



키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포의 소방 천연염색 [1]

- 색채발현을 중심으로 -

주 영 주

농업회사법인 삼다원(주) 부장

Natural Dyeing Using *Caesalpinia sappan*, L. of Chitosan-Nano Silver Composite Non-Woven Fabrics

- Focus on Coloring Effect -

Young Ju Chu

General Manager, Samdawon Co., Ltd

(received date: 2017. 9. 25, revised date: 2018. 1. 16, accepted date: 2018. 1. 22)

ABSTRACT

This study examines the dye uptake ability and mordanting effects of chitosan and nano silver composite non-woven fabrics dyed with an extracted solution from *Caesalpinia sappan*, L. The effects of mordants (alum, iron) on the color of dyed chitosan and nano silver composite non-woven fabrics were measured by L^* , a^* , b^* , ΔE and H V/C values. In the undyed group, as the chitosan and nano silver percentage grew, the a^* values and b^* values increased and the L^* values decreased. In the dyed group, ΔE values of chitosan and nano silver composite non-woven fabrics were higher than ΔE values of 100% cotton non-woven fabrics. As the chitosan and nano silver content increased (from 5% → to 10%, → to 30%), they became darker, more red and more blue. Mordants treatment influenced the color difference and color change of the dyed fabrics. Among the mordants, the effect of alum on color change of the dyed non-woven fabrics was the smallest, and the color difference achieved with alum was less than that with iron. The dyed non-woven fabrics were colored red and violet by mordant treatment, with alum and iron. *Caesalpinia sappan*, L. confirmed that these could be polygenetic colors. The dye uptake ability of 100% cotton non-woven fabrics and chitosan and nano silver composite non-woven fabrics was increased by mordant treatments.

Key words: *Caesalpinia sappan*, L.(소방), chitosan fiber(키토산 섬유), nano silver(나노 실버), natural dyeing(천연염색), non-woven fabrics(부직포)

I. 서론

인류 역사에서 화려하고, 건강하고, 안전한 ‘화학의 시대’를 살고 있는 인간은 많은 혜택을 누리고 있으나 이와 함께 많은 화학물질들을 직간접적으로 접촉하며 유해물질에 노출되어 있는 현실은 역설적이다(Lee, 2017). 보다 간편하고 위생적인 생활환경을 추구하게 되면서 일회용 위생·의료재와 비의료재에 대한 수요가 증대되고 있다. 일회용 위생·의료재는 유아용 기저귀, 여성용 위생제품, 성인 요실금 기저귀, 마스크, 대여용 유모차 일회용 시트 같은 단순한 일회용 제품에서 수술실이나 병원에서 환자와 의료진을 오염원으로부터 분리시켜 안전성을 확보하기 위해 사용되는 의료용 가운, 마스크, 모자, 신발커버, 베드시트, 베개, 수건, 랩 등이 있으며, 환자 및 의료진의 안전성 측면 뿐 만 아니라 경제적 이유로 그 수요가 점차 증가하고 있다. 위생용, 의료용 섬유는 과거 직물 형태의 제품이 대부분이었지만 점차 부직포 제품이 증가하고 있는 추세이다(Lim & Lim, 2009). 의료용 부직포 시장은 2013년 16억 달러 규모였고, 2018년엔 20억 달러에 이를 것으로 예측되었다(Smithers Pira, 2014). 세계 의료용 부직포 일회용품 시장은 2017~2021년 사이에 연평균 7.79%로 성장할 것으로 전망하였다(Korea Chemical Fibers Association [KCFA], 2017). 일회용 기저귀에 쓰이는 위생용 탐시트 부직포는 장시간 피부에 직접 닿기 때문에 마찰, 분비물, 화학물질, 세균 번식 등에 노출되어 있는데, 제품 자체의 화학물질 독성보다는 연쇄포도상구균 증식에 의한 ‘독성쇼크 증후군’(TSS)의 위험성이 훨씬 심각하다고 보고되었다(Bae, 2010; Lee et al., 2017). 따라서 위생용, 의료용 뿐 아니라 생활관련 자재로서 광범위하게 이용되어 소비수요가 증가하고 있는 부직포에 세균억제 기능성, 인체친화성과 색채 감성적인 측면을 더한다면 부직포의 부가가치는 높아질 것이다.

섬유제품에 항미생물 기능을 부여하는 방법은 은을 대표로 하는 금속 미립자, 제4급 암모늄염 등이 일반적이며, 천연추출물 혹은 키틴/키토산과 같은 천연계 항균제를 사용하여 환경친화적인 요소를 적용시키고 있다(Lee, Lee, & Jeong, 2008). 은은 식품에 사용할 정도로 해가 없는 천연 무기 금속으로서 다른 가공제와 달리 소량으로도 우수한 항균성을 나타낸다(Hong, Kim, & Choi, 1998). 키토산은 지구 생태계의 천연 양이온(+)물질로 분자 중 아미노기와 수산화기는 점성, 보습성이 강해서 세포 면역의 활성화 등 생태계를 보전하는 생물 기능을 나타낸다. 아미노기에 기인한 항 미생물성, 금속이온 흡착성 등 특성을 지니고 있으며, 양이온화제로서의 조건을 갖추고 있어 산성 및 반응성 염료에 대한 셀룰로오스 섬유의 염색성 증진효과가 있다고 한다(Kim & Shin, 2009; Kim & Jeon, 2007; Jung & Kim, 2009).

