

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๓/๒๕๕๗



Technical Paper No. 3/2014

การปนเปื้อนของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่  
(*Perna viridis* Linneaus, 1758) บริเวณแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร  
Contamination of Cadmium, Lead and Mercury in Green Mussel  
(*Perna viridis* Linneaus, 1758) culture at Chumphon Province

สมนึก พรหมศรี  
รินปวีร์ เกตุมณี

Somnuk Promsorn  
Rinpawee Ketmanee

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง  
กรมประมง  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Coastal Fisheries Research and  
Development Bureau  
Department of Fisheries  
Ministry of Agriculture and Cooperatives



การปนเปื้อนของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่  
(*Perna viridis* Linneaus, 1758) บริเวณแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร  
Contamination of Cadmium, Lead and Mercury in Green Mussel  
(*Perna viridis* Linneaus, 1758) culture at Chumphon Province

สมนึก พรหมศรี

Somnuk Promsorn

รินปวีร์ เกตุมณี

Rinpawee Ketmanee

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งชุมพร

Chumphon Coastal Fisheries Research and  
Development Center

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง

Coastal Fisheries Research and Development Bureau

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๕๗

2014

รหัสทะเบียนวิจัยเลขที่ 57-0335-57018

## สารบัญ

|                         | หน้า |
|-------------------------|------|
| บทคัดย่อ                | 1    |
| ABSTRACT                | 2    |
| คำนำ                    | 3    |
| วัตถุประสงค์            | 4    |
| อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ | 4    |
| ผลการศึกษา              | 7    |
| สรุปและวิจารณ์ผล        | 20   |
| ข้อเสนอแนะ              | 22   |
| คำขอบคุณ                | 22   |
| เอกสารอ้างอิง           | 22   |
| ภาคผนวก                 | 24   |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 1 เปรียบเทียบปริมาณแคดเมียมในหอยแมลงภู่วางช่วงที่ 1<br>(มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)  | 12   |
| 2 เปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในหอยแมลงภู่วางช่วงที่ 1<br>(มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)  | 13   |
| 3 เปรียบเทียบปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่วางช่วงที่ 1<br>(มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)  | 14   |
| 4 เปรียบเทียบปริมาณแคดเมียมในหอยแมลงภู่วางจากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร<br>ระหว่างช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)                                  | 17   |
| 5 เปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในหอยแมลงภู่วางจากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร<br>ระหว่างช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)                                    | 17   |
| 6 เปรียบเทียบปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่วางจากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร<br>ระหว่างช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)                                      | 17   |
| 7 ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทที่คนได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคหอยแมลงภู่วาง<br>จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพรเป็นอาหารในเวลาหนึ่งสัปดาห์ (WDI) ช่วงที่ 1<br>(มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) | 19   |
| 8 ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทที่คนได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคหอยแมลงภู่วาง<br>จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพรเป็นอาหารในเวลาหนึ่งสัปดาห์ (WDI) ช่วงที่ 2<br>(มิ.ย.2555 - พ.ค.2556) | 20   |
| ตารางภาคผนวกที่  |      |
| 1 ค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ตกค้างในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข<br>ฉบับที่ 98 พ.ศ.2529 เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีการปนเปื้อน   | 24   |
| 2 สถิติปริมาณน้ำฝนในจังหวัดชุมพร พ.ศ.2554 - 2556   | 25   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า   |    |
|--------|--|----|
| 1      | แผนที่แสดงสถานที่เก็บตัวอย่างหอยแมลงภูบริเวณแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร  | 5  |
| 2      | แสดงปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภูช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555                                     | 8  |
| 3      | แสดงปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภูช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556                                     | 10 |
| 4      | แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภูจากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ระหว่างช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556) | 15 |
| 5      | แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภูจากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ระหว่างช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556) | 18 |

# การปนเปื้อนของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่ (*Perna viridis* Linneaus, 1758)

## บริเวณแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร

สมนึก พรหมศรี\* และรินปวีร์ เกตุมณี

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งชุมพร

### บทคัดย่อ

การศึกษาการปนเปื้อนของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) บริเวณแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ได้แบ่งช่วงเวลาในการศึกษาออกเป็นสองช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 และช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้ง เดือนพฤษภาคม 2556 จากการศึกษาพบว่าปริมาณแคดเมียมมีค่าเฉลี่ยเกินมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 พ.ศ.2529 ช่วงที่ 1 เดือนพฤศจิกายน 2554 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $4.547 \pm 0.006$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม และช่วงที่ 2 เดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน 2555 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $3.620 \pm 0.010$  ;  $4.453 \pm 0.006$  และ  $5.217 \pm 0.006$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณของตะกั่วและปรอทในทั้งสองช่วงเวลาที่ทำการศึกษา พบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่อนุญาตให้มีได้ในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข สำหรับปริมาณแคดเมียมในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 เดือนกันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม 2555 ที่มีค่าเฉลี่ยเกินค่ามาตรฐานนั้น สาเหตุสำคัญเนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูมรสุมมีฝนตกชุกหนาแน่น มีน้ำจืดไหลลงสู่แหล่งเลี้ยงเป็นจำนวนมากในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เพราะฉะนั้นเกษตรกรผู้เลี้ยงหอยแมลงภู่ในบริเวณนี้ควรวางแผนการเลี้ยงให้เหมาะสม เพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตหอยแมลงภู่ที่ได้ขนาดตรงตามความต้องการของตลาดและทันเวลาก่อนถึงช่วงฤดูมรสุมของภาคใต้ตอนบน เพื่อให้ได้หอยแมลงภู่ที่มีคุณภาพและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทั้งนี้ควรมีการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง เพื่อความปลอดภัยของประชาชน

**คำสำคัญ:** แคดเมียม ตะกั่ว ปรอท หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) แหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร

\* ผู้รับผิดชอบ ๖๓/๓ หมู่ ๕ ตำบลนาชะอัง อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐ โทรศัพท์ ๐ ๗๗๖๕ ๗๐๙๒

e-mail : [somnuek-ton@hotmail.com](mailto:somnuek-ton@hotmail.com)

**Contamination of Cadmium, Lead and Mercury  
in Green Mussel (*Perna viridis* Linnaeus, 1758) culture at Chumphon Province**

**Somnuk Promsorn<sup>\*</sup> and Rinpawee Ketmanee**

Chumphon Coastal Fisheries Research and Development Center

**ABSTRACT**

Study on Cadmium, Lead and Mercury content in Green Mussel (*Perna viridis*) from farming areas, Chumphon Province, was conducted during early rainy season to late dry season. The study was divided into two periods: 1) from June 2011 to May 2012 and 2) from June 2012 to May 2013. The results indicated that the average cadmium concentration of samples which collected during November 2011 (first period), September, October, and November 2012 (second period) were higher than the maximum residue limits as determined in the standards of the Notification of the Ministry of Public Health No. 98 (1986), with the average concentration of  $4.547 \pm 0.006$  mg/kg,  $3.620 \pm 0.010$ ;  $4.453 \pm 0.006$ , and  $5.217 \pm 0.006$  mg/kg, respectively. The results revealed that lead and mercury content did not exceed maximum residue limits in aquatic tissues as prescribed in the standards of the notification of ministry of public health. In conclusion, green mussels from farming areas in Chumphon Province are safe for human consumption, in terms of lead and mercury content. However, it was found that cadmium concentration in green mussels collected during November 2011 (first period), September, November, and December 2012 (second period) were higher than the maximum residue limits which mainly caused by heavy rain during monsoon season. Runoff from river pushed a huge volume of freshwater flowed through farming areas, especially, in Muang District. It was suggested that green mussels farmers should have made a proper management plan for mussel culture by harvest their products before monsoon season. Additionally, it was also recommended that surveillance and monitoring program should be conducted regularly to make sure that green mussels cultured from farming areas in Chumphon Province are safe for human consumption.

