โครงการทุนสนับสนุนการจัดทำตำราและหนังสือ
สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

INDUSTRIAL TOXICOLOGY

พิษวิทยาอุตสาหกรรม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โกวิทย์ นามบุญมี

โครงการทุนสนับสนุนการจัดทำตำราและหนังสือ
สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ชื่อหนังสือ พิษวิทยาอุตสาหกรรม
Industrial Toxicology

ผู้แต่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โกวิทย์ นามบุญมี

พิมพ์ครั้งที่ 1 สิงหาคม 2565 จำนวน 5,000 เล่ม

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

โกวิทย์ นามบุญมี.

พิษวิทยาอุตสาหกรรม.--เชียงราย : โครงการทุนสนับสนุนการจัดทำตำราและหนังสือ สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2565.
201 หน้า.

1. พิษวิทยาอุตสาหกรรม. 2. พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม. I. ชื่อเรื่อง.

615.902

ISBN 978-616-470-068-0

ผู้จัดพิมพ์ โครงการทุนสนับสนุนการจัดทำตำราและหนังสือ
สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
333 หมู่ 1 ตำบลท่าสุด อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100
โทรศัพท์: 0 5391 7897 ต่อ 8080
อีเมล: mlii@mfu.ac.th
เว็บไซต์: mlii.mfu.ac.th

ผู้จัดจำหน่าย บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

ออกแบบปก นางสาวผกากรอง ปันทะนัน

ออกแบบรูปเล่ม นางสาวรุ่งอรุณ รุ่งรัตนกาล

พิมพ์ที่ สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ราคา 190 บาท

หนังสือเล่มนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง การผลิตและการลอกเลียนหนังสือเล่มนี้ไม่ว่ารูปแบบใดทั้งสิ้น ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

คำนำ

พิษวิทยา (Toxicology) เป็นศาสตร์ที่ศึกษาผลของสารเคมีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่การได้รับเข้าสู่ร่างกาย การเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในร่างกาย การเกิดพยาธิสภาพจากสารเคมีหรืออนุพันธ์ (Metabolite) ของมัน จนกระทั่งสารเคมีถูกขับออกจากร่างกาย การได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายเป็นหนึ่งในสิ่งคุกคามสุขภาพ (Health Hazard) ที่เกิดจากการประกอบอาชีพ พื้นฐานพิษวิทยาจึงถูกกำหนดเป็นรายวิชาพื้นฐานในการเรียนหลักสูตรอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ที่มีเป้าหมายในการผลิตบัณฑิตเพื่อไปปฏิบัติงานเป็นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ (จป. วิชาชีพ) เพื่อให้บัณฑิตที่จบไปมีพื้นฐานพิษวิทยา สามารถประยุกต์ใช้หลักพิษวิทยาไปทำงานในสถานประกอบการหรือภาคอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในหนังสือฉบับนี้ มีเนื้อหาครอบคลุมถึง ความสำคัญของสารเคมี พื้นฐานพิษวิทยา คุณลักษณะทางเคมีและความสามารถในการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ ช่องทางการได้รับสัมผัสสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพิษ การเลือกใช้ข้อมูลพิษวิทยา การประเมินความเสี่ยงสุขภาพจากสารเคมี ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย กลไกการเกิดมะเร็ง เพื่อเป็นองค์ความรู้สำหรับบุคลากรที่มีหน้าที่ในการจัดการสารเคมีในสถานประกอบการแต่ละแห่ง โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพที่ต้องปฏิบัติงานตามกฎหมาย สนับสนุนองค์ความรู้ทางวิชาการ เพื่อประกอบการตัดสินใจของเจ้าของธุรกิจในการออกแบบสภาพแวดล้อมในการทำงานให้เกิดความปลอดภัย ธำรงไว้ซึ่งสุขภาพที่ดีของคนทำงาน ลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับชุมชนโดยรอบ สร้างสมดุลของกระบวนการทำงาน ที่จะขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ เกิดประโยชน์ต่อสถานประกอบการ สร้างความมั่นคงในอาชีพให้กับผู้ปฏิบัติงานทุกระดับอย่างยั่งยืน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โกวิทย์ นามบุญมี
ผู้นิพนธ์

สารบัญ

คำนำ	III
สารบัญ	V
คำปรารภ	XI
กิตติกรรมประกาศ	XII

บทที่ 1 1-1

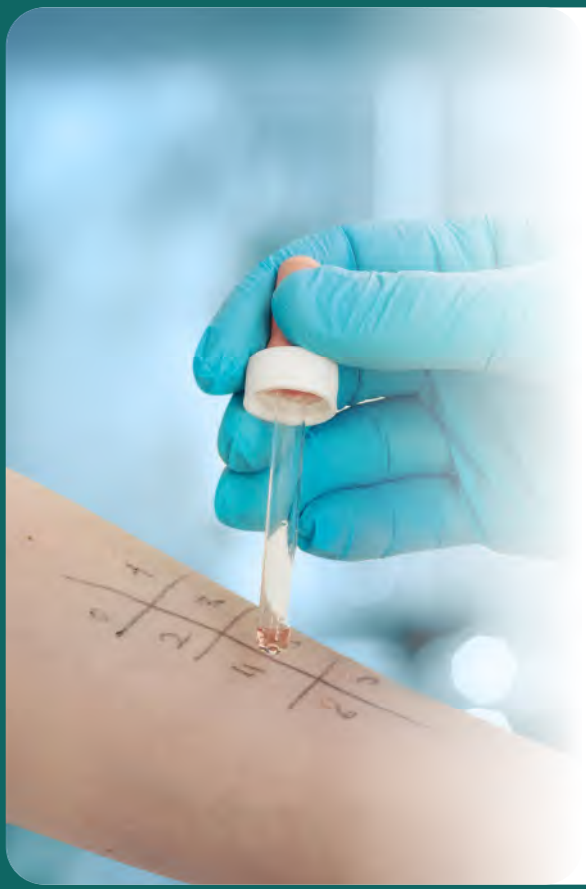
ความสำคัญของสารเคมี

บทนำ	1-2
วัตถุประสงค์	1-2
สารเคมีคืออะไร	1-3
สารเคมีในงานอุตสาหกรรม	1-6
สรุปเนื้อหา	1-9
เกร็ดความรู้: ภัยพิบัติจากสารเคมี	1-10
เอกสารอ้างอิง	1-11
คำถามท้ายบท	1-13

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 2 2-1
พื้นฐานพิษวิทยา

บทนำ 2-2
วัตถุประสงค์ 2-2
หลักพิษวิทยา 2-3
Dose-response relationship 2-6
ความเป็นพิษของสารเคมี 2-10
สรุปเนื้อหา 2-14
เกร็ดความรู้: ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติปลอดภัยหรือไม่? 2-15
เอกสารอ้างอิง 2-16
คำถามท้ายบท 2-18



บทที่ 3 3-1
คุณลักษณะทางเคมีและความสามารถในการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายมนุษย์

บทนำ 3-2
วัตถุประสงค์ 3-2
การแพร่ของสารเคมีเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ 3-3
การขนส่งสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย 3-8
คุณสมบัติทางเคมีและการดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย 3-9
สรุปเนื้อหา 3-13
เอกสารอ้างอิง 3-14
คำถามท้ายบท 3-16

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 4-1

ช่องทางการได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย

บทนำ	4-2
วัตถุประสงค์	4-2
ช่องทางการได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย	4-3
การได้รับสารเคมีทางการหายใจ	4-5
การดูดซึมแก๊ส และไอระเหย	4-7
กลไกการกำจัดสิ่งแปลกปลอมในทางเดินหายใจ	4-9
การได้รับแก๊สพิษในช่องทางเดินหายใจ	4-12
ปัจจัยที่มีผลต่อการได้รับสารเคมีทางการหายใจ	4-13
ช่องทางการได้รับสารเคมีทางผิวหนัง	4-18
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการได้รับสารเคมีทางผิวหนัง	4-20
ช่องทางการได้รับสารเคมีทางเดินอาหาร	4-21
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการได้รับสารเคมีทางเดินอาหาร	4-25
สรุปเนื้อหา	4-26
เอกสารอ้างอิง	4-27
คำถามท้ายบท	4-30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 5 5-1

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพิษ

บทนำ	5-2
วัตถุประสงค์	5-2
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพิษ	5-3
ระยะเวลาการทดสอบทางพิษวิทยา	5-7
สรุปเนื้อหา	5-9
เอกสารอ้างอิง	5-10
คำถามท้ายบท	5-12

บทที่ 6 6-1

การเลือกใช้ข้อมูลพิษวิทยา

บทนำ	6-2
วัตถุประสงค์	6-2
การเลือกใช้ข้อมูลพิษวิทยา	6-3
การประเมินความน่าเชื่อถือของการศึกษาเชิงระบาดวิทยา	6-3
การประเมินความน่าเชื่อถือของความสัมพันธ์	6-5
การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต	6-9
สรุปเนื้อหา	6-11
เอกสารอ้างอิง	6-12
คำถามท้ายบท	6-13

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 7 7-1

การประเมินความเสี่ยงสุขภาพจากสารเคมี

บทนำ 7-2

วัตถุประสงค์ 7-2

การประเมินความเสี่ยงสุขภาพจากสารเคมี 7-3

กระบวนการประเมินความเสี่ยง 7-5

การควบคุมอันตราย 7-11

ตัวอย่าง การประเมินความเสี่ยงเกี่ยวกับการใช้สารเคมี 7-13

สรุปเนื้อหา 7-22

เอกสารอ้างอิง 7-23

คำถามท้ายบท 7-25

บทที่ 8 8-1

ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมี

บทนำ 8-2

วัตถุประสงค์ 8-2

ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมี 8-3

สรุปเนื้อหา 8-6

เอกสารอ้างอิง 8-7

คำถามท้ายบท 8-8

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 9 9-1

การสัมผัสสารเคมีและมะเร็ง

บทนำ	9-2
วัตถุประสงค์	9-2
การสัมผัสสารเคมีและมะเร็ง	9-3
สรุปเนื้อหา	9-8
เอกสารอ้างอิง	9-9
คำถามท้ายบท	9-10

แหล่งข้อมูลพิษวิทยาและอาชีวอนามัยและความปลอดภัย **10-1**

เฉลยคำถามท้ายบท **10-5**

คำปรารภ

จด ๆ จ้อง ๆ อยู่นาน กับกระแสความคิดในการเลือกหัวข้อหนังสือ ว่าจะเขียนเรื่องอะไรดี จะเอาอะไรมาเขียน ด้วยบทบาทหน้าที่ของการเป็นอาจารย์ประจำหลักสูตรอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และความเชี่ยวชาญคือพิษวิทยา ก็เกิดมโนนึกว่า มันต้องมีอะไรสักอย่างหนึ่งที่เราจะทำประโยชน์ให้สังคมประเทศชาติได้ การเขียนหนังสือครั้งนี้ สำหรับตัวเองแล้วก็เพื่อที่จะประกอบการขอตำแหน่งรองศาสตราจารย์ แต่เมื่อกลับมานั่งคิดว่า หากหนังสือที่เขียนขึ้น โดยที่ใช้พละกำลัง ความรู้ ความสามารถ การจัดสรรเวลาที่จะต้องลำบากคนอื่นทำงานอย่างอื่นช่วยตัวเองอีก เราจะต้องทำอะไรที่ทำให้เกิดประโยชน์ต่อแวดวงอาชีวอนามัย มีคำถามต่อว่าแล้วจะตั้งหลักอย่างไร จึงกลับไปทบทวนกรอบหน้าที่ การทำงานของ จป. ตามข้อกำหนดในกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. ๒๕๔๙ และข้อความที่แก้ไขเพิ่มเติมโดยกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๓ อันจะเกี่ยวข้องกับงานพิษวิทยา และการจัดการสารเคมีก็คือ การวิเคราะห์และความเสี่ยงที่เกี่ยวกับการทำงาน ออกแบบมาตรการป้องกันอันตราย ที่จะเกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกับสารเคมี การแนะนำอบรมลูกจ้างให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย การดำเนินการดังกล่าว ต้องมีการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ร่วมกับข้อบังคับตามกฎหมาย เพื่อนำไปออกแบบเป็นรูปแบบการทำงานที่ทุกคนเข้าใจตรงกัน

หนึ่งในงานของเจ้าหน้าที่สำคัญ คือ การจัดการสารเคมีซึ่งโจทก์ตั้งแต่สมัยเรียนปริญญาตรีของกระผม มีคำถามโดยตลอดว่า เมื่อมีสารเคมี 1 ชนิดหรือ 1 ตัว เข้ามาสู่สถานประกอบการที่มีความเป็นพิษแล้วจะต้องจัดการอย่างไรให้ปลอดภัยและธำรงไว้ซึ่งการทำงานทางด้านอุตสาหกรรมอย่างเป็นปกติ ไม่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดการชะงักงัน รวมถึงยังเกิดความปลอดภัยทั้งในแง่ของ Safety และสุขภาพ โอกาสดีที่ได้เรียนการแปลความหมายของกฎหมายอาชีวอนามัย ทำให้สะท้อนกลับมานึกได้ว่า การกำเนิดของ จป. วิชาชีพนั้น เริ่มต้นมาด้วยเรื่องของความปลอดภัยในการทำงาน โดยตราขึ้นมาเป็นพระราชบัญญัติฉบับที่เกี่ยวข้องหลัก ๆ คือ พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน และพระราชบัญญัติความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน จึงนำกฎหมายต่าง ๆ ออกมาพิจารณาเพื่อหาช่องว่างระหว่างกฎหมายและสภาพการทำงานจริง คือ การเชื่อมโยงในข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์ กับข้อมูลทางด้านรัฐศาสตร์ ศิลปศาสตร์ ที่จะนำไปใช้เพื่อการปฏิบัติในงานอาชีวอนามัยได้อย่างเป็นรูปธรรม

กระผมขอเป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ด้วยหนังสือเล่มนี้ และขอขอบพระคุณทุกข้อเสนอแนะ เพื่อพัฒนาหนังสือที่จะต่อยอดปรับปรุงคุณภาพให้สอดคล้องกับบริบทการทำงานของ จป. วิชาชีพในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

หนังสือเล่มนี้คงจะเกิดขึ้นไม่ได้เลย หากขาดการสนับสนุนจาก รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนี สรรเสริญ คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ที่คอยกระตุ้นเตือนถึงบทบาทหน้าที่การเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัย การสร้างคุณประโยชน์ที่มีค่าให้กับสังคม กำลังใจที่คอยส่งแรงให้ไม่ท้อถอยได้รับจาก ศาสตราจารย์ ดร.เกษราวัลย์ นิลวรางค์กูล ที่สร้างรอยยิ้มและแรงใจในวันที่อ่อนล้าเสมอมา คุณสมบัติความเป็นครูผู้มีความใส่ใจในรายละเอียดและความมุ่งมั่นในการทำงาน จะเกิดขึ้นไม่ได้เลยแม้แต่น้อย หากขาดการบ่มเพาะ ดูแล เอาใจใส่จาก รองศาสตราจารย์ ดร.วีระวรรณ เรืองยุทธิการณ์ ความเติบใหญ่ในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย เกิดขึ้นจากความอบอุ่นของผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาณี ฤทธิ์มาก ที่ต่างเสริมแรงให้ความเป็นอาจารย์อาชีวอนามัยและความปลอดภัยมีพัฒนาการทางวิชาการอย่างต่อเนื่อง

ความเป็นครูที่มีอยู่ในตัวตนจะขาดตกบกพร่องไป หากไม่มีแบบอย่างแห่งความเป็นครูผู้ดูแลศิษย์น้อยใหญ่อย่างเท่าเทียมของ คุณครูวิชิต เชี่ยวสงคราม คุณตา คุณครูคำตา พลทัพ คุณยาย คุณครูนิรัตน์ นามบุญมี คุณปู่ คุณครูวาสนา นามบุญมี คุณแม่ คุณครูประหยัด นามบุญมี คุณพ่อ คุณลุง คุณน้า คุณอา ทุกท่าน ที่ทำให้เห็นถึงค่าแห่งความเป็นครูผู้มีหน้าที่ส่งต่อความรู้จากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นหนึ่ง และการสร้างโอกาสในการเติบใหญ่ให้กับลูกศิษย์จำนวนนับไม่ถ้วน ที่ช่วยกันทำงานรับใช้สังคมจนถึงปัจจุบัน

รายละเอียดที่สมบูรณ์ของหนังสือเล่มนี้ คงจะเกิดขึ้นไม่ได้เลย หากไม่มีการสนับสนุนของนางสาวธรินทร์ญา กาวิยะ นายชยณัฐ ละอองทอง และนางสาวชนมน เขื่อนขันธ์ ที่ช่วยจัดเรียงเอกสาร คอยสนับสนุนการเขียนหนังสือเล่มนี้อย่างทุ่มเท ขอขอบคุณ คณาจารย์สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยทุกท่านที่สนับสนุนการเขียนหนังสือเล่มนี้ คอยถามไถ่สารทุกข์สุกดิบ ช่วยรับภาระงาน ในช่วงเวลาที่เขียนหนังสือจนทำให้หนังสือเล่มนี้มีความสมบูรณ์ พร้อมที่จะเผยแพร่ต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โกวิทย์ นามบุญมี
ผู้นิพนธ์

บทที่ 1

ความสำคัญของสารเคมี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โกวิทย์ นามบุญมี
ผู้นิพนธ์

บทที่ 1
ความสำคัญของสารเคมี

บทนำ

สารเคมีเป็นองค์ประกอบที่ใช้ในกระบวนการผลิตทางด้านอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ และสินค้าอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน ประชาชนมีโอกาสได้รับสารเคมีจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ร่างกาย ผ่านช่องทาง การหายใจ การกลืนกิน การสัมผัสทางผิวหนัง อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงและอันตรายต่อสุขภาพและทรัพย์สินเสียหาย ดังนั้น ควรทำการความเสี่ยงนั้นสามารถจัดการและควบคุม เพื่อใช้ประโยชน์จากสารเคมีได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย สอดคล้องต่อความจำเป็นในการดำรงชีวิตของมนุษย์

วัตถุประสงค์

1. เพื่ออธิบายความจำเป็นในการใช้ประโยชน์จากสารเคมีในอุตสาหกรรมและชีวิตประจำวัน
2. เพื่อยกตัวอย่างการใช้สารเคมีและความเสี่ยงที่เกิดจากการใช้สารเคมีที่ไม่เหมาะสม

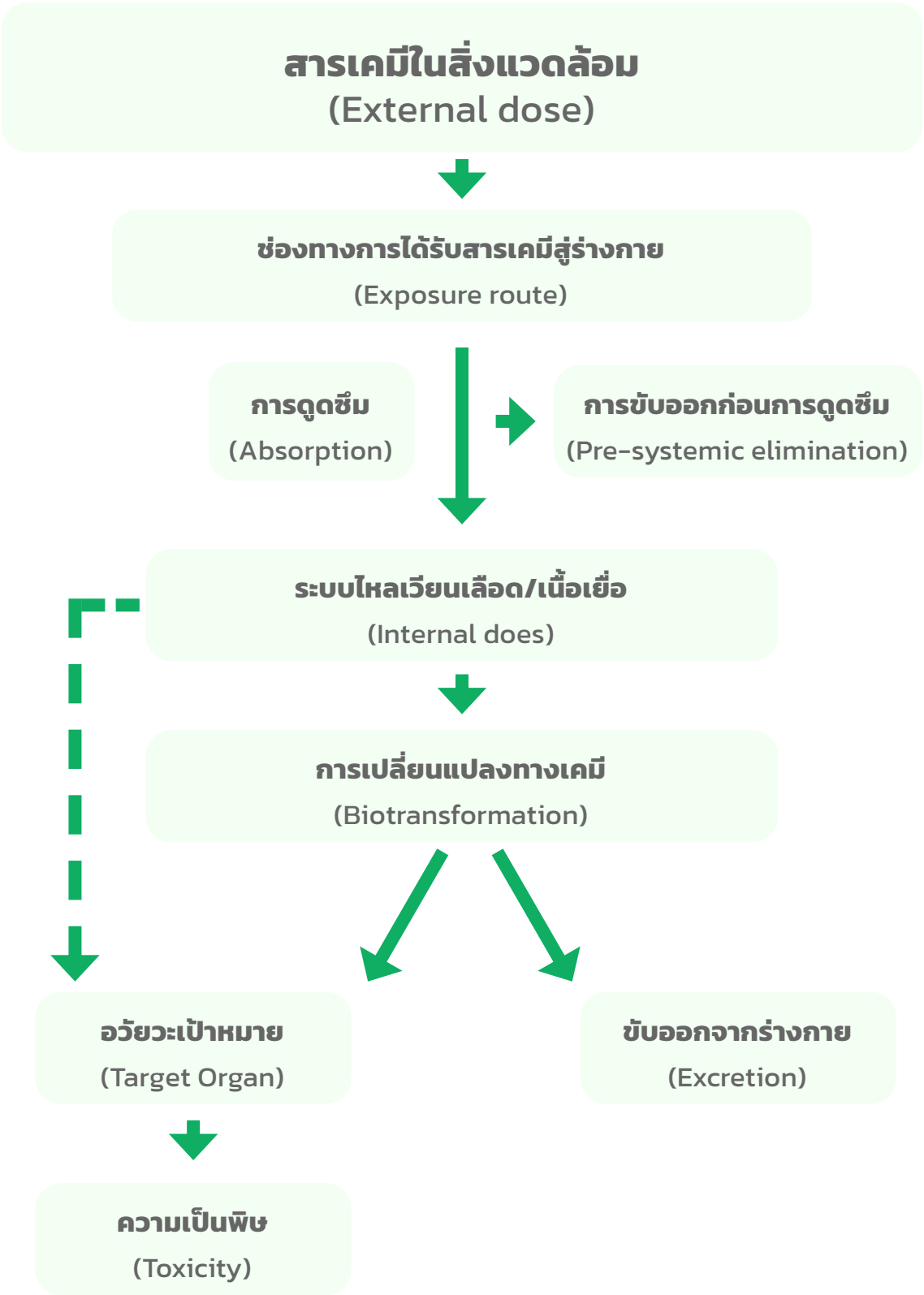
สารเคมีคืออะไร

สารเคมี คือ สารประกอบที่รวมกันด้วยพันธะทางเคมี ที่ประกอบด้วยธาตุอย่างน้อย 2 โมเลกุล สามารถระบุองค์ประกอบทางเคมีที่แน่นอนได้ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือสังเคราะห์ขึ้น ตัวอย่าง เช่น น้ำบริสุทธิ์ (H_2O) ประกอบด้วย ไฮโดรเจน 2 อะตอม และออกซิเจน 1 อะตอม มีสถานะเป็นของเหลว ในขณะที่คาร์บอนไดออกไซด์ ประกอบด้วย คาร์บอน 2 อะตอม และออกซิเจน 1 อะตอม มีสถานะเป็นแก๊ส หรือโทลูอีน ที่ประกอบด้วย คาร์บอน 7 อะตอม และไฮโดรเจน 8 อะตอม มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นวงแหวนเบนซีน และมีสถานะเป็นของเหลว

การใช้ชีวิตในแต่ละวันของมนุษย์เรา ตั้งแต่ตื่นนอนตอนเช้าจนถึงกลับเข้านอนอีกครั้ง จะมีโอกาสได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายนับไม่ถ้วน ทั้งที่ตั้งใจบริโภค หรือการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม การดำรงชีวิตอยู่ของมนุษย์ประกอบไปด้วย กลไกทางชีวเคมีในการใช้ธาตุหรือสารเคมีจากรอบตัวเอง ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายเกิดการเผาผลาญเกิดเป็นพลังงาน เพื่อขับเคลื่อนกลไกต่าง ๆ ในร่างกาย และใช้สารเคมีในการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย[1] จะเห็นได้ว่าสารเคมีมีการหมุนเวียนของสารเคมีระหว่างสิ่งแวดล้อมกับร่างกายมนุษย์แบบเข้า-ออก ตลอดเวลา **(ภาพที่ 1-1)** เริ่มตั้งแต่สารเคมีนอกร่างกายหรือความเข้มข้นของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม (External dose) ถูกดูดซึม (Absorption) เข้าสู่ร่างกายทางช่องทางต่าง ๆ ได้แก่ การหายใจ การกลืนกิน การดูดซึมทางผิวหนัง[2] ซึ่งอาจจะมีการถูกกำจัดออกจากร่างกาย ก่อนที่จะมีการดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิต (Pre-systemic elimination) หรือมีกลไกบางอย่างที่ขับสารเคมีนั้นออกจากร่างกาย (Excretion) สารเคมีที่ถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดนับเป็นความเข้มข้นของสารเคมีในร่างกาย (Internal dose) ซึ่งจะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยา (Biotransformation) ทำให้สารเคมีนั้นมีรูปแบบที่อาจจะก่อให้เกิดความเป็นพิษเพิ่มขึ้นหรือลดลง จากนั้นสารเคมีจะเคลื่อนที่ในกระแสโลหิตไปยังอวัยวะเป้าหมาย (Target organ) หรืออาจจะถูกขับออก (Excretion)[3] ผ่านทางอุจจาระ ปัสสาวะ เหงื่อ หรือลมหายใจ วนกลับไปเป็นสารเคมีในสิ่งแวดล้อมอีกครั้ง สารเคมีบางชนิดอาจจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยา และเคลื่อนที่ไปยังอวัยวะเป้าหมาย หรือขับออกจากร่างกาย

เมื่อพูดถึงสารเคมีหลาย ๆ คนอาจจะนึกถึงภาพน้ำยาในขวดใสหรือขวดแก้วสีชาที่มีความเป็นพิษ **(ภาพที่ 1-2)** ก่อให้เกิดการระเบิด เกิดการกัดกร่อนผิวหนัง ทำให้ระคายเคืองตา เป็นสารก่อมะเร็ง ทำให้เกิดลักษณะที่ผิดปกติต่อร่างกาย หรือเหตุการณ์หกรั่วไหลของสารเคมีในหลาย ๆ พื้นที่ทั่วโลก เช่น Love Canal[4] การปนเปื้อนของแคดเมียมในพื้นที่แม่สอดจังหวัดตาก[5] การรั่วไหลของก๊าซพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมไปสู่บรรยากาศโลก การรั่วไหลของน้ำเสียเข้าสู่แหล่งน้ำธรรมชาติที่เป็นสาเหตุทำให้ปลาและสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ตายเกลื่อนลอยเหนือน้ำเต็มไปหมด[6] หรืออาจจะคิดถึงภาพของเมืองเบรุต ประเทศเลบานอน ที่เกิดการระเบิดครั้งใหญ่จากแอมโมเนียมไนเตรต เมื่อวันที่ 4 สิงหาคม 2563 จนทำให้มีผู้คนล้มตายเป็นจำนวนมาก[7] นอกจากนั้นแล้ว ภาพการใช้สารปราบศัตรูพืชที่เกษตรกรฉีดพ่นในแปลงนา และปนเปื้อนเข้ามาอยู่ในผักผลไม้

จนก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพ ก็เป็นภาพจำของมนุษย์เมื่อนึกถึงสารเคมี ถึงแม้การได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายเป็นความเสี่ยงสุขภาพที่อาจก่อให้เกิดพยาธิสภาพต่อร่างกายมนุษย์ แต่เมื่อชั่งน้ำหนักระหว่างความเสี่ยงและประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากสารเคมี เราก็หลีกเลี่ยงการใช้ การได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้ยาก เพราะสารเคมีมีความหมายตั้งแต่ออกซิเจนที่เราหายใจเข้าไป น้ำที่เราดื่ม อาหารที่เราต้องรับประทาน 3 มื้อในแต่ละวัน หรือเครื่องสำอางที่ใช้ปกป้องผิวหนัง ยารักษาโรคก็เป็นสารเคมี นอกจากนั้นแล้ว สารเคมียังเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์สำหรับการบริโภคอุปโภคของมนุษย์ ทำให้เราทุกคนอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีสารเคมีอยู่ตลอดเวลา มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเรียนรู้เพื่อให้เท่าทันความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย และปรับตัวให้สามารถใช้สารเคมีเหล่านั้นให้เกิดประโยชน์สูงสุด ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพน้อยที่สุด



ภาพที่ 1-1 กระบวนการได้รับสารเคมีจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ร่างกายมนุษย์

ประยุกต์จากหนังสือ Principles and practice of toxicology in Public Health (Ira S. Richards 2014) หน้า 130

ภาพที่ 1-2 ภาพลักษณ์ของสารเคมีในทัศนคติที่ก่อให้เกิดพิษ

ที่มา: Shutter Stock download ID: 1682668198

สารเคมีในงานอุตสาหกรรม

การเพิ่มจำนวนของประชากร การขยายตัวทางเศรษฐกิจ เพิ่มการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ทำให้ต้องมีการสร้างเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดเป็นระบบการผลิตที่มีรูปแบบที่ชัดเจน จนพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่อุตสาหกรรมในครัวเรือน อุตสาหกรรมขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ประเทศไทยจำเป็นต้องสร้างรายได้ สร้างอาชีพ เพื่อขับเคลื่อนให้เกิดการพัฒนาของประเทศ จึงเปิดโอกาสให้กับนักลงทุนชาวต่างประเทศได้เข้ามาลงทุนเพื่อประกอบธุรกิจในประเทศไทย เพิ่มเงินทุนหมุนเวียน เพิ่มการนำเข้าเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่จะช่วยขับเคลื่อนในประเทศไทยมีความก้าวหน้า และความเป็นอยู่ที่ดีให้กับประชากรภายในประเทศ โดยเฉพาะการเปิดนิคมอุตสาหกรรม จนถึงการอนุญาตให้จัดตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศไทย ก็สร้างโอกาสทางธุรกิจให้กับนักลงทุนชาวต่างประเทศ สร้างอาชีพให้กับคนในท้องถิ่น ช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสร้างความอยู่ดีมีสุขในประเทศไทย

กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมแต่ละชนิด ใช้เทคนิคและวิธีการผลิตที่หลากหลาย ดังนั้น จึงนำสารเคมีเป็นวัตถุดิบมาใช้ในอุตสาหกรรมแตกต่างกันด้วย เมื่อมีการใช้สารเคมีเพิ่มมากขึ้น ก็มีธุรกิจที่เกี่ยวเนื่องเกิดขึ้น อาทิ การผลิตสารเคมี การขนส่งสารเคมี การทำคลังสินค้าสารเคมีเพื่อเตรียมจำหน่ายจ่ายแจกสารเคมีไปยังโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อแปรรูปสารเคมีให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ กระบวนการที่เริ่มต้นตั้งแต่ผลิตสารเคมี จนถูกนำมาแปรรูปให้อยู่ในกระบวนการอุตสาหกรรมนั้น มีความเสี่ยงที่อาจจะก่อให้เกิดอุบัติภัย อุบัติเหตุ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนทำงาน ชุมชน และสิ่งแวดล้อมโดยรอบ สถิติของกรมควบคุมโรค ในช่วงปีงบประมาณ 2563 นั้น พบว่า มีการเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับสารเคมีในประเทศไทย 59 ครั้ง มีผู้ได้รับผลกระทบ 67 ราย เสียชีวิต 8 ราย[89] เป็นอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเพลิงไหม้ การรั่วไหลของสารเคมี การระเบิด อุบัติเหตุการขนส่ง การลักลอบทิ้ง การปนเปื้อน อาทิ อุบัติเหตุการเกิดเพลิงไหม้ ที่เกี่ยวข้องกับสารสไตรีน โมโนเมอร์ (Styrene, Monomer) ณ บริษัท หมิงตี้เคมีคอล จำกัด อ. บางพลี จ. สมุทรปราการ อันเป็นบริษัทผลิตเม็ดโฟม เม็ดพลาสติก และพลาสติกขั้นต้น เมื่อเวลาประมาณ 03.00 น. วันที่ 5 ก.ค. 2564[10] และในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน เกิดเหตุเพลิงไหม้ที่ บริษัท ฟลอรอลแมนูแฟคเจอริ่ง กรุ๊ป ประกอบธุรกิจผลิตแชมพู สบู่ เจลอาบน้ำ โลชั่นทาผิว ภายในนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง โซน 3 เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร[11] แสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงที่เกิดจากการทำงานร่วมกับสารเคมี การใช้สารเคมี จึงจะต้องมีการควบคุมอย่างรัดกุม มีบุคลากรที่เข้าใจ สามารถคาดการณ์ถึงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น และจัดการให้สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสม

ถึงแม้สารเคมีจะมีอันตราย แต่สารเคมีก็ยังเป็นวัตถุดิบที่สำคัญที่ต้องใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ สร้างอาชีพให้กับประชาชน เช่น การใช้แอมโมเนียในธุรกิจห้องเย็น การใช้สารปราบศัตรูพืช เช่น Methomyl paraquat ในแปลงเกษตรเพื่อพัฒนาคุณภาพพืชพันธุ์ที่เพาะปลูก การใช้ Ethylene oxide ในการอบฆ่าเชื้ออุปกรณ์ทางการแพทย์ เพื่อให้เกิดอุปกรณ์ที่มีความสะอาด ปราศจากเชื้อโรค สำหรับการทำหัตถการกับร่างกายมนุษย์ การใช้ acetone ในการเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ สำหรับการผลิตสีหลายชนิด[12,13]

ความห่วงกังวลของประชาชนเกี่ยวกับอันตรายอันเกิดจากการได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายในชีวิตประจำวัน ทำให้มนุษย์อาจจะปฏิเสธการผลิตสารเคมีชนิดใหม่ออกมาได้อย่างง่ายดาย ด้วยความตระหนักถึงพิษภัยที่อาจจะเกิดขึ้นหากสารเคมีนั้นไม่มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งสารเคมีบางชนิดอาจจะมีอันตราย แต่มนุษย์ยังยอมรับ ซึ่งถือเป็นเรื่องปกติที่พบเห็นได้ เช่น การดื่มแอลกอฮอล์ เป็นเหตุของการเสียชีวิตในแต่ละปีถึง 3.3 ล้านคนของประชากรโลก แต่มนุษย์ก็มีความตระหนักถึงประโยชน์ของแอลกอฮอล์ว่าช่วยบรรเทาอาการของโรคความดันโลหิตต่ำ อัตราการตายเมื่อเปรียบเทียบกับความเสี่ยงอื่น ๆ ได้แก่ การตายจาก HIV/AIDS 2.8%, ความรุนแรงจากการทะเลาะวิวาท 0.9%, วัณโรค 1.7% ในขณะที่การตายที่สัมพันธ์กับการใช้เครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีสูงถึง 5.9% อันเกิดจากโรคหลอดเลือดและหัวใจ โรคทางเดินอาหารโดยเฉพาะโรคตับแข็ง และมะเร็ง[13] แต่แอลกอฮอล์ก็ยังถูกใช้กันอย่างแพร่หลายด้วยความตระหนักถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นมากกว่าความกลัวถึงภัยอันตรายที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

โรงงานอุตสาหกรรมมีการใช้สารเคมีเป็นวัตถุดิบ ทำให้สารเคมีมีการจัดเก็บอยู่ทั่วไป ก่อให้เกิดคำถามถึงความปลอดภัย การสร้างความสมดุลระหว่างความเสี่ยงและโอกาสทางธุรกิจ หากสารเคมีถูกกักเก็บมากเกินไป ใช้ปริมาณมาก ก็จะทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับอันตรายจากสารพิษ ในทางตรงกันข้าม การสั่งซื้อสารเคมีในปริมาณที่น้อย หรือมีไม่เพียงพอ ก็เป็นสาเหตุให้กระบวนการผลิตชะงัก ไม่เป็นไปตามแผนงานของสถานประกอบการ ไม่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ทำให้สูญเสียโอกาสทางธุรกิจ การสั่งซื้อสารเคมีในรอบละน้อย มีราคาที่สูงกว่าการสั่งซื้อในปริมาณมาก ๆ ในขณะเดียวกันการเก็บสารเคมีในปริมาณน้อยก็ย่อมจะเกิดค่าใช้จ่ายในการกักเก็บ การดูแลความเรียบร้อย การหมุนเวียนของสารเคมีน้อยกว่าการสั่งซื้อมากักตุนในปริมาณมาก ๆ คำถาม แล้วจะจัดการอย่างไร ที่จะทำให้สามารถทำงานร่วมกับสารเคมีได้อย่างปลอดภัย มีความเสี่ยงในระดับที่ยอมรับได้ พร้อมกันกับสามารถผลิตแข่งขันกับคู่ค้าในตลาด ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างตรงจังหวะเวลา ไม่สูญเสียโอกาสทางธุรกิจ องค์ความรู้ในการจัดการสารเคมีจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับผู้ดูแลที่ทำงานเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ ที่มีหน้าที่ตามกฎหมายในการสนับสนุนการดำเนินงานในภาคอุตสาหกรรม ให้เกิดความปลอดภัย