

<연구논문(학술)>

## 단삼과 소목을 이용한 견직물의 복합염색

남정란 · 이정숙<sup>†</sup>

경상대학교 의류학과

## Combination Dyeing of Silk Fabrics with Dansam and Sappan Wood

Jeongran Nam and Jeongsok Lee<sup>†</sup>

Department of Clothing and Textiles, Engineering Research Institute,  
Gyeongsang National University, Jinju, Korea

(Received: October 22, 2013 / Revised: November 21, 2013 / Accepted: December 17, 2013)

**Abstract:** The purpose of this research is to analyze the effects of Dansam and Sappan wood extract to perform combination dyeing on silk fabrics, with respect to color changes, fastness (washing, dry cleaning, perspiration, rubbing and light fastness), and functionality (antibacterial activity and deodorization). Combination dyeing was performed by first combining Dansam with Sappan wood, then Sappan wood with Dansam, in these orders. Given the changes in the combination ratio, pre-mordant treatment was performed. Looking at the surface colors of each dye, Dansam generally produces YR color series, while Sappan wood produces YR, R, and RP color series. The effects of changing the order in which combination dyeing was performed on the surface colors were as follows. First, combination dyeing (A) was performed by using Dansam before Sappan wood, to produce YR and R color series. Then combination dyeing (B) was performed by using Sappan wood before Dansam, to produce YR, R, and RP color series. By visual inspections, more similar color changes of the combination dyeing were noticed with the post-dyeing material rather than the pre-dyeing material. Therefore, it was presumably confirmed that surface color changes of combination dyeing were greatly influenced by the post-dyeing color. Individual dyeing tests for fastness showed that Dansam was comparatively superior to Sappan wood, which demonstrated lower fastness to washing, dry cleaning, perspiration, and light, relatively. The fastness of combination dyed samples was shown middle, but similar fastness to the post-dye material, The fastness of (B) method was higher than (A) method in the washing and light fastness. This confirms that color fastness from combination dyeing was considerably influenced by the post-dye material. It was found that all dyed samples had a very high bacterial reduction rate of 99.9% and high deodorization rate of 95%.

**Keywords:** Dansam, Sappan wood, combination dyeing, surface color, color fastness

### 1. 서 론

천연염색은 합성염료를 이용한 화학염색에 비해 색상이 자연스러우며 깊고 안정된 색감을 지니고 있다. 또한 인체에 유해하지 않으며 일부 염료들의 경우, 항균성이나 소취성, 항알레르기 등의 기능성이 입증되어 친환경적인 제품, 건강기능성 제품을 선호하는 현대인들에게 천연염료와 천연염색에 대한 관심이 점점 높아지면서 천연염료나 천연염색에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 천연염색의 문제점으로 염재의 확보, 표준화와 정량화가

어렵다는 점, 그리고 낮은 견뢰도와 염색성 등을 들 수 있는데<sup>1)</sup>, 특히 천연염료는 합성염료에 비해 다양한 색상표현이 어려워 대부분 매염제에 의존해 견뢰도 향상이나 색상의 다양화를 많이 시도해 왔다<sup>2,3)</sup>. 그러나 최근에 새로운 염재개발 연구<sup>4,6)</sup>와 다양한 색상구현을 위한 새로운 천연염색법에 관한 연구가 점차 활성화 되고 있으며<sup>7,8)</sup>, 지속적으로 상업화할 수 있는 표준화 및 정량화연구와 함께 새로운 염재개발 및 색상개발을 위한 연구가 지속적으로 이루어져야한다고 생각된다.

이에 본 연구에서는 새로운 염재로서의 가능성이 밝혀진 단삼<sup>9)</sup>과 오랫동안 사용되어온 염재인 소목을 이용하여 복합염색함으로써 단일염색 보다 다양

<sup>†</sup>Corresponding author: Jeongsok Lee (jslee@gnu.ac.kr)  
Tel.: +82-55-772-1452 Fax.: +82-55-772-1459  
©2013 KSDF 1229-0033/2013-12/314-326

한 색상발현의 가능성을 검토해보고자 하였다.

단삼(丹蔘, *Salvia miltiorrhiza* Bunge)은 꿀풀과에 속하는 다년생 초본으로 적삼, 자단삼, 활혈근, 분마초라고도 불리며, 뿌리가 붉어 단삼이라고 한다. 단삼은 뿌리를 말린 것을 말하며, 약용자원으로 많이 재배하고 있으며 중국이 원산지이다. 단삼의 약리적 효능으로는 혈관 보호 작용, 심장 질환 치료 작용, 간세포 보호 작용, 뇌세포 보호 작용, 항암 작용 등이 있으며<sup>10)</sup>, 단삼의 성분에는 항산화 작용이 있고, 세균의 성장을 억제하며 여러 가지 피부진균에 효과가 있다. 항염증 작용과 항세균, 항알레르기 작용이 있으며<sup>11)</sup>, 우수한 항균활성을 광범위하게 나타내었다는 연구결과도 보고되고 있다<sup>12,13)</sup>.

단삼의 화학성분으로는 quinone계의 phenantrene-quinone구조를 가졌으며 색소 성분으로는 tanshinone I과 tanshinone II, cryptotanshinone 등과 같은 등적색 색소가 들어 있다<sup>14,15)</sup>.

소목(蘇木, *Caesalpinia sappan* L.)은 콩과의 상록교목이며 영어명은 Sappan Wood, Red Wood 또는 Brazil Wood라고 하며 소방목, 주목, 적목, 홍차, 단목 등으로 불리며 순우리말로 다목이라고 한다. 인도, 말레이시아가 원산지이며 심재인 적황색 목재 부분을 적색계 염료로 사용한다<sup>16)</sup>. 소목의 약리작용으로 항세균작용, 중추신경억제작용, 심혈관계에 대해 작용하며<sup>10)</sup>, 항균성과 소취성에 대한 연구가<sup>17)</sup> 보고되고 있다.

소목의 주성분은 flavonoid 구조의 무색의 brazilin이며, 이는 공기 중에 산화되어 brazilin이 되어 적색뿐만 아니라 뿌리 부분은 황색계 염료로도 사용하고 있으며, 색소가 많아 매염제에 따라 다양한 색상을 낼 수 있는 매염염료이며 다색성 염료이다. 소목은 일반적으로 견이나 양모와 같은 동물성 섬유는 매염제에 대한 친화력이 강하고 후매염 과정에서 색소가 용출되어 색상이 옅어지는 경향이 있기 때문에 주로 선매염 후 염색을 한다<sup>3,18,19)</sup>.

소목은 오배자, 치자, 홍화, 자초, 울금 등의 다양한 염재와 이미 복합염색에 관한 연구가 다수 이루어져 있다<sup>19-21)</sup>. 그러나 새로운 염재와의 복합염색에 관한 연구는 아직 이루어지지 않고 있어 새로운 염재의 개발과 더불어 다양한 톤의 색상변화에 대한 연구도 필요하다고 생각한다.

따라서 본 연구에서는 약리작용의 효능이 있어 한 약재로는 많이 사용되어 왔으나 염색재료로는 아직 사용되고 있지 않은 단삼과, 다양한 색상발현을 위한 천연염색의 개발연구에서 많이 다루어진 오래된 염재인 소목을 이용하여 농도별 복합염색에 따른 색상변화를 검토하고자 하였다. 또한, 복합염색에 의한 시료의 견뢰도(세탁, 드라이클리닝, 땀, 일광, 마찰) 및 기능성(항균성, 소취성)에 대해서도 검토하였다.

## 2. 실험

### 2.1 시료 및 시약

본 연구에 사용된 시료는 견직물 100%를 사용하였으며, 시료의 특성은 Table 1과 같다.

염재는 한약재 시장에서 중국산 단삼과 소목을 구입하여 사용하였으며, 매염제로는 황산제1철( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ), 알루미늄 명반( $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ), 황산구리( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ), 염화제1주석( $SnCl_2$ ) 등 4종의 1급 시약을 사용하였다.

### 2.2 염액 추출

건조 단삼을 600g을 수세하여 10배의 증류수를 가하여 100℃에서 60분간 가열하여 색소를 1차 추출 하였다. 2차 추출은 1차 추출 시 사용한 양의 절반의 증류수를 가하고 1차와 같은 방법으로 추출하여 1차 색소추출액과 2차 색소추출액을 혼합하여 염액으로 사용하였다. 소목도 단삼과 동일한 방법으로 추출하였으며, 각각의 추출액을 염액 농도 100%라고 한다.

Table 1. Fabrics characteristics

Fabric	Weave	Thickness (mm)	Fabric count (threads/cm)		Weight (g/m <sup>2</sup> )
			Warp	Weft	
Silk 100%	plain	0.12	51	41	53±2

### 2.3 염색 및 매염처리

염색은 단삼과 소목의 개별적 단일염색과 단삼과 소목, 소목과 단삼의 복합염색을 실시하였다. 단삼과 소목의 단일염색은 각각의 염재의 염액 농도를 달리하여 염색성과 표면색을 알아보았고, 복합염색은 먼저 선매염→건조→단삼염색(선염색)→건조→소목염색(후염색)→건조 순의 염색방법(A)과 선매염→건조→소목염색(선염색)→건조→단삼염색(후염색)→건조 순의 염색방법(B)으로 실시하여 각각의 색상변화를 살펴보고자 하였다. 이때 추출한 염액의 농도비율에 변화를 주어 실시하였는데 선염색과 후염색의 농도비율은 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0%로 변화를 주었으며 IR염색기(KSL-24Perfect, 고려과학)를 이용하여 실험하였다. 염색조건은 액비 1:100에서 염색 온도 60℃, 염색 시간 30분 동안 실시한 후 수세 건조하였다. 매염처리는 모든 시료를 선매염으로 처리하였으며, 4종의 매염제를 사용해서 액비 1:100에서 매염 농도 5%(o.w.f.), 60℃, 30분간 실시하였다.

### 2.4 표면색 측정

단삼과 소목을 이용한 추출액으로 염색한 시료의 표면색은 Computer Color Matching System(UltraScan PRO, HunterLab, USA)을 이용하여 CIE Lab 색차에 의한 L\*, a\*, b\*와 ΔE\*를 측정하고, Munsell 표색계 변환법으로 H, V/C값을 구하였다.

### 2.5 염색 견뢰도

세탁 견뢰도는 KS K ISO 105-C01 : 2007에 의거하여 Launder-O-meter(Yasuda Model 408, Japan)를 사용하여 40±2℃에서 30분간 세탁하여 측정하였으며, 드라이클리닝 견뢰도는 KS K ISO 105-D01 : 2010에 의거하여 Launder-O-meter(Yasuda Model 408, Japan)를 사용하여 실험한 후 측정하였다.

땀 견뢰도는 KS K ISO 105-E04 : 2010에 준하여 37±2℃의 공기 순환 팬이 없는 건조기에서 4시간 동안 방치하여 산성 땀액과 알칼리성 땀액으로 나누어 평가하였다.

마찰 견뢰도는 KS K 0650 : 2011에 준하여 Crock-meter법에 의해 측정하였고, 일광 견뢰도는 KS K ISO 105-B02에 준하여 Fade-O-meter(HS-213C, Han won Soway Co.)를 사용하여 시험하였으며, Xenon-arc lamp를 사용하여 표준 퇴색시간인 20시간 조광하여 Gray scale로 등급을 판정하였다.

### 2.6 항균성

단삼과 소목 추출액을 이용한 염색시료의 항균성을 측정하기 위해 KS K 0693 : 2011에 의거 시험하였으며, 사용된 균주로는 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538(황색포도상구균)과 *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352(폐렴균)를 대조편과 시험편에 배양하여 18hr 후 생균수와 균 감소율을 측정하여 표시하였다. 정균 감소율은 다음 식(1)에 따라 산출하였다.

$$\text{Bacteria reduction rate(\%)} = \frac{M_b - M_c}{M_b} \times 100 \dots\dots (1)$$

$M_b$  : the number of microbe in blank, after 18hours

$M_c$  : the number of microbe in specimens, after 18hours

### 2.7 소취성

단삼과 소목 추출액을 이용한 염색시료의 소취성 측정은 가스검지관법에 준하여 온도 24℃, 습도 28%의 시험환경에서 1000mL의 플라스크에 500ppm의 암모니아(NH<sub>3</sub>)를 주입하여 30분, 60분, 90분, 120분의 시간대 별로 각각의 소취율을 측정하였다. 소취율의 계산식(2)은 다음과 같다.

$$\text{Deodorization rate(\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

A : gas concentration of blank

B : gas concentration under specimen sample

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 단삼과 소목의 단일염색에 의한 표면색 변화

단삼과 소목을 이용한 두 염재의 단일염색에 의한 표면색변화를 알아보기 위해 염액 농도를 25, 50, 75, 100%로 변화를 주어 실험하였으며 염색은 액비 1:100에서 염색 온도 60℃, 염색 시간 30분간 실시하였다. 매염제는 Al, Fe, Cu, Sn을 사용하였으며 매염조건은 육비 1:100에서 매염 농도 5%(o.w.f.), 60℃, 30분간 모든 시료에서 선매염 처리하였다.

