การปนเปื้อนของโลหะนิกเกิลและทองแดงในหอยแมลงภู่ บริเวณพื้นที่ ต.อ่างศิลา จ.ชลบุรี

Contamination of Ni and Cu in Green Mussel (*Perna viridis* Linneaus) from Ang-sila, Chonburi Province.

นางสาวผกามาศ ตันศรีสกุล

Miss Pakamas Tunsrisakul

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

0829

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีการศึกษา 2543

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การปนเปื้อนของโลหะนิกเกิลและทองแดงในหอยแมลงภู่บริเวณพื้นที่ ต.อ่างศิลา จ.ชลบุรี
โดย	นางสาวผกามาศ ตันศรีสกุล
ภาควิชา	วาริชศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล

ภาควิชาวาริชศาสตร์ได้พิจารณาปัญหาพิเศษฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการตรวจสอบปัญหาพิเศษ

(ผศ.ดร คเชนทร เฉลิมวัฒน์) ประธาน

(ดร. สุวรรณา ภาณุตระกูล) อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ วิชญา กันบัว) กรรมการ

(อาจารย์ เผชิญโชค จินตเศรณี) กรรมการ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การปนเปื้อนของโลหะนิกเกิลและทองแดงในหอยแมลงภู่ บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี Contamination of Ni and Cu in Green mussel (*Perna viridis* Linneaus) from Ang-sila, Chonburi Province.
ชื่อผู้วิจัย	นางสาวผกามาศ ตันศรีสกุล
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์
ภาควิชา	วาริชศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. สุวรรณา ภาณุตระกูล
ปีการศึกษา	2543

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะนิกเกิลและทองแดงในหอยแมลงภู่ จากบริเวณตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี โดยเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่เป็นเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงเดือนสิงหาคม 2543 แล้วนำไปทำการวิเคราะห์โดยนำตัวอย่างหอยแมลงภู่ไปย่อยด้วยกรดไนตริกเข้มข้น จากนั้นนำไปวิเคราะห์โลหะนิกเกิลและทองแดงด้วยเครื่องอะตอมมิก แอบซอร์บชั่น สเปคโตรมิเตอร์ จากการศึกษาพบว่า ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะนิกเกิลมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.288-4.964 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ส่วนปริมาณการปนเปื้อนของโลหะทองแดงมีค่าอยู่ในช่วง 3.443-5.273 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ปริมาณการปนเปื้อนโลหะนิกเกิลและทองแดงที่ศึกษาจากขนาดของหอยแมลงภู่ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดและเวลาที่เก็บตัวอย่างโดยปริมาณการปนเปื้อนของโลหะทองแดง มีแนวโน้มคงที่ เมื่อหอยแมลงภู่มีขนาดที่เพิ่มมากขึ้น แต่ปริมาณการปนเปื้อนโลหะนิกเกิลมีแนวโน้มลดลงเมื่อหอยแมลงภู่มีขนาดที่เพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการทำการศึกษาในหอยแมลงภู่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ปลอดภัยในการบริโภค

Title	Contamination of Ni and Cu in Green mussel (*Perna viridis* Linneaus) from Ang-sila, Chonburi Province.
Name	Miss Pakamas Tunsrisakul
Name of Degree	Bachelor of Science (B.Sc.)
Department	Aquatic Science
Advisor	Dr. Suwanna Panutrakul
Academic Year	2000

ABSTRACT

Concentration of Nickle and Copper in green mussel (*Perna viridis* Linneaus) collected from Ang-sila, Chonburi Province were studied for six months from March to August 2000. The mussel sample were digested with concentrated nitric acid then determined by Atomic Absorption Spectrometer. Concentration of nickle were found in a range of 1.288-4.964 µg/g dry weight while concentration of copper were found in a range of 3.443-5.273 µg/g dry weight. The concentration of copper in mussel tissue was not change with increasing size of mussel.In contrast the nickle concentration was found decreasing with increasing size of mussel.However, the contamination levels of Nickle and Copper in green mussels *(Perna viridis* Linneaus) were still within the limit that safe for consumption.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ความรู้ ข้อคิดเห็น และคำชี้แนะแนวทางต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้จนสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.สมถวิล จริตควร และท่านอาจารย์ภาควิชาวาริชศาสตร์ทุกๆท่าน ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอน ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ และและดูแลเอาใจใส่มาตลอดจนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวาริชศาสตร์ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้และขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาตลอด

และท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และบุคคลต่างๆในครอบครัวที่ให้การอบรมสั่งสอน ให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้านและเป็นกำลังใจในการศึกษาและทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสาวผกามาศ ตันศรีสกุล

22 กุมภาพันธ์ 2544

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง
กิตติกรรมประกาศ.....จ
สารบัญ.....ฉ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ฌ

บทที่

1 บทนำ.....1
2 การสำรวจเอกสาร..... 3
3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการศึกษา.....14
4 ผลการศึกษาทดลอง.....17
5 อภิปรายผลการทดลอง.....20
6 เอกสารอ้างอิง.....27

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 ค่าเฉลี่ยนิกเกิล (Ni) ทั้ง 3 สถานีตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2543.....18

2 ค่าเฉลี่ยทองแดง (Cu) ทั้ง 3 สถานีตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2543.....18

3 ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนัก Ni และ Cu ในสัตว์ทะเลบางชนิดจากบริเวณต่างๆ..... 23

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. การเกิดอันตรายของโลหะหนักเมื่อเข้าสู่ร่างกาย.....10
2. ค่า Standard ของ Ni และ Cu ในหอยแมลงภู่.....16
3. ค่า Ni ในหอยแมลงภู่ ตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2543.....19
4. ค่า Cu ในหอยแมลงภู่ ตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2543.....19
5. ค่า Ni ในหอยแมลงภู่ที่เปลี่ยนแปลงไปตามขนาด ตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2543.....24
6. ค่า Cu ในหอยแมลงภู่ที่เปลี่ยนแปลงไปตามขนาด ตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2543.....25

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าไปมากมีการนำโลหะมาใช้ในกิจการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี โลหะหนักก็เป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งที่นำเข้ามาใช้ในการผลิตต่างๆ เช่น การใช้โลหะทองแดงในการหลอม เชื่อม หรือบัดกรี หรือการใช้ตะกั่วในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสีและหมึกพิมพ์ต่างๆ เป็นต้น ทำให้โลหะเกิดการแพร่กระจายออกสู่สภาวะแวดล้อมมากขึ้น ทั้งในรูปแบบที่เป็นไอหรือควันและในรูปแบบที่เป็นสารประกอบอินทรีย์หรืออนินทรีย์ของโลหะที่เจือปนอยู่ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ รวมทั้งในน้ำเสียจากแหล่งชุมชน ซึ่งในที่สุดก็จะถูกพัดพาและไหลไปรวมกันในทะเลแล้วเกิดการแพร่กระจายเข้าไปสู่ตะกอนพื้นทะเลรวมทั้งสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแหล่งน้ำบริเวณนั้นๆ ซึ่งการที่เราจะทราบปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักที่สะสมในสิ่งมีชีวิตในทะเลว่ามีปริมาณที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายได้นั้นก็ต้องวัดจากสิ่งมีชีวิตที่มีการดำรงชีวิตอยู่กับที่เพื่อจะได้ค่าที่แน่นอน เพราะฉะนั้นหอยแมลงภู่ก็อาจเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่เราสามารถที่จะวัดค่าการสะสมของโลหะหนักได้เพราะหอยแมลงภู่จะอาศัยเกาะติดกับวัสดุหรือไม้อยู่กับที่ ทำให้ค่าที่ได้มีความแน่นอนมากขึ้น

หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) เป็นหอยสองฝาชนิดหนึ่งอาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลและอ่าวบริเวณใกล้ปากแม่น้ำ ซึ่งมีน้ำจืดไหลลงไปถึงและมีหาดเป็นโคลนหรือโคลนปนทราย พบมากบริเวณจังหวัดชลบุรี สมุทรปราการ ฉะเชิงเทรา สมุทรสาคร สมุทรสงคราม ในปัจจุบันนี้มีการขยายและแพร่พันธุ์ไปเลี้ยงบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก เช่นที่ จ.สุราษฎร์ธานี ชุมพร เป็นต้น ซึ่งหอยแมลงภู่นี้อาศัยอยู่เกาะติดกับไม้หรือวัสดุอื่นๆและสามารถที่จะสร้างระยางค์หรือยม (Byssus) เกาะติดวัสดุได้ใหม่เมื่อถูกแกะหรือหลุดออกมาแล้วและกินอาหารโดยการกรองกินอาหารจาก แพลงก์ตอนพืช และสัตว์ขนาดเล็กเป็นอาหาร หอยแมลงภู่ นับว่าเป็นสัตว์ที่ทำรายได้เข้าประเทศในแต่ละปีแล้วจำนวนไม่น้อยเลย เช่นในปี 2522 สามารถส่งหอยแมลงภู่เป็นปริมาณ 253.8 ตัน คิดเป็นมูลค่า 9,569,000 บาท แยกเป็นหอยแมลงภู่แห้ง 247.5 ตัน มูลค่า 8,895 บาท หอยแมลงภู่สดแช่แข็ง 6.3 ตัน มูลค่า 634,000 บาทแยกเป็นหอยแมลงภู่แห้ง 125 ตัน มูลค่า 5,085,000 บาท หอยแมลงภู่สดแช่แข็ง คิดเป็นมูลค่า 12,000 บาท ในปัจจุบันยังมีลู่ทางในการส่งออกได้อีกเป็นอันมาก เพราะหอยแมลงภู่เป็นสัตว์น้ำที่เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว ใช้ต้นทุนต่ำ และสามารถใช้แรงงานของสมาชิกใน

ครอบครัวเพื่อทำการเลี้ยงเพื่อเป็นธุรกิจขนาดเล็กๆในครอบครัวได้ (กรมประมง, 2536) เพราะฉะนั้นถ้าหอยแมลงภู่เกิดการปนเปื้อนสารพิษหรือโลหะหนักเข้าไปสู่ร่างกายของมันแล้ว เมื่อมีผู้นำไปบริโภคก็อาจจะเกิดการสะสมทำให้เกิดอันตรายตามมาได้

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1.เพื่อตรวจสอบปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักนิกเกิลและทองแดงในหอยแมลงภู่จากพื้นที่เพาะเลี้ยง ต.อ่างศิลา จ.ชลบุรี

2.เพื่อศึกษาว่าการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ในแต่ละช่วงเดือนมีผลต่อระดับการปนเปื้อนของนิกเกิลและทองแดง หรือไม่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการศึกษาทำให้ทราบถึงระดับการปนเปื้อนของโลหะนิกเกิลและทองแดงในตัวหอยแมลงภู่ ซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงความเป็นพิษที่จะเกิดกับสัตว์ทะเลและมนุษย์ และนำข้อมูลที่ได้เป็นพื้นฐานในการพิจารณาถึงโลหะหนักในน้ำที่ถูกปล่อยออกจากโรงงานและชุมชนใกล้เคียง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาผลของโลหะหนักชนิดอื่นต่อไป

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1.หอยแมลงภู่มีการปนเปื้อนโลหะนิกเกิลและทองแดง

2.การสะสมตัวของโลหะนิกเกิลและทองแดงเพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่หรือเพิ่มขึ้นตามขนาดที่เพิ่มขึ้น

