

## 시판 피그먼트 염색직물의 워싱가공에 관한 연구

이혜자<sup>†</sup> · 유혜자\*

한국교원대학교 가정교육과, \*서원대학교 의류직물학과

### Washing of Pigment Dyed Fabrics

Hyeja Lee<sup>†</sup> · Hyeja Yoo\*

Dept. of Home Economics Edu., Korea National University of Education

\*Dept. of Clothing & Textiles, Seowon University

(2006. 1. 16. 접수)

#### Abstract

The aim of this study was to investigate the change of the weight loss, tensile strength, flex stiffness, and color-values of the pigment-dyed cotton, polyester/cotton, polyester and nylon fabrics after washing process.

Pigment-dyed cotton and polyester/cotton fabrics were treated with the cellulase, of which concentrations were 0, 1, 3 and 5g/l. The time of washing process ranges from 30 to 120 minutes. Pigment-dyed polyester and nylon fabrics were treated without enzyme, of which the washing temperature were 13, 30, 55°C and the washing time ranges from 30 to 120 minutes. Also, they were tested in terms of the influences of agitation speed(rpm) and additives such as softeners, enzymes, detergents. The weight loss and tensile strength of the pigment-dyed cotton and polyester/cotton fabrics were positively correlated with the concentration of cellulase and washing time. Neither polyester nor nylon fabrics exhibited any change of the weight. All fabrics showed the decline of flex stiffness and decoloration after washing process. Decoloration of cotton and polyester/cotton fabrics was due to both the influence of cellulase and the mechanical rubbing. On the other hand, that of polyester and nylon fabrics was caused by the mechanical rubbing only.

**Key words:** Pigment-dyed fabrics, Weight loss, Flex stiffness, Color difference, Washing; 피그먼트 염색직물, 감량률, 강연도, 색차, 워싱가공

### I. 서 론

피그먼트는 불용성의 미세 색소(보통 0.5-5.0um)로서 야조 화합물, 불용성 바트 염료, 토너나 레이크와 같은 안료, 무기화합물 등을 말하며 주로 화학적 구조보다는 염색의 적용방법에서 일반적인 염료와 구분된다. 피그먼트 염색은 미세하고 불용성인 색소를

옷감에 패딩시켜 고착되게 하는 것으로 보통 용매나 물에멸전 혹은 이들의 혼합 시스템을 적용하는 염색 방법이다. 에멸전으로 사용되는 것은 아크릴 바인더로 대부분이 음이온이어서 서로 용화시키는 것이 관건이다. 피그먼트 염색은 섬유와 색소입자 사이의 음이온적 친화력에 기인하므로 양이온제로 전처리하여 (+)전하로 만들어 주고 피그먼트 염료는 음이온 계면활성제와 분산제를 넣어 (-)전하로 해줌으로서 섬유와 피그먼트 염료 사이의 이온적 흡착에 의해 염색된다. 그리고 바인더로 처리한 후 열처리하여 바인더가 고분자화 되고 가교를 형성케 하여 고착시킨다. 피그

<sup>†</sup>Corresponding author

E-mail: hjlee@knue.ac.kr

본 연구는 2005년도 한국교원대학교 기성회계 학술연구비 지원으로 수행됨.

먼트 염료는 직접 염료, 반응 염료와 함께 가먼트 염색에 주요 염료로서 적용하면서 시장의 반응에 빠르게 대처할 수 있고 생산비도 줄일 수 있는 장점과 함께 그 사용이 증가하였다(Gore & Settle, 1994). 가먼트 염색은 자연스럽게 릴렉스한 풍을 지녀야 한다. 따라서 염료와 가공약제의 선택이 매우 중요하다. 섬유는 면, 양모, 나일론, 폴리에스테르, 아크릴과 이들의 혼방에 사용할 수 있고, 제품의 종류도 스포츠웨어, 양말, 티셔츠, 바지, 목욕용품 모든 제품에 사용되고 있다. 그러나 천연 피그먼트를 활용한 피그먼트 염색의 새로운 접근 등의 연구는 종종 있으나(Kongdee & Bechtold, 2004; Liakopoulou-Kyriakides et al., 1997; Tsatsaroni et al., 1998) 피그먼트 염색직물의 후 가공인 워싱가공에 대한 연구는 거의 찾기 어렵다.

지금까지 워싱가공은 주로 데님직물에 적용되어 왔다. 데님직물에는 인디고 염료로 염색되는데 인디고 염료는 물에 불용이어서 환원제나 알칼리의 존재 하에서 배팅시키면 류코화합물이 되면서 물에 녹아 섬유에 친화력을 갖게 된다. 염색은 표면에 집중적으로 염색되고 섬유내부로의 침투가 약하게 된다. 이러한 염색데님지에 워싱가공을 하면 표면의 섬유 피브릴이 절단되어 낱고 유연한 효과를 낸다(최은경 외, 2001). 워싱가공에 돌, 모래, 산, 효소 등이 사용되면서 다양한 패션의 데님직물의 발전을 가져오게 되었다. 또한 상업적으로 데님 워싱가공에서 중성 셀룰라제의 적용 및 백스테이닝 연구, 짧은 시간처리로의 경제적 가공에 대한 연구 등 다각적인 연구가 시도되고 있다(Etters, 1994; Klahast et al., 1994; Lantto et al., 1996).

인디고 염색 데님직물에서와 마찬가지로 피그먼트 염색에 대한 연구와 워싱가공 연구는 새로운 소재 개발에 필수적이다.

본 연구에서는 시판 피그먼트 염색직물 4종류를 선정하여 면직물과 면/폴리에스테르직물은 효소처리에 대한 워싱가공효과를 알아보았다. 폴리에스테르직물

과 나일론직물에는 일반 워싱가공을 하면서 rpm, 온도, 시간에 따른 워싱효과와 유연제, 셀룰라제, 세제첨가에 따른 워싱효과도 비교 검토하여 피그먼트 염색직물 워싱가공의 적정 조건을 알아보려고 하였다. 워싱효과는 감량률, 강연도, 강도, 색차의 변화로 살펴보았다.

## II. 실험

### 1. 시료

피그먼트 염색직물은 수성 바인더와 피그먼트(동양화학)로 염색된 염색직물을 구입하여 사용하였으며 면직물과 폴리에스테르/면직물, 폴리에스테르직물, 나일론직물의 직물 특성은 <Table 1>과 같다.

### 2. 워싱가공

셀룰라제 농도를 0, 1, 3, 5g/l로 변화시켜 60분 동안 55°C에서 처리하였다. 또한 농도를 3g/l로 고정시키고 처리시간을 30, 60, 90, 120분으로 하여 농도와 처리시간과의 상호관계를 알아보았다. 온도는 활성이 높은 55°C에서 하였으며 산성 셀룰라제 최대 활성 조건인 pH 5에서 실험하였다(전혜경 외, 1999; Tyndall, 1992). 효소는 산성 셀룰라제 파워블루((주)태평양)를 사용하였으며 워싱은 3개의 교반날개가 부착된 액류염색기(대림(주))를 이용하여 회전속도를 35rpm으로, 마찰효과를 내기 위하여 골프공을 마찰제로 사용하였다. 효소의 활성 제거를 위해서는 80°C, sodium carbonate 1g/l에서 10분간 처리하였다.

폴리에스테르직물과 나일론직물의 워싱가공은 첨가제 없이 물로, 교반속도 rpm을 15, 25, 35로 변화시켰다. 교반속도(rpm)를 35로 하고 온도를 13, 30, 55 °C로 변화시켰으며 유연제 DK-200(동경화학, 2g/l), 표준비누 0.5%, 셀룰라제(3g/l)를 첨가하여 첨가제의 효과도 비교하였다.

Table 1. Characteristics of the fabrics

Fabrics	Color	Weave	Density (ends/picks/inch <sup>2</sup> )	Weight (g/m <sup>2</sup> )	Thickness (mm)
Cotton 100%	8.74YR	plain	128×56	264.70	0.62
Polyester 50%/cotton 50%	2.66R	2/1twill	128×88	194.46	0.33
Polyester 100%	3.66BG	satin	144×72	253.78	0.65
Nylon 100%	4.14YR	2/1twill	168×80	168.12	0.39

Table 2. Weight loss & flex stiffness of fabrics after washing

Test type Fabrics		Weight loss(%)		Flex stiffness(cm · g)	
		Cotton	Polyester/cotton	Cotton	Polyester/cotton
Conc.(g/l)	Time(min.)				
0	60	0.31	0.16	27.31(22.11)	19.06(16.03)
1	60	1.47	0.73	27.31(22.82)	17.02(14.74)
3	30	2.91	0.87	29.43(17.76)	15.06(13.97)
	60	2.73	0.84	29.38(19.51)	14.01(11.81)
	90	4.66	1.51	26.76(18.29)	13.55( 9.10)
	120	5.80	1.77	23.10(16.92)	12.18(10.01)
5	60	3.60	1.20	24.16(15.85)	12.86( 8.74)

\*( ) : weft

### 3. 직물의 물성변화

워싱가공 전후의 직물을 항온항습기를 이용하여 표준상태에서 24시간 방치시킨 후 무게를 측정하여 감량률을 구하였다.

워싱처리직물의 강신도는 인장강도시험기(Testometric M350-5KN, Rochdale, England)를 이용하여 측정하였다.

강연도는 KS K 0539의 캔티레버법으로 측정하여 Flex stiffness(cm·g)로 나타내었으며 워싱처리된 직물의 형태학적 특성을 조사하기 위해 Scanning Electron Microscope(HITACHI S-2500C)를 사용하여 100배율로 관찰하였다.

색의 측정은 워싱 후 분광측색계(Color techno system JS555, Japan)를 이용하였으며 각 시료의 L\*, a\*, b\*값과, ΔE, H V/C, K/S값으로 나타내었다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 면과 폴리에스테르/면직물의 효소워싱가공

#### 1) 감량률과 강연도

셀룰라제 처리농도에 따른 면직물의 감량률은 60분 워싱처리에서 1.47~3.60%를 나타내었다(Table 2). 워싱처리시간, 30분~120분에서는 셀룰라제 농도 3g/l에서 2.91~5.80% 감량이 일어났다. 면직물은 데님직물의 워싱가공에서와 마찬가지로 농도와 시간에 따라 감량이 많이 일어났다(전혜경 외, 1999). 폴리에스테르/면직물은 경사가 폴리에스테르이고 위사가 면

섬유로 구성되어 있으므로 처리농도에 따라 0.73~1.20%의 감량률을 나타내었고 처리시간에 따라서는 셀룰라제 농도 3g/l에서 30분~120분 동안 처리했을 때 0.87~1.77% 감량이 일어났다. 이러한 결과를 볼 때 폴리에스테르/면직물의 감량률은 전체적으로 면직물 감량률의 약 30% 내외에서 일어났다. 그 이유는 폴리에스테르/면직물이 폴리에스테르섬유가 경사로, 면섬유가 위사로, 2/1 교직으로 짜져 있기 때문으로 생각된다. 면데님직물의 경우 셀룰라제 농도가 높을수록 감량률은 색상과 강도저하를 우려하여 일반적으로 3~5%에서 이루어지도록 하는데(최은경 외, 1999) 면데님직물과 유사한 워싱효과를 얻기 위해서는 피그먼트직물의 적정 셀룰라제 농도 1~3g/l, 처리시간 60분 이내를 제시할 수 있다.

워싱처리농도에 따른 강연도는 면직물과 폴리에스테르/면직물 모두 셀룰라제의 농도가 높아질수록, 처리시간이 길어질수록 강연도의 숫치는 낮아져 유연해졌다.

이와 같은 결과에서 면직물은 셀룰라제의 영향으로 농도와 워싱시간의 증가에 따라 유연해졌으며 폴리에스테르/면직물은 셀룰라제의 영향과 마찰시간이 증가함에 따라 강연도가 낮아져 유연해졌다고 볼 수 있다.

#### 2) 강도

셀룰라제 처리농도와 처리시간에 따른 직물의 강도변화를 <Fig. 1>에 나타내었다. 셀룰라제 처리농도가 증가함에 따라 강도저하를 나타낸 것은 면직물의 경, 위사방향과 폴리에스테르/면 교직물의 면섬유로

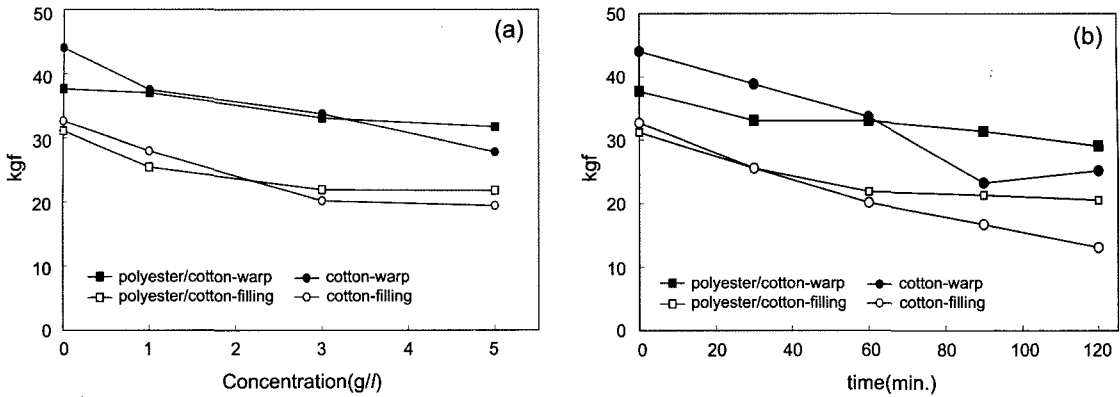


Fig. 1. Tensile strength of fabrics according to concentration of enzyme(a) & washing times(b)

된 위사방향이었다.

면직물은 경사방향이 셀룰라제의 농도 1, 3, 5g/l에서 15, 24, 37%의 강도저하를 가져왔으며 위사방향의 경우는 15, 38, 40%의 강도저하를 가져왔다. 이것은 셀룰라제의 영향을 받는 직물이 면섬유이기 때문이다. 폴리에스테르/면직물에서 경사방향의 경우 2, 12, 18%의 강도저하, 위사방향의 경우 18, 30, 30%의 강도저하를 가져왔다. 교직물의 경우, 면으로 된 위사방향이 면직물의 위사방향보다 강도저하가 적은 것은 폴리에스테르와 능직으로 교직되었기 때문으로 생각된다.

셀룰라제 3g/l 농도에서, 처리시간을 30분에서 120분까지 변화시켜 처리한 결과에서 보면<Fig. 1(b)> 농도에 따른 강도변화에서처럼 강도저하를 나타낸

것은 면직물의 경, 위사방향과 폴리에스테르/면직물의 면섬유로 된 위사방향만이였다. 면직물의 경우 30분에서 120분 처리하였을 때 경사방향의 강도저하율이 12, 24, 44, 40%를 나타내었으며 위사방향의 경우 22, 39, 49, 60%의 강도저하를 가져와 경사방향보다는 위사방향에서 강도저하가 심하였다. 폴리에스테르/면직물의 경우 30분에서 120분 처리하였을 때 경사 방향이 0, 0, 5, 12%, 위사방향의 경우 면섬유로 되어있기 때문에 18, 30, 17, 20%의 강도저하를 가져왔다.

이와 같이 셀룰라제는 처리농도와 처리시간에서 확실하게 면직물과 폴리에스테르/면직물에 워싱가공에 영향을 주어 강도가 저하하고 있는 것은 데넵직물의 워싱가공에서와 같은 결과를 나타내었다(Tyndall, 1992).

Table 3. Color values of polyester/cotton, cotton fabrics after washing at temperature 55°C and 60min

Fabrics	Conc.(g/l)	Color values				
		L	a	b	E	K/S
Cotton	control	35.16	5.48	5.85	0	6.64
	0	37.77	4.71	4.78	2.93	5.14
	1	42.96	4.47	2.84	8.42	3.34
	3	45.80	4.23	2.87	11.12	2.81
	5	48.20	4.73	2.53	13.48	2.35
Polyester/cotton	control	51.66	53.61	14.64	0	5.32
	0	54.16	47.72	12.18	6.85	3.63
	1	55.47	46.57	11.17	8.73	3.22
	3	56.80	44.48	10.28	11.35	2.82
	5	57.95	42.96	9.67	13.33	2.48

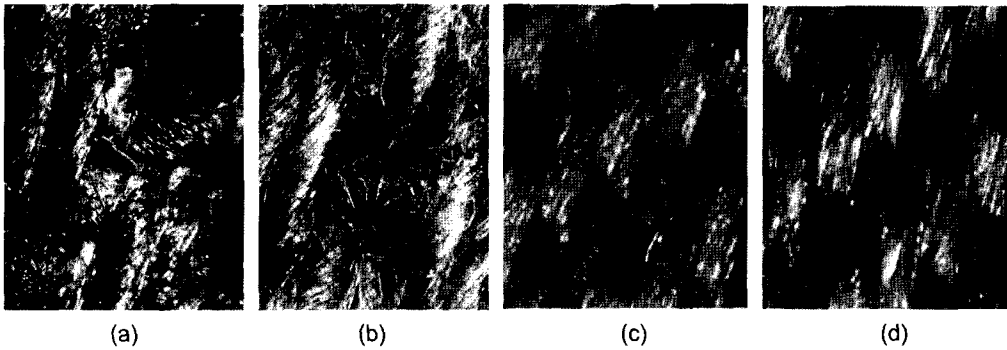


Fig. 2. Pictures of cotton, polyester/cotton fabrics before & after washing: a, c: before, b, d: after (x100)

3) 색차

셀룰라제 처리농도에 따른 면직물과 폴리에스테르/면의 색차를 나타낸 <Table 3>에서 보면 셀룰라제 처리 농도가 증가함에 따라 L값은 폴리에스테르/면 직물, 면직물의 경우 원포에 비해 높아졌고 백도가 증가하였다. 명도의 값은 두 직물에서 값이 커지면서 밝기가 증가하였다. 워싱가공에 의해 탈색되어 농도와 시간이 증가함에 따라 색차가 많이 차이가 났다. 셀룰라제를 첨가하지 않은 경우 이외에는 두 직물의 경향은 비슷하였다. 그러나 셀룰라제 없이 워싱처리하는 경우 면직물은 셀룰라제 없이는 색차가 크지 않아 2.93, 폴리에스테르/면직물은 폴리에스테르섬유의 마찰만의 효과로도 색차가 크게 나타나 6.85를 나타내어 큰 차이를 보였다. 이는 폴리에스테르섬유와 면섬유가 2/1 교직으로 짜여져 폴리에스테르가 표면에 많이 노출되어 마찰에 의해 색상탈락이 많아졌기 때문으로 생각된다.

<Fig. 2>는 워싱 전과 후의 색상을 현미경으로 확대한 사진이다. 원포의 표면 색상과 워싱 후에 표면

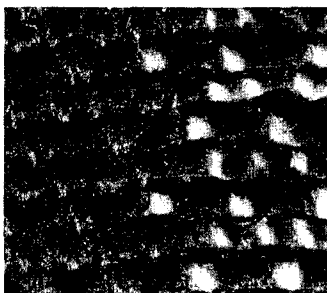


Fig. 3. Picture of pigment dyed cotton fabrics

의 색상이 잘 나타나 있다. 이는 피그먼트 염료가 표면에만 염색된 것이므로 워싱 후에 피그먼트가 탈락된 것임을 알 수 있다. 인디고 직물의 겉표면에만 사염된 경사가 워싱에 의해 피브릴이 절단되어 낡은 효과를 나타내는 것과 겉표면에만 염색된 피그먼트 염색직물이 워싱에 의해 탈락된 것이 거의 같다고 할 수 있다. <Fig. 3>는 피그먼트로 표면 염색된 면직물로서 경사를 뽑아냈을 때 염색이 되지 않은 위사가 희게 나타난 그림이다.

<Fig. 4>는 셀룰라제 처리농도와 처리시간에 따라 면직물과 폴리에스테르/면의 워싱가공 후의 색차를 나타낸 그림이다. 면직물은 셀룰라제 첨가 유무 0, 1g/l에 따라 색차가 크게 차이를 나타내고 있다. 셀룰라제 농도에 따라서는 면직물의 경우 농도에 비례하여 색차가 크게 나타나고 있다. 이것은 인디고 염색 면직물에서와 같은(Heikinheimo et al., 2000) 양상을 띠는 것은 예상할 수 있는 것이었다. 폴리에스테르/면 직물에서는 위사가 면섬유이므로 약간의 차이가 났다. 폴리에스테르/면직물도 셀룰라제의 농도에 따라 색차가 커지는 것은 면직물의 표면이 셀룰라제에 의해 면피브릴과 피그먼트가 탈락되고 폴리에스테르 표면이 마찰에 의해 피그먼트가 탈락된 결과이다.

셀룰라제 농도 3g/l, 처리온도 55°C, pH 5에서 시간에 따라 워싱가공한 직물의 색차를 나타낸 것 <Fig. 4(b)>에서 보면 면직물과 폴리에스테르/면직물 모두 워싱 시간이 늘어남에 따라 비례하여 색차 차이가 많이 났다.

이와 같은 결과에서 피그먼트 염색직물의 워싱가공은 데님직물의 워싱가공과 같은 맥락에서 적용될 수 있음을 알 수 있다.

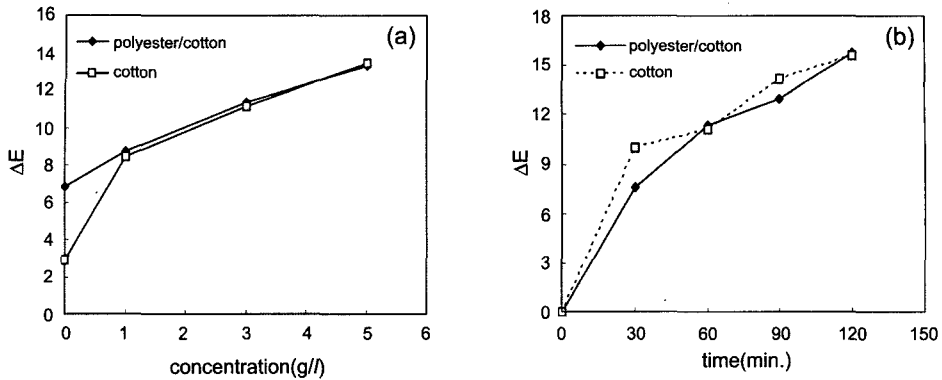


Fig. 4. Color difference of polyester/cotton, cotton fabrics according to concentration of enzyme(a) & washing times(b)

2. 폴리에스테르과 나일론직물의 일반 워싱가공

1) 감량률과 강연도

폴리에스테르직물과 나일론직물의 감량률과 강연

도를 <Table 4>에 나타내었다. 감량률은 전체적으로 0.5% 이하로 아주 미미한 정도를 나타내었다. 워싱처리시간에 따른 결과를 보면 처리시간이 길수록 감량률이 약간씩 증가하였다. 온도에 따른 결과는 폴리에

Table 4. Weight loss & flex stiffness of polyester and nylon fabrics after washing

Time (min.)	Temp.(°C)	Weight loss(%)						Flex stiffness, cm·g: 경사(위사)					
		Polyester			Nylon			Polyester			Nylon		
		13	30	55	13	30	55	13	30	55	13	30	55
Control		-						45.68(2.76)			18.41(9.94)		
30		0.29	0.35	0.29	0.25	0.35	0.38	27.15 ( 1.80)	27.38 ( 2.35)	18.82 ( 2.03)	12.29 ( 9.27)	13.99 ( 8.62)	11.08 ( 9.09)
60		0.39	0.37	0.30	0.31	0.40	0.37	22.97 ( 1.59)	16.23 ( 1.89)	16.84 ( 1.12)	13.10 ( 8.58)	12.30 ( 7.78)	11.58 ( 6.57)
90		0.44	0.42	0.28	0.25	0.30	0.35	17.49 ( 1.76)	22.47 ( 1.89)	15.19 ( 1.48)	12.82 ( 9.67)	12.96 ( 6.39)	10.42 ( 6.74)
120		0.42	0.44	0.29	0.45	0.36	0.56	19.90 ( 1.29)	17.31 ( 1.65)	11.97 ( 1.59)	10.13 ( 7.53)	11.81 ( 7.63)	10.90 ( 6.76)

Table 5. Weight loss & flex stiffness of polyester, nylon fabrics according to turn speed & additives (at 55°C, 60 min.)

Rpm	Additives	Weight loss(%)		Flex stiffness(cm·g)	
		Polyester	Nylon	Polyester	Nylon
15	-	0.28	0.40	18.40(0.69)	11.37(5.82)
25	-	0.31	0.40	18.61(0.78)	9.34(5.54)
35	-	0.30	0.37	16.84(0.93)	11.58(6.57)
	softners	0.31	0.47	15.05(1.03)	9.13(5.60)
	enzymes	0.21	0.46	14.41(1.46)	12.88(6.34)
	detergents	0.33	0.42	21.28(2.40)	16.92(9.97)

\*( ) : weft

스테르와 나일론 두 직물에서 모두 온도에 따른 차이를 찾아보기 어렵다.

강연도도 뚜렷하지는 않으나 13°C에서보다는 30°C와 55°C에서 유연해지는 경향이다. 온도에서보다는 시간에 따라 많이 유연해졌으며 경사방향이 더 뚜렷하게 유연해졌다.

교반속도와 첨가제에 따른 감량률과 강연도의 변화를 나타낸 <Table 5>에서 보면 교반속도에 따른 효과도 별로 나타나지 않았으며 유연제나 셀룰라제 처리효과도 나타나지 않았으나 세제 첨가는 오히려 첨가하지 않았을 때보다 강연도가 높아져 빼뻗해졌다.

2) 색차

폴리에스테르직물과 나일론직물을 온도와 시간에 따라 위싱처리하였을 때의 위싱처리 전의 원포에 대한 색차를 <Fig. 5>에 나타내었다. 폴리에스테르와 나일론 두 직물은 13, 30, 55°C 모든 온도에서 위싱처리시간이 30분에서 120분으로 증가할수록 색차가 증

가하였으며 온도에 따라서는 폴리에스테르직물의 경우 13°C에서보다 30°C에서는 증가하였으나 30°C에

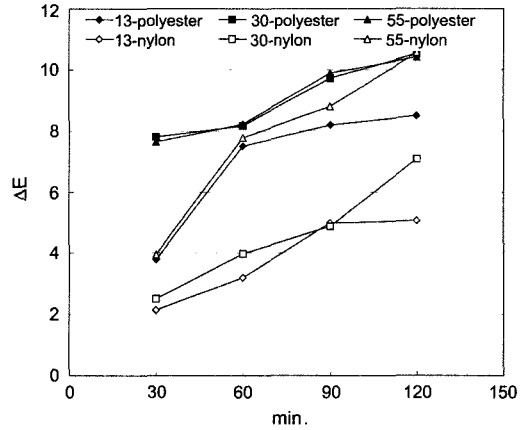


Fig. 5. Color difference of polyester, nylon fabrics according to washing temperature & washing times

Table 6. Color values of polyester, nylon fabrics according to turn speed(55°C, 60 min.)

Fabrics	Color values		L	a	b	E	K/S
	Rpm						
polyester	control		23.76	0.43	-2.17	0	11.76
	15		30.45	-0.24	-2.73	5.63	6.55
	25		32.20	-0.28	-2.41	8.47	6.29
	35		31.90	-0.53	-2.85	8.22	6.48
nylon	control		46.57	17.70	21.88	0	6.02
	15		46.22	17.44	76.65	5.24	4.62
	25		45.24	17.71	16.96	5.09	5.01
	35		46.82	16.04	14.28	7.78	4.00

Table 7. Color values of polyester, nylon fabrics according to additives(55°C, 60 min.)

Fabrics	Color values		L	a	b	E	K/S
	Additives						
polyester	-		31.90	-0.53	-2.85	8.22	6.48
	softners		29.93	-0.53	-3.02	6.25	7.47
	enzymes		30.24	-0.24	-2.57	6.53	7.30
	detergents		32.72	-0.02	-2.50	8.98	6.03
nylon	-		46.82	16.04	14.28	7.78	4.00
	softners		47.34	15.77	14.02	8.13	3.82
	enzymes		45.81	16.71	16.26	5.75	4.67
	detergents		45.56	17.67	19.04	3.01	5.39

서와 55°C에서는 거의 같은 색차를 나타내었다. 나일론에서는 13°C와 30°C에서는 거의 비슷한 결과를 나타내었으나 55°C에서 두드러지게 나타나 두 직물에서 차이를 보였다. 결과적으로 온도는 낮은 온도보다는 55°C에서 처리하는 것이 효과적이다.

또한 워싱처리할 때의 중요한 요건인 회전속도를 달리하였을 때의 색차는 회전속도를 높인 것이 워싱 효과를 좋게 하였으며 유연제, 셀룰라제, 세제의 첨가에 따른 효과가 거의 없었다(Table 6, 7).

이와 같은 결과에서 폴리에스테르직물과 나일론직물은 30°C 이상의 온도에서 60분 이하의 처리로 마찰만으로 워싱가공효과를 얻을 수 있으며 첨가제를 요하지 않는다. 그러나 직물의 터치를 좋게 한다고 믿고 사용하고 있는 유연제나 셀룰라제, 세제 등을 사용하고 있는 일부 산업현장에는 도움이 될만한 결과라고 생각한다.

#### IV. 결 론

시판 피그먼트 염색직물에 대한 워싱가공에서 면직물과 폴리에스테르/면직물에 대해서는 셀룰라제 처리에 따른 워싱가공 효과를, 폴리에스테르직물과 나일론직물에 대해서는 물과 마찰에 의한 일반 워싱가공효과를 직물의 감량률, 강연도, 강도, 색차 등으로 알아본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 피그먼트 염색한 면직물과 폴리에스테르/면직물은 셀룰라제의 농도와 처리시간에 따른 워싱가공에 의해 감량되었으며 셀룰라제에 의해 면섬유의 피브릴이 절단되어 탈락됨으로서 탈색되고 낮은 효과를 나타냈다. 폴리에스테르/면직물의 경우는 표면으로 나타나는 섬유 조성 비율에 따라 감량률이나 탈색 효과가 달라진다.

2. 셀룰로오스 섬유를 포함하지 않는 폴리에스테르와 나일론 피그먼트 염색직물은 물과 마찰만으로 충분한 워싱가공효과를 내었는데 온도가 높을수록, 처리시간이 길어질수록 증가하였다. 교반속도는 높은 만큼 가공효과가 나타났으며 유연제, 셀룰라제, 세제 등의 첨가제에 따른 효과는 거의 없었다.

이와 같은 결과로서 다음과 같은 제언을 할 수 있다. 면섬유를 포함한 피그먼트 염색직물은 데님직물의 워싱가공에 준하는 조건을 적용할 수 있으며, 폴리에스테르와 나일론 등 합성섬유 피그먼트 염색직물은 30°C 이상의 온도, 60분 이내에서 물만으로 충

분한 워싱가공효과를 얻을 수 있다.

#### 참고문헌

- 김인규. (1991). *신염색학*. 서울: 문운당.
- 생산기술연구원. (1995). *효소이용의 염색가공기술개발*. 서울: 생산기술연구원.
- 전혜경, 이혜자, 유혜자. (1999). 셀룰라제처리에 의한 섬유 소재직물의 감량률이 물리적 성능 변화. *대한가정학회지*, 37(12), 169-177.
- 정의상. (1994). 효소에 의한 면직물의 감량가공. *한국섬유공학회지*, 31(9), 641-647.
- 최은경, 박순영, 이범수, 홍현필. (1999). 인디고 염색상태가 후처리 워싱 효과에 미치는 영향. *한국섬유공학회지*, 36(9), 687-695.
- 최은경, 홍현필, 김성동. (2001). 섬유산업에서의 효소이용 기술 동향. *섬유기술과 산업*, 5(3/4), 155-170.
- Bevan, G. (1999). Colour-it'll all come out in the wash! *Society of Dyers and Colourists*, 115(5/6), 151-153.
- Bruno, J. S. & Harper, Jr. R. J. (1981). Pigment padding wet fabrics to save energy. *American Dyestuff Reporter*, september, 21-22.
- Chang, C. L., Li, S. Q., & Yeung, K. W. (1992). Pigment dyeing study of cotton garments by exhaustion. *American Dyestuff Reporter*, May, 17-25.
- Etters, J. N. (1994). Quickwash denim: New opportunity for denim garment manufacturer. *American Dyestuff Reporter*, May, 15-16.
- Etters, J. N. (1995). Economic implications of laundering modern denim garments. *American Dyestuff Reporter*, May, 20-24.
- Gore, D. C. & Settle, J. H. (1994). Improving processing applications in garment dyeing and finishing. *American Dyestuff Reporter*, May, 24-28.
- Heikinheimo, L. Buchert, J., Miettinen-Oinonen, A., & Suominen, P. (2000). *Treating denim fabrics with trichoderma reesi cellulase*. *Textile Reserch J.*, 70(11), 969-973.
- Klahast, S., Kumar A., & Mullins M. (1994) Optimizing the use of cellulase enzymes. *Textile Chemist and Colorist*, 26(2), 13-18.
- Kongdee, A. & Bechtold, T. (2004). In-fiber formation of Fe(OH)<sub>3</sub> - A new approach to pigment coloration of cellulose fibers. *Dyes and Pigments*, 60, 137-142.
- Lantto, R. Sc. M., Miettinen-Oinonen, A., & Suominen, M. Sc. (1996). Backstaining in denim wash with different cellulase. *American Dyestuff Reporter*, August, 64-72.
- Liakopoulou-Kyriakides, M., Tsatsaroni, E., Ladeos, P., & Georgiadou, K. (1997). Dyeing of cotton and wool fibers with pigments from crocus sativus-Effect of enzymatic



treatment. *Dyes and Pigments*, 36(3), 215-221.

Tsatsaroni, E., Liakopoulou-Kyriakides, M., & Eleftheriadis, I. (1998). Comparative study of dyeing properties of two yellow natural pigments-Effect of enzymes and proteins.

*Dyes and Pigments*, 37(4), 307-315.

Tyndall, R. M. (1992). Improving the softness and surface appearance of cotton fabrics and garments by treatment with enzymes. *Textile Chemist and Colorist*, 24(6), 23-26.