



소목 추출물로 염색한 견직물의 항생제 내성균주에 대한 항균효능

Antimicrobial activity of silk fabrics dyed with *Caesalpinia sappan* on antibiotic resistant strains

최나영*

원광대학교 가정교육과 조교수

Choi Nayoung*

Department of Home Economics Education, Wonkwang University

Abstract

The purpose of this study is to examine the antimicrobial efficacy and color fastness of antibiotic resistant strains as found by staining *Caesalpinia sappan* extracts on silk fabrics, and to compare these results with previous studies and their data results determined from experiments dyeing *Caesalpinia sappan* extracts on cotton fabrics. Broadly speaking, it was concluded in this study that the color fastness of the silk and cotton fabrics showed that washing and light fastness of fading were mostly shown to be characteristically low, as noted at 1-2 grades. However, the action of rubbing was shown to be very good for most of the test fabrics, at 4-5 grades, for both the silk and cotton fabrics. In a likewise comparison of the reduction rate of antibiotic-resistant strains to silk and cotton fabrics, it is determined that cotton fabrics showed the highest antimicrobial effect on dyed fabric with non-mordant treatment (99.9%), and dyed fabric treated with copper sulfate mordanting (99.2%). In this respect, the most effective antimicrobial dyeing methods for silk fabrics were shown to be the process of Al mordanting (92.8%) and Cu mordanting (99.9%). It is noted that with the antimicrobial effect shown after the 3rd washing, the Cu mordanting fabric (99.9%) of the silk and cotton fabrics were known to have maintained a high antimicrobial activity both before and after washing.

Keywords: *Caesalpinia sappan*, Antimicrobial activity, Natural dyeing, Methicillin-resistant, *Staphylococcus aureus*, Antibiotic resistant bacteria

I. 서론

세균은 우리 주변 어느 곳이나 존재하며 호흡기질환을 일으키거나 피부에 부착하여 피부질환을 일으키는 등 인체 감염을 유발시켜 건강장해를 일으키거나, 생명을 위협

하기도 한다(Dulon et al., 2011).

특히 항생제 내성균주의 출현은 기존의 항생제로는 치료가 잘되지 않는 감염성 질환으로 인한 사망률을 증가시키고 있다(Morell & Balkin, 2010). 이러한 항생제 내성균주의 감염경로는 환자들 사이의 감염뿐만 아니라 환경

이 논문은 2019학년도 원광대학교의 교내연구비 지원에 의해 수행됨.

* Corresponding author: Choi, Nayoung

Tel: +82-63-850-6561, Fax: +82-63-850-7306

E-mail: nychoi@wku.ac.kr

© 2019, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

에 존재하는 각종 생활도구 및 의류에 의해서도 감염이 이루어지고 있다(Scott et al., 2008).

Wiener et al.(2011)의 연구에 의하면 섬유제품인 의복이 항생제 내성균주의 감염 원인 중 하나임을 발견하게 되었다. 따라서 섬유제품에 항균성을 부여함으로써 세균의 서식이나 증식을 억제하여 항생제 내성균주의 감염 예방을 목적으로 하는 섬유가공을 시행할 필요가 있다.

그러나 섬유 가공시 가공제로 인한 피부장해를 일으킬 수 있으므로 가공제의 안전성과 자연계에서 간단히 분해될 수 있는 환경친화성이 요구되는 동시에, 자외선 및 섬유세제 등과 반응해서 유해물질을 생성하지 말아야 한다. 천연물에서 추출한 물질 안에는 항균성분이 존재하는 경우가 많기 때문에 천연물에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 천연물에서 추출한 염료는 환경과 인체에 친화적이며, 종류에 따라서 항균성이 있는 것으로 보고되고 있다(최석철, 정진순, 1999).

우리나라에서는 전통적으로 천연물에서 추출한 염료를 황색, 적색, 청색 등의 염색을 하는데 사용하여 왔다. 천연물 중 열대 아시아에 분포하고 있는 소목은 콩과 식물로 학명은 *Caesalpinia sappan* Linn이며, 1년 내내 수시로 채집할 수 있는 장점이 있다. 소목의 색소의 주성분은 Brazilin으로 후라보노이드계에 속하며 직물의 천연염색에서는 적색계열의 다색성 염료로 사용되었다(권민수 외, 2004). 이시진의 본초강목에서 “소목은 기본적으로 사람들이 붉은색으로 염색하는데 사용한다.” 라고 기록되어 염색에도 사용되었음을 알 수 있다. 또한 항균작용, 장혈관에 대한 약리작용, 그리고 중추억제작용이 있어 한약재로도 널리 쓰이고 있다(김창민 외, 1998).

소목의 염색성에 대한 연구로는 실크에 소목 성분을 이용하여 염색성을 측정한 Ohama et al.(2014)의 연구, PET 직물에 Brazilin과 키토산, 매염제를 적용하였을 때의 염색성을 측정한 구강 외(2006)의 연구, 실크에 알루미늄 매염제와 단백질 매염제를 적용하여 소목으로 염색하였을 때의 염색성을 측정한 황소희와 장정대(2016)의 연구, 면/실크에 소목 염액의 PH 변화가 색상에 미치는 영향을 검토한 전동원 외(2010)의 연구가 있다.

