

## ขอบเขตงาน

(Term of Reference : TOR)

### เครื่องทำตัวอย่างเข้มข้นพร้อมเครื่องทำแห้งตัวอย่างแบบถาด

#### 1. วัตถุประสงค์

เพื่อใช้สำหรับงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมตัวอย่าง (สารสกัด) ให้เข้มข้น ทั้งตัวอย่างที่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์และน้ำ เพื่อนำตัวอย่างไปศึกษาวิจัยต่อยอด เช่น นำไปทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆ และนำไปศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดนั้น ๆ อีกทั้งใช้ในงานควบคุมคุณภาพและมาตรฐานของสารสกัดสมุนไพร

#### 2. คุณสมบัติเฉพาะ

เป็นชุดเครื่องมือสำหรับทำให้สารเข้มข้นขึ้นโดยใช้ขบวนการปั่นเหวี่ยงในสภาวะสุญญากาศ (Rotational-Vacuum Concentrator) และขบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze drying หรือ lyophilization) ชุดเครื่องมือประกอบด้วย

1. ชุดปั่นเหวี่ยงตัวอย่างในสภาวะสุญญากาศ (Rotational-Vacuum Concentrator)
2. ชุดอุปกรณ์สำหรับทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งชนิดถาด (lyophilize with acrylic tray chamber)
3. ส่วนควบแน่นไอระเหยของสาร (Ice condenser/Cool trap)
4. ชุดปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump)

#### 1. ชุดปั่นเหวี่ยงตัวอย่างเข้มข้น จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 1.1 ตัวเครื่องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 310 x 220 x 460 มิลลิเมตร (กว้าง x สูง x ลึก)
- 1.2 สามารถทำความเร็วรอบได้ไม่น้อยกว่า 1,350 รอบต่อนาที หรือมีค่าแรงเหวี่ยง (RCF) สูงสุดไม่น้อยกว่า 230 g โดยมีระบบการหมุนของหัวปั่น (Rotor) แบบ Magnetic drive
- 1.3 มีค่า imbalance (max. allowed imbalance) ไม่น้อยกว่า 30 กรัม
- 1.4 สามารถตั้งอุณหภูมิได้อย่างน้อยในช่วง 30 ถึง 80 องศาเซลเซียส โดยสามารถเพิ่มได้ครั้งละ 1 องศาเซลเซียส
- 1.5 ฝาปิดเครื่องปั่นเหวี่ยงทำจากกระจก และทนการกัดกร่อนจากตัวทำละลายที่เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ได้หลายชนิด (ระบุชนิดของตัวทำละลายอินทรีย์ที่สามารถใช้ได้)
- 1.6 มีระบบควบคุมการทำงานด้วยระบบ microprocessor มีหน้าจอแสดงผลชนิด LCD ซึ่งสามารถแสดงการทำงาน ได้แก่
  - เวลาทั้งหมดที่เครื่องทำงาน (total time)
  - เวลาในแต่ละขั้นตอน (section time)

- ความเร็วของหัวปั่น (Rotor Speed)
  - อุณหภูมิ
  - ความดัน
  - ค่าความดันที่ปลอดภัย (Safety pressure)
  - สัญลักษณ์บอกสถานะการทำงานของเครื่อง ได้แก่ เปิดหรือปิดฝาเครื่องปั่นเหวี่ยง สูญญากาศ, สถานะการใช้งานขณะนั้น
- 1.7 เครื่องจะตัดการทำงานของระบบให้ความร้อนโดยอัตโนมัติ ในกรณีที่ค่าความดันในช่องปั่นเหวี่ยงสูงกว่าค่าความดันปลอดภัย (Safety pressure) ที่กำหนด
- 1.8 สามารถเลือกขั้นตอนการทำงานได้ไม่น้อยกว่า 3 แบบ คือ ทำการ warm up การระเหยแห้ง ตัวอย่างแบบ manual และการระเหยแห้งตัวอย่างแบบใช้โปรแกรม
- 1.9 ในการระเหยแห้งแบบ manual ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าการทำงานที่ต้องการ เช่น ค่าอุณหภูมิ และค่าการทำสุญญากาศ โดยเครื่องจะทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดตั้งแต่ 1 นาที ถึง 200 ชั่วโมง หรือจนกว่าผู้ใช้งานจะสั่งหยุดการทำงาน
- 1.10 ในกรณีระเหยแห้งตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม จะสามารถตั้งโปรแกรมการทำงานได้ไม่น้อยกว่า 15 โปรแกรม โดยในแต่ละโปรแกรมสามารถกำหนดเวลาการทำงาน ค่าอุณหภูมิ และค่าการทำสุญญากาศในแต่ละขั้นตอนได้ไม่น้อยกว่า 80 ขั้นตอน
- 1.11 มีระบบเตือนในกรณีที่ระบบการทำงานของเครื่องผิดปกติ ได้แก่
- เวลาทั้งหมดที่เครื่องทำงาน (total time)
  - อุณหภูมิของหัวปั่นสูงกว่า 85 องศาเซลเซียส
  - อุณหภูมิของช่องปั่นเหวี่ยงสูงกว่า 85 องศาเซลเซียส
  - หัวปั่นไม่สมดุลย์ (Imbalance)
  - ไฟฟ้าขัดข้องระหว่างเครื่องกำลังทำงาน
- 1.12 มีหัวปั่นเหวี่ยงตัวอย่าง (Rotor) ดังนี้
- หัวปั่นเหวี่ยง (Rotor) ที่สามารถใช้กับหลอดขนาด 1.5-2 มิลลิลิตร
  - หัวปั่นเหวี่ยง (Rotor) ที่สามารถใช้กับหลอดหลอดทดลองก้นกลมหรือก้นแหลมขนาด 10-15 มิลลิลิตร
  - หัวปั่นเหวี่ยง (Rotor) ที่สามารถใช้กับหลอดหลอดทดลองก้นกลมหรือก้นแหลมขนาด 30-50 มิลลิลิตร
  - หัวปั่นเหวี่ยง (Rotor) ที่สามารถใช้กับขวดก้นกลมขนาดไม่น้อยกว่า 250 มิลลิลิตร

## 2. ชุดอุปกรณ์สำหรับทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งชนิดถาด (lyophilize with acrylic tray chamber) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 2.1 ชุดทำแห้งตัวอย่าง (Drying chamber) แบบทรงกระบอก ทำจากอะคริลิกใส หรือวัสดุที่มีความคงทนต่อการใช้งาน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร และมีความสูงภายในอย่างน้อย 295 มิลลิเมตร ด้านบนของชุดทำแห้งตัวอย่างมีช่องสำหรับประกอบเข้ากับวาล์วยาง (Rubber valve) เพื่อใช้ในการทำแห้งตัวอย่างขวดก้นกลมได้ไม่น้อยกว่า 12 ช่อง จำนวน 1 ชุด โดยสามารถใช้ต่อเข้ากับขวดก้นกลมทั่วไปที่มีปากขวดแบบ 29/32 (วาล์วยาง (Rubber valve) ที่มาพร้อมเครื่องจะต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 15 ชิ้น)
- 2.2 โคร่งพร้อมชั้นวางตัวอย่างทำจากสแตนเลส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 265 มิลลิเมตร โดยมีจำนวนช่องสำหรับวางตัวอย่างไม่น้อยกว่า 3 ชั้น และจะต้องมีถาดที่ทำจาก stainless steel (ระบุตัวเลข) สำหรับใส่ตัวอย่าง (Product dish) โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 200 มิลลิเมตร จำนวน 4 ใบ
- 2.3 ชุดสำหรับกลิ้งขวดก้นกลมสำหรับเตรียมตัวอย่างก่อนทำแห้ง (Pre-Freezing) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
  - อ่างทำความเย็นพร้อมฝาปิด มีความจุ 18 ลิตร ขนาดช่องเปิดของอ่างไม่น้อยกว่า 300 x 327 มิลลิเมตร
  - สามารถใช้กับชุดกลิ้งขวดปากกว้าง และชุดหมุนขวดก้นกลมได้ (โดยสามารถใช้ได้กับขวดก้นกลมขนาดไม่น้อยกว่า 250 มิลลิลิตร)
  - สามารถทำอุณหภูมิได้อย่างน้อย - 40 องศาเซลเซียส โดยใช้สารทำความเย็นชนิดปราศจาก สาร CFC หรือดีกว่า
  - วัสดุภายในอ่างทำความเย็นทำด้วยโลหะไร้สนิม สามารถทนทานต่อตัวทำละลายที่ใช้ได้ (ระบุชนิดของตัวทำละลาย) และต้องไม่มีรอยตะเข็บ
  - มีจอแสดงค่าอุณหภูมิของของเหลวในอ่างแบบ LED
  - มี value หรือท่อระบายของเหลวภายในอ่างทั้งบริเวณด้านข้างของตัวเครื่อง
  - มีอุปกรณ์สำหรับหมุนขวดก้นกลม สำหรับเตรียมสารตัวอย่างให้เป็นแผ่นบาง จำนวน 1 ชุด
  - สารทำความเย็นสำหรับใช้กับอ่าง (Silicone oil no.5) ปริมาตรไม่น้อยกว่า 40 ลิตร

