

พิษเฉียบพลันของสังกะสีออกไซด์ต่อปลานิลแดง

Acute Toxicity of Zinc oxide to Red Tilapia (*Hybrid Tilapia*)

สุรกาญจน์ ไพชานาญ ยุพดีชัย สุขสันต์

สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วรรณชไม การณัด

สาขาวิชาพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บุญส่ง ไกรสรพรธรรม

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

การศึกษาพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity) ของสังกะสีออกไซด์โดยวิธี static bioassay ต่อปลานิลแดง (*Hybrid Tilapia*) อายุ 30 วัน พบว่าการตายของปลานิลแดงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสังกะสีออกไซด์เพิ่มขึ้น ค่าความเข้มข้นของสังกะสีออกไซด์ที่ทำให้ปลานิลแดงตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง คือ 7.19, 6.19, 5.81 และ 5.66 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และเวลาที่ทำให้ปลานิลแดงตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LT_{50}) ที่ความเข้มข้นของสังกะสีออกไซด์ 6.00, 6.75, 7.75 และ 8.70 มิลลิกรัม/ลิตร มีค่าเท่ากับ 48.77, 22.32, 18.87 และ 8.56 ชั่วโมงตามลำดับ ค่า LT_{50} มีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของสังกะสีออกไซด์เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ปลานิลแดง สังกะสีออกไซด์

Abstract

The acute toxic effect of zinc oxide to Tilapia (*Hybrid Tilapia*) was examined by using static bioassay. The organisms at the age of 30 days were used in the experiment. It was found that the mortality of the organisms increased with an increase of zinc concentration. The lethal concentration at 50% population of the tested organisms (LC_{50}) values at 24, 48, 72 and 96 hours were found to be 7.19, 6.19, 5.81, and 5.66 mgZn/L, respectively. In addition, the lethal times for 50% population of the tested organisms (LT_{50}) values at the zinc concentrations of 6.0, 6.75, 7.75 and 8.70 mgZn/L were 48.77, 22.32, 18.87 and 8.56 hours, respectively. The LT_{50} values decreased as the zinc concentration in the solution increased.

Key words: LC_{50} , LT_{50} , Hybrid Tilapia, zinc oxide

1. บทนำ

โลหะสังกะสีเป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะคนและสัตว์ สังกะสีมีหน้าที่สำคัญในระบบเอนไซม์ มีบทบาทสำคัญในปฏิกิริยาทางชีวเคมีของร่างกาย ได้แก่มีส่วนร่วมในกระบวนการสร้างโปรตีนเมตาบอลิซึมของกรดนิวคลีอิก เป็นต้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าสังกะสีจะมีความจำเป็นสำหรับคนและสัตว์ แต่จะต้องได้รับในปริมาณที่เหมาะสมด้วย หากคนหรือสัตว์ได้รับสังกะสีในปริมาณมากเกินไป สังกะสีก็จะสะสมในร่างกายและก่อให้เกิดความเป็นพิษได้ เช่น ในคนผู้ใหญ่มีความต้องการสังกะสีประมาณ 15 mg/day ในเด็กมีความต้องการสังกะสี 6 mg/day แต่ถ้าได้รับในปริมาณมากเกินไป กล่าวคือ 2 กรัม ก็จะเป็นพิษต่อร่างกาย โดยจะทำให้เกิดการระคายเคือง เป็นไข้หนาวสั่น ท้องร่วง อาเจียน เป็นตะคริวในท้อง อ่อนเพลีย [2] สังกะสีปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้หลายทางในชีวิตประจำวันได้แก่ การใช้ภาชนะที่เคลือบด้วยสังกะสีในการปรุงอาหาร การใช้แชมพูที่ผสมสารซิงค์ริงแคพซอล Zinc 2-pyridine thiol-1-oxide ตลอดจนน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมสี, ปิโตรเคมี, เซรามิก, เครื่องหนัง, เครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมยางพารา ซึ่งประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมยางพาราเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคใต้ของประเทศ อุตสาหกรรมยางในเขตภาคใต้ ได้แก่ โรงงานผลิตยางขึ้น โรงงานผลิตยางแท่งและยางรมควัน และโรงงานผลิตภัณฑ์ยางพารา เช่น โรงงานผลิตถุงมือ โรงงานผลิตยางรถยนต์ เป็นต้น ซึ่งอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางพาราเหล่านี้มีการใช้สังกะสี ในอุตสาหกรรมการผลิตยางในกระบวนการวัลคาไนเซชัน (vulcanization) เพื่อทำให้ยางแข็งและเหนียว มี

ความทนทานมากยิ่งขึ้น ปฏิกิริยาเกิดขึ้นยากหรือเกิดไม่สมบูรณ์หากไม่มีตัวกระตุ้นปฏิกิริยา สังกะสีเป็นตัวกระตุ้นที่ดีสำหรับปฏิกิริยานี้ โดยการเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของสังกะสี (Zn-accelerator complex) ทำให้เกิดซัลเฟอร์คลอสลิงค์ในโมเลกุลยางเร็วขึ้นจนปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์ รวมถึงใช้เป็นตัวเติม (filler) เพื่อปรับปรุงการนำความร้อนและการทนต่อแสงแดดได้ดีขึ้น นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์ เมื่อทิ้งไว้นานจะมีการสลายตัวปล่อยกรดออกมาเรียกว่า “aging” ทำให้อายุการใช้งานสั้นลง สังกะสีออกไซด์สามารถช่วยยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้นโดยการทำปฏิกิริยากับกรดที่ปล่อยออกมา อุตสาหกรรมยางเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้สังกะสีออกไซด์มากที่สุด คือประมาณร้อยละ 50 ของสังกะสีทั้งหมด ปริมาณที่ใช้อยู่ระหว่าง 3-5 ส่วนต่อยางร้อยละ ในอนาคตคาดว่าจะมีการใช้มากขึ้นตามปริมาณการผลิตยางที่เพิ่มขึ้นทุกปี [7]

ในการศึกษานี้มุ่งศึกษาความเป็นพิษของสังกะสีออกไซด์ต่อปลานิลแดง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินอันตรายของสังกะสีออกไซด์ที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางพาราต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการควบคุมคุณภาพของแหล่งน้ำจืดไม่ให้เกินมาตรฐาน (ปริมาณสังกะสีในน้ำผิวดินประเภท 3 กำหนดให้มีสังกะสีได้ไม่เกิน 1 mg/L) [1] และเป็นแนวทางในการควบคุมการปล่อยน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมยางพาราต่อไป

2. วิธีการทดลอง

2.1 สัตว์ทดลอง

ลูกปลานิลแดงอายุ 10 วัน ซึ่งจากโครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริ จังหวัดพัทลุง นำมา

เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ที่แผนกชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี เป็นเวลา 30 วัน เพื่อให้ลูกปลาคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อม และให้ออกซิเจนในน้ำตลอดเวลามีช่วงอุณหภูมิ $29 \pm 1^{\circ}\text{C}$ pH 7.70 ± 0.15 และ DO 7.0 ± 0.5 mg/L และให้อาหารลูกกบเบอร์ 0 ทุกวัน พิจารณาการเจริญเติบโตของลูกปลานิลก่อนการทดสอบความเป็นพิษของสังกะสี ทำการคอกอาหารสัตว์ทดลองก่อนการทดลอง 1 วัน

2.2 การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity test) ของสังกะสีต่อปลานิลแดง Red Tilapia (*Hybrid Tilapia*)

การทดลองความเป็นพิษเฉียบพลันของสังกะสีออกไซด์ต่อปลานิลแดงอายุ 30 วัน โดยทำการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ทำให้ปลานิลแดงตายภายใน 96 ชั่วโมง ดังนี้

