อภิญญา รักษา : โครงร่างเลี้ยงเซลล์เส้นใยนาโนอิเล็กโทรสปันจากไหมไฟโบรอินผสมพอลิไวนิลแอลกอฮอล์สำหรับการประยุกต์ใช้ในวิศวกรรมเนื้อเยื่อหมอนรองเข่า (NANOFIBROUS SCAFFOLD OF ELECTROSPUN SILK FIBROIN/POLY(VINYL ALCOHOL) BLENDS FOR MENISCUS TISSUE ENGINEERING APPLICATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ระพี อูทเคอ, 120 หน้า

คำสำคัญ: ไหมไฟโบรอิน, พอลิไวนิลแอลกอฮออล์, โครงร่างเลี้ยงเซลล์, คอลลาเจน, อะกรีแคน, หมอนรองเข่า

วิทยานิพนธ์นี้ได้นำวิธีการในสาขาวิศวกรรมเนื้อเยื่อมาใช้โดยมุ่งเน้นไปที่การประดิษฐ์โครงร่างเลี้ยงเซลล์เส้นใยนาโนเพื่อจัดการกับอาการบาดเจ็บและการเสื่อมสภาพของหมอนรองเข่า งานวิจัยนี้จะใช้กระบวนการผลิตโครงร่างเลี้ยงเซลล์เส้นใยนาโนโดยใช้เทคนิคอิเล็กโทรสปินนิงโดยใช้ส่วนผสมที่แตกต่างกันของไหมไฟโบรอิน และพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ การสกัดไหมไฟโบรอินจะใช้ตัวทำละลายสองชนิดคือ แคลเซียมคลอไรด์ และ ลิเทียมโบรไมด์ โดยที่ไหมไฟโบรอินที่สกัดด้วยตัวทำละลายลิเทียมโบรไมด์นั้นให้ผลผลิตสูง นอกจากนี้การศึกษายังตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความเป็นผลึกและน้ำหนักโมเลกุลสำหรับไหมไฟโบรอินจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์และฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มสเปกตรัมยืนยันการมีอยู่ของผลึกแบบเบต้าชีต แบบขดลวดสุ่ม และแบบโครงสร้างเกลียวแอลฟ่า อย่างไรก็ตามการตรวจสอบพารามิเตอร์ของอิเล็กโทรสปินนิงพบว่าสภาวะที่เหมาะสมโดยความเข้มข้นของพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ และการใช้กระแสไฟฟ้าแรงสูงที่ 20 กิโลโวลต์ เงื่อนไขเหล่านี้ส่งผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยเฉลี่ยและคุณสมบัติแรงดึงนั้นเหมาะสมสำหรับโครงร่างเลี้ยงเซลล์เส้นใยนาโน การสร้างโครงร่างเลี้ยงเซลล์เส้นใยนาโนโดยใช้ส่วนผสม SF($CaCl_2$)/PVA และ SF(LiBr)/PVA ที่อัตราส่วนต่าง ๆ (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของไหมไฟโบรอินช่วยเพิ่มความสามารถในการเปียกน้ำของพื้นผิว คุณสมบัติทางความร้อน ความต้านทานแรงดึง และการยืดตัวเมื่อขาด ในทางกลับกันไหมไฟโบรอินจะลดความหนืดและเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยเฉลี่ย การสกัดไหมไฟโบรอินโดยใช้ตัวทำละลายแคลเซียมคลอไรด์และลิเทียมโบรไมด์ ให้คุณสมบัติต่างกันเพียงเล็กน้อย โครงร่างเลี้ยงเซลล์เส้นใยนาโน SF/PVA ถูกเลือกสำหรับการทดสอบความเข้ากันได้ทางชีวภาพ ในบรรดาอัตราส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างเส้นใยนาโนอิเล็กโทรสปันพบว่า SF(LiBr)/PVA 50:50 ถือเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับวิศวกรรมเนื้อเยื่อหมอนรองเข่า ซึ่งส่งเสริมความมีชีวิตของเซลล์และแสดงคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มการแสดงออกของยีนคอนโดรไซต์โดยเฉพาะอย่างยิ่งคอลลาเจนประเภทหนึ่ง และอะกรีแคนซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าโครงร่าง SF($CaCl_2$)/PVA จากการ

ค้นพบเหล่านี้ทำให้โครงร่างเลี้ยงเซลล์เส้นใยนาโนอิเล็กโทรสปันของ SF(LiBr)/PVA (50:50) ประสบความสำเร็จในการผลิตและมีศักยภาพในการใช้เป็นโครงสร้างเลียนแบบทางชีวภาพสำหรับเย็บเสริมเพื่อใช้เป็นโครงร่างเลี้ยงเซลล์ในหมอนรองเข่า ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา คุณสมบัติเชิงกล ความมีชีวิตของเซลล์ และลักษณะการแสดงออกของยีนที่ดี ซึ่งโครงร่างเลี้ยงเซลล์เส้นใยนาโน SF(LiBr)/PVA (50:50) แสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มที่เหมาะเป็นโครงสร้างวิศวกรรมเนื้อเยื่อหมอนรองเข่า โดยสามารถเป็นตัวเลือกที่มีศักยภาพสำหรับการฟื้นฟูหมอนรองเข่าในเนื้อเยื่อและการใช้งานด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาเคมี
ปีการศึกษา 2566

ลายมือชื่อนักศึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

APINYA RAKSA : NANOFIBROUS SCAFFOLD OF ELECTROSPUN SILK FIBROIN/POLY(VINYL ALCOHOL) BLENDS FOR MENISCUS TISSUE ENGINEERING APPLICATION. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. RAPEE UTKE, Ph.D. 120 PP.

Keyword: silk fibroin, poly(vinyl alcohol), scaffold, collagen, aggrecan, meniscus

This thesis introduces a novel methodology in the field of tissue engineering, focusing on the fabrication of nanofibrous scaffolds for addressing meniscus injuries and degeneration. The research explores the manufacturing process of nanofibrous scaffolds using the electrospinning technique, employing a distinct blend of silk fibroin (SF) and poly(vinyl alcohol) (PVA). SF extraction is conducted using $CaCl_2$ and LiBr solvents, with LiBr-extracted SF exhibiting a high yield. Furthermore, the study examines %crystallinity and molecular weight for similarity values. XRD patterns and FTIR spectra confirm the presence of β-sheet crystalline, random coil, and α-helix structures. However, investigations into electrospinning parameters reveal that optimal conditions include PVA at 10% w/v, a relative humidity of 50%, and a high voltage of 20 kV. These conditions yield an average fiber diameter and tensile properties suitable for the resulting electrospun scaffold. Fabrication of nanofibrous scaffolds using SF($CaCl_2$)/PVA and SF(LiBr)/PVA blends at different ratios (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100) demonstrates that the addition of SF enhances surface wettability, thermal properties, tensile strength, and elongation at break. Conversely, SF reduces viscosity and average fiber diameter. SF extraction using $CaCl_2$ and LiBr solvents yields slightly different properties. Both SF/PVA nanofibrous scaffolds are selected for biocompatibility testing. Among these, the electrospun SF(LiBr)/PVA 50:50 nanofibrous scaffold emerges as the optimal condition for meniscus tissue engineering, promoting cell viability and exhibiting non-toxic properties. Additionally, it enhances chondrogenic gene expression, particularly collagen types I and aggrecan, outperforming the SF($CaCl_2$)/PVA scaffold. Based on these findings, the electrospun nanofibrous scaffold of SF(LiBr)/PVA (50:50) is successfully manufactured and holds potential for use as biomimetic meniscus scaffolds for scaffold-augmented sutures. With its favorable morphology, mechanical properties, cell viability, and gene expression characteristics,

the SF(LiBr)/PVA (50:50) nanofibrous scaffold shows promise as a meniscus tissue engineering scaffold, positioning it as a viable candidate for meniscus regeneration in tissue engineering applications.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Chemistry
Academic Year 2023

Student's Signature _____
Advisor's Signature _____
Co-Advisor's Signature _____
Co-Advisor's Signature _____