

๑๐ นวัตกรรมเคมี เปลี่ยนแปลงโลก (Ten Chemical Innovations Changing Our World)

เรียบเรียงโดย สุทธิสาร แก้วคราม

นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

คำสำคัญ : เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน นวัตกรรม วิทยาศาสตร์เคมี

ปี ๒๐๑๙ นี้ เป็นปีพิเศษอย่างยิ่งสำหรับวงการวิทยาศาสตร์สาขาเคมี เนื่องจากเป็นปีที่ตารางธาตุที่ถูกจัดทำขึ้นโดยดimitri เมนเดเลเยฟ (Dmitriy Mendeleev) นักเคมีชาวรัสเซีย ครบรอบ ๑๕๐ ปี และการก่อตั้งสหภาพเคมีบริสุทธิ์และเคมีประยุกต์ระหว่างประเทศ (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC) ครบรอบ ๑๐๐ ปี IUPAC เป็นสหพันธ์ระหว่างประเทศประกอบด้วยองค์กรที่เป็นตัวแทนของนักเคมีในแต่ละประเทศและมีบทบาทในการกำหนดนิยามและให้ความหมายในประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สาขาเคมีในระดับสากล พัฒนาการของวิทยาการเคมีที่มีส่วนเกี่ยวข้องอย่างสำคัญกับการพัฒนาสังคมของมนุษยชาติ เป็นศาสตร์ที่มีความโดดเด่นในตัวเองเพราะเมื่อพิจารณาโดยแท้จริงแล้วทุกอย่างรอบตัวล้วนประกอบด้วยเคมีทั้งสิ้น อาจกล่าวได้ว่าเป็นวิทยาการศูนย์กลางของวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ อันเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

ปัจจุบันความท้าทายในงานด้านวิทยาศาสตร์เคมีคือ เราจะทราบได้อย่างไรว่างานวิจัยหรือการค้นพบใดจะนำไปสู่ความก้าวหน้าครั้งยิ่งใหญ่ในศตวรรษที่ ๒๑ นี้ ท่ามกลางบทความและสิทธิบัตรที่ได้ถูกจัด ทำขึ้นอย่างมากมาในทุกวัน งานวิจัยใดจะมีส่วนร่วมอย่างสำคัญในการพัฒนาและสร้างความยั่งยืนให้กับอนาคต นวัตกรรมเคมีจะเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (sustainable development goals, SDGs) เพื่ออนาคต บทความนี้ได้นำเสนอหัวข้อและงานวิจัยทางเคมีและศาสตร์ที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญและมีศักยภาพอย่างมาก อันจะส่งผลกระทบต่อสังคมโลก โดยผู้เชี่ยวชาญ นักวิจัย ที่ได้รับเชิญจาก IUPAC ได้คัดเลือกและคาดการณ์เทคโนโลยีอุบัติใหม่ (emerging technology) ๑๐ หัวข้อที่มีศักยภาพและน่าสนใจ จากงานวิจัยต่าง ๆ ของนักเคมีและ นักวิจัยทั่วทุกมุมโลก เป็นงานวิจัยตั้งแต่ในระดับห้องปฏิบัติการที่ประสบผลสำเร็จจนถึงงานบางส่วนซึ่งได้นำไปใช้ในระดับภาคอุตสาหกรรมแล้ว เทคโนโลยีอุบัติใหม่ทั้ง ๑๐ เรื่องคือ

๑. Solid state battery

แบตเตอรี่แบบแข็ง (solid state battery) เป็นการพัฒนาแบตเตอรี่ที่แตกต่างจากเซลล์ไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบัน โดยใช้อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งแทนอิเล็กโทรไลต์ของเหลวหรือพอลิเมอร์อิเล็กโทรไลต์ซึ่งพบได้ในแบตเตอรี่แบบลิเทียมไอออน หรือแบบลิเทียมพอลิเมอร์ ด้วยลักษณะเช่นนี้ทำให้สามารถทนต่ออุณหภูมิสูง ลดความเสี่ยงในการระเบิด รวมทั้งเพิ่มความจุไฟฟ้า ลดระยะเวลาการชาร์จประจุ เนื่องจากมีช่องว่าง

ภายในลดลง จากสมบัติทางกายภาพของของแข็ง ขนาดตัวแบตเตอร์ที่ลดลงส่งผลต่อการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ต่อไป

๒. Nanopesticides

นาโนเทคโนโลยีได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการสร้างวัสดุใหม่ ๆ พร้อมกับการใช้งานที่หลากหลายมากขึ้น เทคโนโลยีนี้ถูกใช้ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรเพื่อรองรับประชากรโลกที่มากขึ้น ในขณะเดียวกันลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ในแง่ของการใช้สารเคมี น้ำ ตลอดจนพื้นที่ทำการเกษตร Nanopesticide เป็นสารเคมีหรือวัสดุที่มีองค์ประกอบของสารเคมีทางการเกษตรในขนาดนาโนเมตร ได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้นด้วยสมบัติระดับนาโนโมเลกุล

๓. Enantiomer-selective organocatalysis

นักเคมีมักได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติ ย้อนหลังไปประมาณกว่า ๑๐ ปี ความตั้งใจที่จะมีตัวเร่งปฏิกิริยาคัลลายเอนไซม์ธรรมชาติในร่างกายเริ่มเป็นรูปร่าง ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นสารอินทรีย์ซึ่งปราศจากโลหะที่มีราคาแพงเป็นองค์ประกอบทำให้ส่งผลดีต่อต้นทุนการสังเคราะห์สารในอุตสาหกรรม นอกจากนี้มีการพัฒนา organocatalyst ให้สามารถช่วยสังเคราะห์โมเลกุลที่มีความจำเพาะเจาะจงทางสเตอริโอไอโซเมอริซึม (stereoisomerism) ซึ่งถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเคมีและยา

๔. Flow chemistry

กระบวนการต่อเนื่องทางเคมีหรือเคมีการไหล (flow chemistry) คือระบบที่ปฏิกิริยาทางเคมีเกิดแบบต่อเนื่องจากการไหลของสารเคมีในระบบมากกว่าเป็นชุดของปฏิกิริยา (batch) ระบบนี้ใช้กันมานานหลายสิบปีในอุตสาหกรรมสารเคมี เนื่องจากลดความเสี่ยงในการจัดการสารเคมี เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ไม่นานมานี้อุตสาหกรรมยาและอุตสาหกรรมสารเคมีบริสุทธิ์ให้ความสนใจกับกระบวนการนี้ เนื่องจากสามารถใช้ติดตามและวิเคราะห์สภาพปฏิกิริยาได้ง่ายและรวดเร็ว

๕. Reactive extrusion

การผสมโดยการอัดรีดแบบเกิดปฏิกิริยา (reactive extrusion) เป็นกระบวนการที่ทำให้สารเคมีแต่ละชนิดสร้างพันธะต่อกันโดยตรง ผ่านปฏิกิริยาเคมีแบบไม่ใช้สารละลาย (solvent-free reaction) มักเกี่ยวข้องกับ การสังเคราะห์สารอินทรีย์หรือพอลิเมอร์บางชนิด ด้วยเทคนิคนี้สามารถลดการใช้สารละลายที่มีความอันตรายหรือเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้เมื่อเทียบกับการสังเคราะห์แบบดั้งเดิม

๖. MOFs and porous materials for water harvesting

MOFs เป็นคำเรียกอย่างสั้นของโครงข่ายโลหะอินทรีย์ (metal-organic frameworks) เป็นสารประกอบของโลหะและสารอินทรีย์ที่เชื่อมกันเป็นลักษณะแบบโครงข่ายคล้ายฟองน้ำและมีพื้นที่ผิวมาก ช่องว่างภายในโครงข่ายมีสมรรถนะการเลือก (selectivity) ดักจับโมเลกุลบางชนิด เช่น ไฮโดรเจน

มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ตลอดจนโมเลกุลสารที่มีความซับซ้อน ได้แก่ ยา และ เอนไซม์ เมื่อไม่นานมานี้ ได้มีงานวิจัยแสดงถึงความสามารถในการดักจับโมเลกุลน้ำ และได้นำไปใช้เพื่อเก็บน้ำจากบรรยากาศที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity, RH) น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ พบว่าผลที่ได้รับเป็นที่น่าพอใจ และอนาคตสามารถนำมาใช้ในบริเวณแห้งแล้งและขาดแคลนน้ำเพื่อดึงน้ำจากบรรยากาศมาใช้ได้ต่อไป

๗. Directed evolution of selective enzymes

วิวัฒนาการประดิษฐ์ของเอนไซม์ (directed evolution of selective enzymes) เป็นงานวิจัยที่ได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมี ในปี ๒๐๑๘ เป็นเทคนิคการเร่งวิวัฒนาการของเอนไซม์ในห้องปฏิบัติการ โดยสามารถควบคุมให้กระบวนการระดับโมเลกุลนี้เกิดขึ้นเร็วกว่าในธรรมชาติได้หลายพันเท่า ส่งผลให้เอนไซม์มีเสถียรภาพและมีประสิทธิภาพสูงกว่าเอนไซม์ที่พบได้ทั่วไป สามารถสังเคราะห์พันธะเคมีที่เป็นไปได้ยากตามธรรมชาติ และนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมหลายแขนง ทั้งด้านการผลิตยา รักษาโรค เชื้อเพลิงชีวภาพ หรือผงซักฟอกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

๘. From plastic to monomer

แนวคิดอันสำคัญทำให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนคือ เศรษฐกิจหมุนเวียน (circular economy) เป็นการออกแบบเศรษฐกิจที่เน้นการนำวัสดุที่ใช้แล้ว กลับมาใช้ใหม่ แทนการผลิต-ใช้-แล้วทิ้ง นักเคมีได้รับแรงบันดาลใจจากแนวคิดนี้ โดยมีบางกลุ่มได้นำแนวคิดนี้สร้างสรรค์งานวิจัยแล้ว ได้แก่ การพัฒนาวิธีการย่อยสลายพอลิเมอร์ที่ไม่ได้ใช้งานให้กลายเป็นมอนอเมอร์บริสุทธิ์ แล้วนำมอนอเมอร์นั้นกลับมาใช้ในการสังเคราะห์ขึ้นอีกครั้ง หรือใช้เป็นแหล่งของคาร์บอน สำหรับใช้ประโยชน์ในแง่อื่น ๆ ต่อไป

๙. Reversible-deactivation radical polymerization (RDRP)

เป็นเทคนิคการสังเคราะห์พอลิเมอร์วิธีหนึ่ง ด้วยเทคนิคนี้สามารถออกแบบและสังเคราะห์พอลิเมอร์สำหรับใช้งานในอุตสาหกรรมได้อย่างเฉพาะเจาะจงและมีความถูกต้อง ดังนั้นจึงเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับนักเคมีในภาคอุตสาหกรรม

๑๐. Three dimensional bioprinting

เครื่องพิมพ์ชีวภาพ (bioprinting) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่น่าสนใจและเป็นความหวังที่สุดสำหรับอนาคต จินตนาการถึงเครื่องพิมพ์สามมิติที่สามารถสร้างเซลล์ของสิ่งมีชีวิตรวมถึงวัสดุทางชีวภาพอื่น ๆ สามารถเป็นจริงได้ เครื่องพิมพ์ชีวภาพ ๓ มิติ จะปฏิวัติวิธีการวินิจฉัยและรักษาทางการแพทย์ในอนาคต ดังนั้นผู้ป่วยที่ต้องเปลี่ยนอวัยวะ (transplant) อาจจะไม่ต้องพบกับปัญหาการหาอวัยวะบริจาคได้ยากมาก เนื่องจากด้วยวิธีนี้ไม่ต้องการผู้บริจาค วิธีการคืออาศัยเทคโนโลยีการผลิต “โครงแม่พิมพ์อวัยวะ” ก่อนปลูกสเต็มเซลล์จากผู้ป่วยเองลงไป จากนั้นเลี้ยงจนได้อวัยวะ แล้วผ่าตัดกลับไปให้ตัวผู้ป่วยในที่สุด

จาก ๑๐ เทคโนโลยีอุบัติใหม่ข้างต้นที่ IUPAC ได้คาดการณ์อนาคตของวิทยาการทางเคมีนี้ไว้ จะเห็นได้ว่าแต่ละพัฒนาการมีศักยภาพที่จะส่งเสริมให้เกิดความเป็นอยู่ที่ดีของสังคมและความยั่งยืนของโลก รวมถึงเป็นการกระตุ้นนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ให้เผชิญกับความท้าทายในการค้นคว้าทางแก้ปัญหาต่างๆ ของสังคมโลกผ่านการวิจัย ความร่วมมือกับผู้ประกอบการ และความคิดสร้างสรรค์ อันจะก่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ ซึ่งจะเป็นตัวขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน อันจะเป็นคุณประโยชน์ต่อมนุษยชาติและโลกต่อไป

เอกสารอ้างอิง

F Gomollón-Bel, Chemistry International Magazine, ๒๐๑๙, ๔๑, ๑๒ (DOI: 10.1515/ci-2019-0203)

ศุภณีย์ เรียบเลิศศิริชญ และ แววบุญ แยมแสงสังข์, รายงานผลสัมมนา “๑๐ เทคโนโลยีที่น่าจับตามอง สำหรับธุรกิจ”, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ๒๕๕๖.

กองเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์อุปโภค

กลุ่มงานผลิตภัณฑ์โลหะ

โทร ๐ ๒๒๐๑ ๗๓๔๗-๔๙

E-mail : sutthisan@dss.go.th