



키토산과 탄닌처리에 의한 황련염색직물의 염착거동 변화

류수진 · 배현숙[†]

창원대학교 의류학과

Changes in the Adsorption Behavior of *Coptidis Rhizoma* Dyed Fabrics by Chitosan and Tannin Treatment

Soo Jin Ryu and Hyun Sook Bae[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Changwon National University; Changwon, Korea

Abstract : The natural dye product market is expanding due to the recent interest in environmentally friendly products. This study examines dyeing using natural *Coptidis Rhizoma*. Chitosan and Tannin was treated to improve dyeability of *Coptidis Rhizoma* after finding the proper dyeing condition. In addition, dyeing characteristics were compared according to mordant types along with the mordanting methods for dye fixing and color change. The results indicated that the optimum dyeing condition was to treat the concentration of 5% (o.w.b.) at 80°C for 90 minutes. By the chitosan and tannin treatments, K/S value of cotton fabrics by 3 times and those of wool fabrics by 2 times increased and color deeping of dyed fabrics was achieved after 2 cycles repetition. To improve dyeability, iron mordanting was most effective; in addition, the K/S Value of pre-mordanting fabrics versus post-mordanting fabrics increased the most. The color of the surface was changed to reddish yellow when Sn, Cu mordanting, and to greenish blue when Fe mordanting. The lightfastness of dyeing fabric with mordanting was weak at 1-2 grades, but the washing fastness was good for 4 grades and the rubbing fastness and sweat fastness were as good as those of the 3-4 grades. As a result, this study could help improve the dyeability of expensive *Coptidis Rhizoma*.

Key words : *Coptidis Rhizoma* (황련), Chitosan (키토산), Tannin (탄닌), Adsorption Behavior (염착거동)

1. 서 론

최근 인간의 삶의 질이 향상됨에 따라 웰빙과 로하스(LOHAS) 라이프 스타일이 확산되었고, 이는 친환경 제품에 대한 관심으로 이어졌다(Lee et al., 2010). 이러한 경향으로 자연에서 얻은 염료로 염색하여 환경친화적이며 피부질환 등 인체에 악영향을 미치지 않는 천연염색 제품 시장의 전망이 확대되고 있는 추세이다(Lee & Chung, 2010).

천연염료는 식물, 동물, 광물, 미생물 등으로부터 얻을 수 있으며, 가장 많이 사용되는 식물성 천연염료는 단색성 염료(monogenetic color)와 여러 가지 매염제와의 결합으로 다양한 색을 만들어 낼 수 있는 다색성 염료(polygenetic color)로 구

분할 수 있다. 본 연구에서 사용되는 단색성 염료인 황련(라틴명: *Coptidis Rhizoma*)은 미나리아재비과에 속하는 여러해살이 초본식물로서 한국, 중국, 일본에 분포하며, 가을에 뿌리줄기를 채취하여 사용한다(Choi, 2008). 황련의 주요 색소성분은 식물 염기 가운데 이소퀴놀린(isoquinoline)계 알칼로이드(alkaloid)인 베르베린(berberine)인데 색소함량이 커 염색성이 좋으며(Cho, 2009), 염기성 염료이므로 단백질 섬유에 염색이 용이하다. 그러나 셀룰로오스 섬유인 면섬유에는 염색이 어려우며, 천연염료는 섬유고분자와 결합력이 약하므로 섬유와 염료간의 물리적 결합력을 촉진시키기 위하여 금속 매염제를 사용하게 된다.

매염제는 인체에 유해하게 작용할 수 있으며, 섬유 물성을 저하시킬 뿐만 아니라 염색 후 버려지는 폐수로 인하여 환경오염이 야기될 수 있다(Choi & Jeon, 2003). 그러므로 금속 매염제의 사용을 줄이기 위해 섬유고분자와 이화학적 친화성을 가지며, 천연염료와도 친화력이 있어서 염색 효과를 높일 수 있는 물질로서 키토산의 사용가능성을 생각해볼 수 있다(Kwak & Lee, 2008a).

키토산은 지구상에서 셀룰로오스 다음으로 풍부한 천연고분자이고, 환경오염과 자연고갈이라는 문제에 직면한 오늘날의 자원으로 재활용할 수 있는 유용한 물질이다(Xu et al., 1996).

[†]Corresponding author; Hyun Sook Bae

Tel. +82-55-213-3492

E-mail: hsbae@changwon.ac.kr

© 2018 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

키토산은 폴리아민이므로 금속이온이 키토산에 흡착되어 금속 매염제 역할을 하거나, 매염제가 염료에 흡착되는 과정을 도와 천연염료에 대한 친화성이 높게 나타난다(Kang, 2002). 뿐만 아니라, 셀룰로오스 섬유에의 염착성 증진에도 효과가 있으며(Shin & Yoo, 1995), 인체 안전성이 있는 물질이다. 그리하여 천연염색시 키토산을 사전 처리함으로써 금속매염제의 사용 효과를 높이거나 금속매염제 대신 천연매염제로 사용하기도 한다(Kang, 2002; Kim et al., 2003). 따라서 염기성 염료인 황련을 이용한 염색 전 키토산 처리로 섬유와 천연염료 간의 염착성 향상에 기여할 것으로 생각된다.

탄닌(tannin)은 나무의 잎이나 껍질, 곡식, 과일 등에 널리 분포하는 수용성 폴리페놀 화합물이며(Wu et al., 2004), 유기성의 복잡한 조성을 가지는 성분으로 식물이 병들지 않게 보호하는 역할을 한다. 탄닌은 염기성 염료의 매염제 등으로 이용되어 왔는데, 면직물이나 견직물에 대한 친화력이 크고, 분자량이 큰 탄닌의 경우, 양모 직물에도 우수한 친화력을 가지고 있다(Jeon et al., 2006). 염색 직물의 견뢰도 향상을 위해 염기성 염료의 고착이 어려운 식물성 섬유에 염색 전에 탄닌 처리를 하면 염기성 색소와 탄닌이 불용성 복합체를 형성하여 섬유와의 친화성을 높임으로써 염색성 향상을 기대할 수 있다. 또한 동물성 섬유의 경우, 선명하게 노란색으로 염색이 되지만 일광견뢰도가 좋지 못한데, 양이온성기인 베르베린 색소와 양모 섬유의 음이온성기 간에 형성되는 이온결합이 일광에 의해 쉽게 끊어지기 때문에 탄닌 처리 시 색소와의 복합체 형성으로 광퇴색 억제 효과를 기대해볼 수 있다(Eom et al., 2000).

