

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร (Literature and review)

2.1 สีย้อมธรรมชาติ

ก่อนที่จะมีการใช้สีสังเคราะห์ขึ้นมาใช้กันนี้ สีย้อมล้วนได้จากธรรมชาติทั้งสิ้น เช่น พืช สัตว์ และแร่ธาตุต่าง สีย้อมจากพืช (Vegetable Dyes) เช่น คราม (Indigo) ดอกคำฝอย (Safflower) ขมิ้น (Turmeric) สีย้อมที่ได้จากสัตว์ (Animal Dyes) เช่น ตัวแมลง Cochineal ใช้ทำสี อาศัยบนต้นกระบองเพชรในทวีปอเมริกาใต้ และสีย้อมจากแร่ธาตุ (Mineral Dyes) เช่น Chrome Yellow Chrome Orange Manganese Brown สีที่ได้จากธรรมชาติทั้งสามประเภทที่นิยมใช้มากที่สุด ได้แก่ สีจากพืชซึ่งส่วนต่างๆของพืชจะให้สีแตกต่างกัน

พืชสี (Dye plants) หมายถึงพืชที่มีสารสี หรือรงควัตถุ (pigment) ในเซลล์หรือในเนื้อเยื่อ และสามารถสกัดออกมาได้โดยวิธีต่างๆ เช่น หมัก ต้ม หรือแยกด้วยน้ำหรือสารเคมีซึ่งสารสีเหล่านี้สามารถใช้เป็นสีได้สามารถแบ่งพืชให้สีตามประเภทสีที่นำมาใช้ประโยชน์ได้สองประเภท คือพืชสมุนไพรให้สีย้อมเส้นใยและฝ้าย และพืชสมุนไพรให้สีผสมอาหาร สีย้อมธรรมชาติสามารถจำแนกตามแหล่งที่มาได้ดังนี้

1. สีย้อมธรรมชาติ จากแร่ธาตุ (Mineral Dyes) สีธรรมชาติประเภทนี้เป็นสีที่เกิดจากสารประกอบของโลหะ จำพวกเหล็ก โครเมียม ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ และนิกเกิล ซึ่งในอดีตเป็นกลุ่มสีที่มีความสำคัญมากแต่ปัจจุบันไม่ปรากฏแหล่งผลิต และการใช้สีกลุ่มดังกล่าว สำหรับประเทศไทยปัจจุบันยังมีการใช้สีธรรมชาติจากแร่ธาตุในการย้อมสีสิ่งทอ คือสีจากโคลนและดินแดง ซึ่งมีสารประกอบพวก อะลูมิเนียมซิลิเกต และสารประกอบโลหะอยู่

2. สีย้อมธรรมชาติจากสัตว์ (Animal Dyes) คือสารสีที่ได้จากสารที่ขับออกจากตัวสัตว์ หรือจากสัตว์เอง สำหรับประเทศไทยมีการใช้สีจากแมลงคือ ครั่ง โดยตัวครั่งจะดูดกินน้ำเลี้ยงของต้นไม้อแล้วขับสารสีแดงที่เรียกขานว่าครั่งออกมาหุ้มรอบตัวเป็นรัง สารสีแดงที่ถูกขับออกจากตัวครั่งถูกนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในการย้อมสิ่งทอ ผสมในอาหาร เส้นใยที่ย้อมด้วยครั่ง เช่น ไหม ขนสัตว์และฝ้าย คุณภาพของสีเชื่อว่าขึ้นกับชนิดของต้นไม้ที่ใช้เลี้ยงครั่ง

3. สีย้อมธรรมชาติจากพืช (Vegetable Dyes) จัดเป็นกลุ่มสารสีหลักของสีย้อมธรรมชาติ โดยเป็นสีย้อมที่ได้จากทุกส่วนของพืชทั้ง ราก เปลือก ลำต้น เนื้อไม้ ใบ ดอก ผล และเมล็ด ซึ่งสีย้อมกลุ่มนี้มีความหลากหลาย สามารถแบ่งโดยใช้กรรมวิธีการย้อมเป็นเกณฑ์ได้ 2 กลุ่มคือ

การข้มเย็น หรือการข้มแบบหมัก เป็นสีข้มที่ได้จากพืช เช่น ผลมะเกลือ ห้อม และคราม เป็นการข้มสีจากพืชที่มีกรรมวิธีการข้มโดยไม่ใช้ความร้อน แต่อาศัยคุณสมบัติธรรมชาติของสารสี และปฏิกิริยาเคมีทางธรรมชาติช่วยให้สารสีติดกับเส้นใย โดยจะหมักเส้นใยไว้ในน้ำข้มที่อุณหภูมิปกติ ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีรายละเอียดวิธีการข้มที่แตกต่างกันตามชนิดของสารสีที่ได้จากพืช

การข้มแบบร้อน สีข้มธรรมชาติที่ใช้การข้มแบบร้อน จะเป็นสีข้มที่ได้จากพืชทั่วไปและครั้ง โดยจะนำวัตถุดิบข้อมสีมาสับให้ละเอียดแล้วต้มให้เดือดเพื่อสกัดสารสีออกจากพืช จากนั้นจึงทำการข้อมกับเส้นใย จะมีการใช้ความร้อนและสารช่วยข้อมช่วยให้สารสีติดกับเส้นใย

การข้อมผ้าพื้นเมืองโดยสีธรรมชาติเป็นความรู้ดั้งเดิมที่สั่งสมสืบทอดกันมาจากรุ่นสู่รุ่น แหล่งวัตถุดิบธรรมชาติยังหาได้จากต้นไม้ ใบไม้ ดอกไม้ ที่ให้สีสันทนสวยงามตามที่เรต้องการ ซึ่งปัจจุบันมีการส่งเสริมให้ใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติมากขึ้น เพราะผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก ในปัจจุบันผ้าข้อมส้อม และครามเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ

ในปัจจุบันมีการใช้สีธรรมชาติในการข้อมผ้ามากขึ้น โดยสีที่ได้จากพืชธรรมชาติก็คือรงควัตถุของพืช โดยพืชแต่ละชนิดจะมีรงควัตถุแตกต่างกัน โดยทั่วไป แบ่งได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ กลุ่ม chlorophylls เป็นรงควัตถุสีเขียว, กลุ่ม carotenoids เป็นรงควัตถุสีแดง ส้ม, กลุ่ม anthocyanins เป็นรงควัตถุสีแดงจนถึงม่วงแดง น้ำเงิน และกลุ่ม betalains เป็นรงควัตถุสีเหลือง ส้ม แดง ม่วง (Stintzing and Carle, 2004; Lee and Schwartz, 2006) รงควัตถุที่สกัดจากพืชได้มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ โดยสามารถนำไปใช้เป็นสีผสมอาหารและสีข้อมผ้า (ปานทิพย์และคณะ, 2553 และ Lee and Schwartz, 2006) โดยสีที่ได้จากธรรมชาติส่วนใหญ่มักมาจากส่วนต่างๆ ของพืช อาทิ ราก เปลือก ต้นแก่น กิ่ง ใบ และผล หรือแม้กระทั่งยางไม้ก็สามารถนำมาผลิตสีได้ สีจากธรรมชาติมีความสวยงามและหลากหลาย ซึ่งในเทคโนโลยีการข้อมผ้านั้นหากต้องการข้อมผ้าให้มีเฉดสีใดก็เพียงแค่เลือกพืชที่ให้สีเหมาะสม เช่น สีจากพืชสมุนไพรที่ใช้กันในประเทศไทยในตาราง (เอกสารหมายเลข 15 ศูนย์ส่งเสริมวิสาหกิจระหว่างประเทศ)

ตารางที่ 1. สีจากพืชสมุนไพรที่ใช้กันในประเทศไทย

ชื่อไทย	ส่วนของพืชที่ใช้	สีที่ได้
เข	ราก, เปลือกและแก่น	เหลืองแก่
นมแมวหรือน้ำเต้าน้อย	เปลือก	เหลืองอ่อน

มะพร้าวหรือหมากอน	ใบอ่อน	เหลียงอ่อน
ขนุน	เปลือก, แก่น	เหลียงอ่อน, เหลียงแก่ (สิลัก)
เคด	ต้น	เหลียงแก่
ขอ	แก่น	เหลียงทอง
ขอป่า, มะไฟป่า	รากก, เปลือกและแก่น	แดง
ส้มไฟ, ห้มกั๋ง, ครั่ง	-	แดง
กระทงลาย, โชด	-	แดง
มะแตกเครือ, สมอ, สมอเงิน	เปลือก	แดง
ฝาง, ง้าย, ฟางส้ม	เนื้อไม้	แดง
มะเกลือ, มักเกลือ	ลูก	ดำ
ฝิเผา, มะพลับ	-	ดำ
เบน	ลูก, เปลือก	ดำ
สมอ, สมอเปี้ย	ใบ, เปลือก	ดำ
ขนุน, หมักหมี่	แก่น	เขียวมะกอก, กากี
ลัก	ใบ	เขียวมะกอก, กากีปนเทา
จื่อไทย	ส่วนของพืชที่ใช้	สีที่ได้
กะบก	เปลือก	เขียวมะกอก
นนทรี, อะราง	เปลือก	เขียวมะกอก
ตะแบก, เปื่อย	เปลือก	เขียวมะกอก
สมอป่า, สมอหนัง	ใบ	เขียวตองอ่อน

ลัับประรด, ขานัด, หมากนัด	ใบ	สีเขียวไพล
ขอป่า, ตะลุมพุก	แก่น	สีเขียวไพล
ขี้เหล็ก	ใบ	ทองอ่อน
หมากเค็ด, เจียด	-	สีน้ำตาล
ขนุน	แก่น	สีน้ำตาล
หนามควง	-	สีครีมน้ำตาล
มหากาฬ	เปลือก	สีครีม
กะโดน	เปลือก	สีครีมน้ำตาล
จิวผา	เปลือก	สีน้ำตาลแดง
พุทรา	เปลือก	สีน้ำตาลแดง
มะม่วงน้อย	ต้น	สีน้ำตาลแดง
มะเข่ง	เปลือก	สีน้ำตาลอ่อน
กรรณิการ์	ดอก	ส้ม
คราม, ฮ่อม	ต้น, ใบ	คราม

จากข้อมูลของพืชให้สีชนิดต่างๆ ในเบื้องต้น (ตารางที่ 1) พบว่าพืชที่นิยมใช้ในการย้อมผ้าเพื่อให้ได้สีต่าง ๆ ใน 3 แม่สี คือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน นั้น ก็เป็นพืชที่มีการเขียนไว้ในเอกสารต่างๆ คณะผู้วิจัยได้ทำให้คัดเลือกพืชทดลองทั้งหมด 6 ชนิด โดยเป็นตัวแทนของแม่สีหลัก ได้แก่ ฝาง ครั่ง เป็นกลุ่มที่ให้สีแดง สำหรับแก่นขนุน ขมิ้น เป็นกลุ่มที่ให้สีเหลือง และต้นคราม และ ต้นฮ่อม เป็นกลุ่มที่ให้สีน้ำเงิน ซึ่งพืชเหล่านี้สามารถหาได้ในพื้นที่ในจังหวัดแพร่ น่าน เชียงราย พะเยา เชียงใหม่ เป็นต้น

กลุ่มพืชให้สีแดง ได้แก่ ฟาง และ ครั่ง

ฟาง มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ: *Caesalpinia sappan* Linn. จัดอยู่ในวงศ์: Caesalpiniaceae มีชื่อท้องถิ่น: ฟางเสน, ง้าย, หนามโค้ง ส่วนที่ให้สี คือ แก่น ราก ฝัก สีที่ได้ คือ บานเย็น ชมพู แดงเลือดหมู สีเหลือง ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้พุ่มกิ่งไม้เถา ลำต้นมีหนามโค้งสั้นๆ ในธรรมชาติอาจพบที่เป็นไม้เถาขนาดใหญ่ใบ เป็นช่อแบบขนนก 2 ชั้น เรียงสลับกันแต่ละช่อประกอบด้วยใบย่อยรูปขอบขนานแคบๆ ติดตรงข้ามกันเป็นคู่ปลายใบมนและหยักเว้าตรงถึงกลางเล็กน้อยผิวใบเกลี้ยงทั้ง 2 ด้าน ขอบใบเรียบดอก สีเหลืองออกรวมกันเป็นช่อไม่แยกแขนงตามปลายกิ่งและง่ามใบใกล้ๆ ปลายกิ่ง กลีบรองดอกมี 5 กลีบ ขอบกลีบเกยซ้อนทับกัน กลีบล่างสุดโค้งงอและขนาดใหญ่กว่ากลีบอื่น กลีบดอกมี 5 กลีบรูปไข่กลับ รากให้สีเหลือง ใช้ย้อมผ้าและไหม

ครั่ง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์: *Laccifer lacca* Kerr ส่วนที่ใช้ คือ ตัว สีที่ได้ คือ สีแดง ครั่ง เป็นแมลงชนิดหนึ่งตัวสีแดง ขนาดเล็กมากอาศัยอยู่บนต้นไม้ ทำรังเป็นยางแข็งหุ้มกิ่งไม้ไว้ เพื่อป้องกันตนเองให้พ้นภัยจากศัตรู ตัวครั่งมีประโยชน์ ใช้ทำสีสำหรับย้อมผ้าไหม หรือย้อมผ้าฟอกสีได้ รังครั่งมีประโยชน์ ใช้ทำสิ่งของได้หลายอย่างใช้เคลือบผ้าพันสายไฟฟ้า หรือเคลือบเม็ดยาให้เป็นมัน หรือทำสีผสมอาหารก็ได้ นอกจากนั้นยังใช้ทำสิ่งของชนิดอื่นๆ ได้อีกมากมายหลายชนิด ประโยชน์ที่สำคัญของครั่งคือ ใช้ทำเชลล์แลก สำหรับทาไม้ให้ขึ้นเงางามใช้ได้ทนทานองค์ประกอบหลักของสารให้สีกลุ่มแดงจากครั่งคือกรดแลกเคอิก (Laccaic acid) เป็นสารกลุ่มแอนทราควิโนน (Anthraquinone) ซึ่งสารกลุ่มนี้จะเปลี่ยนแปลงสีตามสภาพความเป็นกรด ด่างของสารละลายในสภาพกรดจะมีสีเหลืองและส้มอ่อน ในสภาพเป็นกลางถึงด่างจะเป็นสีแดงส้มและแดง (ไพศาลและคณะ, 2543)

กลุ่มพืชให้สีเหลือง ได้แก่ ขนุน และ ขมิ้น

ขนุน มีชื่อวิทยาศาสตร์: *Artocarpus heterophyllus* Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Moraceae มีชื่อท้องถิ่นว่า มะขนุน หมักมี หมากลาง ส่วนที่ให้สี คือ แก่น เมล็ด สีที่ได้ คือ สีเหลือง ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ใบรูปร่างกลมรี ยาว 7-15 เซนติเมตร เนื้อใบเหนียวและหนา ดอกออกเป็นช่อ ช่อดอกตัวเมียและตัวผู้จะอยู่บนต้นเดียวกัน ช่อดอกตัวผู้จะออกที่ ปลายกิ่งเป็นแท่งยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร ช่อดอกตัวเมียเป็นแท่งกลมยาวออกจากลำต้น กิ่งก้านขนาดใหญ่ ผลจะเป็นผลรวม ผลกลมและยาวขนาดใหญ่ หนักหลายกิโลกรัม เมล็ดกลมรี เนื้อหุ้มเมล็ดสีเหลือง ถ้าสุกมีกลิ่นหอม

ขมิ้น มีชื่อวิทยาศาสตร์: *Curcuma longa* Linn จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae มีชื่อท้องถิ่นว่า ขมิ้น (ทั่วไป) ขมิ้นแกง ขมิ้นหยวก ขมิ้นหัว ขี้มัน หมิ่น (ใต้) ดาขยอ (กะเหรี่ยง-กำแพงเพชร) สะยอ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) ส่วนที่ให้สี คือ ราก หัว สีที่ได้ คือสีเหลือง ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ขมิ้นเป็นพืชล้มลุก

ต้นสูงประมาณ 50 - 70 เซนติเมตร เหนือใบได้ดิน เนื้อในของเหง้ามีสีเหลืองเข้มจนถึงสีแดงเข้มมีกลิ่นหอมเฉพาะ ใบเป็นใบเดี่ยวก้านยาวใบ เรียวและปลายแหลม กว้าง 12 - 15 เซนติเมตร ยาว 30 - 40 เซนติเมตร ดอกเป็นดอกช่อทรงกระบอก มีก้านช่อแทงจากเหง้าโดยตรงยาว 7 - 15 เซนติเมตร ดอกย่อยสีเหลืองอ่อน มีกลีบประดับสีเขียวอมชมพู ดอกบานครั้งละ 3-4 ดอก ผลเป็นรูปกลม มี 3 พู องค์ประกอบหลักที่ทำให้สีเหลืองในขมิ้น คือ เคอร์คูมิน (curcumin) ซึ่งมีโครงสร้างเคมีเป็นสารฟีนอลิก ละลายได้ในน้ำร้อนและแอลกอฮอล์ อยู่ในสารละลายกรดทำให้สีเหลืองอ่อน สารละลายที่เป็นกลางให้สีเหลืองเข้ม และสารละลายด่างสีจะเข้มออกเขียวขี้ม้า

