

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ค.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

๙(๗)

รูปแบบการสะสมตัวของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู่
บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี

ปิยะวรรณ ศรีวิลาศ

11 ส.ย. 2547
178356

เริ่มบริการ

31 ส.ค. 2548

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

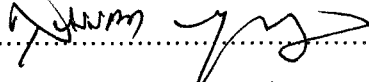
มิถุนายน 2545


ISBN 974-616-496-1


ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา


อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์


..... ประธาน
(ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กัญญา วัฒนากร)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชาย สว่างวงศ์)

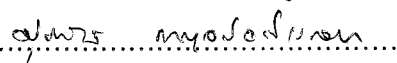
..... กรรมการ
(ดร. ศุภวัตร กาญจนน้อมติเรกลาก)


คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กัญญา วัฒนากร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชาย สว่างวงศ์)

..... กรรมการ
(ดร. ศุภวัตร กาญจนน้อมติเรกลาก)

..... กรรมการ
(ดร. สมศักดิ์ โสภณพินิจ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประทุม ม่วงมี)

วันที่ ๑๑ เดือน มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๕

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนพิจารณาแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆจาก ดร.สุวรรณ ภาณุตระกูล ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยา วัฒนากร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์ สว่างวงศ์ และ ดร.ศุภวัตร กาญจนน้อยไตรกลาก กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภูษิต มั่นทจิตร ที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลทางสถิติ ดังนั้นผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบคุณ โครงการจัดตั้งภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล โดย ดร.พิชญ์ สนั่นแจ้ง ผู้อำนวยการสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทั้งสองหน่วยงานทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการใช้พื้นที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณประสิทธิ์ จากห้างหุ้นส่วนคอมบินชั่นจำกัดซึ่งให้ความช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาการใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ นางสาวฉลวย มุลิกะ นางสาวธิดารัตน์ น้อยรักษา นางรวีวรรณ วัฒนดิถก ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านข้อมูลบางส่วน ตลอดจนเพื่อนๆ ประจำห้องปฏิบัติการสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกท่านและทุกๆทั้งสอง ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างดีตลอดมา

ปิยะวรรณ ศรีวิลาส

42911591 : สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ; วท.ม (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ : อ่างศิลา/หอยแมลงภู/สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์/ออร์กาโนคลอรีน

ปิยะวรรณ ศรีวิลาศ : รูปแบบการสะสมตัวของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี (ACCUMULATION PATTERN OF ORGANOCHLORINE PESTICIDES IN THE GREEN MUSSEL (*Perna viridis*) FROM ANGSILA CHONBURI PROVINCE.) อ.ที่ปรึกษา : สุวรรณภา ภาณุตระกูล, D.Sc., กัลยา วัฒนยากร, Ph.D, พิชาญ สว่างวงศ์, Ph.D, ศุภวัตร กาญจนโอติเรกตาภ, Ph.D 161 หน้า ISBN 974-616-496-1

การศึกษารูปแบบการสะสมตัวของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู ดินตะกอน และแพลงก์ตอน บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543 ตรวจพบสารในดินตะกอน 13 ชนิด ในหอยแมลงภู 11 ชนิด และ 8 ชนิดแพลงก์ตอน สารที่ตรวจพบได้แก่ ลินเดน(แกมมา-บีเอชซี), เฮปตาคลออร์, เฮปตาคลออร์-อีพอกไซด์, อัลดริน, ดีลดริน, เอนดริน, เอนดริน อัลดีไฮด์, พารา,พารา-ดีดีที, พารา,พารา-ดีดีอีพารา,พารา-ดีดีดี, เอนโดซัลเฟน-1, เอนโดซัลเฟน-2, และ เอนโดซัลเฟน ซัลเฟต ซึ่งพารา,พารา-ดีดีที และเอนโดซัลเฟนซัลเฟตตรวจพบเฉพาะในดินตะกอน และเอนดริน เอนดรินอัลดีไฮด์และพารา,พารา-ดีดีดี ตรวจไม่พบในแพลงก์ตอน และพบว่าพารา,พารา-ดีดีอี ตรวจพบในหอยแมลงภูและในดินตะกอนน้อยที่สุด ส่วนในแพลงก์ตอนพบเอนโดซัลเฟน-1 น้อยที่สุด และเฮปตาคลออร์ตรวจพบปริมาณสูงสุดในทุกตัวอย่างในช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงระยะแรกที่มีฝนตกหนัก โดยปริมาณรวมสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนตรวจพบสูงสุดในแพลงก์ตอน รองลงมาคือหอยแมลงภูและดินตะกอน และพบความสัมพันธ์ของปริมาณรวมสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภูและ แพลงก์ตอน จากผลการศึกษาพบว่าขนาดและปริมาณไขมันในหอยแมลงภูไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณรวมสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน โดยการสะสมของสารมีแนวโน้มลดลงเมื่อหอยมีขนาดใหญ่ขึ้น และรูปแบบการสะสมของสารมีความแตกต่างกันตามขนาด เพศ และชนิดของสารด้วย โดยพบว่าปริมาณสารในหอยแมลงภูเพศเมียมีค่าสูงกว่าเพศผู้ในช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่หอยแมลงภูเพศเมียอยู่ในระยะที่มีความสมบูรณ์เพศจึงมีการสะสมสารอาหารไว้มากกว่าในสภาวะปกติ ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อนำมาเป็นตัวตรวจสอบปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ต้องคำนึงถึงขนาดและเพศเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด

42911591 : MAJOR : ENVIRONMENTAL SCIENCE, M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS : ANGSILA/GREEN MUSSEL/ PESTICIDE / ORGANOCHLORINE

PIYAWAN SRIVILAS : ACCUMULATION PATTERN OF ORGANOCHLORINE PESTICIDES IN THE GREEN MUSSEL (*Perna viridis*) FROM ANGSILA CHONBURI PROVINCE. THESIS ADVISOR : SUWANNA PANUTRAKUL, D.Sc., GALLAYA WATTYAKORN, Ph.D, PICHAN SAWANGWONG, Ph.D, SUPAWAT KAN-ATIREKLAP, Ph.D 161 p. ISBN. 974-616-496-1

The accumulation pattern of organochlorine pesticides in green mussel (*Perna viridis*) was studied at Angsila, Chonburi Province between February and August 2000. Organochlorine pesticides in sediment and plankton samples were determined during the same period. Lindane (γ -BHC), heptachlor, heptachlor-epoxide, aldrin, dieldrin, endrin, endrin aldehyde, p,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDD, endosulfan-1, endosulfan-2, endosulfan sulfate were those pesticides found in the sediment. The same group of pesticides was found in the sediment except p,p'-DDT and endosulfan sulfate which were found in mussel tissue. The same group of pesticides was found in mussel except endrin, endrin aldehyde, p,p'-DDD. The most frequently found pesticide in green mussel and sediment were p,p'-DDE whereas endosulfan-1 was the most frequently found pesticide in plankton. Quantitatively, heptachlor was found at the highest concentration in all samples and this phenomenon occurred between April to June which was the beginning of the rainy season. In general, the accumulation pattern of organochlorine pesticides in green mussel varied with time, mussel size and sex. Most of the pesticide concentration decreased with increasing mussel size and did not relate with fat content in the mussel. Between March and May when female mussel were mature, pesticides found in the females were higher than that in males. The Relationships between quantity of organochlorine pesticides in mussel and plankton was observed but the content in plankton were generally higher than those in mussel and sediment. Hence, a biomonitoring program using mussel as a bioindicator at the time of sampling, sex and size of mussel must be included as an important factors in order to obtain interpretable results.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ต
บทที่	
1 บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
ขอบเขตการศึกษา.....	3
สมมติฐานในการศึกษาวิจัย.....	3
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ลักษณะทั่วไปของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน.....	5
การใช้สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน.....	12
การแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน.....	13
การแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในดิน.....	15
การแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ลงสู่แหล่งน้ำ.....	15
ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่ม ออร์กาโนคลอรีนในแหล่งน้ำ.....	16
คุณสมบัติของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์.....	16
คุณสมบัติของน้ำในแหล่งน้ำ.....	17
ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ.....	18

การสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสิ่งมีชีวิต (bioaccumulation of organochlorine pesticides).....	18
ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่ม ออร์กาโนคลอรีนในสิ่งมีชีวิต.....	20
การได้รับสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (route of uptake & exposure).....	24
อันตรายและผลกระทบจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ กลุ่มออร์กาโนคลอรีน.....	24
สภาพปัญหาในประเทศไทย.....	29
หอยแมลงภู่.....	32
ลักษณะทั่วไป.....	32
การเจริญเติบโต.....	32
การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในเนื้อเยื่อสัตว์ชนิดต่างๆ และในหอยแมลงภู่.....	33
การติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยใช้สิ่งมีชีวิต.....	35
3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการศึกษา.....	37
อุปกรณ์.....	37
สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน.....	38
วิธีการ.....	39
แผนการเก็บตัวอย่าง.....	39
วิธีการเก็บตัวอย่าง.....	39
การเตรียมตัวอย่าง.....	40
การสกัดตัวอย่าง.....	40
การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ กลุ่มออร์กาโนคลอรีนด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี.....	42
การวิเคราะห์ปริมาณน้ำและการวิเคราะห์สารอินทรีย์โดยวิธี ignition loss.....	43
การวิเคราะห์ปริมาณไขมันในตัวอย่างหอยแมลงภู่.....	43

การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ กลุ่มออร์กาโนคลอรีน.....	47
การทดสอบปริมาณที่ฉีด.....	47
การทำ instrument detection limit (IDL)ของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟฟ....	50
การหาเปอร์เซ็นต์ recovery ของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่ม ออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่างหอยแมลงภู่และในดินตะกอน.....	51
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
4 ผลการศึกษา.....	54
คุณภาพน้ำทั่วไป.....	54
ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างหอยแมลงภู่.....	58
ปริมาณน้ำ (%water content)ในหอยแมลงภู่.....	65
ปริมาณสารอินทรีย์ในหอยแมลงภู่โดยใช้การตรวจวัดแบบ ignition loss.....	65
ปริมาณไขมันในหอยแมลงภู่.....	69
ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู่.....	71
คุณสมบัติทั่วไปของดินตะกอน.....	94
ปริมาณน้ำในดินตะกอน.....	94
ปริมาณสารอินทรีย์ (% ignition loss) ในดินตะกอน.....	94
ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในดินตะกอน.....	95
ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในแพลงก์ตอน.....	105
ความสัมพันธ์ของปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในหอยแมลงภู่ ดินตะกอน และแพลงก์ตอน.....	111
5 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง.....	124
การเปลี่ยนแปลงขนาด ปริมาณไขมัน ปริมาณน้ำ และปริมาณสารอินทรีย์.....	124
ขนาดของหอยแมลงภู่.....	124
ปริมาณน้ำและปริมาณสารอินทรีย์.....	124
ปริมาณไขมัน.....	125

ปริมาณและชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในหอยแมลงภู่ ดินตะกอนและแพลงก์ตอน.....	126
ชนิดสารที่ตรวจพบ.....	126
ชนิดสารที่พบความถี่สูงสุด.....	127
ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน.....	129
รูปแบบการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอย แมลงภู่.....	135
ปัจจัยเรื่องเวลาและขนาดของหอย.....	136
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณไขมันและเพศ.....	137
รูปแบบการสะสมของแต่ละชนิดสาร.....	138
สรุปผลการทดลอง.....	142
บรรณานุกรม.....	143
ภาคผนวก.....	154
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	161

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ห้ามนำเข้ามาใช้ทางการเกษตรในประเทศไทย..... 11
2	ลำดับความคงทนของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและระยะเวลาที่มีความคงตัวอยู่ในสิ่งแวดล้อม..... 16
3.	ความคงทนของสารพิษที่สะสมอยู่ในดินระยะเวลา (ปี) ที่ใช้ในการสลายตัว 50% (ค่าครึ่งชีวิต) และการสลายตัว 95%..... 16
4	การละลายน้ำและความดันไอของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส..... 17
5	ค่า octanol-water partition coefficients (K_{ow}) ของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์..... 23
6	เส้นทาง (route of uptake) ที่สัตว์น้ำได้รับสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์เข้าสู่ร่างกาย..... 24
7	การก่อมะเร็งของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์ทดลองชนิดต่างๆ โดยองค์การวิจัยมะเร็งระหว่างประเทศ (IARC)..... 27
8	ฤทธิ์ก่อมะเร็งของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและอวัยวะที่เสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งในคนและสัตว์ทดลอง..... 29
9	ปริมาณการนำเข้าสารออกฤทธิ์และรูปผสมของกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนบางชนิดที่มีการใช้ในประเทศไทย..... 30
10	ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างที่ปนเปื้อนจากสาเหตุที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ (extraneous residue limit, ERL)..... 31
11	ปริมาณต่ำสุดของเครื่องมือ (IDL) ในการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน..... 50
12	เปอร์เซ็นต์ recovery ของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่างหอยแมลงภู่ ($n = 6$) และตัวอย่างดินตะกอน ($n = 2$)..... 52
13	ค่าพิสัย ค่าเฉลี่ย ของคุณภาพน้ำบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ ($n = 21$)..... 56
14	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) คุณภาพน้ำซึ่งมีปัจจัยหลัก 1 ปัจจัยคือเดือน (7)..... 56

15 ความยาวและความกว้างของเปลือกหอยแมลงภู (ชม.).....	59
16 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความยาว ความกว้างเปลือก และน้ำหนักเปียกของหอยแมลงภู โดยมีปัจจัยหลัก 2 ปัจจัยคือ เดือน (7) ขนาด (6) ($n=190$).....	60
17 การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ความยาวเปลือก หอยแมลงภูกับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	60
18 การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ความกว้างเปลือก หอยแมลงภูกับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	60
19 น้ำหนักเปียกของหอยแมลงภู (กรัม).....	64
20 การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) น้ำหนักเปียก ของหอยแมลงภูกับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	64
21 ปริมาณน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์และปริมาณไขมันในตัวอย่างหอยแมลงภู.....	66
22 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณน้ำ สารอินทรีย์ และปริมาณไขมันในตัวอย่างหอยแมลงภู ซึ่งมีปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย คือ เดือน (7) ขนาด (6) เพศ (2).....	66
23 การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณน้ำ ในหอยแมลงภูกับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	67
24 การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณสารอินทรีย์ ในหอยแมลงภูกับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	67
25 การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณไขมัน ในหอยแมลงภูกับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	69
26 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู คำนวณเป็น น้ำหนักเปียก น้ำหนักแห้ง น้ำหนักไขมัน.....	72
27 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู โดยมี 3 ปัจจัยหลักคือ month (7) size (6) sex (2) ($n = 190$).....	73

28	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณดินแดน ในหอยแมลงภู่ กับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	74
29	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณดินแดน ในหอยแมลงภู่กับขนาดของตัวอย่าง.....	74
30	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปริมาณไขมันกับสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู่.....	75
31	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณเฮปตาคลอร์ในหอยแมลงภู่กับขนาดของตัวอย่าง.....	77
32	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณเฮปตาคลอร์ในหอยแมลงภู่ กับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	78
33	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณพารา,พารา-ดีดีอี ในหอยแมลงภู่กับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	85
34	การทดสอบ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc Comparison) ปริมาณเอนโดซัลเฟน-1 ในหอยแมลงภู่กับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	87
35	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณเอนโดซัลเฟน-2 ในหอยแมลงภู่กับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	90
36	จำนวนตัวอย่างหอยแมลงภู่ที่ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่ม ออร์กาโนคลอรีน (ตัวอย่างทั้งหมด 190 ตัวอย่าง).....	91
37	ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู่ เพศผู้และเพศเมีย (ng g^{-1} dry wt) (ตัวอย่างทั้งหมด 190 ตัวอย่าง).....	92
38	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณรวม สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู่กับเดือน ที่เก็บตัวอย่าง.....	92
39	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณรวม สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู่กับ ขนาดของตัวอย่าง	92

40	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณน้ำและปริมาณสารอินทรีย์ ในดินตะกอน ซึ่งมีปัจจัยหลักคือเดือน (7) ($n = 63$).....	94
41	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณน้ำ ในดินตะกอน กับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	95
42	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณสารอินทรีย์ ในดินตะกอนกับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	96
43	ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่างดินตะกอน.....	97
44	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่างดินตะกอนกับเดือนที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งมีปัจจัยหลัก คือเดือน (7) ($n = 40$).....	98
45	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณเฮปตาคลอรั ในดินตะกอนกับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	99
46	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณพารา,พารา-ดีดีอี ในดินตะกอนกับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	100
47	การทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (post hoc comparison) ปริมาณรวมสาร กำจัดศัตรูพืช และสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในดินตะกอน กับเดือนที่เก็บตัวอย่าง.....	102
48	ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่างแพลงก์ตอน....	107
49	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่างแพลงก์ตอน โดยมีปัจจัยหลักคือเดือน (7) ($n = 21$).....	107
50	การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่างหอยแมลงภู่ ดินตะกอน และแพลงก์ตอน โดยมีปัจจัยหลักคือชนิดตัวอย่าง (3).....	121
51	ค่าเฉลี่ยปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู่ ดินตะกอน และแพลงก์ตอน.....	122

52	ค่าเฉลี่ยปริมาณรวมสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนใน หอยแมลงภู่ ดินตะกอน และแพลงก์ตอนตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	123
53	ปริมาณไขมันในตัวอย่างหอยแมลงภู่จากประเทศต่างๆ ในเอเชีย.....	125
54	ลำดับความถี่ของชนิดสารที่ตรวจพบในหอยแมลงภู่ ดินตะกอน และแพลงก์ตอน..	128
55	ปริมาณสารกลุ่มดีดีที และกลุ่มบีเอชซี ในหอยแมลงภู่ในประเทศแถบเอเชีย.....	135

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ลักษณะ โครงสร้างของสารกลุ่มดีดีที และสารที่มีลักษณะคล้ายดีดีที.....	6
2 ลักษณะ โครงสร้างของสารกลุ่มเฮกซาคလိုโรไซโคลเฮกเซน.....	9
3 ลักษณะ โครงสร้างของสารกลุ่มไซโคลไดอิน.....	10
4 ลักษณะ โครงสร้างของเอนโดซัลเฟน ไมเร็กซ์ คลอเดน ท็อกซาเฟน.....	11
5 การแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในสิ่งแวดล้อม.....	14
6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการละลายน้ำ (log S) กับค่า octanol water partition coefficient (log K_{ow}).....	21
7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า bioconcentration factor (BCF) กับ ค่า n-octanol water partition coefficient (K_{ow}).....	22
8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า bioconcentration factor กับค่าความสามารถ ในการละลายน้ำ (log solubility) ของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่ม ออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่าง หอยและปลา.....	23
9 แผนที่สถานีเก็บตัวอย่าง แพลงก์ตอน ดินตะกอน และหอยแมลงภู่ บริเวณฟาร์ม เพาะเลี้ยงตำบ่ออ่างศิลา จังหวัดชลบุรี.....	41
10 ขั้นตอนการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในตัวอย่างหอยแมลงภู่ ดินตะกอน และแพลงก์ตอน.....	45
11 การวิธีวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในตัวอย่างหอยแมลงภู่ ดินตะกอน และแพลงก์ตอน.....	46
12 ปริมาณการฉีดสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน.....	48
13 คุณภาพน้ำบริเวณเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่ ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543 (ค่าเฉลี่ย \pm 1SD).....	47
14 ความยาวและความกว้างของหอยแมลงภู่บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	57
15 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและความกว้างของหอยแมลงภู่.....	61
16 น้ำหนักของหอยแมลงภู่ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	62

17 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของหอยแมลงภู่ม.....	63
18 ปริมาณน้ำในหอยแมลงภู่ม บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์- สิงหาคม พ.ศ. 2543	67
19 ปริมาณสารอินทรีย์ (% ignition loss) ในหอยแมลงภู่ม บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543	68
20 ปริมาณไขมันในหอยแมลงภู่มขนาดต่างๆ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	70
21 ปริมาณไขมันในหอยแมลงภู่มเพศผู้และเพศเมีย ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	70
22 ปริมาณและรูปแบบการสะสมของดินแดน (แกมมา-บีเอชซี) ในตัวอย่างหอยแมลงภู่ม บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	75
23 ปริมาณและรูปแบบการสะสมของเฮปคาคลอร์ในตัวอย่างหอยแมลงภู่ม บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	78
24 ปริมาณและรูปแบบการสะสมของเฮปคาคลอร์-อีพอกไซค์ใน ตัวอย่างหอยแมลงภู่ม บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	79
25 ปริมาณและรูปแบบการสะสมของอัลดรินในตัวอย่างหอยแมลงภู่ม บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	80
26 ปริมาณและรูปแบบการสะสมของดิลดรินในตัวอย่างหอยแมลงภู่ม บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	81
27 ปริมาณและรูปแบบการสะสมของเอนดรินในตัวอย่างหอยแมลงภู่ม บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	83
28 ปริมาณและรูปแบบการสะสมของเอนดริน อัลดีไฮด์ ในตัวอย่างหอยแมลงภู่ม บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543	84
29 ปริมาณและรูปแบบการสะสมของพารา,พารา-ดีดีอี ในตัวอย่างหอยแมลงภู่ม บริเวณ อ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ.2543.....	85
30 ปริมาณและรูปแบบการสะสมของพารา,พารา-ดีดีอีในตัวอย่างหอยแมลงภู่ม บริเวณ อ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543	87

31 ปริมาณและรูปแบบการสะสมของเอนโดซัลแฟน-1 ในตัวอย่างหอยแมลงงู บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	88
32 ปริมาณและรูปแบบการสะสมของเอนโดซัลแฟน-2 ในตัวอย่างหอยแมลงงู บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	89
33 ปริมาณและรูปแบบการสะสมของ total organochlorine pesticides ในตัวอย่างหอยแมลงงู บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือน กุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	93
34 ปริมาณน้ำ (%water content) และปริมาณสารอินทรีย์ (%ignition loss) ในดินตะกอนบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงหอยแมลงงู ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี.....	95
35 ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในดินตะกอน บริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงหอยแมลงงู ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์- สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	102
36 ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในแพลงก์ตอน บริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงหอยแมลงงู ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	109
37 รูปแบบการสะสมของดินเหนียวในตัวอย่างหอยแมลงงู ดินตะกอนและแพลงก์ตอน บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	111
38 รูปแบบการสะสมของเฮปตาคลอรั และเฮปตาคลอรั-อีพอกไซด์ในตัวอย่างหอย แมลงงูดินตะกอนและแพลงก์ตอน บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	113
39 รูปแบบการสะสมของอัลดรินและคิลดรินในตัวอย่างหอยแมลงงู ดินตะกอน และ แพลงก์ตอน บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	114
40 รูปแบบการสะสมของเอนดริน และเอนดริน อัลดีไฮด์ในตัวอย่างหอยแมลงงู ดินตะกอนและ แพลงก์ตอน บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	116

41	รูปแบบการสะสมของสารกลุ่มดีดีทีในตัวอย่างหอยแมลงภู่ ดินตะกอน และ แพลงก์ตอน บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	117
42	รูปแบบการสะสมของสารกลุ่มเอนโดซัลเฟนในตัวอย่างหอยแมลงภู่ ดินตะกอน และแพลงก์ตอน บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	119
43	รูปแบบการสะสมของปริมาณรวมสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในตัวอย่างหอยแมลงภู่ ดินตะกอน และ แพลงก์ตอน บริเวณอ่างศิลา จังหวัด ชลบุรี ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543.....	120
44	โครมาโทแกรมของเฮกเซน.....	155
45	โครมาโทแกรมของ Blank.....	156
46	โครมาโทแกรมของสารมาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน.....	157
47	โครมาโทแกรมของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในหอยแมลงภู่.....	158
48	โครมาโทแกรมของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในดินตะกอน.....	159
49	โครมาโทแกรมของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในแพลงก์ตอน.....	160