셀룰로오스와 나일론 직물의 색 추출물에 대한 염색성과 항균성

신승엽 · 정혜원[†]

인하대학교 의류학과

Dyeing and Antimicrobial Properties of Cellulose and Nylon Fabrics Treated with Artemisia Extracts

Seung-Yeop Shin · Haewon Chung[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Inha University

접수일(2013년 10월 22일), 수정일(2013년 11월 22일), 게재확정일(2013년 12월 8일)

Abstract

We examined dyeing properties using cotton, Tencel, general nylon 66 and hollow nylon 66 treated with aqueous and ethanol extracts without mordant. The antimicrobial properties of fabrics treated with *Artemisia* extracts against gram positive *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) and gram negative *Klebsiella pneumonia* (*K. pneumonia*) were also examined. The dyeing solution concentrations were determined from a calibration curve of the concentration and absorbance of *Artemisia* extracts. FTIR spectra confirmed that antimicrobial components and colorants (such as 1,8-cineol, thujone, caffeoylquinic acid and chlorophyll) were more present in ethanol extract than in aqueous extract. Nylons had higher a^* and b^* , and lower L^* values than cellulose fabrics dyed with aqueous solutions of *Artemisia* extracts; however, the dyed nylon fabrics were brown. Fabrics dyed with ethanol-extract added solutions were greener and had higher antimicrobial properties than those dyed with aqueous solutions; however, they faded and lost their antimicrobial properties after laundering. Fabrics regained their antimicrobial properties (especially against *S. aureus*) by the spraying of *Artemisia* ethanol extract; therefore, the application of *Artemisia* ethanol extract onto underwear is expected to relieve atopic dermatitis.

Key words: *Artemisia princeps*, Cellulose fabric, Nylon fabric, CIE $L^*a^*b^*$, Antimicrobial property; 쑥, 셀룰로오스 직물, 나일론 직물, CIE $L^*a^*b^*$, 항균성

I. 서 론

천연 물질의 염색성은 좋지 못하여 대부분 매염제를 사용하여 염색성과 항균성을 조사하였는데 이 때의 항균성은 금속성분에 의한 영향인 경우도 많으며 대부분

의 천연 염색은 면 또는 견직물에 한정되었다.

쑥(*Artemisia*, Mugwort)은 우리나라 전국 각지의 산과 들에 흔하게 자라며 번식력이 강한 국화과의 다년생 초본이다. 쑥은 음식에 넣어 특유의 맛과 함께 색과 향을 좋게 할 뿐 아니라 미네랄이 풍부하여 알칼리성 식품이며, 클로로필에 의한 항암작용, 혈액순환을 좋게 하여 혼증에 사용되고, 지혈작용, 혈압강하작용, 항 알레르기 작용(Sung, 2009)과 함께 항균작용을 갖는 것으로 알려져 있다(Jung, 2005; Lee, 2010; Park & Park, 1994). 쑥은 색소로 청록색의 클로로필과 노랑색의 플라보노이드 등을 함

[†]Corresponding author

E-mail: hwchung@inha.ac.kr

본 논문은 석사학위논문 일부임.

본 논문은 인하대학교와 일부 건강의복 연구회의 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사를 표합니다.

유한다(Fig. 1). 클로로필은 청록색의 클로로필 a와 황록색의 클로로필 b가 약 2~3:1의 비율로 존재하며 중성에서는 녹색, 산성에서는 Mg^{+2} 원자를 잃으며 올리브색, 알칼리에서는 메틸과 피톨 에스테르가 제거되어 밝은 녹색으로 되며 클로로필은 피톨과 에스테르를 형성하고 있으므로 지용성이다. 쑥은 노란색의 플라보노이드도 함유하는데, 플라보노이드는 페놀류에 속하고 벤젠환 2개를 3개의 탄소원자가 연결하며 케톤을 가지는 화합물의 총칭으로 플라본, 플라보놀, 안토시아닌 등으로 분류되고 각각에도 매우 많은 유도체가 있고 향균성을 가진다. 향균성을 갖는 쑥의 정유는 50% 이상을 차지하는 cineol과 함께 thujone, caffeoylquinic acid가 주성분이다. 1,8-cineol은 eucalyptol로도 불리며 쑥의 독특한 향기는 1,8-cineol 때문으로 물에는 녹지 않고 에탄올 등에 녹으며 향균성과 함께 살충효과도 갖는다. Thujone도 케톤 화합물로 박하향을 가지고 환각효과를 나타내는 것으로 알려졌다. Caffeoylquinic acid는 카페인산과 퀸산의 에스테르 화합물로 에탄올 등에 용해되며 혈압강하와 하지제로 사용된다. 그 외에도 쑥의 정유성분에는 camphor, limonene, pinene, terpinene, quercetin 등이 있다(Cho & Jang, 2001).