따라서 본 연구에서는 친환경 소재인 천연염료로서 황련을 사용하여 천연섬유인 면과 양모직물에 염색하여 염색조건을 설정하고, 천연염료의 염착 효율을 높이기 위하여 섬유와 염료 모두 친화성이 좋은 천연고분자 화합물인 키토산을 처리하고 견뢰도 향상을 위해 탄닌을 처리한 후, 염료의 고착과 색상 변화를 위해 매염제들을 사용하고, 매염 방법에 따른 염색 특성을 비교한다. 아울러 황련 염색 직물의 염색견뢰도(세탁, 마찰, 일광, 땀견뢰도)를 평가하고자 한다.

2. 실험

2.1. 시료 및 시약

2.1.1. 시료

시료는 한국의류시험연구원 염색견뢰도 시험용 첨부 표준 백면포(KS K 0905)와 백모포(KS K ISO 105)를 사용하였으며,

Table 1. Characteristics of fabrics

Fabric	Weave	Thickness (mm)	Fabric count (Threads/inch)		Weight(g/m ²)
			Warp	Weft	
Cotton 100%	Plain	0.22	104	82	120
Wool 100%	Plain	0.35	56	48	128

그 특성은 Table 1과 같다.

2.1.2. 염제 및 색소 추출

염제는 시판 중국산 황련을 잘게 잘라 분말로 만들어 염액을 증류수로 추출하였고, 염제를 90°C에서 2시간 추출한 뒤 폴리에스테르 여과포로 불순물을 걸러 증류수를 첨가하여 소정 농도의 염액을 만들어서 염색원액으로 사용하였다.

2.1.3. 시약

매염제로는 aluminium potassium sulfate dodecahydrate (AlK(SO₄)₂·12H₂O), stannic(II) chloride anhydrous(SnCl₂), iron(II) sulfate heptahydrate(FeSO₄·7H₂O), copper(II) acetate monohydrate(CH₃COO)₂Cu·H₂O를 사용하였으며, acetic acid (CH₃COOH) 등은 모두 1등급 이상의 시약을 사용하였다.

2.2. 실험 방법

2.2.1. 염제 성분 분석

1) UV-VIS 측정

염액의 농도별 흡광도를 살펴보기 위해 UV-VIS Spectrophotometer(T-60, UK)를 사용하여 염액의 농도가 1, 3, 5, 7%(o.w.b.)인 용액을 0.5%(v/v)로 희석시켜 300~700nm 파장에서 농도별 흡수 스펙트럼과 최대 흡수파장에서의 흡광도를 살펴보았다.

2) FT-IR 측정

분말화한 황련의 주 색소 성분에 대한 구조적 특성을 살펴보기 위하여 FT-IR Spectrophotometer(4200 type A)를 사용하여 KBr pellet법으로 측정하였다.

2.2.2. 키토산 처리

키토산은 (주)켄바이오로부터 공급받아서 사용하였고, 그 특성은 Table 2와 같다.

직물에서의 키토산 처리는 1%(v/v) 아세트산 수용액에 키토산을 1%(w/v) 농도로 용해시켜 키토산 용액을 제조하여 사용하였다. 제조된 키토산 용액에 시험포를 30분간 침지시킨 후 mangle에 통과하여 키토산 용액의 wet pick up이 100±2%가 되도록 하였고, 키토산 처리포는 흐르는 물로 충분히 수세한 뒤 예비 건조 후 120°C에서 3분간 열처리하였다.

Table 2. Characteristics of chitosan

Particle condition	Powder
Degree of deacetylation	95.0%
Particle size	80 mesh
Average molecular weight	3.0×10 ⁵
Viscosity(in 1% acetic acid)	36 cps
Moisture content	6.0%
Residue on ignition	0.13%

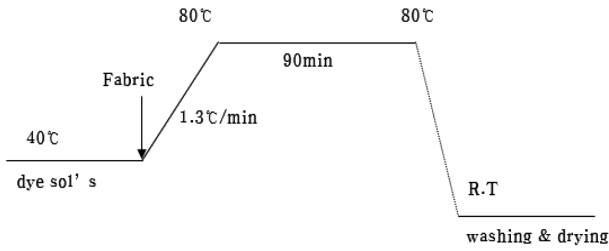


Fig. 1. Dyeing process of cotton and wool fabric with *Coptidis Rhizoma*.

2.2.3. 탄닌 처리

탄닌 처리는 가수분해형 탄닌(C₇₆H₅₂O₄₆, MW: 1701.23)인 탄닌산(tannic acid)을 (주)삼진순약공업으로부터 공급받아 사용하였다. 5%(o.w.f.) 농도의 탄닌 용액에 키토산 처리포를 넣고 액비 50:1로 온도 70°C에서 1시간 동안 처리한 뒤, 충분히 수세하고 실온에서 자연건조하였다.

2.2.4. 염색 및 매염 처리

1) 염색

최적의 염색 조건을 찾기 위해 염색원액의 액비를 50:1로 하여 염색 온도(40~90°C), 염색 시간(30~120분) 및 염액 농도(1~5% o.w.b.)별로 항온진탕기에서 염색을 실시하였으며, 최적의 염색 조건 설정 후 염색 과정은 Fig. 1과 같다.

2) 매염

매염은 매염제(Al, Sn, Fe, Cu) 4가지를 사용하여 액비 50:1로 매염제 농도 5%(o.w.f.), 매염 온도 50°C, 매염 시간 30분의 조건으로 항온진탕기에서 처리하였다. 매염 방법은 선매염(매염-수세-건조-염색-수세-건조, Pre mordanting) 및 후매염(염색-수세-건조-매염-수세-건조, Post mordanting)으로 실시하였다.

2.2.5. 염착량 및 표면색 측정

염색 직물의 염착량을 살펴보기 위해 적분구가 부착된 UV-VIS Spectrophotometer(V-670, Japan)를 사용하여 D 광원, 10° 시야의 조건에서 최대흡수파장(λ_{max}=350nm)의 표면반사를로부터 Kubelka-Munk식에 의해 K/S 값을 구하여 이를 염착량으로 평가하였다.

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

where, K : Absorption coefficient

S : Scattering coefficient

R : Reflectance coefficient(λ_{max}=350nm)

또한, 염색 및 매염제 처리후 염색 직물의 표면 색상 변화를 살펴보기 위하여 Chromameter(CR-400, Minolta, Japan)를 사용하여 CIELAB 색공간의 L*, a*, b*와 H V/C를 측정하였고, 다음 식과 같이 염색 전 시료와 염색 직물의 색차(ΔE)를 산출

하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

$$\Delta L^* = L_1 - L_2$$

$$\Delta a^* = a_1 - a_2$$

$$\Delta b^* = b_1 - b_2$$

2.2.6. 염색견뢰도 측정

세탁견뢰도는 KS K ISO 105-C06: 2012에 의거하여 마찰 견뢰도는 KS K 0650: 2011에 의거하여 크로크미터법(Crockmeter method)로 측정하였으며, 일광견뢰도는 KS K ISO 105-B02: 2010에 준하여 측정된 뒤, 광 조사 전 시료와 의 색차를 표준 청색 염포(blue scale)로 비교하였고, 땀견뢰도는 KS K ISO 105-E04: 2010에 준하여 산과 알칼리용액에서 변퇴색 판정용 스케일(Gray scale for color change)과 이염 판정용 스케일(Chromatic transference scale)로 비교하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 염재의 특성 분석

3.1.1. UV-VIS Spectrum

황련 세질 분말의 농도별(1, 3, 5, 7%) 열수 추출액을 여과한 뒤 염액을 희석시켜 UV-VIS 흡수 스펙트럼을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 이에 의하면 340~350nm 부근에서 최대 흡수파장을 보이고 있고, 415~425nm 부근에서 약한 흡수피크가 나타났으며, 500nm 이상에서는 가시광선의 흡수가 거의 일어나지 않았다. 이로써 황련 염액의 색소가 베르베린임을 확인할 수 있었고, 황련 추출액은 적색과 녹색 파장의 빛을 거의 흡수하지 않아 황색계열임을 나타내고 있다.

한편, 황련 추출액의 농도별 UV-VIS 흡수 스펙트럼은 염액 농도와 관계없이 유사한 경향을 보였으며, 추출액의 농도가 증가할수록 최대흡수파장에서의 흡광도도 증가하고 있음을 알 수 있다. 그러나 염재의 양을 늘릴수록 황련 추출액의 농도는 증가하지만 염액 농도가 7%일 경우 용액의 점도가 증가하였고,

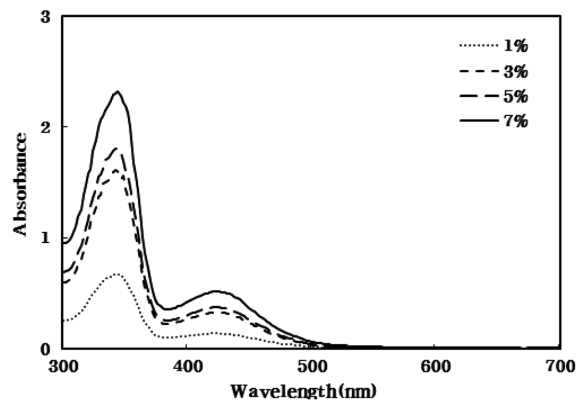


Fig. 2. UV-VIS spectra of *Coptidis Rhizoma* extracts.

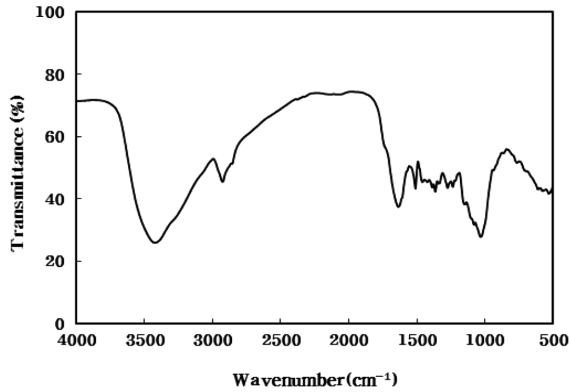


Fig. 3. FT-IR spectrum of *Coptidis Rhizoma*.

불순물도 많이 생겼다. 그러므로 고가의 염재인 황련 염액은 적정 농도의 염액을 사용하는 것이 효과적인 것으로 생각된다.

3.1.2. FT-IR Spectrum

황련의 성분을 분석하기 위해 황련 세절 분말의 FT-IR 스펙트럼을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 3421cm^{-1} 부근에서 색소에 존재하는 hydroxy group에 의해 넓은 흡수피크를 보이고 있고, 1500cm^{-1} 부근에서 1개의 피크를 가지는 알켄 화합물과 구분되는 $\text{C}=\text{C}$ 신축 진동인 1635cm^{-1} 와 1508cm^{-1} 에서 2개의 피크를 보여 방향족 화합물의 특성 피크를 가지고 있다. 또한 1234cm^{-1} 부근에서 $\text{C}-\text{O}$ 신축진동 피크를 보여 방향족 에테르 화합물임을 확인할 수 있었고, $\text{N}-\text{H}$ 신축 진동피크는 $3500\sim 3600\text{cm}^{-1}$ 에서 나타나지만, 1273cm^{-1} 와 1031cm^{-1} 근처에서 $\text{N}-\text{H}$ 결합이 없는 3차 아민의 신축진동 피크를 보여 염기성 염료임을 확인할 수 있었다. 이를 통해 berberine, coptisine, palmatine 등의 성분을 함유하고 있는 다양한 방향족 환을 가진 황련의 화학구조와 일치함을 알 수 있다.

3.2. 염색 처리 조건에 따른 염색 특성 비교

3.2.1. 염색 온도에 따른 염색성

염색 온도($40^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$)에 따라 황련 염색 직물의 염색성을 살펴보기 위해 액비는 50:1로 하여 염액 농도를 5%(o.w.b.), 90분간 염색한 뒤, 염착량을 구하였다. Fig. 4에 의하면 양모섬유는 온도가 상승할수록 K/S 값이 상승하여 염착량이 증가하였지만, 면섬유의 경우에는 K/S 값의 변화가 적기 때문에 온도에 따른 염착량의 변화가 크지 않았다. 그런데 90°C 에서 염색 시 직물의 광택이 저하될 뿐만 아니라 직물의 손상도 일부 나타났기 때문에 최적의 염색 온도는 80°C 로 설정하였다.

면직물의 경우 K/S 값이 낮게 나타났는데, 선행연구에 따르면 면직물은 다수의 $-\text{OH}$ 를 가지고 있지만 양모직물의 $-\text{HN}_2$ 보다 천연염료 색소성분과 반응성이 낮으며(Kwak & Lee, 2008b), 염기성 염료인 베르베린의 집적 염착이 어려워 염착성이 낮은 것으로 사료된다(Yong et al., 1999).

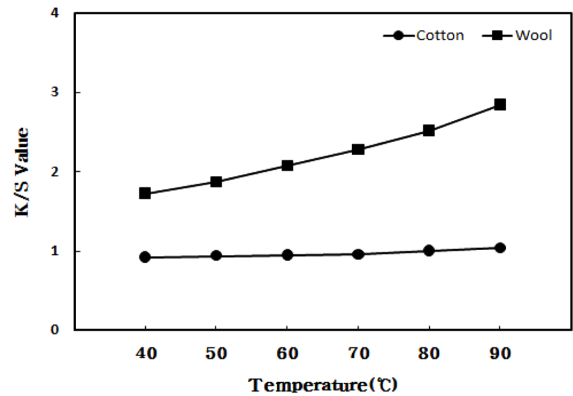


Fig. 4. Effect of dyeing temperature on the dye uptake of fabrics dyed with *Coptidis Rhizoma* extracts(90min).

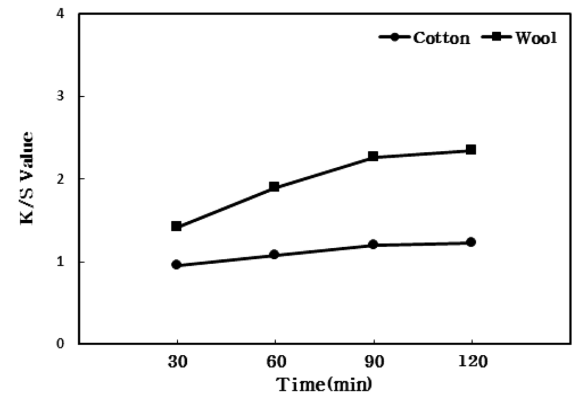


Fig. 5. Effect of dyeing time on the dye uptake of fabrics dyed with *Coptidis Rhizoma* extracts(80°C).

3.2.2. 염색 시간에 따른 염색성

황련 추출액의 액비는 50:1로 하여, 농도를 5%(o.w.b.), 80°C 에서 염색시간(30, 60, 90, 120분)을 변화시켜 염색을 진행하였다. Fig. 5에 의하면 염색 시간이 증가함에 따라 양모 직물의 K/S 값은 증가하였으나, 면직물의 K/S 값은 변화가 적었다. 염색 시간이 90분을 넘길 경우 섬유의 종류에 무관하게 K/S 값의 변화가 적어 염착량의 증가가 적으므로 경제적인 측면을 고려하여 염색 시간을 90분으로 설정하였다.

3.2.3. 염액 농도에 따른 염색성

황련 추출액의 농도에 따른 염색성을 살펴보기 위해 염액의 농도(1~7%)를 변화시켜 액비는 50:1로 80°C 에서 90분간 염색한 결과는 Fig. 6와 같다. 이에 의해 염액 농도가 증가함에 따라 두 직물 모두 K/S 값이 증가하여 양모직물의 염착량이 되었다. 황련 추출액의 흡수 스펙트럼에서 나타난 바와 같이 흡광도는 염액 농도 7%에서 가장 높았으나, 실제 염색 시 염액 농도 5% 이상에서 K/S 값의 변화폭이 적어 경제적인 측면을

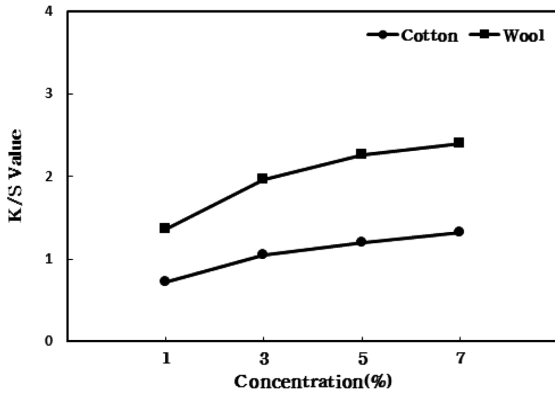


Fig. 6. Effect of dyeing concentration on the dye uptake of fabrics dyed with *Coptidis Rhizoma* extracts(80°C, 90min).

고려하여 염액의 농도를 5%로 설정하였다.

3.3. 키토산과 탄닌 처리에 따른 염색 특성 비교

3.3.1. 키토산과 탄닌 처리 효과

단백질 섬유와 셀룰로오스 섬유에 염기성 염료인 황련의 염착성을 향상시키기 위해 키토산과 탄닌 처리 후 황련의 염색성에 미치는 영향을 알아보았다. 이때 키토산과 탄닌 미처리, 키토산 단독 처리, 탄닌 단독 처리, 키토산과 탄닌 처리된 염색 직물의 K/S 값을 비교한 결과는 Fig. 7에 나타내었다.

이에 의하면 키토산 처리 전 두 직물의 K/S 값이 차이가 났는데, 이는 면직물에 염기성 염료인 황련의 고착이 어렵기 때문이다. 면직물에는 다수의 -OH기가 있으나 양모직물에는 반응성이 높은 -NH₂기가 있어서 면직물보다 천연염색이 더 용이하기 때문이다. 키토산은 키틴의 탈 아세틸화 과정에서 셀룰로오스 분자구조 중 -OH기 한 개가 반응성이 더 큰 -NH₂기로 바뀐 것이므로 면직물에 키토산 처리 시 양모직물의 -NH₂기가 염색에 관여하는 것과 같은 역할을 하여 염착성을 향상시킨 것으로 생각된다.

탄닌은 면섬유에는 염기성 염료의 고착을 위해 양모섬유에는 염색친화력 향상과 방염효과 부여 등의 성능 개선을 위해 사용되고 있다. 염색 전에 탄닌 처리를 하면 직물 표면에 커다란 복합체가 형성되고 비결정영역이 증대되어 염료 확산이 용이해지고 알칼로이드계 색소와 직물 표면의 탄닌이 불용성 복합체를 형성함으로써 섬유에의 친화성이 증대되기 때문에 염착성이 향상된 것으로 보여진다.

그리하여 염색 전 탄닌 단독 처리에 의한 황련의 염색성과, 키토산 단독 처리 시의 황련의 염색성을 비교한 결과 K/S 값의 증가로 염착성이 향상됨을 알 수 있었다. 그리하여 키토산과 탄닌을 모두 처리한 염색 직물의 K/S 값이 두 직물 모두 가장 증가하였고, 이는 키토산과 탄닌을 각각 단독 처리 시보다 서로 시너지 효과가 발생하여 염착성의 향상에 기여한 것으로 생각된다.

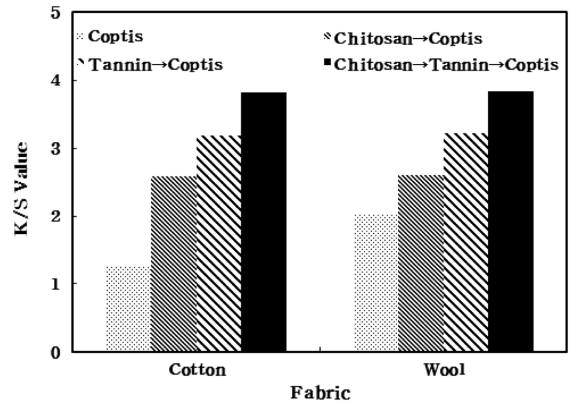


Fig. 7. Effect of chitosan and tannic acid treatment on the dye uptake of fabrics.

3.3.2. 반복 염색에 따른 염색성

키토산과 탄닌 처리로 황련의 염착성을 향상시킨 후 반복염색을 통한 염착성 향상과 그 정도를 알아보기 위해 키토산과 탄닌 처리 직물에 액비 50:1로 염액 농도는 5%(o.w.b.), 80°C에서 90분간 1~3회까지 반복 염색한 결과는 Fig. 8과 같다. 두 직물 모두 반복 염색 횟수가 증가할수록 K/S 값이 증가하여 염착성이 증가하는 경향을 보였다. 양모직물은 2회 이상의 염색 시 염착량의 변화가 크지 않았고, 면직물은 3회 반복 염색으로 K/S 값이 점차 증가하여 농색화 경향을 보였다. 그리하여 키토산과 탄닌 처리 황련 염색 직물의 기능성 평가는 염색 효율과 경제성을 고려하여 2회 반복 염색한 직물을 사용하는 것이 적절하다고 생각된다.

3.4. 매염 조건에 따른 염색 특성 비교

3.4.1. 매염제 종류 및 매염 방법에 따른 염색성

천연염색 시 색상다양화와 염착성 증진을 위해 과량의 매염제를 사용할 경우, 인체, 섬유물성, 환경에 악영향을 미치게 된다. 이러한 문제점을 최소화하기 위해 염색 전 키토산과 탄닌

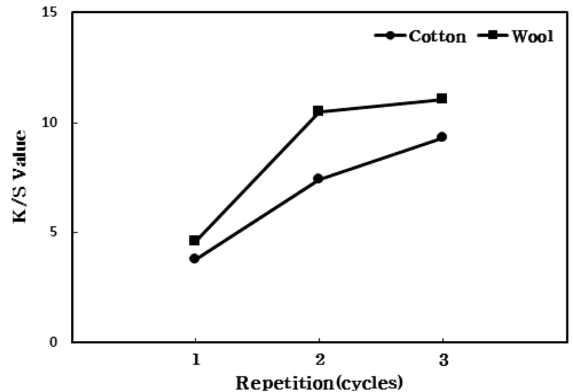


Fig. 8. Effect of dyeing repetition on the dye uptake of fabric dyed with *Coptidis Rhizoma* extracts(80°C, 90min).

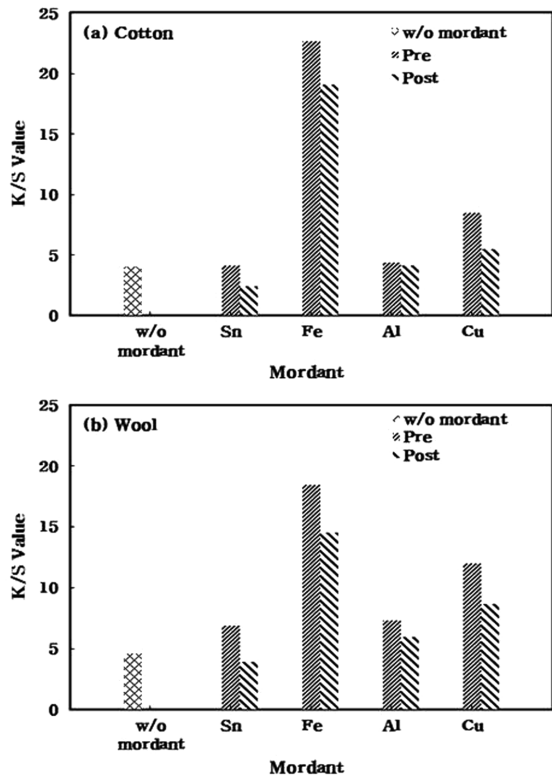


Fig. 9. Effect of mordant types and mordanting method on the dye uptake of fabrics.

처리하여 섬유와 황련간의 결합을 촉진시키고 매염제 종류에 따른 색상의 발현을 살펴보았다. 먼저, Sn, Fe, Al, Cu 매염제를 처리하였고, 매염 방법은 선매염과 후매염으로 50°C에서 30

분간 처리한 후, 최적의 조건으로 염색한 결과를 Fig. 9와 같으며, (a)는 면직물, (b)는 양모직물의 염착량을 나타낸 것이다.

또한 매염제 별 염착성은 직물의 종류와 관계없이 Fe 매염의 K/S 값이 다른 매염 보다 월등히 높아 염착성이 크게 향상되었고, 다음 Cu 매염, Al 매염 순으로 K/S 값이 높게 나타났는데, 매염제가 두 섬유의 표면전하, 염료와 섬유 사이의 결합력을 증대 시켜 염색성에 영향을 미친 것으로 보인다. Sn 매염의 경우 후 매염 시 무매염포에 비해 염착량이 오히려 감소하였다. 이는 염색 전 탄닌 처리가 매염제의 염료 흡착 효율을 높이므로 황련의 색소 성분인 베르베린(=N⁺)을 가진 양이온성 화합물인데 매염제의 금속이온도 양이온이기 때문에 염료의 색소와 매염제 간에 정전기적 반발력이 작용하여 염착량이 감소한 것으로 후매염보다 선매염이 염착성 향상에 효과적인 것으로 생각된다.

3.4.2. 매염제 종류 및 매염 방법에 따른 표면색










Table 3은 면직물의 선, 후매염에 따른 매염제별 표면색의 변화를 나타낸 것이다. 이에 의하면, 매염제의 종류와 관계없이 선매염보다 후매염 시 L*값이 증가하여 색상이 밝아졌고, 색차도 감소하였는데, 염색성이 저하됨을 의미하고 있다. 선매염의 경우, Sn 매염과 Cu 매염 시 reddish yellow(YR) 계열의 색상으로 표면색의 변화를 보이고 있으나, 후매염의 경우, 모두 yellow(Y) 계열이었다. CIE의 a*값의 변화를 살펴보면, Fe 매염을 제외한 Sn, Al, Cu 선매염 시 모두 (+)방향으로 이동하여 reddish 경향을 나타내었다. Sn 매염을 제외한 Fe, Al, Cu 후매염 시 모두 (-)방향으로 이동하여 greenish 경향을 나타내었다.

Table 4는 양모직물의 선, 후매염에 따른 매염제별 표면색의

Table 3. Effect of mordanting method on the surface color of cotton fabrics dyed with *Coptidis Rhizoma* extracts(80°C, 90min)

Fabric	Mordanting method	Mordant	L*	a*	b*	ΔE	H	V/C	Color
Cotton	Pre	w/o mordant	60.66	6.88	42.71	53.97	0.9Y	5.9/6.5	
		Sn	62.86	13.42	51.12	60.29	8.9YR	6.1/8.3	
		Fe	36.60	2.74	11.95	62.32	0.5Y	3.4/1.9	
		Al	58.59	8.31	43.10	55.83	0.4Y	5.7/6.6	
	Post	Cu	52.06	8.27	36.72	56.32	10.0YR	5.0/5.7	
		Sn	72.91	6.98	43.63	47.64	0.4Y	7.1/6.7	
		Fe	42.51	0.53	11.48	54.39	2.9Y	4.1/1.6	
		Al	74.38	4.65	46.09	48.86	1.6Y	7.3/6.9	
		Cu	65.29	5.11	38.18	47.36	1.2Y	6.4/5.7	

Table 4. Effect of mordanting method on the surface color of wool fabrics dyed with *Coptidis Rhizoma* extracts(80°C, 90min)

Fabric	Mordanting method	Mordant	L*	a*	b*	ΔE	H	V/C	Color
Wool	Pre	w/o mordant	63.05	9.63	60.89	59.38	0.9Y	6.1/9.3	
		Sn	65.76	14.38	65.76	63.44	9.5YR	6.4/10.4	
		Fe	45.00	1.27	29.47	51.47	3.5Y	4.4/4.2	
		Al	62.42	8.81	64.30	60.63	1.2Y	6.5/9.7	
		Cu	55.61	9.11	50.43	55.40	0.7Y	5.4/7.7	
	Post	Sn	71.04	7.9	56.8	51.83	1.0Y	6.9/8.7	
		Fe	46.69	-0.02	22.93	47.77	4.0Y	4.5/3.2	
		Al	68.06	5.74	52.07	48.76	1.7Y	6.6/7.8	
		Cu	60.68	6.93	48.47	50.28	1.3Y	5.9/7.3	

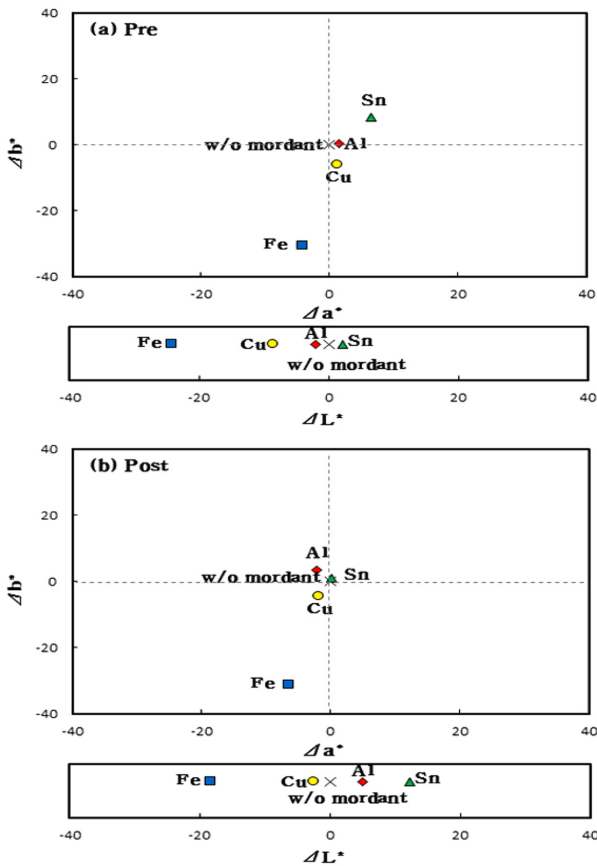


Fig. 10. CIE L*, a*, b* chromaticity diagram of *Coptidis Rhizoma* cotton dyed fabrics treated with mordants.

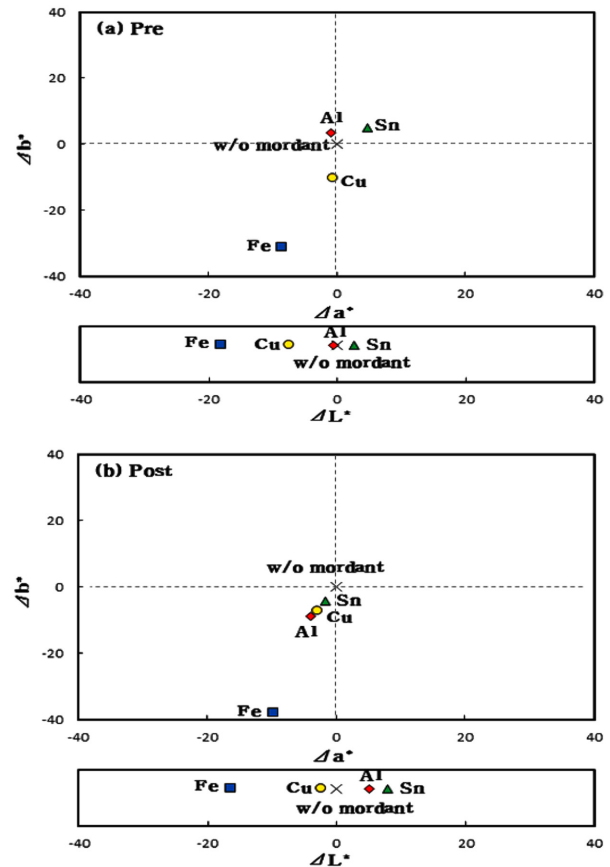


Fig. 11. CIE L*, a*, b* chromaticity diagram of *Coptidis Rhizoma* wool dyed fabrics treated with mordants.

변화를 나타낸 것이다. 이를 보면 면직물과 마찬가지로 매염제의 종류와 관계없이 선매염보다 후매염 시 L*값이 증가해 색상이 밝아졌으며, 색차도 감소하였다. 또한, 선매염의 경우, Sn 매염 시 reddish yellow(YR) 계열의 색상으로 표면색 변화를 보이고 있으나, 후매염의 경우, 모두 yellow(Y) 계열이었다.

한편, 매염제 및 매염 방법에 따른 염색 직물의 표면색 변화를 살펴보기 위해 무매염포를 기준으로 CIE의 색공간에서 측정된 L*, a*, b*값의 차이를 색차표로 Fig. 10과 Fig. 11에 나타내었다. 면직물의 Sn 선매염 시 a*, b*값이 모두 (+)방향으로 이동하여 reddish yellow(YR) 계열로, Fe 매염의 경우, 매염 방법에 관계없이 greenish blue 계열의 색상으로 변하였고, Al, Cu 매염의 경우 매염 방법에 의한 표면색 변화가 크게 나타나지 않았다. 양모직물의 Sn과 Al 선매염의 경우는 무매염에 비해 선매염의 경우 b*값이 (+)방향이었으나, 후매염의 경우 (-)방향으로 이동하여 bluish 경향의 색상으로 나타났고, Fe 후매염 시 greenish blue 계열의 색상이 더 뚜렷해졌다.

3.5. 황련 염색 직물의 염색견뢰도 및 기능성 평가

3.5.1. 염색견뢰도

키토산과 탄닌 처리 직물에 매염종류별로 선매염한 뒤 염액의 농도 5%(o.w.b.), 온도 80°C에서 90분간 2회 반복 염색한 황련 염색 직물의 세탁, 마찰, 일광, 땀견뢰도를 측정하여 염색견뢰도를 평가한 결과를 Table 5에 나타내었다.

세탁견뢰도는 두 직물 모두 매염제 종류와 관계없이 4등급 정도로 양호한 편이었으며, 마찰견뢰도와 땀견뢰도는 3-4등급의 비교적 양호한 견뢰도를 나타내었으나, 면직물은 2등급, 1등급 정도로 다른 견뢰도에 비하여 전반적으로 낮은 편이었다.

5. 결 론

본 연구는 친환경 소재이며 한약재로 이용되는 천연물인 황련

을 염제로 하였고, 나아가서 염착효율을 높이기 위해 면과 양모 직물에 천연 고분자인 키토산과 견뢰도 향상을 위한 탄닌 처리 후 염색함으로써 천연염재로서의 활용 가능성을 검토하였다. 매염제 종류와 매염 방법에 따른 염색성과 염색견뢰도를 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 황련 추출액의 주 색소 성분은 베르베린으로 yellow (Y) 계열의 염기성 염료임을 확인할 수 있었다. 황련 추출액을 이용한 염색 시 적정 염색 조건은 염액 농도를 5%(o.w.b.)로 온도 80°C에서 90분간 처리하는 것이었다.

둘째, 키토산과 탄닌 처리 결과, 면직물은 키토산과 탄닌 처리 시 약 3배 정도 염착성이 향상되었고, 양모직물의 경우 약 2배 정도 향상되어 직물의 염착성 향상에 키토산과 탄닌이 효과적임을 알 수 있었다. 또한 2회 반복염색으로 염착성의 향상으로 농색화를 이루었다.

셋째, 염착량 증가에는 후매염 보다 선매염이 K/S값이 커서 효과적이었다. Fe 매염의 경우 염착량이 가장 많이 증가하였고, Sn과 Cu 선매염 시 yellow(Y) 계열에서 reddish yellow(YR) 계열로, Fe 매염의 경우, greenish blue 계열의 색상으로 표면색의 변화를 가져왔다.

넷째, 두 직물 모두 세탁견뢰도는 양호한 편이었으나, Fe 매염 시 변퇴색에 대한 세탁견뢰도가 약간 감소하였고, 마찰견뢰도는 면직물이 양모직물보다 우수하였다. Fe 매염 시 일광견뢰도가 다소 향상되었으나 전반적으로 취약한 편이었고, 변퇴색에 대한 땀견뢰도는 두 직물 모두 우수하였다.

황련은 현재 염제로서의 활용보다 우수한 약리효과로 연구되어진 바가 많다. 이상의 향상된 염색성을 이끌어낸 결과에 천연물 황련의 생리활성 작용에 의한 기능성을 부여하는 후속연구가 이루어진다면, 친환경 소재개발을 위한 기초자료로서 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

Table 5. Colorfastness of fabrics dyed with *Coptidis Rhizoma* extracts

Fabric	Mordant	Washing		Rubbing		Light	Perspiration						
		Color change	Stain		Dry		Wet	Color change	Acidic			Alkali	
			Cotton	Wool		Color change			Cotton	Wool	Color change	Cotton	Wool
Cotton	w/o mordant	3-4	4-5	4	4-5	3-4	2	4	4	3	4	4	3
	Sn	3-4	4-5	3-4	4-5	3-4	1-2	4-5	4	3	4-5	4	3
	Fe	2	4-5	3-4	4-5	2-3	3-4	4	4	2-3	4	4	2-3
	Al	3-4	4-5	3-4	4-5	3-4	1	4	4	3	4	4	3
	Cu	3-4	4-5	3-4	4-5	3	2-3	4	3	2-3	4	3	2-3
Wool	w/o mordant	4	4-5	3-4	3-4	3	1	4-5	3-4	2-3	4-5	3-4	2-3
	Sn	4	4-5	3-4	3-4	3-4	1	4-5	3-4	2-3	4-5	3-4	2-3
	Fe	3	4-5	3-4	2-3	2	1-2	4	3-4	2-3	4	3-4	2-3
	Al	3-4	4-5	3-4	3-4	3-4	1	4-5	3-4	2-3	4-5	3-4	2-3
	Cu	3-4	4-5	3-4	4	3-4	1	4-5	3-4	2-3	4-5	3-4	2-3

References

- Cho, S. K. (2009). Dyeing of pig skin with *Coptis Chinensis Franch.* *Journal of the Korean Home Economics Association*, 47(1), 85-91.
- Choi, J. S. (2008). Isolation and quantitative analysis of bioactive components from *Coptis Rhizoma* and *Araliae Radix*. Seoul: Ministry of Food and Drug Safety.
- Choi, J. I., & Jeon, D. W. (2003). Effect of mordant concentration and chitosan treatment on dyeing property. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 5(3), 283-288.
- Eom, S. I., Lee, J. J., Mun, J. C., Kim, D. H., & Kim, J. P. (2000). Tannin treatment to improve lightfastness of natural dyes on protein fibers. *Proceeding of 2000 Conference on Korean Fiber Society, Korea*, pp. 327-330.
- Jeon, D. W., Kwon, M. S., & Choi, E. K. (2006). The effect of chitosan and tannin treatment on the natural dyeing using loess. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, 18(4), 193-202.
- Kim, J. J., Jeon, D. W., & Kang, S. Y. (2003). The effect of chitosan treatment of fabrics on the natural dyeing using *Caesalpinia sappan* (I). *The Research Journal of the Costume Culture*, 11(3), 431-439.
- Kang, S. Y. (2002). *A study of the effect of chitosan treatment on natural dyeing with cochineal*. Unpublished master's thesis, Ewha Womans University, Seoul.
- Kwak, M. J., & Lee, S. H. (2008a). Natural dyeing of chitosan crossinked cotton fabrics(I) : Clove. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 10(2), 260-266.
- Kwak, M. J., & Lee, S. H. (2008b). Natural dyeing of chitosan crossinked cotton fabrics(III) : Amur cork tree. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 10(4), 544-551.
- Lee, E. J., Hong, B. S., & Chu, Y. J. (2010). The effect of environmental values of fashion consumers on purchase satisfaction and repurchase intention of eco-friendly fashion products. *Fashion & Textile Research Journal*, 12(4), 431-438. doi:10.5805/KSCI.2010.12.4.431
- Lee, M. S., & Chung, K. H. (2010). Analysis of the conditions and products of natural dyeing internet shopping malls. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 34(7), 1205-1219. doi:10.5850/JKSC.2010.34.7.1205
- Shin, Y. S., & Yoo, D. I. (1995). Use of chitosan to improve dyeability of DP finished cotton(I). *Journal of the Korean Fiber Society*, 32(5), 520-526.
- Wu, L. T., Chu, C. C., Chung, J. G., Chen, C. H., Hsu, L. S., Liu, J. K., & Chen, S. C. (2004). Effects of tannic acid and its related compounds on food mutagens or hydrogen peroxide-induced DNA strands breaks in human lymphocytes. *Mutation Research/ Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 556(1/2), 75-82. doi:10.1016/j.mrfimm.2004.07.004
- Xu, J., McCarthy, S. P., Gross, R. A., & Kaplan, D. L. (1996). Chitosan film acylation and effects on biodegradability. *Macromolecules*, 29(10), 3436-3440. doi:10.1021/ma951638b
- Yong, K. J., Kim, I. H., & Nam, S. W. (1999). Antibacterial and deodorization activities of cotton fabrics dyed with amur cork tree extracts. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, 11(1), 9-15.

(Received 27 February 2018; 1st Revised 2 March 2018; 2nd Revised 7 March 2018; Accepted 10 March 2018)