กลุ่มพืชที่ให้สีน้ำเงิน ได้แก่ ส้อม และคราม

ต้นส้อม [*Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze] เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ ACANTHACEAE (เต็ม, 2544) มีลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูง 50-80 เซนติเมตร ลำต้น เป็นข้อปล้องคล้ายขาไก่ แตกกิ่งก้านตามข้อ ลำต้นกลม ใบ เดี่ยวเรียงตรงข้าม หักใบเรียวท้ายใบแหลมขอบใบหยัก ใบด้านบนสีเขียวมัน ดอกเป็นช่อออกตามซอกใบและกิ่ง รูปทรงคล้ายระฆัง ดอกสีม่วง เมล็ด อ่อนสีเขียว เมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาล แตกง่าย มีถิ่นกำเนิดและกระจายพันธุ์ในแถบอินเดีย จีนตอนใต้ ภูมิภาคอินโดจีน ประเทศไทยพบตามพื้นที่ชุ่มชื้นในป่าดงดิบทางภาคเหนือ มีความสำคัญกับวิถีชีวิต ความเชื่อ และภูมิปัญญาท้องถิ่นของคนในชุมชน ทั้งด้านการผลิตเครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค ส้อมเป็นยาพื้นบ้านล้านนาและเป็นยาสมุนไพรพื้นบ้าน ใช้รากและใบ คั้นน้ำดื่ม แก้ไข้ ปวดศีรษะ เนื่องจากหวัด เจ็บคอ หลอดลมอักเสบ ตาอักเสบ

ต้นคราม [*Indigo tinctoria* Linn.] เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ LEGUMINOSAE เป็นพืชชอบแดด ทนอากาศร้อน ดินเค็ม และฝนได้ดี ขึ้นอยู่ทั่วไปเป็นวัชพืชตามสวน ลักษณะเป็นไม้พุ่มอายุ 1-3 ปี แตกกิ่งก้านสาขามาก ความสูงประมาณ 50-150 เซนติเมตร ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก คล้ายๆกับใบมะขาม ดอกออกเป็นช่อตามซอกใบ ดอกมีหลายสีแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ฝักทรงกลมยาว ภายในมีเมล็ดขนาดเล็กเพื่อใช้ขยายพันธุ์

เนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันทำให้ความนิยมในสีย้อมจากธรรมชาติกลับมาอยู่ในความสนใจของผู้คน สีที่ใช้ในการทำหม้อมดั้งเดิมนั้นได้มาจากพืช 3 ชนิด คือ ต้นส้อม (*Baphicacanthus cusia*) รูปที่ 1 ต้นคราม (*Indigofera tinctoria*) รูปที่ 2 และ ต้นเป็ก (*Marsdenia tinctoria* R.) รูปที่ 3 ส้อมเป็นพืชที่ชอบอากาศเย็น ขึ้น แดดรำไร น้ำไม่ท่วมขังจึงขึ้นได้ดีทางแถบภาคเหนือ ส่วนครามเป็นพืชที่ชอบแดดจัด น้ำไม่ท่วมขังจึงขึ้นได้ดีตามหัวไร่ปลายนา ตอนต้นฤดูฝนแถบภาคอีสานคนอีสานจึงนิยมนำมาทำผ้าย้อมคราม



รูปที่ 1 ต้นอ้อม (*Strobilanthes cusia*)



รูปที่ 2 ต้นคราม (*Indigofera tinctoria*)



รูปที่ 3 ต้นเป็ก (*Marsdenia tinctoria* R.)

สีข้อมจากพืชทั้งสองชนิดมีสารสำคัญชนิดเดียวกันคือ indigo blue ซึ่งเกิดจากสารต้นตอในใบอ้อมและครามโดยผ่านกระบวนการหลายขั้นตอน องค์ประกอบหลักที่ให้สีน้ำเงินในอ้อม และครามในธรรมชาติอยู่ในรูปกลูโคไซด์อินดิแกน (glucoside indican) เป็นสารกลุ่มอัลคาลอยด์ มีรายงานการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีผิวบาง และ โครมาโทกราฟีคอลัมน์ พบว่าสารสกัดที่ได้จากการหมักใบอ้อมและใบครามสดมีสารสีน้ำเงิน และแดงเป็นองค์ประกอบหลักเหมือนกันซึ่งสารสีน้ำเงินคืออินดิโก และสารสีแดงคืออินดิรูบิน แต่สารสีทั้งสองมีปริมาณที่แตกต่างกัน (นิตยา, 2544)

สีครามเป็นสีเก่าแก่มาก มีฉายาว่าเป็นราชาแห่งสีข้อม “The King of Dyes” สีครามสกัดได้จากใบของพืชหลายชนิด แต่เมื่อข้อมจะได้เฉดสีไม่คงที่ จึงยากต่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรม สีครามที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบันจึงมีทั้งสีครามสังเคราะห์ และสีครามจากธรรมชาติ สีครามมีชื่อทางเคมีคือ 2-(1,3-Dihydro-oxo-2H-indol-2-ylid-ene) 1,2-dihydro-3H-indol-3-one ชื่อทั่วไปคือ indigo blue (อนุรัตน์, 2544)

พืชให้สีคราม (อนุรัตน์, 2544)

ประเทศไทยมีพืชหลายวงศ์ที่ให้สีคราม ดังแสดงในตาราง

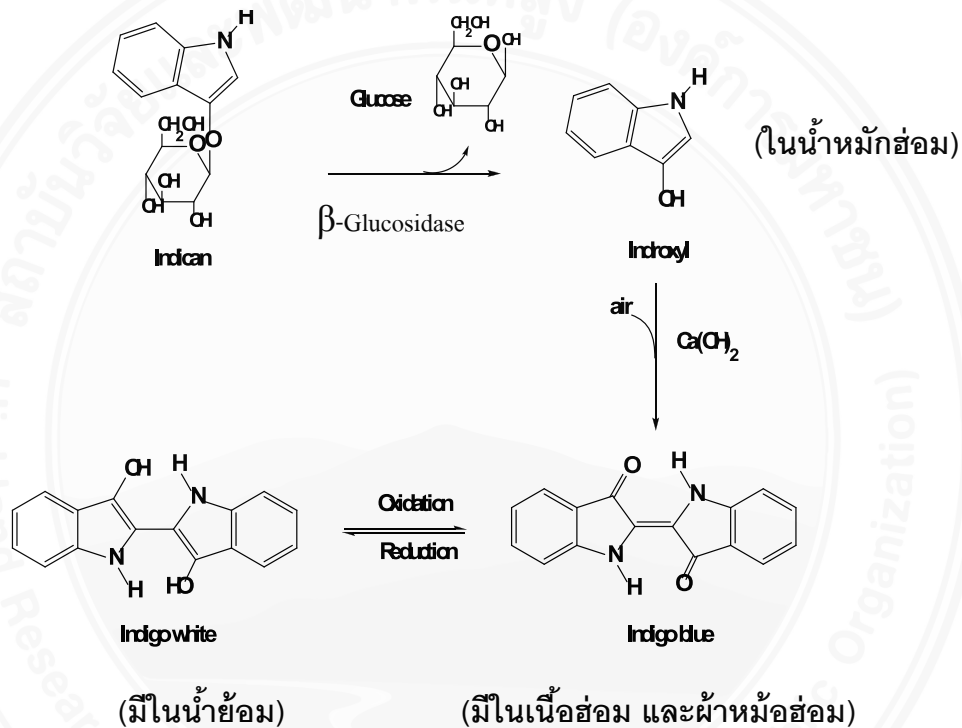
ตารางที่ 2 พืชสกุลต่างๆ 6 ชนิดที่ให้สีคราม