쑥의 천연 염색에 관한 선행연구로는 쑥을 물로 추출하여 매염제에 따른 염색효과와 향균성을(Baik & Song, 2003; Kim & Song, 1999; Lim et al., 1997; Park et al., 2000) 조사한 것이 대부분인데 이 때 사용한 쑥도 직접 채취한 것을 사용하여 재현성의 구현이 어렵고 금속의 매염제를 사용하는 것은 친환경적이지 못하며 또한 향균성도 금속성분배의 의존도가 매우 높은 실정이다. 그리고 메탄올 추출물로 면의 염색 시 녹색 염색이 가능하나 견뢰도가 낮음을 보고한 연구가(Kwon et al., 2003) 있는 정도이다. 대부분의 천연 염색 시 염액의 농도는 시료 무게에 대한 액량과 추출시간만 제시하고 염액의 정확한 농도를 측정된 것이 거의 없는 실정으로 천연 염색과 관련되어 해결할 문제 중에서 견뢰도 증진 이전에 염색방법의 과학화와 재현성의 수립이 필요하며 이를 위해서는 염액의 농도를 정확히 측정하여 염색하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 쉽게 구할 수 있고 제품화되어 재현성을 가지는 시판되는 건조 사자발쑥(*Artemisia princeps*)을 사용하여 추출한 후 염액의 농도를 흡광도로 측정하여 일정 농도로 사용하였다. 기능성 의류 및 피부 접촉이

Fig. 1. Chemical structures: (a) chlorophyll, (b) flavonoid, (c) 1,8-cineol, (d) thujone, (e) caffeoylquinic acid.

많은 내의 등으로 사용되는 면, 텐셀, 일반 나일론 66, 나일론 66의 중공사 직물에 싹을 물과 에탄올로 추출한 염액으로 염색조건에 따른 염색성의 과학적 자료를 구축함과 함께 그램 양성인 *Staphylococcus aureus*(*S. aureus*)와 그램 음성인 *Klebsiella pneumoniae*(*K. pneumoniae*)에 대한 항균성을 조사하여 인체에 대한 독성이 없고 환경 친화적인 싹 추출물의 활용방법을 제안하고자 본 연구를 수행하였다.

II. 실험

1. 시료와 시약

시험포는 면, 텐셀, 나일론 66, 중공나일론 직물을 사용하였으며 특성은 <Table 1>과 같다. 면은 사용 전 10% (o.w.f) 탄산나트륨 용액에서 액비 40:1로 95°C에서 3시간 동안 정련하였고, 텐셀, 나일론 직물은 0.1%(w/v) Triton X-100(대정화금) 용액에서 액비 40:1로 40°C에서 1시간 동안 처리 후 충분히 수세하여 사용하였다.

염제는 시판되는 건조 싹인 사자발싹(강화싹마니)을 사용하였고, 염액의 pH 조절을 위한 글리신(삼전화학), 염화나트륨(삼전화학), 염산(삼전화학), 탄산나트륨(삼전화학)과 그 외의 시약은 시약 1급을 사용하였다.

항균성 측정을 위해서는 그램 양성인 *S. aureus* subsp. (KACC 11596)와 그램 음성인 *K. pneumoniae*(KACC 14817) 균주를 농업유전자원센터에서 분양받아 사용하였다. 시험균주의 배양을 위한 배지로 Bacto™ Peptone(DIFCO Lab.), beef extract(DIFCO Lab.), Bacto™ Agar(Becton, Dickinson and Company)를 사용하였고 중화용액은 Triton X-100(Sigma Chemical Co.)을 사용하였다.

2. 염색성 측정

염료 추출은 싹 100g을 증류수 2L에 넣어 95°C에서 끓여 추출하였으며 최적 시간은 추출액의 흡광도를 측

정하여 결정하였는데 60분 이상에서는 더 이상 흡광도의 변화가 없어 추출시간은 60분으로 하였다. 추출액은 감압 농축하여 물을 증발시킨 후 동결 건조하여 겔 상태로 만들었으며, 이때의 수율은 10.4%이었다. 또한 염료를 에탄올로도 추출하였는데 싹 70g을 700mL 에탄올에서 60분 동안 끓여 추출하는 과정을 4회 반복하여 추출된 싹 추출액을 합쳐 감압 농축하고 동결 건조하여 겔 상태로 만들었으며 수율은 4.6%이었다.

염색 시 염액의 농도는 흡광도를 측정하여 조절하였으며 액비 30:1로 염색하였다. 염색조건으로 시간, 온도, pH, 염색횟수를 달리하여 IR 자동 염색기(DL6000, 대림스타릿)로 상온에서 염액과 직물을 넣고 2°C/min의 속도로 가온하여 80°C에서 일정 시간 유지하여 염색한 후 증류수로 3회 행구고 공기 중에서 건조하였다. 염액의 pH 조절 시 pH 3.5, 4.5, 6.0은 0.1M의 글리신에 0.1M의 염화나트륨을 혼합한 용액과 0.1M의 염산을 사용하였으며, 염기성의 pH 8.5, 10.8은 탄산나트륨으로 조절하였다. 염액의 흡광도는 염액을 100배 희석하여 UV-Vis Spectrophotometer(UV-2401 PC, Shimadzu)로 물 추출액은 320nm, 에탄올 추출물은 330nm에서 측정하였다.

FTIR spectra는 FTIR Spectrometer(VERTEX 80V, Bruker)를 사용하여 500~4000cm⁻¹의 범위에서 주사수 32, 해상도 4cm⁻¹로 작성하였다.

염색한 직물의 색상은 색차계(Color i5, X-rite)를 사용하여 D65 광원, 10° 시야에서 CIE L*a*b* 값을 동일 조건에서 시료 4매 이상 측정하여 평균을 내었다.

3. 항균성 측정

싹 추출 염색포의 항균성은 KS K 0693직물의 항균도 시험방법을 참고하였다. 배지용액 중 액체배지는 증류수 1L에 Bacto Peptone 5g과 beef extract 3g을 용해시키고, 평판배지는 동일 조건에 Bacto Agar 15g을 더 가하였으며, 중화용액은 증류수 1L에 염화나트륨 5g과 Trioton X-100 2g을 용해하여 각각 121°C에서 20분 동안 멸균하여 사용하였다. 접종액은 분양받은 균의 종류를 확인하고 활성화시킨 후 백금으로 1콜로니를 취하여 100mL 액체배지에 접종하여 적정 배양조건인 *S. aureus*는 37°C에서 18시간, *K. pneumoniae*는 30°C에서 24시간 동안 150rpm으로 항온진탕기(SI-300R, Jeio tech Co.)에서 배양하였다. 그 후 UV-Vis Spectrophotometer(2401, Shimadzu)로 660nm에서 흡광도를 측정하고 평판배지에 도말하여 배양한 후 콜로니 수를 확인하여 미리 작성한 흡광도와 콜

Table 1. Characteristics of control fabrics

Material (100%)	Weave	Fabric count (threads/inch)	Weight (g/m ²)	Thickness (mm)
Cotton	plain	87×79	115	0.250
Tencel	plain	96×80	130	0.269
Nylon	plain	204×140	62	0.122
Hollow nylon	plain	104×112	52	0.135

로니 수에 대한 검량곡선을 사용하여 1.0×10^5 cfu/mL의 접종액을 만들었다.

직물의 항균성을 측정하기 위해서 5×5 cm의 시료를 200mL 유리병에 넣어 121°C 에서 20분간 멸균한 후, 콜로니 수 1.0×10^5 cfu/mL의 접종액 200 μ L를 가하고 각 군주에 적절한 온도와 시간으로 배양하였다. 그 후 유리병에 증화용액 20mL를 넣고 충분히 흔든 뒤 여기서 100 μ L를 취해 단계별로 희석한 용액을 고체배지에 도말하여 군주에 따른 적정 조건에서 배양하고 콜로니 수를 세어 항균성인 정균 감소율을 <Eq. 1>과 같이 계산하였다.

$$\text{정균 감소율} = \frac{M_b - M_c}{M_b} \times 100 \quad \dots \text{Eq. 1.}$$

여기서

M_b : 대조 시험편의 배양 후의 균수

M_c : 시험편의 배양 후의 균수

III. 결과 및 고찰

1. 염액의 성질

지금까지 연구된 천연 염색은 대부분 일정 양의 염재를 추출한 액으로 염색을 하여 색상을 비교하였는데 염액농도의 정량은 전혀 이루어지지 않아 염색조건이 과학적이지 못하므로 본 연구에서는 모두 염액의 농도를 흡광도로 정확히 측정하여 염색성을 조사하였다. 이를 위하여 추출한 염액을 감압증류 후 동결 건조한 겔의 농도와 흡광도의 관계를 조사한 것은 <Fig. 2>와 같으며 농도에 대한 흡광도의 관계식은 <Eq. 2>와 같다.

$$y = -0.1710 + 0.7840x \quad \dots \text{Eq. 2.}$$

여기서

y : 흡광도

x : 농도 $\times 10^{-2}\%$ (w/v)

농도와 흡광도의 관계는 Beer법칙에 잘 맞으므로 본 연구에 사용한 색 추출액의 흡광도로부터 농도를 알 수 있으며, 본 연구에서는 일정 흡광도의 염액을 사용함으로써 농도가 일정하여 재현성있는 염색결과를 얻어낼 수 있어 과학적 방법이라 할 수 있다.

색 추출 용액의 FTIR분광곡선<Fig. 3(a)>에서 물 추출액보다 에탄올 추출액에서의 피크가 매우 강하게 나타

Fig. 2. Dyeing solution absorbance according to *Artemisia* extract concentration.

났는데, 3431cm^{-1} 는 -OH신축 진동, 2921cm^{-1} 는 방향족의 대칭 -CH신축 진동, 1629cm^{-1} 는 벤젠고리의 C=C신축 진동, 1259cm^{-1} 는 C-O신축 진동, 1053cm^{-1} 는 C=O신축 진동으로 각각의 성분을 따로 규정할 수 없으나 정유 성분 중의 1,8-cineol, thujone, caffeoylquinic acid(Kwon et al., 2003; Lee et al., 2010)라 추정되며 다만 1409cm^{-1} 는 C-N신축 진동으로 클로로필에서 기인된 것을 알 수 있다. 즉 정유성분과 클로로필이 물 추출물보다 에탄올 추출물에 더 많이 포함되었으므로 에탄올 추출물에서 항균성이 더 높고 녹색이 더 진할 것으로 예측된다.

색의 물 추출용액과 에탄올 추출용액의 흡광도 곡선은 <Fig. 3(b)>와 같은데, 물 추출 시는 물 100mL에 0.57g의 동결 건조 겔을 용해하여 1/100로 희석하였으며, 에탄올 추출 시는 에탄올 100mL에 0.13g의 동결 건조 겔을 용해하여 피크가 나타나도록 1/5로 에탄올로 희석하여 측정하였다. 물 추출물은 진한 갈색이나, 에탄올 추출물은 진한 녹색이었으며, 에탄올 추출 시에 chlorophyll b의 피크는 뚜렷하지 않았으나 chlorophyll a의 663nm와 429nm의 피크가 나타났다(Wu et al., 2002).

2. 염색성

염색 시 염액의 흡광도는 모든 조건에서 측정이 가능한 1/100로 희석하여 측정하였으며 농도를 변화시켰을 때를 제외하고는 모두 흡광도 0.95의 농도로 염색하였는데 이 염액의 pH는 6.0이었다. 또한 색 추출액으로 염색한 셀룰로오스 직물과 나일론 직물의 색상이 달라 염색성을 반사율만의 함수인 K/S 값으로 비교하는 것은

Fig. 3. FTIR (a) and UV-Visible (b) spectra of water and ethanol extract.

정확하지 못하여 CIE $L^*a^*b^*$ 값으로 나타내었다.

염색 전의 원포로부터 80°C에서 30분, 60분, 90분으로 시간을 변화시켜 염색시킨 직물의 $L^*a^*b^*$ 값의 변화는 <Fig. 4>와 같다. 중공나일론 직물만 염색시간이 60분에서 90분으로 증가할 때 염색성이 향상되었고 나머지의 면, 텐셀, 나일론 직물은 60분 이상에서는 거의 변화가 없었다. 시간이 길어지면 L^* 값은 감소하고 b^* 값은 양의 방향으로 증가하나 a^* 값의 변화는 매우 적어 색이 어두워지고 노란색이 증가하여 녹색보다는 갈색으로 진해졌다. 셀룰로오스의 면과 텐셀 직물은 폴리아미드인 나일론보다 염색성이 떨어져 잿빛에 가깝게 되었다. 나일론은 아미노기와 카르복시기를 가지므로 축 색소인 카르복시기를 포함하는 클로로필과도 결합할 수 있어 셀룰로오스 섬유보다 염색성이 좋은 것으로 추정된다. 한편 면보다는 텐셀의 염색성이 약간 높은 것은 흡습성의 차이와 관련하여 생각할 수 있다. 중공사 나일론은 일반 나일론보다 염색성이 떨어져서 염색시간 90분에서도 L^* , b^* 값이 낮는데 이는 중공사는 표면적이 매우 큰 것이 마치 극세 섬유의 염색에 매우 많은 염료가 필요하고 짙은 색의 염색이 어려운 것과 같은 원리로 보여진다. 극세 섬유에서 초기의 염착속도는 매우 크나 염색 시 발열반응으로 흡착과 탈착이 온도에 크게 의존하여 높은 온도에서는 오히려 일반 나일론보다 흡진율이 떨어지는 것으로 보고된 것(Cho & Park, 2009), 산성 염료로 염색 시 일반 나일론과 중공사 나일론 직물의 K/S 값은 염료 농도, 시간, 온도에 따라 우수한 염색성이 다른 것(Zhang et al., 2008)과 같은 원리로 생각된다.

Fig. 4. Change in CIE $L^* a^* b^*$ values of fabrics dyed with *Artemisia* water extract as the dyeing time increased from 0 through 30 min and 60 min and to 90 min.

염액의 농도에 따른 직물의 염색성을 알아보기 위하여 물 100mL에 염료를 각각 0.57g, 0.75g, 1.50g, 2.70g을 가하여 1/100로 희석하였을 때의 흡광도 0.95, 1.17, 2.14, 3.66의 염액에서 60분동안 1회 염색하였을 때에 직물의 CIE $L^* a^* b^*$ 값의 변화를 원포 직물과 함께 나타낸 것은 <Fig. 5>와 같다. 염액의 흡광도가 높아질수록 염색시간이 길어질 때와 같이 L^* 값은 88.7에서 77.6로 감소하고 a^* 값의 변화는 역시 매우 적으나 b^* 값은 9.2부터 31.0까지 양의 방향으로 증가하여 L^* 값의 감소보다는 b^* 값의 증가가 매우 컸다. 즉 농도가 높아지면 갈

색으로 진해졌는데 역시 시간증가와 같이 나일론 직물은 갈색 계열이나 면 직물은 잿빛에서 노랑 기미가 진해졌다. 초기 농도인 흡광도 0.96에서 직물에 따른 L^* , a^* , b^* 값에 차이는 있었으나 흡광도가 증가함에 따라 각 직물에서 L^* , a^* , b^* 각각의 값은 모두 직선적으로 변화되었고 기울기는 거의 비슷하였다. 염액의 농도가 가장 진한 1/100 희석액의 흡광도 3.66에서 중공나일론이 나일론 직물보다 염색성이 더 높았는데 이는 표면적이 넓은 중공나일론의 염색에 충분한 농도가 되었기 때문일 것이다.

염색을 5회까지 1/100 희석액의 흡광도가 0.95인 염액으로 반복하였을 때의 색상 변화는 <Fig. 6>과 같다. 셀룰로오스 섬유인 면과 텐셀은 2회 반복 염색부터 L^* 값 감소, a^* , b^* 값의 증가가 매우 적었으나 나일론 직물은 5회까지 지속적으로 L^* 값은 감소하고, a^* , b^* 값은 증가하였다. 나일론과 중공나일론 직물에서 L^* 값, b^* 값의 변화율은 비슷하였다. 농도증가와 반복 염색시의 염색성을 비교하기 위하여 농도가 4.7배인 흡광도 3.7과 5회 반복 염색의 염색성에서 셀룰로오스 직물은 L^* , a^* , b^* 값 모두 높은 농도에서의 염색성이 좋은 편이나 나일론 직물은 반복 염색 시에 L^* 값이 낮으나 b^* 값은 더 높았다. 그러므로 셀룰로오스 직물은 반복 염색보다 높은 농도에서 염색효과가 더 좋으나 나일론 직물은 반복 염색이 더 효과적이란 이는 염료가 섬유에 흡착되는 방법의 차이에 기인되는 것으로 추론된다. 즉 나일론은 이온반응의 좌석이 많아 반복 염색 시에도 결합

이 일어나나 셀룰로오스 섬유는 수소결합 등에 기인하므로 평형에 도달하는 농도가 한정되어 평형농도가 높을 때 염착성이 증가되는 것이라 할 수 있다.

염액의 pH에 따른 염색성을 알아보기 위하여 pH를 3.0, 4.5, 6.0, 8.5, 10.8로 달리하여 염색시킨 직물의 색상 변화는 <Fig. 7>과 같다. pH 변화에 따라 셀룰로오스 직물과 나일론 직물의 L^* , a^* , b^* 값의 변화가 모두 다른 양상을 보였다. L^* 값은 면과 텐셀의 셀룰로오스 직물은 pH가 3.0에서 4.5, 6.0, 8.5까지는 증가하였으나 10.8에서는 감소하여 pH 3.0과 비슷한 값이 되었다. 즉 pH 8.5에서 가장 밝고 pH 3.0과 10.8에서 어두운 색이었다. 하지만 나일론 직물은 pH가 3.0에서 10.8까지 L^* 값이 계속 증가하므로 산성이 클수록 진한 색이었다. b^* 값은 pH 3.0, 6.0에서는 거의 변화가 없으나 pH 8.5에서 감소하여 pH 10.8에서는 셀룰로오스 직물과 나일론 직물의 값이 비슷하게 되었다 a^* 값은 L^* 값, b^* 값보다 변화가 매우 적었으나 모두 pH 3.0에서 가장 높고 그 이후에는 낮은 값을 보였다. 알칼리에서 클로로필은 가수분해되므로 색이 열게 되는데, 셀룰로오스 섬유에서만 pH 10.8에서 오히려 어두워지는 것은 면직물에 플라보노이드류인 안토시아닌이 주 성분인 와인(Chung & Kim, 2011)과 코코아(Chung & Kim, 2012) 오구가 pH 11의 세척에서 오히려 색상이 진해진 것과 같은 경향을 보이나 이에 대한 원인 규명을 위해서는 세밀한 추가 연구가 필요하다.

클로로필과 향균성분인 1,8-cineol, thujone, caffeoyl-

Fig. 5. Change in CIE L^* , a^* , b^* values of fabrics dyed with *Artemisia* water extract as the dyeing solution absorbance increased from 0 through 0.95, 1.17 and 2.14, and to 3.66.

Fig. 6. Change in CIE L^* , a^* , b^* values of fabrics dyed with *Artemisia* water extract as the dyeing number increased from 0 to 5 times.

Fig. 7. Change in CIE L* a* b* values of fabrics dyed with *Artemisia* water extract as the pH dyeing solution increased from 3.0 through 4.5, 6.0 and 8.5, and to 10.8.

quinic acid 등은 에탄올에 용해되므로 에탄올 추출용액으로 염색 시 항균성과 함께 녹색으로 염색될 것으로 예측된다. 하지만 휘발성이 큰 에탄올 용액만을 사용하여 80°C에서 60분 동안 밀폐된 염색조에서 염색 시 압력증가로 위험한 상황이 발생할 수 있으므로 물 추출물과 혼합하여 염색하였다. 염액은 파장 330nm에서 1/5 희석액의 흡광도 2.08인 에탄올 추출물과 파장 320nm에서 1/100 희석액의 흡광도 0.95인 물 추출물을 15:85로 혼합하여 염색하였을 때 염색 전 원포와 비교한 결과는 <Fig. 8>과 같다. 에탄올 추출액의 첨가로 물 추출액에 비해 L* 값은 거의 차이가 없으나 a* 값은 음의 값이 증가하여 녹색이 증가하고 b* 값은 양의 값의 증가로 노란색이 강해짐을 알 수 있다. 원포와 비교하여 L* 값, b* 값은 셀룰로오스보다 나일론의 변화가 더 크나 a* 값은 셀룰로오스 식물에서의 값의 변화가 더 컸다.

Fig. 8. CIE L* a* b* values of fabrics dyed with *Artemisia* ethanol extract mixed with *Artemisia* water extract.

3. 항균성

흡광도 0.95, pH 6.0의 증류수 쑥 추출염액으로 80°C에서 60분 동안 염색시킨 직물을 시험편으로, 원포를 대조편으로 하여 정균 감소율로 나타낸 항균성은 <Table 2>와 같다. 매염제 없이 염색한 직물도 항균성을 가지며, 염색성이 셀룰로오스 직물인 면, 텐셀보다 나일론 직물에서 좋은 것과 같이 항균성도 나일론 직물이 높은 경향을 보였다. 증류수의 쑥 추출액으로 염색한 직물의 항균성은 균주에 따라 차이가 있어 그람 음성인 *K. pneumonia*보다 그람 양성인 *S. aureus*에서 항균성이 더 좋았다. 하지만 세탁 후 두 균주는 모두 원포보다는 균수가 적으나 항균성이 낮은데, 이는 쑥 추출물의 무매염 처리는 세탁에 대한 내구성을 갖지 못하기 때문이다. 하지만 세탁 후 특히 *S. aureus*에서 나일론 직물이 셀룰로오스 직물보다 항균성이 큰데 이로부터 항균성분이 나일론 직물과의 결합력이 더 큰 것을 알 수 있다.

최근 만성 피부염인 아토피를 주위에서 흔히 볼 수 있다. 아토피는 여러 요인이 있으나 *S. aureus*도 주요 인자로 아토피 환자의 약 90%에서 집락이 형성되어있고 *S. aureus*가 증식하며 분비하는 enterotoxin은 피부염을 악

Table 2. Antibacterial activity of fabrics dyed with *Artemisia* water extract and followed by washing (Unit: %)

Fabric	Microbe		Treatment	
	<i>S. aureus</i>		<i>K. pneumoniae</i>	
	Dyeing	Washing	Dyeing	Washing
Cotton	66.0	14.5	25.1	13.2
Tencel	51.3	11.8	24.7	10.5
Nylon	72.8	48.2	27.3	19.8
Hollow nylon	70.1	31.7	29.8	19.1

화시키는 요인이며, 피부 상재균으로 상처고름에서 검출되는 세균에서도 70~80%를 차지하고 있는 것으로 알려져 있다(Huang et al., 2009; Lee, 2010). 색 추출액을 처리한 직물은 아토피의 주범이 되는 *S. aureus*균에 대한 억제력을 보여주나 충분치 않으므로 1,8-cineol, thujone 등의 항균성분과 클로로필을 추출할 수 있는 유기용매로 추출 시 항균성의 증가를 예상할 수 있다. 그리하여 에탄올의 색 추출물로 염색하였을 때의 항균성을 알아보기 위하여 80°C에서 60분 동안 파장 330nm에서 1/5 희석액의 흡광도 2.08의 에탄올 추출물과 파장 320nm에서 1/100 희석액의 흡광도 0.95의 물 추출물을 15:85로 혼합한 용액으로 염색한 직물의 항균성을 측정한 결과는 <Table 3>과 같다. 이때 그래프 양성의 *S. aureus*는 99.9%로 모두 제거되었으며 그래프 음성의 *K. pneumoniae*는 99.8%로 *S. aureus*보다는 낮으나 매우 우수한 항균성을 보여 효과적인 방법임을 알 수 있다. 하지만 세탁에 대한 내구성은 비교적 낮았으나 물 추출물보다는 높은 경향을 보였고 역시 나일론 직물이 셀룰로오스 직물보다 더 좋은 항균성을 나타냈다. 이는 항균성을 갖는 성분과 나일론 섬유에서 조염결합도 이루어지나 1,8-cineol, thujone 등의 소수성 물질은 셀룰로오스보다 나일론 섬유와 친화력이 더 크기 때문이다. 하지만 항균성분의 대부분인 소수성 물질과 나일론 섬유는 화학결합이 아니므로 결합력이 작을 뿐 아니라 물리적으로도 부착되어있어 세탁에 의해 제거율이 높은 것으로 보인다.

매염없이 에탄올과 증류수 혼합 색 추출물로 염색한 직물에 대한 항균성이 세탁 후 제거되므로 이에 대한 보완방법으로 5×5cm 원포 직물에 에탄올 추출물 100μL를 골고루 점적하고 24시간 동안 상온에서 건조 후 121°C에서 20분 동안 멸균하여 접종액을 가하고 배양 후 시료에 남은 균수를 측정하여 항균성을 계산한 결과는 <Table 4>와 같다. 이때 추출물의 점적으로 인한 색상 변화는 거의 느낄 수 없었는데 직물에 따른 차이도 없어 원포에 비하여 L*, a* 값은 각각 약 0.6, b* 값은 약 1.8의 차이가 있을 뿐이었다. *S. aureus*는 이 경우에도 모든 시료에서 99.9%의 항균성으로 완전히 제거되었으나 *K. Pneumoniae*의 제거율은 낮았는데 이는 *K. Pneumoniae*의 내성이 강하기 때문일 것이다. 또 염색한 경우와는 다르게 셀룰로오스보다 나일론 직물의 항균성이 더 낮았는데 이는 상온에서 처리할 때는 대부분 물리적으로 부착되는 것으로 셀룰로오스 직물에서는 즉시 침투되었으나 나일론에서는 침투속도가 매우 늦었다. 즉 나일론 직물에서는 추출액이 섬유 내부로의 침투가 늦어 섬유표

Table 3. Antibacterial activity of fabrics dyed with *Artemisia* ethanol extract mixed with *Artemisia* water extract and followed by washing

(Unit: %)

Fabric	Microbe Treatment	<i>S. aureus</i>		<i>K. pneumoniae</i>	
		Dyeing	Washing	Dyeing	Washing
Cotton		99.9	15.0	99.8	30.0
Tencel		99.9	12.9	99.8	22.4
Nylon		99.9	68.2	99.8	46.2
Hollow nylon		99.9	33.7	99.8	50.2

Table 4. Antibacterial activity of fabrics pipetted with *Artemisia* ethanol extract

(Unit: %)

Fabric	Microbe	<i>S. aureus</i>	<i>K. pneumoniae</i>
Cotton		99.9	62.0
Tencel		99.9	59.8
Nylon		99.9	35.5
Hollow nylon		99.9	33.6

면을 골고루 감싸지 못하였기 때문으로 보인다. 하지만 일반적으로 피부에 상재하며 아토피의 원인균으로 여겨지는 *S. aureus*에 대한 항균성은 매우 좋으므로 피부와 접촉되는 내의, 스타킹, 운동복 등의 의복에 필요에 따라 분무 시 *S. aureus* 등에 대해 충분한 항균효과가 기대된다.

IV. 결 론

건조하여 시판되므로 쉽게 구할 수 있는 사자발 쑥을 증류수 또는 에탄올로 추출하여 면, 텐셀, 나일론 66, 나일론 66 중공사 직물을 일정한 흡광도의 염액으로 재현성있게 염색할 때의 염색성과 *S. aureus*와 *K. pneumoniae*에 대한 항균성을 측정하여 다음의 결론을 얻었다. 천연 염색에 일반적인 금속매염제의 사용은 친환경적이지 아니므로 무매염으로 쑥의 염색에 대한 기초자료를 조사하였다.

쑥의 물 추출물액의 농도와 흡광도는 비례관계를 나타내었으며, 물 추출액에 비하여 에탄올 추출액의 FTIR 스펙트럼에서 항균성을 갖는 클로로필, 1,8-cineol, thujone, caffeoylquinic acid의 피크가 강하게 나타났다. 쑥의 물 추출물을 무매염으로 염색 시 면보다 나일론의 염색성이 더 좋으나 갈색이었으며 세탁견뢰도는 낮았고, 낮은 수준이나 항균성을 가짐이 확인되었다. 물 추출물

에 에탄올 추출물의 첨가 시 항균성이 우수하였지만 세탁으로 항균성이 저하되어 이 단점을 보완하고자 후처리 방법인 에탄올 추출액을 포에 점적 처리하였을 때에 *K. pneumonia*의 제거는 완전치 않으나 *S. aureus*는 매우 우수한 항균성으로 거의 완전히 제거되었다. 그러므로 최근 아토피 피부염의 발생빈도가 제법 많은데 *S. aureus*에 의한 아토피 피부염은 의복에 축의 에탄올 추출물을 필요에 따라 처리하면 좋은 효과를 얻을 것으로 기대된다.

References

- Baik, C. E., & Song, K. H. (2003). A study on natural dyeing using Artemisia by season. *Journal of the Korean Fashion & Costume Design Association*, 5(3), 7-14.
- Cho, H. T., & Park, C. K. (2009). One bath-one step dyeing of nylon-PET split type microfiber. *Textile Science and Engineering*, 46(1), 23-29.
- Cho, Y. H., & Jang, M. H. (2001). Essential oil composition and antibacterial activity of artemisia capillaris, artemisia argyi, and artemisia princeps. *The Journal of the Korean Society of International Agriculture*, 13(4), 313-320.
- Chung, H., & Kim, H. (2011). Effects of alkalinity and hardness of washing solutions on the color and removal of red-wine soil. *Textile Science and Engineering*, 48(6), 331-339.
- Chung, H., & Kim, H. (2012). Effects of washing solution characteristics on the removal and color of cocoa stains. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 14(3), 492-500.
- Huang, J. T., Abrams, M., Tloutan, B., Rademaker, A., & Paller, A. S. (2009). Treatment of *Staphylococcus aureus* colonization in atopic dermatitis decreases disease severity. *Pediatrics*, 123(5), 2008-2217.
- Jung, H. S. (2005). *Studies on Lactobacillus spp. and Artemisia extract inhibiting Staphylococcus aureus*. Unpublished master's thesis, Inha University, Incheon.
- Kim, B. H., & Song, W. S. (1999). The dyeability and antimicrobial activity of Artemisia princeps extracts. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, 11(5), 30-37.
- Kwon, Y. J., Cha, M. K., & Kim, D. H. (2003). A study on the dyeing properties of extract purified from artemisia. *Proceedings of the Korean Association of Human Ecology Conference 2003, Korea, 2003(1)*, 503-504.
- Lee, S. (2010). *S. aureus* in atopic dermatitis. *Proceedings of 2010 KAAACI Spring Congress & Korea-Japan Joint Symposium, Full Conference, Korea, S149-S155*.
- Lee Y. H., Hwang, E. K., Jung, Y. J., Do, S. K., & Kim, H. D. (2010). Dyeing and deodorizing properties of cotton, silk, wool fabrics dyed with amur corktree, *Dryopteris cras-sirrhizoma*, *Chrysanthemum boreale*, *Artemisia* extracts. *Journal of Applied Polymer Science*, 115(4), 2246-2253.
- Lim, M. Y., Yoo, H. J., & Lee, H. J. (1997). The study on natural dyeing with Artemisia. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 21(5), 911-921.
- Park, S. K., & Park, J. C. (1994). Antimicrobial activity of extracts and coumaric acid isolated from *Artemisia princeps* var. *orientalis*. *Korean Journal of Biotechnology and Bioengineering*, 9(5), 506-511.
- Park, Y. H., Nam, Y. J., & Kim, D. H. (2000). The study of antibiosis of the fabrics dye by wormwood extract. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 24(1), 67-76.
- Sung, K. C. (2009). A study on the pharmaceutical and chemical characteristics of natural Artemisia extract. *Journal of the Korean Oil Chemists' Society*, 26(1), 51-59.
- Wu, J. H., Wang, S. Y., & Chang, S. T. (2002). Extraction and determination of chlorophylls from moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) culm. *Journal of Bamboo and Rattan*, 1(2), 171-180.
- Zhang, L., Chong, J. W., Lee, J. W., & Kim, S. S. (2008). Comparison of dyeing properties of nylon hollow fiber used for heat-insulating lightweight fabrics. *Proceedings of the Korean Society of Dyers and Finishers Conference 2008, Korea, 38*, 156-158.