การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยชนิดต่างๆบริเวณตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

Determination of Heavy Metal in Shells of Thasala Market in Nakhon Si Thammarat Province.

โรสนี บือซา

Rosnee Bersa

กอดีเยาะ บือราเฮง

Kodiyok Berahang

ครุศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Bachelor of Education Project in Chemistry

Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

2547

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยชนิดต่างๆบริเวณตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

Determination of Heavy Metal in Shells of Thasala Market in Nakhon Si Thammarat Province.

โรสนี บือซา

Rosnee Bersa

กอดีเยาะ บือราเฮง

Kodiyok Berahang

ครุศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Bachelor of Education Project in Chemistry

Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

2547

ชื่อโครงการวิจัย	การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยชนิดต่าง ๆ บริเวณตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช
ผู้วิจัย	นางสาวโรสนี บือซา
	นางสาวกอดีเยาะ บือราเฮง
สาขาวิชา	เคมี

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา)

.....กรรมการ

(อาจารย์ปิยวรรณ เนื่องมัจฉา)

.....กรรมการ

(อาจารย์ดวงรัตน์ ทองคำ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อนุมัติให้โครงการวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต โปรแกรมวิชาเคมี

.....

(อาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา)

ประธานโปรแกรมภาควิชาเคมี

ชื่อโครงการวิจัย	การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยชนิดต่าง ๆ บริเวณตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช
ผู้เขียน	นางสาวโรสนี บือซา
	นางสาวกอดีเยาะ บือราเฮง
สาขาวิชา	เคมี
ปีการศึกษา	2547

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในหอยแครงและหอยแมลงภู่ จากตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่าปริมาณการสะสมของโลหะหนักในหอยมีความแตกต่างดังนี้ หอยแครงมีการสะสมของโลหะหนักสูงสุดคือ ตะกั่ว 0.0131 มิลลิกรัมต่อกรัม รองลงมาคือ แคดเมียมและโครเมียมมีปริมาณการสะสม 0.0023 มิลลิกรัมต่อกรัม และ 0.0022 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ หอยแมลงภู่มีการสะสมปริมาณโลหะหนักสูงสุดคือ ตะกั่ว 0.0119 มิลลิกรัมต่อกรัม รองลงมาคือ โครเมียมและแคดเมียมมีปริมาณการสะสม 0.0063 มิลลิกรัมต่อกรัม และ 0.0039 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยความเรียบร้อย โดยได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิทยาศาสตร์ภาควิชาเคมี ศูนย์วิทยบริการ และอาจารย์ประวิทย์ เนื่องมังฉา ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องมือศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่ได้ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และบุคลากรทุกท่านที่ได้มีส่วนช่วยเหลือโครงการวิจัยในครั้งนี้

นางสาวโรสนี บือซา
นางสาวกอดีเยาะ บือราเฮง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(4)
สารบัญ	(5)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพประกอบ	(7)
บทที่	
1. บทที่	
ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	17
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	17
ขอบเขตของการวิจัย	17
2. วิธีการวิจัย	
สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	18
เครื่องมือและอุปกรณ์	18
วิธีดำเนินการวิจัย	19
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	22
3. ผลและการอภิปรายผล	24
ผลการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในหอยชนิดต่างๆ	24
ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมในหอยชนิดต่างๆ	25
ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมในหอยชนิดต่างๆ	25
4. บทสรุป	
บทสรุป	27
ข้อเสนอแนะ	27
5. บรรณานุกรม	29
6. ภาคผนวก	31

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก ก. แสดงลักษณะรูปภาพต่างๆ 32

ภาคผนวก ข. แสดงลักษณะตารางและกราฟมาตรฐาน 41

ภาคผนวก ค. เทคนิคการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ 45

ภาคผนวก ง. เค้าโครงงานวิจัย 52

7. ประวัติผู้วิจัย 66

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1. ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกรัม) ในหอยสองชนิด	24
2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม (มิลลิกรัมต่อกรัม) ในหอยสองชนิด	25
3. ผลการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียม (มิลลิกรัมต่อกรัม) ในหอยสองชนิด	25
4. แสดงผลการวิเคราะห์โดยการทำ % Recovery	26
5. ตารางเปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตโฟโตมิเตอร์	47
6. ตารางแผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	63

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. แสดงลักษณะของหอยแครง	8
2. แสดงลักษณะของหอยแมลงภู่	11
3. แสดงการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในหอยชนิดต่างๆ	26
4. แสดงลักษณะของหอยแมลงภู่	33
5. แสดงลักษณะของหอยแครง	33
6. แสดงลักษณะของหอยแมลงภู่ปั่น	34
7. แสดงลักษณะของหอยแครงปั่น	34
8. แสดงลักษณะของหอยแครงบด (หลังจากอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส)	35
9. แสดงลักษณะของหอยแมลงภู่บด (หลังจากอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส)	35
10. แสดงลักษณะการย่อยตัวอย่างด้วยกรดไนทริก	36
11. แสดงลักษณะของการกรองสารละลาย	36
12. แสดงลักษณะของเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นให้ความร้อน	37
13. แสดงลักษณะของโถดูดความชื้น	37
14. แสดงลักษณะของเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง	38
15. แสดงลักษณะของตู้ดูดควัน	38
16. แสดงลักษณะของเตาอบ	39
17. แสดงลักษณะของเตาเผา	39
18. แสดงลักษณะของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์	40
19. แสดงกราฟมาตรฐานของตะกั่ว	42
19. แสดงกราฟมาตรฐานของแคดเมียม	43
19. แสดงกราฟมาตรฐานของโครเมียม	44

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันสิ่งแวดล้อมรอบตัวเราได้เสื่อมคุณภาพไปมาก เนื่องจากน้ำ ดิน อากาศ พืชผัก ผลไม้และระบบสิ่งมีชีวิตทั้งหลายมีสิ่งปฏิกูล และสารเคมีที่เป็นพิษปะปนอยู่มาก การที่สภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรมลงไปนี้มีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำความรู้ใหม่ๆมาเพิ่มผลผลิตทางเกษตรและอุตสาหกรรม โดยไม่คำถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งการป้องกันและแก้ไขภาวะแวดล้อมอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ จนเป็นเหตุให้สิ่งแวดล้อมเกิดภาวะมลพิษ (Pollution) ขึ้น ซึ่ง อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (natural Pollution) ได้แก่ ไฮโดรคาร์บอน กัมมันตรังสี และโอโซนที่มีอยู่ในบรรยากาศ นอกจากนี้อาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น ดีดีที และยากำจัดแมลงอื่นๆ สารตะกั่วที่ฟุ้งกระจายในอากาศจากเขตที่มีการจราจรคับคั่ง คราบน้ำมันที่ลอยเหนือน้ำ ในทะเลและมหาสมุทร และฟอสเฟตจากผงซักฟอกที่ปะปนในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เป็นต้น (พิมล เรียนวัฒนา และชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์)

ด้วยเหตุที่ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ และปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่ค่อย ๆ สะสมและแผ่ขยายออกไปอย่างช้าๆ แต่ทวีความรุนแรงขึ้นทุกขณะ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำ อากาศ ดิน ผลผลิตทางการเกษตร และน้ำทะเล ซึ่งน้ำทะเลเป็นแหล่งสุดท้ายที่ของเสียจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งถูกพัดพามาตามลำน้ำแล้วสะสมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณอ่าวไทย ซึ่งมีแม่น้ำที่สำคัญถึง 4 สายไหลไปรวมกัน คือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง และบางปะกง นอกจากนั้นของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนบริเวณริมทะเลก็มีส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งนอกจากจะทำให้น้ำทะเลเสื่อมคุณภาพแล้วยังทำให้สิ่งมีชีวิตตั้งแต่พืช และสัตว์น้ำเล็กๆ ไปจนถึงส่วนที่เป็นอาหารของมนุษย์ได้รับสารพิษจากโลหะหนักเข้าไปด้วย (ณรงค์ ณ เชียงใหม่,2525) สัตว์น้ำบางชนิดสามารถสามารถสะสมโลหะหนักได้ดี เช่น หอยสองฝา โดยเฉพาะหอยแครง (Anadara Granoso) และหอยแมลงภู่ (Pernauitic) เนื่องจากหอยเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่กับที่และกินอาหารโดยการกรอง จึงสามารถกรองเอาสิ่งต่างๆที่แขวนลอยจากน้ำและที่สะสมในบริเวณรอบๆตัวของมัน ซึ่งหากมีสารพิษเจือปนอยู่ก็จะถูกสะสมในตัวของมัน (อภิรดี เมืองเดช,2544)

สำหรับการแสดงอาการพิษของโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีระดับความรุนแรงแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ ความสามารถในการกำจัดโลหะโดยอวัยวะต่างๆของร่างกาย และปัจจัยอื่นอีกมากมาย ในคนถ้าได้รับสารตะกั่วมากว่า 1 ไมโครกรัมต่อกรัม จะเพิ่มปริมาณตะกั่วในเลือดได้ 1-21 ไมโครเปอร์เซ็นต์ ตะกั่วจะถูกดูดซึมได้ทุกส่วนของทางเดินหายใจตั้งแต่รูจมูกจนถึงปลายสุดของถุงลมเล็กๆของปอด ทำให้มีอาการทางประสาท ความจำเสื่อม เพ้อคลั่ง ระบบย่อยอาหารผิดปกติ และถ้าได้รับแคดเมียม 0.001 ไมโครกรัมต่อกรัม ทำให้ตับ ไต สมอง อวัยวะทางเดินหายใจผิดปกติ กระดูกเปราะง่าย อย่างที่เคยเกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่น ใน พ.ศ. 2463 เรียกโรคนี้ว่า โรคอิไต-อิไต (Itai-Itai) ทำให้มีผู้เสียชีวิตถึง 280 คน
(ไมตรี สุทธิจิตต์,2531)

ภาวะมลพิษของสิ่งแวดล้อมมีหลายประเภทด้วยกัน มลพิษของโลหะหนักในแหล่งน้ำเป็นประเภทหนึ่งที่อาจเป็นอันตราย และก่อให้เกิดผลเสียต่อระบบนิเวศน์ได้ ถ้าหากปนเปื้อนอยู่มากเกินไป โลหะหนักเป็นมลสารที่ไม่สามารถสลายตัวได้เองตามธรรมชาติ และนับวันจะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและตัวมนุษย์เอง การศึกษาไม่ว่าจะเป็นการลักษณะการแพร่กระจายของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมหรือพิษของโลหะหนักที่มีต่อสิ่งมีชีวิตล้วนแล้วแต่มีประโยชน์ เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ไขในอนาคตได้ (โชคชัย เหลืองธุวปราณีต,2538)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาหาปริมาณการสะสมของโลหะหนัก 3 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในหอย 2 ชนิด คือ หอยแครงและหอยแมลงภู่ โดยตรวจหาในส่วนของเนื้อเพื่อจะได้ทราบถึงปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในหอย นอกจากนี้ยังใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพของแหล่งน้ำชายฝั่งหรือเป็นแนวทางในการควบคุมการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเฝ้าระวังเกี่ยวกับคุณภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมต่อไป

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

โลหะหนัก (Heavy Metals)

โลหะหนัก หมายถึง ธาตุที่มีเลขอะตอมในช่วง 23 – 92 อยู่ในคาบ 4 – 7 ในตารางธาตุ และมีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5 ขึ้นไปในสภาพปกติ โลหะหนักจะเป็นผลึกบริสุทธิ์มีความเป็นพิษเล็กน้อย แต่ถ้าโลหะหนักหรือสารประกอบของมันบางตัวมีความดันไอสูง ก็จะเป็นอันตรายมาก เช่น เมธอล เมอร์คิวรี เป็นต้น สำหรับโลหะหนักนั้นมีด้วยกันทั้งสิ้น 68 ธาตุ ตัวอย่างเช่น ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม สังกะสี ทองแดง นิเกิล โครเมียม เหล็ก แมงกานีส

โคบอล ฯลฯ โลหะหนักที่มีบทบาทต่อมลภาวะในสิ่งแวดล้อมมากที่สุดมีด้วยกัน 3 ธาตุ คือ ปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม ซึ่งถ้ามีมากเกินขีดจำกัดแล้ว จะทำให้มีพิษภัยต่อร่างกายได้ โดยเฉพาะปรอทนั้นถ้ามีมากแล้วจะทำให้เกิดโรคมินามาตะได้

ในธรรมชาติ โลหะหนักมีปะปนอยู่เสมอในน้ำ เพราะเกิดการจากการสลายตัวของหิน ซึ่งมีโลหะหนักเหล่านี้ แต่มีในปริมาณที่น้อยมากไม่มีอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ สัตว์ แต่อย่างใด แต่ถ้ามีการรบกวนของมนุษย์ก็อาจมีเพิ่มขึ้นได้ หรืออาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เป็นที่น่าวิตกว่าปัจจุบันพบปริมาณโลหะหนักสูงกว่า 5.0 ส่วนในพันส่วน ในแม่น้ำเจ้าพระยา ท่าจีน แม่กลอง และปราณบุรี โดยธรรมชาติแล้วจะมีน้อยกว่า 0.5 อนึ่งในปริมาณที่ปะเปื้อนในตะกอนนั้นจะมากกว่าในน้ำเสมอเพราะตะกอนมีประจุเป็นลบเป็นส่วนใหญ่ ส่วนโลหะหนักมีประจุเป็นบวกและมีความสามารถในการแทนที่สูงจึงถูกยึดเกาะไว้ได้ดีกว่า (เกษม จันทร์แก้ว , 2524)

สภาพสิ่งแวดล้อมปัจจุบันมีโอกาสของการปนเปื้อนแคดเมียมอยู่สูงมากนับเป็นเรื่องน่าวิตกต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ คนสูงอายุจะมีผลกระทบต่อรุนแรงกว่าคนหนุ่มที่แข็งแรง ค่าความทนที่ร่างกายได้รับต่อสัปดาห์ (Provisional Tolerable Weekly Intake : PTWI) กำหนดไว้ที่ 70 ไมโครกรัมแคดเมียมต่อวัน ซึ่งถือว่าเป็นตัวเลขที่ค่อนข้างสูงหากจะพิจารณาจากผลงานวิจัยที่มีการนำเสนอในปัจจุบันหน้านี้

การรายงานการศึกษาทำให้สามารถสรุปได้ว่า ผลกระทบของแคดเมียมต่อสุขอนามัยของมนุษย์ในภาวะกาลปัจจุบันส่งผลรุนแรงมากกว่าในอดีต โดยชี้ให้เห็นถึงอันตรายของแคดเมียมที่มีต่อการทำงานของไตและต่อกระดูกเป็นหลักสำคัญ ฉะนั้นจึงควรมีมาตรการป้องกันที่ชัดเจนเพื่อลดปริมาณมลพิษจากแคดเมียมในสิ่งแวดล้อมและหาวิธีป้องกันและลดโอกาสที่ร่างกายจะได้รับแคดเมียมทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการทำงานและสิ่งแวดล้อม (สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล, 2540)

แคดเมียมเป็นสารเคมีที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมมากมายหลายประเภทปัจจุบันมีการพบสารแคดเมียมปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและหมุนเวียนอยู่ในวัฏจักรของห่วงโซ่อาหารตามธรรมชาติ ทั้งในน้ำ ดิน อากาศ และพืช และหากสารดังกล่าวมีการปนเปื้อนอยู่ในอาหารที่มนุษย์บริโภคหรือเข้าสู่ร่างกายด้วยวิธีใดๆย่อมส่งผลต่อการสะสมพิษร้ายภายในร่างกาย

ในปีค.ศ. 1817 มีการพบสารแคดเมียมปนเปื้อนอยู่กับสังกะสีคาร์บอเนต (zinc carbonate) ตามธรรมชาติ ต่อมามีการแยกโลหะแคดเมียมออกมาใช้ประโยชน์ ซึ่งผลพลอยได้จากการถลุงแร่ในเหมือง สังกะสี ตะกั่ว และทองแดง แคดเมียมบริสุทธิ์ผลิตได้หลายรูปแบบ เช่น เป็นแผ่น เม็ด ผง และชนิดเป็นเส้นลวด สารประกอบของแคดเมียมมีหลายชนิดโดยทั่วไปพบในรูปของ cadmium oxide cadmium carbonate cadmium chloride cadmium sulfate และ cadmium sulfide เป็นต้น มีการนำแคดเมียมมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายประเภท อาทิ

อุตสาหกรรมการชุบโลหะ แบตเตอรี่ สีและเม็ดสี พลาสติก และผลิตภัณฑ์ของเด็กเล่น แก้ว ท่อพีวีซี รวมทั้งสิ่งทอ นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนประกอบของชิ้นส่วนอะไหล่ในอุปกรณ์โทรศัพท์ และเป็นโลหะผสมของชิ้นส่วนแบริ่งที่มีประสิทธิภาพการเสียดทานต่ำ ตลอดจนใช้เป็นอะไหล่ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลและเครื่องยนต์ต่างๆ

ปัจจุบันมีการตรวจพบสารแคดเมียมปนเปื้อนในอาหารหลายชนิด เช่น ถั่ว เครื่องในวัว หอยและสัตว์น้ำอื่นๆรวมทั้งผลิตภัณฑ์อาหารจำพวก สาหร่ายตากแห้ง และช็อกโกแลต เป็นต้น นอกจากนั้นยังพบว่าภาชนะใส่อาหาร เช่น ถาดทำน้ำแข็ง เหยือก ภาชนะเซรามิค และภาชนะที่ใช้เก็บหรือเตรียมอาหารมักมีสารแคดเมียมเป็นองค์ประกอบ ในประเทศไทยเคยมีการตรวจพบปริมาณแคดเมียมในปลาหมึกที่จับจากบริเวณอ่าวไทยใกล้ปากแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าสูงถึง 1-3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม WHO (1992) รายงานว่าน้ำในมหาสมุทรโดยทั่วไปสามารถตรวจพบสารแคดเมียมปนเปื้อน แต่มีปริมาณโดยเฉลี่ยน้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีความผันแปรไปตามระดับความลึกรวมทั้งพื้นที่ของท้องมหาสมุทร

แคดเมียมมีผลต่อสุขภาพ ทำให้เกิดมะเร็งปอด การหายใจเอาฝุ่นและควันของแคดเมียมเข้าไปในปริมาณมาก จะส่งผลให้เกิดพิษอย่างเฉียบพลัน มีไข้และเจ็บหน้าอก หายใจลำบาก หากมีปริมาณมากในเส้นเลือดอาจทำให้เสียชีวิตอย่างเฉียบพลัน โดยมากมักมีการปนเปื้อนสารแคดเมียมในโรงงานเชื่อมโลหะหรืออุตสาหกรรมเครื่องเงิน ควันพิษของแคดเมียมสามารถแพร่กระจายเมื่อได้รับความร้อน และเกิดควันสีดำของแคดเมียมออกไซด์ โดยสะสมไว้ในร่างกายที่บริเวณไต ตับและกระดูก ซึ่งอาจทำให้เกิดก้อนแข็งในไต ส่วนอันตรายต่อกระดูกจะส่งผลทำให้ความหนาแน่นของเกลือแคลเซียมในกระดูกลดลง ทำให้กระดูกอ่อนแอลง แคดเมียมสามารถเข้าสู่ร่างกายทางระบบหายใจหรืออาจซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังโดยตรงและดูดซึมผ่านทางระบบย่อยอาหาร

โดยปกติสารแคดเมียมจะถูกดูดซึมได้ไม่ดีมากนัก ประมาณร้อยละ 20 เท่านั้นที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย แต่จัดได้ว่าเป็นอัตราค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบเกลือแร่อื่นๆ แคดเมียมบางส่วนจะถูกขับออกมาทางอุจจาระ แต่ส่วนใหญ่จะขับออกมาทางไต และมีบางส่วนถูกเก็บสะสมไว้ที่ตับและไต หากอวัยวะต่างๆมีปริมาณสารแคดเมียมมากก็จะส่งผลต่อสุขภาพ และทำลายอวัยวะนั้นๆได้ พิษของแคดเมียมจะมากขึ้นเมื่อร่างกายขาดสังกะสีหรือบริโภคสังกะสีน้อยเกินไป โอกาสการได้รับสารแคดเมียมนอกจากจะมาจากการบริโภคอาหารและน้ำโดยตรงแล้ว การสูบบุหรี่ก็มีโอกาสได้รับสารแคดเมียมสูงด้วย Elinder (1985) และ WHO (1992) รายงานว่าบุหรี่โดยทั่วไปมีสารแคดเมียมอยู่ 0.5-2 ไมโครกรัม และร้อยละ 10 ของปริมาณแคดเมียมทั้งหมดสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ระหว่างสูบบุหรี่ได้เช่นกัน ระดับแคดเมียมในร่างกายสามารถตรวจได้จาก

เส้นผม หรือเล็บ ปัสสาวะ เลือด หรือตรวจสอบประสิทธิภาพของตับและไต ในกรณีที่ตรวจพบระดับไม่สูงเกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในเลือดก็ยังจัดว่าปกติ

การเลือกรับประทานอาหารถูกต้องจัดเป็นประเด็นสำคัญที่จะช่วยลดการได้รับสารแคดเมียมที่มิอาจหลีกเลี่ยงได้ เข้าสู่ร่างกายและมีผลต่อสุขภาพน้อยที่สุด ปัจจัยที่จะช่วยลดปริมาณสารแคดเมียมตกค้างในร่างกายมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การบริโภคสังกะสี แคลเซียม และเซลิเนียมเพิ่มขึ้นซึ่งจะมีผลช่วยต้านการดูดซึมแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายได้ ทางลมหายใจและอุจจาระอย่างช้าๆ ในภาวะที่ร่างกายมีแร่ธาตุจำพวก เหล็ก ทองแดง เซลิเนียม และวิตามินซี มากเกินพอ จะช่วยเพิ่มการดึงและขับสารแคดเมียมออกจากร่างกายได้ กรณีที่ร่างกายได้รับสารอาหารน้อย อาจทำให้ได้รับปริมาณแคดเมียมเพิ่มมากขึ้นและมีปริมาณที่ตกค้างในร่างกายสูงขึ้นด้วย

(Food and Health, 2548)

โครเมียมถูกใช้มากในการชุบโลหะเพื่อกันสนิมและให้เป็นเงางามใช้ใส่ในโลหะผสมทั้งหลายโดยเฉพาะในเหล็กกล้าสารประกอบโครเมตถูกใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง สีย้อมวัสดุต่าง ๆ น้ำกรดแบตเตอรี่ สีรองพื้นก่อนเคลือบด้วยสีอื่นและกรดโครมิค ใช้เป็นยากัดหูดและยาทาภายนอกร่างกาย คนที่ทำงานเกี่ยวกับล้างและอัดรูปถ่ายการได้รับพิษนั้นมักอยู่ในรูปไอของสารโครเมียมในขณะทำการชุบโลหะความเป็นพิษ

สารโครเมต กรดโครมิค จะทำลายเนื้อเยื่อเฉพาะแห่ง ทำให้กลายเป็นแผลพุพองตามผิวหนังเรียกว่า “Chromic Holes” เกิดจากการสะสมของฝุ่นละอองของโครเมียม ซึ่งโดยมากจะเริ่มที่รอยถลอกของผิวหนังและจะพบมากที่สุดที่โคนเล็บมือ ตามข้อที่นิ้วมือหรือที่หลังเท้า มีลักษณะเป็นแผลวงกลมขอบค่อนข้างเรียบ บุ๋มลึกลงไป ปกติมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร หรือเล็กกว่า ซึ่งจะมองคล้ายถูกเจาะด้วยตะปู ถึงแม้ว่าแผลนี้จะไม่เจ็บปวดแต่จะคันอย่างมากในเวลากลางคืน ต่อมแผลนี้อาจจะเกิดการติดเชื้อขึ้น และอาจทำให้ลุกลามไปถึงข้อต่อใกล้เคียงซึ่งอาจจะทำให้ต้องตัดนิ้วทิ้ง ฝุ่นของเกลือโครเมียมหรือควันของกรดโครมิค อาจตกลงบนหนังตาหรือปลายจมูกซึ่งอาจจะเกิดแผลขึ้นได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้โครเมียมยังทำให้โพลงจมูกบวม ระคายเคืองตา ทางเดินลมหายใจ ถ้าได้รับทางปากจะทำให้ปวดท้อง เป็นแผลในกระเพาะลำไส้ อ่อนเพลียปวดข้อมีตับอักเสบดีซ่าน นอกจากนี้ยังพบว่าเป็นสารก่อมะเร็งอีกด้วย

มาตรฐานของโครเมียมในสิ่งแวดล้อม โครเมียมหรือสารประกอบของโครเมียมที่มีอยู่ในบรรยากาศการทำงานที่ปลอดภัยต่อคนงานที่ทำงาน วันละ 7-8 ชั่วโมงหรือสัปดาห์ละ 40-42 ชั่วโมง จะต้องไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

งานที่ต้องทำเกี่ยวข้องกับควันของกรดโครมิคจะต้องมีได้ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร

งานที่ต้องทำเกี่ยวข้องกับฝุ่นละอองของโครเมียมจะต้องมีได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร (ฐาปกร์ แก้วเงิน,2540)

มนุษย์รู้จักสารตะกั่วประมาณ 6,000 ปีมาแล้ว แต่เริ่มใช้ทำเครื่องใช้ต่างๆผสมกับโลหะที่ใช้ในอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ และอุตสาหกรรมหลายชนิด รวมทั้งผสมในน้ำมัน เป็นต้น นับว่าเป็นสิ่งที่มีประโยชน์อย่างยิ่ง แต่จะมีคุณอนันต์ย่อมมีโทษมหันต์ด้วยเช่นกัน

ตะกั่วมีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมมากมาย แต่ไม่มีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์เลย แม้แต่เพียงนิดเดียว ดังนั้นถ้าจะถามว่า คนเราควรมีสารตะกั่วในร่างกายที่ตรวจจากการวิเคราะห์เลือดสักเท่าใดถึงจะดีที่สุด ไม่ควรมีตะกั่วในร่างกายเลย หรือมีเท่ากับศูนย์ แต่ดูว่าจะเป็นไปได้ยาก เพราะได้เข้าใกล้ชิดกับทุกๆอย่างในชีวิตประจำวันของเรา ทุกวันนี้คนเราเอาตะกั่วเข้าไป กินตะกั่วโดยไม่รู้ตัว ดังนั้นจึงพบตะกั่วในเลือดอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ตะกั่วจะเข้าไปในร่างกายโดยการหายใจและโดยการกิน เมื่อเข้าไปแล้วจะถูกขับออกมาเป็นส่วนน้อย ส่วนใหญ่จะสะสมในเนื้อเยื่อต่างๆของร่างกาย ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ ตัวอย่างเช่น

- ขัดขวางกระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดงที่สมบูรณ์ ผลที่สุดทำให้เกิดภาวะเลือดจาง ร่างกายอ่อนเพลียไม่เติบโต
- ไปจับกับเนื้อเยื่อสมองทำให้ความเฉลียวฉลาดลดลง ความจำเสื่อม สมาธิเสีย โง่ทึบ ถ้าสะสมมากๆก็ทำให้สมองบวม เกิดการชักกระตุก หมดสติ และตายได้
- จับกับเส้นประสาท ทำให้รู้สึกมึนชา กล้ามเนื้ออ่อนแรงหรือเป็นอัมพาต
- ทำให้ระบบการทำงานของไตเสื่อม และยังมีการศึกษาที่แสดงว่าสารตะกั่วอาจทำให้เกิดดารเป็นหมันหรือแท้งบุตรได้มากกว่าธรรมดา เป็นต้น

อันตรายต่าง ๆ ที่กล่าวถึงนี้จะมีมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับปริมาณและระยะเวลาที่ร่างกายได้รับสารตะกั่ว แต่เด็กจะได้รับอันตรายมากกว่าผู้ใหญ่ โดยเฉพาะเด็กเล็กก่อนวัยเรียน (ต่ำกว่า 7 ขวบ) อันตรายที่สำคัญคือเรื่องทางสมองนั้น แม้ร่างกายจะมีระดับตะกั่วไม่สูงมากจนทำให้เกิดอาการชัดเจน แต่มีการศึกษาที่ยอมรับกันแล้วว่า กลุ่มเด็กที่มีตะกั่วในเลือดสูงจะฉลาดน้อยกว่ากลุ่มเด็กที่มีระดับตะกั่วในเลือดต่ำ

ตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายของคนทั่วไปมาจากแหล่งที่สำคัญ ดังนี้

1. ตะกั่วในน้ำมัน ขณะนี้น้ำมันเบนซินพิเศษที่ใช้กับรถจำนวนหลายแสนคันในประเทศไทย มีสารตะกั่วผสมอยู่ 0.45 ไมโครกรัม ต่อน้ำมันหนึ่งลิตร เพื่อให้เครื่องเดินเรียบสม่ำเสมอ แต่ผลเสีย คือ ตะกั่วจำนวนมหาศาลจะถูกปล่อยออกมาจากรถยนต์ทำให้อากาศรอบตัวเรามีสารตะกั่วปะปนมากมาย

นอกจากเราจะหายใจเอาตะกั่วเข้าไปโดยตรงแล้ว ฝุ่นตะกั่วที่ฟุ้งกระจายก็จะตกลงไปในน้ำ ดังเช่นกรณีที่วิตกเรื่องทางด่วน หรือตกลงไปในอาหารที่วางขายตามท้องถนน ในต่างประเทศมีเด็กเล็กจำนวนมากที่เล่นข้างถนนมักจะหยิบเอาเศษอาหารที่ตกพื้นขึ้นมากินอีก อาหารเหล่านี้จะเ[illegible]อนฝุ่นซึ่งมีตะกั่วอยู่ด้วย จัดเป็นสาเหตุของตะกั่วเป็นพิษที่สำคัญ

2. ตะกั่วจากโรงงาน โดยเฉพาะโรงงานที่เกี่ยวข้องกับการหล่อหลอมโลหะผสมตะกั่ว โรงงานผลิตแบตเตอรี่ เป็นต้น จะมีฝุ่นตะกั่วปริมาณสูงในอากาศ คนงานจะได้รับฝุ่นตะกั่วถ้าไม่มีเครื่องปิดจมูกช่วยหายใจ และจะมีฝุ่นตะกั่วติดตามเสื้อผ้า รองเท้า มือ ถ้ากินอาหารโดยไม่ล้างมือก็จะกินเอาสารตะกั่วเข้าไป หรือถ้ากลับบ้านโดยไม่อาบน้ำเปลี่ยนเสื้อผ้าให้เรียบร้อยก็เป็นการเอาฝุ่นตะกั่วนี้กลับไปแพร่ให้เด็กเล็กๆต่อไป

สำหรับชาวบ้านที่อยู่ใกล้โรงงานก็จะมีโอกาสรับฝุ่นตะกั่วมากกว่าปกติ ถ้าโรงงานนั้นไม่มีระบบระบายอากาศหรือการกำจัดฝุ่นตะกั่วที่ดี

2. ตะกั่วในอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ตัวอย่างที่ได้พบเห็นและควรระวัง เช่น

- เครื่องถ้วยชามที่มีลวดลายเคลือบสีต่างๆ ในด้านใน หรือถ้วยโลหะที่ใช้ดื่มเมื่อถูกอาหารที่มีฤทธิ์กรดหรือความร้อน สารตะกั่วที่ผสมอยู่ก็จะละลายออกมา
- สีที่มีตะกั่วผสมซึ่งใช้ทาบ้าน เมื่อผ่านไปหลายปีมักจะลอกหลุดเป็นแผ่นเล็กๆ เด็กๆจะชอบหรือเผลอหยิบกินทำให้ได้รับสารตะกั่ว กรณีเช่นนี้พบมากในต่างประเทศ แม้กระทั่งสัตว์ที่ขังไว้ตามสวนสัตว์ก็ยังป่วยเป็นพิษจากสารตะกั่วเพราะชอบกัดแทะลูกกรงเหล็กที่ทาสีไว้

นอกจากสีทาบ้านแล้ว ของเล่นเด็กที่ทาสีฉูดฉาดด้วยสีที่มีตะกั่วผสมก็เป็นอันตรายมาก เพราะเด็กชอบกัด อม หรือดูดของเล่น

- ท่อน้ำประปาที่เป็นเหล็กก็จะมีตะกั่วละลายออกมาได้ ปัจจุบันจึงมีความพยายามที่จะใช้ท่อพีวีซี (คำนวณ อึ้งชูศักดิ์,2532)

หอยไทยมี 102 ครอบครัว 205 สกุล จากสถิติแสดงปริมาณหอยที่จับมาใช้เป็นอาหารและซื้อขายกันทั่วประเทศประมาณว่ามีถึง 1 ใน 3 ของสัตว์น้ำที่จับได้ทั้งสิ้น ซึ่งนอกจากจะขายเป็นอาหารสดแล้วยังทำเป็นหอยแห้งและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ส่งเป็นสินค้าออกไปยังมาเลเซีย สิงคโปร์ ฮ่องกง และประเทศลาว เป็นจำนวนมาก ตามสถิติปี พ.ศ.2508

คำว่า หอย ประชาชนทั่วไปย่อมนึกถึงแต่หอยนางรม หอยแครง หอยโข่ง หอยขม และหอยเบี้ย หรือสัตว์หน้าคว่ำ แท้จริงในสัตววิทยาได้จัดเอาปลาหมึกเข้าไว้ด้วยกัน และในบรรดาหอยที่รู้จักคุ้นเคยจักกันดีนั้น แบ่งออกเป็นพวกที่มี 2 พวก คือ หอยฝาเดียวกับหอยฝาคู่

หอยฝาเดียว (Univalve mollusks) มีอยู่ทั่วไปในน้ำจืด ในทะเล และบนบก มีฝาหรือเปลือกชิ้นเดียวข้างบนเป็นรูปเจดีย์บิดเป็นเกลียวยาว หรือไม่ก็เป็นกรวยเตี้ยๆคล้ายฝาชี และบาง

ชนิดก็มีเปลือกเป็นหนาม มีอยู่ 63 ครอบครัว แต่ที่สำคัญก็มีเพียง 8 ครอบครัว คือ หอยโข่งทะเล หอยนมสาว หอยอูด หอยขม หอยโข่ง หอยจุ๊บแจง หอยสังข์ และหอยเบี้ย ส่วนหอยฝาคู่ได้แก่ หอยแมลงภู่ หอยนางรม หอยแครง หอยกะพง และหอยมุก เป็นต้น

หอยฝาคู่ (Bivalve mollusks) หอยฝาคู่ส่วนใหญ่ เช่น หอยแครง หอยแมลงภู่ หอย กะพง หอยนางรม และหอยเสียบ อาศัยอยู่ในน้ำเค็ม บางชนิดมีขนาดใหญ่มาก เช่น หอยมือเสือ หรือหอยมือแมว เปลือกยาวถึง 1 เมตร หนัก 250 กิโลกรัม ที่อยู่ในน้ำจืดก็มีหอยกาบ หอยทราย และหอยกี (คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2511)

การเลี้ยงหอยแครง (Ark shell,rock cockle)

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะหอยแครง

หอยแครง เป็นอาหารทะเลที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย สามารถประกอบอาหารได้หลายประเภท อีกทั้งเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าสูงทั้งทางเศรษฐกิจและโภชนาการ อาชีพการเลี้ยงหอยแครงในประเทศไทยได้มีมาเป็นเวลานานไม่น้อยกว่า 100 ปี โดยการรวบรวมพันธุ์หอยจากแหล่งลูกหอยในธรรมชาติเพื่อหว่านลงเลี้ยงในบริเวณที่เหมาะสม มีการกั้นคอกแสดงอาณาเขตที่เลี้ยงไว้ สำหรับในประเทศไทยพบว่ามีเลี้ยงครั้งแรกที่ ตำบลบางตะพูน อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ในเนื้อที่ 5-10 ไร่ ใช้เวลาเลี้ยง 1-2 ปี จึงเก็บเกี่ยวไปขายได้ และต่อมาขยายการเลี้ยงไปในพื้นที่ใกล้เคียงและจังหวัดต่างๆ การเลี้ยงหอยแครงเป็นการดำเนินธุรกิจแบบง่ายๆ ไม่จำเป็นต้องดูแลและให้อาหารจึงสามารถทำกำไรได้ 5-10 เท่าของเงินลงทุน ทำให้ปัจจุบันมีการขยายพื้นที่เลี้ยงไปยังชายฝั่งที่มีสภาพที่เหมาะสมทั้งฝั่งอันดามันและอ่าวไทย หลายจังหวัดที่มีการทำฟาร์มเลี้ยงหอยแครงหอย แครงชนิดที่นิยมนำมาใช้ในการเลี้ยงนั้น มีชื่อเรียกทั่วไปว่า หอยแครงเทศ หอยแครงขุ่ย หอยแครงปากมุ้ม หอยแครงมัน หรือหอยแครงเบี้ยว เป็นหอยที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก (ชนิดที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่จะเรียกหอยคราง หรือหอยแครงขน) เป็นหอยที่ชอบฝังตัวอยู่ตามหาดโคลนหรือเลนละเอียดในบริเวณชายฝั่งทะเลจนถึงแนวที่อยู่ห่างฝั่งออกไปประมาณ2 กิโลเมตร

หอยแครงจะมีอุปนิสัยชอบฝังตัวอยู่ตามผิวดินโคลน ลึกตั้งแต่ 1-12 นิ้ว โดยเราจะสังเกตเห็นเป็นรู จำนวน 2 รูปที่ผิวดินซึ่งเป็นช่องทางน้ำเข้า-ออก และสามารถเห็นรอยการเคลื่อนที่ของหอยเป็นร่องๆ โดยใช้เท้าในการเคลื่อนที่เพื่อหาอาหาร หลบหลีกศัตรู และเพื่อหาสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม หอยแครงจะขึ้นมาที่ผิวดินเมื่อน้ำขึ้นเพื่อหาอาหาร และจะฝังตัวใต้ผิวดินเมื่อน้ำลงเพื่อป้องกันน้ำออกภายนอกตัวหอย แต่จะเปิดฝาทั้ง 2 เล็กน้อย โดยจะยังมีสภาวะการไหลเวียนของน้ำและการหายใจเกิดขึ้นเป็นปกติภายในเปลือก บริเวณที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงหอยแครงหรือสถานที่เลี้ยงหอยแครงนั้น นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญเบื้องแรกที่จะทำให้การประกอบอาชีพการเลี้ยงหอยแครงประสบผลสำเร็จหรือไม่

การเลือกทำเลเลี้ยงหอยแครง

1. ควรเลือกชายฝั่งทะเลที่มีหอยเกิดอยู่แล้วในธรรมชาติ หรือสามารถหา พันธุ์หอยได้สะดวก

2. การเลือกลักษณะพื้นที่ต้องเป็นหาดโคลนเรียบ มีความลาดเอียงเล็กน้อย (ไม่ควรเกิน 15 องศา) และเป็นอ่าวที่บังคลื่นลมได้ กระแสน้ำไม่ไหลแรงเกินไป เพื่อป้องกันกระแสน้ำหรือคลื่นลมพัดพาหอยแครงไปอยู่รวมกัน

3. ดินควรเป็นดินแลน ดินโคลนละเอียด หรือดินเหนียวปนโคลน ควรมีความหนาของผิวหน้าดินไม่ต่ำกว่า 40-50 เซนติเมตร พื้นของเลนเหลวทุกระดับ และไม่มีการสะสมของเศษใบไม้ป่าชายเลน

4. ความลึกของน้ำบริเวณแหล่งเลี้ยงประมาณ 0.5-1 เมตร (ระดับน้ำทะเลปานกลาง) ทั้งนี้ไม่ควรให้หอยมีโอกาสตากแดดอยู่ในที่แห้ง (น้ำลดต่ำสุดไม่เกิน กว่า 2-3 ชั่วโมง)

5. ความเค็มของน้ำบริเวณแหล่งน้ำควรเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 10-30 ส่วนในพัน หากน้ำมีสภาพจืดนานเกินไปอาจเป็นสาเหตุทำให้หอยตายได้

6. ควรเป็นพื้นที่ที่ไม่ได้รับอิทธิพลน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งอาศัยชุมชน ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้หอยมีอัตราตายสูง เนื้อหอยมีคุณภาพต่ำและไม่ ปลอดภัยต่อผู้บริโภคระบบการเลี้ยงการเลี้ยงหอยแครงในประเทศไทยอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบคือ ระบบการเลี้ยงแบบดั้งเดิมและการเลี้ยงแบบพัฒนา

การเลี้ยงแบบดั้งเดิม

เป็นการทำฟาร์มขนาดเล็กในครอบครัว เนื้อที่ 5-30 ไร่ต่อครอบครัวหรือราย โดยใช้ไม้ไผ่กั้นคอกล้อมแปลงเลี้ยง ขนาดลูกหอยเริ่มต้นเลี้ยง ขนาดลูกหอยเริ่มต้นเลี้ยงจะขึ้นกับสายพันธุ์ของลูกหอย หากเป็นลูกหอยพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดเพชรบุรี จะใช้ลูกหอยขนาดใหญ่ คือ 400-1,200 ตัวต่อกิโลกรัม โดยขนาดที่นิยมหว่านเลี้ยงประมาณ 450 ตัวต่อกิโลกรัม จะมีอัตราการหว่านประมาณ 800-1,500 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากหอยพันธุ์พื้นเมืองสามารถเดินได้ ดังนั้นเพื่อให้หอยเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและไม่กองทับกันต้องมีการตรวจความหนาแน่นและเกลี่ยลูกหอยเป็นประจุทุก 15 วันหรือทุกเดือน โดยใช้เครื่องมือคล้ายคราด ซึ่งเรียกตามภาษาท้องถิ่นว่าโพง คราด และรวบรวมลูกหอยไปหว่านกระจายบริเวณอื่น สำหรับลูกหอยสายพันธุ์มาเลเซีย ซึ่งนำมาจากทางภาคใต้ (สตูลหรือมาเลเซีย) จะปล่อยเลี้ยงลูกหอยขนาดเล็กกว่าพันธุ์พื้นเมือง โดยจะปล่อยขนาด 1,000-3,000 ตัวต่อกิโลกรัม แต่ขนาดที่นิยมปล่อยเลี้ยงประมาณ 2,500 ตัวต่อกิโลกรัม ลูกหอยสายพันธุ์มาเลเซียนี้ไม่เคลื่อนที่ แต่ในการหว่านลงเลี้ยงครั้งแรก อาจมีการกองทับกัน ดังนั้นต้องใช้เรือคราดและรวบรวมลูกหอยไปหว่านให้มีความหนาแน่นสม่ำเสมอทั่วพื้นที่เลี้ยง ซึ่งจะทำเพียงครั้งแรกในช่วงเริ่มหว่านเลี้ยง สำหรับอัตราการหว่านนั้นประมาณ 300-3,000 กิโลกรัมต่อไร่ โดยระหว่างการเลี้ยงลูกหอยจะมีการเพิ่มจำนวนขึ้นจากปริมาณหอยที่ปล่อยเลี้ยงในตอนเริ่มต้นด้วย ดังนั้นการเก็บรวบรวมลูกหอยหลังจากปล่อยเลี้ยง จะมีการเก็บรวบรวมโดยใช้เรือลาก และคัดขนาดลูกหอย ลูกหอยที่มีขนาดเล็กจะถูกปล่อยลงเลี้ยงใหม่ หลังจากการเลี้ยงได้ 1 ถึง 1 ปีครึ่ง สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ แต่หอยพันธุ์พื้นเมือง จะใช้เวลานานกว่าโดยมีอายุการเลี้ยงประมาณ 1 ปีครึ่ง ถึง 2 ปี หอยที่เก็บเกี่ยวได้ทั้งสองสายพันธุ์จะมีขนาด 80-120 ตัวต่อกิโลกรัม โดยจะได้ผลผลิตประมาณ 2,000-3,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อรุ่น การเลี้ยงแบบนี้นิยมเลี้ยงแถบอ่าวไทยตอนในโดยเฉพาะแถบชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี และมหาสารคาม เป็นต้น

การเลี้ยงแบบพัฒนา

เป็นการเลี้ยงหอยแครงแบบธุรกิจขนาดใหญ่ เนื้อที่ 200-1,000 ไร่ต่อราย มีการปักเขตเช่นเดียวกับแบบแรก ลูกหอยที่นำมาเลี้ยงจะใช้หอยขนาดเล็ก (นิยมใช้พันธุ์หอยจากประเทศมาเลเซีย) โดยมีขนาดตั้งแต่ 1,000-3,000 ตัวต่อกิโลกรัม แต่ขนาดที่นิยมนำมาใช้ประมาณ 2,500 ตัวต่อกิโลกรัม ซึ่งทั้งขนาดและอัตราหว่านเช่นเดียวกับการปล่อยลูกหอยลงเลี้ยงในระบบดั้งเดิม เนื่องจากผู้ประกอบการเลี้ยงหอยแครงรายใหญ่ จะเป็นผู้นำลูกหอยมาจำหน่ายให้แก่ผู้ประกอบการรายย่อยด้วย โดยมีราคาแตกต่างตามขนาดลูกหอยที่รับมา ใช้เวลาเลี้ยง 1-2 ปีจะได้หอยขนาด

80-120 ตัวต่อกิโลกรัม ผลผลิตประมาณ 4,000-5,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อรุ่น การเลี้ยงระบบนี้นิยมในจังหวัดชายฝั่งทะเลภาคใต้ทั้งฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน

เมื่อเลี้ยงหอยได้ประมาณ 1-2 ปี หอยจะเติบโตขนาดประมาณ 80-120 ตัวต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นขนาดที่ใช้บริโภค หอยที่โตขนาดดังกล่าวจะผ่านการวางไข่แล้วการเก็บเกี่ยวหอยช่วงนี้จึงเป็นการช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรหอยได้อีกทางหนึ่ง ผลผลิตหอยสองฝาทั่วไปบางครั้งอาจมีการสะสมโลหะหนักและสิ่งสกปรกโดยเฉพาะแบคทีเรียที่บางครั้งทำให้ผู้บริโภคเกิดโรคทางเดินอาหารและอาหารเป็นพิษ สำหรับปัญหาในการเลี้ยงหอยแครงที่เกษตรกรประสบเป็นประจำ คือปัญหาการเกิดขี้ปลาวาฬ ซึ่งมักจะเกิดในช่วงเดือนกันยายนถึงกลางเดือนพฤศจิกายนของทุกปี ซึ่งไม่สามารถเก็บเกี่ยวลูกหอยขณะนั้นได้ เนื่องจากไม่มีตลาดรับซื้อเกษตรกรจึงมักจะขายหอยแครงให้แก่พ่อค้าคนกลางซึ่งจะรับหอยไปขายต่อยังประเทศจีน ในช่วงต้นปี

การเลี้ยงหอยแมลงภู่

ภาพที่ 2 แสดงลักษณะของหอยแมลงภู่

หอยแมลงภู่เป็นสัตว์ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ประชาชนนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ทั้งประกอบกันเป็นอาหารรับประทานสดและการถนอมในรูปแบบต่างๆ อาทิ ตากแห้ง ทำเค็ม และหมักดองเป็นต้น นับเป็นอาหารทะเลที่มีรสชาติอร่อยและมีคุณค่าทางโภชนาการสูงอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งบริโภคทั้งในและต่างประเทศนับวันจะเพิ่มปริมาณตามความต้องการมากยิ่งขึ้น อีกทั้งหอยชนิดนี้สามารถทำรายได้เข้าประเทศในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก หอยแมลงภู่ที่ซื้อขายกันอยู่ในตลาดทั่วไปปัจจุบันนี้ ส่วนใหญ่เป็นผลผลิตที่ได้จากแหล่งเลี้ยงในท้องที่จังหวัดชายฝั่งทะเล ทั้งในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยตอนนอก ชายฝั่งภาคตะวันออกและภาคใต้ แม้ว่าการเลี้ยงหอยแมลงภู่ในประเทศไทยจะได้ขยายขอบเขตออกไปในพื้นที่ที่เหมาะสมมากขึ้น แต่ผลผลิตที่ได้ก็ยังไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด

หอยแมลงภู่เป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว ไม่จำเป็นต้องให้อาหารหรือใช้ปุ๋ยอย่างการเลี้ยงปลาในบ่อ เพราะว่าหอยแมลงภู่จะกรองกินพวกแพลงตอนพืชและสัตว์ขนาดเล็กรวมทั้งอินทรียวัตถุที่แขวนลอยในทะเลเป็นอาหารซึ่งสิ่งมีชีวิตดังกล่าวเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และล่องลอยอยู่ในน้ำทะเล การเลี้ยงหอยแมลงภู่จึงเป็นธุรกิจที่ใช้ต้นทุนต่ำและสามารถใช้แรงงานของสมาชิกในครอบครัวเพื่อการนี้ได้โดยไม่จำเป็นต้องเสียค่าแรงงานมากนักสำหรับธุรกิจขนาดเล็ก ส่วนการเลี้ยงหอยแมลงภู่เป็นธุรกิจขนาดใหญ่ก็มีลู่ทางที่ดำเนินการให้ประสบผลสำเร็จด้วยดีได้เช่นกัน

การเลือกสถานที่

ทำเลพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงหอยแมลงภู่ เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งในการประกอบอาชีพการเลี้ยงหอยแมลงภู่ จึงมีข้อพิจารณา ดังนี้

การเลี้ยงหอยแมลงภู่มีหลายแบบ แต่ละแบบเหมาะที่จะใช้ตามลักษณะภูมิประเทศและสภาวะแวดล้อม การที่จะเลี้ยงแบบใดนั้นเป็นเรื่องที่จะต้องพิจารณาตามความเหมาะสมซึ่งรูปแบบที่นิยมมีดังนี้

1. **การเลี้ยงแบบปักหลักล่อลูกหอย**

การเลี้ยงแบบนี้เหมาะสมที่จะดำเนินการในพื้นที่ย่านน้ำตื้นซึ่งมีความลึกประมาณ 4 – 6 เมตร ตามบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีสภาพเป็นอ่าวทั่วไป พื้นทะเลตั้งแต่เส้นขอบฝั่งออกไปไม่ลาดชันเกินไป สภาพดินเป็ นโคลน และโคลนปนทราย ระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุดไม่แตกต่างกันมากนักเป็นแหล่งน้ำที่มีแพลงตอนอาหารตามธรรมชาติของหอยเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ หากมีเกาะแก่งกระจายกันอยู่และบางบริเวณมีภูเขาที่ตั้งอยู่ชายน้ำ จะช่วยเป็นเครื่องกำบังคลื่นลมและกระแสน้ำได้

แหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ของประเทศไทย จะมีลูกหอยเกิดแทบทุกเดือนตลอดทั้งปี แต่ฤดูวางไข่จะมีลูกหอยเกาะจำนวนมากพบในช่วงเดือนเมษายน–กรกฎาคม ช่วงหนึ่งและอีกช่วงหนึ่งในเดือนตุลาคม-ธันวาคมของทุกปีในช่วงหลังนี้มีลูกหอยชุกชุมมากกว่าช่วงแรก เกษตรกรผู้เลี้ยงหอยจึงต้องเตรียมปักหลักไม้ เพื่อให้แล้วเสร็จก่อนที่ลูกหอยจะเริ่มเกาะประมาณ 1 – 2 สัปดาห์ หลักที่ใช้กันทั่วไปเป็นไม้ไผ่รวก ไม้ไผ่นวล และไม้เป้ง ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 – 5 เซนติเมตร ยาว 5 – 6 เมตร โดยจะปักเรียงกันเป็นแถว ไม้ไผ่แต่ละต้นปักให้ลึก 1 – 1.5 เมตรและมีความเอียงทำมุม

กับพื้นทะเลประมาณ 60 องศา ทั้งนี้ใช้ไม้เอียงไปทางขวาและทางซ้ายสลับกันไปทุกต้น การที่ปักหลักไม้เอียงดังกล่าวก็เพื่อช่วยให้กล่าวหักโค่นลดน้อยลงเมื่อหอยมีขนาดโตขึ้นและน้ำหนักมากขึ้น รวมทั้งป้องกันการเสียดสี เมื่อมีกระแสน้ำไหลแรง ซึ่งจะทำให้หอยหล่นเสียหายได้

การเจริญเติบโตของลูกหอยที่เริ่มเกาะหลักไม้ ประมาณว่าเมื่อลูกหอยมีอายุ 7 เดือน จะมีความยาวเฉลี่ย 5.86 เซนติเมตร ซึ่งจัดว่าเป็นขนาดที่สามารถส่งจำหน่ายแก่ผู้บริโภคต่อไปได้ การที่ลูกหอยมีขนาดหนาแน่นมากเกินไปไม่เพียงแต่ทำให้มีอัตราการตายสูงมากเท่านั้นแต่จะเป็นผลให้หอยมีการเจริญเติบโตช้าลงอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากหอยต้องแย่งอาหารกัน

2. การเลี้ยงแบบแพ

ขนาดของแพมีหลายขนาดตั้งแต่ 25 ตารางเมตร 75 ตารางเมตร และ 150 ตารางเมตร เป็นต้นวัสดุที่ใช้ประกอบด้วยไม้เนื้อแข็งหรือไม้ไผ่ หรือวัสดุชนิดอื่นๆ ประกอบกันเป็นแพจำนวน 7 แถว ยาวกันห่างแถวละ 19 ต่อ 2 เมตร ทุ่นลอยใช้โฟมถังน้ำมัน หรือถังพลาสติกขนาด 200 ลิตรประกอบหัวท้ายสามารถรับเชือกเลี้ยงหอยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร ยาว 3 เมตร ได้ไม้ละ 35 เส้น ระยะเวลาการเลี้ยง 8 เดือนจะได้น้ำหนักหอยประมาณ 1,200 กิโลกรัม ขนาดแพอาจประกอบกันได้หลายชุดและตรึงไว้ด้วยสมอขนาด 15 กิโลกรัม โดยใช้เชือกสมอ มีความยาว 5 เท่าของความลึกของน้ำบริเวณใดกระแสน้ำแรงจัดก็เพิ่มได้ตามความเหมาะสม กรณีที่ต้องการสร้างแพด้วยท่อเหล็กควรทาสีกันสนิมด้วย การเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือกก็เป็นวิธีเลี้ยงอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถเลี้ยงได้บริเวณคลื่นลมแรงพอสมควร พื้นดินเป็นดินแข็ง หรือบริเวณที่ปักไม้ไม่ลงก็สามารถเลี้ยงได้ ส่วนตัวแพที่เลี้ยงมีความคงทนมีอายุการใช้งานหลายปี วัสดุที่ใช้หาง่ายมีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป

3. การเลี้ยงแบบหอยแขวนแบบราวเชือก

วิธีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแขวน มีความเหมาะสมสำหรับแหล่งเลี้ยงที่มีระดับความลึกและปลอดภัยจากกระแสคลื่นลมแรงและ อยู่ห่างฝั่ง ส่วนประกอบที่สำคัญคือเชือก เส้นใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 19 ต่อ 2 นิ้ว ยาวประมาณ 100 เมตร มีทุ่นผูกเป็นระยะ 2-4 เมตร เพื่อพยุงไม่ให้จมเชือกนี้มีเส้นเล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ผูกเป็นระยะๆ เพื่อให้หอยเกาะมีระยะห่างกัน 50 เซนติเมตร ปลายเชือกยาวไม่เกินระดับน้ำลงต่ำสุด ที่ปลายเชือกเส้นใหญ่ทั้งสองข้างผูกไว้กับสมอยึดไม่ให้เคลื่อนที่ ถ้าเป็นทุ่นใหญ่อาจผูกเชือกก็ได้ ผลผลิตพอๆ กับการเลี้ยงหอยแบบแพ แต่วิธีนี้เชื่อว่ามีความต้านทานต่อคลื่นลมได้ดี

4.การเลี้ยงหอยแบบตาข่ายเชือก

การเลี้ยงแบบตาข่ายเชือกสามารถเลี้ยงได้ในระดับน้ำลงต่ำสด 2 เมตร และในบริเวณดินแข็งที่ไม่สามารถปักไม้เลี้ยงหอยได้ การเลี้ยงแบบนี้มีข้อดี คือวัสดุที่ใช้ เป็นวัสดุสังเคราะห์ซึ่งหาได้ง่ายตามตลาดทั่วไป และวัสดุที่ใช้เลี้ยงมีความคงทนใช้งานหลาย

1.2.2 วิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมบัติ อินทร์คง, (2544) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในสิ่งแวดล้อมทางน้ำบริเวณเกาะสีชัง อ.เกาะสีชัง จ.ชลบุรี จากการเก็บตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิด ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว โครเมียม ปรอท และสังกะสี ในสิ่งแวดล้อมทางน้ำ คือ น้ำทะเล แพลงก์ตอน สัตว์น้ำ และดินตะกอน บริเวณเกาะสีชังและเกาะค้างคาว อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนเมษายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 พบว่าปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่วิเคราะห์ได้โดยรวมยังอยู่ในระดับต่ำและไม่พบค่าเฉลี่ยที่เกินมาตรฐานในตัวอย่างแต่ละประเภทแต่อย่างใดและจากการเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมาในบริเวณใกล้เคียง พบว่า มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยของปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และปรอทในบริเวณนี้ ในขณะที่ปริมาณสังกะสีและโครเมียมค่อนข้างคงที่ ทั้งนี้จากผลการศึกษาซึ่งพบว่าการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมทางน้ำยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานสิ่งแวดล้อมทางทะเล ดังกล่าว จึงเป็นข้อมูลสนับสนุนที่สำคัญอย่างหนึ่งถึงความเหมาสมในการเลือกใช้เป็นพื้นที่ศึกษาวิจัยด้านการจัดการระบบนิเวศทางทะเลและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะในลักษณะของการฟาร์มในทะเล (sea farming) ของบริเวณนี้อีกด้วย

อภิรดี เมืองเดช, (2529) การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี และปรอท ในหอยแครงบริเวณ ปากแม่น้ำบางปะกง ณ บริเวณตำบลสองคลอง อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ตำบลตำหรุ และบริเวณชายฝั่งทะเล ตั้งแต่ตำบลบางทรายจนถึงตำบลตำหรุ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี รวม 6 สถานี ได้ดำเนินการโดยการเก็บตัวอย่าง 6 ครั้ง ในเดือนธันวาคม 2542 มกราคม มีนาคม เมษายน มิถุนายน และกรกฎาคม 2543 รวม 36 ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ด้วยวิธีการ Flame Atomic Absorption และวิเคราะห์ปรอทด้วยวิธี Hydride Atomic Absorption พบว่า ปริมาณการสะสมของโลหะหนักในหอยแครงจะแตกต่างกันไปตามชนิดของโลหะหนัก สังกะสีมีปริมาณการสะสมสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ แคดเมียม ปรอท และตะกั่ว โดยพบปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 84.906 0.427 0.312 และ 0.222 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความแตกต่างของปริมาณโลหะ 4 ชนิด ระหว่างหอยแครง

เลี้ยงกับหอยแครงธรรมชาติ และระหว่างฤดูหนาว ฤดูร้อน ฤดูฝน พบว่าปริมาณโลหะหนัก 4 ชนิดในหอยแครง แต่ละบริเวณมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อย่างไรก็ตามจากการวิจัยนี้สรุปได้ว่าปริมาณโลหะหนักในหอยแครงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขแห่งประเทศไทย (พ.ศ.2529) อนุญาตให้มีได้ในอาหาร จึงยังไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสภาวะแวดล้อมทางทะเลและสุขภาพของผู้บริโภค

ยินดี ผดุง (2526) การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักโดยวิธี Atomic Aborbtion Spectrophotometry ในดิน (surface sediments) หอย (Isogrnomum) หอย (Gafrarium tumidum) หอย (Gregariella striatula) และสาหร่ายสีน้ำตาล (Padina tenuis) บริเวณอ่าวตังเข็น อ่าวมะขาม และอ่าวหมาน จังหวัดภูเก็ต ได้ผลดังนี้ คือ ปริมาณแคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิเกิล ตะกั่วและสังกะสี ในดิน มีค่าอยู่ในช่วง 0.80-2.98, 3.40-17.70, 988-10200, 26.7-175.0, 8.6-22.7, 14.4-37.5 และ 8.0-42.5 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และปริมาณโลหะหนักยกเว้นสังกะสีในหอย Isognomon isognomum มีค่าอยู่ในช่วง 4.57-9.50, 6.60-12.80, 411-1500, 14.0-18.5, 2.02-3.28 และ 3.77-41.70 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ ในหอย Gafrarium tumidum ,มีค่าอยู่ในช่วง 1.02-2.06, 7.67-8.40, 1020-1940, 25.6-39.7, 13.75-16.18,และ 10.85-25.10ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนหอย Gregariella striatula มีปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดใกล้เคียงกับในหอย Gafrarium tumidum และในสาหร่าย Padina tenuis อยู่ในช่วง1.99-3.11, 5.54-5.94, 2520-4150, 103.0-191.0, 10.70-13.00 และ 23.10-33.50 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า โดยส่วนใหญ่ค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินและสาหร่ายสีน้ำตาล Padina tenuis ในแต่ละอ่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α =0.01) ส่วนในหอย Isognomon isognomum แต่ละอ่าว พบปริมาณโลหะหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าในบริเวณอ่าวตังเข็น เฉพาะจุดที่ใกล้โรงงานถลุงแร่ดีบุก (ไทยซาร์โก้) มีปริมาณโลหะหนักทุกชนิด ทั้งในดิน หอย และสาหร่ายสูงกว่าบริเวณอื่นๆที่ทำการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญยิ่งอย่างสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าการสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่ศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งอย่างสถิติอีกด้วย

แววตา ทองระอาและสมพร เพลินใจ ,(2521)ได้ศึกษาพิษเฉียบพลันของตะกั่ว แคดเมียม และสารละลายผสมของโลหะทั้งสองชนิดที่มีต่อปลากะพงขาว ; Lates calcarifer (Bloch) ทำการศึกษาโดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง ในน้ำทะเลที่มีความเค็ม 30 ส่วนในพัน ความเป็นพิษโดยค่าของระดับความเข้มข้นที่ทำให้ปลาตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 96 ชั่วโมง ประกอบด้วย 5 การทดลอง คือ การทดลองในสารละลายเดี่ยวของตะกั่วและแคดเมียม 2 การทดลอง และการทดลองในสารละลายผสมของโลหะทั้งสองชนิด 3 การทดลอง ที่สัดส่วนความเป็นพิษ (ตะกั่ว :

แคดเมียม) 2:1,1:1 และ 1:2 การทดลองในสารละลายผสมใช้ความเข้มข้นในรูปของ "toxic unit" โดการทำให้ความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียม เป็นสัดส่วนเท่ากับค่า 96-h LC_{50} ของโลหะชนิดนั้นๆความเข้มข้นของสารละลายผสม จะเท่ากับผลรวมของความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียมในรูปของ toxic unit ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสะสมของตะกั่วและแคดเมียมในปลากะพงขาวที่ตาย ในระหว่างการทดลองทั้งในสารละลายเดี่ยวๆและสารละลายผสมของโลหะทั้งสองและปลาที่มีชีวิตรอดหลังจาก 96 ชั่งโมงด้วย ผลการทดลองพบว่าค่า 96-h LC_{50} และช่วงแห่งความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ของตะกั่วและแคดเมียมเท่ากับ 188.0 (126.77-150.23) และ3.70 (2.87-4.77) ส่วนในล้าน ตามลำดับ ความเป็นพิษของสารละลายผสมของตะกั่วและแคดเมียม จะน้อยกว่าพิษของโลหะแต่ละชนิด หรือเป็นแบบต้านฤทธิ์ โดยมีค่า 96-h LC_{50} และช่วงแห่งความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ที่สัดส่วนความเป็นพิษ 2:1,1:1 และ 1:2 เท่ากับ 1.80 (1.65-1.96) 2.30 (2.14-2.47) และ 2.75 (2.57-2.94) toxic unit ตามลำดับ การทดลองของสัดส่วนความเป็นพิษของตะกั่วและแคดเมียม จะทำให้ความเป็นพิษของสารละลายผสมของโลหะทั้งสองชนิดน้อยลง ปริมาณการละสมของตะกั่วและแคดเมียมในปลาที่ตายจะสูงกว่าปลาที่มีชีวิตรอด การสะสมของโลหะในปลาที่มีชีวิตรอดจะสูงขึ้นตามความเข้มข้นของโลหะที่ใช้ทดลอง และการมีโลหะชนิดหนึ่งรวมอยู่ด้วยจะไม่มีอิทธิพลต่อการสะสมของโลหะอีกชนิดหนึ่งในตัวปลา

ซูรายา อารง ,(2547) ได้ศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยชนิดต่างๆ ผลการศึกษาพบว่า หอยแมลงภู่มีการสะสมของโลหะหนักสูงสุดคือ เหล็ก 34.770 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ แมงกานีส ทองแดง และแคดเมียม มีปริมาณการสะสม 32.005ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง 5.435 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง.และ 1.172 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ หอยแครงมีการสะสมของโลหะหนักสูงสุดคือ เหล็ก 30.886 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ แมงกานีส ทองแดง และแคดเมียม มีปริมาณการสะสม 10.371ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง 5.677 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้งและ 2.803 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ปรีชา สมมณี ,(2522) ได้ศึกษาพิษของโลหะที่มีต่อหอยเสียบ และกุ้งแชบ๊วย โดยวิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่งตามวิธีมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา และวัดความเป็นพิษในรูปของ LC50 ระดับเริ่มเป็นพิษคำนวณจากเส้นโค้งความเป็นพิษ และระดับปลอดภัยซึ่งประมาณค่าสมมติฐาน LFPI ผลการศึกษาพบว่าหอยเสียบ ปรอทมีพิษรุนแรงมากที่สุด รองลงมาคือ แคดเมียม และทองแดง สังกะสีมีพิษน้อยที่สุด โดย 96 – h LC50 มีค่าดังต่อไปนี้ 0.16 , 0.91 , 0.93 และ1.62 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับระดับเริ่มเป็นพิษ คือ 0.110 , 0.815 และ 0.900 ส่วนในล้านส่วน ทองแดงและแคดเมียมมีพิษต่อกุ้งแชบ๊วยรุนแรงกว่าสังกะสี โดยมีค่า 48 – h LC50

เท่ากับ 0.14 , 0.46 และ 1.85 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ค่า 96 –h LC50 ของสังกะสีเท่ากับ 0.84 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งใกล้เคียงกับระดับเริ่มเป็นพิษ (0.80 ส่วนในล้านส่วน) ระดับความปลอดภัยของทองแดง แคดเมียม และสังกะสี ที่มีต่อกุ้งแชบ๊วย ควรมีค่าระหว่าง 0 .0014 – 0.00135 , 0.0046 – 0.0115 และ 0.0168 – 0.0420 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
2. เพื่อศึกษาปริมาณโลหะบางชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ที่สะสมอยู่ในหอยชนิดต่าง ๆ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
2. ทราบถึงปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมที่สะสมในหอยชนิดต่าง ๆ
3. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาปัญหาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในหอยแครงและหอยแมลงภู่ บริเวณตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช ด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

บทที่ 2
วิธีการวิจัย

2.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 กรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3) 65 เปอร์เซ็นต์

2.1.2 กรดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 30 เปอร์เซ็นต์

2.1.3 สารละลายมาตรฐานตะกั่ว 1000 ส่วนในล้านส่วน
เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ตั้งแต่ 1, 2, 3, 20, 50 ส่วนในล้านส่วน

2.1.4 สารละลายมาตรฐานแคดเมียม 1000 ส่วนในล้านส่วน
เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ตั้งแต่ 1 ,1.5 ,2 ,50 ส่วนในล้านส่วน

2.1.5 สารละลายมาตรฐานโครเมียม 1000 ส่วนในล้านส่วน
เตรียมสารละลายมาตรฐานโครเมียม ตั้งแต่ 1, 2, 3, 4, 50 ส่วนในล้านส่วน

2.1.6 น้ำกลั่น

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

2.2.1 เครื่อง อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

2.2.2 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.2.3 เตาเผา

2.2.4 เตาอบ

2.2.5 ตู้ดูดควัน

2.2.6 เตาไฟฟ้า

2.2.7 ตู้แช่แข็ง

2.2.8 ปากคีบ

2.2.9 บีกเกอร์ 50 ,100 ,250 มิลลิลิตร

2.2.10 ถ้วยกระเบื้อง

2.2.11 กระดาษกรอง

2.2.12 หลอดหยด

2.2.13 แท่งแก้วคน

2.2.14 ขวดโพลีเอธิลีน ขนาด 50 มิลลิลิตร

2.2.16 กรวยกรอง

2.2.17 ปิเปต

2.2.18 เครื่องปั่น

2.3 วิธีดำเนินการวิจัย

2.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์โลหะหนัก คือ หอยแมลงภู่ หอยแครง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิด คือ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ทำการเก็บตัวอย่างที่ตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

ในการเก็บตัวอย่างหอยก็เหมือนกับซื้อหอยมารับประทานทั่วไป ตัวอย่างหอยที่นำมาวิเคราะห์ คือ เฉพาะส่วนเนื้อของหอยแต่ละชนิด

2.3.2 หลักการวิเคราะห์

การะเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างหอยแต่ละชนิดครั้งละประมาณ 1 กิโลกรัม นำหอยมาแกะเปลือกเอาแต่เนื้อมา เก็บไว้ใส่ในช่องแข็ง

การเตรียมตัวอย่าง

นำเนื้อหอยไปปั่นให้ละเอียด นำไปอบที่อุณหภูมิ 90 – 100 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิท

การย่อยตัวอย่าง

1. นำหอย 2 ชนิด คือ หอยแมลงภู่ หอยแครง ที่เตรียมไว้แกะเปลือก
2. นำไปปั่นให้ละเอียด ใส่ในถ้วยกระเบื้อง
3. นำไปอบที่อุณหภูมิ 90 – 100 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิท
4. ชั่งเนื้อเยื่อของหอยที่ได้ประมาณ 1.0 กรัม
5. นำไปใส่ในตู้ดูดควันประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง
6. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3 – 5 ชั่วโมง
7. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 65 เปอร์เซ็นต์
8. ตั้งบนเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นให้ความร้อน จนเกิดการย่อยโดยสมบูรณ์เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2 มิลลิลิตร
9. เพิ่มอุณหภูมิขึ้นเรื่อย ๆ จนสารเหลือประมาณ 2 – 3 มิลลิลิตร

1.0 กรองสารละลายได้สารละลายใส ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50

11. ใส่สารละลายลงในขวดโพลีเอธิลีน

12. นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

การวิเคราะห์หาโลหะหนักแบบการหาโดย % Recovery

1. นำหอย 2 ชนิด คือ หอยแมลงภู่ หอยแครง ที่เตรียมไว้แกะเปลือก

2. นำไปปั่นให้ละเอียด ใส่ในถ้วยกระเบื้อง

3. นำไปอบที่อุณหภูมิ 90 – 100 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิท

4. ชั่งเนื้อเยื่อของหอยที่ได้ประมาณ 1.0 กรัม

5. เติมโลหะที่ต้องการวิเคราะห์ คือ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ความเข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วน ลงไป 1.0 มิลลิลิตร

6. นำไปใส่ในตู้ดูดควันประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง

7. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3 – 5 ชั่วโมง

8. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 65 เปอร์เซนต์

9. ตั้งบนเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นให้ความร้อนจนเกิดการย่อยโดยสมบูรณ์ แล้วเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2 มิลลิลิตร

10. เพิ่มอุณหภูมิขึ้นเรื่อย ๆ จนสารเหลือประมาณ 2 – 3 มิลลิลิตร

11. กรองสารละลายได้สารละลายใส ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร

12. ใส่สารละลายลงในขวดโพลีเอธิลีน

13. นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

วิธีการทำ Blank

1. นำน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ใส่ในถ้วยกระเบื้อง

2. นำไปใส่ในตู้ควันประมาณ 1-2 ชั่วโมง

3. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร

4. ตั้งบนเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นให้ความร้อน

5. เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2 มิลลิลิตร

6. เพิ่มอุณหภูมิขึ้นเรื่อย ๆ จนสารเหลือประมาณ 2 – 3 มิลลิลิตร

7. ได้สารละลายใส ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร

8. ใส่ลงในขวดโพลีเอธิลีน

9. นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

2.3.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐานต่าง ๆ

1. สารละลายมาตรฐานตะกั่ว

เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ตั้งแต่ 1.0,2.0,3.0 ,20 ,50 ส่วนในล้าน

2. สารละลายมาตรฐานแคดเมียม

เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียมตั้งแต่ 1.0,2.0 ,3.0 4.0 ,50 ส่วนในล้านส่วน

3. สารละลายมาตรฐานโครเมียม

เตรียมสารละลายมาตรฐานโครเมียมตั้งแต่ 1.0, 1.5,2.0 ,50 ส่วนในล้านส่วน

2.3.4 การเตรียมอุปกรณ์เครื่องแก้วและพลาสติก

1. นำเครื่องแก้วหรือขวดพลาสติกที่ต้องการใช้ในการวิเคราะห์ทำความสะอาด
2. แช่ในกรดไนตริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 1-3 วัน
3. กอบให้แห้ง เก็บไว้ในที่ปราศจากฝุ่นละออง และการปนเปื้อนของโลหะจากสิ่งอื่น ๆ

2.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วัดหาปริมาณ Pb Cd และ Cr ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

วัดโดยใช้หลอด Cathod ความยาวคลื่นแสง (Wave lenght) ต่างกันตามโลหะหนักแต่ละชนิด แล้วอ่านค่าการดูดกลืนแสง (absorbance)

ตะกั่ว (Pb)	ใช้ความยาวคลื่น	283.3 นาโนเมตร
แคดเมียม (Cd)	ใช้ความยาวคลื่น	228.8 นาโนเมตร
โครเมียม (Cr)	ใช้ความยาวคลื่น	357.9 นาโนเมตร

2.3.6 การคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนัก

จากค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ได้จากเครื่อง นำไปอ่านค่าความเข้มข้น (ส่วนในล้านส่วน) จากกราฟมาตรฐานของโลหะหนักแต่ละชนิด แล้วคำนวณ.ความเข้มข้นของโลหะหนักที่ได้จริง ๆ จากสูตร

$$\text{ค่าความเข้มข้นจริง (มิลลิกรัมต่อกรัม)} = \frac{\text{ค่าความเข้มข้นจริงที่อ่านได้จากกราฟมาตรฐาน} \times \text{ปริมาตรตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักแห้งของสารตัวอย่าง}}$$

2.3.7 การคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักโดยการทำ% Recovery

คำนวณความเข้มข้นของโลหะหนักที่ได้โดยใช้สูตร คือ

$$\frac{\text{ตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐาน} - \text{ตัวอย่างที่ไม่เติมสารมาตรฐาน}}{\text{สารมาตรฐานที่เติมลงไป}} \times 100$$

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. มัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic mean)

มัชฌิมเลขคณิต หรือ ค่าเฉลี่ย หมายถึงค่าที่ได้จากการนำคะแนนทั้งหมดมารวมกันแล้วหารด้วยคะแนนทั้งหมด สัญลักษณ์ที่ใช้คือ $\overline{X}$ การหาค่าเฉลี่ยมีวิธีการดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน

n แทน จำนวนตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) หมายถึง รากที่สองของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลแต่ละตัวจากค่าเฉลี่ยยกกำลังสองเป็นการวัดการกระจายที่บอกว่าข้อมูลแต่ละตัวกระจายไปจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากแสดงว่าข้อมูลของแต่ละคนในกลุ่มแตกต่างกันมาก ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่าข้อมูลของแต่ละคนในกลุ่มนั้นใกล้เคียงกัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแทนด้วยสัญลักษณ์ S หรือ SD คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X-\overline{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนของแต่ละคน

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนตัวอย่าง

2.3.8 ศึกษาปริมาณโลหะหนักที่สะสมในเนื้อหอยแครงและหอยแมลงภู่ โดยวิเคราะห์หาโลหะหนัก 3 ชนิด ดังนี้

1. ตะกั่ว
2. แคดเมียม
3. โครเมียม

บทที่ 3
ผลและการอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์

จากการเก็บตัวอย่างหอยชนิดต่าง ๆ ในเขตตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอย 2 ชนิด ได้แก่ หอยแครง และหอยแมลงภู่ โดยการศึกษาหาปริมาณโลหะหนักโดยใช้เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

ในการทดลองแต่ละครั้ง ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิดด้วยกัน คือ ตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียม โดยได้ทำการสุ่มหอยแครงและหอยแมลงภู่ จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าความเข้มข้นจริงเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของเนื้อหอยแครงและหอยแมลงภู่ และหาค่า % Recovery ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิด ในเนื้อหอยแครงและหอยแมลงภู่ และได้ทำการเก็บตัวอย่างเพียงจุดเดียว ส่วนการศึกษาหาปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิด ในเนื้อหอย 2 ชนิด แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 5 ครั้ง โดยได้ทำการเก็บตัวอย่างหอยโดยการสุ่มจากตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

3.1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในเนื้อหอยชนิดต่าง ๆ

3.1.1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในหอยชนิดต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในหอยแครงและหอยแมลงภู่ พบว่าหอยแครงมีปริมาณตะกั่วสูงสุดคือ 0.0131 มิลลิกรัมต่อกรัม รองลงมาคือ หอยแมลงภู่ 0.0119 มิลลิกรัมต่อกรัม

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกรัม) ในหอยสองชนิด

ชนิดของหอย	ค่าความเข้มข้นจริง (มิลลิกรัมต่อกรัม)					$\overline{X}$	SD
	1	2	3	4	5		
หอยแครง	0.0133	0.0126	0.0135	0.0137	0.0126	0.0131	0.0002
หอยแมลงภู่	0.0123	0.0112	0.0119	0.0126	0.0116	0.0119	0.0003

3.1.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมในหอยชนิดต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมในหอยแครงและหอยแมลงภู่ พบว่าหอยแมลงภู่มีปริมาณแคดเมียมสูงสุดคือ 0.0039 มิลลิกรัมต่อกรัม รองลงมาคือ หอยแครง 0.0027 มิลลิกรัมต่อกรัม

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม (มิลลิกรัมต่อกรัม) ในหอยสองชนิด

ชนิดของหอย	ค่าความเข้มข้นจริง (มิลลิกรัมต่อกรัม)					$\overline{X}$	SD
	1	2	3	4	5		
หอยแครง	0.0030	0.0027	0.0028	0.0029	0.0023	0.0027	0.0001
หอยแมลงภู่	0.0038	0.0038	0.0038	0.0042	0.0037	0.0039	0.0002

3.1.3 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมในหอยชนิดต่าง ๆ

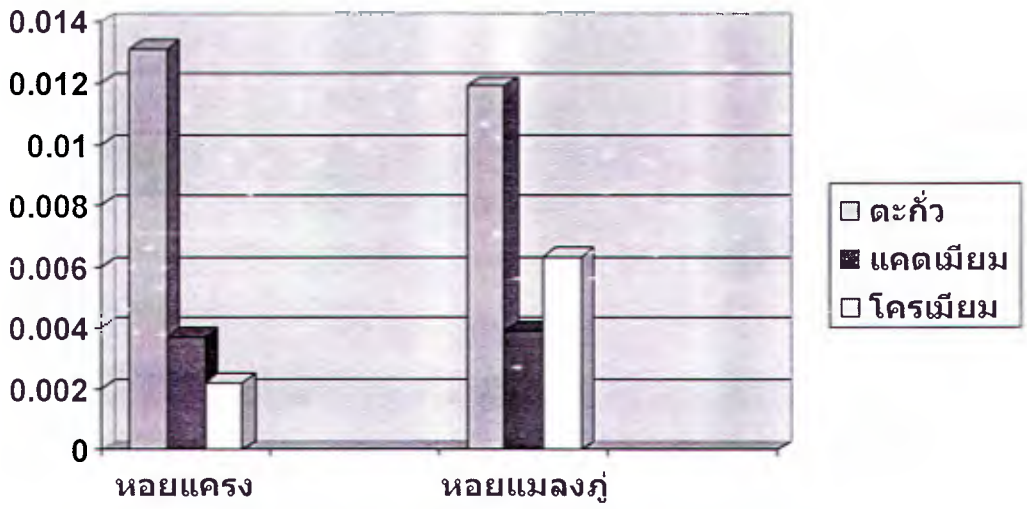
จากการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมในหอยแครงและหอยแมลงภู่ พบว่าหอยแมลงภู่มีปริมาณโครเมียมสูงสุดคือ 0.0063 มิลลิกรัมต่อกรัม รองลงมาคือหอยแครง 0.0022 มิลลิกรัมต่อกรัม

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียม (มิลลิกรัมต่อกรัม) ในหอยสองชนิด

ชนิดของหอย	ค่าความเข้มข้นจริง (มิลลิกรัมต่อกรัม)					$\overline{X}$	SD
	1	2	3	4	5		
หอยแครง	0.0024	0.0022	0.0025	0.0024	0.0014	0.0022	0.0003
หอยแมลงภู่	0.0059	0.0065	0.0073	0.0067	0.0053	0.0063	0.0002

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์โดยวิธีการทำ % Recovery

โลหะ	สารตัวอย่าง (X)	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อกรัม)		Y-X	% Recovery
		สารมาตรฐาน	ตัวอย่าง+โลหะ (Y)		
Pb	0.238	1	1.274	1.274-0.238	103.6
Cd	0.077	1	1.101	1.101-0.077	102.4
Cr	0.043	1	1.323	1.323-0.043	128



ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในหอยชนิดต่างๆ

บทที่ 4
บทสรุป

จากการศึกษาหาปริมาณโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในหอยแครงและหอยแมลงภู่ บริเวณตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ จากผลการทดลองพบว่าปริมาณตะกั่วในหอยแครงและหอยแมลงภู่ มีปริมาณตะกั่วสูงสุดในหอยแครงคือ 0.0131 มิลลิกรัมต่อกรัมและในหอยแมลงภู่คือ 0.0119 มิลลิกรัมต่อกรัม ปริมาณแคดเมียมในหอยแครงและหอยแมลงภู่ พบว่าหอยแมลงภู่มีปริมาณแคดเมียมสูงสุดคือ 0.0039 มิลลิกรัมต่อกรัม ในหอยแครงคือ 0.0027 มิลลิกรัมต่อกรัม ปริมาณโครเมียมในหอยแครงและหอยแมลงภู่ พบว่าหอยแมลงภู่มีปริมาณโครเมียมสูงสุดคือ 0.0063 มิลลิกรัมต่อกรัม และในหอยแครง 0.0022 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์โลหะหนักพบว่า ในหอยแครงมีปริมาณตะกั่วสูงสุดคือ 0.0131 มิลลิกรัมต่อกรัม ปริมาณแคดเมียม 0.0027 มิลลิกรัมต่อกรัม และปริมาณโครเมียมคือ 0. 0022 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ในหอยแมลงภู่พบว่า มีปริมาณตะกั่วสูงสุดคือ 0.0119 มิลลิกรัมต่อกรัม ปริมาณโครเมียมคือ 0.0063 มิลลิกรัมต่อกรัม ปริมาณแคดเมียมคือ 0.0039 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาสภาวะของการทดลองที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยชนิดต่าง ๆ เช่น ศึกษากรดที่ใช้ในการย่อยสารตัวอย่างและระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสารตัวอย่าง เพื่อจะได้ทราบถึงปริมาณโลหะหนักในหอยในสภาวะดังกล่าว

2. ควรทำการศึกษาอย่างต่อเนื่องเป็นระยะ ๆ เพื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในแหล่งนั้น ๆ โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเล ซึ่งเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากกิจกรรมการเกษตร ชุมชน และแหล่งอุตสาหกรรม จึงอาจทำให้เกิดการสะสมของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นในอนาคต ถ้าไม่ได้มีการจัดการและป้องกันปัญหาที่ดีพอ

3. ควรให้มีการตรวจสอบปริมาณโลหะหนักในน้ำ และในดินตะกอนด้วย ตลอดจนศึกษาถึงสภาพแวดล้อมบางประการ เช่น ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบสของน้ำ เป็นต้น เพราะปัจจัยเหล่านี้มีส่วนสัมพันธ์ต่อการสะสมของโลหะหนักในน้ำทะเล

4. ในการวิเคราะห์และเก็บตัวอย่าง เพื่อนำมาศึกษาก็มีความสำคัญอย่างยิ่งหากไม่ถูกต้องหรือไม่มีประสิทธิภาพดีแล้วจะทำให้ผลการวิจัยไม่ดีเท่าที่ควร

5. การให้การศึกษาแก่ประชาชน ในเรื่องพิษของโลหะหนักต่อสุขภาพอนามัยของตนและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ก็ควรดำเนินการอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

บรรณานุกรม

จุไร ทองมาก,อรทัย ศุกรียพงศ์ และนิตยาพร ตันมณี. (2538). ปริมาณ ปรอท แคดเมียม และตะกั่วในน้ำ และดินตะกอนของคลองระบายน้ำทิ้งจากบริเวณการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อการเลี้ยงกุ้งอ่าวคุ้งกะเบนอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี. นนทบุรี.

ปรีชา สุวรรณพินิจ และนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. (2542). ชีววิทยา 2. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรมหาวิทยาลัย

พูนทรัพย์ วิรุฬหกุล. (2546). โลหะหนัก : สถานะภาพการปนเปื้อนในสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ของไทย กรมประมง

ยินดี ผดุง . (2526). การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน หอย และสาหร่ายทะเลบริเวณอ่าวตังเข็น อ่าวมะขาม อ่าวหมาน. ภูเก็ต : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พจนี สร้อยเงิน. (2532). ศึกษาโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี และทองแดง ในน้ำ ธรรมชาติ ในเขตจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อภิรดี เมืองเดช. (2544). ปริมาณโลหะหนักในหอยแครง (Anadra granosa) บริเวณปากแม่น้ำบางบางปะกง วารสารวิทยาศาสตร์ กันยายน-ตุลาคม 2545 หน้า 312-323

วารสารแก่นเกษตร. 2537. บทคัดย่อการศึกษาปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน. ปีที่ 22 ฉบับที่ 4. ตุลาคม – ธันวาคม 2537 (หน้า 186 – 192).

ณรงค์ ณ เชียงใหม่ . 2525. มลพิษสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

ไมตรี สุทธจิตต์. (2531). สารพิษรอบตัวเรา.เชียงใหม่. โรงพิมพ์ดาว คอมพิวกราฟิค.

พิมล เรียนวัฒนา , ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. 2531. เคมีสภาวะแวดล้อม. : กรุงเทพฯ.

ซูรายา อารง. 2546. การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยชนิดต่างๆ. ยะลา : สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

ดุษฎี มั่นความดี. 2537. เทคนิคการใช้และบำรุงรักษาเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตโฟโตมิเตอร์ , วารสารวิทยาศาสตร์. 136 (กันยายน 2537), 29-34.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สมบัติ อินทร์คง. 2544. ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในสิ่งแวดล้อมทางน้ำบริเวณเกาะสีชัง อ.เกาะสีชัง จ.ชลบุรี , สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 71 : สรรพสรรพสาส์น วิชาการ.

สุวรรณา วัฒนาคาม. 2542. หอยทะเล. : กรุงเทพฯ. โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

แววตา ทองระอา , สมพร เพลินใจ. 2529. อิทธิพลร่วมของตะกั่วและแคดเมียมที่มีต่อปลากะพงขาว. : กรุงเทพฯ. สถาบันวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเสน.

เกษม จันทร์แก้ว. 2524. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. ฉบับที่ 4. : กรุงเทพฯ. คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรีชา สมมณี. 2522. พิษของโลหะหนักที่มีต่อหอยเสียบและกุ้งแชบ๊วย : กรุงเทพฯ. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะประมง. 2511 ชลสมบัติของไทย. ฉบับที่ 3. : กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฐาปกรณ์ แก้วเงิน. (2540) การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในลำคลอง เขตเทศบาลนครนครศรีธรรมราช วารสารคณะวิทยาศาสตร์สำหรับวิทยาศาสตร์แห่งชาติ คณะวิทยาศาสตร์สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช. 15 (เมษายน 2540)

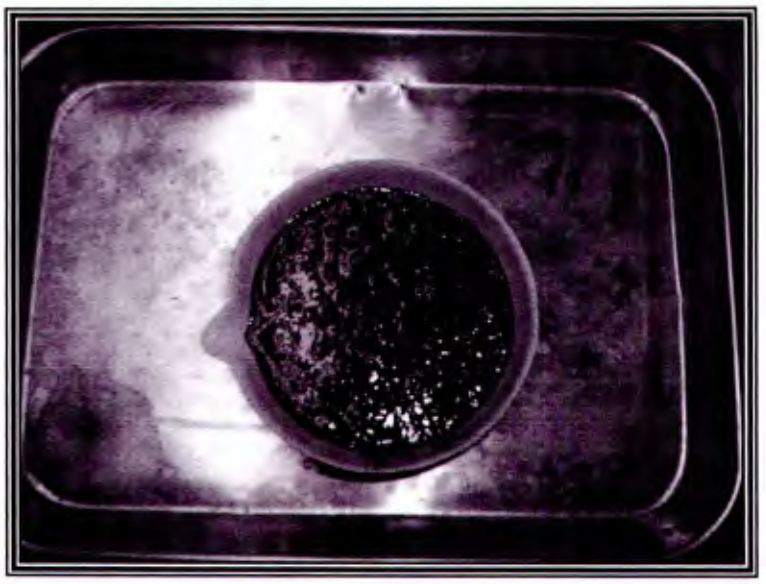
มลิวัลย์ สมศักดิ์. 2546. การวิจัยทางการศึกษา. : นครศรีธรรมราช. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
แสดงลักษณะรูปภาพต่างๆ

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของหอยแมลงภู่

ภาพที่ 5 แสดงลักษณะของหอยแครง



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะของหอยแมลงภู่ปั่น

ภาพที่ 7 แสดงลักษณะของหอยแครงปั่น

ภาพที่ 8 แสดงลักษณะของหอยแครงบด (หลังจากอบที่อุณหภูมิ 110°C)

ภาพที่ 9 แสดงลักษณะขอหอยแมลงภู่บด (หลังจากอบที่อุณหภูมิ 110°C)

ภาพที่ 10 แสงดลักษณะการย่อยตัวอย่างด้วยกรดไนตริก

ภาพที่ 11 แสดงลักษณะของการกรองสารละลาย

ภาพที่ 12 แสดงลักษณะของเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นให้ความร้อน

ภาพที่ 13 แสดงลักษณะของโถดูดความชื้น

ภาพที่ 14 แสดงลักษณะของเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

ภาพที่ 15 แสดงลักษณะของตู้ดูดควัน

ภาพที่ 16 แสดงลักษณะของตู้อบ

ภาพที่ 17 แสดงลักษณะของเตาเผาอุณหภูมิสูง

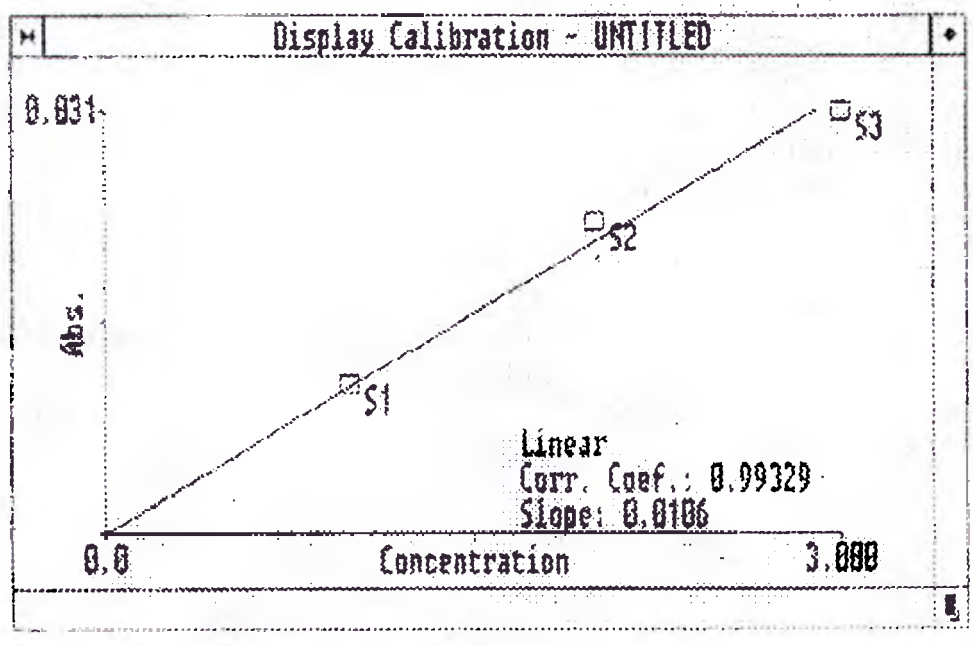
ภาพที่ 18 แสดงลักษณะของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปหโตรโฟโตมิเตอร์

ภาคผนวก ข.

แสดงลักษณะของตารางและกราฟมาตรฐาน

ตารางที่ 5 แสดงค่ามาตรฐานของตะกั่ว

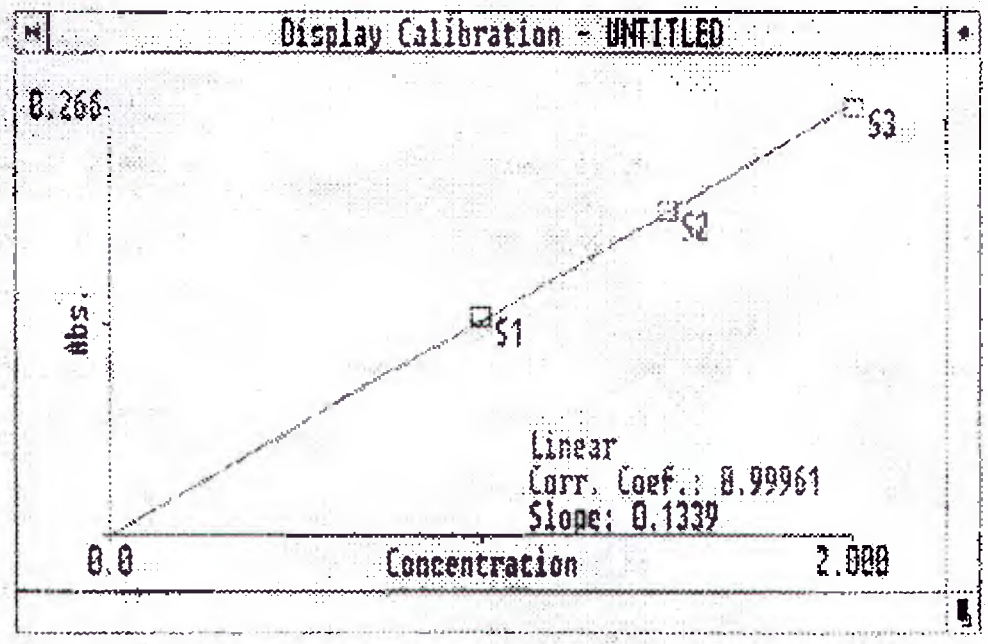
Standard Id	Conc. (mg/L) ที่เตรียม	Conc. (mg/L) ที่อ่านได้	Mean Abs
1	1	1.021	0.011
2	2	2.096	0.22
3	3	2.736	0.031



ภาพที่ 19 แสดงกราฟมาตรฐานของตะกั่ว

ตารางที่ 6 แสดงค่ามาตรฐานของแคดเมียม

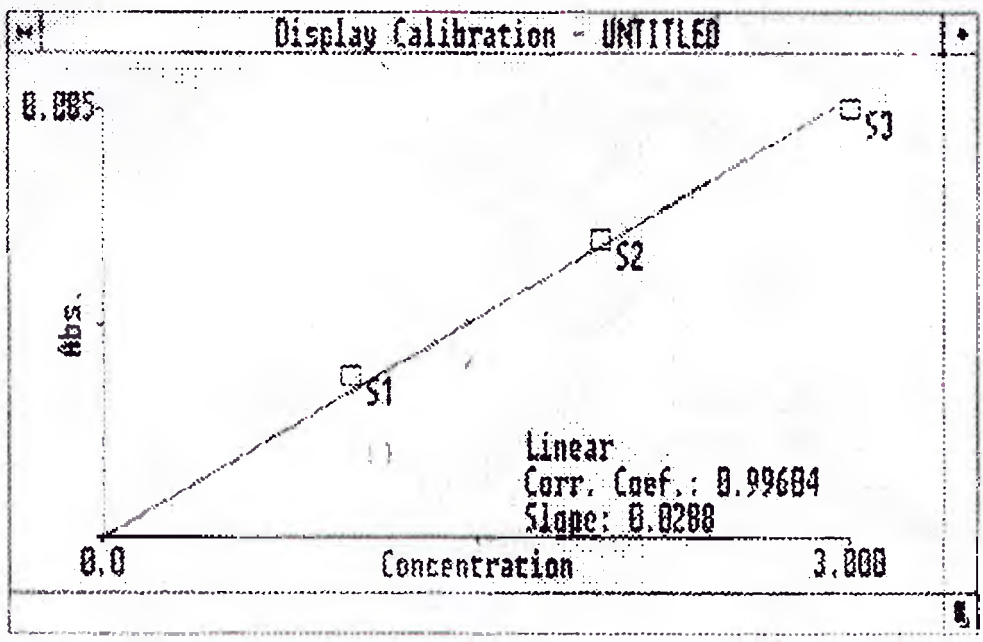
Standard Id	Conc. (mg/L) ที่เตรียม	Conc. (mg/L) ที่อ่านได้	Mean Abs
1	1	0.992	0.022
2	2	1.972	0.059
3	3	2.918	0.083
4	4	7.098	0.203



ภาพที่ 20 แสดงกราฟมาตรฐานแคดเมียม

ตารางที่ 7 แสดงค่ามาตรฐานของโครเมียม

Standard Id	Conc. (mg/L) ที่เตรียม	Conc. (mg/L) ที่อ่านได้	Mean Abs
1	1	0.995	0.136
2	2	1.495	0.201
3	3	1.977	0.266



ภาพที่ 21 แสดงกราฟมาตรฐานโครเมียม

ภาคผนวก ค.

เทคนิคการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

เทคนิคการใช้และบำรุงรักษาเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตโฟโตมิเตอร์

อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตโฟโตมิเตอร์เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่ได้รับความนิยมเทคนิคหนึ่ง เพราะให้ความถูกต้องแม่นยำ ความไวสูง และเป็นเทคนิคที่มีความเฉพาะดีมาก รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ก็ไม่สูงมากนักและยังมีความสามารถสูง สามารถวิเคราะห์ธาตุต่างๆได้มากว่า 70 ธาตุ สารตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์อาจอยู่ในสถานะที่เป็นของแข็ง ของเหลวและแก๊ส สารตัวอย่างที่เป็นของแข็ง เช่น แก้ว โลหะผสม ดิน เนื้อเยื่อสัตว์ พืช ปุ๋ย สินแร่ พอลิเมอร์ ซีเมนต์ ฯลฯ สารตัวอย่างที่เป็นของเหลว เช่น เลือด ปัสสาวะ น้ำยาเคลือบโลหะ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เครื่องดื่ม น้ำดื่ม น้ำเสีย ฯลฯ สารตัวอย่างที่เป็นแก๊ส เช่น ไอของโลหะที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ เช่น ปรอท ตะกั่ว ฯลฯ จะเห็นว่า Atommic absorbtion spectroscophy เป็นเทคนิคที่มีความจำเป็นมากสำหรับเคมีวิเคราะห์แล้วยังนำผลการวิเคราะห์มาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม เกษตรกรรม ธรณีวิทยา การแพทย์ เภสัชกรรม วิทยาศาสตร์ทางทะเล การพิสูจน์หลักฐานทางอาชยากรรม มลภาวะทางน้ำ อากาศ เป็นต้น

ในห้องปฏิบัติการโดยทั่วไปจะมีเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตโฟโตมิเตอร์อยู่เสมอ เนื่องจากประโยชน์และขีดความสามารถของเครื่องมือนี้สูงและสามารถนำมาใช้ได้หลายเทคนิคดังนี้

1. Flame Atommic absorbtion technique (FAAS) เทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำให้สารละลายตัวอย่างที่ใสแตกตัวเป็นอะตอมอิสระด้วยเปลวไฟ

2. Flameless technique หรือ Nonflame atomization technique เทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำให้สารละลายตัวอย่างสลายตัวเป็นอะตอมอิสระด้วยความร้อนจากกระแสไฟฟ้า

3. Vaper generation technique (VGA) เทคนิคนี้สามารถใช้กับธาตุบางชนิดที่ไม่สามารถเปลี่ยนสถานะเป็นอะตอมอิสระด้วยวิธีที่ 1 และ 2 ได้ เช่น Hg As Se ฯลฯ

การเลือกใช้เทคนิคใดควรพิจารณารายละเอียดความเหมาะสมดังแสดงในตาราง เปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์ต่อไปนี้

ข้อเปรียบเทียบ	FAAS	GFS	VGA
1. ความสามารถในการในการวิเคราะห์ได้	มากกว่า 67 ธาตุ	30-40 ธาตุ	ประมาณ 3-10 ธาตุ
2. ความถูกต้อง	สูง	สูง	สูง
3. ความแม่นยำ	1 % RSD	2-5 % RSD	2-5 % RSD
4. ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม	ppb-%	ppb-10^3 ppm	ppb-10^3 ppm
5. การเตรียมสารตัวอย่าง	ค่อนข้างยุ่งยาก	ง่าย	ค่อนข้างยุ่งยาก
6. วิธีทำการวิเคราะห์	ค่อนข้างยุ่งยาก	ง่าย	ค่อนข้างยุ่งยาก
7. ความรวดเร็วในการวิเคราะห์	15 ตัวอย่าง ต่อ นาที	1 ตัวอย่าง ต่อ นาที	-
8. ความชำนาญของผู้ใช้เครื่องมือ	ปกติ	สูง	ปกติ
9. อุณหภูมิสูงสุด	2,955 °C (N_2O-C_2H_2)	ประมาณ 3,000°C	ประมาณ2,000°C
10. ประสิทธิภาพของการผลิตอะตอมอิสระ	ประมาณ 10%	ประมาณ 90 %	(ยกเว้นHg)
11. ลักษณะของสัญญาณที่วัด	plateau	Peak	peak
12. สภาพไว	ต่ำ	สูง	สูง
13. detection limit	สูง	ต่ำ	ต่ำ
14. matric effect	น้อย	มาก	น้อย
15. ค่าใช้จ่าย	น้อย	สูง	ปานกลาง

เทคนิคที่เป็นที่นิยมกันมากคือ FAAS เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ธาตุได้มากชนิด ง่าย สะดวก รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายน้อย ดังนั้นจึงกล่าวถึงแต่ FAAS ในแง่ของเครื่องมือ การบำรุงรักษา และความปลอดภัย

แหล่งกำเนิดแสง (light source)

โดยทั่วไปนิยมใช้ hollow cathode lamp (HCL) เป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งให้ความเข้มของแสงเฉพาะสำหรับธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ แหล่งกำเนิดแสงอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วคือ electrodeless discharge lamp (EDL) เนื่องจากให้ความเข้มของแสงมากกว่า และมีความไวดีกว่า HCL โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับธาตุ As ,He ,Se

ส่วนผลิตอะตอมอิสระ (atomization)

การวิเคราะห์โดยใช้อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตโฟโตมิเตอร์ จะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณอะตอมอิสระของธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งจะดูดกลืนคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่นที่เหมาะสม (จาก HCL) ดังนั้นกระวนการผลิตอะตอมอิสระจะต้องมีประสิทธิภาพสูง เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอะตอมอิสระมี nebulizer ห้องพ่น(spray chamber) และหัวเผา(burner) โดย nebulizer ทำหน้าที่ดูดสารละลายใส แล้วเปลี่ยนเป็นละอองเล็กๆ (mist) ในห้องพ่นซึ่งประมาณร้อยละ 10 ของละอองเหล่านี้จะผสมกับตัวออกซิไดซ์และเชื้อเพลิงในห้องพ่น และถูกนำเข้าสู่หัวเตาเผาทำให้เกิดอะตอมอิสระด้วยความร้อนจากเปลวไฟที่เหมาะสม ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 90 ไหลออกทางท่อน้ำทิ้ง

การเลือกชนิดและปรับ nebulizer ห้องพ่น หัวเผาและชนิดของเปลวไฟมีผลต่อสภาพไวเป็นอย่างมากดังนี้

- เลือก nebulizer ให้เหมกับสารละลายตัวอย่าง สารละลายตัวอย่างที่มีละลายอยู่ (dis-solved solids) ต่างกันมาก ควรใช้ nebulizer คนละชนิดกันเพื่อป้องกันการอุดตันซึ่งทำให้ความไวของเครื่องลดลง
- ปรับตำแหน่งลูกแก้ว (glass bead) ในห้องพ่น เพื่อให้ประสิทธิภาพในการเกิดละอองสูงสุด
- ปรับสัดส่วนของตัวตัวออกซิไดซ์เชื้อเพลิงให้ได้เปลวไฟที่เหมาะสม (stoichiometric flame) สำหรับแต่ละธาตุ
- ปรับอัตราเร็วในการดูดสารละลายของ nebulizer ให้พอเหมาะโดยประมาณ 4-5 มิลลิลิตรต่อนาที
- เลือกหัวเผาให้เหมาะกับชนิดของเปลวไฟซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. หัวเผาอากาศ อะเซธิลีน (Air-acetylene burner) มีช่องเปลวไฟ burner-slot ยาว 10 เซนติเมตร
2. หัวเผาไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide burner) มีช่องเปลวไฟยาว 5 เซนติเมตร

การดูดกลืนคลื่นแสง (Absorption) ขึ้นอยู่กับ

1. จำนวนอะตอมอิสระ

2. ตำแหน่งของอะตอมอิสระในเปลวไฟ ต้องอยู่ในแนวเดียวกับลำแสงจาก HCL ซึ่งทำได้โดยปรับตำแหน่งหัวเผาในทางสูง ต่ำ เอียง ปรับตำแหน่ง HCL ให้ตรงกัน

3. ความเข้มของแสง จาก HCL โดยปรับการเพิ่มหรือลด lamp current กับ voltage

4. สภาพของสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานต้องหลีกเลี่ยงสารรบกวน โดยวิธีการที่เหมาะสม

การปรับตัวแปรต่างๆให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สภาพไวสูงสุด (optimization) ดังกล่าวข้างต้นกระทำได้โดยทุกครั้งที่มีการปรับเปลี่ยนแต่ละตัวแปรต้องวัดค่า absorbance ของสารละลายมาตรฐานค่าใดค่าหนึ่ง (ความเข้มข้นอยู่ในช่วงกลางของ series) ให้ได้สูงสุดแล้วจึงเปลี่ยนไปปรับตัวแปรอื่นๆ ต่อไป

ผลกระทบต่อของสิ่งรบกวนและวิธีการแก้ไข (interferrece effects)

1. การตกตะกอน (precipitation) การตกตะกอนของสารตัวอย่างทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดไป เช่น การแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) ของสารประกอบซิลิกอน และดีบุก การเกิดสารประกอบคลอไรด์และซัลเฟตของธาตุบางธาตุซึ่งไม่ละลายน้ำ แก้ไขโดยการย่อยสลายตัวอย่างให้เหมาะสมและการกำจัดไอออนรบกวน

2. ผลกระทบทางกายภาพ (physical effects) เป็นผลเนื่องจากสมบัติทางกายภาพของสารละลายซึ่งเกี่ยวข้องกับอัตราการดูดสารละลายเข้าไปใน nebulize ขนาดหยดของสารละลาย drop size อันมีผลจากความตึงผิว ความหนืด ซึ่งแก้ไขโดยทำให้สารละลายเจือจาง เตรียมสารละลายมาตรฐานให้มี matrix เหมือนตัวอย่างหรือทำ standard adition

3. สิ่งรบกวนเชิงเคมี (chemical interferrece) แบ่งเป็น 2 ลักษณะ

3.1 เกิดจากการแตกตัวไม่สมบูรณ์ของสารประกอบ (incomplete dissociation of compound)

3.2 เกิดจากการแตกตัวเป็นไอออน (ionization)

4. spectral intrtferrences ในกรณีที่สารตัวอย่างแคดไอออนอื่นๆซึ่งดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงใกล้เคียงกับธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ ทำให้ค่า absorbance สูงขึ้น

5. Background absorption เกิดขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิเปลวไฟต่ำๆ ในการผลิตอะตอมอิสระ ทำให้มีสารที่อยู่ในรูปของโมเลกุลทั้งของสารที่ต้องการวิเคราะห์น้ำ ของเหลวอื่นๆซึ่งสามารถดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง UV-Visible ได้ดีและอาจทำให้เกิดการกระเจิงของแสงจาก HCL ได้

ความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

ในการวิเคราะห์ทางเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทุกๆด้าน ไม่ว่าจะเป็นสารเคมี วิธีวิเคราะห์รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ ความปลอดภัยที่เกี่ยวกับการใช้เครื่อง

1. ระบบดูดควัน ในการผลิตอะตอมอิสระจะมีกลุ่มควัน อะตอม โมเลกุล ไอกรด ไอสารต่างเกิดขึ้นมากมาย ดังนั้นระบบดูดควันจะต้องดีและได้รับการตรวจสอบให้อยู่ในสภาพดีเสมอก่อนจุดเปลวไฟต้องจัดการให้ระบบดูดควันทำงานก่อน

2. ถังบรรจุแก๊สที่ใช้กับเครื่องมือมีถังบรรจุแก๊ซอะเซธิลีน ไนตรัสออกไซด์ และเครื่องอัดลม โดยปกติควรแยกอยู่นอกห้องแล้วต่อท่อนำแก๊สมาต่อกับเครื่องซึ่งต้องเป็นบริเวณอากาศถ่ายเทสะดวก ถังบรรจุแก๊สควรตั้งติดผนัง มีสายรัดเพื่อความปลอดภัย ถังบรรจุแก๊ส ท่อหรือสายนำแก๊สต้องอยู่ในสภาพดีได้รับการตรวจสอบอยู่เสมอมิให้เกิดการรั่วซึม รวมทั้งระบุชื่อที่ถังบรรจุแก๊สทุกครั้ง

3. ตัวทำละลายที่ลุกเป็นไฟได้ ควรหลีกเลี่ยงการนำตัวทำละลายเข้ามาในห้องปฏิบัติการที่เข้าเครื่องอะตอมมิกแอบเซอร์พชันสเปกโตโฟโตมิเตอร์ ถ้าจำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายในการวิเคราะห์ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษโดยปิดฝาให้สนิท หลังจากใช้งานเสร็จแล้วให้รีบนำออกไปและล้าง nebulizer ห้องพ่นและหัวเผาทันที

4. หัวเผา ต้องล้างให้สะอาดอยู่เสมอ โดยการแช่ใน ร้อยละ 0.5 HNO_3 และล้างด้วยน้ำกลั่น

5. Liquid trap ต้องเติม Liquid trap อยู่ในระดับที่ถูกต้องเสมอเนื่องจากในการ nebulization สารละลายส่วนใหญ่จะถูกระบายลงมาซึ่งต้องไม่ทำให้เกิดการรั่วซึมในส่วนของห้องพ่นกับหัวเผา

6. Ultraviolet radiation เนื่องจากเปลวไฟ HCl deuterium lamp และ EDL อาจคาย Ultraviolet radiation ซึ่งเป็นอันตรายออกมาดังนั้นควรมีสิ่งป้องกันรังสีเหล่านี้อย่างดีโดยแว่นตาและกำบังเปลวไฟ ขณะทำการวิเคราะห์เสมอ

7. อันตรายจากความร้อน ป้องกันได้ดังนี้

- กำบังเปลวไฟ ในขณะทำการิเคราะห์
- อย่าจับช่องใส่ตัวอย่างขณะมีเปลวไฟ
- อย่าจับหัวเผาด้วยมือเปล่า ควรสวมถุงมือ
- อย่าพยายามทำความสะอาดช่องเปลวไฟในขณะที่มีเปลวไฟ

การตรวจสอบความปลอดภัย

ทุกครั้งก่อนเปิดเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตโฟโตมิเตอร์การตรวจสอบดังนี้

1. แก๊สทุกชนิดต้องปิดสนิท
2. ตรวจสอบบริเวณใกล้เคียงว่าปราศจากสารไวไฟ และสารที่เป็นอันตราย
3. เปิดเครื่องดูดควันและตรวจสอบว่าปกติ
4. ตรวจสอบหัวเผา nebulizer ห้องพ่นให้ถูกต้องเหมาะสม
5. ตรวจสอบ Liquid trap
6. ทำความสะอาด HCL และกระจกช่องใส่ตัวอย่าง
7. ตรวจสอบชนิดของแก๊สที่ใช้ตัวคุมค่าความดัน เครื่องอัดลม ให้อยู่ในสภาพที่ดีและเหมาะสม
8. ปฏิบัติตามข้อกำหนดของการใช้เครื่อง

นอกจากนี้ควรมีการตรวจสอบเพิ่มเติมบางส่วนทุก ๆ สัปดาห์ดังนี้

1. ตรวจสอบลูกแก้วโดยปรับตำแหน่ง หรือดูว่ามีรอยร้าวเกิดขึ้นหรือไม่
2. ตรวจสอบ o-ring ว่าถูกกัดกร่อนจนเสื่อมสภาพหรือไม่
3. ทำความสะอาดหัวเผาโดยการถอดล้าง หรือขัดด้วยสารขัดละเอียด
4. ทำความสะอาด nebulizer และห้องพ่น

ผู้ใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตโฟโตมิเตอร์ ทุกคนต้องมีความเข้าใจความระมัดระวัง และความรับผิดชอบในการใช้เครื่องอย่างดีเพื่อเป็นการบำรุงรักษาเครื่องและได้ประโยชน์สูงสุดในการปฏิบัติงานรวมทั้งต้องมีความรู้ความเข้าใจในลักษณะและธรรมชาติของตัวอย่างที่จะวิเคราะห์เพื่อจะได้หาวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมโดยตรงหรือมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมที่สุด เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด (ดุษฎี มั่นความดี,2537)

ภาคผนวก ง.

เค้าโครงงานวิจัย

เค้าโครงการวิจัย

ชื่อโครงงานวิจัย

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยชนิดต่างๆ บริเวณตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช Determination of Heavy Metal in Shells of Thasala Market in Nakhon Si Thammarat Province.

ประเภทของงานวิจัย

การวิจัยเชิงทดลอง

สาขาที่ทำการวิจัย

สาขาเคมี

ผู้ดำเนินการวิจัย

นางสาวกอดียะ บือราเฮง Miss. Kadiyok Beraheng
นางสาวโรสนี บือซา Miss. Rosnee Bursa

ชื่อ-สกุลอาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา

สถานที่ทำการทดลอง

ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันสิ่งแวดล้อมรอบตัวเราได้เสื่อมคุณภาพไปมาก เนื่องจากน้ำ ดิน อากาศ พืชผัก ผลไม้และระบบสิ่งมีชีวิตทั้งหลายมีสิ่งปฏิกูล และสารเคมีที่เป็นพิษปะปนอยู่มาก การที่สภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรมลงไปนี้มีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี เพื่อนำความรู้ใหม่ๆมาเพิ่มผลผลิตทางเกษตรและอุตสาหกรรม โดยไม่คำถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งการป้องกันและแก้ไขภาวะแวดล้อมอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ จนเป็นเหตุให้สิ่งแวดล้อมเกิดภาวะมลพิษหรือมลภาวะ (Pollution) ขึ้น ซึ่ง อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (natural Pollution) ได้แก่ ไฮโดรคาร์บอน กัมมันตรังสี และโอโซนที่มีอยู่ในบรรยากาศ นอกจากนี้อาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น ดีดีที และยากำจัดแมลงอื่นๆ สารตะกั่วที่ฟุ้งกระจายในอากาศจากเขตที่มีการจราจรคับคั่ง คราบน้ำมันที่ลอยเหนือน้ำ ในทะเลและมหาสมุทร และฟอสเฟตจากผงซักฟอกที่ปะปนในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เป็นต้น
(พิมล เรียนวัฒนา และชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์,2531)

ด้วยเหตุที่ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ และปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่ค่อยๆสะสมและแผ่ขยายออกไปอย่างช้า ๆ แต่ทวีความรุนแรงขึ้นทุกขณะ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำ อากาศ ดิน ผลผลิตทางการเกษตร และน้ำทะเล ซึ่งน้ำทะเลเป็นแหล่งสุดท้ายที่ของเสียจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งถูกพัดพามาตามลำน้ำแล้วสะสมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณอ่าวไทย ซึ่งมีแม่น้ำที่สำคัญถึง 4 สายไหลไปรวมกัน คือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง และบางปะกง นอกจากนั้นของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนบริเวณริมทะเลก็มีส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งนอกจากจะทำให้น้ำทะเลเสื่อมคุณภาพแล้วยังทำให้สิ่งมีชีวิตตั้งแต่พืช และสัตว์น้ำเล็กๆ ไปจนถึงส่วนที่เป็นอาหารของมนุษย์ได้รับสารพิษจากโลหะหนักเข้าไปด้วย (ณรงค์ ณ เชียงใหม่,2525) สัตว์น้ำบางชนิดสามารถสามารถสะสมโลหะหนักได้ดี เช่น หอยสองฝา โดยเฉพาะหอยแครง (Anadara Granoso) และหอยแมลงภู่ (Pernauitic) เนื่องจากหอยเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่กับที่และกินอาหารโดยการกรอง จึงสามารถกรองเอาสิ่งต่างๆที่แขวนลอยจากน้ำและที่สะสมในบริเวณรอบๆตัวของมัน ซึ่งหากมีสารพิษเจือปนอยู่ก็จะถูกสะสมในตัวของมัน (อภิรดี เมืองเดช,2544)

สำหรับการแสดงอาการพิษของโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีระดับความรุนแรงแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ ความสามารถในการกำจัดโลหะโดยอวัยวะต่างๆของร่างกาย และปัจจัยอื่นอีกมากมาย ในคนถ้าได้รับสารตะกั่วมากว่า 1 ไมโครกรัม จะเพิ่มปริมาณตะกั่วในเลือดได้ 1-21 ไมโครเปอร์เซ็นต์ ตะกั่วจะถูกดูดซึมได้ทุกส่วนของทางเดินหายใจตั้งแต่รูจมูกจนถึงปลายสุดของถุงลมเล็กๆของปอด ทำให้มีอาการทางประสาท ความจำเสื่อม เพ้อคลั่ง ระบบย่อยอาหารผิดปกติ และถ้าได้รับแคดเมียม 0.001 ไมโครกรัม ทำให้ตับ ไต สมอง อวัยวะทางเดินหายใจผิดปกติ กระดูกเปราะง่าย อย่างที่เคยเกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่นใน พ.ศ.2463 เรียกโรคนี้ว่า โรคอิไต-อิไต (Itai-Itai) ทำให้มีผู้เสียชีวิตถึง 280 คน (ไมตรี สุทธิจิตต์,2531)

ภาวะมลพิษของสิ่งแวดล้อมมีหลายประเภทด้วยกัน มลพิษของโลหะหนักในแหล่งน้ำเป็นประเภทหนึ่งที่อาจเป็นอันตราย และก่อให้เกิดผลเสียต่อระบบนิเวศน์ได้ ถ้าหากปนเปื้อนอยู่มากเกินไป โลหะหนักเป็นมลสารที่ไม่สามารถสลายตัวได้เองตามธรรมชาติ และนับวันจะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและตัวมนุษย์เอง การศึกษาไม่ว่าจะเป็นการลักษณะการแพร่กระจายของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมหรือพิษของโลหะหนักที่มีต่อสิ่งมีชีวิตล้วนแล้วแต่มีประโยชน์ เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ไขในอนาคตได้ (โชคชัย เหลืองธุวปราณีต,2538)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาหาปริมาณการสะสมของโลหะหนัก 3 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในหอย 2 ชนิด คือ หอยแครงและหอยแมลงภู่ โดยตรวจหาในส่วนของเนื้อเพื่อจะได้ทราบถึงปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในหอย นอกจากนี้ยังใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพของแหล่งน้ำชายฝั่งหรือเป็นแนวทางในการควบคุมการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเฝ้าระวังเกี่ยวกับคุณภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
2. เพื่อศึกษาปริมาณโลหะบางชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ที่สะสมอยู่ในหอยชนิดต่าง ๆ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
2. ทราบถึงปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมที่สะสมในหอยชนิดต่าง ๆ
3. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมบัติ อินทร์คง,(2544) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในสิ่งแวดล้อมทางน้ำบริเวณเกาะสีชัง อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี จากการเก็บตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิด ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว โครเมียม ปรอท และสังกะสี ในสิ่งแวดล้อมทางน้ำ คือ น้ำทะเล แพลงก์ตอน สัตว์น้ำ และดินตะกอน บริเวณเกาะสีชังและเกาะ

ค้างคาว อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนเมษายน-พฤศจิกายน พ.ศ.2544 พบว่าปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่วิเคราะห์ได้โดยรวมยังอยู่ในระดับต่ำและไม่พบค่าเฉลี่ยที่เกินมาตรฐานในตัวอย่างแต่ละประเภทแต่อย่างใดและจากการเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมาในบริเวณใกล้เคียง พบว่า มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยของปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และปรอทในบริเวณนี้ ในขณะที่ปริมาณสังกะสีและโครเมียมค่อนข้างคงที่ ทั้งนี้จากผลการศึกษาซึ่งพบว่าการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมทางน้ำยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานสิ่งแวดล้อมทางทะเล ดังกล่าวจึงเป็นข้อมูลสนับสนุนที่สำคัญอย่างหนึ่งถึงความเหมาสมในการเลือกใช้เป็นพื้นที่ศึกษาวิจัยด้านการจัดการระบบนิเวศทางทะเลและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะในลักษณะของการฟาร์มในทะเล (sea farming) ของบริเวณนี้อีกด้วย

อภิรดี เมืองเดช, (2529) การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี และปรอท ในหอยแครงบริเวณ ปากแม่น้ำบางปะกง ณ บริเวณตำบลสองคลอง อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ตำบลตำหรุ และบริเวณชายฝั่งทะเล ตั้งแต่ตำบลบางทรายจนถึงตำบลตำหรุ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี รวม 6 สถานี ได้ดำเนินการโดยการเก็บตัวอย่าง 6 ครั้ง ในเดือนธันวาคม 2542 มกราคม มีนาคม เมษายน มิถุนายน และกรกฎาคม 2543 รวม 36 ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ด้วยวิธีการ Flame Atomic Absorption และวิเคราะห์ปรอทด้วยวิธี Hydride Atomic Absorption พบว่า ปริมาณการสะสมของโลหะหนักในหอยแครงจะแตกต่างกันไปตามชนิดของโลหะหนัก สังกะสีมีปริมาณการสะสมสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ แคดเมียม ปรอท และตะกั่ว โดยพบปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 84.906 0.427 0.312 และ 0.222 ไมโครกรัมต่อตามลำดับ เมื่อพิจารณาความแตกต่างของปริมาณโลหะ 4 ชนิด ระหว่างหอยแครงเลี้ยงกับหอยแครงธรรมชาติ และระหว่างฤดูหนาว ฤดูร้อน ฤดูฝน พบว่าปริมาณโลหะหนัก 4 ชนิดในหอยแครง แต่ละบริเวณมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05อย่างไรก็ตามจากการวิจัยนี้สรุปได้ว่าปริมาณโลหะหนักในหอยแครงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขแห่งประเทศไทย (พ.ศ.2529) อนุญาตให้มีได้ในอาหารจึงยังไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสภาวะแวดล้อมทางทะเลและสุขภาพของผู้บริโภค

ยินดี ผดุง, (2526) การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักโดยวิธี Atomic Aborbtion Spectrophotometry ในดิน (surface sediments) หอย (Isogrnomum) หอย (Gafrarium tumidum) หอย (Gregariella striatula) และสาหร่ายสีน้ำตาล (Padina tenuis) บริเวณอ่าวตังเข็น อ่าวมะขาม และอ่าวหมาน จังหวัดภูเก็ต ได้ผลดังนี้ คือ ปริมาณแคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิเกิล ตะกั่วและสังกะสี ในดิน มีค่าอยู่ในช่วง 0.80-2.98, 3.40-17.70, 988-10200, 26.7-175.0, 8.6-22.7,

14.4-37.5 และ 8.0-42.5 ไมโครกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับและปริมาณโลหะหนัก ยกเว้นสังกะสีในหอย Isognomon isognomum มีค่าอยู่ในช่วง 4.57-9.50, 6.60-12.80, 411-1500, 14.0-18.5, 2.02-3.28 และ 3.77-41.70 ไมโครกรัม น้ำหนักแห้งตามลำดับในหอย Gafrarium tumidum ,มีค่าอยู่ในช่วง 1.02-2.06, 7.67-8.40, 1020-1940, 25.6-39.7, 13.75-16.18,และ 10.85-25.10ไมโครกรัม น้ำหนักแห้งตามลำดับ ส่วนหอย Gregariella striatula มีปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดใกล้เคียงกับในหอย Gafrarium tumidum และในสาหร่าย Padina tenuis อยู่ในช่วง1.99-3.11, 5.54-5.94, 2520-4150, 103.0-191.0, 10.70-13.00 และ 23.10-33.50 ไมโครกรัม น้ำหนักแห้งตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า โดยส่วนใหญ่ค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในดินและสาหร่ายสีน้ำตาล Padina tenuis ในแต่ละอ่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α =0.01) ส่วนในหอย Isognomon isognomum แต่ละอ่าว พบปริมาณโลหะหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าในบริเวณอ่าวตังเข็น เฉพาะจุดที่ใกล้โรงงานถลุงแร่ดีบุก (ไทยซาร์โก้) มีปริมาณโลหะหนักทุกชนิดทั้งในดิน หอยและสาหร่ายสูงกว่าบริเวณอื่นๆที่ทำการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญยิ่งอย่างสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าการสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่ศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งอย่างสถิติอีกด้วย

แววตา ทองระอาและสมพร เพลินใจ ,(2521) ได้ศึกษาพิษเฉียบพลันของตะกั่วแคดเมียม และสารละลายผสมของโลหะทั้งสองชนิดที่มีต่อปลากะพงขาว ; Lates calcarifer (Bloch) ทำการศึกษาโดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง ในน้ำทะเลที่มีความเค็ม 30 ส่วนในพัน ความเป็นพิษโดยค่าของระดับความเข้มข้นที่ทำให้ปลาตายร้อยละ 50 ในเวลา 96 ชั่วโมง ประกอบด้วย 5 การทดลอง คือ การทดลองในสารละลายเดี่ยวของตะกั่วและแคดเมียม 2 การทดลอง และการทดลองในสารละลายผสมของโลหะทั้งสองชนิด 3 การทดลอง ที่สัดส่วนความเป็นพิษ (ตะกั่ว : แคดเมียม) 2:1,1:1 และ 1:2 การทดลองในสารละลายผสมใช้ความเข้มข้นในรูปของ “toxic unit”โดการทำให้ความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียม เป็นสัดส่วนเท่ากับค่า 96-h LC_{50} ของโลหะชนิดนั้นๆความเข้มข้นของสารละลายผสม จะเท่ากับผลรวมของความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียมในรูปของ toxic unit ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสะสมของตะกั่วและแคดเมียมในปลากะพงขาวที่ตาย ในระหว่างการทดลองทั้งในสารละลายเดี่ยวๆและสารละลายผสมของโลหะทั้งสองและปลาที่มีชีวิตรอดหลังจาก 96 ชั่งโมงด้วย ผลการทดลองพบว่าค่า 96-h LC_{50} และช่วงแห่งความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ของตะกั่วและแคดเมียมเท่ากับ 188.0 (126.77-150.23) และ3.70 (2.87-4.77) ส่วนในล้านตามลำดับ ความเป็นพิษของสารละลายผสมของตะกั่วและแคดเมียม จะน้อยกว่าพิษของโลหะแต่ละชนิด หรือเป็นแบบต้านฤทธิ์ โดยมีค่า 96-h LC_{50} และช่วงแห่งความเชื่อมั่นที่ ร้อยละ 95 ที่สัดส่วนความเป็นพิษ 2:1,1:1 และ 1:2 เท่ากับ 1.80 (1.65-1.96) 2.30 (2.14-2.47) และ 2.75 (2.57-

2.94) toxic unit ตามลำดับ การทดลองของสัดส่วนความเป็นพิษของตะกั่วและแคดเมียม จะทำให้ความเป็นพิษของสารละลายผสมของโลหะทั้งสองชนิดน้อยลง ปริมาณการละสมของตะกั่วและแคดเมียมในปลาที่ตายจะสูงกว่าปลาที่มีชีวิตรอด การสะสมของโลหะในปลาที่มีชีวิตรอดจะสูงขึ้นตามความเข้มข้นของโลหะที่ใช้ทดลอง และการมีโลหะชนิดหนึ่งรวมอยู่ด้วยจะไม่มีอิทธิพลต่อการสะสมของโลหะอีกชนิดหนึ่งในตัวปลา

ซูรายา อารง ,(2547) ได้ศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยชนิดต่างๆ ผลการศึกษาพบว่า หอยแมลงภู่มีการสะสมของโลหะหนักสูงสุดคือ เหล็ก 34.770ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ แมงกานีส ทองแดง และแคดเมียม มีปริมาณการสะสม 32.00 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง 5.435 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง.และ 1.172 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ หอยแครงมีการสะสมของโลหะหนักสูงสุดคือ เหล็ก 30.886 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ แมงกานีส ทองแดง และแคดเมียม มีปริมาณการสะสม 10.371ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง 5.677 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง และ 2.803ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ หอยลายหอยแครง มีการสะสมของโลหะหนักสูงสุดคือ เหล็ก 24.230ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ รองลงมาคือ แมงกานีส ทองแดง และแคดเมียม มีปริมาณการสะสม 11.774 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง 7.282 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้งและ 1.532 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง. ตามลำดับ

ปรีชา สมมณี ,(2522) ได้ศึกษาพิษของโลหะที่มีต่อหอยเสียบ และกุ้งแชบ๊วย โดยวิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่งตามวิธีมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา และวัดความเป็นพิษในรูปของ LC50ระดับเริ่มเป็นพิษคำนวณจากเส้นโค้งความเป็นพิษ และระดับปลอดภัยซึ่งประมาณค่าสมมติฐาน LFPI ผลการศึกษาพบว่าหอยเสียบ ปรอทมีพิษรุนแรงมากที่สุด รองลงมาคือ แคดเมียม และทองแดง สังกะสีมีพิษน้อยที่สุด โดย 96 – h LC50 มีค่าดังต่อไปนี้ 0.16 , 0.91 , 0.93 และ1.62 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับระดับเริ่มเป็นพิษ คือ 0.110 , 0.815 และ 0.900 ส่วนในล้านส่วน ทองแดงและแคดเมียมมีพิษต่อกุ้งแชบ๊วยรุนแรงกว่าสังกะสี โดยมีค่า 48 – h LC50 เท่ากับ 0.14 , 0.46 และ 1.85 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ค่า 96 –h LC50 ของสังกะสีเท่ากับ 0.84 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งใกล้เคียงกับระดับเริ่มเป็นพิษ(0.80 ส่วนในล้านส่วน) ระดับความปลอดภัยของทองแดง แคดเมียม และสังกะสี ที่มีต่อกุ้งแชบ๊วย ควรมีค่าระหว่าง 0.0014 – 0.00135 , 0.0046 – 0.0115 และ 0.0168 – 0.0420 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ

บรรณานุกรม

จุไร ทองมาก,อรทัย ศุกรียพงศ์ และนิตยาพร ตันมณี.(2538). ปริมาณ ปรอท แคดเมียม และตะกั่วในน้ำและดินตะกอนของคลองระบายน้ำทิ้งจากบริเวณการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อการเลี้ยงกุ้งอ่าวคุ้งกระเบนอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี. http://www.ldd.go.th/ab_sw27-42/Env/abs.3-10:html

ปรีชา สุวรรณพินิจ และนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ.(2542).ชีววิทยา 2.พิมพ์ครั้งที่ 3.กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรมหาวิทยาลัย

พูนทรัพย์ วิรุฬหกุล.(2546). โลหะหนัก : สถานะการปนเปื้อนในสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ของไทย http://fisheries.go.gh/industry/news/art 2 cadmium/htm

ยินดี ผดุง .(2526).การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน หอย และสาหร่ายทะเลบริเวณอ่าวตังเข็น อ่าวมะขาม อ่าวหมาน.ภูเก็ต : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

พจนี สร้อยเงิน.(2532).ศึกษาโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี และทองแดง ในน้ำธรรมชาติในเขตจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อภิรดี เมืองเดช. (2544).ปริมาณโลหะหนักในหอยแครงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง http://www.rb.ac.th/research/rajabhat/rich/1710.htm

วารสารแก่นเกษตร , การศึกษาปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน . ปีที่ 22 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม 2537 (หน้า 186 – 192)

ณรงค์ ณ เชียงใหม่.(2525). มลพิษสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

ไมตรี สุทธจิตต์. (2531). สารพิษรอบตัวเรา.เชียงใหม่.โรงพิมพ์ดาว คอมพิวกราฟิค.

พิมล เรียนวัฒนา,ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. 2531. เคมีสภาวะแวดล้อม.

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์โลหะหนัก คือ หอยแครงและหอยแมลงภู่ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิด คือ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ทำการเก็บตัวอย่างที่ตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

ในการเก็บตัวอย่างหอยโดยการสุ่มจากตลาด และตัวอย่างหอยที่นำมาวิเคราะห์ คือ เฉพาะส่วนเนื้อของหอยแต่ละชนิด

หลักการวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างหอยแต่ละชนิดครั้งละประมาณ 1 กิโลกรัม นำหอยมาแกะเปลือกเอาแต่เนื้อมา เก็บไว้ใส่ในช่องแข็ง

การเตรียมตัวอย่าง

นำเนื้อหอยไปปั่นให้ละเอียดนำไปอบที่อุณหภูมิ 90–100 เซลเซียส จนแห้งสนิท

การย่อยตัวอย่าง

1. นำหอย 2 ชนิด คือ หอยแมลงภู่ หอยแครง ที่เตรียมไว้แกะเปลือก นำไปปั่นให้ละเอียด ใส่ในถ้วยกระเบื้อง
2. นำไปอบที่อุณหภูมิ 90 – 100 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิท
3. ชั่งเนื้อเยื่อของหอยที่ได้ประมาณ 1.0 กรัม
5. นำไปไล่ควันในตู้ดูดควันประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง
6. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3 – 5 ชั่วโมง
7. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 65 เปอร์เซ็นต์
8. ตั้งบนเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นให้ความร้อน จนเกิดการย่อยโดยสมบูรณ์เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2 มิลลิลิตร
9. เพิ่มอุณหภูมิขึ้นเรื่อย ๆ จนสารเหลือประมาณ 2 – 3 มิลลิลิตร
10. กรองสารละลายจนได้สารละลายใส ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร
11. ใส่สารละลายลงในขวดโพลีเอธิลีน
12. นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักแบบการหาโดย % Recovery

1. นำหอย 2 ชนิด คือ หอยแมลงภู่ หอยแครง ที่เตรียมไว้แกะเปลือกนำไปปั่นให้ละเอียด ใส่ในถ้วยกระเบื้อง

2. นำไปอบที่อุณหภูมิ 90 – 100 เซลเซียส จนแห้งสนิท
3. ชั่งเนื้อเยื่อของหอยที่ได้ประมาณ 1.0 กรัม
4. เติมโลหะที่ต้องการวิเคราะห์คือ ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม ความเข้มข้น 50 ส่วนในล้านส่วน ลงไป 1.0 มิลลิลิตร
5. นำไปไล่ควันในตู้ดูดควันประมาณ 1-2 ชั่วโมง
6. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3 – 5 ชั่วโมง
7. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 65 เปอร์เซ็นต์
8. ตั้งบนเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นให้ความร้อน จนเกิดการย่อยโดยสมบูรณ์
9. เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2 มิลลิลิตร
10. เพิ่มอุณหภูมิขึ้นเรื่อย ๆ จนสารเหลือประมาณ 2 – 3 มิลลิลิตร
11. กรองสารละลายจนได้สารละลายใส ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร
12. ใส่สารละลายลงในขวดโพลีเอธิลีน
13. นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

วิธีการทำBlank

1. นำน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ใส่ในถ้วยกระเบื้อง
2. นำไปใส่ในตู้ควันประมาณ 1-2 ชั่วโมง
3. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร
4. ตั้งบนเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นให้ความร้อน
5. เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2 มิลลิลิตร
6. เพิ่มอุณหภูมิขึ้นเรื่อย ๆ จนสารเหลือประมาณ 2 – 3 มิลลิลิตร
7. ได้สารละลายใส ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร
8. ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดโพลีเอธิลีน
9. นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

การเตรียมสารละลายมาตรฐานต่าง ๆ

1. สารละลายมาตรฐานตะกั่ว

เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ตั้งแต่ 1.0 , 2.0 , 3.0 , 20 , 50 ส่วนในล้านส่วน

2 สารละลายมาตรฐานแคดเมียม

เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ตั้งแต่ 1.0 , 2.0 , 3.0 , 4.0 , 50 ส่วนในล้านส่วน

3. สารละลายมาตรฐานโครเมียม

เตรียมสารละลายมาตรฐานโครเมียม ตั้งแต่ 1.0 , 1.5 , 2.0 , 50 ส่วนในล้านส่วน

การเตรียมอุปกรณ์เครื่องแก้วและพลาสติก

1. นำเครื่องแก้วหรือขวดพลาสติกที่ต้องการใช้ในการวิเคราะห์ทำความสะอาด
2. แช่ในกรดไนตริกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 1-2 วัน
3. อบให้แห้ง เก็บไว้ในที่ปราศจากฝุ่นละอองและการปนเปื้อนของโลหะจากสิ่งอื่น

การวิเคราะห์ข้อมูล

วัดหาปริมาณ Pb Cd และ Cr ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

วัดโดยใช้หลอด Cathod ความยาวคลื่นแสง (Wave lenght) ต่างกันตามโลหะหนักแต่ละชนิด แล้วอ่านค่าการดูดกลืนแสง (absorbance)

ตะกั่ว (Pb)	ใช้ความยาวคลื่น	283.3 นาโนเมตร
แคดเมียม (Cd)	ใช้ความยาวคลื่น	228.8 นาโนเมตร
โครเมียม (Cr)	ใช้ความยาวคลื่น	357.9 นาโนเมตร

การคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนัก

จากค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ได้จากเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

นำไปอ่านค่าความเข้มข้น จากกราฟมาตรฐานของโลหะหนักแต่ละชนิด แล้วคำนวณความเข้มข้นของโลหะหนักที่ได้จริง ๆ จากสูตร

$$\text{ค่าความเข้มข้นจริง (มิลลิกรัม)} = \frac{\text{ค่าความเข้มข้นจริงที่อ่านได้จากกราฟมาตรฐาน} \times \text{ปริมาตรตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักแห้งของสารตัวอย่าง}}$$

การคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักโดยการทำ % Recovery

คำนวณความเข้มข้นของโลหะหนักที่ได้โดยใช้สูตร คือ

$$\frac{\text{ตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐาน} - \text{ตัวอย่างไม่เติมสารมาตรฐาน}}{\text{สารมาตรฐานที่เติมลงไป}} \times 100$$

ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาปัญหาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในหอยแครงและหอยแมลงภู่ บริเวณตลาดสดท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช ด้วยเทคนิค อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

ระยะเวลาที่ดำเนินการทำวิจัย

ระยะเวลาในการทำวิจัย ภาคการเรียน 2 ปีการศึกษา 2547 ตั้งแต่เดือน กันยายน 2547 ถึงเดือนมีนาคม 2548

แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

กิจกรรมการวิจัย	2547						2548			
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเขียนเค้าโครงการวิจัย			←	→						
2. เตรียมอุปกรณ์การทดลองและทำการทดลอง				←	→	→	→	→		
3.รวบรวมข้อมูล								←	→	
4.วิเคราะห์ข้อมูลแปรผลและสรุปผลการวิจัย								←	→	
5. ทำเอกสารรายงานผลการวิจัยและเผยแพร่								←	→	

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย

1. เครื่อง อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
2. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. เตาเผาอุณหภูมิสูง
4. เตาอบ
5. ตู้ดูดควัน
6. เตาไฟฟ้าชนิดแผ่นให้ความร้อน
7. ตู้แช่แข็ง
8. บีกเกอร์
9. ถ้วยกระเบื้อง
10. กระดาษกรอง
11. ขวดโพลีเอธิลีน ขนาด 50 มิลลิลิตร
12. ขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 มิลลิลิตร
13. กรวยกรอง
14. ปิเปต
15. เครื่องปั่น

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. กรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3) 65 เปอร์เซ็นต์
2. กรดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 35 เปอร์เซ็นต์
3. สารละลายมาตรฐานตะกั่ว 1000 ส่วนในล้านส่วน
   เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ตั้งแต่ 1, 2, 3, 20, 50 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ
4. สารละลายมาตรฐานแคดเมียม 1000 ส่วนในล้านส่วน
   เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ตั้งแต่ 1 ,1.5 ,2 ,50 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ
5. สารละลายมาตรฐานโครเมียม 1000 ส่วนในล้านส่วน
   เตรียมสารละลายมาตรฐานโครเมียม ตั้งแต่ 1, 2, 3, 4, 50 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ
6. น้ำกลั่น

งบประมาณของโครงการวิจัย

ประมาณ 5,000-6,000 บาท

1. หอยแครงกิโลกรัมละ 20- 25 บาท (ประมาณ 200 บาท)
2. หอยแมลงภู่กิโลกรัมละ 20-25 บาท (ประมาณ 150 บาท)

3. ค่าเดินทางประมาณ 1,500 บาท
4. ค่าสารเคมีและสารละลายมาตรฐานประมาณ 500 บาท
5. ค่าอุปกรณ์ประมาณ 150 บาท
6. ค่าถ่ายรูปประมาณ 150 บาท
7. ค่าอุปกรณ์ค่าเสียหาย 250 – 300 บาท
8. ค่าถ่ายเอกสารประมาณ 500 บาท
9. ค่ารูปเล่มเอกสารงานวิจัย 1,500 บาท

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวโรสนี บือซา

วัน เดือน ปีเกิด 17 มีนาคม 2525 268 หมู่ 1 ตำบลดุซงยอ อำเภอจะแนะ จังหวัดนราธิวาส 96220

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านดุซงยอ	2538
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสวนพระยาวิทยา	2540
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนสวนพระยาวิทยา	2543
ระดับอุดมศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	2547

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวกอดีเยาะ บือราเฮง

วัน เดือน ปี เกิด 3 มกราคม 2525 7 ตรอกจินดา ถนนภูผาภักดี ตำบลบางนาค อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส 96000

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนพิมานวิทย์นราธิวาส	2537
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนนราธิวาส	2539
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนนราธิวาส	2542
ระดับอุดมศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	2547