

## พิษวิทยาอาชีพ

เรียบเรียงโดย นพ.วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์

วันที่เผยแพร่ 31 ตุลาคม 2561 ||||| **ปรับปรุงครั้งล่าสุด** 31 ตุลาคม 2561

พิษวิทยาอาชีพ (Occupational toxicology) คือสาขาย่อยหนึ่งของศาสตร์ความรู้ทางด้านพิษวิทยา (Toxicology) ที่มุ่งเน้นการศึกษาและควบคุมผลกระทบต่อสุขภาพของสารพิษที่มีต่อคนทำงาน ซึ่งได้รับสารพิษจากงานที่ทำ [1-2] การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากสารพิษนั้น อาจได้ความรู้มาจากการศึกษาในคนทำงานโดยตรง หรือได้จากการศึกษาในสัตว์ทดลอง หรือจากการศึกษาในหลอดทดลองก็ได้ สาขาวิชานี้แต่เดิมเรียกชื่อว่าวิชา “พิษวิทยาอุตสาหกรรม (Industrial toxicology)” แต่เนื่องจากคำว่า “พิษวิทยาอุตสาหกรรม (Industrial toxicology)” นั้นจะหมายถึงการศึกษาผลกระทบของสารพิษในงานอุตสาหกรรมเพียงอย่างเดียว ปัจจุบันจึงนิยมเปลี่ยนมาเรียกโดยใช้คำว่า “พิษวิทยาอาชีพ (Occupational toxicology)” แทน ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายครอบคลุมการศึกษาผลกระทบของสารพิษในทุกกลุ่มอาชีพ ทั้งภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม และภาคบริการ [1]

วิชาพิษวิทยาอาชีพ (Occupational toxicology) เป็นวิชาในกลุ่มพิษวิทยาประยุกต์ (Applied toxicology) ซึ่งใช้ความรู้พื้นฐานทางด้านพิษวิทยาและศาสตร์อื่นๆ มาประยุกต์ใช้ในการดูแลสุขภาพของคนทำงานโดยเฉพาะ วิชาพิษวิทยาอาชีพจะใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่างๆ เหล่านี้เป็นหลัก ได้แก่ **อาชีวสุขศาสตร์ (Occupational hygiene)** ใช้ในการประเมินตรวจวัดระดับการสัมผัสสารพิษ และการควบคุมระดับการสัมผัสสารพิษเหล่านั้น, **ระบาดวิทยา (Epidemiology)** ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพในภาพรวมที่เกิดในคนทำงานหม่มาก รวมถึงการหาความสัมพันธ์หรือความเป็นสาเหตุของการได้รับสารพิษกับผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดขึ้น, **อาชีวเวชศาสตร์ (Occupational medicine)** ใช้ในการศึกษารายละเอียดผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นในร่างกายของคนทำงาน และการดูแลรักษาคนทำงานที่ได้รับสารพิษ, **พิษวิทยาเชิงกฎหมาย (Regulatory toxicology)** ใช้ในการออกกฎหมายหรือคำแนะนำทางวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมสารเคมีที่เป็นพิษในสถานที่ทำงาน เช่น กฎหมายกำหนดค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน เป็นต้น [2]

นักวิชาการที่ศึกษาความรู้ในเรื่องพิษวิทยาอาชีพ จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับเรื่องสภาพแวดล้อมในการทำงาน (Working environment) และเรื่องการสัมผัส (Exposure) ต่อสิ่งคุกคามทางสุขภาพกลุ่มสารเคมี (Chemical hazard) ในที่ทำงานเป็นอย่างดี การสัมผัสสารเคมีในที่ทำงานนั้นบางครั้งเป็นการสัมผัสสารเคมีพร้อมกันหลายชนิด (Combined exposure) ซึ่งอาจก่อผลกระทบต่อสุขภาพที่แตกต่างไปจากการสัมผัสสารเคมีครั้งละชนิดเดียว และแม้ว่าวิชาพิษวิทยาอาชีพ จะมุ่งเน้นการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากการได้รับสารเคมีจากการทำงานเป็นหลัก อย่างไรก็ตามในการใช้ชีวิตประจำวันของคนทำงานย่อมมีโอกาสได้รับสัมผัสสารเคมีจากสาเหตุนอกงาน (Non-occupational exposure) ได้ด้วย ซึ่งสารเคมีที่ได้รับสัมผัสจากสาเหตุนอกงานนี้ อาจเป็นปัจจัยรบกวนในการก่อผลกระทบต่อสุขภาพในคนทำงาน หรือบางครั้งเป็นปัจจัยสนับสนุนให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ง่ายขึ้น ปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยที่นักวิชาการที่ศึกษาความรู้ในเรื่องพิษวิทยาอาชีพจะต้องนำมาพิจารณาด้วยทั้งหมด [2]

## **บทบาทของวิชาพิษวิทยาอาชีพ**

วิชาพิษวิทยาอาชีพมีบทบาทหลายอย่างในการดูแลสุขภาพคนทำงาน บทบาทแรกคือบทบาทในการหาความสัมพันธ์แบบเป็นสาเหตุ (Causal relationship) ระหว่างสารเคมีที่คนทำงานสัมผัสกับการเกิดโรคจากการทำงาน (Occupational disease) โดยในอดีตนั้นจะมีการพบความสัมพันธ์ของการสัมผัสสารเคมีกับผลกระทบต่อสุขภาพแบบเฉียบพลัน (Acute effect) เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากเป็นผลกระทบที่เห็นได้อย่างชัดเจน แต่เมื่อองค์ความรู้ทางด้านพิษวิทยาอาชีพมีมากขึ้น ร่วมกับการประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านระบาดวิทยา ทำให้ปัจจุบันนักวิชาการสามารถค้นพบความสัมพันธ์ของการสัมผัสสารเคมีกับผลกระทบต่อสุขภาพแบบเรื้อรัง (Chronic effect) หรือผลกระทบที่มีระยะแฝงด้วยยาวนาน (Long latency period) ได้เพิ่มมากขึ้น [2] ตัวอย่างของผลกระทบจากการสัมผัสสารเคมีที่มีระยะแฝงด้วยยาวนาน เช่น การเกิดโรคมะเร็ง (Cancer) เป็นต้น

บทบาทที่มีความสำคัญมากอีกอย่างหนึ่งของวิชาพิษวิทยาอาชีพต่อการดูแลสุขภาพคนทำงาน คือบทบาทในการกำหนดค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational exposure limit; OEL) เพื่อใช้คุ้มครองคนทำงานไม่ให้อาจต้องสัมผัสสารเคมีในระดับที่สูงเกินไป ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการคุ้มครองสุขภาพของคนทำงาน [2] ในการกำหนดค่าเหล่านี้จะต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางด้านพิษวิทยาอาชีพ ร่วมกับการประยุกต์ความรู้ในเรื่องการประเมินความเสี่ยงทางด้านสุขภาพ (Health risk assessment), การประเมินการสัมผัส (Exposure assessment), และพิษวิทยาเชิงกฎหมาย (Regulatory toxicology) ในการดำเนินการ

บทบาทอีกด้านหนึ่งคือบทบาทในการเฝ้าระวังสุขภาพของคนทำงาน (Worker health surveillance) ที่มักทำโดยการติดตาม (Monitoring) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของคนทำงาน ทั้งการติดตามข้อมูลการสัมผัส (Exposure monitoring) ซึ่งต้องใช้ความรู้ทางด้านอาชีวสุขศาสตร์ (Occupational hygiene) ในการตรวจวัดระดับสิ่งคุกคาม และการติดตามข้อมูลด้านสุขภาพ (Health monitoring) ซึ่งต้องใช้การตรวจสุขภาพของคนทำงาน บทบาทของวิชาพิษวิทยาอาชีพ จะมีในแง่เป็นองค์ความรู้พื้นฐานด้านผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากการสัมผัสสารเคมี ที่ช่วยให้นักอาชีวสุขศาสตร์เลือกเทคนิคการตรวจวัดระดับสารเคมีได้อย่างถูกต้อง และช่วยให้แพทย์ผู้ตรวจสุขภาพสามารถเลือกวิธีการตรวจสุขภาพที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับผลกระทบต่อสุขภาพของสารเคมีที่กำลังสนใจ

อีกบทบาทหนึ่งของวิชาพิษวิทยาอาชีพ คือบทบาทในแง่เป็นข้อมูลที่ช่วยในการดูแลรักษาคนทำงานที่ได้รับสารพิษจนเกิดผลกระทบต่อสุขภาพขึ้นแล้ว ซึ่งในการดูแลรักษาคนทำงานที่ได้รับสารพิษนั้น แพทย์ผู้ทำการรักษาจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางการแพทย์หลายสาขา เช่น พิษวิทยาคลินิก (Clinical toxicology), อาชีวเวชศาสตร์ (Occupational medicine), เวชศาสตร์ฉุกเฉิน (Emergency medicine), และเวชบำบัดวิกฤต (Critical care medicine) ในการตรวจร่างกายและดูแลรักษาผู้ป่วย โดยมีองค์ความรู้ทางด้านพิษวิทยาอาชีพเป็นความรู้พื้นฐาน

## **คำจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน**

คำจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational exposure limit; OEL) คือระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับได้ของสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Workplace) [หมายเหตุ อาจใช้คำว่า “ในสภาพแวดล้อมการทำงาน” หรือ “ในสิ่งแวดล้อมการทำงาน” (ทั้งสองคำมาจากคำภาษาอังกฤษคำเดียวกันคือ “Working environment”) หรือคำว่า “ในบรรยากาศการทำงาน (Working atmosphere)” แทนก็ได้] ซึ่งเชื่อว่าจะทำให้คนทำงานส่วนใหญ่ที่สัมผัสสารเคมีนั้นเป็นประจำตลอดช่วงชีวิตการทำงาน มีความปลอดภัยต่อสุขภาพ คำจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานนี้มักจะกำหนดเป็นค่าความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศ (Air) เนื่องจากเชื่อว่าช่องทางการสัมผัสสารเคมีในสถานที่ทำงานที่เป็นช่องทางหลักนั้นเกิดขึ้นผ่านการสูดดม

สารเคมีในอากาศเข้าสู่ทางเดินหายใจ (Inhalation) อย่างไรก็ตามการพิจารณาถึงช่องทางการสัมผัสอื่นๆ เช่น การสัมผัสผ่านการดูดซึมเข้าสู่ผิวหนัง (Dermal absorption) บางครั้งก็จะถูกนำมาพิจารณาด้วยเช่นกัน [3]

การกำหนดค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational exposure limit; OEL) เป็นหัวข้อที่สำคัญมากและเป็นเอกลักษณ์ของงานด้านพิษวิทยาอาชีพ ที่แตกต่างไปจากงานด้านพิษวิทยาสาขาอื่นๆ การดำเนินงานด้านการกำหนดค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานนั้น ได้มาจากการรวบรวมความรู้ทางด้านพิษวิทยาของผลกระทบต่อสุขภาพของสารเคมีที่สนใจ (โดยอาจได้ข้อมูลมาจากคนทำงานโดยตรง ไม่ว่าจะในรูปแบบรายงานผู้ป่วยหรือการทดลองในคนทำงาน หรือได้ข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพจากสัตว์ทดลองหรือหลอดทดลองแล้วทำการอนุมานถึงพิษที่อาจเกิดขึ้นในคนทำงานได้จริง) ข้อมูลที่มีความสำคัญมาก คือข้อมูลของขนาดการสัมผัสที่ต่ำที่สุดที่เริ่มก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพในคนทำงาน (หรือบางครั้งอาจเป็นขนาดการสัมผัสที่สูงที่สุดที่ยังไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพในคนทำงาน แล้วแต่ข้อมูลทางวิชาการที่มี) เมื่อคณานักวิชาการพิจารณาข้อมูลด้านพิษวิทยาเหล่านี้ ร่วมกับการใช้ความรู้ในด้านการประเมินการสัมผัส (Exposure assessment) จะทำให้สามารถตัดสินใจกำหนดค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานออกมาได้ อย่างไรก็ตามในกระบวนการกำหนดค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานนั้น บ่อยครั้งจะมีการพิจารณาในเรื่องของนโยบายเข้ามาร่วมด้วย [2] การพิจารณาในเรื่องนโยบายที่อาจมีผลต่อการกำหนดค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานก็เช่น ความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีในการลดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานที่มีในปัจจุบัน ความคุ้มค่าและผลกระทบทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้นหากทำการลดระดับสารเคมีให้ถึงระดับที่กำหนด เป็นต้น

ค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีที่กำหนดขึ้นนี้ เมื่อผ่านกระบวนการผลักดันทางด้านกฎหมาย ในหลายประเทศจะกำหนดออกมาเป็นค่ามาตรฐาน (Standard value) หรือค่าขีดจำกัด (Limit value) ที่มีผลบังคับใช้ทางกฎหมาย ซึ่งสถานประกอบการจะต้องปฏิบัติตาม โดยการควบคุมระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานของตนไม่ให้เกินค่าที่กำหนด ในกระบวนการผลักดันทางกฎหมายนั้น ข้อมูลทางวิชาการที่ได้จากคณานักวิชาการ มักจะต้องผ่านการพิจารณาและลงความเห็นจากผู้ที่เกี่ยวข้องอีกหลายฝ่าย เช่น ฝ่ายการเมือง เจ้าหน้าที่ภาครัฐ ตัวแทนนายจ้าง ตัวแทนลูกจ้าง ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม ก่อนจะกำหนดออกมาเป็นกฎหมายได้ ซึ่งนักวิชาการทางด้านพิษวิทยาอาชีพจะต้องใช้การประยุกต์ความรู้ในเรื่องพิษวิทยาเชิงกฎหมาย (Regulatory toxicology) ในการดำเนินการนี้ ตัวอย่างของค่าขีดจำกัดที่กำหนดเป็นกฎหมายบังคับใช้ เช่น ค่า Permissible exposure limit (PEL) ที่กำหนดโดยองค์กร Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น [2]

นอกจากการกำหนดออกมาเป็นกฎหมายแล้ว ค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานอาจถูกเผยแพร่ออกมาในรูปของคำแนะนำ (Recommended value) หรือค่าอ้างอิง (Reference value) หรือค่ามาตรฐาน (Standard value) หรือค่าขีดจำกัด (Limit value) ทางด้านวิชาการ **หมายเหตุ** จะเรียกอย่างไรนั้นขึ้นกับแต่ละองค์กรผู้เผยแพร่จะเรียก โดยหน่วยงานผู้เผยแพร่จะเป็นองค์กรทางด้านวิชาการต่างๆ ค่าที่เป็นคำแนะนำทางวิชาการเหล่านี้ ถือเป็นมาตรฐานที่องค์กรทางด้านวิชาการแนะนำให้แก่งสังคม ซึ่งการปฏิบัติตามเป็นไปโดยความสมัครใจ ส่วนใหญ่ค่าที่กำหนดออกมาในรูปแบบคำแนะนำทางวิชาการ มักจะมีระดับของค่าขีดจำกัดที่กำหนดต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ตามกฎหมาย มักมีการปรับปรุงบ่อยกว่า และการปรับปรุงตรงตามหลักวิชาการ [2] ตัวอย่างของค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานที่เป็นคำแนะนำทางวิชาการ เช่น ค่า Threshold limit value (TLV) ขององค์กร American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น [3]

### รูปแบบของค่า OEL

ค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational exposure limit; OEL) ที่กำหนดโดยแต่ละประเทศ แต่ละองค์กร แม้ว่าจะมีชื่อเรียกต่างกัน แต่ก็มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน (เนื่องจากพิจารณาจากหลักการเดียวกัน) คือมักจะกำหนดเป็นค่าขีดจำกัดการสัมผัส 3 รูปแบบ ได้แก่ (1.) **Time-weighted average (TWA)** เป็นค่าขีดจำกัดของค่าเฉลี่ยระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน สำหรับคนทำงานในลักษณะปกติ (ส่วนใหญ่จะหมายถึงการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน และ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์) ซึ่งค่านี้จะเน้นที่การป้องกันการสัมผัสสารเคมีตลอดช่วงระยะเวลาของการทำงาน (2.) **Short-term exposure limit (STEL)** เป็นค่าขีดจำกัดของค่าเฉลี่ยระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานในช่วงระยะเวลาสั้นๆ (ส่วนใหญ่มักกำหนดไว้ที่เวลานาน 15 นาที แต่อาจมีการกำหนดไว้เป็นระยะเวลาอื่นก็ได้) ค่านี้จะเน้นที่การป้องกันการสัมผัสสารเคมีในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เนื่องจากสารเคมีบางชนิดสามารถก่อผลกระทบต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันได้อย่างมีนัยสำคัญ [3] โดยค่านี้อาจถูกกำหนดขึ้นเพื่อเป็นการเสริมไปกับค่า TWA ก็ได้ โดยในกรณีที่มีการกำหนดไว้ทั้งค่า TWA และ STEL นั้น ตลอดช่วงระยะเวลาในการทำงาน ค่าเฉลี่ยระดับสารเคมีที่ตรวจวัดได้จะต้องไม่เกินค่า TWA และค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา 15 นาที จะต้องไม่มีช่วงเวลาใดเลยที่สูงเกินค่า STEL จึงจะถือว่าคนทำงานมีความปลอดภัย (3.) **Ceiling (C)** หรือ “ค่าเพดาน” เป็นค่าขีดจำกัดที่กำหนดว่าระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานนั้นจะต้องไม่มีช่วงใดเลยที่เกินกว่าค่านี้อุตลอดระยะเวลาการทำงาน เป็นค่าที่กำหนดเพื่อเน้นปกป้องคนทำงานจากการสัมผัสสารเคมีที่สามารถก่อผลกระทบต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันได้เช่นเดียวกับค่า STEL โดยสารเคมีที่มีการกำหนดค่าขีดจำกัดเป็นค่า C นี้ มักเป็นสารเคมีที่สามารถทำการตรวจวัดระดับโดยใช้อุปกรณ์ที่แสดงผลการตรวจวัดแบบตามเวลาจริง (Real-time monitoring device) ได้ [2] เช่น อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์ระดับแก๊สแบบแสดงผลตามเวลาจริง (Real-time gas analyzer)

สรุปได้ว่าค่า OEL ไม่ว่าจะกำหนดโดยประเทศใด หรือองค์กรใด มักจะกำหนดเอาไว้ใน 3 รูปแบบ คือ TWA, STEL, และ C เป็นหลัก รายละเอียดของหลักการพื้นฐานในการกำหนดค่า TWA, STEL, และ C อาจแตกต่างกันไปได้บ้างในแต่ละประเทศหรือแต่ละองค์กร เช่น ค่า TWA ที่กำหนดโดยองค์กร OSHA และองค์กรอื่นๆ ส่วนใหญ่นั้น จะมาจากแนวคิดพื้นฐานเพื่อปกป้องคนทำงานที่ทำงานเป็นเวลาไม่เกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน (8-hour workday) แต่ค่า TWA ที่กำหนดโดยองค์กร National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) ประเทศสหรัฐอเมริกา นั้น มาจากแนวคิดพื้นฐานเพื่อปกป้องคนทำงานที่ทำงานเป็นเวลาไม่เกิน 10 ชั่วโมงต่อวัน (10-hour workday) [4] ซึ่งถือว่าแตกต่างไปจากหลักแนวคิดขององค์กรทางวิชาการอื่นๆ เล็กน้อย

นอกจากค่า TWA, STEL, และ C แล้ว บางองค์กรอาจมีการกำหนดค่า OEL ในรูปแบบอื่นๆ เพิ่มเติมขึ้นได้อีก เช่น องค์กร OSHA มีการกำหนดค่า **Acceptable maximum peak** (อาจเรียกโดยย่อว่าค่า “Peak” หรือ “ค่าระดับยอดสุด” หรือ “ค่าทะลุเพดาน”) ซึ่งเป็นค่าขีดจำกัดที่ “ยกเว้น” ให้ระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานสามารถสูงเกินค่า C ได้เป็นระยะเวลาสั้นๆ ตามเวลาที่องค์กร OSHA กำหนดอนุญาตเอาไว้ (เช่น 5 นาทีในทุกๆ 3 ชั่วโมง) แต่ระดับสารเคมีที่เกินค่า C นั้นจะต้องห้ามสูงเกินระดับของค่า Acceptable maximum peak [4] การกำหนดค่า Acceptable maximum peak นี้ ถือว่าเป็นการกำหนดค่าในรูปแบบที่พิเศษไปกว่าขององค์กรอื่นๆ

### ค่า OEL ในประเทศต่างๆ

ประวัติศาสตร์ในการกำหนดค่า OEL ให้กับสารเคมีชนิดต่างๆ นั้นมีมานานนับร้อยปีแล้ว เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1883 การทดลองโดย Max Gruber แห่งสถาบัน Hygienic Institute at Munich เป็นคนแรกที่ได้พยายามหาค่าระดับสารคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide) ที่สัมผัสได้อย่างปลอดภัย ด้วยการทำการทดลองในไก่และกระต่าย [5] หลังจากนั้นนักวิชาการมีความ

พยายามในการหาค่าระดับปลอดภัยของสารเคมีต่างๆ เพิ่มอีกหลายชนิด และเกิดการรวบรวมเป็นตารางค่าขีดจำกัดของระดับสารเคมีที่ปลอดภัยในสถานที่ทำงาน เช่น ตารางรวบรวมค่า TLV ขององค์กร ACGIH เป็นต้น การกำหนดค่า TLV ขององค์กร ACGIH นั้น เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1942 และทำการพัฒนาปรับปรุงเรื่อยมา ซึ่งถือว่าองค์กร ACGIH เป็นองค์กรเก่าแก่องค์กรแรกๆ ที่ทำการกำหนดค่า OEL ให้กับสารเคมีชนิดต่างๆ [5] ส่วนในการกำหนดค่า OEL บังคับใช้เป็นกฎหมายในประเทศสหรัฐอเมริกา นั้น เกิดขึ้นในอีกราว 30 ปีต่อมา เมื่อรัฐสภาของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Congress) ได้ผ่านกฎหมายให้องค์กร OSHA ทำการกำหนดค่า PEL ขึ้นในราวปี ค.ศ. 1970 [5]

ชื่อที่ใช้เรียกค่า OEL นั้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศและแต่ละองค์กรผู้เผยแพร่ เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกา ค่า OEL ที่กำหนดเป็นกฎหมายคือค่า **Permissible exposure limit (PEL)** ซึ่งทำการกำหนดโดยองค์กร OSHA (เป็นหน่วยงานของรัฐบาลในสังกัด Department of Labor) นอกจากนี้ยังมีค่า OEL ที่เป็นคำแนะนำทางวิชาการเผยแพร่โดยองค์กรอื่นๆ อีกหลายแห่ง ที่ได้รับการยอมรับอย่างสูงมีหลายองค์กร เช่น ค่า **Recommended exposure limit (REL)** ซึ่งเผยแพร่โดยองค์กร NIOSH (เป็นหน่วยงานของรัฐบาลอยู่ภายใต้ Centers for Disease Control and Prevention (CDC) ในสังกัด Department of Health and Human Services), ค่า **Threshold limit value (TLV)** ซึ่งเผยแพร่โดยองค์กร American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH), ค่า **Workplace environmental exposure level (WEEL)** ซึ่งเผยแพร่โดยองค์กร American Industrial Hygiene Association (AIHA) ร่วมกับ Occupational Alliance for Risk Science (OARS) [6] เป็นต้น

ในประเทศเยอรมัน ค่า OEL ที่กำหนดเป็นกฎหมายคือค่า **Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW)** [*ภาษาอังกฤษ: Occupational exposure limit*] ค่านี้ถูกกำหนดขึ้นตามกฎหมาย GefStoffv [*ภาษาอังกฤษ: German Hazardous Substances Ordinance*] โดยคณะกรรมการชื่อ Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) [*ภาษาอังกฤษ: Committee on Hazardous Substances*] [7] ส่วนค่า OEL ที่เป็นคำแนะนำทางวิชาการ ที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปคือค่า **Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (MAK)** [*ภาษาอังกฤษ: Maximum concentrations at the workplace*] เผยแพร่โดยองค์กร Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) [*ภาษาอังกฤษ: German Research Foundation*] [8] ค่า AGW ที่กำหนดตามกฎหมายเยอรมันนั้น ส่วนหนึ่งก็นำข้อมูลมาจากค่า MAK ที่กำหนดโดยองค์กร DFG นั้นเอง [7]

ในประเทศอื่นๆ ก็มีการกำหนดค่า OEL ไว้และมีชื่อเรียกต่างๆ กันไป เช่น สหราชอาณาจักรมีการกำหนดค่า OEL ตามกฎหมายในชื่อ **Workplace exposure limit (WEL)** โดยหน่วยงาน Health and Safety Executive (HSE) ซึ่งกำหนดขึ้นตามกฎหมาย Control of Substances Hazardous to Health Regulations (COSHH) [9], ในประเทศออสเตรเลีย มีการกำหนดค่า **Workplace exposure standards for airborne contaminants** โดยหน่วยงาน Safe Work Australia ตามกฎหมาย Work Health and Safety (WHS) Act [10], ส่วนในประเทศสิงคโปร์ มีการกำหนดค่า OEL ในชื่อว่า **Permissible exposure level (PEL)** ซึ่งกำหนดไว้ตามกฎหมาย Workplace Safety and Health (General Provisions) Regulations [11] ดังนี้ เป็นต้น

สำหรับประเทศที่เป็นสมาชิกสหภาพยุโรป (European Union; EU) นั้น มีการกำหนดค่า OEL ในระดับระหว่างประเทศไว้ โดยคณะกรรมการบริหารยุโรป (European Commission; EC) ซึ่งมีอบหมายให้คณะผู้เชี่ยวชาญ Scientific Committee for Occupational Exposure Limits (SCOEL) จัดทำค่า OEL ขึ้นมา ก่อนจะนำมาพิจารณาและประกาศใช้ โดยค่า OEL ของ EU ที่ประกาศใช้จะมีหลายแบบ หากเป็น **Indicative occupational exposure limit value (IOELV)** จะเป็นคำแนะนำ

ทางวิชาการ ไม่ได้มีผลบังคับกับประเทศสมาชิก (Non-binding) แต่ในการที่ประเทศสมาชิกแต่ละประเทศจะทำการกำหนดค่า OEL ของประเทศตนเอง แนะนำให้นำค่า IOELV นี้มาพิจารณาเทียบเคียงด้วย อีกแบบหนึ่งคือค่า **Binding occupational exposure limit value (BOELV)** ค่านี้มักจะกำหนดใช้ในสารที่มีอันตรายสูง เช่น สารที่เป็นพิษต่อสารพันธุกรรม (Genotoxic) ก่อมะเร็ง (Carcinogenic) หรือก่อผลกระตุ้นการแพ้ผ่านทางระบบหายใจ (Respiratory sensitizing effect) [12] ค่า BOELV เป็นค่าที่มีผลบังคับใช้กับประเทศสมาชิก ทำให้ประเทศสมาชิกจะต้องกำหนดค่า OEL ของประเทศตนเองไม่ให้เกินระดับของค่า BOELV นี้ [2,12] โดยในการประกาศใช้ค่า BOELV นั้น EC จะต้องนำค่าที่ SCOEL เสนอแนะ มาผ่านการรับฟังความเห็นจากหลายภาคส่วน และมีการพิจารณาถึงปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม (Socio-economic factors) และความเป็นไปได้ทางเทคนิคในการนำมาปฏิบัติ (Technical feasibility) ด้วย

เกี่ยวกับฐานข้อมูลค่า OEL ของประเทศต่างๆ นั้น ในเว็บไซต์ขององค์กร Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) [ภาษาอังกฤษ: Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance] ประเทศเยอรมัน ได้มีการรวบรวมค่า OEL ของหลายประเทศทั่วโลกเอาไว้เป็นฐานข้อมูล ในชื่อว่าฐานข้อมูล “GESTIS” ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่สามารถเข้าดูได้ฟรี (<http://limitvalue.ifa.dguv.de/>) [13]

### ค่า OEL ในประเทศไทย

สำหรับประเทศไทยนั้น มีการกำหนดค่า OEL เอาไว้ตามกฎหมายเช่นกัน โดยกฎหมายฉบับแรกที่มีการกำหนดค่า OEL บังคับใช้ในประเทศไทยคือ “ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)” (ลงวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2520) [14] ซึ่งเป็นประกาศกระทรวงที่ออกตาม “ประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103” (ลงวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2515) [15] อันเป็นกฎหมายแม่บททางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฉบับแรกของประเทศไทย เนื้อหาของ “ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)” นั้น มีการกำหนดค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานเอาไว้ 121 ชนิด โดยแบ่งเป็นทั้งหมด 4 ตาราง (ตารางหมายเลข 1 จำนวน 72 ชนิด, ตารางหมายเลข 2 จำนวน 24 ชนิด, ตารางหมายเลข 3 จำนวน 21 ชนิด, และตารางหมายเลข 4 จำนวน 4 ชนิด [14]) ค่า OEL ที่กำหนดไว้ตามกฎหมายฉบับนี้ เท่ากันกับค่า PEL ที่องค์กร OSHA กำหนดเพื่อใช้ตามกฎหมายของประเทศสหรัฐอเมริกา ในเวลานั้น

“ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)” ถูกนำมาบังคับใช้และอ้างอิงมายาวนานราว 34 ปี (ตั้งแต่ พ.ศ. 2520 – พ.ศ. 2554) โดยไม่ได้มีการปรับปรุงเพิ่มเติม แม้ว่าในปี พ.ศ. 2541 จะมีการออกกฎหมายแม่บททางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฉบับถัดมาคือ “พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541” [16] มาทดแทน “ประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103” แต่ “ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)” ยังคงถูกบังคับใช้โดยอนุโลมตามมาตรา 166 ในบทเฉพาะกาลของ “พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541” [16]

จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2554 มีการออกกฎหมายแม่บททางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของประเทศไทยฉบับใหม่คือ “พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554” [17] ขึ้นมาบังคับใช้ ทำให้ “ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)” ซึ่งเป็นกฎหมายที่ใช้อ้างอิงมายาวนานนั้นถูกยกเลิกโดยปริยาย [18] **หมายเหตุ** อธิบายการ “ถูกยกเลิกโดยปริยาย” ในที่นี้เกิดขึ้นเนื่องจากกฎหมายแม่บทคือ “ประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103” นั้นถูกยกเลิกไปแล้วตั้งแต่ที่มีการออก “พระราชบัญญัติคุ้มครอง

แรงงาน พ.ศ. 2541” แต่ “ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)” ซึ่งเป็นกฎหมายบริวารของ “ประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103” นั้นยังถูกบังคับใช้ต่อมาโดยอนุโลมตามมาตรา 166 ในบทเฉพาะกาลของ “พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541” แต่ครั้งเมื่อมีการออกกฎหมายแม่บททางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฉบับใหม่คือ “พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554” ขึ้น ซึ่งในพระราชบัญญัติฉบับนี้ ไม่มีบทบัญญัติให้บังคับใช้กฎหมายบริวารของ “ประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103” อีกต่อไป ทำให้ “ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)” นั้นถูกยกเลิกไปโดยปริยาย] และเนื่องจากยังไม่มีการออกกฎหมายค่า OEL มาบังคับใช้ตามกฎหมายแม่บทฉบับใหม่คือ “พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554” จึงทำให้ในช่วงปี พ.ศ. 2554 – 2560 นั้นประเทศไทยไม่มีกฎหมายค่า OEL บังคับใช้กับสถานประกอบการ

จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2560 ได้มีการออกกฎหมายค่า OEL ฉบับใหม่ ที่ออกตาม “พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554” มาบังคับใช้ คือ “ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ชีตจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย” (ลงวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2560) [19] กฎหมายฉบับนี้มีเนื้อหาที่กำหนดค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงานเอาไว้ทั้งหมด 324 ชนิด โดยระดับค่า OEL ที่กำหนดส่วนใหญ่ จะเท่ากับค่า PEL ที่องค์กร OSHA กำหนดเพื่อบังคับใช้ตามกฎหมายของประเทศสหรัฐอเมริกาในเวลานั้น

สำหรับค่า OEL ที่เป็นคำแนะนำทางวิชาการในประเทศไทย มีการกำหนดคำแนะนำไว้เช่นกัน ตัวอย่างเช่นค่า **Thai exposure limits (TEL)** ที่เผยแพร่โดยมูลนิธิสมาอาชีวมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 เป็นต้น [20]

### Biological monitoring

อีกรูปแบบหนึ่งของค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีในสถานที่ทำงาน (Occupational exposure limits; OEL) ที่สามารถพบได้บ่อย นอกเหนือไปจากค่าระดับความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศ (Air) แล้ว ก็คือค่าระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biological marker หรือ Biomarker) ของสารเคมีในร่างกายคนทำงาน ที่ได้จากการติดตามทางชีวภาพ (Biological monitoring) [21] โดยคำว่า “ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biological marker หรือ Biomarker)” ในที่นี้ อาจจะเป็นระดับสารเคมีชนิดที่สนใจในร่างกายนั่นเองของคนทำงาน หรือเป็นสารเมตาโบไลต์ (Metabolite) ของสารเคมีชนิดที่สนใจ (สารเมตาโบไลต์คือสารเคมีชนิดอื่นที่เกิดขึ้นมาจากการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีชนิดที่สนใจ เมื่อสารเคมีชนิดที่สนใจเข้าไปในร่างกายของคนทำงาน) หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ชีววิทยา หรือสรีรวิทยาในร่างกายคนทำงานที่เกิดขึ้นเนื่องจากได้รับสัมผัสสารเคมีชนิดที่สนใจก็ได้ ตัวอย่างทางชีวภาพที่นิยมนำมาใช้ในการตรวจระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ เช่น เลือด (Blood) ปัสสาวะ (Urine) และลมหายใจออก (Exhaled air) เป็นต้น [2]

ค่า OEL ที่เป็นค่าระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในร่างกายคนทำงาน ส่วนใหญ่จะมีการกำหนดไว้ในระดับเป็นคำแนะนำทางวิชาการมากกว่าจะออกมาเป็นกฎหมายบังคับ โดยค่าระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในร่างกายคนทำงานที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง [21] คือค่า **Biological exposure indices (BEI)** ที่เผยแพร่โดยองค์กร ACGIH แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา [3] และค่าในกลุ่ม Beurteilungswerte in biologischem Material (BW) [ภาษาอังกฤษ: *Assessment values in biological material*] ซึ่งค่าที่สำคัญคือค่า **Biologischer Arbeitsstoff-Toleranz-Wert (BAT)** [ภาษาอังกฤษ: *Biological tolerance values*] ที่เผยแพร่โดยองค์กร DFG แห่งประเทศเยอรมัน [8]

นอกจากค่า BEI ขององค์กร ACGIH และค่า BAT ขององค์กร DFG แล้ว ยังมีการกำหนดค่าระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพโดยองค์กรอื่นๆ อีก เช่น ค่า **Biological limit value (BLV)** สำหรับใช้ในประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป [2] และสำหรับในประเทศไทยนั้นมีค่า **Thai biological markers (TBM)** เผยแพร่โดยมูลนิธิสมาอาชีพะ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 [20]

### เอกสารอ้างอิง

1. Winder C, Stacey N, editors. Occupational Toxicology, 2nd ed. Boca Raton: CRC Press; 2004.
2. Klaassen CD, editor. Casarett and Doull's toxicology: The basic science of poisons. 7th ed. New York: McGraw-Hill; 2008.
3. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEIs. Cincinnati: ACGIH; 2016.
4. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Pocket guide to chemical hazards (NIOSH Publication No. 2005-149). 3rd printing. Cincinnati: NIOSH; 2007.
5. Paustenba DJ. Occupational exposure limits. In: Stellman JM, editor. ILO Encyclopaedia of occupational health and safety, 4th ed. Geneva: International Labour Organization (ILO); 1998.
6. Toxicology Excellence for Risk Assessment (TERA). Occupational Alliance for Risk Science (OARS) - Workplace environmental exposure levels (WEELs) [Internet]. 2018 [cited 2018 Oct 30]. Available from: <https://www.tera.org/OARS/WEEL.html>.
7. Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). Occupational exposure limit values (OELs) [Internet]. 2018 [cited 2018 Oct 30]. Available from: <https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/occupational-exposure-limit-values/index.jsp>.
8. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). List of MAK and BAT values, 2017. Report 53, Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area. Weinheim: Wiley-VCH; 2016.
9. Health and Safety Executive (HSE). EH40/2005 Workplace exposure limits. 3<sup>rd</sup> ed. Norwich: The Stationery Office; 2018.
10. Safe Work Australia. Workplace exposure standards for airborne contaminants. Canberra: Safe Work Australia; 2018.
11. Singapore Workplace Safety and Health (General Provisions) (Amendment) Regulations. G.N. No. S 277/2014. (1 May 2014).
12. Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). GESTIS – Limit values European Union - IOELV and BOELV [Internet]. 2010 [cited 2018 Oct 30]. Available from: <https://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-internationale-grenzwerte-fuer-chemische-substanzen-limit-values-for-chemical-agents/limit-values-european-union/index.jsp>.
13. Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). GESTIS International limit values [Internet]. 2018 [cited 2018 Oct 30]. Available from: <http://limitvalue.ifa.dguv.de/>.
14. ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 94 ตอนที่ 64. (ลงวันที่ 30 พฤษภาคม 2520).



15. ประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 98 ตอนที่ 41. (ลงวันที่ 16 มีนาคม 2515).
16. พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 115 ตอนที่ 8 ก. (ลงวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2541).
17. พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 128 ตอนที่ 4 ก. (ลงวันที่ 12 มกราคม 2554).
18. สำนักความปลอดภัยแรงงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. ข้อหาหรือกฎหมายความปลอดภัยฯ (ข้อหาหรือ: การดำเนินการตามพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554). กรุงเทพมหานคร: สำนักความปลอดภัยแรงงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน; 2554.
19. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ชี้แจงจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 134 ตอนพิเศษ 198 ง. (ลงวันที่ 28 มิถุนายน 2560).
20. มุลินธิสัมมาอาชีวะ. การตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารเคมีในอุตสาหกรรม พ.ศ. 2561. ชลบุรี: มุลินธิสัมมาอาชีวะ; 2561.
21. Jakubowski M, Trzcinka-Ochocka M. Biological monitoring of exposure: trends and key developments. J Occup Health 2005;47(1):22-48.