## 3. ชุดควบแน่นไอระเหยของสาร (Ice condenser/Cool trap) มีรายละเอียดดังนี้

- 3.1 ลักษณะโครงสร้างของช่องควบแน่นไอระเหยของสาร ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม
- 3.2 สามารถดักจับไอระเหยของสารได้ไม่น้อยกว่า 4 กิโลกรัมต่อ 24 ชั่วโมง ความจุน้ำแข็งสูงสุดไม่น้อยกว่า 4 กิโลกรัม และมีความจุของช่องควบแน่นไม่น้อยกว่า 6.5 ลิตรสามารถ

ทำความเย็นได้ไม่น้อยกว่า -85 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิแวดล้อมไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส

- 2.3 คอมเพรสเซอร์ทำความเย็นมีขนาดไม่น้อยกว่า 0.51 กิโลวัตต์ จำนวน 2 ชุด และสารทำความเย็นที่ใช้เป็นชนิดปราศจาก CFC และ H-CFC
- 3.4 มีระบบละลายน้ำแข็งโดยใช้ Hot gas และมีวาล์วระบายน้ำทิ้ง (Drain valve) ด้านข้างเครื่อง
- 3.5 ควบคุมการทำงานด้วยชุดควบคุมการทำงานแบบ LSC basic สามารถสั่งงานผ่านหน้าจอสัมผัส (color touch screen) โดยสามารถแสดงวันที่ เวลา สถานะการทำงานของเครื่อง และสัญลักษณ์แสดงอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลภายนอกหรือไดรฟ์เครือข่าย
- 3.6 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิในช่องควบคุมไอระเหยของสาร ค่าของการทำสุญญากาศ ค่าอุณหภูมิที่แปลงจากค่าความดันตามความสัมพันธ์ของความดันไอของน้ำ (Vapor pressure curve for ice and water) ระยะเวลาในช่วงต่างๆของการทำงาน และเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการทำงานได้
- 3.7 สามารถเปลี่ยนหน่วยของอุณหภูมิระหว่าง องศาเซลเซียส กับ องศาฟาเรนไฮต์ สามารถเปลี่ยนหน่วยของความดันระหว่างมิลลิบาร์ (mbar), เฮกโตพาสกาล (hPa) และทอร์ (Torr) สามารถเลือกแสดงค่าปัจจุบันได้ครั้งละไม่น้อยกว่า 3 ค่า ในจอเดียวกัน และสามารถแสดงค่าที่ตั้งไว้ (set value) และ ค่าปัจจุบัน (actual value) ของค่าของการทำสุญญากาศและระยะเวลาในช่วงต่างๆของการทำงาน ได้ในจอเดียวกันพร้อมกันได้
- 3.8 สามารถกำหนดค่าการทำสุญญากาศ (Vacuum) ในกระบวนการทำงานได้ ด้วยวาล์วควบคุมความดันระบบไฟฟ้า (Electromagnetic pressure control and stop valve)
- 3.9 มีระบบข้อความเตือน อย่างน้อย 3 ระดับ
  - 3.9.1 ที่แสดงว่าระบบของเครื่องผิดปกติ (error messages) เช่น ความดัน ระบบทำความเย็นผิดปกติ โดยจะแสดงสาเหตุของความผิดปกติ การแก้ไขความผิดปกติ เป็นต้น
  - 3.9.2 ระบบที่แสดงข้อความของกระบวนการทำงานของเครื่อง (process messages)
  - 3.9.3 ระบบที่แสดงข้อความทั่วไป (general messages) เช่น ถึงระยะเวลาเปลี่ยนน้ำมันปั๊มสุญญากาศ เป็นต้น
- 3.10 สามารถกำหนดค่าการทำสุญญากาศ (Vacuum) ในกระบวนการทำงานได้ ด้วยวาล์วควบคุมความเครื่อมือสามารถแสดงกระบวนการทำงานของด้วยสัญลักษณ์ภาพ (Schematic system diagram) เช่น ปั๊มสุญญากาศ ในกรณีที่มีอุปกรณ์ และ/หรือตัวรับสัญญาณอื่นๆ ผ่านทางหน้าจอได้
- 3.11 มีหน้าจอแสดงกราฟความสัมพันธ์ของความดันไอของน้ำแข็ง และน้ำ ณ อุณหภูมิต่างๆ (Vapour pressure curve for ice and water)

#### 4. ชุดปั๊มสุญญากาศทนการกัดกร่อน (Vacuum pump) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 4.1 เป็นปั๊มสุญญากาศชนิด แบบ 2 stage rotary vane pump หรือชนิดที่ดีกว่า/เทียบเท่า มาพร้อมระบบ cool running ช่วยในการระบายความร้อน พื้นผิวด้านในของชุดเก็บ น้ำมันเคลือบ PTFE ป้องกันการกัดกร่อนและพื้นผิวด้านนอกของ pump module เคลือบด้วย black oxide (ระบุความทนทานของตัวเครื่องภายในว่าสามารถทนทานตัว ทำละลายชนิดใดได้บ้าง)
- 4.2 สามารถสูบอากาศ (free air displacement) ไม่น้อยกว่า 6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง หรือ 100 ลิตรต่อนาที 50 ไซเคิล และสามารถทำค่าความเป็นสุญญากาศได้ต่ำสุด (ultimate pressure without gas ballast total)  $2 \times 10^{-3}$  มิลลิบาร์
- 4.3 ตัวมอเตอร์มีขนาดไม่ต่ำกว่า 0.37 kW ที่ 50 Hz และมีความเร็วรอบมอเตอร์ ไม่น้อยกว่า 1,450 rpm ที่ 50Hz
- 4.4 สามารถบรรจุน้ำมันได้ไม่น้อยกว่า 1,150 มิลลิลิตร
- 4.5 มีระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำ ระดับ IP 44 หรือดีกว่า
- 4.6 มีน้ำมันสำรองไม่น้อยกว่า 5 ลิตร
- 4.7 มีชุดอุปกรณ์สำหรับการดักจับไอระเหย (chemical trap) ตัวทำละลายที่อาจหลงเหลือ จากการดักจับด้วยชุดควบแน่นไอระเหยของสารเพื่อยืดอายุการใช้งานของชุดปั๊ม สุญญากาศ (พร้อมสารดักจับไอของตัวทำละลายสำรองอีก 2 ชุด)

#### ข้อกำหนดอื่น ๆ

1. ชุดเครื่องมือนี้จะต้องประกอบ และใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้เป็นอย่างดี
2. ใช้กำลังไฟฟ้า 220/ 230 โวลท์ 50 เฮิซ และมิชุดอุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้า (Stabilizer) ขนาด 5 kVA จำนวน 1 ชุด
3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานสากล CE หรือ UL
4. รับประกันคุณภาพของเครื่องมือในส่วนชุดอิเล็กทรอนิกส์แผงวงจรต่างๆ และรับประกัน หัววัดความดัน (Vacuum Sensor) ภายใต้การใช้งานปกติ ไม่น้อยกว่า 2 ปี ในระหว่าง ประกันถ้าเครื่องบกพร่องไม่สามารถใช้งานได้ ผู้ขายต้องทำการซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ให้ โดยผู้ซื้อไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น
5. มีเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงสำหรับตัวเครื่องทำแห้งและปั๊ม สุญญากาศ
6. มีใบรับรองการผ่านการฝึกอบรมช่างในด้านการซ่อมบำรุงจากบริษัทผู้ผลิต เพื่อบริการ หลังการขายที่มีประสิทธิภาพ
7. บริษัทผู้ผลิตและตัวแทนจำหน่ายต้องได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO9001 : 2015 หรือ เทียบเท่า เพื่อสร้างความมั่นใจในด้านบริการหลังการขาย

8. ผู้ขายต้องติดตั้งเครื่องมือจนใช้งานได้ดี ในกรณีบริเวณติดตั้งเครื่องมือไม่มีระบบไฟฟ้าที่เหมาะสม ผู้ขายต้องติดตั้งสายไฟฟ้าจากจุดควบคุมไฟฟ้าถึงบริเวณที่ติดตั้งเครื่องโดยผู้ขายต้องเสียค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด
9. ผู้ขายต้องทำการเช็คระบบการทำงานของเครื่องในระหว่างรับประกัน จำนวน 4 ครั้ง (ทุก 6 เดือน) โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย
10. ทำการติดตั้งและอบรมการใช้งานจนกว่าบุคลากรจะสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี และสามารถจัดอบรมเชิงทฤษฎีและปฏิบัติการให้กับหน่วยงานได้อย่างน้อย 1 ครั้ง
11. มีคู่มือการใช้งาน และ บำรุงรักษาเครื่อง ฉบับเต็ม ภาษาอังกฤษ และ ภาษาไทย อย่างละ 2 ชุด
12. มีวิธีการใช้งาน และ บำรุงรักษาเครื่อง อย่างย่อ ภาษาอังกฤษ และ ภาษาไทย อย่างละ 2 ชุด
13. บริษัทผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงสำหรับตัวเครื่องทำแห้งและปั๊มสุญญากาศ และมีเอกสารยืนยันการฝึกอบรมจากบริษัทผู้ผลิต เพื่อให้คำแนะนำการใช้งานที่ถูกต้อง และให้บริการด้านอะไหล่และการดูแลรักษาเครื่อง
14. โต๊ะวางเครื่องมือมีความแข็งแรง คุณภาพดี เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน

3. งบประมาณในการจัดซื้อ 1,562,200.- บาท (หนึ่งล้านห้าแสนหกหมื่นสองพันสองร้อยบาทถ้วน)

4. กำหนดส่งมอบของ ภายใน 90 วัน นับถัดจากลงนามในสัญญา