CO_2 Utilization: เทคโนโลยีเปลี่ยน “คาร์บอนไดออกไซด์” เป็น “สารเคมี” มีมูลค่า

ณ วินาทีนี้ พวกเราคงทราบกันดีแล้วว่า ภาวะโลกร้อนไม่ได้เป็นเรื่องไกลตัวอีกต่อไป เพราะอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เพิ่มสูงขึ้นอันเนื่องมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ นั้นเริ่มแสดงผลกระทบให้เป็นที่ประจักษ์แล้ว ทั้งภาวะสภาพอากาศแปรปรวนรุนแรง น้ำทะเลหนุน และภัยแล้ง ซึ่งล้วนส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนโลก เพื่อที่จะหยุดยั้งผลกระทบที่ไม่อาจย้อนคืนได้นี้ มนุษยชาติจะต้องช่วยกันลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สะสมในชั้นบรรยากาศอย่างเร่งด่วน แน่นอนว่าวิธีการแก้ปัญหาในอุดมคติคือการหยุดปลดปล่อยก๊าซเหล่านี้ในทันที แต่ในความเป็นจริง เราไม่อาจทำเช่นนั้นได้ เพราะกิจกรรมเชิงเศรษฐกิจและสังคมทุกอย่างของมนุษย์ล้วนเกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไม่ว่าทางใดทางหนึ่ง แต่หากเราสามารถนำก๊าซ CO_2 ตัวการหลักที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกมาใช้ประโยชน์ได้ แทนที่จะปลดปล่อยมันออกไปล่ะ?

ดร.ปองกานต์ จักรธรานนท์ ตัวแทนจากทีมวิจัยตัวเร่งปฏิกิริยา กลุ่มวิจัยการเร่งปฏิกิริยาและการคำนวณระดับนาโน (NCAS) ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เล่าถึงโครงการวิจัยเรื่องเทคโนโลยีการเร่งปฏิกิริยาและตัวเร่งปฏิกิริยานาโนขั้นสูงเพื่อการเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเชื้อเพลิงและสารเคมี นำโดย ดร.ขจรศักดิ์ เฟื่องนวกิจ ที่ได้รับทุน บพค. (หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคน และทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การ

วิจัยและการสร้างนวัตกรรม) ว่าการเปลี่ยน CO_2 เป็นสารเคมีที่มีประโยชน์นั้นเป็นยุทธวิธีหนึ่งของ เทคโนโลยีการดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture, Utilization, and Storage: CCUS) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญอย่างมากสำหรับโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะนอกจากอาจจะช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สะสมในชั้นบรรยากาศแล้ว ยังตอบโจทย์ภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการเปลี่ยนก๊าซ CO_2 อันเป็นของเสีย ให้กลายเป็นเชื้อเพลิงหรือสารเคมีที่มีมูลค่า สร้างแรงจูงใจทางเศรษฐกิจให้กับการจัดการก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย

แต่การจะนำ CO_2 มาใช้งานเป็นเชื้อเพลิงหรือสารเคมีนั้นมีความท้าทายอย่างยิ่ง เพราะพันธะของคาร์บอนและออกซิเจนนั้นมีความแข็งแรงมาก การจะเปลี่ยนแปลงพันธะดังกล่าวเพื่อให้เกิดสารเคมีที่มีประโยชน์ เช่น ไฮโดรคาร์บอน หรือ แอลกอฮอล์ ต้องอาศัยตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าช่วย โครงการวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายหลักคือ การออกแบบตัวเร่งปฏิกิริยานาโนที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ให้เป็นสารเคมี ผ่านการทำปฏิกิริยา 2 วิธีแตกต่างกัน คือการให้พลังงานความร้อน และการให้พลังงานไฟฟ้า โจทย์นี้เกิดจากการร่วมมือกันระหว่างภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นำโดย ศาสตราจารย์ ดร. เมตตา เจริญพานิช ผู้เชี่ยวชาญด้านการทำปฏิกิริยาเคมีความร้อน และทีม NCAS ณ นาโนเทค ซึ่งรับหน้าที่พัฒนากระบวนการเชิงเคมีไฟฟ้า รวมทั้งศึกษากลไกการทำปฏิกิริยาในระดับอะตอมผ่านการจำลองเชิงทฤษฎี

ดร.ปองอธิบายว่า กระบวนการเปลี่ยน CO_2 เป็นสารเคมีนั้นต้องอาศัยปฏิกิริยารีดักชัน ซึ่งทำได้ทั้งที่อุณหภูมิและความดันสูง ดังที่ทีม ม.เกษตร ทำ หรือการใช้พลังงานไฟฟ้ากระตุ้น ซึ่งทำได้ที่อุณหภูมิและความดันต่ำ และเมื่อนำระบบเคมีไฟฟ้านี้มาเชื่อมต่อกับแหล่งพลังงานทดแทน จะได้กระบวนการเปลี่ยน CO_2 เป็นสารเคมีที่ไม่ต้องพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลเลย ตอบโจทย์เรื่องการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกอย่างแท้จริง

“จุดเด่นของโครงการวิจัยนี้ คือ การทำงานเป็นทีมใหญ่ แต่ถึงองคาพยพจะมาก ภายใต้การจัดการของ ดร.ขจรศักดิ์ พวกเราทำงานอย่างไร้รอยต่อ เพราะทุกคนและทุกส่วนทำงานเสริมกัน เรามีทีมผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความจำเพาะสูง นำโดย ดร.บุญรัตน์ รุ่งทวีวรนิตย์ และ ดร.ธีระ บุตรบุรี และทีมนักเคมีทฤษฎีของ ดร.ผุศนา หิรัญสิทธิ์ และ ดร.สุภาวดี นาเมืองรักษ์ ที่ใช้การจำลองระดับนาโนในการศึกษากลไกของตัวเร่ง [1], [2] และทีมวิศวกรรมอีกหลายชีวิต ที่ช่วยกันออกแบบและดูแลระบบให้ทัดเทียมมาตรฐาน” ดร.ปอง กล่าว พร้อมยกตัวอย่างผลงานตีพิมพ์ล่าสุดในโครงการ [3] โดย ดร. ศรัณญา จันทราภิรมย์ และ ดร. บุญรัตน์ ที่ออกแบบตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะผสมประเภท Metal-Organics Framework ที่สามารถเร่งปฏิกิริยารีดักชันเชิงเคมีไฟฟ้าเพื่อผลิต เอทิลีน และ เอทานอล จาก CO_2 ได้

"โจทย์การเปลี่ยน CO_2 เป็นเอทิลีน ก็น่าสนใจมาก เพราะเราสามารถนำเอทีลีนมาผลิตพลาสติกได้หลากหลาย เป็นการนำ CO_2 มาใช้ใหม่แบบครบวงจร circular economy โดยทั่วไปแล้วการนำคาร์บอนจาก CO_2 2 โมเลกุลมาเชื่อมต่อกันเป็นปฏิกิริยาที่ยากมากๆ โดยเฉพาะที่อุณหภูมิห้อง แต่เราพบว่าหากออกแบบตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม เช่น การสร้างอัลลอยด์ของโลหะ 2 ชนิด จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของตัวเร่งขึ้นได้ถึง 5 เท่าเทียบกับการใช้โลหะชนิดเดียว อาจจะคล้ายกับทีมเรา ที่พอมีหลายคนช่วยๆกันแล้วทำงานได้รวดเร็วกว่าทำแยกกัน" ดร. ปองเสริม

"เราเพิ่งจะได้ทุนสนับสนุนจาก บพค. เมื่อปี 2563 แต่โครงการวิจัยเรื่อง CO_2 utilization เชิงเคมีไฟฟ้านี้ เราเริ่มผลักดันกันเองมาได้ประมาณ 3 ปี ซึ่งถือว่ายังใหม่มาก และยังต้องไปอีกไกลเมื่อเทียบกับต่างประเทศที่ทำกันมาเป็น 10 ปี ข้อดีคือ โจทย์วิจัยนี้ได้รับความสนใจจากเอกชนมาก เราคงต้องหวังพึ่งพันธมิตรเอกชนที่มีพันธกิจในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างแท้จริง ในการสนับสนุนและผลักดันเทคโนโลยีของเราให้ไปถึงระดับที่ใช้งานได้จริง ซึ่งเป็นความท้าทายที่พวกเราอยากทำให้ได้"

ถึงแม้ตอนนี้ เทคโนโลยีการเปลี่ยน CO_2 เป็นสารเคมีด้วยเคมีไฟฟ้านี้จะยังอยู่ในระดับต้นแบบทั้งหมด แต่เป็นเทคโนโลยีที่เติบโตอย่างรวดเร็ว และเริ่มเกิดสตาร์ทอัพที่เกี่ยวข้องขึ้นหลายที่แล้วในทวีปอเมริกาและยุโรป หากบริษัทเหล่านี้ทำสำเร็จและทำได้อย่างคุ้มทุน นอกจากจะเป็นทางออกหนึ่งในการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนแล้ว การนำ CO_2 กลับมาใช้ได้ใหม่ อาจจะนำมาซึ่งการปฏิวัติอุตสาหกรรมเคมีอันเทอะทะและเชื่องช้าต่อการเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อใดที่เปลี่ยนแปลงย่อมสร้างผลกระทบอันมหาศาล

อ้างอิง

[1] Santatiwongchai, J. et al. ACS Catal. 2021, 11 (15), 9688–9701. https://doi.org/10.1021/acscatal.1c01486.

[2] Sikam, P. et al. Appl. Surf. Sci. 2021, 550, 149380. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.149380.

[3] Juntrapirom, S et al. Catal. Sci. Technol. 2021. https://doi.org/10.1039/D1CY01839F.