

คราม: สีสรรชาติจากต้นถั่ว ใช้ย้อมผ้าไหม

ผศ.ดร.วิชาญ เอียดทอง^{1,2}

คำนำ

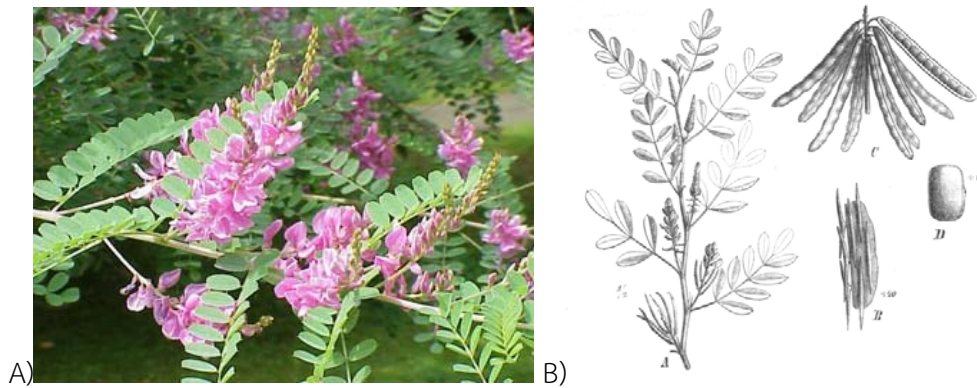
เมื่อเอ่ยถึง**สีคราม** หรือสีน้ำเงินที่มีโทนออกไปทางสีฟ้า เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า **indigo** เป็นสีที่ได้จากพืชกลุ่มหนึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในการย้อมผ้ามาอย่างยาวนานกว่า 2,000 ปี หรือมีรายงานการใช้สีครามในประเทศจีนมานานกว่า 6,000 ปี สีครามจึงเป็นสีย้อมธรรมชาติที่เก่าแก่ที่สุดที่มนุษย์รู้จัก องค์ประกอบทางเคมีของสีย้อมครามเรียกว่า **indican** ในยุคโบราณสีย้อมครามนอกจากสกัดจากต้นพืชแล้ว ยังพบว่าได้มาจากเปลือกหอยทากทะเลโฟนีเซียน (Phoenician sea snail) ในปัจจุบันสามารถสังเคราะห์ได้เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมสีย้อม เช่นการย้อมผ้ายีนส์ การรู้จักใช้สีย้อมครามที่ได้จากธรรมชาติ เป็นวัฒนธรรมการใช้พิชมาสร้างกรรมวิธีสกัด ย้อม และถักทอเส้นใยให้เกิดโทนสี ลวดลายบนผืนผ้า จนเกิดเป็นความรู้เฉพาะท้องถิ่นของชนเผ่าของมนุษยชาติ เกิดมรดกทางวัฒนธรรมที่ประเมินค่ามิได้ ที่เราทุกคนสมควรให้การอนุรักษ์

ที่มาของสีคราม

สีครามที่ได้จากธรรมชาติพบว่าได้จากพืชหลายชนิดด้วยกัน กลุ่มใหญ่เป็นพืชสกุลถั่วคราม (*Indigofera*) เป็นสกุลหนึ่งของพืชวงศ์ถั่ว (Fabaceae) เป็นสกุลพืชที่พบขึ้นกระจายทั่วไปอยู่ในเขตร้อนชื้น ขณะที่เขตอบอุ่นได้จากต้นโวด (woad) ที่มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Isatis tinctoria* L. และต้นผักไผ่คราม ที่ในญี่ปุ่นเรียกว่า **ต้นอะวะ** (awa) มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Persicaria tinctoria* (Aiton) Spach ด้วยพืชให้สีในสกุลถั่วครามมีความหลากหลายสูง ชนิดสำคัญที่นำมาสกัดสีย้อมเส้นใยเพื่อการค้า ในทวีปเอเชียมีอยู่ 2 ชนิด คือ

