



ขอบเขตงาน (Terms of Reference : TOR)

เครื่องวิเคราะห์ทางองค์ประกอบทางโครงสร้างของสารอินทรีย์ (FTIR spectrometer)
และอุปกรณ์ประกอบ พร้อมติดตั้ง จำนวน 1 ชุด

1. เหตุผลความจำเป็น

ด้วยสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนได้จัดตั้งห้องปฏิบัติการทางอาหาร ณ ห้องปฏิบัติการชั้น 2 อาคารอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 เพื่อรองรับงานบริการอุตสาหกรรม และงานวิจัยตอบโจทย์อุตสาหกรรม มีการดำเนินงานวิจัย งานให้บริการวิเคราะห์ทดสอบที่ใช้เทคนิค FITR ใช้สำหรับวิเคราะห์ทางองค์ประกอบทางเคมีของสารตัวอย่าง สามารถจำแนกประเภทของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และพันธะเคมี หรือหมู่ฟังก์ชันในระดับโมเลกุล วิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางองค์ประกอบทางโครงสร้างของสารอินทรีย์ (FTIR spectrometer) ใช้งานต่อเนื่องมานานมากกว่า 9 ปี ส่งผลให้เครื่องมือเสื่อมลงตามอายุการใช้งาน เกิดปัญหาในการใช้งานบ่อยครั้ง จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องจัดซื้อเครื่องดังกล่าวและชุดอุปกรณ์ประกอบมาติดตั้งเข้ากับกล้องอินฟราเรดไมโครสโคปที่มีอยู่แล้ว เพื่อความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์และการให้บริการเครื่องมือที่ต่อเนื่อง

2. วัตถุประสงค์

- 2.1. จัดซื้อเครื่องวิเคราะห์ทางองค์ประกอบทางโครงสร้างของสารอินทรีย์ (FTIR spectrometer) เพื่อต่อเข้ากับกล้องอินฟราเรดไมโครสโคปที่มีอยู่เดิม
- 2.2. เพื่อเป็นเครื่องมือในการรับงานบริการวิจัยและวิเคราะห์ทดสอบ

3. รายละเอียดคุณสมบัติ

- 3.1. เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared spectrometer) จำนวน 1 เครื่อง ซึ่งมีคุณลักษณะจำเพาะดังนี้
 - 3.1.1. เป็นเครื่องวิเคราะห์หาโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่ใช้แสงอินฟราเรดทั้งในช่วง Mid-IR โดยครอบคลุมความยาวคลื่นในการทำงานไม่น้อยกว่า $4,000 - 400 \text{ cm}^{-1}$
 - 3.1.2. มีส่วนของแหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรด (Infrared Source) ให้แสงอินฟราเรดครอบคลุมช่วง Mid-IR หรือกว้างกว่า
 - 3.1.3. มีส่วนแยกลำแสง (Beamsplitter) ชนิด KBr
 - 3.1.4. Interferometer เป็นแบบ Permanent Align และมี Moving mirror เป็นแบบ Cube Corner เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดจากการเคลื่อนตำแหน่งไปของแสงเนื่องจากการสั่นสะเทือน
 - 3.1.5. มีตัวตรวจวัดรังสีอินฟราเรด (Detector) ชนิด DLATGS (Deuterated Triglycine Sulphate Detector) ครอบคลุมการใช้งานสำหรับการใช้งาน Mid-IR จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.6. มีตัวตรวจวัดรังสีอินฟราเรด (Detector) ชนิด Mid band, Liquid Nitrogen Cooled - Mercury Cadmium Telluride ($\text{LN}_2 - \text{MCT}$) detector จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.7. ตัวเครื่องเป็นระบบปิด (Sealed) และภายในเครื่องมีสารดูดความชื้น (Desiccated) 2 จุด
 - 3.1.8. มีอุปกรณ์ปรับขนาดลำแสงอินฟราเรด (Aperture wheel) ให้เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งสามารถควบคุมจากซอฟต์แวร์ ได้อย่างอัตโนมัติ
 - 3.1.9. เครื่องมีระบบเชื่อมต่อกับชุดประมวลผล และคอมพิวเตอร์เป็นระบบ Ethernet connection
 - 3.1.10. เครื่องมีส่วนส่งผ่านสัญญาณสู่อุปกรณ์ต่อพ่วงแสงกับ FT-IR Imaging Microscope with FPA detector ได้

3.1.11. ลักษณะทางเทคนิค (Technical Specifications)

- 1) ค่าความสามารถในการแยกพีก (Resolution) ดีกว่าหรือเท่ากับ 0.5 cm^{-1}
- 2) ค่าความถูกต้องในการวัดความยาวคลื่นของเครื่อง (Wavenumber Accuracy) ดีกว่าหรือเท่ากับ 0.01 cm^{-1}
- 3) ค่าความแม่นยำในการอ่านเลขคลื่น (wavenumber precision) ผิดพลาดไม่เกิน 0.005 cm^{-1}

3.2. ซอฟต์แวร์ (software) สำหรับควบคุมการทำงาน วิเคราะห์และประมวลผล

- 3.2.1. มีโปรแกรมที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องมือ สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ
- 3.2.2. มีโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานบนระบบ WINDOWS 11 หรือดีกว่า
- 3.2.3. มีฟังก์ชันสำหรับการจัดการสเปกตรัมที่ได้จากเครื่อง ที่ง่ายและสะดวกในการใช้งาน ได้แก่ subtraction spectrum, spectrum calculator, baseline correction, smooth, derivative, peak picking, integration, spectrum comparison และสามารถแสดงผลกราฟในโปรแกรม Excel ได้
- 3.2.4. มีฟังก์ชันลบพีคน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ (atmospheric compensation)
- 3.2.5. มีโปรแกรมสอนเกี่ยวกับหลักการการทำงานของเครื่อง การเตรียมตัวอย่าง และการใช้งาน
- 3.2.6. มีโปรแกรม spectrum search เพื่อค้นหาสเปกตรัมของสารตัวอย่างเทียบกับห้องสมุดสเปกตรัม และโปรแกรมเพิ่มสเปกตรัมและสร้างห้องสมุดสเปกตรัมเองได้ เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ต่อไป
- 3.2.7. มีโปรแกรมในการตรวจสอบความสามารถในการทำงานระบบต่างๆ ของเครื่องอัตโนมัติ เมื่อมีความผิดปกติใด ๆ เกิดขึ้นทำให้สามารถทราบสาเหตุเบื้องต้นได้
- 3.2.8. มีฐานข้อมูล (Library) ดังนี้
 - 1) มีฐานข้อมูล ATR-FTIR Library ประกอบด้วย ATR spectra จากสารต่างๆ เช่น กลุ่ม organic, inorganic, chemicals, biochemicals, coatings, food, minerals, lubricants, pharmaceuticals และอื่นๆ รวมไม่น้อยกว่า 26,000 สเปกตรัม
 - 2) มีฐานข้อมูล ATR- FTIR Polymer, Plastics and Additives Library ไม่น้อยกว่า 950 สเปกตรัม ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่ผ่านการรับรองจากสถาบัน Kunststoff-Institut Lüdenscheid (KIMW)
- 3.2.9. มีฟังก์ชันหรือโปรแกรมวิธีเชิงสถิติ Partial Least Square regression (PLS) โดยผู้ใช้งานสามารถสร้าง ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลง Calibration model ได้
- 3.2.10. มีโปรแกรม Validation software สำหรับตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ พร้อมแสดงรายงานผลการตรวจสอบทันที

3.3. อุปกรณ์ประกอบและอุปกรณ์อะไหล่

- 3.3.1. ชุดคอมพิวเตอร์ (สำหรับควบคุมเครื่อง FT-IR Spectrometer และการประมวลผล) มีคุณสมบัติและประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า Microprocessor แบบ Core i7 มี RAM 32 GB มี Hard Disk ไม่ต่ำกว่า 1 TB จอแสดงผลภาพขนาดวัดตามแนวเส้นทแยงมุมไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว USB Port มากกว่าหรือเท่ากับ 4 Ports, DVD-Rom Drive, Standard Keyboard, Optical Mouse, พร้อมระบบปฏิบัติการที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย จำนวน 1 ชุด
- 3.3.2. เครื่องสำรองไฟฟ้าแบบ True online ขนาดไม่น้อยกว่า 10 KVA จำนวน 1 เครื่อง
- 3.3.3. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างแบบสัมผัสตัวอย่าง (Single Reflection ATR) จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 1) แท่นกดตัวอย่าง

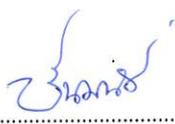
- 2) ส่วนที่รองรับตัวอย่าง ทำมาจากเพชรแท้ทั้งชิ้น (Pure Diamond) มีพื้นที่ผิวสัมผัสตัวอย่างไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ที่ให้ช่วงการใช้งานไม่น้อยกว่า $8,000\text{-}340\text{ cm}^{-1}$
 - 3) กระจกทุกชั้นภายในอุปกรณ์เคลือบด้วยทอง (gold coated optics)
- 3.3.4 ชุดเตรียมตัวอย่างแบบ KBr pellet ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร ประกอบด้วย
- 1) เครื่องอัดขนาด 2 ตัน จำนวน 1 ชุด
 - 2) ชุดอัดตัวอย่างผง (7 mm Pellet Die Assembly) จำนวน 1 ชุด
 - 3) ชุดยึดจับแผ่น KBr pellet (Ring for sample holder) จำนวน 2 ชุด
 - 4) KBr powder จำนวน 50 กรัม จำนวน 1 ชุด
 - 5) โกร่งบดผสมตัวอย่าง (Agate Mortar and Pestle) จำนวน 1 ชุด
- 3.3.5 มีผลึกซิงค์ซีลีไนด์ (ZnSe crystal) แบบหลุม (Trough Plate) จำนวน 1 ชุด สำหรับใช้งานกับอุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างแบบสัมผัสตัวอย่าง (Multi Horizontal Attenuated Total Reflectance)
- 3.3.6 ชุดวิเคราะห์ตัวอย่างของเหลว ชนิด ZnSe windows ที่มีความหนา 50 และ 100 ไมครอน อย่างละจำนวน 1 ชุด
- 3.3.7 ผลึกเจอร์เมเนียม (Ge crystal) สำรองสำหรับใช้งานกับเครื่องฟลูอริเยร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดไมโครสโคป จำนวน 1 ชุด
- 3.3.8 อุปกรณ์ Micro Compression Cell ชนิด Diamond cell จำนวน 1 ชุด
- 3.3.9 แผ่นกระจกเคลือบอลูมิเนียมสำหรับวางตัวอย่างจำนวน 5 แผ่น
- 3.3.10 ตู้ดูดความชื้น (Desiccator dry cabinet) จำนวน 1 ตู้ ประกอบด้วย
- 1) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 100 ลิตร
 - 2) มีช่วงในการควบคุมความชื้น (Humidity control range) ในช่วง 1 - 10 %RH
 - 3) มีชุดวัดความชื้นและอุณหภูมิที่มีจอแสดงผลแยกกันในเครื่องชนิดไร้สาย โดยแยกกับจอแสดงผลของเครื่อง
 - 4) ควบคุมความชื้นด้วยระบบ Computer Interface โดยมีจอแสดงผลแบบ LED อยู่ด้านบนเครื่อง
 - 5) จำนวนชั้นภายในไม่น้อยกว่า 2 ชั้น และสามารถปรับระดับได้
 - 6) มีไฮโครมิเตอร์สำหรับแสดงระดับความชื้นภายในตู้
 - 7) พื้นผิวของตู้ทำด้วย Cold-rolled Steel เคลือบสีเพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิตหรือดีกว่า
- 3.3.11 เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด 4 ตำแหน่ง จำนวน 1 ชุด
- 3.3.12 เครื่องบดละเอียดแบบมินิมิล มีคุณลักษณะของเครื่อง
- 1) สามารถบดตัวอย่างในงานได้หลากหลายเช่นงานวิเคราะห์ทางเคมี , งานทางด้านสิ่งแวดล้อม ,งานทางด้านเภสัชกรรมและการแพทย์,งานการวิเคราะห์ทางนิติวิทยาศาสตร์, งานด้านเทคโนโลยีชีวภาพและงานด้านการสังเคราะห์วัสดุ เป็นต้น
 - 2) สามารถลดขนาดตัวอย่างโดยอาศัยหลักการทำงานแบบ แรงกระแทก(Impact force)
 - 3) เครื่องทำงานโดยอาศัยแรงสั่นที่มีความถี่สูง ส่งแรงไปยังชุดบดในการลดขนาดของตัวอย่าง ทำให้ตัวอย่างถูกบดจากการกระแทกกระหว่างลูกบดกับผนังโอบค
 - 4) สามารถบดตัวอย่างได้ทั้ง เปียกและแห้ง
 - 5) รองรับการใช้งานกับชุดบดได้หลากหลายวัสดุ เช่น Zirconium Oxide , Stainless Steel , Hardened Steel หรือ Tempered steel และ PTFE หรือได้มากกว่า

- 6) ตัวเครื่องรองรับการใช้งานกับโพลิตได้ไม่น้อยกว่า 3 ขนาดดังนี้ 5,10 และ 15 มิลลิลิตร (ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ)
- 7) สามารถกดตัวอย่างด้วยความถี่ในแนวตั้ง ในช่วง 900 - 3000 รอบต่อนาที ที่แอมพลิจูด 9 มิลลิเมตร
- 8) สามารถกดตัวอย่างปริมาณสูงสุดได้ 5 มิลลิลิตรและสามารถกดตัวอย่างขนาดใหญ่ที่สุดได้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร โดยได้ตัวอย่างหลังกดมีขนาดเล็กสุดถึง 5 ไมโครเมตร
- 9) รองรับการกดแบบเย็น โดยวิธี Pre-cooling ในโพลิตชนิด PTFE
- 10) โพลิตขนาด 15 มิลลิลิตร ทำจากวัสดุเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ (zirconium oxide) จำนวน 1 ชุด
- 11) ลูกบอลขนาด 5 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ (zirconium oxide) จำนวน 60 ลูก หรือมากกว่า

3.4 ข้อกำหนดทั่วไป

- 3.4.1 ส่งมอบ ติดตั้งพร้อมรับรองการทำงานของระบบเครื่อง และแนะนำการใช้งาน จนสามารถปฏิบัติงานได้
- 3.4.2 ฝึกอบรมหลักการใช้งานของเครื่อง การแก้ไขปัญหา และการดูแลเครื่องมือ ให้แก่เจ้าหน้าที่ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- 3.4.3 รับประกันคุณภาพเครื่องมือ จำนวน 2 ปี
- 3.4.4 รับประกันคุณภาพ MIR source เป็นเวลา 5 ปี, Diode Laser และ Interferometer เป็นเวลา 10 ปี
- 3.4.5 ตรวจเช็คและบำรุงรักษาเครื่องจำนวน 2 ครั้ง ปีละครั้ง พร้อมออกไปรับรองในระยะเวลาประกัน
- 3.4.6 มีบริการหลังการขาย โดยสามารถส่งวิศวกรเข้ามาตรวจสอบเครื่องมือ หากขัดข้องในเบื้องต้น หลังจากครบกำหนดระยะเวลาประกันโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย
- 3.4.7 คู่มือการใช้งานฉบับภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษอย่างละ 1 ชุด
- 3.4.8 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดสามารถใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 Hz ได้

4. การติดตั้ง ห้องปฏิบัติการทางอาหาร 2 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ส่วนภูมิภาค ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2
5. ระยะเวลาการส่งมอบ ภายใน 150 วัน หลังจากลงนามสัญญาซื้อ

ลงชื่อ..........ผู้กำหนดคุณลักษณะ
(นางสาวชื่นมนัส อุทัยสาร)