

**เอกสารแนบท้ายขอบเขตงาน**  
**เครื่องโครมาโตกราฟฟีของเหลวประสิทธิภาพสูง 1 ชุด**

**คุณลักษณะทั่วไป**

เป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณโดยใช้หลักการโครมาโตกราฟีแบบของเหลวภายใต้ความดันสูง (high pressure liquid chromatography) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ปัมป์ขับเคลื่อนเฟสเคลื่อนที่ (Pump) จำนวน 1 ชุด
2. เครื่องกำจัดฟองอากาศแบบอัตโนมัติ (on-line vacuum degasser) จำนวน 1 ชุด
3. ระบบควบคุมอุณหภูมิของคอลัมน์ (column oven) จำนวน 1 ชุด
4. ระบบฉีดสารตัวอย่างอัตโนมัติ (auto sampler) จำนวน 1 ชุด
5. เครื่องตรวจวัด (detector)
  - 5.1 เครื่องตรวจวัดชนิดไดโอดอาร์เรย์ (diode-array detector) จำนวน 1 ชุด
  - 5.2 เครื่องตรวจวัดชนิด fluorescence detector จำนวน 1 ชุด
6. ระบบควบคุม และประมวลผล (control and data processor) จำนวน 1 ชุด
7. เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด
8. เครื่องพิมพ์สี จำนวน 1 ชุด
9. อุปกรณ์ประกอบอื่น (accessories)

**คุณลักษณะเฉพาะ**

**1. ปัมป์ขับเคลื่อนเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase)**

- 1.1. ปัมป์ขับเคลื่อนเฟสเคลื่อนที่เป็นระบบผสมสารละลายโดยใช้ความดันต่ำ (low pressure mixing pump) ที่สามารถผสมได้ไม่น้อยกว่า 4 ชนิด
- 1.2. ระบบการทำงานเป็น dual piston หรือ dual plunger
- 1.3. piston หรือ plunger ทำด้วยวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี
- 1.4. สามารถเลือกการใช้งานทั้งแบบ Isocratic และ แบบ gradient ได้
- 1.5. สามารถควบคุมอัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ได้ไม่น้อยกว่าในช่วง 0.001-5.000 มิลลิลิตรต่อนาที หรือดีกว่า
- 1.6. สามารถทนแรงดันสูงได้ไม่น้อยกว่า 400 บาร์ หรือ 40 MPa หรือ 5800 psi หรือสูงกว่า
- 1.7. มีความถูกต้องของการไหล (flow accuracy) ผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 1\%$
- 1.8. มีความแม่นยำของอัตราการไหล (flow rate precision) ผิดพลาดไม่เกิน 0.1%
- 1.9. มีความแม่นยำของการผสมของ mobile phase ขณะทำ gradient (gradient precision) ผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 0.2\%$  RSD

- 1.10. สามารถควบคุมการทำงานของปั๊มด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงาน หรือที่ตัวเครื่อง
- 1.11. มีระบบการล้าง piston หรือ plunger ของปั๊มแบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของ seal
- 1.12. มีระบบตรวจจับการรั่วไหลของเฟสเคลื่อนที่และมีระบบแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบ

## 2. เครื่องกำจัดฟองอากาศแบบอัตโนมัติ (vacuum degasser)

- 2.1. มีระบบกำจัดฟองอากาศอัตโนมัติ (degasser) ด้วยระบบสุญญากาศ (vacuum degasser) หรือระบบเมมเบรน (membrane degasser) ไม่น้อยกว่า 4 ช่องทาง (channel) สำหรับกำจัดฟองอากาศของเฟสเคลื่อนที่
- 2.2. มีอัตราการไหลของแต่ละช่องทางได้อย่างน้อย 1.5 มิลลิลิตรต่อนาที

