

สารก่อมะเร็งในงานอุตสาหกรรม

Industrial Carcinogens

อาทิทยา จิตจำนง

Atitaya Jitjamnong

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

Faculty of Public Health, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีผู้ปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรมต้องสัมผัสกับสารก่อมะเร็งจากการทำงานซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้อัตราร้อยด้วยโรคมะเร็งมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี สารก่อมะเร็งจัดออกเป็น 5 กลุ่มตามการแบ่งกลุ่มของ IARC กลุ่มที่มีความเป็นอันตรายมากที่สุด คือ กลุ่ม 1 (ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์) ซึ่งประเทศไทยมีการนำเข้าสารเคมีที่อยู่ในกลุ่มนี้หลายชนิด เช่น แอสเบสตอล เอทิลีนออกไซด์ ไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น การสัมผัสสารก่อมะเร็งในการทำงานมี 3 ช่องทาง คือ การกิน การหายใจ และการดูดซึมผ่านทางผิวหนัง ซึ่งการสัมผัสเป็นระยะเวลานานจะทำให้สารกระจายตัวไปยังอวัยวะต่าง ๆ ถูกสะสมไว้ที่อวัยวะเป้าหมาย เช่น ปอด เยื่อหุ้มปอด เม็ดเลือดขาว เป็นต้น หรือเปลี่ยนแปลงเป็นสารเมตาโบไลต์ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายกับพันธะของ DNA และสามารถทำให้เกิดมะเร็ง โดยพบจำนวนผู้เสียชีวิตจากการสัมผัสกับสารก่อมะเร็งปอดในการทำงานมากที่สุด การป้องกันสารก่อมะเร็งในงานอุตสาหกรรมทำได้โดยหลีกเลี่ยงการใช้สารก่อมะเร็งและอาศัยหลักการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คือ การควบคุมที่แหล่งกำเนิด ทางผ่าน และตัวบุคคล นอกจากนี้การกำหนดข้อบังคับทางกฎหมายในเรื่องค่ามาตรฐานบรรยากาศในการทำงานของสารเคมีในกลุ่มสารก่อมะเร็งอย่างชัดเจนและใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่สถาบันของต่างประเทศแนะนำไว้ จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีความปลอดภัยจากสารก่อมะเร็ง

คำสำคัญ: สารก่อมะเร็ง, งานอุตสาหกรรม, สารก่อมะเร็งจากการทำงาน

Abstract

Industrial workers in Thailand are occupationally exposed to carcinogens; that causes the morbidity rate increase from cancer in the country every year. Carcinogens are classified in five categories by IARC and Group 1 is the most dangerous category with an evidence of carcinogenicity in humans. Thailand, in fact, imported several agents in Group 1 such as asbestos, ethylene oxide, and vinyl chloride. Thai industrial workers are primarily exposed to carcinogens by eating, inhaling, and skin contaminating. As a result of long-term exposure, substances are distributed to organs and accumulated in target organs such as lungs, pleurae, and white blood cell. The agents can also be transformed to metabolites which are capable of damaging DNA bonding and causing cancer. It was found that most industrial workers in Thailand died of being exposed to lung cancer-causing carcinogens. To prevent industrial workers from cancer, industries should avoid using carcinogenic agents and apply occupational health

practices to control workplace hazards. In addition, there should be explicit regulations on occupational exposure limit, comparable with international standards so that industrial workers can work safely from carcinogens.

Keywords: carcinogens, industry, occupational carcinogens

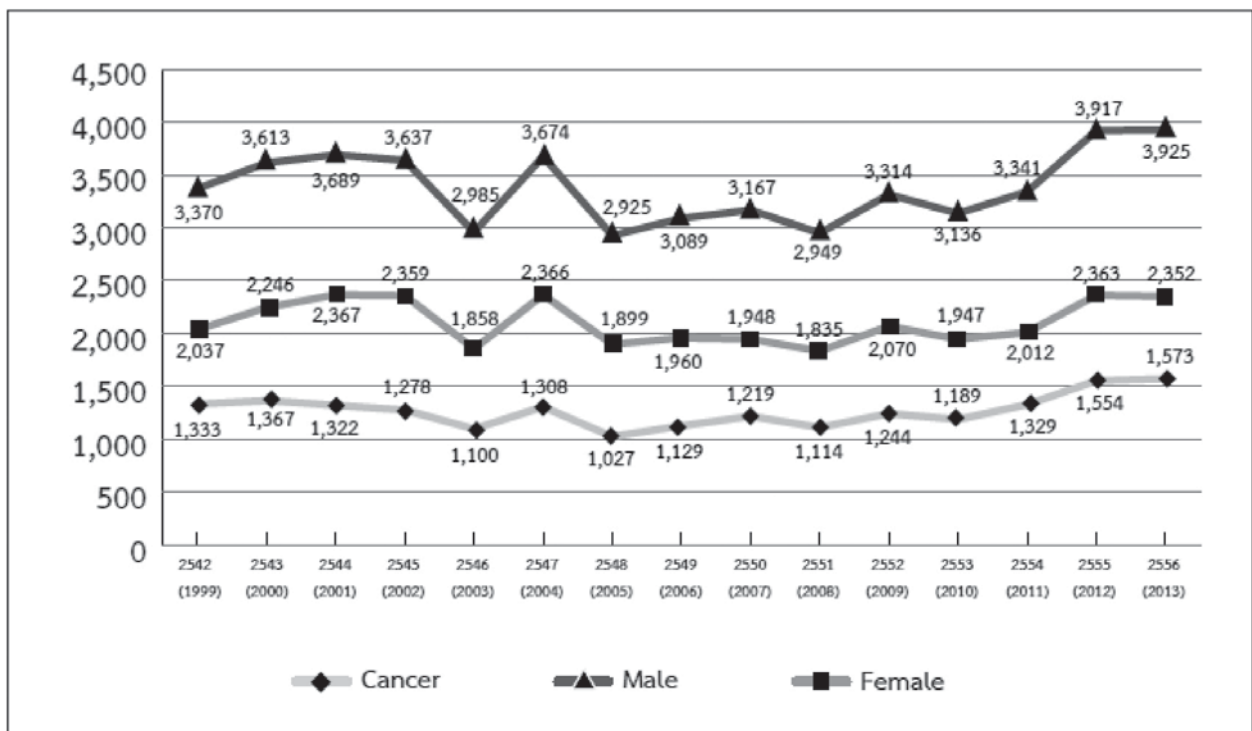


บทนำ

โรคมะเร็งเป็นสาเหตุการตายที่สำคัญของประชากรทั่วโลก อัตราการตายจากโรคมะเร็งมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลก (WHO) พบว่า ในปี 2556 มีผู้ป่วยรายใหม่จำนวน 12.7 ล้านคน และมีผู้เสียชีวิตจากโรคมะเร็งราว 8.2 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 13 จากสาเหตุการเสียชีวิตของคนทั่วโลก ซึ่งในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา มีผู้ป่วยมะเร็งรายใหม่เพิ่มมากขึ้นถึงร้อยละ 70 (WHO, 2015)

สำหรับประเทศไทยจากข้อมูลของสำนักนโยบาย

และยุทธศาสตร์ รายงานว่าในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทย มีผู้เสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งประมาณ 61,082 คน เป็นเพศชาย 35,437 คน เป็นเพศหญิง 25,645 คน ซึ่งถือเป็นสาเหตุการตายอันดับหนึ่ง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ รายงานข้อมูลว่า ในปี 2556 มีจำนวนผู้ป่วยโรคมะเร็งรายใหม่ที่มาใช้บริการในโรงพยาบาลทุกจังหวัดในประเทศไทยจำนวน 3,925 ราย โดยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ดังแสดงใน แผนภูมิที่ 1 ซึ่งผู้ป่วยรายใหม่ส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยมะเร็งเต้านมถึงร้อยละ 23.59 รองลงมาคือ มะเร็งหลอดลมและปอด และมะเร็งลำไส้ ร้อยละ 11.46 และ 9.91 ตามลำดับ (กลุ่มงานเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ, 2558)



ภาพ 1 แนวโน้มจำนวนผู้ป่วยมะเร็งรายใหม่ที่มาใช้บริการในโรงพยาบาล จำแนกตามเพศ ในปี พ.ศ. 2542 - 2556

จากการศึกษาทางระบาดวิทยา โรคมะเร็งมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น ความผิดปกติด้านพันธุกรรม การได้รับสารก่อมะเร็งจากสิ่งแวดล้อม รวมทั้งพฤติกรรมสุขภาพที่เป็นปัจจัยเสี่ยง เช่น การสูบบุหรี่ การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และอาหารที่มีไขมันสูงเป็นประจำ การได้รับสารก่อมะเร็งจากสิ่งแวดล้อม มีหลายประเภท ได้แก่ สารก่อมะเร็งด้านกายภาพ (physical carcinogens) เช่น แสงอัลตราไวโอเล็ต รังสีชนิดก่อไอออน สารก่อมะเร็งด้านชีวภาพ (biological carcinogens) เช่น การติดเชื้อไวรัสแบคทีเรีย และปรสิต สารก่อมะเร็งด้านเคมี (chemical carcinogens) เช่น การรับประทานอาหารประเภทถั่วลิสงที่มีสารอะฟลาทอกซิน (Aflatoxin) การสัมผัสสารเคมีในการทำงาน ได้แก่ การสัมผัสแร่ใยหินหรือแอสเบสตอส ในการทำกระเบื้อง สารหนูในยาฆ่าแมลง สารโลหะหนัก ในงานอุตสาหกรรม เช่น แคดเมียม โครเมียม เป็นต้น (European Agency for Safety and Health at Work, 2014) จากข้อมูลของสถาบันการวิจัยมะเร็งนานาชาติ หรือ IARC พบว่า มีสารที่มีหลักฐานสนับสนุนเพียงพอว่าก่อมะเร็งในมนุษย์ สารที่มีข้อมูลสนับสนุนค่อนข้างชัดเจนว่า อาจก่อมะเร็งในมนุษย์ และสาร ที่มีหลักฐานที่บ่งชี้ว่า น่าจะก่อมะเร็งในมนุษย์ รวมกันประมาณ 400 ชนิด และส่วนใหญ่ร้อยละ 40 เป็นสารเคมีที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม หรือ เรียกว่า สารก่อมะเร็งในการทำงาน สถาบันความปลอดภัยและอนามัยในการทำงานแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ NIOSH ได้ประมาณการว่า มีแรงงานในประเทศสหรัฐอเมริกา ประมาณ 1 ล้านคน ที่สัมผัสสารก่อมะเร็งในการประกอบอาชีพ (Molly Jacobs, 2008) และสำหรับประเทศไทยมีการประมาณการว่า มีแรงงานมากกว่า 700,000 คนที่สัมผัสสารก่อมะเร็งในการทำงาน จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลย้อนหลังจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ และสถิติสาธารณสุขในปี 2548 พบว่า มีผู้เสียชีวิตจากการสัมผัสสารก่อมะเร็งจำนวน 1,054 ราย โดยมีสาเหตุมาจากการสัมผัสสารก่อมะเร็งปอดมากที่สุด รองลงมาคือ มะเร็งเม็ดเลือดขาวและมะเร็งเยื่อหุ้มปอด (ฉัตรชัยเอกปัญญาสกุล, 2555) ดังนั้นบทความวิชาการนี้ได้รวบรวมข้อมูลของสารก่อมะเร็งในงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย การจัดกลุ่มสารก่อมะเร็ง ค่าขีดจำกัดความเข้มข้นของสารที่ปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงานในระยะเวลาไม่เกิน 8 ชั่วโมงการทำงาน กลไกการเกิดโรคมะเร็งจากการทำงาน และการป้องกัน

โรคมะเร็งจากการทำงาน เพื่อเป็นแนวทางป้องกันอันตรายจากสารก่อมะเร็งในงานอุตสาหกรรม

สารก่อมะเร็ง

สารก่อมะเร็ง (carcinogen) คือ สารหรือสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งรังสีชนิดต่าง ๆ ที่เมื่อร่างกายได้รับอาจโดยการบริโภคหรือการสัมผัส เป็นสาเหตุให้เกิดโรคมะเร็ง ทั้งนี้ อาจเป็นการได้รับในปริมาณสูงในระยะเวลาดสั้น ๆ หรือในปริมาณน้อย ๆ แต่สะสมต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน (พวงทอง ไกรพิบูลย์, 2558)

การจัดกลุ่มสารก่อมะเร็ง

สถาบันการวิจัยมะเร็งนานาชาติ (International Agency for Research on Cancer) หรือ IARC เป็นหน่วยงานในสังกัดองค์การอนามัยโลกได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลทั้งทางวิทยาการระบาดในคน สัตว์ทดลองและกลไกการออกฤทธิ์ของสารเคมี เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการจัดกลุ่มสารก่อมะเร็ง ดังตารางที่ 1 โดย IARC ให้นำหนักกับข้อมูลระบาดวิทยาในคน มากกว่าหลักฐานในสัตว์ทดลอง และกลไกการออกฤทธิ์ของสารนั้น การจัดกลุ่มสารก่อมะเร็งของ IARC แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มหลัก คือ (IARC, 2016)

- **กลุ่ม 1 ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Carcinogenic to humans)** มีจำนวน 118 สาร สารกลุ่มนี้จำกัดอยู่ในกลุ่มสาร สารประกอบ หรือสถานการณ์ที่มีการสัมผัส ที่พบว่ามีหลักฐานเพียงพอที่จะก่อให้เกิดมะเร็ง ตัวอย่างของสารในกลุ่มนี้ได้แก่ แอสเบสตอส 4-อะมิโนไบฟีนิล สารหนู เบนซีน โครเมียม วาเลนซ์ VI สารประกอบของนิกเกิล เรดอน ไวนิลคลอไรด์ ถ่านหิน การผลิตอลูมิเนียม และแคดเมียม เป็นต้น

- **กลุ่ม 2A น่าจะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (probably carcinogenic to humans)** มีจำนวน 75 สาร เป็นสารที่มีหลักฐานจำนวนน้อย ที่บ่งชี้ว่าทำให้เกิดมะเร็งในคน แต่เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าทำให้เกิดมะเร็งในสัตว์ทดลอง ตัวอย่างของสารในกลุ่มนี้ได้แก่ เบริลเลียม ซิลิกา สไตรีนออกไซด์ ควินทอไอเสียร์ยนต์จากน้ำมันดีเซล การสัมผัสสารบีโตรีเลียม สารกำจัดศัตรูพืชชนิดที่ไม่มีสารหนูผสม เป็นต้น

- **กลุ่ม 2B** อาจจะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (possibly carcinogenic to humans) มีจำนวน 288 สาร การสัมผัสสารในกลุ่มนี้ในปริมาณหรือระยะเวลาหนึ่ง มีความเป็นไปได้ที่จะก่อให้เกิดโรคมะเร็งในคน ขณะเดียวกันมีข้อมูลแน่ชัดว่าเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลอง แต่ไม่มีข้อมูลเพียงพอว่าเป็นสารก่อให้เกิดมะเร็งในคน ตัวอย่างของสารในกลุ่มนี้ได้แก่ อะครีลาไมด์ คาร์บอน เตตระคลอไรด์ คลอโรฟอร์ม โคลบอลท์ ตะกั่วอนินทรีย์ สไตรีน ยูรีเทน เป็นต้น

- **กลุ่ม 3** ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (not classifiable as to its carcinogenicity to humans) มีจำนวน 503 สาร ตัวอย่างของสารในกลุ่มนี้ได้แก่ ฟลูออรีน บิวทิลอะคลิเลต โทลูอีน ฟีนอล เป็นต้น

- **กลุ่ม 4** น่าจะไม่ใช่สารก่อมะเร็งในมนุษย์ (probably not carcinogenic to humans) มีจำนวน 1 สาร คือ คาโปรแลคตัม

ตาราง 1

แสดงการจัดกลุ่มสารก่อมะเร็งของ IARC

ความสามารถในการก่อมะเร็งในมนุษย์			
สัตว์ทดลอง	ข้อมูลเพียงพอ	ข้อมูลมีอยู่จำกัด	ข้อมูลไม่เพียงพอ
ข้อมูลเพียงพอ	1	2A	2B
ข้อมูลมีอยู่จำกัด	1	2B	3
ข้อมูลไม่เพียงพอ	1	2B	3

1 สารก่อมะเร็งในมนุษย์

2A อาจจะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์

2B น่าจะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์

3 ไม่จัดกลุ่ม

นอกจากนี้ กระทรวงอุตสาหกรรมได้ออกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมภายใต้พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 เรื่อง ระบบการจำแนกและการสื่อสารความเป็นอันตรายของวัตถุอันตราย พ.ศ. 2555 ตามระบบ Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals หรือระบบ GHS ซึ่งเป็นระบบการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก โดยมีการจำแนกความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ตามความสามารถในการก่อมะเร็งของสารเคมีออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่ม 1 ทราบแน่ชัดหรืออาจทำให้เกิดมะเร็งแบ่งเป็น

กลุ่ม 1A ทราบแน่ชัดว่าทำให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ การจัดสารในกลุ่มนี้ขึ้นอยู่กับหลักฐานในมนุษย์เปรียบเทียบกับกับการจำแนกตาม IARC กลุ่ม 1

กลุ่ม 1B คาดว่าทำให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ การจัดสารในกลุ่มนี้ขึ้นอยู่กับหลักฐานในสัตว์ทดลอง เปรียบเทียบกับกับการจำแนกตาม IARC กลุ่ม 2A

กลุ่ม 2 อาจทำให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ แต่ไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะจัดให้เข้าอยู่ในกลุ่ม 1 เปรียบเทียบกับกับการจำแนกตาม IARC กลุ่ม 2B

สำหรับการจำแนกตาม IARC ในกลุ่ม 3 และ 4 นั้น ตามระบบ GHS ไม่มีการจำแนกสารในกลุ่มดังกล่าวไว้

สารก่อมะเร็งในงานอุตสาหกรรม

ประเทศไทยมีอุตสาหกรรมหลายประเภท ที่ใช้สารเคมีเป็นปัจจัยในการผลิต เช่น อุตสาหกรรมผลิตเคมีภัณฑ์ อิเล็กทรอนิกส์ สารกำจัดศัตรูพืช พลาสติก การพอกย้อมสีผ้า การชุบโลหะ การผลิตแบตเตอรี่ การผลิตกระเบื้อง เป็นต้น ซึ่งสารเคมีหลายชนิดเป็นสารก่อมะเร็งเมื่อผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานสัมผัสสารก่อมะเร็งติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ก็ส่งผลกระทบต่อสุขภาพทำให้เกิดโรคมะเร็งจากการประกอบอาชีพเพิ่มมากขึ้น จากข้อมูล ในปี พ.ศ.2548-2552 พบว่า ประเทศไทยมีการนำเข้าสารเคมีที่เข้าข่ายเป็นสารก่อมะเร็ง สารก่อกลายพันธุ์ และสารที่เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ (Carcinogenic Mutagenic and Toxic to Reproduction--CMR) ประมาณ 127-168 สาร มีปริมาณการนำเข้า อยู่ระหว่าง 1.0-2.8 ล้านตัน (หน่วยสารสนเทศวัตถุอันตรายและความปลอดภัย, 2553) โดยในปี พ.ศ. 2553 ประเทศไทยมีการนำเข้าสารเอทิลีนไดคลอไรด์ มากที่สุด มีปริมาณ 286,866 ตัน รองลงมาคือ สารอะคริโลไนไตรล์ ปริมาณ 136,713 ตัน สารไวนิลคลอไรด์ ปริมาณ 38,788 ตัน สารแอสเบสตอส ชนิดโครโซไทล์ปริมาณ 38,536 ตัน และสาร 1,3-บิวทาไดอีน ปริมาณ 25,613 ตัน ตามลำดับ ตัวอย่างพื้นที่เสี่ยงที่พบว่า

มีการใช้สารในกลุ่มนี้ เช่น นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ในจังหวัดระยอง ซึ่งมีอุตสาหกรรมหนักหลายประเภท เช่น ปิโตรเคมี ถ่านน้ำมัน เคมีภัณฑ์ เป็นต้น จากข้อมูล การตรวจวิเคราะห์ห้มลพิษของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ในเขตนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด พบว่ามีปัญหามลพิษ ทางอากาศจากการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds--VOCs) สู่สิ่งแวดล้อม เป็นจำนวนมาก จัดเป็นสารก่อมะเร็งถึง 20 ชนิด โดยพบ สาร 1,3-บิวทาไดอินมากที่สุด ซึ่งเป็นสารเคมีในการผลิตยางสังเคราะห์และพลาสติก รองลงมาคือ เบนซีน ซึ่งเกิดจาก กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่ง 1,3- บิวทาไดอิน และเบนซีน เป็นสารก่อมะเร็งในกลุ่ม 1 มีความ สามารถก่อมะเร็งในมนุษย์ได้ (carcinogenic to humans)

ดังนั้นจะเห็นว่าสารก่อมะเร็งที่เกิดขึ้นนอกจากจะส่ง ผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรมแล้วยังส่ง ผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมโดยรอบอีกด้วย

ตัวอย่างสารก่อมะเร็งที่พบบ่อยในงาน อุตสาหกรรมของประเทศไทย ตามการจัดกลุ่มสาร ก่อมะเร็งของ IARC และค่าขีดจำกัดความเข้มข้นของสาร ที่ปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงานจะได้รับในระยะเวลา ไม่เกิน 8 ชั่วโมงการทำงาน ติดต่อกันใน 1 วัน เป็นเวลา 5 วันต่อสัปดาห์ (Threshold Limit Value-Time-Weighted Average, TLV-TWA) ซึ่งกำหนดโดยองค์การนักสุขศาสตร์ อุตสาหกรรมภาครัฐแห่งประเทศอเมริกา (ACGIH) ได้ดัง ตารางที่ 2

ตาราง 2

แสดงตัวอย่างของสารก่อมะเร็งที่พบบ่อยในงานอุตสาหกรรมของประเทศไทยจำแนกตามกลุ่มของสารก่อมะเร็ง

สารก่อมะเร็ง	อุตสาหกรรมที่ใช้	ค่าขีดจำกัดความเข้มข้น ACGIH (TLV-TWA)	อวัยวะเป้าหมาย
กลุ่ม 1 ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Carcinogenic to humans)			
สารหนู (Arsenic)	งานหลอมโลหะ หรือถลุงแร่ การผลิตสารเคมี กำจัดศัตรูพืช การผลิตอัลลอยด์ (alloys) แบคเตอรี แก้ว	0.01 mg/m ³	ปอด ผิวหนัง กระเพาะปัสสาวะ
แอสเบสตอส (Asbestos) ชนิด Chrysotile	การผลิตอุปกรณ์วัสดุก่อสร้าง ไม้แก็ง ซีเมนต์ ท่อซีเมนต์ กระเบื้องกันความร้อน ฝ้าเพดาน ป้องกันความร้อน	0.1 f/cc ^F	กล่องเสียง ปอด เยื่อหุ้มปอด เยื่อช่องท้อง รังไข่
เบนซีน (Benzene)	อุตสาหกรรมปิโตรเคมี น้ำมันเชื้อเพลิง การผลิต สี หมึก ทินเนอร์ รองเท้าที่ใช้กาว ที่มีเบนซีน	0.5 ppm	เม็ดเลือดขาว ต่อม้ำเหลือง
เบริลเลียม (Beryllium and beryllium compounds)	การผลิตโลหะผสม (alloy) เซรามิก วัสดุที่ ทนความร้อนสูง หลอดไฟเรืองแสง	0.00005 mg/m ³	ปอด
บิส (โครโรเมทิล) อีเทอร์ Bis (chloromethyl) ether	อุตสาหกรรมสิ่งทอ การผลิต anion exchange resin และ โพลีเมอร์	0.001 ppm	ปอด
1,3-บิวทาไดอิน (1,3-butadiene)	การผลิตยางสังเคราะห์ สำหรับผลิตยาง รถยนต์ การผลิตพลาสติกทนความร้อน Acrylonitrile-butadiene-styrene-copolymer (ABS)	2 ppm	เม็ดเลือดขาว ต่อม้ำเหลือง
เอทิลีนออกไซด์ (Ethylene oxide)	ใช้อบฆ่าเชื้อโรคในการผลิตอุปกรณ์ทาง การแพทย์ อุตสาหกรรมเคมี	0.1 ppm	เม็ดเลือดขาว กระเพาะ อาหาร ตับอ่อน ต่อม้ำเหลือง

สารก่อมะเร็ง	อุตสาหกรรมที่ใช้	ค่าขีดจำกัดความเข้มข้น ACGIH (TLV-TWA)	อวัยวะเป้าหมาย
ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde)	อุตสาหกรรมไม้ เรซินโฟม พลาสติก ลามิเนต และกระดาษ	0.3 ppm	ช่องจมูก เม็ดเลือดขาว ต่อมน้ำเหลือง
แคดเมียม (Cadmium)	อุตสาหกรรมผลิตสี ย้อม เม็ดสี อุตสาหกรรม พลาสติก อุตสาหกรรมโลหะ การชุบ เชื่อม ประสาน โลหะ การผลิตแบตเตอรี่	0.01 mg/m ³	ปอด
โครเมียม วาเลนซ์ที่ 6 (Chromium (VI) compounds) ได้แก่ โครเมียมไดออกไซด์ กรดโครมิก โครเมตหรือไดโครเมต	การเคลือบโลหะ ป้องกันการกัดกร่อน เพิ่มความมันวาว การทำอัลลอยด์ เชื่อมโลหะ หมึกพิมพ์ ภาพถ่าย การพิมพ์บนแผ่นหิน	0.025 mg/m ³ (ละลายน้ำได้) 0.01 mg/m ³ (ไม่ละลายน้ำ)	ปอด
ถ่านหิน (Coal tars) เป็นต้นกำเนิดของสารกลุ่ม polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) คนทำงานที่อยู่ใกล้เตาเผา ถ่านหินจะได้รับ PAH ในปริมาณสูงมาก	อุตสาหกรรมที่ใช้ถ่านหิน ได้แก่ การผลิต ถ่านหิน การผลิตไฟฟ้า การกลั่นปิโตรเลียม ผลิตปิโตรเคมี การผลิตอลูมิเนียม โรงหล่อ ลาดถนนและก่อสร้าง	0.2 mg/m ³	ปอด ผิวหนัง
สารประกอบของนิกเกิล (Nickel compounds)	อุตสาหกรรมถลุงแร่ สกัดแร่ การผลิต เหล็กกล้าสแตนเลสโลหะผสม (alloy) แบตเตอรี่ ชุบโลหะ เชื่อมโลหะ วัสดุฉนวน ไฟฟ้า เครื่องประดับ เซรามิก หมึก พลาสติก และยาง	0.05 mg/m ³	ปอด โพรงจมูก ไชนัส
2 - เนฟธิลามีน (2 - Naphthylamine)	อุตสาหกรรมผลิตสี ย้อม เม็ดสี	ไม่กำหนดไว้	กระเพาะปัสสาวะ
ซิลิกา (Silica dust)	การผลิตกระเบื้อง อิฐทนไฟ การขัดผิว ผลิตภัณฑ์เซรามิก การพันทรายเพื่อกัดสนิม โลหะ การหลอมแก้ว โรงไม้หินหรือระเบิดหิน	0.025 mg/m ³	ปอด
ไตรคลอโรเอทิลีน (Trichloroethylene)	เป็นส่วนผสมในการผลิต น้ำยาลบคำผิด น้ำยาล้างฟิล์ม ยาฆ่าแมลง น้ำยาทำความสะอาด สะอาด น้ำยาซักแห้ง กาว	10 ppm	ไต
ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl chloride)	การผลิตพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (poly- vinyl chloride หรือ PVC)	1 ppm	ตับ ท่อน้ำดี
ฝุ่นไม้ (Wood dust)	โรงเลื่อย เยื่อไม้และทำกระดาษ การผลิต เฟอร์นิเจอร์ไม้ อุตสาหกรรมสิ่งทอจากไม้	1 mg/m ³	ช่องจมูก โพรงจมูก ไชนัส

สารก่อมะเร็ง	อุตสาหกรรมที่ใช้	ค่าขีดจำกัดความเข้มข้น ACGIH (TLV-TWA)	อวัยวะเป้าหมาย
กลุ่ม 2A น่าจะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Probably carcinogenic to humans)			
เมทิลีนคลอไรด์ (Methylene chloride/ Dichloromethane)	อุตสาหกรรมผลิตพลาสติก สี ตัวทำละลาย ในสี สารเคลือบเงา	25 ppm	เม็ดเลือดขาว กระเพาะ อาหาร ตับอ่อน ต่อม น้ำเหลือง
ตะกั่ว (Lead compounds, inorganic)	การผลิตแบตเตอรี่ โลหะบัดกรี อุตสาหกรรม อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องใช้ไฟฟ้า หม้อน้ำ รถยนต์ ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์และ แผงวงจรไฟฟ้า อุตสาหกรรมสี	0.05 mg/m ³	ปอด ไต ระบบทางเดิน อาหาร ระบบสืบพันธุ์ ระบบหมุนเวียนโลหิต
เมทิลีนคลอไรด์ (Methylene chloride/ Dichloromethane)	อุตสาหกรรมผลิตพลาสติก สี ตัวทำละลาย ในสี สารเคลือบเงา	25 ppm	เม็ดเลือดขาว กระเพาะ อาหาร ตับอ่อน ต่อมน้ำเหลือง
กลุ่ม 2B อาจจะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Possibly carcinogenic to humans)			
อะครีโลไนไตรล์ (Acrylonitrile)	ใช้ในการผลิต acrylic ยาง nitrile และพลาสติก ใช้เป็นสารรมควันในการเก็บเมล็ดพืช	2 ppm (4.5 mg/m ³)	ปอด ลำไส้
คลอโรฟอร์ม (Chloroform)	ใช้เป็นตัวทำละลาย เช่น ผสมในกาว ทินเนอร์ แลคเกอร์ น้ำยาทำความสะอาด ยาฆ่าแมลง น้ำยาฟอกขาว	2 ppm	ข้อมูลในมนุษย์มีจำกัด แต่ในสัตว์ทดลอง พบ ว่าทำให้เกิดมะเร็งตับ
1,4-ไดออกเซน (1,4-Dioxane)	เป็นสารตัวทำละลายในการผลิต กาว น้ำยา ทำความสะอาด น้ำยาดับกลิ่น สารเคลือบเงา แลคเกอร์ น้ำยารักษาเนื้อไม้	20 ppm	ข้อมูลในมนุษย์มีจำกัด แต่ในสัตว์ทดลอง พบว่าทำให้เกิด เนื้องอกโพรงจมูก
โพรไพลีน ออกไซด์ (Propylene oxide)	เป็นสารตั้งต้นในการผลิต Propylene glycol ซึ่งเป็นตัวทำละลายใช้ในอุตสาหกรรมยา เครื่องสำอาง และพลาสติก	2 ppm	ข้อมูลในมนุษย์มีจำกัด แต่ในสัตว์ทดลอง พบว่าทำให้เกิด เนื้องอกโพรงจมูก
สไตรีน (Styrene)	เป็นส่วนผสมในน้ำมันแก๊สโซลีน ใช้ใน กระบวนการผลิตโพลีสไตรีน (polystyrene) ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ใช้ทำกล่องโฟมบรรจุอาหาร	50 ppm	เลือดขาว ต่อมน้ำเหลือง
เอทิลีนไดคลอไรด์ (Ethylene dichloride) 1,2-Dichloroethane	ใช้เป็นส่วนตั้งต้น ในการผลิตไวนิลคลอไรด์ มอนอเมอร์ ซึ่ง เป็นส่วนผสมในสีทาอาคาร ผลิตภัณฑ์ ขจัดสารปนเปื้อน สบู่ ผลิตภัณฑ์ ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช	10 ppm	ตับ ไต ตับอ่อน ระบบ ประสาทส่วนกลาง

ที่มา. รวบรวมจาก ACGIH, 2016; IARC, 2016; EPA, 2000; New Jersey Department of Health, 2011; American Cancer Society, 2014; Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2012

โรคมะเร็งจากการทำงานเกิดขึ้นได้อย่างไร

โรคมะเร็งจากการทำงาน หมายถึง โรคมะเร็งที่มีสาเหตุมาจากการสัมผัสสารก่อมะเร็งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทำงานหรือสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมในการทำงานนั้น ๆ

การได้สัมผัสสารก่อมะเร็งจากการทำงาน (occupational exposure) มีช่องทางการสัมผัส 3 ช่องทางคือ ทางการกิน (ingestion) การสูดดมผ่านทางหายใจ (inhalation) และการดูดซึมผ่านทางผิวหนัง (skin absorption) โดยส่วนใหญ่จะได้รับสารผ่านช่องทางการหายใจ รองลงมาคือ การสัมผัสผ่านทางผิวหนัง ในระหว่างการทำงาน ซึ่งการสัมผัสสารเคมีบางชนิดเป็นระยะเวลานาน อาจเป็นเหตุให้เซลล์มีการแบ่งตัวผิดปกติ ทำให้เกิดเนื้องอกชนิดร้ายแรงหรือมะเร็ง โดยสารเหล่านี้เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะผ่านกระบวนการดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย แล้วเกิดการกระจายตัวไปยังอวัยวะต่าง ๆ บางส่วนจะถูกสะสมไว้ที่อวัยวะเป้าหมาย ซึ่งเป็นอวัยวะที่เสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบจากสารก่อมะเร็ง เช่น ปอด เป็นอวัยวะเป้าหมายของสารก่อมะเร็งหลายชนิด ได้แก่ แอสเบสตอส เบริลเลียม บิส (โครโรเมทิล) อีเทอร์ แคดเมียม เนื่องจากสารเหล่านี้สามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านทางหายใจมากที่สุดทำให้ผู้ที่สัมผัสมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งปอดและมะเร็งเยื่อหุ้มปอดจากการทำงาน

นอกจากนี้สารก่อมะเร็งบางส่วนจะผ่านกระบวนการเปลี่ยนรูป (biotransformation) โดยเอนไซม์ภายในร่างกาย ได้แก่ Cytochrome P450 oxidase เอนไซม์ Glutathione S-transferase (GST) ไปเป็นสารเมตาโบไลต์ที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้มากขึ้น และถูกขับออกจากร่างกายผ่านทางเหงื่อ ปัสสาวะ หรืออุจจาระ เช่น เบนซีนเป็นสารก่อมะเร็งเม็ดเลือดขาว เมื่อสารเบนซีนเข้าสู่ร่างกาย จะถูกเปลี่ยนเป็นสารเมตาโบไลต์ ได้แก่ phenol catechol quinol hydroxyquinol และ muconic acid ถูกขับออกทางปัสสาวะภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง แต่ถ้าหากร่างกายไม่สามารถกำจัดสารเมตาโบไลต์เหล่านี้ได้อย่างสมบูรณ์ สารเมตาโบไลต์จะไปจับกับพันธะของ DNA อาจทำให้เกิดความเสียหายซึ่งร่างกายจะมีกระบวนการในการซ่อมแซม DNA ให้กลับมาเป็นปกติ แต่ในกรณีที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้ เซลล์

จะเกิดการตาย (apoptosis) หรือในภาวะที่เซลล์ขาดยีนที่ทำงานโดยการยับยั้งการแบ่งเซลล์ (tumor suppressor gene) เซลล์จะไม่สามารถหยุดการแบ่งเซลล์ได้ ส่งผลให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation) อาจนำไปสู่การเกิดเซลล์มะเร็งได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วยทั้งภายในร่างกาย เช่น ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายอายุ เพศ พันธุกรรม และปัจจัยภายนอกในร่างกาย เช่น ความสามารถของสารก่อมะเร็ง ช่องทางที่ได้รับสาร การบริโภคอาหาร เป็นต้น (สุรเกียรติ์ อาชานุภาพ, 2551) จึงทำให้ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งในแต่ละคนแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะรับสารก่อมะเร็งในปริมาณเท่ากันก็ตาม เช่น คนที่ทำงานสัมผัสกับแอสเบสตอสและสูบบุหรี่ จะมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเยื่อหุ้มปอด (mesothelioma) เพิ่มขึ้น และการสัมผัสในปริมาณที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานก็มีโอกาสเกิดมะเร็งได้ เช่น การสัมผัสสารบิส (โครโรเมทิล) อีเทอร์ เพียงครั้งเดียว ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่มีคุณสมบัติทำลายพันธะ DNA โดยตรง ก็สามารถทำให้เกิดโรคมะเร็งจากการทำงานได้ ซึ่งความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งไม่ได้ขึ้นกับปริมาณและความถี่ในการสัมผัส หรืออาจเกิดจากการสะสม และทำปฏิกิริยาร่วมกับสารก่อมะเร็งชนิดอื่นที่มีอวัยวะเป้าหมายเดียวกัน ดังนั้นการสัมผัสสารก่อมะเร็งในปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานหรือการสัมผัสสารหลายชนิดมีโอกาสมากทำให้เกิดโรคมะเร็งได้เช่นกัน (อดุลย์ บัณฑุกุล, 2554) กลไกในการเกิดโรคมะเร็ง (carcinogenesis) มีหลายขั้นตอน ดังนี้ (สำนักงานกองทุนเงินทดแทน, 2550)

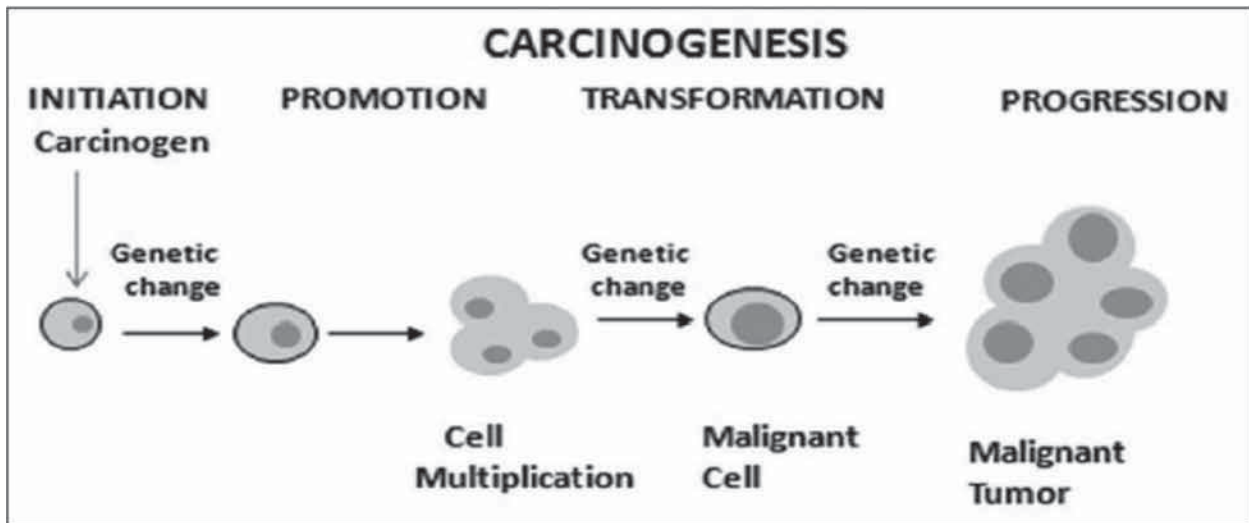
1) ระยะเวลา Initiation เป็นระยะแรกหลังสัมผัสสารก่อมะเร็งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมอย่างถาวร ในเซลล์ (genetic change) ก่อให้เกิดเซลล์ต้นกำเนิดของมะเร็ง

2) ระยะเวลา Promotion เป็นระยะที่มีกระบวนการสะสมความเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของเซลล์ เพื่อให้เซลล์มีคุณสมบัติเพียงพอที่จะก่อเป็นเซลล์มะเร็ง ซึ่งใช้เวลา 5-10 ปี

3) ระยะเวลา Transformation ระยะก่อนการเกิดเป็นเซลล์มะเร็ง ซึ่งเป็นระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปร่างและคุณสมบัติของเซลล์ มีการแบ่งตัวต่อเนื่องและกลายเป็นเซลล์มะเร็งในที่สุด (malignant transformation)

4) ระยะ Progression เป็นระยะที่เซลล์มะเร็งยังมีการพัฒนาคุณสมบัติของความร้ายและลุกลามต่อไป

สุดท้ายเซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วกลายเป็นมะเร็งชนิดร้าย (malignant tumor)



ภาพ 2 กลไกในการเกิดโรคมะเร็ง (carcinogenesis)

ที่มา. จาก *Cancer stem cells: An insight and future perspective*, โดย Kaur S., Singh G. & Kaur K., 2014, ค้นจาก http://www.cancerjournal.net/temp/JCanResTher104846-5449239_150812.pdf

การป้องกันสารก่อมะเร็งในงานอุตสาหกรรม

การป้องกันสารก่อมะเร็งในงานอุตสาหกรรมสามารถป้องกันได้โดยอาศัยหลักการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คือ การหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับสารก่อมะเร็งโดยใช้วิธีการควบคุมที่แหล่งกำเนิด (source) ทางผ่าน (path way) และการควบคุมที่ตัวบุคคล (receiver) เพื่อป้องกันไม่ให้สารก่อมะเร็งเข้าสู่ร่างกายหรือเข้าสู่ร่างกายน้อยที่สุด

1. การควบคุมที่แหล่งกำเนิด (source) ต้องพิจารณาเป็นอันดับแรกเพราะเป็นวิธีการที่ให้ประสิทธิภาพมากที่สุดและเป็นการแก้ปัญหาย่างถาวร ได้แก่ การใช้สารเคมีอื่นที่มีอันตรายน้อยกว่าทดแทน สารเคมีที่ก่อมะเร็ง เช่น การใช้สารโซลีนเป็นตัวทำละลายแทนสารเบนซีน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง การใช้ระบบเปียกในกระบวนการผลิตที่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นและสารเคมี การแยกกระบวนการผลิตที่มีสารเคมีอันตรายออกจากผู้ปฏิบัติงาน การติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะที่ การบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพดี สะอาด และเรียบร้อยอยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้สารเคมีแพร่กระจายหรือรั่วออกไปสู่สิ่งแวดล้อม

2. การควบคุมที่ทางผ่าน (path way) ควรจะได้รับการพิจารณาเป็นอันดับสองรองจากการป้องกันที่แหล่งกำเนิด ได้แก่ การทำความสะอาดบริเวณทำงานที่มีฝุ่น การติดตั้งระบบระบายอากาศทั่วไป เช่น การใช้พัดลมเป่าหรือดูดอากาศ เพื่อไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานต้องสัมผัสกับสารก่อมะเร็ง การเพิ่มระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดของสารเคมีกับตัวผู้ปฏิบัติงาน การตรวจวัดปริมาณของสารเคมีในบรรยากาศของการทำงานเป็นประจำ เป็นต้น

3. การควบคุมที่ตัวบุคคล (receiver) ควรจะพิจารณาเป็นอันดับสุดท้าย เพราะการที่ผู้ปฏิบัติงานจะปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอเป็นเรื่องค่อนข้างยาก การควบคุมที่ตัวบุคคล ได้แก่ การใช้เครื่องอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่ถูกต้องและเหมาะสม เช่น แวนตา ถุงมือ ชุดป้องกันสารเคมีและอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาจากเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet) หรือ SDS ของสารเคมีแต่ละชนิดว่าจัดอยู่ในกลุ่มสารก่อมะเร็งหรือไม่ ต้องมีความรู้เกี่ยวกับข้อมูลของสาร วิธีการป้องกันอันตรายและควรลดชั่วโมงการทำงานลงหากต้องทำงานสัมผัสกับสาร

มีการหมุนเวียนหรือสับเปลี่ยนหน้าที่การปฏิบัติงาน และการตรวจสุขภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น

บทสรุป

ประเทศไทยได้ดำเนินการป้องกันอันตรายจากสารก่อมะเร็งในภาคอุตสาหกรรม (1) ประเด็นผู้ปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทราบและเข้าใจข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet) หรือ SDS ของสารเคมีในกลุ่มสารก่อมะเร็ง วิธีการป้องกันอันตราย และต้องปฏิบัติตามวิธีการทำงานที่ถูกต้องและปลอดภัย (2) ประเด็นสถานประกอบการ เนื่องจากสารก่อมะเร็งจัดเป็นวัตถุอันตราย ชนิดที่ 1 ตามพระราชบัญญัติ วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 การนำเข้าสารจะต้องมีการรายงานข้อมูลและปริมาณของสารให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมทราบ และเมื่อนำสารมาใช้ในกระบวนการผลิต นายจ้างต้องมีการคุ้มครองความปลอดภัยให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน ตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน เกี่ยวกับสารเคมีอันตราย พ.ศ. 2556 โดยต้องจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของสารเคมีอันตรายในบรรยากาศของสถานที่ทำงาน หากระดับความเข้มข้นของสารมีระดับเกินขีดจำกัดความเข้มข้น จะต้องมีการกำกัดหรือควบคุมทางวิศวกรรมและการบริหารจัดการสภาพแวดล้อมในการทำงาน เพื่อลดระดับความเข้มข้นไม่ให้เกินขีดจำกัดและต้องมีการป้องกันอันตรายส่วนบุคคล รวมทั้งจัดให้มีการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน และสถานประกอบการ ต้องควบคุม กำจัด ลด หรือขจัดมลพิษจากกระบวนการ

การผลิตที่ใช้สารก่อมะเร็งก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ตามพระราชบัญญัติส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม แห่งชาติ พ.ศ. โดย เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อม ที่อยู่โดยรอบสถานประกอบการ (3) ประเด็นการควบคุมจากภาครัฐ หน่วยงานภาครัฐควรจัดให้มีมาตรการควบคุมการนำเข้าสารในกลุ่มสารก่อมะเร็งอย่างเคร่งครัด โดยเฉพาะสารก่อมะเร็งในกลุ่ม 1 ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ เช่น แอสเบสตอส ซึ่งเป็นสารที่หลายประเทศทั่วโลกประกาศยกเลิกใช้ ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐควรร่วมกันพัฒนามาตรการบังคับ ให้สถานประกอบการยกเลิกการใช้และรณรงค์ส่งเสริม ให้มีการใช้สารทดแทนที่ปลอดภัยต่อสุขภาพแทน สำหรับผู้ปฏิบัติงานนั้น เดิมกระทรวงมหาดไทยได้ออกประกาศ เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับ ภาวะแวดล้อม (สารเคมี) พ.ศ. 2520 ซึ่งมีการกำหนดค่าขีดจำกัดความเข้มข้นของสารที่ปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงานในระยะเวลาการทำงานไม่เกิน 8 ชั่วโมงไว้ แต่ในปัจจุบันกฎหมายฉบับดังกล่าวได้ถูกยกเลิกไปแล้ว สำนักความปลอดภัย แรงงานจึงแนะนำให้ใช้ค่ามาตรฐานตามคำแนะนำของ ACGIH เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบเพื่อประเมินอันตราย ในการสัมผัสสารของผู้ปฏิบัติงานแต่ทั้งนี้หน่วยงานภาครัฐ ควรมีการกำหนดข้อบังคับทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับ ค่าขีดจำกัดความเข้มข้นของสารที่ปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ในกลุ่มสารก่อมะเร็งอย่างชัดเจน ครอบคลุมสารก่อมะเร็งทุกชนิดที่มีการนำเข้าหรือใช้ในกระบวนการผลิตของประเทศไทย และกำหนดค่ามาตรฐานในระดับที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานตามที่ตั้งบ้านของต่างประเทศ เพื่อให้การปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรมเกิดความ ปลอดภัยจากสารก่อมะเร็งมากที่สุด



References

- Achananuparp, S. (2008). *Textbook of diagnosis and treatment of common diseases*. Bangkok: Holistic Publishing. (in Thai)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2012). *Public health statement for 1, 4 Dioxane*. Retrieved from <http://www.atsdr.cdc.gov>

- American Cancer Society. (2014). *Lead*. Retrieved from <http://www.cancer.org/cancer/cancercauses/othercarcinogens/athome/leadethylene.html>
- Bandhukul, A. (2011). *Text book of occupational medicine*. Bangkok: Ministry of Public Health. (in Thai)
- Chemical Information Management Unit. (2010). *Summary statistics for the import of dangerous chemicals*. Bangkok: Jarunsanitwong Printing. (in Thai)
- Department of Information Technology, National Cancer Institute. (2015). *Hospital based cancer registry annual report 2012*. Bangkok: Eastern Printing. (in Thai)
- Ekpanyaskul, C. (2012). Attributable fraction of occupation related to cancer in Thailand. *Thai Cancer Journal*, 32(2), 83-91. (in Thai)
- Environmental Protection Agency. (2000). *Air Toxics Web Site*. Retrieved from <https://www3.epa.gov/ttn>
- European Agency for Safety and Health at Work. (2014). *Exposure to carcinogens and work-related cancer: A review of assessment methods*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- International Agency for Research on Cancer. (2016). *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Retrieved from <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>
- Kaur, S., Singh, G., & Kaur, K. (2014). Cancer stem cells: An insight and future perspective. Retrieved from http://www.cancerjournal.net/temp/JCanResTher104846-5449239_150812.pdf
- Kriphiboon, P.(2015). *Carcinogen*. Retrieved from <http://haamor.com/th> (in Thai)
- Ministry of Industry. (2012). *Ministry's announce of globally harmonized system of classification and labeling of chemicals*. Royal Thai government gazette. 129 (15-43). (in Thai)
- Molly Jacobs. (2008). *Industrial Carcinogens*. Retrieved from https://www.uml.edu/docs/Fact%20Sheet%20Industrial%20Carcinogens_tcm18-229896.pdf
- National Cancer Control Programs Committee. (2012). *National cancer control programs 2013-2017*. Bangkok: National Cancer Institute. (in Thai)
- New Jersey Department of Health. *Ethyl alcohol*. (2011). Retrieved from <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0844.pdf>
- Social Security Office. (2007). *Diagnostic criteria of occupational diseases commemorative edition on the auspicious occasion of His Majesty The King's 80th birthday anniversary 5 December 2007*. Retrieved from <http://www.sso.go.th> (in Thai)
- World Health Organization. (2015). *Cancer*. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets>

