สำนักหอสมุด แม่โจ้ ๒๕๔๓ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การประยุกต์พลาสมาบนเส้นด้ายจากเฮมพ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการย้อมด้วยสีธรรมชาติ

Plasma Treatment for Surface Modification of Hemp Yarns with Natural Dyed

ได้รับจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2559

จำนวน 50,000 บาท

หัวหน้าโครงการ นางสาวสินีนาฏ สองศรี

ผู้ร่วมโครงการวิจัย -

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญภาพ	ก
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
บทนำ	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
การตรวจเอกสาร	10
อุปกรณ์และวิธีการ	24
ผลการวิจัย	31
วิจารณ์ผลการวิจัย	33
สรุปผลการวิจัย	34
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 สถิติการตลาดของเส้นใยและสิ่งทอที่ผลิตจากเฮมพ์ 5
ภาพที่ 2 โครงสร้างอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไทย 11
ภาพที่ 3 ต้นกัญชง Cannabis sativa (L.) 16
ภาพที่ 4 ลักษณะลำต้นที่จะนำไปทำเส้นใยเฮมพ์ 16
ภาพที่ 5 เปลือกและเส้นใยกัญชง 18
ภาพที่ 6 ต้นห้อม [*Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze] 20
ภาพที่ 7 ดอกดาวเรือง [*Tagetes erecta* L.] 22
ภาพที่ 8 ฝาง (*Caesalpinia sappan* L.) 23
ภาพที่ 9 แสดงการเรืองแสงของพลาสมา (CCP) จากชุดเครื่องกำเนิดพลาสมา (LPPS) 25
ภาพที่ 10 แสดงการติดสีของของเส้นด้ายในแต่ละสภาวะพลาสมา 26
ภาพที่ 11 การเตรียมเนื้อสี (indigo paste) 28
ภาพที่ 12 ขั้นตอนการก่อหม้อห้อม 29
ภาพที่ 13 การย้อมสีหม้อห้อมธรรมชาติ 29
ภาพที่ 14 ดอกดาวเรืองสด และดอกดาวเรืองนึ่งก่อนนำไปต้มสกัดสี 30
ภาพที่ 15 การต้มเพื่อสกัดสีจากแก่นฝาง 31
ภาพที่ 16 แสดงการปรับปรุงผิวเส้นด้ายเฮมพ์โดยการใช้พลาสมาออกซิเจน 31
ภาพที่ 17 ภาพเส้นด้ายเฮมพ์ที่ผ่านการใช้พลาสมาและไม่ผ่านพลาสมาย้อมด้วยสีดาวเรือง 32
ภาพที่ 18 ภาพเส้นด้ายเฮมพ์ที่ผ่านการใช้พลาสมาและไม่ผ่านพลาสมาย้อมด้วยสีแก่นฝาง 32
ภาพที่ 19 ภาพเส้นด้ายเฮมพ์ที่ผ่านการใช้พลาสมาและไม่ผ่านพลาสมาย้อมด้วยสีห้อม 33

การประยุกต์พลาสมาบนเส้นด้ายจากเฮมพ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการย้อมด้วยสีธรรมชาติ

Plasma Treatment For Surface Modification Of Hemp Yarns with Natural Dyed

สินีนาฏ สองศรี

สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่50290
กลุ่มวิชาวิยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ -แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้แหล่งกำเนิดพลาสมาความดันต่ำ (low pressure plasma, LPP) ในการปรับปรุงความสามารถในการย้อมติดสีธรรมชาติของเส้นด้ายเฮมพ์ การอาบพลาสมาโดยใช้ก๊าซAir ที่พลังงาน 60W และทำการทดสอบคุณสมบัติการชอบน้ำของเส้นด้ายเฮมพ์พบว่าเส้นด้ายเฮมพ์ที่ผ่านพลาสมามีคุณสมบัติในการชอบน้ำมากขึ้น และสามารถดูดซึมน้ำได้ดีกว่าเส้นด้ายที่ไม่อาบพลาสมา เมื่อนำเส้นด้ายที่ได้ทำการอาบพลาสมาไปทำการย้อมด้วยสีธรรมชาติ ได้แก่ ห้อม ดาวเรือง และฝางพบว่ามีการดูดซึมของสีจะมากกว่าและการติดสีดีกว่า เส้นด้ายที่ไม่อาบพลาสมาซึ่งเกิดจากกระบวนการอาบพลาสมาในสภาวะก๊าซต่างๆ จะไปเพิ่มหมู่ -OH ที่ผิวของเส้นใยสิ่งทอ และไปทำลายสารเคลือบผิวของสิ่งทอทำให้การดูดซึมน้ำได้เร็วขึ้น และเพิ่มความสามารถในการย้อมสีธรรมชาติได้ดีขึ้น

Abstract

In this study, hemp yarns were dyed with natural dyes. To improve the dyeability of hemp yarns, plasma air, 60 wattwas applied on the surface of the yarns. After plasma treatment, it could be claimed that the increase in hydrophilic property on hemp surface. Moreover, *plasma* treatment offer the dyeability of hemp yarns with natural dyes as indigo dye, marigold and sappan tree. The dyeability improve with increase in *plasma* as well as the *increased* presence of Hydroxy-based functional groups on the surface.*Plasma* treatment *cause* physical and chemical modification in textileand *increased* the *dyeability of natural dyes.*

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การประยุกต์พลาสมาบนเส้นด้ายจากเฮมพ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการย้อมด้วยสีธรรมชาติโดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยโครงการนักวิจัยหน้าใหม่จากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2559ผู้วิจัยขอขอบคุณ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประดุง สวนพุฒ ในการอนุเคราะห์เรื่องสถานที่ เครื่องพลาสมา และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินการวิจัยให้เสร็จสิ้นสมบูรณ์

ผู้วิจัย

การประยุกต์พลาสมาบนเส้นด้ายจากเฮมพ์เพื่อเพิ่มความสามารถในการย้อมด้วยสีธรรมชาติ

Plasma Treatment For Surface Modification Of Hemp Yarns with Natural Dyed

1. บทนำ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งทอให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น สามารถทำได้หลากหลายรูปแบบเราเรียกว่า (Eco innovative textile) เช่น การนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การใช้วัตถุดิบที่สามารถนำมาผลิตใหม่ได้ การจัดการของเสีย และการใช้เทคโนโลยีใหม่ในการผลิตในส่วนของเทคโนโลยีใหม่ (novel technology) ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอมากขึ้นโดยเทคโนโลยีใหม่เหล่านี้สามารถทำให้การผลิตใช้พลังงานน้อยลง ลดของเสียในกระบวนการต่างๆ ซึ่งเทคโนโลยีพลาสมาเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่มีการศึกษาวิจัยและนำมาใช้กับอุตสาหกรรมสิ่งทอในการตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ เพื่อลดการใช้น้ำ สารเคมี และประหยัดพลังงาน

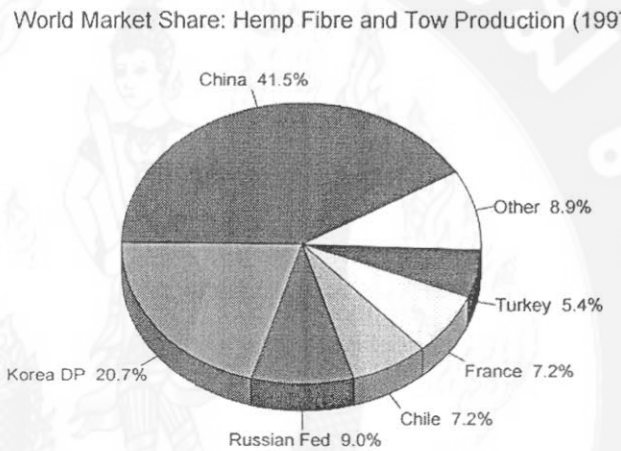
ปัจจุบันจึงได้มีการศึกษาถึงประโยชน์ของการนำเทคโนโลยีทางด้านพลาสมามาใช้ในงานด้านสิ่งทอในการปรับปรุงพื้นผิวเส้นใย เพื่อลดการใช้สารเคมีในขั้นตอนการฟอกย้อม โดยพลาสมาสามารถทำให้คุณสมบัติของผ้าเปลี่ยนไป โดยการประยุกต์พลาสมาไปบนผิวของสิ่งทอ เช่น เส้นด้าย หรือ ผ้า ซึ่งสามารถกำหนดให้ผ้าซับน้ำได้ดี (hydrophilic) หรือได้ไม่ดี (hydrophobic) ก็ได้ หรือทำให้การติดสีของสิ่งทอดีกว่าเดิม ที่สำคัญกว่าคือสามารถลดการติดไฟได้ง่าย (flame retardant) ของสิ่งทอได้ดีขึ้นซึ่งจะเป็นการเพิ่มคุณภาพและมูลค่าของสิ่งทอและยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการผลิตรวมถึงทดแทนกระบวนการที่ต้องใช้สารเคมีในอุตสาหกรรมสิ่งทอด้วย

อุตสาหกรรมสิ่งทอ และเครื่องนุ่งห่มมีความสำคัญกับระบบเศรษฐกิจไทย ไม่ว่าจะเป็นภาคการผลิต แรงงาน การส่งออกและนำเข้า อาจจำแนกกิจกรรมในอุตสาหกรรมสิ่งทอของไทยออกเป็นอุตสาหกรรมย่อย 5 อุตสาหกรรม ได้แก่ 1) อุตสาหกรรมเส้นใย 2) อุตสาหกรรมปั่นด้าย 3) อุตสาหกรรมทอผ้า 4) อุตสาหกรรมฟอก ย้อม พิมพ์ และแต่งสำเร็จ และ 5) อุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม โดยอุตสาหกรรม

ฟอก ย้อม พิมพ์และแต่งสำเร็จ เป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มมูลค่าให้กับผ้า แต่เนื่องจากการพัฒนาอุตสาหกรรมนี้จะต้องใช้เงินทุนค่อนข้างมากทั้งนี้ภาครัฐได้มีแนวนโยบายที่จะจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมฟอกย้อมฯ ขึ้น เพื่อประโยชน์ในการควบคุมมลภาวะ และช่วยลดต้นทุนการดำเนินการให้ผู้ประกอบการ เพราะหากจะปฏิบัติตามมาตรฐานน้ำทิ้ง กำจัดสารพิษและสีที่หลงเหลืออยู่ให้ลดลงถึงขั้นที่ยอมรับได้จะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง พบว่าปัจจุบันกระแสนิยมของผู้บริโภคในกลุ่มลูกค้าหลักรวมถึงลูกค้าต่างประเทศ ให้ความสำคัญในเรื่องประเด็นสุขภาพ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (green & clean environment) มากขึ้น ในขณะที่กลุ่มลูกค้าในประเทศ ให้ความสำคัญกับสินค้าที่มีเอกลักษณ์เฉพาะและสนใจสิ่งแวดล้อมมากเช่นเดียวกัน เช่น สินค้ากลุ่มธรรมชาติแท้ 100% หรือ organic เป็นต้น ซึ่งกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสิ่งทอบางส่วนยังจำเป็นต้องใช้สารเคมีในการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของผ้าเพื่อทำให้เกิดความหลากหลายของชิ้นงาน และคุณสมบัติตามที่ต้องการของผู้บริโภคทั้งเรื่องสีสัน ความคงทน และคุณสมบัติพิเศษต่างๆ ในการพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมนั้นทำได้หลากหลายรูปแบบ ต้นน้ำของกระบวนการผลิตคือ เส้นใยที่นำมาใช้ปั่นด้าย ก่อนที่จะนำมาทอเป็นผ้าผืนเส้นใยธรรมชาติหลักที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้แก่ฝ้าย ไหม ปอ ป่าน ซึ่งมีการใช้ให้งานด้านสิ่งทออย่างกว้างขวาง

ในขณะที่เฮมพ์ หรือเดิมเรียกกัญชง เป็นพืชเส้นใยที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่ง มีความแข็งแรงกว่าผ้าฝ้าย ดูดซับความชื้นได้ดีกว่าไนลอน และอบอุ่นกว่าลินิน จึงเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นเครื่องนุ่งห่มได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันด้านการตลาดนิยมใช้เฮมพ์ทำเป็นเส้นใยในการผลิตเสื้อผ้า และทำเยื่อกระดาษ ซึ่งผ้าทอจากเส้นใยเฮมพ์ได้รับความนิยมอย่างมากในตลาดต่างประเทศ ปัจจุบันยังเป็นพืชห้ามปลูกตามกฎหมาย ยกเว้นเพื่อการศึกษา ค้นคว้าวิจัย ต้องขออนุญาตพิเศษ และมีการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษหลายประการทั้งการให้เส้นใยที่มีคุณภาพสูง สามารถใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆตั้งแต่เสื้อผ้า เชือก กระสอบ ทำกระดาษ หรือเครื่องใช้ต่างๆ เมล็ดใช้เป็นอาหาร มีโปรตีนและน้ำมันนำไปผลิตเป็นสบู่ แม้กระทั่งผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง เรียกได้ว่าผลิตภัณฑ์จากเฮมพ์ มีแนวโน้มที่จะเป็นที่ต้องการของตลาดเพิ่มมากขึ้น

ในปี ค.ศ. 1997 มีการผลิตเส้นใยเฮมพ์ทั่วโลกประมาณ 55,500 เมตริกตัน ซึ่งพบว่า ประเทศ จีนมีการผลิตเส้นใยเฮมพ์มากที่สุด รองลงมา คือ ประเทศเกาหลีใต้ และประเทศรัสเซีย ตามลำดับ ดังภาพที่ 2.4 ซึ่งในแต่ละประเทศมีอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการผลิตเฮมพ์ โดยประเทศเหล่านี้สามารถผลิตเฮมพ์ได้โดยไม่ผิดกฎหมาย โดยเกษตรกรในประเทศจีน รัสเซีย ยูเครน โรมาเนีย และสหภาพยุโรป ต่างก็ได้รับการสนับสนุนในการผลิตเฮมพ์จากรัฐบาล



ที่มา : Vantreese (1998)

รูปที่ 1สถิติการตลาดของเส้นใยและสิ่งทอที่ผลิตจากเฮมพ์

ในประเทศไทย เมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2548 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจฯ ได้ร่วมกับมูลนิธิโครงการหลวงมหาวิทยาลัยแม่โจ้ สวนพฤกษศาสตรสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กรมวิชาการเกษตร สถาบันสำรวจและติดตามการปลูกพืชเสพติด กระทรวงมหาดไทย เกษตรกรชาวไทยและภาคเอกชน จำนวน 120 คน ได้รวมกันสัมมนาเพื่อหาทางส่งเสริมพืชกัญชงให้สามารถปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจกำหนดมาตรฐานต่างๆ และรวบรวมผลงานด้านการวิจัยและหาแนวทางการพัฒนาเพิ่มผลผลิต และคุณภาพของพืชกัญชง ขณะนี้ได้ดำเนินการทดลองปลูกเพื่อศึกษา และพัฒนาศักยภาพพืชกัญชงเพื่อเป็นพืชเศรษฐกิจตาม

พระราชดำริในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่เชียงราย จำนวน 7 พื้นที่ ทำให้มีข้อมูลที่พร้อมจะเผยแพร่แก่ผู้สนใจทั่วไป

งานวิจัยและปรับปรุงคุณสมบัติเส้นใยเฮมพ์ยังคงมีไม่มากนักในประเทศไทย เนื่องจากยังมีข้อจำกัดในด้านกฎหมายที่เกี่ยวกับยาเสพย์ติดทำให้การพัฒนาเส้นใยเฮมพ์ในงานด้านสิ่งทอยังไม่หลากหลายในขณะที่ต่างประเทศมีความสนใจและมีการนำเส้นใยไปใช้ในงานด้านต่างๆ โดยเฉพาะงานด้านสิ่งทอ ดังนั้นงานด้านการศึกษาพัฒนาคุณสมบัติ และคุณภาพเส้นใยเฮมพ์จึงมีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่งทั้งเพื่อส่งเสริมผลิตภัณฑ์สิ่งทอในประเทศและเพื่อศึกษา พัฒนาศักยภาพพืชกัญชงเพื่อเป็นพืชเศรษฐกิจตามแนวพระราชดำริอีกด้วย

ในส่วนของจังหวัดแพร่มีการส่งเสริมอุตสาหกรรมสิ่งทอประเภทวิสาหกิจชุมชน และการผลิตในระดับครัวเรือนที่เกี่ยวข้องกับการย้อมด้วยสีธรรมชาติ (Naturaldyed) โดยเฉพาะหม้อห้อม และสีย้อมธรรมชาติอื่นๆ อันเป็นเอกลักษณ์ชุมชนที่เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง มีการแบ่งกลุ่มผู้ผลิตเป็น กลุ่มหม้อห้อมธรรมชาติแท้ จะเป็นการย้อมผลิตภัณฑ์สิ่งทอด้วยสีธรรมชาติ จากห้อม และครามเป็นหลัก และมีการนำสีธรรมชาติอื่นๆมาร่วมด้วยซึ่งกลุ่มนี้มีผู้ประกอบการ ไม่มากนัก เนื่องจากวัตถุดิบจากธรรมชาติมีปริมาณจำกัด และขั้นตอนการย้อมด้วยสีธรรมชาติมีความยุ่งยาก และมีข้อจำกัดหลายด้านทั้งวัตถุดิบที่เป็นพืชให้สีที่มีปริมาณน้อย และหายาก แรงงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้านรวมถึงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ควบคุมได้ยาก เนื่องจากต้องอาศัยความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์เฉพาะของผู้ย้อม อีกกลุ่ม คือกลุ่มหม้อห้อมเศรษฐกิจ เป็นการย้อมผลิตภัณฑ์สิ่งทอด้วยด้วยสีธรรมชาติและ สีสังเคราะห์ รวมถึงผลิตภัณฑ์จากโรงงานที่ตัดเย็บสำเร็จรูปมาแล้ว เนื่องจากสามารถควบคุมเฉดสีได้ง่ายเมื่อทำการย้อมซ้ำ และสำหรับการผลิตในปริมาณมาก แต่สีสังเคราะห์มีราคาแพง และกรรมวิธีการย้อมอาจทำให้มีสีสังเคราะห์และสารช่วยย้อมตกค้างในน้ำทิ้งและสิ่งแวดล้อมในปริมาณมาก ในขณะที่การใช้สีย้อมจากธรรมชาติ มีความปลอดภัยและผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะที่น่าสนใจ และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค แต่การย้อมด้วยสีธรรมชาตินี้ยังมีปัญหาในเรื่องของความหลากหลายของเฉดสีความคงทนของสีต่อแสงและต่อการซักล้าง อีกทั้งการย้อมซ้ำเพื่อให้ได้เฉดสีเดิมทำได้ยาก ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

นำเทคโนโลยีมาช่วยในการพัฒนาการย้อมสีธรรมชาติของเส้นใยเฮมพ์ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้ย้อมติดสีธรรมชาติได้ดีขึ้น ใช้เวลาในการย้อมน้อยลง เพื่อให้ได้เฉดสีที่ต้องการ เป็นการนำเอาเทคโนโลยีพลาสมามาประยุกต์ใช้ในการพัฒนางานด้านสิ่งทอที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนต่อไป

กระบวนการผลิตสิ่งทอให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น สามารถทำได้หลากหลายรูปแบบเช่น การนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การใช้วัตถุดิบที่สามารถนำมาผลิตใหม่ได้ การจัดการของเสีย และการใช้เทคโนโลยีใหม่ในการผลิตในส่วนของเทคโนโลยีใหม่ ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอมากขึ้นโดยเทคโนโลยีใหม่เหล่านี้สามารถทำให้การผลิตใช้พลังงานน้อยลง ลดของเสียในกระบวนการต่างๆ ซึ่งเทคโนโลยีพลาสมาเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่มีการศึกษาวิจัยและนำมาใช้กับอุตสาหกรรมสิ่งทอในการตกแต่งสำเร็จสิ่งทอ เพื่อลดการใช้น้ำ สารเคมี และประหยัดพลังงาน

โครงงานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยทางด้านการนำเอาเทคโนโลยีพลาสมามาประยุกต์ใช้กับสิ่งทอ ในการปรับปรุงพื้นผิวเส้นใยเฮมพ์ เพื่อใช้ในการย้อมสีธรรมชาติให้มีคุณภาพย้อมติดสีได้ดีและลดการใช้สารเคมีอื่นๆในขั้นตอนการฟอกย้อม โดยพลาสมาสามารถทำให้คุณสมบัติของเส้นใยเปลี่ยนไป ขึ้นกับการเลือกชนิดของพลาสมาที่นำมาใช้ เช่น ปรับปรุงให้พื้นผิวมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดีขึ้น (hydrophilic) เพื่อทำให้การติดสีของสิ่งทอในการย้อมสีธรรมชาติ ซึ่งจากเดิมการติดสีค่อนข้างต่ำและไม่สม่ำเสมอ ให้สามารถย้อมติดสีย้อมได้ดีกว่าเดิม โดยเฮมพ์ หรือเส้นใยที่ได้จากพืชกัญชงนั้น เป็นพืชเส้นใยที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่ง มีความแข็งแรงกว่าผ้าฝ้าย ดูดซับความชื้นได้ดีกว่าไนลอน และอบอุ่นกว่าลินิน จึงเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นเครื่องนุ่งห่มได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันด้านการตลาดนิยมใช้เฮมพ์ทำเป็นเส้นใยในการผลิตเสื้อผ้า และทำเยื่อกระดาษ ซึ่งผ้าทอจากเส้นใยเฮมพ์ได้รับความนิยมอย่างมากในตลาดต่างประเทศ ปัจจุบันยังเป็นพืชห้ามปลูกตามกฎหมาย ยกเว้นเพื่อการศึกษา ค้นคว้าวิจัย ต้องขออนุญาตพิเศษ และมีการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษหลายประการทั้งการให้เส้นใยที่มีคุณภาพสูง สามารถใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆตั้งแต่เสื้อผ้า เชือก กระสอบ ทำกระดาษ หรือเครื่องใช้ต่างๆ เมล็ดใช้เป็นอาหาร มีโปรตีน

และน้ำมันนำไปผลิตเป็นสบู่ แม้กระทั่งผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง เรียกได้ว่าผลิตภัณฑ์จากเฮมพ์ มีแนวโน้มที่จะเป็นที่ต้องการของตลาดเพิ่มมากขึ้น

ปัจจุบันอุตสาหกรรมฟอกย้อมขนาดเล็ก หรือวิสาหกิจชุมชนต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการย้อมด้วยสีธรรมชาติ (Naturaldyed)จะเป็นการย้อมด้วยวิธีการดั้งเดิม อาศัยการถ่ายทอดสืบต่อกันจากรุ่นสู่รุ่น หากมีการใช้นวัตกรรมมาปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐานตามความต้องการของตลาด รวมถึงได้สินค้าที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ก็จะเป็นการยกระดับสินค้าสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มในระดับชุมชนหรือ SME ให้สามารถเข้าสู่ตลาดและแข็งขันได้ในระยะยาว ซึ่งจะนำไปสู่การผลิตสิ่งทอเทคนิคพิเศษและนวัตกรรมสิ่งทออื่นๆ ต่อไป ซึ่งจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษากระบวนการย้อมเส้นด้ายเฮมพ์ด้วยสีธรรมชาติ

2.2 เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเส้นด้ายเฮมพ์ ที่ผ่านกระบวนการประยุกต์พลาสมาให้มีคุณสมบัติ

สามารถเหนี่ยวนำการเกาะติดกับสีธรรมชาติดีขึ้น

2.3 เพื่อส่งเสริมภูมิปัญญา และอนุรักษ์พันธุกรรมพืชท้องถิ่น

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยเกี่ยวกับทางฟิสิกส์ประยุกต์ ทางเคมี สิ่งทอและสีย้อมธรรมชาติต่อไป

3.2 เป็นข้อมูลที่สามารถให้บริการความรู้แก่ประชาชนกลุ่มเป้าหมายได้แก่ กลุ่มผู้ประกอบการสิ่งทอพื้นบ้านทั้งขนาดกลางและขนาดเล็ก และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนรวมถึงผู้ที่สนใจทั่วไป

3.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละช่วงระยะเวลา

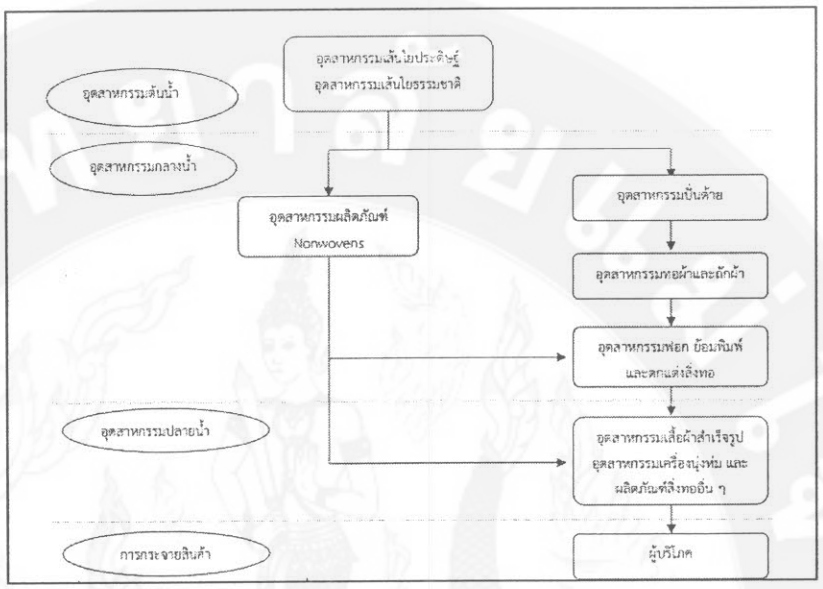
เดือนที่	กิจกรรม (activities)	ผลงานที่คาดว่าจะได้รับ (outputs)
6 เดือนที่ 1	1. ทบทวนวรรณกรรมเพิ่มเติม 2. การสำรวจพื้นที่ศึกษาและรวบรวมข้อมูลผู้ประกอบการย้อมสีธรรมชาติ 3. พัฒนาปรับปรุงระบบผลิตพลาสมาสำหรับสิ่งทอ 4. ศึกษากรรมวิธีการย้อมสีธรรมชาติทั้งสามเฉดสี แดง,เหลือง,น้ำเงิน	1. พัฒนางานให้ครอบคลุมมากขึ้น 2. ได้ข้อมูลผู้ประการสิ่งทอพื้นบ้าน พัฒนางานวิจัยให้ตรงตามความต้องการของพื้นที่ 3.ได้เงื่อนไขของพลาสมาที่จะนำไปใช้ประยุกต์กับสิ่งทอ 4. ผลทางเคมีเกี่ยวกับสีธรรมชาติและวิธีการย้อมเบื้องต้น
6 เดือนที่ 2	1. ศึกษาผลการย้อมสีธรรมชาติ โดยการประยุกต์ด้วยพลาสมากับเส้นด้ายเฮมพ์ 2.การพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ผ่านกระบวนการย้อมด้วยสีห้อมธรรมชาติ 3.วิเคราะห์คุณภาพของสิ่งทอที่ผ่านและไม่ผ่านการประยุกต์ด้วยพลาสมา	1.ผลทางเคมีเกี่ยวกับสีธรรมชาติ (ห้อม) และวิธีการย้อมเบื้องต้น 2. คุณภาพของการย้อมคุณภาพของการติดสีย้อมของเส้นใยเฮมพ์ 3.สรุปผลทางคุณภาพและทางเคมีเกี่ยวกับสีธรรมชาติ และวิธีการย้อม เพื่อการเผยแพร่

4. การตรวจเอกสาร

4.1 การประยุกต์เทคโนโลยีพลาสมากับสิ่งทอ

การปรับปรุงคุณภาพสิ่งทอด้วยกระบวนการทางเคมีในอนาคต ด้วยเทคโนโลยีสะอาด อาทิเช่นเทคโนโลยีพลาสมานั้น มีข้อดีที่สำคัญคือ การเป็นเทคโนโลยีสะอาด (clean technology) ที่ก่อมลพิษต่อสภาพสิ่งแวดล้อมน้อย และช่วยให้ประหยัดน้ำกับสารเคมีได้เป็นจำนวนมาก อีกทั้งการนำมาใช้กับงานด้านสิ่งทอ มีผลต่อคุณสมบัติดั้งเดิมของเส้นใยหรือสิ่งทอน้อยมาก เพราะ เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงเฉพาะสมบัติเชิงผิวของผ้าเท่านั้น อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของไทย มีสัดส่วนมูลค่าเพิ่มต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเป็นอันดับ 4 รองจากอุตสาหกรรม อาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมเครื่องจักรสานกับงาน และอุตสาหกรรมยานยนต์ตามลำดับ (สสว.ยุทธศาสตร์และแผนปฏิบัติการส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมรายสาขา)

อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของไทย จัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่และครอบคลุมอุตสาหกรรมย่อย หลายอุตสาหกรรม หากพิจารณาตาม โครงสร้างของกระบวนการและขั้นตอนในการผลิตหรือ พิจารณาตามห่วงโซ่อุปทาน อุตสาหกรรมสิ่งทอและ เครื่องนุ่งห่มสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มอุตสาหกรรม หลัก คือ กลุ่มอุตสาหกรรมต้นน้ำ กลุ่มอุตสาหกรรม กลางน้ำ และกลุ่มอุตสาหกรรมปลายน้ำ



ภาพที่ 2 โครงสร้างอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไทย

4.2 การนำเทคโนโลยีพลาสมามาใช้ในสิ่งทอ

ปัจจุบันได้มีการนำเอาพลาสมา มาประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยีหลาย ๆ ด้าน เช่น ทางด้านการเกษตร ด้านการแพทย์ งานด้านการปรับปรุงคุณภาพผิวของโลหะงานทางด้านสิ่งทอ เป็นต้น สำหรับในสิ่งทอ มีการนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพไหมไทย ฝ้าย หรือเส้นใยสังเคราะห์ โดยการนำเอาเส้นด้าย เส้นใย หรือ สิ่งทอชนิดต่างๆ ไปอาบหรือจุ่มในพลาสมาซึ่งจะทำให้อนุภาคต่างๆ ในพลาสมาสามารถเปลี่ยนแปลงสมบัติเชิงผิวของเส้นใยสิ่งทอ เนื่องจากอนุภาคเหล่านี้อาจจะไปแทรกอยู่ในระหว่างโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยของสิ่งทอ หรืออาจจะไปกัดผิว ทำให้อนุภาคหรือโมเลกุลของสิ่งสกปรกที่เกาะติดอยู่ตามเส้นใยของสิ่งทอหลุดออกไป เป็นการทำความสะอาดเส้นใย หรือบางครั้งอาจจะสร้างพันธะทางเคมีใหม่กับโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบของเส้นใยของสิ่งทอได้ สรุปผลของพลาสมาต่อคุณสมบัติของสิ่งทอออกเป็น 3 ประการหลัก ๆ ดังนี้

(ก) ความสะอาดของผิว (cleaning of surfaces)

อนุภาคในพลาสมาสามารถจะไปทำปฏิกิริยาหรือไปกัดผิว (etching) ทำให้อนุภาคหรือโมเลกุลของสิ่งสกปรกที่เกาะติดอยู่ตามเส้นใยของสิ่งทอหลุดออกไป ซึ่งจะทำให้คุณภาพของผิวสิ่งทอสะอาดขึ้นและทำให้การพิมพ์ การระบายสี และการย้อมสีลงบนสิ่งทอมีการเกาะติดของเม็ดสีที่ดีเช่น อาร์กอน เป็นต้น

(ข) เพิ่มความขรุขระเชิงจุลภาคของผิว (micro roughness of surfaces)

อนุภาคในพลาสมาสามารถไปทำปฏิกิริยาบนผิวของสิ่งทอหรือเกิดการยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของเส้นใยของสิ่งทอกับอนุภาค ทำให้เกิดการไปแทรกของอนุภาคในระหว่างเส้นใย เช่นการเกิด ฟิล์ม C-F ทำให้เกิดสภาพดิ้นน้ำ (hydrophobic) [1,2] หรือ ทำให้เกิดผลในเส้นใยของผ้าขนสัตว์ทำให้เกิดการไม่ลอกออกจากกัน

(ค) เกิดอนุมูลอิสระ (free particles)

ผลจากการที่อนุภาคจากพลาสมาไปทำปฏิกิริยากับเส้นใยของสิ่งทอทำให้เกิดอนุมูลอิสระเกิดขึ้น ซึ่งอนุมูลอิสระนี้จะสามารถเหนี่ยวนำทำให้เกิดปฏิกิริยาอื่น ๆ บนผิวของสิ่งทอได้ ทั้งนี้ชนิดของการทำปฏิกิริยาระหว่าง อนุภาคจากพลาสมากับเส้นใยของสิ่งทอทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผิวของสิ่งทอขึ้นกับชนิดของก๊าซที่ใช้ในการผลิตพลาสมา และตัวแปรอื่น ๆ ด้วย เช่นออกซิเจน ทำปฏิกิริยากับ PET (Polyethylene Terephthalate)เกิดสภาพชอบน้ำ (hydrophilic)

ในส่วนของงานวิจัยนี้ เป็นการนำพลาสมาระบบความดันต่ำ (Low pressure plasma : LPP) มาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยเฉพาะสิ่งทอที่เกิดจากเส้นใยธรรมชาติ (เฮมพ์) โดยการทำให้เกิดสภาพชอบน้ำ (hydrophilic) ในการย้อมด้วยสีธรรมชาติ (ห้อม) เพื่อที่จะสามารถช่วยในการติดสีดีขึ้น ลดการใช้สารเคมี ลดระยะเวลาในการย้อม

4.3) การศึกษาหากระบวนการทางพลาสมา (plasma process)

ในการศึกษาและปรับปรุงคุณภาพผิวของเส้นใยธรรมชาติ (เฮมพ์) โดยการผ่านการประยุกต์พลาสมาลงบนผิวเส้นด้ายเฮมพ์ เบื้องต้นจะเป็นการทดลองโดยการประยุกต์ใช้กับแหล่งกำเนิดพลาสมาความดันต่ำ (low pressure plasma, LPP) ณ ห้องปฏิบัติการพลาสมาอุณหภูมิต่ำ อาคารกิตติพงษ์ วุฒิจำนง มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ โดยนำสิ่งทอหรือเส้นใยที่ผ่านการประยุกต์โดยพลาสมา (LPP) นำมาทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางฟิสิกส์ (physical properties)

4.4) ศึกษาเปรียบเทียบผลของการย้อมด้วยสีธรรมชาติ ระหว่างสิ่งทอหรือเส้นด้ายที่ไม่ผ่านการประยุกต์ด้วยพลาสมากับเส้นด้ายที่ผ่านพลาสมา

เนื่องจากปกติการย้อมสีธรรมชาติของเส้นใยเซลลูโลส เช่น ฝ้าย เฮมพ์ ต้องใช้เวลาในขั้นตอนการทำความสะอาดเส้นด้าย เส้นใย หรือสิ่งทอ ต้องมีใช้สารเคมีในการทำความสะอาด โดยทั่วไปเป็นการต้มกับด่าง จึงมีสารเคมีในกระบวนการย้อม และขั้นตอนต่อมาจะทำการแช่น้ำเพื่อล้างส่วนที่เป็นด่างออกและเปิดเส้นใยให้สีย้อมแพร่ผ่านเข้าสู่เส้นใยได้ง่ายในขั้นตอนการย้อม จึงใช้ระยะเวลาในการเตรียมการย้อมมาก และมีสารเคมีที่เป็นของเสียสู่สิ่งแวดล้อมตั้งแต่เริ่มกระบวนการ

ดังนั้น โครงการวิจัยนี้จะเป็นการนำเอาเทคโนโลยีพลาสมา มาประยุกต์ใช้ในสิ่งทอในขั้นตอนการย้อมด้วยสีธรรมชาติ โดยเป็นการปรับปรุงสิ่งทอชนิดเส้นด้ายเฮมพ์ (Hemp) เพื่อทำให้สภาพพื้นผิวของสิ่งทอเกิดสภาพชอบน้ำ (hydrophilic) เพื่อสามารถลดระยะเวลาในการย้อม ลดขั้นตอนการทำความสะอาดที่ต้องใช้สารเคมี ลดการใช้สารเคมีลงได้

ปัจจุบันการบริโภคสิ่งทอให้ความสำคัญกับเรื่องคุณภาพ ควบคู่กับความปลอดภัย ตัวอย่างเช่น มาตรฐาน Eco-Tex Standard (Öko-Tex standard 100) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ให้การรับรองผลิตภัณสิ่งทอที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ถูกพัฒนาขึ้นในปีคริสตศักราช 1992 โดยสถาบับสิ่งทอภาคพื้นยุโรป

ตัวอย่างของสิ่งอันตรายต่อสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการย้อมสีสิ่งทอ ได้แก่ การใช้สีย้อมที่มีสารก่อมะเร็ง (Banned Carcinogenic Dyes) ได้แก่สีย้อมที่ประกอบด้วยหมู่ให้สีเอโซ (Azo) เป็นต้น การใช้สีย้อมที่ก่อให้เกิดความระคายเคือง (Allergenic Dyes) การใช้สีย้อมที่ไม่มีความคงทน ตกสีง่าย (Loose Dye) ซึ่งสีย้อมธรรมชาติจะสามารถตอบโจทย์ผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ และกลุ่มผู้บริโภคที่ชื่นชอบงานสิ่งทอเชิงอนุรักษ์ กรรมวิธีในการย้อมสีธรรมชาติ แบ่งได้เป็น 3 วิธี คือ สีย้อมธรรมชาติประเภทย้อมตรง (Direct Dyes) สีย้อมธรรมชาติประเภทสีแวต (Vat Dyes) และสีย้อมธรรมชาติประเภทมอร์แดนท์ (Mordant Dyes หรือ Adjective Dyes หรือ Indirect Dyes) จัดเป็นกลุ่มใหญ่ที่สุดของสีธรรมชาติได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ราก เปลือกหุ้มราก ลำต้น เปลือกต้น แก่นไม้ ใบ ดอก ผล เปลือกผล เม็ดและเมล็ดพืช ฯลฯ สีธรรมชาติเหล่านี้ส่วนมากเกาะติดบนเส้นใยได้น้อย สามารถเกาะติดได้ดีขึ้นเมื่อใช้สารอื่นช่วย เรียกว่าสารช่วยติด หรือ มอร์แดนท์ สิ่งทอย้อมสีธรรมชาติยังคงเผชิญปัญหาด้านคุณภาพสีย้อมทั้งในด้านความคงทนของสี ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนสีเมื่อซัก และการตกเปื้อนสีบนผ้าขาว หรือความคงทนของสีต่อการขัดถู เหงื่อ ไคล และปัญหาความสามารถในการผลิตซ้ำ

ดังนั้นการนำเทคโนโลยีพลาสมามาใช้ในงานด้านสิ่งทอ เพื่อปรับปรุงคุณภาพสิ่งทอ และตอบโจทย์ด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย เช่นการปรับปรุงคุณสมบัติของผิวสัมผัสให้มีความนุ่มมากขึ้น เช่นใน ฝ้าย เส้นใยเซลลูโลสอื่นๆ หรือ ขนสัตว์ โดยใช้พลาสมาออกซิเจน คุณสมบัติทางไฟฟ้า (electrical properties) การลดการเกิดไฟฟ้าสถิตของเรยอน คุณสมบัติในการเปียกน้ำ (wetting) โดยปรับปรุงพื้นผิวให้เกิดการชอบน้ำ (hydrophilic) หรือไม่ชอบน้ำ (hydrophobic)และคุณสมบัติอื่นๆ เช่น การฟอกสีเส้นใยขนสัตว์โดยใช้พลาสมาออกซิเจนเป็นต้น

ในส่วนของการย้อมสีธรรมชาติจากการประยุกต์เส้นใยด้วยพลาสมาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการทำให้ชอบน้ำ (hydrophilic property) หรือ "เปียก" (wettability) มีกลไกจากไอออนของออกซิเจนในพลาสมาอากาศที่สร้างหมู่คาร์บอนิลบนเส้นใยเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างน้ำกับ

เส้นใยมากขึ้น จะช่วยให้การย้อมมีประสิทธิภาพมากขึ้นช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซึมของสีย้อมให้ดีขึ้นโดยใช้ระยะเวลาน้อยลง

ERCEGOVIĆ RA□IĆ, S. [1] และคณะ ศึกษาการนำพลาสมามาใช้เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติในการชอบน้ำ (Hydrophilicity) ของสิ่งทอจากเส้นใยเซลลูโลสโดยใช้พลาสมาแก๊สออกซิเจน (O_2) และอาร์กอน (Ar) ผลจากการประยุกต์ด้วยพลาสมาบนสิ่งทอ พบว่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการดูดซึมน้ำได้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านพลาสมา โดยการทดสอบด้วยการหยดน้ำ (drop test)

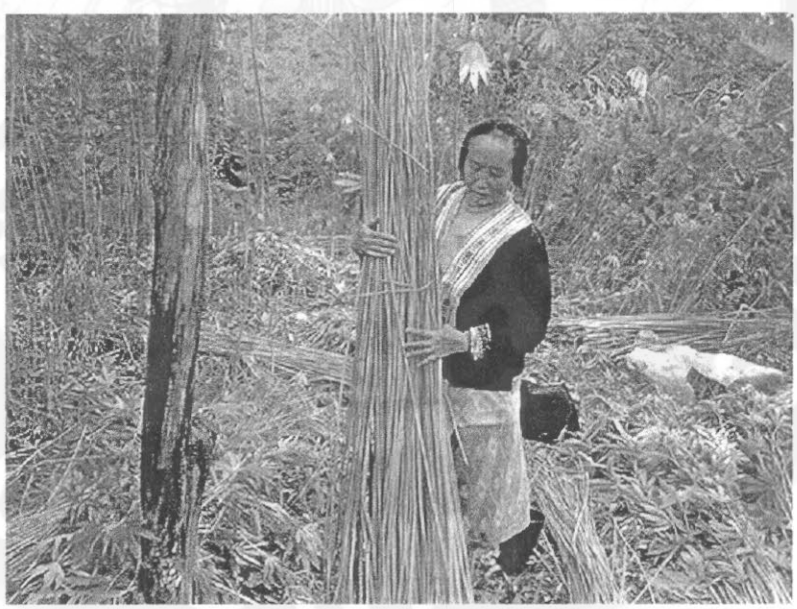
ประดุง และคณะ [2,3] ได้ศึกษากระบวนการของพลาสมาระดับบรรยากาศที่มีผลต่อสิ่งทอทั้งสิ่งทอจากเส้นใยประดิษฐ์ และสิ่งทอจากเส้นใยธรรมชาติ ผลของคุณสมบัติความสามารถในการทำให้ชอบน้ำ (hydrophilic property) หรือ "เปียก" (wettability) ใช้การทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ พบว่า ใช้ระยะเวลาประมาณ 1 วินาที/ปริมาณหยดน้ำขนาด 20 µl ซึ่งผ้าและเส้นด้ายที่ไม่ผ่านพลาสมาจะใช้เวลาประมาณ 250-320 วินาที โดยปริมาณหยดน้ำขนาด 20 µl เช่นกัน จากผลการทดลองนี้สามารถสรุปถึงผลในประสิทธิภาพการย้อมในการช่วยลดระยะเวลาในการย้อม และจำนวนครั้งในการย้อมเพื่อให้ได้เฉดสีที่ต้องการได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการย้อมเส้นใยเซลลูโลสด้วยสีธรรมชาติโดยทั่วไปจะต้องมีการแช่น้ำทิ้งไว้ 12 ชั่วโมงขึ้นไป เพื่อให้เส้นใยดูดซับสีได้ดี แต่เส้นใยที่ผ่านพลาสมามีความสามารถในการเปียกน้ำสูง สีย้อมธรรมชาติจึงแทรกซึมเข้าสู่เส้นใยได้ง่ายขึ้นในระยะเวลาที่ลดลง

4.5เส้นใยเฮมพ์ [4]

กัญชงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* (L.) SEREBR ssp. culta. Prol. Asiatica. SEREBR และใช้ประโยชน์ด้านเส้นใย โดยทั่วไปจะมีสารเสพติด Delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) ต่ำกว่า 0.3 % ซึ่งทางกฎหมายสากลไม่ถือว่าเป็นพืชเสพติด โดยอุตสาหกรรมที่สำคัญของเส้นใยกัญชงได้แก่ การใช้เป็นวัตถุดิบในการ

ผลิตเส้นใยของเสื้อผ้า และการทำเยื่อกระดาษ สำหรับประเทศไทยยังจัดเป็นพืชห้ามปลูกตามกฎหมายยกเว้นเพื่อการวิจัยและต้องขออนุญาตพิเศษ

ภาพที่ 3 กัญชง Cannabis sativa (L.) ที่มา :
https://en.wikipedia.org/wiki/Cannabis_sativa

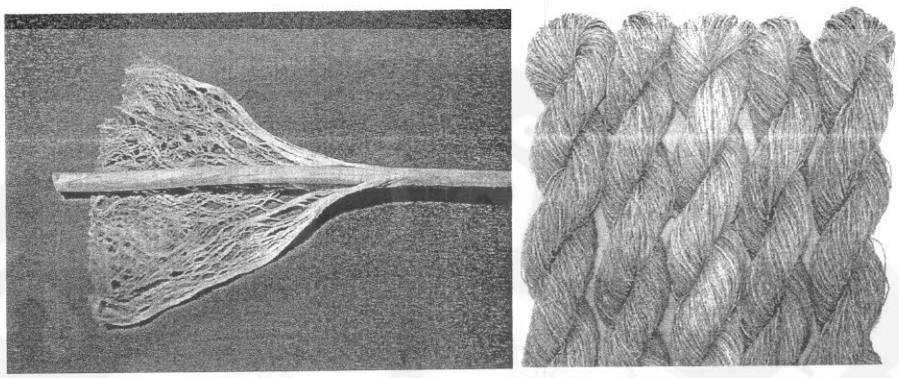


ภาพที่ 4 ลักษณะลำต้นที่จะนำไปทำเส้นใยเฮมพ์
(ที่มา : http://www.royalprojectthailand.com)

เส้นใยเฮมพ์ เป็นเส้นใยที่มีคุณภาพสูง มีความยืดหยุ่น แข็งแรงและทนทาน สูงสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์จากเส้นใยได้กว่า 5,000 ชนิด ตั้งแต่เชือกจนถึงเส้นใยที่ละเอียด ในการเปรียบเทียบปริมาณเส้นใยจากการปลูกเฮมพ์และการปลูกฝ้ายในระยะเวลา 1 ปี เท่าๆกัน พบว่า การปลูกเฮมพ์ 10 ไร่ จะให้ผลผลิตผลเส้นใยเท่ากับการปลูกฝ้าย 20-30 ไร่ ซึ่งเส้นใยจากเฮมพ์นี้จะมีคุณภาพดีกว่าเส้นใยจากฝ้าย โดยเส้นใยเฮมพ์จะยาวเป็น 2 เท่าของเส้นใยฝ้าย มีความแข็งแรงและความนิ่มของเส้นใยมากกว่าฝ้าย จากข้อดีของเส้นใยเฮมพ์จะเห็นได้ว่า ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเส้นใยเฮมพ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เช่น เสื้อเชิ้ต กางเกง กระเป๋า ฯลฯ

ขั้นตอนการผลิตเส้นใยเฮมพ์

- ตัดต้นกัญชงมาตากให้แห้งประมาณหนึ่งสัปดาห์
- ลอกเปลือกออกจากต้นที่แห้งแล้ว
- นำเปลือกที่ลอกออกจากลำต้นมามัดรวมกัน นำไปตำให้นิ่มในครกจนได้เส้นใยที่นิ่ม
- นำมาต่อให้ยาวแล้วปั่น และม้วนให้เป็นเส้นก่อนนำไปต้มในน้ำเดือดที่ผสมกับขี้เถ้าเพื่อฟอกขาว และให้เกิดการนุ่มเหนียวนำไปซักในน้ำเปล่าจะได้เส้นด้ายจากใยกัญชงที่มีความเหนียวทนทาน
- นำเส้นใยที่ฟอกขาวแล้วมาทำให้นิ่มอีกครั้งโดยการรีด โดยการวางเส้นใยบนท่อนไม้หรือหิน นำเอาแผ่นไม้หรือแผ่นหินวางทับ ขึ้นเหยียบกดเท้าซ้ายขวาสลับกัน เมื่อรีดจนนุ่มแล้วพันรอบไม้กากบาทเพื่อตากลม และใช้ในการทอเป็นผืนต่อไป



(A) (B)

ภาพที่ 5(A) เปลือกกัญชง

(ที่มา https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hanfstengel.jpg)

(B) เส้นใยกัญชง (ที่มา https://www.pinterest.com/pin/450852612686605445/)

4.3 พืชวัตถุดิบสำหรับการสร้างสีธรรมชาติ [6]

การศึกษากระบวนการย้อมสีธรรมชาติ สีน้ำเงิน (ห้อมหรือคราม), สีแดง (ฝางหรือครั่ง) สีเหลือง (ดาวเรือง หรือแก่นขนุน)

การย้อมสีธรรมชาติจำแนกตามกรรมวิธีการย้อมสามารถแบ่งได้เป็น 3 วิธีคือ สีย้อมธรรมชาติประเภทย้อมตรง (Direct Dyes) สีย้อมธรรมชาติประเภทสีแวต (Vat Dyes) และสีย้อมธรรมชาติประเภทมอร์แดนท์ (Mordant Dyes หรือ Indirect Dyes)สีย้อมธรรมชาติส่วนใหญ่จะได้มาจาก พืช หรือสัตว์ เช่นสีแดงได้มาจากแก่นฝาง หรือครั่ง ซึ่งเป็นแมลงตัวเล็กๆชนิดหนึ่ง สีน้ำเงิน ได้จากคราม เปิก และห้อม สีดำ ได้มาจากผลของมะเกลือ สีเหลืองได้มาจากขมิ้น ดาวเรือง แก่นขนุน เป็นต้น

สีน้ำเงิน เป็นสีที่ได้จากพืชหลักสองชนิดคือ ต้นห้อม และคราม จัดเป็นสีย้อมประเภทสีแวต มีคุณสมบัติที่ดีมีความคงทนต่อแสง และการซักได้ดี โดยใช้วิธีการย้อมแบบดั้งเดิม

สีแดง ได้จากครั่ง เป็นสีย้อมธรรมชาติซึ่งเป็นแม่สีหลักที่มีความสำคัญ สีครั่ง สามารถสกัดได้จากแมลงชนิดหนึ่งที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Lacciferlacca Kerr การย้อมครั่งเป็นการย้อมร้อน สกัดสีย้อมโดยการต้มกับน้ำและกรองเพื่อนำมาย้อมผ้า

สีเหลือง จากแก่นขนุน เป็นการย้อมร้อนเช่นกันขั้นตอนการย้อมก็เป็นการสกัดด้วยการต้ม และแยกเศษไม้ออกก่อนนำมาย้อมเส้นด้าย

โดยทั้งสามสีที่คัดเลือกมาเป็นแม่สีที่สามารถนำมาประยุกต์ต่อในการผสมสีเพื่อสร้างเฉดสีใหม่ต่อไปได้อีกแต่สีย้อมธรรมชาติมักมีข้อจำกัดในเรื่องของความความสม่ำเสมอของสีในการย้อมแต่ละครั้ง และความสามารถในการติดสีของเส้นใยแต่ละชนิดขั้นตอนในการย้อมต้องใช้เวลามาก และทำให้คุณภาพของผ้าหรือสิ่งทอที่ได้ไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงได้นำอาเทคโนโลยีพลาสมามาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนของการย้อม และทดลองเปรียบเทียบคุณภาพที่ได้จากการประยุกต์ด้วยพลาสมากับวิธีแบบดั้งเดิม เพื่อเป็นการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น ควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีอยู่เพื่อปรับปรุงคุณภาพของสิ่งทอให้ดียิ่งขึ้น

ห้อม [*Strobilanthescusia*(Nees) Kuntze] เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Acanthaceae (เต็ม สมิติ นันท์, 2544) มีลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูง 50-80 เซนติเมตร ลำต้นเป็นข้อปล้องคล้ายขาไก่ แตกกิ่งก้านตามข้อ ลำต้นกลม ใบ เดี่ยวเรียงตรงข้ามหัวใบเรียวท้ายใบแหลมขอบใบหยักใบ ด้านบนสีเขียวมันใบแก่หรืออ่อนเมื่อถูกกดหรือทุบทิ้งไว้กลายเป็นสีดำ ดอก เป็นช่อออกตามซอก ใบและกิ่งรูปทรงคล้ายระฆัง ดอกสีม่วง เมล็ด อ่อนสีเขียว เมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาล แตกง่ายมีถิ่นกำเนิดและกระจายพันธุ์ในแถบอินเดีย จีนตอนใต้ ภูมิภาคอินโดจีน ประเทศไทยพบตามพื้นที่ชุ่มชื้น ในป่าดงดิบทางภาคเหนือ มีความสำคัญกับวิถีชีวิต ความเชื่อ และภูมิปัญญาท้องถิ่นของคนใน ชุมชน ทั้งด้านการผลิตเครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค ใน แง่สรรพคุณทางยา ทางคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เคยรวบรวมข้อมูลได้ว่าต้นห้อมในยาพื้นบ้านล้านนาใช้ ใบ ต้มน้ำดื่ม แก้ไข้ ยา พื้นบ้านใช้รากและใบ ต้ม

น้ำดื่ม แก้ไข้ ปวดศีรษะเนื่องจากหวัด เจ็บคอ หลอดลมอักเสบ ต่อม ทอนซิลอักเสบ ตา อักเสบ

ภาพที่ 6 ต้นห้อม [*Strobilanthescusia*(Nees) Kuntze]

การใช้ประโยชน์ในการย้อมสี

สีฟ้าคราม จากต้นห้อม หรือคราม เป็นสีย้อมธรรมชาติประเภทสีแวต (Vat Dyes) ซึ่งเป็นสีที่ไม่ สามารถละลายน้ำได้ เมื่อทำการย้อมต้องเตรียมน้ำย้อมให้สีแว็ตละลายน้ำโดยให้ทำปฏิกิริยากับ สารรีดิวซ์ สีแว็ตจะถูกรีดิวส์ให้กลายเป็นเกลือจึงซึมเข้าไปในเส้นใยได้ เมื่อนำผ้าไปผึ่งในอากาศสี ในเส้นใยจะถูกออกซิไดส์เป็นสีน้ำเงินที่ติดในเส้นใยไม่ละลายออกมากับน้ำ สีย้อมชนิดนี้มี ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญอยู่ 2 ชนิด คือ สีอินดิโก (indigoid) และ สีแอนทราควินอยด์ (antraquinoid)

ขั้นตอนการสกัด และย้อมสีหม้อห้อมธรรมชาติ

๑. การเตรียมเนื้อห้อมเปียก (indigo paste) โดยการการนำส่วนใบและกิ่งก้านมาหมักแช่น้ำ แล้วกรองเอาน้ำนำไปหมักกับปูนขาว กวนให้ขึ้นฟอง เป็นการเติมออกซิเจนเพื่อให้เกิดออกซิเดชันให้ได้ตะกอนอินดิโกบลู แล้วปล่อยให้ตะกอนนอนก้น จึงแยกส่วนที่เป็นน้ำออก จะได้เนื้อครามเป็นตะกอนลักษณะเหมือนโคลน (paste)

๒. การเตรียมสีย้อมห้อมธรรมชาติ (การก่อหม้อห้อม) วัตถุดิบ คือเนื้อห้อม เปียก น้ำขี้เถ้า น้ำมะขามเปียก ปูนขาว ผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสม pH ของน้ำย้อมเบื้องต้นประมาณ 12 – 13 และใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนอินดิโกให้อยู่ในรูปที่พร้อมย้อม โดยหม้อห้อมที่พร้อมย้อมนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาวะที่เหมาะสมโดยอาจวัดจากค่า pH ที่ลดลงจากเริ่มต้นเหลือประมาณ 10-11 หรือสังเกตจากสีของน้ำย้อมซึ่งน้ำย้อมที่เหมาะสมคือสีเขียวปนเหลือง

๓. การย้อม (ย้อมเย็น) จุ่มเส้นใยที่ทำความสะอาดแล้วและแช่น้ำทิ้งไว้หนึ่งคืน ลงไปในหม้อห้อมที่เตรียมไว้ และนำขึ้นมาสบัดเพื่อให้สัมผัสกับอากาศเกิดการออกซิไดส์ ทำให้สีย้อมเปลี่ยนรูปกลับมาเป็นอินดิโกบลู ให้สารสีน้ำเงินติดอยู่ในเส้นใย

ดาวเรือง [7][*Tageteserecta* L.] เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ COMPOSITAE ชื่อสามัญ African marigoldชื่อท้องถิ่น: คำปูจู้หลวง ดาวเรืองใหญ่ พอทูเป็นไม้ล้มลุก สูง 15-60 ซม. ใบประกอบแบบขนนก เรียงตรงข้าม ใบย่อยรูปวงรี ขอบใบหยักฟันเลื่อย ดอกช่อออกที่ปลายกิ่ง ดอกย่อยมี 2 ลักษณะ คือ ดอกไม่สมบูรณ์เพศอยู่บริเวณรอบนอก จำนวนมาก สีเหลือง หรือเหลืองส้ม ลักษณะคล้ายลิ้น บานแผ่ออก ซ้อนกันหลายชั้นปลายม้วนลง ดอกสมบูรณ์เพศมีลักษณะเป็นหลอดเล็กๆจำนวนมาก รวมกลุ่มอยู่บริเวณกลางช่อดอก ผลเป็นผลแห้งไม่แตกการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ด และชำยอด ตำรายาไทย ใช้ทั้งต้นเป็นยาขับลม แก้ปวดท้อง ใช้น้ำสกัดของดอกป้องกันและกำจัดไส้เดือนฝอยในดิน ขนาดที่ใช้คือ กลีบดอกสด 3 กรัม ปั่นในน้ำ 1 ลิตร ใช้ส่วนน้ำฉีดพ่นพบว่า ในดอกมีสารฆ่าแมลงชื่อ pyrethrin และน้ำมันหอมระเหย ซึ่งแสดงฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในหลอดทดลองด้วย

การใช้ประโยชน์ในการย้อมสีส่วนที่ให้สีคือดอก ใช้ดอกดาวเรืองนึ่งและอบให้แห้งจะให้น้ำสีเข้มข้นกว่าการสกัดจากดอกดาวเรืองสด 1 เท่า และมากกว่าดอกดาวเรืองตากแห้ง 5 เท่า เมื่อใช้อัตราส่วนที่เท่ากัน การย้อมเส้นไหมด้วยน้ำสีที่สกัดจากดอกดาวเรือง ดอกดาวเรืองแห้ง 1.2 กิโลกรัม สามารถย้อมเส้นไหมได้ 1 กิโลกรัม ใช้วิธีการต้มเพื่อสกัดน้ำสีนาน 1 ชั่วโมง กรองใช้เฉพาะน้ำ ย้อมด้วย

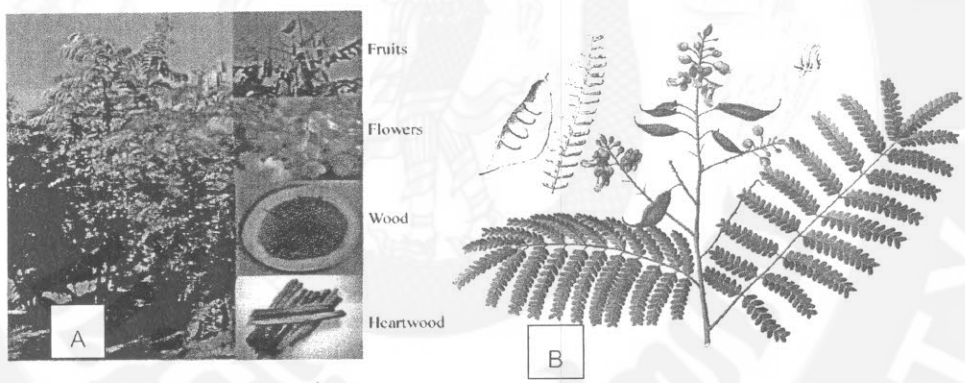
กรรมวิธีการย้อมร้อน หลังจากนั้นนำเส้นไหมมาแช่ในสารละลาย 1% สารส้ม จะได้เส้นไหมสีเหลืองทอง สีที่ได้เป็นสีเหลืองทอง

คุณภาพสี :ดาวเรือง / จุนสี มีระดับความคงทนต่อการซัก : 4 , ระดับความคงทนต่อแสง : 6

ภาพที่ 7 ดอกดาวเรือง (A) ที่มา http://www.feedipedia.org/node/90) (B) (ที่มาhttp://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tagetes_erecta_Blanco2.404b-cropped.jpg)

ฝาง [7] [*Caesalpiniasappan* Linn.] อยู่ในวงศ์ LEGUMINOSAE-CAESALPINOIDEAE ชื่อสามัญคือ Sappan tree ชื่อท้องถิ่นเรียกฝางเสน ฝางส้ม ง้าย หนามโค้ง โซปั้ก ลักษณะเป็นไม้ยืนต้นที่มีขนาดกลาง ตามลำต้นและกิ่งก้านจะมีหนาม ซึ่งโคนหนามนี้พองคล้ายกับฐานนม ใบ เป็นไม้ใบรวม ลักษณะการเรียงใบคล้ายกับใบหางนกยูงไทย มีสีเขียว ดอกออกเป็นช่ออยู่ตรงส่วนยอดของต้น ดอกมีสีเหลืองกลางดอกเป็นสีแดง ผลเป็นฝักรูปสี่เหลี่ยม แข็ง สีน้ำตาลเข้ม และที่ผิวฝักจะมีลายจุด ๆ แต้มอยู่ ซึ่งรูปร่างนั้นจะคล้ายกับถั่วแปบ ฝักของฝางนี้มีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดแก่นสีเหลืองเรียกว่า "ฝางส้ม" และ แก่นสีแดงเข้มเรียกว่า "ฝางเสน" ตรงปลายฝักนี้จะยาวแหลมยื่นออกมาเล็กน้อย

การใช้ประโยชน์ในการย้อมสีการย้อมสีเส้นใยด้วยฝาง ส่วนที่ใช้คือ แก่นต้น โดยใช้วิธีการต้มเพื่อสกัดสี ในอัตราส่วนต่อน้ำ 1:10 แก่นฝาง 3 กิโลกรัม ย้อมเส้นใยได้ 1 กิโลกรัม ย้อมด้วยกรรมวิธีย้อมร้อน โดยใช้น้ำใบเหมือดแอ 1 ส่วน ผสมกับสีจากฝาง 2 ส่วน ย้อมนาน 1 ชั่วโมง หลังย้อมนำเส้นใยมาแช่ในสารละลายช่วยติดสี นั่นคือ สารส้ม จะได้เส้นใยสีส้มแดง คุณภาพของสีมีความคงทนต่อการซักและแสงในระดับต่ำ การย้อมเส้นใยจากน้ำสีของฝางเพียงอย่างเดียวโดยไม่ใช้น้ำใบเหมือดแอจะได้เส้นใยสีส้มอ่อน มีคุณภาพของสีคงทนต่อการซักและแสงในระดับปานกลาง สำหรับการย้อมเส้นใยด้วยสีที่สกัดจากผลฝางหรือฝักฝาง จะสกัดสีด้วยวิธีการต้มกับน้ำในอัตราส่วน 1:2 นาน 1 ชั่วโมง กรองใช้เฉพาะน้ำสี ฝักฝาง 15 กิโลกรัม สามารถย้อมสีเส้นใยได้ 1 กิโลกรัม ย้อมเส้นใยด้วยกรรมวิธีย้อมร้อน หลังย้อมแช่สารละลายสารช่วยติดสีจุนสี จะได้เส้นใยสีน้ำตาล



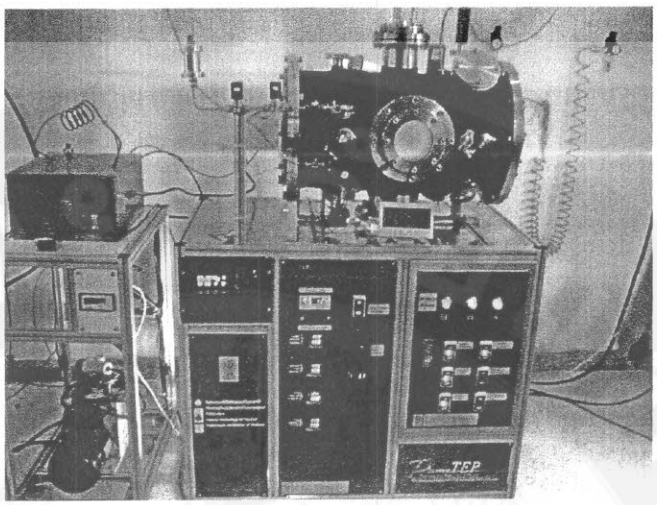
ภาพที่ 8 ฝาง (*Caesalpiniasappan* Linn)

(ภาพA (ที่มา: http://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1995764515000541-gr1.jpg) ภาพB:(ที่มา:http://stuartxchange.com/Sapan.html)

5. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

5.1หาค่าตัวแปรและพลาสมาที่เหมาะสม (plasma process) ในการประยุกต์พลาสมากับสิ่งทอ

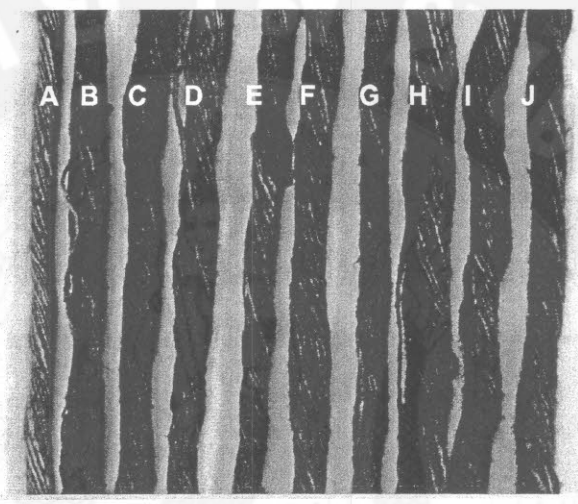
การศึกษาหากระบวนการทางพลาสมาที่เหมาะสม (plasma process) สำหรับในเรื่องของการทำให้เส้นใยหรือสิ่งทอมีคุณสมบัติที่ดีในเรื่องของการย้อมติดสีธรรมชาติ และผลที่ได้จากงานวิจัยจะเป็นการช่วยในการพัฒนาต้นแบบของแหล่งกำเนิดพลาสมาระดับความดันบรรยากาศ ในการศึกษาเริ่มต้นของงานวิจัยนี้ได้เริ่มต้นจากการใช้ระบบพลาสมาระดับความดันต่ำ เพื่อใช้การศึกษาหากระบวนการทางพลาสมา (plasma process) ซึ่งในการศึกษาและปรับปรุงคุณภาพผิวของสิ่งทอและเส้นใยธรรมชาติ ให้มีคุณสมบัติในการช่วยในการติดย้อมสีธรรมให้ทนนานโดยการผ่านกระบวนการประยุกต์พลาสมา (จากขบวนการ Capacitively Coupled Plasma, CCP) ลงบนผิวนั้น ในเบื้องต้นจะเป็นการทดลองโดยการประยุกต์ใช้กับแหล่งกำเนิดพลาสมาความดันต่ำ (low pressure plasma, LPP) ซึ่งมีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการพลาสมาอุณหภูมิต่ำ อาคารกิตติพงษ์ วุฒิจำนง มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่โดยนำสิ่งทอหรือเส้นใยที่ผ่านการประยุกต์โดยพลาสมา (LPP) นำมาทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางฟิสิกส์ (physical properties) และนอกจากนั้นก็ยังนำไปเปรียบเทียบกับผลของการย้อมด้วยสีธรรมชาติ เทียบกับสิ่งทอหรือเส้นด้ายที่ไม่ผ่านการประยุกต์ด้วยพลาสมาอีกครั้งหนึ่ง



ภาพที่ 9 แสดงการเรืองแสงของพลาสมา (CCP) จากชุดเครื่องกำเนิดพลาสมา (LPPS)เพื่อใช้ในการศึกษาขบวนการทางพลาสมาโดยเฉพาะ

ผลจากการศึกษาเบื้องต้น ในการทดสอบการอาบพลาสมาในสภาวะต่างๆ ของเส้นใยธรรมชาติ (ฝ้าย) ในการติดสีย้อมด้วยธรรมชาติ ผลจากการศึกษาปรากฏว่าเส้นใยที่ผ่านการอาบพลาสมาจะใช้ระยะเวลาในการดูดซึมน้ำได้เร็วประมาณ 1 วินาที ซึ่งจะต่างจากเส้นใยที่ไม่ผ่านการอาบพลาสมาจะใช้เวลาประมาณ 250-320 วินาที โดยปริมาณหยดน้ำขนาด 20 µl ซึ่งเกิดจากกระบวนการอาบพลาสมาในสภาวะก๊าซต่างๆ จะไปเพิ่มหมู่ -OH ที่ผิวของเส้นใยสิ่งทอ และไปทำลายสารเคลือบผิวของสิ่งทอทำให้การดูดซึมน้ำได้เร็วขึ้น เมื่อนำเส้นด้ายที่ได้ทำการอาบพลาสมาไปทำการย้อมด้วยสีธรรมชาติ (ฮ่อม) ที่ pH 10.52 อุณหภูมิ 29°C ย้อม 5 ครั้ง (Dye Hom 5 time) พบว่า ผ้า และเส้นด้ายที่ผ่านการอาบพลาสมาโดยใช้ก๊าซ Air ที่พลังงาน 60W (**ภาพที่ 9** ตัวอย่าง C)

20นาที ความดัน 1.4×10^{-1} Torr การดูดซึมของสีจะมากกว่าก๊าซชนิดอื่น และค่าความนุ่มของผ้า และเส้นด้ายอยู่ที่ระดับ 3 และ 4 เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นด้ายที่ไม่ผ่านการอาบพลาสมาซึ่งมีค่าเท่ากับ 0 (เนื้อจากเป็นผ้าดิบ)



ภาพที่ 10 แสดงการติดสีของของเส้นด้ายในแต่ละสภาวะพลาสมา A= Control, B= P60O_2, C= P60Air, D=P60Ar, E=P80O_2, F=P80Air, G=P80Ar, H=P100O_2, I=P100Air และ J=P100Ar

5.2 การย้อมสีธรรมชาติ

ในการผลิตสิ่งทอระดับชุมชน ขั้นตอนการย้อมมักพบว่ามีปัญหาด้านคุณภาพการย้อมอยู่เสมอ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นร่วมกับผู้ผลิตสิ่งทอระดับชุมชนพบว่า ยังขาดความใส่ใจในการควบคุมคุณภาพ ใช้ความชำนาญในการย้อมซึ่งขาดการควบคุมปริมาณวัตถุดิบ การชั่ง ตวง วัด เพื่อเป็นตัวควบคุมคุณภาพเบื้องต้น จึงทำให้คุณภาพการย้อมทั่วไปไม่ดีนัก สิ่งที่มีผลต่อคุณภาพการย้อมสีธรรมชาติในการย้อมระดับชุมชน ได้แก่ คุณภาพของสิ่งทอ วัตถุดิบตั้งต้นที่ส่งผลต่อคุณภาพการย้อม การเตรียมก่อนการย้อม คุณภาพของสีย้อม อัตราส่วนผสม ปริมาณสี อุณหภูมิ เป็นต้น

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ขั้นตอนการย้อมสีธรรมชาติ

5.2.1การทำความสะอาดเส้นด้าย

วัสดุอุปกรณ์

1. เส้นด้ายเฮมพ์

2. สบู่ก้อนที่ไม่มีน้ำหอม สารเพิ่มความขาว หรือสารปรุงแต่งอื่น ๆ เช่น สบู่ซัลไลต์ หรือสบู่ไลม์ โดยขูด ให้เป็นเกล็ดหรือหั่นเป็นฝอย เพื่อช่วยให้ละลายง่าย

<u>วิธีที่ 1</u>หากเส้นด้ายสะอาดดีแล้ว ทำความสะอาดโดยการซักด้วยน้ำเปล่า น้ำสบู่ หรือผงซักฟอกเพื่อขจัดฝุ่น ละอองออกที่ยังหลงเหลือออกให้หมด หรือหากยังมีสิ่งสกปรกเล็กน้อยให้ต้มในน้ำอุ่น (ไม่ต้องเดือดจัด) ใส่ ผงซักฟอกหรือสบู่ซักผ้าเล็กน้อยเพื่อขจัดทั้งฝุ่นละอองและไขมันบนเส้นด้ายออก เพื่อช่วยให้การย้อมติดสีได้ดีและสม่ำเสมอยิ่งขึ้น ต้มเป็นเวลา 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง นำเส้นด้ายขึ้นแล้วล้างสบู่ออกให้หมด ด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง และบิดเส้นด้ายฝ้ายให้พอหมาดๆ แล้วตากในที่ร่ม หรือผึ่งลมให้แห้ง

<u>วิธีที่ 2</u>หากเป็นเส้นด้ายที่มีสิ่งสกปรกหรือฝุ่นละอองมาก ทำความสะอาดโดยผสมสบู่ซักผ้าที่หั่นเป็นชิ้น เล็กๆ กับผงโซดาแอช (โซดาซักผ้า, Na_2CO_3) ในบีกเกอร์ที่ใส่น้ำตามอัตราส่วน (เส้นด้าย 50 กรัม : สบู่ 5 กรัม : โซดาแอช 8 กรัม : น้ำ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตรหรือ ด้าย 10 ไจ : สบู่ลาย 11 ช้อนปาด : โซดาแอช 17 ช้อนปาด : น้ า 8 ลิตร) แล้วต้มของผสมจนได้สารละลายที่ใส ใส่เส้นด้ายฝ้ายที่ต้องการทำ ความสะอาดลงไป ต้มต่อไปอีกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำเส้นด้ายล้างสบู่ออกให้หมดด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง และบิดเส้นด้ายฝ้ายให้พอหมาดๆ แล้วตากในที่ร่ม หรือผึ่งลมให้แห้ง

5.2.2 ขั้นตอนการสกัด และย้อมสีธรรมชาติจากดอกดาวเรือง แก่นฝาง และห้อม

ขั้นตอนการย้อมหม้อห้อมธรรมชาติ

- การเตรียมเนื้อห้อมเปียก (indigo paste) โดยการการนำส่วนใบและกิ่งก้านที่มีอายุ 6 – 8 เดือนขึ้นไป มาแช่ด้วยน้ำสะอาดพอท่วมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือมากกว่าหากอากาศเย็น แยกเศษใบของห้อมออก กรองเอาส่วนของน้ำที่หมักไปตีผสมกับปูนขาวในปริมาณที่เหมาะสม แล้วปล่อยให้ตกตะกอน กรองเอาน้ำออก จะได้เนื้อครามเป็นตะกอนข้นเหนียวเหมือนโคลน (paste)

ภาพที่11 การเตรียมเนื้อสี (indigo paste)

- การเตรียมสีย้อมห้อมธรรมชาติ (การก่อหม้อห้อม) วัตถุดิบ คือเนื้อห้อมเปียก น้ำขี้เถ้า น้ำมะขามเปียก ปูนขาว ผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสม pH ของน้ำย้อมเบื้องต้นประมาณ 12 – 13 และใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนอินดิโกให้อยู่ในรูปที่พร้อมย้อม โดยหม้อห้อมที่พร้อมย้อมนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาวะที่เหมาะสมโดยอาจวัดจากค่า pH ที่ลดลงจากเริ่มต้นเหลือประมาณ 10-11 หรือสังเกตจากสีของน้ำย้อมซึ่งน้ำย้อมที่เหมาะสมคือสีเขียวปนเหลือง

ภาพที่ 12 ขั้นตอนการก่อหม้อห้อม

- การย้อม (ย้อมเย็น) จุ่มเส้นใยที่ทำความสะอาดแล้วและแช่น้ำทิ้งไว้หนึ่งคืน ลงไปในหม้อห้อมที่เตรียมไว้ และนำขึ้นมาสบัดเพื่อให้สัมผัสกับอากาศ เกิดการออกซิไดส์ ทำให้สีย้อมเปลี่ยนรูปกลับมาเป็นอินดิโกบลู ให้สารสีน้ำเงินติดอยู่ในเส้นใย

ภาพที่ 13 การย้อมสีหม้อห้อมธรรมชาติ

การย้อมสีเหลืองจากดาวเรือง

- **การเตรียมสีเหลืองจากดอกดาวเรือง**
  - ชั่งน้ำหนักดอกดาวเรือง1 กิโลกรัม (น้ำหนักสด) นึ่ง 30 นาที (จะให้ความเข้มข้นสีได้มากกว่าดาวเรืองสด 1 เท่า
  - นำดาวเรืองที่นึ่งแล้วมาต้มเพื่อสกัดน้ำสี 1 ชั่วโมง กรองเอากากออกใช้เฉพาะน้ำสี
  - ย้อมด้วยกรรมวิธีการย้อมร้อน คือนำเส้นด้ายเฮมพ์มาแช่ในน้ำสี ให้สามารถดูดสีได้สม่ำเสมอ
  - หลังจากนั้นนำเส้นด้ายเฮมพ์มาแช่ในสารละลาย 1 % สารส้ม (มอร์แดนท์)
  - ล้างและซักสีส่วนเกิน นำมาผึ่งในที่ร่ม

ภาพที่14 ดอกดาวเรืองสด และดอกดาวเรืองนึ่งก่อนนำไปต้มสกัดสี

- **การย้อมสีแดงจากฝาง**
  - การต้มเพื่อสกัดสี ในอัตราส่วนฝางต่อน้ำ 1:10 แก่นฝาง 3 กิโลกรัม ย้อมเส้นใยได้ 1 กิโลกรัม
  - หลังย้อมนำเส้นใยมาแช่ในสารละลายช่วยติดสี นั่นคือ สารส้ม จะได้เส้นใยสีส้มแดง

ภาพที่ 15 การต้มเพื่อสกัดสีจากแก่นฝาง

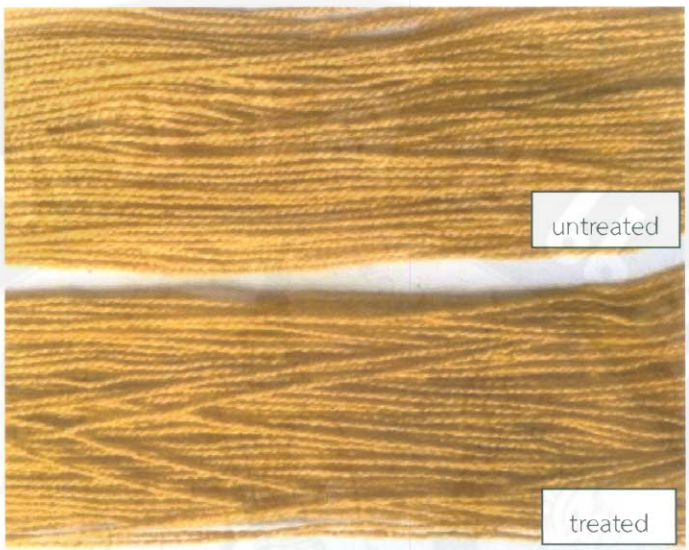
6.ผลการทดลอง

6.1 การปรับปรุงผิวเส้นใยเฮมพ์ด้วยพลาสมา

- ผ่านพลาสมาความดันต่ำบนเส้นด้ายฝ้ายที่ทำความสะอาดแล้ว โดยใช้พลาสมาออกซิเจน เป็นเวลา 30 นาที
- แช่เส้นด้ายก่อนย้อม เปรียบเทียบผลการดูดซึมน้ำเบื้องต้นในกระบวนการแช่น้ำ
- ทำการย้อมเส้นด้ายด้วยสีธรรมชาติจากดาวเรือง ห้อม ฝาง

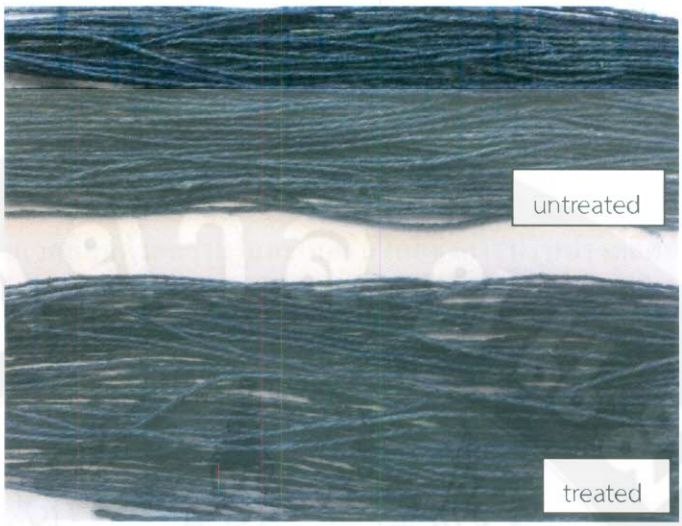
ภาพที่ 16 แสดงการปรับปรุงผิวเส้นด้ายเฮมพ์โดยการใช้พลาสมาออกซิเจน

6.2 ผลการการย้อมสีเหลืองจากดอกดาวเรือง แก่นฝาง และห้อม



ภาพที่ 17 ภาพเส้นด้ายเฮมพ์ที่ผ่านการใช้พลาสมาและไม่ผ่านพลาสมาย้อมด้วยสีดาวเรือง

ภาพที่ 18 ภาพเส้นด้ายเฮมพ์ที่ผ่านการใช้พลาสมาและไม่ผ่านพลาสมาย้อมด้วยสีแก่นฝาง



ภาพที่ 19 ภาพเส้นด้ายเฮมพ์ที่ผ่านการใช้พลาสมาและไม่ผ่านพลาสมาย้อมด้วยสีห้อม

7. วิจารณ์ผลการวิจัย

การนำเทคโนโลยีพลาสมามาประยุกต์ใช้กับเส้นด้ายเฮมพ์ เพื่อย้อมสีธรรมชาติ ได้ข้อสรุปของผลวิจัยที่น่าสนใจเป็นไปไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จากการวิเคราะห์ผลทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้นพบว่าเทคโนโลยีพลาสมาเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงการค้าต่อไปโดยต้องมีการศึกษาผลด้านอื่นๆร่วมด้วย รวมถึงคำนึงถึงผลตอบแทนการลงทุนอีกด้วย และจากการศึกษาการย้อมสีธรรมชาติ จะเกิดปัญหาในด้านการควบคุมคุณภาพการย้อม และวัตถุดิบซึ่งแต่ละฤดูการให้สีที่มีคุณภาพแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของสีย้อมได้ อีกทั้งการขาดแคลนวัตถุดิบสีธรรมชาติต่างๆ ทั้งห้อม คราม ดอกดาวเรือง และแก่นฝาง บางฤดูกาลหาได้ยาก และมีราคาแพง บางฤดูกาลการย้อมสีห้อมไม่สมบูรณ์เนื่องจากสภาพอากาศ ส่งผลต่อผลผลิตห้อมขาดแคลน ทำให้การวิจัยล่าช้าจนส่งผลต่อการเบิกจ่ายงบประมาณไม่ต่อเนื่อง ทำให้การวิจัยไม่สมบูรณ์ในบางส่วน

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 แสดง The NBS/IBCC Color System

Red, Pink			
1 Vivid Pink	1r 8.0 13.0	#FF7E93	
2 Strong Pink	1.2r 6.9 8.2	#FD7B7C	
3 Deep Pink	2.1r 6.0 11.1	#F3545E	
4 Light Pink	2.6r 8.5 4.0	#FFBCAD	
5 Moderate Pink	2.8r 7.2 5.3	#EE9086	
6 Dark Pink	2.7r 5.9 6.1	#C76864	
7 Pale Pink	2.0r 8.7 2.1	#FFCBBB	
8 Grayish Pink	2.6r 7.2 2.3	#CF9B8F	
9 Pinkish White	5.8r 9.0 0.8	#F9DBC8	
10 Pinkish Gray	9.8r 7.4 1.0	#C8A696	
11 Vivid Red	5.0r 3.9 15.4	#C10020	
12 Strong Red	4.0r 4.4 12.1	#BF2233	
13 Deep Red	5.1r 2.8 10.1	#7B001C	
14 Very Deep Red	6.5r 1.7 8.4	#4F0014	
15 Moderate Red	3.8r 4.4 9.1	#AB343A	
16 Dark Red	4.0r 2.8 6.8	#681C23	
17 Very Dark Red	2.0r 1.2 4.8	#320A18	
18 Light Grayish Red	5.3r 5.9 3.5	#B17267	
19 Grayish Red	4.0r 4.4 4.8	#8C4743	
20 Dark Grayish Red	2.9r 2.7 2.1	#482A2A	
21 Blackish Red	3.9r 0.8 1.7	#1F0E11	
22 Reddish Gray	7.0r 5.4 1.3	#8B6C62	
23 Dark Reddish Gray	6.0r 3.4 1.0	#523C36	
24 Reddish Black	2.0r 0.9 0.9	#1E1112	

ตารางที่ 2 แสดง The NBS/IBCC Color System (ต่อ)

Yellowish Pink			
25 Vivid Yellowish Pink	8.0r 8.0 13.0	#FF845C	
26 Strong Yellowish Pink	8.4r 7.0 9.5	#FF7A5C	
27 Deep Yellowish Pink	5.5r 5.8 12.1	#F64A46	
28 Light Yellowish Pink	1.9yr 8.2 4.6	#FFB28B	
29 Moderate Yellowish Pink	0.7yr 7.2 4.9	#EE9374	
30 Dark Yellowish Pink	7.0r 6.0 6.1	#CC6C5C	
31 Pale Yellowish Pink	4.2yr 8.6 2.2	#FFC8A8	
32 Grayish Yellowish Pink	1.3yr 7.2 2.4	#D39B85	
Reddish Orange, Reddish Brown			
33 Brownish Pink	7.0yr 7.1 2.3	#CD9A7B	
34 Vivid Reddish Orange	9.8r 5.4 14.5	#F13A13	
35 Strong Reddish Orange	9.3r 5.4 12.2	#FFB961	
36 Deep Reddish Orange	9.2r 3.9 12.1	#A91D11	
37 Moderate Reddish Orange	9.3r 5.5 9.2	#D35339	
38 Dark Reddish Orange	9.3r 4.0 9.1	#9B2F1F	
39 Grayish Reddish Orange	0.4yr 5.4 6.2	#B85D43	
40 Strong Reddish Brown	0.3yr 3.1 9.9	#7F180D	
41 Deep Reddish Brown	1.6yr 1.5 8.3	#490005	
42 Light Reddish Brown	0.5yr 5.5 4.1	#AA6651	
43 Moderate Reddish Brown	9.0r 3.4 5.2	#712F26	
44 Dark Reddish Brown	9.6r 1.3 3.6	#321011	
45 Light Grayish Reddish Brown	2.9yr 5.4 2.3	#966A57	
46 Grayish Reddish Brown	9.0r 3.4 2.4	#5E3830	
47 Dark Grayish Reddish Brown	9.0r 2.0 2.0	#371F1C	

ตารางที่ 3 แสดง The NBS/IBCC Color System (ต่อ)

	Orange Brown		
48 Vivid Orange	4.1yr 6.5 15.0	#FF6800	
49 Brilliant Orange	4.0yr 9.0 12.0	#FFB841	
50 Strong Orange	4.3yr 6.5 12.2	#FF6F1A	
51 Deep Orange	4.1yr 5.1 11.3	#C34D0A	
52 Light Orange	4.8yr 7.8 7.2	#FFA161	
53 Moderate Orange	4.6yr 6.5 8.2	#E8793E	
54 Brownish Orange	4.1yr 5.0 8.0	#B15124	
55 Strong Brown	4.6yr 3.5 7.6	#753313	
56 Deep Brown	5.6yr 2.4 5.2	#4D220E	
57 Light Brown	5.4yr 5.4 4.8	#A86540	
58 Moderate Brown	5.6yr 3.5 3.9	#673923	
59 Dark Brown	5.3yr 1.6 3.4	#35170C	
60 Light Grayish Brown	6.4yr 5.4 2.2	#946B54	
61 Grayish Brown	5.5yr 3.5 1.8	#5A3D30	
62 Dark Grayish Brown	5.5yr 2.0 1.5	#32221A	
63 Light Brownish Gray	7.0yr 5.4 1.2	#8B6D5C	
64 Brownish Gray	5.65r 3.4 0.9	#503D33	
65 Brownish Black	7.8yr 0.6 0.9	#140F0B	

ตารางที่ 4 แสดง The NBS/IBCC Color System (ต่อ)

Orange Yellow, Yellowish Brown			
66 Vivid Orange Yellow	8.6yr 7.3 15.2	#FF8E00	
67 Brilliant Orange Yellow	0.1y 8.1 10.5	#FFB02E	
68 Strong Orange Yellow	9.1yr 7.1 11.6	#FF8E0D	
69 Deep Orange Yellow	8.6yr 6.0 12.1	#D76E00	
70 Light Orange Yellow	9.4yr 8.3 6.8	#FFB961	
71 Moderate Orange Yellow	8.7yr 7.2 8.3	#F7943C	
72 Dark Orange Yellow	9.3yr 6.0 7.9	#C37629	
73 Pale Orange Yellow	9.2yr 8.7 4.4	#FFCA86	
74 Strong Yellowish Brown	8.8yr 4.6 8.5	#95500C	
75 Deep Yellowish Brown	8.8yr 3.1 5.0	#593315	
76 Light Yellowish Brown	8.7yr 6.5 5.0	#BB8B54	
77 Moderate Yellowish Brown	9.5yr 4.4 3.9	#7D512D	
78 Dark Yellowish Brown	9.4yr 2.3 3.3	#3F2512	
79 Light Grayish Yellowish Brown	9.7yr 6.4 2.5	#B48764	
80 Grayish Yellowish Brown	9.5yr 4.6 2.1	#785840	
81 Dark Grayish Yellowish Brown	8.8yr 2.5 1.6	#3D2B1F	

ตารางที่ 5 แสดง The NBS/IBCC Color System (ต่อ)

Yellow, Olive Brown			
82 Vivid Yellow	3.3y 8.0 14.3	#FFB300	
83 Brilliant Yellow	4.4y 8.7 8.9	#FFCF40	
84 Strong Yellow	3.7y 7.2 9.3	#E59E1F	
85 Deep Yellow	3.7y 5.9 9.1	#B57900	
86 Light Yellow	4.3y 8.8 6.8	#FFD35F	
87 Moderate Yellow	3.8y 7.1 6.5	#D79D41	
88 Dark Yellow	3.9y 6.0 6.4	#B07D2B	
89 Pale Yellow	4.7y 9.0 3.8	#FFDB8B	
90 Grayish Yellow	4.4y 7.2 3.8	#CEA262	
91 Dark Grayish Yellow	3.8y 5.9 4.0	#A47C45	
92 Yellowish White	4.5y 9.2 1.2	#FFE2B7	
93 Yellowish Gray	3.8y 7.4 1.4	#CAA885	
94 Light Olive Brown	2.1y 4.9 7.9	#945D0B	
95 Moderate Olive Brown	2.7y 3.6 5.5	#64400F	
96 Dark Olive Brown	2.0y 1.9 2.2	#302112	

ตารางที่ 6 แสดง The NBS/IBCC Color System (ต่อ)

Greenish Yellow, Olive			
97 Vivid Greenish Yellow	9.1y 8.2 12.0	#F4C800	
98 Brilliant Greenish Yellow	9.8y 8.8 9.5	#FFDC33	
99 Strong Greenish Yellow	9.2y 7.2 9.2	#CCA817	
100 Deep Greenish Yellow	9.2y 5.9 9.2	#9F8200	
101 Light Greenish Yellow	9.8y 8.9 7.0	#FFDE5A	
102 Moderate Greenish Yellow	9.5y 7.1 6.5	#C4A43D	
103 Dark Greenish Yellow	9.4y 5.9 6.3	#9B8127	
104 Pale Greenish Yellow	9.5y 9.0 4.2	#FFDF84	
105 Grayish Greenish Yellow	9.0y 7.2 3.9	#C4A55F	
106 Light Olive	8.2y 5.1 5.6	#846A20	
107 Moderate Olive	7.6y 3.8 5.4	#5E490F	
108 Dark Olive	8.9y 2.4 3.1	#362C12	
109 Light Grayish Olive	7.85y 5.5 2.5	#8B734B	
110 Grayish Olive	8.0y 3.6 2.0	#52442C	
111 Dark Grayish Olive	9.7y 2.0 1.8	#2B2517	
112 Light Olive Gray	6.9y 5.5 1.3	#887359	
113 Olive Gray	8.1y 3.5 0.9	#4D4234	
114 Olive Black	9.0y 1.1 0.9	#121910	
Yellow Green, Olive Green			
115 Vivid Yellowish Green	5.4gy 6.8 11.2	#93AA00	
116 Brilliant Yellow Green	4.9gy 8.2 9.1	#CED23A	
117 Strong Yellow Green	5.4gy 6.0 8.7	#7F8F18	
118 Deep Yellow Green	7.4gy 4.2 7.1	#425E17	
119 Light Yellow Green	5.0gy 8.4 5.6	#DCD36A	
120 Moderate Yellow Green	4.8gy 6.0 5.0	#8B8940	
121 Pale Yellowish Green	3.4gy 8.7 2.4	#F0D698	
122 Grayish Yellowish Green	4.4gy 6.0 2.3	#90845B	
123 Strong Olive Green	4.0gy 3.0 11.0	#0A4500	
124 Deep Olive Green	4.0gy 1.5 11.0	#142300	
125 Moderate Olive Green	5.7gy 3.6 4.8	#434B1B	
126 Dark Olive Green	8.0gy 2.2 3.6	#232C16	
127 Grayish Olive Green	4.6gy 3.5 2.0	#48442D	
128 Dark Grayish Olive Green	5.4gy 2.0 1.8	#27261A	
129 Vivid Yellowish Green	1.1g 5.9 11.2	#379931	

ตารางที่ 7 แสดง The NBS/IBCC Color System (ต่อ)

Yellowish Green			
130 Brilliant Yellowish Green	0.3g 7.7 8.6	#8CCB5E	
131 Strong Yellowish Green	0.4g 5.4 8.7	#478430	
132 Deep Yellowish Green	0.9g 3.5 9.0	#00541F	
133 Very Deep Yellowish Green	10.0gy 1.5 11.0	#002800	
134 Very Light Yellowish Green	0.2g 8.6 4.6	#C6DF90	
135 Light Yellowish Green	0.7g 7.4 5.2	#007BA7	
136 Moderate Yellowish Green	0.5g 5.5 4.8	#657F4B	
137 Dark Yellowish Green	0.6g 3.5 5.0	#304B26	
138 Very Dark Yellowish Green	0.3g 1.8 4.3	#132712	
Green			
139 Vivid Green	3.2g 4.9 11.1	#007D34	
140 Brilliant Green	6.2g 6.5 8.3	#47A76A	
141 Strong Green	5.8g 4.4 8.7	#006B3C	
142 Deep Green	5.1g 3.0 8.1	#004524	
143 Very Light Green	6.5g 7.8 4.9	#98C793	
144 Light Green	6.0g 6.4 5.1	#719B6E	
145 Moderate Green	6.3g 4.5 5.1	#386646	
146 Dark Green	6.6g 2.8 4.6	#203A27	
147 Very Dark Green	8.0g 1.8 3.0	#16251C	
148 Very Pale Green	7.3g 8.8 1.9	#D8DEBA	
149 Pale Green	7.6g 6.4 1.7	#8D917A	
150 Grayish Green	8.8g 4.5 1.8	#575E4E	
151 Dark Greenish Yellowish Green	1.0bg 2.9 1.8	#313830	
152 Blackish Green	10.0g 1.0 1.4	#141613	
153 Greenish White	10.0g 9.2 0.8	#F5E6CB	
154 Light Greenish Gray	3.0g 7.5 0.9	#BAAF96	
155 Greenish Gray	7.5g 5.5 1.0	#7A7666	
156 Dark Greenish Gray	1.5bg 3.5 0.9	#45433B	
157 Greenish Black	8.7g 1.0 0.7	#181513	

ตารางที่ 8 แสดง The NBS/IBCC Color System (ต่อ)

	Bluish Green		
158 Vivid Bluish Green	5.0bg 5.0 13.0	#00836E	
159 Brilliant Bluish Green	2.9bg 6.0 9.6	#009B76	
160 Strong Bluish Green	4.6bg 4.5 8.5	#006D5B	
161 Deep Bluish Green	2.8bg 2.4 8.3	#00382B	
162 Very Light Bluish Green	4.4bg 8.3 4.6	#A0D6B4	
163 Light Bluish Green	4.6bg 6.5 4.9	#669E85	
164 Moderate Bluish Green	4.6bg 4.5 5.0	#2F6556	
165 Dark Bluish Green	4.9bg 2.7 5.0	#013A33	
166 Very Dark Bluish Green	3.6bg 1.2 4.0	#001D18	
167 Vivid Greenish Blue	5.0b 5.0 13.0	#007BA7	
	Greenish Blue		
168 Brilliant Greenish Blue	4.6b 5.9 7.7	#2A8D9C	
169 Strong Greenish Blue	4.9b 4.5 8.4	#00677E	
170 Deep Greenish Blue	5.0b 5.0 13.0	#007BA7	
171 Very Light Greenish Blue	4.0b 8.0 4.0	#A3C6C0	
172 Light Greenish Blue	4.5b 6.5 5.4	#649A9E	
173 Moderate Greenish Blue	4.7b 4.5 5.2	#30626B	
174 Dark Greenish Blue	3.7b 2.7 5.0	#003841	
175 Very Dark Greenish Blue	5.0b 1.5 3.6	#022027	

ตารางที่ 9 แสดง The NBS/IBCC Color System (ต่อ)

Blue			
176 Vivid Blue	5.0b 5.0 14.0	#007CAD	
177 Brilliant Blue	1.6pb 5.9 9.4	#4285B4	
178 Strong Blue	2.9pb 4.1 10.4	#00538A	
179 Deep Blue	2.8pb 2.5 7.9	#002F55	
180 Very Light Blue	2.7pb 7.9 6.0	#A6BDD7	
181 Light Blue	1.6pb 6.4 6.9	#6C92AF	
182 Moderate Blue	3.0pb 4.3 6.8	#395778	
183 Dark Blue	2.2pb 1.7 5.5	#002137	
184 Very Pale Blue	1.5pb 8.3 3.3	#C1CACA	
185 Pale Blue	0.6pb 6.5 2.6	#919192	
186 Grayish Blue	0.2pb 4.2 3.0	#4A545C	
187 Dark Grayish Blue	9.2b 2.7 2.0	#2C3337	
188 Blackish Blue	9.8b 1.3 1.5	#161A1E	
189 Bluish White	9.2b 9.1 1.2	#F9DFCF	
190 Light Bluish Gray	8.2b 7.5 1.0	#BEADA1	
191 Bluish Gray	8.9b 5.5 0.9	#7D746D	
192 Dark Bluish Gray	0.3pb 3.6 1.1	#464544	
193 Bluish Black	9.6b 1.1 0.8	#151719	
Purplish Blue			
194 Very Purplish Blue	7.8pb 2.0 12.5	#20155E	
195 Brilliant Purplish Blue	7.3pb 5.1 9.0	#62639B	
196 Strong Purplish Blue	8.0pb 4.0 10.9	#474389	
197 Deep Purplish Blue	7.8pb 1.5 8.0	#1A153F	
198 Very Light Purplish Blue	7.4pb 7.6 5.2	#BAACC7	
199 Light Purplish Blue	7.3pb 6.0 6.5	#837DA2	
200 Moderate Purplish Blue	7.9pb 3.5 6.5	#423C63	
201 Dark Purplish Blue	8.0pb 1.3 4.3	#1A162A	
202 Very Pale Purplish Blue	7.0pb 8.0 3.7	#CBBAC5	
203 Pale Purplish Blue	7.0pb 6.0 3.9	#8A7F8E	
204 Grayish Purplish Blue	6.9pb 3.4 3.8	#413D51	

ตารางที่ 10 แสดง The NBS/IBCC Color System (ต่อ)

	Violet		
205 Vivid Violet	2.0p 5.0 14.0	#884BAE	
206 Brilliant Violet	9.9pb 5.1 9.4	#755D9A	
207 Strong Violet	0.2p 3.7 10.1	#53377A	
208 Deep Violet	1.1p 1.2 8.6	#240935	
209 Very Light Violet	2.0p 8.5 7.0	#EEBEF1	
210 Light Violet	0.5p 5.6 7.1	#876C99	
211 Moderate Violet	1.4p 3.6 7.0	#543964	
212 Dark Violet	1.4p 1.3 4.9	#22132B	
213 Very Pale Violet	9.7pb 7.9 3.7	#D8B1BF	
214 Pale Violet	1.3p 6.0 4.0	#957B8D	
215 Grayish Violet	1.2p 3.3 3.9	#46394B	
	Purple		
216 Vivid Purple	6.0p 4.5 14.0	#943391	
217 Brilliant Purple	6.0p 7.0 11.0	#DD80CC	
218 Strong Purple	6.5p 4.3 9.2	#803E75	
219 Deep Purple	6.3p 2.7 9.1	#531A50	
220 Very Deep Purple	5.0p 1.5 8.0	#320B35	
221 Very Light Purple	6.5p 7.8 5.1	#E3A9BE	
222 Light Purple	6.2p 6.5 6.5	#BA7FA2	
223 Moderate Purple	6.6p 4.5 7.1	#7F4870	
224 Dark Purple	6.3p 2.8 4.9	#472A3F	
225 Very Dark Purple	6.9p 1.0 4.5	#230D21	
226 Very Pale Purple	5.5p 8.2 3.2	#E6BBC1	
227 Pale Purple	7.9p 6.4 3.1	#AE848B	
228 Grayish Purple	8.1p 4.5 2.7	#72525C	
229 Dark Grayish Purple	0.5rp 2.8 2.0	#452D35	
230 Blackish Purple	0.8rp 0.9 1.6	#1D1018	
231 Purplish White	2.5rp 9.0 0.8	#EADBC8	
232 Light Purplish Gray	0.3rp 7.5 1.1	#C8A99E	
233 Purplish Gray	1.0rp 5.5 0.9	#88706B	
234 Dark Purplish Gray	1.0rp 3.6 1.0	#564042	
235 Purplish Black	9.5rp 0.9 0.6	#1B1116	