## 3. ระบบควบคุมอุณหภูมิของคอลัมน์ (column oven)

- 3.1. สามารถตั้งค่าและควบคุมอุณหภูมิได้ครอบคลุมช่วงต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง 10 องศาเซลเซียส ( $^{\circ}\text{C}$ ) ถึง  $65^{\circ}\text{C}$  หรือสูงกว่า และสามารถปรับอุณหภูมิได้อย่างน้อยครั้งละ  $1^{\circ}\text{C}$
- 3.2. มีค่าความถูกต้องของอุณหภูมิ (temperature accuracy) ไม่เกิน  $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$  จากค่าที่ตั้งไว้
- 3.3. สามารถบรรจุคอลัมน์ขนาดความยาวสูงสุดถึง 30 เซนติเมตร ได้ไม่น้อยกว่า 2 คอลัมน์
- 3.4. สามารถควบคุมการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ หรือที่ตัวเครื่อง

## 4. ระบบฉีดสารตัวอย่างแบบอัตโนมัติ (auto-sampler)

- 4.1. เป็นเครื่องฉีดสารละลายตัวอย่างแบบอัตโนมัติ
- 4.2. สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง 4 ถึง  $40^{\circ}\text{C}$  หรือกว้างกว่า
- 4.3. สามารถใส่ขวดตัวอย่างขนาด 1.5 - 2 มิลลิลิตรได้ครั้งละไม่น้อยกว่า 100 ขวด
- 4.4. สามารถกำหนดให้ฉีดสารในแต่ละขวดสารตัวอย่างได้ตั้งแต่ 0.1 - 100 ไมโครลิตร
- 4.5. สามารถเลือกวิธีการฉีดสารแบบเต็มปริมาตร (total volume injection) หรือแบบ loop Injection หรือรูปแบบอื่นๆ ที่ให้ความถูกต้องของปริมาตรตัวอย่างที่ฉีดได้
- 4.6. สามารถปรับการฉีดสารตัวอย่างซ้ำได้ 1 ถึง 99 ครั้ง
- 4.7. มีความแม่นยำ (precision) ของปริมาตรการฉีดคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.25% RSD
- 4.8. มีค่าปนเปื้อนของการฉีดสารตัวอย่าง (sample carryover) ไม่เกิน 0.004% หรือน้อยกว่า
- 4.9. มีระบบตรวจสอบการรั่ว (leak detection)

## 5. เครื่องตรวจวัด

- 5.1. เครื่องตรวจวัดชนิดไดโอดอาร์เรย์ (diode-array detector) จำนวน 1 ชุด

- 5.1.1. สามารถใช้งานในช่วงความยาวคลื่นได้ในช่วง 190 ถึง 800 nm หรือกว้างกว่า โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงชนิดหลอดดิวเทอเรียม หรือ หลอดดิวเทอเรียมและหลอดฟอสเฟต หรือ หลอดดิวเทอเรียมและหลอดฮาโลเจน
  - 5.1.2. มีจำนวนไดโอด 1,024 ไดโอด มีค่าความถูกต้องของความยาวคลื่น (wavelength accuracy)  $\pm 1$  nm
  - 5.1.3. สามารถตรวจวัดได้พร้อมกันอย่างน้อย 4 ความยาวคลื่น หรือมากกว่า
  - 5.1.4. สามารถแสดงผลเป็นโครมาโตแกรมในลักษณะ 2 มิติ และ 3 มิติ ได้
  - 5.1.5. สามารถตั้งค่าความกว้างของ slit (slit width) ได้มากกว่า 2 ค่า จากโปรแกรมควบคุมการทำงาน
  - 5.1.6. มีค่าสัญญาณรบกวน (noise) ไม่เกิน  $1.0 \times 10^{-5}$  Au ต่อชั่วโมง ที่ความยาวคลื่น 250 หรือ 254 หรือ 520 หรือ 600 หรือ 750 นาโนเมตร โดยจะต้องมีเอกสารรับรองผลการทดสอบมาแสดง
  - 5.1.7. มีค่าเบี่ยงเบนจากเส้นฐาน (drift) ไม่เกิน  $1.0 \times 10^{-3}$  Au ต่อชั่วโมง ที่ความยาวคลื่น 250 หรือ 254 หรือ 520 หรือ 600 นาโนเมตร โดยจะต้องมีเอกสารรับรองผลการทดสอบมาแสดง
  - 5.1.8. ช่องบรรจุสาร (flow cell) ที่มีระยะทางที่แสงเดินทาง (optical path length) ขนาดไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร และมีความจุขนาดไม่เกิน 13 ไมโครลิตร
  - 5.1.9. สามารถควบคุมการทำงานของตัวตรวจวัดด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงาน หรือที่ตัวเครื่อง
  - 5.1.10. มีระบบตรวจจับการรั่วไหลของเฟสเคลื่อนที่และมีระบบแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบ
- 5.2. เครื่องตรวจวัดชนิด fluorescence detector จำนวน 1 ชุด
- 5.2.1. มีแหล่งกำเนิดแสงเป็นชนิดหลอดซีนอน (xenon lamp)
  - 5.2.2. สามารถตรวจวัดแสงได้ในด้าน excitation อยู่ในช่วงความยาวคลื่นไม่น้อยกว่า 220 ถึง 650 นาโนเมตร หรือกว้างกว่า และ emission อยู่ในช่วงความยาวคลื่นไม่น้อยกว่า 250 ถึง 900 นาโนเมตร หรือกว้างกว่า
  - 5.2.3. มีค่าความถูกต้องของความยาวคลื่น (wavelength accuracy) ไม่เกิน  $\pm 3$  นาโนเมตร
  - 5.2.4. มีค่าความกว้างของช่องแสงผ่าน (spectral bandwidth) ในด้าน excitation ไม่น้อยกว่า 15 นาโนเมตร และในด้าน emission สามารถปรับได้ไม่น้อยกว่า 15 นาโนเมตร
  - 5.2.5. มีค่าสัญญาณที่วัดได้เทียบกับสัญญาณรบกวน (signal to noise) ไม่น้อยกว่า 900 โดยทดสอบจากพีค Raman ของน้ำ
  - 5.2.6. ประกอบด้วย flow cell ที่มีความจุขนาดไม่น้อยกว่า 8 ไมโครลิตร
  - 5.2.7. สามารถควบคุมการทำงานของตัวตรวจวัดด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงาน และที่ตัวเครื่อง

## 6. ระบบควบคุมและประมวลผล (control and data processor)

- 6.1. สามารถสั่งงานจากหน้าเครื่อง หรือ ผ่านโปรแกรมควบคุมการทำงาน (software) บนระบบคอมพิวเตอร์ โดยสามารถแสดงผล บันทึก ประมวลผล และจัดเก็บข้อมูลการวิเคราะห์ได้
- 6.2. โปรแกรม ฯ เข้ากันได้กับระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ที่ไม่ต่ำกว่ารุ่น Window 10 ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง โดยต้องระบุชื่อรุ่นของโปรแกรม ฯ และ edition หรือ version รวมทั้งปี ค.ศ.หรือ พ.ศ.ที่พัฒนาหรือปรับปรุงโปรแกรม ฯ
- 6.3. โปรแกรม ฯ สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ได้ทั้งระบบ
- 6.4. สามารถตั้งค่าพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์โดยผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์และเก็บเป็นวิธีวิเคราะห์ได้
- 6.5. ผู้ใช้สามารถออกแบบรูปแบบเอกสารรายงานผลการวิเคราะห์ได้
- 6.6. ผู้ขายต้องให้โปรแกรม ฯ ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องที่สามารถติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใหม่ได้
- 6.7. สามารถกำหนดสิทธิ์ในการใช้เครื่องมือ ข้อมูล และโปรแกรม ฯ

## 7. เครื่องคอมพิวเตอร์ มีคุณลักษณะพื้นฐานไม่ต่ำกว่าดังนี้

- 7.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง CPU ไม่น้อยกว่า 7 แกนหลัก (7core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.9 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 7.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 16 MB สำหรับแบบ Smart Cache Memory
- 7.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ Graphic card โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งที่เป็นแผงวงจรแบบ PCI Express หรือประเภทอื่นที่ดีกว่า เพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB หรือ
- 7.4 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยไม่น้อยกว่า 2 GB หรือมีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลักแบบ Onboard Graphics ที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 7.5 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 7.6 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิด SATA ความเร็ว 7200 rpm หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย
- 7.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (network interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่องเสียบ
- 7.8 มี WiFi มาตรฐาน 802.11ac 1x1 และ Bluetooth 4.1 หรือดีกว่า
- 7.9 มี Keyboard แป้นพิมพ์แบบไร้สาย ที่มีภาษาไทย/อังกฤษ และเมาส์ไร้สาย พร้อมแผ่นรองเมาส์
- 7.10 ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์มีพอร์ตเชื่อมต่อแสดงผลแบบ VGA, HDMI เป็นอย่างน้อย

