



소방추출액으로 염색한 키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포의 염색성과 항균성

주 영 주

농업회사법인 삼다원(주) 부장

Dyeing Properties and Antibacterial ability of Chitosan-Nano Silver Composite Non-Woven Fabrics dyed with extracted solution from *Caesalpinia sappan, L.*

Young Ju Chu

General Manager, Samdawon Co., Ltd

(received date: 2018. 1. 31, revised date: 2018. 2. 19, accepted date: 2018. 2. 24)

ABSTRACT

This study examines the dyeing properties, light fastness, washing fastness, and antibacterial ability of four kinds of non-woven fabrics dyed with an extracted solution from *Caesalpinia sappan, L.* These fabrics include: 100% cotton non-woven fabric, 95% cotton/5% chitosan-nano silver composite non-woven fabric, 90% cotton/10% chitosan-nano silver composite non-woven fabric, and 70% cotton/10% chitosan-nano silver composite non-woven fabric. *Caesalpinia sappan, L.* dyeing was conducted through a process of pre- and post-mordanting with alum, iron, which induced different colors on the dyed fabrics. The results show that, first, the K/S value of chitosan and nano silver composite non-woven fabrics was higher than that of the 100% cotton non-woven fabrics in the dyed condition with an extracted solution from *Caesalpinia sappan, L.*, and second, mordants treatment influenced dyeability. K/S values of dyeing fabrics was recognized by the mordants treatment, especially iron. K/S values of pre-mordanting were higher than post-mordanting. Mordants and the mordants treatment method affected the dye uptake. In the case of *Caesalpinia sappan, L.*, the light fastness was increased by the mordants treatment. The light fastness of the chitosan and nano silver composite non-woven fabrics was better than that of the 100% cotton non-woven fabrics. The washing fastness was not affected by mordants treatment and the chitosan-nano silver content increased from 5% to 30%. Regarding the results of antibacterial ability, the bacterial reduction rate of chitosan and nano silver composite non-woven fabrics and chitosan and nano silver composite non-woven fabrics dyed with *Caesalpinia sappan, L.* was more than 99.9% resistant to *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae*.

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

I. 서론

인류의 역사에서 인간은 과학과 기술의 발전에 힘입어 일상생활의 편리함과 안락함을 누리고 있다. 그 중 하나가 일회용 위생·의료재, 비의료재의 사용이다. 일회용 섬유제품의 대부분은 부직포 제조공정을 통해 제조된다. 오늘날 부직포는 상대적으로 낮은 제조비용과 우수한 기능성으로 인해 다양한 산업분야에서 각광을 받고 있으며, 기술적으로 많은 개선이 진행돼 새로운 용도가 활발하게 확대되고 있다(Lim & Lim, 2009). 근래 일회용 생리대의 휘발성유기화합물(VOC) 검출 등 ‘화학물질’이 포함된 모든 제품에 대한 논란이 끊이지 이어지고 있고 ‘화학물질’을 거부하는 ‘케모포비아’(화학혐오증)가 확산되고 있다. 그러나 생리대 제품 자체의 화학물질 독성보다는 세균 증식에 의한 ‘독성쇼크증후군’(TSS)의 위험성이 훨씬 심각함을 강조하며 통풍강화와 세균증식억제기술 개발을 제언하고 있다(Lee, 2017). 오래전부터 인체에 유해하지 않고 환경오염을 유발하지 않는 대체 천연물질이 관심의 대상이 되어 왔다. 대체 천연물질을 찾아 안전성 문제의 해결책을 제시한다면 현대의 풍요로움을 포기하지 않고 유지할 수 있을 것이다.

최근 소비자들은 섬유제품에 기대하는 기능성과 인체와 환경에 무해하고 유익한 추가적인 기능을 복합적으로 추구한다(Hong, 2017). 따라서 일회용 뿐 아니라 생활관련 자재로서 광범위하게 이용되는 부직포에 세균억제 기능, 인체친화성과 색채테라피를 가미한다면 부직포의 부가가치는 높아질 것으로 본다.

