

새로운 천연염료로서 수련 잎 추출색소의 염색성과 기능성(2): 견·모섬유를 중심으로

The Dyeing Properties and Functionality of Water Lily(*Nymphaea tetragona*) Leaves Extract as a New Natural Dye Resource(2): Dyeing of Silk and Wool Fibers

*Corresponding author

Younsook Shin
(yshin@chonnam.ac.kr)

여영미, 신윤숙*

전남대학교 의류학과

Youngmi Yeo and Younsook Shin*

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

Received_August 18, 2017
Revised_September 12, 2017
Accepted_September 22, 2017

Abstract This study was to investigate the practicality and functionality of water lily(*Nymphaea tetragona*) leaves as a natural dye resource while searching for various dyeing methods to utilize them. Effect of dyeing condition including methanol ratio of dyebath, dyeing temperature and time, mordanting method, etc were investigated. Colorants were prepared by extraction in methanol and followed drying process. When composing 30% of methanol in the dyebath, better dyeuptake and uniform dyeing were resulted. Pre-mordanting method gave better results in terms of dye uptake than post-mordanting method on the wool fabrics. Fe and Ti were effective for increasing the dye uptake on the silk fabrics. Depending on mordant type and mordanting method, the dyed fabrics got various color showing green, khaki, brownish yellow, dark brown, dark gray and so on. As for color fastness, the silk fabrics dyed with water lily extract showed relatively high rating in light fastness(3~4, 4~5 rating), washing fastness(4~5, 5 rating), and rubbing fastness(4, 4~5 rating). The silk and wool fabrics dyed with water lily leaves extract showed excellent antimicrobial activity over 98% of bacterial reduction rate against *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae*. It was confirmed that water lily leaves can be used as a natural dye resource for dyeing wool and silk fabrics because its colorants showed excellent affinity and antimicrobial functionality as well as good colorfastness.

Textile Coloration and Finishing

TCF 29-3/2017-9/171-179

©2017 The Korean Society of
Dyers and Finishers

Keywords water lily(*Nymphaea tetragona*) leaves, silk, wool, methanol extract, mordant, colorfastness, antimicrobial activity

1. 서 론

최근 지속가능한 발전에 대한 관심과 웰빙에 대한 소비자의 요구의 증가로 산업 부산물이나 폐기되는 자원으로부터 유용한 물질을 추출하여 재활용 또는 업사이클링하는 연구가 증가하고 있다. 염색산업에서도 임산업, 농업, 식품산업에서 폐기되는 부산물을 활용하여

친환경적이고 인체에 무해한 천연색소를 추출하여 이의 활용 가능성에 대한 연구가 활발하게 행해지고 있다. 천연염료는 원재료 및 가공제품의 지속가능성, 생분해성 및 환경 친화적 특성, 적은 수질 오염 등의 장점이 있으며 현재 사용되고 있는 천연염료 외에도 다양한 염료의 개발이 필요하다¹⁻³⁾. 이러한 연구는 지속가능한 자원 활용 측면에서 매우 의미가 크다⁴⁻⁶⁾.

이에 본 연구에서는 현재 활용도가 거의 없는 수련잎에서 색소를 추출하여 새로운 천연염료로서의 가능성을 알아보고자 한다. 수련은 못이나 늪에 자라는 여러해살이 풀이다. 물 밑바닥의 진흙 속에 굵은 뿌리 줄기가 있고 긴 잎자루와 꽃줄기를 내어 물 위에 뜬다. 잎의 앞면은 녹색이고 뒷면은 자주색이며 우리나라, 중국, 일본 등지에 분포한다.

수련에 포함되어 있는 ellagic acid는 폴리페놀 화합물로 콜라겐 분해와 UV-B에 의한 염증 반응을 예방하므로 만성적인 자외선 노출과 연관된 주름살이나 염증을 막아주었다⁷⁾. 피부 노화 방지 효과때문에 기능성 화장품의 원료로 많이 사용하고 있으며 수련의 뿌리에 5.94mg/g, 잎에 1.13mg/g, 줄기에 0.52mg/g 함유되어 있는 것으로 나타났다⁸⁾.

Ellagic acid은 폴리페놀 4개의 링으로 구성되어 있으며, 식물체 내에서는 전구물질인 엘라기탄닌(ellagitannin) 형태로 존재한다. 이것은 포도, 딸기, 석류, 나무딸기, 땅콩류 및 녹차 등에 존재하는 식물성 페놀이며 항산화, 항바이러스, 항돌연변이, 항암기능을 가지고 있다. 지방 및 식도, 피부, 결장, 전립선과 췌장에서의 암세포 활동을 억제하는 역할을 하는 것으로 보고되어 있다^{9,10)}. 수련 색소의 염색성에 관한 연구는 한지와 면직물에 적용한 보고가 있다^{11,12)}.

본 연구에서는 수련 잎 색소의 염색성을 단백질 섬유인 견과 섬유에 대해 실험하였다. 최적의 염색 조건을 알아보기 위해 염색온도, 시간, 염액농도, pH를 변화하여 실험하였고 알루미늄, 철, 구리, 티타늄 매염에 의한 각각의 염색성 변화를 살펴보고 일광, 세탁, 마찰견뢰도 평가와 항균성 실험을 통해 수련 염색포의 실용성과 기능성 여부를 알아보고자 한다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

연구에 사용한 직물 시료는 정련, 표백된 100% 견,

모직물을 사용하였으며 그 특성은 Table 1과 같다.

염료추출을 위해 메탄올(C₂H₅OH)을 사용하였고 매염제는 알루미늄(AlK(SO₄)₂ · 12H₂O), 철(C₅H₁₀FeO₆), 구리(CuSO₄ · 5H₂O), 티타늄(C₄K₂O₉Ti · 2H₂O)을 사용하였다. 수산화나트륨(NaOH)과 아세트산(CH₃COOH) 시약 1급을 사용하여 pH를 조절하였다.

2.2 색소추출 및 분말화

수련은 광주광역시 소재 전남대학교 캠퍼스 연못에 자생하는 잎을 채취하여 사용하였다. 세척 후 400g을 잘게 잘라 메탄올(C₂H₅OH) 1,000ml에 5시간 추출 후 여과하여 50℃에서 휘발, 건조하여 분말로 만들어 사용하였으며 수율은 3.2%이었다.

2.3 염색 및 매염처리

염색은 욕비 1:50에서 염색온도 및 시간, 염액의 메탄올 비율, 농도, 염액의 pH 등을 변화시키면서 적외선 고압염색기(Ahiba Nuance, DataColor International, USA)를 사용하여 행하였다.

매염은 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)을 각각 실시하였다.

2.4 염착량 및 색 특성 측정

수련 잎 색소로 염색한 견 · 모직물의 표면 염착량은 색차계(Color-Eye 3,100, Macbeth, Germany)를 사용하여 최대 흡수 파장인 400nm에서 염색포의 표면 반사율(R)을 측정 후 Kubelka-Munk식(1)에 의해 염착량 K/S값을 산출하였다. 또한 표면색은 CIE L*, a*, b*를 측정하고 Munsell의 색상(H), 명도(V), 채도(C)값을 측정하였다.

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

where,

Table 1. Characteristics of silk and wool fabrics

Fabric	Weave	Fabric density (wxf/inch ²)	Weight (g/m ²)	Thickness (mm)
Silk	Plain	154×104	42±2	0.115±0.005
Wool	Plain	74×71	97±5	0.28±0.02

R : Reflectance
 K : Absorption coefficient
 S : Scattering coefficient

2.5 염색견뢰도 평가

세탁견뢰도는 세탁시험기(Laundry-O-meter, 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 transfer-ence scale)을 사용하여 각각 측정 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 10회 마찰 시킨 후 변퇴색 판정용 그레이 스케일과 오염판정용 스케일로 평가하였다.