- 7.11 จอภาพมีช่องเสียบสัญญาณเข้าแบบ VGA หรือ HDMI เป็นอย่างน้อย
- 7.12 มีจอแสดงภาพแบบ LED monitor มี contrast ratio ไม่น้อยกว่า 1000:1 และมีขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว (display size) อัตราส่วนของจอภาพ 1920 x 1080 หรือดีกว่า เป็นแบบ widescreen (16:9)
- 7.13 มีช่องเสียบเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง
- 7.14 มีคู่มือของอุปกรณ์ต่าง ๆ ครบชุดพร้อม driver ต่าง ๆ ที่สามารถ download ได้ (ระบุชื่อ website ตามนี้โหลด)
- 7.15 อุปกรณ์ที่เสนอราคาต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ยี่ห้อการค้าเดียวกันทั้งหมด
- 7.16 รับประกันผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 3 ปี จากผู้ผลิตหรือผู้ขายสินค้า

## 8 เครื่องพิมพ์สี จำนวน 1 ชุด

- 8.1 เป็นเครื่องพิมพ์สีแบบ laser printer ชนิดแยกตลับสี จำนวน 1 เครื่อง

## 9 อุปกรณ์ประกอบอื่น

- 9.1 คอลัมน์ C-18 (ที่ตรงกับคุณลักษณะ L1 ตาม USP) ชนิดทน pH ได้มากกว่า 7 เป็นอย่างน้อย  
ขนาด 4.6 x 25 cm จำนวน 1 อัน
- 9.2 คอลัมน์ C-8 (ที่ตรงกับคุณลักษณะ L7 ตาม USP) ชนิดทน pH ได้มากกว่า 7 เป็นอย่างน้อย  
ขนาด 4.6 x 25 cm จำนวน 1 อัน
- 9.3 คอลัมน์ที่มีหมู่ Nitrile (Cyano column) (ที่ตรงกับคุณลักษณะ L10 ตาม USP)  
ขนาด 4.6 x 25 cm จำนวน 1 อัน
- 9.4 ชุด Maintenance tool Kit จำนวน 1 ชุด
- 9.5 ถาดพลาสติกขอบสูงสำหรับวางขวดสารละลาย จำนวน 2 ถาด
- 9.6 ขวดใส่สารละลาย Mobile phase ขนาด 1 L แบบใส จำนวน 10 ขวด
- 9.7 ขวดใส่สารละลาย Mobile phase ขนาด 2 L แบบใส จำนวน 5 ขวด
- 9.8 ขวดใส่สารตัวอย่างสีขาขนาด 1.5 – 2 มิลลิลิตร พร้อม septum จำนวน 500 ขวด
- 9.9 ขวดใส่สารตัวอย่างแบบใสขนาด 1.5- 2 มิลลิลิตร พร้อม septum จำนวน 500 ขวด
- 9.10 แผ่นกรอง mobile phase ชนิด Nylon หรือ regenerated cellulose  
ขนาด 0.45  $\mu\text{m}$  ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 mm จำนวน 500 แผ่น
- 9.11 หัวกรองตัวอย่าง (Syringe filter) ขนาด 0.45  $\mu\text{m}$  ชนิด Nylon จำนวน 500 ชิ้น
- 9.12 หัวกรองตัวอย่าง (Syringe filter) ขนาด 0.22  $\mu\text{m}$  ชนิด Nylon จำนวน 500 ชิ้น
- 9.13 หัวกรองตัวอย่าง (Syringe filter) ขนาด 0.45  $\mu\text{m}$  ชนิด PTFE จำนวน 500 ชิ้น
- 9.14 หัวกรองตัวอย่าง (Syringe filter) ขนาด 0.22  $\mu\text{m}$  ชนิด PTFE จำนวน 500 ชิ้น

- 9.15 ชุดกรอง mobile phase จำนวน 1 ชุด  
ประกอบด้วย
- 9.15.1 ชุดเครื่องแก้วสำหรับกรอง mobile phase ทำด้วยแก้วอย่างดี จำนวน 1 ชุด
- 9.15.2 pump ชนิดไม่ใช้น้ำมัน (diaphragm pump) ที่มีคุณภาพสูง สามารถทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีได้ดี สามารถทำ vacuum ได้ไม่น้อยกว่า 100 mbar  
จำนวน 1 เครื่อง
- 9.16 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ขนาด 3 KVA ที่สามารถรักษากระแสไฟฟ้าได้อย่างน้อย 30 นาที หลังไฟดับซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย จำนวน 1 เครื่อง
- 9.17 รางปลั๊กไฟ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย จำนวน 3 ชุด  
มีคุณลักษณะดังนี้
- 9.17.1 มีจำนวน 6 เต้ารับหรือมากกว่า
- 9.17.2 มีสวิตช์ไฟควบคุมการเปิด/ปิด เต้ารับแต่ละจุด
- 9.17.3 สายไฟยาวไม่ต่ำกว่า 3 เมตร
- 9.17.4 ทำจากวัสดุ PC-ABS คุณสมบัติไม่ลามไฟ หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า
- 9.17.5 มีม่านนิรภัยเพื่อป้องกันนิ้วมือของผู้ใช้สัมผัสแผ่นทองเหลืองด้านใน
- 9.17.6 มีหลอดไฟ LED แสดงสถานะการใช้งาน
- 9.17.7 มีระบบป้องกันไฟกระชาก
- 9.17.8 เต้ารับเป็นแบบ Universal
- 9.17.9 ต้องได้มาตรฐาน มอก.
- 9.17.10 รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี จากผู้ผลิตหรือผู้ขาย
- 9.18 เครื่องปรับอากาศ สำหรับรักษาอุณหภูมิห้อง พร้อมการติดตั้งมีขนาดไม่น้อยกว่า 16000 BTU จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เครื่อง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย ที่ได้รับการรับรองจากสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
- 9.19 ตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์ประกอบ เป็นกระบอกบานเลื่อน ขนาดไม่น้อยกว่า 90 x 45 x 180 เซนติเมตร ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย จำนวน 1 ตู้

## 10 เงื่อนไขอื่น ๆ

- 10.1 ใช้ไฟฟ้า 220 V/50Hz
- 10.2 รับประกันคุณภาพเครื่องมือทุกชิ้นส่วนไม่น้อยกว่า 2 ปี และระหว่างประกันหากมีชิ้นส่วนใดของเครื่องเกิดขัดข้องตามปกติวิสัยของการทำงาน บริษัทฯจะต้องดำเนินการแก้ไขหรือเปลี่ยนโดยเร็ว
- 10.3 มีใบรับรองมาตรฐานการผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองตามระบบ ISO 9001 หรือเทียบเท่า

- 10.4 ติดตั้งและสอนการใช้งานเครื่องมือจนสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยผู้เชี่ยวชาญจากช่างที่มีความชำนาญที่มีใบรับรอง (certificate) จากโรงงานผู้ผลิต และมีประสบการณ์ในการติดตั้ง ทั้งนี้เพื่อประสิทธิภาพในการดูแลหลังการขาย
- 10.5 หลังจากติดตั้งเครื่องแล้วบริษัทฯ จะส่งช่างมาตรวจเช็คเครื่องทุกๆ 6 เดือน ภายในระยะรับประกัน และมีบริการหลังการขาย
- 10.6 บริษัทมีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตเพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุงและการให้บริการด้านอะไหล่
- 10.7 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษของทุกเครื่อง ที่เป็นฉบับเอกสารจำนวนอย่างละ 1 ฉบับ และ ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ ที่เขียนอยู่ใน external hard disk ที่มีความจุอย่างน้อย 2 TB จำนวน 1 ชุด