บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำและตะกอนดินท้องน้ำของลำห้วยคะคาง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 แหล่งน้ำผิวดิน

2.2 ตะกอนดินท้องน้ำ

2.3 โลหะหนัก

2.4 ลำห้วยคะคาง

2.5 พารามิเตอร์ที่ศึกษา

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แหล่งน้ำผิวดิน

2.1.1 ความหมายของแหล่งน้ำผิวดิน

แหล่งน้ำผิวดิน หมายถึง แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบและแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ภายในผืนแผ่นดิน รวมถึงแหล่งน้ำสาธารณะที่อยู่ภายในผืนแผ่นดินบนเกาะด้วยแต่ไม่รวมถึงน้ำบาดาลและในกรณีที่แหล่งน้ำนั้นติดอยู่กับทะเล ให้หมายความรวมถึงแหล่งน้ำที่อยู่ภายในปากแม่น้ำหรือปากทะเลสาบ ปากแม่น้ำและปากทะเลให้ถือแนวเขตตามที่กรมเจ้าท่ากำหนดตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

คุณภาพของน้ำตามแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นที่แตกต่างกัน เช่น สภาพภูมิอากาศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ลม ฟ้า อากาศ การใช้ประโยชน์ที่ดินหรือกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับน้ำ

2.1.2. คุณสมบัติของแหล่งน้ำผิวดิน

คุณสมบัติของแหล่งน้ำผิวดินโดยทั่วไป จำแนกได้ 3 ประเภทดังนี้ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2543)

1) ลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics) ลักษณะทางกายภาพที่สำคัญได้แก่

- ของแข็งทั้งหมด (Total Solids : TS) คือ ปริมาณของแข็งหรือสารที่อยู่ในน้ำหาได้จากปริมาณของสารที่ได้จากการระเหยของน้ำออกทั้งหมด ที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียสและอบให้แห้ง

- ของแข็งจมตัวได้ (Settleable Solids) คือ ของแข็งที่จมตัวสู่ก้นภาชนะเมื่อตั้งทิ้งไว้ในเวลา 1 ชั่วโมง มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อลิตร

- ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids : TDS) คือ ของแข็งที่สามารถผ่านกระดาษกรองใยแก้วมาตรฐาน แล้วยังคงเหลืออยู่หลังจากระเหยไอน้ำจนแห้งแล้วที่อุณหภูมิ 103 - 105 องศาเซลเซียส

- ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids : SS) คือ ส่วนของที่เหลือค้างบนกระดาษกรองใยแก้วมาตรฐาน หลังจากกรองน้ำตัวอย่างและอบที่อุณหภูมิ 103 - 105 องศาเซลเซียส

- ของแข็งระเหยง่าย (Volatile Solids : VS) คือ ส่วนของแข็งที่เป็นสารอินทรีย์วิเคราะห์โดยการนำกระดาษกรองที่วิเคราะห์หาของแข็งที่แขวนลอยแล้ว หรือถ้วยกระเบื้องระเหยที่วิเคราะห์ของแข็งละลายทั้งหมด ไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส น้ำหนักที่หายไปคือน้ำหนักของของแข็งที่ระเหยง่าย

- อุณหภูมิ (Temperature) คือ ความร้อน - ความเย็นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำจะสูงกว่าอุณหภูมิในบรรยากาศ ยกเว้นในฤดูร้อน อุณหภูมิของน้ำจะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ การเจริญเติบโตของสัตว์และพืชน้ำ มีผลต่อปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ซึ่งปฏิกิริยาทางเคมีจะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อมีอุณหภูมิสูง หรืออาจกล่าวได้ว่า อุณหภูมิเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาตัวหนึ่ง มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำ โดยจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25 - 35 องศาเซลเซียส และหยุดการเติบโตที่ 50 องศาเซลเซียส นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อการละลายของออกซิเจนในน้ำ พบว่าออกซิเจนละลายในน้ำได้ 7.54 - 9.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิบรรยากาศ

- สี (Color) คือ สีของน้ำที่เกิดจากตะกอนของสารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์รวมทั้งสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในน้ำด้วย ซึ่งเกิดจากการสะท้อนแสงของสารแขวนลอยในน้ำ เช่น น้ำธรรมชาติจะมีสีเหลือง ซึ่งเกิดจากกรดอินทรีย์ น้ำในแหล่งน้ำที่มีใบไม้ทับถม จะมีสีน้ำตาลหรือถ้ามีตะไคร่น้ำก็จะมีสีเขียว สีมี 2 แบบ คือ สีแท้ และสีปรากฏ

- ความขุ่น (Turbidity) คือ สมบัติทางแสงของสารแขวนลอยซึ่งทำให้แสงกระจายและถูกดูดกลืนมากกว่าที่จะยอมให้แสงผ่านเป็นเส้นตรงความขุ่นของน้ำเกิดจากมีสารแขวนลอยต่างๆ เช่น ดิน ดินตะกอน แพลงก์ตอน สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่มีขนาดเล็ก

- กลิ่น (Odor) คือ กลิ่นจากน้ำเสีย ส่วนมากจะเกิดจากก๊าซที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ก๊าซส่วนใหญ่เป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากการที่แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนทำการเปลี่ยนสภาพของซัลเฟตเป็นซัลไฟด์ทำให้น้ำเน่าเหม็นและกลายเป็นสีดำ นอกจากนี้ยังเกิดก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งติดไฟง่ายด้วย

- การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) คือ ความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำ และอุณหภูมิในขณะทำการ

วัด ไม่ได้เป็นการบอกถึงอิออนตัวใดตัวหนึ่งโดยเฉพาะ สารประกอบอนินทรีย์ของกรด ด่าง และเกลือ สามารถนำไฟฟ้าได้ดี

2) ลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics) เกิดจากแร่ธาตุสารต่างๆ ที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำ เป็นลักษณะความสกปรกในน้ำที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งแร่ธาตุและสารเคมีต่างๆ เหล่านี้ทำให้คุณสมบัติของน้ำตามธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไป ถ้ามีปริมาณมากเกินไปก็อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและอาจสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหารได้ สารต่างๆ เหล่านี้ ได้แก่

- สารอินทรีย์ (Organic Matter) คือ สารที่ประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนในน้ำเสียจะถูกย่อยสลายไป ซึ่งสามารถทำให้ค่า (BOD) ของน้ำเสียนั้นลดลงจนถึงระดับที่ปลอดภัยสามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้

- บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD) คือ ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยแบคทีเรียที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ค่าบีโอดีให้เป็นตัวกำหนดขนาดของระบบบำบัดน้ำเสียได้เป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงปริมาณของออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์

- ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand :COD) คือ ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการใช้เพื่อออกซิไดซ์สารอินทรีย์ในน้ำให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ ค่าซีโอดีมีความสำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียเช่นเดียวกับค่าบีโอดี

- ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) เป็นค่าที่แสดงปริมาณหรือความเข้มของไฮโดรเจนไอออนในน้ำ ใช้ในการควบคุมคุณภาพน้ำและน้ำเสีย เพื่อให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เพื่อไม่ให้เกิดการกัดกร่อน เพื่อใช้ในการควบคุมให้สารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปน้ำมีค่าพีเอช อยู่ในช่วง 5 - 8

- คลอไรด์ เกิดจากบ้านพักอาศัย อุตสาหกรรม เกษตรกรรม เช่น การผลิตเกลือ การผลิตแก้ว การใช้ปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืช

- ความเป็นด่าง (Alkalinity) เกิดขึ้นจากในน้ำมีสารไฮดรอกไซด์ คาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต ของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม โพแทสเซียม หรือแอมโมเนีย

- ความกระด้าง (Hardness) คือ น้ำที่ต้องการสบู่ค่อนข้างมาก จึงจะทำให้เกิดฟอง หรือน้ำที่ทำให้เกิดตะกรัน น้ำกระด้างมี 2 ชนิด คือ น้ำกระด้างชั่วคราว หรือน้ำกระด้างคาร์บอเนต เกิดจากสารไบคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) รวมตัวกับ Ca^{2+} หรือ Mg^{2+} สามารถทำให้หายกระด้างได้โดยการต้ม และ น้ำกระด้างถาวรหรือความกระด้างที่ไม่ได้เกิดจากคาร์บอเนต เช่น เกิดจาก SO_4^{2-} , Cl^- ของ Ca^{2+} หรือ Mg^{2+} เช่น $MgSO_4$, $CaCl_2$

- ไนโตรเจน เป็นธาตุที่มีความสำคัญในการสังเคราะห์โปรตีน ธาตุไนโตรเจนในน้ำอยู่ในรูป สารอินทรีย์ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตเจน ไนไตรท์ ไนเตรต ก๊าซไนโตรเจน ถ้ามีไนโตรเจนในแหล่งน้ำมาก จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

- ฟอสฟอรัส เป็นสารอาหารที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตในการสร้างเซลล์ใหม่ มักอยู่ในรูปของ ฟอสเฟต โพลีฟอสเฟต อินทรีย์ฟอสเฟต

- ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen : DO) เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ โดยทั่วไปไม่ควรมีค่าต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า DO เป็นตัวชี้ถึงปฏิกิริยาทางชีววิทยาในน้ำ การละลายของออกซิเจนขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ความดัน สิ่งเจือปนต่างๆในน้ำ

- ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟต์ (H_2S) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี มีกลิ่นคล้ายไข่เน่า มีความเป็นพิษ ไม่ติดไฟ เกิดขึ้นในการย่อยสลายในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน หากรวมตัวกับเหล็กจะเกิดเป็นสีดำของเหล็กซัลไฟต์

- ก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ติดไฟได้ง่าย เกิดขึ้นในการย่อยสลายในสภาวะไร้ออกซิเจน

3) ลักษณะทางชีวภาพ (Biological Characteristics) เกิดจากจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ น้ำที่ใช้อุปโภคบริโภคจะต้องปราศจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และก่อให้เกิดสภาพที่ไม่น่าดู เช่น แบคทีเรีย โพรโทซัว แอลจี ฟังไจและพยาธิ เป็นต้น จุลินทรีย์บางชนิดอาจมาจากอุจจาระของผู้ป่วยทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรคได้ น้ำที่ใช้บริโภคจะต้องได้รับการปรับปรุงคุณภาพและฆ่าเชื้อโรคเสียก่อนโดยปกติการตรวจวัดความสกปรกหรือการปนเปื้อนของน้ำทางด้านจุลชีววิทยามักใช้วิธีตรวจหาปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในทางเดินอาหารของมนุษย์อยู่เป็นจำนวนมาก น้ำทิ้งที่มีสิ่งขับถ่ายใหม่ๆ ปนเปื้อนอยู่จะมีแบคทีเรียกลุ่มนี้เสมอ ชนิดที่พบง่ายสุดคือ อีโคไล (E.coli)

2.2 ตะกอนดินท้องน้ำ

ตะกอนดินท้องน้ำ (Stream Sediments) หมายถึง ตะกอนที่ตกทับถมอยู่บนท้องน้ำของลำน้ำ ตะกอนส่วนใหญ่มาจากการผุพังอยู่กับที่และการกร่อนของหินที่มีอยู่ก่อนแล้ว เมื่อเกิดการแตกสลาย (Disintegration) และการสลายตัว (Decomposition) ในขณะเดียวกันตะกอนท้องน้ำส่วนหนึ่งจะถูกนำพาโดยแรงโน้มถ่วงของโลก ลำน้ำและลม โดยส่วนมากตะกอนที่ถูกพัดพาเป็นของแข็ง และอาจถูกพัดพาในรูปของสารละลาย ธารน้ำต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นลำน้ำหรือแม่น้ำจะพัดพาเอาตะกอนไปทางปลายน้ำ โดยที่ก้อนใหญ่จะกลิ้งไปตามท้องน้ำ และเม็ดละเอียดจะถูกพัดพามาในสภาพแขวนลอย บางส่วนก็จะละลายไปในน้ำ กรวดทรายหรือตะกอนที่ถูกพัดพามาในบริเวณที่น้ำไหลเฉื่อยลง ก็จะถูกสะสมกลายเป็นเกาะ สันดอนทรายหรือชั้นทับถมบนท้องน้ำการตกตะกอนจะเริ่มจากตะกอนที่มีขนาดใหญ่

ก่อนตะกอนที่มีขนาดเล็ก ชนิดของตะกอนดินท้องน้ำแบ่งออกเป็น 3 ประเภท (นลินพรรณ อวยชัย รุ่งเรือง,2545) ได้แก่

1) ตะกอนเศษชิ้น เป็นตะกอนที่ถูกนำมาในสภาพของแข็ง ซึ่งเป็นผลิตกรรมทางการผุพังที่เป็นของแข็ง มีขนาดตั้งแต่ดินเหนียวหรือเคลย์ (Clay) จนโตกว่าก้อนกรวด โดยมีขนาดแตกต่างกันไป

2) ตะกอนเคมี เป็นตะกอนที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีของสารละลาย ซึ่งในน้ำได้ละลายเอาพวกแร่ธาตุต่างๆ ในระหว่างที่หินเกิดการสลายตัว สารละลายเหล่านี้จะไหลไปสู่แอ่งน้ำ ซึ่งในระหว่างที่เดินทางนั้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ สภาพความเป็นกรด-เบส หรือน้ำได้ละลายเอาไอออนบางชนิดลงไปก็จะมีการรวมกันของสารละลายที่อยู่ในน้ำและตกตะกอน เช่น ตะกอนของ พวกคาร์บอเนต ไฮดรอกไซด์ และซัลไฟด์ของโลหะบางชนิด เป็นต้น

3) ตะกอนอินทรีย์ ตะกอนกลุ่มนี้เกิดจากการสะสมตัวของซากสิ่งมีชีวิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งได้แก่ ซากพืชและซากสัตว์ อาจมีตั้งแต่ขนาดใหญ่จนถึงพืชและสัตว์เซลล์เดียว ที่ถูกทำลายในแหล่งน้ำต่างๆ

2.3 โลหะหนัก

2.3.1 สมบัติของโลหะหนัก

โลหะหนัก เป็นโลหะที่มีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5 g/cm^3 โลหะหนักส่วนใหญ่มีสมบัติทางกายภาพที่คล้ายคลึงกันแต่สมบัติทางเคมีต่างกัน จึงมีผลทำให้เกิดความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตแตกต่างกันออกไปโดยจะขึ้นกับชนิดกับปริมาณที่รับเข้าไป เช่น ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม ถึงแม้ว่าได้รับเข้าไปในปริมาณน้อยจะมีความเป็นพิษต่อร่างกายสูงมาก ปริมาณโลหะหนักและอัตราการหมุนเวียนในธรรมชาติมีโอกาสที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตน้อยมาก แต่ถ้าธรรมชาติถูกรบกวนก็จะทำให้ปริมาณการหมุนเวียนของโลหะหนักเข้าสู่สิ่งแวดล้อมมีมากขึ้น ในธรรมชาตินั้นอาจถูกรบกวนด้วยกระบวนการทางด้านอุตสาหกรรม และ เกษตรกรรม ทำให้โลหะหนักมีการเพิ่มปริมาณมากขึ้น และจากปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดการชะล้างหิน ดิน แร่ธาตุต่างๆ ก็ทำให้มีการเพิ่มปริมาณของโลหะหนักได้และจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเมื่อได้บริโภคเข้าไปสะสมในร่างการ โลหะบางชนิด เช่น สังกะสี ทองแดง จำเป็นต่อร่างกายมีผลต่อการเจริญเติบโต และเมตาบอลิซึม (Metabolism) สิ่งมีชีวิต แต่ถ้าได้รับเข้าไปในปริมาณมากเกินไป ก็จะเป็นอันตรายได้ (สุรชัย อังคนาสายัณห์ และคณะ, 2541)

โลหะหนักและสารประกอบของโลหะหนักสามารถสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตและถ่ายทอดตามห่วงโซ่อาหารได้ โลหะหนักเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตแตกต่างกันออกไป เช่น เป็นพิษต่อเนื้อเยื่อ อวัยวะต่างๆ ทำให้เกิดมะเร็งต่างๆ ความเป็นพิษของโลหะหนักจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับขนาด หรือปริมาณที่ได้รับ อายุ ความแตกต่างของความต้านทานในแต่ละบุคคล ซึ่ง ผลของความเป็นพิษของโลหะหนักต่อกลไกระดับเซลล์มี 5 แบบ คือ (สุรภี โรจน์อารยนนท์, 2530)

1) ทำให้เซลล์ตาย

2) เปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของเซลล์

3) เป็นตัวการทำให้เกิดมะเร็ง

4) เป็นตัวการทำให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม

5) ทำความเสียหายต่อโครโมโซม ซึ่งเป็นปัจจัยทางพันธุกรรม

2.3.2 แหล่งที่มาของโลหะหนัก

แหล่งกำเนิดของโลหะหนักที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์นั้น สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ (โสภาพรรณ จิรนิรัติศัย, 2534) คือ

1) แหล่งอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมมักปล่อยน้ำเสียสู่แหล่งน้ำ ดังนั้นโอกาสที่โลหะหนักซึ่งปนเปื้อนกับน้ำเสียจากอุตสาหกรรมบางประเภท จะถูกถ่ายเทลงในแหล่งน้ำ โดยอาจสะสมอยู่ในตะกอนดิน และบางส่วนอาจถูกพัดเคลื่อนย้ายลงสู่ทะเล โรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้ได้แก่ โรงงานผลิตสารเคมี โรงงานทำสีย้อมผ้า โรงงานผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ โรงงานถลุงแร่ ฯลฯ

2) แหล่งเกษตรกรรม ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม อาชีพ และรายได้หลักของประชากรจึงเกี่ยวข้องกับการเพาะปลูก ไม่ว่าจะเป็นการทำนา ทำไร่หรือทำสวน ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศที่อยู่ในแถบร้อนชื้น แมลงและเชื้อโรคต่างๆ ที่เป็นศัตรูพืชจึงเจริญเติบโตได้ดี จึงจำเป็นที่เกษตรกรจะต้องมีการกำจัดศัตรูพืชมาใช้ มีผลให้มีสารกำจัดศัตรูพืชสะสมอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มมากขึ้นทั้งนี้ยากำจัดศัตรูพืชหลายชนิดมีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบอยู่ เช่น ยากำจัดเชื้อรา มีทองแดงเป็นองค์ประกอบอยู่ เป็นต้น ซึ่งสารกำจัดศัตรูพืชส่วนใหญ่สลายตัวได้ยากและสารพิษตกค้างเหล่านี้จะถูกชะล้างโดยน้ำฝนลงสู่แหล่งน้ำ

3) แหล่งชุมชน ชุมชนเป็นแหล่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำได้มาก โดยส่วนใหญ่เป็นโลหะหนักที่ปนเปื้อนกับสิ่งปฏิกูล เช่น ขยะมูลฝอยต่างๆ ซึ่งมีชิ้นส่วนวัสดุที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบอยู่ เช่น กระดาษ สีทาบ้าน ถ่านไฟฉาย กากหม้อแบตเตอรี่รถยนต์ และเศษภาชนะที่เคลือบด้วยโลหะ เป็นต้น

2.3.3 โลหะหนักในแหล่งน้ำ

สารพิษโลหะหนักชนิดต่างๆเมื่ออยู่ในแหล่งน้ำจะสะสมอยู่กับตัวกลาง เช่น ดินตะกอน พืชน้ำ สัตว์น้ำ หรือ แขวนลอยอยู่ในน้ำอย่างอิสระได้ในปริมาณต่างๆ กันซึ่งปริมาณโลหะหนักที่ปะปนหรือสะสมอยู่ในตัวกลางเหล่านี้ สามารถที่จะเปลี่ยนรูปหรือเคลื่อนย้ายไปตามห่วงโซ่อาหารได้ ลักษณะการสะสมและการเคลื่อนย้ายในตัวกลางแต่ละชนิดในแหล่งน้ำ สามารถแยกรายละเอียดได้ดังนี้ (สุดชาย กำเนิดมณี, 2540)

1) การสะสมของโลหะหนักในแหล่งน้ำ โลหะหนักที่สะสมในแหล่งน้ำมีทั้งรูปที่ละลายน้ำ (Dissolved) และอยู่ในรูปของสารแขวนลอย (Suspended Solid) ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของ

โลหะหนักในน้ำมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เนื่องจากความสามารถในการผสมผสานของสารแขวนลอยพวกที่ละลายน้ำแตกต่างกัน โดยพวกที่อยู่ในรูปสารแขวนลอยจะมีเวลาที่อยู่ในน้ำ (Residence Time) ยาวนานกว่าพวกที่ละลายในน้ำ และจากการที่น้ำมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา มีผลทำให้ตะกอนใต้น้ำลอยตัวขึ้น (Resuspention) จึงมีทั้งขบวนการดูดซับ (Absorption) และการคาย (Desorption) ของโลหะหนักระหว่างน้ำและตะกอน

2) การสะสมโลหะหนักในดินตะกอน การสะสมโลหะหนักในดินตะกอนส่วนหนึ่งเป็นโลหะหนักที่เกิดจากการสะสมตามธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ การชะล้างพวกเกลือแร่ที่อยู่บนพื้นดินลงสู่แหล่งน้ำหรือโลหะหนักที่เป็นส่วนประกอบของแร่ที่อยู่ในตามธรรมชาติบริเวณนั้นตามสภาพทางธรณีวิทยาแล้วละลายออกมาปะปนอยู่ในน้ำได้และอีกส่วนหนึ่งมาจากการใช้และการปล่อยโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำอันเป็นผลมาจากการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยทั่วไปโลหะหนักสามารถเกิดการสะสมในดินตะกอนโดยมีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่าที่มีอยู่ในน้ำมาก เนื่องจากมีกระบวนการเข้ามาเกี่ยวข้องทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ องค์ประกอบในดินตะกอนที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนักได้แก่ พวกคาร์บอเนต ออกไซด์ของแมงกานีสและเหล็กตลอดจนองค์ประกอบของสารอินทรีย์ต่างๆ

3) การสะสมของโลหะหนักในพืชน้ำ การสะสมของโลหะหนักของพืชในน้ำจะสะสมด้วยการดูดซับจากน้ำโดยตรง ซึ่งพืชน้ำจะไม่สามารถควบคุมปริมาณโลหะหนักด้วยตัวเองได้ ปริมาณการสะสมขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโลหะหนักที่ละลายและแขวนลอยอยู่ในน้ำเป็นสำคัญ รวมถึงอายุของพืชเหล่านั้นด้วย ได้แก่ ผักตบชวา เป็นต้น ทั้งนี้พืชน้ำต่างชนิดกันก็จะสะสมของปริมาณโลหะหนักแตกต่างกัน

4) การสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำ สัตว์น้ำส่วนใหญ่ได้รับสารพิษโลหะหนักเข้าไปด้วยการกินอาหารในลักษณะต่างๆ ตามชนิดของสัตว์น้ำนั้น การสะสมของโลหะหนักโดยการดูดซึมจากน้ำเข้าไปโดยตรงเป็นไปได้น้อยมาก การสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำจะเพิ่มขึ้นตามลำดับการบริโภค

2.3.4 การลดลงของโลหะหนักในแหล่งน้ำ

ปริมาณโลหะจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำแล้ว นอกจากจะถูกทำให้เจือจางลง และกระจายตัวออกไปแล้ว ปริมาณความเข้มข้นของโลหะเหล่านี้ยังอาจลดลงได้ด้วยขบวนการต่างๆ ดังนี้

1) การตกตะกอน เกิดจากความเข้มข้นของโลหะสูงกว่าค่าการละลายได้ ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับ Anions ในน้ำ เช่น Carbonate, Hydroxyl หรือ Chloride จะทำให้เกิดการตกตะกอนขึ้น อย่างไรก็ตามในแหล่งน้ำที่มีภาวะมลพิษอันเนื่องมาจากในน้ำมีสารอินทรีย์อยู่มากทำให้น้ำในบริเวณนั้นมีออกซิเจนละลายน้ำต่ำมากหรือไม่มี โลหะจำพวก สังกะสี, ทองแดง, แคดเมียม, ตะกั่ว, ปรอท และเงิน จะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำเกิดเป็นโลหะซัลไฟด์ซึ่งละลายน้ำได้

น้อยมาก การตกตะกอนก็จะเกิดขึ้นมาก นอกจากนี้ยังพบว่าในสภาพที่เป็นเบสการตกตะกอนของโลหะเหล่านี้จะเกิดได้ดีขึ้นด้วย

2) การดูดซับ โลหะในแหล่งน้ำสามารถถูกจำกัดได้โดยการดูดซับไว้ที่ผิวของตะกอนในน้ำ เช่น ดินตะกอน โดยเฉพาะอนุภาคที่ละเอียด เช่น ดินเหนียว สาร Hydrated ferric oxide และ Hydrated Magnesium oxide ในดินตะกอนจะดูดโลหะหนักเหล่านี้และตกตะกอนลงมา นอกจากนี้ยังสามารถถูกดูดซับโดยพืชน้ำ และแพลงก์ตอนอีกด้วย

3) การดูดกลืนและการกระจายออกมาใหม่ด้วยสิ่งมีชีวิตในน้ำ เป็นขบวนการทางชีววิทยา เช่น พวกสัตว์หน้าดินจะไปช่วยเร่งให้อนุภาคต่างๆ ของสาร รวมทั้งโลหะหนักให้เกิดการรวมตัวกัน โดยวิธีการกินเข้าไปแล้วแพร่กระจายออกมาใหม่ด้วยการถ่ายออกมากับอุจจาระหรือโดยการลอกคราบทิ้ง รวมทั้งพวกซากพืชและสัตว์ที่ตายในทะเล นอกจากนี้โลหะหนักอาจถูกดูดกลืนโดยอนุภาคละเอียดที่มีรูพรุน เช่น ผงถ่าน ได้อีกด้วย (สิทธิชัย ตันธนะสกฤษดิ์, 2549)

2.3.5 ผลกระทบของโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิต

การตกตะกอน การดูดซับบนผิวตะกอน หรือการดูดกลืนโดยสิ่งมีชีวิตในน้ำ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางฟิสิกส์ หรือทางชีวเคมีของแหล่งน้ำ โลหะเหล่านี้จะสามารถกลับมาสู่ชั้นน้ำได้อีก และเกิดการสะสมในวงจรลูกโซ่อาหารจนเป็นอันตรายต่อคนได้ในที่สุด

การศึกษาผลกระทบของโลหะต่อคนนั้นได้มีการศึกษากันมานานแล้ว แต่ที่มีผลมากและเห็นชัดเจนที่สุด ได้แก่

- ตะกั่ว จะทำให้เป็นโรคโลหิตจาง โรคความจำเสื่อม โรคเก๊าท์ เป็นต้น
- ทองแดง เมื่อเข้าสู่ร่างกาย ร่างกายจะดูดซับเข้าสู่กระแสเลือดรวมตัวกับอัลบูมินและสะสมที่ตับเกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงทองแดงเป็นรูปอื่น ถ้ามีทองแดงปริมาณมากก็จะสามารถเกิดพิษเฉียบพลัน คือ อาการคลื่นไส้อาเจียนรุนแรง บางครั้งอาจพบว่าอาเจียนเป็นสีน้ำเงินปนเขียวของสารประกอบทองแดง จุกเสียด ท้องร่วง อุจจาระมีสีเขียวอมดำ
- แคดเมียม เมื่อเข้าสู่ปอด ทางเดินอาหาร แล้วถูกพาไปอยู่ไตและตับ ที่เหลือไปอยู่ที่กระดูกและเนื้อเยื่อต่างๆ ทำให้มีปาการบวมและปวดที่ไต ตับ หัวใจ โดยเฉพาะที่ไต สามารถทำให้ระบบการกรองและการดูดสารกลับของไตเสียหายและขาดความควบคุม ทำให้เกิดประมาณ 1,300 ไมโครกรัมต่อวัน จะเกิดโลหิตจาง ความดันโลหิตสูง และมีอัตราการเจริญเติบโตช้า อายุก็สั้นลงด้วย
- แมงกานีส จะทำให้เป็นโรคสองและประสาทพิการ อาการคล้ายคนบ้า มีอาการชักกระตุกและอัมพาต รู้สึกตัวในบางโอกาส เป็นต้น

สำหรับโลหะหนักอื่นๆ เช่น ปรอท โครเมียม และสังกะสี ก็สามารถเข้าสู่วงจรลูกโซ่อาหารสะสมในปลา และมนุษย์ได้เช่นเดียวกับปรอท

ผลที่เกิดจากพิษของโลหะหนักที่พบได้บ่อยๆ คือ จะไปยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์โดยเอนไซม์แต่ละชนิดจะจับกับโลหะหนักเฉพาะตัวเท่านั้น เช่น ปรอท จะทำให้เกิดโรคมินามาตะ

นอกจากนี้พิษของโลหะหนักที่ได้รับในปริมาณน้อยๆ ติดต่อกันมีผลต่อสิ่งมีชีวิต คือ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านรูปร่าง ยับยั้งการเจริญเติบโต ยับยั้งการแพร่พันธุ์ ยับยั้งขบวนการ Metabolism ยับยั้งการสร้างอวัยวะ และทำให้พฤติกรรมเปลี่ยนแปลง (สิทธิชัย ตันธนะสกฤษดิ์, 2549)

2.4 ลำห้วยคะคาง

ลำห้วยคะคางเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติมีต้นกำเนิดมาจากแหล่งเก็บน้ำลำห้วยคะคางบ้านโคกก่อ ตำบลโคกก่อ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม โดยบริเวณต้นกำเนิดแหล่งน้ำได้มีการสร้างอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2500 มีชื่อว่า “อ่างเก็บน้ำโคก” หรือชื่อในทางการว่า “อ่างเก็บน้ำห้วยคะคาง” เส้นทางการไหลของลำห้วยคะคางมีลักษณะคดเคี้ยว โดยมีความกว้างตลอดลำห้วยประมาณ 10-40 เมตร ความยาวประมาณ 47 กิโลเมตร ไหลลงสู่แม่น้ำชีที่บ้านท่าตูม ตำบลท่าตูม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เพื่อใช้ในการชลประทานด้านการเกษตร และกักเก็บสำหรับสาธารณูปโภค-บริโภค โดยกรมชลประทานที่ 4 ได้แบ่งลำห้วยคะคางออกเป็น 3 ช่วง (จารุวรรณ สันวิลาศ และคณะ, 2553) ดังนี้

ช่วงที่ 1 ลำห้วยคะคางตอนบน จากอ่างเก็บน้ำห้วยคะคางบ้านโคกก่อถึงอ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน บ้านโนนหัวฝาย ตำบลโคกก่อ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ความยาวประมาณ 14 กิโลเมตร (ไหลผ่านบ้านนานกเขียน บ้านกุดแคน บ้านหัวช้าง บ้านสวนมอญ บ้านหนองโนใต้ บ้านหนองจิก และบ้านท่าแร่)

ช่วงที่ 2 ลำห้วยคะคางตอนกลาง (อยู่ในเขตเทศบาลมหาสารคามทั้งหมด) เริ่มจากท้ายอ่างเก็บน้ำแก่งเลิงจาน บ้านโนนหัวฝายถึงประตูระบายน้ำแววพยัคฆันตร์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ความยาวประมาณ 10 กิโลเมตร (ไหลผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ชุมชนโรงฆ่าสัตว์ ชุมชนโพธิ์ศรี ชุมชนมหาชัย ชุมชนสามัคคี ชุมชนธัญญาวาส และบ้านกุดนางใย)

ช่วงที่ 3 ลำห้วยคะคางตอนล่าง เริ่มจากประตูระบายน้ำแววพยัคฆันตร์ถึงประตูระบายน้ำที่ปากห้วยคะคาง บ้านท่าตูม ตำบลท่าตูม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ความยาวประมาณ 23 กิโลเมตร (ไหลผ่านบ้านแมด บ้านหม้อ บ้านติ้ว บ้านกุดซุย บ้านเลิงบ่อ บ้านหนองหวาย บ้านวังไผ่ บ้านหนองหว้า บ้านหนองเรือ บ้านบุ่งคล้า บ้านท่างาม และบ้านท่าตูม)

ลำห้วยคะคางเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญแห่งหนึ่ง เนื่องจากประชาชนที่อาศัยอยู่ทั้งสองริมฝั่งลำน้ำใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร อุปโภค-บริโภค นอกจากนั้นในเทศบาลเมืองมหาสารคาม ยังได้เป็นแหล่งรองรับการระบายน้ำทิ้งจากชุมชน สถาบันการศึกษา สถานที่ราชการ เนื่องจากในขณะนี้เทศบาลเมืองมหาสารคามกำลังก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ขณะเดียวกันยังสามารถรองรับน้ำในภาวะที่มีน้ำ

หลาก ก่อนไหลลงสู่แม่น้ำชีได้ด้วย จึงถือได้ว่าลำห้วยคะคางเป็นลำห้วยที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งของจังหวัดมหาสารคาม

2.5 พารามิเตอร์ที่ศึกษา

พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาในน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ, การนำไฟฟ้า, ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ, ความเป็นกรด – ด่าง และโลหะหนัก (ตะกั่ว, ทองแดง, แคดเมียม, แมงกานีส)

พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาในตะกอนดินท้องน้ำ ได้แก่ โลหะหนัก (ตะกั่ว, ทองแดง, แคดเมียม, แมงกานีส) โดยแต่ละพารามิเตอร์มีรายละเอียดดังนี้

1) อุณหภูมิ (Temperature) หมายถึง ความร้อนเย็นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำจะสูงกว่าอุณหภูมิในบรรยากาศยกเว้นในฤดูร้อน อุณหภูมิของน้ำมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำและพืชน้ำ มีผลต่อปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ซึ่งปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อมีอุณหภูมิสูงหรืออาจกล่าวได้ว่าอุณหภูมิเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาตัวหนึ่ง ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำ โดยการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำ จะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส และหยุดการเติบโตที่ 50 องศาเซลเซียส มีผลต่อการละลายของออกซิเจนในน้ำ พบว่าออกซิเจนละลายในน้ำได้ 7.54-9.08 มิลลิกรัมต่อลิตรที่อุณหภูมิบรรยากาศปกติ น้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมจะมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติและเมื่อปล่อยทิ้งไปยังแม่น้ำลำคลอง จะทำให้ระบบนิเวศของแม่น้ำลำคลองนั้นๆ เปลี่ยนแปลงไป ดังนี้

1) น้ำในแม่น้ำลำคลอง จะมีออกซิเจนน้อยลงกว่าปกติ เพราะค่าอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2) เมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ การเจริญเติบโตของพวกพืชน้ำที่ไม่ต้องการในน้ำจะมีมากกว่าปกติ หรือจะเกิดเชื้อราขึ้นในแหล่งน้ำอีกด้วย

3) เมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นปฏิกิริยาของพวกจุลินทรีย์ก็จะสูงขึ้นตามด้วย ซึ่งหมายความว่าออกซิเจนในน้ำได้ถูกใช้เพิ่มขึ้น เช่น ในฤดูร้อนในแม่น้ำลำคลองจะมีปริมาณออกซิเจนน้อยกว่าในฤดูหนาว (กีรวิชญ์ เพชรจุล, 2555)

2) การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) หมายถึง ความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำ และอุณหภูมิ ในขณะที่ทำการวัดไม่ได้เป็นการบอกถึงอิออนตัวใดตัวหนึ่ง โดยเฉพาะสารประกอบอนินทรีย์ของกรด ด่าง และเกลือสามารถนำไฟฟ้าได้ดี (กีรวิชญ์ เพชรจุล, 2555)

ความสำคัญของค่าความนำไฟฟ้า

1) ใช้ตรวจความบริสุทธิ์ของน้ำกลั่น

2) ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารที่ละลายในน้ำดิบและน้ำโสโครกอย่างรวดเร็ว

3) เป็นค่าที่บอกได้ว่าจะต้องใช้สารเคมีมากน้อยเพียงใดในการวิเคราะห์หาสารต่างๆ เช่น ถ้าค่าความนำไฟฟ้าต่ำแสดงว่ามีเกลือแร่ต่างๆ ในน้ำน้อย จึงต้องใช้ตัวอย่างน้ำมาก ที่จะหาค่าของแข็งรวม คลอไรด์ และความกระด้าง เป็นต้น

4) ใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาในการควบคุมความเข้มข้นของสารต่างๆ ในหม้อน้ำ เช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมใช้เป็นข้อมูลในการกำจัดความกระด้าง (สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย , 2540)

3) ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO)

ออกซิเจนนับว่าเป็นก๊าซที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของคน สัตว์ และพืช เพราะต้องถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ เพื่อก่อให้เกิดพลังงาน กระบวนการต่างๆที่ต้องการออกซิเจนเรียกว่า Aerobic process ออกซิเจนเป็นสิ่งจำเป็นในการย่อยสลายอาหารให้เป็นพลังงานโดยผ่านการหายใจ นอกจากนี้ยังจำเป็นต่อการย่อยสลายอินทรีย์สาร และปล่อยสารอาหารออกมาเป็นประโยชน์ในการสร้างอาหารธรรมชาติ เช่น แพลงก์ตอน ความเข้มข้นของ DO จึงมีผลสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ แม้ว่าในบรรยากาศมีก๊าซออกซิเจนประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ แต่ก๊าซออกซิเจนละลายน้ำได้น้อยมาก สัตว์น้ำจึงต้องใช้พลังงานเพื่อการหายใจมากกว่าสัตว์บกเพื่อให้ได้ออกซิเจนเพียงพอต่อความต้องการ ความสามารถในการละลายน้ำของก๊าซออกซิเจนขึ้นอยู่กับความกดดันของบรรยากาศ อุณหภูมิและความเค็มของน้ำ โดยก๊าซออกซิเจนละลายน้ำได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิและความเค็มของน้ำลดลง

ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียนี้ จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ดังนั้นในน้ำที่สะอาดจะมีค่า DO สูง และน้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำ มาตรฐานของน้ำที่มีคุณภาพดีโดยทั่วไปจะมีค่า DO ประมาณ 5-8 mg/L น้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำกว่า 3 mg/L ค่า DO มีความสำคัญในการบ่งบอกว่าแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอต่อความต้องการของสิ่งมีชีวิตหรือไม่

วิธีวิเคราะห์ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ สามารถแบ่งออกเป็น 3 วิธีคือ

1) วิธีไอโอเมตริก หรือ วิธีวินเคลอ (Winkler)

2) วิธีเอไซด์แบบปรับปรุง (Azide Modification) หรือ วิธีวินเคลอแบบปรับปรุง

3) วิธีเมมเบรนอิเล็กโทรด

ความสำคัญของค่า DO

1) ค่า DO ในลำน้ำธรรมชาติ จะเป็นตัวชี้ถึงความสามารถของน้ำที่จะรับการ ถ่ายเทของเสียหรือการฟอกตัวเองให้บริสุทธิ์ตามธรรมชาติ นอกจากนี้ยังแสดง ถึงความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ (เช่น ไม่ควร < 5 mg/L)

2) ช่วยในการควบคุมอัตราเร็วของปฏิกิริยาในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ เพื่อให้แน่ใจว่ายังคงรักษาสภาวะ Aerobic ไว้ได้ และป้องกันการให้อากาศมากเกินควร

3) ใช้สำหรับหาค่า BOD

4) ใช้ในการควบคุมการกัดกร่อนของเหล็กในท่อน้ำประปา และหม้อต้มน้ำ เพราะพบว่าออกซิเจนในน้ำทำให้เกิดการกัดกร่อน (Corrosion) ดังนั้นจึงไม่ควร มี DO เลยในหม้อต้มน้ำ (แต่ถ้าความดันต่ำกว่า 250 psi มี DO ได้ 0.015 mg/L) (ธนากร แก้วม่วง และคณะ, 2556)

ปริมาณ DO ในน้ำจะมีได้มากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นกับ 3 ปัจจัยได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความและความดันบรรยากาศ

1) ปริมาณ DO จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง (น้ำเย็นจะยอมให้ออกซิเจนละลายมากกว่าน้ำร้อน)

2) ปริมาณ DO จะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเค็มลดลง (น้ำจืดจะยอมให้ออกซิเจนละลายได้มากกว่าน้ำเค็ม)

3) ปริมาณ DO จะลดลงเมื่อค่าความดันลดลง (เมื่ออยู่ในระดับที่สูงขึ้นออกซิเจนจะลายได้น้อยลง)

4) ความเป็นกรด – ด่าง (Percent of Hydrogen Ion; pH)

เป็นค่าที่แสดงปริมาณความเข้มข้นของความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนในน้ำ มาจากคำว่า Positive Potential Of Hydrogen Ions โดยพีเอชของสารละลายคือค่าลบของ Logarithm ของความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน หรือ pH = -log $[H^+]$ คือค่าที่บอกความเป็นกรด คือความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน $[H^+]$ และค่าที่บอกความเป็นด่าง คือความเข้มข้นของไฮดรอกซิลอิออน $[OH^-]$ โดยพีเอชมีค่าตั้งแต่ 0-14 ค่าพีเอช = 7 แสดงความเป็นกลาง พีเอชต่ำกว่า 7 แสดงความเป็นกรด ส่วนค่าพีเอชสูงกว่า 7 แสดงความเป็นด่าง ค่าพีเอชมีความสำคัญต่อการคำนวณค่าคาร์บอเนตไบคาร์บอเนต และคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำในธรรมชาติมีค่าพีเอชอยู่ที่ 4 – 9 และส่วนใหญ่เป็นด่างอ่อนๆ เพราะมีคาร์บอเนตไบคาร์บอเนต (สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน, 2550)

5) ตะกั่ว (Lead ; Pb)

ตะกั่วเป็นโลหะหนักในหมู่ IV A ของตารางธาตุ มีมวลอะตอม 207.22 จุดหลอมเหลว 1,470 $^{\circ}C$ ความถ่วงจำเพาะ 11.34 g/cm^3 (ที่ 20 $^{\circ}C$) ตะกั่วเป็นโลหะหนักสีเทา (Gray) มีลักษณะอ่อน ไม่เปราะ สามารถดัดได้ง่าย เป็นตัวนำไฟฟ้าที่เลว แต่คงทนต่อการสึกกร่อน ละลายได้เล็กน้อยในน้ำเย็นและน้ำร้อน ละลายได้ดีในกรดไนตริกและกรดซัลฟิวริกที่ร้อน ตะกั่วที่ปรากฏเป็นธาตุอิสระมีน้อยมาก ตะกั่วที่พบในเปลือกโลกเกือบทั้งหมดอยู่ในรูปของสารประกอบ ตัวอย่างแร่ที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบได้แก่ Gelena ซึ่งเป็นซัลไฟด์ของตะกั่ว (PbS), แร่ Cerussite ($PbCO_3$), Anglesite ($PbSO_4$), Pyromophiite ($PbCl_2.3Pb_3(PO_4)_2$) และ Minium (Pb_3O_4) เป็นต้น (ชินชาต โปร่งสระ, 2543)

