

BTCA처리 면직물의 질소계양이온화제 첨가에 의한 염색성 향상에 관한 연구

박은경·유효선

서울대학교 생활과학대학 의류학과

A study on Improving the Dyeability of BTCA treated Cotton Fabrics Containing Nitrogenous Cationic Additives

EunKyung Park · Hyo-Seon Ryu

Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University
(1999. 12. 17 접수)

Abstract

The purpose of this study is to produce cotton fabric having improved dyeability and colorfastness as well as retaining the desirable durable press property. When cotton fabric was treated with additives, nitrogen content was increased as the additive concentration was increased. DP ratings and wrinkle recovery properties of BTCA treated cotton fabrics were greatly increased. But DP rating was lowered slightly by adding additives and wrinkle recovery property was decreased with the increase of additive concentration. Tensile strength was decreased by BTCA treatment but increased as additive concentration was increased. Various BTCA/additive treatments produced great affinity for reactive and acid dyes when dyebaths were adjusted at pH 3. It was showed that dyeability was increased as additive concentration was increased. The most effective additive for improving the dyeing properties of the crosslinked cotton was TEA · HCl. In case of reactive dye, there was almost no improvement on the dyeability of finished cotton by adding salt. Color fastness to washing and light of finished and dyed cotton were low except for the washfastness of reactive dye. Dyeing the BTCA/additive treated cotton fabrics with reactive dye had no effect on the physical properties.

Key words: BTCA, DP rating, wrinkle recovery, acid dye, reactive dye;
BTCA, DP성, 방추도, 산성염료, 염기성염료

I. 서론

면직물의 방추가공에 사용되는 BTCA는 인체에 유해한 포름알데히드가 유리되지 않는 가공제이며,

축매로 알칼리 금속의 인산염을 사용함으로써 기존에 사용되는 N-methylol계 가공제와 대등한 구김회복성과 wash & wear성을 면직물에 부여하고 인장강도, 인열강도 등 물리적 성질의 저하도 감소시킬 수 있다¹⁻⁴⁾.

그러나 면직물의 구김회복성과 형태안정성을 증가시키기 위해 사용되는 DP가공제는 섬유내 구조적 변화와 화학적 변화를 일으켜 염색성을 저하시키는 문제점이 있다^{5,6)}. BTCA는 짧고 견고한 가교를 형성하는 관능기 4개의 DMDHEU보다 비교적 유연한 가교를 형성하므로 내부 기공 구조의 막힘이 덜 하며 기공의 크기도 DMDHEU보다 크지만 DP가공을 하지 않은 면직물에 비해 훨씬 낮은 기공도와 염색성을 보인다⁷⁾. 또한 BTCA가 처리된 면직물은 카르복시기에 의해 높은 음전하를 띠게 되므로 면섬유의 염색에 주로 사용되고 있는 반응성 염료와 직접 염료에 의한 염색이 어려워지게 된다.

의복의 형태로 염색하는 것은 경제적인 측면에서 중요하므로 DP가공된 의복에도 적용되려면 가교된 면의 염색저항성을 극복할 수 있는 기술이 필요하다⁸⁾. 따라서 DP가공된 면직물의 염색성을 향상시키려는 연구가 활발히 진행되고 있으며^{9~12)}, 가공시 가교제와 함께 양이온화제를 첨가하여 면직물을 화학적으로 변화시켜 양이온화하는 방법을 대부분 이용하고 있다.

염색된 직물은 여러 처리공정이나 사용하는 동안 외부의 화학적 및 물리적인 인자에 따라서 염료가 섬유로부터 탈락하거나 분해하여 색이 변화할 수 있다. 염색견뢰도는 색의 질기를 나타내는 염색성과 더불어 사용과 관리상의 관점에서 볼 때 매우 중요한 특성이거나 선행연구에서 BTCA처리 면직물의 염색성 향상에 관한 연구는 주로 염료와의 염착량 증가에 관한 것으로 염색된 직물을 의복으로 사용하기 위해 중요한 성질인 염색견뢰도의 향상에 대한 연구는 미흡하다.

본 연구에서는 우수한 DP성능을 유지하면서 염색성과 염색견뢰도가 향상된 직물을 얻기 위하여 첨가제로 4차 암모늄염인 choline chloride(CC)와 3차 아민염인 triethanol-amine hydrochloride(TEA · HCl), 3차 아민인 ethylene-diamine-N,N,N',N'-tetra-2-propanol(EDTP)을 사용하여 BTCA와 함께 처리함으로써 면직물을 양이온화하였다. 가공된 직물을 반응성염료와 산성염료로 염색하여 염색성과 견뢰도를 고찰하였으며 가공된 면직물의 물리적 성질을 살펴보았다.

