

## 대나무 추출물의 염색성과 기능성 (제2보) -단백질섬유에 대한 염색성-

정고은 · 이정순<sup>†</sup>

충남대학교 의류학과

### Dyeability and Functionality of Bamboo Extracts (Part II) -Dyeing Properties of Protein Fiber-

Go Eun Jung · Jung Soon Lee<sup>†</sup>

Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University

접수일(2010년 11월 29일), 수정일(2010년 12월 22일), 게재확정일(2011년 1월 4일)

#### Abstract

Dyeing properties of protein fiber with bamboo colorants were studied by investigating the effect of dyeing conditions such as dye concentration, dyeing temperatures, times on dye uptakes, effect of mordants, and color change. The various colorfastness of dyed fabrics were evaluated for practical use. In addition, the antimicrobial ability, ultraviolet-cut ability, and deodorant ability were estimated. The dye uptake increased as the dyeing concentration increased. Bamboo colorants showed relatively good affinity to protein fiber and produced a yellow color. Dye uptake increased as the dyeing time and temperature increased. Post-mordanting was more effective than pre-mordanting. Mordants, Fe and N.Fe, were effective for increasing dye uptake. The color of fabric mordanted with Cu and N.Cu changed to GY. Colorfastness of dyed fabrics showed a relatively good rating, and mordanting had no significant effect on colorfastness. Dyed silk fabric showed very good antimicrobial abilities of 99.9%. Also, ultraviolet-cut ability and deodorant ability were improved in silk fabric dyed with bamboo extracts.

**Key words:** Bamboo extracts, Protein fiber, Dyeing property, Functionality, Natural mordant; 대나무 추출물, 단백질섬유, 염색성, 기능성, 천연매염제

#### I. 서 론

천연염색은 자연에 존재하는 그대로, 또는 약간의 가공을 거친 염료를 이용하는 것으로, 그 채취원에 따라 동물성 염료, 광물성 염료, 식물성 염료로 분류하는데 그 중에서 식물성 염료가 가장 많기에, 천연염색이라 함

은 보통 식물염료를 일컬으며 초목염이라고도 한다. 국내의 식물염료 자원은 대부분이 전국적으로 분포되어 있으며 우리주변에서 손쉽게 수집될 수 있다. 천연염료에는 다색성 염료와 단색성 염료가 있으며 다색성 염료는 조제의 종류 및 농도에 따라 각기 다른 색을 나타내는데 대부분의 식물성 염료는 다색성 염료로 한 가지 종류의 염료일지라도 염료의 색소 성분과 매염제에 함유되어 있는 각종의 금속염과의 결합으로 많은 색상이 발현되므로(임명은 외, 1997) 매염제의 사용은 매우 중요한 의미를 가지고 있다. 또한 천연염료는 다양한 광화학적 변화를 나타내고 있어 색소 연구에 흥미를 주고 종류

<sup>†</sup>Corresponding author

E-mail: jungsoon@cnu.ac.kr

본 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2009-0068646).

에 따라서는 항균작용을 나타내며 천연물질이므로 염색폐수에 의한 수질오염을 줄일 수 있는 장점도 가지고 있다(조경래, 1994; 홍경옥, 1991). 이와 같은 장점을 살리고자 천연염색에 관한 과학적이고 체계적인 많은 연구(강지연, 유효선, 2001; 도성국, 강인아, 2005; 박선영 외, 2000; 한명희, 2000)가 진행되고 있으나, 색상의 다양화와 염착량의 증진, 각종 견뢰도 개선을 위해 대부분 염색과정에서 매염제로서 합성매염제(Fe, Cu, Al, Sn 등)를 사용하고 있다. 그러나 합성매염제의 사용은 환경문제나 피부접촉으로 인한 인체에 대한 잠재적인 위험을 배제할 수 없을 뿐만 아니라 천연염색의 본질적 의미에 부합하지 않는다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 각지에서 자생하는 대나무를 염색재료로 선택하고 합성매염제를 대체할 수 있는 천연매염제(철장액, 초산동, 대나무 잿물)를 직접 제조하여 사용하였다.

