

เทคนิคเอนแคปซูลชันสำหรับโพรไบโอติก (Probiotic encapsulation techniques)

วิรัชชัย แก่นแสนดี

นักวิจัย

ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เทคนิคเอนแคปซูลชัน (Encapsulation) สำหรับจุลินทรีย์โพรไบโอติก เพื่อปกป้องเชื้อให้มีชีวิตและคงคุณสมบัติความเป็นโพรไบโอติก ซึ่งแตกต่างตามวิธีการและคุณสมบัติของแคปซูลที่ต้องการตามการนำไปใช้ การเลือกเทคนิคการห่อหุ้มที่เหมาะสมนั้นมีปัจจัยหลายอย่างที่ต้องคำนึงถึง เช่น ลักษณะของจุลินทรีย์โพรไบโอติก สภาพการผลิต คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ห่อหุ้ม ขนาดของแคปซูลที่ต้องการเหมาะสมกับการนำไปใช้และไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส กลไกการปลดปล่อยและอัตราการปลดปล่อย สภาพการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ก่อนการบริโภค เป้าหมายและวัตถุประสงค์การนำไปใช้ ที่สำคัญในการเลือกเทคนิคการเอนแคปซูลชันที่ควรคำนึงถึงคือต้นทุนการผลิต เพราะแต่ละเทคนิคมีต้นทุนการผลิตที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก

เทคนิคเอนแคปซูลชันที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

1. Extrusion เป็นเทคนิคทางกายภาพที่ใช้มานานและใช้กันมากที่สุดสำหรับการห่อหุ้มเซลล์จุลินทรีย์หรือสารตัวอย่าง เทคนิค extrusion นี้ สารตัวอย่างจะถูกผสมในสารละลายไปโอโพลิเมอร์ก่อน จากนั้นจะถูกส่งเข้าสู่เครื่อง extruder หรือขึ้นรูป หรือเครื่องผลิตแคปซูล (Encapsulator) หรือเข็มฉีดยา (ระดับห้องปฏิบัติการ) แล้วหยดหรือฉีดพ่นลงในสารละลายที่ทำให้แคปซูลแข็งตัว ซึ่งโดยทั่วไปใช้เป็นแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride)
2. Coacervation เป็นเทคนิคที่สารเชิงซ้อนซึ่งเกิดจากอันตรกิริยาระหว่างสารที่มีประจุตรงข้ามกัน โดยเริ่มจากการที่สารละลายแยกจากกันโดยอาศัยความแตกต่างของประจุ หรือเป็นปฏิกิริยาของประจุระหว่างโพลิเมอร์สองตัวหรือมากกว่า ส่วนมากนิยมใช้เป็นโปรตีนและโพลีแซ็กคาไรด์ที่มีประจุตรงข้ามกัน จะทำให้เกิดพันธะ electrostatic ต่อกัน และห่อหุ้มสารตัวอย่างไว้ภายในเป็นหยดเล็กๆ จากนั้นเป็นขั้นตอนการทำให้แห้งโดยรอบแข็งตัวด้วยวิธีต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือพีเอช (pH) หรือการเติมสารละลายที่ไม่ใช่ตัวทำละลายของสารห่อหุ้ม/เคลือบ เป็นต้น แล้วจึงแยกแคปซูลออก
3. Fluidized bed drying หรือ fluidized bed coating เทคนิคนี้เป็นการใช้ลมเป่าอนุภาคตัวอย่างให้เคลื่อนที่อย่างอิสระตลอดเวลา แล้วทำการพ่นสารห่อหุ้ม/เคลือบบนผิวตัวอย่าง มีการกระจายและ

- ถ่ายเทความร้อนได้ดี ทำให้ตัวอย่างแห้งสม่ำเสมอและเกาะตัวกันน้อย สามารถทำได้หลายรอบตามขนาดเม็ดแคปซูลและความหนาของตัวอย่างที่ต้องการ
4. Freeze-drying เป็นเทคนิคการทำแห้งแบบเยือกแข็ง โดยของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งหรือเป็นผลึกน้ำแข็งเล็กๆ จากนั้นจะทำการลดความดันให้ต่ำกว่าความดันบรรยากาศปกติ เพื่อให้ผลึกน้ำแข็งสามารถระเหิด (Sublimation) กลายเป็นไอและลดความชื้นลงจนได้เป็นผงแห้ง เทคนิคนี้มักใช้เพื่อรักษาตัวอย่างหรือคงสภาพส่วนประกอบของตัวอย่างที่ไวต่อความร้อน เช่น โพรไบโอติก จุลินทรีย์อื่นๆ หรือสารสำคัญอื่นๆ
 5. Spray-drying เป็นเทคนิคที่ใช้หลักการทำให้แห้งแบบพ่นฝอยด้วยการพ่นละอองตัวอย่างที่ผสมสารห่อหุ้ม/เคลือบพร้อมกับการให้ลมร้อนภายใน Drying chamber เพื่อระเหยน้ำออกจากตัวอย่าง ตัวอย่างที่ได้จะเป็นผงตกลงสู่ภาชนะรองรับ ซึ่งใช้กันมากในการผลิตโพรไบโอติกแบบผง
 6. Spray chilling เป็นเทคนิคที่ใช้หลักการทำให้แห้งแบบพ่นฝอยเช่นเดียวกับเทคนิค Spray-drying แตกต่างที่การให้ลมเย็นในการทำให้อนุภาคแข็งตัวใน Cooling chamber แทนการใช้ลมร้อน
 7. Layer-by-layer method (Multilayer Technique) เป็นเทคนิคที่ถูกห่อหุ้มหรือเคลือบมากกว่า 1 ชั้น โดยอาศัยความสัมพันธ์ของประจุระหว่างวัสดุเคลือบกับสารละลายที่ใช้แคปซูล สามารถทำซ้ำได้หลายครั้งจนกว่าจะได้จำนวนชั้นหรือความหนาที่ต้องการ เทคนิคนี้สามารถเพิ่มความแข็งแรงของแคปซูลได้จากประจุของโพลิเมอร์หรือวัสดุที่ใช้ห่อหุ้ม/เคลือบ
 8. Co-encapsulation เป็นเทคนิคการห่อหุ้มตัวอย่างที่สามารถส่งเสริมกันหรือไม่มีฤทธิ์ต้านต่อกัน ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เพื่อเพิ่มศักยภาพการทำงานหรือส่งเสริมการมีชีวิตของจุลินทรีย์ที่ถูกห่อหุ้ม เช่น การห่อหุ้มโพรไบโอติกร่วมกับพรีไบโอติก

เอกสารอ้างอิง

- Koh, W. Y., Lim, X. X., Tan, T. C., Kobun, R., & Rasti, B. (2022). Encapsulated Probiotics: Potential Techniques and Coating Materials for Non-Dairy Food Applications. *Applied Sciences*, 12(19), 10005.
- Zhu, Y., Wang, Z., Bai, L., Deng, J., & Zhou, Q. (2021). Biomaterial-based encapsulated probiotics for biomedical applications: Current status and future perspectives. *Materials & Design*, 210, 110018.