**Key words :** Cadmium, Lead, Mercury, Green mussel (*Perna viridis*), Chumphon

\* Corresponding: 63/3 Moo. 5, Nachaang Sub-district, Muang District, Chumphon Province 86000. Tel. 0 7765 7092 e-mail : [somnuek-ton@hotmail.com](mailto:somnuek-ton@hotmail.com)

## คำนำ

แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท เป็นโลหะหนักที่พบว่าเจือปนอยู่ในน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งเป็นโลหะหนักที่คงตัว ไม่สามารถสลายตัวได้โดยกระบวนการธรรมชาติ และบางส่วนจะตกตะกอนสะสมอยู่ในดินรวมทั้งสามารถสะสมในเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นๆ ด้วย การสะสมดังกล่าวจะเพิ่มสูงขึ้นตามห่วงโซ่อาหาร และถ้ามีความเข้มข้นสูงมากก็จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่บริโภคสัตว์น้ำนั้นๆ ด้วย เช่น กรณีการเกิดโรคมินามาตะ จากพิษของปรอท และโรคอิไต-อิไต จากพิษของแคดเมียมในประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น ในปัจจุบันจึงได้มีการศึกษาถึงปริมาณโลหะหนักต่างๆ ที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่น สาหร่าย ปลา ปู กุ้ง และหอย ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณโลหะหนักต่างๆ ที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิต สามารถที่จะใช้เป็นตัวชี้บ่งชี้ถึงมลภาวะของแหล่งน้ำได้โดยเฉพาะหอย เป็นสัตว์ที่นิยมใช้ในการศึกษาด้านนี้มาก (Segar *et al.*, 1971; Bryan *et al.*, 1977 และ Ikuta, 1987) เพราะสามารถใช้เป็นตัวชี้ที่มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพที่สุดในการบ่งชี้ถึงมลภาวะอันเนื่องมาจากโลหะหนักในทะเลและแหล่งน้ำกร่อย (Phillips, 1977) จากเหตุผลดังกล่าวสหรัฐอเมริกาจึงมีโครงการ Mussel Watch ในปี พ.ศ.2519 ซึ่งมีจุดประสงค์สำคัญในการตรวจสอบสารมลพิษต่างๆ ที่เกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งทะเลของสหรัฐอเมริกา โดยใช้หอยสองฝาจำพวกหอยแมลงภู่ (*Mytilus*) และหอยนางรม (*Ostrea* หรือ *Crassostrea*) เป็นตัวชี้บ่งชี้ (Goldberg *et al.*, 1978) และจากการศึกษาปริมาณแคดเมียมและปรอทในสัตว์ทะเลหน้าดินจากเรืออวนลากฝั่งอ่าวไทยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าฝั่งทะเลอันดามันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (สมชาย และคณะ, 2551)

ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารมลพิษในอาหาร แม้เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่สามารถจัดการให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการประเมินความเสี่ยง นับเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบัน เพราะการคุ้มครองผู้บริโภคเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของทุกคน หากประชาชนมีความมั่นใจและได้บริโภคอาหารที่มีความปลอดภัย ย่อมส่งผลให้มีสุขภาพดีและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2541, อ้างตามทิพย์วรรณ และวิษณุ, 2551)

ในปี 2550 ประเทศไทยสามารถผลิตหอยแมลงภู่ได้ 228,250 ตัน (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, 2551) ในบรรดาหอยสองฝา หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) เป็นหอยที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย โดยมีพื้นที่การเลี้ยงกระจายตลอดแนวชายฝั่งของประเทศไทยทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน ซึ่งในภาคใต้ของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดชุมพรมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่กันมาก พบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ.2548-2550 มีมูลค่าผลผลิต 22,729,992 ; 21,372,011 และ 26,513,277 บาท ตามลำดับ (สำนักงานประมงจังหวัดชุมพร, 2553) นับว่าเป็นสัตว์น้ำที่ได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ดังนั้นการศึกษาปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทที่ปนเปื้อนในหอยแมลงภู่บริเวณแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร จึงมีความสำคัญเพื่อใช้เป็นข้อมูลแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงหอยแมลงภู่ และผู้บริโภค เป็นการประเมินความปลอดภัยจากการอาจได้รับโลหะหนักหากนำหอยแมลงภู่จากบริเวณดังกล่าวมาบริโภค จึงมีความสำคัญและจำเป็นต้องดำเนินการ เพื่อนำไปสู่มาตรการป้องกันล่วงหน้า และวางแนวทางการบริหารจัดการแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่และการเก็บเกี่ยวผลผลิตในจังหวัดชุมพรต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณการสะสมของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่ที่เลี้ยงในจังหวัดชุมพร
2. เพื่อศึกษาปริมาณของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

## อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

### 1. อุปกรณ์และสารเคมี

- 1.1 เครื่องปั่นผสมอาหาร (blender)
- 1.2 เครื่องชั่ง ความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.01 กรัม
- 1.3 ตู้อบไฟฟ้า
- 1.4 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
- 1.5 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (GBC 908)
- 1.6 เครื่อง Mercury Analyzer (PS 200)
- 1.7 สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ กรดไนตริกเข้มข้น Standard cadmium, Standard lead และ Standard mercury

### 2. วิธีดำเนินการ

#### 2.1 เวลาและสถานที่เก็บตัวอย่าง

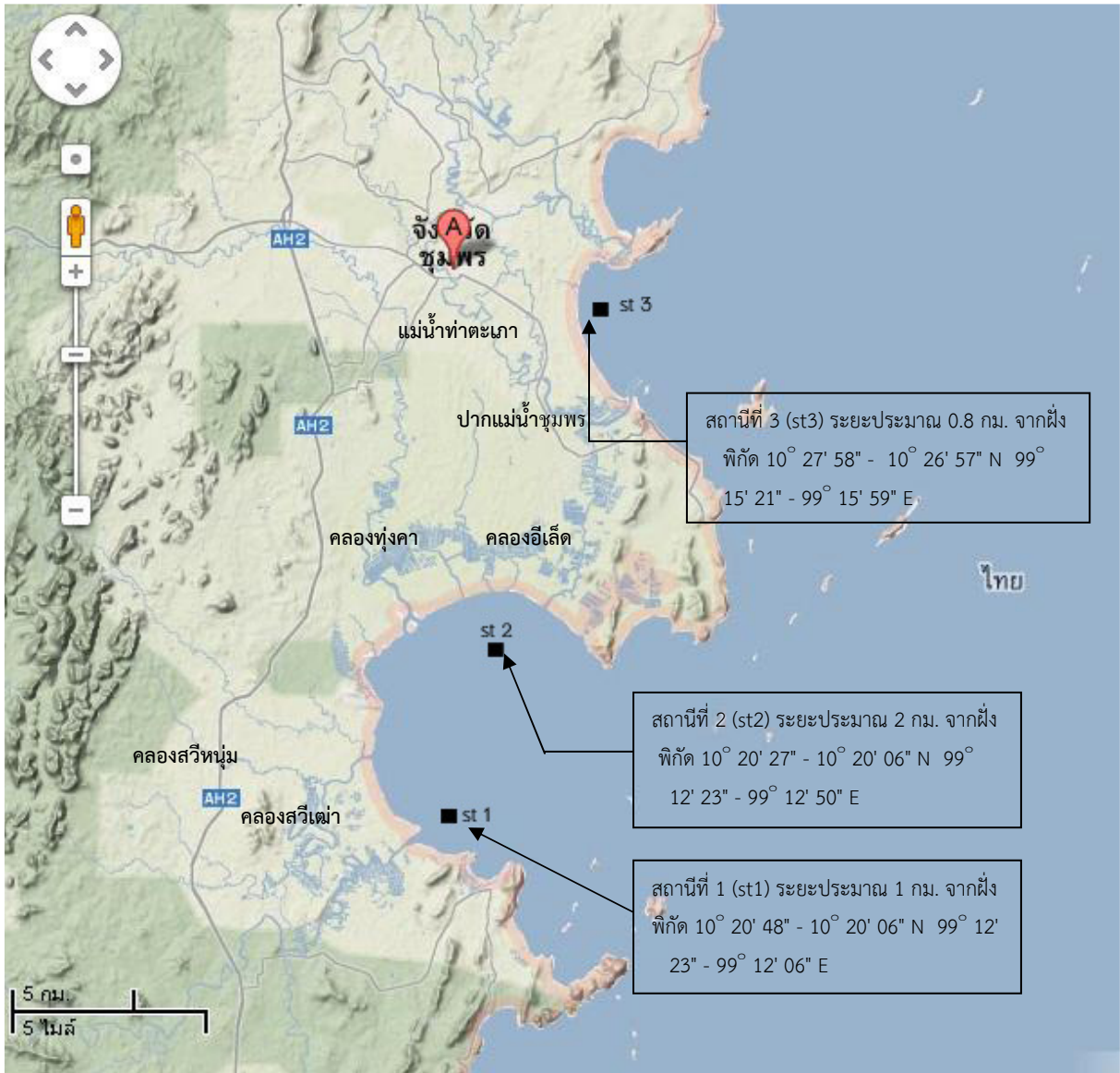
ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2554 ถึงเดือนพฤษภาคม 2556 โดยเลือกพื้นที่เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่แหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร จำนวน 3 สถานี ดังนี้

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 (St 1) : บริเวณอ่าวสวี ระยะห่างจากฝั่ง 1 กิโลเมตร พื้นที่รับน้ำจากชายฝั่งบ้านปากแพรก มีน้ำจืดไหลลงมาจากคลองสวีเต่าและคลองสวีหนุ่ม มีบ้านเรือนค่อนข้างหนาแน่น จุดเก็บตัวอย่างที่พิกัดละติจูด  $10^{\circ} 20' 48'' - 10^{\circ} 20' 06''$  N ลองติจูด  $99^{\circ} 12' 23'' - 99^{\circ} 12' 06''$  E

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 2 (St 2) : บริเวณอ่าวทุ่งคา ระยะห่างจากฝั่ง 2 กิโลเมตร เป็นพื้นที่ที่น้ำจืดไหลมาจากลำคลองเล็กๆ ได้แก่ คลองอีเล็ดและคลองทุ่งคา มีหมู่บ้านชาวประมงอาศัยกันอยู่หนาแน่น จุดเก็บตัวอย่างที่พิกัดละติจูด  $10^{\circ} 20' 27'' - 10^{\circ} 20' 06''$  N ลองติจูด  $99^{\circ} 12' 23'' - 99^{\circ} 12' 50''$  E

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 (St 3) : บริเวณอ่าวชุมพร ระยะห่างจากฝั่ง 0.8 กิโลเมตร เป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้ปากแม่น้ำชุมพร ซึ่งมีน้ำจืดไหลลงมาจากแม่น้ำท่าตะเภาตลอดทั้งปี มีเรือประมง ท่าเทียบเรือประมง

สถานที่แปรรูปสัตว์น้ำเบื้องต้น แหล่งชุมชนในตัวเมืองชุมพรและชุมชนปากน้ำชุมพร จุดเก็บตัวอย่างที่พิกัด  
ละติจูด  $10^{\circ} 27' 58'' - 10^{\circ} 26' 57''$  N ลองจิจูด  $99^{\circ} 15' 21'' - 99^{\circ} 15' 59''$  E (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงสถานที่เก็บตัวอย่างหอยแมลงภูบริเวณแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร

## 2.2 การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างหอยแมลงภูเดือนละ 1 ครั้ง ทั้ง 3 สถานี จำนวน 24 เดือน โดยแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 และช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2556) โดยเก็บตัวอย่างหอยแมลงภูขนาด 5 - 8 เซนติเมตร สถานีละ 5 กิโลกรัม บรรจุใส่ถุงพลาสติก ระบุหมายเลขตัวอย่างไว้ และเก็บตัวอย่างน้ำ นำส่งไปยังห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ของศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ สุราษฎร์ธานี เพื่อทำการวิเคราะห์

### 2.3 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างหอยแมลงภู่มารับทำความสะอาดเปลือกหอยด้านนอก เพื่อล้างโคลนและเพรียงที่ติดเปลือกหอยออกไป จากนั้นแกะเนื้อหอยใส่ภาชนะ แล้วสุมตัวอย่างประมาณ 300 กรัม นำไปปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร และทำการวิเคราะห์ตัวอย่างตามวิธีการของ AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่างที่ปั่นแล้ว  $0.50 \pm 0.02$  กรัม ใส่ลงในหลอดพลาสติกเติมกรดไนตริกเข้มข้น จำนวน 5 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด แล้วบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ  $95 \pm 5$  °C นาน 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ถ่ายสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร โดย rinse ภายในหลอดพลาสติกและฝาด้วย deionized water ลงในขวดวัดปริมาตรนั้นหลายๆครั้ง หลังจากนั้นเติม deionized water จนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้สารละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว และแคดเมียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer รุ่น GBC 908 และวัดหาปริมาณปรอทด้วยเครื่อง Mercury Analyzer และรายงานผลการวิเคราะห์โดยใช้หน่วยมิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเปียก

### 2.4 การประมาณค่า Weekly Dietary Intake (WDI) ของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอท

ค่า Weekly Dietary Intake (WDI) คือ ปริมาณของโลหะหนักที่คนได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคอาหารในเวลาหนึ่งสัปดาห์ (ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์) โดยกำหนดค่ามาตรฐานของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในคนทุกๆ ไปเท่ากับ 420 1,500 และ 300 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ ตามลำดับ ซึ่งคิดจากค่าน้ำหนักของคนที่เท่ากับ 60 กิโลกรัมต่อคน (Galal-Gorchev, 1991, อ้างตามสมชาย และคณะ, 2549)

ส่วนค่า WDI ของคนไทยคำนวณได้จากการคาดว่าในปี พ.ศ. 2553 ค่าเฉลี่ยจากการบริโภคหอยเป็นอาหารจำนวน 34 กรัมต่อวันต่อคน คูณด้วยค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอท ในหอยแมลงภู่งูที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ คูณด้วย 7 วัน เพื่อคิดประมาณการใน 1 สัปดาห์ (ASEAN-SEAFDEC, 2001, อ้างตามสมชาย และคณะ, 2549)

$$WDI = M \times C \times 7$$

โดยที่ : WDI คือ ปริมาณของโลหะหนักที่คนได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคหอยแมลงภู่งูในเวลาหนึ่งสัปดาห์ (ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์)

M คือ ปริมาณหอยแมลงภู่งูที่คนบริโภคในหนึ่งวัน (กรัมต่อวันต่อคน)

C คือ ความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนักในหอยแมลงภู่งู (ไมโครกรัมต่อกรัม)

7 คือ จำนวนวันในหนึ่งสัปดาห์

### 3. การวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีในโปรแกรม Excel จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ตามวิธีการใน สมศุตา (2547) โดยวิเคราะห์หา

- ค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ SPSS
- วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่าง และความแตกต่างระหว่างสถานี โดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ SPSS
- แบ่งข้อมูลที่วิเคราะห์เป็นสองช่วงเวลา คือ ช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 และ ช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพรระหว่างฤดูกาล

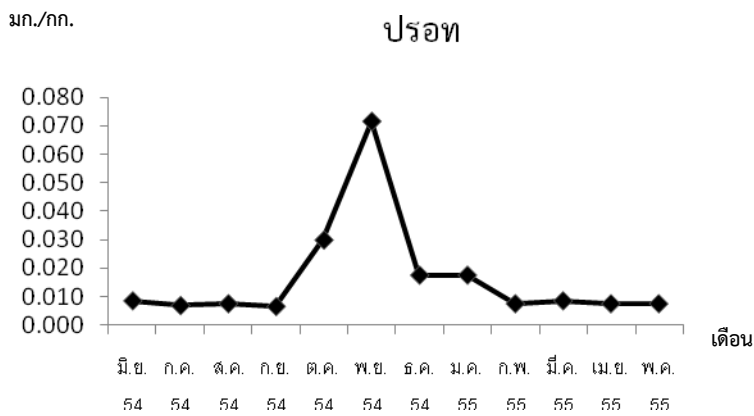
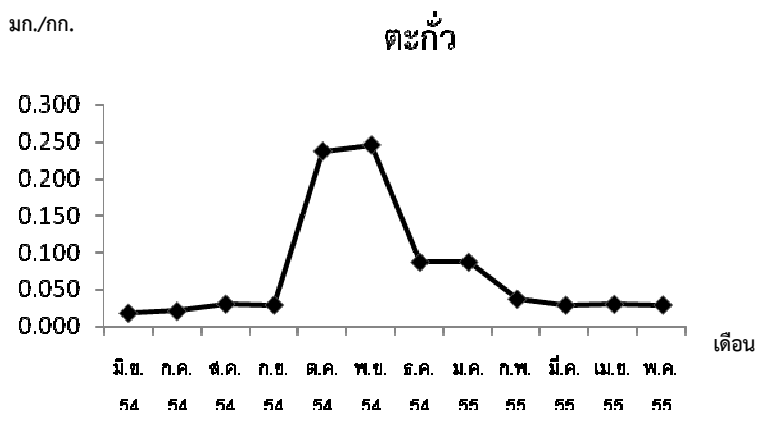
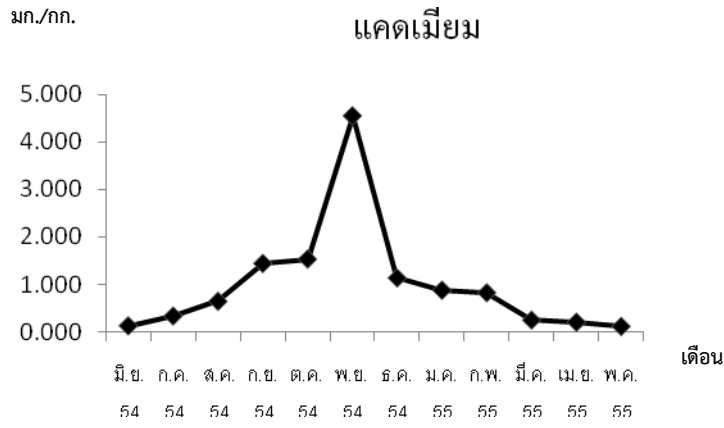
### ผลการศึกษา

#### 1. ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 จำแนกตามเดือน

1.1 ปริมาณแคดเมียมที่พบในหอยแมลงภู่เฉลี่ยตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 เท่ากับ  $1.012 \pm 1.184$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $4.547 \pm 0.006$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในเดือนพฤศจิกายน 2554 และค่าเฉลี่ยต่ำสุด  $0.127 \pm 0.006$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในเดือนพฤษภาคม 2555 (ตารางที่ 1 และภาพที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าปริมาณแคดเมียมในหอยแมลงภู่ระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

1.2 ปริมาณตะกั่วที่พบในหอยแมลงภู่เฉลี่ยตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 เท่ากับ  $0.073 \pm 0.079$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $0.245 \pm 0.005$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในเดือนพฤศจิกายน 2554 และค่าเฉลี่ยต่ำสุด  $0.018 \pm 0.002$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในเดือนมิถุนายน 2554 (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณตะกั่วในหอยแมลงภู่ พบว่าปริมาณตะกั่วระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

1.3 ปริมาณปรอทที่พบในหอยแมลงภู่เฉลี่ยตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 เท่ากับ  $0.017 \pm 0.018$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $0.072 \pm 0.003$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในเดือนพฤศจิกายน 2554 และค่าเฉลี่ยต่ำสุด  $0.007 \pm 0.001$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในเดือนกันยายน 2554 (ตารางที่ 3 และภาพที่ 2) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่ พบว่าปริมาณปรอทระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )



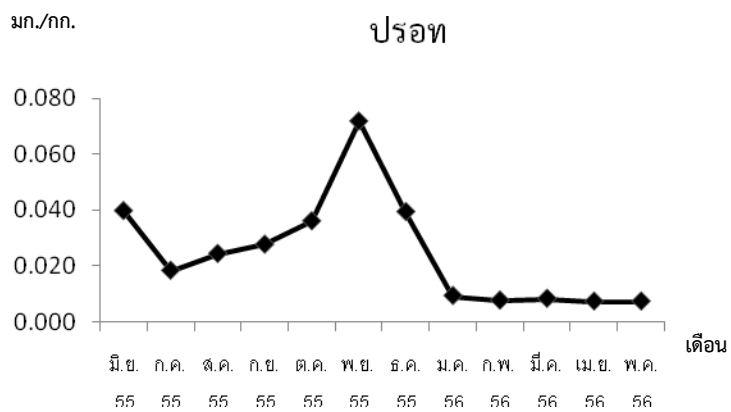
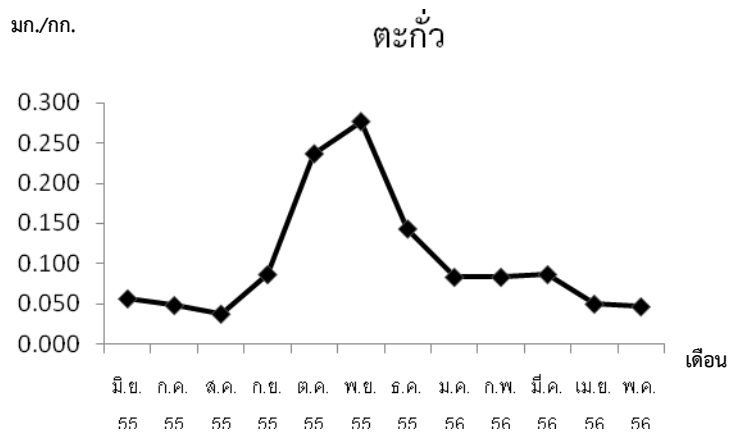
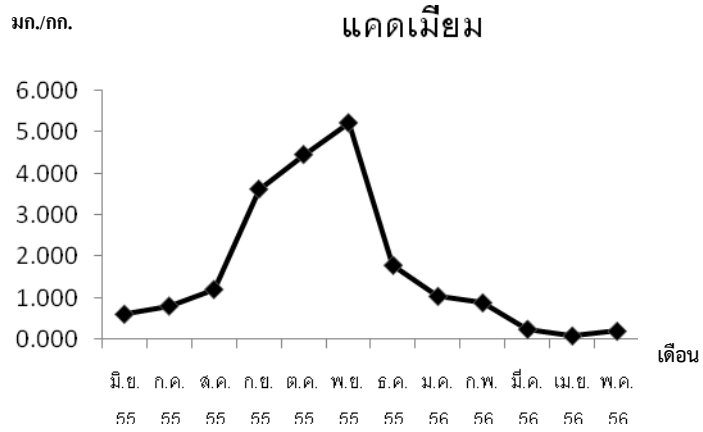
ภาพที่ 2 แสดงปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่ช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555

2. ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 จำแนกตามเดือน

2.1. ปริมาณแคดเมียมที่พบในหอยแมลงภู่เฉลี่ยตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 เท่ากับ  $1.677 \pm 1.707$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $5.217 \pm 0.006$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในเดือนพฤศจิกายน 2555 และค่าเฉลี่ยต่ำสุด  $0.083 \pm 0.006$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในเดือนเมษายน 2556 (ตารางที่ 1 และภาพที่ 3) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแคดเมียมในหอยแมลงภู่ พบว่าปริมาณแคดเมียมระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

2.2 ปริมาณตะกั่วที่พบในหอยแมลงภู่เฉลี่ยตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 เท่ากับ  $0.103 \pm 0.076$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $0.277 \pm 0.006$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในเดือนพฤศจิกายน 2555 และค่าเฉลี่ยต่ำสุด  $0.038 \pm 0.003$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในเดือนสิงหาคม 2555 (ตารางที่ 2 และภาพที่ 3) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณตะกั่วในหอยแมลงภู่ พบว่าปริมาณตะกั่วระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

2.3 ปริมาณปรอทที่พบในหอยแมลงภู่เฉลี่ยตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 เท่ากับ  $0.025 \pm 0.019$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $0.072 \pm 0.003$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในเดือนพฤศจิกายน 2555 และค่าเฉลี่ยต่ำสุด  $0.007 \pm 0.001$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในเดือนพฤษภาคม 2556 (ตารางที่ 3 และภาพที่ 3) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่ พบว่าปริมาณปรอทระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่ช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556

### 3. เปรียบเทียบปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ระหว่างช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556) จำแนกตามเดือน

3.1 ปริมาณแคดเมียมช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 และช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 มีปริมาณแคดเมียมในหอยแมลงภู่โดยเฉลี่ย เท่ากับ  $1.012 \pm 1.184$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ  $1.677 \pm 1.707$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 4) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแคดเมียมในหอยแมลงภู่ ระหว่างสองช่วงเวลา พบว่า ช่วงที่ 2 มีปริมาณแคดเมียมในหอยแมลงภู่สูงกว่าช่วงที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

3.2 ปริมาณตะกั่วช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 และช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 โดยเฉลี่ย เท่ากับ  $0.073 \pm 0.079$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ  $0.103 \pm 0.076$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 2 และภาพที่ 4) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณตะกั่วในหอยแมลงภู่ ระหว่างสองช่วงเวลา พบว่า ช่วงที่ 2 มีปริมาณตะกั่วในหอยแมลงภู่สูงกว่าช่วงที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

3.3 ปริมาณปรอทช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 และช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 โดยเฉลี่ย เท่ากับ  $0.017 \pm 0.018$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ  $0.025 \pm 0.019$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 3 และภาพที่ 4) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่ ระหว่างสองช่วงเวลา พบว่า ช่วงที่ 2 มีปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่สูงกว่าช่วงที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณแคดเมียมในหอยแมลงภู่ ระหว่างช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)

| เดือน      | แคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) |                            |
|------------|-------------------------------|----------------------------|
|            | ช่วงที่ 1                     | ช่วงที่ 2                  |
|            | (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555)        | (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)     |
| มิถุนายน   | 0.140 ± 0.010 <sup>b</sup>    | 0.607 ± 0.006 <sup>d</sup> |
| กรกฎาคม    | 0.347 ± 0.006 <sup>e</sup>    | 0.803 ± 0.006 <sup>e</sup> |
| สิงหาคม    | 0.653 ± 0.006 <sup>f</sup>    | 1.203 ± 0.006 <sup>h</sup> |
| กันยายน    | 1.448 ± 0.008 <sup>j</sup>    | 3.620 ± 0.010 <sup>j</sup> |
| ตุลาคม     | 1.540 ± 0.010 <sup>k</sup>    | 4.453 ± 0.006 <sup>k</sup> |
| พฤศจิกายน  | 4.547 ± 0.006 <sup>l</sup>    | 5.217 ± 0.006 <sup>l</sup> |
| ธันวาคม    | 1.143 ± 0.006 <sup>i</sup>    | 1.783 ± 0.006 <sup>i</sup> |
| มกราคม     | 0.887 ± 0.006 <sup>h</sup>    | 1.037 ± 0.008 <sup>g</sup> |
| กุมภาพันธ์ | 0.833 ± 0.006 <sup>g</sup>    | 0.880 ± 0.010 <sup>f</sup> |
| มีนาคม     | 0.260 ± 0.010 <sup>d</sup>    | 0.243 ± 0.003 <sup>c</sup> |
| เมษายน     | 0.215 ± 0.005 <sup>c</sup>    | 0.083 ± 0.006 <sup>a</sup> |
| พฤษภาคม    | 0.127 ± 0.006 <sup>a</sup>    | 0.197 ± 0.006 <sup>b</sup> |
| ค่าเฉลี่ย  | 1.012 ± 1.184                 | 1.677 ± 1.707              |

หมายเหตุ อักษรตัวยกที่เหมือนกันของปริมาณแคดเมียมในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในหอยแมลงภู่ ระหว่างช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)

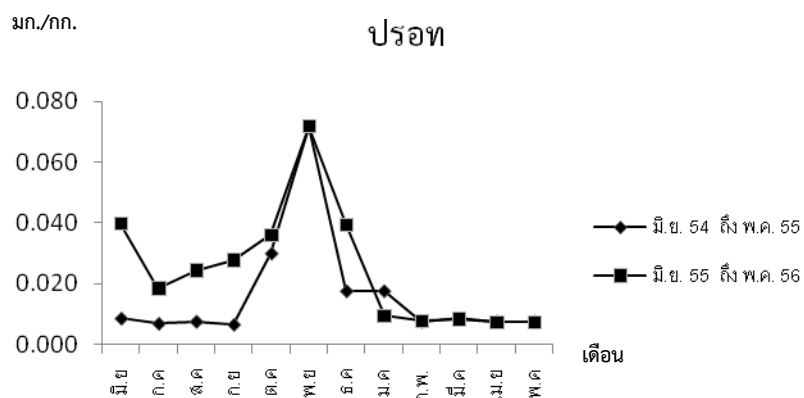
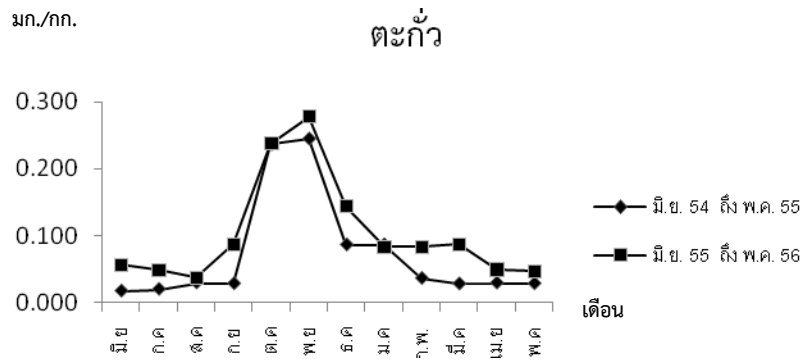
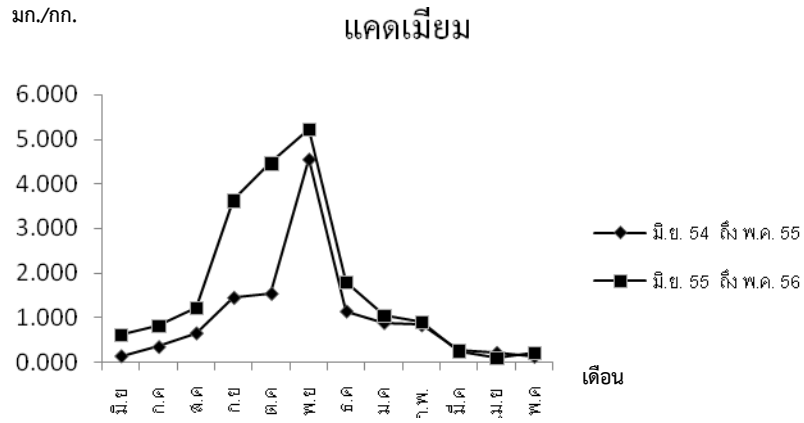
| เดือน      | ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)         |                                     |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|            | ช่วงที่ 1<br>(มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) | ช่วงที่ 2<br>(มิ.ย.2555 - พ.ค.2556) |
| มิถุนายน   | 0.018 ± 0.002 <sup>a</sup>          | 0.057 ± 0.006 <sup>b</sup>          |
| กรกฎาคม    | 0.020 ± 0.002 <sup>a</sup>          | 0.048 ± 0.010 <sup>ab</sup>         |
| สิงหาคม    | 0.030 ± 0.001 <sup>b</sup>          | 0.038 ± 0.003 <sup>a</sup>          |
| กันยายน    | 0.029 ± 0.002 <sup>b</sup>          | 0.083 ± 0.006 <sup>c</sup>          |
| ตุลาคม     | 0.237 ± 0.003 <sup>e</sup>          | 0.237 ± 0.006 <sup>e</sup>          |
| พฤศจิกายน  | 0.245 ± 0.005 <sup>f</sup>          | 0.277 ± 0.006 <sup>f</sup>          |
| ธันวาคม    | 0.087 ± 0.006 <sup>d</sup>          | 0.143 ± 0.006 <sup>d</sup>          |
| มกราคม     | 0.087 ± 0.006 <sup>d</sup>          | 0.083 ± 0.006 <sup>c</sup>          |
| กุมภาพันธ์ | 0.037 ± 0.006 <sup>c</sup>          | 0.083 ± 0.006 <sup>c</sup>          |
| มีนาคม     | 0.028 ± 0.003 <sup>b</sup>          | 0.087 ± 0.006 <sup>c</sup>          |
| เมษายน     | 0.030 ± 0.001 <sup>b</sup>          | 0.050 ± 0.010 <sup>b</sup>          |
| พฤษภาคม    | 0.030 ± 0.001 <sup>b</sup>          | 0.047 ± 0.006 <sup>ab</sup>         |
| ค่าเฉลี่ย  | 0.073 ± 0.079                       | 0.103 ± 0.076                       |

หมายเหตุ อักษรตัวยกที่เหมือนกันของปริมาณตะกั่วในแนวตั้ง หมายถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ ( $P>0.05$ )

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่ ระหว่างช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)

| เดือน      | ปรอท (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)           |                                     |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|            | ช่วงที่ 1<br>(มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) | ช่วงที่ 2<br>(มิ.ย.2555 - พ.ค.2556) |
| มิถุนายน   | 0.009 ± 0.001 <sup>a</sup>          | 0.040 ± 0.001 <sup>b</sup>          |
| กรกฎาคม    | 0.007 ± 0.002 <sup>a</sup>          | 0.018 ± 0.002 <sup>a</sup>          |
| สิงหาคม    | 0.008 ± 0.001 <sup>a</sup>          | 0.024 ± 0.004                       |
| กันยายน    | 0.007 ± 0.001 <sup>a</sup>          | 0.028 ± 0.003 <sup>b</sup>          |
| ตุลาคม     | 0.030 ± 0.000 <sup>c</sup>          | 0.036 ± 0.004 <sup>a</sup>          |
| พฤศจิกายน  | 0.072 ± 0.003 <sup>d</sup>          | 0.072 ± 0.003 <sup>a</sup>          |
| ธันวาคม    | 0.018 ± 0.001 <sup>b</sup>          | 0.039 ± 0.001 <sup>c</sup>          |
| มกราคม     | 0.018 ± 0.002 <sup>b</sup>          | 0.009 ± 0.001 <sup>a</sup>          |
| กุมภาพันธ์ | 0.008 ± 0.001 <sup>a</sup>          | 0.008 ± 0.002 <sup>a</sup>          |
| มีนาคม     | 0.009 ± 0.002 <sup>a</sup>          | 0.008 ± 0.001 <sup>a</sup>          |
| เมษายน     | 0.008 ± 0.002 <sup>a</sup>          | 0.007 ± 0.002 <sup>a</sup>          |
| พฤษภาคม    | 0.008 ± 0.002 <sup>a</sup>          | 0.007 ± 0.001 <sup>a</sup>          |
| ค่าเฉลี่ย  | 0.017 ± 0.018                       | 0.025 ± 0.019                       |

หมายเหตุ อักษรตัวยกที่เหมือนกันของปริมาณปรอทในแนวตั้ง หมายถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $P > 0.05$ )



ภาพที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่งจากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ระหว่างช่วงที่ 1 (มี.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มี.ย.2555 - พ.ค.2556)

#### 4. เปรียบเทียบปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ระหว่างช่วงที่ 1 (ม.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (ม.ย.2555 - พ.ค.2556) จำแนกตามสถานี

4.1 ปริมาณแคดเมียมช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 และช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 พบว่าช่วงที่ 1 มีปริมาณแคดเมียมในหอยแมลงภู่โดยเฉลี่ยในสถานีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $1.015 \pm 1.218$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด  $1.006 \pm 1.218$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนช่วงที่ 2 พบว่าในสถานีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $1.678 \pm 1.756$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสถานีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด  $1.676 \pm 1.756$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 4 และภาพที่ 5) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแคดเมียมในหอยแมลงภู่ ในช่วงที่ 1 และ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

