



การตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์กรณีการตัดต้นไม้ขวางทางสัญจร
ในเหตุก่อความไม่สงบในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้
**Analysis on the Case Study of Roadway Blocked by Perennial Plants
in Restive South**

กัจจา ไตรภูวนารด

Kijja Tripuwanard

วิทยานิพนธ์นี้สำหรับการศึกษิตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Forensic Science

Prince of Songkla University

2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์กรณีการตัดต้นไม้ขวางทางสัญจรใน
 เหตุก่อความไม่สงบในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้
 ผู้เขียน นายกิจจา ไตรภูวนารถ
 สาขาวิชา นิติวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	คณะกรรมการสอบ
.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อารีย์ ชูคำ)	(แพทย์หญิงคุณหญิงพรทิพย์ โรจนสุนันท์)
กรรมการ
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อารีย์ ชูคำ)
กรรมการ
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ วงศ์นิรามัยกุล)
กรรมการ
	(ดร. วงศ์กฤษ ภูภูมิรัตน์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำหรับ
 การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

.....
 (รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเองและขอขอบคุณผู้ที่มีส่วน
เกี่ยวข้องกับทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อารีย์ ชูคำ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....

(นายกิจจา ไตรภูวนารถ)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อนและ
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายกิจจา ไตรภูวนารถ)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์กรณีการตัดต้นไม้ขวางทางสัญจรในเหตุก่อความไม่สงบในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้

ผู้เขียน นายกิจจา ไตรภูวนารถ

สาขาวิชา นิติวิทยาศาสตร์

ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

เหตุความไม่สงบในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ เป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางด้านความมั่นคง เศรษฐกิจ ของประเทศ ผู้ก่อการความไม่สงบมีรูปแบบในการก่อเหตุที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ภูมิประเทศ วัตถุประสงค์ของการ ก่อเหตุ ข้อจำกัดของอุปกรณ์ที่ใช้ก่อเหตุ และกำลังคนในการก่อความไม่สงบหลายครั้งที่ผ่านมา ผู้ก่อความไม่สงบใช้กลยุทธ์การตัดต้นไม้ขวางทางจราจร เพื่ออำนวยความสะดวกในการก่อเหตุ เช่น ถ่วงเวลา เพิ่มระยะเวลาการก่อเหตุที่ได้ผลแม่นยำ เนื่องจากผู้ก่อเหตุมีระยะเวลาในการก่อเหตุจำกัด จึงนิยมใช้เลื่อยโซ่ยนต์ในการตัดต้นไม้ ทำให้ทิ้งร่องรอยการก่อเหตุจากน้ำมันหล่อลื่น ได้แก่ ภาชนะบรรจุ น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันหล่อลื่นที่ เปื้อนบริเวณดอไม้และขี้เลื่อย คราบน้ำมันหล่อลื่นในสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งคาดว่า น่าจะเกิดจา การเติมน้ำมันลงถัง เป็นต้น ร่องรอยดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดี ได้ และ จากพฤติกรรมการใช้ น้ำมันหล่อลื่นในการบำรุงรักษาเลื่อยโซ่ยนต์ของประชาชนในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ มีลักษณะเฉพาะ โดยนิยมใช้น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วซึ่งเปลี่ยนถ่ายมาจากรถจักรยานยนต์ (ขายแบบซังกิโกล) ซึ่งมีราคาถูกกว่าน้ำมันหล่อลื่นที่มีขายตามท้องตลาด ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้ จึงสนใจศึกษาความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเลื่อยโซ่ยนต์ที่นิยมใช้ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ ทั้งที่มีขายในเชิงพาณิชย์และน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วที่มีขายในแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็นข้อมูลในการตรวจเปรียบเทียบหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากกรณีตัดต้นไม้ขวางทางจราจร ได้ โดยเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน 10 ยี่ห้อ น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วผ่านกระบวนการรีไซเคิล 3 ยี่ห้อ และน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วไม่ผ่านกระบวนการ (Reused oil) 44 ตัวอย่าง ประกอบด้วยตัวอย่างจากจังหวัดปัตตานี 16 ตัวอย่าง จากจังหวัดนราธิวาส 16 ตัวอย่าง และจากจังหวัดยะลา 12

ตัวอย่าง โดยตัวอย่างที่จัดเก็บในแต่ละจังหวัดเก็บตัวอย่างจากแหล่งเดิม ทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 2 เดือน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีที่เวลาต่างกัน

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นพบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละชนิด คือ น้ำมันที่ยังไม่ผ่านการใช้งานจะมีความใส โปร่งแสง สำหรับเครื่องยนต์ 4 จังหวะจะมีสีเหลือง และสำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะจะมีสีเขียว ส่วนน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วจะมีความใสและความโปร่งแสงลดลงตามอายุและลักษณะการใช้งาน สีจะเข้มขึ้นจนกลายเป็นสีดำ

การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของน้ำมันหล่อลื่นด้วยเทคนิค ฟลูออโรกราฟฟี อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี ตรวจพบพีคของการดูดกลืนแสงที่พบเฉพาะในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิด ซึ่งอาจเป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประกอบต่างๆในน้ำมันหล่อลื่น สารที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ในเครื่อง สารเพิ่มคุณภาพ ตลอดจนสารระบุเอกลักษณ์ (Marker) ของน้ำมันหล่อลื่นนั้นๆ ได้แก่ น้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งานสำหรับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ พบพีคของการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่น 976 cm^{-1} และ 1537 cm^{-1} สำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ พบพีคของการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่น 769 cm^{-1} , 920 cm^{-1} , 950 cm^{-1} , 1366 cm^{-1} และ 2869 cm^{-1} น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านกระบวนการรีไซเคิล พบพีคของการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่น 766 cm^{-1} , 965 cm^{-1} และ 1652 cm^{-1} และน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว พบพีคของการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่น 740 cm^{-1} , 805 cm^{-1} , 1209 cm^{-1} , 1706 cm^{-1} , 1732 cm^{-1} และ 3411 cm^{-1} เป็นต้น

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นด้วยเทคนิค แก๊สโครมาโทกราฟี พบรูปแบบโครมาโทแกรมของน้ำมันหล่อลื่นแต่ละตัวอย่างที่แตกต่างกัน กล่าวคือ พีคที่เวลา 2.7 ถึง 4.5 นาที ซึ่งตรวจไม่พบในน้ำมันหล่อลื่นใหม่ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน คาดว่าเป็นผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน , พีคของอัลเคน $C_{15} - C_{22}$ ที่เวลา 8 – 14 นาที ซึ่งมีปริมาณมากขึ้นเมื่อ น้ำมันหล่อลื่นผ่านการใช้งานมากขึ้น , พีคของ heavy petroleum distillates และสารประกอบกลุ่ม naphthenic และ paraffinic ที่เวลา 4 – 8 นาที ที่พบเฉพาะในน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน และพีคของสารผสมเชิงซ้อน (Unresolved complex mixture หรือ UCM) ที่มีความกว้าง ความสมมาตร และความสูงของยอดที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอายุการใช้งาน และชนิดของน้ำมันหล่อลื่น พีคทั้งหมด ค้างคั้ง สามารถพบได้ในโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง ในอำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส ซึ่งตรวจพบตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุ 2 ตัวอย่าง และน้ำมันหล่อลื่นจากถังน้ำมันเลี้ยงโซ่ของเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัย 5 ตัวอย่าง ผลการศึกษาเปรียบเทียบตัวอย่างด้วยเทคนิค

ฟูเรียรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี และเทคนิค แก๊สโครมาโทกราฟี พบว่า น้ำมันหล่อลื่น
ของเก็ยโซยนต์ต้องสงสัยให้ผลการวิเคราะห์ไม่ตรงกับน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุ

Thesis Title	Forensic Analysis on the Case Study of Roadway Blocked by Perennial Plants in Restive South.
Author	Mr. Kijja Tripuwanard
Major Program	Forensic Science
Academic Year	2014

ABSTRACT

In recent years, Thailand's southern border provinces (Malay-Muslim-majority border provinces) have become the scene of violence and insurgency. One of the attack patterns is the blocking of roads with perennial plants followed by planned attacks using improvised explosive devices (IEDs) or weapons on first responders. Containers of viscous dark lubricating oil and traces of lubricants on the felled trees were usually found at the scene. These were suspected to be chain oil lubricant from the chainsaws used to cut down the trees used for the roadblock. This work aimed to differentiate the chromatographic patterns and FTIR spectrum of used lubricating oils available in automobile repair shops from various locations across Thailand's southern border provinces.

Thirteen samples of commercial lubricants were collected. This includes six four-stroke engine oils, four two-stroke engine oils and three recycled engine oils. Forty-four samples of used lubricating oils were collected, 16 samples from Pattani, 16 samples from Narathiwat and 12 samples from Yala province. These samples were collected from each shop every two weeks for a period of two months to study the difference of chemical components in different periods of time. The physical properties of brand new four-stroke commercial lubricants appear clear with yellowish color while two-stroke commercial lubricants are green. Used lubricants, however, the clearness and transparency will decrease and turn into black color depending on the usage and the shelf life of the oil.

All lubricating oils were analyzed using gas chromatography/flame ionization detector (GC/FID) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) every two weeks to study their variation in chemical compositions over time.

FTIR spectrums provide information of chemical functional groups of each lubricant which represent lubricant chemical compositions such as oxidation products, nitration products and additives. Four-stroke engine oils contain peaks at 976 cm^{-1} and 1537 cm^{-1} , while two-stroke engine oils contain peaks at 769 cm^{-1} , 920 cm^{-1} , 950 cm^{-1} , 1366 cm^{-1} , and 2869 cm^{-1} . Recycled lubricants contain peaks at 766 cm^{-1} , 965 cm^{-1} and 1652 cm^{-1} , while re-used lubricants contain peaks at 740 cm^{-1} , 805 cm^{-1} , 1209 cm^{-1} , 1706 cm^{-1} , 1732 cm^{-1} and 3411 cm^{-1} .

New two-stroke and four-stroke oils, together with a range of recycled lubricating oils revealed very similar chromatographic pattern all of which were different from the chromatographic patterns observed for used oils. Used lubricating oils collected from 11 locations in the south of Thailand every two weeks over a two months period provided evidence of the variation of chemical compositions in each sample. This is thought to be a consequence of the high turnover of lubricants with the automobile repair shops used to obtain the used oils. These used oils also contained a number of peaks (2.7 – 4.5 min), most likely oxidized products, which were absent in the other analyzed samples. A number of the used oils from the Pattani and Narathiwat regions also contained a characteristic group observed within the two-stroke oils (4 – 8 min), which were absent from all oils analyzed from the Yala region. Looking at the oils available over a period of time (2 months), it was evidence that the turnover of used oils available illustrated the importance of rapid sampling of nearby premises when an incident occurs and the inclusion or exclusion of a potential source is required. The developed analytical methods were used in the analysis of two casework samples recovered from a scene in Ra-Ngae, Narathiwat and their chromatographic patterns compared with those from a range of seized chainsaws. The results indicated the exclusion of all seized chain saw oils as a possible source of the recovered scene sample.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากบุคคลหลายท่าน และจากหลายหน่วยงาน ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ ดังนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีย์ ชูคำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ แพทย์หญิงคุณหญิงพรทิพย์ โรจนสุนันท์ ประธานกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ วงศ์นิรามัย กุล และ ดร.วงศ์กัญ ภูภูมิรัตน์ ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่ายิ่งและเสนอแนะแนวทางอันเป็นประโยชน์เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายเพื่อนำเสนอผลงานวิชาการ

ขอขอบพระคุณ กลุ่มตรวจสอบอาวุธปืนและวัตถุพยานทางฟิสิกส์ สำนักนิติวิทยาศาสตร์บริการ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ที่ ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ในการทำงานวิจัย รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ ข้อมูลทางวิชาการ และสารเคมีสำหรับทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ สำนักตรวจพิสูจน์ทางเคมี สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ที่ ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ในการทำงานวิจัย รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ ข้อมูลทางวิชาการ และสารเคมีสำหรับทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ หน่วยเฉพาะกิจในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ ที่ ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล การเก็บตัวอย่าง และความปลอดภัยในการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณเลขานุการและบุคลากรของภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้คำแนะนำ และช่วยเหลืองานด้านเอกสารต่างๆ

ขอขอบคุณ น้องๆ ในหลักสูตรนิติวิทยาศาสตร์ที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆตลอดมา

ขอขอบคุณ พี่ๆ และเพื่อนๆ ในสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ ที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆตลอดมา

ขอขอบคุณ ร้อยตรีหญิงอุทัยวรรณ แก้วมณี ที่ให้ความช่วยเหลือ หลักในการ
เก็บตัวอย่างในพื้นที่ความเสี่ยงสูงตลอดมา

ขอขอบคุณ นางสาวอรภา ไชยรัตน์ และนางสาวนภาพร ชื้อตระกูล นักนิติ
วิทยาศาสตร์ชำนาญการ ที่ให้ความช่วยเหลือหลักในการตรวจอักษร ให้คำปรึกษาด้านการแปล
เอกสาร และคอยเป็นกำลังใจตลอดมา

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณพ่อ วิจารณ์ ไตรภูวนารถ และครอบครัว
สำหรับกำลังใจที่ดี และให้การสนับสนุนการศึกษา รวมทั้งให้คำปรึกษาในทุกๆเรื่องด้วยดีเสมอมา
จนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

กัจจา ไตรภูวนารถ

สารบัญ

	หน้า
หน้าอนุมัติ	(2)
บทคัดย่อภาษาไทย	(5)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(11)
รายการตาราง	(15)
รายการรูป	(16)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำตั้งเรื่อง	1
1.2 การตรวจเอกสาร	2
1.2.1 เลื่อยโซยนต์	2
1.2.2 น้ำมันหล่อลื่น	4
1.2.3 วิธีวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น	9
1.2.4 เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีร่วมกับตัวตรวจวัดชนิด เฟลมไอออไนเซชัน	10
1.2.5 เทคนิคฟูเรียทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี	12
1.3 วัตถุประสงค์	13
1.4 ขอบเขตการศึกษาวิจัย	14
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	14
บทที่ 2 วิธีการวิจัย	15
2.1 วัสดุและอุปกรณ์	15
2.1.1 สารเคมี	15
2.1.2 เครื่องมือวิเคราะห์และสภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 วิธีการดำเนินการ	17
2.2.1 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่าง	17
2.2.1.1 น้ำมันหล่อลื่นใหม่ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน	17
2.2.1.2 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว	17
2.2.2 การตรวจเปรียบเทียบรูปแบบหรือองค์ประกอบทางเคมี จากตัวอย่างจากคดีการตัดต้นไม้ขวางทางสัญจร	18
บทที่ 3 ผลการทดลองและการอภิปรายผล	20
3.1 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่น	20
3.1.1 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน	20
3.1.1.1 น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ	20
3.1.1.2 น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ	23
3.1.2 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว	25
3.1.2.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycled Oil)	25
3.1.2.2 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วและนำกลับมาใช้ใหม่ โดยไม่ผ่านกระบวนการ (Reused oil)	27
3.1.2.2.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วที่เก็บตัวอย่างจาก จังหวัดปัตตานี	28
3.1.2.2.2 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วที่เก็บตัวอย่างจาก จังหวัดนราธิวาส	32
3.1.2.2.3 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วที่เก็บตัวอย่างจาก จังหวัดยะลา	36
3.1.3 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง	39
3.1.3.1 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุ	39
3.1.3.2 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นจากเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัย	40
3.2 ผลการศึกษาวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของน้ำมันหล่อลื่นตัวอย่างด้วยเทคนิค ATR-FTIR	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์หามุ่ฟังกัชั้นของน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน	42
3.2.1.1 น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ	42
3.2.1.2 น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ	43
3.2.2 ผลการศึกษาวิเคราะห์หามุ่ฟังกัชั้นของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว	46
3.2.2.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วนำกลับมารีไซเคิล	46
3.2.2.2 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดปัตตานี	47
3.2.2.3 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส	50
3.2.2.4 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดยะลา	51
3.2.3 ผลการศึกษาวิเคราะห์หามุ่ฟังกัชั้นของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น จากคดีตัวอย่าง	54
3.3 ผลการวิเคราะห์และตรวจเปรียบเทียบของค์ประกอบทางเคมีของน้ำมัน หล่อลื่นด้วยเทคนิค GC-FID	61
3.3.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน	61
3.3.1.1 น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ	61
3.3.1.2 น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ	64
3.3.2 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว	67
3.3.2.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycled Oil)	67
3.3.2.2 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดปัตตานี	69
3.3.2.3 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส	74
3.3.2.4 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดยะลา	80
3.3.3 ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่างในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ ของประเทศไทย	84
บทที่ 4 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	88
4.1 บทสรุป	88
4.2 ข้อเสนอแนะ	91

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	93
ประวัติผู้เขียน	94

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตารางแสดงอักษรย่อของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว	27
3.2 ตารางเปรียบเทียบตำแหน่งเลขคลื่นสำหรับหารูปแบบเฉพาะของ หมูฟิงก์ชันจากตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิด	53
3.3 ตารางเปรียบเทียบตำแหน่งเลขคลื่นสำหรับวิเคราะห์เปรียบเทียบ 11 ตำแหน่งเลขคลื่น ของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง	59
4.1 ตารางสรุปผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่น	90

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ส่วนประกอบภายในของเลื่อยโซ่ยนต์	2
1.2	ช่องปล่อยน้ำมันเลียงโซ่	3
1.3	หอกลับน้ำมัน	4
1.4	กระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่น	4
1.5	ภาพน้ำมันหล่อลื่นที่มีการจำหน่ายในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้	8
1.6	ส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่อง GC	11
1.7	โครงสร้างของ FID	12
1.8	หลักการของเทคนิค ATR-FTIR	13
2.1	GC-FID (Agilent 6890N)	16
2.2	FTIR Spectrometer	17
2.3	พื้นที่ที่ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว	18
2.4	ภาพคดีการตัดต้นไม้ขวางทางสัญจรด้วยเลื่อยโซ่ยนต์ ในเดือน มกราคม พ.ศ. 2554 ที่อำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส	19
2.5	ภาชนะบรรจุน้ำมันหล่อลื่นในสถานที่เกิดเหตุ จุดที่ 1 และ 2	19
3.1	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ยี่ห้อ PTT	20
3.2	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ยี่ห้อ DAIKYO	21
3.3	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ยี่ห้อ SUZUKI	21
3.4	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ยี่ห้อ HONDA	22
3.5	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ยี่ห้อ PENNZOIL	22
3.6	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ยี่ห้อ YAMALUBE	23

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.7	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ ยี่ห้อ CASTROL	23
3.8	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ ยี่ห้อ CALTEX	24
3.9	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ ยี่ห้อ STATES	24
3.10	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ ยี่ห้อ SUZUKI	25
3.11	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิลที่นิยมใช้ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย	26
3.12	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอปานาเระ จังหวัดปัตตานี	28
3.13	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอมายอ จังหวัดปัตตานี	29
3.14	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี	30
3.15	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอไม้แก่น จังหวัดปัตตานี	31
3.16	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอบาเจาะ จังหวัดนราธิวาส	32
3.17	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอรือเสาะ จังหวัดนราธิวาส	33
3.18	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส	34
3.19	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส	35

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.20	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว ในพื้นที่อำเภอยะหา จังหวัดยะลา	36
3.21	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว ในพื้นที่อำเภอกรงปินัง จังหวัดยะลา	37
3.22	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว ในพื้นที่อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา	38
3.23	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุ ที่ดำเนินการเก็บจากคดีตัวอย่าง ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ ของประเทศไทย	39
3.24	รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นจากเลื่อยโซ่ยนต์ ต้องสงสัยที่ดำเนินการเก็บจากคดีตัวอย่าง ในพื้นที่จังหวัดชายแดน ภาคใต้ของประเทศไทย	40
3.25	สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ	42
3.26	เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 976 cm^{-1} และ 1537 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ	43
3.27	สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ	44
3.28	เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 769 cm^{-1} และ 2869 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ	45
3.29	เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 386 cm^{-1} , 1366 cm^{-1} และ 920 cm^{-1} คู่กับ 950 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับ เครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ	45
3.30	สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านขั้นตอนเพิ่มคุณภาพ ให้นำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิล	46
3.31	เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 766 cm^{-1} , 965 cm^{-1} และ 1652 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ หรือรีไซเคิลกับน้ำมันหล่อลื่นชนิดอื่น	47

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.32	สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดปัตตานี	50
3.33	เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 740 cm^{-1} , 805 cm^{-1} และ 3411 cm^{-1} ในตัวอย่างของ น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในจังหวัดปัตตานี	49
3.34	สเปกตรัมตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1209 cm^{-1} , 1732 cm^{-1} และ 1706 cm^{-1} ของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในจังหวัดปัตตานี	50
3.35	สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา	51
3.36	สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดยะลา	52
3.37	สเปกตรัมตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1265 cm^{-1} ของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ที่ใช้งานแล้วจากอำเภอกรงปินัง จากการเก็บครั้งที่ 4	52
3.38	สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุจากคดีตัวอย่าง	54
3.39	สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากถังน้ำมันหล่อลื่นของ เลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัย จำนวน 5 เครื่อง จากคดีตัวอย่าง	55
3.40	เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 740 cm^{-1} , 766 cm^{-1} , 794 cm^{-1} และ 805 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง	56
3.41	เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 1271 cm^{-1} และ 1366 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง	57
3.42	เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 1630 cm^{-1} , 1652 cm^{-1} , 1706 cm^{-1} และ 1746 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง	58
3.43	เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 3411 cm^{-1} ในตัวอย่างของ น้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง	59
3.44	โครมาโทแกรมของสารมาตรฐานไฮโดรคาร์บอน	61
3.45	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์ เบนซิน 4 จังหวะ	62
3.46	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์ เบนซิน 4 จังหวะ แต่ละยี่ห้อ ในช่วง 1 ถึง 14 นาที	62
3.47	รูปแบบของ UCM ในโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับ เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะทั้ง 6 ยี่ห้อ	63

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.48	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ	64
3.49	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ ทั้ง 4 ยี่ห้อ	64
3.50	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับ เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ กับ 2 จังหวะ	65
3.51	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะแต่ละยี่ห้อ ในช่วงเวลา 4 ถึง 8 นาที	65
3.52	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะแต่ละยี่ห้อ ในช่วงเวลา 8 ถึง 15 นาที	66
3.53	รูปแบบของช่วง UCM ในโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะแต่ละยี่ห้อ ในช่วงเวลา 10 ถึง 25 นาที	66
3.54	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านขั้นตอนเพิ่มคุณภาพให้นำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิล	67
3.55	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นชนิดรีไซเคิล แต่ละยี่ห้อ ในช่วงเวลา 1 ถึง 15 นาที เทียบกับ โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ยี่ห้อ PTT	68
3.56	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอปานาระจังหวัดปัตตานี	70
3.57	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอมายอ จังหวัดปัตตานี	71
3.58	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอสาบบุรี จังหวัดปัตตานี	72
3.59	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอไม้แก่น จังหวัดปัตตานี	74
3.60	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอบาเจาะ จังหวัดนราธิวาส	75

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.61	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่ อำเภอศรีสะเกษ จังหวัดนครราชสีมา	76
3.62	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่ อำเภอระแงะ จังหวัดนครราชสีมา	78
3.63	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่ อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนครราชสีมา	79
3.64	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่ อำเภอยะหา จังหวัดยะลา	81
3.65	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่ อำเภอกรงปินัง จังหวัดยะลา	82
3.66	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา	83
3.67	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุ	84
3.68	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุ เปรียบเทียบกับตัวอย่างจากเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัย	85
3.69	โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากถังน้ำมันหล่อลื่นของ เลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัยหมายเลข 2 (C12) กับตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้ จากสถานที่เกิดเหตุจากคดีตัวอย่าง ขวดที่ 2 (S12)	86
3.70	โครมาโทแกรม ของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากถังน้ำมันหล่อลื่นของ เลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัยหมายเลข 2(C12) กับตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้ จากสถานที่เกิดเหตุจากคดีตัวอย่าง ขวดที่ 2 (S12) ที่ทำ Normalization ด้วย S12	87

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

เหตุความไม่สงบในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ เป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางด้านความมั่นคง เศรษฐกิจของประเทศ และก่อให้เกิดความเสียหายต่อร่างกายและจิตใจของคนในพื้นที่เป็นอย่างมาก ผู้ก่อการความไม่สงบมีรูปแบบในการก่อเหตุที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ภูมิประเทศ วัตถุประสงค์ของการก่อเหตุ ข้อจำกัดของอุปกรณ์ที่ใช้ก่อเหตุ และกำลังคน เป็นต้น

ในการก่อความไม่สงบหลายครั้งที่ผ่านมา ผู้ก่อความไม่สงบใช้กลยุทธ์การตัดต้นไม้ ขวางทางจราจร เพื่ออำนวยความสะดวกในการก่อเหตุ เช่น ถ่วงเวลา เพิ่มระยะเวลาการก่อเหตุที่ได้ผลแม่นยำโดยพบว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2549 ถึง ปี พ.ศ. 2557 มีการตัดต้นไม้ ขวางทางจราจรเพื่อการก่อความไม่สงบ จำนวนมากกว่า 200 ครั้ง (สำนักอำนวยการข่าวกรอง www.smic.mi.th, 2557) โดยการตัดต้นไม้ ขวางทางจราจร มีทั้งลักษณะการสร้างสถานการณ์ และในรูปแบบการประกอบการก่อเหตุรุนแรง

เนื่องจากผู้ก่อเหตุมีระยะเวลาในการก่อเหตุจำกัด จึงนิยมใช้เชื้อเพลิงโซลันต์ในการตัดต้นไม้ ทำให้ทิ้งร่องรอยการก่อเหตุจากน้ำมันหล่อลื่น ได้แก่ ภาชนะบรรจุน้ำมันหล่อลื่น คราบน้ำมันหล่อลื่นในสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งคาดว่า อาจเกิดจากการเติมน้ำมันลงถัง และน้ำมันหล่อลื่นที่เป็นบริเวณต่อไม้และเชื้อเพลิง เป็นต้น ร่องรอย ดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงในคดีความต่างๆได้

เนื่องจากพฤติกรรมการใช้น้ำมันหล่อลื่นในการบำรุงรักษาเชื้อเพลิงโซลันต์ของประชาชนในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้มีลักษณะเฉพาะ โดยนิยมใช้น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วซึ่งเปลี่ยนถ่ายมาจากรถจักรยานยนต์ (ขายแบบซังกิโกล) ทำให้มีราคาถูกกว่าน้ำมันหล่อลื่นที่มีขายตามท้องตลาด โดยมีลักษณะเป็นของเหลวหนืด สีดำเข้มแตกต่างกันไปตามสถานที่จำหน่าย ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้น้ำมันหล่อลื่นที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุมาใช้เป็นหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยจำเป็นต้องศึกษาความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเชื้อเพลิงโซลันต์ที่นิยมใช้ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ทั้งที่มีขายในเชิงพาณิชย์และ

น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วที่มีขายในแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็นข้อมูลในการตรวจเปรียบเทียบหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากกรณีตัดต้นไม้ขวางทางจราจรต่อไป

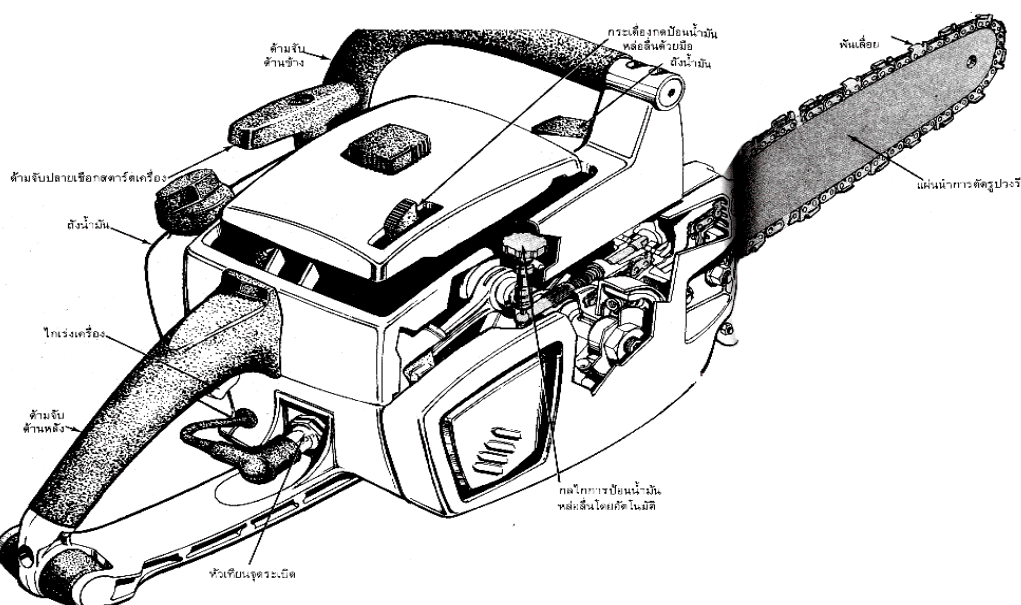
ดังนั้น งานวิทยานิพนธ์นี้จึงสนใจการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเลื่อยโซ่ยนต์ที่นิยมใช้ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลและประยุกต์ใช้ในการตรวจเปรียบเทียบร่องรอยน้ำมันหล่อลื่นที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ จากคดีการตัดต้นไม้ขวางทางจราจรในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้

อีกทั้ง งานวิทยานิพนธ์นี้สามารถประยุกต์ใช้ในการตรวจเปรียบเทียบน้ำมันหล่อลื่นของจริงกับน้ำมันหล่อลื่นปลอมจากการเปรียบเทียบขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่น หรือกรณีคืออุบัติเหตุจราจรที่โดยมากจะพบคราบน้ำมันหล่อลื่นของรถต้องสงสัยที่บริเวณจุดชน ในสถานที่เกิดเหตุ ตลอดจนคดีการลักลอบตัดต้นไม้ที่พบคราบน้ำมันหล่อลื่นในสถานที่เกิดเหตุ เป็นต้น

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 เลื่อยโซ่ยนต์

“เลื่อยโซ่ยนต์” หมายถึง เครื่องมือสำหรับใช้ตัดไม้หรือแปรรูปไม้ที่มีฟันเลื่อยติดกับโซ่ซึ่งขับเคลื่อนด้วยกำลังจักรกล และให้หมายความรวมถึงส่วนหนึ่งส่วนใดที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องมือดังกล่าว ที่มีต้นกำลังเกินกว่า 2 แรงม้า โดยมีแผ่นบังคับโซ่ที่มีขนาดความยาวเกินกว่า 12 นิ้ว (พระราชบัญญัติเลื่อยโซ่ยนต์ มาตรา 3 และ 23, 2545)



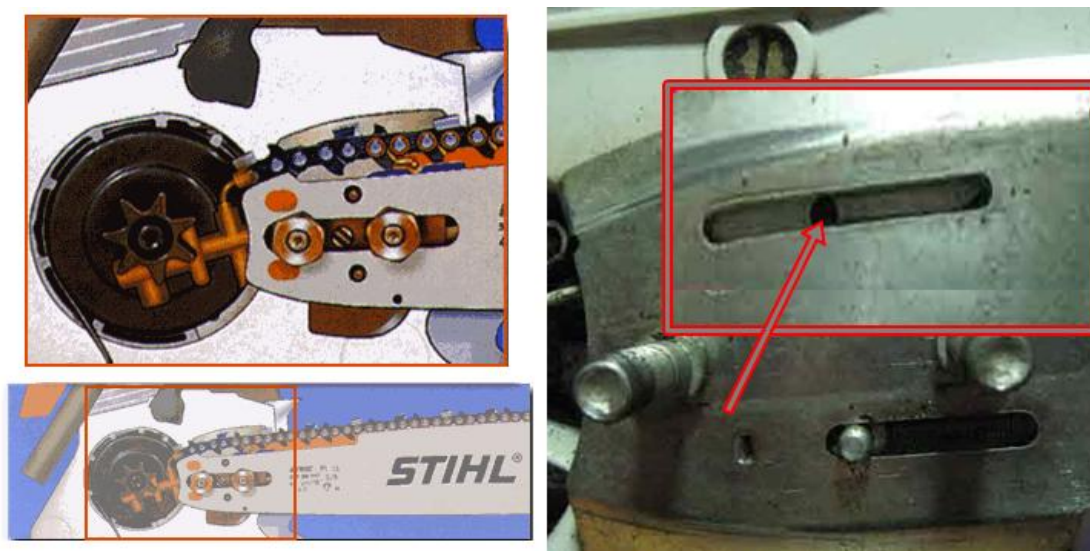
ภาพประกอบที่ 1.1 ส่วนประกอบภายในของเลื่อยโซ่ยนต์ (www.gucut.com/product/article, 2010)

องค์ประกอบของเลื่อยโซ่ยนต์ ประกอบด้วย ตัวเครื่อง ใบเลื่อย ตัวถังน้ำมัน เชื้อเพลิง และถังน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเลื่อยโซ่ แสดงดังภาพประกอบที่ 1.1

การทำงานของเลื่อยโซ่ยนต์เริ่มจากส่วนที่เป็นตัวเครื่องซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะขนาดเล็ก ที่มีความเร็วรอบสูง ต่อพ่วงกับส่วนของใบเลื่อย ที่มีฟันตัดที่ทำด้วยเหล็กชุบผิวแข็ง โดยฟันตัด นั้นจะถูกติดตั้งอยู่กับขอบของแผ่นนำการตัด ที่มีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กยาว เมื่อทำการติดเครื่องยนต์ ระบบกลไกไฟฟ้า จะทำงานโดยจะดึงเชื้อเพลิงจากส่วนของ ถังน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยระบบของคาร์บิวเรเตอร์ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จะประกอบด้วยน้ำมันเบนซิน น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์ และอากาศ เพื่อใช้ในการเผาไหม้และจุดระเบิดในกระบอกสูบ ทำให้การทำงานของเครื่องเป็นไปอย่างต่อเนื่อง (<http://www.gucut.com/store/article/view/กำลังขับของเลื่อยโซ่-87074-th.html>)

กลไกการหล่อลื่นใบเลื่อยของเลื่อยโซ่ยนต์ จะใช้น้ำมันหล่อลื่นจากถังน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเลื่อยโซ่ ซึ่งแยกกับตัวถังของน้ำมันเชื้อเพลิง โดยจะป้อนน้ำมันหล่อลื่นไปเลี้ยงโซ่ด้วยระบบ ควบคุมด้วยมือ หรือระบบอัตโนมัติ (มีในบางรุ่น) แสดงดังภาพประกอบที่ 1.2 การหล่อลื่นใบเลื่อย คือการหล่อลื่นผิวสัมผัสระหว่างชิ้นส่วน โลหะของโซ่ และแผ่นนำการตัด เพื่อป้องกันการติดขัดของใบเลื่อยจากเศษขี้เลื่อย การติดขัดจากการเกิดสนิม และลดความร้อนจากการเสียดสีของใบเลื่อย (<http://www.gucut.com/store/article/view/กำลังขับของเลื่อยโซ่-87074-th.html>)

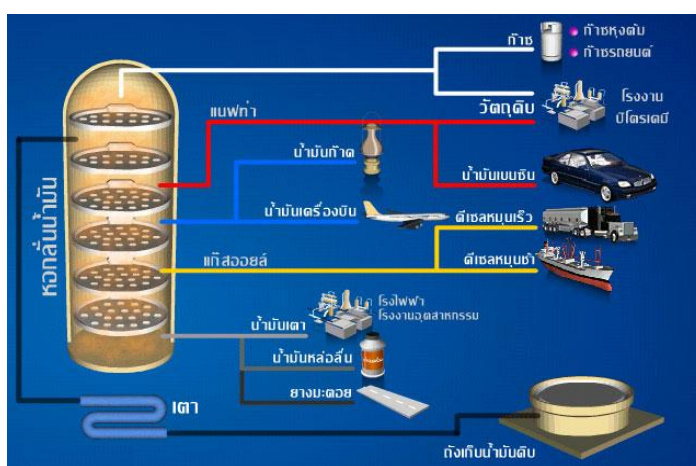
ผู้ใช้งานเลื่อยโซ่ยนต์ในจังหวัดชายแดนภาคใต้ นิยมใช้น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วมาใช้สำหรับเลื่อยโซ่ เพราะไม่ส่งผลกระทบต่อตัวเครื่องยนต์และมีราคาถูก



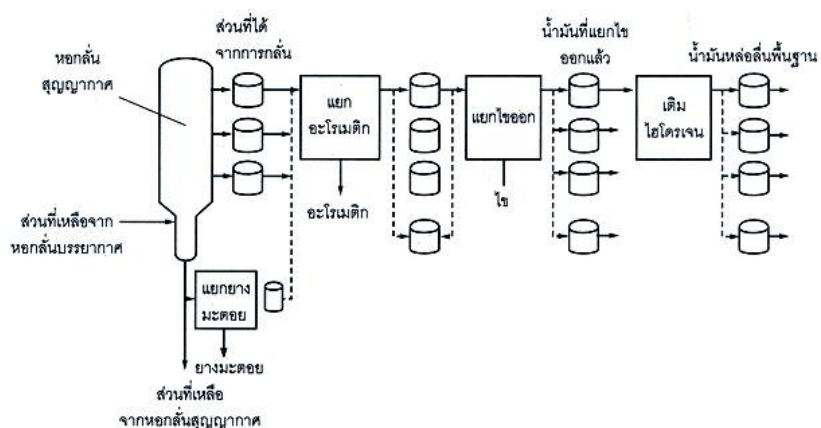
ภาพประกอบที่ 1.2 ช่องปล่อยน้ำมันเลื่อยโซ่ (www.stihlpowertool.com)

1.2.2 น้ำมันหล่อลื่น

น้ำมันหล่อลื่น (Lubricating Oils) หรือบางครั้งเรียกน้ำมันเครื่อง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ ซึ่งจะแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นส่วนประกอบของปิโตรเลียมออกเป็นกลุ่ม น้ำมันหล่อลื่นถูกกลั่นแยกออกมาก่อนยา งามะตอย แสดงดังภาพประกอบ 1.3 โดยจะต้องผ่านขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพ เช่น การสกัดด้วยตัวทำละลาย การเติมไฮโดรเจน และการแยกไข เพื่อกำจัดสารที่ไม่อิมตัวจำพวกสารอะโรมาติก กำมะถัน และสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งจะเป็นการเพิ่มคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นให้มีความหนืดสูง คงตัวได้ดี จุดไหลเทต่ำ และรวมตัวกับออกซิเจนได้ยาก แสดงดังภาพประกอบ 1.4 (ทัสสินต์ คงอยู่, 2551)



ภาพประกอบที่ 1.3 หอกกลั่นน้ำมัน (www.oknation.net, 2551)



ภาพประกอบที่ 1.4 กระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่น

(http://www.chaiwbi.com/0drem/web_children/2545/m5302/oil.html)

น้ำมันหล่อลื่น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน และน้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูป ซึ่งน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ น้ำมันหล่อลื่นปิโตรเลียมพื้นฐาน (Petroleum Base Oils) ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ , น้ำมันพืช/สัตว์ และน้ำมันพื้นฐานสังเคราะห์ (Synthetic Base Oils) เป็นน้ำมันที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการทางเคมี น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้กันอยู่มีหลายชนิด แต่ราคาค่อนข้างสูง มักจะใช้งบงานที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษ แบ่งน้ำมันพื้นฐานสังเคราะห์เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มไฮโดรคาร์บอนสังเคราะห์ เป็นไฮโดรคาร์บอนบริสุทธิ์ ที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ได้มาจากน้ำมันดิบ เช่น โอลิฟิน โอลิโกเมอร์ (olefin oligomers), อัลคิลเตตระโรมาติก (alkylated aromatics) และ โพลิบิวทีนส์ (polybutenes) มีคุณสมบัติด้านความคงตัวที่อุณหภูมิสูง มีการไหลเทที่อุณหภูมิต่ำ อัตราการระเหยต่ำ และอายุการใช้งานยาวนาน

2) กลุ่มเอสเทอร์อินทรีย์ ได้แก่ ไดเอสเทอร์ (diesters) ซึ่งได้ จากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างไดเบสิกแอซิด (dibasic acid) กับ โมโนไฮดรอลิกแอลกอฮอล์ (monohydric alcohol) และ โพลีโอลเอสเทอร์ (polyol esters) ซึ่งได้จากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างโพลีไฮดรอลิกแอลกอฮอล์ (polyhydric alcohol) กับ โมโนเบสิกแอซิด (monobasic acid) นิยมใช้ในการหล่อลื่นเครื่องยนต์เจ็ท และระบบไฮดรอลิก

3) กลุ่มโพลีไกลคอลส์ มีคุณสมบัติคือ จุดเดือดสูงและจุดไหลเทต่ำ นิยมใช้กับงานที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำมาก เช่นระบบเบรค และระบบไฮดรอลิกที่ติดไฟได้

4) กลุ่มฟอสเฟตเอสเทอร์ มีคุณสมบัติด้านการทนไฟ ติดไฟได้ยาก นิยมใช้กับงานอากาศยาน

5) กลุ่มน้ำมันพื้นฐานสังเคราะห์อื่นๆ เช่น ซิลิโคน และซิลิเกตเอสเทอร์ (Silicate esters) มีคุณสมบัติคือ มีดัชนีความหนืดสูง นิยมใช้กับงานที่อุณหภูมิต่ำมาก

ในขณะที่น้ำมันหล่อลื่นสำเร็จรูป คือ น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่ผสมสารเพิ่มคุณภาพ เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งาน สารเพิ่มคุณภาพที่นิยมใช้ ได้แก่

1) สารลดจุดไหลเท (pour point depressants) เป็นสารเพิ่มคุณภาพที่ใช้ในการยับยั้งการเกิดผลึกไขที่ป้องกันไม่ให้น้ำมันไหลที่อุณหภูมิต่ำ เป็นสารพวกโพลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงซึ่งที่ใช้กันอยู่มีสองชนิด คือ อัลคิลอะโรมาติกโพลิเมอร์ (alkylaromatic polymers) ทำหน้าที่ในการดูดซับผลึกของไขเพื่อป้องกันไม่ให้ผลึกเติบโตและยึดติดกัน ชนิดที่สองคือ โพลีเมทาคริเลต (polymethacrylates) ทำหน้าที่ตกผลึกร่วมกับไขเพื่อป้องกันไม่ให้ผลึกเติบโต สำหรับอุณหภูมิของจุดไหลเทของน้ำมันหล่อลื่น เมื่อเติมสารนี้ลงไปจะลดลงประมาณ 11 ถึง 17 องศาเซลเซียส

2) สารเพิ่มค่าดัชนีความหนืด (viscosity index improvers) เป็นสารเพิ่มคุณภาพที่ช่วยไม่ให้ความหนืดของ น้ำมันหล่อลื่นเปลี่ยนแปลงมาก เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง เป็นสารจำพวก โพลีเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง และมีโครงสร้างเป็นลูกโซ่ยาว สำหรับสารที่นิยมใช้เป็นสารเพิ่มค่าดัชนีความหนืดมีหลายตัวเช่น เมทาคริเลตโพลีเมอร์ (methacrylate polymers), โอลีฟินโพลีเมอร์ (olefin polymers), และอะคริเลตโพลีเมอร์ (acrylate polymers)

3) สารป้องกันการเกิดฟอง (defoamants) ใช้ป้องกันการเกิดฟองอากาศที่ผสมอยู่กับน้ำมันหล่อลื่นเมื่อน้ำมันถูกหมุนเวียนใช้ใน ระบบ สารนี้จะทำหน้าที่โดยโมเลกุลของสารจะเข้าไปติดกับฟองอากาศทำให้ฟองอากาศขนาดเล็ก รวมตัวกันเป็นฟองอากาศที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ลอยขึ้นผิวและแตกออกในที่สุด สำหรับสารที่นิยมใช้เป็นสารป้องกันการเกิดฟอง คือ ซิลิโคนโพลีเมอร์ (silicone polymer) และกลุ่มโพลีเมอร์อินทรีย์ (organic polymer)

4) สารป้องกันออกซิเดชัน (oxidation inhibitors) เมื่อน้ำมันหล่อลื่นร้อนและสัมผัสกับอากาศจะเกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันหล่อลื่นและออกซิเจนในอากาศที่เรียกว่าออกซิเดชันขึ้น ผลการเกิดออกซิเดชัน ทำให้ความหนืดและความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ในน้ำมันหล่อลื่นเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้เกิดไขและตะกอน สารป้องกันการออกซิเดชัน คือ ซิงค์ไดทีโอซเฟต (Zinc dithiophosphate)

5) สารป้องกันการกัดกร่อน (corrosion inhibitors) การกัดกร่อนที่เกิดขึ้นในระบบหล่อลื่นโดยน้ำมันหล่อลื่นนั้นมีหลายชนิด แต่ที่สำคัญที่สุดมีสองชนิดก็คือ การกัดกร่อนซึ่งเกิดจากกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในตัวของตัวเอง และการกัดกร่อนอันเนื่องมาจากสารปนเปื้อนที่ถูกนำไปโดยน้ำมัน สำหรับสารป้องกันการกัดกร่อนที่ใช้กันทั่วไป คือ ซิงค์ไดทีโอซเฟตที่มีส่วนประกอบของซัลเฟอร์และฟอสฟอรัส

6) สารป้องกันสนิม (rust inhibitors) ใช้เพื่อป้องกันสนิมที่อาจเกิดขึ้นผิวของชิ้นส่วนโลหะที่มีการหล่อลื่น โดยสารป้องกันสนิมจะทำปฏิกิริยากับผิวโลหะเกิดเป็นฟิล์มเกาะติดกับผิวเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเข้าถึงผิว โลหะ สารที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ อะไมนัสซัคซิเนต (amine succinates) และ อัลคาไลเอิร์ทซัลโฟเนต (alkaline earth sulfonates)

7) สารชะล้างและกระจายสิ่งสกปรก (detergents and dispersants) ใช้เพื่อชะล้างสิ่งสกปรกออกจากผิวของชิ้นส่วนและกระจายมิให้รวมตัวกันเป็นโคลนหรือตะกอน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เผาไหม้ ภายใน ได้แก่ เครื่องยนต์เบนซิน และเครื่องยนต์ดีเซล โคลนหรือตะกอนที่เกิดขึ้นจะอุดช่องทางน้ำมันหล่อลื่น และอาจรวมตัวกันอยู่ด้านหลังของแหวนลูกสูบ ซึ่งอาจทำให้แหวนติดขัดได้ สารที่เป็นตัวชะล้างที่ใช้กันในปัจจุบัน ได้แก่ สบู่อินทรีย์ (organic soaps) และ บาเรียม (barium), แคลเซียมและแมกนีเซียมซัลโฟเนต (magnesium

sulfonates) ส่วนสารกระจายสิ่งสกปรกจะทำหน้าที่ในการกระจายหรือทำให้สารที่จะรวมตัวกันเป็นโคลนแขวนลอยอยู่ในน้ำมัน สารที่เป็นตัวกระจายที่ใช้กัน ได้แก่ โพลีเมอริกซัคซิมิไมด์ (polymeric succinimides) และ เบนซิลาไมด์ (benzylamides)

8) สารป้องกันการสึกหรอ (antiwear additives) เป็นสารที่ช่วยลดความเสียหายและการสึกหรอภายใต้ สภาวะการหล่อลื่นแบบเบาน์ดารี (boundary lubrication) ซึ่งหมายถึงในสภาวะที่ฟิล์มน้ำมันจะสามารถแยกผิวสัมผัสได้อย่างสมบูรณ์ สารป้องกันการสึกหรอแบ่งออกเป็นสองประเภทตามการใช้งาน ประเภทแรกเป็นสารที่ช่วยลดความเสียหายและการสึกหรอสำหรับสภาวะการทำงานเบา เรียกว่าสารเพิ่มคุณภาพสำหรับการหล่อลื่นแบบเบาน์ดารี (boundary lubrication additives) ได้แก่ กรดไขมัน (fatty acids) และ น้ำมันไขมัน (fatty oils) ประเภทที่สองเป็นสารที่ช่วยลดความเสียหายและการสึกหรอภายใต้ สภาวะความดันสูงมาก เรียกว่า Extreme Pressure Additive (EP) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับผิวโลหะ เกิดเป็นฟิล์มเคลือบที่ผิวโลหะ เพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรงของผิวโลหะ สาร EP โดยทั่วไปจะเป็นสารประกอบของซัลเฟอร์ คลอรีน หรือฟอสฟอรัส ตัวใดตัวหนึ่งหรือหลายตัวรวมกัน (ทสสินนต์ คงอยู่, 2551)

คุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นจะมีการกำกับมาตรฐานโดยสถาบันปิโตรเลียมของอเมริกา (American Petroleum Institute หรือ API) เพื่อทดสอบและกำหนดมาตรฐานด้านคุณสมบัติต่างๆของน้ำมันหล่อลื่น การกำกับคุณสมบัติที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ตลอดจนการใช้งานเฉพาะอื่นๆ กำกับด้วยตัวอักษร ดังนี้ น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน ใช้ตัวอักษร S และสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ใช้ตัวอักษร C ตัวอักษรถัดมาจะบอกถึงระดับคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นนั้นๆ จากคุณภาพต่ำไปถึงคุณภาพสูง จะลำดับจาก A ไปถึง L แต่โดยปกติน้ำมันหล่อลื่นจะสามารถใช้กับเครื่องยนต์ได้ทั้งสองชนิด แตกต่างตรงสารเพิ่มคุณภาพบางชนิด ที่จะเป็นตัวกำหนดความเหมาะสมกับเครื่องยนต์ชนิดใดมากกว่ากัน การกำหนดอักษรจึงอาจพบได้ทั้งสองแบบ โดยจะพบอักษรกำหนดคุณสมบัติดังกล่าวที่ ภาชนะ เช่น API SL/CD หมายถึง คุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นนี้มีความเหมาะสมกับชนิดเครื่องยนต์เบนซินมากกว่าชนิดเครื่องยนต์ดีเซล เมื่อนำไปใช้กับเครื่องยนต์เบนซินจะได้ระดับคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นสูงสุด หากใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลระดับคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่น จะอยู่ที่ระดับปานกลาง ส่วนการกำหนดคุณสมบัติด้านความหนืดจะถูกกำหนดมาตรฐานความหนืดของ น้ำมันหล่อลื่น โดยสมาคมวิศวกรยานยนต์ (Society of Automotive Engineers หรือ SAE) ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นจะเกี่ยวข้องกับการสร้างชั้นเคลือบและการไหลเวียนของน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งระดับความหนืดคืออัตราการไหล ของปริมาณต่อขนาดและความยาวของรูต่อหน่วยเวลา ณ อุณหภูมิหนึ่ง ซึ่งความหนืดจะถูกกำกับเป็นตัวเลขจาก 5 ถึง 50 โดยตัวเลขยิ่งมากความหนืดยิ่งสูง หากความหนืดที่มีความเหมาะสมกับอุณหภูมิต่ำจะมีการกำกับ

ตัวอักษร W (Winter)ไว้ท้ายตัวเลขด้วย เช่น SAE 40W หมายถึงน้ำมันหล่อลื่นที่มีความหนืดที่ 40 และเหมาะสมกับการใช้งานที่มีอุณหภูมิต่ำ ส่วนมาตรฐานกำกับคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ ที่นิยมใช้จะให้การรับรองโดย องค์การมาตรฐานยานยนต์ญี่ปุ่น (Japanese Automotive Standards Organization หรือ JASO) โดยจะกำกับระดับคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นด้วยตัวอักษร F ตามด้วยตัวอักษรจาก A ถึง D เรียงลำดับจากคุณภาพต่ำไปถึงคุณภาพสูง เช่น JASO FD หมายถึง น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ คุณภาพสูง (<http://www.volean.com/มาตรฐานน้ำมันเครื่อง.html>)

น้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน ที่นิยมใช้ในประเทศไทยโดยมาก จะเป็นชนิดที่ใช้กับรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ที่มีค่าความหนืดอยู่ในช่วง SAE 30-40 และสำหรับรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ การใช้น้ำมันหล่อลื่นจะใส่เพื่อให้ผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงให้เข้าไปหล่อลื่นเครื่องยนต์พร้อมกับการเผาไหม้ จึงมีความหนืดน้อย น้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งานที่นิยมใช้สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ คือเป็น API SG SAE 40 และสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ เป็น JASO FC โดยมีข้อที่แตกต่างกันไป ซึ่งส่วนมากเป็นข้อข้อของบริษัทประเทศญี่ปุ่น แสดงดังภาพประกอบที่ 1.5 (ทศลิมนต์ คงอยู่, 2551)



ภาพประกอบที่ 1.5 ภาพน้ำมันหล่อลื่นที่มีการจำหน่ายในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้

ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ของไทย นิยมนำน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วกลับมาใช้ใหม่ หรือการนำไปใช้กับงานประเภทอื่นที่ไม่ต้องใช้คุณภาพของการหล่อลื่นสูง จนเป็นธุรกิจการซื้อขายน้ำมันหล่อลื่นเก่า โดยนำไปผ่านกระบวนการกรองแยกของเสีย บั่นแยกส่วน ฟอกสี รวมถึงการผสมเพิ่มน้ำมันหล่อลื่นใหม่หรือเพิ่มสารคุณภาพบางชนิด เพื่อให้ได้คุณภาพเพียงพอในการนำออกมาจำหน่าย ภายใต้กฎหมายควบคุมสารและวัตถุอันตรายกำกับไว้ หากบริษัทหรือ

องค์กรดไขมันไม่อิ่มตัวในกรอบของกฎหมายดังกล่าว ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็จะเป็นน้ำมันหล่อลื่นปลอม และถูกดำเนินคดี ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้มีความนิยมในการซื้อน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วจากแหล่งซ่อมรถในชุมชน เนื่องจากมีราคาถูกและหาได้ง่ายโดยมีวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ในครัวเรือน เช่น หล่อลื่นจักรเย็บผ้า เลื่อยโซ่จักรยนต์ ตลอดจนเลื่อยโซยนต์ สารเพิ่มคุณภาพต่างๆในน้ำมันจะถูกใช้ทำให้มีปริมาณลดลงหรือ หดไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการออกซิเดชันที่ส่งผลให้ความหนืดมีเพิ่มมากขึ้น เกิดกรด และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของสาร ทำให้เกิด กรดคาร์บอกซิลิก, เอสเทอร์, แลคโตน, แอลกอฮอล์และคีโตน ที่เพิ่มมากขึ้น และจะพบโลหะหนักที่เกิดจากการสึกกร่อนของเครื่องยนต์ (Gracia, et al., 2011)

1.2.3 วิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น

จากการศึกษารายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น พบว่านิยมใช้เทคนิคการวิเคราะห์ฟูเรียรทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier Transform Infrared Spectroscopy หรือ FTIR) (Gracia, et al., 2011) อะตอมมิกแอบซอร์พชัน (Atomic Absorption Spectroscopy หรือ AAS), อินดักส์ทีฟพลาสมา (Inductively Coupled Plasma Spectroscopy หรือ ICP) (Al-Ghouti and Al-Atoum, 2009) และเทคนิค แก๊สโครมาโทกราฟี ร่วมกับแมส สเปกโตรสโกปี (Gas Chromatography Mass Spectrometer หรือ GC-MS) (Gagandeep and Malik, 2013) (Ryan Hibbard, et al., 2011) ดังนี้

N. Gracia และคณะ ศึกษาการยับยั้งกระบวนการออกซิเดชันของ ไดโนนิลไดฟีนีลลามีนในน้ำมันหล่อลื่น โดยใช้เทคนิค FTIR ทำให้ทราบว่า เมื่อความเข้มข้นของไดโนนิลไดฟีนีลลามีนลดลง ขึ้นตอน Induction จะหดไปและกระบวนการออกซิเดชันจะเริ่มต้นขึ้น (Gracia, et al., 2011)

Al-Ghouti and Al-Atoum ศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วกับน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน โดยใช้เทคนิค AAS , ICP และ FTIR โดยพบว่า น้ำมันที่ผ่านการใช้งานแล้ว จะมีน้ำและตะกอนสูงกว่า น้ำมันหล่อลื่น ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน โดยที่มีสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกซิเดชันและเหล็ก เช่น เหล็ก แคลเซียม โครเมียม และ ตะกั่ว มากกว่าน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน นอกจากนี้แล้วยังพบว่า FTIR สามารถตรวจความเข้มข้นของโลหะและผลผลิตกระบวนการออกซิเดชันได้อย่างรวดเร็ว โดยขั้นตอนแรก คือการศึกษาสเปกตรัมของ FTIR ของน้ำมันหล่อลื่น และขั้นตอนต่อไป คือ ใช้วิธีวิเคราะห์เพื่อวัดความเข้มข้นของโลหะหนัก (Al-Ghouti and Al-Atoum, 2009)

Singh Gagandeep และ Deepak Kumar Malik ศึกษาการย่อยสลายไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อนในธรรมชาติ โดยใช้แบคทีเรีย *Pseudomonas* sp. ย่อยสลายน้ำมันที่ปนเปื้อนในดินของอุจจาระ โดยใช้เทคนิค GC/MS จากการศึกษพบว่าแบคทีเรียสายพันธุ์นี้สามารถย่อยสลายไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์สองจังหวะ ได้ถึง 96.3% ภายใน 10 วัน แสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียสายพันธุ์นี้มีความสามารถกำจัดน้ำมันเครื่องสองจังหวะที่ปนเปื้อนในดินได้ โดยใช้แบคทีเรียใช้น้ำมันเป็นแหล่งของคาร์บอนและพลังงาน (Gagandeep and Malik, 2013)

Michelle R. Reardon และคณะ ศึกษาเปรียบเทียบเอกลักษณ์ของน้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อต่างๆ และน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว เพื่อใช้ในการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยใช้การเปรียบเทียบพีคของสารประกอบที่ซับซ้อนและไม่สามารถแยกออกจากกันได้ (Unresolved complex mixture หรือ UCM) และวิธี Extracted ion Profiles ของเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีอุณหภูมิสูงร่วมกับแมสสเปกโตรสโกปี จากการศึกษพบว่า น้ำมันหล่อลื่นต่างยี่ห้อ มีโครมาโทแกรมแตกต่างกัน และน้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อเดียวกันแต่ความหนืดต่างกัน มีรูปแบบโครมาโทแกรมที่แตกต่างกันด้วย ในขณะที่น้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อเดียวกันที่ความหนืดเท่ากัน แม้ผลผลิตต่างเวลากัน มีรูปแบบโครมาโทแกรมที่ไม่แตกต่างกัน (Reardon, et al., 2011)

จากการศึกษาวิธีวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นของงานวิจัยข้างต้น พบว่า แต่ละวิธีวิเคราะห์มีข้อได้เปรียบและข้อจำกัดแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น เทคนิค FTIR สามารถตรวจวิเคราะห์ผลได้รวดเร็ว และเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี จะสามารถให้ผลขององค์ประกอบทางเคมีได้ดีกว่า ในขณะที่เทคนิค AAS และ ICP มุ่งเน้นการตรวจหาโลหะที่เกิดจากการสึกหรอของเครื่องยนต์ซึ่งปนเปื้อนอยู่ในน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว ทั้งนี้วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้มุ่งเน้นการศึกษาร่องรอยของน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งานและผ่านการใช้งานแล้ว เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ให้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว จึงเลือกใช้เทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี ร่วมกับเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี เพื่อให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั้งหมด

1.2.4 เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีร่วมกับตัวตรวจวัดชนิดเฟลมไอออไนเซชัน

Gas Chromatography (GC) เป็นเทคนิคโครมาโทกราฟีชนิดหนึ่ง ที่ใช้ในการแยกองค์ประกอบของสารที่สามารถระเหยกลายเป็นไอได้ (Volatile organic compounds) เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิหนึ่งและต้องเสถียรที่อุณหภูมินั้น กลไกที่ใช้ในการแยกองค์ประกอบต่างๆ ในสารตัวอย่าง อาศัยหลักของลักษณะที่แตกต่างกันขององค์ประกอบในตัวอย่างที่มีต่อเฟสสองเฟส คือ Stationary phase หรือเฟสคงที่ในคอลัมน์ (Column) ที่บรรจุด้วยสารที่ทำหน้าที่แยก และ Mobile

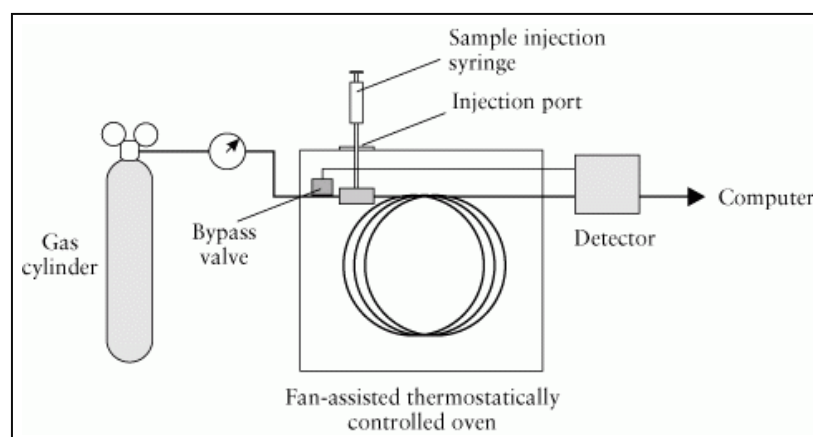
phase หรือเฟสเคลื่อนที่ซึ่งอยู่ในสถานะก๊าซ ที่จะพาสารตัวอย่างที่อยู่ในสถานะระเหยเป็นไอ เข้าสู่คอลัมน์ และถูกตรวจวัดที่ตัวตรวจวัด

องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง Gas Chromatograph (ภาพประกอบที่ 1.6) ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1) หัวฉีดสาร (Injector) เป็นส่วนแรกที่สารตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าสู่เครื่องและถูกทำให้ระเหยเป็นไอก่อนที่จะเข้าสู่คอลัมน์ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในส่วนของ injector ควรเป็นอุณหภูมิที่ทำให้สารตัวอย่างระเหยได้แต่ต้องไม่ทำให้สารสลายตัว

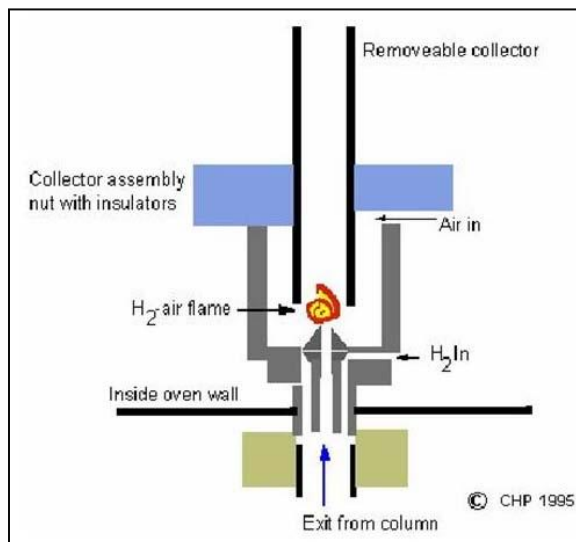
2) ส่วนควบคุมอุณหภูมิ (Oven) เป็นส่วนที่บรรจุ คอลัมน์ มีหน้าที่ในการควบคุมอุณหภูมิของ คอลัมน์ ให้เหมาะสมกับสารที่ต้องการวิเคราะห์

3) เครื่องตรวจวัด (Detector) คือส่วนที่จะใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณ และองค์ประกอบที่มีในสารตัวอย่าง ซึ่ง Detector แบ่งได้เป็นสองประเภท คือ เครื่องตรวจวัด ที่มีความเฉพาะต่อสารที่ต้องการตรวจหา หมายถึง จะให้การตอบสนองที่แตกต่างกันในสารแต่ละประเภท เรียกว่า Selective detector และ เครื่องตรวจวัด ที่มีให้การตอบสนองที่เท่ากันในสารทุกประเภท เรียกว่า Universal detector ตัวอย่างของ Universal detector ได้แก่ Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Atomic Emission Detector (AED), และ Thermal Conductivity Detector (TCD) เป็นต้น ส่วนตัวอย่างของ Selective detector ได้แก่ Flame Ionization Detector (FID), Electrolytic Conductivity Detector (ELCD), และ Flame Photometric Detector (FPD) ตัวตรวจวัดที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ ตัวตรวจวัดชนิด FID (Flame Ionization Detector) (ภาพประกอบที่ 1.7) ซึ่งเป็น Detector ที่มีความเฉพาะในการตรวจหาสารประกอบอินทรีย์ หรือสารประกอบที่มีพันธะของคาร์บอนและไฮโดรเจน เป็นต้น (รศ.แมน อมรสิทธิ์ และคณะ, 2553)



ภาพประกอบที่ 1.6 ส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่อง GC (บทความของ SISC :

<http://www.kmitl.ac.th/sisc/GC-MS/main.html>)

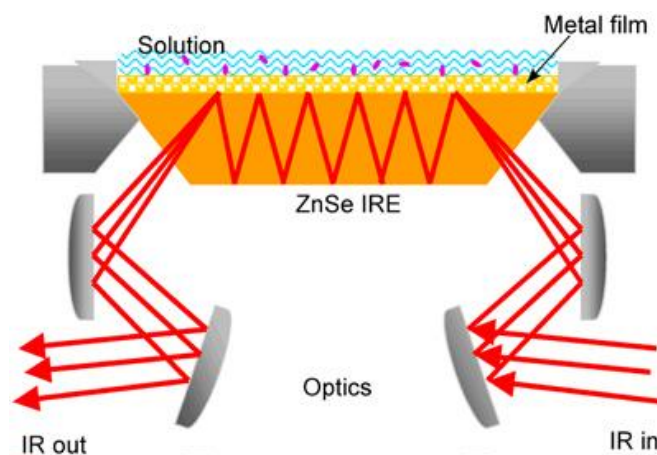


ภาพประกอบที่ 1.7 โครงสร้างของ FID (<http://tamagozilla.blogspot.com/2009/08/memoir-flame-ionisation-detector.html>)

1.2.5 เทคนิคฟูเรียทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีเป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์เพื่อตรวจสอบและศึกษาโครงสร้างของโมเลกุล โดยศึกษาทรานซิชันของการสั่นหรือการหมุนของหมู่ฟังก์ชันของโมเลกุลของสารนั้นๆ โดยเทคนิคนี้เกิดจากกระบวนการดูดกลืนแสงช่วงอินฟราเรดของโมเลกุล ทำให้เกิดการแทนที่ซันของการสั่นของโมเลกุล และมีผลต่อการสั่นของพันธะโมเลกุล ซึ่งรูปแบบของการสั่นแบบพื้นฐานมี 2 ลักษณะคือ การสั่นแบบยืด - หด (stretching vibration) และการสั่นแบบงอ (bending vibration)

Attenuated Total Reflection (ATR) เป็นวิธีการใช้วัดอินฟราเรดสเปกตรัมของสารตัวอย่างที่เตรียมตัวอย่างได้ยาก เช่น ของแข็งกิ่งเหลว ผง แผ่นฟิล์ม เส้นใย หรือสารที่ละลายในตัวทำละลายได้ยาก วิธีนี้จะให้ข้อมูลเชิงพื้นผิวหรือข้อมูลที่มีความเปลี่ยนแปลงไปตามความลึก (Depth dependent property) โดยอาศัยหลักการของการหักเหภายใน (Internal reflection) กล่าวคือแสงอินฟราเรดจะเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหแสงสูงกว่า (ATR Prism) มาตกกระทบที่บริเวณรอยต่อระหว่าง ATR Prism กับตัวอย่างที่มีค่าดัชนีหักเหแสงต่ำกว่าด้วยมุมตกกระทบที่มากกว่ามุมวิกฤต ดังภาพประกอบที่ 1.8



ภาพประกอบที่ 1.8 หลักการของเทคนิค ATR-FTIR

(<http://chemgroups.ucdavis.edu/~land/ATR.html>)

เนื่องจากในเทคนิค ATR นั้น แสงอินฟราเรดไม่ได้ส่องผ่านตัวอย่าง แต่จะเกิดการสะท้อนกลับที่บริเวณผิวหน้าของตัวอย่างซึ่งทำให้เกิดสนามไฟฟ้าขึ้นบริเวณดังกล่าว สนามไฟฟ้านี้จะ Penetrate เข้าไปในตัวอย่าง โดยความแรงของสนามไฟฟ้าจะมากที่สุดที่บริเวณผิวหน้าของตัวอย่างและลดลงแบบ Exponential ไปตามความลึกจนกระทั่งเป็นศูนย์ในที่สุด ซึ่งความลึกที่สนามไฟฟ้าลดลงจนเป็นศูนย์นั้นเพียงแค่ประมาณ 1-2 ไมโครเมตร จากผิวหน้าของตัวอย่างเท่านั้น ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากเทคนิค ATR จึงเป็นข้อมูลเชิงพื้นผิวของตัวอย่าง เทคนิคนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้กับตัวอย่างทั้งที่เป็นของเหลวและของแข็ง อย่างไรก็ตามเนื่องจากเทคนิคนี้เป็นเทคนิคที่ต้องอาศัยการสัมผัสกันระหว่าง ATR Prism กับตัวอย่างและคุณภาพของสเปกตรัมที่ได้จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของการสัมผัสดังกล่าวโดยตรง ดังนั้นสำหรับตัวอย่างที่สามารถสัมผัสกับ Prism ได้ดี เช่น ของเหลวหนืด หรือของแข็งที่นุ่มและยืดหยุ่นได้นั้นสามารถทำการวิเคราะห์ได้ทันที แต่ถ้าหากเป็นของแข็งที่ผิวหน้าไม่เรียบจำเป็นต้องเตรียมตัวอย่างให้มีผิวหน้าเรียบก่อนจึงจะทำการวิเคราะห์ (ทศสิมนต์ คงอยู่, 2551)

1.3 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเลื่อยโซ่ยนต์ที่นิยมใช้ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีและฟูเรียรทรานส์ฟอร์มอินฟราเรด - สเปกโทรสโกปี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจเปรียบเทียบร่องรอยน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุกับน้ำมันหล่อลื่นของเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัยจาก กรณีตัดต้นไม้ขวางทางจราจร ในจังหวัดชายแดนภาคใต้

1.4 ขอบเขตการศึกษาวิจัย

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสม ในการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโท - กราฟและฟูเรียทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี
2. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่มีขายในเชิงพาณิชย์ในจังหวัดชายแดน ภาคใต้
3. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วจากแหล่งขายที่อยู่ในพื้นที่ ที่มีความเสี่ยงสูงของอำเภอต่างๆในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จำนวน 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอปานาเระ อำเภอสายบุรี อำเภอมายอ และ อำเภอไม้แก่น จังหวัดนราธิวาส จำนวน 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอระแงะ อำเภอเจาะไอร้อง อำเภอบาเจาะ และ อำเภอรีอูเสาะ และ จังหวัดยะลา จำนวน 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอยะหา อำเภอ - กรงปินัง และอำเภอบันนังสตาโดยมีการเก็บตัวอย่างจากแหล่งเดียวกัน ทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 2 เดือน (แหล่งละ 4 ครั้ง)
4. ศึกษาความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเลื่อยโซ่ยนต์ ชนิดต่างๆที่นิยมใช้ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้
5. ตรวจสอบเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นในคดีตัวอย่าง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเลื่อยโซ่ยนต์ชนิดต่างๆ ที่นิยมใช้ ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้
2. สามารถระบุความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นและประยุกต์ใช้ ในการแยกแยะชนิดของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเลื่อยโซ่ยนต์
3. สามารถตรวจสอบเปรียบเทียบร่องรอยน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุกับน้ำมันหล่อลื่น ของเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัย จาก กรณีตัดต้นไม้ขวางทางจราจร ในจังหวัดชายแดน ภาคใต้ได้

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

2.1.1 สารเคมี

- ไดคลอโรมีเทน (AR grade, Scharlau)
- อะซีโตน (AR grade, Merck)
- สารมาตรฐานไฮโดรคาร์บอน

2.1.2 เครื่องมือวิเคราะห์และสถานะที่ใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นในวิทยานิพนธ์นี้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ 2 เครื่องมือ ได้แก่

1) เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Agilent 6890N, USA) (ภาพประกอบที่ 2.1) ร่วมกับตัวตรวจวัดเฟลมไอออไนเซชัน (FID) โดยใช้ระบบฉีดสารอัตโนมัติ (Autosampler 7683 Series) และระบบประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Chem Station G2075AA, USA)

การวิเคราะห์และตรวจเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่น มีขั้นตอนดังนี้

- เตรียมตัวอย่างโดยการละลายน้ำมันหล่อลื่น 4 ไมโครลิตร ในตัวทำละลาย ไดคลอโรมีเทน 1 มิลลิลิตร
- ศึกษาสถานะที่เหมาะสมของเครื่อง GC-FID ในการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น โดยการฉีดสารตัวอย่างปริมาณ 1 ไมโครลิตร ในเครื่อง GC-FID ที่ใช้คอลัมน์ชนิด HP-1 มีความยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.25 มิลลิเมตร และความหนา 0.25 ไมครอน โดยใช้สถานะเริ่มต้น คือ อุณหภูมิที่หัวฉีด (inlet) 280 องศาเซลเซียส ใช้โปรแกรมอุณหภูมิ (temperature program) ในการแยกสาร โดยเริ่มต้นที่ 100 องศาเซลเซียส คงที่ 2 นาที แล้วเพิ่มด้วยอัตรา 15 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 300 องศาเซลเซียส และคงไว้ 15 นาที โดยใช้ อัตราการไหล 1.0 ml/min และ Split ratio เป็น 10:1

- วิเคราะห์รูปแบบการแตกตัวของสารที่ถูกชะออกจากคอลัมน์ที่เวลาต่างๆ เพื่อทราบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่จำเพาะเจาะจงขององค์ประกอบทางเคมีที่ให้ค่าการตอบสนองสูงและ /หรือองค์ประกอบทางเคมีที่จำเพาะเจาะจงต่อน้ำมันหล่อลื่นชนิดใดๆ เพื่อเปรียบเทียบเชิงปริมาณ



ภาพประกอบที่ 2.1 GC-FID (Agilent 6890N)

2) ฟลูออโรอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (FTIR Spectrometer) Amnic (USA) (ภาพประกอบที่ 2.2) ที่ติดตั้งชุดอุปกรณ์เสริม SMART Multi bounce Horizontal ATR และ ZnSe Liquid Plate IRE 45° Degree

ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลเชิงพื้นผิวของน้ำมันหล่อลื่นตัวอย่างด้วย เทคนิค ATR-FTIR มีดังนี้

- เปิดเครื่อง FTIR Spectrometer ที่ติดตั้งชุดอุปกรณ์เสริม SMART Multi bounce Horizontal ATR และ ZnSe Liquid Plate IRE 45° Degree ในห้องที่ควบคุมสถานะความดัน จากนั้นทำการ Calibration ด้วย Polystyrene Film เมื่อเสร็จสิ้นการ Calibration ให้ทำความสะอาดบริเวณ ZnSe Liquid Plate ด้วย Acetone และบันทึกค่า Background

- ใช้หลอดหยด ใหม่และสะอาดดูดน้ำมันหล่อลื่นตัวอย่าง หยดลงบน ZnSe Liquid Plate จนเต็มพื้นที่ (2 หยด) จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ค่า และบันทึกผล เมื่อการตรวจตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นเสร็จสิ้นแล้ว ให้ทำความสะอาดบริเวณ ZnSe Liquid Plate ด้วย Acetone และตรวจสอบความสะอาดจากค่า Background เพื่อไม่ให้มีการปนเปื้อนกับตัวอย่างต่อไป จากนั้นจึงจะดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่างต่อไป และนำผลการตรวจที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบ



ภาพประกอบที่ 2.2 FTIR Spectrometer

2.2 วิธีการดำเนินการ

2.2.1 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่าง

2.2.1.1 น้ำมันหล่อลื่นใหม่ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน

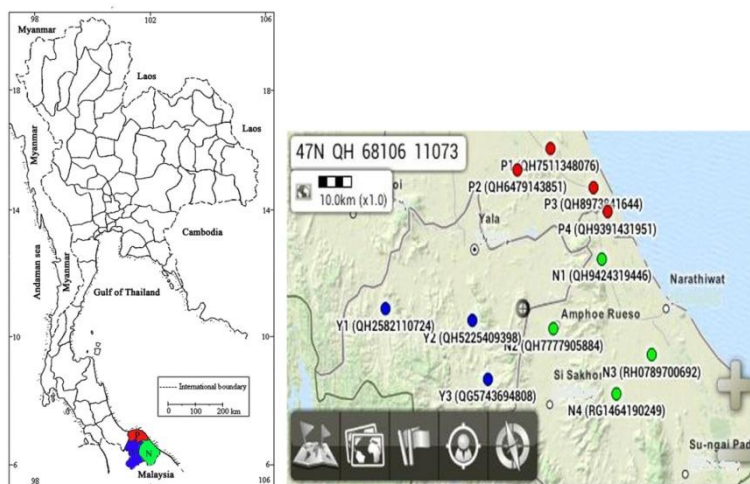
ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่นิยมใช้กับรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ จำนวน 4 ยี่ห้อ ได้แก่ CASTROL, CALTEX, STATES และ SUZUKI และที่นิยมใช้กับรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ จำนวน 6 ยี่ห้อ ได้แก่ PTT, DAIKYO, SUZUKI, HONDA, PENNZOIL และ YAMALUBE

2.2.1.2 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว

น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycled oil) จำนวน 3 ยี่ห้อ ได้แก่ SEIKO Oil COIS, SUPER Oil CDIS และ Sport plus ZT 500
2. น้ำมันใช้แล้วที่ยังไม่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ (Reused oil) เก็บจากแหล่งขายที่เป็นที่นิยม ในการซื้อของประชาชนในพื้นที่ที่มีสถิติในการก่อเหตุที่ใช้การตัดต้นไม้ ขวางทางสัญจรสูง ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จำนวน 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอปานาเระ อำเภอสายบุรี อำเภอมายอ และอำเภอไม้แก่น จังหวัดนราธิวาส จำนวน 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอระแงะ อำเภอเจาะไอร้อง อำเภอบาเจาะ และอำเภอรือเสาะ และจังหวัดยะลา จำนวน 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอยะหา อำเภอกงปิ่นัง และอำเภอบันนังสตา ปრაกฏตามภาพประกอบที่ 2.3 โดยเก็บตัวอย่างในแต่ละแหล่งทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 2 เดือน เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบรูปแบบขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นจากแหล่งเดียวกันในช่วงเวลาต่างกัน การเก็บตัวอย่างใช้หลอดหยดที่ใหม่และ

สะอาดคือน้ำมันหล่อลื่นตัวอย่างบรรจุลงในขวดแก้วป้องกันการระเหยขนาด 2 มิลลิลิตร บันทึก รายละเอียดตัวอย่าง และนำไปเก็บรักษาสภาพตัวอย่างในตู้เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพประกอบที่ 2.3 พื้นที่ที่ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว

2.2.2 การตรวจเปรียบเทียบรูปแบบหรือองค์ประกอบทางเคมีจากตัวอย่างจากคดีการตัดต้นไม้ขวางทางสัญจร

คดีกรณีการตัดต้นไม้ขวางทางสัญจรด้วยเลื่อยโซ่ยนต์ ที่นำมาใช้ในงานวิทยานิพนธ์นี้ เป็นคดีที่เกิดเหตุในเดือน มกราคม พ.ศ. 2554 ที่ อำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส โดยผู้ก่อเหตุดำเนินการตัดต้นไม้ขวางทางสัญจรจำนวน 7 ต้น บนเส้นทางหลวงหมายเลข 4107 ปრაภฏตามภาพประกอบที่ 2.4 เป้าหมายคือการถ่วงเวลาไม่ให้กำลังสนับสนุนของเจ้าหน้าที่เข้าไปช่วยเหลือได้ทันทั่วทั้งที่ ในเหตุโจมตีฐานปฏิบัติการเฉพาะกิจของทหาร

จากการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุบริเวณที่มีการตัดต้นไม้ขวางทางสัญจรนี้ พบขวดพลาสติก จำนวน 2 ขวด โดยขวดที่ 1 เป็นขวดพลาสติกใสของน้ำอัดลมยี่ห้อหนึ่ง ในขณะที่ขวดที่ 2 เป็นขวดพลาสติกทึบของน้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อ HONDA (ภาพประกอบที่ 2.5) ภายในมีน้ำมันหล่อลื่นหลงเหลืออยู่ปริมาณหนึ่ง และตรวจพบคราบน้ำมันหล่อลื่นบนตอไม้ในสถานที่เกิดเหตุ จึงเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากขวดบรรจุโดยใช้หลอดหยดที่ใหม่และสะอาดคือน้ำมันหล่อลื่นบรรจุลงในขวดแก้วป้องกันการระเหยขนาด 2 มิลลิลิตร ในขณะที่ใช้สำลีพันปลายไม้ชุบด้วยไดคลอโร - มีเทนเช็ดบริเวณคราบน้ำมันหล่อลื่น ก่อนบรรจุตัวอย่างลงในขวดแก้วป้องกันการระเหยขนาด 2 มิลลิลิตรเช่นเดียวกัน



ภาพประกอบที่ 2.4 ภาพคดีการตัดต้นไม้ขวางทางสัญจรด้วยเลื่อยโซ่ยนต์ ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ที่อำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส (A : สถานที่เกิดเหตุจุดที่ 1, B : สถานที่เกิดเหตุจุดที่ 2)

ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุจะถูกตรวจเปรียบเทียบกับ น้ำมันหล่อลื่นจากเลื่อยโซ่ยนต์ดี อดสงสัย จำนวน 5 เครื่อง ซึ่งได้จากเจ้าหน้าที่สนธิกำลัง 3 ฝ่าย ดำเนินการติดตามผู้ก่อเหตุภายใต้การบังคับใช้กฎหมายพระราชบัญญัติกัญญาธิการศึก พ .ศ. 2547 และพระราชกำหนดการบริหารราชการในสถานการณ์ พ.ศ. 2548 โดยเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น จากถังน้ำมันหล่อลื่นของเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัยทั้ง 5 เครื่องโดยใช้หลอดหยดที่ใหม่และสะอาดดู น้ำมันหล่อลื่นบรรจุลงในขวดแก้วป้องกันการระเหยขนาด 2 มิลลิลิตร รวมทั้งใช้สำลีพันปลายไม้ ชุบด้วยไดคลอโรมีเทนเช็ดคราบน้ำมันหล่อลื่นจากใบเลื่อย พร้อมกำกับข้อมูลคดี และรายละเอียด ตัวอย่าง และเก็บรักษา ตัวอย่างในตู้เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนการตรวจ เปรียบเทียบต่อไป



ภาพประกอบที่ 2.5 ภาพขณะบรรจุน้ำมันหล่อลื่นในสถานที่เกิดเหตุ จุดที่ 1 และ 2 (A : ภาพขณะบรรจุ น้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุจุดที่ 1, B : ภาพขณะบรรจุน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุจุดที่ 2)

บทที่ 3

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

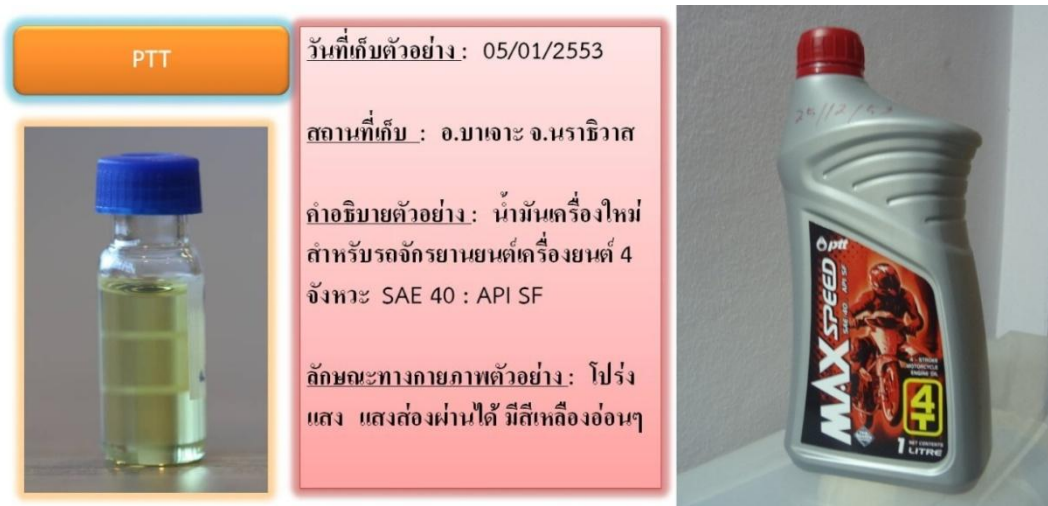
3.1 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่น

ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น จำแนกได้จากลักษณะสีของตัวอย่าง ความโปร่งแสง ตลอดจนกลิ่นของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นบางชนิด ดังนี้


3.1.1 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน

3.1.1.1 น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ


ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ที่นิยมใช้ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย มีลักษณะ เป็นของเหลวใส มีความโปร่งแสง สีของตัวอย่างเป็น โทนสีเหลือง ไม่มีกลิ่น ซึ่งสีจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในแต่ละตัวอย่าง แสดงดังภาพประกอบที่ 3.1 – ภาพประกอบที่ 3.6




ภาพประกอบที่ 3.1 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ยี่ห้อ PTT

<p>DAIKYO</p>	<p>วันที่เก็บตัวอย่าง : 24/12/2553</p> <p>สถานที่เก็บ : อ.กรงปินัง จ.ยะลา</p> <p>คำอธิบายตัวอย่าง : น้ำมันเครื่องใหม่ สำหรับรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์ 4 จังหวะ SAE 40 : API SF</p> <p>ลักษณะทางกายภาพตัวอย่าง : โปร่ง แสง แสงส่องผ่านได้ มีสีเหลืองขุ่น</p>	
---------------	--	--


ภาพประกอบที่ 3.2 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ยี่ห้อ DAIKYO

<p>SUZUKI</p>	<p>วันที่เก็บตัวอย่าง : 24/12/2553</p> <p>สถานที่เก็บ : อ.กรงปินัง จ.ยะลา</p> <p>คำอธิบายตัวอย่าง : น้ำมันเครื่องใหม่ สำหรับรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์ 4 จังหวะ SAE 40 : API SG</p> <p>ลักษณะทางกายภาพตัวอย่าง : โปร่ง แสง แสงส่องผ่านได้ มีสีเหลืองออก ส้มอ่อนๆ</p>	
---------------	--	---

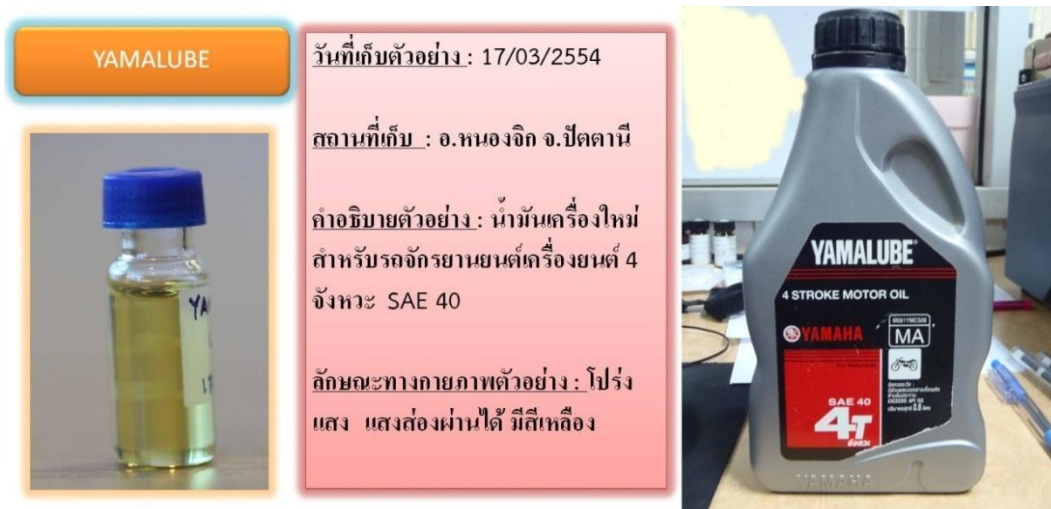
ภาพประกอบที่ 3.3 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ยี่ห้อ SUZUKI

<p>HONDA</p>	<p>วันที่เก็บตัวอย่าง : 25/12/2553</p> <p>สถานที่เก็บ : อ.บ้านนั้งस्ता จ.ยะลา</p> <p>คำอธิบายตัวอย่าง : น้ำมันเครื่องใหม่ สำหรับรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์ 4 จังหวะ SAE 40 : JASO MA 40</p> <p>ลักษณะทางกายภาพตัวอย่าง : โปร่ง แสง แสงส่องผ่านได้ มีสีเหลืองออก ส้มอ่อนๆ</p>	
--------------	--	--

ภาพประกอบที่ 3.4 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ยี่ห้อ HONDA

<p>PENNZOIL</p>	<p>วันที่เก็บตัวอย่าง : 25/12/2553</p> <p>สถานที่เก็บ : อ.บ้านนั้งस्ता จ.ยะลา</p> <p>คำอธิบายตัวอย่าง : น้ำมันเครื่องใหม่ สำหรับรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์ 4 จังหวะ SAE 40 : API SG</p> <p>ลักษณะทางกายภาพตัวอย่าง : โปร่ง แสง แสงส่องผ่านได้ มีสีเหลืองออก ส้มอ่อนๆ</p>	
-----------------	--	---

ภาพประกอบที่ 3.5 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ยี่ห้อ PENNZOIL



ภาพประกอบที่ 3.6 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ยี่ห้อ YAMALUBE

3.1.1.2 น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ

ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะที่นิยมใช้ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย มีลักษณะ คล้ายคลึงกับ น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ โดยมีลักษณะเป็นของเหลวสีนิล โปร่งแสง แต่สีของตัวอย่างเป็น สีโทนเขียว ซึ่งสีจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในแต่ละตัวอย่าง และมีกลิ่นเฉพาะ แสดงดังภาพประกอบที่ 3.7 – ภาพประกอบที่ 3.10



ภาพประกอบที่ 3.7 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ ยี่ห้อ CASTROL

CALTEX HAVOLINE_2T

วันที่เก็บตัวอย่าง: 17/01/2554

สถานที่เก็บ: อ.สายบุรี จ.ปัตตานี

คำอธิบายตัวอย่าง: น้ำมันเครื่องใหม่ สำหรับรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์ 2 จังหวะ Semi Synthetic : JASO FC ,มอก. 1040-2541

ลักษณะทางกายภาพตัวอย่าง: โปร่ง แสง แสงส่องผ่านได้ มีสีเขียว มีกลิ่น




ภาพประกอบที่ 3.8 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ ยี่ห้อ CALTEX



STATES_2T

วันที่เก็บตัวอย่าง: 17/03/2554

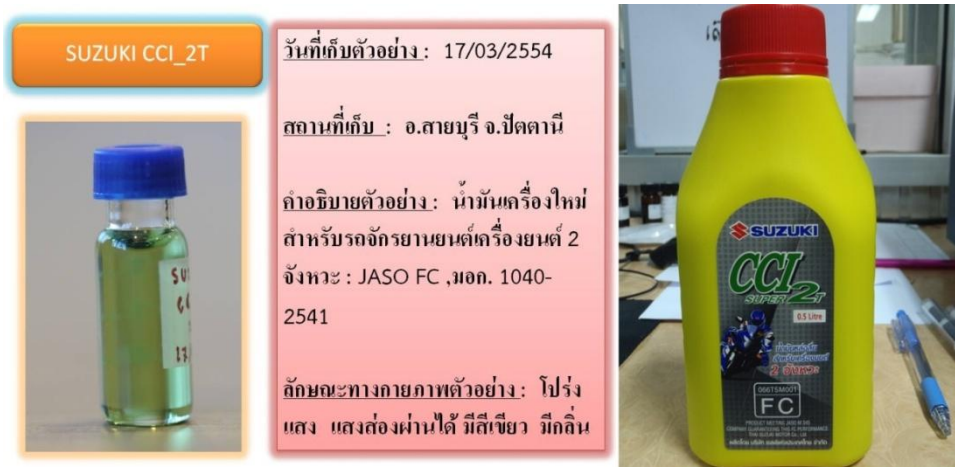
สถานที่เก็บ: อ.ปานระ จ.ปัตตานี

คำอธิบายตัวอย่าง: น้ำมันเครื่องใหม่ สำหรับรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์ 2 จังหวะ เติมสาร Polyisobutylene : มอก. 1040-2541

ลักษณะทางกายภาพตัวอย่าง: โปร่ง แสง แสงส่องผ่านได้ดี มีสีเขียวอ่อนๆ มีกลิ่นเฉพาะ

ภาพประกอบที่ 3.9 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ ยี่ห้อ STATES



ภาพประกอบที่ 3.10 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ ยี่ห้อ SUZUKI

3.1.2 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว

3.1.2.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycled Oil)

ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ชนิด Recycled Oil ที่นิยมใช้ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย มีลักษณะแตกต่างกันในแต่ละ ยี่ห้อ บางตัวอย่างเป็นของเหลวทึบแสง บางตัวอย่างแสงส่องผ่านได้บางส่วน (ภาพประกอบที่ 3.11) สีของตัวอย่างเป็นสีเขียวจนถึงสีดำ ไม่มีกลิ่น ความโปร่งแสงของตัวอย่าง แสดงถึงระยะเวลาการใช้งาน โดยแปรผกผันกับระยะเวลาการผ่านการใช้งาน กล่าวคือ หากตัวอย่างมีความโปร่งแสงมาก หมายถึง ผ่านการใช้งานน้อย แม้ว่าตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นชนิด Recycled Oil เป็นตัวอย่างที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว น้ำมันชนิดนี้ถูกนำไปผ่านกระบวนการเพิ่มคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่น เช่น การกรอง การปั่นเหวี่ยง เติมน้ำมันเติมและสารเพิ่มคุณภาพ ตลอดจนการผสมน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งานเข้าไป เพื่อนำไปจำหน่ายในราคาถูกลงสำหรับใช้งานกับงานที่ใช้คุณสมบัติการหล่อลื่นต่ำ น้ำมัน Recycled Oil บางยี่ห้อจึงมีลักษณะโปร่งแสง คล้ายคลึงกับน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน

<p>ZT_500_RE</p>	<p>วันที่เก็บตัวอย่าง : 24/12/2553</p> <p>สถานที่เก็บ : อ.ระแงะ จ.นราธิวาส</p> <p>คำอธิบายตัวอย่าง : น้ำมันเครื่องนำกลับมาใช้ใหม่ สำหรับหล่อลื่นทั่วไป ไม่ควรใช้กับเครื่องยนต์หรือใช้แทนน้ำมันเครื่อง</p> <p>ลักษณะทางกายภาพตัวอย่าง : แสงส่องผ่านไม่ได้ มีสีเขียวคล้ำ</p>	
<p>SUPER OIL CDIS</p>	<p>วันที่เก็บตัวอย่าง : 17/01/2554</p> <p>สถานที่เก็บ : อ.รามัน จ.ยะลา</p> <p>คำอธิบายตัวอย่าง : น้ำมันเครื่องนำกลับมาใช้ใหม่ สำหรับหล่อลื่นทั่วไป ไม่ควรใช้กับเครื่องยนต์หรือใช้แทนน้ำมันเครื่อง</p> <p>ลักษณะทางกายภาพตัวอย่าง : แสงส่องผ่านได้เล็กน้อย มีสีเขียวอมรด</p>	
<p>SAICO OIL COIS</p>	<p>วันที่เก็บตัวอย่าง : 18/01/2554</p> <p>สถานที่เก็บ : อ.เรือสาะ จ.นราธิวาส</p> <p>คำอธิบายตัวอย่าง : น้ำมันเครื่องนำกลับมาใช้ใหม่ สำหรับหล่อลื่นทั่วไป ไม่ควรใช้กับเครื่องยนต์หรือใช้แทนน้ำมันเครื่อง</p> <p>ลักษณะทางกายภาพตัวอย่าง : แสงส่องผ่านได้ มีสีเขียวคล้ำ</p>	

ภาพประกอบที่ 3.11 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิลที่นิยมใช้ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย

3.1.2.2 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว และนำกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ผ่าน

กระบวนการ (Reused oil)

ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ที่ผ่านการใช้งานแล้วและนำกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ผ่านกระบวนการ จะเก็บตัวอย่างจากแหล่งขาย ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย ทั้ง 3 จังหวัด ซึ่งมีการกำหนดอักษรย่อของตัวอย่างน้ำมันดังตารางที่ 1 โดยจะเก็บจาก ร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ โดยลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างเหล่านี้มักมีลักษณะ เป็นของเหลวหนืด ทึบ - แสง สีดำ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ผ่านการใช้งานมาแล้ว ทำให้มีของเสียที่เกิดจากการสึกหรอของเครื่องยนต์ และปฏิกิริยาทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นเอง สีของแต่ละตัวอย่างจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ยกเว้นบางตัวอย่างที่มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกว่าตัวอย่างอื่น ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงอักษรย่อของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว

P	หมายถึง	ตัวอย่างที่เก็บจากจังหวัดปัตตานี
N	หมายถึง	ตัวอย่างที่เก็บจากจังหวัดนราธิวาส
Y	หมายถึง	ตัวอย่างที่เก็บจากจังหวัดยะลา
P24	หมายถึง	หมายเลขกำกับที่อยู่ท้ายอักษรย่อจังหวัด ตัวแรกคือ อำเภอ ตัวท้ายคือ จำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่าง ตัวอย่างเช่น P24 คือ ตัวอย่างที่เก็บมาจากจังหวัดปัตตานี อำเภอที่ 2 ครั้งที่ 4
P1	หมายถึง	อำเภอ ปานาละ จ.ปัตตานี
P2	หมายถึง	อำเภอ มายอ จ.ปัตตานี
P3	หมายถึง	อำเภอ สายบุรี จ.ปัตตานี
P4	หมายถึง	อำเภอ ไม้แก่น จ.ปัตตานี
N1	หมายถึง	อำเภอ บาเจาะ จ.นราธิวาส
N2	หมายถึง	อำเภอ รือเสาะ จ.นราธิวาส
N3	หมายถึง	อำเภอ ระแงะ จ.นราธิวาส
N4	หมายถึง	อำเภอ เจาะไอร้อง จ.นราธิวาส
Y1	หมายถึง	อำเภอ ยะหา จ.ยะลา
Y2	หมายถึง	อำเภอ กรงปินัง จ.ยะลา
Y3	หมายถึง	อำเภอ บันนังสตา จ.ยะลา
S11	หมายถึง	วัตถุพยานจากสถานที่เกิดเหตุ เหตุที่ 1 จุดที่ 1
C12	หมายถึง	วัตถุพยานจากกล้องโซ่ยนต์ต้องสงสัย เหตุที่ 1 เครื่องที่ 2

3.1.2.2.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว ที่เก็บตัวอย่างจากจังหวัดปัตตานี

4 อำเภอ ได้แก่

1) อำเภอปานาเระ จังหวัดปัตตานี (P1) มีลักษณะทางกายภาพ เป็นของเหลว ทึบ-แสง สีของตัวอย่างเป็นสีดำหรือคล้ำ ตัวอย่าง P12 จะมีลักษณะที่แตกต่าง คือ ไม่ทึบแสง และสีอ่อนกว่าตัวอย่างอื่น คาดว่า น่าจะผ่านการใช้งานมาในระยะเวลาไม่มากนัก (ภาพประกอบที่ 3.12)



ภาพประกอบที่ 3.12 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอปานาเระ จังหวัดปัตตานี

2) อำเภอมายอ จังหวัดปัตตานี (P2) มีลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างคือ เนื้อของตัวอย่างมีลักษณะทึบแสง สีของตัวอย่างเป็นสีดำ ไม่สามารถสังเกตความแตกต่างทางกายภาพได้ด้วยตาเปล่า แสดงดังภาพประกอบที่ 3.13



ภาพประกอบที่ 3.13 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอมายอ จังหวัดปัตตานี

3) อำเภอสาขบุรี จังหวัดปัตตานี (P3) มีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละตัวอย่างทั้ง ความทึบแสง และสีของตัวอย่าง กล่าวคือ ตัวอย่าง P33 และ P34 มีลักษณะ ไม่ทึบแสง และมีโทนสี เหลืองอ่อนกว่าตัวอย่างอื่น แสดงดังภาพประกอบที่ 3.14



ภาพประกอบที่ 3.14 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอสาขบุรี จังหวัดปัตตานี

4) อำเภอไม้แก่น จังหวัดปัตตานี (P4) มีลักษณะเป็นของเหลวหนืด สีดำ ทึบแสง ไม่สามารถสังเกตความแตกต่างในแต่ละตัวอย่างได้ด้วยตาเปล่า แสดงดังภาพประกอบที่ 3.15



ภาพประกอบที่ 3.15 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอไม้แก่น จังหวัดปัตตานี

3.1.2.2 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว ที่เก็บตัวอย่างจากจังหวัดนครราชสีมา

4 อำเภอ ได้แก่

1) อำเภอบาเจาะ จังหวัดนครราชสีมา (N1) มีลักษณะเป็นของเหลว สีดำ ทึบแสง (ภาพประกอบที่ 3.16)



ภาพประกอบที่ 3.16 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอบาเจาะ จังหวัดนครราชสีมา

2) อำเภอรือเสาะ จังหวัดนราธิวาส (N2) มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่างทั้งความทึบแสง และสีของตัวอย่าง โดยตัวอย่าง N23 และ N24 มีการเจือปนกับของเหลวชนิดอื่น (คาดว่า จะเป็นน้ำ) จนเกิดการแยกชั้นของตัวอย่าง ในขณะที่ตัวอย่าง N22 มีสีเป็นโทนสีเขียวเล็กน้อย แสดงดังภาพประกอบที่ 3.17



ภาพประกอบที่ 3.17 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพภายนอกของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว ในพื้นที่อำเภอรือเสาะ จังหวัดนราธิวาส

3) อำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส (N3) มีลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง โดยตัวอย่าง N32 และ N34 มีลักษณะตัวอย่างเป็นของเหลวสีโทนเหลืองซึ่งมีสีอ่อนกว่าตัวอย่างอื่น และไม่ทึบแสง แสดงดังภาพประกอบที่ 3.18



ภาพประกอบที่ 3.18 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส

4) อำเภोजะเอย์ จังหวัดนราธิวาส (N4) มีลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างคือ มีลักษณะเป็นของเหลวสีดำ ทึบแสง ยกเว้นตัวอย่าง N41 ซึ่ง ไม่ทึบแสง และสีอ่อนกว่าตัวอย่างอื่น แสดงดังภาพประกอบที่ 3.19



ภาพประกอบที่ 3.19 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภोजะเอย์ จังหวัดนราธิวาส

3.1.2.2.3 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว ที่เก็บตัวอย่างจาก จังหวัดยะลา 3 อำเภอ ได้แก่

1) อำเภอยะหา จังหวัดยะลา (Y1) มีลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างคือ เนื้อของตัวอย่างมีลักษณะทึบแสง และสีของตัวอย่างเป็นสีดำ ตัวอย่าง Y14 จะมีลักษณะที่แตกต่าง คือ ไม่ทึบแสง และสีเป็น โทนสีเหลือง แสดงดังภาพประกอบที่ 3.20



ภาพประกอบที่ 3.20 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว ในพื้นที่อำเภอยะหา จังหวัดยะลา

2) อำเภอกรงปินัง จังหวัดยะลา (Y2) มีลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างคือ เนื้อของตัวอย่างมีลักษณะทึบแสง และสีของตัวอย่างเป็นสีดำ ตัวอย่าง Y23 จะมิลักษณะที่แตกต่าง คือ มีการแยกชั้นเล็กน้อยและมีความขุ่นมากกว่าตัวอย่างอื่น แสดงดังภาพประกอบที่ 3.21



ภาพประกอบที่ 3.21 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอกรงปินัง จังหวัดยะลา

3) อำเภอบ้านนังสตา จังหวัดยะลา (Y3) มีลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างคือ เนื้อของตัวอย่างมีลักษณะทึบแสง และสีของตัวอย่างเป็นสีดำ ตัวอย่าง Y33 จะมีลักษณะที่แตกต่าง คือ เนื้อของตัวอย่างมีความโปร่งแสง และสีของตัวอย่างเป็นสีเหลือง คล้ายคลึงกับลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ แสดงดังภาพประกอบที่ 3.22



ภาพประกอบที่ 3.22 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอบ้านนังสตา จังหวัดยะลา

3.1.3 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง

ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น จากคดีตัวอย่าง ทั้ง 7 ตัวอย่าง ประกอบด้วยตัวอย่างที่เก็บจากสถานที่เกิดเหตุ อำเภอรอแฉะ จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 2 ตัวอย่าง และตัวอย่างที่เก็บจากถังน้ำมันเลี้ยงโซ่ของ เลื่อยโซ่ยนต์ ต้องสงสัยจำนวน 5 เครื่อง มีลักษณะเป็นของเหลวหนืด สีดำ ทึบแสง จึงคาดว่า น่าจะเป็นน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วและนำกลับมาใช้ใหม่โดยยังไม่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ

3.1.3.1 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุ

ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุ ตัวอย่างที่ 1 (S11) เก็บจากสถานที่เกิดเหตุเส้นทางที่ 1 โดยตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นบรรจุอยู่ในภาชนะพลาสติกใสบริเวณริมถนน สภาพภาชนะปิด โคนแสงแคด เนื้อของตัวอย่างมีลักษณะทึบแสง และสีของตัวอย่างเป็น สีดำ เหมือนกับตัวอย่างที่ 2 (S12) ซึ่งเก็บจากสถานที่เกิดเหตุเส้นทางที่ 2 โดยบรรจุอยู่ในภาชนะพลาสติกทึบซึ่งเป็นภาชนะสำหรับบรรจุน้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อ HONDA แต่มีสภาพภาชนะเก่า คาดว่า จะนำบรรจุภัณฑ์มาใช้ในการบรรจุตัวอย่าง แสดงดังภาพประกอบที่ 3.23



ภาพประกอบที่ 3.23 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุ ที่ดำเนินการเก็บจากคดีตัวอย่าง ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย

3.1.3.2 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นจากเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัย

ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น จากเลื่อยโซ่ยนต์ ต้องสงสัยทั้ง 5 ตัวอย่าง มีลักษณะทึบแสง และสีของตัวอย่างเป็นสีดำ ดังภาพประกอบที่ 3.24



ภาพประกอบที่ 3.24 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นจากเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัย ที่ดำเนินการเก็บจากคดีตัวอย่าง ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย

C14



วันที่เก็บตัวอย่าง: 30/01/2554

สถานที่เก็บ: อ.ระแงะ จ.นราธิวาส

คำอธิบายตัวอย่าง: น้ำมันเครื่องที่ผ่านการใช้งานแล้วจากเลื่อยโซยนต์ต้องสงสัยหมายเลข 4

ลักษณะทางกายภาพตัวอย่าง: แสงส่องผ่านไม่ได้ มีสีดำ



C15



วันที่เก็บตัวอย่าง: 30/01/2554

สถานที่เก็บ: อ.ระแงะ จ.นราธิวาส

คำอธิบายตัวอย่าง: น้ำมันเครื่องที่ผ่านการใช้งานแล้วจากเลื่อยโซยนต์ต้องสงสัยหมายเลข 5

ลักษณะทางกายภาพตัวอย่าง: แสงส่องผ่านไม่ได้ มีสีดำ



ภาพประกอบที่ 3.24 รายละเอียดและลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นจากเลื่อยโซยนต์ต้องสงสัย ที่ดำเนินการเก็บจากคดีตัวอย่าง ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย (ต่อ)

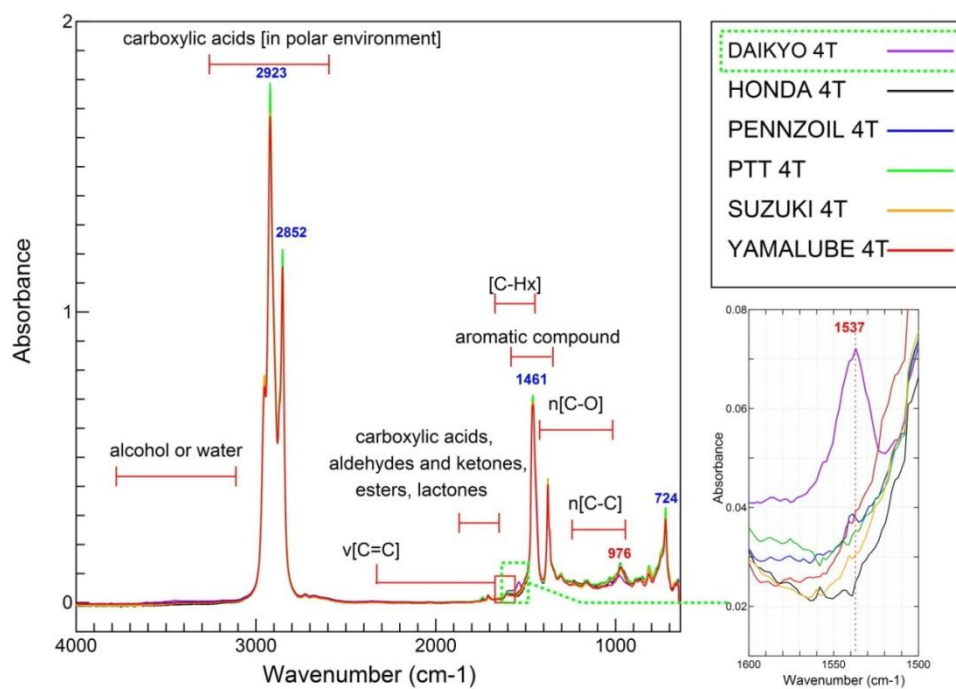
3.2 ผลการศึกษาวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของน้ำมันหล่อลื่นตัวอย่างด้วยเทคนิค ATR-FTIR

3.2.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน

ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะและ 2 จังหวะที่ยังไม่ผ่านการใช้งานจะให้สเปกตรัมที่มีความคล้ายคลึงกัน แต่พบความแตกต่างของสเปกตรัมในบางช่วงเลขคลื่น ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของหมู่ฟังก์ชัน ดังนี้

3.2.1.1 น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ

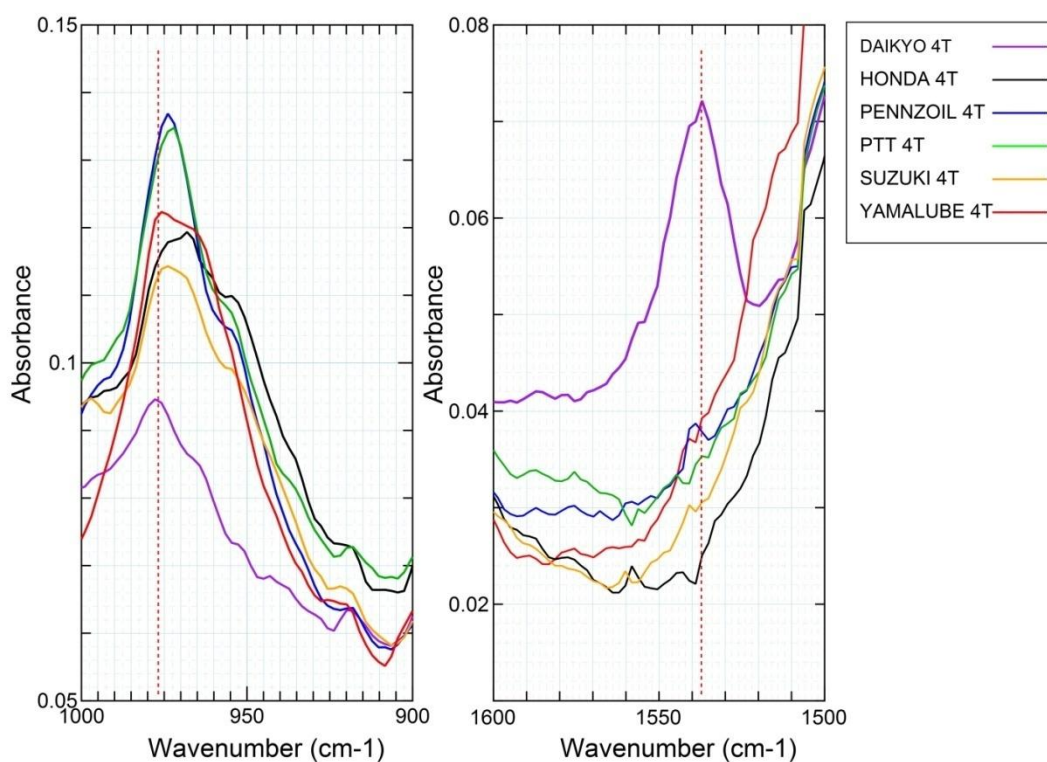
ผลการศึกษาวิเคราะห์ หมู่ฟังก์ชัน ของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ที่นิยมใช้ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย แสดงดังภาพประกอบที่ 3.25 โดยประกอบด้วย พิกของการดูดกลืนแสงที่เลขคลื่น 724 cm^{-1} , 1461 cm^{-1} , 2852 cm^{-1} , และ 2923 cm^{-1} ซึ่งแสดงหมู่ฟังก์ชันต่างๆ ดังรายละเอียดในภาพประกอบ 3.17 และพบความแตกต่างของสเปกตรัม ในแต่ละตัวอย่าง ในช่วงเลขคลื่นที่ $700 - 1800\text{ cm}^{-1}$ โดยตำแหน่งเลขคลื่นที่ 976 cm^{-1} สามารถพบได้ในทุกตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ แต่พบในปริมาณที่ต่างกันในแต่ละตัวอย่าง และ ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1537 cm^{-1} พบได้เฉพาะตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อ DAIKYO 4T เท่านั้น



ภาพประกอบที่ 3.25 สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ

ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 976 cm^{-1} คาดว่าเป็นการยืด-หด ของพันธะ C-C ของสารเพิ่มคุณภาพประเภท สารป้องกันการสึกหรอ (Antiwear Components) ที่มีหมู่ของฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบ ตำแหน่งนี้อาจพบได้ในน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วที่ยังไม่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพทำให้ยังปรากฏสารเพิ่มคุณภาพชนิดนี้ได้เช่นเดียวกัน (ASTM International, 2011)

ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1537 cm^{-1} ซึ่งเกิดจากการสั่นของพันธะ C=C ของสารประกอบอะโรมาติก (aromatic compounds) (Gracia, et al., 2010) หรืออาจเป็น marker ของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น DAIKYO เนื่องจากมีพีคของการดูดกลืนแสงสูงกว่า ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะอื่นๆ แสดงดังภาพประกอบที่ 3.26

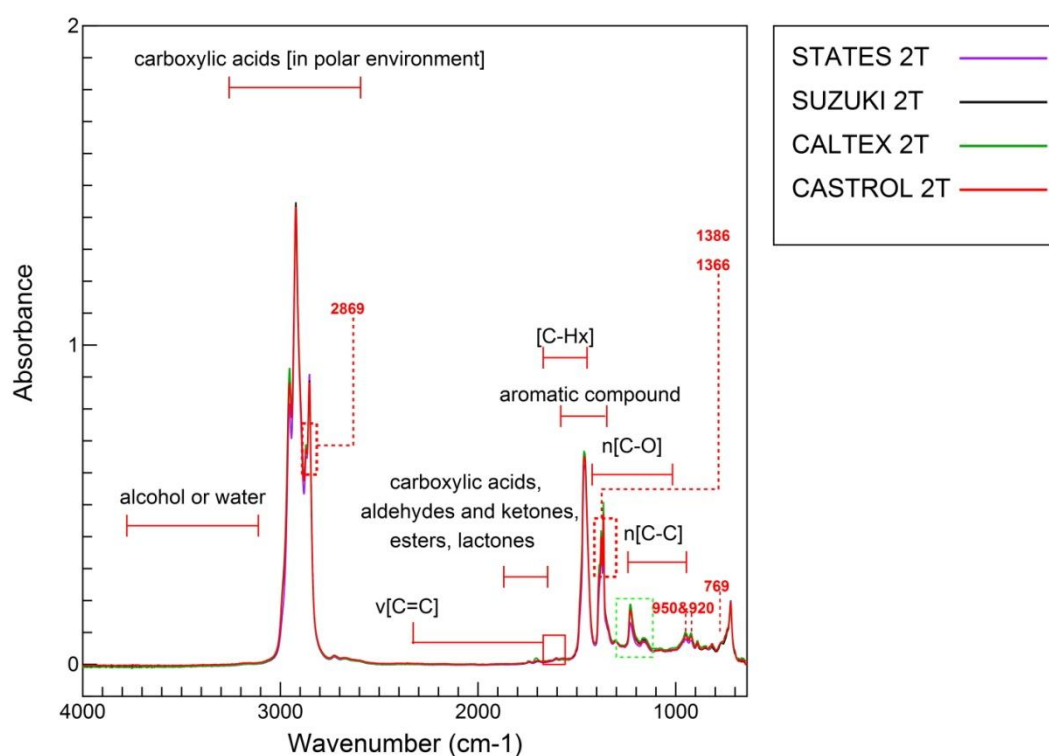


ภาพประกอบที่ 3.26 เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 976 cm^{-1} และ 1537 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ

3.2.1.2 น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ

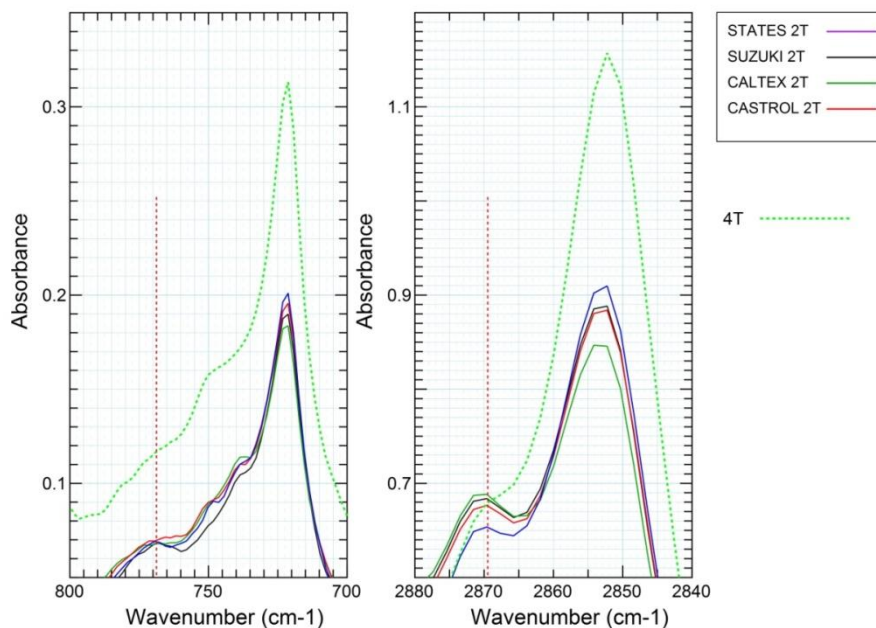
ผลการศึกษาวิเคราะห์ หมู่ฟังก์ชัน ของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ ที่นิยมใช้ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย ประกอบด้วย พีคของการดูดกลืนแสงที่เลขคลื่น 724 cm^{-1} , 1461 cm^{-1} , 2852 cm^{-1} , และ 2923 cm^{-1} (ภาพประกอบที่ 3.27) คล้ายคลึงกับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ แต่พบความแตกต่างจากน้ำมัน น้ำมันหล่อลื่นสำหรับ เครื่องยนต์

เบนซิน 4 จังหวะ ที่เลขคลื่นที่ 769 cm^{-1} , 920 cm^{-1} , 950 cm^{-1} , 1366 cm^{-1} , 1386 cm^{-1} , และ 2869 cm^{-1} โดยตำแหน่งเลขคลื่นที่ 920 cm^{-1} คู่กับ 950 cm^{-1} คาดว่าเป็นการสั่น ของพันธะ C-C ของสารกลุ่มฟอสเฟตเอสเทอร์ (Jingyan, et al., 2013) โดยพบได้ในทุกตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ แต่ไม่พบตำแหน่งเลขคลื่นนี้ในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ในขณะที่ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 769 cm^{-1} คาดว่าเป็นฟีกของการดูดกลืนแสงที่เกิดจากการสั่นของพันธะในสารประกอบอินทรีย์ที่พบในน้ำมันดิบ เช่น Asphaltene (Jingyan, et al., 2013) สามารถพบได้ ชัดเจน ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะยี่ห้อ STATES และ SUZUKI ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1386 cm^{-1} สามารถพบได้ ชัดเจน ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะยี่ห้อ CALTEX และ SUZUKI ในขณะที่ยี่ห้อ CASTROL มีค่าการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่นนี้น้อยกว่า ซึ่งคาดว่าเป็นการสั่นของพันธะ C-H ของหมู่ CH_3 (Jiménez, 2002) แสดงดังภาพประกอบที่ 3.27



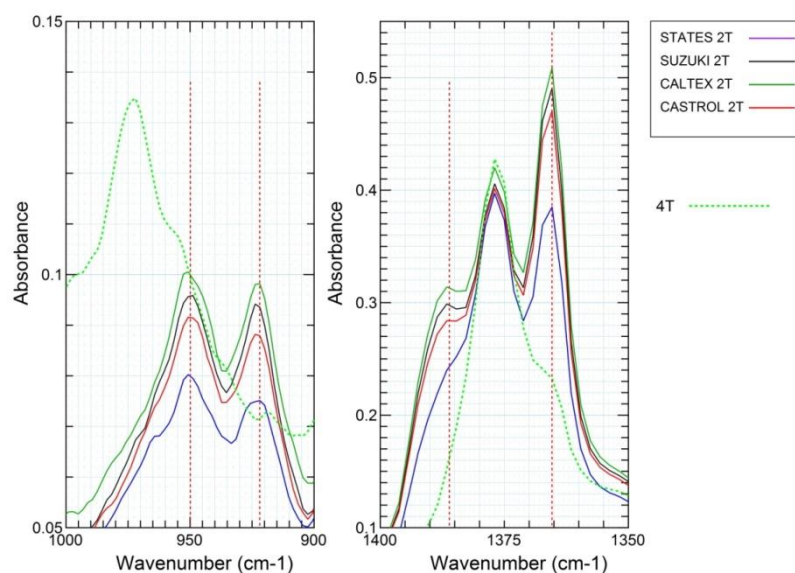
ภาพประกอบที่ 3.27 สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ (เลขคลื่นที่ตรวจพบเฉพาะน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ)

ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 2869 cm^{-1} ซึ่งคาดว่าเป็นการยืด-หด ของพันธะ $\nu(\text{C-H}_x)$ ของสารประกอบกลุ่มแอลดีไฮด์หรือคีโตน (Gracia, et al., 2010) แสดงดังภาพประกอบที่ 3.28



ภาพประกอบที่ 3.28 เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 769 cm^{-1} และ 2869 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ

ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1366 cm^{-1} คาดว่าเป็นการยึด-หด ของพันธะในหมู่ฟังก์ชันของสารกลุ่มสาร Succinimic dispersants (Diaby, et al., 2009) แสดงดังภาพประกอบที่ 3.29

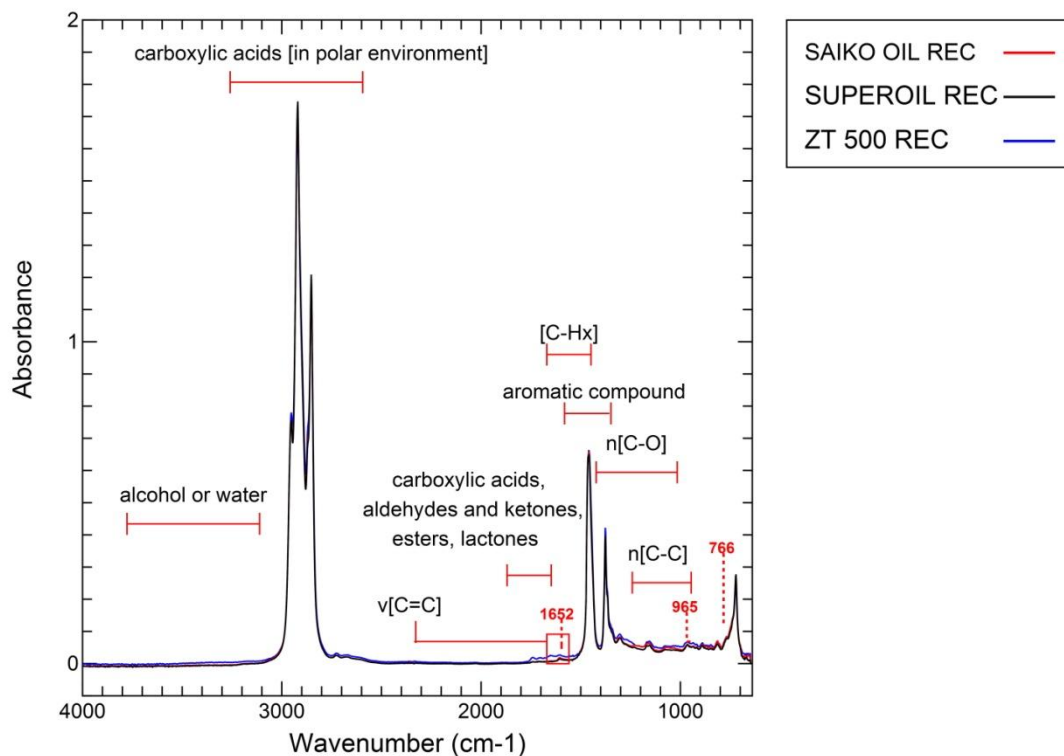


ภาพประกอบที่ 3.29 เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 1386 cm^{-1} , 1366 cm^{-1} , และ 920 cm^{-1} คู่กับ 950 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ

3.2.2 ผลการศึกษาวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว

3.2.2.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วนำกลับมาใช้

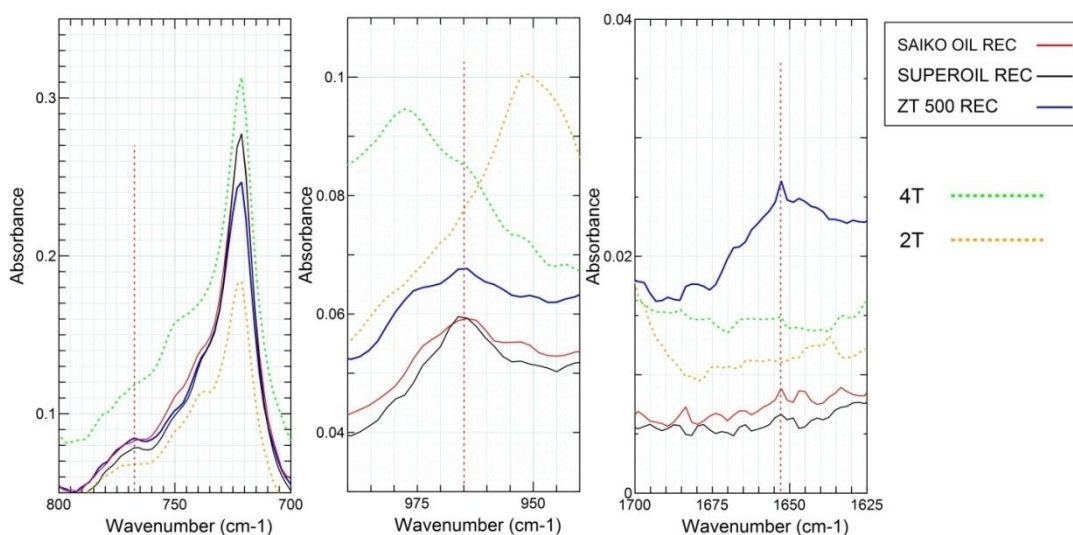
ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นใช้งานแล้วที่ผ่านกระบวนการเพิ่มคุณภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิล ตรวจพบพีคของการดูดกลืนแสง ในตำแหน่งเลขคลื่นที่ 724 cm^{-1} , 1461 cm^{-1} , 2852 cm^{-1} , และ 2923 cm^{-1} แสดงดังภาพประกอบที่ 3.30 อย่างไรก็ตามน้ำมันหล่อลื่นชนิดนี้แสดงพีคของการดูดกลืนแสงที่แตกต่างจากน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 และ 4 จังหวะ ที่เลขคลื่น 766 cm^{-1} , 965 cm^{-1} , และ 1652 cm^{-1} โดยพีคในตำแหน่งเลขคลื่นที่ 766 cm^{-1} ตรวจพบได้ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่น ยี่ห้อ SUPEROIL CDIS ส่วนพีคในตำแหน่งเลขคลื่นที่ 965 cm^{-1} พบได้ในทุกตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ชนิดรีไซเคิล และพีคในตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1652 cm^{-1} พบได้ในน้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อ ZT 500



ภาพประกอบที่ 3.30 สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านขั้นตอนเพิ่มคุณภาพให้นำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิล

ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1652 cm^{-1} ซึ่งคาดว่าเป็นการยึด-หด ของพันธะ $\text{C}=\text{O}$ ของสารประกอบกลุ่มแอลดีไฮด์หรือคีโตน และ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยา Nitration (ASTM International, 2011; Gracia, et al., 2010) ซึ่งสามารถพบพีคที่ตำแหน่งนี้ได้ ตัวอย่าง

น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะบางยี่ห้อแต่มีปริมาณที่ต่ำกว่า ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 965 cm^{-1} คาดว่าเป็นการยืด-หด ของพันธะ C-C ของสารเพิ่มคุณภาพประเภท สารป้องกันการสึก - หรือ (Antiwear Components) ที่มีหมู่ของฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบ (Phosphate based) (ASTM International, 2011) และตำแหน่งเลขคลื่นที่ 766 cm^{-1} ซึ่งคาดว่าเป็นการยืด-หด ของพันธะ C=C ของสารประกอบกลุ่ม Organo-oxy-phosphorus สารประกอบเหล่านี้เกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน แต่กระบวนการทำให้สะอาดและเพิ่มคุณภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ไม่สามารถกำจัดออกได้หมด จึงยังมีสารประกอบเหล่านี้อยู่ (ภาพประกอบที่ 3.31)

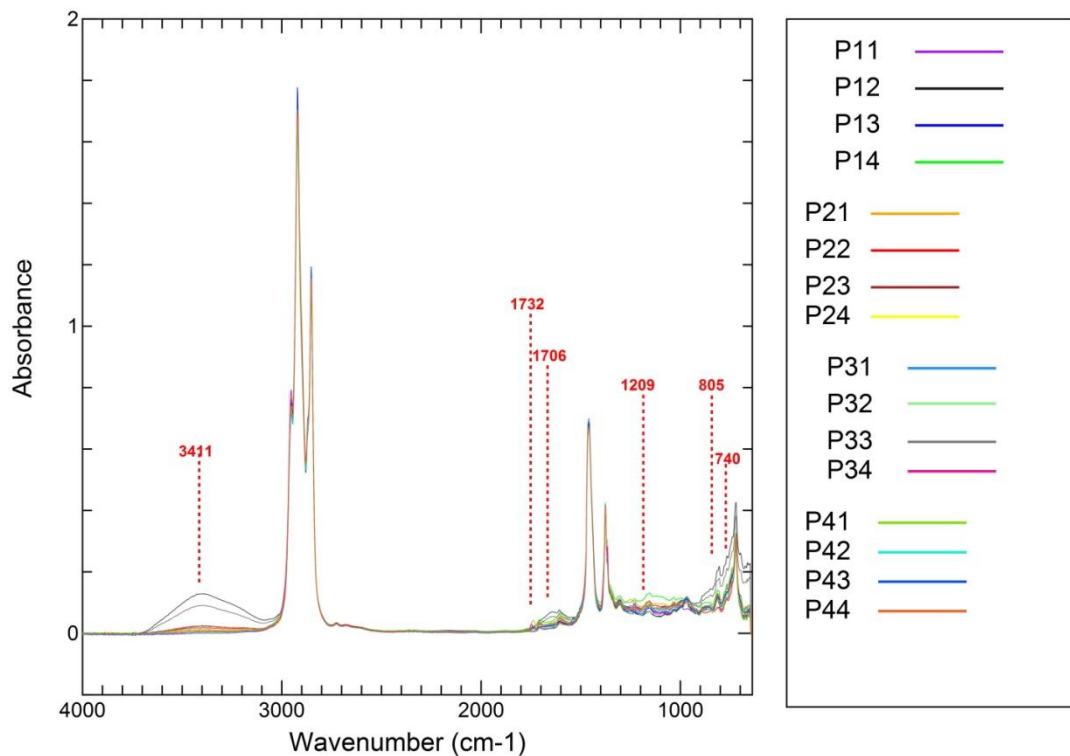


ภาพประกอบที่ 3.31 เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 766 cm^{-1} , 965 cm^{-1} , และ 1652 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิลกับน้ำมันหล่อลื่นชนิดอื่น

3.2.2.2 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดปัตตานี

ผลการศึกษาวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ที่ผ่านการ ใช้งานแล้ว และนำกลับมาใช้ใหม่โดยยังไม่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ ในพื้นที่จังหวัด ปัตตานี ที่เป็นพื้นที่ความเสี่ยงสูง ได้แก่ อำเภอปानาเระ อำเภอมาขอ อำเภอสาขบุรี และอำเภอไม้แก่น แสดงดัง ภาพประกอบที่ 3.32 ซึ่งพบพีคของการดูดกลืนแสงหลักๆ 724 cm^{-1} , 1461 cm^{-1} , 2852 cm^{-1} , และ 2923 cm^{-1} เช่นเดียวกับน้ำมันที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน อย่างไรก็ตามน้ำมันหล่อลื่น ที่เก็บจาก อำเภอ ปานาเระ ครั้งที่ 2 หรือ P12 และตัวอย่างที่เก็บจากอำเภอสาขบุรี ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 หรือ P33 และ P34 ปรากฏพีคที่เลขคลื่น ที่เลขคลื่นที่ 976 cm^{-1} ซึ่งพบได้ในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับ

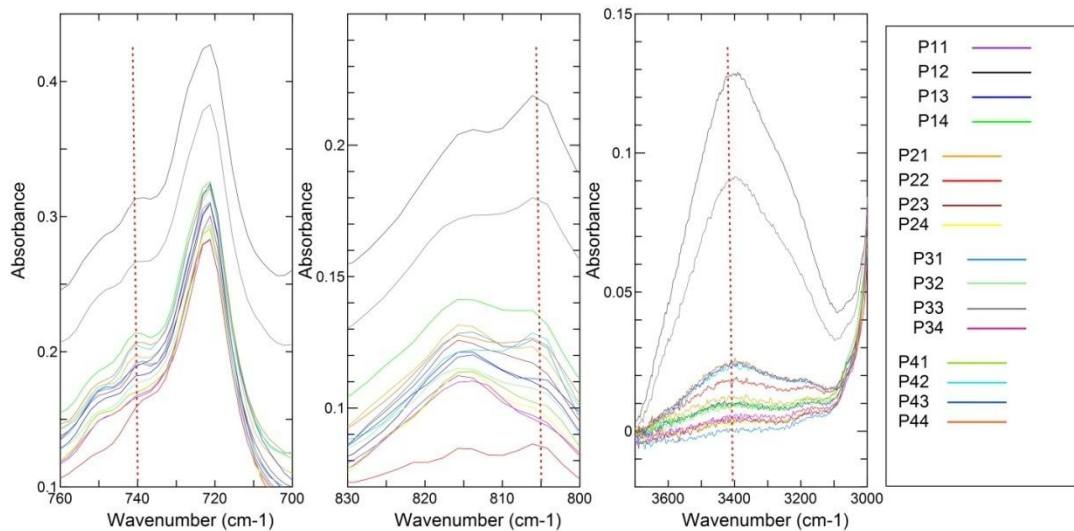
เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ และเลขคลื่นที่ 1366 cm^{-1} ซึ่งพบในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะเท่านั้น สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นทั้ง 2 ตัวอย่าง ซึ่งมีลักษณะแสงสามารถส่องผ่านได้คล้ายคลึงกับน้ำมันหล่อลื่นที่ยังผ่านการใช้งานได้ไม่นาน จึงมีโอกาสที่น้ำมันหล่อลื่นทั้ง 2 ตัวอย่าง ประกอบด้วยน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งานหรือผ่านการใช้งานมาน้อยในสัดส่วนที่สูง



ภาพประกอบที่ 3.32 สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดปัตตานี

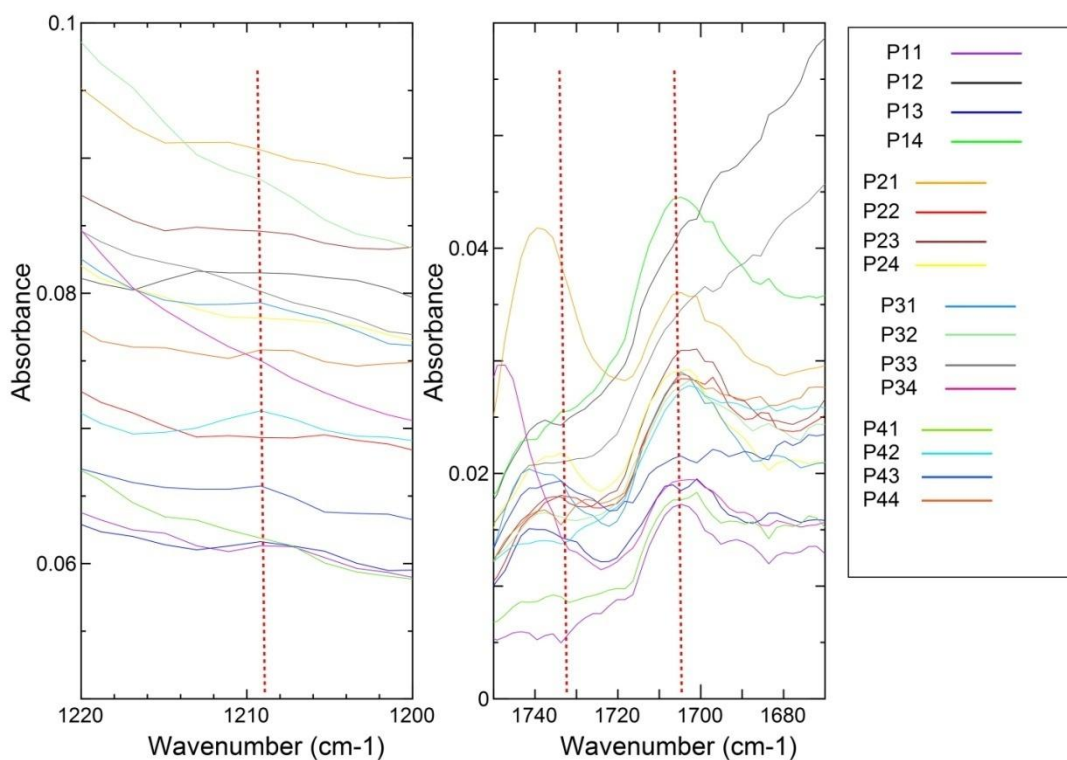
เลขคลื่นที่แสดงลักษณะเฉพาะตัวของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วจากพื้นที่จังหวัดปัตตานี ซึ่งไม่สามารถพบได้ในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ และ 2 จังหวะ ได้แก่ ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 740 cm^{-1} , 805 cm^{-1} , 1209 cm^{-1} , 1706 cm^{-1} , 1732 cm^{-1} , และ 3411 cm^{-1} แสดงดังภาพประกอบที่ 3.33 ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 740 cm^{-1} ซึ่งคาดว่าเป็นการสั่นของพันธะในหมู่ฟังก์ชันของน้ำมันเชื้อเพลิง (gasoline fuel) (Faisal, 2010; ASTM International, 2011) ซึ่งอาจเกิดได้จากการปนเปื้อน ระหว่างการถ่ายน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วจากเครื่องยนต์ลงถังเก็บ ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 805 cm^{-1} ซึ่งคาดว่าเป็นการสั่นของพันธะในหมู่ฟังก์ชันของน้ำมันดีเซลล์ (ASTM International, 2011) ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 3411 cm^{-1} ซึ่งคาดว่าเป็นการยืด-หด ของพันธะ

O-H ของน้ำหรืออาจเป็นสารกลุ่มแอลกอฮอล์ (Garry and Bowman, 2007; Gracia, et al., 2010) ที่เกิดจากการปนเปื้อนหรือได้จากการทำปฏิกิริยาของน้ำมันหล่อลื่นกับอากาศ



ภาพประกอบที่ 3.33 เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 740 cm^{-1} , 805 cm^{-1} , และ 3411 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในจังหวัดปัตตานี

ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1209 cm^{-1} คาดว่า เป็นการยืด-หด ของพันธะ P=S ของ sulfation หรืออาจเป็นกลุ่ม n-hexyl phosphoric ester ซึ่งเกิดจากการเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่น จนกลายเป็นกรด (Piras, 2002) พบเฉพาะตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากอำเภอไม้แก่น จากการเก็บครั้งแรก (P41) เพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้น ในขณะที่เลขคลื่นที่ 1732 cm^{-1} ซึ่งคาดว่าเป็นการยืด-หด ของพันธะ C=C ของสารเพิ่มคุณภาพชนิดปรับความหนืดและเพิ่มความบริสุทธิ์ของน้ำมันหล่อลื่น (viscosity modifier/PFPE/pour point depressant additives) (Gracia, et al., 2010; Al-Ghouti and Al-Atoum, 2009) ที่มีโอกาสตรวจพบในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ ผ่านการใช้งาน แล้วน้อยมาก แต่ตรวจพบเฉพาะตัวอย่างจากอำเภอมายอ จากการเก็บครั้งแรก (P21) ทั้งสองเลขคลื่นตรวจพบเฉพาะตัวอย่างที่เก็บมาจากจังหวัดปัตตานีเท่านั้น (ภาพประกอบที่ 3.34) ในขณะที่ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 740 cm^{-1} และ 3411 cm^{-1} นั้น ตรวจพบในตัวอย่างจากจังหวัดอื่นๆด้วย แต่ตรวจพบในน้ำมันหล่อลื่นจากจังหวัดปัตตานีในปริมาณมากที่สุด

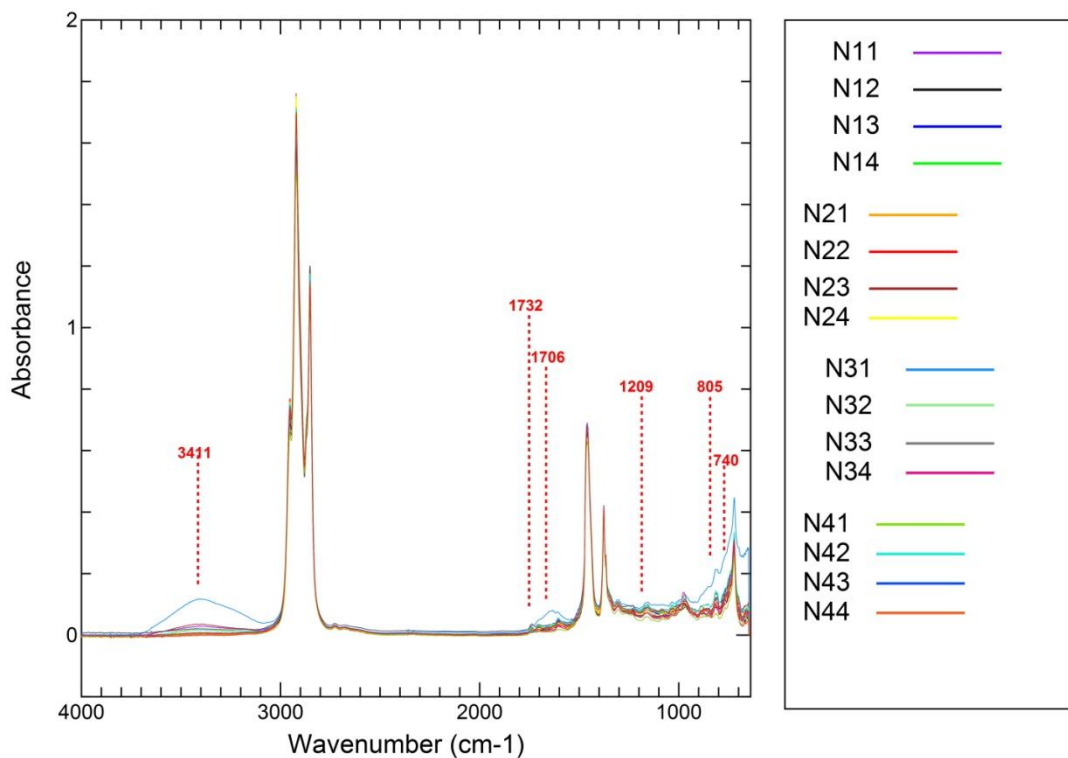


ภาพประกอบที่ 3.34 สเปกตรัมตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1209 cm^{-1} , 1732 cm^{-1} , และ 1706 cm^{-1} ของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในจังหวัดปัตตานี

3.2.2.3 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส

จากข้อมูลการศึกษาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส จากพื้นที่ความเสี่ยงสูง ได้แก่ อำเภอบาเจาะ อำเภอรือเสาะ อำเภอระแงะ และอำเภอเจาะไอร้อง พบว่า ตัวอย่างที่เก็บจากอำเภอระแงะ ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 4 หรือ N32 และ N34 มีลักษณะของน้ำมันหล่อลื่นที่ยังผ่านการใช้งานได้ไม่นาน กล่าวคือ แสงสามารถส่องผ่านได้ จึงตรวจพบพีคของการดูดกลืนแสงใน ตำแหน่ง เลขคลื่น ที่ 976 cm^{-1} ซึ่งพบได้ในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ในขณะที่ ตัวอย่างที่เก็บจากอำเภอรือเสาะ ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 หรือ N23 และ N24 มีลักษณะแยกชั้นของตัวอย่าง คาดว่า จะมีส่วนผสมของน้ำ ประกอบอยู่ด้วย จึงตรวจพบพีคของการดูดกลืนแสงบริเวณเลขคลื่น 3411 cm^{-1} สูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ

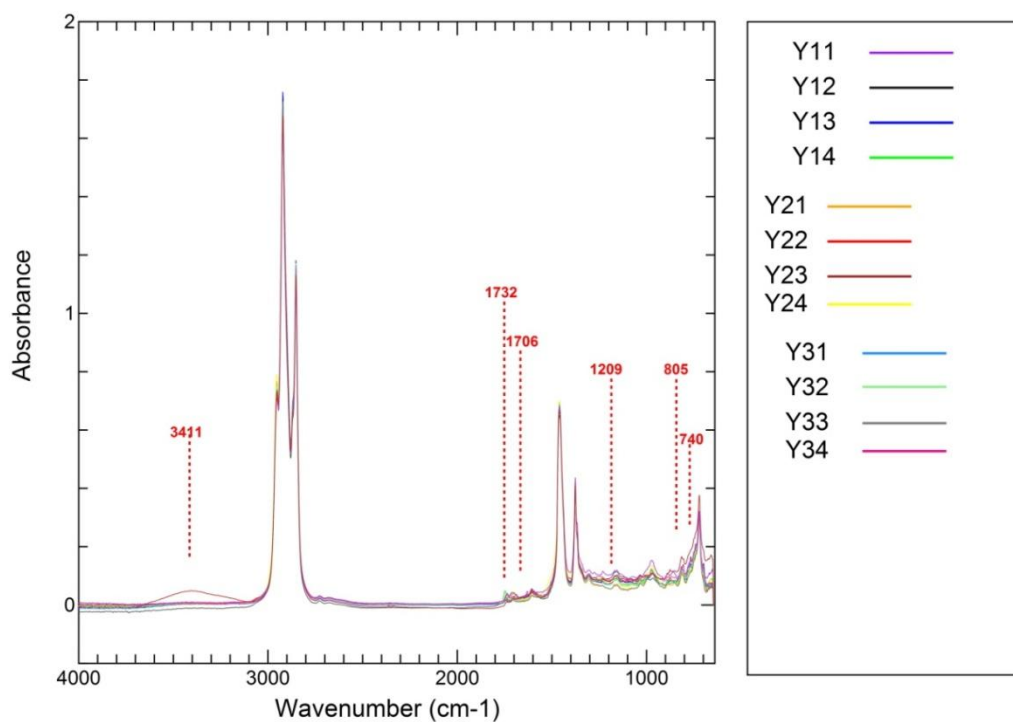
ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วจากพื้นที่จังหวัดนราธิวาสตรวจพบพีคของการดูดกลืนแสง ที่ เลขคลื่นที่ 740 cm^{-1} , 805 cm^{-1} , 1706 cm^{-1} , และ 3411 cm^{-1} คล้ายคลึงกับจังหวัดอื่น โดยความถี่ที่พบอยู่ในระดับปานกลาง คือ ไม่พบมากหรือน้อยกว่าตัวอย่างที่เก็บมาจากแหล่งในจังหวัดอื่น ยกเว้น ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 805 cm^{-1} มีความถี่ในการพบน้อยสุดเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น แสดงดังภาพประกอบที่ 3.35



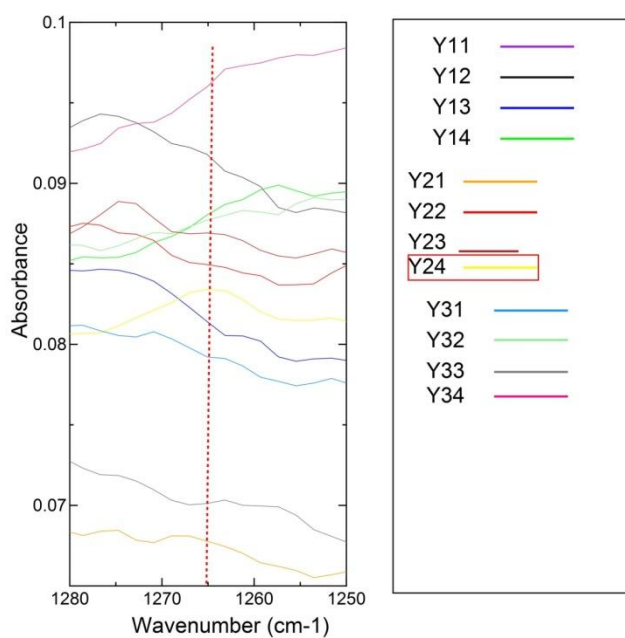
ภาพประกอบที่ 3.35 สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

3.2.2.4 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดยะลา

พื้นที่ความเสี่ยงสูงในจังหวัดยะลาที่เก็บตัวอย่าง ประกอบด้วย อำเภอยะหา อำเภอกรงปินัง และอำเภอบันนังสตา จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น จากอำเภอยะหา ครั้งที่ 4 หรือ Y14 และอำเภอบันนังสตา ครั้งที่ 3 หรือ Y33 พบว่า มีลักษณะของน้ำมันหล่อลื่นที่ยังผ่านการใช้งานได้ไม่นาน (แสงสามารถส่องผ่านได้) ในขณะที่ตัวอย่างที่เก็บจากอำเภอกรงปินัง ครั้งที่ 3 หรือ Y23 มีลักษณะแยกชั้น จึงตรวจพบพีคของการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่น 3411 cm^{-1} ซึ่งคาดว่า จะเป็นพีคของการสั่นของหมู่ไฮดรอกซี (OH) จากน้ำ โดยตรวจพบพีคที่ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 740 cm^{-1} , 805 cm^{-1} , 1265 cm^{-1} , 1706 cm^{-1} , และ 3411 cm^{-1} เช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากจังหวัดอื่นๆ แสดงดังภาพประกอบที่ 3.36 ยกเว้นตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1265 cm^{-1} ซึ่งอาจเป็น viscosity modifier/PFPE/pour point depressant additives (Matsumoto, Tani and Nakakawaji, 2001) ตรวจพบเฉพาะ การเก็บครั้งที่สี่ จากอำเภอกรงปินังเท่านั้น แสดงดังภาพประกอบที่ 3.37 โดยตำแหน่งเลขคลื่นที่ 805 cm^{-1} และ 1706 cm^{-1} มีความถี่ในการพบมากที่สุดเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น



ภาพประกอบที่ 3.36 สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดยะลา



ภาพประกอบที่ 3.37 สเปกตรัมตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1265 cm⁻¹ ของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วจากอำเภอกรงปินัง จากการเก็บครั้งที่ 4

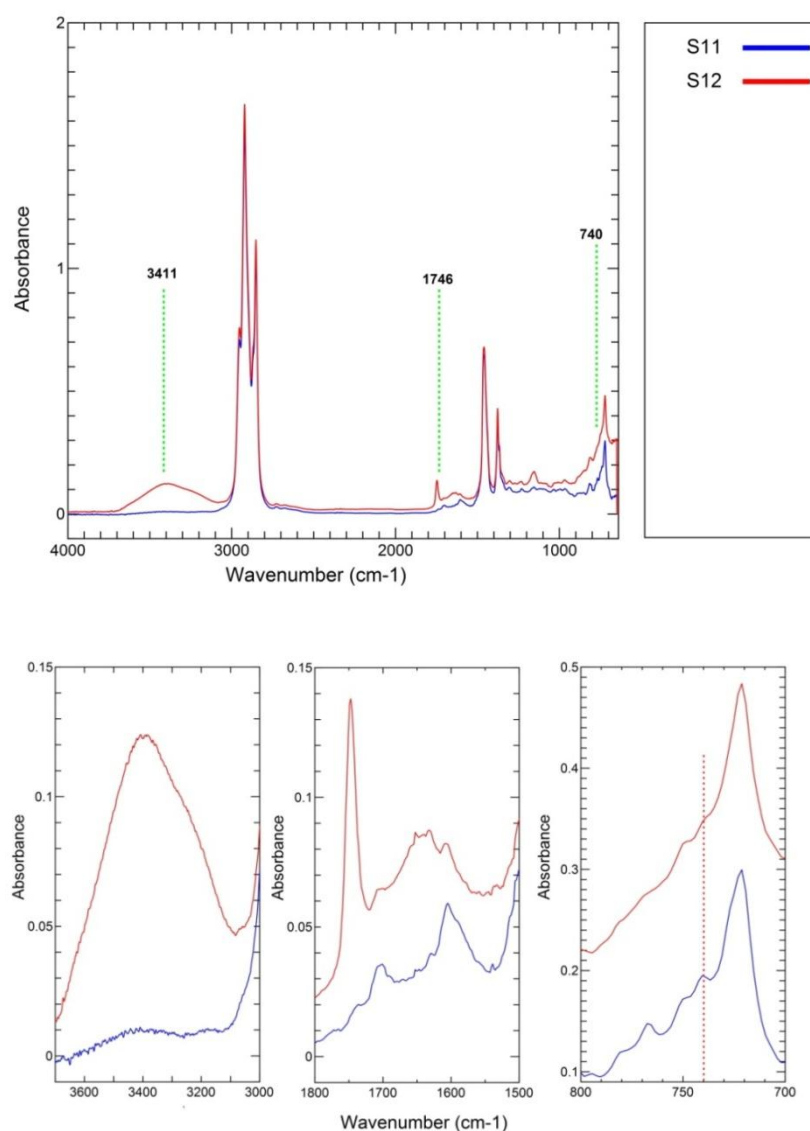
จากการเปรียบเทียบตำแหน่งเลขคลื่นที่ปรากฏในสเปกตรัมของน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน และ น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว สรุปได้ตาม ตารางที่ 3.2 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบตำแหน่งเลขคลื่นสำหรับหารูปแบบเฉพาะของหมู่ฟังก์ชันจากตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิด

Wave No[cm ⁻¹]: /Sample	740	766	769	805	920	950	965	976	1209	1265	1366	1386	1537	1652	1706	1732	2869	3411
PTT								✓										
DAIKYO								✓					✓					
SUZUKI								✓										
HONDA								✓										
PENNZOIL								✓										
YAMALUBE								✓										
CASTROL					✓	✓					✓							✓
CALTEX					✓	✓					✓	✓						✓
STATES			✓		✓	✓					✓							✓
SUZUKI [2T]			✓		✓	✓					✓	✓						✓
ZT500[Rec]							✓							✓				
CDIS[Rec]		✓					✓											
COIS202[Rec]							✓											
P	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓		✓		✓			✓		✓
N	✓	✓		✓	✓			✓					✓	✓				✓
Y	✓	✓		✓	✓		✓			✓					✓			✓

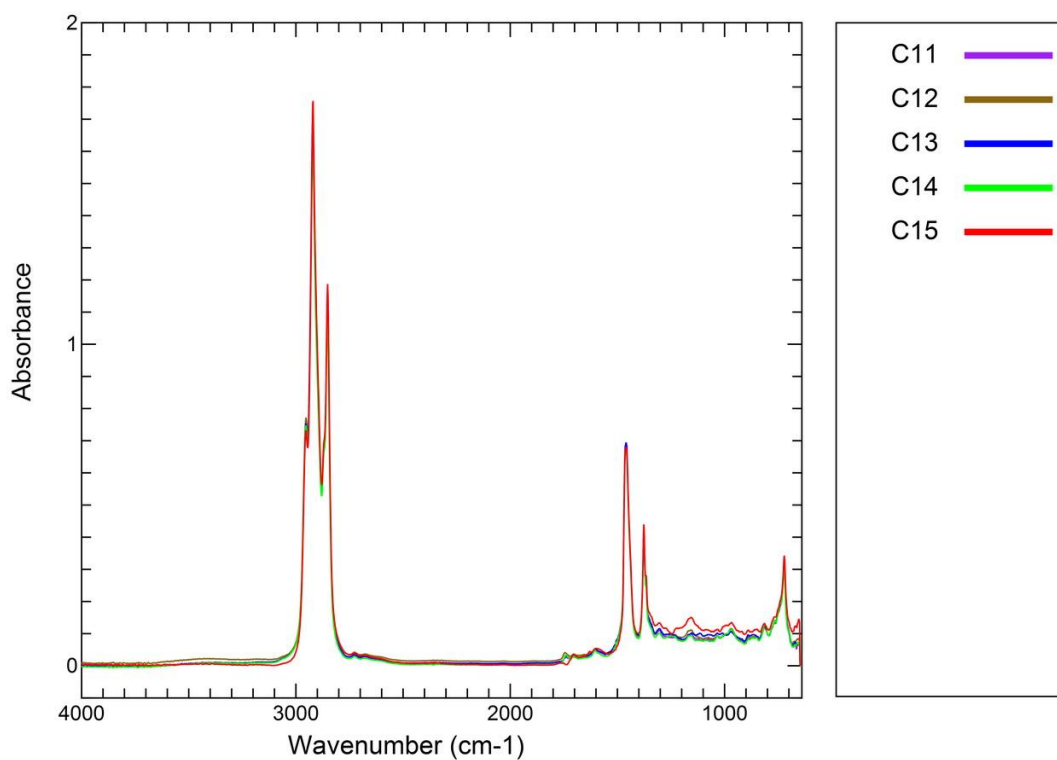
3.2.3 ผลการศึกษาวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่างที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุ ลักษณะเป็นของเหลวหนืดสีดำคล้ำ จึงบ่งบอกลักษณะของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วทั้งสองตัวอย่าง โดยมีสเปกตรัม แสดงดังภาพประกอบที่ 3.38 พบว่า ทั้งสองตัวอย่างมีความแตกต่างของสเปกตรัมที่เลขคลื่นที่ 1746 cm^{-1} และ 3411 cm^{-1} โดยตัวอย่าง S12 ให้พีคของการดูดกลืนแสงที่ทั้งสองเลขคลื่นสูงกว่า ตัวอย่าง S11



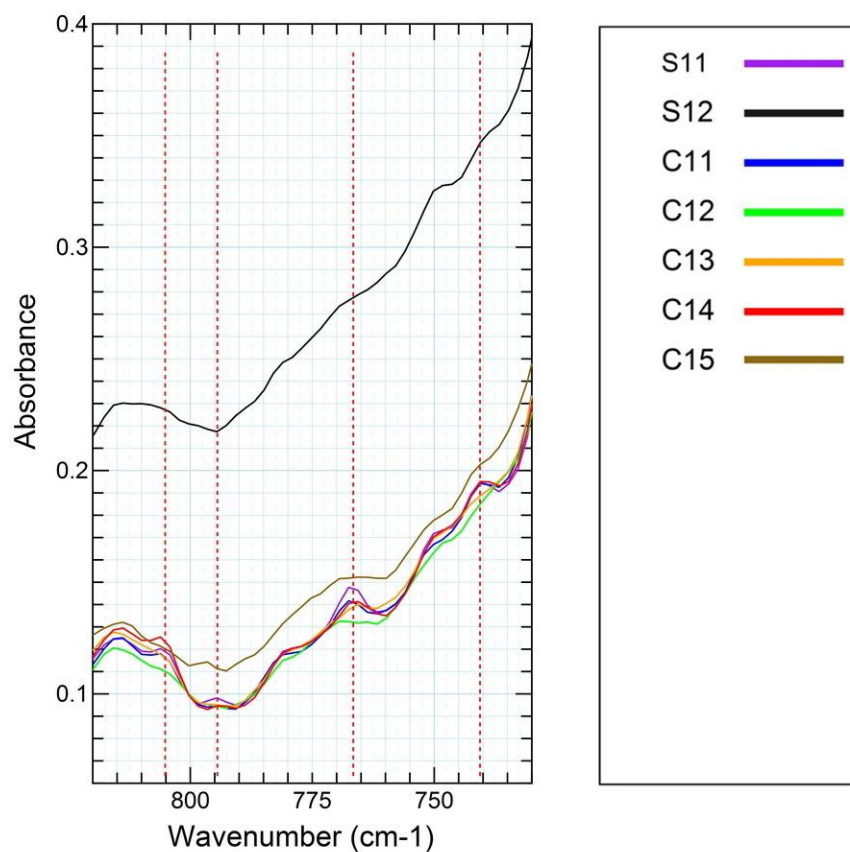
ภาพประกอบที่ 3.38 สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุ จากคดีตัวอย่าง

ในขณะที่ตัวอย่างที่ได้จากถังน้ำมันหล่อลื่นจากเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัย จำนวน 5 เครื่อง แสดงดังภาพประกอบที่ 3.39 ให้ผลการวิเคราะห์ คล้ายคลึงกันมาก



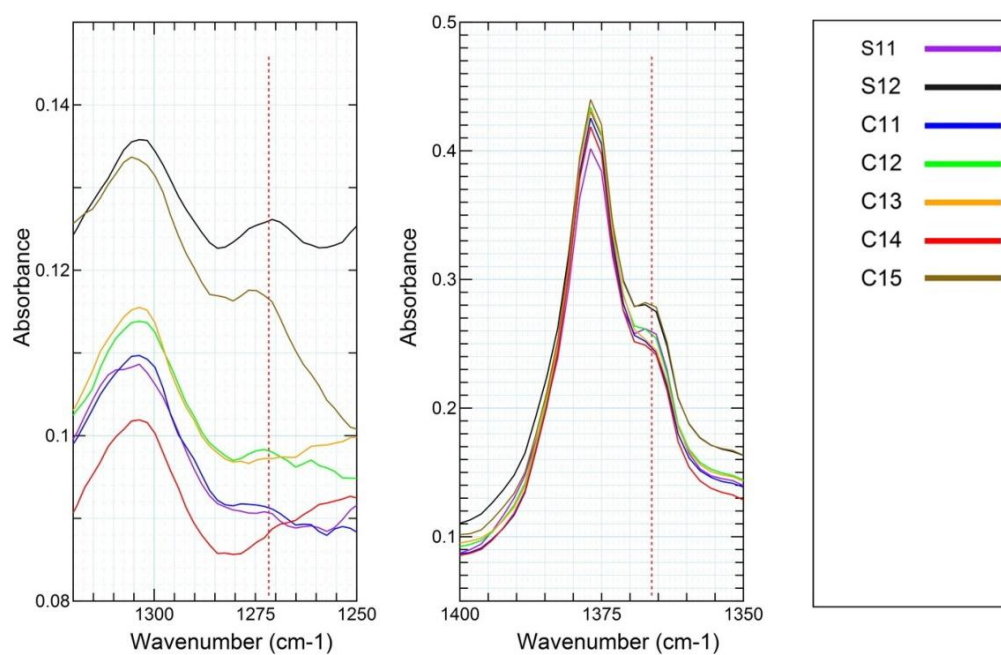
ภาพประกอบที่ 3.39 สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากถังน้ำมันหล่อลื่นของเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัย จำนวน 5 เครื่อง จากคดีตัวอย่าง

เมื่อเปรียบเทียบจากสเปกตรัมและตำแหน่งเลขคลื่นที่พบในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุ กับตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ที่ได้จากถังน้ำมันหล่อลื่นของ เลื่อยโซ่ยนต์ ต้องสงสัย พบว่า สเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ $700 - 1000 \text{ cm}^{-1}$ พบพีคที่ตำแหน่งเลขคลื่น 740 cm^{-1} , 766 cm^{-1} , 794 cm^{-1} , และ 805 cm^{-1} ที่แตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง แสดงดังภาพประกอบ 3.40



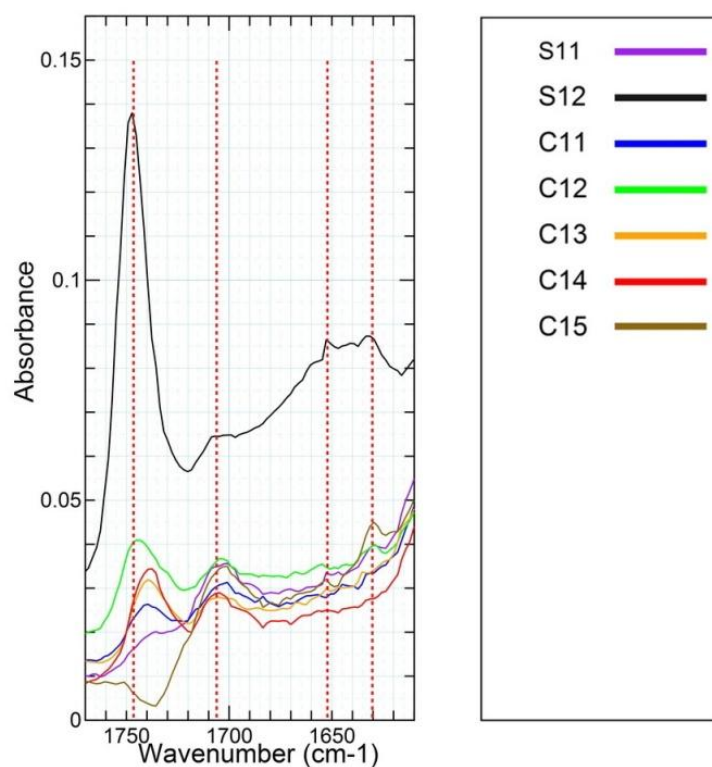
ภาพประกอบที่ 3.40 เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 740 cm^{-1} , 766 cm^{-1} , 794 cm^{-1} , และ 805 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง

เมื่อเปรียบเทียบจากสเปกตรัมและตำแหน่งเลขคลื่นที่พบในช่วงเลขคลื่นที่ 1250 – 1400 cm^{-1} พบพีคที่ตำแหน่งเลขคลื่น 1271 cm^{-1} และ 1366 cm^{-1} ที่แตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง แสดงดังภาพประกอบ 3.41



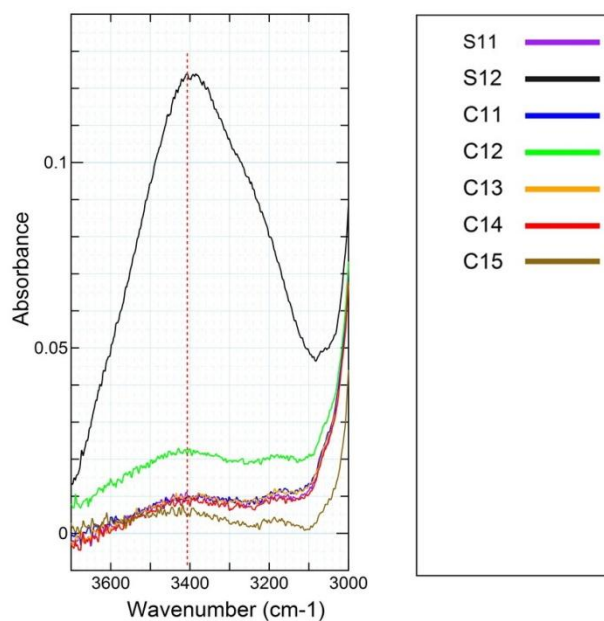
ภาพประกอบที่ 3.41 เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 1271 cm^{-1} และ 1366 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง

เมื่อเปรียบเทียบจากสเปกตรัมและตำแหน่งเลขคลื่นที่พบในช่วงเลขคลื่นที่ 1600 – 1770 cm^{-1} พบพีคที่ตำแหน่งเลขคลื่น 1630 cm^{-1} , 1652 cm^{-1} , 1706 cm^{-1} , และ 1746 cm^{-1} ที่แตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง แสดงดังภาพประกอบ 3.42



ภาพประกอบที่ 3.42 เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 1630 cm^{-1} , 1652 cm^{-1} , 1706 cm^{-1} , และ 1746 cm^{-1} ในตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง

เมื่อเปรียบเทียบจากสเปกตรัมและตำแหน่งเลขคลื่นที่พบในช่วงเลขคลื่นที่ 3000 – 4000 cm^{-1} พบพีคที่ตำแหน่ง เลขคลื่น 3411 cm^{-1} ที่แตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง แสดงดังภาพประกอบ 3.43 โดยตัวอย่าง S12 ให้พีคของการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่นนี้เพียงตัวอย่างเดียวและมีความโดดเด่นกว่าตัวอย่างอื่น



ภาพประกอบที่ 3.43 เปรียบเทียบสเปกตรัมในช่วงเลขคลื่นที่ 3411 cm^{-1} ในตัวอย่างของ น้ำมันหล่อลื่นจากคดียตัวอย่าง

จากการเปรียบเทียบเลขคลื่นที่ปรากฏในสเปกตรัมของน้ำมันหล่อลื่นจากคดียตัวอย่าง สรุปได้ตาม ตารางที่ 3.3 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 3.3 ตารางเปรียบเทียบตำแหน่งเลขคลื่นสำหรับวิเคราะห์เปรียบเทียบ 11 ตำแหน่งเลขคลื่นของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากคดียตัวอย่าง

Wave No[cm^{-1}]: /Sample	740	766	794	805	1271	1366	1630	1652	1706	1746	3411
S11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
S12					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C11	✓	✓		✓	✓	✓					
C12					✓	✓	✓				
C13		✓				✓					
C14	✓	✓		✓		✓			✓		
C15						✓	✓	✓			

เมื่อนำสเปกตรัมของ ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างมาวิเคราะห์ตำแหน่งเลขคลื่น พบว่า พบพีกที่เลขคลื่นที่ 766 cm^{-1} และ 1652 cm^{-1} ซึ่งเป็นตำแหน่งเลขคลื่นที่ตรวจพบได้ในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นรีไซเคิล เท่านั้น และเลขคลื่นที่ 740 cm^{-1} , 805 cm^{-1} , 1706 cm^{-1} และ 3411 cm^{-1} ซึ่งเป็นตำแหน่งเลขคลื่นที่สามารถพบได้ในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว ซึ่งตรวจไม่พบในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน ซึ่งพีกในตำแหน่งเลขคลื่นที่ 3411 cm^{-1} ของตัวอย่าง S12 ความสูงของพีกที่โดดเด่นมาก ซึ่งคาดว่า ตัวอย่างนี้น่าจะมีการปนเปื้อนจากน้ำ

จากการวิเคราะห์สเปกตรัมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่างพบว่า ปรากฏพีกในตำแหน่งเลขคลื่นเพิ่มเติม อีก 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่ง เลขคลื่นที่ 794 cm^{-1} , 1271 cm^{-1} , 1630 cm^{-1} , และ 1746 cm^{-1}

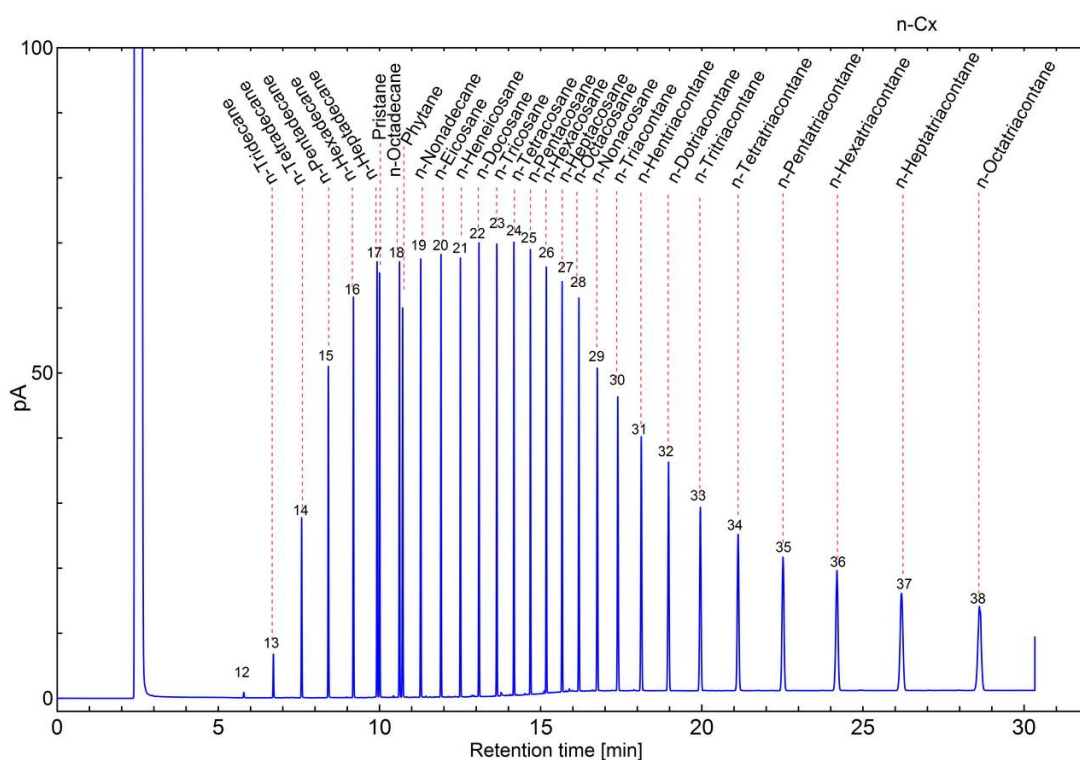
ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 794 cm^{-1} ซึ่งคาดว่า เป็นการสั่นสะเทือนของพันธะในหมู่ฟังก์ชันของสารกลุ่มเอไมด์ (Elhamouly and Masoud, 2010) ในขณะที่เลขคลื่น 1271 cm^{-1} คาดว่าเป็นการสั่นสะเทือนของพันธะในหมู่ฟังก์ชันของสารผลิตภัณฑ์จากกระบวนการออกซิเดชัน หรืออาจเป็น pour point depressant additives (Al-Ghouti and Al-Atoum, 2009) ได้ ส่วนเลขคลื่นที่ 1630 cm^{-1} ซึ่งคาดว่า เป็นการสั่นสะเทือนของพันธะในหมู่ฟังก์ชันของสารผลิตภัณฑ์จากกระบวนการไนเตรชัน หรือเป็นกลุ่มไนเตรตออกไซด์ (ASTM International, 2011; Li and Ng, 1995) และเลขคลื่นที่ 1746 cm^{-1} ซึ่งคาดว่า เป็นการสั่นสะเทือนของพันธะในหมู่ฟังก์ชันของ สารผลิตภัณฑ์จากกระบวนการออกซิเดชัน หรือน้ำ (ASTM International, 2011)

จากการเปรียบเทียบพีกของการดูดกลืนแสงที่เลขคลื่นต่างๆ พบว่า พีกที่ปรากฏในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจาก เลื่อยโซยนต์ ต้องสงสัยทั้ง 5 ตัวอย่าง ไม่ตรงกับตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุ โดย ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจาก เลื่อยโซยนต์ หมายเลข 1 ใกล้เคียงกับตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุขวดที่ 1 มากที่สุด

3.3 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นด้วยเทคนิค GC-FID

3.3.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน

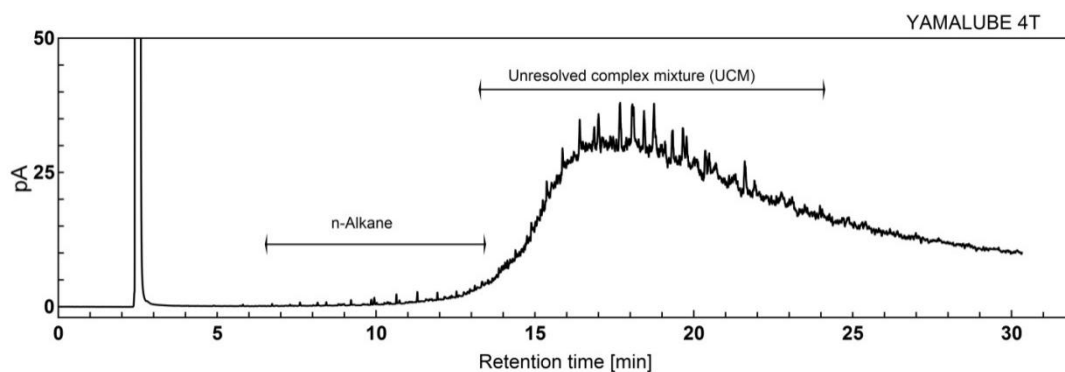
ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน ซึ่งเป็นตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่น สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ และ 2 จังหวะสามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบโครมาโทแกรมที่ได้กับสารมาตรฐานไฮโดรคาร์บอน โดยโครมาโทแกรมของสารมาตรฐานไฮโดรคาร์บอนนั้น ปรากฏตามภาพประกอบที่ 3.44 ผลการวิเคราะห์ พบว่าตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิดมีรูปแบบโครมาโทแกรมที่คล้ายคลึงกัน แต่จะสามารถพบความแตกต่างของรูปแบบโครมาโทแกรมได้ ดังนี้



ภาพประกอบที่ 3.44 โครมาโทแกรมของสารมาตรฐานไฮโดรคาร์บอน

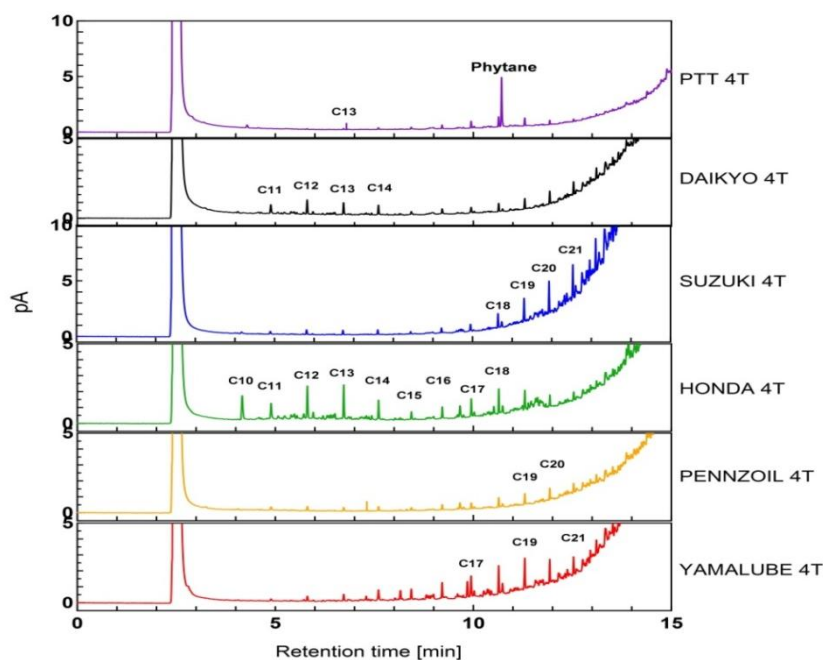
3.3.1.1 น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ

ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะทั้ง 6 ยี่ห้อ ประกอบด้วย พีคของสารประกอบอัลเคน C_{11} - C_{22} ที่ 4 ถึง 14 นาทีและสารผสมเชิงซ้อนที่ไม่สามารถแยกสารแต่ละชนิดออกจากกันได้อย่างชัดเจน (Unresolved complex mixture หรือ UCM) ที่ 10 ถึง 25 นาที แสดงดังภาพประกอบที่ 3.45



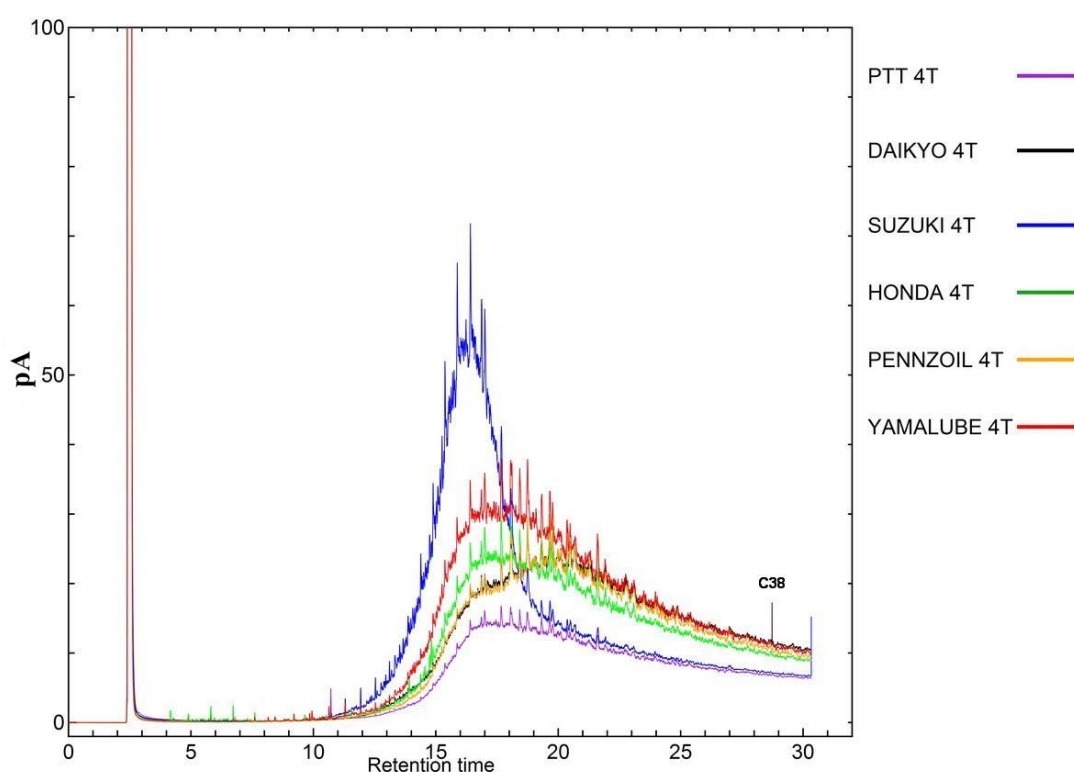
ภาพประกอบที่ 3.45 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ

ฟิสิกของสารประกอบอัลเคนที่ปรากฏในโครมาโทแกรมของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะแต่ละยี่ห้อ มีความสูงไม่มากชี้ให้เห็นว่า น้ำมันหล่อลื่นชนิดนี้มีสารประกอบดังกล่าวในปริมาณที่น้อย นอกจากนี้แล้วยังพบว่า ตัวอย่างยี่ห้อ PTT ปรากฏฟิสิกของ Phytane สูงกว่าน้ำมันยี่ห้ออื่นๆ (ภาพประกอบที่ 3.46)



ภาพประกอบที่ 3.46 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะแต่ละยี่ห้อ ในช่วง 1 ถึง 14 นาที

รูปแบบโครมาโทแกรมของ UCM จากน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะแต่ละยี่ห้อ มีความสมมาตร ความกว้าง และความสูงของยอดฟีกแตกต่างกันอย่างชัดเจน ที่ เวลา 10 ถึง 25 นาที แสดงดังภาพประกอบที่ 3.47 โดยพบว่าตัวอย่างยี่ห้อ SUZUKI มีความสูงของ ฟีกมากที่สุด และมีความสมมาตรที่สุด ส่วนตัวอย่างที่มีลักษณะโดดเด่นกว่าตัวอย่างยี่ห้อ อื่น ได้แก่ ตัวอย่างยี่ห้อ DAIKYO ที่ปรากฏฟีกของสารประกอบอัลเคน C_{38} ในโครมาโทแกรม

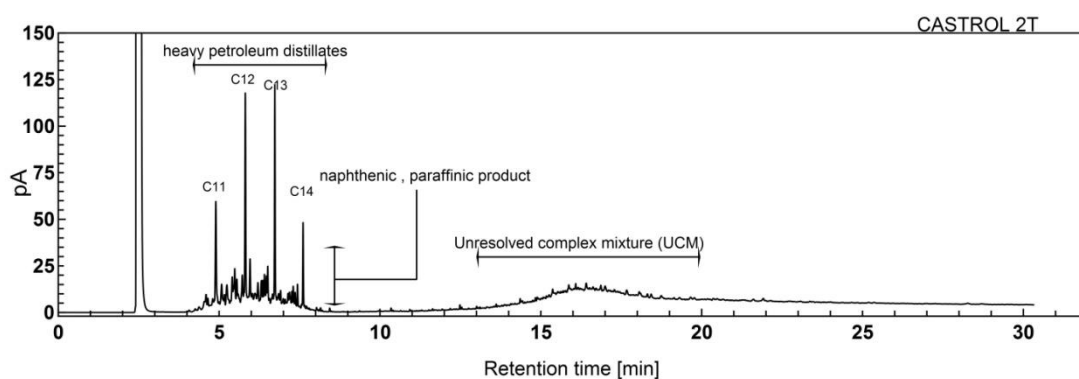


ภาพประกอบที่ 3.47 รูปแบบของ UCM ในโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับ เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะทั้ง 6 ยี่ห้อ

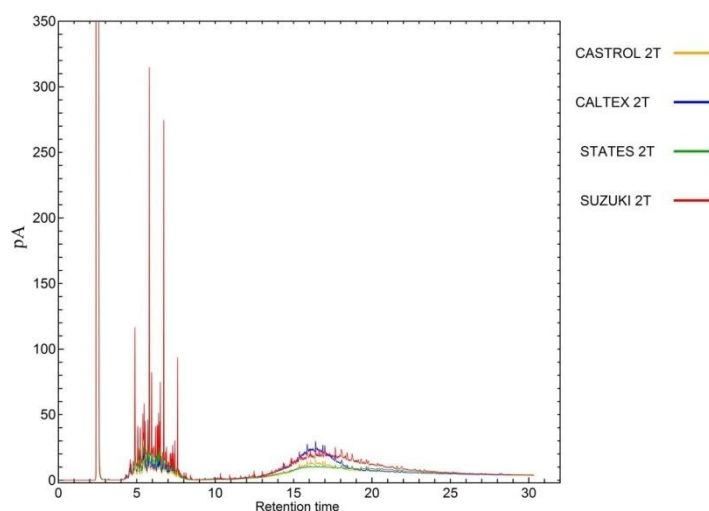
นอกจากนี้แล้วพบว่าตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ยี่ห้อ DAIKYO มีรูปแบบโครมาโท - แกรมของ UCM คล้ายคลึง กับยี่ห้อ PENNZOIL อย่างมาก ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า น้ำมันหล่อลื่น 2 ยี่ห้อ นี้ มาจากหอกลั่นน้ำมันดิบเดียวกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาวันเดือนปี ที่ผลิตพบว่า เป็นช่วงเดียวกัน (มีนาคม พ.ศ.2553) ทำให้น้ำมันหล่อลื่นทั้งสองยี่ห้อ มีรูปแบบโครมาโทแกรมที่ความคล้ายคลึงกัน มาก

3.3.1.2 น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ

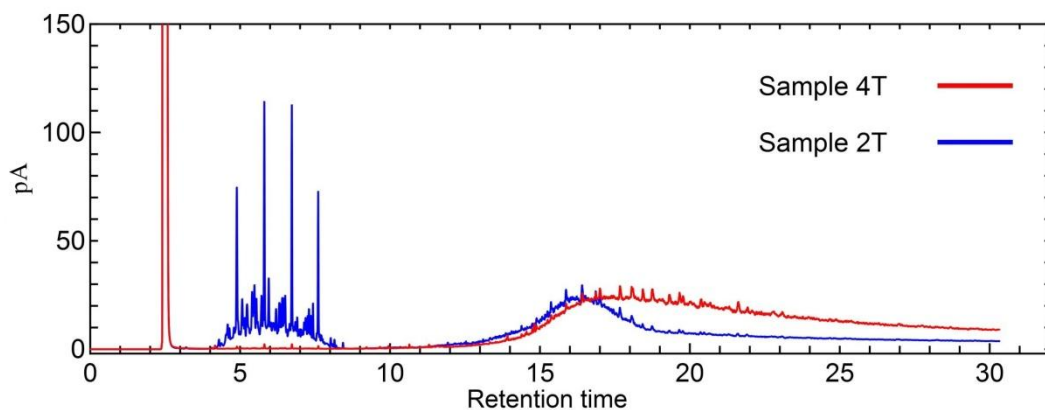
ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะทั้ง 4 ยี่ห้อที่มีรูปแบบโครมาโทแกรมแสดงดังภาพประกอบที่ 3.48 และภาพประกอบที่ 3.49 โดยประกอบด้วยพีคของอัลเคนที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย C_{11} - C_{14} (Mercurio, Burns and Negri, 2004) ที่เวลา 4 ถึง 8 นาที ซึ่งเป็น heavy petroleum distillates นอกจากนี้บริเวณนี้ยังตรวจพบ สารประกอบกลุ่ม naphthenic, paraffinic ซึ่งมีลักษณะเป็นพีคขนาดเล็กจำนวนมากที่เวลา 4 – 8 นาทีระหว่างพีคของ C_{11} - C_{14} (พีคที่มีความสูงมาก) ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวตรวจไม่พบในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ (ภาพประกอบที่ 3.50) และตรวจพบ UCM ที่เวลา 13 จนถึง 20 นาที



ภาพประกอบที่ 3.48 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ

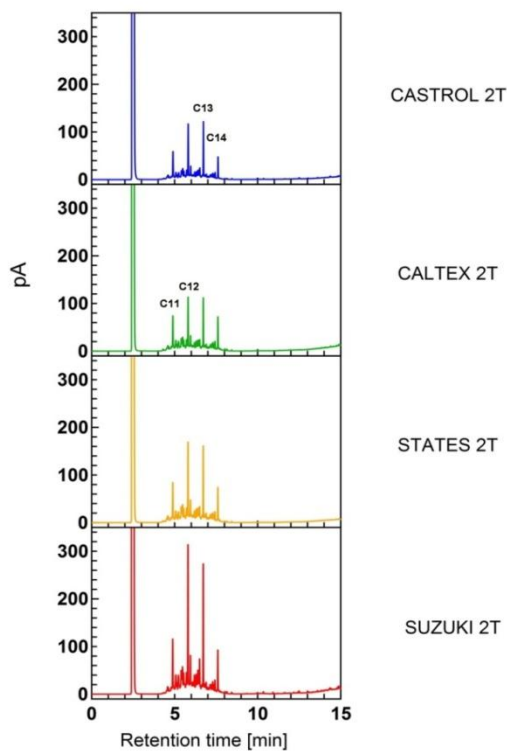


ภาพประกอบที่ 3.49 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะทั้ง 4 ยี่ห้อ

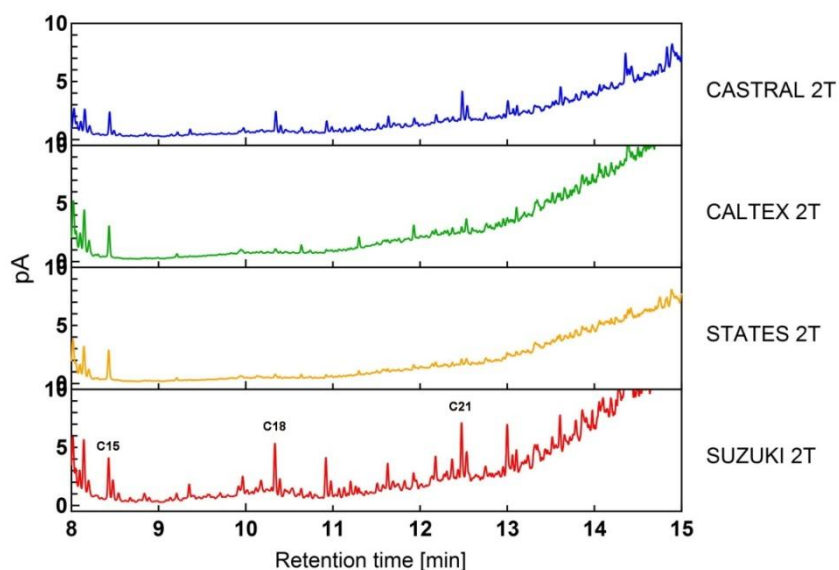


ภาพประกอบที่ 3.50 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ และ 2 จังหวะ

ฟีกของสารประกอบอัลเคน C_{11} - C_{14} ของน้ำมันแต่ละยี่ห้อที่ปรากฏในโครมาโท - แกรมที่เวลา 4 ถึง 8 นาที มีความสูงของฟีกแตกต่างกันแสดงดังภาพประกอบที่ 3.51 ในขณะที่ฟีกของสารประกอบอัลเคนที่เวลา 8 ถึง 15 นาที (C_{15} - C_{22}) มีความสูงของฟีกต่ำกว่าและตรวจพบฟีกเหล่านี้ในปริมาณต่ำมากในตัวอย่างยี่ห้อ STATES และ CASTROL (ภาพประกอบที่ 3.52)

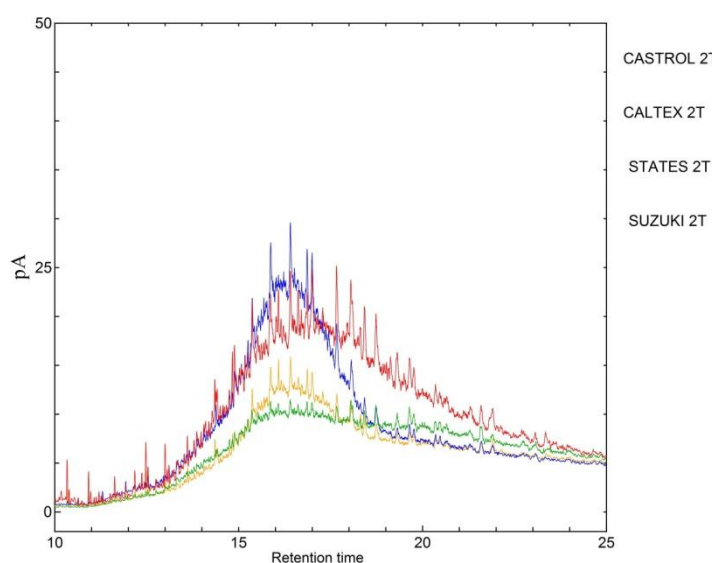


ภาพประกอบที่ 3.51 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ แต่ละยี่ห้อ ในช่วงเวลา 4 ถึง 8 นาที



ภาพประกอบที่ 3.52 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะแต่ละยี่ห้อ ในช่วงเวลา 8 ถึง 15 นาที

รูปแบบโครมาโทแกรมของ UCM จากน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะแต่ละยี่ห้อ มีความสมมาตร ความกว้าง และความสูงของยอดพีคแตกต่างกันอย่างชัดเจน ที่เวลา 13 ถึง 23 นาที (ภาพประกอบที่ 3.53) ซึ่งยี่ห้อ CALTEX มียอดของพีคสูงสุด และมีความสมมาตรกว่าตัวอย่างอื่น ในขณะที่ยี่ห้อ SUZUKI จะมีความกว้างของฐาน UCM มากกว่าตัวอย่างอื่น



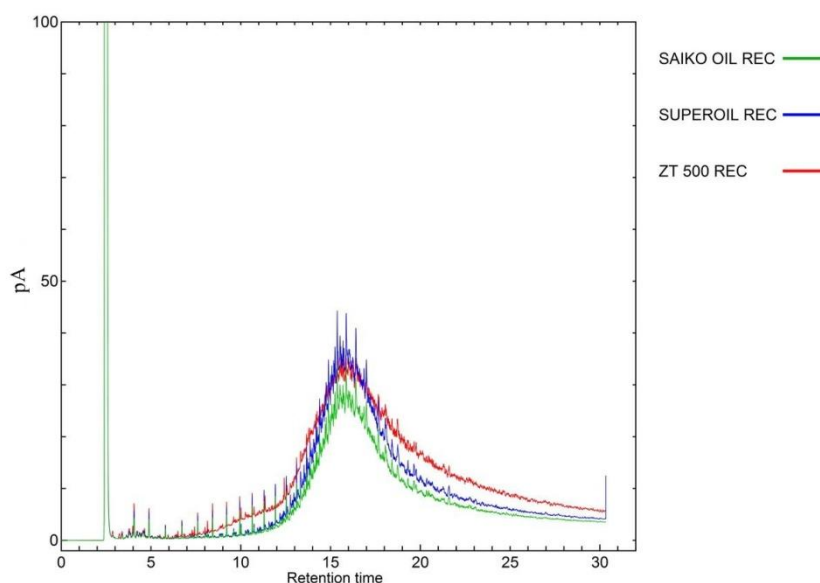
ภาพประกอบที่ 3.53 รูปแบบของช่วง UCM ในโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะแต่ละยี่ห้อ ในช่วงเวลา 10 ถึง 25 นาที

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของ ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะทั้งสองส่วน พบว่า ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ยี่ห้อ CASTROL มีโครมาโทแกรมที่คล้ายคลึง กับตัวอย่างยี่ห้อ STATES แต่ปริมาณ C_{12} - C_{15} ของตัวอย่างยี่ห้อ STATES มีปริมาณมากกว่าตัวอย่างยี่ห้อ CASTROL แต่ความสูงของ ยอดของ UCM (ระหว่างนาที่ที่ 13 ถึง 23นาที่) ของตัวอย่างยี่ห้อ STATES ต่ำกว่าตัวอย่างยี่ห้อ CASTROL

3.3.2 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว

3.3.2.1 น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่(Recycled Oil)

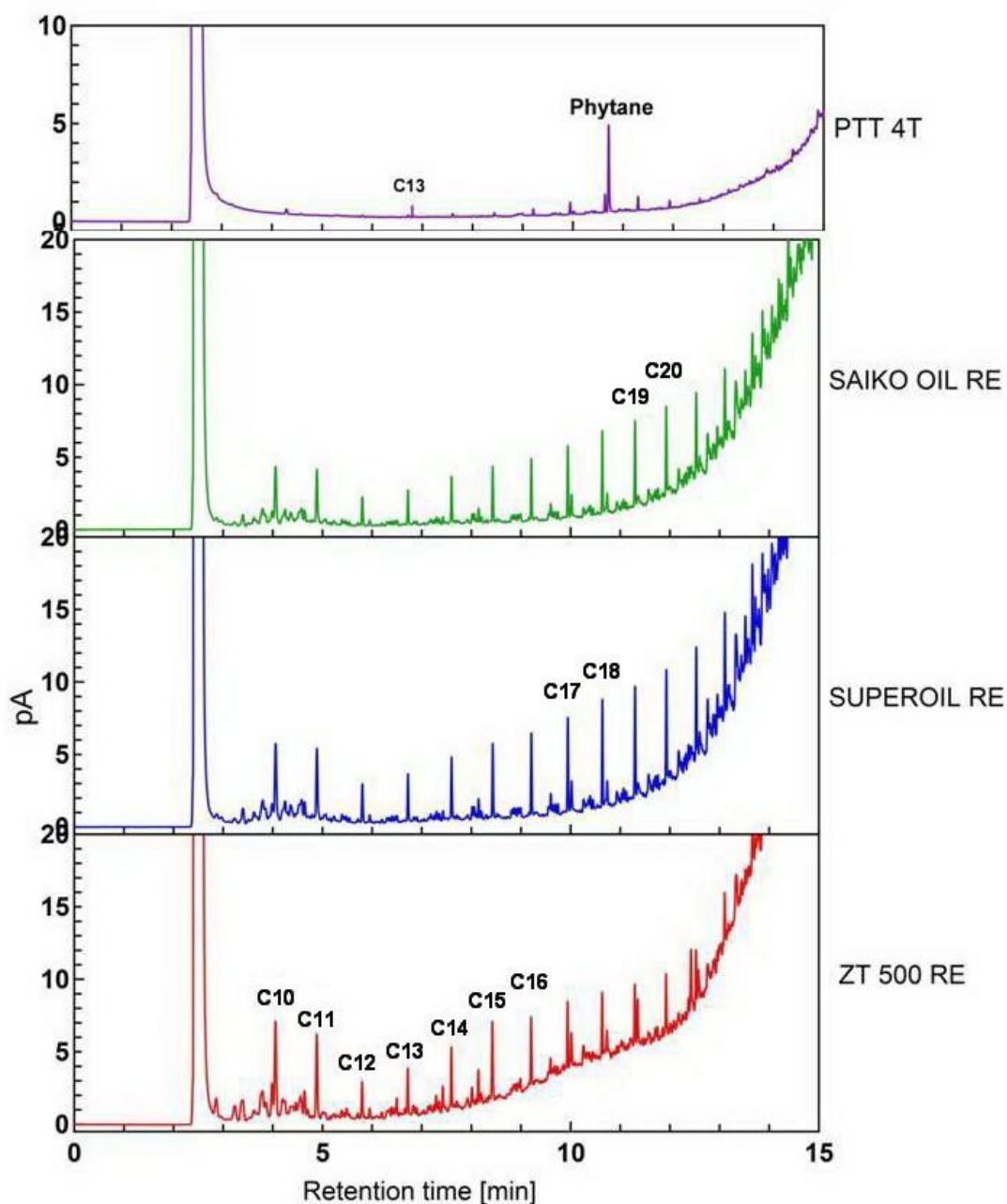
โครมาโทแกรมของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ชนิดรีไซเคิลจำนวน 3 ยี่ห้อ มีรูปแบบคล้ายคลึงกับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์เบนซินชนิด 4 จังหวะ (ภาพประกอบที่ 3.54) ซึ่งมีพีคของอัลเคน C_{10} - C_{22} ควบคู่กับ UCM



ภาพประกอบที่ 3.54 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านขั้นตอนเพิ่มคุณภาพให้นำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิล

ปริมาณของอัลเคน C_{10} - C_{22} ที่ตรวจพบได้ที่นาที่ที่ 4.05 - 13.10 ของน้ำมันหล่อลื่นชนิดรีไซเคิลนั้นสูงกว่าของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ชนิด 4 จังหวะ อย่างเห็นได้ชัด (ภาพประกอบที่ 3.55) และมีความสมมาตรของส่วน UCM ดีกว่าน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ชนิด 4 จังหวะแต่ตรวจไม่พบ heavy naphthenic , paraffinic products เมื่อเทียบกับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ชนิด 2 จังหวะ โดยรูปแบบโครมาโทแกรมของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ชนิดรีไซเคิลทั้ง 3 ยี่ห้อ นั้น มีความ

คล้ายคลึงกันแต่ น้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อ SUPEROIL มียอดของ UCM สูงสุด ในขณะที่ยี่ห้อ ZT500 มีความสมมาตร และความกว้างของฐานกว่าตัวอย่างอื่น



ภาพประกอบที่ 3.55 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นชนิดรีไซเคิล แต่ละยี่ห้อ ในช่วงเวลา 1 ถึง 15 นาที เทียบกับโครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ยี่ห้อ PTT

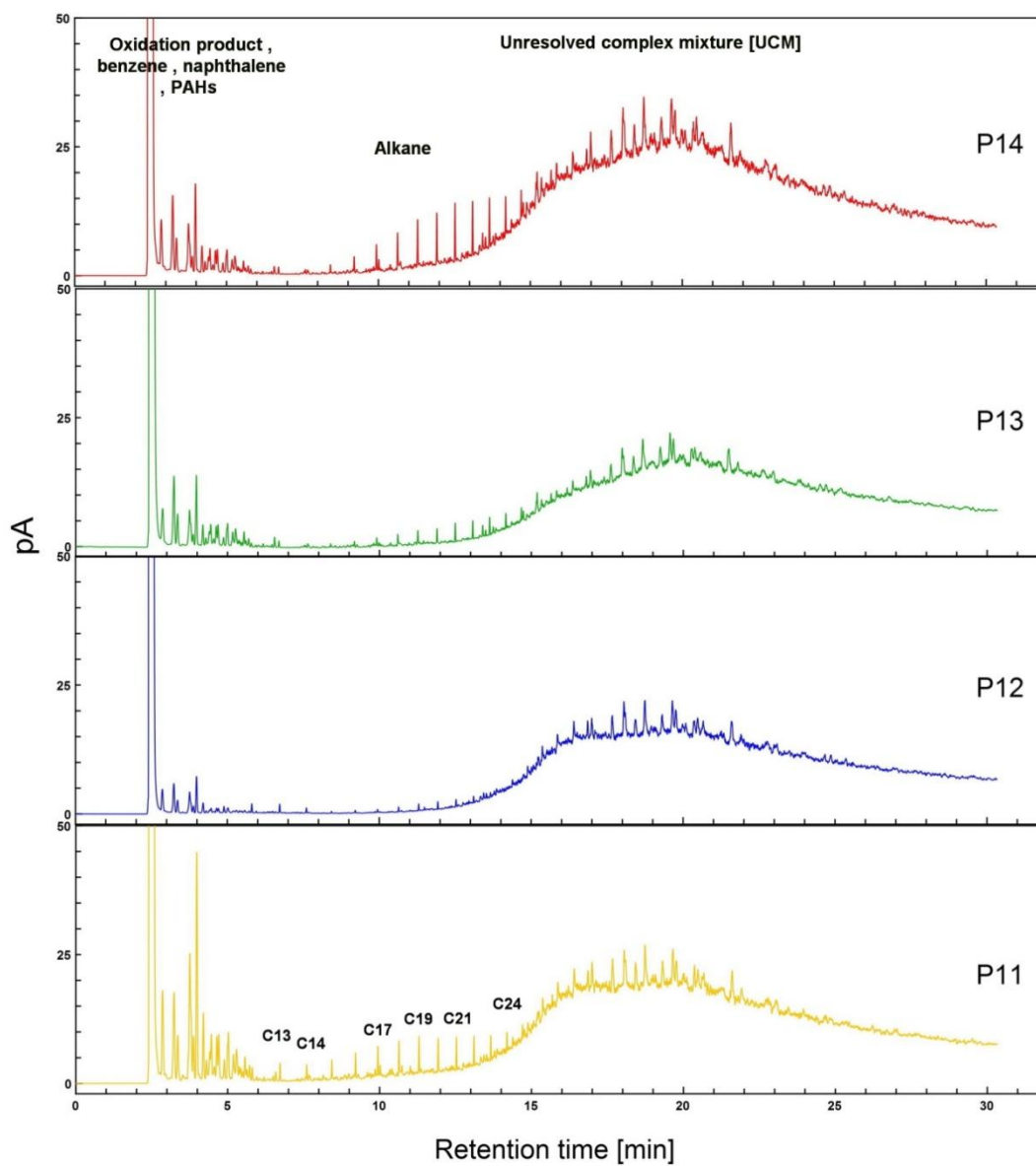
3.3.2.2 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดปัตตานี

โครมาโทแกรมของ ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน แล้วซึ่งเก็บจาก 4 อำเภอของจังหวัดปัตตานี โดยในอำเภอปานาเระ โครมาโทแกรมของ ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น ประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมี 3 ส่วน ได้แก่ พีคที่เวลา 2.7 ถึง 4.5 นาทีซึ่งตรวจ ไม่พบได้ใน น้ำมันหล่อลื่นใหม่ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน คาดว่า จะเป็นผลิตภัณฑ์ของกระบวนการออกซิเดชัน (Al-Ghouti and Al-Atoum, 2009; Dominguez-Rosado and Pichtel, 2003) หรืออาจเป็น สารประกอบ ประเภท benzene และ naphthalene และรวมถึง polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) (Dominguez-Rosado and Pichtel, 2003; Reardon, et al., 2007) หรืออาจเป็น สารประกอบ aromatic ที่จุดเดือดต่ำ (C_1 - C_4 -alkylbenzenes) จากน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งอาจตรวจพบได้ในน้ำมันที่ ผ่านการใช้งานแล้ว แต่ยังไม่ผ่านกระบวนการรีไซเคิล (Dominguez-Rosado and Pichtel, 2003; Stauffer, Dolan and Newman, 2008) นอกจากนี้ น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานจากอำเภอปานาเระ ยังประกอบด้วยอัลเคน C_{15} - C_{22} ที่เวลา 8 – 14 นาทีและ พีคของ UCM ที่เวลา 10 – 25 นาที

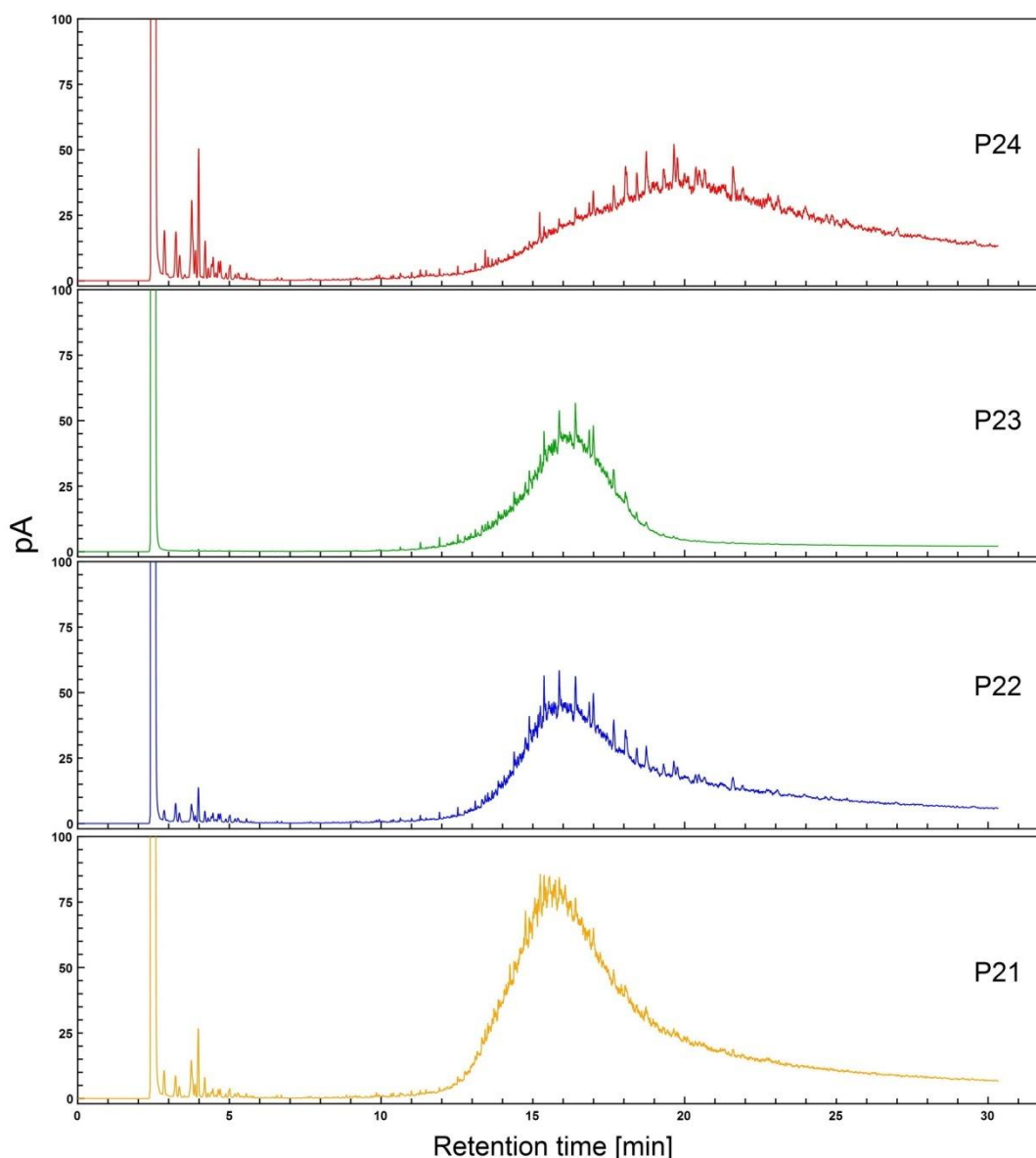
เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จาก อำเภอปานาเระจากการเก็บ 4 ครั้งภายในระยะเวลา 2 เดือน พบว่า มีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน แต่มี ปริมาณที่แตกต่างกัน แสดงดังภาพประกอบที่ 3.56

จากลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่จัดเก็บตัวอย่างจากอำเภอปานาเระ จังหวัดปัตตานี นั้น ตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 2 (P12) จะมีลักษณะไม่ทึบแสงและมีสีอ่อนกว่า ตัวอย่างอื่นคล้ายกับลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นชนิด 4 จังหวะ รูปแบบโครมาโทแกรมของตัวอย่างนี้ จึงพบอัลเคน C_{15} - C_{22} ในปริมาณที่น้อยกว่าตัวอย่างอื่น และไม่พบพีคของ naphthenic , paraffinic products คล้ายคลึงกับน้ำมันหล่อลื่นชนิด 4 จังหวะ จึงคาดว่า ตัวอย่าง P12 มีน้ำมันหล่อลื่นชนิด 4 จังหวะ ที่ผ่านการใช้งานมาน้อยประกอบอยู่ในปริมาณที่สูง องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานจากอำเภอมาขอประกอบด้วยองค์ประกอบที่แตกต่างกับ อำเภอปานาเระ (ภาพประกอบที่3.57) ได้แก่ พีคของอัลเคน C_{15} - C_{22} ที่เวลา 8 – 14 นาทีของอำเภอมาขอ มีปริมาณน้อยกว่าตัวอย่างจากอำเภอปานาเระ และ พีคของช่วง UCM มีความสมมาตร ความกว้าง และความสูงของยอดพีค ที่เวลา 13 – 23 นาที แตกต่างกันอย่างชัดเจนกับตัวอย่างจากอำเภอปานาเระ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จาก อำเภอมาขอจากการเก็บ 4 ครั้งภายในระยะเวลา 2 เดือน พบว่า ตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 3 (P23) ไม่ปรากฏพีคที่เวลา 2.7 ถึง 4.5 นาที และพีคของอัลเคน C_{15} - C_{22} ที่เวลา 8 – 14 นาที มีรูปร่างของช่วง UCM ที่มีความสมมาตรกว่าตัวอย่างที่เก็บครั้งอื่น



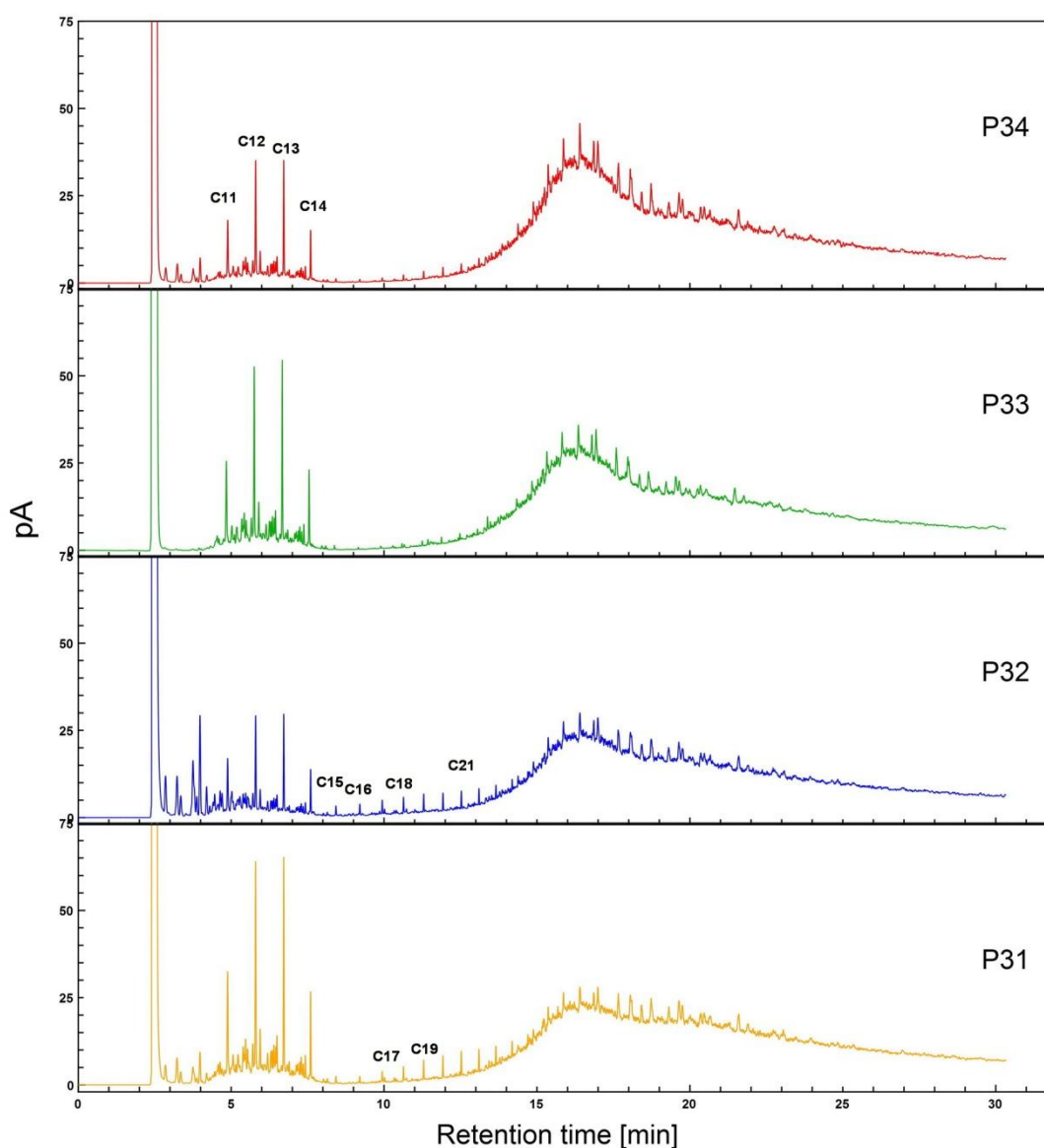
ภาพประกอบที่ 3.56 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอ ปานาเร จังหวัดปัตตานี



ภาพประกอบที่ 3.57 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอ
มายอ จังหวัดปัตตานี

ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วที่เก็บตัวอย่างจากอำเภอสาขบุรี (P3)
(ภาพประกอบที่ 3.58) มีองค์ประกอบทางเคมีที่พบได้ในโครมาโทแกรมของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับ
เครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน ซึ่งประกอบด้วยอัลเคนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ
 $C_{11} - C_{14}$ และมีสารจำพวก heavy naphthenic paraffinic ที่เวลา 4 – 8 นาที (Mercurio, Burns and
Negri, 2004; Stauffer, Dolan and Newman, 2008) ตัวอย่างของน้ำมันหล่อลื่นจากอำเภอสาขบุรีจึงมี
องค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างจากตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากอำเภออื่น ในจังหวัดปัตตานี

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมัน หล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จากอำเภอสาขบุรีจากการเก็บ 4 ครั้งภายในระยะเวลา 2 เดือน พบว่า ตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 1 และ 2 (P31 , P32) ปรากฏพีคที่เวลา 2.7 ถึง 4.5 นาที และพีคของอัลเคน C_{15} - C_{22} ที่เวลา 8 – 14 นาที สูงกว่าตัวอย่างอื่นที่เก็บจากอำเภอสาขบุรี นอกจากนี้แล้วตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 1 มีปริมาณของ อัลเคน C_{11} - C_{14} สูงกว่าตัวอย่างอื่น