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

2.6 항균성 평가

수련 잎 색소 염색포의 항균성 측정은 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC No.6538)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC No.4352)을 공시균으로 하여 KS K 0693:2011에 준하여 실험하였다. 보존균을 한천 평판 배지에 접종하여 37℃에서 48시간 배양한 후에 배지 20ml에 접종하여 37℃에서 24시간 진동 배양하였다. 흡광도를 분광 광도계를 이용하여 생균수가 $1 \pm 0.3 \times 10^5$ 개/ml가 되도록 조절한 후에 0.4g의 시험포와 대조 시험포에 0.2ml을 골고루 살포, 접종하여 37℃에서 18시간 배양한다. 그 후 각 검체로부터 균액을 추출하여 생리 식염수로 $10^0, 10^1, 10^2, 10^3, 10^4$ 희석시킨 후 각각 1ml을 채취하여 한천 배지에 골고루 섞어 37℃에서 48시간 배양 한 후 생균수를 계산하였다. 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 염색조건이 염착량에 미치는 영향

3.1.1 염색온도에 의한 영향

수련 잎 색소의 염색온도에 따른 염착량의 변화를 알아보기 위하여 욕비 1:50, 염액농도 2%(o.w.b.), 염색시간은 60분에서 염색온도를 60, 70, 80, 90, 100℃로 변화해서 견직물과 모직물에 염색한 후 측정 한 염착량 결과는 Figure 1과 같다. 염색온도가 높아질수록 염착량이 비례하여 증가하였으며 견직물에 비해 모직물의 상승폭이 더 컸다. 100℃에서 견 11.96, 모 19.85의 최대의 염착량이 측정되었다. 이는 염색온도가 높아짐에 따라 섬유 분자구조 내에 존재하는 비결정영역이 더욱 느슨해져 색소의 분자 활동이 활발해지고 섬유는 팽윤하여 염착량이 증가한 것으로 생각된다¹³⁾. 이렇게 염료가 섬유의 비결정영역에 들어가서 특성의 관능기와 결합이 형성되면 염착이 활발해진다. 수련 색소의 염색온도는 염착량이 가장 높은 100℃에서 실험하였다.

3.1.2 염액의 메탄올 비율에 의한 영향

수련 잎 색소를 메탄올로 추출하였으므로 색소분말

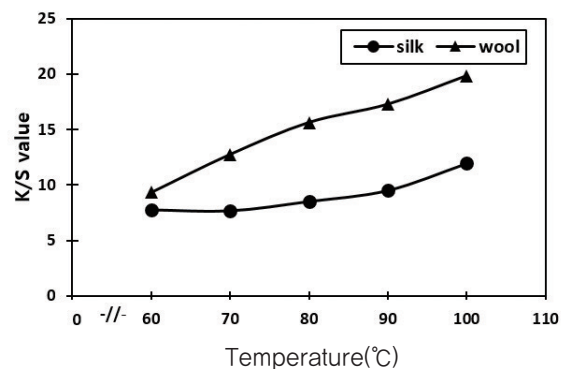


Figure 1. Effect of dyeing temperature on the dye up-take of silk and wool fabrics.

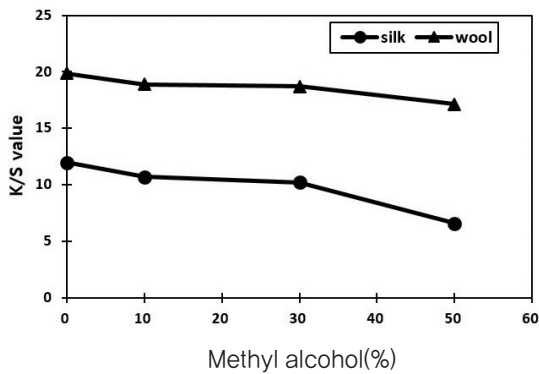


Figure 2. Effect of methyl alcohol content of dyebath on the dye uptake of silk and wool fabrics.

을 먼저 메탄올에 용해시킨 후 증류수를 첨가하였다. 견직물과 모직물을 염색온도 100℃에서 욕비 1:50 중 메탄올 비율을 0%, 10%, 30%, 50%로 변화시키며 염색한 결과를 Figure 2에 제시하였다. 메탄올 비율이 증가에 따른 염착량은 30%까지 큰 변화가 없다가 50%에서 감소하는 경향을 보였다. 0%, 10%, 30%의 메탄올 비율에 의한 염착량의 차이는 크지 않았으나 30%로 염색한 경우 얼룩이 없이 균일하게 염색되었다. 따라서 적정 메탄올 비율을 30%로 하여 염색실험을 행하였다.

3.1.3 색소의 농도에 의한 영향

수련 잎 색소 염액의 농도 변화에 따른 염착량을 알아보기 위하여 염색온도 100℃, 메탄올 비율 30%로 조성한 염액의 농도를 0.5, 1, 2, 3, 5%(o.w.b.)로 변화시키면서 실험한 결과는 Figure 3과 같다. 견직물과 모직물 모두 염액의 농도가 증가하면 염착량도 비례하여 증가하였다. 그러나 견직물과 모직물 모두 3%, 5%에서 얼룩이 심하게 생겨 색소농도를 2.5%로 결정하였다.

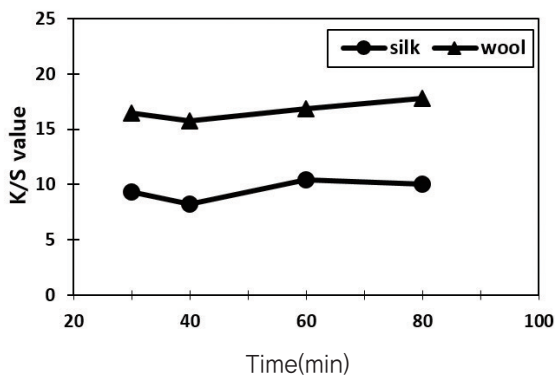


Figure 4. Effect of dyeing time on the dye uptake of silk and wool fabrics.

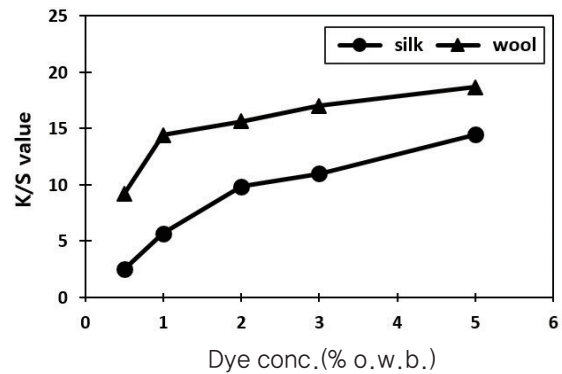


Figure 3. Effect of colorants concentration on the dye uptake of silk and wool fabrics.

3.1.4 염색시간에 의한 영향

수련 잎 색소의 염색시간에 따른 염착량을 알아보기 위해 염색온도 100℃, 메탄올 비율 30%(v/v), 염액농도 2.5%(o.w.b.)에서 염색시간을 30, 40, 60, 80분으로 변화를 주어 염색한 결과는 Figure 4과 같다. 견직물은 30분, 40분 염색에서 염착량의 변화가 거의 없었으며 60분 염색을 실시하였을 때 증가하였다가 80분에서 다시 감소하였다. 모직물은 30분, 40분 염색하였을 때 염착량이 변화가 거의 없다가 60분, 80분에서는 상승하였다. 즉, 견직물과 모직물 모두 염색시간이 길어진다고 해서 염착량이 비례하여 증가하지는 않았다. 염색시간 60분에서 견 10.46, 모 16.81 염착량을 나타내어 염색시간은 60분으로 정하였다.