천연염재로 사용되는 소방은 콩과에 속하며 학명은 *Caesalpinia sappan*, L. 이다. 원산지는 동인도, 말레이반도이고 아시아의 온대지방에서 생육하고 있다. 우리나라에는 삼국시대에 소방전이라는 염색기관이 있었던 것으로 기록되고 있으며 조선시대에는 단목이라고도 하였고, 지방에 따라 소방목, 홍목, 적목 등 다른 이름으로 불리어졌다. 소방의 색소성분은 브라질레인(brazilin)으로 심재인 적황색 목재 부분을 홍색계 염료로 쓰며, 목재 속의 적황색 부분에 포함된 브라질린이 산화하여 생긴 것이다(Cho, 2000). 염색 이외에 소방 추출물은 생리활성분야에서 연구가 이루어지고 있어 혈관 이완, 면역강화, 항염증, 항균, 항암작용, 항바이러스, 자외선 차단, 소취효과 등의 작용이 보고되었다(Ha, 2002; Kwon, Kim, & Nam, 2010; Lee, Kim, & Nam, 2002; Lee & Min, 2011). 소방은 일광과 땀에 의해 퇴색되기 쉬우나 색소함량이 많아 5~6회 정도 우려 쓸 수 있고, 붉은색이 진하고 고와서 견염색에 많이 사용되어 왔고, 비교적 염법이 쉽고 매염제의 종류에 따라 다양한

색을 얻을 수 있는 장점이 있다고 하였다(Chu, 2005a; Chu, 2005b; Chu, 2005c; Jeon, Kim, & Kang, 2003). 키토산 섬유에 대한 선행연구는 키토산 수용액으로 사전 처리된 상태에서의 염색 효율이 주로 보고되었고(Jeon et al., 2003) 그 외 키토산 수용액으로 전처리나 후가공이 아닌 키토산 섬유나 키토산 섬유가 혼방된 직물에서 적용할 수 있는 천연염색의 염착특성이 보고되고 있다(Chu, 2010; Hong, Chu, & Lee, 2010; Jeon, Kim, & Kwon, 2004; Seo & Song, 2011).

이상의 특성과 같이 천연 항균물질이 있는 키토산·나노실버 복합섬유와 기능성 및 약리작용이 보고된 소방으로 염색함으로써 다양한 색상발현과 동시에 약리효과도 함께 얻을 수 있을 것이며, 다양한 분야에서 사용되고 있는 부직포의 부가가치를 높일 수 있을 것으로 기대한다.

따라서 본 연구는 환경친화적이며, 항균 및 염착량 증진 등의 기능성을 갖춘 면과 혼방한 키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포에 천연염색하여 키토산·나노실버 혼방 부직포의 염착특성에 관한 기초자료를 얻고자 한다. 염제는 전통적으로 많이 사용되어온 적색계열의 소방을 면 100% 부직포와 면과 혼방한 키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포에 실험하여 키토산·나노실버 복합섬유의 유무와 함량, 매염처리의 유무, 매염방법, 매염제(Al, Fe)에 따른 색상발현과 색차를 중심으로 비교 고찰하였다.

II. 실험

1. 시료 및 시약

본 실험에 사용된 시료는 (주)텍산메드테크에서 제공한 면 100% 부직포, 면섬유 95%와 키토산·나노실버 복합섬유 5% 혼방 부직포, 면섬유 90%와 키토산·나노실버 복합섬유 10% 혼방 부직포, 면섬유 70%와 키토산·나노실버 복합섬유 30% 혼방 부직포를 사용하였다. 시료의 특성은

〈Table 1〉과 같다. 염제는 심재를 잘게 쪼갠 소방을 시중 약재상에서 구입하여 사용하였다. 매염제는 Aluminium Potassium Sulfate($AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, Duksan Pure Chemical Co., Ltd), Iron (II) Sulfate($FeSO_4 \cdot 7H_2O$, Duksan Pure Chemical Co., Ltd) 1급 시약으로 정제 없이 사용하였다.

2. 염액 및 매염액 제조

소방의 염액 추출은 시료무게와 동량의 소방을 준비하여 액비 1:30의 물이 들어 있는 용기에서 1시간 끓인 후 소방을 걸러내고 염액으로 사용하였다. 염액의 전체량은 증발된 만큼 물로 보충하여 최종 액비가 1:30이 되도록 유지하였다.

매염액은 각 매염제를 0.1% o.w.f의 농도로 사용하였다.

