การดัดแปรผ้าฝ้ายด้วยแคตไอออนิกรีแอคทีฟพอลิเมอร์ในการฟอกเพื่อเพิ่มการรับสีย้อมรีแอคทีฟ

นางสาวพัชรี ลาภสุริยกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-13-0462-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 19961004

MODIFICATION OF COTTON FABRIC WITH A CATIONIC REACTIVE POLYMER IN BLEACHING TO IMPROVE REACTIVE DYEABILITY

Miss Patcharee Larpsuriyakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Applied Polymer Science and Textile Technology

Department of Materials Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-13-0462-5

Thesis Title	Modification of Cotton Fabric with a Cationic Reactive Polymer in Bleaching to Improve Reactive Dyeability
By	Miss Patcharee Larpsuriyakul
Field of Study	Applied Polymer Science and Textile Technology
Thesis Advisor	Asst. Prof. Kawee Srikulkit, Ph.D.

Accepted by the Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master 's Degree

..... Dean of Faculty of Science

(Associate Professor Wanchai Phothiphichitr, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman

(Associate Professor Saowaroj Chuayjuljit)

..... Thesis Advisor

(Assistant Professor Kawee Srikulkit, Ph.D.)

..... Member

(Associate Professor Paiparn Santisuk)

..... Member

(Usa Sangwatanaroj, Ph.D)

..... Member

(Siriwan Kittinaowarat, Ph.D.)

นางสาว พัชรี ลาภสุริยกุล : การดัดแปรผ้าฝ้ายด้วยแคตไอออนิกรีแอคทีฟพอลิเมอร์ในการฟอกเพื่อเพิ่มการรับสีย้อมรีแอคทีฟ (MODIFICATION OF COTTON FABRIC WITH A CATIONIC REACTIVE POLYMER IN BLEACHING TO IMPROVE REACTIVE DYEABILITY) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. กาวี ศรีกูลกิจ, 63 หน้า. ISBN 974-13-0462-5.

ผ้าฝ้ายที่ผ่านการกำจัดไขมันแล้วถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการดัดแปรเส้นใยเซลลูโลสด้วยวิธีทางเคมี เพื่อทำการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟในภาวะไร้เกลือ โดยการเติม MAPTAC ซึ่งเป็นสารมอนอเมอร์ที่มีประจุบวกเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน เข้าไปในโมเลกุลของเซลลูโลส ในระหว่างกระบวนการฟอกผ้า ซึ่งไม่เป็นการเพิ่มขั้นตอนให้กับกระบวนการผลิตเดิม หลังจากการดัดแปร ผ้าฝ้ายจะถูกนำไปวัดปริมาณของ MAPTAC ที่สามารถยึดติดอยู่บนเส้นใยเซลลูโลส ซึ่งจะใช้วิธีการวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจนโดยอาศัยเครื่องมือวิเคราะห์ธาตุ และนำไปย้อมสีรีแอคทีฟด้วยวิธีการย้อมแบบแช่ (exhaustion dyeing) โดยไม่ต้องใช้เกลือเป็นสารช่วยย้อม

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพการฟอกขาวของสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในขณะที่มี MAPTAC อยู่ด้วย จะลดลงเล็กน้อย ส่วนการย้อมผ้าฝ้ายดัดแปรด้วยสีรีแอคทีฟในภาวะไร้เกลือ ทำให้ผ้าฝ้ายมีการติดสีสูงขึ้นตามปริมาณ MAPTAC ที่ใช้และสูงกว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการดัดแปร ทั้งนี้เนื่องจากประจุบวกที่อยู่บน MAPTAC ซึ่งจะดึงดูดประจุลบของสีรีแอคทีฟได้ดี และจากผลการย้อมทำให้สรุปได้ว่า สมบัติการย้อมผ้าฝ้ายที่ผ่านการดัดแปรจะขึ้นกับประสิทธิภาพในการยึดติดของ MAPTAC บนเส้นใยเซลลูโลสในขั้นตอนการดัดแปร

ภาควิชาวัสดุศาสตร์
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์ ฯ
ปีการศึกษา2543

ลายมือชื่อนิสิต .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

4272348623 : MAJOR APPLIED POLYMER SCIENCE AND TEXTILE TECHNOLOGYMAJOR

KEY WORD: COTTON FABRIC / DYEABILITY MODIFICATION / BLEACHING / SINGLE-BATH

PATCHAREE LARPSURIYAKUL : MODIFICATION OF COTTON FABRIC WITH A CATIONIC REACTIVE POLYMER IN BLEACHING TO IMPROVE REACTIVE DYEABILITY. THESIS ADVISOR : ASST.PROF.KAWEE SRIKULKIT, Ph.D., 63 PAGES, ISBN 974-13-0462-5.

The modification of scoured cotton fabric by chemical treatment was studied. The study was aimed to dye cotton fabric in the absence of salt. The principle method of modification was to graft polymerization of the cationic based vinyl monomer, [3-(Methacryloylamino) propyl]trimethylammonium chloride (MAPTAC), onto scoured cotton during bleaching process, aiming at modifying dyeability of the fiber using single-bath. An elemental analyzer was employed to measure the extent of MAPTAC fixation on cellulose. Modified cotton fabric was dyed with commercial reactive dyes by exhaustion method without the requirement of salt.

The results showed that the ability of bleaching performance of H_2O_2 in the presence of the modifying agent was slightly reduced. The dye uptake and color strength of dyed modified fabric was markedly increased with an increase in the concentration of MAPTAC. In addition, those properties obtained from modified cotton fabric were higher than those obtained from the dyeing of unmodified cotton fabric. This was attributed to the presence of the cationic groups of the MAPTAC that played a crucial role in attracting the anionic dyes from the dyebath. The finding results tended to suggest that the dyeing properties of modified fabric were exactly dependent on the efficiency of MAPTAC fixation on cellulose during concurrent modifying and bleaching of cotton.

Department Materials Science
Field of study Applied polymer science
Academic year 2000

Student's signature P. Larpsuriyakul.
Advisor's signature K. Srikulkit
Co-advisor's signature .....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Acknowledgement

I wish to express my deep gratitude to Asst. Prof. Dr. Kawee Srikulkit, my advisor, for his valuable guidance, advice and encouragement throughout this research work.

I am grateful to Assoc. Prof. Paipam Santisuk and Dr. Usa Sangwatanaroj for their comments and assistance for my study and the Department of Materials Science, Chulalongkorn University for the graduate course.

I wish to thank my lecturers and friends, especially to Miss Pulsiri Rattananiyomkul for her kindly assistance, and Miss Nattaya Punrattanasin for her helpful encouragement.

My thanks are also extended to the administration staff of the Materials Science Department for their assistance.

Finally, I would like to express my deepest appreciation to my family for their love, encouragement, and worthy moral and financial support throughout my study at Chulalongkorn University.

CONTENTS

Page

Abstract (Thai)..... iv

Abstract (English)..... v

Acknowledgement..... vi

List of Tables..... x

List of Figures..... xi

List of Schemes..... xiii

Chapter

I Introduction..... 1

II Literature Survey..... 3

Basic Information about Cellulose..... 3

Cotton..... 3

Cotton Fiber Composition..... 6

Properties of Cotton Fiber..... 12

Structure of Cotton in Relation to Dyeing..... 17

Bleaching of Cotton with Hydrogen peroxide..... 17

Dyeing of Cotton with Reactive Dyes..... 19

Problems of Reactive Dyeing..... 22

Previous Research Works on Chemical Modification of Cellulose Fibers to Improve Dyeability..... 23

Concept of Modification and Bleaching of Cotton Fabric in Single-bath Process..... 30

III Experimental..... 33

Materials..... 33

Chemicals and Dyes..... 33

Equipment..... 33

Method of the Modification and Bleaching of Cotton Fabric in Single-bath Process..... 34

Contents (continued) Page

General Dyeing Procedures

Dyeing of Modified Fabric Using Exhaustion Method..... 35

Dyeing of Unmodified Cotton Fabric by Conventional Exhaustion Method..... 36

Evaluation of Whiteness Property of Modified Bleached Cotton Fabric..... 37

Measurement of Dye Exhaustion..... 38

Measurement of Dye Fixation..... 39

Total Nitrogen Content Determination..... 39

Image Microscopic Analysis 40

Measurement of Colorfastness..... 40

IV Results and Discussion..... 42

Effect of the Modifying Agent Concentration on Whiteness Property..... 42

Total Nitrogen Content Determination..... 43

Effect of Increasing Concentrations of $K_2S_2O_8$ on Dye Uptake and Dye Fixation..... 45

Effect of Liquor Ratio on Dye Uptake and Dye Fixation..... 46

Effect of Temperature on Dye Uptake and Dye Fixation..... 47

Effect of Increasing Concentration of Modifying Agent on Dye Uptake and Dye Fixation..... 48

Effect of Different Dye Types on Dye Uptake and Color Yield..... 51

Effect of Increasing Dye Concentration on Dye Uptake and Color Strength..... 52

Microscopic Analysis of Cross-Section of Dyed Yarn..... 53

Evaluation of Color Fastness to Light..... 54

Dyeing of Unmodified Cotton Fabrics..... 55

V Conclusions..... 57

VI Recommendations..... 58

Page

References..... 59

Appendix..... 61

Biography..... 63

List of Tables

Tables		Page
2-1	Cellulose content in plant material	3
2-2	Composition of the typical cotton	11
2-3	Properties of cotton fiber	12
3-1	Chemicals used in this project	33
4-1	Whiteness index of modified bleached cotton fabric at various modifying concentrations	42
4-2	Total nitrogen content of MAPTAC cotton before and after H_2O_2/NaOH	43
4-3	Color yield and % dye exhaustion of modified fabrics at various concentrations of $K_2S_2O_8$ and liquor ratios	45
4-4	Color strength and % dye exhaustion of modified fabrics at various temperature	47
4-5	Color yield, % dye exhaustion and % fixation of modified fabrics at various modifying concentrations	49
4-6	Color yield, % dye exhaustion and % fixation of modified dyed fabrics at different dye types	51
4-7	Effect of increasing dye concentration on dyeing properties of modified fabric	52
4-8	Light fastness of dyed cotton fabrics modified with various concentrations of modifying agent	55
4-9	Color yield and % dye exhaustion of unmodified fabrics dyed with various concentrations of electrolyte	56
4-10	Light fastness of unmodified cotton fabrics dyed with various concentrations of dyes	56

List of Figures

Figures		Page
2.1	Scanning electron micrographs of raw cotton fibers	4
2.2	Optical micrographs of raw cotton fibers x 184	4
2.3	Bilateral structure of mature cotton	5
2.4	Hierarchical organization of cellulose	6
2.5	Representation of cellulose	7
2.6	Cross-section of unit cell in the ab plane	8
2.7	Unit cell in the ac plane	8
2.8	Hydrogen bonding in cellulose	9
2.9	Diagram of fine structure in cellulose	10
2.10	Idealized diagram of cotton morphology	10
2.11	Characteristic structural features of a reactive dye	19
2.12	Dichlorotriazinyl reactive dye and Monochlorotriazinyl reactive dye	20
2.13	Monofluorotriazinyl dyes	21
2.14	The specific base catalyzed addition of the nucleophilic functional group HY of the textile fiber	22
2.15	Figure 2.15	27
3.1	The treatment profile of the exhaustion method	34
3.2	The dyeing profile of modified fabric using exhaustion method	35
3.3	The dyeing profile of unmodified fabric using exhaustion method	37
3.4	Macbeth spectrophotometer	38
3.5	UV/Vis spectrophotometer	38
3.6	Optical microscope	40
3.7	Xenon weather meter	41
4.1	Whiteness index chart of modified bleached cotton fabric	42
4.2	Dependence of % dye exhaustion on concentrations of $K_2S_2O_8$ and Liquor ratios	45
4.3	Dependence of color yield on concentrations of $K_2S_2O_8$ and liquor ratios	46
4.4	Dependence of dye uptake on the temperature	47

Figures (continued) Page

4.5 Dependence of color strength on the temperature..... 48

4.6 Dependence of dye uptake on the concentrations of MAPTAC..... 49

4.7 Dependence of % dye fixation on the concentration of MAPTAC..... 50

4.8 Optical micrograph of MAPTAC treated yarn dyed with..... 53

2% Procion Crimson CX-B

List of Schemes

Schemes Page

Scheme 2.1 7

Scheme 2.2 17

Scheme 2.3 18

Scheme 2.4 18

Scheme 2.5 18

Scheme 2.6 20

Scheme 2.7 21

Scheme 2.8 21

Scheme 2.9 24

Scheme 2.10 24

Scheme 2.11 24

Scheme 2.12 25

Scheme 2.13 25

Scheme 2.14 26

Scheme 2.15 27

Scheme 2.16 28

Scheme 2.17 29

Scheme 2.18 30

Scheme 2.19 30

Scheme 2.20 31

Scheme 2.21 32