

นฤมล ตปนียะกุล
 นักวิทยาศาสตร์การแพทย์เชี่ยวชาญ
 วาสนา คงสุข
 นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
 รวบรวมและเรียบเรียง :

3. คุณภาพน้ำทางโลหะหนักทั่วไป

แร่ธาตุที่มีอยู่ตามเปลือกโลก เช่น เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี มีโอกาสเจือปนในน้ำ โดยเฉพาะแหล่งน้ำดิบที่มาจากน้ำใต้ดินมากกว่าน้ำผิวดินตามปรากฏการณ์ตามธรรมชาติและผลจากการทำเหมืองแร่โดยปนมากับน้ำไหลบ่า น้ำชะล้างและน้ำไหลซึมเป็นต้น

แร่ธาตุที่เป็นโลหะหนักทั่วไปเหล่านี้ถ้ามีปริมาณที่เหมาะสม ไม่เกินมาตรฐานตามที่กำหนด จะเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อร่างกายในรูปของแร่ธาตุ เช่น เหล็ก ถ้ามีมากเกินมาตรฐานที่กำหนดจะทำให้เกิดสี ความขุ่น กลิ่นและรสชาติซึ่งเป็นที่รังเกียจต่อผู้บริโภคเพราะไม่ชวนใช้และไม่ชวนดื่ม และถ้าอยู่ในรูปของสารประกอบและสะสมในร่างกายเป็นระยะยาวจะส่งผลให้เกิดความผิดปกติต่อร่างกายเช่น ทองแดง แมงกานีส

3.1 เหล็ก (Iron)

เหล็กเป็นแร่ธาตุที่พบมากที่สุดตัวหนึ่งของเปลือกโลก เป็นธาตุลำดับที่ 26 ในตารางธาตุ เป็นแร่ธาตุที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต (Essential Element) เหล็กมักพบในดินอยู่ในรูปของเฟอริก ออกไซด์และเหล็กซิลไฟด์ (ไพไรต์) ซึ่งเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ ในบางพื้นที่อาจพบเหล็กเฟอริส คาร์บอเนตที่ละลายน้ำเล็กน้อย ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำบาดาลมีปริมาณสูง จะทำให้มีสารละลายของเฟอริสคาร์บอเนตกลายเป็นเหล็กเฟอริส ($\text{FeCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$) แร่เหล็กในธรรมชาติมักมีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยภายใต้สภาวะแอโรบิก อาจพบเหล็กในรูปของแข็งแขวนลอย $\{\text{Fe}(\text{OH})_3\}$ หรือในรูปของสารละลายเชิงซ้อนเหล็กอินทรีย์หรือเหล็กอนินทรีย์

ในธรรมชาติที่มีพีเอชเป็นกลาง เมื่อน้ำสัมผัสอากาศ เหล็กจะอยู่ในรูปของเฟอริกเสมอ ซึ่งสังเกตได้จากสีแดงในน้ำของเหล็กเฟอริกไฮดรอกไซด์ ส่วนในน้ำบาดาลเหล็กเฟอริสที่ละลายน้ำ ตัวกำหนดสถานะต่างๆของเหล็กได้แก่ พีเอชและความต่างศักย์รีดอกซ์ (ORP) แหล่งน้ำผิวดินที่มีพีเอชเป็นกลางและมีออกซิเจนละลาย (ทำให้ค่า ORP เป็น +) เหล็กจะอยู่ในรูป $\text{Fe}(\text{OH})_3$ น้ำบาดาลที่มีพีเอชต่ำ เนื่องจากมี CO_2 และมีค่า ORP เป็น - (ไม่มีออกซิเจนละลาย) มักจะมีเหล็กละลายอยู่ในรูป Fe^{2+} ซึ่งเป็นเหล็กอิสระ การเพิ่มค่าพีเอช (โดยการเติมด่าง) หรือ/และเพิ่ม ORP โดยการเติมออกซิเจนหรือคลอรีนจะทำให้เหล็กเฟอริส

กลายเป็นเหล็กเฟริกในรูป $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ซึ่งตกตะกอนแล้วสามารถกำจัดออกจากน้ำในกระบวนการผลิตน้ำโดยการตกตะกอนหรือการกรองที่พีเอช 6

ถ้าในน้ำประปามีเหล็กมากกว่า 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะพบเป็นคราบสนิมติดบนเสื้อผ้า เมื่อนำน้ำมาซักล้าง ถ้ามีเหล็กในน้ำประปาน้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะไม่กระทบต่อรสชาติของน้ำและสามารถดื่มที่มีปริมาณเหล็กอยู่ในระดับ 2 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นประจำโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพแต่เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบในการซักล้างและเป็นคราบสนิมตามอุปกรณ์เครื่องใช้ เครื่องสุขภัณฑ์ น้ำมีลักษณะไม่ชวนใช้และไม่ชวนดื่มด้วยสี กลิ่นและความขุ่น จึงกำหนดความเข้มข้นของเหล็กในน้ำประปาดื่มได้ที่ระดับไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2 แมงกานีส (Manganese)

แมงกานีสเป็นแร่ธาตุที่พบมากที่สุดตัวหนึ่งในเปลือกโลก เป็นธาตุลำดับที่ 25 ในตารางธาตุ เป็นโลหะสีชาวมืดแดง แข็งแต่เปราะ มักพบอยู่ด้วยกันกับธาตุเหล็ก มีออกซิเดทีฟ สเตท (Oxidative State) ที่สำคัญคือ Mn^{2+} , Mn^{4+} และ Mn^{7+} มักพบปนเปื้อนในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินในสภาพไร้อากาศในรูปของ MnO_2 ซึ่งละลายน้ำในสภาวะไร้ออกซิเจนและแมงกานีสออกไซด์จะถูกออกซิไดซ์ในสภาวะที่มีออกซิเจนกลายเป็น Mn^{7+} ซึ่งเป็นแมงกานีสที่ไม่สามารถละลายน้ำ สภาวะที่พีเอชอยู่ที่ระดับ 9 ทำให้ได้ตะกอนของ MnO_4^- (Permanganate Ion)

แมงกานีสถูกใช้เป็นประโยชน์ในโรงงานเหล็กในการทำเหล็กกล้า แมงกานีส (Manganese Steel) โลหะผสม เป็นตัวออกซิเดนต์ สำหรับทำสารฟอกขาว สารฆ่าเชื้อของ Potassium Permanganate เป็น Manganese Green Sands ในกระบวนการผลิตน้ำประปา

ถ้ามีแมงกานีสมากกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระบบเส้นท่อ จะมีผลกระทบต่อรสชาติ รอยคราบที่สุขภัณฑ์และเครื่องซักผ้า และถ้ามากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะพบเป็นแผ่นเคลือบติดบนผิวในเส้นท่อและหลุดออกเป็นแผ่นดำปนอยู่ในน้ำเส้นท่อตามแรงดันน้ำในระบบเส้นท่อ

น้ำประปาที่มีแมงกานีสเกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร มักมีลักษณะที่ไม่ชวนใช้และไม่ชวนดื่มตามสี กลิ่นและความขุ่นที่สัมผัสได้ นอกจากคราบสีน้ำตาลดำบนเสื้อผ้าที่มาจากแมงกานีส ซึ่งกำจัดออกได้ยาก กลิ่นเหม็นและสีของน้ำที่มาจากแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในจุดอับของระบบท่อและใช้แมงกานีสเป็นแหล่งอาหาร

ผลจากการศึกษาพบว่า แผลงกานีสมีผลต่อระบบประสาททำให้มีอาการตัวสั่น (Tremor) การย่างก้าวที่เสียระบบ (Gait Disorders) รวมทั้งอาการทางจิตที่เป็นคนเจ้าอารมณ์ ซึมโง่ง่าย ตามประกาศกรมอนามัย พ.ศ. 2553 ได้กำหนดค่าของแมงกานีสที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคในปริมาณไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 3.1 แสดงอาการของผู้ป่วยระบบประสาทจากแมงกานีส

3.3 ทองแดง (Copper)

ทองแดงเป็นธาตุลำดับที่ 29 เป็นโลหะลักษณะเป็นของแข็งสีแดง พบได้ตามธรรมชาติทั้งในดิน หิน น้ำและอากาศ อยู่ในรูปธาตุอิสระและสารประกอบ ใช้เป็นส่วนประกอบของสารเคมีทางการเกษตร สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ การทำสีย้อม เป็นโลหะผสมของท่อจ่ายของระบบประปา