¹ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

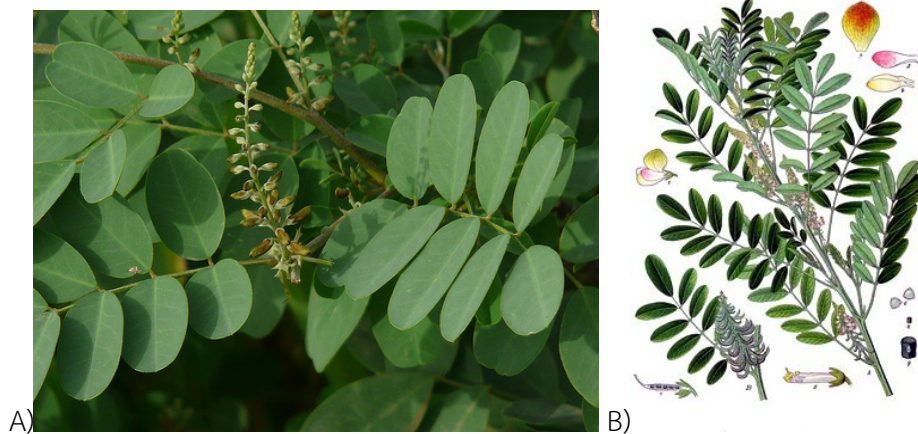
² สำนักพิพิธภัณฑสถานและวัฒนธรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ลักษณะของต้นคราม (*Indigofera tinctoria*) (ที่มา: A & B - <http://en.wikipedia.org/wiki>)

คราม มีชื่อสามัญว่า common indigo มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Indigofera tinctoria* L.

ครามใหญ่ มีชื่อสามัญว่า อะนิล (anil) มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Indigofera suffruticosa* Mill.



ภาพที่ 2 ลักษณะของต้นครามใหญ่ (*Indigofera tinctoria* Mill.)

(ที่มา: A) <http://www.flickr.com>, B) <http://en.wikipedia.org/wiki>)



ภาพที่ 3 ลักษณะของต้นโวด (*Isatis tinctoria* L.)

(ที่มา: A) <http://weeds.hotmeal.net>, B) <http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/>)

ในบริเวณทวีปอเมริกาใต้และภูมิภาคอเมริกากลาง พบว่ามีอยู่ 1 ชนิด คือ

นาตล อินดิโก (natal indigo) มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Indigofera arrecta*



ภาพที่ 4 ลักษณะของต้นอะวะ (*Persicaria tinctoria* (Aiton) Spach) (ที่มา: www.7wells.co.uk/)

กรรมวิธีการสกัดสีคราม

สีครามนั้นได้จากการสกัดส่วนของใบพืช ที่ผ่านขบวนการแช่น้ำและหมัก เพื่อต้องการเปลี่ยนสารไกลโคไซด์อินดิแคน (glycoside indican) ธรรมชาติ ที่พบอยู่ในพืชออกมาอยู่ในรูปของสีย้อมน้ำเงินโทนฟ้า เรียกว่า **อิดิโกติน** (indigotin) เกิดจากน้ำหมักพืชผสมกับน้ำปูนที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง เมื่อผ่านขบวนการดังกล่าวแล้ว เราจะได้สีครามที่มีคุณสมบัติเปียกคล้ายก้อนเค้ก หรือทำให้แห้ง ตลอดจนทำเป็นผง เมื่อผ่านกรรมวิธีผสมกับสารอื่นหลายชนิด เพื่อผลิตให้มีความแตกต่างของโทนสีน้ำเงินกับสีม่วง

สีครามธรรมชาติปัจจุบันพบว่ามีคนนำมาใช้น้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากความไม่สะดวก ขาดพืชวัตถุดิบ และสีครามสังเคราะห์เข้ามามีบทบาทแทน การสังเคราะห์สีครามเกิดขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1897 แต่ความสะดวกดังกล่าวกลับกลายเป็นหอกข้างแคร่ ทำให้ภูมิปัญญาของการสกัดสีย้อมธรรมชาติสูญหายไป มรดกทางวัฒนธรรมในการใช้พืชทำสีย้อมผ้ากำลังริบหรี่สูญหาย ทั้งการสูญเสียความรู้และเข้าใจถึงวิถีชีวิตของการสร้างหรือถักทอผ้าให้เป็นอารมณ์ของแต่ละชาติพันธุ์ สีครามไม่ได้มีข้อจำกัดในการใช้ย้อมผ้าพื้นเมืองเท่านั้น ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้นำสีครามไปใช้ในอุตสาหกรรมผ้าฝ้าย ผ้ายีนส์ และผ้าขนสัตว์

นอกจากนี้ สีครามธรรมชาติสามารถใช้เป็นสีผสมอาหารได้อีกด้วย มีความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ ในบัญชีสีผสมอาหารของประเทศสหรัฐอเมริกาอยู่ในตำแหน่งเบอร์ FD & C Blue No. 2 มีสารเคมีสำคัญเป็นองค์ประกอบ 3 ชนิดด้วยกัน หนึ่งในจำนวนสารดังกล่าวคือเกลือโซเดียมที่มีชื่อว่า **อินดิโกตินไดซัลเฟต** (indigotin disulfonate) สารนี้เป็นสารที่สำคัญต่อการทดสอบการได้รับกลิ่น และใช้เป็นสารตรวจสอบสารไนเตรตและคลอเรตที่มีอยู่ในน้ำนม

ประวัติการใช้สีคราม

เชื่อว่าการใช้สีครามธรรมชาติพบครั้งแรกในประเทศอินเดีย อินเดียจึงเป็นศูนย์กลางการผลิตครามธรรมชาติที่เก่าแก่ที่สุดในเขตร้อนชื้นของทวีปเอเชีย และยังเป็นแหล่งผลิตและใช้ครามธรรมชาติที่สำคัญของโลก ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นสีครามธรรมชาติในอินเดียได้มาจากต้นครามใหญ่ ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองที่พบกระจายอยู่ในอินเดียไปจนถึงกลุ่มประเทศเอเชียอาคเนย์

ประวัติการใช้สีครามของอินเดียในอดีตพบว่า มีความเชื่อมโยงกับการนำไปใช้ในแหล่งอารยธรรมกรีกและโรมัน จากเส้นทางการค้าแพรรณและสีย้อมในยุคโบราณทำให้เชื่อได้ว่า สีครามธรรมชาติในยุคดังกล่าวเป็นสินค้าราคาแพง แสดงถึงความสวยงามและฟุ่มเฟือยของชนชั้นสูงในยุคสมัยดังกล่าว นอกจากนี้อินเดียเป็นประเทศหนึ่งในทวีปเอเชียที่มีวัฒนธรรมการใช้สีครามธรรมชาติแล้ว ยังมีอิทธิพลต่อประเทศอื่น ๆ เช่น จีน ญี่ปุ่น รวมถึง

ประเทศไทย และสมาชิกในกลุ่มประเทศเอเชียอาคเนย์ ยังพบหลักฐานทางโบราณคดีว่ามีการใช้ฝ้ายอ้อมครามตั้งแต่ยุคโบราณในบริเวณแหล่งอารยธรรมเมโสโปเตเมีย อียิปต์ กรีก โรมัน บริเตน เม็กซิโกอเมริกา เปรู อิหร่าน และแอฟริกา

มีการสันนิษฐานว่า ประเทศอินเดียเป็นศูนย์กลางเก่าแก่ที่สุดของการใช้สีครามในทวีปเอเชีย โดยพบว่ามีการผลิตสีครามและส่งออกไปยังยุโรปมาอย่างยาวนานตั้งแต่ยุคกรีก-โรมัน ดังจะเห็นได้จากคำเรียกครามในภาษากรีกว่า “indigo” นั้น มาจากคำว่า “indikon” หมายถึง “indian” (อินเดีย) และในภาษาโรมันใช้ว่า “indicum” ในภาษาอังกฤษและอิตาเลียนใช้ว่า “indigo” ดังที่เราารู้จักกัน

จากหลักฐานจารึกโบราณที่ใช้ตัวอักษรคูนiform (cuneiform) ของชาวนีโอบาบิโลเนียน (Neo-Babylonian) ในแหล่งอารยธรรมเมโสโปเตเมีย ที่พบเมื่อก่อนคริสต์ศตวรรษที่ 7 กล่าวถึงการใช้สีครามที่นำเข้ามาจากประเทศอินเดียย้อมผ้าขนสัตว์

ชาวโรมันนำสีครามมาใช้ในงานจิตรกรรม ใช้เป็นสเมอไพร์และเครื่องสำอาง นับเป็นสินค้าฟุ่มเฟือยในยุคนั้น เป็นสินค้าที่นำเข้ามาจากอินเดียสู่แหล่งอารยธรรมเมดิเตอร์เรเนียนโดยพ่อค้าชาวอาหรับ สีครามจึงเป็นสินค้าที่หายากในยุโรปจนถึงยุคกลาง เริ่มมีการใช้ต้นโวดเป็นวัตถุดิบให้สีครามแทนต้นครามในยุโรปเป็นครั้งแรก ต้นโวดเป็นสมาชิกพืชวงศ์กะน้า (Brassicaceae) มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Isatis tinctoria*

ในปลายคริสต์ศตวรรษที่ 15 นักสำรวจชาวโปรตุเกสชื่อว่า วาสโก ดากามา ได้พบเส้นทางเดินเรือสู่อินเดีย นำไปสู่การเปิดเส้นทางการค้าใหม่เรียกว่า “เส้นทางเครื่องเทศ” เชื่อมโยงการค้าระหว่างอินเดีย หมู่เกาะแหล่งผลิตเครื่องเทศ จีน และญี่ปุ่น ทำให้นักสำรวจสามารถช่วยลดการกีดกันการค้าสินค้าที่มาจากแหล่งผลิตในเอเชียลงได้ เดิมสินค้านี้ดังกล่าวอยู่ภายใต้การจัดการของพ่อค้าชาวเปอร์เซีย ลีเวนไดน์ และกรีกที่ใช้เส้นทางการค้าทางบกซึ่งเป็นเส้นทางที่อันตรายมากกว่าเส้นทางเดินเรือ ส่งผลให้มีการนำเข้าสีครามเพิ่มสูงขึ้นในทวีปยุโรปตามเมืองท่าของประเทศต่าง ๆ ไม่ว่าจะโปรตุเกส เนเธอร์แลนด์ และอังกฤษ ต่อมาสเปนเป็นอีกประเทศหนึ่งที่น่าเข้าสีย้อมจากกลุ่มประเทศอาณานิคมในทวีปอเมริกาใต้ และมีเกษตรกรผู้ปลูกต้นครามจำนวนมากที่เป็นชาวยุโรป ได้เข้าไปเป็นผู้ปลูกในเขตร้อนชื้นอาทิเช่นในจาเมกาและเซนต์แคโรไลนา โดยใช้แรงงานทาสชาวแอฟริกันและแอฟริกัน-อเมริกัน การส่งครามไปขายในยุโรปต้องยุติลง เมื่อประเทศฝรั่งเศสและเยอรมนีสั่งห้ามนำเข้าครามในช่วงปี ค.ศ. 1500 เพื่อปกป้องอุตสาหกรรมสีย้อมจากต้นโวดให้ดำเนินการต่อไปได้

สีครามยังเป็นวัตถุดิบที่สำคัญอย่างมากต่ออุตสาหกรรมทอผ้าพื้นเมืองในภูมิภาคแอฟริกาตะวันตก ดังที่พบในชนเผ่าเร่ร่อนชาวตูวเรก (Tuareg) ในประเทศซาฮาราครอบคลุมไปจนถึงประเทศแคเมอรูน ใช้สีครามย้อม

เสื้อผ้าต่าง ๆ จนเป็นลักษณะประจำของเผ่า ชาวโยรูบา (Yoruba) ในประเทศแทนซาเนียและชาวมาลีผู้หญิงนิยมแต่งกายด้วยชุดผ้าคราม ชาวฮาวซา (Hausa) ผู้ชายแต่งกายด้วยผ้าย้อมคราม โดยทำการย้อมในบ่อครามที่มีอยู่ตามแหล่งชุมชน พบในเขตเมืองโบราณของกรุงคาโน แสดงให้เห็นถึงการใช้สีครามเป็นสีย้อมสีผ้ามีบทบาทมากในภูมิภาคแอฟริกาจนถึงปัจจุบัน



ภาพที่ 5 ผ้าครามของชาวโยรูบา ประเทศไนจีเรีย (ที่มา: www.adire.clara.net/asookeintro.htm)



ภาพที่ 6 ลักษณะการย้อมผ้าครามในเมืองคาโน ประเทศไนจีเรีย
(ที่มา: <http://picasaweb.google.com/lh/photo/>)

ในประเทศญี่ปุ่นมีการนำเข้าสีครามตั้งแต่สมัยเอโดะ (Edo) ควบคู่กับการใช้ผ้าไหม นำเข้าผ้าฝ้าย เพื่อนำมาถักทอเป็นเครื่องแต่งกายที่ใส่กันในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นชุดแต่งกายอย่างชุดกิโมโน หรือยูกะตะ (ชุดแต่งกายในหน้าร้อน) ที่มีการย้อมด้วยสีครามโทนสีน้ำทะเล ดังที่เรียกว่า blue sea ที่มีการใช้มาจวบจนปัจจุบัน

ปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19

ในปี ค.ศ. 1805 นักเคมีชาวเยอรมันชื่อ ออดอล์ฟ วอน บีเยอร์ (Adolf Von Baeyer) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสีคราม ต่อมาในปี ค.ศ. 1878 เขาสังเคราะห์สีครามได้เป็นครั้งแรกจากอีสตาติน (Istatine) และครั้งที่สองในปี ค.ศ. 1880 ได้จากไนโตรเบนซัลดีไฮด์ (o-nitrobenzaldehyde) และอะซิโตน (acetone) โดยการทำให้ละลายด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) แบเรียมไฮดรอกไซด์ (barium hydroxide) หรือแอมโมเนีย เขาได้ประกาศการค้นพบโครงสร้างทางเคมีของสารดังกล่าวหลังจากนั้น 3 ปี

การผลิตสารไนโตรเบนซัลดีไฮด์เป็นขบวนการที่ซับซ้อนหากผลิตเป็นจำนวนมากในเชิงการค้า ค่าการลงทุนจึงมีสูง จึงใช้สาร BASF และ Hoechst เข้ามาแทน ในการสังเคราะห์ไนโตรเจนไกลซีน (N-(2-carboxy phenyl) glycine) เริ่มจากใช้สารแอนทราซีน (anthracene) เต็มเข้าไปจนได้สารไนโตรเจนไกลซีนออกมา

สาร BASF ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสีครามในปี ค.ศ.1897 ต่อมาในปี ค.ศ.1913 สีครามสังเคราะห์ถูกผลิตออกมาใช้แทนสีครามธรรมชาติ และในปี ค.ศ. 2002 สามารถผลิตสีครามสังเคราะห์ได้มากถึง 17,000 ตัน นำไปใช้ได้ทั่วโลก

ในคริสต์ศตวรรษที่ 19 สามารถผลิตครามสังเคราะห์ได้มากขึ้น ขณะเดียวกันก็ทำให้ปริมาณการสั่งสีครามธรรมชาติของประเทศอังกฤษลดลง ส่งผลกระทบอย่างมากต่อเกษตรกรผู้ปลูกต้นครามในประเทศอินเดียในเวลาต่อมา

การพัฒนาเทคโนโลยีสีย้อมคราม

สีครามเป็นสีย้อมที่ไม่ละลายน้ำ เมื่อนำเส้นใยออกจากบ่อย้อม สีครามจะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เปลี่ยนไปอยู่ในสภาพที่ละลายน้ำ เมื่อมีการใช้สีครามธรรมชาติครั้งแรกในคริสต์ศตวรรษที่ 16 ที่ยุโรป ผู้ย้อมได้เติมสีย้อมอื่นหรือหมักลงไปนสีครามธรรมชาติ จนไม่สามารถแยกสีหมักกับสีครามธรรมชาติออกจากกันได้ ส่งผลให้สีครามเป็นพิษและเป็นอันตรายต่อคนงานย้อมผ้าในโรงงาน

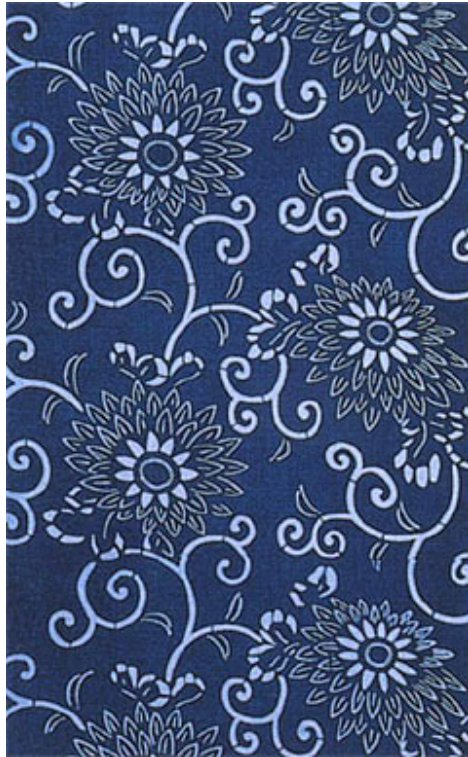
ก่อนเกิดอุตสาหกรรมสีย้อมครามในยุโรป มีการนำสีครามธรรมชาติไปละลายในน้ำปัสสาวะ ซึ่งน้ำปัสสาวะช่วยให้การละลายน้ำของสีครามเพิ่มขึ้น ดังที่รู้จักกันในชื่อ **ครามขาว** (indigo white หรือ leucoindigo)

เป็นสารละลายสีเหลืองปนเขียว ทำให้ปริมาณออกซิเจนเกิดออกซิเดชันน้อยลงในสีคราม ต่อมามีการสังเคราะห์ สารยูเรียใช้แทนน้ำปัสสาวะในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 18

วิธีการใช้สีครามก่อนการพัฒนาอุตสาหกรรมการย้อมสีครามในญี่ปุ่น พบว่ามีการนำสีครามธรรมชาติไป ละลายน้ำ ต้มให้ร้อนในหม้อ พร้อมกับเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียกลุ่มไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) ลงไป ด้วย โดยแบคทีเรียบางชนิดจะทำการสังเคราะห์ไฮโดรเจนเพื่อสร้างพลังงานออกมา แล้วทำให้สีครามที่ไม่ละลาย น้ำกลายเป็นสีครามที่ละลายน้ำ ออกมาเป็นสีครามขาว แล้วนำผ้ามาย้อมลงในหม้อเพื่อต้องการทำให้เกิดลายผ้า โดยใช้เทคนิคชิโบริ (shibori) กะซูริ (kasuri) กะตะโซเมะ (katazome) และทสึทสึกากิ (tsutsugaki)



ภาพที่ 7 ผ้าย้อมครามด้วยเทคนิคชิโบริของญี่ปุ่น (ที่มา: <http://www.flickr.com/photos/>)



ภาพที่ 8 ฝ้าย้อมครามด้วยเทคนิคกะตะโซเมะของญี่ปุ่น (ที่มา: <http://www.hermitagemuseum.org/>)

การพัฒนากรรมวิธีการย้อมสีครามในประเทศอังกฤษ มีอยู่ 2 กรรมวิธีด้วยกันซึ่งใช้มาจนถึงคริสต์ศตวรรษที่ 19 กรรมวิธีแรกเรียกว่า “pencil blue” เป็นเทคนิคที่ดัดแปลงมาจากการใช้ดินสอหรือแปรงแต้มสี ลวดลายที่ได้จะออกมาในโทนเข้ม และเมื่อเติมสารอาร์ซีนิกไตรซัลไฟด์ (Arsenic trisulfide) ลงในหม้อย้อม สารประกอบอาร์ซีนิกมีคุณสมบัติก่อให้เกิดขบวนการออกซิเดชัน ทำให้สีครามติดเส้นใยผ้ามากขึ้น กรรมวิธีที่สอง เรียกว่า “china blue” เป็นเทคนิคคล้ายกับการเติมสารดินขาว (porcelain) ในการทำเครื่องถ้วยชามของจีน แทนการใช้สารละลายสีน้ำครามโดยตรง ขบวนการเขียนสีลงบนเส้นใยผ้าโดยใช้สีครามที่อยู่ในรูปไม่ละลายน้ำ สีครามจะถูกลดการเกิดออกซิเดชันลงโดยการเติมไอออนซัลเฟต (ion (II) sulfate) เทคนิคนี้ทำให้ลวดลายบนผืนผ้ามีความคมชัดมาก

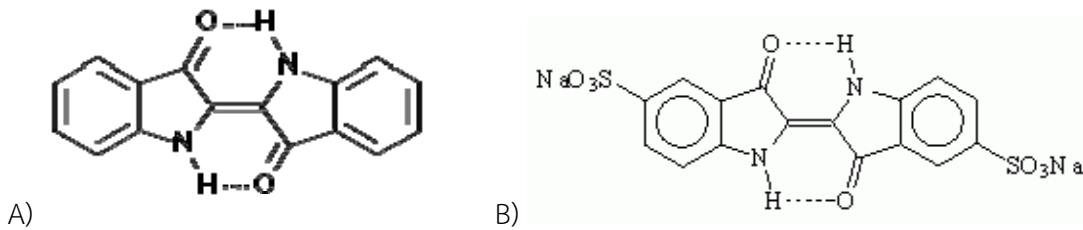
ประมาณ ค.ศ. 1880 เทคนิค “glucose process” ได้รับการพัฒนาขึ้น เป็นการเขียนสีครามลงบนเส้นใยผ้าโดยตรง ทำให้ลวดลายผ้ามีความคมชัดเช่นเดียวกับเทคนิค china blue

ในปี ค.ศ. 2004 การใช้สีครามอบแห้ง (freeze-died indigo) หรือสีครามสำเร็จรูปได้รับการพัฒนา โดยทำให้สีครามอบแห้งอยู่ในรูปของผลึก เมื่อต้องการย้อมเพียงแต่เติมน้ำอุ่นลงไป ในหม้อย้อม เพื่อป้องกันการเกิด

ออกซิเดชัน เป็นการย้อมในที่ที่ไม่มีออกซิเจน ดังนั้นเทคนิคการใช้สีครามอบแห้งเป็นเทคนิคง่าย ๆ และสามารถเก็บรักษาสีครามได้นานโดยไม่ให้ออกซิเดชัน สามารถนำมาใช้ย้อมได้อีก

คุณสมบัติทางเคมีของสีคราม

สีครามเป็นสีน้ำเงินเข้มที่อยู่ในรูปผงผลึก มีจุดเดือดอยู่ที่ 390-392 °C ไม่ละลายในน้ำ แอลกอฮอล์ หรืออีเทอร์ แต่ละลายในคลอโรฟอร์ม ไนโตรเบนซีน และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น มีสูตรโครงสร้างทางเคมีว่า $C_{16}H_{10}N_2O_2$



ภาพที่ 9 สูตรโครงสร้างของสีคราม (2, 2'-Bis(2,3-dihydro-3-oxoindolylidene), Indigotin) (A) และสูตรโครงสร้างของ indigo carmine (B)

สีครามธรรมชาติอยู่ในรูปของสารที่เรียกว่า อินดิแคน (indican) เป็นสารไม่มีสี ละลายน้ำได้ อินดิแคน ละลายในน้ำตาลกลูโคส (β -D-glucose) และอินดอกซิล (indoxyl) เกิดออกซิเดชันได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับอากาศ จะเปลี่ยนสภาพจากอินดอกซิลเป็นสีคราม (indigo)

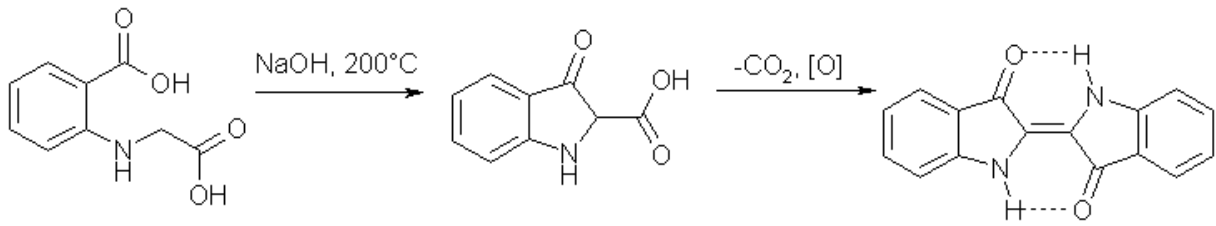
ขบวนการผลิตสีครามเกิดขึ้นในคริสต์ศตวรรษที่ 18 จากการสังเคราะห์อินดอกซิลไปผสมกับโซเดียมฟีนิลไกลซิเนต (sodium phenylglycinate) เพิ่มโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซดาไมด์ (sodamide) เข้าไป

สารประกอบบางชนิดที่มีคุณสมบัติทำลายสีคราม ได้แก่ อะนิลีน (aniline) และกรดพิคริก (picric acid) สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับสีครามจนทำให้เกิดครามขาวซึ่งก็คือยูเรีย (urea)

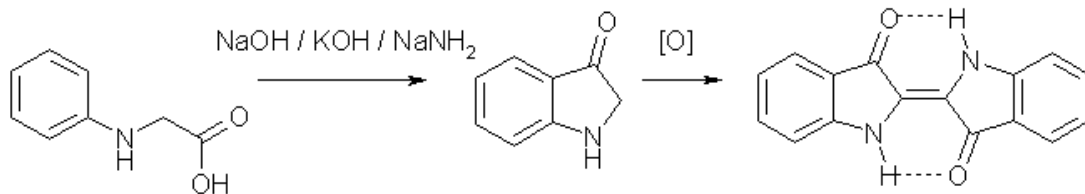
สีครามหากนำไปทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริก ทำให้เกิดซัลโฟเนตอินดิโก (sulfonate indigo) เป็นสารที่มีชื่อว่า saxonblue หรือ indigo carmine สีน้ำเงินอมเขียว เป็นสีที่นิยมกันมากในกลางคริสต์ศตวรรษที่ 17

การสังเคราะห์ทางเคมีของสีคราม

การสังเคราะห์สีครามของบีเยอร์-ดริวซัน (Baeyer-Brewson indigo synthesis) เป็นเทคนิคที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1821 เป็นเทคนิคที่ใช้กรด N-(2-carboxyphenyl) glycine ให้ความร้อนที่ 200 °C แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์



ภาพที่ 10 การสังเคราะห์สีครามโดยเทคนิคของ Heumann



ภาพที่ 11 การสังเคราะห์สีครามโดยเทคนิคของ Pflieger

การสังเคราะห์สีครามปัจจุบันคิดค้นโดย Pflieger เมื่อปี ค.ศ. 1901 เป็นเทคนิคที่ใช้ N-phenylglycine ทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์และโพตัสเซียมไฮดรอกไซด์ มีโซดาไม้เป็นส่วนผสม ก็จะได้อินดอกซิล และเมื่ออินดอกซิลทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับอากาศ จะทำให้เกิดสีคราม (indigo)

เอกสารอ้างอิง

http://en.wikipedia.org/wiki/Indigo_dye. 22 June 2009.