



การเตรียมและการหาคุณลักษณะของฟิล์มผสมระหว่างโปรตีนเซรีซิน
จากไหมพันธุ์ไทยและพอลิไวนิลแอลกอฮอล์เพื่อการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์

**Fabrication and Characterization of Blending Thai Silk Sericin
And Polyvinyl Alcohol For Biomedical Application**

วรณัฐ ทองพูล^{1*}, อัครพงศ์ พันธุ์พฤษย์¹, นริศร์ บาลทิพย์¹ และ เกวลี นิลกำแหง

¹สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อ. ธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12110

*E-mail: nuchphysics@gmail.com

บทคัดย่อ

ฟิล์มผสมระหว่างโปรตีนเซรีซินจากไหมพันธุ์ไทยและพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ถูกเตรียมขึ้นด้วยวิธีขึ้นรูปฟิล์มแบบหล่อในแม่พิมพ์ (Molding) โดยทำการศึกษาผลของปริมาณพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ต่อคุณสมบัติการดูดกลืนคลื่นแสง มุมสัมผัส ลักษณะของพื้นผิว การบวม น้ำ การสลายตัว และการปลดปล่อยสารละลายเมทิลีนบลูของแผ่นฟิล์ม จากผลการทดลองพบว่าฟิล์มที่เตรียมได้มีการดูดกลืนแสงในช่วง 278 nm (ย่านรังสี UVC) และ 385 nm (ย่านรังสี UVA) มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ แต่มีความสามารถในการบวม น้ำได้ดี โดยมีค่าร้อยละของการบวม น้ำสูงสุดเท่ากับ 538.46 สามารถสลายตัวและปลดปล่อยสารละลายเมทิลีนบลูได้อย่างรวดเร็ว

คำสำคัญ: ไหม, เซรีซิน, พอลิไวนิลแอลกอฮอล์

Received: April 6, 2014

Revised: June 19, 2014

Accepted: June 19, 2014

Abstract

Blending films from Thai silk sericin and polyvinyl alcohol (PVA) were prepared by molding method. The effect of PVA on light absorption, contact angle, swelling property, degradation property, and methylene blue release were studied. The results showed that films could absorb light at 278 nm (UVC) and 385 nm (UVA). Hydrophobicity of the film surface was observed as well as the film swelling with the maximum percentage of 538.4615. Films also had the ability to degrade and could release methylene blue solution quickly.

Keywords: Silk, Sericin, polyvinyl alcohol

1. บทนำ (Introduction)

สำหรับประเทศไทย การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมมุ่งเน้นเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอไม่ว่าจะเป็นระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ เกษตรกรผลิตรังไหมหรือสาวเป็นเส้นไหมขายให้กับโรงสาวไหม หรือพ่อค้าคนกลางเพื่อนำไปขายให้กับโรงงานทอผ้าต่อไป ในส่วนที่เป็นเส้นไหมจะมีโปรตีนที่เรียกว่า “ไฟโบรอิน” อยู่ภายใน สิ่งที่เหลือจากการผลิตเส้นไหมคือ “น้ำดักไหม” ที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์แต่อย่างใด ในน้ำดักไหมจะมีโปรตีนที่เรียกว่า “เซรีซิน” หรือ “กาวไหม” ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถละลายน้ำได้และมีความเป็นเบส[1] สามารถรักษาสมดุลความชุ่มชื้นของผิวหนังได้ด้วยคุณสมบัติในการจับกับน้ำได้ดี ปกป้องรังสียูวีได้ด้วยคุณสมบัติของกรดอะมิโน กระชับและต้านริ้วรอยของผิวหนังได้ด้วยคุณสมบัติในการจับกับโปรตีนชนิดอื่นๆ ปกป้องผิวจากมลภาวะภายนอก และให้ผิวสัมผัสที่นุ่มนวลได้ด้วยคุณสมบัติในการเกิดเป็นฟิล์มบางๆ ที่ทนต่อการล้างออก ลดการเกิดจุดด่างดำได้เนื่องจากคุณสมบัติในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการสร้างเม็ดสีของผิวหนัง ลดการเกิดริ้วรอยแห่งวัยได้เนื่องจากสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ออกซิเจน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเสื่อมของผิวหนังได้ [2] นอกจากนี้เซรีซินยังมีคุณสมบัติเหมาะสมในการแยกสาร จึงเหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับวัสดุทางการแพทย์ [3] แต่เซรีซินมีข้อเสีย คือ ขึ้นรูปยาก ไม่สามารถก่อตัวเป็นฟิล์มได้ด้วยตัวเองจึงต้องนำไปผสมกับวัสดุอื่นๆ เช่น คอลลาเจน [4] ไฮดรอกซีแอปาไทต์ [5] พอลิอะคริลาไมด์ [6] และพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ [7] เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติ และนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเตรียมฟิล์มผสมระหว่างโปรตีนเซรีซินจากรังไหมพันธุ์ไทยและพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl Alcohol, PVA) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ไม่เป็นพิษ มีสมบัติการเข้ากันได้ทางชีวภาพและสิ่งมีชีวิต มีคุณสมบัติทางกลที่ดี และมีคุณสมบัติในการก่อฟิล์ม พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ถูกนำมาผสมลงในโปรตีนเซรีซินในปริมาณต่างๆ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น เนื่องจากโปรตีนเซรีซินเมื่อนำมาขึ้นรูปฟิล์มจะเปราะและแตกหักง่าย โดยได้ทำการศึกษาผลของปริมาณที่มีต่อคุณสมบัติต่างๆ ของแผ่นฟิล์มผสมที่เตรียมขึ้น นอกจากนี้ยังทำการศึกษาคุณสมบัติในการปลดปล่อยยา โดยใช้สารละลายเมทิลีนบลูเป็นแบบจำลองในการ

ปลดปล่อยยา เนื่องจากเมทิลลีนบูลีนเป็นสารที่ไม่ถูกทำให้เปลี่ยนสีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าความกรดหรือเบสของสารละลาย

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมสารละลายโพรตีนไหมเซรีซิน

เตรียมสารละลายโพรตีนไหมเซรีซิน โดยนำรังไหมมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ปริมาณ 2.00 g แล้วนำไปล้างทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำรังไหมที่เตรียมไว้มาต้มด้วยน้ำกลั่น ปริมาตร 200 ml และใช้อุณหภูมิในการต้มที่ 100°C โดยใช้เวลาในการต้ม 90 นาที เพื่อให้ได้โพรตีนไหมเซรีซินออกมา หลังจากการต้มไหมเพื่อสกัดเอาโพรตีนไหมเซรีซินออกมาแล้วต้องนำมาพักเพื่อให้อุณหภูมิเย็นลง จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง เพื่อที่จะนำน้ำในส่วนที่ต้มมาใช้ในการขึ้นรูปฟิล์ม

2.2 การเตรียมฟิล์มผสมระหว่างโพรตีนเซรีซินและพอลิไวนิลแอลกอฮอล์

นำสารละลายโพรตีนไหมเซรีซินที่เตรียมไว้ปริมาตร 10 ml มาผสมกับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ปริมาณต่างๆ คือ 0.03 g 0.05 g 0.07 g 0.09 g และ 0.12 g ตามลำดับ โดยทำการกวนตลอดเวลาด้วย magnetic stirrer ที่อุณหภูมิ 250°C จนพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ทั้งหมดละลายกลายเป็นเนื้อเดียวกับสารละลายโพรตีนไหมเซรีซิน จากนั้นนำสารละลายที่ได้เทลงในแม่พิมพ์พลาสติกขนาด 3.0 cm × 4.5 cm ที่เตรียมไว้ โดยทำการตวงใส่ในแม่พิมพ์ปริมาตร 2 ml จากนั้นทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง ใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน แผ่นฟิล์มจะหลุดร่อนออกมาจากแม่พิมพ์

2.3 การศึกษาคุณสมบัติของแผ่นฟิล์มผสมระหว่างโพรตีนเซรีซินและพอลิไวนิลแอลกอฮอล์

2.3.1 คุณสมบัติการดูดกลืนคลื่นแสงและคุณสมบัติการเปื่อย

นำแผ่นฟิล์มผสมที่เตรียมได้จากเงื่อนไขต่างๆ มาวิเคราะห์การดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 190-800 nm ด้วยเครื่อง UV-visible spectrophotometer (Thermoscientific, Evolution 600) และศึกษาคุณสมบัติการเปื่อยด้วยเครื่องวัดมุมสัมผัส (Kyowa, DM-CE2)

2.3.2 คุณสมบัติการบวมน้ำ

ในการศึกษาคุณสมบัติการบวมน้ำ ทำได้โดยการตัดแผ่นฟิล์มที่เตรียมไว้ให้มีขนาด 0.5 cm × 0.5 cm นำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งเพื่อดูมวลของแผ่นฟิล์มก่อนแช่น้ำ แล้วนำตัวอย่างที่ทำการศึกษาไปแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำชิ้นงานมาทำการซับน้ำส่วนเกินออก แล้วทำการชั่งมวลอีกครั้ง แล้วบันทึกผลพร้อมคำนวณค่าร้อยละการบวมน้ำจากสมการที่ (1)

$$\text{ร้อยละของการบวมน้ำ} = \frac{\text{มวลหลังแช่น้ำ} - \text{มวลก่อนแช่น้ำ}}{\text{มวลก่อนแช่น้ำ}} \times 100\% \quad (1)$$

2.3.3 คุณสมบัติการสลายตัวของแผ่นฟิล์ม

ในการศึกษาคุณสมบัติการสลายตัวของแผ่นฟิล์มทำได้โดยทำการตัดแผ่นฟิล์มที่เตรียมไว้ให้มีขนาด $0.5 \text{ cm} \times 0.5 \text{ cm}$ นำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งเพื่อมวลของแผ่นฟิล์มเริ่มต้น แล้วนำตัวอย่างไปแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำตัวอย่างมาทำการชั่งน้ำหนักส่วนเกินออก แล้วนำตัวอย่างเข้าเตาอบโดยตั้งอุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 30 นาที จนแห้ง จากนั้นทำการชั่งมวลของแผ่นฟิล์มเป็นมวลสุดท้าย พร้อมคำนวณร้อยละของมวลที่หายไปจากสมการที่ (2)

$$\text{ร้อยละของมวลที่หายไป} = \left| \frac{\text{มวลเริ่มต้น} - \text{มวลสุดท้าย}}{\text{มวลเริ่มต้น}} \right| \times 100\% \quad (2)$$

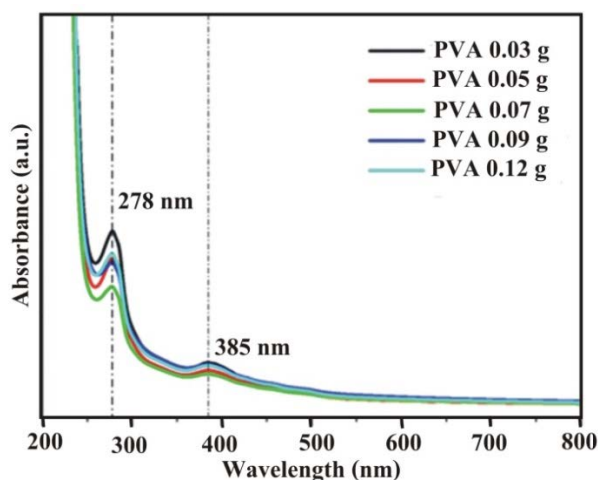
2.3.4 คุณสมบัติการปลดปล่อยยา

ในการศึกษาการปลดปล่อยยาในงานวิจัยนี้จะทำการผสมสารละลายเมทิลีนบลูความเข้มข้น $0.5 \text{ \%v/v}$ ลงในแผ่นฟิล์มผสมเพื่อใช้เป็นแบบจำลองในการปลดปล่อยยา นำแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้แช่ในน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิห้อง ทำการศึกษาการปลดปล่อยสารละลายเมทิลีนบลูโดยดูจากค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 633 nm ทุกๆ 10 นาที เป็นเวลา 60 นาที

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติการดูดกลืนคลื่นแสง

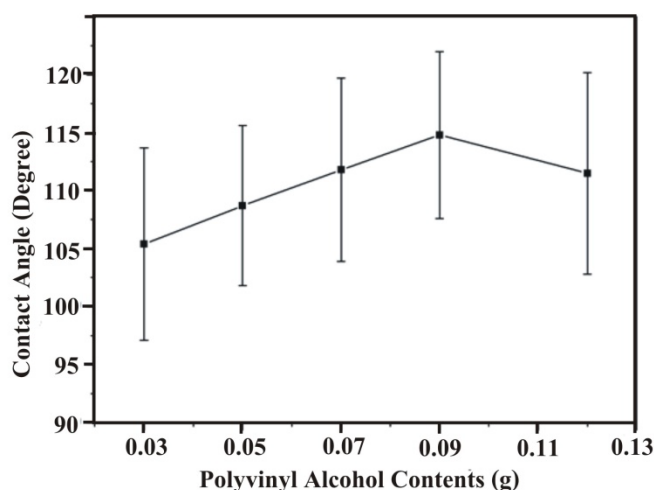
จากการศึกษาคุณสมบัติการดูดกลืนคลื่นแสงของแผ่นฟิล์มผสมที่เตรียมได้จากเงื่อนไขต่างๆ พบว่ามีการดูดกลืนคลื่นแสงดังแสดงในรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่าแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้ยังคงคุณสมบัติของโปรตีนอยู่โดยสามารถดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง 278 nm (UVC) และ 385 nm (UVC) ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากหมู่อะมิโนไทโรซีน (Tyrosine) เฟนิลอะลานีน (Phenylalanine) และทริปโทเฟน (Tryptophan)



รูปที่ 1 กราฟแสดงค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของฟิล์มที่เตรียมได้

3.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติการเปียก

เมื่อนำแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้ไปศึกษาคุณสมบัติการเปียกพบว่าแผ่นฟิล์มทุกเงื่อนไขมีค่ามุมสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่ามุมสัมผัสอยู่ในช่วง $105^{\circ} - 114^{\circ}$ ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งแสดงว่า เมื่อมีการผสมระหว่างโพรตีนเชรีซิน ซึ่งเป็นโพรตีนที่มีคุณสมบัติชอบน้ำเข้ากับพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ทำให้คุณสมบัติการเปียกเปลี่ยนแปลงไป โดยทำให้แผ่นฟิล์มที่เตรียมได้มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำมากขึ้น



รูปที่ 2 กราฟแสดงค่ามุมสัมผัสที่วัดได้จากเครื่อง Contact Angle

3.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติการบวมน้ำ

ในการศึกษาคุณสมบัติการบวมน้ำของแผ่นฟิล์ม ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1 จากผลการบวมน้ำแสดงให้เห็นว่าแผ่นฟิล์มผสมสามารถดูดซับน้ำได้ และค่าร้อยละของการบวมน้ำสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 538.46 เมื่อปริมาณ PVA เท่ากับ 0.09 g

ตารางที่ 1 ค่าร้อยละของการบวมน้ำของแผ่นฟิล์มที่เตรียมขึ้น

ปริมาณ PVA (g)	มวล ก่อนแช่น้ำ (g)	มวล หลังแช่น้ำ (g)	มวลที่ เพิ่มขึ้น (g)	ร้อยละของ การบวมน้ำ
0.03	0.0009	0.0025	0.0016	177.78
0.05	0.0018	0.0038	0.0020	111.11
0.07	0.0021	0.0082	0.0061	290.48
0.09	0.0026	0.0166	0.0140	538.46
0.12	0.0028	0.0154	0.0126	450.00

3.4 ผลการศึกษาคุณสมบัติการสลายตัวของแผ่นฟิล์ม

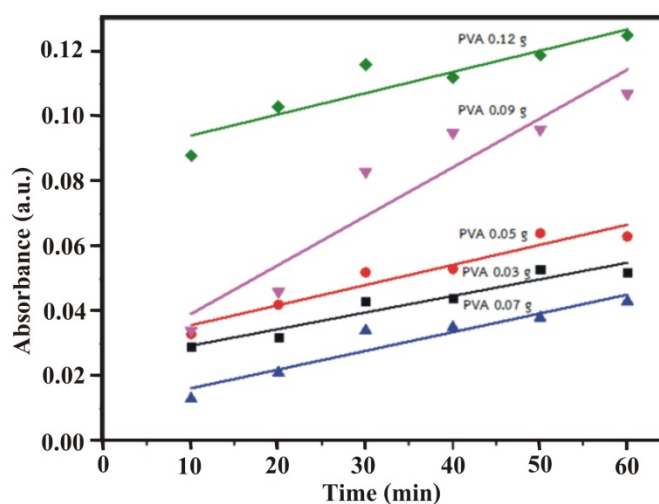
ในการศึกษาคุณสมบัติการสลายตัวของแผ่นฟิล์มผสมที่เตรียมขึ้น ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2 จากผลการวิจัยพบว่าเมื่อแช่แผ่นฟิล์มทิ้งไว้ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที แผ่นฟิล์มสามารถสลายตัวได้ร้อยละ 42.86 ถึง ร้อยละ 88.89 ซึ่งถือว่าการสลายตัวที่ดี

ตารางที่ 2 แสดงค่าร้อยละการสลายตัวของแผ่นฟิล์ม

ปริมาณ PVA (g)	มวลเริ่มต้น (g)	มวลสุดท้าย (g)	มวล ที่หายไป (g)	ร้อยละของ การสลายตัว
0.03	0.0009	0.0001	0.0008	88.89
0.05	0.0018	0.0004	0.0014	77.78
0.07	0.0021	0.0007	0.0014	66.67
0.09	0.0026	0.0009	0.0017	65.38
0.12	0.0028	0.0016	0.0012	42.86

3.5 ผลการศึกษาคุณสมบัติการปลดปล่อย

ในการศึกษาคุณสมบัติการปลดปล่อยยาของแผ่นฟิล์มผสม ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 663 nm ในแต่ละช่วงเวลา

จากรูปที่ 3 พบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงที่มากขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ซึ่งบ่งบอกถึงปริมาณเมทิลลินบลูที่ปลดปล่อยออกมาเพิ่มขึ้นนั่นเอง นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าปริมาณ PVA มีผลต่อการปลดปล่อยเมทิลลินบลู โดยเมื่อปริมาณ PVA มากขึ้น ปริมาณเมทิลลินบลูที่ปลดปล่อยออกมาก็มากขึ้น ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ

คุณสมบัติการบวมน้ำพบว่าแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้โดยใช้ปริมาณ PVA เท่ากับ 0.09 g และ 0.12 g มีค่ามุมสัมผัสและ ค่าร้อยละของการบวมน้ำสูง ซึ่งส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยยาได้อย่างรวดเร็ว

4. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าแผ่นฟิล์มที่เตรียมได้สามารถดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง UVA และ UVC และมีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าแผ่นฟิล์มในทุกๆ เจือปนไขมีการบวมน้ำและการสลายตัวที่ดี ส่งผลทำให้แผ่นฟิล์มที่เตรียมได้สามารถปลดปล่อยสารละลายเมทิลลินบูลออกมาได้อย่างรวดเร็ว นั่นคือถูกนำส่งเข้าสู่ร่างกายก็จะย่อยสลายได้เอง แต่อย่างไรก็ตามหากต้องการให้แผ่นฟิล์มที่เตรียมขึ้นปลดปล่อยยาได้ในเวลานานขึ้นอาจต้องใช้สารเชื่อมขวางซึ่งเป็นสารที่ช่วยเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโซ่โมเลกุลช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างของแผ่นฟิล์มให้มีความแข็งแรงมากขึ้น

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] http://www.qsds.go.th/qthaisilk/inside.php?com_option=page&aid=76
(สืบค้นเมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2556)
- [2] <http://www.silk-secrets.com/secrets.html> (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2556)
- [3] ศ. ศรีบุญเรือง. “การเตรียมและศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของผงไหมนาโนซีรีซินและไฟโบรอิน”. วท.ม. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2554.
- [4] O. Akturk, A. Tezcaner, H. Bilgili, M. S. Deveci, M. Rusen Gecit, D. Keskin. Evaluation of sericin/collagen membranes as prospective wound dressing biomaterial. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. **112**(3) (2011): 279-288.
- [5] H.P. Zhang, X.Y. Wang, S.J. Min, M. Mandal, M.Y. Yang, L.J. Zhu. Hydroxyapatite/sericin composite film prepared through mineralization of flexible ethanol-treated sericin film with simulated body fluids. *Ceramics International*. 40(1) (2014): 985-991.
- [6] B. Kundu, S. C. Kundu. Silk sericin/polyacrylamide in situ forming hydrogels for dermal. *Biomaterials*. 33(30) (2012): 7456-7467.
- [7] M. L. Gimenes, L. Liu, X. Feng. Sericin/poly(vinyl alcohol) blend membranes for pervaporation separation of ethanol/water mixtures. *Journal of Membrane Science*. 295(1-2) (2007): 71-79.