



บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้สารเคมีทั้งในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม เพื่อนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ หรือผลิตผลต่างๆ ซึ่งในแต่ละปีมีสารเคมีที่ตกค้างปริมาณมาก ทั้งจากการเกษตรกรรมและจากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมที่ถูกปลดปล่อยเข้าสู่สิ่งแวดล้อม แล้วก่อให้เกิดผลกระทบที่เป็นอันตราย ซึ่งปัญหานี้ในวันจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น โดยเฉพาะโลหะหนักบางชนิด ได้แก่ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสีและทองแดง เพราะจากการศึกษาพบว่าโลหะดังกล่าวเป็นสารที่มีความคงตัวสูง สลายตัวได้ยากโดยกระบวนการทางธรรมชาติ (AIT, 2522) แต่สามารถที่จะเข้าไปสะสมอยู่ในดิน น้ำและตะกอน แล้วถ่ายทอดและมีปริมาณสูงขึ้นตามห่วงโซ่อาหาร โดยเข้าไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น ซึ่งทำยที่สะสมจะก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ และที่สำคัญปัจจุบันพบว่า ปริมาณโลหะหนักต่างๆ ในแหล่งน้ำธรรมชาติ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อยู่อาศัยและดำรงชีพในแหล่งน้ำเหล่านั้น มีการสะสมโลหะหนักมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ปัญหาเกี่ยวกับโลหะหนักในแหล่งน้ำจึงเป็นปัญหาสำคัญ และจำเป็นต้องการศึกษาสำหรับเตรียมการป้องกัน และรักษาแหล่งน้ำให้ปลอดภัยจากปัญหามลพิษของโลหะหนัก เพื่อสงวนรักษาแหล่งกำเนิดทรัพยากรประมง และแหล่งอาหารโปรตีนที่สำคัญ

การวัดผลกระทบของสารพิษต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำนั้น จำเป็นต้องมีการเฝ้าระวังทางด้านเคมี (chemical monitoring) เพราะจะเป็นประโยชน์ในการศึกษาการกระจาย การเคลื่อนย้ายของสารพิษ สามารถติดตามการสะสมของสารพิษในแหล่งใดแห่งหนึ่ง และสมบัติที่แตกต่างกันทั้งด้านกายภาพและเคมี เช่น การละลาย ขนาดโมเลกุล สภาวะออกซิเดชัน ฯลฯ ทำให้มีการกระจายและเคลื่อนย้ายในสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน นอกจากนี้สารพิษอาจถูกเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปที่มีความเป็นพิษสูงขึ้น เท่าเดิม มีพิษน้อยลง หรือไม่พิษได้ แต่อย่างไรก็ตามการศึกษา

ทั้งทางเคมีและกายภาพ โดยมีได้ศึกษาถึงการเกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิต จึงไม่เพียงพอที่จะนำผลการศึกษาไปอธิบาย หรือบ่งบอกความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตได้ (APHA, 1985) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องศึกษาผลกระทบของโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิต โดยอาศัยข้อมูลทั้งทางด้านกายภาพและเคมีเข้ามาสัมพันธ์กันด้วย แต่ในสภาพธรรมชาติ ไม่สามารถศึกษาผลกระทบของโลหะหนักที่อยู่ในแหล่งน้ำต่างๆ ต่อสิ่งมีชีวิตได้ เนื่องจากมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ ดังนั้นการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นพิษของสารมลพิษต่อสัตว์น้ำชนิดต่างๆ โดยเฉพาะโรน้าแดงนั้นจึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ในทางพิษวิทยาในระบบนิเวศแหล่งน้ำ เพราะเป็นสัตว์น้ำซึ่งมีความสำคัญ ไม่เฉพาะแต่ในห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศเท่านั้น แต่ยังเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจอีกด้วย และนอกจากนี้จากการศึกษาของ ชรรมนุญ โรจนะบุรานนท์ และ ประชุกช เจริญกุล (2535) พบว่า โรน้าแดงเป็นสัตว์ที่คล่องที่เหมาะสมเพราะมีความไว (sensitivity) สูงมากในการตอบสนองต่อสารเคมีต่างๆ ด้วยเหตุนี้ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการ จึงสามารถอธิบายความเป็นพิษของเจือปนดิน ซึ่งเป็นจุดเริ่มในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพของแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นเมื่อแหล่งน้ำต่างๆได้รับการปนเปื้อนจากมลพิษจากโลหะหนัก ซึ่งข้อมูลทางด้านพิษวิทยาในระบบนิเวศแหล่งน้ำนี้ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องและเฉพาะเจาะจงชนิดของมลสาร เพื่อยืนยันว่าข้อมูลที่ได้สามารถนำไปกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำได้

ในการทดสอบพิษของโลหะหนักที่มีต่อสัตว์น้ำนั้น มีวิธีการศึกษาหลายวิธี แต่วิธีที่นับว่าสะดวก รวดเร็วและมีความเหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจ ได้แก่ วิธีชีววิเคราะห์ (bioassay) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้เป็นแนวทางในการป้องกัน รักษาแหล่งน้ำ ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมสำหรับการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งการจัดการของเสีย (Henderson, 1957) และการจัดการประมง (Sprague, 1970) นอกจากนี้การแก้ปัญหามลภาวะของทรัพยากรแหล่งน้ำ โดยวิธีชีววิเคราะห์นี้ เป็นการทดสอบพิษของโลหะหนักในห้องปฏิบัติการ ที่มีการศึกษาวิจัยกันมากในต่างประเทศ เพราะผู้ทดสอบสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมที่แน่นอนได้ รวมทั้งควบคุมปริมาณสารพิษที่ทดสอบให้อยู่ในความเข้มข้นคงที่ ทำให้ผลการทดสอบที่ได้สามารถนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้องในระดับหนึ่ง

สิ่งมีชีวิตที่เลือกใช้ในการศึกษาค้างนี้ คือ โรน้าแดง (*Moina macrocopa* Straus) ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะที่จะใช้เป็นตัวทดสอบทางพิษวิทยาในระบบนิเวศแหล่งน้ำ กล่าวคือ เป็นสัตว์น้ำ

ที่มีขนาดเล็ก มีวงชีวิตสั้น สามารถที่จะศึกษาพิษของเฉียบพลันซึ่งต้องใช้เวลานาน ได้สะดวก มีปรากฏอยู่ในแหล่งน้ำทั่วไป เป็นอาหารของสัตว์น้ำวิธอ่อนตามธรรมชาติ สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ในห้องปฏิบัติการ มีความไวต่อการตอบสนองสารพิษสูง เป็นสัตว์ที่มีความสำคัญในเชิงนิเวศวิทยา และมีคุณค่าในเชิงเศรษฐกิจ

สารพิษที่นำมาศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ซึ่งเป็นโลหะหนักที่สำคัญ และมีการนำมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ มาก ดังที่จะได้นำมากล่าวถึงต่อไป ดังนั้นจึงทำให้มีการปนเปื้อนสู่ระบบนิเวศ โดยเฉพาะระบบนิเวศแหล่งน้ำ แม้ว่าในสภาพธรรมชาติจะมีโลหะหนักเหล่านี้อยู่แล้วก็ตาม แต่เนื่องจากมนุษย์นำมาเปลี่ยนรูปและองค์ประกอบเสียใหม่ เมื่อปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งแวดล้อม จึงก่อให้เกิดมลพิษสิ่งแวดล้อมอื่น ดังเหตุการณ์ในอดีตที่ริมแม่น้ำจินสุ (Jinsu) ประเทศญี่ปุ่น ในปีค.ศ. 1965 มีประชาชนจำนวนมากกว่า 1,000 คน ที่อาศัยอยู่ริมฝั่งแม่น้ำจินสุมีอาการเจ็บปวดทั่วร่างกาย และเสียชีวิตลงด้วยความเจ็บปวดประมาณ 280 คน เนื่องจากแคดเมียมทำให้กระดูกและไตพิการ ซึ่งอาการส่วนใหญ่จะเกิดในผู้หญิงที่ตั้งครรภ์ และต่อมาเมื่อศึกษาทางระบาดวิทยาก็พบว่า สาเหตุเกิดจากเหมืองแห่งหนึ่งที่ตั้งอยู่ห่างจากต้นแม่น้ำจินสุประมาณ 50 กิโลเมตร ปล่องน้ำเสียที่มีสังกะสีและแคดเมียมออกมาปนเปื้อนกับน้ำธรรมชาติ และไหลเข้าสู่แหล่งที่อยู่อาศัยและไร่นาของประชาชน ทำให้แคดเมียมแพร่กระจายไปในพืชผักและอาหารต่างๆ เมื่อประชาชนบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกาย ก็เกิดการสะสม และเกิดอาการพิษจากแคดเมียมในที่สุด

ดังนั้นนักนิเวศวิทยา จึงมุ่งศึกษาถึงความปลอดภัยในระยะยาวของโลหะหนักทั้ง 3 ชนิด ที่เมื่อปนเปื้อนเข้าสู่แหล่งน้ำธรรมชาติแล้วอาจเกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม โดยหาระดับความเข้มข้นซึ่งไม่ก่อให้เกิดผลกระทบใดๆ ต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ซึ่งการศึกษาและกำหนดระดับความเข้มข้นดังกล่าว โดยวิธีการทดลองในห้องปฏิบัติการ จะเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานระดับความเข้มข้นของโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์

1. หาระดับเริ่มหตุความเป็นพิษ หรือระดับความเข้มข้นต่ำสุดของแคดเมียมในเตรทคอปเปอร์ซีลเฟด และสังกะสีซีลเฟด ที่ทำให้สัตว์ทดลองอสูรหรือระยะ 50 (threshold or incipient, LC₅₀) ภายหลังสัมผัสกับสารละลายโลหะหนักที่ศึกษาเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง

2. ศึกษาเปรียบเทียบพิษของเจียบพลันของแคดเมียมไนเตรท คอปเปอร์ซัลเฟต และสังกะสีซัลเฟต ระหว่างชุดทดลองและชุดควบคุม ในด้านการสืบพันธุ์ การเจริญเติบโต และการเพิ่มจำนวนประชากร ของไรน้ำแดงในเวลา 5 ช่วงอายุ (5 generations)

3. ทหาระดับความเข้มข้นต่ำสุดของแคดเมียมไนเตรท คอปเปอร์ซัลเฟต และสังกะสีซัลเฟต ที่ไม่สามารถสังเกตระดับความเป็นพิษต่อไรน้ำแดงได้ หลังจากทดลองพิษของเจียบพลัน

4. หาค่าระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับได้ (MATC) ของแคดเมียมไนเตรท คอปเปอร์ซัลเฟตและสังกะสีซัลเฟต ที่มีต่อไรน้ำแดง

วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

การทดลองพิษเจียบพลัน (acute toxicity test) เป็นการทหาระดับความเข้มข้นของสารละลายโลหะหนักทั้ง 3 ชนิด ที่ทำให้ประชากรไรน้ำแดงตายร้อยละ 50 (LC_{50}) ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง และการทดลองหาพิษของเจียบพลัน (sublethal effect toxicity test) ของสารละลายโลหะหนักทั้ง 3 ชนิด ในระดับความเข้มข้นที่คาดว่า จะไม่ทำให้ไรน้ำแดงตาย 3 ระดับความเข้มข้น คือ 1/4, 1/6 และ 1/10 ของระดับ 48-hr LC_{50} ของโลหะหนักแต่ละชนิด โดยศึกษาการตอบสนองของไรน้ำแดงต่อโลหะหนัก ในเรื่องต่างๆ ได้แก่ จำนวนครั้งของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ จำนวนลูกไรน้ำแดงทั้งหมด อายุของไรน้ำแดงและขนาดรูปร่างของไรน้ำแดง ตั้งแต่เริ่มทดลอง คือ ไรน้ำแดงมีอายุไม่เกิน 24 ชั่วโมง จนกระทั่งไรน้ำแดงตาย เป็นระยะเวลาประมาณ 5 รุ่น (generations) ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าววิเคราะห์เปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

1. ศึกษาทั้งพิษเจียบพลันและพิษของเจียบพลันของโลหะ 3 ชนิดต่อไรน้ำแดง ในสภาพสารละลายเดี่ยวโดย

1.1 ศึกษารูปร่างโดยใช้กล้องส่องคา กับจำนวนประชากรโดยใช้แสงเป็นตัวอย่าง

1.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกระบวนการเมตาบอลิซึม คือ การสืบพันธุ์แบบ

ไม้อาศัยเพศ และการเจริญเติบโต

2. ไรน้ำแดงที่ศึกษา เป็นไรน้ำแดงที่เพาะเลี้ยงภายในสภาพห้องปฏิบัติการ อย่างต่อเนื่องมาหลายรุ่น โดยใช้เฉพาะตัวอ่อนอายุไม่เกิน 24 ชั่วโมง (neonates) และยังไม่มีการใช้ ใน brood chamber
3. วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ ที่ทำการทดลองก่อนและหลังสิ้นสุดการทดลอง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้ไรน้ำแดงเป็นดัชนีชี้ภาพ (bioindicator) บ่งชี้คุณภาพน้ำโดยวิธีชีววิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อม (environmental bioassay) และเป็นแนวทางการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม ตลอดจนคุณภาพแหล่งน้ำ
2. สามารถระบุได้ว่าโลหะหนักตัวใดมีความเป็นพิษต่อไรน้ำแดงรุนแรงกว่ากัน ในสภาพห้องทดลอง
3. ประเมินความเป็นไปได้ในการใช้ความเป็นพิษเฉียบพลัน ไปทำนายค่าความเป็นพิษเรื้อรังของสารพิษต่อไรน้ำแดง
4. ใช้เป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบระดับความไวในการตอบสนองต่อโลหะหนัก ของสัตว์ทดลองชนิดอื่นๆ ได้ ซึ่งจะทำให้การตัดสินใจเลือกสัตว์ทดลองที่จะนำมาทดลองทางพิษวิทยา กระทำได้ถูกต้องและเหมาะสมยิ่งขึ้น

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย