

ผลของฤดูกาลและวิธีการเลี้ยงต่อการปนเปื้อนของโลหะหนักและแบคทีเรีย
กลุ่มไวรัสโอโนโฮยนากรม บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี

พัศวรรณ ขาวสีจาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวาริชศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

พฤษภาคม 2548

ISBN 974-502-644-1

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ทศวรรณ ขาวสีงาน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณ ภาณุตระกูล)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริโนม หุ่นแก้ว)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เขวภา ไหวพริบ)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณ ภาณุตระกูล)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริโนม หุ่นแก้ว)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เขวภา ไหวพริบ)
..... กรรมการ
(ดร.พรสุข จงประสิทธิ์)
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุรินทร์ มัจฉาชีพ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 15 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2548

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาให้คำปรึกษา และช่วยแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ ภาณุตระกูล ซึ่งเป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริโณ ท่งแก้ว ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เขียวภา ไหวพริบ ดร.พรสุข จงประสิทธิ์ และรองศาสตราจารย์ สุรินทร์ มัจฉาชีพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้แนวทางในการค้นคว้าหาความรู้ และประสบการณ์ในการทำ วิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ซึ่งให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาในทุกด้าน คุณขงยุทธ สงวนสิน เรือเอกปิยะชาติ วงศ์จำรัส คุณรัตนพร วิภาตะกลัศ คุณธาริณี ผดุงศักดิ์ ชยกุล คุณมยุรา ประยูรพันธ์ คุณลลิตา เขาว์เรืองฤทธิ์ และคุณปิยะรัตน์ อุดส่าห์พานิช ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวาริชศาสตร์ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ ตลอดจนสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ทัศวรรณ ขาวสีจาน

44910598: สาขาวิชา: วาริชศาสตร์; วท.ม. (วาริชศาสตร์)

คำสำคัญ: วิบริโอ/ โลหะหนัก/ หอยนางรม

พัศวรรณ ขาวสีงาน: ผลของฤดูกาลและวิธีการเลี้ยงต่อการปนเปื้อนของโลหะหนักและแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอในหอยนางรม บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี (EFFECT OF SEASONAL AND CULTURE TECHNIQUE ON CONTAMINATION OF HEAVY METALS AND VIBRIO BACTERIA IN OYSTERS AT ANGSI, CHONBURI PROVINCE) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: สุวรรณ ภาณุตระกูล, D.Sc., ศิริโณม ท่งแก้ว, Ph.D., เยาวภา ไหวพริบ, Ph.D. 114 หน้า. ปี พ.ศ. 2548. ISBN 974-502-644-1

การศึกษาปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยนางรม ต.อ่างศิลา จ.ชลบุรี พบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอในน้ำทะเลมีค่าอยู่ระหว่าง 0.04×10^3 - 13.4×10^3 โคโลนีต่อมิลลิตร ดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 2.63×10^3 - 63.2×10^3 โคโลนีต่อกรัม และหอยนางรม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.06×10^4 - 1480×10^4 โคโลนีต่อกรัม การแพร่กระจายของแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอในน้ำทะเลและดินตะกอนมีค่าสูงสุดในเดือนมกราคม ส่วนในหอยนางรมพบสูงสุดในเดือนพฤษภาคม และปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอที่พบในน้ำทะเล ดินตะกอน และหอยนางรม บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมแบบหลักมีค่ามากกว่าแบบแขวนทุ่นเดือนที่ทำการศึกษานิตของแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอในน้ำทะเล ดินตะกอน และหอยนางรม ในเดือนมกราคมและพฤษภาคม พบ *V.alginolyticus* มากที่สุด รองลงมา คือ *V.parahaemolyticus* และในเดือนตุลาคม พบว่า *V.alginolyticus* และ *V.parahaemolyticus* มีปริมาณลดลง ขณะที่ *V.anguillarum* มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอและ *V.parahaemolyticus* ที่พบในหอยนางรมมีค่าสูงและชี้ให้เห็นถึงอันตรายจากการบริโภคหอยนางรมสด

