

ผลการวิจัย

Recovery percentage เพื่อทดสอบวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก โดยการเติมโลหะหนักปริมาณหนึ่งลงไปในตัวอย่างไม่หอยแมลงภู่ แล้วนำไปย่อยและหาปริมาณโลหะหนักผลการวิเคราะห์ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 Recovery percentage ของแคดเมียม มีค่า 99.9 % ของทองแดงมีค่า 98.6 % ของตะกั่วมีค่า 78.1 % และของสังกะสีมีค่า 97.1 %

การทดสอบ Precision เพื่อแสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์มีผลในการเกาะกลุ่มมากน้อยเพียงใด แสดงผลไว้ในตารางที่ 2 การทดสอบดังกล่าวได้ใช้ตัวอย่างจากการเก็บครั้งที่ 8 มีผลดังนี้ แคดเมียม  $4.33 \pm 0.362$  ug/g ทองแดง  $10.2 \pm 0.40$  ug/g ตะกั่ว  $54.3 \pm 3.69$  ug/g และสังกะสี  $91.4 \pm 2.3$  ug/g

ความเค็มของน้ำทะเลจากบริเวณที่เก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่แสดงไว้ในรูปที่ 5 ซึ่งในช่วงปลายฤดูหนาวถึงฤดูร้อน ความเค็มแปรผันอยู่ในช่วง 20-30 % แต่ในฤดูฝน และต้นฤดูหนาวความเค็มของน้ำทะเลจะเปลี่ยนแปลงตามบริเวณน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล ความเค็มของน้ำทะเลจึงลดต่ำกว่าปกติ

การเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ที่เกาะอยู่ที่ระดับน้ำต่างกันไม่เท่ากัน (รูปที่ 8) การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าขนาดของหอยแมลงภู่บริเวณผิวน้ำกลางน้ำ และใกล้พื้นดินจากตัวอย่างครั้งที่ 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอย่างครั้งที่ 5, 6 ไม่พบว่าขนาดหอยจากทั้ง 3 ระดับแตกต่างกัน ตัวอย่างหอยแมลงภู่ที่เก็บครั้งที่ 9, 10 เป็นหอยขนาดเล็ก ซึ่งเก็บจากไม้ไผ่ที่นำไปปักไว้ใหม่ หลังจากเก็บตัวอย่างครั้งที่ 8 แล้ว หอยแมลงภู่ในบริเวณที่เก็บตัวอย่างตายหมดเนื่องจากความเค็มที่ลดลงอย่างมาก

แพลงค์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาสามารถรับโลหะหนักจากน้ำได้โดยตรง ส่วนหอยแมลงภู่เป็นสัตว์ที่เกาะอยู่กับที่ กรองกินแพลงค์ตอนเป็นอาหาร จึงรับโลหะหนักได้ทั้งจากอาหารและสิ่งแวดล้อม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณ แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี ในหอยแมลงภู่ (ตารางที่ 36) พบว่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดในหอยที่เก็บจากบริเวณผิวน้ำกลางน้ำ และใกล้พื้นดิน ไม่มีความแตกต่างกัน แต่พบว่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดในหอยแมลงภู่ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักในเนื้อหอย กับปริมาณโลหะหนักชนิดต่าง ๆ ในแพลงค์ตอน (ตารางที่ 3, 4, 5, 6) ไม่พบความสัมพันธ์เชิงเส้น

ปริมาณแคดเมียม (ตารางที่ 3) ในแพลงค์ตอนมีค่ามากที่สุด (3.30  $\mu\text{g/g}$ ) จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 10 (25 กุมภาพันธ์ 2524) มีค่าน้อยที่สุด (1.02  $\mu\text{g/g}$ ) จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 3 (31 มีนาคม 2523) และมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ 2.11  $\mu\text{g/g}$  ส่วนปริมาณแคดเมียมในหอยแมลงภู่มีค่ามากที่สุด (3.45  $\mu\text{g/g}$ ) จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 8 (6 กันยายน 2523) มีค่าน้อยที่สุด (0.576  $\mu\text{g/g}$ ) จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 9 (20 ธันวาคม 2523) และมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 2.02  $\mu\text{g/g}$

ปริมาณทองแดง (ตารางที่ 4) ในแพลงค์ตอนมีค่ามากที่สุด (59.2  $\mu\text{g/g}$ ) จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 10 (25 กุมภาพันธ์ 2524) มีค่าน้อยที่สุด (7.09  $\mu\text{g/g}$ ) จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 3 (31 มีนาคม 2523) และมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 2.08  $\mu\text{g/g}$  ส่วนปริมาณทองแดงในหอยแมลงภู่มีค่ามากที่สุด



(11.2  $\mu\text{g/g}$ ) จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 4 (3 พฤษภาคม 2523)  
มีค่าเฉลี่ยที่สุด (8.24  $\mu\text{g/g}$ ) จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 9 (20  
ธันวาคม 2523) และมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 9.80  $\mu\text{g/g}$

ปริมาณตะกั่ว (ตารางที่ 5) ในเพลงค่อนมีค่ามากที่สุด (86.0  $\mu\text{g/g}$ )  
จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 5 (6 มิถุนายน 2523) มีค่าเฉลี่ยที่สุด (32.7  
 $\mu\text{g/g}$ ) จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 8 (6 กันยายน 2523) และมีค่าเฉลี่ย  
ตลอดทั้งปีเท่ากับ 56.3  $\mu\text{g/g}$  ส่วนปริมาณตะกั่วในหอยแมลงภู่มีค่ามากที่สุด  
(105  $\mu\text{g/g}$ ) จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 9 (20 ธันวาคม 2523)  
มีค่าเฉลี่ยที่สุด (26.0  $\mu\text{g/g}$ ) จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 10 (25  
กุมภาพันธ์ 2524) และมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 42.0  $\mu\text{g/g}$

ปริมาณสังกะสี (ตารางที่ 6) ในเพลงค่อนมีค่ามากที่สุด (894  $\mu\text{g/g}$ )  
จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 8 (6 กันยายน 2523) มีค่าเฉลี่ยที่สุด (270  $\mu\text{g/g}$ )  
จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 5 (6 มิถุนายน 2523) และมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี  
เท่ากับ 560  $\mu\text{g/g}$  ส่วนปริมาณสังกะสีในหอยแมลงภู่มีค่ามากที่สุด (111  $\mu\text{g/g}$ )  
จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 1 (1 กุมภาพันธ์ 2523) มีค่าเฉลี่ยที่สุด (77.8  
 $\mu\text{g/g}$ ) จากตัวอย่างที่ได้จากการเก็บครั้งที่ 5 (6 มิถุนายน 2523) และมี  
ค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 88.8  $\mu\text{g/g}$

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของโลหะหนักในหอยแมลงภู่มิ ( $y$ )  
กับขนาดเฉลี่ยของตัวอย่างหอยแมลงภู่มิ ( $x$ ) ถูกแสดงไว้ดังต่อไปนี้

## 1. แคนเมี่ยม

$$\text{ความยาว} \quad \ln y = 0.63 + 0.83 \ln x \quad 1$$

$$\text{ความกว้าง} \quad \ln y = 1.09 + 0.99 \ln x \quad 2$$

## 2. ทองแดง

$$\text{ความยาว} \quad \ln y = 10.82 - 0.01 \ln x \quad 3$$

$$\text{ความกว้าง} \quad \ln y = 10.93 - 0.04 \ln x \quad 4$$

## 3. ตะกั่ว

$$\text{ความยาว} \quad y = 33.73 + 0.49 x \quad 5$$

$$\text{ความกว้าง} \quad y = 33.33 + 1.31 x \quad 6$$

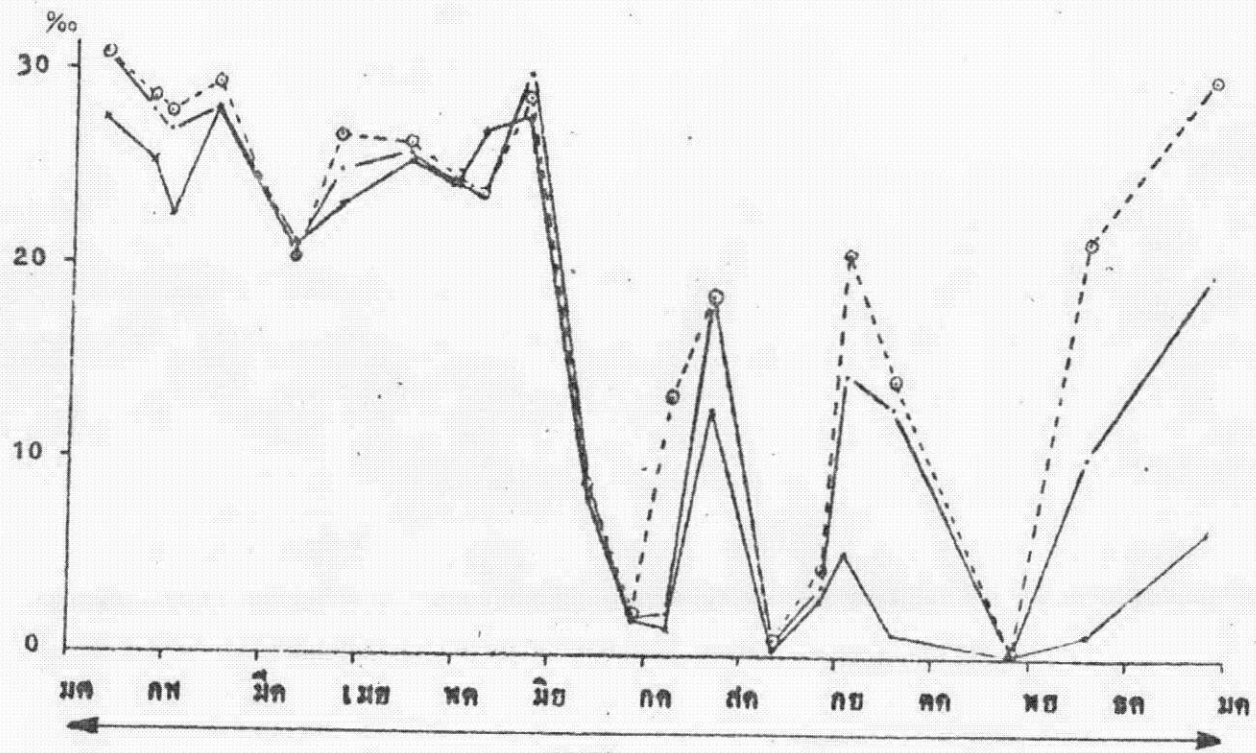
## 4. สังกะสี

$$\text{ความยาว} \quad y = 105.34 - 10.07 \ln x \quad 7$$

$$\text{ความกว้าง} \quad y = 99.10 - 12.50 \ln x \quad 8$$

การทดสอบค่า Slope (b) พบว่าสมการ 1, 2 มีค่า b มากกว่า 0 แสดงว่าปริมาณแคนเมี่ยมในเนื้อหอยแมลงภู่มี่มีความสัมพันธ์กับขนาดของหอย สำหรับสมการ 3, 4, 5, 6, 7, 8 มีค่า b เท่ากับ 0 แสดงว่าปริมาณทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี ในเนื้อหอยไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของหอย

I 1684109092



- x — x สีวน้ำ
- . — . กลางน้ำ
- o - - - o ฟันดิน

รูปที่ 5 ความเค็มของน้ำทะเล

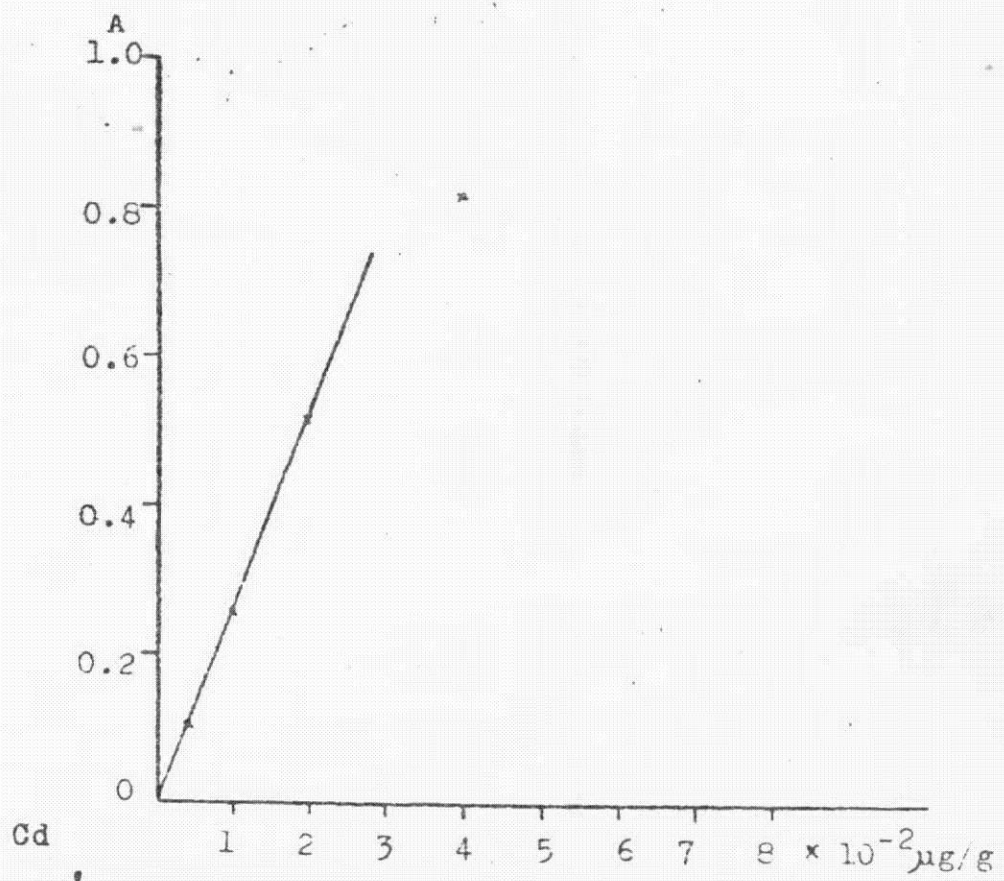
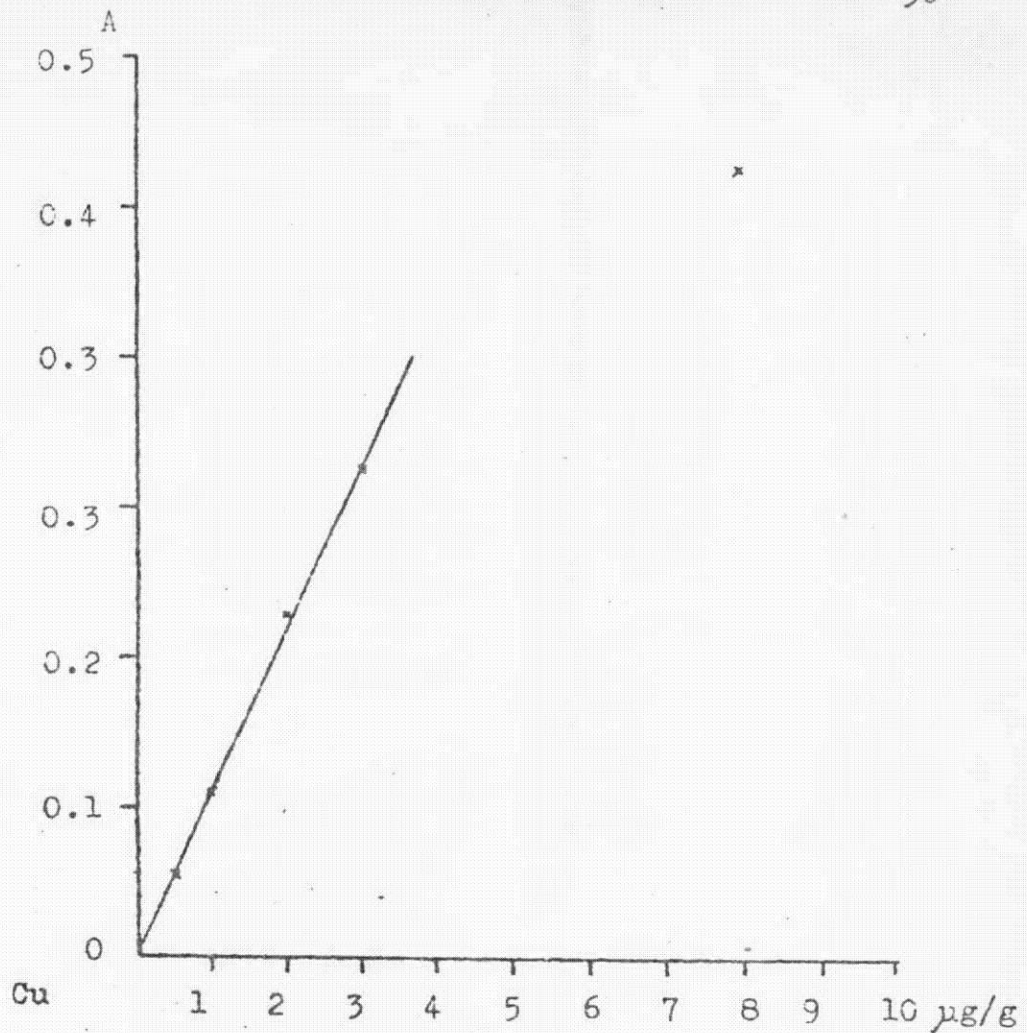
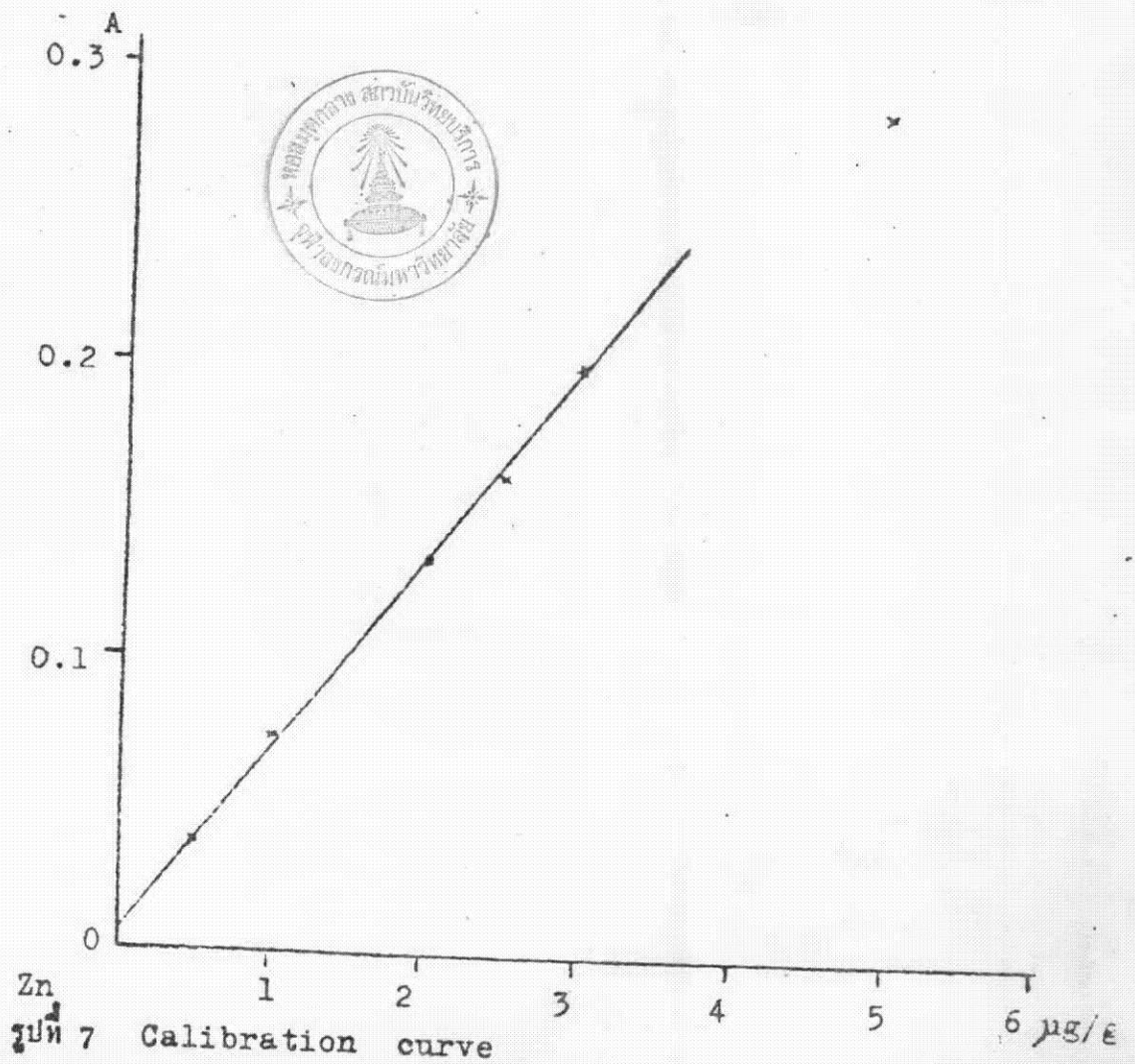
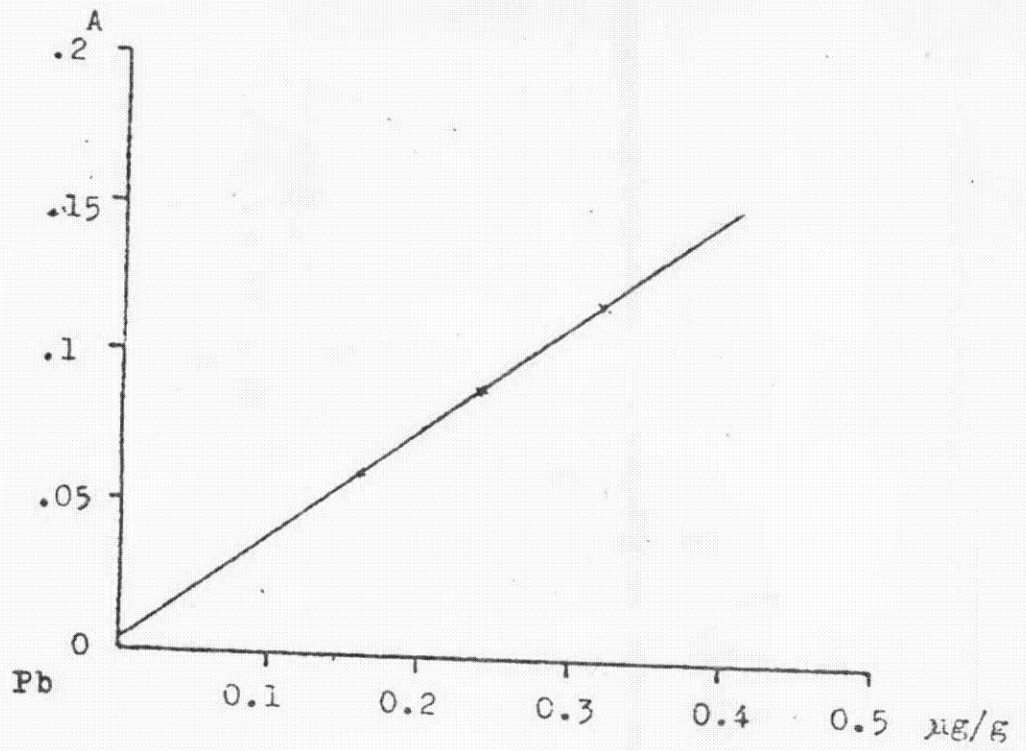
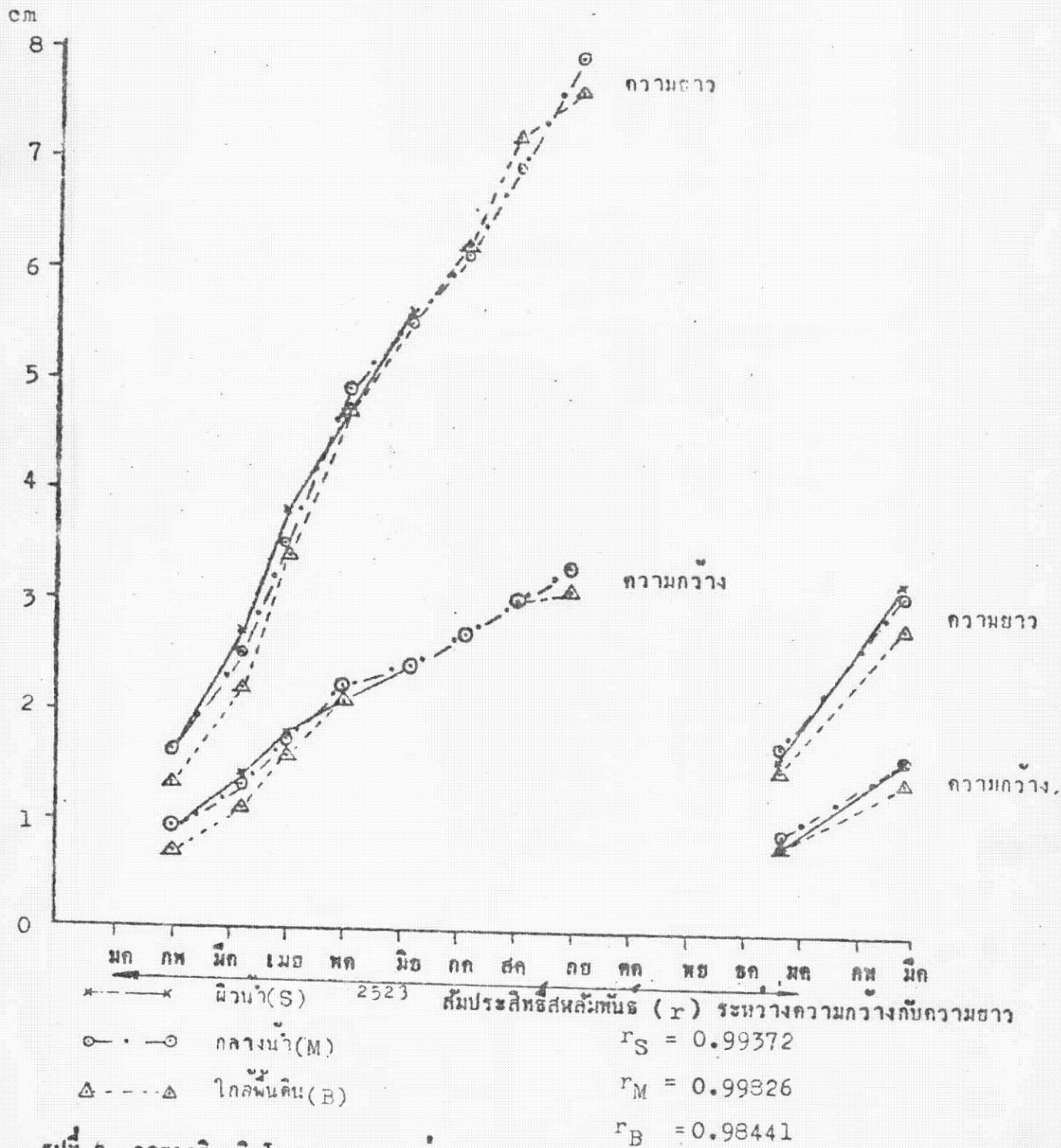


Figure 6 Calibration curve



7 Calibration curve



รูปที่ ๘ การเจริญเติบโตของหอยแมลงภู



ตารางที่ 1 Recovery percentage ของโลหะหนักแต่ละชนิด

โลหะ	ปริมาณโลหะในตัวอย่าง μg/g dry wt.	ปริมาณโลหะที่เติม μg	ปริมาณโลหะที่วัดได้ μg/g dry wt.	% Recovery
Cd	2.72	1,000	1,002	99.9
Cu	13.0	1,000	999	98.5
Pb	33.9	1,000	815	78.1
Zn	128	1,000	1,099	97.1



ตารางที่ 2 Precision ของโลหะแต่ละชนิด

โลหะ	ปริมาณโลหะ $\mu\text{g/g}$ dry weight				$\bar{x}$	S.E.
	1	2	3	4		
Cd	4.81	5.26	3.54	3.12	4.33	0.362
Cu	10.8	9.00	9.78	11.0	10.2	0.40
Pb	65.0	52.0	48.0	52.3	54.3	3.69
Zn	98.1	93.2	88.2	86.3	91.4	2.30

ตารางที่ 3 ปริมาณแคคเมียม (mg/g dry wt.) ใน P. viridis (L.)  
แต่ละระดับและในแพลงก์ตอน

Sample No	Surface(S)	Middle(M)	Bottom(B)	mean( $\bar{x}$ )	Plankton
1	1.33	0.965	0.565	0.953	1.30
2	1.26	1.50	0.892	1.22	2.12
3	1.84	0.987	1.58	1.47	1.02
4	2.79	3.83	3.37	3.33	1.43
5	2.02	2.56	3.50	2.69	1.90
6	-	2.38	2.91	2.65	2.23
7	-	3.65	2.49	3.07	2.04
8	-	3.68	3.21	3.45	2.97
9	0.599	0.472	0.656	0.576	2.74
10	0.675	0.989	0.756	0.807	3.30
mean $\bar{x}$				2.02	2.11

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณแคคเมียมกับปริมาณ  
แคคเมียมในแพลงก์ตอน  $r = 0.0933$

- ไม่มีตัวอย่างหอยแมลงภู

ตารางที่ 4 ปริมาณทองแดง ( $\mu\text{g/g dry wt.}$ ) ใน *P. viridis* (L.)  
แต่ละระดับและในแพลงก์ตอน

Sample No.	Surface(S)	Middle(M)	Bottom(B)	mean ( $\bar{x}$ )	Plankton
1	9.76	10.4	9.65	9.94	12.9
2	10.1	9.84	11.5	10.5	16.0
3	10.1	10.4	12.3	10.9	7.09
4	12.0	12.7	8.92	11.2	22.5
5	10.4	9.25	8.89	9.51	16.2
6	—	9.32	9.00	9.16	10.4
7	—	10.0	10.6	10.3	26.3
8	—	9.93	8.75	9.34	14.3
9	9.58	7.37	7.77	8.24	23.3
10	9.23	8.15	9.54	8.97	59.2
mean $\bar{x}$				9.80	20.8

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณทองแดงกับปริมาณทองแดง  
ในแพลงก์ตอน  $r = -0.3181$

— ไม่มีตัวอย่างหอยแมลงภู

ตารางที่ 5 ปริมาณตะกั่ว (ug/g dry wt.) ใน P. viridis (L.)  
แต่ละระดับและในแพลงก์ตอน

Sample No	Surface(S)	Middle(M)	Bottom(B)	mean ( $\bar{x}$ )	Plankton
1	31.4	37.3	34.2	34.3	51.9
2	39.3	38.5	37.4	38.4	43.0
3	28.9	48.2	24.4	33.8	65.0
4	24.5	45.4	37.1	35.7	49.0
5	37.1	29.8	26.4	31.1	86.0
6	—	42.8	37.1	40.0	49.3
7	—	28.6	42.0	35.3	35.9
8	—	44.0	37.1	40.6	32.7
9	74.7	156	84.4	105	69.9
10	21.9	22.5	33.7	26.0	80.7
mean $\bar{x}$				42.0	56.3

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วในหอยกับปริมาณตะกั่ว  
ในแพลงก์ตอน  $r = 0.1032$

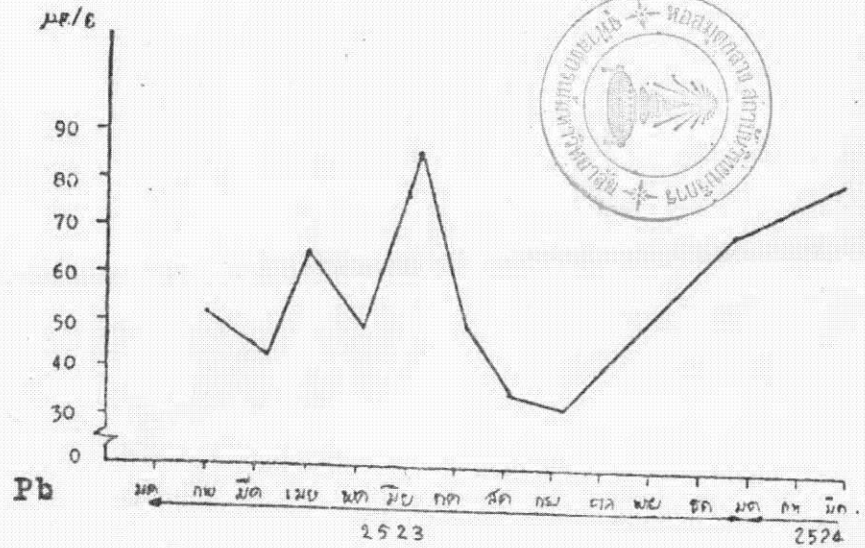
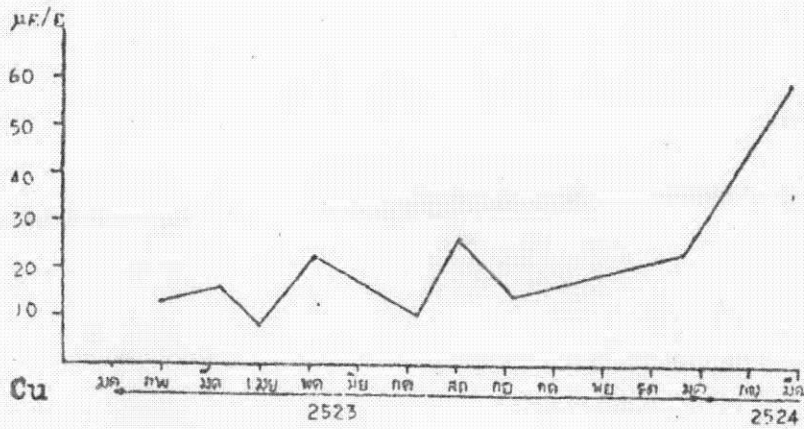
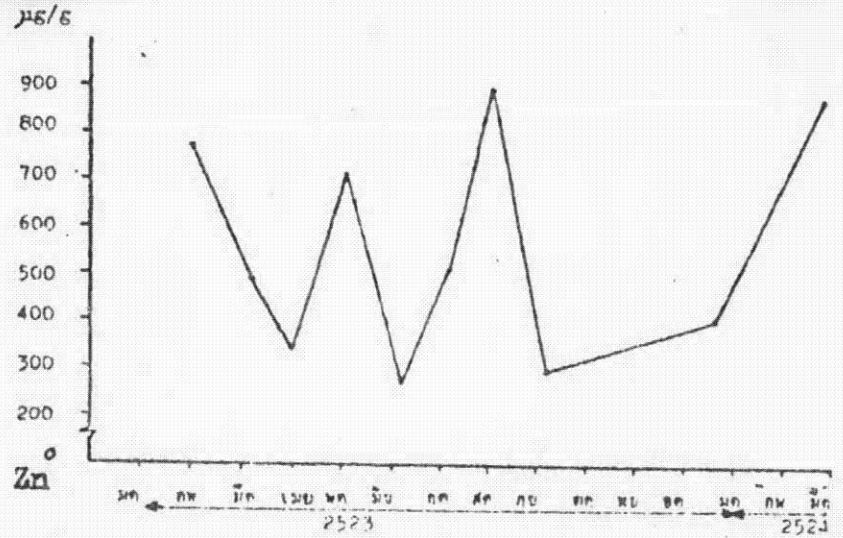
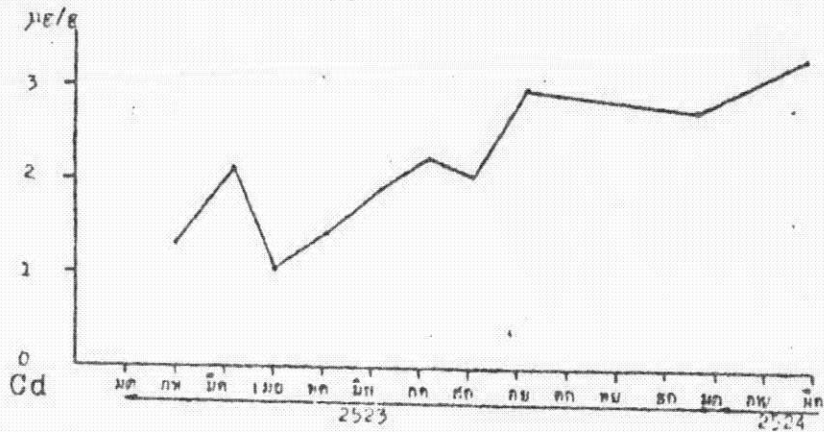
— ไม่มีตัวอย่างหอยแมลงภู

ตารางที่ 6 ปริมาณสังกะสี ( $\mu\text{g/g}$  dry wt.) ใน *P. viridis* (L.)  
แต่ละระดับและในแพลงก์ตอน

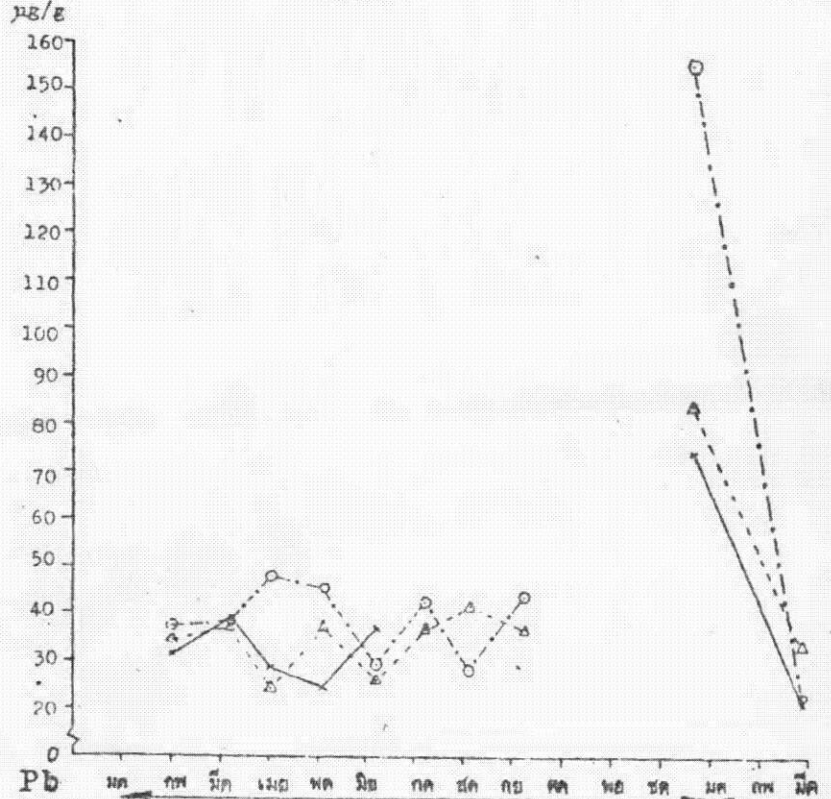
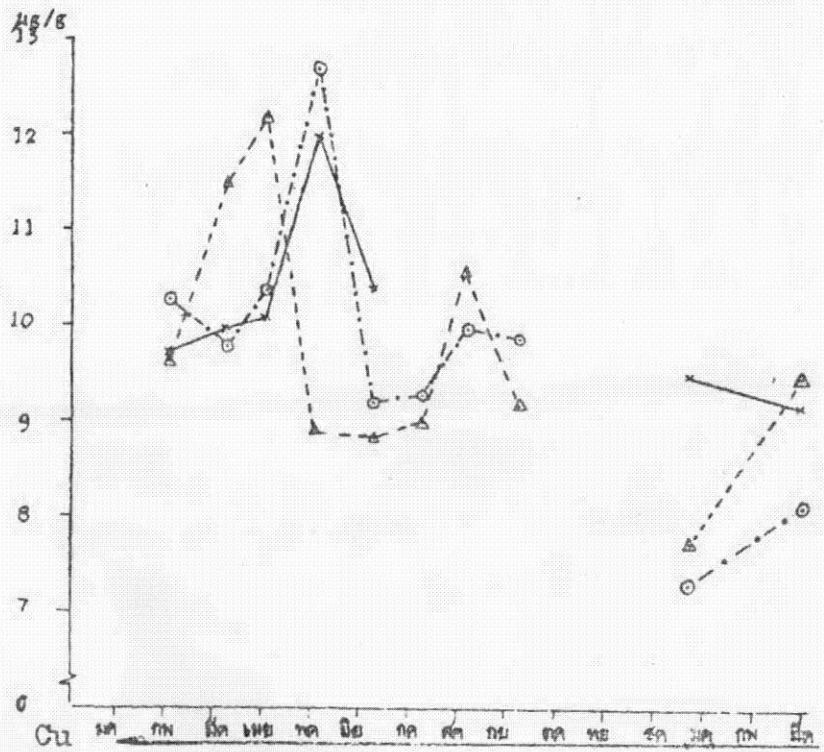
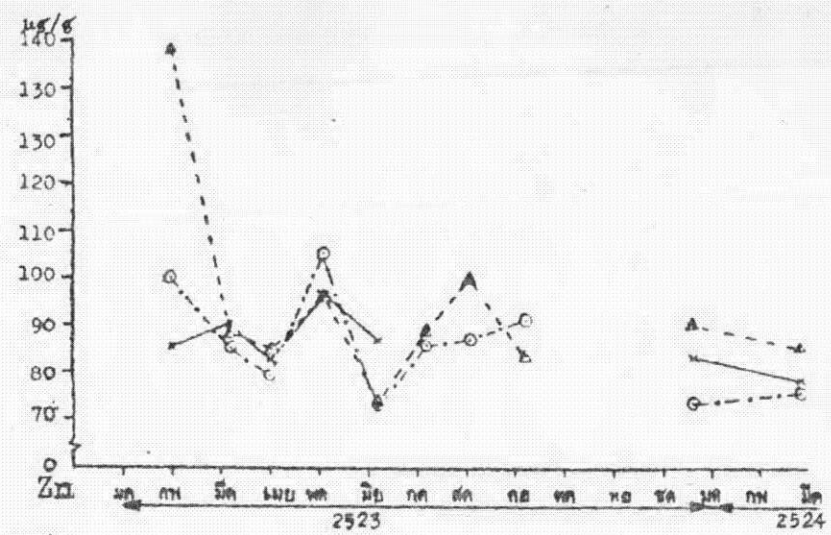
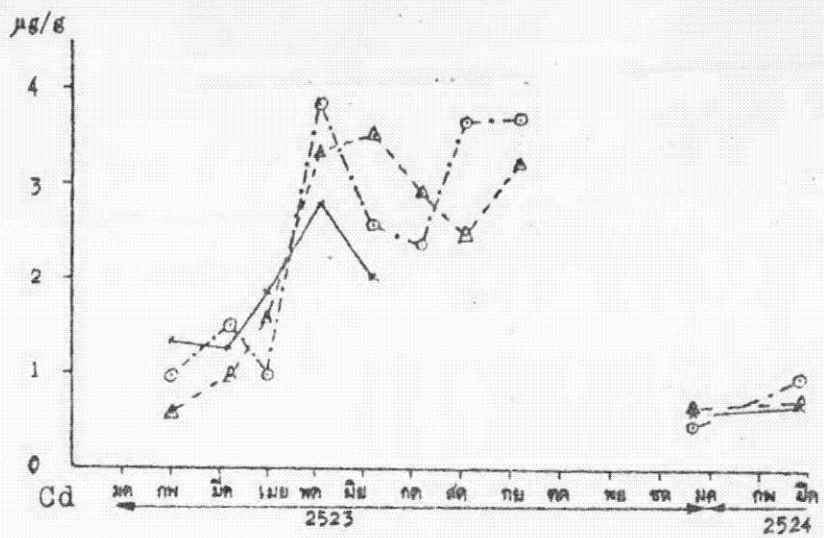
Sample No.	Surface (S)	Middle(M)	Bottom(B)	mean( $\bar{x}$ )	Plankton
1	85.3	100	148	111	771
2	90.5	85.1	88.3	88.0	487
3	82.8	79.4	84.7	82.3	338
4	96.5	105	90.6	97.4	712
5	86.9	73.1	73.3	77.8	270
6	—	85.8	89.0	87.4	514
7	—	87.1	100	93.6	894
8	—	91.2	83.4	87.3	297
9	83.8	73.7	90.3	82.6	452
10	78.6	76.0	85.8	80.1	870
mean $\bar{x}$				88.8	560

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณสังกะสีในหอยกับปริมาณ  
สังกะสีในแพลงก์ตอน  $r = 0.5149$

— ไม่มีตัวอย่างหอยแพลงก์



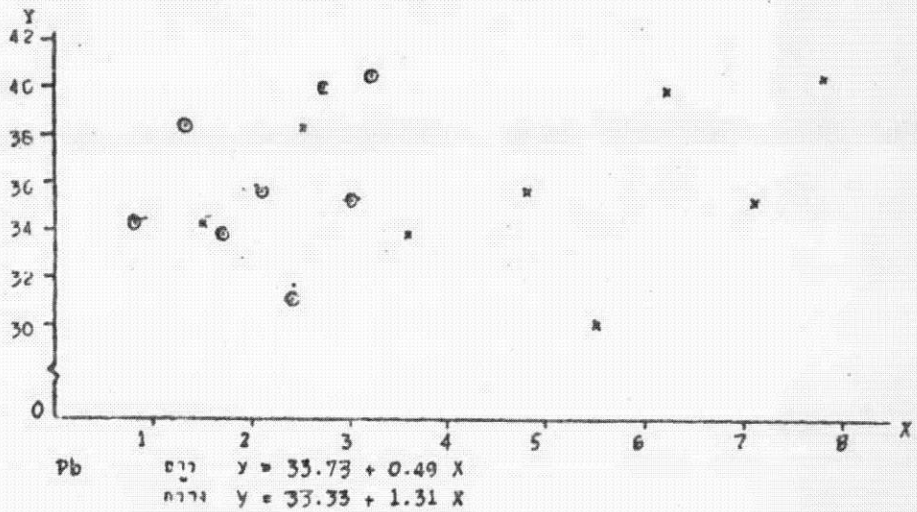
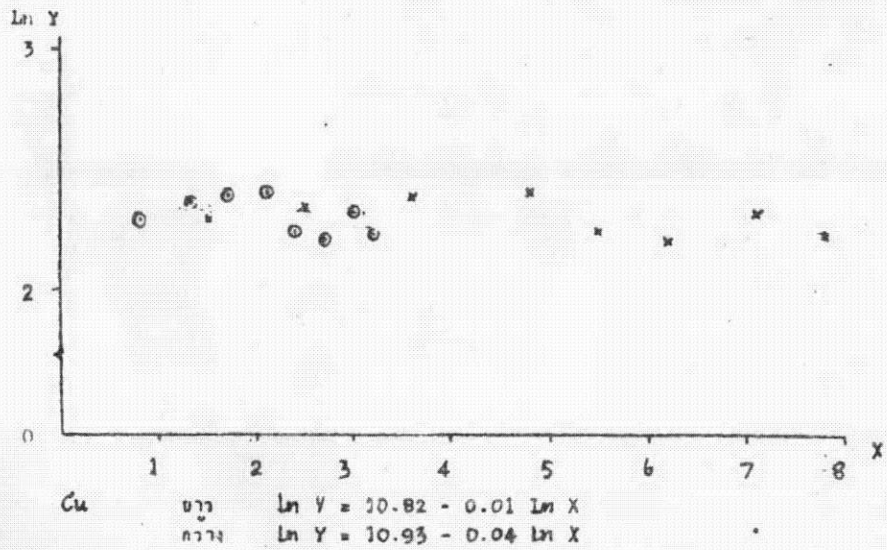
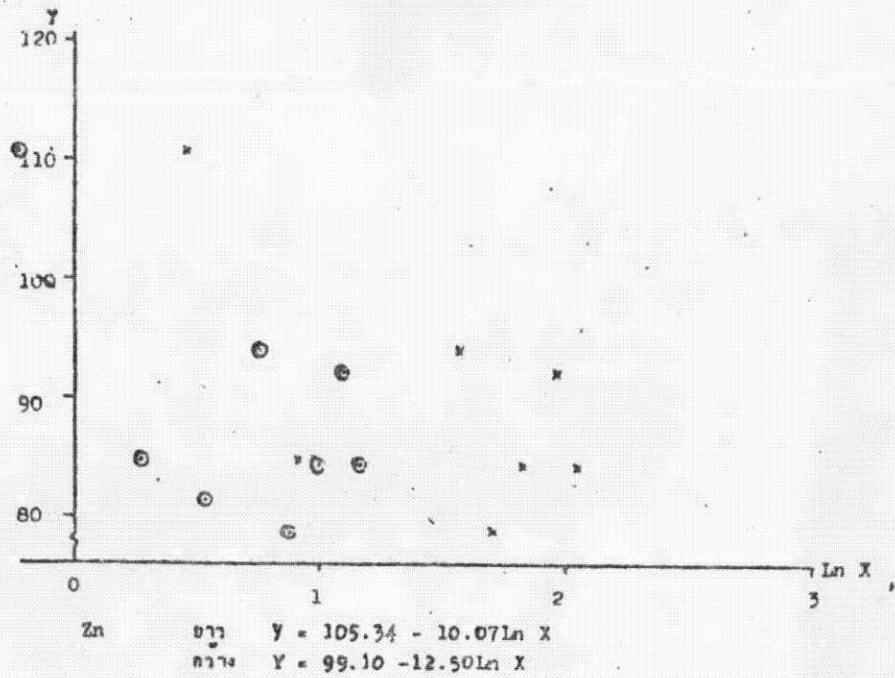
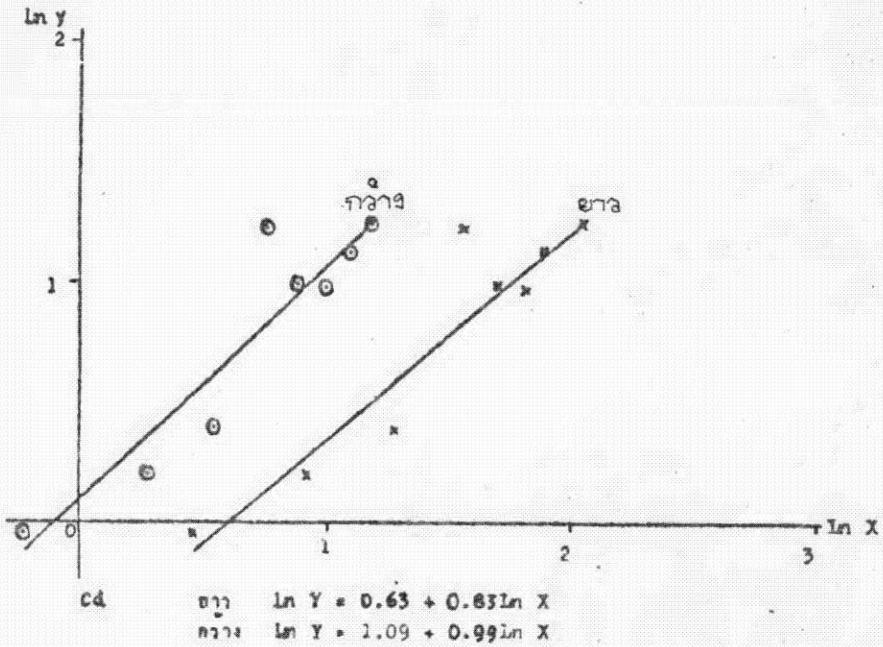
รูปที่ 9 ปริมาณโลหะหนัก ug/g dry wt. ในเมล็ดคอกอน



ตัวอย่าง      ๐- - -๐      กลางน้ำ      Δ- - -Δ      ใกล้พื้นดิน

รูปที่ 10 ปริมาณโลหะหนักในหอยแครง  $\mu\text{g/g dry wt.}$





รูปที่ 11 สัมการเส้นตรงของปริมาณโลหะหนักกับขนาดของหอยแมลงภู

ตารางที่ 7 ปริมาณโลหะในหอยแมลงภู 25 ตัว จากตัวอย่างครั้งที่ 11

	$\bar{X}$ ug/g dry wt.	S.E.	Range
Cd	0.816	0.049	1.21 - 0.551
Cu	9.82	0.387	12.9 - 7.15
Pb	10.9	0.78	24.5 - 5.43
Zn	87.6	3.15	118 - 56.9

ตารางที่ 8 น้ำหนักและขนาดของหอยแมลงภู 25 ตัว จากตัวอย่างครั้งที่ 11

	$\bar{X}$	S.E.
ความยาว	7.6	0.10
ความกว้าง	3.2	0.04
น้ำหนักเปียก	8.1635	0.53806
น้ำหนักแห้ง	1.1047	0.04259