ชื่อท้องถิ่น	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ลักษณะต้น
ฮ่อม, ฮ่อมเมือง	<i>Baphicacanthus cusia</i> Brem	Acanthaceae	ล้มลุก
ครามเงาะ	<i>Tetraglochidium bibracteatum</i> (Bl.)	Acanthaceae	พุ่มเตี้ย
ครามเถา (เป็ก)	<i>Marsdenia tinctoria</i> R.	Asclepiadaceae	ไม้เลื้อย
ครามน้ำ	<i>Breynia retusa</i> Alston	Euphorbiaceae	ไม้พุ่ม
ครามป่า	<i>Caryopteris paniculata</i> Clarke	Verbenaceae	ไม้พุ่ม
ครามป่า	<i>Tephrosia purpurea</i> Pers.	Leguminosae	พุ่มเลื้อย

หม้อฮ่อม มาจากการย้อมสีจากพืชชนิดหนึ่งที่เรียกว่า “ฮ่อม” ย้อมในหม้อ จึงเรียกว่าเป็น หม้อฮ่อม ซึ่งที่ผ่านมาก็มีอยู่มากที่นำไปย้อมคราม แต่ก็ยังเรียกว่า เป็นเสื้อหม้อฮ่อม พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ให้ความหมายของคำว่า หม้อฮ่อม ไว้ ดังนี้ “หม้อฮ่อม น. เรียกเสื้อคอกลมแขนสั้นผ่าอกตลอด มักย้อมสีน้ำเงินหรือดำ ว่าเสื้อหม้อฮ่อม เขียนเป็น ม้อฮ่อม ม้อฮ่อม ก็มี” (จดหมายข่าวราชบัณฑิตยสถาน, 2533)

การสกัดสีจากธรรมชาติเกือบทุกชนิดใช้วิธีการสกัดร้อน คือการต้มหรือเคี่ยวเพื่อให้ได้น้ำสีที่เข้มข้น และการย้อมจะเป็นการย้อมขณะร้อน ในขณะที่ไปครามและฮ่อม จะใช้การหมักและย้อมเย็นซ้ำหลายๆ ครั้ง การย้อมสีครามจากต้นคราม และฮ่อมมีกระบวนการขั้นตอนในการย้อมค่อนข้างยุ่งยากและมีความซับซ้อน มีการศึกษาถึงกระบวนการทำสีครามและผ้าย้อมครามเพื่อจะเข้าใจกระบวนการที่แท้จริง พบว่าสถานะที่เหมาะสมในการสกัด อินดิโกจากคราม และฮ่อม คือ การนำวัตถุดิบที่สดมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วใส่ถุงผ้า จากนั้นหมักด้วยน้ำในถังที่มีฝาปิดมิดชิด เป็นระยะเวลา 1 วัน จะได้ตะกอนสีประมาณ 0.005 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักใบสด 1 กรัม (วราภรณ์และอรพรรณ, 2549). น้ำที่สกัดได้ออกมาเติมน้ำด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ โดยการนำแคลเซียมไฮดรอกไซด์ละลายน้ำอัตราส่วน 1 : 3 โดยปริมาตรทิ้งให้ตกตะกอนแล้วจึงดูดส่วนใสข้างบนมาใช้งานโดยทำการปรับ pH ให้ได้เท่ากับ 10 แล้วจึงเติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เตรียมได้กับน้ำที่สกัด ในอัตราส่วน 2 : 1 โดยปริมาตร แล้วให้อากาศด้วยเครื่องให้อากาศเป็นเวลา 30 นาทีจนฟองสีน้ำเงินขึ้นเต็มถังทิ้งไว้ข้ามคืนตะกอนสีน้ำเงินจะตกลงด้านล่าง ดูดน้ำด้านบนที่มีสีน้ำตาลออก ล้างตะกอนด้วยน้ำด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ คนให้เข้ากัน ทิ้งให้

ตกตะกอน คุณน้ำด้านบนที่มีสีน้ำตาลออก (นิตยา, 2544) แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 610 นาโนเมตร ในการย้อมเป็นการทำให้ indigo blue (ไม่ละลายน้ำ) เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (reduction) เปลี่ยนไปอยู่ในรูปลิวโค ซึ่งเป็นอินดิโกในรูปรีดิวซ์ (reduced form) ที่มีสีเขียวแกมเหลือง ละลายน้ำได้สามารถดูดกลืนแสงได้สูงสุด 405 nm เมื่อทำการย้อมอินดิโกรูป leuco form ที่ละลายน้ำก็จะแทรกซึมเข้าสู่เนื้อผ้า จับกับเส้นใย เซลลูโลสของผ้าด้วยพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) เมื่อสัมผัสกับอากาศถูกออกซิไดซ์เป็นสีน้ำเงิน ซึ่งไม่ละลายน้ำติดที่ใยผ้า (วราภรณ์และอรพรรณ, 2549)



รูปที่ 4 กระบวนการต่อเนื่องในการย้อมหม้อม (วราภรณ์และอรพรรณ, 2549)

ในการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติแต่ละชนิดจะมีวิธีการและเทคนิคการย้อมที่แตกต่างกัน และมีการเติมสารช่วยย้อมและสารช่วยให้สีติดในกระบวนการย้อมผ้า ซึ่งวิธีทั่วไปทั่วๆไปที่ใช้ในการย้อมผ้าแบ่งได้ 2 แบบ คือ การย้อมแบบเย็นและการย้อมแบบร้อน (ศูนย์วิชาการและเทคโนโลยีสิ่งทอพื้นบ้าน, 2555) พืชแต่ละชนิดที่นำมาย้อมใช้เส้นใยธรรมชาติมีการติดสีและคงทนต่อการซักล้างและแสงได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในของพืชและเส้นใยที่นำมาใช้สำหรับย้อม จึงมีการใช้สารประกอบต่างๆ มาเป็นตัวช่วยในการทำให้เส้นใยดูดซับสารสีให้สีเกาะเส้นใยได้แน่นขึ้น มีความทนทานต่อแสง และการซักล้างเพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกว่า สารช่วยย้อม และสารช่วยให้สีติด สารเหล่านี้ นอกจากจะเป็นตัวจับยึดสี และเพิ่มการติดสีในเส้นใยแล้วยังช่วยเปลี่ยนเจดสีให้เข้มจาง หรือสดใส สว่างขึ้นด้วย

2.2. สารช่วยย้อม หรือ สารกระตุ้นสี เป็นสารที่ช่วยให้สีติดกับเส้นด้ายดีขึ้นและเปลี่ยนเจดสีธรรมชาติให้เปลี่ยนแปลงไปจากสีเดิมในสมัยโบราณจะให้การเติมมูลหรือปัสสาวะสัตว์ลงไปจนถึงย้อมปัจจุบันมีการใช้สารที่ได้จากทั้งสารเคมีและสารธรรมชาติดังนี้

2.2.1 สารช่วยย้อมเคมี (มอร์แดนต์) หมายถึง วัสดุธาตุที่ใช้ผสมสีเพื่อให้สีติดแน่นกับผ้าที่ย้อมส่วนใหญ่เป็นเกลือของโลหะพวกอลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง ดีบุก โครเมียม สำหรับมอร์แดนต์ที่แนะนำให้ใช้สำหรับการย้อมระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือนเป็นสารเคมีเกรดการค้า ซึ่งมีราคาถูก คุณภาพเหมาะสมกับงาน มีวิธีการใช้งานที่สะดวกโดยการชั่ง ตวง วัดพื้นฐาน แล้วนำไปละลายน้ำตามอัตราส่วนที่ต้องการและหาซื้อได้ง่ายจากร้านค้าสารเคมีทางวิทยาศาสตร์ หรือทางการแพทย์ทั่วไป สารมอร์แดนต์ที่ใช้กันทั่วไปคือ

- สารส้ม (มอร์แดนต์อลูมิเนียม) จะช่วยจับยึดสีกับเส้นด้ายและ ช่วยให้สีสด สว่างขึ้น มักใช้กับการย้อมสี น้ำตาล-เหลือง-เขียว

- จุนสี (มอร์แดนต์ทองแดง) ช่วยให้สีติดและเข้มขึ้น ใช้กับการย้อม สีเขียว-น้ำตาล ข้อแนะนำสำหรับการใช้มอร์แดนต์ทองแดง คือ ไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไปเพราะจะทำให้เกิดการตกค้าง ของทองแดงในน้ำทิ้งหลังการย้อมได้

- เฟอร์รัสซัลเฟต (มอร์แดนต์เหล็ก) เหล็กจะช่วยให้สีติดเส้นด้ายและช่วยเปลี่ยนเจดสีธรรมชาติเดิมจากพืชเป็นสีโทน เทา-ดำ ซึ่งมอร์แดนต์เหล็กมีข้อดี คือ สามารถควบคุมปริมาณการใช้ได้ แต่มีข้อควรระวังคือไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไปเพราะเหล็กจะทำให้เส้นด้ายเปื่อย

2.2.2 สารช่วยย้อมธรรมชาติ (มอร์แดนต์ธรรมชาติ) หมายถึง สารประกอบน้ำหมักธรรมชาติ ที่ช่วยในการย้อมสีและบางครั้งทำให้เจดสีเปลี่ยน เช่น น้ำปูนใส น้ำค้าง น้ำโคลน และน้ำบาดาล

- น้ำปูนใส ได้จากปูนขาวที่ใช้กินกับหมาก หรือทำจากปูนจากการเผาเปลือกหอย โดยละลายปูนขาวในน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จะได้น้ำปูนใสมาใช้เป็นสารช่วยย้อมต่อไป

- น้ำค้าง หรือน้ำจืดได้ จากพืช เช่น ส่วนต่างๆ ของกล้วย ต้นผักขม เปลือกของผลนุ่น กากมะพร้าว เป็นต้น เลือกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งที่ยังสดๆ นำมาผึ่งแดดให้หมาด จากนั้นเผาให้เป็นขี้เถ้าสีขาว นำขี้เถ้าไปใส่ในอ่างที่มีน้ำอยู่ กวนให้ทั่วทั้งไว้ 4 – 5 ชั่วโมงขี้เถ้าจะตกตะกอน นำน้ำที่ได้ไปกรองให้สะอาดแล้วจึงนำไปใช้งาน เรียกว่า “น้ำค้างหรือน้ำจืด” อีกวิธีหนึ่งนำขี้เถ้าที่ได้ไปใส่ในกระป๋องที่เจาะรูเล็กๆ รองก้นด้วยปุ๋ยฝ้าย หรือขี้เถ้าจากมะพร้าวใส่ขี้เถ้าจนเกือบเต็ม กดให้แน่นเติมน้ำให้ท่วมขี้เถ้า แวนกระป๋องทิ้งไว้ รอกเอาแต่น้ำค้างไปใช้งาน

- กรด ได้จากพืชที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำใบหรือฝักส้มป่อย น้ำมะขามเปียก

- น้ำบาดาล หรือ น้ำสนิมเหล็ก จะใช้น้ำบ่อบาดาลที่เป็นสนิม หรือนำเหล็กไปเผาไฟให้แดงแล้วนำไปแช่น้ำ ทิ้งไว้ 3 วันจึงนำน้ำสนิมมาใช้ได้ น้ำสนิมจะช่วยให้สีเข้มขึ้น ให้เจดสีเทา-ดำเหมือนมอร์แดนต์เหล็ก แต่ถ้าสนิมมากเกินไปจะทำให้เส้นใยเปื่อยได้เช่นกัน