또한 예로부터 사용되어 온 천연 염재에 의해 염색된 직물은 항균, 소취, 방향성 등의 우수한 기능을 나타내는 것으로 보고되고 있으며(최영희 외, 2003; 정진순, 2009; 이상락 외, 1995; 김동현 외, 2002; 성우경, 2002; 송화순, 김병희, 2000; 윤석한 외, 2004), 천연물이 가지고 있는 항균효과와 피부 보호와 같은 약리효과도 기대

할 수 있다(김동현, 정귀택, 2014). 유영은 외(2010)의 연구에 의하면 소목 자체가 항균성이 있음을 보고하였다. 주영주(2018)의 연구에 의하면 소목의 Brazilin 성분을 면 부직포에 염색하여 항균성을 측정하였고, 이상락 외(1995)의 항균성과 소취성에 대한 연구가 있으나 항생제 내성균주에 대한 항균성에 관한 연구는 미비하였다. 본 저자는 선행연구를 통하여 소목 추출물의 천연염색이 면직물의 항생제 내성 균주에 대한 항균성을 증가시키는 것을 발견하였다(최나영, 최나영, 2019). 그러나 소목을 이용한 천연염색이 견직물의 항생제 내성균주에 대한 항균성을 증가시키는지에 대하여는 아직 연구된 바가 없다.

면직물은 주로 속옷, 침구류, 잠옷 등 직접 피부에 접촉하는 의류제품에 많이 쓰이며, 견직물은 블라우스·스카프·한복 등 고급 옷감, 넥타이 등 피부에 직접 접촉하지 않는 장식용 겉옷에 많이 사용된다. 면직물을 매개로 하는 항생제 내성균주의 감염은 피부와 생식기 및 항문을 통한 감염에 중요한 것으로 생각되며, 견직물을 매개로 하는 항생제 내성균주의 감염은 호흡기, 또는 손을 매개로 하는 식품의 오염 등에 의한 감염에 더 큰 역할을 할 것으로 추정된다. 따라서 본 연구는 선행연구인 소목염색의 항생제 내성균주에 대한 항균성에 관한 후속 연구로써, 소목 추출물을 견직물에 염색하여 항생제 내성균주에 대한 항균 효능과 염색견뢰도를 관찰하고, 면직물에 염색하여 항생제 내성균주에 대한 항균성 효능과 염색견뢰도를 살펴본 선행연구와 비교하여 고찰하고자 한다.

II. 실험방법

1. 실험재료

염색에 사용된 시료는 시중에서 판매 중인 견직물을 40℃에서 60분간 정련한 후 수세 건조하여 사용하였다(김은경, 장지혜, 2000). <표 1>은 시료의 특성을 나타낸 것이다.

천연 염재는 시판용의 소목 심재 2kg을 대한한약국에서 구입하여 사용하였고, 추출 용매로는 에탄올을 사용하였다. 매염제로는 황산 제1철($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), 황산알루미늄($Al_2(SO_4)_3$), 황산구리($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)를 사용하였다.

항생제 내성 균주인 Methicillin-resistant *Staphylococcus*

aureus (MRSA) ATCC 33591을 Fungizone (2.5 μ g/ml)과 Oxacillin (2 μ g/ml)가 함유된 Brain Heart Infusion broth (BHI; Detroit, MI, USA)와 Brain Heart Infusion Agar (BHA)에 배양하여 사용하였다.

2. 실험방법

1) 염료 추출

소목 심재 총 2kg을 70% 에탄올 4L에 넣어 72시간 동안 상온에서 추출하여 Whatman 여과지로 여과한 다음 감압농축기를 사용하여 에탄올을 제거한 후 염료 8.37g을 얻었다. 에탄올에서 염료를 추출한 이유는 일반적으로 물보다 에탄올 추출물에서 세균 증식억제 효과가 높은 것으로 나타난 박옥연 외(1992)의 연구를 참조하였다.

2) 염색

소목 추출액을 농축한 염료의 농도는 2.3%(o.w.f), 욕비는 1:28인 염욕에 시험 견직물 364g을 waterbath에 넣은 후 염액의 온도를 40 $^{\circ}$ C에서 60 $^{\circ}$ C로 서서히 올리면서 60분간 염색하였다. 염색된 견직물을 찬물에 3-4번 수세한 후 자연 건조하였다.

매염방법은 전희영 외(2009)의 논문을 참고하여 구리와 철은 2%(owf), 알루미늄은 3%(owf)로 시행하였다. 욕비는 1:55이며, 견직물을 waterbath에 40 $^{\circ}$ C로 침지를 시작하여, 온도를 60 $^{\circ}$ C까지 점진적으로 상승시킨 후 40분 동안 매염 처리하였다. 수세를 3회 시행한 후 자연 건조하였다.

