

ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการกำจัดสิ่งเจือปนและการแยกส่วนของการหาปริมาณสารประกอบ
ออร์กาโนคลอรีนในปลาน้ำจืดโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี

หนังสืออ้างอิง
ใช้เฉพาะใน...

กิตติมา แยมเม้ง

24 ส.ค. 2546

TP0006412

161143

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

พฤษภาคม 2545

ISBN 974-616-492-9

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี (เน้นเคมีวิเคราะห์) ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....^{ด/ร}..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี เทอดเทพพิทักษ์)

.....^{ด/ร}..... กรรมการ
(ดร.สมศักดิ์ ศิริไชย)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....^{ด/ร}..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี เทอดเทพพิทักษ์)

.....^{ด/ร}..... กรรมการ
(ดร.สมศักดิ์ ศิริไชย)

.....^{ด/ร}..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.คเชนทร เฉลิมวัฒน์)

.....^{ด/ร}..... กรรมการ
(ดร.ชนิดา ปะบุญเรือง)

.....^{ด/ร}..... กรรมการ
(ดร.แหวงดา ทองระอา)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี (เน้นเคมีวิเคราะห์) ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....^{ด/ร}..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 31 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2546

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษาและความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี พร้อมคำแนะนำแนวทางในการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณี เทอดเทพพิทักษ์ ซึ่งให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีแก่ผู้เขียน ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้น โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.สมศักดิ์ ศิริไชย และ ดร. ธนิกา ปะบุญเรือง ดร.แววดา ทองระอา และรองศาสตราจารย์ ดร. คเชนทร เฉลิมวัฒน์ ที่ให้ความกรุณาในการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์เรียบร้อยยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา พี่สาวและน้องสาวที่ให้กำลังใจ กำลังทรัพย์เป็นอย่างดีแก่ผู้เขียนตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ในภาควิชาที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีแก่ผู้เขียนเสมอมา

ขอขอบคุณดีให้กับผู้มีพระคุณทุกท่านหากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้อื่นที่ทำการศึกษาในเรื่องนี้

กิตติมา แยมเม้ง

41910551 : สาขาวิชา : เคมี(เน้นเคมีวิเคราะห์) ; วท.ม. (เคมี)

คำสำคัญ : สารประกอบออร์กาโนคลอรีน/แก๊สโครมาโตกราฟี

กิตติมา แยมเม้ง : ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการกำจัดสิ่งเจือปนและการแยกส่วนของการหาปริมาณสารประกอบออร์กาโนคลอรีนในปลาน้ำจืด โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี

(COMPARATIVE STUDY OF CLEAN-UP AND FRACTIONATION METHODS FOR THE DETERMINATION OF ORGANOCHLORINE PESTICIDES IN FRESH WATER FISH BY GAS CHROMATOGRAPHY.) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. อรุณี เทอดเทพพิทักษ์ Ph.D. (เคมีไฟฟ้า)

134 หน้า. ISBN 974-616-492-9

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากำจัดสิ่งเจือปนและการแยกส่วนของสารออร์กาโนคลอรีนทั้ง 16 ชนิดในตัวอย่างปลาน้ำจืด ในการทดลองนี้เลือกใช้วิธี ultrasonic ในการสกัดตัวอย่าง โดยใช้ตัวทำละลาย 90:10 (v/v) เฮกเซนต่ออะซิโตนปริมาตร 50 มิลลิลิตร ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที สกัดซ้ำ 3 ครั้ง นำสารที่สกัดได้ผ่านขั้นตอนการแยกส่วนและกำจัดสิ่งเจือปนด้วยคอลัมน์ที่บรรจุฟลูออรีซิล 5 กรัม แล้วชะด้วย ตัวทำละลาย 6:94 (v/v) ไดเอทิลอีเทอร์ในเฮกเซนปริมาตร 60 มิลลิลิตร และชะต่อด้วย 50:50 (v/v) ไดเอทิลอีเทอร์ในเฮกเซนปริมาตร 80 มิลลิลิตร เก็บทั้งสองส่วนเพื่อนำไปวิเคราะห์ พบว่าสารประกอบออร์กาโนคลอรีนทั้ง 16 ชนิดมีการย่อยสลายการกลับคืนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 76% ถึง 96% และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 3% ถึง 11% ซึ่งผลที่ได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างวิธีการสกัดแบบ soxhlet และ sonication ทำการหาความเข้มข้นของสารโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟีที่มีเครื่องตรวจวัดชนิดอิเล็กตรอนแคปเจอร์ (GC-ECD) และนำไปตรวจยืนยันชนิดของสารที่พบโดยแก๊สโครมาโตกราฟี - แมสสเปกโตรเมตรี (GC-MS) แบบ SIM

ผลการศึกษาความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์โดย GC-ECD โดยใช้คอลัมน์ Ultra 2 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้และความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถหาปริมาณวิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 0.03 ถึง 0.31 ไมโครกรัมต่อลิตร และ 0.10 ถึง 1.04 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ ค่าความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วง 0.9991 ± 0.65 ถึง 0.9999 ± 0.16 และค่าความแม่นยำในช่วง 91.72 ถึง 117.98 เปอร์เซ็นต์ ความเที่ยงแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 0.13 ถึง 0.65 วิธีที่ใช้ในการทดลองสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบออร์กาโนคลอรีนในปลาน้ำจืด 10 ชนิด ได้แก่ ปลาช่อน (*Channa striatus*) ปลาตะเพียน (*Barbodes gonionotus*) ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ปลาไน (*Cyprinus carpio*) ปลาบู (*Oxyeleotris marmoratus*) ปลาจลัด (*Notopterus notopterus*) ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหมอ (*Anabas testudineus*) ปลาหีบทิ้ม (*Oreochromis niloticus*) ปลากระดี่ (*Trichogaster microlepis*) และกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ทำการเก็บตัวอย่างจากอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ และสะพานปลา กรุงเทพฯ สารที่พบในตัวอย่างปลา 10 ชนิด จาก 11 ชนิด ได้แก่ แอลฟา-บีเอชซี, แกมมา-บีเอชซี, เดลตา-บีเอชซี, ฮัคดรีน เอนโดซัลฟาน I, พารา-พารา-ดีดีอี และ ดีดีดีริน ปริมาณสารที่พบอยู่ในช่วง 0.52 ± 0.05 ถึง 34.98 ± 0.47 นาโนกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก และปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 2 ถึง 9 เปอร์เซ็นต์

41910551 : MAJOR : CHEMISTRY ; M.Sc.

KEYWORD : ORGANOCHLORINE PESTICIDES/GAS CHROMATOGRAPHY

KITTIMA YAMMENG : COMPARATIVE STUDY OF CLEAN-UP AND
FRACTIONATION METHODS FOR THE DETERMINATION OF ORGANOCHLORINE
PESTICIDES IN FRESH WATER FISH BY GAS CHROMATOGRAPHY. THESIS ADVISOR
: ARUNEE THERDTEPPITAK Ph.D. (ELECTROCHEMISTRY) 134 P. ISBN 974-616-492-9

A method for clean – up and fractionation of 16 organochlorine pesticides (OCPs) in fresh water fish was studied. The method was based on ultrasonic extraction using *n*-hexane-acetone (90:10, v/v) 50 mL for 30-min, three times. The extracts were fractionated and cleaned with 5-g florisil column. Diethylether-*n*-hexane (6:94, v/v) 60 mL and (50:50, v/v) 80 mL were used as elute solvent. Two fractions were collected separately. The mean recoveries of 16 compounds were in the range of 76% to 96% with 3% to 11% RSD. No significant differences between Soxhlet and Sonication extraction were observed. The concentrations of analytes were determined by gas chromatography with Electron Capture detection (GC-ECD). The positive results were confirmed by gas chromatography-Mass spectrometry (GC-MS) in selected ion mode (SIM).

The results of validation of analysis method for organochlorine by GC-ECD. The column used was a Ultra 2. The limit of detection and quantitation were in the range 0.03 to 0.31 ng/mL and 0.10 to 1.04 ng/mL respectively. Linearity was in range 0.9991 ± 0.65 to 0.9999 ± 0.16 . The method showed good accuracy (91.72 to 117.98%). Precision gave relative standard deviation (%RSD) values were in the range 0.13 to 0.65%. The method was applied for analysis of OCPs in the edible portion of 10 different kinds of fish and giant tiger prawn. They are striped snake-head fish (*Channa striatus*), common silver barb (*Barbodes gonionotus*), Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), common carp (*Cyprinus carpio*), sand goby (*Oxyeleotris marmoratus*), grey feather (*Notopterus notopterus*), snake skin gourami (*Trichogaster pectoralis*), common climbing perch (*Anabas testudineus*), tubtim (*Oreochromis niloticus*), moonlight gourami (*Trichogaster microlepis*) and giant tiger prawn (*Penaeus monodon*). The samples were collected at Bangbo district and a fishing pier at Bangkok. The OCPs of alpha-BHC, gamma-BHC, delta-BHC, aldrin, endosulfan I, p,p'-DDE and dieldrin were detected in 10 of 11 species. The concentration varied from 0.52 ± 0.05 to 34.98 ± 0.47 ng/g wet weight. Fat content was in the range from 2% to 9%.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
ขอบเขตของการศึกษา.....	4
สถานที่ทำการทดลอง.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ชนิดของสารปราบศัตรูพืช.....	5
สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน.....	6
การกำหนดค่าความเป็นพิษของสารเคมีปราบศัตรูพืช.....	7
การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน.....	8
การตกค้างของสารออร์กาโนคลอรีนในสิ่งแวดล้อม.....	10
3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ.....	23
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	23
สารเคมี.....	23
วิธีดำเนินการ.....	25
4 ผลการทดลอง.....	43
ศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สารประกอบออร์กาโนคลอรีน.....	43

บทที่	หน้า
ศึกษาความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์.....	46
ศึกษาสภาวะในการเตรียมตัวอย่าง.....	56
ศึกษาการสกัดด้วยวิธี sonication.....	70
หาการย่อยและการกลับคืนของสารประกอบออร์กาโนคลอรีนโดยเปรียบเทียบ วิธีการ sonication และ soxhlet.....	74
การวิเคราะห์ตัวอย่าง.....	77
ศึกษาปริมาณไขมันในตัวอย่างปลาน้ำจืดที่ใช้ในการทดลอง.....	89
5 สรุป และอภิปรายผลการทดลอง.....	90
บรรณานุกรม.....	98
ภาคผนวก	105
ภาคผนวก ก ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารออร์กาโนคลอรีน.....	106
ภาคผนวก ข ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สารออร์กาโนคลอรีน.....	119
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	134

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 จำนวนการเก็บตัวอย่างปลาน้ำจืดที่ใช้ในการทดลอง.....	26
2 ค่าการแยก (R_s) ของสารออร์กาโนคลอรีนความเข้มข้น 10 ppb ที่มี internal standard 100 ppb ด้วยเครื่อง GC-ECD.....	45
3 ค่าการแยก (R_s) ของสารออร์กาโนคลอรีนที่ความเข้มข้น 10 ppb ที่มี internal standard 100 ppb ตามโปรแกรมอุณหภูมิคือ อุณหภูมิเริ่มต้น 85 องศา เพิ่มขึ้น 35 องศาต่อนาที จนถึง 210 องศา คงที่ 2 นาที เพิ่มขึ้น 2 องศาต่อนาที จนถึง 220 องศา คงที่ 15 นาที.....	48
4 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (LOQ) และความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถหาปริมาณวิเคราะห์ได้(LOD).....	49
5 ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกราฟมาตรฐานออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิด ความเข้มข้น 1, 10, 25, 100, 120 ppb ที่มี internal standard ความเข้มข้น 100 ppb.....	50
6 ค่าเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นสารที่จุดตัดแกน Y ที่ได้จากกราฟมาตรฐานของสารออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิดความเข้มข้น 1, 10, 25, 50, 100, 120 ppb ที่มี internal standard ความเข้มข้น 100 ppb	51
7 ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของการศึกษาช่วงความเข้มข้นที่เป็นเชิงเส้นของสารออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิดความเข้มข้น 1, 10, 25, 50, 100, 500, 1,000 ppb ที่มี 2,4,5,6-tetrachloro- <i>m</i> -xylene ความเข้มข้น 100 ppb.....	52
8 ค่าความเที่ยง ระดับที่ 1 ของสารมาตรฐานออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิดที่ความเข้มข้น 50 ppb ที่มี internal standard ความเข้มข้น 100 ppb	53
9 ค่าความเที่ยง ระดับที่ 2 ของสารออร์กาโนคลอรีนมาตรฐาน 16 ชนิดที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 ppb ที่มี internal standard 100 ppb.....	54

