

<연구논문(학술)>

향나무 심재 열수추출물의 염색성과 기능성

남기연 · 이정순[†]

충남대학교 의류학과

Dyeing Properties and Functionality of Hot-water Extract from *Juniperus chinensis* Heartwood

Ki Yeon Nam and Jung Soon Lee[†]

Department of Clothing and Textiles, Chungnam National University, Daejeon, Korea

(Received: May 24, 2013 / Revised: June 18, 2013 / Accepted: July 19, 2013)

Abstract: The purpose of this study is to investigate dyeing properties and functionality of cotton and silk fabrics dyed with hot-water extract from *Juniperus chinensis* heartwood. Water-soluble dye of *Juniperus chinensis* heartwood extracted with distilled water was expressed YR color series. Dye uptake of cotton continued to increase according to the increase of the dye concentration. Its variation trends were shown to be similar to the isothermal absorption curve of the Freundlich. Dye uptake of silk was better than cotton, increased depending on increasing concentration of the dye, dyeing time and temperature. Its variation trends were shown to be similar to the isothermal absorption curve of the Langmuir. As the pH increased, the dye uptake of fabrics reduced and showed increased on red tinge. Colors of the dyed fabrics were various, depending on dye concentration and the mordant type and mordant concentration. Washing fastness, light fastness and perspiration fastness were not good. However, rubbing and dry cleaning fastness showed relatively good grade. Dyed fabrics of ultraviolet-cut ability and deodorant ability were improved. And dyed fabrics showed antimicrobial abilities of 99.9% against *Staphylococcus aureus*.

Keywords: *Juniperus chinensis* heartwood, hot-water extract, water-soluble dye, dyeing property, functionality

1. 서 론

환경파괴 및 공해, 의식주 변화 등으로 환경오염이 갈수록 심각해지고 과거에는 볼 수 없었던 각종 질병이 증가하고 있다. 이러한 추세에 환경 및 건강에 대한 우려와 함께 웰빙에 대한 욕구가 높아지면서 웰빙, 로하스적 생활 패턴에 초점을 맞추고 친환경 기능성 천연물질에 대한 관심이 집중되고 있다. 이에 따라 여러 분야에서 천연물질의 실용화에 대한 연구와 개발이 활발히 이루어지고 친환경적인 천연염색 소재에 대한 관심이 증가하고 있다¹⁾.

천연염색은 인류가 수천년 동안 주위의 식물, 동물, 광물 등을 포함한 다양한 자연환경으로부터 색을 취하여 이용한 방식으로, 천연에서 추출한 색소는 식물염색 뿐 아니라 식품, 화장품 등 다양한 분

야에서 사용된다. 천연염색의 재료는 주로 식품원료에서 추출하는 것이 많은데 그 중 상당 부분이 식물성 한약재로서 이를 식물염색에 적용하면 치유효과를 나타내기도 한다. 최근에는 항균성, 소취성, 자외선 차단성 이외에 원적외선 방사성을 지닌 천연광물성 염료에 대한 연구도 이루어지고 있어²⁾ 천연염료에 관한 다양하고 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 연구에서 염재로 사용된 향나무(*Juniperus chinensis*)는 예로부터 갈색계 천연염재로 알려져 있다. 향나무의 심재에는 amento flavone, hinoki flavone, apigenin 등이 함유되어 있으며, 피톤치드 정유성분을 포함하고 있다³⁾. 향나무 심재를 일반적으로 자단향이라 칭하고 향목, 백단, 백전 이라고도 하며 고혈압, 곱란, 심복통 등에 사용하고 있다⁴⁾. 선행연구에서 향나무 각 부위의 용매 별 추출물의 염색성을 확인한 결과 향나무 심재의 열수 추출물의 염색성이 우수하였음을 확인하였고 YR 계열의 색상을

[†]Corresponding author: Jung Soon Lee (jungsoon@cnu.ac.kr)
Tel.: +82-42-821-6830 Fax.: +82-42-821-8887
©2013 KSDF 1229-0033/2013-09/181-193

나타내는데 효율적인 것으로 나타났으며, 향나무 심재의 열수 추출물 주 색소는 플라보노이드계의 수용성 폴리페놀을 주성분으로 하는 탄닌계 색소임을 알 수 있었다⁵⁾. 따라서 본 연구에서 향나무 심재 열수 추출물의 염색특성과 염색조건의 변화가 염색성에 미치는 영향을 살펴보고 염색포의 견뢰도와 기능성을 살펴보고자 하였다. 면직물과 견직물에 염료 농도, 염욕 온도, 염색 시간, 염욕의 pH, 매염제의 종류와 매염농도를 변화시켜 염색 및 매염을 실시하여 염색조건에 따른 염색특성 및 매염제의 변화에 따른 염색포의 색상변화를 살펴보았다. 또한 염색직물의 세탁견뢰도, 일광견뢰도, 마찰견뢰도, 드라이클리닝견뢰도, 땀견뢰도를 평가하고 자외선 차단성, 소취성, 항균성 등의 기능성을 평가하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

2.1.1 염재

실험에 사용한 향나무 심재는 베트남 산 자단향 톱밥을 시중 한약 재료상에서 구입하여 사용하였다.

2.1.2 시험포

실험에 사용한 직물은 100% 면, 견직물을 정련, 표백하여 사용하였으며 그 특성은 Table 1과 같다.

2.1.3 시약

향나무 심재의 염료 추출과 염색을 위해 3차 증류수(H₂O)를 사용하였고 매염제로는 황산제1철(FeSO₄·7H₂O), 황산구리(CuSO₄·5H₂O), 염화제1주석(SnCl₂·2H₂O)을 사용하였으며 pH 조절 시약으로는 Acetic acid, NaOH을 사용하였다.

2.2 염료추출

자단향 염재와 증류수를 액비 1:10으로 하여 100°C에서 60분간 3회 추출하였다.

추출액을 침전물이 없을 때까지 여과지로 3회 여과한 후 회전진공농축기(RV10, IKA®, Germany)를 이용하여 온도 70~80°C, 회전속도 180 rpm으로 감압 농축 후 진공, 건조하여 분말화한 후 염료로 사용하였다.

2.3 염색 및 매염

향나무 심재 열수 추출물의 면직물과 견직물에 대한 염색특성을 살펴보기 위해 Table 2와 같이 염료의 농도, 염욕의 온도, 염색시간, 염욕의 pH를 변화시켜 염색하였고, Cu, Fe, Sn으로 후매염 처리를 하였다.

2.4 염착량 및 색 측정

염색시료의 염착량과 색 측정을 위해 광원 D65, 관측시야 10° 시야에서 색차계(Color reader JS-555, C. T. S. Corp., Japan)를 사용하여 400nm에서 700nm까지의 범위에서 흡광도를 측정하여 최대흡광도(λ_{max}) 400nm의 표면반사율을 측정 후 Kubelka-Munk 식에 의하여 K/S값을 산출하여 염색포의 염착량으로 하여 평가하였다.

색 측정은 5회 반복 측정하였으며 평균값을 계산하였으며 Munsell의 표색계 변환법으로 색의 3속성 값 색상 H(Hue), 명도 V(Value), 채도 C(Chroma)를 산출하여 염색직물의 표면색을 살펴보았으며 CIE Lab 표색계에 의하여 명도지수 L, 색좌표 지수 a* b*를 측정하여 나타냈다.

Table 1. Characteristics of fabrics

Fabric	Fiber composition	Weave	Fineness (warp × weft)	Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Fabric count warp × weft (5cm × 5cm)
Cotton	100% cotton	plain	30's × 30's	102±5	0.29±0.02	145×134
Silk	100% silk	plain	53D × 53D	53±2	0.12±0.01	267×204

Table 2. Dyeing and mordanting conditions

Method	Conc. (% o.w.b)	Temp. (°C)	Time (min)	pH	Liquor ratio
Dyeing	0.1~5	20~100	10~100	3~10	1:50
Mordanting	0.1, 0.3, 0.5	50	30	4.5	1:50

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

K: absorption coefficient

S: scattering coefficient

R: reflectance coefficient(0 < R ≤ 1)

2.5 염색견뢰도

향나무 심재 열수 추출물 염색직물의 염색견뢰도 평가를 위해 면, 견직물을 염료 2%(o.w.b) 농도로 80℃에서 30분간 염색하여, 매염 시 가장 염착량이 증가한 매염제로 면 염색포에는 철매염, 견 염색포에는 구리매염을 선택하여 0.3%(o.w.b) 농도로 후매염 처리하여 무매염과 매염포의 세탁, 일광, 마찰, 드라이클리닝, 땀견뢰도를 평가하였다.

세탁견뢰도는 Launder-O-meter를 사용하여 KS K ISO 105-C06:2007, A2S에 준하여 세탁온도 40±2℃, 세탁시간 30분, 0.4%의 ECE 표준세제 0.1% 과불산 나트륨을 사용하여 세탁 후 평가하였다.

마찰견뢰도는 crock-meter를 사용하여 KS K 0650:2011에 준하여 평가하였다.

일광견뢰도는 내광시험기(Fade-O-meter, Atlas Xc 2020m USA)를 사용하여 KS K ISO 105-B02:2010에 규정된 조건에 준하여 XENON-ARC LAMP를 4급 표준조광으로 20시간 조광하여 GRAY SCALE과 비교하여 측정하였다.

드라이클리닝견뢰도는 Launder-O-meter를 사용하여 KS K ISO 105-D01:2010 시험법에 준하여 퍼크로로 에틸렌을 용제로 하여 세탁한 후 드라이클리닝 견뢰도를 평가하였다.

땀견뢰도는 KS K ISO 105 E04:2010에 준하여 평가하였다.

2.6 기능성

향나무 심재 열수 추출물 염색직물의 기능성으로 자외선차단성, 소취성, 황색포도상구균과 폐렴균에 대한 항균성을 평가하였다. 평가를 위한 시료는 면, 견직물을 0.5%, 1%(o.w.b) 농도로 80℃에서 30분간 염색하였다.

미처리 시료와 염색시료의 차이를 알아보고 매염제가 미치는 영향을 배제하기 위해 미처리 백포와 무매염포를 평가시료로 하였으며 각각의 평가방법은 다음과 같다.

2.6.1 자외선 차단성

자외선 차단평가는 KS K 0850:2009 자외선 차단률 측정법에 의거하여 UV-Visible spectrometer (VARIAN, CARY 5000)를 이용하여 Table 3과 같은 조건으로 표준 상태에서 4시간 이상 방치한 후 Xenon Arc 광원을 이용하여 자외선(290nm - 400nm)을 최소한 5nm 파장 단위로 주사하면서 시료의 자외선 투과율을 측정하고 계산식은 다음과 같다.

$$UV\text{-blocking rate}(\%) = 100 - UV\text{ transmission rate}(\%)$$

2.6.2 소취성

소취성 평가는 온도 24℃ 및 상대습도 53%의 시험 환경에 암모니아(NH₃) 가스 5L를 주입한 밀폐순환 장치에 시료를 10×10cm 크기로 하여 각각 넣고 측정하였으며 다음 식을 이용하여 소취율을 측정하였다.

$$Deodorant\ rate(\%) = \frac{(C_b - C_s)}{C_b} \times 100$$

C_b: Blank, gas concentration remaining in experimental bag after over 2 hours

C_s: Fabrics, gas concentration remaining in experimental bag after over 2 hours

2.6.3 항균성

항균성 평가를 위해 황색포도상구균(Staphylococcus aureus ATCC 6538)과 폐렴균(Klebsiella pneumoniae ATCC 4352)을 공시균으로 하여 KS K 0693:2006 시험법에 의거하여 시험편과 대조편에 공시균을 배양하여 18 hr 후 생균수를 측정하고 균 감소율을 산출하였다. 실험에 의한 균 감소율(%)은 정균율로서 다음 식과 같이 계산하였다.

Table 3. Ultraviolet-cut ability test conditions

Wavelength range	Wavelength interval	Measurement	Measure light source
UV-A: 315nm - 400nm	5nm	0/d way	CIE-D65
UV-B: 290nm - 315nm			

$$\text{Antibacterial rate (\%)} = \frac{(M_b - M_c)}{M_c} \times 100$$

M_b : the number of bacteria recovered from the inoculated control specimen incubated for 18 hours

M_c : the number of bacteria recovered from the inoculated treated test specimen incubated for 18 hours

3. 결과 및 고찰

3.1 염색조건 변화에 의한 염색성

3.1.1 염료농도 변화에 따른 염색특성

향나무 심재 열수 추출물의 염료농도 별 염색특성을 살펴보기 위해 염액의 농도를 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 5%(o.w.b)로 변화시켜, 욕비 1:50, 염색온도 80°C, 염색시간 30분, 염색횟수를 1회로 하여 염색한 직물의 염착량 변화를 Figure 1에 나타내었다. 면직물의 염착량 변화곡선을 살펴보면, 염료의 농도가 증가할수록 염색포의 K/S값이 증가하여 염착량이 증가하는 것을 볼 수 있으며 2% 이상의 농도에서는 염착량 증가가 다소 완만해진 것을 볼 수 있다. 이는 염액의 농도에 따른 염착량 변화곡선 형태가 Freundlich 등온흡착곡선 형태와 유사하여 셀룰로오스 섬유와 향나무심재 열수추출 색소 간에 수소결합이 관여하여 염착이 이루어지는 것으로 볼 수 있다⁶⁾. Freundlich 등온흡착곡선은 일정 온도에 대한 용액 중 용해물질이 고체표면으로의 흡착량과 용액 농도와의 흡착 평형을 나타내는 식의 하나로서 온도가 일정한 염액 내에 섬유에 흡착하는 염료의 평형 흡착량에 관한 식으로도 해석된다⁷⁾. 향나무 심재 열수 추출물에는 수산기가 풍부한 탄닌의 구조를 함유하고 있는 특성이 있으며 셀룰로오스 섬유는 수용액 염욕 중에서 음 전하(-)를 띠고 있어 향나무 심재 열수 추출색소의 -OH 음전하를 공유하고 있어 전기적으로 반발력이 작용하기 때문에 면직물의 염색성이 낮게 나타난 것으로 보인다⁶⁾.

견직물의 염착량 변화곡선을 살펴보면 염료의 농도가 증가할수록 견 염색포의 K/S값이 증가하여 5% 농도까지 염착량이 계속 증가하는 것을 볼 수 있으나 2% 농도 이상에서는 염착량 증가율이 다소 적게 나타났다. K/S값의 크기는 염료농도 1%일 때 6, 2%일 때 9 내외로 매우 우수한 염착성을 나타냈다. 탄닌의 -OH기를 매개로 하여 견 피브로인 단백질의 -NH₂기, -NH기, -COOH기가 서로 수소결

합을 하게 되어 탄닌과 견은 친화력이 좋은데, 향나무 심재 열수 추출물 염액은 탄닌을 주색소로 하므로 면직물보다 견직물에서 높은 염착량을 나타내었다⁸⁾. 그러나 염착량의 변화곡선 형태가 Langmuir의 등온흡착곡선과 유사한 형태를 나타내어 이온성 결합도 관여됨을 보여주므로 견직물과 향나무 심재 열수 추출물 색소의 결합에는 녹차색소⁹⁾의 경우와 같이 이온결합과 수소결합 둘 다 관여하는 것으로 사료된다. 랭뮤어 흡착 등온식(Langmuir adsorption isotherm)은 일정 온도조건에서 고체 표면에 기체분자나 원자가 흡착할 때 흡착량과 평형압에 관한 식의 한 종류로서 흡착할 수 있는 최대 흡착점이 존재하며, 이 흡착점은 최대 흡착에서 단분자층에 대응하는 흡착 에너지가 일정하고 흡착된 용질 사이에는 어떠한 분자상호작용이 존재하지 않는다는 이론이다¹⁰⁾. 염료의 음이온과 단백질 견섬유의 -NH₂기 사이에서 이온 결합이 지속적으로 이루어져 일정 농도까지만 염착이 잘 이루어지고 어느 시점 이후로는 단분자형의 흡착곡선 형태로 염착량이 평형상태에 도달한 것으로 보인다.

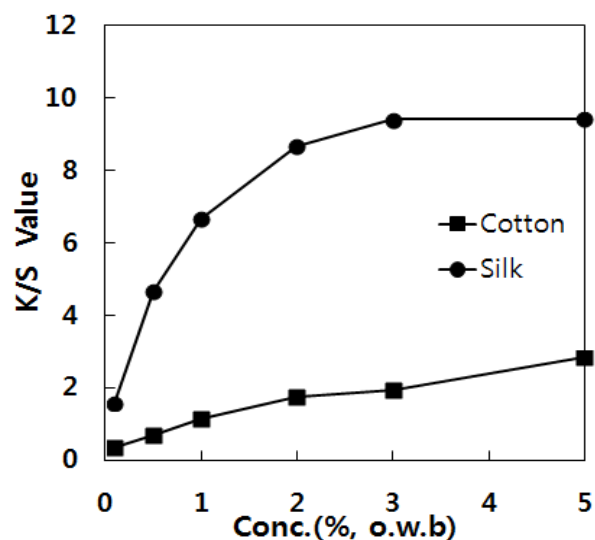


Figure 1. Effect of dye concentration of cotton and silk fabrics dyed with hot-water extracts from *Juniperus chinensis* heartwood on the K/S values (80°C, 30min).

3.1.2 염욕온도 변화에 따른 염색특성

향나무 심재 열수 추출물의 염욕온도 변화에 따른 염색특성을 살펴보기 위해 염욕의 온도를 20°C, 40°C, 60°C, 80°C, 100°C로 변화시키고 욕비 1:50, 농도 2%(o.w.b), 염색시간 30분, 염색횟수를 1회로 하여 염색한 면, 견직물의 염색성을 Figure 2에 나

타내었다. 온도가 높아져도 면직물의 염착량은 증가하지 않았는데, 이는 면직물염색 시 향나무 심재 열수추출염료가 낮은 온도에서 염색이 가능하며 염욕의 온도를 높게 하는 것보다는 앞에서 살펴본 결과와 같이 염료의 농도를 높이거나 일반적으로 천연염색에서 염착량을 증가시키기 위해서 행하는 반복염색¹¹⁾ 등을 통한 방법으로 염색하는 방법이 효율적이라는 것으로 해석을 할 수 있다. 견직물의 경우 염욕의 온도가 높아짐에 따라 K/S값이 80°C까지 일정한 비율로 증가하다가 90°C~100°C 사이에 급격히 증가하였다. 20°C에서의 K/S값이 2.14에서 100°C에서 13.67로 염욕의 온도가 증가할수록 염착량이 매우 증가한 것으로 나타났다. 이는 염욕의 온도가 상승하면서 섬유 분자간격이 넓어지고 색소의 분자 운동이 활발해짐으로써 염착량이 크게 증가한 것으로 보이며 향나무 심재 열수 추출물에 견직물이 염욕온도에 대한 영향이 큰 것으로 나타났다.

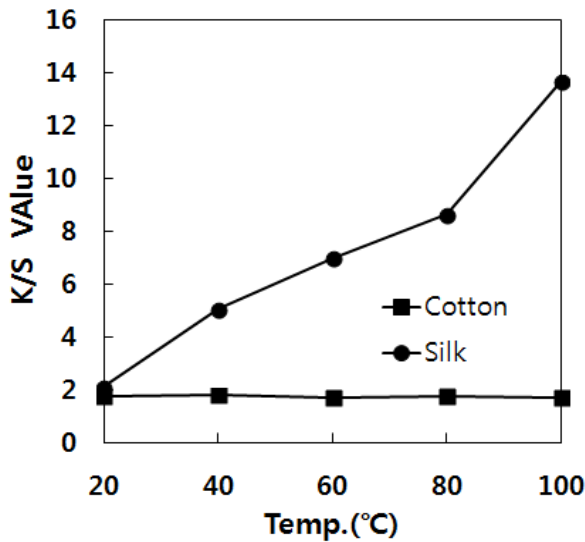


Figure 2. Effect of dyeing temperature of cotton and silk fabrics dyed with hot-water extracts from *Juniperus chinensis* heartwood on the K/S values (2%(o.w.b), 30min).

3.1.3 염색시간 변화에 따른 염색특성

향나무 심재 열수 추출물의 염색시간 변화에 따른 염착량의 변화와 염색포의 색상변화를 살펴보기 위해 염색시간을 10, 20, 30, 50, 70, 100분으로 변화시키고 욕비 1:50, 농도 2%(o.w.b), 염색온도 80°C, 염색횟수를 1회로 하여 염색한 결과를 Figure 3에 나타내었다. 면직물 염착량 변화를 살펴보면, 염색 초기 20분까지 K/S값이 미미한 증가의 경향

을 보이다가 더 이상 염착량이 증가하지 않는 것으로 나타났다. 염색시간 20분 염색포의 K/S값과 100분 염색포의 K/S값 증가량을 보이지 않아 염색시간 증가와 염착량의 변화와는 무관한 것으로 나타났다. 구조상 -OH기를 많이 함유한 폴리페놀 화합물을 주 색소성분으로 하는 염료의 염색성에 대한 선행연구를 살펴보면 염색시간의 증가에 따라 염착량이 크게 증가하지 않는 결과를 볼 수 있는데^{6,12)}, 이는 향나무 심재 열수 추출물의 주색소가 마찬가지로 폴리페놀을 주성분으로 하는 탄닌계 색소로⁵⁾ -OH기를 많이 함유하였기 때문으로 여겨진다. 탄닌을 주성분으로 하고 있는 천연염료의 셀룰로오스 섬유에 대한 염착력 증진을 위해 선행연구자들은 녹차색소의 면섬유에 대한 염착량 증진을 위해 양이온화제 처리한 연구결과에서 2%(o.w.b)농도 염색 시 약 5배 정도 염착량이 증진되었다는 보고를 비롯하여 천연염료의 견뢰도 증진과 염착량 증진에 대한 연구들이 다양하게 보고되고 있다⁹⁾. 견직물의 염착량 변화를 살펴보면 염색시간이 초기 10분일 때의 K/S값이 7.29, 50분 일 때 10.12, 100분 일 때 13.48로 증가하여 10~30분 사이의 짧은 염색시간에도 염착량이 우수하게 나타났다. 이는, 앞에서 살펴본 바와 같이 열수 추출물에 의해 용출이 잘 되는 향나무 심재의 탄닌 색소 성분이 견섬유와 친화력이 높기 때문에 향나무 심재 열수추출 염액에서 견섬유의 염착이 잘 이루어지는 것으로 판단된다.

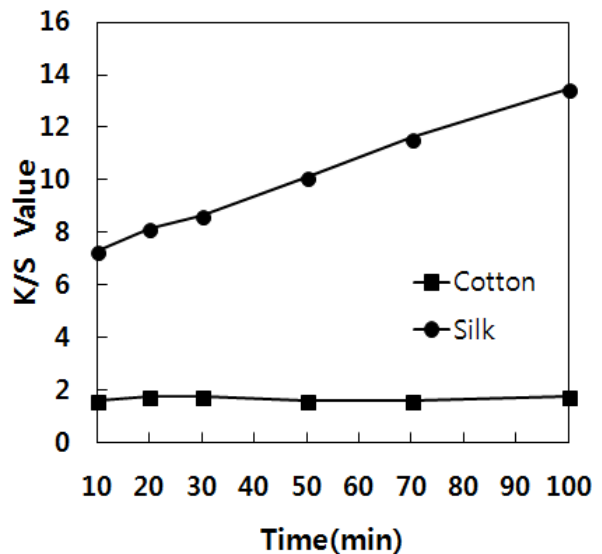


Figure 3. Effect of dyeing time of cotton and silk fabrics dyed with hot-water extracts from *Juniperus chinensis* heartwood on the K/S values (2%(o.w.b), 80°C).

3.1.4 염액의 pH 변화에 따른 염색 특성

향나무 심재 열수 추출물의 pH 변화에 따른 염색포의 색상변화를 살펴보기 위해 염액의 pH를 아세트산(Acetic acid)과 수산화나트륨(NaOH)으로 3, 5, 6.5, 8, 10으로 조절하여 욕비 1:50, 농도 2%(o.w.b), 염색온도 80°C, 염색시간 30분, 염색횟수를 1회로 하여 염색한 결과를 Figure 4에 나타내었다.

면직물은 pH 값이 커질수록 염착량이 감소하였으며 pH 10인 강알칼리에서는 염착량이 크게 감소하였다. pH가 높아질수록 염착량이 감소하는 이유는 향나무 심재 열수 추출물의 성분인 탄닌이 대부분 (-OH)음이온을 지니고 있어서 알칼리 성질에서 음이온으로 하전된 면섬유와 염료의 음이온 반발로 결합력이 낮아지기 때문이다^{6,13}.

견직물은 pH 3에서 높은 염착량을 나타냈으며 이는 견직물의 등전점인 pH 3.8-4.0 부근에서 섬유 표면의 양이온 기(+)와 향나무심재 열수 추출물 색소의 음이온 기(-)와의 결합이 활발해져 염착량이 높은 것으로 사료된다¹⁴. 염액의 pH가 등전점보다 낮은 pH 3에서는 색소의 -OH 기가 해리되지 않은 상태인 비 이온 상태로 견 섬유에 염착이 되지만 염액의 pH가 등전점 보다 높아지게 되면 섬유 말단의 -COOH 기가 음이온으로 하전하여 색소의 -OH 기가 해리된다. 그 결과로 견 섬유와 색소 간의 전기적 반발력이 증가하고 색소와 물의 친화력이 저하되어 염착량이 낮아지는 것으로 보인다¹⁵.

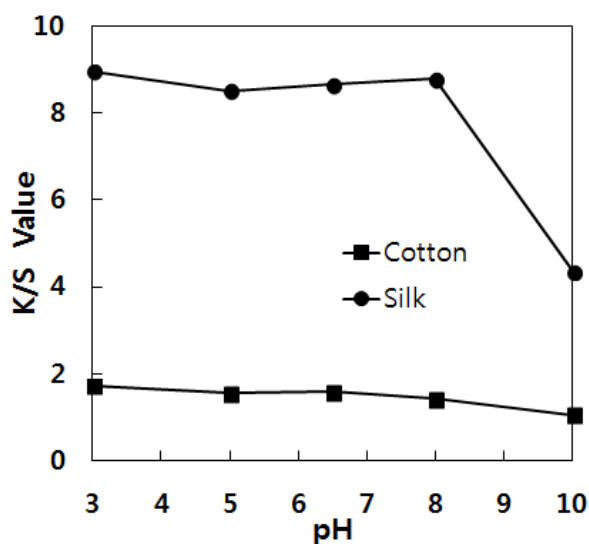


Figure 4. Effect of pH of cotton and silk fabrics dyed with *Juniperus chinensis* heartwood hot-water extracts on the K/S values (2%(o.w.b), 80°C, 30min).

pH에 따른 염착량의 변화를 살펴보면 pH가 높아질수록 염색포의 K/S값은 감소하였으나 pH 8까지는 적색기미는 증가하였다. pH 10인 강알칼리에서는 K/S값이 4.36으로 pH 8에서의 9.74보다 염착량이 현저히 감소하였다. 이는 강한 알칼리성분에 의한 견직물의 손상이 염색성에 영향을 미치는 것으로 보인다.

3.1.5 매염제에 따른 염색 특성

향나무 심재 열수 추출물로 염색 직물의 매염제의 종류와 매염제의 농도에 따른 염색특성을 살펴보기 위해 욕비 1:50, 염색농도 2%(o.w.b), 염색온도 80°C로 염색한 후 Cu, Fe, Sn 매염제를 농도를 0.1%, 0.3%, 0.5%(o.w.b)로 하여 후매염 처리하였다. 셀룰로오스 섬유는 매염제와 친화성이 없으므로 후매염으로 처리하는 경우가 많고^{13,16}, 단백질 계 섬유는 일반적으로 선매염을 하는 경우가 많으나 향나무 심재 열수 추출물의 견섬유에 대한 염착력이 우수하므로 면 염색포의 같은 방법으로 후 매염을 실시하였다¹⁴. 매염에 따른 면과 견직물의 염착량과 색특성을 Table 4에 나타내었다.

무 매염포의 면과 견직물의 색은 YR로 나타나 염색시료의 색상이 육안으로 보았을 때 황갈색을 띄는 것을 확인할 수 있다. 하이드록시기(-OH)를 2개 이상 지니고 있는 폴리페놀화합물은 선행연구에서 나타난 바와 같이 수중에서 가열하거나 자외선, 산소 등의 영향으로 분자간의 축합이 이루어져 황갈색으로 변하여 염색포의 색상이 갈색계열로 발현하게 된다. 또한 열수 추출물 색소는 염료식물의 성분이 혼합물인 경우가 많아서 염색직물의 색상이 깊고 자연스럽다¹⁷.

매염에 따른 면 염색 직물 염착량 변화 경향을 살펴보면 매염 농도가 증가할수록 K/S값이 증가하여 매염에 의해 색의 농도가 짙어짐을 확인할 수 있다. 매염제 별 면 염색포의 색상을 살펴보면 Cu 매염포는 a*값이 6 내외, b*값이 17 내외이고, Sn 매염포는 a*값 7, b*값이 21 내외로 황색기미가 강해졌음을 확인할 수 있으며, Fe 매염포는 a*값의 저하도가 크게 나타나 색상이 녹색화 되고 채도가 낮아졌으며 b*값이 저하되면서 청색화 경향을 나타냄을 볼 수 있다. 이와 같이 향나무 심재 열수 추출물의 면 염색포의 매염제 별 처리 색상은 a*값과 b*값이 매염제 별로 달라 다양한 색상으로 나타났다.

Table 4. Color characteristics of cotton and silk fabrics dyed with hot-water extracts from *Juniperus chinensis* heartwood by mordant concentration and mordant type (dyeing: 2%(o.w.b), 80°C, 30min, mordanting: 50°C, 30min)

Fabric	Mordant	Conc. (% o.w.b)	K/S	L	a*	b*	H	V/C	
Cotton	None	0	0.03	68.36	10.40	19.38	8.82YR	6.67/3.87	
		0.1	1.05	71.31	6.60	17.87	1.10Y	6.97/3.29	
		0.3	1.45	65.74	5.90	16.59	1.53Y	6.41/3.04	
	Cu	0.5	2.02	61.29	6.69	16.36	0.89Y	5.96/3.05	
		0.1	1.59	58.86	1.36	8.53	6.85Y	5.72/1.65	
		0.3	1.70	58.57	1.12	8.96	7.18Y	5.69/1.70	
	Fe	0.5	2.04	55.29	1.45	8.58	6.49Y	5.37/1.66	
		0.1	0.89	75.16	7.37	21.26	0.92Y	7.36/3.85	
		0.3	1.03	73.56	7.27	21.65	1.03Y	7.20/3.88	
	Sn	0.5	1.34	69.25	7.07	21.08	1.25Y	6.76/3.76	
		None	0	0.02	50.58	18.69	31.56	6.51YR	4.90/6.18
			0.1	9.63	42.80	14.77	23.88	6.90YR	4.16/2.42
0.3	11.71		37.32	12.78	20.63	7.40YR	3.63/1.79		
Silk	Cu	0.5	11.40	38.88	13.42	22.52	7.50YR	3.78/4.35	
		0.1	8.91	34.58	4.49	10.47	1.64Y	3.36/1.97	
		0.3	10.84	32.35	4.18	10.38	1.98Y	3.15/1.96	
	Fe	0.5	12.9	30.62	5.10	11.06	1.14Y	2.98/2.13	
		0.1	7.00	50.69	17.43	31.01	6.99YR	4.91/5.94	
		0.3	7.85	49.51	17.26	31.19	7.15YR	4.80/5.93	
Sn	0.5	9.18	44.83	16.18	28.44	7.22YR	4.35/5.43		

향나무 심재 열수 추출물의 면직물에 대한 염착력이 우수하지 않으나 매염제의 종류에 따라 다양한 색상을 표현할 수 있는 장점이 있으므로 반복염색과 반복매염을 통해 다양한 색상을 표현할 수 있는 염료로 기대된다. 식물성 염료 중에는 복합색소를 지닌 다색성 염료가 많으며 매염처리에 의해서 다양한 색상을 표현할 수 있다¹⁷⁾.

견 염색 직물에 대한 매염제의 종류와 매염 농도에 따른 염색특성을 살펴보면 매염제의 농도가 증가할수록 K/S값이 증가하여 매염에 의해 색이 짙어짐을 확인할 수 있으며 Cu 매염포의 경우 0.5% 매염농도에서 염착량과 색상이 퇴화하는 현상이 나타나 0.3% 이하의 매염이 적당할 것으로 보인다. Fe 매염포의 K/S값의 증가량이 Cu 매염 및 Sn 매염포보다 월등히 높게 나타났는데 이는 염색성이 우수한

견 염색포에 염료의 성분인 탄닌이 염착된 양이 많기 때문에 Fe 매염의 효과가 크게 나타난 것으로 보인다. 매염제 별 염색포의 색상을 살펴보면, Cu 매염포는 a*값이 6 내외, b*값이 17 내외로 적황색 계열의 색상을 나타냈으며, Sn 매염포는 a*값 7, b*값이 21 내외로 황색기미가 강해졌음을 확인할 수 있다. Sn 매염은 염색포의 색조를 선명하고 밝게 하고 황색 계열을 표현할 때 주로 사용한다. 매염제의 농도 증가에 따라 염착량이 크게 증가한 Fe 매염포는 a*값의 저하도가 크게 나타나 색상이 녹색화 되고 채도가 낮아졌으며 b*값이 저하되면서 청색화 경향을 나타냄을 볼 수 있다. 이와 같이 향나무 심재 열수 추출물의 면, 견 염색포의 매염제 처리색상은 매염제의 농도가 증가할수록 K/S값이 증가하여 색상이 진해졌으며, a*값과 b*값이 매염

제 별로 달라 H 값에서 다양한 색상으로 나타났다.

3.2 염색포의 견뢰도

3.2.1 세탁견뢰도

Table 5의 향나무 심재 열수 추출물 면, 견 염색포의 세탁견뢰도의 결과 등급을 살펴보면 변퇴의 정도가 대부분 2-3 등급이고 오염도는 4-5 등급이다. 가정용 및 상업용 세탁에 대한 견뢰도 시험방법의 ECE 표준 세제가 알칼리세제이므로 pH의 영향을 받은 것으로 보인다. 염액의 pH에 따른 염색성에서도 pH가 8 이상의 알칼리성에서는 염색포의 K/S값이 감소하였다. 따라서 실용적인 세탁방법으로는 알칼리 성분의 가정용 일반 세제를 이용한 세탁보다는 중성세제를 이용하여 세탁하는 방법이 바람직할 것으로 사료된다.

Table 5. Washing fastness of cotton and silk fabrics dyed with hot-water extracts from *Juniperus chinensis* heartwood (dyeing: 2%(o.w.b), 80°C, 30min, mordanting: 0.3%(o.w.b), 50°C, 30min)

Fabric	Mordant	Color change	Stain		
			Cotton	Wool	Silk
Cotton	None	3	4-5	4-5	-
	Fe	2-3	4-5	4-5	-
Silk	None	2	4-5	-	4-5
	Cu	2	4-5	-	4-5

3.2.2 일광견뢰도

Table 6의 향나무 심재 열수 추출물을 이용한 염색포의 견뢰도 결과에서 나타난 바와 같이 일광견뢰도는 열수 추출물 견 무매염포와 구리 매염포가 3-4 등급으로 나타났으며 면 염색포는 2-3 등급으로 낮은 결과로 나타났다. 선행연구에서 일정량의 자외선을 조사하였을 때 염색포의 색상이 진해지는 결과로 나타났으나 지속적으로 강한 자외선을 조사하였을 때는 오히려 광 퇴색이 일어나 색상이 퇴화되는 결과를 바탕으로 보았을 때 일광견뢰도 시험조건의 조광의 강도와 시간의 정도에 따라 일광에 의해 색소가 분해되는 경향으로 사료된다¹⁸⁾.

3.2.3 마찰 견뢰도

향나무 심재 열수 추출물 면, 견 염색포의 마찰견뢰도를 나타낸 Table 6을 살펴보면 무매염 견 염색포

Table 6. Light fastness, rubbing fastness, and dry cleaning fastness of cotton and silk fabrics dyed with hot-water extracts from *Juniperus chinensis* heartwood (dyeing: 2%(o.w.b), 80°C, 30min, mordanting: 0.3%(o.w.b), 50°C, 30min)

Fabric	Mordant	Light fastness	Rubbing fastness		Dry cleaning fastness
Cotton	None	2	dry	4-5	4-5
			wet	4-5	
	Fe	2-3	dry	4-5	3-4
			wet	4-5	
Silk	None	3-4	dry	4	4-5
			wet	4-5	
	Cu	3-4	dry	4-5	4-5
			wet	4-5	

의 건 마찰 평가결과의 4 등급 이외엔 전반적으로 4-5 등급의 우수한 결과가 나타났다. 마찰견뢰도는 염색물이 건조 시 또는 습윤 시에 다른 섬유제품 마찰하여도 오염시키지 않는 성질을 의미하는 것으로 견뢰도가 평가결과가 우수한 의미는 염색직물 제품을 다른 직물과 함께 세탁하거나 보관할 때 염료가 이염이 잘 되지 않는 성질을 말하는 것이므로 향나무 심재 열수 추출물 염색직물의 실용적인 면을 부각시키는 결과로 사료된다.

3.2.4 드라이클리닝 견뢰도

향나무 심재 열수 추출물 면, 견 염색포의 드라이클리닝견뢰도의 시험결과를 나타낸 Table 6을 살펴보면 철매염 면 염색포가 3-4 등급으로 나타났으며 무매염 면 염색포, 무매염 견 염색포 및 구리매염 견 염색포 등 모든 시료가 4-5 등급으로 우수한 드라이클리닝견뢰도를 나타냈다. 이러한 결과는 향나무 심재 열수 추출물 염색직물이 외의용 의복소재 등 실용적인 소재로 활용이 될 수 있을 것으로 사료된다.

3.2.5 땀 견뢰도

향나무 심재 열수 추출물 면, 견 염색포의 땀 견뢰도의 시험결과를 Table 7에 나타냈다. 땀 견뢰도 시험은 인체의 땀에 의해 염색물의 이염이나 변색되는 정도를 측정하기 위한 시험이다. 염료 성분 중의 금속성분이 아미노산과 착화합물을 만들어 염료로부터 이탈하여 변퇴색 등 견뢰도 저하의 원인이 될 수 있다.

Table 7. Perspiration fastness of cotton and silk fabrics dyed with hot-water extracts from *Juniperus chinensis* heartwood (dyeing: 2%(o.w.b), 80°C, 30min, mordanting: 0.3%(o.w.b), 50°C, 30min)

Fabric	Mordant	Acid/Alkali	Color change	Stain		
				Cotton	Wool	Silk
Cotton	None	Acid	3-4	4-5	4	-
		Alkali	3	3-4	3-4	-
	Fe	Acid	2-3	4-5	4-5	-
		Alkali	3	4-5	4-5	-
Silk	None	Acid	3-4	4	-	3-4
		Alkali	3-4	4	-	3
	Cu	Acid	3	4-5	-	4
		Alkali	2-3	3-4	-	3

Table 8. Ultraviolet-cut abilities of cotton and silk fabrics dyed with hot-water extracts from *Juniperus chinensis* heartwood (80°C, 30min)

Fabric	Dye conc. (% o.w.b)	K/S value	UV protection (%)	
			UV-A*	UV-B**
Cotton	Untreated	0.056	71.8	82.1
	0.5	0.69	86.3	89.1
	1	1.15	93.0	94.0
Silk	Untreated	0.03	58	75.8
	0.5	4.66	95.1	96.8
	1	6.67	97.4	97.9

*315nm - 400nm, **290nm - 315nm

변퇴의 정도를 살펴보면 무매염포가 3-4 등급, 매염포가 2-3 등급으로 산과 알칼리에 의해 염색포의 색상이 영향을 받는 것으로 나타났다. 전반적으로 무매염포가 매염포에 비해 변퇴의 정도가 덜한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 염색직물이 피부에 직접 접하는 내의용 소재로 활용보다는 외의용 소재로 적합함을 알 수 있으며 향나무 심재 열수 추출물 염색직물의 땀 견뢰도를 증진 시킬 수 있는 연구가 필요한 것으로 사료된다.

3.3 염색포의 기능성

3.3.1 자외선 차단성

향나무 심재 열수 추출물을 이용한 면, 견 염색포의 자외선차단성 평가결과를 Table 8에 나타났다. 면직물과 견직물 미처리 백포는 서로 두께 및 직조가 다르고 섬유질의 성질이 다르기 때문에 자외선 차단율이 각각 다르게 나타난다.

면 백포의 경우 UV-A 차단율이 71.8%, UV-B 차단율이 82.1%이며 견 백포의 경우 UV-A 차단율이 58%, UV-B 차단율이 75.8%로 견 백포의 자외선 A, B의 차단율이 면 백포보다 월등히 낮은 것을 볼 수 있다. 또한 염료 농도가 높을수록 K/S 값이 증가하여 면, 견 염색포의 UV-A, UV-B 차단율이 증가하였다. 그러나 면, 견 섬유의 염료와의 친화성이 각각 달라 염착량이 매우 큰 차이를 보였기 때문에 면 염색포의 경우 견 염색포 보다 월등히 낮아 염색포의 자외선 차단율 평가 결과에서는 견 염색포가 우수하게 나타났다. 일반적으로 알려진 바와 같이 진한 색이 옅은 색에 비하여 자외선 차단능성이 크게 나타나는 것을 고려해 볼 때¹⁹⁾ 자외선 차단율의 우수성은 염착량의 정도에 직접적인 연관이 있는 것으로 보인다.

자외선조사가 천연염색 직물의 색상 및 역학적 특성에 미치는 영향에 대한 연구¹⁸⁾에서 폴리페놀의

Table 9. Deodorant abilities of cotton and silk fabrics dyed with hot-water extracts from *Juniperus chinensis* heartwood (80°C, 30min)

Fabric	Dye conc. (% o.w.b)	K/S value	Deodorization rate (%)
Cotton	Untreated	0.056	29.0
	0.5	0.69	68.2
	1	1.15	79.2
Silk	Untreated	0.03	69.0
	0.5	4.66	90.2
	1	6.67	94.4

탄닌 기본구조를 지닌 염색포는 자외선에 의해 색상이 진행되는 것으로 확인되었으며 염색직물의 물성을 일정시간 유지시켜줄 수 있다는 결과를 바탕으로 볼 때 향나무 심재 열수 추출물 염색포의 K/S 값이 일광 및 산소 등에 노출될수록 일정시간까지 지속적으로 증가하여 자외선차단성이 증진될 것으로 보인다. 또한, 일광에 의해 황변 되고 광취화가 일어나는 특성을 지닌 견섬유는 향나무 심재 열수 추출물 염색에 의해 장시간 자외선에 노출될 경우 본래의 물성을 유지할 수 있는 기능을 겸할 것으로 보인다. 천연염제가 지닌 단점 중의 하나가 염색직물의 광 견뢰도가 약한 점에서는 향나무심재 열수 추출물 염색직물이 일광에 의해 갈변화 되어 색상이 진행되는 경향을 지녔으므로 자외선차단용 기능성 직물로 활용할 수 있는 것으로 보인다.

3.3.2 소취성

향나무 심재 열수 추출물을 이용한 면, 견 염색포의 소취성을 평가를 위한 시료는 매염제가 미치는 영향을 배제하기 위해 미처리 백포와 무매염포를 대상으로 평가하였으며 색소의 농도에 따른 차이를 확인하고자 0.5%(o.w.b), 1%(o.w.b) 농도로 각각 염색 처리하여 평가한 결과를 Table 9에 나타냈다. 결과를 살펴보면 미처리 백면포의 소취율이 29%에서 0.5% 농도 염색포가 69.2%, 1% 농도 염색포가 79.2%로 나타나 염착량이 높을수록 소취율이 높아지는 것으로 확인되었다. 견염색포의 경우는 미처리 백포의 소취율이 69%로 미처리 면백포보다 월등히 높았으나 0.5% 농도염색포의 소취율이 90% 이상, 1% 농도 염색포가 95% 가까이로 높은 소취율을 나타냈다. 향나무 심재 열수 추출물의 색소는 플라보노이드계의 수용성 폴리페놀을 주성분으로

하는 탄닌계 색소로⁵⁾ 염착량이 증가할수록 항균, 소취능력을 가진 폴리페놀성분이 증가하여 소취성이 높아진다²⁰⁾. 면 염색포는 0.5% 농도 염색포의 K/S 값이 0.69, 1% 농도 염색포의 K/S 값이 1.15로 같은 농도로 처리한 견 염색포의 K/S 값이 1.56, 1% 농도 염색포 K/S 값이 1.56로 더 높게 나타났고 소취성도 높은 것을 고려해 볼 때 면 처리농도를 높게 하여 염색포의 염착량을 증가시킬 경우 소취율을 더 높일 수 있을 것으로 사료된다.

3.3.3 항균성

향나무 심재 열수 추출물을 이용한 면, 견 염색포의 황색포도상구균, 폐렴균에 대한 항균성평가 결과를 Table 10에 나타내었다. 황색포도상구균은 정상인 피부 분포 25%에서 검출되며 아토피 피부염이 있는 소아와 어른은 78-100%의 높은 비율로 검출되는데, 아토피 피부염 병변부의 진물과 황색포도상구균(*S. aureus*)과는 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다²¹⁾. 또한 황색포도상구균은 여드름을 유발시키는 주 원인균이다^{22,23)}. 미처리 면포의 경우는 균 감소율이 전혀 보이지 않았으나 K/S 값이 0.69인 0.5% 농도의 염색포의 경우에도 99.9%의 항균효과를 비롯해 모든 시료에서 같은 결과를 보여 항균기능성 염료로의 활용이 기대된다. 이러한 결과는 향나무심재의 성분 중에 탄닌의 성분이 열수에 의해 추출되어 시료에 염착되었기 때문에 이와 같은 항균기능성을 나타낸 것으로 보인다. 탄닌은 수증에서 가열할 때 열수에 의해 용출이 잘되는 것으로 알려져 있으며 항균기능성이 있는 물질로 알려져 있다²⁰⁾.

폐렴균은 면염계가 저하된 사람에게 감염이 잘되며 병원 내 균은 주로 폐렴간균으로 그람 음성 간균

Table 10. Antimicrobial abilities of cotton and silk fabrics dyed with hot-water extracts from *Juniperus chinensis* heartwood against *Staphylococcus aureus* and *Kiebsiella pneumoniae* (80°C, 30min)

Fabric	Dye conc. (% o.w.b)	<i>Staphylococcus aureus</i>			<i>Kiebsiella pneumoniae</i>		
		0(hr)	18(hr)	Reduction of bacterial (%)	0(hr)	18(hr)	Reduction of bacterial (%)
	Blank	2.9×10 ⁴	4.5×10 ⁶	-	2.4×10 ⁴	4.4×10 ⁷	-
Cotton	0	2.9×10 ⁴	8.1×10 ⁶	0	2.4×10 ⁴	4.8×10 ⁷	0
Silk	0	2.9×10 ⁴	9.2×10 ⁵	79.6	2.4×10 ⁴	3.9×10 ⁷	11.4
	Blank	1.9×10 ⁴	2.3×10 ⁶	-	2.5×10 ⁴	1.6×10 ⁷	-
Cotton	0.5	1.9×10 ⁴	7.8×10 ²	99.9	2.5×10 ⁴	4.9×10 ⁶	69.4
	1	1.9×10 ⁴	7.2×10 ²	99.9	2.5×10 ⁴	4.7×10 ⁶	70.6
Silk	0.5	1.9×10 ⁴	7.8×10 ²	99.9	2.5×10 ⁴	6.0×10 ⁴	99.6
	1	1.9×10 ⁴	5.8×10 ²	99.9	2.5×10 ⁴	7.4×10 ³	99.9

이다²⁴⁾. 향나무 심재 열수 추출물 면, 견 염색포의 폐렴균에 대한 항균성평가 결과를 살펴보면, 면직물은 향나무 심재 열수 추출물 염색처리에 의해 폐렴균에 대한 항균성 수치가 증가하였으나 0.5%, 1%(o.w.b) 농도 염색포 모두 70%내외의 항균율을 보였다. 견 염색포의 경우 0.5%, 농도 염색포의 항균율이 99.9%, 1% 농도 염색포의 항균율이 99.9%로 우수한 결과를 보였다.

4. 결 론

1. 향나무심재 열수 추출물을 면, 견직물에 염색한 결과 면, 견 염색포는 황갈색계열의 색상을 나타냈다. 면 염색포는 염액농도의 증가에 따라 일정 농도까지 염착량이 계속 증가하였고 염착량의 변화곡선 형태는 Freundlich의 등온흡착곡선과 유사한 형태로 나타났다. 면 염색포의 염착량은 염색 시간과 염욕의 온도의 변화에는 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. pH 8이상에서는 염착량이 감소하였으며 매염제의 종류에 따른 염색포의 표면색상이 다양하게 나타났다. 견 염색포의 염착량은 면 염색포 보다 우수하였고 염액의 농도, 염색시간, 염욕온도가 증가함에 따라 증가하였다. 염착량의 변화곡선 형태는 Langmuir의 등온흡착곡선과 유사한 형태로 나타났다. pH 증가에 따라 염착량이 낮아지나 pH 8까지는 적색 기미가 증가하였으며 매염제에 따라 다양한 색상

이 발현되었다.

- 향나무심재 열수 추출물 면, 견 염색포의 견뢰도 평가결과 염색포의 색상이 세탁, 일광 및 땀에 의해 변화를 나타내 세탁, 일광 및 땀견뢰도는 비교적 낮게 나타났다. 마찰견뢰도는 비교적 우수한 것으로, 드라이클리닝견뢰도는 철매염 면 염색포 이외에는 모두 우수한 견뢰도를 지닌 것으로 나타났다.
- 향나무심재 열수 추출물 염색 면, 견직물의 자외선 차단성과 소취성은 염착량이 높을수록 우수한 것으로 확인되어 염료의 염착량 정도와 밀접한 연관이 있는 것으로 나타났다.
- 황색포도상구균과 폐렴균에 대한 항균성 평가 결과, 황색포도상구균에 대해서는 면, 견 염색포 모든 시료에서 99.9%의 항균효과를 나타냈으며 폐렴균에 대해서는 염착량이 낮은 면 염색포에서는 69.4%~70.6%의 낮은 항균도를, 염착량이 우수한 견 염색포에서는 99.6%~99.9%의 항균도를 나타냈다.

이상과 같이 향나무 심재의 열수추출에 의한 수용성색소는 염색조건 및 매염제에 따라 다양한 색상을 발현할 수 있는 갈색계 다색성 염료로 확인되었다. 이를 실생활에 활용하기 위해 염료 농도, 매염제의 종류 및 매염 농도를 변화시켜 염색하면 다양한 색상을 발현시킬 수 있는 것으로 나타났다.

pH에 의해 염색색상이 변화하는 것과 마찬가지로 드라이클리닝 건뢰도가 우수한 결과를 바탕으로 향나무 심재 추출물 염색직물을 물세탁할 경우에는 일반 알칼리 성분의 세제보다는 중성세제를 이용하고 건 세탁 시에는 드라이클리닝을 하면 염색직물의 색상이 안정적이며 실용적인 직물로 활용이 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NO. 2011-0013869).

References

1. C. Kim and Y. Shin, Eco-printing Using Chitosan and Natural Colorants(2), *Textile Coloration and Finishing(J. Korean Soc. Dye. and Finish.)*, **23**(3), 169(2011).
2. E. Im, H. Lee, and C. Han, Dyeability and Functionality of Silk Fabrics Dyed with *Jeju scorica*, *Textile Coloration and Finishing(J. Korean Soc. Dye. and Finish.)*, **23**(3), 187(2011).
3. M. J. Yu, S. Y. Lee, S. H. Jo, and Y. Park, Antimicrobial Activity and Antioxidative Effects of *Juniperus chinensis* and Protective Effects on Human HaCaT Keratinocyte, *Korean J. Aesthetics and Cosmetology*, **8**(2), 107(2010).
4. Y. C. Song, Antioxidant Components from the Heartwood of *Juniperus chinensis* and their Anticholinesterase Activities, Ph.D, Thesis, Woosok University, 2002.
5. K. Y. Nam and J. S. Lee, Characteristics and Dyeability of *Juniperus chinensis* Extracts, *Korean J. Human Ecology*, **21**(5), 989(2012).
6. Y. S. Shin and H. Choi, Characteristics and Dyeing Properties of Green Colorants(Part III)-Dyeing Properties of Cotton with Green Colorants, *J. Korean Society of Clothing and Textiles*, **23**(4), 510(1999).
7. The Korean Federation of Science and Technology Societies, "Dictionary of Scientific and Technical Terms", Academybooks, Seoul, p.746, 2009.
8. S. J. Byun, Color Characteristics and Properties of the Fabrics Dyed with *Persimmon Juice*, *Chonnam National University Art J.*, **7**, 1(2006).
9. Y. Shin and H. Choi, Characteristics and Dyeing Properties of Green Colorants(Part II)-Dyeing Properties of Silk with Green Colorants, *J. Korean Society of Clothing and Textiles*, **23**(3), 385(1999).
10. The Korean Federation of Science and Technology Societies, "Dictionary of Scientific and Technical Terms", Academybooks, Seoul, pp.1015-1016, 2009.
11. J. S. Bae, Fabric Dyeing with Indigo *Japanese Pagoda Tree* for Color Mixture(I)-Treatment on Cellulose Fabric-, *Textile Coloration and Finishing(J. Korean Soc. Dye. and Finish.)*, **21**(2), 29(2009).
12. K. Y. Nam and J. S. Lee, Dyeability and Functionality of Catechu(PartI)-Characteristics of Catechu and Dyeing Properties of Cotton-, *Korean J. Human Ecology*, **19**(4), 699(2010).
13. M. R. Han, Natural Dyeing of Fabrics with Guava(*Psidium guajava L.*) Leaf Extract, Ph.D. Dissertation, Kyungsoong University, 2011.
14. Y. S. Lee, Dyeing and Functional Property of Fabrics Dyed with *Glycyrrhizae radix* Extract, Ph.D. Thesis, Busan National University, 2008.
15. K. R. Cho, Characteristics and Dyeing Properties of Arrowroot Leaves Colors, *J. Korean Society of Clothing and Textiles*, **15**(3), 281(1991).
16. I. S. Kang, H. S. Song, H. S. Yu, J. S. Lee, and H. W. Jung, "Understanding of the Dyeing", Kyomunsa, Seoul, p.179, 2001.
17. K. Y. Nam and J. S. Lee, Dyeability and Functionality of *Chaenomeles Fructus* Extract, *J. Korean Society for Clothing Industry*, **14**(3), 47(2012).
18. K. Y. Nam and J. S. Lee, Effect of UV Irradiation on the Color and Mechanical Property of Catechu Dyed Fabrics, *Korean J. Human Ecology*, **20**(5), 1009(2011).
19. J. D. Kim, I. S. Kim, and T. S. Choi, UV-Shielding Fibre, *J. Korean Fiber Society*, **29**(2), 85(1992).
20. B. Han, A Study on Physiology Activity of the w/o/w Multiple Emulsion Containning Polyphenol and Stability, M.S. Thesis, Daegu Haany University, 2007.

21. M. R. Kim, S. E. Woo, S. O. Shin, and S. M. Hong, A Study on the Distribution of *Staphylococcus aureus* in Atopic Dermatitis, *J. Society of Cosmetic Scientists of Korea*, **32**(2), 93(2006).
22. H. R. Ban, The Role of *Staphylococcus aureus* Colonization and Staphylococcal Enterotoxin in the Pathophysiology of Atopic Dermatitis, M.S. Thesis, Ulsan University, 2008.
23. J. W. Sul, Antimicrobial Activity of Propolis Extracts and Tea Tree Oil against Pathogens relate to Acne, M.S. Thesis, Kangwon National University, 2010.
24. H. Y. Choi, "Microbiology", Academybooks, Seoul, p.209, 2004.