



การบูรณาการภูมิปัญญาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เพื่อพัฒนาการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากเปลือก

The Integration of Local Wisdom with Scientific Process
for the Development of Cotton Dyeing Process
Using Colours Extracted from *Marsdenia tinctoria*

ปานฤทัย พุทธทองศรี¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาภูมิปัญญาการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติจากเปลือกของกลุ่มฝ้ายอินทรีย์บ้านกกบก จังหวัดเลย 2) เพื่อบูรณาการภูมิปัญญาการย้อมผ้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับพัฒนากระบวนการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือกในห้องปฏิบัติการ และ 3) เพื่อนำกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือกที่ได้จากห้องปฏิบัติการ สู่การปฏิบัติกับกลุ่มทอผ้า การศึกษาใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพและการทดลอง โดยใช้แบบสัมภาษณ์ การประชุมเชิงปฏิบัติการ และการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมี กลุ่มเป้าหมายประกอบด้วยกลุ่มปลูกฝ้ายปลอดสารพิษบ้านกกบก อำเภอกุหลาบ จังหวัดเลย ผลการศึกษามีภูมิปัญญาการย้อมสีเปลือก พบว่าขั้นตอนการเตรียมฝ้ายใช้วิธีการต้มด้วยน้ำต่างจากซั้เก่า กระบวนการย้อม มอร์แดนท์ที่ใช้คือขมิ้น สกัดสีโดยแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 3-4 ชั่วโมง การเตรียมน้ำสีที่เหมาะสมกับการย้อมโดยการเติมปูนขาวและมะขามเปียก ให้ออกซิเจนจนมองเห็นเป็นฟองสีน้ำเงิน การทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่า สภาวะในการสกัดที่ให้ปริมาณสีมากที่สุด ได้แก่ ใช้ใบบดมาสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง คุณสมบัติของสีเมื่อสกัดโดยใช้บัพเฟอร์พีเอช 3-12 พบว่าทุกสภาวะมีสเปกตรัมอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 224-685 นาโนเมตร สภาวะกรด (pH 3-6) สภาวะกลาง (pH 7) มีค่าการดูดกลืนแสงสูงในช่วงความยาวคลื่น 267-302 นาโนเมตร และ 224-267 นาโนเมตร ตามลำดับ สภาวะต่าง (pH 8-12) มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่ความยาวคลื่น 224 และ 365 นาโนเมตร ทำการทดลองย้อมใน 3 สภาวะ คือ สภาวะกรดใช้น้ำมะขามเปียก สภาวะกลางใช้น้ำกลั่นและสภาวะต่างใช้น้ำต่างจากเก่า พบว่า ทุกสภาวะถ้าไม่มีการเติมปูนขาวมีค่า L^* สูงสุด สภาวะกรดและกลางที่มีการเติมปูนขาวและให้ออกซิเจนมีค่า L^* ต่ำสุด สภาวะต่างที่มีการเติมปูนขาวแต่ไม่ให้ออกซิเจนมีค่า L^* ต่ำสุด

¹สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จังหวัดเลย 42000

E-mail: panruethai.puth@gmail.com

สำหรับค่าสี พบว่าในสภาวะกรดจะให้โทนสีน้ำเงินอมเขียวในสภาวะกลางและต่างจะให้โทนสีเขียว สภาวะกรดที่มีการเติมปูนขาวและให้ออกซิเจนให้สีน้ำเงินเข้มสุด (ค่า b^* ต่ำสุดเท่ากับ -4.24) สภาวะต่างที่มีการเติมปูนขาวแต่ไม่ให้ออกซิเจนให้ให้สีเขียวมากที่สุด (ค่า a^* ต่ำสุดเท่ากับ -8.60) การทดสอบความคงทนต่อการซักและแสงพบว่า สภาวะกรดที่มีการเติมปูนขาวและให้ออกซิเจนมีความคงทนมากที่สุด ผลการนำกระบวนการย้อมฝ้ายด้วยสีจากเปลือกที่ได้จากห้องปฏิบัติการสู่การปฏิบัติกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้วิธีการจัดอบรมและการปฏิบัติจริง พบว่ากลุ่มผู้เข้าร่วมอบรมมีความพึงพอใจในกระบวนการย้อมและนำไปใช้จริง

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to investigate local wisdom of Kokbok organic-cotton-producing group in Loei province on cotton dyeing using natural dye extracted from *Marsdenia tinctoria* 2) to integrate local wisdom and a scientific process to develop a technique for cotton dyeing using natural dye extracted from *Marsdenia tinctoria* in laboratory, and 3) to apply the developed dyeing technique for cotton weaving groups. Qualitative research method and laboratory work were used. Questionnaires, workshops, and analytical chemistry experiments were employed. Target group included Kokbok organic-cotton-producing group, Phuluang district, Loei province. The investigation on local wisdom on cotton dyeing using natural dye extracted from *Marsdenia tinctoria* revealed that cotton was prepared by boiling in alkali ash-water. Cumin was used as a mordant in dyeing step. Dye extraction by immersed in warm water at 60°C for 3-4 hours. To prepare an appropriate dyeing solution, calcium oxide (CaO) and tamarind were added. The solution was then aerated by recirculation using a water container to take and pour the solution until blue bubbles were observed. The laboratory results showed that the highest colour extraction yield was obtained from extracting ground leaves with water at 60°C for 3 hours. The colour was tested in buffer solutions with pHs 3-12. It was found that at all pHs values tested, the spectra of the dye had a range of wavelengths between 224-685 nm. The highest absorbance of the dye in acidic (pH 3-6) and neutral (pH 7) conditions were at 267-302 nm and 224-267 nm, respectively. The highest absorbance of the dye in alkali (pH 8-12) condition was at 224-365 nm. Three dyeing conditions were tested, including acidic condition using tamarind paste, neutral condition using distilled water, and alkali condition using ash water. It was found that the highest L^* values were obtained from all dyeing conditions when no calcium oxide was added. Dyeing with an addition of calcium oxide and aeration in both acidic and neutral conditions gave the lowest L^* value. Alkali dyeing with calcium oxide and without aeration had the lowest L^* value. With regards to colour tone, blue-green colour was obtained from acidic dyeing; green colour was obtained from neutral and alkali

dyeing. Acidic dyeing with calcium oxide and aeration provided the most intense blue colour (b^* value = -4.24). Alkali dyeing with calcium oxide and without aeration provided the most intense green colour (a^* value = -8.60). Stability of colour upon washing and light exposure was tested. It was found that colour of the cotton dyed in acidic condition with calcium oxide and aeration was the most stable. The findings and knowledge were transferred to the target group by means of training session and workshop. It was found that the target group satisfied with the developed process and applied the process into a real practice.

คำสำคัญ: อินดิโก สีย้อมจากเปลือก การย้อมผ้า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Keywords: Indigo, *Marsdenia tinctoria* dye, Cotton dyeing, Scientific process

