บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 คุณภาพน้ำทางกายกายภาพ เคมี และชีวภาพ

(1) คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำในคลองชวดหมันจากตัวอย่างน้ำทั้ง 10 จุด พบว่า pH มีค่าอยู่ในช่วง 6.4 – 8.03 ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินและค่าสภาพนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 919 – 3,660 µS/cm

(2) คุณสมบัติทางเคมีของน้ำในคลองชวดหมันจากตัวอย่างน้ำทั้ง 10 จุด มีค่าพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัด คือ ไนเตรต อยู่ในช่วง 23.23–105.9mg/l COD อยู่ในช่วง 166.4-873.6 mg/l และแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.491-7.127 mg/l

(3)) คุณสมบัติทางชีวภาพของน้ำในคลองชวดหมันจากตัวอย่างน้ำทั้ง 10 จุด พบว่า Coliforms bacteria มีมากกว่า 1600 MPN index/100 ml สำหรับ fecal Coliforms มีค่าอยู่ระหว่าง 23-300 MPN index/100 ml และ พบ E.Coli ในทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

5.1.2 คุณภาพตะกอนทางกายกายภาพและเคมี

(1) pH มีค่าอยู่ในช่วง 7.42-8.05 ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉ. 25 (2547) เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน

(2) ไนเตรตของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าที่ใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 42.22-51.72 mg-Nkg dry weight และแอมโมเนียอยู่ในช่วง 32.76 – 103.45 mg-Nkg dry weight

5.2 ปริมาณโลหะในน้ำและตะกอนดิน

(1) ชนิดของโลหะในน้ำคลองชวดหมัน ที่มีปริมาณที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 3 คือ ตะกั่ว เหล็ก และสารหนู

(2) ปริมาณโลหะของตะกอนดินมีค่าอยู่ในเกินเกณฑ์ตามมาตรฐานตามร่างค่ามาตรฐานตะกอนดินจากสารอันตราย

5.3 ระดับความเป็นพิษเฉียบพลันของสารมลพิษรวมในน้ำและตะกอนดิน

ระดับความเป็นพิษโดยรวมของน้ำและตะกอนดินของคลองชวดหมันมีความเป็นพิษน้อย โดยค่า IC_{50} ของการงอกอยู่ในช่วง 53.65 – 241.99 % และ IC_{50} ของความยาวรากมีค่าอยู่ในช่วง 143.8 – 487.16% สำหรับค่า IC_{50} ของตะกอนดินของการงอกและความยาวรากอยู่ในช่วง 44.85-92.85% และ 70.82 % – 358.73% ตามลำดับ ซึ่งหากเปรียบเทียบระดับความเป็นพิษในภาพรวมของสารมลพิษรวมในน้ำกับตะกอนดิน พบว่า ในตะกอนดินมีสารมลพิษรวมที่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตมากกว่าในน้ำ

5.4 การกลายพันธุ์ของสารมลพิษรวมในน้ำน้ำและตะกอนดิน

ตัวอย่างน้ำและตะกอนดินจำนวน 10 ตัวอย่างเมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์โดยวิธีเอมส์ พบว่า น้ำและตะกอนดินทั้งหมดไม่มีสารพิษที่มีฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์

6. อภิปรายผล

6.1 คุณภาพน้ำทางกายกายภาพ เคมี และชีวภาพ

จากตารางที่ 4-1 พบว่าน้ำทุกจุดมีสภาพความเป็นด่างเล็กน้อย ยกเว้นน้ำจุดที่ 8 มีสภาพเป็นกรด โดยน้ำทุกจุดมีค่า pH อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน คือมีpHในช่วง5-9 และเป็นช่วง pH ที่ทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ รวมทั้งไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆในน้ำ (วงกต ชลเทพ. 2552)

สำหรับค่า COD พบว่ามีค่าเกินกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเล็กน้อย ซึ่งค่า COD ดังกล่าวอยู่ในช่วง 166.4 ถึง 873.6 mg/l ดังนั้นคุณภาพน้ำโดยรวมของคลองชวดหมันอาจจะมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ โดยน้ำจุดที่ 8 มีค่า COD สูงที่สุด เนื่องจากน้ำจุดที่ 8 เป็นน้ำจากบริเวณใกล้จุดปล่อยน้ำทิ้งหลังโรงอาหาร ทำให้มีสารอินทรีย์เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันสูง จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าอาจมาจากกระบวนการปรุงอาหารและการล้างอุปกรณ์การทำอาหารต่างๆ จึงทำให้ค่า COD ในบริเวณนี้มีค่าสูง

สภาพนำไฟฟ้าของน้ำทุกจุดมีค่าไม่แตกต่างมาก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 919 ถึง 1490 µS/cm ยกเว้นน้ำจุดที่ 6 มีสภาพนำไฟฟ้าสูงกว่าบริเวณอื่น คือ 3,660 µS/cm เนื่องจากน้ำจุดที่ 6 เป็นน้ำจากบริเวณใกล้จุดปล่อยน้ำทิ้งของโรงงานเหล็ก (ผลิตน็อต) จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าใน

กระบวนการผลิตมีการใช้เหล็กมีใช้กรดไฮโดรคลอริกในการทำความสะอาดผิว การใช้ฟอตเฟสเคลือบเป็นสารหล่อลื่น รวมทั้งมีการใช้ตะกั่วและน้ำมัน (สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย, 2551) อาจทำให้มีปริมาณสารละลายอนินทรีย์อยู่ในน้ำปริมาณมาก ซึ่งสารละลายอนินทรีย์เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี จึงมีผลต่อสภาพการนำไฟฟ้า

ค่าไนเตรตของน้ำทุกจุดมีค่าเกินกว่ามาตรฐานน้ำผิวดิน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 23.23 ถึง105.9 mg/l ซึ่งไนเตรตเกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตปล่อยของเสียซึ่งมีสารประกอบไนโตรเจนออกมา นอกจากนี้ ไนเตรตเข้าสู่แหล่งน้ำจากการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิตและจากปุ๋ยที่ใช้เพื่อการเกษตรกรรมรวมทั้งน้ำเสียจากอุตสาหกรรมอีกด้วย โดยน้ำจุดที่ 6 คือน้ำจากบริเวณใกล้จุดปล่อยน้ำทิ้งของโรงงานเหล็ก (ผลิตน็อต) เป็นน้ำที่มีปริมาณไนเตรตมากที่สุด สันนิษฐานว่าน่าจะเกิดจากน้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากโรงงานเหล็ก (ผลิตน็อต) เนื่องจากในกระบวนการผลิตเหล็กจะต้องมีการกำจัดสารไนโตรเจนออกจากวัตถุดิบที่เป็นแร่เหล็ก เพราะไนโตรเจนเป็นสารที่ทำให้เหล็กหรือผลิตภัณฑ์ของเหล็กที่ผลิตได้มีความเปราะและแตกหักง่ายเวลาขึ้นรูป ดังนั้นอาจมีความเป็นไปได้ที่ในน้ำเสียของโรงงานแห่งนี้จะมีการปนเปื้อนไนโตรเจน และเมื่อปล่อยลงสู่คลองชวดหมันจะมีการเปลี่ยนแปลงด้วยกระบวนการวัฏจักรไนโตรเจนตามธรรมชาติด้วยแบคทีเรียในน้ำทำให้เกิดไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของสารประกอบไนเตรต (Wikipedia. 2011)

ค่าแอมโมเนียของน้ำทุกจุดมีค่าเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.491 ถึง 7.127 mg/l ซึ่งแอมโมเนียเกิดจากการย่อยสลายทางชีวภาพของสารอินทรีย์ไนโตรเจน น้ำที่มีแอมโมเนียจึงมักมีแนวโน้มว่าเป็นน้ำที่สัมผัสกับน้ำเสียหรือน้ำสกปรก (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2551) โดยน้ำจุดที่ 10 มีปริมาณแอมโมเนียมากที่สุด เนื่องจากน้ำจุดที่ 10 คือน้ำบริเวณสะพานซอยมัณฑนา ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีการปล่อยน้ำเสียจากบ้านเรือนและหอพักต่างๆ

คุณภาพน้ำทางชีวภาพเป็นอีกตัวชี้วัดหนึ่งที่มีผลการสำรวจพบว่า มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้ง Coliform, Fecal Coliform และ E. Coli (ตารางที่ 4-2) ซึ่งโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นสิ่งบ่งชี้ว่าไม่สะอาดและหากนำมาบริโภคโดยไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้ออาจเป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหาร ซึ่งโดยปกติแบคทีเรียในกลุ่มนี้ มีแหล่งที่อยู่อาศัยแบ่งเป็นได้เป็น 2 กลุ่มคือ 1) กลุ่มที่อาศัยในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น และ 2) กลุ่มที่ไม่ได้อยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น กลุ่มที่อาศัยในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่นและแพร่กระจายไปสู่สิ่งแวดล้อมโดยทางอุจจาระเรียก Fecal coliform ได้แก่ E.coli กลุ่ม Non-fecal coliform เป็นแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ เช่น เชื้อในกลุ่ม *Klebsiella,Citrobacter* และ *Enterobacter* ซึ่งส่วนใหญ่พบในผัก ผลไม้และดินตามธรรมชาติ ซึ่งใน

กรณีของคุณภาพน้ำทางชีวภาพในการวิจัยครั้งนี้ให้ความสำคัญกับกลุ่ม fecal Coliform และ E. Coli เพื่อเป็นการยืนยันผลการสำรวจว่าคุณภาพน้ำในลำคลองไม่เหมาะแก่การนำมาใช้อุปโภคบริโภคสำหรับมนุษย์ แต่อาจใช้เพื่อกิจกรรมทางน้ำอื่น เช่น การคมนาคม การเกษตรกรรม เป็นต้น โดยแหล่งกำเนิดของแบคทีเรียกลุ่มนี้แพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมจากมูลของคนและสัตว์เลือดอุ่นและคลองชวดหมันเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งของกิจกรรมหลายประเภท เช่น น้ำทิ้งจากบ้านเรือน การระบายน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงปลา เนื่องจากบริเวณริมคลองบางจุดเป็นที่ตั้งของชุมชน หอพักนักศึกษา หรือบ่อเลี้ยงปลา (กนกอร ศรีจันทวงษ์และคณะ. 2551: 18-20) ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวทำให้มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนแบคทีเรียชนิดนี้ในคลองชวดหมัน

6.2 คุณภาพตะกอนทางกายกายภาพและเคมี

จากตารางที่ 4-3 พบว่าตะกอนดินทุกจุดมีสภาพเป็นด่างเล็กน้อย โดยตะกอนดินทุกจุดมีค่าใกล้เคียงกัน คือ มี pH อยู่ในช่วง 7.42 – 8.05 ซึ่งค่า pH ดังกล่าวเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานจากประกาศคณะกรรมการการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (2547) เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน คือ pH ในช่วง 3 – 9

ไนเตรต (Nitrate) ในตะกอนดินมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 42.22 – 51.72 mg-Ng dry โดยตะกอนดินจุดที่ 4 มีปริมาณ Nitrate มากที่สุด สันนิษฐานว่าน่าจะเกิดจากน้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากโรงงานปลากระป๋อง เนื่องจากกระบวนการผลิตปลากระป๋องมีการเน่าเปื่อยของปลาที่ใช้เป็นวัตถุดิบ สำหรับค่าแอมโมเนีย ในตะกอนดิน พบว่ามีความเข้มอยู่ในช่วง 32.76 – 103.45 mg-Ng dry โดยตะกอนดินจุดที่ 3 มีปริมาณแอมโมเนียสูงที่สุด รองลงมา คือ ตะกอนดินจุดที่ 4 ซึ่งสันนิษฐานว่าน่าจะเกิดจากสาเหตุเดี่ยวกับปริมาณไนเตรต คือ โรงงานปลากระป๋อง ซึ่งสอดคล้องกับการอธิบายการเกิดแอมโมเนียในตะกอนดินที่ว่าแอมโมเนียในตะกอนดินเป็นผลมาจากกระบวนการทางชีวเคมีของการเน่าเปื่อยสารอินทรีย์ เมื่อมีการสะสมสารอินทรีย์ที่พื้นท้องน้ำแบคทีเรียจะเริ่มกระบวนการเปลี่ยนสารอินทรีย์ไนโตรเจนได้เป็นแอมโมเนีย (NH_3) และไนไตรท์ (NO_2^-) แอมโมเนียที่ตรวจวัดในน้ำตะกอนดิน (pore water) หรือน้ำชะตะกอนดิน (elutriate) จะอยู่ในรูป ของปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมด (Total Ammonia as Nitrogen: TAN) ประกอบด้วยแอมโมเนียที่ อยู่ในรูปแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และแอมโมเนีย (NH_3) โดยปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้นตามระดับ pH และอุณหภูมิที่สูงขึ้น และความเป็นอันตรายของแอมโมเนียที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตในตะกอนดินขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิต (US EPA. 1998)

6.3 ปริมาณโลหะในน้ำและตะกอนดิน

6.3.1 ปริมาณโลหะในน้ำ

จากตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์โลหะจากน้ำทั้ง 10 จุด พบว่า ปริมาณแคดเมียม โครเมียม ทองแดง แมกนีเซียม นิคเกิล สังกะสี และปรอท ในน้ำทั้ง 10 จุดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน ประเภทที่3 แต่ปริมาณเหล็ก ตะกั่ว และสารหนู เกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานในบางจุด กล่าวคือ ปริมาณเหล็กในน้ำจุดที่ 8 มีปริมาณสูงที่สุดโดยเป็นน้ำจากบริเวณใกล้จุดปล่อยน้ำทิ้งหลังโรงอาหาร ซึ่งเหล็กที่พบอาจเป็นเหล็กอินทรีย์ซึ่งเป็นสารประกอบของเหล็กที่อยู่รวมกับสารอินทรีย์ซึ่งเกิดจากการเน่าเปื่อยของพืชในน้ำ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2551: 205-208) อย่างไรก็ตามน้ำจากจุดที่ 6 เป็นอีกแหล่งที่มีค่าความเข้มข้นของเหล็กใกล้เคียงมาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับกิจกรรมของแหล่งปล่อยน้ำบริเวณนี้ คือ เป็นโรงงานเหล็ก (ผลิตน็อต) ซึ่งอาจจะมีการปนเปื้อนเหล็กจากกระบวนการผลิต (สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. 2551)

ปริมาณตะกั่วของตัวอย่างน้ำทั้ง 10 จุดอยู่ในช่วง 0.0300 ถึง 0.1200 mg/l โดยมีจุดเก็บตัวอย่างที่มีปริมาณตะกั่วเกินค่ามาตรฐานน้ำผิวดิน ดังนี้

น้ำจุดที่ 1 เป็นน้ำบริเวณสะพานคลองชวดหมันข้างหอพักริมคลองมีปริมาณตะกั่ว 0.1136 mg/l
น้ำจุดที่ 2 เป็นน้ำบริเวณใกล้จุดปล่อยน้ำทิ้งของหอพักริมคลองน้ำ มีปริมาณตะกั่ว 0.0896 mg/l
น้ำจุดที่ 3 เป็นน้ำบริเวณใกล้จุดปล่อยน้ำทิ้งของโรงงานปลากระป๋องมีปริมาณตะกั่ว 0.0960 mg/l
น้ำจุดที่ 4 เป็นน้ำบริเวณสามแยกใต้สะพานไม้หลังโรงงานปลากระป๋องมีปริมาณตะกั่ว0.0532 mg/l
น้ำจุดที่ 5 เป็นน้ำบริเวณใกล้จุดปล่อยน้ำทิ้งของโรงงานขนมปัง มีปริมาณตะกั่ว 0.0556 mg/l
น้ำจุดที่ 7 เป็นน้ำบริเวณใกล้บ่อเลี้ยงปลา มีปริมาณตะกั่ว 0.0516 mg/l
น้ำจุดที่ 10 เป็นน้ำบริเวณใต้สะพาน ซอยมัณฑนา มีปริมาณตะกั่ว 0.0804 mg/l

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าตะกั่วอาจจะมีแหล่งกำเนิดจากน้ำเสียจากโรงงานผลิตเหล็ก โรงงานปลากระป๋องเนื่องมาจากกระบวนการผลิต หรือมีแหล่งกำเนิดจากสิ่งของในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอร์รี่ หมึก สี ท่อ จากผลการสำรวจพบว่าปริมาณตะกั่วในคลองชวดหมันทั้ง 10 จุดมีความใกล้เคียงกัน แนวโน้มของการปนเปื้อนตะกั่วมีการปนเปื้อนทั้งลำน้ำ สันนิษฐานว่าตะกั่วมีการไหลจากจุดกำเนิดหนึ่งจุดแล้วสะสมในลำน้ำ หรือมีจุดกำเนิดหลายจุด แล้วสะสมใกล้แหล่งกำเนิด

เหล่านั้น โดยจากการสำรวจพบว่าน้ำจากจุดที่ 1 มีปริมาณตะกั่วมากที่สุด อาจเนื่องมาจากการปล่อยน้ำเสียของโรงงานเหล็กและโรงงานปลากระป๋อง

ปริมาณสารหนูของตัวอย่างน้ำทั้ง 10 จุด อยู่ในช่วง 0.0012 ถึง 0.13 mg/l โดยมีจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่มีปริมาณสารหนูเกินค่ามาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 3 เล็กน้อยสองจุด คือ น้ำจุดที่ 1 เป็นน้ำบริเวณสะพานคลองชวดหมันข้างหอพักริมคลอง มีปริมาณสารหนู 0.0128 mg/l และน้ำจุดที่ 2 เป็นน้ำบริเวณใกล้จุดปล่อยน้ำของหอพักริมคลอง สันนิษฐานว่าน่าจะมีสาเหตุเดียวกันเนื่องจากแหล่งเก็บน้ำตัวอย่างทั้ง 2 จุดอยู่ในบริเวณแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีลักษณะกิจกรรมที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ อาจเกิดจากกิจกรรมของชุมชน เช่น การฉีดยากำจัดวัชพืชริมคลอง (กนกอร ศรีจันทวงษ์และคณะ. 2551: 18-20) ซึ่งสารหนูอาจถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยากำจัดศัตรูพืช ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช ในกลุ่ม Dimethylarsinate เป็นต้น (สถาบันอาหาร. 2547)

6.3.2 ปริมาณโลหะในตะกอนดิน

จากตารางที่ 4-5 ผลการตรวจวิเคราะห์โลหะจากตะกอนดินทั้ง 10 จุด พบว่า โลหะหนักในตะกอนดินทั้ง 10 จุด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพร่างค่ามาตรฐานตะกอนดินจากสารอันตราย (กรมควบคุมมลพิษ.2553) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโลหะหนักที่มีปริมาณมากที่สุดในตะกอนดิน พบว่า คือปรอท ในจุดที่ 2 ที่มีค่าปริมาณ 0.5846 μg/kg ซึ่งสารปรอทเป็นโลหะหนักชนิดหนึ่งได้นำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น หลอดฟลูออเรสเซนส์ เทอร์โมมิเตอร์ ถ่านไฟฉาย สีทาอาคาร สารเหล่านี้มีการใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน โดยอาจจะปนเปื้อนในตะกอนดินในจุดที่ 2 คือ หอพัก ทำให้บริเวณนี้มีปริมาณปรอทสูงกว่าบริเวณอื่นๆ นอกจากนี้หากพิจารณาจุดเก็บตะกอนดินจุดที่ 6 ตะกอนดินใกล้จุดปล่อยน้ำทิ้งของโรงงานเหล็ก พบว่าตะกอนดินบริเวณนี้มีปริมาณโลหะหลายชนิดด้วยกันซึ่งมีค่าสูง แต่ไม่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งจากข้อมูลเบื้องต้นพบว่าในกระบวนการผลิตเหล็กมีการใช้โลหะหลายประเภทเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น เหล็ก โครเมียม แมกนีเซียม นิกเกิล และทองแดง (สถาบันเหล็กกล้าและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย.2551) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณโลหะชนิดดังกล่าวที่ตรวจพบในตะกอนดินจุดที่ 6 จึงอาจสันนิษฐานได้ว่า โรงงานเหล็กอาจเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษ ประเภทหนึ่งที่ทำให้ปริมาณโลหะหลายชนิดสูงในตะกอนดินคลองชวดหมัน

อย่างไรก็ตามโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในตะกอนดินอาจอยู่ในรูปที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำเนื่องจากความเป็นพิษของโลหะหนักในตะกอนดินขึ้นอยู่กับสัดส่วนของโลหะหนัก

ที่สามารถเข้าสู่ร่างกายของ สัตว์หน้าดินได้ (Bioavailability) ซึ่งสัดส่วนนั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของตะกอนดิน โดยคุณลักษณะของตะกอนดินที่สำคัญที่มีผลต่อความเป็นพิษของโลหะหนักคือการมีสารกลุ่มที่สามารถจับกับโลหะหนักให้กลายเป็นของแข็งหรือสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่สามารถเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตว์ในน้ำและสัตว์หน้าดินได้ สารกลุ่มที่มีความสำคัญต่อการทำนายความเป็นพิษของสารอันตรายกลุ่มโลหะหนักได้แก่ ซัลไฟด์ในตะกอนดินโดย เฉพาะที่อยู่ในรูปเหล็กซัลไฟด์ (FeS) และแมงกานีสซัลไฟด์ (MnS) หรือที่รวมเรียกว่า Acid Volatile Sulfides (AVS) เนื่องจากซัลไฟด์ที่จับกับเหล็กและแมงกานีสสามารถแตกตัวได้ง่ายและมาจับกับโลหะหนัก ที่มีค่าอิออน +2 ได้ เช่น Ca, Cd, Pb, Ni, Cu และ Zn ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบระดับความเป็นพิษด้วยค่า IC_{50} ที่พบว่าในภาพรวมเฉลี่ยมีค่าสูงกว่า 50% ซึ่งแสดงให้เป็นว่าระดับความเป็นพิษยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

6.4 ระดับความเป็นพิษเฉียบพลันของสารมลพิษรวมในน้ำและตะกอนดิน

6.4.1 สารมลพิษรวมในน้ำ

จากตารางที่ 4-6 การงอกของน้ำทั้ง 10 จุด พบว่าน้ำจุดที่ 2, 4, 5, 9 และ 10 มีค่า IC_{50} ของการงอกเท่ากับ 116.48 %, 202.52 %, 215.15 %, 241.99 % และ 206.79 % ตามลำดับ ซึ่งน้ำจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดดังกล่าว มีค่า IC_{50} ของการงอกเกิน 100 % ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า น้ำมีความเป็นพิษน้อยจนเกือบไม่มีความเป็นพิษ สำหรับบริเวณอื่นๆ มีระดับความเป็นพิษสูงกว่า 50 % ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าความเป็นพิษเฉียบพลันของสารมลพิษรวมที่อยู่ในน้ำคลองชวดหมันตลอดลำน้ำไม่มีความแตกต่างกันมาก และมีระดับความเป็นพิษที่ไม่รุนแรง ซึ่งสอดคล้องกับผลของระดับความเป็นพิษที่แปลผลด้วยค่า IC_{50} ของความยาวรากที่มีค่าเกิน 100 % อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาระดับความเป็นพิษร่วมกับคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งมีบางจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่มีบางพารามิเตอร์ที่เกินกว่ามาตรฐานต่างๆที่กำหนด แต่พารามิเตอร์เหล่านั้นยังไม่อยู่ในความเข้มข้นที่จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นพิษจากการทดสอบด้วยวิธี seed germination/root elongation ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าวิธีดังกล่าวอาจจะไม่มีความไว (sensitivity) เพียงพอที่จะประเมินความเป็นพิษของสารมลพิษรวมที่สะสมอยู่ในน้ำในคลองชวดหมัน

6.4.2 สารมลพิษรวมในตะกอนดิน

จากตารางที่ 4-7 ระดับความเป็นพิษของตะกอนดินคลองชวดหมันพบว่า ตะกอนดินจากจุดที่ 7 มีค่า IC_{50} น้อยที่สุด คือ 44.85 % จึงมีระดับความเป็นพิษมากกว่าจุดอื่น ซึ่งจุดดังกล่าวเป็นบริเวณบ่อ

เลี้ยงปลาอาจสันนิษฐานได้ว่า ยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการเลี้ยงปลา เศษอาหารปลา มูลจากการขับถ่ายของปลา ทำให้ตะกอนดินมีการสะสมแอมโมเนีย และไนเตรตสูง ซึ่งสารประกอบเหล่านี้ทำให้ (กรมควบคุมมลพิษ สำนักการจัดการคุณภาพน้ำ. 2554) ตะกอนบริเวณนี้มีการสะสมของสารเคมีที่ทำคุณภาพตะกอนดินมีความเป็นพิษสูงกว่าบริเวณอื่น

เมื่อพิจารณาระดับความเป็นพิษในภาพรวมของตะกอนคลองชวดหมัน พบว่า โดยส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่สูงกว่า 50 % ทั้งในส่วนของค่า IC_{50} ของการงอกและความยาวราก ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการปนเปื้อนของสารมลพิษรวมที่อยู่ในตะกอนดินมีระดับความเป็นพิษน้อย อย่างไรก็ตาม หากเปรียบเทียบระดับความเป็นพิษของสารมลพิษรวมที่อยู่ในน้ำกับตะกอนดิน พบว่า ในตะกอนดินมีค่า IC_{50} น้อยกว่า IC_{50} ของน้ำ ซึ่งอาจสะท้อนให้เห็นว่าสารมลพิษรวมในคลองชวดหมันสะสมอยู่ในตะกอนดินมากกว่าละลายอยู่ในน้ำ ดังนั้นการทำกิจกรรมใดที่เป็นการรบกวนการชะของตะกอนดิน เช่น การขุดลอกคลอง เป็นส่วนที่ต้องดำเนินการด้วยความระมัดระวัง

6.5 การกลายพันธุ์ของสารมลพิษรวมในน้ำน้ำและตะกอนดิน

จากตัวอย่างทั้งหมด 20 ตัวอย่าง แบ่งปัน 2 ประเภท คือ 1) ตัวอย่างน้ำจำนวน 10 ตัวอย่าง และ 2) ตัวอย่างตะกอนดินจำนวน 10 ตัวอย่าง เมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ โดยดูความสามารถของเชื้อแบคทีเรีย S. *typhimurium* สายพันธุ์ TA98 หรือ TA100 ซึ่งถูกทำให้กลายพันธุ์จนไม่สามารถสังเคราะห์ histidine ได้ หากตัวอย่างน้ำและตะกอนดินที่นำมาศึกษามีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ก็จะสามารถเหนี่ยวนำให้ S. *typhimurium* สายพันธุ์ TA98 หรือ TA100 เกิดการผ่าเหล่า (reverse mution) กลับมาสังเคราะห์ histidine ได้อีกครั้งหนึ่งและเกิด revertant colonies โดยใช้เกณฑ์ชี้วัดการกลายพันธุ์เมื่อจำนวน revertant colonies มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 4 เท่าของจำนวน spontaneous colonies จาก negative control พบว่า ตัวอย่างน้ำทั้งหมด 10 ตัวอย่างและตัวอย่างตะกอนดินทั้งหมด 10 ตัวอย่างนั้นไม่มีฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการกลายพันธุ์กลับของเชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์ ต่อตัวอย่างที่นำมาทดสอบจะเห็นว่าตัวอย่างน้ำและตัวอย่างดินทั้งหมดนั้นให้ผล (-) คือไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์เกิดขึ้น ซึ่งมีความเป็นได้ว่าอาจเกิดจากความไม่เหมาะสมของสายพันธุ์ของเชื้อที่นำมาทดสอบโดยเฉพาะ S. *typhimurium* สายพันธุ์ TA100 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Varella และคณะ (2004) ที่ได้รายงานว่าสายพันธุ์ TA100 นั้นยากต่อการตอบสนองต่อการเหนี่ยวนำกลับของสารเคมีที่นำมาศึกษา โดยให้เหตุผลว่าอาจเกิดจากการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงยีนต่างจากสายพันธุ์ TA98 ซึ่งสายพันธุ์ TA100 จะมีกลไกการกลายพันธุ์แบบ base-pair substitution ที่จะไม่ปรากฏการ

แสดงออกทาง phenotype อย่างเด่นชัดเมื่อเกิดการกลายพันธุ์ ต่างจากสายพันธุ์ TA98 ที่มีกลไกการกลายพันธุ์แบบ frameshift mutation ซึ่งมีผลต่อการแสดงออกของ phenotype ที่เด่นชัดหากมีการกลายพันธุ์เกิดขึ้น จึงควรมีการพัฒนาสายพันธุ์ของ *S.* typhimurium เพื่อให้มีความไวและความจำเพาะต่อการทดสอบฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

นอกจากนี้การที่จะสามารถสรุปได้ว่าตัวอย่างน้ำและตะกอนดินที่นำมาทดสอบมีสารก่อกลายพันธุ์ที่มีผลต่อยีนของมนุษย์นั้นควรมีการทดสอบเพิ่มเติมโดยใช้การทดสอบที่ใช้ยีนของสิ่งมีชีวิตที่ใกล้เคียงกับมนุษย์ เช่น หนู ได้แก่ วิธี mouse lymphoma assay หรือการใช้ยีนของมนุษย์ ได้แก่ วิธี chromosome aberration อย่างไรก็ตาม การศึกษาฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์เบื้องต้นโดยวิธีเอมส์โดยใช้แบคทีเรียในการทดสอบก่อนนั้นเป็นการคัดกรองหาสารเคมีที่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์เพราะสามารถทดสอบได้ง่าย สะดวก และให้ผลที่รวดเร็ว

7. ข้อเสนอแนะ

7.1. ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยที่พบและการนำไปใช้

จากผลการวิจัยครั้งนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลระดับความเป็นพิษของน้ำในการวางแผนการจัดการคุณภาพน้ำต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวางแผนการขุดลอกคลองขององค์การบริหารส่วนตำบลบางโฉลง เพื่อให้การดำเนินการเกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและชุมชนที่อาศัยอยู่โดยรอบริมคลองให้น้อยที่สุด

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรใช้การทดสอบระดับความเป็นพิษชนิดอื่นที่มีความไว (sensitivity) มากกว่าการทดสอบด้วยวิธี seed germination/root elongation เช่น การทดสอบด้วยจุลินทรีย์ หรือการทดสอบความเป็นพิษของน้ำและตะกอนดินโดยการใช้สัตว์หน้าดินโดยตรงเพื่อยืนยันระดับความเป็นพิษ