

การพัฒนาหมึกพิมพ์ชีวภาพสู่การสร้างแบบจำลองเนื้อเยื่อผิวหนังด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ

วิชาญา กาไหล่ทอง¹ กนิษฐา บุญภาวณิชกุล¹ นลินรัตน์ เพ็ชรพิรุณ¹ จิรศักดิ์ จิตรไพบูลย์¹

ศศิธร เอื้อวิริยะวิทย์¹ และ วียงค์ กังวานศุภมงคล^{1,2}

¹ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

²ภาควิชาเคมี สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ ประเภทวิชาเทคโนโลยี สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการพิมพ์ชีวภาพสามมิติ (3D bioprinting) เข้ามามีบทบาทสำคัญทางด้านการแพทย์และวิศวกรรมเนื้อเยื่อ (tissue engineering) ทั้งการรักษา การทดแทน การสร้างอวัยวะเทียม และการผลิตเนื้อเยื่อทางชีวภาพต่าง ๆ เพื่อการทดสอบด้านความปลอดภัยและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากสามารถขึ้นรูปโครงสร้างสามมิติที่เลียนแบบลักษณะเนื้อเยื่อตามธรรมชาติที่มีความซับซ้อนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งสามารถพิมพ์เนื้อเยื่อในรูปแบบ high-throughput ได้ โดยทั่วไปรูปแบบโครงสร้างของชิ้นงานได้รับการออกแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และใช้หมึกพิมพ์ชีวภาพ (bioinks) ที่ทำหน้าที่หลักในการขึ้นโครงสร้าง และช่วยในการเจริญเติบโตของเซลล์ไปเป็นเนื้อเยื่อหรืออวัยวะตามที่ต้องการ จากนั้นนำมาพิมพ์ขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ชีวภาพสามมิติ และโครงสร้างที่ได้จะถูกทำให้มีความความเสถียร คงรูป ด้วยการเชื่อมขวางสายโซ่ (crosslink) ซึ่งกระบวนการเชื่อมขวางสามารถทำได้ทั้งแบบการใช้สารเคมี (chemical crosslink) หรือการเชื่อมขวางด้วยแสง (photo crosslink)

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาหมึกพิมพ์ชีวภาพเพื่อใช้สำหรับสร้างแบบจำลองเนื้อเยื่อผิวหนังแบบสามมิติ เริ่มจากการคัดเลือกชนิดของพอลิเมอร์ที่เหมาะสม ส่วนใหญ่เป็นพอลิเมอร์ฐานชีวภาพ (biopolymer) เช่น โปรตีน พอลิแซ็กคาไรด์ เนื่องจากมีความปลอดภัยสูงและสามารถเข้ากันได้ดีกับเซลล์ อีกทั้งยังให้สมบัติทางกายภาพและเชิงกลที่เหมาะสม วิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีและศึกษาสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นต่าง ๆ เช่น ความหนืด วิทยากระแสของหมึกพิมพ์ชีวภาพที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับความสามารถในการพิมพ์ (printability) เนื่องจากกระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ชีวภาพสามมิติจะมีการใช้ความดันและแรงในการอัดผ่านหัวฉีดขนาดเล็ก นำหมึกพิมพ์ที่ได้มาผสมกับเซลล์และขึ้นรูปเป็นชิ้นงานตามรูปแบบที่ต้องการ จากนั้นเชื่อมขวางสายโซ่พอลิเมอร์ให้มีลักษณะคล้ายไฮโดรเจล ทดสอบความคงรูปรวมถึงทดสอบทางชีวภาพ เช่น การทดสอบความเป็นพิษ ความเข้ากันได้ต่อเซลล์ ความย่อยสลายทางชีวภาพ หมึกพิมพ์ชีวภาพที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยนี้มุ่งหวังในการนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตเนื้อเยื่อผิวหนังเพื่อใช้ในการทดสอบด้านความปลอดภัยและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อลดการนำเข้าแบบจำลองเนื้อเยื่อผิวหนังจากต่างประเทศ ลดการทดสอบโดยใช้สัตว์ทดลองหรือมนุษย์ และยังใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของยาในการรักษาต่าง ๆ เพื่อลดความล้มเหลวและเพิ่มการเข้าถึงการทดลองทางคลินิกให้เร็วขึ้น

คำสำคัญ : หมึกพิมพ์ชีวภาพ, วัสดุชีวภาพ, แบบจำลองเนื้อเยื่อผิวหนัง, วิศวกรรมเนื้อเยื่อ, เครื่องพิมพ์ชีวภาพ 3 มิติ