ปริมาณการสะสมโลหะหนัก Hg, Cd, Pb, Cu, Ni, Zn และ Fe ในดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.019-0.038, 0.043-0.054, 8.67-10.93, 6.81-8.87, 5.50-5.76 และ 17.69-29.30 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ หอยนางรมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.003-0.005, 0.180-0.251, 0.063-0.132, 23.72-43.42, 0.134-0.248, 89.2-280.43 และ 24.34-41.38 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักเปียก ตามลำดับ การแพร่กระจายของโลหะหนักในดินตะกอนและหอยนางรมไม่พบการแพร่กระจายตามฤดูกาลและวิธีการเลี้ยงที่เด่นชัด ปริมาณของ Fe, Hg และ Pb ในดินตะกอนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ % Ignition Loss ส่วนโลหะที่เหลือไม่พบความสัมพันธ์ที่เด่นชัด การปนเปื้อนของ Hg และ Cd ในดินตะกอนมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยจากอดีต ปริมาณการสะสมโลหะหนักเกือบทุกตัวในหอยนางรมมีแนวโน้มลดลงเมื่อหอยนางรมมีขนาดใหญ่ขึ้น ยกเว้นตะกั่วมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อหอยนางรมมีขนาดใหญ่ขึ้น ปริมาณของโลหะหนักในหอยนางรมยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของทองแดง และสังกะสีในหอยนางรมมีค่าค่อนข้างสูง

44910598: MAJOR: AQUATIC SCIENCE; M.Sc. (AQUATIC SCIENCE)

KEYWORDS: VIBRIO/ HEAVY METALS/ OYSTERS

TASSAWAN KHAESEJAN: EFFECT OF SEASONAL AND CULTURE
TECHNIQUE ON CONTAMINATION OF HEAVY METALS AND VIBRIO BACTERIA
IN OYSTERS AT ANGSILA, CHONBURI PROVINCE. THESIS ADVISORS: SUWANNA
PANUTRAKUL, D.Sc., SIRISHOM THUNGKAO, Ph.D., YAWAPHA WAIPRIB, Ph.D.
114 P. 2005. ISBN 974-502-644-1

Comparative studies of species and of total amount of vibrio bacteria in seawater, oysters and sediments, in oysters culture area in Tambon Angsila, Chonburi province were carried out in January, May and October 2004. The total amounts of vibrio bacteria in seawater, oysters and sediments were found in the range of 0.04×10^3 - 13.4×10^3 CFU/ml, 0.06×10^4 - 1480×10^4 CFU/g., and 2.63×10^3 - 63.2×10^3 CFU/g, respectively. The highest number of total vibrio bacteria in seawater and sediment was detected in January whereas in oyster was detected in May. The numbers of total vibrio bacteria in seawater, sediment and oyster collected from submerged rocky zone were higher than those in raft oyster culture zone, in most sampling period. In January and May, *V.alginolyticus* and *V.parahaemolyticus* were the dominant vibrio bacterial species. However, the number of these two species was reduced while *V.anguillarum* was increased in October. The concentration of total vibrios bacteria and *V.parahaemolyticus* in oyster was higher than that of the standard for human consumption during most sampling period. These results indicated the potential risks of food poisoning associated with raw oyster consumption.

The concentrations of Hg, Cd, Pb, Cu, Ni, Zn and Fe in sediments from oyster culture area were found in the range of 0.019-0.038, 0.043-0.054, 8.67-10.93, 6.81-8.87, 5.50-5.76 and 17.69-29.30 $\mu\text{g/g}$ dry weight, respectively. The concentrations of Hg, Cd, Pb, Cu, Ni, Zn and Fe in oyster were found in the range of 0.003-0.005, 0.18-0.25, 0.06-0.13, 23.72-43.42, 0.13-0.25, 89.2-280.4, 24.34-41.38 $\mu\text{g/g}$ wet weight. Heavy metals in sediments and oysters showed clear seasonal variation. Heavy metal concentrations in sediment and oyster from both area and culture technique showed no significant difference. However, Fe, Ni and Pb contents in sediments had positive co-relations with %ignition loss. The present levels of Hg and Cd in the sediment were slightly higher than those previously recorded. The concentrations of heavy metals in oysters were well within the acceptable levels for consumption except for Cu and Zn, which were higher than those of the standard for human consumption in most sampling period.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ชีววิทยาของหอยนางรม.....	5
การเพาะเลี้ยงหอยนางรม.....	7
แบคทีเรียกลุ่ม vibrio.....	9
โลหะหนัก.....	13
การแพร่กระจายและการสะสมของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม.....	14
ประเภทของโลหะหนัก.....	18
ความเป็นพิษของโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิต.....	22
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	25
การปฏิบัติงานภาคสนาม.....	26
การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ.....	27
ผลการวิเคราะห์ % Recovery โดยใช้สารมาตรฐาน MESS-2	28
ผลการวิเคราะห์ % Recovery โดยใช้สารมาตรฐาน DORM-2	29
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการศึกษา.....	30
ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มวับริโอ	30
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรียกลุ่มวับริโอ.....	37
ปริมาณการสะสมโลหะหนัก.....	39
ความสัมพันธ์ของปริมาณการสะสมโลหะหนัก.....	57
5 อภิปรายผลการศึกษา.....	61
ปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่มวับริโอที่ตรวจพบ.....	61
ชนิดของแบคทีเรียกลุ่มวับริโอที่ตรวจพบ.....	63
ความแปรปรวนของปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่มวับริโอตามฤดูกาล.....	65
ระดับการปนเปื้อนและการแพร่กระจายของโลหะหนัก.....	67
สรุป.....	78
บรรณานุกรม.....	80
ภาคผนวก.....	89
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	114

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 คุณสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียกลุ่ม vibrio ที่ก่อโรคในคน.....	10
2 % Recovery ของสารมาตรฐาน MESS-3.....	28
3 % Recovery ของสารมาตรฐาน DORM-2.....	29
4 ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม vibrio โดยรวมในน้ำทะเล ดินตะกอน และหอยนางรม บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมแบบหลักและแบบแขวน ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนตุลาคม 2547	31
5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม vibrio โดยประกอบไปด้วย 2 ปัจจัย คือ เดือน (3) รูปแบบการเลี้ยง (2).....	32
6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยชนิดแบคทีเรียกลุ่ม vibrio โดยประกอบไปด้วย 3 ปัจจัย คือ เดือน (3) รูปแบบการเลี้ยง (2) ชนิดของแบคทีเรีย ที่พบ (8).....	32
7 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่ม vibrio ในน้ำทะเล ดินตะกอน และหอยนางรม.....	37
8 ปริมาณการสะสมโลหะหนักในดินตะกอน ($\mu\text{g/g} \pm \text{SD}$) น้ำหนักแห้ง ที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนตุลาคม 2547.....	41
9 ปริมาณการสะสมโลหะหนักในหอยนางรม ($\mu\text{g/g} \pm \text{SD}$) น้ำหนักเปียกที่อ่างศิลา จ.ชลบุรีระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนตุลาคม 2547	42
10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยปริมาณโลหะหนัก ในดิน ตะกอน โดยประกอบไปด้วย 2 ปัจจัย คือ เดือน (3) และรูปแบบการเลี้ยง (2).....	43
11 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของค่าเฉลี่ยปริมาณโลหะหนัก ในหอย นางรม โดยประกอบไปด้วย 2 ปัจจัย คือ เดือน (3) และรูปแบบการเลี้ยง (2).....	43
12 สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสะสมโลหะหนักในดินตะกอน โลหะหนักในหอยนางรม และ % Ignition Loss.....	60
13 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินตะกอน.....	67
14 ระดับมาตรฐานโลหะหนักที่อนุญาตให้มีได้ในอาหารทะเล.....	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
15	คุณภาพน้ำโดยทั่วไปขณะเก็บตัวอย่าง (ปี 2547) บริเวณแหล่งเลี้ยงหอยนางรม ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี..... 90
16	อุณหภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน จังหวัดชลบุรี..... 90
17	ปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่ม vibrio ในน้ำทะเล บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรม แบบแขวนและแบบหลัก ที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือน ตุลาคม 2547..... 91
18	ปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่ม vibrio ในดินตะกอน บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรม แบบแขวนและแบบหลัก ที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือน ตุลาคม 2547..... 91
19	ปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่ม vibrio ในหอยนางรมบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรม แบบแขวนและแบบหลักที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือน ตุลาคม 2547..... 92
20	เปอร์เซ็นต์ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม vibrio ในน้ำทะเล ดินตะกอน และหอยนางรม ที่อ่างศิลา จังหวัดชลบุรีระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม 2547..... 93
21	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่ม vibrio ในน้ำทะเล 97
22	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม vibrio ในน้ำทะเลในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K) 97
23	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่ม vibrio ในดินตะกอน 98
24	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม vibrio ในดินตะกอนในแต่ละ เดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K) 98
25	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่ม vibrio ในหอยนางรม 99
26	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม vibrio ในหอยนางรม ในแต่ละ เดือนที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K) 99
27	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมปรอทในดินตะกอน..... 100
28	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมปรอทในดินตะกอน ในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K)..... 100
29	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมปรอทในหอยนางรม..... 100

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
30	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมปรอทในหอยนางรม ในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K)	101
31	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมแคดเมียมในดินตะกอน	102
32	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมแคดเมียมในดินตะกอน ในแต่ละ เดือนที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K)	102
33	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมแคดเมียมในหอยนางรม	103
34	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมแคดเมียมในหอยนางรม ในแต่ละ เดือนที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K)	103
35	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมตะกั่วในดินตะกอน	104
36	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมตะกั่วในดินตะกอน ในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K)	104
37	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมตะกั่วในหอยนางรม	105
38	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมตะกั่วในหอยนางรม ในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K)	105
39	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมทองแดงในดินตะกอน	106
40	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมทองแดงในดินตะกอน ในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K)	106
41	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมทองแดงในหอยนางรม	107
42	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมทองแดงในหอยนางรม ในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K)	107
43	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมนิกเกิลในดินตะกอน	108
44	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมนิกเกิลในดินตะกอน ในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K)	108
45	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมนิกเกิลในหอยนางรม	109
46	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมนิกเกิลในหอยนางรม ในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษาโดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K)	109

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
47	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมสังกะสีในดินตะกอน	110
48	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมสังกะสีในดินตะกอน ในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K)	110
49	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมสังกะสีในหอยนางรม	111
50	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมสังกะสีในหอยนางรม ในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K).....	111
51	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมเหล็กในดินตะกอน	112
52	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมเหล็กในดินตะกอน ในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K).....	112
53	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณการสะสมเหล็กในหอยนางรม.....	113
54	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการสะสมเหล็กในหอยนางรม ในแต่ละเดือน ที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Student-Newman-Keuls (S-N-K)	113

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 หอยนางรมปากจีบ (<i>Saccostreacucullata</i>)	6
2 โครงสร้างภายในของหอยนางรม.....	6
3 พื้นที่เก็บตัวอย่างบริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี.....	25
4 แผนการเก็บตัวอย่างการปนเปื้อนของโลหะหนักและแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอ ในน้ำทะเล ดินตะกอน และหอยนางรม.....	26
5 ปริมาณรวมแบคทีเรียรวมกลุ่มไวรัสโอในน้ำทะเล ดินตะกอน และหอยนางรม บริเวณที่มีการเลี้ยงนางรมแบบแขวนและแบบหลัก ที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือน มกราคมถึงเดือนตุลาคม 2547.....	33
6 ชนิดแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอในน้ำทะเล ดินตะกอน และหอยนางรม บริเวณที่มีการเลี้ยง นางรมแบบแขวนและแบบหลัก ที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือน ตุลาคม 2547	34
7 ความสัมพันธ์ของปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอในน้ำทะเล และดินตะกอน บริเวณอ่างศิลา จ.ชลบุรี.....	38
8 ความสัมพันธ์ของปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอในน้ำทะเล และหอยนางรม บริเวณอ่างศิลา จ.ชลบุรี.....	38
9 ความสัมพันธ์ของปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอใน ดินตะกอน และหอยนางรม บริเวณอ่างศิลา จ.ชลบุรี.....	39
10 ปริมาณการสะสมปรอทในดินตะกอน และหอยนางรมบริเวณที่มีการเลี้ยง หอยนางรม แบบแขวนและแบบหลัก ที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคม ถึงตุลาคม 2547.....	44
11 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในดินตะกอน และหอยนางรมบริเวณที่มีการเลี้ยง หอยนางรมแบบแขวนและแบบหลัก ที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคม ถึงตุลาคม 2547.....	46
12 ปริมาณการสะสมตะกั่วในดินตะกอน และหอยนางรม บริเวณที่มีการเลี้ยงหอย นางรมแบบแขวนและแบบหลัก ที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคมถึง ตุลาคม 2547.....	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
13 ปริมาณการสะสมทองแดงในดินตะกอน และหอยนางรมบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรม แบบแขวนและแบบหลักที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคมถึงตุลาคม 2547.....	50
14 ปริมาณการสะสมนิกเกิลในดินตะกอน และหอยนางรม บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมแบบแขวนและแบบหลัก ที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคมถึงตุลาคม 2547.....	52
15 ปริมาณการสะสมสังกะสีในดินตะกอน และหอยนางรม บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมแบบแขวนและแบบหลัก ที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคมถึงตุลาคม 2547.....	54
16 ปริมาณการสะสมเหล็กในดินตะกอน และหอยนางรม บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมแบบแขวนและแบบหลัก ที่อ่างศิลา จ.ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคมถึงตุลาคม 2547..	56
17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสะสมตะกั่วในดินตะกอนกับ % Ignition Loss.....	57
18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสะสมนิกเกิลในดินตะกอนกับ % Ignition Loss....	57
19 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสะสมเหล็กในดินตะกอนกับ % Ignition Loss.....	58
20 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสะสมปรอทในดินตะกอนและในหอยนางรม.....	58
21 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสะสมเหล็กในดินตะกอนและในหอยนางรม.....	59
22 ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2546 ถึง ธันวาคม 2547.....	64