3.1.5 염액의 pH에 의한 영향

수련 잎 색소 염액의 pH 변화에 따른 견과 모직물의 염착량을 알아보기 위해 염색온도 100℃, 메탄올 비율 30%(v/v), 염액농도 2.5%(o.w.b.), 염색시간 60분에서

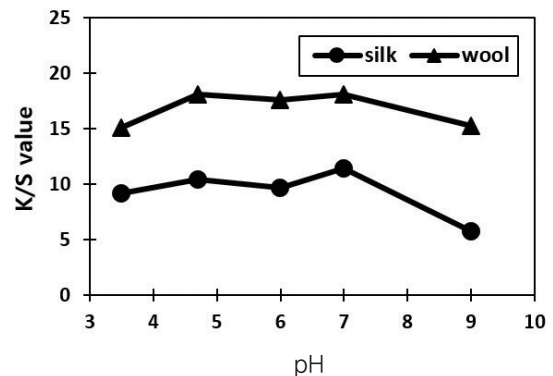


Figure 5. Effect of pH on the dye uptake silk and wool fabrics.

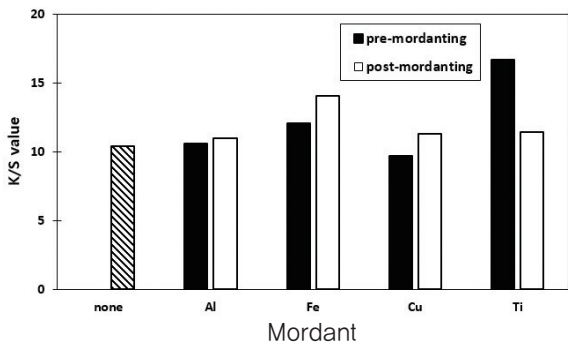


Figure 6. Effect of pre- and post-mordanting on the dye uptake of silk fabrics.

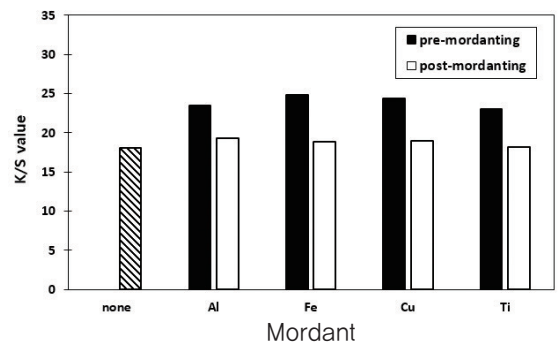


Figure 7. Effect of pre- and post-mordanting on the dye uptake of wool fabrics.

염색한 결과는 Figure 5와 같다. 수련 잎 색소액의 pH는 4.7로 약산성이었고, 염액을 pH 3, 6, 7, 9로 변화시키며 실험한 결과 산성 상태인 pH 3, 6에서는 염착량이 감소했고 중성 pH 7에서 비슷하였으며 알칼리 상태인 pH 9에서 크게 감소하였다. 염액의 pH 변화에 따라 견과 모직물 모두에서 불안정한 염착량을 보여 pH를 조정하지 않고 수련 잎 색소의 pH 4.7에서 실험하였다.

이상의 염색조건에 따른 실험 결과를 보면, 같은 단백질 섬유이지만 잎 색소에 대한 염착성은 견보다는 모섬유에서 훨씬 높게 나타났다. 메탄올로 추출한 수련잎 색소에는 클로로필이 많이 함유되어 있으며, 클로로필 구조에는 카복실기, 수산기 등이 존재하여 단백질 섬유의 아미노기와 결합하여 염착이 가능하다. 단백질 섬유 내의 아미노기, 카복실기, 아미드기 등이 염착좌석이

될 수 있는데 모섬유에는 이들 반응기가 견섬유보다 더 많아 염착성이 더 높게 나타난 것으로 사료된다¹⁴⁾.

3.2 매염제에 따른 염색성 비교



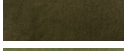
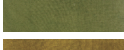
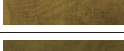

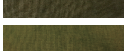
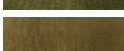

수련 잎 색소의 매염방법과 매염제의 종류에 따른 염색성을 알아보기 위해 Al, Fe, Cu, Ti 매염제를 농도 3%(o.w.f.), 욕비 1:50, 40℃에서 30분 선매염과 후매염을 각각 실시하였으며 염색은 최적조건인 욕비 1:50, 메탄올 비율 30%(v/v), 염액농도 2.5%(o.w.b.), 100℃, 60분 조건에서 하였다. 이에 따른 염착량의 변화는 Figure 6, Figure 7과 같다.

견직물 경우, 무매염 염착량이 10.44인데 Ti 선매염에 의해 16.7로 크게 증가하였다. Fe 매염은 선매염 12.06과 후매염 14.05로 모두 염착량이 증가하였으

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

Fabric	Mordant	K/S	H	V/C	L*	a*	b*	Sample	
Silk	None	10.44	5.6Y	5.1/4.2	51.52	1.41	30.11		
	Pre-	Al	10.58	2.7Y	5.3/3.7	54.28	3.55	25.1	
		Fe	12.06	0.4Y	3.9/1.9	40.01	3.46	12.66	
		Cu	9.71	4.5Y	5.0/3.3	50.76	1.44	23.03	
		Ti	16.7	0.7Y	5.1/6.9	50.93	12.40	43.77	
	Post-	Al	10.99	5.9Y	5.2/4.2	52.34	0.78	29.96	
		Fe	14.05	8.4Y	2.8/0.7	28.12	-0.84	4.74	
		Cu	11.33	1.2GY	4.6/3.6	46.54	-5.16	24.69	
Ti		11.46	3.7Y	5.1/4.8	51.80	4.66	33.38		

Table 3. Color changes and K/S values of dyed wool fabrics depending on mordant type and mordanting method

Fabric	Mordant	K/S	H	V/C	L*	a*	b*	Sample	
Wool	None	18.12	5.0Y	4.0/3.7	40.68	2.45	25.87		
	Pre-	Al	23.47	5.2Y	3.9/4.2	39.69	2.85	29.5	
		Fe	24.88	3.1Y	2.6/2.0	26.28	2.34	11.97	
		Cu	24.44	1.7GY	3.1/3.0	31.65	-4.37	18.84	
		Ti	24.88	3.6Y	3.7/4.4	36.95	5.34	28.98	
	Post-	Al	19.29	5.4Y	4.1/3.8	41.09	2.05	27.10	
		Fe	18.90	7.1Y	3.0/2.1	30.44	-0.30	13.63	
		Cu	18.97	7.7Y	3.9/3.5	39.43	-0.82	25.12	
		Ti	18.17	3.9Y	4.1/3.8	40.99	3.87	26.42	

며 후매염이 염착량 증가에 더 효과적이었다. Al, Cu 매염은 무매염의 염착량과 차이가 미미하였다.

모직물 경우, 무매염포의 염착량은 18.12이었으며 선매염에 의해 각각 Al 23.47, Fe 24.88, Cu 24.44, Ti 23.04 이었다. 모직물은 선매염에 의해 염착량이 크게 증가하였으나 후매염에 의한 염착량 증가는 크지 않았다. 그렇지만 색상의 다양성 측면에서 후매염도 필요하다고 본다.

Table 2, Table 3은 수련 잎 색소의 모, 견직물에서의 매염 방법에 따른 색상변화를 살펴보기 위하여 Munsell의 색상(H), 명도(V), 채도(C)와 Hunter의 L*, a*, b*를 나타낸 것이다. 그 결과 GY계열로 나타

난 Cu매염을 제외하고는 모두 채도가 낮은 Y계열이었다. 명도는 매염방법에 관계없이 Fe-Ti-Cu-Al 매염 순서로 낮았으며 견과 모직물 모두 Al 매염은 무매염의 H, V, C 값과 큰 차이가 없어 색상이 비슷하였고 Fe 매염은 선매염과 후매염 모두 L*, a*, b*값이 모두 낮아져 갈색과 회색으로 나타났다. Cu 후매염은 a* 값이 크게 낮아져 녹색으로 염색되었으며 Ti 매염은 L*, a*, b* 값이 모두 높아져 카라멜 색으로 표현되었다. 수련 잎 염색한 결과 green, khaki, brownish yellow, dark brown, dark gray 등 다양한 색이 발현되었다. 이로부터 수련 잎 추출 염료는 매염제의 종류와 방법에 따라 다양한 색이 표현되는 다색성 염료임을 알

Table 4. Colorfastness of dyed silk fabrics

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

Table 5. Colorfastness of dyed wool fabric

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

수 있다.

3.3 염색견뢰도 평가

수련 잎 색소의 염색 견뢰도를 평가하기 위해서 염색의 최적조건인 욕비 1:50, 메탄올 함량 30%(v/v), 염액농도 2.5%(o.w.b.), 100℃, 60분 염색하였다. 매염제 Al, Cu, Fe, Ti를 사용하여 매염제 농도 3%(o.w.f.), 욕비 1:50, 40℃에서 30분 선매염과 후매염을 각각 실시하였다.

Table 4, Table 5는 수련 잎 견·모직물에서의 선매염과 후매염에 따른 일광·세탁·마찰 견뢰도를 실험한 결과이다. 견직물은 매염제의 종류, 선매염 혹은 후매염의 매염방법에 상관없이 일광, 세탁, 마찰견뢰도가 4-5, 5등급으로 우수하였다. 모직물의 염착량이 견직물의 염착량보다 훨씬 높았지만 모직물에서 일광 견뢰도는 2-3등급, 세탁견뢰도는 4-5등급, 마찰견뢰도는 3등급으로 상대적으로 낮았다. 모직물에서는 Fe 매염의 일광견뢰도가 무매염이나 다른 매염제를 사용했을 때보다 2-3등급 높게 측정되어 모직물의 일광 견뢰도 향상을 위해서는 Fe 매염을 활용하는 것도 방법이 될 수 있다.

3.4 항균성 평가

수련 잎 최적조건인 욕비 1:50, 메탄올 함량 30%(v/v), 염액농도 2.5%(o.w.b.), 100℃, 60분에서 염색한 견과 모직물의 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC No.6538)과 폐렴균(*Kleb-*

Table 6. Antibacterial activities of dyed silk and wool fabrics

Sample	Antibacterial activity	Bacteria reduction rate(%)	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Silk		98.28	99.06
Wool		98.41	98.08

siella pneumoniae ATCC No.4352) 두 균주에 대한 정균 감소율을 측정된 결과는 Table 6과 같다. 순수한 수련 잎 색소에서 항균성을 측정하기 위하여 무매염 염색포를 사용하여 항균성 실험을 실시하였다. 실험 결과, 수련 잎 색소로 염색한 견직물과 모직물의 황색포도상구균과 폐렴균에 대한 균 감소율은 모두 98%이상으로 높은 항균성을 나타냈다.

4. 결 론

새로운 천연염색 염재의 개발을 위해 수련 잎 색소의 견직물과 모직물에 대한 염색성을 알아보았다. 염색온도, 염액의 메탄올 함량, 염액의 농도, 염색시간, 염액의 pH, 매염제의 종류와 매염방법에 따른 염색성과 색상의 변화를 조사 하였다. 또한 수련 잎 색소의 실용성과 기능성을 알아보기 위해 일광·세탁·마찰 견뢰도와 항균성을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 수련 잎 색소는 염색온도 100℃, 염액 메탄올 비율

은 30%(v/v), 염액농도 2.5%(o.w.b.), 염색시간 60분에서 최고의 염착량을 나타내어 최적의 염색 조건임을 알 수 있었다.

2. 견직물은 Cu 선매염을 제외하고 매염에 의해 염착량이 증가하였고 Ti 매염을 제외하고 선매염보다 후매염의 염착량이 더 높았다. 모직물에서는 선매염이 후매염보다 염착량 증진측면에서 더 효과적이었다. Cu 매염에 의해 녹색의 GY계열, 그 외 매염에서는 다양한 Y계열의 색상을 보여 다색성 염료로의 활용 가능성을 확인할 수 있었다. 염색성 증진과 색상의 다양성을 위해서는 선매염과 후매염 모두 필요한 것으로 판단된다.
3. 견뢰도 평가에 있어 견직물은 매염제의 종류, 선매염 혹은 후매염의 매염 방법에 상관없이 일광, 세탁, 마찰견뢰도가 4~5, 5등급으로 우수하였다. 모직물의 경우 세탁, 마찰 견뢰도에 비해 일광 견뢰도가 낮았으나 Fe 매염에 의해 2~3등급 높게 측정되어 모직물의 일광 견뢰도 향상을 위해서는 Fe 매염을 적극 활용하는 것이 좋겠다.
4. 매염하지 않은 염색포의 황색포도상구균과 폐렴균에 의한 정균감소율은 모두 98%이상으로 높은 항균성을 나타냈다.

이상의 결과로부터 수련 잎 추출색소를 이용한 견과 모직물의 염색은 적절한 염색 조건과 다양한 매염제의 종류와 방법에 따라 염착량이 우수한 다양한 색상을 얻을 수 있었고 높은 견뢰도와 항균성이 있는 새로운 천연염색재로서의 사용 가능성을 확인 할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2017년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(BK21플러스사업, S17AR43D0801).

References

1. M. Shahid, S. U. Islam, and F. Mohammad, Recent Advancements in Natural Dye Applications: A Review, *J. of Cleaner Production*, **53**, 310(2013).
2. M. Mirjalili, K. Nazarpour, and L. Karimi, Eco-friendly

Dyeing of Wool using Natural Dye from Weld as co-Partner with Synthetic Dye, *J. Clean. Prod.*, **19**, 1045 (2011).

3. T. Bechtold, A. M. Ali, and S. Komboonchoo, "Sustainable Dyes from Agrifood Chain co-Products Total Food", RSC Publishing, Cambridge, UK, pp.211-218, 2009.
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. Y. Jun, D. I. Yoo, and Y. Shin, Utilization of Metasequoia(*Metasequoia glyptostroboides*) Cone as a New Natural Dye Resource(1): Dyeing Properties and Antimicrobial Functionality of Silk Fiber, *Textile Coloration and Finishing*, **27**(4), 281(2015).
6. 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).
7. J. Y. Bae, J. S. Choi, S. W. Kang, Y. J. Lee, Y. J. Lee, J. Park, and Y. H. Kang, Dietary Compound Ellagic Acid Alleviates Skin Wrinkle and Inflammation Induced by UVB Irradiation, *Exp. Dermatol.*, **19**, 182(2010).
8. 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).
9. H. Kurihara, J. Kawabata, and M. Hatano, Geranin a Hydrolyzable Tannin from *Nympaea tetragona* Georgi. Biosci, *Biotech Biochem*, **57**, 1570(1993).
10. 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).
11. S. H. Lee, S. J. Yoon, H. J. Jo, and T. H. Choe, Dyeing of Hanji by the Nature of *Nympaea tetragona* Georgi, Proceedings of the Korean Society of Wood Science and Technology Conference, Daejeon, p.408, 2013.
12. Y. Yeo, D. I. Yoo, and Y. Shin, The Dyeing Properties and Functionality of Water Lily(*Nymphaea tetragona*)

Leaves Extract as a New Natural Dye Resource(1) : Dyeing of Cotton Fiber, *Textile Coloration and Finishing*, **28**(4), 290(2016).

13. G. An, "The Science of Dyeing", Gyeongchunsa, Seoul, pp. 92-193, 2000.
14. G. Kim and J. Lee, "Chemistry of Dyeing", Hyungseol Publishing Co., Seoul, pp.184-185, 1994.