

บทที่ 3

ผลการทดลอง

3.1 ประเมินความเที่ยงตรงของวิธีการตรวจหาสมรรถนะของเอนไซม์โพลินีเอสเทอเรส ในเลือด, กล้ามเนื้อ และเส้นประสาทของกิ้งก่าดำ

3.1.1 ทำการตรวจหาสมรรถนะของเอนไซม์ในเลือดกิ้งที่รวบรวมไว้จากกิ้งหลาย ๆ ตัว (pooled hemolymph) ทำการตรวจทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงผลที่ได้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความเที่ยงตรงของการตรวจวัดสมรรถนะของเอนไซม์โพลินีเอสเทอเรสในเลือดกิ้ง

ตัวอย่างที่	สมรรถนะของเอนไซม์ (IU)
1	3.1×10^{-2}
2	3.3×10^{-2}
3	3.1×10^{-2}
4	3.4×10^{-2}
5	3.2×10^{-2}
6	3.0×10^{-2}
7	3.4×10^{-2}
8	3.27×10^{-2}
9	3.15×10^{-2}
10	3.4×10^{-2}

$$\bar{X} = 3.23 \times 10^{-2}$$

$$SD = 1.44 \times 10^{-3}$$

$$\%CV = 4.46$$

3.1.2 ทำการตรวจหาสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลินเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อของกึ่งที่รวบรวมไว้หลาย ๆ ตัว (pooled muscle) ทำการตรวจทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงผลที่ได้ดังในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ความเที่ยงตรงของการตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลินเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อกึ่ง

ตัวอย่างที่	สมรรถนะของเอ็นไซม์ (IU)
1	3.85
2	3.76
3	3.85
4	3.96
5	3.93
6	3.82
7	3.87
8	3.85
9	4.08
10	4.02

$$\begin{aligned} \bar{X} &= 3.9 \\ SD &= 9.76 \times 10^{-2} \\ \%CV &= 2.5 \end{aligned}$$

3.1.3 ทำการตรวจสอบสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรสในเส้นประสาทของกิ้งก่าค้ำที่รวบรวมไว้หลาย ๆ ตัว (pooled nerve) ทำการตรวจทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงผลที่ได้ดังในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความเที่ยงตรงของการตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรสในเส้นประสาทของกิ้งก่าค้ำ

ตัวอย่างที่	สมรรถนะของเอ็นไซม์ (IU)
1	19.6
2	18.9
3	19.2
4	19.1
5	20.0
6	19.5
7	19.5
8	20.2
9	18.3
10	19.3

$$\begin{aligned} \bar{X} &= 19.36 \\ SD &= 5.42 \times 10^{-1} \\ \%CV &= 2.79 \end{aligned}$$

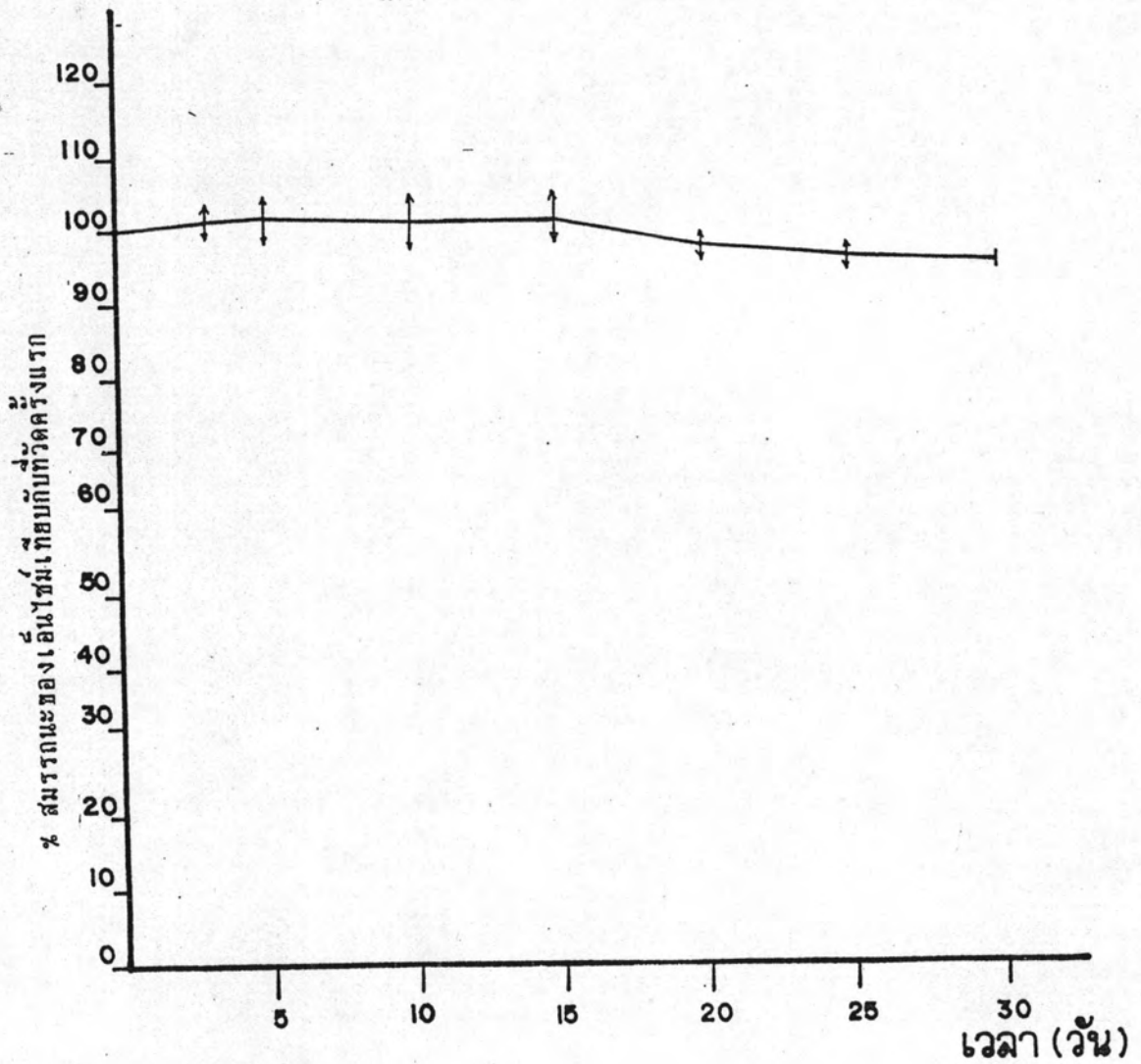
3.2 ผลการศึกษาความคงตัวของเอ็นไซม์โพรลีนเอสเทอร์สในเลือด, กล้ามเนื้อและเส้นประสาท

3.2.1 ความคงตัวของเอ็นไซม์โพรลีนเอสเทอร์สในเลือดกึ่ง

ทำการตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์ในเลือดกึ่งที่นำมา 5 ตัวอย่าง โดยวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์แต่ละชุดตามระยะเวลาดังนี้ คือ 0, 3, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 10 และรูปที่ 12

ตารางที่ 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเอ็นไซม์โพรลีนเอสเทอร์สในเลือดกึ่งในระยะเวลา 30 วัน

วันที่	สมรรถนะของเอ็นไซม์ (IU)				
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5
0	1.47×10^{-1}	2.28×10^{-1}	6.77×10^{-2}	5.2×10^{-2}	3.59×10^{-2}
3	1.48×10^{-1}	2.13×10^{-1}	7.17×10^{-2}	5.25×10^{-2}	3.8×10^{-2}
5	1.48×10^{-1}	2.13×10^{-1}	7.28×10^{-2}	5.1×10^{-2}	3.91×10^{-2}
10	1.48×10^{-1}	2.12×10^{-1}	7.72×10^{-2}	5.15×10^{-2}	3.6×10^{-2}
15	1.39×10^{-1}	2.21×10^{-1}	7.28×10^{-2}	5.1×10^{-2}	4.02×10^{-2}
20	1.39×10^{-1}	2.2×10^{-1}	6.96×10^{-2}	5.07×10^{-2}	3.5×10^{-2}
25	1.41×10^{-1}	2.1×10^{-1}	6.7×10^{-2}	5.10×10^{-2}	3.48×10^{-2}
30	1.41×10^{-1}	2.2×10^{-1}	6.63×10^{-2}	4.78×10^{-2}	3.48×10^{-2}
\bar{X}	1.44×10^{-1}	2.17×10^{-1}	7.06×10^{-2}	5.09×10^{-2}	3.67×10^{-2}
SE	1.49×10^{-3}	2.16×10^{-3}	1.30×10^{-3}	4.96×10^{-4}	7.43×10^{-4}



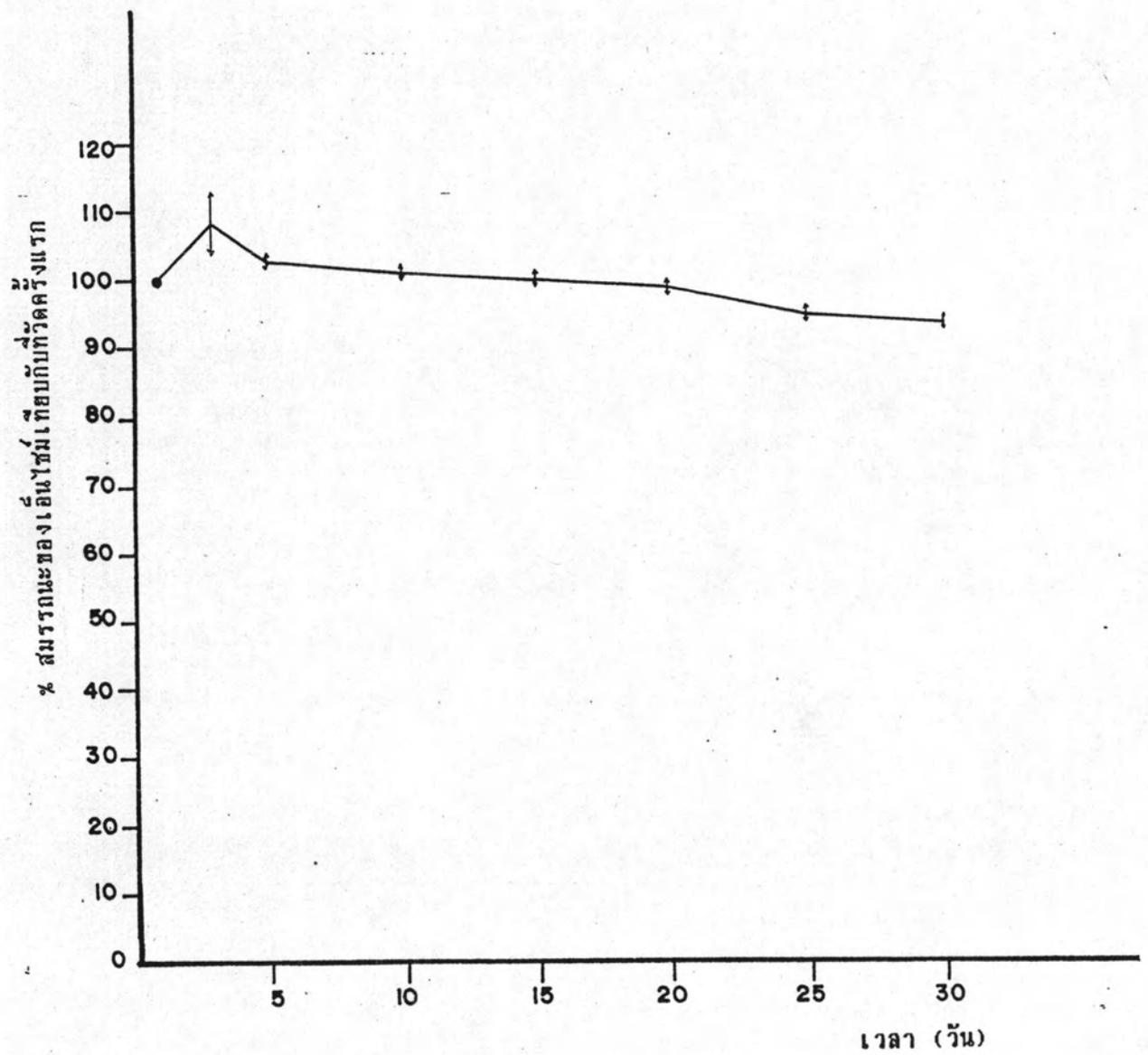
รูปที่ 12 แสดงความคงตัวของไส้เดือนโพลินเอสเทอเรสในเลือดของกึ่งกลาดำโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สมรรถนะของไส้เดือนที่วัดครั้งแรก แสดงผลที่ได้เป็น $\bar{X} \pm SE$ และจากจำนวนกึ่ง 5 ตัว

3.2.2 ความคงตัวของสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อ

ทำการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์ในกล้ามเนื้อของกึ่งที่นำมา 5 ตัวอย่าง โดยการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์ แต่ละชุดตามระยะเวลาดังนี้ คือ 0, 3, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 11 และรูปที่ 13

ตารางที่ 11 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อในระยะเวลา 30 วัน

วันที่	สมรรถนะของเอ็นไซม์ (IU)				
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5
0	1.89	1.84	1.95	1.51	1.78
3	1.9	1.9	2.05	1.62	1.8
5	1.92	1.88	2.01	1.6	1.84
10	1.87	1.86	1.98	1.55	1.82
15	1.89	1.79	1.98	1.54	1.8
20	1.85	1.80	1.94	1.51	1.8
25	1.8	1.79	1.79	1.43	1.71
30	1.78	1.78	1.75	1.4	1.73
\bar{X}	1.86	1.83	1.93	1.93	1.79
SE	1.75×10^{-2}	1.64×10^{-2}	1.32×10^{-2}	2.69×10^{-2}	1.56×10^{-2}



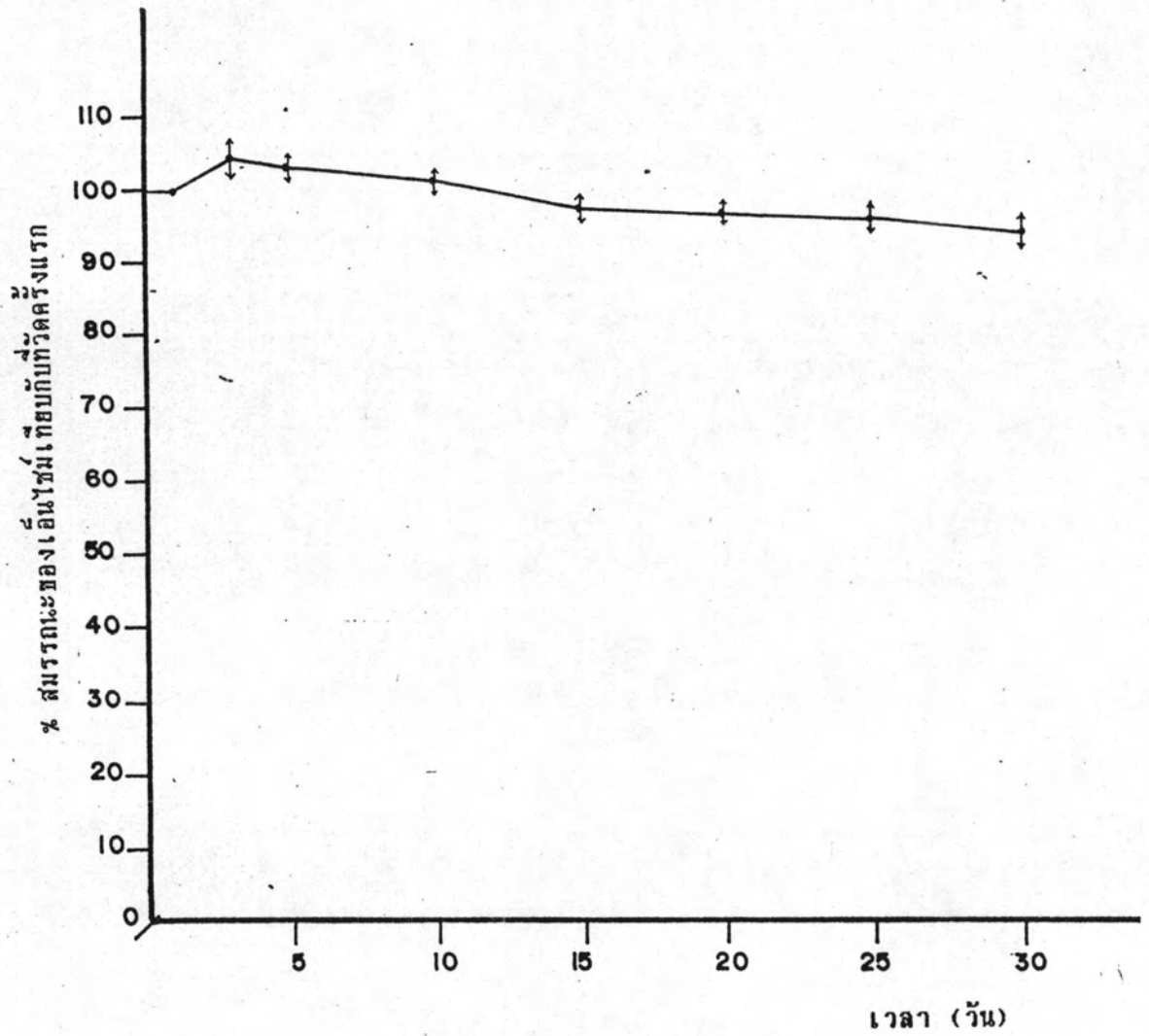
รูปที่ 13 แสดงความคงตัวของเอนไชร์โพลินเอสเทอร์ในกล้ามเนื้อของกิ้งกูดาค่า โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สมรรถนะของเอนไชร์ที่วัดครั้งแรก แสดงผลที่ได้เป็น $\bar{X} \pm SE$ และจากจำนวนกิ้ง 5 ตัว

3.2.3 ความคงตัวของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอร์ในเส้นประสาทของกิ้งกูดาค่า

ทำการตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์ในเส้นประสาทของกิ้งที่นำมา 5 ตัวอย่าง โดยวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์แต่ละชุดตามระยะเวลาดังนี้ คือ 0, 3, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 12 และรูปที่ 14

ตารางที่ 12 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอร์ในเส้นประสาทของกิ้งกูดาค่า ในระยะเวลา 30 วัน

วันที่	สมรรถนะของเอ็นไซม์ (IU)				
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5
0	34.7	93.2	82.4	54.30	49.40
3	34.4	105.0	86.4	57.40	48.70
5	36.7	97.6	83.8	57.40	49.40
10	35.0	94.1	83.0	56.0	50.0
15	34.0	93.0	82.0	55.0	45.0
20	33.5	91.0	81.90	53.0	47.0
25	33.8	89.0	81.50	49.70	48.0
30	31.0	86.9	77.80	51.7	50.70
\bar{X}	34.14	93.73	82.35	54.31	48.53
SE	5.68×10^{-1}	1.98	6.52×10^{-1}	9.66×10^{-1}	6.48×10^{-1}

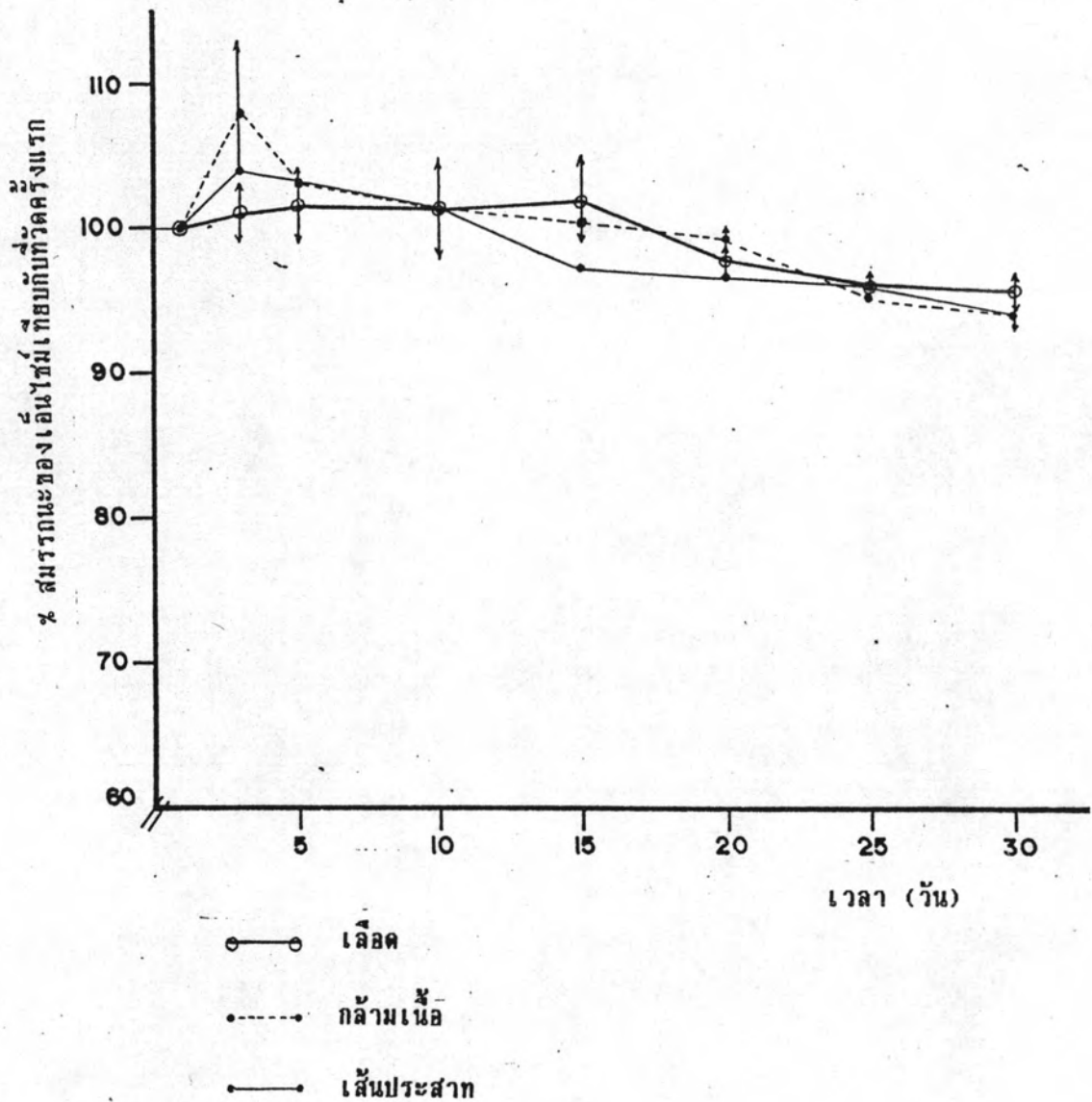


รูปที่ 14 แสดงความคงตัวของเอ็นไซม์โพลีฟอสเฟตเอสเทอเรสในเส้นประสาทของกิ้งกูดาค่า โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความสามารถของเอ็นไซม์ที่วัดครั้งแรก ($\bar{X} \pm SE$)

ทำการเปรียบเทียบความคงตัวของเอ็นไซม์ในเลือด กล้ามเนื้อ และเส้นประสาท
ของกิ้งในตารางที่ 13 และรูปที่ 15

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบค่าความคงตัวของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรสในเลือด กล้ามเนื้อ
และเส้นประสาท โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สมรรถนะของเอ็นไซม์ที่วัดครั้งแรก

ชนิดของ เนื้อเยื่อ	เวลา (วัน)							
	0	3	5	10	15	20	25	30
เลือด ($\bar{X} \pm SE$)	100	101.2 ± 2.3	101.56 ± 2.9	101.28 ± 3.45	101.86 ± 3.31	97.86 ± 1.32	96.0 ± 1.13	95.8 ± 1.07
กล้ามเนื้อ ($\bar{X} \pm SE$)	100	108.2 ± 5.15	103.24 ± 0.74	101.26 ± 0.65	100.38 ± 0.83	99.24 ± 0.62	95.0 ± 0.9	94.16 ± 1.35
เส้นประสาท ($\bar{X} \pm SE$)	100	104.88 ± 2.56	103.58 ± 1.16	101.3 ± 0.44	97.93 ± 1.79	97.26 ± 0.7	96.1 ± 1.26	94.96 ± 2.16



รูปที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคงตัวของเอ็นไซม์โพลินเอสเทอเรสในเลือด กล้ามเนื้อ และเส้นประสาท โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สมรรถนะของเอ็นไซม์ ที่วัดครั้งแรก ($\bar{X} \pm SE$)

3.3 ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ recovery ของการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โคลีนเอสเทอเรสในเลือด กล้ามเนื้อ เส้นประสาท

3.3.1 การศึกษาเปอร์เซ็นต์ recovery ของวิธีการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โคลีนเอสเทอเรส โดยการนำ Bovine enzyme cholinesterase standard มาเตรียมให้ได้ปริมาณของเอ็นไซม์ 0.01375-0.88 IU/มล. แล้วเติมลงไปนเลือดที่ทราบค่าสมรรถนะของเอ็นไซม์แล้วทำการตรวจหาสมรรถนะของเอ็นไซม์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าสมรรถนะของเอ็นไซม์ที่วัดได้กับค่าที่ควรจะเป็น ดังตารางที่ 14

$$\text{การคิดค่าเปอร์เซ็นต์ recovery คำนวณจาก} \\ \text{เปอร์เซ็นต์ที่วัดได้} = \frac{\text{ค่าที่วัดได้}}{\text{ค่าที่ควรจะเป็น}} \times 100$$

ตารางที่ 14 แสดงค่า Percentage recovery วิธีการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โคลีนเอสเทอเรสในเลือดกึ่ง

	ค่าที่ควรจะเป็น (IU) (Theoretical value)	ค่าที่วัดได้ (IU) (Duplicated determined value)	เปอร์เซ็นต์ที่วัดได้ (Percentage recovery)
ปริมาณบัฟเฟอร์ 3 มล. และเลือดกึ่ง 50 μ l substrate 20 μ l ใส standard เอ็นไซม์ 50 μ l ในความเข้มข้น			
0.88 IU/ml	0.92	0.74, 0.75	80.43, 81.52
0.44 IU/ml	0.53	0.56, 0.54	105.7, 101.9
0.22 IU/ml	0.36	0.37, 0.35	102.8, 97.2
0.11 IU/ml	0.25	0.23, 0.24	92.0, 96.0
0.055 IU/ml	0.14	0.16, 0.16	114.2, 114.2
0.0275 IU/ml	0.12	0.15, 0.15	125, 125
0.01375 IU/ml	0.10	0.13, 0.12	130.0, 120.0

3.3.2 ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ recovery ของวิธีการวัดสมรรถนะของ เอ็นไซม์โพลีโนเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อของกิ้งก่า โดยการนำ Bovine enzyme cholinesterase standard มาเตรียมให้ได้ปริมาณของเอ็นไซม์ 0.1375-2.2 IU/มล. แล้วเติมลงไปกล้ามเนื้อที่ผ่านการบดแล้ว ซึ่งทราบค่าการทำงานของเอ็นไซม์แล้วเกิดการตรวจการทำงานของเอ็นไซม์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าการทำงานของเอ็นไซม์ที่วัดได้กับค่าควรจะเป็น ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ Recovery ของวิธีการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์ในกล้ามเนื้อของกิ้งก่า

	ค่าที่ควรจะเป็น (IU)	ค่าที่วัดได้ (IU)	เปอร์เซ็นต์ที่วัดได้
ปริมาณบัฟเฟอร์ 2.6มล. กล้ามเนื้อ 0.4 มล. substrate 20 μ l standard เอ็นไซม์ 50 μ l ในความเข้มข้น			
2.2 IU	0.514	0.513, 0.526	99.75, 102.3
1.1 IU	0.377	0.357, 0.375	94.7, 99.5
0.55 IU	0.308	0.304, 0.308	98.74, 100
0.275 IU	0.273	0.266, 0.263	97.4, 96.3
0.1375 IU	0.256	0.258, 0.248	100.8, 93.75

3.3.3 ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ Recovery ของวิธีการวัดสมรรถนะของ เอ็นไซม์ในเส้นประสาทของกิ้งกูด้า โดยการนำ Bovine enzyme cholinesterase standard มาเตรียมให้ได้ปริมาณของเอ็นไซม์ 0.1375-2.2 IU/มล. แล้วเติมลงไป ในเส้นประสาทที่บดแล้ว ซึ่งทราบค่าการทำงานของเอ็นไซม์แล้วทำการตรวจวัดสมรรถนะของ เอ็นไซม์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าการทำงานของเอ็นไซม์ที่วัดได้กับค่าที่ควรจะเป็น ดัง ตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ Recovery วิธีการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์ใน ventral nerve cord ของกิ้งกูด้า

	ค่าที่ควรจะเป็น (IU)	ค่าที่วัดได้ (IU)	เปอร์เซ็นต์ที่วัดได้
ปริมาณบัฟเฟอร์ 2.6มล. กลีมาเนอ 0.4 มล. substrate 20 μ l standard เอ็นไซม์ 50 μ l ในความเข้มข้น			
2.2 IU	12.51	13.19, 13.73	105.41, 109.80
1.1 IU	7.01	8.35, 7.58	119.1, 108.17
0.55 IU	4.26	5.05, 4.92	118.66, 115.57
0.275 IU	2.89	3.10, 3.04	107.26, 105.32
0.1375IU	2.2	2.43, 2.32	110.45, 104.55

3.4 พิษเฉียบพลัน (Acute Toxicity) ของเมทิลพาราไธออน (methyl parathion) ในกิ้งกูดดำ

3.4.1 อาการทั่วไปของกิ้งกูดดำที่ได้รับเมทิลพาราไธออน

จากการใส่เมทิลพาราไธออนในน้ำที่ใช้เลี้ยงกิ้งกูดดำ บันทึกรผลการทดลองเป็นเวลา 96 ชั่วโมง พบว่าอาการเป็นพิษของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อกิ้งกูดดำ มีความรุนแรงตามขนาดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ได้รับอาการที่ปรากฏได้สรุปแยกเป็นกลุ่มดังนี้ คือ

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 1 ppb หลังจากได้รับเมทิลพาราไธออน 3 ชั่วโมง กิ้งกูดดำแสดงอาการตื่นเต็นกระวนกระวาย (hyperexcitability) กระสับกระส่าย การเคลื่อนไหวไม่มีทิศทางที่แน่นอนมีการว่ายน้ำวนรอบอ่าง และดีดตัวอย่างรวดเร็ว การเคลื่อนไหวของกิ้งกูดดำในกลุ่มนี้แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด โดยที่กิ้งกูดดำในกลุ่มควบคุมจะอยู่ที่พื้นอ่างอย่างสงบ กิ่งกินอาหารได้ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ประมาณ 1-2 วัน กิ่งกลับมีอาการเป็นปกติ ในกลุ่มนี้ไม่มีกิ่งตายน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 20 ppb กิ่งแสดงอาการเป็นพิษรุนแรงขึ้นอาการของกิ่งเกิดขึ้นหลังจากได้รับเมทิลพาราไธออน 3 ชั่วโมง กิ่งกินอาหารได้ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลับมีอาการปกติใช้เวลานานประมาณ 1-2 วัน เมื่อผ่านไป 6 ชั่วโมง เริ่มมีกิ่งตายน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 40 ppb กิ่งแสดงอาการเป็นพิษรุนแรงมากขึ้น และมากกว่ากลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 20 ppb และเกิดหลังจากได้รับเมทิลพาราไธออน ประมาณ 3 ชั่วโมงเช่นกัน และเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 4 ชั่วโมง เริ่มมีกิ่งตายโดยเฉพาะในช่วงแรก ๆ จะตายมากกว่าช่วงหลังจนเมื่อผ่านไปในวันที่ 2-3 กิ่งจึงเริ่มกลับมีอาการเป็นปกติแต่ยังกินอาหารได้น้อย

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 50 ppb กิ่งแสดงอาการเหมือนกับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออนขนาด 40 ppb

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไซออน 75 ppb กุ้งแสดงอาการเป็นพิษเร็วขึ้น คือ ภายในเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากได้รับเมทิลพาราไซออน และแสดงอาการรุนแรงมาก มีอาการกระสับกระส่ายมากขึ้น ต่อมากุ้งจะตกลงสู่พื้นอ่างมีอาการชักกระตุกและตาย กุ้งเริ่มตายภายในเวลา 4 ชั่วโมงหลังได้รับเมทิลพาราไซออน ใน 4-7 ชั่วโมงแรก กุ้งจะตายที่เดียวพร้อมกันหลาย ๆ ตัว จนครบ 96 ชั่วโมง กุ้งที่ยังไม่ตายทั้ง 10 ตัว ยังคงมีอาการกระสับกระส่าย

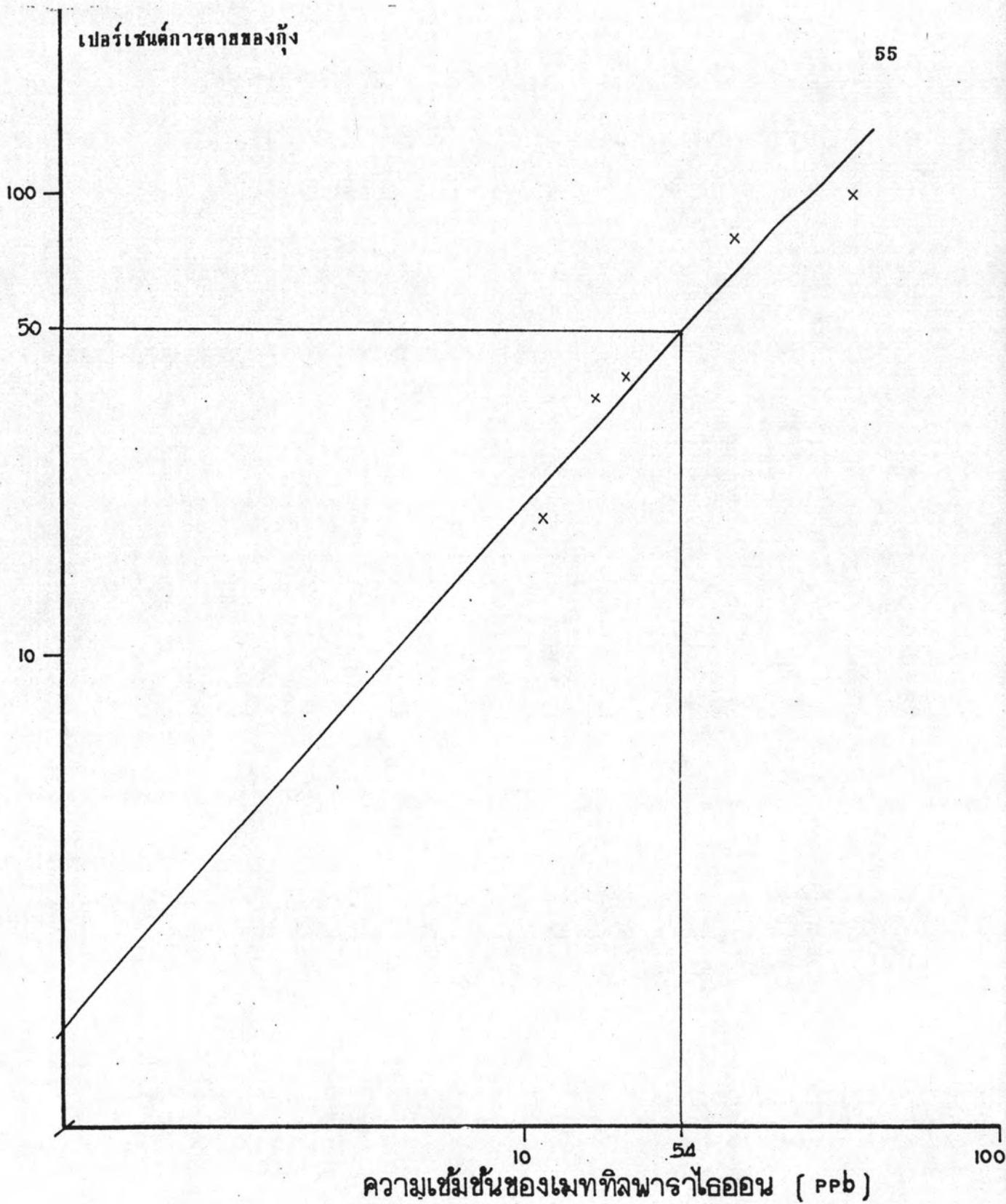
กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไซออน 90 ppb อาการพิษจะเกิดพร้อม ๆ กับในกลุ่ม 75 ppb แต่รุนแรงมากกว่าในกลุ่มนี้ กุ้งจะตายหมดในเวลา 2 วัน

เมื่อครบ 96 ชั่วโมงเปรียบเทียบและแสดงผลการทดลองดังในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 จำนวนการตายของกุ้งกุลาดำภายหลังได้รับเมทิลพาราไซออนในช่วงเวลาที่ศึกษา

ความเข้มข้นของ เมทิลพาราไซออน (ppb)	จำนวน สัตว์ทดลอง (ตัว)	จำนวนสัตว์ที่ตาย						จำนวนสัตว์ ตาย (เปอร์เซ็นต์)
		0-6	6-24	24-48	48-72	72-96	รวม(ตัว)	
กลุ่มควบคุม	50	-	-	-	-	-	-	-
1 ppb	50	-	-	-	-	-	-	0
20 ppb	50	-	5	3	1	1	10	20
40 ppb	50	10	4	2	1	1	18	36
50 ppb	50	10	5	3	1	1	20	40
75 ppb	50	20	15	1	2	2	40	80
90 ppb	50	30	15	5	-	-	50	100

3.4.2 ค่า Median lethal concentration ภายในเวลา 96 ชั่วโมง (LC_{50} , 96 hr) จากรูปที่ 16 คำนวณหาค่า median lethal concentration ได้ค่าเท่ากับ 54 ppb (คู่มือการคิดจากภาคผนวก)



รูปที่ 16 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออน กับเปอร์เซ็นต์การคายของกึ่ง

3.4.3 ผลของเมทิลพาราไธออนต่อสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีเอสเทอเรส

3.4.3.1 ผลของเมทิลพาราไธออนต่อสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีเอสเทอเรสในเลือดกึ่ง

พบว่าสมรรถนะของเอ็นไซม์อะซีลโพลีดีเอสเทอเรสเปลี่ยนแปลงไปแต่ไม่เป็นไปตามขนาดความเข้มข้นของซาโคสที่ในขนาด 50 ppb มีสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีเอสเทอเรสมากที่สุด คือ $2.77 \times 10^{-1} \pm 2.99 \times 10^{-2}$ IU รองลงมาคือกลุ่ม 20 ppb, กลุ่มควบคุม 90 ppb, 1 ppb และกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 75 ppb มีสมรรถนะของเอ็นไซม์เอสเทอเรสต่ำที่สุด ($8.39 \times 10^{-2} \pm 6.03 \times 10^{-3}$ IU)

ตารางที่ 18 เป็นค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีเอสเทอเรสของแต่ละช่วงเวลาที่ตาย และรูปที่ 17 แสดงผลเป็นแผนภูมิแท่งของข้อมูลจากตารางที่ 18 รูปที่ 18 และตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยของระดับเอ็นไซม์ที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งกลุ่ม เปอร์เซ็นต์ของการยับยั้งไม่ขึ้นกับขนาดของเมทิลพาราไธออนที่ได้รับ (ดังรูปที่ 19)

3.4.3.2 ผลของเมทิลพาราไธออนต่อการทำงานของเอ็นไซม์โพลีดีเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อ

ตารางที่ 20 แสดงถึงสมรรถนะของเอ็นไซม์ ChE ในกล้ามเนื้อกึ่งกุดาค่าในแต่ละช่วงเวลาที่ตายเปรียบเทียบผลในรูปที่ 20

เมทิลพาราไธออนในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน มีผลต่อการทำงานของเอ็นไซม์โพลีดีเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อของกึ่งกุดาค่า โดยเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับเมทิลพาราไธออน พบว่า ระดับการทำงานของเอ็นไซม์ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทุกความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออนที่ใช้ในการทดลองโดยที่เมทิลพาราไธออนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ใช้สามารถยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์โพลีดีเอสเทอเรส (ดูรูปที่ 21) เปอร์เซ็นต์ของการยับยั้งจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออนเพิ่มขึ้นตามลำดับ (ดังตารางที่ 21 และรูปที่ 22)

3.4.3.3 ผลของเมทิลพาราไธออนต่อการทำงานของเอ็นไซม์โพลีเอสเทอร์สในเส้นประสาท

ตารางที่ 22 แสดงถึงสมรรถนะของเอ็นไซม์ ChE ในเส้นประสาทกึ่งกลางค่าของแต่ละช่วงเวลาที่ตายเปรียบเทียบกับผลในรูปที่ 23

เมทิลพาราไธออนในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน มีผลต่อการทำงานของเอ็นไซม์โพลีเอสเทอร์สในเส้นประสาทของกึ่งกลางค่า โดยเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับเมทิลพาราไธออน พบว่า ระดับการทำงานของเอ็นไซม์ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทุกความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออนที่ใช้ในการทดลอง โดยที่เมทิลพาราไธออนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยสามารถยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์โพลีเอสเทอร์ส (ดูรูปที่ 24) เปอร์เซ็นต์ของการยับยั้งจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออนเพิ่มขึ้นตามลำดับ (ดังตารางที่ 23 และรูปที่ 25) ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย \pm ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

จากรูปที่ 26 และ 27 แสดงให้เห็นว่าสมรรถนะของเอ็นไซม์ในเลือดไม่มีความสัมพันธ์กับสมรรถนะของเอ็นไซม์ในกล้ามเนื้อและเส้นประสาทตามลำดับ และสมรรถนะของเอ็นไซม์ในกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับในเส้นประสาท ($r = 0.7$) ดังรูปที่ 28

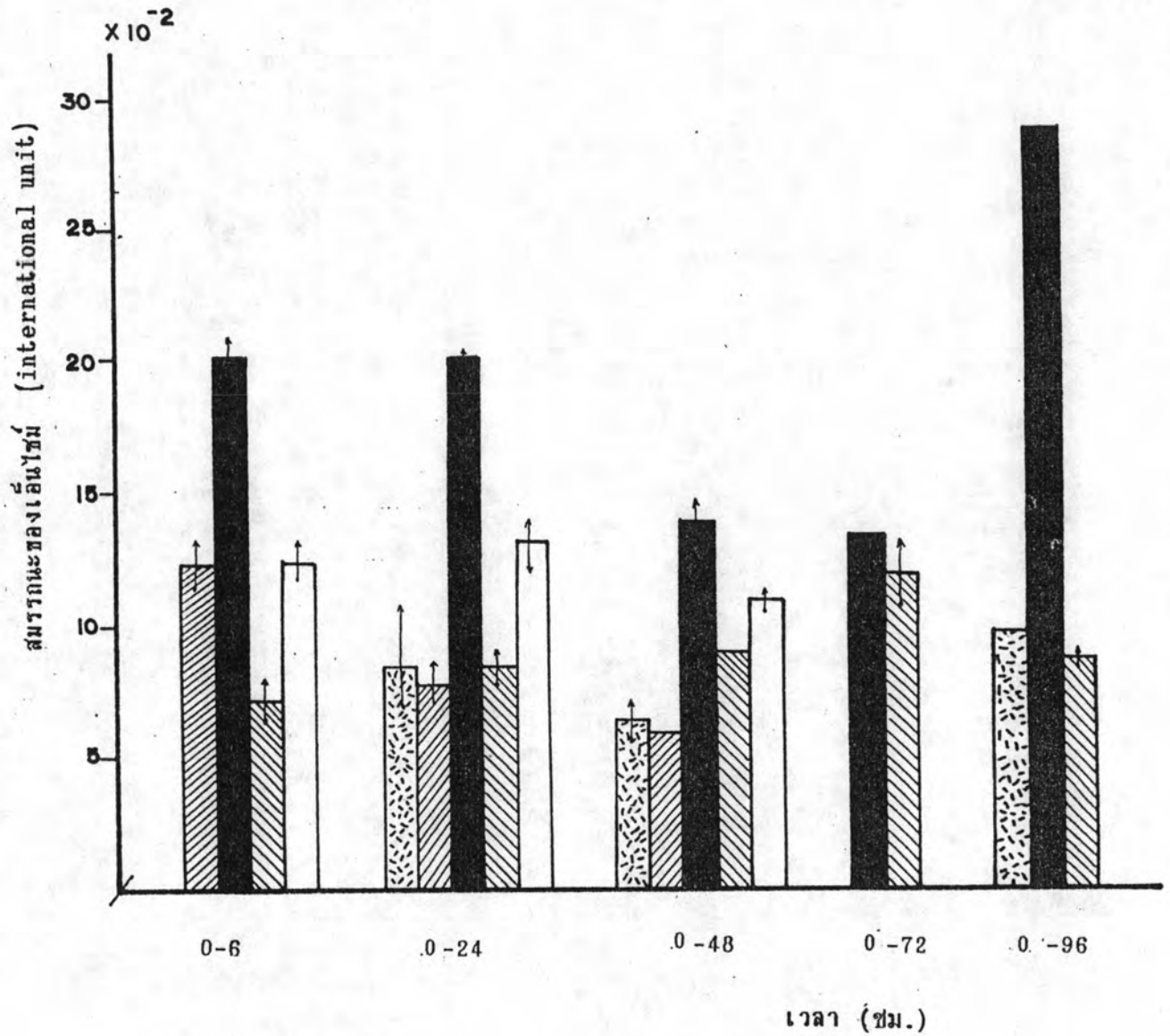
ตารางที่ 18 ระดับสมรรถนะของเลนโซ่โพลีเอทิลีน (IU) ในเลือดของกบูกูล่าค่าในแต่ละช่วงเวลาในขณะที่ได้รับเมทิลพาราไธลอน

ความเข้มข้นของเมทิลพาราไธลอน (ppb)	การทำงานของเลนโซ่โพลีเอทิลีน (IU)									
	0-6		0-24		0-48		0-72		0-96	
กลุ่มควบคุม	จำนวนกิ้งค้าย	จำนวนกิ้งค้าย	จำนวนกิ้งค้าย	จำนวนกิ้งค้าย	จำนวนกิ้งค้าย	จำนวนกิ้งค้าย	จำนวนกิ้งค้าย	จำนวนกิ้งค้าย	จำนวนกิ้งค้าย	จำนวนกิ้งค้าย
1 ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 ppb	-	(3) $8.43 \times 10^{-2} \pm 3.83 \times 10^{-2}$	-	(2) $6.48 \times 10^{-2} \pm 1.05 \times 10^{-2}$	-	-	-	-	-	-
40 ppb	$1.23 \times 10^{-1} \pm 1.47 \times 10^{-2}$	(2) $7.8 \times 10^{-2} \pm 7.3 \times 10^{-3}$	10	(1) 6.09×10^{-2}	4	*	*	1	9.95×10^{-2}	1
50 ppb	$2.05 \times 10^{-1} \pm 5.82 \times 10^{-2}$	(2) $2.06 \times 10^{-1} \pm 4.5 \times 10^{-2}$	10	(2) $1.31 \times 10^{-1} \pm 5 \times 10^{-3}$	5	1.35x10 ⁻¹	1.35x10 ⁻¹	1	2.90×10^{-1}	1
75 ppb	$7.16 \times 10^{-2} \pm 1.28 \times 10^{-2}$	(10) $8.65 \times 10^{-2} \pm 9.09 \times 10^{-3}$	20	9.1x10 ⁻²	15	$1.21 \times 10^{-1} \pm 2.9 \times 10^{-2}$	$1.21 \times 10^{-1} \pm 2.9 \times 10^{-2}$	2	$8.91 \times 10^{-2} \pm 6.0 \times 10^{-4}$	1
90 ppb	$1.24 \times 10^{-1} \pm 1.92 \times 10^{-2}$	$1.31 \times 10^{-1} \pm 1.82 \times 10^{-2}$	30	$1.11 \times 10^{-1} \pm 3.32 \times 10^{-2}$	15	-	-	-	-	-

ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย + ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

หมายเหตุ * หมายถึงเกิดตัวอย่างไม่ได้ เพราะกิ้งค้ายมานาน

ตัวเลขที่เกี่ยวกับมุมซ้ายของตัวเลขและแถวในตารางหมายถึง จำนวนกิ้งค้ายที่เกี่ยวกับตัวอย่างวัดหาสมรรถนะของเลนโซ่โพลีเอทิลีน

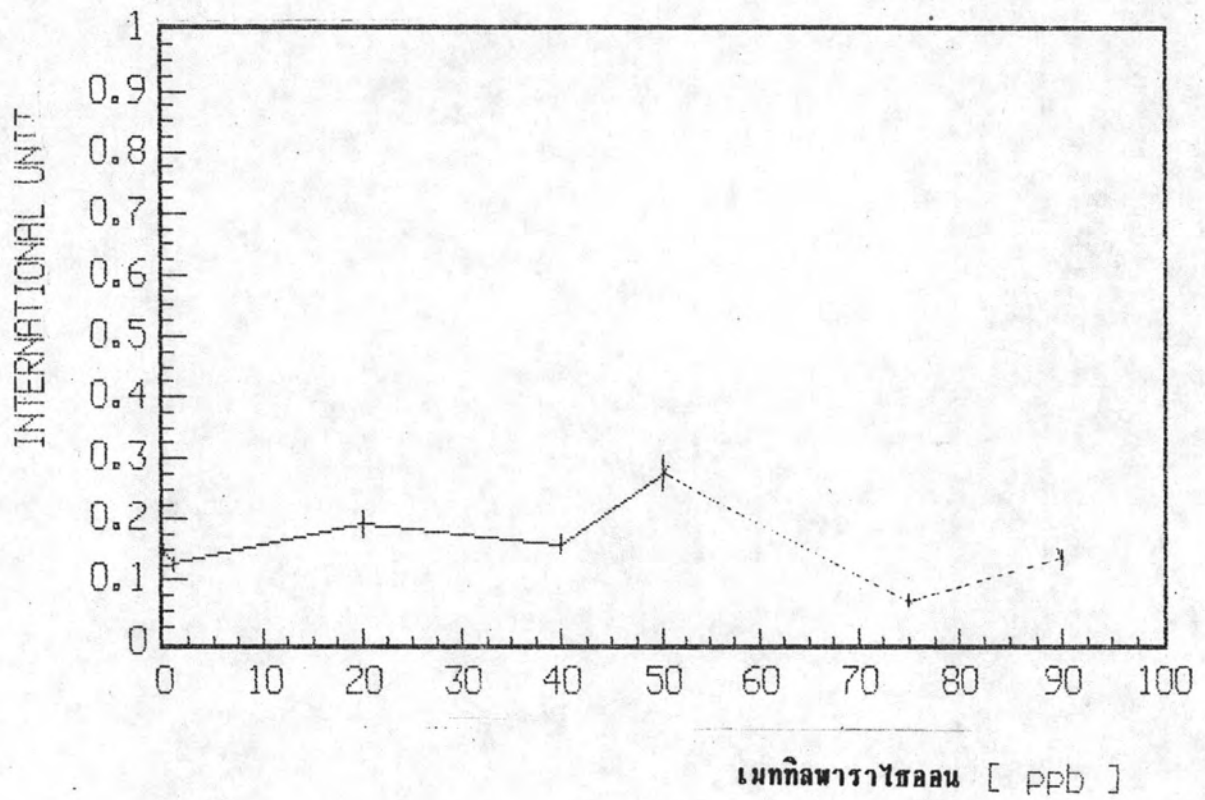


	20 ppb		75 ppb
	40 ppb		90 ppb
	50 ppb		

รูปที่ 17 แสดงสมรรถนะของเอนไซม์โกลูตาไมกิลูตาไมนเนสเทอเรส (IU) ในเลือดของ
กิ้งก่าดำที่ตายในแต่ละช่วงเวลาขณะที่ได้รับเมทิลพาราไธออน ($\bar{X} \pm SE$)

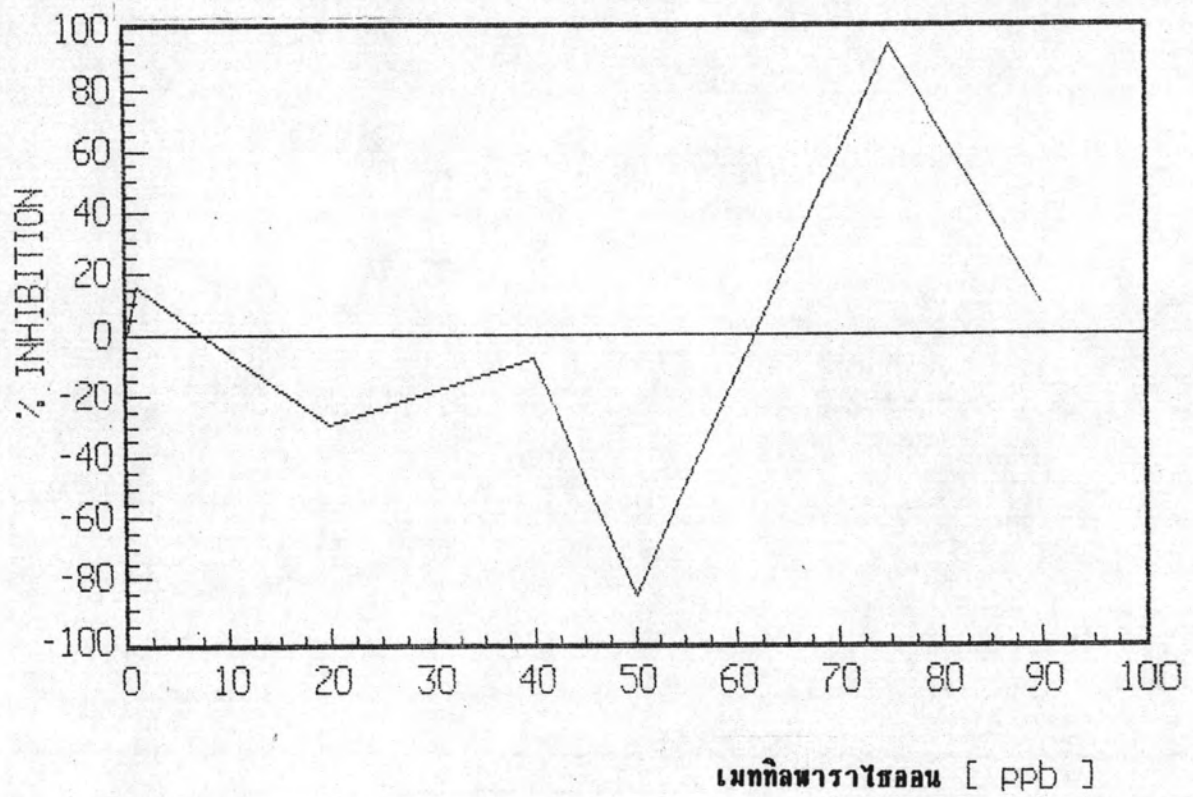
ตารางที่ 19 แสดงระดับสมรรถนะของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ (IU) ในเลือดกึ่งกลาค่าที่ไม่ได้รับเมทิลพาราไซลอน และได้รับเมทิลพาราไซลอนในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

	ความเข้มข้นของเมทิลพาราไซลอน (IU)						
	กลุ่มควบคุม	1 ppb	20 ppb	40 ppb	50 ppb	75 ppb	90 ppb
\bar{x}	1.49×10^{-1}	1.26×10^{-1}	1.93×10^{-1}	1.6×10^{-1}	2.77×10^{-1}	8.39×10^{-2}	1.33×10^{-1}
SD	5.32×10^{-2}	6.44×10^{-2}	1.48×10^{-1}	1.08×10^{-1}	2.12×10^{-1}	4.27×10^{-2}	9.78×10^{-2}
SE	7.53×10^{-3}	9.2×10^{-3}	2.29×10^{-2}	1.66×10^{-2}	2.99×10^{-2}	6.03×10^{-3}	1.46×10^{-2}
Range	8.97×10^{-2}	5.43×10^{-3}	2.07×10^{-2}	3.53×10^{-2}	1.98×10^{-2}	1.72×10^{-2}	2.17×10^{-2}
	-	-	-	-	-	-	-
% inhi- bition	3.03×10^{-1}	2.9×10^{-1}	5.53×10^{-1}	5.22×10^{-1}	9.52×10^{-1}	2.65×10^{-1}	9.45×10^{-1}
P		15.43	-29.53	-7.38	-85.91	94.37	10.74
n		<0.05	>0.05	>0.05	>0.05	<0.05	>0.05
	50	50	42	42	41	50	45



รูปที่ 18 แสดงความสัมพันธ์ของสมรรถนะของเอ็นไซม์โซลินเอสเทอร์ส (IU) ในเลือดกึ่งกลาค่ากับปริมาณเมทิลพาราไซลอนในน้ำเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับเมทิลพาราไซลอน

ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย



รูปที่ 19 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การขัดขวางสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีโนเอสเทอเรสในเลือดกึ่งกลางค่ากับปริมาณเมทิลคลอโรฟิลล์ในน้ำเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับเมทิลคลอโรฟิลล์

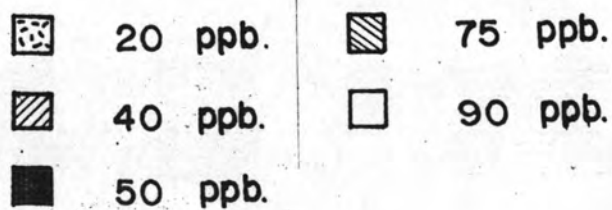
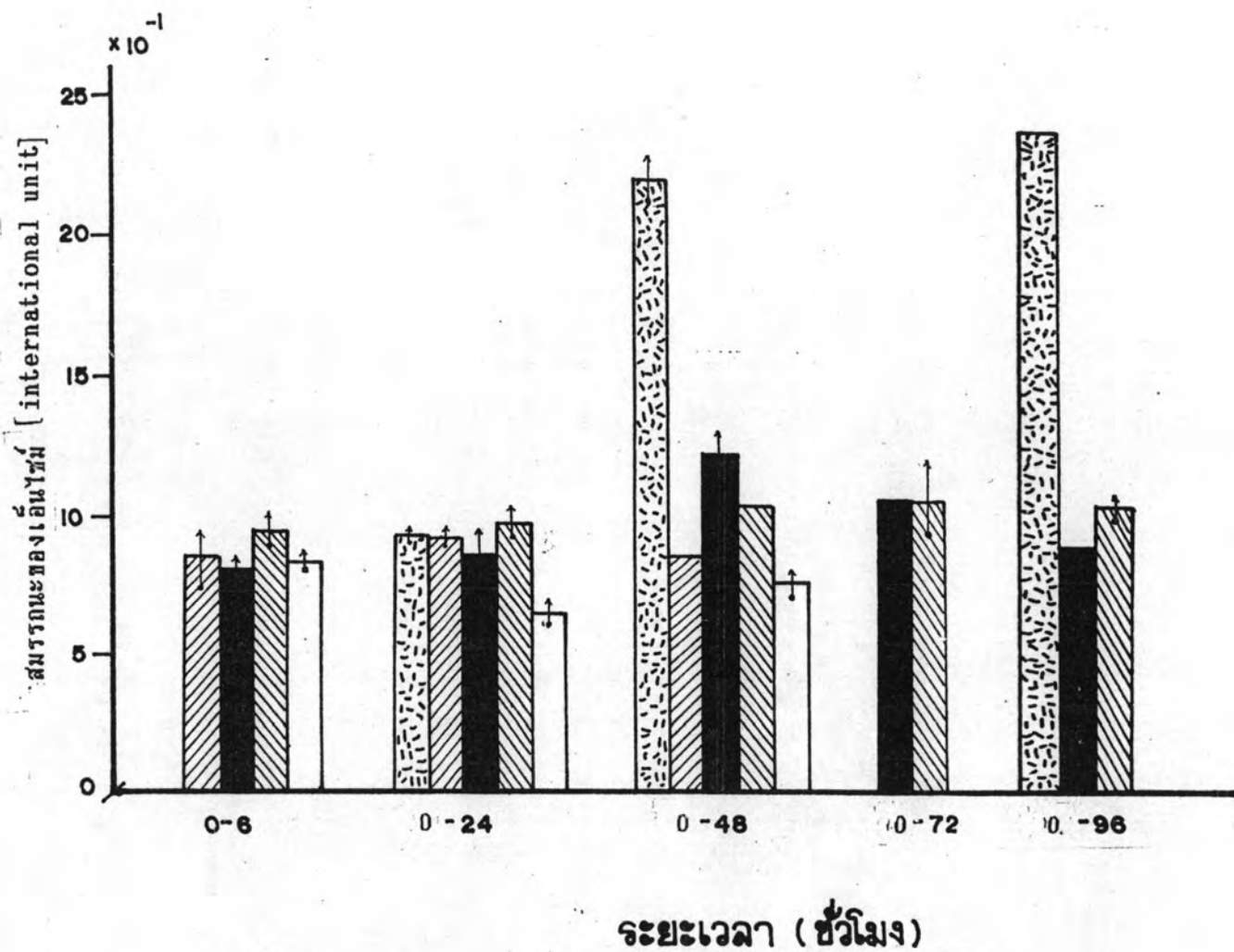
ตารางที่ 20 ระดับสมรรถนะของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ (IU) ในด้านเนลลของกึ่งกลางค่าตายในแต่ละช่วงเวลาขณะที่ได้รับเมทิลพาราไรโซลอน

ความเข้มข้น ของเมทิล พาราไรโซลอน (ppb)	การทำงานของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ (IU) ระยะเวลา (ชั่วโมง)									
	0-6	จำนวน กึ่งตาย	0-24	จำนวน กึ่งตาย	0-48	จำนวน กึ่งตาย	0-72	จำนวน กึ่งตาย	0-96	จำนวน กึ่งตาย
กลุ่มควบคุม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 ppb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 ppb	-	-	(3) $9.22 \times 10^{-1} \pm 2.87 \times 10^{-2}$	5	(2) 2.22 ± 0.17	3	*	1	2.38	1
40 ppb	$8.55 \times 10^{-1} \pm 0.13$	10	(2) $9.13 \times 10^{-1} \pm 2.29 \times 10^{-2}$	4	(1) 8.5×10^{-1}	2	*	1	*	1
50 ppb	$8.2 \times 10^{-1} \pm 5.66 \times 10^{-2}$	10	(2) $8.69 \times 10^{-1} \pm 1.3 \times 10^{-1}$	4	(2) 1.22 ± 0.16	3	1.06	1	7.8×10^{-1}	1
75 ppb	$9.45 \times 10^{-1} \pm 6.49 \times 10^{-2}$	20	(10) $9.77 \times 10^{-1} \pm 5.87 \times 10^{-2}$	15	1.03	1	1.05 ± 0.2	2	1.05 ± 0.04	2
90 ppb	$8.34 \times 10^{-1} \pm 3.52 \times 10^{-2}$	30	$6.45 \times 10^{-1} \pm 5.54 \times 10^{-2}$	15	$7.61 \times 10^{-1} \pm 3.8 \times 10^{-2}$	5	-	-	-	-

ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย \pm ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

หมายเหตุ * หมายถึงเก็บตัวอย่างไม่ได้ เพราะกึ่งตายมานาน

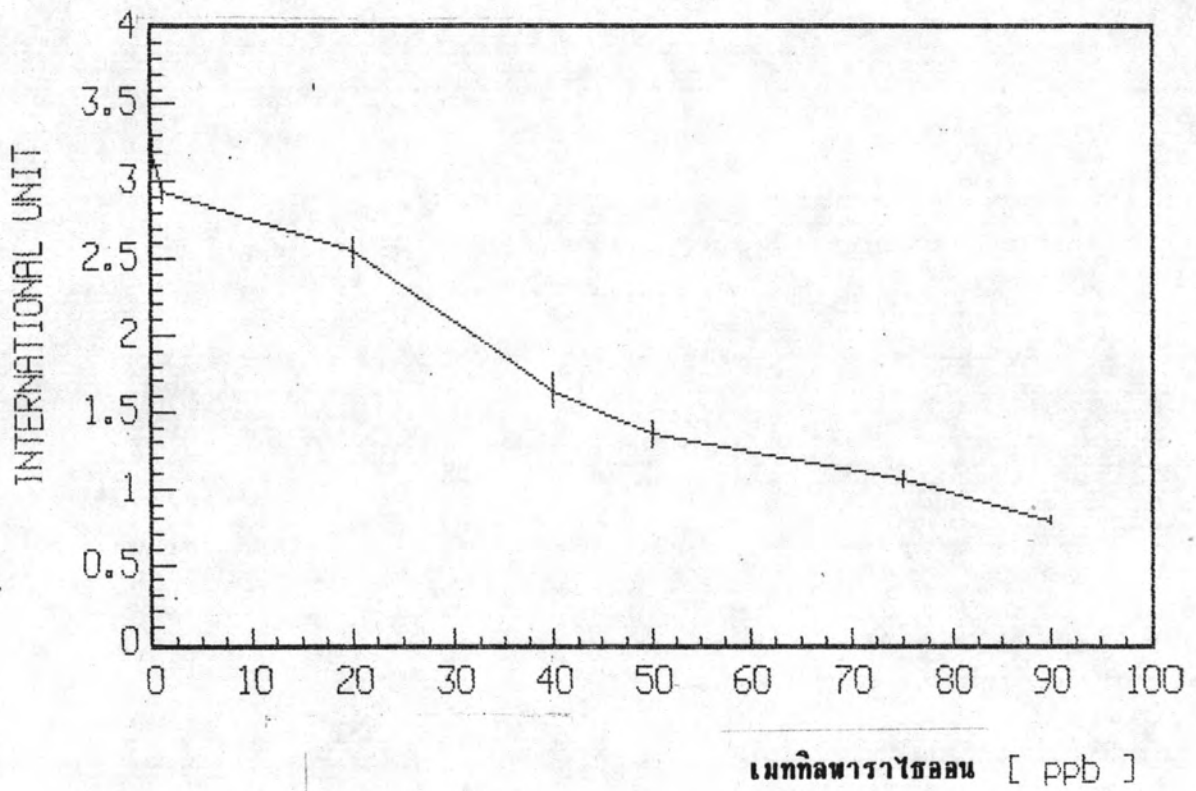
ตัวเลขที่กำกับกับหัวข้อของแต่ละแถวหมายถึง จำนวนกึ่งที่ได้เก็บตัวอย่างมาวัดสมรรถนะของเส้นใยได้จริง



รูปที่ 20 แสดงสมรรถนะของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในกล้ามเนื้อที่ตายในแต่ละช่วงเวลา ($\bar{X} \pm SE$)

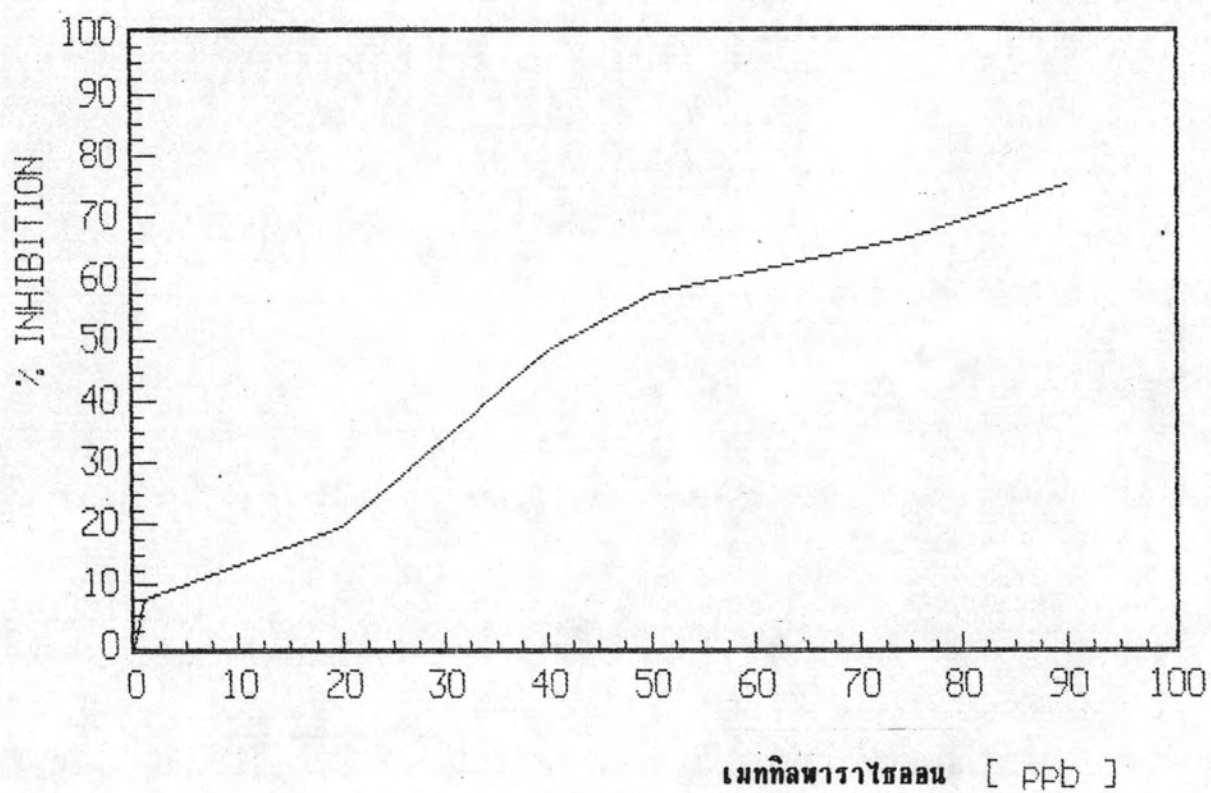
ตารางที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีโนเอสเตอเรส (IU) ในกล้ามเนื้อของกิ้งก่าค้ำที่ได้รับเมทิลพาราไธลอน เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับเมทิลพาราไธลอน

	สมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีโนเอสเตอเรส (IU)						
	กลุ่มควบคุม	1 ppb	20 ppb	40 ppb	50 ppb	75 ppb	90 ppb
\bar{x}	3.18	2.94	2.55	1.64	1.36	1.07	7.93×10^{-1}
SD	0.67	0.51	0.621	0.74	0.58	0.34	0.19
SE	9.4×10^{-2}	7.17×10^{-2}	9.58×10^{-2}	0.114	9.1×10^{-2}	4.86×10^{-2}	2.79×10^{-2}
Range	2.28-5.09	1.47-4.15	8.65×10^{-1}	1.72×10^{-1}	3.5×10^{-1}	4.13×10^{-1}	4.15×10^{-1}
% inhi- bition			- 3.34	- 2.98	- 2.95	- 1.99	- 1.18
P		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
n	50	50	42	42	41	50	45



รูปที่ 21 แสดงความสัมพันธ์ของระดับเอ็นไซม์โพลินเอสเทอเรส (IU) ใน
กล้ามเนื้อกึ่งกลางค่ากับปริมาณเมทิลพาราไรออนที่ได้รับ

ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย



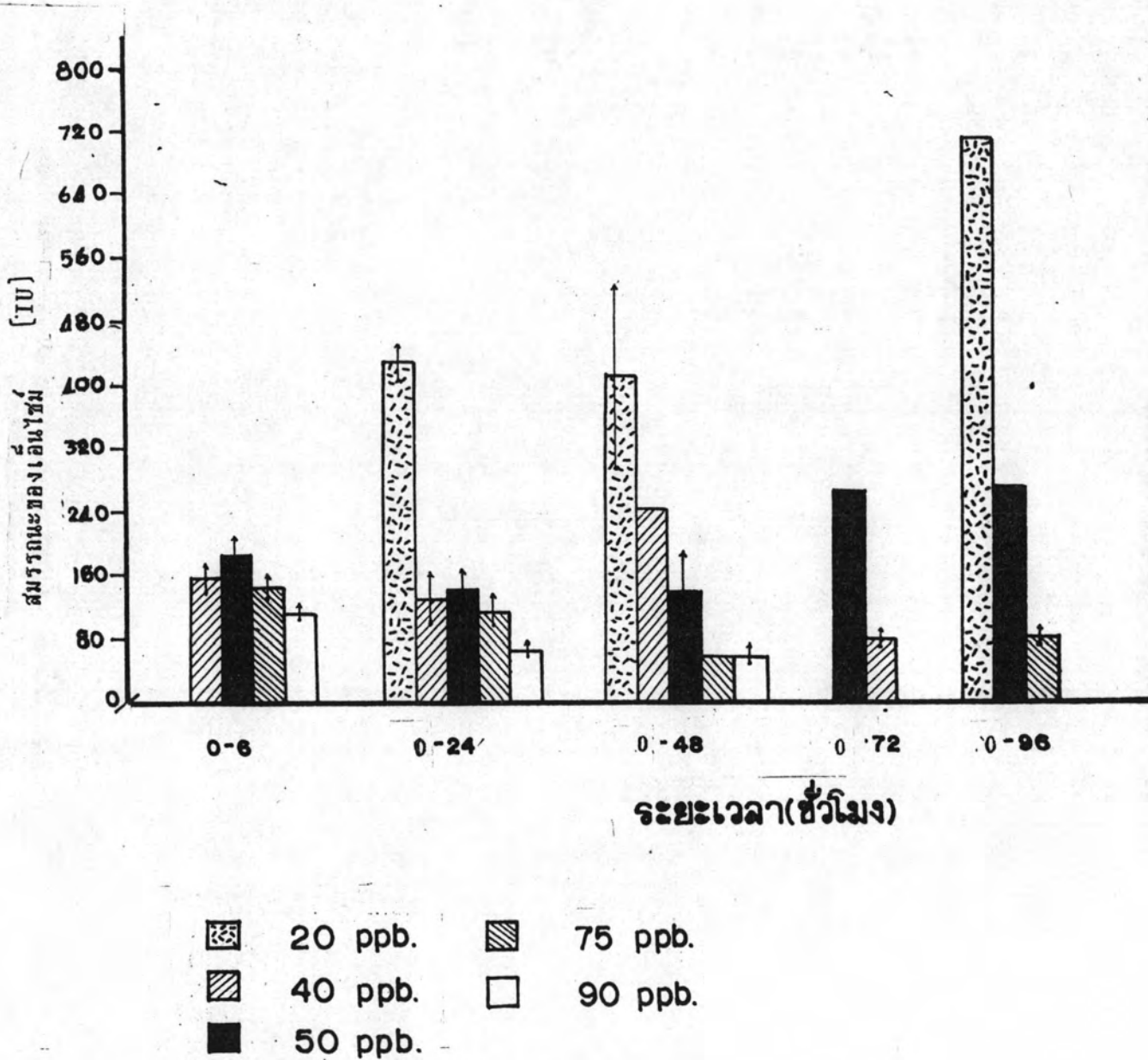
รูปที่ 22 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การขัดขวางการทำงานของเอ็นไซม์
โพลีเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อกึ่งกลางค้ำกึ่งที่ได้รับเมทิลพารา
ไธลอนกับกลุ่มที่ไม่ได้รับเมทิลพาราไธลอน

ตารางที่ 22 ระดับสมรรถนะของเอ็นไซม์โกลด์เทอเรส (IU) (\bar{x} + SE) ในเส้น
 ประสาทของกิ้งก่าค้ำค้ายในแต่ละช่วงเวลาที่ได้รับเมทิลพาราไธออน

ความเข้มข้น ของเมทิล พาราไธออน (ppb)	สมรรถนะของเอ็นไซม์โกลด์เทอเรส (IU) ระยะเวลา (ชั่วโมง)									
	0-6	จำนวน กิ้งค้าย	0-24	จำนวน กิ้งค้าย	0-48	จำนวน กิ้งค้าย	0-72	จำนวน กิ้งค้าย	0-96	จำนวน กิ้งค้าย
กลุ่มควบคุม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 ppb	-	-	-	-	(2)	-	-	-	-	-
20 ppb	-	-	(3) 426.64+27.04	5	410.8+118.8	3	*	1	705.6	1
40 ppb	159.92+22.56	10	(2) 130.8+46	4	243.2	2	*	1	*	1
50 ppb	186.88+22.48	10	(2) 145.6+28	4	142.4+44	3	270.4	1	272.8	1
75 ppb	144.64+16.88	20	(10) 114.88+18.32	15	62.4	1	80+4	2	80.4 +7.6	2
90 ppb	112.24+12	30	65.04+4.72	15	62.56+9.28	5	-	-	-	-

ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย + ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย
 หมายถึง * หมายถึงเก็บตัวอย่างไม่ได้ เพราะกิ้งค้ายมานาน

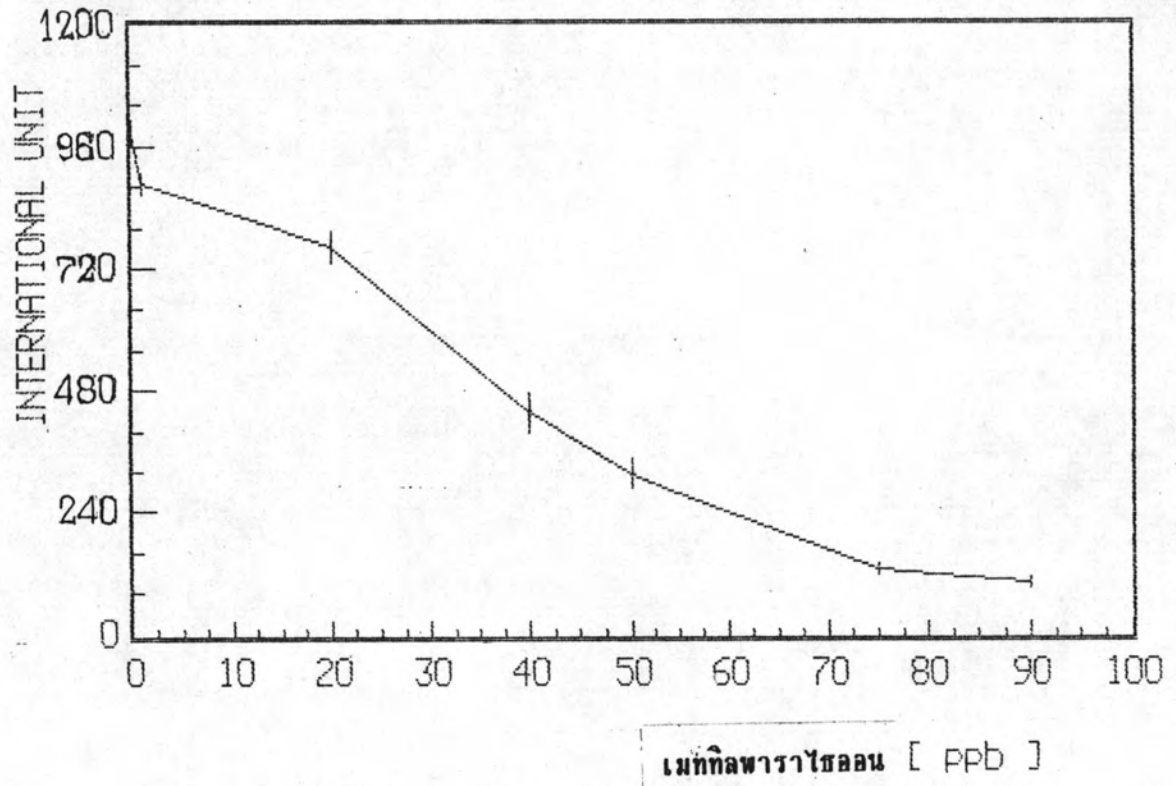
ตัวเลขที่กำกับมุมซ้ายของแต่ละแถวในตารางหมายถึง จำนวนกิ้งค้ายที่เก็บตัวอย่างมาวัดหาสมรรถนะของเอ็นไซม์ได้จริง



รูปที่ 23 แสดงสมรรถนะของอินซูลินโซลินเอสเทอร์ (IU) ในเส้น
 ประสาทกึ่งที่คาบในแต่ละช่วงเวลาขณะที่ได้รับเมทิลพาราโซลอน

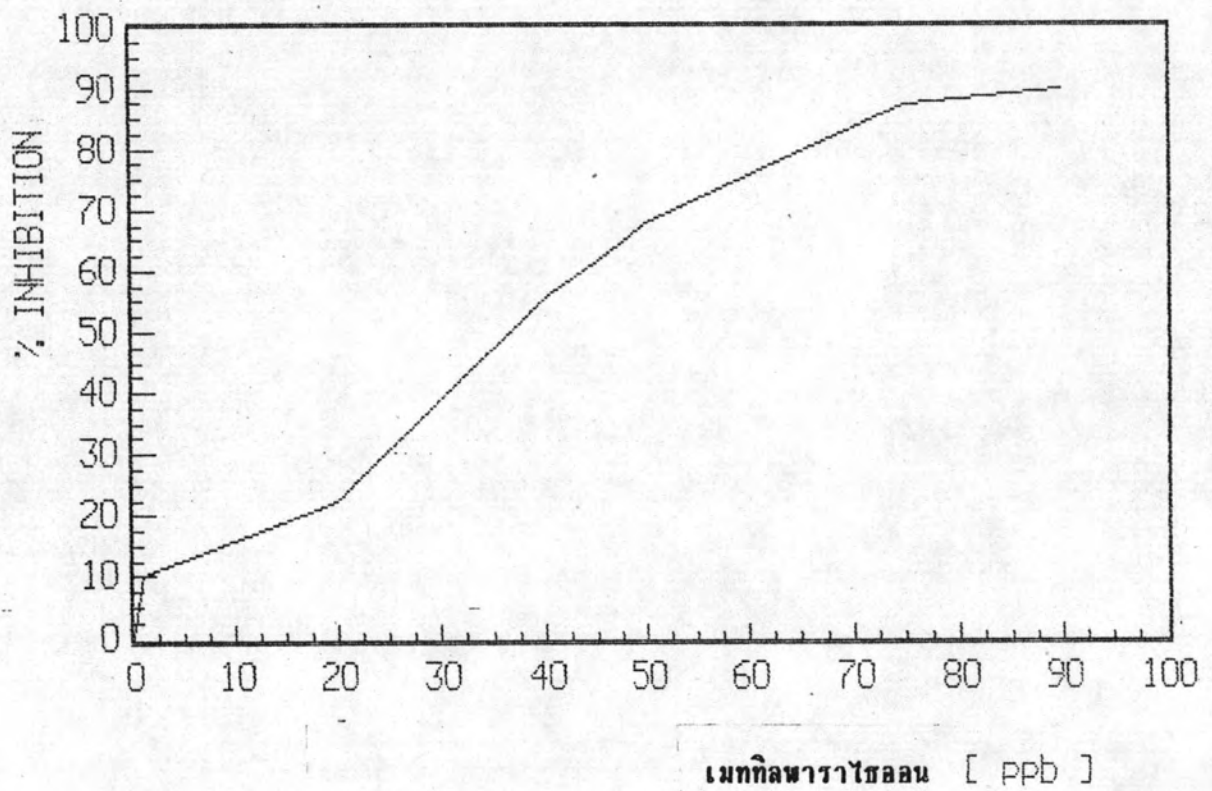
ตารางที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยของสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีโนเอสเทอเรส (IU) ในเส้นประสาท
ของกิ้งก่าดำที่ไม่ได้รับเมทิลพาราไธออน และได้รับเมทิลพาราไธออน

	การทำงานของเอ็นไซม์โพลีโนเอสเทอเรส (IU)						
	กลุ่มควบคุม	1 ppb	20 ppb	40 ppb	50 ppb	75 ppb	90 ppb
\bar{X}	983.39	884.96	762.48	436.64	315.28	126.72	101.2
SD	178.12	154.96	206.96	256.45	184	65.92	61.28
SE	25.19	21.92	31.92	39.6	28.72	9.28	9.12
Range	655.2-1400	498.4-1248	292-1376	21.36-1048	98.4-764.8	32.88-352	24.72-347.2
% inhi- bition		10.02	22.47	55.60	67.94	87.12	89.71
P		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
n	50	50	42	42	41	50	45

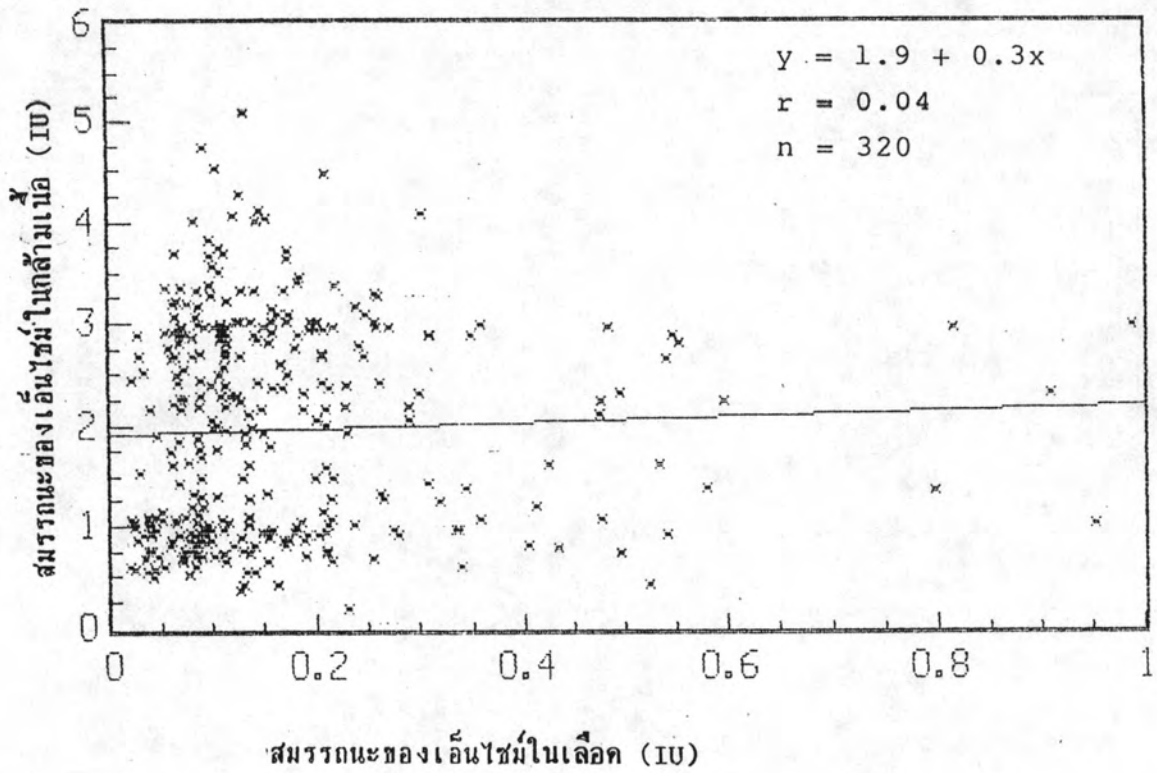


รูปที่ 24 แสดงความสัมพันธ์ของสมรรถนะของเส้นไซม์โพลีโนเอสเทอเรส (IU) ในเส้นประสาทกึ่งกับปริมาณเมทิลพาราไธลอนที่ได้รับ

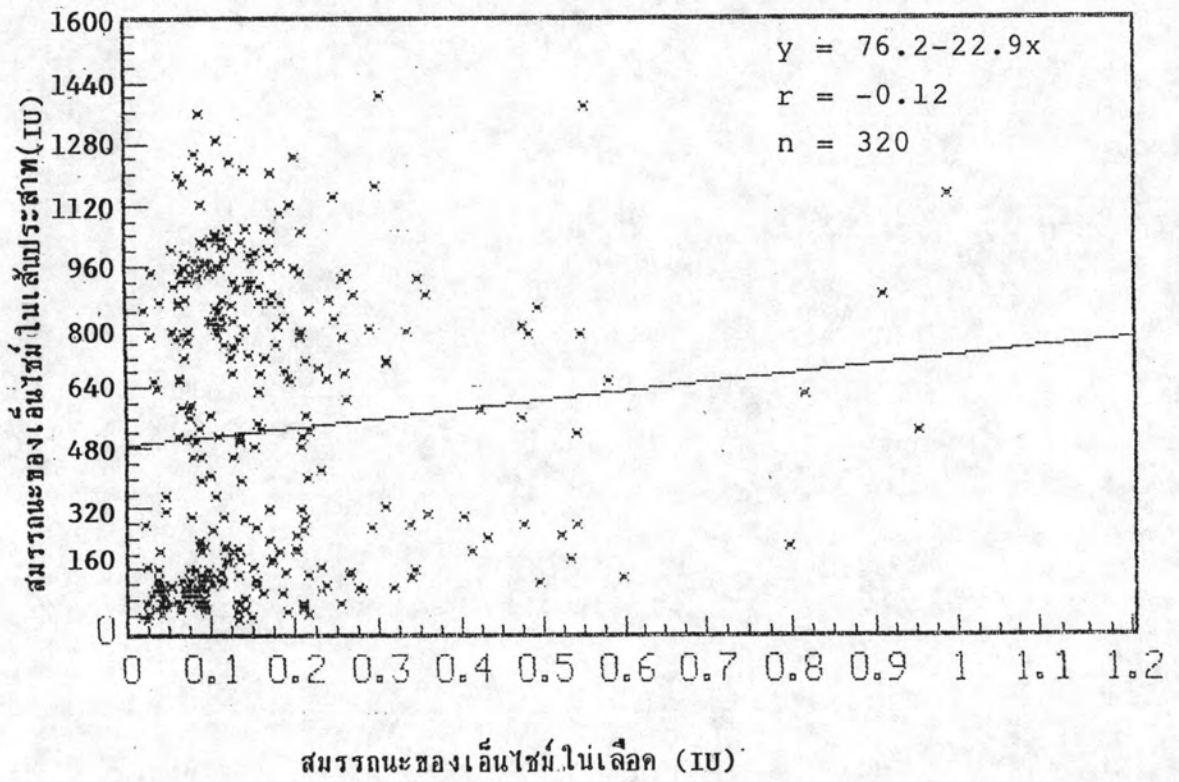
ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย



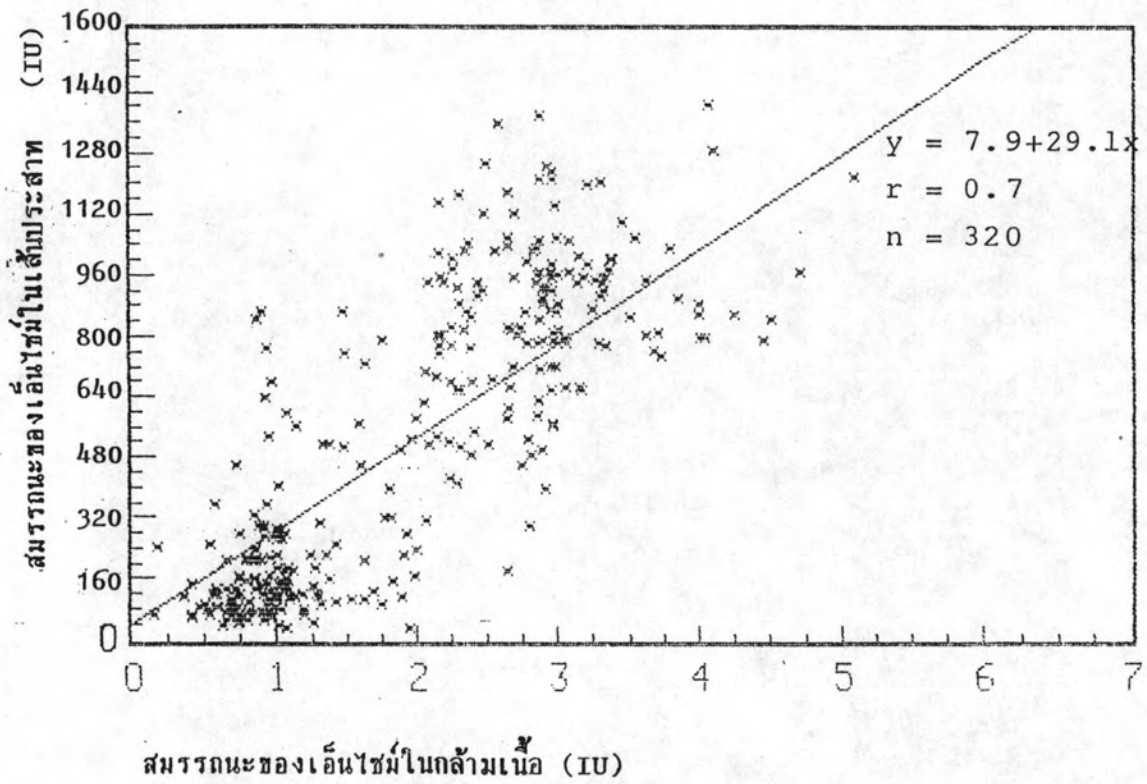
รูปที่ 25 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การขัดขวางการทำงานของเส้นใย
โพลีแซ็กคาไรด์ในเส้นประสาทกึ่งที่ได้รับเมทิลคลอโรฟีนอล
กับกลุ่มที่ไม่ได้รับเมทิลคลอโรฟีนอล



รูปที่ 26 แสดงความสัมพันธ์ของสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลินเอสเทอร์สในกล้ามเนื้อ
 กับในเลือด



รูปที่ 27 แสดงความสัมพันธ์ของสมรรถนะของเอ็นไซม์ไลโปโปรตีนเอสเทอร์ในเลือดกับ
 ในเส้นประสาท



รูปที่ 28 แสดงความสัมพันธ์ของสมรรถนะของไอโอดีนโพลาไรสเคอเทรสในกล้ามเนื้อ กับในเส้นประสาท

ได้ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงของความเค็ม, อุณหภูมิ, pH และปริมาณออกซิเจน ใน
น้ำตลอดการทดลอง พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความเค็ม, อุณหภูมิ, ความเป็นกรด-ด่าง, และ
ปริมาณออกซิเจนในน้ำ

ความเข้มข้น ของเมทิล พาราไฮดรอน	ค่าที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลา																			
	(ชม.)																			
	0				1-24				24-48				48-72				72-96			
	S	T	pH	O ₂	S	T	pH	O ₂	S	T	pH	O ₂	S	T	pH	O ₂	S	T	pH	O ₂
กลุ่มควบคุม	24	25	7.9	8	24	25	7	7.9	24	25	7.5	7	24	25	7.2	6.9	24	25	6.9	6.9
1 ppb	24	25	7.8	8	24	25	7.3	7.8	24	25	7.3	7	24	25	7.3	6.8	24	25	6.8	6.7
20 ppb	24	25	7.9	8	24	25	7.3	8	24	25	7.5	7.5	24	25	7.3	7	24	25	7.1	6.9
40 ppb	24	25	7.8	8	24	25	7.5	8	24	25	7.3	7.5	24	25	7.1	7	24	25	6.9	6.8
50 ppb	24	25	7.9	8	24	25	7	7.8	24	25	7.3	7.5	24	25	6.9	7	24	25	6.8	7
75 ppb	24	25	7.9	8	24	25	7	7.9	24	25	7.2	7.5	24	25	6.9	7	24	25	6.8	7.2
90 ppb	24	25	7.9	8	24	25	7	7.9	24	25	7.2	7.5	24	25	7.2	7	24	25	7.2	7.2

หมายเหตุ S = ความเค็ม
T = อุณหภูมิ
pH = ความเป็นกรด-ด่าง
O₂ = ปริมาณออกซิเจนในน้ำ

3.5 ผลการศึกษาลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่เปลี่ยนแปลงไปของตับและตับอ่อนและกล้ามเนื้อ

การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงสว่าง พบว่า

ในกล้ามเนื้อ พบว่ามีอาการแสดงสภาพการตายของกล้ามเนื้อ โดยในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออนในความเข้มข้นน้อย ๆ พบกล้ามเนื้อตายบริเวณใกล้ ๆ กับหลอดเลือด ในความเข้มข้น 40 และ 50 ppb พบกล้ามเนื้อตายกระจายอยู่ทั่วไป ส่วนในความเข้มข้น 75 และ 90 ppb มีการตายของเซลล์กล้ามเนื้อน้อย ในกลุ่มควบคุมเซลล์กล้ามเนื้อปกติ

ในตับและตับอ่อน ตับแสดงสภาพการตายของเซลล์ตับ ในเซลล์ตับบางเซลล์ นิวเคลียสอยู่ในระยะ karyorrhexis และบางเซลล์นิวเคลียสอยู่ในระยะ karyolysis ใน F.cell แสดงลักษณะของการเกิด vacuolation นอกจากนี้ยังพบ hemocyte accumulation กระจายทั่วไปในเนื้อเยื่อระหว่างท่อของเซลล์ตับ อาการต่างๆ ที่กล่าวมาพบได้ซ้ำๆ กันในแต่ละความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออนที่ใช้ แต่ความรุนแรงของอาการดังกล่าวแตกต่างกัน ดังตารางที่ 25

นอกจากนี้พบในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 75 และ 90 ppb ตับแสดงสภาพการมีเลือดคั่ง (hyperemia) และ Interstitial hepatopancreatitis

ส่วนในกลุ่มควบคุม เซลล์ตับแสดงอาการปกติ

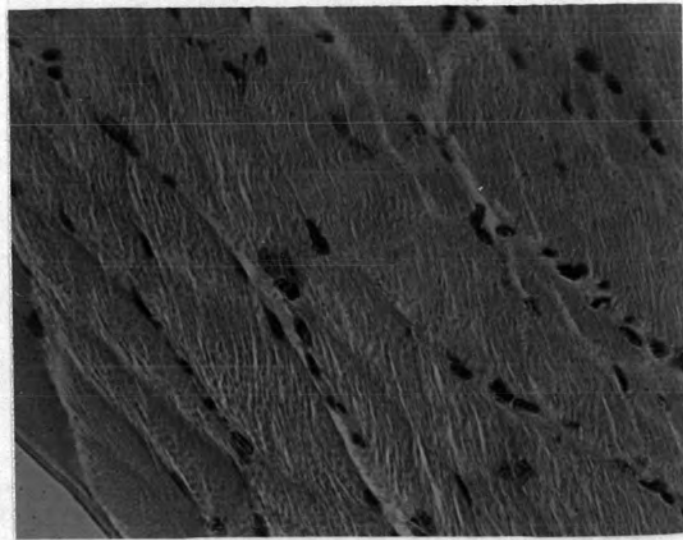
(รูปที่ 29-45) แสดงลักษณะทางพยาธิวิทยาที่เปลี่ยนแปลงไปในกล้ามเนื้อและตับกึ่ง)

กลุ่มควบคุม

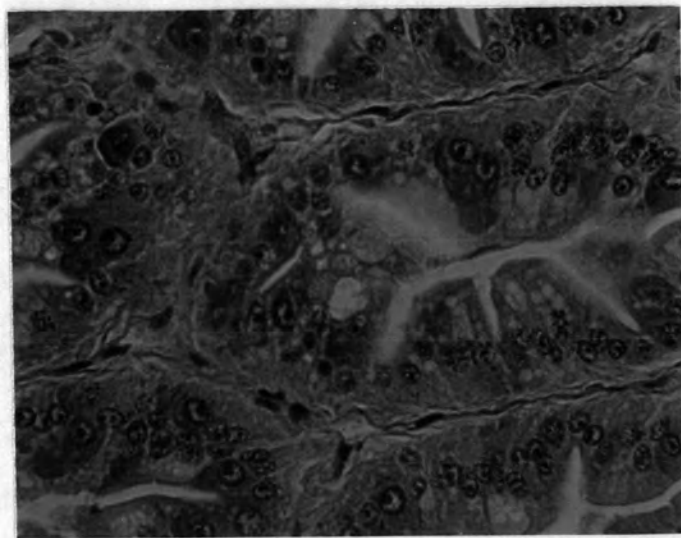
แสดงลักษณะของเซลล์ตับและตับอ่อนปกติ ไม่แสดงสภาพการตายของเซลล์ดังรูปที่

29 ส่วนในเซลล์กล้ามเนื้อเห็นนิวเคลียสชัดเจนลักษณะเซลล์ปกติ ดังรูปที่ 30

ภาพแสดงลักษณะทางพยาธิสภาพในกลุ่มควบคุม



รูปที่ 29 แสดงเซลล์กล้ามเนื้อของกึ่งในกลุ่มควบคุม ลักษณะเซลล์ปกติ
(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)

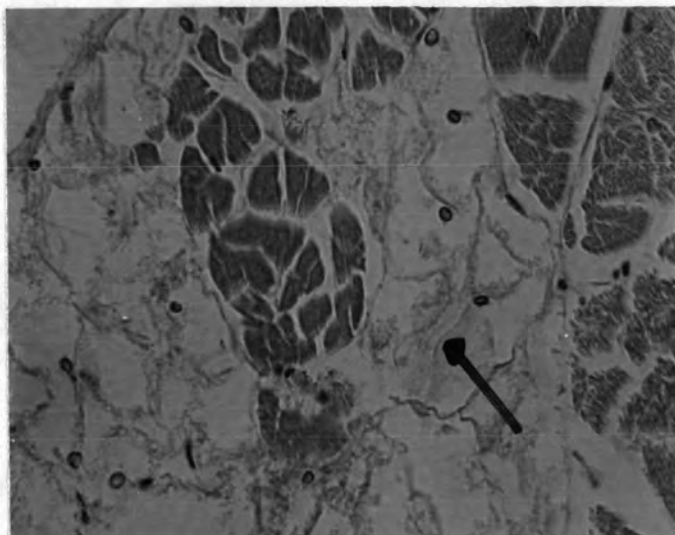


รูปที่ 30 แสดงเซลล์ตับและตับอ่อนปกติของกึ่งในกลุ่มควบคุม เห็นนิวเคลียสชัดเจน
(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)

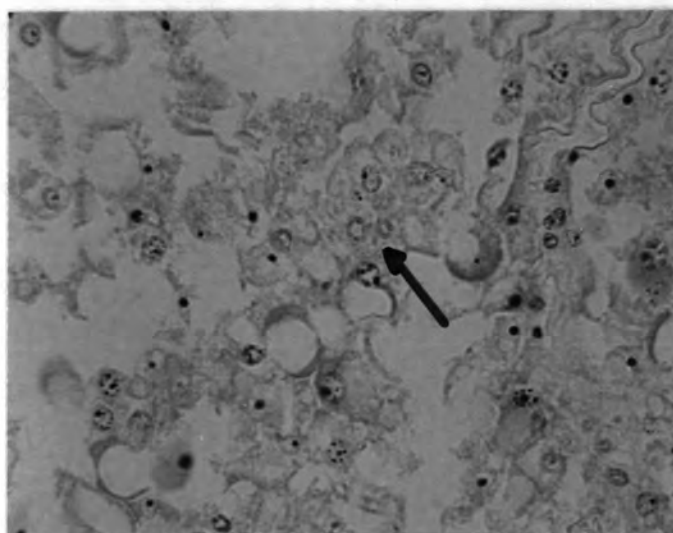
กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไซลอน 1 ppb

เซลล์กล้ามเนื้อแสดงสภาพการตายให้เห็นเล็กน้อย ดังรูปที่ 31 ส่วนเซลล์ตับและ
ตับอ่อน พบว่ามีอาการแสดงสภาพการตายของเซลล์เช่นเดียวกัน พบอาการแสดงของ hemo-
cyte accumulation และ F-cell cytoplasmic vacuolation เล็กน้อย ดังรูปที่ 32

ภาพแสดงลักษณะทางพยาธิสภาพในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไซลอน 1 ppb



รูปที่ 31 แสดงสภาพการตายของเซลล์กล้ามเนื้อ บริเวณศรนี้
(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)



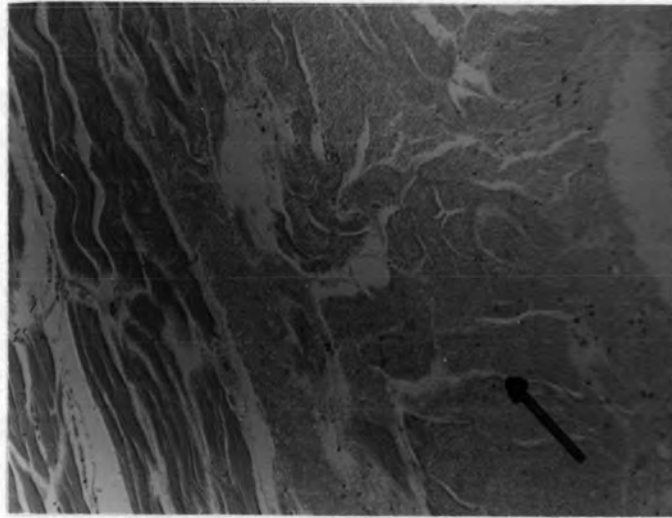
รูปที่ 32 แสดงสภาพการตายของเซลล์ตับและตับอ่อน บริเวณศรนี้
(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธลอน 20 ppb

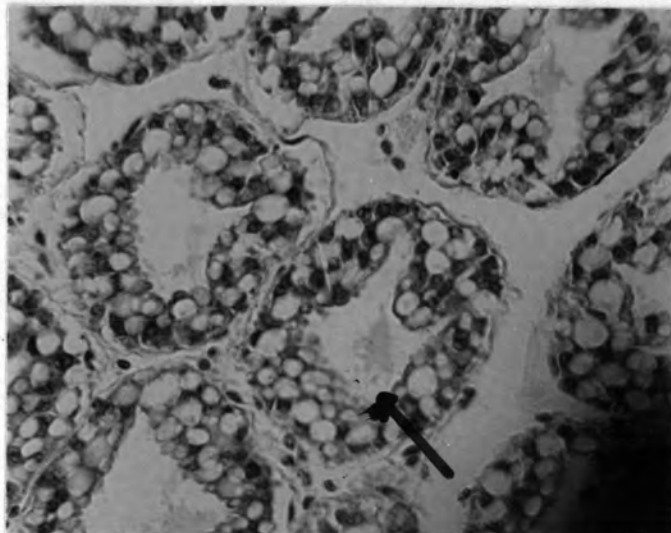
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลำแสงธรรมดาพบว่าการแสดงสภาพการตายของเซลล์กล้ามเนื้อโครงร่างอยู่ทั่วไป และพบเป็นบริเวณกว้าง ดังรูปที่ 33

ส่วนเซลล์ตับและตับอ่อนแสดงสภาพการตายของเซลล์เช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 34 และนอกจากนี้ยังพบลักษณะของนิวเคลียสที่ถูกทำลายในระยะ pycnotic ดังรูปที่ 35 และระยะ karyolysis ดังรูปที่ 36

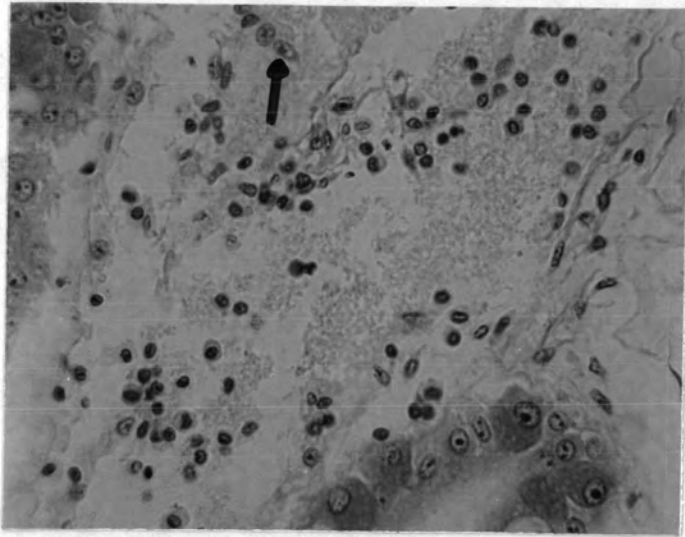
ภาพแสดงลักษณะทางพยาธิสภาพในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธลอน 20 ppb



รูปที่ 33 แสดงสภาพการตายของเซลล์กล้ามเนื้อ บริเวณกว้าง
(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)

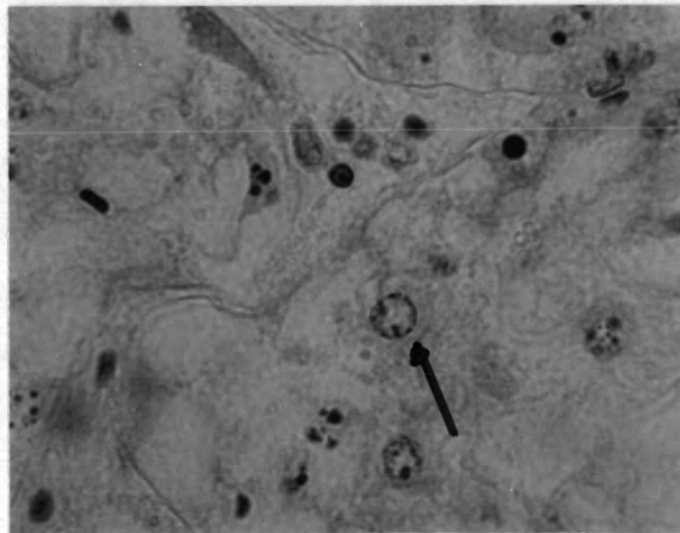


รูปที่ 34 แสดงสภาพการตายของเซลล์ตับและตับอ่อน บริเวณกว้าง
(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)



รูปที่ 35 แสดงลักษณะของนิวเคลียสที่ถูกทำลายในระยะ pycnotic บริเวณหัวใจ

(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)



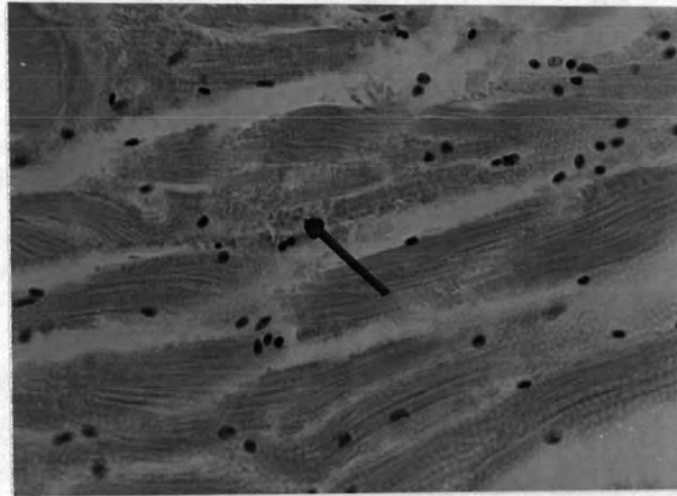
รูปที่ 36 แสดงลักษณะของนิวเคลียสที่ถูกทำลายในระยะ karyolysis บริเวณหัวใจ

(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 40 ppb

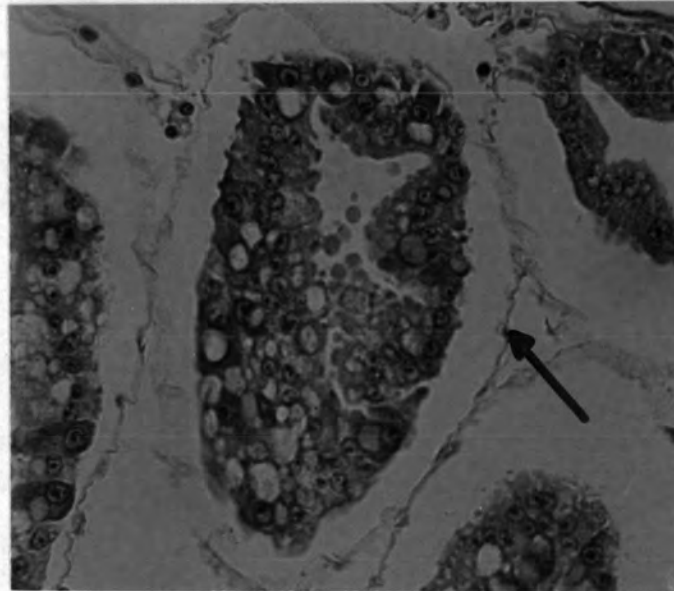
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลำแสงธรรมดา แสดงสภาพการตายของเซลล์กล้ามเนื้อกระเจายอยู่ทั่วไป ดังรูปที่ 37 ส่วนในเซลล์ตับและตับอ่อนแสดงสภาพการตายของเซลล์รวมทั้งแสดงสภาพของ hemocyte accumulation กระเจายอยู่ทั่วไป ดังรูปที่ 38

ภาพแสดงลักษณะทางพยาธิสภาพในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 40 ppb



รูปที่ 37 แสดงสภาพการตายของเซลล์กล้ามเนื้อ

(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)



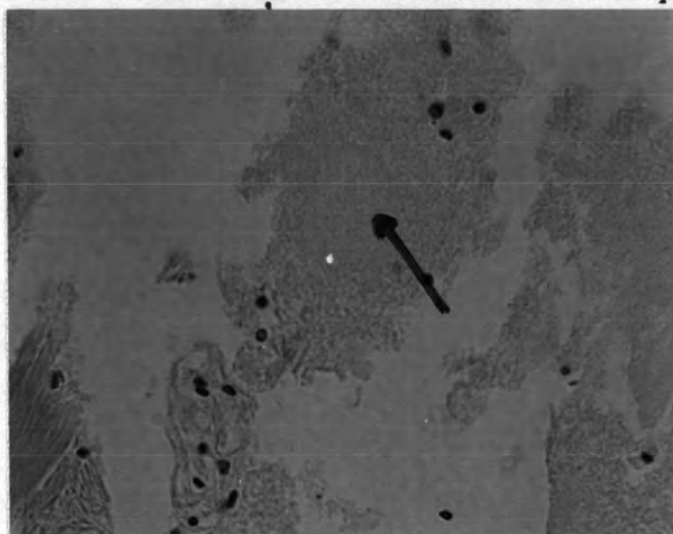
รูปที่ 38 แสดงสภาพการตายของเซลล์ตับและตับอ่อน
บริเวณสรี

(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธลอน 50 ppb

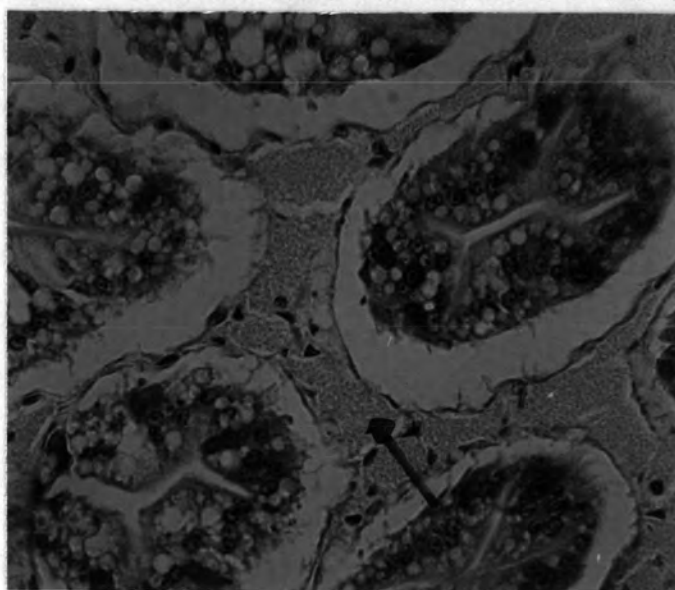
แสดงสภาพการตายของเซลล์ตับและตับอ่อน, hemocyte accumulation กระจาย
อยู่ทั่วไป และ F-cell acytoplasmic vacuolation เล็กน้อย ดังรูปที่ 39 ส่วนเซลล์
กล้ามเนื้อแสดงสภาพการตายของเซลล์กระจายอยู่ทั่วไป ดังรูปที่ 40

ภาพแสดงลักษณะทางพยาธิสภาพในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธลอน 50 ppb



รูปที่ 39 แสดงสภาพการตายของเซลล์กล้ามเนื้อ
บริเวณศรัท

(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)



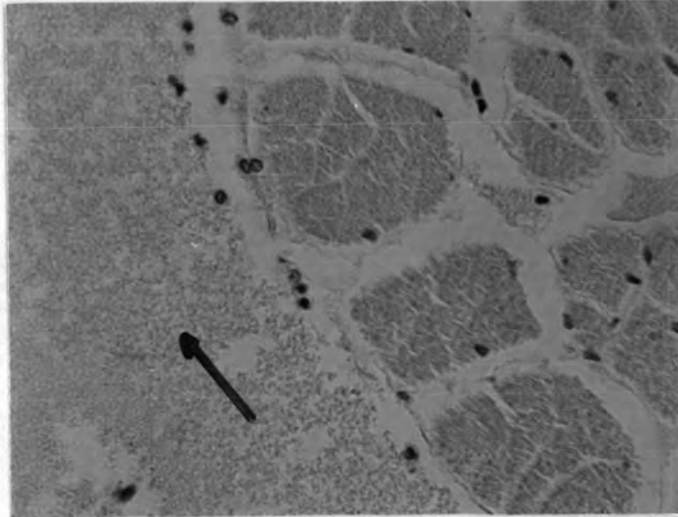
รูปที่ 40 แสดงสภาพการตายของเซลล์ตับและตับอ่อน
บริเวณศรัท

(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรซอลน 75 ppb

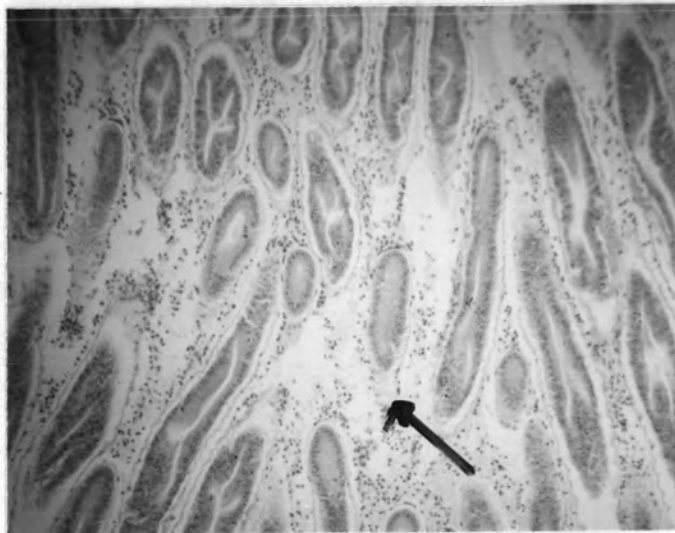
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ล่าแสงธรรมดา เซลล์ตับและตับอ่อนมี hyperemia ดังรูปที่ 41 เช่นเดียวกับเซลล์กล้ามเนื้อแสดงสภาพของ hyperemia เช่นกัน ดังรูปที่ 42

ภาพแสดงลักษณะทางพยาธิสภาพในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรซอลน 75 ppb



รูปที่ 41 แสดงสภาพของเซลล์กล้ามเนื้อที่มี hyperemia ใกล้เคียง ๆ กับเซลล์เมมเบรนบริเวณหัวใจ

(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)



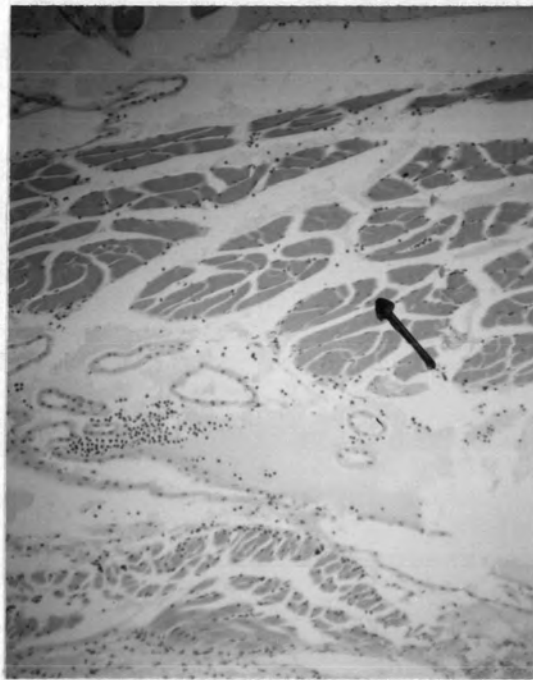
รูปที่ 42 แสดงเซลล์ตับและตับอ่อน บริเวณหัวใจ

(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 90 ppb

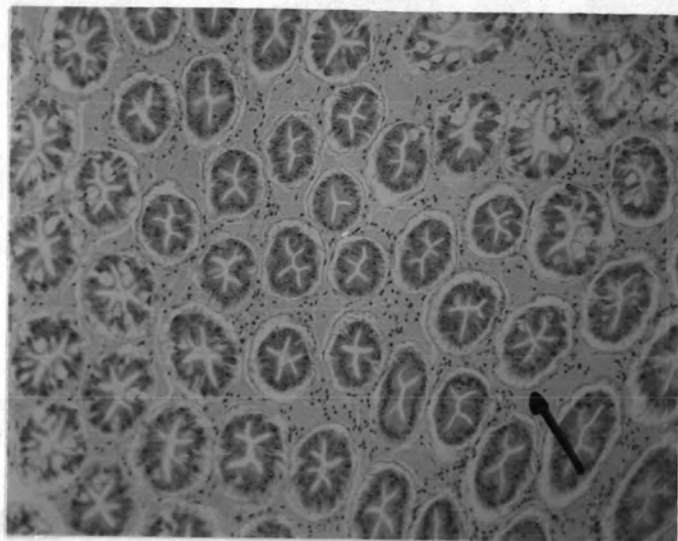
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลำแสงธรรมดา เซลล์ตับและตับอ่อน มี hyperemia กระจายอยู่ทั่วไปบริเวณช่องว่างระหว่างท่อของเซลล์ตับ ดังรูปที่ 43 และ 44 ส่วนในเซลล์กล้ามเนื้อเนื้อไม่ปรากฏลักษณะของเซลล์ตาย แต่ปรากฏลักษณะของ hyperemia ดังรูปที่ 45

ภาพแสดงลักษณะทางพยาธิสภาพในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 90 ppb

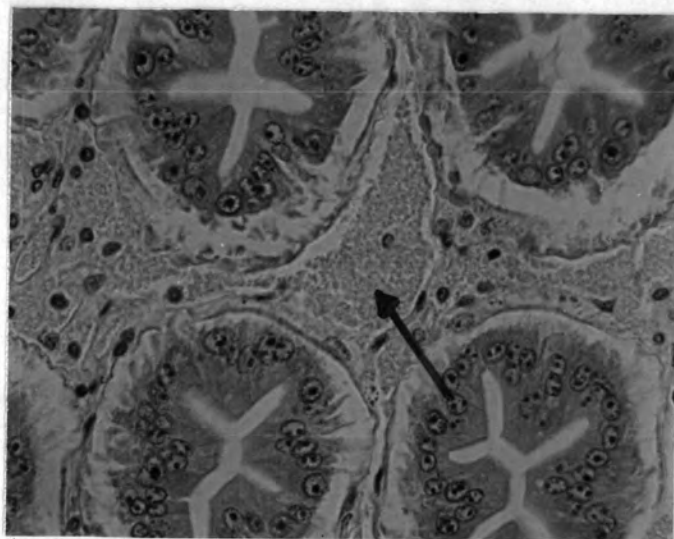


รูปที่ 43 แสดงลักษณะของเซลล์กล้ามเนื้อเนื้อที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 90 ppb

(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 10)



รูปที่ 44 แสดง hyperemia ในดิมและดิมก่อน บริเวณศรีษะ
(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 10)



รูปที่ 45 แสดงสภาพของเซลล์ดิมและดิมก่อนมี hyperemia บริเวณศรีษะ
(davidson's fixative ; H & E ; 10 x 45)

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบความรุนแรงของอาการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออนที่ได้รับ

ลักษณะทางพยาธิวิทยา	ความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออน (ppb)					
	1 ppb	20 ppb	40 ppb	50 ppb	75 ppb	90 ppb
<u>กล้ามเนื้อ</u>						
muscle necrosis						
- Focal necrosis	+	++			+	-
- generalize necrosis			++	++		
<u>ตับและตับอ่อน</u>						
- hemocyte accumulation	+	++	+++	+++	+	-
- hepatopancreatic cell necrosis	+	++	+++	+++	+	-
- F-cell cytoplasmic vacuolation	+	++	++	++	+	-
- hyperemia	-	-	-	-	+	++

หมายเหตุ +++ หมายถึง มีความรุนแรงมาก
 ++ หมายถึง มีความรุนแรงปานกลาง
 + หมายถึง มีความรุนแรงน้อย
 - หมายถึง ไม่พบอาการดังกล่าว