

บทที่ 2

ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็นหัวข้อ ดังนี้

- การย้อมสี
- นนทรี
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การย้อมสี (dyeing)

การย้อมสีเป็นกระบวนการที่เกิดจากการทำให้รงควัตถุเกาะติดบนวัตถุที่ถูกย้อม ดังนั้น ในการย้อมสีจะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบอย่างน้อย 2 ส่วน คือ สีย้อม (dye) กับวัตถุที่ถูกย้อม คือเส้นด้ายฝ้าย ทั้งนี้ในการย้อมสีจะต้องพิจารณาถึง สีย้อม เส้นใยฝ้าย กระบวนการย้อม

สีย้อม (dyes)

คำว่า สี (colorant) นั้น มีอยู่ 2 คำที่ก่อให้เกิดความสับสนและแยกกันไม่ออก คือ รงควัตถุ (pigment) กับสีย้อม (dye) (Zollinger, 1991, p.1)

รงควัตถุ เป็นสารเคมีที่มีสีในตัวเอง เป็นการพิจารณาที่กว้างกว่า โดยรวมกลุ่มของสีย้อมเข้าด้วยกัน

สีย้อม เป็นสารเคมีที่มีสมบัติดูดกลืนแสงในช่วงแสงที่มองเห็นได้ คือ อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 400 – 750 นาโนเมตร สีที่ปรากฏจะเป็นสีเติมเต็มของสีที่ถูกดูดกลืน การแบ่งชนิดของสีย้อมอาจจะแบ่งได้หลายแบบตามเกณฑ์ เช่นแบ่งตามวิธีการย้อม จะแบ่งได้ 5 ชนิด คือ

1. Direct dyes เป็นสีย้อมที่ละลายได้ในน้ำ ถ้าเป็นกรดจะอยู่ในรูปเกลือโซเดียม ถ้าเป็นเบสจะอยู่ในรูปไฮโดรคลอไรด์ การย้อมจะใช้การย้อมร้อน เหมาะสำหรับการย้อมเส้นใยขนสัตว์ไม่เหมาะกับการย้อมเส้นด้ายฝ้าย

2. Mordant dyes เป็นการย้อมที่ใช้สารช่วยติดสีที่เรียกว่า mordant ซึ่งเป็นไฮดรอกไซด์หรือ basic salt ของ อลูมิเนียม เหล็ก หรือ โครเมียม ทั้งนี้ mordant ที่ใช้มักให้อยู่ในรูป เกลืออะซิเตตหรือเกลือฟอร์เมตที่ละลายน้ำได้ แล้วจึงผ่านไอน้ำเข้าไปไฮโดรไลซ์ให้เป็นโลหะไฮดรอกไซด์ ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับสีย้อม จะได้สารที่เรียกว่า lake ซึ่งไม่ละลายน้ำ ทำให้สีคงทนต่อการซัก

3. Ingrain dyes หรือ Developed dyes มีสมบัติไม่ละลายน้ำ จะเกิดปฏิกิริยากับเส้นใย ทำให้สีติดทน เช่น ใช้เส้นใยจุ่มในสารละลายแอนทอลแล้วจุ่มในสารละลาย diazonium salt จะได้สีย้อม azo dye

4. Vat dyes เป็นสีที่ไม่ละลายน้ำในสภาวะปกติ แต่เมื่อถูกรีดิวซ์ด้วย sodium thiosulfite จะสามารถละลายน้ำได้ จึงมีขั้นตอนการย้อมที่ละลายในสีที่ละลายน้ำได้ก่อน แล้วทำการออกซิไดส์กลับเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น สีคราม

5. Sulfur dyes เป็นสีที่เกิดจากสารผสมของฟินอลหรือ aniline กับซัลเฟอร์หรือโลหะพอลิซัลไฟด์ ให้ความร้อนแล้วรีดิวซ์ด้วย sodium sulfide เมื่อย้อมเส้นใยแล้วนำไปผึ่งในอากาศจะเกิดการออกซิไดส์

นอกจากนี้ ยังอาจแบ่งสีตามแหล่งกำเนิด แบ่งเป็นสีย้อมตามธรรมชาติ กับสีย้อมสังเคราะห์ สำหรับสีย้อมธรรมชาติ จะมีทั้งสีที่เป็น

สีอนินทรีย์ (inorganic dyes) ได้จากแร่ธาตุต่าง

สีอินทรีย์ (organic dyes) ซึ่งส่วนมากเป็นสารไม่อิ่มตัว มีหมู่ไม่อิ่มตัวทำให้เกิดสี เรียกว่า chromophore สีอินทรีย์อาจแบ่งออกเป็นกลุ่มสี 6 กลุ่มสี (กุศธวัช ศรีจรรยาและกุลรัญญา พรหมเมืองของ, 2542, หน้า 3-4) ดังนี้

1. กลุ่มสีเฟลโวนอยด์ (flavonoids) เป็นรงควัตถุสีเหลือง มีสารจำพวก flavones เช่น luteolin quercetin และ kaempferol และสารจำพวก flavonols เช่น chlorflavonin

2. กลุ่มสีแอนโทไซยานิน (anthocyanins) เป็นรงควัตถุสีชมพู แดง ม่วง จนถึงสีน้ำเงิน พบในกลีบดอกและส่วนอื่น ๆ ของพืช เช่น กลีบเลี้ยง ใบ เปลือก ผล เช่น ดอกกุหลาบ ดอกอัญชัน ดอกเข็มแดง มีสมบัติในการเปลี่ยนสีในสภาพความเป็นกรด - เบส ที่มีค่า pH ต่าง ๆ

3. กลุ่มสีแซนโธน (xanthenes) เป็นรงควัตถุสีเหลือง เหมือนกลุ่มสีเฟลโวนอยด์ เป็นอนุพันธ์ของ benzophenone สารที่สำคัญในกลุ่มสีนี้ คือ gentish และ mangiferin ซึ่งเป็น glycoside

4. กลุ่มสีแอลคาลอยด์ (alkaloids) มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ indigo ให้สีน้ำเงินได้จากต้นคราม tyrain ให้สีม่วงแดง ได้จากเปลือกหอยหนามในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน

5. กลุ่มสีควิโนนอยด์ (quinonoids) มีพบมากในธรรมชาติ แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ เป็น กลุ่ม anthaquinone ให้สีแดง เช่น alzirin จากเข็มและแก่นต้นยอ laccaic acid จากครั่ง กลุ่ม naphthaquinone เช่น juglone จากเปลือกมันฮ่อให้สีเขียวถึงน้ำตาล lawsone จากใบเทียนให้สีน้ำตาลแดง alkanin จากต้น alkanet ให้สีแดง เป็นต้น

6. กลุ่มสีพอลิอิน (polyenes) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มี poly conjugated double bond ได้แก่ พากสาร terpenoids และ isopenoids

ในพืชยังมีกลุ่มสารชนิดหนึ่งที่สามารถให้สีได้ เรียกว่าแทนนิน (tannins) เป็นสารประเภท polyphenols แยกให้เป็นสารบริสุทธิ์ได้ยาก แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ

1. แทนนินเทียม (pseudotannins) มีขนาดโมเลกุลเล็ก มีสมบัติบางอย่างคล้ายกับแทนนินแท้ ได้แก่ gallic acid, catechin, chlorogenic acid เป็นต้น พบในเปลือกสีเขียว เมล็ดกาแฟ เมล็ด แผลงใจ เป็นต้น

2. แทนนินแท้ (true tannins) มีโมเลกุลขนาดใหญ่ มวลโมเลกุลอยู่ระหว่าง 1,000 – 5,000

สำหรับการสกัดสารที่ให้สีจากพืช สามารถทำได้หลายวิธี เช่น

1. merceration เป็นการสกัดสารโดยการหมักพืชกับตัวทำละลายที่นิยมใช้มักเป็น สารละลายด่าง เพื่อกำจัดไขมันออกจากพืช โดยแช่พืชกับสารละลายด่างในภาชนะ ปิดทิ้งไว้ 7 วัน โดย ทำการเขย่าหรือคนบ่อย ๆ แล้วทำการรินสารที่สกัดออกทำการบีบเอาสารสกัดออกจากกากพืชให้ ได้มากที่สุด รวบรวมสารที่สกัดได้ไปกรอง ทำการสกัดหลาย ๆ ครั้ง

2. percolation เป็นการสกัดแบบต่อเนื่องด้วย percolator โดยนำพืชตัวอย่างมาบดให้ ละเอียดหมักกับตัวทำละลายแล้วค่อย ๆ ใส่พืชตัวอย่างลงใน percolator แล้วเติมตัวทำละลายลงไป ให้มีระดับสูงกว่าพืชตัวอย่างครึ่งเซนติเมตร ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เพื่อให้พืชพองตัวเต็มที่ แล้วบีบเอาสาร สกัดออกให้มากที่สุด

3. soxlet extraction เป็นการสกัดแบบต่อเนื่องด้วยตัวทำละลายจุดเดือดต่ำ ที่ถูกให้ ความร้อนจนระเหยเป็นไอแล้วกลั่นตัวลงไปราดลงบนพืชตัวอย่างที่ใส่ไว้ใน thimble เมื่อตัวทำละลาย มีระดับสูงขึ้นจนล้นและถูกดูดลงไปยังขวดรูปชมพู่ที่ใส่ตัวทำละลายไว้ โดยตัวทำละลายได้สกัดสาร ออกมาด้วย

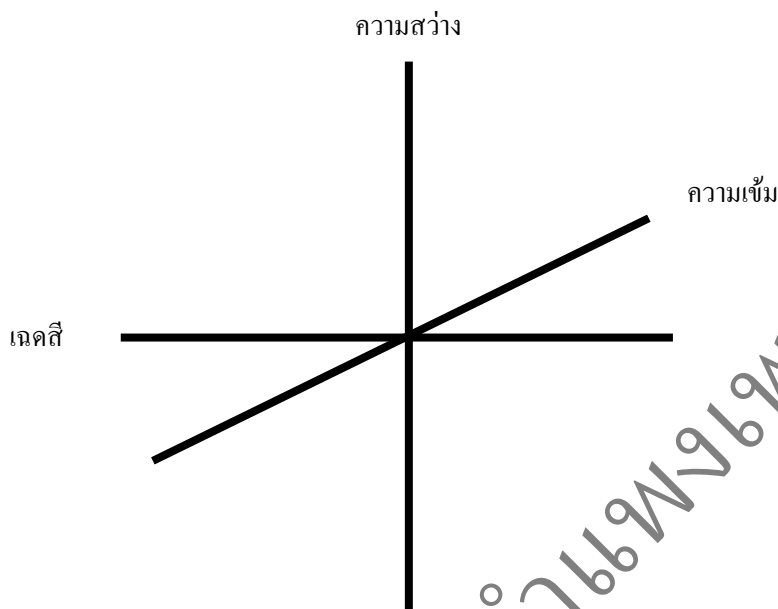
4. liquid-liquid extraction เป็นการสกัดด้วยตัวทำละลายซึ่งเป็นของเหลว 2 ชนิดที่ไม่ ละลายเข้าด้วยกัน จะแยกเป็นชั้นออกจากกัน

เป็นค่าที่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างสี 2 สี ที่มีเฉดสีใกล้เคียงกัน โดยมี ระบบการวัดค่าสีขึ้นที่นิยมใช้มี 2 ระบบ (Zollinger, 1991. pp. 40-49) คือ

ระบบ Munsell เป็นระบบค่าสีพื้นฐาน อาศัยสมบัติการมองเห็น 3 ประการ คือ

1. ความสว่าง (lightness หรือ value) เป็นความสว่างของสี
2. ความเข้ม (saturation หรือ chroma)
3. เฉดสี (hue) คือ สีที่มนุษย์เรามองเห็น 10 สี คือ แดง (R) แดงเหลือง (RY) เหลือง (Y) เหลืองเขียว (YG) เขียว (G) เขียวน้ำเงิน (GB) น้ำเงิน (B) น้ำเงินม่วง (BP) ม่วง (P) และม่วงแดง (PR)

สมบัติทั้ง 3 ประการดังกล่าว สามารถนำมาจัดเป็นตัวแปรในระบบพิกัดฉาก ที่แกนของพิกัดฉากแทนสมบัติทั้ง 3 แต่ละแกนตั้งฉากซึ่งกันและกัน ดังรูป



ค่าสีที่วัดได้ในระบบ Munsell จะมีทั้งตัวอักษรและตัวเลขเป็นชุดสามของเฉดสี ความสว่าง และความเข้ม เช่น 7.5 R9/2 หมายถึง สีนี้ เฉดสีมีค่า 7.5 (สีแดงออกเหลือง) ความสว่างเป็น 9 (มีสีอ่อน) และ ความเข้มเป็น 2 (ยังไม่อิ่มตัว) สีนี้จึงมองเห็นเป็นสีชมพูซีด เป็นต้น

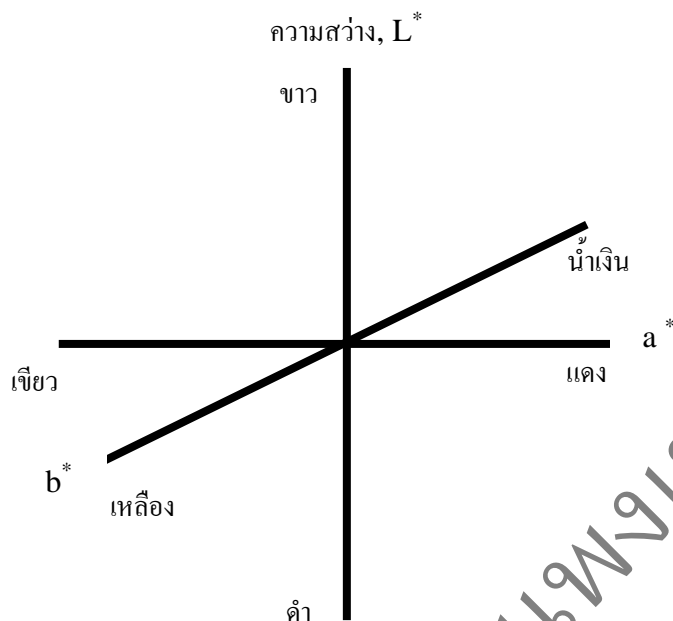
ระบบ CIELAB เป็นระบบค่าสี มีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน
2. วัตถุมีสีที่ต้องการวัดค่าสี สามารถกระจายแสงออกมายังตัวตรวจหา
3. ผู้วัด

ค่าที่วัดได้ในระบบ CIELAB คือ

- ความสว่าง (L^*) มีค่า 0–100 สีที่มีความสว่าง, $L^* = 0$ เป็นสีดำ (มืด)
 $L^* = 100$ เป็นสีขาว (สว่าง)
- ค่า a^* เป็นค่าบอกสี แดง–เขียว โดย สีแดง มีค่า a^* เป็นบวก
สีเขียว มีค่า a^* เป็นลบ
- ค่า b^* เป็นค่าบอกสีเหลือง–น้ำเงิน โดย สีเหลือง มีค่า b^* เป็นบวก
สีน้ำเงิน มีค่า b^* เป็นลบ

ซึ่งค่าทั้งสามนี้เป็นตัวแปรที่สามารถนำมาทำเป็นระบบพิกัดฉาก เหมือนกับระบบพิกัดฉากในวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ ดังนี้



ค่าที่วัดได้จะแสดงถึงพิกัดในปริภูมิของระบบ CIELAB นี้

นอกจากนี้ ระบบ CIELAB ค่า a^* และ b^* ยังสัมพันธ์กับค่าเฉดสีและความเข้มของสีในระบบ Munsell ทำให้ได้ค่าอีก 2 ค่า คือ มุมเฉดสี (hue angle, h^*) และความเข้ม (chroma, C^*) ค่ามุมเฉดสี, h^* มีหน่วยเป็นองศา บอกตำแหน่งของปริภูมิสี ดังนี้

$h^* = 0$ องศา แสดงว่าเป็น สีแดง

$h^* = 90$ องศา แสดงว่าเป็น สีเหลือง

$h^* = 180$ องศา แสดงว่าเป็น สีเขียว

$h^* = 270$ องศา แสดงว่าเป็น สีน้ำเงิน

ค่าความเข้ม, C^* บอกความสดไสของสีที่ความสว่างหนึ่ง ๆ หาได้จาก

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

กระบวนการย้อมสี

ในการย้อมสีเส้นใยผ้า สามารถทำได้ 2 วิธี ใหญ่ ๆ คือ

1. การย้อมโดยตรง (direct dyeing) เป็นการย้อมโดยการละลายสีย้อม ในตัวทำละลาย เช่น น้ำ แล้วนำไปต้ม หรือละลายสีในตัวทำละลาย อื่น ๆ แล้วจุ่มเส้นใยลงไปแช่ทิ้งไว้ ให้เส้นใยดูดซับ

สีเข้าไปในเส้นใย แล้วเติมสารช่วยย้อม เช่น เกลือแกง หรือ เกลือ โซเดียมซัลเฟต เพื่อให้สีย้อมติดเส้นใยได้ดีและทนทาน

2. การย้อมโดยวิธีใช้สารช่วยติดสีที่เรียกว่า มอร์แดนต์ (mordant) เป็นการย้อมโดยแช่เส้นใยลงสารละลายของสารช่วยย้อมก่อน แล้วจึงค่อยนำเส้นใยไปย้อมสีด้วยการต้มเกลือ ในสารทำละลายสีที่อุ่น

ในการย้อมแต่ละวิธี ข้างต้นยังมีกรรมวิธีย่อย ๆ ได้แก่

การย้อมร้อน

เป็นการย้อมโดยที่มีการให้ความร้อนควบคู่ไปในกระบวนการย้อม ซึ่ง การใช้อุปกรณ์ในการย้อมผ้า นั้น หม้อย้อมควรใช้หม้อสแตนเลส หรือหม้อเคลือบ หรือกระทะใบบัว ไม่ควรใช้หม้ออะลูมิเนียม และควรเลือกขนาดให้เหมาะสมกับการย้อมผ้า หรือเส้นด้าย ไม้กวานผ้าหรือเส้นด้ายควรทำด้วยไม้ที่มีขนาดใหญ่พอที่จะรับน้ำหนักเส้นด้ายเปียก ในหม้อย้อมได้ ตะละมังหรือถังพลาสติกสำหรับล้างผ้าหรือเส้นด้ายก่อนย้อมและหลังย้อม และเตาไฟจะเป็นเตาถ่านเตาฟืนหรือเตาแก๊สก็ได้

1. เตรียมวัตถุดิบ เช่น เปลือก เนื้อ แก่น ราก กิ่ง หรือใบไม้ทุกชนิด ควรสับให้ละเอียด ผล เมล็ด หรือเหง้าใต้ดิน หรือครึ่ง ต้องนำมาตำให้ละเอียด จากนั้นนำมาใส่ในหม้อย้อมเติมน้ำ ให้ท่วมวัตถุดิบและกะให้น้ำท่วมผ้าหรือเส้นด้ายด้วยในตอนย้อม แช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน จะช่วยให้การสกัดสีทำได้ง่าย พืชสดให้ใช้น้ำหนักประมาณ 4 เท่า ถ้าเป็นพืชแห้งใช้ประมาณ 2 เท่าของน้ำหนักผ้าหรือเส้นด้าย

2. การเตรียมน้ำย้อม จากนั้นก็นำมาต้มให้เดือดอย่างน้อยประมาณ 1 ชั่วโมง หรือสังเกตดูว่าน้ำสีในหม้อย้อมเข้มข้นได้ที่แล้วก็ให้กรองเอาแต่น้ำสีเพื่อไปใช้ในการย้อม

3. การย้อม ให้นำน้ำสีที่กรองเรียบร้อยแล้วไปต้มอีกครั้งหนึ่งแต่น้ำเดือดอ่อนๆ (สังเกตดูมีไอน้ำขึ้น) ขั้นตอนนี้อาจต้องการใส่สารในการประกอบย้อมผ้าพร้อมกับการย้อมให้เลือกใส่สารประกอบที่ต้องการ (เช่น เกลือแกง สารส้มปูน น้ำด่าง น้ำกรดจากพืชที่มีรสเปรี้ยว น้ำพืชที่ให้แทนนิน วิธีทำนำพืชไปต้มในน้ำเปล่า 30 นาทีก่อนแล้วจึงกรองน้ำนำมาใช้) ในปริมาณที่กำหนดใส่ลงในหม้อย้อมผ้า คนให้ละลายให้เข้ากับสีย้อมผ้า

จากนั้นให้นำผ้าหรือเส้นด้ายที่ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว (ควรแช่น้ำให้เปียกแล้วบิดให้หมาดก่อนย้อมทุกครั้ง เพราะจะทำให้เส้นด้ายสามารถดูดน้ำสีย้อมได้ดีและเร็วขึ้น และทำให้สีติดที่เส้นใยได้ง่าย) ใส่ลงไป ต้มนานประมาณครึ่งชั่วโมง หรือสังเกตดูว่าสีติดที่ผ้าหรือเส้นด้ายเข้มข้นอย่างที่เรต้องการ แต่คอยหมั่นกลับผ้าบ่อยๆเพื่อให้สีซึมเรียบสม่ำเสมอและคอยยกผ้าให้โดนอากาศบ้างจะช่วยให้สีติดง่ายและติดทนขึ้น จากนั้นยกหม้อลงแช่ทิ้งไว้ให้เย็น พืชบางอย่างทิ้งไว้ 1 คืน จะช่วยให้สีติดดีขึ้น

ถ้าต้องการใส่สารประกอบในการข้อมผ้า หลังข้อมให้ละลายสารประกอบที่ต้องการตาม ปริมาณที่กำหนด ถ้าเป็นสารเคมีควรละลายในน้ำอุ่นก่อนเพื่อละลายได้ดีขึ้น นำผ้าที่ผ่าน การข้อมสีบิด ให้หมาดกระตุกให้ตึง 2-3 ครั้ง จึงนำมาขย้าน้ำสารประกอบที่เตรียมไว้เวลาใช้ ขึ้นอยู่กับว่า ต้องการสีเข้มหรือจางประมาณ 15-30 นาที แต่ถ้าเป็นแทนนินจากพืชจะใช้เวลาน้อย เช่น การข้อม ผางแล้วนำมาข้อมต่อในน้ำมะเกลือจะใช้เวลาประมาณครึ่งนาที จะเปลี่ยนเป็นสีชมพูเป็นสีบานเย็นนาน กว่านี้สีจะมีค จากนั้นนำไปบิดให้หมาดกระตุกให้ตึง 2-3 ครั้ง ผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำมาฝามาซักในน้ำ สะอาดจนน้ำใสแล้วนำไปสับัด ใช้แขนสองข้างดึงเส้นด้ายแล้วกระตุกให้ตึง 2-3 ครั้ง นำไปตากในที่ ร่มหรือกลางแดด

การข้อมซ้ำ ถ้าสีที่ข้อมเสร็จแล้วยังได้สีที่จางหรือมีรอยด่าง เนื่องจากสีติดไม่เสมอกันก็ สามารถแก้ไขได้โดยนำไปข้อมซ้ำสีเดิมก็ได้สีที่เข้มและมีความคงทนมากขึ้น หรือจะเปลี่ยนเป็นสีอื่น ข้อมทับกันก็ได้จะให้สีใหม่ที่แปลกตา ในการข้อมแต่ละครั้งควรจดข้อมูลและเก็บตัวอย่างผ้าไว้ทุกครั้ง เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการข้อมครั้งต่อไป ซึ่งเมื่อได้ผ้าที่ต้องการแล้ว สามารถนำไปทดสอบหาความ ทนต่อแสงอย่างง่ายด้วยการตัดตัวอย่างฝามาชิ้นเล็กๆนำวัสดุที่บดแสงมาปิดที่ ผ้าตัวอย่างครึ่งหนึ่งแล้ว นำไปวางตากแดด 7 วัน นำผ้าที่โดนแสง ถ้าผ้าที่โดนแดดสีซีดน้อยมากหรือไม่เหมาะสมต้อง ทดลองและปรับปรุงให้มีคุณภาพอย่างที่ต้องการต่อไป (ศูนย์บริการข้อมูลเทคโนโลยีที่เหมาะสม สำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, หน้า 1-4)

วิธีการข้อมสีผ้าฝ้ายด้วยวัสดุธรรมชาติ วัสดุดิบที่นำมาใช้ในการข้อมและสีที่ได้จากเปลือกไม้ แห้ง และผลผลิตจากต้นไม้ที่ใช้ในการข้อมสีธรรมชาติมีหลากหลายชนิด ได้แก่ เปลือกไม้ประคูดู ให้สี น้ำตาล น้ำตาลแดง เปลือกไม้เหียง ให้สีชา เปลือกสะเดา ให้สีกะปิ สีปูนแห้ง ใบหูกวางผสมกับโคลน ให้สีเทา สีเทาอมเหลือง ใบหูกวาง ให้สีเหลืองอ่อน ใบสบานเสื่อ ให้สีเขียวอ่อน ใบสัก ให้สีชา ใบมะม่วง ให้สีเขียวอมเหลือง ดอกถั่วเงาะ ให้สีโอโรส ดอกอัญชัน ให้สีม่วง สีฟ้า สีน้ำเงิน กาบมะพร้าว ลูกหมาก ให้สีแดงอมชมพู ขมิ้นให้สีเหลือง ลูกมะเดื่อ ให้สีเทาดำ ใบข้อม ให้สีฟ้าคราม ขั้นตอนการข้อมสี ธรรมชาตินั้น เริ่มจากนำเปลือกไม้หรือวัสดุธรรมชาติที่ต้องการมาสับแช่น้ำทิ้งไว้ โดยใช้ น้ำ 50 ลิตร ต่อ เปลือกไม้ 30 กิโลกรัม ทิ้งไว้ 3 คืน แล้วนำมาต้มประมาณ 1-2 ชั่วโมง กรองน้ำเก็บไว้ใช้ กากที่เหลือ นำไปตากแห้งทำเป็นเชื้อเพลิง จากนั้นนำฝ้ายที่มัดแล้วไปล้างน้ำทำความสะอาด แช่ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้น จึงนำฝ้ายมาต้มกับน้ำใบยูคาลิปตัสเพื่อเป็นสีรองพื้นและช่วยให้สีธรรมชาติติดกับเนื้อฝ้าย ต้มประมาณ 30 นาที จึงนำไปตากในที่ร่มจนเย็น นำฝ้ายที่ต้มรองพื้นแล้วนำมาต้มกับสีธรรมชาติที่เตรียมไว้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง ขณะที่ต้มต้องหมั่นพลิกกลับไปมา เพื่อให้สีข้อมซึมเข้ากับเนื้อฝ้ายได้ทั่วถึง นำฝ้ายที่ข้อมสี เสร็จแล้วไปตากในที่ร่ม จึงนำไปซักกับน้ำเปล่าให้สะอาดอีกรอบหนึ่ง แล้วนำไปกระตุกสีที่เตรียมไว้ เช่น น้ำด่าง (น้ำจืดเก่า) น้ำปูนแดง น้ำโคลน น้ำ สนิม น้ำจุนสี น้ำสารส้ม ตามสีที่ต้องการ แช่ทิ้งไว้ ประมาณ 30 นาที นำไปซักน้ำเปล่าให้สะอาด นำฝ้ายที่ซักสะอาดไปแช่น้ำป้องกันสีตก และให้สีคงทน

แช่ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที นำไปตากที่ร่ม สิ้นสุดขั้นตอนการย้อมสีธรรมชาติ จากนั้นจึงนำไปทอเป็นผืนผ้า

เส้นใยฝ้าย (COTTON FIBERS)

เส้นใยที่นิยมใช้ในปัจจุบันที่ใช้มากที่สุดคือ เส้นใยฝ้าย ประมาณ 44% ของผลิตภัณฑ์จากเส้นใยทั้งหมด การใช้เส้นใยจากฝ้ายเริ่มต้นในประเทศอินเดียเมื่อประมาณ 3,000 ปีก่อนคริสตกาล แล้วกระจายไปยังอียิปต์ จีนและดินแดนในแปซิฟิกใต้ จนถึงช่วงปฏิวัติอุตสาหกรรมที่มีการผลิตเครื่องปั่นฝ้าย ทำให้การใช้เส้นใยฝ้ายเพิ่มขึ้น จนถึงปัจจุบันการผลิตและการบริโภคฝ้ายในประเทศต่าง ๆ ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 การผลิตและบริโภคฝ้ายในประเทศต่าง ๆ ในปี 2545

ประเทศ	ปริมาณการผลิต (พันตัน)	ปริมาณการบริโภค (พันตัน)
สหรัฐอเมริกา	3.8	1.7
อินเดีย	2.5	3
ปากีสถาน	1.8	1.9
ตุรกี	0.9	1.4
บราซิล	0.7	0.9
อินโดนีเซีย	0.4	0.6
จีน	4.8	5.9

ที่มา : [http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Cotton fibers.](http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Cotton%20fibers)

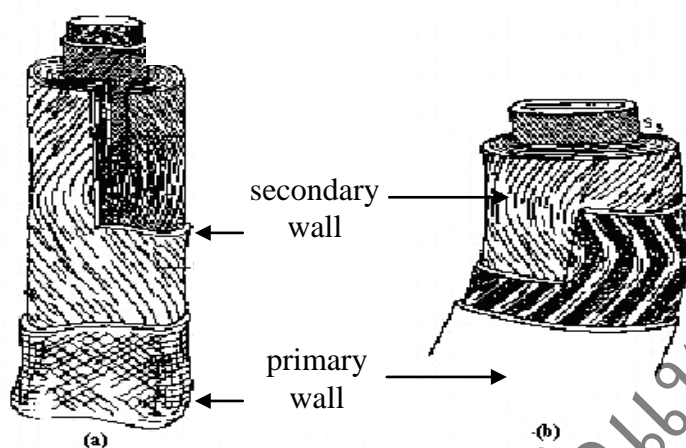
ลักษณะเฉพาะของเส้นใยฝ้าย

เส้นใยฝ้ายเป็นเส้นใยเซลลูโลส มีลักษณะเฉพาะพิเศษ หลายประการ ดังนี้

- นุ่มสบายมือ
- สามารถดูดซึมได้ดี ดัดสีได้ พิมพ์ได้ด้วยสี
- ซักได้ด้วยเครื่องซักทำความสะอาดได้และแห้งได้เร็ว
- แข็งแรง
- จัดและตกแต่งได้

- สามารถเย็บเป็นเสื้อผ้าได้ดี

เส้นใยฝ้ายแต่ละเส้นมีลักษณะเป็นชั้น ดังรูป



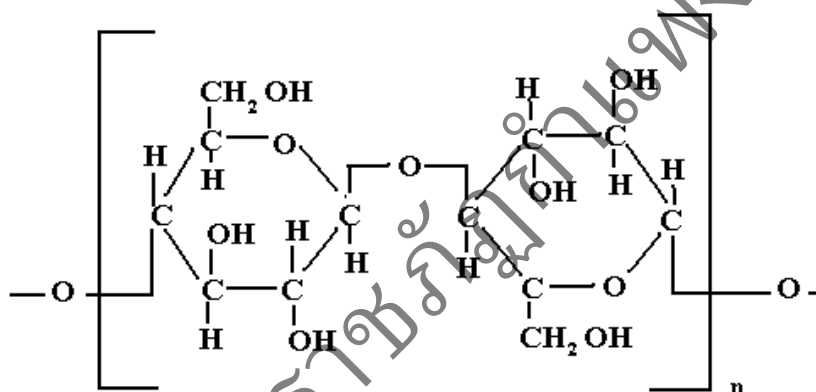
ชั้นที่เป็นเปลือกนอกแยกจากตัวเส้นใยประกอบด้วยไซและเพคติน ส่วนชั้นที่เป็นผนังปฐมภูมิประกอบด้วยเส้นใยที่เป็นผลึกเซลลูโลส ชั้นทุติยภูมิของเส้นใยยังแบ่งออกเป็น 3 ชั้นย่อย ทุกชั้นย่อยเหล่านี้มีลักษณะเป็นเส้นใยที่ยึดพันกันเป็นเกลียว มีวามเป็นมุม 25 – 30 องศา มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนชั้นในสุดเรียกว่า ลูเมน (lumen) ประกอบด้วยน้ำและส่วนประกอบของเซลล์ ได้แก่ นิวเคลียสและไซโทพลาสม

องค์ประกอบของเส้นใยฝ้ายดิบ ประกอบด้วย สารต่าง ๆ ดังตาราง

องค์ประกอบ	ปริมาณ (%)
Cellulose	80-90%
Water	6-8%
Waxes and fats	0.5 - 1%
Proteins	0 - 1.5%
Hemicelluloses and pectin's	4 - 6%
Ash	1 - 1.8%

เมื่อนำเส้นใยฝ้ายดิบมาทำปฏิกิริยากับโซดาไฟ (NaOH) พวกไขมันจะเกิดปฏิกิริยา สะปอนิฟิเคชัน (saponification) รวมถึงพวกเพคตินและสารที่ไม่ใช่เซลลูโลสจะถูกกำจัดออกไป สิ่งเจือปนต่าง ๆ จะถูกกำจัดออกไปหมดด้วยการชะล้าง และเมื่อนำไปทำปฏิกิริยากับสารฟอกสีซึ่งเป็นสารออกซิไดส์ จะกำจัดสีธรรมชาติของเส้นใยออกไป นอกจากนี้การชุบด้วยสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่เรียกว่า mercerization โดยการจุ่มเส้นใยฝ้ายใน สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 18 – 25 % ซึ่งจะช่วยให้สภาพเส้นใยฝ้ายในด้านการดูดซับ ทำให้เส้นใยมีความสดใสงาม ทั้งนี้หลังจากการชะล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เส้นใยฝ้ายจะมีปริมาณเซลลูโลสถึง 99%

เซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยกลูโคสปราศจากน้ำ (anhydrous glucose) เป็นมอนอเมอร์เชื่อมด้วยพันธะ 1,4 – glycosidic bond ดังรูป



หมู่ hydroxyl (OH) บนพอลิเมอร์แต่ละเส้นจะสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างเส้น ทำให้เส้นใยฝ้ายมีองศาของการเกิดพอลิเมอร์ (degree of polymerization) อยู่ระหว่าง 9,000 – 15,000 ลักษณะของเซลลูโลสในเส้นใยฝ้ายจึงเป็นผลึกที่สามารถตรวจสอบได้ด้วย X – ray diffraction , infrared spectroscopy และ การหาความหนาแน่น

สมบัติทางเคมีของเส้นใยฝ้าย

เนื่องจากองค์ประกอบสำคัญของฝ้ายคือเซลลูโลส ซึ่งเป็นสารประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน ใยฝ้ายจึงถูกทำลายได้ง่ายจากการทำปฏิกิริยากับสารเคมีต่าง ๆ ได้ดี เช่น

1. เมื่อถูกกรดแก่ เช่นกรดเกลือ (HCl) กรดซัลฟิวริก (H₂SO₄) ใยฝ้ายจะเป็นเป็นสารเหนียวหนืด หรือเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก (HNO₃) จะได้เซลลูโลสไนเตรตซึ่งเป็นวัตถุระเบิด
2. กรดอ่อนเช่น กรดซิตริก (citric acid) กรดแอสिटิก (acetic acid) จะไม่ทำลายเส้นใยฝ้าย
3. สารที่เป็นด่างไม่ว่าด่างแก่ หรือด่างอ่อนไม่ทำลายเส้นใยฝ้าย

4. สารที่เป็นตัวออกซิไดส์อย่างแรง เช่น ด่างทับทิม (KMnO_4) โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaClO) จะสามารถเปลี่ยนเส้นใยฝ้ายเป็นออกซีเซลลูโลส (oxycellulose) ซึ่งมีความเหนียวลดลง ดังนั้นการซักฝ้ายฝ้ายที่ใช้สารฟอกมากเกินไปจะทำให้ผ้าฝ้ายขาดง่าย

5. รังสีอัลตราไวโอเลตในแสงแดดสามารถทำให้เซลลูโลสในเส้นใยฝ้ายเปลี่ยนเป็น oxycellulose ถ้าตากผ้าฝ้ายในแสงแดดนาน 2 สัปดาห์ เส้นใยฝ้ายจะทนต่อแรงดึงลดลงถึง 50%

นนทรี



นนทรีเป็นพันธุ์ไม้พระราชทานเพื่อปลูกเป็นมงคลจังหวัดฉะเชิงเทรา ก่อนข้างโตเร็ว ปลูกง่าย แข็งแรง ทนทาน เหมาะ สำหรับปลูกประดับอาคารสถานที่ หรือสองข้างถนนหนทาง ให้ร่มเงาและป้องกันลมได้ดี รูปทรงและดอกงดงาม ใช้เป็นร่มเงาในสวนกาแฟ ได้ดีมาก เพราะเป็นต้นไม้ตระกูลถั่ว ช่วยบำรุงดินให้อุดมสมบูรณ์ขึ้นด้วย นิยมปลูกเป็นไม้ประดับตามอาคารและสถานที่

ชื่อสามัญ : Moulmein Lancewood ชื่อวิทยาศาสตร์ *Peltophorum dasyrrhachis* (Miq.) Kurz

วงศ์ : LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE

ชื่ออื่น : อะราง ร้าง อะล้าง คางรูง ซ้ำขม

รูปร่างลักษณะ

นนทรีเป็นไม้ต้น ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงถึง 15 - 30 เมตร เรือนยอดเป็นรูปทรงกลมทึบ มีเปลือก สีเทาหรือเทาอมน้ำตาล ก่อนข้างเรียบหรือแตกเป็นสะเก็ดเล็ก ๆ เปลือกในสีน้ำตาลปนแดง ใบเป็นช่อแบบขนนกสองชั้น เรียงสลับกัน แขนงตรงข้ามกัน 5 - 9 คู่ แต่ละก้านมีใบย่อยเล็ก ๆ คล้ายใบกระถินขึ้นตรงข้ามกัน 6 - 18 คู่ แผ่นใบย่อยรูปขอบขนานเบียวกว้าง 0.5 - 1 เซนติเมตร ยาว 1 -

2.5 เซนติเมตร ปลายใบมนเว้าตื้น ๆ ตรงกลาง ท้องใบมีขนสีน้ำตาล แดงเล็กน้อย ดอกมี สีเหลือง ออกเป็นช่อ ห้อยลง ยาว 15 - 30 เซนติเมตร ออกตามกิ่ง ห้อยระย้าลงสู่พื้นดิน ผลเป็น ฝักแบน รูป บรรทัดแถมรูปใบหอก สีน้ำตาลแดง กว้าง 2 - 4 เซนติเมตร ยาว 10 - 15 เซนติเมตร แต่ละฝักมี เมล็ด เรียงตามขวางกับฝัก 4 - 8 เมล็ด รูปหอก หัวและท้ายฝักสอบแหลม ฝักแก่จะไม่แตกอำ้ออกจากกัน

นิเวศวิทยา ขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ ตามชายป่าดิบแล้งทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคเหนือ เป็น พันธุ์ไม้เบิกนำที่โตเร็วชนิดหนึ่งของป่าดิบแล้ง สามารถขึ้นได้บนพื้นที่เสื่อมโทรม และ ขึ้นตามป่าโปร่งขึ้น

การออกดอก ผลิดอกพร้อมกับใบอ่อน ระหว่างเดือนมกราคม - มีนาคม ฝักแก่ประมาณเดือน เมษายน - พฤษภาคม

การขยายพันธุ์ โดยใช้เมล็ด

วิธีปฏิบัติต่อเมล็ดและการเพาะเมล็ด

1. แช่กรดซัลฟูริก ความถ่วงจำเพาะ 1.84 นาทีก่อน 15-30 นาที เมล็ดงอกเกิน 90 %
2. แช่น้ำร้อนเดือด 10 - 15 นาที เทน้ำเย็นลงคน ปลดทิ้งค้างไว้ 1 คืน หรือแช่ในน้ำร้อน อุณหภูมิ 70 °C - 80 °C เป็นเวลา 16 ชั่วโมง
3. เพาะลงในแปลงเพาะแบบหว่านกระจายหรือเพาะโดยโรยเมล็ดเป็นแถว

ข้อสังเกตและผลการทดลอง

1. เมล็ดเริ่มงอกภายใน 7 วัน
2. ขนาดของกล้าย้ายชำสูงประมาณ 1 นิ้วครึ่ง อายุประมาณ 20-30 วัน
3. ขนาดของกล้าย้ายปลูกลงสูงประมาณ 7 - 8 นิ้ว อายุ 3 เดือน
4. ชำยกกล้าไม้ขนาดใหญ่ที่เหลือค้างแปลงใช้วิธีกรอกดิน

ประโยชน์ เนื้อ ไม้สีชมพูอ่อนหรือน้ำตาลแกมชมพู เป็นมันเลื่อม เสี้ยนตรงหรือเป็นลูกคลื่น ใช้ ทำสิ่งก่อสร้าง เครื่อง เรือ เปลือกมีรสฝาด ในทางสมุนไพร ตำราแพทย์แผนไทยใช้เปลือกของลำต้น นนทรีซึ่งมีรสฝาด กินกลุ่มเสมหะและ เลือด แก้บิด แก้ท้องร่วง ขับลมผาย นอกจากนั้นยังใช้สมาน แผลสดด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศไทย

นวลศรี เขตโสภณ (2547) ได้ทำการศึกษาการการสกัดสีข้อมจากไม้ฝางและดอกกระเจี๊ยบ สำหรับย้อมผ้าฝ้าย การวิจัยครั้งนี้เพื่อสกัดสีข้อมจากไม้ฝางและดอกกระเจี๊ยบ โดยใช้อัตราส่วนของ ตัวอย่างน้ำ 1 ต่อ 30 สกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำน้ำสีที่สกัดได้มาวัด หา ความยาวคลื่นและค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ สำหรับไม้ฝางที่ ความยาวคลื่น 288 นาโนเมตร ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดเท่ากับ 0.486 และดอกกระเจี๊ยบ ที่ ความยาวคลื่น 289 นาโนเมตร ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดเท่ากับ 0.371 จากนั้นนำน้ำสีที่สกัดได้จากไม้ ฝางและดอกกระเจี๊ยบมาย้อมผ้าฝ้ายที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที ผลที่ได้ คือ น้ำ สีที่สกัดได้จากไม้ฝางและดอกกระเจี๊ยบสามารถใช้ย้อมผ้าฝ้ายได้และเฉดสีที่ได้จากการย้อมขึ้นอยู่กับค่า พีเอช โดยค่าพีเอชที่เหมาะสมคือ 6.54 สำหรับไม้ฝางและ 2.84 สำหรับดอกกระเจี๊ยบ สารมอร์แดนท์ ที่ใช้ในการย้อมติดสีผ้าฝ้ายมีดังนี้ โปแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟตให้สีเลือดหมู, คอปเปอร์ซัลเฟตให้สี ม่วง, โปแทสเซียมไดโครเมตให้สีน้ำตาลเข้ม สำหรับการทำ pre-mordant ส่วนการทำ after-mordant โปแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟตให้สีชมพู, คอปเปอร์ซัลเฟตให้สีชมพูแดง, โปแทสเซียมไดโครเมตให้ สีน้ำตาล สำหรับไม้ฝางและสำหรับดอกกระเจี๊ยบ การทำ pre-mordant จะให้สีชมพูอ่อนทั้งหมดและ การทำ after-mordant ให้สีครีม เมื่อนำไปทดสอบความคงทนต่อการซักที่อุณหภูมิ 42 ± 2 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที อ่านค่าเมื่อเทียบกับเกรย์สเกลพบว่า ไม้ฝางที่ทำมอร์แดนท์ด้วย โปแทสเซียมไดโครเมตมีการติดบนผ้าฝ้ายดีกว่า คอปเปอร์ซัลเฟต และโปแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ตามลำดับและการทำมอร์แดนท์แบบ after-mordant ให้ผลการติดสีดีกว่าการทำ pre-mordant ส่วน ดอกกระเจี๊ยบไม่คงทนต่อการซัก

เนาวรัตน์ สอดแสงอรุณงาม (2547) ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิจัยครั้งนี้เพื่อ สกัดสีข้อมธรรมชาติจากรากยอสำหรับย้อมผ้าฝ้าย โดยใช้อัตราส่วนรากยอต่อ น้ำ 1:20 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที พบว่าน้ำสีที่ได้มีสีส้มแดงวัดค่า pH ได้ 8.50 ถึง 9.00 นำน้ำสีที่ ได้มาวัดการดูดกลืนแสงสูงสุด ด้วยเครื่อง UV –Visible spectrophotometer พบว่าที่ความยาวคลื่น 289.5 นาโนเมตร มีการดูดกลืนแสง 0.136 เฉดสีที่ได้จากการย้อมขึ้นอยู่กับชนิดของมอร์แดนท์ โดย รากยอที่ใช้สารโปแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์ให้สีส้ม สารคอปเปอร์ซัลเฟตให้สีม่วง อ่อน และสารโปแทสเซียมไดโครเมตให้สีชมพูอ่อน นำผ้าที่ย้อมได้มาทดสอบความคงทนต่อการซัก กับสารละลายผงซักฟอก 5 g/L ที่อุณหภูมิ 42 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดด้วยเกรย์สเกลของการติดสีข้อมธรรมชาติ พบว่า ค่าความคงทนต่อการติดสีที่ทำมอร์แดนท์ที่เป็นสาร โปแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต และสารโปแทสเซียมไดโครเมตให้ผลความคงทนต่อการซักดีเมื่อทำ

การข้อมแบบทำมอร์แดนท์หลังการข้อมสำหรับการสกัดสีจากดอกดาวกระจายใช้อัตราส่วนดอกดาวกระจายต่อน้ำ 1:20 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที พบว่าน้ำสีที่ได้มีสีส้มแดง วัดค่า pH ได้ 6.70 ถึง 7.60 นำน้ำสีที่ได้มาวัดการดูดกลืนแสงสูงสุดด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer พบว่าที่ค่าความยาวคลื่น 288.5 นาโนเมตร มีการดูดกลืนแสง 0.460 เมื่อนำน้ำสีที่ได้มาข้อมผ้าฝ้าย พบว่า เจลสีที่ได้จากการข้อมขึ้นอยู่กับชนิดของมอร์แดนท์ โดยดอกดาวกระจายที่สารโพแทสเซียมอะลูมิเนียมเป็นมอร์แดนท์ให้สีส้มอ่อน สารคอปเปอร์ซัลเฟตสีส้มแดง และสารละลายผงซักฟอก 5 g/l ที่อุณหภูมิ 42 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที พบว่า ผ้าฝ้ายที่ข้อมด้วยสีธรรมชาติจากดอกดาวกระจายไม่มีความคงทนต่อการซัก

ปาเจรา พัฒนถาวร, นิสารัตน์ ทวีวรรณ, พลอย เหลืองไฟโรจน์ และ ไวลเกอร์ รอสบาต (2550) ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการข้อมสีธรรมชาติด้วยเทคโนโลยีการสร้างสารอนินทรีย์ชั้นบาง เทคโนโลยีการสร้างสารอนินทรีย์ชั้นบาง (Inorganic Thin Layer Technology; ITLT) ถูกนำมาปรับแต่งผิวเส้นใยธรรมชาติ เพื่อลดปริมาณสารมอร์แดนท์ที่ใช้ในการข้อมสีธรรมชาติ โดยการสร้างชั้นบางของซิลิกอนไดออกไซด์เกาะบนผิวเส้นใยจากกระบวนการ Sol-Gel ของ Tetraethoxysilane (TEOS) ซึ่งกระจายเสถียรในตัวกลางน้ำ จากนั้นเชื่อมโยงกับโครงสร้างชั้นสองของสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะซึ่งสามารถยึดกับโมเลกุลของสีธรรมชาติได้ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้เทคนิค ITLT เพื่อปรับแต่งผิวเส้นใยธรรมชาติ 2 ชนิด คือ ไหม และฝ้าย และศึกษาประสิทธิภาพการข้อมสีธรรมชาติที่สกัดจาก แก่นฝาง ใบทุกงวง และผลมะเกลือโดยใช้สารมอร์แดนท์ คือ สารส้ม (Alum; $\text{Al}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) และจุนสี (Copper Sulfate; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) พบว่าการปรับแต่งผิวเส้นใยธรรมชาติด้วยเทคนิค ITLT สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการติดสีข้อมของเส้นใยและเพิ่มสมบัติความคงทนของสีต่อการซักล้างและแสงแดดสูงขึ้น โดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 1 ระดับ จากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะด้วยเทคนิค Inductively Coupled Plasma (ICP) พบว่าสามารถลดปริมาณการใช้สารมอร์แดนท์ในการข้อมสีธรรมชาติจากเดิม 1% โดยเฉลี่ยของน้ำหนักผ้า เหลือเพียง 0.03 % โดยเฉลี่ยของน้ำหนักผ้า และพบว่าการปรับแต่งผิวเส้นใยธรรมชาติด้วยเทคนิค ITLT จะเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับสารมอร์แดนท์ โลหะบนผิวเส้นใยได้ถึง 80 % โดยเฉลี่ยของปริมาณสารมอร์แดนท์เริ่มต้นในน้ำข้อม จึงเป็นการลดปริมาณสารมอร์แดนท์โลหะที่เหลือในน้ำทิ้ง และพบว่าสามารถลดปริมาณสารมอร์แดนท์โลหะบนเส้นใยข้อมธรรมชาติเหลือเพียง 0.02 % โดยเฉลี่ยของน้ำหนักผ้า จากการวัดเจดสีด้วยเครื่อง Color Spectrophotometer พบว่าเมื่อใช้สารมอร์แดนท์โลหะต่างชนิดกันจะมีความแตกต่างของเจดสีธรรมชาติที่ข้อมได้

ราตรี บุญมี (2551) ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการข้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากเปลือกนนทรี พบว่า ค่า L^* , a^* และ b^* ของเส้นด้ายฝ้ายที่ใช้โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟตและเฟอร์รัสซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์มีค่าเป็นบวกทั้งหมด แต่ค่า L^* ที่ใช้โพแทสเซียมอะลูมิเนียม

ซัลเฟตเป็นสารมอร์แดนต์จะมีสีที่สว่างกว่าใช้เฟอร์รัสซัลเฟตเป็นสารมอร์แดนต์ และค่า a^* ที่ใช้โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต มีความเป็นสีแดงมากกว่าใช้ เฟอร์รัสซัลเฟต เป็นสารมอร์แดนต์ และค่า b^* พบว่า ใช้โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต เป็นสารมอร์แดนต์ มีความเป็นสีเหลืองมากกว่าใช้ เฟอร์รัสซัลเฟตเป็นสารมอร์แดนต์ ซึ่งการใช้ โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟตจะได้เจดสีส้ม- น้ำตาลแดง และการใช้ เฟอร์รัสซัลเฟต จะได้เจดสีน้ำตาลอ่อน-น้ำตาลเข้ม จากการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักฟอกและต่อแสงแดด พบว่าการปรับสภาพเส้นด้ายฝ้ายด้วยสารละลาย แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่มีค่าโลหะ Ca ต่อน้ำหนักเส้นด้ายฝ้ายคิดเป็นร้อยละ 4 โดยใช้ โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซัลเฟต 0.01 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ เป็นมอร์แดนต์ และใช้เฟอร์รัสซัลเฟต 0.1 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นมอร์แดนต์ โดยการข้อมน้ำสีจากเปลือกนทรีก่อนแล้วข้อมสารมอร์แดนต์จะมีความคงทนดีที่สุด

หทัยรัตน์ กองศิริเรือง (2547) ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีข้อมจากดอกคำฝอยและแก่นขนุนสำหรับข้อมผ้าฝ้าย การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาทดลองการข้อมผ้าฝ้ายด้วยสีธรรมชาติ โดยการสกัดสีข้อมจากดอกคำฝอยและแก่นขนุนการสกัดน้ำสีจากดอกคำฝอย ใช้อัตราส่วน 1:30 สกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง น้ำสีที่สกัดได้มีลักษณะเป็นสีเหลือง มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.80 – 6.20 นำน้ำสีที่สกัดได้มาวัดด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 401.5 นาโนเมตร พบว่ามีการดูดกลืนแสงสูงสุด 0.755 นำผ้าฝ้ายมาข้อม แล้วทดสอบความคงทนต่อการซัก พบว่าผ้าฝ้ายที่ข้อมด้วยน้ำสีจากดอกคำฝอยไม่มีความคงทนต่อการซัก สำหรับการสกัดน้ำสีจากแก่นขนุน ใช้อัตราส่วน 1:20 สกัดอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง น้ำสีที่สกัดได้มีลักษณะเป็นสีเหลือง มีค่า pH อยู่ในช่วง 7.20-7.90 นำน้ำสีที่สกัดได้มาวัดด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 287.5 นาโนเมตร พบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด 0.257 นำผ้าฝ้ายมาข้อมโดยการต้มมอร์แดนต์ ซึ่งการข้อมแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 เป็นการต้มมอร์แดนต์ก่อนการข้อม และกลุ่มที่ 2 เป็นการต้มมอร์แดนต์ที่เป็นโพแทสเซียมไดโครเมต แบบการต้มมอร์แดนต์หลังการข้อม มีค่าความคงทนต่อการซักในระดับดี เมื่อเทียบกับเกรย์สเกล

งานวิจัยในต่างประเทศ

Morais, L.C., Freitas, O.M., Gonc,anves, E.P., Vasconcelos, L.T. และ Gonzalez Beca, G. (1998) ได้ศึกษาการกำจัดสีที่ตกค้างในน้ำทิ้งโดยใช้เปลือกยูคาลิปตัสซึ่งมีสมบัติเป็นตัวดูดซับ ภายใต้สภาวะต่าง ๆ ของ อุณหภูมิ pH เริ่มต้น ความเข้มข้นของ sodium chloride และปริมาณของเปลือกยูคาลิปตัส แต่ผลการทดลองในช่วงแรกพบว่า ปริมาณของเปลือกยูคาลิปตัส ไม่มีผลต่อการดูดซับสี ส่วนอุณหภูมิ pH เริ่มต้น ความเข้มข้นของ sodium chloride มีผลต่อการดูดซับ ในขั้นต่อมา จึงใช้ อุณหภูมิ pH เริ่มต้น ความเข้มข้นของ sodium chloride และความเข้มข้นของสี และปริมาณเปลือกยูคาลิปตัส เป็นตัวแปรในการศึกษา โดยการแปรค่าตัวแปรเหล่านี้ได้การทดลองถึง 2⁵ การทดลองพบว่า ตัวแปรต่าง ๆ ดังกล่าวมีผลต่อการดูดซับเรียงลำดับได้ดังนี้ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสี มากกว่าปริมาณเปลือกยูคา

ลิปตัส มากกว่าค่า pH มากกว่าความเข้มข้นของ sodium chloride มากกว่าอุณหภูมิ และจากการทดลอง ขนานกับการดูดซับด้วย ถ่านกัมมันต์ พบว่า เปลือกยูคิปตัสสามารถดูดซับสีในน้ำทิ้งเป็นครึ่งหนึ่งของ ถ่านกัมมันต์

Guinot, Pauline, Gargadennec, Annick, Valette, Gilles, Fruchier, Alain และ Andary, Claude.(2007) ได้ทำการสกัดฟลาโวนอยด์ปฐมภูมิจากดอกดาวเรือง และทำการแยก patulitrin(1) กับ patuletin(2) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของฟลาโวนอยด์แล้วศึกษาโครงสร้างด้วย NMR กับ HPLC – MS แล้วนำไปเป็นย้อมสีของเส้นด้ายขนสัตว์ พบว่า ส่วนที่เป็น aglycone (2) ในเฟลโวนอยด์สามารถติดกับ เส้นด้ายดีกว่าส่วนที่เป็น glucoside (1) นอกจากนี้ยังพบว่า อิทธิพลของภูมิอากาศก็มีผลต่อชีวสังเคราะห์ สารเหล่านี้ โดยเฉพาะภูมิอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนียนช่วยเพิ่มกระบวนการชีวสังเคราะห์สารทั้งสอง สูดท้ายได้มีการศึกษาหาตัวละลายที่เหมาะสมสำหรับการสกัดแยกสารทั้งสองพบว่า สารผสม น้ำ - เอทานอลมีประสิทธิภาพในการสกัดแยกสารทั้งสองออกจากดอกดาวเรือง ได้ดีที่สุดใน

Gorensek, M., Urbas, R., Strnad, S. และ Parac-Osman, D. (2007) ได้ทำการประเมินการ ดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตของเม็ดสีธรรมชาติ โดยการหาค่า ปัจจัยป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet protection factor, UPF) และโทนสีขาจะเป็นตัวบ่งชี้การมีอยู่ของเม็ดสีธรรมชาติของ สารตัวอย่างที่ยังดิบ สารตัวอย่างที่ใช้ศึกษาได้แก่ เส้นใยฝ้ายที่บางเบาถูกฟอกสี แล้วทำการย้อมสี วดหา เจดสีในระบบ CIE แล้วคำนวณหาปัจจัยการปกคลุม (cover factor) พบว่า ผ้าที่ทอจากฝ้ายดิบให้ UPF 2.5 เท่าของผ้าที่ได้จากฝ้ายที่ฟอกสี แม้ว่าทั้ง 2 ตัวอย่างจะมีปัจจัยปกคลุมเกือบเท่ากัน

Bechtold, T., Mahmud Ali, A และ Musak, R. (2007) ได้ทำการสกัดแยกสี anthocyanin จาก กากองุ่นเพื่อนำมาย้อมเส้นใย พบว่า ปริมาณ anthocyanin ในกากองุ่นมีความเข้มข้นถึง 24.5 – 126 mg /litre ขึ้นอยู่กับชนิดขององุ่น แล้วนำสีที่สกัดได้ไปย้อมเส้นใยด้วยวิธีการย้อมสารช่วยย้อมก่อน (pre mordant dyeing) ได้สีม่วงแดงที่ติดกับเส้นใยได้ดี จากการวัดค่าในระบบ CIE และ Kubelka – Munk พบว่า ความเข้มข้นของ anthocyanin ที่สกัดได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มของสี

Ali, S., Nisar, N. และ Hussain, T. (2007) ได้ทำการสกัดสีธรรมชาติจากยูคาลิปตัสแล้วนำไป ย้อมเส้นด้ายฝ้ายโดยการย้อมตรง พบว่า ความสามารถในการติดสีขึ้นอยู่กับวิธีการย้อม

Chairat, M., Bremner, J.B. และ Chantrapromma, K. (2007) ได้ทำการศึกษาย้อมสี เส้นด้ายฝ้ายและ ไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกมังคุดแห้ง พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสี จากเปลือกมังคุด คือใช้สารละลาย 15% w/v ของกรด citric ในอัตราส่วนผงเปลือกมังคุด : ตัวทำละลาย 1 : 4 ที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สำหรับการย้อมเส้นด้ายด้วยน้ำย้อมดังกล่าว ใช้อัตราส่วน เส้นด้าย : น้ำย้อม 1 : 25 ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สำหรับวิธีการย้อมพบว่า การย้อมสารช่วย ย้อมภายหลังโดยใช้ iron(II) sulphate กับ calcium hydroxide ไม่เพียงแต่ช่วยให้สีเข้มแต่ยังช่วยให้สีมี ความคงทนต่อการซักและแสงแดดอีกด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการย้อมโดยใช้สารช่วยย้อมชนิดอื่น ๆ เช่น สารส้ม zinc tetrafluoroborate หรือ ไม่ใช้สารช่วยย้อม

จะเห็นว่า การวิจัยย้อมสีเส้นใยด้วยสีย้อมจากธรรมชาติ มีกระบวนการย้อมที่ใช้มอร์แดนต์ หลากหลายชนิด โดยมีรูปแบบการย้อมที่เป็น การย้อมมอร์แดนต์ก่อนย้อมน้ำย้อม การย้อมมอร์แดนต์ พร้อมย้อมน้ำย้อม และการย้อมมอร์แดนต์หลังย้อมน้ำย้อม