สมบัติทางกายภาพของเส้นใยไหมหลังการลอกกาว

(Physical properties of silk fibres after degumming)

จุฑารัตน์ ปรัชญาวรากร และ ลลิดา บุญโฉม

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการลอกกาวไหมด้วยสารละลายด่างชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อสมบัติของเส้นใยไหม สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนตและไตรเอทิลเอมีน โดยจะทำการศึกษาในช่วงอุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่าด่างประเภทเกลือที่ใช้มีความเหมาะสมในการลอกกาวไหม โดยให้ลักษณะทางกายภาพและสมบัติเชิงกลที่ดี ส่วนสภาวะที่เหมาะสมในการลอกกาว คือ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสและเวลา 30 นาที

Abstract

This research focuses on the study of silk degumming using different alkali solutions on properties of silk fibres. The chemicals were sodium carbonate, sodium bicarbonate and triethylamine. Temperatures and time intervals were varied. It was found that salt alkali chemicals were suitable for silk degumming leading to proper physical appearance and reasonable mechanical properties. The optimum condition for the degumming was 80 degree centigrade and 30 minutes.

คำสำคัญ (Keywords): ไหม (Silk) การลอกกาว (Degumming) สมบัติเชิงกล (Mechanical property)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ในปัจจุบันชาวบ้านในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับการส่งเสริมให้ปลูกหม่อนและเลี้ยงไหมกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากอุตสาหกรรมไหมไทยเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นจำนวนมาก เส้นใยไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดเดียวที่ให้เส้นใยที่มีความต่อเนื่องตลอดเส้นซึ่งเกิดจากรังไหมแต่ละรัง โดยเส้นใยไหมแต่ละเส้นประกอบด้วยเส้นใยสองเส้นเคลือบติดกันด้วยกาวไหม (Sericin) และมีส่วนประกอบอื่น ๆ ในปริมาณเล็กน้อย เช่น ขี้ผึ้ง คาร์โบไฮเดรต สี สารอนินทรีย์ สิ่งสกปรก เป็นต้น [1-2] ดังนั้นในการนำเส้นใยไหมไปใช้งานจึงต้องมีการลอกกาวไหมออกก่อน เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการฟอกขาว การทอและการย้อมติดสีของไหม นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความมันเงาให้กับเส้นใยไหมอีกด้วย [1-2] วิธีการลอกกาวไหมสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การลอกกาวด้วยสบู่ การลอกกาวด้วยด่าง การลอกกาวด้วยเอนไซม์ หรือการลอกกาวโดยใช้สบู่ผสมกับด่าง [3] วิธีการลอกกาวแต่ละวิธีจะให้สมบัติในการละลายของกาวไหม ความแข็งแรง ความยืดหยุ่นของเส้นใย ความสามารถในการฟอกขาวและความสามารถในการย้อมติดสีที่แตกต่างกัน [3]

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาสมบัติของเส้นใยไหมชนิด *Bombyx mori* ที่มีการเลี้ยงกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ก่อนและหลังการลอกกาวโดยใช้สบู่ผสมกับด่าง และจะศึกษาชนิดของสารละลายด่าง อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการลอกกาวที่เหมาะสมที่จะทำให้ได้ไหมหลังผ่านการลอกกาวมีสมบัติที่ดีที่สุด กล่าวคือ มีความอ่อนนุ่ม มันเงาและให้สมบัติเชิงกลที่ดีหรือมีความแข็งแรงที่เหมาะสมต่อการใช้งาน

2. วิธีการทดลอง

2.1 การลอกกาว

เตรียมสารละลายลอกกาว สารละลายที่ใช้ได้แก่ สารละลายไตรเอทิลเอมีน (TEA) สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) และสารละลายผสมระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต โดยสารละลายแต่ละชนิดมีความเข้มข้น 0.05 โมล/ลิตร แช่เส้นใยไหมที่ชั่งน้ำหนักแล้วลงในสารละลายที่เตรียมไว้ แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 80 90 และ 100 องศาเซลเซียส และเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการลอกกาวเป็น 20 30 40 และ 50 นาที ตามลำดับ จากนั้นทำให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

2.2 การทดสอบ

ค่าร้อยละการลอกกาวด้วยสารละลายชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ คำนวณได้โดย [3]

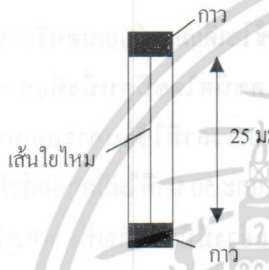
$$\% \text{ น้ำหนักที่หายไป} = ((W_1-W_2)/W_1) \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย W_1 คือ น้ำหนักของไหมตอนเริ่มต้น

W_2 คือ น้ำหนักของไหมหลังการลอกกาว

ส่วนการทดสอบสมบัติเชิงกล ได้แก่ ความแข็งแรงดึง ร้อยละการดึงยืด ณ จุดขาด มอดุลัส [4] ทำได้โดยใช้เครื่องทดสอบทางแรงดึง (Tensile tester LLOYD รุ่น LR 30K) โดยใช้ไหมตัวอย่างอย่างน้อย 20 ตัวอย่างสำหรับแต่ละสูตร และเตรียมตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 1 [4]



รูปที่ 1 ตัวอย่างของเส้นใยไหมเพื่อทดสอบสมบัติเชิงกล [4]

หมายเหตุ สำหรับสูตรที่ใช้ในการลอกกาวมี 12 สูตร โดยมีสภาวะที่ใช้แสดงในตารางที่ 1

3. ผลการทดลอง

3.1 ลักษณะทางกายภาพ

เส้นใยไหมก่อนและหลังการลอกกาวมีลักษณะแตกต่างกัน จากเกณฑ์การวัดด้วยสายตาพบว่าเส้นใยไหมหลังการลอกกาวมีความมันเงาเพิ่มขึ้น ความขาวเพิ่มขึ้นและมีความกระด้างลดลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสมบัติเหล่านี้เป็นสิ่งที่ต้องการและได้รับการประเมินค่าด้วยการสังเกตในอุตสาหกรรมสิ่งทอ จากการลอกกาวไหมด้วยสารเคมีที่เป็นด่างและสบู่ พบว่า ลำดับการลอกกาวที่ให้ลักษณะทางกายภาพที่ดีตามลำดับ คือ ไตรเอทิลเอมีน > สารละลายผสมระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไบคาร์บอเนต > โซเดียมคาร์บอเนต > โซเดียมไบคาร์บอเนต (ตารางที่ 2) จากลักษณะทางกายภาพนี้สามารถสรุปได้ว่า ควรเลือกใช้สารเคมีชนิดไตรเอทิลเอมีนหรือสารละลายผสมระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไบคาร์บอเนตในการลอกกาว

ตารางที่ 1 สภาวะต่าง ๆ ที่ใช้ในการลอกกาวสำหรับสารละลายต่างชนิดต่าง ๆ

สูตรที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)
1	80	20
2	80	30
3	80	40
4	80	50
5	90	20
6	90	30
7	90	40
8	90	50
9	100	20
10	100	30
11	100	40
12	100	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ร้อยละการลอกกาว

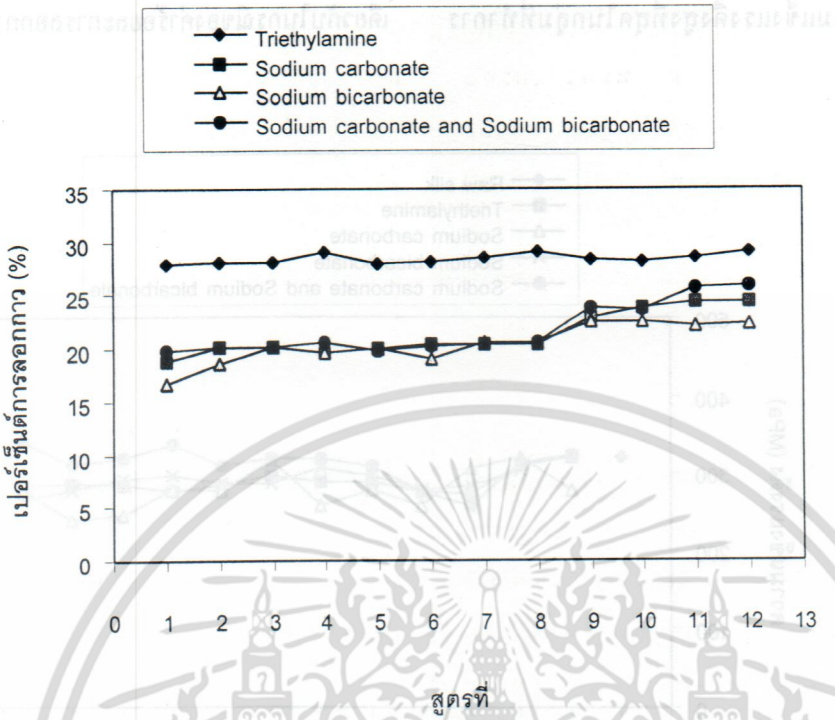
กาวไหมนั้นมีโครงสร้างคล้ายกับโครงสร้างหลักของไหมหรือไฟโบรอิน (Fibroin) คือ ประกอบด้วยกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ เช่นเดียวกับไฟโบรอิน แต่มีในปริมาณที่น้อยกว่าและมีความเป็นระเบียบต่ำกว่า [1-2] พันธะเอไมด์ (Amide bond) ที่พบในไฟโบรอินนี้แสดงความเป็นกรดอย่างอ่อน จึงเกิดปฏิกิริยากับด่าง ทำให้เกิดการลอกกาวของไหมได้ [5]

เส้นใยไหมหลังการลอกกาวแสดงค่าร้อยละการลอกกาวที่แตกต่างกันเมื่อใช้สารเคมีต่างกัน จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการลอกกาวโดยใช้โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนตและสารละลายผสมระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไบคาร์บอเนตให้ค่าร้อยละการลอกกาวที่ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาจากสูตรที่ 1-4 (ใช้อุณหภูมิในการลอกกาว 80 องศาเซลเซียส) และสูตรที่ 5-8 (ใช้อุณหภูมิในการลอกกาว 90 องศาเซลเซียส) พบว่าสารเคมีในสองกลุ่มนี้ให้ค่าร้อยละการลอกกาวที่ใกล้เคียงกันเช่นกัน แต่เมื่อใช้อุณหภูมิในการลอกกาว 100 องศาเซลเซียสพบว่าค่าร้อยละการลอกกาวมีค่าสูงขึ้น (สูตรที่ 9-12) เนื่องจากที่อุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียสนี้คาดว่าทำให้กาวไหมสลายตัวได้เพิ่มขึ้น ร้อยละการลอกกาวจึงมีค่าเพิ่มขึ้น โดยสารละลายผสมระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไบคาร์บอเนตให้ค่าร้อยละการลอกกาวมากกว่าการใช้โซเดียมคาร์บอเนตหรือโซเดียมไบคาร์บอเนตชนิดใดชนิดหนึ่งที่อุณหภูมินี้ นอกจากนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการลอกกาวในช่วง 20 30 40 และ 50 นาทีไม่มีผลต่อค่าร้อยละการลอกกาวอย่างมีนัยสำคัญที่อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง

ตารางที่ 2 ลักษณะของเส้นใยไหมหลังการลอกกาวด้วยสารเคมีชนิดต่าง ๆ

สารเคมี	ลักษณะของเส้นใยไหมหลังการลอกกาว
ไตรเอทิลเอมีน	สีขาว มีความมันเงาสูง นุ่มมือ
โซเดียมคาร์บอเนต	สีค่อนข้างขาว มีความมันเงาต่ำกว่าไตรเอทิลเอมีน นุ่มมือ
โซเดียมไบคาร์บอเนต	สีค่อนข้างเหลือง มีความมันเงาต่ำ ค่อนข้างหยาบ
โซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไบคาร์บอเนต	สีค่อนข้างขาว มีความมันเงาสูงแต่ต่ำกว่าไตรเอทิลเอมีน นุ่มมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 ร้อยละการลอกกาวของเส้นใยไหมจากการใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ

แต่เมื่อพิจารณาจากการลอกกาวโดยใช้ ไตรเอทิลเอมีน (รูปที่ 1) แล้วพบว่า สารเคมีชนิดนี้ให้ค่าร้อยละการลอกกาวที่สูงกว่าสารเคมีอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัดไม่ว่าจะเป็นที่อุณหภูมิหรือเวลาใดที่ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้ ไตรเอทิลเอมีนจึงเป็นสารเคมีที่ควรนำมาใช้ในการลอกกาวเมื่อพิจารณาจากค่า ร้อยละการลอกกาวที่ได้ แต่ในทางปฏิบัติแล้วพบว่าไตรเอทิลเอมีนเป็นสารเคมีที่มีกลิ่นรุนแรงและยังมีราคาแพงกว่าสารเคมีอื่น ๆ

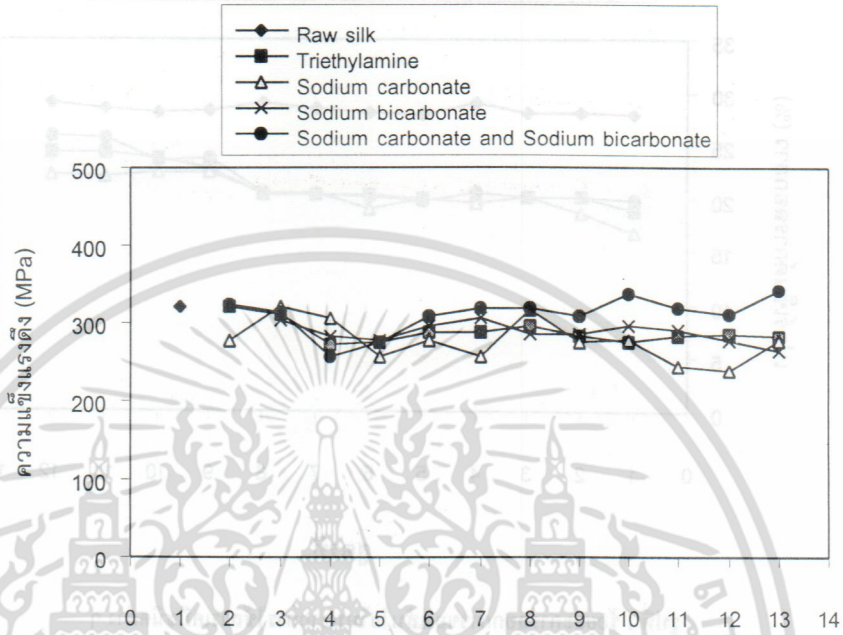
ดังนั้นจากลักษณะทางกายภาพที่ดีและค่า ร้อยละการลอกกาวที่ได้นั้นสามารถสรุปได้ว่าควรเลือกใช้สารเคมีในกลุ่มเกลือด่างที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และยังเป็นสารเคมีที่มีราคาไม่แพงและหาได้ง่ายอีกด้วย

3.3 สมบัติเชิงกล

เมื่อนำเส้นใยไหมที่ผ่านและไม่ผ่านการลอกกาวมาทดสอบสมบัติเชิงกลพบว่าค่าความแข็งแรงดึงของเส้นใยไหมไม่มีการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเป็นที่อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการศึกษาใด ๆ หรือใช้สารเคมีชนิดใด (รูปที่ 2) เนื่องจากการลอกกาวเป็นการกำจัดกาวไหมที่เคลือบอยู่บนพื้นผิวของเส้นใยออกไป จึงไม่ส่งผลต่อไฟโบรอิน ทำให้ค่าความแข็งแรงดึงของเส้นใยไหมไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากนัก [5] แต่เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้สารละลายผสมระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไบคาร์บอเนตมีแนวโน้มที่จะให้ค่าความแข็งแรงดึงสูงที่สุดในกลุ่มที่ทำการศึกษา ส่วนเวลาที่ใช้ในการลอกกาวไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงดึงของเส้นใยไหมที่ได้เช่นเดียวกับในกรณีของค่าร้อยละการลอกกาว



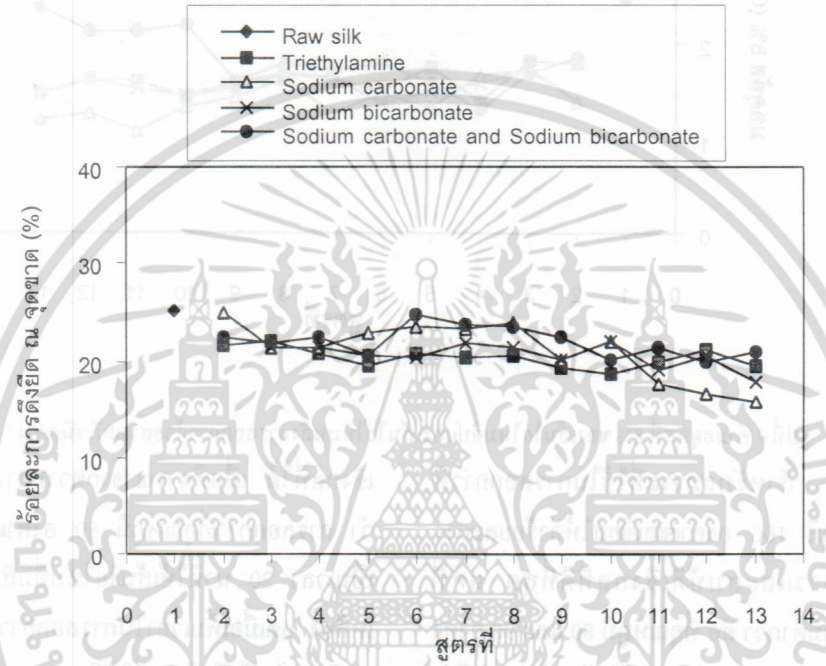
รูปที่ 2 ค่าความแข็งแรงดึงของเส้นใยไหมดิบและเส้นใยไหมหลังการลอกกาวด้วยสารเคมีชนิดต่าง ๆ

สำหรับค่าร้อยละการดึงยืด ณ จุดขาด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันสำหรับสารเคมีแต่ละชนิด ดังแสดงในรูปที่ 3 แต่โดยภาพรวมแล้วพบว่าที่อุณหภูมิที่สูงขึ้น (สูตรที่ 9-12 ที่ 100 องศาเซลเซียส) ให้แนวโน้มของค่าร้อยละการดึงยืด ณ จุดขาดลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการใช้อุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส (สูตรที่ 1-4) หรือที่ 90 องศาเซลเซียส (สูตรที่ 5-8) หรือเมื่อเทียบกับเส้นใยไหมก่อนการลอกกาว เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงไฟโบรอินบางส่วนถูกทำลายทำให้เกิดการเสียสภาพของเส้นใยได้ ค่าร้อยละการดึงยืด ณ จุดขาดจึงมีค่าลดลง

ส่วนค่ามอดุลัสที่พิจารณาจากค่าความเครียด 8% (ซึ่งเป็นค่ามอดุลัสในช่วงเริ่มต้น ก่อนเริ่มเกิดจุดคราก (Yield point) ที่ความเครียดประมาณ 15%) พบว่าเส้นใยไหมที่ผ่านการลอกกาวแล้วแสดงค่ามอดุลัสที่ 8% ลดลงทุกสูตรเมื่อเทียบกับเส้นใยไหมดิบที่ยังไม่ผ่านการลอกกาว (รูปที่ 4) เนื่องจากกาวไหมทำให้เส้นใยไหมก่อนการลอกกาวมีความแข็งความกระด้างมากกว่า ค่ามอดุลัสซึ่งเป็นค่าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

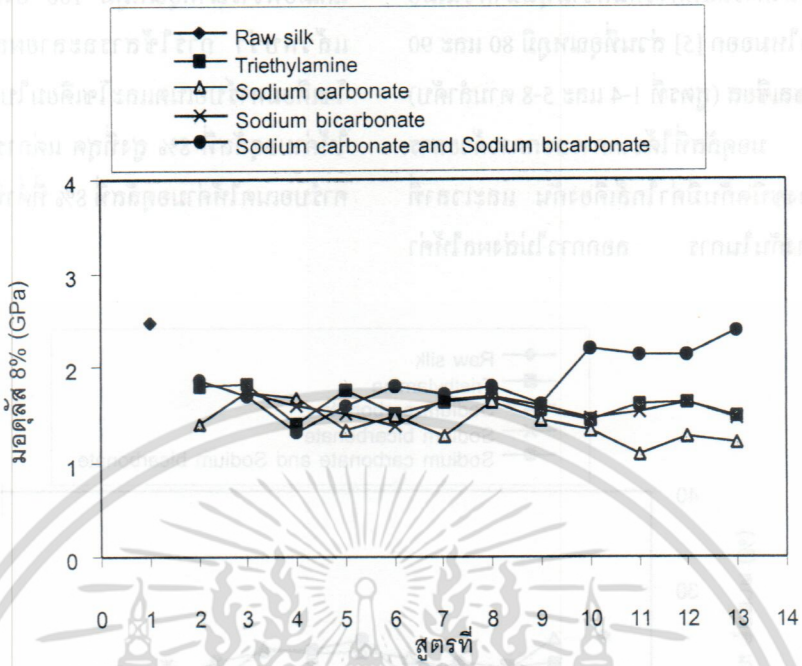
บอกถึงความแข็งของวัสดุจึงมีค่าสูงกว่าเส้นใยไหมหลังการลอกกาวที่มีความนุ่มมากขึ้นเมื่อนำกาวไหมออก [5] ส่วนที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส (สูตรที่ 1-4 และ 5-8 ตามลำดับ) นั้นค่า มอดุลัสที่ได้จากการลอกกาวด้วยสารเคมีต่างชนิดกันมีค่าใกล้เคียงกัน และเวลาที่แตกต่างกันในการ ลอกกาวไม่ส่งผลให้ค่ามอดุลัสที่ 8% เกิดการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด แต่เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แล้วพบว่า การใช้สารละลายผสมระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไบคาร์บอเนตให้ค่ามอดุลัสที่ 8% สูงที่สุด แต่การใช้โซเดียมคาร์บอเนตให้ค่ามอดุลัสที่ 8% ที่ต่ำที่สุด



รูปที่ 3 ค่าร้อยละการดึงยืด ณ จุดขาดของเส้นใยไหมดิบและเส้นใยไหมหลังการลอกกาวด้วยสารเคมีชนิดต่าง ๆ

จากลักษณะทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของเส้นใยไหมที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น สามารถสรุปได้ว่า สารเคมีที่ควรเลือกใช้ในการลอกกาวควรเป็นสารละลายผสมระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไบคาร์บอเนต เนื่องจากการใช้สารละลายผสมให้ค่าของสมบัติเชิงกลที่ไม่แตกต่างไปจาก เส้นใยไหมก่อนการลอกกาวมากนัก นอกจากนี้ยังทำให้เส้นใยไหมมีลักษณะทางกายภาพ เช่น สี ความมันเงา ความนุ่มดีกว่าการใช้สารเคมีชนิดอื่นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 ค่ามอดุลัสที่ 8% ของเส้นใยไหมดิบและเส้นใยไหมหลังการลอกกาวด้วยสารเคมีชนิดต่าง ๆ

สำหรับสภาวะที่ใช้ในการลอกกาวที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสให้ค่าร้อยละการลอกกาวและสมบัติเชิงกลที่ดีที่สุด แต่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า คือ ที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียสสามารถนำมาใช้ได้โดยไม่ทำให้ค่าร้อยละการลอกกาวและสมบัติเชิงกลเปลี่ยนแปลงไปจากการใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสมากนัก ผลการทดลองพบว่าการลอกกาวที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสทำให้ได้เส้นใยไหมที่มีลักษณะหยิกงอ ซึ่งจะเป็นอุปสรรคสำหรับการกรอและงานทอต่อไป [6] ดังนั้นจึงควรเลือกใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียสในการลอกกาว

นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการลอกกาวไม่มีผลต่อค่าร้อยละการลอกกาวหรือสมบัติเชิงกลที่ได้ เมื่อพิจารณาจากความขาวแล้วพบว่า การลอกกาวที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาทีให้เส้นใยไหมที่มีสีค่อนข้างเหลือง แต่เมื่อเพิ่มเวลาในการลอกกาวเป็น 30 นาทีพบว่าเส้นใยไหมที่ได้มีความขาวเพิ่มขึ้นมาก ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมในการลอกกาวไหมจึงควรใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที

4. สรุปผลการทดลอง

สารละลายด่างในการลอกกาวควรเป็นสารละลายผสมระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไบคาร์บอเนต โดยใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสและเวลา 30 นาที ซึ่งทำให้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นใยไหมที่มีลักษณะทางกายภาพและสมบัติเชิงกลที่ดี กล่าวคือ เป็นเส้นใยที่มีความนุ่ม มันเงาและมีความแข็งแรงแต่การใช้ไตรเอทิลเอมีนในการลอกกาวนั้นพบว่าไม่เหมาะสมเนื่องจากเป็นสารเคมีที่มีกลิ่นรุนแรงและมีราคาแพง ถึงแม้จะให้ค่าร้อยละการลอกกาวที่ดีแต่สมบัติเชิงกลที่ได้ไม่แตกต่างไปจากการใช้ด่างจำพวกเกลือแต่อย่างใด

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์เส้นใยไหมจากบริษัท จิม ทอมป์สัน ไหมไทย จำกัด ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] Hatch, K.L., in "Textile Science", West Publishing, New York, 1993, p. 155-160.

[2] วีรศักดิ์ อุดมกิจเดชา วิทยาการเส้นใย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 2542 หน้า 90-91

[3] มินะกาวะ โมโตอิ วิทยาการไหม แปลโดย เข็มชัย เหมะจันทรและเออิชิ คาวาอิ คณะกรรมการส่งเสริมสินค้าไหมไทย กรมส่งเสริมการส่งออก กรุงเทพฯ 2530 หน้า 59-63

[4] Dunaway, D.L., Thiel, B. L. and Viney, C., "Tensile Mechancial Property Evaluation of Natural and Epoxide-Treated Silk Fibres", **J. of Appl. Polym. Sci.**, 1995, 58, 675-683.

[5] Sadoc, F., Rorchagin, M. and Matetsky, A., in "Chemical Technology of Fibrous Materials", MIV Publisher, London, 1973, p.56-67.

[6] รายงานประจำปีจากส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2537 หน้า 23-25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้