



## สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds)

ความหมายของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าสาร VOCs มาจากคำว่า Volatile organic Compounds หมายถึงกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยเป็นไอได้ง่าย กระจายตัวไปในอากาศได้ในอุณหภูมิและความดันปกติ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักของสาร ได้แก่ อะตอมของคาร์บอน ไฮโดรเจน และมีองค์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ ออกซิเจน ฟลูออไรด์ คลอไรด์ โบรไมด์ ซัลเฟอร์ และไนโตรเจน

สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย(VOCs) ในบรรยากาศจัดเป็นอากาศพิษ (Toxic Air) ซึ่งในชีวิตประจำวันเราได้รับสารชนิดนี้จากผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่น สีทาบ้าน กาวบุหรี น้ำยาฟอกสี สารตัวทำละลายในการพิมพ์ ฝุ่นสีรถยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม น้ำยาซักแห้ง น้ำยาสำหรับข้อมผมและตัดผม สารกำจัดศัตรูพืช สารที่เกิดจากการเผาไหม้ และปนเปื้อนในอากาศ น้ำดื่ม อาหาร และเครื่องดื่ม

การแบ่งกลุ่มสาร VOCs สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ใหญ่ๆตามลักษณะของโมเลกุลของสาร คือ

1. กลุ่ม Non-chlorinated VOCs หรือ Non-halogenated Hydrocarbons ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีอะตอมของฮาโลเจนในโมเลกุล สารกลุ่มนี้มาจากสิ่งแวดล้อม การเผาไหม้ของขยะ พลาสติก วัสดุ สารตัวทำละลาย สีทาวัสดุ ซึ่งทำให้มีผลเสียต่อสุขภาพของผู้ได้รับคือทำให้ป่วยเป็นโรคทางเดินหายใจ ตัวอย่างกลุ่มสารนี้ได้แก่

- กลุ่มสาร Aliphatic Hydrocarbons เช่น Fuel oils, Industrial Solvents, Propane, 1,3-Butadiene, Gasoline, Hexane
- กลุ่มสาร Alcohols, Aldehyde, Ketone เช่น Ethyl Alcohol, Methyl Alcohol, Formaldehyde
- กลุ่มสาร Aromatic Hydrocarbons เช่น Toluene, Xylene, Benzene, Naphthalene, Styrene, Phenol

2. กลุ่ม Chlorinated VOCs หรือ Halogenated Hydrocarbons ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่มีอะตอมของฮาโลเจนในโมเลกุล ได้แก่ สารเคมีที่ใช้สังเคราะห์ในอุตสาหกรรม สารกลุ่มนี้มีความเป็นพิษมากกว่า และเสถียรในสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารในกลุ่มสาร Non-chlorinated VOCs นั่นคือ สลายตัวได้ยากในธรรมชาติ และในทางเคมีจะมีความคงตัวสูง สะสมได้นาน ครอบคลุมการทำงานของสารพันธุกรรม ยับยั้งปฏิกิริยาชีวเคมีในเซลล์ มีฤทธิ์ในการก่อมะเร็ง หรือกระตุ้นการเกิดมะเร็งได้ สารในกลุ่มนี้มีรายชื่อดังต่อไปนี้

ตัวอย่างของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย ชนิด Halogenated VOCs

- |                              |                        |                             |
|------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| - 1,1,1,2- Tetrachloroethane | - Bromoform            | - Glycerol trichlorohydrin  |
| - 1,1,1-Trichloroethane      | - Bromomethane         | - Hexachlorobutadiene       |
| - 1,1,2,2,-Tetrachloroethane | - Carbon tetrachloride | - Hexachlorocyclopentadiene |
| - 1,1,2-Tetrachloroethane    | - Chlorodibromomethane | - Hexachloroethane          |
| - 1,1-Dichloroethane         | - Chloroethane         | - Methylene chloride        |
| - 1,1-Dichloroethylene       | - Chloroform           | - Neoprene                  |
| - 1,2,2-Trifluoroethane      | - Chloromethane        | - Pentachloroethane         |

(Freon 113)

- 1,2-Dichloroethane	- Chloropropane	- Perchloroethylene
- 1,2-Dichloropropane	- Cis-1,2-dichloroethylene	- Propylene dichloride
- 1,2-Trans-Dichloroethylene	- Cis-1,3-dichloropropane	- Trichlorotrifluoroethane
- 1,3-cis-dichlor-1-propane	- Dibromochloropropane	- Monochlorobenzene
- 1-Chloro-2-propene	- Dibromomethane	- Tetrachloroethylene
- 2-butylene dichloride	- Dichlorobromomethane	- Trichloroethylene(TCE)
- Acetylene tetrachloride	- Dichloromethane(DCM)	- Vinyl chloride
- Bromodichloromethane	- Ethylene dibromide	- Vinyl trichloride
- 1,3-trans-dichloropropene	- Fluorotrichloromethane(Freon11)	- Vinylidene chloride

### ผลกระทบของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ต่อสิ่งแวดล้อม

สาร VOCs มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมคือมีผลต่อชั้นของโอโซนของโลก โดยปกติโอโซนจะอยู่ในชั้นบรรยากาศสูง ทำหน้าที่กรองแสงอุตราไวโอเล็ต (UV) แต่สาร VOCs มีผลทำให้โอโซนบนชั้นบรรยากาศสูงเข้ามาอยู่ในชั้นบรรยากาศใกล้โลก และโอโซนนี้จะทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ เช่น ทำให้เจ็บไข้ ไม่สบาย เจ็บคอ หายใจไม่สะดวก ระคายเคืองตา แก้วตา จมูก คอ ทรวงอก ไอ ปวดศีรษะ นอกจากนี้โอโซนยังเป็นตัวทำให้สิ่งก่อสร้างชำรุด ผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ

### ผลของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ที่มีต่อสุขภาพ

สาร VOCs สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือ

1. การหายใจ
2. การกิน-ดื่मทางปาก
3. การสัมผัสทางผิวหนัง

เมื่อสาร VOCs เข้าสู่ร่างกายแล้วจะผ่านเข้าสู่ตับ ซึ่งจะมีเอนไซม์และวิถีทางเมตาบอลิซึม (metabolism) หลากหลายแตกต่างกัน สารพิษถูกเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึมในตับในระยะแรก โดยอาศัยเอนไซม์ในระบบ ชนิดของเอนไซม์ที่จะใช้แตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของสาร VOCs ที่ได้รับ และในขั้นตอนสุดท้ายจะถูกขับทิ้งทางปัสสาวะในรูปของกรด เช่น สารไตรคลอโรเอทิลีน เมื่อถูกขับออกมาในขั้นตอนสุดท้าย จะออกมาในรูปของ กรดไตรคลอโรอะซีติก ซึ่งความเป็นพิษต่อร่างกายจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. ช่วงครึ่งชีวิตของสาร VOCs ในร่างกาย ถ้ามีการตรวจวัดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ในเลือดสามารถบอกประวัติการได้รับ หรือการสัมผัส VOCs ในประชากรได้

2. สถานะความสมบูรณ์ของร่างกาย ปฏิกริยาชีวเคมีทางเมตาบอลิซึมในตับและเนื้อเยื่อแปรสภาพไปเป็นพิษมากขึ้นหรือน้อยลงได้ และปริมาณอัลกอฮอล์หรือสารเคมีอื่นในกระแสเลือดและเนื้อเยื่อด้วย เช่น การดื่มเหล้าหรือเครื่องดื่มที่มีอัลกอฮอล์จะเพิ่มการดูดซึมและเพิ่มระดับของสาร 2-butamone และ acetone ในเลือดของนักดื่มเหล้า

3. ระบบการขับถ่ายของเสีย การขับถ่ายสารพิษทั้ง สาร VOCs ถูกขับโดยตรงผ่านไตออกมาทางปัสสาวะ ทางลมหายใจ และโดยทางอ้อมผ่านตับ และน้ำดี ถ้าสารนั้นถูกขับออกได้ง่าย ความเป็นพิษจะน้อยลงกว่าสารเคมีที่ถูกขับออกทิ้งได้ยาก

### ผลกระทบของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายต่อระบบต่างๆ มีดังนี้

#### 1. ผลกระทบต่อด้านภูมิคุ้มกัน

สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายหลายชนิดทำให้ระบบภูมิคุ้มกันถูกรบกวนหรือทำลาย ศักยภาพการป้องกันโรคติดเชื้อจะลดลง เช่น จากการศึกษาประชากรโดยการตรวจเลือด และผิวหนังในคนที่อยู่ใกล้ที่ทิ้งขยะสารเคมีมีพิษ (pesticide dump sites) พบว่ามีสาร Dichloroethane (DCE) ในเลือดมากกว่าผู้ที่อยู่ห่างไกลกว่า ยิ่งอยู่ในบริเวณนั้นนาน ๆ ยิ่งได้รับมากขึ้นแตกต่างกันอย่างชัดเจน นอกจากนี้เม็ดเลือดขาวของประชากรที่อยู่ใกล้ขยะมีพิษมากกว่าจะมีเม็ดเลือดขาวต่ำกว่าในกลุ่มประชากรที่อยู่ห่างไกลออกไป

#### 2. ผลกระทบต่อระบบประสาท

การได้รับสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายจะทำให้เกิดอาการทางการกดประสาทหลายอย่าง เช่น การง่วงนอน วิงเวียนศีรษะ ชีพเศร้า หรือหมดสติได้ ยิ่งได้รับนาน ๆ จะยิ่งทำให้มีผลมากขึ้น

#### 3. ผลกระทบเสียหายต่อสุขภาพด้านอื่น ๆ

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

### การป้องกันและการแก้ไขสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย

สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย มีผลต่อสุขภาพมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารเคมี ปริมาณที่ได้รับ สภาพทางชีวภาพของร่างกาย และปัจจัยอื่น ๆ สาร VOCs บางชนิดหากได้รับในปริมาณมากจะทำให้เกิดการทำลายระบบประสาทส่วนกลาง คือไปกดประสาทส่วนกลางโดยอาจจะเกิดอาการทันที ทำให้หมดสติได้ และในกรณีที่ได้รับสาร VOCs ปริมาณน้อย เป็นเวลานานก็จะทำให้เกิดปัญหาเรื้อรัง อาจทำให้เกิดมะเร็ง และเกิดการเสื่อมของเนื้อเยื่ออวัยวะภายในได้ด้วย การเกิดพิษของสาร VOCs มีกลไกมาจากคุณสมบัติทางเคมีของสารที่ทนทานต่อการสลายตัวทางชีวภาพ และสามารถรวมตัวกับสารชีวโมเลกุล ดีเอ็นเอ โปรตีน ไขมันได้ ทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีในเซลล์ถูกรบกวน และหยุดชะงัก ซึ่งในการแก้ไขปัญหาสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายอาจทำได้โดยการทำลายสาร VOCs เช่น ทางเคมีโดยการใช้ก๊าซโอโซน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และสารออกซิไดซ์อื่น ๆ หรือในทางชีวภาพให้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายได้ สำหรับการรักษาผู้ป่วยนั้นมีความลำบากยุ่งยากมาก ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุดคือการป้องกันและควบคุม