

## 제주도 자생 식물에서 추출한 천연염료에 의한 섬유의 염색성

오순자\*, 이해선<sup>2</sup>, 고석찬<sup>1</sup>

<sup>1</sup>제주대학교 생명과학과·기초과학연구소, <sup>2</sup>제주대학교 의류학과

### The Dyeability of Extracts from Several Plant Species Native to Jeju Islands

Soonja Oh<sup>1\*</sup>, Hye-Sun Lee<sup>2</sup>, Seok Chan Koh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Life Science & Research Institute for Basic Sciences, Cheju National University,

<sup>2</sup>Department of Clothing and Textiles, Cheju National University

**ABSTRACT** : The study on the dyeability of extracts from tissues of 12 native-to-Jeju plant species was carried out in order to screen and develop the natural dye resources. When silk fabrics were dyed with extracts of these plant species, the b value which is a measure of yellowness or blueness was positive even though the external color differed depending on mordants. The b values of silk fabrics dyed with extracts of *Calystegia soldanella* (aerial parts: Cu, Al), *Canavalia lineata* (leaf: Cu, Al), *Papaver rhoeas* (aerial part: Cu), and *Vitex rotundifolia* (leaf: Cu, Al) showed above 30. The dyeability of these four species on silk, cotton, and ramie fabrics under various mordants (Cu, Al, Fe) was also investigated. These results suggest that *Vitex rotundifolia* leaf extract would be more useful as a natural dye material for ramie, and cotton fabrics than extract of *Gardeniae Fructus*, which is a traditional natural yellow dyestuff. Therefore, it is needed to study the dyeing properties of *Vitex rotundifolia* leaf extract under the various conditions, including solvent, dye concentration,

temperature, pH, and kinds of mordants.

**Key words**: natural dye, yellowness, mordants, *Vitex rotundifolia*

## 서 론

최근 건강과 환경에 대한 중요성이 부각되면서 섬유염색 분야에서도 합성염료 대신 환경 친화적이면서도 기능성을 갖는 천연염료를 이용한 염색에 대한 관심이 높아지고 있다(안과 김, 2001). 천연염색은 천연물질에서 추출한 염료를 이용해서 염색하는 것으로 채취원에 따라 식물성, 동물성, 광물성 염료로 구분하는데 그 중에서 식물의 비중이 크다(남, 1998). 이들 염료는 색상이 합성염료에 비해 은은하고 자연스런 색감을 나타냄과 동시에 종류에 따라서는 항균, 항알레르기, 방충, 방향, 신경안정효과 등의 각종 기능성을 갖는다(용 등, 1999; 이 등, 1995). 더욱이 화학염료의 단점인 인체에 대한 유해성과 공해 및 폐수 문제를 완화시킬 수가 있어 천연염료에 대한 관심과 수요의 증대는 계속 증가할 것이다. 그러나 천연염료로 염색한 섬유는 화학염료로 염색한 섬유에 비해 색의 재현성이 떨어지며, 견뢰도가 낮아 빛, 땀 및 세탁 등에 의해 쉽게 탈색되는 경향이 있다. 그러므로 천연염

\*Corresponding author : Soonja Oh, Research Institute for Basic Sciences, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea. Tel : 064-754-2326. E-mail : osoonja@cheju.ac.kr

색의 상용화를 위해서는 새로운 염료자원의 탐색과 이용성의 조사 그리고 염색기술에 대한 세밀한 연구가 이루어져야 할 것이다.

천연염색에 쓰이는 염료의 종류는 대략 2,000여종에 달하는데, 그 대부분은 식물의 잎, 뿌리, 수피, 꽃, 열매 등에서 추출한 식물성 염료이다(조, 1988). 특히, 우리나라 문헌에 기록되어 염색재료로 이용되고 있는 식물의 종류는 약 50여종이고, 홍화, 자초, 울금, 소목, 치자, 양파, 녹차, 밤송이 등이 주로 사용되고 있다. 그러나 다양한 염색을 발굴하는 차원에서 자생식물의 염색성에 대한 연구가 필요하다.

본 연구는 새로운 염료자원 식물을 탐색하고 그 개발 가능성을 모색하기 위한 일환으로 제주도에 자생하는 식물 수종을 대상으로 마, 견, 면에 대한 염색성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용한 식물은 제주도에 자생하는 식물 12종을 채집하여 사용하였으며, 식물의 동정·분류는 대한식물도감(이창복, 1985)을 따랐다. 채집한 식물체는 물로 수세하고, 초본류는 지상부를, 그리고 목본류는 식물종에 따라서 잎, 소지, 꽃, 열매 등으로 구분하여 사용하였다. 대조식물로는 황색계 염료인 치자, 그리고 적색계 염료인 소목을 시중에서 구입하여 사용하였다. 섬유는 마, 견, 면을 시중에서 구입하여 정련한 후 사용하였으며(Table 1), 매염제로는 황산구리( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), 명반( $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ), 황산철( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 등의 시약을 사용하였다.

Table 1. Characteristics of fabrics

Fabrics	Weave construction	Density (ends×picks/inch)	Thickness (mm)
Ramie	Plain	75×60	0.300
Silk	Plain	94×67	0.203
Cotton	Plain	54×38	0.533

### 염액의 추출

염액은 수세한 식물재료를 잘게 자른 후 50g을 증류수 1L에 넣고 100℃에서 20~30분간 끓여서 추출하였다. 추출한 염액은 체를 이용하여 고형물을 걸러내었다.

### 염색

염색은 직물을 30~40℃의 염액에 30분간 침염하여 염색하였으며 염색한 직물은 수돗물로 가볍게 수세하였다. 염색을 마친 직물은 매염액에 10분간 침지하고 수돗물로 수세하여 그늘에서 건조하였다. 매염액으로는 황산철, 명반, 황산구리를 각각 증류수에 녹여 1%로 조정하여 사용하였다.

### 색차분석

염색된 직물의 색은 색차계(Minolta Colorimeter, CR-10, Japan)를 이용하여 Hunter L (lightness), a (redness), b(yellowness)값을 측정하고, 이들 값으로부터 색상, 채도와 색차를 산출하였다. 여기서 색상값은 a/b로, 채도값 c는  $(a^2 + b^2)^{1/2}$ 으로, 색차값  $\Delta E$ 는  $(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 으로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

천연염색에 쓰이는 염료의 종류는 2,000여종에 달하며 단색성 염료와 다색성 염료로 분류된다(조, 1988; 정, 1998). 다색성 염료는 매염제의 종류에 따라 다른 색을 나타내므로 다양한 색상을 표현하기 위해서는 적합한 매염제 선정이 매우 중요하다(남, 1998). 제주도에 자생하는 식물 12종을 대상으로 매염제의 종류를 달리하여 견직물을 염색하고 색변화를 비교한 결과, 대다수의 식물은 황색계열로 염색되었다(Table 2). 명도지수 L값은 0(검정)에서 100(흰색)까지 변하는데 L값이 커지면 색상은 점점 더 밝아진다. L값을 통한 색의 밝기는 식물종에 따라 다소의 차이가 있으나 전반적으로 명반매염에서 80이상의 값을 보여 밝은 색을 띄고 있음을 알 수 있다. 그리고, 철매염에서는 L값이 감소하여 어두운 색을 나타냈으며, 특히 순비기나무 잎이 33.4로 가장 낮은 값을 보였다. 따라서 철매염을 하였을 때는 다른 매염제를 사용하였을 때보다 L값이 상대적으로 낮아 선명도가 낮고 진하게 염색됨을 알 수 있다. 이는 무화과나무의 잎, 과일 및 줄기에서 추출한 물질, 그리고 목련잎을 사용하여 견섬유를 염색했을 때 철매염에서 L값이 낮아지는 것과 유사하다(장 등, 2004; 최와 조, 2001).

Table 2. The differences in color values (L, a, b, a/b, c and ΔE) among silk fabrics dyed with extracts of 12 native-to-Jeju plant species and subsequently mordanted with 1% CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O, AlK(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 12H<sub>2</sub>O or FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O solution.

Scientific Name	Korean Name	Part	Mordant	Color value					
				L	a	b	a/b	c	ΔE*
<i>Calystegia soldanella</i>	갯메꽃	aerial part	Cu	85.1	-2.9	31.1	-0.09	31.2	30.9
			Al	79.7	-4.9	46.3	-0.11	46.5	47.0
			Fe	51.0	1.7	19.1	0.09	19.1	44.8
<i>Camellia japonica</i>	동백나무	flower	Cu	50.5	-2.4	4.4	-0.55	5.0	41.7
			Al	59.7	2.2	-5.3	-0.42	5.7	33.1
			Fe	52.4	0	0.5	0	0.5	39.6
<i>Canavalia lineata</i>	해녀콩	leaf	Cu	73.7	-5.4	37.1	-0.15	37.4	40.6
			Al	86.9	-6.8	46.5	-0.15	46.9	46.1
			Fe	49	-0.7	16.2	-0.04	16.2	45.6
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	굴거리	fruit	Cu	63.3	1.6	21.3	0.08	21.3	35.2
			Al	59.8	-0.5	1.2	-0.42	1.3	32.2
			Fe	51.9	-1.0	6.0	-0.17	6.0	40.4
		leaf	Cu	73.5	-4.3	18.6	-0.23	19.0	25.7
			Al	85.0	-2.7	22.1	-0.12	22.2	22.2
			Fe	69.5	1.8	15.0	0.12	15.1	26.6
<i>Eurya japonica</i>	사스레피	fruit	Cu	78.1	-3.8	8.7	-0.44	9.4	16.1
			Al	82.2	-0.7	4.5	-0.16	4.5	10.4
			Fe	73.9	1.2	8.8	0.14	8.8	19.8
		twig	Cu	74.7	-1.1	13.1	-0.08	13.1	21.1
			Al	81.9	0.3	10.7	0.03	10.7	14.0
			Fe	71.7	1.1	10.2	0.11	10.2	22.3
<i>Hedera rhombea</i>	송악	fruit	Cu	73.1	7.2	9.6	0.75	12.0	22.2
			Fe	65.7	0.6	4.6	0.13	4.6	26.6
<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	띠	aerial part	Cu	75.8	6.7	2.3	2.91	7.0	17.9
			Al	76.7	10.2	22.0	0.46	24.2	28.1
			Fe	54.7	3.1	15.7	0.20	16.0	40.2
<i>Ligustrum japonicum</i>	광나무	fruit	Cu	60.2	-1.0	15.7	-0.06	15.7	35.0
			Al	61.5	-0.2	-2.1	0.10	2.1	30.7
			Fe	53.5	-3.5	2.3	-1.52	4.1	38.6
		leaf	Cu	66.9	-1.1	18.4	-0.06	18.4	30.5
			Al	82.9	-2.9	21.6	-0.13	21.7	22.5
			Fe	63.1	-0.1	14.2	-0.01	14.2	31.7
<i>Papaver rhoeas</i>	개양귀비	aerial part	Cu	82.7	-3.8	46.5	-0.08	46.6	46.4
			Al	85.3	-1.4	27.8	-0.05	27.8	27.5
			Fe	53.5	5.7	22.4	0.25	23.1	44.5
<i>Phellodendron amurense</i>	황벽나무	fruit	Cu	77.6	-5.8	16.2	-0.36	17.2	21.5
			Al	82.0	-2.8	15.9	-0.18	16.1	18.0
			Fe	77.4	0.8	13.5	0.06	13.5	19.2
<i>Sasa quelpaertensis</i>	제주조릿대	leaf	Cu	78.7	-9.3	19.0	-0.49	21.1	23.9
			Al	85.9	-4.8	19.1	-0.25	19.6	19.4
			Fe	73.0	0.5	13.7	0.04	13.7	22.8
<i>Vitex rotundifolia</i>	순비기나무	leaf	Cu	69.3	-1.4	39.8	-0.04	39.8	44.9
			Al	69.8	-2.8	52.7	-0.05	52.7	56.2
			Fe	33.4	-1.0	11.4	-0.09	11.4	59.5
<i>Gardenia jasminoides</i> for. <i>grandiflora</i>	치자	fruit	Al	80.2	9.1	69.4	0.13	69.9	70.0
			Fe	67.0	5.4	30.6	0.18	31.0	39.2
<i>Caesalpinia japonica</i>	소목	stem	Cu	65.9	25.0	10.7	2.34	27.1	37.9
			Al	65.2	28.6	-9.6	-3.00	30.1	41.2
			Fe	40	9.4	-1.1	-8.55	9.4	53.0

