

นิชมรองเจ็บบลันรองแคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ในสภาพ  
สารละลายเดี่ยว คอโรนาแดง (Moina macrocopa Straus)



นายโชคชัย ณะชูศรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
วิทยานพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สหสาขาวิชาวิทยาศาสร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-582-619-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018865 117868265

SUBLETHAL EFFECTS OF CADMIUM, COPPER AND ZINC  
IN SINGLE SOLUTION ON WATER FLEAS,  
MOINA MACROCOPA, STRAUS



Mr. Chokchai Yachusri

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Interdepartment of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University


1993

ISBN 974-582-619-7

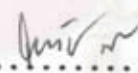
หัวข้อวิทยานิพนธ์    นิชรองเจียบพลันของแคคเมียม    ทองแดง และสังกะสี ในสภาพ  
สารละลายเดี่ยวคั่วไร่น้ำแดง (Moina macrocopa Straus)  
โดย                    นายโชคชัย ะชูศรี  
สหสาขาวิชา        วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม  
อาจารย์ที่ปรึกษา    รองศาสตราจารย์ ดร. ชรรมนูญ โรจนะบุรานนท์

---

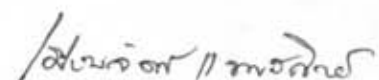
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

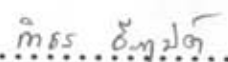
  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร. นารอง วิชาภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชรรมนูญ โรจนะบุรานนท์)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสดีชัย)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญชร ชีร์คุปต์)



งานพิมพ์ฉบับนี้ขอสงวนลิขสิทธิ์ไว้แก่โรงเรียนที่พิมพ์

โชคชัย ยะชูศรี : พิษรองเฉียบพลันของแคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ในสภาพสารละลาย  
เดี่ยวต่อไรน้ำแดง (*Moina macrocopa* Straus) (SUBLETHAL EFFECTS OF  
CADMIUM, COPPER AND ZINC IN SINGLE SOLUTION ON WATER FLEAS, MOINA  
MACROCOPA, STRAUS) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ธรรมณู โจรนะบุรานนท์, 152 หน้า.  
ISBN 974-582-619-7

ศึกษาพิษเฉียบพลันของสารละลายแคดเมียมในเตรด คอปเปอร์ซัลเฟต และซิงค์ซัลเฟตต่อ  
ไรน้ำแดง (*Moina macrocopa* Straus) ด้วยวิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่งเปลี่ยนน้ำ ในสภาพห้องปฏิบัติการ  
ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความเป็นพิษในรูปมัธยฐานของระดับความเข้มข้น ( $LC_{50}$ ) ในระยะเวลา  
48 ชั่วโมง ที่ช่วงความเชื่อมั่น  $\alpha = 0.05$  พบว่า ค่า  $48-h LC_{50}$  (โดยเฉลี่ย และพิสัย) ของสาร  
ละลายแคดเมียม ทองแดง และสังกะสี เท่ากับ 0.14 (0.12-0.16), 0.019 (0.016-0.021) และ  
0.40 (0.36-0.44) มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากการคำนวณโดยใช้ค่า 16 เปอร์เซ็นต์  
การสืบพันธุ์ที่ลดลงตามวิธีของ Biesinger และ Christensen สามารถประเมินค่าระดับความเข้มข้นที่  
ปลอดภัย (MATC) ของโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดดังกล่าวต่อสัตว์น้ำโดยเฉพาะไรน้ำแดงที่ศึกษาได้ โดยพบว่า  
มีค่าเท่ากับ 0.03, 0.002 และ 0.06 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ทองแดงมี  
ความเป็นพิษรุนแรงกว่าแคดเมียม และสังกะสีเรียงกันตามลำดับ

การศึกษาพิษรองเฉียบพลัน พบว่า โลหะหนักทั้ง 3 ชนิด (แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี)  
มีผลต่อการสืบพันธุ์ของไรน้ำแดง ทำให้จำนวนลูกที่เกิดและจำนวนครั้งของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศลด  
ลง รวมทั้งช่วงชีวิตไรน้ำแดงสั้นลงอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในรุ่น  $F_1$  และ  $F_2$  แต่ในรุ่น  $F_3$ ,  $F_4$  และ  
 $F_5$  มีความแปรปรวนของข้อมูลดังกล่าวมาก ( $\alpha = 0.05$ )

ภาควิชา สันสาขา.....  
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม.....  
ปีการศึกษา 2535.....

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

# # C326222 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE  
KEY WORD: SUBLETHAL EFFECT/ CADMIUM/ COPPER/ ZINC/ WATER FLEAS

CHOKCHAI YACHUSRI : SUBLETHAL EFFECTS OF CADMIUM, COPPER AND ZINC  
IN SINGLE SOLUTION ON WATER FLEAS, MOINA MACROCOPA, STRAUS. THESIS  
ADVISOR : ASSO. PROF. THAMNOON ROCHANABURANON, Ph.D., 152 pp.  
ISBN 974-582-619-7

Sublethal effects of cadmium nitrate, copper sulphate and zinc sulphate solution on water fleas (Moina macrocopa Straus) were tested by means of renewal static bioassay under laboratory conditons. The observed mortality data of the acute tested were analyzed for median lethal concentration, 48-h  $LC_{50}$  with  $\alpha = 0.05$ . The results showed that 48-h  $LC_{50}$  (means and ranges) of cadmium, copper and zinc solutions were 0.14 (0.12-0.16), 0.019 (0.016-0.021) and 0.40 (0.36-0.44) mg/l respectively. However, 16 % reproductive impairment studies based on Biesinger and Christensen Method were calculated. The maximum acceptable toxicant concentration (MATC) values of the 3 heavy metals on aquatic animals especially the water fleas under laboratory condition were 0.03, 0.002 and 0.06 mg/l respectively. It was possible to conclude that the copper toxicity was stronger than the cadmium and zinc respectively.

Sublethal effects revealed that the 3 selected heavy metals also have quite obvious effects on the reproduction of the water fleas by reducing the numbers of young produced, parthenogenesis capacity and longevity of the animals particularly in  $F_1$  and  $F_2$ . It should be pointed out that in  $F_3$ ,  $F_4$  and  $F_5$  these reproductive effects indicated an lot of variation ( $\alpha = 0.05$ ).

ภาควิชา สหสาขา

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

ปีการศึกษา 2535

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จล่วงไปได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากการให้คำปรึกษา ให้ความคิดเห็น ชี้แนะและการสนับสนุน ตลอดจนการดูแลเอาใจใส่แก้ไขปัญหามาจากรองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนุญ โจรนะบุรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของผู้เขียน ผู้ซึ่งเสียสละเวลาให้กำลังใจเป็นอย่างดีถึงตลอดระยะเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนุญ โจรนะบุรานนท์ รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษ ธีรคุปต์ ที่กรุณาเสียเวลาอันมีค่าอันยิ่ง เป็นกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์และสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมกับให้ความคิดเห็น เสนอแนะ ตลอดจนช่วยตรวจรายละเอียดต่างๆ ในวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และเจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการภาควิชาฯ ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในระหว่างการทำงานในห้องปฏิบัติการโดยตลอด

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้เงินทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้บางส่วน ขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ และ เพื่อนๆ รวมทั้งผู้ที่มีได้กล่าวนามข้างต้นทุกๆ ท่านที่คอยให้กำลังใจ ได้ถามความก้าวหน้าของวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ สำหรับการสนับสนุนและกำลังใจอันสำคัญให้กับผู้เขียน จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จล่วงด้วยดีทุกประการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ล
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญรูป .....	ฉ
<b>บทที่</b>	
1. บทนำ .....	1
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	6
3. วิธีดำเนินการวิจัย .....	44
4. ผลการวิจัย .....	52
5. วิเคราะห์ผลการวิจัย .....	90
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	102
เอกสารอ้างอิง .....	104
ภาคผนวก ก .....	120
ภาคผนวก ข .....	125
ภาคผนวก ค .....	127
ภาคผนวก ง .....	128
ภาคผนวก จ .....	132
ภาคผนวก ฉ .....	136
ภาคผนวก ช .....	151
ประวัติผู้เขียน .....	152

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ระดับพิษเฉียบพลันของสารพิษต่อสัตว์น้ำชนิดต่างๆ	29
2.2	ผลกระทบของสารพิษต่อระบบสืบพันธุ์	37
2.3	ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มจำนวนของไรน้ำแดง	38
4.1	พิษเฉียบพลันของแคดเมียมไนเตรตต่อไรน้ำแดง	53
4.2	พิษเฉียบพลันของคอปเปอร์ซัลเฟตต่อไรน้ำแดง	55
4.3	พิษเฉียบพลันของซิงค์ซัลเฟตต่อไรน้ำแดง	57
4.4	เปอร์เซ็นต์การตกตะกอนและลักษณะของตะกอนโลหะหนักเมื่อเวลาผ่านไป	64
4.5	คุณภาพน้ำที่ใช้ในการทดลอง	64
4.6	ผลของสารละลายแคดเมียมไนเตรตต่อขนาดเฉลี่ยของไรน้ำแดง	66
4.7	ผลของสารละลายแคดเมียมไนเตรตต่อจำนวนลูกเฉลี่ยของไรน้ำแดง	68
4.8	ผลของสารละลายแคดเมียมไนเตรตต่อจำนวนครั้งเฉลี่ยของไรน้ำแดง	69
4.9	ผลของสารละลายแคดเมียมไนเตรตต่อจำนวนลูกเฉลี่ยของไรน้ำแดงรุ่น $F_1$	70
4.10	ผลของสารละลายแคดเมียมไนเตรตต่ออายุเฉลี่ยของไรน้ำแดง	72
4.11	ผลของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตต่อขนาดเฉลี่ยของไรน้ำแดง	74
4.12	ผลของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตต่อจำนวนลูกเฉลี่ยของไรน้ำแดง	76
4.13	ผลของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตต่อจำนวนครั้งเฉลี่ยของไรน้ำแดง	77
4.14	ผลของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตต่อจำนวนลูกเฉลี่ยของไรน้ำแดงรุ่น $F_1$	78
4.15	ผลของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตต่ออายุเฉลี่ยของไรน้ำแดง	80
4.16	ผลของสารละลายซิงค์ซัลเฟตต่อขนาดเฉลี่ยของไรน้ำแดง	82
4.17	ผลของสารละลายซิงค์ซัลเฟตต่อจำนวนลูกเฉลี่ยของไรน้ำแดง	84
4.18	ผลของสารละลายซิงค์ซัลเฟตต่อจำนวนครั้งเฉลี่ยของไรน้ำแดง	85



สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.19	ผลของสารละลายซิงค์ซัลเฟตต่อจำนวนลูกเฉลี่ยของไรน้ำแดงรุ่น $F_1$	86
4.20	ผลของสารละลายซิงค์ซัลเฟตต่ออายุเฉลี่ยของไรน้ำแดง	88
4.21	แสดงปัจจัยปรับค่าและค่าสัดส่วนความเป็นพิษ เติบโตพินกับพิษเรื้อรังของโลหะหนักทั้ง 3 ชนิด	89
5.1	การเปรียบเทียบความเป็นพิษของโลหะหนักต่างๆ ต่อไรน้ำแดงต่างสายพันธุ์	92



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารพิษ และเปอร์เซ็นต์การตอบสนองของสัตว์ทดลอง	17
2.2	การแจกแจงความถี่แบบโค้งปกติของประชากรสัตว์ทดลอง	19
2.3	กราฟเส้นตรงแสดงความเข้มข้นและค่าไอพริบิต	20
3.1	แสดงตำแหน่งที่ใช้วัดความยาวของไทรน้ำแดง	49
4.1	ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในเลือดที่ทำให้ไทรน้ำแดงตาย 50 เปอร์เซ็นต์	54
4.2	ระดับความเข้มข้นของคอปเปอร์ซัลเฟต ที่ทำให้ไทรน้ำแดงตาย 50 เปอร์เซ็นต์	56
4.3	ระดับความเข้มข้นของซิงค์ซัลเฟตที่ทำให้ไทรน้ำแดงตาย 50 เปอร์เซ็นต์	58
4.4	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของไทรน้ำแดงในสารละลายแคดเมียมในเลือด	59
4.5	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของไทรน้ำแดงในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต	59
4.6	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของไทรน้ำแดงในสารละลายซิงค์ซัลเฟต	60
4.7	เส้นโค้งความเป็นพิษของโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดคือไทรน้ำแดง	60
4.8	ลักษณะของไทรน้ำแดงในสารละลายแคดเมียมในเลือด และกลุ่มควบคุม	62
4.9	ลักษณะของไทรน้ำแดงในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต และกลุ่มควบคุม	62
4.10	ลักษณะของไทรน้ำแดงในสารละลายซิงค์ซัลเฟต และกลุ่มควบคุม	63
4.11	ลักษณะของแม่ไทรน้ำแดงในสารละลายแคดเมียมในเลือด และกลุ่มควบคุม	67
4.12	ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในเลือดที่ยอมให้ม่ได้ในแหล่งน้ำ	71
4.13	ลักษณะของแม่ไทรน้ำแดงในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต และกลุ่มควบคุม	73
4.14	ระดับความเข้มข้นของคอปเปอร์ซัลเฟตที่ยอมให้ม่ได้ในแหล่งน้ำ	78
4.15	ลักษณะของแม่ไทรน้ำแดงในสารละลายซิงค์ซัลเฟต และกลุ่มควบคุม	81
4.16	ระดับความเข้มข้นของซิงค์ซัลเฟตที่ยอมให้ม่ได้ในแหล่งน้ำ	87