



1.1 ความสำคัญของปัญหา

สภาพเศรษฐกิจและสังคมไทยในปัจจุบันที่กำลังเติบโตและมีการแข่งขันกันอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีการพัฒนาผลิตผลและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในธุรกิจทั้งภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว มีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค นอกจากเทคโนโลยีแล้ว วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตก็มีปริมาณมากขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งวัตถุดิบทั้งหลายนี้เมื่อผ่านกระบวนการผลิตแล้วสามารถแปรสภาพไปเป็นมลสารได้ ยกตัวอย่างเช่น โลหะหนักบางชนิดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตนั้น อาจมีการปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อทั้งโครงสร้างของระบบนิเวศและหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นได้ ดังนั้น ปัญหาของการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญ

การที่โลหะหนักสามารถก่อให้เกิดปัญหาได้นั้น เนื่องจาก ลักษณะสมบัติโดยทั่วไปของโลหะหนักเป็นสารที่มีความคงตัวสูง สลายตัวได้ยากโดยกระบวนการทางธรรมชาติ และสามารถเข้าไปสะสมในดินตะกอน น้ำ และสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำได้ เมื่อมีการเข้าสะสมของโลหะชนิดต่าง ๆ ในองค์ประกอบของระบบนิเวศมากขึ้น ความสามารถที่จะส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศก็ย่อมมีมากขึ้น ซึ่งบทบาทของโลหะหนักที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นอาจไม่ได้เกิดจากโลหะหนักชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น แต่โลหะหนักทุกตัวที่ปรากฏอยู่ในแหล่งน้ำนั้นสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตได้ในลักษณะที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะนั้น ๆ และสิ่งมีชีวิต รวมทั้งปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางชีวภาพ และปัจจัยทางเคมีของแหล่งน้ำนั้น ๆ ด้วย

การประเมินความเป็นพิษของโลหะหนักที่มีต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ สามารถพิจารณาจากผลกระทบในทางลบของโลหะหนักที่มีต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งวิธีการศึกษาถึงผลกระทบของสารมลพิษจากระดับความรุนแรงของสารต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ เรียกว่า วิชีวีวิเคราะห์ (bioassay) เป็นการศึกษาผลกระทบของสารในสภาวะห้องปฏิบัติการที่มีตัวแปรจำกัด สามารถควบคุมสภาวะของการทดลองได้ ถือได้ว่าเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็วและประหยัด สามารถชี้เฉพาะชนิดของสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการทดลองและเลือกชนิดที่เป็นตัวแทนที่ดีในการประเมินสภาวะที่เป็นอันตรายของสภาพแหล่งน้ำได้

สำหรับสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ไรแดง (*Moina macrocopa* Straus.) เป็นสัตว์น้ำในกลุ่มเดียวกับพวกครัสเตเชียน (crustacean) ซึ่งมีความสำคัญต่อห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศแหล่งน้ำมาก เนื่องจากไรแดงเป็นผู้บริโภคขั้นต้นของห่วงโซ่อาหาร และเป็นอาหารธรรมชาติที่ดีสำหรับการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยเฉพาะสัตว์น้ำเศรษฐกิจทั้งปลาสวยงามและปลาเศรษฐกิจ เช่น ปลาทอง ปลาหมอสี ปลากัด กุ้งก้ามกราม ปลากะพง ปลาบึก ปลาเทโพ ปลาเทพา และปลาดุกอุย เป็นต้น (ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, สාරวย เสรีกิจ และทัศนีย์ วัชรกรโยธิน, 2533) เมื่อไรแดงได้รับผลกระทบย่อมส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคในขั้นสูงต่อไป ไรแดงเป็นสัตว์ที่สามารถพบเห็นได้ง่ายและมีปริมาณมาก ในปัจจุบัน นอกจากจะพบเห็นในแหล่งน้ำธรรมชาติแล้วยังมีหน่วยงานของรัฐได้ทำการเพาะเลี้ยงไรแดง คือ สถานีประมงน้ำจืด กรมประมง ถือได้ว่าไรแดงนั้นเป็นสัตว์ที่มีคุณค่าต่อระบบนิเวศและคุณค่าทางเศรษฐกิจอีกด้วย นอกจากนี้ ไรแดงเป็นสัตว์ที่มีขนาดเล็ก วงจรชีวิตสั้น สามารถเลี้ยงดูและรักษาได้ง่ายในสภาวะห้องปฏิบัติการ ไรแดงเป็นสัตว์ที่อยู่ระดับต้นของห่วงโซ่อาหาร จึงเป็นสัตว์ที่มีความซับซ้อนของระบบต่าง ๆ ในร่างกายน้อย ดังนั้น จึงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความไวในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความเหมาะสมในการใช้ศึกษาอันตรายของสารโลหะหนักในแหล่งน้ำได้ระดับหนึ่ง

สำหรับโลหะหนักที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ซึ่งโลหะหนักทั้งสามชนิดนี้นำมาใช้ทั้งในด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น แคดเมียม นำมาใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบผิวโลหะ ผลิตแบตเตอรี่ ผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์ ผสมในสารฆ่าแมลง และปุ๋ยฟอสเฟต ทองแดงใช้ในอุตสาหกรรมทอผ้า การผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า การฟอกหนัง ผลิตปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดแมลงและอุตสาหกรรมปิโตรเคมี สำหรับสังกะสีใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก อุตสาหกรรมยาง เซรามิกเครื่องเคลือบ อุตสาหกรรมฟอกหนัง อุตสาหกรรมกระดาษและไม้อัด อุตสาหกรรมยา เป็นต้น