ขอบเขตการศึกษาค้นคว้า

การทดลองนี้จะวิเคราะห์นิกเกิลและทองแดงที่สะสมในหอยแมลงภู่ จากแหล่งเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ ต.อ่างศิลา จ.ชลบุรี ซึ่งมีการเก็บ 3 จุด ในเวลาเดือนละครั้ง โดยเก็บตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2543 และทำการวิเคราะห์ถึงปริมาณความเข้มข้นที่อาจมีผลกระทบต่อหอยแมลงภู่และมนุษย์ต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 2

สำรวจเอกสาร

ชีววิทยาของหอยแมลงภู่

หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) เป็นหอยสองฝาชนิดหนึ่งอยู่ใน Phylum Mollusca Class Bivalvia Family Mytilidae หอยแมลงภู่จะอาศัยเกาะติดอยู่กับไม้หรือวัสดุอื่นๆและสามารถสร้างราก (Byssus threads) เกาะติดกับวัสดุได้ใหม่เมื่อถูกแกะหรือหลุดออกมาแล้ว เปลือกของหอยแมลงภู่นั้นค่อนข้างบาง ลักษณะคล้ายรูปช้อนยาว ก้นหอยอยู่เยื้องไปทางด้านบน เท้าเป็นรูปท่อเล็ก (สุรินทร์ มัจฉาชีพ, 2526) เปลือกทั้งสองข้างมีขนาดเท่ากัน ภายนอกมีสีเขียว เมื่อเปิดดูภายในจะมีลักษณะมันวาว มีกล้ามเนื้อใหญ่ 1 อัน ช่วยทำหน้าที่ในการเปิดปิดเปลือก มีส่วนรังไข่และสเปิร์มกระจายอยู่ทั่วบริเวณ mantle มีเหงือก 2 คู่ อยู่ทางด้านซ้ายและขวายาวเกือบตลอดตัว ช่วยในการกรองอาหาร หายใจ และขับถ่ายของเสีย ลำตัวจะเป็นเนื้อเยื่ออ่อนนุ่มปกคลุมอวัยวะต่างๆไว้ (ธนิษฐา จงพีร์เพียร, 2523) หอยแมลงภู่กินอาหารด้วยการกรอง เช่นเดียวกับ หอยสองฝาชนิดอื่นๆ อัตราการกรองอาหารของหอยสองฝาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความหนาแน่นของเซลล์แพลงก์ตอนพืช สำหรับการกรองอาหารของ *Mytilus edulis* พบว่าหากมีความเข้มข้นของเซลล์สาหร่าย 5.0x10 เซลล์ต่อลิตร หอยกรองน้ำเป็นปริมาตร 3 ลิตรต่อชั่วโมงต่อตัว แต่ที่ความเข้มข้น 2.0x10 เซลล์ต่อลิตร อัตราการกรองน้ำของหอยลดลงเป็น 0.5 ลิตรต่อชั่วโมงต่อตัว(คเชนทร เฉลิมวัฒน์, 2538)

เพศ ฤดูการผสมพันธุ์วางไข่ของหอยแมลงภู่

การผสมพันธุ์ของหอยโดยเฉพาะหอยสองฝาเป็นการผสมพันธุ์ชนิดปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาปฏิสนธิภายนอกได้ไซโกตซึ่งจะเจริญไปเป็นตัวอ่อนที่ไม่มีเปลือกเรียกว่า โทรโคฟอร์ (trochophore) ตัวอ่อนชนิดนี้คงอยู่เป็นเวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมงแล้วสร้างเปลือกพร้อมกับอวัยวะที่ใช้ว่ายน้ำและกรองอาหารจากน้ำ เรียกว่า วีลั่ม (velum) ตัวอ่อนระยะนี้เรียกว่า วีลิเจอร์ (veliger) โดยจะว่ายหาอาหารในน้ำ มีสภาพเป็นแพลงก์ตอนชนิดที่เรียกว่า เมอโรแพลงก์ตอน (meroplankton) ซึ่งหมายถึงตัวอ่อนที่มีวิถีชีวิตเป็นแพลงก์ตอนเพียงชั่วคราวเท่านั้นโดยมากเมอโร

แพลงก์ตอนเป็นตัวอ่อนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ซึ่งตัวเต็มวัยเป็นสัตว์หน้าดิน เมื่อวีลิเจอร์ใกล้จะลงเกาะหลังจากเป็นแพลงก์ตอนอยู่ 10-60 วัน (แล้วแต่ชนิดของหอยและถิ่นที่อยู่อาศัย) ก็จะมีเท้าพัฒนาขึ้นตัวอ่อนของหอยในระยะนี้เรียกว่า เพดิวีลิเจอร์ (pediveliger) ตัวอ่อนของหอยนางรมที่ลงเกาะใหม่ๆ เรียกว่า สแปทท์ (spat) ส่วนตัวอ่อนของหอยสองฝาและหอยฝาเดียวชนิดอื่นไม่มีศัพท์เฉพาะเรียกระยะที่ลงเกาะใหม่ๆ (คเชนทร เฉลิมวัฒน์, 2538)

การสังเกตเพศอย่างง่ายสำหรับหอยแมลงภู่นั้นพิจารณาจากสีของรังไข่ และสเปิร์มบริเวณเนื้อเยื่อ mantle ถ้าหอยแมลงภู่มีความสมบูรณ์เพศจะพบว่า รังไข่ของเพศเมียจะมีสีส้มแดงเด่นชัด ส่วนในเพศผู้จะมีสีครีมหรือสีขาว ซึ่งในการตรวจที่แน่นอนเราจะนำเอาไข่และสเปิร์มไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยไข่จะมีลักษณะค่อนข้างกลม ส่วนสเปิร์มจะมีขนาดเล็กมากและว่ายน้ำอย่างรวดเร็ว

การผสมพันธุ์และวางไข่ของหอยแมลงภู่ เป็นพวกที่ออกลูกเป็นไข่ (oviparous) คือไข่ที่ปล่อยออกมาผสมกับสเปิร์มภายนอกในทะเล (External fertilization) (ศิริอร ธุรกิจ, 2530)

จากการศึกษาวัฏจักรการสืบพันธุ์ของหอยแมลงภู่ที่ แสมขาว ฉะเชิงเทรา ของธนิฎฐา จงพีร์เพียร (2523) พบว่า หอยจะใช้เวลาในการเจริญพันธุ์ประมาณ 1 เดือน (พฤษภาคมและมิถุนายน) เซลล์สืบพันธุ์ก็จะแก่จัดและสามารถวางไข่ได้ โดยจะวางไข่ในเดือนกรกฎาคม-กันยายน ซึ่งจัดเป็นการวางไข่ช่วงแรกในรอบปี พอเดือนตุลาคมก็จะเริ่มวัฏจักรการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ช่วงที่สองโดยจะใช้เวลา 1 เดือน ก็จะวางไข่ได้อีกในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งจะมีช่วงยาวไปถึงเดือนกุมภาพันธ์ของอีกปี พบว่าลูกหอยจะมีความหนาแน่นมากในเดือนกันยายนและชาวประมงก็จะทำการล่อลูกหอยกันมาก (บรรจง เทียนส่งรัศมี, 2517)

<u>การเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่</u>

เมื่อไข่และสเปิร์มถูกปล่อยออกมาจากหอยแมลงภู่เพศเมียและเพศผู้แล้วจะเกิดการปฏิสนธิกัน ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วจะมีขนาด 45-55 ไมครอน และจะพัฒนาไปเรื่อยๆในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำทะเลความเค็ม 27-29 ในพันส่วน pH 7.5-7.8 ความหนาแน่นประมาณ 10-20 ฟองต่อลบ.ซม. ให้อากาศเบาๆ จากผลการวิจัยของกรมประมงรายงานดังนี้

อายุ 8-12 ชั่วโมง ฟักเป็นตัว มีขนรอบตัว เคลื่อนที่ได้ เรียกว่า ระยะ Trochophore มีขนาด 55-65ไมครอน

อายุ 24 ชั่วโมง เริ่มมี ciliated vetum เรียกระยะนี้ว่า D-cinge veliger มีขนาด 65-95 ไมครอน ระยะนี้จะเริ่มกินอาหารได้

ลูกหอยแมลงภู่สามารถเป็นตัวอ่อนว่ายอยู่ในน้ำได้เป็นเวลานาน หากไม่พบพื้นที่ๆเหมาะสมสำหรับลงยึดเกาะ เมื่อพบพื้นที่เหมาะสมแล้วจะสามารถลงเกาะทันที ซึ่งการลงเกาะจะมี 2 ขั้นตอน เริ่มด้วยการใช้เท้าคลานไปบนพื้นที่สลับกับการว่ายน้ำขึ้นลง เมื่อพบพื้นที่เหมาะสมจะทำการยึดเกาะโดยใช้ราก (byssus threads)เมื่อเกาะแล้วลูกหอยจะแปรสภาพ (metamorphosis) เป็นหอยวัยอ่อนที่มีรูปร่างลักษณะและพฤติกรรมเหมือนตัวเต็มวัย เท้าของหอยแมลงภู่จะมีขนาดเล็กและไม่ได้ใช้ในการเคลื่อนที่ วีลั่มของลูกหอยจะหายไปและเปลี่ยนมากรองน้ำและอาหารรวมทั้งหายใจโดยใช้เหงือกที่เรียกว่า เทนิเดียม (ctenidium)

<u>การกินอาหารและระบบทางเดินอาหารของหอยแมลงภู่</u>

หอยแมลงภู่เป็นสัตว์น้ำที่มีการดำรงชีวิตเกาะอยู่กับที่ เคลื่อนที่ไปได้ช้ามาก อาหารส่วนใหญ่จึงเป็นพวกแพลงก์ตอน โดยจะเป็นพวกพืชและสัตว์น้ำขนาดเล็ก พวกจุลินทรีย์ในน้ำ ในโคลนและที่อาศัยอยู่กับเสาที่หอยแมลงภู่เกาะอยู่ หรือตลอดจนสิ่งเน่าเปื่อย ซากพืช ซากสัตว์ (Detritus)ที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ กระแสน้ำจะเป็นตัวพัดพาอาหารที่อยู่ในมวลน้ำทะเลเข้ามาสู่แหล่งที่ตัวหอยอาศัยอยู่ หอยแมลงภู่จะดูดน้ำเข้ามาที่ช่องว่างภายในลำตัว(mantle cavity) เพื่อกรองอาหาร โดยจะมีขนบนซี่เหงือกคอยโบกพัดอาหารเข้ามาและอาหารก็จะติดอยู่ตรงซี่เหงือก อาหารหรือสิ่งต่างๆที่มีขนาดใหญ่ เช่น เม็ดหิน เม็ดทรายต่างๆ จะไม่สามารถเข้าไปได้ก็จะหลุดจากเหงือกไปอยู่ตรงขอบของเยื่อหุ้มเซลล์(mantle)แล้วจึงออกสู่ภายนอกทางท่อน้ำออก ส่วนอาหารที่มีขนาดเล็กจะติดอยู่บนเหงือก ตรงบริเวณเหงือกก็จะมีเซลล์บางกลุ่มสร้างเมือกออกมาเพื่อจะจับยึดอาหารเอาไว้ จากนั้นอาหารก็จะถูกส่งไปที่ริมฝีปาก(labial pulp) โดยการพัดโบกของขนบนซี่เหงือก ตรงบริเวณริมฝีปากจะมีการคัดเลือกขนาดของอาหารอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะถูกส่งต่อไปที่ช่องปาก เข้าสู่หลอดอาหารและลงสู่กระเพาะเพื่อทำการย่อยและดูดซึมเข้าไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายให้เจริญเติบโตต่อไป