3) 표면색 측정

염색 견직물의 색을 측정하기 위하여 Grethag macbeth(Model : Color-Eye 7000A, U.S.A)를 이용하여 L, a, b값을 구하고, 색차(ΔE_{ab})는 L, a, b 값의 차이를 이용하여 계산하였다. 매염 직물과 무매염 직물의

색차는 원포를 기준으로 측정하였고, 색의 삼축성 H, V/C를 구하였다.

4) 염색견뢰도 측정

일광 견뢰도는 KS K ISO 105-B02:2015법, 세탁 견뢰도는 KS K ISO 105-C06:2014법, 마찰 견뢰도는 KS K 0650:2011법, 땀 견뢰도는 KS K ISO 105-E04:2010에 준하여 측정하였다.

5) 항균성 시험

항균성 시험은 이상락 외(1995)의 연구 방법을 사용하였다. 무균 작업대 내에서 염색된 견직물을 직경 5cm 원형으로 잘라 배양접시 안에 놓은 후 박테리아를 BHI 배지에 접종하고 24시간 동안 Incubator (Japan, SLI-400, EYELA)에서 배양시켰다. 박테리아를 24시간동안 배양한 후에 각 배양접시에 PBS (Phosphate Buffered Saline)을 넣어 견직물에 묻어있는 박테리아를 세척하였다. 세척한 박테리아를 BHI Agar 배지에 접종한 후 24시간 동안 Incubator에 배양시켰다. 그 후 cfu(colony forming unit)를 측정하였고, 균감소율은 아래와 같이 계산하였다. 또한 염색된 견직물을 40 $^{\circ}$ C에서 15분 동안 선택과정을 3회 반복 후 같은 방법으로 균감소율을 계산하였다.

$$\text{균감소율(\%)} = (A-B)/A \times 100$$

A: 초기의 균수, B: 24배양 후의 균수

6) 통계처리

결과는 평균과 표준편차로 제시하였다. 통계프로그램으로는 SPSS를 사용하였고, 대조군과 실험군의 평균치를 t-test로 유의성을 검증하였다.

<표 1> 견직물의 특성

혼용률	직조방법	번수	밀도(올/5cm)		질량(g/m ²)
			경사	위사	
견 100%	평직	80.8 × 80.2	188.8	169.2	112.2

III. 결과 및 고찰

1. 염색 시험 직물의 표면색

후매염에 따른 견직물의 색상변화를 살펴보기 위한 표면색 변화는 <표 2>, [그림 1]과 같이 나타났다. 매염 견직물을 비교할 때 L값이 가장 낮은 Fe 매염 견직물(45.45)이 가장 어둡게 나타났고, L값이 가장 높은 Al 매염 견직물(68.08)이 가장 밝게 나타났다. 이를 매염 면직물과 비교해 보면 L값이 가장 낮은 Fe 매염 면직물(70.08)이 가장 어둡게 나타났고, L값이 가장 높은 Al 매염 면직물(80.39)이 가장 밝게 나타남으로 견직물 및 면직물 모두에서 L값은 Fe < Cu < Al 순서를 보였다 (최나영 외, 2019). 그러나 동일한 매염제 사용시 L값은 면직물에 비하여 견직물이 낮은 값을 나타내었다.

소목으로 염색한 견직물과 면직물의 색상은 [그림 2]와 같다. 매염 견직물의 표면색 변화를 보면, 무매염 직물은 YR 계열이고 매염제의 종류에 따라 a값의 경우 Al, Cu 매염 직물은 증가하여 적색계열을 보이고, b값은 매염 직물 모두 작아져서 황색계열이 감소하였다.

이 중 Fe 매염 견직물은 가장 높은 염착율의 증가를 나타냈고, a 값과 b 값이 저하하여 적색계열과 황색계열이 감소하였다. 따라서 소목 추출물로 염색한 무매염 견직물은 YR 계열이었고, 매염 견직물들은 RP, R 계열의 색상으로 나타나는 것을 알 수 있었다.

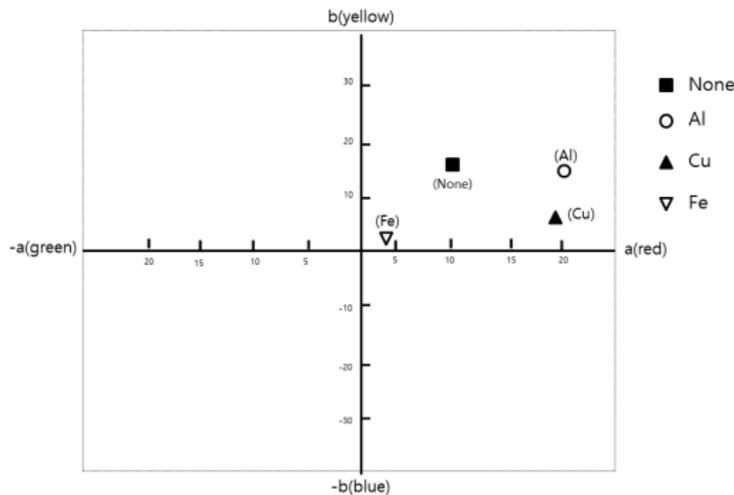
매염 면직물의 표면색과 비교해보면 무매염의 경우 두 직물 모두 YR 계열, Al 매염의 경우 두 직물 모두 R 계

열이었다. 그러나 Cu 매염의 경우 견직물은 R 계열, 면직물은 RP 계열로 나타났다. Fe 매염의 경우 견직물은 RP 계열, 면직물은 YR 계열로 각각 다른 표면색 변화를 보이는 것을 알 수 있었다.

매염제 \ 색상	견직물 염색 색상	면직물 염색 색상
없음		
일루미늄		
구리		
철		

[그림 2] 소목으로 염색한 견직물과 면직물 색상

견직물의 기준 시료와 비교했을 때 색차값이 가장 적게 나타난 것은 Al 매염제를 사용했을 때이고, 색차값이 가장 크게 나타난 것은 Fe 매염제를 사용했을 때로 나타났다. 견직물과 면직물의 색차를 비교해 보면, 견직물과 면직물 모두 Al 매염제를 사용했을 때 색차값이 가장 적게 나타났



[그림 1] 염색 견직물의 표면색상 변화

<표 2> 염색 견직물의 L, a, b, ΔE_{ab} 와 H, V/C 값

H, V/C와 ΔE _{ab}	L	a	b	ΔE _{ab}	H	V/C
매염제						
없음	68.70	10.05	18.75	20.89	6.6YR	6.8/3.7
알루미늄	68.08	21.93	12.50	27.04	6.2R	6.7/5.6
구리	54.11	19.79	9.02	36.23	4.7R	5.3/4.8
철	45.45	4.29	0.16	40.98	4.7R	4.4/1.1

다. 색차값이 가장 큰 것으로는 견직물의 경우 Fe 매염 직물이었고 면직물의 경우 Cu 매염 직물로 나타났다.

소목으로 염색한 견직물에서 무매염직물과 매염직물에 따른 염착량과 최대흡수파장을 제시하였다<표 3>. Fe 매염 견직물이 가장 높은 염착량을 보였고, Al 매염 견직물의 염착량이 가장 낮았다. 이 결과는 면직물의 염착량도 같은 결과를 나타냈다. 따라서 Fe이나 Cu와 같은 매염제를 사용할 경우 염착량을 효율적으로 상승시킬 수 있음을 알 수 있었다.

<표 3> 염색 견직물의 λ_{max} 와 K/S 값

매염제	λ _{max} (nm)	K/S
없음	400	1.068
알루미늄	400	0.984
구리	530	2.158
철	400	2.880

2. 염색견뢰도

<표 4>는 염색견뢰도를 측정한 결과이다. 세탁견뢰도에서 변퇴색(F)에 대한 세탁견뢰도를 살펴보면 대부분의 시험직물이 1-2 등급으로 낮거나 3 등급으로 보통이었다. 천연염색의 경우 화학염료 염색에 비해 견뢰도가 약하기 때문에 물세탁을 하면 탈색 및 변색되기 쉽다(장홍기 외, 2004). 이러한 결과는 면직물에서도 비슷하게 나타났다.

오염 세탁견뢰도에 있어서는 침부백포가 면직물(SC)인 경우와 모직물(SW)인 경우 모든 시험직물이 4-5 등급으로 매우 우수하게 나타났다. 오염 세탁견뢰도에 대한 결과는 면직물도 4-5 등급으로 우수하여 두 직물 모두 다른 섬유로 오염이 이염되지 않는다는 것을 알 수 있었다.

땀 견뢰도의 경우 산성(A) 땀 변퇴색 정도는 시험 직물 대부분이 2-3 등급으로 보통이하-보통이었다. 이것은 소목 추출물에 의한 염색 견직물의 경우 산성 땀에 약한 것을 의미한다. 따라서 땀에 접촉할 수 있는 속옷 등의 사용에는 제한적이라 할 수 있었다. 면직물의 경우 산성 땀과 알칼리성 땀의 변퇴색 정도는 대부분 2-3 등급으로 나타났다.

산성 오염 땀 견뢰도를 살펴보면, 침부되어진 백포가 모포(SW)인 경우와 면포(SC)인 경우 Cu 매염 직물을 제외하고 대부분의 시험 직물이 4 등급 정도로 우수한 편이었다. 알칼리성(AK) 땀 견뢰도를 살펴보면, 변퇴색 정도가 Fe 매염 직물을 제외하고 대부분의 시험 직물이 3-4 등급으로 우수하였다. 알칼리성 오염 땀 견뢰도에 있어서는 Cu 매염 직물을 제외하고 대부분의 시험 직물은 4 등급으로 우수하였다. 면직물의 경우는 산성 오염 땀과 알칼리성 오염 땀 견뢰도 모두 대부분 4-5 등급으로 나타나 매우 우수하였음을 알 수 있다. 이러한 결과는 소목으로 염색된 견직물이 산성 땀에 비해 알칼리성 땀에는 비교적 오염이 잘 되지 않는 것을 알 수 있었고 면직물은 산성 땀과 알칼리성 땀 모두 오염이 잘 되지 않는 것을 알 수 있었다.

건조 시 마찰 견뢰도와 습윤 시 마찰 견뢰도는 대부분의 시험직물이 4-5 등급으로 나타나 매우 우수하였음을

〈표 4〉 염색건뢰도

염색 건뢰도	매염제		없음	알루미늄	구리	철
	시험항목					
세탁건뢰도	변퇴색		2	1-2	1	2-3
	오염(면)		4-5	4-5	4-5	4-5
	오염(모)		4-5	4-5	4-5	4-5
땀건뢰도	산성	변퇴색	2-3	2	2-3	2
		오염(면)	4	4	3	4
		오염(모)	3-4	4	2-3	4
	알칼리성	변퇴색	3-4	3	3-4	2-3
		오염(면)	4	4	2-3	4
		오염(모)	3-4	4	2-3	4
마찰건뢰도	건조		4-5	4-5	4-5	4-5
	습윤		4	4-5	4	3-4
일광건뢰도	-		2	1-2	2	1-2

F: 변퇴색, SC: 오염(면), SW: 오염(모), A: 산성, AK: 알칼리성

알 수 있다. 이것은 면직물의 경우와 같은 결과를 나타냈다. 따라서 소목으로 염색되어진 견직물과 면직물 모두 건조시나 습윤시 마찰에 잘 견디는 것으로 나타났다.

일광건뢰도는 대부분의 시험직물이 1-2 등급 정도로 견뢰도가 매우 낮았다. 견직물의 경우는 일광에 약한 결점이 있기 때문이기도 하지만 면직물의 경우에도 일광견뢰도가 1-2등급으로 매우 낮게 나타난 것은 일반적으로 천연염료는 일광에 의해 화학적인 변화를 일으키기 쉬워 일광에 약한 결점이 있기 때문으로 보고되었다(이상락 외, 2002).

따라서 소목 에탄올 추출액을 이용한 염색 견직물의 세탁견뢰도는 무매염 직물과 매염 직물 모두 변퇴색이 낮았지만 다른 직물로 이염은 잘되지 않은 것으로 나타나 세탁 안정성이 있는 것으로 생각된다. 오염세탁 견뢰도는 매염제를 사용하지 않아도 우수하였다. 땀 견뢰도는 알칼리성 땀인 경우 색상을 잘 유지함을 알 수 있었고, 무매염 직물과 매염 직물은 습윤시나 건조시 마찰에 잘 견디는 것으로 나타났다. 일광견뢰도는 무매염 직물과 매염 직물 모두 일광에는 약한 것을 알 수 있었다. 일광견뢰도 향상을 위해서는 염착량을 증가시킬 수 있는 방법을 개발하는 것이 필요한 것으로 나타났다.

3. 항균성 시험

<표 5>, [그림 3]은 염색한 견직물의 항생제 내성균주에 대한 항균성을 측정된 결과이다.

견직물에 세균을 접종하고 24시간 동안 배양 하였다. 그 후 견직물에서 자란 세균을 채취하여 agar 배지에서 배양한 후 cfu를 측정하였다. 세균을 원포에 접종한 후 24시간 동안 배양시킨 결과, $304 \pm 11.43 \times 10^3$ cfu/ml의 세균이 측정되었으며, 매염처리하지 않고 염색만 시행한 견직물에서는 $112 \pm 5.79 \times 10^3$ cfu/ml의 세균이 측정되어 균 감소율은 63.2%였으며, Al 매염을 실시한 경우 $22 \pm 1.78 \times 10^3$ cfu/ml의 세균이 측정되어 균감소율은 92.8%였으며, Cu 매염을 실시한 경우의 균감소율은 99.9%로 측정되었다. Fe 매염을 실시한 경우 $72 \pm 5.4 \times 10^3$ cfu/ml의 세균이 측정되어 균감소율은 76.3%로 측정되었다. 원포와 비교하여 무매염 견직물, Al 매염 견직물, Cu 매염 견직물, 그리고 Fe 매염 견직물 모두에서 유의성($p < 0.001$)있게 세균 성장이 억제되었다.

견직물과 면직물의 항생제 내성균주에 대한 균감소율을 비교해보면, 면직물의 경우에는 매염제를 처리하지 않은 염색직물(99.9%)과 구리 매염을 실시한 염색직물(99.2%)에서 가장 높은 항균효과를 나타냈으나 견직물에

서 가장 항균효과가 높은 염색방법은 Al과 Cu 매염을 실시한 경우였다.

염색한 견직물을 3차 세탁 한 후에 항생제 내성균주에 대한 항균성을 측정된 결과는 <표 6>, [그림 4]와 같다.

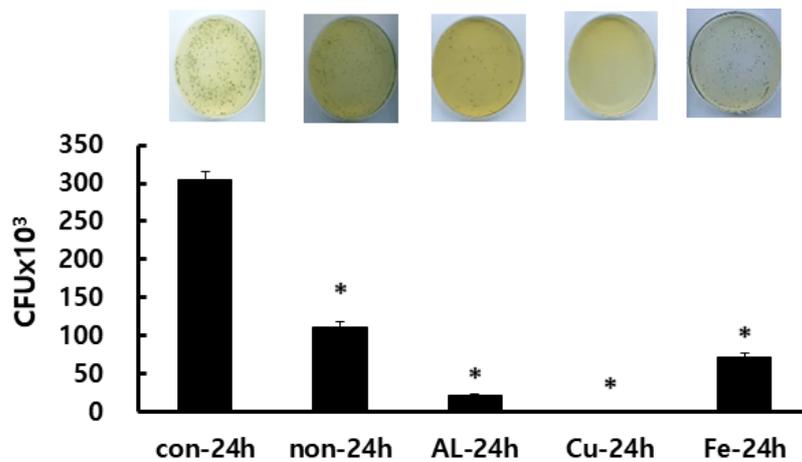
3차 세탁한 염색 견직물에 세균을 접종하고 24시간 동안 배양하였다. 그 후 견직물에서 자란 세균을 채취하여 agar 배지에 배양한 후 cfu를 측정하였다. 세탁한 원포에 세균을 원포에 접종한 후 24시간 동안 배양시킨 결과, $269 \pm 6.72 \times 10^3$ cfu/ml의 세균이 측정되었으며, 매염 처리하지 않고 염색만 시행한 견직물에서는 $196 \pm 4.02 \times 10^3$ cfu/ml의 세균이 측정되어 균감소율은 27.1%였으며, Al 매염을 실시한 경우 $31 \pm 1.87 \times 10^3$ cfu/ml의

세균이 측정되어 균감소율은 88.5%였으며, Cu 매염을 실시한 경우의 균감소율은 99.9%였으며, Fe 매염을 실시한 경우 $71 \pm 5.0 \times 10^3$ cfu/ml의 세균이 측정되어 균감소율은 73.6%로 측정되었다. 모든 시험직물은 원포와 비교하여 유의성($p < 0.001$)있게 세균 성장이 억제되었다.

견직물의 경우 3차 세탁 후의 항균 효과는 무매염직물, Al 매염직물과 Fe 매염직물의 경우 항균성이 감소하였고, Cu 매염직물은 세탁 전과 후에 높은 항균성을 유지하고 있었다. 면직물의 경우 3차 세탁 후 무매염직물(61.6%)의 항균효과는 감소하였고, Cu 매염직물(99.9%)은 세탁 전과 후에 높은 항균성을 유지하고 있었으며, Al

<표 5> 소목 추출물로 염색한 견직물의 정균감소율(24시간 후 %)

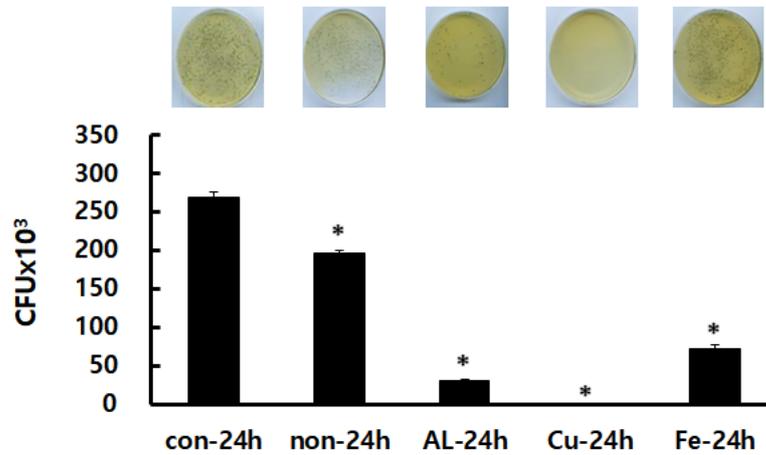
	원포-24h	매염제없음-24h	알루미늄-24h	구리-24h	철-24h
CFU($\times 10^3$)	304 \pm 11.43	112 \pm 5.79	22 \pm 1.78	0 \pm 0.00	72 \pm 5.4
정균감소율(%)	-	63.2	92.8	99.9	76.3



[그림 3] 소목 추출물로 염색한 견직물의 항균효능테스트(24시간 후)

<표 6> 소목 추출물로 염색한 견직물의 정균감소율(3차세탁 후)

	원포-24h	매염제없음-24h	알루미늄-24h	구리-24h	철-24h
CFU($\times 10^2$)	269 \pm 6.72	196 \pm 4.02	31 \pm 1.87	0 \pm 0.00	71 \pm 5.0
정균감소율(%)	-	27.1	88.5	99.9	73.6



[그림 4] 소목 추출물로 염색한 견직물의 항균효능테스트(3차세탁 후)

매염직물(99.8%)은 세탁 후에 항균성이 증가한 것으로 나타났다. 따라서 견직물과 면직물 모두 세탁 후까지 항균성을 지속적으로 유지하기 위해서는 Cu 매염제의 사용이 적절한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 김병희, 송화순(2001)의 연구와 유사한 결과를 보였는데, 이는 Cu 자체가 세균에 대한 항균성이 높기 때문인 것으로 추정된다.

