สิริปัญโญ พรหมนิล : โครงร่างเลี้ยงเซลล์จำลองหมอนรองกระดูกข้อเข่าจากกระบวนการอิเล็กโตรสปินนิงด้วยพอลิแลคติกแอซิดและไหมไฟโบรอิน (BIOMIMETIC MENISCUS SCAFFOLD FROM ELECTROSPUN POLY(LACTIC ACID)/SILK FIBROIN)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ยุพาพร รักสกุลพิวัฒน์ , 89 หน้า.

คำสำคัญ : พอลิแลคติกแอซิด ไหมไฟโบรอิน อิเล็กโตรสปินนิง วิศวกรรมเนื้อเยื่อ

จุดมุ่งหมายในการศึกษานี้คือ ต้องการที่จะพัฒนาโครงร่างเลี้ยงเซลล์จำลองหมอนรองกระดูกข้อเข่าจากกระบวนการอิเล็กโตรสปินนิงโดยใช้วัสดุคือพอลิแลคติกแอซิดและไหมไฟโบรอิน และต้องการที่จะศึกษาความสามารถของวัสดุในการที่จะนำไปใช้งานเป็นโครงร่างเลี้ยงเซลล์สำหรับหมอนรองกระดูกข้อเข่า

พอลิแลคติกแอดซิดเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายในด้านวัสดุทางการแพทย์ เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีสมบัติทางกลที่ดี ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง สามารถย่อยสลายได้ แต่มีข้อด้อยคือขาดสมบัติด้านการยึดติดกับเซลล์ ส่วนไฟโบรอินเป็นโปรตีนที่ได้จากเส้นใยไหมซึ่งจัดเป็นวัสดุที่น่าสนใจ เนื่องจากมีความสามารถในการปรับปรุงการยึดเกาะของเซลล์ ในงานวิจัยนี้จึงต้องการนำไฟโบรอินมาผสมกับพอลิแลคติกแอซิดเพื่อปรับปรุงสมบัติของวัสดุให้มีความเข้ากันได้กับสภาพแวดล้อมทางชีวภาพในร่างกาย และส่งเสริมการยึดเกาะของเซลล์ซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญที่โครงร่างเลี้ยงเซลล์ควรมี โดยไหมไฟโบรอินที่นำมาใช้ในการศึกษานั้นจะเตรียมมาจากรังไหมของหนอนไหม (Bombyx mori) จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการสกัด แล้วทำให้เป็นผงโดยใช้กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ในส่วนของพอลิแลคติกแอซิดจะศึกษาเกรดทางการค้าจำนวน 2 ชนิด ซึ่งมีค่าน้ำหนักโมเลกุลที่แตกต่างกัน และเกรดทางการแพทย์ 1 ชนิด โดยพอลิแลคติกแอซิดจะถูกนำไปขึ้นรูปชิ้นงานด้วยกระบวนการอิเล็กโตรสปินนิงที่ความเข้มข้นต่างกัน เพื่อศึกษาผลกระทบของน้ำหนักโมเลกุลและความเข้มข้นของพอลิแลคติกแอซิดที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นใย ซึ่งพอลิเมอร์มีที่น้ำหนักโมเลกุลและความเข้มข้นที่ให้ลักษณะสัณฐาณวิทยาของเส้นใยที่เหมาะสม จะถูกนำไปผสมกับไหมไฟโบรอินที่ความเข้มข้น 12 % (w/v) ที่สัดส่วนต่างกัน (PLA75:SF25, PLA50:SF50 และ PLA25:SF75) เพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณไฟโบรอินที่ส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติความเข้ากันได้ทางชีวภาพของเส้นใยพอลิแลคติกแอซิดเมื่อผสมกับไหมไฟโบรอิน

จากการศึกษาความหนืดของสารละลายพอลิแลคติกแอซิดที่มีน้ำหนักโมเลกุลและความเข้มข้นต่างกันเพื่อนำไปขึ้นรูปโดยผ่านกระบวนการอิเล็กโตรสปินนิงพบว่า ความหนืดของสารละลาย

พอลิเมอร์และน้ำหนักโมเลกุลเป็นสองปัจจัยสำคัญในกระบวนการขึ้นรูปด้วยวิธีนี้ ซึ่งจะส่งผลต่อลักษณะและขนาดของเส้นใยที่ได้ออกมา นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาความแตกต่างของคุณสมบัติของโครงร่างเลี้ยงเซลล์ที่ทำจากพอลิแลคติกแอซิดเกรดทางการค้ากับเกรดทางการแพทย์ โดยได้ทำการทดสอบสมบัติทางกล สมบัติทางความร้อน ความสามารถในการเปียกผิวของวัสดุ สมบัติความเป็นพิษต่อเซลล์ และการแสดงออกของยีน

จากการศึกษาพอลิแลคติกแอซิดเกรดทางการแพทย์มีสมบัติทางกล สมบัติการย่อยสลาย และสมบัติด้านการส่งเสริมการเจริญเติบโตของเซลล์ดีกว่าเกรดทางการค้าที่ใช้โดยทั่วไป ดังนั้นในวัสดุที่นำมาเพื่อทำโครงสร้างเลี้ยงเซลล์จึงควรเป็นเกรดทางการแพทย์ ส่วนโครงร่างเลี้ยงเซลล์ที่ทำจากวัสดุคอมโพสิตระหว่างพอลิแลคติกและไหมไฟโบรอิน พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสัดส่วนของไหมไฟโบรอินจะส่งผลให้มีสมบัติด้านการย่อยสลายและความชอบน้ำที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับโครงร่างเลี้ยงเซลล์ที่ผลิตจากพอลิแลคติกแอซิดเพียงอย่างเดียว ดังนั้นเมื่อศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ แล้วพบว่าโครงสร้างเลี้ยงเซลล์ที่ผลิตจากกระบวนการอิเล็กโตรสปินนิงโดยใช้สารละลายพอลิแลคติกแอซิดเกรดทางการแพทย์ผสมกับสารละลายไหมไฟโบรอินที่อัตราส่วน 50 ต่อ 50 มีความสามารถในการพัฒนาเพื่อใช้เป็นวัสดุสำหรับโครงร่างเลี้ยงเซลล์สำหรับรักษาหมอนรองกระดูกข้อเข่าที่เกิดการบาดเจ็บได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาวิศวกรรมพอลิเมอร์
ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนักศึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

SIRIPANYO PROMNIL : BIOMIMETIC MENISCUS SCAFFOLD FROM ELECTROSPUN POLY(LACTIC ACID)/SILK FIBROIN THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. YUPAPORN RUKSAKULPIWAT, Ph.D., 89 PP.

Keyword: Poly(lactic acid) Silk fibroin Electrospinning Tissue Engineering

The aim of this present research is to develop biomimetic meniscus scaffold using electrospun poly (lactic acid) (PLA)/silk fibroin (SF) and explore their potential use for scaffold augmented suture.

Poly(lactic acid) (PLA) is one of the most widely used synthesis polymers in the biomedical field because it has good mechanical properties such as high strength and high stiffness. However, it has poor cell adhesion and slowly degrades in in vitro surroundings. Silk fibroin (SF) is a good candidate to improve the cell adhesion and degradability of electrospun PLA. SF powder was prepared from silk cocoon of Bombyx mori silkworm by degumming and freeze-drying method. Two commercial grade PLA were fabricated by using electrospinning process at different concentration (10%, 15% and 20 % w/v). This is to study the effect of PLA molecular weight and the effect of PLA concentration on physical properties of electrospun PLA. The suitable PLA solution that provides suitable morphology was chosen for mixing with 12 % (w/v) SF solution at different ratios (PLA75:SF25, PLA50:SF50 and PLA25:SF75). The effect of SF content on the physical properties and biocompatibility of electrospun PLA/SF was studied.

Related factors including solution viscosity and SF content were investigated in order to create a PLA/SF scaffold that offered both biological and mechanical capabilities. The solution viscosity considerably varied when PLA concentration and molecular weight were altered. It was clarified how solution viscosity affected fiber formation and fiber shape. Additionally, research was done on both commercial (L-lactide, D-lactide PLA) and medical grade PLA (pure PLLA). Electrospun PLA and PLA/SF based nanofibrous scaffolds were studied for their mechanical, thermal, biodegradable, wettability, cell viability, and gene expression characteristics.

The findings showed that for the regeneration of meniscus tissue, medical grade PLA electrospun scaffolds exhibited superior mechanical properties, degradability, and cellular induction. However, due to its toxicity, the commercial, non-medical grade PLA employed in this study was not suggested for use in medical applications. The in vitro degradability and hydrophilicity of PLA-based scaffolds were enhanced by the addition of SF. Based on cell survival, gene expression, surface wettability, and in vitro degradation, the PLAmed50:SF50 scaffold has the potential to be developed as a meniscus tissue engineering scaffold.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Polymer Engineering
Academic Year 2021

Student's Signature Siripanyo Promnil
Advisor's Signature
Co-advisor's Signature
Co-advisor's Signature