II. 실험

1. 시험포 및 시약

시험포는 한국 의류시험 검사소의 염색견뢰도 시험용 첨부 백포(KS K 0905)를 정련하여 사용하였다. 가공제는 1,2,3,4-butantetracarboxylic acid (BTCA)를 사용하였으며, 촉매로 Sodium hypophosphite · monohydrate($\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), 팽윤제로 Triton X-100을 사용하였다. 첨가제는 Choline chloride(2-hydroxyethyl trimethylammonium chloride, CC), Tri-ethanolamine hydrochloride(TEA · HCl), Ethylenediamine-N,N,N',N'-tetra-2-propanol (EDTP)를 사용하였다. 염료는 C.I. Reactive Blue 4(Basilen blue M-R)와 C.I. Acid Red 1(Lissamine Red 2G)를 정제하여 사용하였다.

2. 실험

1) BTCA 처리

30cm×30cm 크기의 면직물을 증류수에 30분간 예비침지한 후 여분의 물을 제거하였다. Table 1과 같은 조성으로 된 액비 1:30의 패딩액에 1시간 동안 침지한 후 wet pick up이 90~100%가 되도록 여분의 액을 제거하였다. 시험포를 85°C에서 5분간 건조한 후 즉시 curing oven으로 옮겨 180°C에서 2분간 curing하였다. Curing이 끝난 가공포는 약 45°C의 증류수로 충분히 헹군 후 자연건조하였다.

2) 염색

(1) 반응성 염료의 염색

Table 1. Bath Formulation for BTCA treatment

Chemicals	Concentration(%owb)									
Crosslinking agent: BTCA	6									
Additives	CC			TEA · HCl			EDTP			
	2	4	6	9	3	6	9	3	6	9
	TEA · HCl									
catalyst: $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	6									
wetting agent: Triton X-100	0.1									

bath pH: pH 3.0 이하(단, EDTP 9%는 pH 5.4)로 조정

완충용액을 사용하여 pH를 맞춘 후, 액비 1:50(owf)에서 염료의 농도를 3%(owf)로 하여 염색을 조제하였다. 60°C에서 2시간 동안 교반하면서 염색하고 80°C의 polyethylene glycol mono-p-nonyl phenyl ether(n=7.5, 1g/L)액에서 10분간 소핑(soaping)하여 미반응 염료를 제거한 후 충분히 수세하고 건조하였다. 중성염 첨가에 따른 염색성을 살펴보기 위해 Na₂SO₄ 45g/L를 첨가하여 위와 동일한 조건으로 염색하였다.

(2) 산성 염료의 염색

아세트산과 아세트산 나트륨의 완충용액을 사용하여 pH를 3, 4.5, 6으로 맞추고, 염료의 농도를 3%(owf)로 하여 염색을 조제하였다. 액비 1:50, 온도 60 °C에서 2시간 동안 shaker에서 염색한 후 증류수로 충분히 수세하고 자연건조하였다.

3. 평가

1) 질소함량

첨가제가 포함된 면직물의 질소함량(N%)은 Micro Kjeldahl방법으로 측정하였다.

$$N\% = \frac{(T-B) \times N \times 14,007 \times 100\%}{W(mg)}$$

여기서 T=시료분해액에 대한 0.01N HCl의 적정값 (ml)

B=바탕시험에 소비된 0.01N HCl의 적정값 (ml)

N=HCl의 노르말농도(소수 4째자리까지)

W=시료의 무게(mg)

2) 물리적 성질의 평가

DP rating은 AATCC Test Method 124-1982 법에 준하여 평가하였고, 방추도는 K/S K 0550에 의해 방추가공된 직물과 이를 각 조건에서 염색한 직물에 대해 측정하였다. 인장강도는 K/S K 0520의 래블드 스트립법으로 염색된 시료와 미염색시료 모두 경사방향의 강도를 측정하였다.

3) 염색성의 평가

염색된 시료를 UV spectrophotometer (Shimadzu, model UV-240)를 사용하여 각 염색포의 최대흡수 파장에서 표면반사율을 측정하고 Kubelka-Munk

식에 의해 K/S 값을 구하였다¹¹⁾.

반응성염료로 염색된 직물을 100°C, 25% 피리딘 수용액(액비 10:1)으로 맑은 물이 나올 때까지 추출하고 건조된 직물의 K/S 값을 구한 후 고착률(fixation ratio)을 구하였다¹³⁾. 산성염료로 염색된 직물은 80°C, 20% 피리딘 수용액 (액비 50:1)으로 1시간동안 추출한 후 처리액을 UV spectrophotometer를 사용하여 투과도를 측정하고 미리 작성된 염료-피리딘 검량선으로 흡착량(dye adsorption, mg/g fiber)을 구하였다¹⁴⁾.

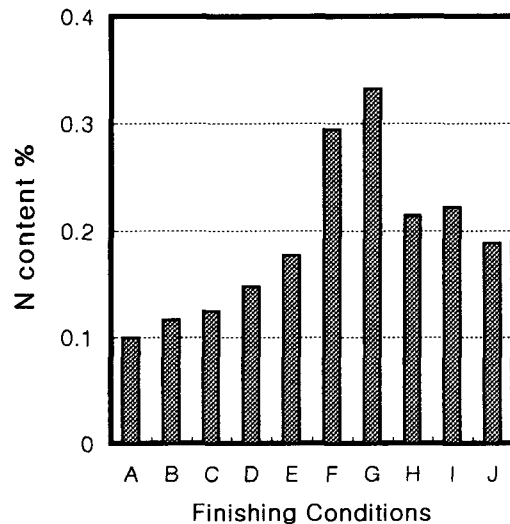
4) 염색견뢰도

세탁견뢰도는 K/S K 0430, 일광견뢰도는 K/S K 0700에 규정된 카본아크법에 따라 염색견뢰도를 판정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. BTCA처리 직물의 화학적 성질의 변화

면직물을 6% BTCA와 농도를 달리한 양이온화제로 처리하였을 때, 양이온화된 면직물의 질소함량은 Fig. 1과 같다. 양이온화제의 농도가 증가할수록 질



A: 2% CC, B: 4% CC, C: 6% CC D: 9% CC, E: 3% TEA·HCl, F: 6% TEA·HCl, G: 9% TEA·HCl H: 3% EDTP, I: 6% EDTP, J: 9% EDTP

Fig. 1. Nitrogen content of BTCA treated cotton fabrics.

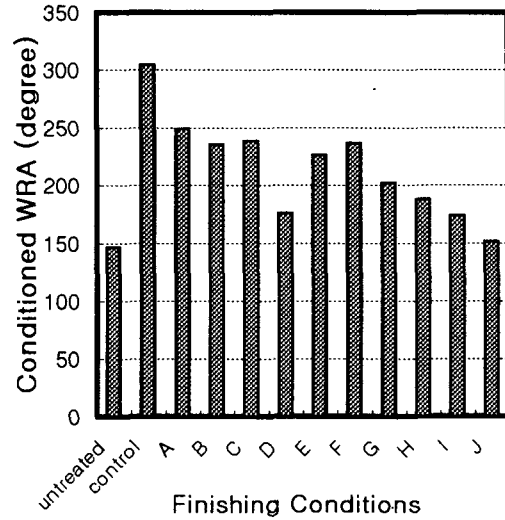
소함량도 증가하였으며, 양이온화제로 TEA·HCl를 사용한 면직물이 CC나 EDTP를 처리한 것보다 질소 함량이 많았다. EDTP의 경우에는 첨가제의 증가에 따른 질소함량의 증가는 없었고 오히려 9%의 첨가제가 가장 낮은 값을 나타내었다. 다른 패딩액의 pH가 3.0이하인데 반해 9% EDTP의 경우 pH가 약 5.4정도로 중성에 가까웠는데 이는 촉매의 활성 범위를 벗어났기 때문이라 생각된다. 또한 CC는 가교제와 반응할 수 있는 -OH기가 가장 적으므로 질소함량이 가장 낮은 것으로 보인다. 이러한 질소함량의 차이는 양이온화된 면직물의 염색성에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

2. 양이온화제 첨가에 따른 물리적 성질의 변화

양이온화제의 첨가에 따른 DP rating의 변화를 Table 2에 나타내었다. 모든 가공조건에서 미처리 직물보다 높은 값을 나타내어 DP성이 향상되었음을 알 수 있다. 양이온화제를 첨가하지 않고 BTCA만으로 방추가공을 한 경우의 DP rating이 가장 높았으며 양이온화제가 첨가됨에 따라 그 값이 약간 감소하였다. Fig. 2는 양이온화제 첨가 유무와 첨가제 농도에 따른 개각도를 살펴본 것으로 BTCA 처리에 의해 개각도가 상당히 향상되었으나 양이온화제의 첨가로 개각도가 다소 감소하였으며 양이온화제의 종류에 따라서는 EDTP의 개각도가 가장 낮았

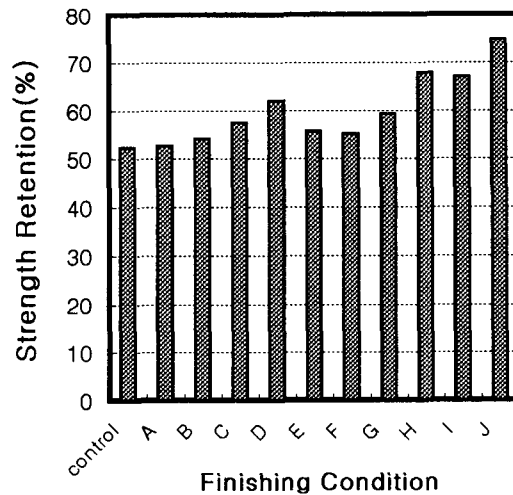
Table 2. DP rating of BTCA finished cotton

Finishing condition	DP rating
0% additive	3.3
2% CC	3.1
4% CC	3.1
6% CC	3.1
9% CC	3.1
3% TEA·HCl	3.0
6% TEA·HCl	3.1
9% TEA·HCl	3.2
3% EDTP	3.0
6% EDTP	3.0
9% EDTP	2.9
Untreated	1.4



untreated: untreated cotton, control: no additives
 A: 2% CC, B: 4% CC, C: 6% CC, D: 9% CC,
 E: 3% TEA·HCl, F: 6% TEA·HCl, G: 9% TEA·HCl
 H: 3% EDTP, I: 6% EDTP, J: 9% EDTP

Fig. 2. Effect of additive concentration on conditioned wrinkle recovery angle of BTCA treated cotton fabrics.



control: no additives
 A: 2% CC, B: 4% CC, C: 6% CC, D: 9% CC,
 E: 3% TEA·HCl, F: 6% TEA·HCl, G: 9% TEA·HCl
 H: 3% EDTP, I: 6% EDTP, J: 9% EDTP

Fig. 3. Effect of additive concentration on strength retention of BTCA treated cotton fabrics.

다. 또한 양이온화제의 농도에 따라서는 세 양이온화제 모두 농도가 9%일 때 개각도가 많이 감소하여 방추성의 면에서만 볼 때에는 적절하지 못한 것으로 보인다. Fig. 3에서도 가교형성에 의한 인장강도의 감소를 볼 수 있으며, 첨가된 양이온화제의 농도가 증가할수록 인장강도보존율은 증가하는 경향을 나타내었다. 양이온화제 첨가에 따른 DP성 및 방추도의 감소와 인장강도보존율의 증가는 첨가제로 사용된 아민이 가교제와 셀룰로오스의 가교결합수를 줄임과 동시에 형성된 가교의 분지도(degree of blanching)를 증가시켜 가교망을 유연하게 함으로써 응력을 분산시키는데 기인하는 것으로 생각된다¹⁵⁻¹⁷⁾.

3. 양이온화제 첨가에 따른 BTCA 처리 직물의 염색성

Fig. 4와 Fig. 5의 pH에 따른 염색성을 보면 반응성염료와 산성염료 모두 염색의 pH가 낮을수록 K/S값이 증가하였으며 특히 pH3에서 급격히 증가하였다. 이는 산성조건에서 아민 또는 암모늄염에 포함된 질소원자의 염기도가 증가되고, 유리카르복시기가 비이온화되어 염료와의 결합을 용이하게 하기 때문이다¹⁸⁾.

Fig. 6의 중성염 첨가에 의한 반응성염료의 염색

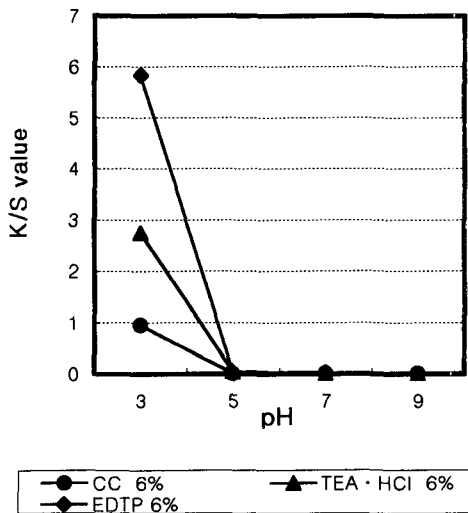


Fig. 4. Effect of pH on the K/S value of C.I. Reactive Blue 4 for BTCA treated cotton

성 결과에서 pH5 이상에서는 미처리면과 같이 중성염첨가에 의해 K/S값이 약간 상승하였으나 pH3에서는 중성염이 오히려 처리직물의 양전하를 감소시키므로 염색성 향상에는 도움이 되지 않는 것으로 나타났다.

Fig. 7과 Fig. 8은 pH를 3으로 고정시키고 첨가제의 농도를 9%까지 변화시키면서 염색성을 살펴본

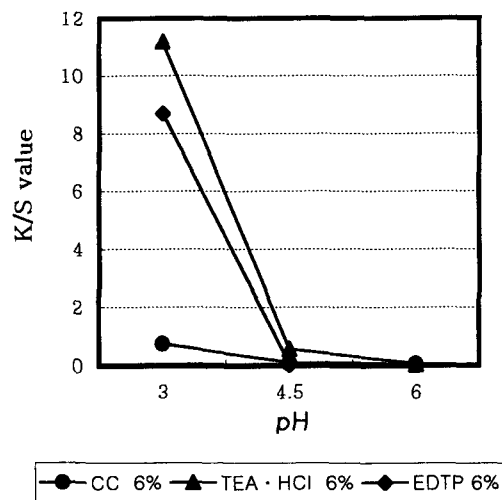


Fig. 5. Effect of pH on the K/S value of C.I. Acid Red 1 for BTCA treated cotton fabrics.

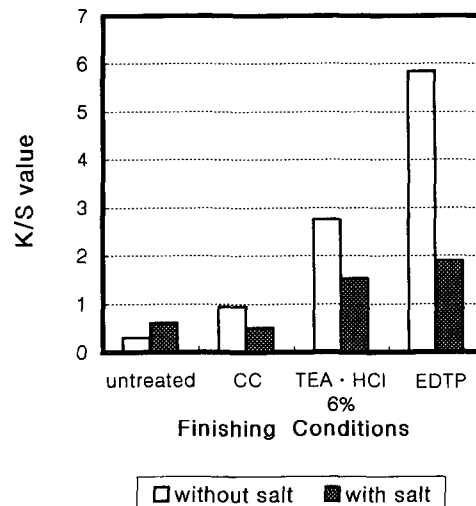


Fig. 6. Effect of salt on the K/S value C.I. Reactive Blue 4 for BTCA treated cotton fabrics.

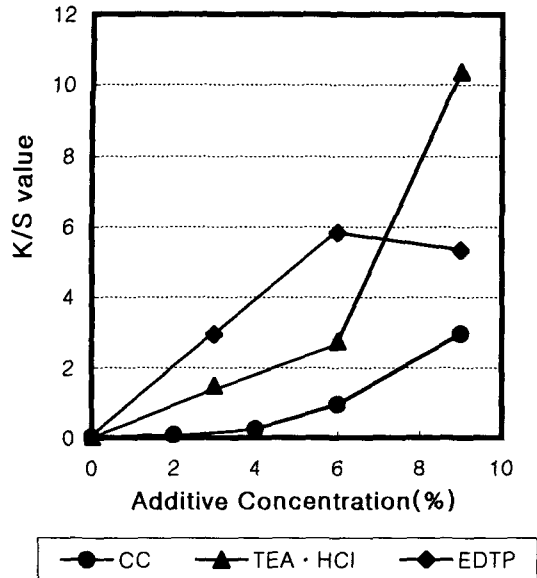


Fig. 7. The K/S value of C.I. Reactive Blue 4 for BTCA treated cotton fabrics with various additive concentration.

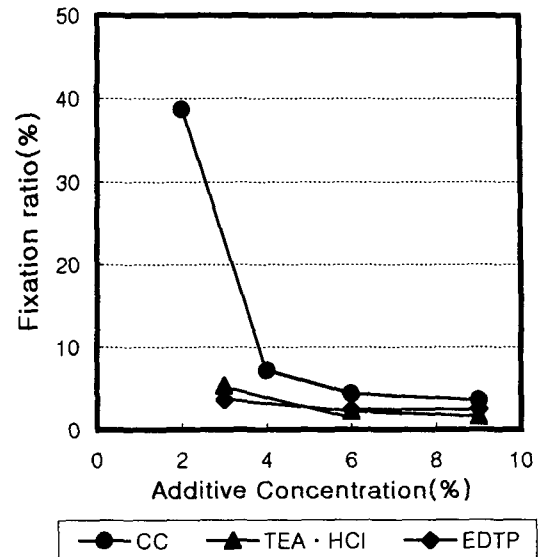


Fig. 9. The Fixation ratio of C.I. Reactive Blue 4 for BTCA treated cotton fabrics with various additive concentration.

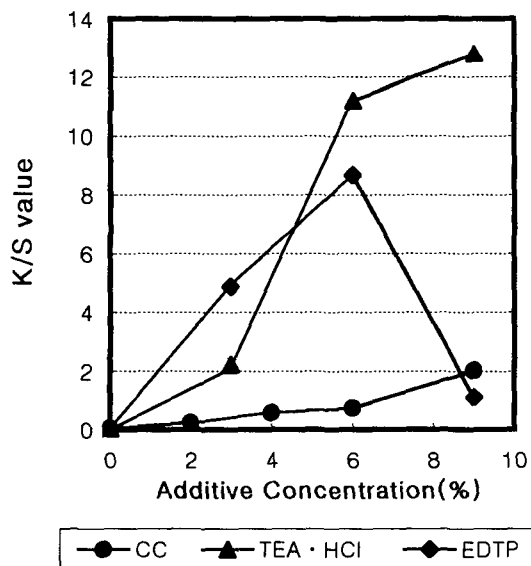


Fig. 8. The K/S value of C.I. Acid Red 1 for BTCA treated cotton fabrics with various additive concentration.

것으로 세 양이온 첨가제 모두 첨가제의 농도가 증가할수록 K/S값이 증가하였다. 즉 극성의 질소계첨

가제를 첨가하여 반응성염료 및 산성염료에 전혀 친화력이 없는 면직물을 화학적으로 개질시킴으로써 염색성을 향상시킬 수 있었다. K/S값을 Fig. 1의 양이온화제 첨가에 따른 질소함량과 비교해보면 그 경향이 매우 유사하며 이를 통해 면직물과 반응한 양이온 첨가제의 양이 많을수록 염색성이 향상됨을 예측할 수 있다.

Fig. 9는 다양한 조건으로 염색된 직물에 대한 반응성 염료의 고착률을 양이온첨가제의 양이 증가함에 따라 K/S값이 증가하는 것과는 달리 첨가제의 증가에 따라 고착률이 감소하였다. 또한 CC 2%의 결과를 제외하고는 모두 10% 미만의 낮은 고착률을 보이는데, 추출한 직물의 K/S 값이 모든 직물에 있어 비슷한 것으로 보아 남아 있는 염료의 양은 거의 동일한 것으로 생각된다. 산성조건에서는 첨가제의 질소원자의 염기도의 증가로 인해 염료의 흡착이 유리하나 염료와 섬유와의 공유결합은 알칼리 하에서 증진된다¹⁹⁾.

따라서 양이온화제 첨가에 의한 반응성 염료의 염색성 향상은 면섬유와 염료간 공유결합의 증가가 아닌 염료와 양이온화제 사이의 조결합에 의한

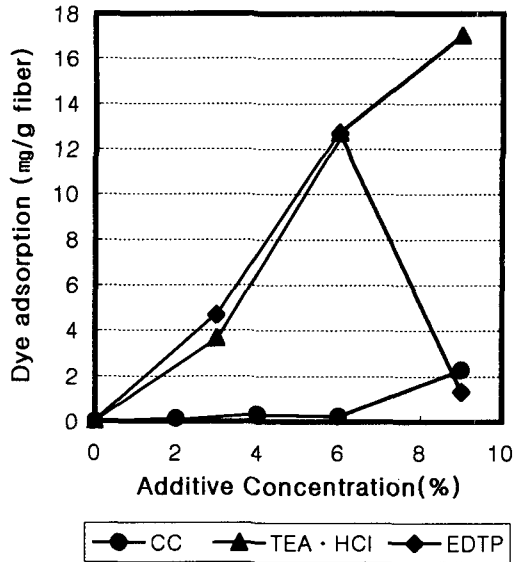


Fig. 10. The dye adsorption of C.I. Acid Red 1 for BTCA treated cotton fabrics with various additive concentration.

것으로 생각된다.

pH3에서 산성염료로 염색된 직물을 피리딘 수용액으로 추출하여 섬유에 흡착된 염료의 양을 측정 한 결과는 Fig. 10에 나타나 있다. 역시 첨가제의 농도가 증가할수록 염료의 흡착량이 증가하였으며 이는 Fig. 8의 K/S값의 결과를 확인해주었다.

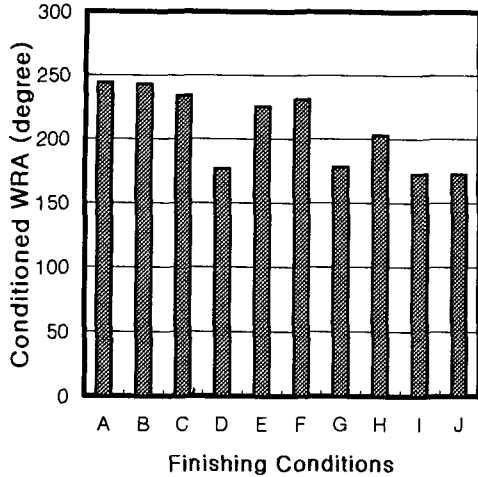
Table. 3은 반응성염료와 산성염료로 염색된 직물의 세탁견뢰도를 측정 한 결과이다. 반응성염료와 산성염료로 염색한 직물 모두 이염견뢰도는 우수하나 처리직물의 색변화에 대한 견뢰도는 반응성 염료의 경우 보통 또는 우수한 견뢰도를 보였고, 산성염료의 경우 견뢰도가 나빴다. Table. 4에서 반응성 염료는 2-4급으로 일광견뢰도가 좋지 못했으며 특히 산성염료의 경우 모든 직물에서 1-3정도의 등급을 나타내 견뢰도가 매우 낮았다. 반응성 염료는 산성조건에서 면섬유와의 공유결합에 의한 반응보다는 산성염료와 같이 반응하였으므로 견뢰도가 높지 않은 것으로 생각된다. 세탁과 일광견뢰도 모두에 있어 CC가 TEA · HCl나 EDTP보다 견뢰도가 좋았으며,

Table 3. Colorfastness to Washing of finished cotton dyed with reactive and acid dye

Finishing Condition		C.I. Reactive Blue 4			C.I. Acid Red 1		
		Color Change	Staining		Color Change	Staining	
			Cotton	Wool		Cotton	Wool
A	2% CC	3-4	4-5	4-5	2	4-5	4-5
B	4% CC	3	4-5	4-5	2-3	4-5	4-5
C	6% CC	4	4-5	4-5	2-3	4-5	4-5
D	9% CC	3-4	4-5	4-5	1	4-5	4-5
E	3% TEA · HCl	3	4-5	4-5	1-2	4-5	4-5
F	6% TEA · HCl	4	4-5	4-5	1-2	4-5	4-5
G	9% TEA · HCl	2-3	4-5	4-5	1	4-5	4-5
H	3% EDTP	2	4-5	4-5	2	4	4
I	6% EDTP	2-3	4-5	4	1-2	4	4
J	9% EDTP	3	4-5	4-5	1	4-5	4-5

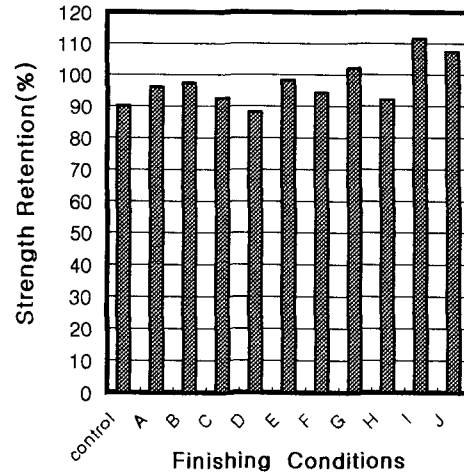
Table 4. Colorfastness to Light of finished cotton dyed with reactive and acid dye

Dye	Finish Condition									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
ReactiveBlue 4	2-3	3	3	3-4	3	3	2-3	2	2-3	3
AcidRed 1	2	2-3	2-3	1	1-2	1-2	1	1	1	1



A: 2% CC, B: 4% CC, C: 6% CC, D: 9% CC,
E: 3% TEA·HCl, F: 6% TEA·HCl, G: 9% TEA·HCl
H: 3% EDTP, I: 6% EDTP, J: 9% EDTP

Fig. 11. Conditioned wrinkle recovery angle of BTCA treated cotton fabrics after dyeing with C.I. Reactive Blue 4.



control: no additives

A: 2% CC, B: 4% CC, C: 6% CC, D: 9% CC,
E: 3% TEA·HCl, F: 6% TEA·HCl, G: 9% TEA·HCl
H: 3% EDTP, I: 6% EDTP, J: 9% EDTP

Fig. 12. Strength retention of BTCA treated cotton fabrics after dyeing with C.I. Reactive Blue 4.

EDTP의 견뢰도가 가장 낮았는데 이는 첨가제로 4차 암모늄염이 3차 아민이나 아민염보다 이온결합력이 좋기 때문이다²⁰⁾.

방추가공을 하지 않은 면을 염색가능한 조건인 pH 9에서 염색하여 견뢰도를 평가한 결과 세탁견뢰도는 반응성 염료의 경우 4급이었고, 산성염료의 경우 1-2급이었으며 일광견뢰도는 반응성염료가 2-3급, 산성염료가 1급으로 이 결과를 Table 4와 Table 5의 결과와 비교해 보면 가교제와 함께 양이온화제를 첨가하여 처리한 직물은 반응성 염료와 산성염료 모두 방추가공되지 않은 미처리면과 동등하거나 약간 낮은 견뢰도 등급을 나타내는 것으로 나타났다.

4. 염색된 직물의 물리적 성질의 변화

Fig. 11은 양이온 첨가제의 농도를 달리하여 처리한 후 염색한 직물의 구김회복각으로 Fig. 2의 염색전 개각도와 비교해 볼 때 변화가 없었으며, 따라서 염색한 후에도 구김회복성을 유지하였다. 염색 후의 인장강도 보존율은 Fig. 12와 같으며 염색전에

비해 거의 감소하지 않았다.

IV. 결 론

1. CC와 TEA·HCl, EDTP를 첨가하여 처리하였을 때, 대체로 첨가제의 농도가 증가할 수록 BTCA 처리 직물의 질소함량이 증가하였다.

2. BTCA로 가공한 면직물은 미처리면에 비해 DP rating과 방추도가 향상되었다. 가공조건에 따라서는 양이온화제를 첨가하지 않고 BTCA로만 가공한 면직물의 방추도가 가장 우수했으며 첨가제의 농도가 증가할수록 방추도는 감소하였다. DP rating은 첨가제에 의해 약간 감소하였으나 첨가제의 종류 및 농도에 영향을 받지 않았다. 또한 BTCA 가공에 의해 인장강도가 감소하였으나, 첨가된 아민염과 암모늄염의 농도가 증가할수록 인장강도보존율은 증가하는 경향을 나타내었다.

3. 가공된 직물의 염색성은 반응성 염료와 산성염료 모두 pH 3에서 K/S값이 가장 높았으며 첨가제의 농도가 증가할수록 K/S값이 증가하였다. 반응성

염료의 염색에서 중성염은 산성조건에서 염색되는 처리 직물의 염색성 향상에는 도움이 되지 않았다.

4. 반응성염료는 세탁견뢰도가 보통 또는 우수하나 일광견뢰도는 2~4급으로 나뉘고, 산성염료로 염색할 경우 세탁견뢰도와 일광견뢰도 모두 나쁘게 나타났다. 그러나 반응성염료와 산성염료에서 면이나 양모로의 오염은 없었다. 또한 처리조건에 따라서는 CC가 TEA·HCl나 EDTP보다 견뢰도가 좋았다.

5. 가공 후 염색된 면직물의 물리적 성질을 측정할 결과, 방추도와 인장강도·모두 염색조건에 의해 영향받지 않았다.

참 고 문 헌

1. B. F. North, Reactants for Durable Press Textiles: The Formaldehyde Dilemma, *Text. Chem. & Color.*, **23**(10), 21 (1991).
2. B. A. K. Andrews, E. J. Blanchard & R. M. Reinhardt, Fabrics Whiteness Retention in Durable Press Finishing with Citric Acid, *Text. Chem. & Color.*, **25**(3), 52 (1993).
3. C. M. Welch & B. A. Kottes Andrews, Ester Crosslinks: A Route to High Performance Nonformaldehyde Finishing of Cotton, *Text. Chem. & Color.*, **21**(2), 13 (1989).
4. C. M. Welch, Tetracarboxylic Acids as Formaldehyde-Free Durable press Finishing agents Part I: Catalyst, Additive, Durability studies, *Text. Res. J.*, **58**(8), 480 (1988).
5. J. G. Frick Jr., Bonding in Cotton Fiber From Formaldehyde-Free Crosslinks, *J. Appl. Polym Sci.*, **30**, 3467 (1985).
6. N. R. Bertoniere & W. D. King, Pore Structure and Dyeability of Cotton Crosslinked with DMDHEU and with DHDMI, *Text. Res. J.*, **59**(10), 608 (1989).
7. N. R. Bertoniere & W. D. King, Pore Structure of Cotton Fabrics Crosslinked with Formaldehyde-Free Reagents, *Text. Res. J.*, **62**(6), 349 (1992).
8. Y. Tang, T. Lan & S. Li, Effect of DP finishing Methods on Sorption of Dyes by Cellulose, *Text. Chem. & Color.*, **27**(2), 29 (1995).
9. E. J. Blanchard & R. M. Reinhardt, New Finishing Possibilities for Producing Dyeable, Smooth Drying Cotton, *Text. Chem. & Color.*, **21**(3), 19 (1989).
10. E. J. Blanchard, R. M. Reinhardt & B. A. Kottes Andrews, Finishing with Modified Polycarboxylic Acid Systems For Dyeable Durable Press Cottons, *Text. Chem. & Color.*, **23**(5), 25 (1991).
11. R. J. Harper Jr. & R. L. Stone, Cationic Cotton Plus Care, *Text. Chem. & Color.*, **18**(11), 33 (1986).
12. R. M. Reinhardt, E. J. Blanchard & E. E. Graves et al, Dyeability of Citric Acid Crosslinked Cotton Containing Amine Or Quaternary Ammonium Salt Additives, *Colourage Annual*, 37 (1993).
13. D. M. Lewis & X. P. Lei, New Methods for Improving the Dyeability of Cellulose Fiber with Reactive Dyes, *J. Soc. Dyer. Color.*, **107**(3), 102 (1991).
14. 조현태·이재덕·조재준, 방향족 1급 아민화 셀룰로오스의 염색성 및 응용성, *한국섬유공학회지*, **28**(8), 53 (1991).
15. C. M. Welch, Formaldehyde-Free Durable Press Finishing with BTCA in the presence of Polar Nitrogenous Additives, *Text. Chem. & Color.*, **23**(3), 29 (1991).
16. C. M. Welch, Improved Strength and Flex Abrasion Resistance in Durable Press Finishing with BTCA, *Text. Chem. & Color.*, **29**(2), 21 (1997).
17. 류미형·유효선, BTCA로 방추가공된 면직물의 염색성, *생활과학연구*, **22** (1997).
18. R. M. Reinhardt & E. J. Blanchard, Dyeing Cotton Finished For Durable Press With Triethanolamine As Additive: Influence Of Certain Dyeing Variables, *Amer. Dyest. Repr.*, **79**(6), 15 (1990).
19. 김노수, 염색화학, 교문사, 409-483 (1994).
20. R. M. Reinhardt & E. E. Graves, Colorfastness To Washing Of Modified Crosslinked Cotton Dyed After Finishing Treatment, *Amer. Dyest. Repr.*, **85**(4), 28 (1996).