<u>การเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่</u>

การเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่มีอยู่ 5 แบบด้วยกัน คือ

1. การเลี้ยงแบบหว่านบนพื้นทะเล (bottom culture)
2. การเลี้ยงโดยใช้แพ (raft culture)
3. การเลี้ยงโดยใช้เชือก (long-line culture)
4. การเลี้ยงกับเสาไม้ (buchot culture)
5. การเลี้ยงกับลำไม้ไผ่ (bamboo pole culture)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1. การเลี้ยงแบบหว่านบนพื้นทะเล

การเลี้ยงแบบนี้มีในประเทศเนเธอร์แลนด์และเยอรมันนี หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงคือ *Mytilus edulis* การเลี้ยงแบบนี้ผู้เพาะเลี้ยงจะเก็บลูกหอยขนาดความยาวเปลือกไม่เกิน 2 เซนติเมตร จากที่ต่างๆในธรรมชาติมาหว่านไว้ในที่เดียวกัน การเก็บลูกหอย การหว่าน และการเก็บเกี่ยวผลผลิตใช้เรือขนาดใหญ่และมีเครื่องทุ่นแรงอย่างดี เรือเก็บหอยในประเทศเนเธอร์แลนด์สามารถเก็บหอยได้ 15 ตันต่อชั่วโมง ในประเทศสหรัฐฯในรัฐเมน (Maine) มีการทดลองเลี้ยง *Mytilus edulis* บนพื้นทะเลแล้วพบว่าได้ผลดี ผลผลิตที่ได้ประมาณ 2 ตันต่อไร่

2. การเลี้ยงโดยใช้แพ

การเลี้ยงแบบนี้ทำเป็นล่ำเป็นสันในประเทศสเปนซึ่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ชนิด *M.galloprovincialis* การเลี้ยงหอยแมลงภู่โดยใช้แพในประเทศอื่นก็มี เช่น เวเนซุเอลา เลี้ยงหอย *Perna perna* อย่างไรก็ตามประเทศสเปนเป็นผู้ผลิตหอยแมลงภู่รายใหญ่ที่สุดในยุโรปและเป็นที่ 2 ในโลกรองจากสาธารณรัฐประชาชนจีน การเลี้ยงในประเทศสเปนมีในอ่าว กาลิเซีย (Galicia)

3. การเลี้ยงโดยใช้เชือก

การเลี้ยงแบบนี้มีในประเทศแคนาดา สวีเดน และสาธารณรัฐประชาชนาจีน หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงเป็นชนิด *Mytilus edulis* การเลี้ยงแบบใช้เชือกกระทำโดยขึงเชือกเส้นยาวไว้ในแนวขนานใต้พื้นทะเลประมาณ 1 เมตร แล้วมีเชือกในแนวดิ่งซึ่งมีหอยเกาะอยู่ห้อยจากเชือกเส้นยาวในแนวตั้งฉาก บนเชือกเส้นยาวที่ขนานกับพื้นน้ำมีทุ่นผูกเป็นระยะเพื่อรับน้ำหนักหอย ปลายของเชือกเส้นยาวผูกติดกับสมอขนาดใหญ่ การเลี้ยงแบบใช้เชือกให้ผลผลิตสูง และเป็นระบบที่ทนต่อดินฟ้าอากาศในแถบหนาวที่มีน้ำแข็งบนพื้นน้ำ โดยทั่วไปพื้นที่ๆทำการเพาะเลี้ยงต้องเป็นบริเวณที่น้ำลึกและค่อนข้างนิ่ง

4. การเลี้ยงกับเสาไม้

การเลี้ยงแบบนี้มีในประเทศฝรั่งเศสเพียงแห่งเดียวเท่านั้น หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงคือ *Mytilus edulis* ชาวฝรั่งเศสนิยมเลี้ยงหอยแบบนี้บริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกในที่ๆมีความแตกต่างของน้ำขึ้นน้ำลงมากๆ บางพื้นที่ระดับน้ำอาจต่างกันถึง 10 เมตร กระแสน้ำจะพัดพาอาหารมาสู่หอยได้เป็นอย่างดีทำให้หอยโตเร็ว เสาที่ใช้ (buchot) เป็นเสาไม้เนื้อแข็งเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 ฟุต และสูงจากพื้นดินขึ้นมาประมาณ 2-3 เมตร ผู้เลี้ยงจะนำลูกหอยซึ่งเกาะติดกับเชือกซึ่งใช้ตักลูกหอยมาพันกับเสาไม้อีกทีหนึ่ง การเลี้ยงแบบนี้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้โดยใช้เวลา 1-2 ปี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. การเลี้ยงกับลำไม้ไผ่

การเลี้ยงแบบนี้มีในประเทศไทย และฟิลิปปินส์ หอยที่เลี้ยงเป็นชนิด *Perna viridis* (ชื่อเก่า *Mytilus smaragdinus)* ชาวประมงจะนำเสาไม้ไผ่ขนาดต่างๆมาปักในทะเลที่มีน้ำตื้น ในประเทศไทยเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบนี้ใน จ.เพชรบุรี ชลบุรี และฉะเชิงเทรา โดยฟาร์มหอยมีขนาดใหญ่ที่สุดใน จ.เพชรบุรี ในจังหวัดนี้ ฟาร์มหนึ่งอาจใช้ลำไม้ไผ่ถึง 200,000 ลำ ใน จ.สมุทรสงคราม หอยแมลงภู่เป็นผลพลอยได้จากการทำโป๊ะการเลี้ยงหอย *P.viridis* ในฟิลิปปินส์มีมากในอ่าวบาคัว (Bacoor Bay)

การเลี้ยงหอยแมลงภู่ไม่ว่าชนิดใดในโลกอาศัยลูกหอยจากแหล่งธรรมชาติ ไม่มีการเพาะลูกหอยในโรงเพาะเลี้ยง เพราะไม่คุ้มทุน ลูกหอยแมลงภู่ยังสามารถได้มาจากธรรมชาติเป็นจำนวนมาก

<u>สาเหตุที่เลือกหอยแมลงภู่</u> (***Perna viridis***) เป็นตัวแทนมาศึกษา เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะสม คือ (จรมัน ว่องวิทย์ , 2525)

1. เป็นสิ่งมีชีวิตที่สะสมสารมลพิษโดยไม่ตาย ระหว่างที่ศึกษา
2. เป็นสิ่งมีชีวิตที่เป็นตัวแทนในบริเวณพื้นที่ที่เก็บ
3. เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีอย่างชุกชุมในบริเวณที่ศึกษา
4. เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีอายุยืนพอสมควร
5. เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดพอสมควร มีเนื้อเยื่อเพียงพอที่จะใช้ศึกษา
6. เป็นตัวสหสัมพันธ์ระหว่างสารพิษในเนื้อเยื่อกับค่าเฉลี่ยของสารพิษในบริเวณนั้น

โลหะหนัก

โลหะหนัก คือ โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 5 ขึ้นไป มีน้ำหนักอะตอมค่อนข้างสูง ส่วนมากอยู่ในกลุ่มของ transition elements แต่มีบางธาตุที่อยู่ในกลุ่มของ representative elements ที่มีคุณสมบัติค่อนในทางอโลหะ (วรรณพร แจ้งปิยรัตน์, 2536 อ้างถึง Van Nostrand's Scientific Encyclopedia, 1976) ให้ความหมายของคำว่า โลหะหนัก ว่า เป็นโลหะที่มีคุณสมบัติเหมือนกับโลหะอื่นทั่วไปในการนำไฟฟ้า นำความร้อน มีความวาว ความเหนียว การสะท้อนแสง มีค่าเลขออกซิเดชันได้หลายค่า สามารถรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ ได้สารประกอบใหม่ที่เสถียรกว่าเดิมและสะสมในสิ่งมีชีวิตได้โดยขบวนการทางชีวภาพ ถ่ายทอดตามห่วงโซ่อาหาร ทำให้เกิดพิษของโลหะหนักขึ้นได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

มนุวดี หังสพฤกษ์ (2532) อ้างถึง Fergusson (1989) กล่าวว่า โลหะหนักเป็นโลหะที่มีอยู่ล้นเหลือในชั้นเปลือกโลก และถูกนำมาใช้ต่างๆ โดยเฉพาะในแหล่งชุมชน โลหะหนักเหล่านี้สามารถเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต รวมทั้งเป็นตัวแสดงถึงความซับซ้อนของกระบวนการทางชีวะ-ธรณี-เคมี

มนุวดี หังสพฤกษ์ (2532) อ้างถึง Burton and Liss (1976) กล่าวว่าโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำไม่สามารถสลายตัวโดยขบวนการทางธรรมชาติได้ และบางส่วนจะตกตะกอนสะสมอยู่ในดินตะกอน ซึ่งนอกจากจะมาจากกระบวนการการผุพังของหิน ดิน ตามธรรมชาติแล้วส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic discharge) ที่ปล่อยโลหะหนักเข้าสู่สิ่งแวดล้อม อันได้แก่

1. การรั่วของโลหะหนักออกมากับฝุ่นละอองจากระบบฟอกอากาศ รวมทั้งของเสียจากกระบวนการทางเคมีที่ปล่อยออกมาภายนอกจากอุตสาหกรรมเกี่ยวกับแร่และโลหะ
2. มีการนำโลหะและสารประกอบของโลหะมาใช้ประโยชน์ เช่น สารประกอบทองแดงที่ใช้ในการเคลือบผิวของโลหะ สังกะสีใช้ในการเคลือบผิวเหล็กกล้าเพื่อป้องกันการเกิดสนิม และ tetraethyl lead ที่ใช้เติมในแก๊สโซลีน กันการ knock ของเครื่องยนต์ เป็นต้น ของเสียที่ปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อมจะมีโลหะนี้ปนเปื้อนด้วย
3. จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ (fossil fuel) โดยในเชื้อเพลิงเหล่านี้มี arsenic, zinc, cadmium, copper (จากถ่านหิน), nickle และ vanadium (ในน้ำมัน)
4. จากขยะและเหมืองแร่ ซึ่งนับว่าก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของโลหะอีกประการหนึ่ง บริเวณที่มีการขุดแร่หรือเป็นแหล่งแร่จะมีโลหะหนักในตะกอนสูง

สารมลพิษที่เป็นสารอนินทรีย์ ได้แก่ โลหะหนัก เช่น ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม รวมทั้งโลหะที่มีในปริมาณน้อยแต่อาจมีความเป็นพิษสูงเนื่องจากเป็นส่วนประกอบของ เมทแทลโลโปรตีน และเอนไซม์ ตัวอย่างของโลหะพวกนี้ได้แก่ ทองแดง และสังกะสี โลหะหนักเข้าสู่ระบบนิเวศจากการชะล้างผ่านดินและจากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม โลหะหนักบางชนิดก็เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิต ซึ่งเรียกว่าเป็น Essential Elements เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี แมงกานีส ซึ่งจำเป็นต่อการทำงานของเอนไซม์ในร่างกาย ถ้าขาดโลหะเหล่านี้จะให้การทำงานของเอนไซม์เกิดขึ้นได้ไม่เต็มที่ แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ และเกิดเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตได้โดยการสะสม ซึ่งสะสมอยู่ภายในเนื้อเยื่อเริ่มตั้งแต่ปริมาณน้อยๆ และเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงขีดที่ร่างกายจะแสดงออกมา เรียกว่า เป็นพิษเรื้อรัง แต่ถ้าได้รับในปริมาณมากๆ ร่างกายจะแสดงผลออกมาทันที ซึ่งเรียกว่า เป็นพิษเฉียบพลัน (กนกฝน ทศานนท์, 2536)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สิ่งมีชีวิตในวัยอ่อนมักมีความทนทานต่อโลหะหนักน้อยกว่าตัวเต็มวัยโลหะที่เป็นพิษสูง ได้แก่ ปรอท โลหะที่เป็นพิษปานกลางได้แก่ ทองแดง สังกะสี นิกเกิล ตะกั่ว และแคดเมียม โลหะหนักบางชนิดเช่น แมงกานีส มีความเป็นพิษน้อย (สมถวิล เดชะพรหมพันธุ์ , 2527)

อย่างไรก็ตามโลหะหนักที่เป็นพิษน้อยอาจมีผลทางอ้อมต่อการผสมพันธุ์ เช่นทองแดงในปริมาณ 15 ไมโครกรัมต่อลิตร สามารถยับยั้งการสังเคราะห์ RNA ของตัวอ่อนของปลาเทร้าท์ (ขวัญเนตร สบายใจ, 2538)

สมถวิล เดชะพรหมพันธุ์ (2527) อ้างถึง Doudoroff and Katz (1953); Hynes (1963); Naylor (1965); Calabrese et al (1977); Edgren and Notter (1980); Huisman et al (1980) ว่าความเป็นพิษของโลหะหนักจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจน ที่ละลายอยู่ในน้ำ สารพิษและเกลือของสารต่างๆที่ละลายอยู่ในน้ำตลอดจนช่วงชีวิตของสัตว์ ส่วนปริมาณความเข้มข้นของโลหะในหอยพบว่าหอยที่มีขนาดใหญ่จะมีการสะสมของโลหะทุกชนิดในปริมาณที่สูงกว่าในหอยขนาดเล็กและสำหรับผลของโลหะหนักที่มีต่อหอยที่โตเต็มวัยนั้น

สมถวิล เดชะพรหมพันธ์ (2527) อ้างถึง Brung (1969) ว่า หอยที่โตเต็มวัยสามารถสะสมโลหะหนักได้ในปริมาณที่สูงโดยที่มันไม่ตาย

<u>อันตรายจากโลหะหนัก</u>

โลหะหนักเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะก่อให้เกิดพิษภัยร้ายแรงเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆต่อไปนี้

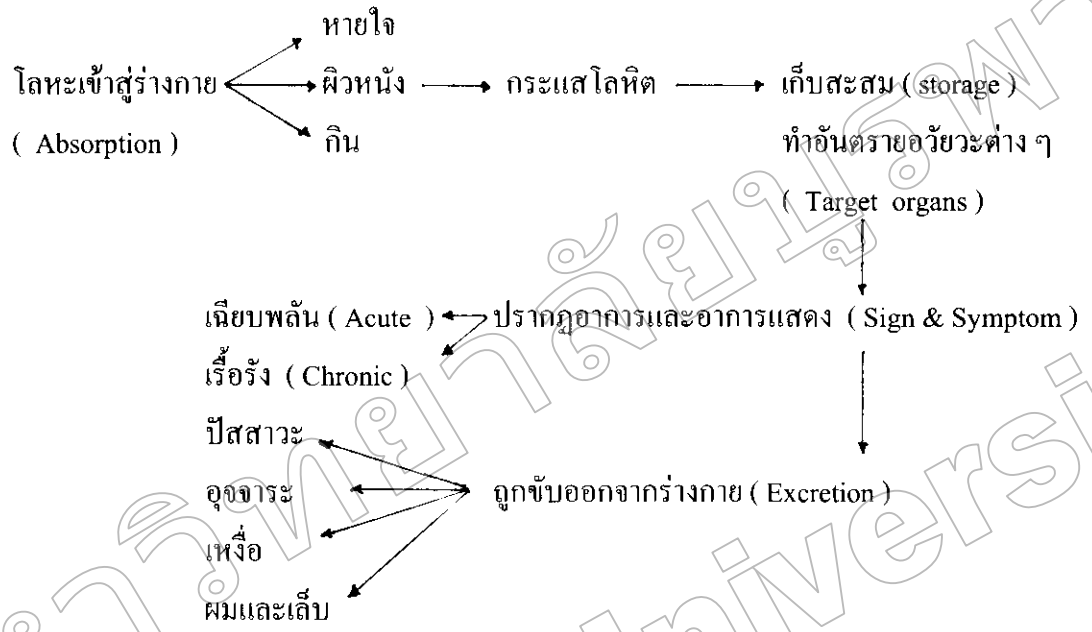
1. คุณสมบัติของโลหะหนักนั้น ๆ เช่น ความสามารถในการละลายและรูปแบบของสารประกอบทางเคมี
2. ขนาดหรือปริมาณที่ได้รับ
3. ระยะเวลาที่ได้รับ
4. ความแตกต่างของความต้านทานในแต่ละบุคคล
5. อายุ
6. มาตรการป้องกันในการใช้สารเคมี

โลหะหนัก เมื่อเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าจะทางการหายใจ ทางผิวหนัง หรือทางปาก โดยการรับประทานไปกับอาหารหรือน้ำดื่มก็ตาม จะเข้าสู่กระแสโลหิตและไปทำอันตรายอวัยวะต่าง ๆ ปรากฏอาการเฉียบพลันหรืออาการเรื้อรังแล้วแต่ปริมาณที่ได้รับเข้าไป และบางส่วนอาจถูกขับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ออกจากร่างกายทางปัสสาวะ อุจจาระ หรือทางเหงื่อ หรืออาจสะสมอยู่ในเส้นผมและเล็บได้ดังรูปที่ 1

<u>รูปที่ 1</u> แสดงการเกิดอันตรายของโลหะหนักเมื่อเข้าสู่ร่างกาย



ในกรณีที่ได้รับโลหะหนักในปริมาณมาก

ทองแดง: ทำให้เกิดโรควิลสัน ทำให้ตับถูกทำลาย ทำให้สมอง กระจกตาและไตพิการได้

นิกเกิล : เป็นสารที่สามารถก่อมะเร็งได้

ตะกั่ว : จะทำให้ความดันในกระโหลกศีรษะสูงขึ้น เกิดภาวะสมองบวมและโลหิตจาง อาจตายได้

สังกะสี : จะทำลายอวัยวะภายใน ทำให้เกิดโรคโลหิตจาง การทำงานของไตและตับล้มเหลวเกิดความผิดปกติของโครโมโซม ทำให้โครโมโซมหัก

แมงกานีส : สำหรับพืชจะไปทำลายฮอร์โมนออกซิน (Auxin) สำหรับสัตว์และมนุษย์มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง ปอด ตับ ตับอ่อนไต และลำไส้ จนถึงขั้นเป็นอัมพาตตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

นิกเกิล (Nickle ; Ni)

นิกเกิล เป็นธาตุแทรนซิชัน อยู่ในกลุ่ม 8 คาบที่ 4 มีเลขอะตอมมิกเท่ากับ 28 (กฤษณา ชุติมา, 2539)

นิกเกิลเป็นโลหะที่มีความต้านทานต่อการเกิดออกซิเดชัน และการกัดกร่อนสูงเป็นโลหะที่มีสีขาวสวยงาม มีความเหนียว และอ่อนตัวสูง สามารถขึ้นรูปเย็นได้ง่าย นอกจากนี้นิกเกิลสามารถละลายกับโลหะอื่นได้ง่ายและให้สารละลายของแข็งที่มีความเหนียว ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของนิกเกิลจะใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กกล้าไร้สนิมและเหล็กกล้าผสม ส่วนที่เหลือจะใช้ทำโลหะนิกเกิลผสมที่ใช้ในงานพิเศษที่ทนการกัดกร่อนสูงๆ และใช้เคลือบผิวเหล็ก (Electroplating)โดยอาศัยคุณสมบัติทนการกัดกร่อนและให้สารละลายของแข็งได้ง่าย เมื่อพิจารณาด้านสมบัติเชิงกลจะพบว่ามีคุณสมบัติเทียบเท่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ที่เหนือกว่าตรงที่สามารถรักษาความเหนียวได้ดีในช่วงอุณหภูมิ คุณสมบัติตัวนำไฟฟ้าของนิกเกิลจะไม่สูงเท่าทองแดงและอลูมิเนียม แต่ก็สูงพอที่จะใช้ได้ในบางกรณีที่ขั้วสายหรือเทอร์มินอลในงานอิเล็กทรอนิกส์ ในบรรยากาศถ้ามีแก๊สของกำมะถันอยู่ด้วยจะมีส่วนทำให้นิกเกิลขาดความต้านทานที่ดี และบางทีอาจจะเปราะแตกง่าย ส่วนใหญ่จะไม่ใช้นิกเกิลในสภาพโลหะบริสุทธิ์ เพราะมีราคาสูง นิกเกิลเป็นธาตุที่เชื่อกันว่ามีปริมาณมากในบริเวณ ใจกลางของโลกแต่บริเวณผิวโลกพบแหล่งแร่ของนิกเกิลจำนวนน้อย มีไม่กี่แห่งในโลกที่พบแหล่งแร่นิกเกิลที่มีปริมาณสูงในเชิงพาณิชย์ ประเทศที่พบแหล่งแร่ของนิกเกิลที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศ แคนาดา และแถบภาคกลางของประเทศรัสเซีย แร่นิกเกิลที่พบจะอยู่ในรูปของซัลไฟด์ซึ่งจะปนอยู่กับแร่ทองแดง โคบอลต์ และแร่โลหะที่อยู่ในกลุ่มของแพลทินัม (แพลเลเดียม,ออสเนียม เป็นต้น) แร่นิกเกิลที่พบจะมีนิกเกิลอยู่ระหว่าง 0.8–5.5 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นทองแดง โคบอลต์ และเหล็กอีกเล็กน้อย ประเทศไทยยังไม่ปรากฏพบแร่นิกเกิลที่ใด มีเพียงข่าวที่ไม่เป็นทางการพบแร่นิกเกิลที่จ.น่าน บนภูเขาบริเวณชายแดนไทย-ลาว (มนัส สถิรจินดา, 2538)

ปัจจุบัน นิกเกิลเป็นโลหะที่ใช้แพร่หลายมากที่สุดในการเคลือบไฟฟ้า (electroplating) และทำเหล็กกล้า โลหะผสมนิกเกิล ได้แก่ โลหะผสมนิกเกิลกับทองแดง (Cupronickel) โลหะผสมนิกเกิลโครเมียมใช้ทำไส้หลอดไฟฟ้า ตลอดจนชิ้นส่วนประกอบเครื่องยนต์ของเครื่องบินไอพ่น (jet engine) ซึ่งทนความร้อนสูง

นิกเกิลและโคบอลต์ เป็นส่วนประกอบสำคัญของเอนไซม์หลักในกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลชีพสร้างมีเทน ซึ่งเป็นจุลชีพที่พบมากในชั้นตะกอน (ณรงค์ศักดิ์ ธิติธัญญานนท์ , 2539)

นิกเกิลอยู่ในรูปของฝุ่นละอองและสารประกอบนิกเกิลคาร์บอนิล (NiCO) ก่อให้เป็นมะเร็งได้ (พิมล เรียนวัฒนาและชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์ , 2525) โลหะนิกเกิลมีความเป็นพิษต่อร่างกายได้

แต่มีปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้นในสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม ถ้าร่างกายรับโลหะเหล่านี้เข้าไปในปริมาณที่มากเกินไปจะเกิดพิษและก่อความเสียหายต่อร่างกายเราอย่างแรงได้

