

การลอกกาวไหมด้วยยางมะละกอ Silk Degumming with Dry Latex of *Carica Papaya* Linn.

นนุช ศศิธร¹ และ กาญจนา ลือพงษ์^{1*}

¹อาจารย์ สาขาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มทร. พระนคร กทม. 10300

บทคัดย่อ

การลอกกาวเป็นกระบวนการพื้นฐานสำหรับการตกแต่งเส้นด้ายและผ้าจากเส้นใยไหม มีจุดประสงค์เพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่างๆ เช่น กาวไหม หรือ เซรีซิน ไนมัน และไขมัน ออกจากเส้นใยไหม หลักการของการลอกกาวไหมคือ การทำลายพันธะเพปไทด์ของกรดอะมิโนที่มีอยู่ในเซรีซินให้เป็นโมเลกุลเล็กๆที่สามารถละลายน้ำได้ กรรมวิธีการลอกกาวไหมได้แก่ การใช้สบู่ และด่าง แต่ผิวสัมผัสของเส้นใยที่ได้จะถูกทำลาย หรือแก้ปัญหาโดยใช้เอนไซม์โปรติเอสแต่มีข้อจำกัดในด้านกระบวนการเฉพาะ และราคาสูง ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลการลอกกาวไหมโดยการใช้เอนไซม์ปาเปนที่มีคุณสมบัติในการย่อยโปรตีนซึ่งมีอยู่ในยางมะละกอแห้ง การประเมินประสิทธิภาพ การลอกกาวไหมดูจากลักษณะปรากฏ สัณฐานวิทยาของเส้นใย การติดสีไดเร็กต์ (C.I. Direct Red 80) และทดสอบความแข็งแรงเส้นใยไหมที่ผ่านกระบวนการลอกกาวไหม พบว่าสภาวะที่ให้ประสิทธิภาพการลอกกาวไหมอยู่ในเกณฑ์ดี คือความเข้มข้นของยางมะละกอแห้ง 4% owf อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ในสภาวะที่เป็นกลาง (pH ≈ 7) เส้นใยไหมที่ได้มีความมันเงา ผิวสัมผัสนุ่ม ผิวของเส้นใยไม่ถูกทำลาย และไม่มีผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงของเส้นไหม

Abstract

Degumming process is a fundamental process for silk yarn and silk fabric finishing. The main objective is scouring the substrate such as silk gum (sericin), wax and fatty acid from silk fiber. The principle of degumming process is breaking the peptide linkage of amino acid in sericin structure into a small molecule, which is soluble in water. The hydrolysis reaction is performed by acid and alkaline, but they have a big problem on the surface area of silk. Proteolytic enzyme is used to solve this problem but it has some disadvantages such as using a specific condition and high price. For this reason, papain enzyme from dry latex of *Carica papaya* Linn. is chosen to degum the raw silk. Papain is an enzyme, which has a good protein digestion. The efficiency of degumming process was evaluated by determination of tensile strength and staining test with direct dyes (C.I. Direct Red 80). The result revealed that the appropriate conditions for silk degumming with dry *Carica papaya* Linn.'s latex should be recommended as follows: the amount of dry latex solution of 4% owf at 75 °C for 30 minutes at neutral condition (pH ≈ 7). The degummed fibers had lustrous, soft and smooth surface. The fiber strength and surface were not damaged on this process.

