

ผลกระทบของความเค็มต่อพิษเฉียบพลันของไซเปอร์เมทริน  
และพาราควอทในปลากะพงขาว

The Effect of salinity on The Acute Toxicity of Cypermethrin  
and Paraquat in Asian Seabass

นภาพร เลียดประถม\* ณัฐพงษ์ เทียมทัต เจนวิทย์ ธรรมวิจารณ์ และ รชนิมุข หิรัญสัจจาเลิศ

คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพาวิทยาเขตจันทบุรี อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี 22170

\*corresponding author: napapornlead@gmail.com

บทคัดย่อ

พาราควอทและไซเปอร์เมทรินเป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในพื้นที่การเกษตร สารดังกล่าวสามารถปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติและอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำซึ่งเป็นบริเวณที่มีการสะสมของสารมลพิษสูง ปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) เป็นปลาที่อาศัยอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำในประเทศไทยนับเป็นปลาที่สำคัญทั้งต่อเศรษฐกิจและระบบนิเวศชายฝั่ง ดังนั้นในการทดลองจึงศึกษาค่าพิษเฉียบพลันของพาราควอทและไซเปอร์เมทรินในปลากะพงขาวขนาด 3 เซนติเมตร ด้วยวิธีชีววิเคราะหแบบน้ำนิ่ง (static bioassay) ในห้องปฏิบัติการ ภายในเวลา 96 ชั่วโมง โดยในไซเปอร์เมทรินได้ทำการศึกษาค่าระดับความเข้มข้นที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 96 ชั่วโมง (96-hr LC<sub>50</sub>) ที่ความเค็มแตกต่างกัน 3 ระดับคือ 0, 15 และ 30 กรัม/ลิตร จากการศึกษาพบว่าเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นค่าความเป็นพิษของสารมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยที่ความเค็ม 0 กรัม/ลิตร จะได้ค่า LC<sub>50</sub> อยู่ที่ 53 ไมโครกรัม/ลิตร ที่ความเค็ม 15 กรัม/ลิตร มีค่า LC<sub>50</sub> เท่ากับ 49 ไมโครกรัม/ลิตร และที่ความเค็ม 30 กรัม/ลิตร มีค่า LC<sub>50</sub> เท่ากับ 39 ไมโครกรัม/ลิตร นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาความเป็นพิษของพาราควอทต่อปลากะพงขาวในน้ำทะเลที่มีความเค็ม 30 กรัม/ลิตร ที่ 96 ชั่วโมง (96-hr LC<sub>50</sub>) จากการศึกษาพบว่าค่า 96-hr LC<sub>50</sub> ของพาราควอทในความเค็ม 30 กรัม/ลิตร มีค่าเท่ากับ 21.6 มิลลิกรัม/ลิตร จากนั้นได้ทำการเปรียบเทียบอัตราการตายของปลากะพงขาวที่ความเค็มแตกต่างกัน (0, 15 และ 30 กรัม/ลิตร) ในความเข้มข้นพาราควอทเดียวกัน (33 มิลลิกรัม/ลิตร) พบว่าความเค็มมีผลทำให้อัตราการตายของปลากะพงขาวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

คำสำคัญ: ไซเปอร์เมทริน พาราควอท ความเป็นพิษ ความเค็ม ปลากะพงขาว

### Abstract

Cypermethrin and paraquat are pesticides that are widely used in agricultural areas. These pesticides can contaminate natural water sources and affect aquatic biota, particularly in estuaries where these pollutants accumulate. Asian seabass (*Lates calcarifer*) is an important animal in Thai estuaries for both commercial and ecological reasons. Therefore, this study aims to determine the acute effects of cypermethrin and paraquat in Asian seabass. The study was conducted to determine the median lethal concentration ( $LC_{50}$ ) of cypermethrin in Asian seabass (length 3 cm) by static bioassay after 96 hours in a laboratory at different salinities (0, 15, 30 g/L). The results showed that  $LC_{50}$  of cypermethrin was lower when the salinity was increased. The  $LC_{50}$  levels of cypermethrin after 96 hours at 0 g/L, 15 g/L, and 30 g/L salinity were 53  $\mu$ g/L, 49  $\mu$ g/L and 39  $\mu$ g/L, respectively. The study was also conducted to determine  $LC_{50}$  of paraquat at 30 g/L salinity. The results showed that the  $LC_{50}$  level of Asian seabass for paraquat was 21.6 mg/L at 96 hours. Moreover, this study compared the effect of salinity on the toxicity of paraquat in Asian seabass in different salinities (0, 15, and 30 g/L) at the same concentration of paraquat (33 mg/L). The results showed that salinity significantly increased the mortality of Asian seabass when they were exposed to paraquat ( $P < 0.05$ ).

**Keywords;** cypermethrin, paraquat, toxicity, salinity, Asian seabass

### คำนำ

สารกำจัดศัตรูพืชเป็นปัจจัยการผลิตสำคัญที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร แต่การใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ปราศจากการควบคุมอย่างถูกวิธี มีความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชสู่สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะแหล่งน้ำบริเวณข้างเคียง ซึ่งเมื่อสารเคมีดังกล่าวถูกชะล้างจากฝนแล้วไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองออกสู่ทะเลอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อประชากรของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ตามบริเวณปากแม่น้ำ พาราควอต (paraquat) และ ไซเปอร์เมทริน (cypermethrin) เป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่มีการใช้แพร่หลายในการเกษตร โดยพาราควอตมีสถิติการนำเข้าอยู่ในอันดับที่สองของการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชในขณะที่ไซเปอร์เมทรินมีการนำเข้าเป็นอันดับที่สี่จากสารกำจัดแมลงที่มีการนำเข้าทั้งหมดในปี 2553 (Agriculture Regulatory Office, 2011) แม้ว่าสารทั้งสองชนิดเป็นสารที่มีแนวโน้มในการสะสมในสิ่งมีชีวิตค่อนข้างต่ำแต่สารมีโอกาสที่จะแพร่กระจายและเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ พาราควอตเป็นกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพสูงโดยชื่อที่ใช้ในการค้าที่เป็นที่รู้จักคือ กรัสม็อกโซน ด้วยคุณสมบัติที่ละลายได้ดีในน้ำของพาราควอต (solubility 700,000 มิลลิกรัม/ลิตร) (EXTOXNET, 1996a) อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารพาราควอตลงสู่แหล่งน้ำได้ง่าย นอกจากนี้พาราควอตยังเป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่พบการปนเปื้อนอยู่ในแม่น้ำหลาย

แห่งในประเทศไทย เช่น แม่น้ำสงครามในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบปริมาณพาราควอทอยู่ที่ 2.3-87 ไมโครกรัม/ลิตร (Julinthorn, 2002) และพบการปนเปื้อนในแม่น้ำจันทบุรี 0.1-13 ไมโครกรัม/ลิตร (Suppaudom *et al.*, 2012) ส่วนสารไซเปอร์เมทริน นับว่าเป็นสารกำจัดแมลงชนิดหนึ่งในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ที่ใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในการกำจัดศัตรูพืชในการเกษตรและเพื่อกำจัดแมลงในบ้านเรือน แม้ว่าสารไซเปอร์เมทรินจะเป็นสารที่สลายตัวได้เร็ว และมีรายงานการปนเปื้อนในแหล่งน้ำในปริมาณน้อย เช่น ในแม่น้ำในประเทศบังคลาเทศมีรายงานการปนเปื้อนของไซเปอร์เมทรินอยู่ที่  $0.11 \pm 0.003$  ไมโครกรัม/ลิตร (Bhattacharjee *et al.*, 2012) แต่สารดังกล่าวเป็นสารที่มีพิษสูงต่อสัตว์น้ำโดยดูจากค่าความเข้มข้นที่ทำให้เกิดพิษเฉียบพลันต่อสัตว์น้ำที่มีค่าต่ำมาก เช่น ในปลาเทราท์สีรุ้งมีค่า  $LC_{50}$  อยู่ที่ 0.0082 มิลลิกรัม/ลิตร (EXTOXNET, 1996b) ดังนั้นอาจมีแนวโน้มว่าสัตว์น้ำหลายชนิดที่อาศัยและหาอาหารอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำจะได้รับสารพิษเหล่านี้ไปด้วย บริเวณปากแม่น้ำเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมตลอดเวลา ความเค็มนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มักส่งผลต่อพฤติกรรม และความเป็นพิษของสารหลายชนิด (Song and Brown, 1998) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการทดสอบผลกระทบของความเค็มต่อพิษเฉียบพลันของพาราควอทและไซเปอร์เมทรินในปลากะพงขาวซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตประจำถิ่นที่สำคัญของประเทศไทยทั้งในเชิงการค้าและในด้านความสำคัญต่อระบบนิเวศชายฝั่ง (Sriracha Fisheries Research Station, 2003) โดยคาดหวังว่าผลจากการศึกษาในครั้งนี้จะสามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการจัดการปัญหาการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคต

### อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาพิษเฉียบพลันของพาราควอทและไซเปอร์เมทรินในครั้งนี้ จะทำการทดสอบความเป็นพิษของไซเปอร์เมทรินและพาราควอทต่อปลากะพงขาวในความเข้มข้น และความเค็มที่ต่างกัน ที่ทำให้สัตว์ทดลองตายลงครึ่งหนึ่ง (lethal median concentration  $LC_{50}$ ) ภายในเวลา 96 ชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อให้เข้าใจในอิทธิพลของความเค็มที่จะมีผลต่อความสามารถในการออกฤทธิ์ของสารที่ทำการศึกษา

#### 1. การเตรียมน้ำทะเลและสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในการทดลอง

เตรียมน้ำทะเลสำหรับการทดลอง ทำการฆ่าเชื้อด้วยการเติมคลอรีนลงในน้ำ และให้อากาศลงในน้ำตลอดเวลาจนคลอรีนมีการตกตะกอน จากนั้นทดสอบการสลายตัวของคลอรีนในน้ำ โดยต้องแน่ใจว่าไม่มีคลอรีนตกค้าง หลังจากนั้นนำไปกรองผ่านถุงกรองสองครั้ง เพื่อไม่ให้มีตะกอนของคลอรีนเจือปน

สารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษ ในการศึกษานี้ใช้สารชนิดเดียวกับที่เกษตรกรใช้จริง (commercial grade) โดยทำการเตรียมสารให้ได้ความเข้มข้นแน่นอน และวิเคราะห์ปริมาณสารเพื่อให้ทราบค่าที่แท้จริงก่อนทำการทดลอง

## 2. การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำปลากะพงขาวขนาด 3.2-3.7 เซนติเมตร น้ำหนัก 0.41-0.95 กรัม จากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจังหวัดจันทบุรีมาเลี้ยงในถังไฟเบอร์ขนาด 300 ลิตร ในกรณีที่ปลาจะต้องเปลี่ยนความเค็มจากความเค็มเดิมจากแหล่งอนุบาลจะต้องทำการลดหรือเพิ่มความเค็มจนให้อยู่ในช่วงของความเค็มที่ต้องการใช้ในการทดลอง จากนั้นทำการปรับสภาพปลาก่อนเริ่มการทดลองเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ โดยระหว่างการเลี้ยงจะให้อาหารเม็ด 2 ครั้งต่อวันคือในตอนเช้า และตอนเย็น

## 3. การทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืช

### 3.1 การทดสอบความเป็นพิษของไซเปอร์เมทริน

เนื่องจากการศึกษานี้ต้องการที่จะศึกษาอิทธิพลของความเค็มที่ส่งผลต่อการออกฤทธิ์ของไซเปอร์เมทริน ดังนั้นจึงทำการศึกษาโดยเลี้ยงปลากะพงขาวในน้ำที่มีสารไซเปอร์เมทรินที่ความเข้มข้นต่างกัน ในความเค็มที่ต่างกันสามระดับ โดยจะทดลองความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีปลากะพงขาวจำนวน 20 ตัว เพื่อดูความแตกต่างของการออกฤทธิ์ของไซเปอร์เมทรินในความเค็มที่ต่างกัน โดยจะมีความเข้มข้นของไซเปอร์เมทรินแตกต่างกัน 5 ความเข้มข้นคือ 0 (ชุดควบคุม), 30, 50, 70, 90, 100 ไมโครกรัม/ลิตร ในการทดลองที่ความเค็ม 0 และ 15 กรัม/ลิตร ส่วนในการทดลองความเค็ม 30 กรัม/ลิตร มีความเข้มข้นคือ 0 (ชุดควบคุม), 20, 30, 60, 70, และ 90 ไมโครกรัม/ลิตร โดยจะทำการทดลองเป็นเวลา 96 ชั่วโมง

### 3.2 การทดสอบความเป็นพิษของพาราควอท

#### 3.2.1 การทดสอบเพื่อหาค่า $LC_{50}$ ของพาราควอท

ทำการเตรียมปลากะพงขาวที่จะใช้ในการทดลองจะทำการเตรียมเช่นเดียวกับการทดสอบไซเปอร์เมทริน โดยจะมีพาราควอทความเข้มข้นต่างกัน 7 ความเข้มข้นคือ 0 (ชุดควบคุม), 9, 12, 15, 18, 20 และ 33 มิลลิกรัม/ลิตร ในแต่ละความเข้มข้นมีการทำซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ ทดสอบที่ความเค็ม 15 และ 30 กรัม/ลิตร

#### 3.2.2 การเปรียบเทียบอัตราการตายของปลากะพงขาวที่ได้รับพาราควอทในความเค็มที่แตกต่างกัน

ในการทดลองนี้เป็นการเปรียบเทียบอัตราการตายของปลากะพงขาวในความเค็มที่แตกต่างกัน 3 ความเค็มคือที่ 0, 15 และ 30 กรัม/ลิตรในความเข้มข้นของพาราควอทเดียวกัน คือ ที่ความเข้มข้น 33 มิลลิกรัม/ลิตร โดยรายละเอียดในการทดสอบความเป็นพิษของทุกการทดลองมีรายละเอียดดัง Table 1

**Table 1** Toxicity test condition

	Asian seabass ( <i>Lates calcarifer</i> )
1. Test type	Static Non-renewal
2. Test duration	96 hours
3. Salinity	0, 15, 30 g/L
4. Test solution volume	8 L
5. Renewal of test solution	None
6. Age of test organisms	2 months
7. No. organism per test chamber:	20
8. No. of replicate per concentration	3
9. Feeding regime	None
10. Test chamber cleaning	None
11. Test solution aeration	Aerated
12. Dilution water	Filter natural seawater
13. Endpoint	Survival
14. Water quality monitoring	Temperature, Dissolve oxygen and pH Salinity, Nitrite and Ammonia
15. Statistical endpoint	LC <sub>50</sub>
16. Test acceptability criterion	≥ 90% survival in control

### 3.3 การบันทึกผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการบันทึกจำนวนการตายของสัตว์ทดลองในแต่ละระดับความเข้มข้น โดยทำการตรวจดูทุก 12 ชั่วโมง พร้อมทั้งสังเกตอาการผิดปกติของพฤติกรรมของปลา โดยถือเกณฑ์การตัดสินการตายจากการที่สัตว์ทดลองหยุดเคลื่อนไหว หรือนอนอยู่ก้นภาชนะ ไม่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าใด นำสัตว์ทดลองที่ตายออกจากภาชนะทุกครั้งที่ตรวจพบ จากนั้นนับจำนวนการตายของสัตว์ทดลอง พร้อมทั้งบันทึก เวลา เพื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความเป็นพิษ LC<sub>50</sub> โดยคำนวณโดยใช้ Probit (U.S. EPA 2002) ส่วนในการทดลองที่ 3.2.2 ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายของปลาที่ทดสอบในแต่ละความเค็มโดยใช้ Duncan's multiple range test

ทำการตรวจคุณภาพน้ำทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง เช่น อุณหภูมิ, ความเป็นกรด-ด่าง และ ออกซิเจนละลายน้ำ โดยใช้อุปกรณ์การวัดต่างๆ เช่น pH meter (ยี่ห้อ CONSORT รุ่น C532x) , DO meter (ยี่ห้อ YSI INC รุ่น DO 200) และทำการตรวจวัด แอมโมเนีย และไนไตรท์ โดยวิธีการของ Strickland and Parson (1972) ทั้งก่อนและหลังการทดลอง โดยค่าคุณภาพน้ำในการทดลองมีค่าอุณหภูมิอยู่ที่ 25.9-27.4 °C, ออกซิเจนละลายน้ำ 5.8-6.4 มิลลิกรัม/ลิตร, แอมโมเนียรวม 0.10-0.85 มิลลิกรัม/ลิตร และไนไตรท์ bd-0.03 มิลลิกรัม/ลิตร (bd คือ below detection limit)

## ผลการทดลอง

### 1. ผลการทดสอบความเป็นพิษของไซเปอร์เมทริน

การทดสอบความเป็นพิษของ สารไซเปอร์เมทริน ในปลากระพงขาวที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ความเข้มข้น ในความเค็ม 3 ระดับคือ 0,15 และ 30 กรัม/ลิตร ในระยะเวลา 96 ชั่วโมง จากผลการศึกษา พบว่าปลากระพงขาวมีเปอร์เซ็นต์การตายเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับสารไซเปอร์เมทรินในความเข้มข้นที่สูงขึ้น (ภาพที่ 1) และพบว่าปลากระพงขาวมีการตายมากที่สุดที่ 12 ชั่วโมง และมีการตายอย่างต่อเนื่องจนถึงชั่วโมงที่ 48 แต่หลังจากชั่วโมงที่ 48 แล้วเปอร์เซ็นต์การตายคงที่จนถึงสิ้นสุดการทดลองที่ชั่วโมงที่ 96 (Figure 1) และจากการสังเกตพฤติกรรมของปลาที่ทำการทดลองพบว่าปลาที่ได้รับไซเปอร์เมทรินจะมีการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติ โดยพบว่าปลาลำตัวเอียงขณะว่ายน้ำ และมีการเคลื่อนไหวที่ช้าลง

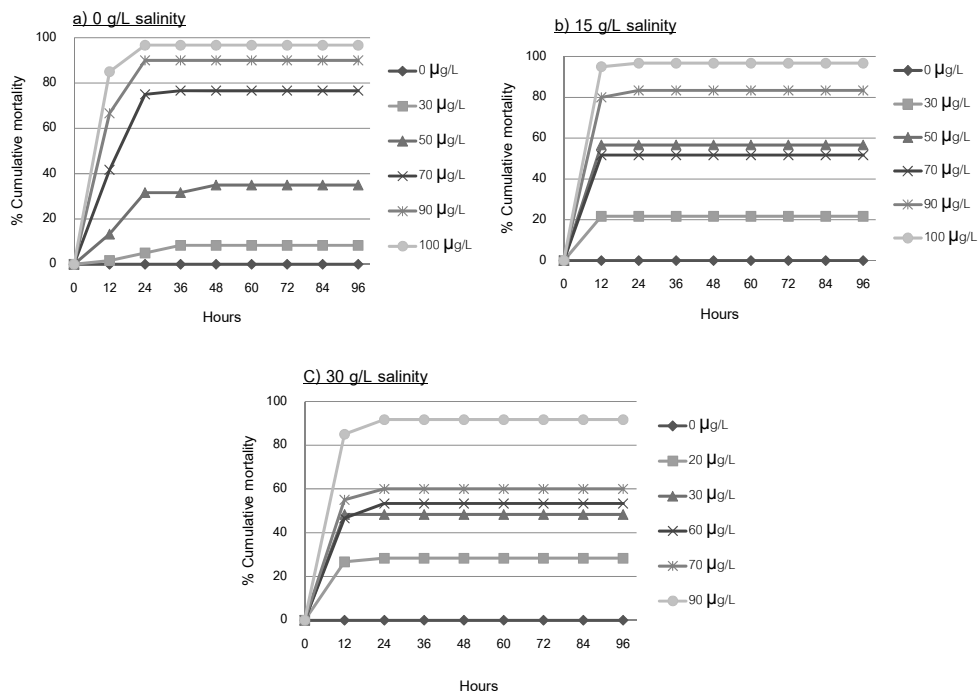


Figure 1 Percentage of cumulative mortality of Asian seabass (*Lates calcarifer*) in cypermethrin at different salinities

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่า  $LC_{50}$  ของไซเปอร์เมทรินที่ชั่วโมงที่ 12, 24, 48 และ 96 ในระดับความเค็มที่ต่างกันพบว่าโดยภาพรวมแล้วพบว่าค่า  $LC_{50}$  ในชั่วโมงที่ 12 นั้นมีค่ามากที่สุด และมีค่าลดลงใน ชั่วโมงที่ 24 และ 48 ตามลำดับ แต่ค่า  $LC_{50}$  ที่วิเคราะห์ได้ในชั่วโมงที่ 96 มีค่าเท่ากับชั่วโมงที่ 48 ทั้ง 3 การทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่า  $LC_{50}$  ที่ชั่วโมงที่ 12, 24, 48 และ 96 ในระดับความเค็มของน้ำที่ต่างกันพบว่าในการทดลองที่มีค่าความเค็มของน้ำสูงจะมีค่า  $LC_{50}$  น้อยกว่าการทดลองที่มีค่าความเค็มต่ำ จากผลการทดลองพบว่าเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นพิษของไซเปอร์เมทรินต่อปลากะพงขาวมีแนวโน้มสูงขึ้น (Table 2)

Table 2  $LC_{50}$  of cypermethrin for Asian seabass at different test durations

Test duration	12 hours	24 hours	48 hours	96 hours
Salinity (g/L)	$LC_{50}$ (95% confidence interval)			
0	75 $\mu$ g/L (64-83)	57 $\mu$ g/L (50-64)	54 $\mu$ g/L (46-61)	54 $\mu$ g/L (46-61)
15	52 $\mu$ g/L (41-62)	50 $\mu$ g/L (41-60)	50 $\mu$ g/L (41-60)	50 $\mu$ g/L (41-60)
30	47 $\mu$ g/L (28-77)	39 $\mu$ g/L (22-56)	39 $\mu$ g/L (22-56)	39 $\mu$ g/L (22-56)

## 2. การทดสอบความเป็นพิษของพาราควอทต่อปลากะพงขาว

### 2.1 ผลกระทบของความเค็มต่อพิษเฉียบพลันของพาราควอทในปลากะพงขาวที่ความเค็ม 30 กรัม/ลิตร

จากการทดลองเพื่อหาค่า  $LC_{50}$  ของพาราควอทในปลากะพงขาวที่ความเค็ม 30 กรัม/ลิตร เป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง พบว่าปลาที่ใช้ในการทดลองมีอัตราการตายเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของพาราควอทเพิ่มขึ้นโดยในช่วง 12 ชั่วโมงแรก มีอัตราการตายของปลากะพงขาวมากที่สุดทั้ง 3 ความเข้มข้นของพาราควอท หลังจากชั่วโมงที่ 24 ไปจนถึงชั่วโมงที่ 96 พบว่าอัตราการตายของปลากะพงขาวในทุกความเข้มข้นลดลงคือตายโดยเฉลี่ยไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2)

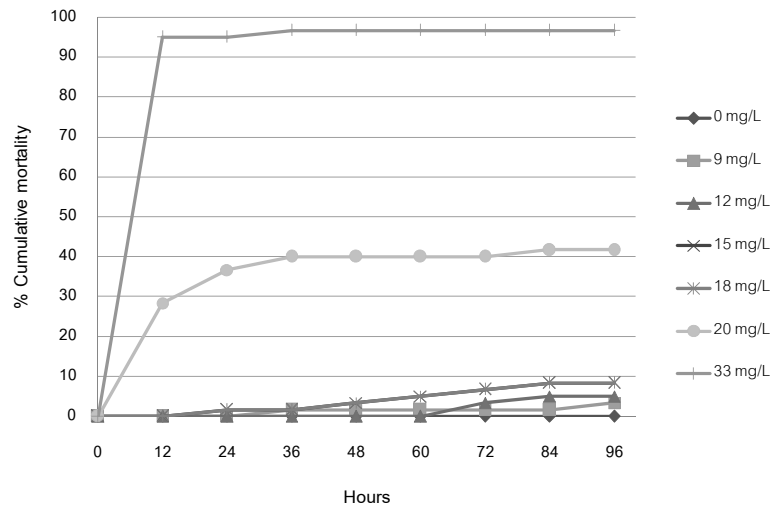


Figure 2 Percentage of cumulative mortality on paraquat acute 96 hours toxicity test for Asian seabass (*Lates calcarifer*)

นำอัตราการตายของปลากระพงขาวมาคำนวณหาค่า  $LC_{50}$  พบว่าชั่วโมงที่ 12 มีค่า  $LC_{50}$  สูงที่สุด รองลงมาคือที่ 24, 48 และ 96 ชั่วโมง ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่ามีค่า  $LC_{50}$  ที่คำนวณได้ในแต่ละช่วงเวลามีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 3 ส่วนในการหาค่า  $LC_{50}$  ของพาราควอทที่ความเค็ม 15 กรัม/ลิตร ในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถหาค่า  $LC_{50}$  ได้เนื่องจากพบว่าปลากระพงขาวมีการตายเฉพาะในความเข้มข้นของพาราควอทสูงสุด (33 มิลลิกรัม/ลิตร) เพียงความเข้มข้นเดียว

Table 3 The  $LC_{50}$  level of Asian seabass for 30 g/L salinity

Duration of test (hours)	$LC_{50}$ level (mg/L)	95% confident interval
12	23.5	(21.7-26.7)
24	22.9	(21.2-25.9)
48	22.6	(20.9-25.5)
96	21.6	(20.1-23.9)

## 2.2 ผลกระทบของความเค็มที่แตกต่างกันต่ออัตราการตายของปลากระพงขาว

จากการทดลองผลกระทบของพาราควอทในความเค็มที่แตกต่างกันต่ออัตราการตายของปลากระพงขาวที่ใช้ความเข้มข้นพาราควอทเท่ากันคือที่ 33 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อใส่ปลากระพงขาวลงน้ำที่ทำการทดลองปลาทั้งหมดมีสีของลำตัวที่เปลี่ยนแปลงไปเกือบจะในทันทีคือเปลี่ยนจากสีที่ค่อนข้างขาวเป็นสีคล้ำจนเกือบดำ เมื่อ



สิ้นสุดการทดลองพบว่าที่ความเค็ม 30 กรัม/ลิตร มีจำนวนปลากระพงขาวตายมากที่สุด รองลงมาคือที่ความเค็ม 0 กรัม/ลิตร และที่ตายน้อยที่สุดคือที่ความเค็ม 15 กรัม/ลิตร จากการทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบอัตราการตายของปลากระพงขาวที่ได้รับ พาราควอทในความเข้มข้น 33 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ 12, 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่าอัตราการตายของปลากระพงขาวที่ความเค็ม 30 กรัม/ลิตรสูงกว่าอีกสองชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ส่วนที่ 96 ชั่วโมง ที่ความเค็ม 0 กรัม/ลิตร ไม่พบความแตกต่างของอัตราการตาย แต่ที่ความเค็ม 30 กรัม/ลิตร ที่ 96 ชั่วโมงมีอัตราการตายสูงกว่าในความเค็มที่ 15 กรัม/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

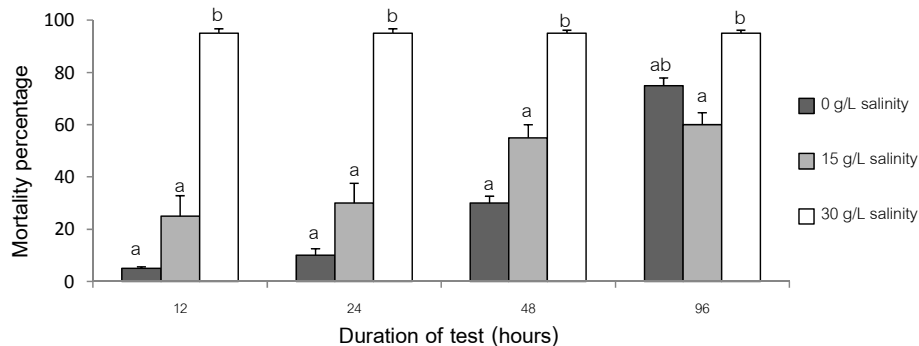


Figure 2 Mortality percentage of Asian seabass in paraquat toxicity test at different salinity

Notes: different letters are significant difference in mortality percentage ( $P < 0.05$ )

### สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดสอบพิษเฉียบพลันของไซเปอร์เมทรินต่อปลากระพงขาวในน้ำที่มีสารไซเปอร์เมทรินความเข้มข้นต่างกัน 5 ความเข้มข้นในระยะเวลา 96 ชั่วโมงนั้น พบว่าปลาส่วนใหญ่จะตายภายใน 12 ชั่วโมง และมีตายเพิ่มเติมอีกในเวลา 24 ชั่วโมง แต่หลังจาก 24 ชั่วโมงไม่มีปลาตายเพิ่มอีกเลย ซึ่งอาจจะเกิดจากการที่ไซเปอร์เมทรินเป็นสารพิษที่ออกฤทธิ์ค่อนข้างเร็วและมีการสลายตัวที่ค่อนข้างเร็ว เนื่องจากมีรายงานค่าครึ่งชีวิตของไซเปอร์เมทรินในน้ำไว้ที่ 10.8 ชั่วโมง (Agricultural Toxic Substances Research Group, 2009) ส่วนพฤติกรรมของปลาที่ได้รับไซเปอร์เมทรินที่มีการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติอาจจะเนื่องมาจากกลไกการเกิดพิษของไซเปอร์เมทรินซึ่งเป็นสารกลุ่มไพรีทรอยด์ซึ่งมีพิษโดยตรงกับระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตสารจะไปจับกับโซเดียมในเซลล์ประสาททำให้ช่องโซเดียมไม่สามารถปิดได้ (Richterova and Svobodova, 2012) ทำให้อาจมีผลต่อการควบคุมระบบสมดุลในเคลื่อนไหวของปลา

ส่วนในพาราควอทพบว่าค่า  $LC_{50}$  ในปลากระพงขาวที่ 12, 24, 48 และ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 23.5, 22.9, 22.6 และ 21.6 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองจะเห็นได้ว่าปลากระพงขาวมีการตอบสนองต่อสารพาราควอทมากที่สุดใน 12 ชั่วโมงแรกของการทดลอง กล่าวคือมีอัตราการตายมากที่สุด จากการทดลองพบว่า

ปลากระพงขาวที่ได้รับพาราควอทมีสีของลำตัวที่เปลี่ยนไปคือมีสีที่คล้ำลงจนเกือบดำซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน สาเหตุที่ปลามีสีคล้ำลงนั้นอาจเนื่องมาจากความเครียดของปลาที่อาศัยอยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมซึ่งจะทำให้มีการเพิ่มจำนวนของเมลานินหรือเม็ดสีซึ่งถือเป็นการตอบสนองต่อความเครียดที่เกิดขึ้น (Kittilsena et al., 2009) สีผิวของปลาจึงเปลี่ยนไปคือมีสีคล้ำลงจนเกือบดำ ความเครียดของปลาที่ทำการทดลองอาจเกิดจากกลไกการออกฤทธิ์ของพาราควอทมีผลต่อการเกิดอนุมูลอิสระในเซลล์สิ่งมีชีวิตซึ่งเมื่อปลาได้รับพาราควอทอาจส่งผลให้เกิดสภาวะความเครียดจากอนุมูลอิสระได้ (oxidative stress) (Suntres, 2002) มีรายงานว่ากลไกการออกฤทธิ์ของพาราควอทที่ทำให้ปลาตายเกิดจากผลกระทบหลายอย่าง คือ การถูกทำลายของตับและไต และการลดลงของปริมาณออกซิเจนในระบบการหายใจเนื่องจากการถูกทำลายของเนื้อเยื่อบุผิว (epithelial cell) ในเหงือกของปลา (Nemesok et al., 1985)

จากการทดลองพบว่าความเค็มมีผลกระทบต่อความเป็นพิษของพาราควอทและไซเปอร์เมทรินในปลากระพงขาวโดยเฉพาะในสภาวะความเค็มที่มีค่าสูงที่พบว่าการตายของปลาสูงขึ้นมีแนวโน้มที่จะเป็นไปได้ว่าเมื่อสัตว์น้ำไม่อยู่ในช่วงของสภาวะออสโมติกสมดุล (isosmotic) อาจทำให้ปลาต้องใช้พลังงานและมีการแลกเปลี่ยนไอออนและน้ำมากขึ้นทำให้มีโอกาสได้รับสารมากกว่าปลาที่อยู่ในช่วงของสภาวะออสโมติกสมดุล เช่น จากการศึกษาของ Song and Brown (1998) พบว่าสัตว์น้ำที่ทดลองคือ ยุงน้ำเค็ม (*Aedes* sp.) และ อาร์ทีเมีย (*Artemia* sp.) ที่ทดสอบในสภาวะออสโมติกสมดุลมีความทนต่อพิษของสารกำจัดศัตรูพืช 4 ชนิด คือ ออลดีคาร์บ ไดเมทโรเอต เทบูฟีโนไซด์ และอิมิดาคลอพริด มากกว่าสัตว์ทดลองที่อยู่ในความเค็มที่สูงกว่าสภาวะออสโมติกสมดุล (hyper osmotic) โดยปลากระพงขาวอาจจะมีค่าความเค็มสมดุลอยู่ในช่วงน้ำกร่อยหรือน้ำจืด โดยพิจารณาจากปลากระพงขาวสายพันธุ์ยุโรปที่มีลักษณะวงจรชีวิตที่ใกล้เคียงกับปลากระพงขาวในประเทศไทยพบว่ามีความเค็มในสภาวะออสโมติกสมดุลอยู่ที่ 10.2-11.6 g/L (Varamos et al., 2001)

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นเพียงการทดลองเบื้องต้นที่แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของความเค็มต่อความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชในสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งควรจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกลไกทางสรีระวิทยาของปลากระพงที่ได้รับผลกระทบจากสารพาราควอทและไซเปอร์เมทริน และพฤติกรรมของสารทั้งสองชนิดกับความเค็ม เพื่อที่จะเข้าใจถึงกลไกและผลกระทบของความเค็มต่อความเป็นพิษของสารทั้งสองชนิดมากขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ 2553 และขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจังหวัดจันทบุรีที่ให้ความอนุเคราะห์ปลากระพงขาวที่ใช้ในการศึกษานี้

## เอกสารอ้างอิง

- Agriculture Regulatory Office. 2011. Statistics in pesticide imported Thailand. Department of Agriculture. Bangkok. [in Thai].
- Agricultural Toxic Substances Research Group. 2009. Risk from agriculture toxic substance use. Department of Agriculture. Bangkok. [in Thai].
- Bhattercharjee, S., Fakhruddin, A. N. M. Chowdhury, M. A. Z., Rahman, M. A., Alam, M. K. 2012. Monitoring of selected pesticides residue levels in water samples of paddy fields and removal of cypermethrin and chlorpyrifos residues from water using rice bran. *Bull Environ Contam Toxicol.* 89:348–353.
- EXTOXNET Extension toxicology network. 1996a. Paraquat. [online] Available from <http://extoxnet.orst.edu/pips/paraquat.htm> (2012, October 7).
- EXTOXNET Extension toxicology network. 1996b. Cypermethrin. [online] Available from <http://extoxnet.orst.edu/pips/cypermet.htm> (2012, October 7).
- Julinthorn, P. 2002. Distribution of pesticide from agricultural area to main river in Thailand. Department of Agriculture. Bangkok. [in Thai].
- Kittilsena, S., Schjoldenb, J. Beitnes-Johansen, I. Shaw, J.C. Pottinger, T.G. Sørensen, C. Braastad, B.O. Bakken, M. Overli, O. 2009. Melanin-based skin spots reflect stress responsiveness in salmonid fish. *Hormones and Behavior.* 56:292–298.
- Nemesok, J., Orban, L., Asztalos, B. 1985. Investigations on paraquat toxicity in fishes. *Water International.* 10(2): 79-81.
- Richterová, Z. and Svobodová, Z. 2012. Pyrethroids influence on fish. *Slov Vet Res.* 49(2): 63-72.
- Song, M. Y. and Brown, J. J. 1998. Osmotic effects as a factor modifying insecticide toxicity on *Aedes* and *Artemia*. *Ecotoxicology and environmental safety.* 41: 195-202.
- Sriracha Fisheries Research Station. 2003. Aquaculture of Asian seabass. Faculty of Fisheries. Kasetsart University. [in Thai].
- Strickland, J.D.H., and Parsons, T.R. (1972). *A practical Handbook of seawater Analysis.* 2<sup>nd</sup> ed. Fisheries Research Board of Canada. Ottawa.
- Suppaudom, K., Kitkeaw, D., Pataranawat, P. (2012). Paraquat contaminations in the Chantaburi River and vicinity area. Burapha University International Conference 2012. Chonburi. 9-11 July 2002.
- Suntres, Z.E. 2002. Role of antioxidants in paraquat toxicity. *Toxicology.* 180:65- 77.

- U.S.EPA (United State Environmental Protection Agency). 2002. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. Fifth edition. U.S. Environmental Protection Agency Office of Water.Washington, DC.
- Varsamos, S., Connes, S., Diaz, J.P., Barnabe, G., Charmantier, G. 2001. Ontogeny of omoregulation in European seabass *Dicentrarchus labrax*. Marine biology. 138:909-915.