ผลของโซเดียมไนไตรท์ และ/หรือ เมททิลพาราไธออนในขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตาย ในปลาดุกพันธุ์ผสม (*Clarias macrocephalus* VS *Clarias gariepinus*)

นางสาว สุกัลญา เจริญศรี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิชาเภสัชวิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-637-266-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17558827

SUBLETHAL EFFECT OF SODIUM NITRITE AND/OR METHYL PARATHION IN CROSSBRED CATFISH *(Clarias macrocephalus* VS *Clarias gariepinus)*

Miss Sugallaya Charoensri

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partail Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in pharmacology

Inter-Department of Pharmacology

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-637-266-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของไซเดียมไนไตรท์ และ/หรือ เมททิลพาราไธออนในขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตายในปลาดุกพันธุ์ผสม *(Clarias macrocephalus* VS *Clarias gariepinus)*
โดย	นางสาว สุกัลญา เจริญศรี
ภาควิชา	สหสาขาวิชาเภสัชวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ภญ. ดร. สุพัตรา ศรีไชยรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ น. สพ. ดร. จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานคณะกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จันทนี อิทธิพานิชพงศ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ภญ. ดร. สุพัตรา ศรีไชยรัตน์)

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

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิไลลักษม์ อิ่มอุดม)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทพ. ดร. ประเสริฐ ทรงกิตติคุณ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

สุกัลญา เจริญศรี : ผลของโซเดียมไนไตรท์ และ/หรือ เมททิลพาราไธออนในขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตายในปลาดุกพันธุ์ผสม (SUBLETHAL EFFECT OF SODIUM NITRITE AND/OR METHYL PARATHION IN CROSSBRED CATFISH *(Clarias macrocephalus* VS *Clarias gariepinus)* อ. ที่ปรึกษา : รศ. ภญ. ดร. สุพัตรา ศรีไชยรัตน์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ. น.สพ. ดร. จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์, 110 หน้า. ISBN 974-637-266-1

ทำการศึกษาผลของโซเดียมไนไตรท์ และ/หรือ เมททิลพาราไธออนในขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตายในปลาดุกพันธุ์ผสม แบ่งปลาทดลองออกเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ (6.25-150 มก./ลิตร) เมททิลพาราไธออน (0.125-4.0 มก./ลิตร) และเมททิลพาราไธออนขนาด 0.25 มก./ลิตรร่วมกับโซเดียมไนไตรท์ (12.5-150 มก./ลิตร) หลังจากที่ปลาสัมผัสกับสารเคมีดังกล่าวนาน 24 ชั่วโมงแล้ว ทำการวัดสมรรถนะของเอนไซม์โมโนลีนเอสเทอเรสทั้งในเลือดและสมอง ภาวะการเกิดเมทฮีโมโกลบินนีเมียและการเปลี่ยนแปลงค่าทางโลหิตวิทยา พบว่าสมรรถนะของเอนไซม์โมโนลีนเอสเทอเรสทั้งในเลือดและสมองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) ในปลาดุกพันธุ์ผสมทุกกลุ่มที่สัมผัสกับเมททิลพาราไธออน เปอร์เซนต์การยับยั้งสมรรถนะของเอนไซม์โมโนลีนเอสเทอเรสในเลือดและสมองมีความสัมพันธ์กันและยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารที่ได้รับ ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (r) = 0.9671 เมททิลพาราไธออนไม่มีผลทำให้ค่าทางโลหิตวิทยาเปลี่ยนแปลงไป

ในกลุ่มที่สัมผัสกับโซเดียมไนไตรท์มีการสร้างเมทฮีโมโกลบินจากฮีโมโกลบินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โซเดียมไนไตรท์ไม่มีผลต่อสมรรถนะของเอนไซม์โมโนลีนเอสเทอเรสทั้งในเลือดและสมอง ($p>0.01$) ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 50 มก./ลิตร มีผลทำให้ค่าฮีมาโตคริตและฮีโมโกลบินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จำนวนเม็ดเลือดแดงลดลงที่ความเข้มข้น 100 และ 150 มก./ลิตร ($p<0.05$)