IV. 결론

본 연구는 소목 추출물을 이용하여 염색한 견직물의 염색견뢰도와 항생제 내성균주에 대한 항균성을 측정하고, 선행연구와 비교 및 고찰하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

소목 추출물로 염색한 견직물과 면직물의 표면색을 비교해보면 무매염의 경우 두 직물 모두 YR 계열, Al 매염의 경우 두 직물 모두 R 계열이었다. 그러나 Cu 매염의 경우 견직물은 R 계열, 면직물은 RP 계열로 나타났다. Fe 매염의 경우 견직물은 RP 계열, 면직물은 YR 계열로 각각 다른 표면색 변화를 보이는 것을 알 수 있었다. 견직물과 면직물의 색차를 비교해 보면, 견직물과 면직물 모두 Al 매염제를 사용했을 때 색차값이 가장 적게 나타났다. 색차값이 가장 큰 것으로는 견직물의 경우 Fe 매염 직물이었고 면직물의 경우 Cu 매염 직물로 나타났다.

견직물과 면직물의 변퇴색에 대한 세탁견뢰도는 모두

낮은 것으로 나타났다. 그러나 오염 세탁견뢰도는 견직물과 면직물 모두 우수하여 다른 섬유로 오염되지 않는 것으로 나타났다. 땀 견뢰도는 견직물의 경우 알칼리성 땀의 변퇴색 정도가 산성 땀의 변퇴색보다 우수하였다. 면직물의 경우는 산성 땀의 변퇴색과 알칼리성 땀의 변퇴색은 대부분 보통-보통이하로 나타났다. 오염 땀 견뢰도는 견직물의 경우 Cu 매염제 시험직물을 제외하고 산성 땀과 알칼리성 땀 견뢰도 모두 우수한 것으로 나타났다. 면직물의 경우는 산성 땀과 알칼리성 땀 견뢰도 모두 4-5 등급으로 나타나 매우 우수함을 알 수 있었다. 건조 시 마찰 견뢰도와 습윤 시 마찰 견뢰도는 견직물의 경우 대부분의 시험직물이 4-5 등급으로 매우 우수함을 알 수 있었다. 이것은 면직물의 경우와 같은 결과를 나타냈다. 일광견뢰도에서는 견직물의 경우 대부분의 시험직물이 1-2 등급 정도로 견뢰도가 매우 낮았다. 면직물의 경우에도 일광견뢰도가 1-2등급 정도로 매우 낮았다.

한편 견직물의 항생제 내성균주에 대한 정균감소율을 살펴본 결과, 무매염 견직물은 63.2%의 낮은 균감소율을 보였으나 Al 매염 견직물은 균감소율이 92.8%, Cu 매염 견직물은 균감소율이 99.9%로 높은 항균성을 나타냈다. 3차 세탁 후의 무매염 견직물은 균감소율이 27.1%로 낮은 항균성을 나타냈다. Al 매염 견직물은 균감소율이 88.5%로 세탁전의 항균성보다 약간 낮아졌으나, Cu 매염 견직물은 균감소율이 99.9%로 3차 세탁 후에도 세탁전의 항균성을 그대로 유지하였다.

견직물과 면직물의 항생제 내성균주에 대한 균감소율

을 비교해보면, 면직물의 경우에는 매염제를 처리하지 않은 염색직물(99.9%)과 구리 매염을 실시한 염색직물(99.2%)에서 가장 높은 항균효과를 나타냈으나 견직물에서 가장 항균효과가 높은 염색방법은 Al과 Cu 매염을 실시한 경우였다. 3차 세탁 후의 항균 효과는 견직물의 경우 Cu 매염직물은 세탁 전과 후에 높은 항균성을 유지하고 있었다. 면직물의 경우에도 3차 세탁 후의 항균 효과는 Cu 매염 직물(99.9%)은 세탁 전과 후 모두 높은 항균성을 유지하고 있었다.

본 연구에서는 소목 추출액으로 견직물을 염색할 경우 매염제를 사용했을 때 천연염제와 결합하여 항생제 내성균에 대해 높은 균감소율을 보이고 있음을 확인 할 수 있었다. 또한 세탁 후에도 천연염제만을 사용했을 때보다는 매염제를 사용했을 때 항생제 내성균에 대해 균감소율이 높게 나타남으로 지속적인 균감소율을 유지하기 위해서는 적절한 매염제를 사용하는 것이 균감소율에 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 연구를 통해 항생제 내성균에 대해 항균성이 있는 환경친화적이면서 인체친화적인 천연염료에 대한 연구는 의료용 제품을 개발하는데 많은 도움을 줄 것으로 사료된다. 따라서 항생제 내성균에 대한 항균성이 있는 새로운 천연물질에 대한 지속적인 연구가 필요할 것이다.

주제어: 소목, 항균성, 천연 염색, 메티실린 내성 황색 포도상구균, 항생제 내성균

REFERENCES

- 구강, 김삼수, 최종덕, 유재영, 박영미(2006). 알칼리 처리한 PET 직물의 소목염색에서 키토산 및 매염제의 사용. *한국염색가공학회지*, 18(1), 1-9.
- 권민수, 전동원, 최인려, 김중준(2004). 소목 천연염색에 관한 연구 I-정제 알루미늄 화합물들의 매염효과에 대하여. *복식문화연구*, 12(5), 781-791.
- 김동현, 남윤자, 박선영(2002). 고삼추출액을 이용한 염색 면포의 염색성과 피부 미생물의 억제효과. *한국 의류학회지*, 26(4), 464-472.
- 김동현, 정귀택(2014). 거대녹조류 창자과래 추출물의 항균, 항산화 활성. *한국생물공학회*, 29(2), 92-97.
- 김병희, 송화순(2001). 매염제 농도에 따른 계피의 염색성 및 항균성. *한국의류산업학회지*, 3(2), 162-167.
- 김은경, 장지혜(2000). 날염을 이용한 소목의 염색성에 관한 연구. *대한가정학회지*, 38(9), 119-130.
- 김창민, 신민교, 안덕균, 이경순(1998). *중약대사전*. 서울: 정담.
- 박옥연, 장동석, 조학래(1992). 한약재의 추출물의 항균 효과 검색. *한국식품영양과학회지*, 21(1), 91-96.
- 성우경(2002). 치자와 소목의 혼합염색에 의한 견의 염색 특성. *한국의류산업학회지*, 4(2), 192-197.
- 송화순, 김병희(2000). 삼백초 추출액의 견 및 면직물에 대한 염색성과 항균성. *한국의류산업학회지*, 2(3), 215-219.
- 유영은, 박은영, 정대화, 변성희, 김상찬, 박성민(2010). 효소, 대사산물; 천연물을 이용한 항균성 염료의 개발. *한국미생물생명공학회지*, 38(1), 32-39.
- 윤석한, 김태경, 김미경, 김윤영, 윤남식, 이유순(2004). 반응 염색 면직물에 대한 오배자 추출 항균물질의 상용성 및 세탁내구성. *한국염색가공학회지*, 16(2), 41-46.
- 이상락, 김인희, 남성우(2002). 소목 추출물의 구조분석. *한국염색가공학회지*, 14(4), 229-239.
- 이상락, 이영희, 김인희, 남성우(1995). 천연염료를 이용한 염색물의 항균, 소취성에 관한 연구(I). *한국염색가공학회지*, 7(4), 74-86.
- 장흥기, 김선호, 박윤점, 김태춘, 안상열, 허복구(2004). 무화과나무 추출액에 의한 섬유 염색성 및 항균성. *원예과학기술지*, 22(1), 130-134.
- 전동원, 강지영, 이지민, 최혜정, 한서영, 양혜민, 박수진, 설다원(2010). PH 조건의 변화가 소목염색에 미치는 영향. *패션비즈니스*, 14(2), 138-150.
- 전희영, 최세민, 안정훈, 전동원(2009). 소목 염료의 추출 조건이 색상에 미치는 영향 I. *패션비즈니스*, 13(2), 136-144.
- 정진순(2009). 애기똥풀 추출액으로 염색한 견직물의 항균성. *한국의류산업학회지*, 11(5), 827-832.
- 주영주(2018). 소방추출액으로 염색한 키토산나노실버 복합섬유 혼방 부직포의 염색성과 항균성. *복식*, 68(2), 116-124.
- 최나영, 최나영(2019). 에탄올로 추출한 소목 염액으로 천연염색한 면직물의 항균성평가. *한국생활과학회지*, 28(3), 271-277.
- 최석철, 정진순(1999). 봉선화 추출물의 항균성에 관한

- 연구(III). *한국섬유공학회지*, 36(4), 338-343.
- 최영희, 권오경, 문제기(2003). 느릅나무 껍질 추출액에 의한 섬유염색의 염색성 및 항균성. *한국염색가공학회지*, 15(3), 14-19.
- 황소희, 장정대(2016). 견직물의 소목염색에서 단백질 전처리 효과. *한국염색가공학회지*, 28(3), 208-218.
- Dulon, M., Haamann, F., Peters, C., Schablon, A., & Nienhaus, A. (2011). MRSA prevalence in European healthcare settings: a review. *BMC Infectious diseases*, 11(1), 138-151.
- Morell, E. A., & Balkin, D. M. (2010). Methicillin-resistant Staphylococcus aureus: a pervasive pathogen highlights the need for new antimicrobial development. *The Yale journal of biology and medicine*, 83(4), 223-233.
- Ohama, P., & Tumpat, N. (2014). Textile dyeing with natural dye from Sappan tree(*Caesalpinia sappan* Linn.) extract. *International Journal of Chemical, Molecular, Nuclear, Materials and Metallurgical Engineering*, 8(5), 432-434.
- Scott, E., Duty, S., & Callahan, M. (2008). A pilot study to isolate staphylococcus aureus and methicillin-resistant saureus from environmental surfaces in the home. *American journal of infection control*, 36(6), 458-460.
- Wiener, W. Y., Galuty, M., Rudensky, B., Schlesinger, Y., Attias, D., & Yinnon A. M. (2011). Nursing and physician attire as possible source of nosocomial infections. *American journal of infection control*, 39(7), 555-559.

Received 22 August 2019;

1st Received 11 September 2019;

Accepted 26 September 2019