2.2.1 การทดลองเบื้องต้น ศึกษาช่วงความเข้มข้นของสังกะสีที่ทำให้ปลานิลแดงตาย โดยเลือกใช้ความเข้มข้นทั้งหมด 8 ความเข้มข้น คือ 0 (ควบคุม), 2, 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 mg/L และใช้ปลานิลแดง 10 ตัวต่อหนึ่งความเข้มข้น นับจำนวนปลานิลแดงที่เวลา 0, 6, 12, 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง สังเกตลักษณะอาการของปลานิลแดงที่ตอบสนองต่อสังกะสีและบันทึกจำนวนที่ตาย โดยสังเกตว่าปลานิลแดงตายเมื่อไม่มีการเคลื่อนไหว ปลานิลแดงที่ตายนำออกจากโหลแก้วทันทีที่สังเกตเห็น

2.2.2 การทดลองโดยใช้วิธี Static bio-assay เพื่อหาระดับความเป็นพิษเฉียบพลันของสังกะสีที่มีต่อปลานิลแดงโดยนำผลจากข้อ 1 ซึ่งพบว่าช่วง 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 mg/L สัตว์ทดลองตาย มาพิจารณาจัดระดับความเข้มข้นของสารละลายออกเป็น 5 ความเข้มข้น ตาม log scale คือ 5.60, 6.50,

7.50, 8.70 และ 10.00 mg/L (pH 6.87 ± 0.10) ระดับละ 3 ซ้ำ พร้อมทั้งมีกลุ่มควบคุม (control) จำนวนสัตว์ทั้งหมด 60 ตัว โดยแต่ละความเข้มข้นใช้ปลานิลแดงจำนวน 10 ตัวใส่ในโหลแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 cm สูง 24 cm โดยใช้วิธีจัดกลุ่มสัตว์ทดลองแบบสุ่ม (random) เพื่อให้มีการกระจายของปลานิลแดงอย่างสม่ำเสมอในแต่ละโหลแก้วและบรรจุสารละลายสังกะสีความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนการทดลองเพื่อให้เกิดการสมดุล (equilibrate) จากนั้นใส่สารละลายสังกะสี (Zn working solution) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ลงในภาชนะเดิม โดยในระหว่างการทดลองงดให้อาหารและให้อากาศตลอดการทดลอง

2.2.3 เก็บตัวอย่างสารละลายก่อนและหลังการทดลองด้วยขวดพลาสติก (Polyethylene) โดยเติม conc. HNO_3 2 mL ต่อสารละลาย 1 L เพื่อให้ pH ของสารละลายต่ำกว่า 2 ป้องกันการตกตะกอนหรือการดูดซับกับผนังของภาชนะนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4°C วิเคราะห์ปริมาณสังกะสีโดยใช้ FAAS

2.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลการตายในแต่ละชุดทดลองนำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธี Probit Analysis ตามแนวความคิดของ Litchfield (1949) และ Litchfield and Wilcoxon (1949) [11, 12] ซึ่งพัฒนาให้สะดวกขึ้นโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ความเป็นพิษเฉียบพลันเบื้องต้นของสังกะสีต่อปลานิลแดง

ผลการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสังกะสีในรูปของสังกะสีออกไซด์ (ZnO) โดยวิธี static bio-assay เป็นเวลา 96 ชั่วโมง พบว่าปลานิล

แดงอายุ 30 วัน แสดงอาการเป็นพิษอันเนื่องมาจากสังกะสี คือ มีลำตัวคล้ำขึ้น มีการเคลื่อนที่อย่างไม่มีทิศทางแน่นอนในระยะแรก ต่อมาแสดงอาการเฉื่อยสงบนิ่ง และตายในที่สุด

จากการศึกษาหาช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม (Range finding) พบว่าในชุดทดลองสารละลายสังกะสีความเข้มข้น 8, 10, 12 และ 14 mg/L มีการตายของปลานิลแดง 100% ส่วนที่เข้มข้นสังกะสี 6 mg/L มีการตายของปลานิลแดง 80% ที่ความเข้มข้น 4 mg/L มีการตายของปลานิลแดง 40% และที่ความเข้มข้น 0 และ 2 mg/L พบว่าไม่มีการตายของปลานิลแดง (ตารางที่ 1) ดังนั้นช่วงความเข้มข้นของสังกะสีออกไซด์ที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษคือ 5-10 mg/L

ตารางที่ 1 การตายสะสมของปลานิลแดงที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของสังกะสีออกไซด์ ในเวลา 96 ชั่วโมง

Zn Concentration (mg/L)	% Mortality
0	0
2	0
4	40
6	80
8	100
10	100
12	100
14	100

3.2 ความเป็นพิษเฉียบพลันของสังกะสีออกไซด์ต่อปลานิลแดง

ศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสังกะสีออกไซด์ต่อตัวอย่างปลานิลแดงอายุ 30 วันโดยใช้ช่วง

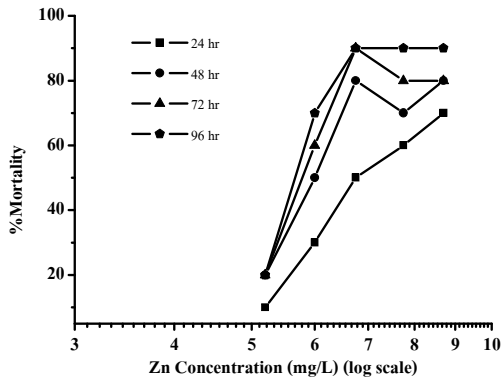
ความเข้มข้นของสังกะสีออกไซด์ 5-10 mg/L ความเข้มข้นต่าง ๆ ของสังกะสีออกไซด์ที่เตรียม (Nominal concentration) ตาม log scale และความเข้มข้นเริ่มต้นของการทดลอง (Initial concentration) และความเข้มข้นของสังกะสีออกไซด์เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Final concentration) แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นเริ่มต้น สุกท้าย และเฉลี่ย ของสังกะสีออกไซด์ (ZnO) ที่ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันต่อปลานิลแดง

Nominal (mg/L)	Initial (mg/L)	Final (mg/L)	Average (± SD) n = 3 (mg/L)
5.60	5.20	5.20	5.20 (0.00)
6.50	6.00	5.90	6.00 (0.07)
7.50	6.90	6.60	6.75 (0.21)
8.70	7.80	7.70	7.75 (0.07)
10.00	8.80	8.60	8.70 (0.14)

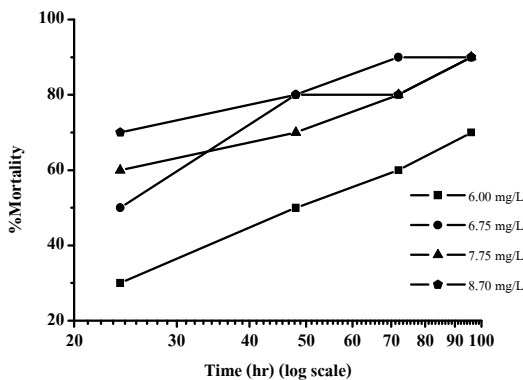
ผลการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของสังกะสีออกไซด์ในรูปของการตายสะสมของปลานิลแดงที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ณ เวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมงแสดงใน และรูปที่ 1-2

จะเห็นได้ว่า ปลานิลแดงมีปริมาณการตายเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสังกะสีเพิ่มขึ้นในทุกช่วงเวลาที่ศึกษา กล่าวคือ เมื่อเวลาผ่านไป 96 ชั่วโมงที่ความเข้มข้นของสังกะสี 5.20 mg/L ปลานิลแดงมีการตาย 20% และมีการตาย 90% ที่ความเข้มข้นของสังกะสี 6.75, 7.75 และ 8.70 mg/L



รูปที่ 1 ร้อยละการตาย (% Mortality) ของปลานิลแดง ที่เวลาต่าง ๆ (ชั่วโมง) ณ ความเข้มข้นต่าง ของ สังกะสี

ออกไซด์

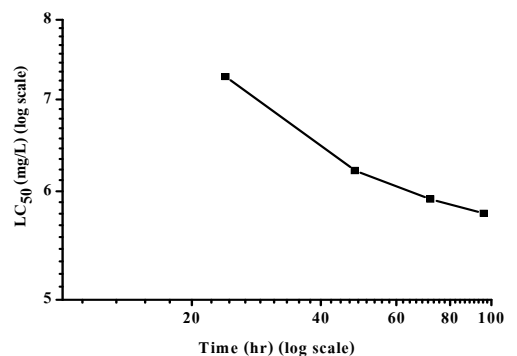


รูปที่ 2 ร้อยละการตาย (% Mortality) ของปลานิลแดง ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของสังกะสีออกไซด์ ณ เวลาต่าง ๆ

จากรูปที่ 1 และ 2 พบว่าในช่วงแรก สัตว์ทดลองมีการตายอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ช่วงหลัง 72 ชั่วโมงมีการตายสะสมช้ากว่าในช่วงแรก เพราะช่วงแรกปลานิลแดงได้รับสังกะสีจำนวนมากผ่านทางเหงือก โดยสังกะสีจะจับกับพื้นที่ผิวหนังนอกของเหงือกทำลายเนื้อเยื่อบริเวณเหงือกทำให้ปลานิลแดง

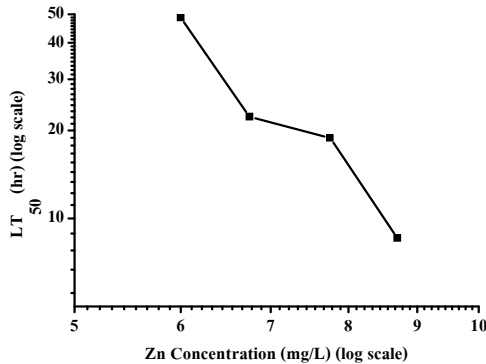
ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเจนมากขึ้น เพื่อทำการขับสังกะสีออกจากเหงือก เมื่อปลาขับสังกะสีออกมากขึ้นจะทำให้สังกะสีสามารถเข้าสู่เหงือกได้มากขึ้นส่งผลให้เหงือกปลานิลแดงถูกทำลายมากขึ้น และสังกะสีจะไปยับยั้งการสังเคราะห์ฮีโม (heme) ในเม็ดเลือดแดง โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ฮีโม รบกวนการสังเคราะห์โปรตีนโกลบินทำให้การขนส่งออกซิเจนน้อยลง [13] ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะการตายของปลานิลแดงที่ตรวจพบคือ ลำตัวคล้ำขึ้น จึงทำให้ปลานิลแดงในระยะแรกมีการตายเร็ว ส่วนช่วงหลังมีการตายช้าลงเพราะปลานิลแดงมีการปรับตัวให้เคยชินกับสภาพที่มีปริมาณสังกะสีในปริมาณมากได้ดีขึ้น

ผลการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลัน แสดงให้เห็นว่าการตายของปลานิลแดงเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป เมื่อคำนวณหาค่า LT_{50} (เวลาที่ทำให้ปลานิลตาย 50 เปอร์เซ็นต์) ที่เวลาต่างๆ โดย Probit Analysis พบว่า LT_{50} มีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายสังกะสีออกไซด์ มีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ความเข้มข้นของสังกะสีออกไซด์เข้มข้น 6.00 mg/L มีค่า LT_{50} เท่ากับ 48.77 ชั่วโมง ในขณะที่สังกะสีออกไซด์เข้มข้น 8.70 mg/L มีค่า LT_{50} เท่ากับ 8.56 ชั่วโมง



รูปที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง LC_{50} (log scale) กับ Time (log scale)

จากค่า LT_{50} ที่ได้จากการทดลองสามารถนำมาเขียนกราฟความเป็นพิษ (Toxicity curve) ได้ดังแสดงใน รูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟความเป็นพิษระหว่าง LT_{50} (log scale) กับ Concentration (log scale) ของสังกะสี ออกไซด์ ต่อปลานิลแดงอายุ 30 วัน

ค่า LC_{50} จากการศึกษาพบว่ามีความน้อยกว่าผลของ $ZnCl_2$ ต่อปลานิลขนาดกลางซึ่งรายงานโดย พัทธภรณ์ (2546) [5] ประมาณ 7 เท่า และ Lam (1998) [10] 4 เท่า และยุพดีและคณะ (2548) [6] ประมาณ 3 เท่า การที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากใช้สารประกอบสังกะสีต่างกันย่อมส่งผลให้กลไกการเกิดพิษต่างกันรวมทั้งสายพันธุ์ อายุ และขนาดของปลานิลมีความแตกต่างกันทำให้มีค่า LC_{50} ไม่สอดคล้องกับการทดลองนี้ อย่างไรก็ตามผลการศึกษา LC_{50} นี้พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับของนาตยา (2551) [3] ใช้หนอนแดงเป็นสัตว์ทดลอง ($LC_{50} = 5.90$ mg/L) (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบค่า LC_{50} ของสารประกอบสังกะสีชนิดต่าง ๆ พบว่าสังกะสีออกไซด์มีค่า LC_{50} น้อยที่สุด แสดงว่าสังกะสีออกไซด์มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำมากกว่าสารประกอบสังกะสีชนิดอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ

USEPA (1995) [14] ที่รายงานการทดสอบความเป็นพิษของสังกะสีออกไซด์ต่อ Rainbow trout โดยใช้ระบบ flow-through พบว่าสังกะสีออกไซด์มีความเป็นพิษสูงต่อสัตว์น้ำ ($LC_{50} = 0.93$ mg/L) และมีการสะสมในสิ่งมีชีวิตได้สูง (USEPA, 1995)

ตารางที่ 3 ค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมงของสารประกอบสังกะสีชนิดต่าง ๆ ต่อสัตว์น้ำหลายประเภท

Metal source	Organisms	LC_{50} (mg/L)	Reference
$ZnCl_2$	Donax faba	1.62	ปรีชา [4] (2522)
$ZnCl_2$	Juvenile Tilapia (Hybrid Tilapia) Linnaeus	40.49	พัชรภรณ์ (2546) [5]
$ZnCl_2$	Tilapia (O. mossambica)	24.30	Lam [10] (1998)
$ZnCl_2$	Tilapia (O. niloticus)	17.22	ยุพดีและคณะ (2548) [6]
$ZnSO_4$	Larvae (Chironomus plumosus)	32.60	Fargasova (2001) [9]
ZnO	Larvae	5.90	นาตยาและคณะ (2551)[3]
ZnO	Chironomus calipterus (Kieffer)	0.93	USEPA (1995)*[14]
ZnO	Rainbow trout		
ZnO	Tilapia (O. niloticus)	5.66	This study

* การทดลองแบบ Flow-through system ส่วนการทดลองอื่น ๆ เป็นแบบ Static system

สำหรับค่า LT_{50} พบว่ามีค่าสอดคล้องกับการทดลองของยุพดีและคณะ (2547) [6] และนาตยาและคณะ (2551) [3] นั่นคือเมื่อความเข้มข้นของสังกะสีเพิ่มขึ้น LT_{50} มีค่าลดลง (ตารางที่ 4) โดยที่ ZnO มีความเป็นพิษมากกว่า (LT_{50}) กรณิของ $ZnCl_2$

ตารางที่ 4 ค่า LT_{50} ของสารประกอบสังกะสีที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ รายงานมาก่อน

Metal source	Organisms	LT_{50} (hr)	Zn (mg/L)	Reference
$ZnCl_2$	Tilapia	18.73	10.00	ยุพดีและ
	(O.	16.81	12.00	คณะ
	niloticus)	16.37	14.00	(2548)[6]
ZnO	Larvae	103.0	4.79	นาตยาและ
	Chironom	96.12	6.88	คณะ
	us	83.02	8.76	(2551)[3]
	calipterus	79.30	11.56	
	(Kieffer)	73.03	14.77	
ZnO	Tilapia	48.77	6.00	This study
	(O.	22.32	6.75	
	niloticus)	18.87	7.75	
		8.56	8.70	

4. สรุปผลการทดลอง

จากศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity) ของสังกะสีต่อปลานิลแดงอายุ 30 วัน โดยวิธี static bioassay และ คำนวณหาความเข้มข้นของสังกะสีที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50% (LC_{50}) ณ เวลา

24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง พบว่ามีค่าเท่ากับ 7.19, 6.19, 5.81 และ 5.66 mg/L ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการตายของปลานิลมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสังกะสีเพิ่มขึ้นเมื่อคำนวณหาค่าเวลาที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50% (LT_{50}) พบว่าที่ความเข้มข้นสังกะสี 6.00, 6.75, 7.75 และ 8.70 mg/L มีค่าเท่ากับ 48.77, 22.32, 18.87 และ 8.56 ชั่วโมง ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ค่า LT_{50} มีค่าลดลงเมื่อความเข้มข้นของสังกะสีเพิ่มขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่สนับสนุนการทำวิจัย

6. อ้างอิง

- [1] กรมควบคุมมลพิษ, มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน, (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก: www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water05.html. [January 18, 2005], 2540.
- [2] ทรงศักดิ์ ส้มโพนุส, สังกะสี (Zn). ว. กรมวิทยาศาสตร์บริการ., 45(138), 24-25, 2538.
- [3] นาตยา เต็มราม ยุพดี ชัยสุขสันต์, วรณชไม การณัด และสมพร ประเสริฐส่งสกุล, พิษเฉียบพลันของสังกะสีออกไซด์ต่อหนอนแดง Chironomus calipterus Kieffer, งานประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา แห่งชาติครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เขตการศึกษาสุราษฎร์ธานี, 4-5 เมษายน 2550 หน้า 73, 2007.
- [4] ปรีชา สมมติ, พิษของโลหะหนักที่มีผลต่อหอยเสียบ (Donax faba Chemnitz), ว. การประมง., 38 (4) : 391-399, 2522.

- [5] พัทธกรณ์ อธิโรจนกุล, ผลของอุณหภูมิต่อพิษเฉียบพลันของแคดเมียม สังกะสี และสารละลายผสมร่วมในลูกปลานิล (Hybrid Tilapia Linnaeus), วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- [6] ยุพดี ชัยสุขสันต์, วรณชไม การถนัด, จาริยา เตังชู, ธีรยุทธ บุญคง, วิภาพรรณ อุบล และสุรกาญจน์ ไพษานาญ, ผลของคุณภาพน้ำต่อสัตว์น้ำในคลองระบายน้ำมอ.ปัตตานี, รายงานการเสนอผลงานวิจัยการประชุมวิชาการภาคโปสเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 19 สิงหาคม 2548, หน้า 156-171, 2548.
- [7] สะอึ้ง จักขุศิลา, ประโยชน์ของสังกะสีออกไซด์, ว. กรมวิทยาศาสตร์บริการ., 45 (138): 6-9, 2538.
- [8] Davies, J.M, Lung-cancer Mortality of Workers Making Chrome Pigment. In Food and Cosmetics Toxicology, 17 : 97, 1978.
- [9] Fargasová, A, Winter Third-to Fourth-Instar Larvae of Chironomus plumosus as Bio-assay Tools for Assessment of Acute Toxicity of Metals and Their Binary Combination., J.Ecotoxicology and Environmental Safety., Vol.48(1), pp. 1-5, 2001.
- [10] Lam, K.L., Ko, P.W., Wong, J. K-Y. and Chan, K.M., Metal Toxicity and Metallothionein Gene Expression Studies in Common Carp and Tilapia, J. Marine Environmental Research, Vol.46, pp. 563-566, 1998.
- [11] Litchfield, J.T, A method for rapid graphic solution of time-percent effect curves, J. Pharm. Exp. Ther., Vol.97, pp. 99-113, 1947
- [12] Litchfield, J.T. and Wilcoxon, F, A simplified method of evaluating dose effect experiments, J. Pharm. Exp. Ther., Vol. 96, pp. 399-408, 1947.
- [13] Skidmore, J.F, Toxicity of zinc compounds to aquatic animals, with special reference to fish. The Quarterly Review of Biology, Vol. 39(3), pp.227-247. 1964
- [14] U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), Zinc oxide; Toxic Chemical Release Reporting, Community Right-To-Know, Federal Register, Vol.60, pp.47334-47337, 1995.