ไหม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษา แสงวัฒนาโรจน์
ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศาสตราจารย์ ดร.สุดา เกียรติกำจรวงศ์*
ภาคีสมาชิก สำนักวิทยาศาสตร์
ราชบัณฑิตยสถาน

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นเนื้อหาของการลอกกาวไหม การฟอกไหม และการย้อมไหม กาวไหมควรถูกกำจัดออกไปก่อนนำไหมไปย้อม หรือพิมพ์เพื่อให้ไหมสามารถดูดซึมสีได้ดี และมีความสม่ำเสมอ กาวไหมที่ถูกลอกออกมาด้วยวิธีที่เหมาะสมสามารถนำไปปรับผ้าให้มีสมบัติดีขึ้น หรือใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ส่วนการย้อมไหมทำได้หลายวิธีทั้งย้อมเส้นใย เส้นด้าย และผ้าด้วยเครื่องจักรต่างๆ สีที่นิยมใช้ย้อมไหมในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นสีสังเคราะห์ สีสังเคราะห์ที่สามารถนำมาย้อมไหมได้มีหลายชนิด สีที่นิยมใช้ย้อมมากที่สุดคือ สีแอซิด (acid dye) นอกจากนี้ สีแวต (vat dye) สีเบสิก (basic dye) และสีไดเร็กต์ (direct dye) ก็สามารถใช้ย้อมไหมได้เช่นกัน การย้อมด้วยสีสังเคราะห์มีวิธีการย้อมที่ไม่ยุ่งยาก ให้ผลการย้อมที่ดี สีติดเข้มสม่ำเสมอ สามารถย้อมได้หลายเฉดสีตามต้องการและสีมีความคงทน บทความนี้ได้กล่าวถึงรายละเอียดของสีย้อมประเภทต่างๆ

คำสำคัญ : สีแอซิด, สีแวต, สีเบสิก, สีไดเร็กต์

นับเป็นเวลามากกว่า ๕๐ ปี ที่สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ ทรงเป็นองค์ริเริ่มพัฒนา และอุปถัมภ์หัตถกรรมไทย ทรงสร้างความเป็นเอกลักษณ์แก่ภูมิปัญญาไทยด้านหัตถกรรม และทรงสร้างความเป็นปึกแผ่นทรงนำความอยู่ดีกินดีมาสู่ชาวชนบทซึ่งสอดคล้องตามพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ทรงโปรดให้ปวงชนชาวไทยที่ยากไร้ครองตนด้วยหลักเศรษฐกิจพอเพียง

* ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการหนึ่งในสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ที่พระราชทานให้แก่ชาวชนบท คือ โครงการผ้าไหม ด้วยพระวิริยอุตสาหะอย่างไม่ทรงรู้สึกเหน็ดเหนื่อยพระวรกาย จึงทำให้ผ้าไหมไทยไม่เป็นเพียงส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมประจำชาติไทย แต่ยังเป็นมรดกของโลกนี้ด้วย ดังนั้น ผู้นิพนธ์จึงขอเขียนเรื่องราวบางส่วนของไหมมาสู่ท่านผู้อ่าน

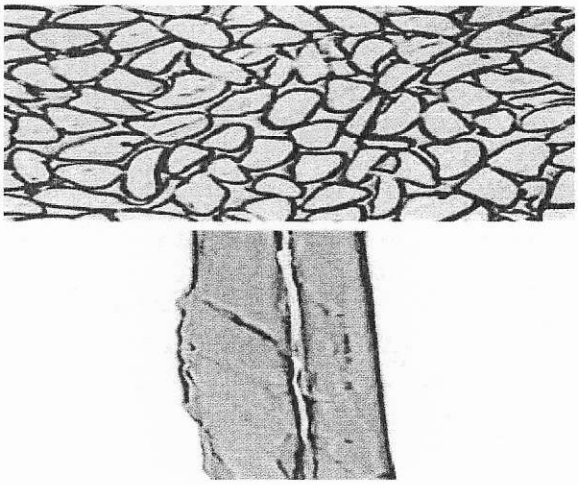
เส้นใยไหมเป็นสิ่งมหัศจรรย์ที่เกิดขึ้นบนโลกจากสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่ชื่อ หนอนไหม ตัวหนอนไหมแต่ละตัวจะฉีดเส้นใย ๒ เส้นออกจากต่อมผลิต ๒ ต่อมที่อยู่ข้างใดข้างหนึ่งของศีรษะ โดยมีกาวไหมเชื่อมเส้นใยทั้งสองเข้าด้วยกัน เส้นใยไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดเดียวในโลกที่เป็นเส้นใยยาว (filament) เส้นใยธรรมชาติที่เหลือเป็นเส้นใยสั้นทั้งสิ้น (staple fiber) ดังรูปที่ ๑

หนอนไหมพันธุ์ไทย ๑ ตัวสามารถผลิตเส้นใยยาวต่อเนื่องได้ ๕๕๐-๗๓๐ เมตร ในขณะที่พันธุ์อื่นๆ อาจผลิตได้ถึง ๑,๖๕๐ เมตร การผลิตเส้นด้ายไหมหนัก ๑๐๐ กรัม ต้องใช้รังไหมไทยถึงกว่า ๑,๐๐๐ รัง ผลิตเนกไท ๑ เส้นใช้รังไหมกว่า ๕๐๐ รัง เสื้อสตรี ๑ ตัวใช้ประมาณ ๔,๐๐๐ รัง และชุดราตรี ๑ ชุดใช้ ๘,๐๐๐ รัง

จากเส้นใยไหมจนมาเป็นผลิตภัณฑ์ผ้าไหมที่สวยงามมีขั้นตอนการผลิตมากมาย เช่น การปั่นด้าย การทอผ้าไหม การลอกกาวไหมและการฟอกไหม การย้อมไหม การพิมพ์ไหม จากประสบการณ์ของผู้นิพนธ์ คิดว่าสามารถพัฒนาความคงทนของสีบนผ้าไหมให้ดีขึ้นได้ บทความนี้จะกล่าวเฉพาะขั้นตอนการลอกกาวไหมและการฟอกไหม และขั้นตอนการย้อมไหมเท่านั้น

การลอกกาวไหมและการฟอกไหม

ไหมดิบมีสิ่งเจือปนอยู่บนเส้นใยหลายชนิด เช่น ไขมันและขี้ผึ้งราวร้อยละ ๓ กาวไหมจากโปรตีนเซริซิน (sericin) ร้อยละ ๒๒ แร่ธาตุและอื่นๆ ร้อยละ ๑ ที่เหลือเป็นเส้นใยไหมจากโปรตีนไฟโบรอินร้อยละ ๗๔ ควรกำจัดสิ่งเจือปนเหล่านี้ โดยเฉพาะกาวไหมออกไปก่อนนำไหมไปย้อมหรือพิมพ์ เพื่อให้ไหมสามารถดูดซึมสีได้ดีและสม่ำเสมอ กาวไหมที่ลอกมาด้วยวิธีที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ได้ เช่น ผสมในเครื่องประเทืองผิว



รูปที่ ๑ *ภาคตัดขวางและตามยาวของใยไหม*

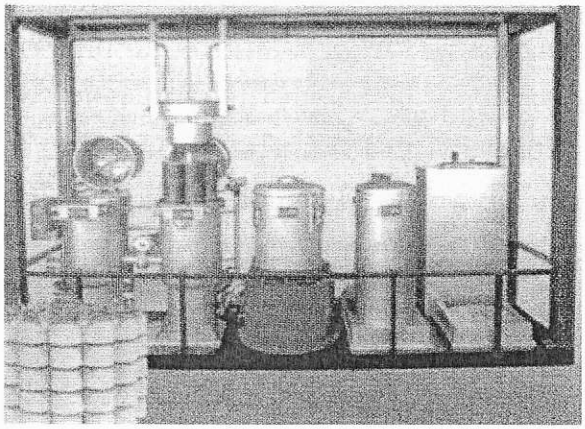
การทำความสะอาดไหมหรือการลอกกาวไหม (degumming) เป็นการกำจัดกาวไหมเซริซินออกจากใยไหม ซึ่งทำได้ทั้งในรูปของเส้นใย เส้นด้าย หรือผ้า โดยการต้มไหมประมาณ ๓๐ นาที ในน้ำเดือดที่ผสมสบู่หรือโซดาแอช (โซเดียม-คาร์บอเนต) ๑-๒ กรัมต่อลิตร และอาจเติมสารช่วยเปียก (wetting agent) ๔-๖ กรัมต่อลิตร เพื่อช่วยให้ไหมเปียกสารเคมีเร็วขึ้น จากนั้นล้างไหมด้วยน้ำสะอาดและตากแห้ง ไหมที่ผ่านการลอกกาวอย่างสมบูรณ์จะดูดซึมน้ำได้ทันทีที่หยดน้ำลงไป และน้ำจะซึมสม่ำเสมอทั่วทุกบริเวณ ทำให้ไหมขาวขึ้น ถ้าต้องการให้ไหมขาวยิ่งขึ้นหรือต้องการย้อมไหมด้วยสีสดใสสว่างหรือสีอ่อน ก็ให้ฟอกไหมด้วยสารเคมีต่อไป

การฟอกไหมเป็นการกำจัดสีธรรมชาติในไหมออกด้วยสารเคมี นิยมใช้สารฟอกไฮโดรเจน-เพอร์ออกไซด์มากที่สุด เพราะฟอกไหมได้ขาวและไม่ทำลายเส้นใยมากเท่าการฟอกด้วยสารฟอกประเภทคลอรีน การฟอกทำโดยต้มไหมเป็นเวลา ๓๐-๔๕ นาที ในน้ำร้อน ๖๐ องศาเซลเซียส ที่ผสมสารฟอกไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์และสารคงสภาพ (stabilizer) เช่น เททระโซเดียมไพโร-ฟอสเฟต (TSPP) และเติมแอมโมเนียเพื่อปรับความเป็นกรด-เบส ของสารละลายไม่ให้เกิน ๑๐ จากนั้นล้างสารเคมีออกและตากให้แห้ง ไหมที่ฟอกแล้วจะขาวขึ้นแต่ความแข็งแรงอาจลดลงบ้าง บางครั้งอาจลอกกาวไหมและฟอกไหมในขั้นตอนเดียว โดยเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีและใช้เวลามากขึ้น อย่างไรก็ตาม ไม่ควรฟอกไหมให้ขาวเกินไป เพราะต้องใช้สารเคมีและเวลาฟอกมากจนอาจทำให้เส้นใยไหมถูกทำลายได้มากด้วย

การย้อมไหม

ไหมที่ผ่านการลอกกาวและการฟอกแล้วจะสามารถดูดซึมน้ำ สีย้อม สารเคมีต่าง ๆ ได้ดีขึ้น และมีความขาวมากขึ้น เหมาะที่จะนำไปย้อมให้มีสีสันสวยงามต่อไป

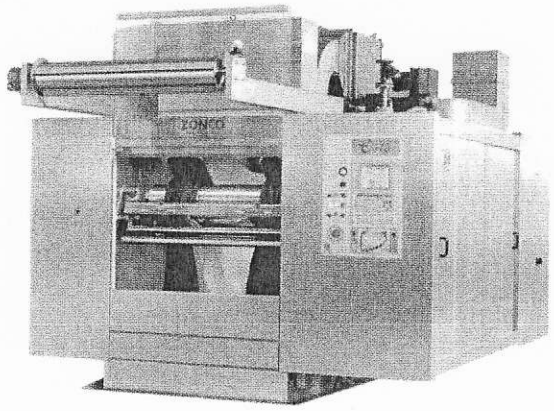
การย้อมไหมในอุตสาหกรรมสามารถย้อมได้ทั้งในรูปของเส้นใย เส้นด้าย และผ้า ซึ่งใช้เครื่องย้อมแตกต่างกัน การย้อมเส้นใยหรือเส้นด้ายไหมอาจย้อมเป็นไจ (hank/skein dyeing) หรือย้อมเป็นหลอด (package dyeing) การย้อมแบบไจเริ่มจากการพันเส้นใย/เส้นด้ายเป็นวงเท่า ๆ กัน โดยอาจใช้เครื่องพันหรือใช้มือพันจนมีความหนาตามต้องการ แล้วจึงมัดรวมเป็นไจ จากนั้นแขวนไจไหมกับเครื่องย้อมซึ่งมีหลายประเภทและมีกรรมวิธีการย้อมแตกต่างกัน เช่น เครื่องบางประเภทจะย้อมไจโดยการลดระดับของราวแขวนไจลงไปในแท็งก์น้ำย้อมเพื่อให้ไหมดูดน้ำสีย้อมได้ เครื่องบางประเภท ฉีดน้ำสีย้อมลงมาจากราวแขวนไจเข้าสู่ไจไหมแล้วน้ำย้อมที่ไหลผ่านไจก็จะถูกดูดกลับมาบนราวแขวนเพื่อฉีดลงสู่ไจไหมอีก ส่วนการย้อมเป็นหลอดจะต้องพันเส้นไหมด้วยเครื่องเข้าหลอดที่มีรูพรุนจนได้ความหนาของเส้นหรือน้ำหนักของไหมตามต้องการ แล้วนำหลอดไปวางครอบแกนของเครื่องย้อม ดังรูปที่ ๒ ก่อนแช่ในน้ำย้อม น้ำย้อมจะถูกปั๊มเข้าออกหลอดจนครบเวลาการย้อม จะได้ไหมสีเข้มเท่ากันทั่วทั้งหลอด



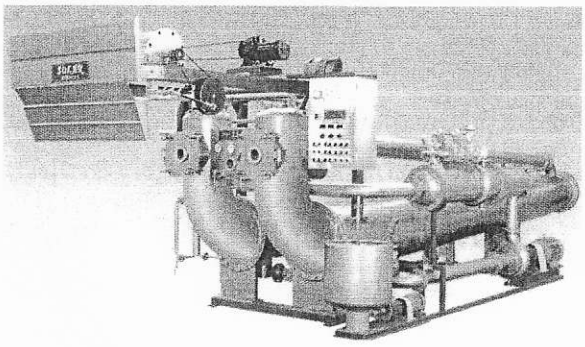
รูปที่ ๒ *เครื่องย้อมเส้นด้ายแบบหลอด*

ส่วนการย้อมผ้าอาจย้อมในเครื่องจิกเกอร์ (jigger) เครื่องวินช์ (winch) ดังรูปที่ ๓ หรือเครื่องเจ็ต (jet) ดังรูปที่ ๔ โดยที่การย้อมผ้าในเครื่องจิกเกอร์ หรือในเครื่องวินช์ จะเป็นการส่งผ้าเคลื่อนที่ไปกลับหรือส่งผ้าเป็นวงเข้าในน้ำย้อมที่นิ่งตามลำดับ ส่วนการย้อมในเครื่องเจ็ตเป็นการย้อมโดยส่งผ้าเป็นวงในน้ำย้อมที่เคลื่อนที่จากแรงฉีดของหัวฉีดน้ำย้อม อย่างไรก็ตาม เมื่อย้อมไหมเสร็จ จะต้องล้างสีที่ย้อมไม่ติดหรือสีส่วนเกินออกจากไหมแล้วจึงทำให้แห้งต่อไป

สีที่นิยมใช้ย้อมไหมในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นสีสังเคราะห์ สีสังเคราะห์ที่สามารถนำมาย้อมไหมได้มีหลายชนิด สีที่นิยมใช้ย้อมมากที่สุดคือ สีแอซิด (acid dye) นอกจากนี้ สีแวต



รูปที่ ๓ เครื่องย้อมผ้าแบบวินช์



รูปที่ ๔ เครื่องย้อมผ้าแบบเจ็ต

(vat dye) สีเบสิก (basic dye) และสีไดเร็กต์ (direct dye) ก็สามารถใช้ย้อมไหมได้เช่นกัน การย้อมด้วยสีสังเคราะห์มีวิธีการย้อมที่ไม่ยุ่งยาก ให้ผลการย้อมที่ดี สีติดเข้มสม่ำเสมอ สามารถย้อมได้หลายเฉดสีตามต้องการ และสีมีความคงทน ในปัจจุบันการย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติก็เริ่มมีผู้นิยมมากขึ้น เพราะสีธรรมชาติมีอันตรายต่อมนุษย์น้อยกว่าสีสังเคราะห์ แหล่งที่มาของสีธรรมชาติมี ๓ แหล่ง คือ จากพืช จากสัตว์ และจากแร่ธาตุ การย้อมด้วยสีธรรมชาติจะสามารถรักษาความเงางามของไหมได้มากกว่าการย้อมด้วยสีสังเคราะห์ แต่มักเกิดปัญหาสีติดน้อยเมื่อย้อม และสีซีดจางหรือสีหลุดตกง่าย เมื่อนำไหมไปใช้งาน จึงต้องเคลือบไหมที่ย้อมแล้วด้วยสารเคมีจำพวกมอร์แดนต์ (mordant) เพื่อให้สีมีความคงทนมากขึ้น ทำให้การย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติมีความยุ่งยาก อีกทั้งการสกัดสีต้องใช้วัตถุดิบปริมาณมาก (จากพืช สัตว์ หรือแร่ธาตุ) และการย้อมแต่ละครั้งมักให้ผลการย้อมที่แตกต่างกันเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของวัตถุดิบจากธรรมชาติ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาตัวแปรการย้อมที่จะช่วยส่งเสริมให้ได้ผลการย้อมที่ดีด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับเนื้อหาในบทความนี้จะครอบคลุมเฉพาะการย้อมไหมด้วยสีสังเคราะห์เท่านั้น

การย้อมไหมด้วยสีสังเคราะห์

สีสังเคราะห์ที่ใช้ย้อมไหมมีอยู่หลายชนิด ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะสี ๔ ชนิด คือ สีแอซิด สีแวต สีเบสิก และสีไดเร็กต์ ซึ่งสีแต่ละชนิดจะมีกรรมวิธีการย้อมและสูตรการย้อมที่แตกต่างกันขึ้นกับชนิดของสีและแหล่งผลิตสี การย้อมด้วยสีของผู้ผลิตใดก็ควรใช้กรรมวิธีและสูตรการย้อมที่ผู้ผลิตนั้นแนะนำ ซึ่งในที่นี้จะแสดงวิธีการย้อมและข้อแนะนำการย้อมโดยภาพรวมพอสังเขป

สีแอซิด

สีแอซิดเป็นสีที่นิยมใช้ย้อมเส้นใยจากสัตว์ เช่น ไหม ขนสัตว์ และเส้นใยพอลิแอไมด์ (polyamide) เช่น ไนลอน มากที่สุด สีชนิดนี้ใช้ย้อมในภาวะที่เป็นกรด เวลาละลายน้ำจะแสดงประจุลบบนโมเลกุลสีในขณะที่เส้นใยแสดงประจุบวก ณ ภาวะกรด สีจึงเกาะติดบนเส้นใยได้ดีด้วยพันธะไอออน สามารถแบ่งชนิดของสีแอซิดออกเป็น ๒ ชนิด คือ สีแอซิดที่ไม่มีโลหะเป็นส่วนประกอบ และสีแอซิดที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบ

สีแอซิดที่ไม่มีโลหะเป็นส่วนประกอบ

สีแอซิดชนิดนี้เป็นกลุ่มสี ๓ กลุ่ม ที่ไม่มีโลหะหนักอยู่ในโมเลกุลสี และไม่มีการนำโลหะหนักมาช่วยในการย้อม สีกลุ่มที่ ๑ ใช้ย้อมที่ค่าความเป็นกรด-เบสราว ๒-๓ โดยใช้กรดซัลฟิวริกช่วยปรับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำย้อม สีย้อมกลุ่มนี้ละลายน้ำดีมาก ย้อมได้สีสม่ำเสมอ ได้เฉดสีสดใสและสีมีความคงทนต่อแสงดี แต่ไม่ทนต่อการซัก จึงนิยมเคลือบทับสีย้อมบนไหมด้วยสารผนึกสีเพื่อเพิ่มความคงทนของสีต่อการซัก การย้อมด้วยสีกลุ่มนี้มักเติมเกลือโซเดียมซัลเฟตเพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับสีของไหม และควรย้อมที่อุณหภูมิสูงกว่า ๔๐ องศาเซลเซียส ซึ่งการย้อมที่อุณหภูมิ ๕๐-๖๐ องศาเซลเซียส จะให้ผลการดูดซับสีย้อมดีมาก และการย้อมที่ ๙๕-๑๐๐ องศาเซลเซียส จะให้ผลการย้อมที่สม่ำเสมอ

สีกลุ่มที่ ๒ ใช้ย้อมที่ค่าความเป็นกรด-เบสราว ๕-๖ โดยใช้กรดแอซิติกช่วยปรับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำย้อม ควรย้อมที่อุณหภูมิสูงกว่า ๗๐ องศาเซลเซียส เพื่อให้ผลการดูดซับสีย้อมดีมาก สามารถย้อมได้โดยไม่จำเป็นต้องเติมเกลือ การย้อมด้วยสีกลุ่มนี้ได้สีสม่ำเสมอน้อยกว่าสีกลุ่มที่ ๑ และย้อมได้สีไม่สดใส แต่สีมีความคงทนต่อการซักมากกว่าสีกลุ่มที่ ๑ และยังทนต่อแสงได้ดีด้วย

สีกลุ่มที่ ๓ ใช้ย้อมที่ภาวะเป็นกรดอ่อน ๆ หรือเป็นกลาง สีกลุ่มนี้ละลายน้ำไม่ดี ควรย้อมที่อุณหภูมิ ๗๐ องศาเซลเซียส ขึ้นไปจนถึงใกล้ ๑๐๐ องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเกาะตัวของสีเป็นก้อน นิยมเติมแอมโมเนียมแอซีเทตเพื่อให้สลายตัวเป็นแก๊สแอมโมเนียที่อุณหภูมิสูงและเกิดกรดแอซีติกในน้ำย้อมเพื่อให้ภาวะการย้อมเป็นกรดอ่อน ๆ การย้อมด้วยสีกลุ่มนี้ให้ผลการย้อมสม่ำเสมอน้อยที่สุดใน ๓ กลุ่มสี ย้อมได้สีไม่สดใส แต่ให้สีที่ทนต่อการซักและทนต่อแสงดี การเติมเกลือโซเดียมซัลเฟตจะช่วยให้ย้อมได้สีสม่ำเสมอมากขึ้น แต่ถ้าเติมมากเกินไปจะทำให้สีย้อมเกาะตัวกันและละลายยากขึ้น

สีแอซิดที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบ

สีแอซิดที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบอาจเรียกว่า สีโครม (chrome) สีโครมมอร์แดนต์ (chrome mordant) หรือสีมอร์แดนต์ (mordant) ทั้งนี้เนื่องจากการย้อมด้วยสีชนิดนี้จะต้องใช้โลหะจำพวกโครเมียม โคบอลต์ ทองแดง หรือเหล็กเป็นตัวเชื่อมให้โมเลกุลสีย้อมยึดติดบนเส้นใยได้ ซึ่งโครเมียมเป็นโลหะที่นิยมใช้มากที่สุด โดยอาจเติมโครเมียมก่อนการย้อมสี (bottom chrome) เติมพร้อมกับสีย้อม (meta chrome) หรือที่นิยมมากคือเติมหลังการย้อมสี (top chrome) และสีที่ใช้ย้อมจะต้องมีโครงสร้างเฉพาะเจาะจงที่สามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะเหล่านี้ได้

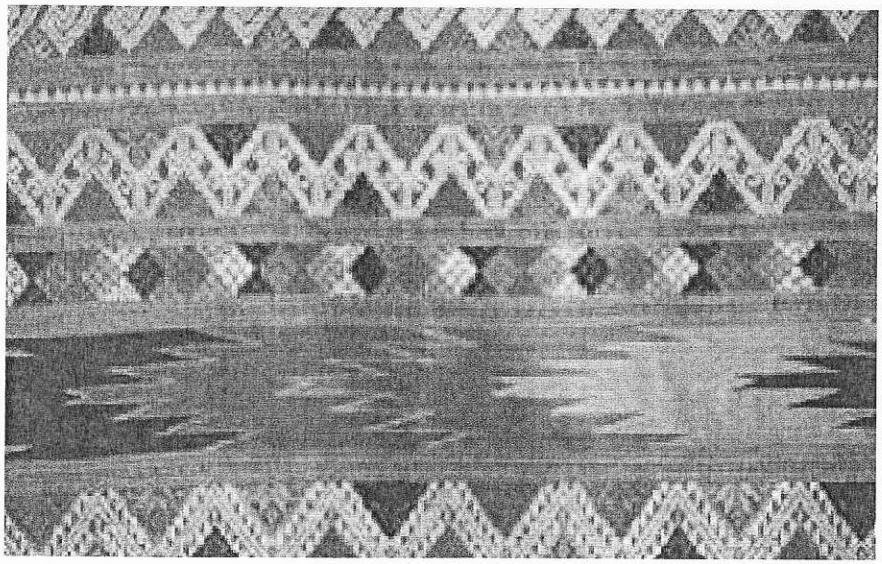
กรรมวิธีการย้อมโดยการเติมโครเมียมหลังการย้อมที่เรียกว่า top chrome หรือ after chrome เริ่มจากการย้อมด้วยสีมอร์แดนต์ที่เหมาะสมแล้วตามด้วยกระบวนการ top chrome ในสารละลายที่มีโซเดียมไดโครเมตและกรดฟอร์มิกที่อุณหภูมิ ๙๕-๑๐๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๔๕ นาที การย้อมด้วยวิธีข้างต้นนี้มีข้อควรระวังหลายประการคือ ควรเลือกใช้สีมอร์แดนต์ที่สามารถย้อมได้สีสม่ำเสมอ เพราะถ้าย้อมไม่สม่ำเสมอตั้งแต่แรก หลังการทำ top chrome สีจะยังคงไม่สม่ำเสมอต่อไปและไม่สามารถแก้ไขได้อีก นอกจากนี้ ยังพบว่าการลงโครเมียมหลังการย้อมทำให้เฉดสีเดิมบนไหมเปลี่ยนไป การควบคุมให้ได้เฉดสีตามต้องการทำได้ค่อนข้างยาก วิธีการย้อมแบบนี้จึงมักใช้สำหรับการย้อมเฉดสีดำซึ่งได้สีที่มีความคงทนต่อการซักมากด้วย สิ่งที่ต้องระวังอีกเรื่องคือ น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการย้อมมักมีสารโครเมียมผสมอยู่ซึ่งเป็นโลหะหนักที่บำบัดยาก

เพื่อป้องกันปัญหาน้ำเสียเหล่านี้ ผู้ผลิตสีย้อมจึงได้ผลิตสีที่เป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะต่างๆ โดยเฉพาะโครเมียม ทำให้ไม่ต้องมีขั้นตอนการทำ top chrome และไม่เกิดปัญหาน้ำเสียที่มีโลหะหนักอีก อย่างไรก็ตาม สีบางชนิดที่ผลิตขึ้นนี้สามารถละลายน้ำได้น้อย บางชนิดต้องใช้ย้อมในภาวะกรดแก่ การย้อมด้วยสีชนิดนี้จะได้สีมอๆ ไม่สดใส สีไม่ค่อยสม่ำเสมอและสีมีราคาแพง แต่ให้สีที่คงทนต่อการซักและคงทนต่อแสงดี อาจย้อมเป็นกลุ่ม (batch-wise dyeing) ที่อุณหภูมิ ๑๐๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๔๕-๖๐ นาที โดยต้องควบคุมอัตราการเพิ่มอุณหภูมิของการย้อม และปรับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำย้อมให้ดี เพื่อป้องกันการย้อมไม่สม่ำเสมอ หรืออาจย้อมแบบต่อเนื่อง (continuous dyeing) โดยการอัดรีดสีเข้าไหมด้วยลูกกลิ้งที่อุณหภูมิห้อง ตามด้วยการอบไอน้ำที่ ๑๐๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๖-๑๐ นาที ก่อนการซักล้าง

สีแวต

สีแวตเป็นสีที่ไม่ละลายน้ำ การย้อมด้วยสีแวตจะต้องเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีของสีแวตจากที่ไม่สามารถละลายน้ำกลายเป็นโครงสร้างที่สามารถละลายน้ำได้ด้วยปฏิกิริยารีดักชัน จากนั้นสีจะแพร่เข้าสู่เส้นใย สุดท้ายทำปฏิกิริยาออกซิเดชันให้สีกลับมาอยู่ในรูปที่ไม่สามารถละลายน้ำได้เหมือนเดิม สีก็จะถูกกักอยู่ภายในเส้นใยไม่หลุดออกมา ทำให้มีความคงทนต่อการซักและต่อแสงดีกว่าสีชนิดอื่นๆ สีแวตเป็นสีที่นิยมใช้ย้อมฝ้ายหรือเส้นใยเซลลูโลสต่างๆ แต่ก็สามารถใช้ย้อมเส้นใยจากสัตว์ เช่น ใยไหม ขนสัตว์ ได้เช่นกัน สีแวตแบ่งตามโครงสร้างทางเคมีได้เป็น ๒ กลุ่มใหญ่ๆ คือ สีแวตที่มีโครงสร้างเป็นอินดิกอยด์ (indigoid) และสีแวตที่มีโครงสร้างเป็นแอนทราควิโนน (anthraquinone)

การย้อมไหมด้วยสีแวตที่มีโครงสร้างเป็นอินดิกอยด์นิยมย้อมในรูปเส้นด้ายด้วยเครื่องย้อมไจด้าย และนำเส้นด้ายนั้นมาใช้เป็นเส้นด้ายปักลาย ใช้ทอเป็นผ้าม่านหรือผลิตเป็นผ้าเพื่อใช้งานที่ต้องการความคงทนของสีต่อแสงและต่อการซักดี ไหมที่นำมาย้อมด้วยสีแวตนี้อาจเป็นไหมดิบหรือไหมที่ยังไม่ได้ผ่านการลอกกาวไหมออกก็ได้ ทั้งนี้ เนื่องจากการย้อมสีชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องทำให้เส้นใยดูดซึมน้ำดีมากเหมือนการย้อมด้วยสีชนิดอื่นๆ และเมื่อย้อมเสร็จจึงค่อยลอกกาวไหมออกด้วยด่าง โดยที่สีแวตในไหมสามารถทนภาวะการลอกกาวไหมได้ดีกว่าสีชนิด



อื่น ๆ ซึ่งถ้าย้อมด้ายไหมดิบด้วยสีแวต ๑ เฉดสี และตามด้วยการลอกกาวไหม จะสามารถนำไหมนั้นมาย้อมด้วยสีชนิดอื่นและเฉดสีอื่นได้อีก ทำให้ได้ด้ายไหมที่มีหลายสีแทนที่จะได้เพียงสีเดียว หรืออาจดัดแปลงเทคนิคการย้อมและการลอกกาวไหมเพื่อให้ได้ด้ายที่มีหลายหลากสีมากขึ้นอีก ทั้งหมดนี้เป็นตัวอย่างหนึ่งของการผลิตด้ายไหมแฟนซีที่มีหลายสี การย้อมไหมด้วยสีแวตชนิดนี้จะทำการย้อมในภาวะด่างอ่อน ๆ ด้วยโซเดียม-ไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์เป็นสารรีดิวซ์ให้สีละลายน้ำ แล้วจึงทำปฏิกิริยาออกซิเดชันเปลี่ยนโครงสร้างสีให้อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำหลังจากไหมดูดซับสีอย่างสมบูรณ์แบบแล้ว

นอกจากนี้ ยังสามารถย้อมไหมได้ด้วยสีแวตที่มีโครงสร้างแอนทราควิโนนในภาวะด่างแก่เหมือนการย้อมขนสัตว์ และให้สีที่คงทนต่อการซักและต่อแสงดีกว่าสีแวตที่มีโครงสร้างอินดิกอยด์ ตัวอย่างสูตรการย้อมไหมด้วยสีแวตโครงสร้างแอนทราควิโนนมีดังนี้

สีย้อม เช่น Anthraquinone

Vat Blue BF	๑	ส่วน
โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโซดาไฟ	๐.๗๕	ส่วน
โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์		
(เติมทีหลังโซเดียมไฮดรอกไซด์)	๑	ส่วน
น้ำ	๔๐	ส่วน

ผสมสีและส่วนประกอบดังกล่าวเข้าด้วยกันที่อุณหภูมิ ๖๐ องศาเซลเซียส เพื่อละลายสีในน้ำเป็นเวลา ๑๕ นาที (เกิดปฏิกิริยารีดักชัน) แล้วจึงเติมสารละลายทั้งหมดนี้ลงในอ่างย้อม และปรับอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของไหมต่อปริมาตรน้ำสีย้อมทั้งหมดให้เป็น ๑ : ๓๐ (liquor ratio) ด้วยการเติมน้ำให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นย้อมโดยแช่ไหมในน้ำสีย้อมที่อุณหภูมิ ๓๘ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๑ ชั่วโมง ถ้าย้อมได้สีไม่สม่ำเสมอให้เพิ่มอุณหภูมิน้ำสีย้อมขึ้นไปเป็น ๔๓ องศาเซลเซียส และย้อมต่ออีก ๓๐ นาที อาจเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์เพื่อช่วยการดูดซับสีให้ดียิ่งขึ้นหลังการย้อมผ่านไปแล้ว ๒๐ นาที แต่ต้องย้อมต่อเพิ่มอีก ๔๐ นาที พอย้อมครบตามเวลา บีบน้ำสีย้อมออกจากไหม ตากไหมให้เย็นลงเป็นเวลา ๑ ชั่วโมง เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยเปลี่ยนโครงสร้างสีเป็นโครงสร้างที่ไม่ละลายน้ำ จากนั้นปั่นแห้งไหมและแช่ในกรดซัลฟิวริกร้อยละ ๑๕ ที่อุณหภูมิ ๓๘ องศาเซลเซียส ล้างน้ำ ๓ ครั้ง และสุดท้ายล้างด้วยน้ำสบู่ร้อยละ ๑๕ ถ้าไม่ต้องการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของไหมโดยการตากแห้งเหมือนข้างต้น ก็ให้แช่ไหมที่ถูกบีบน้ำสีย้อมออกแล้วลงในกรดซัลฟิวริกที่มีโซเดียมไดโครเมตร้อยละ ๓-๕ (ปัจจุบันเปลี่ยนมาใช้โซเดียมเพอร์บอเรต และ/หรือไฮโดรเจน-เพอร์ออกไซด์แทน โดยใช้เวลาออกซิเดชัน ๑๕ นาที) แล้วล้าง ๒ ครั้ง และทำให้แห้งโดยการตากลมเย็น

สีเบสิก

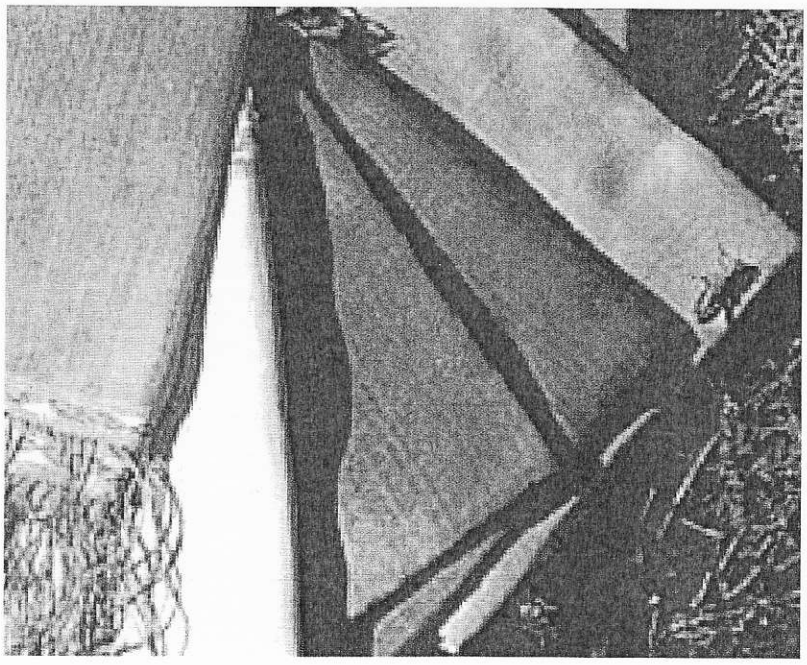
สีเบสิกเป็นสีสังเคราะห์ที่ถูกผลิตขึ้นมาเป็นชนิดแรกในโลก สีเบสิกมีอีกชื่อหนึ่งว่า สีแคต-ไอออน (cationic dye) ทั้งนี้ เนื่องจากเวลาละลายน้ำแล้วจะแสดงประจุบวกบนโมเลกุลสี ส่วนใหญ่นิยมใช้สีเบสิกย้อมใยอะคริลิก (acrylic fiber) มากที่สุด แต่ก็สามารถใช้ย้อมใยไหมและขนสัตว์ได้ สีเบสิกให้สีที่สว่างสดใสและเข้ม แต่มีความคงทนต่อแสงต่ำ ละลายได้ดีที่สุดในแอลกอฮอล์ ถ้าต้องการละลายสีในน้ำจะต้องเลือกใช้น้ำที่มีภาวะเป็นกลาง ไม่ควรใช้น้ำที่มีภาวะเป็นด่างละลายสีเบสิก เพราะสีจะสลายตัวและตกตะกอนได้

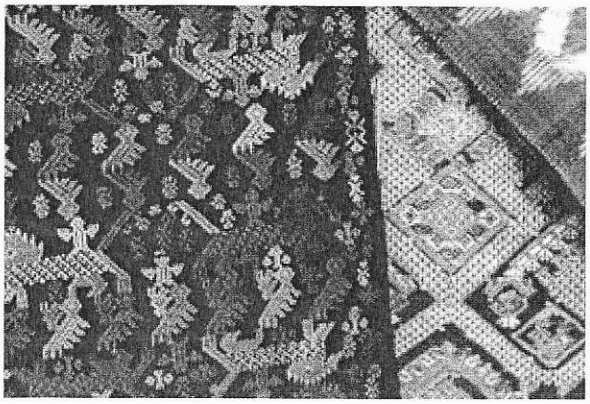
การย้อมสีเบสิกบนไหมจะต้องย้อมในภาวะที่เป็นกลางหรือกรดอ่อน ๆ และควรเติมเกลือโซเดียมซัลเฟตช่วยการดูดซับสี ก่อนการ

ย้อมควรละลายเกลือและสารช่วยย้อมในน้ำ แล้วแช่ไหมลงในสารละลายนี้เพื่อให้ไหมดูดซับเกลือและสารช่วยย้อมก่อน จากนั้นจึงเติมน้ำสีย้อมลงไปอย่างช้า ๆ และคนให้ทั่ว ค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิน้ำย้อมขึ้นจนถึงราว ๑๐๐ องศาเซลเซียส และย้อมที่อุณหภูมินี้เป็นเวลาประมาณ ๑ ชั่วโมง เมื่อครบเวลาให้ลดอุณหภูมิลงมาอย่างช้า ๆ และยุติการย้อม สุดท้ายทำการล้างไหมด้วยน้ำสบู่ที่ ๗๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ ๑๕-๒๐ นาที

สีไดเร็กต์

สีไดเร็กต์เป็นสีที่ละลายน้ำแล้วแสดงประจุลบบนโมเลกุลสี มักนิยมใช้ย้อมใยเซลลูโลส เช่น ฝ้าย มากที่สุด แต่ก็สามารถใช้ย้อมใยชนิดอื่น เช่น ใยไหม ได้เช่นกัน มีหลายเฉดสีให้เลือกมาก มีวิธีการย้อมไม่ยุ่งยากและมีราคาถูกเมื่อเทียบกับสีชนิดอื่น ๆ สีไดเร็กต์เป็นสีที่ละลายน้ำได้ดีและการยึดเกาะของสีบนเส้นใยจะไม่แข็งแรง สีจึงหลุดออกจากเส้นใยได้ง่ายเวลานำไปซัก นั่นคือสีไดเร็กต์มักไม่คงทนต่อการซัก อย่างไรก็ตาม สามารถทำให้สีมีความคงทนต่อการซักมากขึ้น โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การเติมสารผนึกสีที่มีประจุบวกลงไปในการย้อมเพื่อให้รวมตัวกับสีย้อมที่มีประจุลบและเกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งทำให้ละลายน้ำได้น้อยลง สีจึงหลุดออกจากเส้นใยน้อยลงเมื่อนำไหมไปซัก แต่การ





กระทำเช่นนี้อาจทำให้สีมีความคงทนต่อแสงน้อยลงไปด้วย ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยเคลือบทับด้วยสารคอปเปอร์ซัลเฟต หรืออาจปรับปรุงสมบัติความคงทนของสีต่อการซักโดยหลังการย้อมให้เคลือบสารตกแต่งสำเร็จที่ทำให้เกิดการเชื่อมขวางกับเส้นใย เพื่อช่วยยึดสีให้เกาะติดบนเส้นใย การย้อมด้วยสีไดเร็กต์ในปัจจุบันนิยมใช้ย้อมเฉพาะสีอ่อน ๆ

การย้อมสีไดเร็กต์บนใยไหมมักกระทำในภาวะที่เป็นกลางและจำเป็นต้องเติมเกลือโซเดียม-ซัลเฟตเป็นช่วง ๆ เหมือนการย้อมบนเส้นใยเซลลูโลส เพื่อช่วยให้เส้นใยดูดซับสีได้มากขึ้นอย่างสม่ำเสมอ อาจเติมสารช่วยเปียกที่ไม่มีประจุ (non-ionic wetting agent) เพื่อช่วยให้เส้นใยเปียกน้ำสีได้ดีขึ้น มักทำการย้อมที่อุณหภูมิราว ๑๐๐ องศาเซลเซียส และมีการผนึกสีหลังการย้อมในขั้นตอนสุดท้าย

เพื่อเพิ่มมูลค่าและความสวยงามของผ้าไหม การพิมพ์ผ้าไหมจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งพิมพ์ได้ทั้งการพิมพ์แบบดั้งเดิม คือ การพิมพ์สกรีน และด้วยวิวัฒนาการของเทคโนโลยีดิจิทัล ในอนาคตจะมีการพิมพ์โดยใช้การพิมพ์ระบบพ่นหมึก หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าอิงก์เจ็ต เข้ามาแทนที่การพิมพ์สกรีน การพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์อิงก์เจ็ต โดยเฉพาะเครื่องพิมพ์หน้าแคบ เหมาะสำหรับการพิมพ์จำนวนน้อย ที่ต้องการลายแปลกตา หลากหลายรูปแบบและลวดลาย และพิมพ์ได้รวดเร็วทันใจ เหมาะอย่างยิ่งสำหรับการผลิตสิ่งพิมพ์ที่ระลึกบนผ้าไหมสำหรับนักท่องเที่ยว หรือผู้มาเยือนในระยะเวลาสั้น ๆ เนื้อหาเหล่านี้จะได้นำเสนอต่อไป

เอกสารอ้างอิง

นันทยา ยานุเมศ และคณะ. ศัพท์เคมีสิ่งทอ. บริษัท คลาเรียนท์ เคมีคอลซ (ประเทศไทย) จำกัด, ๒๕๔๕, ๗๖ หน้า.

สุพรรณี บุญเรือง มนตรี รัตนวิจิตร และชัชวาลย์ งามศรี. บทที่ ๕ การเตรียม การย้อม การพิมพ์ และการตกแต่งสำเร็จ จากคู่มือวิชาการสิ่งทอ. บริษัท ทีทีไอเอส จำกัด, ๒๕๔๑, หน้า ๒๒๖-๓๐๔.

A Board of Editors from the American Association of Textile Chemists and Colorists, Chapter 9 Application to Fibers Other Than Cotton, The Application of Vat Dyes, AATCC Monograph No.2, American Association of Textile Chemists and Colorists, 1953, p. 169-170.

American Association of Textile Chemists and Colorists, AATCC Technical Manual, 1989, p. 61.

Gary Mock. Fundamentals of Dyeing and Printing. North Carolina State University, 1985, 205 pages.

IQ Design & Décor Co., Ltd., Production of Silk, http://iqproducts.8m.com/production.

Abstract : Silk

Asst. Prof. Usa Sangwatanaroj, PhD
Department of Materials Science, Faculty of Science,
Chulalongkorn University
Prof. Suda Kiatkamjornwong, PhD
Associate Fellow of the Academy of Science,
The Royal Institute, Thailand

This article concerns the process of degumming, bleaching and dyeing of silk. Silk sericin has to be removed before dyeing or printing to enhance dye absorption and evenness. Silk sericin removed by the appropriate techniques can be used to improve fabric properties and for other applications. Many methods are used for dyeing silk, including fiber, yarn, and fabric dyeing using various machines. To improve dyeing efficiency, synthetic dyes are used for silk dyeing. Out of various synthetic dyes currently in use, acid dye is commonly used whereas vat dye, basic dye, and direct dye can also be used for silk dyeing. Dyeing with synthetic dyes is simple. It offers various color shades and provides good dyeing results including high color strength and evenness, and high colorfastness. This article describes the characteristics of various dyes used for silk dyeing.

Key words : acid dye, vat dye, basic dye, direct dye