จากประโยชน์ที่มากมายในกิจกรรมต่าง ๆ ของโลหะทั้งสามชนิด เมื่อผ่านกระบวนการผลิตและนำมาใช้ประโยชน์แล้วย่อมมีการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ดังข้อมูลปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักทั้งสามชนิดในแหล่งน้ำธรรมชาติของไทย ที่ได้ติดตามตรวจสอบโดยกองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พบว่า ในปี 2536 แม่น้ำเจ้าพระยา มีปริมาณของแคดเมียมอยู่ระหว่าง 0.00-0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ทองแดง 0.000-0.393 มิลลิกรัมต่อลิตร และสังกะสี 0.00-1.88 มิลลิกรัมต่อลิตร (นันทนิตย์ วานิชชาชีวะ, 2538) จะเห็นได้ว่า มีการปนเปื้อนของโลหะหนักทั้งสามชนิดในแหล่งน้ำ ในปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมและสภาพแวดล้อมในบริเวณแหล่งน้ำนั้น ซึ่งข้อมูลด้านผลกระทบของโลหะหนักแต่ละชนิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิตนั้นได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวาง ชรรณบุญ โรจนะบุรานนท์ และโชคชัย ยะชูศรี (2536) ศึกษาถึงผลกระทบของแคดเมียม ทองแดงและสังกะสีในสภาพสารละลายเดี่ยว โดยทดสอบกับไรแดง พบว่า ระดับความเป็นพิษเฉียบพลัน ($48h-LC_{50}$) ของแคดเมียม ทองแดงและสังกะสี มีค่าเท่ากับ 0.14, 0.019 และ 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่การศึกษาผลกระทบของการปนเปื้อนของ

โลหะมากกว่าหนึ่งชนิด และปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างโลหะต่าง ๆ ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ยังมีการศึกษาน้อยมากโดยเฉพาะในประเทศไทย ดังนั้น จึงควรมีการทดสอบถึงผลกระทบของโลหะหนักในสภาพสารกลุ่มที่มีต่อไรแดง ซึ่งจะทำให้สามารถประเมินสภาวะอันตรายของแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักทั้งสามชนิดต่อสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น ทำให้การจัดการกับสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำเพื่อรักษาทรัพยากรในแหล่งน้ำและระบบนิเวศให้อยู่ในสมดุลมีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ของแคดเมียม ทองแดง และสังกะสีในสภาพสารกลุ่มที่มีต่อไรแดง โดยการหาระดับความเข้มข้นที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในสภาวะห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการคุณภาพแหล่งน้ำ

1.2 วัตถุประสงค์

- (1) หาระดับความเป็นพิษเฉียบพลันของแคดเมียม ทองแดงและสังกะสี ในสภาพสารละลายกลุ่มที่มีต่อไรแดง โดยแสดงค่าความเป็นพิษด้วยระดับความเข้มข้นที่ทำให้ไรแดงตายร้อยละ 50 ภายใน 48 ชั่วโมง (Median lethal concentration, 48-h LC₅₀)
- (2) ทาลักษณะความเป็นพิษร่วมกันของสารกลุ่มระหว่างแคดเมียม ทองแดงและสังกะสีที่มีต่อไรแดงว่าเป็นแบบพิษร่วมกันเท่ากับผลบวก แบบเสริมฤทธิ์ หรือแบบต้านฤทธิ์กัน
- (3) เปรียบเทียบผลการทดลองในระดับพิษรองเฉียบพลันของแคดเมียม ทองแดงและสังกะสี ในสภาพสารละลายกลุ่มต่อไรแดงเป็นระยะเวลา 5 วัน ระหว่างชุดทดลองและชุดควบคุม โดยศึกษาด้านการสืบพันธุ์ การเติบโตและอายุขัยในแต่ละรุ่น

1.3 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

- (1) ศึกษาพิษเฉียบพลันของแคดเมียม ทองแดงและสังกะสีในสภาพสารละลายกลุ่ม โดยศึกษาจำนวนและลักษณะการตายของไรแดงโดยใช้กล้องจุลทรรศน์สองตา
- (2) ศึกษาพิษรองเฉียบพลันของแคดเมียม ทองแดงและสังกะสีในสภาพสารละลายกลุ่ม โดยศึกษาด้านการสืบพันธุ์ ด้านการเติบโตและอายุขัยของไรแดง
- (3) ไรแดงที่ใช้ทดลองนั้นเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องหลายรุ่น และใช้ไรแดงที่มีอายุไม่เกิน 24 ชั่วโมง (neonate)

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

- (1) สามารถทราบถึงปฏิสัมพันธ์ของโลหะหนักที่ศึกษา ว่าคูใดมีลักษณะความเป็นพิษต่อสัตว์ทดลองเป็นแบบพิษร่วมกันแบบเสริมฤทธิ์ หรือแบบต้านฤทธิ์ ในสภาพห้องปฏิบัติการ และสามารถเชื่อมโยงเข้ากับสภาพความเป็นไปของโลหะหนักทั้งสามชนิดที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติได้
- (2) เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการติดตามตรวจสอบสภาวะอันตรายของโลหะหนักในแหล่งน้ำ และการจัดการคุณภาพแหล่งน้ำ โดยใช้สีแดงเป็นดัชนีทางชีวภาพของแหล่งน้ำจืดในประเทศไทย
- (3) เป็นแนวทางในการพัฒนาการประเมินความเป็นพิษของสารผสมในงานด้านอื่น เช่น ผลของการใช้ยาร่วมกันในด้านเภสัชกรรม การใช้สารฆ่าแมลงร่วมกันหลายชนิดในการเกษตรกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้สารและลดต้นทุน เป็นต้น
- (4) เป็นข้อมูลที่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำของประเทศไทย ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในระดับต้นของระบบนิเวศแหล่งน้ำ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย