

พลกระทบของโครเมียม และสารประกอบโครเมียมต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

จิระฉัตร ศรีแสน*

ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรมของประเทศไทย มีการพัฒนาและนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในกระบวนการผลิต มีการนำเข้าสารเคมีชนิดต่าง ๆ มาใช้เป็นจำนวนมาก ของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตเหล่านี้จัดเป็นของเสียอันตราย หากไม่มีการกำจัดที่ถูกต้อง จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม โครเมียมและสารประกอบโครเมียมเป็นสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การชุบโลหะ ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ผลิตเม็ดสี ขูบเครื่องประดับ การย้อมผ้า การฟอกหนังสัตว์ และอื่น ๆ โครเมียมและสารประกอบโครเมียมมีหลายกลุ่มโดยแบ่งตาม Valence ได้แก่ 0, 1, 2, 3, 4 และ 6 ซึ่งกลุ่มโครเมียมไตรวาเลน (Trivalent chromium) และโครเมียมเฮกซาวาเลน (Hexavalent chromium) เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตหากมีปริมาณมากเกินไปจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของคน สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในสิ่งแวดล้อม โครเมียมและสารประกอบโครเมียมสามารถแบ่งออกเป็น

- Chromium metal และ alloy กลุ่มนี้จะรวมถึงเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) และ chromium containing-alloy โดยทั่วไปกลุ่มนี้จะมีความเป็นพิษต่อสุขภาพค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น
- Divalent chromium compound (Cr^{2+}) หรือ chromos compounds ได้แก่ chromos chloride ($CrCl_2$) และ chromos sulfate ($CrSO_4$) กลุ่มนี้จะมีความเป็นพิษน้อยต่อสุขภาพของคน
- Trivalent chromium compound (Cr^{3+}) หรือ chromic compound เป็นธาตุที่มีความจำเป็นต่อร่างกายในขบวนการ glucose metabolism ส่วน compound อื่น ๆ ที่พบในกลุ่มนี้ ได้แก่ chromic oxide (Cr_2O_3), chromic sulfite ($Cr_2[SO_3]_3$), chromic chloride ($CrCl_3$), chromic potassium sulfate ($KCr[SO_4]_2$) และ chromite ore ($FeOCr_2O_3$)

- Hexavalent chromium compound (Cr^{6+}) ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

กลุ่มที่ละลายน้ำได้ (water-soluble hexavalent compounds) ได้แก่ chromic acid, anhydride of chromic acid, monochromate, dichromate of sodium, potassium, ammonium, cesium, rubidium และ lithium เป็นต้น

กลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ (water-insoluble hexavalent compounds) ได้แก่ zinc chromate, calcium chromate, lead chromate, barium chromate, strontium chromate และ sintered chromium trioxide เป็นต้น

การดูดซึมและการแพร่กระจายของโครเมียมและสารประกอบโครเมียม

โครเมียมไตรวาเลนเป็นสารที่ช่วยในกระบวนการเผาผลาญของน้ำตาลและไขมันในร่างกาย ช่วยรักษาสมดุลของน้ำตาลในร่างกายของผู้ป่วยเบาหวาน ผู้สูงอายุและเด็กที่ขาดสารอาหาร การขาดโครเมียมไตรวาเลนจะทำให้พิษของผู้ป่วยสารตะกั่วมีความรุนแรงสูงขึ้น โครเมียมและสารประกอบโครเมียมในร่างกายของแม่สามารถส่งต่อไปยังทารกในครรภ์ทางรก การสะสมโครเมียมในเนื้อเยื่อต่าง ๆ จะมีปริมาณลดลงตามอายุที่สูงขึ้น ยกเว้นสะสมในปอดจะไม่ลดลงตามอายุ โครเมียมและสารประกอบโครเมียมสามารถเข้าสู่ร่างกายหลายทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของ Valence ความสามารถในการละลายน้ำ ขนาดของอนุภาค และอื่น ๆ

ทางการหายใจ ร่างกายจะได้รับโครเมียมและสารประกอบโครเมียมจากการสูดดม ทางระบบทางเดินหายใจพบมากในคนงานที่ทำงานเกี่ยวกับสารโครเมียมและสารประกอบโครเมียม โครเมียมในรูปโครเมียมเฮกซาวาเลนสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ดีกว่าโครเมียมไตรวาเลน

* นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

ทางการบริโภค ร่างกายจะได้รับโครเมียมและสารประกอบโครเมียมจากการบริโภคอาหารและน้ำดื่มโครเมียมเฮกซะวาเลนจะถูกดูดซึมจากระบบทางเดินอาหารได้ดีกว่าโครเมียมไตรวาเลนซ์ ถึง 3-5 เท่า ซึ่งเป็นผลจากการที่โครเมียมเฮกซะวาเลนสามารถซึมผ่าน cell membrane ได้ดี

ทางผิวหนัง ทั้งโครเมียมไตรวาเลนซ์ และโครเมียมเฮกซะวาเลนสามารถซึมผ่านผิวหนังได้น้อยมากยกเว้นกรณีผิวหนังเป็นแผลจากการเผาไหม้ ทำให้สารประกอบโครเมียมบางชนิดเข้าสู่ร่างกายได้ เช่น potassium dichromate และ chromium chloride

ความเป็นพิษต่อสุขภาพของโครเมียมและสารประกอบโครเมียม

เมื่อโครเมียมและสารประกอบโครเมียมเข้าสู่ร่างกายแล้วโครเมียมไตรวาเลนซ์จะรวมกับ transferrin ใน plasma และกระจายไปทั่วร่างกาย มีเพียงส่วนน้อยที่เข้าไปในเม็ดเลือดแดง ส่วนโครเมียมเฮกซะวาเลนจะผ่านเข้าไปในเม็ดเลือดแดงอย่างรวดเร็ว และจะรวมกับ b-chain ของ hemoglobin และเปลี่ยนไปเป็น trivalent form ในเม็ดเลือด ทำให้การทำงานของเม็ดเลือดแดงผิดปกติโครเมียมเฮกซะวาเลนมีความเป็นพิษสูงกว่าโครเมียมไตรวาเลนซ์มาก เนื่องจากโครเมียมเฮกซะวาเลนมีฤทธิ์เป็น oxidizing agent จึงกัดกร่อนเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้โครเมียมเฮกซะวาเลนยังสามารถจับตัวกับโปรตีนและกรดนิวคลีอิก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่ผิดปกติไปโครเมียมและสารประกอบโครเมียมจะถูกขับออกทางไตมีเพียงส่วนน้อยที่สะสมอยู่ในร่างกาย ผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพแข็งแรงและได้รับโครเมียมและสารประกอบโครเมียมจากอาหารปริมาณวันละ 30-100 ไมโครกรัม จะมีระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะประมาณ 2-10 ไมโครกรัม/ลิตร และช่วงครึ่งชีวิต (half-life) ของโครเมียมเฮกซะวาเลนในปัสสาวะอยู่ระหว่าง 15-41 ชั่วโมง นอกจากนี้โครเมียมและสารประกอบโครเมียมยังถูกขับออกทางน้ำดี ประมาณร้อยละ 10 ของการขับออกทั้งหมดและมีปริมาณน้อยมากที่ขับออกทางนม เล็บและเหงื่อ

ความเป็นพิษของโครเมียมและสารประกอบโครเมียมสามารถแบ่งออกเป็น

1. ความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน มักพบในกรณีได้รับโดยการกิน โครเมียมเฮกซะวาเลน เช่น chromic acid ทำให้เกิดการระคายเคือง ทำให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง

เป็นอันตรายต่อกระเพาะอาหารและลำไส้ ไตวายเสียชีวิตได้ ปริมาณโครเมียมเฮกซะวาเลนที่ทำให้เสียชีวิตได้ในผู้ใหญ่ คือ 1-3 กรัม

2. ความเป็นพิษแบบเรื้อรัง มักพบในคนงานที่ต้องทำงานสัมผัสกับโครเมียมและสารประกอบโครเมียมเป็นเวลานานๆ สามารถแบ่งออกเป็น

2.1 เป็นพิษต่อผิวหนังและทางเดินหายใจ มักมีสาเหตุจากการสัมผัสโครเมียมเฮกซะวาเลนเป็นระยะเวลานาน ๆ ทำให้เกิดแผลเรื้อรังได้ โดยบริเวณที่สัมผัสมักได้แก่ มือและแขน ระบบทางเดินหายใจเกิดการระคายเคืองต่อเยื่อโพรงจมูก ตาแดง น้ำตาไหล น้ำมูกไหล คัดและแสบจมูก ในกรณีที่รุนแรงอาจเกิดแผลเรื้อรังในเยื่อจมูกจนเกิดพังกั้นจมูกทะลุได้

2.2 เป็นสารก่อให้เกิดมะเร็ง (carcinogenicity) โดยหน่วยงาน The International Agency for Research on Cancer (IARC) และ US Toxicology Program จัดโครเมียมเฮกซะวาเลนเป็น human carcinogen เพราะมีความสามารถในการละลายน้ำที่ดี ในคนงานที่ทำงานสัมผัสกับโครเมียมเฮกซะวาเลนเป็นเวลามากกว่า 30 ปีขึ้นไป จะมีความเสี่ยงสูงในการเกิดโรคมะเร็งและพบว่าเป็นโรคมะเร็งปอดมากกว่าโรคมะเร็งชนิดอื่น

ความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมของโครเมียมและสารประกอบโครเมียม

โครเมียมเฮกซะวาเลนในสิ่งแวดล้อมมีความเป็นพิษตั้งแต่ปานกลางถึงสูงมาก โดยส่งผลกระทบต่อสัตว์ที่กินน้ำและอาหารที่มีโครเมียมและสารประกอบโครเมียมเข้าไปทำให้สัตว์ตายได้ ส่วนพืชที่ได้รับโครเมียมเฮกซะวาเลนจะเจริญเติบโตช้าลงโครเมียมเฮกซะวาเลนมีความคงทนในธรรมชาติจึงเป็นไปได้ว่าจะสะสมในสัตว์น้ำได้

การป้องกันอันตรายจากโครเมียมและสารประกอบโครเมียม

- ออกแบบสถานที่ทำงานให้เหมาะสม มีเครื่องดูดอากาศดีเข้าระบบและกำจัดอากาศเสีย และฝุ่นออกไป มีชุดป้องกันฝุ่นละอองที่จะเข้ามาสัมผัสร่างกาย
- มีการสำรวจปริมาณฝุ่นละอองสารประกอบโครเมียมในสถานที่ทำงานอย่างสม่ำเสมอ
- แยกบริเวณสถานที่ทำงานที่มีเสี่ยงต่ออันตรายออกจากบริเวณอื่น ๆ ทั่วไป

- ใช้หน้ากากป้องกัน การหายใจเอาโครเมียมและสารประกอบโครเมียมเข้าสู่ร่างกาย การใส่ถุงมือ ในขณะที่ปฏิบัติงาน การล้างมือ และการทำความสะอาดร่างกายหลังการทำงานทุกครั้ง

ผู้ประกอบการ

- เข้าใจอันตรายจากโครเมียมและสารประกอบโครเมียม ที่ใช้งานอยู่
- มีวิธีการปฏิบัติงานที่เหมาะสม
- มีการปฐมพยาบาลที่เหมาะสมหากได้รับพิษจากโครเมียมและสารประกอบโครเมียม
- มีการเฝ้าระวังพิษของโครเมียมและสารประกอบโครเมียม โดยการตรวจร่างกายเป็นประจำ
- มีระบบกำจัดของเสียโครเมียมและสารประกอบโครเมียม อย่างถูกต้อง และเหมาะสม

ค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมและสถานที่ทำงานเกี่ยวกับโครเมียมและสารประกอบโครเมียม

ค่ามาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับโครเมียมและสารประกอบโครเมียม ตามประกาศกระทรวง

มหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี) กำหนดให้มีปริมาณโครเมียมและสารประกอบโครเมียมในสถานที่ทำงานตลอดระยะเวลาทำงาน 8 ชั่วโมงไม่เกิน 1 mg/m³ ค่ามาตรฐาน ACGIH (2004) TLV – Chromium (III) TWA ไม่เกิน 0.5 mg/m³ Chromium (VI) ไม่เกิน 0.05 mg/m³ ค่ามาตรฐาน NIOSH REL Chromium (III) TWA ไม่เกิน 0.5 mg/m³ Chromium (VI) TWA ไม่เกิน 0.001 mg/m³ และมาตรฐาน OSHA PEL Chromium (III) TWA ไม่เกิน 0.5 mg/m³, Chromium (VI) ไม่เกิน 1 mg/m³

กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม โครงการพิสิทธ์และวิศวกรรมกรรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ให้บริการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมในน้ำเสีย/น้ำทิ้ง และกากอุตสาหกรรม แก่โรงงานอุตสาหกรรมและผู้สนใจทั่วไป นอกจากนี้ยังให้บริการวิเคราะห์ทดสอบรายการอื่น ๆ ในน้ำเสียน้ำทิ้ง เช่น BOD COD TKN โลหะหนัก ฯลฯ ซึ่งปัจจุบันห้องปฏิบัติการกลุ่มงานสิ่งแวดล้อมได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการด้านการทดสอบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025-2005 จึงทำให้มั่นใจได้ว่าผลการทดสอบมีความถูกต้องและแม่นยำ

เอกสารอ้างอิง

Ramathibodi Poison Center. Chromium. Bulletin, October–December, 2001, Vol 9, No.4. [Online] [cite dated 29 March 2555]. Available from Internet: <http://www.ra.mahidol.ac.th/poisoncenter/bulletin/bul%20%2001/v9n4/Chromium.html>

ฉันทนา ผดุงทศ. ภัยสุขภาพจากโลหะ. วารสารคลินิก, พฤศจิกายน, 2549, ฉบับที่ 263.

ชูลีกร ธนธิติกร. Chromium. [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 29 มีนาคม 2555]. เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : http://www.summacheeva.org/index_thaitox_chromium.html

บทความดีดีมีสาระ. โครเมียมธาตุโลหะที่สามารถถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายและก่อให้เกิดโรคผิวหนังได้. [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 29 มีนาคม 2555]. เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://www.thaieditorial.com/tag/%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%A1%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A1/>.html.

มลิวรรณ บุญเสนอ. พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 4. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2549, หน้า 74 - 76.