ทองแดง (Copper ; Cu)

ทองแดงเป็นโลหะหนัก มีความหนาแน่นเท่ากับ 8.96 มีจุดหลอมเหลวที่ 1083 องศาเซลเซียส เป็นโลหะที่มีความเหนียว สามารถดัดให้โค้งงอตามรูปที่ต้องการได้ ทองแดงที่มีอยู่ในธรรมชาติมีสีส้มค่อนข้างแดง จะพบอยู่ในรูปของซัลไฟด์ ได้แก่ แร่ไพไรต์ และรูปของออกไซด์ เช่น แร่คูไพรต์ นอกจากนี้ยังพบอยู่ในรูปของไฮดรอกไซด์และคาร์บอเนต อีกด้วย (ขวัญเนตร สบายใจ, 2538 อ้างถึง Riley, 1965) ว่าสารประกอบของทองแดงส่วนใหญ่จะพบในลักษณะเป็นผงหรือผลึกสีน้ำเงินปนเขียว เมื่อเกิดขบวนการ Dehydration จะกลายเป็นผงหรือผลึกสีขาวสารประกอบของทองแดงสามารถละลายได้ดีในน้ำ แอลกอฮอล์ และกลีเซอรอล เกลือของโลหะทองแดงจะเป็นพิษต่อคนและสัตว์ (สุชาดา ชินะจิต , 2520) ทองแดงและสารประกอบของทองแดงถูกนำมาใช้ทางด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมอย่างแพร่หลาย เช่น ใช้ในการผลิตภาชนะที่ใช้ในการ หุงต้ม เครื่องประดับ ใช้ในโรงงานทอผ้า ใช้ในโรงงานปิโตรเคมีคัล ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและโรงงานผลิตยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น ซึ่งโรงงานมักปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงในแหล่งน้ำ จึงมักพบว่า มีทองแดงสูงกว่าปกติ (ประมาณ พรหมสุทธิรักษ์ และประไพสิริ สิริกาญจน์, 2520) ความจริงแล้วทองแดง เป็นธาตุที่มี ความจำเป็นต่อคนและสัตว์หลายชนิด มีผู้รายงานว่ามีการตรวจพบทองแดงในเลือดตั้งแต่ปีพ.ศ. 2418 และทราบคุณค่าทางโภชนาการของทองแดงใน ปีพ.ศ. 2471 พบว่าทองแดงจำเป็นต่อขบวนการสร้างเม็ดเลือดแดง (วิชัย ตันไพจิตร, 2524) โดยจะทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นการใช้เหล็กของฮีโมโกลบิน นอกจากนี้ทองแดงยังช่วยให้เหล็กมีการดูดซึมที่ดี สำหรับหน้าที่อื่นก็คือ เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจหรือปฏิกิริยาการใช้ออกซิเจนในร่างกาย เช่น ไซโตโครมออกซิเดรส (cytochromeoxidase) แอสคอร์บิคแอซิคออกซิเดส (ascorbic acid oxidase) เป็นต้น หน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับระบบเลือดคือ ช่วยควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือดโดยทองแดงจะทำหน้าที่ปล่อยอินซูลินในผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน ซึ่งโดยปกติทองแดงจะไม่ให้อินซูลินออกมา นอกจากนี้ ทองแดงยังเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์อย่างน้อย 10 ชนิดในร่างกาย ซึ่งมีผลต่อขบวนการต่างๆ เช่น การสร้างฮีโมโกลบิน ซึ่งจำเป็นต่อการขนถ่ายออกซิเจน การสร้างเนื้อเยื่อพังผืด (elastin) และ คอลลาเจน (collagen) ซึ่งจำเป็นต่อความแข็งแรงของหลอดเลือดและกระดูก การสร้างเยื่อหุ้มประสาท และการสร้างรงควัตถุเมลานิน ซึ่งจำเป็นต่อการสร้างสีผิวและเส้นผม ปฏิกิริยาเหล่านี้ ล้วนแล้วแต่ต้องใช้เอนไซม์ที่มีทองแดงเป็นส่วนประกอบจึงจะทำงานได้ (วิชัย ตันไพจิตร, 2524)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สำหรับสัตว์น้ำ ทองแดงก็มีความสำคัญ โดยเฉพาะในสัตว์พวกหอย หมึก และครัสเตเซียน โดยเป็นส่วนประกอบของฮีโมไซยานิน (haemocyanin) ในเลือด ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวลำเลียงออกซิเจนในร่างกายสัตว์เหล่านี้ (Nielsen and Andersen , 1970)

ถึงแม้ว่าทองแดงจะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของร่างกายคนและสัตว์ก็ตามแต่พบว่าถ้ามีปริมาณสูงเกินไปก็อาจทำให้เกิดความเป็นพิษได้ พบว่า ทองแดงทำให้เกิดโรคชนิดหนึ่ง เรียกว่า โรควิลสัน เกิดจากความผิดปกติทางกรรมพันธุ์ รายงานโดย วิลสัน เมื่อปี พ.ศ. 2455 โดยผู้ป่วยจะมีอาการสะสมทองแดงในตับมากกว่าปกติ สาเหตุเกิดจากผู้ป่วยไม่สามารถขับทองแดงออกทางน้ำดีเข้าสู่ลำไส้ได้และผู้ป่วยมีระดับเซลลูโลสพลาสมิน ซึ่งเป็นตัวขนถ่ายทองแดงต่ำด้วย ผลจากการมีทองแดงสะสมไว้ในตับเป็นระยะเวลายาวนาน ทำให้ตับถูกทำลายและตับมีทองแดงอิ่มตัวทองแดงก็จะแทรกซึมเข้าระบบไหลเวียนโลหิต ทำให้ทองแดงไปพอกตามอวัยวะต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ สมอง กระจกตา ไต มีผลทำให้อวัยวะเหล่านี้พิการได้ นับว่ายังโชคดีที่ปัจจุบันมียาชื่อ เพนนิซิลลามิน เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วสามารถเพิ่มการขับถ่ายทองแดงออกทางปัสสาวะได้ หากผู้ป่วยได้รับการรักษาตั้งแต่เริ่มแรกแล้วความพิการดังกล่าวจากพิษของทองแดงจะลดน้อยลง (วิชัย ตันไพจิตร, 2524) จากรายงานของประมาณ พรหมสุทธิรักษ์ และ ประไพศิริ ศิริกาญจน์ (2520) อ้างถึง Jones (1964) กล่าวว่า สำหรับสัตว์น้ำ ถ้าได้รับทองแดงมากเกินไป ก็จะทำให้สัตว์น้ำตายได้ พบว่าทองแดงในรูปของ คอปเปอร์ซัลเฟตจะทำให้เมือกปลาที่ขับออกมาตกตะกอนมีผลทำให้ปลาตาย เนื่องจากการแลกเปลี่ยนก๊าซผิดปกติ และเซลล์ที่เหงือกถูกทำลาย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

สถานที่สำหรับดำเนินการศึกษา

ทำการศึกษาที่ อาคารวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ห้อง 3206 ภาควิชาวารีชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

วัสดุอุปกรณ์

1. ตัวอย่างของหอยแมลงภู่
2. ขวด Polyethylene ขนาด 60 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด
3. Volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร จำนวน 11 ขวด
4. หลอดพลาสติกใส่ตัวอย่าง
5. เครื่อง freeze dry ยี่ห้อ STONERIDGE
6. เครื่อง Microwave Laboratory system (MLS-200) ยี่ห้อ MILESTONE
7. เครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (AAS) ยี่ห้อ UNICAM

สารเคมีที่ใช้

1. กรด HNO_3 conc.
2. น้ำกลั่น De-ionized
3. Standard ของโลหะ

วิธีการศึกษา

1. ออกไปเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่ที่บริเวณพื้นที่ ต.อ่างศิลา จ.ชลบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่างเป็นจุดๆ เรียกแต่ละจุดว่า สถานี โดยเก็บ 3 สถานี โดยเริ่มเก็บตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึง เดือนสิงหาคม 2543 โดยเก็บเดือนละ 1 ครั้ง
2. นำตัวอย่างที่เก็บได้มาวัดขนาด ความกว้าง และความยาว โดยในแต่ละสถานีจะแยกขนาด เป็นขนาดต่างๆ สุ่มมา 20 ตัว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. นำตัวอย่างหอยแมลงภู่ที่แยกขนาดแล้วไปทำความสะอาด แล้วใส่ถุงพลาสติก ติด Label บอกวัน เดือน ปี ขนาด และสถานที่เก็บมา แล้วนำไปแช่ที่ตู้แช่แข็ง
4. นำตัวอย่างหอยแมลงภู่มาแกะเอาเนื้อหอยแมลงภู่ออก นำไปชั่งน้ำหนัก แล้วใส่ในหลอดพลาสติกที่เตรียมไว้(หลอดพลาสติกชั่งน้ำหนักแล้ว)
5. นำตัวอย่างหอยแมลงภู่ไปอบให้แห้งด้วยเครื่อง Freeze dry เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
6. นำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วมาบดให้ละเอียด
7. นำตัวอย่างไปไดเจสต์ด้วยกรด HNO_3 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร
8. นำสารละลายที่ได้มาปรับปริมาตรโดยใส่น้ำกลั่น De-ionized ลงไป ทำให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร
9. นำตัวอย่างที่ได้ไปแช่เย็นไว้ เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์
10. นำไปวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก คือ นิกเกิลและทองแดง ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer(AAS) โดยนิกเกิลใช้ความยาวคลื่น 232.0 นาโนเมตร (nm.) และทองแดงใช้ความยาวคลื่น 324.8 นาโนเมตร (nm.)

สูตรคำนวนหาปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนัก

Conc (µg/L) =Absorbance x Slope สมการ Y

สมการ Y = สมการที่ได้จากกราฟ Standard

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้ปริมาตร 25 ml จะต้องหาปริมาณโลหะหนักใน 25 ml

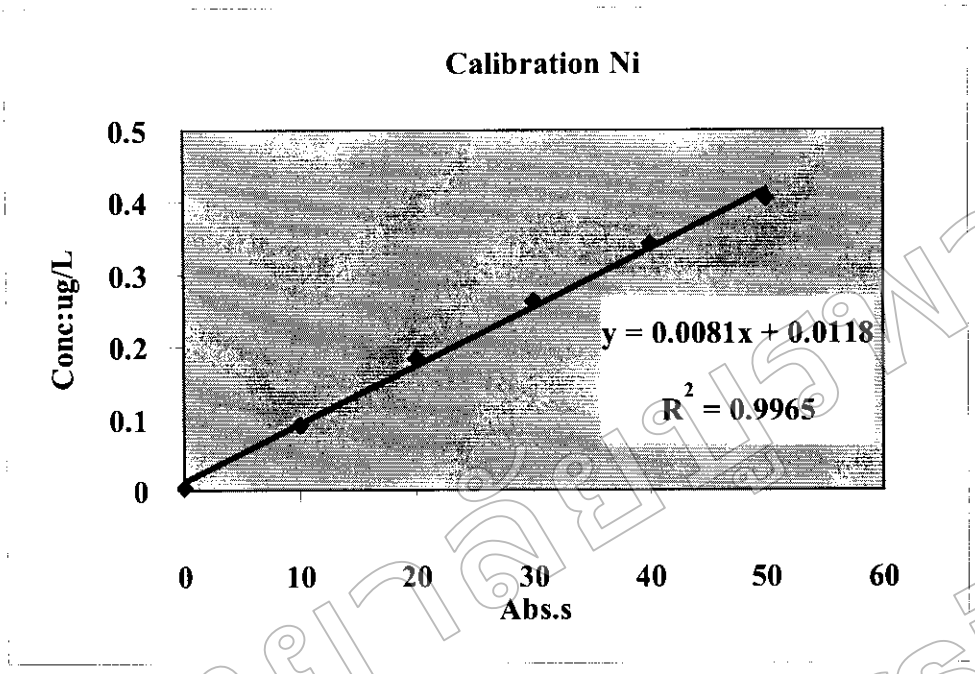
ปริมาณโลหะใน 25 ml (µg) = Conc (µg/L) x 25/1000

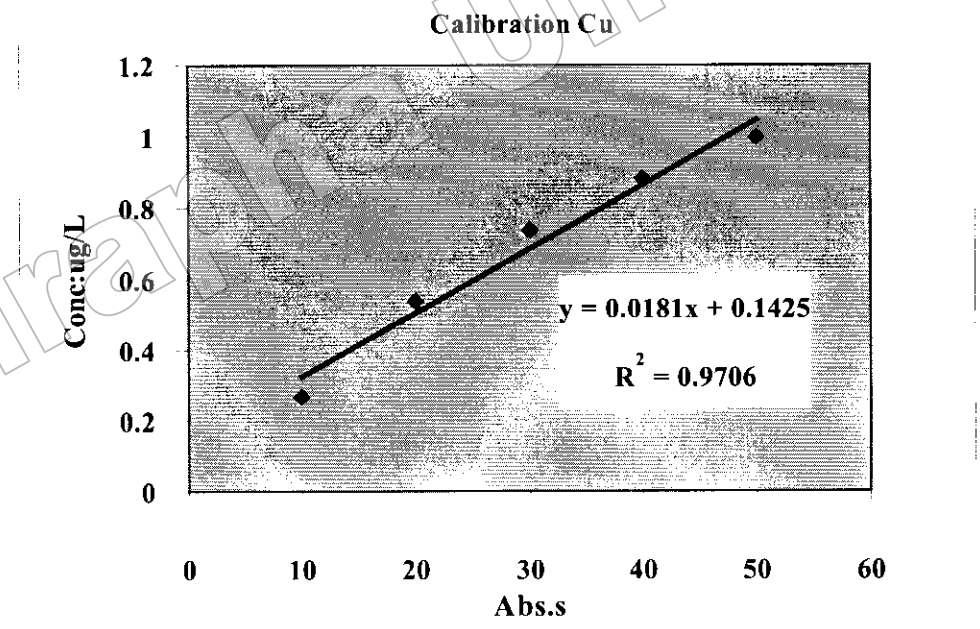
ดังนั้น น้ำหนักหอยแมลงภู่ 1 g ควรมีปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนอยู่

ปริมาณโลหะใน 1g (µg) = ปริมาณโลหะใน 25 ml (µg/ml) / น้ำหนักแห้งที่ใช้ Digest (g)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพ ที่ 1 แสดงค่า Standard ของ Ni และ Cu ในหอยแมลงภู่





มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากการเก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่ที่ใช้ในการศึกษา จากบริเวณพื้นที่ ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2543 เป็นเวลา 6 เดือน โดยแบ่งเก็บเป็น 3 สถานี และแบ่งตามขนาดที่เหมาะสม โดยแบ่งมีขนาดตั้งแต่ 2.5-7.5 เซนติเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณการปนเปื้อนโลหะนิกเกิลและทองแดงที่สะสมในหอยแมลงภู่ โดยการนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (AAS) ผลจากการวิเคราะห์โลหะนิกเกิลและทองแดง พบว่า

1. การปนเปื้อนของโลหะนิกเกิลและทองแดง

1.1 นิกเกิล ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.288-4.964 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยค่าเฉลี่ยของแต่ละเดือนและแต่ละขนาดได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.964 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ในเดือนเมษายน ในขนาด 2.5-3.5 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 1.288 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ในเดือนสิงหาคม ในขนาดมากกว่า 7.5 เซนติเมตรขึ้นไป

1.2 ทองแดง ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.443-5.273 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งโดยค่าเฉลี่ยของแต่ละเดือนและแต่ละขนาดได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.273 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ในเดือนพฤษภาคม ในขนาด 3.5-4.5 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 3.443 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ในเดือนสิงหาคม ในขนาดมากกว่า 7.5 เซนติเมตรขึ้นไป

2. ปริมาณการปนเปื้อนเมื่อเปรียบเทียบกับขนาด

2.1 นิกเกิล การสะสมนิกเกิลเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับขนาดพบว่า การสะสมของนิกเกิลมีแนวโน้มลดลง เมื่อหอยแมลงภู่มีขนาดที่เพิ่มมากขึ้น ดังแสดงไว้ในกราฟเส้นที่ 3

2.2 ทองแดง การสะสมเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับขนาดพบว่า การสะสมของทองแดงมี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แนวโน้มลดลง เมื่อหอยแมลงภู่มีขนาดที่เพิ่มมากขึ้น แต่ค่าจะอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงไว้ในกราฟเส้นที่ 4

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยนิกเกิล (Ni) ทั้ง 3 สถานี ตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2543 (μg/g. dry wt.)

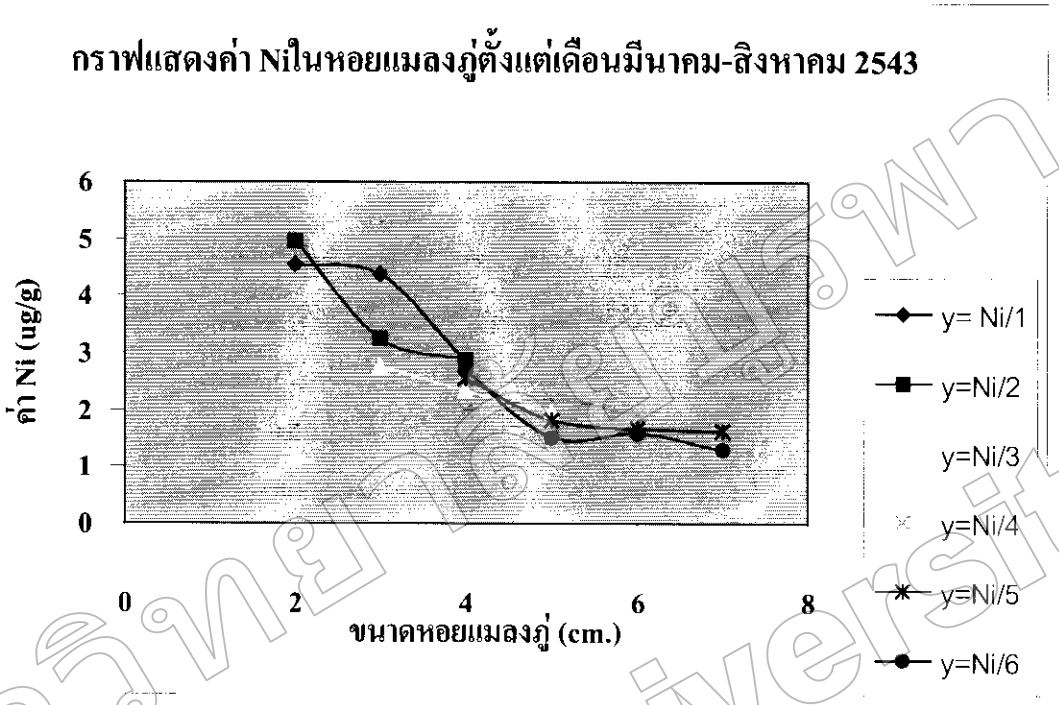
ขนาด (cm.) / เดือน	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม
2	4.547	4.964				
3	4.367	3.260	2.773			
4	2.867	2.878	2.348	1.999	2.557	2.692
5			1.970	2.179	1.819	1.514
6				1.908	1.666	1.589
7					1.619	1.288

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยทองแดง (Cu) ทั้ง 3 สถานี ตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2543 (μg/g. dry wt.)

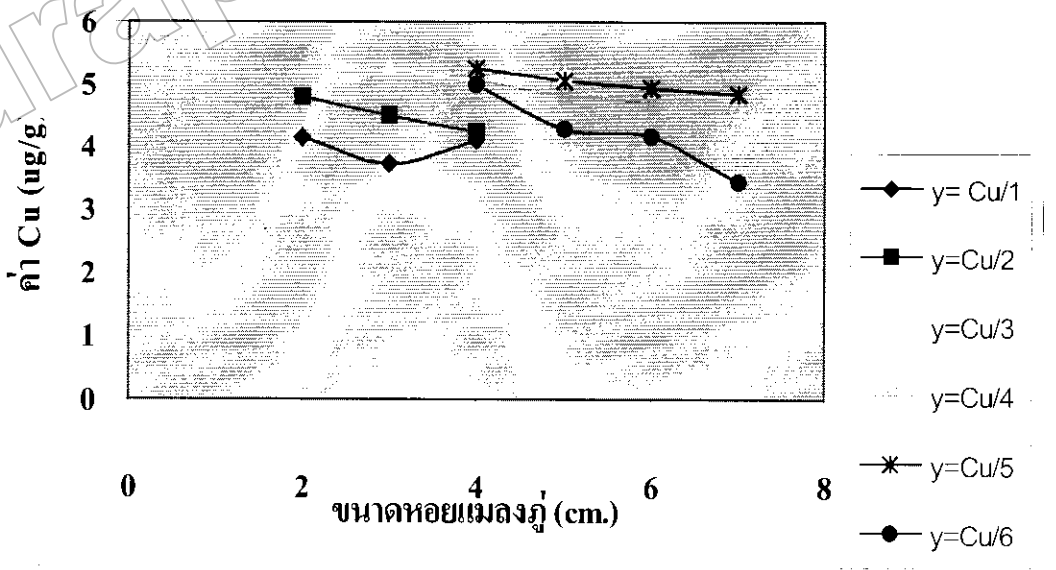
ขนาด (cm.) / เดือน	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม
2	4.148	4.797				
3	3.731	4.491	5.273			
4	4.101	4.248	5.057	5.081	5.251	4.997
5			5.140	4.808	5.056	4.280
6				4.697	4.939	4.160
7					4.836	3.443

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ 3 แสดงค่า Ni ในหอยแมลงภู่ตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2543



ภาพที่ 4 แสดงค่า Cu ในหอยแมลงภู่ตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2543



มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 5

อภิปรายผลการทดลอง

1. ปริมาณการปนเปื้อนโลหะนิกเกิลและทองแดงที่ปนเปื้อนในหอยแมลงภู่ จากการศึกษา จะพบว่าโลหะนิกเกิลมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.288-4.964 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และโลหะทองแดงมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.443-5.273 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผู้ที่ทำการทดลองในตารางที่ 3 แล้ว ค่าของโลหะนิกเกิลและทองแดง ที่พบคือ จะมีค่าของโลหะนิกเกิลที่สูงกว่า Popham et al.(1980), Soria &Theede.(1990) และ Hungspreugs & Yungthong (1984) ซึ่งทั้ง 3 การทดลองนี้ไม่สามารถตรวจพบโลหะนิกเกิลได้หรือมีปริมาณที่น้อยมากเกินไปจนไม่สามารถตรวจพบได้ ส่วนค่าของโลหะทองแดงจะมีค่าใกล้เคียงกับการทดลองที่ทำบริเวณทะเลฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน โดยจะมีค่าสูงกว่าของ Kan.et al,1997.แต่จะมีค่าต่ำกว่าของ Popham et al. (1980) และ Phillips & Yuangthong (1984) ในช่วงค่าที่ต่างกันมาก

ค่าของโลหะนิกเกิลที่ได้ทำการศึกษานั้นมีค่าสูงกว่าของทั้ง 3 การทดลองดังที่กล่าวมาแล้ว อาจเกิดเนื่องจาก บริเวณที่ทำการศึกษาเป็นบริเวณที่มีการทิ้งของเสียจากการประกอบอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และจากชุมชน จึงมีการสะสมในตัวหอยแมลงภู่เป็นจำนวนที่มากกว่า หรืออาจเกี่ยวเนื่องกับอุณหภูมิ ซึ่งบริเวณที่ทำการศึกษามีค่าของอุณหภูมิที่สูง ซึ่ง สมถวิล เดชะพรหมพันธุ์ (2527) อ้างถึง Cairns et al (1975 a) ว่า การศึกษาผลของอุณภูมิที่มีต่อความเป็นพิษของโลหะหนักต่อสัตว์ทะเลพบว่าอุณหภูมิเพียงอย่างเดียวสามารถทำให้สัตว์ตายได้และผลต่อขบวนการ osmoregulation การทำงานของเอนไซม์และขบวนการเมทาบอลิซึมต่างๆ นอกจากนั้นอุณหภูมิยังมีผลทำให้เกลือโลหะละลายได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มอัตราของน้ำและเกลือโลหะที่ละลายอยู่ในน้ำให้เข้าสู่ผนังเซลล์ของสัตว์ได้มากขึ้น จึงอาจทำให้หอยแมลงภู่เกิดการสะสมโลหะหนักได้มากขึ้น หรืออาจเกิดเนื่องจากในบริเวณที่ทำการศึกษามีการแพร่กระจายของสารแขวนลอยที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในแหล่งน้ำแล้วเกิดการสะสมในตะกอนดินทำให้โลหะหนักบางส่วนถูกปลดปล่อยออกสู่น้ำที่แทรกอยู่ตามช่องว่างระหว่างอนุภาคของดินตะกอน จากนั้นกระบวนการของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น แบคทีเรีย,แพลงก์ตอน จะนำโลหะหนักที่ได้จากตะกอนนี้เข้าสู่ระบบของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณข้างเคียง ซึ่งตัวอย่างเช่น หอยแมลงภู่ที่เราได้ทำ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การศึกษานั้นเป็นสัตว์ที่มีลักษณะการกินอาหารแบบ filter feeder เมื่อพวกแพลงก์ตอนหรือไม่ว่าเป็นตะกอนดินและสารอาหารที่แพร่กระจายในแหล่งน้ำนั้นมีการปนเปื้อนแล้วเกิดการสะสมในปริมาณที่มากขึ้นเรื่อยๆ ก็อาจจะทำให้หอยแมลงภู่มีการสะสมโลหะหนักเพิ่มตามไปด้วย โดย พัชรา เพ็ชรพิรุณ (2532) อ้างถึงการทดลองของ Eutace (1974) ว่า ปริมาณความเข้มข้นของโลหะในหอย จะเป็นสัตว์ชนิดที่สามารถสะสมไว้ในร่างกายในปริมาณค่อนข้างสูงและอาจใช้เป็นตัวบ่งชี้ระดับมลภาวะของโลหะในแหล่งน้ำนั้นๆได้ และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของโลหะหนักที่ทำการศึกษาแล้วจะสอดคล้องกับระดับความเข้มข้นของโลหะหนักในปลา หอยนางรม และหมึก ของศุภวัฒน์ กาญจน์อติเรกลาภและคณะ 2542 ซึ่งพบว่า แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี มีความเข้มข้นในปลาและหมึกและต่ำกว่าในหอยนางรม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก หอยนางรมมีลักษณะการกินอาหารเป็นแบบกรอง (filter feeder) จึงทำให้หอยนางรมมีการสะสมโลหะหนักจากมวลน้ำได้ดี เพราะโลหะหนักบางชนิด เช่น ตะกั่วและทองแดงจะถูกดูดซับตะกอนได้ดี ส่วนค่าของโลหะทองแดงซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสถานที่ ที่กล่าวมาแล้ว อาจเกิดเนื่องจากสภาพภูมิประเทศอยู่ในเขตที่มีความใกล้เคียงกันทั้งทางด้านสภาพพื้นที่และภูมิอากาศ ส่วนค่าต่างๆที่มีค่าต่ำหรือสูงกว่า อาจเกิดเนื่องจากความแตกต่างทางด้านกายภาพและชีวภาพ เช่น อุณหภูมิ, ความเค็ม, สภาพภูมิประเทศ เป็นต้น หรือทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนและลักษณะของตะกอนพื้นผิว ซึ่ง พัชรา เพ็ชรพิรุณ (2532) อ้างถึง Robbe, Marchandise and Gouleau (1985); Thomson, Luoma, Johansson and Cain (1984) ว่าอาจเกิดเนื่องจากโลหะทองแดงเป็นโลหะชนิดที่สามารถเกาะเกี่ยวหรือรวมตัวกับสารอินทรีย์ในตะกอนและสามารถรวมตัวกับตะกอนที่มีขนาดเล็ก (fine particle) ได้ดีกว่าโลหะชนิดอื่น เช่น โลหะสังกะสีและตะกั่ว เป็นต้น จึงทำให้ค่าของโลหะทองแดงมีค่าที่มีการปนเปื้อนที่มากน้อยแตกต่างกันไป

2. จากการศึกษาปริมาณโลหะนิกเกิลและทองแดง ที่สะสมในหอยแมลงภู่ตามขนาด จะพบว่า โลหะทั้ง 2 ชนิดมีการแพร่กระจาย และสะสมในตัวหอยแมลงภู่มีความเปลี่ยนแปลงไปตามระดับของขนาด โดยโลหะนิกเกิลจะมีการสะสมในปริมาณสูงในหอยแมลงภู่ที่มีขนาดเล็กและลดลงเป็นลำดับ เมื่อหอยแมลงภู่มีขนาดที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละเดือน อย่างเห็นได้ชัด ดังภาพที่ 5 ส่วนโลหะทองแดงก็จะมีความเปลี่ยนแปลงไปตามระดับของขนาดที่มีค่าสูงในช่วงที่มีขนาดเล็กและจะมีค่าลดลงเรื่อยๆเมื่อมีขนาดที่เพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกัน แต่โลหะทองแดงจะมีค่าที่มีความปนเปื้อนในแต่ละระดับของขนาดที่ใกล้เคียงกันมากกว่าโลหะนิกเกิลที่มีค่าปนเปื้อนในแต่ละระดับอย่างเห็นได้ชัด โดยสามารถสังเกตได้จากภาพที่ 6

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ซึ่งสมถวิล เดชะพรหมพันธุ์ (2527) อ้างถึงผลการทดลองของ Brungs (1969) ที่รายงานว่าหอยที่โตเต็มวัยสามารถสะสมโลหะหนักได้ในปริมาณที่สูงโดยที่มันไม่ตาย จึงมีความขัดแย้งกับผลการศึกษา แต่ลำดับความเป็นพิษของโลหะหนักนั้น มันอาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับความเค็มและชนิดของเกลือโลหะที่ใช้ในการทดลอง ตลอดจนคุณภาพของน้ำ นอกจากนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและระยะต่างๆในช่วงชีวิตของสัตว์ (life stage) ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือน จึงอาจทำให้ค่าการปนเปื้อนเปลี่ยนแปลงไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับการที่ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะนิกเกิลและทองแดง ที่จะมีปริมาณสูงในช่วงที่มีขนาดเล็กและจะลดลงเมื่อมีขนาดที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมบางประการ อาทิ เช่น อุณหภูมิ pH Alkalinity และ Hardness ของน้ำ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของโลหะในน้ำ หรือเกิดจากอัตราเมทาบอลิซึมในแต่ละช่วงอายุและระยะในการเจริญเติบโตมีค่าเมทาบอลิซึมที่สูงและต่ำแตกต่างกันไป ในช่วงที่หอยแมลงภู่มีอายุที่น้อยหรือขนาดเล็กอาจมีอัตราเมทาบอลิซึมที่สูง อาจเกิดเนื่องจากต้องนำไปใช้ในขบวนการย่อยสลายอาหารและนำไปใช้ในการเจริญเติบโต จึงมีอัตราการสะสมที่มีค่าสูงกว่าในหอยแมลงภู่ที่มีขนาดใหญ่ และจากการศึกษาความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักในหอยแมลงภู่บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศไทยใน 13 สถานี ทั่วประเทศ ของ The IOC-WESTPAC Fourth internationnal Scientific Symposium (1998) ซึ่งมีการทำการสำรวจเป็นเวลา 4 ปี ตั้งแต่ปี 1994-1997 ได้รายงานไว้ว่า ค่าความเข้มข้นของ Ni ที่พบจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.83-6.85 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และค่าความเข้มข้นของโลหะทองแดงที่พบจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.35-5.77 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยยังมีระดับความเข้มข้นของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในหอยแมลงภู่อยู่ในระดับมาตรฐานที่ร่างกายยังสามารถรับได้โดยยังไม่เป็นอันตราย เพราะฉะนั้นเมื่อนำค่าปริมาณการปนเปื้อนที่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานมาเปรียบเทียบกับค่าที่เราได้ศึกษาทดลองไปนั้น พบว่า ค่าที่ได้จากการศึกษายังอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

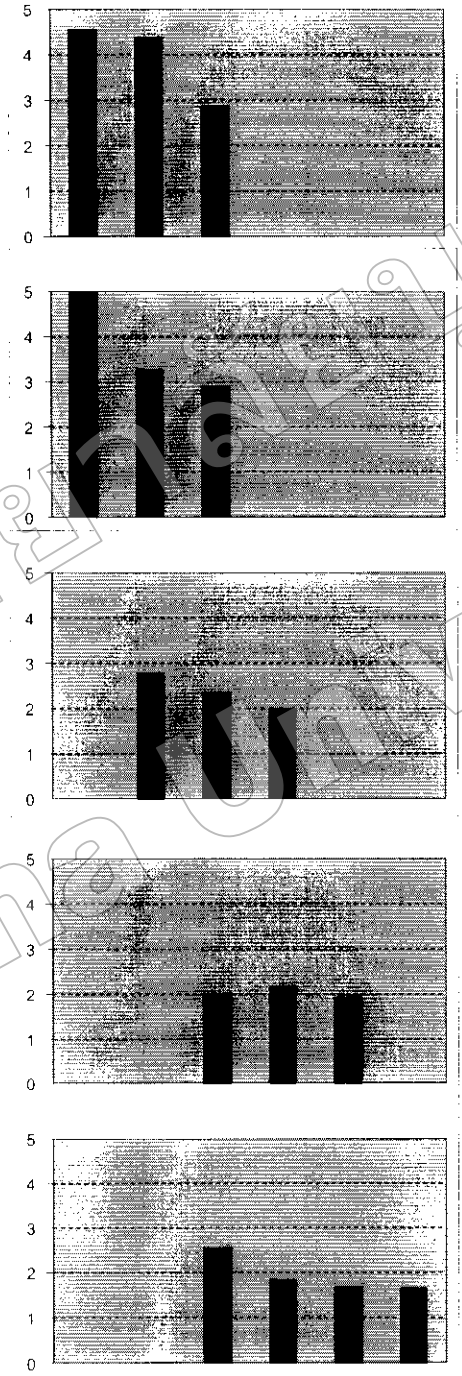
ตารางที่ 3 แสดงความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักนิกเกิลและทองแดงในสัตว์ทะเลบางชนิดจากบริเวณต่างๆ (µg/g. dry wt.)

สถานที่	ชนิดของสัตว์ที่ศึกษา	ระยะเวลาที่ทำการศึกษา	N i (µg/g. dry wt.)	Cu (µg/g. dry wt.)	เอกสารอ้างอิง
อ่างศิลา	หอยแมลงภู่ *Perna viridis*	มี.ค-ส.ค 2543	1.288-4.964	3.443-5.273	จากการศึกษาทดลอง
ทะเลฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน	หอยแมลงภู่ *Perna viridis*	1994-1997	2.26-8.36	2.49-6.18	Kan .et al ,1997.
Narrangan Bay,U.S.A	*Mytilus edulis*	1977-1978	1.9-9.6	6.0-22.7	Goldberg et al.(1983)
British Columbia Canada	*Mytilus edulis*	1980	-	12-15	Popham et al.(1980)
Poole Harbour,U.K	*Mytilus edulis*	1975	5-12	7-11	Boyden(1975)
California, U.S.A.	*Mytilus californianus*	1977-1978	1.5-4.8	3.5-13.7	Goldberg et al.(1983)
Mediteranean sea	*Mytilus galloprovinci-alis*	1976	0.9-14	2.4-154	Fowler &Oregioni(1976)
Manila Bay, Philippines	*Perna viridis*	1990	-	4.6-20.4	Soria &Theede(1990)
Upper Gulf of Thailand	*Perna viridis*	1984	-	0.66-17.9	Hungspreugs & Yuangthong (1984)
Gulf of Thailand	*Perna viridis*	1985	0.61-1.53	9.38-15.63	Phillips & Muttarasin (1985)
Chonburi	*Perna viridis*	1994-1997	6.85	2.8	Kan .et al ,1997.

ที่มา : Chaipat Rojanavipart, 1995

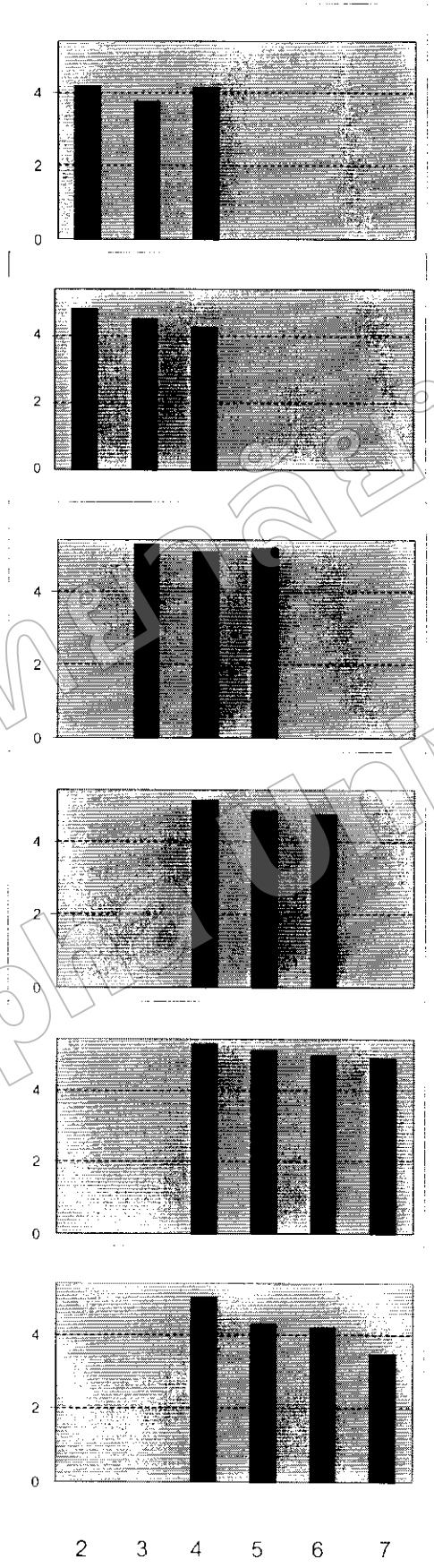
0829

ภาพที่ 5 ค่า Ni ในหอยแมลงภู่ ตั้งแต่เดือน มีนาคม-สิงหาคม 2543



มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ 6 ค่า Cu ในหอยแมลงภู่ ตั้งแต่เดือน มีนาคม-สิงหาคม 2543



แกน X แสดงถึง ขนาดหอยแมลงภู่ (cm.)

แกน Y แสดงถึงค่า Cu (μg/g)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สรุปผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะนิกเกิลและทองแดงในรูปของปริมาณโลหะหนักในหอยแมลงภู่จาก ต.อ่างศิลา จ.ชลบุรี ตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2543 สรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณโลหะนิกเกิล มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.288-4.964 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และปริมาณโลหะทองแดง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.443-5.273 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณโลหะนิกเกิลมีค่าการปนเปื้อนสูงสุดในเดือนเมษายน ในขนาด 2.5-3.5 เซนติเมตร และต่ำสุดในเดือนสิงหาคม ขนาดมากกว่า 7.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ส่วนปริมาณโลหะทองแดงมีค่าการปนเปื้อนสูงสุดในเดือนพฤษภาคม ในขนาด 3.5-4.5 เซนติเมตร และต่ำสุดในเดือนสิงหาคม ขนาดมากกว่า 7.5 เซนติเมตร ขึ้นไป เช่นเดียวกัน
2. ปริมาณโลหะทั้ง 2 ชนิดในหอยแมลงภู่มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆตามขนาด โดยจะมีค่าสูงในช่วงที่มีขนาดเล็ก และจะลดลงเรื่อยๆเมื่อมีขนาดที่เพิ่มมากขึ้น
3. ปริมาณโลหะ Ni และ Cu ในหอยแมลงภู่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยังไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

ข้อเสนอแนะ

1. การตรวจสอบควรมีการศึกษาปัจจัยอื่นๆที่มีความเกี่ยวข้องร่วมด้วย เช่น อุณหภูมิ การกินอาหาร ฯลฯ
2. ควรที่จะศึกษากระบวนการเฉพาะอย่างและรูปแบบของโลหะดังกล่าวที่ก่อให้เกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิตและแยกวิเคราะห์ตามส่วนต่างๆของสิ่งมีชีวิต เพื่อนำไปใช้ประกอบการศึกษาร่วมกัน
3. ควรมีการเก็บตัวอย่างให้มีระยะเวลายาวนานกว่านี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แน่นอนมากยิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา ชุติมา.2539.เคมีทั่วไปเล่ม1.สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,พิมพ์ครั้งที่ 13 .424 หน้า.

กนกฝน ทศานนท์.2536.การหาปริมาณโลหะหนักใน Bottomwater และใน Porewater บริเวณแม่น้ำบางปะกง. ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

กรมประมง.2536.คู่มือการเลี้ยงหอยแมลงภู่ .กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรุงเทพฯ.

ขวัญเนตร สบายใจ.2538.พิษเฉียบพลันของแคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ต่อลูกปลากระพงขาว. ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

คเชนทร เฉลิมวัฒน์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ภาควิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา,2538,301 หน้า.

จรมัน ว่องวิทย์.2525.การรับโลหะหนักของหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*(Lin.),Mollusca)ในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณรงค์ศักดิ์ ธิติธัญญานนท์.2539. ผลกระทบของไอออนของนิกเกิลและโคบอลต์ต่อการทำงานของยูเอเอสบี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต วิศวกรรมศาสตร์(วิศวสิ่งแวดล้อม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนิษฐา จงพีร์เพียร.วัฏจักรการสืบพันธุ์ของหอยแมลงภู่ขาว ฉะเชิงเทรา กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง ,2523

นุสรา ทองประเสริฐ.2540. ปีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในหอยสองฝา (Beguina Semiorbiculata)จากแนวประการังบริเวณหมู่เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี.ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

บรรจง เทียนส่งรัศมี.หลักการทำฟาร์มในทะเล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์สำนักนายกรัฐมนตรี กรุงเทพฯ 2517.

ประมาณ พรหมสุทธิรักษ์ ,ประไพสิริ สิริกาญจน์.ผลของโลหะหนักที่มีต่อปลาน้ำจืดบางชนิด. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2520. 46 หน้า.

พิมล เรียนวัฒนา,ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์.2525. เคมีสภาวะแวดล้อม. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,วังบูรพา กรุงเทพฯ.

พัชรา เพ็ชรพิรุณ.ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในอ่าวระยอง.เอกสารวิชาการฉบับที่ 15, ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งตะวันออก, กองประมงทะเล, กรมประมง, จังหวัดระยอง.20 หน้า.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

มนัส สถิรจินดา.2538. โลหะนอกกลุ่มเหล็ก. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,พิมพ์ครั้งที่ 2.217 หน้า.

มนูวดี หังสพฤกษ์.2532.สมุทรศาสตร์เคมี.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพฯ,329 หน้า.

วรรณพร แจ้งปิยรัตน์.การปนเปื้อนของปรอท แคดเมียม แมงกานีส ในดินตะกอน. ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2536.

วรพงษ์ อัศวเกสมณี.2533. พิษเฉียบพลันของทองแดงและตะกั่ว ต่ออาร์ทีเมียระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย. ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

วิชัย ตันไพจิตร. ทองแดง", ใกล้หมอ.5(12),ธันวาคม 2524.หน้า 53-55.

วัฒนา ไวยนิยา "ผลและอุณหภูมิและโลหะหนักบางชนิดที่มีต่อการเจริญของเอมบริโอถึงตัวอ่อนระยะพลูเทียสของหอยแม่น (Temnopleurus toreumaticus)" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2523.

ศิริอร ธุระกิจ ผลของความเค็มและทองแดงที่มีผลต่อพัฒนาการของหอยแมลงภู่ (Perna Viridis) วัยอ่อน ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2530,22 หน้า.

ศุภวัตร กาญจน์อติเรกลาภ,สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ,จุมพล สงวนสิน และสมพงศ์ บันติวิวัฒน์กุล การปนเปื้อนของโลหะหนักในสัตว์ทะเลบางชนิดบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย, 2542,20 หน้า.

สมถวิล เดชะพรหมพันธุ์ ผลของอุณหภูมิและโลหะหนักบางชนิดที่มีต่อการพัฒนาการของหอยนางรมปากจีบ (Crassostrea commercialis)วัยอ่อนและที่โตเต็มวัย ,2527,107หน้า.

สุชาดา ชินะจิต. คู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี.กรุงเทพฯ:ไทยวัฒนาพานิช,2520.

สุรภี โรจน์อารยานนท์.2530. สภาวะแวดล้อมของเราตอนมลพิษสภาวะแวดล้อม.สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพฯ.151 หน้า.

สุรินทร์ มัจฉาชีพ.สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน,2526,525 หน้า.

Chaipat Rojanavipart. The Green lipped Mussel (*Perna viridis* Linneaus) as a Bio-indicator of Heavy Metal and Organochlorine Pollution in the Coastal Water of Thailand. Technical paper No.174.1995.48 p.

Nielsen,E.Steemann and S.Wium-Andersen "Copper ions as poison in the sea and in Freshwater" Marine biology, 39:351-361,1975.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

0829

The IOC-WESTPAC Fourth International Scientific Symposium 1998. "Concentration of trace metal in green mussels (Perna viridis) Along coastal area, Thailand.578-587.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University