

ศักยภาพของสาหร่ายในการดูดซับสารปนเปื้อน

วิภาดา ศิริอนุสรณ์ศักดิ์

นักวิจัยชำนาญการพิเศษ

ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งแวดล้อมในปัจจุบันกำลังเผชิญกับปัญหาสารปนเปื้อนในหลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นโลหะหนัก ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าแมลง หรือแม้แต่สารเคมีตกค้างจากกิจกรรมของภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม นอกจากนี้ยังมีการปนเปื้อนของสารพิษจากราในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอาหารสัตว์ เพื่อลดผลกระทบเหล่านี้ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีบำบัดหลายรูปแบบ วิธีที่ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ คือ การดูดซับทางชีวภาพ (biosorption) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้วัสดุชีวภาพ เช่น ฟืชหรือจุลินทรีย์ ในการจับและตรึงสารปนเปื้อนผ่านหมู่ฟังก์ชันทางเคมีบนผิววัสดุ แม้ว่าวัสดุชีวภาพชนิดอื่นจะสามารถดูดซับสารปนเปื้อนได้ดีในบางกรณี แต่สาหร่ายมีคุณสมบัติโดดเด่นทั้งในด้านโครงสร้างเคมีและความสามารถในการฟื้นฟูได้ จึงได้รับความสนใจมากขึ้นในฐานะ วัสดุดูดซับชีวภาพ (biosorbent)

สาหร่ายเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในฐานะวัสดุดูดซับชีวภาพ สาหร่ายมีผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยลิพิดและเฮเทอโรโพลีแซ็กคาไรด์ ซึ่งอุดมด้วยหมู่ฟังก์ชันที่สามารถจับสารปนเปื้อนได้ดี เช่น กลุ่มฟอสเฟต ไฮดรอกซิล คาร์บอกซิล กลุ่มเหล่านี้สามารถเกิดแรงดึงดูดกับไอออนโลหะหรือสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสาหร่ายที่นำมาใช้ในการดูดซับสามารถจำแนกออกเป็นสาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) และสาหร่ายขนาดใหญ่ (macroalgae) หนึ่งในข้อได้เปรียบของสาหร่ายคือการมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงและความหลากหลายของหมู่ฟังก์ชันบนผิว ซึ่งช่วยเพิ่มศักยภาพในการยึดจับสารปนเปื้อนอย่างเฉพาะเจาะจงได้ดีกว่าวัสดุธรรมชาติหลายชนิด นักวิจัยได้ประยุกต์ใช้สาหร่ายในวิธีหลากหลาย เช่น การใช้ชีวมวลสาหร่ายโดยตรง การรวมกับจุลินทรีย์อย่างยีสต์และแบคทีเรีย ระบบตะกอนชีวภาพ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายมีพื้นที่ผิวขนาดใหญ่และสามารถยึดเกาะสารปนเปื้อนได้อย่างแข็งแรง ทำให้มีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับสารพิษ โดยเฉพาะเมแทบอลิต์ของสารพิษ ซึ่งสามารถยึดเกาะอย่างเสถียรกับพื้นผิวของสาหร่าย ที่น่าสนใจคือ สาหร่ายยังแสดงศักยภาพในการลดผลกระทบจากสารพิษจากราในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ โดยงานวิจัยที่ใช้ผงสาหร่ายจาก *Lithothamnium calcaireum* พบว่าสามารถดูดซับ zearalenone ได้ในหลอดทดลอง (*in vitro*) และยังสามารถลดปริมาณ aflatoxin B1 ได้ทั้งในระดับหลอดทดลองและในสัตว์ทดลอง (*in vivo*) โดยเฉพาะกับไก่เนื้อ ขณะเดียวกันงานศึกษาของ Holanda และคณะ (2021) ได้ทดลองใช้สารเสริมอาหารที่มีส่วนประกอบจากสาหร่ายในลูกสุกรที่บริโภคอาหารปนเปื้อน deoxynivalenol พบว่าสารเสริมดังกล่าวช่วยลดความเสียหายของเยื่อลำไส้ เสริมสุขภาพตับ และปรับสมดุลระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายสามารถเป็นองค์ประกอบสำคัญของสารเสริมอาหารที่มี

บทบาทในการลดปริมาณสารพิษจากราในสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้งานวิจัยโดย Siri-anusornsak และคณะ (2024) พบว่า สาหร่าย *Spirogyra* sp. มีศักยภาพในการดูดซับ aflatoxin B1 และ ochratoxin A โดยสามารถลดปริมาณสารพิษในสารละลายบัฟเฟอร์ได้มากกว่า 70% ภายใต้สภาวะ pH ที่เหมาะสม แม้ว่าผลการวิจัยจะชี้ให้เห็นศักยภาพที่น่าพึงพอใจ แต่ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ควรพิจารณาเพิ่มเติม เช่น ความแปรปรวนขององค์ประกอบสาหร่ายในแต่ละแหล่ง ความเสถียรของหมู่ฟังก์ชันในสภาพแวดล้อมจริง และความคุ้มค่าในกระบวนการผลิตระดับอุตสาหกรรม

ดังนั้น สาหร่ายจึงถือเป็นวัสดุชีวภาพที่มีศักยภาพในการจัดการกับสารปนเปื้อนในหลากหลายรูปแบบ ไม่เพียงแต่สามารถนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม แต่ยังแสดงบทบาทในการพัฒนาอาหารสัตว์ที่ปลอดภัย ในอนาคตควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีการประยุกต์ใช้สาหร่ายในรูปแบบผลิตภัณฑ์สำเร็จ เช่น เม็ดกรองสารดูดซับแบบพกพา หรือฟิล์มชีวภาพ เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ในฟาร์มและอุตสาหกรรม นอกจากนี้ การบูรณาการกับเทคโนโลยีอื่น เช่น การ functionalize ผิวดัวยอนุภาคนาโน หรือการดัดแปรทางเคมี อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับและการนำกลับมาใช้ซ้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- Farghl, A. A. M., El-Sheekh, M. M. & El-Shahir, A. A. (2023). Seaweed extracts as biological control of aflatoxins produced by *Aspergillus parasiticus* and *Aspergillus flavus*. *Egypt J Biol Pest Control*, 33, 50.
- Holanda, D.M., & Kim, S.W. (2021). Investigation of the efficacy of mycotoxin-detoxifying additive on health and growth of newly-weaned pigs under deoxynivalenol challenges, *Anim. Biosci.*, 34 (3), 405.
- Khan, A. A., & Mukherjee, S., Mondal, M., Boddu, S., Subbaiah, T., & Halder, G. (2022). Assessment of algal biomass towards removal of Cr(VI) from tannery effluent: a sustainable approach. *Environ Sci Pollut Res Int.*, 29 (41), 61856-61869.
- Motik, C., Chegdani, F., & Blaghen, M. (2022). The biosorption potential of *Plocamium cartilagineum* algal biomass for the elimination of the synthetic dye Cibacron Blue. *AACL Bioflux*, 15(1), 544-556.
- Perali, C., Magnoli, A. P., Aronovich, M., Rosa, C. A. D .R., & Cavaglieri, L.R. (2020). *Lithothamnium calcareum* (Pallas) *Areschoug* seaweed adsorbs aflatoxin B₁ in vitro and improves broiler chicken's performance. *Mycotoxin Res.*, 36 (2020) 371-379.
- Sathy, A.B., Sivashankar, R., Kanimozhi, J., Devika, R., & Balaji, R. (2021). Chapter 2 Biosorption and different native sources for preparation of biosorbents. In book: Biosorption for Wastewater Contaminants, p.23-41.
- Siri-anusornsak, W., Kolawole, O., Soiklom, S., Petchpoung, K., Keawkim, K., Chuaysrinule, C., & Maneeboon, T. (2024). Innovative use of *Spirogyra* sp. biomass for the sustainable adsorption of aflatoxin B1 and ochratoxin A in aqueous solutions. *Molecules*. 2024 Oct 25;29(21):5038.
- Song, Y., Wang, L., Qiang, X., Gu, W., Ma, Z., & Wang, G. (2022). The promising way to treat wastewater by microalgae: Approaches, mechanisms, applications and challenges. *J. Water Process Eng.*, 49, 103012.