-น้ำโคลน เตรียมจากโคลนใต้สระ หรือบ่อที่มีน้ำขังตลอดปี ใช้ดินโคลนมาละลายในน้ำเปล่าสัดส่วนน้ำ 1 ส่วนต่อดินโคลน 1 ส่วนจะช่วยให้ได้โตนสีเข้มขึ้น หรือโตนสีเทา-ดำเช่นเดียวกับน้ำสนิม

การใช้สารช่วยย้อมในการย้อมผ้ามี 3 วิธี คือ

1. การใช้ก่อนการย้อมสี ซึ่งต้องนำเส้นด้ายไปหุบสารช่วยย้อมก่อนนำไปย้อมสีธรรมชาติ
2. การใช้พร้อมกับการย้อมสี เป็นการใส่สารช่วยย้อมไปในน้ำสีแล้วจึงนำเส้นด้ายลงย้อม
3. การใช้หลังย้อมสี นำเส้นด้ายไปย้อมสีก่อนแล้วจึงนำไปย้อมกับสารช่วยย้อมภายหลัง

2.3. สารช่วยให้สีติด ในการย้อมสีธรรมชาติมีการใช้สารช่วยให้สีติดเส้นด้าย โดยสารดังกล่าวจะใช้ย้อมเส้นด้ายก่อนการย้อมสี หรือใช้ผสมในน้ำสีย้อม

- สารฟาด หรือ แทนนิน สารแทนนินจะมีอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืชที่มีรสฝาดและขม เช่น ลูกหมาก เปลือกเพกา เปลือกกล้วยดิบ เปลือกผลทับทิม เปลือกประดู่ ใบยูคา ใบเหมือดแอ เป็นต้น ซึ่งสารดังกล่าวมีคุณสมบัติช่วยให้สีติดกับเส้นด้ายได้ดีขึ้น โดยการต้มสกัด น้ำฟาด หรือแทนนิน จากพืชดังกล่าว แล้วนำเส้นด้ายต้มย้อมกับน้ำฟาดก่อน จากนั้นจึงนำเส้นด้ายไปย้อมกับน้ำสีย้อมอีกครั้ง

- โปรตีนจากน้ำถั่วเหลือง ใช้ต้มกับเส้นด้ายก่อนการย้อมสีเพื่อช่วยในการเพิ่มโปรตีนบนเส้นด้ายทำให้สามารถย้อมสีติดได้ดีมากขึ้น ทางญี่ปุ่นจะชุบฝ้ายไหมด้วยน้ำถั่วเหลืองก่อนเสมอ โดยแช่ไว้ 1 คืน ยิ่งทำให้สีติดมาก ในญี่ปุ่นการย้อมสีธรรมชาติทั้งหมดแช่เส้นใยด้วยน้ำถั่วเหลืองเสมอ

- เกลือแกง จะใช้ผสมกับน้ำสีย้อมเพื่อช่วยให้สีติดเส้นด้ายได้ง่ายขึ้น

2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาสีย้อมต่างๆในงานสิ่งทอมีทั้งที่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสีที่ได้ การคิดสี วิธีที่เหมาะสมในการสกัด และการย้อม ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ปานทิพย์ (2553) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของรงควัตถุจากสารสกัดพืชท้องถิ่นที่ให้สี 3 ชนิด ได้แก่ *Caesalpinia sappan* L., *Carthamus tinctorius* L., และ *Hibiscus sabdariffa* L. ด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ อะซิโตน เอทานอลและเมทานอล พบว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลจะให้ร้อยละของสารสกัดมากที่สุด เป็น 14.5, 26.3 และ 40.7 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยที่สารที่พบในพืชทั้ง 3 ชนิดนี้จะมีค่า λ_{max} ระหว่าง 470 และ 620 nm และพบสาร prasinoxanthin, lutein, alloxanthin และอนุพันธ์ของ chlorophyll a และ b

เจ็มซัย (2530) ได้ทำการศึกษาการย้อมสีธรรมชาติ 5 ชนิด คือ พุดซ้อน (*Gardenia jasminoid* Ellis), ฝาง (*Caesalpinia sappan* L.), ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.), ดอกคำฝอย (*Carthamus Tinctorius* L.) และคอกชินเนล (*Coccus cacti* L.) พบว่าอุณหภูมิ และเวลาในการย้อมมีผลต่อความสามารถในการย้อม เมื่ออุณหภูมิในการย้อมเพิ่มขึ้นความสามารถในการย้อมจะเพิ่มขึ้นตาม การย้อมที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส น้ำย้อมมีความสามารถในการย้อมดีที่สุดใช้เวลา 60 นาที จะทำให้น้ำย้อมจากพุดซ้อนมีความเข้มของสีติดอยู่ในเส้นใยได้ค่าคงที่ ส่วนขมิ้นชันเวลา 90 นาที จะทำให้ความเข้มของสีติดอยู่ในเส้นใยได้ค่าคงที่

นฤมล (2533) ได้ทำการศึกษาการใช้สารช่วยย้อมในการย้อมผ้าไหมด้วยน้ำสีจากขมิ้นชัน โดยใช้สารช่วยย้อม 4 ชนิด คือ เหล็ก, จุนสี, กรดน้ำส้ม และสารส้ม ใช้ระยะเวลาย้อม 30 นาที ที่อุณหภูมิ 80 – 85 องศาเซลเซียส พบว่าสีที่ย้อมได้มีความแตกต่างกันตามชนิดของสารช่วยย้อม คือ เหล็ก และจุนสีให้สีเหลืองน้ำตาลและสีเหลืองอมเขียว ส่วนกรดน้ำส้ม และสารส้มให้สีเหลืองทอง ผลของการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่าสารช่วยย้อม เหล็ก, จุนสี และสารส้ม ทำให้สีมีความคงทนต่อการซักสูงสุด และสารช่วยย้อมจุนสีทำให้ความคงทนของสีต่อแสงสูงสุด

สุทธิลา (2535) ได้ศึกษาผลการย้อมผ้าไหมด้วยสีจากขมิ้นชัน โดยใช้สารช่วยย้อมจากธรรมชาติ 3 ชนิด คือ น้ำมะขาม น้ำส้มป่อยในขณะย้อม และกรดน้ำส้มหลังการย้อม พบว่าผ้าไหมที่ใช้สารช่วยย้อมทุกการทดลองให้สีเหลือง เมื่อนำไปทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก พบว่าการใช้น้ำส้มป่อยให้ความคงทนของสีต่อการซักสูงสุด และความคงทนของสีต่อแสงอยู่ในระดับต่ำทุกการทดลอง

จารุวรรณ (2546) ได้ศึกษาผลของสารช่วยย้อมสีที่มีต่อการย้อมไหมด้วยขมิ้นชันแห้ง โดยใช้สารช่วยย้อม 3 ชนิด คือ กรดบอริก โพตัสเซียมอลูมิเนียมซัลเฟต และโซเดียมคาร์บอเนตอัตราส่วนที่ใช้สกัดน้ำย้อม คือ ขมิ้นชันแห้งต่อน้ำ (1:30) อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 45 นาที สภาวะในการย้อมใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 75 นาที พบว่าชนิดของสารช่วยย้อมมีผลต่อความคงทนของสีต่อการซัก และแสง

พันธุ์ศิริ (2547) ได้ศึกษาการย้อมเส้นด้ายฝ้ายจากแก่นขนุน โดยใช้สารช่วยย้อม 2 ชนิด คือ อลูมิเนียม และทองแดง พบว่าการใช้สารช่วยย้อมทองแดงให้ความคงทนของสีต่อแสงเพิ่มขึ้น และการใช้สารช่วยย้อมอลูมิเนียมให้ค่าความคงทนของสีต่อแสงลดลง

การย้อมเส้นใยด้วยสีอินดิโก (จากฮ่อมและคราม) อนุรัตน์ (2544) ได้ศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการย้อมสีครามไว้หลากหลาย รวมทั้งศึกษาวิธีทำครามผงธรรมชาติ และวิธีเตรียมสีครามจากครามผงธรรมชาติ โดยแช่ใบครามสดในน้ำและเติมปูนขาวในน้ำคราม แยกเอาเนื้อครามไปผึ่งแดดให้หมาดแล้วอบต่อไปในตู้อบ จนกระทั่งน้ำหนักครามแห้งคงที่ นำครามแห้งมาบดเป็นผงและเก็บไว้ใน

ภาชนะปิด ทำการเตรียมสีครามจากครามผง 2 วิธี โดยวิธีแรก อุ่นครามผงผสมฝุ่นผงสังกะสีในน้ำปูนใส ทดสอบสีครามในสารละลายโดยดูสเปกตรัมการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400-611 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิง วิธีที่ 2 ผสมครามผงปริมาณต่าง ๆ ในน้ำจืดแล้ว ผลการวิจัยพบว่าเมื่อคราม 500 กรัมผึ่งแดด 2 วัน และอบต่ออีก 1 วัน ที่อุณหภูมิ 60 °C ได้ครามผง 134.84 กรัม สีครามที่ได้จากครามผงผสมฝุ่นผงสังกะสีแล้วอุ่นในน้ำปูนใสที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 °C มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 405 นาโนเมตร และสีครามที่ได้จากครามผงอย่างน้อย 12 กรัม ผสมน้ำจืด 100 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำส้มสายชู 5 เปอร์เซ็นต์ ปรับพีเอชเริ่มต้นที่ 10.5 ใช้เวลา 7 วัน จึงเกิดสีย้อมติดเส้นฝ้าย เมื่อเพิ่มปริมาณครามผงมากขึ้นแล้วปรับพีเอชเริ่มต้นเท่ากัน จะเกิดสีย้อมในวันที่ 7 เช่นกันและสีเข้มกว่า

Yoshiko, *et al.* (2002) ได้ศึกษาการเตรียมสีย้อมโดยใช้ครามผงทั้งที่ได้จากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์ ละลายในน้ำปูนขาวและผงฝุ่นสังกะสี อุ่นอุณหภูมิไม่เกิน 60 °C และคนช้าๆพร้อมกับเติมเมทานอล ใช้เวลาประมาณ 5 นาทีจึงหยุดอุ่น แล้วปิดฝาทิ้งไว้ 3-5 ชั่วโมง จึงทดสอบการเกิดสีคราม โดยใช้ฝ้ายสีขาวจุ่มเมื่อยกขึ้นสังเกตฝ้ายเป็นสีเขียวแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน จึงทำการย้อมได้

ไพศาลและคณะ (2543) ได้ศึกษาจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักใบคราม เพื่อสังเคราะห์สีครามธรรมชาติ ระหว่างการหมักสารประกอบอินดิแคนในใบครามถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบอินด็อกซิลเมื่อยกขึ้นสังเกตฝ้ายเป็นสีเขียวแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน จึงทำการย้อมได้

นิตยา(2544)ศึกษาวิธีการสกัดสีจากใบคราม (*Indigofera tinctoria* Linn) และช่อม (*Baphicacanthus cusia* Brem) ทำการแยกและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัด พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีอินดิโกจากใบพืชทั้งสองคือการหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก และหมักด้วยน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง สารสีที่ได้จากการหมักใบช่อมมีปริมาณสูงกว่าสารสีที่ได้จากการหมักใบคราม แยกสารสีที่สกัดได้ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบผิวบาง (TLC) ใช้ คลอโรฟอร์ม เฮกเซน เมทานอล (Chloroform : Hexane: Methanol) ในอัตราส่วน 7:1:4 โดยปริมาตร เป็นตัวชะ ได้สารสีน้ำเงินและสารสีแดงและนำไปวัดความยาวคลื่นโดยใช้ยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible spectrophotometer) และอินฟราเรด สเปกตรัม (Infrared spectrum) ผลการดูดกลืนแสงตรงกับสารอินดิโกมาตรฐาน ส่วนสีแดงมีคุณสมบัติคล้ายสารอินดิรูบิน (Indirubin)