

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

6.1.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของคุณภาพน้ำ ผิวดินและตะกอนดินใต้น้ำที่มีการปนเปื้อนที่มีต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทางน้ำ

(1) การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดิน

1) ผลการศึกษาตัวอย่างน้ำผิวดินในฤดูน้ำมาก

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินทางกายภาพได้ทำการเปรียบเทียบกันทั้งสองพื้นที่ศึกษาพบว่าตัวอย่างน้ำผิวดินในพื้นที่ที่มีประวัติการปนเปื้อนนั้นมีค่า TDS และค่า TSS สูงกว่าในตัวอย่างน้ำผิวดินของพื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อนส่วนผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางเคมีพบว่า ตัวอย่างน้ำผิวดินในพื้นที่ที่มีประวัติการปนเปื้อนมีค่า EC, Available-P, Nitrate-N, Hardness และ Alkalinity สูงกว่าตัวอย่างน้ำผิวดินในพื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อน และแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ามีค่า pH, BOD₅, DO, Ammonia-N และ Nitrate-N ของพื้นที่ศึกษาทั้งสองมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ, 2537) ซึ่งจากการศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินดังกล่าวนี้สามารถบ่งชี้ได้ว่าคุณภาพน้ำสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และค่าดังกล่าวไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและระบบนิเวศในน้ำ เนื่องจากช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำในลำห้วยมาก

ผลการศึกษาปริมาณโลหะหนัก พบว่าตัวอย่างน้ำผิวดิน ในพื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อน นั้นตรวจไม่พบปริมาณโลหะหนักทั้ง Cr และ Cd ส่วนตัวอย่างน้ำผิวดินในพื้นที่ที่มีประวัติการปนเปื้อนพบว่ามีปริมาณ Cd น้อยกว่า 0.0005 mg/l ซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของ ประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ, 2537) และตรวจไม่พบ Cr ในน้ำผิวดิน

2) ผลการศึกษาตัวอย่างน้ำผิวดินในฤดูน้ำน้อย

การศึกษาคูณภาพน้ำผิวดินทางกายภาพพบว่า ตัวอย่างน้ำผิวดิน ในพื้นที่ที่มีประวัติการปนเปื้อนมีค่า TDS มากกว่าตัวอย่างน้ำผิวดินในพื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อน ที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ส่วนค่า TSS ของทั้งสองพื้นที่นั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางเคมีพบว่าตัวอย่างน้ำผิวดิน ในพื้นที่ที่มีประวัติการปนเปื้อนมีค่า pH เป็นค่าอ่อน และมีค่า EC, Available-P, TP, TKN, Ammonia-N,

Nitrate-N, Hardness และ Alkalinity มากกว่าและแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับตัวอย่างน้ำผิวดิน ในพื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อนและยังพบว่าตัวอย่างน้ำผิวดิน ในพื้นที่ที่มีประวัติการ ปนเปื้อนนั้นมีค่า Ammonia-N สูงกว่าค่ามาตรฐานน้ำผิวดินของ ประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ , 2537) ส่วนค่า pH, BOD₅, DO, Nitrate-N ของทั้งสองพื้นที่ นั้นมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ , 2537) และ ไม่พบปริมาณโลหะหนักทั้ง Cr และ Cd ในตัวอย่างน้ำทั้งสองพื้นที่ศึกษา

(2) ผลการศึกษาคุณสมบัติของตะกอนดินใต้น้ำ

1) ผลการศึกษาตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำในฤดูน้ำมาก

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพพบว่าพื้นที่ศึกษาทั้ง ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำของพื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อนและ ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ พื้นที่ที่มีประวัติการ ปนเปื้อนมีอนุภาคของตะกอนดินเป็นทราย (Sand) ส่วนผลการศึกษาสมบัติทางเคมีของ ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ พบว่า ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ ในพื้นที่ที่มีประวัติการ ปนเปื้อนมีค่า pH, EC, SOD, OM, TP และ TN มากกว่าและแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ ของพื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อนและพบว่าปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำของพื้นที่ที่มีประวัติการปนเปื้อนมีปริมาณ Cd และ Cr เท่ากับ 0.043 และ 5.82 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งปริมาณ โลหะหนักดังกล่าวมีปริมาณมากกว่า ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำของ พื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อนที่มีค่าเท่ากับ 0.018 และ 5.25 mg/kg ตามลำดับ แต่ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ผลการศึกษาตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำในฤดูน้ำน้อย

ผลการศึกษาสมบัติของ ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ ทางกายภาพพบว่าพื้นที่ศึกษาทั้งสองมีอนุภาคของตะกอนดินเป็นอนุภาคทราย (Sand) และสมบัติทางเคมีของ ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำพบว่าตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ ในพื้นที่ที่มีประวัติการ ปนเปื้อนมีค่า pH, EC, SOD, OM, CEC, Available-P, Nitrate-N และ TN มากกว่าตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำของ พื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อนและแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ส่วนปริมาณโลหะหนักพบว่า ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ ของพื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อนไม่พบปริมาณโลหะหนักทั้ง Cr และ Cd ส่วนตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำของพื้นที่ปนเปื้อนนั้นไม่พบ Cd แต่พบ Cr ที่มีค่าเท่ากับ 5.36 mg/kg

6.1.2 ผลการศึกษาในเวศพิษวิทยาของ Cr และ Cd ที่มีต่อหอยน้ำจืด และหนอนรึ้นน้ำ ฝ้ายสอง

ความเป็นพิษเฉียบพลันของ Cr และ Cd ต่อหอยน้ำจืด (*Filopaludina (Siamopaludina) martensi martensi*) ซึ่งทำการศึกษาในตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำทั้งใน พื้นที่ที่มีประวัติการ ปนเปื้อน เนื่องจาก การใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตพื้นที่อุตสาหกรรม ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ พื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อนและตัวอย่างตะกอนดินเทียมซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า Cd จะมีความเป็นพิษต่อหอยน้ำจืดมากกว่า Cr ซึ่ง ได้ผลที่สอดคล้องกันทั้งสามตัวอย่างตะกอนดิน และสอดคล้องกัน ทั้งสองฤดูกาล ที่ทำการศึกษา และยังพบว่าในตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำของพื้นที่ที่มีประวัติการ ปนเปื้อนนั้นมีความเป็นพิษเฉียบพลันของ Cr และ Cd ต่อหอยน้ำจืดมากกว่าใน ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ ของพื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อน และเมื่อเปรียบเทียบกัน ทั้งสองฤดูกาลนั้นพบว่าในฤดูที่มีน้ำน้อยนั้นมีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อหอยน้ำจืดมากกว่าฤดูกาลที่มีน้ำมาก

ส่วนความเป็นพิษเฉียบพลันของ Cr และ Cd ต่อหนอนรึ้นน้ำจืด ฝ้ายสอง (*Chironomus sp.*) พบว่า Cr มีความเป็นพิษเฉียบพลัน ต่อหนอนรึ้นน้ำจืดฝ้ายสองมากกว่า Cd ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกันทั้งสามตัวอย่าง ของตะกอนดินที่ทำการศึกษา ซึ่งการศึกษานี้ได้ผล ตรงกันข้ามกับการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันต่อหอยน้ำจืด ที่พบว่า Cd มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อหอยน้ำจืดมากกว่า Cr ส่วน Cr จะมีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อหนอนรึ้นน้ำจืด ฝ้ายสองมากกว่า Cd และยังพบว่าในตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ ของพื้นที่ที่มีประวัติการ ปนเปื้อนนั้นมีความเป็นพิษเฉียบพลัน ของ Cr และ Cd มากกว่าในตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำของพื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อน

ดังนั้นในการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของ Cr และ Cd ที่มีต่อหอยน้ำจืดและหนอนรึ้นน้ำจืดฝ้ายสองครั้งนี้สามารถนำมาใช้ เป็นเครื่องมือในการติดตามการปนเปื้อนของสาร โลหะหนักในระบบนิเวศและผลกระทบของโลหะหนักที่มีต่อสัตว์หน้าดินและสามารถใช้ เป็นข้อมูลพื้นฐาน ประกอบ ในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำของประเทศไทย ได้ แต่อย่างไรก็ตามยัง ต้องอาศัย ข้อมูลความเป็นพิษของ Cr และ Cd ต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทางน้ำชนิดอื่น ๆ มาร่วมพิจารณา ด้วย เนื่องจากความเป็นพิษเฉียบพลันของสาร โลหะหนักที่มีต่อสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความไวต่อการตอบสนองต่อโลหะหนักความแตกต่างกัน และยังมีขึ้นอยู่กับอายุและแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตแต่ละประเทศด้วย

6.1.3 ผลการติดตามผลกระทบทางชีวภาพของตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำที่ปนเปื้อน Cr และ Cd ที่มีต่อหอยน้ำจืดและหนอนริ้นน้ำจืดวัยสอง

(1) ผลการศึกษาในหอยน้ำจืด

จากการศึกษาในฤดูกาลน้ำมากใน ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ ของพื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อนพบว่า ปริมาณเอนไซม์ MT ในหอยน้ำจืดหลังจากได้รับ Cr และ Cd ที่ระยะเวลา 96 hr พบว่าปริมาณ โปรตีนนั้นจะแปรผันตามปริมาณ เอนไซม์ MT ที่เพิ่มขึ้น และใน ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ ของพื้นที่ที่ไม่ปนเปื้อนและตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำของ พื้นที่ที่มีประวัติการปนเปื้อนนั้นสามารถกล่าวได้ว่า หอยน้ำจืดมีการตอบสนองต่อ Cd ที่ระดับความเข้มข้น 6.25 mg/kg มากกว่า Cr ที่ระดับความเข้มข้น เดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณ เอนไซม์ MT ในหอยน้ำจืดของตัวอย่างตะกอนดินเทียม ในการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าหอยน้ำจืดตอบสนองต่อ Cr และ Cd ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ ๆ คือ 10.00 mg/kg และยังคงสอดคล้องกับผลการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันในหอยน้ำจืดที่พบว่า Cd นั้นมีความ เป็นพิษต่อหอยน้ำจืดมากกว่า Cr

และจากการศึกษา ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ ในฤดูกาลน้ำน้อยพบว่าในทุกๆระดับความเข้มข้น ของ Cr และ Cd ที่สะสมใน หอยน้ำจืดมีผลต่อทำให้ปริมาณเอนไซม์ MT และปริมาณโปรตีนเพิ่ม มากขึ้นตามระดับความเข้มข้น ที่สูงขึ้น และหอยน้ำจืดมีเริ่มการตอบสนองต่อ Cr และ Cd ใน ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ ๆ คือตั้งแต่ 6.25 mg/kg เป็นต้นไป ซึ่งสามารถใช้บ่งชี้ ว่าในหอยน้ำจืดนั้นมีการสะสมปริมาณสาร โลหะหนักในเนื้อเยื่อ ในร่างกาย และระดับของเอนไซม์ MT จะเพิ่มขึ้นเมื่ออวัยวะในร่างกายได้รับปริมาณไอออนของ โลหะหนักมากขึ้น ซึ่งสามารถนำมาใช้ สำหรับในการติดตามการปนเปื้อนของสาร โลหะหนักในสิ่งแวดล้อม ที่ไม่สามารถตรวจวัดหรือ ตรวจพบในปริมาณต่ำ ๆ ทั้งในน้ำและในตะกอนดิน ใต้น้ำ แต่เมื่อทำการศึกษาปริมาณเอนไซม์ MT ในสัตว์หน้าดินกลับพบว่าสัตว์หน้าดินเริ่มมีการตอบสนองต่อปริมาณเอนไซม์ MT ในระดับความ เข้มข้นของ Cr และ Cd ที่ระดับต่ำ ๆ ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าในพื้นที่นั้นมีการสะสมและปนเปื้อน ของโลหะหนักในแหล่งน้ำนั้นจนส่งผลกระทบต่อสัตว์หน้าดินได้

(2) ผลการศึกษาในหนอนริ้นน้ำจืดวัยสอง

จากการศึกษาปริมาณ เอนไซม์ MT และโปรตีนในหนอนริ้นน้ำจืด วัยสอง ของทั้งสอง ฤดูกาลพบว่าใน ตัวอย่างตะกอนดินใต้น้ำ ของพื้นที่ที่มีประวัติการ ปนเปื้อนนั้นหนอนริ้นน้ำจืด วัย สองมีการตอบสนองต่อ Cr มากกว่า Cd และสอดคล้องกับการศึกษาในตัวอย่างตะกอนดินเทียมของ การศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าในระดับความเข้มข้นของ Cr และ Cd ที่ต่ำ ๆ คือที่ระดับ 10.00 mg/kg นั้น หนอนริ้นน้ำจืดวัยสองจะมีการตอบสนองต่อ Cr มากกว่า Cd และยังคงสอดคล้องกับการศึกษาความ

เป็นพิษเฉียบพลันที่พบว่า Cr มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อหนอนรีนน้ำจืดด้วยสองมากกว่า Cd และยังพบว่าหนอนรีนน้ำจืดด้วยสองนี้มีการตอบสนองต่อ Cr และ Cd ได้ตั้งแต่ระดับความเข้มข้นของโลหะหนักที่ 0.10 mg/kg ซึ่งเมื่ออวัยวะของหนอนรีนน้ำจืด ได้รับโลหะหนักแม้ในปริมาณ ที่ต่ำ ๆ จะกระตุ้นให้ร่างกายสร้างสาร เมทัลโลโธโอนิน เพิ่มขึ้น และยังพบว่าปริมาณของเอนไซม์ MT และ โปรตีนจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของ Cr และ Cd ที่เพิ่มขึ้นซึ่ง โลหะหนักเป็นสารพิษที่มีความเป็นพิษเมื่อปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อมแม้ในปริมาณที่ต่ำก็สามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตได้ ดังนั้นเมทัล โลโธ โอนิน จึงนำมา ใช้เป็นตัวชี้วัดมลพิษสิ่งแวดล้อม ที่วัดปริมาณปนเปื้อนสารโลหะหนักที่มีปริมาณต่ำ ๆ ได้ และข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จึงสามารถนำไปใช้ร่วมกับข้อมูลอื่นในการพิจารณากำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ ความปลอดภัยของสัตว์ น้ำในระบบนิเวศของประเทศ ไทยได้

6.2 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

6.2.1 ควรมีการศึกษาพิษรองเฉียบพลัน ที่มีผลกระทบต่อสภาพการตอบสนองทางชีววิทยา จากภายในของสิ่งมีชีวิต เช่น รูปร่างลักษณะ ขนาด น้ำหนัก การสืบพันธุ์ การเจริญเติบโต และ จำนวนประชากรในระยะเวลายาว ของโครเมียมและแคดเมียม ต่อหอยน้ำจืดและหนอนรีนน้ำจืดเพิ่มเติมจากการศึกษานี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการติดตามการปนเปื้อนและการประเมินความเสี่ยงของสารพิษในตะกอนดินที่มีต่อระบบนิเวศทางน้ำเพิ่มมากขึ้น

6.2.2 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบความเป็นพิษกับสัตว์หน้าดินชนิดอื่นเพิ่มมากขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ประกอบการ ติดตามการปนเปื้อนและการประเมินความเสี่ยงของสารพิษในตะกอนดินที่มีต่อระบบนิเวศทางน้ำ และใช้เป็นประโยชน์ในการควบคุมการใช้สารมลพิษดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางการป้องกันและอนุรักษ์ระบบนิเวศทางน้ำให้ยั่งยืน

6.2.3 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ปนเปื้อนสารพิษเนื่องจากอุตสาหกรรมหรือ เกษตรกรรมเพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาต่อไป

6.2.4 ควรมีการศึกษาในระยะยาวเพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการปนเปื้อนสารพิษเนื่องจากอุตสาหกรรมอื่น ๆ ด้วย