Table 2는 단삼을 이용한 단일염색에서의 표면색 변화를 나타낸 것이다. 단삼은 거의 대부분 YR계열의 황갈색의 색상이 나타났으며, 부분적으로 Cu,

Table 2. The values of H V/C and L\*, a\*, b\* of silk fabrics dyed with Dansam extract by pre-mordanting

Mordants	Dansam	L*	a*	b*	ΔE*	H	V/C
None	25%	76.56	2.53	13.73	22.27	10YR	7.6/1
	50%	73.28	3.50	16.95	27.13	10YR	7.3/2
	75%	69.43	4.59	19.32	31.50	5.4YR	6.92/3.9
	100%	69.05	5.03	20.12	32.31	5.5YR	6.9/4
Al	25%	75.54	1.59	12.39	22.47	8.8YR	7.5/0.9
	50%	71.97	2.90	16.08	27.42	10YR	6.93/1.8
	75%	69.55	3.91	18.06	30.63	10YR	6.92/2.3
	100%	67.77	4.07	18.73	32.52	6.3YR	6.74/3.5
Fe	25%	55.31	-0.12	4.53	40.21	3.7R	5.46/0.3
	50%	52.24	0.18	6.37	43.69	7.5R	5.16/3.7
	75%	50.62	0.63	8.02	44.93	10R	5/2.5
	100%	51.53	0.95	9.37	44.21	2.9YR	5.16/2
Cu	25%	68.27	2.50	17.16	31.15	2.5Y	6.8/1.6
	50%	65.77	3.33	19.22	34.40	7.5YR	6.5/3.3
	75%	64.74	4.18	20.38	35.97	8.9YR	6.44/3.2
	100%	64.01	4.87	21.39	37.20	6.7YR	6.34/4.1
Sn	25%	76.94	1.25	20.62	25.94	2.5Y	7.66/2.7
	50%	72.49	3.50	23.11	31.14	8.1YR	7.22/4
	75%	69.99	4.78	26.39	35.31	10YR	6.99/4.2
	100%	68.30	4.86	25.86	36.29	10YR	6.85/4.1

Sn매염에서 염액 농도 25%농도에서 b\*값이 증가하여 Y계열의 색상이 나타났다. Fe매염시 a\*값이 감소하였으나 b\*값 역시 감소하여 대부분 R계열의 색상 등이 나타났는데, 이는 단삼이 phenanthrenquinone계 색소를 가지고 있어 quinone류에 많은 색상인 황색과 적색을 띠는 것을 알 수 있었다. 모든 시료의 염액 농도가 증가할수록 모든 시료의 L\*값이 감소하고 ΔE\*값 역시 모두 증가하여 색상이 짙어졌다. Fe매염의 경우 무매염에 비해 L\*값은 가장 낮은 반면 ΔE\*값이 가장 높아 색차가 컸으며, C값은 전반적으로 낮아 저채도의 선명도를 나타내었다.

Table 3은 소목을 이용한 단일염색에서의 표면색 변화를 나타낸 것인데, 많은 선행연구에서도 알 수 있

었듯이<sup>22)</sup> Al매염의 경우 대부분 5R로 순적색이 나타났으며, Sn매염에서도 a\*값이 크게 증가하여 대부분 R계열의 색상을 나타내었다. 무매염과 Al, Sn매염의 경우 C값이 염액 농도 100%일 때 모두 8.2~11.4로 높아 고채도의 선명도를 보였다. 또한 ΔE\*값이 무매염에서도 높게 나타났을 뿐만 아니라 매염 시 더욱 증가해 비교적 짙은 색상으로 염색됨을 알 수 있었다. 반면 Fe매염의 경우는 a\*값과 b\*값이 모두 감소하였는데 특히, b\*값이 현저하게 낮아져 -b\*값으로 변화하여 RP계열의 색상이 나타났다. 그리고 Fe매염의 경우 무매염에 비해 다른 매염제보다 L\*값이 가장 낮아 색상이 어두웠으며, C값도 가장 낮아 저채도의 선명도를 보였다.

Table 3. The values of H V/C and L\*, a\*, b\* of silk fabrics dyed with Sappan wood extract by pre-mordanting

Mordants	Sappan wood	L*	a*	b*	$\Delta E^*$	H	V/C
None	25%	71.69	11.97	40.27	45.90	10YR	7.16/6.7
	50%	66.18	15.25	46.19	54.37	10YR	6.67/7.7
	75%	64.38	17.72	49.96	59.11	10YR	6.43/8.3
	100%	60.97	20.20	52.43	63.67	9.6YR	6.16/8.9
Al	25%	41.16	40.69	12.77	68.66	2.5R	4.1/9.2
	50%	34.80	39.47	14.42	73.35	5R	3.4/10.3
	75%	31.47	37.56	14.83	75.24	5R	3.2/9.4
	100%	29.49	35.17	14.47	75.74	5R	2.99/8.2
Fe	25%	24.15	8.00	-3.23	71.90	4RP	2.41/1.1
	50%	21.93	6.14	-1.65	73.78	5RP	2.14/0.5
	75%	20.81	4.95	-0.53	74.76	7.3RP	2.07/0.3
	100%	20.19	4.00	-0.07	75.33	7.5RP	1.99/0.1
Cu	25%	37.25	16.40	7.25	60.34	4.2R	3.66/2
	50%	30.43	13.66	5.49	66.44	9.7R	3.05/2.2
	75%	27.10	10.93	5.97	69.17	10R	2.72/2.4
	100%	25.11	8.55	6.43	70.83	10R	2.51/2.7
Sn	25%	47.37	43.95	7.59	65.46	10RP	4.72/10.6
	50%	40.24	45.20	12.60	72.20	2.5R	4.05/10.9
	75%	37.26	44.02	14.88	74.07	3.2R	3.72/10.5
	100%	35.20	42.37	16.64	74.85	5R	3.58/11.4

### 3.2 단삼과 소목의 복합염색에 의한 표면색 변화

실험방법 2.3에서 언급하였듯이 단삼과 소목을 이용한 복합염색에서는 모두 선매염하여 단삼 선염색→소목 후염색 순의 방법(A)과 소목 선염색→단삼 후염색의 방법(B)으로 순서를 달리한 두 가지 방법으로 염색하였다. 이때 추출한 염액의 농도비율에 변화를 주어 실시하였는데 선염색과 후염색의 농도비율은 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0%로 하였으며 염색조건은 액비 1:100에서 염색 온도 60°C, 염색 시간 30분 동안 실시하였다. 매염제는 Al, Fe, Cu, Sn을 사용하였으며 매염조건은 욕비 1:100에서 매염 농도 5%(o.w.f.), 60°C, 30분간 모든

시료에서 선매염 처리하였다.

Table 4(A 염색방법)와 Table 5(B 염색방법)는 단삼과 소목 추출액을 이용하여 순서를 달리 한 복합염색에서의 매염제에 따른 표면색의 변화를 나타낸 것이다. 먼저 Table 4에서 단삼, 소목순의 염색에서 염액 농도비율 변화(25:75, 50:50, 75:25%)에 따른 매염제별 표면색을 살펴보면, 무매염과 Cu매염에서 YR계열이 나타났으며 Al, Fe, Sn매염의 경우는 R계열의 색상이 나타났다. 단삼의 농도가 증가할수록 C값은 대부분 감소하여 채도가 낮아져 연한 색상을 띠었다.

그리고 모든 시료의 L\*값이 증가하여 색상이 밝아

**Table 4.** The values of H V/C and L\*, a\*, b\* of silk fabrics dyed with combination dyes(Dansam→Sappan wood: A method) by pre-mordanting

Mordants	Combination ratio (Dansam: Sappan wood)	L*	a*	b*	ΔE*	H	V/C
None	0:100	60.97	20.20	52.43	63.67	9.6YR	6.16/8.9
	25:75	57.04	22.69	48.20	62.12	7.5YR	5.75/9
	50:50	58.95	20.02	45.22	58.98	7.5YR	5.95/8.4
	75:25	62.91	14.84	38.56	50.13	9.3YR	6.29/6.8
	100:0	69.05	5.03	20.12	32.31	5.5YR	6.9/4
Al	0:100	29.49	35.17	14.47	75.74	5R	2.99/8.2
	25:75	38.42	34.51	20.70	68.83	7.8R	3.89/8.4
	50:50	40.31	33.75	19.91	66.73	7.2R	4.5/8.2
	75:25	46.02	30.60	18.78	60.23	7.5R	4.6/7.4
	100:0	67.77	4.07	18.73	32.52	6.3YR	6.74/3.5
Fe	0:100	20.19	4.00	-0.07	75.33	7.5RP	1.99/0.1
	25:75	26.95	7.05	4.94	68.77	7.5R	2.77/2.6
	50:50	27.45	7.26	3.64	68.38	5R	2.72/1.7
	75:25	31.42	7.86	3.26	64.52	2.8R	3.1/1.5
	100:0	51.97	0.94	9.23	44.30	3YR	5.22/1.9
Cu	0:100	25.11	8.55	6.43	70.83	10R	2.51/2.7
	25:75	37.27	15.89	20.85	63.37	6.4YR	3.54/4.1
	50:50	43.51	23.12	28.17	62.08	2.5YR	4.38/7.2
	75:25	52.17	20.04	30.75	54.97	4.4YR	5.26/6.9
	100:0	64.01	4.87	21.39	37.20	6.7YR	6.34/4.1
Sn	0:100	35.20	42.37	16.64	74.85	5R	3.58/11.4
	25:75	41.96	37.89	23.11	68.06	7.5R	4.22/1
	50:50	44.48	35.65	21.86	64.93	6.5R	4.4/4.3
	75:25	49.35	31.81	19.55	58.68	7.5R	4.93/5.8
	100:0	68.30	4.86	25.86	36.29	10YR	6.85/4.1

졌고 ΔE\*값은 모두 감소하여 염착량이 차츰 낮아졌으며 색상이 조금씩 열어짐을 알 수 있었다.

Table 5는 소목, 단삼순의 염액 농도비율(25:75, 50:50, 75:25%)에 따른 표면색의 변화를 나타낸 것으로 무매염과 Cu매염에서 YR계열의 색상이 Sn매염의 경우는 R계열의 색상이 나타난 것은 단삼, 소

목순의 표면색의 결과와 동일하였다. 그러나 다양한 색상의 변화를 육안으로 확인할 수 있었다. Al매염에서는 소목의 염액 농도가 증가함에 따라 YR에서 R색상으로, Fe매염에서 R색상이 RP색상으로 변화하였는데 이는 순서를 달리한 염색방법에서 나타난 차이점으로 염색순서에 의해 색상이 변화함을

**Table 5.** The values of H V/C and L\*, a\*, b\* of silk fabrics dyed with combination dyes(Sappan wood→Dansam: B method) by pre-mordanting

Mordants	Combination ratio (Sappan wood: Dansam)	L*	a*	b*	$\Delta E^*$	H	V/C
None	0:100	69.05	5.03	20.12	32.31	5.5YR	6.9/4
	25:75	65.03	9.72	26.97	39.33	10YR	6.5/4.5
	50:50	62.76	11.55	29.28	42.94	9.4YR	6.25/5
	75:25	61.62	13.68	32.05	46.09	7.5YR	6.17/6
	100:0	60.97	20.20	52.43	63.67	9.6YR	6.16/8.9
Al	0:100	67.77	4.07	18.73	32.52	6.3YR	6.74/3.5
	25:75	56.74	17.48	20.45	45.38	8.4YR	5.67/5.9
	50:50	48.55	24.15	18.56	54.62	9.6R	4.84/6
	75:25	41.66	29.38	15.54	62.13	7R	4.21/3.5
	100:0	29.49	35.17	14.47	75.74	5R	2.99/8.2
Fe	0:100	51.97	0.94	9.23	44.30	3YR	5.22/1.9
	25:75	36.46	7.74	4.57	59.00	5.7R	3.64/1.1
	50:50	30.40	7.71	2.27	65.01	10RP	2.9/2
	75:25	25.82	7.00	0.28	69.54	8.6RP	2.57/1.3
	100:0	20.19	4.00	-0.07	75.33	7.5RP	1.99/0.1
Cu	0:100	64.01	4.87	21.39	37.20	6.7YR	6.34/4.1
	25:75	46.09	18.69	16.79	54.10	8.5YR	4.59/7.1
	50:50	40.90	17.80	16.65	58.49	2.5YR	4.08/4.3
	75:25	38.08	18.45	17.06	61.37	2.5YR	3.8/4.2
	100:0	25.11	8.55	6.43	70.83	10R	2.51/2.7
Sn	0:100	68.30	4.86	25.86	36.29	10YR	6.85/4.1
	25:75	56.23	22.42	21.07	48.22	10R	5.58/6.2
	50:50	49.07	33.40	17.47	58.45	5.3R	4.88/4.9
	75:25	40.72	38.60	14.13	67.49	2.5R	4.05/8.5
	100:0	35.20	42.37	16.64	74.85	5R	3.58/11.4

확인할 수 있었다. 소목, 단삼순의 염색방법에서 L\*, a\*, b\*값의 증감 변화가 단삼, 소목순의 염색방법에 비해 색이 밝아지고 은은해지는 경향을 보였고, 소목의 염액 농도가 증가할수록  $\Delta E^*$ 값이 증가하여 염착량이 높아지면서 색상이 짙어졌다.

두 가지 염색방법에서의 색상차이를 비교해보면 전반적으로 적색, 황색의 가감과 채도의 증감으로

다양한 색상을 볼 수 있었는데 그 중 소목, 단삼순의 염색에서 명도는 높아지고 채도가 낮아져 밝고 은은한 색상을 얻을 수 있었으며, 분명하게 색상을 이행하는 등의 많은 변화는 없었지만 다양한 톤의 색상변화를 관찰할 수 있었다. 이는 대체로 각각의 염재비율이 같으나 염색순서가 다른 경우의 표면색의 변화에서도 확인할 수 있었다.

**Table 6.** The values of H V/C and L\*, a\*, b\* of silk fabrics dyed with combination dyes by dyeing order(D:Dansam, S:Sappan wood)

Mordants	Combination ratio	L*	a*	b*	$\Delta E^*$	H	V/C
None	D25:S75	57.04	22.69	48.20	62.12	7.5YR	5.75/9
	S75:D25	61.62	13.68	32.05	46.09	7.5YR	6.17/6
	D50:S50	58.95	20.02	45.22	58.98	7.5YR	5.95/8.4
	S50:D50	62.76	11.55	29.28	42.94	9.4YR	6.25/5
	D75:S25	62.91	14.84	38.56	50.13	9.3YR	6.29/6.8
	S25:D75	65.03	9.72	26.97	39.33	10YR	6.5/4.5
Al	D25:S75	38.42	34.51	20.70	68.83	7.8R	3.89/8.4
	S75:D25	41.66	29.38	15.54	62.13	7R	4.21/3.5
	D50:S50	40.31	33.75	19.91	66.73	7.2R	4.5/8.2
	S50:D50	48.55	24.15	18.56	54.62	9.6R	4.84/6
	D75:S25	46.02	30.60	18.78	60.23	7.5R	4.6/7.4
	S25:D75	56.74	17.48	20.45	45.38	8.4YR	5.67/5.9
Fe	D25:S75	26.95	7.05	4.94	68.77	7.5R	2.77/2.6
	S75:D25	25.82	7.00	0.28	69.54	8.6RP	2.57/1.3
	D50:S50	27.45	7.26	3.64	68.38	5R	2.72/1.7
	S50:D50	30.40	7.71	2.27	65.01	10RP	2.9/2
	D75:S25	31.42	7.86	3.26	64.52	2.8R	3.1/1.5
	S25:D75	36.46	7.74	4.57	59.00	5.7R	3.64/1.1
Cu	D25:S75	37.27	15.89	20.85	63.37	6.4YR	3.54/4.1
	S75:D25	38.08	18.45	17.06	61.37	2.5YR	3.8/4.2
	D50:S50	43.51	23.12	28.17	62.08	2.5YR	4.38/7.2
	S50:D50	40.90	17.80	16.65	58.49	2.5YR	4.08/4.3
	D75:S25	52.17	20.04	30.75	54.97	4.4YR	5.26/6.9
	S25:D75	46.09	18.69	16.79	54.10	8.5YR	4.59/7.1
Sn	D25:S75	41.96	37.89	23.11	68.06	7.5R	4.22/1
	S75:D25	40.72	38.60	14.13	67.49	2.5R	4.05/8.5
	D50:S50	44.48	35.65	21.86	64.93	6.5R	4.4/4.3
	S50:D50	49.07	33.40	17.47	58.45	5.3R	4.88/4.9
	D75:S25	49.35	31.81	19.55	58.68	7.5R	4.93/5.8
	S25:D75	56.23	22.42	21.07	48.22	10R	5.58/6.2

즉 단삼(D)25%:소목(S)75%와 소목(S)75%:단삼(D) 25%의 염색에서 단삼은 25% 소목은 75%일 때 순서가 다른 경우와, 단삼(D)50%:소목(S)50%와 소목(S)50%:단삼(D)50%의 염색에서 단삼과 소목이 각 50%일 때 순서를 달리 했을 경우, 그리고 단삼(D)75%:소목(S)25%와 소목(S)25%:단삼(D)75%의 염색에서는 단삼이 75% 소목이 25%일 때 순서를 다르게 했을 경우를 말하는 것이다.

Table 6은 Table 4와 Table 5를 재구성 한 것으로

위와 같이 개별적인 염재의 염액비율은 일치하지만 염색순서가 달라졌을 때 변화하는 L\*, a\*, b\*값과 색상차를 좀 더 구체적으로 비교해보기 위해 정리 하였다. 염재의 염액 농도비율이 동일할 때 소목, 단삼순의 염색의 경우 L\*값은 대부분 증가하여 색상이 밝아졌고, a\*, b\*값과  $\Delta E^*$ 값도 대부분의 시료에서 단삼, 소목순의 염색방법일 때 보다 소목, 단삼순의 염색방법일 때 감소하여 적색, 황색이 약해졌다.

또한 C값 역시 소목, 단삼순의 염색일 때가 Cu,

Sn매염을 제외한 무매염, Al, Fe매염의 경우에 대부분 감소함으로써 선명도가 낮아졌음을 알 수 있었다. 이렇게 같은 염액 농도 비율의 염색에서도 순서를 달리하는 것만으로 뚜렷한 색상차이는 없었지만 다양한 색상변화를 볼 수 있었다. 더욱이 육안으로 관찰시 복합염색에 따른 색상변화는 대부분 후염색에 사용된 염재의 색상에 유사하게 변화하는 양상을 나타냈으므로, 복합염색 시 표면색의 색상변화는 선염색 염재 보다 후염색 염재의 특성이 복합염색 색상에 미치는 영향이 크다는 것을 확인할 수 있었다.

### 3.3 염색 견뢰도

단삼과 소목추출액을 이용한 염색에서의 견뢰도를 알아보기 위해 단삼100%, 단삼50%:소목50%, 소목100%의 시료를 염색 온도 60°C, 염색 시간은 30분, 2회 반복염색하고 무매염 처리하여 시험하였다.

Table 7은 3종류의 시료의 염색 견뢰도를 나타낸 것으로 단삼100%의 견뢰도를 먼저 살펴보면, 세탁견뢰도에서 변퇴색은 4등급으로 양호하였고, 오염도는 견에서 4-5등급으로 우수하였으며 면에서 3-4등급으로 양호하였다. 드라이클리닝 견뢰도는 변퇴색과

오염도가 모두 4-5등급으로 우수하게 나타났다. 땀 견뢰도에서 변퇴색은 산성과 알칼리성에서 모두 4-5등급이었으며 오염도는 산성, 알칼리성 모두 견에서 3등급, 면에서는 4등급으로 나타났다. 마찰 견뢰도는 건조마찰이 4등급, 습윤마찰은 3-4등급으로 나타나 건조마찰이 습윤마찰보다 더 우수하였다. 일광 견뢰도는 4등급으로 우수하게 나타났다.

소목100%의 세탁견뢰도는 선행연구에서도 확인할 수 있듯이<sup>23)</sup> 변퇴색 1등급, 오염도에서 1-2등급으로 나타난 반면, 드라이클리닝 견뢰도에서는 변퇴 4-5등급, 오염도 4등급으로 우수하게 나타났다. 땀 견뢰도는 변퇴색에서 산성과 알칼리성 모두 4-5등급으로 우수하였으며, 오염도는 모두 산, 알칼리 1-2등급으로 낮게 나타났다. 마찰 견뢰도는 건조, 습윤 모두 4등급으로 우수 하였고 일광 견뢰도는 1-2등급으로 일광에 약하다는 것을 다시 한 번 확인할 수 있었다.

복합염색 시 염재의 염색 순서에 따른 견뢰도 효과를 알아보기 위해 단삼50%:소목50%(A방법)의 경우와, 소목50%:단삼50%(B방법)의 경우를 대상으로 세탁, 일광 견뢰도 평가를 실시하여 Table 8에 나타내었다.

Table 7. Colorfastness of silk fabrics dyed with Dansam and Sappan wood extract(A combination dyeing method)

Fastness	Dyeing condition		Dansam 100%	Dansam: Sappan wood 50:50%	Sappan wood 100%
Washing	stain	color change	4	1	1
		silk	4-5	2	1-2
		cotton	3-4	2-3	1-2
Dry cleaning		color change	4-5	4-5	4-5
		stain	4-5	4	4
Perspiration	Acid	color change	4-5	4-5	4-5
		stain	silk	3	2
	cotton		4	2	1-2
	Alkaline	color change	4-5	4-5	4-5
stain		silk	3	2	1-2
	cotton	4	2	1-2	
Rubbing		dry	4	4	4
		wet	3-4	4	4
		Light	4	2	1-2

Table 8. Colorfastness of silk fabrics dyed with Sappan wood and Dansam extract(B combination dyeing method)

Fastness	Dyeing condition	Sappan wood	Sappan wood:Dansam	Dansam	
		100%	50:50%	100%	
Washing	color change	1	1-2	4	
	stain	silk	1-2	4-5	4-5
		cotton	1-2	3-4	3-4
	Light	1-2	2-3	4	

먼저 단삼50%:소목50%의 결과를 보면 세탁 견뢰도의 오염도, 땀 견뢰도의 오염도, 일광 견뢰도 등에서 두 염재 중 상대적으로 낮은 견뢰도의 소목보다 한 등급씩 향상 되었지만 대부분 후염색의 염재인 소목의 견뢰도와 비슷한 양상을 보여 복합염색 시 상대적으로 높은 염재의 견뢰도수준의 향상은 볼 수 없었다. 그러나 순서를 달리한 소목50%:단삼50%의 세탁견뢰도 평가에서는 단삼50%:소목50%의 평가일 때 변퇴색 1등급, 견오염 2등급, 면오염 2-3등급이었는데, 소목50%:단삼50%의 평가에서는 변퇴색 1-2등급, 견오염도 4-5등급, 면오염도 3-4등급으로 견뢰도 향상을 확인 할 수 있었다. 그리고 일광 견뢰도의 경우에서도 단삼50%:소목50%일 때 2등급이었던 평가가 소목50%:단삼50%의 평가에서 2-3등급으로 미미하지만 견뢰도 향상의 가능성을 확인 할 수 있었다.

이러한 경향으로 볼 때 앞에서 고찰한 색상변화와 마찬가지로 견뢰도 평가에서도 복합염색 시에 후염색의 영향이 컸었던 것으로 짐작할 수 있으며, 복합염색을 할 경우 견뢰도의 향상가능성을 확인할 수 있었다. 또한 견뢰도 평가에서 무매염 처리한 시료로 시험한 평가인 점을 감안한다면 매염처리나 반복염색에 의한 견뢰도 향상을 더욱 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

### 3.4 항균성

단삼과 소목추출액을 이용한 단일염색 시료와 단삼, 소목의 복합염색 시료의 항균성을 평가하기 위해 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae*)의 두 균주에 대한 정균 감소율을 측정한 결과를 Table 9와 Table 10에 나타내었다. 항균성 평가를 위한 시료는 염색 온도 60℃, 그리고 염색 시간은 30분, 2회 반복염색하고 무매염 처리한 염색포로 시험하였다. 염색한 시료와의 대조를 위해 염색하지 않은 직물의 원시료 즉 미염색포도 함께 시험하였다. 시험결과, 모든 시료에서 황색포도상구균과 폐렴균의 두 균주에 대해 99.9%의 높은 균 감소율을 나타내었다. 미염색포의 황색포도상구균의 균 감소율이 35.5%, 폐렴균의 균 감소율 0%와 비교해볼 때 염색포의 균 감소율이 99.9%로 매우 높은 균 감소율을 나타내었다.

항균물질은 alkaloid류, flavonoid류, terpenoid류, phenolic compound류, quinone류 등의 유도체들인 것으로 알려져 있다<sup>24)</sup>. 이와 같은 결과로 볼 때 단삼의 성분인 diterpenoidal quinone류에는 항산화 작용이 있고 특히 cryptotanshinone과 15,16-dihydrotanshinone의 성분에는 포도상구균 등의 병원균에 작용하여 항 박테리아에 효과적이고 항진균 등의 약리작용도 있다는 선행연구의 결과와 일치한다고 볼 수 있다<sup>25)</sup>.

Table 9. Antibacterial activities of silk fabrics dyed with Dansam and Sappan wood extract

Antibacterial activity	Bacteria reduction rate(%)			
	<i>Staphylococcus aureus</i>			
	Untreated fabrics	Dansam 100%	Dansam:Sappan wood 50:50	Sappan wood 100%
Silk	35.5	99.9	99.9	99.9

Table 10. Antibacterial activities of silk fabrics dyed with Dansam and Sappan wood extract

Antibacterial activity	Bacteria reduction rate(%)			
	Untreated fabrics	<i>Klebsiella pneumoniae</i>		
		Dansam 100%	Dansam:Sappan wood 50:50	Sappan wood 100%
Sample				
Silk	0	99.9	99.9	99.9

소목의 약리작용에서도 항균력, 살균소독력이 있다는 연구보고<sup>26)</sup>와 함께 소목의 색소성분인 brazilin의 구조가 항균성과 소취성이 우수하다는 연구보고<sup>17)</sup>도 단일염색에서 확인되어 두 염재의 복합염색에서도 충분히 예상되었던 결과라고 할 수 있다. 또한 매염제를 사용하지 않은 염색 시료를 평가했다는 점에서 두 염재의 항균성이 매우 우수하다고 할 수 있다. 더불어 최근에 천연염료 추출물의 기능성에 관한 연구<sup>27,28)</sup>가 활발하게 논의되고 있으며 특히, 항균성이 매우 우수한 단삼과 소목을 대상으로 피부질환과 관련된 치료효과 및 가능성을 주제로 구체적이고 상세한 연구가 진행되어진다면 천연염료에 대한 보다 다양한 연구 성과가 기대 될 것으로 사료된다.

### 3.5 소취성

단삼과 소목추출액을 이용한 단일염색 시료와 단삼, 소목의 복합염색 시료의 소취성에 대한 평가는 가스검지관법에 준하여 측정하였으며 그 결과는 Table 11에 나타내었다. 소취성 평가를 위한 시료도 염색 온도 60°C, 그리고 염색 시간은 30분, 2회 반복염색하고 무매염 처리한 염색포로 시험하였다.

염색한 시료와의 대조를 위해 염색하지 않은 직물

의 미염색포인 원시료도 함께 시험하였다. 소취성의 평가에서 시간이 경과함에 따라 미염색포와 염색포 모두 소취율이 증가하였는데 단삼 단일염색의 경우 99%로 크게 향상 되었는데 이는 단삼의 성분 중 quinone계의 화합물인 diterpenoidal quinone류의 성분이 암모니아와의 물리·화학적 중화반응에 의해 소취성이 크게 향상된 것으로 사료된다. 소목 단일염색과 단삼, 소목순의 복합염색은 95%로 향상 되었으며 미염색포의 소취율이 32%에 비해 소취율이 95% 이상으로 소취효과가 크게 향상되었음을 알 수 있었다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 새로 연구된 염재인 단삼과 소목 추출액을 이용한 복합염색을 실시하여 견직물에 대한 표면색의 색상변화를 검토하였다. 그리고 염색 견뢰도(세탁, 드라이클리닝, 땀, 마찰, 일광견뢰도) 및 기능성(항균성, 소취성)을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 단삼과 소목 추출액을 이용한 각각의 단일염색에서의 표면색의 변화를 살펴보면, 단삼염색포는 무매염에서 YR계열의 황갈색을 나타냈으며 염액농도와 매염제에 따라 Y와 R색상을 나타냈다. 그리

Table 11. Deodorization rates of silk fabrics dyed with Dansam and Sappan wood extract

Deodorization	Deodorization rate(%)			
	Untreated fabrics	Dyed fabrics		
		Dansam 100%	Dansam:Sappan wood 50:50	Sappan wood 100%
Time(min)				
30	32	95	86	88
60	37	98	91	92
90	40	99	94	95
120	44	99	95	95

고 소목염색포의 표면색은 무매염에서 YR계열, 염액농도와 매염제에 따라 R, RP색상이 나타났다.

2. 단삼과 소목 추출액을 이용한 복합염색에서는 단삼과 소목을 염액 농도비율(25:75, 50:50, 75:25%)에 변화를 주어 순서를 다르게 하여 염색을 실시하였다. 단삼, 소목순의 복합염색(A)의 표면색은 염액농도와 매염제에 따라 YR계열, R계열의 색상이 나타났으며 단삼의 농도가 증가할수록 C값은 대부분이 감소하여 채도가 낮아져 연한 색상을 띠었다. L\*값은 증가하여 색상이 밝아졌고 ΔE\*값은 모두 감소하여 색상이 조금씩 열어졌다. 소목, 단삼순의 복합염색(B)에서의 표면색은 YR계열, R계열의 색상이 나타났고 AI매염에서는 소목의 염액 농도가 증가함에 따라 YR에서 R색상으로, Fe매염에서 R색상이 RP색상으로 변화하였다. 소목, 단삼순의 복합염색에서 L\*, a\*, b\*값의 증감 변화는 단삼, 소목순의 염색방법(A)에 비해 색이 밝아지고 은은해지는 경향을 보였고, 소목의 염액 농도가 증가할수록 ΔE\*값도 증가하여 색상이 짙어졌다.

두 가지 복합염색 방법에서의 색상차이를 비교해 보면 전반적으로 적색, 황색의 가감과 채도의 증감으로 다양한 색상을 볼 수 있었는데 그 중 소목, 단삼순의 염색(B)에서 명도는 높아지고 채도가 낮아져 밝고 은은한 색상을 얻을 수 있었으며, 분명한 색상이행 등의 많은 변화 없었지만 다양한 톤의 색상변화를 볼 수 있었다. 특히 육안으로 관찰시 복합염색에 따른 색상변화는 대부분 후염색에 사용된 염재의 색상에 유사하게 변화하는 양상을 나타냈으므로, 복합염색 시 표면색의 색상변화는 선염색 염재 보다 후염색 염재의 특성이 복합염색 색상에 미치는 영향이 크다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 복합염색 시에는 목표하는 색상 톤과 견뢰도를 고려하여 염재의 선-후를 결정하면 바람직 할 것으로 사료된다.

3. 염색 견뢰도 평가에서는 단삼 단일염색에서는 대부분 우수한 견뢰도를 확인할 수 있었고, 소목 단일염색의 경우는 세탁과 일광 견뢰도, 땀 견뢰도의 오염도에서 매우 낮은 등급이 평가되었다. 그러나 복합염색에서 세탁 견뢰도의 오염도, 땀 견뢰도의 오염도, 일광 견뢰도에서 소목의 낮은 견뢰도 보다 한 등급이상 향상되었다. 이 경우에도 후염색에 사용된 염재의 물성이 견뢰도에 영향을 더 크게 미쳤으며, 견뢰도가 높은 염재를

사용함으로써 복합염색에 의한 견뢰도의 향상을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 단삼과 소목 추출액으로 염색한 시료 모두 견직물의 항균성 측정결과는 황색포도상구균과 폐렴균 모두 99.9%의 정균감소율로 매우 우수하게 나타났다. 소취성에 있어서도 복합염색포의 소취율이 95%로 향상되어 소취성이 우수함을 알 수 있었다. 이상의 결과로 단삼과 소목의 복합염색을 통해 다양한 톤의 색상을 볼 수 있었으며, 제한된 천연염색의 색상의 다양화를 위해 기존의 염재 뿐만 아니라 새로운 염재와도 복합염색 연구가 지속적이며 다각도로 시도되어야 할 것이라고 생각된다.

### 감사의 글

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2012 R1A1A3020099).

### References

1. M. N. You and E. K. Roh, A Preliminary Study on Natural Dyeing by the Delphi Method(Part III), *J. of the Korean Society of Clothing and Textiles*, **30**(5), 733(2006).
2. S. C. Choi, J. S. Jung, and T. I. Chun, The Effect of Natural Mordants on the Silk Fabrics Dyed with Green Tea Extracts(I), *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **11**(3), 15(1999).
3. K. Y. Lim, T. J. Jeon, K. J. Yoon, and S. I. Eom, A Study on the Dyeing Characteristics of Natural Dyes(II), *J. of the Korean Fiber Society*, **38**(11), 577(2001).
4. H. S. Lee and S. M. Ko, Dyeability of Silk Fabrics Using Extracts of *Ligustrum Japonicum* Thunb Fruit, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **22**(1), 71(2010).
5. M. R. Han, W. J. Jo, and J. S. Lee, The Dyeability of Silk Fabrics with Annatto, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **20**(6), 35(2008).
6. E. S. Im, H. S. Lee, and C. H. Han, Dyeability and Functionality of Silk Fabrics Dyed with *Jeju scorica*, *Textile Coloration and Finishing(J. of*

- Korea Soc. Dyers and Finishers*), **23**(3), 187(2011).
7. Y. E. Kang and S. O. Park, Mixed Dyeing of the Chinese Ink and Loess, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **17**(2), 1(2005).
  8. H. J. Yoo and H. J. Lee, Fabric Dyeing with Artemesia and Gardenia for Color Mixture, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **13**(6), 16(2001).
  9. J. L. Nam, Natural Dyeing of Fabrics with Dansam(*Salvia miltiorrhiza* Bunge) Extract, M.S. Thesis, Gyeongsang National University, 2013.
  10. Pharmacognosy Teaching Materials Compilation Committee, "Pharmacognosy", Dongmyungsa, Paju, pp.119-122, pp.662-664, 2007.
  11. H. J. Yun, S. K. Heo, H. J. Yun, W. H. Park, and S. D. Park, Anti-inflammatory Effect of *Salvia miltiorrhizae* Radix, *Korean J. of Herbology*, **22**(4), 65(2007).
  12. W. S. Han, Isolation of Antimicrobial Compounds from *Salvia miltiorrhiza* Bunge, *The Korean J. of Medicinal Crop Science*, **12**(3), 179(2004).
  13. J. S. Kwang and S. H. Baek, Cytotoxicity and Antimicrobial Effects of Extracts from *Salvia miltiorrhiza*, *The Korean J. of Pharmacognosy*, **34**(4), 293(2003).
  14. S. J. Jeon, Studies on the Chemical Analysis and Anti-inflammatory Activities of the Components Isolated from the *Salvia miltiorrhiza* Bunge, Ph.D. Thesis, Andong National University, 2007.
  15. B. Y. Kang, S. W. Chung, S. H. Kim, S. Y. Ry, and T. S. Kim, Inhibition of Interleukin-12 and Interferon Production in Immune Cells by Tanshinones from *Salvia miltiorrhiza*, *Immunopharmacology*, **49**, 355(2000).
  16. J. P. Kim and J. J. Lee, "Natural Dyes in Korea -Traditional Dyes and Natural Dyeing Technology", Seoul National University Press, Seoul, pp.68-70, 2004.
  17. S. R. Lee, I. H. Kim, and S. W. Nam, A Study on the Component Analysis of Sappan Wood Extracts, *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **14**(4), 33(2002).
  18. M. S. Kwon, D. W. Jeon, I. R. Choi, and J. J. Kim, A Study on Natural Dyeing using *Caesalpinia sappan*(II), *The Research J. of the Costume Culture*, **12**(6), 908(2004).
  19. E. Hwang, M. S. Kim, D. S. Lee, and K. B. Kim, Color Development of Natural Dyes with Some Mordants, *J. of the Korean Fiber Society*, **35**(8), 490(1998).
  20. M. O. Park and S. L. Yoon, Properties of Natural Dyeing of Bast Fiber(Part 3), *J. of Korea Technical Association Pulp Paper Industry*, **43**(1), 1(2011).
  21. S. Y. Kim, Color Change of Combination Dyeing of Safflower, Gromwill and Sappan Wood, *J. of the Korean Society for Clothing Industry*, **11**(6), 968(2009).
  22. S. W. Nam, I. M. Chung, and I. H. Kim, Dyeing with Natural Dye(II), *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **7**(4), 87(1995).
  23. K. S. Cha and S. H. Kim, A Study on the Dyeability and Physical Properties of Mordanted and Natural-dyed Fabrics, *J. of the Korean Society of Clothing and Textiles*, **23**(6), 788(1999).
  24. G. S. Hwang, T. S. Chang, D. S. So, and C. K. Moon, Effects of Brazilin on the Phospholipase A2 Activity and Changes on Intracellular Free Calcium Concentration in Rat Platelets, *Archives of Pharmacal Research*, **21**(6), 774(1998).
  25. H. Y. Choi and Y. S. Han, Isolation and Identification of Antimicrobial Compound from Dansam (*Salvia miltiorrhiza* Bunge), *J. of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, **32**(1), 22(2003).
  26. S. R. Lee, Y. H. Lee, I. H. Kim, and S. W. Nam, A Study on the Antibacterial and Deodorization of Silk Fabrics Dyed with Natural Eye(II), *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **7**(4), 74(1995).
  27. J. S. Lee and G. E. Jeong, A Study on Natural Dye Having the Effects on the Atopic Dematitis (Part I), *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **24**(3), 189(2012).
  28. J. S. Lee and H. J. Woo, A Study on Natural Dye Having the Effects on the Atopic Dematitis(Part II), *Textile Coloration and Finishing(J. of Korea Soc. Dyers and Finishers)*, **24**(3), 196(2012).