

키토산과 녹차추출물을 이용한 인체친화적 자외선 차단 셀룰로오스 섬유의 개발 -키토산 매염과 녹차추출물 재염의 효과를 중심으로-

정혜경 · 김신희[†]

가톨릭대학교 생활과학부 의류학전공

Developing Human-friendly UV Protective Cellulose Fabrics Using Chitosan and Green Tea Extract -Focusing on the Repetition Effect of Chitosan Mordanting and Green Tea Extract Dyeing-

Hye Kyung Jung · Sin-hee Kim[†]

Dept. of Clothing & Textiles, The Catholic University of Korea

접수일(2009년 3월 9일), 수정일(1차 : 2009년 4월 12일, 완료일 : 2009년 4월 19일), 게재확정일(2009년 4월 20일)

Abstract

As UV radiation to the earth increased over recent years, many adverse effects of UV radiation have been reported. There are needs to develop UV-protective apparel and accessories to protect skin from these harmful effects. Cellulose is one of the most frequently worn fiber during summer time. However, cellulose shows very low UV-protective property especially in case of thin and low fabric content. In this study, UV-protective cellulose textiles were developed using chitosan mordanting and green tea dyeing. The repetition effect of chitosan and green tea treatment were focused. Three different cellulose fibers, cotton, linen, and ramie, were used for this study. All chitosan mordanted and green tea dyed fabrics showed increases in UV-protective property. The color of fabrics tended to darker as the numbers of mordanting process and green tea dyeing increased. UV-protective property did not increase significantly upon the repetition of mordanting and green tea dyeing treatment except ramie fabric. UV protective property was persisted upon washfastness test in all three cellulose fiber types.

Key words: Cellulose, UV protection, Chitosan, Green tea extract, Repeated dyeing; 셀룰로오스, 자외선 차단, 키토산, 녹차추출물, 재염

I. 서 론

최근 환경오염의 발생으로 인하여 오존층의 파괴가 가속화 되고 있으며, 이로 인한 환경변화에 의해 지표에 도달하는 자외선량이 증가됨에 따라, 자외선

이 인체에 미치는 영향에 대한 관심이 커지고 있다 (McKenzie et al., 1999). 자외선 조사량의 증가와 더불어 여가활동 증대에 따른 실외 활동이 매년 증가함에 따라, 자외선이 인체에 미치는 부작용에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 자외선의 인체에 대한 유해성이 많이 보고되고 있다(Ablet et al., 2003; Diffey, 2002; Garssen et al., 1998; Reinert et al.,

[†]Corresponding author

E-mail: cineesam@gmail.com

1997; Teng & Yu, 2003).

의복은 자외선을 차단하는 기본적인 도구로 여겨지나 자외선 차단 효과는 섬유의 종류 및 밀도, 섬유의 구조와 색 등에 따라 달라지며, 직물밀도가 낮은 여름철 의복의 경우 자외선 차단능이 현저하게 낮다(Kim, 2006a). 합성섬유의 경우에는 방사시 원료에 자외선 차단 물질을 혼입방사함으로써 쉽게 자외선 차단 성능을 부여할 수 있는 반면, 여름철에 많이 입는 셀룰로오스계의 천연섬유는 자외선 차단능을 합성섬유와 같은 방법으로 부여할 수 없으므로 직물 후처리 등의 방법을 모색하여야 한다. 본 연구에서는 기존의 합성 자외선 차단제와는 차별화되는 천연재료에 의한 자외선 차단 직물을 개발하고자 한다.

녹차(*Camellia sinensis*, family Theaceae)는 세계적으로 가장 널리 소비되어지고 있는 음료로서 녹차의 여러 유용한 효과는 polyphenol성분 중 카테킨(catechin)에 기인하는 것으로 알려져 있다(이은희 외, 2001; Katiyar & Mukhtar, 1996). 카테킨은 콜레스테롤을 저하시키고 고혈압이나 동맥경화를 억제하며, 과산화지질의 생성을 억제하여 노화를 예방한다. 한편, 혈청 중의 지질농도를 저하시키며, 중성지질의 생성을 억제하여 비만을 방지하고, 모세혈관의 저항력도 증진시킨다. 그 밖에 항박테리아, 항바이러스, 항암작용, 위액분비 촉진, 이노작용, 항염증 효과 등 다양한 생물학적 활성과 약리학적 효과를 가지는 것으로 보고되었다(Katiyar et al., 1993a). 이러한 녹차의 장점 중에서도 최근 자외선 차단성 연구가 보고 되었는데(Elmet et al., 2001; Katiyar et al., 2001; Morley et al., 2005; Vayalil et al., 2004), 자외선 차단역할을 하는 주물질 역시 녹차 속의 카테킨(catechin)이라는 성분으로 그 속에 많은 benzene ring이 자외선을 흡수하는 능력에 기인하는 것으로 사료된다(Nelson et al., 1998). 녹차추출물-주성분 카테킨-이 인체에 손상을 입히는 자외선을 차단하여 인체 세포 DNA를 보호한다는 것이 알려져 왔는데, 자외선을 차단하는 녹차의 효과는 겉에 바르는 방법뿐만 아니라 응용하는 방법으로도 가능하다고 보고된 바 있다(Elmet et al., 2001; Katiyar et al., 2001; Morley et al., 2005; Vayalil et al., 2004).

그러나, 선행연구에서 밝혀진 바와 같이(Kim, 2006b), 녹차추출물의 경우 셀룰로오스와 직접적인 친화력이 적으므로 매염제의 사용을 필요로 한다. 기존의 천연염색은 중금속을 매염제로 염색과정을 진행하여 왔

으나, 매염제로 주로 사용되는 중금속인 철(Fe), 아연(Zn), 구리(Cu), 코발트(Co) 등은 극히 미량일지라도 인체에 나쁜 영향을 미치며 환경오염성 유해금속으로서(이서래, 이미경, 2001) 이들 매염제의 안전성 문제가 심각하게 고려되어야 한다.

본 연구는 기존의 연구들과 달리 매염제로 중금속을 사용하지 않고, 다른 천연물질을 매염제로 사용하여 섬유에 녹차추출물의 염착을 유도하는 환경친화적인 방법을 개발하고자 매염제로 키토산을 사용하였다. 키토산은 키틴을 탈아세틸화 함으로써 얻어지는 다수의 아미노기를 갖는 천연다당계열의 생체적 합성, 생분해성 고분자로, 지구상의 생물체에서 얻는 키틴은 셀룰로오스 다음으로 그 생산량이 많은 천연 고분자 물질이다(이천우 외, 1998; Xu et al., 1996). 키토산은 인체에 대한 안정성이 우수하고 소재의 특성을 그대로 살릴 수 있어 이를 이용한 섬유가공이 최근에 많이 적용되고 있는데 이것으로 처리된 섬유는 항미생물, 방취 및 보습 효과 등 복합적인 기능을 나타내는 것으로 알려져 있다(Ogura et al., 1980; Samuels, 1981).

선행연구에서 녹차추출물을 이용하여 직물의 자외선 차단율을 높이는 연구가 진행되었는데, 견이나 모와 같은 단백질 섬유의 경우 녹차추출물에 의한 자외선 차단율의 증가가 효과적으로 이루어진 반면, 면의 경우 녹차추출물과 직접적인 친화력이 없어서 매염제를 필요로 하였다(Kim, 2006b). 따라서, 인체친화적인 키토산을 매염제로 이용하여 자외선 차단율을 증진시키는 연구가 성공적으로 이루어졌다(Kim, 2006b). 본 연구에서는 키토산 매염과 녹차추출물 처리의 반복이 셀룰로오스 섬유의 자외선 차단율에 미치는 영향을 중심으로 연구를 진행하였다. 또한, 다양한 조건의 처리포를 세탁하여 자외선 차단율의 견뢰성을 함께 평가하고자 한다.

II. 실 험

1. 재료 및 시약

면직물, 마직물, 모시직물은 숭배(서원대학교 산학협력기관)에서 구입한 섬유시험용 백포를 사용하였다. 각 시료의 물리적 특성은 <표 1>과 같다. 매염제로 쓰인 키토산은 Sigma-Aldrich에서 구입하여 사용하였으며, 염료로 쓰인 녹차가루는 보성 다원(전남

<표 1> 시료의 물리적 특성

시료종류	면	마	모시
사용원사	면방직사	아마방직사	모시방직사
조 직	평 직	평 직	평 직
밀 도	78×65inch ²	63×45/inch ²	44×47/inch ²
두께	0.25±0.02mm	0.31±0.02mm	0.3±0.02mm
중량	109±5g/m ²	55±2g/m ²	107±5g/m ²

보성, 한국) 제품을 사용하였고, acetic acid는 대정화급에서 구입하여 사용하였다.

2. 직물 매염방법

1% Acetic acid(aq.) 100ml당 1g의 키토산을 녹여 1% 농도의 직물 처리용 키토산 용액을 만들어 상온에서 24시간 방치하였다. 준비된 섬유시료를 위에 제조한 키토산 용액에 10분간 침지시킨 뒤 경사, 위사 방향으로 1번씩 맹글을 통과시켜 padding을 해준 뒤, 115°C의 열풍 건조기(대한 랩테크 Serial No. 01112202 Model L70-080F)속에서 15분간 curing하였다. 이 과정을 조건에 따라 1회에서 3회까지 반복하였다.

3. 직물 염색방법

녹차가루와 녹차가루 중량의 100배의 물을 1시간 정도 함께 끓여서 직물 염색용 녹차추출액을 조제하였다. 키토산으로 매염한 시료와 녹차추출액을 1:30 o.w.f. 비율로 적외선 염색기(DaeLim starlet Co., Ltd DLS-8080)로 90분간 95°C에서 염색하였다. 염색이 끝난 후에는 염료가 나오지 않을 때까지 수세를 반복한 후 자연건조하였다. 이 과정을 조건에 따라 1회에서 3회까지 반복하였다. 매염과 재염의 반복에 따른 직물 처리조건을 <표 2>에 제시하였다.

4. 표면색 측정

키토산 매염 후 녹차추출물 염색을 다양한 방법으로 반복한 각각의 시료를 색차계(PANTONE®, Color Cue™ TX, Serial 34325AT, Licensed from Accuracy Microsensors, Inc)를 이용하여 명도 지수(L*), 색 좌표지수(a*, b*)값을 측정하여, CIELAB 색차식에 의해 색차(ΔE)를 산출하였다.

<표 2> 키토산 매염과 녹차 염색횟수에 따른 직물 처리조건

처리조건	키토산 매염횟수	녹차 염색횟수
Control	0	0
C0G1	0	1
C1G0	1	0
C1G1	1	1
C1G2	1	2
C1G3	1	3
C2G2	2	2
C3G3	3	3

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

$$\Delta L = L_1 - L_2 \text{ (명도 지수)}$$

$$\Delta a = a_1 - a_2 \text{ (색 좌표 지수)}$$

$$\Delta b = b_1 - b_2 \text{ (색 좌표 지수)}$$

5. 자외선 차단율 측정

키토산 매염 후 녹차추출물 염색을 다양한 방법으로 반복한 각각의 시료를 UV transmittance analyzer(Xenon Arc., Labsphere Co., USA)를 이용하여 자외선 투과량을 측정하였다. UV-A 투과량은 315-400nm의 파장범위에서 측정하고, UV-B 투과량은 290-320nm의 파장범위에서 측정하여 아래 식으로 차단율을 산출하였다.

$$\text{UV transmittance (\%)} = (T/B) \times 100$$

$$\text{UV protection (\%)} = 100 - \text{UV transmittance (\%)}$$

T : 직물을 투과한 자외선량

B : 직물을 투과하지 않은 자외선량

6. 세탁실험

세탁실험은 AATCC Test Method 61-1994, 1A 방

법에 따라 시행하였으며, 시료크기는 1A Test의 요건에 따라 5cm×10cm로 절단하여 시행하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 처리포의 색상변화

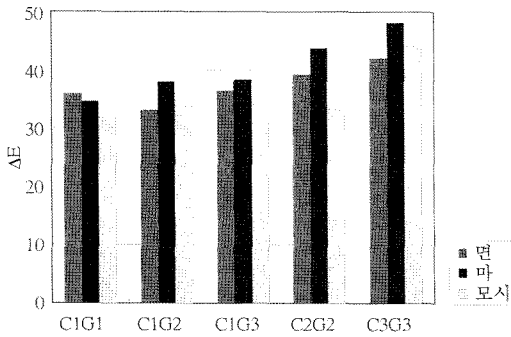
다양한 처리조건에 따른 면, 마, 모시 처리포의 색상변화를 <표 3>에 나타내었다. 모든 처리포에서 녹차 염색의 빛수보다는 키토산 매염의 빛수가 명도 지수(L*)와 색차(ΔE)에 더 큰 영향을 미쳤다.

면포의 경우, 원포의 명도 지수(L*)보다 모든 처리포의 명도 지수(L*)가 낮으므로 염색이 이루어졌음을 확인할 수 있었다. C1G1의 명도 지수(L*)는 67.28, C1G2의 명도 지수(L*)는 65.39, C1G3의 명도 지수(L*)는 62.16으로 염색빛수가 많아질수록 명도 지수(L*)가 낮아졌다. 또, C1G2의 명도 지수(L*)는 65.39, C2G2의 명도 지수(L*)는 59.75로 매염빛수가 증가할수록 명도 지수(L*)가 낮아졌다. C3G3의 명도 지수(L*)는 56.40으로 가장 낮았다. 모든 처리포의 색 좌표 지수(a*, b*)는 원포에 비해 증가하였다. 처리포의 색 좌표 지수 a*값은 C1G1이 7.39, C1G2가 4.48, C1G3이 5.09, C2G2

가 7.16, C3G3이 9.03으로 규칙성은 없지만 모두 비슷한 범위 내에서 (+)값을 나타냈다. C1G1의 색 좌표 지수 b*값이 24.97로 다소 높게 측정되었으나 그 외의 처리포의 색 좌표 지수 b*값은 C1G2가 17.81, C1G3이 18.74, C2G2가 19.27, C3G3이 17.18로 비슷한 범위 안에서 색 좌표 지수 b*값이 측정되었다. 처리조건에 따라 명도 지수(L*)와 색 좌표 지수(a*, b*)의 차이가 있었지만 전체적으로 다양한 처리조건에 의한 면 염색포의 표면색은 황적색으로 염색되었다. 이러한 결과는 다른 연구(송경전, 송은영, 2005; 신윤숙, 최희, 1999)에서 보고된 녹차 염색을 한 면포의 색상과 동일한 결과였다. CIELAB 색차식에 의해 면의 처리조건별 색차(ΔE)를 산출한 값을 나타낸 그래프를 <그림 1>에 제시하였다. C1G1의 ΔE값이 35.87, C1G2의 ΔE값이 33.13, C1G3의 ΔE값이 36.50, C2G2의 ΔE값이 39.27, C1G1의 ΔE값이 42.16으로 전반적으로 매염빛수와 염색빛수가 많아질수록 ΔE값이 증가하였다. 선행연구에 따르면 매염제 없이 녹차 염색만 진행된 면포의 경우 K/S값은 0.71~0.95 범위안에 들었으며, 키토산을 매염제로 사용한 경우 조건에 따라 1.43~1.53까지 상승하는 결과를 가져왔다(Kim, 2006a, 2006b). 따라서, 키토산 매염에 의해 녹차 염색의 효

<표 3> 면, 마, 모시의 처리조건별 L*, a*, b*, ΔE값

처리조건	L*	a*	b*	ΔE	
면	control	94.77	-1.09	3.54	-
	C1G1	67.28	7.39	24.97	35.87
	C1G2	65.39	4.48	17.81	33.13
	C1G3	62.16	5.09	18.74	36.50
	C2G2	59.75	7.16	19.27	39.27
	C3G3	56.40	9.03	17.78	42.16
마	control	95.66	-0.41	2.17	-
	C1G1	69.54	6.80	23.78	34.66
	C1G2	62.10	6.94	18.17	37.90
	C1G3	61.77	8.23	18.00	38.39
	C2G2	57.61	10.95	20.77	43.85
	C3G3	51.41	10.04	17.98	48.13
모시	control	88.37	-0.34	2.85	-
	C1G1	62.64	8.84	19.15	31.81
	C1G2	58.74	8.39	18.70	34.72
	C1G3	57.92	8.22	18.56	35.31
	C2G2	57.28	10.60	21.60	37.92
	C3G3	50.19	11.22	21.86	44.19



<그림 1> 면, 마, 모시의 처리조건별 ΔE값

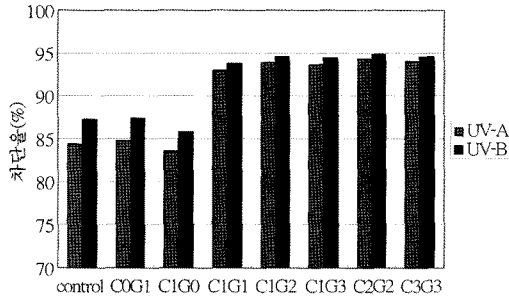
과를 증진시킬 수 있는 것으로 사료된다.

마 염색포의 경우 역시 원포의 명도 지수(L*)보다 모든 처리포의 명도 지수(L*)가 크게 낮아졌으므로, 염색이 원활히 이루어졌다는 것을 알 수 있었다. C1G1의 명도 지수(L*)는 69.54, C1G2의 명도 지수(L*)는 62.10, C1G3의 명도 지수(L*)는 61.77로 염색횟수가 많아질수록 명도 지수(L*)가 낮아졌다. 또, C1G2의 명도 지수(L*)는 62.10, C2G2의 명도 지수(L*)는 57.61로 매염 횟수가 증가할수록 명도 지수(L*)가 낮아졌다. C3G3의 명도 지수(L*)는 51.41로 가장 낮았다. 모든 처리포의 색 좌표 지수(a*, b*)는 원포에 비해 증가하였다. 처리포의 색 좌표 지수 a*값은 C1G1이 6.80, C1G2가 6.94, C1G3이 8.23이 늘어났다. C2G2가 10.95, C3G3이 10.04로 매염횟수가 2회 이상인 조건에서 색 좌표 지수 a*값이 다소 증가하여 10 이상의 값이 늘어났다. 매염횟수와 염색횟수가 많아질수록 색 좌표 지수 a*값이 증가하여 red색상이 짙어지는 방향으로 수치가 늘어났다. C1G1의 색 좌표 지수 b*값이 23.78, C1G2의 색 좌표 지수 b*값이 18.17, C1G3의 색 좌표 지수 b*값이 18.00, C2G2의 색 좌표 지수 b*값이 20.77, C3G3의 색 좌표 지수 b*값이 17.98로 대체적으로 매염횟수와 염색횟수가 많아질수록 황색색상이 짙어지는 방향으로 수치가 늘어났다. 처리조건에 따라 명도 지수(L*)와 색 좌표 지수(a*, b*)의 차이가 있었지만, 전체적으로 다양한 처리조건에 의한 마 염색포의 표면색은 황적색으로 염색되었다. C1G1의 ΔE값이 34.66, C1G2의 ΔE값이 37.90, C1G3의 ΔE값이 38.39, C2G2의 ΔE값이 43.85, C3G3의 ΔE값이 48.13으로 매염횟수와 염색횟수가 많아질수록 ΔE값이 증가하였다. 따라서 매염횟수와 염색횟수가 많아질수록 처리포의 표면색이 짙어지는 것을 알 수 있었다.

다양한 처리조건에 의한 모시 염색포의 표면색을 측정된 결과, 원포의 명도 지수(L*)보다 모든 처리포의 명도 지수(L*)가 크게 낮으므로, 염색이 잘 이루어졌음을 확인할 수 있었다. C1G1의 명도 지수(L*)는 62.64, C1G2의 명도 지수(L*)는 58.74, C1G3의 명도 지수(L*)는 57.92, C2G2의 명도 지수(L*)는 57.28, C3G3의 명도 지수(L*)는 50.19로 매염횟수와 염색횟수가 증가할수록 처리포의 명도 지수(L*)가 낮아지는 결과가 나왔다. 이는 매염과정과 염색과정이 반복될수록 표면색이 짙어지는 것을 의미한다. 모든 처리포의 색 좌표 지수(a*, b*)는 원포에 비해 증가하였다. 처리포의 색 좌표 지수 a*값은 C1G1이 8.84, C1G2가 8.39, C1G3이 8.22값을 나타냈다. C2G2의 색 좌표 지수 a*값은 10.60, C3G3의 색 좌표 지수 a*값은 11.22로 키토산 매염이 2회 이상인 경우에 10 이상의 값을 얻었으며, 매염과 염색 모두 횟수가 많을수록 적색이 짙어지는 경향으로 수치가 늘어났다. C1G1의 색 좌표 지수 b*값은 19.15, C1G2의 색 좌표 지수 b*값은 18.70, C1G3의 색 좌표 지수 b*값은 18.56으로 매염 횟수가 동일한 상태에서 염색횟수가 많아질수록 황색이 짙어지는 경향을 나타내었다. C2G2의 색 좌표 지수 b*값은 21.60, C3G3의 색 좌표 지수 b*값은 모두 21을 넘는 수치가 늘어났으며, 매염과 염색횟수가 많을수록 yellow색상이 짙어지는 경향을 나타내었다. 처리조건에 따라 명도지수(L*)와 색 좌표 지수(a*, b*)의 차이가 있었지만, 전체적으로 다양한 처리 조건에 의한 모시 염색포의 표면색 역시 황적색으로 염색되었다. C1G1의 ΔE값이 31.81, C1G2의 ΔE값이 34.72, C1G3의 ΔE값이 35.31, C2G2의 ΔE값이 37.92, 키토산 매염 3회 녹차 염색 3회 처리포의 ΔE값이 44.19로 매염횟수와 염색횟수가 많아질수록 ΔE값이 증가하였다. 따라서 매염횟수와 염색횟수가 많아질수록 처리포의 표면색이 짙어지는 결과를 보여주었다.

2. 자외선 차단율

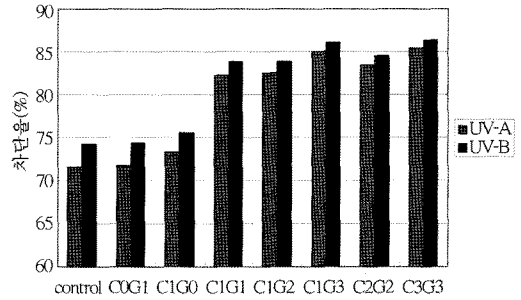
처리조건에 의한 면 염색포의 자외선 차단율 측정 결과 그래프를 <그림 2>에 제시하였다. 원포의 UV-A 차단율은 84.3%, UV-B 차단율은 87.2%였으며, 키토산 매염없이 녹차 염색을 한 경우(C0G1) 자외선 차단율의 증가는 1% 미만으로 매우 미미하였다. C1G0의 UV-A 차단율은 83.5%, UV-B 차단율은 85.8%, C1G1의 UV-A 차단율은 92.9%, UV-B 차단율은 93.8%,



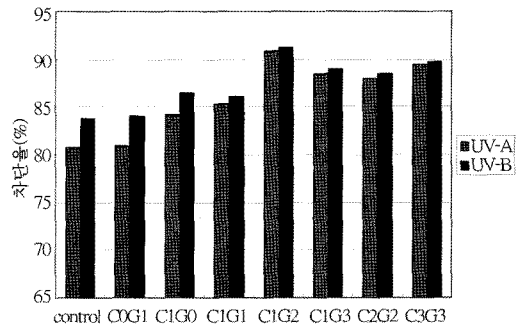
<그림 2> 면의 처리조건별 자외선 차단율

C1G2의 UV-A 차단율은 93.9%, UV-B 차단율은 94.6%, C1G3의 UV-A 차단율은 93.6%, UV-B 차단율은 94.4%, C2G2의 UV-A 차단율은 94.3%, UV-B 차단율은 94.8%, C3G3의 UV-A 차단율은 94%, UV-B 차단율은 94.6%였다. 자외선 차단율은 C2G2가 가장 큰 수치를 나타내었으나, C3G3과 거의 유사한 수치였다. 면의 경우에는 원포에 비해 처리포의 자외선 차단율이 UV-A 차단율은 최소 8.6%에서 최대 10%까지 상승하였고, UV-B 차단율은 최소 6.6%에서 최대 7.4%까지 상승하였다. 그러나, 매염횟수에 의해 자외선 차단율의 증가는 미비하였으며, 염색에 의한 자외선 차단율의 증가폭도 2%를 넘지 않았다. 키토산 매염만 처리하고 녹차 염색을 하지 않은 면포는 자외선 차단율 증가를 보이지 않았는데, 이는 키토산 처리가 자외선 차단에 영향을 미치지 않음을 입증하는 것이다. 오히려 키토산 매염만 실시한 처리포의 자외선 차단율이 원포보다 감소하였는데, 이는 시료표면의 잔털이 정리되는 효과로 인해 공기 투과량이 증가하여 얻어진 것으로 사료된다.

다양한 처리조건에 의한 마 염색포의 자외선 차단율 측정결과 그래프를 <그림 3>에 제시하였다. 원포의 UV-A 차단율은 71.6%, UV-B 차단율은 74.2%였으며, C0G1의 경우 자외선 차단율의 변화가 거의 없었다. 키토산 매염 1회 녹차 염색 무 처리포의 UV-A 차단율은 73.3%, UV-B 차단율은 75.5%, C1G1의 UV-A 차단율은 82.2%, UV-B 차단율은 83.8%, C1G2의 UV-A 차단율은 82.5%, UV-B 차단율은 83.8%, C1G3의 UV-A 차단율은 85%, UV-B 차단율은 86.1%, C2G2의 UV-A 차단율은 83.4%, UV-B 차단율은 84.5%, C3G3의 UV-A 차단율은 85.4%, UV-B 차단율은 86.3%였다. 자외선 차단율은 C3G3이 가장 큰 수치를 나타내었다. 마의 경우에도 원포에 비해 처리포의 자외선 차단율이 UV-A 차단율은 최소



<그림 3> 마의 처리조건별 자외선 차단율



<그림 4> 모시의 처리조건별 자외선 차단율

10.6%에서 최대 13.8%까지 상승하였고, UV-B 차단율은 최소 9.6%에서 최대 12.1%까지 크게 상승하였다. 또한, 매염횟수가 증가할수록, 염색횟수가 증가할수록 자외선 차단율이 소폭 증가하였다. 마의 경우 C1G0의 UV-A 차단율은 73.3%, UV-B 차단율은 75.5%로 원포에 비해 UV-A 차단율은 1.7% UV-B 차단율은 1.3%가 상승하였다. 이를 통해 다양한 처리포가 자외선 차단 효과를 갖는데 있어서 키토산 매염은 거의 영향을 미치지 않고, 주로 녹차 염색이 영향을 미치고 있다는 사실을 확인할 수 있었다.

다양한 처리조건에 의한 모시 염색포의 자외선 차단율을 측정된 결과를 나타낸 그래프를 <그림 4>에 제시하였다. 원포의 UV-A 차단율은 80.8%, UV-B 차단율은 83.8%였으며, C0G1의 경우 자외선 차단율의 증가가 거의 없었으므로 키토산 매염 없이 염색의 거의 이루어지지 않으며 자외선 차단율의 변화도 없음을 알 수 있다. C1G0의 UV-A 차단율은 84.1%, UV-B 차단율은 86.4%, C1G1의 UV-A 차단율은 85.3%, UV-B 차단율은 86%, C1G2의 UV-A 차단율은 90.8%, UV-B 차단율은 91.2%, C1G3의 UV-A 차단율은 88.5%, UV-B 차단율은 89%, C2G2의 UV-A 차단율은 88%,

UV-B 차단율은 88.4%, C3G3의 UV-A 차단율은 89.5%, UV-B 차단율은 89.7%였다. 자외선 차단율은 CIG2가 가장 큰 수치를 나타내었으나, C3G3도 비슷한 수치를 나타내었다. 모시의 경우에도 원포에 비해 처리포의 자외선 차단율이 UV-A 차단율은 최소 4.5%에서 최대 10%까지 상승하였고, UV-B 차단율은 최소 2.2%에서 최대 7.4%까지 상승하였다. 면포나 마포와는 달리 매염횟수와 염색횟수가 증가할수록 자외선 차단율이 증가하는 경향을 보였다.

3. 세탁실험 후 자외선 차단율

세탁실험 후 다양한 처리조건에 의한 면, 마, 모시 염색포의 자외선 차단율 측정결과를 <표 4-5>에 나타내었다. 면, 마의 경우 자외선 차단율의 변화가 크지 않았다. 모시의 경우 일부 조건에서 자외선 차단율의 변화가 나타났다. <그림 5-6>은 자외선 차단율의 변화를 각 염색포의 종류별로 그래프로 나타내었다.

면 염색포는 모든 처리조건에 있어서 세탁실험 후 UV-A와 UV-B 모두 자외선 차단율 수치의 변화가 거

의 없었다. 자외선 차단율이 일부 증가한 경우도 있었으나, 증가폭이 1~2% 정도로 소폭이어서, 자외선 차단율의 측정부위가 변화함에 따라 발생한 오차범위 이내로 간주하였다. 따라서 면 염색포의 자외선 차단 효과가 안정적이며, 자외선 차단 직물으로써 기능하기에 적합함을 알 수 있었다.

마 염색포의 경우, 세탁 후 자외선 차단율의 변화가 없거나 약간 증가하였는데, 이는 면포와 같이 불균염에 의한 자외선 차단의 측정위치가 세탁 전후에 변화하여 생기는 오차범위 내의 수치로 판단된다. 따라서, 마의 경우에도 모든 조건에서 자외선 차단율의 변화가 세탁 후 크지 않은 것으로 사료된다.

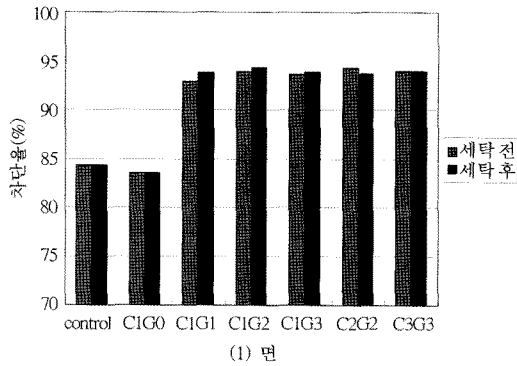
모시의 경우에는 세탁 후 자외선 차단율 수치에 변화가 다소 있었다. 세탁 전 CIG2의 UV-A 차단율 90.8%, UV-B 차단율 91.2%에서 세탁 후에 UV-A 차단율이 86.4%, UV-B 차단율 86.8%로 UV-A 차단율이 4.4%, UV-B 차단율도 4.4%의 수치가 감소하였다. 이는 염색 후 수세 과정에서 미 반응 물질들이 제거되지 않은 상태로 자외선 차단율을 측정하여 다소 높게 나온 수치가 세탁 후 미 반응 물질들의 제거와

<표 4> 세탁실험 전후의 UV-A의 자외선 차단율

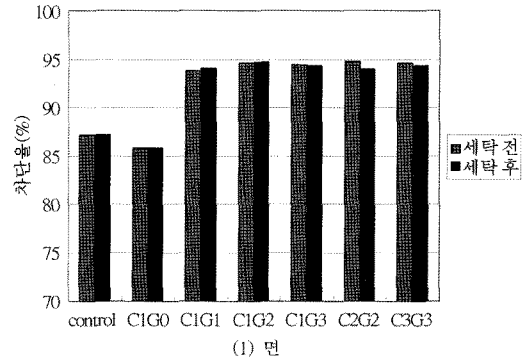
시료종류 처리조건	면		마		모 시	
	세탁 전(%)	세탁 후(%)	세탁 전(%)	세탁 후(%)	세탁 전(%)	세탁 후(%)
control	84.3	84.3	71.6	71.6	80.8	80.8
C1G0	83.5	83.5	73.3	73.3	84.1	84.1
C1G1	92.9	93.8	82.2	83.6	85.3	85.9
C1G2	93.9	94.3	82.5	84.6	90.8	86.4
C1G3	93.6	93.9	85.0	85.5	88.5	90.2
C2G2	94.3	93.7	83.4	82.8	88.0	85.1
C3G3	94.0	94.0	85.4	85.8	89.5	89.9

<표 5> 세탁실험 전후의 UV-B의 자외선 차단율

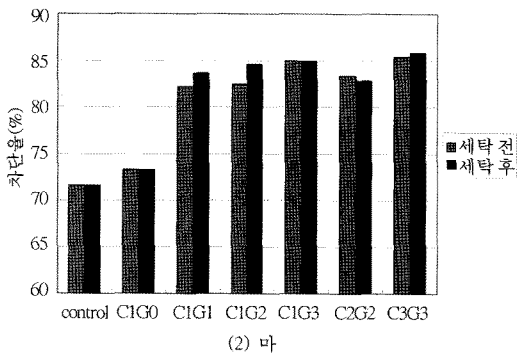
시료종류 처리조건	면		마		모 시	
	세탁 전(%)	세탁 후(%)	세탁 전(%)	세탁 후(%)	세탁 전(%)	세탁 후(%)
control	87.2	87.2	74.2	74.2	83.8	83.8
C1G0	85.8	85.8	75.5	75.5	86.4	86.4
C1G1	93.8	94.1	83.8	84.6	86.0	86.4
C1G2	94.6	94.7	83.8	85.4	91.2	86.8
C1G3	94.4	94.3	86.1	85.8	89.0	90.6
C2G2	94.8	94.0	84.5	83.6	88.4	85.4
C3G3	94.6	94.3	86.3	86.4	89.7	90.1



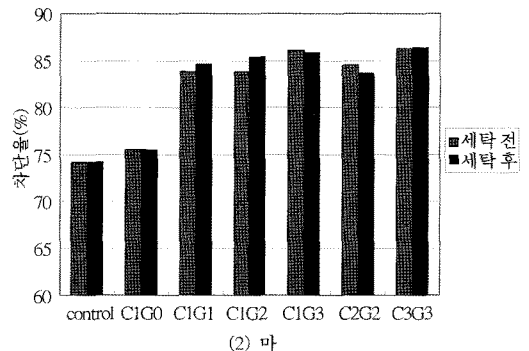
(1) 면



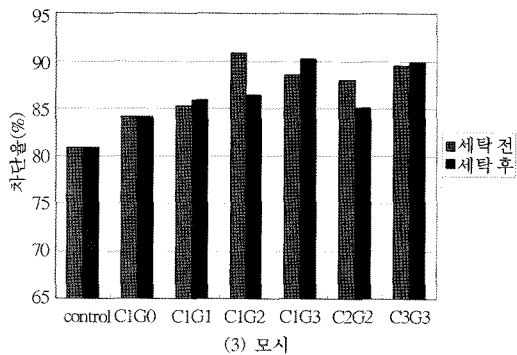
(1) 면



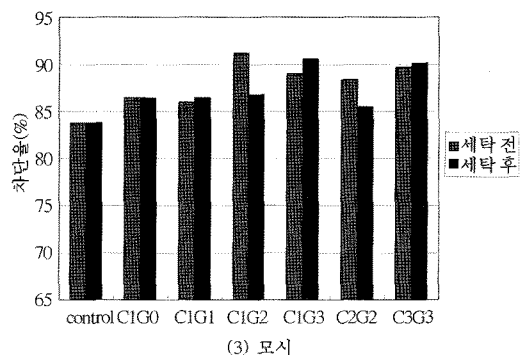
(2) 마



(2) 마



(3) 모시



(3) 모시

<그림 5> 세탁실험 전·후의 자외선 차단율 UV-A

<그림 6> 세탁실험 전·후의 자외선 차단율 UV-B

함께 자외선 차단 수치가 정상범위로 돌아온 것으로 사료된다. 이는 세탁전 C1G2만이 다른 조건과 다르게 높은 자외선 차단율을 보였으나, 세탁 후 자외선 차단율이 녹차 염색횟수에 따라 증가하는 경향을 보이는 것을 고려하여 추정된 결과이다. 모시는 자외선 차단율이 다른 처리포에 비해서 많이 감소하는 경향을 보였으므로 측정된 처리포 중 모시의 경우 세탁건뢰도가 가장 취약한 처리포로 사료된다. 자외선 차단율이 세탁 후 증가한 조건도 있었으나, 이는 자외선 차단

측정위치가 불균열에 의한 측정값 변화로 사료된다.

IV. 결 론

본 연구에서는 독성이 없고, 인체친화적이며 환경친화적인 키토산을 매염제로 사용하여 여름철에 많이 사용되는 대표적인 셀룰로오스계 섬유인 면, 마, 모시를 대상으로 키토산과 녹차추출물을 이용해 더 높은 자외선 차단율을 달성할 것으로 사료되는 다양

한 방법으로 매염을 시도함으로써 자외선 차단율을 극대화하는 최적조건을 찾고자 하였다. 그에 따라 다양한 처리조건에 따른 시료의 표면색 측정과 자외선 차단율 측정을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 다양한 처리조건에 의한 면, 마, 모시 염색포의 표면색을 측정된 결과 매염횟수와 염색횟수가 증가할수록 명도 지수(L*)가 낮아지는 것을 확인하였다. 전체적으로 다양한 처리조건에 의한 면, 마, 모시 염색포의 표면색은 황적색으로 염색되었으며, CIELAB 색차식에 의해 면, 마, 모시의 처리조건별 색차E를 산출한 결과 매염횟수와 염색횟수가 증가할수록 E값이 증가하는 경향을 보였다.

2. 다양한 처리조건에 의한 면 염색포의 자외선 차단율 측정결과 면 염색포는 매염횟수의 증가와 염색횟수의 증가에 대한 자외선 차단율의 증가가 미미하였으므로 매염과 염색의 반복이 자외선 차단율의 증가에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 세탁 후, 모든 조건에서 자외선 차단율의 변화가 없었으므로 자외선 차단에 대한 세탁견뢰도를 가졌음을 확인하였다.

3. 다양한 처리조건에 의한 마 염색포의 자외선 차단율 측정결과 C3G3의 UV-A 차단율은 85.4%, UV-B 차단율은 86.3%로 가장 큰 수치를 나타내었다. 매염횟수와 염색횟수가 증가할수록 자외선 차단율이 소폭 증가하였다. 마 염색포도 면과 같이 모든 처리조건에 있어서 세탁실험 후 자외선 차단율 수치의 변화가 거의 없었다.

4. 다양한 처리조건에 의한 모시 염색포의 자외선 차단율을 측정된 결과 매염횟수와 염색횟수의 증가에 따라 자외선 차단율의 증가가 3개의 섬유 중 가장 크게 나타났다. 세탁 후 견뢰도는 면이나 마 염색포에 비해 다소 감소하는 조건이 있었다.

면, 마, 모시 염색포에서 면을 제외하고, 키토산 매염횟수와 녹차 염색횟수가 증가할수록 표면색이 짙어지고 자외선 차단율도 커지는 경향을 확인할 수 있었다. 이 경향은 모시의 경우 확연하게 나타났고, 마의 경우 소폭 증가경향을 보였다. 본 연구는 녹차추출물의 자외선 차단성을 이용한 인체친화적 자외선 차단 소재의 개발방법은 의복뿐만 아니라, 관련 분야의 많은 파생연구가 이루어질 수 있을 것으로 기대되는 바이다.

참고문헌

송명건, 송은영. (2005). 녹차 염색포의 자외선 차단 효과 연구.

- 구. *한국의류학회지*, 29(6), 745-752.
- 신윤숙, 최희. (1999). 녹차색소의 특성과 염색성 (제3보)-면 섬유에 대한 녹차색소의 염색성-. *한국의류학회지*, 23(4), 510-516.
- 이서래, 이미경. (2001). 국내 식품의 중금속 오염과 위해성 분석. *한국식품위생안전성학회지*, 12(4), 324-332.
- 이천우, 이현주, 김광. (1998). 키토산 제조에서의 탈아세틸화 반응에 관한 연구. *화학공학*, 36(4), 496-501.
- 이은희, 이종권, 홍진태, 정경미, 김용규, 이선희, 정수연, 이용욱. (2001). 녹차추출물 성분 catechin이 자외선에 의해 손상된 피부에 미치는 영향. *한국식품위생안전성학회지*, 16(2), 117-124.
- Ablet, E., Whiteman, D. C., Bolye, G. M., Green, A. C., & Parsons, P. G. (2003). Induction of metallothionein in human skin by routine exposure to sunlight: Evidence for a systemic response and enhanced induction at certain body sites. *The Journal of Investigative Dermatology*, 120(2), 318-324.
- Diffey, B. L. (2002). Human exposure to solar ultraviolet radiation. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 1(3), 124-130.
- Elmets, C. A., Singh, D., Tubesin, K., Matsu, M., Katiyar, S. K., & Mukhtar, H. (2001). Cutaneous photoprotection from ultraviolet injury by green tea polyphenols. *Journal of American Academy of Dermatology*, 44(3), 425-432.
- Garssen, J., Norva, M., El-Ghorr, A., Gibbs, N. K., Jones, C. D., Cerimele, D., De Simone, C., Caffieri, S., Dall'Acqua, F., De Grujil, F. R., Sontag, Y., & Van Loveren, H. (1998). Estimation of the effect of increasing UVB exposure on the human immune system and related resistance to infectious diseases and tumours. *Journal of photochemistry and photobiology. B. Biology*, 42(3), 167-179.
- Hibasami, H., Achiwa, Y., Fujikawa, T., & Komiya, T. (1996). Induction of programmed cell death(Apoptosis) in human lymphoid leukemia cells by catechin compounds. *Anticancer Research*, 16(4), 1943-1946.
- Hirose, M., Mizoguchi, Y., Yaono, M., Tanaka, H., Yamaguchi, T., & Shirai, T. (1997). Effects of green tea catechins on the progression or late promotion stage of mammary gland carcinogenesis in female Sprague-Dawley rats pretreated with 7.12-dimethylbenz()anthracene. *Cancer Letters*, 112(2), 141-147.
- Katiyar, S. K., Afaq, F., Perez, A., & Mukhtar, H. (2001). Green tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate treatment of human skin inhibits ultraviolet radiation-induced oxidative stress. *Carcinogenesis*, 22(2), 287-294.
- Katiyar, S. K., Agarwal, R., Ekker, S., Wood, G. S., & Mukhtar, H. (1993a). Protection against 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate-caused inflammation in SENCAR mouse ear skin by polyphenolic fraction isolated from green tea.

- Carcinogenesis*, 14(3), 361–365.
- Katiyar, S. K., Agarwal, R., & Mukhtar, H. (1993b). Protection against malignant conversion of chemically induced benign skin papillomas to squamous cell carcinomas in SENCAR mice by a polyphenolic fraction isolated from green tea. *Cancer Research*, 53, 5409–5412.
- Katiyar, S. K. & Mukhtar, H. (1996). Metabolic consequences of changing dietary patterns. *World Review of Nutrition Diet*, 79, 154–184.
- Kim, S. H. (2006a). Ultraviolet protection property of green tea extract dyed fabrics. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, 18(6), 420–427.
- Kim, S. H. (2006b). Dyeing characteristics and UV protection property of green tea dyed cotton fabrics-Focusing on the effect of chitosan mordanting condition-. *Fibers and Polymers*, 7(3), 255–261.
- McKenzie, R., Connor, B., & Bodeker, G. (1999). Increased summertime UV radiation in New Zealand in response to ozone loss. *American Association for the Advancement of Science*, 285(5434), 1709–1711.
- Morley, N., Clifford, T., Salter, L., Campbell, S., Gould, D., & Curnow, A. (2005). The green tea polyphenol (-)-epigallocatechin gallate and green tea can protect human cellular DNA from ultraviolet and visible radiation-induced damage. *Photodermatology, Photoimmunology, and Photomedicine*, 21, 15–22.
- Nelson, B. C., Thomas, J. B., Wise, S. A., & Dalluge, J. J. (1998). The separation of green tea catechins by micellar electrokinetic chromatography. *Journal of Microcolumn Separations*, 10(8), 671–679.
- Ogura, K., Itoh, M., Kanamoto, T., & Tanaka, K. (1980). Dynamic mechanical-behavior of chitin and chitosan. *Polymer Bulletin*, 2(5), 301–304.
- Reinert, G., Fuso, F., Hilfiker, R., & Schmidt, E. (1997). UV-protecting properties of textile fabrics and their improvement. *American Association of Textile Chemists and Colorists*, 29(12), 36–43.
- Samuels, R. J. (1981). Solid state characterization of the structure of chitosan films. *Journal of Polymer Science; Polymer Physics*, 19, 1081–1105.
- Setiawan, V. W., Zhang, Z-F, Yu, G-P, Lu, Q-Y, Li, Y-L., Lu, M-L., Wang, M-R., Guo, C-H., Yu, S-Z., Kurtz, R. C., & Hsieh, C-C. (2001). Protective effect of green tea on the risks of chronic gastritis and stomach cancer. *International Journal of Cancer*, 92, 600–604.
- Teng, C. & Yu, M. (2003). Preparation and property of poly(ethylene terephthalate) fibers providing ultraviolet radiation protection. *Journal of Applied Polymer Science*, 88(5), 1180–1185.
- Vayalil, P. K., Mittal, A., Hara, Y., Elmets, C. A., & Katiyar, S. K. (2004). Green tea polyphenols prevent ultraviolet light-induced oxidative damage and matrix metalloproteinases expression in mouse skin. *The Journal of Investigative Dermatology*, 122(6), 1480–1487.
- Xu, J., Mccarthy, S. P., Gross, R. A., & Kaplan, D. L. (1996). Chitosan film acylation and effects on biodegradability. *Macromolecules*, 29(10), 3436–3440.