

자초색소를 이용한 염색직물의 항균성

최 희[†] · 신 윤 숙

전남대학교 의류학과

Antimicrobial Activity of Dyed Fabrics with Gromwell Colorants

Hee Choi[†], Youn-Sook Shin

Dept. of Clothing and Textiles, Chonnam National University

Abstract

Antimicrobial activity of silk and cotton fabrics dyed with gromwell colorants was examined by shake flask method. The effects of bacterial reduction rate on dye uptake and mordanting were explored. The silk(K/S value 8) and cotton fabric(K/S value 4) dyed with gromwell colorants showed high bacterial reduction rate of 99 % and 88 %, respectively. Post-mordanted silk fabric increased at K/S value, also showed higher bacterial reduction rate than unmordanted. But the effects of antimicrobial activity on mordants showed respectively different results. Pre-mordanted cotton fabric except Sn mordant increased at K/S value, but it was not significant. Pre-mordanted cotton fabric showed significantly higher bacterial reduction rate than unmordanted. Therefore, it was considered that dye uptake of cotton fabric dyed with gromwell colorants and mordants were involved in the bacterial reduction rate. It was concluded that gromwell colorants had antimicrobial activity.

Key Words: gromwell colorants, dye uptake, bacterial reduction rate, antimicrobial activity

[†] Corresponding author : Department of Clothing and textiles, Chonnam National University,
300 Yongbong-dong, Puk-gu, Gwangju, 500-757, Korea
Tel : 017-610-2304, Fax : 062-530-2529
E-mail : Choihee99@hanmail.net

1. 서 론

섬유에 항균성을 부여하기 위한 인류의 노력은 4,000년전 미이라를 감싼 포에 약용식물을 사용한 것으로부터 시작되었으며, 또한 예로부터 약초에 있는 약물성분이 병원균을 퇴치시켜 인체를 질병이나 고통으로부터 보호하기 때문에 약물성분을 의복에 염색하여 몸에 지니고 다녔다고 보고하고 있다(小子辰辛 1994).

그러나 오랜 역사에도 불구하고 크게 발전하지 못하다가, 최근 들어 경제적인 풍요로 인한 생활환경의 변화로 인하여 건강과 위생에 대한 관심도가 높아지면서 위생적이고 쾌적한 의복을 만들기 위한 연구가 이어지고 있다. 이의 일환으로 섬유제품에 항미생물 가공(antimicrobial finish)을 행하였으며, 이 가공은 전염성 질환의 교차감염 방지, 곰팡이에 의한 섬유재료의 취화방지, 양말에 있어서 무좀방지 및 유아의 피부보호 등의 목적으로 가공제를 처리하고 있다(한국원사직물시험연구원 1987).

대부분 약용으로 이용되는 식물염료는 합성 항균가공제와 비교할 때 인체에 무해하고 환경 친화적인 측면에서 항균방취성이 인정되고 있다. 따라서 섬유에 항균성을 부여하기 위한 식물염료의 약용식물 연구가 필요로 한다.

약용식물의 항균성에 관한 연구는 식품이나 제약 분야에서 활발하게 이루어졌으나, 의류학 분야에서는 미흡하다. 이에 관한 연구로는 소목(이상락 등 1995), 봉선화(최석철, 정진순 1997), 은행나무 수피(최순화 등 1998) 등의 염제를 이용하여 염색한 직물의 항균성을 실험한 결과, 항균성을 나타낸다고 보고하고 있다. 특히, 자초색소의 항균성은 식품이나 제약분야에서 색소성분을 분리하여 행한 각 색소성분에 대한 항균성 실험 결과, 모두 항균성을 나타내는 것으로 보고하고 있으나, 자초색소로 염색한 염색물의 항균효과에 대한 연구는 알려진 바 없다(윤광재 등 1988; 京極 和旭 등 1973).

제1보(최희, 신윤숙 2000)에서는 이러한 문제점을 극복하기 위해 객관적이고 체계화된 연구의 일환으로 자초색소 성분의 특성분석과 함께 각종 섬유에 대한

기초조사를 행하였으며, 제2, 3보(신윤숙, 최희 2002; 최희, 신윤숙 2002)에서는 기초조사를 토대로 자초색소의 견 및 면섬유에 대한 염색성을 구체적으로 조사하여 자초의 이용확대와 실용화를 꾀하고자 하였다.

본 연구에서는 자초색소로 염색한 염색물의 항균성 시험을 통해 기능성 색소로서의 유효성을 밝힘으로써 부가가치를 높이고자 하였다. 이를 위해 비수용성인 자초색소를 유기용매인 메탄올로 추출 건조한 후, 견 및 면섬유에 염색 및 매염처리를 행하였다. 그리고 염색한 견 및 면섬유에 항균성을 시험한 후, 염착량 및 매염처리에 따른 항균효과를 검토하였다.

II. 실험

1. 시료 및 시약

실험에 사용한 직물은 KS K 0905에 규정된 견과 면직물을 사용하였으며 그 특성은 Table 1과 같다. 자초는 시판 한약 건재상에서 구입한 건조된 자초의 뿌리를 분쇄한 후 사용하였다. 매염제는 $Al_2(SO_4)_3(NH_4)_2SO_4 \cdot 24H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $K_2Cr_2O_7$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ 를 매염제로 사용하였다. 항균성 실험에 Nutrient Broth (DIFCO Lab., Detroit Michigan USA)와 Trypton Glucose Extract Agar(DIFCO Lab., Detroit Michigan USA)를 사용하였으며, 사용한 균주는 황색포도상 구균(*Staphylococcus aureus*, ATCC 6538)을 사용하였으며, 메탄올은 1급을 그대로 사용하였다.

Table 1. Characteristics of fabrics used

Material	Weave	Yarn count (w × f/cm)	Weight (g/m ²)	Thickness (mm)
Silk	Plain	55 × 38	25	0.08
Cotton	Plain	28 × 27	100	0.20

2. 실험방법

1) 색소추출 및 분말화

분쇄한 자초 10 g을 삼각 플라스크에 넣고 메탄올 200 ml를 가한 뒤 삼각 플라스크 입구를 밀폐시키고, 40 °C에서 60분간 100 rpm으로 교반하면서 색소를 추출하였다. 추출액은 G5 crucible glass filter로 여과한 후 휘발건조하여 분말화하였다.

2) 염색 및 매염처리

염색 건·면포의 염착량에 따른 항균효과를 보기 위해, 염색은 욕비 1:50에서 적외선 고압염색기 (AHIBA NUANCE, Data Color International, U.S.A.)를 사용하여 자초색소 농도 변화와 반복염색을 하였다.

그리고 매염처리에 따른 항균효과를 보기 위해, 염색은 욕비 1:50에서 견섬유의 경우 80 °C 90분, 면섬유의 경우 100°C 90분, 매염처리는 욕비 1:50에서 각각 매염제 농도 1%(o.w.f.), 60 °C, 30분, 매염방법에서는 K/S 값의 증가를 보인 방법으로 견섬유는 후매염법, 면섬유는 선매염법으로 매염처리하였다.

3) 염착량 측정

색차계(Color-Eye 3100, Macbeth)로 λ_{max} (520 nm)에서 피염물의 표면반사율을 측정하여 다음의 Kubelka-Munk식에 의해 염착량(K/S)을 평가하였다.

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

이때 K는 흡광계수(adsorption coefficient), S는 산란계수(scattering coefficient), 그리고 R은 반사율(reflectance)이다.

4) 항균성 시험

염색포의 항균성은 정량적 방법인 셰이크 플라스크법(shake flask method, C.T.M. 0923)으로 시험하였으며, 사용된 균주는 공시균으로서 그람양성세균인 황색포도상 구균(*Staphylococcus aureus*, ATCC 6538)을 사용하였다. 그리고 균 감소율은 다음의 식으로부터 구하였다.

$$Bacteria\ reduction\ rate(\%) = \frac{A-B}{A} \times 100$$

이때 A, B는 시험 염색포 투입 전후의 시험균액 1 ml 당 균수이다.

III. 결과 및 고찰

1. 염색 건포의 항균성

Fig. 1은 자초색소에 대한 염색 건포의 염착량에 따른 균 감소율의 변화를 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 자초색소의 염착량이 증가함에 따라 균 감소율은 증가하였는데 특히 K/S 값 8에서 97%의 높은 균 감소율을 나타내었으며 그 이후에는 큰 증가를 보이지 않았다. Kyogoku(京極 和旭 1973), 윤 등(윤광재 등 1988)은 단리된 시코닌 및 그의 유도체의 항균성 실험을 한 결과 모두 항균성을 나타내었다고 보고하였는데, 따라서 본 연구에서 염색 건포의 염착량 증가는 염착된 자초색소의 증가로 균 감소율의 증가를 가져왔으리라 사료되며, 염색 건포의 항균성은 K/S 값 8이상에서 우수한 항균성을 나타내었다. 그리고 염색하지 않은 시료는 균감소율 5%를 나타내었다.

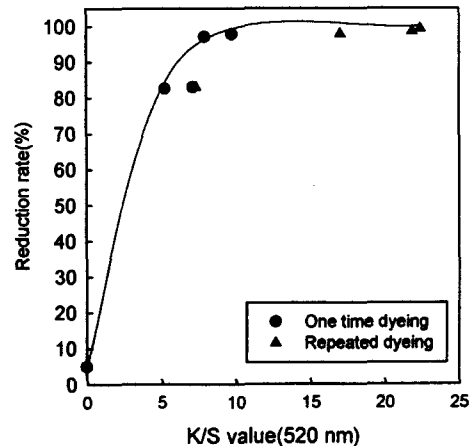


Fig.1. Effect of dye uptake on the antimicrobial activity of silk fabric

후매염법으로 처리한 염색 건포의 매염제 종류에 따른 K/S 값 및 균감소율의 결과를 Table 2와 Fig. 2에 제시하였다. Table 2와 Fig. 2에서 나타난 바와 같이 염색 건포의 후매염 처리시 K/S 값의 증가를 나타내어 균 감소율 역시 매염처리하지 않은 시료보다 매염처리한 시료가 대체적으로 높게 나타났으나,

매염제 종류에 따른 항균효과는 다소 다른 결과를 보이고 있다. 특히 구리 매염제의 경우 매염처리하지 않은 염색 견포와 비슷한 염착량에도 불구하고 높은 균 감소율을 보이고 있다. 이는 Table 2에서 제시한 바

와 같이 염색하지 않고 구리 매염제만 처리시 99%의 높은 균감소율을 보이고 있는데, 이는 구리 매염제 자체가 균의 증식을 억제하는 성질을 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 2. K/S values and bacteria reduction rates of post-mordanted and dyed silk fabrics

Samples	Unmordanted	Post-mordanted					
		Al	Cu	Cr	Fe	Sn	
Silk	K/S value	7.15	8.58	7.23	8.24	9.94	8.28
	Reduction rate (%)	83.0	85.0	99.3 (99.0*)	88.4	94.2	83.0

* only Cu mordanted silk

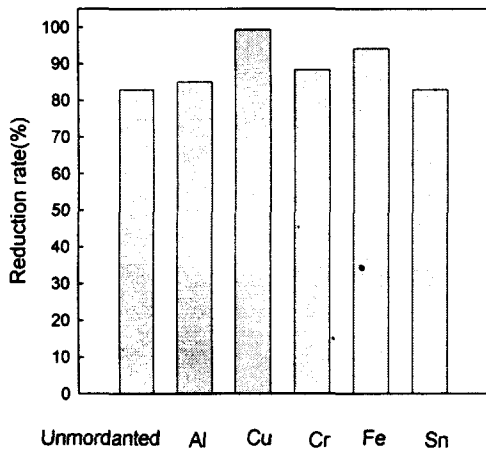


Fig. 2. Relationship between mordants and antimicrobial activity of post-mordanted silk fabric

2. 염색 면포의 항균성

Fig. 3은 자초색소에 대한 염색 면포의 염착량에 따른 균 감소율의 변화를 나타내었다. 그림에서 보듯이 염색 면포의 염착량이 증가함에 따라 균 감소율은 계속적으로 증가하고 있는데 이는 견섬유에서와 같이 염색 면포의 염착량 증가는 염착된 자초색소의 증가로 균 감소율의 증가를 가져온 것으로 생각되며, 따

라서 면섬유의 염착량 증진을 통해 균 감소율을 높일 수 있으리라 사료된다. 그리고 Fig. 1에서 제시한 염색 견포의 염착량에 따른 균 감소율과 비교해 볼 때 염색 견포는 균 감소율 99%, 염색 면포는 균 감소율 88%로서 염착량이 높은 견섬유가 면섬유에 비해 높은 균 감소율을 나타내었다. 그리고 염색하지 않은 시료의 균 감소율은 25%를 나타내었는데, 이는 천연섬유에서 보이는 균 흡착현상에 의한 결과로 민경혜 (1998)의 연구결과와 일치하였다.

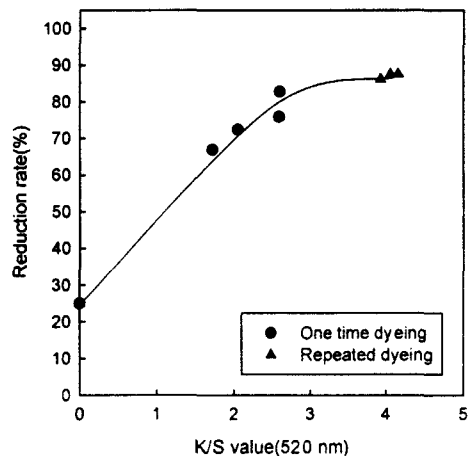


Fig. 3. Effect of dye uptake on the antimicrobial activity of cotton fabric.

선매염법으로 처리한 염색 면포의 매염제 종류에 따른 K/S 값 및 균 감소율의 결과를 Table 3과 Fig. 4에 제시하였다. Table 3과 Fig. 4에서 나타난 바와 같이 염색 면포의 선매염 처리시 주석 매염제를 제외하고 K/S 값의 증가를 나타내었으나 그 효과가 미미함에도 불구하고, 균 감소율에서는 매염처리 하지

않은 시료보다 매염처리한 시료가 높은 균 감소율을 나타내었다. 이는 자초색소의 염착에 따른 균 성장저지 효과 이외에도 매염제인 금속산화물에 의한 효과도 있음을 의미한다. Table 3에서 제시한 바와 같이 구리 매염제만 처리한 시료의 균 감소율이 99%로 높은 항균성을 보이고 있다.

Table 3. K/S values and bacteria reduction rates of pre-mordanted and dyed cotton fabrics

Samples	Unmordanted	Pre-mordanted				
		Al	Cu	Cr	Fe	Sn
K/S value	2.60	3.40	2.94	3.04	2.70	2.32
Cotton Reduction rate(%)	76.0	84.8	99.0 (99.0*)	95.8	94.5	82.6

* only Cu mordanted cotton

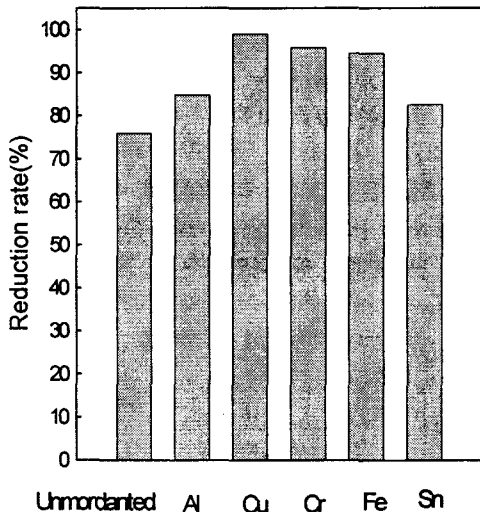


Fig. 4. Relationship Between mordants and antibacterial activity of pre-mordanted cotton fabric

N. 결론

자초색소로 염색한 염색물의 항균성 시험을 통해 기능성 색소로의 유효성을 밝힘으로써 염색 직물의

부가가치를 높이고자 비수용성인 자초색소를 유기용매인 메탄올로 추출, 건조한 후 견 및 면섬유에 염색 및 매염처리를 행하였다. 그리고 염색한 견 및 면섬유에 항균성을 시험한 후, 염착량 및 매염처리에 따른 항균 효과를 검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 자초색소에 의한 염색포의 염착량이 증가함에 따라 균 감소율은 증가하였다. 견섬유의 경우 K/S 값 10정도에서 99%의 우수한 항균성을 나타내었으며, 염색 면포는 K/S 값 4정도에서 88%의 항균성을 보임으로써 자초색소의 항균효과를 확인하였다.

2. 염색 견포의 후매염 처리시 K/S 값의 증가를 나타내어 균 감소율 역시 매염처리하지 않은 시료보다 매염처리한 시료가 대체적으로 높게 나타났으나, 매염제 종류에 따른 항균효과는 다소 다른 결과를 보이고 있다.

3. 염색 면포의 선매염 처리시 주석 매염제를 제외하고 K/S 값의 증가를 나타내었으나 그 효과는 미미함에도 불구하고, 균 감소율에서는 매염처리하지 않은 시료보다 매염처리한 시료가 높은 균 감소율을 나타내어, 자초색소의 염착에 따른 균성장 저지 효과이외에도 매염제인 금속산화물에 의한 효과도 있음을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- 민경혜(1998). 키토산을 이용한 면직물의 항균가공. 전남대학교 석사학위논문
- 신윤숙, 최희(2002). 자초색소의 특성분석 및 염색성 (제3보). **한국의류학회지** 26(3)
- 윤광재, 박승진, 윤형원, 육창수(1988). 자초뿌리의 성분 및 항균력에 관한 연구. **경희약대논문집** 16 : 155-161
- 이상락, 이영희, 김인희, 남성우(1995). 천연염료를 이용한 염색물의 항균, 소취성에 관한 연구 (I). **한국염색가공학회지** 7(4) : 74-86
- 최석철, 정진순(1997). 봉선화 추출물의 항균성에 관한 연구(I). **한국섬유공학회지** 34(6) : 393-399
- 최순화, 김지선, 이세희, 이선정, 조용석(1998). 은행나무 수피의 색소분석과 염색성에 관한 연구. 1998년도 한국염색가공학회 임시총회 및 추계 학술발표회: 40-45
- 최희, 신윤숙(2000). 자초색소의 특성분석 및 염색성 (제1보). **한국의류학회지** 24(7) : 1081-1087
- 최희, 신윤숙(2002). 자초색소의 특성분석 및 염색성 (제2보). **한국의류학회지** 26(1)
- 한국원사직물시험연구원(1987). **섬유제품의 항균방취가공 및 성능 시험방법**. 한국원사직물시험검사소: 5-6, 20
- 京極和旭, 寺山博行, 館安英, 鈴木堯, 小松曼著 (1973). 紫根の成分研究(第1報). **生薬學雜誌** 27(1) : 31-36
- 小紫辰辛(1994). 草木染の藥用效果. **月刊染織** : 157, 31-35