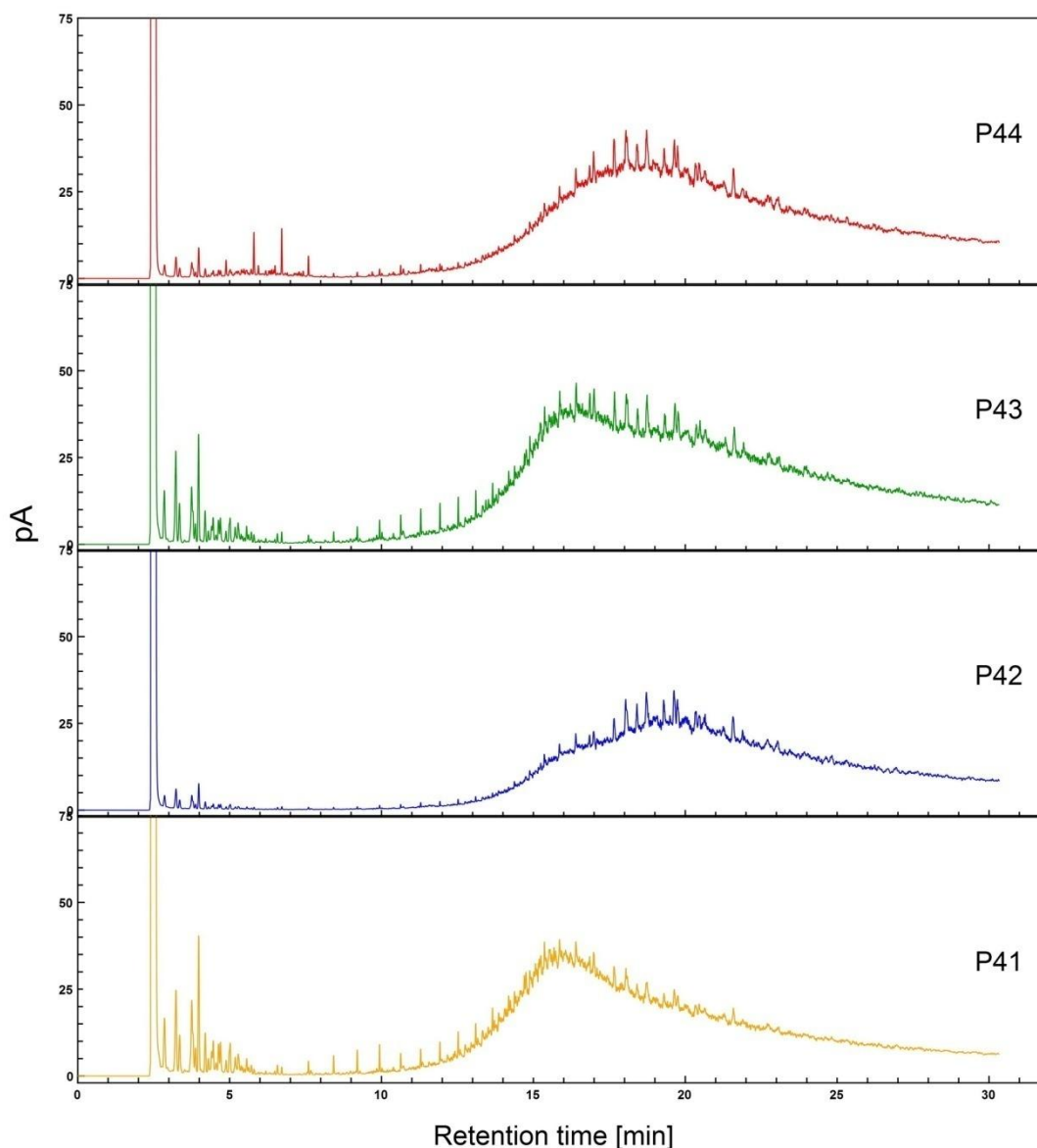


ภาพประกอบที่ 3.58 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอสาขบุรี จังหวัดปัตตานี

จากลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่จัดเก็บตัวอย่าง จากอำเภอ สายบุรี จังหวัดปัตตานี ที่จัดเก็บครั้งที่ 3 (P33) และครั้งที่ 4 (P34) มีลักษณะไม่ทึบแสงและมีสีอ่อนกว่าตัวอย่างอื่น ในขณะที่รูปแบบโครมาโทแกรมของตัวอย่างนี้ พบอัลเคน C_{15} - C_{22} ในปริมาณที่น้อยกว่าตัวอย่างอื่น และพบพีคของ naphthenic , paraffinic products คล้ายคลึงกับน้ำมันหล่อลื่นชนิด 2 จังหวะ จึงคาดว่า ตัวอย่างนี้มีน้ำมันหล่อลื่นชนิด 2 จังหวะ ที่ผ่านการใช้งานมาน้อยประกอบอยู่ในปริมาณที่สูง

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จากอำเภอไม้แก่น ประกอบด้วยองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกับอำเภอปานาเระแต่ความสูงของพีคที่เวลา 2.7 ถึง 4.5 นาที และพีคของอัลเคน C_{15} - C_{22} จะต่ำกว่าตัวอย่างจากอำเภอปานาเระ (ภาพประกอบที่ 3.59)

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จากอำเภอไม้แก่นจากการเก็บ 4 ครั้งภายในระยะเวลา 2 เดือน พบว่า มีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน แต่มีปริมาณที่แตกต่างกัน แต่ตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 2 (P42) ปรากฏพีคของ C_{11} - C_{14} ที่มีความสูงไม่มาก ซึ่งพบได้ในน้ำมันหล่อลื่นชนิด 4 จังหวะ จึงคาดว่า ตัวอย่างนี้มีน้ำมันหล่อลื่นชนิด 4 จังหวะ ที่ผ่านการใช้งานน้อยประกอบอยู่ด้วยในปริมาณสูง

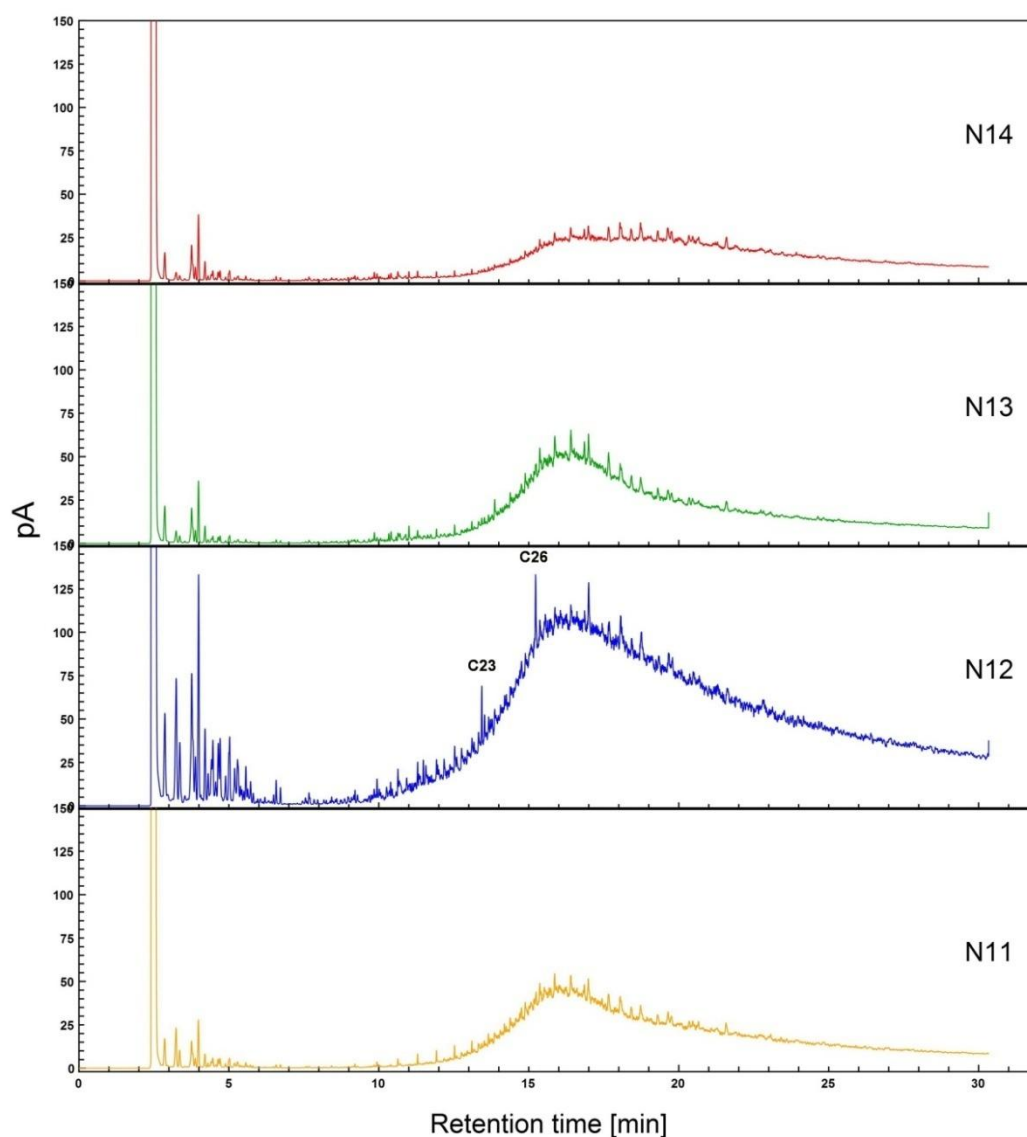


ภาพประกอบที่ 3.59 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอไม้แก่น จังหวัดปัตตานี

3.3.2.3 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส

องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วซึ่งเก็บจาก 4 อำเภอของจังหวัดนราธิวาส โดยในอำเภอบาเจาะ ประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมี 3 ส่วน ได้แก่ พีคที่เวลา 2.7 ถึง 4.5 นาที และ อัลเคน C_{15} - C_{22} ที่เวลา 8 – 14 นาที และ UCM ที่เวลา 10 – 25 นาที โดยในการเก็บ 4 ครั้งภายในระยะเวลา 2 เดือน แต่ละตัวอย่างมีความสมมาตร ความกว้าง และความสูงของยอด UCM แตกต่างกันชัดเจนและตรวจไม่พบพีคของอัลเคน C_{11} - C_{14} ในตัวอย่างจากอำเภอ

บาเจาะ (ภาพประกอบที่ 3.60) อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 2 (N12) มีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีสูงกว่าและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นชัดเจน อีกทั้งยังตรวจพบพีคของ C_{23} และ C_{26} ในปริมาณสูงอีกด้วย

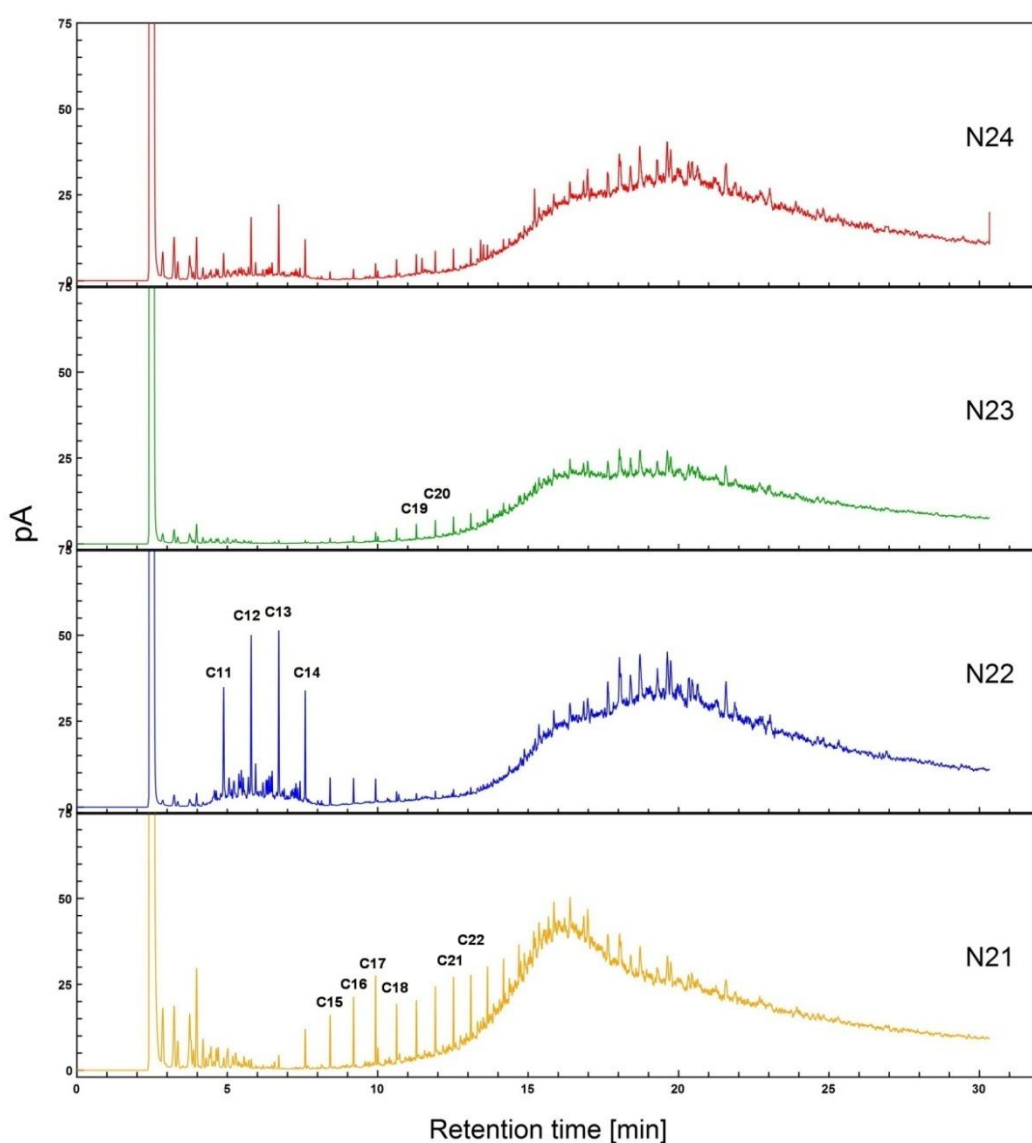


ภาพประกอบที่ 3.60 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอ บาเจาะ จังหวัดนราธิวาส

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จากอำเภอรือเสาะ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่แตกต่างกับอำเภอบาเจาะ ได้แก่ พีคของอัลเคน C_{15} - C_{22} ที่เวลา 8 -

14 นาทีที่มีปริมาณมากกว่าตัวอย่างจากอำเภอบาเจาะ และ พบพีคของอัลเคน $C_{11} - C_{14}$ ซึ่งตรวจไม่พบในตัวอย่างจากอำเภออื่นในจังหวัดนราธิวาส

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมัน หล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จากอำเภอหรือเสาะจากการเก็บ 4 ครั้งภายในระยะเวลา 2 เดือน พบว่า ตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 1 (N21) มีความสูงของพีคของอัลเคน $C_{15} - C_{22}$ ที่เวลา 8 – 14 นาที มากกว่าตัวอย่างอื่น และมีความสมมาตรของช่วง UCM มากกว่าตัวอย่างอื่น ในขณะที่ตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 3 (N23) มีปริมาณอัลเคน $C_{11} - C_{14}$ น้อยกว่าตัวอย่างที่เก็บครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 4 แสดงดังภาพประกอบที่ 3.61



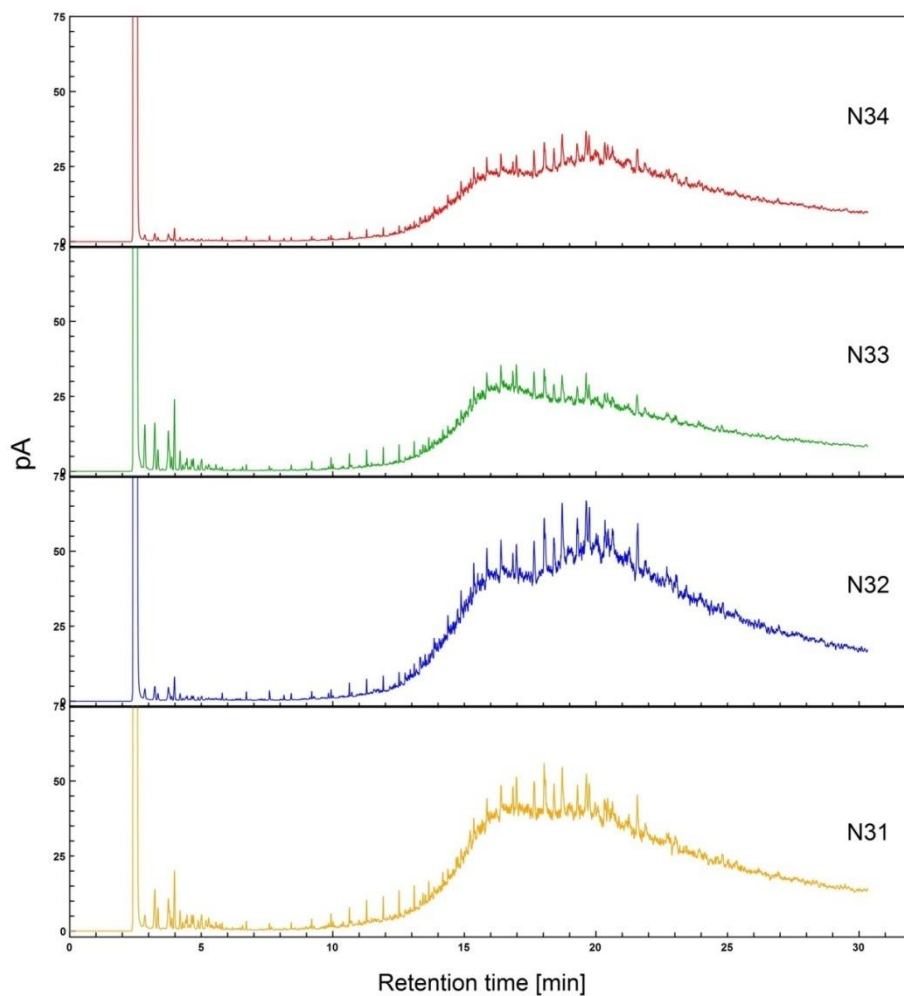
ภาพประกอบที่ 3.61 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอหรือเสาะ จังหวัดนราธิวาส

จากลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่จัดเก็บตัวอย่าง จากอำเภอหรือ-เสาะ จังหวัดนราธิวาสครั้งที่ 2 (N22) มีสีของตัวอย่างเป็นโทนสีเขียวเข้ม คล้ายคลึงกับ ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งานชนิด 2 จังหะ โครมาโทแกรมของตัวอย่างนี้ ยังปรากฏพีคของอัลเคน $C_{11} - C_{14}$ และยังตรวจ พบอัลเคน $C_{15} - C_{22}$ ในปริมาณที่น้อย คล้ายคลึงกับ ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ชนิด 2 จังหะ จึงคาดว่า ตัวอย่างนี้ประกอบด้วย น้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้ งานชนิด 2 จังหะในปริมาณสูง

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จากอำเภอระแงะ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่แตกต่างกับกับอำเภออื่น ในจังหวัดนราธิวาส กล่าวคือ มีรูปแบบของ UCM ไม่สมมาตร และมียอดของพีคของ UCM 2 ยอด ที่เวลา 10 – 25 นาที (ภาพประกอบที่ 3.62)

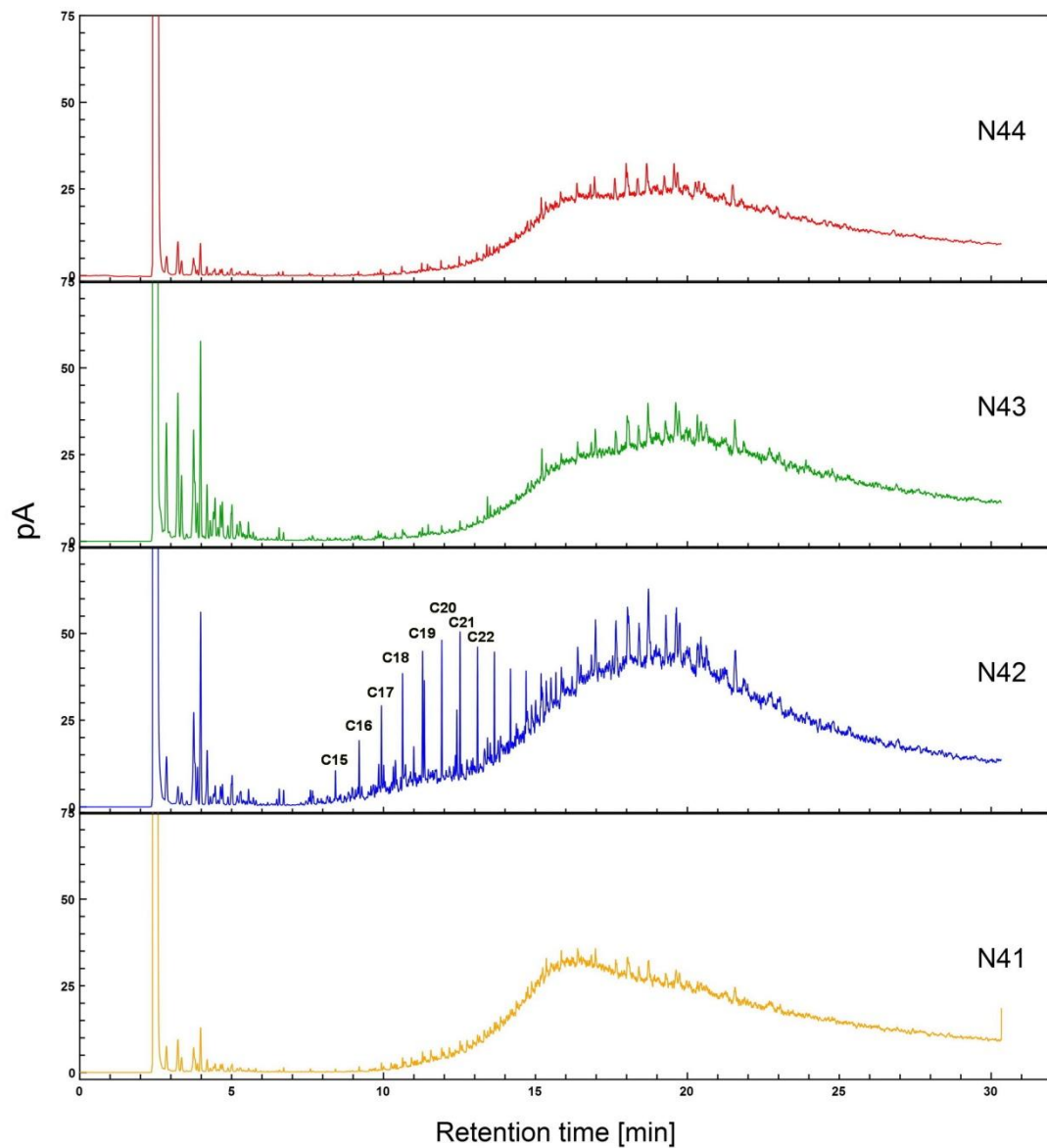
เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จากอำเภอระแงะจาก การเก็บ 4 ครั้งภายในระยะเวลา 2 เดือน พบว่า มีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน แต่มี ปริมาณของพีคอัลเคน $C_{15} - C_{22}$ ที่แตกต่างกัน ซึ่งตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 1 จากอำเภอระแงะ (N31) จะมีปริมาณสูงกว่าตัวอย่างอื่น

จากลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากอำเภอระแงะ ที่จัดเก็บครั้งที่ 2 และ 4 จะมีลักษณะไม่ทึบแสงและมีสีอ่อนกว่าตัวอย่างอื่นเป็นสีโทนเหลืองเข้ม อีกทั้งรูปแบบ โครมาโทแกรม ยังมีลักษณะคล้ายคลึงกับน้ำมันหล่อลื่น 4 จังหะ จึงมีความเป็นไปได้ที่ตัวอย่างนี้ จะประกอบด้วยน้ำมัน 4 จังหะในปริมาณที่สูงกว่าการเก็บครั้งอื่น



ภาพประกอบที่ 3.62 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จากอำเภอเจาะไอร้อง ประกอบด้วยองค์ประกอบที่แตกต่างกับอำเภออื่นในจังหวัดนราธิวาสได้แก่ตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 2 (N42) มีปริมาณของอัลเคน $C_{15} - C_{22}$ ที่เวลา 8 – 14 นาที มากกว่าตัวอย่างจากอำเภออื่นในจังหวัดนราธิวาส (ภาพประกอบที่ 3.63)



ภาพประกอบที่ 3.63 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส

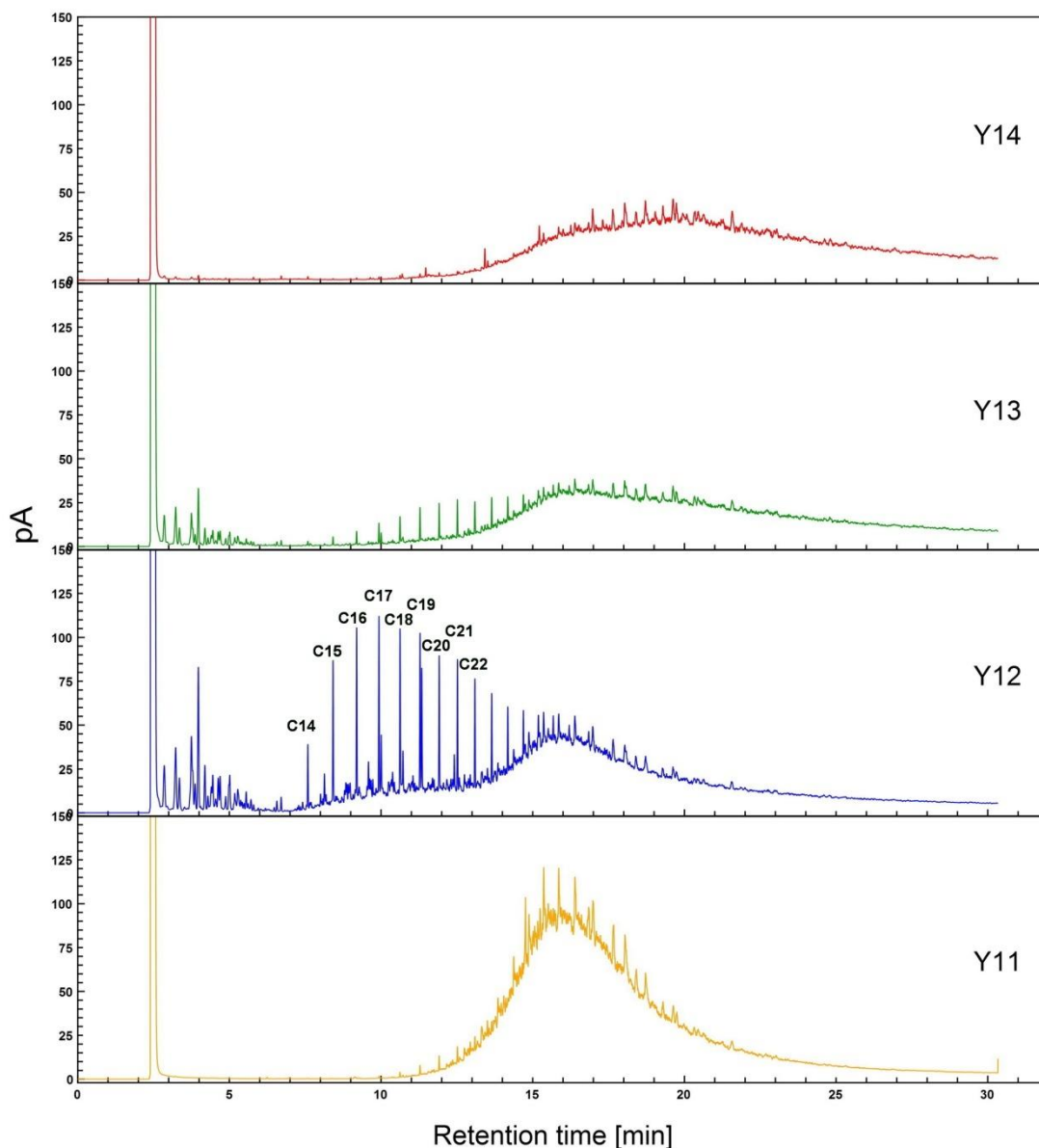
จากลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่จัดเก็บตัวอย่าง จากอำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส นั้น ตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 1 (N41) มีลักษณะไม่ทึบแสงและมีสีอ่อนกว่าตัวอย่างอื่น รูปแบบโครมาโทแกรมของตัวอย่างนี้ ยังพบอัลเคน $C_{15} - C_{22}$ ในปริมาณที่น้อยกว่าตัวอย่างอื่น และไม่พบพีคของ naphthenic , paraffinic products คล้ายคลึงกับ น้ำมันหล่อลื่นชนิด 4 จังหวะ คาดว่าตัวอย่างนี้มีน้ำมันหล่อลื่นชนิด 4 จังหวะที่ผ่านการใช้งานมาน้อยประกอบอยู่ ด้วยในปริมาณสูง

3.3.2.4 น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้วในพื้นที่จังหวัดยะลา

องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วซึ่งเก็บจาก 3 อำเภอของจังหวัดยะลา โดยในอำเภอยะหา ประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมี 3 ส่วน ได้แก่ ฟิกที่เวลา 2.7 ถึง 4.5 นาที อัลเคน $C_{15} - C_{22}$ ที่เวลา 8 - 14 นาที และ UCM ที่เวลา 10 - 25 นาที (ภาพประกอบที่ 3.64) โดยในแต่ละตัวอย่างมีความสูงของฟิก ความสมมาตร ความกว้าง และยอดของช่วงของ UCM ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน นอกจากนี้แล้วตัวอย่างที่เก็บจากจังหวัดยะลา ยังตรวจไม่พบฟิสิกของ naphthenic , paraffinic products ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่น 2 จังหวะ

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จากอำเภอยะหาจากการเก็บ 4 ครั้งภายในระยะเวลา 2 เดือน พบว่า มีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ทั้งปริมาณของอัลเคน และรูปแบบของช่วง UCM โดยตัวอย่างที่เก็บครั้งที่ 1 (Y11) มีความสูงของยอด UCM และความสมมาตรมากกว่าตัวอย่างอื่น ในขณะที่ตัวอย่างที่เก็บครั้งที่ 2 (Y12) มีฟิกของช่วง UCM เริ่มที่เวลา 7 นาที และรูปร่างที่ไม่สมมาตร นอกจากนี้แล้วยังตรวจพบ ฟิสิกของอัลเคน $C_{15} - C_{22}$ ที่เวลา 8 - 14 นาที ในปริมาณสูง แสดงดังภาพประกอบที่ 3.64

จากลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่จัดเก็บตัวอย่างจากอำเภอยะหา จังหวัดยะลาที่จัดเก็บครั้งที่ 4(Y14) จะมีลักษณะไม่ทึบแสงและมีสีอ่อนกว่าตัวอย่างอื่น อีกทั้งรูปแบบโครมาโทแกรมของตัวอย่างนี้ มีลักษณะคล้ายคลึงกับน้ำมันหล่อลื่น 4 จังหวะ จึงคาดว่าตัวอย่างนี้มี น้ำมันหล่อลื่นชนิด 4 จังหวะ ที่ผ่านการใช้งานมาน้อยประกอบอยู่ ด้วยในปริมาณสูง ในขณะที่ ตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 2 (Y12) มีลักษณะสีของตัวอย่างเป็นสีดำ แสงส่องผ่านไม่ได้ ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพที่พบได้ทั่วไปในตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว แต่รูปแบบโครมาโทแกรมของตัวอย่างนี้มีความแตกต่างกับตัวอย่างอื่นๆชัดเจน และมีรูปแบบที่ผิดปกติ ซึ่งคาดว่าเกิดจากการปนเปื้อนของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง

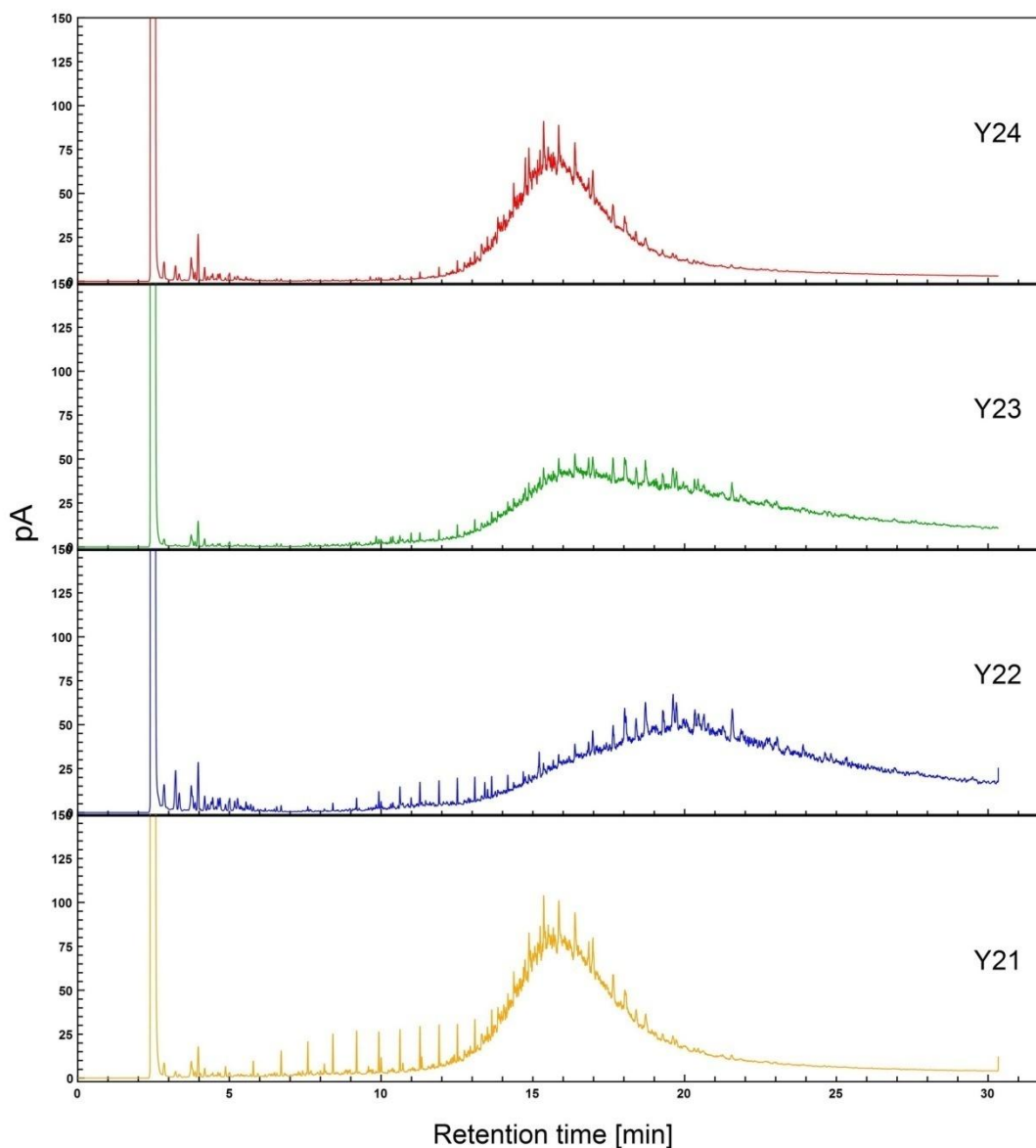


ภาพประกอบที่ 3.64 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอ ยะหา จังหวัดยะลา

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จากอำเภอกรงปินัง ประกอบด้วยองค์ประกอบที่แตกต่างกับอำเภอยะหา (ภาพประกอบที่ 3.57) กล่าวคือตรวจพบพีคของอัลเคน $C_{15} - C_{22}$ ในปริมาณที่น้อยกว่า และมีพีคของช่วง UCM ที่มีขนาดความกว้าง และสมมาตรที่ดีกว่า

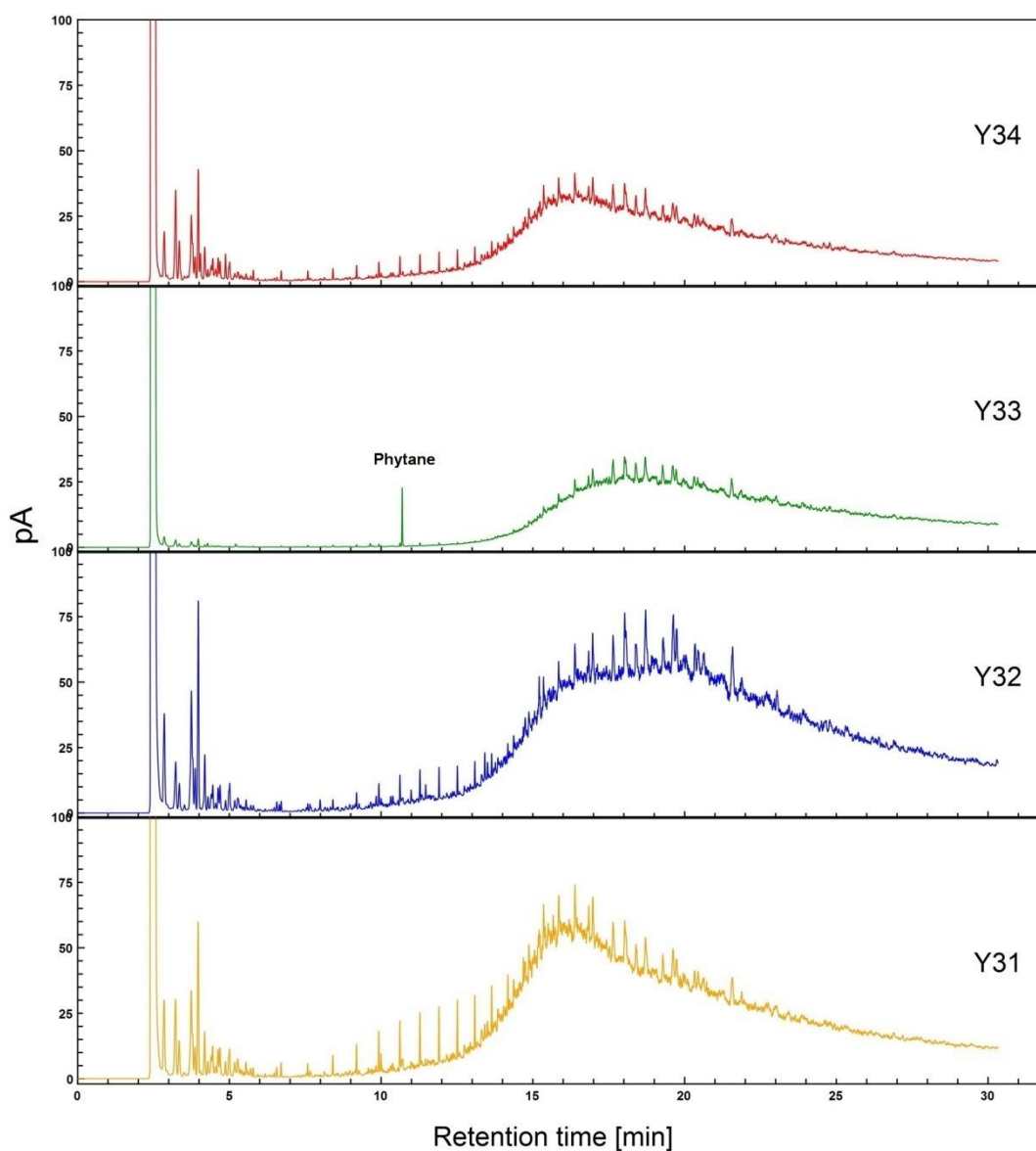
เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จากอำเภอกรงปินัง จากการเก็บ 4 ครั้งภายในระยะเวลา 2 เดือน พบว่า มีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน แต่มี