3. 염색 및 매염

액비를 1:20으로 하여 염액이 60~70℃를 유지하면서 30분 염색하였고, 매염제의 농도는 0.1% o.w.f, 액비 1:20으로 하여 염색 시와 같은 방법으로 60~70℃를 유지하면서 30분 매염하였다. 매염방법으로 선매염, 후매염을 하였다. 수세는 매염과 염색이 모두 끝난 후 충분히 수세하여 자연건조하였다.

4. 측색

염색된 시료의 색을 측정하기 위하여 Computer color matching system(Minolta, CM-3500d)을 사용하여 시료의 X, Y, Z 값을 측정하고 Munsell 표색계 변환법으로 색의 삼속성치 H V/C를 구하였고 CIE Lab 색차식을 이용하여 L^* , a^* , b^* 값을 표시하였다.

<Table 1> Characteristics of Fiber

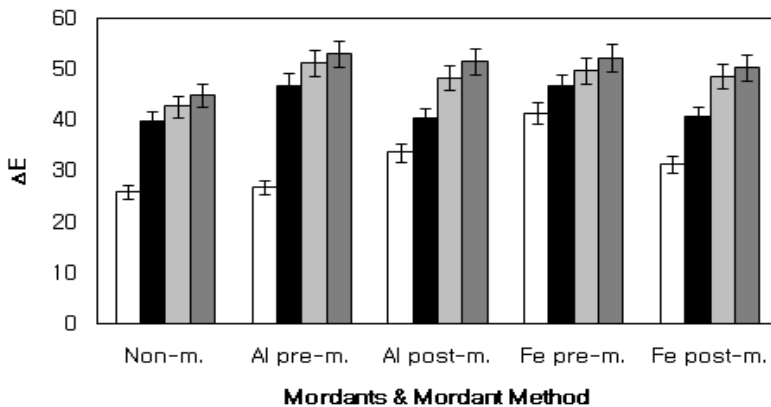
Fiber (%)	Weave	Fabric weight (g/m ²)	Thickness (mm)
100% cotton	non-woven	90±5	0.6
95% cotton/5% chitosan-nano silver	non-woven	87±5	0.6
90% cotton/10% chitosan-nano silver	non-woven	87±5	0.6
70% cotton/30% chitosan-nano silver	non-woven	87±5	0.6

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 면 100% 염색포와 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포의 L*, a*, b*

<Table 2>는 면 100% 부직포, 면섬유 95%와 키토산·나노실버 복합섬유 5% 혼방 부직포, 면섬유 90%와 키토산·나노실버 복합섬유 10% 혼방 부직포, 면섬유 70%와 키토산·나노실버 복합섬유 30% 혼방 부직포의 미염색원포 및 소방 추출액으로 매염처리 없이 염색만으로 얻은 무매염 염색포, Al 선매염과 후매염, Fe 선매염과 후매염 처리하여 얻은 염색포의 L*, a*, b*, ΔE 측정치이다. L* 값이 작아지고 ΔE 값이 커질수록 농색으로 염색되었음을 의미한다. 미염색 원포(백포)에서

키토산·나노실버 함량이 높아지면서(5%, 10%, 30%) L* 값 감소, a* 값 증가, b* 값이 증가하여 어둡고 붉은 기운이 돌면서 황색기미가 증가하였다. 무매염 염색포에서 키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포는 면 100% 염색포에 비해 농색으로 나타났으며, 키토산·나노실버 함량이 높아지면서(5%, 10%, 30%) L* 값 크게 감소, a* 값 증가, b* 값 감소, ΔE 값 증가로 농색으로 염색되고 붉은 기미가 증가한 반면 황색 기미는 저하되었다. 무매염 염색포와 매염 염색포를 비교하면 매염 염색포에서 L* 값 감소, ΔE 값이 크게 증가하였고 키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포는 무매염 염색 상태에서도 ΔE 값이 높게 나타났다. 즉 키토산·나노실버 복합섬유의 함량이 높은 염색포와 매염염색포에서 진한 농도의 색상이 나타



<Fig. 1> ΔE Values of Cotton Non-Woven Fabrics and Cotton/Chitosan-Nano Silver Composite Non-Woven Fabrics Dyed with *Caesalpinia sappan* L.

(□ : 100% Cotton, ■ : 95% Cotton/5% Chitosan-Nano Silver, □ : 90% Cotton/10% Chitosan-Nano Silver, ■ : 70% Cotton/30% Chitosan-Nano Silver)

나고 있음을 시사하는 것이다. 이는 키토산 섬유가 -NH₂기 형태를 유지하고 있어 천연염료 색소 성분과의 반응성이 높아 염색 효율이 증가하고, 매염제가 섬유와 염료 간에 작용하여 염료의 염착 과정에 크게 관여한 것으로 추측되며 선행연구와 일치한다(Jeon et al., 2004; Seo et al., 2011). 전반적으로 염색이 잘된 순서는 면섬유 70%/키토산·나노실버 복합섬유 30% 혼방 부직포 > 면섬유 90%/키토산·나노실버 복합섬유 10% 혼방 부직포 > 면섬유 95%/키토산·나노실버 복합섬유 5% 혼방 부직포 > 면섬유 100% 부직포 순으로 나타났다. 후매염보다는 선매염에서 L* 값이 작아지고 ΔE 값이 크게 나타나 농색으로 염색되었음을 알 수 있다.