10	ค่าความแม่นยำในการวิเคราะห์ของสารออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิด ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 ppb ที่มี internal standard 100 ppb	55
11	การย่อยและการกลับคืนของสารออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิด ที่ชะด้วยตัวทำละลาย แบบต่าง ๆ	57
12	การย่อยและการกลับคืนของสารออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิด ที่ใช้สารมาตรฐานออร์กาโนคลอรีนความเข้มข้น 1 ppm ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ชะด้วยตัวทำละลาย 6% ไดเอทิลอีเทอร์ในเฮกเซน 60 มิลลิลิตร และชะด้วย 50% ไดเอทิลอีเทอร์ในเฮกเซน 80 มิลลิลิตร	63
13	ร้อยละการกลับคืนในการเปรียบเทียบตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด ระหว่าง 80 : 20 และ 90 : 10 เฮกเซนต่ออะซิโตน ทำการสกัดด้วยวิธี soxhlet.....	66
14	ปริมาณของสาร p,p' - DDE ($\mu\text{g/g}$) ที่พบในตัวอย่างปลานิล เมื่อใช้ปริมาตรตัวอย่างที่นำไปกำจัดสิ่งเจือปนและแยกส่วนต่างกัน.....	68
15	การย่อยและการกลับคืนในการเปรียบเทียบการสกัดด้วยวิธี sonication ที่เวลา 15, 30 และ 40 นาที ตามลำดับ.....	70
16	การย่อยและการกลับคืนในการเปรียบเทียบการสกัดด้วยวิธี sonication โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซนต่ออะซิโตนอัตราส่วน 90:10 ที่ปริมาตรต่างกัน.....	72
17	การย่อยและการกลับคืนในการเตรียมตัวอย่างเมื่อเติมสารออร์กาโนคลอรีน 10, 24, 40 ng/g ทั้งวิธี soxhlet และ sonication.....	74
18	ความเข้มข้นของสาร(ng/g)ที่พบในตัวอย่างปลาน้ำจืดที่ทำการวิเคราะห์ ด้วยการสกัดวิธี sonication.....	77
19	เปอร์เซ็นต์ไขมันของตัวอย่างปลาน้ำจืดที่ใช้ในการทดลอง.....	89
20	อัตราการสลายตัวของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตกค้างในดิน.....	107
21	ปริมาณและการนำเข้าสู่สารกำจัดแมลงแบ่งตามกลุ่มสารเคมีปี พ.ศ. 2536.....	107
22	การละลายและการระเหยของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ 20-29 องศาเซลเซียส.....	108
23	รายชื่อสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์บางชนิดที่ไม่ได้รับการขึ้นทะเบียน และไม่อนุญาตให้จำหน่ายในประเทศเพื่อใช้ในการเกษตร.....	109

24 กราฟมาตรฐานออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1 , 10 , 25 , 50
100 , 120 ppb ที่มี 2,4,5,6- tetrachloro-*m*- xylene 100 ppb เป็น

internal standard..... 120

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1	โปรแกรมอุณหภูมิในการศึกษาการแยกของสารออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิดที่ความเข้มข้น 10 ppb ที่มี internal standard 100 ppb วิเคราะห์ด้วย GC-ECD.....	29
2	โปรแกรมอุณหภูมิที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย GC-MS.....	30
3	ผังการหารอยละการกลับคืนโดยใช้การสกัดวิธี sonication.....	37
4	ผังการหารอยละการกลับคืนโดยใช้การสกัดวิธี soxhlet.....	39
5	ผังการวิเคราะห์ตัวอย่างปลาโดยใช้การสกัดวิธี sonication.....	40
6	โครมาโตแกรมการศึกษาสภาวะการแยกของสารออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิดที่ความเข้มข้น 10 ppb ที่มี internal standard 100 ppb	44
7	โครมาโตแกรมการศึกษาสภาวะการแยกสารออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิดด้วย GC-MS ของสารที่ความเข้มข้น 0.5 ppm ที่มี internal standard 5 ppm	47
8	รอยละการกลับคืนของสารออร์กาโนคลอรีนกลุ่มเฮกซะคลอโรไซโคลเฮกเซนและกลุ่มคลีทีทีและอนุพันธ์ เมื่อชะด้วยตัวทำละลายแบบต่างๆ	59
9	รอยละการกลับคืนของสารออร์กาโนคลอรีนกลุ่มไซโคลไดอินเมื่อชะด้วยตัวทำละลายแบบต่างๆ	60
10	โครมาโตแกรมการศึกษาปริมาตรที่ใช้ในการแยกส่วนที่เหมาะสมเมื่อชะด้วย 6% ไดเอทิลอีเทอร์ในเฮกเซน.....	61
11	โครมาโตแกรมการศึกษาปริมาตรที่ใช้ในการแยกส่วนที่เหมาะสมในการชะด้วย 50 % ไดเอทิลอีเทอร์ในเฮกเซน.....	62
12	โครมาโตแกรมการกำจัดสิ่งเจือปนโดยใช้ฟลูออรีซิล 3 , 4 , 5 , 6 กรัม	64
13	รอยละการกลับคืนของสารออร์กาโนคลอรีนที่ใช้อัตราส่วนในการสกัด 80:20 และ 90:10 เฮกเซนต่ออะซิโตน.....	67
14	โครมาโตแกรมของการศึกษาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมในการทดลอง.....	69
15	รอยละการกลับคืนสารออร์กาโนคลอรีนในการสกัดด้วยวิธี sonication ที่ใช้อัตราส่วนตัวทำละลาย 90:10 เฮกเซนต่ออะซิโตน ที่ใช้เวลาในการสกัดต่างกัน.....	71

16	ร้อยละการกลับคืนสารออร์กาโนคลอรีนในการสกัดด้วยวิธี sonication ที่ใช้อัตราส่วนตัวทำละลาย 90:10 เฮกเซนต่ออะซิโตน ที่ใช้ปริมาตรตัวทำละลายในการสกัดต่างกัน.....	73
17	โครมาโตแกรมการหารอยละการกลับคืนของการสกัดตัวอย่างเนือปลานิลด้วยวิธี soxhlet และsonication เมื่อ F1 แทนการชะด้วย 6% ไดเอทิลอีเทอร์ในเฮกเซน และ F2 แทนการชะด้วย 50% ไดเอทิลอีเทอร์ในเฮกเซน.....	75
18	การร้อยละการกลับคืนเฉลี่ยของการสกัดตัวอย่างปลานิลด้วยวิธี soxhlet และsonication เมื่อเติมสารความเข้มข้น 10 ,24 , 40 ng/g.....	76
19	โครมาโตแกรมของสารออร์กาโนคลอรีนที่พบในปลาช่อน ปลาหมอ และปลาพื้นถิ่นจากสะพานปลา	78
20	โครมาโตแกรมของสารออร์กาโนคลอรีนที่พบในปลานิล ปลาไน ปลาบู่จากสะพานปลา	79
21	โครมาโตแกรมของสารออร์กาโนคลอรีนที่พบในปลาตะเพียน ปลานิล ปลาสลิด กุ้งกุลาดำ จาก อ. บางบ่อ	80
22	โครมาโตแกรมของสารออร์กาโนคลอรีนที่พบในปลาสลิด ปลานิล ปลากระดี่จากสะพานปลา	81
23	โครมาโตแกรม GC-MS-SIM ของสาร เดลตา-บีเอชซี (m/z 109 , 183 , 219) และคิลดริน (m/z 79)ในตัวอย่างปลาช่อน.....	82
24	โครมาโตแกรม GC-MS-SIM ของสาร เดลตา-บีเอชซี (m/z 109 , 183 , 219) และคิลดริน (m/z 79) ในตัวอย่างปลาตะเพียน.....	82
25	แมสสเปกตรัมของเดลตา-บีเอชซี a) ฐานข้อมูล NIST 98 b) ตัวอย่างปลาช่อน.....	83
26	แมสสเปกตรัมของคิลดริน b) ตัวอย่างปลาช่อน a) ฐานข้อมูล NIST 98.....	83
27	โครมาโตแกรม GC-MS-SIM ของสารแอลฟา -บีเอชซี (m/z 181 , 219) และพารา-พารา-ดีดีอี (m/z 246 , 318) ในตัวอย่างปลาหมอ.....	84
28	โครมาโตแกรม GC-MS-SIM ของสาร แอลฟา-บีเอชซี (m/z 181 , 219) ในตัวอย่างปลาบู่.....	84

29	โครมาโตแกรม GC-MS-SIM ของสาร พารา-พารา-ดีดีอี (m/z 246, 318) ในตัวอย่างปลานิลจากสะพานปลา.....	84
30	โครมาโตแกรม GC-MS-SIM ของสาร แอลฟา-บีเอชซี (m/z 181, 219) อัลดริน (m/z 66, 263) และพารา-พารา-ดีดีอี (m/z 246, 318) และดีลดริน (m/z 79) ในตัวอย่างปลาฉลาม.....	85
31	โครมาโตแกรม GC-MS-SIM ของสารเอนโคซัลฟาน I (m/z 170, 195, 241) และพารา-พารา-ดีดีอี (m/z 246, 318) ในตัวอย่างปลาหีบ.....	86
32	โครมาโตแกรม GC-MS-SIM ของสาร พารา-พารา-ดีดีอี (m/z 246, 318) และดีลดริน (m/z 79) ในตัวอย่างปลาไน.....	86
33	โครมาโตแกรมของสารแกมมา-บีเอชซี (m/z 181, 219) ในตัวอย่างปลาสดจากสะพานปลา.....	87
34	โครมาโตแกรม GC-MS-SIM ของสาร แอลฟา-บีเอชซี (m/z 181, 219) เอนโคซัลฟาน I (m/z 170, 195, 241) และพารา-พารา-ดีดีอี (m/z 246, 318) ในตัวอย่างปลานิล.....	87
35	โครมาโตแกรม GC-MS-SIM ของสารอัลดริน (m/z 66, 263) และพารา-พารา-ดีดีอี (m/z 246, 318) และดีลดริน (m/z 79) ในตัวอย่างปลาสดอำเภอบางบ่อ.....	88
36	โครมาโตแกรม GC-MS-SIM ของสารแกมมา-บีเอชซี (m/z 181, 219) ในตัวอย่างกุ้งกุลาดำอำเภอบางบ่อ.....	88
37	ค่า SD ₀ ที่ได้จากการพลอตกราฟเพื่อใช้ในการหา limit of detection.....	127
38	โครมาโตแกรมการแยกส่วนด้วยระบบการชะแบบ A1 และ A2.....	129
39	โครมาโตแกรมการแยกส่วนด้วยระบบการชะแบบ A3.....	130
40	โครมาโตแกรมการแยกส่วนด้วยระบบการชะแบบ B1 และ B2.....	131
41	โครมาโตแกรมการแยกส่วนด้วยระบบการชะแบบ B3.....	132
42	โครมาโตแกรมการแยกส่วนด้วยระบบการชะแบบ C.....	133