

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษากระบวนการเพิ่มจำนวนเซลล์ย้อมธรรมชาติจากเมล็ดกาแฟ มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย หัวข้อต่อไปนี้

1. เส้นไหม
2. สีย้อมทึบจากวัสดุธรรมชาติ
3. สีย้อม
4. ค่าสี
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เส้นไหม



รูปที่ 2.1 เส้นไหม

องค์ประกอบของเส้นไหม

เส้นไหม คือ เส้นใยโปรตีนธรรมชาติ เส้นไหมประกอบด้วยโปรตีน 2 ชนิด คือ ไฟโบรอิน (Fibroin, $C_{15}H_{26}N_6O_6$) ซึ่งใช้ในการทอเป็นผืนผ้า และกาวยไหม เรียกว่า เซรีซิน (Sericin, $C_{15}H_{23}N_5O_8$) ที่ทำหน้าที่เป็นกาวยเคลือบเส้นไฟโบรอิน ซึ่งเป็นเส้นใยต่อเนื่องจำนวน 2 เส้นให้ยึดติดกัน นอกจากนี้คือ ส่วนประกอบอย่างอื่น ได้แก่ ไขมัน น้ำมัน แร่ธาตุต่างๆ และสีที่ปรากฏตามธรรมชาติ เป็นต้น องค์ประกอบหลักของเส้นไหมมีปริมาณดังนี้คือ

ไฟโบรอิน (Fibroin)	70 - 80 %
เซรีซิน (Sericin)	20 - 30 %
ไขมัน แวกซ์ (Cere)	0.4 - 0.8 %
สารไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon)	1.2-1.6 %
สารสี (Pigment)	0.2 %
ปริมาณเถ้า (Ash)	0.7 %

เส้นไหมเกิดจากส่วนของต่อมไหม ในช่วงระยะที่เป็นตัวหนอน ต่อมไหมมีอยู่ในตัวไหมมาตั้งแต่กำเนิด แต่จะพัฒนาอย่างรวดเร็วในช่วงหนอนไหมวัยที่ 5 ส่วนของต่อมไหม (silk gland) ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1. Spinneret เป็นส่วนท่อพ่นเส้นใยไหม อยู่ด้านข้างของปากไหมทำหน้าที่พ่นใยไหมออกมาภายนอกตัวหนอน เป็นตัวกำหนดขนาดความโตของเส้นไหมว่ามีขนาดเส้นโตเท่าใด ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ไหม อุณหภูมิ และความชื้น มีส่วนเกี่ยวข้องกับขนาดความโตของเส้นด้วยเช่นเดียวกัน

2. Filippi's gland มีอยู่สองข้างด้านในของ Spinneret ทำหน้าที่ควบคุมบังคับการพ่นเส้นใยของต่อมไหม หรือทำหน้าที่เป็นประตูเปิดปิดบังคับการพ่นเส้นใย

3. Anterior division เป็นส่วนที่ต่อจากท่อพ่นเส้นใยไหมกับต่อมไหมส่วนกลางมีความยาว 35-40 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 0.05-0.30 มิลลิเมตร ทำหน้าที่สร้างกากไหม (Sericin) เคลือบส่วนของ Fibroin

4. Middle division เป็นต่อมไหมส่วนกลาง ซึ่งเป็นส่วนใหญ่ที่สุด มีขนาดความยาว 60-65 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.20-2.50 มิลลิเมตร ทำหน้าที่ผลิตสารโปรตีน Fibroin ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของเส้นไหม และต่อมไหมส่วนกลางนี้ยังมีการแบ่งเป็นสามส่วนย่อย

5. Posterior division เป็นส่วนหลังของต่อมไหม ที่ต่อออกมาจากส่วนกลางยังไม่ทราบหน้าที่แน่ชัด มีลักษณะเป็นท่อยาว 200-250 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.40-0.80 มิลลิเมตร

เส้นไหมเมื่อยังอยู่ในตัวของหนอนไหม จะมีลักษณะเป็นของเหลวอยู่ในต่อมไหม เมื่อต่อมไหมเจริญเต็มที่จนเข้าไปเบียดส่วนของกระเพาะอาหาร ทำให้ไม่สามารถกินอาหารต่อไปได้จึงเกิดกระบวนการบีบตัวเองให้ของเหลวในต่อมไหมพ่นออกมาทางรูพ่นเส้นใยไหม การทำให้สารเหลวเปลี่ยนสภาพเป็นเส้นไหมแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 เป็นระยะเริ่มเคลื่อนสาร Fibroin ออกจากต่อมไหมส่วนหลังตอนกลาง ในระหว่างนี้ หนอนไหมจะลดปริมาณน้ำออกจากสาร Fibroin จาก 84 เปอร์เซ็นต์ เหลือประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้สารนี้แข็งตัวขึ้น และความชื้นที่ถูกขับออกไปนี้จะถูกถ่ายออกนอกตัวไหมในรูปปัสสาวะก่อนการทำรังของหนอนไหม

ระยะที่ 2 เป็นระยะที่สาร Fibroin เคลื่อนตัวไปยังท่อพ่นไหมซึ่งเป็นรูแคบ สาร Fibroin จะถูกเป่าผ่านรู Spinneret และเกิดตกผลึกแข็งเป็นเส้นใยตามขนาดเส้นใยและรูปร่างของรูที่พ่นออกมานั้น ในขั้นนี้ Sericin มีส่วนร่วมที่สำคัญในเส้นไหม โดย Sericin จะสังเคราะห์และเคลื่อนตัวจากส่วนหน้าของต่อมไหม สาร Sericin มีส่วนประกอบของน้ำอยู่ประมาณ 86 เปอร์เซ็นต์ และจะเคลื่อนตัวไปยัง Spinneret พร้อมกับ Fibroin โดยเคลือบอยู่รอบนอก Fibroin ทำหน้าที่สำคัญสองอย่าง คือ

1. เป็นสารหล่อลื่นให้แก่การเคลื่อนตัวของ Fibroin เพื่อลดการเสียดสีของสารนี้กับต่อมไหมเนื่องจาก Fibroin มีลักษณะค่อนข้างแข็งและมีความฝืดสูง

2. ทำหน้าที่เป็นกาวธรรมชาติ เชื่อมแต่ละเส้นไหมเข้าด้วยกัน เป็นรูปรัง

ลักษณะและส่วนประกอบของเส้นไหม

เส้นไหมที่หนอนไหมพ่นออกมานั้น ประกอบด้วยสาร Sericin และ Fibroin มีคุณสมบัติเป็นสารโปรตีน เกิดจากการรวมตัวของ amino acid หลายชนิด ซึ่งมาจากการสังเคราะห์ของต่อมไหม

คุณสมบัติของ Sericin ซึ่งผลิตได้จากต่อมไหมส่วนหน้า ทำหน้าที่เหมือนกาวและสารหล่อลื่นแก่สารซึ่งเป็นตัวเส้นไหม สารนี้จะเป็นส่วนของสีเส้นไหมในกรณีซึ่งพันธุ์ไหมนั้นๆ มีสี เช่น สีเหลือง เหลืองอมน้ำตาล เหลืองอมเขียว เป็นต้น Sericin จะละลายน้ำได้เพียงเล็กน้อย นอกจากส่วนของรังไหมสีเขียวยังตกสีในน้ำร้อนทั้งหมด ปริมาณของ Sericin เคลือบเส้นไหมที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดและพันธุ์ไหม เช่น ไหมพันธุ์ bivoltine ได้แก่ พันธุ์จิน ญี่ปุ่น จะมี Sericin 20-30 เปอร์เซ็นต์ การปรับปรุงพันธุ์ไหมได้

พยายามลดปริมาณของสาร Sericin ลง เพื่อให้ผลผลิตเส้นไหมสูง และสาวไหมได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังจะลดต้นทุนเกี่ยวกับสารเคมีและระยะเวลาฟอกขาวไหมให้น้อยลงด้วย การทดสอบปริมาณของ Sericin ในสมัยก่อนทำได้โดยการหาน้ำหนักของเส้นไหมไปฟอกเอาสาร Sericin ออกด้วยการต้มกับสารที่มีสภาพเป็นด่าง เช่น Ca(OH)_2 , NaOH เป็นต้น และนำกลับมาชั่งน้ำหนักที่ขาดหายไป คือ สาร Sericin แต่ในปัจจุบันการตรวจสอบสาร Sericin ทำได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น โดยการส่องด้วยรังสีเอ็กซ์เรย์ และรังสีอินฟราเรด เป็นต้น

คุณสมบัติของ Fibroin ผลึกโปรตีนนี้เกิดจากการรวมตัวของ amino acid พวก glycine, alanine และ serine ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นเป็น turorine และสารอื่นอีกเล็กน้อย สาร Fibroin เป็นผลึกแข็งทนต่อการซักล้าง เป็นสิ่งที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทอเป็นผืนผ้า โดยปกติสาร Fibroin เป็นสีขาวขุ่น ไหมผลิตจากต่อมไหมส่วนในปริมาณมากเพียงใดขึ้นอยู่กับพันธุ์ไหม และการเอาใจใส่เลี้ยงดู

ประเภทเส้นไหม

เส้นไหมนั้นเกิดจากส่วนของต่อมไหม ต่อมไหมมีอยู่ในตัวหนอนไหมมาตั้งแต่กำเนิด แต่จะพัฒนาอย่างรวดเร็วในช่วงหนอนไหมวัย 5 เส้นไหมเมื่อยังอยู่ในต่อมไหมจะมีลักษณะเป็นของเหลว เมื่อต่อมไหมเจริญเต็มที่จะเข้าไปเบียดส่วนของกระเพาะอาหาร จะทำให้หนอนไหมไม่สามารถกินอาหารต่อไปได้ ต่อมไหมจะเกิดกระบวนการบีบตัวเองให้ของเหลวที่อยู่ข้างในพุ่งออกมาทางรูพ่นเกิดเป็นเส้นใยไหมขึ้น

การสาวไหม จะทำการสาวไหมโดยการแยกเปลือกรังไหมชั้นนอกและชั้นใน ทำให้ได้เส้นไหม ประเภทต่างๆ คือ

1. เส้นไหมหีบ หรือไหมเปลือก

เป็นเส้นไหมที่ได้จากรังไหมชั้นนอก รวมทั้งใยไหม นิยมใช้เป็นเส้นพุ่งในการทอผ้าและพิธีกรรมต่างๆ ลักษณะเส้นไหมจะใหญ่มาก มีปมปม และเนื้อหยาบแข็ง เนื่องจากมีกาวไหมเยอะเมื่อสาวเอาไหมหีบออกจากรังไหมแล้วจะตัดรังไหมออกจากหม้อต้มมาพักไว้ก่อน จากนั้นจึงจะนำรังไหมนั้นไปสาวเอาไหมน้อย หรือไหมเครือต่อไป

2. เส้นไหมสาวเลย หรือเส้นไหมรวด

เป็นเส้นไหมที่ได้จากการสาวควบกันทั้งใยและเส้นใยส่วนนอกของรังไหมไปจนถึงเส้นใยส่วนในของรังไหมให้เสร็จในคราวเดียวไม่แบ่งชั้นของไหม เส้นไหมที่สาวได้จึงมีทั้งส่วนที่เป็นไหมหีบและไหมน้อยรวมอยู่ด้วยกัน เส้นไหมจึงไม่เรียบ หยาบ และมีขนาดไม่สม่ำเสมอ แต่ถ้าผู้สาวไหมที่มีชำนาญมากจะสาวได้เส้นไหมที่สม่ำเสมอดีเกือบเท่าไหมน้อยเลย ไหมสาวเลยนี้ปัจจุบันไม่เป็นที่ต้องการของตลาด เพราะเมื่อนำมาทอเป็นผ้าจะได้ผ้าไหมที่ไม่สวยเรียบเหมือนไหมน้อย

3. เส้นไหมน้อย หรือไหมเครือ หรือไหมยอด

เป็นเส้นไหมที่ได้จากการเปลือกรังไหมชั้นในหลังจากสาวเอาไหมหีบหรือไหมเปลือกออกไปแล้ว การสาวเอาไหมน้อยนั้นจะต้องเปลี่ยนน้ำต้มก่อนจึงนำรังไหมลงต้ม เส้นไหมที่ได้จะมีลักษณะเส้นเรียบ ขนาดสม่ำเสมอ สีสม่ำเสมอ รวมตัวกลม สะอาดไม่มีสิ่งปลอมปน นุ่มมือเมื่อสัมผัส นิยมใช้เป็นเส้นยืนในการทอผ้า เมื่อทอเป็นผืนผ้าแล้วเนื้อผ้าจะนุ่ม เรียบ มีความลื่นมันของเส้นไหมในระดับดีมาก มีความนุ่มนวลดี เส้นไหมมีความเหนียวสามารถนำมาทำเป็นเส้นยืนและเส้นพุ่งได้ ระดับความสม่ำเสมอของสีเส้นไหมดี สีเส้นไหมเป็นสีเหลืองทอง

4. เส้นไหมแลง

เป็นเส้นไหมที่อยู่เปลือกรังไหมชั้นในสุดจนเกือบจะถึงตัวดักแด้ เส้นไหมจะมีขนาดเล็ก นิยมนำไปทอเป็นผ้าขาวม้า ที่เรียกว่า ไหมแลง เนื่องจาก สมัยก่อนการสาวไหมนั้นชาวบ้านจะนิยมทำในตอนเช้า เมื่อสาวเอาไหมน้อยไปแล้ว แต่ยังเห็นว่าพอจะสาวเอาเส้นไหมออกจากรังไหมได้อีก ก็จะนำรังไหมนั้นมาต้มและสาวเอาเส้นไหมอีก ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเย็นหรือยามแลงของวันที่สาวแล้ว จึงเรียกว่า ไหมแลง

เส้นไหมที่ใช้สำหรับการทอผ้า

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เส้นไหมยืน และเส้นไหมพุ่ง

1. เส้นไหมยืน คือเส้นไหมเรียบ (Raw silk) เป็นเส้นไหมที่ต้องนำมาตีเกลียวอีกครั้งหนึ่ง เช่น เส้นไหมขนาด 20/22 ดีเนียร์ จำนวน 3 เส้น หรือ 4 เส้น นำมาควบเพื่อตีเกลียวให้มีจำนวนเกลียว 330 เกลียวต่อเมตร ไหมเรียบเมื่อนำมาควบและตีเกลียวแล้วเรียกว่า ไหมควบ (Thrown silk) มีหลายขนาด เช่น 20/22/3, 20/22/4 และ 18/20/6 ดีเนียร์ขึ้นอยู่กับโครงสร้างผ้าที่ต้องการทอ เส้นไหมยืนอีกประเภทหนึ่ง คือ ไหมออร์แกนซิน (Organized silk) ตัวอย่าง เช่น เส้นไหมขนาด 20/22/4 Z850/S700 หมายถึงเส้นไหมเรียบขนาด 20/22 ดีเนียร์นำมาควบ 2 เส้นและตีเกลียว Z ให้มีจำนวนเกลียว 850 เกลียวต่อเมตร แล้วนำเส้นไหมที่ได้จากการตีเกลียว Z จำนวน 2 เส้นมาควบและตีเกลียว S อีกครั้งหนึ่งให้มีจำนวนเกลียว 700 เกลียวต่อเมตรเส้นไหมออร์-แกนซินมีหลายขนาด เช่นเดียวกันเมื่อควบตีเกลียวและอบเกลียวให้อยู่ตัวแล้วจึงนำไปฟอกขาวและย้อมสีก่อนที่จะนำไปเป็นเส้นยืน

2. เส้นไหมพุ่ง มี 2 ประเภท คือ เส้นไหมเส้นเดียวแต่มีขนาดใหญ่ ที่นิยมใช้กันมาก คือ ขนาด 150-200 ดีเนียร์เช่น เส้นไหมดูเปียนและเส้นไหมพื้นเมืองหรือไหมสาวมือ อีกประเภทหนึ่ง คือเส้นไหมควบตีเกลียว โดยการนำเส้นไหมดิบ (Raw silk) หลายเส้นมาควบตีเกลียวให้มีจำนวนเกลียวประมาณ 150-180 เกลียวต่อเมตร เพราะการที่จะสาวไหมให้ได้เส้นเดียวขนาดใหญ่ เช่น 150-200 ดีเนียร์ นั้นมีปัญหาทางด้านการควบคุมความสม่ำเสมอของเส้นไหมดังนั้นการใช้ไหมเส้นเล็กหลายเส้นมาควบตีเกลียวให้มีขนาดใกล้เคียงกับเส้นไหมเส้นเดียวขนาดใหญ่จะมีความสม่ำเสมอดีกว่าแต่ก็ให้คุณลักษณะของเนื้อผ้าที่แตกต่างกัน ถ้าพูดถึงเส้นไหมพุ่งโดยทั่วไปจะหมายถึงเส้นไหมเส้นเดียวที่มีขนาดใหญ่ แต่เวลาทอจะควบ 2 เส้น 4 เส้น เป็นต้น โดยไม่ตีเกลียวแล้วเรียกผ้าไหมชนิดนี้ว่าเป็นผ้าไหม 2 เส้น หรือ ผ้าไหม 4 เส้นถ้าเป็นผ้าไหมเนื้อหนาสำหรับทำผ้าม่านหรือบุเฟอร์นิเจอร์ก็อาจควบมากกว่า 6 เส้น

เส้นใย (Fiber)

เส้นใยไหม จัดอยู่ในประเภทเส้นใยจากธรรมชาติ

ใยธรรมชาติ (Natural fibers) แบ่งเป็น

1. ใยโปรตีน (Protein Fibers) ได้แก่ ไหม (Silk) ขนแกะ (Wool) ขนสัตว์อื่น (Specialty Hair Fibers)
2. ใยเซลลูโลส (Celluloseic Fibers) ได้แก่ ฝ้าย (Cotton) ปอกระเจา (Kenaf) เป็นต้น
3. ใยแร่ธาตุ (Mineral Fibers) ได้แก่ ใยหิน (Asbestos)
4. ใยยาง (Natural Rubber)

1.1 ปฏิริยาต่อเปลวเพลิง เส้นใยแต่ละชนิดจะมีปฏิริยาต่อเปลวเพลิง และเคมีแตกต่างกัน ทำให้สามารถจำแนกชนิดของเส้นใยได้ จากการเผาไหม้ โดยสังเกตจาก ปฏิริยาของเส้นใยเมื่อเข้าใกล้เปลวเพลิง เมื่ออยู่ในเปลวเพลิง เมื่อนำออกจากเปลวเพลิง และลักษณะของเถ้าถ่านโดยเส้นไหมเมื่อเข้าใกล้เปลวไฟ จะหดตัวไหมไฟ ลูกไหมช้าๆ ดับเองได้ เมื่อเผาไหม้จะมีกลิ่นฉุนเหมือนเส้นไหมไหมไฟ เถ้าถ่านเป็นก้อนมีตกลมดำปิบแตกเป็นผงถ่าน

59% ขึ้นไป ไม่ละลายในตัวทำละลาย กรดอะซิติก (กรดมด) กรดฟอสฟอริก กรดไฮโดรฟลูออริก

เส้นใยไหม เป็นเส้นตรงไม่กลม ผิวเรียบ มีลายแตกตามยาว ส่วนใหญ่รูปคล้ายสามเหลี่ยมมุมโค้งมนไม่ยืดหยุ่น

เส้นไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติประเภทเส้นใยโปรตีนประกอบด้วยเส้นไหมชั้นในซึ่งเป็นเส้นไหมแท้ที่ไม่ละลายน้ำร้อนและเส้นไหมชั้นนอกเป็นชั้นกาวไหมจะถูกทำลายได้ง่ายในสภาพต่าง(น้ำต่าง) กาวไหมจะละลายและหลุดออกได้ดีในน้ำร้อน (เดือด) แต่น้ำต่างเข้มข้นที่ร้อนจนเดือดจะทำลายเส้นไหมแท้ชั้นในด้วย ดังนั้นไม่ควรลอกกาวด้วยน้ำต่างที่เดือดจะทำให้เส้นไหมหดตัวและแตกฟูกบดกาวไหมจะติดสีเร็วและติดสีเข้มดีกว่าไหมแท้ (ไหมชั้นใน) แต่สีจะหลุดออกพร้อมๆ กับกาวได้ง่ายถ้าลอกกาวออกไม่ดีมีกาวเหลืออยู่เมื่อนำไปย้อมสีสีจะหลุดออกและทำให้สีเส้นไหมต่าง ดังนั้นในขั้นตอนการลอกกาวไหมควรต้องลอกกาวออกให้หมด และลอกกาวออกให้สม่ำเสมอเพื่อป้องกันการย้อมสีที่ต่าง

1. การเตรียมเส้นไหมและลอกกาไหม
2. การคัดเลือกวัตถุดิบและอุปกรณ์เพื่อย้อมสี
3. การสักรีดน้ำสีย้อมจากวัตถุดิบ
4. การย้อมสีไหม

วิธีการเตรียมใจใหม่เพื่อให้เส้นไหมพันกันระหว่างการดื่มทำความสะอาดและลอกกาบได้
สม่ำเสมอ ดังนี้

1. คัดเลือกเส้นไหมที่เป็นชนิดเดียวกันสีใกล้เคียงกันมีขนาดเส้นและวงเช็ดเท่ากัน
 2. การทำไฟไหมควรแบ่งมัดอย่างน้อย 4 ช่วงเพื่อรักษารูปทรงของเช็ดไหม
 3. ขยายไฟไหมและมัดปลายเส้นด้ายให้ยาวจากเช็ดไหมประมาณ 1 คืบหรือ 8 – 10 เซนติเมตร
- เพื่อให้เส้นไหมกระจายดีไม่พันกันในขณะที่ลอกกาและลอกกาได้สม่ำเสมอถ้าไหมไม่สม่ำเสมอควรแยกใส่คนละห้วงย่อยและให้พอกกาได้ง่ายพอกกาออกสม่ำเสมอการมัดไฟไหมกว้างเส้นไหมกระจายตัวดีทำให้พอกกาได้ง่ายและไหมไม่พันกัน

การลอกกาวย้ำด้วยน้ำต่างธรรมชาติ

ซีเถาที่นิยมใช้น้ำต่างลอกกาวยได้แก่ซีเถาจากผักโขมหนามเปลือกฝักนูนเปลือกฝักจั่วเปลือกมะพร้าวแห้งกล้วยซีเถารวมจากเตาเผา (ต้องไม่มีน้ำมัน) ซีเถาไม้ต่างๆ (ต้องเลือกไม้ที่ไม่ผุ) หรือซีเถาจากเตาเผาถ่านโดยซีเถาทั้งหมดนั้นจะต้องไม่รดน้ำหรือไม่โดนน้ำเลย

การเตรียมน้ำต่าง

1. ร่อนซีเถาด้วยตาข่ายเลือกเอาเศษถ่านเศษไม้ออก
2. เจาะรูที่ก้นภาชนะ (ถังพลาสติก) น้ำซีเถาที่ร่อนแล้วอัดลงในถังพลาสติกหรือภาชนะที่เจาะรูไว้ให้แน่นประมาณครึ่งถึงหรือ 3 ใน 4 ของถัง
3. นำถังที่อัดซีเถาแล้ววางซ้อนบนถังเปล่าอีกใบหนึ่ง
4. ค่อยๆเติมน้ำลงบนซีเถาจนน้ำท่วมเหนือซีเถาประมาณ 1 นิ้วรองจนกว่ามีน้ำหยดลงถึงที่รองรับอยู่ด้านล่างจึงเติมน้ำเพิ่มในถังซีเถาจนเต็มถึงรองเก็บน้ำต่างไว้ใช้ต่อไป วิธีนี้มักได้น้ำต่างน้อยแต่เข้มข้นเหมาะสำหรับใช้ก่อหม้อครามถ้าจะใช้ลอกกาวย้ำต้องเติมน้ำเพิ่มเพื่อให้ต่างเจือจางลง หรืออาจใช้วิธีกรองด้วยผ้าโดยผสมน้ำในซีเถาให้น้ำท่วมซีเถาแล้วตักใส่ในผ้าด้ายดิบที่ผูก 4 มุมแขวนไว้เหนือภาชนะน้ำต่างจะค่อยๆไหลผ่านผ้าลงภาชนะที่รองรับด้านล่างให้เติมน้ำในซีเถาจากการกรองครั้งแรกแล้วกรองน้ำต่างเพิ่มได้อีก

การลอกกาวย้ำ

1. เติมน้ำผสมน้ำต่างที่เตรียมไว้ถ้าน้ำต่างเข้มข้นมากอาจเติมน้ำ 3 ถึง 5 เท่าของน้ำต่าง
 2. นำเส้นไหมดิบที่ทำไฟไหม้แล้วแช่ลงในน้ำต่างให้เส้นไหมจมน้ำต่างทั้งหมดไม่ต้องตั้งไฟระหว่างแช่ให้กลับไหมและหมั่นสังเกตเมื่อเส้นไหมอ่อนตัวนุ่มมีลักษณะเป็นเมือกให้ยกขึ้นแต่ถ้าแช่เส้นไหมเป็นระยะเวลานานแล้วเส้นไหมยังไม่อ่อนตัวหรือนุ่มให้ยกเส้นไหมออกมาพักไว้แล้วนำน้ำต่างไปตั้งไฟให้พออุ่นแล้วจึงยกภาชนะน้ำต่างนั้นลงมาแล้วนำเส้นไหมลงแช่จนกระทั่งเส้นไหมอ่อนตัว
 3. ต้มน้ำในภาชนะปากกว้างที่เป็นสแตนเลสหรือภาชนะเคลือบเมื่อน้ำเดือดให้นำเส้นไหมที่แช่น้ำต่างได้ที่แล้วไปลวกในน้ำที่กำลังเดือดจัดหมั่นพลิกเส้นไหมให้สัมผัสกับน้ำร้อนให้ทั่วกาวย้ำจะละลายออกมาในน้ำเดือดและเส้นไหมจะกลายเป็นสีครีม (สีมันปู)
 4. ล้างเส้นไหมในน้ำร้อนอีกครั้งหนึ่งแล้วผึ่งให้เย็นลง
 5. ล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 2 – 3 ครั้งแล้วบิดให้พอหมาดกระตุกให้เส้นไหมเรียงตัวใส่ราวตาก
- ถ้าต้องการลอกกาวย้ำเส้นไหมเพื่อย้อมสีอ่อนให้ผสมสบู่ขาวในน้ำในน้ำร้อนที่ล้างเส้นไหม (ตามข้อ 4) จากนั้นล้างด้วยน้ำอุ่นอีกครั้งให้ครบสบู่หลุดออกแล้วจึงล้างด้วยน้ำจนสะอาด

สีย้อมทับจากวัสดุธรรมชาติ

สีย้อมจากวัสดุธรรมชาติได้จากต้นไม้ในป่า โดยได้จากบางส่วนของต้นไม้ เช่น ราก แก่น เปลือก ต้น ผล ดอก เมล็ด ใบ เป็นต้น โดยมีที่มาของสีจากธรรมชาติ ดังนี้

- สีแดง ได้จาก รากยอ แก่นฝาง ลูกคำแสด เปลือกสมอ ครั่ง
- สีคราม ได้จาก รากและใบของต้นคราม หรือต้นห้อม
- สีเหลือง ได้จาก แก่นแซหรือแก่นแกล แก่นขนุน ต้นหม่อน ขมิ้น เปลือกไม้ยมมแมว แก่น

สุพรรณิการ์ ดอกกรรณิการ์ ดอกดาวเรือง

- สีทองอ่อน ได้จาก เปลือกต้นมะพูด เปลือกผลทับทิม แก่นแกลและต้นคราม ใบหูกวาง เปลือก และผลสมอพิเภก ใบส้มป่อยและผงขมิ้น ใบแค ใบสับประรดอ่อน

- สีดำ ได้จาก ผลมะเกลือ ผลกระจาก ผลและเปลือกสมอ

- สีส้ม ได้จาก เปลือกและรากยอ ดอกกรรณิการ (ส่วนที่เป็นหลอดสีส้ม) เมล็ดคำแสด

- สีเหลืองอมส้ม ได้จาก ดอกคำฝอย

- สีม่วงอ่อน ได้จาก ลูกหว่า

- สีชมพู ได้จาก ต้นฝาง ต้นมหากาฬ

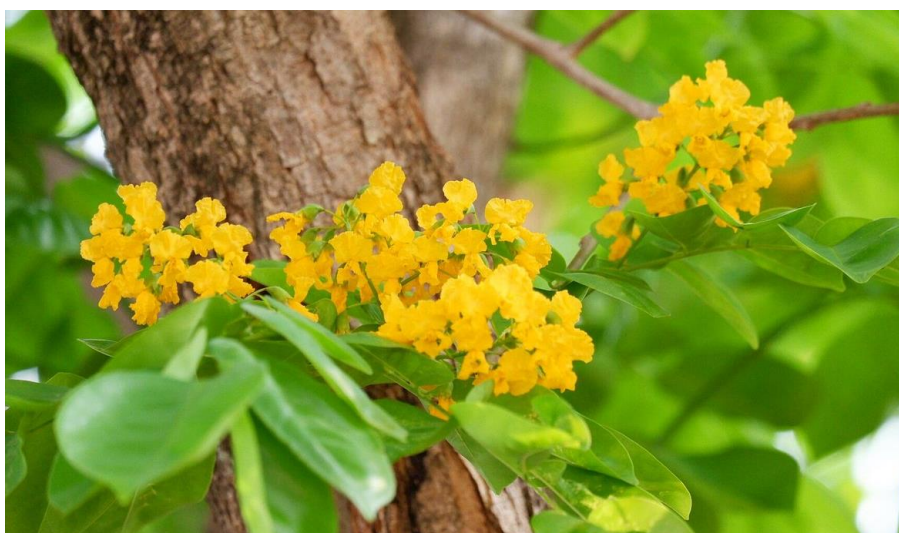
- สีน้ำตาล ได้จาก เปลือกไม้โก่งกาง เปลือกผลมังคุด

- สีกากี้แกมเหลือง ได้จาก หมากสง กับแก่นแกล

- สีเขียว ได้จาก เปลือกต้นมะริดไม้ ใบหูกวาง เปลือกสมอ ครามย้อมทับด้วยแกล

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สีย้อมทับจากวัสดุธรรมชาติ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ เปลือก ประดู่ กระเจี๊ยบแดง เปลือกจิ้ง ไม้ฝาง และเปลือกยาง เพื่อเป็นการเพิ่มจำนวนชนิดสีย้อมธรรมชาติให้ได้ ชนิดที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ประดู่



รูปที่ 2.2 ต้นประดู่

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Pterocarpus indicus* Willd.

ชื่ออื่นๆ ประดู่อังสนา, ประดู่บ้าน, ดู่ป่า (เหนือ), อะนอง, ดู่

ชื่อภาษาอังกฤษ Burma Padauk

ประดู่เป็นพรรณไม้พื้นเมืองในอินเดียตะวันออกเฉียงเหนือ พม่า ลาว และเวียดนาม เป็นพรรณไม้พื้นบ้านดั้งเดิมของไทย ในไทยพบตามป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังในทุกภาค ยกเว้นภาคใต้ (ประดู่บ้านจะพบในป่าเบญจพรรณทางภาคใต้ด้วย) โดยขึ้นในที่สูงจากระดับน้ำทะเล 100-600 เมตร ส่วนในพม่าพบขึ้นอยู่ตามพื้นที่ราบหรือเนินสูงต่ำ และพบขึ้นในที่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 750 เมตร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้นประดู่ เป็นพรรณไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศมาเลเซีย และอยู่ในแถบอันดามัน มีทราซเบงกอล ส่วนอีกข้อมูลระบุว่า มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย ต้นประดู่จัดเป็นพรรณไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ลำต้นมีความสูงประมาณ 20-25 เมตร หรืออาจสูงกว่า จะผลัดใบก่อนการออกดอก แตกกิ่งก้านเป็นทรงพุ่มกว้าง และปลายกิ่งห้อยลง เปลือกลำต้นหนาเป็นสีน้ำตาลเทา แตกหยาบๆ เป็นร่องลึก ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดและวิธีการปักชำกิ่ง เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนซุย ต้องการน้ำปานกลาง เป็นพรรณไม้กลางแจ้ง ชอบแสงแดดจัด มักพบขึ้นตามป่าเบญจพรรณทางภาคใต้ สามารถปลูกได้ทั่วไป

ใบประดู่ ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกปลายคี่ ออกรวมกันเป็นช่อ ๆ ใบออกเรียงสลับ แต่ละช่อจะมีใบย่อยประมาณ 7-13 ใบ ลักษณะของใบย่อยเป็นรูปมนรี รูปไข่ หรือรูปขอบขนาน ปลายใบแหลม โคนใบมนหรือค่อนข้างแหลม ส่วนขอบใบเรียบไม่มีหยัก ใบมีขนาดกว้างประมาณ 3-6 เซนติเมตร และยาวประมาณ 4-13 เซนติเมตร แผ่นใบหนาเป็นสีเขียว ผิวใบมีขนสั้นๆ ปกคลุมด้านท้องใบมากกว่าด้านหลังใบ ก้านใบอ่อนมีขนขึ้นปกคลุมเล็กน้อย เส้นแขนงใบถี่โค้งไปตามรูปใบ เป็นระเบียบ โคนก้านใบมีหูใบ 2 อัน ลักษณะเป็นเส้นยาว

ดอกประดู่ ออกดอกเป็นช่อแบบช่อกระจุก โดยจะออกบริเวณซอกใบหรือที่ปลายกิ่ง โคนก้านมีใบประดับ 1-2 อัน ลักษณะเป็นรูปรี กลีบเลี้ยงดอกมี 5 กลีบ ติดกันเป็นถ้วยสีเขียว ปลายแยกเป็นแฉก 2 แฉก แบ่งเป็นอันบน 2 กลีบติดกัน และอันล่าง 3 กลีบติดกัน ส่วนกลีบดอกมี 5 กลีบ สีเหลืองแกมแสด ลักษณะของกลีบเป็นรูปผีเสื้อ ดอกมีเกสรเพศผู้ 10 อัน ก้านชูอับเรณูติดกันเป็น 2-3 กลุ่ม ส่วนเกสรเพศเมียมี 1 อัน ดอกมีกลิ่นหอมแรง จะบานและร่วงพร้อมกันทั้งต้น โดยจะออกดอกในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน

ผลประดู่ ผลเป็นผลแห้งแบบ samaroid ลักษณะของผลเป็นรูปกลมหรือรีแบน ที่ขอบมีปีกบางคล้ายกับใบโดยรอบคล้ายๆ จานบิน แผ่นปีกบิดและบิดเล็กน้อย ฐานตรงกลางลาดไปยังปีก ผลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4-7 เซนติเมตร ส่วนบริเวณปีกยาวประมาณ 1-2.5 เซนติเมตร ที่ผิวมีขนละเอียด ตรงกลางนูนป่องเป็นท้องของเมล็ด โดยภายในจะมีเมล็ดอยู่ 1 เมล็ด เมล็ดมีความนูนประมาณ 5-8 มิลลิเมตร ผลอ่อนเป็นสีเขียวแกมเหลือง เมื่อแก่แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน ผิวสัมผัสขรุขระเมื่อผลแก่ ส่วนเมล็ดมีลักษณะคล้ายกับเมล็ดถั่วแดง ผิวเรียบสีน้ำตาล ยาวประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร

ประโยชน์ประดู่

เนื้อไม้ ต้มกินแก้ไข้ เสมหะ เลือดกำเดาไหล ใบอ่อนใช้พอกแผลให้แห้งเร็ว แก่ผดผื่นคัน ยางไม้ แก้โรคท้องเสีย เนื้อไม้ประดู่นำไปใช้ในงานก่อสร้างทั้งภายในและภายนอกอาคาร เป็นไม้เนื้อแข็งที่มีความทนทานสูง เนื้อไม้มีสีสวยงาม สีแดงอมเหลืองถึงสีแดงอิฐเข้ม มีเส้นสีแก่กว่าสีพื้น เสี้ยนสนเป็นริ้วสลับกับตาข่ายได้ดี จากการเปรียบเทียบกับไม้สักที่ประเทศพม่าพบว่าไม้ประดู่มีความแข็งแรงมากกว่าไม้สัก 2 เท่า และหนักกว่าร้อยละ 24 ค่าความแข็ง 925 กก. และมีความทนทานตามธรรมชาติ (การทดลองฝังดิน) เฉลี่ย 14 ปี ดังนั้นการใช้ไม้ประดู่ในการก่อสร้างจึงเป็นไปอย่างกว้างขวาง ตลอดจนการทำเฟอร์นิเจอร์มือเครื่องใช้ ส่วนไม้ขนาดเล็กใช้ทำไม้ปาร์เก้ ไม้ประสานแผ่นขึ้นไม้อัด แผ่นไม้ชุบซีเมนต์ ได้พื้นและถ่านไม้ประดู่ให้ความร้อน 5,022 และ 7,539 แคลอรีต่อกรัมตามลำดับ เปลือกไม้ประดู่ใช้ย้อมผ้าได้และให้น้ำฟาดสำหรับพอกหนังแทนให้สีดำถ้าใช้ย้อมผ้า

ประโยชน์ในเชิงอนุรักษ์ ประดู่เป็นไม้เรือนยอดกลมโต แข็งแรงจะช่วยป้องกันลมและคลุมดิน ให้ร่มเย็นชุ่มชื้นและรองรับน้ำฝนลดแรงปะทะหน้าดินน้อยลงประกอบกับระบบรากหยั่งลึกแผ่กว้าง เช่นเดียวกับเรือนยอด จะช่วยยึดดินไม่ให้พังทลายได้ง่ายและรากมีปมใหญ่ ช่วยตรึงไนโตรเจนในอากาศมาเก็บไว้ในรูปไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้อีกด้วย ใบหนาแน่นเมื่อร่วงหล่นคลุมพื้น เพิ่มธาตุอาหารอินทรีย์วัตถุแก่ดินอย่างมาก

ดอกอัญชัน



รูปที่ 2.3 ดอกอัญชัน

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Clitoria ternatea* L.

ชื่ออื่นๆ แดงชัน (เชียงใหม่), เอื้องชัน (ภาคเหนือ)

ชื่ออังกฤษ Butterfly pea, Blue pea

อัญชัน เป็นพืชที่มีต้นกำเนิดในแถบอเมริกาใต้ ปลูกทั่วไปในเขตร้อน ลักษณะของดอกอัญชันจะมีสีขาว สีฟ้า สีม่วง ส่วนตรงกลางดอกจะมีสีเหลือง และรูปทรงคล้ายหอยเชลล์ มีสรรพคุณที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว เพราะมีสารที่ชื่อว่า "แอนโทไซยานิน" (Anthocyanin) ซึ่งมีหน้าที่ไปช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต ทำให้เลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ได้ดีมากขึ้น เช่น ไปเลี้ยงบริเวณรากผม ซึ่งช่วยทำให้ผมดกดำเงางาม หรือไปเลี้ยงบริเวณดวงตาจึงช่วยบำรุงสายตาไปด้วยในตัว หรือไปเลี้ยงบริเวณปลายนิ้วมือ ซึ่งก็จะช่วยแก้อาการเหน็บชาได้ด้วย และที่สำคัญสารนี้ยังมีความโดดเด่นที่ใครหลายๆ คนยังไม่ทราบ นั่นก็คือช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดเส้นเลือดอุดตันได้ และการ "กินดอกอัญชันทุกวันๆ ละหนึ่งดอก" จะช่วยป้องกันโรคเส้นเลือดสมองตีบได้อีกด้วย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

อัญชันเป็นไม้เลื้อยเนื้ออ่อน อายุสั้น ใช้อุดเลื้อยพัน ลำต้นมีขนปกคลุม ใบประกอบแบบขนนก เรียงตรงข้ามยาว 6-12 เซนติเมตร มีใบย่อยรูปไข่ 5-7 ใบ กว้าง 2-3 เซนติเมตร ยาว 3-5 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบมน ผิวใบด้านล่างมีขนหนาปกคลุม

ดอกสีขาว ฟ่ำ และม่วง ดอกออกเดี่ยว ๆ รูปทรงคล้ายฝัาหอยเชลล์ออกเป็นคู่ตามซอกใบ กลีบดอก 5 กลีบ ดอกบานเต็มที่ยาว 2.5-3.5 เซนติเมตรกลีบคลุมรูปกลม ปลายเว้าเป็นแฉ่ง ตรงกลางมีสีเหลือง มีทั้งดอกซ้อนและดอกกลีบ ดอกชั้นเดียวกลีบชั้นนอกมีขนาดใหญ่กลางกลีบสีเหลือง ส่วนกลีบชั้นในขนาดเล็ก แต่ดอกซ้อนกลีบดอกมีขนาดเท่ากัน ช่อนเวียนเป็นเกลียว^[2] ออกดอกเกือบตลอดปี ผลแห้งแตก เป็นฝักแบน กว้าง 1-1.5 เซนติเมตร ยาว 5-8 เซนติเมตร เมล็ดรูปไต สีดำ มี 5-10 เมล็ด

ประโยชน์ของดอกอัญชัน

ดอกอัญชัน มีประโยชน์ต่อสุขภาพในหลายด้าน เรียกว่ามีดีต่อร่างกายคนเราตั้งแต่ศีรษะจรดเท้าเลยทีเดียว โดยมีประโยชน์ดังนี้

1. ลดอาการฟกช้ำ ดอกอัญชันเต็มไปด้วยสารแอนโทไซยานินที่ทำให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น ทำให้เลือดไปเลี้ยงเซลล์ต่างๆ ในร่างกายได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เมื่อมีเลือดไหลเวียนมากขึ้นก็จะช่วยลดอาการฟกช้ำลงได้ นอกจากนี้ สารแอนโทไซยานินยังมีคุณสมบัติช่วยปกป้องเซลล์จากความเสื่อมได้เป็นอย่างดี

2. บำรุงร่างกาย บำรุงประสาท ดอกอัญชันมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง จึงช่วยปกป้องเซลล์ในร่างกายไม่ให้เสื่อมสภาพ ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันแข็งแรง ป้องกันริ้วรอย บำรุงผิวพรรณให้เปล่งปลั่งอ่อนเยาว์ นอกจากนี้ ยังช่วยบำรุงสมอง ลดความเสี่ยงจากโรคภัย มีประสิทธิภาพในการขับสารพิษออกจากร่างกาย และลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ นอกจากนี้ ยังมีการทดลองกับหนูเกี่ยวกับระบบประสาท พบว่า สารสกัดจากดอกอัญชันช่วยลดอาการความจำเสื่อมที่เกิดจากไฟฟ้าช็อตได้ โดยไปเพิ่มสารอะซิติลโคลีน (acetylcholine) ในสมอง

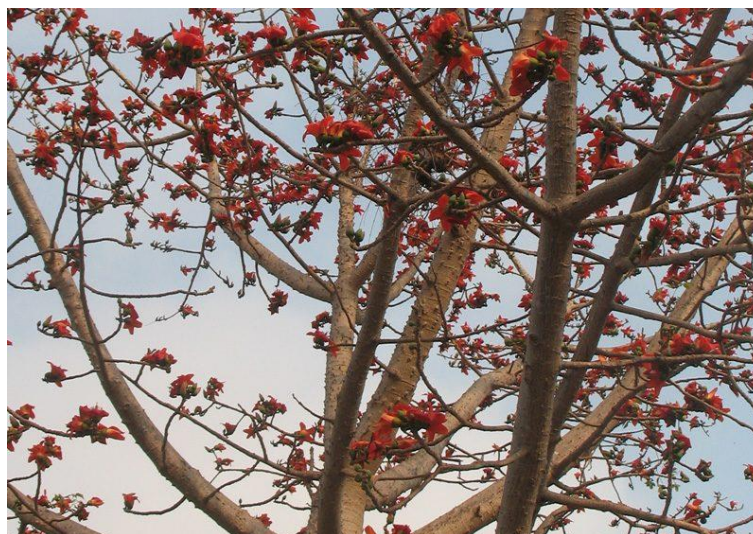
3. ทำให้หายใจสะดวก อัญชันสามารถใช้บรรเทาอาการหอบหืดได้ โดยการนำมาต้มดื่มหรือทานสดก็ได้ จะช่วยลดอาการอักเสบของหลอดลม ทำให้อาการหอบหืดดีขึ้น เนื่องจากรากมีคุณสมบัติลดการอักเสบ ช่วยขับของเสียออกจากร่างกาย ทำให้ระบบการหายใจทำงานได้ดีขึ้น

4. ลดความเครียด ได้มีการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในสัตว์ สารสกัดที่ได้จากส่วนต่างๆ ของอัญชัน มีคุณสมบัติในการผ่อนคลายความเครียด ทำให้อาการวิตกกังวลน้อยลง และทำให้นอนหลับสบายมากขึ้น

5. ต้านอนุมูลอิสระ มีการวิจัยทดลองพบว่า การที่อาสาสมัครได้รับสารสกัดจากดอกอัญชันในระยะสั้น จะช่วยเพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

6. ลดน้ำตาลในเลือด มีการวิจัยทดลองในสัตว์ทดลองพบว่า สารสกัดจากดอกอัญชันมี การยับยั้ง α -amylase อย่างมีนัยสำคัญทำให้ระดับกลูโคสในเลือดลดลง

ต้นจ้าว



รูปที่ 2.4 ต้นจ้าว

ชื่อวิทยาศาสตร์ Bombax ceiba L.

ชื่ออื่นๆ จ้าวบ้าน (ทั่วไป), จ้าวแดง (กาญจนบุรี), จ้าวปง จ้าวปงแดง สะเน่มระกา (ซอง-จันทบุรี), จ้าวป่า, จ้าวปงแดง, จ้าวหนาม, นุ่นนาง, ตอเหมาะ (กะเหรี่ยงแดง), ป้างพะวะ (ม้ง), บักมี้ (จีน)

ชื่อภาษาอังกฤษ Cotton tree, Kapok tree, Red cotton tree, Silk cotton, Shving brush

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้นจ้าว จัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกว้างถึงขนาดใหญ่ ลักษณะของต้นเป็นรูปทรงพุ่มเป็นรูปไข่ มีความสูงของลำต้นประมาณ 15-25 เมตร (บ้างว่าสูงประมาณ 25-30 เมตร) และความกว้างของทรงพุ่มประมาณ 15 เมตร ลำต้นมีลักษณะเปลาตรงและมีหนามอยู่ทั่วลำต้นและกิ่ง เห็นข้อปล้องไม่ชัดเจน ต้นอ่อนจะเป็นสีเขียวอ่อน เมื่อแก่จะเป็นสีเขียวเข้ม ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการใช้เมล็ด โดยจะพบขึ้นในที่ราบและตามป่าเบญจพรรณ ตามเชิงเขาและไหล่เขาที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100-600 เมตร ซึ่งในปัจจุบันต้นจ้าวจะหาได้ยากมาก จะมีปลูกเฉพาะถิ่นทางภาคเหนือไม่กี่ที่เท่านั้น

ใบจ้าว ใบเป็นใบประกอบแบบนิ้วมือ มีใบย่อยประมาณ 3-7 ใบเรียงสลับกัน ลักษณะของใบเป็นรูปรีถึงรูปไข่ ปลายใบเรียวแหลม โคนใบสอบเรียว ส่วนขอบใบเรียบ ใบมีขนาดกว้างประมาณ 1.5-2.5 นิ้ว และยาวประมาณ 6-10 นิ้ว ใบสีเขียวไม่มีขน แผ่นใบค่อนข้างหนาและเกลี้ยง ก้านช่อใบยาว โคนก้านบวมเล็กน้อย

ดอกจ้าว ดอกเป็นดอกเดี่ยว ออกตามปลายกิ่งหรือตามปลายยอด ดอกมีขนาดใหญ่สีชมพูแกมเลือดหมู สีแดง สีสด และมีที่เป็นสีทองแต่หาได้ยาก ดอกมีกลิ่นหอมเอียน ออกดอกเป็นกระจุกหรือเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 3-5 ดอก ฐานรองดอกเป็นรูปถ้วยแข็งๆ หรือเป็นกลีบเลี้ยงติดกัน ปลายแยกออกเป็น 5 กลีบขนาดเล็ก สีเขียวอ่อน ส่วนกลีบดอกมีขนาดใหญ่และหนา มี 5 กลีบเป็นรูปขอบขนาน เมื่อดอกบานเต็มที่จะมีขนาดกว้างประมาณ 8-10 เซนติเมตร ปลายกลีบจะแผ่ออกและม้วนกลีบมาทางหัวของดอก หลุดร่วงได้ง่าย ดอกมีเกสรตัวผู้เป็นเส้นยาวจำนวนมาก เรียงกระจายเป็นวงรอบ สีขาวปนสีชมพู

ส่วนเกสรตัวเมียมี 1 ก้าน สีชมพู บริเวณปลายเป็นจุดสีเข้มมีความเหนียว ส่วนรังไข่จะอยู่เหนือวงกลีบโดยจะออกดอกในช่วงระหว่างเดือนมกราคมต่อเนื่องเป็นระยะเวลาสั้นๆ ถึงเดือนกุมภาพันธ์ของทุกปี และจะทิ้งใบก่อนมีดอก

ผลจ๊ว หรือ ฝักจ๊ว ผลมีลักษณะยาวรีคล้ายฝักรูปทรงกระบอก ที่ปลายทั้งสองข้างของผลจะแหลม ผลเมื่ออ่อนเป็นสีเขียว เมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาล เปลือกของผลแข็ง มีความยาวประมาณ 6-8 นิ้ว และเมื่อแก่จัดจะแตก้าออกตามรอยประสาณ ในผลมีเส้นหรือปุยสีขาวและมีเมล็ดขนาดเล็กจำนวนมาก ลักษณะเป็นรูปทรงกลมสีดำ และถูกห่อหุ้มด้วยปุยฝ้ายสีขาว ๆ สามารถปลิวไปตามลมได้ไกล

สารเคมีที่พบ : เปลือกต้นมีสารที่สกัดด้วยน้ำอยู่ 9.92% ในใบมี condensed tannins ส่วนรากมีโปรตีน, แป้ง, ไขมัน, arabinose, galactose, gum และ tannins ส่วนเปลือก ราก จะมีพวกเกลือแร่ ไขมัน โปรตีน แป้ง และความชื้นอยู่ 7.5% ในเมล็ดมีน้ำมันประมาณ 24-25% และในยางมีเกลือแร่ 8.9%

ประโยชน์ของจ๊ว

สรรพคุณ ใช้เปลือกต้นช่วยบำรุงระบบไหลเวียนโลหิต บรรเทาอาการบวม จากการกระแทก รักษากระเพาะอาหารอักเสบเรื้อรัง บรรเทาอาการท้องเดิน แก้บิด อัมพาต เอ็นอักเสบ ดอกช่วยห้ามเลือด รักษาแผล ฝีหนอง บรรเทาอาการท้องเดิน บิดมูกเลือด ช่วยขับปัสสาวะ รากหรือเปลือกรากใช้สมานแผล ห้ามเลือด รักษาแผลในกระเพาะอาหาร บรรเทาอาการฟกช้ำบวมจากการกระแทก รากเป็นยาบำรุงกำลัง ช่วยให้อาเจียน ผลอ่อนใช้บำบัดรักษาแผลเรื้อรังในไต เมล็ดใช้เป็นยาร่วมกับพืชมเสนรักษาโรคหนองในเรื้อรัง ชาวโอรังอัสลีในรัฐเปเร ประเทศมาเลเซีย นำใบสดแช่น้ำ ต้มอาบเพื่อรักษาอาการปวดเมื่อย เกสรดอกจ๊วตากแห้ง ใช้เป็นส่วนประกอบในการทำแกงแค และทำขนมจีนน้ำเงี้ยว เป็นต้น

ฝาง



รูปที่ 2.5 ต้นฝาง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ceasalpinia sappan* Linn.

ชื่ออื่นๆ ฝาง (ทั่วไป), ฝางเสน (ภาคกลาง), จ้าย (กะเหรี่ยง-กาญจนบุรี), ฝางส้ม (กาญจนบุรี), หนามไค้ง (ภาคเหนือ), โซบัก (จีน) แบ่งฝางออกเป็น 2 ชนิด ตามสีของเนื้อแก่น คือ แก่นสีเหลือง เรียกว่า ฝางส้ม และแก่นสีแดง เรียกว่า ฝางเสน

ชื่อภาษาอังกฤษ Sappan Tree

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น ฝางเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง เปลือกลำต้น และกิ่งก้านมีหนามขนาดใหญ่ โคนหนามพอง โตคล้ายเต้านม

ใบ ประกอบด้วยก้านใบยาว และมีก้านย่อยที่ประกอบด้วยใบย่อย ก้านใบ 1 ก้าน มีก้านย่อยประมาณ 12 ก้าน แต่ละก้านย่อยประกอบด้วยใบย่อยประมาณ 13 คู่ ออกเรียงสลับตรงข้ามกันเป็นคู่ๆ ใบมีลักษณะแบนขนนก คล้ายใบมะขาม สีเขียวสด และเมื่อแก่มีสีเขียวเข้ม ใบเรียบ ปลายใบมน และเว้าตรงกลางเล็กน้อย ผิวใบเรียบทั้ง 2 ด้าน

ดอก ฝางออกดอกเป็นช่อบริเวณส่วนยอดของต้น ดอกมีสีเหลือง กลางดอกมีสีแดง ออกรวมกันเป็นช่อตามปลายกิ่ง และช่อใบใกล้ปลายกิ่ง กลีบรองดอกมี 5 กลีบรองว่อนทับกันที่ขอบกลีบ โดยมีกลีบล่างสุดมีลักษณะโค้งงอ และมีขนาดใหญ่สุด ส่วนกลีบดอกมี 5 กลีบเช่นกัน มีลักษณะเป็นรูปไข่กลับหัว ขอบกลีบมีลักษณะย่น ด้านในดอกมีเกสรตัวผู้ 10 อัน

ผล ผลเป็นฝัก มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมแข็ง แบนสีเขียว เหมือนเม็ดป๊อปโต เมื่อแก่จะมีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้ม และแก่เต็มที่หรือแห้งจะมีสีน้ำตาลดำหรือดำ บริเวณผิวฝักมีลายแฉกเป็นจุดๆ ทำให้มีลักษณะคล้ายกับกล้วยแปบ โดยมีปลายฝักยื่นออกมาเป็นจอยแหลม ด้านในฝักมีเมล็ดทรงรียาวรี 2-4 เมล็ด/ฝัก

ประโยชน์ของฝาง

สารสกัดจากแก่นฝางมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย จึงถูกนำมาเป็นส่วนผสมในยา และเครื่องสำอาง ประเภทครีม เจล และโลชั่น เพื่อใช้ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย สารสีแดงหรือสีเหลืองที่สกัดจากแก่นฝางในความเป็นกรดที่ต่างกัน มักใช้เป็นสารให้สี และเพิ่มความสวยงามให้แก่ผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น สบู่อาบน้ำ แป้งผัดหน้า ครีมทาหน้า อุตสาหกรรมสิ่งทอ ใช้เป็นส่วนผสมของสีผสมอาหารหรือขนมหวาน และใช้เป็นส่วนผสมน้ำดื่มเพื่อให้เกิดสี เช่น ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำยาอูทัยสำหรับผสมน้ำดื่ม

สาร brazilin จากแก่นของฝางที่นิยมนำมาทำเป็นสีย้อมผ้า เนื่องจากเมื่อต้มแก่นฝางแล้วจะให้สารสีเหลือง ชมพู ส้ม และสีแดงที่เป็นธรรมชาติ และสามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะออกไซด์ เช่น อะลูมิเนียม เหล็ก ทำให้เกิดการย้อมติดสีที่ดี โดยสมัยก่อนนิยมนำมาย้อมผ้าไหม ผ้าฝ้าย และขนสัตว์

ยางนา



รูปที่ 2.6 ต้นยางนา

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don

ชื่ออื่นๆ ยางกุ้ง (เลย), ยางควาย (หนองคาย), ชันนา ยางตั้ง (ชุมพร), ยางขาว ยางแม่น้ำ ยางหยวก (ภาคเหนือ), ยางใต้ ยางเนิน (ภาคตะวันออก), ยาง (ภาคกลาง, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ), กาติล (เขมร-ปราจีนบุรี), ขะยาง (ชาวบม-นครราชสีมา), จะเตียล (เขมร), เยียง (เขมร-สุรินทร์), จ้อง (กะเหรี่ยง), ทองหลัก (ละว้า), ราลอย (ส่วย-สุรินทร์), ลอยด์ (โซ-นครพนม), ด่งจ้อ (ม้ง), เห่ง (ลื้อ) เป็นต้น

ชื่อภาษาอังกฤษ Yang

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้นยางนา จัดเป็นพรรณไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบหรือผลัดใบระยะสั้นขนาดใหญ่ มีความสูงของต้นได้ถึง 50 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มกลมทึบ โคนต้นมักเป็นพูพอน ลำต้นมีลักษณะเปลาตรง เปลือกต้นเกลี้ยงเป็นสีออกเทาอ่อน หลุดลอกออกเป็นชั้นกลมๆ เนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลแดง เส้นตรง เนื้อหยาบ ส่วนตามกิ่งอ่อนและยอดอ่อนมีขนและมีรอยแผลใบเห็นได้ชัด ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ด (เด็ดปีกออกก่อนนำไปเพาะ เมล็ดจะงอกภายในเวลา 12 วัน และภายในเวลา 7 เดือน ต้นกล้าจะมีความสูงได้ประมาณ 30-35 เซนติเมตร และพร้อมที่จะย้ายไปปลูกได้) เป็นพรรณไม้กลางแจ้งที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินแทบทุกชนิด ชอบดินที่มีอินทรีย์วัตถุค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ ความชื้นปานกลาง และแสงแดดแบบเต็มวัน (หลังต้นอายุ 1 ปี) มักขึ้นในป่าดงดิบ ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น ตามที่ต่ำชุ่มชื้นใกล้แม่น้ำลำธารทั่วไป และตามหุบเขาทั่วทุกภาคของประเทศ ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 50-400 เมตร ส่วนในต่างประเทศพบได้ที่บังกลาเทศ พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนามใต้ และมาเลเซีย

ใบยางนา ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงเวียนสลับ ลักษณะของใบเป็นรูปไข่แกมรูปขอบขนาน ปลายใบสอบทู่ โคนใบกว้าง ส่วนขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ใบมีขนาดกว้างประมาณ 6-14 เซนติเมตร และยาวประมาณ 12.5-25 เซนติเมตร เนื้อใบหนาและเหนียว ย่นเป็นลอน แผ่นใบมีขนขึ้นปกคลุม ด้านท้องใบมี

ขนสั้นๆ รูปดาว ใบอ่อนมีขนสีเทา ส่วนใบแก่เกลี้ยงหรือเกือบเกลี้ยง ก้านใบยาวประมาณ 3-4 เซนติเมตร มีขนขึ้นประปราย และมีหูใบขนาดใหญ่

ดอกยางนา ออกดอกรวมกันเป็นช่อสั้นๆ แบบช่อกระจุก ตามง่ามใบตอนปลายกิ่ง ดอกมีขนาดประมาณ 4 เซนติเมตร เป็นสีชมพูอ่อน มีช่อละ 4-5 ดอก ดอกขนาดใหญ่เรียงตัวหลวมๆ เป็นช่อห้อยลงถึง 12 เซนติเมตร ที่ก้านช่อมีขน กลีบดอกมี 5 กลีบ ลักษณะของกลีบดอกเป็นรูปขอบขนาน ปลายกลีบมนและบิดเวียน โคนกลีบดอกชิดกัน ชั้นกลีบเลี้ยงที่โคนเชื่อมติดกันเป็นรูปถ้วย มีครีบทามยาว 5 ครีบทามยาวแยกออกเป็น 5 แฉก แบ่งเป็นแฉกสั้น 3 แฉก และแฉกยาว 2 แฉก มีขนสั้นๆ สีนํ้าตาลขึ้นปกคลุม ดอกมีเกสรเพศผู้มากกว่า 25 อัน ก้านชูอับเรณูสั้น ปลายอับเรณูมีรยางค์ลักษณะเป็นรูปเส้นด้าย รังไข่มีขน ก้านเกสรเพศเมียอ้วนและมีร่อง ออกดอกในช่วงประมาณเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน

ผลยางนา ผลเป็นผลแห้ง ลักษณะของผลเป็นรูปกระสวย มีหลอดกลีบเลี้ยงหุ้มขมิด ยาวประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร มีปีกขนาดใหญ่ที่พัฒนามาจากกลีบเลี้ยง 2 อัน มีสีแดงอมชมพู ขนาดกว้างประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 11-15 เซนติเมตร ผลเมื่อสุกจะเป็นสีนํ้าตาล เส้นปีกตามยาวมี 3 เส้น ปีกสั้น 3 ปีก ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ส่วนกลางผลมีครีบทามยาว 5 ครีบทาม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.2-2.8 เซนติเมตร ภายในผลมีเมล็ด 1 เมล็ด เมล็ดมีขนสั้นนุ่ม ที่ปลายมีติ่งแหลม ติดผลในช่วงประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม

น้ำมันยางนา น้ำมันยางเป็นของเหลวข้น มีกลิ่นเฉพาะ เป็นน้ำมันที่ได้จากการเจาะโพรงเข้าไปในต้นยางนาแล้วเอาไฟลน น้ำมันจะไหลลงมาลงในแอ่งที่เจาะไว้ ซึ่งน้ำมันยางที่ได้จะเรียกว่า "Gurjun Balsam" หรือ "Gurjun oil" เมื่อนำไปกลั่นด้วยไอนํ้าจะได้น้ำมันระเหยง่ายร้อยละ 70 มีองค์ประกอบเป็น alpha-gurjunene และ β -gurjunene

ประโยชน์ของยางนา

น้ำมันยางจากต้นสามารถนำมาใช้โดยตรงเพื่อใช้ผสมชั้นไม้อื่นๆ ใช้ยาเครื่องจักสานกันน้ำรั่ว ยาแนวเรือเพื่ออุดรอยรั่ว ทาไม้ ใช้ผสมขี้เลื่อยจุดไฟ หรือใช้ทำได้จุดไฟสองสว่าง (ของใช้สำหรับจุดไฟให้สว่างหรือทำเป็นเชื้อเพลิง ทำด้วยไม้ผุหรือเปลือกเสม็ดคลุกกับน้ำมันยาง แล้วนำมาห่อด้วยใบไม้เป็นต้นยาวๆ หรือใส่กระบอก) ใช้เดินเครื่องยนต์แทนน้ำมันขี้เลื่อยใช้ทำน้ำมันชักเงา ฯลฯ หรือนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น สีทาบ้าน หมึกพิมพ์ เป็นต้น น้ำมันยางเป็นอีกหนึ่งสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันชาวบ้านก็ยังมีการเก็บหากันอยู่ แต่ก็ยังไม่พอใช้จนต้องนำเข้าจากต่างประเทศเพิ่มเติม เนื้อไม้ยางนาสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนได้ดี ยิ่งเมื่อนำมาอาบน้ำมันให้ถูกต้องก็จะช่วยทำให้มีความทนทานมากขึ้น สามารถนำไปใช้กับงานภายนอกได้ทนทานนับ 10 ปี ด้วยเหตุที่ไม้ยางนาเป็นไม้ขนาดใหญ่ เปลาตรง สูง และไม่ค่อยมีกิ่งก้าน การตัดไม้ยางนามาใช้จึงได้เนื้อไม้มาก โดยเนื้อไม้ที่ได้จะมีความแข็งแรงปานกลาง สามารถนำมาเลื่อยไสกบตกแต่งให้เรียบได้ง่าย ด้วยเหตุนี้จึงมีการใช้ประโยชน์จากไม้ยางนากันมาตั้งแต่อดีต โดยนิยมนำมาเลื่อยทำเสาบ้าน รอด ตง ไม้พื้น ไม้ระแนง ไม้คร่าว โครงหลังคา ฝ้าเพดาน เครื่องเรือนต่างๆ ทำรั้วบ้าน ทำเรือขุด เรือขนาดย่อม แจว พาย กรรเชียง รวมไปถึงตัวถังเกวียน ถังไม้ หมอนรองรางรถไฟ เป็นต้น แต่ในปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ยางนาที่สำคัญคือการนำไปทำเป็นไม้อัดและแผ่นใยอัด จนไม่เพียงพอต่อการใช้งาน และต้องนำเข้าจากต่างประเทศบางส่วนด้วย ลำต้นใช้ทำไม้พื้น ถ่านไม้ ไม้ยางนาจะขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่มีเชื้อเห็ดราไมคอร์ไรซาส์ (Micorrhizas) ซึ่งเป็นตัวเอื้อประโยชน์ในการเจริญเติบโต โดยเชื้อราเหล่านี้จะสร้างดอกเห็ดเมื่อมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยเฉพาะในช่วงฝนแรกของทุกปีจะมีดอกเห็ดหลายชนิดให้หาเก็บมา

รับประทานได้มากมาย เช่น เห็ดชะงอกเห็ดหลิน เห็ดเผาะ เห็ดน้ำหมาก เห็ดยาง เป็นต้น ใช้ปลูกเป็นไม้ประดับตามสองฝั่งถนน เพื่อความสวยงาม และปลูกเพื่อประโยชน์ทางด้านนิเวศ ให้ร่มเงา กำบังลม ให้ความชุ่มชื้น ควบคุมอุณหภูมิในอากาศ ป้องกันการพังทลายของหน้าดิน เป็นต้น

สีย้อม (Dye)

สีย้อม คือ สีย้อมชนิดหนึ่งที่ใช้ในการย้อมวัสดุสิ่งทอ สีย้อมเป็นสารอินทรีย์หรือมีสารอนินทรีย์ได้มีลักษณะเป็นผลึกหรือผงละเอียดที่สร้างมาเพื่อดูดซับแสงโดยการทำให้อยู่บนหรือในผิวหน้าของวัตถุเกิดการแพร่แทรกซึมเข้าสู่ภายในโครงสร้างของวัตถุ เพื่อจะทำให้วัตถุนั้นมีสีขึ้นมา สีย้อมบางชนิดละลายน้ำได้บางชนิดจะไม่สามารถละลายน้ำแต่จะละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ (ชาติรี ทองไทย. 2552: ออนไลน์)

จากอดีตจนกระทั่งถึง พ.ศ. 2399 สีย้อมผ้าโดยมากยังเป็นสีที่ได้จากพืชแมลงและเนื้อไม้ เช่น ครั่ง ตัวเมียจะมีสีม่วงแดง เหมาะสำหรับย้อมไหมและขนสัตว์ได้สีสวยและไม่ตกเวลาใช้ย้อมไหมจะทำให้ผ้ามีเนื้อมากขึ้น สีดำจากแก่นของต้น Log Wood ได้มาโดยแช่แก่นไม้ให้เดือดฟู สีดำจะตกตะกอน นิยมย้อมผ้าไหมแท้และผ้าฝ้ายสีดำ สีดำจากผลมะเกลือให้ผลเช่นเดียวกัน ย้อมแต่ผ้าฝ้ายอย่างเดียวบางที่ใช้ย้อมไหมด้วยเหมือนกัน เนื้อไม้โอ๊คใช้ย้อมผ้าให้สีเหลือง สีเหลือง สีครามได้จากต้น Indigo รากของต้นเข็มให้สีแดง เป็นสีที่ทนแดดและซัก ใช้พิมพ์ดอกผ้าสีม่วง Tyrian มาจากหอยชนิดหนึ่งคล้ายหอยโข่ง มีแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ตัวเล็กมาก ต้องใช้นับหมื่นตัวจึงจะได้สี 1 กรัม นอกจากนี้เกลือของโลหะหลายชนิดยังให้สีต่างๆ กันเช่น สีเหลือง Chrome ได้มาจากสิดโครเมท สีน้ำเงิน Prussian ได้มาจาก Iron Ferrocyanide สีเขียว Chrome ได้มาจากสีทั้ง 2 ชนิด ดังกล่าวรวมกันเป็นต้น คนสมัยโบราณมีวิธีได้สีมาง่ายๆ อีกหลายวิธี เช่น เอาเหล็กแช่น้ำส้มจนเป็นสนิม กรองให้สะอาด ใช้น้ำอ้อยผ้าจะได้สีน้ำตาลแดง

สีสังเคราะห์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นการค้นพบโดยบังเอิญของ H.W. Perkin นักเคมีชาวอังกฤษเมื่อ พ.ศ.2399 ในขณะที่พยายามจะแยกควินินออกจาก Aniline ซึ่งสังเคราะห์จากน้ำมันถ่านหิน แต่แทนที่จะได้ควินินกลับได้สีย้อมชนิดหนึ่งมีสีม่วง เรียกว่า Perkins Mauve ต่อมาจึงสังเคราะห์ได้สีต่างๆ มากมาย อนินทรีย์จึงกลายเป็นชื่อสีสังเคราะห์ มีหลายชนิดตั้งชื่อ เรียกตามคุณสมบัติของสีบ้าง ลักษณะการย้อมบ้าง (อัจฉราพร ศะสุต. 2533: 358 – 359)

การเกิดสีของวัตถุใดๆ เป็นผลมาจากการที่แสงที่มองเห็นได้ (visible light) มีสีต่างๆ ตามความยาวคลื่นของแสง ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สีต่างๆ ตามความยาวคลื่นของแสง

ความยาวคลื่น (nm)	สีของแสง
400 -435	ม่วง
435 - 480	น้ำเงิน
480 - 490	น้ำเงินแกมเขียว
490 - 500	เขียว
500 - 560	เขียวแกมเหลือง
560 - 580	เหลือง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ความยาวคลื่น (nm)	สีของแสง
580 - 605	ส้ม
605 - 750	แดง

ที่มา: (กุลธวัช ศรีจรรยาและกุลธัญญา พรหมเมืองยอง, 2542, หน้า 1)

ในทางกลับกันเมื่อแสงไปกระทบกับสารเคมี สารเคมีจะดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นช่วงต่าง ๆ ตามชนิดของสารนั้น และคายแสงสีออกมาอีกสีหนึ่ง เรียกว่า **สีเติมเต็ม** (complementary color) เป็นสีที่สายตามนุษย์มองเห็นบนสารนั้น ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สีเติมเต็ม

สีของแสงที่ถูกดูดกลืน	ม่วง	น้ำเงิน	น้ำเงิน แกมเขียว	เขียว	เขียว แกมเหลือง	เหลือง	ส้ม	แดง
สีที่มองเห็น	เขียว แกมเหลือง	เหลือง	ส้ม	แดง	ม่วง	น้ำเงิน	น้ำเงิน แกมเขียว	เขียว

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

รงควัตถุ เป็นการพิจารณาที่กว้างกว่า โดยรวมกลุ่มของสีย้อมเข้าด้วยกัน

สีย้อม เป็นสารเคมีที่มีสมบัติดูดกลืนแสงในช่วงแสงที่มองเห็นได้ คือ อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 400 – 750 นาโนเมตร สีที่ปรากฏจะเป็นสีเติมเต็มของสีที่ถูกดูดกลืน การแบ่งชนิดของสีย้อมจะแบ่งออกตาม แหล่งกำเนิด คือ

1. สีย้อมธรรมชาติ (natural dyes) เป็นสารอินทรีย์ที่มีในพืชหรือสัตว์ หรือสารอนินทรีย์จากแร่ธาตุ สีจากแร่ธาตุ (mineral dyes) เป็นสารอนินทรีย์ ที่เป็นออกไซด์ของโลหะ หรือ สารเชิงซ้อน เป็นสีที่เกิดจากสารมี covalent character เพิ่ม มีความคงทนต่อแสงได้ดี เช่น lead (II) chromate มีสีเหลือง ออกไซด์ของเหล็กผสมกับออกไซด์ของโครเมียมให้สีกากี เป็นต้น

สีจากสัตว์ (animal dyes) เป็นสารอินทรีย์ ที่ให้สี ได้แก่ cochineal มีสีแดง - ส้ม kermes มีสีแดง และแดง - ส้ม และครั่ง (lac) มีสีแดง

สีจากพืช (plant dyes) มักเป็นสารอินทรีย์ที่มีสี เช่น สีน้ำเงิน จากพรรณไม้สกุลคราม (Indigofera spp.) ส้ม สีเหลืองจากหญ้าฝรั่น ขมิ้น สีแดงจาก ครั่ง หรือ Rubia cordifolia L. สีน้ำตาลจากนนทรี เป็นต้น

2. สีย้อมสังเคราะห์ (synthetic dyes) เป็นสารเกิดจากการสังเคราะห์ด้วยกรรมวิธีทางเคมี สีย้อมสังเคราะห์ที่ค้นพบครั้งแรกปี พ.ศ. 2399 โดยเพอร์กิน (William Perkin) แห่ง Royal College of Chemistry ในนครลอนดอน ทำการสังเคราะห์สีม่วง ชนิด aniline purple โดยการออกซิไดส์ aniline ด้วยพोटัสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ได้สารสีดำ แล้วสกัดด้วยเมทิลแอลกอฮอล์ได้สารละลายสีม่วงใส เป็นสารที่รู้จักกันว่า mauveine ที่มีสีม่วง หลังจากนั้นมีการสังเคราะห์อื่น ๆ ขึ้นมาใช้ในการย้อมสีเส้นใยผ้าอีกมากมายจนถึงปัจจุบัน

สีย้อมธรรมชาติ อาจแบ่งออกเป็นกลุ่มสี 6 กลุ่มสี (กุลธวัช ศรีจรรยาและกุลธัญญา พรหมเมือง ยอง, 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 เช่นกลีบเลี้ยง ใบ เปลือก ผล เช่น ดอกกุหลาบ ดอกอัญชัน ดอกเข็มแดง มีสมบัติในการเปลี่ยนสีในสภาพความเป็นกรด – เบส ที่มีค่า pH ต่าง ๆ ในสารละลายที่เป็นกรด แอนโทไซยานินจะมีสีแดงแกมส้ม ในสารละลายที่เป็นเบสจะมีสีม่วงน้ำเงิน จึงสามารถใช้เป็นอินดิเคเตอร์บอกความเป็นกรด – เบสได้ สารที่สำคัญในกลุ่มสีนี้ ได้แก่ pelargonidin, delphinidin แต่ดอกของพืชบางชนิด เช่น บานเย็น หงอนไก่ เฟื่องฟ้า สารที่ให้สีเป็นสารพวก β -cyanins ถ้าเป็นสาร aglycone เรียกว่า anthocyanidins

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

4. กลุ่มสีแอลคาลอยด์ (alkaloids) มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ indigo ให้สีน้ำเงินได้จากต้นคราม tyrian ให้สีม่วงแดง ได้จากเปลือกหอยหามในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน

5. กลุ่มสีควิโนนอยด์ (quinonoids) มีพบมากในธรรมชาติ แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ เป็น กลุ่ม anthraquinone ให้สีแดง เช่น alizarin จากเข็มและแก่นต้นยอ laccaic acid จากครั่ง กลุ่ม naphthaquinone เช่น juglone จากเปลือกมันฮ่อให้สีเขียวถึงน้ำตาล lawsone จากใบเทียน ให้สีน้ำตาลแดง alkanin จากต้น alkanet ให้สีแดง เป็นต้น

6. กลุ่มสีพอลิอิน (polyenes) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มี poly conjugated double bond ได้แก่ พวกละออง terpenoids และ isopenoids ซึ่งเป็นสาร isopentene เช่น carotenoids ที่มี 40 C – atoms สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ สารสีเหลือง crocetin ในหญ้าฝรั่น สารสีส้มแดง bixin ในเมล็ดคำแสด และ β -carotene ซึ่งมีสีส้มแดง ในหัวแครอท เป็นต้น

ในพืชยังมีกลุ่มสารชนิดหนึ่งที่สามารถให้สีได้ เรียกว่า แทนนิน (tannins) เป็นสารประเภท polyphenols ส่วนใหญ่อยู่ในรูป glycoside มีโมเลกุลขนาดใหญ่ โครงสร้างซับซ้อน แยกให้เป็นสารบริสุทธิ์ได้ยาก แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ

1. แทนนินเทียม (pseudotannins) มีขนาดโมเลกุลเล็ก มีสมบัติบางอย่างคล้ายกับแทนนินแท้ ได้แก่ gallic acid, catechin, chlorogenic acid เป็นต้น พบในเปลือกสับปะรด เมล็ดกาแฟ เมล็ดสาลี่ เป็นต้น

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

2.1 gallotannins หรือ pyrogallon tannins เป็นสารที่มี polyhydric สามารถถูกสลายได้ด้วยน้ำร้อน สารละลายกรด หรือเอนไซม์ tannase มีลักษณะเป็น amorphous สีเหลือง – น้ำตาล มีรสฝาด เมื่อทำปฏิกิริยากับ iron (III) chloride จะได้สีน้ำเงิน แทนนินชนิดนี้เช่น ellagic acid พบในโกฐน้ำเต้า กลีบกุหลาบ เปลือกและผลทับทิม ใบยูคาลิปตัส เป็นต้น

2.2 catechin tannins หรือ phloba tannins เป็นพอลิเมอร์ของ สารประกอบฟีนอล เกิดจากการควบแน่นของ catechin กับ flavan diol มีสีแดงไม่ละลายน้ำเรียกว่า สาร phlobaphenes พบใน เปลือกอบเชย เปลือกไม้ไผ่ ใบชา เปลือกสัเสียด

สำหรับการสกัดสารที่ให้สีจากพืช สามารถทำได้หลายวิธี เช่น

1. mercuration เป็นการสกัดสารโดยการหมักพืชกับตัวทำละลายในภาชนะปิด ทิ้งไว้ 7 วัน โดยทำการเขย่าหรือคนบ่อย ๆ แล้วทำการรินสารที่สกัดออกทำการบีบเอาสารสกัดออกจากกากพืชให้ได้มากที่สุด รวบรวมสารที่สกัดได้ไปกรอง ต้องทำการสกัดหลาย ๆ ครั้ง โดยไม่มีการใช้ความร้อน แต่วิธีนี้สิ้นเปลืองตัวทำละลายมาก

2. percolation เป็นการสกัดแบบต่อเนื่อง ด้วย percolator โดยนำพืชตัวอย่างมาบดให้ละเอียดหมักกับตัวทำละลายแล้วค่อย ๆ ใส่พืชตัวอย่างลงไป ใน percolator แล้วเติมตัวทำละลายลงไป ให้มีระดับสูงกว่าพืชตัวอย่างครึ่งเซนติเมตร ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เพื่อให้พืชพองตัวเต็มที่ แล้วบีบเอาสารสกัดออกให้มากที่สุด

3. soxlet extraction เป็นการสกัดแบบต่อเนื่องด้วยตัวทำละลายจุดเดือดต่ำ ที่ถูกให้ความร้อนจนระเหยเป็นไอแล้วกลั่นตัวลงไประาดลดบนพืชตัวอย่างที่ใส่ไว้ใน thimble เมื่อตัวทำละลายมีระดับสูงขึ้นจนล้นและถูกดูดลงไปยังขวดรูปชมพู่ที่ใส่ตัวทำละลายไว้ โดยตัวทำละลายได้สกัดสารออกมาด้วย

4. liquid – liquid extraction เป็นการสกัดด้วยตัวทำละลายซึ่งเป็นของเหลว 2 ชนิดที่ไม่ละลายเข้าด้วยกัน จะแยกเป็นชั้นออกจากกัน เมื่อนำพืชมาบดและใส่ลงในตัวทำละลายดังกล่าว สารที่ถูกสกัดออกมาจะละลายในตัวทำละลายทั้งสอง ทำให้สามารถสกัดสารออกมาได้มากกว่าการใช้ตัวทำละลายเพียงชนิดเดียว

การจำแนกประเภทสีย้อม

การจำแนกสีย้อมสามารถ จำแนกได้หลายประเภท เช่น

1. การจำแนกตามการแตกตัวให้ประจุ

- ประจุลบ (Anionic) ได้แก่ Direct , Reactive , Acid , Vat , Sulphur
- ประจุบวก (Cationic) ได้แก่ Basic
- ไม่มีประจุ (Non - ionic) ได้แก่ Disperse

2. จำแนกตามเส้นใยที่ใช้ย้อม

- เส้นใยเซลลูโลส (Cellulose) เช่น ฝ้าย ลิน ปอ ป่าน สีที่ใช้ย้อม ได้แก่ สี Direct, Reactive, Vat, Sulphur
- เส้นใยโปรตีน (Protein) เช่น ไหม ขนสัตว์ สีที่ใช้ย้อม ได้แก่ สี Acid, Basic
- เส้นใยสังเคราะห์ (Synthetic) เช่น โพลีเอสเตอร์ ไนลอน อะครีลิก สีที่ใช้ย้อม ได้แก่ Disperse, Acid, Basic

3. การจำแนกตามหมู่ช่วยละลาย

- หมู่ช่วยละลายถาวร (Permanent Solubilising) เช่น $-\text{SO}_3 \text{ Na}$, $-\text{COOH}$, $-\text{NR}_2$, $-\text{N}^+ \text{ R}_4$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$ เป็นต้น

- หมู่ช่วยละลายชั่วคราว (Temporary Solubilising) เช่น Phenoxide, Sulfate, Thiol, Thiosulfate, Alcian เป็นต้น

4. จำแนกตามชื่อสีที่เรียก เช่น สีไคเร็กซ์, สีแอซิด, สีรีแอคทีฟ, สีดิสเพิร์ส, สีมอดแดนท์ เป็นต้น

5. จำแนกตามโครงสร้างทางเคมีของสี เช่น มีโครงสร้างเอโซ, โครงสร้าง, แอนทราควิโน, โครงสร้างสควิโน เป็นต้น

6. จำแนกตามสีที่มองเห็น เช่น สีน้ำเงิน สีแดง สีส้ม สีเหลือง สีชมพู สีฟ้า และสีน้ำตาล เป็นต้น

การจำแนกสีที่ยอมรับกันมากที่สุด คือ การจำแนกสียอมตามการนำไปใช้เพราะจะต้องมีความคงทนการซัก มีความคงทนต่อแสงและยังต้องความคงทนต่อความร้อนและการขัดถู (ชาติรี ทองไทย. 2552: ออนไลน์)

ประเภทสียอม

1. สีเบสิก (Basic) เป็นเกลือของเบสอินทรีย์ (Organic Base) ละลายน้ำได้ยอมติดใยเซลลูโลสได้เพียงเล็กน้อยหรือไม่ติดเลย มีโครฟอร์ (Chromophore) ให้แคโทไอออนบางครั้ง เรียกว่า สีแคโทไอออน ถ้ายอมใยเซลลูโลส ใยต้องยอมด้ายสารประกอบที่สามารถก่อรูปเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำกับตัวสีได้ก่อน เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นเสมือนหนึ่งสะพานเชื่อมโยงระหว่างตัวสีกับเส้นใย สารประกอบนี้เรียกว่า สารช่วยติด (Mordant) สีในกลุ่มนี้ เป็นสีที่สดใสแต่ไม่ทนทาน

2. สีแอซิด (Acid) คือ สีชนิดนี้เกิดจากสารประกอบอินทรีย์ มีประจุลบ ละลายน้ำได้ดี ส่วนใหญ่เป็นเกลือของกรดกำมะถัน กลไกในการติดสีเกิดเป็นพันธะไอออนิก ใช้ยอมเส้นใยโปรตีน ในน้ำยอมที่มีสภาพเป็นกรดเจือจาง สีแอซิดบางสามารถนำไปใช้ยอมเส้นใยเซลลูโลสบริสุทธิ์ได้ เช่น ปอ ป่าน ไนลอน ใยขนแกะ ไหม และอะคลริกได้ดี วิธีการใช้จะนำสียอมที่เกิดจากสารประกอบอินทรีย์ไปละลายน้ำยอมที่เป็นกลาง สีแอซิดไม่ทนการซักไม่ทนเหงื่อ

3. สีมอดแดนท์และพรีเมทัลไลซ์ (Mordant and Premetallized Dyes) สีแอซิดละลายตัวสามารถก่อรูปเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะบางชนิด เช่น โครเมียม ละอองสีที่ก่อรูปหรือในเส้นใย ภายหลังเมื่อยอมทับด้วยเกลือโลหะแล้วจะมีความคงทนต่อกระบวนการใช้น้ำได้ดีกว่าที่ยอมทับ สารประกอบเชิงซ้อนที่ก่อรูปใหม่นี้ไม่ละลายน้ำสามารถยอมตัวสีก่อนพร้อมกันหรือภายหลังการยอมด้วยเกลือโลหะได้ทุกวิธีการพัฒนาตัวสีทำนองเดียวกันนี้อาจทำได้กับสีไคเรกซ์ ตามทฤษฎีเชื่อกันว่า โครงสร้างของเส้นใยสามารถจะรวมตัวกับไอออนของโลหะก่อรูปเป็นสารประกอบภายในทำให้ความคงทนของสีดีขึ้น ตัวสีเหล่านี้ยังคง เรียกว่า สีไคเรกซ์ ส่วนที่ เรียกว่า สีมอดแดนท์ นั้นต้องเป็นกลุ่มสีซึ่งใช้ยอมเฉพาะใยโปรตีน

4. สีไคเรกซ์ (Direct) บางครั้งเรียก สียอมใยฝ้าย ได้ชื่อมาจากความจริงที่ว่าสีชนิดนี้เป็นสีสังเคราะห์ชนิดแรกที่ติดใยฝ้ายโดยไม่ต้องใช้สารช่วยติด ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอะโซ (Azo) มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีหมู่กรดซัลโฟนิคที่ทำให้ตัวสีสามารถละลายน้ำได้ มีประจุลบ นิยมใช้ยอมเส้นใยเซลลูโลสสีจะติดเส้นใยโดยโมเลกุลของสีจะจัดเรียงตัวแทรกอยู่ในระหว่างโมเลกุลเส้นใยและยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน สีไม่ทนต่อการซักน้ำ ตกง่าย ทนแสง

5. สีดิสเพรส (Disperse Dyes) สีชนิดนี้ผลิตขึ้นด้วยวัตถุประสงค์เพื่อใช้ย้อมใยอะซิเตดซึ่งเป็นใยที่ดูดน้ำได้น้อย ใยสังเคราะห์ผสมสมบัติคล้ายคลึงกับใยอะซิเตดมาก สีตัวนี้ไม่ละลายน้ำแต่เป็นละอองละเอียดลอยตัวอยู่ในน้ำ ใช้ย้อมในน้ำธรรมดาไม่ต้องใช้สารเคมีเป็นสีที่ไม่ละลายน้ำแต่มีสมบัติกระจายได้ดี สามารถย้อมเส้นใยอะซิเตด เส้นใยโพลีเอสเตอร์ ไนลอนและอะคริลิกได้ดี การย้อมจะใช้สารพา (Carrier) เพื่อช่วยเร่งอัตราการดูดซึมของสีเข้าไปในเส้นใยหรือย้อมโดยอุณหภูมิและความดันสูง สีดิสเพอร์สเป็นสีที่ทนแสงและการซักฟอกค่อนข้างดี แต่สีซีดถ้าถูกควันทันหรือแก๊สบางชนิด เช่น แก๊สไนโตรไซด์ สีดิสเพอร์สแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม โดยพิจารณาจากหมู่เคมีในตัวสีย้อม ได้แก่ สีย้อมอะโซ (Azo Dyes) และสีย้อมอะมิโนแอนทราควิโนน (Amino antaquinone) ซึ่งทั้ง 2 กลุ่ม ประกอบด้วยอนุพันธ์ของเอทานอลามีน (Ethanolamine; $\text{NH}_2 \text{CH}_2 \text{CH}_2 \text{CH}_3$) หรืออนุพันธ์ที่คล้ายคลึงกัน

6. สีอะโซอิก (Azoic Dyer) สีกลุ่มนี้เป็นสารประกอบอะโซเหมือนกัน แต่ตัวสีไม่ละลายน้ำ ก่อรูปเป็นสีบนเส้นใยได้โดยการย้อมด้วยสารประกอบฟีนอลซึ่งละลายน้ำได้ก่อนแล้วย้อมทับอีกครั้งด้วยด้วยเกลือไดอะโซเดียม เกลื่อนี้จะทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอล เกิดเป็นสารประกอบอะโซที่ใช้ให้สีบนเส้นใยเป็นสีที่ทนต่อการซัก แต่ไม่ทนต่อการขูด

7. สีวัต (Vat Dyes) สีวัตได้ชื่อมาจากตัวเองไม่ละลายในน้ำ ต้องใช้สารรีดิวส์ที่เหมาะสมมาทำให้ละลายจึงจะติดใยเซลลูโลส เช่น สีจากต้นคราม

8. สีกำมะถัน (Sulphur or Sulphide Dyes) สีกำมะถันเตรียมได้โดยหลอมละลาย (Fuse) กำมะถัน โซเดียมซัลไฟด์กรดไมโนและสารประกอบไนโตรอื่นซึ่งเป็น Cyclic Hydrocarbon เช่น เบนซีนหรือแนพทาซีน จะติดใยเซลลูโลสได้ดีต่อเมื่อละลายอยู่ในน้ำซึ่งมีสภาพเป็นด่าง

9. สีออกซิไดซ์ (Oxidation Colorants) สี Aniline Black เป็นตัวอย่างที่ดีของสีในกลุ่มนี้ อดผ้ายหรือวัสดุอื่นด้วย Aniline Hydrochloride ออกซิไดซ์ด้วยสารเคมีที่เหมาะสมจะเกิด ไม่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

10. สีโอเนียม (Onium Dyes) คือ สี pigment ที่ละลายน้ำได้โดยคัดเลือกสรรสีที่มีความคงทนต่อสารเคมีและแสง นำมาปรับปรุงให้มีกลุ่มเคมีที่ละลายน้ำได้ นิยมใช้พิมพ์ผ้ามากกว่าย้อม

11. สีรีแอคทีฟ (Reactive Dyes) สีรีแอคทีฟละลายน้ำได้ เป็นสีย้อมใยเซลลูโลส มีคุณสมบัติเป็นแอนไอออนเมื่อนำมาอยู่ในน้ำย้อมซึ่งแตกต่าง โมเลกุลของสีจะทำปฏิกิริยากับหมู่ OH ในเซลลูโลสและเชื่อมโยงโดยพันธะโคเวเลนต์กลายเป็นสารประกอบเคมีชนิดใหม่กับเซลลูโลสเป็นสีที่ละลายน้ำได้มีประจุลบเมื่ออยู่ในน้ำจะมีสมบัติเป็นด่าง สีย้อมชนิดนี้เหมาะสมกับการย้อมเส้นใยเซลลูโลสมากที่สุด โมเลกุลของสีจะยึดจับกับหมู่ไฮดรอกซิล (OH) ของเซลลูโลสและเชื่อมโยงติดกันด้วยพันธะโควาเลนต์ในสภาวะที่เป็นด่างกลายเป็นสารประกอบเคมีชนิดใหม่กับเซลลูโลส สีรีแอคทีฟ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ย้อมติดที่อุณหภูมิสูง 70 – 75 องศา และกลุ่มที่ย้อมติดที่อุณหภูมิต่ำ สีรีแอคทีฟให้สีที่สดใสทุกสภาวะ

12. สีโลหะ (Mineral Colorants) สารประกอบอนินทรีย์ที่ละลายน้ำหลายชนิดใช้ย้อมใยเซลลูโลสและให้สีต่างกัน เมื่อย้อมแล้วต้องทำให้สารนี้ตะกอนภายในใย ตัวอย่างสีดี ได้แก่ Miner Khaki ซึ่งเป็นประกอบของเหล็กออกไซด์และโครเมียมออกไซด์รวมกัน (อัจฉราพร ไชยสุต. 2533: 360 - 363)

คุณสมบัติทางเคมีของสีย้อม

สีย้อมไม่ว่าจะเป็นสีย้อมธรรมชาติหรือสีย้อมสังเคราะห์เป็นส่วนประกอบเชิงซ้อนซึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอนต่อกันอยู่กับอะตอมของธาตุอื่นๆ ส่วนมากเป็นไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน และกำมะถัน สีย้อมจัดอยู่ในกลุ่มของสารประกอบอินทรีย์ (Organic Compound) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มที่มีคาร์บอน

ต่อกันเป็นวง สารประกอบอินทรีย์กลุ่มนี้ เรียกว่า Aromatic Compound เพราะฉะนั้น สีย่อมโดยทั่วไปมีโครงสร้างหลักประกอบด้วยวงเบนซินเสมอจึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Benzenoid Hydrocarbon โมเลกุลของเบนซินประกอบด้วย คาร์บอน 6 อะตอม ต่อเรียกเรียงตัวกันเป็นวงตามปกติเบนซินไม่มีสี แต่หากมีกลุ่มของอะตอมอื่นๆ ที่เหมาะสมมาแทนที่อะตอมของไฮโดรเจนอะตอมหนึ่งหรือหลายอะตอมในเบนซินจะได้สารประกอบที่มีสีซึ่งนำมาใช้เป็นสีย้อม สีย้อมอาจประกอบด้วยวงเบนซินเพียงวงเดียวหรือมากกว่า ลักษณะและคุณสมบัติของสีย้อมขึ้นอยู่กับโครงสร้างของโมเลกุลและตำแหน่งที่กลุ่มของอะตอมอื่นๆ มาเกาะติดอยู่บนตำแหน่งต่างๆ ของโครงสร้างนั้นๆ การที่สีย้อมทำให้เกิดสีต่างๆ ได้เนื่องจากมีกลุ่มของอะตอมซึ่งทำให้เกิดสีโดยการดูดกลืนแสงที่มีค่าความยาวคลื่นต่างๆ ในสเปกตรัม กลุ่มของอะตอมเหล่านี้มีชื่อเรียกว่า Chromophors ได้แก่ หมูไนโตร

สารประกอบที่มีกลุ่มของอะตอมเหล่านี้ เรียกว่า Chromogen นอกจากนี้ สารประกอบที่จะเป็นสีย้อมได้ยังต้องมีกลุ่มของอะตอมอีกพวกหนึ่ง เรียกว่า Auxochrome ซึ่งจะทำให้สีเข้มขึ้นและทำให้สีย้อมนั้นมีคุณสมบัติเป็นกรดหรือด่างเพื่อที่เกาะติดแน่นบนเนื้อผ้า หมู Auxochrome ได้แก่ หมูซัลโฟนิค หมูคาร์บอกซิล หมูไฮดรอกซิล หมูอะมิโน เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งหมูซัลโฟนิคมีความสำคัญมาก เพราะจะช่วยให้สีนั้นละลายในน้ำได้ดีอีกด้วย นักวิทยาศาสตร์สมัยปัจจุบันเชื่อว่า การที่สารประกอบบางชนิดมีสีเนื่องจากมีโครงสร้างหลักเป็น Aromatic Compound ซึ่งอยู่ในสภาวะไม่อิ่มตัว (Unsaturated Condition) คล้ายกับโครงสร้างของควิโนน (Quinine) เพราะฉะนั้นตามกฎเกณฑ์นี้ สีย้อมทุกชนิดมีลักษณะแบบควิโนนอยด์ (Quinonoid) สีย้อมหลายชนิดสามารถเกิดขึ้นได้ในลักษณะควิโนนอยด์และเบนซินอยด์ และจะสามารถเปลี่ยนกับไปมาได้หากสภาวะล้าเปลี่ยนไป เช่น ตัวทำละลายความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิเป็นต้นการเปลี่ยนแปลง เช่นนี้ มักเกิดร่วมกับการเกิดสีหรือการที่สีหายไป เรียกการเปลี่ยนแปลง เช่นนี้ว่า Isomeric Change ลักษณะการเปลี่ยนแปลง ดังกล่าวอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการที่สีย้อมตกสี ซีดจาง เมื่อได้รับแสง สบู่ ผงซักฟอก หรือสาเหตุอื่นๆ เพราะฉะนั้นโครงสร้างโมเลกุลของสีย้อมมีความสำคัญต่อการเกิดสี ส่วนคุณสมบัติเฉพาะของสีย้อม เช่น ความทนทานต่อสภาวะแวดล้อม การตกสีหรือซีดจาง การเกาะติดบนเส้นใยชนิดต่างๆ และปฏิกิริยาต่อสารเคมีอื่นๆ ขึ้นอยู่กับกลุ่มของอะตอมที่มาเกาะอยู่กับโครงสร้างหลักของโมเลกุล ค่าความเป็นด่างของสีย้อมก็มีผลต่อผืนผ้าและการย้อมและการย้อมสีเช่นกันสีย้อมโดยส่วนใหญ่จะมีค่าเป็นด่างเพราะจะไม่ทำลายเส้นใยในขณะย้อมและเมื่อย้อมเกาะบนเส้นใย (จิราภรณ์ อรัณยนาถ. 2525: 98 – 100)

สีย้อมธรรมชาติ

การย้อมสีไม่สามารถยืนยันได้แน่นอนว่ารู้จักสีย้อมมาตั้งแต่เมื่อใด แต่อย่างไรก็ตามหลักฐานที่ค้นพบทำให้เชื่อว่า ศิลปะการย้อมเริ่มต้นในประเทศทางภาคตะวันออกก่อนโดยประเทศจีน ซึ่งพอสรุปและเรียงลำดับเหตุการณ์โดยสรุป ได้ดังนี้

1. 2500 ปีก่อนพุทธศักราช เชื่อกันว่า การย้อมสีมีขึ้นแล้วในประเทศจีนและมีหลักฐานจากการบินที่ภาษาสันสกฤตโบราณว่า อินดิยรู้จักการเตรียมสีคราม (Indigo) กันแล้วและจากนั้นภาพเขียนบนผนังของที่ฝังศพชาวอียิปต์โบราณบอกให้รู้ว่า ชาวอียิปต์ทำผ้าย้อมสีเข้มน้ำเงินแล้วในสมัยนั้น
2. 2000 ปีก่อนพุทธศักราช บันทึกทางศาสนาของอินเดียจากการอ้างถึงผ้าไหมที่มีสีแสดงให้เห็นว่า มีการย้อมสีขึ้นแล้วและเป็นที่แน่นอนว่าต้นไม้นักย้อมสี (Dyer Thistle) ที่รู้จักกันเชื่อว่า Safflower – Carthamus ให้สีเหลืองแดง

3. 1500 ปีก่อนพุทธศักราช การใช้สีจากธรรมชาติซึ่งมีต้นกำเนิดจากพืชอย่างกว้างขวางเป็นการเริ่มต้นของอารยธรรมซึ่งเชื่อกันว่าการย้อมสีและการพิมพ์เริ่มต้นขึ้นแล้วในสมัยนี้ จากฐานยืนยันว่ามการใช้ต้นพืชทำให้แตกต่างกันหลายชนิด เช่น พืชในตระกูลมัสตาส (Woad) ให้สีฟ้า ต้นเอลเดอร์ (Dwarfeler) ให้สีฟ้า ต้นไม้แมดเดอร์ (Madder) ซึ่งเป็นต้น จำพวกเข็มให้สีแดงและเหลือง ต้นเวลด์ (Weld) ให้สีเหลือง ต้นไม้จำพวกบิลเบอร์รี่ (Bilberry หรือ Whortleberry) ให้สีม่วง เป็นต้น

4. 1000 ปีก่อนพุทธศักราช พบว่า ชาวอียิปต์สามารถทอผ้าที่มีโครงสร้างของเนื้อผ้าละเอียดและสามารถให้สีสันท่างๆ ให้ทุกระดับสี

5. ต้นก่อนพุทธศักราชที่ 500 ขณะนั้นอาณาจักรโรมัน มีความรุ่งเรืองและพบว่า มีการใช้สี Tyria purple เป็นสีย้อมที่มีโครงสร้างทางเคมีเหมือนกับสีครามต่างกันเฉพาะมีโบรมีน (Bromine) 2 อะตอม แทนที่ไฮโดรเจน (Hydrogen) 2 อะตอม โมเลกุลของสีคราม

6. พ.ศ. 604 พลินี (Pliny) นักปราชญ์ชาวโรมันได้บันทึกสูตรการย้อมและการพิมพ์ผ้าไว้มาก ในสมัยที่เขายังมีชีวิตอยู่

7. พ.ศ. 1914 หลังจากการบันทึกต่างๆ ได้ขาดหายไประยะหนึ่ง เนื่องจากการล่มสลายของอาณาจักรโรมัน ข่าวสารเกี่ยวกับการย้อมสราภฏขึ้น อีกวาระหนึ่งโดยมีการก่อตั้งสมาคมผู้ย้อมสี (Dyer Guild) ขึ้นที่เมืองฟลอเรนซ์ ประเทศอิตาลี แต่ช่วง เวนิส เยนิว ช่างย้อมฝีมือดีจึงได้แพร่หลายกระจายกันออกไปและหลังจากนั้นไม่นานมีการก่อตั้งสมาคมนักย้อมขึ้นทั่วไปในยุโรป

8. พ.ศ. 2014 สมาคมชื่อ “The worshipful company of Dyers” ก่อตั้งขึ้นเพื่อความคุ้มครองการทำงานและการค้าขายของสมาชิกที่เกี่ยวข้องกับการย้อมสีเครื่องครัด (ชัยยุทธ ช่างสาสร และ ลิศณรงณ์ ศิริพนม. 2544: 45 - 47)

ถ้านับจากปี พ.ศ. 2399 ย้อนไปในอดีต สีย้อมผ้าส่วนมากยังเป็นสีที่ได้จากธรรมชาติแทบทั้งสิ้น เช่น จากเปลือกไม้ เนื้อไม้ หอย แมลง มีรายละเอียดที่น่าสนใจ ดังนี้ ครั้งตัวมียะจะให้สีม่วงแดง เหมาะสำหรับย้อมไหม และขนสัตว์ได้สวยงามและไม่ตก สีดำจากแกนของต้น ลือกวูด ได้มาโดยแช่แกนไม้ให้ฟูสีดำจะตกตะกอน นิยมย้อมผ้าไหมแท้และผ้าฝ้ายสีดำ เนื้อไม้ไค้ใช้ย้อมผ้าให้สีเหลือง สีครามได้จากต้นอินดิโก รากของไม้แข็ง ให้สีแดงเป็นสีที่ทนแดดและการซักฟอกใช้พิมพ์ดอกผ้าด้วย สีม่วง ไทเรียม ได้จากหอยทะเลชนิดหนึ่งคล้ายหอยโข่ง แต่มีขนาดตัวเล็กมากมีอยู่ในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ในการสกัดสีต้องใช้หอยนับหมื่นตัวจะได้สีประมาณ 1 กรัม (จักรพันธ์ ปัญจะสุวรรณ. 2542: 39)

การใช้สีย้อมเส้นใยนั้นเป็นที่รู้จักกันมานานแต่โบราณกาล เดิมใช้สีจากธรรมชาติ เช่น สีจากแร่ธาตุหรือโลหะที่มีสี และสีจากส่วนต่างๆ ของพืชที่นำใช้ย้อมเป็นสีที่สกัดได้จาก ยาง เปลือก ราก ดอก ผล และส่วนอื่นๆ (วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ(123). 2533: 20 หน้า 32)

ประเภทของสีย้อมธรรมชาติ

สีย้อมธรรมชาติในงานเส้นใยและสิ่งทอ เป็นกลุ่มที่เล็กมากเมื่อเทียบกับสีสังเคราะห์ สามารถจำแนกได้ 3 กลุ่มดังนี้

1. สีจากแร่ธาตุ (Mineral Dyes)

เป็นสีอนินทรีย์ โดยอาจเป็นของผสมออกไซด์ของโลหะหรือเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะ สีประเภทนี้เคยมีความสำคัญในอดีต แต่ปัจจุบันกล่าวได้ว่าสาบสูญไปหมด สิ่งให้สีเหล่านี้เกิดจากการตกตะกอนในช่วงว่างระหว่างโมเลกุลเส้นใยและเนื่องจากสารเหล่านี้มีเสถียรภาพมาก สีที่ได้จึงมีความทนทานต่อแสง ตัวอย่างเช่น ตะกั่วโครเมตให้สีเหลือง สีจากที่ใช้อย้อมฝ้ายในอดีตได้จากออกไซด์ของเหล็ก

ผสมกับออกไซด์ของโครเมียม เป็นต้น ส่วนมากโลหะที่ใช้ ได้แก่ เหล็ก ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ และนิกเกิล เป็นต้น

2. สีย้อมสัตว์ (Animal Dyes)

สีธรรมชาติในกลุ่มนี้ที่สำคัญมี 3 ชนิด ได้แก่ โคชินีล (Cochineals) เคอร์มีส (Kermes) และครั่ง (Lac) สีที่ได้จากตัวแมลงแห้งหรือสีที่ขับออกจากตัวแมลง เช่น โคชินีล คือ สีแดงส้มได้จากตัวแมลงตากแห้ง แมลงนี้พบมากในยุโรปตอนใต้อาศัยอยู่บนต้นโอ๊ก ปัจจุบันสีชนิดนี้หายากและราคาแพง สีจากครั่งเป็นสีกลุ่มแดง ได้จากสีที่ขับมาจากตัวแมลง Laccifera Lacca ใช้ย้อมไหมและขนสัตว์ นอกจากนี้ยังใช้มากทางด้านอาหาร โดยใช้เป็นสีผสมอาหาร เช่น แยม ไส้กรอก แยม น้ำผลไม้ เป็นต้น สีจากครั่งนี้เชื่อว่าขึ้นอยู่กับคุณภาพหรือชนิดของต้นไม้ที่ใช้เลี้ยงครั่ง

3. สีย้อมพืช (Vegetable Dyes)

เป็นสารอินทรีย์ที่ได้จากส่วนต่างๆ ของพืชตั้งแต่ราก เปลือก ราก ลำต้น เปลือกต้น แก่น ไม้ ใบ ดอก ผล เมล็ด เป็นต้น สามารถจำแนกได้ตามงานย้อมสี ได้แก่ สีย้อมตรง สีมอร์แดนต์ สีแวต (ดาร์กา เสาร์ม; และคนอื่นๆ. 2545: 7 - 8)

สีย้อมจากพืช ได้แก่ สีน้าเงินเข้มของครามได้จากกระบวนการสลายตัวด้วยน้ำของสารอินดิแคน (Indican) ที่ไม่สีย้อมจากพรรณไม้ในสกุล Indigfera และกระบวนการออกซิเดชันที่ทำให้เกิดสาร Indoxy ผลิตภัณฑ์ของสารบราซิโนเกิดจากกระบวนการออกซิเดชันสารบราซิโนเป็นสารประกอบฟีนอลมีสีขาว พบในเนื้อไม้ในสกุล Caesalpinia (พืச்சักดิ์ วรสุนทรโรสถ. 2544: 18 - 21)

ความก้าวหน้าทางวิทยาการของสีย้อมผ้า

ศตวรรษที่ 18 นับว่าเป็นจุดสุดยอดของการใช้สีจากธรรมชาติโดยมีการกวาดค้น เรื่อง การย้อมสีสำหรับผ้าในแต่ละเนื้อ และมีการแบ่งชั้นของช่างย้อม เป็น 2 กลุ่ม คือ แบบแพนซีกับแบบที่ย้อมสีเรียบๆ ธรรมดา ซึ่งผู้ย้อมผ้าในแต่ละกลุ่มจะไม่สามารถมีอุปกรณ์ของอีกกลุ่มหนึ่งอยู่ในครอบครองเป็นของตนเอง

ประเทศฝรั่งเศส ได้คิดค้น สีย้อมทางเคมีซึ่งอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1669 โดย จอง แบบติสท์ โคลเบิร์ต (Jean Baptist Colbert) ผู้ซึ่งดำรงตำแหน่งรัฐมนตรีกระทรวงการคลัง ในสมัยพระเจ้าหลุยส์ที่ 14 เพื่อเป็นการสนองความต้องการที่จะขยายวงการอุตสาหกรรมสิ่งทอ เพื่อนำรายได้มาใช้จ่ายในกิจกรรมของพระราชวังที่ฟุ่มเฟือยทั้งหลายการทดลองวิทยาศาสตร์แห่งปารีส โดยความช่วยเหลือของนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษและฮอลแลนด์ การทดลองนี้เป็นรากฐานของการทดลองครั้งต่อไป มา และมีการพิมพ์หนังสือตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 และเรื่อยมาถึงศตวรรษที่ 19

สีย้อมโคชินีล (Cochineal - แมลงจากต้นตะบองเพชร) เป็นต้นสีย้อมจากทวีปอเมริกากลาง ค้นพบโดยชาวสเปนเมื่อเดินทางไปเม็กซิโกในปี ค.ศ. 1518 ต่อมาได้ส่งไปจำหน่ายในทวีปยุโรปจึงได้รับผลสำเร็จอย่างยิ่งใน ค.ศ. 1620 ได้มีนักเคมีชาวฮอลแลนด์ชื่อเดรเบล (Drebbel) ได้คิดค้นวิธีการย้อมสี ส้มเหลืองจากโคชินีลที่มีดีบุกเป็นตัวช่วยทำให้สีติดผ้าได้ง่ายขึ้น (Tinmodanted Cochineal)

กลางศตวรรษที่ 17 รัฐบาลได้อนุญาตให้ชาวต่างชาติเข้าไปตั้งรกรากและสอนการย้อมให้แก่เหล่าผู้ประกอบการทางโรงงานในประเทศอังกฤษกลุ่มผู้บุกเบิกในอเมริกายุคแรกๆ พบว่า ชาวอินเดียแดงใช้พวกตะไคร้ซึ่งหมักในแอ่งน้ำมาย้อมสีเขียว พวกเห็ดราที่เกาะหินมาย้อมสีเหลือง หัวบีทรูท (Beetroot) มาย้อมสีแดง สีเหล่านี้ไม่มีความทนทาน ภรรยาของเหล่าผู้ที่ทำบุกเบิกนั้น ได้นำเอาเมล็ดพืชพวกติดตัวเข้าไปทำการเพาะปลูกให้ได้สีย้อมจากสมุนไพรมากมาย เมื่อก่อนนั้นการย้อมสีต้องการความทนทานมักจะใช้

สารจากสนิมเหล็กเป็นตัวช่วยทำให้สีติดทนขึ้นและการย้อมสีน้ำตาลทึบ สีเหลือง และสีเทา ซึ่งควรจะเรียกว่า สีปูนแห้ง สีน้ำตาลที่ได้จากเปลือกไม้เอลเดอร์ (Elder) สีเทาจากเปลือกไม้เบิร์นซ์ (Birch) สีเหลืองจากเปลือกไม้บิลเบอร์รี่ (Bilberry) สีเขียวจากเปลือกไม้ฮิคโครี (Hickory) และใบลอเรล (Laurel) และใบคราม (Indigo) สารช่วยติดให้สีติดทนใช้สนิมเหล็กสนิมทองแดง สารส้ม (วิชัย ไสละวิทย์มงคล. 2541: 48)

จากการศึกษา เรื่อง สีย้อม สรุปได้ว่า สีย้อมนั้น คือสารละลายชนิดที่ใช้ในการย้อมวัสดุสิ่งทอ สีย้อมเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ก็ได้ มีลักษณะเป็นผลึกหรือผงละเอียดประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน สีย้อมสามารถแบ่งประเภทได้ตาม ลักษณะของสี การใช้ย้อมบนผืนผ้า และเส้นใย การให้สี คุณสมบัติของสีย้อมของสีย้อมควรมีค่า pH เป็นด่าง ในบางครั้งขึ้นอยู่กับนำไปใช้สีย้อมที่ดีต้องละลายน้ำได้หมด ไม่ตกตะกอนยัดเกาะบนเส้นใยและผืนผ้าได้ดี สีย้อมจะแบ่งออกเป็นสีย้อมจากธรรมชาติและสีย้อมจากการสังเคราะห์สารเคมี มนุษย์นั้นรู้จักใช้สีจากธรรมชาติมานานแล้ว เช่น สีจากพืช ได้แก่ ดอกใบ เปลือก เป็นต้น จากสัตว์ ได้แก่ โคชินีล (Cochineals) เคอร์มีส (Kermes) และครั่ง (Lac) เป็นต้น และสีจากแร่ธาตุหรือโลหะ เช่น เหล็กออกไซด์ในดินแดง ซึ่งสีจากธรรมชาติแต่ละชนิดก็ยังมีให้สีที่ต่างกันและมีการสกัดสีที่ต่างกันกัน จึงมีการใช้สีย้อมจากธรรมชาติมากขึ้นโดยใช้วิธีการและความก้าวหน้าทางวิทยาการต่างๆ เข้ามาช่วยในการสกัดสีทำให้ค้นพบสีย้อมจากธรรมชาติมากขึ้น และมีการใช้อย่างกว้างมากขึ้นซึ่งปัจจุบันก็ยังคงเป็นที่นิยมอยู่

การสกัดสารที่ให้สีจากพืชทำได้หลายวิธี เช่น

1. maceration เป็นการสกัดสารโดยการหมักพืชกับตัวทำละลายในภาชนะปิด ทิ้งไว้ 7 วัน โดยทำการเขย่าหรือคนบ่อยๆ แล้วทำการรินสารที่สกัดออกทำการบีบเอาสารสกัดออกจากกากพืชให้ได้มากที่สุด รวบรวมสารที่สกัดได้ไปกรอง ต้องทำการสกัดหลายๆ ครั้ง โดยไม่มีการใช้ความร้อน แต่วิธีนี้สิ้นเปลืองตัวทำละลายมาก

2. percolation เป็นการสกัดแบบต่อเนื่องด้วย percolator โดยนำพืชตัวอย่างมาบดให้ละเอียดหมักกับตัวทำละลายแล้วค่อยๆ ใส่พืชตัวอย่างลงไปใน percolator แล้วเติมตัวทำละลายลงไปให้มีระดับสูงกว่าพืชตัวอย่างครึ่งเซนติเมตร ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เพื่อให้พืชพองตัวเต็มที่ แล้วบีบเอาสารสกัดออกให้มากที่สุด

3. soxhlet extraction เป็นการสกัดแบบต่อเนื่องด้วยตัวทำละลายจุดเดือดต่ำ ที่ถูกให้ความร้อนจนระเหยเป็นไอแล้วกลั่นตัวลงไประาดลดบนพืชตัวอย่างที่ใส่ไว้ใน thimble เมื่อตัวทำละลายมีระดับสูงขึ้นจนล้นและถูกดูดลงไปยังขวดรูปชมพู่ที่ใส่ตัวทำละลายไว้ โดยตัวทำละลายได้สกัดสารออกมาด้วย

4. liquid – liquid extraction เป็นการสกัดด้วยตัวทำละลายซึ่งเป็นของเหลว 2 ชนิดที่ไม่ละลายเข้าด้วยกัน จะแยกเป็นชั้นออกจากกัน เมื่อนำพืชมาบดและใส่ลงในตัวทำละลายดังกล่าว สารที่ถูกสกัดออกมาจะละลายในตัวทำละลายทั้งสอง ทำให้สามารถสกัดสารออกมาได้มากกว่าการใช้ตัวทำละลายเพียงชนิดเดียว

การย้อมสี

การย้อมสีบนวัสดุสิ่งทอ มีทฤษฎีที่สำคัญๆ ได้แก่

1. ทฤษฎี Free Volume Model เป็นทฤษฎีที่ใช้กับเส้นใยสังเคราะห์ กำหนดว่าวัสดุสิ่งทอพวกเส้นใยสังเคราะห์จะไม่มีรูพรุนไม่ดูดน้ำย้อมได้มากนักการย้อมจะต้องทำให้วัสดุสิ่งทอเกิดการอ่อนตัว (Plastic) ที่จุด Glass Transition Temperature (Tg) เป็นอุณหภูมิที่วัสดุสิ่งทอยังไม่หลอมละลายแต่จะมี

ลักษณะอ่อนตัว คล้ายพลาสติกที่มีความหนืดสูง น้ำย้อมสีจะแทรกซึมเข้าไปในส่วนที่ไม่เป็นระเบียบเท่านั้น เช่นการย้อมพอลิเอสเตอร์ที่อุณหภูมิสูง เป็นต้น

2. ทฤษฎี Pore Model เป็นทฤษฎีที่ใช้กับการย้อมสีเส้นใยธรรมชาติโดยกำหนดว่า วัสดุสิ่งทอจะมีรูพรุนคล้ายกับฟองน้ำ น้ำย้อมสามารถแทรกซึมตามรูพรุนเหล่านั้นได้ตามปรากฏการณ์ซึมตามรูเล็ก (capillary rise action) ในการย้อมสีเส้นใยตามทฤษฎี Pore Model จะต้องใช้สีย้อม

กระบวนการย้อมสี (dying) มี 2 วิธี คือ

1. การย้อมโดยตรง (direct dying) เป็นการย้อมโดยการละลายสีย้อมในตัวทำละลายเช่น น้ำ แล้วนำไปต้ม หรือละลายสีในตัวทำละลายอื่นๆ จุ่มเส้นใยลงไปแช่ทิ้งไว้ ให้เส้นใยดูดซับสีเข้าไปในเส้นใย แล้วเติมสารช่วยติดสี เช่น เกลือแกง เกลือโซเดียมซัลเฟต เพื่อให้สีย้อมติดเส้นใยได้ดีและทนทาน

2. การย้อมร่วมกับมอร์แดนต์ (mordant dyeing) มี 3 วิธี คือ

2.1 ย้อมมอร์แดนต์ก่อน (pre-mordant dyeing) เป็นการย้อมโดยแช่เส้นใยลงในสารละลายของมอร์แดนต์ก่อน แล้วจึงค่อยนำเส้นใยไปย้อมสีด้วยการต้มเกลือในสารทำละลายสีที่อุ่น

2.2 ย้อมมอร์แดนต์พร้อม (simultaneous mordant dyeing) เป็นการย้อมโดยผสมมอร์แดนต์ลงในสารละลายสีและต้มกับเกลือในก่อน แล้วจึงค่อยแช่เส้นใยลงไปย้อมสี

2.3 ย้อมมอร์แดนต์หลัง (post-mordant dyeing) เป็นการย้อมเส้นใยในน้ำย้อมสีที่ต้มกับเกลือในสารทำละลายสีก่อน แล้วจึงนำเส้นใยที่ย้อมสีแล้วไปแช่ในสารละลายมอร์แดนต์

อุปกรณ์ในการย้อม ประกอบด้วย

หม้อย้อมควรใช้หม้อสแตนเลสหรือหม้อเคลือบ หรือกระทะใบบัว ไม่ควรใช้หม้ออะลูมิเนียม และควรเลือกขนาดให้เหมาะสมกับการย้อมผ้า เส้นไหม หรือเส้นด้ายฝ้าย

ไม้กวาดหรือเส้นด้ายควรทำด้วยไม้ที่มีขนาดใหญ่พอที่จะรับน้ำหนักเส้นด้ายเปียกในหม้อย้อมได้ กะละมังหรือถังพลาสติก สำหรับล้างผ้าหรือเส้นด้ายก่อนย้อมและหลังย้อม

เตาไฟจะเป็นเตาถ่านเตาฟืนหรือเตาแก๊สก็ได้

ขั้นตอนการย้อมสี

1. เตรียมวัตถุดิบให้สี เช่น เปลือก เนื้อ แก่น ราก กิ่ง หรือใบไม้ทุกชนิด โดยสับให้ละเอียด ผลเมล็ดหรือเหง้าใต้ดิน หรือครึ่ง ต้องนำมาตำให้ละเอียดจากนั้นนำมาใส่ในหม้อย้อมเติมน้ำให้ท่วมวัตถุดิบและให้น้ำท่วมผ้าหรือเส้นด้ายด้วยในตอนย้อม แช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืนจะช่วยให้การสกัดสีทำได้ง่าย พืชสดให้ใช้น้ำหนักประมาณ 4 เท่า ถ้าเป็นพืชแห้งใช้ประมาณ 2 เท่าของน้ำหนักผ้าหรือเส้นด้าย

2. การเตรียมน้ำย้อม จากนั้นก็นำมาต้มให้เดือดอย่างน้อยประมาณ 1 ชั่วโมง หรือสังเกตดูว่าน้ำย้อมสีในหม้อย้อมเข้มข้นได้ที่แล้วก็ให้กรองเอาแต่น้ำย้อมสีเพื่อไปใช้ในการย้อม

3. การย้อม ให้นำน้ำย้อมสีที่กรองเรียบร้อยแล้วไปต้มให้เดือดอ่อนๆ อีกครั้งหนึ่ง ขั้นตอนนี้ถ้าต้องการใส่สารช่วยย้อมพร้อมกับการย้อมให้เลือกใส่สารช่วยย้อมที่ต้องการ เช่น เกลือแกง สารส้มป่น น้ำด่าง น้ำกรดจากพืชที่มีรสเปรี้ยว น้ำพืชที่ให้แทนนิน โดยนำพืชไปต้มในน้ำเปล่า 30 นาที ก่อนแล้วจึงกรองน้ำนำมาใช้ โดยใช้ในปริมาณที่กำหนดใส่ลงในหม้อย้อมผ้า คนให้ละลายให้เข้ากับสีย้อม

จากนั้นให้นำผ้าหรือเส้นด้ายที่ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว (ควรแช่น้ำให้เปียกแล้วบิดให้หมาดก่อนย้อมทุกครั้ง เพราะจะทำให้เส้นด้ายสามารถดูดน้ำสีย้อมได้ดีและเร็วขึ้น และทำให้สีติดที่เส้นใยได้ง่าย) ใส่ลงไป ต้มนานประมาณครึ่งชั่วโมง หรือสังเกตดูว่าสีติดที่ผ้าหรือเส้นด้ายเข้มข้นอย่างที่เรต้องการ แต่ค่อย

หมั่นกลับผ้าบ่อยๆ เพื่อให้สีซึมเรียบสม่ำเสมอและคอยยกผ้าให้โดนอากาศบ้างจะช่วยให้สีติดง่ายและติดทนขึ้น จากนั้นยกหม้อลงแช่ทิ้งไว้ให้เย็น พืชบางอย่างทิ้งไว้ 1 คืน จะช่วยให้สีติดดีขึ้น

ถ้าต้องการใส่สารช่วยย้อมในการย้อมผ้า หลังย้อมให้ละลายสารช่วยย้อมที่ต้องการตามปริมาณที่กำหนด ถ้าเป็นสารเคมีควรละลายในน้ำอุ่นก่อนเพื่อให้ละลายได้ดีขึ้น นำผ้าที่ผ่านการย้อมสีบดให้หมาด กระตุกให้ตึง 2-3 ครั้ง จึงนำมาขยำในน้ำสารประกอบที่เตรียมไว้ด้วยเวลาที่ขึ้นอยู่กับความต้องการสีเข้มหรือจางประมาณ 15-30 นาที แต่ถ้าเป็นแทนนินจากพืชจะใช้เวลาน้อย เช่น การย้อมฝางแล้วนำมาย้อมต่อในน้ำมะเกลือจะใช้เวลาประมาณครึ่งนาที จะเปลี่ยนเป็นสีชมพูเป็นสีบานเย็น ถ้านานกว่านี้สีจะเข้ม จากนั้นนำไปบิดให้หมาดกระตุกให้ตึง 2-3 ครั้ง ผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำมาผ้าม้วนในน้ำสะอาดจนน้ำใสแล้วนำไปสับัด ใช้แขนสองข้างดึงเส้นด้ายแล้วกระตุกให้ตึง 2-3 ครั้ง นำไปตากในที่ร่มหรือกลางแจ้ง

การย้อมซ้ำ

ถ้าสีที่ย้อมเสร็จแล้วยังได้สีที่จางหรือมีรอยต่าง เนื่องจากสีติดไม่เสมอกันก็สามารถแก้ไขได้โดยนำไปย้อมซ้ำสีเดิมก็ได้สีที่เข้มและมีความคงทนมากขึ้นหรือจะเปลี่ยนเป็นสีอื่นย้อมทับกันก็ได้จะให้สีใหม่ที่แปลกตา ในการย้อมแต่ละครั้งควรจดข้อมูลและเก็บตัวอย่างผ้าไว้ทุกครั้งเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการย้อมครั้งต่อไป ซึ่งเมื่อได้ผ้าที่ต้องการแล้วสามารถนำไปทดสอบหาความทนต่อแสงอย่างง่ายด้วยการตัดตัวอย่างผ้ามาชิ้นเล็กๆ นำวัสดุทึบแสงมาปิดที่ ผ้าตัวอย่างครึ่งหนึ่งแล้วนำไปวางตากแดด 7 วัน นำผ้าที่โดนแสง ถ้าผ้าที่โดนแดดสีซีดน้อยมากหรือไม่เหมาะสมต้องทดลองและปรับปรุงให้มีคุณภาพอย่างที่ต้องการต่อไป (ศูนย์บริการข้อมูลเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, หน้า 1 – 4)

ข้อดีของสีธรรมชาติ

1. ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค
2. น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตไม่เป็นอันตรายต่อ สิ่งแวดล้อม
3. วัตถุดิบหาได้ง่ายในชุมชนไม่ต้องใช้สีเคมีที่นำเข้าจากต่างประเทศ
4. การย้อมสีธรรมชาติสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นความรู้ที่เพิ่มพูนขึ้นตามประสบการณ์ สามารถ ถ่ายทอดให้แก่คนรุ่นหลัง เป็นภูมิปัญญาของท้องถิ่น
5. สีธรรมชาติมีความหลากหลาย ตามชนิด อายุและส่วนของพืชที่ใช้ ตลอดจนชนิดของสารกระตุ้นหรือขั้นตอนการย้อม
6. การย้อมสีธรรมชาติทำให้เห็นคุณค่าและรู้จักใช้ ประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติ
7. ความสัมพันธ์ระหว่างคนย้อมสีกับต้นไม้ ย้อมก่อให้เกิดความรัก ความหวงแหน และเรียนรู้ที่จะอนุรักษ์ และปลูกทดแทนเพื่อการผลิตที่ยั่งยืน

ข้อจำกัดของสีธรรมชาติ

1. ปริมาณสารสีในวัตถุดิบย้อมสีมีน้อย ทำให้ย้อมได้สีไม่เข้มหรือต้องใช้วัตถุดิบปริมาณมาก
2. ไม่สามารถผลิตได้ในปริมาณมากและไม่สามารถผลิตสีตามที่ตลาดต้องการ
3. สีซีดจางและมีความคงทนต่อแสงต่ำ
4. คุณภาพการย้อมสีธรรมชาติขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการซึ่งควบคุมได้ยาก การย้อมสีให้เหมือนเดิมจึงทำได้ยาก
5. ในการย้อมสีธรรมชาติถ้าไม่มีวิธีการ และจิตสำนึกในการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนย่อมจะกลายเป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมได้

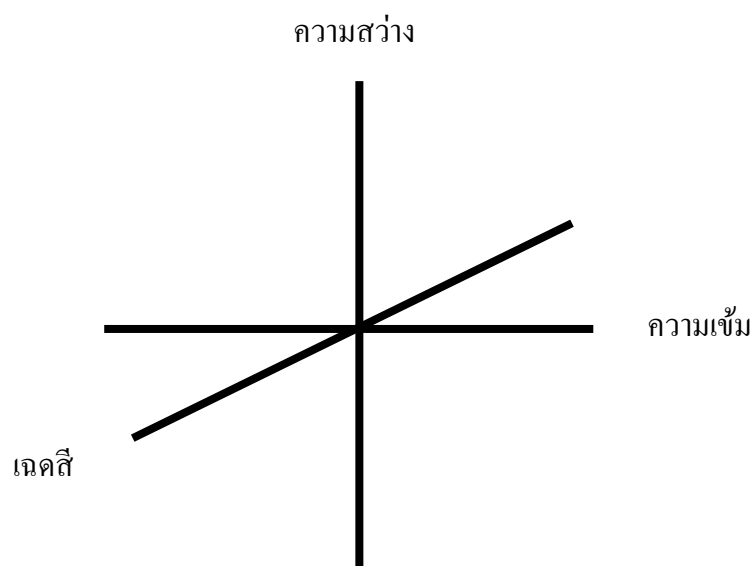
ค่าสี

การจำแนกความแตกต่างระหว่างสี 2 สี ที่มีเฉดสีใกล้เคียงกัน ได้มีการตั้งระบบสำหรับวัดค่าสีขึ้น ในปัจจุบันที่นิยมใช้มี 2 ระบบ 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) และ ม่วงแดง (PR)

สมบัติทั้ง 3 จะปรากฏเป็นแกนตั้งฉากซึ่งกันและกัน ดังรูป



รูปที่ 2.7 ค่าสีพื้นฐานของความสว่างความเข้มและเฉดสี

ค่าสีที่วัดได้ในระบบ Munsell จะมีทั้งตัวอักษรและตัวเลขของ เฉดสี ความสว่าง และความเข้ม เช่น 7.5 R 9/2 หมายถึง สีนี้ เฉดสีมีค่า 7.5 (สีแดงออกเหลือง) ความสว่างเป็น 9 (มีสีอ่อน) และความเข้มเป็น 2 (ยังไม่อิ่มตัว) สีนี้จึงมองเห็นเป็นสีชมพูซีด

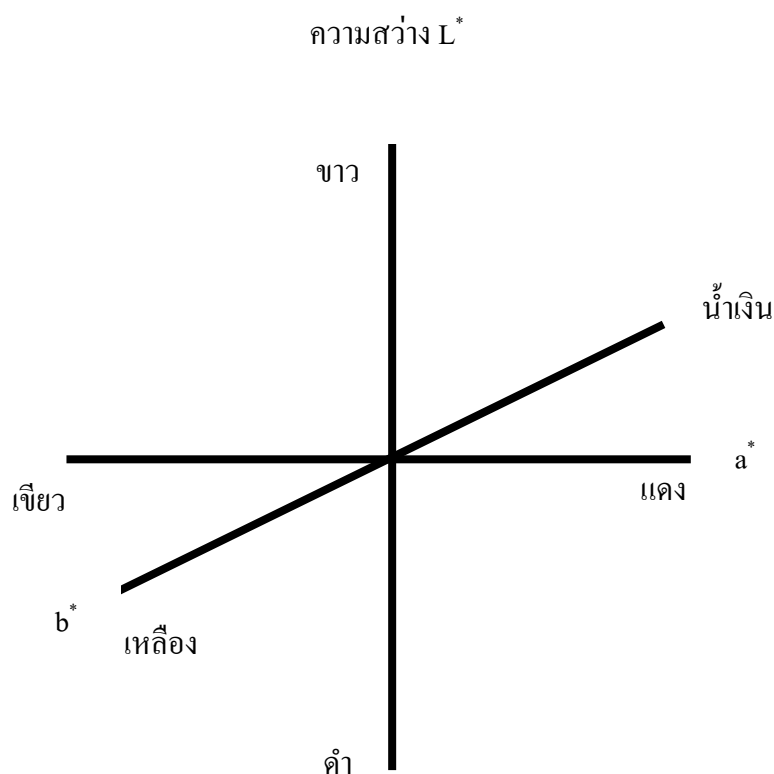
ระบบ CIELAB เป็นระบบค่าสี มีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน
2. การกระจายแสงออกมาจากวัตถุไปยังตัวตรวจหา
3. ผู้วัด

ค่าที่วัดได้ในระบบ CIELAB คือ

- ความสว่าง (L^*) มีค่า 0 – 100 โดย
สีที่มีความสว่าง, $L^* = 0$ เป็นสีดำ (มืด)
สีที่มีความสว่าง, $L^* = 100$ เป็นสีขาว (สว่าง)
- ค่า a^* เป็นค่าบอกสี แดง – เขียว โดย

- สีแดง มีค่า a^* เป็นบวก
 สีเขียว มีค่า a^* เป็นลบ
 - ค่า b^* เป็นค่าบอกสี เหลือง - น้ำเงิน โดย
 สีเหลือง มีค่า b^* เป็นบวก
 สีนํ้าเงินมีค่า b^* เป็นลบ



รูปที่ 2.8 ค่าที่วัดได้ในระบบ CIELAB

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 | แสดงว่า เป็น สีแดง |
| $h^* = 90$ องศา | แสดงว่า เป็น สีเหลือง |
| $h^* = 180$ องศา | แสดงว่า เป็น สีเขียว |
| $h^* = 270$ องศา | แสดงว่า เป็น สีนํ้าเงิน |

ความเข้ม, C^* บอกความสดใสของสีที่ความสว่างหนึ่งๆ หาได้จาก

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

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศไทย

การย้อมสีธรรมชาติในประเทศไทยมีมาเป็นเวลานาน มีการวิจัยเกี่ยวกับสีย้อมและการย้อมสีธรรมชาติที่หลากหลาย สำหรับในช่วง 10 ที่ผ่านมามีการวิจัยดังนี้

รุ่งนภา พงศา (2547) ได้ทำการศึกษาการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกต้นรกฟ้า น้ำย้อมสกัดได้โดยการต้มเปลือกต้นรกฟ้า 1 ส่วน ในน้ำ 10 ส่วน เป็นเวลา 60 นาที ปรับน้ำย้อมให้มีพีเอชเท่ากับ 11 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 6 โมลาร์ การย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายทำที่อุณหภูมิคงที่ 70 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ใช้อัตราส่วนเส้นด้ายฝ้าย 1 กรัม ต่อ น้ำย้อม 20 มิลลิลิตร ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ความเข้มข้นมอร์แดนต์ และวิธีการย้อมมอร์แดนต์ โดยมอร์แดนต์ที่ใช้ คือ สารส้มและเหล็กซัลเฟต ได้หาค่าการดูดซับสีโดยใช้วิธีการทางสเปกโทรโฟโตเมตรี แล้วนำเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมได้ไปวัดสี ทดสอบความคงทนต่อการซัก และทดสอบความคงทนต่อแสง ได้ทำการย้อมในน้ำย้อมที่ไม่ได้ปรับค่าพีเอชด้วย เพื่อนำมาเปรียบเทียบผลจากการพิจารณาการติดสี ความคงทนของสีต่อการซักและความคงทนของสีต่อแสง พบว่า การย้อมสีที่พีเอช 11 ให้สีน้ำตาลออกแดงแต่สีติดไม่สม่ำเสมอ ส่วนการย้อมในน้ำย้อมที่ไม่ปรับพีเอชให้ผลการย้อมที่ดีกว่า ได้สีน้ำตาล สีสม่ำเสมอกว่า การย้อมโดยใช้สารส้มเป็นมอร์แดนต์ควรย้อมมอร์แดนต์ก่อนย้อมสี สีที่ได้จะมีเฉดน้ำตาลออกเหลือง ในขณะที่การย้อมโดยใช้เหล็กเป็นมอร์แดนต์ควรย้อมมอร์แดนต์หลังการย้อมสี สีที่ได้จะมีเฉดสีน้ำตาลปนเทาถึงเทาดำ และมีความคงทนกว่าการใช้สารส้มเป็นมอร์แดนต์

บริรักษ์ ยงประเสริฐ (2547) ได้ทำการศึกษาการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายที่พีเอช 6 และ 9 ที่กำหนดด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกต้นตะเคียนหนู น้ำย้อมสกัดได้โดยการต้มเปลือกต้นตะเคียนหนู 1 ส่วนในน้ำ 10 ส่วน เป็นเวลา 60 นาที ปรับให้มีพีเอชที่กำหนดด้วยสารละลายอิมิดัวแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ทำการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 ที่ผ่านการทำความสะอาดด้วยสบู่ ที่อุณหภูมิ 70 °C เวลา 60 นาที ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ อัตราส่วนเปลือกต้นตะเคียนหนูต่อน้ำ 1 : 10 , 1 : 15 และ 1 : 20 อัตราส่วนน้ำย้อมต่อเส้นใย 10 : 1 , 20 : 1 และ 30 : 1 และผลของการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 , 2 และ 3 % o.w.f. เป็นสารช่วยย้อม ได้ทำการติดตามการดูดซับสีโดยใช้วิธีการทางสเปกโทรโฟโตเมตรี ทำการวัดสีที่ย้อมได้ ทดสอบความคงทนของสีต่อการซักและความคงทนของสีต่อแสง ได้ใช้เส้นด้ายที่ย้อมในน้ำย้อมที่ไม่ได้ปรับพีเอชเป็นตัวควบคุม ผลการทดลองพบว่าน้ำย้อมพีเอช ระหว่าง 4.6 ถึง 5.0 การสกัดโดยใช้อัตราส่วนเปลือกต้นตะเคียนหนูต่อน้ำ 1:10 เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด ในขณะที่การย้อมโดยใช้อัตราส่วนน้ำย้อมต่อด้าย 30 : 1 ให้การดูดซับสีมากที่สุด การย้อมที่พีเอช 9 ให้สีเข้มขึ้นตามการเพิ่มของความเข้มข้นเกลือที่ใช้ การเติมเกลือลงในน้ำย้อมก่อนให้การดูดซับสีเพิ่มมากขึ้น แต่การเติมเกลือที่เวลาอื่นๆ พบว่าให้การดูดซับสีต่ำกว่าการย้อมโดยไม่ใช้เกลือ สีของด้ายที่ย้อมที่พีเอช 9 มีความคงทนต่อการซักดีกว่าที่ได้จากการย้อมที่พีเอช 6 และที่ไม่ได้ปรับพีเอช แต่ความคงทนของสีต่อแสงต่ำกว่า

ณรงค์ ทองเพชร (2547) ได้ทำการศึกษาผลของพีเอชต่อการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 10/1 ด้วยคราม โดยทำความสะอาดเส้นด้ายด้วยสบู่และโซเดียมคาร์บอเนต ใช้อัตราส่วนน้ำย้อมต่อเส้นด้ายคงที่ 10 ต่อ 1 ใช้ครามสังเคราะห์ที่ความเข้มข้น 1% และ 3% ของน้ำหนักเส้นด้าย และครามธรรมชาติ (ครามสกลนคร) ที่ความเข้มข้น 30% และ 90% น้ำหนักเส้นด้าย ปรับพีเอชของน้ำย้อมให้อยู่ในช่วง 7 – 13 ด้วยกรดไฮโดรคลอริกหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำการทดลองย้อมที่อุณหภูมิปานกลางและใช้โซเดียมไดไฮโอไนต์เป็นตัวรีดิวซ์ ใช้วิธีทางสเปกโทรโฟโตเมตรีในการติดตามการทดลอง ผลการทดลอง พบว่า การย้อมใน

น้ำย้อมครามที่ช่วงพีเอช 7 – 10 จะให้สีและค่าการติดสีที่ดีที่สุดทั้งในกรณีของครามสังเคราะห์และครามธรรมชาติ

พรเพ็ญ โชชัย ระมัด โชชัย และเมทินี ทวีผล (2551) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติ : กรณีศึกษาการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมเปลือกมะพร้าวและเปลือกประดู่ของชุมชนในเขตตำบลนาบ่อคำอำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาบริบทกระบวนการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติของชุมชนและแหล่งวิชาการ สภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติที่ได้จากเปลือกมะพร้าวและเปลือกไม้ประดู่ การย้อมสีในระดับต้นแบบ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติสู่ชุมชนดำเนินการวิจัยโดยการสอบถามและสัมภาษณ์จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้นำชุมชนในจังหวัดกำแพงเพชร วิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อนของกระบวนการย้อมสีธรรมชาติสืบค้นข้อมูลเทคนิคเกี่ยวกับกระบวนการย้อมสีธรรมชาติและปัจจัยที่มีผลต่อการย้อมสีธรรมชาติวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ตรวจหาแทนนิน สารประกอบฟีนอลิกแอนทราควิโนนและเฟลโวนอยด์ วัดค่าความยาวคลื่นที่ดูดกลืนมากที่สุดของสีน้ำย้อมด้วยเครื่องยูวี/วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ทำการทดลองย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายในห้องปฏิบัติการมีวิธีการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี การย้อมโดยย้อมสารช่วยติดสีก่อนการย้อมน้ำสี การย้อมโดยย้อมสารช่วยติดสีพร้อมการย้อมน้ำสี การย้อมโดยย้อมสารช่วยติดสีหลังการย้อมน้ำสี ศึกษาการดูดซับสีย้อมโดยเส้นด้ายฝ้าย ศึกษาเฉดสีของเส้นด้ายฝ้ายหลังการย้อม วัดหาค่าสีในระบบCIELAB ศึกษาความพึงพอใจเฉดสีของเส้นด้ายที่ย้อมได้ทุกกระบวนการโดยใช้เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ ทดสอบความคงทนต่อการซักฟอกโดยวิธี ISO – 105 – C01 : 1989 และความคงทนต่อแสง โดยวิธี ISO – 105 – B02 : 1994 ทำการย้อมสีระดับต้นแบบ อบรมเชิงปฏิบัติการการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายแก่ชุมชนแล้วประเมินผลการอบรม จัดนิทรรศการแสดงผลการวิจัย ผลการวิจัยสรุปได้ว่า บริบทกระบวนการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติของชุมชนและแหล่งวิชาการหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริมอาชีพการย้อมเส้นด้ายฝ้ายได้มีการส่งเสริมอาชีพการย้อมสีผ้าที่เป็นหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์และพัฒนาแบบครบวงจร สีน้ำย้อมที่สกัดได้ น้ำย้อมสีจากเปลือกมะพร้าวมีสีแดงแกมม่วง น้ำย้อมสีจากเปลือกประดู่มีสีแดงส้ม มีองค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วย แทนนิน สารประกอบฟีนอลิก และแอนทราควิโนนเป็นองค์ประกอบ แต่ไม่มีเฟลโวนอยด์ มีฤทธิ์เป็นกรด การดูดซับสีย้อมโดยเส้นด้ายฝ้ายน้ำย้อมสีจากทั้งเปลือกมะพร้าวและเปลือกประดู่มีร้อยละของการถูกดูดซับโดยรวมค่อนข้างต่ำ ค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายหลังการย้อมในระบบ CIELAB ค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยเปลือกมะพร้าว ส่วนใหญ่มีความสว่าง ไปทางสีขา และเฉดสีไปทางสีน้ำตาลชมพู ค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยเปลือกประดู่ ส่วนใหญ่มีความสว่างไปทางสีดำ และเฉดสีไปทางสีน้ำตาล สมาชิกผู้ผลิตผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติมีความพึงพอใจต่อสีที่ย้อมได้ ความคงทนของสีเส้นด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีจากเปลือกมะพร้าวที่คงทนต่อการซักและแสงได้ดีที่สุด สามารถใช้เป็นต้นแบบได้ 4 ตัวอย่าง ความคงทนของสีเส้นด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีจากเปลือกประดู่ที่คงทนต่อการซักและแสงได้ดีที่สุด สามารถใช้เป็นต้นแบบได้ 12 ตัวอย่าง การย้อมสีระดับต้นแบบ สีของต้นแบบทั้งหมดเหมือนกับการย้อมที่ทำทดลอง การย้อมในห้องปฏิบัติการ สามารถนำไปใช้ทำการย้อมในอุตสาหกรรมครัวเรือนได้ การถ่ายทอดเทคโนโลยีการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติสู่ชุมชน โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการแก่สมาชิกกลุ่มทอผ้าไหมแก้วพัฒนา บ้านสร้อยสุวรรณและนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมีพร้อมกับการจัดนิทรรศการแสดงขั้นตอนและสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ได้จากการย้อมสีต้นแบบ ซึ่งผู้เข้ารับการอบรม มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

สุวิมล หงษ์สาม และคณะ (2557) ได้ศึกษาและพัฒนากระบวนการเพิ่มจำนวนเฉดสีย้อมธรรมชาติบนด้ายฝ้ายด้วยห้อม เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 4 ประการ ดังนี้ 1) เพื่อศึกษากระบวนการย้อมสีผ้าฝ้ายพื้นเมืองในพื้นที่ภาคเหนือ 2) เพื่อพัฒนากระบวนการเพิ่มจำนวนเฉดสีย้อมธรรมชาติบนด้ายฝ้ายด้วยห้อม 3) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมือง จาก กระบวนการเพิ่มจำนวนเฉดสีย้อมธรรมชาติบนด้ายฝ้ายด้วยห้อม เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ 4) เพื่อประเมินผลค่าระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อกระบวนการเพิ่มจำนวนเฉดสีย้อมธรรมชาติบนด้ายฝ้ายด้วยห้อมที่พัฒนา ใหม่และผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองที่รับการพัฒนาแล้วโดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methodology) ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มทอผ้าฝ้ายพื้นเมืองภาคเหนือที่เข้าร่วมโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ กลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยใช้ วิธีการสุ่มแบบเจาะจง กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ทอผ้าพื้นเมือง จำนวน 5 กลุ่ม ใน 3 จังหวัด คือ จังหวัดแพร่ จังหวัดลำปาง และจังหวัด พะเยา ผลการวิจัยสามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วนดังนี้ 1) การศึกษากระบวนการย้อมสีผ้าฝ้ายพื้นเมืองพื้นที่ภาคเหนือ พบว่า วัตถุดิบที่มีปริมาณมากและสามารถนำมาใช้ในการย้อมสีได้มีทั้งหมด 8 ชนิด คือ ห้อม ประดู่ ใบสัก ใบลำไย ใบมะม่วง ขมิ้น ใบหู กวาง และ มะเกลือ 2) การพัฒนากระบวนการเพิ่มจำนวนเฉดสีย้อมธรรมชาติบนด้ายฝ้ายด้วยห้อม พบว่า กระบวนการย้อมสีโดย การย้อมสีทับเพื่อให้เกิดเฉดสีใหม่ โดยใช้ห้อมเป็นตัวหลักในการย้อมสี ทำให้เกิดโทนสีที่มีความแตกต่างกันกับสีเดิม โดยเพิ่มสูตร การทดลองจำนวน 3 สูตร พบว่า สูตรที่ 3 ผ่านการประเมิน โดยคิดเป็นค่าร้อยละ 62.5% และค่าเฉลี่ย = 3.51 อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก มีความเหมาะสมในแต่ละข้อของรายการประเมินความพึงพอใจ 3) พัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมือง จากกระบวนการเพิ่มจำนวน เฉดสีย้อมธรรมชาติบนด้ายฝ้ายด้วยห้อมได้จำนวน 5 รูปแบบ เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ พบว่า ลวดลาย รูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย = 3.85 อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก มีความเหมาะสมในแต่ละข้อของรายการประเมินความพึงพอใจ 4) ประเมินผลค่าระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อกระบวนการเพิ่มจำนวนเฉดสีย้อมธรรมชาติบนด้ายฝ้ายด้วยห้อมที่พัฒนาใหม่ และผลิตภัณฑ์ผ้าทอพื้นเมืองที่รับการพัฒนาแล้วพบว่า ค่าเฉลี่ย = 3.55 อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก มีความเหมาะสมในแต่ละข้อของรายการ ประเมินความพึงพอใจ

อรนุช นาคชาติ และคณะ (2560) ได้ศึกษาการย้อมสีใหม่ด้วยเมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม เพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาวัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติมา ใช้ย้อมเส้นไหม วิธีการดำเนินงานวิจัย 1) สกัดน้ำย้อมจากเมล็ดและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม 2) ศึกษาผลของสารช่วยติดสี ได้แก่ ใบชงโค ใบมะขาม สารส้ม และโคลน ต่อ คุณภาพการย้อมไหม และ 3) การนำไปประยุกต์ใช้ ผลการวิจัยพบว่า สกัดน้ำย้อมจากเมล็ดมะขาม และเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามโดยใช้อัตราส่วนเมล็ดมะขาม 1 กิโลกรัม ต่อน้ำสะอาด 7 ลิตร ต้มสกัดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที เมื่อนำไปย้อมเส้นไหมจะให้เฉดสีน้ำตาลทองถึงเทาขึ้นอยู่กับสารช่วยติดสี เส้นไหมมี ความแข็งแรง คงทนต่อการกดทับด้วยความร้อน คงทนต่อการขัดถูและความคงทนต่อเหงื่อในระดับ คุณภาพค่อนข้างดีถึงค่อนข้างดีมากที่สุด (2/3-4/5) แต่ความคงทนต่อการตกสีมีคุณภาพต่ำ สารช่วยติด สีที่ให้เส้นไหมที่มีคุณภาพความคงทนของสีโดยรวมดีที่สุด คือ สารส้มและโคลน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตผ้าไหมได้ จุดเด่นของงานวิจัยนี้ คือ การนำเมล็ดมะขามซึ่งเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่เหลือทิ้งและมีอยู่เป็นจำนวนมากในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ สามารถผลิตสินค้า ดังกล่าววางขายในท้องตลาดและเพิ่มมูลค่าของผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติ ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อ สีย้อม ผู้ย้อมและผู้สวมใส่ผ้าไหมมีความปลอดภัย

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้ศึกษาการย้อมสีทอด้วยสีธรรมชาติ เป็นกระบวนการทางเคมีซึ่งกระบวนการย้อมจะขึ้นอยู่กับสถานะที่ใช้การย้อมที่ติดจะต้องได้สีตามที่ต้องการ สีมีความสม่ำเสมอ ย้อมแล้วได้ผลเหมือนเดิม มีความคงทนของสี และมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก สีย้อมสามารถจำแนกได้ตามแหล่งกำเนิดสี ได้แก่ สีจากธรรมชาติและสีสังเคราะห์ โดยสีย้อมจากธรรมชาติ สามารถหาได้จากวัสดุธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่น การใช้สีย้อมธรรมชาติมีข้อดีคือ มีความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภคอีกทั้งน้ำย้อมหลังกระบวนการผลิตยังไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของคุณภาพสีและความสม่ำเสมอของสีที่ได้ในแต่ละรอบการผลิต วิธีการย้อมสีธรรมชาติโดยทั่วไป ทำได้โดยการย้อมโดยตรง (Direct dyeing) การย้อมแบบแวต (Vat dyeing) และการย้อมโดยใช้สารช่วยติด (Mordant dyeing) ซึ่งฝ้ายและไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติที่นิยมนำมาย้อมด้วยสีธรรมชาติและนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอวางจำหน่าย การยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์สิ่งทอสามารถทำได้โดยพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสิ่งทอมียูหลายมาตรฐาน เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) AATCC ASTM ISO เป็นต้น

ตะวัน ตันยะแหละ และคณะ (2560) ได้ศึกษาการสร้างสรรคสีย้อมธรรมชาติและลายผ้าเพื่อพัฒนาผ้าบาติกชุมชน วัตถุประสงค์เพื่อ 1) ทหยากรพืชท้องถิ่นที่สามารถนำมาทำสีย้อมธรรมชาติที่ติดเนื้อผ้าได้คงทนใช้ทดแทนสีย้อมเคมีส่งผลต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและสืบทอดเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นต่อไป 2) การออกแบบลวดลายผ้าเพื่อพัฒนาศักยภาพให้กับผู้ผลิตผ้าบาติกในท้องถิ่นได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ผลการวิจัยพบว่า ทหยากรพืชท้องถิ่นที่สามารถนำมาทำสีย้อมธรรมชาติที่ติดเนื้อผ้าได้คงทนใช้ทดแทนสีย้อมเคมีไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้สิ่งแวดล้อมและสืบทอดเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นต่อไปพบว่ามีพืชที่ใช้ในการวิจัยได้ 6 สี คือ คำแสดได้น้ำตาลอมส้ม มะหาดได้สีน้ำตาลอมม่วง ขมิ้นได้สีเหลืองอ่อน เพกาได้สีเขียวอ่อน ย่านอวดแห้งสดได้สีน้ำตาลเข้ม ย่านอวดเป็นสีไหมซึ่งได้จากพืชชนิดไม้เลื้อยที่อยู่ในชุมชน สีที่ได้สามารถนำมาผลิตผ้าบาติกให้กลุ่มผ้าบาติกยางกล้วยในชุมชนเขารูปช้าง ตำบลปาดังเบซาร์ อำเภอสะเตา จังหวัดสงขลา ได้ใช้ความรู้สืบทอดเป็นภูมิปัญญาสู่คนในชุมชน และผลการศึกษการออกแบบลวดลายผ้าเพื่อพัฒนาศักยภาพให้กับผู้ผลิตผ้าบาติกในท้องถิ่นได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ได้ลวดลายผ้าบาติก ผู้วิจัยออกแบบได้ 2 ลาย คือ ลายเส้นที่ได้แรงบันดาลใจจาก เห็ด รา ยีสต์ แบคทีเรีย และลายเส้นที่ได้แรงบันดาลใจจากเปลือก ซึ่งได้แรงบันดาลใจจากธรรมชาติที่พบเห็นในชุมชน ลวดลายและสีที่ได้นี้นำไปพัฒนาลายผ้าให้กับกลุ่มผ้าบาติกเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์และสิ่งทอให้กับกลุ่มผ้าบาติกยางกล้วยในชุมชนให้เข้าเชิงต่อไป

ระมัด โชชัย และพรเพ็ญ โชชัย (2560) ได้ทำการศึกษาการใช้นาโนซิงค์ออกไซด์ในการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติ งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติ ร่วมกับนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ค่าสีและสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติ การย้อมสีในระดับต้นแบบและสถานะที่เหมาะสมของการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายที่นาโนซิงค์ออกไซด์ร่วมกับสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกประดู่ โดยใช้เหล็กซัลเฟตเป็นมอร์แดน ทำการย้อมนาโนซิงค์ทั้งการย้อมร้อนและย้อมเย็น แล้วให้กลุ่มทอผ้าประเมินความพึงพอใจของเส้นด้ายฝ้าย ทำการทดสอบความคงทนของสีตัวอย่างเส้นด้ายฝ้ายที่ได้รับความพึงพอใจมากที่สุด 26 ตัวอย่าง และนำตัวอย่างที่สีมีความคงทนที่สุดทำการย้อมระดับต้นแบบผลการวิจัย พบว่า การใช้นาโนซิงค์ออกไซด์ในการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติ ความเข้มข้นของนาโนซิงค์ออกไซด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสีและค่าสีของเส้นด้ายฝ้าย แต่มีผลต่อความคงทนของสีทั้งมน

การชักและแสง ทั้งนี้เนื่องจากนาโนซิงค์เป็นผลผลึกมีโครงสร้างแบบปริซึมหกเหลี่ยม (hexagonal prism) มีพื้นที่ผิวมากช่วยให้ดูดซึมสีย้อมได้ดีขึ้น สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากเปลือก ประดู่ร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์มี 3 สภาวะ คือ การย้อมแคลเซียม 1% แล้วตามด้วยน้ำย้อมประดู่ 0.5% และนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.02% การย้อมแคลเซียม 2% แล้วตามด้วยน้ำย้อมประดู่ พร้อมเหล็ก 0.25% พร้อมนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.08% และการย้อมน้ำย้อมประดู่พร้อมนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.06% ตามด้วย แคลเซียม 1%

ปัทมิตา วงศ์แสงเทียน (2561) ได้ศึกษาการย้อมสีเส้นไหมจากเมล็ดคำแสดสำหรับอุตสาหกรรม ครั้วเรือน วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมี ค่าสีของเส้นไหม ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อสีเส้นไหม ความคงทนของสีเส้นไหมที่ผู้ใช้มีความพึงพอใจมากที่สุด และกระบวนการย้อมต้นแบบเพื่อการย้อม สำหรับอุตสาหกรรมครั้วเรือนและเปรียบเทียบกับสีการย้อมในห้องปฏิบัติการของน้ำย้อมสีจากเมล็ด คำแสด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ประกอบด้วยการศึกษาข้อมูลด้วยการ ทดลองทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาสำรวจด้วยแบบสอบถาม และการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ จากการศึกษา การย้อมสีเส้นไหมจากเมล็ดคำแสดสำหรับอุตสาหกรรมครั้วเรือน ผลการวิจัยพบว่า 1) สมบัติทางเคมีของ น้ำย้อมสีจากเมล็ดคำแสด มีสมบัติเป็นกรด และมีค่า pH เฉลี่ย 4.373 มีสีแดงส้ม และเมื่อทิ้งไว้นานๆ จะเป็นสีส้มเหลือง มีองค์ประกอบทางเคมีซึ่งประกอบด้วย สารแทนนินที่มีโครงสร้างเป็น disubstituted hydroxy aromatic (o – para hydroxyl aromatic) ซึ่งจัดเป็นสาร ฟีนอลิก และมีแอนทราควิโนน โดยมีเฟลโวนอยด์เป็นองค์ประกอบ 2) ค่าสีของเส้นไหมที่ย้อมด้วยน้ำย้อมสีจากเมล็ดคำแสด สีเส้นไหมที่ได้มี ความสว่าง (L^*) อยู่ระหว่าง 67.32 – 73.41 ซึ่งตัวอย่างที่มีความสว่างมากที่สุด ตามด้วยน้ำย้อมสี ค่าสี แดง – เขียว (a^*) อยู่ระหว่าง 24.77 – 32.02 เป็นช่วงสีแดง ส่วนค่าสีเหลือง – น้ำเงิน (b^*) อยู่ระหว่าง 53.69 – 64.17 เป็นช่วงสีเหลือง จากการที่ค่าสีเป็นสีผสมของสีแดงกับสีเหลืองทำให้สีของเส้นไหมทั้งหมด มีสีส้ม-เหลือง 3) ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อสีเส้นไหมที่ย้อมด้วยน้ำย้อมสีจากเมล็ดคำแสด มีค่าเฉลี่ย ความพึงพอใจ 3.82 4) ความคงทนของสีเส้นไหม มีความคงทนต่อการซักส่วนใหญ่ในระดับดี แต่ความ คงทนต่อแสง อยู่ในระดับพอใช้ – พอใช้ค่อนข้างดี 5) แนวทางการที่ดีที่สุดไปย้อมในระดับอุตสาหกรรมใน ครั้วเรือน สีเส้นไหมที่ได้จากการย้อมในระดับต้นแบบ ไม่แตกต่างจากสีเส้นไหมที่ย้อมในห้องปฏิบัติการ และ 6) การย้อมสีระดับต้นแบบและการถ่ายทอดเทคโนโลยีการย้อมสีเส้นไหมจากสีย้อมธรรมชาติสู่ชุมชน เมื่อนำวิธีการย้อมสีเส้นไหมไปอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับสมาชิกกลุ่มทอผ้าไหมหมู่บ้านหาดสูง จำนวน 20 คน สมาชิกกลุ่มทอผ้าไหมหมู่บ้านหาดสูงสามารถย้อมสีเส้นไหมได้ตรงกับการย้อมของนักวิจัย และมีความ คิดเห็นในทางบวกแก่การอบรมเชิงปฏิบัติการดังกล่าว

ภัทรา ศรีสุโข (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาภูมิปัญญาการย้อมสีธรรมชาติจากพันธุ์พืชในท้องถิ่นสู่ เครื่องประดับ ตำบลบ่อ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดจันทบุรี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพืชในท้องถิ่นตำบลบ่อ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดจันทบุรี ที่สามารถย้อมและพัฒนาสีธรรมชาติได้ จากนั้นการออกแบบเครื่องประดับ จากฝ้ายย้อมสีธรรมชาติที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด ผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาสีย้อม ธรรมชาติโดยสำรวจจำนวนประชากรของพืชในท้องถิ่นที่สามารถนำมาย้อมสีได้ คัดเลือกโดยวิธีการ สันทนากลุ่มจนเหลือ 3 ชนิด คือ ใบชูลู่ ใบตะบูน และใบเงาะ พัฒนาระบบการย้อมสีให้ได้หลายเฉดสี ด้วยการใช้น้ำย้อมช่วยติดหลังย้อม ได้แก่ น้ำสนิม น้ำด่างขี้เถ้า น้ำปูนใส น้ำเกลือ น้ำโคลนป่าชายเลน แล้ว ทดสอบความคงทนของสีต่อแสงการซัก และเหงื่อเพื่อให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานจริง สีของผ้าไหม ย้อมสีจากใบชูลู่ได้โทนสีเหลืองอมเขียว ใบตะบูนได้โทนสีน้ำตาลแดงและใบเงาะได้โทนสีน้ำตาลอมเทา

ส่วนการพัฒนาเครื่องประดับจากผ้าย้อมสีธรรมชาติ ทำการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจและวิธีการสุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน และการระดมความคิดร่วมกันทั้งกลุ่มวิสาหกิจและชมรมคลัสเตอร์เพื่อหาแนวทางและกำหนดทิศทางในการออกแบบ คือ รูปแบบร่วมสมัยใช้แนวทางในการออกแบบเครื่องประดับที่นำอัตลักษณ์ของจันทบุรีมาจากโบสถ์วัดพระปฏิสนธินิรมล จึงสามารถแบ่งเครื่องประดับได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มตลาดระดับบน ลูกค้ายูประมาณ 30 ปีขึ้นไป ราคาขายประมาณ 5,000 บาท ใช้วัตถุดิบพลอยเนื้ออ่อน เทคนิคที่เลือก คือ การปักผ้า Goldwork เป็นเทคนิคการปักด้วยวัสดุเงินดินทอง กลุ่มตลาดระดับกลางลูกค้ายูประมาณ 20 ปีขึ้นไป ราคาขาย 500-3,000 บาท ใช้เทคนิคงานผ้ามัดย้อมสีธรรมชาติ ลูกปัดจากเส้นไหมย้อมสีธรรมชาติ และกลุ่มตลาดระดับล่างหรือของที่ระลึก เช่น พวงกุญแจ เข็มกลัด ลูกค้ายูประมาณ 20 ปีขึ้นไป ราคาขายประมาณ 100 บาทขึ้นไป สรุปมีผู้เข้าร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์จำนวน 6 ราย

พัชรภรณ์ พิมพ์จันทร์ (2562) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มการติดสีและความคงทนของสีย้อมธรรมชาติสำหรับเส้นใยจากกก วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเพิ่มการติดสีและความคงทนของสีสำหรับเส้นกกที่ย้อมด้วย พืชสองชนิดคือขมิ้นและฝางโดยใช้โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกตและการหมักโคลนจากธรรมชาติ สารสกัดสีที่เตรียมจากขมิ้นและฝางให้สีเหลืองและสีแดง ทำการวิเคราะห์เฉดสีเส้นกกหลังย้อมด้วย Chroma meter Konica Minolta CR-400 ผลการวิจัยพบว่า กกที่ย้อมด้วยขมิ้นและฝางให้เฉดสีเหลืองและแดง ตามลำดับ โดยเมื่อย้อมร่วมกับโพแทสเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกตและการหมักโคลนจะให้สีเข้มขึ้น ให้ค่า L^* ลดลง และ ให้ค่า a^* หรือ b^* สูงขึ้นเมื่อเทียบกับการย้อมด้วยขมิ้น หรือฝางเพียงอย่างเดียว (ค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 60.29 5.42 และ 36.07 สำหรับย้อมด้วยขมิ้นและ 65.04 6.01 และ 18.41 สำหรับย้อมด้วยฝาง) แสดงว่า โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกตและโคลนสามารถเพิ่มการยึดเกาะและความ เข้มของสีให้กับสีย้อมธรรมชาติได้โดยโพแทสเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกตจะสร้างพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ ระหว่างโมเลกุลสีกับหมู่ -OH ของเส้นใยกกในขณะที่โคลนสามารถเพิ่มความเข้มสีหลังย้อมได้โดย การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะหรือไอออนบวกกับโมเลกุลของสีและหมู่ H - OH ของเส้นใยกก สอดคล้องกับการศึกษาความคงทนของสีต่อแสงแดด (ISO 105-B02 : 1994) ซึ่งพบว่าเส้นใยกกที่ย้อม ด้วยสีย้อมธรรมชาติร่วมกับโพแทสเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกตและการหมักโคลนอยู่ในระดับดี เมื่อทำการตากแดด 20 วันพบว่าให้ค่า L^* a^* และ b^* ใกล้เคียงกับเริ่มต้น โดยค่าการเปลี่ยนแปลงสี (ΔE^*) ของเส้นกกที่ย้อมด้วยขมิ้นร่วมกับการหมักโคลนมีค่า 5.35 และย้อมฝางร่วมกับการหมักโคลนมีค่า 2.82 ซึ่งต่ำกว่าการย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติเพียงอย่างเดียวแสดงว่าเส้นใยธรรมชาติที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติสามารถเพิ่มความคงทนการติดสีด้วยโพแทสเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกตและโคลนได้

ปัทมาพร วงศ์แสงเทียน (2563) ได้ศึกษาผลของนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการเพิ่มเฉดสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากขมิ้น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมสีจากขมิ้นร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ 2) เพื่อศึกษากระบวนการเพิ่มจำนวนเฉดสีย้อมธรรมชาติบนเส้นด้ายฝ้ายจากขมิ้นร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมสีจากขมิ้นร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ และ 4) เพื่อศึกษากระบวนการย้อมต้นแบบเพื่อการย้อมสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือนและเปรียบเทียบสีกับการย้อมในห้องปฏิบัติการ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมสีจากขมิ้นร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ พบว่า สมบัติทางเคมีของน้ำย้อมสีจากขมิ้น มีสมบัติเป็นกรดอ่อน มีค่า pH เฉลี่ย 5.95 น้ำย้อมสีจากขมิ้นมีความเป็นกรดเล็กน้อย มี

ค่า pH เฉลี่ย 6.76 น้ำย้อมสีจากกระเจี๊ยบมีความเป็นกรด มีค่า pH เฉลี่ย 3.07 และน้ำย้อมสีจากไม้ฝางมีความเป็นกรดเล็กน้อย มีค่า pH เฉลี่ย 6.74

2. การเพิ่มจำนวนเจดสีย้อมธรรมชาติบนเส้นด้ายฝ้ายจากขมิ้นร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ พบว่า สีเส้นด้ายฝ้ายที่ได้มีความสว่าง (L^*) อยู่ระหว่าง 45.73 – 67.64 ซึ่งมีความสว่างมากที่สุด ค่าสีแดง – เขียว (a^*) อยู่ระหว่าง 22.79 – 0.82 เป็นช่วงสีแดง ค่าสีเหลือง – น้ำเงิน (b^*) อยู่ระหว่าง 29.88 – 72.49 เป็นช่วงสีเหลือง ส่วนการติดสีของสีที่ซักที่ 40 องศาเซลเซียสอยู่ในเกณฑ์ดี เส้นด้ายฝ้ายจะมีสีซีดเล็กน้อย การเปื้อนติดสีดี สีเปื้อนติดเส้นด้ายฝ้ายค่อนข้างมาก ติดเซลลูโลสอาซิเตดดี และมีความคงทนต่อแสง พอใช้ – พอใช้ค่อนข้างดี

3. ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อสีเส้นด้ายฝ้ายจากการย้อมสีด้วยน้ำย้อมสีจากขมิ้นมากที่สุด คือ น้ำย้อมขมิ้นพร้อมด้วยสารส้ม 0.05% ตามด้วยน้ำย้อมดอกอัญชัน พร้อมด้วยสารส้ม 0.05% มีค่าเฉลี่ย 5.00

4. การย้อมสีในระดับต้นแบบและการถ่ายทอดเทคโนโลยีการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายสีย้อมสีธรรมชาติจากขมิ้นด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ พบว่า สีเส้นด้ายฝ้ายที่ได้จากการย้อมในระดับต้นแบบเมื่อเปรียบเทียบกับสีจากการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายในห้องปฏิบัติการ ให้สีเหมือนเดิมไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยในต่างประเทศ

Zin Mar Win และ Moe Moe Swe (2008) ได้ทำการสกัดสีจากเปลือกมะม่วงและทำให้บริสุทธิ์ ทำการทดสอบทางพิษเคมี แล้วนำไปย้อมกับเส้นใยโปรตีน ได้แก่ เส้นใยขนสัตว์และใยไหมด้วยวิธีการย้อมต่างๆ ศึกษาค่าสีในระบบ CIELAB การดูดซับสีบนเส้นใยตามระบบ K/S และศึกษาสมบัติการติดสีของตัวอย่างต่อการซัก

Katarzyna Schmidt-Przewozna และ Jakub Kowalinski (2008) ได้ทำการศึกษาการใช้ green technology ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้สีย้อมจากธรรมชาติแทนสีย้อมสังเคราะห์ในการย้อมผ้าลินิน ผ้าป่าน และเส้นใยถักนิตติ้ง และมีการศึกษาถึงคุณค่าของผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษา พบว่า ผ้าลินินและผ้าป่านและเส้นใยถักนิตติ้ง ที่ย้อมด้วยสีย้อมจากธรรมชาติ มีความคงทนต่อเหงื่อโคลได้ดี

R.K. Rekha และ A. Ramalingam (2009) ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพของคาร์มิน (carmine) ซึ่งเป็นสีย้อมธรรมชาติ โดยทำ thermally induced optical nonlinearity ใน methanol ด้วยการใช้อยู่ CW Nd-YAG laser ที่ 532 nm เป็นแหล่งกำเนิดทำในสารละลายและฟิล์ม methylmethacrylate (MMA) ทำการวัดความเข้มของแสงที่ดัชนีหักเหเท่ากับ 2.00 สีแสดงดัชนีหักเหไม่เชิงเส้นมีค่าเป็นลบในอันดับ $10^{-7} \text{ cm}^2/\text{W}$. ดัชนีหักเหไม่เชิงเส้นแปรค่าตามความเข้มข้นจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า คาร์มินสามารถใช้เป็นอุปกรณ์ทางแสงได้

H. Norasiha. A.M. Mimi Sakinah และ C.M. Rohaida (2009) ได้ทำการละลายของสีย้อมธรรมชาติในน้ำให้อยู่ในรูปสารเชิงซ้อนรวมกับบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทริน (β - cyclodextrin , β - CD) แล้วศึกษา molecular association กับ phase solubility เมื่อมีบีตา-ไซโคลเด็กซ์ทรินเกิด fluorescence absorbances ดีขึ้น นอกจากนี้ยังเตรียมสารเชิงซ้อนดังกล่าวที่เป็นของแข็งด้วยการตกตะกอนแบบ co-precipitation method แล้วศึกษาอัตลักษณ์ด้วย Fourier Transform Infrared (FTIR) ศึกษาอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นกับ host ด้วยการควบคุมการเปลี่ยนแปลงแถบโมเลกุลของ guest และ X - ray Diffractometer (XRD) ซึ่งบอกถึงโครงสร้างที่เป็นของแข็ง

M.Kumaresan, P.N.Palanisamy และ P.E.Kumar (2011) ได้ศึกษาการติดสีของสีย้อมจากดอก *Cordia Sebestena* dyed บนผ้าไหมโดยใช้มอร์แดนต์ผสม เช่น myrobolan กับ nickel sulphate, myrobolan กับ aluminium sulphate, myrobolan กับ potassium dichromate, myrobolan กับ iron(II) sulphate และ myrobolan กับ tin(II) chloride ในอัตราส่วน 1:3, 1:1, 3:1. ผลปรากฏว่า เส้นไหมตัวอย่างมีการติดสีในระดับดี

Nursyamirah Abd Razak, Siti Marsinah Tumin และ Ruziyati Tajuddin (2011) ได้ทำการศึกษาการสกัดสีจากพืชพวก *Xylocarpus moluccensis* ด้วยเทคนิค Pressurized Hot Water Extraction (PHWE) โดยแปรอุณหภูมิ จาก 50°C ถึง 150°C เปรียบเทียบกับการต้มที่ 100°C และวิเคราะห์ strength ของสีด้วย UV/Visible spectrophotometer และ Video Spectral Comparator (VSC 5000) พบว่า ข้อมูลสีจาก VSC แสดงถึงการมีอินทราควิโนนและจาก UV-Visible spectrum พบว่า absorbance ของสีที่สกัดด้วยเทคนิค PHWE สูงกว่าสีที่สกัดด้วยการต้มให้เดือด และการใช้ PHWE จะใช้เวลาและน้ำน้อยกว่า