เมื่อศึกษาผลร่วมกันของเมททิลพาราไธออนขนาด 0.25 มก./ลิตรและโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน (12.5-150 มก./ลิตร) ก็พบว่าที่ความเข้มข้นของโซเดียมไนไตรท์สูงสุดที่ให้ร่วมกับเมททิลพาราไธออน มีผลทำให้การเกิดเมทฮีโมโกลบินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์อย่างเดียวในขนาดเท่ากัน มีความแตกต่างกันของสมรรถนะของเอนไซม์โมโนลีนเอสเทอเรสทั้งในเลือดและสมองอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์อย่างเดียวกับกลุ่มที่ได้รับร่วมกับเมททิลพาราไธออนขนาด 0.25 มก./ลิตร และที่ความเข้มข้น 75-150 มก./ลิตร ทำให้ค่าฮีมาโตคริตและฮีโมโกลบินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) นอกจากนั้น โซเดียมไนไตรท์ที่ขนาดตั้งแต่ 50 มก./ลิตร ยังทำให้จำนวนเม็ดเลือดแดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากผลการศึกษาที่ได้นี้จะเห็นว่า สารเคมีทั้งสองตัวต่างก็มีความเป็นพิษต่อปลาดุกพันธุ์ผสม ความรุนแรงของการเกิดพิษจากโซเดียมไนไตรท์ต่อการเกิดภาวะเมทฮีโมโกลบินในเลือดอาจจะเพิ่มขึ้นได้เมื่อได้รับร่วมกับเมททิลพาราไธออน อย่างไรก็ตามมีความเป็นไปได้ที่เมททิลพาราไธออนอาจจะมีผลยับยั้งขบวนการรีดักชั่นที่เปลี่ยนเมทฮีโมโกลบินให้กลับไปอยู่ในรูปฮีโมโกลบินปกติได้

ภาควิชา .....เภสัชวิทยา..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา .....สหสาขาวิชาเภสัชวิทยา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา ....2540..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C845741 : MAJOR PHARMACOLOGY

KEY WORD: SODIUM NITRITE / METHYL PARATHION / METHEMOGLOBINEMIA / CHOLINESTERASE ACTIVITY

SUGALLAYA CHAROENSRI : SUBLETHAL EFFECT OF SODIUM NITRITE AND/OR METHYL PARATHION IN CROSSBRED CATFISH *(Clarias macrocephalus* VS *Clarias gariepinus)*. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. SUPATRA SRICHIRAT, Dr.rer.nat., THESIS CO-ADVISOR : ASSO. PROF. DR. JIRASAK TANGTRONGPIROS, D.V.M ., Ph. D. 110 pp. ISBN 974-637-266-1

The sublethal effects of sodium nitrite and/or methyl parathion in crossbred catfish*(Clarias macrocephalus vs Clarias gariepinus)* were studied. Treatments consisted of control, sodium nitrite (6.25-150 mg/litre), methyl parathion (0.125-4.0 mg/litre) and the combination of 0.25 mg/litre methyl parathion and sodium nitrite (12.5-150 mg/litre). Brain and whole blood cholinesterase activities, methemoglobinemia and hematological changes were investigated in all crossbred catfish having been previously exposed to these chemicals for 24 hours. Significant decrease ($p<0.001$) in whole blood and brain cholinesterase activities were observed in all methyl parathion exposed catfish. There was good correlation ($r = 0.9671$) between percent inhibition of whole blood and brain cholinesterase activities and the reduction of enzyme activity was also found to be dose dependent. No hematological changes were found in the methyl parathion treated groups. However, the groups exposed with sodium nitrite, percentage of hemoglobin in the methemoglobin form was increased significantly ($P<0.01$). Sodium nitrite had no effect on the activity of cholinesterase. At concentration up to 50 mg/litre, sodium nitrite caused a significant reduction ($p<0.05$) of hematocrit and hemoglobin and caused a significant decrease ($p<0.05$) in red blood cell number at concentration of 100 and 150 mg/litre.

