



ประกาศกรมควบคุมมลพิษ

เรื่อง แนวปฏิบัติในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน
และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย

พ.ศ. ๒๕๖๕

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดแนวปฏิบัติในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย เพื่อใช้เป็นแนวทางให้กับหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย นำไปประยุกต์ใช้ในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย

เพื่อให้สอดคล้องกับกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. ๒๕๖๑ ซึ่งกำหนดให้กรมควบคุมมลพิษมีหน้าที่และอำนาจในการพัฒนาองค์ความรู้ เทคโนโลยี และกฎหมายเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการกากของเสีย สารอันตราย คุณภาพน้ำ อากาศ ระดับเสียง และความสิ้นสะอาด และให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับการจัดการมลพิษ อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ จึงอาศัยอำนาจตามมาตรา ๓๒ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. ๒๕๓๔ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ออกประกาศแนวปฏิบัติในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมัน ในประเทศไทยไว้ ดังรายละเอียดกำหนดไว้ในภาคผนวกท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๑ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

(นายอรรถพล เจริญชันษา)

อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ

ภาคผนวก

ท้ายประกาศกรมควบคุมมลพิษ

เรื่อง แนวปฏิบัติในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมัน ในประเทศไทย

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

“ลายนิ้วมือน้ำมัน (Oil Fingerprint)” หมายความว่า เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของน้ำมันซึ่งสามารถนำมาใช้ในการหาแหล่งที่มาของน้ำมันได้ โดยสามารถประเมินจากอัตราส่วนของตัวชี้วัดทางชีวภาพที่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี และเครื่องวิเคราะห์ตัวอย่างโดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ หรือเครื่องมืออื่นตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด

“ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker)” หมายความว่า โมเลกุลของซากฟอสซิลที่คงตัวอยู่ในโครงสร้างที่คงทนต่อการกัดกร่อน การย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ และไม่เสื่อมสลายไปกับกระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering)

“ก้อนน้ำมันดิน (Tar ball)” หมายความว่า ก้อนน้ำมันสีดำขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นก้อนสีดำคล้ำ มีความหนืดสูงคล้ายยางมะตอยมีขนาดตั้งแต่เล็กเท่าหัวเข็มหมุดจนถึงมีขนาดใหญ่ประมาณ ๑๐ เซนติเมตร เกิดจากการแปรสภาพตามธรรมชาติของน้ำมัน หรือคราบน้ำมันที่รั่วไหลลงสู่ทะเลจากกิจกรรมต่าง ๆ และผ่านกระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) มักพบอยู่บริเวณชายหาดหรือ ลอยบนผิวน้ำ หรือจมตัวในท้องทะเล

“กระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering)” หมายความว่า การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของน้ำมันหรือคราบน้ำมันที่รั่วไหลลงสู่ทะเล ได้แก่ กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical process) กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemical process) และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ (Biological process) ที่ทำให้น้ำมันเกิดการแปรสภาพตามธรรมชาติ

“ฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand)” หมายความว่า ข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของน้ำมัน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการหาแหล่งที่มาของน้ำมันได้ ประกอบด้วยข้อมูลองค์ประกอบสารอินทรีย์ และองค์ประกอบสารอนินทรีย์ของน้ำมัน

“องค์ประกอบสารอินทรีย์ (Organic Compound)” หมายความว่า สารประกอบเคมีที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก และธาตุชนิดอื่น ๆ เช่น ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน และซัลเฟอร์

“องค์ประกอบสารอนินทรีย์ (Inorganic Compound)” หมายความว่า สารประกอบที่ไม่ใช่สารที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจน โดยส่วนใหญ่จะเป็นธาตุที่เป็นโลหะ เป็นต้น

“แหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับน้ำมันที่ต้องสงสัย” หมายความว่า เรือ ยานพาหนะทางน้ำ หรือกิจกรรมที่อาจผลิต หรือ เททิ้ง หรือรั่วไหลของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับน้ำมัน หรือ การทิ้งสิ่งปนเปื้อนน้ำมันลงสู่ทะเลหรือแหล่งน้ำในการผลิตขุดเจาะ การขนส่ง การขนถ่าย หรือการเก็บรักษาน้ำมัน ไม่ว่าจะเกิดขึ้นจากโดยจงใจ หรือเหตุสุดวิสัยก็ตาม

ข้อ ๒ วิธีวิเคราะห์น้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย

วิธีวิเคราะห์น้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทยในประกาศนี้เป็นวิธีหลักที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์หลายน้ำมันที่พบเพื่อบ่งชี้แหล่งที่มาโดยการเปรียบเทียบผลที่ได้กับข้อมูลในฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หรือลายนิ้วมือน้ำมันที่สงสัย ซึ่งข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันนี้จะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งในการสนับสนุนการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทยต่อไป

อนึ่ง หากมีความต้องการที่จะใช้วิธีวิเคราะห์อื่น ๆ ในปัจจุบัน หรืออนาคต จำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ของวิธีดังกล่าวกับวิธีที่กำหนดในประกาศนี้ โดยวิธีวิเคราะห์ที่กำหนดให้ใช้ในปัจจุบันมีรายละเอียด ดังนี้

๒.๑ วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์ประกอบด้วย

๒.๑.๑ วิธีการวิเคราะห์ปริมาณขององค์ประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph – Flame Ionization Detector (GC-FID) อ้างอิงตาม Nordtest Oil Spill Identification และ CEN methodology 2012

๒.๑.๑.๑ คุณสมบัติของเครื่องที่ใช้ควรมีความสามารถในการวิเคราะห์เทียบเท่ากับเครื่องที่มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์ ดังนี้

Inlet :	Splittless
Detector :	Flame Ionization
คอลัมน์ :	ยาว ๓๐ เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ๐.๒๕ มิลลิเมตร ความหนา ๐.๒๕ ไมโครเมตร (30 m long X 0.25 mm internal diameter, 0.25 µm film thickness) เป็นคอลัมน์ชนิด high resolution capillary HP-5 column (5% diphenyl and 95% dimethylpolysiloxane stationary phase)
Gas Carrier:	ไฮโดรเจน (Hydrogen) หรือฮีเลียม (Helium) ๒ มิลลิลิตร ต่อนาที
Detector :	อากาศ และไฮโดรเจน (Hydrogen)
อุณหภูมิ	
Injection port :	๒๗๕ องศาเซลเซียส
Detector :	๓๒๕ องศาเซลเซียส
Oven :	เริ่มที่อุณหภูมิ ๔๐ องศาเซลเซียส คงที่ ๕ นาที จากนั้นเพิ่มจาก ๔๐ องศาเซลเซียสไปยังอุณหภูมิ ๓๑๐ องศาเซลเซียส ที่อัตรา ๖ องศาเซลเซียสต่อนาที จากนั้นคงอุณหภูมิไว้ที่ ๓๑๐ องศาเซลเซียสเป็นเวลา ๑๐ นาที

๒.๑.๑.๒ การเตรียมตัวอย่าง

ก่อนที่จะนำตัวอย่างน้ำมัน คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดินไปวิเคราะห์ตัวอย่างผ่านกระบวนการสกัดน้ำมัน ในขั้นตอนแรก ชั่งตัวอย่างน้ำมัน ๐.๒ ถึง ๐.๒๕ กรัม จากนั้นเติมตัวทำละลายเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน (High purity *n*-hexane/dichloromethane) ในสัดส่วน ๑:๑ โดยปริมาตร ปริมาณ ๑๐ มิลลิลิตร จากนั้นเติม ๐.๕ กรัมของโซเดียมคาร์บอเนต (Anhydrous sodium carbonate) เพื่อกำจัดน้ำต่อไป นำตัวอย่างไปเขย่า (Vortex) ความเร็วรอบประมาณ ๒๐๐ รอบต่อนาที เป็นเวลา ๕ นาที และวางตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา ๔ ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไปกรองด้วยตัวกรองไนลอน (Nylon syringe filter) ขนาดรูพรุน ๐.๔๕ ไมโครเมตร จากนั้นนำตัวอย่างที่กรองแล้วมาเติมซิลิกาเจล (Silica gel) ๐.๒๕ กรัม และโซเดียมซัลเฟต (Anhydrous sodium sulfate) ๐.๒๕ กรัม เพื่อดูดความชื้น หลังจากนั้น นำตัวอย่างไปเขย่า ๒ นาที ขั้นตอนสุดท้าย นำตัวอย่างมากรองด้วยตัวกรองไนลอนขนาด ๐.๒ ไมโครเมตร บรรจุสารละลายที่ได้ในขวดสีชาและเก็บในที่อุณหภูมิห้อง เช่น เก็บในตู้เย็นเพื่อรอนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ต่อไป

๒.๑.๑.๓ ขั้นตอนในการวิเคราะห์

- (๑) นำตัวอย่างใส่ในขวดสีชาขนาด ๒ มิลลิลิตร สำหรับฉีด
- (๒) เติมสารโฮปแทนที่ใช้อ้างอิง ($17\beta(H)$, $21\beta(H)$ -hopane, H30) ใช้เป็นตัวอ้างอิงลงในตัวอย่าง (Internal standard) ปริมาณ ๑ ไมโครลิตร
- (๓) นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph – Flame Ionization Detector (GC-FID) โดยวิเคราะห์ตัวอย่างละ ๓ ซ้ำ

๒.๑.๑.๔ การแปลผล

ผลการวิเคราะห์จากเครื่อง GC-FID จะทำให้ทราบถึงข้อมูลทั่วไป เช่น ช่วงจุดเดือดของตัวอย่าง นอกจากนี้ ผลจาก GC-FID อาจจะทำให้แยกชนิดของน้ำมันได้ เช่น น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันดีเซล และน้ำมันดิบ โดยสังเกตจากลักษณะของกราฟ หาก Chromatogram ของ GC-FID มีลักษณะเนินของกราฟขนาดใหญ่ขึ้นมา (Unresolved complex mixture, UCM) จะบอกเบื้องต้นได้ว่าตัวอย่างดังกล่าวคือ น้ำมันหล่อลื่น แต่หากไม่พบลักษณะเนินของกราฟขนาดใหญ่ขึ้นมาหรือมี UCM เล็กน้อย ก็อาจจะเป็นน้ำมันที่ผ่านกระบวนการทางธรรมชาติหรือเป็นน้ำมันชนิดอื่น ๆ และดำเนินการใช้เครื่อง GC-MS หรือ เครื่อง Two-Dimensional Gas Chromatograph with Time of Flight Mass Spectrometer detector (GCxGC-TOFMS) ในลำดับถัดไปซึ่งสามารถเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) ของน้ำมันได้

๒.๑.๒ วิธีการวิเคราะห์หาตัวชี้วัดทางชีวภาพ โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph – Mass Spectrometer (GC - MS) โดยอ้างอิงตาม Nordtest Oil Spill Identification และ CEN methodology 2012

๒.๑.๒.๑ คุณสมบัติของเครื่องที่ใช้ควรมีความสามารถในการวิเคราะห์เทียบเท่ากับ เครื่องที่มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์ ดังนี้

Detector :	Time of flight mass spectrometry
คอลัมน์ :	คอลัมน์แรก (First dimension 1D) ยาว ๖๐ เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ๐.๒๕ มิลลิเมตร และหนา ๐.๒๕ ไมโครเมตร (60 m long x 0.25 mm internal diameter, and 0.25 µm film thickness) เป็นคอลัมน์ชนิด capillary RTX-PAH column
Gas Injection :	ฮีเลียม (Helium) อัตราการไหล ๑ มิลลิลิตรต่อนาที
Split ratio :	๑๐:๑ (สารปริมาณ ๑๐ หน่วยจะถูกดึงเข้าสู่คอลัมน์ ปริมาณ ๑ หน่วย)
อุณหภูมิ :	
Injection port :	๓๐๐ องศาเซลเซียส
Transfer line :	๓๐๐ องศาเซลเซียส
MS source :	๒๕๐ องศาเซลเซียส
Oven :	1D oven เริ่มที่อุณหภูมิ ๔๐ องศาเซลเซียส คงที่ไว้ ๑ นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิไปจนถึง ๓๔๐ องศาเซลเซียส ที่อัตรา ๒.๕ องศาเซลเซียสต่อนาที จากนั้นคงอุณหภูมิไว้ที่ ๓๔๐ องศาเซลเซียส ๕ นาที

๒.๑.๒.๒ การเตรียมตัวอย่าง

ก่อนที่จะนำตัวอย่างน้ำมัน คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดินไปวิเคราะห์ ตัวอย่างจะผ่านกระบวนการสกัดน้ำมัน ในขั้นตอนแรก ชั่งตัวอย่างน้ำมัน ๐.๒ ถึง ๐.๒๕ กรัม จากนั้นเติมตัวทำละลาย เฮกเซนและไดคลอโรมีเทน (High purity n-hexane/dichloromethane) ในสัดส่วน ๑:๑ โดยปริมาตร ปริมาณ ๑๐ มิลลิลิตร จากนั้นเติม ๐.๕ กรัมของโซเดียมคาร์บอเนต (Anhydrous sodium carbonate) เพื่อกำจัดน้ำ ต่อกวนตัวอย่างไปเขย่า (Vortex) ความเร็วรอบประมาณ ๒๐๐ รอบต่อนาที เป็นเวลา ๕ นาที และวางตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา ๔ ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไปกรองด้วยตัวกรองไนลอน (Nylon syringe filter) ขนาดรูพรุน ๐.๔๕ ไมโครเมตร จากนั้นนำตัวอย่างที่กรองแล้วมาเติมซิลิกาเจล (Silica gel) ๐.๒๕ กรัม และโซเดียมซัลเฟต (Anhydrous sodium sulfate) ๐.๒๕ กรัม เพื่อดูดความชื้น หลังจากนั้น นำตัวอย่างไปเขย่า ๒ นาที ขั้นตอนสุดท้ายนำตัวอย่างมากรองด้วยตัวกรองไนลอนขนาด ๐.๒ ไมโครเมตร บรรจุสารละลายที่ได้ในขวดสีชา และเก็บในที่อุณหภูมิต่ำ เช่น เก็บในตู้เย็นเพื่อรอนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ต่อไป

๒.๑.๒.๓ ขั้นตอนในการวิเคราะห์

- (๑) นำตัวอย่างน้ำมันใส่ในขวดสีชาขนาด ๒ มิลลิลิตร สำหรับฉีด
- (๒) เติมสารโอบเพนที่ใช้อ้างอิง ($17\beta(H)$, $21\beta(H)$ -hopane, H30) ใช้เป็นตัวอ้างอิงลงไปในตัวอย่าง (Internal standard) ปริมาณ ๑ ไมโครลิตร
- (๓) นำตัวอย่างน้ำมันไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph – Mass Spectrometer (GC - MS) โดยวิเคราะห์ตัวอย่างละ ๓ ซ้ำ

๒.๑.๒.๔ การแปลผล

ผลการวิเคราะห์จากเครื่อง GC - MS ในการวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางชีวภาพ ได้แก่ สารกลุ่มโอบเพน (Hopanes group) ใช้การวิเคราะห์แปลผล อ้างอิงตาม Nordtest โดยเริ่มจากนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC มาคำนวณหาสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ (Diagnostic ratios) ของสารกลุ่มโอบเพน โดยไดแอกนอสติกส์สามารถคำนวณได้จากสูตร $100 \cdot A/(A+B)$ โดย A คือ พื้นที่ของสารโอบเพนจากเครื่อง GC และ B คือพื้นที่ของสารโอบเพนที่ใช้อ้างอิง ($17\beta(H)$, $21\beta(H)$ -hopane, H30)

กรณีที่มีผลการวิเคราะห์จากเครื่อง GC - MS ตัวอย่างที่ต้องการทราบแหล่งที่มาสามารถทำได้โดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ (Correlation plot) ของตัวชี้วัดทางชีวภาพในน้ำมันที่ต้องการทราบแหล่งที่มาเทียบกับน้ำมันที่คาดว่าเป็นแหล่งกำเนิด หรือจากฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน ชั้นแรกคือ นำไดแอกนอสติกส์ (Diagnostic ratios) ของสารกลุ่มโอบเพนที่ทำการวิเคราะห์ซ้ำ ๓ ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ย จากนั้น คำนวณหาค่าความแม่นยำทางสถิติ (Error bar) ของสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ (Diagnostic ratios) ของสารกลุ่มโอบเพนแต่ละตัว

หากสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ของสารกลุ่มโอบเพนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วงความเชื่อมั่น (Confident limit : CL) ๙๕% ก็จะบ่งชี้ว่าเป็นน้ำมันที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive match) หากสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ของสารกลุ่มโอบเพนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๘% ก็จะบ่งชี้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable Match) หากสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ส่วนใหญ่ไม่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๘% ก็จะสรุปได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่งกัน (Non match) ถ้ามีสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ส่วนใหญ่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๘% แต่มีบางจุดที่ไม่ตัดและแตกต่างอย่างมีนัยยะจะถือว่าสรุปไม่ได้ (Inconclusive)

๒.๑.๓ วิธีการวิเคราะห์หาตัวชี้วัดทางชีวภาพ หรือองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่น สารกลุ่มสเตอรัน (Steranes) และโอบเพน (Hopanes) โดยใช้เครื่อง Two-Dimensional Gas Chromatograph with Time of Flight Mass Spectrometer detector (GCxGC-TOFMS) อ้างอิงตาม Nordtest Oil Spill Identification และ CEN methodology 2012

๒.๑.๓.๑ คุณสมบัติของเครื่องที่ใช้ควรมีความสามารถในการวิเคราะห์เทียบเท่ากับ เครื่องที่มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์ ดังนี้

Detector :	Time of Flight Mass Spectrometry
คอลัมน์ :	คอลัมน์แรก (First dimension 1D) ยาว ๖๐ เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ๐.๒๕ มิลลิเมตร และหนา ๐.๒๕ ไมโครเมตร (60 m long x 0.25 mm internal diameter, and 0.25 μ m film thickness) เป็นคอลัมน์ ชนิด capillary RTX-PAH column คอลัมน์สอง (Second dimension 2D) ยาว ๑ เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ๐.๒๕ มิลลิเมตร และหนา ๐.๒๕ ไมโครเมตร (1 m long x 0.25 mm internal diameter, and 0.25 μ m film thickness) เป็นคอลัมน์ ชนิด capillary RTX-1HT column
Gas Injection :	ฮีเลียม (Helium) ๑ มิลลิลิตรต่อนาที
Split ratio :	๑๐:๑ (สารปริมาณ ๑๐ หน่วยจะถูกดึงเข้าสู่คอลัมน์ ปริมาณ ๑ หน่วย)
อุณหภูมิ	
Injection port :	๓๐๐ องศาเซลเซียส
Transfer line :	๓๐๐ องศาเซลเซียส
MS source :	๒๕๐ องศาเซลเซียส
Oven :	1D oven เริ่มที่อุณหภูมิ ๔๐ องศาเซลเซียส คงไว้ ๑ นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิไปจนถึง ๓๔๐ องศาเซลเซียส ที่อัตรา ๒.๕ องศาเซลเซียสต่อนาที จากนั้นคงอุณหภูมิ ไว้ที่ ๓๔๐ องศาเซลเซียส ๕ นาที 2D oven (ถ้ามี) การตั้งโปรแกรมลักษณะเดียวกับ 1D โดยตั้งค่าอุณหภูมิสูงกว่า 1D ๕ องศาเซลเซียส

๒.๓.๑.๒ การเตรียมตัวอย่าง

ก่อนที่จะนำตัวอย่างน้ำมัน คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดินไปวิเคราะห์ตัวอย่าง จะผ่านกระบวนการสกัดน้ำมัน ในขั้นตอนแรก ชั่งตัวอย่างน้ำมัน ๐.๒ ถึง ๐.๒๕ กรัม จากนั้นเติมตัวทำละลายเฮกเซน และไดคลอโรมีเทน (High purity n-hexane/dichloromethane) ในสัดส่วน ๑:๑ โดยปริมาตร ปริมาณ ๑๐ มิลลิลิตร จากนั้นเติม ๐.๕ กรัมของโซเดียมคาร์โบเนต (Anhydrous sodium carbonate) เพื่อกำจัดน้ำ ต่อบนตัวอย่าง ไปเขย่า (Vortex) เป็นเวลา ๕ นาที ความเร็วรอบประมาณ ๒๐๐ รอบต่อนาที และวางตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา ๔ ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไปกรองด้วยตัวกรองไนลอน (Nylon syringe filter) ขนาดรูพรุน ๐.๔๕ ไมโครเมตร จากนั้นนำตัวอย่างที่กรองแล้วมาเติมซิลิกาเจล (Silica gel) ๐.๒๕ กรัม และโซเดียมซัลเฟต (Anhydrous sodium sulfate)

๐.๒๕ กรัม เพื่อดูความชื้น หลังจากนั้น นำตัวอย่างไปเขย่า ๒ นาที ขั้นตอนสุดท้าย นำตัวอย่างมากรองด้วยตัวกรองไนลอนขนาด ๐.๒ ไมโครเมตร บรรจุสารละลายที่ได้ในขวดสีชา และเก็บในที่อุณหภูมิต่ำ เช่น เก็บในตู้เย็นเพื่อรอนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ต่อไป

๒.๓.๑.๓ ขั้นตอนในการวิเคราะห์

- (๑) นำตัวอย่างน้ำมันใส่ในขวดสีชาขนาด ๒ มิลลิลิตรสำหรับฉีด
- (๒) เติมสารโสมเพนที่ใช้อ้างอิง ($17\beta(H)$, $21\beta(H)$ -hopane, H30) ใช้เป็นตัวอ้างอิงลงในตัวอย่าง (Internal standard) ปริมาณ ๑ ไมโครลิตร
- (๓) นำตัวอย่างน้ำมันไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Two-Dimensional Gas Chromatograph with Time of Flight Mass Spectrometer Detector (GCxGC-TOFMS) โดยวิเคราะห์ตัวอย่างละ ๓ ชั่วโมง

๒.๓.๑.๔ การแปลผล

ผลการวิเคราะห์จากเครื่อง GCxGC-TOFMS ในการวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางชีวภาพ ได้แก่ สารกลุ่มโสมเพน (Hopanes group) ใช้การวิเคราะห์แปลผล อ้างอิงตาม Nordtest โดยเริ่มจากนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GCxGC-TOFMS มาคำนวณหาสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ (Diagnostic ratios) ของสารกลุ่มโสมเพน โดยไดแอกนอสติกส์สามารถคำนวณได้จากสูตร $100 \cdot A/(A+B)$ โดย A คือ พื้นที่ของสารโสมเพนจากเครื่อง GCxGC-TOFMS และ B คือพื้นที่ของสารโสมเพนที่ใช้อ้างอิง ($17\beta(H)$, $21\beta(H)$ -hopane, H30)