\* The color differences (ΔEs) were calculated between silk fabrics dyed with plant extracts and undyed silk fabrics of which color values were L 92.0, a -0.8, and b +1.1.

a와 b는 지배적인 색상과 그 농도 또는 채도를 나타내는데 a가 +값을 나타내면 적색, 0이면 회색, -이면 녹색을 나타내고, b가 +이면 황색, 0이면 회색, -이면 청색을 나타낸다. 적색과 녹색 정도를 나타내는 a값은 적색계 식물염료로 널리 사용되는 소목에서 구리와 명반 매염시 각각 +25.0와 +28.6을 나타내어 적색 정도가 높았으나 다른 식물들은 a값이 전체적으로 낮았다. 황색과 청색 정도를 나타내는 b값은 대다수의 식물들이 매염제의 종류에 관계없이 양의 값을 보여 전반적으로 황색 계열로 나타났다. 특히, 갯메꽃(지상부: 구리, 명반), 해너콩(잎: 구리, 명반), 개양귀비(지상부: 구리), 순비기나무(잎: 구리, 명반)는 30 이상의 값을 보여 다른 식물에 비해 황색 정도가 높아서 황색염료로 사용이 가능할 것으로 보인다. 이들 추출물은 황색계열의 천연염료 재료로 많이 사용되고 있는 양파껍질 추출물이나 봉선화 추출물을 사용하여 견섬유를 염색하였을 때의 b값과 유사하거나 더 높아서 발색측면에서 천연염료로서의 가치가 충분하다고 할 수 있다 (Cho, 2000; 장과 김, 2003). 특히 명반 매염시 순비기나무(잎)는 널리 사용되는 황색계 식물염료인 치자(열매)보다는 다소 낮지만 50 이상의 높은 값을 보여 황색계 식물염료로의 가능성을 구체적으로 연구할 필요가 있다. 현재 널리 사용되는 황색계 식물염료로는 치자, 울금, 황백, 홍화, 괴화, 양파껍질 등이 많이 쓰이는데, 대부분의 황색계 색소는 carotenoid류이거나 flavonoid류인 것으로 알려져 있다. 색의 3속성 중 색상값(a/b)은 송악(열매)과 띠(지상부)를 제외한 대다수의 식물들이 0에 가까운 음의 값을 보였으며 매염제 간의 차이는 극히 적었다. 그리고 원점에서 색도점까지의 거리인 채도(c)를 살펴보면, 대다수의 식물들이 철매염에서는 채도가 낮아져 탁해졌지만 명반매염이나 구리매염에서는 채도가 높게 나타났다. 특히, 갯메꽃(지상부), 해너콩(잎), 순비기나무(잎)와 대조식물인 치자(열매)는 명반매염에서 채도가 높아 가장 선명하였으며, 개양귀비(지상부)는 구리매염에서 높게 나타났다. 이러한 결과는 관중으로부터 추출한 색소를 사용하여 견과 면섬유를 염색했을 때 철매염에서 채도값이 가장 낮아 탁한 색을 나타내었다는 결과와 유사하다(김과 송, 2001). 색차값  $\Delta E$ 를 살펴보면, 해너콩(잎), 굴거리(열매, 잎), 광나무(열매), 황벽나무(열매), 제주조릿대(잎)는 매염제 간에 차이가 없지만 대부분의 식물은 동일한 견섬유일지라도 매염제의 종류에 따라 색의 차이가 커서 다색성 염료로 분류될 수 있다. 그리고 갯메꽃(지상부), 개양귀비(지상

부), 순비기나무(잎)은 대조식물인 치자나 소목과 같이 매염제 간의 색차가 더 큰 것으로 나타났다.

Table 2에서 제시된 식물들 중에 b값이 30 이상이며 황색을 보이는 갯메꽃(지상부), 해너콩(잎), 개양귀비(지상부), 순비기나무(잎) 그리고 황색계 염료인 치자와 적색계 염료인 소목을 대상으로 직물의 종류를 달리하여 각각의 매염제에서 염색한 후 색변화를 비교하였다(Fig. 1~3). 구리매염에서 L값은 모든 식물이 마, 견, 면직물

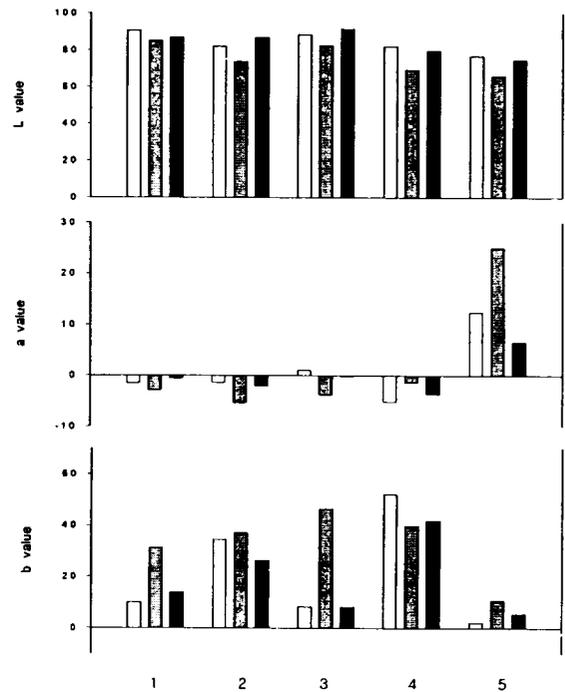


Fig. 1. The differences in color values (L, a, b) among ramie (white bar), silk (gray bar) and cotton fabrics (black bar) dyed with the plant extracts and subsequently mordanted with 1%  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  solution. 1, *Calystegia soldanella* (aerial part); 2, *Canavalia lineata* (leaf); 3, *Papaver rhoeas* (aerial part); 4, *Vitex rotundifolia* (leaf); 5, *Caesalpinia japonica* (stem).

모두 전반적으로 70 이상의 값을 보였고, a값은 각각의 매염제에서 모든 식물들은 음수 값을 보여 녹색이 다소 가미된 회색에 가까운 것으로 나타났다. 그리고 b값은 개양귀비, 갯메꽃, 해너콩, 순비기나무 모두 견직물에서 40 이상의 값을 보여 황색계 염료자원에 해당함을 알 수 있다. 특히 순비기나무는 모든 직물이 L값과 b값이 높아 밝은 황색으로 염색되었음을 알 수 있었다(Fig. 1). 명반매염에서도 L값은 모든 식물이 마, 견, 면직물 모두 70 이상의 값을 나타내고, b값은 양의 값을 보여 전반적

으로 밝은 황색으로 발색되었다. 특히 b값은 모든 식물이 견직물에서 높았으며 개양귀비, 갯메꽃, 순비기나무는 40 이상의 값을 보였다. 더군다나, 순비기나무는 치자보다 마와 면직물의 b값이 높아 염색에 더 효과적인 것으로 나타났다(Fig. 2).

