

삼백초 추출액을 이용한 염색포의 염색성과 항생제 내성균에 대한 항균성 연구

최 나 영[†]

원광대학교 가정교육과 부교수[†]

A study on dyeing of dyed fabrics and its antimicrobial activity on antibiotic-resistant bacteria using *Saururus chinensis* extract

Nayoung Choi[†]

Associate Professor, Dept. of Home Economics Education of Wonkwang University[†]

(2020. 12. 23 접수; 2020. 12. 29 수정; 2021. 1. 4 채택)

Abstract

The purpose of this study is to investigate the antibacterial efficacy of cotton and silk/rayon fabrics dyed with *Saururus chinensis* extract against antibiotic-resistant strains. The concentration of the concentrated dye in the *Saururus chinensis* extracts was 1.1% (o.w.f), and the liquor ratio was 1:10 at 30-70°C. The mordanting method was a post mordanting method. The concentration of Al₂(SO₄)₃, CuSO₄ 5H₂O and FeSO₄ and 7H₂O mordant was 5% (o.w.f), and the liquor ratio was 1:40. In order to assess the antimicrobial activity of naturally dyed fabrics, Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 33591, was used by incubating it in Brain Heart Infusion Agar (BHA) including Oxacillin (2μg/ml) and Fungizone (2.5μg/ml) and Brain Heart Infusion broth (BHI; Detroit, MI, USA.) The investigation of the reduction of the rate of antibiotic-resistant strains to dyed cotton fabrics and silk/rayon fabrics revealed that Cu mordanting fabric has the highest antimicrobial effects, with the rate of 99.7%, and Fe mordanting fabric has the lowest, with 77.7%. Non-mordant cotton fabrics also show a high reduction rate of strains (94.6%). In the case of dyed silk/rayon fabrics, it indicates a high reduction in the rate of strains in all fabrics with non-mordant treatment (94.2%), Al mordanting (99.6%), and Cu and Fe mordanting(99.9%).

Key Words: *Saururus chinensis*(삼백초), antimicrobial activity(항균성), dyeing(염색), methicillin-resistant staphylococcus aureus(메티실린 내성 황색 포도상구균), antibiotic resistant bacteria(항생제 내성균)

I. 서론

2002년 사스 코로나바이러스(SARS-CoV)에 의해 세계 29개국에서 8,096명의 추정환자와 774명의 사망자가 발생하였고, 2009년 신종 플루 A형

[†]Corresponding author ; Nayoung Choi
Tel. +82-63-850-6561
E-mail : nychoi@wku.ac.kr

(Novel swine-origin influenza A)에 의해 세계 사망자는 18,449명, 국내 감염자는 74만명이었고 국내 사망자는 263명이었다. 2015년 메르스 코로나 바이러스(MERS-CoV)에 의해 전 세계 25개국에서 490여명 사망, 국내에서 186명의 감염자와 39명의 사망자 발생, 2019년 우한 폐렴 신종코로나 바이러스(nCoV))가 발생하여 2020년 9월 현재 국제 통계사이트 월드오미터 집계에 따르면 코로나19 확진자는 전세계적으로 3,122.4만 명의 코로나 확진자와 함께 96.5만명이 사망하였다(안용수, 2020). 국내에서는 2만3천45명의 누적 확진자와 385명의 사망자가 발생하였다(조준혁, 2020).

또한 항생제에 내성이 생겨 기존 항생제가 듣지 않는 슈퍼박테리아에 감염된 환자 수가 2019년 국내에서만 만명이 넘으면서(‘항생제 무용지물’, 2019) 단일 국가를 넘어 세계 공동체가 함께 대응하지 않을 경우 2050년까지 1000만명 이상이 사망할 것으로 보고됐다. 이렇듯 바이러스와 세균으로 인한 감염에 대한 공포가 전세계적으로 확산되고 있다.

이로인해 박테리아와 바이러스의 대응 방법 중 가장 중요한 것이 손씻기와 마스크 착용이다보니 손소독제와 마스크 공급이 수요에 미치지 못해 마스크 대란이 일어났으며, 병원에서도 보호의복을 착용하는 등 감염 보호장비 등의 사용이 필수적으로 되었다.

이러한 감염에 의한 공포는 병원 내에서 사용하는 모든 의료용 섬유제품에도 항균가공한 제품에 대한 필요성이 증가하게 되었다. 항균제는 무기계와 유기계로 나눌 수 있는데, 금속산화물이나 유기금속 등의 무기계 항균제는 인체에 유해하며, 은을 이용한 항균제품은 고가이면서 응용면에서도 제한적이다. 유기계 합성항균제의 경우 안전성에 대한 충분한 검토가 이루어지기까지 많은 시간과 비용이 들며 기준치 이하의 조건에서 사용해야 하는 제한이 따른다(윤석한 외, 2004).

따라서 천연물질을 이용한 항균가공은 실용성 뿐만 아니라 안전성면에서도 합성항균제의 대안이 될 수 있으리라 사료된다. 이전 연구에서는 느릅나무껍질, 편백나무, 소목 등의 천연물질을 이용하여 염색한 원단의 항균성을 살펴보았다. 연구결과에 따르면 항균성능이 대체적으로 우수하였다. 이에 본 연구에서는 천연물질 중에 민간인들에게

항균성이 있다고 알려진 삼백초를 선정하였다.

삼백초의 학명은 *Saururus chinensis*이다. ‘삼백초’의 약명은 《본초경집주(本草經集注)》에 처음 수록되었다. 역대 본초서적에도 다수의 기록이 있으며, 오늘날의 품종과도 일치한다. 삼백초는 삼백초(三白草)의 지상부와 뿌리줄기를 건조한 것이다(자오중전, 샤오페이건, 2016).

삼백초의 함유성분은 정유 성분으로 methyl-nonylketone, myristicin, β -caryophyllene(최광훈, 권순자, 1988), 플라보노이드 성분으로 quercetin, quercitrin, isoquercitrin, hyperin(최광훈 외, 1994), avicularin, rutin, quercetin-3-O- β -D-glucopyranose-(1 \rightarrow 4)- α -L-rhamnopyranoside(李人久 외, 1999), 리그난 성분으로 saucermetin, saucermetin-7, saucermetin-8(馬敏 외, 2001), saucerneols A, B, C(Sung et al., 2001), D, E, manassantins A, B(Hwang et al., 2003), sauchinone(Rao, Reddy, 1990), 아마이드 성분으로 sauristolactam(馬敏, 阮金蘭, 2001) 등이 함유되어 있음이 많은 연구를 통해 밝혀졌다.

약리연구를 통하여 삼백초에는 이노, 혈당강하, 항염, 항균, 혈소판응집 억제 등의 작용이 있는 것으로 알려져 있다. 한의학에서 삼백초에는 청열해독(淸熱解毒), 이뇨소종(利尿消腫) 등의 작용이 있다.(자오중전, 샤오페이건, 2016).

삼백초에 관한 최광훈(1989)의 연구에서는 삼백초 추출물이 *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Alcaligenes faecalis*에서 53~60%의 항균력이 있음을 보고하였고, 한승호 외(2006)의 연구에서는 삼백초가 *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* 등의 중에서 항균활성이 나타났다고 보고하였다. 또한 황은경(2009)의 연구에서는 여러 가지 천연염재 중 삼백초는 포도상구균의 경우 견직물에서만 99.9%의 항균성을 나타낸 것으로 보고하였고, 김병희와 송화순(2000)의 연구에서는 삼백초를 이용하여 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균성을 살펴본 결과 무매염보다 매염한 경우 항균성이 약 20%이상 향상되는 것으로 보고하였다. 그러나 항생제 내성균에 대한 항균성연구에 대해서는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 삼백초를 에탄올로 추출하여 얻은 염액으로 면포와 견/레이온포에 천연 염색 후 알루미늄, 구리, 철로 매염처리하여 표면

〈표 1〉 면포와 견/레이온포의 특성

혼용률	직조 방법	변수	밀도 (올/5cm)		질량 (g/m ²)
			경사	위사	
면 100 %	평직	21.8 × 22.1	129.8	127.8	161.1
견 45.8 %, 레이온 54.2%	평직	80.4 × 59.4	196.8	183.0	142.2

색 변화를 측정하였고, 염색포의 염색견뢰도를 측정하므로써 삼백초의 염색특성을 살펴보았다. 그리고 염색한 면포와 견/레이온포가 항생제 내성균에 대한 항균성이 있는지를 관찰하였다.

삼백초 400g을 70% 에탄올 4L에 넣어 상온에서 72시간동안 추출하여 얻은 염료원액은 423.7g이었다. 염료원액을 베클콘센트레이트로 농축하여 얻은 농축염료는 5.47g이었다.

2) 염색

삼백초 추출액을 농축한 염료의 농도는 1.1% (o.w.f), 옥비 1:10의 조건으로 면포와 견/레이온포 500g을 워터베스를 사용하여 온도를 30℃에서 60℃까지 서서히 올리면서 40분간 염색하였고, 온도가 70℃가 되었을 때 30분간 더 염색하였다. 염색 후 수세하여 자연 건조하였다.

매염방법은 김병희와 송화순(2000)의 논문의 매염 방법을 참조하여 알루미늄, 구리, 철 매염제를 각각 5%(o.w.f), 옥비는 1:40으로 면포와 견/레이온포를 워터베스를 사용하여 70℃에서 30분간 후매염 방법에 의해 염색하였다.

3) 염착량 측정

염색한 면포와 견/레이온포에 대한 염착량(K/S 값)은 Computer Color Matching System(Datacolor, U.S.A)을 사용하였다. 각 시료의 표면반사율은 Y filter로 측정한 후, Kubelka-Munk식에 의하여 염착량 값을 산출하였다.

4) 표면색 및 색차 측정

염색 면포와 견포의 색을 측정하기 위하여 Grethag macbeth(Model : Color-Eye 7000A, U.S.A)를 이용하여 L^* , a^* , b^* 값을 구하고, 색차 (ΔE_{ab})는 L^* , a^* , b^* 값의 차이를 이용하여 계산하였다. 무매염 직물과 매염 직물의 색차는 원포를 기준으로 측정하였다.

II. 연구방법

1. 실험 재료

1) 시료 및 시약

천연염색과 항균성 측정을 위해 사용된 시험포는 면포와 견/레이온포를 시중에서 구입하여 사용하였으며 시료의 특성은 〈표 1〉과 같다.

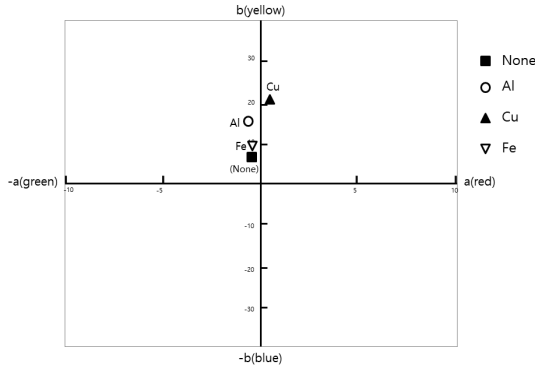
천연 염색은 삼백초 200g을 구입하여 사용하였고 매염제는 1급 시약을 사용하였으며 매염제 종류는 황산알루미늄($Al_2(SO_4)_3$), 황산 제1철($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), 황산구리($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)를 사용하였다.

천연염색포의 항균성을 알아보기 위해 사용된 균주는 항생제 내성균주인 Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 33591을 사용하였다.

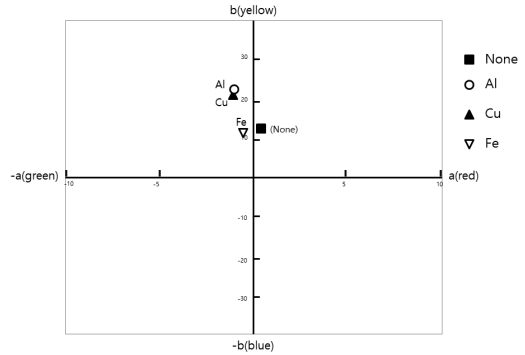
항생제 내성 균주인 Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*(MRSA) ATCC 33591을 Oxacillin (2 μ g/ml)과 Fungizone(2.5 μ g/ml)가 함유된 Brain Heart Infusion Agar (BHA)와 Brain Heart Infusion broth (BHI; Detroit, MI, USA)에 배양하여 사용하였다.

2. 실험방법

1) 염액 추출



〈그림 1〉 염색 면포의 표면색상 변화



〈그림 2〉 염색 견/레이온포의 표면색상 변화

〈표 2〉 염색포의 L*, a*, b*, ΔEab 값

직물	매염제	L*	a*	b*	ΔE _{ab}
면	없음	90.15	-0.29	9.44	7.11
	알루미늄	83.65	-1.19	16.17	16.41
	구리	74.68	0.35	20.34	25.68
	철	70.97	-0.74	10.94	24.26
견/레이온	없음	88.54	0.06	13.96	6.82
	알루미늄	83.33	-1.52	23.85	18.09
	구리	73.62	-1.53	23.21	23.55
	철	63.82	-1.01	11.62	27.72

5) 염색견뢰도

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

6) 항균성 시험

항균성 시험은 최나영(2019)의 연구 방법을 사용하였다. 냉동된 MRSA를 녹여 0.5 ml 를 BHI 5 ml에 넣고 37℃ 배양기(Japan, SLI-400, EYELA)에서 24시간 동안 배양하였다. 염색된 직물(5 cm X 5 cm)을 배양접시에 넣고, MRSA 배양액을 희석(5 x 10⁵ cfu/ml)하여 염색된 직물에 접종하고 24시간 배양시켰다. 배양접시에 PBS(phosphate buffered saline)를 넣어 염색포에 묻어있는 세균을 세척하였다. 세척한 PBS를 BHI Agar 배지에 접종한 후 배양기에서 24시간 배양시켰다. 배양접시의 cfu를

측정하여 균감소율은 아래와 같이 계산하였다.

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

A: 초기의 균수, B: 24시간 배양 후의 균수

7) 통계처리

본 연구의 결과는 통계프로그램 SPSS(ver. 21.0)를 사용하였으며, α=0.05 수준에서 실험군과 대조군의 평균치를 independent sample t-test로 유의성을 검증하여, 평균과 표준편차로 결과를 제시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 염색직물의 표면색

〈표 3〉 염색포의 $\lambda_{max}(nm)$ 와 K/S값

매염제	면		견/레이온	
	$\lambda_{max}(nm)$	K/S	$\lambda_{max}(nm)$	K/S
없음	400	0,354	400	0,561
알루미늄	400	0,515	400	0,911
구리	400	1,158	400	1,554
철	400	1,113	400	1,901

〈표 4〉 염색 면포와 견/레이온포의 세탁견뢰도

염색견뢰도	매염제	면			견/레이온		
		변퇴색	오염		변퇴색	오염	
			면	모		레이온	견
세탁견뢰도	없음	3-4	4-5	4-5	4	4-5	4-5
	알루미늄	3	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5
	구리	2	4-5	4-5	2-3	4-5	4-5
	철	2-3	4-5	4-5	1-2	4-5	4-5

염색 면포와 견/레이온포의 색상변화를 살펴 보기 위한 표면색 변화는 〈표 2〉, 〈그림 1〉와 같이 나타났다. 매염 면포를 비교할 때 L*값이 가장 높은 무매염 면포(90.15)가 가장 밝게 나타났고, L*값이 가장 낮은 철 매염 면포(70.97)가 가장 어둡게 나타났다. 이를 매염 견/레이온포와 비교해 보면 L*값이 가장 높은 무매염 견/레이온포(88.54)가 가장 밝게 나타났고, L*값이 가장 낮은 철 매염 견/레이온포(63.82)가 가장 어둡게 나타남으로 면포 및 견/레이온포 모두에서 L*값은 철 < 구리 < 알루미늄 < 무매염 순서를 보였다. 그러나 동일한 매염제 사용시 L*값은 견/레이온포에 비하여 면포가 높은 값을 나타내었다.

염색 면포의 표면 색상변화를 보면(그림 1), 무매염포를 기준으로 철, 알루미늄 매염포는 황색계열이 증가하였다. 구리매염포는 무매염포에 비해 황색계열과 붉은계열이 약간 증가하였다. 염색 견/레이온포의 표면 색상변화를 보면(그림 2), 무매염포를 기준으로 알루미늄과 구리는 황색계열이 증가하였다. 알루미늄, 구리, 철 매염포 모두 무매염포에 비해 녹색계열이 약간 증가하였다.

염색 면포의 색차값을 살펴보면 기준 시료와 비교했을 때 색차값이 가장 적게 나타난 것은 무매염 면포였고, 색차값이 가장 크게 나타난 것은 구리 매염제를 사용했을 때로 나타났다. 견/레이

온포를 기준 시료와 비교했을 때 색차값이 가장 적게 나타남 것은 무매염 견/레이온포였고, 색차값이 가장 크게 나타난 것은 철 매염제를 사용했을 때로 나타났다.

염색 면포와 견/레이온포의 기준시료와 색차를 비교해 보면, 면포와 견/레이온포 모두 무매염을 했을 때 색차값이 가장 적게 나타났다. 색차값이 가장 큰 것으로는 면포의 경우 구리 매염포였고 견/레이온포의 경우 철 매염포로 나타났다.

〈표 3〉은 삼백초로 염색한 견포에서 무매염포와 매염포에 따른 염착량과 최대흡수파장을 나타낸 것이다. 면포의 경우 구리 매염제를 사용했을 때 가장 높은 염착량을 보였고, 무매염일 경우 염착량이 가장 낮은 것으로 나타났다. 견/레이온포의 경우 철 매염제를 사용했을 때 가장 높은 염착량을 보였고, 무매염일 경우 염착량이 가장 낮은 것으로 나타났다. 따라서 삼백초로 염색할 경우 면포는 구리 매염제를 사용했을 때 견/레이온포의 경우에는 철 매염제를 사용했을 때 염착량을 효율적으로 상승시킬 수 있음을 알 수 있었다.

2. 염색견뢰도

〈표 4〉는 삼백초로 염색한 면포, 견/레이온포의 세탁견뢰도를 측정된 결과이다. 변퇴색(F)에 대한 염색 면포의 세탁견뢰도는 무매염의 경우 3-4급 정도로 양호하였고 구리 매염포의 경우 2급

〈표 5〉 염색 면포와 견/레이온포의 땀견뢰도

염색견뢰도	매염제	면						견/레이온					
		산성			알칼리성			산성			알칼리성		
		변퇴색	오염		변퇴색	오염		변퇴색	오염		변퇴색	오염	
면	모		면	모		레이온	견		레이온	견			
땀견뢰도	없음	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	알루미늄	3-4	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5
	구리	2-3	4-5	4-5	2-3	4-5	4-5	3	4-5	4-5	3	4-5	4-5
	철	3	4-5	4-5	3	4-5	4-5	2	4-5	4-5	2	4-5	4-5

〈표 6〉 염색 면포와 견/레이온포의 마찰견뢰도

염색견뢰도	매염제	면		견/레이온	
		건조	습윤	건조	습윤
마찰견뢰도	없음	4-5	4-5	4-5	4-5
	알루미늄	4-5	4	4-5	4-5
	구리	4	3-4	4-5	4
	철	4-5	3-4	4-5	4

으로 세탁견뢰도가 낮았다. 염색 견/레이온포는 무매염의 경우 4급으로 우수하였고 철 매염제의 경우 1-2급으로 세탁견뢰도가 매우 낮았다. 변퇴색에 대한 세탁견뢰도는 철 매염을 제외하고는 면포보다는 견/레이온포 염색시 약간 더 우수한 것으로 나타났다. 염색 면포의 오염 세탁견뢰도는 첨부 백포가 면포인 경우와 모포인 경우 모든 시험포가 4-5급으로 매우 우수하였고, 염색 견/레이온포의 경우 오염 세탁견뢰도는 첨부 백포가 레이온인 경우와 견인 경우 모든 시험포가 4-5급으로 매우 우수하였다. 염색 면포와 견/레이온포 모두 오염 세탁견뢰도가 매우 우수하여 다른 섬유로 이염되지 않는다는 것을 알 수 있었다.

〈표 5〉는 염색한 면포와 견/레이온포의 땀견뢰도를 측정하여 면포의 변퇴색정도는 산성땀과 알칼리땀에서 무매염은 4급, 매염시는 알루미늄 매염이 3-4급, 구리 매염이 2-3급, 철 매염이 3급을 나타내었다. 무매염인 경우 오히려 철 매염보다는 1등급, 구리 매염보다는 1-2등급이 좋은 것으로 나타났다.

견/레이온포의 변퇴색 정도는 산성땀과 알칼리땀에서 무매염은 4-5급, 매염시는 알루미늄이 3-4급, 구리가 3급, 철이 2급을 나타내어 무매염인 경우, 철 매염보다는 2-3등급, 알루미늄, 구리 매염 보다는 1-2등급이 좋은 것으로 나타났다. 그리고 염색 견/레이온포의 변퇴색 정도가 면포보다

무매염인 경우 1등급이 좋은 것으로 나타났고 철 매염시 면포가 견/레이온포보다 1등급 좋은 것으로 나타났다.

오염 땀 견뢰도에 있어서는 염색 면포의 경우, 첨부 백포가 면포인 경우와 모포인 경우 모두 4-5급 정도로 우수한 편이었고 염색 견/레이온포의 경우에도 첨부 백포가 레이온인 경우와 견인 경우 모두 4-5급 정도로 우수한 편으로 나타났다.

이상의 결과로 염색 면포와 견/레이온포는 산성땀과 알칼리땀 모두 변퇴색 정도보다 오염 땀에 대한 견뢰도가 높은 것으로 나타났다. 오염 땀에 대한 견뢰도는 면포와 견/레이온포 모두 무매염이나 매염제를 사용했을 때 동일하게 높은 것으로 나타났다. 따라서 삼백초로 염색한 면포나 견/레이온포의 경우 매염했을 때 뿐만아니라 무매염시에도 오염 땀견뢰도에 매우 안정적이라는 것을 알 수 있었다.