〈Fig. 1〉은 〈Table 2〉에 제시된 각 각 염색포의 ΔE 값을 나타낸 그래프로 Al과 Fe 매염처리에 의해 염색포의 색차가 증가하였고, 색상이 각 각 붉은 계열과 보라계열로 발색하여 Al과 Fe 매염제가 섬유와 염료 간에 작용하여 염료의 염착과정 뿐 아니라 색상 발현에 작용하였음을 알 수 있다.

2. 면 100% 염색포와 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포의 H V/C

소방으로 염색한 면 100% 염색포와 면/키토산·나노실버 복합 혼방섬유 염색포의 색상, 명도 채도를 〈Table 3〉에 제시하였다.

〈Table 2〉 L*, a*, b*, ΔE Values of Cotton Non-Woven Fabrics and Chitosan-Nano Silver Composite Non-Woven Fabrics Dyed with *Caesalpinia sappan. L.*

Mordant Method	Mordants	Color Factor	Non-Woven Fabrics			
			100% Cotton	95% Cotton/5% Chitosan-Nano Silver	90% Cotton/10% Chitosan-Nano Silver	70% Cotton/30% Chitosan-Nano Silver
control	-	L*	97.26	89.09	85.65	84.14
		a*	-0.50	0.15	0.29	0.57
		b*	2.21	3.88	3.87	4.81
non mordant	-	L*	75.85	53.03	46.69	44.06
		a*	14.10	16.15	17.15	18.74
		b*	3.15	-1.29	-0.77	-3.86
		ΔE	25.93	39.78	42.70	44.85
pre mordant	Al	L*	54.40	48.23	37.53	34.86
		a*	14.37	22.15	18.12	20.04
		b*	4.02	0.77	1.65	1.74
		ΔE	26.94	46.84	51.36	53.07
	Fe	L*	56.48	42.47	36.08	32.27
		a*	6.62	2.50	1.70	1.38
		b*	3.35	2.12	0.53	0.31
		ΔE	41.41	46.71	49.70	52.31
post mordant	Al	L*	72.38	57.14	43.42	39.82
		a*	21.97	19.54	22.90	24.91
		b*	-0.76	-2.98	-2.56	-2.55
		ΔE	33.65	40.32	48.33	51.52
	Fe	L*	66.70	48.97	37.43	34.52
		a*	6.05	4.21	2.72	2.72
		b*	4.74	-2.00	-1.92	-2.44
		ΔE	31.35	40.75	48.62	50.44

<Table 3> H V/C Values of Cotton Non-Woven Fabrics and Chitosan-Nano Silver Composite Non-Woven Fabrics Dyed with *Caesalpinia sappan*. L.

Mordant Method	Mordants	Non-Woven Fabrics			
		100% Cotton	95% Cotton/5% Chitosan-Nano Silver	90% Cotton/10% Chitosan-Nano Silver	70% Cotton/30% Chitosan-Nano Silver
non mordant	-	8.2R 8.0/2.5	5.6R 6.1/3.1	6.0R 5.4/3.4	5.2R 5.2/3.4
pre mordant	Al	1.4R 5.3/3.8	0.6R 5.2/4.1	1.3R 3.9/3.6	0.6R 3.8/4.1
	Fe	7.1RP 7.5/4.5	6.9RP 5.3/5.3	7.1RP 4.9/4.9	7.4RP 4.5/5.3
post mordant	Al	2.9YR 6.0/1.5	6.5YR 4.7/0.8	5.2YR 3.7/0.3	4.9YR 3.3/0.3
	Fe	8.4YR 6.6/2.4	7.9RP 5.1/0.9	4.9RP 3.7/0.6	5.5RP 3.4/0.6

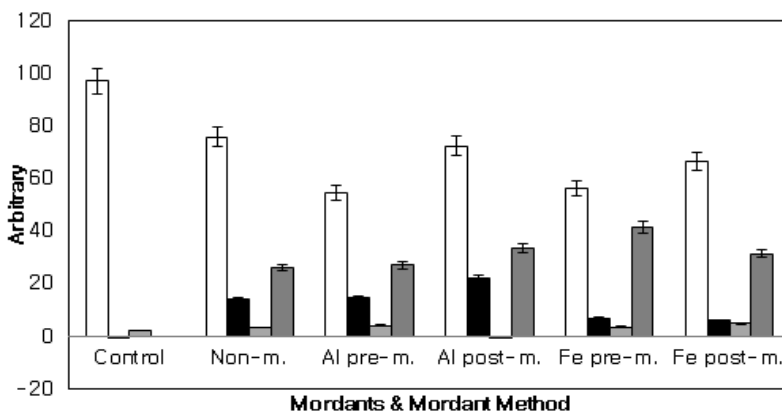
키토산·나노실버 복합섬유의 함량이 높아질수록 전반적으로 명도가 낮아지고 채도는 높아져 어둡고 선명한 쪽으로 이동하여 발색되었다. 매염처리에 의해 전반적으로 명도가 낮아져 색상이 어두워졌다. 매염방법에 있어서는 선매염이 선명하고 어둡고 농색으로 발색되었다. 무매염 염색포와 Al 매염염색포는 R~YR계열의 붉은 계열로, Fe 매염염색포는 RP계열의 보라~회색계열로 발색되었다.

3. 면 100% 염색포의 L*, a*, b* 분석

<Fig. 2>는 면 100% 무매염 염색포와 매염처리 염색포의 L*, a*, b*, ΔE 값을 나타낸 그래프로 무

매염 염색포에 비해 매염처리 염색포의 ΔE 값이 증가하여 매염처리가 색차를 증가시켜 농색으로 염색되었음을 알 수 있다. 이는 매염제가 섬유에 대한 염료의 염착에 작용하고 있는 것 이외에 특정 색소의 색상발현에 작용하여 소방 염색의 Al 매염으로 붉은 계열, Fe매염으로 회색~보라계열로 발색된 것으로 추측된다. 무매염 염색포와 Al 처리 염색포에서 L* 값 감소, a* 값 증가하여 어둡고 붉은 기미가 증가하였다. Fe 매염처리로 L* 값 감소, a* 값 크게 감소하였다.

무매염처리 염색포가 yR에 가까운 맑은 레드 색상인데 반해 Al 선매염은 명도가 낮아지고 채도가 낮아져 pR에 가까운 어둡고 선명한 강한 레



<Fig. 2> Color Values of 100% Cotton Non-Woven Fabrics Dyed with *Caesalpinia sappan*. L. (□ : L*, ■ : a*, ▤ : b*, ▥ : ΔE)

드계열로 발색하였고, 후매염은 채도가 낮아 흐린 YR로 발색되었다. Fe 선매염포의 색상은 밝고 선명한 RP계열로 발색되었고, Fe 후매염은 노란빛이 도는 은은한 YR계열로 발색되었다.

4. 면 95%/키토산·나노실버 복합섬유 5% 혼방 염색포의 L*, a*, b* 분석

〈Fig. 3〉은 면 95%/키토산·나노실버 복합섬유 5% 혼방 염색포의 L*, a*, b*, ΔE 값을 나타낸 그래프로 무매염 염색포에 비해 매염처리 염색포의 ΔE 값이 증가하여 매염처리가 색차를 증가시켜 농색으로 염색되었음을 알 수 있다. 무매염 염색포에 비해 Al 매염처리로 a* 값이 증가하여 붉은 기미가 증가하였고, Fe 매염처리로 L* 값과 a* 값이 크게 감소하여 회색~보라계열로 발색되었다. Al매염의 경우 선매염이 후매염보다 붉은 기미가 더 증가하고 농색으로 발색되었다. Fe매염의 경우 선매염이 후매염보다 ΔE 값이 높게 나타나 진한 회색계열로 발색되었다.

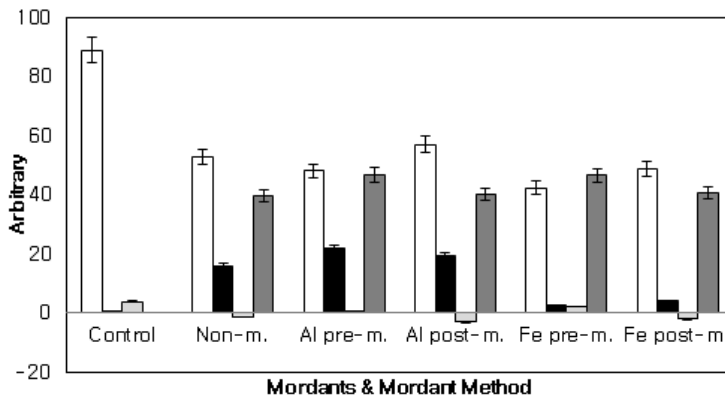
무매염 염색포는 순색에 가까운 강한 레드계열로 발색하였으며 Al 선매염에 의해 pR에 가까운 선명한 레드계열로, Al 후매염에 의해 붉은 기미가 낮아져 흐릿한 YR계열로 발색되었다. Fe 선매

염에 의해 선명한 RP계열로 발색하였고 Fe 후매염에 의해 어둡고 선명한 RP계열로 발색되었다.

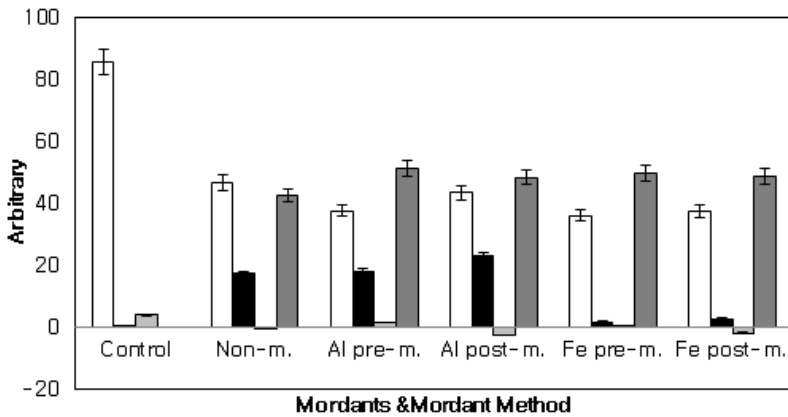
5. 면 90%/키토산·나노실버 복합섬유 10% 혼방 염색포의 L*, a*, b* 분석

〈Fig. 4〉는 면 90%/키토산·나노실버 복합섬유 10% 혼방 염색포의 L*, a*, b*, ΔE 값을 나타낸 그래프이다.

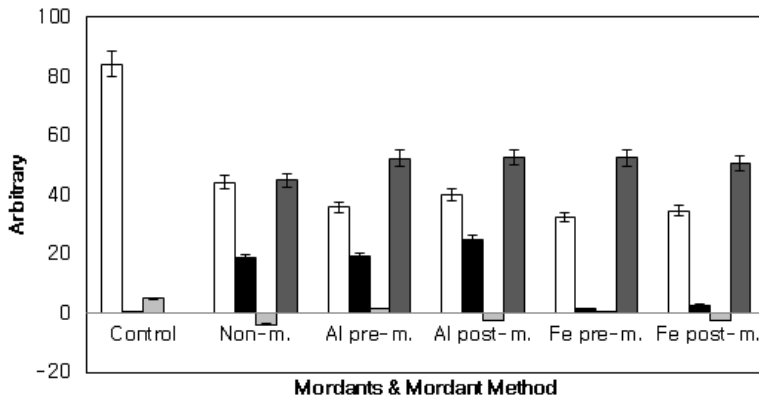
무매염 염색포에 비해 매염처리 염색포의 L* 값 감소, ΔE 값 증가로 매염처리에 의해 농색으로 염색되었음을 알 수 있다. 매염방법에서 선매염 염색포가 후매염 염색포에 비해 약간 높은 ΔE 값을 나타내었다. 무매염 염색포와 Al처리 염색포에서는 Al처리 염색포의 L* 값 감소, a* 값 증가, b* 값이 감소하여 붉은 기운이 더 가미되어 발색되었다. 무매염 염색포는 강한 레드계열로 명도와 채도는 중간 정도이며 Al 선매염에 의해 어둡고 진한 레드계열로, Al 후매염에 의해 명도와 채도가 낮아져 어둡고 탁한 YR계열로 발색되었다. Fe 선매염에 의해 붉은 기운을 많이 포함한 짙은 RP계열로 발색되었고 Fe 후매염에 의해 명도와 채도가 더 낮아져 rp에 가까운 짙은 RP계열로 발색되었다.



〈Fig. 3〉 Color Values of 95% Cotton/5% Chitosan-Nano Silver Composite Non-Woven Fabrics Dyed with *Caesalpinia sappan. L.*
 (□ : L*, ■ : a*, ◻ : b*, ▒ : ΔE)



〈Fig. 4〉 Color Values of 90% Cotton/10% Chitosan-Nano Silver Composite Non-Woven Fabrics Dyed with *Caesalpinia sappan. L.*
(□ : L*, ■ : a*, ◻ : b*, ▣ : ΔE)



〈Fig. 5〉 Color Values of 70% Cotton/30% Chitosan-Nano Silver Composite Non-Woven Fabrics Dyed with *Caesalpinia sappan. L.*
(□ : L*, ■ : a*, ◻ : b*, ▣ : ΔE)

6. 면 70%/키토산·나노실버 복합섬유 30% 혼방 염색포의 L*, a*, b* 분석

〈Fig. 5〉는 면 70%/키토산·나노실버 복합섬유 30% 혼방 염색포의 L*, a*, b*, ΔE 값을 나타낸 그래프로 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포 중 가장 높은 ΔE 값을 나타내어 매우 진한 색상으로 발색되었다. 무매염 염색포보다 매염 처리한 염색포가 ΔE 값이 증가하여 매염처리에 의해 색차가 증가하여 농색으로 발색되었다. 매염방법에서 선매염이 후매염에 비해 ΔE값이 증가하

여 농색으로 발색되었다. Al처리 염색포가 무매염 염색포에 비해 L* 값 감소, a* 값 증가, b* 값 증가로 어두워지고 붉은 기미가 더 증가하여 매우 진하게 발색되었다. Fe처리 염색포는 L* 값 감소, a* 값 감소, b* 값 감소로 RP계열로 발색되었다.

무매염 염색포는 순색에 가까운 강한 레드계열로 명도와 채도는 중간 정도이다. Al 선매염 처리에 의해 pR쪽으로 가까워진 진한 레드계열로 발색하였고, Al 후매염 처리에 의해 명도와 채도가 낮아져 어두운 YR계열로 발색되었다. Fe선매염

처리에 의해 붉은 기운을 많이 포함한 선명한 RP 계열로 발색되었고 Fe 후매염 처리에 의해 명도와 채도가 낮은 진한 RP계열로 발색되었다

(Fig. 3~5)의 논의를 종합해 볼 때 소방염색에서 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포 자체만으로도 염색효과가 비교적 뚜렷이 나타나며, 매염처리에 의해 좀 더 강한 색상을 발현케 하였다. 또한 키토산·나노실버 함량이 높아지면서 (5%, 10%, 30%) 무매염 염색포와 Al매염 염색포의 L^* 값 감소, a^* 값 증가로 어둡고 붉은 기미가 증가하였고 ΔE 값이 크게 증가하여 농색으로 나타났다. Fe매염 염색포는 L^* , a^* 값이 크게 감소하여 진한 RP계열로 발색되었다.

이상의 결과에서 소방 염색은 면 100% 부직포에 비해 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포의 색차가 증가하여 농색으로 발색되었고, 키토산·나노실버 복합섬유의 함량이 증가 할수록 색차가 크게 나타났다. 이는 면 100% 부직포는 매염제(Al, Fe)가 작용함으로써 셀룰로오스 분자쇄와 매염제(Al, Fe), 그리고 소방 염료 간에 복합체가 형성되면서 염착이 촉진되는 반면 키토산·나노실버 복합섬유에서는 셀룰로오스 분자쇄와 매염제(Al, Fe), 그리고 소방 염료 간에 복합체 형성에 부가하여 매염제(Al, Fe)와 소방 염료, 키토산 간에 부수적인 복합체가 형성된다. 키토산이 관여된 복합체의 형성은 염착에 관여함으로써 염착능을 상승시켜서 ΔE 값이 증가하여 농색으로 발색되었을 것으로 추측한다. 무매염 염색포와 매염처리 한 염색포에서 매염처리 염색포의 색차가 증가하여 농색으로 발색되었으며, 키토산·나노실버 복합섬유의 함량이 증가할수록 색차도 증가하였다. 무매염 염색에서는 Al, Fe이 존재하지 않으므로 키토산, 매염제(Al, Fe), 소방 염료 간에 배위결합 형성이 이루어지지 않지만, 매염염색에서는 Al, Fe이 존재하게 되고 키토산, 매염제(Al, Fe), 소방 염료 간에 배위결합 형성이 촉진되는 결과 염착능이 상승된 것으로 볼 수 있다(Jeon et

al., 2003). 또한 Al, Fe 매염처리에 의해 붉은 계열과 보라계열로 발색하여 소방이 다색성 염료임을 알 수 있다. 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포 자체만으로도 염색효과가 비교적 뚜렷이 나타나며, 매염처리에 의해 색차가 증가하여 좀 더 강한 색상을 발현케 하였다.

IV. 결론

1. 면 100% 부직포(백포)와 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포(백포)의 L^* , a^* , b^* , ΔE 값 비교하였을 때 키토산·나노실버 복합섬유의 함량이 증가할수록 L^* 값 감소, a^* 값 증가, b^* 값이 증가하여 어둡고 붉은 기운이 돌면서 황색기미가 증가하였다.

2. 무매염 염색포에서는 키토산·나노실버 복합섬유의 함량이 증가할수록 L^* 값 감소, a^* 값 증가, b^* 값 감소, ΔE 값 증가하여 농색으로 발색되었고, 붉은 색소의 흡착은 촉진되는 반면 황색 색소의 흡착은 저하되었다.

3. 매염처리에 의해 무매염 염색포보다 L^* 값 감소, ΔE 값 증가하여 농색으로 발색되었다. Al 매염에서 L^* 값 감소, a^* 값 증가하였는데, b^* 값은 선매염에서는 증가하였으나 후매염에서는 감소로 나타났다. Fe 매염에서는 L^* 값 감소, a^* 값 감소하였는데, b^* 값은 선매염에서는 증가하였으나 후매염에서는 비슷하거나 감소로 나타났다.

4. 매염 염색포에서 키토산·나노실버 복합섬유의 함량이 증가할수록 염색포의 명도와 채도는 낮아지고 색차가 증가하여 농색으로 발색되었다. 무매염 염색포와 Al 매염처리 염색포는 R~YR계열의 붉은 계열로, Fe 매염처리 염색포는 RP계열의 보라~회색계열로 발색되었다.

5. 키토산·나노실버 복합섬유의 함량이 증가할수록 무매염 및 Al 매염처리 염색포에서 어두워지고 reddish 증가, blueish 증가하여 yR에서 PR로 이동하는 경향을 나타냈으며, Fe 매염처리에서

는 L* 값 감소, a* 값 감소, b* 값 감소하여 RP로 발색되었다.

Reference

- Bae, H. S. (2010). Changes in mechanical properties of sanitary nonwoven fabrics by chitosan/nanosilver mixed solution treatment. *Textile Coloration and Finishing*, 22(2), 163-172.
- Cho, K. R. (2000). *Natural dyes and dyeing*. Seoul, South Korea: Hyungseul Publishing, 145-146.
- Chu, Y. J. (2010). Absorption properties of chitosan and nano silver composite knit fabrics dyed with *Chrysanthemum indicum* Linn Extract. *J. Kor. Soc. Cloth. Ind.*, 12(6), 837-842.
- Chu, Y. J. (2005). A study on the natural mordants in natural dyeing -Natural iron solution and alum-. *Journal of the Korean Society of Costume*, 55(6s), 45-50.
- Chu, Y. J. (2005). Study on the natural mordants in natural dyeing. *Journal of the Korean Society of Costume*, 55(6), 45-50.
- Chu, Y. J. (2005). The study on mordant absorption and mordanting treatment condition of natural dyeing. *Journal of the Korean Society of Costume*, 55(5), 101-107.
- Chu, Y. J. (1997). A study on the natural mordants in natural dyeing(1) -Rice straw ash-. *Textile Coloration and Finishing*, 9(6), 33-41.
- HA, H. (2002). Antioxidant and liver-protective effects of *Caesalpinia sappan*. *Journal of environmental toxicolog*, 17(3), 261-264.
- Hong, B. S., Chu, Y. J., & Lee, E. J. (2010). Natural dyeing absorption properties of chitosan and nano silver composite non-woven fabrics -Focus on *Chrysanthemum Indicum* Linn-. *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 34(5), 115-124.
- Hong, S. H., Kim, R., & Choi, C. N. (1998). Developing trends of technology in anti-bacterial and odor-preventing finish. *Fiber Technology and Industry*, 2(2), 286-295.
- Jeon, D. W., Kim, J. J., & Kwon, M. S. (2004). Natural dyeing of chitosan nonwoven fabric. *The Research Journal of Costume Culture*, 12(6), 103-113.
- Jeon, D. W., Kim, J. J., & Kang, S. Y. (2003). The Effect of chitosan treatment of fabrics on the natural dyeing using *Caesalpinia sappan*(1). *The Research Journal of Costume Culture*, 12(6), 103-113.
- Jung, H. K., & Kim, S. H. (2009). 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-. *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 33(5), 817-826.
- Kim, K. S., & Jeon, D. W. (2007). Effect of dyeing bath mordant and chitosan treatment on the dyeing of natural cellulose fiber using African Marigold (*Tagetes erecta* L.) Petals Extract. *Journal of Fashion Business*, 11(1), 136-148.
- Kim, S. H., & Shin, Y. S. (2009). The effect of chitosan treatment on cotton knits dyed with bamboo charcoal. *Textile science and engineering*, 46(2), 83-89.
- Korea Chemical Fibera Association.(2017, December 5). Retrieved from http://www.kcfa.or.kr/bbs/board.php?bo_table=info&wr_id=6058
- Kwon, H. J., Kim, Y. H., Nam, K. W., Kim, S. K., Bang, I. S., & Han, M. D. (2010). Antibacterial activities of *Caesalpinia sappan* L. extract and structural analysis of its related brazilin. *Korean journal of microbiology and biotechnology*, 38(1), 105-111.
- Lee, B. H., Lee, B. S., & Jeong, S. H. (2008). Dye adsorption properties of chitosan/nano silver composite fibers and blended knits fabrics, *Textile Science and engineering*, 45(5), 287-294.
- Lee, D. H. (2017, September 21). South Korea shivering in chemopovia. *Yeolrin yeondan*. Retrieved from <http://openlectures.naver.com/contents?contentsId=139201&rid=253>
- Lee, J. Y., & Min, K. J. (2011). Antimicrobial activity and bactericidal activity of *Caesalpinia sappan* L. extract. *J Environ Health Sci.*, 37(2), 133-140.
- Lee, S. R., Kim, I. H., & Nam, S. W. (2002). A study on the component analysis of sappan wood extracts. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, 14(4), 33-43.
- Lim, J. N., & Lim, D. Y. (2009). The Future of medical nonwovens product and technology for infection prevention. *Fiber Technology and Industry*, 13(3), 184-489.
- Seo, H. Y., & Song, W. S. (2011). Effect of oenothera odorata jacquin dye and mordants on chitosan fiber. *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 35(1), 115-124.
- Smithers Pira (2014, May 29). The future of medical nonwovens to 2018. Retrieved from <http://www.giikorea.co.kr/report/pira36298futuremedicalnonwovens>.