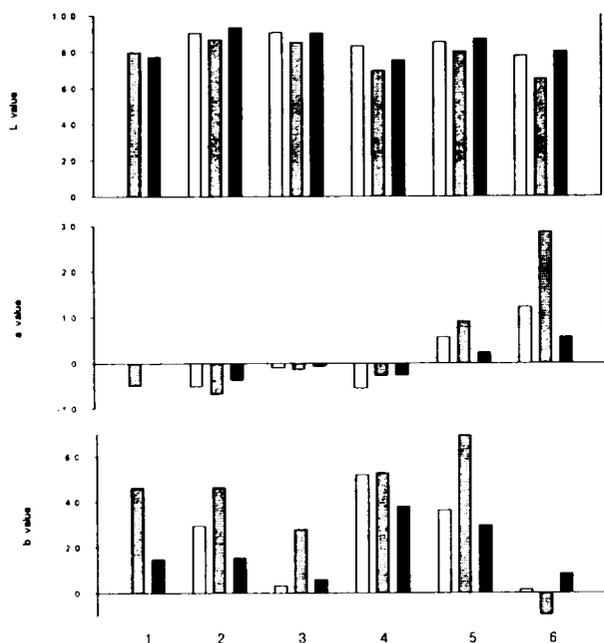


Fig. 2. The differences in color values (L, a, b) among ramie (white bar), silk (gray bar) and cotton fabrics (black bar) dyed with the plant extracts and subsequently mordanted with 1% AlK(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 12H<sub>2</sub>O solution. 1, *Calystegia soldanella* (aerial part); 2, *Canavalia lineata* (leaf); 3, *Papaver rhoeas* (aerial part); 4, *Vitex rotundifolia* (leaf); 5, *Gardenia jasminoides* for. *grandiflora* (fruit); 6, *Caesalpinia japonica* (stem).

철매염에서 L값을 통한 색의 밝기를 보면 각 식물염료에 대해 일관되게 면섬유에서 가장 밝았으며 견직물에서는 50 이하의 낮은 값을 보여 진하게 염색됨을 알 수 있다. 이러한 결과는 홍차 색소를 이용하여 염색하였을 때 견, 모와 같은 단백질성 섬유는 L값이 낮아졌지만 면이나 마와 같은 식물성 섬유에서는 높은 값을 보였다는 결과와 유사하다(서와 신, 1998). 이는 견직물이 면직물보다 염료 뿐만 아니라 매염제와 결합하여 염착을 이루는 활성기를 많이 함유하고 있기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 이들 식물의 추출물을 천연염료로 사용할 때는 열계 염색하는 등의 특정 목적을 갖고 염색하는 경우를 제외하면 면섬유보다는 견섬유를 염색하는 것이 효율적인 것으로 조사되었다. 그러나 철매염에서는 명반과 구리

매염과는 달리 L값이 전체적으로 다소 낮았으며 a값도 대다수의 직물들이 양수값을 보였다. 그리고 b값은 치자를 제외한 식물 모두가 30 미만의 값을 보여 연한 갈색으로 염색되었다(Fig. 3).

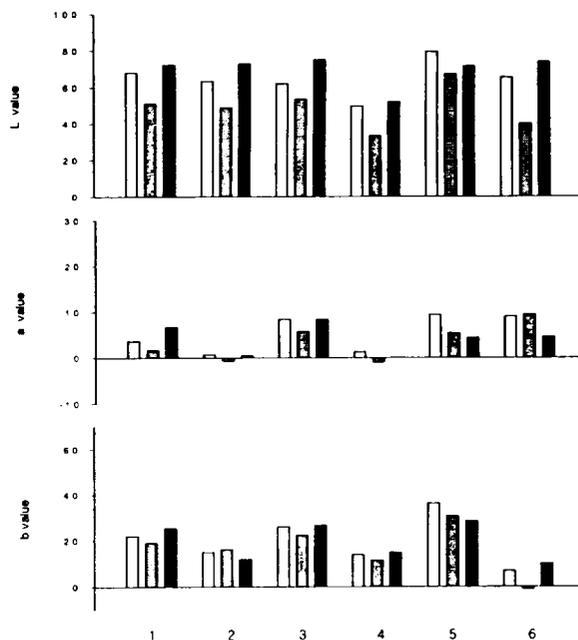


Fig. 3. The differences in color values (L, a, b) among ramie (white bar), silk (gray bar) and cotton fabrics (black bar) dyed with the plant extracts and subsequently mordanted with 1% FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O solution. 1, *Calystegia soldanella* (aerial part); 2, *Canavalia lineata* (leaf); 3, *Papaver rhoeas* (aerial part); 4, *Vitex rotundifolia* (leaf); 5, *Gardenia jasminoides* for. *grandiflora* (fruit); 6, *Caesalpinia japonica* (stem).

최근 일본, 독일 등에서는 천연염료의 정제 및 분말화, 엑기스화 기술이 발달하여 염재와 매염제는 물론, 천연염색 제품의 상업화 및 실용화가 활발하게 이루어지고 있다(Kimura와 Shimizu, 1994). 우리나라도 전통 고유 기술인 천연염료에 대한 다양한 염색기술을 보유하고 있고, 아름다운 색상을 지닌 동·식물, 광물의 염색재료가 전국의 산야에 널리 분포하고 있어 이에 대한 좀더 체계적인 연구가 수행된다면 상업적인 측면에서 큰 부가가치를 창출할 수 있을 것이다. 본 연구를 토대로 차후에는 순비기나무를 대상으로 염료의 추출방법 및 농도, 온도, pH, 염색시간, 매염제의 종류와 농도 등을 다양하게 연구할 필요가 있다.

## 요 약

본 연구는 새로운 염료자원 식물을 탐색하고 그 개발 가능성을 모색하기 위하여 제주도에 자생하는 식물 12종을 대상으로 염색성을 조사하였다. 견직물을 대상으로 염색성을 조사한 결과, 황색과 청색 정도를 나타내는 b값은 대다수의 식물들이 매염제의 종류에 관계없이 양의 값을 보여 정도의 차이는 있으나 전반적으로 황색계열로 나타났다. 특히, 갯메꽃(지상부: 구리, 명반), 해녀콩(잎: 구리, 명반), 개양귀비(지상부: 구리), 순비기나무(잎: 구리, 명반)는 30 이상의 높은 값을 보였다. 이들 식물들을 대상으로 직물의 종류를 달리하여 각각의 매염제에서 염색한 후 색변화를 비교하였다. 순비기나무는 명반매염에서도 전반적으로 밝은 황색을 보였으며, 치자보다도 마와 면 염색에 더욱 효과적인 것으로 나타났다. 본 연구를 토대로 순비기나무를 대상으로 염료의 추출방법 및 농도, 온도, pH, 염색시간, 매염제의 종류와 농도 등을 다양하게 연구할 필요가 있다.

## 참고문헌

- Kimura, M. and Y. Shimizu. 1994. Dyeing of silk with natural dyes by the disperse dyeing method. *Journal of Home Economics of Japan* 45(3):245-248.
- 김병희, 송화순. 2001. 관중의 염색성 및 향균성. *한국 의류학회지* 25(1):3-12.
- 남성우. 1998. 천연염료에 의한 염색성. *섬유기술과 산업* 2(2):238-257.
- 서명희, 신윤숙. 1998. 홍차색소의 성분과 특성. *한국의류학회지* 22(4):477-482.
- 안경조, 김정희. 2001. 홍화를 이용한 매염 및 가공처리 직물의 염색성에 관한 연구. *한국염색가공학회지* 13(1):23-31.
- 용광중, 김인희, 남성우. 1999. 황벽추출액에 의한 면 염색물의 항균 소취성. *한국염색가공학회지* 11(1):9-15.
- 이상락, 이영희, 김인희, 남성우. 1995. 천연염료를 이용한 염색물의 항균, 소취성에 관한 연구(I) -소목-. *한국염색가공학회지* 7(4):74-86.
- 이창복. 1985. *대한식물도감*. 향문사.
- 장재철, 김애순. 2003. 봉선화 추출액을 이용한 견직물 염색. *한국염색가공학회지* 15(1):1-7.
- 장흥기, 김선호, 박윤점, 김태춘, 안상열, 허복구. 2004. 무화과나무 추출액에 의한 섬유의 염색성 및 향균성. *원예과학기술지*. 22(1):130-134.
- 정인모. 1998. 전통직물의 식물염료 염색. *농촌진흥청농촌생활과학* 76(12):76-82.
- 조경래. 1988. 천연염료에 관한 연구동향과 전망. *한국 의류학회지* 3(1):47-51.
- 차옥선, 김소현. 1999. 천연염료의 매염에 따른 염색성 및 물성에 관한 연구: 소목과 쪽두서니를 중심으로. *한국의류학회지* 23(6):788-793.
- 최순화, 조용식. 2001. 목련잎의 염색성에 관한 연구. *한국생활과학회지*. 10(3):263-274.