The combined effect of 0.25 mg/litre methyl parathion and various concentration of sodium nitrite (25-150 mg/litre) was also studied. At highest concentration of sodium nitrite, the combination of sodium nitrite with methyl parathion resulted in significant increase ($p<0.05$) in methemoglobin formation. No significant difference ($p>0.05$) of whole blood and brain cholinesterase activities between the group treated with 0.25 mg/litre of methyl parathion and the group treated with sodium nitrite plus 0.25 mg/litre of methyl parathion. Compared with the control, the mixture of 0.25 mg/l methyl parathion and 75-150 mg/litre of sodium nitrite caused significant decreasing ($p<0.05$) of hematocrit and hemoglobin value. Morever, at concentration up to 50 mg/litre of sodium nitrite caused a significant decrease ($p<0.05$) in red blood cell number.

The results from these studies showed that the intoxication from the two chemicals can cause also different physiological changes in crossbred catfish. The severity of sodium nitrite intoxication can be increased by methyl parathion exposure. It is possible that the reduction process of methemoglobin to normal hemoglobin could be inhibited by methyl parathion was also discussed.

ภาควิชา เภสัชวิทยา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สหสาขาวิชาเภสัชวิทยา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ภญ. ดร. สุพัตรา ศรีไชยรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ น. สพ. ดร. จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยนี้ ตลอดจนเสียสละเวลาอันมีค่าช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สพ. ญ. ดร. วรา พานิชเกรียงไกร หัวหน้าภาควิชาเภสัชวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ ที่กรุณาอนุญาตให้ผู้วิจัยใช้สารเคมี สถานที่ และอุปกรณ์ต่างๆ ในการศึกษาวิจัย รวมทั้งคำชี้แนะที่เป็นประโยชน์ ความห่วงใยในฐานะที่อาจารย์พึงมีต่อลูกศิษย์ตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ คณาจารย์ประจำหลักสูตรสหสาขาวิชาเภสัชวิทยาทุกท่าน ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และความเอาใจใส่ในตัวลูกศิษย์ตลอดการศึกษานี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ในศูนย์วิจัยโรคสัตว์น้ำทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์ สถานที่ในการเลี้ยงสัตว์ทดลองตลอดงานวิจัย รวมถึงความช่วยเหลือต่างๆ ตลอดจนความเป็นกันเองที่มีให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ในภาควิชาเภสัชวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ เรื่อง ความจริงใจ ความเป็นกันเองที่มีให้ ผู้วิจัยได้รับความประทับใจและความรู้สึกที่ดีมากๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาอยู่ ณ สถานที่แห่งนี้

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เป็นแรงผลักดันให้มีทั้งกำลังกาย กำลังใจและความมานะพยายามในการศึกษามาตลอด สนับสนุนในด้านการเงินแก่ผู้วิจัยเสมอมา รวมถึงพี่น้องทุกๆ คน ที่เอาใจช่วยและรอคอยที่จะชื่นชมกับความสำเร็จที่จะได้รับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ญ
สารบัญรูป..... ฏ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ..... ฑ
บทที่
1. บทนำ
เมททิลพาราไธออน..... 5
คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี..... 5
คุณสมบัติทั่วไป..... 6
กลไกการออกฤทธิ์และฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา..... 6
การแบ่งชนิดของเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรส..... 6
ข้อแตกต่างระหว่างอะเซทิลโมลีนเอสเทอเรสและซูโดโมลีนเอสเทอเรส..... 7
อาการพิษ..... 8
ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสกับอาการและอาการแสดง..... 12
การสลายตัวของสารกำจัดศัตรูพืชในสภาวะแวดล้อม..... 12
การประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออกาโนฟอสเฟต..... 14
ผลกระทบของเมททิลพาราไธออนต่อสัตว์น้ำ..... 16
ไนเตรทและไนไตรท์..... 20
พิษของไนไตรท์ต่อปลา..... 23
ปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นพิษของไนไตรท์..... 25
พิษอย่างอื่นของไนไตรท์..... 29
พิษของไนเตรทและไนไตรท์ในคน..... 30
สาเหตุของการเกิดภาวะเมทฮีโมโกลบินนีเมีย..... 32
ไนไตรท์และสารก่อมะเร็งไนโตรซามีน..... 36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลอง เครื่องมือและสารเคมี..... 40

วิธีการทดลอง..... 43

การวัดสมรรถนะเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสม..... 43

การวัดสมรรถนะเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในสมองปลาดุกพันธุ์ผสม..... 44

การตรวจวัดปริมาณเมทธีโมโกลบินในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสม..... 45

การหาค่าทางโลหิตวิทยา..... 46

การหาความเที่ยงตรงของการตรวจวัดสมรรถนะเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในเลือดและสมองปลาดุกพันธุ์ผสม..... 46

การหาความเที่ยงตรงของการตรวจวัดปริมาณเมทธีโมโกลบินในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสม..... 46

การหาเปอร์เซนต์รีโคเวอรี่ของวิธีการตรวจวัดสมรรถนะเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสม..... 47

ขั้นตอนการทดลอง..... 47

สถิติที่ใช้ในการวิจัย..... 49

3. ผลการทดลอง

ประเมินความเที่ยงตรงของการตรวจวัดสมรรถนะเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในเลือดและสมองปลาดุกพันธุ์ผสม..... 50

ประเมินความเที่ยงตรงของการตรวจวัดปริมาณเมทธีโมโกลบินในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสม..... 51

การศึกษาเปอร์เซนต์รีโคเวอรี่ของวิธีการตรวจวัดสมรรถนะเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสม..... 52

การศึกษาผลของเมททิลพาราไธออนในขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตายในปลาดุกพันธุ์ผสม 53

อาการทั่วไป..... 53

ผลต่อสมรรถนะของเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในเลือดและสมอง..... 55

ผลต่อค่าทางโลหิตวิทยา..... 55

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การศึกษาผลของโซเดียมไนไตรท์ในขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตายในปลาดุกพันธุ์ผสม.... 65
อาการทั่วไป..... 65
ผลต่อการเกิดภาวะเมทฮีโมโกลบินนีเมีย..... 66
ผลต่อสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในเลือดและสมอง..... 66
ผลต่อค่าทางโลหิตวิทยา..... 66

การศึกษาผลร่วมกันของเมททิลพาราไธออนกับโซเดียมไนไตรท์ในขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตายในปลาดุกพันธุ์ผสม..... 75
อาการทั่วไป..... 75
ผลต่อการเกิดภาวะเมทฮีโมโกลบินนีเมีย..... 76
ผลต่อสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในเลือดและสมอง 76
ผลต่อค่าทางโลหิตวิทยา..... 77

4. อภิปรายและสรุปผลการทดลอง..... 88
รายการอ้างอิง..... 102
ประวัติผู้เขียน..... 110

