

บทคัดย่อ

เป้าหมายของงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักอยู่ 3 ประการคือ 1. การสร้างเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ง่ายเพื่อใช้ในการสร้างเส้นใยนาโน 2. การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับขึ้นรูปเส้นใยนาโนของไหมให้มีความสม่ำเสมอและ 3. การสร้างเส้นใยผสมของไหมผสม SF/PVP พร้อมทั้งศึกษาสมบัติต่างๆของเส้นใยนาโนที่เตรียมได้จากการทดลองพบว่าประสบความสำเร็จในการสร้างเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ง่ายจำนวน 1 ชุด และพบว่าระบบการฉีดแนวเฉียงมุม 45 องศาเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้เตรียมเส้นใยไหม สำหรับระบบตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปเส้นใยไหมไฟโบรอินเพื่อเตรียมเป็นผงไหม (silk sponge) คือ 9.3 M LiBr สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปเส้นใยไหมไฟโบรอินที่มีความสม่ำเสมอประกอบด้วย ความเข้มข้นของสารละลายไหมเท่ากับ 15 % w/v ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้เท่ากับ 15 kV และระยะห่างระหว่างปลายเข็มถึงแผ่นรองรับเท่ากับ 15 cm สำหรับการเตรียมเส้นใยผสม SF/PVP พบว่าอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมคือ 5:5 และการเติม PVP ลงไปใน SF ช่วยทำให้การขึ้นรูปดีขึ้นและทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยเล็กลงด้วย (236 nm)

จากการวิเคราะห์โครงสร้างเคมีของเส้นใยที่เตรียมได้ด้วยเทคนิค FTIR พบว่าเส้นใยไหมมีโครงสร้างทางเคมีคล้ายคลึงกันโดยพบแบนด์การดูดกลืนที่เลขคลื่น 1650 ซึ่งเป็น amide I (C=O stretching) และพบพีคของ amide II (-NH₂ stretching) ที่เลขคลื่น 1564, 1544, 1520 และ 1507 cm⁻¹ ขณะที่พีคของ amide III (β - sheet structure) พบเป็นพีคเล็กๆที่เลขคลื่น 1280 cm⁻¹ สำหรับเส้นใยผสม SF/PVP ก็พบเอกลักษณ์เฉพาะตัวของทั้งส่วนของ SF และ PVP ซึ่งยืนยันว่าสามารถสร้างเส้นใยผสมได้ การศึกษาสมบัติทางโครงสร้างผลึกด้วยเทคนิค XRD พบว่าเส้นใยไหมและเส้นใยผสมมีลักษณะผลึกเป็นอสัณฐานเป็นส่วนใหญ่ผสมอยู่โครงสร้างผลึกของเบต้าชีทจำนวนเล็กน้อย การศึกษาสมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิค DSC พบว่าเส้นใยไหมที่เตรียมได้ในแต่ละความเข้มข้นมีพฤติกรรมทางความร้อนใกล้เคียงกัน ความเข้มข้นของไหมไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อพฤติกรรมทางความร้อน และการศึกษาสมบัติความเสถียรต่อความร้อนด้วยเทคนิค TGA พบว่าเส้นใยไหมมีความเสถียรต่อความร้อนสูงโดยจะเริ่มเกิดการเสถียรภาพของพอลิเมอร์ที่อุณหภูมิประมาณ 252-257 °C แต่ในของเส้นใยผสม SF/PVP พบว่าการเติม PVP สามารถเพิ่มความเสถียรต่อความร้อนของเส้นใยไหมได้

Abstract

The aims of this work consisted of 3 main proposes: 1. to set-up the simple electrospinning machine for fabricating the nanofibers, 2. to optimize the processing condition of electrospinning of silk fibroin nanofibers and 3. to fabricate the blend nanofibers of silk fibroin (SF) and polyvinyl pyrrolidone (PVP) and determine the properties of SF and SF/PVP nanofibers. The simple electrospinning was successfully set-up in our work. The diagonal way of spinning was suitable for fabricating the silk fibroin nanofibers. The suitable solvent using for making the powder of silk sponge was found to be 9.3 M LiBr. And the optimum conditions for making the uniform nanofibers consisted of silk concentration of 15 % w/v, high voltage power supply of 15 kV and the target to collector distance (TCD) of 15 cm. For blending of SF and PVP, the best composition yielding the smooth and uniform nanofibers was 5:5 by weight. Moreover, it was also found that addition of PVP could help the electrospinning process to be easier and better way as well as reduction of fiber diameter (236 nm).

The chemical structure of the obtained silk nanofibers and its blends was characterized by FTIR. It was found that all SF and SF/PVP nanofibers presented the similar spectra indicating that they have similar chemical structures. The FTIR peaks presented absorption peaks at 1650 cm^{-1} corresponding to amide I (C=O stretching) and amide II peaks (-NH₂ stretching) at 1564, 1544, 1520 and 1507 cm^{-1} . While the small peak of amide III (β - sheet structure) was also found and located at 1280 cm^{-1} . Moreover, the characteristic peaks of both SF and PVP were also found in the FTIR spectra of SF/PVP nanofibers. These evidences confirmed that the SF/PVP blend nanofibers were successfully prepared. From XRD patterns, it was found that SF and SF/PVP nanofibers presented a amorphous material (random coils) combining with a small amount of β - sheet structure. The thermal properties of SF and SF/PVP nanofibers were investigated by DSC technique. And it was found that all nanofibers have a similar behavior. The concentration of silk solution had no effect on the thermal properties. Finally, the thermal stability test of SF and SF/PVP nanofibers were measured using TGA technique. It was found that the obtained nanofibers started to decompose at 252-257 °C. Fortunately, addition of PVP into SF was found to improve the thermal stability of the SF/PVP nanofibers.