ชนิดและปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ละลายอยู่ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน และอ่าวไทยตอนบน

นางสาววัชรี ฆาตกิตติคุณวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2529

ISBN 974-567-233-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012270

i 17256434

DISSOLVED PETROLEUM HYDROCARBON IN THE CHAO PHRAYA RIVER, BANG PRAKONG RIVER, THA-CHIN RIVER AND THE UPPER GULF OF THAILAND

Miss Watcharee Chatkittikunwong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Chemistry

Graduate School

Chulalongkorn University

1986

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชนิดและปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ละลายอยู่ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน และอ่าวไทยตอนบน
โดย	นางสาววัชรี ฆาตกิตติคุณวงศ์
ภาควิชา	เคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. รุจา ฟองเพ็ชร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นางมณฑิพย์ ทาบูกานอน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.เผด็จ ลิทธิสุนทร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. รุจา ฟองเพ็ชร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(นางมณฑิพย์ ทาบูกานอน)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วิจิตร เอื้อประเสริฐ)

..... กรรมการ

(ดร.ลิทธิยัย ลิทธิพัฒน์ไพบูลย์)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชนิดและปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ละลายอยู่ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน และอ่าวไทยตอนบน
ชื่อ	นางสาววัชรี ชาตกิตติคุณวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.รุจา ฟองเพ็ชร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นางมณทิพย์ ทาบูกานอน
ภาควิชา	เคมี
ปีการศึกษา	2529

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแหล่งน้ำที่สำคัญคือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน และอ่าวไทยตอนบน โดยเก็บตัวอย่างจากแม่น้ำเจ้าพระยา 20 ตัวอย่างต่อ 1 ฤดู จากแม่น้ำบางปะกง 12 ตัวอย่างต่อ 1 ฤดู จากแม่น้ำท่าจีน 12 ตัวอย่างต่อ 1 ฤดู และอ่าวไทยตอนบน 25 ตัวอย่าง ในช่วงฤดูน้ำหลากระหว่างเดือนกันยายน - ธันวาคม และในช่วงฤดูน้ำแล้ง ระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายน ปี พ.ศ. 2526-2527 การวิเคราะห์หาชนิดของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีและแมส่สเปกโตรเมตรี (GC, GC/MS) พบว่ารูปแบบ (Pattern) ของโครมาโทแกรมแสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนในปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่วิเคราะห์เป็น C_{15}-C_{32} ซึ่งเป็นกลุ่มสารประกอบประเภทนอร์มัลอัลเคนเป็นส่วนใหญ่ การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณสารในระหว่างฤดูน้ำหลากและฤดูน้ำแล้งโดยใช้เทคนิคสเปกโตรฟลูออโรเมตรี พบว่าในช่วงฤดูน้ำหลาก ในแม่น้ำเจ้าพระยามีปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนอยู่ในช่วง 0.190-0.431 ไมโครกรัมต่อลิตร แม่น้ำบางปะกงพบอยู่ในช่วง 0.056-0.406 ไมโครกรัมต่อลิตร แม่น้ำท่าจีนอยู่ในช่วง 0.260-0.550 ไมโครกรัมต่อลิตร และอ่าวไทยตอนบนพบอยู่ในช่วง 0.172-0.826 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนในฤดูน้ำแล้ง ในแม่น้ำเจ้าพระยามีสารอยู่ในปริมาณ 0.514-0.799 ไมโครกรัมต่อลิตร แม่น้ำบางปะกงอยู่ในช่วง 0.318-0.678 ไมโครกรัม

ต่อลิตร แม่น้ำท่าจีนอยู่ในช่วง 0.248-0.745 ไมโครกรัมต่อลิตร การเปรียบเทียบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนโดยอาศัยหลักทางสถิติพบว่า ช่วงฤดูน้ำหลาก แม่น้ำเจ้าพระยามีปริมาตรปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมากกว่าแหล่งน้ำอื่น ๆ แต่ปริมาณแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในฤดูน้ำแล้งพบว่าในแหล่งน้ำทั้ง 3 มีปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมากน้อยเรียงตามลำดับคือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง และแม่น้ำท่าจีน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแหล่งน้ำเดียวกันใน 2 ช่วงฤดู พบว่าในแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำบางปะกงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 ส่วนในแม่น้ำท่าจีนจะมีปริมาณแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลจากการศึกษาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนโดยเทคนิคการชั่งน้ำหนัก การวัดค่าการดูดกลืนแสงอินฟราเรด และวิธีสเปกโตรฟลูออโรเมตรี เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่าข้อมูลที่ได้จากเทคนิคดังกล่าวจะให้รายละเอียดแตกต่างกัน การคำนวณเปอร์เซ็นต์การกลับคืน (percent recovery) โดยใช้เทคนิคสเปกโตรฟลูออโรเมตรีเท่ากับ 92.4 และพบว่าการใช้นอร์มัลเฮกเซนในการสกัดสารตัวอย่างให้ปริมาณสารวิเคราะห์กลับคืนสูงกว่ากรณีใช้คาร์บอนเตตระคลอไรด์

Thesis Title	Dissolved Petroleum Hydrocarbon in the Chao Phraya River, Bang Prakong River, Tha-Chin River and the Upper Gulf of Thailand
Name	Miss. Watcharee Chatkittikunwong
Thesis Advisor	Dr. Rucha Phongbetchara.
Thesis Co-Advisor	Mrs. Monthip Tabucanon
Department	Chemistry
Academic Year	1986

ABSTRACT

The analysis of dissolved petroleum hydrocarbons in the Chao Phraya river. Bang Prakong river, Tha-Chin river and the Upper Gulf of Thailand during rainy season (September-December) and summer season (March-April) in 1983-1984 was performed by using Gas Chromatography, Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC,GC/MS) and Spectrofluorometric techniques. For each season the water samples of Chao Phraya river were collected from twenty stations, while that of Bang Prakong and Tha-Chin river werefrom twelve stations and twenty-five stations from the Upper Gulf of Thailand.

From the results of GC and GC/MS, it was possible to conclude that the compounds presence in the samples of Chao Phraya river, Bang Prakong river, Tha-Chin river and Upper Gulf of Thailand were mainly straight chain aliphatic hydrocarbons of C_{15}-C_{32}.

By using spectrofluorometric techniques; the concentrations of petroleum hydrocarbon in the Chao Phraya river, Bang Prakong river, Tha-Chin river and the Upper Gulf of Thailand in rainy season were found to be between 0.190-0.431, 0.056-0.406, 0.260-0.550 and 0.172-0.886 µg/L respectively. While in summer season the concentrations changed to be 0.514-0.799 µg/L for Chao Phraya river; 0.318-0.678 µg/L for Bang Prakong river and 0.337-0.435 g/L for Tha-Chin river. Comparison of the concentration found between the rivers and Upper Gulf of Thailand during rainy season showed no statistically significant difference but during summer season the differences were well pronounced. The concentration of petroleum hydrocarbons found in the same rivers of different season showed statistically significant difference. The amount found from Chao Phraya river and Bang Prakong river showed significant difference at the level of .01 while that of Tha-Chin river was at the level of.05

Studies of dissolved petroleum hydrocarbons in the water samples were investigated using Gravimetric Method, Partition Infrared Method and Spectrofluorometric Method. It was concluded that each technique was appropriate for each particular compound sought for. From the experiment performed, n-hexane was found to be superior solvent compared to carbon tetrachloride for extraction recommended in Spectrofluorometric Method.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษาทั้ง 2 ท่านคือ ดร.รุจา ฟองเพ็ชร และ นางมณฑิพย์ ทาบูกานอน ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ขอขอบพระคุณ Dr. Sukeo Onodera ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วย GC/MS ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ มานพ พราหมณโชติ รองศาสตราจารย์ วิจิตร เอื้อประเสริฐ รองศาสตราจารย์ รำไพ สิริมนกุล ดร.มานพ ตั้งสมวรพงษ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วงฟักตร์ ภู่พันธ์ศรี ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้เขียนมาโดยตลอด

นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ สำนักงานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติทุกท่านที่ได้อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ .... ช

สารบัญตาราง ..... ฐ

สารบัญรูป ..... ฒ

บทที่

1. บทนำ 1

แหล่งกำเนิดมลภาวะจากน้ำมันในแหล่งน้ำ 1

น้ำมันปิโตรเลียม 3

พฤติกรรมและการคงอยู่ของน้ำมันปิโตรเลียมในสิ่งแวดล้อม. 3

ผลกระทบของน้ำมันต่อสิ่งแวดล้อม 3

วัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย 5

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำวิจัยครั้งนี้ 6

2. การวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินงาน 13

อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง 13

อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ 13

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดและเก็บสารตัวอย่าง 13

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกำจัดสิ่งแปลกปลอมในสารตัวอย่าง. 14

เครื่องมือที่ใช้ในการวัด 14

สารเคมีที่ใช้ 15

การเตรียมภาชนะที่จะใช้ 15

หน้า

วิธีดำเนินงาน 16
การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง 16
การเก็บตัวอย่างน้ำ 25
การเก็บตัวอย่าง 25
รายละเอียดในการเก็บ, การเตรียม และการ
วิเคราะห์สารตัวอย่างโดยเทคนิคสเปกโตรฟลูออโรเมตรี 26
การเตรียมสารตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ 27
การวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน.. 28
การวิเคราะห์เพื่อหาชนิดของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน. 29
รายละเอียดในการเก็บ, การเตรียมและการวิเคราะห์
ปริมาณตัวอย่างน้ำโดยเทคนิคการชั่งน้ำหนัก 29
รายละเอียดในการเก็บ, การเตรียมและการวิเคราะห์
ปริมาณตัวอย่างน้ำโดยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรเมตรี. 31
การศึกษา Elution Pattern 32
การหาเปอร์เซ็นต์การกลับคืน (% Recovery)..... 32
การศึกษาเปรียบเทียบตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด 33
การวิเคราะห์ทางสถิติ 34
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 37
ผลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน
เทคนิคสเปกโตรฟลูออโรเมตรี 42
การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน
ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน
และอ่าวไทยตอนบนในช่วงฤดูน้ำหลากระหว่างเดือนกันยายน
ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ.2526 โดยเทคนิคสเปกโตร-
ฟลูออโรเมตรี 42

หน้า

การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง และแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูน้ำแล้งระหว่างเดือน มีนาคม ถึง เมษายน พ.ศ. 2527 โดยเทคนิคสเปกโตรฟลูออโรเมตรี 43

การเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณปีโตรเลียมไฮโดร-คาร์บอน ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง และแม่น้ำท่าจีนระหว่างช่วงฤดูน้ำหลากและฤดูน้ำแล้ง โดยเทคนิคสเปกโตรฟลูออโรเมตรี 46

ปริมาณและการกระจายของปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน 47

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อหาชนิดและปริมาณปีโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอนโดยใช้เทคนิคแกสโครมาโทกราฟี 49

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อหาชนิดปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน โดยเทคนิคแกสโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี 56

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำโดยเทคนิคการวิเคราะห์ 3 แบบ 71

ผลการศึกษา Elution Pattern ของสารละลายตัวอย่างจากคอลัมน์โครมาโทกราฟี 72

ผลการวิเคราะห์เปอร์เซนต์การกลับคืน (% Recovery) ของการสกัด 73

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการสกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด 74

5. สรุปผลการวิจัย วิเคราะห์ผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ 75

การวิเคราะห์หาปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง, แม่น้ำท่าจีน และอ่าวไทยตอนบน 75

การศึกษาเพื่อหาชนิดและปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแหล่งน้ำดังกล่าวโดยเทคนิคแกสโครมาโทกราฟีและแมสสเปกโตรเมตรี 76

หน้า

การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน
ระหว่างแม่น้ำเจ้าพระยา, แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน
และอ่าวไทยตอนบน 78
การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน
ในช่วงฤดูน้ำหลากและฤดูน้ำแล้ง 78
ลักษณะการแพร่กระจายของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน
ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง, และแม่น้ำท่าจีน ... 79
การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณปิโตรเลียม
ไฮโดรคาร์บอน 79
การศึกษาประสิทธิภาพและการปรับปรุงเทคนิคสำหรับวิธี
สเปกโตรฟลูออโรเมตรี 79
ข้อเสนอแนะ 80

บรรณานุกรม 81

ภาคผนวก 89

ภาคผนวก ก. ข้อมูลและกราฟเทียบมาตราฐาน
(Calibration Curve) ของสารมาตรฐาน
ไครซีน (Chrysene) 90
ภาคผนวก ข. ข้อมูลและการคำนวณปริมาณปิโตรเลียม
ไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างแหล่งน้ำต่าง ๆ
โดยใช้กราฟเทียบมาตรฐาน 100
ภาคผนวก ค. สเปกตรัมของสารมาตรฐานและสารตัวอย่าง 104
ภาคผนวก ง. สารเคมีที่ใช้และคุณสมบัติ 115
ภาคผนวก จ. ชื่อเต็มขององค์กรต่าง ๆ 117

ประวัติของผู้เขียน 118

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	แหล่งและจำนวนตัวอย่างที่ใช้ศึกษา	37
4.2	ค่า % Recovery ของปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่าง	37
4.3	ปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจากตัวอย่างแม่น้ำเจ้าพระยา.....	38
4.4	ปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจากตัวอย่างแม่น้ำบางปะกง	39
4.5	ปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจากตัวอย่างแม่น้ำท่าจีน	40
4.6	ปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจากตัวอย่างน้ำในอ่าวไทยตอนบน ..	41
4.7	ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณปีโตรเลียม ..... ไฮโดรคาร์บอน ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน และอ่าวไทยตอนบน	42
4.8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง และแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูน้ำหลาก	43
4.9	ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณปีโตรเลียมไฮโดร-คาร์บอน ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง และแม่น้ำท่าจีน.....	43
4.10	ค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณปีโตรเลียมไฮโดร-คาร์บอน ในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน	44
4.11	การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนระหว่าง แม่น้ำเป็นรายคู่	45
4.12	การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ในช่วงฤดูน้ำหลาก และ ฤดูน้ำแล้ง	46
4.13	ปริมาณปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน (µg/L) จากบางตัวอย่างของแม่น้ำ เจ้าพระยา (CHL-) แม่น้ำบางปะกง (BPL-) แม่น้ำท่าจีน (TRL-) และอ่าวไทยตอนบนแสดงในรูปจำนวนคาร์บอนอะตอม ใช้เครื่อง Gas Chromatograph Column Packing 2% OV-1	54

ตารางที่ หน้า

4.14 ปริมาณบีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน (µg/L) จากตัวอย่างเดียวกันกับตารางที่ 13 ใช้เครื่อง Gas Chromatograph Column Packing 10% Apiezon L 44

4.15 ปริมาณบีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ 3 วิธี 71

4.16 ผลการศึกษา Elution Pattern ของสารละลายตัวอย่างจากคอลัมน์โครมาโทกราฟี 72

4.17 การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การกลับคืนของการล้าง 73

4.18 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการล้าง ด้วยคาร์บอนเททระคลอไรด์และนอร์มัลเฮกเซน 74

สารบัญรูป

รูปที่ 1 หน้า

1.1 แสดงพฤติกรรมของน้ำมันเมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำ 4

2.1 แมสสเปกตรัมของ n-hexatriacontane 9

2.2 แมสสเปกตรัมของ 2-methylnonane (รูปบน) และ 2-3-dimethyloctane (รูปล่าง) 9

3.1 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง 17

3.2 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง 19

3.3 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง 21

3.4 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนบน 22

3.5 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำในอ่าวไทยตอนบน 24

4.1 กราฟรูปแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในตัวอย่างน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากและฤดูน้ำแล้ง ปี 2526-2527 โดยเทคนิคสเปกโตรฟลูออโรเมตรี 47

4.2 แสดงการกระจายของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงฤดูน้ำหลากและฤดูน้ำแล้ง 48

4.3 แสดงการกระจายของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแม่น้ำบางปะกงในช่วงฤดูน้ำหลากและฤดูน้ำแล้ง 48

4.4 แสดงการกระจายของปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูน้ำหลากและฤดูน้ำแล้ง 49

4.5 แสดงแกสโครมาโทแกรม (FID - Gas Chromatogram) ของน้ำมันมาตรฐาน (Heavy Oil Standard) ใช้คอลัมน์ 2% Silicon OV-1 50

4.6 แสดงแกสโครมาโทแกรม (FID - Gas Chromatogram) ของตัวอย่างจากแม่น้ำเจ้าพระยา (CHL 2 (II)) ใช้คอลัมน์ 2% Silicon OV-1

รูปที่ หน้า

4.7 แสดงแกสโครมาโทแกรม (FID - Gas Chromatogram) ของน้ำมันมาตรฐาน (Heavy Oil Standard) ใช้คอลัมน์ 10% Apiezon L..... 52

4.8 แสดงแกสโครมาโทแกรม (FID - Gas Chromatogram) ของตัวอย่างจากแม่น้ำเจ้าพระยา (CHL 2 (II)) ใช้คอลัมน์ 10% Apiezon L 56

4.9 แสดง Reconstructed Total-Ion-Current Mass-Chromatogram ของตัวอย่างจากแม่น้ำเจ้าพระยา (CHL 2 (II)) 56

4.10 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 20 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 57

4.11 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 21 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 57

4.12 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 23 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 58

4.13 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 24 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 58

4.14 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 25 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 59

4.15 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 26 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 59

รูปที่ หน้า

4.16 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 27 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 60

4.17 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 28 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time)..... 60

4.18 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 29 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 61

4.19 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 30 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time)..... 61

4.20 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 31 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 62

4.21 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 32 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 62

4.22 แสดง Reconstructed Total-Ion Current Mass Chromatogram ของตัวอย่างจากแม่น้ำบางปะกง (BPL 11(II)) 63

4.23 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.22 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 20 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 64

4.24 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.22 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 21 (โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time)..... 64

รูปที่ หน้า

4.25 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.22 ซึ่งสอดคล้องกับ
สารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 24
(โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time)..... 65

4.26 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.22 ซึ่งสอดคล้องกับ
สารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 25
(โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 65

4.27 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.22 ซึ่งสอดคล้องกับ
สารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 26
(โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 66

4.28 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.22 ซึ่งสอดคล้องกับ
สารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 28
(โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time)..... 66

4.29 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.22 ซึ่งสอดคล้องกับ
สารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 29
(โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time)..... 67

4.30 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.22 ซึ่งสอดคล้องกับ
สารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 30
(โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time)..... 67

4.31 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.22 ซึ่งสอดคล้องกับ
สารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 31
(โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 68

4.32 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.22 ซึ่งสอดคล้องกับ
สารมาตรฐานที่แสดงจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากับ 32
(โดยการเปรียบเทียบค่า GC Retention time) 68

รูปที่ หน้า

4.33 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.9 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐาน Dibutyl phthalate 69

4.34 แมสสเปกตรัมจากโครมาโทแกรมรูปที่ 4.22 ซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐาน Dibutyl phthalate 69

5.1 แสดง EI และ F.I แมสสเปกตราของ n-heptane ที่ได้จาก combined ion source 77