปฏิบัติการ Windows 10 ในตัวเครื่อง

2.2.4 สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงปริมาณ (PCR quantitation with standard curve) และพิสูจน์คุณลักษณะเชิงคุณภาพของดีเอ็นเอในรูปแบบ Melting Curves, Gene expression, Allelic Discrimination, Endpoint analysis, Precision Melt Analysis, FRET และ Protein Thermal Shift (Protein Melt) experiments ได้

2.2.5 ตัวเครื่องสามารถทำงานแบบเชื่อมต่อและสั่งงานได้ด้วยโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ และสั่งงานที่ตัวเครื่องโดยตรง (stand-alone mode)

2.2.6 รองรับการทำงานกับหลอดตัวอย่าง PCR ขนาด 0.2 ml จำนวน 96 หลอด

2.2.7 ใช้ระบบทำอุณหภูมิแบบ Peltier ร่วมกับบล็อกทำอุณหภูมิแบบ reduced-mass sample block

2.2.8 สามารถทำอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 4 ถึง 100 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า โดยมีอัตราเปลี่ยนอุณหภูมิสูงสุด 5 องศาเซลเซียสต่อวินาที

2.2.9 สามารถตั้งค่า temperature gradient ให้อุณหภูมิมีค่าแตกต่างกันได้ 1-24 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

2.2.10 ระบบทำอุณหภูมิมีความถูกต้อง (Thermal accuracy) ไม่เกิน  $\pm 0.2$  องศาเซลเซียส และมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละหลุม (Thermal uniformity) ไม่เกิน  $\pm 0.3$  องศาเซลเซียส

2.2.11 ใช้แหล่งกำเนิดแสงแบบหลอด LED พร้อมฟิลเตอร์ จำนวน 6 ชุด และระบบการตรวจวัดสัญญาณแสงแบบ Photodiodes พร้อมฟิลเตอร์ จำนวน 6 ชุด โดยสามารถให้แสงและตรวจวัดได้พร้อมกัน 5 ช่องคลื่น

2.2.14 ตัวเครื่องมีช่วงกว้างของการอ่านสัญญาณแสง 10 orders of magnitude และมีความไวในการตรวจวัดปริมาณดีเอ็นเอได้ต่ำสุด 1 สำเนาของดีเอ็นเอ

2.2.15 สามารถใช้งานร่วมกับสีเรืองแสง FAM, SYBR Green I, VIC, HEX, Cal Gold 540, ROX, TEXAS RED, Cal Red 610, CY5, Quasar 670, Quasar 705 และ CY5.5 ได้

.....ประธานกรรมการ .....กรรมการ .....กรรมการและเลขานุการ  
 (รศ.ดวงใจ โอชัยกุล) (ผศ.ดร.วรภักดิ์ วรรณหนักิจ) (นางสาวภิญญาพัชญ์ ป้อมดี)

2.2.16 มีโปรแกรมวิเคราะห์ผล โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

2.2.16.1 สามารถวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยการเปรียบเทียบกับกราฟตัวอย่างมาตรฐาน (standard curve)

2.2.16.2 สามารถวิเคราะห์เพื่อพิสูจน์คุณลักษณะของสารพันธุกรรมด้วยการหาค่าอุณหภูมิ Melting Curves

2.2.16.3 สามารถตรวจวิเคราะห์และคำนวณระดับการแสดงออกของยีนในรูปแบบ relative quantity และรูปแบบ normalized expression ได้

2.2.16.3 สามารถตรวจวิเคราะห์และคำนวณระดับการแสดงออกของยีนโดยใช้ multiple reference genes ได้ และสามารถกำหนดค่า reaction efficiencies ของแต่ละยีนได้

2.2.16.4 สามารถรวมผลการตรวจวิเคราะห์ระดับการแสดงออกของยีนในแต่ละครั้ง (Multiple file gene expression analysis) มาทำการวิเคราะห์ผลรวมกันในคราวเดียวเพื่อทำการหาระดับการแสดงออกของยีนในกลุ่มตัวอย่างได้

2.2.16.5 สามารถวิเคราะห์ทางสถิติในรูปแบบ t-test และ one-way ANOVA ได้

2.2.16.6 สามารถตรวจวิเคราะห์และคำนวณผลในรูปแบบ End Point analysis ได้

2.2.16.7 สามารถตรวจวิเคราะห์ในรูปแบบ Allelic Discrimination ได้

2.2.16.8 สามารถเรียกการบันทึกรูปภาพต่างๆ ในรูปแบบไฟล์ bmp, ipg หรือ png

2.2.16.9 สามารถทำสำเนาข้อมูลทีวิเคราะห์เพื่อคัดลอกสู่โปรแกรม Microsoft Excel, Word, และ PowerPoint files ได้

2.2.16.10 สามารถส่งออกข้อมูลในรูปแบบ RDML ได้

2.2.16.11 สามารถปรับแต่งรูปแบบเทมเพลตใบรายงานผลตามที่ต้องการได้

2.2.16.12 สามารถออกรายงานผลการวิเคราะห์ในรูปแบบไฟล์ PDF ด้วยโปรแกรมโดยตรง

2.2.17 มีโปรแกรม Precision Melt Analysis software โดยมีคุณสมบัติและความสามารถดังนี้

2.2.17.1 สามารถตรวจหาการกลายพันธุ์ด้วยเทคนิค High-Resolution Melt (HRM) Analysis

2.2.17.2 สามารถวิเคราะห์ได้หลายการทดลองรวมพร้อมกันเป็นไฟล์เดียวกันเพื่อการเปรียบเทียบค่าที่ตรวจวัดได้ข้ามเพลทการทดสอบกันได้

2.2.18 ใช้ไฟฟ้า 220-240 V/ 50-60 Hz

2.2.19 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี โดยบริษัทผู้แทนจำหน่ายได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือเทียบเท่า เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

2.2.20 อุปกรณ์ประกอบ

2.2.20.1 ชุดคอมพิวเตอร์ใช้สำหรับสั่งงานและแสดงผลการทำงานที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ (Windows operating system) จำนวน 1 เครื่อง

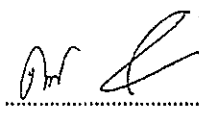
- มีระบบประมวลผล เป็นชนิด Intel Core i5 หรือดีกว่า

- มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า RAM 8 GB

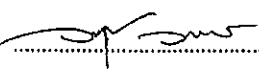
- มีความจุ Hard drive ไม่น้อยกว่า 500 GB

- มีส่วนแสดงผล (monitor) เป็นจอแบนขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว

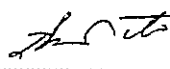
- มี Keyboard และ Mouse



(รศ.ดวงใจ โอชัยกุล)



(ผศ.ดร.วรกฤต วรนนท์กิจ)



(นางสาวกัญญาพัชญ์ ป้อมดี)

2.2.20.2 เครื่องพิมพ์สีแบบ Inkjet	จำนวน 1 เครื่อง
2.2.20.3 เครื่องสำรองกระแสไฟฟ้า (UPS) ขนาด 2 KVA	จำนวน 1 เครื่อง

### 2.3 เครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอนแบบควบคุมอุณหภูมิ (Refrigerate Centrifuge) จำนวน 1 ชุด

2.3.1 เครื่องปั่นเหวี่ยงชนิดควบคุมอุณหภูมิแบบตั้งโต๊ะ ควบคุมการทำงานด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ มีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD หรือ LED ตั้งโปรแกรมการทำงานได้ไม่น้อยกว่า 50 โปรแกรม โดยควบคุมการตั้งค่าการทำงานต่างๆ ผ่านปุ่ม knob

2.3.2 หน้าจอสามารถแสดงค่าต่างๆในหน้าจอเดียวกัน พร้อมกัน เช่น ค่าความเร็วรอบที่กำหนด (set speed) และค่าความเร็วรอบที่ทำได้ (actual speed), ค่าอุณหภูมิที่กำหนด และค่าอุณหภูมิที่ทำได้, เวลาที่ตั้งค่าไว้ และเวลาที่เหลืออยู่, หมายเลขของหัวปั่นเหวี่ยงที่ใช้งาน, หมายเลขโปรแกรมที่ใช้งาน, ระดับอัตราในการเร่ง (Acceleration) และระดับอัตราการในการเบรก (Deceleration/ Brake) เป็นต้น

2.3.3 สามารถกำหนดความเร็วรอบ (Speed) ในการปั่นเหวี่ยงได้ในช่วง 100 ถึง 15,300 รอบต่อนาที หรือดีกว่า โดยปรับตั้งครั้งละไม่น้อยกว่า 100 rpm

2.3.4 สามารถเปลี่ยนค่า ความเร็วรอบ (Speed) หรือ ค่าแรงเหวี่ยง (RCF) ระหว่างเครื่องกำลังทำงานได้

2.3.5 สามารถปรับตั้งอุณหภูมิได้ในช่วง -10 องศาเซลเซียส ถึง อุณหภูมิห้อง หรือดีกว่า

2.3.6 สามารถตั้งเวลาในการปั่นเหวี่ยงได้ตั้งแต่ 10 วินาที ถึง 99 ชั่วโมง 59 นาที หรือดีกว่า และสามารถเปลี่ยนแปลงเวลาขณะเครื่องทำงานได้

2.3.7 มีโปรแกรมลดอุณหภูมิภายในห้องปั่นเหวี่ยง (Precooling) สำหรับแช่เย็นหัวปั่น ก่อนการใช้งาน

2.3.8 มีระบบตรวจสอบชนิดของหัวปั่น (Automatic rotor identification)

2.3.9 มีระบบเปิดฝากรณีไฟดับ

2.3.10 ระบบตรวจสอบความผิดปกติของเครื่อง ที่เกิดขึ้นเป็นรหัส (error codes) อย่างน้อยดังนี้

2.3.10.1 ระบบการทำงานผิดปกติ (System error)

2.3.10.2 ความเร็วรอบผิดปกติ (Speedometer error)

2.3.10.3 มอเตอร์ผิดปกติ (Motor error)

2.3.10.4 อุณหภูมิผิดปกติ (Temperature error)

2.3.10.5 หัวปั่นไม่สมดุลย์ (Imbalance error)

2.3.11 ใช้ไฟฟ้า 220-240 V/ 50-60 Hz

2.3.12 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต โดยบริษัทผู้แทนจำหน่ายและโรงงานผู้ผลิตได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือเทียบเท่า เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

### 2.3.13 อุปกรณ์ประกอบ

2.3.13.1 หัวปั่นชนิด Swing rotor สามารถปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 4,500 รอบต่อนาที หรือที่แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3,800 x g

จำนวน 1 ชุด

.....ประธานกรรมการ .....กรรมการ .....กรรมการและเลขานุการ  
 (รศ.ดวงใจ โอชัยกุล) (ผศ.ดร.วรภักดิ์ วรนนท์กิจ) (นางสาวภิญญาพัชญ์ บ่อมดี)

- 2.3.13.1.1 Bucket สามารถใช้งานกับหลอดทดลองขนาด 400 มิลลิลิตรได้ จำนวน 4 ชุด
- 2.3.13.1.2 Adapter สำหรับใช้กับหลอดทดลองกันแหลมขนาด 15 มิลลิลิตร ได้ครั้งละไม่น้อยกว่า 9 หลอด/ bucket จำนวนไม่น้อยกว่า 36 หลอดต่อรอบการปั่น
- 2.3.13.1.3 Adapter สำหรับใช้กับหลอดทดลองกันแหลมขนาด 50 มิลลิลิตร ได้ครั้งละไม่น้อยกว่า 4 หลอด/ bucket จำนวนไม่น้อยกว่า 16 หลอดต่อรอบการปั่น
- 2.3.13.1.4 Adapter สำหรับใช้กับหลอดทดลองขนาด 250 มิลลิลิตร ได้ครั้งละไม่น้อยกว่า 1 หลอด/ bucket จำนวนไม่น้อยกว่า 4 หลอดต่อรอบการปั่น

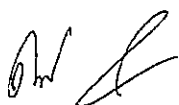
2.3.13.2 หัวปั่นชนิด fixed angle rotor พร้อมฝาปิด ใช้ได้กับหลอดทดลองกันแหลมขนาด 1.5 – 2.0 มิลลิลิตร ไม่น้อยกว่า 30 หลอด สามารถปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 14,000 รอบต่อนาที หรือที่แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 21,000 x g จำนวน 1 ชุด

2.3.13.3 หัวปั่นชนิด fixed angle rotor พร้อมฝาปิด ใช้ได้กับหลอดทดลองกันแหลมขนาด 50 มิลลิลิตร ไม่น้อยกว่า 6 หลอด สามารถปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 10,000 รอบต่อนาที หรือที่แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10,000x g จำนวน 1 ชุด

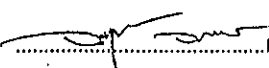
2.3.13.3.1 Adapter สำหรับใช้กับหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร จำนวน 6 อัน

#### 2.4 เครื่องยิงอนุภาคยีนส์ (Eletroporator) จำนวน 1 เครื่อง

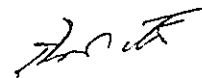
- 2.4.1 เครื่องส่งถ่ายสารพันธุกรรมเพื่อการส่งถ่ายสารพันธุกรรมสู่ eukaryotic และ prokaryotic cells ด้วยกระแสไฟฟ้า
- 2.4.2 ตัวเครื่องมีลักษณะเป็นโมดูลสามารถถอดออกได้เป็น 3 ส่วน และมีช่องใส่คิ้วเวท (ShockPod)
- 2.4.3 ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor-controlled circuitry หรือดีกว่า
- 2.4.5 สามารถตั้งรูปแบบคลื่นกระแสไฟฟ้าในการส่งถ่ายได้ทั้งแบบ Exponential-decay และ square waveforms
- 2.4.6 สามารถจ่ายไฟฟ้าเพื่อการส่งถ่ายสูงสุด 3,000 โวลต์ โดยปรับได้ตั้งแต่ 10 – 3,000 โวลต์
- 2.4.7 สามารถจ่ายค่าปริมาณความจุไฟฟ้าได้ 25 – 3,275  $\mu\text{F}$  โดยปรับได้ละเอียดขั้นละ 25  $\mu\text{F}$  ที่ช่วงแรงดันไฟฟ้า 10 – 500 โวลต์ และจ่ายค่าปริมาณความจุไฟฟ้าได้ 10, 25, 50  $\mu\text{F}$  ที่ช่วงแรงดันไฟฟ้า 500 – 3,000 โวลต์
- 2.4.8 สามารถปรับค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้าในแนวขนาน (parallel) ของเครื่อง ได้ 50–1,000 โอห์ม โดยปรับได้ละเอียดขั้นละ 50 โอห์ม และสามารถตั้งค่าเป็น infinity ได้
- 2.4.9 รองรับค่าความต้านทานไฟฟ้าในตัวอย่าง (Sample resistance) ได้ต่ำสุด 20 โอห์ม ที่ 10 – 2,500 โวลต์ และต่ำสุด 600 โอห์ม ที่ 2,500 – 3,000 โวลต์
- 2.4.10 สามารถตั้งเวลาจ่ายไฟฟ้าในรูปแบบ Square-wave ได้โดย
- 2.4.10.1 ตั้งเวลาจ่ายไฟฟ้าที่ความต่างศักย์ 10 – 500 โวลต์ ได้นาน 0.05 – 10 มิลลิวินาที หรือดีกว่า
- 2.4.10.2 ตั้งเวลาจ่ายไฟฟ้าที่ความต่างศักย์ 500 – 3,000 โวลต์ ได้นาน 0.05–5 มิลลิวินาที หรือดีกว่า



.....ประธานกรรมการ  
(รศ.ดวงใจ โอชัยกุล)

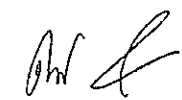


.....กรรมการ  
(ผศ.ดร.วรกฤต วรรณทกิจ)



.....กรรมการและเลขานุการ  
(นางสาวภิญญาพัชญ์ ป้อมดี)

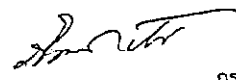
- 2.4.11 มีระบบวงจรแบบ PulseTrac ในการตรวจติดตามและปรับแต่งค่าความต้านทาน (resistance) และค่าปริมาณความจุไฟฟ้า (capacitance) ของทั้งวงจรไฟฟ้าของระบบส่งถ่ายและตัวอย่างที่ต้องการส่งถ่ายในคิวเวท โดย
- 2.4.11.1 สามารถตรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของตัวอย่างที่ต้องการส่งถ่ายสารพันธุกรรมได้
- 2.4.11.2 สามารถปรับแต่ง (Calibration) และตรวจวัดค่าปริมาณความจุไฟฟ้าที่เครื่องจ่ายเพื่อความถูกต้องในการจ่ายค่าไฟฟ้าได้
- 2.4.11.3 มีระบบความปลอดภัยในการคายประจุไฟฟ้าอัตโนมัติในกรณีที่การส่งถ่ายสารพันธุกรรมโดยยุติหรือขัดขวาง
- 2.4.12 สามารถเก็บโปรแกรมไว้ในตัวเครื่องได้ไม่น้อยกว่า 144 โปรแกรม
- 2.4.13 มีโปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมในการใช้งาน (Optimization protocol) ในเครื่องโดยมีโปรแกรมแยกจำเพาะสำหรับ
- 2.4.13.1 โปรแกรมสำหรับเซลล์ Mammalian ชนิด CHO, COS7, 3T3, 293, HeLa, BHK21, A549, CV1, K562, HL60, Jurkat และ HuT78 หรือมากกว่า
- 2.4.13.2 โปรแกรมสำหรับเซลล์แบคทีเรียชนิด E coli, A. tumefaciens, P. aeruginosa, S. aureus, B. cereus, S. pyogenes และ L. plantarum หรือมากกว่า
- 2.4.13.3 โปรแกรมสำหรับเซลล์ราชนิด S. cerevisiae, S. pombe, C. albicans, P. pastoris และ D. discoideum หรือมากกว่า
- 2.4.14 ด้านหน้ามีหน้าจอ LCD หรือ LED แสดงค่าการทำงาน และมีปุ่มกดตัวเลข ปุ่มฟังก์ชันการสั่งงานและปุ่มลูกศร
- 2.4.15 รองรับการทำงานกับคิวเวท ดังนี้
- 2.4.15.1 คิวเวทแบบช่องระยะห่าง 0.4 เซนติเมตร สำหรับใช้งานร่วมกับเซลล์ชนิด mammalian และ eukaryotic อื่นๆ จำนวน 5 อัน
- 2.4.15.2 คิวเวทแบบช่องระยะห่าง 0.2 เซนติเมตร สำหรับใช้งานร่วมกับเซลล์ชนิด yeast, bacterial และ eukaryotic จำนวน 5 อัน
- 2.4.15.3 คิวเวทแบบช่องระยะห่าง 0.1 เซนติเมตร สำหรับใช้งานร่วมกับเซลล์ชนิด yeast และ bacterial จำนวน 5 อัน
- 2.4.16 ใช้ไฟฟ้า 220-240 V/ 50-60 Hz
- 2.4.17 รับประกันคุณภาพ 2 ปี โดยบริษัทผู้แทนจำหน่ายได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือเทียบเท่า เพื่อประโยชน์และบริการหลังการขาย



.....ประธานกรรมการ  
(รศ.ดวงใจ โอชัยกุล)



.....กรรมการ  
(ผศ.ดร.วรกฤต วรนนท์กิจ)



.....กรรมการและเลขานุการ  
(นางสาวกนิษฐาพัชญ์ ป้อมดี)



2.5 เครื่องส่องเจล (Blue light transilluminator) จำนวน 4 เครื่อง

- 2.5.1 เป็นเครื่องกำเนิดแสงสีน้ำเงินในช่วง 470 นาโนเมตร โดยใช้หลอด LED
- 2.5.2 ใช้หลอด LED เป็นแหล่งกำเนิดแสง โดยบริเวณวางตัวอย่างสามารถกั้นน้ำได้ เพื่อความสะดวกในการทำ ความสะอาด
- 2.5.3 บริเวณวางตัวอย่างสามารถรองรับขนาดเจลไม่น้อยกว่า 10x12 เซนติเมตร
- 2.5.4 แผ่นกรองแสงที่บริเวณฝาเครื่อง และสามารถเปิดค้างเมื่อใช้ตัดเจลได้
- 2.5.5 ใช้ไฟฟ้า 220-240 V/ 50-60 Hz
- 2.5.6 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต โดยบริษัทผู้แทนจำหน่ายได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือเทียบเท่า เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

2.6 เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัตโนมัติ (Auto pipette) จำนวน 12 ชุด

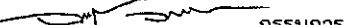
- 2.6.1 สำหรับดูดจ่ายสารละลายในห้องปฏิบัติการในช่วงไม่น้อยกว่า 1-100 มิลลิลิตร
- 2.6.2 มีปุ่มปรับความแรงในการดูด 1 ปุ่ม และปุ่มปรับความแรงในการปล่อยสารละลาย 1 ปุ่ม สามารถปรับแรงดูดได้ 8 ระดับ และแรงปล่อยได้ 8 ระดับ
- 2.6.3 แบตเตอรี่ที่ประกอบอยู่เป็นประเภทลิเทียมไอออน (Lithium-ion) สามารถชาร์จไฟได้
- 2.6.4 ยางซิลิโคนที่ใช้จับยึดไปเปิดสามารถนึ่งฆ่าเชื้อได้ (autoclave)
- 2.6.5 มีหน้าจอพร้อมไฟสีฟ้าแสดงสถานะของแบตเตอรี่ และแสดงความแรงในการดูดและปล่อยสาร
- 2.6.6 มีฟิลเตอร์ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร ป้องกันการปนเปื้อนของอากาศและสารเข้าตัวเครื่อง
- 2.6.7 มีหม้อแปลงขนาดเล็กสำหรับชาร์ตไฟ
- 2.6.8 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี โดยบริษัทผู้แทนจำหน่ายได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือเทียบเท่า เพื่อประโยชน์และบริการหลังการขาย

2.7 ชุดปิเปตแบบหลายช่องดูดจ่าย ขนาด 30-300 ไมโครลิตร (Multichannel pipette) จำนวน 6 ชุด

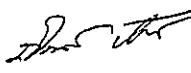
- 2.7.1 เป็นเครื่องดูดปล่อยสารละลายชนิด 8 ช่อง จำนวน 2 ชุดและชนิด 12 ช่อง จำนวน 4 ชุด มีปุ่มดูดปล่อยสารมีน้ำหนักเบา
- 2.7.2 สามารถนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ได้โดยไม่ต้องถอดอุปกรณ์ออก และทนทานต่อรังสี UV
- 2.7.3 มี Color coding บอกรปริมาณของปิเปตช่วงต่างๆ อยู่ที่ตัวเครื่อง
- 2.7.4 มี Safe-cone filter เพื่อป้องกันการปนเปื้อน และช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่อง
- 2.7.5 มี Finger Support เพื่อความสะดวกในการทำงาน สามารถใช้งานได้ทั้งมือซ้ายและขวา
- 2.7.6 แสดงค่าปริมาตรเป็นตัวเลขขนาดใหญ่ มองเห็นได้ชัดเจน
- 2.7.7 การปรับปริมาตรจะปรับปุ่มเดียวกับปุ่มดูดปล่อยสาร เพื่อความสะดวกในการทำงาน
- 2.7.8 มีระบบ Tip - ejection



ประธานกรรมการ  
(รศ.ดวงใจ โอชัยกุล)



กรรมการ  
(ผศ.ดร.วรกฤต วรนนท์กิจ)



กรรมการและเลขานุการ  
(นางสาวภิญญาพัชญ์ ป้อมติ)

2.7.9 สามารถปรับปริมาตรได้ช่วง 30 – 300 ul โดยปรับเพิ่ม-ลด ครั้งละ 0.2 ul Inaccuracy 0.6% Imprecision 0.25% ที่ Test Volume 300 ul และ Inaccuracy 2.5% Imprecision 1.0% ที่ Test Volume 30 ul หรือดีกว่า

2.7.10 รับประกันคุณภาพ 2 ปี โดยบริษัทผู้แทนจำหน่ายได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือเทียบเท่า เพื่อประโยชน์และบริการหลังการขาย

## 2.8 เครื่องปั่นตกตะกอนสารแบบ Spin down จำนวน 5 เครื่อง

2.8.1 เครื่องปั่นตกตะกอนสารละลายขนาดเล็ก ประกอบด้วยหัวปั่นชนิด Fixed angle rotor ใช้กับ microtube ขนาด 2.0, 1.5, 0.5 และ 0.2 มิลลิลิตร ได้ไม่น้อยกว่า 8 หลอด และหัวปั่นสำหรับ PCR tube ใช้กับหลอด PCR ขนาด 0.2 มิลลิลิตร ได้ไม่น้อยกว่า 16 หลอด

2.8.2 สามารถปั่นเหวี่ยงสูงสุดไม่น้อยกว่า 7,000 รอบต่อนาที และมีค่าแรงเหวี่ยง (RCF) สูงสุดไม่น้อยกว่า 2,680 xg

2.8.3 เครื่องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

2.8.4 มีฟังก์ชันเริ่มต้นและหยุดการทำงาน ที่ง่ายต่อการใช้งาน

2.8.5 ใช้ไฟฟ้า 220-240 V/ 50-60 Hz

2.8.6 รับประกันคุณภาพ 2 ปี โดยบริษัทที่เป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง โดยบริษัทผู้แทนจำหน่ายได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือเทียบเท่า เพื่อประโยชน์และบริการหลังการขาย

## 2.9 เครื่องปั่นตกตะกอนสารขนาดเล็ก (Minicentrifuge) จำนวน 3 เครื่อง

2.9.1 เครื่องปั่นตกตะกอนสารละลายขนาดเล็ก ประกอบด้วยหัวปั่นชนิด Fixed angle rotor สำหรับหลอด microtube ขนาด 1.5 – 2.0 มิลลิลิตร ไม่น้อยกว่า 12 หลอด พร้อมฝาปิดพลาสติก 1 ชุด

2.9.2 สามารถกำหนดความเร็วรอบ (Speed/RPM) ในการปั่นเหวี่ยงสูงสุดไม่น้อยกว่า 13,500 รอบต่อนาทีหรือสามารถกำหนดค่าแรงเหวี่ยง (RCF) สูงสุดไม่น้อยกว่า 12,000 x g

2.9.3 สามารถใช้กับ Adaptor สำหรับ microtube ขนาด 0.2 มิลลิลิตร ได้ไม่น้อยกว่า 12 หลอด สามารถปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 12,500 รอบต่อนาที หรือที่แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5,000 xg


2.9.4 มีจอแสดงผลการทำงานชนิด LCD ตั้งค่าการทำงานด้วยปุ่มกด (Key pad) ด้านหน้าตัวเครื่อง

2.9.5 ตั้งเวลาในการทำงานได้สูงสุด 30 นาที หรือดีกว่า และเลือกปั่นแบบชั่วขณะ (Pulse)

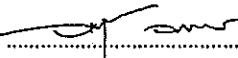
2.9.6 มีระบบเตือนกรณีความเร็วรอบสูงเกินค่าที่ตั้งไว้ (Over Speed) หรือ เกิดความร้อนสูงขณะทำงาน (Motor Over-heat) และระบบเปิดฝากรณีไฟดับแบบ Manual

2.9.7 ใช้ไฟฟ้า 220-240 V/ 50-60 Hz

2.9.8 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต โดยบริษัทผู้แทนจำหน่ายได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือเทียบเท่า เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย



.....ประธานกรรมการ  
(รศ.ดวงใจ โอชัยกุล)



.....กรรมการ  
(ผศ.ดร.วรกฤต วรนนท์กิจ)



.....กรรมการและเลขานุการ  
(นางสาวภิญญาพัชญ์ ป้อมดี)

## 2.10 เครื่องรันเจลแบบแนวตั้ง (Vertical Electrophoresis) จำนวน 1 ชุด

2.10.1 ตัวเครื่องสามารถรองรับแผ่นกระจกขนาดไม่น้อยกว่า (w x h) 10 x 10.5 เซ็นติเมตร หรือ 10 x 8 เซ็นติเมตรได้

2.10.2 ตัวเครื่องรองรับความหนาของเจลด้วยตัว Spacers ขนาด 0.75 มิลลิเมตร 1.0 มิลลิเมตร และ 1.5 มิลลิเมตร

2.10.3 สามารถใช้งาน Electrophoresis ที่ความต่างศักย์ได้สูงสุด 500 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าที่ 25 วัตต์ ต่อเครื่องได้

2.10.4 สามารถใช้งาน Blotting โดยใช้ความต่างศักย์ได้สูงสุด 400 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าที่ 15 วัตต์ ต่อเครื่องได้

2.10.5 ตัวเครื่องสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 45 องศาเซลเซียสและสามารถใช้งานในห้อง (in door use) ได้ที่อุณหภูมิช่วง 4-40 องศาเซลเซียสและสภาพที่มีความชื้น สูงถึง 80% หรือดีกว่า

2.10.6 ใช้ไฟฟ้า 220-240 V/ 50-60 Hz

2.10.7 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต โดยบริษัทผู้แทนจำหน่ายได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือเทียบเท่า เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

2.10.8 อุปกรณ์ประกอบ

2.10.8.1 เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า (Power supply) สำหรับงานอิเล็กโทรโฟรีสิส

2.10.8.1.1 หน้าจอ LCD หรือ LED สามารถตั้งค่าความต่างศักย์แบบคงที่ (Constant voltage) หรือกระแสไฟฟ้าแบบคงที่ (constant current) โดยมีระบบ automatic crossover

2.10.8.1.2 ตั้งค่าความต่างศักย์ได้ตั้งแต่ 10-300 โวลต์ หรือดีกว่า ปรับความละเอียดได้ครั้งละ 1 โวลต์

2.10.8.1.3 จ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 4-500 มิลลิแอมแปร์ หรือดีกว่า ปรับความละเอียดได้ครั้งละ 1 มิลลิแอมแปร์และจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ 90 วัตต์ จ่ายไฟได้ 4 คู่

2.10.8.1.4 สามารถทำงานแบบต่อเนื่องหรือตั้งเวลาได้ 999 นาที หรือดีกว่า

2.10.8.1.5 มีระบบคืนค่าการทำงานอัตโนมัติหลังจากไฟฟ้าขัดข้อง

2.10.8.1.6 มีระบบ Open circuit detection และ Short circuit protection

## 2.11 เครื่องอุ่นหลอดทดลอง (Thermal Block) จำนวน 3 ชุด

2.11.1 เครื่องอุ่นสารละลายในหลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร ได้ไม่น้อยกว่า 30 หลอด และควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบ Microprocessor digital

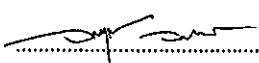
2.11.2 สามารถตั้งอุณหภูมิได้ในช่วงสูงกว่าอุณหภูมิห้อง 5 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 0.5$  องศาเซลเซียส โดยมีฝาปิด

2.11.3 มีระบบควบคุมแบบป้อนกลับ โดยแสดงค่าบนจอเป็นตัวเลขดิจิทัลได้ไม่น้อยกว่า 5 หลัก


2.11.4 มีระบบ Heater ควบคุมการเพิ่มอุณหภูมิ



.....ประธานกรรมการ  
(รศ.ดวงใจ โอชัยกุล)



.....กรรมการ  
(ผศ.ดร.วรกฤต วรรณทกิจ)



.....กรรมการและเลขานุการ  
(นางสาวกัญญาพัชญ์ บ่อมดี)

2.11.5 ใช้ไฟฟ้า 220-240 V/ 50-60 Hz

2.11.6 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต โดยบริษัทผู้แทนจำหน่ายได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือเทียบเท่า เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

2.12 ชุดปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump) จำนวน 3 ชุด

2.12.1 ปั๊มสุญญากาศ ชนิดลูกสูบ ปราศจากสายพานและไม่จำเป็นต้องใช้น้ำมันหล่อลื่น

2.12.2 โครงสร้างภายนอกทำจากโลหะเคลือบสี มียางซิลิโคนบริเวณแหวนวาง เพื่อป้องกันการสิ้นไหล สามารถทำงานได้ทั้งการดูดสาร หรือเป่าลม

2.12.3 ควบคุมอัตราการไหลของอากาศได้ไม่น้อยกว่า 38 ลิตรต่อนาที โดยมีความดันสูงสุดไม่น้อยกว่า 100 Psi และสามารถสร้างแรงดูดได้ 80 mbar โดยมีมิเตอร์แสดงค่าทั้งฝั่งดูด และเป่าลม

2.12.4 มีระบบป้องกันมอเตอร์ร้อนเกินไป (Motor protection device (thermal))

2.12.5 ใช้ไฟฟ้า 220-240 V/ 50-60 Hz

2.12.6 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต โดยบริษัทผู้แทนจำหน่ายได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 หรือเทียบเท่า เพื่อประโยชน์ในการให้บริการหลังการขาย

2.13 ชุดกรองพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร (Reusable Bottle Top Filters) จำนวน 10 ชุด

2.13.1 ชุดกรองสุญญากาศพลาสติก เนื้อ POLYSULFONE มีขนาด 500 มิลลิลิตร สามารถนึ่งฆ่าเชื้อได้

2.13.2 สามารถต่อกับขวดแก้วทั่วไปที่มีขนาดคอขวด 45 มิลลิเมตร

2.13.3 มีพื้นที่ในการกรองเท่ากับ 13.3 ตารางเซนติเมตร

2.13.4 สามารถต่อกับสายยางที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในตั้งแต่ 6-8 มิลลิเมตร

2.14 เครื่องกวนสารละลายพร้อมควบคุมอุณหภูมิ (Stirrer) จำนวน 4 เครื่อง

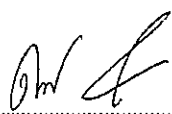
2.14.1 เครื่องกวนสารละลายชนิดแม่เหล็กพร้อมระบบให้ความร้อน สามารถใช้ในการกวนสารที่มีปริมาตรไม่เกิน 20 ลิตร

2.14.2 ตัวเครื่องทำจาก Aluminium alloy เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารเคมี ส่วนของแหวนวางตัวอย่างทำจากเซรามิก (glass ceramic) เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารเคมี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 184 มิลลิเมตร

2.14.3 ระบบตั้งอุณหภูมิและความเร็วในการกวนเป็นชนิดปุ่มหมุน

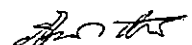
2.14.4 มอเตอร์เป็นชนิดไม่ใช้แปรงถ่าน โดยสามารถทำความเร็วในการกวนสารได้ในช่วง 100-1,500 รอบต่อนาที หรือดีกว่า

2.14.5 สามารถทำอุณหภูมิได้สูงสุด 550 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความแม่นยำ  $\pm 1$  องศาเซลเซียส โดยมีระบบป้องกันอุณหภูมิสูงเกินที่ 580 องศาเซลเซียส โดยสามารถเชื่อมต่อกับหัวโพรบชนิด PT1000 เพื่อวัดอุณหภูมิของสาร โดยมีความแม่นยำในการควบคุมที่  $\pm 0.5$  องศาเซลเซียส



.....ประธานกรรมการ  
(รศ.ดวงใจ โอชัยกุล)

.....กรรมการ  
(ผศ.ดร.วรกฤต วรนนท์กิจ)



.....กรรมการและเลขานุการ  
(นางสาวกัญญาพัชญ์ ป้อมดี)