กรณีที่มีผลการวิเคราะห์จากเครื่อง GCxGC-TOFMS ตัวอย่างที่ต้องการทราบแหล่งที่มาสามารถทำได้โดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ (Correlation plot) ของตัวชี้วัดทางชีวภาพในน้ำมันที่ต้องการทราบแหล่งที่มาเทียบกับน้ำมันที่คาดว่าเป็นแหล่งกำเนิด หรือจากฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันชั้นแรกคือ นำไดแอกนอสติกส์ (Diagnostic ratios) ของสารกลุ่มโสมเพนที่ทำการวิเคราะห์ซ้ำ ๓ ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ย จากนั้น คำนวณหาค่าความแม่นยำทางสถิติ (Error bar) ของสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ (Diagnostic ratios) ของสารกลุ่มโสมเพนแต่ละตัว

หากสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ของสารกลุ่มโสมเพนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วงความเชื่อมั่น (Confident limit : CL) ๙๕% ก็จะบ่งชี้ว่าเป็นน้ำมันที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive match) หากสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ของสารกลุ่มโสมเพนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๘% ก็จะบ่งชี้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน ไม่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๘% ก็จะสรุปได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่งกัน (Non match) ถ้ามีสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ (Probable Match) หากสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ส่วนใหญ่ส่วนใหญ่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๘% แต่มีบางจุดที่ไม่ตัดและแตกต่างกันมีน้อยจะถือว่าสรุปไม่ได้ (Inconclusive)

๒.๒ วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์

๒.๒.๑ วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์ โดยใช้เครื่อง แบบ WD-XRF (Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) และแบบ ED-XRF (Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) อ้างอิงตาม Nordtest Oil Spill Identification

๒.๒.๑.๑ คุณสมบัติของเครื่องที่ใช้ควรมีความสามารถในการวิเคราะห์เทียบเท่ากับ เครื่องที่มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์ แบบ WD-XRF (Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) และแบบ ED-XRF (Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) ซึ่งเป็นเครื่องที่มีแหล่งกำเนิด รังสีเอกซ์ ให้พลังงานของรังสีเอกซ์อย่างน้อย ๑๐ กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) มีระบบและอุปกรณ์สำหรับวัดตัวอย่าง ของเหลวที่เป็นน้ำมันได้ สำหรับ WD-XRF มีผลึกที่สามารถวิเคราะห์ธาตุนิเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium)

(๑) เครื่องวิเคราะห์ แบบ WD-XRF (Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer)

X-ray Generator Unit : Tube-Above 4 kW, 60kV, 150mA

Rh Target Anode (20.2 keV)

End Window 30 Micron

Detectors : Scintillation counter (SC) สำหรับวิเคราะห์
ธาตุหนัก

Flow proportional counter (F-PC) สำหรับ
วิเคราะห์ธาตุเบา

Analyze Crystal : LiF(200), LiF(220), GeH, PeTH, RX25,
RX40, RX45, RX75

(๒) เครื่องวิเคราะห์ แบบ ED-XRF (Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer)

X-ray Generator Unit : Tube-Above 4 kW, 60kV, 150mA

Rh Target Anode (20.2 keV)

End Window 30 Micron

Detectors : Scintillation counter (SC) สำหรับวิเคราะห์
ธาตุหนัก

Flow proportional counter (F-PC) สำหรับ
วิเคราะห์ธาตุเบา

๒.๒.๑.๒ การเตรียมตัวอย่าง

ทำการสุ่มตัวอย่างน้ำมันเพื่อใช้วิเคราะห์จำนวน ๓ ตัวอย่างจากตัวอย่างชนิด เดียวกัน (หรือตัวอย่างคราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดิน) แยกตัวอย่างที่สุ่มมาแล้วนั้นบรรจุในอุปกรณ์สำหรับใส่ของ เฉพาะที่ใช้สำหรับแต่ละเครื่องมือ โดยดำเนินการตามคำแนะนำของเครื่องมือ

๒.๒.๑.๓ ขั้นตอนในการวิเคราะห์

นำตัวอย่างเข้าเครื่องมือวิเคราะห์โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเพื่อให้ค่าที่ได้มากกว่า Limit of quantitation (LOQ) ของเครื่องมือ กล่าวคือ สามารถระบุปริมาณนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ให้มีค่ามากกว่าค่าต่ำสุดของเครื่องที่สามารถตรวจหาเชิงปริมาณโดยมีความเที่ยงและความแม่นยำ

๒.๒.๑.๔ การแปลผล

เครื่องวิเคราะห์แบบ WD-XRF (Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) และแบบ ED-XRF (Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) ใช้โปรแกรมแปลผลที่มากับเครื่องและหาอัตราส่วนระหว่างนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) เมื่อได้อัตราส่วนของตัวอย่างแล้วสามารถนำมาเปรียบเทียบกับอัตราส่วนในฐานข้อมูล หรือตัวอย่างแหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย ทั้งนี้ ในเบื้องต้นใช้เกณฑ์เปรียบเทียบ ดังนี้

(๑) มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive match) มีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ความเชื่อมั่น (CL) ๘๕%

(๒) มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable match) มีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) ๘๕ - ๙๘%

(๓) สรุปลได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่งกัน (Non match) มีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) ๙๘%

๒.๒.๒ วิธีการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Synchrotron X-ray Fluorescence Spectrometer

๒.๒.๒.๑ คุณสมบัติของเครื่องที่ใช้ควรมีความสามารถในการวิเคราะห์ไม่ต่ำกว่าหรือเทียบเท่ากับเครื่องที่มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์ ดังนี้ เครื่อง Synchrotron X-ray Fluorescence Spectrometer เป็นสถานีทดลองที่สามารถปรับเปลี่ยนพลังงานของรังสีเอกซ์ได้อย่างน้อย ๑๐ กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) โดยที่ยังที่ังมีความเข้มแสง ๑๐๗ phs/sec/๐.๑%bw

Photon energy : ๔ - ๑๘ keV

Photon flux : ๑๐๗ - ๑๐๘ phs/sec/๐.๑%bw (@๑๐๐mA)

Energy resolution : ๑๐^{-๔}

ขนาดของรังสีเอกซ์ : กว้าง ๖ มิลลิเมตร x สูง ๓ มิลลิเมตร

๒.๒.๒.๒ การเตรียมตัวอย่าง

เลือกสุ่มตัวอย่างน้ำมันเพื่อใช้วิเคราะห์ จำนวน ๓ ตัวอย่างจากน้ำมันดิบชนิดเดียวกัน (หรือตัวอย่างคราบน้ำมันที่เก็บมา) โดยใช้หลอดฉีดยาคูดตัวอย่างน้ำมันดิบออกมาจำนวน ๑ มิลลิลิตร และบรรจุลงในถุงพลาสติก Polyethylene zipper bag ดังแสดงในรูปที่ ๑

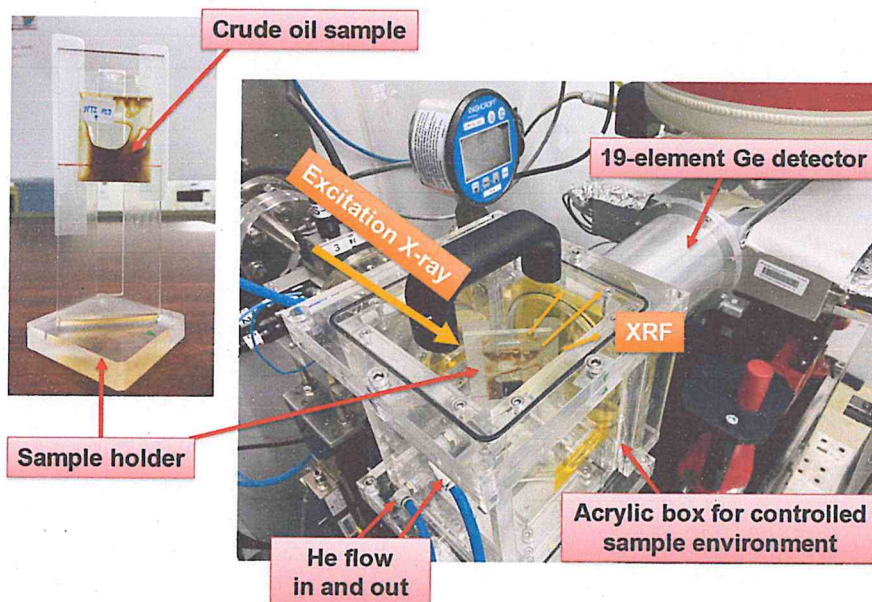


รูปที่ ๑ การบรรจุตัวอย่างน้ำมันดิบที่ทำการสุ่มเพื่อวัดด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ โดยการบรรจุในถุงพลาสติก Polyethylene zipper bag

๒.๒.๒.๓ ขั้นตอนในการวิเคราะห์

(๑) ตัดตัวอย่างน้ำมันดิบที่บรรจุอยู่ในถุงพลาสติกลงบนแท่นติดตัวอย่าง (Sample holder) และนำแท่นติดตัวอย่างดังกล่าวไปบรรจุลงในกล่องควบคุมบรรยากาศ (Acrylic box for controlled sample environment) หรืออุปกรณ์ที่สามารถควบคุมบรรยากาศได้

(๒) ปิดกล่องควบคุมบรรยากาศให้สนิท และให้แก๊สฮีเลียม (Helium) ไหลผ่านเข้าไปในกล่อง และผ่านออกตามช่องเปิดด้านข้าง ทำให้ตัวอย่างอยู่ภายใต้บรรยากาศเฉื่อยของแก๊สฮีเลียม เพื่อป้องกันการสูญเสียสัญญาณการเรืองรังสีเอกซ์ที่เกิดขึ้นก่อนถึงหัวตรวจวัดการเรืองรังสีเอกซ์จากการดูดกลืนด้วยอากาศ การติดตั้งตัวอย่างแสดงในรูปที่ ๒



รูปที่ ๒ ภาพแสดงการติดตัวอย่างน้ำมันดิบบนแท่นติดตัวอย่าง (Sample holder) และการวางแท่นติดตัวอย่างที่สถานีทดลองด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ที่ระบบลำแสงที่ ๑.๑ W

(๓) ใช้พลังงานกระตุ้นของรังสีเอกซ์ที่ตกกระทบที่พลังงานอย่างน้อย ๑๐ keV แต่ไม่เกิน ๒๐ keV* และใช้อุปกรณ์วัดสัญญาณการเรืองรังสีเอกซ์ เช่น Ge detector โดยให้หัววัดอยู่ชิดกับกล่องควบคุมบรรยากาศ** โดยมีระยะห่างระหว่างสารตัวอย่างกับหัวตรวจวัด (sample-to-detector distance) ไม่เกิน ๑๐ เซนติเมตร*** และใช้เวลาในการตรวจวัดเพื่อให้ค่าที่ได้มากกว่า Limit of quantitation (LOQ) ของเครื่องมือ กล่าวคือสามารถระบุปริมาณนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ให้มีค่ามากกว่าค่าต่ำสุดของเครื่องที่สามารถตรวจหาเชิงปริมาณโดยมีความเที่ยงและความแม่นยำ (ที่ใช้ในการเก็บฐานข้อมูลคือ ๑,๕๐๐ วินาที ต่อ ๑ ตัวอย่าง)

หมายเหตุ

* พลังงานกระตุ้นของรังสีเอกซ์ที่ตกกระทบที่ใช้เก็บฐานข้อมูลกลายน้ำมันน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) คือ ๑๒ keV

** อุปกรณ์วัดสัญญาณการเรืองรังสีเอกซ์ เช่น Ge detector (ที่ใช้เก็บฐานข้อมูลกลายน้ำมันน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) คือ 19-element Ge detector ยี่ห้อ Canberra

*** หัววัดอยู่ชิดกับกล่องควบคุมบรรยากาศ โดยมีระยะห่างระหว่างสารตัวอย่างกับหัวตรวจวัด (sample-to-detector distance) (ที่ใช้เก็บฐานข้อมูลฐานข้อมูลกลายน้ำมันน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) คือ ๘ เซนติเมตร

๒.๒.๒.๔ การแปลผล

ผลการเรืองรังสีเอกซ์ (XRF spectrum) จากหัววัดแต่ละหัว ทั้ง ๑๙ หัว จะถูกนำมาเฉลี่ยผลการวัดโดยการใช้โปรแกรมประมวลผลภาพ อาทิเช่น “ROI Imaging Tool” เป็นต้น เพื่อแสดงผลการเรืองรังสีเอกซ์ของตัวอย่างน้ำมันดิบ ในแต่ละครั้งของการวัดเพียง ๑ ข้อมูล และจากนั้นทำการประมวลผลเพื่อหาปริมาณของธาตุองค์ประกอบแต่ละชนิดด้วยโปรแกรม “PyMCA” โดยการหาพื้นที่ใต้กราฟสัญญาณที่เป็นค่าจำเพาะกับธาตุนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) เพื่อหาอัตราส่วนของธาตุนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) เมื่อได้อัตราส่วนของตัวอย่างแล้วสามารถนำมาเปรียบเทียบกับอัตราส่วนในฐานข้อมูลหรือตัวอย่างแหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย ทั้งนี้ ในเบื้องต้นใช้เกณฑ์เปรียบเทียบ ดังนี้

(๑) มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive match) มีมีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ความเชื่อมั่น (CL) ๘๕%

(๒) มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable match) มีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) ๘๕ - ๙๘%

(๓) สรุปลงได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่งกัน (Non match) มีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) ๙๘%

๒.๓ การบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย การประมวลผลการวิเคราะห์ในภาพรวมเพื่อบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

๒.๓.๑ การวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์

๒.๓.๑.๑ เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph – Flame Ionization Detector (GC-FID) เพื่อหาการกระจายตัวของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และปริมาณขององค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งจะสามารถระบุชนิดของน้ำมันบางชนิด เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันเครื่องบิน น้ำมันก๊าด น้ำมันเตา และน้ำมันดิบจากองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนในเบื้องต้น

๒.๓.๑.๒ นำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย หรือต่างประเทศ หรือผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างต้องสงสัย หากพบว่าไม่เหมือนกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หรือต่างประเทศ หรือผลวิเคราะห์ตัวอย่างต้องสงสัยโดยให้ดำเนินการตรวจสอบว่าตัวอย่างได้ผ่านกระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) จากสภาพแวดล้อมหรือไม่โดยสังเกตจากสภาพ และลักษณะของตัวอย่าง หรือตรวจสอบเบื้องต้นได้จากผลของเครื่อง GC-FID ซึ่งในกรณีที่ผ่านมากระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) มาจะมีปริมาณของไฮโดรคาร์บอนเบา (Light Component) น้อยจึงทำการตรวจสอบตามข้อ ๒.๓.๑.๓ แต่ในกรณีที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการทางธรรมชาติ จะสามารถสรุปได้ว่าไม่ใช่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันเครื่องบิน น้ำมันก๊าด น้ำมันเตา และน้ำมันดิบ

๒.๓.๑.๓ จากกรณีพบว่าตัวอย่างได้ผ่านกระบวนการทางธรรมชาติให้ดำเนินการตรวจสอบต่อด้วยด้วยเครื่อง Gas Chromatograph - Mass Spectrometer (GC - MS) เพื่อวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางชีวภาพเบื้องต้น หรือ/และ เครื่อง Two-Dimensional Gas Chromatograph with Time of Flight Mass Spectrometer detector (GCxGC-TOFMS) เพื่อวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางชีวภาพในเชิงลึก จากนั้นจึงนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันและผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย หรือต่างประเทศ หรือผลวิเคราะห์ตัวอย่างของแหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย

๒.๓.๑.๔ พิจารณาหากสัดส่วนไดแอนอสติกส์ของสารกลุ่มไฮโปเพนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วงความเชื่อมั่น (Confident limit : CL) ๙๕% ก็จะบ่งชี้ว่าเป็นน้ำมันที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive match) หากสัดส่วนไดแอนอสติกส์ของสารกลุ่มไฮโปเพนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๘% ก็จะบ่งชี้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable Match) หากสัดส่วนไดแอนอสติกส์ส่วนใหญ่ไม่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๘% ก็จะสรุปได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่งกัน (Non match) ถ้ามีสัดส่วนไดแอนอสติกส์ส่วนใหญ่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๘% แต่มีบางจุดที่ไม่ตัดและแตกต่างกันมีนัยยะจะถือว่าสรุปไม่ได้ (Inconclusive)

๒.๓.๒ การวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์

๒.๓.๒.๑ เป็นการตรวจสอบด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ที่เทียบเท่าหรือสูงกว่า โดยใช้เครื่องแบบ WD-XRF (Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) และแบบ ED-XRF (Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) และนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หรือต่างประเทศ ผลวิเคราะห์ตัวอย่าง

๒.๓.๒.๒ กรณีที่ยังไม่สามารถระบุได้จากขั้นตอนดังกล่าว ให้ตรวจสอบต่อไป โดยใช้เครื่อง Synchrotron X-ray Fluorescence Spectrometer ซึ่งเป็นการเรืองรังสีเอกซ์ที่ใช้แสงซินโครตรอน และนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หรือต่างประเทศ หรือผลวิเคราะห์ตัวอย่างของแหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย

๒.๓.๒.๓ เมื่อได้อัตราส่วนของธาตุนิเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ตัวอย่างแล้วสามารถนำมาเปรียบเทียบกับอัตราส่วนในฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หรือผลวิเคราะห์ตัวอย่างของแหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัยทั้งนี้ ในเบื้องต้นใช้เกณฑ์เปรียบเทียบ ดังนี้

(๑) มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive match) มีอัตราส่วนธาตุนิเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ความเชื่อมั่น (CL) ๘๕%

(๒) มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable match) มีอัตราส่วนธาตุนิเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) ๘๕ - ๙๘%

(๓) สรุปลได้ว่า เป็นน้ำมันคนละแหล่งกัน (Non match) มีอัตราส่วนธาตุนิเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) ๙๘%

๒.๔ สรุปผลการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย

นำข้อมูลผลการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์ และองค์ประกอบสารอนินทรีย์ไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันและผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หรือต่างประเทศ หรือผลวิเคราะห์ตัวอย่างของแหล่งที่มาของน้ำมัน หรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย มาประกอบกัน โดยสามารถสรุปได้ใน ๔ กรณีตารางสรุปผล ดังนี้

กรณีที่ ๑ มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive Match) โดยผลจากทั้ง ๒ ส่วนไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในช่วงที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน

กรณีที่ ๒ มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable Match) โดยมีผลจากทั้ง ๒ ส่วนไปในทิศทางเดียวกันมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน หรือมีผลใดผลหนึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน

กรณีที่ ๓ สรุปได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่ง (Non - Match) โดยมีผลจากทั้ง ๒ ส่วนไปในทิศทางเดียวกันมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันคนละแหล่ง (Non - Match) ซึ่งในกรณีที่ไม่สามารถสรุปผลได้ให้บันทึกผลการวิเคราะห์ไว้ในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบในอนาคตต่อไป

กรณีที่ ๔ สรุปไม่ได้ (Inconclusive) โดยมีผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์แล้วไม่สามารถสรุปได้

ทั้งนี้ หากการแปลผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอินทรีย์ และองค์ประกอบสารอนินทรีย์ มีความขัดแย้งให้ยึดผลการวิเคราะห์ขององค์ประกอบสารอินทรีย์เป็นหลัก

ผลการวิเคราะห์	การวิเคราะห์สารกลุ่มอินทรีย์	การวิเคราะห์สารกลุ่มอนินทรีย์	ผลสรุป
กรณีที่ ๑	สัดส่วนไดออกซอสติกส์ของสารกลุ่มไฮโปเฟนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๕% หรือมากกว่า	มีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ความเชื่อมั่น (CL) ๘๕%	มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive Match)
กรณีที่ ๒	สัดส่วนไดออกซอสติกส์ของสารกลุ่มไฮโปเฟนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๘%	อัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) ๘๕ - ๙๘%	มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable Match)
กรณีที่ ๓	ถ้ามีสัดส่วนไดออกซอสติกส์ส่วนใหญ่ไม่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๘%	อัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) ๙๘%	สรุปได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่ง (Non - Match)
กรณีที่ ๔	ถ้ามีสัดส่วนไดออกซอสติกส์ส่วนใหญ่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL ๙๘% แต่มีบางจุดที่ไม่ตัดและแตกต่างอย่างมีนัยยะ	-	สรุปไม่ได้ (Inconclusive)

การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอินทรีย์

ตรวจสอบด้วยเครื่อง Gas Chromatography – Flame Ionization Detector (GC-FID)

เพื่อหาการกระจายตัวของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนสามารถระบุชนิดของน้ำมันบางชนิดได้ เช่น น้ำมันเครื่อง น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันเครื่องบิน น้ำมันก๊าด น้ำมันเตา หรือน้ำมันดิบจากองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนเบื้องต้นได้

สรุปผล

Non – Match (ไม่เหมือน)

เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล/ตัวอย่างที่สงสัย

เหมือน/คล้าย

ไม่เหมือน

ตรวจสอบว่ามาจากสภาพแวดล้อมหรือไม่

ไม่ใช่

ใช่

1. ตรวจสอบด้วยเครื่อง Gas Chromatograph Mass Spectrometer (GC MS) สามารถวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker) เบื้องต้นได้ หรือ/และ 2. ตรวจสอบด้วยเครื่อง GCxGC TOFMS วิเคราะห์ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker) ในเชิงลึก

เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล/ตัวอย่างที่สงสัย

สรุปผล

- Positive Match (เหมือน)
- Possible Match (คล้าย)
- Inconclusive (สรุปไม่ได้)
- Non - Match (ไม่เหมือน)

การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอนินทรีย์

หมายเหตุ :

สามารถใช้เครื่อง (X –ray Fluorescence Spectrometer (XRF)) แบบ Portable เพื่อหาอัตราส่วนของ Ni/V ร่วมกับการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอินทรีย์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography – Flame Ionization Detector (GC-FID)

ตรวจสอบด้วยเครื่อง

(X –ray Fluorescence Spectrometer (XRF))

แบบ ED-XRF หรือ/และ WD-XRF

หรือ/และ Synchrotron XRF เพื่อหาอัตราส่วนของ Ni/V