บทคัดย่อ

168552

การย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติจำเป็นต้องใช้สารมอร์แด้นท์ (Mordant) ซึ่งสารมอร์แด้นท์นี้จะช่วยยึดสีให้ติดบนเส้นใยผ้าได้ดีขึ้น และช่วยให้มีความคงทนของสีผ้าต่อการซักล้างและแสงแดดดีขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้สีผ้าย้อมเข้มขึ้น เนื่องจากสารมอร์แด้นท์นี้มักเป็นโลหะหนัก ถ้ามีเหลืออยู่ในน้ำทิ้งในปริมาณมากจะเป็นพิษต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อมได้ ในการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดปริมาณโลหะหนักที่ใช้ในการช่วยยึดสี โดยการนำเทคโนโลยีการสร้างสารอนินทรีย์ชั้นบาง (Inorganic Thin Layer Technology; ITLT) มาใช้ปรับแต่งผิวเส้นใยของไหม เทคโนโลยีการสร้างสารอนินทรีย์ชั้นบางนี้ ประกอบด้วยการสร้างสารมอร์แด้นท์ที่มีโครงสร้างสองชั้นของสารอนินทรีย์ที่เชื่อมโยง (Functional Inorganic Bilayer Structure) โดยชั้นแรกเป็นชั้นของซิลิกอนไดออกไซด์เกาะบนผิวของผ้าไหม เชื่อมโยงกับโครงสร้างชั้นสองซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนโลหะที่มีลักษณะเป็นวงแหวน โลหะเหล่านี้สามารถยึดกับสีธรรมชาติได้ ในงานวิจัยนี้ได้มีการศึกษาอิทธิพลของการใช้โลหะของ Al, Ti, Zr, Fe, Ni, Sn, Cd, Cu, Co, Pb, Cr และ Zn ที่มีผลต่อสมบัติของการย้อมสีธรรมชาติที่ใช้ในทางการค้า 3 ชนิดคือสี Alizarin สี Curcumin และ สี Indigo และสีธรรมชาติที่ได้จากการสกัดพืชในประเทศไทย 10 ชนิด ได้แก่ คราม ขมิ้น หูกวาง ขี้เหล็ก มะเกลือ ฝาง ประดู่ สีเสียด คำฝอย และ ขนุน

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากพืช พบว่าสภาวะความเป็นกรด-ด่างในการสกัดสีย้อมจากฝาง ประดู่ สีเสียด และ คำฝอย มีผลทำให้เกิดเฉดสีที่แตกต่างกัน ตอนที่ 2 เป็นการศึกษาการปรับแต่งผ้าไหมด้วยเทคนิค ITLT โดยสร้างโครงสร้างชั้นแรกของ SiO_2 จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของของสารประกอบ $SiCl_4$ แล้วปรับแต่งด้วยสารเชิงซ้อนที่มีลักษณะเป็นวงแหวนตามลำดับ เพื่อทำหน้าที่เป็นสารมอร์แด้นท์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงชนิดของโลหะเพื่อวิเคราะห์ชนิดโลหะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีธรรมชาติแต่ละชนิด จากการวัดสีด้วยเครื่อง Colour Spectrophotometer พบว่าเมื่อใช้โลหะมอร์แด้นท์ต่างชนิดกันจะมีความแตกต่างของความเข้มของสีและให้เฉดสีผ้าย้อมที่ต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการปรับแต่งผ้าไหมด้วยเทคนิค ITLT สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการย้อมสี และเพิ่มสมบัติความคงทนของสีผ้าต่อการซักล้างและความคงทนต่อแสงสูงขึ้น ตอนที่ 3 และตอนที่ 4 ได้มีการปรับปรุงเทคนิค ITLT โดยสร้างโครงสร้างชั้นแรกของ SiO_2 จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของสารประกอบ Tetraethoxysilane (TEOS) แทนที่การใช้สารละลายของ $SiCl_4$ ในเอทานอล ซึ่งสารประกอบ TEOS นี้สามารถกระจายตัวได้ในน้ำเพื่อความเหมาะสมกับการนำเทคนิคนี้ไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป ทำการเปรียบเทียบวิธีการย้อมแบบดูดซับและการย้อมแบบต่อเนื่อง ทั้งนี้โดยปรับแต่งผ้าไหมด้วยเกลือของโลหะมอร์แด้นท์ชนิดที่ช่วยให้มีสมบัติความคงทนต่อการซักล้างและความคงทนต่อแสงสูงที่สุดสำหรับการย้อมสำหรับสีธรรมชาติแต่ละชนิดที่ได้จากผลการศึกษาตอนที่ 2 จากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะด้วยเทคนิค Inductively Coupled Plasma (ICP) พบว่าการปรับแต่งผ้าไหมด้วยเทคนิค ITLT จะเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับโลหะบนผิวผ้าไหมได้ดีขึ้น ทำให้ปริมาณโลหะที่เหลือในน้ำทิ้งลดลง จึงเป็นการลดปริมาณสารปนเปื้อนที่เข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้ จากงานวิจัยพบว่า แม้มีปริมาณโลหะบนผ้าไหมโดยเฉลี่ยเพียงร้อยละ 0.0166 ของน้ำหนักผ้า แต่ผ้าไหมที่ได้รับการปรับแต่งด้วยเทคนิค ITLT ยังคงให้สมบัติความคงทนต่อการซักล้างที่ดีขึ้นโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 1 ระดับ และพบว่าผ้าไหมที่ผ่านการย้อมแบบต่อเนื่องมีความคงทนต่อการซักล้างได้เท่ากับผ้าไหมที่ผ่านการย้อมแบบดูดซึมถึงแม้ว่าจะมีปริมาณสีที่ติดผ้าต่ำกว่าผ้าไหมที่ได้รับการย้อมแบบดูดซึม ตอนที่ 5 เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเทคนิค ITLT ไปใช้ในระดับอุตสาหกรรม พบว่าการปรับแต่งผ้าไหมด้วยเทคนิค ITLT ทำให้ผ้าไหมมีสมบัติความคงทนต่อการซักล้าง ความคงทนต่อแสงแดด ความคงทนต่อการซักแห้ง และความคงทนต่อการขัดถูที่เหมาะสมในการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมต่อไปโดยที่ใช้ปริมาณโลหะในการย้อมลดลง และสามารถเกิดเฉดสีได้หลากหลายขึ้นกับชนิดของโลหะ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้า

Abstract

168552

Most natural dyes require mordants to fix the dyes to fibers. Mordants improve lightfastness and washing fastness and often deepen the colour of dyed fibers. However, mordants, are generally heavy metals, and a large amount of residuals are left in wastewater, potentially affecting both humans and the environment. This study aimed to reduce the amount of heavy metals used in dyeing by applying Inorganic Thin Layer Technology (ITLT) on the silk fiber surface. ITLT allows the application of a bilayer structure mordant whose first layer is silicon dioxide mechanically anchoring on the silk fiber surface, binding with the second layer of a small quantity of a transition metal chelate, which can bind with natural dyers. In this research thin layer of Silicon dioxide is formed by hydrolysis of Tetraethoxysilane. Metal mordants including Al, Ti, Zr, Fe, Ni, Sn, Cd, Cu, Co, Pb, Cr and Zn were investigated. The natural dyes used in this study included 3 commercial natural dyes as Alizarin, Curcumin and Indigo and laboratory extracted natural dyes from 10 local Thai plants as Indigo, Turmeric, Deer ear leave, Cassia, Ebony, Sappen wood, Ebony, Cutch, Safflower and Jack Fruit.

This work consists of five main research parts. The first part is to investigate the suitable extraction condition for natural dyes. It was found that an acid-base condition caused different colour shade in Sappen wood, Ebony, Cutch, and Safflower dyes. The second part is to apply ITLT on silk fibre, whose SiO_2 as the first layer is produced by hydrolysis of $SiCl_4$ then followed by second layer formation of metal chelate from various metal salts. The colour spectrophotometer showed that the use of different metal mordants led to different shades of dyed silk. In addition, it was found that ITLT increased efficiency of natural dyeing, and also improved lightfastness and washing fastness of dyed silk. In the third and fourth part, Tetraethoxysilane (TEOS) is used instead of solution of $SiCl_4$ in ethanol because TEOS can disperse in water medium which is preferable for application of ITLT in industry. Then the appropriate metals which provided the best washing fastness and lightfastness from the second part of the research are used to apply on silk for comparison of the efficiency of exhaustion and pad dyeing. The Inductively Coupled Plasma (ICP) analysis proved that the ITLT treated silk could absorb metal more effectively than the untreated silk could. Thus, the reduction of residual metals in dye bath could reduce metal contamination into the environment. Even though there was only 0.0166% by weight of metal on silk, washing fastness of ITLT treated dyed silk increased by one grade. It was shown that dyed silk by pad dyeing were still maintained good washing fastness, even though the pad dyeing caused less amount of dyes adsorbed on silk than exhaust dyeing did. The fifth part is to study the possibility of ITLT in the industrial scale, it was found that ITLT can be used to treat silk and produce dyed silk with good lightfastness, washing fastness, dry cleaning fastness and rubbing fastness suitably for industrial products with less amount of metals used. Moreover, the use of different metal mordants led to different shades of dyed silk, thus, producing various products to meet customer needs.