4.2 ปริมาณตะกั่วช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 และช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 พบว่าช่วงที่ 1 มีปริมาณตะกั่วในหอยแมลงภู่โดยเฉลี่ยในสถานีที่ 1 และสถานีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $0.074 \pm 0.082$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสถานีที่ 3 มีเฉลี่ยต่ำที่สุด  $0.071 \pm 0.081$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนช่วงที่ 2 พบว่าในสถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $0.106 \pm 0.077$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสถานีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด  $0.100 \pm 0.077$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 5 และภาพที่ 5) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณตะกั่วในหอยแมลงภู่ ในช่วงที่ 1 และ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

4.3 ปริมาณปรอทช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 และช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 พบว่าช่วงที่ 1 มีปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่โดยเฉลี่ยในสถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $0.017 \pm 0.018$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสถานีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด  $0.016 \pm 0.019$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนช่วงที่ 2 พบว่าในสถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด  $0.025 \pm 0.020$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด  $0.024 \pm 0.019$  มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 6 และภาพที่ 5) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่ ในช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณแคดเมียมในหอยแมลงภู่จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ระหว่างช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)

| สถานีเก็บตัวอย่าง | แคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) |                            |
|-------------------|-------------------------------|----------------------------|
|                   | ช่วงที่ 1                     | ช่วงที่ 2                  |
|                   | มิ.ย.2554 - พ.ค.2555          | มิ.ย.2555 - พ.ค.2556       |
| สถานีที่ 1        | 1.006 ± 1.218 <sup>a</sup>    | 1.676 ± 1.760 <sup>a</sup> |
| สถานีที่ 2        | 1.012 ± 1.219 <sup>a</sup>    | 1.676 ± 1.756 <sup>a</sup> |
| สถานีที่ 3        | 1.015 ± 1.218 <sup>a</sup>    | 1.678 ± 1.756 <sup>a</sup> |

หมายเหตุ อักษรตัวยกที่เหมือนกันของปริมาณแคดเมียมในแนวตั้ง หมายถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในหอยแมลงภู่จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ระหว่างช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)

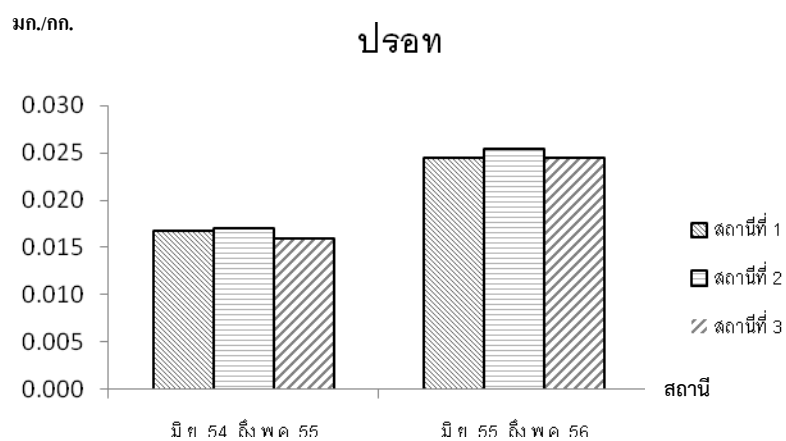
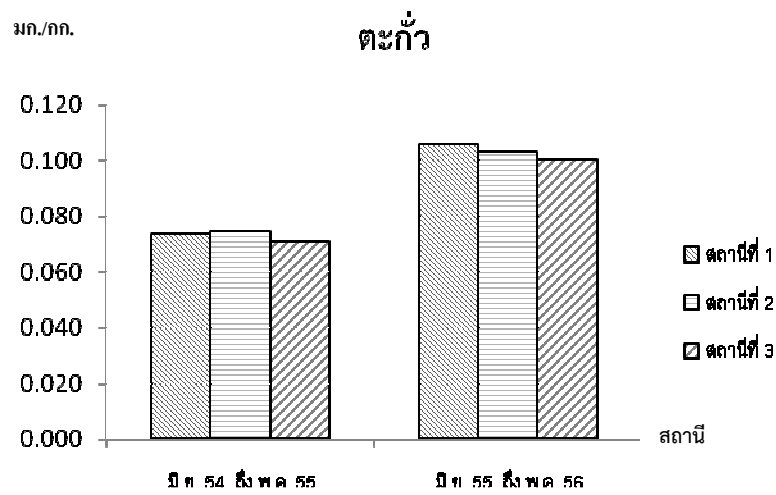
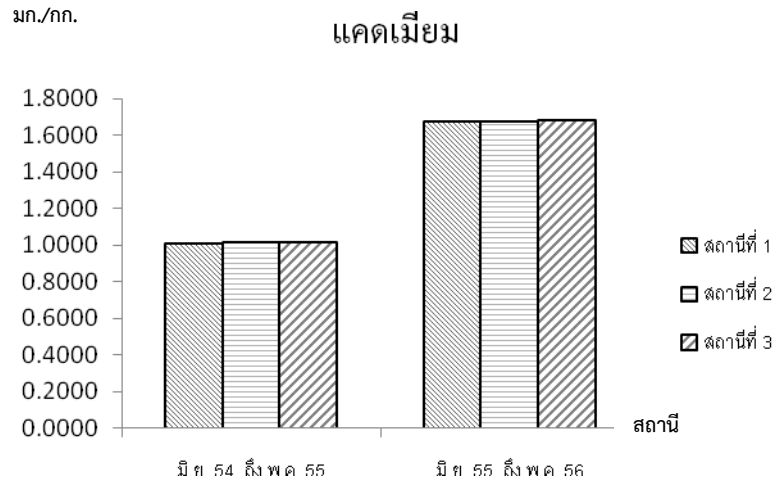
| สถานีเก็บตัวอย่าง | ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) |                            |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                   | ช่วงที่ 1                   | ช่วงที่ 2                  |
|                   | มิ.ย.2554 - พ.ค.2555        | มิ.ย.2555 - พ.ค.2556       |
| สถานีที่ 1        | 0.074 ± 0.082 <sup>a</sup>  | 0.106 ± 0.077 <sup>a</sup> |
| สถานีที่ 2        | 0.074 ± 0.082 <sup>a</sup>  | 0.103 ± 0.079 <sup>a</sup> |
| สถานีที่ 3        | 0.071 ± 0.081 <sup>a</sup>  | 0.100 ± 0.077 <sup>a</sup> |

หมายเหตุ อักษรตัวยกที่เหมือนกันของปริมาณตะกั่วในแนวตั้ง หมายถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณปรอทในหอยแมลงภู่จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ระหว่างช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (มิ.ย.2555 - พ.ค.2556)

| สถานีเก็บตัวอย่าง | ปรอท (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)  |                            |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|
|                   | ช่วงที่ 1                  | ช่วงที่ 2                  |
|                   | มิ.ย.2554 - พ.ค.2555       | มิ.ย.2555 - พ.ค.2556       |
| สถานีที่ 1        | 0.017 ± 0.018 <sup>a</sup> | 0.024 ± 0.019 <sup>a</sup> |
| สถานีที่ 2        | 0.017 ± 0.020 <sup>a</sup> | 0.025 ± 0.020 <sup>a</sup> |
| สถานีที่ 3        | 0.016 ± 0.019 <sup>a</sup> | 0.025 ± 0.020 <sup>a</sup> |

หมายเหตุ อักษรตัวยกที่เหมือนกันของปริมาณปรอทในแนวตั้ง หมายถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่มากจากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ระหว่างช่วงที่ 1 (ม.ย.2554 - พ.ค.2555) กับช่วงที่ 2 (ม.ย.2555 - พ.ค.2556)

## 5. การประมาณค่า WDI ของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอท ในการบริโภคหอยแมลงภู่

5.1 จากการประมาณค่า WDI ของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอท โดยการบริโภคหอยแมลงภู่จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพรเป็นอาหารในเวลาหนึ่งสัปดาห์ ช่วงที่ 1 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2555 พบว่าแคดเมียมมีค่า WDI สูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ในเดือนพฤศจิกายน 2554 มีค่าเท่ากับ 1,082.186 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ ส่วนปริมาณของตะกั่วและปรอท พบว่ามีค่า WDI ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (ตารางที่ 7)

