

**BIODEGRADATION RATE OF *Bombyx mori* SILK FIBROIN  
THROUGH GAMMA RADIATION FOR  
BIOMEDICAL APPLICATIONS**

**AMORNTHAP KOJTHUNG**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR  
THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING  
(BIOMEDICAL ENGINEERING)  
FACULTY OF GRADUATE STUDIES  
MAHIDOL UNIVERSITY**

**2007**

**COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

การศึกษาการสลายตัวของเส้นไหมที่ผ่านการฉายรังสีด้วยรังสีแกมมาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทาง  
ชีวการแพทย์ (BIODEGRADATION RATE OF *Bombyx mori* SILK FIBROIN  
THROUGH GAMMA RADIATION FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS)

อมรเทพ คชคุ้ม 4736139 EGBE/M

วศ.ม. (วิศวกรรมชีวการแพทย์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : บวรลักษณ์ อุนคานนท์, Ph.D. (Chemical Engineering),  
รัชนิย์ อุดมแสงเพชร, Ph.D. (Immunology)

บทคัดย่อ

เส้นไหมถูกนำมาใช้งานด้านชีวการแพทย์นานนับศตวรรษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไหมเย็บแผลซึ่งผลิตได้จากเส้นใยของรังไหมที่หนอนไหมสร้างขึ้น ไหมเป็นเส้นใยโปรตีนธรรมชาติที่มีความแข็งแรงที่สุด ซึ่งประกอบด้วยแกนไฟโบรอิน 2 แกนห่อหุ้มด้วยกาวไหมที่เรียกว่า เซรีซิน ทั้งนี้เส้นไหมธรรมชาติก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความเข้ากันได้กับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมาช้านาน ซึ่งอาจเกิดจากสารเซรีซินที่ตกค้างอยู่บนเส้นไหม นอกจากนี้พบว่ามีกรดอะมิโนในผู้ป่วยบางรายถึงแม้ว่าจะได้กำจัดสารเซรีซินไปแล้ว ซึ่งกรณีนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากการสลายตัวที่ช้าเกินไปของเส้นไหม ดังนั้นจึงได้มีการพยายามลดเวลาการสลายตัวของเส้นไหมเพื่อให้ไหมสามารถย่อยสลายตัวได้เร็วขึ้นโดยใช้การฉายรังสีแกมมาเข้าช่วย

เส้นไหมจากไหมพันธุ์ไทยพื้นบ้านพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ-1 ได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาเส้นไหมถูกนำมาฉายรังสีที่ความเข้มของรังสีต่างๆกันก่อนจะนำไปทดสอบการสลายด้วยเอนไซม์โปรตีเอส ผลการทดลองพบว่าอัตราการสลายตัวของเส้นไหมเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการสลายตัวนี้สามารถวัดได้จากการลดลงของความแข็งแรงของพันธะเปปไทด์ การลดลงของโครงสร้างผลึก น้ำหนักของเส้นไหมที่ลดลง การมีรอยแตกเพิ่มขึ้นบนเส้นไหม และการปล่อยกรดอะมิโนที่มีโครงสร้างเป็นวงแหวนและโปรตีนขนาดเล็กออกมาในสารละลายที่ได้จากการสลายตัวของเส้นไหมถึงแม้ว่าการฉายรังสีจะช่วยทำให้เส้นไหมสลายตัวเร็วขึ้น แต่ก็ทำให้ความสามารถในการเกาะของเซลล์บนเส้นไหมลดลงเมื่อใช้ปริมาณรังสีที่สูง นอกจากนี้ได้มีการทดสอบความเข้ากันได้ของร่างกายเบื้องต้นโดยทดสอบการตอบสนองต่อเม็ดเลือดขาว ซึ่งพบว่าไม่มีการตอบสนองจากเซลล์เม็ดเลือดขาวต่อไฟโบรอิน ซึ่งแสดงถึงความปลอดภัยในการใช้ในร่างกาย และสามารถยืนยันได้ว่าเส้นไหมพันธุ์ไทยมีคุณสมบัติที่สามารถนำไปพัฒนาเป็นวัสดุใช้ในทางชีวการแพทย์ต่อไปได้

**BIODEGRADATION RATE OF *Bombyx mori* SILK FIBROIN THROUGH GAMMA RADIATION FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS**

AMORNTHAP KOJTHUNG 4736139 EGBE/M

M. Eng. (BIOMEDICAL ENGINEERING)

THESIS ADVISORS: BOVORNLAK OONKHANOND, Ph.D. (CHEMICAL ENGINEERING), RACHANEE UDOMSANGPETCH, Ph.D. (IMMUNOLOGY)

**ABSTRACT**

Silk has been utilized in biomedicine for centuries especially as suture silks. This suture silk is usually produced with silkworm silk, which is the strongest natural protein fiber consisting of two fibroin cores coated with a glue-like protein called sericin. However, the biocompatibility of silks has been a problem for a long period of time possibly due to the residual sericin on silk fibroin. Moreover, some adverse effects were observed in some cases even though the sericin was removed. This problem was investigated and it was found that the slow biodegradation rate of silk fibroin could cause these adverse effects in some patients. Therefore, an attempt to reduce the degradation period of silk fibroin through gamma radiation was then studied.

Thai-native silks, *Bombyx mori* var. *Nangnoi Sisaket-1*, were chosen for this study. Various doses of irradiation were applied to the silk fibroin fibers before in vitro biodegradation testing by protease. The results showed that the degradation rate of silk increased with increasing radiation intensity. This could be determined from a weakness of peptide bonds in fibroin's polypeptides, reduction of crystallinity degree of silk fibroin, loss of fibroin mass, increasing of cleft on the fibers, and releasing of aromatic amino acids including low-molecular weight proteins in degradation products. Although gamma radiation could provide fast-degrading silks, it also affected the cell attachment on silk fibers by reducing the number of attached cells on the fibers when a higher dose of irradiation was applied. Additionally, a preliminary result of an in vitro biocompatibility test showed that there was no activation from human white blood cells to the prepared silk fibroin indicating that it was safe to be used in humans. Thus, this study indicates that Thai silks show promising properties to be developed as biomaterials or for other biomedical applications in the future.

**KEY WORDS: SILK FIBROIN/ BIODEGRADATION/ GAMMA RADIATION**

67 pp.