คำสำคัญ : ลอกกาวไหม ปาเปน

Key words : degumming, papain

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ kanchana.l@rmutp.ac.th โทร. 0-2629-9153 ต่อ 3003

1. บทนำ

ไหม กับคำกล่าวที่ว่า ราชนิแห่งเส้นใยธรรมชาติ [1] ไม่ใช่คำกล่าวที่เกินจริง เนื่องจากไหมเป็นเส้นใยที่มีความเฉพาะตัว สวยงาม หรุกรและมากคุณค่า ไหมมีความมันเงา ผิวสัมผัสนุ่มนวล มีการทิ้งตัวที่ดี ดูซึมความชื้นได้มาก ส่งผลให้ผู้สวมใส่รู้สึกสบาย แห้งง่าย พื้นผิวเรียบทำให้ฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรก เบียดติดได้ยาก มีความแข็งแรงสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยธรรมชาติอื่นๆ แต่ก่อนที่จะนำมาใช้ในกระบวนการเหล่านี้ มีความจำเป็นจะต้องเตรียมเส้นใยไหมโดยการนำไปผ่านกระบวนการลอกกาไหม การฟอกขาวไหม และการย้อมสี เพื่อให้ได้สมบัติตามต้องการของการใช้งาน เส้นไหมประกอบขึ้นด้วยโปรตีน 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเส้นใยไหมเรียกว่า ไผโพรอิน ซึ่งมีอยู่ประมาณ 62.5 - 67.0% และกาไหม เรียกว่า เซรีซิน ซึ่งมีอยู่ประมาณ 23 - 27.5% ก่อนที่จะนำเส้นใยไหมไปใช้งานมีความจำเป็นต้องลอกกาไหมเพื่อกำจัดกาไหมที่เคลือบอยู่บนเส้นไหมที่มีผลต่อความแข็งแรงกระด้าง ไม่เงามัน เพื่อให้ได้เส้นใยที่มีความอ่อนนุ่มและความมันวาว เหมาะสมแก่การนำไปทอและย้อม เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าและมีความสวยงาม

หลักการลอกกาไหมคือการไฮโดรไลซ์กาไหมหรือทำลายพันธะเพปไทด์ของกาไหมให้เป็นโมเลกุลเล็กๆ ที่ละลายน้ำ [2] ได้ เช่น กรดอะมิโนและโอลิโกเมอร์ของกรดอะมิโน การไฮโดรไลซ์กาไหมทำได้หลายวิธี เช่น การใช้กรด ด่าง เอนไซม์ หรือแม้กระทั่งการใช้น้ำที่อุณหภูมิสูงภายใต้ความดัน และสบูก็เป็นสารที่นำมาใช้ในการลอกกาไหมได้ โดยทั่วไปการลอกกาไหมใช้สารเคมีจำพวกสบู่และด่าง แต่เนื่องจากเส้นใยไหมเป็นเส้นใยที่มีความคงทนต่อด่างต่ำ จึงทำให้เส้นใยไหมถูกทำลายได้ง่าย และก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเนื่องจากต้องใช้ด่างปริมาณสูงในการลอกกาไหม แต่ในปัจจุบันได้มีการนำเอนไซม์โปรติเอสจากเชื้อแบคทีเรีย [3] มาใช้ในการ

ลอกกาไหมเช่นกัน แต่การใช้เอนไซม์นี้มีปัญหาในด้านของราคาที่ยังค่อนข้างสูง ต้องมีกระบวนการเฉพาะทำให้ต้นทุนในการลอกกาไหมด้วยวิธีการนี้มีราคาแพงกว่ากระบวนการแบบทั่วไป จากปัญหาดังกล่าวจึงทำให้มีแนวคิดที่จะหาเอนไซม์จากสารธรรมชาติที่มีความสามารถในการลอกกาเส้นใยไหม และมีราคาไม่สูงมากนักมาใช้งาน

จากการศึกษาพบว่าในยางมะละกามีเอนไซม์ปาเปน [4] ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายประกอบประเภทโปรตีนได้ โดยมะละกอเป็นพืชที่ปลูกอยู่ทั่วไปในทุกพื้นที่และมีราคาถูก จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการศึกษาการลอกกาไหมด้วยยางมะละกอได้

2. วิธีการทดลอง

ไหมดิบที่ใช้ในการทดลองเป็นพันธุ์ *Bombyx mori* นำมาทำการลอกกาไหมโดยใช้เอนไซม์ที่เตรียมจากยางมะละกอแห้ง [5] ใช้สภาวะในการทดลองเป็นกลาง อุณหภูมิในการศึกษาช่วง 55 - 85 องศาเซลเซียส ผลที่ได้จากการทดลองนำไปทดสอบความแข็งแรงของเส้นใยไหมที่ผ่านการลอกกาไหมด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง (Tensile strength) ตามมาตรฐาน มอก. 121 เล่มที่ 8-2518 ทดสอบประสิทธิภาพของการลอกกาไหมด้วยสปีโดเร็กซ์เนื่องจากสปีโดเร็กซ์มีคุณสมบัติในการติดสีบนกาไหมแต่ไม่มีความสามารถในการเกาะติดบนเส้นใยไหม และสัณฐานวิทยาของเส้นใยไหมด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกวาด (Scanning Electron Microscope : SEM)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ในการศึกษาเพื่อดูผลของการลอกกาต่อสมบัติด้านต่างๆ ที่กล่าวมาในวิธีการศึกษา/วิธีการดำเนินการ ตัวแปรที่ทำ การศึกษาประกอบไปด้วยความเข้มข้นของยางมะละกอ อุณหภูมิ และ เวลาผลที่ได้ เป็นดังนี้

3.1 ความแข็งแรงของเส้นใย

อุณหภูมิที่ทำการศึกษาในกระบวนการ คือ 55 65 75 และ 85 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่สามารถนำมาเป็นตัวแทนในการศึกษาผลของเอนไซม์ปาเปนได้ เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์จะมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม (60 - 80 องศาเซลเซียส) [6] เพื่อให้เกิดการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้อุณหภูมียังเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพองตัวและการละลายของกาวไหม เนื่องจากเซรีซินซึ่งเป็นกาวบนเส้นใยไหมสามารถเกิดการพองตัวและสามารถละลายออกมาได้บางส่วนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาดูผลทางด้านความแข็งแรงจึงส่งผลให้ความแข็งแรงของเส้นใยไหมนี้มีค่าลดลง แต่ผลที่ได้ไม่มีความเด่นชัด กล่าวคือค่าความแข็งแรงเฉลี่ยของเส้นใยที่อุณหภูมิ 55 - 85 องศาเซลเซียส คือ 6.28 5.85 5.63 และ 5.27 นิวตัน ตามลำดับ

เวลาที่ใช้ในกระบวนการลอกกาวไหมมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 10 20 30 และ 40 นาที ตามลำดับจากการทดลองพบว่าเวลาที่เปลี่ยนไปในช่วงอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นของยาล้างเป็น 1 และ 2% ของน้ำหนักเส้นใย (owf) ผลการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของเส้นใยไหมไม่เด่นชัด มีค่าเฉลี่ยที่ 6.28 นิวตัน และความแข็งแรงของเส้นใยมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 65 องศาเซลเซียส ค่าความแข็งแรงเฉลี่ยเป็น 5.62 นิวตัน 75 องศาเซลเซียส ค่าความแข็งแรงเฉลี่ยเป็น 4.58 นิวตัน และ 85 องศาเซลเซียส ค่าความแข็งแรงเฉลี่ยเป็น 4.40 นิวตัน เนื่องจากเวลาในการสัมผัสระหว่างสารเคมีและมีอุณหภูมิเป็นตัวเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้มากขึ้น

ความเข้มข้นของยาล้างส่งผลต่อประสิทธิภาพในการลอกกาวไหม (เซรีซิน) บนผิวเส้นใยไหม เนื่องจากในน้ำยาล้างประกอบไปด้วยเอนไซม์ปาเปน ซึ่งมีความสามารถในการย่อย

สลายโปรตีนได้ การเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของน้ำยาล้างจะส่งผลให้ความเข้มข้นของเอนไซม์ปาเปนสูงขึ้น ประสิทธิภาพในการย่อยสลายโปรตีนจึงมากขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์ และความแข็งแรงเฉลี่ยของเส้นใยเริ่มคงที่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นปริมาณยาล้างประกอบแห้งเป็น 4% owf ค่าความแข็งแรงเฉลี่ยเส้นใยไหมเป็น 4.28 นิวตัน

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่า ความเข้มข้นของยาล้างมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งแรงของเส้นใยมากที่สุด ปริมาณยาล้างที่เหมาะสมต่อการลอกกาวไหมในการศึกษานี้เลือกใช้ 4% owf โดยสังเกตจากผลของความแข็งแรงของเส้นใยที่ค่อนข้างคงที่ ส่วนเวลาและอุณหภูมิในกระบวนการยังไม่สามารถระบุได้แน่นอน จึงต้องทำการศึกษาผลในกระบวนการต่อไป

3.2 ประสิทธิภาพในการลอกกาวไหม

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการลอกกาวด้วยยาล้าง โดยการนำเส้นไหมที่ผ่านการลอกกาวมาข้อมด้วยสี C.I. Direct Red 80 พบว่าสีใดเรีกท์จะสามารถข้อมติดเส้นใยไหมได้ดีโดยเฉพาะในส่วนที่เป็นเซรีซินเท่านั้น และในกรณีที่มีเซรีซินอยู่บนเส้นไหมมาก จะทำให้การติดสีเข้มข้นและจากการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้ คือเส้นใยไหมดิบสามารถข้อมติดสีใดเรีกท์ได้ดี เนื่องจากมีเซรีซินเคลือบอยู่บนผิวเส้นใยจำนวนมาก ส่วนประสิทธิภาพการลอกกาวไหมของวิธีแบบเดิมด้วยน้ำสบู่ + ด่างที่อุณหภูมิ 85 และ 100 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพในการลอกกาวไหมค่อนข้างดีเมื่อดูผลการติดสีเนื่องจากเส้นใยที่ได้มีการติดสีใดเรีกท์ต่ำ แต่เส้นใยจะมีลักษณะพองฟู และพันกัน ใช้เวลาในกระบวนการค่อนข้างสูงคือ 60 นาที

ในการศึกษาและประเมินผลของประสิทธิภาพในการลอกกาวไหมประกอบด้วยตัวแปรเช่นเดียวกันกับการทดสอบความแข็งแรง

ของเส้นใย คือความเข้มข้นของยางมะละกอ อุณหภูมิ และเวลาในการลอกกาวใหม่ พบว่า อุณหภูมิในการศึกษามีความสำคัญที่สุดเนื่องจากเอนไซม์ที่อยู่ในยางมะละกอมีช่วงอุณหภูมิในการทำงานอยู่ในช่วง 60 - 80 องศาเซลเซียส จึงสังเกตเห็นได้ว่าที่นอกช่วงของการทำงานของเอนไซม์ ผลการศึกษาที่ได้จะมีค่าประสิทธิภาพในการลอกกาวใหม่ที่ต่ำ และช่วงอุณหภูมียีกจุดหนึ่งที่มีความน่าสนใจคือช่วงอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสที่ทำให้เกิดการฟองตัวของกาวใหม่ แต่กาวใหม่ที่ฟองตัวออกมาไม่สามารถถูกไฮโดรไลซ์เป็นอนุภาคที่ละลายน้ำได้ จึงทำให้อนุภาคดังกล่าวย้อนกลับมาเกาะติดบนเส้นใยใหม่ตามแสดงในรูปที่ 2 ง.

ความเข้มข้นของยางมะละกอเป็นอีกตัวแปรที่มีไม่น้อยกว่าอุณหภูมิในการทำงานของเอนไซม์ โดยดูจากค่าประสิทธิภาพที่ทำการศึกษา พบว่าที่ความเข้มข้นเอนไซม์ 1 และ 2% owf ประสิทธิภาพในการลอกกาวใหม่ยังไม่ชัดเจนมากนัก แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของยางมะละกอมากขึ้นเป็น 3 และ 4% owf ตามลำดับ ประสิทธิภาพการลอกกาวใหม่เห็นชัดเจนมากขึ้น เนื่องจากปริมาณเอนไซม์มากขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้น

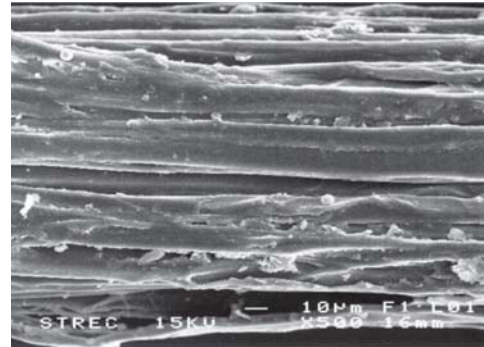
ตัวแปรสุดท้ายที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการลอกกาวใหม่คือ เวลา จากผลการศึกษาพบว่าที่เวลาในการสัมผัสระหว่างเอนไซม์และเส้นใยใหม่ทีมากกว่า จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการลอกกาวใหม่มากขึ้น

จากตัวแปรที่ศึกษาได้กล่าวได้ว่าที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นยางมะละกอ 4% owf และเวลา 30 นาทีเป็นภาวะที่เหมาะสมในการลอกกาวใหม่ โดยมีค่าความแข็งแรงของเส้นใยที่ยอมรับได้ และมีประสิทธิภาพในการลอกกาวใหม่ที่ดี

3.3 สันฐานวิทยาของเส้นใยไหม

การวิเคราะห์ลักษณะภาคตัดขยายของเส้นใยไหมในภาวะต่างๆ ทั้งเส้นใยไหมดิบ และไหม

ดิบที่ผ่านการลอกกาวในภาวะต่างๆ วิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกาว (Scanning Electron Microscope) เพื่อดูลักษณะผิวของเส้นใยและการทำลายโครงสร้างของเส้นใยเมื่อทำการศึกษาในภาวะต่างๆ

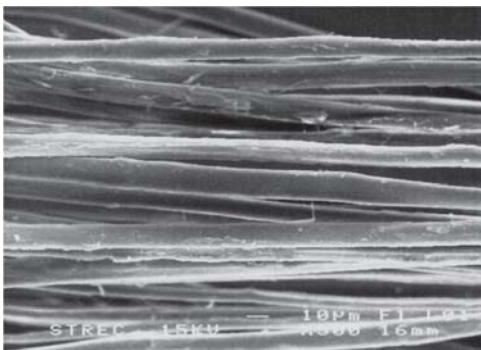


รูปที่ 1 ลักษณะทางกายภาพเส้นใยไหมดิบ

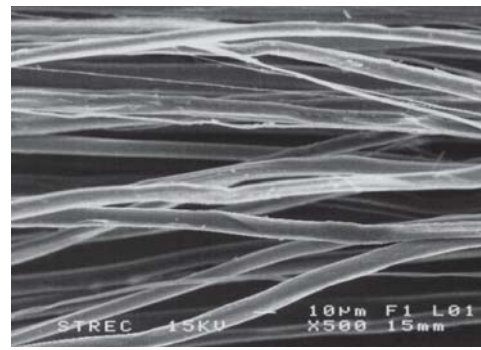
รูปที่ 1 แสดงให้เห็นลักษณะของเส้นใยไหมดิบก่อนผ่านการลอกกาว จะสังเกตว่ามีกาวไหมเคลือบอยู่บนเส้นใย ลักษณะเส้นใยที่ได้มีการรวมตัวกันเป็นกระจุก ไม่สามารถแยกออกเป็นเส้นใยเดี่ยวได้ เมื่อนำไปทำการลอกกาวใหม่ในภาวะต่างๆ โดยศึกษาผลของอุณหภูมิในการลอกกาวใหม่ พบว่าเมื่อความเข้มข้นของยางมะละกอ 4% owf เวลาในการลอกกาวใหม่เป็น 30 นาที พบว่า อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส (รูปที่ 2 ก.) ไม่ใช่ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของปาลเปิน จึงทำให้การลอกกาวใหม่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ผลการลอกกาวใหม่จึงยังคงเหลือกาวไหมค้างอยู่บนเส้นใยใหม่ และที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (รูปที่ 2 ง.) เซริซินจะเกิดการฟองตัวได้แต่เอนไซม์ไม่สามารถทำงานในช่วงนี้ได้ดีจึงพบกาวไหมหลงเหลืออยู่บนเส้นใยเช่นเดียวกับที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส แต่ปริมาณกาวไหมบนเส้นใยมีปริมาณที่น้อยกว่าเนื่องจากกาวไหมบางส่วนเกิดการฟองตัวบางส่วนตกลงไปในอ่างย้อมกลับมาติดบนเส้นใยใหม่ได้

ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส (รูปที่ 2 ข.) สามารถลอกกาวใหม่ได้บางส่วนทำให้เส้นใยใหม่มีลักษณะแยกออกจากกัน และเมื่อดูจากลักษณะผิวของเส้นใยแต่ละเส้นพบว่ายังคงมีเซรีซินเหลืออยู่บนผิวของเส้นใย และที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส พบ

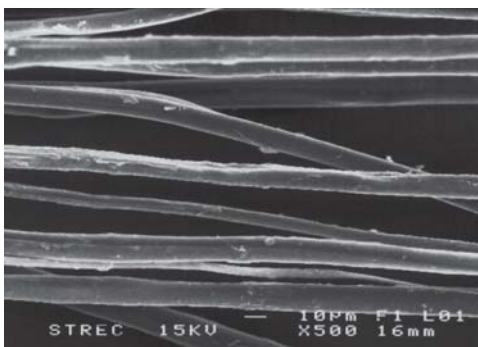
ว่าสามารถลอกกาวใหม่ได้ดี เส้นใยใหม่มีลักษณะแยกออกจากกัน ผิวของเส้นใยยังคงมีเซรีซินเหลืออยู่บ้าง เนื่องจากปาเปนสามารถทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 60 - 80 องศาเซลเซียส และผิวของเส้นใยไม่เกิดการถูกทำลายจากการลอกกาว



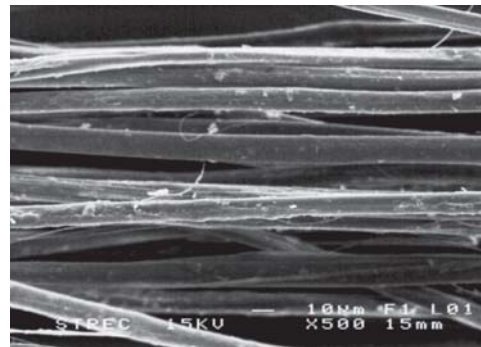
2. ก. ยางมะละกอ 4% owf ที่ 55°C 30 นาที



2. ค. ยางมะละกอ 4% owf ที่ 75°C 30 นาที



2. ข. ยางมะละกอ 4% owf ที่ 65°C 30 นาที



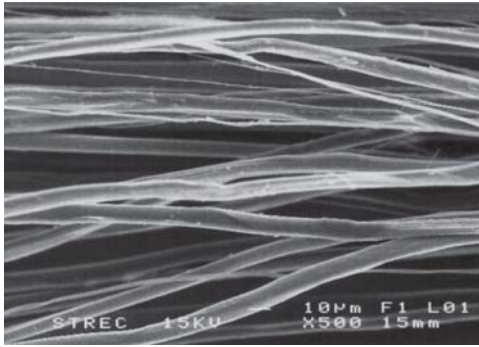
2. ง. ยางมะละกอ 4% owf ที่ 85°C 30 นาที

รูปที่ 2 เส้นใยไหมที่ผ่านการลอกกาวใหม่ในภาวะต่างๆ

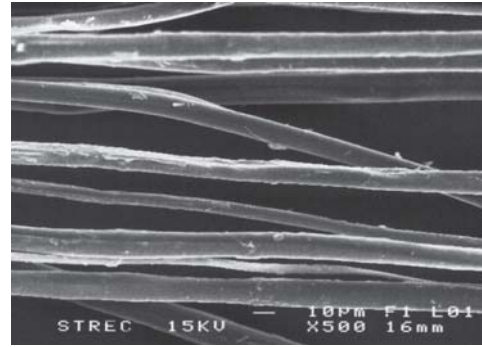
ผลการศึกษาที่ได้มีความสอดคล้องกับการศึกษาในเรื่องความแข็งแรงของเส้นใย และประสิทธิภาพในการลอกกาวใหม่

จากผลการทดลองที่ได้ นำมาหาเวลาที่เหมาะสมในการลอกกาวใหม่ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลา 30 และ 40 นาที ตามลำดับ (รูปที่ 3 ก. และ 3 ข.) พบว่าให้ผลการลอกกาวใหม่ที่ใกล้เคียงกัน เมื่อนำไปเทียบกับผลของความแข็งแรง

และค่าความเข้มข้นในการย้อมสีไดเรกต์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการลอกกาวใหม่ ผลการศึกษาที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกันจึงกล่าวได้ว่าในการศึกษานี้ใช้เวลาในการลอกกาวใหม่เพียง 30 นาทีก็เพียงพอแล้ว และเวลาที่ใช้นี้ย่นย่อกว่าการใช้กระบวนการลอกกาวใหม่ด้วยสบู่ และด่าง (Na_2CO_3) ที่ใช้เวลาในการลอกกาวใหม่ถึง 60 นาที



3. ก. ยางมะละกอ 4% owf ที่ 75°C 30 นาที

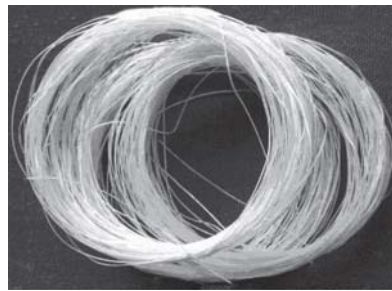


3. ข. ยางมะละกอ 4% owf ที่ 75°C 40 นาที

รูปที่ 3 ผลของเวลาในการลอกกาวยางมะละกอ

เมื่อนำเส้นใยที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกับลักษณะปรากฏ (Appearance) ของการลอก

กาวยางมะละกอด้วยวิธีแบบดั้งเดิม และวิธีที่ทำการศึกษาดังรูปที่ 4 ก. 4 ข. และ 4 ค. ตามลำดับ



4. ก. เส้นใยไหมก่อนลอกกาวยางมะละกอ

4. ข. การลอกกาวยางมะละกอด้วย Soap+Na₂CO₃, 100°C × 60 นาที

4. ค. ยางมะละกอ 4% owf ที่ 75°C × 30 นาที

รูปที่ 4 ลักษณะปรากฏของเส้นใย

ลักษณะปรากฏของเส้นใยที่ได้จากการศึกษาเมื่อทำการลอกกาวยางมะละกอด้วยยางมะละกอ 4% owf อุณหภูมิ 75°C เวลา 30 นาที ได้ผลเช่นเดียวกับการลอกกาวยางมะละกอแบบเดิมคือ การต้มด้วยน้ำสบู่ และโซเดียมคาร์บอเนต (Soap + Na₂CO₃) ที่อุณหภูมิ

100°C เวลา 60 นาที คือ มีเส้นใยมีการแยกออกเป็นเส้นใยเดี่ยว มีผิวสัมผัสนุ่ม และความมันเงาสูงสามารถนำไปใช้งานได้ตามต้องการ แต่วิธีการนี้ใช้เวลาและอุณหภูมิน้อยลงเป็นการประหยัดเวลา และทรัพยากร

4. สรุป

4.1 สรุปผล

จากผลการทดลองลอกกาวยไหมโดยใช้ยางมะละกอแห้ง พบว่าที่ความเข้มข้น 4% owf อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมกับการลอกกาวยไหมที่สุด เนื่องจากเส้นใยที่ได้จากการลอกกาวย มีค่าความคงทนต่อแรงดึงอยู่ในเกณฑ์ดี กล่าวคือมีการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงไม่มากนักเมื่อผ่านการลอกกาวยไหมด้วยเอนไซม์ในยางมะละกอ สำหรับประสิทธิภาพของการลอกกาวยไหมศึกษาจากผลการคิดค่า K/S ที่ผิวเส้นใยมีค่าการคิดค่าเฉลี่ย (K/S) 0.265 ซึ่งมีความใกล้เคียงกับค่าการคิดค่าเฉลี่ยของการลอกกาวยไหมวิธีเดิมด้วยน้ำสบู่น้ำและค่าคือ 0.232 แต่มีข้อดีกว่าในเรื่องของอุณหภูมิและเวลาในกระบวนการที่ใช้ลดน้อยลงเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการกระบวนการได้ส่วนหนึ่ง และการใช้น้ำยางจากมะละกอยังเป็นการใช้วัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้งาน ทำให้ไม่เกิดการตกค้างของสารเคมีในกระบวนการ

ในส่วนของคุณลักษณะปรากฏที่เกิดขึ้นบนเส้นใยที่ผ่านกระบวนการลอกกาวยไหม สามารถสังเกตได้ว่าเส้นใยที่ได้มีความอ่อนนุ่ม มีผิวสัมผัสที่ดี มีลักษณะฟูขาว และมีความมันเงาที่ดี ซึ่งสมบัติเหล่านี้เป็นสมบัติเฉพาะตัวของเส้นใยไหมทั้งสิ้น จึงกล่าวได้ว่าในการศึกษานี้สามารถนำวัตถุดิบธรรมชาติมาใช้ในกระบวนการลอกกาวยไหม เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการศึกษา และประยุกต์การทำงานได้เป็นอย่างดี เส้นใยที่ได้มีความคงทนและคงคุณลักษณะที่ดีของเส้นใยไหมได้อย่างสมบูรณ์

4.2 ข้อเสนอแนะ

น้ำยางมะละกอสดยังสามารถนำมาใช้ในการลอกกาวยไหมได้เช่นเดียวกันกับยางมะละกอแห้ง และการทดสอบประสิทธิภาพที่ดีของการลอกกาวยไหมสามารถสังเกตได้อีกทางหนึ่งคือผลการย้อมเส้นใยไหมด้วยสีแอซิด ถ้ามีประสิทธิภาพการลอกกาวยไหมที่ดี จะต้องมีการติดสีบนเส้นใยไหมอย่างสม่ำเสมอ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากเงินงบประมาณเงินผลประโยชน์ประจำปีงบประมาณ 2550 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น

6. เอกสารอ้างอิง

- ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ. 2540. ไหม-ราชินีของเส้นใยธรรมชาติ. กรุงเทพฯ : วารสารคัลเลอร์เวย์. 8(42): 21-23.
- สิริรัตน์ จารุจินดา. 2548. การลอกกาวยไหม และการฟอกกาวยไหม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทิมา เกยานนท์. 2548. การลอกกาวยไหมไทยโดยใช้เอนไซม์โปรตีเอสจากเชื้อแบคทีเรีย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ทวีเกียรติ ยัมสวัสดิ์. 2527. มะละกอ. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานครพิมพ์.
- ประเทือง จุลเอียด. 2533. การผลิตป้าแปนจากมะละกอ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Cavaco-Paulo A. and G.M. Gubitiz. 2546. **Textile processing with enzymes.** Woodhead publishing limited. Cambridge England.