5.2 จากการประมาณค่า WDI ของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอท โดยการบริโภคหอยแมลงภู่จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพรเป็นอาหารในเวลาหนึ่งสัปดาห์ ช่วงที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2555 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 พบว่าแคดเมียมมีค่า WDI สูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ในเดือนกันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม 2555 มีค่าเท่ากับ 861.560 ; 1,059.814 ; 1,241.646 และ 424.354 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณของตะกั่วและปรอท พบว่ามีค่า WDI ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 7** ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทที่คนได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคหอยแมลงภู่จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพรเป็นอาหารในเวลาหนึ่งสัปดาห์ (WDI) ช่วงที่ 1 (มิ.ย.2554 - พ.ค.2555)

| เดือน           | ค่า WDI เฉลี่ย (ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์) |        |        |
|-----------------|---------------------------------------|--------|--------|
|                 | แคดเมียม                              | ตะกั่ว | ปรอท   |
| มิถุนายน 2554   | 33.320                                | 4.284  | 2.142  |
| กรกฎาคม 2554    | 82.586                                | 4.760  | 1.666  |
| สิงหาคม 2554    | 155.414                               | 7.140  | 1.904  |
| กันยายน 2554    | 344.624                               | 6.902  | 1.666  |
| ตุลาคม 2554     | 366.520                               | 56.406 | 7.140  |
| พฤศจิกายน 2554  | 1,082.186                             | 58.310 | 17.136 |
| ธันวาคม 2554    | 272.034                               | 20.706 | 4.284  |
| มกราคม 2555     | 211.106                               | 20.706 | 4.284  |
| กุมภาพันธ์ 2555 | 198.254                               | 8.806  | 1.904  |
| มีนาคม 2555     | 61.880                                | 6.664  | 2.142  |
| เมษายน 2555     | 51.170                                | 7.140  | 1.904  |
| พฤษภาคม 2555    | 30.226                                | 7.140  | 1.904  |

ตารางที่ 8 ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทที่คนได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคหอยแมลงภู่มจากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพรเป็นอาหารในเวลาหนึ่งสัปดาห์ (WDI) ช่วงที่ 2 (มี.ย.2555 - พ.ค.2556)

| เดือน           | ค่า WDI เฉลี่ย (ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์) |        |        |
|-----------------|---------------------------------------|--------|--------|
|                 | แคดเมียม                              | ตะกั่ว | ปรอท   |
| มิถุนายน 2555   | 144.466                               | 13.566 | 9.520  |
| กรกฎาคม 2555    | 191.114                               | 11.424 | 4.284  |
| สิงหาคม 2555    | 286.314                               | 9.044  | 5.712  |
| กันยายน 2555    | 861.560                               | 19.754 | 6.664  |
| ตุลาคม 2555     | 1,059.814                             | 56.406 | 8.568  |
| พฤศจิกายน 2555  | 1,241.646                             | 65.926 | 17.136 |
| ธันวาคม 2555    | 424.354                               | 34.034 | 9.282  |
| มกราคม 2556     | 246.806                               | 19.754 | 2.142  |
| กุมภาพันธ์ 2556 | 209.440                               | 19.754 | 1.904  |
| มีนาคม 2556     | 57.834                                | 20.706 | 1.904  |
| เมษายน 2556     | 19.754                                | 11.900 | 1.666  |
| พฤษภาคม 2556    | 46.886                                | 11.186 | 1.666  |

### สรุปและวิจารณ์ผล

จากการเปรียบเทียบปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่มจากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร ระหว่างช่วงที่ 1 กับช่วงที่ 2 จำแนกตามเดือน ซึ่งจะเห็นได้ว่าช่วงเดือนพฤศจิกายนจะเป็นช่วงที่มีปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในหอยแมลงภู่มสูงสุด เนื่องจากช่วงนี้ในภาคใต้จะมีฝนตกชุกมาก เนื่องจากมรสุมที่พัดลงมาจากประเทศจีนจะพัดผ่านทะเลจีนใต้ และอ่าวไทยไปถึงภาคใต้ ซึ่งจะนำความชื้นลงไปด้วย โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออกจึงก่อให้เกิดฝนตกชุกดังกล่าว (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2556) ในการพบแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทสูงในช่วงฝนตกชุกนี้อาจเนื่องมาจากการชะล้างของเสียจากแหล่งชุมชน แหล่งทำการเกษตร หรืออุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับสิริลักษณ์ และธงชัย (2541) ที่มีการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว และแคดเมียมในหอยแมลงภู่ม (*Perna viridis*) ขนาดต่างๆ กันบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง พบว่าระดับตะกั่วและแคดเมียมในหอยแมลงภู่มมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงน้ำมาก เช่นเดียวกับ Hungspreugs และ Yuangthong (1983) พบว่าหอยแมลงภู่มที่ชลบุรีมีปริมาณแคดเมียมสูงในฤดูน้ำมาก (ความเค็มต่ำ) มากกว่าในฤดูน้ำน้อย (ความเค็มสูง) หลายเท่า และ Phillips (1976) ได้ทำการศึกษาปริมาณแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี ใน *M. edulis* บริเวณอ่าว Port Phillip เทียบกับที่ตั้งของแหล่งปล่อยโลหะหนักลงสู่ทะเล พบว่าปริมาณโลหะหนักที่สะสมในหอยแมลงภู่มสูงในบริเวณที่ปล่อยโลหะหนักลงสู่ทะเล ดังนั้นปริมาณของโลหะหนักในเนื้อเยื่อจะมี

ความสัมพันธ์กับปริมาณโลหะหนักในสถานที่นั้น โดยสอดคล้องกับธนิกา (2538) ที่รายงานว่าสัตว์ที่กินอาหาร โดยการกรอง เช่น หอยแมลงภู่ และหอยนางรม จึงรับเอาโลหะหนักจากน้ำได้รวดเร็วทั้งในรูปของสารละลาย และสารแขวนลอย และการใช้สิ่งมีชีวิตดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้สภาพมลภาวะของโลหะหนักปริมาณน้อยในทะเล จะให้ผลดี เพราะสิ่งมีชีวิตบริเวณนั้นๆจะรับโลหะหนักจากมวลน้ำ รวมทั้งเป็นตัวสะสมโลหะหนักบริเวณนั้น ในช่วงที่ศึกษาด้วยและสอดคล้องกับแวตตาและคณะ (2530) ได้หาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี และ ทองแดง ในปลาทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่ได้จากสะพานปลาบ้านเพ จังหวัดระยอง พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณสูงในเดือนมิถุนายน จะเห็นได้ว่าปริมาณโลหะหนักมีค่าสูงในช่วงฤดูฝน ทั้งนี้ อภิรติ (2545) ได้วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ สังกะสี แคดเมียม พรอทและตะกั่วใน หอยแครงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.90 ; 0.427 ; 0.312 และ 0.222 มิลลิกรัม/ กิโลกรัม ตามลำดับ และพบความแตกต่างระหว่างฤดูมีผลต่อการสะสมของโลหะหนักอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาการศึกษาเดียวกัน พบว่าปริมาณ แคดเมียม ตะกั่ว และพรอทไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 แสดงว่าสถานีที่เลี้ยงไม่มีผลต่อ ปริมาณของแคดเมียม ตะกั่ว และพรอทที่ปนเปื้อนในหอยแมลงภู่ในแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพร

จากการประมาณค่า WDI ของแคดเมียม ตะกั่ว และพรอทโดยการบริโภคหอยแมลงภู่จากแหล่ง เลี้ยงจังหวัดชุมพรเป็นอาหารในเวลาหนึ่งสัปดาห์ (ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์) ตั้งแต่เริ่มต้นฤดูฝนเดือนมิถุนายน 2554 ถึงปลายฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม 2556 พบว่าปริมาณของแคดเมียม มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เท่ากับ 420 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ โดยในช่วงที่ 1 เดือนพฤศจิกายน 2554 มีค่าเท่ากับ 1,082.186 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ และช่วงที่ 2 เดือนกันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม 2555 มีค่าเท่ากับ 861.560 ; 1,059.814 ; 1,241.646 และ 424.354 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกชุก หนาแน่นในพื้นที่อำเภอเมืองและพื้นที่ใกล้เคียงของจังหวัดชุมพร (สถานีอุตุนิยมวิทยาชุมพร, 2556) ส่วน ปริมาณของตะกั่ว และพรอทในทั้งสองช่วงเวลาที่ทำการศึกษา พบว่ามีค่า WDI ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เท่ากับ 1,500 และ 300 ไมโครกรัม/คน/สัปดาห์ ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณตะกั่ว และพรอท ที่ปนเปื้อนอยู่ใน หอยแมลงภู่จากแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพรยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียม ตะกั่ว และพรอทในหอยแมลงภู่ บริเวณแหล่งเลี้ยงจังหวัดชุมพรช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นฤดูฝนของภาคใต้ ตอนบน ฝนยังไม่ตกชุกมากนัก และช่วงเดือนธันวาคมถึงพฤษภาคม เป็นช่วงที่เข้าสู่ฤดูแล้งของภาคใต้ตอนบน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2556) เป็นช่วงที่มีปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียม ตะกั่ว และพรอทในปริมาณต่ำ ดังนั้น ช่วงเวลาดังกล่าวจึงเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บผลผลิตหอยแมลงภู่ขึ้นมาบริโภคหรือแปรรูปเป็น ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงหอยแมลงภู่ควรวางแผนการเลี้ยงให้เหมาะสม เพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต หอยแมลงภู่ที่ได้ขนาดตรงตามความต้องการของตลาดและทันเวลาก่อนถึงช่วงฤดูมรสุมของภาคใต้ตอนบน คือ เดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน เพื่อให้ได้หอยแมลงภู่ที่มีคุณภาพและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่ง จากการศึกษาค้นคว้าพบว่าเป็นช่วงที่มีปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมในหอยแมลงภู่สูงกว่าค่ามาตรฐานของ โลหะหนักที่ตกค้างในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 พ.ศ.2529 (กระทรวง สาธารณสุข, 2556)

### ข้อเสนอแนะ

การเลี้ยงหอยแมลงภูในจังหวัดชุมพร ควร่อเชื้อหอยตั้งแต่เดือนมกราคม (เดือนกุมภาพันธ์มีลูกหอยชุกชุม) และเก็บเกี่ยวในเดือนสิงหาคม เพื่อหลีกเลี่ยงช่วงฝนตกชุก ซึ่งจะมีโลหะหนักลงสู่ทะเลมาก และควรมีการเฝ้าระวังตรวจสอบการปนเปื้อนของโลหะหนักในสัตว์น้ำอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทราบระดับการปนเปื้อน แนวโน้มของความรุนแรงของปัญหา ทั้งนี้เพื่อหาแนวทางในการบริหารจัดการแหล่งน้ำ แหล่งเลี้ยงหอยแมลงภูและสัตว์น้ำชนิดอื่น และสามารถแจ้งเตือนภัยให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำและประชาชนผู้บริโภคอาหารทะเลได้ทันเวลา

### คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หน่วยตรวจสอบคุณภาพวัตถุอันตราย สุนัขวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งชุมพร และเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิเคราะห์ทางเคมี สุนัขวิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ สุราษฎร์ธานี ที่ช่วยในการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่าง ขอขอบคุณ คุณสุขศรี สัมภาวะผล ผู้อำนวยการสุนัขวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งชุมพร ที่ช่วยตรวจแก้ไขให้เกิดความถูกต้องยิ่งขึ้น และขอขอบคุณผู้มีส่วนช่วยเหลือทุกท่านที่ทำให้งานวิจัยสำเร็จลงด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2556. ความรู้ด้านอุตุนิยมวิทยา : <http://www.tmd.go.th>.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2556. เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีการปนเปื้อน. <http://www.moph.go.th>.
- กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. 2551. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2550. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 92 หน้า.
- จิราภา อุณหเลขกะ จารุวรรณ ถิ่นสังข์จะสกุล นฤมล จันทรแก้ว ศิริ วัตสว่าง สมบูรณ์ โตประสิทธิ์ ปราโมทย์ วนิชาชีวะ และลัดดาวัลย์ โรจนพรรณทิพย์. 2554. การศึกษาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ดีบุกและปรอทที่ปนเปื้อนในหอยแครงและหอยแมลงภูบริเวณอ่าวไทยตอนในปี 2552. วารสารอาหารและยา ปีที่ 18 ฉบับที่ 2/2554 เดือนพฤษภาคม-สิงหาคม 2554. 77 หน้า.
- ทิพย์วรรณ แซ่มา และ วิษณุ นิยมไทย. 2551. การปนเปื้อนโลหะหนักในหอยสองฝาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ บริเวณดอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม.สุนัขวิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. <http://kucon.lib.ku.ac.th>.
- ธนิภา จินตนะพันธ์. 2538. ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของปูม้า. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. 45 หน้า.

- แหววตา ทองระอา พรทิพย์ ตัตตะวะศาสตร์ รวีวรรณ สังขศิลา และ สุพจน์ ฐิตธรรมโม. 2530. การหาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในปลาทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่ได้จากสะพานปลาบ้านเพ จังหวัดระยอง. เอกสารงานวิจัยฉบับที่ 26/2530. กรมประมง. หน้า 6.
- สถานีอุทกนิยามวิทยาชุมพร. 2556. สถิติปริมาณน้ำฝนในจังหวัดชุมพร ปี 2554 - 2556. 4 หน้า.
- สมชาย วิบูลย์พันธ์ ณรงค์ศักดิ์ คงชัย วิวิธนนท์ บุญยัง และทรงฤทธิ์ โชติธรรมโม. 2549. การปนเปื้อนของสารโลหะหนักในสัตว์ทะเลบางชนิดบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 32 หน้า.
- สมชาย วิบูลย์พันธ์ ไพรัช เกชาสิทธิ์ ชุมโชค สิงหราชชัย รัตนา มั่นประสิทธิ์ และทัศนพล กระจ่างดารา. 2551. ปริมาณโลหะหนักในสัตว์ทะเลจากเรือประมงอวนลากและอวนล้อมจับบริเวณน่านน้ำไทย. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 61 หน้า.
- สมสุดา ผู้พัฒนา. 2547. การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยขั้นสูง. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 170 หน้า.
- สิริลักษณ์ มั่นทรัพย์ และ ธงชัย งามประเสริฐวงศ์. 2541. การหาปริมาณโลหะตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) ขนาดต่างๆกันบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 67 หน้า.
- สำนักงานประมงจังหวัดชุมพร. 2553. ยุทธศาสตร์ด้านการประมงจังหวัดชุมพรปี 2555-2558. 210 หน้า.
- อภิรดี เมืองเดช. 2545. ปริมาณโลหะหนักในหอยแครง (*Anadra granosa*) บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง. วารสารวิทยาศาสตร์ กันยายน-ตุลาคม 2545. หน้า 312-323.
- AOAC 2000. Official Method of Analysis. Metals and other elements. Chapter 9. p.16-19.
- Bryan, G.W., G.W. Potts and G.R. Forster. 1977. Heavy Metals in the Gastropod Mollusc *Haliotis tuberculata* (L.) J. Mar. Biol. Ass. U.K. 57 : 379-390.
- Goldberg, E.D., V.T. Bowen, J.W. Farrington, G. Harvey, J.H. Martin, R.W. Riseborough, W. Robertson, E. Schneider and E. Gamble. 1978. The mussel watch. Environ. Conserv. 5 : 101-125.
- Hungspreugs, M. and Yuangthong, C. "The present levels of heavy metals in some molluscs of the Upper Gulf of Thailand", J. of Water, Air & Soil Pollut., 1983, 22(4), 395-402.
- Ikuta, K. 1987. Concentration Thresholds in Accumulation of Heavy Metals by *Haliotis discus* and *Batillus cornutus*. Nippon Suisan Gakkaishi. 53 : 1673-1678.
- Phillips, 1976. The common mussel *Mytilus edulis* as an indicator of pollution by zinc, cadmium, lead and copper II relationship of metals in the mussel to those discharged by industry. Mar.Bio. 38: 71 – 80.
- Phillips, 1977. The use of biological indicator organisms to monitor trace metal pollution in marine and estuarine environments. Environ. Pollut. 13 : 281-317.
- Segar, D.A., Collings, J.D. and Riley, J.P. 1971. The Distribution of the Major and Some Minor Elements in Marine Animals. Part II Molluscs. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 51 : 131-136.

## ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่ามาตรฐานของโลหะหนักที่ตกค้างในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 พ.ศ.2529

| ประเภท                | ระดับของโลหะหนักที่อนุญาตให้มีได้ในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ<br>(มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเปียก) |        |      |
|-----------------------|---|--------|------|
|                       | แคดเมียม  | ตะกั่ว | ปรอท |
| อาหาร                 | -   | 1      | 0.5  |
| ปลา                   | 0.05  | 0.2    | -    |
| กุ้ง (รวมทั้งกุ้ง/ปู) | 2.0   | 0.5    | -    |
| หอยและหมีก            | 2.0   | 1      | -    |

(กระทรวงสาธารณสุข, 2556)

ตารางภาคผนวกที่ 2 สถิติปริมาณน้ำฝนในจังหวัดชุมพร พ.ศ.2554 - 2556

| เดือน                     | ปี 2554<br>(มิลลิเมตร) | ปี 2555<br>(มิลลิเมตร) | ปี 2556<br>(มิลลิเมตร) |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| มกราคม                    | 15.9                   | 327.0                  | 118.3                  |
| กุมภาพันธ์                | 0.4                    | 61.0                   | 61.4                   |
| มีนาคม                    | 470.6                  | 20.8                   | 73.2                   |
| เมษายน                    | 49.1                   | 23.8                   | 189.3                  |
| พฤษภาคม                   | 215.6                  | 152.2                  | 124.2                  |
| มิถุนายน                  | 200.9                  | 259.7                  | 123.7                  |
| กรกฎาคม                   | 214.4                  | 74.8                   | 258.3                  |
| สิงหาคม                   | 135.4                  | 112.4                  |                        |
| กันยายน                   | 178.9                  | 158.4                  |                        |
| ตุลาคม                    | 228.3                  | 221.5                  |                        |
| พฤศจิกายน                 | 247.9                  | 447.7                  |                        |
| ธันวาคม                   | 86.9                   | 224.8                  |                        |
| รวม                       | 2,044.3                | 2,084.1                |                        |
| จำนวนวันที่<br>ฝนตกตลอดปี | 167                    | 163                    | 84                     |

(สถานีอุตุนิยมวิทยาชุมพร, 2556)