# การปนเปื้อนของสารรบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อในสิ่งแวดล้อม

# Contamination of Endocrine Disrupting Compounds in Environment

**วรางคณา วิเศษมณี[1]***

[1]อาจารย์ สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสมุทรปราการ 10540

## บทคัดย่อ

สารรบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อ (endocrine disrupting compounds: EDCs) คือ สารกลุ่มหนึ่งที่ขัดขวางการทำงานของฮอร์โมน (hormone) ซึ่งผลิตโดยต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) ทำให้ระบบหรืออวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนเกิดความผิดปกติไปจากสภาพตามธรรมชาติ ก่อให้เกิดอันตรายด้านต่าง ๆ ทั้งในมนุษย์และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น สารเคมีที่อยู่ในกลุ่ม EDCs ส่วนใหญ่ มีคุณสมบัติละลายได้ดีในไขมัน ย่อยสลายยากทำให้ตกค้างในสิ่งแวดล้อมนาน โดยสาร EDCs ที่เป็นอันตรายจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์จะปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมทั้งในน้ำ อากาศ ดิน และอาหาร เป็นต้น

## Abstract

Endocrine disrupting compounds (EDCs) are the substances that disrupt normal functions of hormones produced by endocrine glands affecting to system and organism functions under hormone control altering from nature conditions, consequently cause adverse health effect in human and other living organisms. Most EDCs characteristics are lypophilic and persistence in environment. The hazardous EDCs produce from human activities contaminating in environment such as water, air, soil and food are produced etc.

**คำสำคัญ** : สารรบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อ ฮอร์โมน ต่อมไร้ท่อ
**Keywords** : Endocrine Disrupting Compounds, Hormone, Endocrine Glands

* *ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ varangkana_v@yahoo.com โทร. 0-2312-6300 ต่อ 1227*

## 1. บทนำ

จากอดีตจนถึงปัจจุบันมีสารเคมีอันตรายจำนวนมากถูกปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมในรูปแบบต่าง ๆ และมาจากหลายแหล่งกำเนิด เช่น การปล่อยอากาศเสีย น้ำเสีย และการปนเปื้อนของกากของเสียอันตรายซึ่งมาจากแหล่งอุตสาหกรรมและชุมชน รวมถึงการปนเปื้อนสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรในดินและอาหาร ทำให้เกิดข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษาถึงอันตรายและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสารเคมีเหล่านี้ทั้งจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ในห้องทดลองและการศึกษาเชิงระบาดวิทยาในสถานการณ์จริง จากข้อมูลและวิวัฒนาการที่เพิ่มขึ้นทางวิทยาศาสตร์และระบาดวิทยาดังกล่าวในสองทศวรรษที่ผ่านมาทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับสารเคมีกลุ่มหนึ่งที่มีผลกระทบต่อระบบการทำงานของฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมไร้ท่อหรือที่เรียกว่า “endocrine disrupting compounds (EDCs)” ปรากฏการณ์ของการปนเปื้อนสารเคมีกลุ่มนี้ทำให้เกิดงานวิจัยหลายด้านที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งอุบัติการณ์ที่เกิดขึ้นในสัตว์ทดลอง และความผิดปกติในสัตว์หลายชนิดในระบบนิเวศ เช่น ปลา นก สัตว์เลื้อยคลาน เป็นต้น หรือแม้กระทั่งการเพิ่มขึ้นของอัตราความชุกของโรคที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนในมนุษย์ สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดคำถามมากมายเกี่ยวกับผลกระทบของสารเคมีกลุ่มนี้ ซึ่งเป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดงานวิจัยใหม่ ๆ ทั้งในห้องปฏิบัติการและการสำรวจจากพื้นที่จริงในระบบนิเวศ ดังนั้น บทความวิชาการเรื่องนี้จึงทำการรวบรวมและอธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสาร EDCs เมื่อเกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นข้อมูลทางวิชาการแก่ผู้ที่สนใจต่อไป

## 2. วิธีการศึกษา

การศึกษาเรื่องสาร EDCs ที่ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมเป็นการรวบรวมข้อมูลทางวิชาการหลายด้านโดยนำมาเรียบเรียงและวิเคราะห์ให้เป็นข้อมูลที่สามารถเข้าใจได้ง่าย ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเด็นหลักเริ่มตั้งแต่ข้อมูลพื้นฐานและกลไกการทำงานของสาร EDCs เป็นส่วนแรกซึ่งจะทำให้ผู้อ่านเข้าใจถึงอันตรายจากสาร EDCs มากขึ้น สำหรับส่วนที่สองเป็นอันตรายที่เกิดขึ้นจาก EDCs ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้ถูกเรียบเรียงขึ้นจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบจากการได้รับสาร EDCs ทั้งในสัตว์และมนุษย์ ข้อมูลส่วนสุดท้ายเป็นข้อมูลของคุณสมบัติที่สำคัญของสารกลุ่ม EDCs และการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นส่วนเติมเต็มที่ทำให้สามารถระบุได้ว่าสารเคมีกลุ่มใดบ้างที่อยู่ในกลุ่มของ EDCs และสิ่งมีชีวิตมีโอกาสได้รับสาร EDCs ได้อย่างไร

## 3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

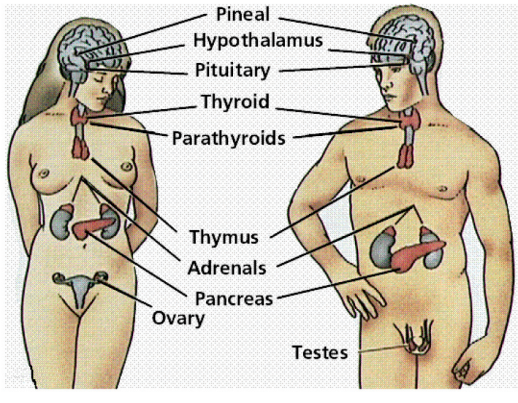
### 3.1 EDCs คืออะไร

EDCs ย่อมาจาก“endocrine disrupting compounds” คือ สารกลุ่มหนึ่งที่ขัดขวางการทำงานของฮอร์โมนซึ่งผลิตโดยต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) ทำให้ระบบหรืออวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายที่ทำงานภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนเกิดความผิดปกติไปจากสภาพตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม มีการให้ความหมายของ EDCs ในหลายลักษณะ โดยเริ่มแรก EDCs ถูกให้คำจำกัดความและความสำคัญส่วนใหญ่ในส่วนผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ และมีความเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen hormone) แต่ในปัจจุบันสารกลุ่มนี้ถูกให้ความหมายครอบ

คลุมผลกระทบที่เกิดขึ้นกับฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ ที่ผลิตจากระบบต่อมไร้ท่อทั้งหมด เช่น ต่อมใต้สมอง (pituitary gland) ต่อมไทรอยด์ (Thyroid Gland) เป็นต้น (Kanno et al., 2000).

### 3.2 EDCs ขัดขวางการทำงานของฮอร์โมนได้อย่างไร

"ฮอร์โมน" คือ สารเคมีชนิดหนึ่งในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ที่ผลิตโดยระบบต่อมไร้ท่อ (รูปที่ 1) ซึ่งเป็นกลุ่มของอวัยวะ หรือ เนื้อเยื่อ ที่ทำหน้าที่ในการผลิต เก็บ และหลั่งฮอร์โมน โดยฮอร์โมนจะถูกส่งไหลเวียนตามกระแสเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายเพื่อควบคุมการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น ควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเกลือแร่ต่าง ๆ ควบคุมความสมดุลของสภาวะต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น ความสมดุลของอุณหภูมิร่างกาย น้ำตาล และแรงดันเลือดควบคุมการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ควบคุมเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์ การคลอดบุตร และการหลั่งน้ำนม รวมทั้งควบคุมเกี่ยวกับการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตให้เข้ากับสภาวะแวดล้อม เป็นต้น



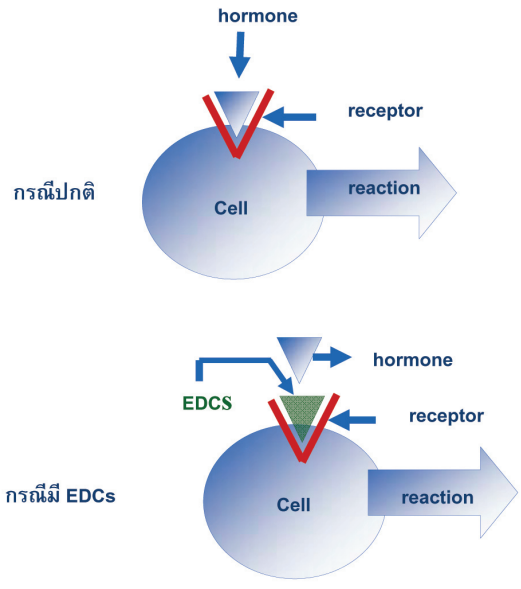

*ที่มา*: www.cartage.org.lb/.../NervousEndocrine.htm

**รูปที่** 1 ระบบต่อมไร้ท่อในร่างกาย

ดังนั้น กลไกการขัดขวางการทำงานของต่อมไร้ท่อในบริบทของ EDCs จึงหมายความรวมถึงกลไกต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการมีสารเคมีแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกายแล้วทำให้การทำงานของฮอร์โมนซึ่งผลิตจากต่อมไร้ท่อ มีความผิดปกติไปจากกลไกตามธรรมชาติ โดยสามารถสรุปลักษณะความผิดปกติต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ดังนี้ (April, 2005).

#### 3.2.1 การทำปฏิกิริยาต่อตัวรับฮอร์โมน (Interaction with hormone receptors)

ในภาวะปกติฮอร์โมนบางชนิดจะต้องจับกับตัวรับ (hormone receptor) ก่อนเข้าสู่เซลล์และส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เนื่องจากฮอร์โมนชนิดนั้น ๆ แต่สารเคมีในกลุ่ม EDCs จะมีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกับฮอร์โมน ทำให้สามารถจับกับตัวรับได้ (รูปที่ 2) ทำให้ความสมดุลของฮอร์โมนในร่างกายมีความผิดปกติไปจากธรรมชาติ ส่งผลต่อระบบสรีรวิทยาของร่างกาย ที่ถูกควบคุมด้วยฮอร์โมนชนิดนั้น ๆ ปฏิกิริยานี้เป็นกลไกที่มีการค้นพบในระยะเริ่มต้น ซึ่งพบว่า สารกลุ่ม EDCs ทำตัวเสมือนเป็นฮอร์โมนชื่อเอสโตรเจน (estrogen mimics หรือ estrogenic chemicals) ซึ่งในปัจจุบันมีการค้นพบว่ากลไกนี้เกิดขึ้นกับฮอร์โมนหลายชนิด เช่น ฮอร์โมนไทรอยด์ (thyroid hormone) และฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (progesterone hormone) เป็นต้น




**รูปที่ 2** การทำปฏิกิริยาต่อตัวรับฮอร์โมน

**3.2.2 มีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของฮอร์โมน** (Effect on hormone metabolism)

ในภาวะปกติฮอร์โมนจะมีการสังเคราะห์และเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อรักษาระดับของฮอร์โมนในร่างกายให้เกิดความสมดุลอยู่เสมอ แต่สารในกลุ่ม EDCs บางชนิดมีความสามารถในการเหนี่ยวนำเอนไซม์ที่มีความเกี่ยวข้องกับอัตราเมแทบอลิซึม (metabolism) ของฮอร์โมนทำให้ระดับของฮอร์โมนตามธรรมชาติเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่งผลต่อระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

**3.2.3 มีผลต่อจำนวนตัวรับฮอร์โมน** (Effects on hormone receptor numbers)

ในภาวะปกติปริมาณฮอร์โมนจะเป็นตัวควบคุมจำนวนตัวรับฮอร์โมน แต่สารเคมีในกลุ่ม EDCs ทำให้ภาวะปกติเปลี่ยนไป เช่น สารเคมีบางชนิดในกลุ่ม Dioxin มีความสามารถในการลดหรือเพิ่มจำนวนตัวรับเอสโตรเจน (estrogen receptor)

**3.2.4 มีผลต่อการสังเคราะห์ การเก็บการหลั่ง การขนส่ง และการกำจัดฮอร์โมน** (Effects on synthesis, storage, release, transport and clearance of hormones)

สารเคมีในกลุ่ม EDCs มีความสามารถในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนในระบบไหลเวียนเลือดในร่างกายได้หลายกรณี เช่น ฮอร์โมนไทรอยด์ (thyroid hormone) และกลูโคคอติคอยด์ (glucocorticoids) ถูกขนส่งไปยังอวัยวะเป้าหมายโดยการจับกับโปรตีน ซึ่งพบว่ามีสาร EDCs ที่มีผลต่อปริมาณโปรตีนในเลือด ทำให้การขนส่งฮอร์โมนดังกล่าวไปยังอวัยวะเป้าหมายเกิดความไม่สมดุล

## 3.3 อันตรายจากการขัดขวางการทำงานของต่อมไร้ท่อ

### 3.3.1 ผลกระทบที่เกิดขึ้นในสัตว์

จากผลการทดลองที่ผ่านมามีการเก็บข้อมูลทั้งในห้องทดลองและการสำรวจภาคสนามถึงผลกระทบในสัตว์ที่เกิดจากการได้รับสารกลุ่ม EDCs พบว่า ความผิดปกติส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ระบบสืบพันธุ์ เนื่องจากความไม่สมดุลของฮอร์โมนส่งผลต่อความสมบูรณ์ของระบบสืบพันธุ์ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อจำนวนประชากรที่ลดลงของสัตว์ชนิดนั้น ๆ และสัตว์ชนิดอื่นในระบบนิเวศที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างที่สำคัญของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น กรณีที่เกิดขึ้นกับปลา โดยสาร EDCs ปนเปื้อนอยู่ในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม ทำให้เกิดปลาที่มี 2 เพศในตัวเดียวกัน เนื่องจากสภาวะบางอย่างที่แสดงถึงวัยเจริญพันธุ์ผิดปกติจากการสร้างสาร

Vitellogenin ในไข่แดงไม่สมดุล ซึ่งการสร้างสารชนิดนี้จะถูกควบคุมด้วยฮอร์โมน Barry (1999) และ (IPCS, 2002). อย่างไรก็ตาม การสรุปผลกระทบของสารกลุ่ม EDCs ต่อสัตว์เป็นเรื่องที่ค่อนข้างซับซ้อน เนื่องจากผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการสามารถแปลผลได้โดยตรง แต่การศึกษาจากการสำรวจภาคสนาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดลงของจำนวนประชากร มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง เช่น ข้อจำกัดเรื่องที่อยู่อาศัย ความเครียดเนื่องจากการลดลงของปริมาณอาหารตามธรรมชาติ การถูกล่า เป็นต้น

### 3.3.2 ผลกระทบที่เกิดขึ้นในมนุษย์

ผลกระทบที่เกิดขึ้นในมนุษย์เนื่องจากการได้รับสารเคมีในกลุ่ม EDCs ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการได้รับสาร EDCs เป็นเรื่องซับซ้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้รับสารในปริมาณต่ำ เนื่องจากการเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นกับประชากรในกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างเรื่องระยะเวลา และเงื่อนไขในการรับสัมผัส รวมทั้งขาดข้อมูลการได้รับสาร EDCs ในระยะเวลาที่สามารถสังเกตุเห็นการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ผลกระทบจากสารกลุ่ม EDCs ที่มีโอกาสเกิดขึ้นกับมนุษย์สามารถสรุปได้ ดังนี้

**3.3.2.1 ระบบสืบพันธุ์** ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับระบบสืบพันธุ์ คือ คุณภาพของน้ำอสุจิลดลง เพิ่มอัตราการแท้งตามธรรมชาติ และเพิ่มอัตราความผิดปกติของการพัฒนาระบบสืบพันธุ์เพศชาย เช่น ภาวะอัณฑะไม่ลงถุง (cryptorchidism) และภาวะความผิดปกติที่รูท่อปัสสาวะเปิดผิดตำแหน่ง (hypospadias) เป็นต้น

**3.3.2.2 มะเร็ง**

การเกิดมะเร็งที่มีอุบัติการณ์เกี่ยวข้องกับสารกลุ่ม EDCs มากที่สุด คือ มะเร็งเต้านม เนื่องจากมีการศึกษาทั้งเชิงระบาดวิทยา และจากการทดลองแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดมะเร็งเต้านมจากผลของการได้รับสารเคมีกลุ่ม EDCs โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้รับสารเคมีกลุ่มดังกล่าวในช่วงวัยเด็ก และวัยรุ่น ทำให้มีโอกาสเกิดมะเร็งเต้านมได้ในวัยผู้ใหญ่ Barry (1999) และ IPCS (2002). อย่างไรก็ตาม การเกิดมะเร็งสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย การระบุอย่างชัดเจนถึงผลจากการได้รับสารกลุ่ม EDCs โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้รับในปริมาณต่ำและผลกระทบที่เกิดขึ้นในระยะยาว จึงมีความยากลำบากในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องการการพิสูจน์ต่อไป

## 3.4 คุณสมบัติที่สำคัญของสารกลุ่ม EDCs

คุณสมบัติที่สำคัญของสารกลุ่ม EDCs คือ (1) สารเคมีหรือสารเคมีที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจากกระบวนการเมแทบอลิซึม (Metabolism) หรือสารเมตาบอไลท์ (metabolites) กลุ่มที่สามารถละลายได้ดีในไขมัน (lipophilic) ทำให้เกิดการสะสมได้ดีในเนื้อเยื่อส่วนที่เป็นไขมันของสิ่งมีชีวิต (2) สารหรือสารเมตาบอไลท์ (Metabolites) กลุ่มที่สามารถจับกับโปรตีน และตัวรับต่าง ๆ ในร่างกายและ (3) สารที่ทำปฏิกิริยารุนแรงและสลายตัวยากในสิ่งแวดล้อม EPA (1997)

ตัวอย่างสาร EDCs ที่สำคัญ คือ Chloroform, Dioxinsandfurans, Polychlrinated

Biphenyl (PCBs), ยาฆ่าแมลงบางชนิด เช่น Aldrin, Allethrin, Carbaryl, เช่น, Aldrin, Allethrin, Allethrin, Carbaryl, Chlordane, Cypermethrin, DDT, Dieldrin, Endosulfan, Heptachlor, Malathion และ Permethrin นอกจากนี้ ยังมีสารเคมีบางตัวที่ใช้ในการผลิต polyvinylchloride (PVC) และผลิตภัณฑ์สารที่ใช้เป็นฉนวนหุ้มสายไฟสายเคเบิ้ลสารผสมในกระเบื้องปูพื้นแผ่นรองสระว่ายน้ำ เช่น Butyl benzyl phthalate (BBP), Di-n-butylphthalate (DBP), Di-ethylhexylphthalate (DEHP) phthalate (DEHP) phthalate (DEHP), Diethyl Phthalate (DEP) เป็นต้น Jobling et al. (1995).

### 3.5 โอกาสการได้รับสาร EDCs และการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

โอกาสการได้รับสารกลุ่ม EDCs มีโอกาสเกิดขึ้นได้ทั้ง 3 ทาง กล่าวคือ ทางการกิน การหายใจ และการสัมผัส โดยสารกลุ่ม EDCs มีโอกาสเกิดขึ้นเองในธรรมชาติ เช่น สาร isoflavonoid phytoestrogens ซึ่งพบอยู่ในถั่วเหลืองและถั่วบางประเภท ผัก และผลไม้ แต่สารกลุ่ม EDCs ที่มีอยู่ในธรรมชาติเหล่านี้มีช่วงชีวิตสั้นในร่างกายของมนุษย์ ซึ่งสามารถขับออกได้ทางปัสสาวะและอุจจาระ

อย่างไรก็ตาม สารกลุ่ม EDCs ที่เป็นอันตรายเกิดจากการได้รับสาร EDCs ที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมซึ่งมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น สารในกลุ่ม Dioxin เกิดขึ้นจากผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมหลายประเภทและกระบวนการเผาไหม้หรือการรั่วไหลของสารต่าง ๆ จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยและน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม โดยลักษณะการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ สามารถสรุปได้ในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** การปนเปื้อนสาร EDCs ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

| สิ่งแวดล้อม | ลักษณะการปนเปื้อน |
|---|---|
| (1) อากาศ | การปนเปื้อนของสารกลุ่ม EDCs ในอากาศส่วนใหญ่เป็นลักษณะของสารที่ระเหยง่าย หรือสารบางกลุ่มที่สามารถแทรกอยู่ในฝุ่นละอองขนาดต่าง ๆ |
| (2) น้ำ | เป็นสารเคมีที่ละลายอยู่ในน้ำ หรือจับกับอนุภาคสารแขวนลอยต่าง ๆ ในน้ำ |
| (3) น้ำดื่ม | การตกค้างของสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อการทำน้ำให้สะอาด |
| (4) ดิน | การตกค้างของสารเคมีบางประเภทที่ใช้ในการเกษตรกรรม และสารตกค้างในตะกอนที่มาจากการบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งสารปนเปื้อนต่าง ๆ ที่รั่วไหลจากหลุมฝังกลบขยะ |
| (5) ตะกอนดิน | สารต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนในอากาศ ตกลงสู่แหล่งน้ำ หรือสารต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงโดยมีคุณสมบัติละลายได้ดีในไขมัน จะจับกับสารอินทรีย์ต่าง ๆ สะสมในตะกอนดิน |
| (6) อาหาร | สารกลุ่มต่าง ๆ ถูกสะสมในห่วงโซ่อาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสะสมในสัตว์น้ำแล้วมนุษย์นำมาบริโภค |
| (7) ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ | สารกลุ่มต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์สำหรับทำความสะอาด เครื่องสำอาง ของเล่นเด็ก เป็นต้น |

## 4. สรุป

ข้อมูลของอันตรายที่เกิดขึ้นจากการได้รับสารกลุ่ม EDCs ในสัตว์ทดลองเป็นที่ประจักษ์ในหลายประเด็น ซึ่งสามารถอธิบายกลไกความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้หลายลักษณะ จากข้อมูลในสัตว์ทดลอง นำไปสู่การศึกษาและสำรวจอุบัติการณ์จริงในสิ่งแวดล้อม เช่น กรณีความผิดปกติของปลาสำหรับผลกระทบที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ยังเป็นข้อสรุปที่ต้องอาศัยการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนเพิ่มเติม อย่างไรก็ตาม แม้บทสรุปที่เกิดขึ้นในมนุษย์ยังเป็นเรื่องที่ยากแก่การสรุป แต่ข้อมูลอันตรายที่ได้จากสัตว์ทดลอง และอุบัติการณ์ที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นก็เพียงพอต่อการเป็นสัญญาณอันตรายที่เกิดจากสารกลุ่ม EDCs และท้าทายในการศึกษาหาข้อพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการหามาตรการวางแผนจัดการต่อไป

## 5. เอกสารอ้างอิง


April Z. 2005. **Endocrine disruptor, What are we facing?,** Waterscapes, 16, 1-4.

Barry P. and Paul H. 1999. **Overview of the Endocrine Disrupters, Issues in Environmental Science and Technology, The Royal Society of Chemistry,** 12, 1-26.

Environmental Protection Agency (EPA). 1997. **Special Report on Environmental Endocrin Disruption: An Effects Assessment and Analysis.** Report No. EPA/630/R-96/012, Risk Assessment Forum. Washington, D.C.: U.S. (February).

International Program on Chemical Safety (IPCS). 2002. **European Workshop on the Impact of Endocrine Disrupters on Human Health and Wildlife,** 15 European Commission DGXII, Report EUR 17549, Brussels, 1-3.

Jobling, S., Reynolds T., White R., Parker M.G., and Sumpter J.P. 1995. **A Variety of Environmentally Persistent Chemicals, Including Some Phthalate Plasticizers, Are Weakly Estrogenic.** Environmental Health Perspectives 103, 582-587.

Kanno J, Onyon L, Haseman J, Fenner-Crisp P, Ashby J, Owens W. 2000. **The OECD Program to validate the rat uterotrophic bioassay to screen compounds for in vivo estrogenic responses: Phase I, Environ Health Perspect,** 109, 785-794.