

บทที่ 3

ผลการทดลอง

3.1 ประเมินความเที่ยงตรงของวิธีการตรวจสอบฤทธิ์ของเอ็นไซม์อะไมเลสเทอเลสในสมองและกล้ามเนื้อของปลากะพงขาว

3.1.1 ทาการตรวจสอบฤทธิ์ของเอ็นไซม์ในสมองปลาที่รวบรวมไว้จากปลากะพงขาวหลาย ๆ ตัว (pooled brain) ทาการตรวจทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงผลที่ได้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความเที่ยงตรงของการตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์อะไมเลสเทอเลสในสมองปลากะพงขาว

ตัวอย่างที่	สมรรถนะของเอ็นไซม์
1	26.375
2	26.256
3	26.766
4	26.008
5	26.635
6	26.121
7	26.985
8	26.432
9	26.878
10	26.578

mean = 26.503 SD = 0.323 %CV = 1.22

หน่วยสมรรถนะของเอ็นไซม์ คือ micromoles substrate hydrolyzed/min/g of tissue

3.1.2 ทำการตรวจสอบสมรรถนะของเอ็นไซม์อะไมเลสเทอเรสในกล้ามเนื้อของปลา
กะพงขาวที่รวบรวมไว้หลาย ๆ ตัว (pooled muscle) ทำการตรวจทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วนำ
มาหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงผลที่ได้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความเที่ยงตรงของการตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์อะไมเลสเทอเรสใน
กล้ามเนื้อปลากะพงขาว

ตัวอย่างที่	สมรรถนะของเอ็นไซม์
1	3.375
2	3.295
3	3.263
4	3.205
5	3.125
6	3.253
7	3.221
8	3.125
9	3.245
10	3.256

mean = 3.236

SD = 0.075

%CV = 2.32%

หน่วยสมรรถนะของเอ็นไซม์ คือ micromoles substrate hydrolyzed/min/g of
tissue

3.2 ผลการศึกษาความคงตัวของเอ็นไซม์อะไมเลสของปลาในสมอง และกล้ามเนื้อปลากะพงขาว

3.2.1 ความคงตัวของสมรรถนะเอ็นไซม์อะไมเลสของปลาในกล้ามเนื้อปลากะพงขาว

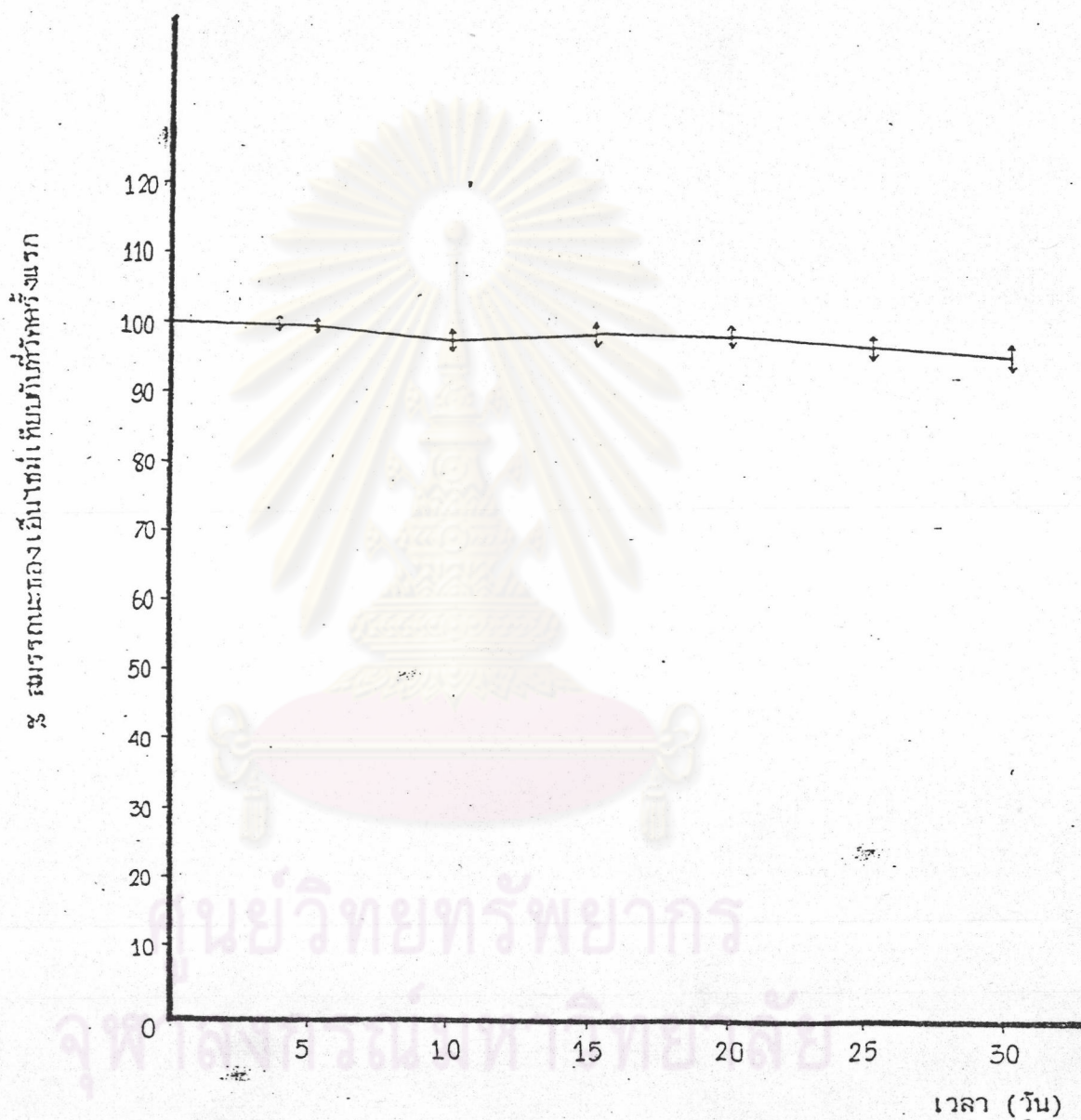
ทำการตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์ในกล้ามเนื้อของปลาที่รวบรวมมาจากปลาหลาย ๆ ตัวนำมา 5 ตัวอย่าง โดยวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์แต่ละชุดตามระยะเวลาดังนี้ คือ 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 8 และรูปที่ 11

ตารางที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะเอ็นไซม์อะไมเลสของปลาในกล้ามเนื้อปลากะพงขาวระยะเวลา 30 วัน

วันที่	สมรรถนะของเอ็นไซม์				
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5
1	3.356	1.658	7.986	0.589	4.369
3	3.345	1.650	7.956	0.562	4.356
5	3.341	1.536	7.875	0.558	4.345
10	3.312	1.528	7.869	0.526	4.334
15	3.258	1.510	7.855	0.559	4.326
20	3.205	1.526	7.852	0.532	4.320
25	3.235	1.512	7.858	0.521	4.315
30	3.230	1.508	7.856	0.512	4.310
\bar{X}	3.285	1.554	7.888	0.545	4.334
SE	0.021	0.022	0.018	0.009	0.007

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 1-5 เป็นตัวอย่างของปลากะพงขาวที่ได้รับเมทิลพาราไธออน

หน่วยสมรรถนะของเอ็นไซม์ คือ micromoles substrate hydrolyzed/min/g of tissue



รูปที่ 11 แสดงความคงตัวของเอ็นไซม์อะไมเลสในเนื้อปลากะพงขาว ภายหลังจากการฉีดเป็นเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตครั้งแรก (mean \pm SE)

3.2.2 ความคงตัวของเอ็นไซม์โกลูโคสเทอเรสในสมองปลากะพงขาว

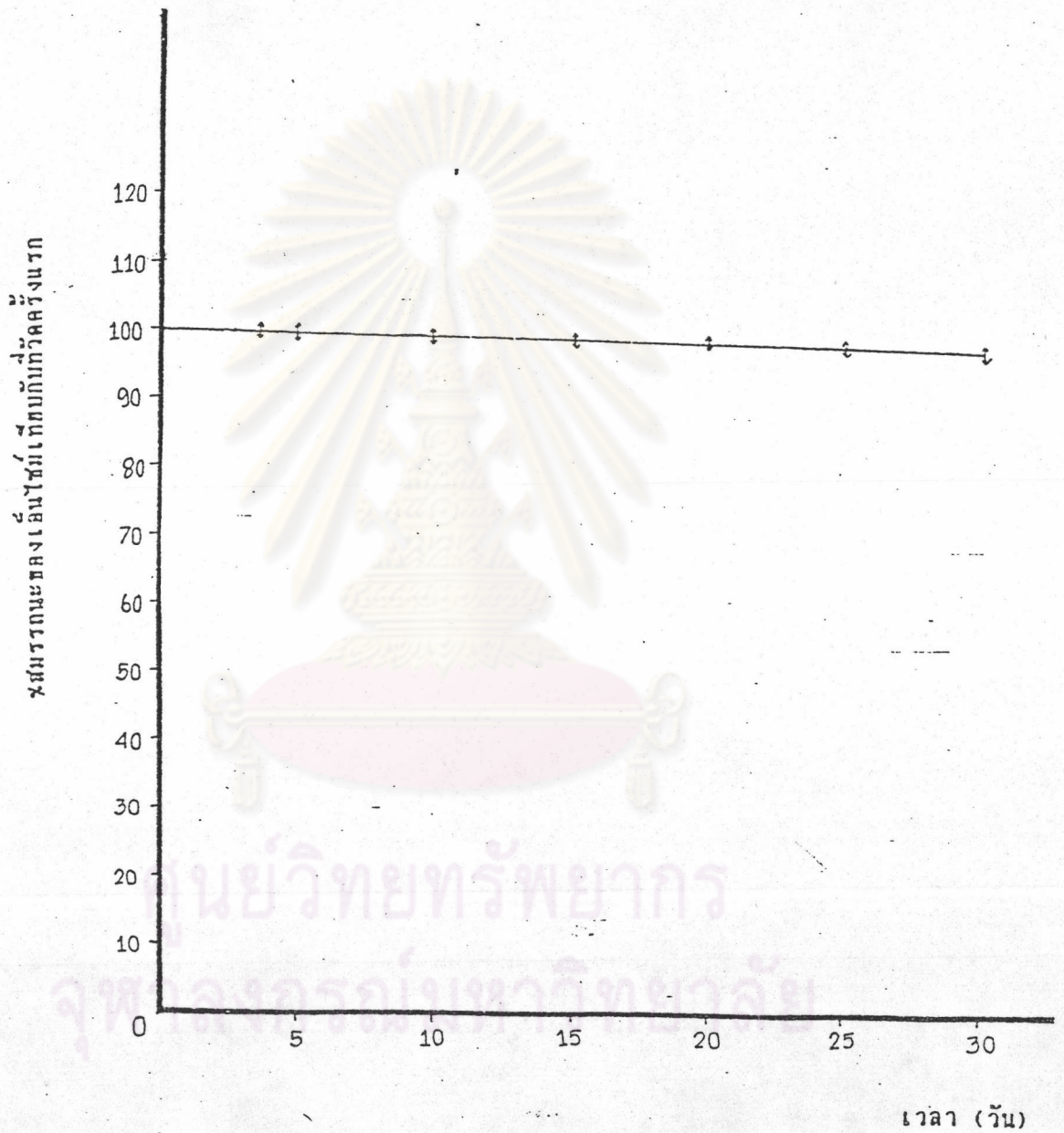
ทำการตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์ในสมองปลากะพงขาวที่รวบรวมมาจากปลาหลายตัวที่นำมา 5 ตัวอย่าง โดยวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์แต่ละชุดตามระยะเวลาดังนี้ คือ 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 9 และรูปที่ 12

ตารางที่ 10 และรูปที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคงตัวของเอ็นไซม์เนื้อ และสมอง โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการวัดครั้งแรก

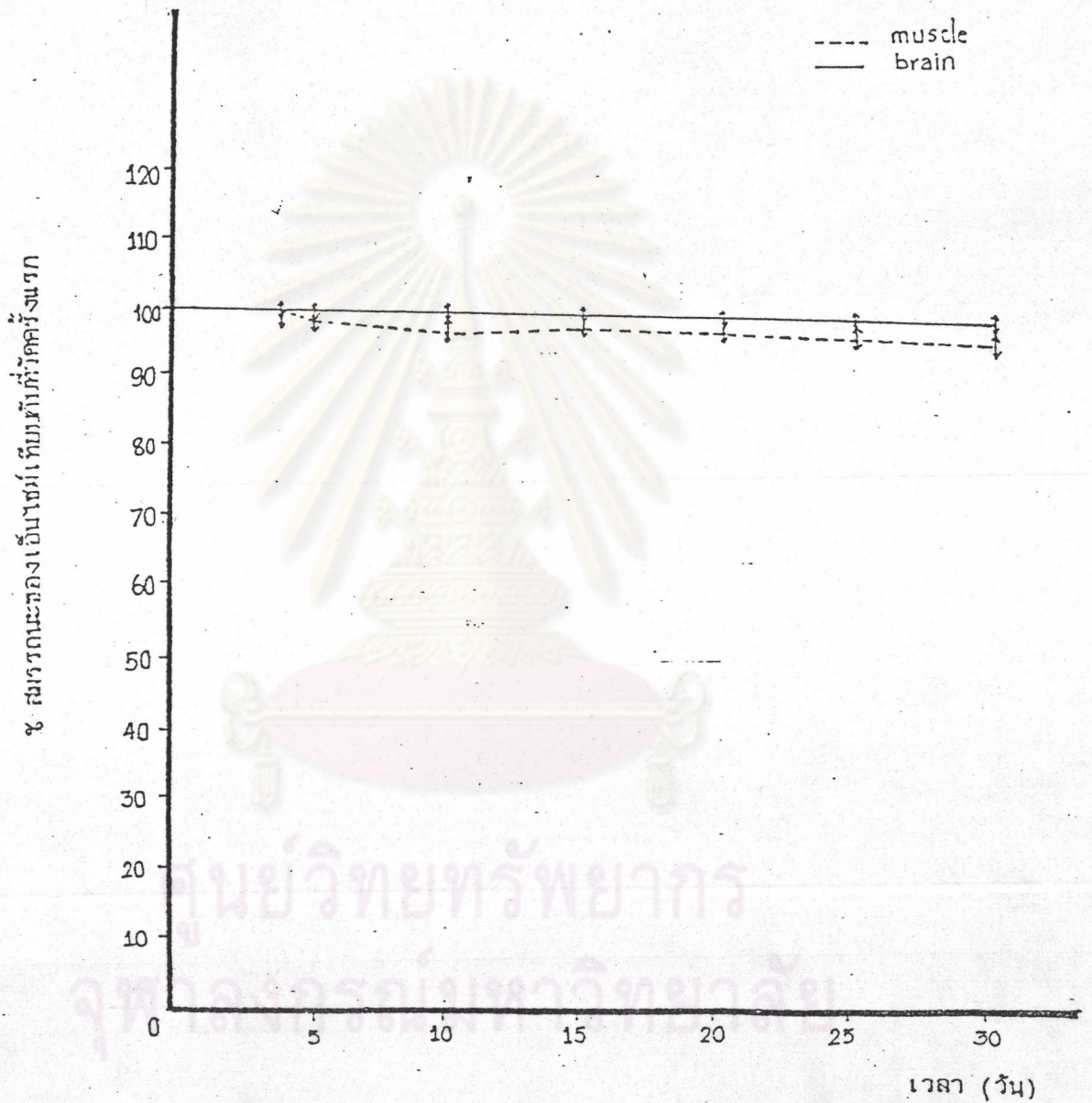
ตารางที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเอ็นไซม์โกลูโคสเทอเรสในสมองปลากะพงขาวในระยะเวลา 30 วัน

วันที่	สมรรถนะของเอ็นไซม์				
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5
1	23.356	15.658	7.986	10.589	9.369
3	23.345	15.650	7.856	10.562	9.356
5	23.341	15.536	7.855	10.558	9.345
10	23.312	15.528	7.849	10.526	9.334
15	23.258	15.510	7.845	10.559	9.326
20	23.205	15.526	7.840	10.532	9.320
25	23.235	15.512	7.831	10.521	9.315
30	23.230	15.508	7.825	10.512	9.310
\bar{X}	23.285	15.554	7.861	10.545	9.334
SE	0.212	0.022	0.018	0.009	0.007

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 1-5 เป็นตัวอย่างของปลากะพงขาวที่ได้รับเมทิลลพาราเรดอน หน่วยสมรรถนะของเอ็นไซม์ คือ micromoles substrate hydrolyzed/min/g of tissue



รูปที่ 12 แสดงความคงตัวของเอ็นไซม์โกลีโคเจนฟอสฟอริเลสในสมองปลากะพงขาว ภายหลังจากได้รับเบต้าเซนส์สมรรถนะของเอ็นไซม์ที่วัดครั้งแรก (mean \pm SE)



รูปที่ 13 แสดงการ เปรียบเทียบค่าความคงตัวของเอ็นไซม์ในเส้นเอ็นของเรสนากลิ้มเนื้อ และสมองปลากระพงขาว โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สมรรถนะของเอ็นไซม์ที่วัดครั้งแรก (mean \pm SE)

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบค่าความคงตัวของเอ็นไซม์โคลีเนสเทอเรสในกล้ามเนื้อ และสมอง โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สมรรถนะของเอ็นไซม์ที่วัดครั้งแรก

ชนิดของเนื้อเยื่อ	เวลา (วัน)							
	1	3	5	10	15	20	25	30
กล้ามเนื้อ ($\bar{X} \pm SE$)	100	99.59 ± 0.05	98.42 ± 0.84	95.58 ± 1.82	96.09 ± 1.29	95.19 ± 1.53	94.64 ± 1.84	94.23 ± 2.05
สมอง ($\bar{X} \pm SE$)	100	99.58 ± 0.27	99.39 ± 0.25	99.26 ± 0.24	99.24 ± 0.25	99.12 ± 0.22	99.08 ± 0.24	99.02 ± 0.24

3.3 ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ recovery ของการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โคลีเนสเทอเรสในกล้ามเนื้อ และสมอง

3.3.1 การศึกษาเปอร์เซ็นต์ recovery ของวิธีการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โคลีเนสเทอเรส โดยการนำ Bovine enzyme cholinesterase standard มาเตรียมให้ได้ปริมาณของเอ็นไซม์ 0.1375 - 2.2 IU/ml แล้วเติมลงไปน้ในสมองที่ทราบค่าสมรรถนะของเอ็นไซม์แล้วทำการตรวจหาสมรรถนะของเอ็นไซม์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าสมรรถนะของเอ็นไซม์ที่วัดได้กับค่าที่ควรจะเป็นตามสูตรข้างล่าง และแสดงผลไว้ในตารางที่ 11

การคิดค่าเปอร์เซ็นต์ recovery คำนวณจาก

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



ตารางที่ 11 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ recovery วิธีการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส
ในสมองปลากะพงขาว

	ค่าที่ควรจะเป็น(ΔA) (Theoretical value)	ค่าที่วัดได้ (ΔA) (Duplicated determined value)	เปอร์เซ็นต์ที่วัดได้ (Percentage recovery)
ปริมาณบัฟเฟอร์ 3 มล. และสมองปลา 50 ul ใส่ standard เอ็นไซม์ 50 ul ในความเข้มข้น			
2.2 IU/ml	0.202	0.202, 0.202	100, 100
1.1 IU/ml	0.113	0.118, 0.117	104.42, 103.54
0.55 IU/ml	0.080	0.075, 0.080	93.75, 100
0.275 IU/ml	0.059	0.060, 0.060	101.69, 101.69
0.1375 IU/ml	0.049	0.052, 0.048	106.12, 97.96
0	0.038	0.038	-

3.3.2 ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ recovery ของวิธีการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์
เอสเตอเรสในกล้ามเนื้อของปลากะพงขาว โดยการนำ bovine enzyme cholinesterase
standard มาเตรียมให้ได้ปริมาณของเอ็นไซม์ 0.1375-2.2 IU/ml แล้วเติมลงไปใน
กล้ามเนื้อที่ผ่านการบดแล้ว ซึ่งทราบค่าการทงานของเอ็นไซม์แล้วทำการตรวจการทงานของ
เอ็นไซม์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าการทงานของเอ็นไซม์ที่วัดได้กับค่าควรจะเป็นดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ Recovery ของวิธีการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์ในกล้ามเนื้อ
ของปลากะพงขาว

	ค่าที่ควรจะเป็น(ΔA)	ค่าที่วัดได้ (ΔA)	เปอร์เซ็นต์ที่วัดได้
ปริมาณบัฟเฟอร์ 2.6 มล. กล้ามเนื้อ 0.4 มล. และ standard enzyme 50 ul ในความเข้มข้น			
2.2 IU/ml	0.277	0.276, 0.288	99.64, 103.97
1.1 IU/ml	0.188	0.190, 0.186	101.06, 96.94
0.55 IU/ml	0.155	0.148, 0.152	95.48, 98.06
0.275 IU/ml	0.139	0.139, 0.145	100, 104.32
0.1375 IU/ml	0.124	0.131, 0.128	105.65, 103.23
0	0.113	0.113	-

3.4 ศึกษาพิษเฉียบพลัน (Acute Toxicity) ของเมทิลพาราธาออน (methyl parathion) ในปลากะพงขาว

3.4.1 อาการทั่วไปของปลากะพงขาวที่ได้รับเมทิลพาราธาออน

จากการใส่เมทิลพาราธาออนในน้ำที่ใช้เลี้ยงปลา บันทึกผลการทดลองเป็นเวลา 96 ชั่วโมง พบว่าพิษของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อปลากะพงขาว มีความรุนแรงตามขนาดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ได้รับ อาการที่ปรากฏได้สรุปแยกเป็นกลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไรออน 0.5 ppm หลังจากได้รับเมทิลลพาราไรออน 8 ชั่วโมง ปลากระพงขาวแสดงอาการตื่นเต้นกระวนกระวาย (hyperexcitability) กระสับกระส่าย การเคลื่อนไหวไม่มีทิศทางที่แน่นอน มีการว่ายน้ำอย่าง และว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำบ่อย ๆ การเคลื่อนไหวของปลากระพงขาวในกลุ่มนี้แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างเห็นเด่นชัด โดยปลาทุกตัวในกลุ่มควบคุมมีการว่ายน้ำไปมา หรือไม่ก็อยู่นิ่งสงบอยู่ที่พื้นอ่าง ปลากินอาหารได้ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ประมาณ 2-3 วันปลากลับมีอาการปกติ ในกลุ่มนี้ไม่มีปลาตาย แต่เมื่อนำปลาขึ้นมาเพื่อวัดปริมาณเอ็นไซม์พบว่าที่ลำตัวมีเมือกขาวมากผิดปกติ

กลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไรออน 0.75 ppm ปลาแสดงอาการผิดปกติรุนแรงขึ้น อาการของปลาเกิดขึ้นหลังจากได้รับเมทิลลพาราไรออน 3 ชั่วโมง ปลากินอาหารได้ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม บางตัวจะมีอาการซึมอยู่นิ่ง ว่ายน้ำเอียงตัวไปมา หรือหงายท้องว่ายน้ำ และตายในที่สุด ปลาที่รอดตายกลับมีอาการปกติใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน เมื่อผ่านไป 8 ชั่วโมง เริ่มพบว่ามีปลาตายบ้าง และเมื่อนำปลาที่ตายขึ้นมาตรวจสอบสภาพภายนอกพบว่าลำตัวสีขาว มีเมือกมากมลาคือมากกว่าในกลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไรออน 0.50 ppm เหนืออกกางอ้าไม่หุบ

กลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไรออน 1.00 ppm ปลาแสดงอาการรุนแรงขึ้น และมากกว่ากลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไรออน 0.75 ppm และเกิดอาการหลังจากได้รับเมทิลลพาราไรออน ประมาณ 3 ชั่วโมง และเมื่อเวลาผ่านไป 7 ชั่วโมง เริ่มมีปลาตายโดยเฉพะในช่วงวันแรก ๆ ตายมากกว่าในช่วงหลัง จนเมื่อผ่านไปในวันที่ 3-4 ปลาที่รอดตายเริ่มกลับมีอาการเป็นปกติ แต่ยังไม่กินอาหารได้น้อย และบางตัวไม่กินอาหาร ส่วนปลาที่ตายก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกับกลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไรออน 0.75 ppm

กลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไรออน 1.25, 1.5 และ 1.75 ppm ปลาแสดงอาการเหมือนกับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไรออนขนาด 1.0 ppm เพียงแต่จำนวนปลาที่ตายเพิ่มขึ้นตามขนาดความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น

กลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไรออน 2.0 ppm ปลาแสดงอาการผิดปกติเร็วขึ้น คือ ภายใน

1 ชั่วโมง หลังจากได้รับเมทิลลพาราไอออน และแสดงอาการรุนแรงมาก มีอาการกระวนกระวาย กระสับกระส่ายมากขึ้น กระจกคื่นเหนือน้ำบ่อยครั้งขึ้น และจะว่ายน้ำรวมกันอยู่ในบริเวณที่มี หัวทรายซึ่งเป็นที่เพิ่มออกซิเจนให้แก่ปลา ต่อมาปลาจะตกลงสู่อ่างมีอาการชักกระตุก หงายท้อง ว่ายน้ำไปใต้อีกระยะ และคายในที่สุด ปลาเริ่มตายภายในเวลา 6 ชั่วโมงหลังจากได้รับเมทิลลพาราไอออน ในช่วง 7-10 ชั่วโมงแรกมีปลาคายหลายตัว จนครบ 96 ชั่วโมง ปลาที่ยังไม่ คาย 13 ตัว ยังคงมีอาการกระสับกระส่าย และไม่กินอาหารเลย

กลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไอออน 2.25 ppm ปลาแสดงอาการเหมือนกับในกลุ่มที่ได้รับ เมทิลลพาราไอออนขนาด 2.0 ppm และจำนวนปลาที่คายก็เพิ่มขึ้นด้วย ลักษณะของปลาที่คายก็ เช่นเดียวกับกลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไอออน 0.75 ppm

กลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไอออน 2.50 ppm อาการพิษจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมาก และ อาการรุนแรงมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ปลาคายหมดภายในเวลา 3 วัน

เมื่อครบ 96 ชั่วโมงเปรียบเทียบและแสดงผลการทดลองตั้งในตารางที่ 13

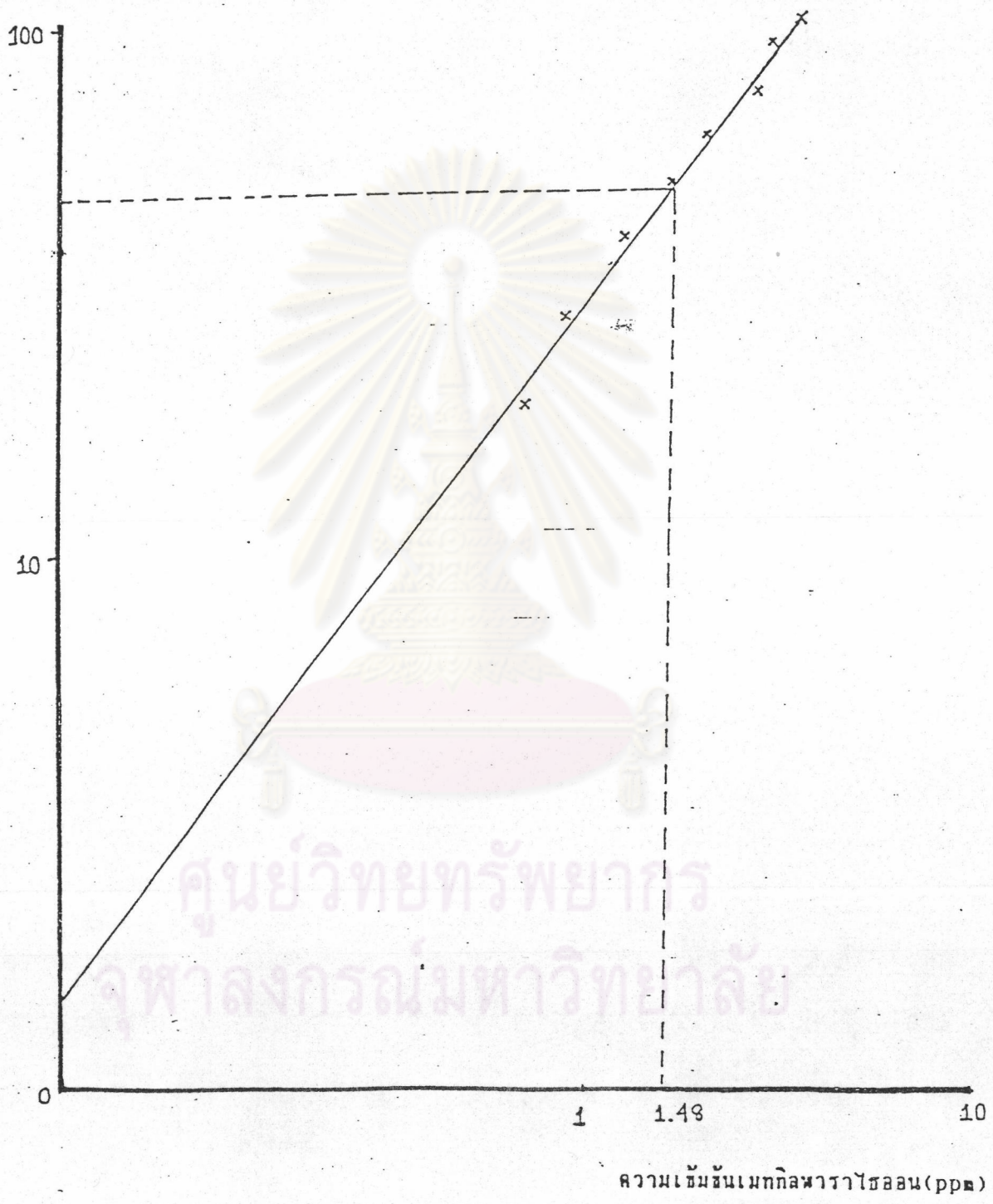
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 จำนวนการตายของปลากะพงขาวภายหลังได้รับเมทิลทหาราไรออนในช่วงเวลา
ที่ศึกษา 96 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของ เมทิลทหาราไรออน (ppm)	จำนวนสัตว์ ทดลอง	จำนวนปลาที่ตายภายในระยะเวลา(ชั่วโมง)						เปอร์เซ็นต์ ที่ตาย
		0-6	0-24	0-48	0-72	0-96	รวม(ตัว)	
กลุ่มควบคุม	50	-	-	-	-	-	-	-
0.50	50	-	-	-	-	-	-	0
0.75	50	-	4	2	2	2	10	20
1.00	50	-	8	5	2	1	16	32
1.25	50	-	8	4	5	4	21	42
1.50	50	-	10	7	5	4	26	52
1.75	50	-	11	9	8	4	32	64
2.00	50	10	11	8	4	4	37	74
2.25	50	15	13	7	6	4	45	90
2.50	50	20	18	12	10	-	50	100

3.4.2 ค่า Median lethal concentration ภายในเวลา 96 ชั่วโมง
(LC₅₀, 96 hr) จากรูปที่ 14 ได้เท่ากับ 1.48 ppm (ดูวิธีคิดจากภาคผนวก)

๗ การคาด



รูปที่ 14 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเมทิลลาราไซออนกับเปอร์เซ็นต์การตายของปลากะพงขาว

3.4.3 ผลของเมทิลพาราไรออนต่อสมรรถนะของเอ็นไซม์โกลบินเอสเทอเรส

3.4.3.1 ผลของเมทิลพาราไรออนต่อสมรรถนะของเอ็นไซม์โกลบินเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อปลากะพงขาว

เมทิลพาราไรออนในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน มีผลต่อการทำงานของเอ็นไซม์โกลบินเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อของปลากะพงขาว เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับเมทิลพาราไรออน พบว่าระดับการทำงานของเอ็นไซม์ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทุกความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออนที่ใช้ สามารถยับยั้งเอ็นไซม์โกลบินเอสเทอเรส เปอร์เซ็นต์ของการยับยั้งจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อขนาดความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออนเพิ่มความล่าช้า ดังจะเห็นว่าเอ็นไซม์โกลบินเอสเทอเรสลดลง 43.7%, 61.14%, 77.15%, 79.1%, 85.12%, 91.13%, 92.02%, 94.71% และ 96.74% ในปลากะพงขาวที่ได้รับเมทิลพาราไรออน 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, 2.25 และ 2.5 ppm ตามลำดับ พบปลาตายในช่วง 6 ชั่วโมงแรกในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรออน 2 ppm, 2.25 ppm, 2.5 ppm มีปริมาณเอ็นไซม์โกลบินเอสเทอเรสเหลืออยู่ 1.48%, 1.32%, 1.16% ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 15) แต่พบปลาตายที่ความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออน 0.75 ppm เป็นกลุ่มแรกโดยปริมาณเอ็นไซม์โกลบินเอสเทอเรสลดลง 61.14% เกิดขึ้นภายใน 24 ชั่วโมงแรก และปลาเริ่มแสดงอาการกระวนกระวายเมื่อปริมาณเอ็นไซม์ลดลง 43.7% ที่ความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออน 0.5 ppm (ดังตารางที่ 14, 16 และรูปที่ 15-17) ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย \pm ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

3.4.3.2 ผลของเมทิลพาราไรออนต่อสมรรถนะของเอ็นไซม์โกลบินเอสเทอเรสในสมองปลากะพงขาว

พบว่าสมรรถนะของเอ็นไซม์โกลบินเอสเทอเรสเปลี่ยนแปลงไปคามขนาดความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออน โดยเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับเมทิลพาราไรออน พบว่าระดับการทำงานของเอ็นไซม์โกลบินเอสเทอเรสต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ทุกความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออนที่ใช้ในการทดลอง เมทิลพาราไรออนความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยสามารถยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์โกลบินเอสเทอเรสได้เพิ่มขึ้นตามขนาดความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออนที่เพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ของการยับยั้งจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อความเข้มข้นของเมทิล

พาราไธออนเพิ่มขึ้นตามลำดับ ดังจะเห็นว่าเอ็นไซม์โกลีตินเอสเทอร์ลดลง 51.47%, 61.47%, 68.72%, 85.72%, 85.61%, 89.35%, 90.84%, 93.63% และ 95.83% ในปลากระพงขาว ที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, 2.25 และ 2.5 ppm ความล่าช้า พบปลาตายในช่วง 6 ชั่วโมงแรกในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 2, 2.25 ppm, 2.5 ppm มีปริมาณเอ็นไซม์โกลีตินเอสเทอร์เหลืออยู่ 4.64%, 3.39%, 2.61% ความล่าช้า (ดังแสดงในตารางที่ 18) แต่พบปลาตายที่ความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออน 0.75 ppm เป็นกลุ่มแรกโดยปริมาณเอ็นไซม์โกลีตินเอสเทอร์ลดลง 61.47% เกิดขึ้นภายใน 24 ชั่วโมงแรก และปลาเริ่มแสดงอาการกระวนกระวายเมื่อปริมาณเอ็นไซม์ลดลง 51.47% ที่ความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออน 0.5 ppm (ดังตารางที่ 16, 19 และรูปที่ 22-23) ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย \pm ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

รูปที่ 21 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะของเอ็นไซม์โกลีตินเอสเทอร์ในสมอง และกล้ามเนื้อ ($r = 0.77$) โดยพบว่าถ้าสมรรถนะของเอ็นไซม์ในสมองลดลงจะมีผลให้ระดับเอ็นไซม์ในกล้ามเนื้อลดลงด้วย

3.4.4 ผลของปริมาณเมทิลพาราไธออนในน้ำเมื่อเวลาผ่านไป

จากการศึกษาอัตราการตายของปลาที่ได้รับเมทิลพาราไธออนในน้ำเมื่อเวลาผ่านไป จะเห็นว่าในแต่ละวันที่ผ่านไปปริมาณของเมทิลพาราไธออนในน้ำลดลงทุกวัน (ดังตารางที่ 20-21 และรูปที่ 22-23) จะเห็นว่าปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเมทิลพาราไธออนลดลงไป 81.26%, 47.73%, 46.02% ภายใน 24 ชั่วโมง และหลังจาก 96 ชั่วโมงไปแล้วลดลงเหลือ 1.4 %, 6.45%, 11.34% ในกลุ่มที่มีปริมาณเมทิลพาราไธออนในระยะแรก 0.5, 1.5 และ 2.5 ppm ความล่าช้า

ตารางที่ 14 ระดับสมรรถนะของเอนไซม์โกลูตาไมเลสเทอเรส (mean \pm SE) ในกล้ามเนื้อของปลากะพงขาวที่ตายในแต่ละช่วงเวลาขณะที่ได้รับ
เมทิลพาราไธออน

ความเข้มข้น ของเมทิล พาราไธออน (ppm)	สมรรถนะของเอนไซม์โกลูตาไมเลสเทอเรส									
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)									
	0-6	จำนวน	6-24	จำนวน	24-48	จำนวน	48-72	จำนวน	72-96	จำนวน
(ppm)	ปลาตาย		ปลาตาย					ปลาตาย		ปลาตาย
control	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.50 ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.75 ppm	-	-	(3) 4.442 \pm 0.178	4	5.002 \pm 0.683	2	6.657 \pm 0.234	2	8.831 \pm 0.097	2
1.00 ppm	-	-	3.334 \pm 0.178	8	4.520 \pm 0.494	5	(1)5.879	2	3.654	1
1.25 ppm	-	-	(7) 2.344 \pm 0.078	8	4.007 \pm 0.160	4	4.956 \pm 0.408	5	5.813 \pm 0.256	4
1.50 ppm	-	-	(9) 0.819 \pm 0.037	10	1.271 \pm 0.080	7	2.159 \pm 0.118	5	4.051 \pm 0.142	4
1.75 ppm	-	-	0.610 \pm 0.046	11	0.884 \pm 0.053	9	1.467 \pm 0.133	8	1.979 \pm 0.578	4
2.00 ppm	(9) 0.399 \pm 0.046	10	0.635 \pm 0.027	11	0.664 \pm 0.097	8	2.026 \pm 0.652	4	1.819 \pm 0.344	4
2.25 ppm	(14) 0.355 \pm 0.052	15	0.533 \pm 0.054	13	1.131 \pm 0.114	7	1.701 \pm 0.473	6	1.568 \pm 0.192	4
2.50 ppm	0.312 \pm 0.031	20	(15) 0.585 \pm 0.075	16	1.036 \pm 0.229	10	1.506 \pm 0.213	4	-	-

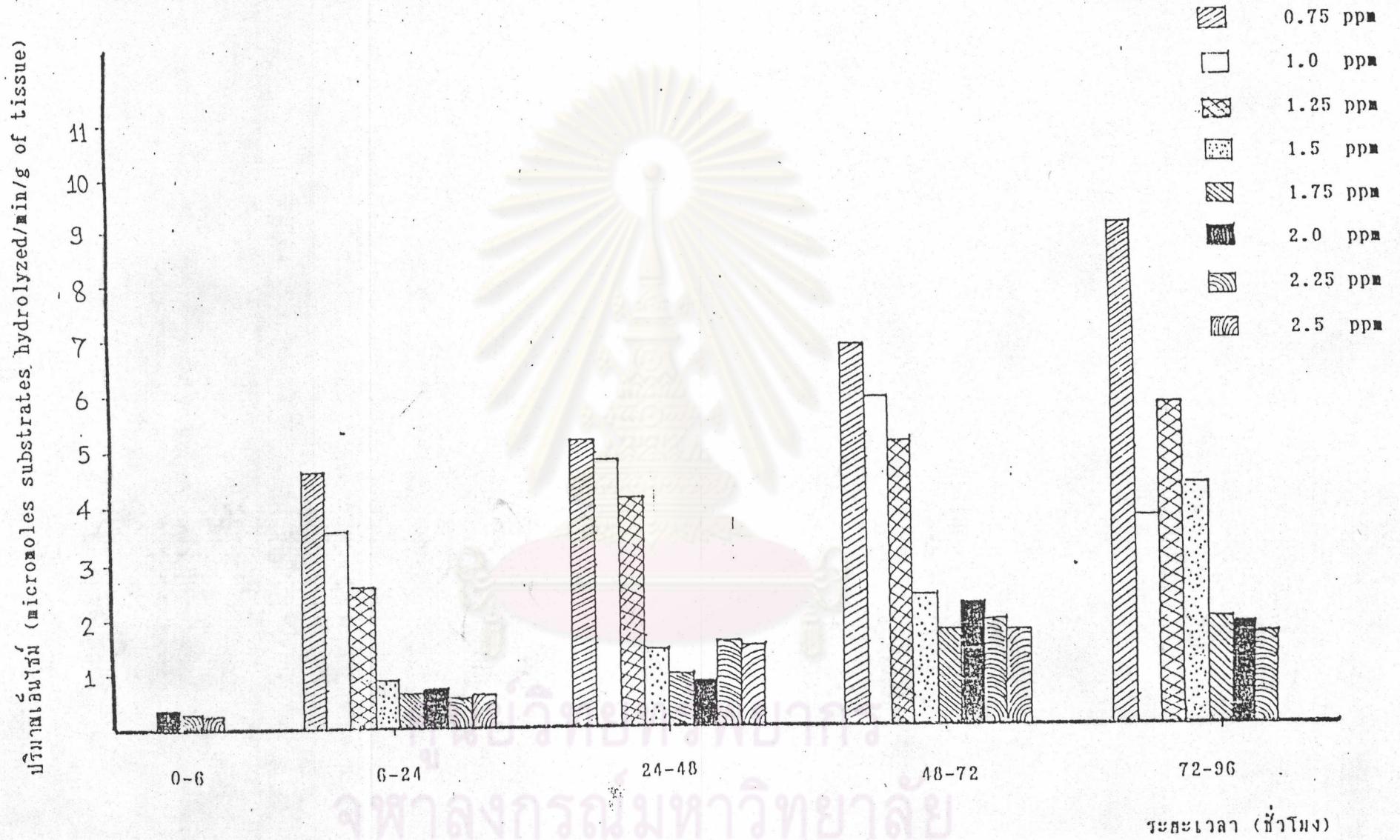
ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย \pm ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

หมายเหตุ ตัวเลขที่กำกับที่มุมซ้ายของตารางหมายถึง จำนวนปลาที่เก็บได้จริง และวัฏระดับเอนไซม์

หน่วยสมรรถนะของเอนไซม์ คือ micromoles substrate hydrolyzed/min/g of tissue

ตารางที่ 15 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์สมรรถนะของเอ็นไซม์ที่เหลืออยู่ และ %inhibition ในกล้ามเนื้อปลากะพงขาวที่ตายในแต่ละช่วงเวลาที่ได้รับ
เมทิลพาราธอน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ความเข้มข้น ของเมทิล พาราธอน (ppm)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)									
	0-6		6-24		24-48		48-72		72-96	
	% enzyme activity	%inhibition	% enzyme activity	%inhibition	% enzyme activity	%inhibition	% enzyme activity	%inhibition	% enzyme activity	%inhibition
control	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.75	-	-	16.49	83.51	18.57	81.43	24.71	75.29	32.78	67.22
1.00	-	-	12.38	87.62	16.78	83.22	21.82	78.18	13.56	86.44
1.25	-	-	8.70	94.30	14.87	85.13	18.40	81.60	21.58	78.42
1.50	-	-	3.04	96.96	4.72	95.28	8.01	91.99	15.04	84.96
1.75	-	-	2.26	97.73	3.28	96.72	5.45	94.55	7.35	92.65
2.00	1.48	98.52	2.36	97.64	2.46	97.54	7.52	92.48	6.75	93.25
2.25	1.32	98.68	1.98	98.02	4.20	95.80	6.31	93.69	5.82	94.18
2.50	1.16	98.64	2.17	97.83	3.85	96.15	5.59	94.41	-	-

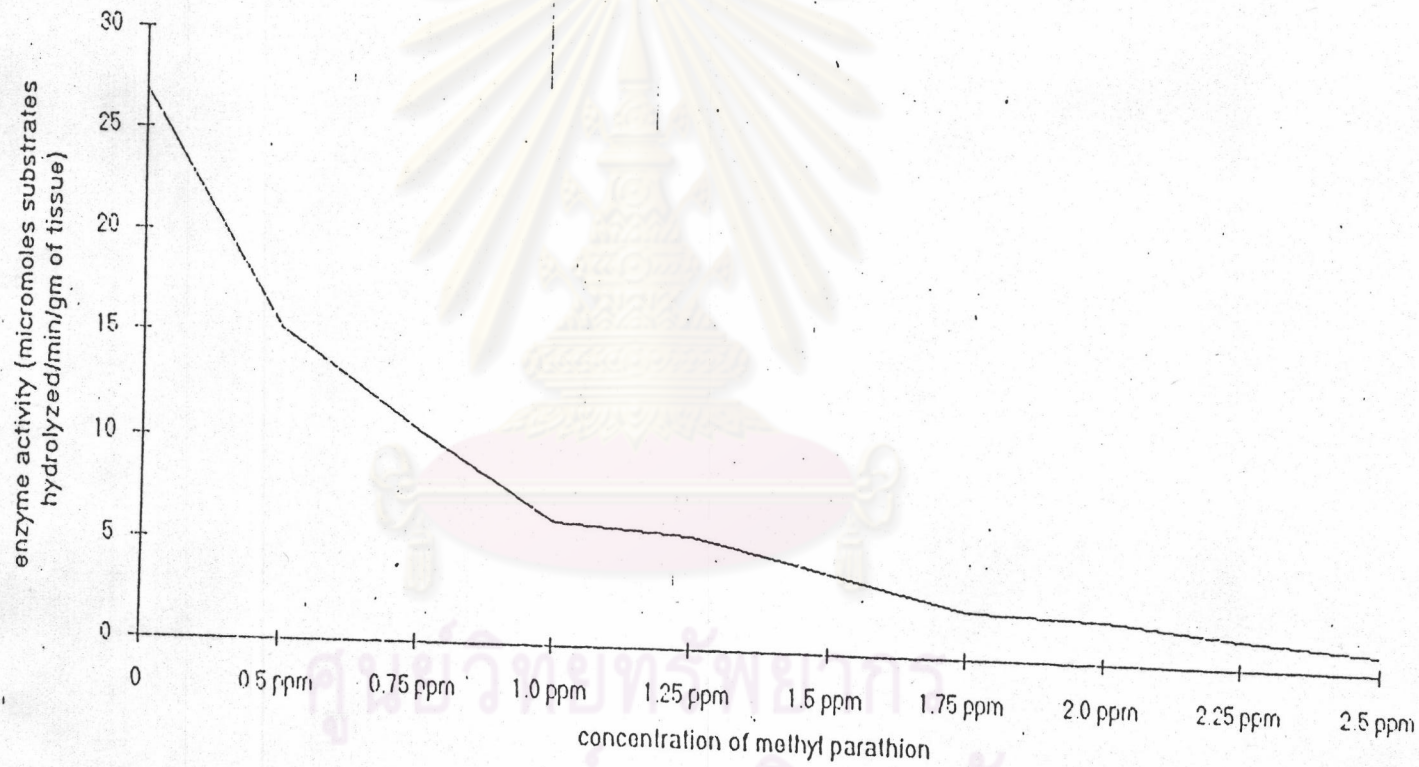


รูปที่ 15 แสดงสมรรถนะของเอ็นไซม์อะไมเลสเทอเรสในกล้ามเนื้อปลากะพงขาวที่คายานแต่ละช่วงเวลา (mean \pm SE)

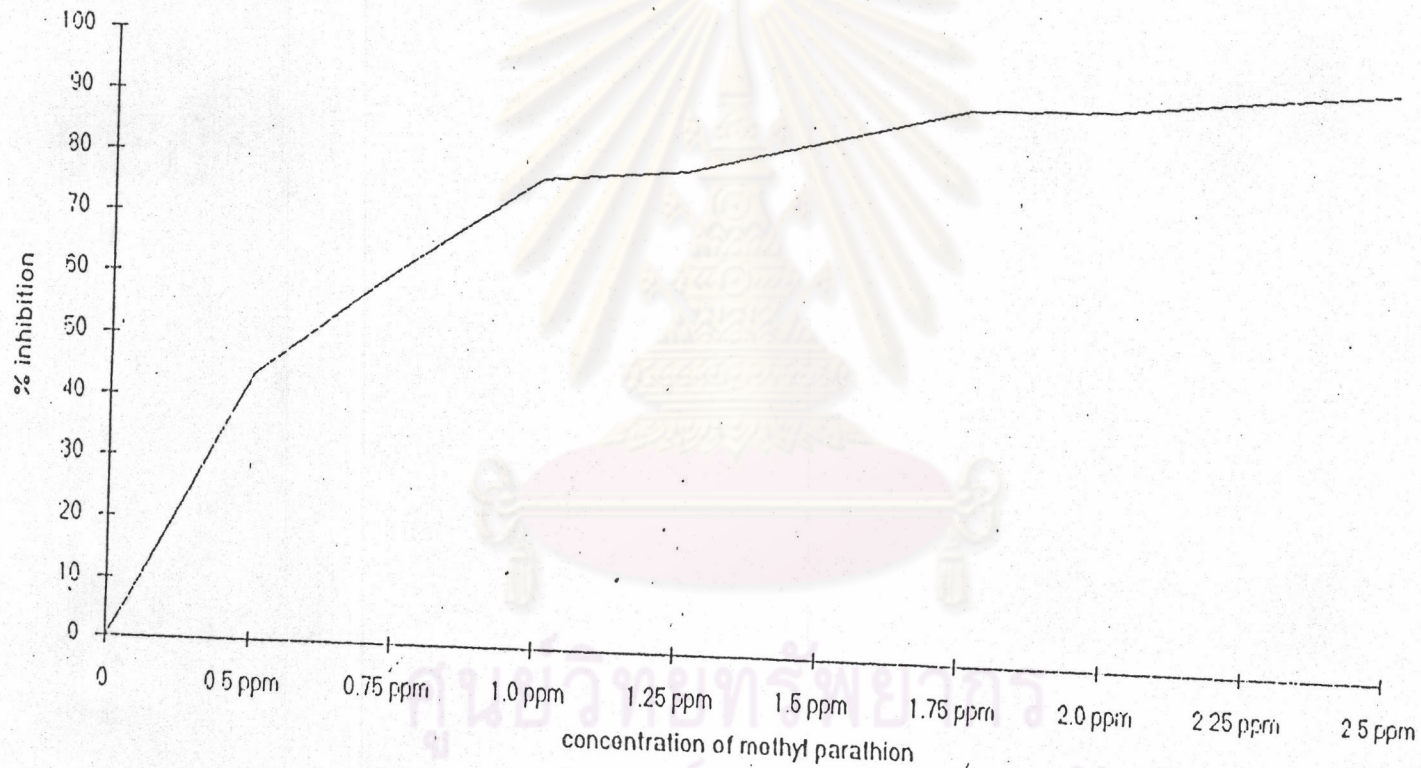
ตารางที่ 16 แสดงระดับสมรรถนะของเอนไซม์ไลซีนเอสเทอเรส ในกล้ามเนื้อปลาทูที่ที่ได้รับเมทิลพาราไธออนและได้รับเมทิลพาราไธออนในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

	ความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออน (ppm)									
	กลุ่มควบคุม	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
mean	26.9393	15.1680	10.4678	6.1560	5.6310	4.0092	2.3886	1.9263	1.3105	0.6404
SD	1.8973	1.7265	2.6240	2.2767	2.1388	2.6516	2.1248	2.0984	1.7122	0.5418
SE	0.2683	0.2442	0.3749	0.3256	0.3055	0.3788	0.3004	0.2998	0.2446	0.0774
Range	24.0312- 32.6589	12.2056- 19.3654	4.0070- 15.2356	2.5590- 10.9583	2.0145- 10.2563	0.5928- 8.2563	0.2563- 8.2359	0.1325- 9.1256	0.1258- 8.1230	0.1256- 2.5263
% inhibition		43.70%	61.14%	77.15%	79.10%	85.12%	91.13%	92.02%	94.71%	96.74%
P		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
n	50	50	49	49	49	49	50	49	49	49

หน่วยสมรรถนะของเอนไซม์ คือ micromoles substrate hydrolyzed/min/g of tissue



รูปที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ของสมรรถนะของเอ็นไซม์อะซินีเอส เทอเรสจากลำม เนื้อปลากะพงขาวกับปริมาณเมทิลพาราธาตอที่ได้รับ



รูปที่ 17 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรสในกล้ามเนื้อลูกกะพงขาว ที่ได้รับเมทิลพาราธาออนความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ในเวลา 96 ชั่วโมง

ตารางที่ 17 ระดับสมรรถนะของเอนไซม์โกลูโคสเทอเรส (mean \pm SE) ในสมองของปลากะพงขาวที่ตายในแต่ละช่วงเวลาที่ได้รับเมทิลพาราไธออน

ความเข้มข้น ของเมทิล พาราไธออน (ppm)	สมรรถนะของเอนไซม์โกลูโคสเทอเรส									
	ระยะเวลา (ชั่วโมง)									
	0-6	จำนวน ปลาทาย	6-24	จำนวน ปลาทาย	24-48	จำนวน ปลาทาย	48-72	จำนวน ปลาทาย	72-96	จำนวน ปลาทาย
control	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.50 ppm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.75 ppm	-	-	(3) 17.290 \pm 0.538	4	19.756 \pm 0.218	2	21.079 \pm 0.637	2	22.025 \pm 0.226	2
1.00 ppm	-	-	12.583 \pm 0.503	8	19.225 \pm 0.698	5	(1)22.116	2	21.888	1
1.25 ppm	-	-	(7) 8.074 \pm 0.338	8	9.289 \pm 0.331	4	9.792 \pm 0.467	5	11.078 \pm 0.476	4
1.50 ppm	-	-	(9) 4.751 \pm 0.353	10	8.738 \pm 0.450	7	9.984 \pm 0.342	5	12.696 \pm 0.078	4
1.75 ppm	-	-	4.127 \pm 0.436	11	6.204 \pm 0.389	9	8.284 \pm 0.418	8	9.988 \pm 0.077	4
2.00 ppm	(9) 3.767 \pm 0.328	10	5.472 \pm 0.367	11	6.399 \pm 0.167	8	8.590 \pm 0.153	4	9.970 \pm 0.209	4
2.25 ppm	(14) 2.753 \pm 0.228	15	4.613 \pm 0.252	13	6.193 \pm 0.184	7	6.776 \pm 0.154	6	7.521 \pm 0.198	4
2.50 ppm	2.115 \pm 0.136	20	(15) 3.537 \pm 0.157	16	4.508 \pm 0.111	10	6.340 \pm 0.360	4	-	-

ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย \pm ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

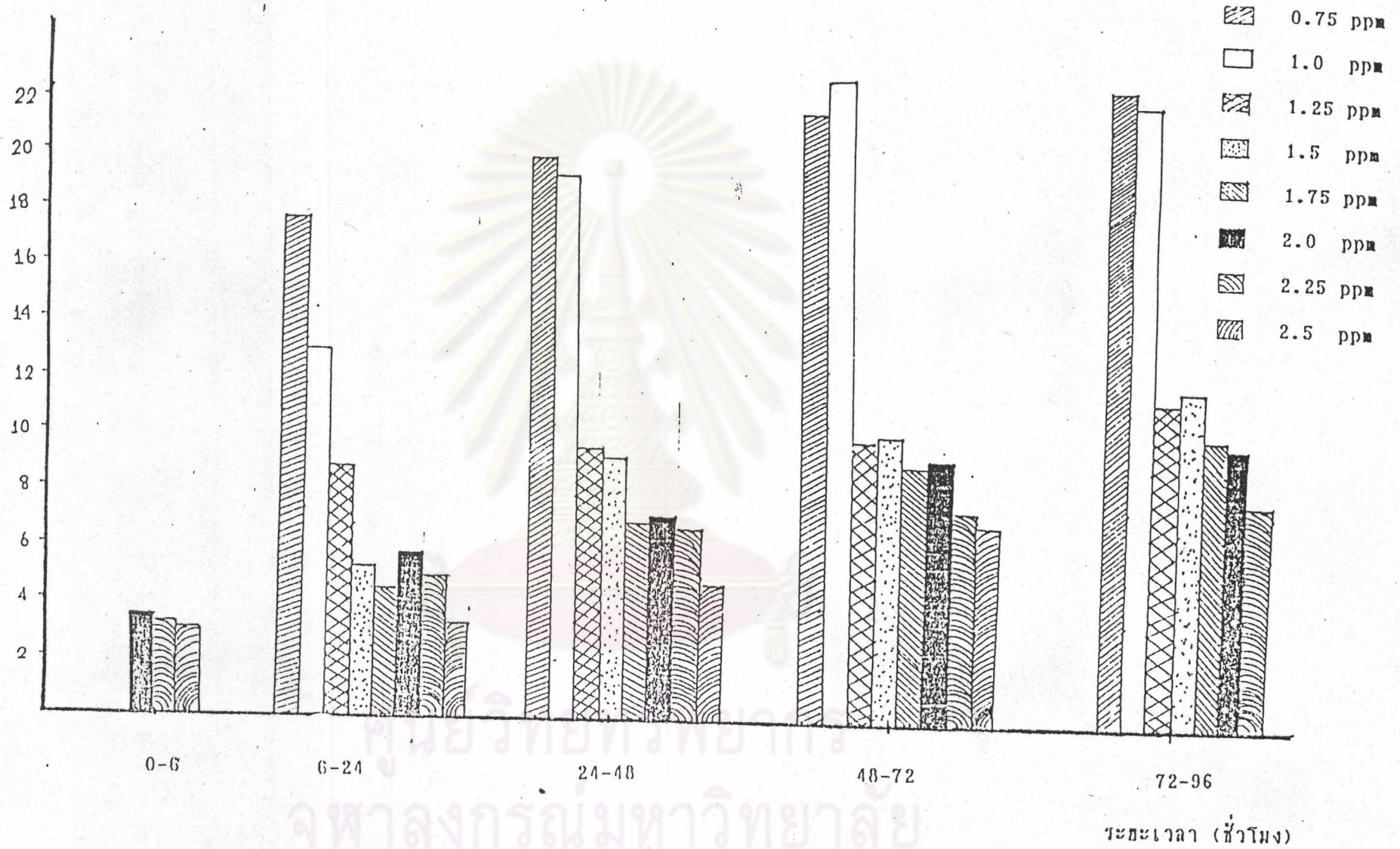
หมายเหตุ ตัวเลขที่กำกับที่มุมซ้ายของตารางหมายถึง จำนวนปลาที่เก็บได้จริง และวัเคราะห์ับเอนไซม์

หน่วยสมรรถนะของเอนไซม์ คือ micromoles substrate hydrolyzed/min/g of tissue

ตารางที่ 18 แสดงค่าเอนไซม์และเปอร์เซ็นต์สมรรถนะของเอ็นไซม์ที่เหลืออยู่ และ %inhibition ในสมองปลากะพงขาวที่ตายในแต่ละช่วงเวลาขณะได้รับเมทิลพาราไธออน
เปรียบเทียบในกลุ่มควบคุม

ความเข้มข้น ของเมทิล พาราไธออน (ppm)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)									
	0-6		6-24		24-48		48-72		72-96	
	% enzyme activity	%inhibition	% enzyme activity	%inhibition	% enzyme activity	%inhibition	% enzyme activity	%inhibition	% enzyme activity	%inhibition
control	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.75	-	-	21.30	78.70	24.33	75.67	25.96	74.04	27.13	72.87
1.00	-	-	15.50	84.50	23.68	76.32	27.24	72.76	26.96	73.04
1.25	-	-	9.95	90.05	11.44	88.56	12.06	87.94	13.65	86.35
1.50	-	-	5.85	94.15	10.76	89.24	12.30	87.70	15.64	84.36
1.75	-	-	5.08	94.92	7.64	92.36	10.20	89.80	12.30	87.70
2.00	4.64	95.36	6.74	93.26	7.88	92.12	10.58	89.42	12.28	87.72
2.25	3.39	96.61	5.68	94.32	7.63	92.37	8.35	91.65	9.26	90.74
2.50	2.61	97.39	4.36	95.64	5.54	94.46	7.81	92.19	-	-

ปริมาณเอนไซม์ (micromoles substrates hydrolyzed/min/g of tissue)

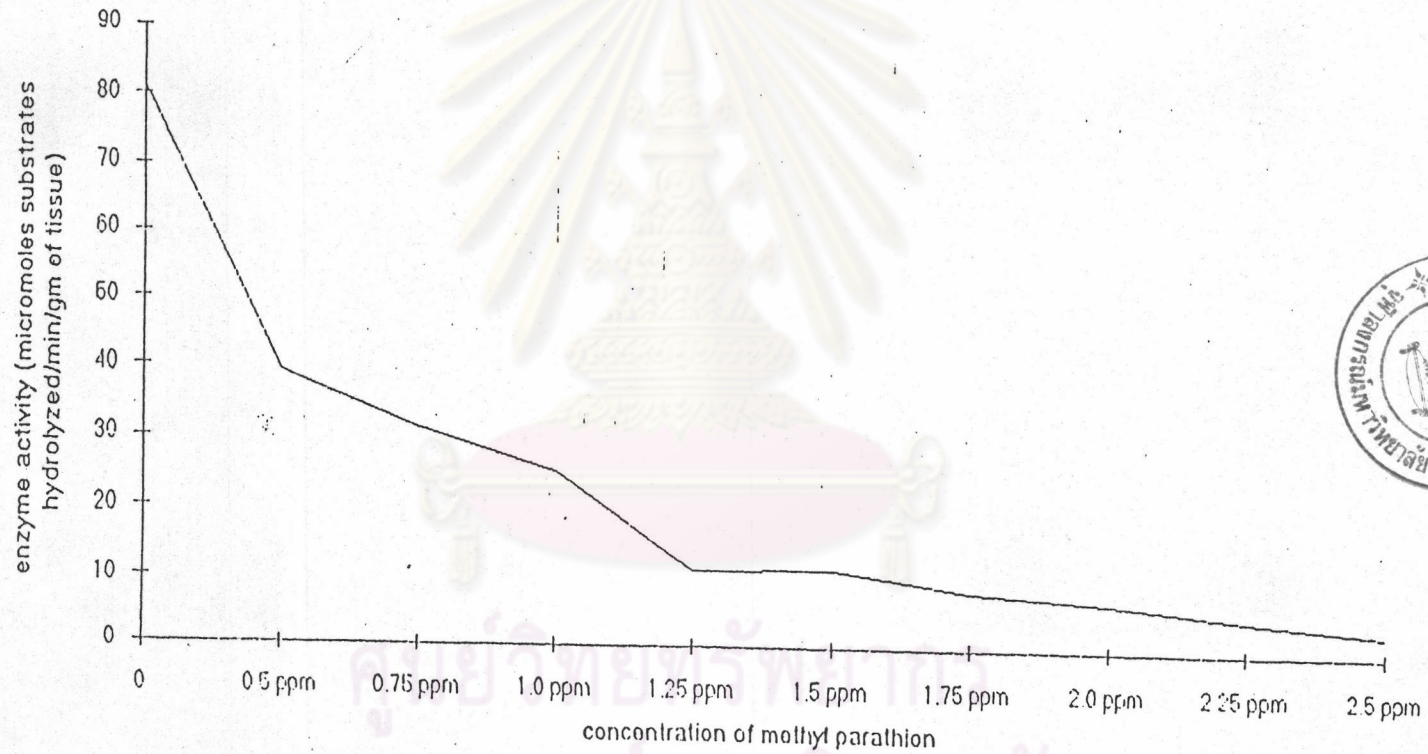


รูปที่ 18 แสดงสมรรถนะของเอ็นไซม์อะไมเลสเทอเรสในสมองปลากะพงขาวที่คายานในแต่ละช่วงเวลา (mean \pm SE)

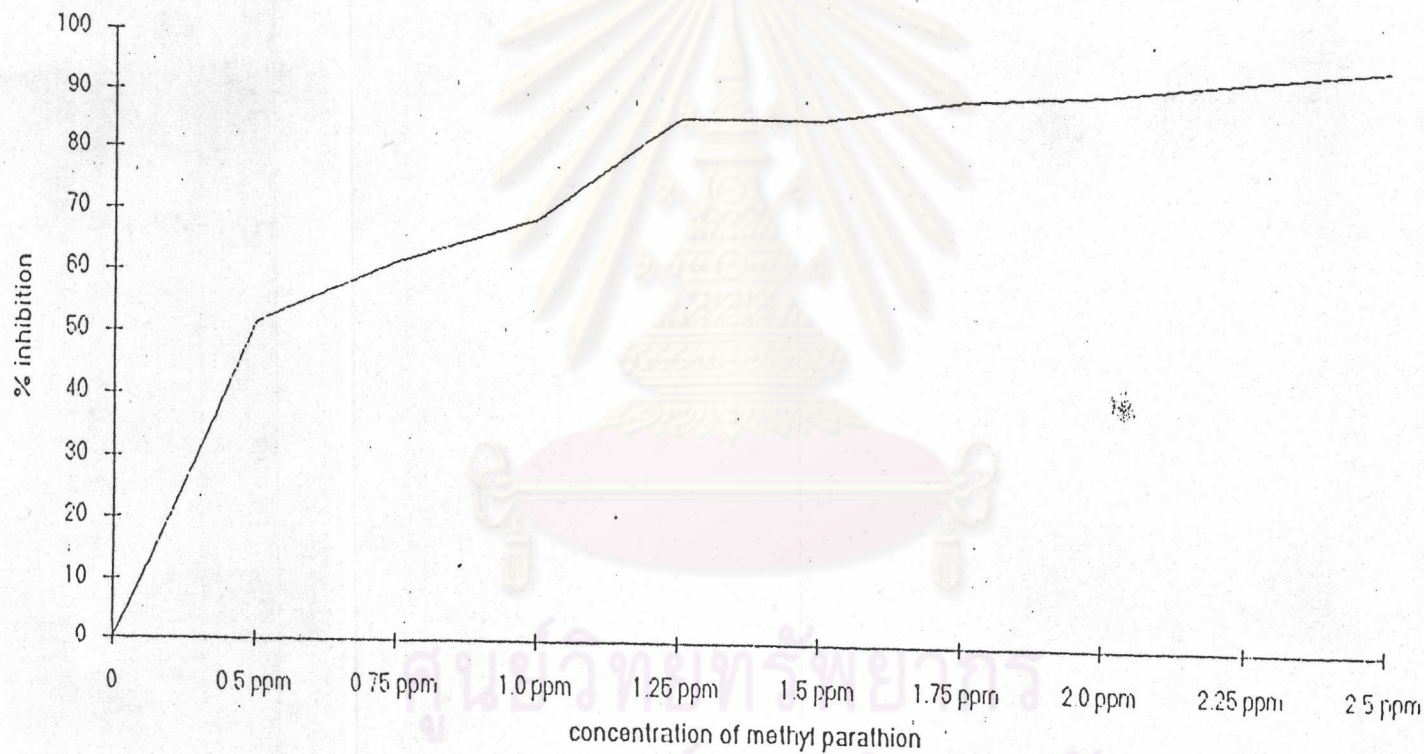
ตารางที่ 19 แสดงระดับสมรรถนะของเอนไซม์ไลซีนเอสเทอเรสในสมองปลากะพงขาวที่ไม่ได้รับเมทิลพาราไธออน และได้รับเมทิลพาราไธออนในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

	ความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออน (ppm)									
	กลุ่มควบคุม	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
mean	81.1835	39.3969	31.2817	25.3954	11.5924	11.6802	8.6446	7.2344	5.1754	3.3837
SD	2.5220	3.8250	8.2664	7.7006	2.9280	4.5945	3.5816	2.7529	2.1316	1.4146
SE	0.3567	0.5409	1.1809	1.1001	0.4183	0.6564	0.5065	0.3933	0.3045	0.2021
Range	77.4288- 89.1936	33.2658- 48.2356	16.1880- 44.7792	11.5370- 37.5744	6.2532- 19.2358	3.0458- 18.2563	22.2580- 15.2356	2.1047- 12.2568	1.582- 9.5862	1.2458- 7.2656
% inhibition		51.47%	61.47%	68.72%	85.72%	85.61%	89.35%	90.84%	93.63%	95.83%
P		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
n	50	49	49	49	49	49	50	49	49	49

หน่วยสมรรถนะของเอนไซม์ คือ micromoles substrate hydrolyzed/min/g of tissue

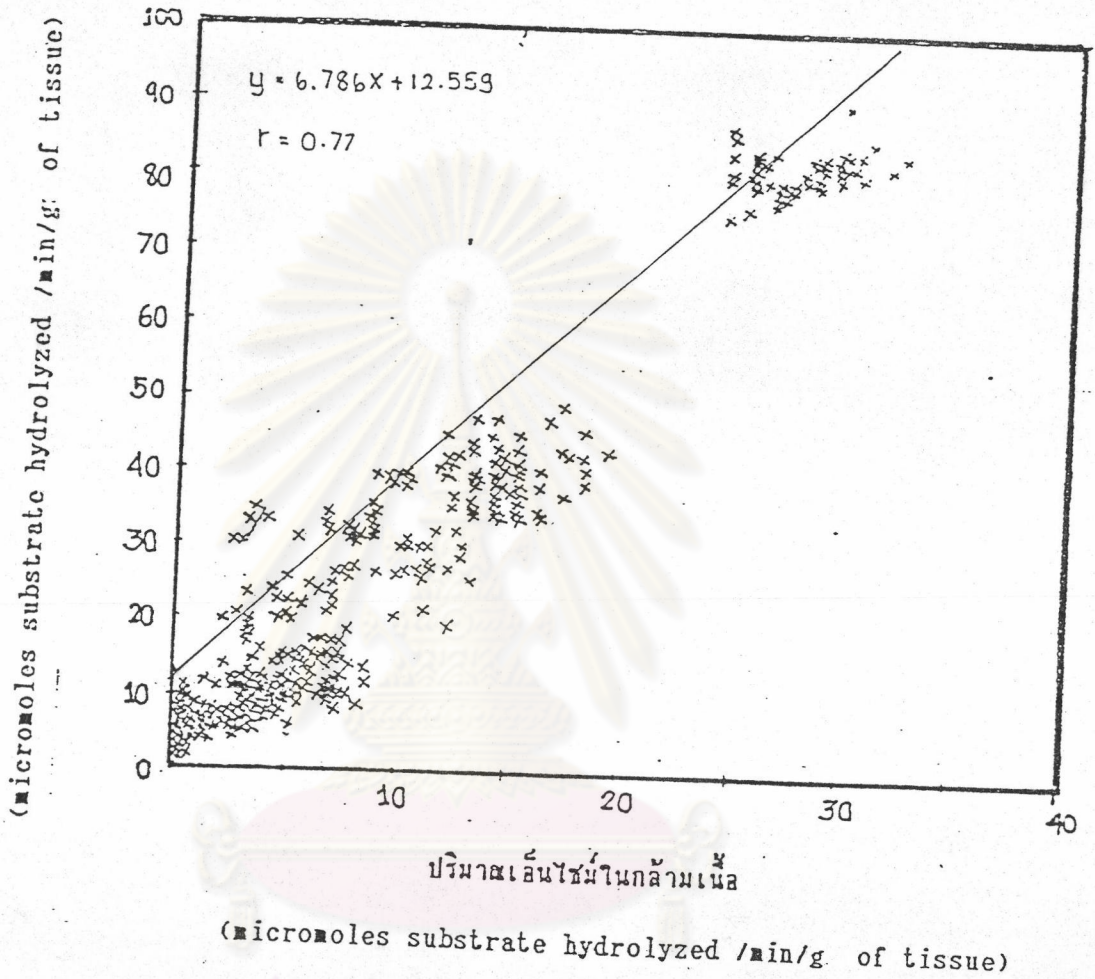


รูปที่ 19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะของเอ็นไซม์อะคิลีนเอสเทอเรสในสมองปลากะพงขาวกับ ปริมาณเมทิลพาราธาไทออนที่ได้รับ



รูปที่ 20 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรสในสมองปลากะพงขาว
ที่ได้รับเมทิลพาราธาตองความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ในเวลา 96 ชั่วโมง

ปริมาณเอ็นไซม์ในสมอง



รูปที่ 21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะของเอ็นไซม์อะซินเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อ กับ
 ในสมองปลากะพงขาวที่ได้รับเมทิลอาหารไรออนขนาดต่าง ๆ ในเวลา 96 ชั่วโมง

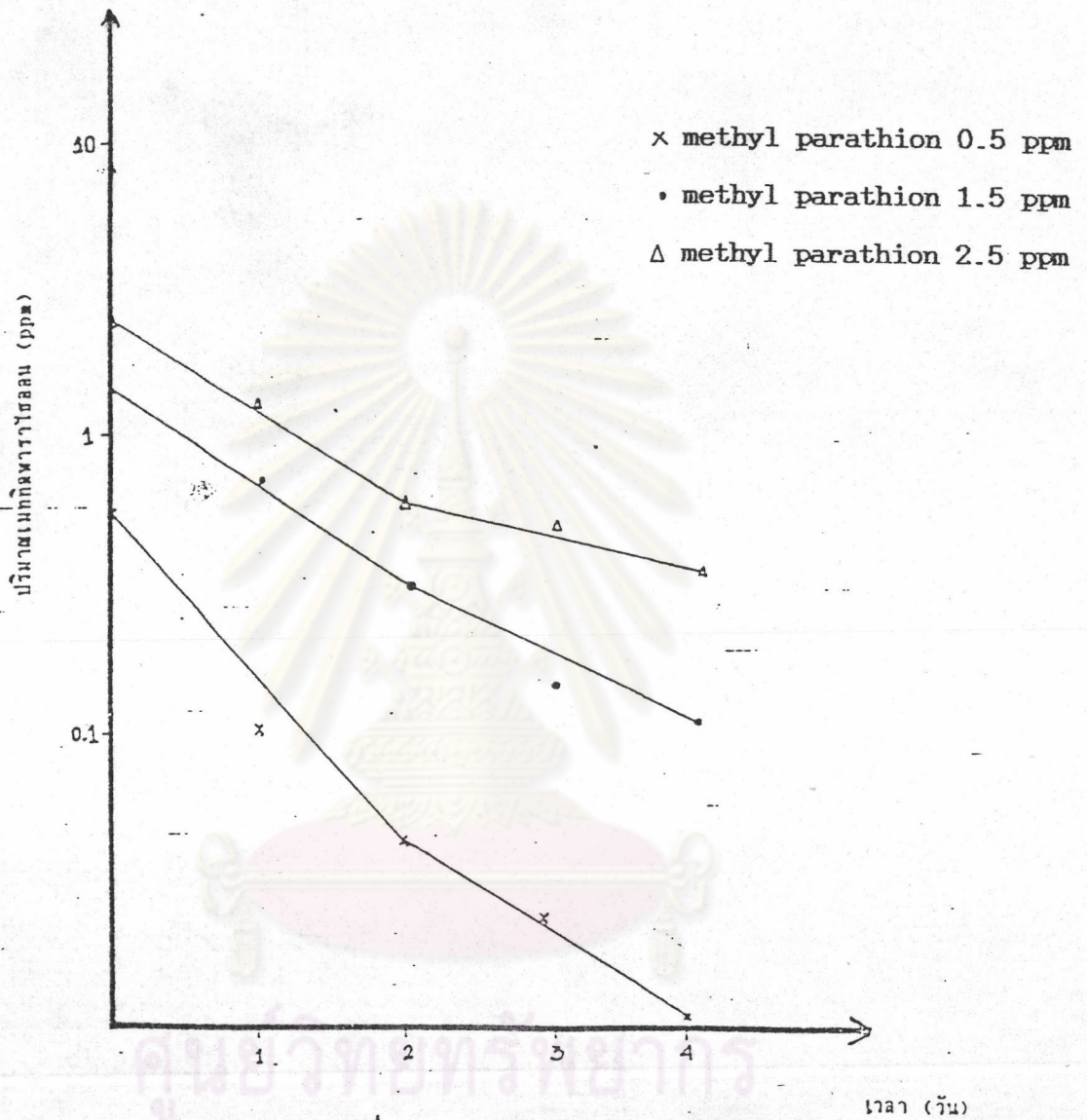
ตารางที่ 20 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณของเมทิลพาราไรดอนที่เหลืออยู่ที่เวลาต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นต่างกัน

ปริมาณเมทิลพาราไรดอนเริ่มต้น(ppm)	ปริมาณเมทิลพาราไรดอนที่เหลืออยู่ที่เวลาต่าง ๆ (ppm)				
	0 วัน	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน
0.5	0.517±0.010	0.097±0.005	0.040± 0	0.020± 0	0.0087±0.0005
1.5	1.320±0.017	0.690±0.008	0.297±0.005	0.127±0.005	0.1030±0.005
2.5	2.400±0.016	1.250±0.028	0.547±0.005	0.463±0.005	0.3230±0.005

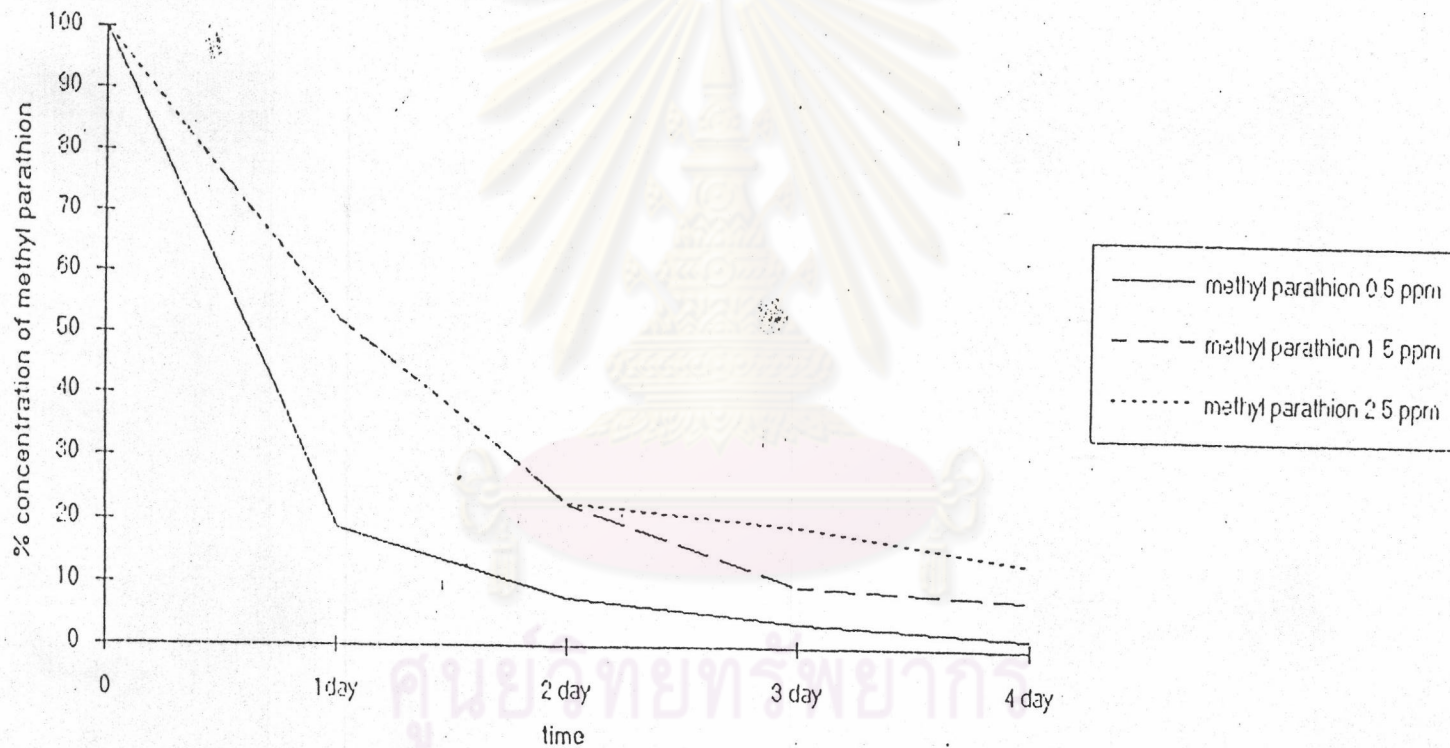
* ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 21 แสดงปริมาณของเมทิลพาราไรดอนที่เหลืออยู่ที่เวลาต่าง ๆ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นที่วัดครั้งแรก

ความเข้มข้นของเมทิลพาราไรดอนที่ใส่ลงไป (ppm)	% ความเข้มข้นของเมทิลพาราไรดอนเมื่อเวลาผ่านไป (วัน)				
	0	1	2	3	4
0.5	100	18.76	7.74	3.87	1.68
1.5	100	52.27	22.52	9.62	7.80
2.5	100	52.08	22.79	19.29	13.46



รูปที่ 22 แสดงปริมาณเมทิลพาราธาออนที่เหลืออยู่ในน้ำเมื่อเวลาผ่านไป



รูปที่ 23 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของเมทิลพาราธาออนที่เหลืออยู่ในน้ำกับเวลาที่ผ่านไป โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณความเข้มข้นของเมทิลพาราธาออนที่วัดครั้งแรก

ตารางที่ 22 แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ, ความเป็นกรดด่าง และปริมาณออกซิเจนในน้ำ

ความเข้มข้น ของเมทิล- พาราไรธอน ppm	ค่าที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลา (ชม.)														
	0			1-24			24-48			48-72			72-96		
	T	pH	O ₂	T	pH	O ₂	T	pH	O ₂	T	pH	O ₂	T	pH	O ₂
control	27	6.0	7.3	27	6.5	7.1	27	6.0	7.1	27	6.5	7.0	27	6.5	7.2
0.50	27	6.5	7.0	27	6.0	7.0	27	6.5	7.1	27	6.5	7.3	27	6.0	7.0
0.75	27	7.0	7.3	27	6.0	7.3	27	7.0	7.4	27	6.0	7.2	27	6.5	7.1
1.00	27	6.5	7.2	27	6.5	7.2	27	6.5	7.0	27	6.5	7.0	27	6.0	7.2
1.25	27	6.0	7.3	27	6.0	7.6	27	6.5	7.2	27	7.0	7.1	27	6.5	7.0
1.50	27	6.5	7.1	27	6.5	7.5	27	6.5	7.3	27	6.5	7.2	27	6.5	7.0
1.75	27	6.5	7.6	27	6.5	7.0	27	6.5	7.0	27	6.5	7.2	27	6.0	7.0
2.00	27	6.0	7.2	27	6.5	7.3	27	6.5	7.0	27	6.0	7.3	27	6.5	7.0
2.25	27	6.5	7.0	27	6.5	7.2	27	6.5	7.0	27	6.5	7.0	27	6.5	7.0
2.50	27	6.5	7.0	27	6.0	7.0	27	6.5	7.3	27	6.5	7.0	27	6.0	7.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.5 ผลของเมทิลพาราไธออนต่อจุลพยาธิสภาพที่เปลี่ยนแปลงไป

การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลำแสงธรรมดาคา พบว่า

เซลล์กล้ามเนื้อ แสดงสภาพการเสื่อมและการตายของเซลล์ อย่างเด่นชัดในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออนความเข้มข้น 2.25 ppm และ 2.5 ppm ขณะที่ในความเข้มข้นที่ต่ำลงพบความผิดปกติของเซลล์กล้ามเนื้อเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์กล้ามเนื้อปกติ

เซลล์ตับ พบการตายของเซลล์ตับเกิดขึ้น ภัยพบนิวเคลียสที่เป็นลักษณะ karyolysis เป็นส่วนใหญ่ พบ vacuolation ของ hepatic cell อย่างชัดเจนและรุนแรงมากขึ้น ความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออนที่เพิ่มขึ้น

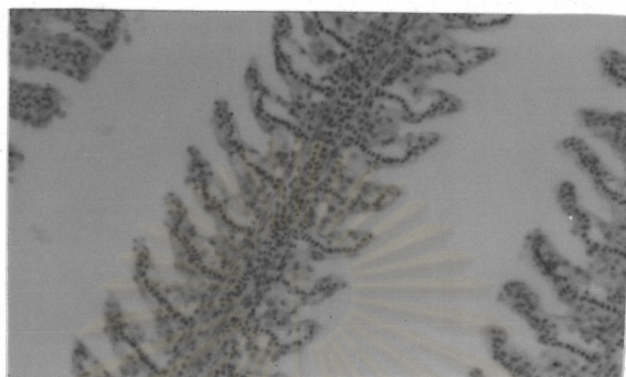
เซลล์เหงือก พบลักษณะการเชื่อมติดกันของ lamella บาง lamella เกิดสภาพเสื่อมและตาย มีการหนาตัวขึ้น (hyperplasia) พบ karyolysis ของ chondroblast บางส่วน พบ pyknotic nucleus อาการต่าง ๆ ที่กล่าวมาพบได้ซ้ำ ๆ กัน ในแต่ละความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออนที่ใช้ และมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น

ส่วนในกลุ่มควบคุม เซลล์ตับ เหงือก และกล้ามเนื้อ ไม่พบความผิดปกติทางจุลพยาธิวิทยา

(รูปที่ 24-33 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่เปลี่ยนแปลงไปในเซลล์ตับ กล้ามเนื้อ และเหงือกปลา)

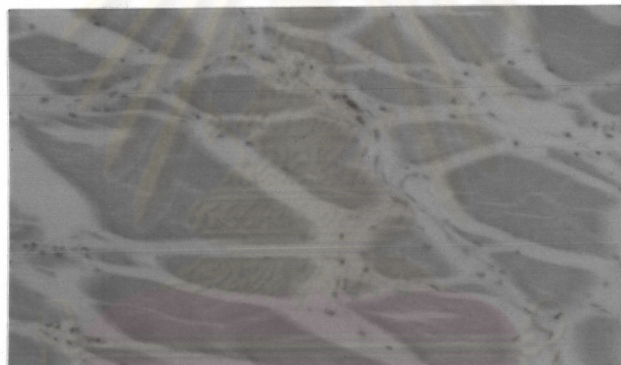
กลุ่มควบคุม

เซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ คับ ไม่แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยา (ตั้งแสดงในรูปที่ 24)



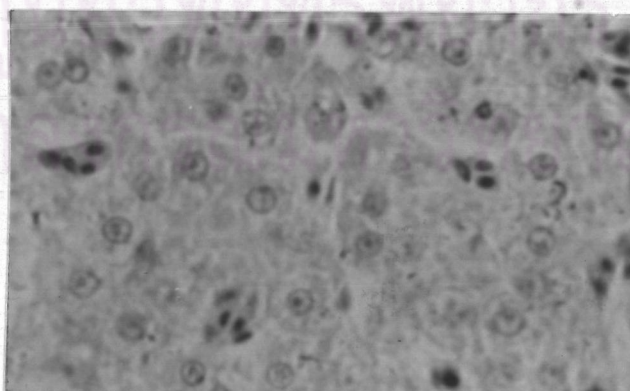
ก เซลล์เหงือก

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



ข เซลล์กล้ามเนื้อ

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



ค เซลล์คับ

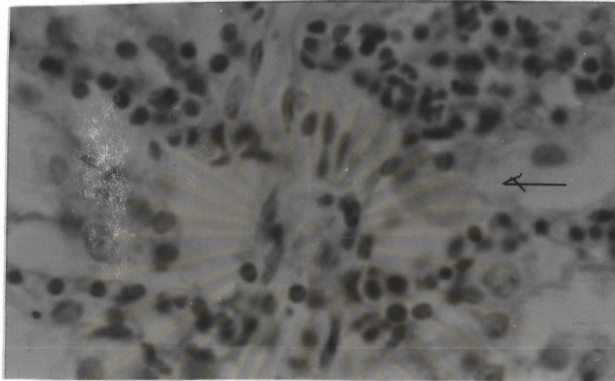
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

รูปที่ 24 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ คับในกลุ่มควบคุม

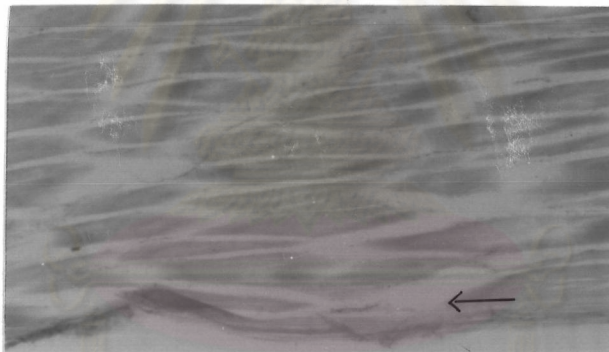


กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรออน 0.5 ppm

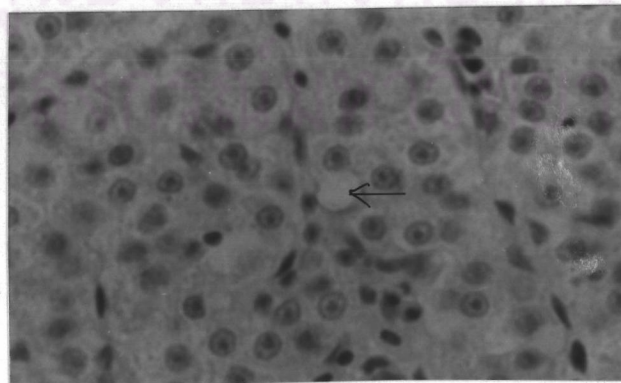
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลำแสงธรรมดา พบว่ามีการรวมกันของ lamella านซี่เหงือก กล้ามเนื้อมีการคายเพียงเล็กน้อย ส่วนเซลล์ตับพบ vacuolation เกิดขึ้น (ดังแสดงในรูปที่ 25)



ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันของ lamella บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อมีการคายเกิดขึ้น บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 10)

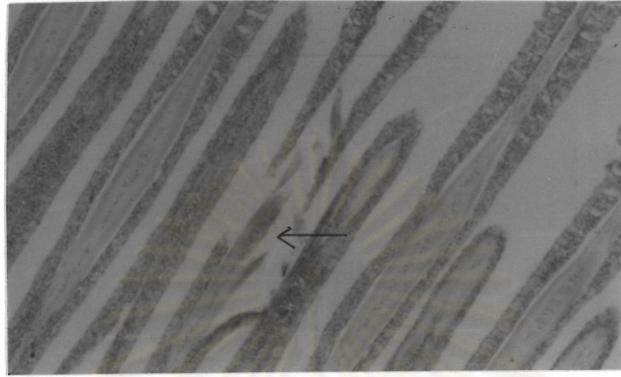


ค เซลล์ตับ มี vacuolation เกิดขึ้น บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

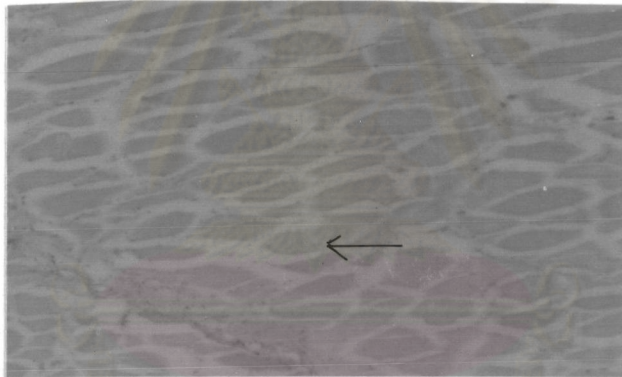
รูปที่ 25 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรออน 0.5 ppm

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 0.75 ppm

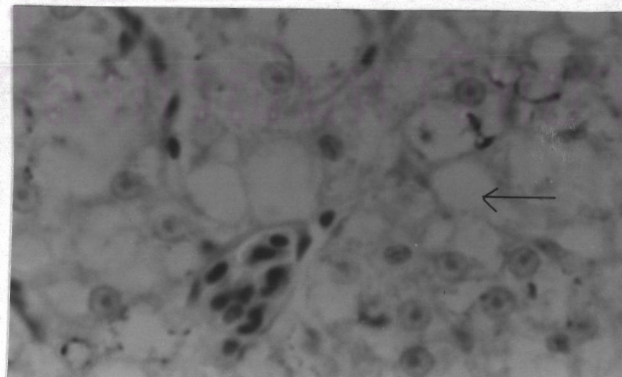
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่าการหลุดออกของซีเหงือก
เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเพียงเล็กน้อย ส่วนเซลล์ตับพบ vacuolation เกิดขึ้น (ดังแสดงงาน
รูปที่ 26)



ก เซลล์เหงือกมีการหลุดออกของซีเหงือก บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 10)



ข เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 10)

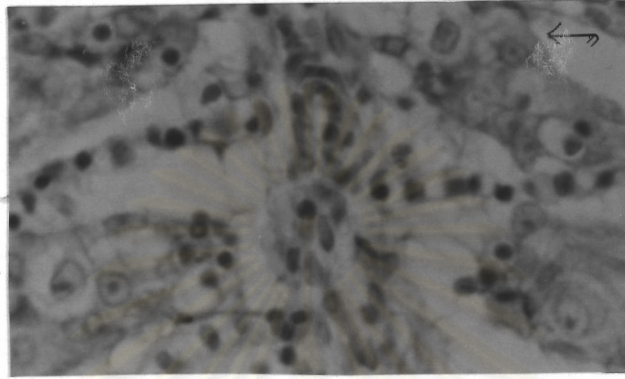


ค เซลล์ตับ มี vacuolation เกิดขึ้น บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

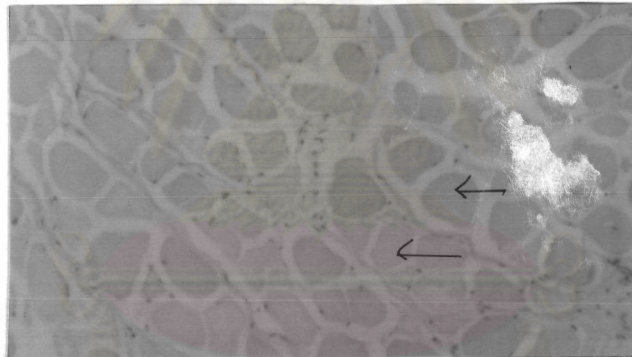
รูปที่ 26 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 0.75 ppm

กลุ่มที่ได้รับเมทิลลหาราไฮออน 1.0 ppm

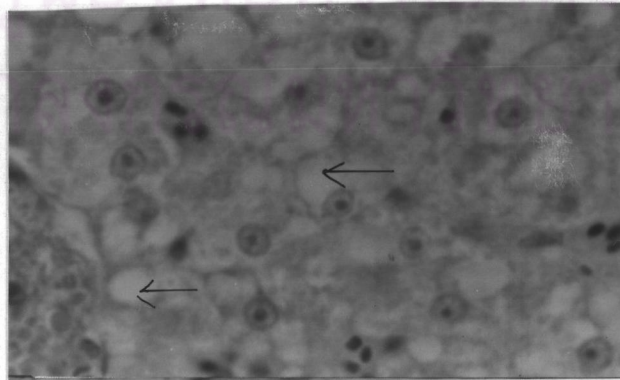
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงธรรมดา พบว่ามีการรวมกันและบวมของ lamella ในซีเหงือก เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับพบ vacuolation (ดังแสดงในรูปที่ 27)



ก เซลล์เหงือกมีการรวมกัน และบวมใน lamella บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

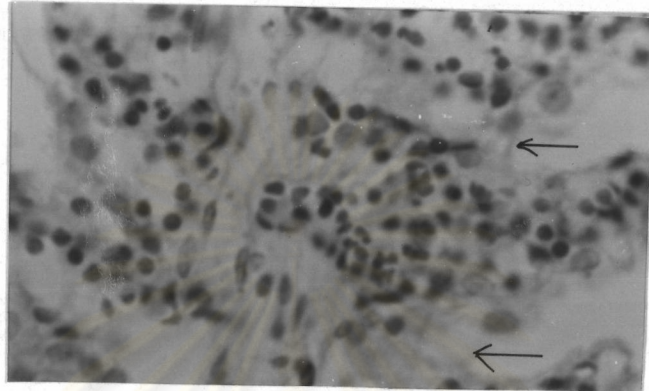


ค เซลล์ตับ มี vacuolation บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

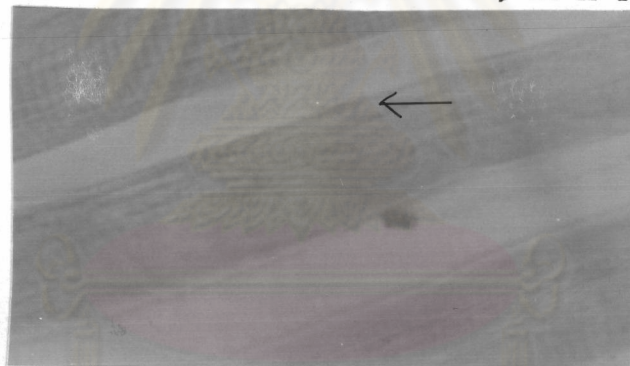
รูปที่ 27 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลลหาราไฮออน 1.0 ppm

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรธอน 1.25 ppm

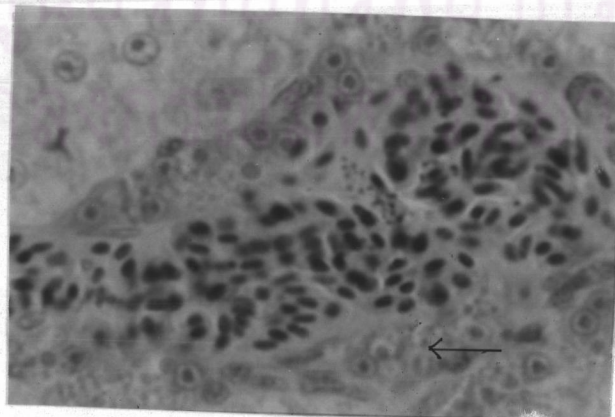
จากการศึกษาค้นคว้ากล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่ามีการรวมกันของ lamella ในเซลล์เหงือก เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับพบ vacuolation และ congestion เกิดขึ้น(ดังแสดงในรูปที่ 28)



ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันใน lamella บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

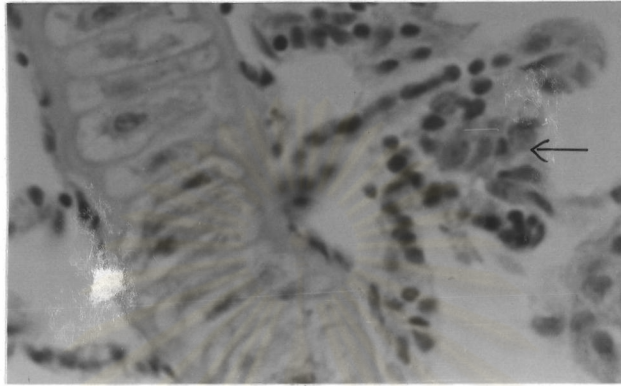


ค เซลล์ตับอ่อน มี vacuolation และ congestion เกิดขึ้น บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

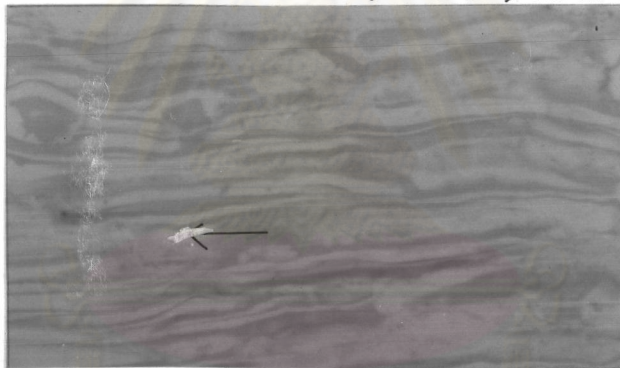
รูปที่ 28 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับอ่อนในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรธอน 1.25 ppm

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรออน 1.5 ppm

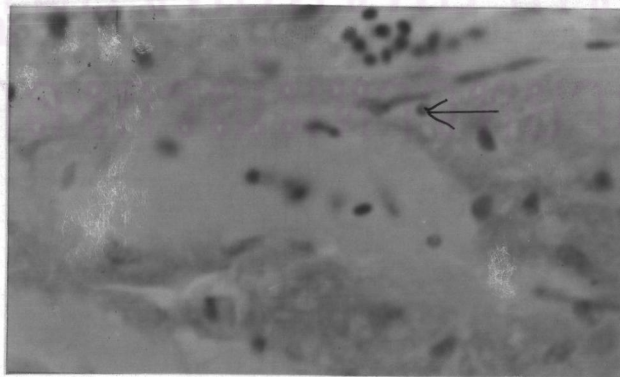
จากการศึกษาค้นคว้ากล้องจุลทรรศน์แสงธรรมดา พบว่ามีการรวมกันของ lamella อันซีเหงือกในระดับที่รุนแรงมากขึ้น เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับพบนิวเคลียสอยู่ในระยะ pyknotic nuclei ของ hemocyte (ดังแสดงในรูปที่ 28)



ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันใน lamella บริเวณครี (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น บริเวณครี (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 10)

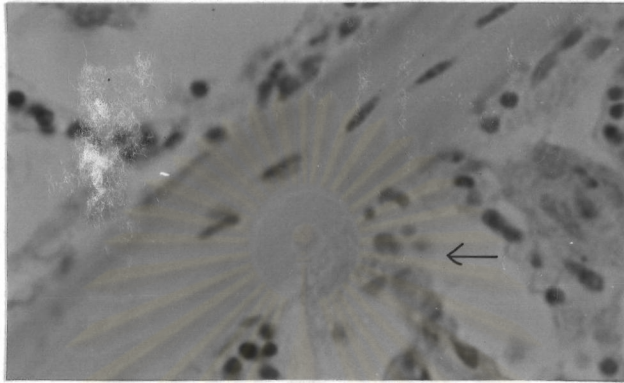


ค เซลล์ตับ นิวเคลียสอยู่ในระยะ pyknotic nuclei บริเวณครี (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

รูปที่ 29 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรออน 1.50 ppm

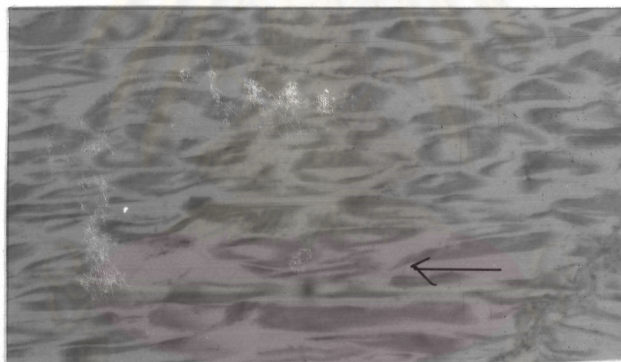
กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราธอน 1.75 ppm

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่าเซลล์เหงือกถูกทำลายมากขึ้น เซลล์กล้ามเนื้อเกิดการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ค้ำมีการตายใน degree ที่รุนแรงขึ้น (ดังแสดงในรูปที่ 30)



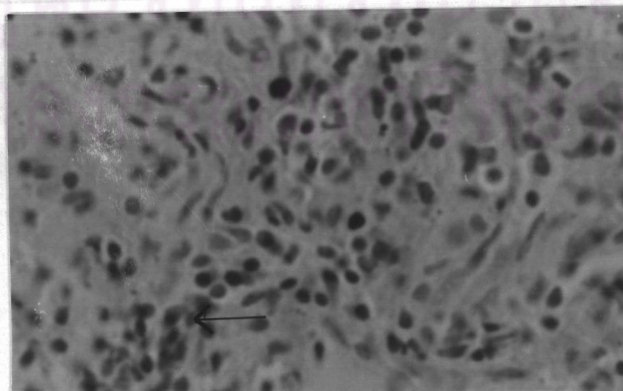
ก เซลล์เหงือกถูกทำลาย บริเวณศรีษี

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อเกิดการตายเกิดขึ้น บริเวณศรีษี

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 4)



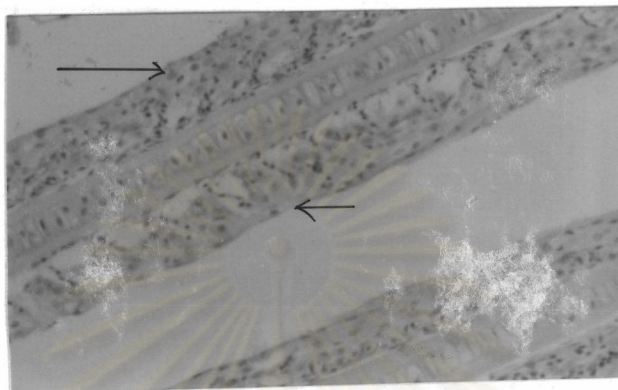
ค เซลล์ค้ำ มีการตายมากขึ้น บริเวณศรีษี

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

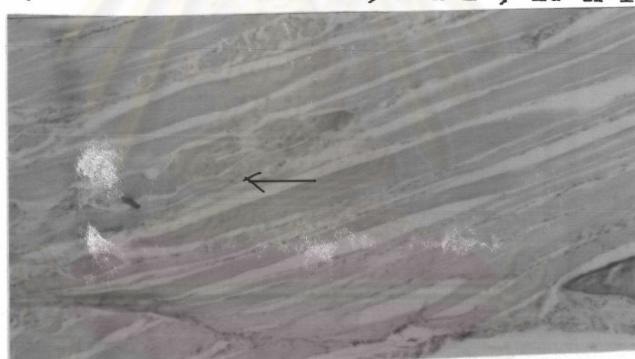
รูปที่ 30 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ค้ำในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราธอน 1.75 ppm

กลุ่มที่ได้รับเมทิลทหาราไซออน 2.0 ppm

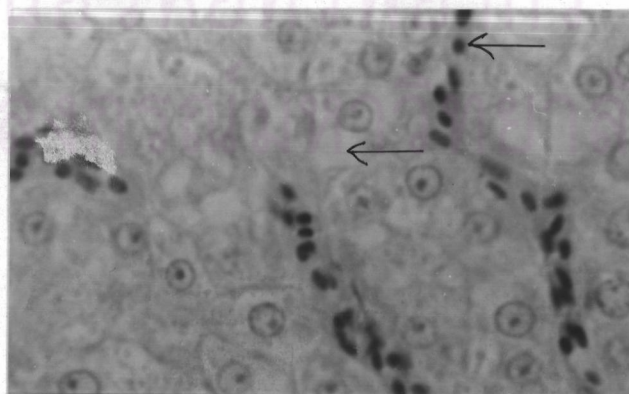
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่าเซลล์เหงือกเกิดการรวมกันของ gill lamella ในระดับที่รุนแรงมากขึ้น เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับพบ vacuolation และ congestion เกิดขึ้น (ดังแสดงในรูปที่ 31)



ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันของ gill lamella บริเวณครี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 10)



ข เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น บริเวณครี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

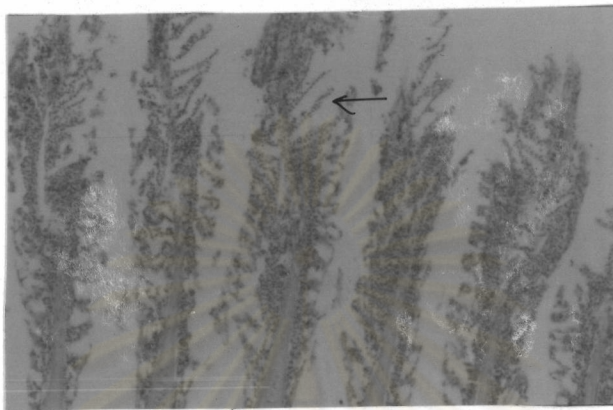


ค เซลล์ตับ มี vacuolation และ congestion เกิดขึ้น บริเวณครี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

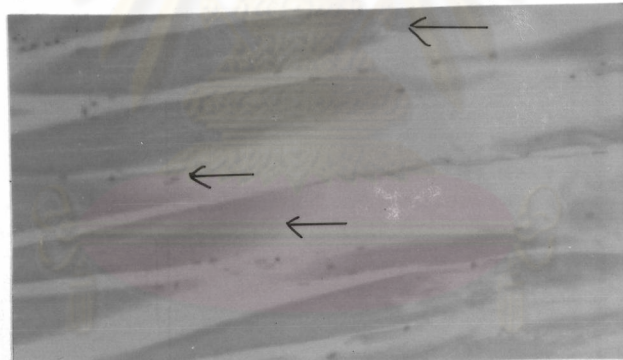
รูปที่ 31 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลทหาราไซออน 2.0 ppm

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 2.25 ppm

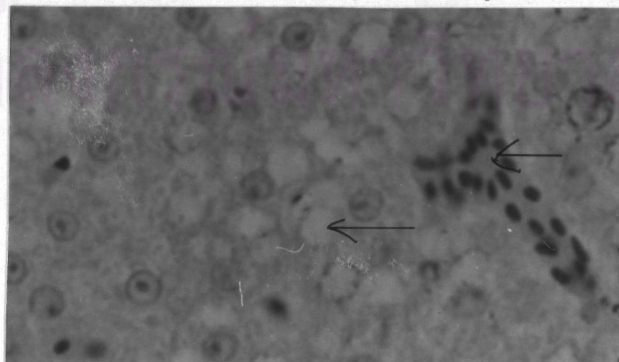
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่าเซลล์เหงือกเกิด gill necrosis และมี erosion ของ gill epithelium เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ค้ำพบ vacuolation และ congestion เกิดขึ้น (ดังแสดงงานรูปที่ 32)



ก เซลล์เหงือกเกิด gill necrosis และ erosion ที่ gill epithelium บริเวณครี (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 10)



ข เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น บริเวณครี (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 10)

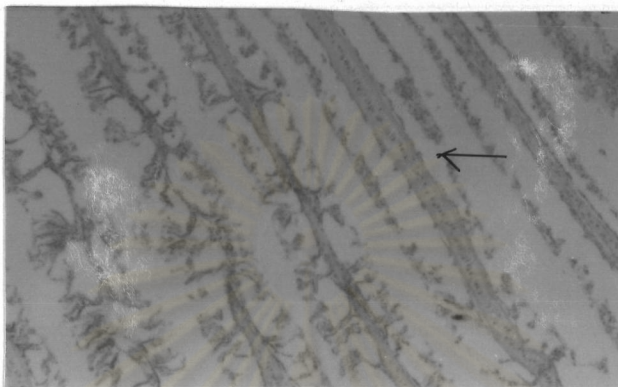


ค เซลล์ค้ำ มี vacuolation และ congestion เกิดขึ้น บริเวณครี (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

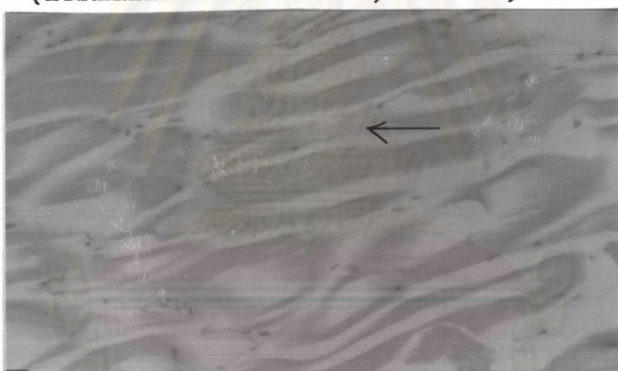
รูปที่ 32 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ค้ำในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 2.25 ppm

กลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไรออน 2.5 ppm

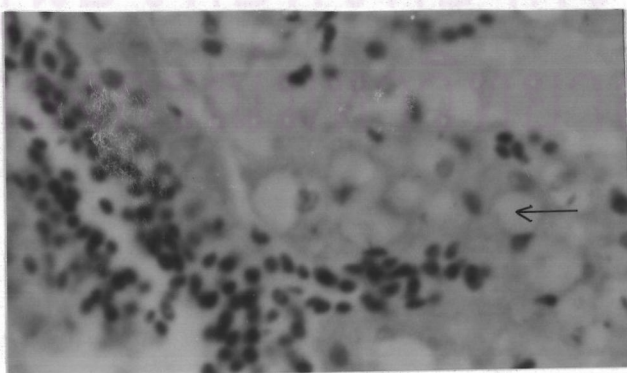
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่าเซลล์เหงือกเกิด gill lamella necrosis เพิ่มมากขึ้น erosion รุนแรงขึ้น เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ค้ำอ่อนพบ vacuolation (ดังแสดงในรูปที่ 33)



ก เซลล์เหงือกเกิด gill necrosis และ erosion บริเวณครี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 4)



ข เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น บริเวณครี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 10)



ค เซลล์ค้ำอ่อน มี vacuolation บริเวณครี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

รูปที่ 33 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ค้ำอ่อนในากลุ่มที่ได้รับเมทิลลพาราไรออน 2.5 ppm

3.5 ศึกษาพิษในขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตาย (Sublethal effect) ของเมทิลพาราไธออน (methyl parathion) ในปลากะพงขาว

จากการสัมผัสเมทิลพาราไธออนในขนาด 0.05 , 0.1 , 0.2 ppm ในน้ำที่ใส่เลี้ยงปลา บันทึกผลการทดลองเป็นเวลา 7 วัน โดยเก็บปลาขึ้นมาครั้งละ 5 ตัว ที่เวลา 0, 2, 4, 8 ชั่วโมง และ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 วัน สังเกตอาการของปลาในทุกช่วงเวลา พบว่าอาการพิษของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อปลากะพงขาว มีความรุนแรงตามขนาดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ได้รับ และตามระยะเวลาที่สัมผัส อาการที่ปรากฏได้สรุปแยกเป็นกลุ่มดังนี้

3.5.1 อาการทั่วไปของปลากะพงขาวที่ไม่ได้รับเมทิลพาราไธออน

ปลาที่เวลา 0-8 ชั่วโมง จะมีการว่ายน้ำไปมาอย่างปกติ การเคลื่อนไหวมีทิศทางที่แน่นอน กินอาหารได้มาก

ปลาที่เวลา 1-4 วัน จะมีการว่ายน้ำน้อยลงบ้าง แต่ยังกินอาหารได้ตามปกติ บางครั้งจะพบว่าปลานอนนิ่งอยู่ที่ก้นอ่างบริเวณที่หัวทรายอยู่

ปลาที่เวลา 5-7 วัน จะมีการว่ายน้ำไปมาเหมือนในช่วงแรก กินอาหารได้ตามปกติ

3.5.2 อาการทั่วไปของปลากะพงขาวที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 0.05 ppm

ที่เวลา 0 ชั่วโมง ทันทีที่ปลาได้สัมผัสกับเมทิลพาราไธออน ปลาแสดงอาการตื่นเต้นกระวนกระวาย ว่ายน้ำไปมา ตลอดเวลา

ในช่วงเวลา 2-8 ชั่วโมง ปลาแสดงอาการตื่นเต้นกระวนกระวาย ว่ายน้ำไปมาตลอดเวลา กินอาหารได้น้อยลง พบว่าปลาที่เก็บขึ้นมาในช่วงนี้มีเมือกสีนวลเล็กน้อยที่ลำตัว

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 1 วัน การเคลื่อนไหวของปลาไม่มีทิศทางที่แน่นอน มีการว่ายน้ำชนอ่าง และว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำบ่อย ๆ การเคลื่อนไหวของปลากะพงขาวในกลุ่มนี้แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างเห็นเด่นชัด โดยปลาทุกตัวในกลุ่มควบคุมจะมีการว่ายน้ำไปมาหรือไม่ก็จะอยู่นิ่งสงบอยู่ที่พื้นอ่าง ปลา กินอาหารได้ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 2 วัน ปลากินอาหารได้น้อยลง ชีมี การเคลื่อนไหวของปลา ไม่มีทิศทางที่แน่นอน มีการว่ายชนอ่าง และว่ายขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือ น้ำบ่อย ๆ ปลาอนนิ่งอยู่กันอ่างบริเวณที่มีหัวทรายอยู่ สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหาปริมาณเอ็นไซม์ พบว่ามีเมือกสีนํ้าที่ลาค้าว

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 3 วัน ปลาไม่กินอาหาร ชีมี การเคลื่อนไหวน้อยลง มีการว่ายชนอ่างและว่ายขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำน้อยมาก ปลาอนนิ่งอยู่กันอ่างบริเวณที่มีหัวทรายอยู่ สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหาปริมาณเอ็นไซม์พบว่ามีเมือกสีนํ้าที่ลาค้าว เหงือกกางอ้าอยู่ครู่หนึ่ง แล้วหุบกลับเหมือนเดิม

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 4 วัน ปลาเริ่มกินอาหารเล็กน้อย ยังชีมี การเคลื่อนไหวน้อย มีการว่ายชนอ่างและว่ายขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ วันที่ 3 ปลาบางตัวยังคงอนนิ่งอยู่กันอ่างบริเวณที่มีหัวทรายอยู่ สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหาปริมาณเอ็นไซม์พบว่คาลลาค้าวมีเมือกสีนํ้าที่ลาค้าว เหงือกกางอ้าอยู่ครู่หนึ่ง แล้วหุบกลับเหมือนเดิม

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 5 วัน ปลากินอาหารได้น้อย การเคลื่อนไหวน้อย แต่มีทิศทางที่แน่นอน มีการว่ายชนอ่างและว่ายขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำน้อยเมื่อเทียบกับในวันที่ 4 ปลาเริ่มมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหาปริมาณเอ็นไซม์พบว่ามีเมือกสีนํ้าที่ลาค้าว เหงือกกางอ้าอยู่ครู่หนึ่ง แล้วหุบกลับเหมือนเดิม

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 6 วัน ปลากินอาหารได้มากขึ้น การเคลื่อนไหวมากขึ้น มีทิศทางที่แน่นอน มีการว่ายชนอ่างและว่ายขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำน้อยเมื่อเทียบกับในวันที่ 5 ปลาเริ่มมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหาปริมาณเอ็นไซม์พบว่ามีเมือกสีนํ้าที่ลาค้าว

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 7 วัน ปลากินอาหารได้มากขึ้น การเคลื่อนไหวมากขึ้น มีทิศทางที่แน่นอน พบว่ายชนอ่างและว่ายขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำน้อยมาก

3.5.3 อาการทั่วไปของปลากะพงขาวที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 0.1 ppm

ที่เวลา 0 ชั่วโมง ทันทีที่ปลาสัมผัสกับเมทิลพาราไธออน ปลาแสดงอาการ คืบคั้นกระวนกระวาย ว่ายน้ำไปมา ตลอดเวลา

ในช่วงเวลา 2-8 ชั่วโมง ปลาแสดงอาการคืบคั้นกระวนกระวาย ว่ายน้ำไปมาตลอด เวลา กินอาหารได้น้อยลง พบว่าปลาที่เก็บขึ้นมาในช่วงนี้มีเมือกสีนํ้าเงินเล็กน้อยที่ลำตัว

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 1 วัน การเคลื่อนไหวของปลาไม่มีทิศทางที่แน่นอน มีการว่าย ชนอ่าง และว่ายขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำบ่อย ๆ การเคลื่อนไหวของ ปลากะพงขาวในกลุ่มนี้แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างเห็นเด่นชัด โดยปลาทุกตัวในกลุ่มควบคุมจะมีการว่ายน้ำไปมาหรือไม่ก็จะอยู่นิ่งสงบอยู่ที่พื้นอ่าง ปลา กินอาหารได้ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 2 วัน ปลา กินอาหารได้น้อยลง ชีมี การเคลื่อนไหวของปลา ไม่มีทิศทางที่แน่นอน มีการว่ายชนอ่าง และว่ายขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือ น้ำบ่อย ๆ ปลานอนนิ่งอยู่กับอ่างบริเวณที่มีหัวทรายอยู่ สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหาปริมาณเอ็นไซม์ พบว่ามีเมือกสีนํ้าเงินมากที่ลำตัว

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 3 วัน ปลาไม่กินอาหาร ชีมี การเคลื่อนไหวน้อยลง มีการว่าย ชนอ่างและว่ายขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำน้อยมาก บางตัวจะเห็นว่ามี การว่ายน้ำเอียงตัวไปมา ปลานอนนิ่งอยู่กับอ่างบริเวณที่มีหัวทรายอยู่ สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหา ปริมาณเอ็นไซม์พบว่าเมือกสีนํ้าเงินมากที่ลำตัว เหงือกกางอ้าอยู่ครู่หนึ่ง แล้วหุบกลับเหมือนเดิม ลำตัว มีสีซีด

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 4 วัน ปลาเริ่มกินอาหารเล็กน้อย ยังชีมี การเคลื่อนไหวน้อย มีการว่ายชนอ่างและว่ายขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ วันวันที่ 3 ปลาบางตัวยังคงนอนนิ่งอยู่กับอ่างบริเวณที่มีหัวทรายอยู่ สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหา ปริมาณเอ็นไซม์พบว่าเมือกสีนํ้าเงินมากที่ลำตัว เหงือกกางอ้าอยู่ครู่หนึ่ง แล้วหุบกลับเหมือนเดิม ลำตัว มีสีซีด

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 5 วัน ปลากินอาหารได้น้อย การเคลื่อนไหวน้อย แต่มีทิศทางที่แน่นอน มีการว่ายน้ำชนอ่างและว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำน้อยเมื่อเทียบกับในวันที่ 4 ปลาเริ่มมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหาปริมาณเอ็นไซม์พบว่า มีเมือกสีนํ้าที่ลำตัว เหงือกกางอำอยู่ครู่หนึ่ง แล้วหุบกลับเหมือนเดิม

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 6 วัน ปลากินอาหารได้มากขึ้น การเคลื่อนไหวมากขึ้น มีทิศทางที่แน่นอน มีการว่ายน้ำชนอ่างและว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำน้อยเมื่อเทียบกับในวันที่ 5 ปลาเริ่มมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหาปริมาณเอ็นไซม์พบว่า มีเมือกสีนํ้าที่ลำตัว

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 7 วัน ปลากินอาหารได้มากขึ้น การเคลื่อนไหวมากขึ้น มีทิศทางที่แน่นอน ไม่พบว่ายน้ำชนอ่างและว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำ

3.5.4 อาการทั่วไปของปลากะพงขาวที่ได้รับเมทิลลพาราไรออน 0.2 ppm

ที่เวลา 0-8 ชั่วโมง เมื่อเริ่มมีการให้เมทิลลพาราไรออน ปลาจะแสดงอาการตื่นเกินกระบวนการว่ายน้ำ ว่ายน้ำไปมาตลอดเวลา ปลากินอาหารได้น้อยลง การเคลื่อนไหวไม่มีทิศทางที่แน่นอน มีการว่ายน้ำชนอ่าง และว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำเป็นบางครั้ง ปลาที่เก็บขึ้นมาจะพบว่าที่ลำตัวมีเมือกสีนํ้าเล็กน้อย

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 1 วัน ปลาแสดงอาการกระบวนการว่ายน้ำ การเคลื่อนไหวของปลาไม่มีทิศทางที่แน่นอน มีการว่ายน้ำชนอ่าง และว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำบ่อย ๆ การเคลื่อนไหวของปลากะพงขาวในกลุ่มนี้แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างเห็นเด่นชัด ใดๆปลาทุกตัวในกลุ่มควบคุมจะมีการว่ายน้ำไปมาหรือไม่ก็จะอยู่นิ่งสงบอยู่ที่พื้นอ่าง ปลากินอาหารได้ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 2 วัน ปลากินอาหารได้น้อยลง ชิม การเคลื่อนไหวของปลาไม่มีทิศทางที่แน่นอน มีการว่ายน้ำชนอ่าง และว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำบ่อย ๆ พบว่าปลามีการว่ายน้ำเอียงตัวไปมาหลายตัว บางตัวนอนนิ่งอยู่ก้นอ่างบริเวณที่มีหัวทรายอยู่ สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหาปริมาณเอ็นไซม์พบว่า มีเมือกสีนํ้าที่ลำตัว ลำตัวมีสีซีด

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 3 วัน ปลาไม่กินอาหาร ชีมี การเคลื่อนไหวน้อยลง มีการว่ายน้ำชนอ่างและว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำน้อยมาก บางตัวจะเห็นว่ามี การว่ายน้ำเอียงตัวไปมา ปลาอนอนนิ่งอยู่กับอ่างบริเวณที่มีหัวทรายอยู่ สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหา ปริมาณเอ็นไซม์พบว่า มีเมือกสีนํ้าที่ลำตัว เหงือกกางอำเภออยู่ครู่หนึ่ง แล้วหุบกลับเหมือนเดิม ลำตัวมีสีซีด

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 4 วัน ปลาเริ่มกินอาหาร เล็กน้อย ยังชีมี การเคลื่อนไหวน้อย มีการว่ายน้ำชนอ่างและว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ วันที่ 3 ปลาบางตัวยังคงนอนนิ่งอยู่กับอ่างบริเวณที่มีหัวทรายอยู่ สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหา ปริมาณเอ็นไซม์พบว่า มีเมือกสีนํ้าที่ลำตัว เหงือกกางอำเภออยู่ครู่หนึ่ง แล้วหุบกลับเหมือนเดิม ลำตัวมีสีซีด

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 5 วัน ปลากินอาหารได้บ้าง การเคลื่อนไหวน้อย แต่มีทิศทางที่ แน่นนอน มีการว่ายน้ำชนอ่างและว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำน้อยเมื่อ เทียบกับในวันที่ 4 ปลาเริ่มมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหาปริมาณเอ็นไซม์ พบว่ามีเมือกสีนํ้าที่ลำตัว เหงือกกางอำเภออยู่ครู่หนึ่ง แล้วหุบกลับเหมือนเดิม

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 6 วัน ปลากินอาหารได้มากขึ้น การเคลื่อนไหวมากขึ้น มีทิศทาง ที่แน่นนอน มีการว่ายน้ำชนอ่างและว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำน้อยเมื่อ เทียบกับในวันที่ 5 ปลาเริ่มมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น สังเกตปลาที่นำขึ้นมาเพื่อหาปริมาณเอ็นไซม์ พบว่ามีเมือกสีนํ้าที่ลำตัว

เมื่อเวลาผ่านไปครบ 7 วัน ปลากินอาหารได้มากขึ้น การเคลื่อนไหวมากขึ้น มี ทิศทางที่แน่นนอน ไม่พบว่ายน้ำชนอ่างและว่ายน้ำขึ้นมาบริเวณขอบอ่าง หรือกระโดดลอยตัวขึ้นเหนือน้ำ

3.5.5 ผลของเมทิลพาราไรออนานขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตายต่อสมรรถนะของเอ็นไซม์ ไรซินเอสเทอเรส

3.5.5.1 ผลของเมทิลพาราไรออนต่อสมรรถนะของเอ็นไซม์ไรซินเอสเทอเรส

กล้ำมเนื้อของปลากะพงขาว

พบว่าสมรรถนะเอ็นไซม์โกลจินเอสเทอเรสเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออน ภายเมื่อคิดเปรียบเทียบกับที่เวลาเริ่มต้นในแต่ละขนาดความเข้มข้น พบว่าระดับการทํางานของเอ็นไซม์โกลจินเอสเทอเรสต่ำกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ทุกเวลาที่วัดและทุกขนาดความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออน และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่าระดับการทํางานของเอ็นไซม์โกลจินเอสเทอเรสต่ำกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ภายเมทิลพาราไรออนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยสามารถยับยั้งการทํางานของเอ็นไซม์โกลจินเอสเทอเรสได้เพิ่มขึ้นตามขนาดความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออนที่เพิ่มขึ้น (คังการางที่ 22 และรูปที่ 34-35) ค่าที่แสดง คือค่าเฉลี่ย \pm ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

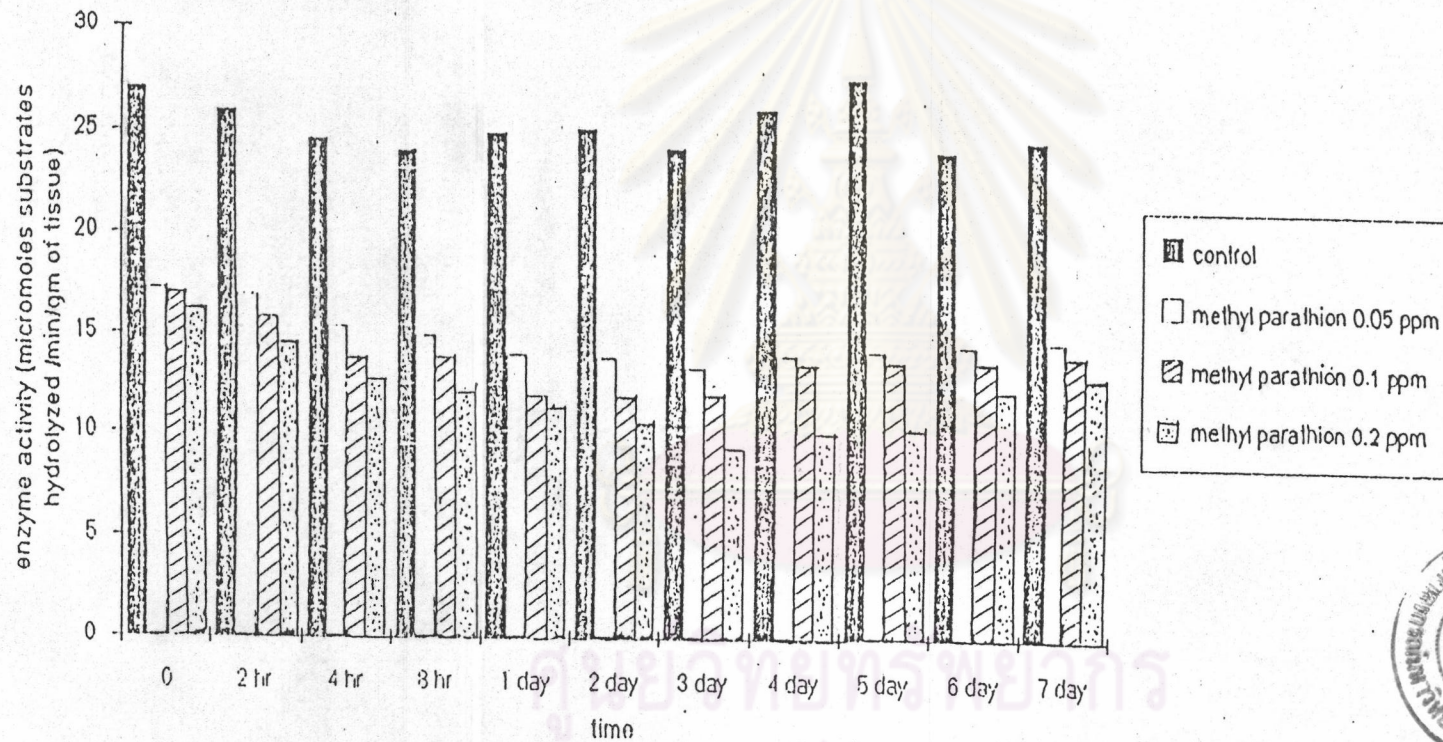
3.5.5.2 ผลของเมทิลพาราไรออนต่อสมรรถนะของเอ็นไซม์โกลจินเอสเทอเรสในสมองปลากะพงขาว

เมทิลพาราไรออนในความเข้มข้นต่าง ๆ กัน มีผลต่อการทํางานของเอ็นไซม์โกลจินเอสเทอเรสในสมองของปลากะพงขาว ภายเมื่อเปรียบเทียบกับในแต่ละขนาดความเข้มข้น พบว่าระดับการทํางานของเอ็นไซม์โกลจินเอสเทอเรสต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญในบางเวลา ($P < 0.05$) ที่ขนาดความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออน 0.05 ppm ที่เวลา 2 ชั่วโมง จนถึง 5 วัน หลังจากนั้นในวันที่ 6-7 การลดลงของระดับเอ็นไซม์โกลจินเอสเทอเรสต่ำกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ในขนาด 0.1 ppm ที่เวลา 2 ชั่วโมง จนถึง 6 วัน ส่วนในวันที่ 7 การลดลงของระดับเอ็นไซม์โกลจินเอสเทอเรสต่ำกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) และ 0.2 ppm ที่เวลา 4 ชั่วโมง จนถึง 4 วัน และในเวลา 2 ชั่วโมง กับในวันที่ 5-6 การลดลงของระดับเอ็นไซม์โกลจินเอสเทอเรสต่ำกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่าระดับการทํางานของเอ็นไซม์โกลจินเอสเทอเรสต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในทุกความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออนตลอดระยะเวลา 7 วัน ภายเมทิลพาราไรออนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยสามารถยับยั้งการทํางานของเอ็นไซม์โกลจินเอสเทอเรสได้เพิ่มขึ้นตามขนาดความเข้มข้นของเมทิลพาราไรออนที่เพิ่มขึ้น (คังการางที่ 24 รูปที่ 36-37) ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย \pm ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย

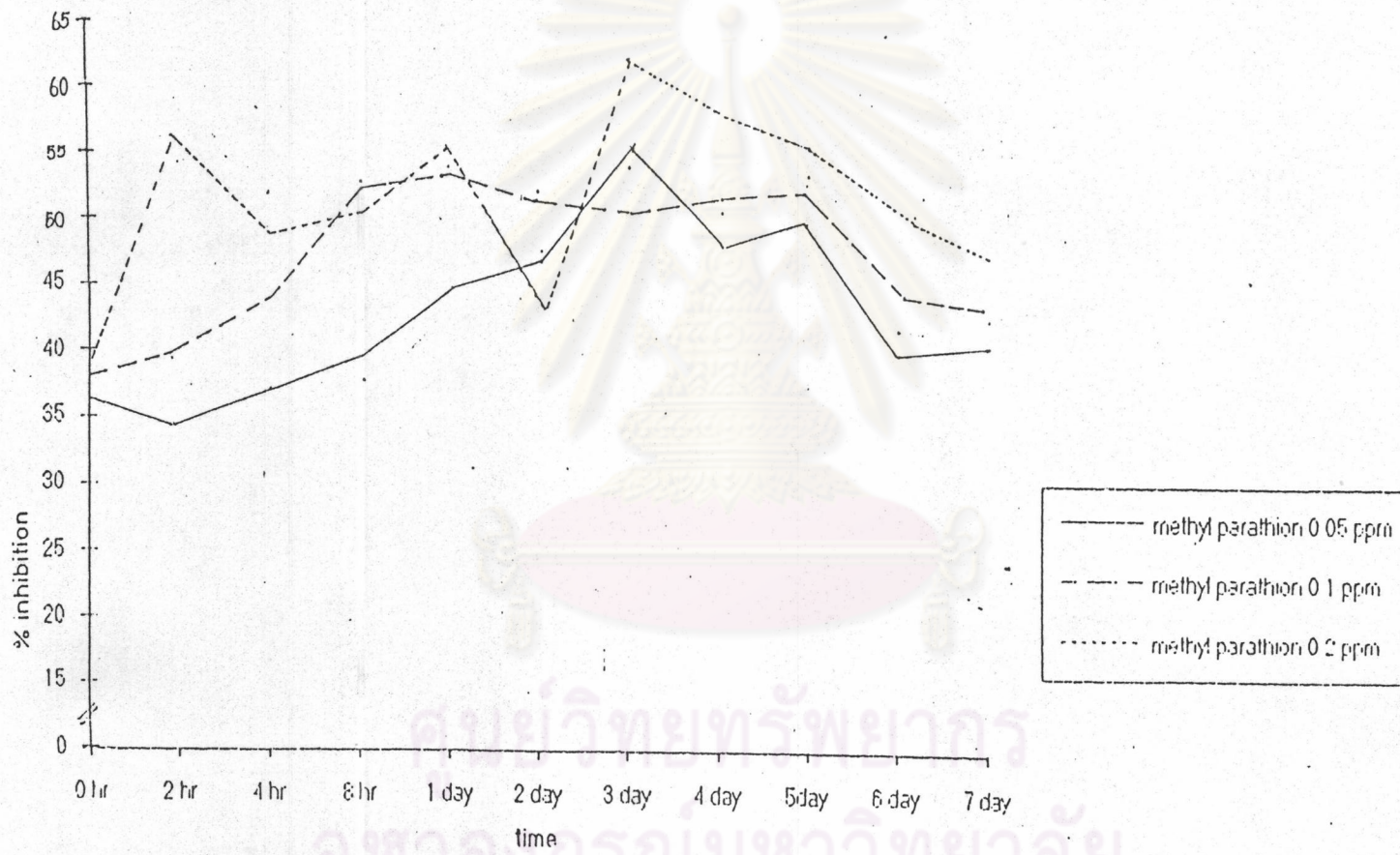
ตารางที่ 23 แสดงค่าเปรียบเทียบเอ็นไซม์อะไมเลสเทอเรส (mean±SE) ในกล้ามเนื้อปลาทะเลที่ความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออน ขนาดต่าง ๆ และที่ระยะเวลาสัมผัสต่าง ๆ กัน (n=5)

เวลาที่ผ่านไประหว่าง	ความเข้มข้นเมทิลพาราไธออน (ppm)						
	กลุ่มควบคุม	0.05		0.10		0.20	
	สมรรถนะเอ็นไซม์	สมรรถนะเอ็นไซม์	%inhibition	สมรรถนะเอ็นไซม์	%inhibition	สมรรถนะเอ็นไซม์	%inhibition
0 ชม.	27.092±0.566	17.251±1.463	36.32	17.059±1.181	37.03	16.300±0.965	39.83
2 ชม.	25.959±0.460	16.905±0.296	34.88	15.823±0.747	39.05	14.619±0.817	43.68
4 ชม.	24.631±1.426	15.353±0.368	37.67	13.890±0.799	43.61	12.701±0.788	48.43
8 ชม.	24.090±0.796	14.879±1.115	38.24	13.675±1.249	43.23	12.102±0.697	49.76
1 วัน	24.952±0.617	13.966±1.472	44.03	12.128±0.361	51.39	11.475±0.643	54.01
2 วัน	25.123±2.082	13.808±1.247	45.04	11.890±0.692	52.67	10.549±1.062	58.01
3 วัน	24.244±2.991	13.295±0.469	45.16	11.990±0.813	50.54	9.425±1.130	61.12
4 วัน	26.150±1.311	14.006±0.660	46.44	13.505±0.761	48.36	10.087±0.454	61.43
5 วัน	27.618±1.490	14.198±0.666	48.59	13.659±0.503	50.54	10.226±0.757	62.97
6 วัน	24.140±1.945	14.528±2.393	39.82	13.700±0.494	43.25	12.250±1.129	49.25
7 วัน	24.717±1.442	14.783±1.373	40.19	14.105±0.461	42.93	12.956±0.824	47.58

หน่วยสมรรถนะของเอ็นไซม์ คือ micromoles substrate hydrolyzed/min/ g of tissue



รูปที่ 34 แสดงการ เปรียบเทียบระหว่างสมรรถนะของเอ็นไซม์อะคีนเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อปลากะพงขาวที่เก็บในแต่ละช่วงเวลากับความเข้มข้นของเมทิลพาราไทออนที่ได้รับ



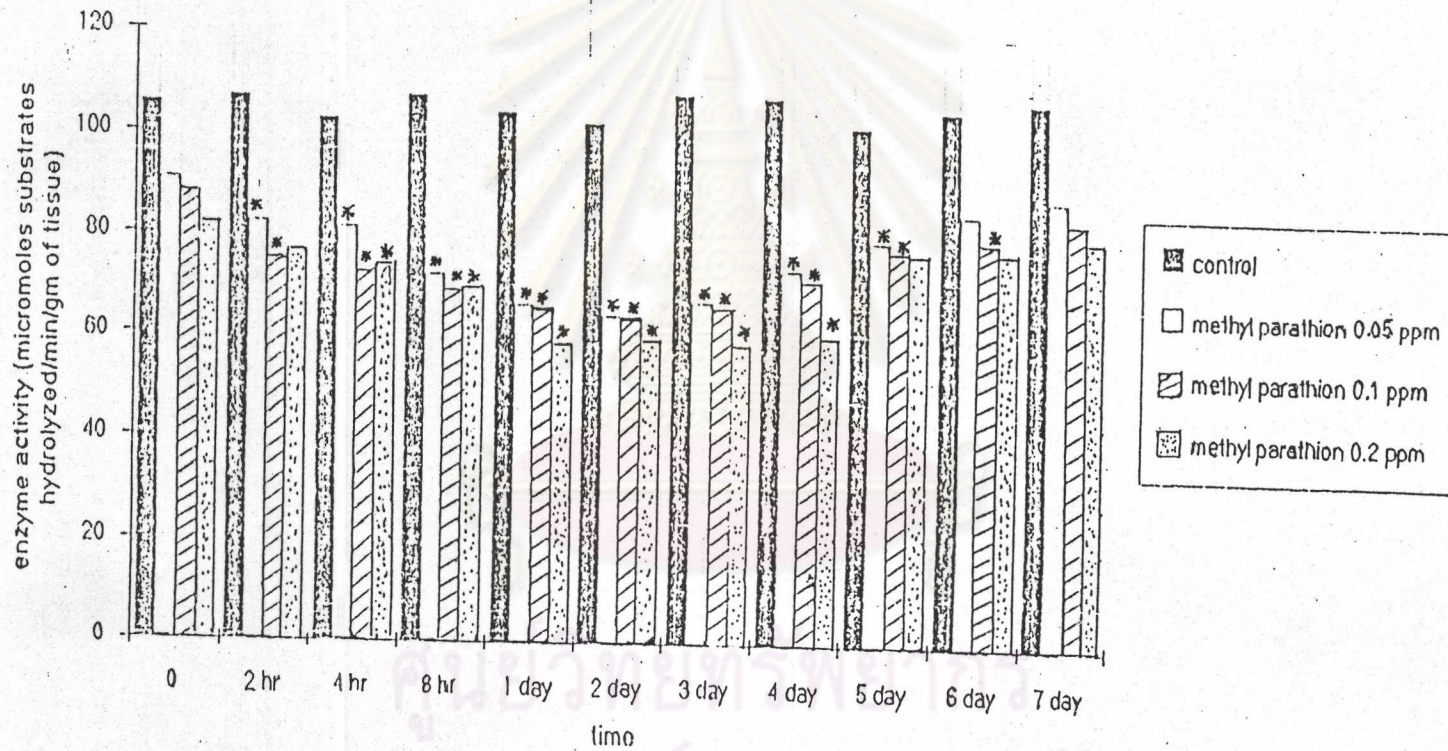
รูปที่ 35 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรสในกล้ามเนื้อปลากะพงขาวที่ เวลาต่าง ๆ

ตารางที่ 24 แสดงค่าเปรียบเทียบเอ็นไซม์อะไมเลสเทอเรส (mean±SE) ในสมองปลากะพงขาวที่ความเข้มข้นของเมทิลพาราโรดอน ขนาดต่าง ๆ และที่ระยะเวลาสัมผัสต่าง ๆ กัน (n=5)

เวลาที่ผ่านไป	ความเข้มข้นเมทิลพาราโรดอน (ppm)						
	กลุ่มควบคุม	0.05		0.10		0.20	
		สมรรถนะเอ็นไซม์	สมรรถนะเอ็นไซม์	%inhibition	สมรรถนะเอ็นไซม์	%inhibition	สมรรถนะเอ็นไซม์
0 ชม.	105.727± 9.604	90.879±7.516	14.04	88.561±7.965	16.24	82.366±1.570	22.09
2 ชม.	107.029± 4.728	*82.571±4.251	22.85	*75.395±3.299	29.56	76.931±3.047	28.12
4 ชม.	102.655± 5.888	*81.594±1.988	20.52	*72.616±7.676	29.26	*73.726±1.560	28.18
8 ชม.	107.466± 8.278	*72.402±5.599	32.63	*70.060±3.491	34.81	*69.689±4.480	35.15
1 วัน	104.404± 6.999	*66.360±4.110	36.44	*66.154±1.581	36.64	*58.666±7.783	43.81
2 วัน	102.199±11.244	*64.299±7.551	37.08	*64.269±8.018	37.11	*60.239±7.935	41.06
3 วัน	108.012± 9.079	*67.402±7.573	37.59	*67.004±4.539	37.97	*58.672±6.353	45.68
4 วัน	107.692± 8.680	*73.942±4.616	31.34	*71.577±2.146	33.54	*65.301±5.152	39.36
5 วัน	102.161±10.875	*79.685±5.963	22.00	*76.780±3.317	24.84	77.799±4.068	23.85
6 วัน	105.496±12.598	85.158±9.995	19.28	*80.112±1.031	24.06	78.015±3.667	26.05
7 วัน	107.437± 3.593	88.225±5.382	17.88	83.725±0.849	22.07	80.700±0.516	24.89

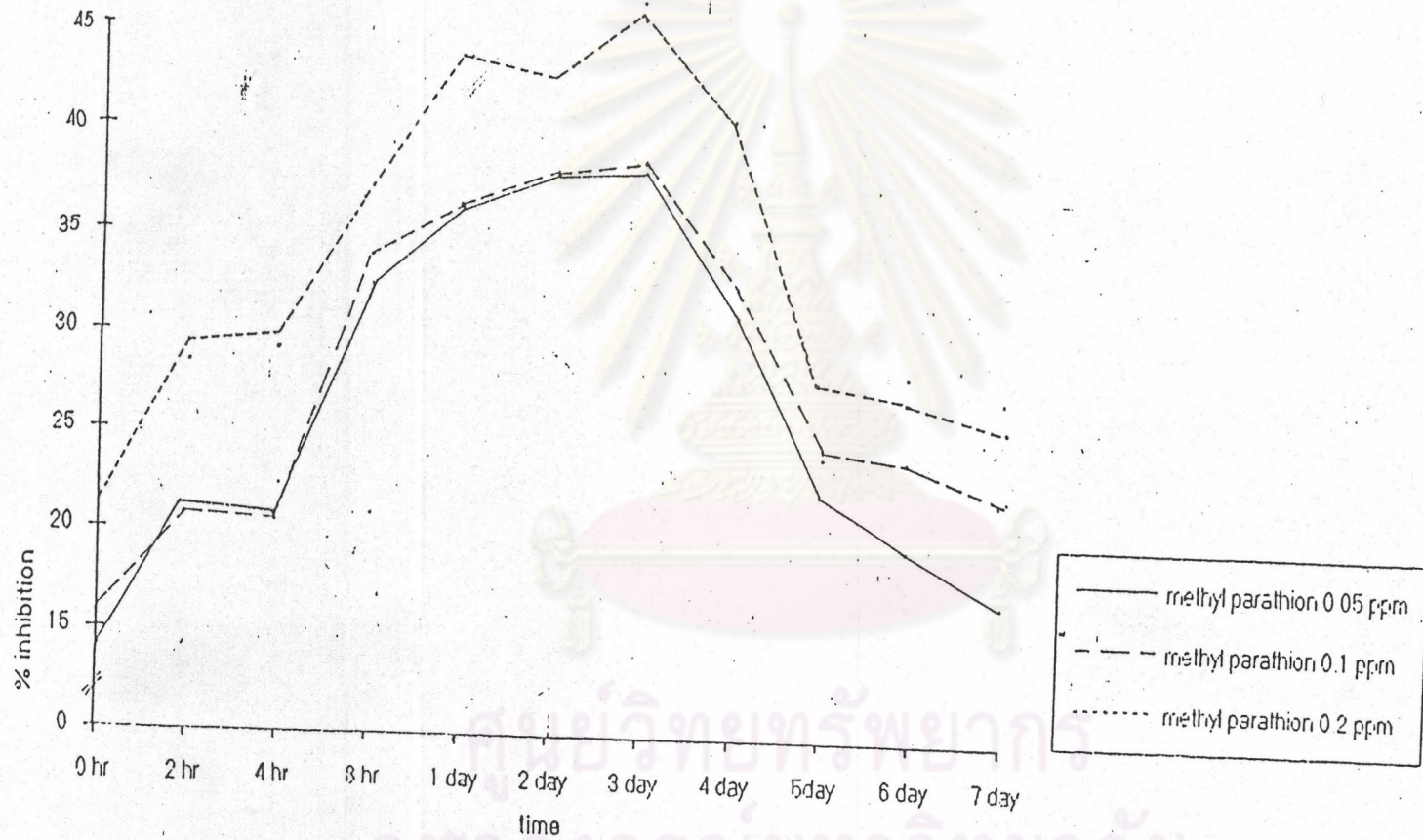
หน่วยสมรรถนะของเอ็นไซม์ คือ micromoles substrate hydrolyzed/min/ g of tissue

* P < 0.05



รูปที่ 36 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างสมรรถนะของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรสในสมองปลา กะพงขาวที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลากับความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออนที่ได้รับ

* $P < 0.05$



รูปที่ 37 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์อะดีนอสีนเทอเลสของแบคทีเรีย E. coli ที่เวลาต่าง ๆ

3.5.6 ผลของปริมาณเมทิลลหาราไรออนที่เปลี่ยนไปเมื่อเวลาผ่านไป

จากการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณเมทิลลหาราไรออนในน้ำเมื่อเวลาผ่านไป จะเห็นว่าในแต่ละวันที่ผ่านไปปริมาณของเมทิลลหาราไรออนในน้ำลดลงทุกวัน (ตั้งตารางที่ 25-26 และรูปที่ 38) จะเห็นว่าปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเมทิลลหาราไรออนลดลงไป 82.46%, 58.06%, 42.02% ภายใน 24 ชั่วโมง และหลังจาก 96 ชั่วโมงไปแล้วลดลงเหลือ 1.4 %, 6.45%, 11.34% ในกลุ่มที่มีเมทิลลหาราไรออนเริ่มต้น 0.5 , 1.5 , และ 2.5 ppm ตามลำดับ

รูปที่ 39 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเมทิลลหาราไรออนที่เหลืออยู่ในน้ำกับ % inhibition ของเอ็นไซม์ในกล้ามเนื้อ และสมองของปลา จากรูปจะเห็นว่าเบอร์เซ็นต์การทางานของเอ็นไซม์ทั้งในกล้ามเนื้อและสมองถูกยับยั้งได้สูงสุดในวันที่ 3 ในขณะที่ปริมาณเมทิลลหาราไรออนที่เหลืออยู่ในน้ำน้อยกว่า 0.01 ppm ทั้ง 3 กลุ่ม (ดูตารางที่ 23)

% inhibition ของเอ็นไซม์ ChE ค่อย ๆ ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป จนกระทั่งถึงวันที่ 7 ยังคงเห็นว่าสมรรถนะของเอ็นไซม์ที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นนั้นยังไม่เข้าระดับปกติ (เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณของเมทิลพาราธอนที่เหลืออยู่ในน้ำที่เวลาต่าง ๆ

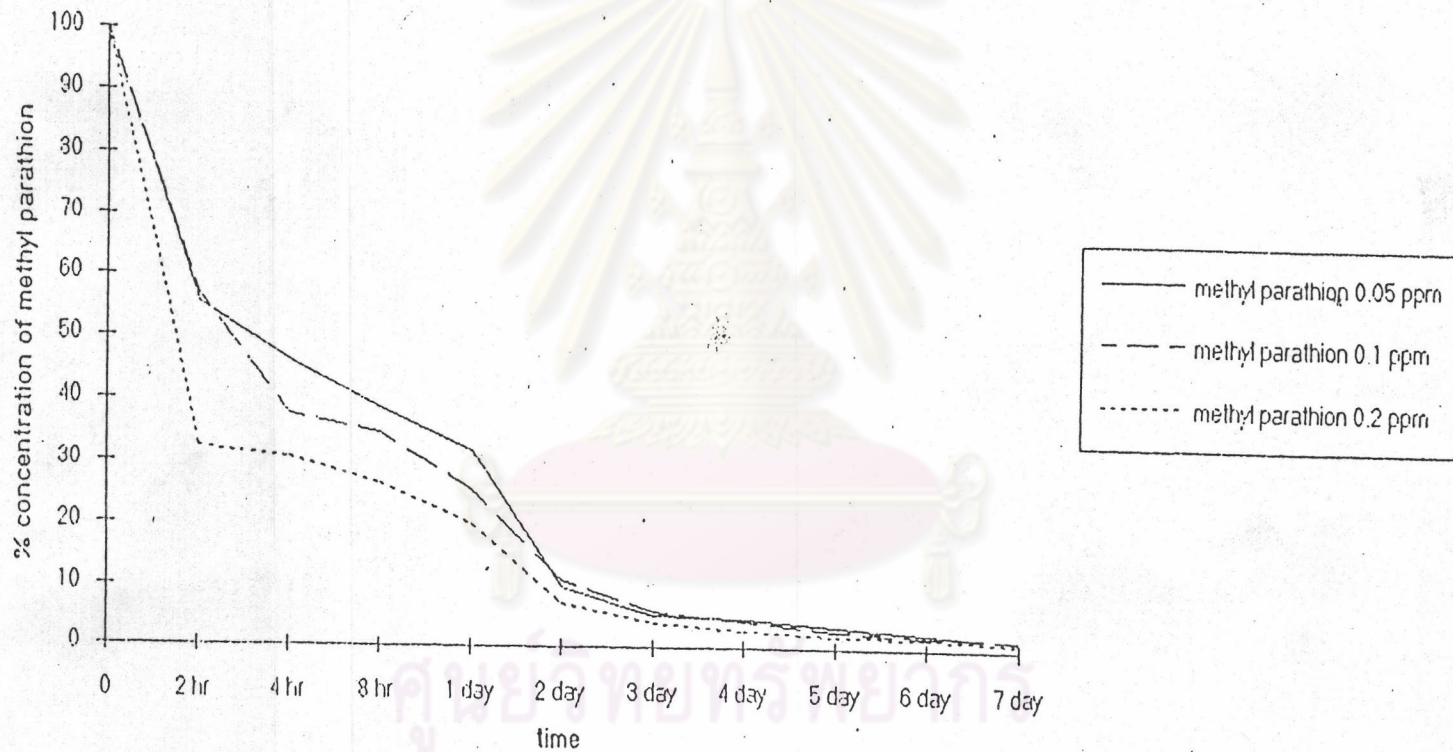
ปริมาณเมทิลพาราธอนเริ่มต้น(ppm)	ปริมาณเมทิลพาราธอนที่เหลืออยู่ที่เวลาต่าง ๆ (ppm)										
	0 ชม.	2 ชม.	4 ชม.	8 ชม.	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน	6 วัน	7 วัน
0.05	0.050	0.0277	0.023	0.0193	0.016	0.005	0.0027	0.0024	0.0018	0.0013	0.0008
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0	0.00047	0.0008	0.00047	0	0	0.00008	0.00005	0.00026	0.00009	0.00008
0.10	0.083	0.047	0.0313	0.029	0.021	0.009	0.005	0.0035	0.0022	0.0016	0.0014
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.0047	0.002	0.00047	0.001	0.00047	0	0	0.00008	0.0002	0.00008	0.00008
0.20	0.183	0.0593	0.056	0.0483	0.0363	0.0136	0.0073	0.0051	0.0037	0.0030	0.0018
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0.005	0.00047	0.0008	0.0005	0.00047	0.00047	0.00047	0.00008	0.00012	0.00008	0.00012

* ค่าที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

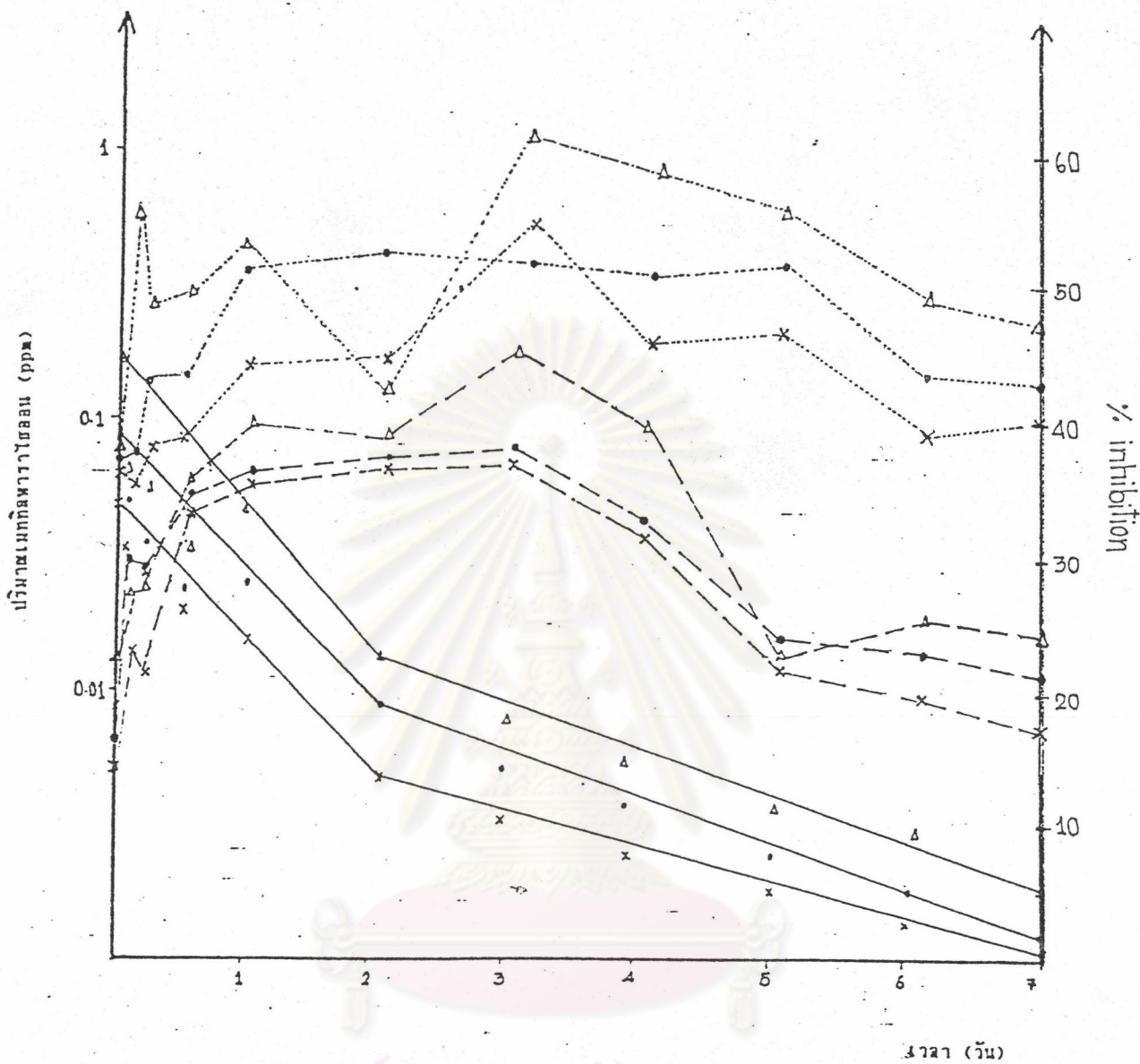
ตารางที่ 26 แสดงความเข้มข้นของเมทิลพาราธอนที่เหลืออยู่ที่เวลาต่าง ๆ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นที่วัดครั้งแรก

ความเข้มข้นของเมทิลพาราธอน ที่ใส่ลงไปในน้ำ (ppm)	% ความเข้มข้นของเมทิลพาราธอนเมื่อเวลาผ่านไป										
	0 ชม.	2 ชม.	4 ชม.	8 ชม.	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน	6 วัน	7 วัน
0.05	100	55.40	46.00	38.60	32.00	10.00	5.40	4.80	3.60	2.60	1.60
0.10	100	56.63	37.71	34.94	25.30	10.84	6.02	4.22	2.65	1.93	1.69
0.20	100	32.40	30.60	26.39	19.84	7.43	3.99	2.79	2.02	1.64	0.98

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 38 แสดงการ เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของเมทิลพาราธาไรออนที่เหลือน้ำในน้ำ เมื่อเวลาผ่านไป โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ปริมาณความเข้มข้นของเมทิลพาราธาไรออนที่วัดครั้งแรก



รูปที่ 39 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเมทิลคลอโรฟิลล์ที่ละลายอยู่ในน้ำเมื่อเวลาผ่านไป และเวลาที่ผ่านไปกับ % inhibition ในกล้ามเนื้อและสมองปลากะพงขาว

- หมายเหตุ
- △ กลุ่มที่ได้รับเมทิลคลอโรฟิลล์ 0.20 ppm
 - กลุ่มที่ได้รับเมทิลคลอโรฟิลล์ 0.10 ppm
 - × กลุ่มที่ได้รับเมทิลคลอโรฟิลล์ 0.05 ppm
 - ปริมาณเมทิลคลอโรฟิลล์ในน้ำ
 - % inhibition ในกล้ามเนื้อ
 - % inhibition ในสมอง

3.5.7 ผลของเมทิลพาราไธออนในขนาดที่ไม่ทำให้ปลากะพงขาวตายต่อจุลพยาธิสภาพที่เปลี่ยนแปลงไป

การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคาพบว่า

ในเซลล์เหงือก พบสภาพการถูกทำลาย มีการรวมกันของ lamella ตั้งแต่วันที่ 2 ของการสัมผัสเมทิลพาราไธออน ในทั้ง 3 ขนาดความเข้มข้น ความรุนแรงเพิ่มขึ้นตามขนาดความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น และพบมีการทำลายมากที่สุดในวันที่ 6 ของการสัมผัสเมทิลพาราไธออน หลังจากนั้นในวันที่ 7 พบว่าอาการรุนแรงน้อยกว่าในวันที่ 6

ในเซลล์กล้ามเนื้อ พบว่าอาการแสดงสภาพการตายของกล้ามเนื้อไม่ชัดเจน ในขนาดความเข้มข้นเมทิลพาราไธออนทั้ง 3 ขนาด และหลังจากสัมผัสในวันต่าง ๆ ของการทดลอง ซึ่งต่างจากในหิซเฉียบพลันพบอาการแสดงการตายตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น

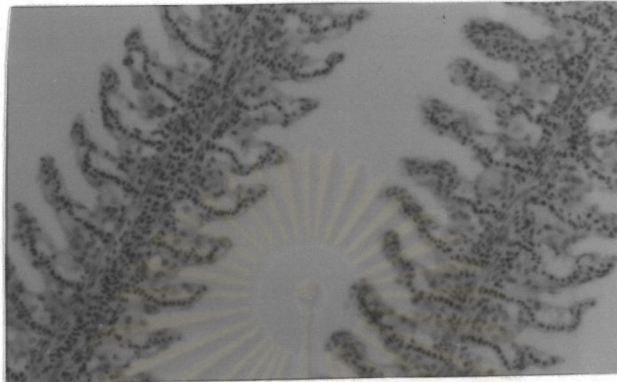
ในเซลล์ตับ ้บแสดงสภาพการตาย ในเซลล์ตับบางเซลล์นิวเคลียสอยู่ในระยะ pyknosis และบางเซลล์นิวเคลียสอยู่ในระยะ karyolysis ใน hepatic cell แสดงลักษณะการเกิด vacuolation ขึ้น โดยอาการต่าง ๆ ที่กล่าวมาพบเมื่อหลังจากสัมผัสเมทิลพาราไธออนวันที่ 2 และพบได้ซ้ำ ๆ กันในแต่ละความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออนที่ใช้ แต่ความรุนแรงของอาการดังกล่าวแตกต่างกันไปตามระยะเวลาที่สัมผัส

ส่วนในกลุ่มควบคุม เซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับ ไม่แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่เปลี่ยนแปลงไป

(รูปที่ 40-66 แสดงลักษณะทางจุลพยาธิวิทยาที่เปลี่ยนแปลงไปในกล้ามเนื้อ เหงือก และตับของปลากะพงขาว)

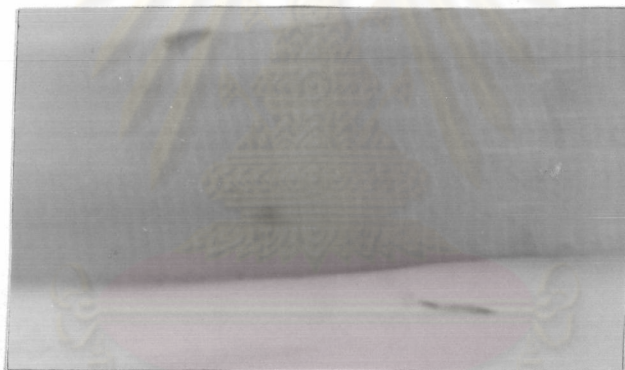
กลุ่มควบคุม

เซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ คับ ไม่แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยา
(ตั้งแสดงงานรูปที่ 40)



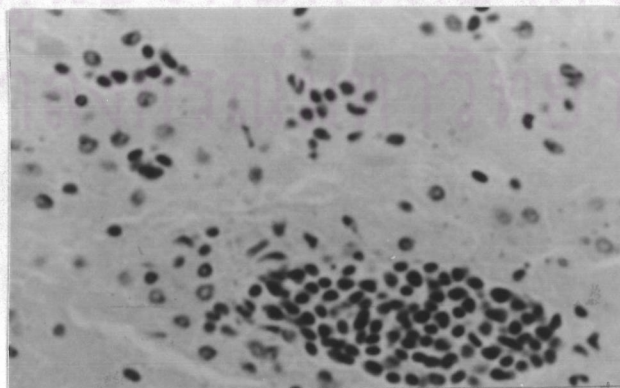
ก เซลล์เหงือก

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



ข เซลล์กล้ามเนื้อ

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



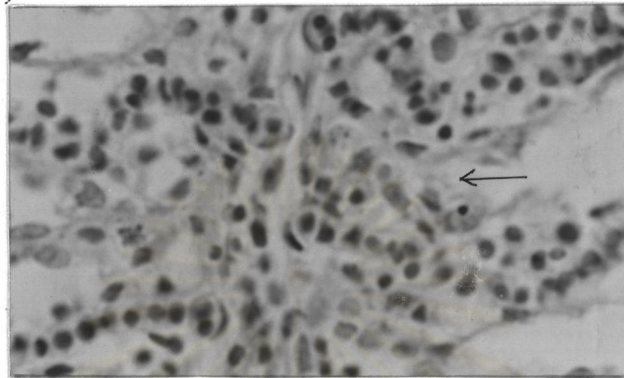
ค เซลล์กัณฑ์

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

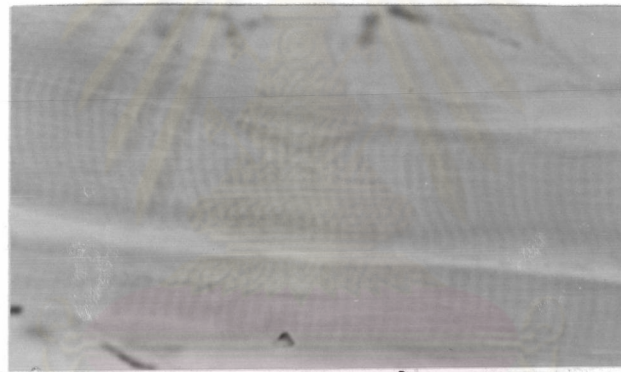
รูปที่ 40 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ กัณฑ์ในกลุ่มควบคุม

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรออน 0.05 ppm หลังสัมผัสนาน 2 วัน

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลานแสงธรรมดา พบว่ามีการรวมกันของ lamella ในเซลล์เหงือก เซลล์กล้ามเนื้อไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนเซลล์ตับอ่อนพบ congestion เกิดขึ้น (ดังแสดงในรูปที่ 41)

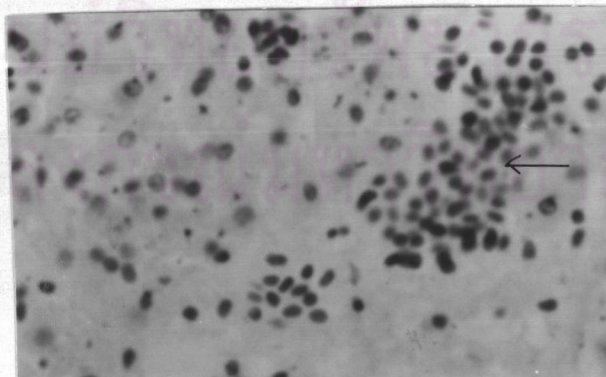


ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันของ lamella บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



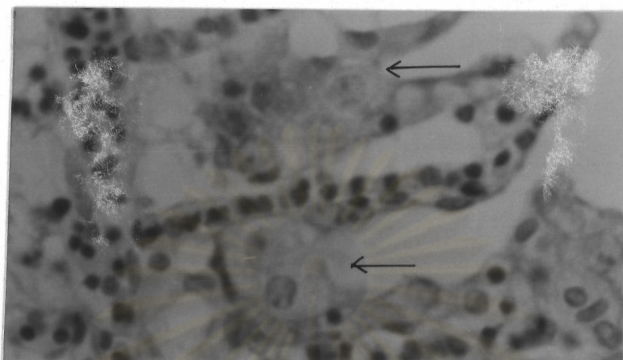
ค เซลล์ตับอ่อน มี congestion เกิดขึ้น บริเวณศรีษะ

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

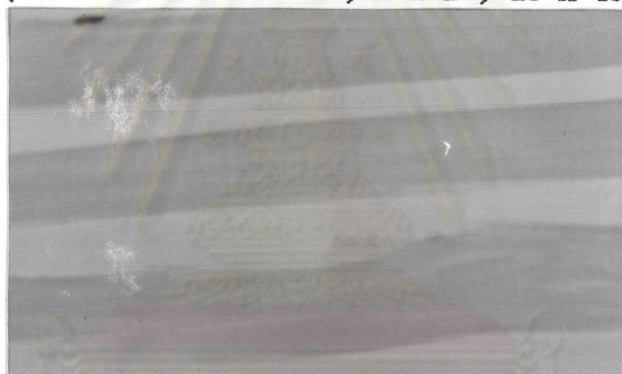
รูปที่ 41 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับอ่อนในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรออน 0.05 ppm หลังสัมผัสนาน 2 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลทราธาธอน 0.1 ppm หลังสัมผัสนาน 2 วัน

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลำแสงธรรมดา พบว่ามีการรวมกันและบวมของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อเนื้อไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนเซลล์ตับพบนิวเคลียสในระยะ pyknotic nuclei (ดังแสดงในรูปที่ 42)

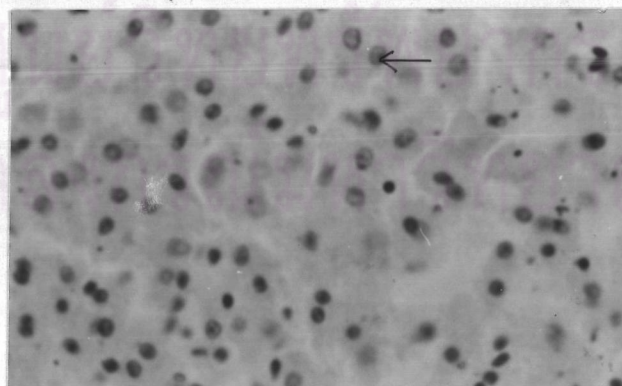


ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันและบวมของ lamella บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ค เซลล์ตับ พบนิวเคลียสระยะ pyknotic nuclei บริเวณศรีษะ

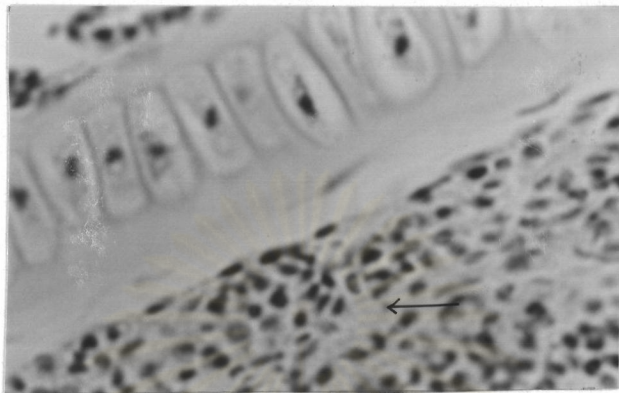
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

รูปที่ 42 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับ

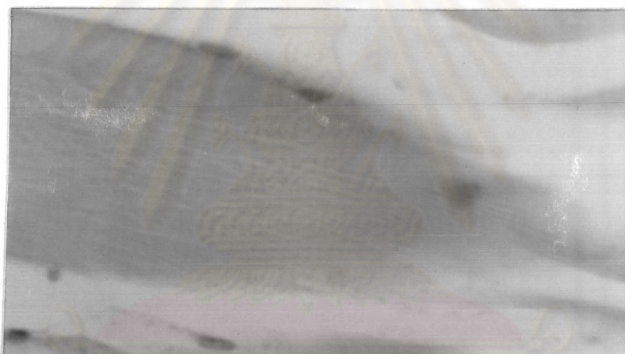
เมทิลทราธาธอน 0.1 ppm หลังสัมผัสนาน 2 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลทอราธาออน 0.2 ppm หลังสัมผัสนาน 2 วัน

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่าการรวมกันของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนเซลล์ทับถม congestion เกิดขึ้น(ดังแสดงในรูปที่ 43)

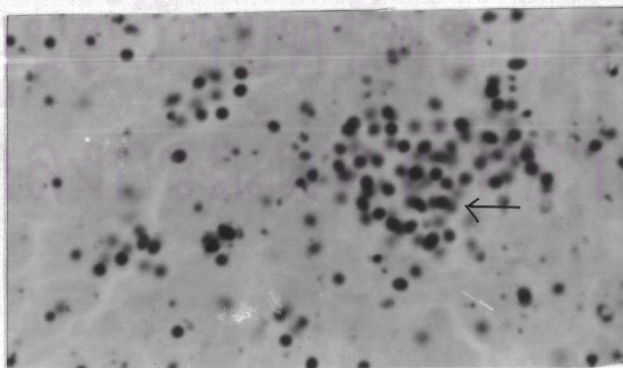


ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันของ lamella บริเวณสรชี้
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



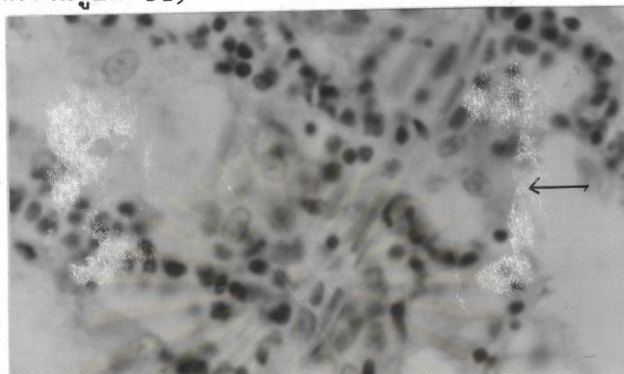
ค เซลล์ทับ ทม congestion เกิดขึ้น บริเวณสรชี้

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

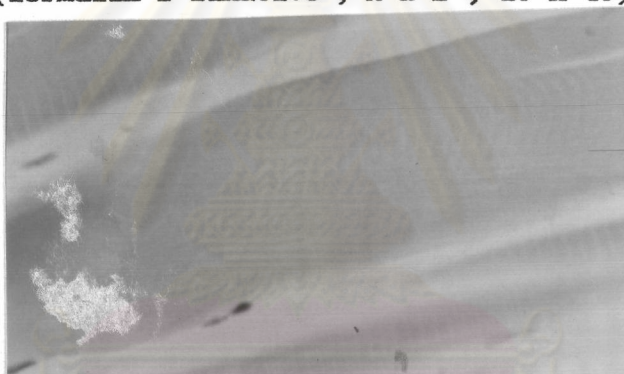
รูปที่ 43 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ทับถมกลุ่มที่ได้รับเมทิลทอราธาออน 0.2 ppm หลังสัมผัสนาน 2 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลทหาราธาออน 0.05 ppm หลังสัมผัสนาน 3 วัน

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่ามีการรวมกันของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนเซลล์ตับพบ congestion เกิดขึ้น นิวเคลียสในระยะ karyolysis (ตั้งแสดงในรูปที่ 44)

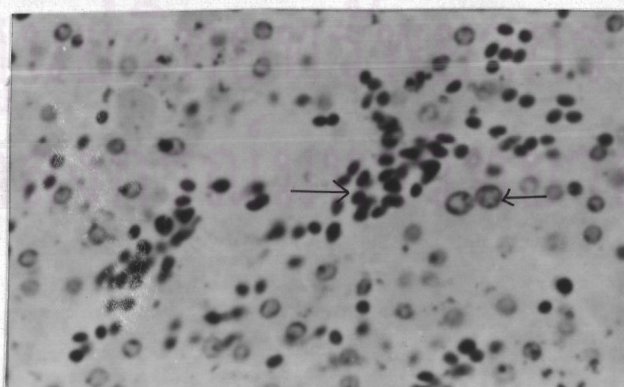


ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันของ lamella บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



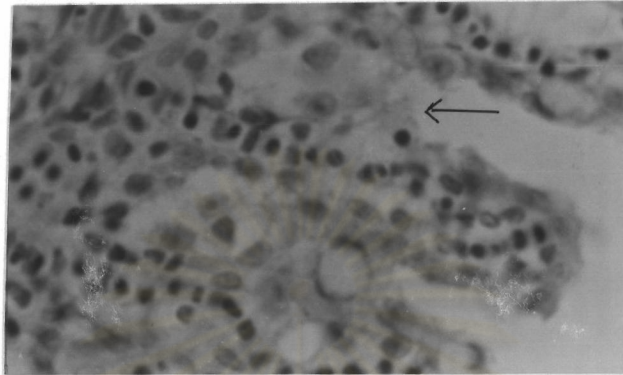
ค เซลล์ตับ พบ congestion และ นิวเคลียสระยะ karyolysis บริเวณศรีษะ

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

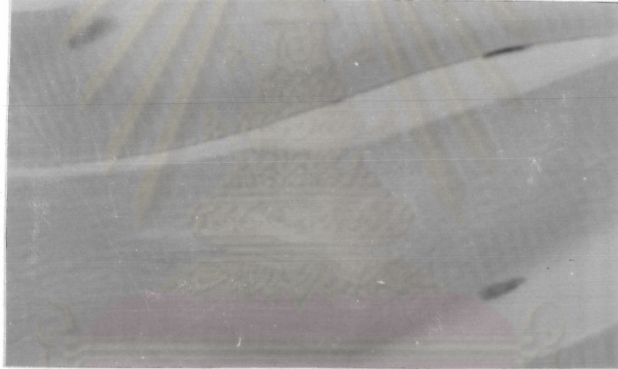
รูปที่ 44 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลทหาราธาออน 0.05 ppm หลังสัมผัสนาน 3 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 0.1 ppm หลังสัมผัสนาน 3 วัน

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมด ๆ พบว่ามีการรวมกันของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนเซลล์ตับพบมีการตายเกิดขึ้น (ดังแสดงในรูปที่ 45)

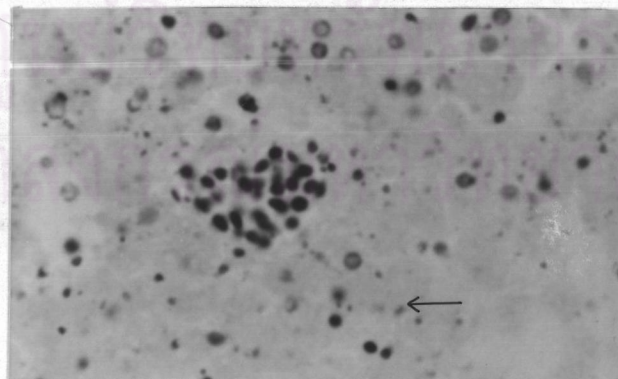


ก เซลล์เหวี่ยงมีการรวมกันของ lamella บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



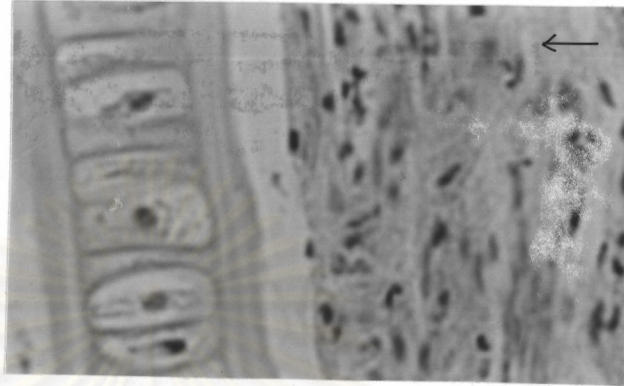
ค เซลล์ตับ พบการตายเกิดขึ้นบริเวณศรีษะ

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

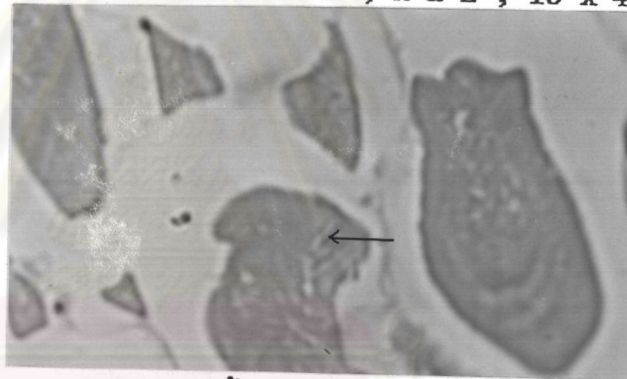
รูปที่ 45 แสดงเซลล์เหวี่ยง กล้ามเนื้อ ตับบนกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 0.1 ppm หลังสัมผัสนาน 3 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลดีคาร์บาไรน 0.2 ppm หลังสัมผัสนาน 3 วัน

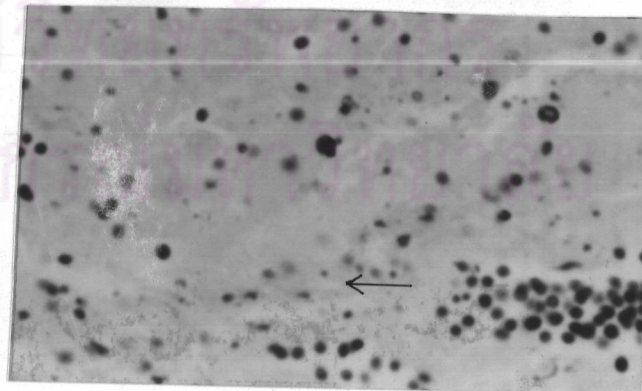
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่ามีการรวมกันของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ค้ำพบการตายเกิดขึ้น (ดังแสดงในรูปที่ 46)



ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันของ lamella บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการตายเกิดขึ้น บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

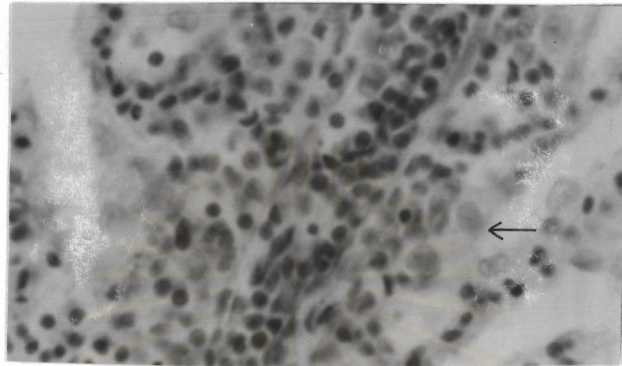


ค เซลล์ค้ำ พบการตายเกิดขึ้น บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

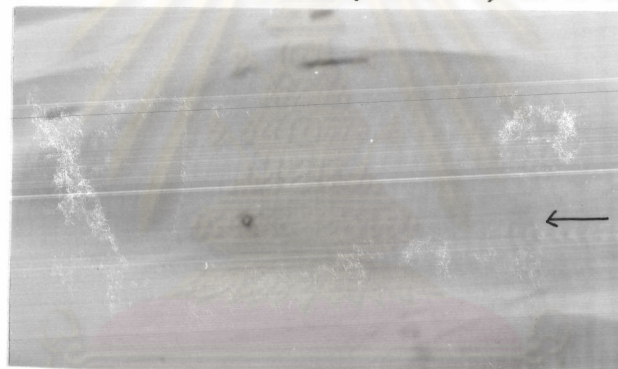
รูปที่ 46 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ค้ำบนกลุ่มที่ได้รับเมทิลดีคาร์บาไรน 0.2 ppm หลังสัมผัสนาน 3 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลดีทราธาโรน 0.05 ppm หลังสัมผัสนาน 4 วัน

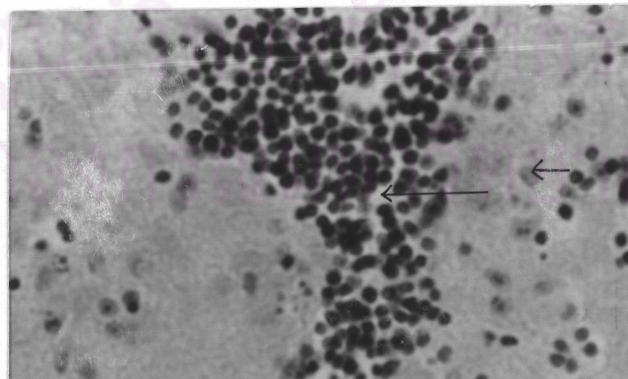
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลำแสงธรรมดา พบว่ามีการรวมกันของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ค้ำอ่อนพบ congestion และนิวเคลียสในระยะ karyolysis (ดังแสดงในรูปที่ 47)



ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันของ lamella บริเวณศรีษะ (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการตายเกิดขึ้น บริเวณศรีษะ (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

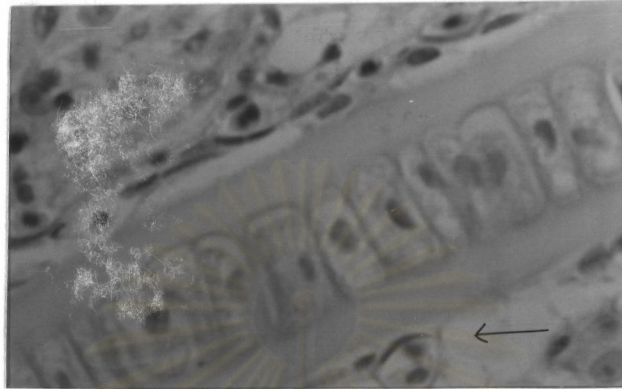


ค เซลล์ค้ำอ่อน พบ congestion และ นิวเคลียสในระยะ karyolysis บริเวณศรีษะ (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

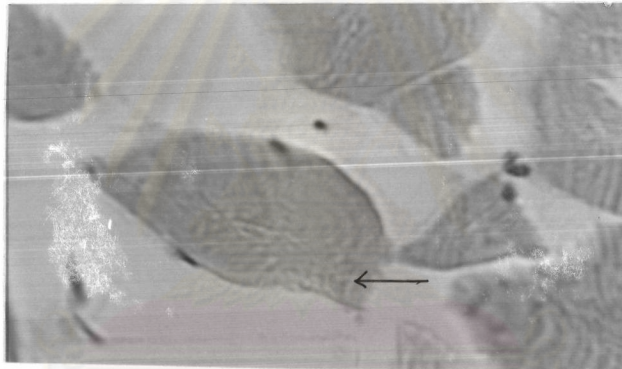
รูปที่ 47 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ค้ำอ่อนในกลุ่มที่ได้รับเมทิลดีทราธาโรน 0.05 ppm หลังสัมผัสนาน 4 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลทาร์ราธอน 0.1 ppm หลังสัมผัสนาน 4 วัน

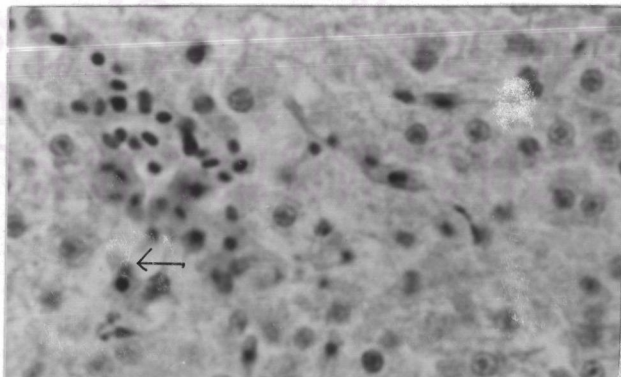
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลำแสงธรรมดา พบว่ามีการหลุดออกบางส่วนของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อมีการคายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับพบ vacuolation (ดังแสดงในรูปที่ 48)



ก เซลล์เหงือกมีการหลุดออกบางส่วนของ lamella บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการคายเกิดขึ้น บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

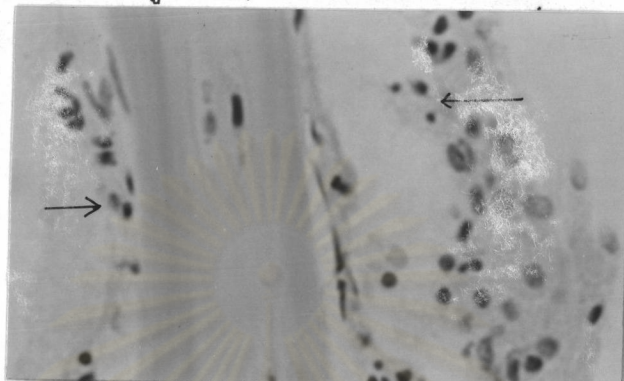


ค เซลล์ตับ พบ vacuolation บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

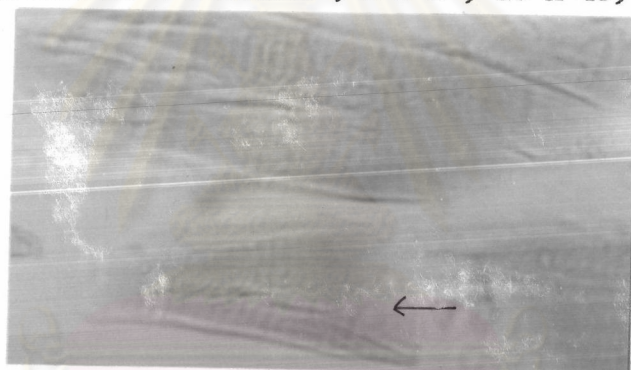
รูปที่ 48 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลทาร์ราธอน 0.1 ppm หลังสัมผัสนาน 4 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรออน 0.2 ppm หลังสัมผัสนาน 4 วัน

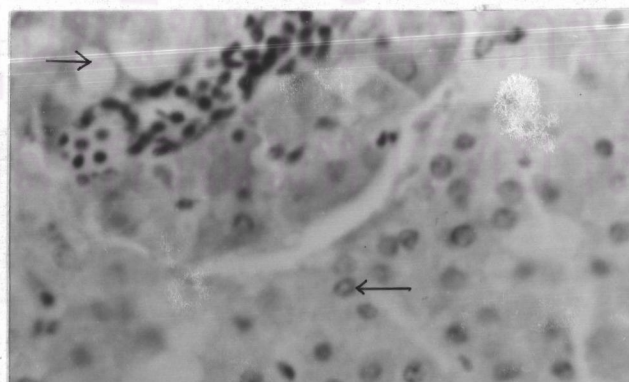
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลำแสงธรรมดาคา พบว่าการหลุดออกและบวมของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับอ่อนพบ vacuolation และนิวเคลียสใน ระยะ karyolysis (ดังแสดงในรูปที่ 49)



ก เซลล์เหงือกมีการหลุดออกและบวมของ lamella บริเวณครี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการตายเกิดขึ้น บริเวณครี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

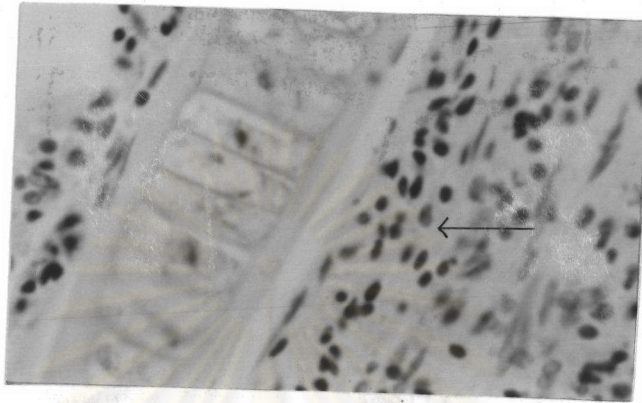


ค เซลล์ตับอ่อน พบ vacuolation และนิวเคลียสระยะ karyolysis บริเวณครี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

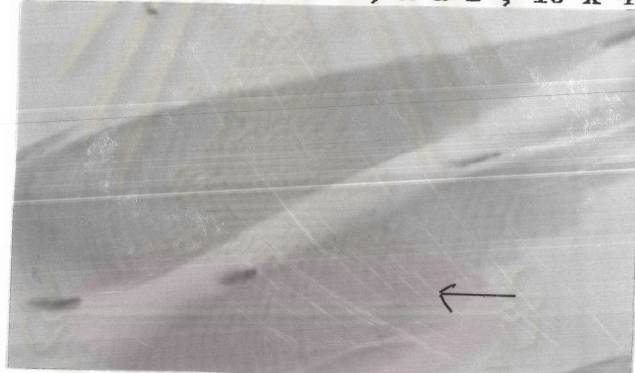
รูปที่ 49 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับอ่อนในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไรออน 0.2 ppm หลังสัมผัสนาน 4 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 0.05 ppm หลังสัมผัสนาน 5 วัน

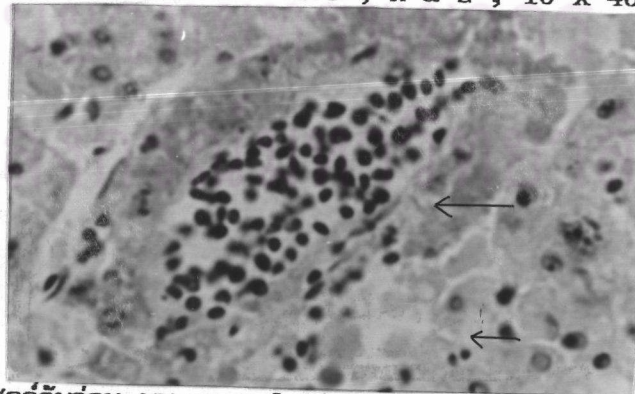
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่ามีการรวมกันของ lamellar cells กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับอ่อนพบ vacuolation และ congestion เกิดขึ้น (ดังแสดงในรูปที่ 50)



ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันของ lamella บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการตายเกิดขึ้น บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

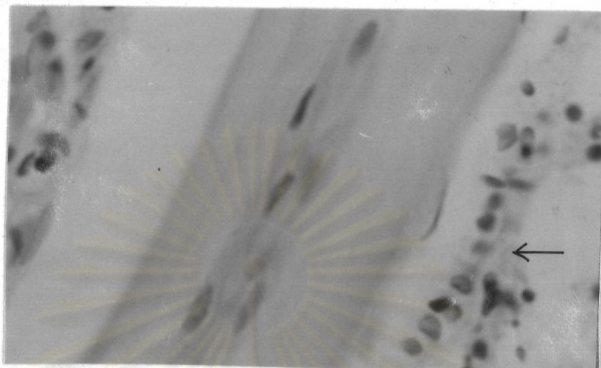


ค เซลล์ตับอ่อน พบ vacuolation และ congestion บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

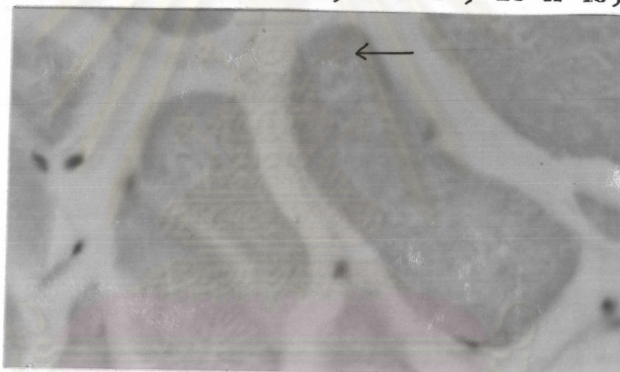
รูปที่ 50 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับอ่อนในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 0.05 ppm หลังสัมผัสนาน 5 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลททราธาออน 0.1 ppm หลังสัมผัสนาน 5 วัน

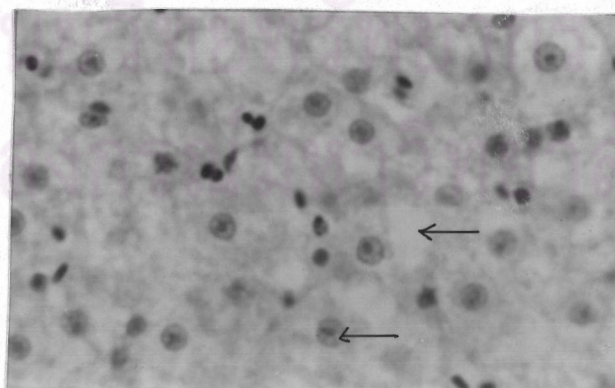
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่าการหลุดออกของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อมีการคายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับพบ vacuolation และนิวเคลียสระยะ pyknotic nuclei (ดังแสดงในรูปที่ 51)



ก เซลล์เหงือกมีการหลุดออกของ lamella บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



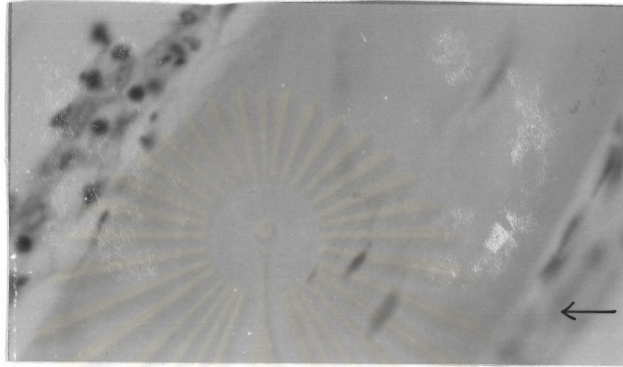
ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการคายเกิดขึ้น บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



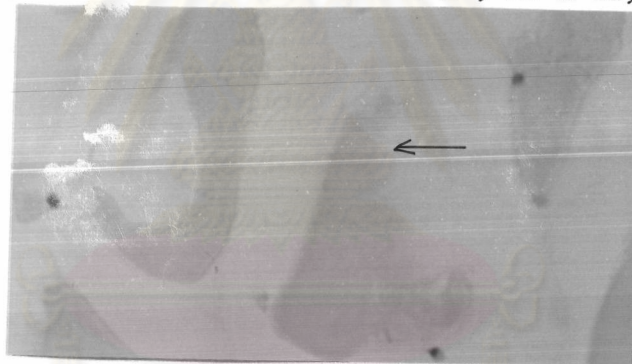
ค เซลล์ตับ พบ vacuolation และนิวเคลียสระยะ pyknotic
nuclei บริเวณศรีษะ (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)
รูปที่ 51 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลททราธาออน 0.1 ppm
หลังสัมผัสนาน 5 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลทอราธาออน 0.2 ppm หลังสัมผัสนาน 5 วัน

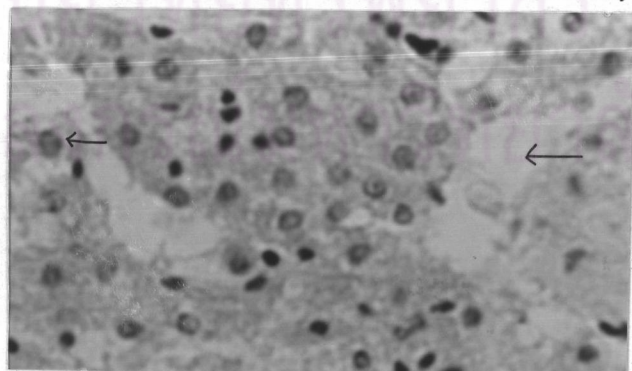
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงธรรมดา พบว่า lamella ถูกทำลายมากขึ้น เซลล์กล้ามเนื้อเกิดการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับพบ vacuolation และนิวเคลียสระยะ karyolysis (ดังแสดงในรูปที่ 52)



ก เซลล์เหงือก lamella ถูกทำลายมากขึ้น บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการตายเกิดขึ้น บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

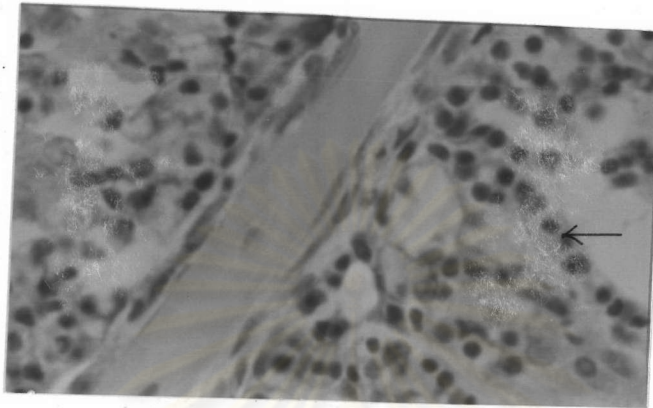


ค เซลล์ตับ พบ vacuolation และนิวเคลียสระยะ karyolysis บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

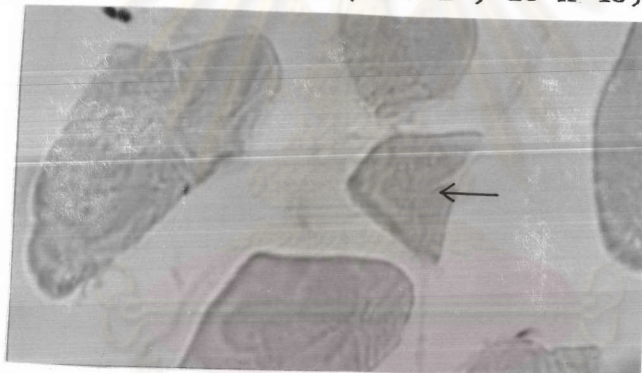
รูปที่ 52 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับบนกลุ่มที่ได้รับเมทิลทอราธาออน 0.2 ppm หลังสัมผัสนาน 5 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลทราธาโรน 0.05 ppm หลังสัมผัสนาน 6 วัน

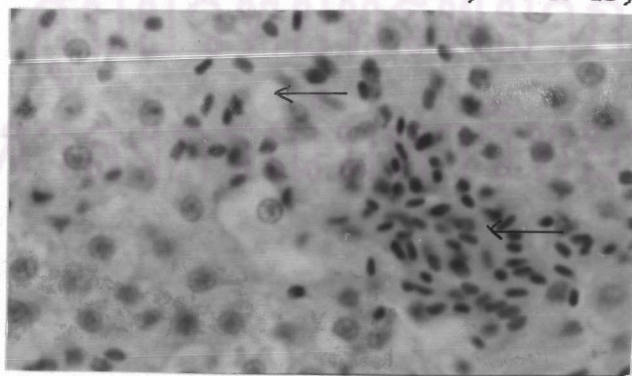
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงธรรมดา พบว่ามีการรวมกันและบวมของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับพบ vacuolation และ congestion (ดังแสดงในรูปที่ 53)



ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันและบวมของ lamella บริเวณครี (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการตายเกิดขึ้น บริเวณครี (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

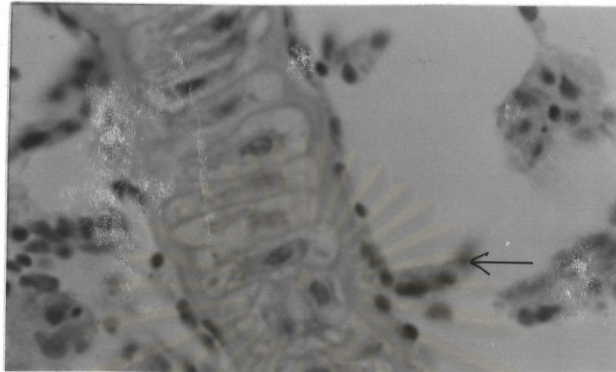


ค เซลล์ตับ พบ vacuolation และ congestion บริเวณครี (formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

รูปที่ 53 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลทราธาโรน 0.05 ppm หลังสัมผัสนาน 6 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราธอน 0.1 ppm หลังสัมผัสนาน 6 วัน

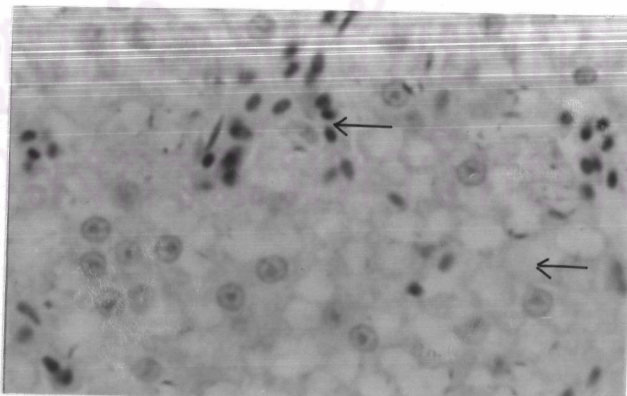
จากการศึกษาค้นคว้ากล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่าการหลุดออกของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อมีการคายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์คืบพบ vacuolation และ congestion (ตั้งแสดงในรูปที่ 54)



ก เซลล์เหงือกมีการหลุดออกของ lamella บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการคายเกิดขึ้น บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

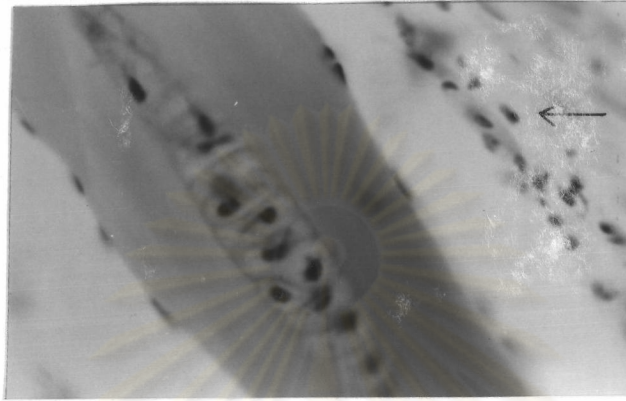


ค เซลล์คืบพบ vacuolation และ congestion บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

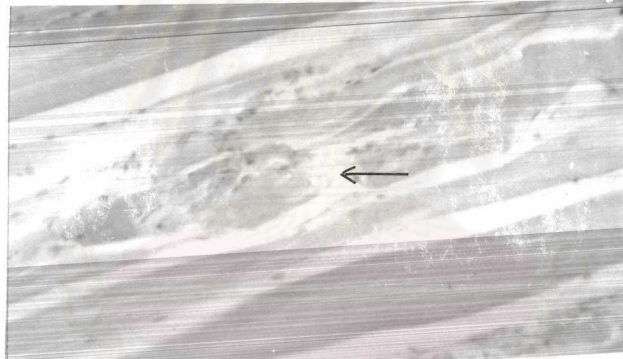
รูปที่ 54 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ คืบในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราธอน 0.1 ppm หลังสัมผัสนาน 6 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราธอน 0.2 ppm หลังสัมผัสนาน 6 วัน

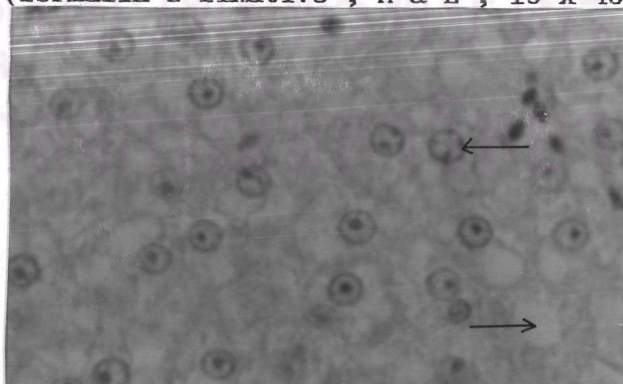
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมดา พบว่า lamella ถูกทำลายอย่างรุนแรง เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับ พบ vacuolation และนิวเคลียสระยะ karyolysis (ดังแสดงในรูปที่ 55)



ก เซลล์เหงือก lamella ถูกทำลาย บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการตายเกิดขึ้น บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

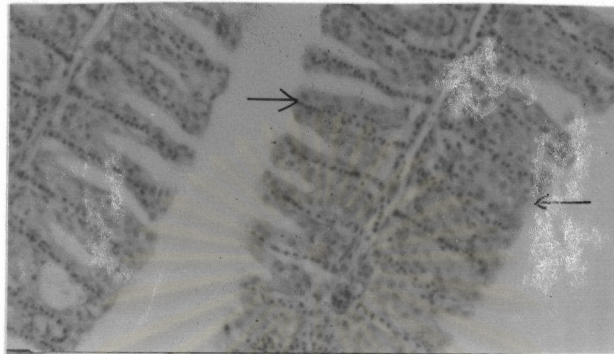


ค เซลล์ตับ พบ vacuolation และนิวเคลียสระยะ karyolysis บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

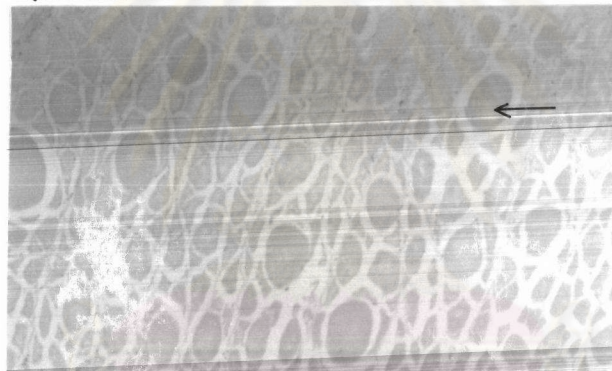
รูปที่ 55 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราธอน 0.2 ppm หลังสัมผัสนาน 6 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 0.05 ppm หลังสัมผัสนาน 7 วัน

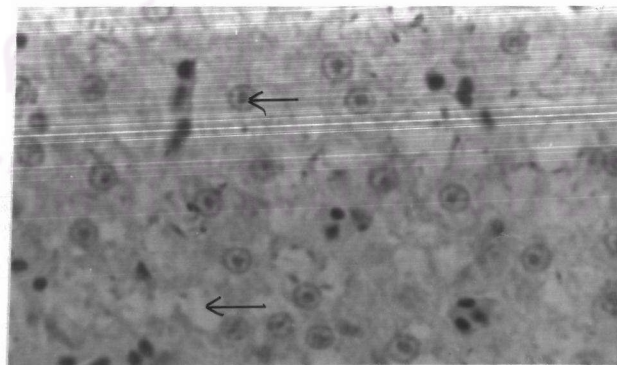
จากการศึกษาค้นคว้ากล้องจุลทรรศน์ลาแสงธรรมคา พบว่ามีการรวมกัน lamella เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับพบ vacuolation และนิวเคลียสระยะ pyknotic nuclei (ดังแสดงในรูปที่ 56)



ก เซลล์เนื้อเยื่อมีการรวมกัน lamella บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 10)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการตายเกิดขึ้น บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



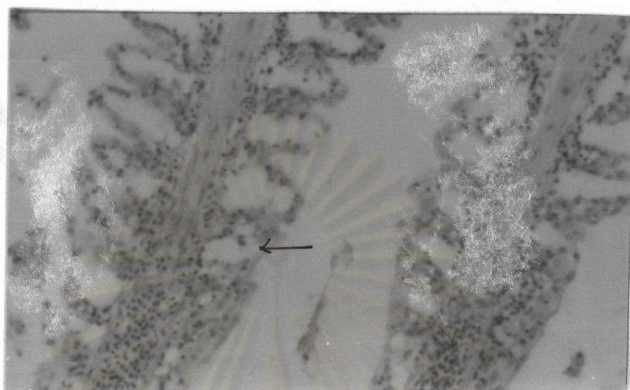
ค เซลล์ตับ พบ vacuolation และนิวเคลียสระยะ pyknotic
nuclei บริเวณศรีษี

(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

รูปที่ 56 แสดงเซลล์เนื้อเยื่อ กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 0.05 ppm หลังสัมผัสนาน 7 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลทหาราธอน 0.1 ppm หลังสัมผัสนาน 7 วัน

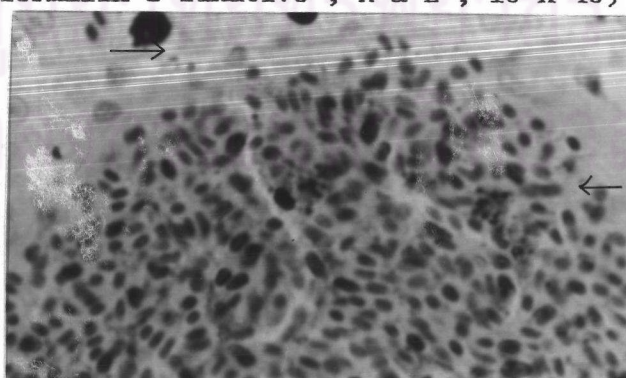
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลำแสงธรรมดา พบว่ามีการรวมกันและบวมของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อมีการคายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับพบ vacuolation และ congestion (ดังแสดงในรูปที่ 57)



ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันและบวมของ lamella บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 10)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการคายเกิดขึ้น บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

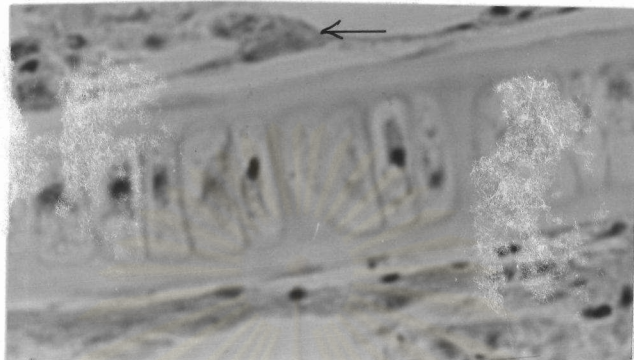


ค เซลล์ตับ พบ vacuolation และ congestion บริเวณศรีษี
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

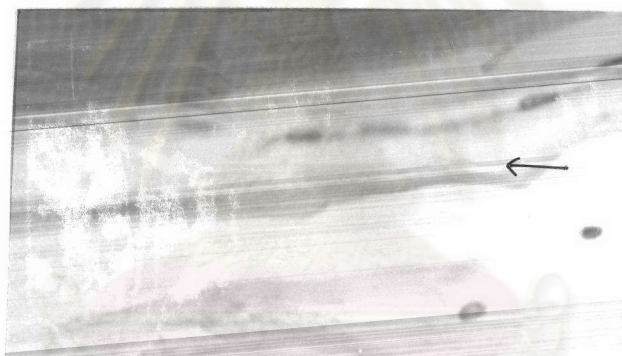
รูปที่ 57 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในกลุ่มที่ได้รับเมทิลทหาราธอน 0.1 ppm หลังสัมผัสนาน 7 วัน

กลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราธอน 0.2 ppm หลังสัมผัสนาน 7 วัน

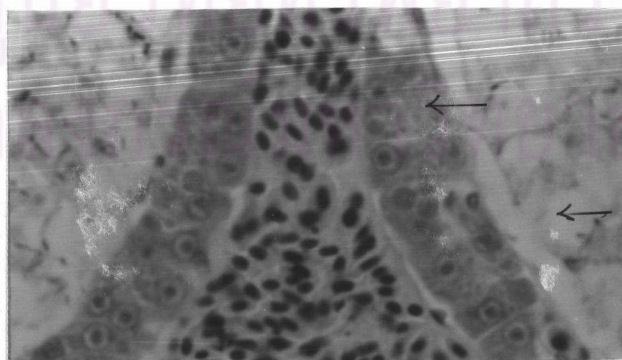
จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ลำแสงธรรมดาค พบว่ามีการรวมกันและบวมของ lamella เซลล์กล้ามเนื้อมีการตายเกิดขึ้น ส่วนเซลล์ตับพบ vacuolation และ congestion (ดังแสดงในรูปที่ 58)



ก เซลล์เหงือกมีการรวมกันและบวมของ lamella บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 10)



ข เซลล์กล้ามเนื้อ มีการตายเกิดขึ้น บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)



ค เซลล์ตับ พบ vacuolation และ congestion บริเวณศรีษะ
(formalin's fixative ; H & E ; 10 x 40)

รูปที่ 58 แสดงเซลล์เหงือก กล้ามเนื้อ ตับในนาอูมที่ได้รับเมทิลพาราธอน 0.2 ppm หลังสัมผัสนาน 7 วัน