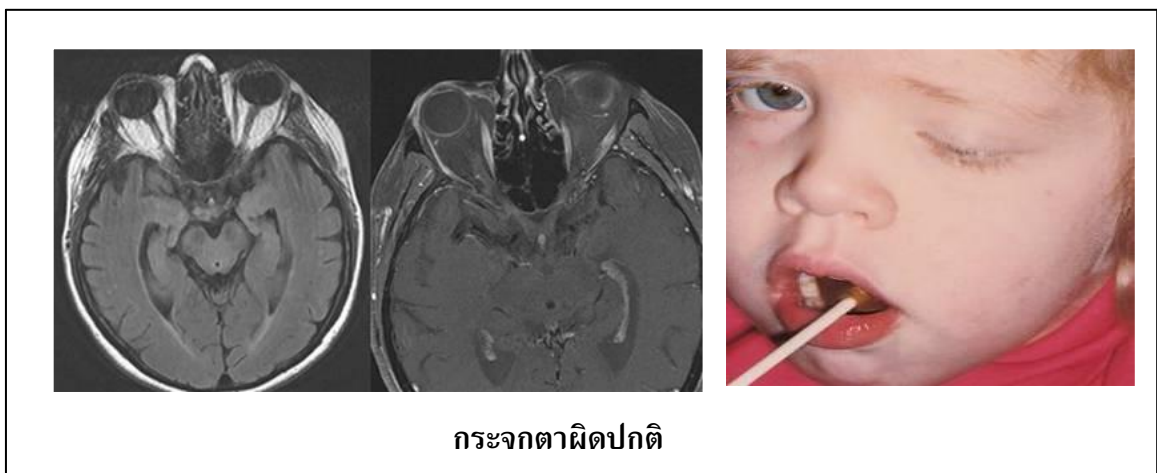
ธาตุทองแดงมีความจำเป็นต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตถ้าได้รับในปริมาณที่เหมาะสม โดยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในกระดูกและกล้ามเนื้อ

การเกิดพิษจากทองแดงขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับเข้าไปและความแข็งแรงหรืออ่อนไหวของร่างกายของผู้รับ ทองแดงถูกดูดซับได้ดีในกระเพาะอาหารและลำไส้ส่วนบน แต่จะถูกร่างกายขับออกในปริมาณที่เกินความจำเป็น แต่ถ้าได้รับในปริมาณมาก จะทำให้เกิดความเป็นพิษเฉียบพลันต่อร่างกายคือ คลื่นเหียนอาเจียน และส่งผลต่อการอักเสบในช่องท้องและกล้ามเนื้อ ท้องเสีย การทำงานของหัวใจผิดปกติ ภาวะระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและยังส่งผลให้เกิดความผิดปกติทางจิต จะเกิดอาการเรื้อรังถ้าได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานในปริมาณที่มากและจะสะสมที่กระดูก กล้ามเนื้อ ตับและสมอง จนกระทบการทำงานของตับและ

สมอง ส่งผลให้ร่างกายมีอาการสั่นเทาอยู่ตลอดเวลา กล้ามเนื้อแข็งเกร็ง น้ำมูก น้ำลายไหล ควบคุมการพูดลำบาก (กลุ่มอาการ Wilson's Diseases)

พบว่าถ้ามีปริมาณทองแดงมากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เป็นคราบติดที่เครื่องซักผ้าหรือเครื่องสุขภัณฑ์และถ้าในน้ำมีปริมาณทองแดงมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมักมีรสขมและให้สีปรากฏด้วย

ตามประกาศกรมอนามัย พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ จึงได้กำหนดคุณภาพน้ำประปาดื่มได้พบทองแดงได้ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 3.2 แสดงอาการของผู้ป่วยจากพิษของทองแดง

3.4 สังกะสี ((Zinc))

สังกะสีเป็นธาตุลำดับที่ 30 ในตารางธาตุ เป็นโลหะสีขาวแกมน้ำเงิน หลอมละลายที่ 419 องศาเซลเซียส

สังกะสีที่พบในรูปของธาตุอิสระ เป็นธาตุที่มีประโยชน์และจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการรักษาสุขภาพของร่างกายของคนและสัตว์ ส่วนสังกะสีในรูปโลหะเจือใช้ประโยชน์มากมายโดยเฉพาะใช้เคลือบผิวเหล็กกล้าเพื่อป้องกันการขึ้นสนิม แต่สังกะสีในรูปของสารประกอบ หลายชนิดอาจเป็นพิษ เช่น สังกะสีออกไซด์ (ZnO) แต่จัดอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ เพราะถ้าเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่เกินความต้องการร่างกายสามารถจัดส่วนเกินออกจากร่างกายได้อย่างรวดเร็ว

พบว่าสังกะสีให้รสชาติที่รุนแรง ในระดับความเข้มข้นมากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ในน้ำบริโภค ถ้าในน้ำมีสังกะสีในปริมาณมากกว่า 3-5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้น้ำมีสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนมและพัฒนาเป็นคราบไขในน้ำดื่ม

ตามประกาศกรมอนามัย พ.ศ. 2553 เรื่องเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้กำหนดคุณภาพน้ำประปาดื่มได้พบสังกะสีได้ไม่เกิน 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารอ้างอิง :

1. Guidelines for Drinking – water Quality, 3rd ed., WHO (Geneva), 2004
2. Guidance Manual for Drinking Water Quality Monitoring and Assessment – Second Edition , WHO (Country Office for India), 2010
3. Sawyer, C.N. , Mc Carty , P.L. and Parkin, G.F. “Chemistry for Environmental Engineering” 4th ed., Mc Grow – Hill, New York, 1994.
5. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA , AWWA & WEF, 21st ed., 2005