การใช้ประโยชน์ของตะกั่ว

ปัจจุบันโลหะตะกั่วเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในวงการอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะการนำมาใช้งานได้เป็น 3 ประเภท

1) โลหะตะกั่ว เป็นโลหะที่มีคุณสมบัติที่คงทนต่อการผุกร่อน (Resist to corrosion) และอ่อนตัว หลอมเหลวได้ง่าย รวมทั้งสามารถป้องกันการแผ่รังสี ตะกั่วจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ทำแผ่น Grid ทำขั้วสะพานไฟของหม้อแบตเตอรี่ หล่อตัวพิมพ์ ทำหัวกระสุนปืน หุ้มสายเคเบิล สายไฟฟ้า สารตัวเติมในน้ำมัน โลหะบัดกรี ท่อ ผงซักฟอก รวมทั้งนำมาเป็นอุปกรณ์ป้องกันรังสีจากเครื่องเอกซ์เรย์ เครื่องปฏิกรณ์พลังงานปรมาณู เป็นต้น

2) สารประกอบอนินทรีย์ของตะกั่ว (Inorganic Lead Compound)

- ตะกั่วออกไซด์ (Lead Oxide) เช่น ตะกั่วโมโนออกไซด์ (Lead Oxide, PbO) ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสี อุตสาหกรรมผลิตหม้อแบตเตอรี่ และอุตสาหกรรมผลิตยาง เป็นต้น ตะกั่วออกไซด์ใช้ทำเป็นขั้วอิเลคโทรดของแบตเตอรี่รถยนต์และเครื่องจักร ตะกั่วแดง (Red Oxide of Lead, Pb_3O_3) ใช้เป็นสีทาโลหะเพื่อป้องกันสนิมหรือเคลือบรถยนต์

- ตะกั่วคาร์บอเนต (Lead Carbonate, $PbCO_3$) ผสมกับ Lead Hydroxide รวมกันเรียกว่า ตะกั่วขาว ผสมในฝุ่นสีขาว สีน้ำมัน หมึกพิมพ์ สีพลาสติก ตะกั่วซัลเฟต และตะกั่วโครเมต ใช้ทำสีเหลืองสำหรับผสมสีน้ำมัน สีพิมพ์ ฝุ่นสีเหลือง

- ตะกั่วอะซิเตต (Lead Acetate) เป็นเกลือของตะกั่วที่ละลายในน้ำได้ดี ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอาง ครีมใส่ผม

- ตะกั่วไนเตรต (Lead Nitrate) ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสารฆ่าแมลงและสารปราบศัตรูพืช

- ตะกั่วซิลิเกต (Lead Silicate) ใช้ผสมในกระเบื้องเครื่องเคลือบเซรามิค เพื่อให้เกิดความเงางามและมีผิวเรียบ

3) สารประกอบอินทรีย์ของตะกั่ว (Organic Lead Compounds)

- ตะกั่วสเตียเรต (Lead Stearate, Pb ($C_{10}H_{35}O_2$)) ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแลกเกอร์ น้ำมันหล่อลื่น และจารบี

- ตะกั่วเตตราเอทธิล (Tetra Ethyl Lead, TEL,Pb ($C_2H_4)_4$) ใช้ผสมในน้ำมันเบนซินเพื่อเพิ่มค่าออกเทนของน้ำมันให้สูงขึ้น ป้องกันการกระตุกของเครื่องยนต์ (แต่ในปัจจุบันเลิกใช้แล้ว)

- ตะกั่วเตตราเมทธิล (Tetra Methyl Lead, TML, Pb ($CH_3)_4$) ใช้เติมร่วมกับตะกั่วเตตราเอทธิลในน้ำมันเบนซิน เพื่อเพิ่มค่าออกเทนของน้ำมันให้สูงขึ้น (แต่ในปัจจุบันเลิกใช้แล้ว)

ในธรรมชาติทั่วๆ ไป ตะกั่วจะเจือปนได้ทั้งในดิน หิน น้ำ อากาศ และพืช แต่มีปริมาณค่อนข้างต่ำ กล่าวคือ ในดินจะมีเฉลี่ย 5 – 25 mg/L ในน้ำ 1 – 60 ppb ในอากาศ 0.0001 – 0.001

ug/m^3 และในพืช 0.1 – 2.5 mg/L การเจือปนของตะกั่วในธรรมชาติมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ที่เห็นได้ชัดคือ ตะกั่วจากเครื่องยนต์ในเขตเมืองใหญ่ มีรายงานการตรวจพบตะกั่วในดินบริเวณสองข้างถนนสายที่มีการจราจรคับคั่งสูง ตั้งแต่ 100 – 3,000 mg/L และในแหล่งน้ำตรวจพบตะกั่วได้ตั้งแต่ 20 ppb จนถึง 400 ppb หรือตะกั่วจากแบตเตอรี่ เช่น ดินในบริเวณถนนของหมู่บ้านพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ที่ถมด้วยกากแบตเตอรี่ที่มีตะกั่วสูงถึง 3,900 mg/L ปริมาณดังกล่าวนับว่าสูงมากเกินขีดร่างกายมนุษย์และสิ่งมีชีวิตจะทนได้ ตามปกติตะกั่วจากสิ่งแวดล้อมสามารถเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ได้ 3 ทาง คือ (นิภาภร รอดน้อย, 2537)

- ทางจมูก โดยหายใจเอาฝุ่นละอองและไอของตะกั่วเข้าไปประมาณ 35% ของตะกั่วทั้งหมดที่หายใจเข้าจะถูกเก็บไว้ในปอด การหายใจเอาอากาศที่มีไอหรืออนุภาคตะกั่ว 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะเพิ่มปริมาณตะกั่วในเลือดได้ 1 – 2 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ ตะกั่วจะถูกดูดซับได้ทุกส่วนของทางเดินหายใจ ตั้งแต่ปลายจมูกจนถึงปลายสุดของถุงลมเล็กๆ ของปอด และยิ่งปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงๆ ในส่วนลึกของปอดจะทำให้ตะกั่วดูดซับเข้าทางปอดได้ดียิ่งขึ้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บนท้องถนนและโรงงานก็จะมีส่วนในการเร่งดูดซึมของตะกั่วได้เหมือนกัน

- ทางปาก ตะกั่วที่เข้าไปกับอาหารไม่ว่าจะอยู่ในรูปของสารละลายหรือไม่ เช่น ตะกอนตะกั่วซัลเฟต ตะกั่วซัลไฟด์ เมื่อตกถึงกระเพาะอาหารซึ่งมีกรดไฮโดรคลอริกอยู่ ตะกั่วสามารถละลายได้

- ทางผิวหนัง ตะกั่วอินทรีย์ เช่น ตะกั่วเตตราเอทธิลในไอเสียรถยนต์จะถูกดูดซึมทางผิวหนังได้ง่าย ส่วนตะกั่วอินทรีย์จะไม่ถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง ถ้ามีแผลหรือรอยถลอกและสัมผัสกับสารตะกั่ว ปริมาณของสารตะกั่วจะเพิ่มขึ้น

ตะกั่วเป็นพิษต่อร่างกายอย่างแรง ถ้าร่างกายรับตะกั่วเข้าไปในปริมาณสูง โดยปกติคนเราสามารถทนต่อตะกั่วในปริมาณสูงพอสมควร โดยอาการแพ้พิษของตะกั่วสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ

- อาการเฉียบพลัน จะเกิดเมื่อร่างกายได้รับตะกั่วเข้าไปในปริมาณมากในทันทีทันใด เช่น ในเลือดมีมากกว่า 0.8 mg/L จะเกิดอาการปวดท้องอย่างรุนแรง อุจจาระมีสีดำ (เกิดจาก PbS ในอุจจาระ) เกิดอาการช็อค (Shock) ตื่นเต้นง่าย ความจำเสื่อม ปกติมักจะเกิดกับคนงานที่ทำงานในอุตสาหกรรมที่ใช้ตะกั่วในขบวนการผลิต

- อาการเรื้อรัง ซึ่งจะเกิดกับคนทั่วไปที่มีสารตะกั่วสะสมในร่างกาย โดยจะมีอาการทางประสาทและระบบทางเดินอาหาร คือนอนไม่หลับ ตาพร่า เกิดภาพหลอน ปวดศีรษะ เบื่ออาหาร ตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายและสะสมในร่างกายจะมีผลต่ออวัยวะต่างๆ ในร่างกายมากมายเช่น เยื่อหุ้มเซลล์ เม็ดเลือดแดง ไต สารพันธุกรรม สมอง และระบบประสาท ดังนั้น โรคที่เกิดจากพิษตะกั่วนี้มีอยู่มากมาย เช่น โรคโลหิตจาง เพราะตะกั่วจะเป็นตัวไปขัดขวางการสร้างฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดง ความจำเสื่อม เพราะตะกั่วจะสามารถทำลายระบบประสาทที่มีหน้าที่จดจำ และเกี่ยวข้องกับความรู้สึก โรคเก๊าท์ (Gout) เนื่องจากทำให้การกรองที่ไตลดลงจากปกติ จึงมีการขับกรดยูริกออกจากร่างกายน้อยกว่า

ปกติ ตะกั่วยังรบกวนการทำงานของชีวเคมีของ DNA และRNA ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าสารตะกั่วเป็นสารก่อการกลายพันธุ์และเป็นสารก่อมะเร็งชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ตะกั่วยังมีผลกระทบต่อร่างกายได้ โดยทำให้ความต้านทานของร่างกายต่อโรคหลายชนิดลดลง เช่น โรคไทฟอยด์

6) ทองแดง (Copper ; Cu)

ทองแดงเป็นโลหะหนักในหมู่ I B ของตารางธาตุ มีมวลอะตอม 63.57 จุดหลอมเหลว 1,083 $^{\circ}C$ จุดเดือด 2,310 $^{\circ}C$ ความถ่วงจำเพาะ 8.94 g/cm^3 (ที่ 20 $^{\circ}C$) ทองแดงเป็นโลหะหนักสีแดงเรื่อ (Reddish) มีลักษณะแข็งแรง สามารถตัดได้ง่าย และสามารถดึงเป็นเส้นหรือตีแผ่นเป็นแผ่นบางๆ ได้ มีอยู่ 2 รูปแบบคือ Cu^{+} (Cuprous) และ Cu^{2+} (Cupric) ทองแดงจะทำปฏิกิริยากับกำมะถันได้ดีกว่าออกซิเจน เมื่อเผากับออกซิเจนจะได้ CuO ซึ่งเป็นของแข็งสีดำ ทองแดงที่พบในธรรมชาติจะมีรูปของแร่ธาตุต่างๆ ได้แก่ Chaleo cite (Cu_2S), Chaleo pyrite ($CuFeS_2$), Cuprite (Cu_2O) และ Malachite ($CuCO_3.Cu(OH)_2$) เป็นต้น (จันทร์ศรี ดนูนาถ, 2539)

เนื่องจากทองแดงเป็นโลหะอ่อนจึงจัดเป็นรูปต่างๆ ได้ง่าย นำไฟฟ้าได้ดี ประโยชน์ส่วนใหญ่จึงใช้ในแง่ของงานด้านไฟฟ้า เช่น ทำสายไฟฟ้า อุปกรณ์และเครื่องมือไฟฟ้า ลวดไฟฟ้า เหรียญ ท่อ หม้อน้ำรถยนต์ สารฆ่าเชื้อรา โลหะผสมทองแดงมีส่วนสำคัญต่องานด้านต่างๆ มากมาย เช่น ทองเหลือง ใช้ประโยชน์สำหรับทำกลอนประตู ปลอกกระสุนปืน กุญแจ กระดุม และใบพัดเรือ สารประกอบทองแดงถ้ามีปริมาณมากๆ จะเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต ดังนั้นจึงใช้สารประกอบของทองแดงบางชนิด เช่น คอปเปอร์ (II) ออกไซด์ ทำยาฆ่าแมลง และฆ่าเชื้อรา

ปกติทองแดงเป็นธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายและมีประโยชน์ เนื่องจากทองแดงมีส่วนร่วมในขบวนการเผาผลาญอาหาร ช่วยสร้างฮีโมโกลบิน และสังเคราะห์เอนไซม์บางชนิดในพืช ใช้ทองแดงในการสร้างคลอโรฟิลล์และเอนไซม์บางชนิด แต่ต้องการเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เช่น ผู้ใหญ่จะต้องการทองแดงประมาณ 2 มิลลิกรัมต่อวัน ในร่างกายของคนเรามีทองแดงประมาณ 100 – 150 มิลลิกรัม สะสมที่ตับและกระดูก ทองแดงเข้าสู่ร่างกายได้ 2 ทาง คือ ทางปากและทางจมูก โดยการบริโภคอาหารและที่มีทองแดงเจือปนอยู่และจากการได้รับฝุ่นละอองทองแดงเข้าร่างกาย ปกติร่างกายจะได้รับทองแดงในอัตราเฉลี่ย 3.2 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแต่อย่างใด (ปริมาณทองแดงสูงสุดที่ได้รับควรไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อวัน) แต่ถ้าได้รับทองแดงในปริมาณที่มากคราวเดียวก็สามารถเกิดอาการพิษได้ หรือได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานก็สามารถเกิดการสะสมจนแสดงอาการพิษได้เช่นเดียวกัน เมื่อทองแดงเข้าสู่ร่างกาย ร่างกายจะดูดซับเข้าสู่กระแสเลือดรวมตัวกับอัลบูมิน (โปรตีนในพลาสมา) และสะสมที่ตับเกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงทองแดงเป็นรูปอื่น ถ้ามีทองแดงปริมาณมากก็จะสามารถเกิดพิษเฉียบพลัน คือ อาการคลื่นไส้อาเจียนรุนแรง บางครั้งอาจพบว่าอาเจียนเป็นสีน้ำเงินปนเขียวของสารประกอบทองแดง จุกเสียด ท้องร่วง อุจจาระมีสีเขียวอมดำ อ่อนเพลีย การหายใจและชีพจรเต้นช้าลง ความดันโลหิตต่ำ เพ้อ หมดสติ เป็นอัมพาต อาจถึงตายได้ถ้าได้รับต่อไป และยังพบว่าถ้า

ได้รับคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) ผู้ป่วยจะมีอาการสั่นตลอดเวลาหากได้รับปริมาณมากถึง 27 กรัม ทำให้ถึงตายได้

นอกจากนี้ยังพบว่าการเกิดพิษของทองแดงมักจะเกิดควบคู่กับโลหะอื่นๆ โดยเฉพาะกับโมลิบดินัม เช่น สัตว์ที่ได้รับทองแดงประมาณ 2 – 10 mg/L และได้รับโมลิบดินัมน้อยกว่า 0.5 mg/L ทำให้เกิดโรคฮีโมไลติกไครซีส (Hemolytic Crisis) จะพบอาการดีซ่านและโลหิตจางร่วมกับอาการของเนื้อตายในตับและไต จากรายงานของ FDA (Food and Drug Administration) ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าทองแดงเป็นธาตุที่ปลอดภัยต่อสัตว์และอนุญาตให้ใช้ผสมกับอาหารสัตว์ได้ เช่น การใช้คอปเปอร์ซัลเฟตถ่ายพยาธิ หรือรักษาโรคผิวหนัง หรือใช้กำจัดแมลงที่มีทองแดงผสมอยู่ในการจำกัดแมลงในทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารประกอบทองแดงในการเลี้ยงสัตว์ก็อาจทำให้เกิดพิษกับสัตว์ได้ ขนาดของคอปเปอร์ซัลเฟตที่มีพิษต่อโคและกระบือ คือ ประมาณ 200 – 800 มิลลิกรัมต่อวันต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ส่วนแกะประมาณ 20 – 100 มิลลิกรัมต่อวันต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (นิภาภร รอดน้อย,2537)

7) แคดเมียม (Cadmium ; Cd)

แคดเมียมเป็นโลหะหนักในหมู่ II B ของตารางธาตุ มีมวลอะตอม 112.41 จุดหลอมเหลว 320.9 $^{\circ}$c จุดเดือด 767 $^{\circ}$c ความถ่วงจำเพาะ 8.65 g/cm^3 (ที่ 20 $^{\circ}$c) แคดเมียมเป็นโลหะหนักสีขาวน้ำเงิน (Silver White) $Cd(OH)_2$ ที่ปราศจากน้ำ จะสามารถละลายน้ำได้ 1,075 x 10^{-3} กรัมต่อสารละลายหนึ่งลิตรแคดเมียมเป็นโลหะที่อ่อนมาก สามารถตัดและยืดได้มากกว่าสังกะสี ถ้าให้ความร้อนแก่แคดเมียมในอากาศแคดเมียมจะระเหยได้ง่ายและสามารถลุกเป็นเปลวไฟสว่าง พร้อมทั้งเกิดสีน้ำตาลของแคดเมียมออกไซด์เป็นจำนวนมาก แคดเมียมจะละลายได้ทันทีในกรดไฮโดรคลอริก เจือจางแต่ละลายได้ช้าลงในกรดไฮโดรคลอริกที่ร้อน และเกือบไม่ละลายเลยในกรดซัลฟิวริกที่เย็น แคดเมียมจะแตกต่างจากสังกะสีคือ จะไม่ละลายในด่าง ส่วน $Cd(OH)_2$ ละลายได้ดีในแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์และไซยาไนด์ โดยการเกิดเป็นไอออนเชิงซ้อนของ $Cd(NH_3)_4^{2+}$ และ $Cd(CN)_4^{2-}$ แคดเมียมในธรรมชาติจะพบน้อย ดังนั้นจึงไม่มีแหล่งแร่แคดเมียมโดยตรงแต่จะเป็นผลพลอยได้จากการถลุงแร่สังกะสี (นิภาภร รอดน้อย,2537)

การใช้ประโยชน์ของแคดเมียม แคดเมียมเป็นโลหะหนักที่มีสีขาว ฟ้า วาว มีลักษณะเนื้ออ่อน สามารถบิดโค้งงอได้และถูกตัดได้ง่ายด้วยมีด มักอยู่ในรูปแท่ง แผ่น เส้นลวด หรือผงเม็ดเล็กๆ ถูกค้นพบตั้งแต่ปี พ.ศ. 2360 แต่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรม ปัจจุบันแคดเมียมเป็นโลหะที่ถูกนำมาใช้กันมาก เนื่องจากสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรมต่างๆ มากมายโดยเฉพาะกลุ่มอุตสาหกรรมรถยนต์ ซึ่งใช้แคดเมียมผสมกับโลหะอื่น เพื่อเพิ่มความเหนียวและทนทานต่อการสึกกร่อน สารกันสนิม ใช้ทำแบตเตอรี่อัลคาไลน์ โดยใช้ร่วมกับนิกเกิลเพื่อใช้ในการทำเม็ดสี พลาสติก ยางและ

หมึกพิมพ์ นอกจากนี้ยังเป็นสารประกอบในการผลิตสารกำจัดแมลงบางชนิดและใช้การหลอมโลหะบางชนิด เช่น ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี

แคดเมียมจัดได้ว่าเป็นโลหะที่มีพิษร้ายแรงมากที่สุดชนิดหนึ่ง เข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางปาก ทางจมูก และทางผิวหนัง อันตรายส่วนใหญ่เกิดจากมนุษย์หายใจเอาออกไซด์ของแคดเมียมในอากาศเข้าไป จะมีผลในการทำลายระบบหายใจ และเป็นโรคปอด ไอของแคดเมียมอาจมาจากการถลุงและหลอมแคดเมียม หรือสารประกอบแคดเมียมในรูปของแคดเมียมออกไซด์ (CdO) และสารประกอบรูปอื่นๆ จากธรรมชาติหรืออุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้แคดเมียมและจากควันบุหรี่ เมื่ออดีตได้เคยมีการระบาดของพิษแคดเมียมหลายครั้ง เช่น ในสหรัฐอเมริกาเคยมีผู้ล้มป่วยถึง 208 คน เนื่องจากได้รับพิษแคดเมียมจาการดื่มน้ำมะนาวในภาชนะที่ฉาบด้วยโลหะแคดมียม ความเป็นกรดของมะนาวสามารถละลายแคดเมียมออกมาจากภาชนะทำให้น้ำมะนาวมีแคดเมียมเข้มข้น 100 – 250 mg/L ในปีพ.ศ. 2463 ได้มีการระบาดพิษแคดเมียมในญี่ปุ่น ซึ่งทำให้เกิดโรคอิไต – อิไต (Itai – Itai Disease) เป็นโรคที่ทำให้ได้รับความเจ็บปวดทรมานอย่างแสนสาหัส เพราะแคดเมียมทำให้กระดูกและไตพิการ ทำให้ความดันโลหิตสูง จากการสำรวจผู้ป่วยพันกว่าคนได้รับสารแคดเมียมเข้าไปและเสียชีวิตถึง 280 คน อาการของโรคอิไต – อิไต เป็นโรคที่น่าสนใจเพราะส่วนมากเป็นในเพศหญิงที่มีครรภ์ เป็นโรคเรื้อรังที่เกิดจากการสะสมพิษแคดเมียมโดยจะมีอาการตามระยะต่างๆ ดังนี้

- ระยะเริ่มแรก มีอาการปวดบริเวณสะโพก แขนและขา อาการนี้จะหายได้เมื่อประคบหรือแช่น้ำร้อน
- ระยะที่สอง อาการปวดจะมากและนานขึ้น บริเวณฟันที่ติดกับเหงือกจะมีลักษณะเป็นวงสีเหลืองที่เรียกว่า วงแหวนแคดเมียม และจะพบโปรตีนในปัสสาวะเล็กน้อย
- ระยะที่สาม กระดูกทุกข้อในร่างกายมีอาการปวดร้าว โดยเฉพาะบริเวณกระดูกเชิงกรานและกระดูกหัวเหน่า กระดูกทั่วร่างกายเริ่มสลายตัว แคลเซียมจะละลายออกจากกระดูก
- ระยะที่สี่ เป็นระยะที่รุนแรงมากขึ้น ผู้ป่วยจะเจ็บปวดมากทั่วร่างกายจนเดินไม่ไหว กระดูกตะโพกขาดความแข็งแกร่ง เมื่อเวลาผ่านไป 20 – 30 ปี ผู้ป่วยจะสูญเสียแคลเซียมออกทางปัสสาวะมากมาย ซึ่งเป็นระยะรุนแรงและทำให้เสียชีวิตในที่สุด

นอกจากนี้แคดเมียมอาจเข้าสู่ปอด ทางเดินอาหาร แล้วถูกพาไปอยู่ที่ไตและตับ ที่เหลือไปอยู่ที่กระดูกและเนื้อเยื่อต่างๆ ทำให้มีอาการบวมและปวดที่ไต ตับ หัวใจ โดยเฉพาะที่ไต สามารถทำให้ระบบการกรองและการดูดสารกลับของไตเสียหายและขาดความควบคุม ทำให้เกิดประมาณ 1,300 ไมโครกรัมต่อวัน จะเกิดโลหิตจาง ความดันโลหิตสูง และมีอัตราการเจริญเติบโตช้า อายุก็จะสั้นลงด้วย

8) แมงกานีส (Manganese ; Mn)

แมงกานีสเป็นโลหะหนักในหมู่ VII B ของตารางธาตุ มีมวลอะตอม 54.39 จุดหลอมเหลว 1,260 $^{\circ}$C จุดเดือด 1,900 $^{\circ}$C ความถ่วงจำเพาะ 7.2 แมงกานีสที่บริสุทธิ์จะมีสีเทาแกมแดง (Reddish

Gray) มีลักษณะแข็งแต่ไม่เปราะ เมื่อใช้ผสมกับเหล็กกล้าจะช่วยให้เหล็กกล้ามีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ในเปลือกโลกจะพบสารประกอบแมงกานีส 0.08 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการทางชีวภาพ แร่ที่สำคัญที่พบในธาตุนี้คือ Pyrolusite ($MnCl_2$) เป็นแร่ที่มีสีดำนอกจากนี้ก็ยังมีแร่อื่นๆ อีก ได้แก่ Braunite (Mn_2O_3), Hausmannite (Mn_3O_4), Manganite ($Mn_2O_3.H_2O$), Alabandite (MnS) และ Hauerite (MnS_2) เป็นต้น แมงกานีสถูกค้นพบโดยนักเคมีชาวสวีเดน ในปี ค.ศ. 1774 ขณะทำการศึกษาและวิเคราะห์แร่ Pyrolusuit ซึ่งเป็นแร่ของ MnO_2 เนื่องจากธาตุนี้มีสมบัติเป็นแม่เหล็กจึงตั้งชื่อแร่นี้จากคำลาติน Magnes แปลว่า แม่เหล็ก (Magnet) ซึ่งเทียบกับคำเยอรมัน Mangan แมงกานีสในรูปของสารประกอบมีการกระจายทั่วไป มักพบปะปนอยู่กับแร่เหล็ก แมงกานีสบริสุทธิ์เป็นโลหะแข็งแต่เปราะ มีอยู่ได้ทั้งหมด 4 รูป ได้แก่ อัลฟา เบตา แกมมา และเดลตา ซึ่งรูปอัลฟาเท่านั้นที่เสถียร ณ อุณหภูมิห้อง แมงกานีสทั้งในรูปอัลฟาและเบตามีสมบัติแข็งแต่เปราะ สามารถขูดข่วนแก้วได้ แมงกานีสในรูปโลหะบริสุทธิ์ไม่สามารถนำไปแปรรูปได้ ส่วนแมงกานีสในรูปแกมมามีสมบัติอ่อนยืดหยุ่น ทำให้โค้งงอได้ และจะเปลี่ยนไปเป็นรูปอัลฟา ณ อุณหภูมิปกติ แมงกานีสเป็นหนึ่งในจำนวน 5 ธาตุ ที่พืชขั้นสูงส่วนใหญ่ต้องการเพียงเล็กน้อย (Trace Element) อีก 4 ธาตุ ได้แก่ โบรอน (B) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) และโมลิบดีนัม (Mo) เหตุผลประการหนึ่งที่ธาตุนี้จำเป็นสำหรับพืชเพราะเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จำเป็นสำหรับเอนไซม์บางชนิด พืชที่ขาดแมงกานีสจะเกิดอาการผิดปกติที่สำคัญชนิดหนึ่งเรียกว่า Interveinal Chlorosis (เพราะขาดคลอโรฟิลล์) ทำให้เกิดรอยเหลืองหรือสีเทาระหว่างเส้น (Vein) ของใบ ดังนั้นดินที่ขาดแมงกานีสจึงต้องการเติมแมงกานีสพิเศษลงในปุ๋ยที่ใช้ทั่วไปในรูปของ $MnSO_4$ หรือ MnO (ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์, 2525)

แมงกานีสเป็นโลหะชนิดหนึ่งมีสีขาวคล้ายเงิน แข็งและเปราะ พบได้ในธรรมชาติแต่จะเกิดร่วมกับธาตุอื่นๆ ได้หลายรูปแบบ ดังนั้น ถ้าต้องการโลหะแมงกานีสต้องถลุงอีกที แร่แมงกานีสที่เกิดในธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมอยู่ในรูป Oxide และ Carbonate โดยประโยชน์ของแมงกานีส มีดังนี้

- ในทางโลหะกรรม โดยมาผสมกับเหล็กเพื่อให้เหล็กนั้นมีความเหนียว ยืดหยุ่น และคงทนยิ่งขึ้น เช่น รางรถไฟ หัวขุด หัวเจาะ เหล็กทุบ นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์ในการทำเหล็กให้บริสุทธิ์ยิ่งขึ้น
- ใช้ในทางอโลหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมประกอบถ่านไฟฉาย อุตสาหกรรมเคมีบางประเภท เช่น ในการเตรียมด่างทับทิมซึ่งใช้เป็นยาฆ่าเชื้อโรค ยารักษาเนื้อไม้ให้คงทนถาวร สารเคมีที่ใช้ในการฟอกหนังย้อมหนัง ใช้ผสมในอาหารไก่ และในผลิตภัณฑ์เคมี เช่น การทำสี ปุ๋ยสังเคราะห์ ผสมในการทำอิฐ แมงกานีสจะทำให้อิฐทนความร้อนสูง เป็นต้น

แมงกานีสจากสิ่งแวดล้อมสามารถเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ได้ 3 ทาง ได้แก่

- ทางจมูก โดยการสูดหายใจเอาผงหรือไอระเหยของแมงกานีสเข้าสู่ปอด แล้วกระจายไปทั่วร่างกาย ซึ่งเป็นทางที่สำคัญที่สุด

- ทางปาก โดยการรับประทานเข้าไป พบได้น้อยมาก ส่วนมากจะเป็นอุบัติเหตุปะปนมากับอาหาร หรือน้ำดื่ม

- ทางผิวหนัง แมงกานีสบางส่วนสามารถดูดซับเข้าทางผิวหนังได้

อาการพิษของแมงกานีสส่วนมากเป็นชนิดเรื้อรัง คือ ทำลายระบบประสาทส่วนกลาง โดยเกิดอาการได้ 3 ระยะ ได้แก่

- ระยะเริ่มแรก ผู้ที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่จะเกิดอาการในระหว่าง 6 เดือน ถึง 2 ปี อาจเริ่มด้วยอาการเป็นไข้ ปวดศีรษะ กล้ามเนื้อไม่มีเรี่ยวแรง เบื่ออาหาร ไม่สนใจสภาพสิ่งแวดล้อม ไม่มีอารมณ์ดีใจหรือเสียใจ นอนไม่ค่อยหลับเป็นครั้งคราว พูดจาน้อย ความรู้สึกทางเพศเสื่อมถอย

- ระยะกลางระยะนี้อาการหนักขึ้น เป็นตะคริวบ่อยขึ้น ปวดกล้ามเนื้อบ่อยๆ ไม่พูดจาหรือเวลาพูดเป็นเสียงเดียวไม่มีเสียงสูงเสียงต่ำ พูดช้าและไม่ชัดเจน หน้าตาย ไม่แสดงความยินดียินร้าย เวลาเดินเริ่มมีอาการกระตุกๆ

- ระยะเต็มที่ ในระยะนี้อาการต่างๆ จะรุนแรงมากยิ่งขึ้น เวลาเดินจะกระตุกมากขึ้น ท่าเดินแกว่งไปแกว่งมา ก้าวขาสั้นๆ เดินลักษณะคล้ายไก่หรือเป็ด มีการสั่นกระตุกของปลายแขน ปลายขา บางรายมีอารมณ์ไม่แน่นอน บางครั้งหัวเราะ บางครั้งร้องไห้ กลืนน้ำลายลำบากทำให้น้ำลายยืดตลอดเวลา พูดไม่มีเสียงหรือเสียงแหบเหมือนเป็ด อาจมีอาการเป็นอัมพาตของร่างกายบางส่วน

จากรายงานการเจ็บป่วยคนงานเหมืองแร่แมงกานีสและชาวบ้านที่อาศัยน้ำลำธารใกล้เหมืองแร่แมงกานีสในอำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ จำนวนหลายคนเป็นโรคสมองและประสาทพิการ ผู้ป่วยไม่สามารถพูดชัดเจนได้อย่างปกติ อาการคล้ายคนบ้า มีอาการชักกระตุกและอัมพาต รู้สึกตัวในบางโอกาส ถึงแม้จะไม่มีอาการเฉียบพลับของพิษแมงกานีส แต่ก็มีอันตรายร้ายแรงมากทำให้ร่างกายและจิตใจพิการได้ แต่ยังไม่ถึงตาย การสะสมของแมงกานีสจะใช้เวลาสะสมอย่างน้อย 3 เดือน เมื่อแมงกานีสเข้าไปในร่างกายจะถูกพาไปสะสมอยู่กับหมู่ –SH ของโปรตีนในเซลล์ของระบบประสาทส่วนกลางและสมอง เพราะแมงกานีสทำให้มีการฝ่อของสมอง (Brain Atrophy) มีอาการปวดหัว ง่วงนอน ซึมเศร้า เป็นตะคริวที่ขา มีการตอบโต้ทางประสาท (Tendon Reflex) เพิ่มขึ้น มีอารมณ์แปรปรวนและมีใบหน้าตึงเครียด จากการตรวจทางโลหิตวิทยา ผู้ป่วยที่ได้รับพิษจากแมงกานีสจะมีจำนวนเม็ดโลหิตมากกว่าปกติ (Polycythemia) เล็กน้อย จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophil ในด้านภูมิคุ้มกันวิทยา ฝุ่นแมงกานีสที่เข้าไปอยู่ในเนื้อเยื่อของปอดจะทำให้มีความต้านทานต่อเชื้อโรคลดลง ทำให้ป่วยเป็นโรคนิวโมเนีย และเกิดการอักเสบแทรกซ้อนบ่อยๆ เนื่องจากมีรายงานว่าแมงกานีสรบกวนการสังเคราะห์ DNA ในเซลล์ จึงถือว่าเป็นทั้งสารก่อการกลายพันธุ์และเป็นสารก่อมะเร็ง (นิภาภร รอดน้อย, 2537)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิราพรรณ บุญญานุสนธิ์ และวันนา กันหาพร (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดิน และดินตะกอน ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากห้องปฏิบัติการเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วิเคราะห์หา ตะกั่ว (Pb) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) และแคดเมียม (Cd) โดยใช้เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันโฟโตเมทรี จากผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณตะกั่วในน้ำบ่อพักอยู่ระหว่าง ND – 0.023 มิลลิกรัมต่อลิตร ในดินและดินตะกอนอยู่ระหว่าง 3.333 – 9.666 และ 2.665 – 217.608 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณเหล็กในบ่อพักน้ำอยู่ระหว่าง 0.337 – 7.267 มิลลิกรัมต่อลิตร ในดินและดินตะกอนอยู่ระหว่าง 187.308 – 217.608 และ 203.571 – 232.571 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแมงกานีสในบ่อพักน้ำอยู่ระหว่าง 0.010 – 0.327 มิลลิกรัมต่อลิตร ในดินและดินตะกอนอยู่ระหว่าง 40.330 – 104.313 และ 85.971 – 110.687 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคดเมียมในบ่อพักน้ำอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.012 มิลลิกรัมต่อลิตร ในตะกอนดินอยู่ระหว่าง 0.133 – 0.267 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในดินตรวจไม่พบแคดเมียม

ธวัชชัย ผินสูงเนิน ธนากร ชารีดา และเอกภพ สืบศรี (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินท้องน้ำของลำห้วยคะคาง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม และแมงกานีส และเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินท้องน้ำกับมาตรฐานคุณภาพดิน โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำรวมทั้งหมด 8 จุด และเก็บตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างสัปดาห์เว้นสัปดาห์เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม พ.ศ. 2550 โดยใช้เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิตรี สารเคมีออกซิไดซ์ที่ใช้ในการย่อยตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำ คือ สารผสมที่ประกอบด้วยกรดไนตริกเข้มข้น และกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลจากการศึกษา พบว่า ตะกอนดินท้องน้ำของลำห้วยคะคางมีปริมาณ ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม และแมงกานีส ในช่วง ND – 23.33, ND, ND และ 86.66 – 334.44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อนำผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินท้องน้ำดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินเพื่อการใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจากการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม พบว่าปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินท้องน้ำของลำห้วยคะคางมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด

กฤชคฑา วะสัตย์ และรวิวรรณ แดนกมล (2552: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำและตะกอนดินท้องน้ำของคลองสมถวิลราษฎร์ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งปริมาณโลหะหนักที่ศึกษา ได้แก่ ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม และแมงกานีส โดยการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินและเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินท้องน้ำกับมาตรฐานคุณภาพดิน จุดเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำได้กำหนดรวมทั้งสิ้น 9 จุด แต่ละจุดทำ

การเก็บตัวอย่าง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 3 สัปดาห์ (ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2552) ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ค่าความนำไฟฟ้า และปริมาณโลหะหนัก สำหรับการตรวจวัดหาปริมาณโลหะหนักในน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ ได้ใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิตรี สารเคมีออกซิไดซ์ที่ใช้ในการย่อยตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ คือ กรดไนตริกเข้มข้นและกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลจากการศึกษา พบว่า น้ำในคลองสมถวิลราษฎร์ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 6.83 – 8.85 ค่าความนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 374 – 938 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และปริมาณ ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ไม่สามารถตรวจวัดได้ แต่พบปริมาณแมงกานีส อยู่ในช่วง 0.37 – 0.49 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน พบว่า ปริมาณโลหะหนักในน้ำคลองสมถวิลราษฎร์มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด กล่าวคือ ปริมาณ ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียมและแมงกานีส มีค่าไม่เกิน 0.05, 0.1, 0.005 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในการตรวจวัดปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินท้องน้ำคลองสมถวิลราษฎร์ พบปริมาณตะกั่ว และแมงกานีส มีค่าในช่วง 49.00 – 50.67 และ 167.78 – 833.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แต่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณ ทองแดงและแคดเมียม และเมื่อนำผลการวิเคราะห์ปริมาณเฉลี่ยของโลหะหนักในตะกอนดินท้องน้ำดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม พบว่า ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินท้องน้ำคลองสมถวิลราษฎร์มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด กล่าวคือ ปริมาณตะกั่ว แคดเมียมและแมงกานีส มีค่าไม่เกิน 400, 37 และ 1,800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ชลธิศักดิ์ ชาวปากน้ำ จงกล บุญงาม และสิรินทิพย์ พละเจริญ (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปริมาณของโลหะหนักในดินและปลาในแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยกำหนด จุดสำรวจตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงส่วนท้ายของแม่น้ำบางปะกง จำนวน 4 จุดสำรวจ จุดสำรวจที่ 1 ในเขตอำเภอ บ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี จุดสำรวจที่ 2 อำเภอบางคล้า จุดสำรวจที่ 3 อำเภอเมือง (เขื่อนบางปะกง) และจุดสำรวจที่ 4 อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ในเดือนธันวาคม 2551 มีนาคม และ มิถุนายน 2552 โดยสุ่ม เก็บตัวอย่างดิน ปลานิล Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) และปลากดอุก Nemapteryx nenga (Hamilton, 1822) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในดิน และในเนื้อปลา

ผลการศึกษาพบว่าดินในแม่น้ำบางปะกงมีเหล็กในปริมาณมากอยู่เดิมตามธรรมชาติของพื้นที่ที่มีน้ำทะเลขึ้นถึงอยู่เป็นประจำ และข้อมูลโลหะหนักในดินสามารถแบ่งได้ 4 กลุ่มตามองค์ประกอบของโลหะหนัก ในดิน คือกลุ่มข้อมูลบริเวณตอนบนและตอนกลางของแม่น้ำ (จุดสำรวจที่ 1 และ 2) ในเดือนธันวาคม 2551 มี แมงกานีสเป็นองค์ประกอบหลักร้อยละ 53.55 และกลุ่มข้อมูลจากจุดสำรวจที่เขื่อนบางปะกง (จุดสำรวจที่ 3) ในเดือนธันวาคม 2551 มีแมงกานีสเป็นองค์ประกอบหลักร้อยละ 41.13

ต่อมาคือกลุ่มข้อมูลบริเวณตอนกลาง จนถึงตอนล่างของแม่น้ำ (จุดสำรวจที่ 2 และ 4) ในเดือน มีนาคม และ มิถุนายน 2552 มีแมงกานีสเป็น องค์ประกอบหลักเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 61.80 ในขณะที่กลุ่มข้อมูลบริเวณตอนล่างของแม่น้ำ (จุดสำรวจที่ 3 และ 4) ในเดือนมีนาคม 2552 มีโครเมียมและทองแดง เป็นองค์ประกอบหลักร้อยละ 39.82 และ 38.97 ตามลำดับ แต่โดยภาพรวมของโลหะหนักทั้ง 9 ชนิดมีค่าไม่เกินกว่าค่ามาตรฐานของโลหะหนักในดินธรรมชาติ และปริมาณโลหะหนักในดินไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณโลหะหนักในเนื้อปลานิลและปลากดอุก รวมทั้งหอย น้ำจืดและสัตว์หน้าดิน ในขณะที่เนื้อปลานิลและปลากดอุกมีซีลีเนียมสะสมมากเกินกว่าค่ามาตรฐานของ ซีลีเนียมในเนื้อปลาธรรมชาติ ร้อยละ 255.06 และ 198.44 ตามลำดับ ซึ่งอาจมีผลต่อจำนวนประชากรปลาใน แม่น้ำบางปะกงและสามารถถ่ายทอดไปสู่ประชาชนผู้บริโภคเนื้อปลาเหล่านี้ได้

ทิตา ดวงสวัสดิ์ (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ สังกะสี แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และนิกเกิล ในตัวอย่างน้ำและตะกอนท้องน้ำที่เก็บจากปากแม่น้ำท่าตะเภา จังหวัดชุมพร ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 ด้วยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิตรี สารออกซิไดซ์ที่ใช้ในการย่อยน้ำและตะกอนท้องน้ำ คือ สารผสมที่ประกอบด้วยกรดไนตริกเข้มข้นและกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น อัตราส่วน 7:3 และ 9:1 โดยปริมาตรตามลำดับ ปริมาณสังกะสี แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และนิกเกิล ที่พบในตัวอย่างน้ำจากปากแม่น้ำท่าตะเภา พบว่า อยู่ในช่วง 0.065 - 0.950, 0.260 - 1.360, 0.110 -0.245, 0.135 - 0.880 และ 0.130 - 2.440 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน สังกะสีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และนิกเกิล ในตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ พบว่าอยู่ในช่วง 61.46 - 86.77, 1.51 - 2.68, 28.41- 57.97, 34.49 - 52.70 และ 17.93 - 46.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ไม่มีพิษต่อสิ่งมีชีวิตที่กำหนดของโลหะหนักในดินตะกอนของประเทศแคนนาดา สังกะสีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ทองแดง แคดเมียม ตะกั่ว และนิกเกิลมรค่าเกินมาตรฐาน

ศิริรัตน์ สุวรรณโคตร สุจินดา บุญตาแสง และพันธ์ทิพย์ วิสูตรรัตน์ (2558: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำและตะกอนดินท้องน้ำของคลองสมถวิลราษฎร์ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม แมงกานีส ในตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 10 จุด แต่ละจุดทำการเก็บตัวอย่างสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า และความโปร่งแสง สำหรับการตรวจวัดหาปริมาณโลหะหนักในน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ ด้วยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิตรี สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาคุณสมบัติของน้ำของคลองสมถวิลราษฎร์ พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.00 – 28.00 องศาเซลเซียส การนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 581 – 1,071 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ความ

เป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.8 - 8.4 และความโปร่งแสงมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 22.33 – มากกว่า 33.67 เซนติเมตร ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม แมงกานีส ที่พบในตัวอย่างน้ำของคลองสมถวิลราษฎร์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.017 – 0.034, 0.008 – 0.015, 0.011 – 0.017 และ 0.299 – 1.236 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แมงกานีส มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ส่วนแมงกานีสในจุดที่ 10 และแคดเมียม มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม แมงกานีส ที่พบในตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำของคลองสมถวิลราษฎร์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.789 – 11.956, 3.778 – 19.189, 0.233 – 0.611, 43.333 – 325.722 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม แมงกานีส มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด