

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
ชุดมาตรฐานความหนืดของสารชีวภาพ

คุณลักษณะทั่วไป

ชุดมาตรฐานความหนืดของสารทางชีวภาพ เป็นชุดเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดและศึกษาคุณสมบัติความหนืดของสารทางชีวภาพหลายชนิด ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่อย่างมาก เครื่องมือนี้มีหลักการที่สำคัญคือ หัววัดเป็นโลหะชนิดพิเศษจะหมุนอยู่ในสารทางชีวภาพที่เป็นของเหลวที่ต้องการศึกษา ซึ่งหัววัดนี้หมุนได้โดยอาศัยมอเตอร์ชนิดพิเศษในการขับเคลื่อน ดังนั้น จึงเป็นการวัดแรงต้านทานของสารทางชีวภาพที่เป็นของเหลวต่อหัววัด และนำค่าที่ได้มาคำนวณ ประมวลผล และสามารถรายงานได้หลายค่า เช่น ค่าความความหนืด (Viscosity) ค่าความเค้นเฉือน (Shear stress) ค่าอัตราการเฉือน (Share rate) และค่าแรงบิด (Torque) เป็นต้น ชุดมาตรฐานความหนืดของสารทางชีวภาพนี้ประกอบด้วย ชุดมาตรฐานความหนืดช่วงวัดความหนืดสูง และชุดมาตรฐานความหนืดช่วงวัดความหนืดต่ำที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมใช้งานกับการวัดความหนืดของสารทางชีวภาพในแต่ละช่วง และมีอุปกรณ์ประกอบเพื่อให้ชุดมาตรฐานความหนืดทำงานและได้ข้อมูลอย่างสมบูรณ์

คุณลักษณะเฉพาะ

1. ชุดมาตรฐานความหนืดช่วงวัดความหนืดสูง

- 1.1 เป็นเครื่องวิเคราะห์หาค่าความหนืดของของเหลว โดยมีหน้าจอแสดงผลเป็นแบบหน้าจอสัมผัส (Touch screen) ขนาดไม่น้อยกว่า 5.7 นิ้ว ซึ่งชัดเจนและสะดวกในการใช้งาน และมี Real time trend indicator แสดงให้เห็นที่หน้าจอขณะใช้งาน
- 1.2 สามารถวัดค่าความหนืดได้ในช่วง 100-40,000,000 centipoises (cP) หรือช่วงที่กว้างกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเบอร์ของเข็มที่เลือกใช้ในการวัดสารทางชีวภาพ
- 1.3 มีค่าความเที่ยงตรงในการวัด (Accuracy) $\pm 1.0\%$ หรือดีกว่า และมีความสามารถในการวัดซ้ำ (Repeatability) $\pm 0.2\%$ หรือดีกว่า
- 1.4 สามารถเปลี่ยนหน่วยวัด ระหว่างหน่วยในระบบ CGS (centimetre-gram-second system) และระบบ SI (The International System of Units) ได้ ซึ่งง่ายและสะดวกในการใช้งานทางเทคโนโลยีชีวภาพ ดังนี้
 - 1.4.1 ค่าความหนืด (Viscosity) หน่วยระบบ CGS เป็น cP (centipoises)
หน่วยระบบ SI เป็น mPa.s (milliPascal seconds)
 - 1.4.2 ค่าความเค้นเฉือน (Shear stress) หน่วยระบบ CGS เป็น D/cm² (dynes/square centimeter)
หน่วยระบบ SI เป็น N/m² (Newtons/square meter)





 เก้า

- 1.4.3 ค่าอัตราการเฉือน (Shear rate) แสดงผลเป็น 1/SEC (1/seconds) ทั้งสองระบบหน่วย
- 1.4.4 ค่าแรงบิด (Torque) แสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ทั้งสองระบบหน่วย
- 1.5 สามารถเลือกอ่านค่าที่วัดได้ ซึ่งแสดงผลบนหน้าจอได้อย่างน้อย 7 ค่า ในข้อ 1.5.1 – 1.5.7
 - 1.5.1 ค่าความหนืด (Viscosity)
 - 1.5.2 ค่าอุณหภูมิ (Temperature)
 - 1.5.3 ค่าแรงบิด (%Torque)
 - 1.5.4 ค่าอัตราการเฉือน/ความเค้นเฉือน (Shear rate/stress) (ในกรณีใช้เข็มชนิดพิเศษ)
 - 1.5.5 ค่าความเร็ว/เบอร์ของเข็ม (Speed/spindle)
 - 1.5.6 สถานะการทำงาน (Step program status)
 - 1.5.7 ข้อมูลการทดสอบ (Displayed with test data)
- 1.6 สามารถตั้งโปรแกรมในการทำงานได้ โดยใช้ Software ซึ่งสร้างโปรแกรมบนพีซี (Computer) และดาวน์โหลดไปยัง USB Flash drive ได้ ซึ่งสะดวกในการใช้งาน และยังสามารถอัปโหลดโปรแกรมจาก USB Flash drive ไปยังเครื่องวัดความหนืดได้ โดยเครื่องสามารถตั้งโปรแกรมการทำงานได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 25 ระดับ เพื่อความสะดวกในการใช้งานทางเทคโนโลยีชีวภาพ
- 1.7 ฟังก์ชันของ Speeds ที่ใช้งาน มีค่าความเร็วให้ใช้งานอย่างน้อย 200 ค่า ซึ่งอยู่ในช่วง 0.1-200 รอบต่อนาที หรือช่วงที่กว้างกว่า เพื่อให้เหมาะสมในการใช้งานทางเทคโนโลยีชีวภาพ
- 1.8 มีฟังก์ชันเกี่ยวกับการตั้งเวลาในการวัด โดยระบบจะหยุดทำงานอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่ผู้ใช้ตั้งไว้ และแสดงค่าที่วัดได้บนจอแสดงผล
- 1.9 มีฟังก์ชันที่ใช้ในการเก็บข้อมูล (Data collection) อย่างน้อย 4 แบบ ได้แก่ Single point, Single point averaging, Multi point และ Multi point averaging ซึ่งเหมาะสมและสะดวกในการใช้งานแต่ละประเภท
- 1.10 วิธีการป้อนข้อมูลต่าง ๆ สามารถทำได้ง่ายและสะดวก และสามารถตั้งชื่อตัวอย่างในการทดสอบผ่านหน้าจอโดยใช้ระบบสัมผัส
- 1.11 สามารถปรับศูนย์ได้โดยอัตโนมัติ (Auto-zero) เมื่อเปิดเครื่องใช้งาน ซึ่งเหมาะสมและสะดวกในการใช้งานทางเทคโนโลยีชีวภาพ
- 1.12 สามารถตั้งค่า QC limit จากหน้าจอได้โดยตรง ซึ่งกำหนดช่วงของค่าต่าง ๆ ที่เครื่องสามารถวัดได้อย่างแม่นยำอย่างน้อย 5 ค่า ได้แก่ Viscosity, Torque, Time, Temperature หรือ Shear stress ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเบอร์ของเข็มที่เลือกใช้งาน โดยมีสัญลักษณ์แสดงเมื่อค่าที่วัดได้ออกนอกช่วงที่กำหนด
- 1.13 เครื่องสามารถคำนวณค่าความหนืดสูงสุดที่สามารถวัดได้ เมื่อใช้เข็มและความเร็วที่เลือกไว้อย่างเหมาะสม



- 1.14 สามารถควบคุมการทำงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (กรณีที่มีโปรแกรม) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประกอบที่ต้องสั่งซื้อเพิ่มเติม
- 1.15 มีแกนหมุน (Spindle) ให้เลือกได้ไม่น้อยกว่า 6 อัน ซึ่งให้มาพร้อมกับเครื่อง พร้อมสารมาตรฐานที่ใช้สำหรับทดสอบประสิทธิภาพความหนืดในช่วง 10,000-15,000 cPs ได้อย่างน้อย 1 ค่า
- 1.16 มีที่วัดอุณหภูมิ (RTD Temperature probe) จำนวนอย่างน้อย 1 อัน
- 1.17 ตัวเครื่องตั้งอยู่บนขาตั้งที่แข็งแรง และสามารถปรับระดับความสูง-ต่ำได้ เพื่อให้เหมาะสมและสะดวกในการใช้งาน
- 1.18 มีอุปกรณ์ Guard leg ป้องกันแกนหมุน (Spindle) กระแทกกับกันภาชนะ เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับเครื่อง จำนวนอย่างน้อย 1 อัน
- 1.19 Software ที่ใช้งานกับเครื่องวัดความหนืด สามารถดาวน์โหลดเพื่อใช้สำหรับสร้างโปรแกรมในการทำงานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใด ๆ
- 1.20 มีช่องสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกอย่างน้อย 3 ช่อง โดยเป็นช่องสำหรับเชื่อมต่อ Flash drive อย่างน้อย 1 ช่อง ช่องสำหรับเชื่อมต่อ External printer อย่างน้อย 1 ช่อง และช่องสำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์อย่างน้อย 1 ช่อง เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 1.21 มีกล่องใส่แกนหมุน (Spindle case) และกล่องใส่เครื่อง (Carrying case) เพื่อเก็บอุปกรณ์ในกรณีที่ไมใช้งาน พร้อมมีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษและภาษาไทยอย่างน้อย 1 ชุด
- 1.22 สามารถบันทึกผลการทดสอบในตัวเครื่อง หรือใน USB Flash drive ได้เพื่อความสะดวกในการใช้งานและเก็บข้อมูล
- 1.23 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 หรือเทียบเท่า
- 1.24 สามารถใช้กับกระแสไฟฟ้าขนาด 220-240 โวลต์ (V) ความถี่ 50/60 เฮิร์ตซ์ (Hz)
- 1.25 รับประกันคุณภาพตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 2 ปี นับจากวันตรวจรับสินค้า และให้บริการตรวจเช็คสภาพเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 2 ครั้ง นับจากวันตรวจรับสินค้า โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น
- 1.26 บริษัทผู้จัดจำหน่ายมีหนังสือแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงหรือจากตัวแทนภายในประเทศ เพื่อความสะดวกในการบริการหลังการขาย
- 1.27 บริษัทจัดอบรมการใช้เครื่อง ข้อควรระวังและการดูแลรักษาเครื่องให้ผู้ใช้อย่างน้อย 1 ครั้ง

2. ชุดมาตรฐานความหนืดช่วงวัดความหนืดต่ำ

- 2.1 เป็นเครื่องวิเคราะห์หาค่าความหนืดของของเหลว โดยมีหน้าจอแสดงผลเป็นแบบหน้าจอสัมผัส (Touch screen) ขนาดไม่น้อยกว่า 5.0 นิ้ว ซึ่งชัดเจนและสะดวกในการใช้งาน
- 2.2 สามารถวัดค่าความหนืดได้ในช่วง 15-6,000,000 centipoises (cP) หรือช่วงที่กว้างกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเบอร์ของเข็มที่เลือกใช้ในการวัดสารทางชีวภาพ

ฟิสิกส์

เคมี

ชีววิทยา

- 2.3 มีค่าความเที่ยงตรงในการวัด (Accuracy) $\pm 1.0\%$ หรือดีกว่า และความสามารถในการวัดซ้ำ (Repeatability) $\pm 0.2\%$ หรือดีกว่า
- 2.4 สามารถเปลี่ยนหน่วยวัด ระหว่างหน่วยในระบบ CGS (centimetre-gram-second system) และระบบ SI (The International System of Units) ได้ ซึ่งง่ายและสะดวกในการใช้งานทางเทคโนโลยีชีวภาพ ดังนี้
- 2.4.1 ค่าความหนืด (Viscosity) หน่วยระบบ CGS เป็น cP (centipoises)
หน่วยระบบ SI เป็น mPa.s (milliPascal seconds)
- 2.4.2 ค่าแรงบิด (Torque) แสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) หรือ mN.m (milliNewton.m)
- 2.5 สามารถเลือกอ่านค่าที่วัดได้ โดยบนหน้าจอแสดงผลอย่างน้อย 5 ค่า ในข้อ 2.5.1 – 2.5.5
- 2.5.1 ค่าความหนืด (Viscosity)
- 2.5.2 ค่าอุณหภูมิ (Temperature)
- 2.5.3 ค่าแรงบิด (%Torque)
- 2.5.4 ค่าความเร็ว/เบอร์ของเข็ม (Speed/spindle)
- 2.5.5 ข้อมูลการทดสอบ (Displayed with test data)
- 2.6 ฟังก์ชันของ Speeds มีค่าความเร็วให้ใช้งานไม่น้อยกว่า 740 ค่า ซึ่งอยู่ในช่วง 0.1-200 รอบต่อนาที หรือช่วงที่กว้างกว่า เพื่อให้เหมาะสมในการใช้งานทางเทคโนโลยีชีวภาพ
- 2.7 ฟังก์ชันเกี่ยวกับการตั้งเวลาในการวัด โดยระบบจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่ผู้ใช้ตั้งไว้ และแสดงค่าที่วัดได้บนจอแสดงผล
- 2.8 สามารถปรับศูนย์ได้โดยอัตโนมัติ (Auto-zero) เมื่อเปิดเครื่อง ซึ่งเหมาะสมและสะดวกในการใช้งานทางเทคโนโลยีชีวภาพ
- 2.9 แสดงการปรับสมดุลเครื่องด้วยระบบดิจิทัล (Digital leveling) ซึ่งเหมาะสมและสะดวกในการใช้งาน
- 2.10 มีฟังก์ชันที่ช่วยแนะนำเงื่อนไขในการทดสอบตัวอย่าง โดยสามารถเลือกกลุ่มตัวอย่างได้ เช่น Water, Shampoo, Olive oil หรือ Honey เป็นต้น
- 2.11 สามารถคำนวณค่าความหนืดสูงสุดที่สามารถวัดได้ เมื่อผู้ใช้ใช้เข็มและความเร็วที่เลือกไว้อย่างเหมาะสม
- 2.12 ตั้งค่า QC limit จากหน้าจอได้ โดยสามารถกำหนดช่วงของค่าต่าง ๆ ที่เครื่องสามารถวัดได้อย่างแม่นยำอย่างน้อย 4 ค่า ได้แก่ Viscosity, Torque, Time และ Temperature ได้ ซึ่งสะดวกในการใช้งาน
- 2.13 สามารถวัดอุณหภูมิของตัวอย่างได้โดยต่อกับหัววัดอุณหภูมิ (RTD Temperature probe)
- 2.14 มีแกนหมุน (Spindle) ให้เลือกไม่น้อยกว่า 4 อัน ซึ่งให้มาพร้อมกับเครื่องวัดความหนืด

- 2.15 ตัวเครื่องตั้งอยู่บนขาตั้งที่แข็งแรง สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้ เพื่อให้เหมาะสมและสะดวกในการใช้งาน
- 2.16 มีอุปกรณ์ Guard leg เพื่อป้องกันแกนหมุน (Spindle) กระแทกกับก้นภาชนะ เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดกับเครื่อง จำนวนอย่างน้อย 1 อัน
- 2.17 มีกล่องใส่แกนหมุน (Spindle case) และกล่องใส่เครื่อง (Carrying case) เพื่อเก็บอุปกรณ์ในกรณีที่ไม่ใช้งาน พร้อมมีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษและภาษาไทยอย่างน้อย 1 ชุด
- 2.18 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 หรือเทียบเท่า
- 2.19 สามารถใช้งานได้ในห้องปฏิบัติการตั้งแต่ 0 องศาเซลเซียส ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือช่วงที่กว้างกว่า และความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 20%Rh ถึง 80%Rh หรือช่วงที่กว้างกว่า
- 2.20 สามารถใช้กับกระแสไฟฟ้าขนาด 220-240 โวลต์ (V) ความถี่ 50/60 เฮิร์ตซ์ (Hz)
- 2.21 รับประกันคุณภาพตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 2 ปี นับจากวันตรวจรับสินค้า และให้บริการตรวจเช็คสภาพเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 2 ครั้ง นับจากวันตรวจรับสินค้า โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดทั้งสิ้น
- 2.22 บริษัทมีเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ซึ่งถูกแต่งตั้งโดยตรงจากบริษัทที่เป็นตัวแทนจัดจำหน่ายภายในประเทศ เพื่อเป็นหลักประกันในการขายและบริการหลังการขาย
- 2.23 บริษัทจัดอบรมการใช้เครื่อง ข้อควรระวังและการดูแลรักษาเครื่องให้ผู้ใช้อย่างน้อย 1 ครั้ง

3. อุปกรณ์ประกอบ

- 3.1 อุปกรณ์สำหรับประกอบเครื่องวัดความหนืดในกรณีที่ตัวอย่างมีความหนืดต่ำ (UL adapter) พร้อมกล่องสำหรับเก็บชุดอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
- 3.1.1. เป็นอุปกรณ์ประกอบที่ใช้ร่วมกับเครื่องวัดความหนืดในกรณีที่ตัวอย่างมีความหนืดต่ำ
- 3.1.2. สามารถวัดความหนืดในช่วงต่ำ ๆ ตั้งแต่ 1 ถึง 2,000 Centipoise หรือช่วงที่กว้างกว่า
- 3.1.3. ใช้กับตัวอย่างปริมาตรอย่างน้อย 16 มิลลิลิตร
- 3.1.4. มีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ได้แก่
- อุปกรณ์จับยึด (Locating Channel Assembly)
 - แกนหมุน (Spindle)
 - Water jacket ซึ่งมีท่อสำหรับต่อน้ำเข้า-ออก ในกรณีที่ต้องการเชื่อมต่อกับอ่างควบคุมอุณหภูมิ
 - หลอดใส่ตัวอย่าง (Chamber)
- 3.1.5. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 หรือเทียบเท่า และเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ในข้อ 1 และ ข้อ 2
- 3.2 ชุดวัดความเป็นกรด-ด่าง จำนวน 1 ชุด

- 3.2.1 สามารถวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ในสารละลายได้ ซึ่งเหมาะสมกับงานทางเทคโนโลยีชีวภาพ และเป็นแบบชนิดตั้งโต๊ะ มีจอแสดงผลเป็นแบบ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 4.0 นิ้ว ที่ชัดเจน
- 3.2.2 ความสามารถในการวัด มีดังนี้
- สามารถวัดค่า pH ได้ในช่วง 0.00-14.00 ค่าการอ่านละเอียดได้ 0.01 pH หรือละเอียดกว่า และมีค่าความถูกต้อง ± 0.01 pH หรือดีกว่า
 - สามารถวัดค่า mV ตั้งแต่ -2000 mV ถึง 2000 mV หรือช่วงที่กว้างกว่า ค่าการอ่านละเอียด 1 mV ค่าความถูกต้อง ± 1 mV หรือดีกว่า
 - สามารถวัดค่าอุณหภูมิ ตั้งแต่ 0 องศาเซลเซียส ถึง 100 องศาเซลเซียส (กรณีเลือกใช้หัววัดอุณหภูมิที่เหมาะสม) ค่าการอ่านละเอียด 0.1 องศาเซลเซียส หรือละเอียดกว่า ค่าความถูกต้อง ± 0.5 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 3.2.3 สามารถต่อหัววัด pH แบบ BNC และอุณหภูมิแบบ NTC ได้ ซึ่งเหมาะสมในการวัดและสะดวกในการใช้งาน
- 3.2.4 มีระบบชดเชย pH กรณีอุณหภูมิเปลี่ยนไปแบบ Manual หรือ Automatic (กรณีต่อกับ ATC Probe)
- 3.2.5 มีโปรแกรมการปรับค่ามาตรฐาน (Calibration) ได้อย่างน้อย 3 จุด โดยมีระบบจดจำสารบัฟเฟอร์มาตรฐานอัตโนมัติ (Auto buffer recognition) ซึ่งสะดวกในการใช้งาน
- 3.2.6 มีเสียงเตือนเมื่อสิ้นสุดการทำงาน ซึ่งสะดวกในการใช้งานทางเทคโนโลยีชีวภาพ
- 3.2.7 มีสัญลักษณ์แสดงถึงประสิทธิภาพของ Electrode ที่ใช้บนหน้าจอ (Electrode condition) หลังจากการทำ Calibration แล้ว ซึ่งสะดวกในการใช้งาน
- 3.2.8 มีระบบการ Calibration ได้อย่างน้อย 3 แบบ เช่น 1 จุด 2 จุด และ 3 จุด โดยผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานได้
- 3.2.9 มีตารางค่าของสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน (Buffer) มาให้จำนวน 4 ชุด
- 3.2.10 มีระบบการอ่านจุดยุติได้ 2 แบบ ได้แก่ ระบบ Auto และ ระบบ Manual
- 3.2.11 มีระบบทดสอบความผิดพลาดของเครื่อง ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้เพื่อตรวจสอบได้ โดยมีข้อความบอกว่าทดสอบผ่านหรือไม่เมื่อระบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 3.2.12 มีแขนจับยึด Electrode ที่สามารถเลื่อนขึ้น-ลง ในแนวตั้ง และสามารถเลือกติดตั้งได้ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของชุดวัด ซึ่งสะดวกในการใช้งาน
- 3.2.13 ตัวเครื่องทำจากวัสดุพอลิเมอร์แบบ ABS หรือวัสดุที่ดีกว่า ซึ่งแข็งแรงและทนต่อแรงกระแทกได้ดี
- 3.2.14 สามารถใช้กับกระแสไฟฟ้าขนาด 220-240 โวลต์ (V) ความถี่ 50/60 เฮิร์ตซ์ (Hz)
- 3.2.15 มีน้ำหนักไม่เกิน 1 กิโลกรัม ซึ่งสะดวกและง่ายในการขนย้าย และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 หรือเทียบเท่า

3.2.16 รับประกันคุณภาพตัวเครื่องอย่างน้อย 2 ปี

3.2.17 อุปกรณ์ประกอบต่อชุด ดังนี้

- น้ำยาบัพเฟอร์มาตรฐาน pH 4.01 ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวนอย่างน้อย 1 ขวด
- น้ำยาบัพเฟอร์มาตรฐาน pH 7.00 ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวนอย่างน้อย 1 ขวด
- น้ำยาบัพเฟอร์มาตรฐาน pH 9.21 ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวนอย่างน้อย 1 ขวด
- โพรบวัดค่า pH จำนวน 1 ชิ้น
- ฝาคลุมพร้อมมีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษและภาษาไทยอย่างน้อย 1 ชุด

3.3 เครื่องเขย่าผสมสารละลายในหลอดทดลอง จำนวน 3 ชุด

3.3.1 เครื่องเขย่าผสมสารละลายในหลอดทดลองแบบตั้งโต๊ะ สามารถเลือกการทำงานเมื่อมีการสัมผัส (Touch) หรือใช้งานแบบต่อเนื่องได้ (Continuous) ประกอบด้วย Mixing cup head สำหรับใช้งานกับหลอดทดลอง