บทนำ

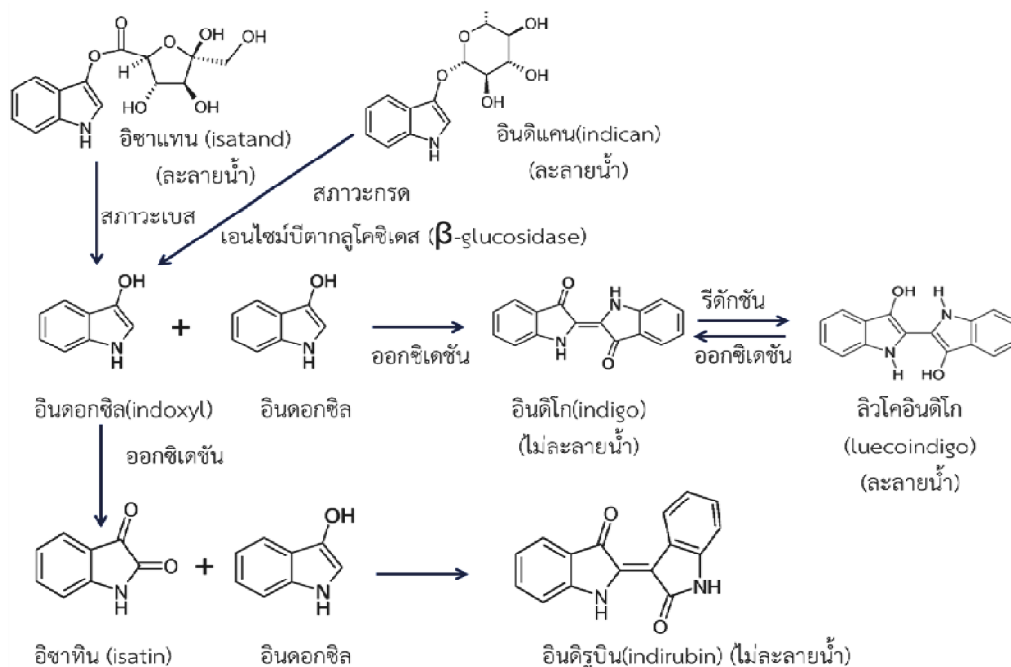
“เปลือก” *Marsdenia tinctoria* จัดเป็นไม้เถาเลื้อยหรือไม้พุ่มเลื้อย มีใบที่สามารถเก็บเกี่ยวมาผลิตสีได้ตลอดปี ให้สีลักษณะเดียวกับคราม บางทีเรียกว่า ครามเถา (Kham thao) ในอดีตที่จังหวัดเลยมีการใช้เปลือกย้อมผ้าเช่นเดียวกับสีจากคราม จากลักษณะที่เป็นไม้เถาเลื้อย จึงง่ายต่อการขยายพันธุ์ นำมาทำสีได้ในปริมาณมาก เปลือกจัดว่าให้สีกลุ่มอินดิโก (indigo) (อนุรัตน์, 2555) โดยปกติการย้อมสีกลุ่มอินดิโกเป็นการย้อมสีแบบวัต ใช้วิธีการย้อมเย็นโดยสารให้สีจะอยู่ในรูปออกซิไดส์ (oxidized form) ไม่ละลายน้ำ แต่เมื่อถูกเปลี่ยนอยู่ในรูปรีดิวซ์ (reduced form) จะละลายน้ำได้ จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมา (Nittaya et al., 2002; Fabiola et al., 2010; Warjeets and Sujata, 2011; Krishna and Sundaresan, 2012) พบว่า เคมีของการเกิดสีอินดิโกใช้สารตั้งต้นได้สองชนิด ได้แก่ อินดิแคน (indican) เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ในสภาวะกรด และใช้เอนไซม์บีต้ากลูโคซิเดส (β -glucosidase) เร่งปฏิกิริยา นอกจากนี้มีสารตั้งต้นอีกชนิดหนึ่ง คือ อิสาทนบี (isatan B) เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสในสภาวะต่าง ผลการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของสารตั้งต้นสองชนิดจะได้

ผลิตภัณฑ์เป็นอินดอกซิล (indoxyl) หลังจากนั้นอินดอกซิลที่เกิดขึ้นสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยการให้ออกซิเจนและอยู่ในสภาวะที่มีสารประกอบอัลคาไลเป็นตัวเร่งเช่น การเติมปูนขาว (CaO) หรือน้ำปูนใส $[Ca(OH)_2]$ ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสีอินดิโกซึ่งมีสีน้ำเงินและไม่ละลายน้ำ ขั้นตอนนี้จะได้ตะกอนของสีอินดิโก การเตรียมน้ำย้อมจะทำให้สีอินดิโกมาอยู่ในสภาวะต่าง เช่น น้ำต่างจากซีเล้า อินดิโกจะเกิดปฏิกิริยารีดักชันได้ลิวโคอินดิโก (leucoindigo) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้และเป็นสภาวะที่ใช้สำหรับการย้อมผ้า ภายหลังจากการย้อมสีเมื่อนำผ้าหรือวัสดุที่ย้อมแล้วไปผึ่งให้แห้ง การผิვნั้นมีผลทำให้ลิวโคอินดิโกเปลี่ยนเป็นอินดิโกโดยปฏิกิริยาออกซิเดชันแล้วจับติดอยู่บนวัสดุย้อมได้ทนนาน นอกจากนี้ในสภาวะที่ให้ออกซิเจนอินดอกซิลยังสามารถเปลี่ยนเป็นอิซาทิน (isatin) โดยเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจากนั้นเกิดปฏิกิริยารวมตัวกับอินดอกซิลได้อินดิรูบิน (indirubin) ซึ่งมีสีแดง ปฏิกิริยาทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 1

ผลจากการสัมภาษณ์นางยอย ทองหวาน ประธานกลุ่มผ้าปลอดสารพิษ บ้านกกบก จังหวัดเลย (2556) เกี่ยวกับการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือกเบื้องต้น

พบว่า ชาวบ้านได้บูรณาการความรู้จากการการย้อมฝ้ายด้วยครามตามวิธีการที่สืบทอดกันมา นำมาใช้ในการย้อมเปลือกเนื่องจากจุดเด่นของเปลือก คือ สามารถเก็บได้ทั้งปี ไม่เหมือนครามที่เก็บเป็นช่วงเวลา ส่วนกระบวนการย้อม พบว่า มีทั้งส่วนเหมือนกัน เช่น องค์ประกอบที่ใช้ในขั้นตอนการสกัดสีประกอบด้วย น้ำมะขามเปียก ปูนขาวหรือปูนแดงที่ใช้ในการเคี้ยวหมาก และมีทั้งส่วนแตกต่างกัน ได้แก่ ระยะเวลาการสกัดสี การเตรียมน้ำสีที่เหมาะสมสำหรับการย้อมซึ่งเวลาในทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการย้อมใช้เวลาเพียง 4-5 ชั่วโมง แต่การย้อมครามต้องใช้เวลานานถึง 1 สัปดาห์ นับว่าเป็นภูมิปัญญาที่น่าสนใจ นอกจากนี้ใช้วิธีการย้อมเย็นที่ประหยัดพลังงาน สีอินดิโกซึ่งเป็นที่ยอมรับจากต่างชาติ และเวลาที่ใช้น้อยกว่า แต่ในกระบวนการย้อมยังมีปัญหาบางส่วนที่ต้องได้รับการพัฒนา เพราะบางคนย้อมแล้วให้สีโทนน้ำเงินแต่บางคน

ย้อมให้สีเขียว ดังนั้นเพื่อให้เกิดการพัฒนาแนวทางหนึ่งคือการศึกษานิยามปัญหาของกระบวนการย้อมทั้งหมดแล้วอธิบายโดยใช้อรรถศาสตร์วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะ “เคมีของสีย้อม” บูรณาการร่วมกับภูมิปัญญาในกระบวนการย้อม ทั้งนี้เพื่อให้ได้กระบวนการย้อมฝ้ายด้วยสีจากเปลือกเกิดผลลัพธ์เหมาะสมที่สุด ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงได้ศึกษานิยามปัญหาการย้อมฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากเปลือกของกลุ่มฝ้ายอินทรีย์บ้านกกบก จังหวัดเลย บูรณาการภูมิปัญญาการย้อมฝ้ายด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับพัฒนากระบวนการย้อมฝ้ายด้วยสีจากเปลือกในห้องทดลอง แล้วถ่ายทอดวิธีการที่เหมาะสมสู่กลุ่มเป้าหมาย สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านการวิจัยเกี่ยวกับการย้อมฝ้ายด้วยสีธรรมชาติ และขยายผลไปยังพื้นที่อื่น ๆ ที่มีการย้อมด้วยสีธรรมชาติรวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการย้อมฝ้ายด้วยพืชชนิดอื่น ๆ ต่อไป



รูปที่ 1 ปฏิกิริยาการเกิดอินดิโกและอินดิรูบิน

(ที่มา: Nittaya et al. (2002); Fabiola et al. (2010); Warjeets and Sujata, (2011); Krishna and Sundaresan, (2012))

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ แบ่งการศึกษาเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ศึกษาภูมิปัญญาการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติจากเปลือกของกลุ่มฝ้ายอินทรีย์บ้านกกบก จังหวัดเลย

ได้ศึกษาข้อมูลการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือกจากภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึก สัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายประกอบไปด้วยตัวแทนจากสมาชิกกลุ่มฝ้ายปลอดสารพิษ ผู้อาวุโสที่มีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ และผู้เชี่ยวชาญด้านการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ เนื้อหาการศึกษาประกอบไปด้วย ขั้นตอนการเตรียมเส้นฝ้าย และขั้นตอนการเตรียมสีที่ใช้ย้อมจากเปลือก ประกอบด้วย ส่วนที่ใช้ วิธีการเตรียมวัตถุดิบ วิธีการสกัด การเตรียมน้ำสีสำหรับการย้อม ขั้นตอนการย้อมฝ้าย และขั้นตอนหลังการย้อมฝ้ายและกระบวนการสังเกตแบบมีส่วนร่วม โดยการลงมือปฏิบัติด้านการย้อมฝ้ายร่วมกับกลุ่มเป้าหมายเพื่อเรียนรู้การย้อมผ้าจากเปลือกโดยประสบการณ์จริง ทำให้ทราบเทคนิคกระบวนการย้อมต่าง ๆ เมื่อเทียบกับข้อมูลด้านการย้อมคราม

ตอนที่ 2 บุรณาการภูมิปัญญาการย้อมผ้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับพัฒนากระบวนการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือกในห้องปฏิบัติการ

ภูมิปัญญาที่ศึกษาได้จะเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบเพื่อทดสอบข้อมูลจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้วยเครื่องมือและการแปรผลตามหลักการวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย

ศึกษาวิธีการเตรียมตัวอย่าง อุณหภูมิ และเวลาในการหมัก ในขั้นตอนการสกัด

การทดลองในส่วนนี้เป็นการศึกษาว่าสภาวะใดที่ให้สีอินดิโกและสารตั้งต้น คือ อินดิแคน มากที่สุด โดยศึกษาเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสง ของอินดิโกที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร และอินดิแคนที่ความยาวคลื่น 224 นาโนเมตร โดยดัดแปลงจากวิธีของ Warjeet and Sujata (2011) เริ่มจากนำวัตถุดิบเปลือก ได้แก่ เถาและดอกที่มีการหุบ ใบ (เต็มใบ ใบที่หั่นเป็นชิ้นเล็ก และใบที่บดหยาบ) อย่างละ 20 กรัม เติมน้ำ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จำนวน 200 มิลลิลิตร หมักเป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองเอาเฉพาะส่วนของน้ำ ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติม Ca(OH)_2 20 กรัม ให้ออกซิเจนด้วยเครื่องปั๊มอากาศ (air pump) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งตัวอย่างให้ตกตะกอน 1 คืน นำตะกอนมาเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นจำนวน 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น นำไปวัดค่าการดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร และ 224 นาโนเมตร จากนั้นทำการทดลองเช่นเดียวกันทั้งหมด แต่เปลี่ยนสภาวะการทดลองบุรณาการควบคุมที่ใช้ตามภูมิปัญญาชาวบ้าน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กรอบการศึกษา วิธีตามภูมิปัญญา และสภาวะที่ศึกษา

กรอบการศึกษา	วิธีตามภูมิปัญญา	สภาวะที่ศึกษา
ส่วนของวัตถุดิบและการเตรียม	ใบและเถา	เถาและดอกที่มีการหุบ ใบ (เต็มใบ ใบที่หั่นเป็นชิ้นเล็ก และใบที่บดหยาบ)
อุณหภูมิในการหมักวัตถุดิบ (องศาเซลเซียส)	60	อุณหภูมิห้อง, 60 และ 80
ระยะเวลาในการหมัก (ชั่วโมง)	3	2, 3, 4, 5 และ 24

ศึกษาสเปกตรัมของสีจากเปลือกที่ pH 3-12

ใช้สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 3-12 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แช่ใบเปลือกบด 10 กรัมที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง กรองเอาเฉพาะน้ำ ปิดภาชนะเพื่อป้องกันออกซิเจน ทำให้เยื่อที่อุณหภูมิห้อง นำไปศึกษาสเปกตรัมของสีที่ความยาวคลื่น 200-800 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Vis spectrophotometer)

ศึกษากระบวนการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือก

ใบเปลือกบด 50 กรัม แช่น้ำมะขามเปียก น้ำกลั่นและน้ำต่างจากซีไถ้ ปริมาตร 500 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงและกรองสีที่ได้จาก 3 สภาวะ นำมาทดลองย้อม จำนวน 3 สภาวะย่อย ได้แก่ สภาวะที่หนึ่ง น้ำสีจากเปลือก สภาวะที่สอง น้ำสีจากเปลือกเติมปูนขาว 10 กรัม สภาวะที่สาม น้ำสีจากเปลือกเติมปูนขาว 10 กรัม และให้ออกซิเจนโดยใช้เครื่องปั๊มอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง รวมการทดลองย้อมทั้งหมด 9 สภาวะ แต่ละสภาวะใช้ผ้าที่ผ่านการขจัดไขมัน (ต้มในผงซักฟอกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง) 50 กรัม ย้อมจำนวน 4 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที นำไปผึ่งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง วัดค่าสีของผ้า ทุกสภาวะโดยใช้เครื่องวัดสี (Hunter Associates Laboratory) หลังจากนั้นนำผ้าที่ย้อมจมน้ำย้อมที่สกัดโดยใช้น้ำมะขาม กลั่น และน้ำต่าง ที่ให้ค่าการติดสีมากที่สุดมาซักด้วยผงซักฟอกโดยการกวนเป็นเวลา 30 นาที และนำไปให้แสงแดดเป็นเวลา 5 วัน วัดค่าสีและเปรียบเทียบผ้าก่อนซัก หลังซักด้วยผงซักฟอกและภายหลังการได้รับแสงแดด

ตอนที่ 3 การนำกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือกที่ได้จากห้องปฏิบัติการ สู่การปฏิบัติกับกลุ่มเป้าหมาย

การนำผลกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือกจากห้องปฏิบัติการสู่การปฏิบัติจริงกับกลุ่มทอผ้า

เป้าหมาย ได้แก่ กลุ่มผ้าย้อมปลอดสารพิษบ้านกกบก อำเภอกุหลอง จังหวัดเลย โดยการเลือกแบบเจาะจงซึ่งประกอบด้วย หัวหน้ากลุ่ม และสมาชิกกลุ่ม จำนวน 10 คน โดยกิจกรรมในขั้นตอนนี้ได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้ 1) ขั้นตอนการประชุมชี้แจง 2) ขั้นตอนการถ่ายทอดความรู้ เกี่ยวกับกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีเปลือกกับกลุ่มเป้าหมาย 3) ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติจริง และ 4) ขั้นตอนการประเมินผลการนำกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือก จากห้องปฏิบัติการสู่การปฏิบัติจริงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบสัมภาษณ์จากหัวหน้ากลุ่มและสมาชิกกลุ่ม

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษามิปัญญาการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติจากเปลือกของกลุ่มผ้าอินทรีย์บ้านกกบก จังหวัดเลย

ผลการศึกษาภูมิปัญญาการย้อมเปลือก พบว่าการย้อมสีเปลือกใช้วิธีการการย้อมเย็น สีผ้าที่ได้เป็นสีเขียวและสีน้ำเงิน กระบวนการย้อมผ้าใช้หลักการเตรียมสีคล้ายกับการย้อมคราม คือ ขั้นตอนการเตรียมผ้าได้ใช้น้ำต่างที่เตรียมเองจากซีไถ้ นำมาต้มกับผ้าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีการย้อมด้วยน้ำขมิ้นแล้วผึ่งให้แห้งก่อนนำไปย้อมสีจากเปลือก เตรียมน้ำสีโดยใช้ส่วนเถาและใบที่มีทั้งหุบ หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือโขลกให้แตกแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส ก่อนประมาณ 3-4 ชั่วโมง กรองเอาส่วนสารละลายด้วยผ้าขาวบาง การเตรียมน้ำสีสำหรับการย้อมเริ่มจากเติมปูนขาวและมะขามเปียกประมาณเท่าปลายนิ้วมือละลายในน้ำย้อม หลังจากนั้นใช้ขันน้ำตักน้ำย้อมยกขึ้นสูงประมาณ 1 ฟุต แล้วเทน้ำย้อมกลับคืนลงอ่างย้อมเดิม ประมาณ 10 ครั้ง เรียกว่า “โจกน้ำย้อม” จนมองเห็นเป็นฟองสีน้ำเงิน ภายหลังการเตรียมน้ำย้อมนำผ้าที่ผ่านการย้อมด้วยขมิ้นลงไปย้อมโดยการขยำเส้น

ฝ้ายในน้ำย้อมจนสีติดทั่วและสม่ำเสมอ ปิดให้หมาด สบัตเส้นใยให้สัมผัสกับอากาศ ถ้าต้องการให้สีเข้มจะนำกลับไปย้อมซ้ำจนได้สีที่ต้องการ โดยพบว่ากรณีเดิมมะขามเปียกจะให้สีน้ำเงิน ถ้าเติมน้อยหรือไม่เติมเลยจะให้โทนสีเขียวมากกว่าสีน้ำเงิน

ตอนที่ 2 ผลการบูรณาการภูมิปัญญาการย้อมผ้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับพัฒนากระบวนการย้อมฝ้ายด้วยสีจากเปลือกในหองปฏิบัติการ

วิธีการเตรียมตัวอย่าง อุณหภูมิ และเวลาในการหมัก ในขั้นตอนการสกัด

ภายหลังการสกัดสีที่ได้ในรูปของตะกอนแล้วนำมาเติมกรดซัลฟิวริก ศึกษาสเปกตรัม พบว่ามีค่า $\lambda_{\max}$ สองความยาวคลื่น คือ 224 และ 630 นาโนเมตร ดังนั้น การวัดเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมวัตถุดิบ อุณหภูมิและเวลาในการสกัดจึงนำสารที่เตรียมได้วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 224 และ 630 นาโนเมตร ผลการเตรียมวัตถุดิบ พบว่าใบบดหยาบให้ปริมาณของสีมากกว่าโดยให้ค่าการดูดกลืนแสงของอินดิโก (ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร) เท่ากับ 0.343 และ ค่าการดูดกลืนแสงของอินดิแคน, indican (ความยาวคลื่น 224 นาโนเมตร) เท่ากับ 2.405 (รูปที่ 2) ผลการศึกษาอุณหภูมิโดยใช้ใบที่บดมาสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง 60 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าการแช่ไว้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงสามารถให้ปริมาณของสีออกมาได้มากกว่าโดยให้ค่าการดูดกลืนแสงของอินดิโกและอินดิแคน เท่ากับ 0.369 และ 2.256 ตามลำดับ (รูปที่ 3) ผลการศึกษาเวลาในการแช่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 3 4 5 และ 24 ชั่วโมง พบว่าเวลาที่สามารถให้ปริมาณสีออกมามากที่สุด คือ เวลา 3 ชั่วโมง โดยให้ค่าการดูดกลืนแสงของอินดิโกและอินดิแคน เท่ากับ 1.586 และ 1.217 (รูปที่ 4)

สเปกตรัมของสีจากเปลือกที่ pH 3-12

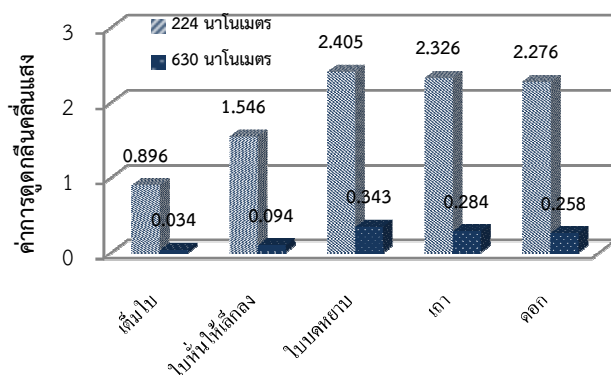
ผลการศึกษา พบว่าทุกสภาวะมีสเปกตรัมอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 224-685 นาโนเมตร (รูปที่ 5) สภาวะกรด (pH 3-6) มีค่าการดูดกลืนแสงค่อนข้างสูงในช่วงความยาวคลื่น 267-302 นาโนเมตร สภาวะกลาง (pH 7) พบค่าการดูดกลืนแสงค่อนข้างสูงอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 224-267 นาโนเมตร สภาวะต่าง (pH 8-12) มีค่าการดูดกลืนแสงค่อนข้างสูงในที่มีความยาวคลื่น 224 และ 365 นาโนเมตร โดยทุก pH มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 224 นาโนเมตร ยกเว้น pH 5 และ 6 มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 267 นาโนเมตร ดังนั้นในขั้นตอนการทดลองย้อมจึงได้ศึกษาการย้อมโดยการสกัดสีใน 3 สภาวะ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้จริงในชุมชน ได้แก่ สภาวะกรดใช้น้ำมะขามเปียก สภาวะกลางใช้น้ำกลั่นและสภาวะต่างใช้น้ำต่างจากเก่า

กระบวนการย้อมฝ้ายด้วยสีจากเปลือก

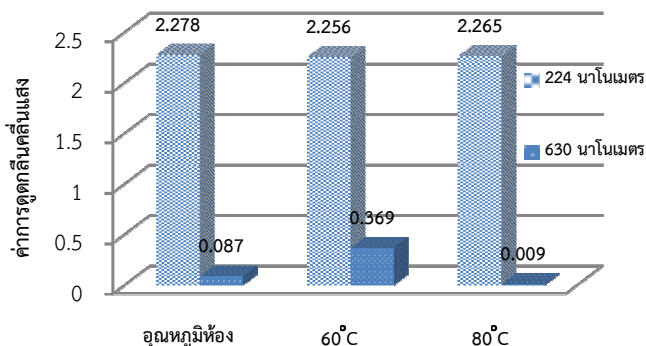
ทำการทดลองย้อมใน 3 สภาวะ คือ สภาวะกรดใช้น้ำมะขามเปียก สภาวะกลางใช้น้ำกลั่น และสภาวะต่างใช้น้ำต่างจากเก่า มี pH ก่อนนำไปเตรียมน้ำย้อม ดังนี้ 3.2 7 และ 11.3 ตามลำดับ ภายหลังการเติมปูนขาว พบว่า ทุกสภาวะ มี pH เท่ากับ 11.8 12.3 และ 12.5 ตามลำดับ ผลของค่าสีของผ้า จากตารางที่ 2 พบว่าถ้าไม่มีการเติมปูนขาวจะมีค่า L^* สูงสุด สภาวะกรดและกลางที่มีการเติมปูนขาวและให้ออกซิเจนให้ค่า L^* ต่ำสุด สภาวะต่างที่มีการเติมปูนขาวแต่ไม่ให้ออกซิเจนให้ค่า L^* ต่ำสุด สำหรับค่าสี พบว่าในสภาวะกรดจะให้โทนสีน้ำเงินอมเขียวในสภาวะกลางและต่างจะให้โทนสีเขียว (รูปที่ 6) ในสภาวะกรดเมื่อมีการเติมปูนขาวและให้ออกซิเจนให้สีน้ำเงินเข้มสุด (ค่า b^* ต่ำสุดเท่ากับ -4.24) ในสภาวะกลางและต่างจะให้โทนสีเขียวโดยเมื่อมีการเติมปูนขาวและให้ออกซิเจนสภาวะกลางให้สีเขียวมากที่สุด (ค่า a^* ต่ำสุดเท่ากับ -5.33)

สภาวะต่างที่มีการเติมปูนขาวแต่ไม่ให้ออกซิเจนให้ให้สีเขียวมากที่สุด (ค่า a^* ต่ำสุดเท่ากับ -8.60) และเมื่อนำผ้าในสภาวะที่ให้ค่าสีดีที่สุดคือ สภาวะกรดและกลางที่มีการเติมปูนขาวและให้ออกซิเจน สภาวะต่างที่มีการเติมปูนขาวแต่ไม่ให้ออกซิเจนมาทดลองซักและนำไปให้แสงแดดเป็นเวลา 5 วันแล้ววัดค่าสี พบว่า จากตารางที่ 3 (ค่าสีของผ้าก่อนซักและหลังซัก) ค่า L^* ของทุกสภาวะเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.28 17.71 และ 7.71 ตามลำดับ สำหรับโทนสี พบว่าสภาวะกรดค่า a^* เพิ่มขึ้นร้อยละ 27.78 ค่า b^* ลดลงร้อยละ 40.80 สภาวะกลาง พบว่าค่า a^* และค่า b^* เพิ่มขึ้นร้อยละ

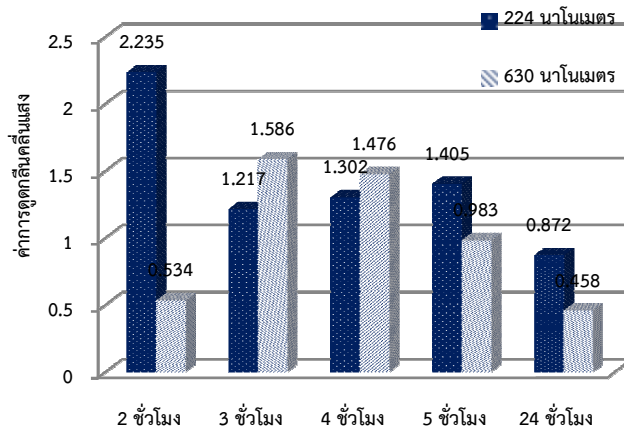
24.90 และ 170 ตามลำดับ สภาวะเบส พบว่าค่า a^* เพิ่มขึ้นร้อยละ 27.23 ค่า b^* ลดลงร้อยละ 96.7 ส่วนค่าสีของผ้าหลังนำไปให้แสงแดด เมื่อคิดเป็นร้อยละเปรียบเทียบกับสีภายหลังการซัก พบว่าค่า L^* ของทุกสภาวะเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.19 11.47 และ 8.30 ตามลำดับ สำหรับโทนสี พบว่า สภาวะกรดค่า a^* เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.38 ค่า b^* ลดลงร้อยละ 16.58 สภาวะกลาง พบว่าค่า a^* และค่า b^* เพิ่มขึ้นร้อยละ 11.22 และ 19.04 ตามลำดับ สภาวะเบส พบว่า ค่า a^* และค่า b^* เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.75 และ 18.18 ตามลำดับ



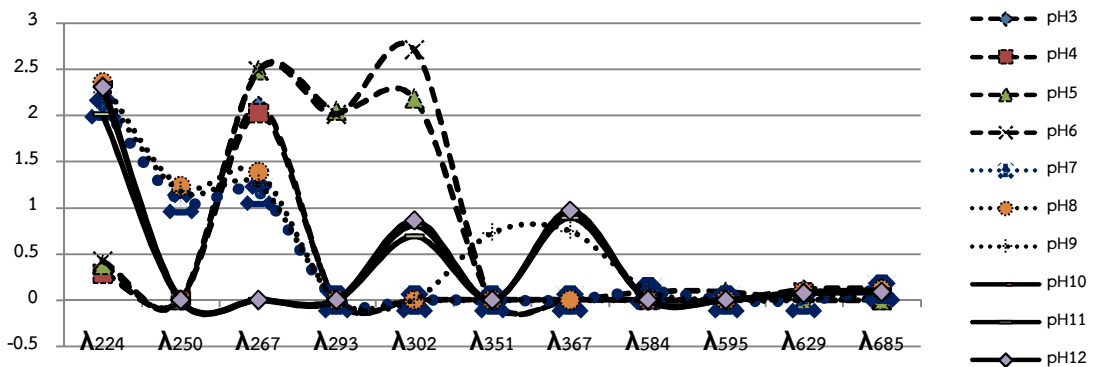
รูปที่ 2 ค่าการดูดกลืนแสงของอินดิโก (630 นาโนเมตร) และค่าการดูดกลืนแสงของอินดิแคน (224 นาโนเมตร) ภายหลังการเตรียมสีจากเปลือก 5 ลักษณะ ได้แก่ เต็มใบ ใบหั่นให้เล็กลง ใบบดหยาบ เถา และดอก



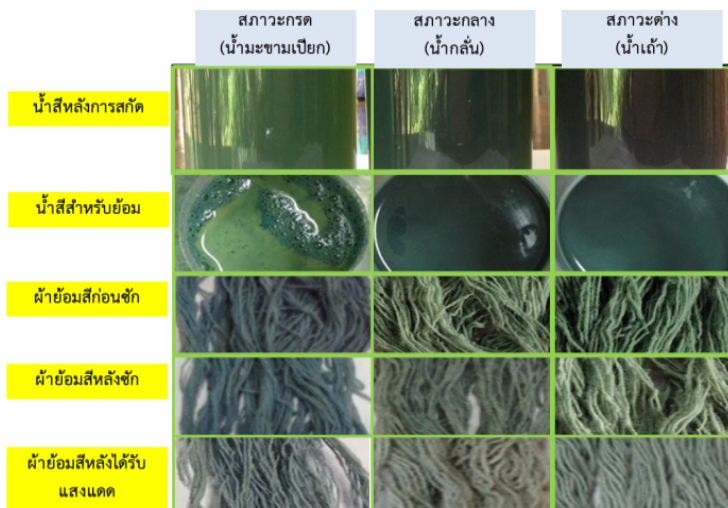
รูปที่ 3 ค่าการดูดกลืนแสงของอินดิโก (630 นาโนเมตร) และค่าการดูดกลืนแสงของอินดิแคน (224 นาโนเมตร) ภายใต้สภาวะการสกัดสีที่อุณหภูมิห้อง 60 และ 80 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4 ค่าการดูดกลืนแสงของอินดิโก (630 นาโนเมตร) และค่าการดูดกลืนแสงของอินดิแคน (224 นาโนเมตร) ภายหลังการสกัดสีที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 3 4 5 และ 24 ชั่วโมง



รูปที่ 5 สเปกตรัมของสีจากเปลือกเมื่อสกัดด้วยบัฟเฟอร์ pH 3-12



รูปที่ 6 น้ำสีจากเปลือกและผ้าภายหลังการย้อม การซักและได้รับแสงแดดเป็นเวลา 5 วัน

ตารางที่ 2 ค่าสีของผ้าภายใต้การเตรียมสี 9 สภาวะ

สภาวะที่	สภาวะการเตรียมน้ำย้อม	ค่าสี		
		L*	a*	b*
1	สีสกัดโดยใช้น้ำมะขาม	57.47	-2.73	3.57
2	สีสกัดโดยใช้น้ำมะขามเติมปูนขาว	47.96	-5.43	-2.73
3	สีสกัดโดยใช้น้ำมะขามเติมปูนขาวและให้ออกซิเจน	47.32	-6.48	-4.24
4	สีสกัดโดยใช้น้ำกลั่น	56.03	0.59	4.53
5	สีสกัดโดยใช้น้ำกลั่นเติมปูนขาว	50.77	-4.19	2.19
6	สีสกัดโดยใช้น้ำกลั่นเติมปูนขาวและให้ออกซิเจน	44.27	-5.34	-0.3
7	สีสกัดโดยใช้น้ำต่าง	53.4	-5.03	4.56
8	สีสกัดโดยใช้น้ำต่างเติมปูนขาว	48.75	-8.63	3.39
9	สีสกัดโดยใช้น้ำต่างเติมปูนขาวและให้ออกซิเจน	51.31	-7.08	4.36

ตารางที่ 2 ค่าสีของผ้าก่อนการซัก หลังการซัก และภายหลังจากรับแสงแดดเป็นเวลา 5 วัน ภายใต้การเตรียมน้ำย้อมสีด้วยสภาวะต่าง ๆ

สภาวะการเตรียมน้ำย้อม	ค่าสี	ค่าสีก่อนซัก	ค่าสีหลังซัก	ค่าสีภายหลังจากรับแสงแดด
สีสกัดโดยใช้น้ำมะขามเติมปูนขาวและให้ออกซิเจน	L*	47.32	51.71	55.43
	a*	-6.48	-4.68	-3.96
	b*	-4.24	-5.97	-5.01
สีสกัดโดยใช้น้ำกลั่น เติมน้ำปูนขาวและให้ออกซิเจน	L*	44.27	52.11	58.09
	a*	-5.34	-4.01	-3.56
	b*	-0.3	0.21	0.25
สีสกัดโดยใช้น้ำต่าง เติมน้ำปูนขาว	L*	48.75	52.51	56.87
	a*	-8.63	-6.28	-5.73
	b*	3.39	0.11	0.13

ตอนที่ 3 ผลการนำกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือกที่ได้จากห้องปฏิบัติการ สู่การปฏิบัติกับกลุ่มเป้าหมาย

ผลจากการอบรมเชิงปฏิบัติเพื่อถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือก ผู้วิจัยได้ให้ความรู้ด้านเนื้อหาแก่สมาชิกกลุ่มทอผ้าเป้าหมายดังนี้การสกัดสีต้องทำให้เล็กน้อยโดยการปั่นให้เล็กน้อยแล้วกรองเพื่อให้สีออกมามากที่สุดซึ่งแตกต่างจากที่กลุ่มเคยทำและแตกต่างจากการสกัดสีจากครามที่แช่ไว้ประมาณสองวันซึ่งทำแบบนี้จะเร็วกว่าและได้สีมากกว่า สกัดด้วยน้ำมะขามเปียก น้ำต่างจากขี้เถ้าเลยสีจะ

ออกมามากกว่าใช้น้ำธรรมดา สีสกัดด้วยน้ำมะขามเปียก เติมน้ำปูนขาวจนได้สีเขียวอมเหลืองให้อากาศโดยการโจกจนได้ฟองสีน้ำเงินย้อมได้สีน้ำเงิน ถ้าต้องการโทนสีเขียวให้สกัดสีด้วยน้ำต่างแล้วเติมน้ำปูนขาวไม่ต้องให้ออกซิเจนจะทำให้สีน้ำเงินมีสีเขียวขึ้น การประเมินกระบวนการย้อมจากกลุ่มเป้าหมายจากวิธีการสังเกตและสัมภาษณ์ เมื่อกลุ่มเป้าหมายได้ผ่านการอบรมและลงมือปฏิบัติจริงแล้ว พบว่าสมาชิกในกลุ่มมีความพึงพอใจในกระบวนการย้อม เนื่องจากได้แนวทางปฏิบัติเพื่อให้ได้สีเขียวและสีน้ำเงินซึ่งสามารถนำไปใช้ได้จริงในกลุ่มเป้าหมาย

อภิปรายผล

ภูมิปัญญาการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติจากเปลือกของ กลุ่มฝ้ายอินทรีย์บ้านกกบก จังหวัดเลย

ผลจากการศึกษาภูมิปัญญาการย้อมเปลือกใช้กระบวนการเตรียมสีเช่นเดียวกับการย้อมครามทั้งหมด แตกต่างที่ไม่ได้แยกเอาเนื้อครามมาเตรียมน้ำย้อม โดยการเตรียมวัตถุดิบก่อนนำไปสกัดน้ำสีส่งผลต่อปริมาณสีหรือความเข้มข้นที่ได้ซึ่งเป็นภูมิปัญญาที่แสดงให้เห็นถึงความละเอียดอ่อนของคนในอดีตที่สามารถคิดวิเคราะห์เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น กรณีการบดหรือสับวัตถุดิบก่อนนำไปสกัดสีเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการสกัดให้ได้ปริมาณสีเพิ่มขึ้น การสกัดสีจะแช่น้ำที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส ก่อนประมาณ 3-4 ชั่วโมงและการกรองน้ำสี สอดคล้องกับภูมิปัญญาการย้อมครามดังที่สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2555) กล่าวว่าหากต้องการสีครามเร็วให้แช่ใบครามในน้ำอุ่นประมาณ 60 องศาเซลเซียส หรือโซลโคครามสดด้วยครกกระเดื่องและแช่น้ำ แสดงว่าการเพิ่มอุณหภูมิที่ไม่สูงมากเกินไปทำให้ลดเวลาการสกัด

การเตรียมน้ำสีที่เหมาะสมกับการย้อมติดที่เต็มสารช่วยสีโดยการเติมปูนขาวและมะขามเปียกประมาณเท่าปลายนิ้วมือละลายในน้ำย้อม แล้วใช้ขนาน้ำโจกน้ำย้อมจนมองเห็นเป็นฟองสีน้ำเงิน สอดคล้องกับภูมิปัญญาการสกัดและการเตรียมสีครามสำหรับการย้อมกล่าวคือ การสกัดสีมีการเติมปูนกินหมาก (CaO) ในน้ำคราม ภายหลังที่แช่ใบสดในน้ำซึ่งขณะนั้นสีครามจะอยู่ในรูปสารละลายอินดอกซิล แล้วกวนให้อินดอกซิลสัมผัสกับออกซิเจน โดยพบว่าจะใช้วิธีโจกไปเรื่อย ๆ ในอากาศ ได้ละอองสีน้ำเงิน จับกับปูนและจมลง พักทิ้งไว้ 1 คืน จึงรินสารละลายส่วนบนทิ้ง เก็บตะกอนเนื้อคราม (ซึ่งเป็นอนุภาค indigo blue จับกับอนุภาคปูนไม่ละลายน้ำ) ไว้เตรียมน้ำย้อมต่อไป (อนุรัตน์, 2545)

ซึ่งในขั้นตอนนี้ถ้าต้องการเฉพาะเนื้อครามจะเอาเฉพาะส่วนของตะกอน แล้วนำไปเตรียมน้ำย้อมในสารละลายต่าง แต่ในการย้อมเปลือก พบว่า เมื่อเติมปูนกินหมากและโจกวิธีโจกไปเรื่อย ๆ ในอากาศ จนได้ละอองสีน้ำเงิน ก็จะนำฝ้ายที่เตรียมไว้ลงย้อมเลยโดยไม่ต้องรอให้เนื้อครามตกตะกอนลง นอกจากนี้ยังพบว่าการเตรียมน้ำสีโดยไม่มีการเติมมะขามเปียกจะย้อมฝ้ายได้สีเขียว แสดงว่าการเติมมะขามเปียกจะมีผลต่อการเกิดสีน้ำเงินของอินดิโกสอดคล้องกับภูมิปัญญาการเตรียมสีครามที่มีการเติมมะขามในขั้นตอนการเตรียมน้ำสีสำหรับขั้นตอนการย้อม ส่วนรูปแบบการย้อมสอดคล้องกับการย้อมสีจากคราม คือ ใช้วิธีการย้อมเย็น ภายหลังการเตรียมน้ำย้อมตามที่ต้องการแล้ว นำฝ้ายที่ย้อมด้วยขมิ้นลงไปย้อมหลังจากนั้นให้เส้นใยสัมผัสกับอากาศ ซึ่งชาวบ้านบอกว่าเป็นสารช่วยติดสีที่ทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า “มอร์แดนท์ (mordant)” สอดคล้องกับ Chan et al. (2002) ที่กล่าวว่า มีการใช้เปลือกไข่ซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate, CaCO_3) ร่วมกับขมิ้นเป็นมอร์แดนท์ธรรมชาติในการย้อมผ้าขนสัตว์

การบูรณาการภูมิปัญญาการย้อมผ้าด้วยกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ สำหรับพัฒนากระบวนการย้อมฝ้าย ด้วยสีจากเปลือกในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาขั้นตอนการทดลองในห้องปฏิบัติการ เริ่มจากสภาวะในการสกัดได้ออกแบบอ้างอิงจากภูมิปัญญา เบื้องต้นคือการเตรียมวัตถุดิบซึ่งมีหลากหลายคือการใช้ทั้งใบ เถา และดอกรวมกันแล้วหมักแต่บางคนมีการทุบก่อนหมัก ดังนั้นในงานวิจัยจึงได้ศึกษาลักษณะตัวอย่าง 5 ลักษณะ ได้แก่ เถาและดอกที่ทุบ ใบ (เต็มใบ ใบที่หั่นเป็นชิ้นเล็ก และใบที่บดหยาบ) ผลจากการศึกษาพบว่า ใบบดหยาบให้ผลการสกัดสีได้ดีที่สุดสอดคล้องกับหลักการสกัด คือ การบดเป็นการทำให้เกิดการเพิ่มพื้นที่ผิวทำให้สามารถสกัด

ได้มากขึ้นและสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสกัดสีกลุ่มอินดิโกโดยมีการทำให้ใบเล็กลงโดยการตัดหรือบด (Nittaya et al., 2002; Sandoval et al., 2010; Warjeet and Sujata, 2011) สืบเนื่องมาจากการสกัดสีจะใช้เป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนอินดิแคนไปเป็นอินดอกซิลและกลูโคสด้วยเอนไซม์บีตากลูโคซิเดส (β -glucosidase) ที่มีในพืช ปัจจัยส่วนหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ คือ “อุณหภูมิ” โดยเมื่อทำการศึกษาอุณหภูมิในการสกัดสี พบว่าที่ 60 องศาเซลเซียส ให้ผลดีกว่าอุณหภูมิห้องและ 80 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของเอนไซม์คือประมาณ 60 องศาเซลเซียส ทั้งนี้การเพิ่มอุณหภูมิจะมีผลเร่งให้สารตั้งต้นคืออินดิแคนจับกับเอนไซม์ได้เร็วขึ้นโดยไม่มีผลต่อโครงสร้างโดยเฉพาะบริเวณเร่ง แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิถึง 80 องศาเซลเซียส ปริมาณของสีลดลงสามารถเกิดได้เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงขึ้นโครงสร้างของเอนไซม์ซึ่งเป็นโปรตีนเสียสภาพธรรมชาติทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของบริเวณเร่งของเอนไซม์ได้ สำหรับระยะเวลาในการหมักที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 3 ชั่วโมง แต่ถ้าเพิ่มเวลาเป็น 5 และ 24 ชั่วโมง ปริมาณสีเริ่มลดลง ซึ่ง Darrac and van Schendel (2006) ได้กล่าวว่า การหมักครามนานเกินไปจะมีผลทำให้อินดอกซิลสลายตัวและเปลี่ยนไปเป็นสารอื่นคืออิสาทิน (isatin) ซึ่งจะทำให้ได้สีอินดิโกลดลง สอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2555) ได้กล่าวว่า การหมักครามที่อุณหภูมิคงที่สักระยะในใบครามจะถูกสลาย (hydrolyse) ให้สีคราม (indoxyl) ออกมาอยู่ในน้ำครามได้มากที่สุดในเวลาที่เหมาะสมเท่านั้น การแช่ใบครามที่ใช้เวลาน้อยหรือมากจนเกินไป จะได้สีครามน้อย แต่สิ่งปลอมปนมาก สำหรับผลการศึกษาสเปกตรัมของ

น้ำสีภายหลังการหมักด้วยฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 3-12 พบลักษณะสเปกตรัม 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงกรด (pH 3-6) ช่วงกลาง (pH 7) ช่วงเบส (pH 8-12) โดยผลการศึกษาในช่วงกรด พบ ค่าการดูดกลืนแสงที่สูงในช่วงความยาวคลื่น 267-302 นาโนเมตร ซึ่งเป็นค่าการดูดกลืนแสงของอินดอกซิล ส่วนค่าการดูดกลืนแสงประมาณที่ความยาวคลื่น 224 นาโนเมตร ซึ่งเป็นค่าการดูดกลืนแสงของอินดิแคน (Puchalska et al., 2004) ที่ตรวจพบในค่าที่ต่ำกว่าอินดอกซิล แสดงให้เห็นว่าที่ pH ต่ำ จะมีผลทำให้อินดิแคนเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้เป็นอินดอกซิล สอดคล้องกับการสกัดสีจากพืชที่ได้อินดิโกจะสกัดในสภาวะที่เป็นกรด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Maugard et al. (2002) กล่าวว่า pH ที่เหมาะสมในการทำงานของเอนไซม์ β -glucosidase คือ pH 5 ซึ่งจากผลจากการทดลอง พบว่าที่ pH 5 มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 267 นาโนเมตร และ Cotson and Halt (1985) ทำการศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาการเกิดอินดิโก พบว่า การเพิ่ม pH จาก 3-6 จะทำให้ปริมาณของอินดอกซิลเพิ่มสูงขึ้น โดยสูงที่สุดที่ pH 6 และคงยังพบอินดอกซิลที่ pH 8.5 ซึ่งถ้า pH สูงมากกว่านั้นอินดอกซิลจะรวมกันเป็นอินดิโก ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่าที่ความยาวคลื่น 267 นาโนเมตร มีค่าการดูดกลืนแสงใกล้เคียงกับ pH 5 แต่น้อยกว่าเล็กน้อย และค่าการดูดกลืนแสงในช่วงของอินดอกซิลจะยังปรากฏจนถึง pH 9 ส่วน pH 10-12 ไม่ปรากฏค่าการดูดกลืนแสงของอินดอกซิลเลย สำหรับสเปกตรัมของ pH ในช่วงที่เป็นเบส พบว่า ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดพบที่ความยาวคลื่น 224 นาโนเมตร ซึ่งเป็นค่าการดูดกลืนแสงของอินดิแคน (Puchalska et al., 2004) แสดงให้เห็นว่าสารตั้งต้นของสีอินดิโกในใบเปือกคืออินดิแคนไม่ใช่อิสาทินเนื่องจากอิสาทินจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้อินดอกซิลในสภาวะที่เป็นเบส (Minami et al., 1996) ซึ่งในผลการทดลองไม่ได้

ปรากฏสเปกตรัมของอินดอกซิลที่ความยาวคลื่น 267 นาโนเมตร แต่พบเฉพาะค่าการดูดกลืนแสงของอินดิแคนซึ่งจะไม่เกิดไฮโดรไลซิสในสภาวะเบส นอกจากนี้ยังพบค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตรซึ่งอาจจะเป็น ไอโซอินดิโก (isoindigo) ตามที่ Puchalska et al. (2004) ได้ศึกษาค่าความยาวคลื่นที่ทำให้สารสามารถดูดกลืนแสงสูงสุดของสารตั้งต้นในการเกิดอินดิโกและสีอื่น ๆ ที่เป็นอนุพันธ์และไอโซเมอร์ของอินดิโก

การศึกษากระบวนการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือก

ทำการทดลองย้อมใน 3 สภาวะ ตามที่มีการใช้จริงตามภูมิปัญญา คือ ช่วงเป็นกรดใช้น้ำมะขามเปียก ช่วงเป็นกลางใช้น้ำกลั่นและช่วงเป็นเบสใช้น้ำด่างจากเถ้า พบว่า ทุกสภาวะถ้าไม่มีการเติมปูนขาวจะมีค่า L^* สูงสุดส่วนที่มีการเติมปูนขาวให้ค่า L^* ต่ำกว่า เนื่องจากค่า L^* หมายถึงค่าแสดงความสว่างของสี อยู่ในช่วง 0-100 ค่าน้อยหมายถึงมืดแสดงถึงการย้อมติดดีกว่าถ้ามากหมายถึงสว่างแสดงถึงการย้อมไม่ติดสี ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปูนขาวมีผลต่อการเกิดอินดิโกมากกว่าที่ไม่เติม สอดคล้องกับ Darrac and van Schendel (2006) ได้กล่าวว่า กระบวนการเปลี่ยนอินดอกซิลให้ไปอยู่ในรูปออกซิไดส์เพื่อที่จะเปลี่ยนเป็นอินดิโกแนะนำให้เติมอัลคาไล (alkali) ที่พอเหมาะ เช่น แอมโมเนีย โซเดียมคาร์บอเนต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งสารเหล่านี้จะไปกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอินดอกซิลเพื่อเกิดเป็นอินดิโกได้เร็วขึ้นโดยปูนขาวที่เติมลงไปคือแคลเซียมออกไซด์ (CaO) เมื่อละลายน้ำจะเกิดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และการเติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นการเพิ่มพีเอชซึ่งเป็นสภาวะของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอินดอกซิลเพื่อเกิดเป็นอินดิโกเช่นกัน (Cotson and Halt, 1985) สำหรับค่าสี พบว่า ในสภาวะกรดจะให้โทนสีน้ำเงินอมเขียว สอดคล้องกับค่า b^* ที่แสดงสี

เหลืองและ สีน้ำเงิน ถ้า b เป็นบวกหมายถึงสีเหลืองและถ้า b เป็นลบ หมายถึงสีน้ำเงิน โดยเมื่อมีการเติมปูนขาวและให้ออกซิเจนให้สีน้ำเงินเข้มสุดต่ำสุดเท่ากับ -4.24 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการสกัดสีโดยใช้บัพเฟอร์ซึ่งพบว่าในสภาวะกรดจะพบอินดอกซิลมากที่สุดดังนั้นภายหลังการเติมปูนขาวและให้ออกซิเจนจึงเกิดสีอินดิโกซึ่งเป็นสีน้ำเงินมากที่สุด ในสภาวะกลางและเบสจะให้โทนสีเขียวโดยเมื่อมีการเติมปูนขาวและให้ออกซิเจนสภาวะกลางให้สีเขียวมากที่สุด (ค่า a^* ต่ำสุดเท่ากับ -5.33) สภาวะเบสที่มีการเติมปูนขาวแต่ไม่ให้ออกซิเจนให้ให้สีเขียวมากที่สุด (ค่า a^* ต่ำสุดเท่ากับ -8.60) สอดคล้องความหมายของค่า a^* ซึ่งแสดงสีแดงและสีเขียว โดยถ้า a เป็นบวกหมายถึงสีแดง และถ้า a เป็นลบ หมายถึงสีเขียว นอกจากนี้ผลการทดลองของทั้ง 3 สภาวะยังสอดคล้องกับสเปกตรัมของน้ำสีที่ปรากฏที่ค่าความยาวคลื่นโดยกรณีการเตรียมในสภาวะที่เป็นกลางและเบส พบว่าค่าการดูดกลืนแสงมีค่าสูงที่ความยาวคลื่น 670-700 นาโนเมตรซึ่งตาคนเรามองเห็นเป็นสีเขียว ส่วนในสภาวะกรดจะพบค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตรซึ่งเป็นอินดอกซิล

การนำกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือกที่ได้จากห้องปฏิบัติการ สู่การปฏิบัติกับกลุ่มเป้าหมาย

เมื่อผ่านกระบวนการนำความรู้ด้านการย้อมผ้าจากห้องปฏิบัติการสู่การปฏิบัติจริง มีผลทำให้กลุ่มนำความรู้ด้านกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติที่ได้ไปทดลองทำจริง แสดงให้เห็นว่ากระบวนการที่ใช้ในขั้นตอนนี้ได้สร้างกระบวนการมีส่วนร่วมกับชุมชน และเทคนิคที่สำคัญในขั้นตอนนี้ ได้แก่ การเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริง (action learning) ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ได้เรียนรู้ว่ากระบวนการย้อมผ้าเป็นอย่างไร มีปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการย้อมอะไรบ้าง และในขั้นตอนนี้ สามารถแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาที่เกิดขึ้น

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงกับการบูรณาการภูมิปัญญา สามารถนำความรู้ที่ได้ไปสู่การปฏิบัติได้จริงในชุมชน ก่อให้เกิดคุณค่าในเชิงสังคมในเชิงของการอนุรักษ์ และฟื้นฟูภูมิปัญญาการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสีธรรมชาติอื่น ๆ หรือภูมิปัญญาด้านอื่น ๆ ได้ด้วย

สรุปผลการวิจัย

1. ภูมิปัญญาการย้อมผ้าด้วยสีจากเปลือกกล้วยคลึงกับการย้อมผ้าด้วยครามเริ่มจากการสกัดสีใช้วิธีการเหมือนกันคือหมักโดยใช้น้ำแต่ใช้เวลาน้อยกว่าคือหมักที่ประมาณ 60 องศาเซลเซียส เตรียมน้ำย้อมโดยเติมปูนเคี้ยวหมากและมะขามเปียกแล้วให้ออกซิเจนจนได้ฟองสีน้ำเงิน ในกรณีของการย้อมครามขั้นตอนนี้เป็น การตกตะกอนเนื้อครามแล้วจึงนำไปเตรียมน้ำย้อมต่อไป แต่การย้อมเปลือกถือว่าเป็นขั้นตอนการเตรียมสีซึ่งสามารถนำฝ้ายลงย้อมได้เลยจนกว่าจะได้สีเข้มเป็นที่พอใจ

2. การทดลองในห้องปฏิบัติการแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ คือ การศึกษาคุณสมบัติของสีจากเปลือกพบว่า สภาวะที่ทำให้ได้สีอินดิโกจากเปลือกมากที่สุดคือทำให้วัตถุดิบมีขนาดเล็กลงและนำไปหมักที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปัจจัยด้าน pH พบว่ามีผลต่อการสกัดอินดิโกซึ่งเป็นสารที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาให้สีอินดิโก โดย สภาวะกรดจะเกิดอินดิโกสีมากกว่าสภาวะกลางและด่าง เมื่อทำการทดลองย้อมตามวิธีที่สอดคล้องกับที่สามารถใช้ได้ชุมชนโดยใช้น้ำสีที่สกัดโดยใช้สภาวะกรด (น้ำมะขามเปียก) น้ำกลั่น และต่างจากน้ำเถ้า พบว่า สภาวะกรดให้เฉดสีน้ำเงินออกเขียว ส่วนน้ำกลั่นและด่างให้เฉดสีเขียวโดยทุกสภาวะถ้าไม่มีการเติมปูนขาวจะมีค่า L^* สูงสุด สภาวะกรดและกลางที่มีการเติมปูนเคี้ยวหมากและให้ออกซิเจนให้ค่า L^* ต่ำสุด สภาวะเบสที่มีการเติมปูน

ขาวแต่ไม่ให้ออกซิเจนให้ค่า L^* ต่ำสุด สำหรับค่าสีพบว่า ในสภาวะกรดจะให้โทนสีน้ำเงินอมเขียวในสภาวะกลางและเบสจะให้โทนสีเขียว สภาวะกรดที่มีการเติมปูนขาวและให้ออกซิเจนให้สีน้ำเงินเข้มสุด (ค่า b^* ต่ำสุดเท่ากับ -4.24) สภาวะเบสที่มีการเติมปูนขาวแต่ไม่ให้ออกซิเจนให้ให้สีเขียวมากที่สุด (ค่า a^* ต่ำสุดเท่ากับ -8.60) การทดสอบความคงทนต่อการซักและแสงพบว่าสภาวะกรดที่มีการเติมปูนขาวและให้ออกซิเจนมีความคงทนมากที่สุด

3. ผลการนำกระบวนการย้อมฝ้ายด้วยสีจากเปลือกที่ได้จากห้องปฏิบัติการสู่การปฏิบัติกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้วิธีการจัดอบรมและการปฏิบัติจริง พบว่า กลุ่มมีความพึงพอใจเนื่องจากสามารถกำหนดได้ว่าถ้าต้องการสีน้ำเงิน ให้สกัดสีด้วยน้ำมะขามเปียกเติมปูนขาวให้ออกซิเจน ถ้าต้องการโทนสีเขียวให้สกัดสีด้วยน้ำด่างแล้วเติมปูนขาวไม่ต้องให้ออกซิเจนซึ่งเป็นกระบวนการย้อมที่สามารถนำไปใช้จริง

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การบดแช่น้ำ โดยไม่วิเคราะห์ว่ามีสารชนิดใดบ้างซึ่งอาจมีผลต่อการย้อม ดังนั้นในการวิจัยเพื่อต่อยอดในครั้งต่อไปต้องทำให้บริสุทธิ์แล้วศึกษากระบวนการย้อมต่าง ๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2555 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

บรรณานุกรม

อนุรัตน์ สายทอง. (2555). โหมย้อมครามธรรมชาติ. ว.วิทย. มข. 40(2): 423-425.

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2555). คู่มือการผลิตฝ้ายและย้อมคราม. หน้า 10.

Cotson, S., and Holt, S. (1998). Studies in enzyme cytochemistry IV. Kinetics of aerial oxidation of indoxyl and some of its halogen derivatives. *Journal of the Royal Society of London. Series B, Biological Science* 148: 506-519.

Chan,P.M., Yuen, C.W.M. and Yeung, K.W. (2002). The effect of natural dye effluent on the Environment. *RJTA*. 6(1): 57-62.

Darrac, P-P. and van Schendel, W. (2006). *Global blue : Indigo and Espionage in colonial Bengal* Mohiuddin Ahmad. Dhaka: The University Press Limited.

Krishnaswamy, N.R. and Sundaresan, C. N. (2012). Fascinating Organic Molecules from Nature. *RESONANCE*. 1022-1033.

Maugare, T., Enaud, E., Sayette, A.D.L., Choisy P. and Legoy, M.D. (2002). Beta-Glucosidase-Catalyzed Hydrolysis of Indican from Leaves of *Polygonum tinctorium*. *Biotechnol. Progr.* 18(5): 1104-1108.

Minami, Y., Kanafuji, T. and Miura K. (1996). Purification and characterization of a β - glucosidase from *Polygonam tinctorium* which catalyzes

preferentially the hydrolysis of indicant. *BioSci. Biotech Biochem.* 60:147-149.

Nittaya Chanayath, Sorasak Lhieochaiphant, Suree Phutrakull. (2002). Pigment Extraction Techniques from the Leaves of *Indigofera tinctoria* Linn. and *Baphicacanthus cusia* Brem. and Chemical Structure Analysis of Their Major Component. *CMU. Journal.* 1(2): 149-160.

Puchalska, M., Poteć-Pawlak, K., ZadrozPna, I., Hryszko, H. and Jarosz, M. (2004). Identification of indigoid dyes in natural organic pigments used in historical art objects by high-performance liquid chromatographycoupled to electrospray ionization mass spectrometry. *J Mass Spectrom.* 39:1441–1449.

Sandoval, S., Fabiola, Mendez, C., Carlos, Cardodor, M. and Anaberta. (2010). Preliminary study of the indicant Production in Tissue Cultures of *Indigofera suffruticosa* MiLL. *E-Gnosis.* 8: 1-7.

Warjeet, S.L. and Sujata, D.W. (2011). Comparative study of the major components of the indigo dye obtained from *Strobilanthes flaccidifolius* Nees. and *Indigofera tinctoria* Linn. *International. Journal of Plant Physiology and Biochemistry* 3(7):108-116.

