

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์สำหรับเก็บแพลงก์ตอน

- 1.1 ถังแพลงก์ตอนขนาด 20 ไมครอน
- 1.2 อุปกรณ์ดูดน้ำ (ปั๊มไดโว่ขนาด 12 โวลต์)
- 1.3 ขวดแก้วขนาด 1,000 มล.

2. อุปกรณ์สำหรับเก็บดิน

- 2.1 แก้วเก็บตะกอนดินแบบปีเตอร์เซน (petersen grab)
- 2.2 อลูมิเนียมฟอยล์พร้อมถุงพลาสติก

3. อุปกรณ์สำหรับวัดคุณภาพน้ำในภาคสนาม

- 3.1 pH meter ของ WTW รุ่น 320
- 3.2 dissolve oxygen meter 9015 ของ YSI รุ่น 57
- 3.3 อุปกรณ์วัดความโปร่งแสง (secchi disc)
- 3.4 refractometer
- 3.5 อุปกรณ์วัดความลึก

4. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ %water content, ปริมาณสารอินทรีย์ (% ignition loss) และปริมาณไขมัน

- 4.1 ตู้อบความร้อน (hot air oven)
- 4.2 เตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace)
- 4.3 crucible
- 4.4 desiccator
- 4.5 เครื่องชั่งแบบ 4 ตำแหน่ง
- 4.6 เครื่อง soxtec system HT 1043 extration unit ของ Tecator
- 4.7 thimble

4.8 กระดาษกรองเบอร์ 1

5. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน

- 5.1 gas chromatograph (HP 5890 series II)
- 5.2 freeze-dryer ของ FTS system
- 5.3 heating mantle
- 5.4 blender
- 5.5 rotary evaporator (vapour RE-11)
- 5.6 analytical balance
- 5.7 soxhlet extrator
- 5.8 column สำหรับเครื่อง gas chromatograph
- 5.9 column สำหรับการ clean up
- 5.10 vial สำหรับเครื่อง gas chromatograph
- 5.11 แก๊สฮีเลียม แก๊สไนโตรเจนและอุปกรณ์สำหรับเครื่อง gas chromatograph

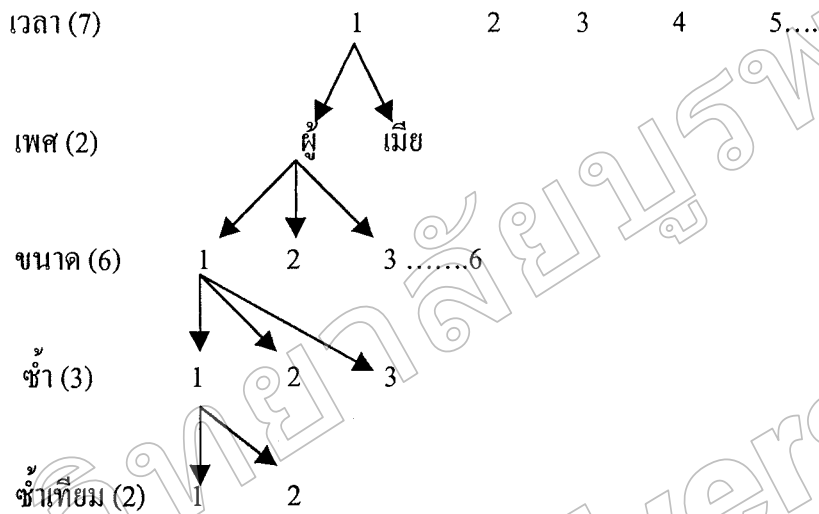
สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน

1. n-hexane AR grade ของ J.T. Baker Inc., U.S.A.
2. n-hexane pesticide grade ของ Merck, Germany
3. acetone AR grade ของ J.T. Baker Inc., U.S.A.
4. acetone for organic trace analysis ของ J.T. Baker Inc., U.S.A.
5. acetonitrile for chromatography ของ Merck, Germany
6. dichloromethane AR grade ของ Merck, Germany
7. florisil ขนาด 60-80 mesh for chromatography ของ Merck, Germany
8. sodium sulfate anhydrous AR grade ของ J.T. Baker Inc., U.S.A.
9. sodium chloride AR grade ของ J.T. Baker Inc., U.S.A.
10. สารละลายมาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ของ Chem Service., U.S.A.

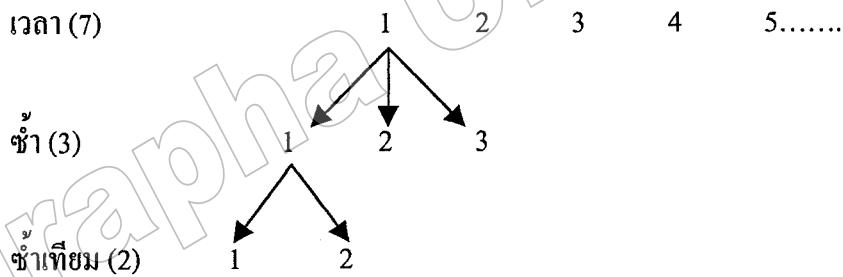
วิธีการ

1. แผนการเก็บตัวอย่าง

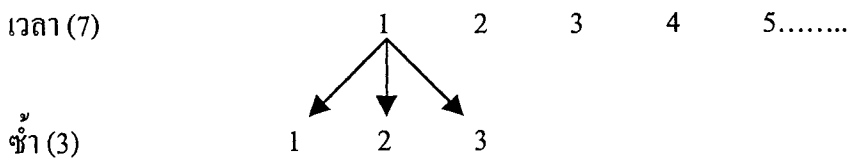
ตัวอย่างหอยแมลงภู



ตัวอย่างดินตะกอน



ตัวอย่างแพลงก์ตอน



2. วิธีการเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างตัวอย่างใช้เรือเป็นพาหนะ ตัวอย่างที่นำมาศึกษาคือ หอยแมลงภู ดินตะกอน แพลงก์ตอนโดยเก็บตัวอย่างบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงหอยแมลงภูที่ตำบลอ่างศิลา เก็บตัวอย่างชนิดละ 3 ชำ และเก็บทุกเดือนเป็นเวลา 7 เดือนตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม พ.ศ. 2543

ตัวอย่างหอยแมลงภู่เก็บจากหลักไม้ไผ่ 3 จุด ซึ่งปักห่างกันประมาณจุดละ 20 เมตร เก็บตัวอย่างโดยการดำน้ำลงไปสุ่มเก็บตัวอย่างหอย จากนั้นรวบรวมใส่ถุงพลาสติกนำมาคัดเลือกขนาดในห้องปฏิบัติการ จดเก็บตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 9

ตัวอย่างดินเก็บจากจุดเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่มทั้ง 3 จุด เก็บโดยใช้ grab รวบรวมดินที่ได้ใส่ในถุงมือนิยมพอยด์ที่ล้างด้วยเฮกเซนแล้ว

ตัวอย่างเพลงก่ตอนเก็บที่ระดับความลึก 1 เมตร จากผิวน้ำจากบริเวณจุดเก็บหอย
แมลงกู่ทั้ง 3 จุด ใช้เครื่องดูดน้ำ 200 ลิตร (submersible pump 12 v.) กรองผ่านถุงตาข่ายเพลงก่ตอน
ขนาด 20 ไมครอน รวบรวมเพลงก่ตอนที่ได้ลงในขวดแก้วที่ล้างด้วยเอทเชนแล้ว

3. การเตรียมตัวอย่าง

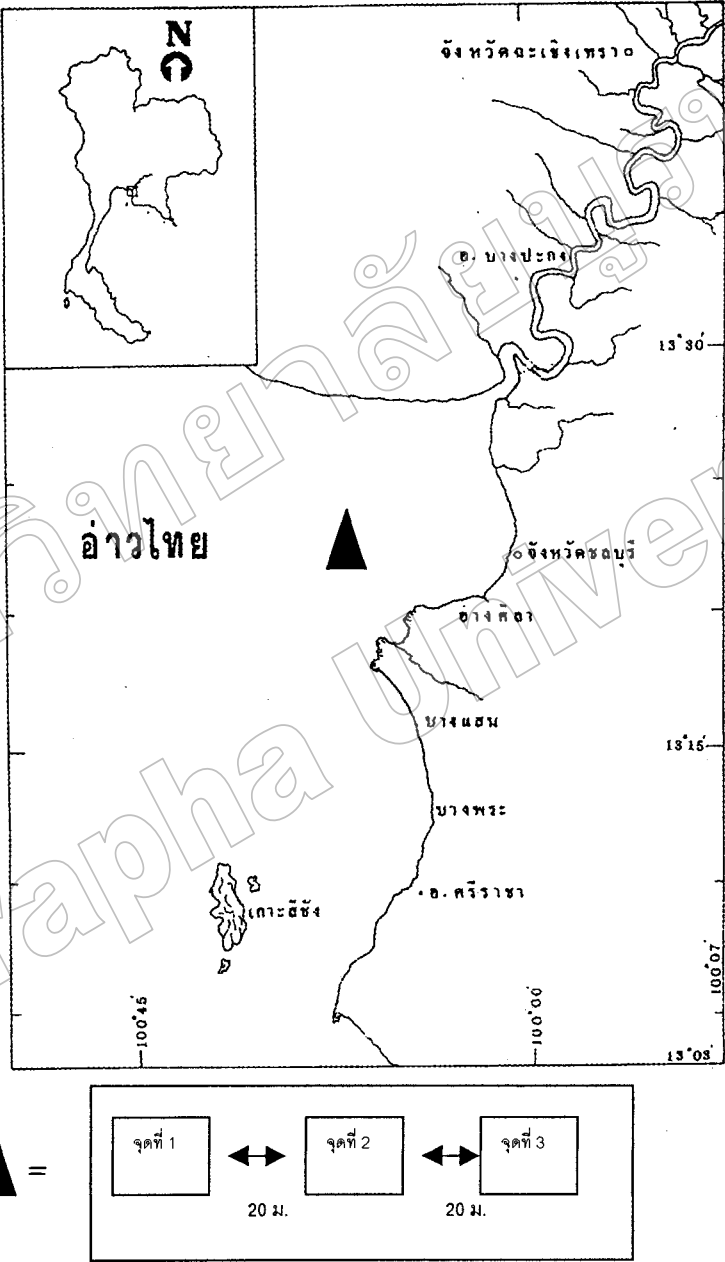
นำตัวอย่างหอยแมลงภู่มาคัดแยกสิ่งที่ไม่ต้องการออก จากนั้นคัดแยกขนาดโดยจะเก็บในขนาดที่แตกต่างกันตั้งแต่ขนาด <2.5, 2.5-3.5, 3.5-4.5, 4.5-5.5, 5.5-6.5, 6.5-7.5 ซม. นำไปล้างน้ำให้สะอาดจากนั้นวัดความกว้าง ความยาวของเปลือกหอยจำนวน 20 ตัว และเปลือกหอยแยกเพศของหอย โดยพิจารณาจากสีของเนื้อเยื่อ หอยเพศเมียจะมีเนื้อเยื่อเป็นสีแดงอิฐ ส่วนเพศผู้เนื้อเยื่อมีสีเหลืองครีม ชั่งน้ำหนักเนื้อหอยแต่ละเพศจนครบ 20 ตัว นำตัวอย่างหอยที่แยกเพศแล้วไปปั่นรวมกันให้ละเอียดโดยใช้เครื่อง homogenizer จากนั้นนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่อง freeze dry รอการวิเคราะห์ต่อไป

ตัวอย่างดินตะกอนนำมาเข้าเครื่อง freeze dry ให้แห้งจากนั้นร่อนเอากรวดและเปลือก หอยออกด้วยที่ร่อนดินขนาดตา 250 ไมครอน รอกาโรวิเคราะห์ต่อไป

ตัวอย่างแพลงก์ตอน นำมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 ซึ่งกระดาษกรองก่อนนำมาใช้นำไปแช่ในสารละลายเฮกเซนประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง ตัวอย่างแพลงก์ตอนที่กรองได้นำมาเข้าเครื่อง freeze dry รอการวิเคราะห์ต่อไป

4. การสกัดตัวอย่าง

ตัวอย่างหอยแมลงภู่ ใช้หอยแมลงภู่ประมาณ 3 กรัมน้ำหนักแห้ง โดยใช้วิธีการสกัดแบบต่อเนื่อง (continuous extraction) ใช้ชุดสกัดที่เรียกว่า soxhlet extrator นำตัวอย่างหอยที่คลุกโซเดียมซัลเฟตไว้ใน thimble (ซึ่งผ่านการกำจัดสิ่งปนเปื้อนโดยนำไปผ่านขบวนการ soxhlet extraction) ใช้ตัวทำละลายเฮกเซน:อะซีโตน (1:1) ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการสกัด 10 ชั่วโมง



ภาพที่ 9 แผนที่สถานีเก็บตัวอย่าง (▲) แพลงก์ตอน ดินตะกอน และหอยแมลงภู่น้ำบริเวณฟาร์ม
เพาะเลี้ยงด้าบปลาน้ำจืด จังหวัดชลบุรี

ตัวอย่างแอลกอฮอล์ นำตัวอย่างแอลกอฮอล์ที่อยู่ในกระดวยกรองมา ใส่ใน thimble สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน:อะซีโตน (1:1) ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการสกัด 10 ชั่วโมง

ตัวอย่างดินตะกอน สกัดตัวอย่างโดยวิธีการสกัดแบบต่อเนื่อง (continuous extraction) โดยใช้ชุดสกัดที่เรียกว่า soxhlet extrator นำตัวอย่างดินที่ทำให้แห้งแล้วมาประมาณ 5 กรัม ใส่ใน thimble สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน:อะซีโตน (1:1) ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการสกัด 10 ชั่วโมง

ในการสกัดตัวอย่างทุกตัวจะเติมสารละลาย 2,4,5,6- tetrachloro-m-xylene เป็น surrogate standard

ทำการระเหยสิ่งสกัดที่ได้จากสกัดข้างต้นโดยใช้ชุดระเหย (rotary evaporator) แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยเฮกเซน นำไปแยกส่วนให้ได้เฉพาะส่วนของสารกำจัดศัตรูพืช และสัณฐานกลุ่มออร์กาโนคลอรีน

การแยกส่วน (partition) ทำการแยกสารกำจัดศัตรูพืชและสัณฐานกลุ่มออร์กาโนคลอรีนออกจากสารปนเปื้อนที่เป็นไขมัน โดยใช้อะซีโตนไครล์ที่อิมัลชันด้วยเฮกเซน และเฮกเซน ตามวิธีของ AOAC (1990) เก็บชั้นของเฮกเซนนำไปทำการระเหยและดูขั้นตอนการกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่อไป

การกำจัดสิ่งปนเปื้อนออกจากสิ่งสกัด (clean up) การแยกสารรบกวนออกจากสิ่งสกัด โดยใช้ florasil ตามวิธีของทานาเบ (Tanabe et al, 1994) จากนั้นนำสิ่งสกัดที่ผ่านออกจากคอลัมน์ไปลดปริมาตรโดยใช้ชุดระเหยแห้งแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 5 มิลลิลิตร ด้วยเฮกเซน (ตัวอย่างดินตะกอนต้องผ่านการกำจัดกัมมันต์โดยใช้ทองแดงก่อนปรับปริมาตร) นำไปหาชนิดและปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชและสัณฐานกลุ่มออร์กาโนคลอรีนโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

5. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชและสัณฐานกลุ่มออร์กาโนคลอรีน แยกและตรวจวัดชนิดและปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชและสัณฐานกลุ่มออร์กาโนคลอรีนด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี รุ่น HP 5890 Series II โดยมีสภาวะในการวิเคราะห์ดังนี้

คอลัมน์ : chrompac CP sil 19 CB ความยาว 30 เมตร
เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มม.

แก๊สเคลื่อนที่ : แก๊สฮีเลียม อัตราการไหล 1.7 มล./นาที

อุณหภูมิห้อง : 110 °ซ 0.5 นาที
110 °ซ → 180 °ซ (20 °ซ/นาที) 1 นาที

180 °ซ → 230 °ซ (5 °ซ/นาที) 230 °ซ 30 นาที

อุณหภูมิห้องฉีดสาร : 250 องศาเซลเซียส

เครื่องตรวจวัด : ชนิด electron capture detector (ECD)

อุณหภูมิเครื่องตรวจวัด : 300 องศาเซลเซียส

ปริมาตรที่วิเคราะห์ : 1 ไมโครลิตร

ขั้นตอนการสกัดสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่างหอยแมลงภู่นิตะกอนและแพลงก์ตอนแสดงดังภาพที่ 10 และ 11

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำ และการวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์โดยวิธี ignition loss

ตัวอย่างดินตะกอน ชั่งดินตะกอน 1-2 กรัม ใส่ใน crucible ที่อบจนได้น้ำหนักคงที่ นำตัวอย่างไปอบในตู้อบความร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนักดินที่อบได้ นำไปคำนวณหาปริมาณน้ำ จากนั้นนำตัวอย่างดินที่อบแห้งแล้วไปเผาในตู้อบอุณหภูมิสูง (muffle furnace) อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ปลดปล่อยให้ตัวอย่างเย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนักดินที่หายไปคำนวณเป็นปริมาณสารอินทรีย์

ตัวอย่างหอยแมลงภู่นิตะกอน ชั่งน้ำหนักของหอยแมลงภู่นิตะกอน 1-2 กรัม จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำและปริมาณสารอินทรีย์ เช่นเดียวกับวิธีของดินตะกอน

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันในตัวอย่างหอยแมลงภู่นิตะกอน

นำตัวอย่างหอยแมลงภู่นิตะกอนที่ผ่านการทำให้แห้งแล้วมาวิเคราะห์หาปริมาณไขมันโดยใช้เครื่อง soxtec system ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. ชั่งตัวอย่างหอยแมลงภู่นิตะกอนที่บดละเอียดแล้วประมาณ 1-2 กรัม (W_1) ใส่ในกระดวยกรองเบอร์ 1 ห่อให้มีดขีด นำไปใส่ใน thimble
2. นำ thimble ใส่ใน soxtec system HT
3. นำ extraction cups ไปอบและชั่งน้ำหนัก (W_2)
4. เติมหักทำละลาย petroleum ether ประมาณ 50-75 ml. ลงใน extraction cups สกัดเป็นเวลา 15-20 นาที
5. ระบายตัวทำละลายนำ extraction cups ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
6. ทิ้ง extraction cups ให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนัก (W_3)

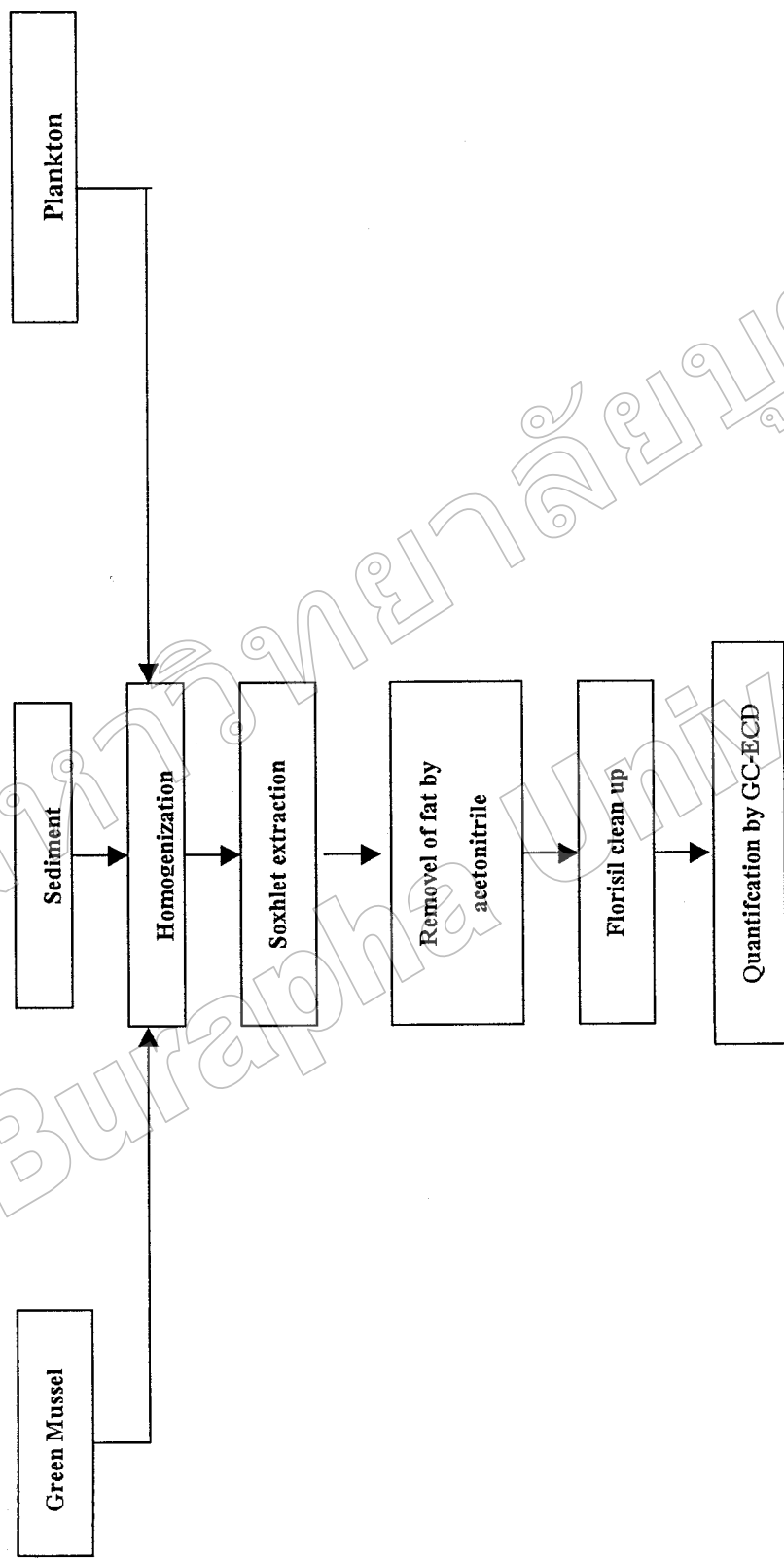
คำนวณหาปริมาณไขมันตามสูตร

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100$$

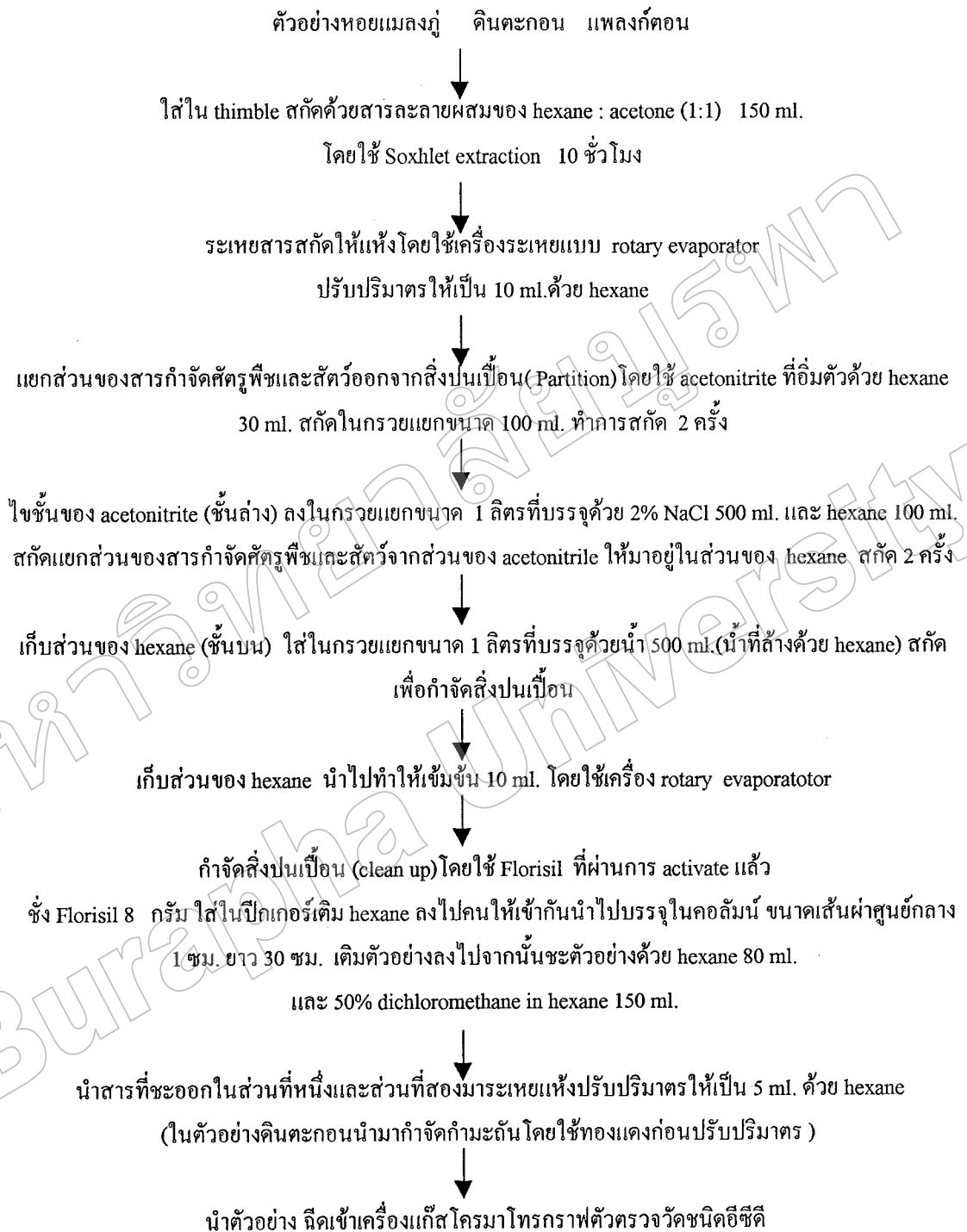
$$W_1 = \text{น้ำหนักหอยแมลงภู่ (กรัม)}$$

$$W_2 = \text{น้ำหนัก extraction cup (กรัม)}$$

$$W_3 = \text{น้ำหนัก extraction cup + ปริมาณไขมัน (กรัม)}$$



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่างหอยแมลงภู่น้ำจืดและแพลงก์ตอน



ภาพที่ 11 การวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่างหอยแมลงภู่ ดินตะกอนและแพลงก์ตอน

การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน

การตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ได้มีการควบคุมคุณภาพโดยการทดสอบปริมาณที่ฉีดที่เหมาะสม หา detection limit ของเครื่อง และตรวจวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ recovery ในตัวอย่างหอยแมลงภู่มะพร้าว และตัวอย่างดินตะกอน

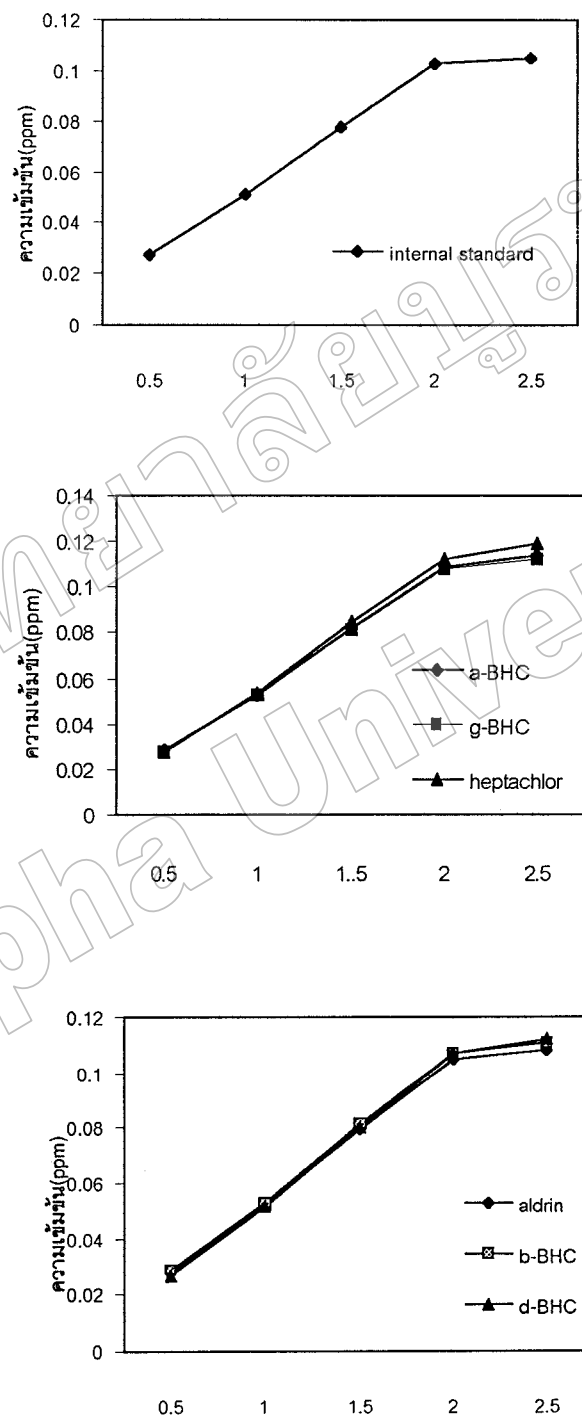
1. การทดสอบปริมาณที่ฉีด

เตรียมสารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 17 ชนิด ที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น $100 \mu\text{g ml}^{-1}$ โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานมา 1 ml. ปรับปริมาตรให้เป็น 10 ml. ด้วยสารละลายเฮกเซน ในขั้นตอนนี้สารละลายมีความเข้มข้น $10 \mu\text{g ml}^{-1}$ จากนั้นปิเปตสารจากขวดที่มีความเข้มข้น $10 \mu\text{g ml}^{-1}$ มา 1 ml. ปรับปริมาตรให้เป็น 10 ml. ด้วยสารละลายเฮกเซน ในขั้นตอนนี้สารละลายมาตรฐานจะมีความเข้มข้น $1 \mu\text{g ml}^{-1}$

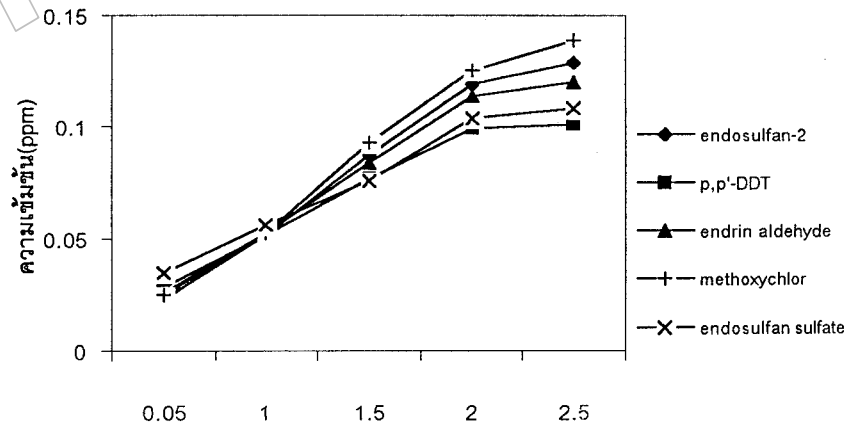
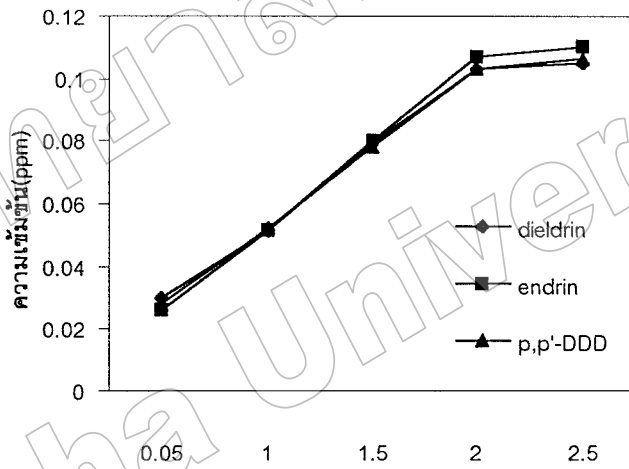
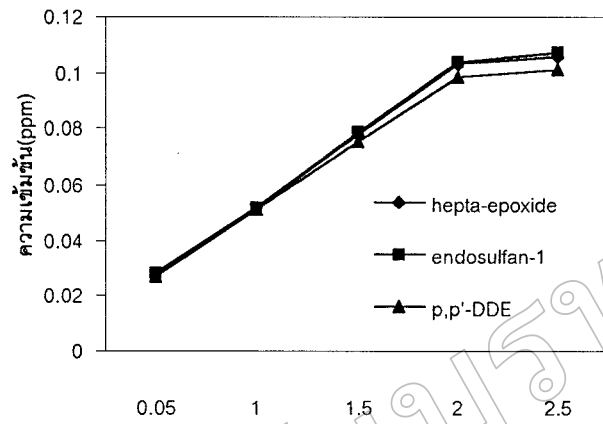
การเตรียมสาร 2,4,5,6- tetrachloro-m-xylene ซึ่งใช้เป็น surrogate standard ซึ่งสารมา 0.0248 กรัม ละลายด้วยอะซิโตน จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 50 ml. ด้วยเฮกเซน จากนั้นปิเปตสารมา 0.50 ml. ปรับปริมาตรให้เป็น 25 ml. และสาร surrogate standard มีความบริสุทธิ์ 97% ดังนั้นสารละลายมีความเข้มข้น $9.6 \mu\text{g ml}^{-1}$

ปิเปตสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น $1 \mu\text{g ml}^{-1}$ มา 0.50 ml. และดูดสารละลาย surrogate standard ความเข้มข้น $9.6 \mu\text{g ml}^{-1}$ มา 50 ml. โดยใช้ syringe แก้ว ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 ml. จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 10 ml. ด้วยเฮกเซน ในขั้นตอนนี้สารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมีความเข้มข้น $0.050 \mu\text{g ml}^{-1}$ ส่วนสาร 2,4,5,6- tetrachloro-m-xylene มีความเข้มข้น $0.048 \mu\text{g ml}^{-1}$

นำสารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมีความเข้มข้น $0.050 \mu\text{g ml}^{-1}$ ส่วนสาร 2,4,5,6- tetrachloro-m-xylene มีความเข้มข้น $0.048 \mu\text{g ml}^{-1}$ ที่เตรียม ฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี โดยใช้ระบบการฉีดแบบอัดโนมัต ปริมาตรที่ฉีดเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 μl . ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณที่เหมาะสมในการฉีดสารอยู่ในช่วง 0.5-2.0 μl . คือกราฟจะเป็นเส้นตรง แต่เมื่อปริมาตรการฉีดเท่ากับ 2.0-2.5 μl . กราฟเริ่มไม่เป็นเส้นตรง ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ปริมาณการฉีดสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน



ภาพที่ 12 (ต่อ)

2. การทำ instrument detection limit (IDL) ของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ

การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน โดยหาปริมาณต่ำสุดของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ วิเคราะห์ตามวิธีของ จ่านง หัยกิจโกศล (2544) วิเคราะห์โดยเตรียมสารมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.025, 0.01 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 8 ซ้ำ นำสารมาตรฐานไปฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ โดยใช้ระบบการฉีดแบบอัดโน้มติปริมาณการฉีด 1 ไมโครลิตร จากนั้นนำค่าความเข้มข้นที่ฉีดได้ ในแต่ละความเข้มข้นมาหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD) นำค่า SD ที่ได้ในแต่ละระดับความเข้มข้นมาเขียนกราฟจะได้ค่า SD₀ (ซึ่งเป็นค่าจุดตัดบนแกน Y) และกำหนดให้ความเข้มข้นต่ำสุดที่เครื่องสามารถวิเคราะห์ได้มีค่าเป็น 3 เท่าของ SD₀ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 11

ตารางที่ 11 ปริมาณต่ำสุดของเครื่องมือ (IDL) ในการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีน

ชนิดสาร	IDL (ng g ⁻¹)
α-BHC	0.24
γ-BHC	1.8
Heptachlor	2.1
Aldrin	2.1
β-BHC	2.1
δ-BHC	2.7
Heptachlor-epoxide	0.9
Endosulfan-1	2.6
p,p'-DDE	2.4
Dieldrin	3.0
Endrin	3.6
p,p'-DDD	2.7
Endosulfan-2	2.7
p,p'-DDT	2.1
Endrin aldehyde	1.2
Methoxychlor	3.0
Endosulfan sulfate	3.3

3. การหาเปอร์เซ็นต์ recovery ของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่างหอยแมลงภู่มุ่และตัวอย่างดิน

การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ recovery ในตัวอย่างหอยแมลงภู่มุ่และในตัวอย่างดิน ทำโดยเติมสารมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนคลอรีน และ surrogate standard ลงไปในตัวอย่างหอยแมลงภู่มุ่และตัวอย่างดินตะกอน จากนั้นวิเคราะห์หาสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนตามวิธีวิเคราะห์ตามภาพที่ 11 ในตัวอย่างหอยแมลงภู่มุ่ทำ 6 ซ้ำ ในตัวอย่างดินทำ 2 ซ้ำ ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 11 จากนั้นคำนวณหา เปอร์เซ็นต์ recovery โดยคำนวณจากสูตร

$$\% \text{ recovery} = \{(B-A)/C \times 100\}$$

เมื่อ

A คือความเข้มข้นสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู่มุ่/ดิน ตะกอนที่ไม่เติมสารมาตรฐาน

B คือความเข้มข้นสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู่มุ่/ดิน ตะกอน ที่เติมสารมาตรฐาน

C คือความเข้มข้นสารมาตรฐานที่เติม

ตารางที่ 12 เปอร์เซนต์ recovery ของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่าง
หอยแมลงภู (n=6) และตัวอย่างดินตะกอน (n=2)

ชนิดสาร	ค่าเฉลี่ย % recovery ± SD	
	หอยแมลงภู	ดิน
α-BHC	118.91 ±4.05	98.55±6.79
γ-BHC	77.10 ±15.90	93.08±6.01
Heptachlor	99.05 ±21.89	92.26±7.35
Aldrin	101.77 ±9.12	93.09±3.63
β-BHC	111.54 ±4.81	92.10±12.90
δ-BHC	148.92 ±5.29	89.27±4.80
Heptachlor-epoxide	118.12 ±7.53	91.12±10.99
Endosulfan-1	112.20±8.79	80.66±11.61
p,p'-DDE	86.12 ±10.35	75.81±24.04
Dieldrin	128.98 ±13.60	118.71±19.49
Endrin	111.35 ±18.85	106.54±15.74
p,p'-DDD	103.80 ±18.59	115.18±15.41
Endosulfan-2	91.71 ±10.39	100.90±6.67
p,p'-DDT	80.24 ±16.45	65.62±8.56
Endrin aldehyde	125.46 ±22.33	106.72±10.96
Methoxychlor	-	89.37±10.43
Endosulfan sulfate	101.24 ±7.33	123.62±4.80

หมายเหตุ: SD หมายถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การนำข้อมูลของคุณภาพน้ำ ข้อมูลทั่วไป และข้อมูลสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนของหอยแมลงภู่และของดินตะกอน ซึ่งเกี่ยวข้องกับ 3 ปัจจัยคือ เดือน (7 เดือน) เพศ (2 เพศ) ขนาด (6 ขนาด) มาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติใช้โปรแกรม SPSS ช่วยในการวิเคราะห์ดังนี้

1. วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (analysis of variance; ANOVA) เพื่อหาแหล่งที่มาของความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำ ความกว้าง ความยาว น้ำหนัก ปริมาณน้ำและอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไขมันและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนของหอยแมลงภู่ และของดินตะกอน

2. วิเคราะห์หลังการทดสอบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (post hoc tests) เพื่อหากลุ่มตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันจากการทดสอบในข้อ 1

3. การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนกับปริมาณไขมัน และความสัมพันธ์ของปริมาณไขมันกับขนาดและเพศของหอยแมลงภู่ ใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 และ 95 เปอร์เซ็นต์และการพิจารณาว่าตัวแปรใดๆ 2 ตัว มีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร สามารถพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือค่า r ดังนี้ (ประคอง กรรณสูตร, 2542)

3.1 ระดับความสัมพันธ์

ถ้า r เข้าใกล้ 1.00 (.70 - .90) แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง

ถ้า r เข้าใกล้ .50 (.30 - .70) แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง

ถ้า r เข้าใกล้ .00 (.30 และต่ำกว่า) แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำหรือไม่มีความสัมพันธ์กัน

3.2 ทิศทางของความสัมพันธ์

ถ้า r มีค่าเป็นบวก แสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าในตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนไปค่าในอีกตัวแปรหนึ่งก็เปลี่ยนตามในทิศทางเดียวกัน

ถ้า r มีค่าเป็นลบ แสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าในตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนไปค่าในอีกตัวแปรหนึ่งก็เปลี่ยน แต่เปลี่ยนในทิศทางตรงกันข้าม