

การประยุกต์ใช้สารลดแรง ตึงผิวเพื่อกำจัดสารมลพิษ ในแหล่งน้ำ

เนตรศิริรินทร์ กฤษวงค์ นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ
วิระ สอนไธสง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
กองเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์อุปโภค



สาระ

น้ำ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์ และพืช ในอดีตมนุษย์สามารถนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้อุปโภค บริโภคได้โดยตรง และทรัพยากรน้ำยังเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเกษตร ปศุสัตว์ อุตสาหกรรม การผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นเส้นทางคมนาคม และเป็นแหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ ปัจจุบันพบปัญหามลพิษทางน้ำจำนวนมากไม่สามารถนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีพอย่างยั่งยืน ซึ่งความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำเกิดจากการปล่อยน้ำเสียจากชุมชน โรงงาน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรมลงในแหล่งน้ำ ทำให้น้ำเน่าเสียและส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ปัญหามลพิษทางน้ำที่เกิดจากการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่บำบัดได้ยาก จึงก่อให้เกิดการปล่อยมลพิษปริมาณมากสู่แหล่งน้ำ และเทคโนโลยีการบำบัดที่มีอยู่ทั่วโลกมักเป็นกระบวนการที่ใช้พลังงานมาก ดังนั้นวิธีการกำจัดสารมลพิษ หรือการลดปริมาณของเสีย ควรเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ทนทาน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปวิธีที่นิยมใช้ในการกำจัดสารมลพิษ คือวิธีการดูดซับ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและมีประสิทธิภาพ สามารถใช้กำจัดสารมลพิษได้หลากหลาย อย่างไรก็ตาม วิธีการดูดซับยังคงมีข้อเสียในเรื่องของกระบวนการที่ยุ่งยาก ซับซ้อน ใช้เวลาและใช้พลังงานในการสังเคราะห์ตัวดูดซับ รวมทั้งใช้เวลานานในการกำจัด นอกจากนี้ ยังมีอีกหนึ่งวิธีสำหรับการกำจัด คือ วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) หรือวิธีการสกัดด้วยวัฏภาคของเหลว-ของเหลว (liquid-liquid extraction, LLE) ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดเวลาและพลังงาน ในเทคนิค LLE ปริมาตรของตัวทำละลายสกัด (extraction solvent) น้อยกว่าปริมาตรของสารละลายน้ำ หรือปริมาตรของตัวอย่าง (aqueous extraction) ซึ่งเป็นการสกัดสารมลพิษให้เข้าไปอยู่ในตัวทำละลายสกัดที่มี

ปริมาตรน้อย ดังนั้นการใช้วิธี LLE จึงเป็นการลดปริมาตรของเสียด้วย

ปัจจุบันเคมีสีเขียว (green chemistry) ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก มีการเสนอตัวทำละลายสีเขียว (green solvent) ได้แก่ ตัวทำละลายชีวภาพ (bio-based solvent) ของเหลวไอออนิก (ionic liquid) ตัวทำละลายดีฟิวเทคติก (deep eutectic solvent) ตัวทำละลายซูเปอร์โมเลคิวลาร์ (supramolecular solvent) และน้ำเพื่อใช้ทดแทนตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เฮกเซน โทลูอีน ไดคลอโรมีเทน คลอโรฟอร์ม เป็นต้น ซึ่งเป็นสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม สารลดแรงตึงผิวเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของตัวทำละลายสีเขียวที่มีความน่าสนใจ เนื่องจากเป็นสารที่มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยส่วนที่มีขั้วและไม่ขั้ว จึงทำให้สามารถเกิดอันตรกิริยากับสารต่าง ๆ ได้มากมาย ผ่านแรงดึงดูดทางไฟฟ้า แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่ไม่ชอบน้ำ พันธะไฮโดรเจน และแรงดึงดูดระหว่างพันธะไพ (π-bond) และพบว่ามีการใช้สารลดแรงตึงผิวในการเตรียมตัวทำละลายดีฟิวเทคติก และตัวทำละลายซูเปอร์โมเลคิวลาร์ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงวัสดุให้เป็นตัวดูดซับและใช้เป็นตัวทำละลายสกัดในงานทางด้านเคมีวิเคราะห์ได้แล้ว

นอกจากนี้ มีการนำสารลดแรงตึงผิวไปประยุกต์ใช้ในการบำบัด โลหะหนัก สีย้อม และยาฆ่าแมลงร่วมกับวัสดุที่มีรูพรุน เช่น ฟองน้ำท่อคาร์บอน (carbon nanotube sponge) ฟองน้ำกราฟีนออกไซด์ (graphene oxide sponge) และฟองน้ำที่มีจำหน่ายทางการค้า (commercial sponge) เป็นต้น ดังมีรายงานวิจัย การใช้สารผสมระหว่างเกลือควอเตอร์นารีแอมโมเนียม (quaternary ammonium salt) และกรดไขมัน (fatty acid) ร่วมกับฟองน้ำทางการค้า ที่ชื่อว่า ฟองน้ำเมลามีน โดยการหยดสารผสม

ของสารลดแรงตึงผิว ดังกล่าวลงบนฟองน้ำเมลามีน ก่อนนำไปใช้ในการกำจัดสีย้อมและยาฆ่าแมลงในตัวอย่างน้ำ การใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับฟองน้ำเป็นการลดขั้นตอนการปั่นเหวี่ยง (centrifugation) เพื่อแยกสารลดแรงตึงผิวออกจากตัวอย่างน้ำ และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดผ่านการดูดซับสารมลพิษจากการใช้ฟองน้ำ จากรูปที่ 1 จะเห็นว่าการใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับฟองน้ำสามารถบำบัดสีย้อมได้หลายชนิด และให้ประสิทธิภาพในการบำบัดอยู่ในช่วง 65.7 – 94.7% นอกจากนี้การบำบัดยังใช้เวลาเพียง 30 วินาที ภายใต้กระแสที่หมุนวน (vortex) และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยการใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับฟองน้ำ มีค่าดัชนีความสะอาดของแหล่งน้ำ โดยวัดจากค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (chemical oxygen demand, COD) มีค่าเท่ากับ 63.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และเป็นค่าที่น้อยกว่าค่า COD ที่ยอมรับได้ของน้ำเสีย (125 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งกำหนดโดยสหภาพยุโรป (Europe's environmental policy in 1991, Directive 91/271/EEC) ดังนั้น การใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับฟองน้ำจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับการกำจัดสารมลพิษในน้ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม ภายใต้งานวิจัยที่มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาอย่างยั่งยืน ทั้งนี้ การลดมลภาวะทางน้ำด้วยตัวเราถือเป็นวิธีที่ดีที่สุดและเป็นแบบอย่างแก่คนในครอบครัวและคนรอบข้าง ซึ่งจะค่อย ๆ ขยายไปสู่คนส่วนใหญ่ในสังคมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. P.R. Kiezyk, D. Mackay, Waste water treatment by solvent extraction. The Canadian Journal of Chemical Engineering 49 (1971) 747–752.
2. M. Vian, C. Breil, L. Vernes, E. Chaabani, F. Chemat, Green solvents for sample preparation in analytical chemistry. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry 5 (2017) 44–48.
3. Idaira Pacheco-Fernández¹ and Verónica Pino, Green solvents in analytical chemistry. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry 18 (2019) 42–50.
4. L.G. Torres, R.B. Lopez, M. Beltran, Removal of As, Cd, Cu, Ni, Pb, and Zn from a highly contaminated industrial soil using surfactant enhanced soil washing. Physics and Chemistry of the Earth 37–39 (2012) 30–36.
5. N. Gissawong, S. Mukdasai, S. Boonchiangma, S. Sansuk, S. Srijaranai, A rapid and simple method for the removal of dyes and organophosphorus pesticides from water and soil samples using deep eutectic solvent embedded sponge. Chemosphere 260 (2020) 127590.



รูปที่ 1 แสดงสีของสีย้อม ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ก่อนและหลังการบำบัดโดยใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับฟองน้ำ [5]