

Thesis Title Enhancement of Binding Efficiency of Lac Dye on Cotton Fiber

Author Mr. Sorapong Janhom

Degree Doctor of Philosophy (Chemistry)

Thesis Advisory Committee

Assoc. Prof. Dr. Ruangsri Watanesk Chairperson

Assoc. Prof. Dr. Surasak Watanesk Member

Asst. Prof. Dr. Orn-anong Arquero Member

Dr. Wimol Naksata Member

Dr. Pete Griffiths Member

ABSTRACT

Natural dyes are known for their beauties and multi-hue shades, but they have limitation of color-fading problem when dyeing cotton fiber. In this research cotton fiber (type 10/1) obtained from a market in Mueang Chiang Mai was modified using synthetic and natural polymers in order to enhance its dyeing efficiency with lac dye (natural dye 25 CI 75450). The monitoring of dyeing efficiency of lac dye on clean cotton fiber and treated cotton fiber were achieved through the adsorption study using an UV-VIS spectrophotometer. Since in local industries, the alum and NaCl were applied in dyeing process. Therefore, the adsorption of lac dye on cotton fiber

pretreated with alum, including the effect of NaCl on the adsorption-desorption were also studied in order to compare the results with lac dye adsorption on cotton fiber

The results of lac dye adsorption on cotton fiber indicated that the increase in temperature decreased the dyeing time and the adsorbed amount of lac dye. The adsorption isotherm obtained was identified to be a Langmuir type. The values of heat and entropy of dyeing were $-7.36 \text{ kJ mol}^{-1}$ and $-9.20 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$, respectively. In addition, the amount of lac dye adsorbed on cotton fiber increased when the NaCl concentrations in lac dye solution were increased due to the reduction of repulsion between adjacent adsorption sites and dye molecules. However, the final adsorbed amounts of lac dye with and without NaCl were comparable after the desorption study.

From the study of lac dye adsorption on cotton fiber treated with natural polymers, *i.e.* Bovine Serum Albumin (BSA) and soybean milk, it was found that the optimum amounts of BSA and soybean milk adsorbed on cotton fiber yielding the highest efficiency of dyeing were 200 ppm and 0.15 g/ml, respectively. In both cases, the dyeing times at various temperatures ranging from $23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ to $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ were around 100 mins. An increase in dyeing temperature increased the adsorbed amount of lac dye on protein-cotton fiber. In addition, the Langmuir type adsorption isotherm was also obtained with the values of heat and entropy of dyeing were $+12.9 \text{ kJ mol}^{-1}$ and $+13.2 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ for those pretreated with BSA, and $+9.24 \text{ kJ mol}^{-1}$ and $+54.5 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$, respectively for those pretreated with soybean milk, respectively. The effect of NaCl on lac dye adsorption and desorption on protein-cotton fiber were similar to that on the untreated cotton fiber.

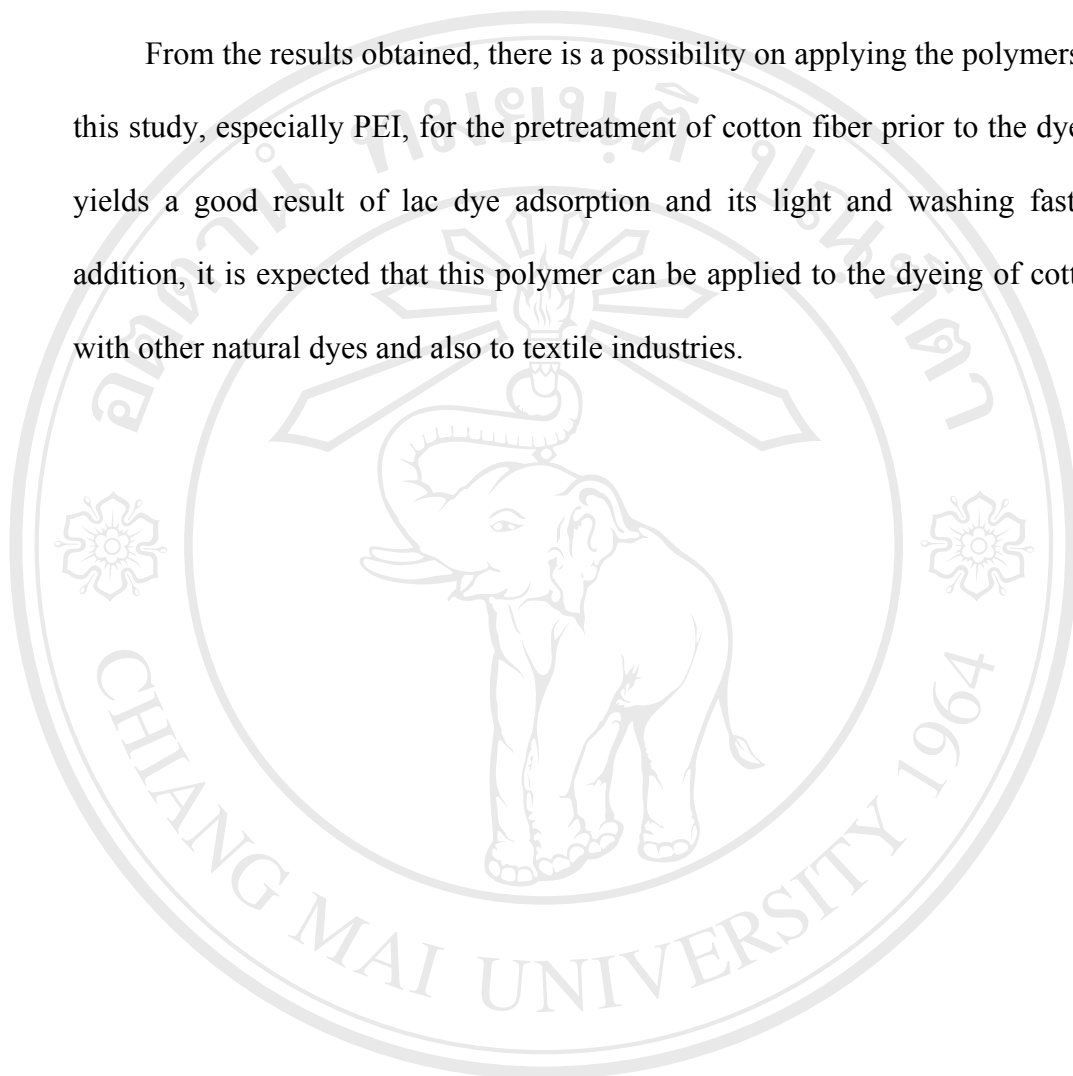
When Poly(ethyleneimine), PEI, was chosen to represent a synthetic polymer. The effect of PEI on the adsorption and desorption of lac dye on cotton fiber was firstly investigated. It was found that PEI increased the dye adsorption on cotton fiber and decreased any subsequent desorption of lac dye from the cotton fiber. Then the adsorption of lac dye on PEI-cotton fiber was followed and the adsorption isotherm obtained was found to be a Langmuir type while the heat and entropy of dyeing were $-0.0284 \text{ kJ mol}^{-1}$ and $+10.0 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$, respectively. In addition, temperature and NaCl slightly affect lac dye adsorption on PEI-cotton fiber. At equilibrium, the ratio of the number of molecules of lac dye per ethyleneimine repeating unit is approximately equal to ~ 1 in solution. Results from the adsorption studies of lac dye on these treated cotton fiber showed that proteins and PEI could enhance the dyeing efficiency of lac dye on cotton fiber.

In case of using alum as a fixing agent, it was found that the amount of lac dye adsorbed on cotton fiber decreased with alum concentration. However, the color shade of dyed samples yielded the brighter color than the ones applied by proteins and PEI.

The measurement of zeta potential of cotton fiber was initially used to indicate the effectiveness of pretreatment. It was found that the PEI largely developed the positive charge whereas the BSA and soybean milk slightly enhanced the positive charge on the surface of cotton fiber following a decrease in the pH. The zeta potential results and adsorption studies revealed that the uptake of lac dye on treated cotton fiber occurred via electrostatic attractions between the anion of the dye and cationic segments on the treated cotton fiber. In addition, the wash fastness and light fastness of dyed cotton fiber were also investigated and found that the wash fastness

of the dyeing is slightly increased by the pretreatment while light fastness is unaffected.

From the results obtained, there is a possibility on applying the polymers used in this study, especially PEI, for the pretreatment of cotton fiber prior to the dyeing that yields a good result of lac dye adsorption and its light and washing fastness. In addition, it is expected that this polymer can be applied to the dyeing of cotton fiber with other natural dyes and also to textile industries.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การเพิ่มประสิทธิภาพการยึดเหนี่ยวของสีครั้งบนเส้นใยฝ้าย		
ผู้เขียน	นายสรพงษ์ จันทร์หอม		
ปริญญา	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เคมี)		
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์			
	รองศาสตราจารย์ ดร. เรืองศรี วัฒนศักดิ์	ประธานกรรมการ	
	รองศาสตราจารย์ ดร. สุรศักดิ์ วัฒนศักดิ์	กรรมการ	
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรอนงค์ อารัตินโร	กรรมการ	
	อ. ดร. วิมล นาคสาทา	กรรมการ	
	อ. ดร. พิท กริฟฟิตส์	กรรมการ	

บทคัดย่อ

สีธรรมชาติเป็นที่รู้จักในเรื่องของความสวยงามและความหลากหลายของเฉดสี แต่ยังมีข้อจำกัดที่เป็นปัญหาของการซีดจางของสีเมื่อข้อมเส้นใยฝ้าย ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการคัดแปรเส้นใยฝ้าย (ชนิด 10/1) ที่ได้จากตลาดในเมืองเชียงใหม่โดยใช้พอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการข้อมเส้นใยฝ้ายด้วย สีครั้ง (สีธรรมชาติ 25 ซีไอ 75450) การติดตามตรวจสอบประสิทธิภาพการข้อมสีครั้งบนเส้นใยฝ้ายที่สะอาดและเส้นใยฝ้ายที่ได้รับการปรับสภาพ ทำผ่านการศึกษาคูคัพโดยใช้อัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ เนื่องจากในอุตสาหกรรมพื้นบ้านมีการใช้สารส้มและโซเดียมคลอไรด์ในกระบวนการข้อม ดังนั้น จึงได้ศึกษาคูคัพสีครั้งบนเส้นใยฝ้ายที่ถูกปรับสภาพด้วยสารส้ม รวมทั้งผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อการคูคัพและการหลุดออกของสีด้วยเพื่อเปรียบเทียบผลการคูคัพสีครั้งบนเส้นใยฝ้ายที่ถูกปรับสภาพ

ผลของการคูคัพสีครั้งบนเส้นใยฝ้ายที่สะอาดบ่งชี้ว่า การเพิ่มอุณหภูมิจะลดเวลาข้อมและปริมาณของสีครั้งที่ถูกคูคัพ ไอโซเทอมของการคูคัพที่ได้พบว่าเป็นแบบแลงเมียร์ ที่มีค่าความร้อนและเอนโทรปีของการข้อมเท่ากับ -7.36 กิโลจูลต่อโมล และ -9.20 จูลต่อโมลต่อเคลวิน ตามลำดับ นอกจากนี้ ปริมาณของสีครั้งที่ถูกคูคัพจะเพิ่มตามความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในสารละลายสีข้อม เป็นผลมาจากการลดลงของแรงผลักระหว่างตำแหน่งของการคูคัพที่อยู่ใกล้กันกับโมเลกุลของสี อย่างไรก็ตาม ปริมาณของสีครั้งที่ถูกคูคัพหลัง

การศึกษาการหลุดออกของสีครั้งทั้งกรณีที่มีการเติมและไม่เติมโซเดียมคลอไรด์มีปริมาณใกล้เคียงกัน

จากการศึกษาการดูดซับสีครั้งบนเส้นใยฝ้ายที่ได้รับการปรับสภาพด้วยพอลิเมอร์ธรรมชาติ ได้แก่ โบไวน์ซีรัมอัลบูมิน (บีเอสเอ) และนมถั่วเหลือง พบว่า ปริมาณที่เหมาะสมของ บีเอสเอ และ นมถั่วเหลืองที่ให้ประสิทธิภาพการย้อมสูงสุด เท่ากับ 200 พีพีเอ็ม และ 0.15 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เวลาข้อมของทั้งสองกรณีที่อุณหภูมิต่างๆ อยู่ที่ประมาณ 100 นาที การเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น จะเพิ่มปริมาณของสีครั้งที่ถูกดูดซับบนเส้นใยฝ้ายที่ได้รับการปรับสภาพด้วยโปรตีน นอกจากนี้ การดูดซับที่ได้พบว่าเป็นแบบแลงเมียร์ ความร้อนและเอนโทรปีของการย้อม เท่ากับ +12.9 กิโลจูลต่อโมล และ +13.2 จูลต่อโมลต่อเคลวิน สำหรับเส้นใยฝ้ายที่ถูกปรับปรุงด้วยบีเอสเอ และ +9.2 กิโลจูลต่อโมล และ +54.5 จูลต่อโมลต่อเคลวิน ตามลำดับ ผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อการดูดซับและการหลุดออกของสีครั้ง จะให้ผลเช่นเดียวกับกรณีของเส้นใยฝ้ายที่ไม่ได้ถูกปรับสภาพ

เมื่อเลือกพอลิเอทิลีนอิมิน (พีอีไอ) เป็นตัวแทนของพอลิเมอร์สังเคราะห์ ได้ตรวจสอบผลของพีอีไอที่มีต่อการดูดซับและหลุดออกของสีครั้งบนเส้นใยฝ้าย พบว่า พีอีไอ สามารถเพิ่มการดูดซับสีครั้งบนเส้นใยฝ้าย และลดการหลุดออกของสีจากเส้นใยฝ้ายได้ เมื่อติดตามการดูดซับของสีครั้งบนเส้นใยฝ้ายที่ถูกปรับสภาพด้วยพีอีไอ พบว่า ไอโซเทอมของการดูดซับที่ได้เป็นแบบแลงเมียร์ มีความร้อนและเอนโทรปีของการย้อม ประมาณ -0.028 กิโลจูลต่อโมล และ +10.0 จูลต่อโมลต่อเคลวิน ตามลำดับ นอกจากนี้ อุณหภูมิและโซเดียมคลอไรด์มีผลน้อยมากต่อการดูดซับสีครั้งบนเส้นใยฝ้ายที่ถูกปรับปรุงด้วยพีอีไอ ที่สมดุลมีอัตราส่วนของจำนวนโมเลกุลของสีต่อหน่วยเอทิลีนอิมิน ประมาณ 1 ผลจากการศึกษาการดูดซับของสีครั้งบนเส้นใยฝ้ายที่ถูกปรับสภาพเหล่านี้ แสดงให้เห็นว่าการปรับสภาพเส้นใยฝ้ายด้วยพีอีไอ และโปรตีน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับของสีครั้งบนเส้นใยฝ้ายได้

ในกรณีของการใช้สารส้มเป็นสารช่วยยัดติด พบว่า ปริมาณสีครั้งที่ถูกดูดซับบนเส้นใยฝ้ายมีปริมาณลดลงตามความเข้มข้นของสารส้ม อย่างไรก็ตาม เคนสีของตัวอย่างจะให้สีที่สว่างมากกว่าตัวอย่างที่ใช้โปรตีนและพีอีไอ

เมื่อใช้การวัดค่าศักย์ซีตาของเส้นใยฝ้ายเพื่อบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการปรับสภาพ พบว่าพีอีไอทำให้เกิดประจุบวกเป็นจำนวนมาก ขณะที่บีเอสเอและนมถั่วเหลืองเพิ่มประจุบวกได้เพียงเล็กน้อยบนพื้นผิวของเส้นใยฝ้ายเมื่อพีเอชมีค่าลดลง ผลของศักย์ซีตาและการศึกษาการดูดซับแสดงให้เห็นว่า การดูดซับสีครั้งบนเส้นใยฝ้ายเกิดขึ้นผ่านแรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างไอออนลบของสีและส่วนที่เป็นบวกบนเส้นใยฝ้ายที่ถูกปรับสภาพ นอกจากนี้ ได้ตรวจสอบความคงทนต่อ

การชักล้างและความคงทนต่อแสงของเส้นใยฝ้ายที่ถูกซ่อม และพบว่าความคงทนต่อการชักล้างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังการปรับสภาพ ขณะที่ความคงทนต่อแสงไม่เปลี่ยนแปลง

จากผลการทดลองที่ได้ มีความเป็นไปได้ที่จะนำพอลิเมอร์ที่ใช้ในงานวิจัย โดยเฉพาะพีอีไอ เพื่อใช้ในการปรับสภาพเส้นใยฝ้ายก่อนนำไปย้อมสี ซึ่งจะให้ผลดีทั้งการดูดซับสีครั้งแรกและความคงทนต่อแสงและการชักล้าง นอกจากนี้ คาดว่าพอลิเมอร์ชนิดนี้สามารถนำไปประยุกต์ได้กับการย้อมเส้นใยฝ้ายด้วยสีธรรมชาติชนิดอื่นและในอุตสาหกรรมสิ่งทอต่อไป



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved