

### หน่วยที่ 3 ชีตจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

ค่าชิตจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานเป็นตัวเลขแสดงความเข้มข้นของสารในอากาศหรือในของเหลวจากร่างกายเมื่อได้รับสัมผัสแล้วไม่เกิดอันตรายต่อสุขภาพ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการควบคุมการรับสัมผัสที่เพียงพอ การพัฒนาค่าชิตจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงาน จะต้องใช้ข้อมูลของสารที่สนใจ ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลทางเคมีและกายภาพ
2. วิธีวิเคราะห์
3. ความเข้มข้นของสารในตัวกลางต่างๆ
4. พิษวิทยาจลศาสตร์
5. ข้อมูลทางด้านพิษวิทยา
6. การกลายพันธุ์ การเกิดมะเร็ง พิษต่อการสืบพันธุ์ พิษต่อภูมิคุ้มกัน
7. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสารและการตอบสนองต่อสาร

#### การพัฒนาค่าชิตจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานของสหราชอาณาจักร

ค่าชิตจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานของสหราชอาณาจักรเริ่มต้น โดยมีค่าชิตจำกัด 2 แบบ ได้แก่

1. **Occupational Exposure Standard (OES)** ใช้กับสารที่สามารถบ่งชี้ความเข้มข้นของการรับสัมผัสที่ไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพ และอุตสาหกรรมสามารถปฏิบัติตามได้
2. **Maximum Exposure Limit (MEL)** ค่า MEL จะนำมาใช้กับสารเคมีเมื่อไม่สามารถบ่งชี้ความเข้มข้นของการรับสัมผัสที่ไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพและสารเคมีอันตรายอย่างรุนแรงต่อคนงาน โดยมีคณะทำงานในการกำหนดค่าชิตจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานประกอบด้วย คณะกรรมการความปลอดภัยและสุขภาพ (Health and Safety Executive : HSE) คณะกรรมการที่ปรึกษาเกี่ยวกับสารพิษ (Working Group on Assessment of Toxic Chemicals : WATCH) ต่อมาได้มีการปรับค่าชิตจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานของสหราชอาณาจักรไปเป็น Workplace Level (WEL) โดยกำหนดให้ระดับของสารเคมีในอากาศในสถานที่ทำงานจะมีความสูงกว่าค่า WEL ที่กำหนดไม่ได้ WEL แบ่งได้เป็น
  1. **Long-Term Exposure Limit (LTEL)** เป็นค่าเฉลี่ยการรับสัมผัสตลอด 8 ชั่วโมงการทำงาน
  2. **Short-Term Exposure Limit (STEL)** เป็นค่าเฉลี่ยการรับสัมผัสในช่วง 15 นาที

#### การพัฒนาค่าชิตจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานของสหภาพยุโรป

ค่าชิตจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานของสหภาพยุโรปอาจแบ่งได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ ค่าชิตจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงาน OEL และค่าชิตจำกัดการสัมผัสทางชีวภาพ BLV

**คณะกรรมการ SCOEL** (Scientific Committee on Occupational Exposure Limit) จะพิจารณากำหนดค่า OEL ของแต่ละสารเป็นแต่ละกรณีไปโดยจะเสนอแนะเป็น OEL ที่ใช้พื้นฐานทางสุขภาพ หรือ OEL ที่ไม่มีระดับที่ปลอดภัย โดยอาศัยข้อมูลทางด้านพิษวิทยา วิทยาศาสตร์สุขภาพ และคุณสมบัติอื่นๆ ของสารเคมี

**คำหรับคณะกรรมการ ACSHH** (Advisory Committee for Safety, Hygiene, and Health at Work) ทำหน้าที่พิจารณาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคและความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของค่าชิตจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

ค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานของสหภาพยุโรปแบ่งได้เป็น 2 แบบ ได้แก่

1. OEL ใช้พื้นฐานสุขภาพ (Health-based OELs) สำหรับสารเคมีที่สามารถบ่งชี้ขนาดที่ปลอดภัยซึ่งการรับสัมผัสสารเคมีที่ระดับต่ำกว่านี้ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ ก็จะนำไปสู่การออกกฎหมายเป็น Indicative Limit Value (ILV) ต่อมาเปลี่ยนเป็น Indicative Occupational Exposure Limit Values (IOELV)

2. OEL ที่ไม่มีระดับที่ปลอดภัย (Pragmatic OELs) ใช้ในกรณีสมมุติว่าการสัมผัสสารเคมีที่ระดับใดๆ แม้ว่าเป็นการสัมผัสเพียงเล็กน้อยอาจมีความเสี่ยง ตัวอย่างสารบางชนิดที่ไม่สามารถกำหนดระดับการสัมผัสที่ปลอดภัย ได้แก่ สารที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ สารก่อมะเร็งที่ยีน สารที่ทำให้เกิดการแพ้ที่ระบบทางเดินหายใจ ค่า Binding Limit Value (BLV) จะถูกกำหนดขึ้นโดยการพิจารณายอมรับความเสี่ยงที่ระดับต่างๆ ต่อมาค่า BLV ได้เปลี่ยนเป็น Binding Occupational Exposure Limit Values (BOELV)

การพัฒนาขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานของสหรัฐอเมริกา

ค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงาน Threshold Limit Value ของสหรัฐอเมริกามีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

1. กำลังศึกษา (Under study) คณะกรรมการจะทำการคัดเลือกสารเคมีและสารทางฟิสิกส์ สำหรับจัดทำรายการสารที่กำลังศึกษา
2. ร่างเอกสาร (Draft documentation) สมาชิกจะได้รับมอบหมายให้ทำการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางวิทยาศาสตร์ ทบทวนผลของการศึกษาที่ยังไม่ได้ตีพิมพ์ที่ส่งมาให้เพื่อทบทวนและพัฒนาร่างเอกสารของ TLV ร่างเอกสารนี้จะเป็นการประเมินและวิพากษ์เอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเสนอแนะค่า TLV
3. Notice of Intended Changes (NIC) เมื่อคณะกรรมการทั้งชุดยอมรับร่างเอกสารและค่า TLV ที่เสนอแนะ ร่างเอกสารและค่า TLV ที่เสนอแนะจะถูกนำเข้าสู่ที่ประชุมผู้บริหาร (Board of Directors) พิจารณานุมัติ เพื่อนำมาบรรจุใน NIC
4. TLV/BEI และการรับรองร่างเอกสาร ถ้าคณะกรรมการไม่พบหรือไม่ได้รับข้อมูลที่สนับสนุนให้มีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ NIC หรือ ค่า TLV คณะกรรมการจะรับรองค่าเสนอแนะแล้วนำเสนอในที่ประชุมผู้บริหารของ ACGIH เพื่อรับรอง

การพัฒนาขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานในองค์กร

การพัฒนาขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานเพื่อใช้ในองค์กรมีขั้นตอนดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูล เริ่มด้วยการประชุมของคณะทำงานเพื่อรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อมูลทางด้านพิษวิทยาต่างๆ
2. การประเมินผลข้อมูล ต้องประเมินคุณภาพของข้อมูลว่าเพียงพอหรือไม่ที่จะนำมากำหนด Health-base OEL
3. การประเมินอันตรายทางคุณภาพและความเสี่ยงเชิงปริมาณ เพื่อประเมินผลทางชีวภาพที่เกิดจากการได้รับสัมผัสสารของคนหรือสัตว์ทดลองที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาขีดจำกัด
4. ระดับการรับสัมผัสที่ไม่เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ (No-effect level) ผลกระทบต่อสุขภาพชนิดใดเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการพัฒนาขีดจำกัด
5. ความสัมพันธ์ระหว่าง No-effect level และ OEL ในกรณีที่สามารถหาค่าระดับที่ไม่มีผลต่อสุขภาพ
6. ปัจจัยอื่นที่ควรพิจารณาเมื่อมีการกำหนดค่าขีดจำกัด ควรมีวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศและวิธีวิเคราะห์สาร

ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานของสหราชอาณาจักร ได้แก่ Workplace Exposure (WEL) โดยกำหนดให้ระดับของสารเคมีในอากาศในสถานที่ทำงานจะมีค่าสูงกว่าค่า WEL ที่กำหนดไม่ได้ WEL แบ่งได้เป็น

1. Long-Term Exposure Limit (LTEL) เป็นค่าเฉลี่ยการรับสัมผัสตลอด 8 ชั่วโมงการทำงาน
2. Short-Term Exposure Limit (STEL) เป็นค่าเฉลี่ยการรับสัมผัสในช่วง 15 นาที

ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานของสหภาพยุโรป ได้แก่ Occupational Exposure Limit (OEL) เป็นการกำหนดขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีในอากาศในสิ่งแวดล้อมการทำงาน แบ่งได้เป็น

1. Indicative Occupational Exposure Limit Values (IOELVs) เป็นค่า OEL ที่ใช้พื้นฐานสุขภาพ (Health-based OELs) โดยสามารถบ่งชี้ขนาดที่ปลอดภัยซึ่งการรับสัมผัสสารเคมีที่ระดับต่ำกว่านี้ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ
  2. Binding Occupational Exposure Limit Value (BOELV) ใช้กับสารเคมีที่ไม่สามารถกำหนดระดับการรับสัมผัสที่ปลอดภัยหรือไม่มีระดับที่ปลอดภัย (Pragmatic OELs) ค่า BOELV จะถูกกำหนดขึ้นโดยพิจารณาความเสี่ยงที่ระดับต่างๆ
- ค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานทั้ง 2 แบบของ IOELV และ BOELV ยังแบ่งได้เป็น Time-Weighted Average (TWA), Short-Term Exposure Limit (STEL)

- Time-Weighted Average (TWA) เป็นค่าเฉลี่ยการรับสัมผัสตลอด 8 ชั่วโมงการทำงาน
- Short-Term Exposure limit (STEL) เป็นค่าเฉลี่ยการรับสัมผัสในช่วงเวลา 15 นาที

ค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานของสหรัฐอเมริกามีที่สำคัญจาก 4 หน่วยงาน ได้แก่

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) เสนอแนะโดย Threshold Limit Values (TLVs) และ Biological Exposure (BEI)
2. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) เสนอแนะ Recommended Exposure Limits (REL)
3. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ออกกฎหมายที่เรียกว่า Permissible Exposure Limits (PELs)
4. American Industrial Hygiene Association (AIHA) เสนอแนะ Workplace Environmental Exposure Levels (WEEL)

การนำค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานไปใช้

ข้อจำกัดในการนำค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานของสารเคมีในอากาศไปใช้ที่สำคัญ คือ

1. ใช้เป็นแนวทางหรือข้อเสนอแนะในการควบคุมของมลพิษเป็นสาเหตุให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ
2. ไม่ควรนำไปใช้ในการประเมินผลหรือควบคุมปริมาณสารพิษในอากาศของชุมชน ใช้กับคนวัยทำงาน 18-60 ปี
3. ไม่ใช้ในการประเมินความเป็นพิษของคนงานที่ทำงานต่อเนื่องตลอดโดยไม่หยุดหรือมีช่วงเวลาทำงานที่ยาวผิดปกติ ใช้กับการทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน เกิน 8 ชั่วโมงไม่สามารถเปรียบเทียบค่า TLV ได้
4. ไม่ใช้เป็นข้อพิสูจน์ว่าเป็นโรคหรือไม่เป็นโรคจากการได้รับสารนั้นจากการทำงาน
5. TLV ไม่ใช่เส้นแบ่งระหว่างความเข้มข้นที่ปลอดภัยและความเข้มข้นที่เกิดอันตราย
6. TLV ไม่ใช่ชี้บ่งถึงความเป็นพิษ (Relative index toxicity)

ตัวอย่างคำนวณ ค่า TWA หน้า 3-43

## การนำค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานทางชีวภาพไปใช้

ข้อจำกัดในการนำค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานทางชีวภาพ (BEI)

1. ใช้เป็นแนวทางในการประเมินอันตรายต่อสุขภาพในการปฏิบัติงานทางด้านอาชีวอนามัยสำหรับสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง เช่น ทางการหายใจ สัมผัสผิวหนังและการปนเปื้อนไปกับการรับประทานอาหาร
2. ไม่สามารถใช้ในการวินิจฉัยโรคจากการทำงานหรือวัดอันตรายต่อสุขภาพ
3. ควรจะนำไปใช้โดยผู้ที่มีความรู้ทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม และใช้เป็นข้อเสนอแนะในการควบคุมอันตรายต่อสุขภาพของพนักงาน
4. BEI ไม่ใช่เส้นแบ่งระหว่างความเข้มข้นที่ปลอดภัยและความเข้มข้นที่ได้รับอันตราย
5. BEI ไม่ใช่ดัชนีความเป็นพิษ ไม่สามารถนำไปใช้จัดลำดับความเป็นพิษของสารเคมี

## ประโยชน์ของการตรวจวัดสารทางชีวภาพ

1. ใช้สนับสนุนข้อมูลจากการวิเคราะห์ปริมาณสารในอากาศ
2. ใช้ประเมินระดับของสารในร่างกาย
3. ใช้ทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
4. ใช้ทดสอบการดูดซึมทางผิวหนังและการได้รับสารทางหลอดเลือดดินอาหารหรือได้รับสารที่ไม่ใช่จากการทำงาน
5. ตรวจวัดในกรณีจำเป็น เพราะต้องขออนุญาตจากคนงานเก็บตัวอย่าง และต้นทุนในการวิเคราะห์มีราคาสูง

## ความสัมพันธ์ของค่า TLV และ BEI

BEI เป็นตัวบ่งชี้การได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายทั้งหมดเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มซึ่งอาจมีค่าแตกต่างกันในแต่ละคน TLV เป็นตัวบ่งชี้การได้รับสารเข้าสู่ร่างกายจากการหายใจ ค่า BEI ส่วนมากมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่า TLV

BEI คือ ความเข้มข้นของสารที่พบในร่างกายเป็นค่าที่คาดว่าจะพบเมื่อได้รับสัมผัสทางการหายใจที่ระดับ TLV

## ข้อจำกัดของค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

ลักษณะการทำงานที่ไม่ปกติ ได้แก่ การทำงานกะที่มีช่วงเวลาทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมง การทำงานเพิ่มจากเวลาทำงานปกติ ควรมีการปรับค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานเพื่อที่จะสามารถคุ้มครองคนงานได้

## การปรับค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงาน คำนวณ หน้า 3-54

การปรับค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงาน เนื่องจากลักษณะงานบางชนิดอาจมีการทำงานในช่วงเวลานานกว่า 8 ชั่วโมง เช่น ทำงาน 12 ชั่วโมง จะทำให้คนงานได้รับสารมลพิษในระดับสูงกว่าปกติ ค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานอาจไม่สามารถคุ้มครองคนงานได้เพียงพอ ควรมีการปรับเมื่อคนงานต้องทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวันเพื่อป้องกันไม่ให้ระดับสารในร่างกายสูงเกินระดับที่ไม่เกิดอันตรายต่อร่างกาย

การปรับค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ของ Brief และ Scala ใช้หลักการคือ ปรับค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานให้ลดลงตามชั่วโมงการทำงานที่เพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นสารเคมีใดก็ใช้สูตรเดียวกันทั้งหมด โดยคำนึงเฉพาะช่วงเวลาที่ร่างกายได้รับสัมผัสสารจากการทำงานและระยะเวลาที่ร่างกายสามารถกำจัดสารในช่วงเวลาพัก่อนที่เหลื่ออยู่จากการทำงานในแต่ละวันหรือสัปดาห์

การปรับค่าขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานของ OSHA ใช้หลักการ PELs ผลต่อสุขภาพของสารเคมี ค่าครึ่งชีวิตและหลักการที่มาของขีดจำกัดการสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมการทำงานนั้น ตัวอย่างคำนวณ หน้า 3-57

### การสัมผัสสารหลายชนิด

การได้รับสัมผัสสารหลายชนิดพร้อมกัน ACGIH ได้ให้แนวทางไว้เฉพาะเมื่อสารออกฤทธิ์แล้วให้ผลรวมกันเป็น Additive effect โดยเมื่อมีสารผสมตั้งแต่ 2 สารหรือมากกว่ามีผลทางพิษวิทยาที่อวัยวะเป้าหมายหรือระบบเดียวกัน ผลของสารเคมีจะต้องคิดรวมกัน ตัวอย่างคำนวณ หน้า 3-60

$$C_1/T_1 + C_2/T_2 + C_n/T_n$$

$C_1$  เป็นความเข้มข้นของสารในอากาศ

$T_1$  เป็นค่า Threshold limit ของสารนั้น

เมื่อผลรวมมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าสารเคมีผสมมีค่า Threshold limit สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

สารกลุ่มที่ไม่สามารถประยุกต์ใช้สูตรของการรับสัมผัสสารหลายชนิด ได้แก่ สารผสมที่ให้ผลแบบ Synergistic effect หรือ Antagonistic effect หรือสารผสมที่มีองค์ประกอบเป็นสารก่อมะเร็งในกลุ่ม A1, A2 หรือ A3