〈표 6〉는 염색한 면포, 견/레이온포의 건, 습 마찰견뢰도를 측정하여 면포, 견/레이온포 모두 습 마찰보다 건 마찰견뢰도가 높게 나타났다. 면포의 마찰견뢰도는 무매염시 4-5급으로 높게 나타났다. 매염시에는 대부분 4에서 4-5급으로 나타났으나, 구리와 철 매염은 습 마찰시 3-4급을 나타내어 가장 낮은 견뢰도를 나타내었다. 염색 견/레이온포의 마찰견뢰도는 무매염시 4-5급으로 높게 나타났다. 매염

〈표 7〉 염색 면포와 건/레이온포의 일광견뢰도

염색견뢰도	매염제	면	건/레이온
일광견뢰도	없음	3-4	3
	알루미늄	1-2	1-2
	구리	3	3-4
	철	1-2	1-2

〈표 8〉 삼백초 추출물로 염색한 면포의 정균감소율(24시간 후)

	원포-24h	매염제없음-24h	알루미늄-24h	구리-24h	철-24h
CFU($\times 10^3$)	5231 \pm 355.63	284 \pm 37.14	642 \pm 187.74	18 \pm 8.03	1167 \pm 184.92
정균감소율(%)	-	94.6	87.7	99.7	77.7

〈표 9〉 삼백초 추출물로 염색한 건/레이온포의 정균감소율(24시간 후)

	원포-24h	매염제없음-24h	알루미늄-24h	구리-24h	철-24h
CFU($\times 10$)	4373 \pm 386.09	254 \pm 97.29	16 \pm 13.14	0 \pm 0.00	4 \pm 0.82
정균감소율(%)	-	94.2	99.6	99.9	99.9

시에는 대부분 4에서 4-5급으로 높게 나타났다. 면포와 건/레이온포 모두 건 마찰견뢰도는 높게 나타났으나 습 마찰견뢰도는 구리와 철 매염시에는 1급정도 낮아지는 것을 알 수 있었다. 삼백초로 염색한 경우 매염제를 사용하지 않아도 건·습 마찰견뢰도가 우수하다는 것을 알 수 있었다.

〈표 7〉은 염색한 면포, 건/레이온포의 일광 견뢰도를 측정한 결과이다. 무매염시 면포는 3-4급, 건/레이온포는 3급으로 양호한 편이었고, 알루미늄과 철매염시 면포와 건/레이온포 모두 1-2급으로 낮게 나타났다. 매염제를 사용했을 때보다 매염제를 사용하지 않은 면포와 건/레이온포가 일광견뢰도가 높은 것으로 나타나 매염제 사용보다는 반복적인 염색을 통해 염착량을 증가시키는 방법에 대한 연구가 지속적으로 필요하리라 생각된다.

3. 항균성

〈표 8〉은 염색한 면포의 항생제 내성균주에 대한 항균성을 측정한 결과이다. 세균을 원포에 접종한 후 24시간 동안 배양시킨 결과, 5231 \pm 355.63 $\times 10^3$ cfu/ml의 세균이 측정되었다. 매염처리하지 않고 염색만 시행한 면포에서는 284 \pm 37.14 $\times 10^3$ cfu/ml의 세균이 측정되어 항생제 내성균의 감소율은 94.6%였

으며, 알루미늄 매염을 실시한 경우 642 \pm 187.74 $\times 10^3$ cfu/ml의 세균이 측정되어 항생제 내성균의 감소율은 87.7%였으며, 구리 매염을 실시한 경우 18 \pm 8.03 $\times 10^3$ cfu/ml의 세균이 측정되어 항생제 내성균의 감소율은 99.7%로 측정되었다. 철 매염을 실시한 경우 1167 \pm 184.92 $\times 10^3$ cfu/ml의 세균이 측정되어 항생제 내성균의 감소율은 77.7%로 측정되었다. 원포와 비교하여 무매염 면포, 알루미늄 매염 면포, 구리 매염 면포, 그리고 철 매염 면포 모두에서 세균 증식이 유의하게($p < 0.05$) 억제되었다.

〈표 9〉는 염색한 건/레이온포의 항생제 내성균주에 대한 항균성을 측정한 결과이다. 건/레이온포에 세균을 접종하고 24 시간 동안 배양 하였다. 그 후 건/레이온포에서 자란 세균을 채취하여 agar 배지에서 배양한 후 cfu를 측정 하였다. 세균을 원포에 접종한 후 24시간 동안 배양시킨 결과, 4373 \pm 386.09 $\times 10$ cfu/ml의 세균이 측정되었다. 매염처리하지 않고 염색만 시행한 건/레이온포에서는 254 \pm 97.29 $\times 10$ cfu/ml의 세균이 측정되어 항생제 내성균의 감소율은 94.2%였으며, 알루미늄 매염을 실시한 경우 16 \pm 13.14 $\times 10$ cfu/ml의 세균이 측정되어 항생제 내성균의 감소율은 99.6%였으며, 구리 매염을 실시한 경우 0 \pm 0.00 $\times 10$ cfu/ml의 세균이 측정되어 항생제 내성균의 감소율

은 99.9%로 측정되었다. 철 매염을 실시한 경우 $4 \pm 0.82 \times 10$ cfu/ml의 세균이 측정되어 항생제 내성균의 감소율은 99.9%로 측정되었다. 원포와 비교하여 무매염 견/레이온포, 알루미늄 매염 견/레이온포, 구리 매염 견/레이온포, 그리고 철 매염 견/레이온포 모두에서 세균 증식이 유의하게($p < 0.05$) 억제되었다.

염색 면포와 견/레이온포의 항생제 내성균주에 대한 균감소율을 비교해보면, 면포의 경우에는 알루미늄 매염제를 처리한 염색직물(99.7%)에서 가장 높은 항균효과를 나타냈으며, 염색 견/레이온포의 경우에는 알루미늄 매염제를 처리한 염색직물은 99.6%, 구리 매염제와 철 매염제를 처리한 염색직물은 99.9%로 매염제를 처리했을 때 높은 항균효과를 얻을 수 있었다.

IV. 결론

본 연구는 약용성분이 있는 것으로 알려진 삼백초 추출물을 이용하여 염색한 면포와 견/레이온포의 염색견뢰도와 항생제 내성균주에 대한 항균성을 측정하였다. 실험 결과는 다음과 같다.

염색 면포의 표면 색상변화를 보면, 무매염포를 기준으로 철, 알루미늄 매염포는 황색계열이 증가하였다. 구리 매염포는 무매염포에 비해 황색계열과 붉은계열이 약간 증가하였다. 염색 견/레이온포의 표면 색상변화를 보면, 무매염포를 기준으로 알루미늄과 구리는 황색계열이 증가하였다. 알루미늄, 구리, 철 매염포 모두 무매염포에 비해 녹색계열이 약간 증가하였다.

염색한 면포와 견/레이온포의 기준시료와 색차를 비교해 보면, 면포와 견/레이온포 모두 무매염을 했을 때 색차값이 가장 적게 나타났다. 색차값이 가장 큰 것으로는 면포의 경우 구리매염 직물이었고 견/레이온포의 경우 철매염 직물로 나타났다.

염색한 면포와 견/레이온포의 변퇴색에 대한 세탁견뢰도는 철매염을 제외하고는 면포보다는 견/레이온포가 약간 더 우수한 것으로 나타났다. 염색 면포와 견/레이온포 모두 오염 세탁견뢰도가 매우 우수한 것으로 나타났다.

염색한 면포와 견/레이온포의 땀견뢰도를 측

정한 결과, 견/레이온포의 변퇴색정도가 면포보다 무매염인 경우 1등급이 좋은 것으로 나타났고 철매염시 면포가 견/레이온포보다 1등급 좋은 것으로 나타났다. 오염 땀에 대한 견뢰도는 면포와 견/레이온포 모두 무매염시나 매염제를 사용했을 때 동일하게 높은 것으로 나타났다. 그리고 염색 면포와 견/레이온포는 산성땀과 알카리땀 모두 변퇴색 정도보다 오염 땀에 대한 견뢰도가 높은 것으로 나타났다. 삼백초로 염색한 면포나 견/레이온포의 경우 매염했을 때 뿐만 아니라 무매염시에도 땀견뢰도에 안정적이라는 것을 알 수 있었다.

염색한 면포, 견/레이온포의 건·습 마찰견뢰도를 측정한 결과, 면포와 견/레이온포 모두 건 마찰견뢰도는 높게 나타났으나 습 마찰견뢰도는 구리와 철 매염시에는 1급정도 낮아지는 것을 알 수 있었다. 삼백초로 염색한 경우 매염제를 사용하지 않아도 건·습 마찰견뢰도가 우수한 것으로 나타났다.

염색한 면포, 견/레이온포의 일광견뢰도를 측정한 결과, 매염제를 사용했을 때보다 매염제를 사용하지 않은 면포와 견/레이온포가 일광견뢰도가 높은 것으로 나타났다.

한편 염색한 면포와 견/레이온포의 항생제 내성균주에 대한 정균감소율을 살펴본 결과, 구리 매염 면포는 균감소율이 99.7%로 가장 높은 항균성을 나타냈고, 무매염 면포도 94.6%로 높은 균감소율을 나타냈다. 염색한 견/레이온포는 무매염 직물 94.2%, 알루미늄 매염직물 99.6%, 구리와 철 매염직물은 99.9%로 모든 직물에서 높은 균감소율을 나타냈다.

면포와 견/레이온포의 항생제 내성균주에 대한 균감소율을 비교해보면, 면포의 경우에는 알루미늄 매염제를 처리한 염색직물(99.7%)에서 가장 높은 항균효과를 나타냈으며 견/레이온포의 경우에는 구리 매염제와 철 매염제를 처리한 염색직물(99.9%)에서 가장 높은 항균효과를 얻을 수 있었다.

삼백초 추출액으로 천연 염색한 면포와 견/레이온포의 항생제 내성균주에 대해 살펴본 결과, 높은 균감소율을 확인 할 수 있었다. 삼백초는 매염제를 사용하지 않고 염색한 경우에도 높은 균감소율을 나타내었다.

이상의 결과, 삼백초 추출물로 염색한 면포와

견/레이온포 모두 염색견뢰도가 대체적으로 매우 우수하고, 항생제 내성균에 대한 항균성은 매염제를 사용하지 않아도 높은 항균성을 나타냈기 때문에 삼백초 추출물로 염색한 소재를 활용한다면 다양한 환경친화적 섬유제품에 대해 긍정적 효과를 얻을 수 있을 것이다. 특히 세균과 박테리아에 노출되어있는 병원용 섬유제품이나 면역력에 취약한 노인이나 유아용 섬유제품 등에 활용하여 건강증진에도 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김병희, 송화순. (2000). 삼백초의 염색성 및 항균성(1). *대한가정학회지*, 38(3), 1-9.
- 안용수. (2020. 9. 21). 미 코로나 사망자 20만명... 전세계 사망자 100만명 근접. *연합뉴스*. 자료 검색일 2020. 9. 21, 자료출처 <https://news.zum.com/articles/62915017>
- 윤석한, 윤남식, 이유순, 김태경, 김미경, 김운영. (2004). 반응 염색 면포에 대한 오배자 추출 항균물질의 상용성 및 세탁내구성. *한국염색가공학회지*, 16(2), 41-46.
- 자오중진, 샤오페이건. (2016. 11. 11). 세계 약용 식물 백과사전 2. 자료검색일 2020. 6. 16, 자료출처 <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=4348147&cid=46694&categoryId=46694>
- 조준혁. (2020. 9. 21). 코로나19, 신규확진 70명... 이틀째 두자리 수. *한경닷컴*. 자료 검색일 2020. 9. 21, 자료출처 <https://www.hankyung.com/life/article/2020092111757>
- 최나영. (2019). 소목 추출물로 염색한 견직물의 항생제 내성균주에 대한 항균효능. *한국생활과학회지*, 28(5), 491-500.
- 최광훈. (1989). 한국에서 자생하는 삼백초과 식물들의 성분 및 항균력에 관한 연구. 경희대학교 박사학위논문.
- 최광훈, 권순자. (1988). 한국에서 자생하는 Saururaceae의 성분에 대한 연구(2). *분석과학*, 1(2), 259 - 262.
- 최광훈, 윤춘희, 권순자. (1994). 한국에서 자생하는 Saururaceae의 성분에 관한 연구(5) Saururus chinensis의 Flavonoid 성분. *분석과학*, 7(1), 11-15.
- 한승호, 우나리아, 이송득, 강명화. (2006). 국내 자생 식물 추출물의 항산화 활성 및 항균효과. *한국약용작물학회지*, 14(1), 49-55.
- 황은경. (2009). 천연염색의 소취 및 항균성에 대한 연구. 부산대학교 석사학위논문.
- ‘항생제 무용지물’ 슈퍼박테리아 감염자 이달 만명 넘어. (2019. 9. 11). *YTN*. 자료검색일 2020. 6. 16, 자료출처 https://www.ytn.co.kr/_ln/0103_201909110809557688
- Hwang, B. Y., Lee, J. H., Nam, J. B., Hong, Y. S., & Lee, J. J. (2003). Lignans from Saururus chinensis inhibiting the transcription factor NF- κ B. *Phytochemistry*, 64(3), 765-771.
- Rao, K. V., & Reddy, G. C. (1990). Chemistry of Saururus cernuus, V. sauristolactam and other nitrogenous constituents. *Journal of Natural Products*, 53(2), 309-312.
- Sung, S. H., Huh, M. S., & Kim, Y. C. (2001). New tetrahydrofuran-type sesquilignans of Saururus chinensis root. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, 49(9), 1192-1194.
- 馬敏, 阮金蘭. (2001). 三白脂素-8 的抗炎作用. *中藥材*, 24(1), 42-43.
- 馬敏, 阮金蘭, KV Rao. (2001). 三白草的化學成分研究(I). *中草藥*, 32(1), 9-11.
- 李人久, 任麗娟, 陳玉武. (1999). 中藥三白草的化學成分研究(I). *中國中藥雜誌*, 24(8), 479-481.