3.3.2 ปรับความเร็วรอบด้วยปุ่มหมุนเพียงปุ่มเดียว มีช่วงความเร็วรอบรองรับตั้งแต่ 0 - 3,000 รอบต่อนาที หรือช่วงที่กว้างกว่า

3.3.3 ควบคุมการเขย่าสารด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เส้นผ่านศูนย์กลางในการหมุนเขย่าสารอย่างน้อย 4.5 มิลลิเมตร

3.3.4 โครงสร้างทำจากซิงค์อัลลอยด์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์ (Zinc alloy and technopolymer) หรือวัสดุที่ดีกว่า ที่สามารถทนทานต่อสารเคมี มีขายารองกันสิ้นทั้ง 4 ด้าน บริเวณด้านล่างตัวเครื่องเพื่อความมั่นคงและลดการสั่นสะเทือนในขณะทำงาน

3.3.5 มีกำลังมอเตอร์อย่างน้อย 15 วัตต์

3.3.6 สามารถใช้กับกระแสไฟฟ้าขนาด 220-240 โวลต์ (V) ความถี่ 50/60 เฮิร์ตซ์ (Hz)

3.3.7 ระดับความดังเสียงในขณะปฏิบัติงาน ไม่เกิน 80 เดซิเบล

3.3.8 อุณหภูมิแวดล้อมที่เหมาะสมกับการใช้งานของเครื่อง อยู่ในช่วง 5-40 องศาเซลเซียส หรือช่วงที่กว้างกว่า ที่ระดับความชื้นสูงสุด 80% และสามารถเก็บรักษาในช่วงอุณหภูมิ -10 ถึง 60 องศาเซลเซียส หรือช่วงที่กว้างกว่า

3.3.9 ได้รับมาตรฐานความปลอดภัย EN 60529 ระดับ IP 42 หรือดีกว่า

3.3.10 รับประกันคุณภาพสินค้า 2 ปี

3.4 เตาให้ความร้อนแบบหลุม จำนวน 3 ชุด

3.4.1 เป็นเตาให้ความร้อนแบบหลุมสำหรับขวดกันกลมขนาดความจุ 500 มิลลิลิตร

3.4.2 มีปุ่มปรับอุณหภูมิ ซึ่งสามารถปรับอุณหภูมิได้ตามต้องการ โดยที่สามารถตั้งค่าอุณหภูมิได้สูงสุด ไม่ต่ำกว่า 450 องศาเซลเซียส

3.4.3 ส่วนของเตาหลุม วัสดุภายนอกทำจากโลหะอะลูมิเนียมเคลือบด้วยวัสดุป้องกันสารเคมี หรือวัสดุที่ดีกว่า ส่วนของฐานทำจากพลาสติกชนิด Polypropylene หรือวัสดุที่ดีกว่า

3.4.4 มีฉนวนกันความร้อนทำจากเส้นใยเซรามิกหรือวัสดุที่ดีกว่า ที่มีความต้านทานความร้อนได้ดี

3.4.5 มีระบบควบคุมอุณหภูมิแบบ Analog temperature controller และมี sensor แบบ built-in K type หรือมีระบบควบคุมอุณหภูมิและ sensor ที่ดีกว่า

3.4.6 มีที่ใส่แท่งโลหะสำหรับต่อกับแขนยึดจับคอนเดนเซอร์ขณะใช้ในงาน

3.4.7 ใช้กับไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ ได้โดยไม่ต้องต่อ adapter

3.4.8 มีมาตรฐานระดับ IP 42 หรือดีกว่า

3.4.9 รับประกันคุณภาพสินค้า 2 ปี

3.4.10 อุปกรณ์ประกอบ

- ขวดแก้วกันกลมขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวดต่อเครื่อง
- คอนเดนเซอร์แก้วแบบใส่เกลียว (Graham condenser) ขนาดความยาวประมาณ 30 เซนติเมตร จำนวน 1 ชิ้นต่อเครื่อง

3.5 เครื่องกวนสารละลายพร้อมให้ความร้อน จำนวน 1 ชุด

3.5.1 เป็นเครื่องกวนสารด้วยแม่เหล็กพร้อมให้ความร้อนในเครื่องเดียวกัน

3.5.2 การปรับอุณหภูมิและความเร็วรอบในการกวนเป็นแบบปุ่มหมุนแยกกัน เพื่อเหมาะสมกับงานที่ใช้

3.5.3 รองรับสารในขณะกวนได้ปริมาตรอย่างน้อย 10 ลิตร

3.5.4 การปรับความเร็วรอบในการกวนสารแบบปุ่มหมุนเพียงปุ่มเดียว สามารถตั้งค่าได้ในช่วงตั้งแต่ 100-1,500 รอบต่อนาที หรือช่วงที่กว้างกว่า

3.5.5 ทำความร้อนได้ในช่วงตั้งแต่ 50-300 องศาเซลเซียส หรือช่วงที่กว้างกว่า

3.5.6 หน้าจอแสดงผลเป็นแบบดิจิทัล (Digital Display) สามารถแสดงผลอุณหภูมิและความเร็วรอบ และมีสัญลักษณ์แสดงบนหน้าจอในกรณีเครื่องทำงานผิดปกติ หรือข้อความเตือนเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งานในกรณีอุณหภูมิสูงเกิน 50 องศาเซลเซียส จากค่าที่ตั้งไว้

3.5.7 มีความแม่นยำในการให้อุณหภูมิในของเหลว โดยใช้โพรบวัดอุณหภูมิชนิด Pt100 หรือ Pt1000 อยู่ที่ ± 1 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

3.5.8 แผ่นให้ความร้อนทำด้วยเซรามิกแก้วหรือเซรามิกเคลือบด้วยอะลูมิเนียมอัลลอยด์ (CerAlTop) หรือวัสดุที่ดีกว่า ซึ่งป้องกันสารเคมี (Chemical resistance)

3.5.9 ควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อความแม่นยำในการควบคุมการทำงาน

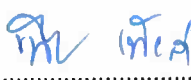
3.5.10 สามารถใช้กับกระแสไฟฟ้าขนาด 220-240 โวลต์ (V) ความถี่ 50/60 เฮิร์ตซ์ (Hz)

3.5.11 บริษัทผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015

3.5.12 รับประกันคุณภาพสินค้า 2 ปี

3.6 เครื่องสำรองไฟแบบ True-online ขนาดไม่น้อยกว่า 1 KVA จำนวน 1 เครื่อง เพื่อป้องกันไฟกระชากและสำรองไฟ

- 3.6.1 เป็นเครื่องสำรองไฟ แบบ UPS ชนิด Line Interactive With stabilizer
- 3.6.2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ผลิตจากโรงงานที่ได้รับรองมาตรฐานอย่างน้อย ISO 9001 และ ISO 14001 และได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1291 เล่ม 1-2553, มอก. 1291 เล่ม 2-2553, มอก. 1291 เล่ม 3-2555
- 3.7 พัฒนเพื่อควบคุมอุณหภูมิในระหว่างทำงานที่ได้รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ประกอบด้วย
- 3.7.1 พัฒนอุตสาหกรรมแบบตั้งพื้น ขนาดใบพัดไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว จำนวนใบพัดไม่น้อยกว่า 5 ใบพัด จำนวน 6 เครื่อง
- 3.7.2 พัฒนติดตั้งขนาดใบพัดไม่น้อยกว่า 16 นิ้ว จำนวน 6 เครื่อง

ลงชื่อ..........ประธานกรรมการ
(นางนิตฐา เพี้ยเล่า)

ลงชื่อ..........กรรมการ
(นายณฤเบศ หล่อวิชไพศาล)

ลงชื่อ..........กรรมการ
(นายปิยะเมธ ทองละมุน)