

การเปรียบเทียบวิธีการเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก
ในหอยแครงและหอยแมลงภู่

(Comparative sample preparation of heavy metals analysis in
Anadara granosa and *Perna viridis*)

ซูไวยะห์ เละสะนิง

Suwaibah Lohsaning

สุปราณี ไกรรักษ์

Supranee Krairak

สุนีย์ ดาราพงศ์

Sunee Darapong

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี

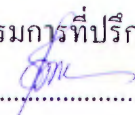
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

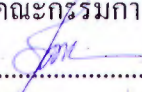
Bachelor of Science in Chemistry

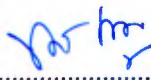
Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

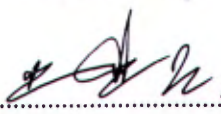
2549

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบวิธีการเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักใน
 หอยแครงและหอยแมลงภู่
ผู้วิจัย ชูไวบะห์ เถาะสะนิง
 สุปราณี ไกรรักษ์
 สุนีย์ คาราวงศ์
สาขาวิชา เคมี

คณะกรรมการที่ปรึกษา
.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์รุ่งนภา ชนะทัฬห)

คณะกรรมการสอบ
.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์รุ่งนภา ชนะทัฬห)

.....กรรมการ
(อาจารย์ปวีณา หนูคง)

.....กรรมการ
(อาจารย์ยมชюр หล้าสูบ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อนุมัติให้โครงการวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี


.....
(อาจารย์นางเยาว์ เทพชา)
ประธานหลักสูตรวิชาเคมี

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบวิธีการเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักใน
 หอยแครงและหอยแมลงภู่
 ผู้วิจัย ชูไวยะห์ เลาะสะนิง
 สุปราณี ไกรรักษ์
 สุนีย์ คาราพงศ์
 สาขาวิชา เคมี
 ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยแมลงภู่และหอยแครงบริเวณตลาดสดหัวอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีการย่อย และวิธีการเผา ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอปซอร์บชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่าในหอยแมลงภู่ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยมีปริมาณของโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด คือ เหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม อยู่ในช่วง 0.680 ± 0.148 , 0.252 ± 0.014 , 0.009 ± 0.003 , 0.115 ± 0.014 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนในหอยแครงพบว่ามีปริมาณของเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม อยู่ในช่วง 0.711 ± 0.170 , 0.093 ± 0.000 , 0.019 ± 0.003 , 0.082 ± 0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และในหอยแมลงภู่ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการเผาพบว่ามีปริมาณของเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม อยู่ในช่วง 0.276 ± 0.158 , 0.308 ± 0.024 , 0.012 ± 0.002 , 0.086 ± 0.008 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนในหอยแครงพบว่ามีปริมาณของเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม อยู่ในช่วง 0.544 ± 0.071 , 0.329 ± 0.045 , 0.024 ± 0.003 , 0.102 ± 0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ค่าความถูกต้องของผลการตรวจวิเคราะห์ (%Recovery) ที่ได้อยู่ในช่วง 84.00 ถึง 100.75 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของทั้ง 2 วิธีอยู่ในช่วง 0.000 ถึง 0.333 แสดงให้เห็นว่าผลการทดลองที่ได้มีความแม่นยำเมื่อทดสอบทางสถิติโดยใช้ F-test พบว่า ในหอยแมลงภู่ที่ทดสอบด้วยทั้ง 2 วิธีมีค่า เหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับ 0.880, 1.112, 0.045 และ 6.670 ตามลำดับ ส่วนในหอยแครงที่ทดสอบด้วยทั้ง 2 วิธีมีค่า เหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับ 6.000, 0.034, 1.562 และ 0.000 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับตาราง F-test ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่า F-test มีค่าเท่ากับ 1.84 พบว่า เหล็กและโครเมียมที่วิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนตะกั่วและแคดเมียมที่วิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบวิธีการเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยแครงและหอยแมลงภู่ ได้รับให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สำเร็จลงได้เพราะได้รับความกรุณาจากบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี เจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องมือศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่ได้ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยครั้งนี้

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่ออาจารย์รุ่งนภา ชนะทัฬห อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยที่ได้สละเวลา กรุณาให้คำปรึกษา และคณาจารย์ทุกท่านที่ช่วยชี้แนะข้อบกพร่องต่างๆ ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ เป็นผลให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ตลอดจนเพื่อนๆ ทุกคน ที่ได้มีส่วนร่วมช่วยเหลือโครงการวิจัยในครั้งนี้

ชูไวยะห์ เลาะสะนิง

สุปราณี ไกรรักษ์

สุนิษฐ์ คาราวงศ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(4)
สารบัญตาราง	(7)
สารบัญภาพ	(8)
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและความเปิ่.มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 การตรวจเอกสาร	3
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	15
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	16
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	16
2 วิธีการทดลอง	17
2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	17
2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	18
2.3 วิธีดำเนินการวิจัย	18
2.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	21
3 ผลและการอภิปรายผล	23
3.1 ผลการศึกษาปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา	23
3.2 ผลการศึกษาค่า %Recovery ของหอยแมลงภู่และหอยแครงที่วิเคราะห์ด้วย วิธีการย่อยและวิธีการเผา	24
3.3 ผลการศึกษาค่า %RSD ของหอยแมลงภู่และหอยแครงที่วิเคราะห์ด้วย วิธีการย่อยและวิธีการเผา	25
3.4 ผลการศึกษาค่า F-test ของหอยแมลงภู่และหอยแครงที่วิเคราะห์ด้วย วิธีการย่อยและวิธีการเผา	26
4 บทสรุป	27
บทสรุป	27
ข้อเสนอแนะ	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	30
ภาคผนวก	
ก. แสดงรูปภาพต่างๆ	32
ข. แสดงตารางและกราฟมาตรฐาน	39
ค. เทคนิคการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชั่น สเปกโตรโฟโตมิเตอร์	54
ง. ค่าโครงการวิจัย	61
ประวัติผู้วิจัย	71

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีการย่อยและการเผา	2
2. แสดงปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา	23
3. แสดงค่า %Recovery ของหอยแมลงภู่น้ำจืดและหอยแครงที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา	24
4. แสดงค่า %RSD ของหอยแมลงภู่น้ำจืดและหอยแครงที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา	25
5. แสดงค่า F-test ของหอยแมลงภู่น้ำจืดและหอยแครงที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา	26
6. แสดงค่ามาตรฐานของเหล็ก	40
7. แสดงค่ามาตรฐานของตะกั่ว	41
8. แสดงค่ามาตรฐานของแคดเมียม	42
9. แสดงค่ามาตรฐานของโครเมียม	43
10. แสดงค่าเหล็กที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา	44
11. แสดงค่าเหล็กที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา (ต่อ)	45
12. แสดงค่าตะกั่วที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา	46
13. แสดงค่าตะกั่วที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา (ต่อ)	47
14. แสดงค่าแคดเมียมที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา	48
15. แสดงค่าแคดเมียมที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา (ต่อ)	49
16. แสดงค่าโครเมียมที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา	50
17. แสดงค่าโครเมียมที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา (ต่อ)	51
18. แสดงค่า %Recovery ของเหล็ก เมื่อใช้ Standard ความเข้มข้น 2 ppm	52
19. แสดงค่า %Recovery ของตะกั่ว เมื่อใช้ Standard ความเข้มข้น 5 ppm	52
20. แสดงค่า %Recovery ของแคดเมียม เมื่อใช้ Standard ความเข้มข้น 1 ppm	52
21. แสดงค่า %Recovery ของโครเมียม เมื่อใช้ Standard ความเข้มข้น 2 ppm	53
22. แสดงค่า F ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	53
23. ตารางเปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์แบบต่างๆ	56

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1. แสดงหอยแครง	3
2. แสดงหอยแมลงภู่	6
3. แสดงหอยแครงบด	33
4. แสดงหอยแมลงภู่บด	33
5. แสดงการย่อยตัวอย่างด้วยกรดไนตริก	34
6. แสดงการกรองสารละลาย	34
7. แสดงเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นให้ความร้อน	35
8. แสดงโถดูดความชื้น	35
9. แสดงเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง	36
10. แสดงตู้ดูดควัน	36
11. แสดงตู้อบ	37
12. แสดงเตาเผาอุณหภูมิสูง	37
13. แสดงเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์	38
14. แสดงกราฟมาตรฐานของเหล็ก	40
15. แสดงกราฟมาตรฐานของตะกั่ว	41
16. แสดงกราฟมาตรฐานของแคดเมียม	42
17. แสดงกราฟมาตรฐานของโครเมียม	43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของการทำวิจัย

ในปัจจุบันปัญหาโลหะหนักต่างๆ ในแหล่งธรรมชาติและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อาศัยและดำรงชีพในแหล่งน้ำนั้น มีการสะสมโลหะหนักมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ปัญหาเกี่ยวกับโลหะหนักในแหล่งน้ำจึงเป็นปัญหาที่สำคัญที่จะต้องทำการศึกษาเพื่อที่จะเตรียมการป้องกัน และรักษาแหล่งน้ำให้ปลอดภัยจากปัญหามลพิษของโลหะหนัก เนื่องจากน้ำเป็นสิ่งสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตในทะเลซึ่งโลหะหนักเป็นสารที่ความคงตัวสูง สลายตัวได้ยากโดยกระบวนการทางธรรมชาติ แต่สามารถที่จะเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคสิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้น

การศึกษาปัญหาโลหะหนักในอาหารและในดิน น้ำ อากาศแล้วในน้ำก็ยังมีโลหะหนักปนเปื้อนอยู่มาก จากการวิเคราะห์หาสารโลหะหนักในพวกสัตว์ต่างๆ ก็จะพบว่า มีโลหะหนักได้แก่ ตะกั่ว (Pb) ซึ่งจัดเป็นโลหะหนักที่ไม่มีประโยชน์และเป็นพิษอย่างร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิต ถ้าได้รับตะกั่วเกินเกณฑ์มาตรฐานจะเกิดอาการปวดบริเวณช่องท้อง อาเจียน ท้องร่วง อ่อนเพลีย ปัสสาวะน้อย ถ้าได้รับเข้าไปมากอาจหมดสติได้ แคดเมียม (Cd) โลหะหนักนี้ไม่มีประโยชน์ต่อร่างกายและยังเป็นพิษ ส่วนใหญ่จะพบแคดเมียมในรูปของซัลไฟด์ แต่แคดเมียมยังมีประโยชน์ใช้ทำผลิตภัณฑ์ของใช้ได้ เช่นการผลิตแบตเตอรี่โดยใช้เป็นตัวเคลือบป้องกันผิวของเหล็ก ทองแดง ใช้เคลือบสายโทรศัพท์และใช้เป็นตัวหุ้มสายเคเบิลผสมกับบิสมีท์ ผลิตภัณฑ์ความคม และยังใช้ในโรงงานทำพลาสติก แต่ถ้าแคดเมียมสะสมอยู่ในร่างกายสูงจะทำให้เกิดมะเร็งและความดันโลหิตสูงได้

สารโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม เหล็กปรอท และสังกะสีซึ่งจะอยู่ในรูปของอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร ซึ่งสารโลหะหนักเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายโดยการกิน การหายใจหรือทางผิวหนัง ซึ่งผลกระทบส่วนใหญ่จะเกิดเกี่ยวกับระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร และกล้ามเนื้อแข็งจนเป็นอัมพาต ซึ่งโรคเหล่านี้ไม่มีวิธีแก้ไขที่ดีพอ (ดร. พิมล เรือนวัฒนา, 2538)

การปนเปื้อนของโลหะหนักจากแหล่งน้ำเนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ปล่อยน้ำเสียที่มีโลหะหนักเจือปนอยู่ลงสู่ลำคลอง ซึ่งจะไหลลงสู่ทะเลในที่สุดและจะส่งผลกระทบต่อปลาและสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น สุธรรม สิทธิชัยกมลและคณะได้รายงานไว้ว่าได้ตรวจพบ

สารตะกั่ว สังกะสี ทองแดง ปรอทในน้ำสูงถึง 33.7, 17.2, 11.7 และ 0.05 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ รัชนิกร บำรุงราชหิรัญย์ และคณะ ได้ตรวจพบว่าสารปรอท ทองแดง และตะกั่วสูงสุดในน้ำที่เก็บจากท้องทะเลโดยมีปริมาณ 257, 257, และ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และยังพบว่าโลหะหนักในดินตะกอนทั้งในอ่าวไทยตอนบนและชายฝั่งทะเลตะวันออกมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี ประกาย บริบูรณ์และคณะ ได้ตรวจพบการสะสมของปรอทในสัตว์ทะเลอ่าวไทยสูงถึง 0.8 ไมโครกรัมต่อกรัม

ปัจจุบันในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักมีวิธีการวิเคราะห์หลายวิธี เช่น การย่อยด้วยกรด การย่อยด้วยไมโครเวฟ การเผา เป็นต้น ซึ่งการเตรียมตัวอย่างในแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีการย่อยและการเผา

ข้อดี	ข้อเสีย
<u>การเผา</u> 1. ใช้จำนวนตัวอย่างมาก ซึ่งเป็นตัวแทนของตัวอย่างได้ดี 2. ใช้สารเคมีน้อย 3. ผู้ปฏิบัติไม่ต้องเผ่ตลอดเวลา 4. สามารถทำได้ครั้งละหลายๆ ตัวอย่างพร้อมกัน <u>การย่อย</u> 1. ใช้อุณหภูมิต่ำลดการระเหยของโลหะได้ดี 2. สารละลายอยู่ในภาชนะตลอดเวลา ยกต่อการกระเด็นหายไป 3. ใช้ระยะเวลาในการย่อยน้อยกว่า 4. ใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ธรรมดาราคาถูก 5. จะใช้ได้กับโลหะทุกชนิดและทุกสภาพตัวอย่าง	<u>การเผา</u> 1. ใช้อุณหภูมิสูง ทำให้โลหะบางชนิดระเหยได้ 2. ในสภาพที่แห้ง แก้วของตัวอย่างปลิวหายไป 3. ใช้เวลาในการเผาตัวอย่างนานกว่า 4. ใช้เครื่องมือที่แพงกว่า 5. ใช้ได้กับโลหะบางชนิด และตัวอย่างบางชนิดใช้ไม่ได้ เช่น น้ำมันปรุงอาหาร <u>การย่อย</u> 1. ใช้จำนวนตัวอย่างน้อย ขาดการเป็นตัวแทนของตัวอย่างที่ดี 2. ใช้สารเคมีจำนวนมาก 3. ผู้ปฏิบัติงานต้องเผ่ตลอดเวลา 4. ทำได้ครั้งละ 2-3 ตัวอย่าง 5. โลหะในตัวอย่างอาจถูกดึงให้ตกลงมากับตะกอนได้

ที่มา : ลัดดาวัลย์ โรจนพรทิพย์ (2537)

ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการหาปริมาณโลหะหนักในหอย 2 ชนิดด้วยวิธีการย่อย และการเผา เนื่องจากเป็นวิธีที่มาตรฐานและเป็นวิธีที่นิยม ซึ่งโลหะหนักที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ แคดเมียม (Cd), ตะกั่ว (Pb), เหล็ก (Fe) และโครเมียม (Cr)

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.2.1.1 ลักษณะ

1.2.1.1.1 หอยแครง มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Anadara granosa* เป็นหอยลักษณะ หอยสองฝา มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น หอยแครงเปี้ยว พบที่จังหวัดชลบุรี ปะตานิ ภูเก็ต หอยแครง และหอยแครงเทศ ซึ่งสามารถพบได้ในทุกจังหวัด หอยแครงขลุ่ย พบที่จังหวัดจันทบุรี ตราด ภูเก็ต หอยแครงมูน พบที่จังหวัด ระนอง และหอยแครงลิง พบได้ที่จังหวัดจันทบุรี และระยอง หอยแครงเป็นอาหารทะเลที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย สามารถประกอบอาหารได้หลาย ประเภท เป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าสูงทางเศรษฐกิจและโภชนาการ และหอยแครงที่นิยมนำมาเลี้ยงนั้น มีชื่อเรียกว่า หอยแครงเทศ หอยแครงขลุ่ย หอยแครงมัน หรือหอยแครงเปี้ยว เป็นหอยที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก และชนิดที่มีขนาดใหญ่อาจเรียกว่าหอยครางหรือหอยแครงขน เป็นหอยที่ชอบฝังตัว อยู่ตามโคลนลึกตั้งแต่ 1 -12 นิ้ว โดยสังเกตเห็นเป็นรู 2 รูที่ผิวดินซึ่งเป็นช่องทางน้ำเข้า น้ำออกและ สามารถเห็นรอยการเคลื่อนที่ของหอยเป็นร่องๆ โดยใช้เท้าในการเคลื่อนที่เพื่อหาอาหาร และหลบ หลีกศัตรู เพื่อสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม หอยแครงจะขึ้นมาที่ผิวดินเพื่อหาอาหาร จะฝังตัวได้ดิน เมื่อน้ำลงเพื่อป้องกันน้ำภายนอกตัวหอย แต่จะเปิดฝาทั้ง 2 เล็กน้อย โดยยังมีสภาวะไหลเวียนของ น้ำและการหายใจเกิดขึ้นเป็นปกติภายในเปลือก



ภาพที่ 1 แสดงหอยแครง (ที่มา <http://www.fisheries.go.th>)

การเลี้ยงหอยแครง ในประเทศไทยอาจแบ่งออกได้เป็น 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 กิโลกรัม/ไร่ เนื่องจากหอยพันธุ์พื้นเมืองสามารถเดินได้ ดังนั้นเพื่อให้หอยเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและไม่กองทับกันต้องมีการตรวจความหนาแน่นและเกลี่ยลูกหอยเป็นประจุกทุก 15 วันหรือทุกเดือน โดยใช้เครื่องมือคล้ายคราด ซึ่งเรียกตามภาษาท้องถิ่นว่า โพง คราดและรวบรวมลูกหอยไปหว่านกระจายบริเวณอื่น สำหรับลูกหอยสายพันธุ์มาเลเซีย ซึ่งนำมาจากทางภาคใต้ (สตูลหรือมาเลเซีย) จะปล่อยเลี้ยงลูกหอยขนาดเล็กกว่าพันธุ์พื้นเมือง โดยจะปล่อยขนาด 1,000-3,000 ตัวต่อกิโลกรัม แต่ขนาดที่นิยมปล่อยเลี้ยงประมาณ 2,500 ตัวต่อกิโลกรัม ลูกหอยสายพันธุ์มาเลเซียนี้ไม่เคลื่อนที่ แต่ในการหว่านลงเลี้ยงครั้งแรก อาจมีการกองทับกัน ดังนั้นต้องใช้เรือคราดและรวบรวมลูกหอยไปหว่านให้มีความหนาแน่นสม่ำเสมอทั่วพื้นที่เลี้ยง ซึ่งจะทำได้เพียงครั้งแรกในช่วงเริ่มหว่านเลี้ยง สำหรับอัตราการหว่านนั้น ประมาณ 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 ตัว/กิโลกรัม โดยจะได้ผลผลิตประมาณ 2,000-3,000 กิโลกรัม/ไร่/รุ่น การเลี้ยงแบบนี้นิยมเลี้ยงแถบอ่าวไทยตอนในโดยเฉพาะแถบชายฝั่ง จังหวัดเพชรบุรี และสมุทรสงคราม เป็นต้น

การเลี้ยงแบบพัฒนา

เป็นการเลี้ยงหอยแครงแบบธุรกิจขนาดใหญ่เนื้อที่ 200-1,000 ไร่ต่อราย มีการปักเขตเช่นเดียวกับแบบแรก ลูกหอยที่นำมาเลี้ยงจะใช้หอยขนาดเล็ก (นิยมใช้พันธุ์หอยจากประเทศมาเลเซีย) โดยมีขนาดตั้งแต่ 1,000-3,000 ตัวต่อกิโลกรัม แต่ขนาดที่นิยมนำมาใช้ประมาณ 2,500 ตัวต่อกิโลกรัม ซึ่งทั้งขนาดและอัตราหว่านเช่นเดียวกับการปล่อยลูกหอยลงเลี้ยงในระบบดั้งเดิม เนื่องจากผู้ประกอบการเลี้ยงหอยแครงรายใหญ่ จะเป็นผู้นำลูกหอยมาจำหน่ายให้แก่ผู้ประกอบการรายย่อยด้วย โดยมีราคาแตกต่างกันตามขนาดลูกหอยที่รับมา ใช้เวลาเลี้ยง 1-2 ปีจะได้หอยขนาด 80-120 ตัวต่อกิโลกรัม ผลผลิตประมาณ 4,000-5,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อรุ่น การเลี้ยงระบบนี้นิยมในจังหวัดชายฝั่งทะเลภาคใต้ทั้งฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน

1.2.1.1.2 หอยแมลงภู่ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Perna viridis* เป็นหอยลักษณะหอยสองฝา อาศัยอยู่บริเวณน้ำตื้นระดับความลึกประมาณ 6-8 เมตร สามารถขยายพันธุ์ได้เกือบตลอดปี ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและมีอาหารที่อุดมสมบูรณ์ช่วงฤดูที่หอยวางไข่มากทางชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยคือระหว่างเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม กับช่วงระยะเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ หอยแมลงภู่จะเริ่มสืบพันธุ์เมื่อมีขนาดประมาณ 20 มิลลิเมตร หรือเมื่อมีอายุประมาณ 2 เดือน สามารถแยกเพศได้จากลักษณะสีของเนื้อเยื่อภายในตัวหอย ซึ่งหอยเพศเมียจะมีเนื้อสีแดงหรือแสด ส่วนหอยเพศผู้จะมีสีขาวครีม ซึ่งในประเทศไทยเมื่อเลี้ยงหอยแมลงภู่ได้ประมาณ 6-7 เดือน ก็จะได้หอยตามขนาดที่ตลาดต้องการ ซึ่งหอยแมลงภู่ทุกชนิดนั้นกินอาหารโดยการกรองซึ่งเหมือนกับหอยสองฝาชนิดอื่นจากการศึกษาอัตราการกรองในห้องปฏิบัติการโดยใช้เซลล์แฟลจด์ตอนพีชเป็นอาหาร พบว่าอัตราการกรองอาหารของหอยสองฟารวมทั้งหอยแมลงภู่จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความหนาแน่นของเซลล์แฟลจด์ตอนพีชที่หอยกินเป็นอาหาร ซึ่งหอยแมลงภู่เป็นหอยสองฝาชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมากเนื่องจากนิยมใช้เป็นอาหารที่รับประทานได้ทั้งสดและแห้ง โดยหอยแมลงภู่ที่พบในประเทศไทยเป็นชนิด *Perna viridis* มีการกระจายตามชายฝั่งของประเทศไทย ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ อินโดนีเซีย อินเดีย และบางส่วนของแอฟริกาใต้ ซึ่งหอยแมลงภู่ที่พบทั่วโลกมีทั้งหมด 3 ชนิดด้วยกันคือ *Perna viridis* ที่เพาะเลี้ยงในประเทศไทยและฟิลิปปินส์ *Perna canaliculus* พบในนิวซีแลนด์ และ *Perna perna* พบที่ทะเลแดงบางส่วนของอินเดีย บางส่วนของทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ชายฝั่งอเมริกาใต้ และบางส่วนของทะเลคาริบเบียน ซึ่งหอยแมลงภู่จัดอยู่ในประเภทอาหารทะเลชั้นดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 18.3 ไขมันร้อยละ 2 ไขมันร้อยละ 0.45 แคลเซียมและวิตามินต่างๆ นอกจากนี้หอยแมลงภู่ที่มีขนาดประมาณ 2-3 เซนติเมตร สามารถนำมาบดใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ปีก และเนื้อหอยต้มใช้เป็นอาหารเลี้ยงกุ้งได้อีกด้วยและหอยแมลงภู่เป็นหอยที่

เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว ไม่จำเป็นต้องให้อาหารหรือใช้ปุ๋ยอย่างการเลี้ยงปลาในบ่อ เพราะหอยแมลงภู่งจะกรองกินพวกแพลงตอนพืชรวมทั้งอินทรีย์วัตถุที่แขวนลอยในทะเลเป็นอาหารซึ่งสิ่งมีชีวิตดังกล่าวเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และล่องลอยอยู่ในน้ำทะเล



ภาพที่ 2 แสดงหอยแมลงภู่ง (ที่มา <http://www.fisheries.go.th>)

การเลี้ยงหอยแมลงภู่งมีหลายแบบ แต่ละแบบเหมาะที่จะใช้ตามลักษณะภูมิประเทศและสภาวะแวดล้อม การที่จะเลี้ยงแบบใดนั้นเป็นเรื่องที่จะต้องพิจารณาตามความเหมาะสมซึ่งรูปแบบที่นิยมมีดังนี้

การเลี้ยงแบบปักหลักล่อลูกหอย

การเลี้ยงแบบนี้เหมาะสมที่จะดำเนินการในพื้นที่ย่านน้ำตื้นซึ่งมีความลึกประมาณ 4 – 6 เมตร ตามบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีสภาพเป็นอ่าวทั่วไป พื้นทะเลตั้งแต่เส้นขอบฝั่งออกไปไม่ลาดชันเกินไป สภาพดินเป็นโคลน และโคลนปนทราย ระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุดไม่แตกต่างกันมากนัก เป็นแหล่งน้ำที่มีแพลงตอนอาหารตามธรรมชาติของหอยเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ หากมีเกาะแก่งกระจายกันอยู่และบางบริเวณมีภูเขาตั้งอยู่ชายน้ำจะช่วยเป็นเครื่องกำบังคลื่นลมและกระแสน้ำได้ดี

แหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่งของประเทศไทยจะมีลูกหอยเกิดแทบทุกเดือนตลอดทั้งปี แต่ฤดูวางไข่จะมีลูกหอยเกาะจำนวนมาก พบในช่วงเดือนเมษายน-กรกฎาคม ช่วงหนึ่งและอีกช่วงหนึ่งในเดือนตุลาคม-ธันวาคมของทุกปี ในช่วงหลังนี้มีลูกหอยชุกชุมมากกว่าช่วงแรก เกษตรกรผู้เลี้ยงหอยจึงต้องเตรียมปักหลักไม้เพื่อให้แล้วเสร็จก่อนที่ลูกหอยจะเริ่มเกาะประมาณ 1 – 2 สัปดาห์ หลักที่ใช้กันทั่วไปเป็นไม้ไผ่รวก ไม้ไผ่รวด และไม้เป้ง ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-5 เซนติเมตร ยาว 5 – 6 เมตร โดยจะปักเรียงกันเป็นแถว ไม้ไผ่แต่ละต้นปักให้ลึก 1 – 1.5 เมตรและมีความเอียงทำมุมกับพื้นทะเลประมาณ 60 องศา ทั้งนี้ใช้ไม้เอียงไปทางขวาและทางซ้ายสลับกันไปทุกต้น การที่

ปีกหลักไม้เอียงดังกล่าวก็เพื่อช่วยให้กล่าวหักโคนลดน้อยลงเมื่อหอยมีขนาดโตขึ้นและน้ำหนักมากขึ้นรวมทั้งป้องกันการเสียดสีเมื่อมีกระแสน้ำไหลแรงซึ่งจะทำให้หอยหล่นเสียหายได้

ในพื้นที่เลี้ยงหอย 1 ไร่ (1,600 ตารางเมตร) จะปีกหลักไม้จำนวนประมาณ 1,200 ต้น โดยแบ่งออกเป็น 4 แถว แถวละ 300 ต้น หรืออาจเพิ่มจำนวนไม้และเพิ่มจำนวนแถวได้ตามความเหมาะสม แต่ไม่ควรปักเกิน 1,600 – 1,800 ต้น เพราะจะทำให้มีความหนาแน่นมากเกินไปเป็นผลให้หอยได้รับอาหารไม่เพียงพอและเจริญเติบโตช้า

การเจริญเติบโตของลูกหอยที่เริ่มเกาะหลักไม้ ประมาณว่าเมื่อลูกหอยมีอายุ 7 เดือน จะมีความยาวเฉลี่ย 5.86 เซนติเมตร ซึ่งจัดว่าเป็นขนาดที่สามารถส่งจำหน่ายแก่ผู้บริโภคต่อไปได้ การที่ลูกหอยมีขนาดหนาแน่นมากเกินไปไม่เพียงแต่ทำให้มีอัตราการตายสูงมากเท่านั้น แต่จะเป็นผลให้หอยมีการเจริญเติบโตช้าลงอีกด้วยทั้งนี้เนื่องจากหอยต้องแย่งอาหารกัน

การเลี้ยงแบบแพ

ขนาดของแพมีหลายขนาดตั้งแต่ 25 ตารางเมตร, 75 ตารางเมตร และ 150 ตารางเมตร เป็นต้นวัสดุที่ใช้ประกอบด้วยไม้เนื้อแข็งหรือไม้ไผ่ หรือวัสดุชนิดอื่นๆประกอบกันเป็นแพ จำนวน 7 แถว ยาวกันห่างแถวละ 1/2 เมตร พูลอยใช้โฟมถึงน้ำมัน หรือถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร ประกอบหัวท้ายสามารถรับเชือกเลี้ยงหอยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร ยาว 3 เมตร ได้ไม้ละ 35 เส้น ระยะเวลาการเลี้ยง 8 เดือนจะได้น้ำหนักหอยประมาณ 1,200 กิโลกรัม ขนาดแพอาจประกอบกันได้หลายชุดและตรึงไว้ด้วยสมอขนาด 15 กิโลกรัม โดยใช้เชือกสมอ มีความยาว 5 เท่าของความลึกของน้ำบริเวณใดกระแสน้ำแรงจัดก็เพิ่มได้ตามความเหมาะสม กรณีที่ต้องการสร้างแพด้วยท่อเหล็กควรทาสีกันสนิมด้วย การเลี้ยงหอยแมลงภูแบบแพเชือกก็เป็นวิธีเลี้ยงอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถเลี้ยงได้บริเวณคลื่นลมแรงพอสมควร พื้นดินเป็นดินแข็ง หรือบริเวณที่ปักไม้ไม่ลงก็สามารถเลี้ยงได้ ส่วนตัวแพที่เลี้ยงมีความคงทนมีอายุการใช้งานหลายปี วัสดุที่ใช้หาง่ายมีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป

1.2.1.2 โลหะหนัก (Heavy Metal)

โลหะหนักคือ โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 5 ขึ้นไป โดยมีน้ำหนักอะตอมมากกว่าโลหะโซเดียม และอยู่ในคาบที่ 4-7 ในตารางธาตุซึ่งมีทั้งโลหะและปรมาณูควบคู่กันไป ถ้ามีมากเกินไปในสิ่งแวดล้อมอาจเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตได้ สำหรับสารที่เป็นพิษ ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม วาเนเดียม โมลิบดีนัม นิกเกิล ทองแดง คีบิก และโคบอลต์ โลหะหนักที่น่าสนใจและศึกษากันมากที่สุดคือ ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม สังกะสี เพราะโลหะพวกนี้มีมากใน

สิ่งแวดล้อมและแสดงความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต พืช สัตว์และมนุษย์ได้ และโลหะหนักที่มีบทบาทต่อมลภาวะในสิ่งแวดล้อมมากที่สุดมีด้วยกัน 3 ธาตุ คือ ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม ซึ่งถ้ามีมากเกินไปจะจำกัแล้ว จะทำให้มีพิษต่อร่างกายได้ โดยเฉพาะปรอทนั้นถ้ามีมากเกินไปจะทำให้เกิดโรคมินามาตะได้

1.2.1.2.1. ตะกั่ว (Lead)

ตะกั่ว มีชื่อทางเคมี Lead Plumbum เป็นธาตุที่อยู่ในหมู่ 4 คาบที่ 6 ของตารางธาตุ ใช้สัญลักษณ์ Pb มวลอะตอม 207.19 เลขอะตอม 82 ความหนาแน่น 11.4 กรัมต่อมิลลิลิตร ในภาวะปกติมีสถานะเป็นของแข็ง โลหะสีขาวเงิน เป็นมันเงา อ่อนนุ่ม เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ไม่ดี รู้จักกันมาตั้งแต่ครั้งโบราณ คำว่า Lead เป็นชื่อใน แองโกล-แซกซอน ในธรรมชาติสินแร่ที่สำคัญ คือ กาลีนา หรือตะกั่วซัลไฟด์

ประโยชน์ของตะกั่ว

ตะกั่ว (Pb) เป็นโลหะหนักที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากตะกั่วมีสมบัติที่เหมาะสมหลายประการ คือ มีการอ่อนตัวสามารถขึ้นรูปได้ง่าย ทำให้หลอมเหลวและผสมกับโลหะหนักชนิดอื่นได้ นอกจากนี้ยังทนต่อการสึกกร่อนได้ดีด้วย สมบัติดังกล่าวนี้จึงทำให้โลหะตะกั่วเป็นที่นิยมนำมาใช้งานกันอย่างกว้างขวาง ทั้งในอุตสาหกรรม และ ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันซึ่งใช้ทั้งในรูปโลหะหนักตะกั่ว โลหะผสมและสารประกอบตะกั่ว เช่น

1. ใช้ทำแผ่นธาตุและขั้วแบตเตอรี่ในงานอุตสาหกรรมแบตเตอรี่
2. ใช้ผสมในน้ำมันเบนซิน เพื่อเพิ่มจำนวนเลขออกเทนของน้ำมันให้สูงขึ้น
3. ใช้ผสมกับโลหะหนักชนิดอื่นเพื่อผลิตเป็นโลหะสำหรับบัดกรี หล่อเป็นตัวพิมพ์
4. ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสี เช่น ตะกั่วแดง
5. ใช้ทำเปลือกเคเบิลหุ้มสายไฟ และทำท่อที่ต้องการความทนทานต่อการกัดกร่อนจากสารเคมี
6. ใช้ทำลูกกระสุนปืน ทำฉากกำบังรังสี

พิษของตะกั่ว

ตะกั่วเป็นโลหะเป็นพิษต่อร่างกาย และตะกั่วทุกรูปแบบถือว่าเป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์ทั้งสิ้น เป็นสารที่เสี่ยงต่อความเป็นพิษสูงเพราะจะทำให้ไม่ตายในทันที แต่จะสะสมให้มีปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ และก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรง โดยส่วนมาก ตะกั่วจะเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้

ทางปากกับทางจมูก ส่วนทางผิวหนังนั้นจะน้อยมาก สารตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายทางปากนั้นอาจมีสาเหตุมาจากการบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีตะกั่วปนเปื้อนมา ส่วนการเข้าทางจมูกนั้นเนื่องจากการหายใจเอาฝุ่นละออง หรือไอของสารตะกั่วเข้าไป สารตะกั่วที่มีการปะปนอยู่ในอากาศนั้นมาจากโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น จากโรงถลุงตะกั่ว ทำแบตเตอรี่ การผลิตสี การทำโลหะผสม เป็นต้น ส่วนการทางผิวหนังนั้น สาเหตุหนึ่งมาจากบริเวณผิวหนังมีรอยมีดบาด รอยถลอก หรือ รอยขีดข่วน และบริเวณดังกล่าวนี้ต้องสัมผัสกับสารตะกั่วที่มีปริมาณมาก และเป็นเวลานานสารตะกั่วบางส่วนจึงมีโอกาสดูดซึมผ่านผิวหนังและเข้าสู่ร่างกายได้ ตัวอย่างสารพิษของตะกั่ว

1. พิษต่อระบบเลือด พิษตะกั่วที่เกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียนของเลือด คือ ทำให้จำนวนเม็ดเลือดแดงลดลง ทำให้เป็นโรคโลหิตจาง ซึ่งเป็นผลมาจากตะกั่วไปทำลายไขกระดูกของเม็ดเลือดแดงที่ไขกระดูกในร่างกายนั่นเองและไปขัดขวางกลไกของการสร้างสารประกอบของฮีโมโกลบินด้วย

2. พิษต่อระบบประสาท จะทำให้ผนังของหลอดเลือดเสื่อม น้ำจากหลอดเลือดจะซึมเข้าสู่สมองทำให้สมองบวม ทำให้ความดันในศีรษะสูง มีอาการกระวนกระวาย ปวดศีรษะ หงุดหงิด นอนไม่หลับ ซึ่งมีอัตราการตายสูง และนอกจากนี้ยังทำลายประสาทที่มีหน้าที่เกี่ยวกับความจำและความรู้สึก

3. พิษต่อไต จะไปทำให้ท่อที่ทำหน้าที่ดูดซึมกลูโคส กรดอะมิโน และฟอสเฟตในไตทำหน้าที่ได้ลดลง ถ้าได้รับในปริมาณมากๆ ไตจะล้มเหลวและตายได้ในที่สุด

4. พิษต่อระบบทางเดินอาหาร จะทำให้ผู้ป่วยเบื่ออาหาร มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริวที่หน้าท้อง เนื่องมาจากมีอาการกระตุกของกล้ามเนื้อลำไส้

1.2.1.2.2 แคดเมียม (Cadmium)

แคดเมียม เป็นธาตุที่อยู่ในหมู่ IIB ในตารางธาตุ ใช้สัญลักษณ์ Cd มวลอะตอม 112.40 เลขอะตอม 48 จุดหลอมเหลว 320 องศาเซลเซียส จุดเดือด 765 องศาเซลเซียส เลขออกซิเดชัน +2 เป็นโลหะที่อ่อนและดัดง่ายไม่เปราะ สีขาวอมน้ำเงิน

แคดเมียมเป็นธาตุที่มีอยู่น้อยในสภาพธรรมชาติ พื้นผิวโลกโดยทั่วไปจะพบแคดเมียมในระดับความเข้มข้นไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตรส่วนที่พบเป็น ปริมาณมากมักเกิดปนอยู่กับแร่สังกะสี ทองแดง และ ดีบุก ปกติในธรรมชาติแคดเมียมจะรวมตัวกับกำมะถัน เป็นแคดเมียมซัลไฟด์ แคดเมียมมีอยู่ในดินประมาณ 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำทะเล 0.15 ไมโครกรัมต่อลิตร ในน้ำจืด 1.00 ไมโครกรัมต่อลิตร และในอากาศ 0.002-0.02 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

แคดเมียม เป็นธาตุที่พบทั้งในดิน น้ำ สินแร่ เนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ ส่วนใหญ่จะกระจายปะปนอยู่กับสินแร่ในดิน สินแร่ที่พบแคดเมียมปะปนอยู่มาก คือ สินแร่แคดเมียมเบลนด์ มีแคดเมียมร้อยละ 77.6 นอกจากนี้ยังพบแคดเมียมในแร่ สังกะสี และตะกั่ว เมื่อภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงจะเกิดการสึกกร่อนของสินแร่ที่อยู่ในดิน จึงทำให้แคดเมียมแพร่กระจายปะปนอยู่ในสิ่งแวดล้อม ซึ่งเราสามารถพบแคดเมียมในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้แก่

1. โรงงานถลุงแร่
2. แหล่งที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงและถ่านหิน
3. แหล่งที่มีการนำแร่ต่างๆกลับมาใช้ใหม่
4. แหล่งที่มีการทิ้งขยะและของเสียที่เป็นพลาสติกประเภทโพลีไวนิล ซึ่งต้องใช้แคดเมียมเป็นสารเพิ่มความคงตัว
5. น้ำทิ้งจากโรงงานพลาสติก

นอกจากนี้ยังพบแคดเมียมได้ในสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะสิ่งที่มีชีวิตในทะเล เช่น พวกแพลงตอน และ หอยทะเล จะมีแคดเมียมสะสมอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าในน้ำทะเล 1000-10000 เท่า ส่วนเนื้อของปูทะเล จะมีแคดเมียมประมาณ 5-15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นกที่กินปลาทะเล และสัตว์น้ำจะมีแคดเมียมสะสมอยู่ที่ตับประมาณ 20-50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตับสด ส่วนคนจะได้รับแคดเมียมจากอาหารเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะคนที่ชอบบริโภคเครื่องในสัตว์ นอกจากนี้คนยังอาจยังอาจได้รับแคดเมียมจากน้ำและยาสูบ

องค์การอนามัยโลกกำหนดว่า ไม่ควรได้รับแคดเมียมเกิน 57-71 ไมโครกรัมต่อวัน ของแคดเมียม ประมาณ 0.5 มิลลิกรัมต่อสัปดาห์ และร้อยละ 90 ได้รับจากอาหารที่บริโภคเข้าไป วิธีการปนเปื้อนแคดเมียมในอาหารทำได้โดยการเอาเปลือกออกหรือลอกเอาใบที่อยู่ด้านค้านอกออก ส่วนอาหารจากสัตว์จะพบแคดเมียมมากที่อวัยวะภายใน เช่น ตับ ไต และน้ำนม การได้รับแคดเมียมเป็นเวลาจะทำให้สะสมอยู่ในอวัยวะในร่างกาย โดยเฉพาะที่ตับและไต มีแคดเมียมสะสมอยู่ประมาณ 0.2-0.3 มิลลิกรัมต่อกรัม จะทำให้ท่อกรวยไตถูกทำลายได้

ประโยชน์ของแคดเมียม

ใช้ในงานอุตสาหกรรม เช่น การผลิตแบตเตอรี่ การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า ซึ่งใช้แคดเมียมเป็นตัวเคลือบป้องกันผิวของเหล็ก เหล็กกล้า ทองแดง นอกจากนี้ยังถูกใช้ในการผลิตโลหะผสมของทองแดงเพื่อใช้เคลือบสายโทรศัพท์ สายไฟฟ้า และผสมกับตะกั่วเพื่อใช้เป็นตัวหุ้มสายเคเบิล และผสมกับบิสมีตเพื่อเตรียมโลหะที่มีจุดหลอมเหลวต่ำใช้ในหม้อไอน้ำ เครื่องสัญญาณ

เตีอนไฟไหม้ ใช้ในการผลิตแท่งควบคุม เพื่อเป็นตัวควบคุมวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู นอกจากนี้ใช้ในโรงงานทำพลาสติก ซึ่งแคลเมียมจะเป็นตัวช่วยให้โพลีไวนิล อยู่ในสภาพคงตัว

พิษของแคลเมียม

พิษของแคลเมียมเนื่องจากการสูดดมหรือหายใจเอาควันที่มีแคลเมียมเข้าไป อาการแบบเฉียบพลันอย่างอ่อนที่เกิดขึ้น คือ คอแห้ง ระคายคอ แน่นหน้าอก ปวดศีรษะ และเมื่อได้รับในปริมาณมากขึ้นอาจจะหายใจไม่ออก ไอไม่หยุด และถ้ายังคงสูดดมหายใจเข้าไปอีกก็อาจถึงตายได้ ส่วนอาการที่เกิดจากการกินอาหารหรือดื่มน้ำที่มีแคลเมียมเจือปนอยู่ คือจะทำให้อาเจียนและท้องร่วง ซึ่งการได้รับพิษแบบเรื้อรัง (โรคฮีไลต์-ฮีไลต์) ซึ่งทำให้ผู้รับพิษเจ็บปวดทรมานมากเพราะเกิดอาการกระดูก และไตพิการระยะเริ่มแรก ผู้ป่วยจะมีอาการบริเวณสะโพก แขน และขา ซึ่งอาการเหล่านี้จะหายไปได้เมื่อประคบหรือแช่น้ำร้อน ต่อมาอาการปวดจะเพิ่มมากขึ้นและนานขึ้น และบริเวณโดยรอบฟันที่ติดกับเหงือกจะมีลักษณะเป็นแถบสีเหลือง มีโปรตีนปนออกมากับปัสสาวะเล็กน้อย ต่อจากนั้นผู้ป่วยจะมีอาการปวดกระดูกอย่างรุนแรง โดยเฉพาะบริเวณกระดูกเชิงกราน และกระดูกหัวไหล่ กระดูกทั่วร่างกายเริ่มสลายตัวเนื่องจากแคลเซียมละลายออกจากกระดูก ทำให้กระดูกมีรอยแตกแยกและมีรูปร่างผิดปกติ มีโปรตีนและไขขาวปนออกมากับปัสสาวะมากขึ้น ในกรณีของผู้ป่วย ที่ได้รับแคลเมียมสะสมมานาน 20-30 ปี จะมีอาการรุนแรงมากขึ้น เจ็บปวดทั่วร่างกายจนเดินไม่ไหว ความกดของน้ำหนักร่างกายที่มีต่อกระดูกสันหลังทำให้ร่างกายเตี้ย หรือค่อมลงกระดูกเปราะ ในระยะสุดท้าย ผู้ป่วยจะสูญเสียแคลเซียมออกจากปัสสาวะมากจนกระดูก酥กร่อน และเสียชีวิตในที่สุด

พิษของแคลเมียมจะทำให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะต่างๆ เช่น ทำให้เกิดอันตรายต่อไต ปอด และถ้าหากได้รับแคลเมียมในปริมาณสูงอย่างทันทีทันใด ก็จะทำให้เกิดอาการอาเจียน น้ำลายฟูมปาก ท้องร่วง และเกิดอาการชักกระตุกหรือเป็นตะคริวได้ และแคลเมียมสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางปาก ทางจมูก ทางผิวหนัง และแคลเมียมเมื่อสะสมในร่างกายจะสามารถขับออกทางไตและอุจจาระ และปัสสาวะแต่ส่วนใหญ่เกิดอาการเฉียบพลัน มักจะเกิดทางระบบทางเดินอาหาร

1.2.1.2.3 โครเมียม (Chromium)

โครเมียม มีสัญลักษณ์ Cr เลขอะตอม 24 น้ำหนักอะตอม 52 ไอโซโทป 50, 52, 53, 54 มีเลขออกซิเดชัน 2, 3, 6 ลักษณะ เป็นโลหะคล้ายเงิน เมื่อนำแร่ขึ้นมาเผา โดยมีคาร์บอนเป็นตัวรีดิวซ์จะได้เฟอโรโครม ซึ่งเป็นอัลลอยด์ของเหล็กและโครเมียม อัลลอยด์นี้ใช้ทำเหล็กไร้

สนิมชนิดต่างๆ โครเมียมเป็นโลหะสีขาวยเงิน เป็นมันวาวและแข็งมากสามารถต้านทานการกัดกร่อนและคงความสวยงามได้นาน โครเมียมมีบทบาทค่อนข้างน้อยในการทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษในสถานะแวดล้อม ส่วนใหญ่มาจากโรงงานชุบโลหะ ผลิตแบตเตอรี่ ซี ลิ่งทอ ฟอกหนัง และเครื่องปั้นดินเผา

ประโยชน์ของโครเมียม

ในบรรดาโลหะหนักทั้งหลาย โครเมียมจะแข็งแรงยิ่งกว่าเหล็ก โครบอลต์และนิกเกิล เมื่อปล่อยโครเมียมทิ้งไว้ในอากาศจะไม่หมอง เพราะโครเมียมจะมีเยื่อออกไซด์คลุมเช่นเดียวกับ อะลูมิเนียม และเมื่อนำมาขัดถูโครเมียมจะยิ่งขึ้นเงา

โครเมียมมิได้ใช้เฉพาะทำเป็นแผ่นเคลือบผิวเหล็กกล้า อย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังสามารถใช้เติมเข้าไปในเนื้อเหล็กกล้าเพื่อทำโลหะผสมได้อีกด้วยเหล็กจึงไม่ขึ้นสนิมซึ่งใช้กันมากในปัจจุบัน เช่น ใช้ทำเครื่องมือสำหรับตัดเหล็กต่างๆ

ส่วนประโยชน์ของโครเมียมต่อสิ่งมีชีวิต โดยหากโครเมียมอยู่ในรูปของ trivalent chromium จะมีความจำเป็นต่อการเปลี่ยนแปลงของไขมัน และ กลูโคสในร่างกายป้องกันไม่ให้เกิดโรคเบาหวาน แต่โครเมียมที่อยู่ในรูปของ hexavalent chromium 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักของร่างกาย จะทำให้เซลล์ในตับตาย เกิดโรคตับอักเสบทำให้ถึงตายได้

โทษของโครเมียม

พิษเฉียบพลันของโครเมียมจะทำให้เกิดความเสียหายของท่อไต hexavalent chromium มีฤทธิ์กัดกร่อนทำให้เกิดแผลพุพองของช่องจมูกได้ และยังทำให้เกิดแผลในบริเวณอื่นได้ด้วย พิษของโครเมียมส่วนใหญ่เกิดจากเฮกซะโครเมียมยังสามารถทำให้เกิดมะเร็งทางเดินหายใจได้อีกด้วยซึ่งกลไกการเกิดมะเร็งน่าจะเกี่ยวข้องกับรีดิคซ์ และเกิด Reactive intermediates นอกจากนี้ โครเมียมยังทำให้เกิดอาการแพ้ของผิวหนัง ซึ่งหากโครเมียมเข้าสู่ร่างกายโดยทางจมูกและทางผิวหนัง จะทำให้เกิดการอักเสบที่บริเวณผิวหนัง มือ แขน ขา ใบหน้าและหน้าอก ถ้าร่างกายได้รับในปริมาณมากจะทำให้กระเพาะอาหารและลำไส้เกิดการระคายเคือง รวมทั้งทำให้เกิดโรคมะเร็งปอด มะเร็งในระบบย่อยอาหาร และมะเร็งจมูก และโครเมียมที่อยู่ในรูปของ trivalent chromium จะมีความจำเป็นต่อการเปลี่ยนแปลงของไขมันและกลูโคสในร่างกายและป้องกันไม่ให้เกิดโรคเบาหวาน แต่โครเมียมที่อยู่ในรูปของ hexavalent chromium 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักของร่างกาย จะทำให้เซลล์ในตับตาย เกิดโรคตับอักเสบทำให้ถึงตายได้

1.2.1.2.4 เหล็ก

เหล็ก เป็นโลหะที่อยู่ในหมู่ VIIB ในตารางธาตุ ใช้สัญลักษณ์ Fe มวลอะตอม 26 ออกซิเดชันนัมเบอร์ +2, +3 จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน 8 น้ำหนักอะตอม 55.9 จุดหลอมเหลว 1,535 องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 7.9 กรัมต่อเซนติเมตร ค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 180 โมล เป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี สมบัติทางเคมีเมื่อขัดใหม่ๆ จะมันวาวอยู่ชั่วเวลาหนึ่ง แต่เมื่อทิ้งไว้ในอากาศเป็นเวลานานจะเป็นสนิมผุกร่อน

เหล็กเมื่อเปรียบเทียบกับบรรดาโลหะด้วยกัน เป็นธาตุที่มีมากที่สุดในโลกเป็นอันดับที่ 4 และเป็นโลหะที่มีมากเป็นอันดับที่ 2 มีคุณสมบัติแข็งแรงและเหนียว ซึ่งในธรรมชาติเหล็กมักรวมกับธาตุอื่นๆ สินแร่ที่สำคัญได้แก่ พวกรอกไซด์ นอกจากนี้ยังมีคาร์บอนเตชัลไฟต์ เหล็กไนไตรด์ มีปริมาณมากแต่ไม่เหมาะที่จะนำมาถลุงเพราะจะได้เหล็กที่มีคุณภาพต่ำเนื่องจากมีกำมะถันแทรกอยู่ นอกจากนี้ยังมีปัญหาทางด้านมลพิษและการกัดกร่อนสูงเนื่องจาก SO_2

ประโยชน์ของเหล็ก

เหล็กจะใช้ได้ดีเมื่อใช้ผสมกับโลหะอื่นๆ เป็นโลหะผสม เหล็กกล้าซึ่งใช้มากในการก่อสร้างต่างๆ นั่นคือเหล็กที่มีคาร์บอนปนอยู่น้อย ดังนั้นเหล็กจึงเป็นธาตุที่มีความสำคัญในวงอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก

เหล็กในที่นี้จะกล่าวถึงความสำคัญที่มีต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิต โดยเหล็กเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโปรตีนที่มีฮีม (heme) ผู้ใหญ่จะมีเหล็กในร่างกาย ซึ่งสองในสามจะอยู่ในรูปของ ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ซึ่งเป็นตัวนำออกซิเจนที่สำคัญในร่างกาย ส่วนโปรตีนที่มีฮีมอื่นๆ เช่น ไซโตโครม (cytochrome) ไมโอโกลบิน (myoglobin) ในกล้ามเนื้อจะมีแร่เหล็กน้อยกว่า โดยปกติประมาณหนึ่งในสี่ ของแร่เหล็กในร่างกายจะถูกเก็บไว้ในตับ ม้าม และไขกระดูก ซึ่งจะรวมกับโปรตีนชนิดพิเศษที่เรียกว่า เฟอริทิน (ferritin) แม้ว่าแร่เหล็กจะไม่ถูกดูดซึมได้ดีจากทางเดินอาหาร แต่ส่วนที่ดูดซึมไปแล้ว จะถูกนำกลับมาใช้ภายในร่างกายได้ดี ตัวอย่างเช่น แร่เหล็กที่ถูปลดปล่อยออกมาจากเม็ดเลือดแดงที่หมดอายุภายในม้าม จะถูกนำกลับมาใช้สร้างฮีโมโกลบินในไขกระดูกได้ใหม่อีก

1.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อธิฐาน สุขเสนา และ สมเกียรติ สด้นน้อต. (2543) ได้เปรียบเทียบปริมาณ ตะกั่ว โปรท และแคดเมียม ในซอสหอย ด้วยวิธีการย่อย โดยเก็บตัวอย่างซอสหอยที่มีขายตามตลาด 20 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์ด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer (ASS) ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่ามี ตะกั่วอยู่ในซอสหอยทุกตัวอย่าง ปริมาณเฉลี่ย 1.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบแคดเมียมปนอยู่ 0.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนโปรทนั้นไม่พบจากตัวอย่างทั้งหมด

สุรสิทธิ์ วงศ์พะคาย ศักดิ์ชัย ทวีรัตน์ และ วีระชัย ไบรณ. (2544) ได้วิเคราะห์หา ปริมาณโลหะหนักจากกุ้งแห้งและปลาแห้งจากตลาดหัวอิฐและตลาดแม่สมจิต ด้วยวิธีการเผาโดย ได้วิเคราะห์ 6 ชนิดคือ กุ้งฝอย, ปลากระเบนแมลงวัน, ปลาตาหวานจุต, ปลาริวกิว, ปลาไส้ตัน และ ปลาอินทรีขูดโดยเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์หาโลหะหนักที่ตกค้างอยู่ในกุ้งแห้งและปลาแห้งได้ ผลการวิจัยครั้งนี้ผลการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักแคดเมียม พบว่าปลาไส้ตันหลังแถบในตลาด หัวอิฐมีแคดเมียมมากที่สุดคือ 0.04 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนปลาริวกิวมีแคดเมียมน้อยที่สุดคือ 0.01 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนตลาดแม่สมจิตปลาไส้ตันหลังแถบมีแคดเมียมมากที่สุดคือ 0.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนปลาริวกิวมีแคดเมียมน้อยที่สุดคือ 0.01 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วน ผลการเปรียบเทียบโลหะหนักโครเมียม พบว่าปลาอินทรีขูดมีปริมาณมากที่สุด คือ 0.69 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม และในปลาริวกิวมีน้อยที่สุด คือ 0.43 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนตลาดแม่สมจิต ในกุ้งฝอยมีมากที่สุดคือ 1.08 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ในปลาอินทรีขูดมีน้อยที่สุดคือ 0.45 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และผลการเปรียบเทียบโลหะหนักตะกั่ว ปลาอินทรีขูดมีปริมาณมากที่สุด คือ 1.97 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และในปลาริวกิวมีน้อยที่สุด คือ 1.61 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนตลาดแม่สมจิต ในกุ้งฝอยมีมากที่สุดคือ 1.98 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ในปลาอินทรีขูดมีน้อย ที่สุดคือ 1.59 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งปริมาณโลหะหนักอยู่ในระดับไม่เป็นอันตรายต่อ ผู้บริโภค

เบญจวรรณ พรรณรัตน์ และ สุภาวรรณ ไชยศิริ. (2539) ได้วิเคราะห์โลหะหนักใน พริกไทยป่น ด้วยวิธีการย่อยแบบแห้งและแบบเปียกโดยวิเคราะห์หาปริมาณ นิเกิล เหล็ก สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม โดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometry และเปรียบเทียบ วิธีการย่อยแบบแห้งและแบบเปียกพบว่าปริมาณโลหะหนักชนิดต่างๆใกล้เคียงกันและตัวอย่าง พริกไทยป่นที่นำมาวิเคราะห์ไม่มี ยี่ห้อใดมีปริมาณโลหะหนักเกินมาตรฐาน

ดร. มานะ ขาวเมฆ. (2548) ได้วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำมันมารถาโดย วิเคราะห์โลหะหนัก 6 ชนิด ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง เหล็ก สังกะสี และแมงกานีส จากน้ำมัน มารถาหลังคลอด ภายใน 7 วัน จำนวน 150 คน ด้วยวิธีการย่อย โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption

Spectroscopy (AAS) และพบว่าน้ำมันที่นำมาทดสอบมีปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง เหล็ก สังกะสี และแมงกานีส อยู่ในช่วง 0.0007-0.4223, 0.0005-0.0262, 0.0021-0.4700, 0.0029-0.7874, 0.0270-0.3750 และ 0.0008-0.5269 มิลลิกรัมต่อลิตร

นิสากร มณีรัตนสุกร และ ประดาพรรณ จิตรีเที่ยง. (2539) วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยกระป๋องโดยวิธีการย่อยสลายแบบแห้งและการย่อยสลายแบบเปียกซึ่งพบว่าการย่อยสลายแบบแห้ง พบว่าโลหะหนักที่พบมากที่สุดในตัวอย่งหอยกระป๋อง คือ เหล็ก รองลงมาคือ สังกะสี ทองแดง และนิเกิลตามลำดับส่วนตะกั่วและแคดเมียมไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ตัวอย่งหอยกระป๋องที่มีเหล็กมากที่สุด คือ หอย แกรง ตราปลาขี้มซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 25.07 ± 0.53 - 25.81 ± 1.19 ส่วนวิธีการย่อยสลายแบบเปียก พบว่าโลหะหนักที่พบมากที่สุดในตัวอย่งหอยกระป๋อง คือ เหล็ก รองลงมา คือ สังกะสี ทองแดง, นิเกิล และตะกั่ว ตามลำดับ ส่วน แคดเมียมไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ตัวอย่งหอยกระป๋องที่มีปริมาณเหล็กมากที่สุด คือ หอยลายในน้ำมันพืช ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 31.63 ± 0.31 - 35.91 ± 0.39 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

Pinctada radiata Leac และ *Brachidontes Pharonis* Fischer (1870) ได้ทำการศึกษาการสะสมโลหะหนักในหอย 2 ชนิด คือ หอยแมลงภู่ และหอยนางรม ด้วยวิธีการย่อยโดยได้หาโลหะหนักในเนื้อเยื่อโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) พบว่าปริมาณของ Cd เท่ากับ 0.0355 ± 0.00467 ไมโครกรัมต่อกรัม Fe เท่ากับ 0.3682 ± 0.24486 ไมโครกรัมต่อกรัม และ Cu เท่ากับ 0.0355 ± 0.00034 ไมโครกรัมต่อกรัมจากน้ำหนักของหอยนางรมแต่สำหรับหอยแมลงภู่มีค่า Cd เท่ากับ 0.00058 ± 0.0034 ไมโครกรัมต่อกรัม Fe เท่ากับ 0.3682 ± 0.04252 ไมโครกรัมต่อกรัม และ Zn เท่ากับ 0.1579 ± 0.00628 ไมโครกรัมต่อกรัม ในการเปรียบเทียบปริมาณ Fe, Cu, Cd, Zn ของหอยแมลงภู่และหอยนางรมสรุปว่าอยู่ในปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานของโลหะหนักในประเทศตุรกี

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อต้องการหาปริมาณโลหะหนักในหอย 2 ชนิด คือ หอยแครง และหอยแมลงภู่
2. เพื่อต้องการเปรียบเทียบวิธีการเตรียมตัวอย่งในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยพื้นที่ของ อ. เมือง จ.นครศรีธรรมราช
3. เพื่อต้องการหาวิธีในการเตรียมตัวอย่งที่เหมาะสม

บทที่ 28
วิธีการทดลอง

2.1 สถานที่ทำการทดลอง

- ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
- ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างที่นำมาทำการวิจัย ในครั้งนี้ ตัวอย่าง คือ หอยแครง และหอยแมลงภู่ ซึ่งได้ศึกษาและหาซื้อมาจากตลาดหัวอิฐ

2.3 เครื่องมืออุปกรณ์และสารเคมี

2.3.1 เครื่องมืออุปกรณ์

1. หอยแครง และ หอยแมลงภู่
2. เครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy(AAS) ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 3110
3. บีกเกอร์ (Beaker)
4. แท่งแก้วสำหรับคน
5. ตู้ควัน ~~super Flow Fume Cupboard~~ Major
6. เตาเผา ~~carbolite~~ รุ่น CWF 1200
7. เครื่องชั่ง
8. ขวดปริมาตร ขนาด 100 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
9. ~~อ่างน้ำร้อน~~
10. ขวดรูปชมพู่
11. ครุฑีเบล
12. ซ้อนคักสาร
13. ~~เตาไฟฟ้า~~
14. กระดาษชั่งสาร
15. ตู้อบ
16. ปีเปต

2.3.2 สารเคมี

1. กรดไนตริก ✓
- ~~2. แมกนีเซียมไนเตรด~~
- ~~3. เปอร์ไฮโดรคลอริก~~
4. สารละลายแคดเมียม *สารละลายแคดเมียม 100 ppm*
- ~~5. สารละลายตะกั่ว~~ *10 ppm*
6. สารละลายโครเมียม *สารละลายโครเมียม 100 ppm*
- ~~7. สารละลายเหล็ก~~
- ~~8. กรดไฮโดรคลอริก~~
- ~~9. กรดซัลฟิวริก~~
10. น้ำกลั่น

2.4 วิธีการดำเนินวิจัย

2.4.1 วิธีที่ 1 การย่อย (analytical methods for atomic absorption spectrophotometry

Perkin Elmer)

ชั่งตัวอย่างมา 5 กรัม (โดยน้ำหนักแห้ง) แล้วนำตัวอย่างไปย่อยใส่ในหลอดทดลอง จากนั้นเติมกรดไนตริก 5 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่าง สารจะทำปฏิกิริยากันแสดงการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า นำหลอดทดลองใส่ใน hot - plate จากนั้นย่อย พร้อมกับให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำหลอดทดลองออกจาก hot - plate เติมกรดไนตริก 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำหลอดทดลองกลับไปใส่อีกครั้งใน hot - plate พร้อมให้ความร้อนช้าๆ จนกระทั่งอุณหภูมิอยู่ในช่วง 120 – 150 องศาเซลเซียส จากนั้นนำหลอดทดลองตั้งให้เย็น และนำสารละลายไปกรองใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริก 1 % นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AAS

2.4.2 วิธีที่ 2 การเผา (analytical methods for atomic absorption spectrophotometry

Perkin Elmer)

ชั่งตัวอย่างมา 25 กรัม ส่วนที่เป็นเนื้อ (5 กรัมโดยน้ำหนักแห้ง) นำไปใส่ใน Crucible แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จะได้น้ำหนักแห้ง แล้วทำให้เย็น จากนั้นไปเผาที่อุณหภูมิ 450 – 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นทำตัวอย่างให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมกรดไนตริก 2 มิลลิลิตร พร้อมทั้งคนให้เข้ากัน แล้วนำไป

ระเหยให้แห้งบน hot - plate จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็น และนำสารละลายไปกรองใส่ใน Volumetric ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริก 1 % แล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AAS

2.4.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อทำ Standard Curve

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อวิเคราะห์แคดเมียม ใช้ Cadmium standard solution 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในกรดไนตริก 1% นำความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มาเตรียม Working Solution ดังนี้

1.1 Working Solution ใช้ในสารละลายมาตรฐาน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้กรดไนตริก 1% เป็นตัวทำละลาย สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.2 สร้างกราฟมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5, 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับโดยปิเปต Working Solution มา 5, 10, 15, 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยกรดไนตริก 1% ตามลำดับ

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่วใช้ Lead standard solution 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในกรดไนตริก 1% นำความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มาเตรียม Working Solution ดังนี้

2.1 Working Solution เตรียมจากสารละลายมาตรฐาน Stock Solution โดยปิเปตมา 10 มิลลิลิตร มาเตรียม 100 มิลลิลิตร จะได้ Working Solution มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 สร้างกราฟมาตรฐานที่ความเข้มข้น 4, 6, 8, 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปิเปตจาก Working Solution ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว โดยใช้ Stock solution 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปิเปตมา 4, 6, 8, 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้กรดไนตริก 1% เป็นตัวทำละลาย สารละลายที่ได้มีความเข้มข้น 40, 60, 80, 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

3. การเตรียมสารละลายมาตรฐานเหล็ก ใช้ Stock solution 1,000 ppm มาเตรียม Working Solution และ standard solution

3.1 เตรียม Working Solution 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร สารละลายที่ได้มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2 เตรียม Standard Solution คือ Working Solution มา 1, 2, 3, 4 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้กรดไนตริก 1% เป็นตัวทำละลาย สารละลายที่ได้จะเป็น สารละลายเหล็กที่มีความเข้มข้น 10, 20, 30 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

4. การเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อวิเคราะห์โครเมียมใช้ Chromium standard solution 1,000 มิลลิลิตร ในกรดไนตริก 1% นำความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มาเตรียม Working Solution ดังนี้

4.1 Working Solution ใช้ในสารละลายมาตรฐาน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้กรดไนตริก 1% เป็นตัวทำละลาย สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.2 สร้างกราฟมาตรฐานที่ความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 มิลลิลิตร ตามลำดับ ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ

2.4.4 การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (%Recovery)

ในการวิเคราะห์จำเป็นต้องมีการหาค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ เพื่อเป็นการยืนยันว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีความถูกต้อง สำหรับการคำนวณหา %Recovery สามารถทำได้โดยใช้สูตร ดังนี้

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

2.4.5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD)

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) เป็นการวัดความกระจายของข้อมูล ซึ่งคิดในรูปการกระจายสัมพัทธ์ จึงมีประโยชน์ในการใช้เปรียบเทียบการกระจายของข้อมูล

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100$$

เมื่อ SD แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{X}$ แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

2.4.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. มัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic mean)

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

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน

n แทน จำนวนตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) หมายถึงรากที่สองของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลแต่ละตัวจากค่าเฉลี่ยยกกำลังสองเป็นการวัดการกระจายที่บอกว่าข้อมูลกระจายไปจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากแสดงว่าข้อมูลในกลุ่มแตกต่างกันมาก ถ้ามีค่าน้อยแสดงว่าข้อมูลในกลุ่มนั้นใกล้เคียงกัน สัญลักษณ์ที่ใช้คือ SD สามารถคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X_i แทน ค่าของตัวอย่างที่วัดได้ในแต่ละครั้ง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

3. การทดสอบแบบเอฟ (F-test)

การทดสอบแบบเอฟ (F-test) เป็นการทดสอบผลการวิเคราะห์สองวิธีว่ามีความแตกต่างกันในเชิงสถิติหรือไม่ โดยพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นเกณฑ์ F เป็นอัตราส่วนของค่าแวกเรียนซ (variance) หรือ S^2 (กำลังสองของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

$$F = S_1^2 / S_2^2 \quad \text{โดยที่ } S_1^2 > S_2^2$$

เมื่อ S_1^2 เป็นค่าแวกเรียนซของผลการทดลองโดยวิธีวิเคราะห์วิธีที่ 1

S_2^2 เป็นค่าแวกเรียนซของผลการทดลองโดยวิธีวิเคราะห์วิธีที่ 2

ค่า F ที่ได้จากการคำนวณจะต้องมีการเปรียบเทียบกับตารางค่าเอฟ ซึ่งสร้างจากข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่าให้ความแปรปรวนมีค่ามากเป็นเศษและความแปรปรวนที่มีค่าน้อยเป็นส่วนโดยใช้ตารางค่าเอฟระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ที่ขนาดตัวอย่างของวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 เท่ากับ 30 ถ้าค่าที่ได้มีค่าน้อยกว่าค่าในตารางแสดงว่าทั้ง 2 วิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 3
ผลและการอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์

จากการเก็บตัวอย่างหอยชนิดต่างๆ ในเขตตลาดสดหัวอิฐ อำเภอเมือง จังหวัด นครศรีธรรมราช ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอย 2 ชนิด ได้แก่ หอยแครง และหอยแมลงภู่ โดยการศึกษาหาปริมาณโลหะหนักด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตร โฟโตมิเตอร์

ในการทดลองแต่ละครั้ง ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 4 ชนิดด้วยกัน คือ ตะกั่ว เหล็ก แคดเมียม และโครเมียม โดยทำการวิเคราะห์ 2 วิธี คือ วิธีการย่อยและวิธีการเผา พบว่าในหอยแมลงภู่ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยมีปริมาณของโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด คือ เหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม อยู่ในช่วง 0.680 ± 0.148 , 0.252 ± 0.014 , 0.009 ± 0.003 , 0.115 ± 0.014 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนในหอยแครงพบว่ามีปริมาณของเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม อยู่ในช่วง 0.711 ± 0.170 , 0.093 ± 0.000 , 0.019 ± 0.003 , 0.082 ± 0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และในหอยแมลงภู่ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการเผาพบว่ามีปริมาณของเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม อยู่ในช่วง 0.276 ± 0.158 , 0.308 ± 0.024 , 0.012 ± 0.002 , 0.086 ± 0.008 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนในหอยแครงพบว่ามีปริมาณของเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม อยู่ในช่วง 0.544 ± 0.071 , 0.329 ± 0.045 , 0.024 ± 0.003 , 0.102 ± 0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา

โลหะ	วิธีการย่อย (มิลลิกรัม/ลิตร)		วิธีการเผา (มิลลิกรัม/ลิตร)	
	หอยแมลงภู่	หอยแครง	หอยแมลงภู่	หอยแครง
Fe	0.680 ± 0.148	0.711 ± 0.170	0.276 ± 0.158	0.544 ± 0.071
Pb	0.252 ± 0.014	0.093 ± 0.000	0.308 ± 0.024	0.329 ± 0.045
Cd	0.009 ± 0.003	0.019 ± 0.000	0.012 ± 0.002	0.024 ± 0.003
Cr	0.115 ± 0.014	0.082 ± 0.010	0.086 ± 0.008	0.102 ± 0.010

ตารางที่ 3 แสดงค่า %Recovery ของหอยแมลงภู่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา

โลหะ	%Recovery			
	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู่วิเคราะห์	หอยแมลงภู่วิเคราะห์	หอยแมลงภู่วิเคราะห์	หอยแมลงภู่วิเคราะห์
Fe	86.85	85.30	100.75	93.65
Pb	89.18	88.36	88.06	87.64
Cd	85.50	84.50	85.20	84.00
Cr	95.40	91.55	89.90	90.55

เปอร์เซ็นต์การกลับคืนมา (%Recovery) ของโลหะเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในหอยแมลงภู่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อย พบว่ามีปริมาณเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 86.85, 89.18, 85.50 และ 95.4 ตามลำดับ ส่วนในหอยแมลงภู่วิเคราะห์ด้วยวิธีการเผา พบว่ามีปริมาณเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 85.30, 88.36, 84.5 และ 91.55 ตามลำดับ หอยแมลงภู่วิเคราะห์ด้วยวิธีการเผา พบว่ามีปริมาณเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับ ร้อยละ 100.75, 88.06, 85.2 และ 89.9 ตามลำดับ ส่วนในหอยแมลงภู่วิเคราะห์ด้วยวิธีการเผา พบว่ามีปริมาณเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 93.65, 87.64, 84.00 และ 90.55 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 วิธีค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืนมาเป็นไปตามมาตรฐานกำหนดคืออยู่ในช่วง 80-120%

ตารางที่ 4 แสดงค่า %RSD ของหอยแมลงภู่มุและหอยแครงที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา

โลหะ	%RSD			
	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู่มุ	หอยแครง	หอยแมลงภู่มุ	หอยแครง
Fe	0.208	0.239	0.218	0.131
Pb	0.056	0.000	0.078	0.137
Cd	0.333	0.158	0.167	0.125
Cr	0.122	0.122	0.093	0.098

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของโลหะเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในหอยแมลงภู่มุที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อย เท่ากับร้อยละ 0.218, 0.056, 0.333, และ 0.122 ตามลำดับ ส่วนหอยแครงมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของโลหะเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 0.239, 0.000, 0.158 และ 0.122 ตามลำดับ และในหอยแมลงภู่มุที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการเผามีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของโลหะเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 0.218, 0.078, 0.167 และ 0.093 ตามลำดับ ส่วนหอยแครงมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของโลหะเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 0.131, 0.137, 0.125 และ 0.098 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดงค่า F-test ของหอยแมลงภู่มุและหอยแครงที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา

โลหะ	F-test	
	หอยแมลงภู่มุ	หอยแครง
Fe	1.136	6.000
Pb	1.112	27.059
Cd	0.045	1.562
Cr	6.670	5.000

สำหรับค่า F-test จากการวิเคราะห์โลหะหนักในหอยแมลงภู่มุ พบว่าเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม มีค่าเท่ากับ 1.136, 1.112, 0.045 และ 6.670 ตามลำดับ ส่วนในหอยแครง พบว่า เหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม มีค่าเท่ากับ 6.000, 27.059, 1.562 และ 5.000 ตามลำดับ ในตารางค่า F ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ที่ขนาดตัวอย่างของวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 30 ตัวอย่างได้ค่า F เท่ากับ 1.84 ดังนั้นค่า F ที่ได้จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าหอยแมลงภู่มุ เหล็ก ตะกั่ว และแคดเมียมที่วิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนหอยแครง เหล็ก ตะกั่ว และโครเมียมที่วิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 4

บทสรุป

จากการศึกษาหาปริมาณโลหะหนัก เหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ใน หอยแมลงภู่และหอยแครง บริเวณตลาดสดหัวอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้ เครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่าในหอยแมลงภู่ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการ ย่อยมีปริมาณของโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด คือ เหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม อยู่ในช่วง 0.680 ± 0.148 , 0.252 ± 0.014 , 0.009 ± 0.003 , 0.115 ± 0.014 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนใน หอยแครงพบว่ามีปริมาณของเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม อยู่ในช่วง 0.711 ± 0.170 , 0.093 ± 0.000 , 0.019 ± 0.003 , 0.082 ± 0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และในหอยแมลงภู่ที่ วิเคราะห์ด้วยวิธีการเผาพบว่ามีปริมาณของเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม อยู่ในช่วง 0.276 ± 0.158 , 0.308 ± 0.024 , 0.012 ± 0.002 , 0.086 ± 0.008 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนใน หอยแครงพบว่ามีปริมาณของเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม อยู่ในช่วง 0.544 ± 0.071 , 0.329 ± 0.045 , 0.024 ± 0.003 , 0.102 ± 0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าวิธีการย่อยจะ ให้ปริมาณเหล็กและโครเมียมมากกว่าวิธีการเผา ส่วนตะกั่วและแคดเมียมเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีการ เผาจะให้ค่ามากกว่าวิธีการย่อย

ค่าความถูกต้องของผลการตรวจวิเคราะห์ (%Recovery) ของโลหะเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในหอยแมลงภู่ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อย พบว่ามีปริมาณเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 86.85, 89.18, 85.50 และ 95.4 ตามลำดับ ส่วนในหอยแครง พบว่ามีปริมาณเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 85.30, 88.36, 84.5 และ 91.55 ตามลำดับ หอยแมลงภู่ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการเผา พบว่ามีปริมาณเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 100.75, 88.06, 85.2 และ 89.9 ตามลำดับ ส่วนในหอยแครง พบว่ามี ปริมาณเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 93.65, 87.64, 84.00 และ 90.55 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง 84.00 ถึง 100.75 ทั้ง 2 วิธีมีค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับเป็นไปตาม มาตรฐานกำหนดคืออยู่ในช่วง 80-120% แสดงให้เห็นว่าผลการทดลองมีความถูกต้อง

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของของโลหะเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในหอยแมลงภู่ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อย เท่ากับร้อยละ 0.218, 0.056, 0.333, และ 0.122 ตามลำดับ ส่วนหอยแครงมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของโลหะเหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 0.239, 0.000, 0.158 และ 0.122 ตามลำดับ และใน

หอยแมลงภู่วิเคราะห์ด้วยวิธีการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 0.218, 0.078, 0.167 และ 0.093 ตามลำดับ ส่วนหอยแครงมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับร้อยละ 0.131, 0.137, 0.125 และ 0.098 ตามลำดับ โดยจะเห็นว่าทั้ง 2 วิธีมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) อยู่ในช่วง 0.000 ถึง 0.333 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด คือไม่เกิน 1%RSD แสดงให้เห็นว่าผลการทดลองที่ได้มีความแม่นยำ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของวิธีการย่อยและวิธีการเผาจากการทดสอบทางสถิติโดยใช้ F-test พบว่า ในหอยแมลงภู่วิเคราะห์ด้วยทั้ง 2 วิธีมีค่า เหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับ 1.136, 1.112, 0.045 และ 6.670 ตามลำดับ ส่วนในหอยแครงที่ทดสอบด้วยทั้ง 2 วิธีมีค่า เหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เท่ากับ 6.000, 27.059, 1.562 และ 5.000 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับตาราง F-test ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่า F-test มีค่าเท่ากับ 1.84 พบว่า หอยแมลงภู่วิเคราะห์ด้วยทั้ง 2 วิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนหอยแครง เหล็ก ตะกั่ว และโครเมียมที่วิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการทดลองการวิเคราะห์เหล็กในหอยแครงเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อย พบว่าค่า %Recovery เท่ากับ 85.30 และ %RSD เท่ากับ 0.239 ส่วนวิธีการเผา พบว่าค่า %Recovery เท่ากับ 93.65 และ %RSD เท่ากับ 0.131 ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้สรุปได้ว่าวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์เหล็กในหอยแครง คือ วิธีการเผา

ตะกั่วในหอยแครงเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อย พบว่าค่า %Recovery เท่ากับ 88.36 และ %RSD เท่ากับ 0.122 ส่วนวิธีการเผา พบว่าค่า %Recovery เท่ากับ 87.64 และ %RSD เท่ากับ 0.137 ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้สรุปได้ว่าวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ตะกั่วในหอยแครง คือ วิธีการย่อย

โครเมียมในหอยแครงเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อย พบว่าค่า %Recovery เท่ากับ 91.55 และ %RSD เท่ากับ 0.000 ส่วนวิธีการเผา พบว่าค่า %Recovery เท่ากับ 90.55 และ %RSD เท่ากับ 0.098 ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้สรุปได้ว่าวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โครเมียมในหอยแครง คือ วิธีการย่อย

การวิเคราะห์โครเมียมในหอยแมลงภู่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อย พบว่าค่า %Recovery เท่ากับ 95.40 และ %RSD เท่ากับ 0.122 ส่วนวิธีการเผา พบว่าค่า %Recovery เท่ากับ 89.90 และ %RSD เท่ากับ 0.093 ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าวิธีใดเหมาะสมในการวิเคราะห์โครเมียมในหอยแมลงภู่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อย

ข้อเสนอแนะ

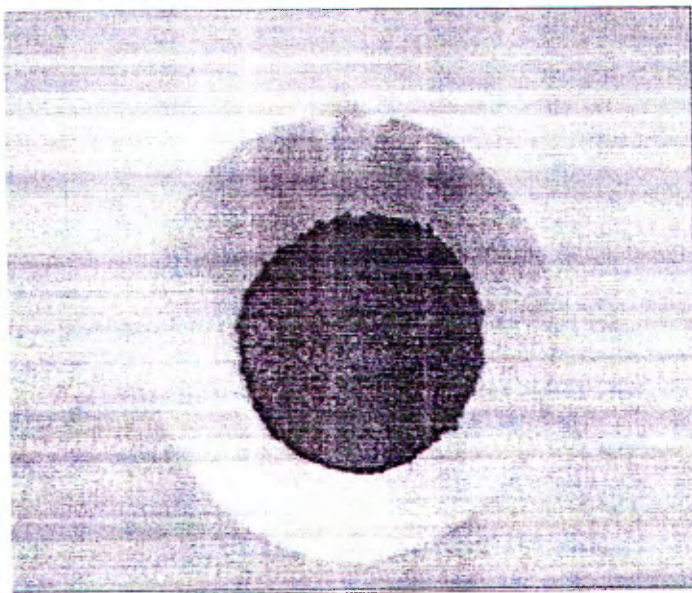
1. ควรศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในหอยชนิดต่าง ๆ เช่น ศึกษากรดที่ใช้ในการย่อยสลายตัวอย่าง และระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายตัวอย่าง
2. การทดลองในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์โครเมียมในหอยแมลงภู่ไม่สามารถสรุปได้ว่าวิธีใดเป็นวิธีที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ สำหรับผู้ที่สนใจจะทำการวิเคราะห์ต่อไป อาจจะเพิ่มจำนวนซ้ำในการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น
3. ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักควรบดตัวอย่างให้ละเอียดที่สุด และคลุกเคล้ากันจนมั่นใจได้ว่าตัวอย่างเป็นเนื้อเดียวกันเพื่อเพิ่มความถูกต้องและแม่นยำในการวิเคราะห์

บรรณานุกรม

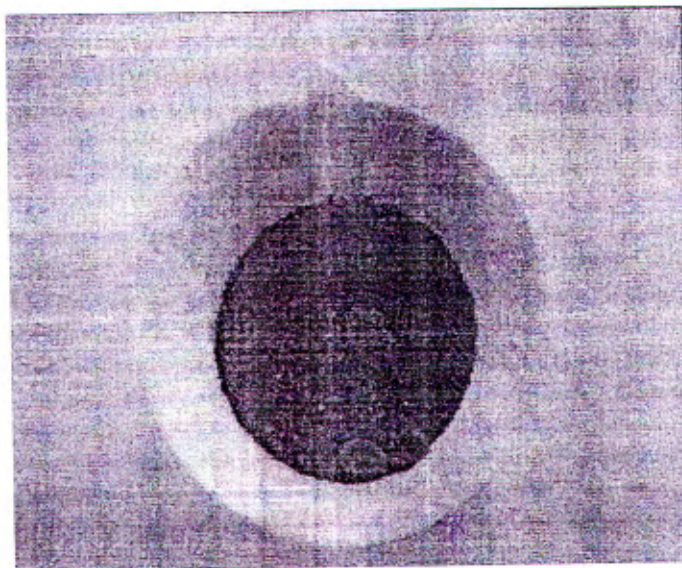
- ชูศรี วงศ์รัตน์ . (2544) . เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย . พิมพ์ครั้งที่ 8 . กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์.
- ดวงพร ภูษะกา . (2544) . เคมีวิเคราะห์ . ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนรินทร์.
- เบญจวรรณ พรรณรัตน์,สุกวรรณ ไชยศิริ . (2539) . การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในพริกไทยปนโดยวิธีอะตอมมิกแอ็บซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมตรี . สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พิชัย สุวรมงคล . (2527) . การหาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำชีอิ้วโดยวิธีอะตอมมิกแอ็บซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมตรี . สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- มานะ ขาวเมฆ . (2548) . การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในนมมารดา . วารสารศูนย์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ . ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์-กรกฎาคม 2548.
- ลัดดาวัลย์ โรจนพรทิพย์ . (2537) . การตรวจวิเคราะห์โลหะในอาหาร . กองอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ . กรุงเทพฯ
- ศุภชัย ไข่เทียมวงศ์ . (2539) . เคมีวิเคราะห์ . พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม . (2521) . ปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรสิทธิ์ วงศ์ผะคาย , ศักดิ์ชัย ทวีรัตน์ และวีระชัย ไบชน . (2544) . การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักจากกุ้งแห้งและปลาแห้ง . สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- สุรินทร์ มัจฉา . (2523) . เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับสัตว์ทะเล . มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒบางแสน
- อริษฐาน สุขเสนา และสมเกียรติ สดันทน . (2543) . การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว ปรอท และแคดเมียมในซอสหอย . สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

ภาคผนวก

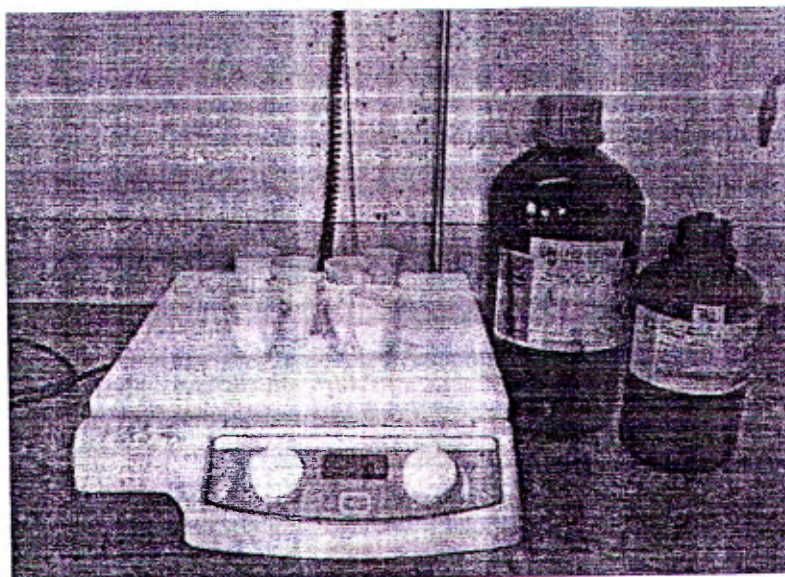
ภาคผนวก ก.
แสดงรูปภาพต่างๆ



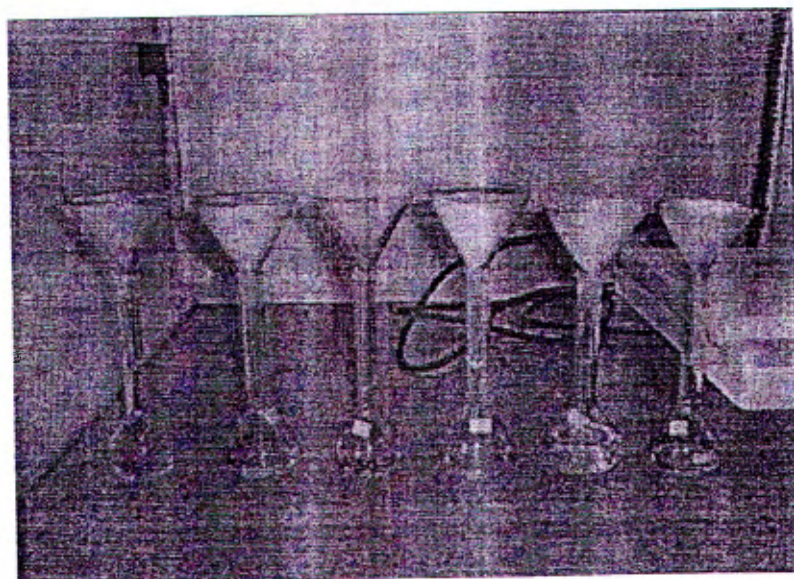
ภาพที่ 3 แสดงหอยแครงสด



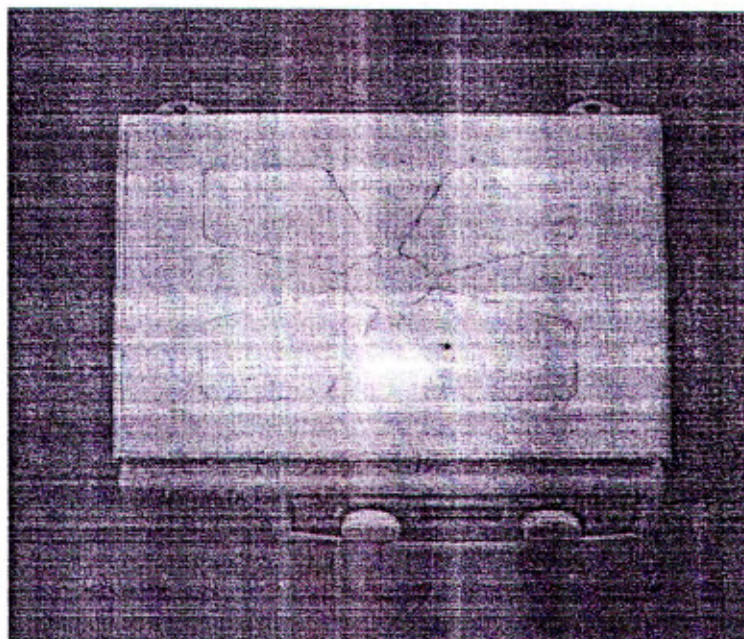
ภาพที่ 4 แสดงหอยแมลงภู่น้ำจืด



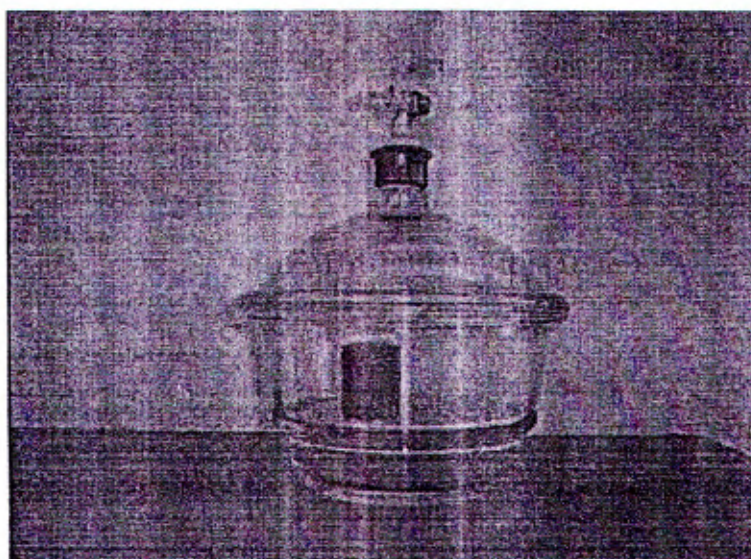
ภาพที่ 5 แสดงการย่อยตัวอย่างด้วยกรดไนตริก



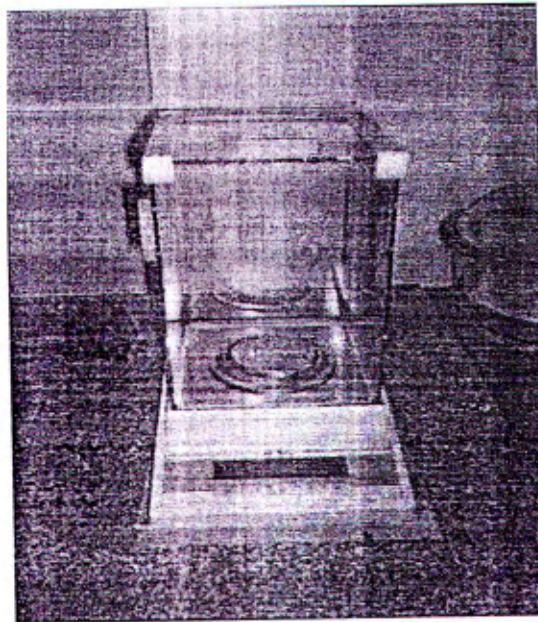
ภาพที่ 6 แสดงการกรองสารละลาย



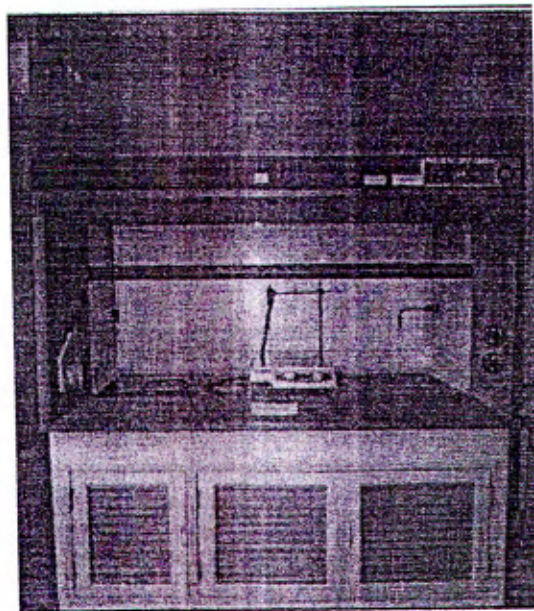
ภาพที่ 7 แสดงเตาไฟฟ้าชนิดแผ่นให้ความร้อน



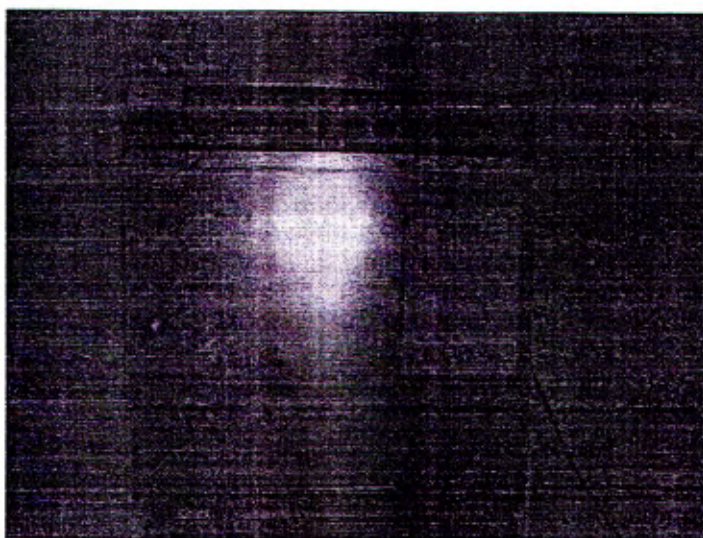
ภาพที่ 8 แสดงโอดูดความชื้น



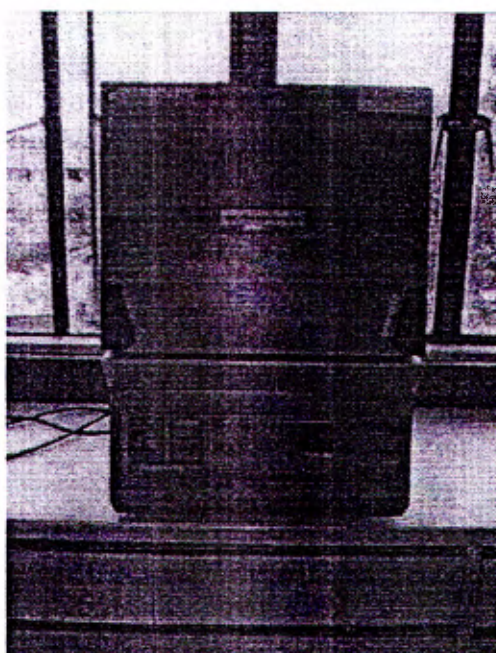
ภาพที่ 9 แสดงเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง



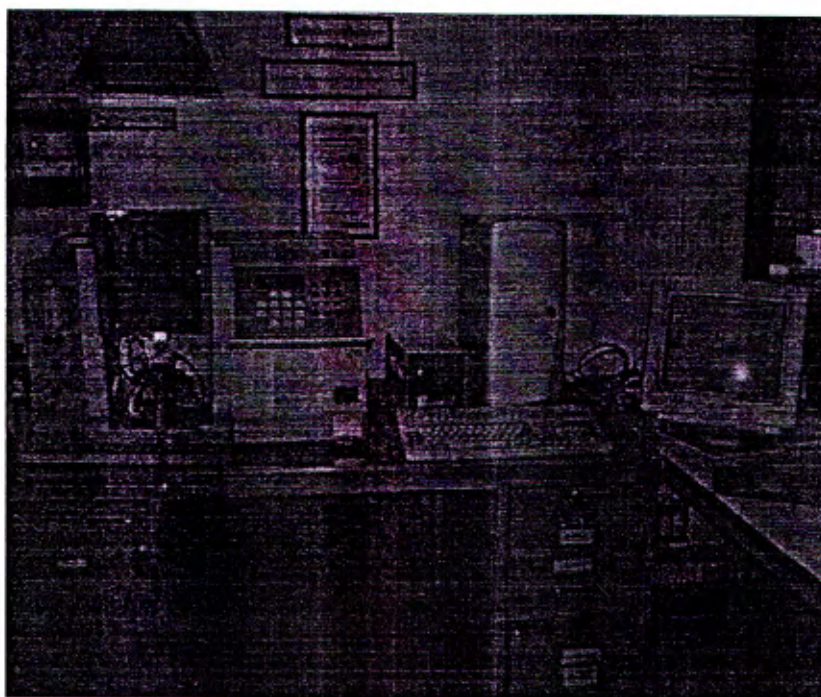
ภาพที่ 10 แสดงตู้ดูดควัน



ภาพที่ 11 แสดงตุ๋อบ



ภาพที่ 12 แสดงเตาเผาอุณหภูมิสูง



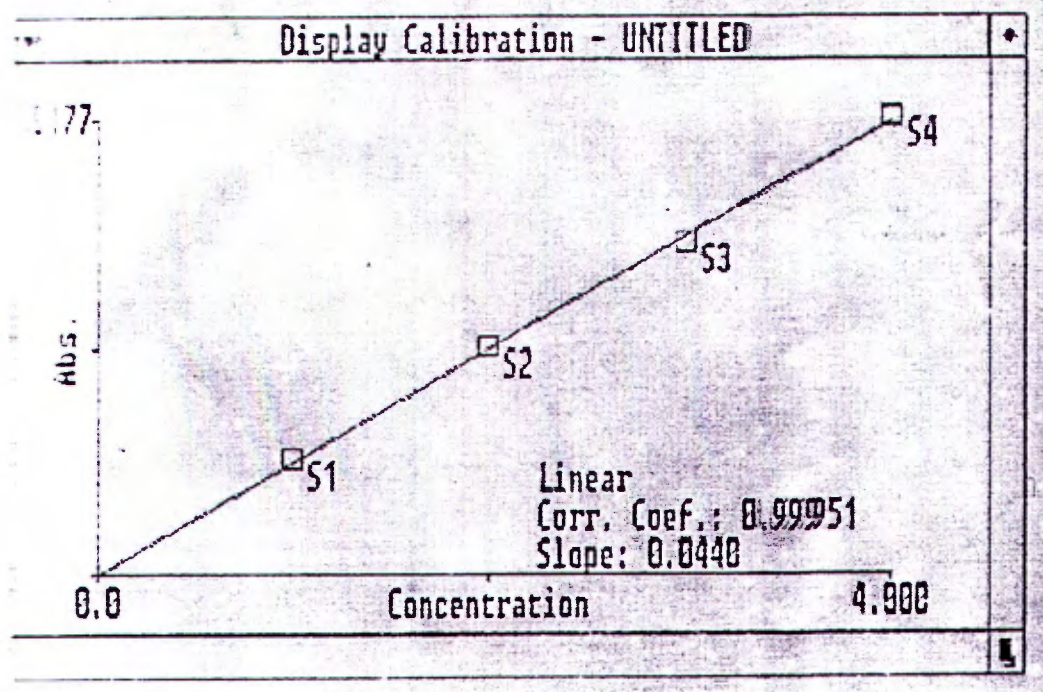
ภาพที่ 13 แสดงเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

ภาคผนวก ข.

แสดงลักษณะของตารางและกราฟมาตรฐาน

ตารางที่ 6 แสดงค่ามาตรฐานของเหล็ก

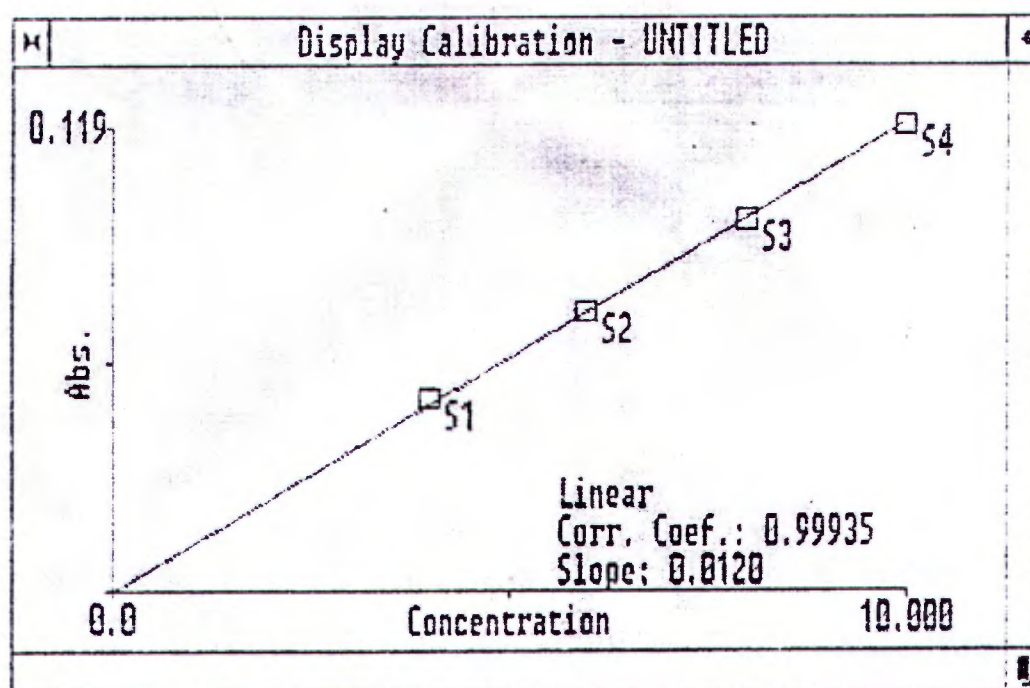
Standard Id	Conc.(mg/L) ที่เตรียม	Conc.(mg/L) ที่อ่านได้
1	0	0.000
2	1	1.007
3	2	1.998
4	3	3.003
5	4	4.023



ภาพที่ 14 แสดงกราฟมาตรฐานของเหล็ก

ตารางที่ 7 แสดงค่ามาตรฐานของตะกั่ว

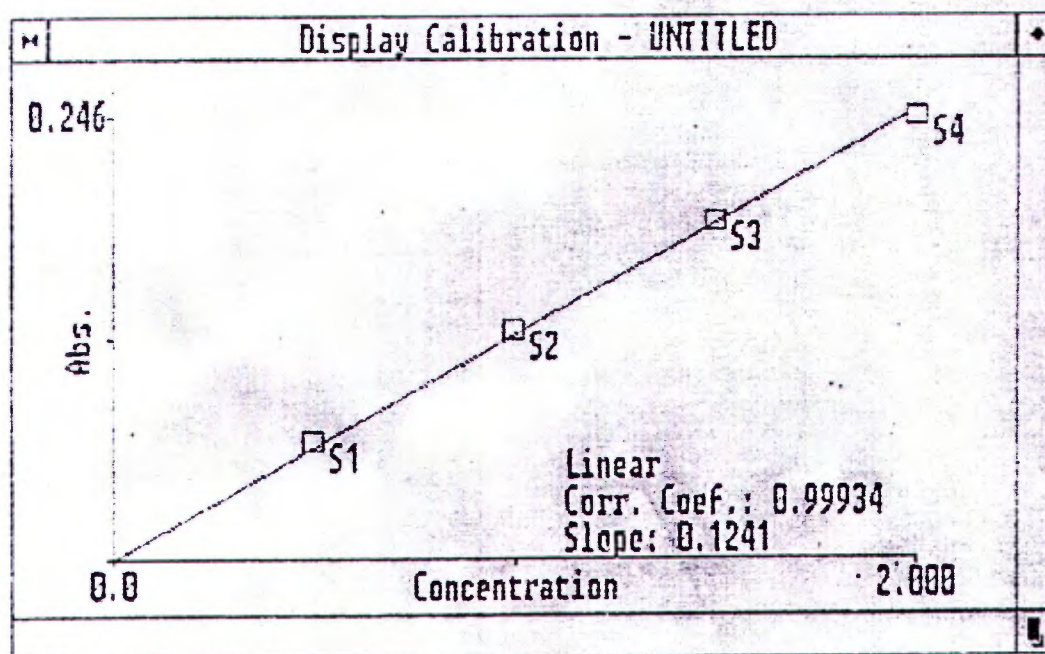
Standard Id	Conc.(mg/L) ที่เตรียม	Conc.(mg/L) ที่อ่านได้
1	0	0.000
2	4	3.979
3	6	5.975
4	8	7.693
5	10	9.966



ภาพที่ 15 แสดงกราฟมาตรฐานของตะกั่ว

ตารางที่ 8 แสดงค่ามาตรฐานของแคดเมียม

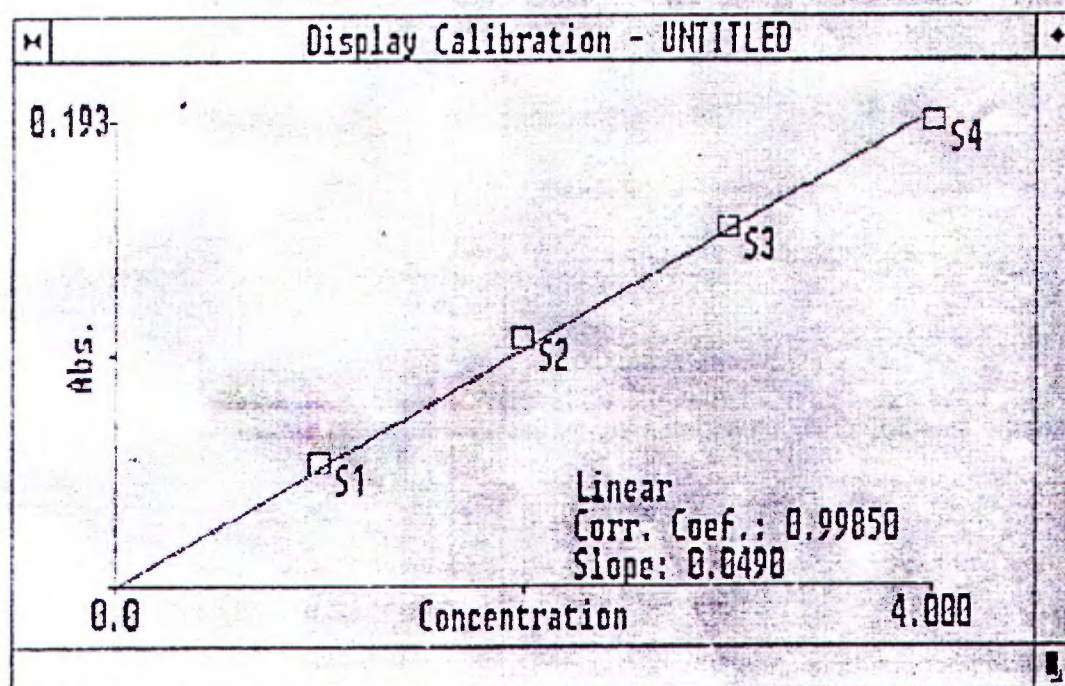
Standard Id	Conc.(mg/L) ที่เตรียม	Conc.(mg/L) ที่อ่านได้
1	0.0	0.000
2	0.5	0.496
3	1.0	0.991
4	1.5	1.483
5	2.0	1.976



ภาพที่ 16 แสดงกราฟมาตรฐานของแคดเมียม

ตารางที่ 9 แสดงค่ามาตรฐานของโครเมียม

Standard Id	Conc.(mg/L) ที่เตรียม	Conc.(mg/L) ที่อ่านได้
1	0	0.000
2	1	1.003
3	2	2.191
4	3	2.955
5	4	3.984



ภาพที่ 17 แสดงกราฟมาตรฐานของโครเมียม

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา

จำนวนซ้ำ (n)	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู	หอยแครง	หอยแมลงภู	หอยแครง
1	0.615	0.970	0.514	0.510
2	0.851	0.783	0.906	0.640
3	0.948	0.671	0.428	0.546
4	0.539	0.909	0.641	0.401
5	0.474	0.603	0.717	0.505
6	0.641	0.552	0.553	0.587
7	0.811	0.920	0.629	0.607
8	0.512	0.578	0.693	0.575
9	0.646	0.771	0.821	0.495
10	0.498	0.744	0.822	0.454
11	0.577	0.781	0.892	0.479
12	0.860	0.844	0.888	0.521
13	0.760	0.533	0.621	0.641
14	0.868	0.414	0.687	0.696
15	0.525	0.991	0.549	0.628
16	0.857	0.648	0.978	0.564
17	0.666	0.872	0.525	0.494
18	0.646	0.663	0.894	0.601
19	0.877	0.735	0.841	0.453
20	0.877	0.407	0.712	0.560
21	0.662	0.643	0.615	0.434
22	0.715	0.676	0.697	0.445
23	0.503	0.535	0.885	0.491
24	0.698	0.533	0.817	0.647
25	0.410	0.991	0.886	0.492
26	0.581	0.524	0.683	0.601

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา (ต่อ)

จำนวนซ้ำ (n)	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู	หอยแครง	หอยแมลงภู	หอยแครง
27	0.638	0.577	0.435	0.630
28	0.633	0.659	0.961	0.467
29	0.875	0.823	0.873	0.586
30	0.650	0.985	0.628	0.560
$\bar{X}$	0.680	0.711	0.726	0.544
SD	0.148	0.170	0.158	0.071

ตารางที่ 12 แสดงค่าตะกั่วที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและการเผา

จำนวนซ้ำ (n)	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู	หอยแครง	หอยแมลงภู	หอยแครง
1	0.287	0.290	0.296	0.323
2	0.251	0.284	0.348	0.406
3	0.240	0.288	0.323	0.387
4	0.226	0.296	0.313	0.356
5	0.252	0.304	0.312	0.305
6	0.293	0.302	0.317	0.296
7	0.234	0.308	0.288	0.325
8	0.230	0.314	0.304	0.279
9	0.253	0.304	0.399	0.281
10	0.240	0.298	0.324	0.264
11	0.245	0.306	0.314	0.281
12	0.263	0.305	0.307	0.276
13	0.264	0.298	0.319	0.297
14	0.262	0.307	0.314	0.400
15	0.245	0.285	0.300	0.391
16	0.286	0.285	0.306	0.346
17	0.271	0.297	0.305	0.282
18	0.269	0.305	0.276	0.407
19	0.270	0.283	0.284	0.278
20	0.273	0.304	0.296	0.297
21	0.273	0.298	0.321	0.280
22	0.271	0.293	0.282	0.333
23	0.252	0.290	0.294	0.400
24	0.228	0.288	0.318	0.369
25	0.298	0.270	0.300	0.275
26	0.289	0.271	0.303	0.286

ตารางที่ 13 แสดงค่าตัวที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและการเผา (ต่อ)

จำนวนซ้ำ (n)	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู	หอยแครง	หอยแมลงภู	หอยแครง
27	0.008	0.025	0.010	0.024
28	0.006	0.021	0.011	0.020
29	0.009	0.018	0.011	0.024
30	0.014	0.019	0.009	0.025
$\bar{X}$	0.009	0.019	0.012	0.024
SD	0.003	0.003	0.002	0.003

ตารางที่ 14 แสดงค่าแกลตเมียมที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและการเผา

จำนวนซ้ำ (n)	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู	หอยแครง	หอยแมลงภู	หอยแครง
1	0.010	0.020	0.013	0.026
2	0.017	0.022	0.012	0.024
3	0.011	0.018	0.009	0.030
4	0.011	0.025	0.011	0.028
5	0.013	0.016	0.011	0.020
6	0.017	0.019	0.012	0.017
7	0.018	0.020	0.013	0.024
8	0.010	0.016	0.014	0.024
9	0.006	0.014	0.013	0.025
10	0.007	0.024	0.014	0.025
11	0.007	0.025	0.012	0.024
12	0.007	0.019	0.011	0.024
13	0.010	0.022	0.010	0.022
14	0.010	0.018	0.009	0.023
15	0.012	0.020	0.013	0.025
16	0.010	0.016	0.012	0.026
17	0.005	0.025	0.013	0.029
18	0.010	0.025	0.010	0.018
19	0.008	0.023	0.014	0.026
20	0.013	0.024	0.013	0.026
21	0.007	0.016	0.013	0.027
22	0.014	0.025	0.013	0.023
23	0.011	0.018	0.010	0.025
24	0.010	0.022	0.010	0.027
25	0.011	0.020	0.013	0.025
26	0.008	0.022	0.013	0.023

ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและการเผา (ต่อ)

จำนวนซ้ำ (n)	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู	หอยแครง	หอยแมลงภู	หอยแครง
27	0.283	0.275	0.300	0.323
28	0.275	0.275	0.295	0.394
29	0.226	0.295	0.296	0.405
30	0.297	0.282	0.286	0.305
$\bar{X}$	0.252	0.293	0.308	0.329
SD	0.014	0	0.024	0.045

ตารางที่ 16 แสดงค่าโครเมียมที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา

จำนวนซ้ำ (n)	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู'	หอยแครง	หอยแมลงภู'	หอยแครง
1	0.109	0.072	0.090	0.107
2	0.137	0.084	0.084	0.100
3	0.131	0.061	0.086	0.104
4	0.105	0.070	0.079	0.135
5	0.106	0.098	0.075	0.078
6	0.101	0.075	0.081	0.078
7	0.127	0.089	0.079	0.106
8	0.111	0.095	0.080	0.104
9	0.095	0.097	0.077	0.110
10	0.139	0.067	0.082	0.111
11	0.118	0.087	0.079	0.075
12	0.107	0.085	0.083	0.107
13	0.117	0.071	0.082	0.098
14	0.112	0.094	0.081	0.103
15	0.107	0.085	0.089	0.106
16	0.098	0.072	0.078	0.121
17	0.106	0.087	0.081	0.080
18	0.125	0.082	0.074	0.102
19	0.132	0.074	0.077	0.109
20	0.117	0.092	0.073	0.100
21	0.099	0.085	0.083	0.096
22	0.141	0.098	0.080	0.098
23	0.147	0.085	0.079	0.104
24	0.105	0.061	0.074	0.106
25	0.123	0.078	0.074	0.095
26	0.117	0.085	0.076	0.103

ตารางที่ 17 แสดงค่าโครเมียมที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการย่อยและวิธีการเผา (ต่อ)

จำนวนซ้ำ (n)	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู	หอยแครง	หอยแมลงภู	หอยแครง
27	0.116	0.060	0.075	0.105
28	0.102	0.093	0.076	0.104
29	0.105	0.093	0.078	0.107
30	0.092	0.098	0.078	0.103
$\bar{X}$	0.115	0.082	0.086	0.102
SD	0.014	0.008	0.01	0.01

ตารางที่ 18 แสดงค่า %Recovery ของเหล็ก เมื่อใช้ Standard ความเข้มข้น 2 ppm

ตัวแปร	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู่	หอยแครง	หอยแมลงภู่	หอยแครง
ความเข้มข้นของตัวอย่างที่เติมสาร มาตรฐาน (ppm)	2.417	2.417	2.417	2.417
ความเข้มข้นของตัวอย่างที่ไม่เติมสาร มาตรฐาน(ppm)	0.680	0.711	0.402	0.544
%Recovery	86.85	100.75	85.30	93.65

ตารางที่ 19 แสดงค่า %Recovery ของตะกั่ว เมื่อใช้ Standard ความเข้มข้น 5 ppm

ตัวแปร	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู่	หอยแครง	หอยแมลงภู่	หอยแครง
ความเข้มข้นของตัวอย่างที่เติมสาร มาตรฐาน (ppm)	4.711	4.711	4.711	4.711
ความเข้มข้นของตัวอย่างที่ไม่เติมสาร มาตรฐาน(ppm)	0.252	0.293	0.308	0.329
%Recovery	89.18	88.36	88.06	87.64

ตารางที่ 20 แสดงค่า %Recovery ของแคดเมียม เมื่อใช้ Standard ความเข้มข้น 1 ppm

ตัวแปร	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู่	หอยแครง	หอยแมลงภู่	หอยแครง
ความเข้มข้นของตัวอย่างที่เติมสาร มาตรฐาน (ppm)	0.864	0.864	0.864	0.864
ความเข้มข้นของตัวอย่างที่ไม่เติมสาร มาตรฐาน(ppm)	0.009	0.019	0.012	0.024
%Recovery	85.50	84.50	85.20	84.00

ตารางที่ 21 แสดงค่า %Recovery ของโครเมียม เมื่อใช้ Standard ความเข้มข้น 2 ppm

ตัวแปร	วิธีการย่อย		วิธีการเผา	
	หอยแมลงภู่ม	หอยแครง	หอยแมลงภู่ม	หอยแครง
ความเข้มข้นของตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐาน (ppm)	1.913	1.913	1.913	1.913
ความเข้มข้นของตัวอย่างที่ไม่เติมสารมาตรฐาน(ppm)	0.115	0.082	0.086	0.102
%Recovery	95.4	91.55	89.9	90.55

ตารางที่ 22 ค่า F ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

$\nu 1$ $\nu 2$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30
2	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5
3	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.70	8.66	8.62
4	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.89	5.80	5.75
5	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.62	4.56	4.50
6	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.94	3.87	3.81
7	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.51	3.44	3.38
8	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.22	3.15	3.08
9	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.014	2.94	2.86
10	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.85	2.77	2.70
15	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.40	2.33	2.25
20	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.20	2.12	2.04
30	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.01	1.93	1.84

ที่มา : ควงพร ภูผกา ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
ราชนครินทร์.

ภาคผนวก ค.

เทคนิคการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

เทคนิคการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่ได้รับความนิยมเทคนิคหนึ่ง เพราะให้ความถูกต้อง แม่นยำ ความไวสูง และเป็นเทคนิคที่มีความเฉพาะดีมาก รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ก็ไม่สูงมากนักและยังมีความสามารถสูง สามารถวิเคราะห์ธาตุต่างๆ ได้มากกว่า 70 ธาตุ สารตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์อาจอยู่ในสถานะที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สารตัวอย่างที่เป็นของแข็ง เช่น แก้ว โลหะผสม ดิน เนื้อเยื่อสัตว์ พืช ปุ๋ย สลัดแร่ พอลิเมอร์ ซีเมนต์ ฯลฯ สารตัวอย่างที่เป็นของเหลว เช่น เลือด ปัสสาวะ น้ำยาเคลือบโลหะ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เครื่องดื่ม น้ำดื่ม น้ำเสีย ฯลฯ สารตัวอย่างที่เป็นแก๊ส เช่น ไอของโลหะที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ เช่น ปรอท ตะกั่ว ฯลฯ จะเห็นว่าอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เป็นเทคนิคที่มีความจำเป็นมากสำหรับเคมีวิเคราะห์แล้วยังนำผลการวิเคราะห์มาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม เกษตรกรรม ธรณีวิทยา การแพทย์ เกษตรกรรม วิทยาศาสตร์การทะเล การพิสูจน์หลักฐานทางอาชญากรรม มลภาวะทางน้ำ อากาศ เป็นต้น

ในห้องปฏิบัติการโดยทั่วไปจะมีเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์อยู่เสมอ เนื่องจากประโยชน์และขีดความสามารถของเครื่องมือนี้สูงและสามารถนำมาใช้ได้หลายเทคนิคดังนี้

1. Flame Atomic absorption technique (FAAS) เทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำให้สารละลายตัวอย่างที่ใสแตกตัวเป็นอะตอมอิสระด้วยเปลวไฟ
2. Flameless technique หรือ Nonflame atomization technique เทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำให้สารละลายตัวอย่างสลายตัวเป็นอะตอมอิสระด้วยความร้อนจากกระแสไฟฟ้า
3. Vapor generation technique (VGA) เทคนิคนี้สามารถใช้กับธาตุบางชนิดที่ไม่สามารถเปลี่ยนสถานะเป็นอะตอมอิสระด้วยวิธีที่ 1 และ 2 ได้ เช่น Hg As Se ฯลฯ

การเลือกใช้เทคนิคใดควรพิจารณารายละเอียดความเหมาะสมดังแสดงในตาราง
เปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์ต่อไปนี้

ตารางที่ 23 ตารางเปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์แบบต่างๆ

ข้อเปรียบเทียบ	FAAS	GFS	VGA
1. ความสามารถในการวิเคราะห์ได้	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. วิธีทำกาวิเคราะห์	ค่อนข้างยุ่งยาก	ง่าย	ค่อนข้างยุ่งยาก
7. ความรวดเร็วในการวิเคราะห์	15 ตัวอย่างต่อนาที	1 ตัวอย่างต่อนาที	-
8. ความชำนาญของผู้ใช้เครื่องมือ	ปกติ	สูง	ปกติ
9. อุณหภูมิสูงสุด	2,955 °C (N ₂ O-C ₂ H ₂)	ประมาณ 3,000 °C	ประมาณ 2,000 °C
10. ประสิทธิภาพของการผลิตอะตอมอิสระ	ประมาณ 10 %	ประมาณ 90 %	(ขกเว้น Hg)
11. ลักษณะของสัญญาณที่วัด	Plateau	Peak	Peak
12. สภาพไฟ	ต่ำ	สูง	สูง
13. Detection limit	สูง	ต่ำ	ต่ำ
14. Matrix effect	น้อย	มาก	น้อย
15. ค่าใช้จ่าย	น้อย	สูง	ปานกลาง

เทคนิคที่เป็นที่นิยมกันมากคือ FAAS เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ธาตุได้มากชนิด ง่าย สะดวก รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายน้อย ดังนั้นจึงกล่าวได้ถึงแต่ FAAS ในแง่ของเครื่องมือ การบำรุงรักษาและความปลอดภัย

แหล่งกำเนิดแสง (light source)

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

กระบวนการผลิตอะตอมอิสระ (atomization)

การวิเคราะห์โดยใช้อะตอมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ จะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณอะตอมอิสระของธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งจะดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นที่เหมาะสม (จาก HCL) ดังนั้นกระบวนการผลิตผลิตอะตอมอิสระจะต้องมีประสิทธิภาพสูง เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอะตอมอิสระมี nebulizer ห้องพ่น (spray chamber) และหัวเผา (burner) โดย nebulizer ทำหน้าที่ดูดสารละลายใส่ แล้วเปลี่ยนเป็นละอองเล็กๆ (mist) ในห้องพ่น ซึ่งประมาณร้อยละ 10 ของละอองเหล่านี้จะผสมกับตัวออกซิไดซ์และเชื้อเพลิงในห้องพ่น และถูกนำสู่หัวเผาเผาทำให้เกิดอะตอมอิสระด้วยความร้อนจากเปลวไฟที่เหมาะสม ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 90 ไหลออกทางท่อน้ำทิ้ง

การปรับและเลือกชนิดและปรับ nebulizer ห้องพ่น หัวเผาและชนิดของเปลวไฟมีผลต่อภาพไวเป็นอย่างมากดังนี้

- เลือก nebulizer ให้เหมาะสมกับสารละลายตัวอย่าง
- ปรับตำแหน่งลูกแก้ว (glass bead) ในห้องพ่น เพื่อให้ประสิทธิภาพในการเกิดละอองสูงสุด
- ปรับสัดส่วนของตัวออกซิไดซ์เชื้อเพลิงเพื่อให้ได้เปลวไฟที่เหมาะสมสำหรับแต่ละธาตุ
- ปรับอัตราเร็วในการดูดสารละลายของ nebulizer ให้พอเหมาะโดยประมาณ 4-5 มิลลิเมตรต่อนาที
- เลือกหัวเผาให้เหมาะสมกับชนิดของเปลวไฟซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ
 1. หัวเผาอากาศ อะเซทิลีน (Air-acetylene burner) มีช่องเปลวไฟ burner-slot ยาว 10 เซนติเมตร

2. หัวเผาไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide burner) มีช่องเปลวไฟยาว 5 เซนติเมตร การดูดกลืนแสงขึ้นอยู่กับ

2.1 จำนวนอะตอมอิสระ

2.2 ตำแหน่งของอะตอมอิสระในเปลวไฟ ต้องอยู่ในแนวเดียวกับลำแสงจาก HCL ซึ่งทำได้โดยปรับตำแหน่งหัวเผาในทางสูง ต่ำ เอียง ปรับตำแหน่ง HCL ให้ตรงกัน

2.3 ความเข้มของแสง จาก HCL โดยปรับการเพิ่มหรือลด lamp current กับ voltage

2.4 สภาพของสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานต้องหลีกเลี่ยงสารรบกวนโดยวิธีการที่เหมาะสม

การปรับตัวแปรต่างๆ ให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สภาวะไวสูงสุด (optimization) ดังกล่าวข้างต้นกระทำโดยทุกครั้งที่มีการปรับเปลี่ยนแต่ละตัวแปรต้องวัดค่า Absorbance ของสารละลายมาตรฐานค่าใดค่าหนึ่ง (ความเข้มข้นอยู่ในช่วงกลางของ series) ให้ได้สูงสุดแล้วจึงเปลี่ยนไปปรับตัวแปรอื่นๆ ต่อไป

ผลกระทบต่อสิ่งรบกวนและวิธีการแก้ไข (interference effect)

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

2. ผลกระทบทางกายภาพ (physical effect) เป็นผลเนื่องจากสมบัติทางกายภาพของสารละลายซึ่งเกี่ยวข้องกับอัตราการดูดกลืนแสงเข้าไปใน nebulize ขนาดหยดของสารละลาย อันมีผลจากความตึงผิว ความหนืด ซึ่งแก้ไขโดยทำให้สารละลายเจือจาง เตรียมสารละลายมาตรฐานให้มี matrix เหมือนตัวอย่างหรือทำ standard addition

3. สิ่งรบกวนเชิงเคมี (chemical interferences) แบ่งเป็น 2 ลักษณะ

3.1 เกิดจากการแตกตัวไม่สมบูรณ์ของสารประกอบ (incomplete dissociation of compound)

3.2 เกิดจากการแตกตัวเป็นไอออน (ionization)

4. spectral interferences ในกรณีที่สารตัวอย่างแคดไอออนอื่นๆ ที่ดูดกลืนแสงในช่วงใกล้เคียงกับธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ ทำให้ค่า Absorbance สูงขึ้น

5. Background Absorption เกิดขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิเปลวไฟต่ำๆ ในการผลิตอะตอมอิสระ ทำให้มีสารที่อยู่ในรูปของโมเลกุลทั้งสารที่ต้องการวิเคราะห์ น้ำ ของเหลวอื่นๆ ซึ่งสามารถดูดกลืนแสงในช่วง UV-Visible ได้ดีและอาจทำให้เกิดการกระเจิงของแสงจาก HCL ได้

ความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

ในการวิเคราะห์ทางเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทุกๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นสารเคมี วิธีวิเคราะห์รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ ความปลอดภัยที่เกี่ยวกับการใช้เครื่อง

1. ระบบดูดควัน ในการผลิตอะตอมอิสระจะมีกลุ่มควัน อะตอม โมเลกุล ไอกรด ไอสารต่างเกิดขึ้นมากมาย ดังนั้นระบบดูดควันจะต้องดีและได้รับการตรวจสอบให้อยู่ในสภาพดีเสมอ ก่อนจุดเปลวไฟต้องจัดการให้ระบบดูดควันทำงานก่อน

2. ถังบรรจุแก๊สที่ใช้กับเครื่องมือมีถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน ไนโตรออกไซด์ และเครื่องอัดลม โดยปกติควรแยกอยู่นอกห้องแล้วต่อท่อนำแก๊สมาต่อกับเครื่องซึ่งต้องเป็นบริเวณอากาศถ่ายเทสะดวก ถังบรรจุแก๊สควรตั้งติดผนัง มีสายรัดเพื่อความปลอดภัย ถังบรรจุแก๊ส ท่อหรือสายนำแก๊สต้องอยู่ในสภาพดีได้รับการตรวจสอบอยู่เสมอ มิให้เกิดการรั่วซึม รวมทั้งระบุชื่อที่ถังบรรจุแก๊สทุกครั้ง

3. ตัวทำละลายที่ถูกเป็นไฟได้ ควรหลีกเลี่ยงการนำตัวทำละลายเข้ามาในห้องปฏิบัติการที่เข้าเครื่องอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ถ้าจำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายในการวิเคราะห์ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษโดยปิดฝาให้สนิท หลังจากใช้งานเสร็จแล้วให้รับนำออกไปและล้าง nebulizer ห้องพ่นและหัวเผาทันที

4. หัวเผาต้องล้างให้สะอาดอยู่เสมอ โดยการแช่ใน 0.5 %HNO₃ และล้างด้วยน้ำกลั่น

5. Liquid trap ต้องเติม Liquid trap อยู่ในระดับที่ถูกต้องเสมอ เนื่องจากในการ nebulization สารละลายส่วนใหญ่จะถูกระบายลงมาซึ่งต้องไม่ทำให้เกิดการรั่วซึมในส่วนของห้องพ่นกับหัวเผา

6. Ultraviolet radiation เนื่องจากเปลวไฟ HCL deuterium lamp และ EDL อาจคาย Ultraviolet radiation ซึ่งเป็นอันตรายออกมามิฉะนั้นควรมีสิ่งป้องกันรังสีเหล่านี้ให้ดีโดยแว่นตาและกำบังเปลวไฟขณะทำการวิเคราะห์

7. อันตรายจากความร้อน ป้องกันได้ดังนี้

- กำบังเปลวไฟ ในขณะที่ทำการวิเคราะห์
- อย่าจับช่องใส่ตัวอย่างขณะมีเปลวไฟ
- อย่าจับหัวเผาด้วยมือเปล่า ควรสวมถุงมือ
- อย่าพยายามทำความสะอาดช่องเปลวไฟในขณะที่มีเปลวไฟ

การตรวจสอบความปลอดภัย

ทุกครั้งก่อนเปิดเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ควรตรวจสอบดังนี้

1. แก๊สทุกชนิดต้องปิดสนิท
2. ตรวจสอบบริเวณใกล้เคียงว่าปราศจากสารไวไฟ และสารที่เป็นอันตราย
3. เปิดเครื่องดูดควันและตรวจสอบว่าปกติ
4. ตรวจสอบหัวเผา nebulizer ห้องพ่นให้ถูกต้องเหมาะสม
5. ตรวจสอบ Liquid trap
6. ทำความสะอาด HCL และกระบอกช่องใส่ตัวอย่าง
7. ตรวจสอบชนิดของแก๊สที่ใช้ตัวคุมค่าความดัน เครื่องอัดลม ให้อยู่ในสภาพที่ดีและ

เหมาะสม

8. ปฏิบัติตามข้อกำหนดของการใช้เครื่อง

นอกจากนี้ควรมีการตรวจสอบเพิ่มเติมบางส่วนทุกๆ สัปดาห์ดังนี้

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

ผู้ใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ทุกคนต้องมีความเข้าใจ ความระมัดระวัง และความรับผิดชอบในการใช้เครื่องอย่างดีเพื่อเป็นการบำรุงรักษาเครื่องและได้ประโยชน์สูงสุดในการปฏิบัติงาน รวมทั้งต้องมีความรู้ความเข้าใจในลักษณะและธรรมชาติของตัวอย่างที่จะวิเคราะห์เพื่อที่ได้หาวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมโดยตรงหรือมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมที่สุด เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด (คุชฎี มั่นความดี, 2537)

ภาคผนวก ง.

เค้าโครงวิจัย

เค้าโครงงานวิจัย

ชื่อโครงการ เปรียบเทียบวิธีการเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักใน
 หอยแครง และ หอยแมลงภู่

(Comparative sample preparation of heavy metal analysis in *Anadara granosa* and *Perna viridis*)

ประเภทงานวิจัย วิจัยพื้นฐาน

ผู้ดำเนินการวิจัย นางสาว สุปราณี ไกรรักษ์

MISS SUPRANEE KRAIRAK

นางสาว สุนีย์ คาราวงศ์

MISS SUNEE DARAPONG

นางสาวชูไวยะห์ เถาะตะนิง

MISS SUWAIBAH LOHSANING

โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์รุ่งนภา ชนะทัพ

สถานที่ทำการทดลอง ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในปัจจุบันปัญหาโลหะหนักต่างๆ ในแหล่งธรรมชาติและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อาศัยและดำรงชีพในแหล่งน้ำนั้น มีการสะสมโลหะหนักมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ปัญหาเกี่ยวกับโลหะหนักในแหล่งน้ำจึงเป็นปัญหาที่สำคัญที่จะต้องทำการศึกษาเพื่อที่จะเตรียมการป้องกัน และรักษาแหล่งน้ำให้ปลอดภัยจากปัญหามลพิษของโลหะหนัก เนื่องจากน้ำเป็นสิ่งสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตในทะเลซึ่งโลหะหนักเป็นสารที่ความคงตัวสูง สลายตัวได้ยากโดยกระบวนการทางธรรมชาติ แต่สามารถที่จะเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ใน บริเวณนั้นซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคสิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้น

การศึกษาปัญหาโลหะหนักในอาหาร และในดิน น้ำ อากาศแล้วในน้ำก็ยังมีโลหะหนักปนเปื้อนอยู่มาก จากการวิเคราะห์หาสารโลหะหนักในพวกสัตว์ต่างๆ ก็จะพบว่า มี โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว (Pb) ซึ่งเป็นโลหะที่มีจุดหลอมตัว 327.4 องศาเซลเซียส จุดเดือด 1620 องศาเซลเซียส ซึ่งจัดเป็นโลหะหนักที่ไม่มีประโยชน์สำหรับร่างกายทั้งพืชและสัตว์ และเป็นพิษ

อย่างแรงต่อสิ่งมีชีวิต ถ้าได้รับตะกั่วเกินเกณฑ์มาตรฐานจะเกิด อาการปวดบริเวณช่องท้อง อาเจียน ท้องร่วง อ่อนเพลีย ปัสสาวะน้อย ถ้าได้รับมากอาจหมดสติได้ รวมทั้งมนุษย์และโลหะหนักเหล่านี้ จะกระจายทั่วไปในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ โดยในเปลือกโลกเฉลี่ยแล้ว 10-15 ppm แคดเมียม (Cd) จัดเป็นโลหะอ่อน มีสีเงิน มีจุดหลอมตัว 329.9 องศาเซลเซียส จุดเดือด 769 องศาเซลเซียส โลหะหนักนี้ไม่มีประโยชน์ต่อร่างกายและยังเป็นพิษ ส่วนใหญ่จะพบแคดเมียมในรูปของซัลไฟด์ แต่แคดเมียมยังมีประโยชน์ใช้ทำผลิตภัณฑ์ของใช้ได้ เช่นการผลิตแบตเตอรี่ ใช้เป็นตัวเคลือบ ป้องกันผิวของเหล็ก ทองแดง ใช้เคลือบสายโทรศัพท์ และใช้เป็นตัวหุ้มสายเคเบิลผสมกับบิสมัท ผลิตภัณฑ์ควบคุม และยังใช้ในโรงงานทำพลาสติก แต่ถ้าแคดเมียมสะสมอยู่ในร่างกายสูงจะทำให้ เกิดมะเร็งและความดันโลหิตสูงได้

สารโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม เหล็ก พรอท และสังกะสี ซึ่งจะอยู่ในรูปของ อินทรีย์สาร และ อนินทรีย์สาร ซึ่งสารโลหะหนักเหล่านี้เมื่อร่างกายได้รับเข้าสู่โดยการกิน การ หายใจหรือทางผิวหนัง ซึ่งผลกระทบส่วนใหญ่จะเกิดเกี่ยวกับระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร และกล้ามเนื้อแข็งเกร็งจนเป็นอัมพาต ซึ่งโรคเหล่านี้ไม่มีวิธีแก้ไขที่ดีพอ (ดร. พิมล เรือนวัฒนา)

การปนเปื้อนของโลหะหนักจากแหล่งน้ำเนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ปล่อยน้ำเสียที่มีโลหะหนักเจือปนอยู่ลงสู่ลำคลอง ซึ่งจะไหลลงสู่ทะเลในที่สุด และจะส่งผลกระทบต่อปลา และสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น (สุธรรม ลิทธิชัยเกษมและคณะ) ได้รายงานไว้ว่าได้ตรวจ พบสาร ตะกั่ว สังกะสี ทองแดง พรอทในน้ำสูงถึง 33.7 , 17.2 , 11.7 และ 0.05 ไมโครกรัมต่อ กรัม ตามลำดับ (รัชนิกร บำรุงราชหิรัญย์และคณะ) ได้ตรวจพบว่าสารปรอท ทองแดง และตะกั่ว สูงสุดในน้ำที่เก็บจากท้องทะเลโดยมีปริมาณ 257 , 257 และ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และยังพบว่าโลหะหนักในดินตะกอนทั้งในอ่าวไทยตอนบนและชายฝั่งทะเลตะวันออกมีแนวโน้ม สูงขึ้นทุกปี (ประกาย บริบูรณ์และคณะ) ได้ตรวจพบการสะสมของปรอทในสัตว์ทะเลอ่าวไทยสูง ถึง 0.8 ไมโครกรัมต่อกรัม

ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการหาปริมาณโลหะหนักในหอย ได้แก่ แคดเมียม (Cd) , ตะกั่ว (Pb) , เหล็ก (Fe) , โครเมียม (Cr) โดยวิธีการย่อยและวิธีการเผาเพราะ เป็นวิธีมาตรฐานและเป็นวิธีที่นิยม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อต้องการหาปริมาณโลหะหนักในหอย
2. เพื่อต้องการหาสถานะในการเตรียมตัวอย่างที่เหมาะสม
3. เพื่อต้องการเปรียบเทียบปริมาณของโลหะหนักในหอยในพื้นที่ของ อ. เมือง

จ.นครศรีธรรมราช

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงปริมาณโลหะหนักในหอย
2. ได้วิธีที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่าง
3. ทำให้ทราบปริมาณของโลหะหนักในแต่ละพื้นที่ อ. เมือง จ. นครศรีธรรมราช

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อธิฐาน สุขเสนา และ สมเกียรติ สด้นนิต. (2543) ได้เปรียบเทียบปริมาณ ตะกั่ว โปรท และแคดเมียม ในซอสหอย ด้วยวิธีการย่อย โดยเก็บตัวอย่างซอสหอยที่มีขายตามตลาด 20 ตัวอย่างนำมาวิเคราะห์ด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer (ASS) ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่ามีตะกั่วอยู่ในซอสหอยทุกตัวอย่าง ปริมาณเฉลี่ย 1.5 mg/Kg และพบแคดเมียมปนอยู่ 0.41 mg/Kg ส่วนโปรทนั้นไม่พบจากตัวอย่างทั้งหมด

สุรสิทธิ์ วงศ์ผะคาย , ศักดิ์ชัย ทวีรัตน์ และ วีระชัย ไบชน.(2544) ได้วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักจากกุ้งแห้งและปลาแห้งจากตลาดหัวอิฐและตลาดแม่สมจิต ด้วยวิธีการเผาโดยได้วิเคราะห์ 6 ชนิดคือ กุ้งฝอย, ปลากระเบนแมลงวัน, ปลาตาหวานจุด, ปลาริวกิว, ปลาไส้ตัน, และปลาอินทรีจุด โดยเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์หาโลหะหนักที่ตกค้างอยู่ในกุ้งแห้งและปลาแห้งได้ผลการวิจัยดังนี้ผลการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักแคดเมียม พบว่าปลาไส้ตันหลังแถบในตลาดหัวอิฐมีแคดเมียมมากที่สุดคือ 0.04 mg/100g ส่วนปลาริวกิวมีแคดเมียมน้อยที่สุดคือ 0.01 mg/100g ส่วนตลาดแม่สมจิตปลาไส้ตันหลังแถบมีแคดเมียมมากที่สุดคือ 0.06 mg/100g ส่วนปลาริวกิวมีแคดเมียมน้อยที่สุดคือ 0.01 mg/100g ส่วน ผลการเปรียบเทียบโลหะหนักโครเมียม พบว่าปลาอินทรีจุดมีปริมาณมากที่สุด คือ 0.69 mg/100g และในปลาริวกิวมีน้อยที่สุด คือ 0.43 mg/100g ส่วนตลาดแม่สมจิต ในกุ้งฝอยมีมากที่สุดคือ 1.08 mg/100g ในปลาอินทรีจุดมีน้อยที่สุดคือ 0.45 mg/100g และผลการเปรียบเทียบโลหะหนักตะกั่ว ปลาอินทรีจุดมีปริมาณมากที่สุด คือ 1.97 mg/100g และในปลาริวกิวมีน้อยที่สุด คือ 1.61 mg/100g ส่วนตลาดแม่สมจิต ในกุ้งฝอยมีมาก

ที่สุดคือ 1.98 mg/100g ในปลาอินทรีขุดมีน้อยที่สุดคือ 1.59 mg/100g ซึ่งปริมาณโลหะหนักอยู่ในระดับไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

เบญจวรรณ พรนรัตน์ และ สุวรรณ ไชยศิริ. (2539) ได้วิเคราะห์โลหะหนักในพริกไทยป่น ด้วยวิธีการย่อยสลายแบบแห้งและแบบเปียกโดยวิเคราะห์หาปริมาณ นิเกิล เหล็ก สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม โดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometry และเปรียบเทียบวิธีการย่อยสลายแบบแห้งและแบบเปียกพบว่าปริมาณโลหะหนักชนิดต่างๆใกล้เคียงกันและตัวอย่างพริกไทยป่นที่นำมาวิเคราะห์ไม่มีหือใดมีปริมาณโลหะหนักเกินมาตรฐาน

ดร. มานะ ขาวเมฆ. (2548) ได้วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำมันมรรคาโดยวิเคราะห์โลหะหนัก 6 ชนิด ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง เหล็ก สังกะสี และแมงกานีส จากน้ำมันมรรคาหลังกลอด ภายใน 7 วัน จำนวน 150 คน ด้วยวิธีการย่อย โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy(AAS)และพบว่าน้ำมันที่นำมาทดสอบมีปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง เหล็ก สังกะสี และแมงกานีส อยู่ในช่วง 0.0007-0.4223 , 0.0005-0.0262 , 0.0021-0.4700, 0.0029-0.7874, 0.0270-0.3750 และ 0.0008-0.5269 มิลลิกรัมต่อลิตร

(*Pinctada radiata* Leach , 1814 and *Brachidontes Pharonis* Fischer , 1870) ได้ทำการศึกษาการสะสมโลหะหนักในหอย 2 ชนิด คือ หอยแมลงภู่และหอยนางรม ด้วยวิธีการย่อย โดยได้หาโลหะหนักในเนื้อเยื่อโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy(AAS)พบว่าปริมาณของ Cd $0.0355 \pm 0.00467 \mu\text{g g}^{-1}$ Fe $0.3682 \pm 0.24486 \mu\text{g g}^{-1}$ และ Cu $0.0355 \pm 0.00034 \mu\text{g g}^{-1}$ จากน้ำหอยของหอยนางรมแต่สำหรับหอยแมลงภู่มีค่า Cd $0.00058 \pm 0.0034 \mu\text{g g}^{-1}$ Fe $0.3682 \pm 0.04252 \mu\text{g g}^{-1}$ และ Zn $0.1579 \pm 0.00628 \mu\text{g g}^{-1}$ ในการเปรียบเทียบปริมาณ Fe, Cu , Cd , Zn ของหอยแมลงภู่และหอยนางรมสรุปว่าอยู่ในปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานของโลหะหนักใน Turkis

เอกสารอ้างอิง

สุรินทร์ มัจฉาชีพ . (2523). เรื่องน้ำรู้เกี่ยวกับสัตว์ทะเล . มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒน์,
บางแสน

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม . (2521). ปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม.
มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์

สุรสิทธิ์ วงศ์พะคาย , ศักดิ์ชัย ทวีรัตน์ และ วีระชัย ไบรน . (2544). การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะ
หนักจากกั้วแห้งและปลาแห้ง . สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช

มานะ ขาวเมฆ.(2548) . การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำนมมารดา.
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

พิชัย สุวรรณมงคล . (2527). การหาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำชีอิ้ว โดยวิธีอะตอมมิกแอบ
ซอบชั่นสเปกโตรโฟโตเมทรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า , วิทยาเขตธนบุรี

อธิฐาน สุขเสนา และ สมเกียรติ สัตน์น้อต. (2543) . การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว ปรอท
และ แคดเมียมในซอสหอย/. สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช

เบญจวรรณ พรรณรัตน์ และ สุภวรรณ ไชยศิริ . (2539) . การวิเคราะห์โลหะหนักใน พริกไทยป่น
โดยวิธีAtomic Absorption Spectrophotometry. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า,
วิทยาเขตธนบุรี

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีที่ 1 การย่อย(analytical methodsfor atomic absorption spectrophotometry .บริษัท Perkin – Elmer)

ชั่งตัวอย่างมา 5 กรัม (โดยน้ำหนักแห้ง) แล้วนำตัวอย่างไปย่อยใส่ในหลอดทดลอง จากนั้นเติมกรดไนตริก 5 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่าง สารจะทำปฏิกิริยากันแสดงการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า นำหลอดทดลองใส่ใน hot – plate จากนั้นย่อย พร้อมกับให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำหลอดทดลองออกจาก hot – plate เติมกรดไนตริก 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำหลอดทดลองกลับไปใส่อีกครั้งใน hot – plate พร้อมให้ความร้อนซ้ำๆ จนกระทั่งอุณหภูมิอยู่ในช่วง 120 – 150 องศาเซลเซียส จากนั้นนำหลอดทดลองตั้งให้เย็น และนำสารละลายไปกรองใส่ใน Volumetric ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริก 1 % นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AAS

วิธีที่ 2 การเผา(analytical methodsfor atomic absorption spectrophotometry .บริษัท Perkin – Elmer)

ชั่งตัวอย่างมา 25 กรัม ส่วนที่เป็นเนื้อ (5 กรัมโดยน้ำหนักแห้ง) นำไปใส่ใน Crucible แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จะได้น้ำหนักแห้ง แล้วทำให้เย็น จากนั้นไปเผาที่อุณหภูมิ 450 – 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นทำตัวอย่างให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติม กรดไนตริก 2 มิลลิลิตร พร้อมทั้งคนให้เข้ากัน แล้วนำไปประเหยให้แห้งบน hot – plate จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็น และนำสารละลายไปกรองใส่ใน Volumetric ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริก 1 % แล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง AAS

การเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อทำ Standard Curve

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อวิเคราะห์แคดเมียม ใช้ Cadmium standard solution 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในกรดไนตริก 1% นำความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มาเตรียม Working Solution ดังนี้

1.1 Working Solution ใช้ในสารละลายมาตรฐาน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้กรดไนตริก 1% เป็นตัวทำละลาย สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.2 สร้างกราฟมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5, 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยปิเปต Working Solution มา 5, 10, 15, 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยกรดไนตริก 1% ตามลำดับ

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ใช้ Lead standard solution 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในกรดไนตริก 1% นำความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มาเตรียม Working Solution ดังนี้

2.1 Working Solution เตรียมจากสารละลายมาตรฐาน Stock Solution โดยปิเปตมา 10 มิลลิลิตร มาเตรียม 100 มิลลิลิตร จะได้ Working Solution มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 สร้างกราฟมาตรฐานที่ความเข้มข้น 4, 6, 8, 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปิเปตจาก Working Solution ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว โดยใช้ Stock solution 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปิเปตมา 4, 6, 8, 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้กรดไนตริก 1% เป็นตัวทำละลาย สารละลายที่ได้มีความเข้มข้น 40, 60, 80, 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

3. การเตรียมสารละลายมาตรฐานเหล็ก ใช้ Stock solution 1,000 ppm มาเตรียม Working Solution และ standard solution

3.1 เตรียม Working Solution 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร สารละลายที่ได้มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2 เตรียม Standard Solution ดูด Working Solution มา 1, 2, 3, 4 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้กรดไนตริก 1% เป็นตัวทำละลาย สารละลายที่ได้จะเป็นสารละลายเหล็กที่มีความเข้มข้น 10, 20, 30, 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

4. การเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อวิเคราะห์โครเมียม ใช้ Chromium standard solution 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในกรดไนตริก 1% นำความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มาเตรียม Working Solution ดังนี้

4.1 Working Solution ใช้ในสารละลายมาตรฐาน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้กรดไนตริก 1% เป็นตัวทำละลาย สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.2 สร้างกราฟมาตรฐานที่ความเข้มข้น 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ

เครื่องมืออุปกรณ์

1. หอยแครง และ หอยแมลงภู่
2. เครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy(AAS) ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 3110
3. บีกเกอร์ (Beaker)
4. แท่งแก้วสำหรับคน
5. ตู้อวน
6. เตาเผา
7. เครื่องชั่ง
8. ขวดปริมาตร ขนาด 100 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
9. อ่างน้ำร้อน
10. ขวดรูปชมพู่
11. ครุฑเปิด
12. ซ้อนตักสาร
13. เตาไฟฟ้า
14. กระจกชั่งสาร
15. ตู้อบ
16. ปีเปต

สารเคมี

1. กรดไนตริก
2. แมกนีเซียมไนเตรด
3. เปอร์ไฮโดรคลอริก
4. สารละลายแคดเมียม
5. สารละลายตะกั่ว
6. สารละลายโครเมียม
7. สารละลายเหล็ก
8. กรดไฮโดรคลอริก
9. กรดซัลฟิวริก
10. น้ำกลั่น

ขอบเขตของการวิจัย

1. เก็บตัวอย่างจากพื้นที่ อ. เมือง จ. นครศรีธรรมราช
2. ศึกษาโดยใช้หอย 2 ชนิด คือ หอยแครงและหอยแมลงภู่
3. ศึกษาโดยใช้วิธีการเผาและการย่อย
4. ช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง สิงหาคม – ตุลาคม 2549

ระยะเวลาทำการวิจัย

ระหว่างเดือนมีนาคม 2549 ถึงเดือนมีนาคม 2550

แผนดำเนินงานวิจัย

กิจกรรมการวิจัย	พ.ศ.2549										พ.ศ.2550		
	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1.ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	→												
2.เขียนเค้าโครงการวิจัย		→											
3.เก็บรวบรวมตัวอย่าง		→											
4.เตรียมอุปกรณ์และทำการทดลอง			→										
5.รวบรวมผลการทดลอง									→				
6.วิเคราะห์ข้อมูลแปรผล และสรุปวิจัย											→		
7.จัดทำเอกสารเสนอผลงานวิจัย												→	

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวชูไวยะห์ เกละสะนิง	
วัน เดือน ปีเกิด	24 พฤศจิกายน 2527	
ที่อยู่	105/2 หมู่ 4 ตำบลควน อำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี 94190	
วุฒิการศึกษา		
วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนชุมชนบ้านวัดควน	2540
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวุฒิชัยวิทยา	2542
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนเบญจมาภราชูทิศปัตตานี	2545
ระดับอุดมศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	2549

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวสุปราณี ไกรรักษ์	
วัน เดือน ปีเกิด	6 กันยายน 2527	
ที่อยู่	78/3 หมู่ 15 ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตนบุรี จังหวัดสงขลา	
วุฒิการศึกษา		
วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านบ่อหิน	2540
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนคารุลอุทุม	2542
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนพัฒนาการศึกษามูลนิธิ	2545
ระดับอุดมศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	2549

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวสุนีย์ คาราวงศ์	
วัน เดือน ปีเกิด	15 ตุลาคม 2527	
ที่อยู่	53 หมู่ 6 ตำบลปริก อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240	
วุฒิการศึกษา		
วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านไร่มุสลิม	2540
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอัลมูวาหะดีน	2542
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนอัลมูวาหะดีน	2545
ระดับอุดมศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	2549