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงปริมาณเมททิลพาราไธออนที่ตรวจพบในน้ำจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย....	3
2	แสดงอัตราการสลายตัวของเมททิลพาราไธออนในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ.....	13
3	แสดงค่าครึ่งชีวิต($t_{1/2}$)ของเมททิลพาราไธออนในน้ำที่สภาวะความเป็นกรด-ด่างต่างๆ	13
4	แสดงปริมาณเมททิลพาราไธออนที่เหลืออยู่ในน้ำที่เวลาต่างๆเปรียบเทียบกับสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในสมองปลากระพงขาวที่วัดได้โดยคิดเป็นร้อยละ (%) ของความเข้มข้นที่วัดครั้งแรก.....	15
5	แสดงค่า LC_{50} ของเมททิลพาราไธออนต่อสัตว์น้ำชนิดต่างๆ.....	16
6	แสดงค่าร้อยละของสมรรถนะเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสเมื่อเปรียบเทียบกับค่าปกติของปลา largemouth bass และ fathead เมื่อได้รับสารกำจัดศัตรูพืชที่ความเข้มข้น 0.5 มก./ลิตรที่เวลาต่างๆ.....	18
7	แสดงระดับเมทฮีโมโกลบินและอาการแสดงของผู้ป่วย.....	32
8	แสดงสารหรือยาบางอย่างที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะเมทฮีโมโกลบินนีเมีย.....	34
9	แสดงค่ามาตรฐานของไนเตรทในน้ำที่กำหนดให้มีได้ในประเทศไทย.....	35
10	แสดงค่าความเที่ยงตรงของการตรวจวัดสมรรถนะเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสม.....	50
11	แสดงค่าความเที่ยงตรงของการตรวจวัดสมรรถนะเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในสมองปลาดุกพันธุ์ผสม.....	51
12	แสดงค่าความเที่ยงตรงของการตรวจวัดปริมาณเมทฮีโมโกลบินในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสมที่เลี้ยงในน้ำที่มีความเข้มข้นของไซเดียมไนไตรท์ 6.25 มก./ลิตรนาน 24 ชั่วโมง.....	52
13	แสดงค่าเปอร์เซนต์รีโคเวอรี่ของวิธีการตรวจวัดสมรรถนะเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสม.....	53
14	แสดงสมรรถนะเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในเลือดและสมองปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออนที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	56
15	เปอร์เซนต์การยับยั้งสมรรถนะของเอนไซม์โฆลีนเอสเทอเรสในเลือดและสมองปลาดุกพันธุ์ผสมที่ได้รับเมททิลพาราไธออนที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

16 เปรียบเทียบค่าฮีมาโตคริต ฮีโมโกลบิน จำนวนเม็ดเลือดแดงและจำนวนเม็ดเลือดขาวของปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออนที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง..... 58

17 แสดงปริมาณเมทฮีโมโกลบินในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง..... 67

18 แสดงสมรรถนะของเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในเลือดและสมองปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้ รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง... 68

19 แสดงค่าฮีมาโตคริต ฮีโมโกลบิน จำนวนเม็ดเลือดแดงและจำนวนเม็ดเลือดขาวของปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง..... 69

20 เปรียบเทียบปริมาณเมทฮีโมโกลบินในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออน 0.25 มก./ลิตรร่วมกับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ กับกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์อย่างเดียวนาน 24 ชั่วโมง..... 78

21 เปรียบเทียบสมรรถนะเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออน 0.25 มก./ลิตร ร่วมกับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ กับกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์อย่างเดียวนาน 24 ชั่วโมง..... 79

22 เปรียบเทียบสมรรถนะเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในสมองปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออน 0.25 มก./ลิตร ร่วมกับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ กับกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์อย่างเดียวนาน 24 ชั่วโมง..... 80

23 เปรียบเทียบค่าฮีมาโตคริต ฮีโมโกลบิน ปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออน 0.25 มก./ลิตร ร่วมกับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ กับกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์เพียงอย่างเดียวนาน 24 ชั่วโมง..... 81

24 เปรียบเทียบจำนวนเม็ดเลือดแดงและจำนวนเม็ดเลือดขาวของปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออน 0.25 มก./ลิตร ร่วมกับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ กับกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์เพียงอย่างเดียวนาน 24 ชั่วโมง..... 82

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แสดงโครงสร้างทางเคมีของเมททิลพาราไธออน.....	5
2	แสดงกลไกการออกฤทธิ์ในการทำลายอะเซทิลโฉลีนระหว่างเอนไซม์อะเซทิล-โฉลีนเอสเทอเรสและสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออกาโนฟอสเฟต.....	10
3	แสดงตำแหน่งต่างๆที่สารกลุ่มออกาโนฟอสเฟตไปมีผลยับยั้งการทำลายอะเซทิลโฉลีน.....	11
4	แสดงวัฏจักรไนโตรเจน.....	22
5	แสดงสมรรถนะของเอนไซม์โฉลีนเอสเทอเรสในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออนที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	59
6	แสดงสมรรถนะของเอนไซม์โฉลีนเอสเทอเรสในสมองปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออนที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	60
7	แสดงเปอร์เซนต์การยับยั้งสมรรถนะของเอนไซม์โฉลีนเอสเทอเรสในเลือดและสมองปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออนที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	61
8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์การยับยั้งสมรรถนะของเอนไซม์โฉลีนเอสเทอเรสในเลือดและสมองปลาดุกพันธุ์ผสมที่ได้รับเมททิลพาราไธออนที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	62
9	แสดงค่าฮีมาโตคริตและฮีโมโกลบินในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออนที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	63
10	แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวในปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออนที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	64
11	แสดงปริมาณเมทฮีโมโกลบินในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	70
12	แสดงสมรรถนะของเอนไซม์โฉลีนเอสเทอเรสในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	71
13	แสดงสมรรถนะของเอนไซม์โฉลีนเอสเทอเรสในสมองปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	72
14	แสดงค่าฮีมาโตคริตและฮีโมโกลบินในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	73

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
15	แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวในปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ นาน 24 ชั่วโมง.....	74
16	แสดงปริมาณเมทฮีโมโกลบินในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ร่วมกับเมททิลพาราไธออน 0.25 มก./ลิตร นาน 24 ชั่วโมง.....	83
17	แสดงสมรรถนะเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในเลือดปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆและกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ร่วมกับเมททิลพาราไธออน0.25 มก./ลิตรเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออนขนาด 0.25 มก./ลิตร นาน 24 ชั่วโมง.....	84
18	แสดงสมรรถนะเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในสมองปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆและกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ร่วมกับเมททิลพาราไธออน0.25 มก./ลิตรเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับเมททิลพาราไธออนขนาด 0.25 มก./ลิตร นาน 24 ชั่วโมง.....	85
19	แสดงค่าฮีมาโตคริตและฮีโมโกลบินในปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ร่วมกับเมททิลพาราไธออน 0.25 มก./ลิตร นาน 24 ชั่วโมง.....	86
20	แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวในปลาดุกพันธุ์ผสมกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ร่วมกับเมททิลพาราไธออน 0.25 มก./ลิตร นาน 24 ชั่วโมง.....	87

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ซม.	=	เซนติเมตร
ซม.^{3}	=	ลูกบาศก์เซนติเมตร
°ซ	=	องศาเซลเซียส
มก.	=	มิลลิกรัม
มล.	=	มิลลิลิตร
/	=	per
%	=	percent
A	=	optical density
ACh	=	acetylcholine
AChE	=	acetylcholinesterase
Co	=	original concentration
CV	=	coefficient variance
cyt	=	cytochrome
DDVP	=	dichlorvos
DTNB	=	5:5 dithiobis-(2-nitrobenzoic)acid
EDTA	=	ethylene diamine tetra-acetic acid
GSH	=	reduced glutathione
GSSH	=	oxidized glutathione
l	=	litre
M	=	molar
metHb	=	methemoglobin
μg	=	microgram
mg	=	milligram
ml	=	millilitre
mM	=	millimolar
NaCN	=	sodium cyanide
NADH	=	reduced nicotinamide adenine dinucleotide
NADPH	=	reduced nicotinamide adenine dinucleotide phosphate
$NaNO_2$	=	sodium nitrite

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย