

การศึกษาพืชเงียบพลันของเมทิลพาราไซออนต์อังกูกลาค่า

นางสาว สภาพร สุวรรณรักษ์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรวิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-389-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018671

119153345

**ACUTE TOXICITY OF METHYL PARATHION IN *PENAEUS MONODON*. FABRICIUS**

**Miss Sataporn Suwannaruk**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
Inter-Department of Pharmacology  
Graduate School  
Chulalongkorn University**

**1992**

**ISBN 974-581-389-3**

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษานิชเจียบพลันของเมทิลพาราไซออนตอกิ่งกุลาดำ
โดย	นางสาว สภาพร สุวรรณรักษ์
ภาควิชา	สหสาขาวิชาเภสัชวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา ศรีไชยรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาคามหลักสูตรปัญญามหาบัณฑิต

*ผ. วิ.*  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากัญ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

*จันทน์ อธิวิทิต*  
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ จันทน์ อธิวิทิต)

*วิไลลักษณ์ อิ่มอม*  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ อิ่มอม)

*สุพัตรา ศรีไชยรัตน์*  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา ศรีไชยรัตน์)

*จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์*  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์)



สถาพร สุวรรณรักษ์ : การศึกษาพิษเฉียบพลันของเมทิลพาราธาไอออนต่อกิ้งกูดาคำ (ACUTE TOXICITY OF METHYL PARATHION ON PENAEUS MONODON, FABRICIOUS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. สุกตรางู ศรีไชยรัตน์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ.น.สพ. ดร. จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์, 136 หน้า ISBN 974-581-389-3

ทำการศึกษาความเป็นพิษของเมทิลพาราธาไอออนที่ขนาดความเข้มข้น 1-90 ไมโครกรัม/ลิตร (ppb) ในกิ้งกูดาคำ 7 กลุ่ม พบว่าค่า LC<sub>50</sub> ภายใน 96 ชั่วโมง เท่ากับ 54 ppb ในขณะที่ได้รับยาฆ่าแมลง กุ้งทุกกลุ่มแสดงอาการเป็นพิษออกมา โดยมีอาการกระวนกระวาย คีดตัวอย่างรวดเร็ว เคลื่อนไหวอย่างไม่มีทิศทางที่แน่นอน กุ้งในกลุ่มที่มีความเข้มข้นสูงตายภายใน 6-24 ชั่วโมง กุ้งที่รอดตายทุกกลุ่มที่ได้รับยาฆ่าแมลง กินอาหารได้ลดน้อยลง และยังคงมีอาการกระวนกระวาย อาการแสดงของความเป็นพิษ และอัตราการตายของกุ้งที่ได้รับยาฆ่าแมลงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของยาฆ่าแมลงที่ให้

สมรรถนะของเอ็นไซม์โกลีตาไมเนสเทอเรสในเลือดกุ้งที่ได้รับยาไม่สอดคล้องกับความเป็นพิษที่ได้รับ ในขณะที่สมรรถนะของเอ็นไซม์โกลีตาไมเนสเทอเรสในเส้นประสาท และกล้ามเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) ในทุกกลุ่ม เปอร์เซ็นต์ของสมรรถนะของเอ็นไซม์ที่ลดลงไปขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเมทิลพาราธาไอออนที่ได้รับ

จากการตรวจทางจุลพยาธิวิทยาพบว่าในความเข้มข้น 1-50 ppb เซลล์ตับและตับอ่อน และเซลล์กล้ามเนื้อแสดงการตายของเซลล์ ส่วนในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราธาไอออน 75-90 ppb มีเลือดคั่งภายในเซลล์ไม่พบเซลล์ตายอาการที่แตกต่างกันเนื่องจากความเข้มข้นของเมทิลพาราธาไอออนที่ได้รับและระยะเวลาที่สัมผัสกับยาฆ่าแมลง

ผลการทดลองที่ได้จะเห็นว่า การวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โกลีตาไมเนสเทอเรสในกล้ามเนื้อและในเส้นประสาทของกิ้งกูดาคำ ที่ลดลงไปอย่างมากเนื่องจากยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต สามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ ความเป็นพิษของยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้ได้

ภาควิชา..... สหสาขาวิชาเกษตรวิทยา  
สาขาวิชา..... เกษษวิทยา  
ปีการศึกษา..... 2534

ลายมือชื่อนิสิต..... สหพร สุวรรณรักษ์  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## C346832 : MAJOR PHARMACOLOGY

KEY WORD : ACUTE TOXICITY/METHYL PARATHION/CHOLINESTERASE/  
PENAEUS MONODON FABRICIUS

SATAPORN SUWANNARUK : ACUTE TOXICITY OF METHYL PARATHION ON PENAEUS MONODON. FABRICIUS. THESIS ADVISOR : ASSIS. PROF. SUPATRA SRICHIRAT, Dr. rer. nat, THESIS CO-ADVISOR : ASSO. PROF. DR. JIRASAK TANGTRONGPIROS, Ph.D., DVM 136 pp. ISBN 974-581-389 -3

7 groups of Penaeus monodon were exposed to methyl parathion at the concentration of 1 to 90 mcg/litre (ppb) and the LC<sub>50</sub> at 96 hours interval was found to be 54 ppb. During exposure to methyl parathion, clinical signs of intoxication occurred in every treated groups. The prawn were restless and showed their fast erratic swimming (hyperexcitability), loss of coordination movement and subsequently equilibrium. Some of them, especially in the high concentration groups died in 6 to 24 hours. The survival prawns of every treated groups were found to be appetit lose and still restless. Clinical sign and mortality rate of intoxicated prawn were dose dependent.

Cholinesterase activity in haemolymph of treated prawn was not correlated with their toxicity, whereas the enzyme activities in nerve and muscle cholinesterase activities decreased with increasing doses of methyl parathion applied.

The pathological examination showed that there were muscle necrosis, F-cell cytoplasm vacuolation, hyperemia and hepatopancreatic cell necrosis in the group treated with methyl parathion 1-50 ppb. No pathological changed was found in the groups exposed to 75-90 ppb.

Concentration of methyl parathion and duration of exposure to insecticide were also discussed to be the main factors.

All of the results suggested that the strong inhibition of cholinesterase in muscle and nervous tissue of Penaeus monodon, due to organophosphate insecticides is a good indicator of their poisoning.

ภาควิชา ..... สหสาขาวิชาเภสัชวิทยา .....  
สาขาวิชา ..... เภสัชวิทยา .....  
ปีการศึกษา ..... 2534 .....

ลายมือชื่อนิสิต ..... ศศานา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

### กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา ศรีไชยรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้ความรู้และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างสูงถึงงานวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ น.สพ.คานิศ ทวีตยานนท์ หัวหน้าภาควิชาเภสัชวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ ที่กรุณาอนุญาตให้ผู้วิจัยได้ใช้สถานที่เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ของภาควิชาในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สพ.ญ.ราตรี วงษ์วัชรดำรง หัวหน้าหน่วยชันสูตรโรคสัตว์ ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ ที่กรุณาอนุญาตให้ผู้วิจัยได้ใช้สถานที่เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ของหน่วยในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ น.สพ.ระบิล รัตนพานี อาจารย์ประจำภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ และ สพ.ญ.อรุณญา พลพรนิสิษฐ สัตวแพทย์ประจำศูนย์วิจัยโรคสัตว์น้ำ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำสไลด์ และการวินิจฉัยความผิดปกติของตับและตับอ่อน และกล้ามเนื้อ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์วิจัยโรคสัตว์น้ำทุกท่าน ที่ได้ให้ความสะดวกในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ ทุกท่านที่กรุณาให้ความรู้ ตลอดการศึกษาในปริศนาคำถามหาบัณฑิตนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

สถาพร สุวรรณรักษ์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ .....	ฉ

### บทที่

1	บทนำ .....	
	การปนเปื้อนของยาฆ่าแมลงในน้ำ .....	1
	เมทิลพาราไธออน .....	9
	ผลกระทบของเมทิลพาราไธออนต่อสัตว์น้ำ .....	11
	ประสาทสรีรวิทยาในกึ่ง .....	18
2	วิธีการทดลอง .....	
	อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย .....	29
	การตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โคลีนเอสเทอเรสในเลือด .....	33
	การตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โคลีนเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อ .....	35
	การตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โคลีนเอสเทอเรสในเส้นประสาท .....	35
	การคำนวณสมรรถนะของเอ็นไซม์โคลีนเอสเทอเรส .....	37
	การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ .....	38
3	ผลการทดลอง .....	
	การประเมินความเที่ยงตรงในการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โคลีน เอสเทอเรส .....	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การประเมินค่าความคงตัวของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอร์ส .....	42
การประเมินค่าเปอร์เซ็นต์ recovery ของเอ็นไซม์โพลีดีน เอสเทอร์ส .....	50
ผลการวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอร์ส .....	56
ผลการเปลี่ยนแปลงทางด้านพยาธิวิทยา .....	77
4 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง .....	88
เอกสารอ้างอิง .....	96
ภาคผนวก .....	105
ประวัติผู้เขียน .....	136



## สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 1		
1	เปรียบเทียบผลของยาปราบศัตรูพืชที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ในแหล่งน้ำ .....	5
2	แสดงผลของความเป็นกรด-ด่าง ความเค็มของน้ำทะเลต่อ อัตราการไฮโดรไลซิส และค่าครึ่งชีวิตของเมทิลพารา ไซออน .....	16
3	แสดงอัตราการไฮโดรไลซิสของเมทิลพาราไซออนที่ระดับ pH 11 และอุณหภูมิที่ต่างกัน.....	17
4	แสดงผลของแบคทีเรียต่อการย่อยสลายของเมทิลพาราไซออน..	17
5	แสดงระดับของเอ็นไซม์อะซีทิลโคลีนเอสเทอเรสในครีเสเดเซียน บางชนิด .....	25
6	แสดงการเตรียมเมทิลพาราไซออนจาก stock solution (1 ppm) .....	33
7	แสดงความเที่ยงตรงของการตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์ โคลีนเอสเทอเรสในเลือดกุ้ง .....	39
8	แสดงความเที่ยงตรงของการตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์ โคลีนเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อ .....	40
9	แสดงความเที่ยงตรงของการตรวจวัดสมรรถนะของเอ็นไซม์ โคลีนเอสเทอเรสในเส้นประสาท .....	41
10	แสดงการเปลี่ยนแปลงของเอ็นไซม์โคลีนเอสเทอเรสใน เลือดกุ้งในระยะเวลา 30 วัน .....	42
11	แสดงการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะของเอ็นไซม์โคลีน เอสเทอเรสในกล้ามเนื้อในระยะเวลา 30 วัน .....	44
12	แสดงการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะของเอ็นไซม์โคลีน เอสเทอเรสในเส้นประสาทในระยะเวลา 30 วัน .....	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 13	แสดงการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรสในเลือด กล้ามเนื้อ และเส้นประสาท โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สมรรถนะของเอ็นไซม์ที่วัดครั้งแรก .....	48
14	แสดงค่า percentage recovery วิธีการสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรสในเลือดกึ่ง .....	50
15	แสดงค่า percentage recovery วิธีการสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อกึ่ง.....	51
16	แสดงค่า percentage recovery วิธีการสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรสในเส้นประสาท.....	52
17	จำนวนการตายของกึ่งกลาค่าภายหลังได้รับเมทิลพาราไรโซอนในช่วงเวลาที่ศึกษา .....	54
18	แสดงสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรสในเลือดกึ่งที่ตายในแต่ละช่วงเวลาที่ได้รับเมทิลพาราไรโซอน .....	58
19	แสดงสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรสในเลือดกึ่งที่ได้รับเมทิลพาราไรโซอนและไม่ได้รับเมทิลพาราไรโซอน .....	60
20	แสดงสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อที่ตายในแต่ละช่วงเวลาที่ได้รับเมทิลพาราไรโซอน .....	63
21	แสดงสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรสในกล้ามเนื้อกึ่งที่ได้รับเมทิลพาราไรโซอนและไม่ได้รับเมทิลพาราไรโซอน .....	65
22	สมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรส (IU) ในเส้นประสาทของกึ่งกลาค่าที่ตายในแต่ละช่วงเวลาขณะที่ได้รับเมทิลพาราไรโซอน .....	68
23	แสดงสมรรถนะของเอ็นไซม์โพลีดีนเอสเทอเรสในเส้นประสาทของกึ่งกลาค่าที่ได้รับเมทิลพาราไรโซอนและไม่ได้รับเมทิลพาราไรโซอน .....	70

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 24	แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความเค็ม, อุณหภูมิ, ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนในน้ำ.....	76
25	เปรียบเทียบความรุนแรงของลักษณะทางพยาธิสภาพที่ เกิดขึ้นตามความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออนที่ได้รับ .....	95

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1	
รูปแสดงรายงานการนำเข้าของยาฆ่าแมลงในกลุ่มออร์กาโน ฟอสเฟตในประเทศไทย .....	9
2 โครงสร้างทางเคมีของเมทิลพาราไธออน .....	9
3 ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาระหว่างเอ็นไซม์โพลีเอสเทอร์เอสกับ เมทิลพาราออกซอน .....	10
4 แผนภูมิแสดงผลของเมทิลพาราไธออนต่อลิปิด เมตาบอลิซึม.....	13
5 แสดงขบวนการเมตาบอลิซึมของเมทิลพาราไธออนในร่างกายน.....	15
6 แสดงลักษณะทางสรีรวิทยาโดยทั่ว ๆ ไปของกิ้ง .....	18
7 แสดงระบบประสาทในกิ้งนาง .....	20
8 แสดงขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเอ็นไซม์อะซีทิล โพลีเอสเทอร์เอส .....	21
9 แสดงระบบประสาทโพลีเนอจิกในสัตว์มีกระดูกสันหลัง .....	23
10 แสดงระบบประสาทโพลีเนอจิกในสัตว์ไพลัมอาร์โธรโปดา .....	24
11 แสดงวิถีการเจาะเลือดกิ้ง และตำแหน่งที่เจาะเอากล้ามเนื้อ และเส้นประสาทมาทดลอง.....	34
12 กราฟแสดงความคงตัวของเอ็นไซม์ในเลือดกิ้งโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ สมรรถนะของเอ็นไซม์ที่วัดครั้งแรก .....	43
13 กราฟแสดงความคงตัวของเอ็นไซม์ในกล้ามเนื้อกิ้งโดยคิดเป็น เปอร์เซ็นต์สมรรถนะของเอ็นไซม์ที่วัดครั้งแรก .....	45
14 กราฟแสดงความคงตัวของเอ็นไซม์ในเส้นประสาทของกิ้งโดยคิด เป็นเปอร์เซ็นต์สมรรถนะของเอ็นไซม์ที่วัดครั้งแรก .....	47
15 แสดงการเปรียบเทียบค่าความคงตัวของเอ็นไซม์โพลีเอสเทอร์เอส ในเลือด กล้ามเนื้อ และเส้นประสาท โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ สมรรถนะของเอ็นไซม์ที่วัดครั้งแรก .....	49
16 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเมทิลพาราไธออน กับเปอร์เซ็นต์การตายของกิ้ง .....	55

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
29 ภาพแสดงเซลล์กล้ามเนื้อ (10 x 45) .....	78
30 ภาพแสดงเซลล์ตับและตับอ่อนปกติ (10 x 45) .....	78
31 ภาพแสดงเซลล์กล้ามเนื้อตายในกลุ่มที่ได้รับเมทิล พาราไธออน 1 ppb (10 x 45) .....	79
32 ภาพแสดงเซลล์ตับและตับอ่อนในกลุ่มที่ได้รับเมทิล พาราไธออน 1 ppb (10 x 45) .....	79
33 ภาพแสดงเซลล์กล้ามเนื้อตายในกลุ่มที่ได้รับเมทิล พาราไธออน 20 ppb (10 x 45) .....	80
34 ภาพแสดงลักษณะของเซลล์ตับและตับอ่อนที่ได้รับเมทิลพารา ไธออน 20 ppb (10 x 45) .....	80
35 ภาพแสดงลักษณะของเซลล์ตับและตับอ่อนที่ได้รับเมทิลพารา ไธออน 20 ppb (10 x 45) .....	81
36 ภาพแสดงลักษณะของเซลล์ตับและตับอ่อนที่ได้รับเมทิลพารา ไธออน 20 ppb (10 x 45) .....	81
37 ภาพแสดงเซลล์กล้ามเนื้อตายในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 40 ppb (10 x 45) .....	82
38 ภาพแสดงเซลล์ตับและตับอ่อนในกลุ่มที่ได้รับเมทิลพาราไธออน 40 ppb (10 x 45) .....	82
39 ภาพแสดงลักษณะของเซลล์ตับและตับอ่อนที่ได้รับเมทิลพารา ไธออน 50 ppb (10 x 45) .....	83
40 ภาพแสดงลักษณะของเซลล์ตับและตับอ่อนที่ได้รับเมทิลพารา ไธออน 50 ppb (10 x 45) .....	83
41 ภาพแสดงลักษณะของเซลล์กล้ามเนื้อที่ได้รับเมทิลพารา ไธออน 75 ppb (10 x 45) .....	84
42 ภาพแสดงลักษณะของเซลล์ตับและตับอ่อนที่ได้รับเมทิลพารา ไธออน 75 ppb (10 x 45) .....	84

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

43	ภาพแสดงลักษณะของเซลล์กล้ามเนื้อที่ได้รับเมทิลพารา ไซออน 90 ppb (10 x 10) .....	85
44	ภาพแสดงลักษณะของเซลล์ตับและตับอ่อนที่ได้รับเมทิลพารา ไซออน 90 ppb (10 x 45) .....	86
45	ภาพแสดงลักษณะของเซลล์ตับและตับอ่อนที่ได้รับเมทิลพารา ไซออน 90 ppb (10 x 10) .....	86

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ซม.	=	เซนติเมตร
มก.	=	มิลลิกรัม
มล.	=	มิลลิลิตร
ล.	=	ลิตร
ชม.	=	ชั่วโมง
ACh	=	acetylcholine
AChE	=	acetylcholinesterase
$\Delta A$	=	optical density ที่เปลี่ยนแปลงไป
$^{\circ}C$	=	degree celsius
DTNB	=	dithiobisnitrobenzoic acid
EDTA	=	ethylenediaminetetracetic acid
g	=	gram
GSH	=	Glutathion
hr	=	hour
IU	=	international unit
NADPH	=	Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate
NSC <sub>s</sub>	=	Neurosecretory cells
nm	=	nanometre
min	=	minute
ppb	=	part per billion
ppm	=	part per million
ppt.	=	part per thousand
S.	=	Salinity
T	=	Temperature