

새로운 천연염료로서 수련 잎 추출색소의 염색성과 기능성(1): 면섬유 염색을 중심으로

The Dyeing Properties and Functionality of Water Lily(*Nymphaea tetragona*) Leaves Extract as a New Natural Dye Resource(1): Dyeing of Cotton Fiber

*Corresponding author

Younsook Shin
yshin@jnu.ac.kr

여영미, 유동일¹, 신윤숙*

전남대학교 의류학과, ¹전남대학교 고분자섬유시스템공학과

Youngmi Yeo, Dong Il Yoo¹ and Younsook Shin*

Department of Clothing and Textiles, Chonnam National University, Gwangju, Korea

¹Department of Polymer and Fiber System Engineering, Chonnam National University, Gwangju, Korea

Received_November 22, 2016

Revised_December 09, 2016

Accepted_December 14, 2016

Abstract In this study, the efficacy of water lily(*Nymphaea tetragona*) leaves as a new natural dye resource was investigated. For this purpose, the colorants from water lily leaves were extracted in methanol, evaporated, and powdered. Dyeing onto cotton fiber was carried out to study the effects of dyeing conditions, mordant type and mordanting method on dye uptake, color change, and colorfastness. FTIR analysis supported that hydrolyzable tannins and chlorophyll were contained in the extracted colorants. The colorants showed good affinity to cotton fiber showing Y Munsell color. Pre-mordanting method gave better results in terms of dye uptake than post-mordanting method. By mordanting, dyed fabrics exhibited various colors such as green, khaki, brownish yellow, dark brown, dark gray and so on. Colorfastness to washing and rubbing was relatively good showing 4-5 rating. The light fastness was improved 1-2 rating by Fe mordanting. The dyed cotton fabric showed antimicrobial activity.

Textile Coloration and Finishing

TCF 28-4/2016-12/290-298

©2016 The Korean Society of
Dyers and Finishers

Keywords water lily(*Nymphaea tetragona*) leaves, cotton, K/S value, mordant, color fastness, antimicrobial activity

1. 서 론

최근 합성염료보다 환경친화적인 천연염료는 환경과 건강에 대한 소비자의 관심이 높아짐에 따라 더욱 사용 범위가 확대되고 있다^{1,2)}. 지속가능성에 대한 범지구적인 이슈는 활용이 안되고 폐기되거나 산업의 부산물을 에너지나 유용한 물질로 재활용하는 연구를 촉진시키고 있으며, 이러한 트렌드는 천연염색 분야에서도 이루어지고 있다³⁻⁶⁾.

수련(*Nymphaea tetragona* Georgi)은 다년생 수

생식물로 짧고 굵은 뿌리에서 많은 잎이 나와 수면까지 자란다. 잎은 달걀형 원모양 또는 달걀형 타원 모양으로 잎의 앞면은 녹색이고 뒷면은 자주색을 띠며 질이 두껍다. 꽃은 6~8월에 수면 위에서 피고 정오경에 피었다가 저녁때 오프라들며 3~4일을 반복한다. 이에 '잠자는 연꽃 같다' 하여 수련(睡蓮)이라 한다. 수련은 한국(중부 이남), 일본, 중국, 인도, 시베리아 동부 등에 분포하며 연못이나 늪에서 자란다. 수련은 소아경풍, 불면증, 지혈, 신경 안정, 우울증, 혈압조절, 변비예방, 콜레스테롤을 낮추어 주는 작용을 하며 위염이나

위궤양, 커피를 자주 홀리는 사람에게 약리효과가 있는 것으로 알려져 있다⁷⁾.

수련의 잎과 뿌리에 들어있는 가수분해형 탄닌인 제라닌(geraniin), 엘라그산(ellagic acid) 등의 성분은 높은 항산화 효과와 피부 단백질인 콜라겐의 분해를 억제하는 활성이 있어서 수련의 추출물은 현재 피부 노화를 지연시키기 위한 기능성 화장품의 원료로 사용되고 있다⁸⁻¹⁰⁾. 한편 수련으로부터 추출한 색소의 염색성에 관한 연구에는 수련 색소의 한지에 대한 염색성을 알아본 연구¹¹⁾가 유일하다.

이에 본 연구에서는 현재 활용도가 거의 없는 수련의 잎을 이용하여 메탄올로 색소를 추출하고, 이 색소의 염색성과 기능성을 조사하여 유용하게 활용될 수 있는지의 가능성을 알아보았다. 면직물에 적용하기 위해 염색 온도와 시간, 염액의 메탄올 구성 비율, 색소의 농도, pH 등의 염색조건의 염착성에 미치는 효과를 조사하였다. 또한 매염제 종류와 매염방법에 따른 색상의 변화와 견뢰도에 미치는 영향을 조사하여 실용가능성을 확인하였다. 그리고 항균성 실험을 통해 수련 잎 색소로 염색한 면직물의 기능성 여부를 알아보았다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

본 연구에 사용한 직물 시료는 정련, 표백된 100% 면직물을 사용하였고 그 특성은 다음 Table 1과 같다.

염료추출을 위해 메탄올(C_2H_5OH)을 사용하였고, 매염제는 알루미늄($AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), 철($C_5H_{10}FeO_6$), 구리($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), 티타늄($C_4K_2O_9Ti \cdot 2H_2O$)을 사용하였고 수산화나트륨($NaOH$)과 아세트산(acetic acid) 시약 1급으로 pH를 조절하였다.

2.2 색소추출 및 분말화

수련은 광주광역시 소재 전남대학교 캠퍼스 연못에서 2015년 8월~9월 사이에 채취하여 사용하였다. 수

련의 생잎 400g을 씻고 잘게 잘라 메탄올 1000ml에 5시간 추출 후 여과하여 50℃에서 휘발, 건조하여 분말로 만들어 사용하였다. 수율은 3.2%이었다.

2.3 염색 및 매염처리

염색은 욕비 1:50에서 색소농도, 시간, 온도 등을 변화시키면서 적외선 고압염색기(Ahiba Nuance, DataColor International, USA)를 사용하여 하였다. 매염처리는 농도 3%(o.w.f.), 40℃, 30분, 욕비 1:50에서 선매염(매염-수세-건조-염색-수세-건조)과 후매염(염색-수세-건조-매염-수세-건조) 방법을 사용하였다.

2.4 분광분석

자외·가시부 분광광도계(UV-Vis spectrophotometer; Agilent 845, Agilent Technologies, Waldbronm, Germany)를 사용하여 300~700nm의 흡수파장에서 수련 잎 추출 색소의 흡광도를 측정하였다. 또한 수련 잎 추출 색소의 구조적 특성을 확인하기 위해 색소를 KBr 펠릿(pellet)에 코팅시켜 적외선 분광광도계(FTIR, Fourier Transform Infrared, Spectrophoto Spectrum 400, UK) 분석을 실시하였다.

2.5 염착량 및 색 특성 측정

염색한 시료의 염착량과 색을 측정하기 위해 광원 D65, 관측시야 10°의 조건에서 색차계(Color-Eye 3100, Macbeth, Germany)를 사용하여 염색포의 최대 흡수파장(400nm)에서 표면 반사율(R)을 측정하고 다음의 Kubelka-Munk식(1)을 이용하여 계산한 K/S 값을 염착량으로 사용하였다.

Munsell의 표색계 변환법으로 색상(Hue), 명도(Value), 채도(Chroma)를 측정하고 CIE Lab 색차에 의하여 명도지수 L^* , 색 좌표 지수 a^* , b^* 값을 구하였다.

Table 1. Characteristics of cotton fabric

Fabric	Weave	Fabric density (w×f/5cm ²)	Yarn count	Weight (g/m ²)	Thickness (mm)
Cotton 100%	Plain	73 × 70	Warp: Ne 30' S Filling: Ne 30' S	118±5	0.32±0.02

$$K/S = (1-R)^2/2R \dots\dots\dots (1)$$

where,

R : reflectance

K : absorption coefficient

S : scattering coefficient

2.6 염색견뢰도 평가

세탁견뢰도는 세탁기(Laundry-Ometer, Type LHD-EF, Atlas Electric Devices Co., USA)를 사용하여 AATCC Test Method 61-1989의 1A법에 준하여 200ml에 0.37% 세제를 넣고 40℃에서 45분간 세탁한 후 변퇴색 판정용 그레이 스케일(Gray scale)과 오염 판정용 스케일(chromatic transference scale)을 사용하여 평가 하였다.

마찰견뢰도는 마찰견뢰도 측정기(Crockmeter, Model CM-5, Atlas Electric Devices Co., USA)를 사용하여 AATCC Test Method 116-1989에 준하여 건조와 습윤 상태에서 각각 10회씩 마찰 시킨 후 변/퇴색 판정용 그레이 스케일과 오염 판정용 스케일을 사용하여 평가하였다.

일광견뢰도는 내광시험기(Xenon Test Chamber, Q-Sun Xe-1-b, USA)를 사용하여 카본아크 전류 15~17A, 아크전압 125~140V, 챔버내 온도는 블랙 패널(blank panel) 온도계로 측정하여 AATCC 16 방법에 준하여 섭씨 63℃, 기내습도 30%의 조건에서 20 시간 광조사하여 KS K 0218의 방법에 따라 등급을 평가하였다.

2.7 항균성 평가

염색포의 항균성 측정은 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC No.6538)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352) 공시균으로 하여 KS K 0693:2011에 준하여 실험하였다. 균을 뉴트리언트 한천 평판 배지에 접종하여 37℃에서 48시간 배양한 후에 뉴트리언트 배지 20ml에 접종하여 37℃에서 24시간 진동 배양하였다. 흡광도를 측정하여 생균수가 1±0.3×10⁵개/ml가 되도록 조제한 후에 0.4g의 시험포와 대조시험포에 0.2ml을 골고루 살포, 접종하여 37℃에서 18시간 배양한다. 그 후 각 검체로부터 균액을 추출하여 생리 식염수로 10⁰, 10¹, 10², 10³,

10⁴ 희석시킨 후 각각 1ml을 채취하여 뉴트리언트 한천배지에 골고루 섞어 37℃에서 48시간 배양한 후 생균수를 산출하였다. 정균 감소율은 다음 식(2)에 의해 계산하였다.

$$Reduction\ rate(\%) = (M_b - M_c) / M_b \times 100 \dots (2)$$

where,

M_b : number of bacteria recovered from the undyed fabric

M_c : number of bacteria recovered from the dyed fabric

3. 결과 및 고찰

3.1 수련 잎 색소의 특성

색소의 특성을 조사하기 위한 FTIR 분석 결과를 Figure 1에 제시하였다. 수련 잎 색소는 3300cm⁻¹ 부근에서 넓은 흡수피크를 보이는데 이는 추출된 색소의 구조 내에 존재하는 페놀성 -OH의 신축진동이며, 1714cm⁻¹ 부근에서는 에스테르기(CO), 1614cm⁻¹ 부근에서는 카복실기(C=O)의 흡수밴드, 1354cm⁻¹ 피크는 클로로필로 추정되는 C-N의 신축진동, 그리고 1049cm⁻¹ 부근에서 페놀 구조를 확인할 수 있는 에스테르기(CO-O) 신축진동에 의한 피크를 확인할 수 있다. 1700~1200cm⁻¹ 부근에서는 카르복실레이트, 카르복실, 메틸렌, 에스테르 등의 관능기(functional group)가 흡착에 작용하는 것으로 보고되었다^{12,13}. 따라서 수련 잎 색소는 -OH, -COOH, -COO(ester)기 가진 가수분해형 탄닌과 클로로필 성분을 함유하는 것으로 보인다.

Figure 2의 수련 잎 색소를 메탄올에 녹인 용액의 UV-Vis 흡수스펙트럼에 의하면 자외선영역에서 350-370nm 부근에서 피크가 나타났으며 가시광선 영역에서는 뚜렷한 피크가 없었다. 실제로 메탄올로 추출한 수련 잎 용액은 녹색을 띠어 클로로필 색소가 함유되었지만 UV-Vis 스펙트럼에는 클로로필의 흡광대가 나타나지 않았다.

3.2 염색조건이 염착량에 미치는 영향

염색온도에 따른 변화를 알아보기 위하여 육비

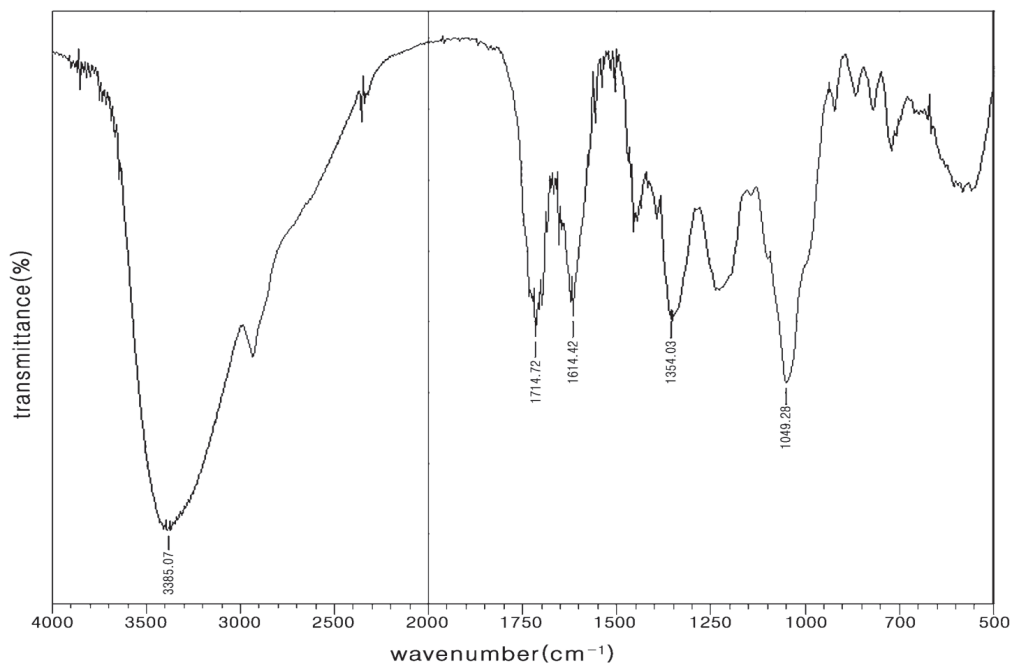


Figure 1. FTIR spectrum of *Nymphaea tetragona* colorants.

1:50, 염액 농도 2%(o.w.b.), 염색시간은 60분에서 염색온도를 60, 70, 80, 90, 100℃로 변화해서 얻은 염착량 결과는 Figure 3과 같다. 수련 잎 색소로 염색한 면직물의 경우 온도의 상승이 염착량에 크게 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 일반적으로 염액의 온도가 상승하면 분자 간격이 넓어져 색소의 분자운동이 활발해지므로 염착량이 증가하지만 면직물의 수련 잎 색소 염색은 온도에 의한 영향은 크게 받지 않고 염료와 섬유표면과의 전기적인 상호작용의 영향을 많이 받는 것으로 생각된다. 60℃에서 80℃까지 염착량의 별 차이가 나타나지 않고 90℃에서 약간 감소하다가 100℃에

서 다시 증가하였다. 이에 수련 잎 추출 염료의 적정 염색온도는 100℃로 정하고 다음 실험을 진행하였다.

수련 잎을 메탄올로 추출하여 분말화 하였으므로 메탄올의 함량을 0%, 10%, 30%, 50%로 변화시키면서 염색온도 100℃, 욕비 1:50의 조건에서 염색하였고, 그 결과를 Figure 4에 제시하였다. 메탄올 비율 10%에서는 염착량의 변화가 없었으며 30%에서 염착량이 증가하였으나 50%에서는 염착량이 감소하였다. 50%이상의 높은 메탄올 비율에서는 얼룩이 많이 발생하였다.

메탄올의 비등점이 65℃이지만 물이 많이 함유되어 있어서 염색온도 100℃에서 색소의 섬유내부로 확산

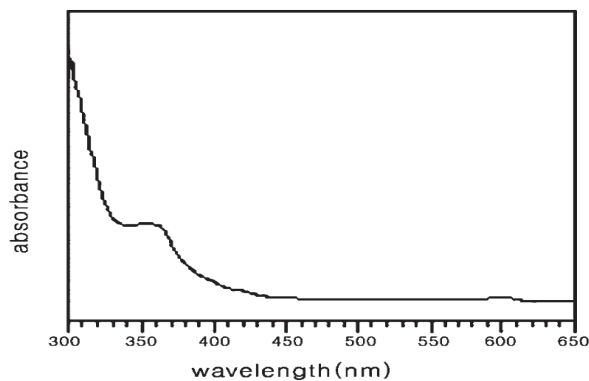


Figure 2. UV-Vis absorption spectrum of *Nymphaea tetragona* colorants.

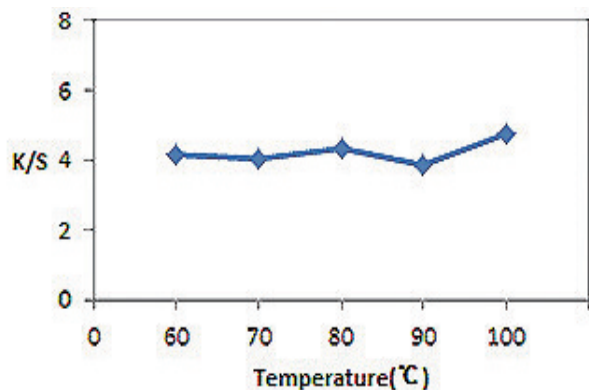


Figure 3. Effect of dyeing temperature on the dye uptake of cotton fabric.

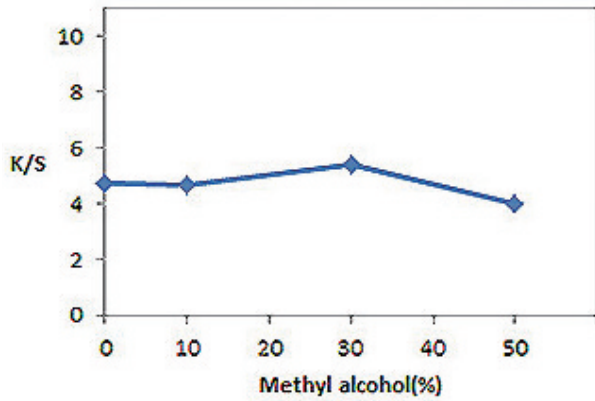


Figure 4. Effect of methyl alcohol content in the dye-bath on the dye uptake.

이 더 잘 될 것으로 사료된다¹³⁾. 따라서 염액의 메탄올 비율은 30%가 적당하다고 판단되었다.

수련 잎 색소 농도에 따른 염착량을 알아보기 위하여 욕비 1:50, 염색온도 100℃, 메탄올 비율 30%(v/v) 조건에서 수련 잎 색소 농도를 0.5, 1, 2, 3, 5%(o.w.b.) 각각 변화시켜 면직물에 염색한 결과는 Figure 5와 같다.

염액의 농도가 증가함에 따라 염착량도 크게 증가하였으나 농도 3%부터는 색소 과다로 인하여 얼룩이 심하게 생겨 수련 잎 색소의 농도는 2.5%로 정하고 다음 실험을 진행하였다. 염착량이 낮은 대부분의 식물 색소와 비교했을 때 수련 잎 색소의 면섬유 염착은 상대적으로 우수한 것으로 사료된다.

수련 잎 색소의 염색 시간에 따른 염착량을 알아보기 위하여 염색온도 100℃, 메탄올 비율 30%(v/v), 염액 농도 2.5%(o.w.b.) 조건에서 염색시간을 30, 40, 60, 80분으로 변화시켜 실험하였고, 그 결과는 Figure 6

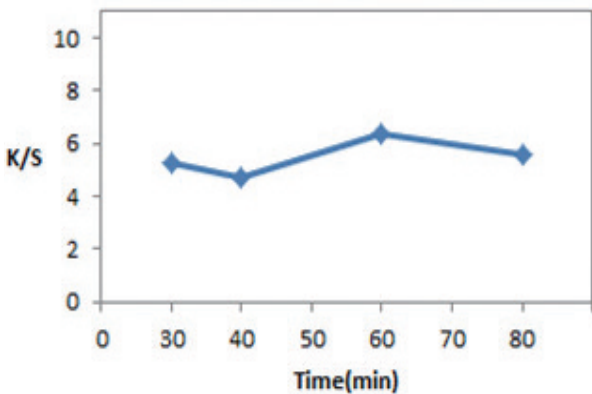


Figure 6. Effect of dyeing time on the dye uptake of cotton fabric.

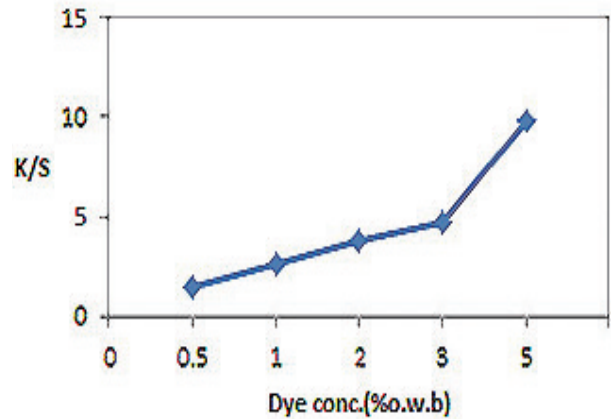


Figure 5. Effect of colorants concentration on the dye uptake of cotton fabric.

과 같다.

염색시간 40분에서는 30분보다 약간 염착량이 감소하였다가 60분에서 증가하고 80분에서는 다시 감소하였다. 염색시간 60분에서 가장 큰 염착량을 보였다. 이에 수련 잎 색소의 면섬유 염착은 100℃에서 60분이 적당한 것으로 판단하였다.

3.3 매염효과

수련 잎 색소의 매염방법과 매염제의 종류에 따른 효과를 알아보기 위하여 면직물에 매염제 농도 3%(o.w.f.), 욕비 1:50, 40℃에서 30분 선매염과 후매염을 각각 실시하였으며 염색은 욕비 1:50, 메탄올 비율 30%(v/v), 염액 농도 2.5%(o.w.b.), 100℃, 60분 조건에서 하였다.

Figure 7은 수련 잎 추출염료의 매염제의 종류와 선매염과 후매염에 따른 염착량 K/S값을 나타낸 것이다.

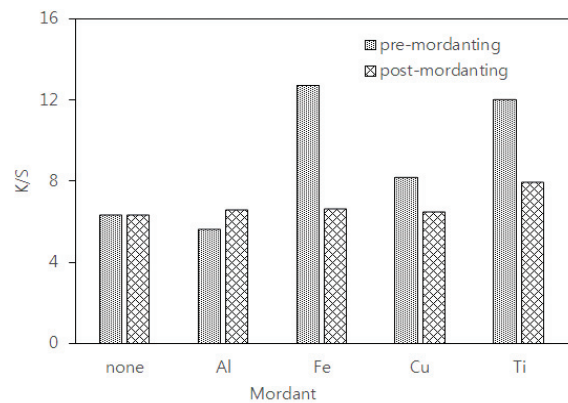


Figure 7. Effect of pre- and post-mordanting on the dye uptake.

Table 2. Color changes and K/S values of dyed cotton fabrics depending on mordant type and mordanting method

Mordants	K/S	H	V/C	L*	a*	b*	Sample	
none	6.27	6.2Y	5.7/3.9	58.01	0.12	28.32		
Pre-	Al	5.6	7.1Y	6.2/3.2	63.19	-1.49	23.83	
	Fe	12.7	7.0Y	3.8/1.8	38.33	-0.68	12.87	
	Cu	8.17	7.1GY	5.2/3.9	53.50	-13.3	20.66	
	Ti	11.97	5.9Y	4.9/4.4	50.11	1.56	31.65	
Post-	Al	6.56	7.1Y	5.6/3.8	57.14	-0.94	27.18	
	Fe	6.59	9.3Y	4.3/1.2	44.04	-1.77	9.07	
	Cu	6.46	4.1GY	5.3/3.8	54.39	-8.81	24.19	
	Ti	7.92	3.7Y	5.3/4.4	53.75	4.10	30.28	

Al, Fe, Cu, Ti를 사용한 매염은 Al 매염을 제외하고 무매염보다 염착량이 모두 증가하였고 선매염이 후매염보다 훨씬 효과적이었다. 특히 Fe 선매염은 염착량이 12.7로 무매염 6.27의 거의 두 배 증가하였고 Ti 선매염 역시 염착량이 크게 증가하였다. 일반적으로 천연염색에서는 면, 모시와 같은 셀룰로오스 섬유는 매염제와 친화성이 없으므로 선매염보다는 후매염을 더 많이 사용되지만, 수련 잎 색소에 의한 면직물 염색의 매염은 선매염이 더 효과적임을 알 수 있었다¹⁴⁾.

Table 2는 수련 잎 추출염료의 면직물에서의 매염 방법에 따른 색상변화를 살펴보기 위하여 Munsell의 색상(H), 명도(V), 채도(C)와 Hunter의 L*, a*, b*를 나타낸 것이다. 그 결과 GY계열로 나타난 Cu매염을 제외하고는 모두 채도가 낮은 Y계열이었다. 명도는 Ti-Cu-Al-Fe 매염 순서로 낮아졌으며 Al 매염은 무매염의 H, V, C 값과 큰 차이가 없어 색상이 비슷하였고 Cu 매염제는 선매염에 의해 a*값이 크게 내려가(-13.3) 밝은 녹색으로 나타났는데, 이는 클로로필의 분자구조에 기인한다. 클로로필은 Figure 8에 보이는 바와 같이 중앙에 Mg²⁺이온을 가지고 있는데, Mg²⁺이온은 쉽게 수소이온으로 치환되어 클로로필의 녹색은 누

린색으로 변하게 된다. 햇빛이나 줄기의 녹색을 유지하기 위해 Mg²⁺이온을 Cu²⁺이온 등 보다 안정적인 금속이온으로 치환하기 위한 처리방법이 이용되고 있다¹⁵⁻¹⁸⁾.

구리로 선매염한 염색포의 색상이 무매염 염색포의 색상보다 더 선명한 녹색을 보이는 이유는 Cu²⁺로 치환되어 클로로필 색소가 보다 안정된 구조를 유지하기 때문으로 사료된다. Fe 후매염에 의해 채도와 명도, a*, b*값이 낮아져 어두운 카키색 계열이 되었다. 수련 잎 색소로 염색한 직물의 색상은 육안으로 보았을 때

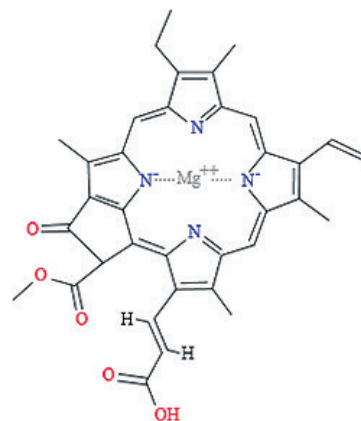


Figure 8. A chemical structure of chlorophylls.

Table 3. Colorfastness of dyed cotton fabrics

Mordants	Fastness	Light	Color change	Washing		Rubbing	
				Stain		Stain	
				Cotton	Silk	Dry	Wet
none		1~2	2~3	4~5	5	4~5	4~5
Pre-	Al	2	3~4	4~5	5	4~5	4~5
	Cu	1~2	3~4	4~5	4~5	4	4
	Fe	2~3	4	4~5	5	4	4
	Ti	1~2	3~4	4~5	4~5	4	4
Post-	Al	2	4~5	4~5	4~5	4	4
	Cu	2~3	4	5	5	4~5	4~5
	Fe	3~4	4~5	5	5	4~5	4~5
	Ti	1~2	4	4~5	4~5	4~5	4~5

green, khaki, brownish yellow, dark brown, dark gray 등 다양하게 발현되었다. 이로부터 수련 잎 추출 염료는 매염제의 종류와 방법에 따라 다양한 색이 발현되는 다색성 염료임을 알 수 있다.

3.4 염색견뢰도

염색견뢰도를 평가하기 위한 시료는 욱비 1:50, 메탄올 비율 30%(v/v), 색소농도 2.5%(o.w.b.), 100℃, 60분의 조건에서 염색하였다. 매염제 Al, Cu, Fe, Ti를 사용하여 매염제 농도 3%(o.w.f.), 욱비 1:50, 40℃에서 30분 선매염과 후매염을 각각 실시하였다.

Table 3은 선매염과 후매염에 따른 일광·세탁·마찰 견뢰도를 측정된 결과를 나타낸 것이다. 전체적으로 세탁견뢰도와 마찰견뢰도는 우수하였으나 일광견뢰도는 낮게 나타났다. 염착성 측면에서는 선매염이 유리하였으나 염색견뢰도는 후매염 방법이 약간 더 유리하였다. Fe매염한 염색포는 무매염포보다 일광견뢰도가 향상되었는데, 특히 Fe 후매염한 경우 일광견뢰도는 3-4등급으로 좋은 편이었다. 건조와 습윤 상태의 마찰견뢰도는 큰 차이가 없었다.

Table 4. Antibacterial activities of dyed cotton fabrics

Bacteria reduction rate(%)	
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
47.2	84.2

3.5 항균성

염색 조건 욱비 1:50, 메탄올 함량 30%, 염액농도 2.5%(o.w.b.), 100℃, 60분에서 염색한 면직물(K/S value=6.27)을 매염 처리하지 않고 사용하였다.

황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC No.6538)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC No.4352) 두 균주에 대한 정균 감소율을 측정된 결과를 Table 4에 나타내었다. 그람 양성균인 황색포도상구균에는 47.2%, 그람 음성균인 폐렴균에는 84.2%의 정균 감소율을 보였으며, 염착량을 높이면 더 높은 균 감소율을 보일 것으로 예상되었다. 수련 잎 색소의 항균성은 추출물에 들어있는 가수분해형 타닌인 제라닌 성분에 의한 것으로 사료되며, 제라닌 성분은 병원성 박테리아의 성장을 억제한다는 연구보고가 있다⁸⁾.

4. 결 론

본 연구에서는 새로운 천연염재 개발을 위해 수련 잎의 활용가능성을 검토했다. 수련 잎 색소의 특성을 조사하기 위해 UV-Vis와 FTIR을 분석하였으며, 염색성을 살펴보기 위해 염색조건과 매염이 염착량, 색상 및 견뢰도에 미치는 영향 등을 조사하였다. 또한 항균성을 측정하여 기능성을 평가하였다.

수련 잎 색소는 350-370nm에서 흡수피크를 보였으며 가시부에서는 피크를 보이지 않았다. FTIR 분석 결과 가수분해형 탄닌, 클로로필 등 수산기(-OH), 에

스테르기(COO⁻), 카르복실기(-COOH) 등의 반응기를 가진 다양한 성분이 함유되어 있음을 알 수 있었다. 수련 잎 색소에 대한 면섬유의 친화력은 좋은 편이었고 색상은 Y 계열로 나타났다.

매염제 종류에 관계없이 염착량이 모두 증가하였으며, 염착량 향상에는 후매염 보다는 선매염이 더 효과적이었다. 구리 매염한 시료가 GY 계열의 색상을 나타내었고 그 외는 Y 계열이었다. 수련 잎 색소로 염색한 면직물 견뢰도는 세탁견뢰도와 마찰견뢰도에 비해 일광견뢰도는 낮았으나, Fe매염에 의해 일광견뢰도가 1-2등급 향상되었으며 후매염 방법이 더 유리하였다.

그램 양성균인 황색포도상구균에는 47.2%, 그램 음성균인 폐렴균에는 84.2%의 평균 감소율을 보였으며, 염착량을 높이면 더 높은 균감소율을 보일 것으로 예상되었다. 수련 잎 색소는 면섬유에 비교적 친화력이 좋으며 항균성을 갖는 새로운 천연색소로서 유효성이 높다고 판단되며, 또한 활용되고 있지 않은 자원을 이용한다는 측면에서 의의가 있다고 볼 수 있다. 수련 잎 색소의 활용도를 높이기 위해서 면 이외에 다양한 종류의 섬유에 적용하는 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 2016년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었음(BK21 플러스사업, S16AR43D0801).

References

1. H. A. Yang and Y. M. Park, Optimum Dyeing Condition of Cotton by Fermented Grape By-products with Degraded Protein Mordant, *Textile Coloration and Finishing*, **27**(3), 202(2015).
2. Y. H. Lee, Y. K. Park, Y. M. Baek, J. S. Kim, D. J. Lee, and H. D. Kim, Effect of Extractant on the Color Characteristics of Natural Colorant Extracts, *Textile Coloration and Finishing*, **28**(1), 1(2016).
3. S. H. Kim, M. S. Choi, and Y. Shin, Dyeing and Functional Properties of Cotton-Modal-Chitosan Blended Towel Fabric Dyed with Mugwort Colorants, *Textile Coloration and Finishing*, **28**(1), 14(2016).

4. Y. Jun, D. I. Yoo, and Y. Shin, Utilization of Metasequoia(*Metasequoia glyptostroboides*) Cone as a New Natural Dye Resource(1): Dyeing of Cotton Fiber, *Textile Coloration and Finishing*, **27**(2), 142(2015).
5. S. A. Goo, I. S. Kang, and H. S. Bae, Dyeability of the Fabrics Dyed with Herb Extracts, *Textile Coloration and Finishing*, **28**(1), 23(2016).
6. H. Lee and E. Kang, Dyeing of Cotton Fabrics using Residual Parts of Cultivated *Pteridium aquilinum*, *Textile Coloration and Finishing*, **26**(1), 53(2014).
7. C. S. Choe, "Medicinal Plants", Shinil Books, Seoul, 2011.
8. H. Kurihara, J. Kawabata, and M. Hatano, Geranin, a Hydrolyzable Tannin from *Nympaea tetragona* Georgi, *Biosci. Biotech Biochem.*, **57**, 1570(1993).
9. Y. H. Kim, K. S. Kim, C. S. Han, H. C. Han, H. C. Yang, S. H. Park, K. H. Ko, S. H. Lee, K. H. Lee, N. H. Kim, J. M. Kim, and K. H. Son, Inhibitory Effects of Natural Products of Jeju island on Elastase and MMP-1 Expression, *J. Cosmet. Sci.*, **58**, 19(2007).
10. D. Y. Lee, E. J. Jeong, and B. J. Jeon, Quantitative Analysis of Acid in *Nympaea tetragona* Georgi Root by HPLC-UVD, *Kor. J. Pharmacogn.*, **45**(1), 84(2014).
11. S. H. Lee, S. J. Yoon, H. J. Cho, and T. H. Choi, Dyeing Property of Hanji using Water Lily, *Proceedings of Korea Society of Wood Science Technology*, p.408, 2013.
12. A. Sa, H. J. Choi, and J. S. Lee, Dyeing Properties and Functionalities of *Alnus japonica* Bark and Heartwood Extracts, *Textile Science and Engineering*, **50**(5), 283(2013).
13. H. J. Yoo, C. Ahn, and L. Narantuya, Extraction of Chlorophyll from Spinach and Mate Powders and their Dyeability on Fabrics, *J. Korean Society of Clothing and Textiles*, **37**(3), 413(2013).
14. M. R. Han and J. S. Lee, Fabric Dyeing with Myrobalan, *J. of the Korean Society for Clothing Industry*, **11**(6), 953(2009).
15. Y. Shin, A. Cho, and D. I. Yoo, Utilization of Bamboo Leaves as a New Natural Green Colorants, *Textile Coloration and Finishing*, **24**(4), 247(2012).

16. J. H. Wu, M. J. Chung, and S. T. Chang, Green Color Protection of Bamboo Culms using One Step Alkali Pretreatment-free Process, *J. Wood Science*, **51**(6), 622 (2005).
17. S. T. Chang and T. F. Yeh, Effects of Alkali Pretreatment on Surface Properties and Green Color Conservation of Moso Bamboo(*Phyllostachyspubescens* M.), *Holzforschung*, **54**(5), 487(2000).
18. S. T. Chang, J. H. Wu, and T. F. Yeh, Effects of Chromate-phosphate Treatment Process on the Green Color Protected of Ma Bamboo, *J. Wood Science*, **48**(3), 227 (2002).