ปริมาณที่แตกต่างกัน แต่รูปร่างพีคของช่วง UCM ของตัวอย่างที่เก็บครั้งที่ 1 และ 4 จะมีรูปร่าง ความสูง ตำแหน่งของยอด และความสมมาตร ที่ใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณของอัลเคน $C_{15} - C_{22}$ ของ ตัวอย่างที่เก็บครั้งที่ 1 มีปริมาณสูง กว่า ในขณะที่ตัวอย่างที่เก็บครั้งอื่นมีปริมาณน้อย แสดงดัง ภาพประกอบที่ 3.65



ภาพประกอบที่ 3.65 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอ กรงปินัง จังหวัดยะลา

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมัน หล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน จากอำเภอบ้านนั้งस्ता ประกอบด้วยองค์ประกอบที่แตกต่างกับอำเภอรื่น (ภาพประกอบที่ 3.66) ได้แก่ ตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 3 (Y33) ไม่พบพีคของอัลเคน ที่เวลา 8 – 15 นาที แต่ตรวจพบพีคของ Phytane ในปริมาณสูง



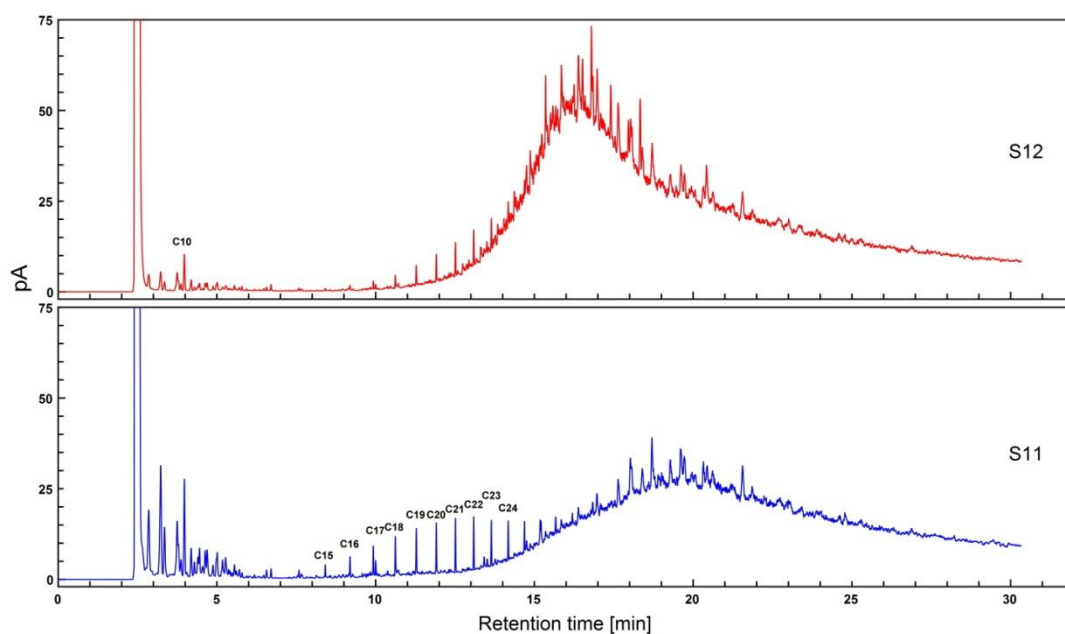
ภาพประกอบที่ 3.66 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วในพื้นที่อำเภอบ้านนั้งस्ता จังหวัดยะลา

จากลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่จัดเก็บตัวอย่างจากอำเภอบ้านนั้งस्ता จังหวัดยะลา นั้น ตัวอย่างที่จัดเก็บครั้งที่ 3 (Y33) จะมีลักษณะโปร่งแสงและมีสีเหลือง

รูปแบบโครมาโทแกรมของตัวอย่างนี้ มีลักษณะคล้ายคลึงกับน้ำมันหล่อลื่น 4 จังหวะ แต่พบพีคของ Phytane ในปริมาณสูง

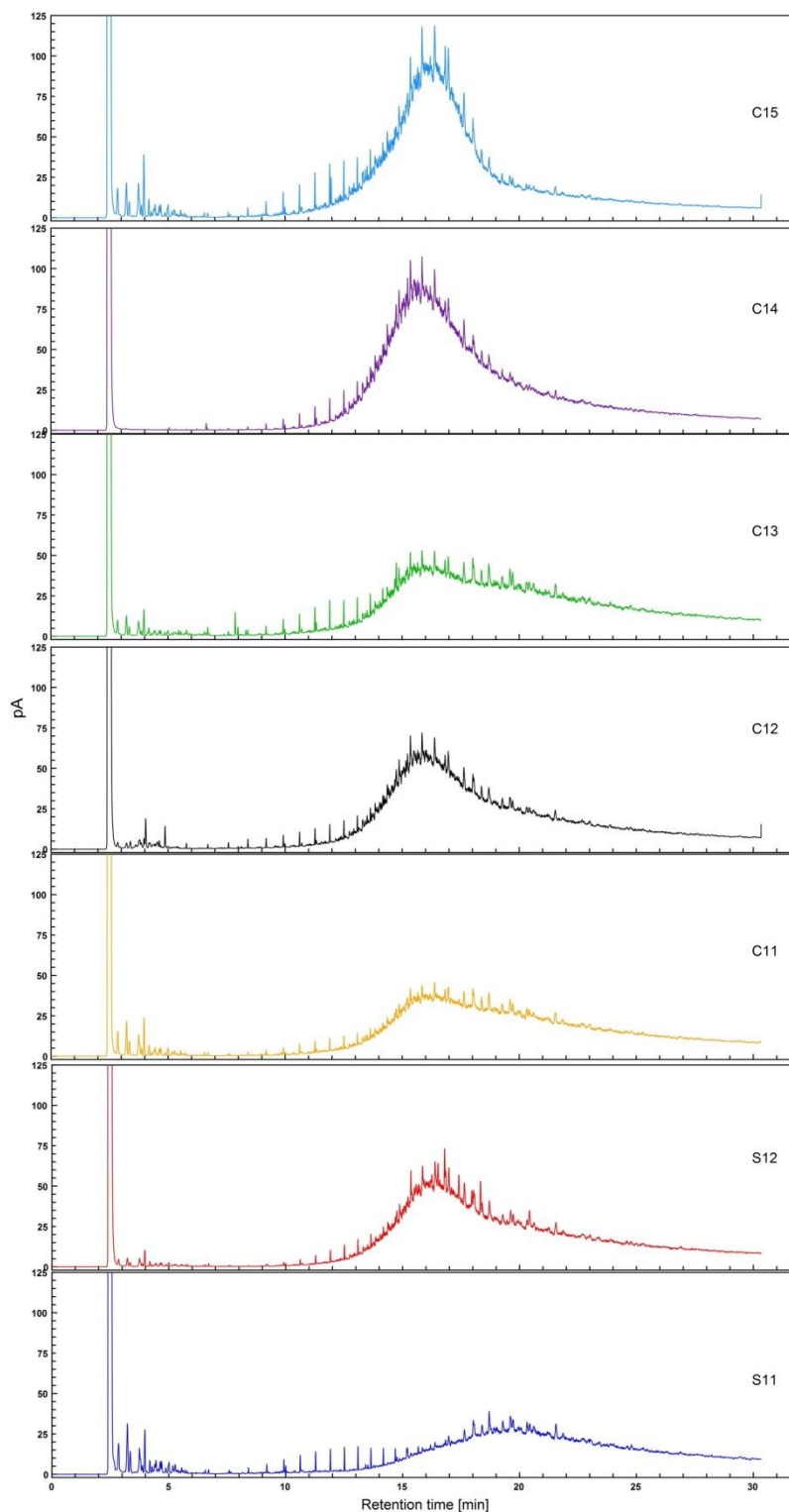
3.3.3 ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากคดีตัวอย่างในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุจำนวน 2 ตัวอย่างที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุในพื้นที่อำเภอระแงะ (N3) จังหวัดนราธิวาส พบว่ามีโครมาโทแกรมตามภาพประกอบที่ 3.67 ซึ่งประกอบด้วยพีคที่เวลา 2.7 ถึง 4.5 นาที พีคของอัลเคน C_{15} - C_{22} ที่เวลา 8 – 14 นาที และ UCM ที่เวลา 8 – 25 นาที ความสูงของยอด ความสมมาตร และความกว้าง ของ UCM มีความแตกต่างกันทั้ง 2 ตัวอย่าง แสดงให้เห็นได้ว่าตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นทั้ง 2 ตัวอย่าง มีแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน



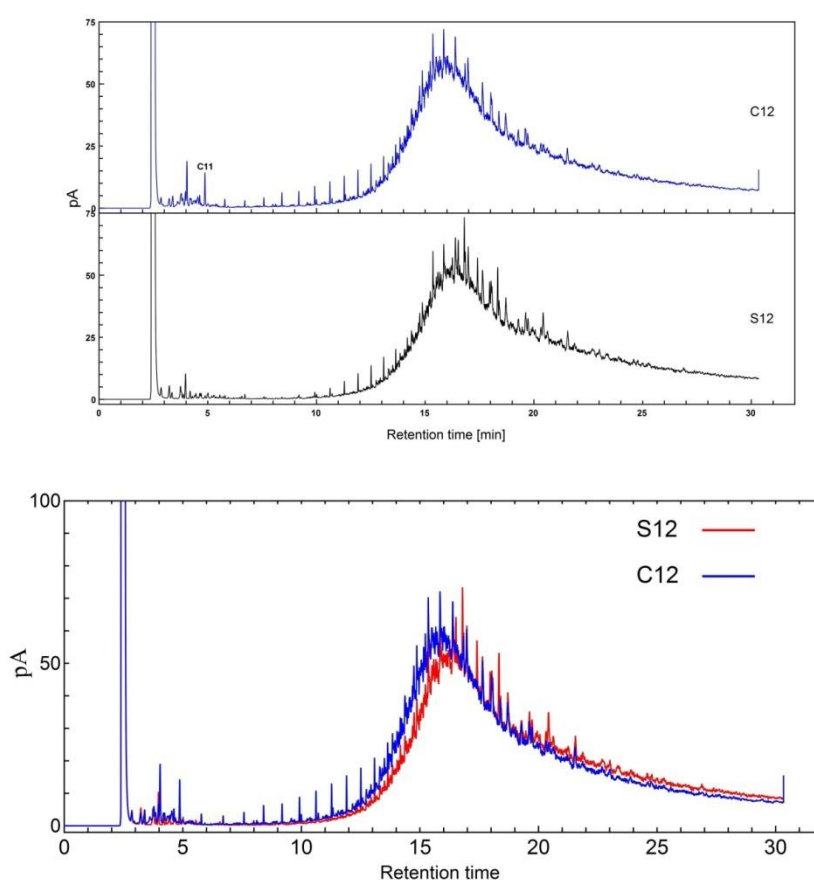
ภาพประกอบที่ 3.67 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุ

ในขณะที่โครมาโทแกรมของน้ำมันหล่อลื่นซึ่งเก็บจากจากถ้วยช้อนตักต้องสงสัยจำนวน 5 เครื่อง (ภาพประกอบที่ 3.68) ประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีที่คล้ายคลึงกัน แต่ตรวจพบในปริมาณที่แตกต่างกัน



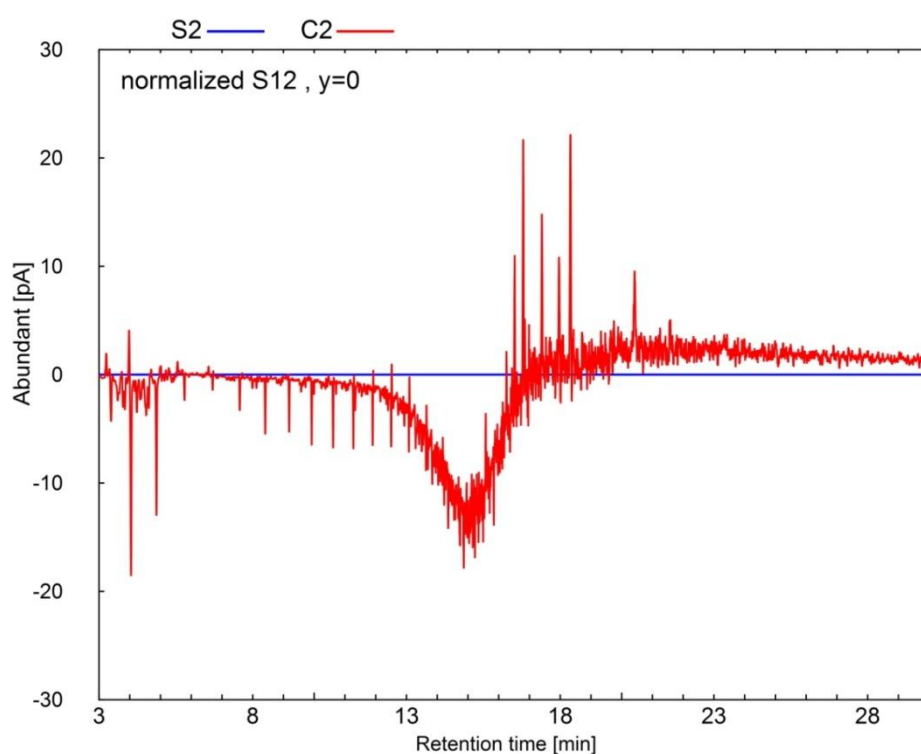
ภาพประกอบที่ 3.68 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุ
เปรียบเทียบกับตัวอย่างจากเครื่องจักรต้องสงสัย

เมื่อพิจารณา รูปแบบโครมาโทแกรมของ น้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุ S12 พบว่า รูปแบบโครมาโทแกรมมีความคล้ายคลึงกับตัวอย่างน้ำมันจากเลื่อยโซ่ยนต์ C12 ซึ่งมีพีคในช่วง UCM ที่มีความสมมาตร ความกว้าง และยอด ที่ใกล้เคียงกัน แสดงดังภาพประกอบที่ 3.69 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณอัลเคน $n-C_{11} - C_{17}$ จากตัวอย่างน้ำมันจากสถานที่เกิดเหตุ พบว่ามีความเข้มข้นน้อยกว่าน้ำมันจากเลื่อยโซ่ยนต์ C12 เนื่องจากจำนวนและความสูงของพีคแตกต่างกัน ที่เวลา 5 – 15 นาที นอกจากนี้แล้วน้ำมันจากสถานที่เกิดเหตุ S12 ไม่ปรากฏพีคของ $n-C_{11}$ ที่เวลา 4.8 นาทีแต่ตรวจพบในปริมาณที่สูงมากในน้ำมันจากเลื่อยโซ่ยนต์ C12



ภาพประกอบที่ 3.69 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากถังน้ำมันหล่อลื่นของเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัยหมายเลข 2 (C12) กับตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุจากคดีตัวอย่าง ขวคที่ 2 (S12)

เมื่อวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุ S12 เทียบกับตัวอย่างน้ำมันจากเครื่องไฮดรอลิก C12 ด้วยวิธีการ Normalization พบว่า โครมาโทแกรมที่ได้ ให้พีคที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน (ภาพประกอบที่ 3.70) ซึ่งให้เห็นว่า องค์ประกอบทางเคมีของ น้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุ S12 มีความแตกต่างกับตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจาก เครื่องไฮดรอลิก ต้องสงสัย C12 ดังนั้นจึงสามารถตัดเครื่องไฮดรอลิกทั้งหมดออกจากการต้องสงสัยได้



ภาพประกอบที่ 3.70 โครมาโทแกรม ของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากถังน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องไฮดรอลิกต้องสงสัยหมายเลข 2 (C12) กับตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุจากคดีตัวอย่าง ขวดที่ 2 (S12) ที่ทำ Normalization ด้วย S12

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์ที่นิยมใช้ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจเปรียบเทียบร่องรอยน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุกับน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ต้องสงสัยจากกรณีตัดต้นไม้วางทางจราจรในจังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยได้เก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน จำนวน 10 ตัวอย่างประกอบด้วยน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ 6 ยี่ห้อ และน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ 4 ยี่ห้อ และได้เก็บน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว จำนวน 47 ตัวอย่าง ประกอบด้วยน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้ว จำนวน 44 ตัวอย่าง และผ่านกระบวนการรีไซเคิล 3 ยี่ห้อ น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วที่ไม่ผ่านกระบวนการรีไซเคิลจากจังหวัดปัตตานี 16 ตัวอย่าง จากจังหวัดนราธิวาส 16 ตัวอย่าง และจากจังหวัดยะลา 12 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างจากแต่ละจังหวัดนั้นจัดเก็บจากแหล่งเดิมทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 2 เดือน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีที่ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

จากการศึกษา ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่เก็บได้ พบว่า น้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน จะมีลักษณะ โปร่งแสงทุกตัวอย่าง แต่จะมีสีแตกต่างกัน โดยน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ มีสีเหลือง และน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ จะมีสีเขียว ในขณะที่น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วและผ่านกระบวนการรีไซเคิลแล้ว จะมีลักษณะที่ทึบแสง และมีสีเขียวเข้มถึงสีดำ อย่างไรก็ตามพบว่า น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วที่จัดเก็บในบางแหล่ง มีลักษณะแตกต่างไปจากแหล่งอื่นๆ เช่น น้ำมันหล่อลื่นที่เก็บจากอำเภอรีเสะ จังหวัดนราธิวาส ครั้งที่ 2 (N22) มีลักษณะภายนอกเป็นตัวอย่างสีดำนับเขียว ซึ่งสอดคล้องกับน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน เป็นต้น

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์ที่นิยมใช้ในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้โดยใช้ เทคนิค แก๊สโครมาโทกราฟี และ ฟลูออโรสโคปอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจเปรียบเทียบร่องรอยน้ำมันหล่อลื่นจาก

สถานที่เกิดเหตุกับน้ำมันหล่อลื่นของเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัย จากกรณีตัดต้นไม้ขวางทางจราจร ในจังหวัดชายแดนภาคใต้ พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ผ่านการใช้งานทั้งหมด 10 ตัวอย่าง มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน กล่าวคือ โครมาโทแกรมของน้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ จำนวน 6 ยี่ห้อ ที่ได้จากเทคนิค แก๊สโครมาโทกราฟี ประกอบด้วยพีคของสารประกอบอัลเคน $C_{11} - C_{22}$ ที่ 4 - 14 นาที และสารผสมเชิงซ้อน (UCM) ที่ 10 - 25 นาที และพบพีคของการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 976 cm^{-1} และตำแหน่งเลขคลื่นที่ 1537 cm^{-1} จากการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันด้วยเทคนิค ฟลูออโรสเปกโตรเมตรีอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี ในขณะที่น้ำมันหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ จำนวน 4 ยี่ห้อ ประกอบด้วย พีคของอัลเคนที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย $C_{11} - C_{14}$ ที่เวลา 4 - 8 นาที ซึ่งเป็น heavy petroleum distillates นอกจากนี้บริเวณนี้ยังตรวจพบสารประกอบกลุ่ม naphthenic paraffinic ซึ่งมีลักษณะเป็นพีค ขนาดเล็กจำนวนมากที่เวลา 4 - 8 นาทีระหว่างพีคของ $C_{11} - C_{14}$ (พีคที่มีความสูงมาก) และตรวจพบ UCM ที่เวลา 13 จนถึง 20 นาที และพบพีคของการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 769 cm^{-1} , 920 cm^{-1} , 950 cm^{-1} , 1366 cm^{-1} , และ 2869 cm^{-1} จากการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันด้วยเทคนิค ฟลูออโรสเปกโตรเมตรีอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี โดยน้ำมันหล่อลื่นบางยี่ห้อที่มีองค์ประกอบทางเคมีคล้ายคลึงกัน เนื่องจากซื้อวัตถุดิบมาจากแหล่งผลิตน้ำมันดิบเดียวกัน

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วทั้งหมด 47 ตัวอย่าง ได้แก่ น้ำมันหล่อลื่นชนิด Recycled oil จำนวน 3 ตัวอย่าง และน้ำมันหล่อลื่นที่เก็บจากร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ซึ่งประกอบด้วย จังหวัดปัตตานี จำนวน 16 ตัวอย่าง จังหวัดนราธิวาส จำนวน 16 ตัวอย่าง และจังหวัดยะลา จำนวน 12 ตัวอย่าง พบว่า น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วชนิด Recycled oil ทั้ง 3 ยี่ห้อ มีองค์ประกอบทางเคมีที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ โครมาโทแกรมประกอบด้วย พีคของสารประกอบอัลเคน $C_{11} - C_{22}$ ที่ 4 - 14 นาที ที่มีปริมาณสูง และสารผสมเชิงซ้อน (UCM) ที่ 10 - 25 นาที เหมือนกัน และพบ พีคของการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 766 cm^{-1} , 965 cm^{-1} , และ 1652 cm^{-1} จากการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันด้วยเทคนิคฟลูออโรสเปกโตรเมตรีอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี แต่ตรวจพบองค์ประกอบเหล่านี้ในแต่ละยี่ห้อในปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการเพิ่มคุณภาพและกระบวนการผลิตของน้ำมันแต่ละยี่ห้อที่มีความแตกต่างกัน

ในขณะที่น้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งานแล้วที่เก็บจากร้านซ่อมรถจักรยานยนต์ในแต่ละจังหวัด มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน และเมื่อเก็บตัวอย่างจากแหล่งเดียวกันในช่วงระยะเวลาที่ต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีเช่นเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการปะปนของน้ำมันหล่อลื่นหลากหลายตัวอย่างที่มีความแตกต่างของ ชนิด อายุการใช้

งาน และจากสภาพของเครื่องย นต์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือโครมาโทแกรมประกอบด้วย พีคที่เวลา 2.7 - 4.5 นาที ซึ่งตรวจ ไม่พบได้ในน้ำมันหล่อลื่นใหม่ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน คาดว่า อาจเป็นผลิตภัณฑ์ของกระบวนการออกซิเดชัน และพีคของอัลเคน $C_{15} - C_{22}$ ที่เวลา 8 – 14 นาที จะมีขนาดสูงกว่าตัวอย่างน้ำมันที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน และพบพีคของการดูดกลืนแสง ที่ตำแหน่งเลขคลื่นที่ 740 cm^{-1} , 805 cm^{-1} , 1209 cm^{-1} , 1706 cm^{-1} , 1732 cm^{-1} และ 3411 cm^{-1} จากการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน ด้วยเทคนิคฟูเรียทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี สรุปผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่น แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่น

ประเภทของน้ำมันหล่อลื่น	ชนิดของน้ำมันหล่อลื่น	ลักษณะทางกายภาพ	ผล ATR-FTIR (ตำแหน่งเลขคลื่นเฉพาะ)	ผล GC-FID (รูปแบบโครมาโทแกรมที่มีความแตกต่าง)
ไม่ผ่านการใช้งาน	4T	สีเหลือง โปร่งแสง	976 cm^{-1} 1537 cm^{-1}	alkane $C_{11}-C_{22}$ (4-14m.), UCM (10-25m.)
	2T	สีเขียว โปร่งแสง	769 cm^{-1} , $920\&950\text{ cm}^{-1}$, 1366 cm^{-1} , 1386 cm^{-1} และ 2869 cm^{-1}	alkane $C_{11}-C_{14}$ (4-8m.), alkane $C_{15}-C_{22}$ (8-15m.), UCM (13-20m.)
ผ่านการใช้งานแล้ว	Recycle oil	สีเขียวเข้ม โปร่งแสง เล็กน้อย	766 cm^{-1} , 965 cm^{-1} และ 1652 cm^{-1}	alkane $C_{10}-C_{22}$ (4-14m.), UCM (10-25m.)
	Reused oil	สีเข้ม-ดำ ทึบแสง	740 cm^{-1} , 805 cm^{-1} , 1209 cm^{-1} , 1706 cm^{-1} , 1732 cm^{-1} และ 3411 cm^{-1}	พบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันชนิดอื่น และ PAHs, Oxidation product (2.7-4.5m.)

จากการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี ด้วยเทคนิค แก๊สโครมาโทกราฟี ใช้ปริมาณตัวอย่างในการวิเคราะห์ 2 - 4 μl ซึ่งน้อยกว่า การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิคฟูเรียทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี ที่ใช้ปริมาณตัวอย่าง มากกว่า 100 μl แต่ระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคฟูเรียทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี มีความรวดเร็วกว่าเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี นอกจากนี้แล้ว ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่นด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี ให้ข้อมูลขององค์ประกอบทางเคมี มากกว่า เทคนิค

ฟูเรียทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี จึงเป็นประโยชน์ในการประยุกต์เพื่อการตรวจเปรียบเทียบร่องรอยน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุกับน้ำมันหล่อลื่นของ เลื่อยโซยนต์ต้องสงสัยจากกรณีตัดต้นไม้ขวางทางจราจรในจังหวัดชายแดนภาคใต้ได้ อย่างไรก็ตาม สามารถประยุกต์ใช้เทคนิคฟูเรียทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ในเบื้องต้นเพื่อความรวดเร็ว และใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี ในการวิเคราะห์เพื่อยืนยันผลที่ได้ เพื่อให้ได้หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ที่มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์ต่อ งานด้านนิติวิทยาศาสตร์ต่อไป

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุ และจากถัง น้ำมันหล่อลื่นของ เลื่อยโซยนต์ต้องสงสัย จากคดีตัวอย่างนั้น ตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ได้ จากคดี ตัวอย่างนี้ มีลักษณะทางกายภาพเหมือนกัน ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ชัดเจน แต่ เมื่อนำ ตัวอย่างมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิคฟูเรียทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี พบว่าผลการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิดเหตุทั้ง 2 ตัวอย่าง ไม่ ตรงกับน้ำมันหล่อลื่นจากเลื่อยโซยนต์ทั้ง 5 เครื่อง สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทาง เคมีด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี คือ โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากสถานที่เกิด เหตุทั้ง 2 ตัวอย่าง ไม่ตรงกับน้ำมันหล่อลื่นจากเลื่อยโซยนต์ทั้ง 5 เครื่อง ถึงแม้ว่าตัวอย่าง น้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากสถานที่เกิดเหตุ ที่อยู่ภายในภาชนะบรรจุที่ 2 (S12) มีองค์ประกอบทางเคมีที่ มีโครมาโทแกรมคล้ายคลึงกับตัวอย่างที่ได้จากเลื่อยโซยนต์ต้องสงสัยหมายเลข 2 (C12) ก็ตาม แต่ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วย Normalized Chromatograms พบว่ามีความแตกต่างกัน จึง สามารถตัดเลื่อยโซยนต์ดังกล่าว ออกจากการต้องสงสัยได้ ดังนั้น การวิเคราะห์องค์ประกอบทาง เคมีด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีและฟูเรียทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี จึงสามารถ เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่น ได้

4.2 ข้อเสนอแนะ

1. เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นใน วิทยานิพนธ์นี้ สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับเทคนิคอื่นๆ ได้ เช่น GC-MS ที่จะสามารถ Extracted ion Profiles ให้ได้ข้อมูลขององค์ประกอบทางเคมีที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น อาจเป็นประโยชน์ในกรณีที่องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างมีความใกล้เคียงกันมาก เป็นการเพิ่ม ความน่าเชื่อถือของผลการตรวจพิสูจน์และเพิ่มน้ำหนักของวัตถุพยานได้

2. การนำเทคนิคในวิทยานิพนธ์นี้ไปประยุกต์ใช้ในทางคดี อาจพบข้อจำกัดของการเก็บตัวอย่างในสถานที่เกิดเหตุ ได้แก่ สภาพแวดล้อมของสถานที่เกิดเหตุซึ่งอาจมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี ระยะเวลาในการเก็บแตกต่างกันมากเกินไป และตัวอย่างน้ำมันที่พบในสถานที่เกิดเหตุมีปริมาณน้อยเกินไป หรืออยู่ในสภาพที่ทำการจัดเก็บได้ยาก ดังนั้นก่อนที่จะนำเทคนิคในวิทยานิพนธ์นี้ไปประยุกต์ใช้ ควรศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบทางเคมี และพัฒนาวิธีการจัดเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมในแต่ละลักษณะของตัวอย่างที่พบในสถานที่เกิดเหตุ โดยศึกษาจากการจำลองสถานการณ์ ที่มีการควบคุมตัวแปรในการทดลองได้ เป็นต้น

3. ควรศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่น ในถังของเลื่อยโซ่ยนต์ที่ผ่านการใช้งานแล้วว่า ก่อน และหลังการใช้งาน ในระยะเวลาต่างๆ มีความแตกต่างกันหรือไม่เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหล่อลื่น

4. การนำเทคนิคในวิทยานิพนธ์นี้ไปประยุกต์ใช้ในทางคดี ควรคำนึงถึงการเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นจากแหล่งจำหน่ายในพื้นที่ ของสถานที่เกิดเหตุ เพื่อนำไปวิเคราะห์ เปรียบเทียบอ้างอิงแหล่งที่มาของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้กับเลื่อยโซ่ยนต์ต้องสงสัยได้ และควร ทดสอบการใช้ได้ของวิธี (Method validation) และการหาค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty of Measurement) ที่ถูกต้องตามหลักสถิติ เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำสูงสุด

บรรณานุกรม

- แมน อมรสิทธิ์ และคณะ. (2553). หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทัตสิมนต์ คงอยู่ และคณะ. (2551). การประยุกต์เทคนิคสเปกโทรสโกปีเชิงโมเลกุลเพื่อการวิเคราะห์เชิงนิติวิทยาศาสตร์ โครงการศึกษาความเป็นไปได้ของการตรวจพิสูจน์น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ รถจักรยานยนต์ด้วยเทคนิค ATR FT-IR Spectroscopy. กลุ่มตรวจสอบอาวุธปืนและวัตถุพยานทางฟิสิกส์ สำนักนิติวิทยาศาสตร์บริการ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์.
- สำนักอำนวยการข่าวกรอง . (ออนไลน์). สืบค้นจาก. <http://mis.smic.mi.th/smicweb/index.php?r=site/login>. เมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2557.
- สำนักกฎหมาย กรมป่าไม้. พระราชบัญญัติเลื่อยโซ่ยนต์. (ออนไลน์). สืบค้นจาก. http://www.forest.go.th/forestry_law/index.php. เมื่อวันที่ 16 มกราคม 2557.
- เลื่อยโซ่ยนต์. (ออนไลน์). สืบค้นจาก. <http://www.gucut.com/store/article>. เมื่อวันที่ 9 มกราคม 2557.
- มาตรฐานน้ำมันเครื่อง . (ออนไลน์). สืบค้น จาก . <http://www.volean.comมาตรฐานน้ำมันเครื่อง.html>. เมื่อวันที่ 20 มกราคม 2557.
- Al-Ghouti, M.A. and Al-Atoum, L. (2009). Virgin and recycled engine oil differentiation: A spectroscopic study. *Journal of Environmental Management*. 90, 187-195.
- Diaby, M., Sablier, M., Le Negrate, A., El Fassi, M. and Bocquet, J. (2009). Understanding carbonaceous deposit formation resulting from engine oil degradation. *Carbon*. 47, 355-366.
- Diphare, M. and Muzenda, E. (2013). Analysis and Characterization of Waste Lubricating Grease Derived Oil. 2nd International Conference on Agricultural, Environment and Biological Sciences. December 2013. Pattaya, Thailand.
- Dominguez-Rosado, E. and Pichtel, J. (2003). Chemical Characterization of Fresh, Used and Weathered Motor Oil Via GC/MS, NMR and FTIR Techniques. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*. 112(2), 109–116.

- Elhamouly, S.H. and Masoud, M.A. (2010). Influences of Accelerators on the Structures & Properties of Nitrile Butadiene Rubber. *Modern Applied Science*. 4(4), 47-61.
- Faisal, A. (2010). Study of Thermal Degradation of Zinc and Boron based Lubricant Additives using Fourier Transform Infrared and Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy. Master of Science, Luleå University of Technology, Sweden.
- Gagandeep, S. and Malik, D.K. (2013). Utilization of 2T engine oil by Pseudomonas sp. isolated from automobile workshop contaminated soil. *International journal of chemical and analytical science*. 4, 80-84.
- Garry, M.C. and Bowman, J. (2007). FT-IR Analysis of Used Lubricating Oils-General Considerations. Thermo Fisher Scientific.
- Gracia, N., Thomas, S., Bazin, P., Duponchel, L., Thibault-Starzyk, F. and Lerasle, O. (2010). Combination of mid-infrared spectroscopy and chemometric factorization tools to study the oxidation of lubricating base oils. *Catalysis Today*. 155, 255–260.
- Gracia, N., Thomas, S., Thibault-Starzyk, F., Lerasle, O. and Duponchel, L. (2011). Combination of mid-infrared spectroscopy and curve resolution method to follow the antioxidant action of alkylated diphenylamines. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 106, 210–215.
- Jiménez, B.I.M. (2002). Reduction of nitrogen oxides over zeolite supported Ni catalysts. Doctoral dissertation, University of Twente.
- Jingyan, L., Xiaoli, C., Songbai, T. and Wanzhen, L. (2013). The identification of highly similar crude oils by infrared spectroscopy combined with pattern recognition method. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 112, 457-462.
- Li, P. and Ng, L.M. (1995). Surface chemistry of alkyl and perfluoro ethers: a FTIR study of adsorption and thermal desorption of $(C_2H_5)_2O$ and $(C_2F_5)_2O$ on SiO_2 . *Surface Science*. 342, 359-369
- Lob, A., Buenafe, R. and Abbas, N.M. (1998). Determination of oxygenates in gasoline by FTIR. *Fuel*. 77(15), 1861–1864.
- Mao, D., Van De Weghe, H., Lookman, R., Vanermen, G., De Brucker, N. and Diels, L. (2009). Resolving the unresolved complex mixture in motor oils using high-performance liquid

- chromatography followed by comprehensive two-dimensional gas chromatography. *Fuel*. 88, 312–318.
- Matsumoto, H., Tani, H. and Nakakawaji, T. (2001). Adsorption Properties of Lubricant and Additive for High Durability of Magnetic Disks. *Ieee Transactions On Magnetics*. 37(4), 3059-3060.
- Mercurio, P., Burns, K.A. and Negri, A. (2004). Testing the ecotoxicology of vegetable versus mineral based lubricating oils: 1. Degradation rates using tropical marine microbes. *Environmental Pollution*. 129, 165–173.
- Piras, F.M. (2002). *In situ* Attenuated Total Reflection Tribometry: A new approach for the chemical analysis of tribological films. Doctor of Natural Science, University of Cagliari, Italy.
- Reardon, M.R., Allen, L., Bender, E.C. and Boyle, K.M. (2007). Comparison of Motor Oils Using High-Temperature Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Journal of Forensic Science*. 52(3), 656-663.
- Scapin, M.A. (2007). Recycling of the used automotive lubricating oil by ionizing radiation process. *Radiation Physics and Chemistry*. 76, 1899–1902.
- Standard Practice for Condition Monitoring of In-Service Lubricants by Trend Analysis Using Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectrometry. (2011). *ASTM International Designation*. E2412 – 10.
- Zieba-Palus, J. (1998). Examination of used motor oils by flame AAS for criminalistic purposes: a diagnostic study. *Forensic Science International*. 91, 171–179.
- Zieba-Palus, J. and Koscielniak, P. (2000). An analysis of the similarity of motor oils on the basis of their elemental composition. *Forensic Science International*. 112, 81–90.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายกิจจา ไตรภูวนารถ	
รหัสประจำตัวนักศึกษา	5310220008	
วุฒิการศึกษา		
วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ชีววิทยา)	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	2549

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Kijja Tripuwanard and Aree Choodum. 2012. Analysis of Re-Used Lubricating Oils Used in Three Southern Border Provinces. Pure and Applied Chemistry International Conference 2012 (Paccon 2012) 11 - 13 January 2012, The Empress Convention Center Chiang mai, Thailand.

Aree Choodum, Kijja Tripuwanard and Niamh Nic Daeid. 2014. Analysis of chain saw lubricating oils commonly used in Thailand's southern border provinces for forensic science purpose. Journal of Forensic Science International. Volume 241. Page 60-68.

สถานที่ทำงาน

สำนักมาตรฐานนิติวิทยาศาสตร์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม