

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)

นายอรุณกิจ สิทธิไชย
นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ
ส่วนน้ำเสียอุตสาหกรรม

สารอินทรีย์ระเหยง่ายคืออะไร

สารอินทรีย์ไอระเหยหรือสารอินทรีย์ระเหยง่าย หรือเรียกทับศัพท์ด้วยภาษาอังกฤษว่า **วีโอซี (Volatile Organic Chemicals, VOCs)** คือ กลุ่มสารประกอบอินทรีย์ (Organic Compounds) ที่ระเหยเป็นไอกระจายตัวไปในอากาศ ได้ในที่อุณหภูมิและความดันปกติ โมเลกุลส่วนใหญ่ประกอบด้วยอะตอมคาร์บอนและไฮโดรเจน อาจมีออกซิเจนหรือ คลอรีนร่วมด้วย สามารถระเหยเป็นไอได้ที่อุณหภูมิห้อง ในชีวิตประจำวันเราได้รับ VOCs จากผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่น สีทาบ้าน, ควันบุหรี่, น้ำยาฟอกสี, สารตัวทำละลายในพิมพ์, จากอุปกรณ์สรีรยนต์, โรงงานอุตสาหกรรม, น้ำยาซักแห้ง, น้ำยาสำหรับย้อมผมและน้ำยาดัดผม, สารฆ่าแมลง, สารที่เกิดจากเผาไหม้ และปะปนในอากาศ น้ำดื่ม เครื่องดื่ม อาหาร สารอินทรีย์ ไอระเหยที่สะสมไว้นาน ๆ จะมีผลกระทบทางชีวภาพและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

แหล่งกำเนิดสารอินทรีย์ระเหยง่าย

สารอินทรีย์ระเหยง่ายที่แพร่กระจายอยู่ในบรรยากาศมีที่มาจากหลาย ๆ แหล่ง โดยทั่วไปแล้วแหล่งกำเนิดของสารอินทรีย์ระเหยมี ๒ แหล่งใหญ่ คือ สารอินทรีย์ระเหยง่ายที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น ไฟไหม้ป่า ก๊าซจากการเน่าเสียของอินทรีย์วัตถุ รวมทั้งจากการขับถ่ายและการหายใจของมนุษย์ เกิดจากภูเขาไฟระเบิด หรือ เกิดจากพืชบางชนิดที่ผลิตสารอินทรีย์ระเหยสู่บรรยากาศ เป็นต้น แต่สารอินทรีย์ระเหยที่เกิดจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เป็นแหล่งกำเนิดสารอินทรีย์ระเหยที่สำคัญและเป็นต้นเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นับวันจะมีความรุนแรงมากขึ้นในปัจจุบัน



กิจกรรมของมนุษย์ที่ก่อให้เกิดมลพิษประเภทนี้มีมากมาย ตั้งแต่การผลิตใหญ่ ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม ที่ใช้เครื่องจักร เครื่องยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงต่าง ๆ และอุตสาหกรรมที่ผลิตหรือใช้สารอินทรีย์ระเหยง่าย นอกจากนั้นยังมาจากกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ได้แก่การเดินทาง ไอระเหยจากการเติมน้ำมันเชื้อเพลิง การคมนาคมขนส่ง การใช้เชื้อเพลิงหุงต้ม การเผาไหม้กองขยะ และการใช้สารเคมีในครัวเรือน เช่น น้ำยาซักแห้งหรือน้ำยาทำความสะอาดบางชนิด



การแบ่งประเภทของ VOCs แบ่งออกตามลักษณะของโมเลกุล เป็น ๒ กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

๑. Non-chlorinated VOCs หรือ Non-halogenated hydrocarbons ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ประกอบด้วย aliphatic hydrocarbons (เช่น fuel oils, gasoline, hexane, industrial solvents, alcohols, aldehydes, ketone) และกลุ่มสาร aromatic hydrocarbons (เช่น สารตัวทำละลาย - toluene, benzene, ethylbenzene, xylenes, styrene, phenol) สาร VOCs กลุ่มนี้มาจากสิ่งแวดล้อม การเผาไหม้กองขยะ พลาสติก วัสดุ สารตัวทำละลาย สีทาวัสดุ เป็นต้น ซึ่งมีผลเสียต่อสุขภาพ จึงมักสังเกตได้ว่า พนักงานดับเพลิง คนงานเผาขยะ คนเผาถ่าน มักป่วยด้วยโรคทางเดินลมหายใจบ่อยเพราะได้รับ VOCs ประมาณ ๑๔๔ ชนิด เป็นประจำจากควันไฟและเชื้อเพลิง

๒. chlorinated VOCs หรือ halogenated hydrocarbons ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ได้แก่ สารเคมีที่สังเคราะห์ใช้ในอุตสาหกรรมสาร chlorinated VOCs นี้มีความเป็นพิษมากกว่าและเสถียรตัวในสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารกลุ่มแรก (non-chlorinated VOCs) เพราะมีโครงสร้างที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนและธาตุกลุ่มฮาโลเจนที่ทนทานมากยากต่อการสลายตัวในธรรมชาติ ทางชีวภาพ ทางกายภาพ หรือโดยทางวิธีเคมีทั่วไป มีความคงตัวสูงและสะสมได้นาน สลายตัวทางชีวภาพได้ยาก รบกวนการทำงานของสารพันธุกรรม หรือ ยับยั้งปฏิกิริยาชีวเคมีในเซลล์ และมีฤทธิ์ในการก่อมะเร็ง หรือกระตุ้นการเกิดมะเร็งได้

ความเป็นพิษของสารอินทรีย์ระเหยง่าย

สารอินทรีย์ระเหยง่ายเข้าสู่ร่างกายได้ ๓ ทางคือ ๑) การหายใจ ได้รับทางปอด ๒) การกิน-ดื่มทางปาก และ ๓) การสัมผัสทางผิวหนัง หลังจากการเข้าสู่ร่างกายแล้วจะผ่านเข้าสู่ตับ ซึ่งจะมีเอนไซม์และวิถีทางเมตาบอลิซึม (metabolism) หลากหลายที่แตกต่างกัน และในที่สุดจะถูกขับทิ้งทางปัสสาวะ ซึ่งความเป็นพิษต่อร่างกายจะมากขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ ๑) ช่วงครึ่งชีวิต (Half life) ของสาร VOCs ในร่างกาย ๒) สภาพความสมบูรณ์และความแข็งแรงของร่างกาย และ ๓) การทำงานของระบบขับถ่ายของเสีย

โดยสามารถสรุปผลกระทบจากสารอินทรีย์ระเหยง่ายได้ ๓ กลุ่มดังนี้

๑. ผลกระทบต่อด้านภูมิคุ้มกัน

สารอินทรีย์ไอระเหยหลายชนิดทำให้ระบบภูมิคุ้มกันถูกรบกวนหรือทำลายศักยภาพทางการป้องกันโรคการติดเชื้อจะลดและพร่องลงจากเดิม เช่น ในการศึกษาในประชากร 302 คน (อายุ 40-59 ปี) ที่ Aberdeen, North Carolina และบริเวณใกล้เคียงโดยการ ตรวจเลือด ตรวจผิวหนังและสัมภาษณ์ พบว่ามีสาร Dichlo (DCE) ในเลือด ในคนที่อยู่ใกล้ที่ทิ้งขยะสารเคมีพิษ (pesticide dump sites) ในระดับเฉลี่ย 4.05 ppb เทียบกับระดับเฉลี่ย 2.95 ppb ($p=0.01$) กลุ่มควบคุมคนที่อยู่ไกลมากกว่ายังมีระดับ DCE สูงกว่า ยิ่งอยู่ในบริเวณนาน ๆ ยิ่งได้รับมากขึ้น แตกต่างกันอย่างชัดเจน นอกจากนี้เม็ดเลือดขาวของประชากรดังกล่าวจะมีคุณสมบัติทางภูมิคุ้มกัน (mitogen-induced lymphoproliferativity) ต่ำกว่าเม็ดเลือดขาวในกลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด

๒. ผลกระทบต่อระบบประสาท

การได้รับสารอินทรีย์ไอระเหยจะทำให้เกิดอาการทางประสาทหลายอย่าง เช่น การง่วงนอน วิงเวียนปวดศีรษะ ซึมเศร้า หรือหมดสติได้ ในการทดลองทางการแพทย์กับหนูพุกขาว และหนูถีบจักรพบว่า การได้รับสารอินทรีย์ระเหยง่ายบางชนิดทางลมหายใจติดต่อกันนาน ๔๐ นาที ทำให้การส่งกระแสประสาทผิดปกติได้ หนูมีการเรียนรู้สิ่งเร้าในสิ่งแวดล้อม ลดลง จะลดมากเมื่อได้รับสารระเหยนานมากขึ้นเป็น ๑๐๐ นาที

ในกลุ่มช่างทำรองเท้า ซึ่งได้รับสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากการหายใจ สารตัวทำละลายสีหรือน้ำยาทำรองเท้าเป็นประจำ มักจะมีอาการทางประสาทคือ ปวดศีรษะ (๖๕%), จิตใจกังวล (๕๓%), รู้สึกคันที่ขาและเท้า (๔๖%), เจ็บตา (๔๓%), หายใจลำบากและมีอาการรวมหลายอย่าง (๑๑ – ๓๕%) ในคนตั้งครรภ์ มีการศึกษาในหญิงตั้งครรภ์จำนวน ๑๔,๐๐๐ คนใน Bristol, U.K. ที่ใช้สเปรย์ปรับอากาศ (aerosols) เป็นประจำ พบว่าในเลือดมีสารพวก VOCs (Xylene, ketones และ aldehydes) ค่อนข้างสูง และประชากรเหล่านี้จะมีอาการหลายอย่าง เช่น ๒๕% ปวดศีรษะ ๑๙% มีอาการซึมเศร้าหลังคลอดและเด็กที่คลอดออกมาแล้วมักมีอาการท้องเสียบ่อยกว่าเด็กกลุ่มอื่น ๒๒ %

๓. ผลกระทบเสียหายต่อสุขภาพด้านอื่น ๆ

สารอินทรีย์ระเหยง่าย อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพระบบอื่น ๆ ได้แก่ ระบบพันธุกรรม ระบบฮอร์โมน ระบบสืบพันธุ์ และระบบประสาท อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งบางชนิดได้ และโรคทางระบบสืบพันธุ์ เช่น เป็นหมัน ความพิการของเด็กมีการกลายเพศ เป็นต้น

อันตรายและโทษต่อสุขภาพของสารอินทรีย์ระเหยง่าย จะยังมีผลกระทบมากขึ้น (additive effect) ถ้าได้รับสารอินทรีย์ระเหยง่ายผสมกันหลายชนิดในระยะเดียวกัน อาจส่งผลให้เกิดความรุนแรงต่อสุขภาพมากขึ้น มากกว่าผลกระทบรวมกันที่เกิดจากสารเดี่ยว ๆ แต่ละชนิดได้

การป้องกันและการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสารอินทรีย์ระเหยง่าย

การควบคุมสารอินทรีย์ระเหยง่ายได้ดีที่สุด คือ การป้องกันมิให้มีการใช้สารที่อันตรายสูงต่อสุขภาพโดยไม่จำเป็น หรือหากจำเป็นใช้ ก็ต้องมีวิธีการลดอันตราย ความเสี่ยง และความ เป็นพิษให้เหลือน้อยที่สุด โดยมีให้สารเคมี มีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ในน้ำ อากาศ ดิน อาหาร และ เครื่องดื่ม เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค มีสาร VOCs ๘ ชนิดที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อม (EPA) สหรัฐอเมริกา ได้ออกกฎหมายควบคุมมิให้มีหรือมีระดับเกิดค่า maximum contaminant level (MCL) ในน้ำดื่มของแต่ละชนิด

การทำลายสารอินทรีย์ระเหยง่ายทางเคมี ได้มีการนำสาร oxidizers หลายชนิด เช่น ก๊าซโอโซน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต มาใช้เพื่อทำลายสารอินทรีย์ระเหยง่าย โดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้สารอินทรีย์ระเหยง่ายหลายกลุ่ม สลายตัว และหมดสภาพความเป็นพิษได้

การทำลายทางชีวภาพ มีการวิจัย co-metabolism method ที่จะใช้จุลินทรีย์หลายชนิด รวมกันที่สามารถทำปฏิกิริยาทางชีวเคมีกับสารอินทรีย์ระเหยง่ายได้ โดยอาศัยเอนไซม์ของแบคทีเรียทั้ง ชนิด anaerobic และ aerobic จะทำให้เกิด oxidation, reduction, dehalogenation ฯลฯ และสาร VOCs (TCE, PCE, DCM, benzene, toluene) จะถูกทำลายและหมดความเป็นพิษได้

ในทางการแพทย์ได้มีการรักษาผู้ป่วยที่ได้รับสารอินทรีย์ระเหยง่ายเข้าไปในร่างกายและ เกิดมีอาการป่วย ต้องใช้วิธีการล้างออก การขับออกในทุกรูปแบบ ทั้งทางกายภาพ ทางเคมีและทางชีวภาพ ให้ทั่วถึง ก่อนที่สารเคมีนั้นจะสะสมและเกิดความเป็นพิษ วิธีการรักษานั้นกระทำได้ยากและสิ้นเปลืองการรักษา ดังนั้นการควบคุมโดยการป้องกันและการลดความเสี่ยงต่อสารอินทรีย์ระเหยง่ายในระดับต่าง ๆ จะเป็นวิธีการที่ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

แหล่งข้อมูล : ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา กระทรวงสาธารณสุข

www.moph.go.th และ http://webdb.dmsc.moph.go.th/afc_toxic/ez.mm_display.asp