섬유제품에 항미생물 기능을 부여하는 방법으로 천연계 항균제인 은이나 키토산을 사용하여 환경친화적인 요소를 적용시키고 있다. 은의 탁월한 항균·살균 효과는 나노사이즈의 은 입자 표면을 극대화함으로써 항균효과를 최적화 할 수 있다. 계감각으로부터 얻어지는 인체적합성이 높은 천

연고분자인 키토산은 우수한 흡습성, 생체조직과의 친화성, 항균성 및 응집성을 나타낸다(Jeon, Kim, & Kang, 2003).

천연염제로 사용되는 소방은 염색 이외에 생리활성연구에도 많이 쓰임으로써 다양한 약리작용 및 기능성이 보고되어 있는데, 소방의 주성분에서 2%를 차지하는 염료성 화합물은 brazilin으로 무색의 flavonoid 구조를 갖으며, brazilin이 공기 중에 산화되어 적색의 brazilein이 된다. 이것이 소방의 신선한 절단면은 황색이지만 공기에 접촉하면 짙은 적갈색이 되는 이유이다. Brazilin은 Benz(b)-Indeno(2,1-d) pyran 유도체로 주로 염료나 산 및 알칼리 지시약 또는 식품 첨가물 등으로 사용해 왔고(Kwon et al., 2010), 항염, 항바이러스, 항산화, 항균, 항암, 자외선 차단, 소취 효과가 우수한 성분임이 보고되고 있다(Ha, 2002; Kwon et al., 2010; Lee & Min, 2011).

이상과 같은 특성을 지닌 환경친화적이며 천연항균물질이 있는 키토산·나노실버 복합섬유와 기능성 및 약리작용이 보고된 소방 추출액을 활용하면 염색과 동시에 약리효과도 함께 얻을 수 있을 것이다. 소방이 일광 및 세탁에 의해 퇴색되기 쉬운 단점을 가지고 있으나, 일회용 부직포 제품의 경우 세탁이 불필요하므로 이점이 되지 않는다면 활용 가치가 있다고 보며, 천연염색과의 접목이 다양한 분야에서 사용되고 있는 부직포의 부가가치를 높일 수 있을 것으로 기대한다.

따라서 본 연구에서는 키토산 전처리나 후가공이 아닌 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포에 천연염색하여 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포의 염색성과 항균성에 관한 기초자료를 얻고자 한다. 염제는 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 염색성과 견뢰도, 항균성을 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 심제를 잘게 쪼갠 소방을 시중 약재상에서 구입하여 사용하였다. 소방의 특성은 <Table 2>와 같다. 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 사용하

였다. 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

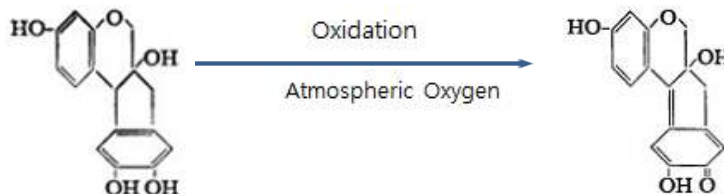
액비를 1:20으로 하여 염액이 60~70℃를 유지하면서 30분 염색하였고, 매염제의 농도는 0.1% o.w.f, 액비 1:20으로 하여 염색 시와 같은 방법으로 60~70℃를 유지하면서 30분 매염하였다. 매염 방법으로 선매염, 후매염을 하였다. 수세는 매염과 염색이 모두 끝난 후 충분히 수세하여 자연건조하였다.

4. 측색

염색된 시료의 색을 측정하기 위하여 Computer color matching system (Minolta, CM-3500d)을 사용하여 각 섬유의 전체 표면을 대상으로 시료별 겉보기 농도를 측색하여 최대흡수파장 445nm에서의 K/S값을 비교하였다.

<Table 1> Characteristics of Fiber

Fiber (%)	Fabric	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



<Fig. 1> Brazilin, the Coloring Principle of *Caesalpinia sappan*. L.

It is Oxidized in Atmosphere Oxygen to Brazilein, responsible for the Red Color in Fabrics (Lee, Kim, & Nam, 2002. p. 42)

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

K: Absorption coefficient

S: Scattering coefficient

R: Reflectance factor

<Table 2> Characteristics of Natural Colorant

Name	Brazilin	Brazilein
Chemical Structure	C ₁₆ H ₁₄ O ₅	C ₁₆ H ₁₂ O ₅
M.W.	286[g/mol]	284[g/mol] (Dictionary of chemistry, 2001)
Group	benzopyrane	benzopyrane

5. 염색포의 염색견뢰도

일광견뢰도는 KS K 0700(Carbon Arc Fade)에 의거하여 carbom arc type fade-o-meter(25-18-FR,Atlas Electrics Co., U.S.A.)를 사용하여 시험하였고 표준퇴색시간(standard fading hour)동안 광조사 한 후 변퇴색용 표준 회색 색표에 의한 방

법으로 견뢰도를 평가하였다.

세탁 견뢰도는 KS K ISO 105 C01(A2S, 40℃)에 준하여 세탁 후 염색포와 침부백포의 색차를 측정하여 피염물의 변퇴정도와 침부백포의 오염의 정도를 관찰하여 면과 키토산·나노실버 복합섬유의 함량에 따른 견뢰도의 변화를 관찰하였다.

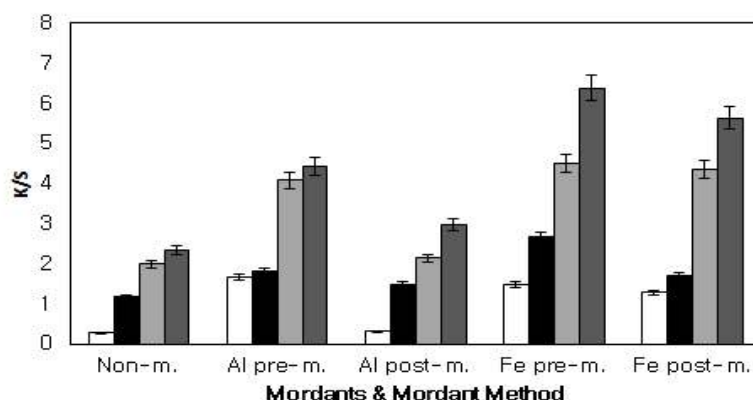
6. 염색포의 항균성

염색된 시료의 항균성 변화를 확인하기 위하여 KS K 0093-2001에 준하여 균주로는 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*, ATCC6538)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae*, ATCC 4352)을 사용하여 실험 하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 면 100% 부직포와 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포의 염색성 (K/S)

<Fig. 2>는 면 100% 부직포, 면섬유 95%와 키토산·나노실버 복합섬유 5% 혼방 부직포, 면섬유 90%와 키토산·나노실버 복합섬유 10% 혼방



<Fig. 2> K/S value 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)

부직포, 면섬유 70%와 키토산·나노실버 복합섬유 30% 혼방 부직포를 소방 추출액으로 Al 선매염과 후매염, Fe 선매염과 후매염 처리하여 얻은 염색포의 K/S 측색치이다.

소방염색에서 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포 자체만으로도 염색성 향상이 비교적 뚜렷이 나타나며, 매염처리에 의해 매우 크게 향상되었음을 알 수 있다. 또한 각 그룹(무매염염색포, Al 선매염, Al 후매염, Fe 선매염, Fe 후매염)에서 키토산·나노실버 함량이 증가할수록(5%, 10%, 30%) 염색성도 향상되었다. 후매염보다는 선매염에서, Al 매염보다는 Fe 매염에서 염색성이 향상되었다.

면 100% 염색부직포와 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색부직포에서 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포의 K/S값이 4~10배 증가하였다. 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(Jeon et al., 2003). 키토산이 관여된 복합체의 형성은 염착에 관여함으로써 염착능을 상승시켜서 염색성을 향상시킨 것으로 추측한다.

무매염 염색포와 매염 처리된 염색포에서 매염 처리에 의하여 K/S 값이 2~5배 증가하였다. Al과 Fe 매염제가 섬유와 염료 간에 작용하여 염료의 염착과정에 작용하였음을 알 수 있다. 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), 소방염료 간에 배위결합 형성이 촉진되는 결과 염착작용을 촉진시키는 결과로 해석된다(Jeon et al., 2003). <Fig. 2>의 무매염 염색포 그룹에서 K/S값이 키

토산·나노실버 복합섬유 함량이 증가할수록 높게 나타나서, 면 100% 염색포에 비해 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포의 K/S값이 4~9배 증가하였다. 이는 키토산의 분자구조에서 천연염료 색소성분과의 반응성이 높은 -NH₂가 존재하여 천연염료의 염착량을 현저히 증가시킨 선행연구와 일치 한다(Jeon, Kim, & Kwon, 2004).

매염제에 있어서 Fe 매염처리 염색포가 Al 매염처리 염색포에 비해 높은 K/S값을 나타내었는데 이는 Fe 이온이 Al 이온에 비해 섬유에 대한 흡착력이 우수하기 때문이며 선행연구와 일치하였다(Chu, 2005). 금속 매염제는 주로 배위 결합 능력이 큰 알루미늄 이온과 철 이온 등이 사용되는데, 알루미늄 이온과 철 이온 모두 6배위 착체를 형성하고 그의 강도는 전이금속원소인 철 이온이 전형금속원소인 알루미늄 이온보다 크다(Nam, 2000). K/S 값이 선매염 처리 염색포가 후매염 처리 염색포보다 높게 나타났다.

2. 염색포의 염색견뢰도

면 100% 염색포와 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포의 일광견뢰도와 세탁견뢰도를 <Table 3~4>에 나타내었다.

<Table 3>의 일광견뢰도는 매염처리 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포 ≥ 무매염처리 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포 > 매염처리 면 100% > 무매염처리 면 100%의 순으로 나타나서 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포에 매염처리한 염색부직포가 무매염처리 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포보다 같거나 높은 일광견뢰도를 나타내었다.

무매염 염색포 그룹에서 면 100% 염색포보다 키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포의 일광견뢰도가 향상되었음을 알 수 있다. 또한 매염처리에 의해서 일광견뢰도가 같거나 높게 나타났고, 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포 그룹의 선매염포에서 키토산·나노실버 함량의 증가에

<Table 3> Light Fastness of Cotton Non-woven Fabrics and Cotton/Chitosan-nano Silver Composite Non-woven Fabrics Dyed with *Caesalpinia sappan*, L.

Non - Woven Fabrics (%)	Mordant Method & Mordants				
	Grade				
	non mordant	Al pre mordant	Al post mordant	Fe pre mordant	Fe post mordant
100% cotton	1	1	2	1	2
95% cotton /5% chitosan-nano silver	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
90% cotton /10% chitosan-nano silver	2.5	3	3	2.5	3
70% cotton /30% chitosan-nano silver	2.5	3.5	3	2.5	2.5

따라 같거나 높게 나타났다. 면 100% 염색포와 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포 그룹을 비교해보면 면 100% 염색포는 1~2등급, 면/

키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포 그룹은 2.5~3.5등급으로 나타났다. 면 100% 염색포에서 Al과 Fe 매염처리가 무매염 1등급에 비해 같거나

<Table 4> Washing Fastness of Cotton Non-woven Fabrics and Cotton/Chitosan-nano Silver Composite Non-woven Fabrics Dyed with *Caesalpinia sappan*, L.

Non-Woven Fabrics (%)	Mordants	Mordant Method	Washing fastness (Grade)							
			Color Change	Color Staining						
				Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acrylic	Wool	
100% cotton	-	non mordant	2	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
		Al	pre mordant	2.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
			post mordant	2	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
	Fe	pre mordant	2	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
		post mordant	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
95% cotton/5% chitosan nano silver	-	non mordant	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
		Al	pre mordant	2.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
			post mordant	2.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
	Fe	pre mordant	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
		post mordant	2	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
90% cotton/10% chitosan nano silver	-	non mordant	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
		Al	pre mordant	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
			post mordant	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
	Fe	pre mordant	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
		post mordant	2.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
70% cotton/30% chitosan nano silver	-	non mordant	3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
		Al	pre mordant	3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
			post mordant	2.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
	Fe	pre mordant	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
		post mordant	2	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	

향상되어 2등급으로 나타났다. 무매염 염색포 그룹에서 면 100% 염색포가 1등급, 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포는 함량 (5%, 10%, 30%)과 상관없이 2.5등급으로 나타났다. 무매염 염색포와 매염처리 염색포를 비교해보면 무매염 염색포는 1~2.5등급을 나타낸 반면, 매염처리 염색포는 1~3.5등급을 나타내었다.

〈Table 4〉의 세탁견뢰도는 무매염 염색포 그룹에서 면 100% 염색포보다 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포의 세탁견뢰도가 증진하였다. 면 100% 염색포와 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포 그룹을 비교해보면 모두 2~3.5등급으로 나타났다. 면 100% 염색포에서 Al과 Fe 매염처리가 무매염 2등급에 비해 2~3.5등급으로 같거나 높게 나타났다. 이염에 있어서는 모든 염색부직포에서 4.5등급 이상으로 나타났다.

3. 염색포의 항균성

본 실험에 사용한 *Staphylococcus aureus*(ATCC 6538)은 황색 포도상구균으로 자연계에 널리 분포하며 우리의 일반 생활 중 쉽게 접촉할 수 있는 일반세균인 화농균으로 병원성균이다. 즉 피부, 점

막, 공기, 물, 우유 등에서 발견된다(Choi & Cho, 1997). *Klebsiella pneumoniae*(ATCC4352)은 폐렴균이다. 소방추출액으로 염색한 면 100% 염색포와 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포의 항균성을 〈Table 5〉에 제시하였다. 황색 포도상구균과 폐렴균은 염색하지 않은 면 100% 부직포에서 각각 4.2%와 0%로 나타난 반면, 매염처리 없이 소방으로 염색한 면 100% 염색포에서는 각각 79%, 32%의 정균감소율로 항균효과를 나타냈다. 소방의 주성분에서 2%를 차지하는 염료성 화합물은 brazilin으로 무색의 flavonoid 구조를 갖으며, brazilin은 Benz(b)-Indeno(2,1-d) pyran 유도체로 주로 염료나 산 및 알칼리 지시약 또는 식품 첨가물 등으로 사용해 왔고(Kwon et al., 2010), 항염, 항바이러스, 항산화, 항균, 항암, 자외선 차단, 소취 효과가 우수한 성분임이 보고된 바 있다(Ha, 2002; Kwon et al., 2010; Lee & Min, 2011). 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포 자체의 항균성은 키토산·나노실버 함량(5%, 10%, 30%), 염색, 매염처리와 상관없이 99.9% 이상으로 나타났다. 이는 키토산 섬유 구조 단위인 글루코사민의 -C₂ 위치의 아민기(NH₂)가 양이온화(-NH₃⁺)되면서 항균성을 발휘하기 때문이다

〈Table 5〉 Antibacterial Ability of Cotton Non-Woven Fabrics and Chitosan-Nano Silver Composite Non-Woven Fabrics Dyed with *Caesalpinia sappan. L.*

Fabric (%)	Treatment	Bacteria	
		S.aureus (ATCC6538)	K.pneumoniae (ATCC4352)
100% cotton	undyed	4.2	0
		79	32
95% cotton/ 5% chitosan-nano silver	undyed	99.9	99.9
	pre mordant	99.9	99.9
	post mordant	99.9	99.9
90% cotton/ 10% chitosan-nano silver	undyed	99.9	99.9
	pre mordant	99.9	99.9
	post mordant	99.9	99.9
70% cotton/ 30% chitosan-nano silver	undyed	99.9	99.9
	pre mordant	99.9	99.9
	post mordant	99.9	99.9

(Cho, 1997). 염색 및 매염처리에 의해 황색포도상구균과 폐렴균의 정균감소율이 하락되지 않고 99.9% 이상의 정균감소율을 유지하였다.

이상의 결과에서 소방추출액의 염색에 있어서 매염처리와 키토산·나노실버 복합섬유의 함량이 K/S값을 증가시켜 염착량이 증진되었음을 알 수 있다. 키토산은 분자구조 내에 염료와의 반응성이 큰 $-NH_2$ 기가 존재하고 있어서 우수한 염착량이 나타났으며, 또한 매염처리가 염착량 증진에 상당히 기여함을 알 수 있어 매염제를 병행하는 것이 염착량 증진에 더 효과가 있음을 알 수 있다. 일광견뢰도의 경우 매염처리 염색포와 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포의 일광견뢰도가 다소 증진되었고 키토산·나노실버 복합섬유의 함량 증가에 따른 일광견뢰도 증진이 다소 나타났다. 세탁견뢰도에서는 면 100% 염색포에서는 매염처리에 의해 견뢰도의 향상이 나타났으나 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포에서는 매염처리와 키토산·나노실버 복합섬유 함량 증가가 세탁견뢰도 향상에 영향을 주지 못하였다. 이염에 있어서는 모든 염색부직포에서 4.5등급 이상으로 나타났다. 항균성에 있어서는 면 100%에 비하여 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포가 99.9% 이상으로 매우 우수하였고, 염색 및 매염처리로 황색포도상구균과 폐렴균의 정균감소율이 하락되지 않고 유지하였다.

IV. 결론

1. 소방염색에서 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포 자체만으로도 염색성 향상이 비교적 뚜렷이 나타나며, 매염처리에 의해 매우 크게 향상되었음을 알 수 있다. 각 그룹(무매염염색포, Al 선매염, Al 후매염, Fe 선매염, Fe 후매염)에서 키토산·나노실버 함량이 증가할수록(5%, 10%, 30%) 염색성도 향상되었다. 후매염보다는 선매염에서, Al매염보다는 Fe 매염에서 염색성이 향상되

었다.

2. 일광견뢰도는 매염처리 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포 \geq 무매염처리 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포 > 매염처리 면 100% > 무매염처리 면 100%의 순으로 나타나서 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포에 매염처리한 염색부직포가 무매염처리 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포보다 같거나 높은 일광견뢰도를 나타냈다. 무매염 염색포 그룹에서 면 100% 염색포보다 키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포의 일광견뢰도가 향상되었다. 또한 매염처리에 의해서 일광견뢰도가 향상을 보이고, 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포 그룹의 선매염포에서 키토산·나노실버 함량의 증가에 따라 향상을 보였다.

3. 세탁견뢰도는 면 100% 염색포에서는 매염처리에 의해 견뢰도의 향상이 나타났으나 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포에서는 매염처리와 키토산·나노실버 복합섬유 함량 증가가 세탁견뢰도 향상에 영향을 주지 못하였다. 이염에 있어서는 모든 염색부직포에서 4.5등급 이상으로 나타났다.

4. 항균성에 있어서 소방으로 염색한 면 100% 부직포는 황색포도상구균에 대해 79%의 정균감소율을 나타낸 반면 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 염색포는 99.9% 이상의 정균감소율을 나타냈다. 면/키토산·나노실버 복합섬유 혼방 부직포 자체의 항균성은 키토산·나노실버 함량(5%, 10%, 30%), 염색, 매염처리와 상관없이 99.9% 이상의 정균감소율을 나타냈다. 염색 및 매염처리로 황색포도상구균과 폐렴균의 정균감소율이 하락되지 않고 유지하였다.

References

- Cho, K. R. (1997). Studies on the natural dyes(9)-Dyeing properties of acorn tannin for silk fibers-. *Journal of the Institute of Natural Science of the*

- Silla University*, 3, 207-226.
- Choi, S. C., & Cho, K. R. (1997). *Clothing hygiene*. Seoul: Hyungseul Publishing, 251-268, 341.
- 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.
- HA, H. (2002). Antioxidant and liver-protective effects of *Caesalpinia sappan*. *Journal of environmental toxicolog*, 17(3), 261-264.
- Hong, K. H. (2017). Coloring effect and functionally of rayon based cool fabrics treated by various mordant and Gallnut extract. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 41(2), 296-305.
- 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.
- 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.
- Nam, S. W. (2000). *Theory and practice of natural dyeing*. Seoul: Boseong-munhwasa, 61.
- Dictionary of chemistry* (2001). Seoul: Sehwa pub.