

เนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat) ทางเลือกความมั่นคงด้านอาหารของโลกอนาคต (2)



กระบวนการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat)

กระบวนการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat) เริ่มต้นด้วยการเก็บเซลล์ต้นกำเนิด (Stem cells) จากสัตว์ที่ยังมีชีวิต โดยทั่วไปจะใช้วิธีการเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อขนาดเล็ก (Biopsy) ซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์ (Tuomisto and de Mattos 2011) เซลล์ต้นกำเนิดที่นำมาใช้มักเป็นเซลล์กล้ามเนื้อ (Myosatellite cell) ซึ่งมีความสามารถในการแบ่งตัวและพัฒนาเป็นเซลล์กล้ามเนื้อ หลังจากได้เซลล์ต้นกำเนิดแล้วจะนำเซลล์เหล่านี้มาเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (Bioreactor) ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณออกซิเจนให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเซลล์ในอาหารเลี้ยงเซลล์พิเศษ อาหารเลี้ยงเซลล์นี้ประกอบด้วยสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของเซลล์ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ เพื่อให้เซลล์แบ่งตัวและพัฒนาอย่างรวดเร็ว มีการเติมสารกระตุ้นการเจริญเติบโต (Growth factors) ลงในอาหารเลี้ยงเซลล์ สารเหล่านี้มักเป็นโปรตีนที่ช่วยควบคุมการแบ่งตัวและการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ (Rubio et al. 2019) การใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโตที่เหมาะสมช่วยให้สามารถผลิตเนื้อเยื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพื่อให้เซลล์เจริญเติบโตเป็นเนื้อเยื่อที่มีโครงสร้างคล้ายกับเนื้อสัตว์จริง โดยใช้โครงร่างหรือแม่แบบ (Scaffold) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างให้เซลล์ยึดเกาะและเจริญเติบโตเป็นเนื้อเยื่อ 3 มิติ โครงร่างนี้มักทำจากวัสดุที่ย่อยสลายได้ เช่น คอลลาเจน โปรตีนจากพืช หรืออนุภาคนาโนขนาดเล็ก (Microcarrier technology) เป็นพื้นผิวให้เซลล์เกาะและเจริญเติบโต หรืออาจใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D Bioprinting) ในการสร้างโครงสร้างเนื้อเยื่อที่ซับซ้อน (Ben-Arye and Levenberg 2019) จากนั้นนำไปบ่มต่อในถังปฏิกรณ์ชีวภาพที่ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และ ปริมาณออกซิเจนให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเซลล์ ระหว่างการบ่มเซลล์จะแบ่งตัวและพัฒนาเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fibers) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเนื้อสัตว์ เมื่อเนื้อเยื่อพัฒนาเต็มที่แล้วจะทำการเก็บเกี่ยวโดยการนำ

ออกจากถังปฏิกรณ์ชีวภาพ ในขั้นตอนนี้อาจมีการล้างเนื้อเยื่อเพื่อกำจัดอาหารเลี้ยงเซลล์ที่เหลืออยู่ การเก็บเกี่ยวต้องทำภายใต้สภาวะที่ปลอดเชื้อเพื่อป้องกันการปนเปื้อน และขั้นตอนสุดท้ายคือการแปรรูปเนื้อเยื่อที่ได้เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ต่างๆ เช่น เนื้อบด หรือชิ้นเนื้อ ในขั้นตอนนี้อาจมีการเติมส่วนผสมอื่นๆ เช่น ไขมัน สารให้สี หรือสารให้กลิ่นรส เพื่อปรับปรุงรสชาติและเนื้อสัมผัสให้ใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ทั่วไปมากที่สุด (Ben-Arye et al. 2020)

เทคโนโลยีในการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat)

การผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงต้องอาศัยเทคโนโลยีที่ซับซ้อนหลายด้านเพื่อให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพสูง รวมทั้งลดต้นทุนการผลิตลง (Arshad et al. 2017; Specht et al. 2018 และ Zhang et al. 2020) ซึ่งเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง ได้แก่ 1.เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเซลล์ ได้แก่การแยกและเพาะเลี้ยงเซลล์ต้นกำเนิด เริ่มต้นด้วยการเก็บเซลล์ต้นกำเนิดจากสัตว์มีชีวิต โดยทั่วไปจะใช้เซลล์กล้ามเนื้อหรือเซลล์ไขมัน และการพัฒนาอาหารเลี้ยงเซลล์ที่ปราศจากซีรัมสัตว์ (serumfree media) 2.วิศวกรรมเนื้อเยื่อ การสร้างโครงร่าง (scaffolds) ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเซลล์ การออกแบบ โครงร่างที่เหมาะสมนี้จะช่วยให้สามารถควบคุมลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ หรือการพัฒนาเทคนิคการสร้างเนื้อเยื่อแบบ 3 มิติ 3.เทคโนโลยีชีวภาพ ได้แก่ การคัดแปลงพันธุกรรม เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของเซลล์และการผลิตปัจจัยการเจริญเติบโต (growth factors) ด้วยวิธีทางชีววิทยาโมเลกุล 4.วิศวกรรมกระบวนการ ได้แก่ การออกแบบและพัฒนางานปฏิกรณ์ชีวภาพ (bioreactors) สำหรับการเพาะเลี้ยงในปริมาณมากและการพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการเพาะเลี้ยงเซลล์ 5.การสร้างโครงสร้างเนื้อเยื่อ เพื่อให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ธรรมชาติจำเป็นต้องมีการสร้างโครงสร้างที่เหมาะสมเทคโนโลยีที่ใช้ ได้แก่ Scaffold technology การใช้โครงร่างที่ย่อยสลายได้ (Biodegradable scaffolds) เพื่อให้เซลล์เกาะและเจริญเติบโตเป็นเนื้อเยื่อ 3 มิติ การใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D Bioprinting) ในการสร้างโครงสร้างเนื้อเยื่อที่ซับซ้อน และการใช้อนุภาคนาโนขนาดเล็ก (Microcarrier technology) เป็นพื้นผิวให้เซลล์เกาะและเจริญเติบโต 6.เทคโนโลยีการวิเคราะห์ขั้นสูง ได้แก่ การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ระดับโมเลกุล เช่น โปรตีโอมิกส์ และเมตาโบลโอมิกส์ หรือการใช้เทคโนโลยีการถ่ายภาพขั้นสูงเพื่อตรวจสอบการเจริญเติบโตของเซลล์ 7.เทคโนโลยีเซ็นเซอร์และ IoT ได้แก่ การใช้เซ็นเซอร์อัจฉริยะเพื่อตรวจวัดและควบคุมสภาวะการเพาะเลี้ยง และการใช้ระบบ IoT ในการเก็บข้อมูลและควบคุมกระบวนการผลิต 8.เทคโนโลยีการ

แปรรูปอาหาร ได้แก่ การพัฒนาเทคนิคการแปรรูปที่เหมาะสมสำหรับเนื้อเพาะเลี้ยง การขึ้นรูป (สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการรูปร่างเฉพาะ เช่น เนื้อชิ้น หรือเบอร์เกอร์) หรือการปรับปรุงเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์สุดท้าย 9.เทคโนโลยีการเก็บรักษา การบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษา ในขั้นตอนนี้มีการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น เทคโนโลยีการถนอมอาหาร เช่น การฉายรังสี หรือการใช้ความดันสูง เพื่อกำจัดจุลินทรีย์และยืดอายุการเก็บรักษา เทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์แบบแอ็กทีฟ (Active packaging) บรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติพิเศษ เช่น การดูดซับออกซิเจนหรือการปล่อยสารต้านจุลินทรีย์ เพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยีการตรวจสอบคุณภาพ เช่น การใช้เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ก่อนการจำหน่าย การพัฒนาวิธีการเก็บรักษาเซลล์และเนื้อเยื่อในระยะยาว และการปรับปรุงอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สุดท้าย 10.เทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่และ AI เช่น การใช้ machine learning ในการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิต หรือการใช้ AI ในการออกแบบอาหารเลี้ยงเซลล์และสภาวะการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสม

ดร.วิริยาภรณ์ สุ่มสกุล
ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สมุนไพร
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)