대나무에 관한 연구는 대나무 숲을 이용한 직물의 처리(김성희, 신윤숙, 2009), 대나무 섬유, 혹은 식품에 활용하기 위해 화학성분 혹은 생리활성에 관한 연구(주인옥 외, 2005)나 식품으로 활용하기 위한 항균활성에 대한 평가(백종원 외, 2002), 품질을 평가하기 위한 연구가 대부분이었다. 활용도가 높고 재료확보가 용이한 대나무의 다양한 활용을 위해 <제1보>에서는 대나무 줄기 및 잎 추출물을 이용하여 일반 성분 및 색소 특성을 분석하는 연구를 통해, 천연염료로서의 이용 가능성을 검토하였으며 면섬유에 대한 염색성에 대해 연구하였다. 그 결과 충남 금산군에서 자생하는 왕대로 추정되는 대나무 추출물은 플라보노이드계(flavonoids)의 tricinn구조임을 확인하였고, 매염제를 통해 GY계열의 색상을 얻을 수 있어 다색성 염료로서의 활용가능성도 확인할 수 있었다. 또한 면섬유에 비슷한 색상을 구현하는 다른 천연염료에 비해 높은 염착량을 얻을 수 있었고, 항균성, 소취성, 자외선 차단율과 같은 기능성을 확인하였다. 이와 같이 대나무 줄기 및 잎 색소는 기능성을 가지는 천연염료로의 활용이 기대되므로 면섬유 이외에 보다 다양한 직물에 적용하고자 한다.

따라서, 본 연구에서는 전국 어디에서나 손쉽게 구할 수 있고 다양한 용도로 사용되고 있는 대나무 줄

기 및 잎을 추출하여 단백질섬유인 견직물과 모직물에 처리하여, 염액의 농도, 염색시간 및 온도 등의 염색조건이 염착량에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 합성매염제 및 천연매염제가 염착량과 색상에 미치는 효과 등을 측정하였으며, 세탁, 드라이클리닝, 마찰 및 일광에 대한 견뢰도와 항균성, 소취 및 자외선 차단율을 검토하여 실용성을 확인하고자 하였다.

## II. 실 험

### 1. 시료 및 시약

#### 1) 시료

실험에 사용한 면직물은 정령, 표백된 100% 견, 모평직 백포를 사용하였으며 그 특성은 다음 <Table 1>에 나타내었다.

#### 2) 염재

본 실험에 사용된 염재(Phyllostachys bambusoides)는 충남 금산군에서 자생하는 대나무를 2009년 8월에 채취하여, 줄기 및 잎을 분리하고 수세 후 건조하여 분쇄하여 사용하였다.

#### 3) 매염제 및 기타시약

합성매염제로는  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ,  $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ,  $SnCl_2$ (이하 Fe, Cu, Al, Sn이라 함)의 1급 시약을 사용하였고, 천연매염제로는 직접 제조한 철장액, 초산동, 대나무 잿물(이하 N.Fe, N.Cu, N.Ak라 함)을 사용하였다. 염료의 추출을 위한 메탄올( $C_2H_5OH$ )은 1급 시약을 사용하였고, 색소분석용 시약은 특급을 사용하였다. 본 실험에서는 모두 3차 증류수를 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 염료의 추출

대나무 잎과 줄기의 추출은 메탄올 추출방법을 이용하였다. 메탄올 추출은 분쇄한 대나무의 줄기와 잎

Table 1. Characteristics of protein fabrics

| Fabric (plain) | Fineness (warp×weft)                      | Weight (g/m <sup>2</sup> ) | Thickness (mm) | Fabric count warp×weft (5cm <sup>2</sup> ) |
|----------------|---|----------------------------|----------------|--|
| Silk           | 53denier×53denier                         | 53±2                       | 0.12±0.01      | 267×204                                    |
| Wool           | 2/120Nm <sub>w</sub> ×1/60Nm <sub>w</sub> | 97±5                       | 0.28±0.02      | 146×140                                    |

을 각각 80% 메탄올, 액비 1:10으로 48시간 동안 침지하여 추출하였다. 각 추출액은 회전진공농축기(Rotary vacuum evaporator, RV10, IKA, Germany)를 이용하여 온도 40~60°C, 회전속도 180rpm으로 감압 농축하여 제조하였다. 추출된 대나무 줄기와 잎 염액의 pH는 모두 6으로 측정되었다.

### 2) 천연매염제의 제조

녹슨 쇠못 5kg은 섬유 100g당 녹슨 쇠못 500g, 식초 500cc, 물 500ml를 스테인레스 용기에 넣어 20분 이상 끓여 액량이 반이 되도록 줄여서 철장액(N.Fe)으로 만들어 사용했고, 동판 5kg을 식초 1000ml에 넣고 10분간 끓여 초산동(N.Cu)으로 만들어서 사용했다(주영주, 2005). 섬유 100g당 색소를 추출하고 남은 대나무 줄기 및 잎 1kg을 태운 재를 큰 그릇에 모두 재울 수 있을 양의 뜨거운 물을 붓고 잘 저어서 24hr 방치한 후 맑은 윗물을 대나무 재물(N.Ak)로 사용하였다(주영주, 남성우, 1997).

### 3) 염색 및 매염

<Table 2>와 같이 염료농도, 온도, 시간을 변화시키면서 IR염색기(Infrared Dyeing Machine, ACE-6000T, ACE Corp. KOREA)를 사용하여 염색하였고, 매염처리는 선매염과 후매염으로 처리하였다.

### 4) 표면색 측정

측색계(Color reader, JS-555, C.T.S Corp., Japan)를 사용하여 염색 후와 매염 후의 표면색을 광원 D65, 관측시야는 10°의 상태에서 분광반사율(R), Hunter의 a, b, Munsell의 H, V, C를 측정하였으며, 다음의 Kubelka-Munk식을 이용하여 계산된 K/S값을 염착량으로 사용하였다(강인숙 외, 2001). 분광반사율(R)은 400nm에서 측정된 값을 사용하였다.

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

K: 흡광계수

S: 산란계수

R: 분광반사율(0<R=1)

### 5) 염색견뢰도

세탁견뢰도는 KS K ISO 105-C01:2007에 의하여 측정하였고, 일광견뢰도는 KS K ISO 105-B02:2010에 준하여 XENON-ARC LAMP를 20시간 조광하여 GRAY SCALE로 측정하였다. 또한 마찰견뢰도는 KS K 0650:2006에 준하여 측정하였고, 드라이클리닝견뢰도는 KS K ISO 105-D01:2010에 의하여 평가했다.

### 6) 항균성 측정

대나무 줄기 및 잎 추출물로 염색된 직물의 항균성을 측정하기 위해 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC 6538)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352)을 공시균으로 하여 KS K 0693:2006에 준하여 시험편과 대조편에 공시균을 배양하여 18hr 후 생균수를 측정하고 균 감소율을 측정하여 표시하였다. 실험에 의한 균 감소율(%)은 정균율(Bacteriostatic ratio)로 다음 식과 같이 계산하였다.

$$\text{정균율(\%)} = \frac{B-A}{B} \times 100$$

A: 배양된 시험편으로부터 재생된 세균 수

B: 대조편으로부터 재생된 세균 수

### 7) 소취성 평가

대나무 줄기 및 잎 추출물로 염색된 직물의 소취성은 검지관식 가스측정기 방법(KS I 2218:2009)과 선행연구(이효진, 지주원, 2008)에 준하여, 온도 24°C 및 상대습도 53%의 시험 환경에 암모니아 가스 5L를 넣은 밀폐 순환 장치에 10×10cm<sup>2</sup> 크기의 시료를 넣고 2시간 경과 후 밀폐 순환 장치에 남아있는 암모니아 가스의 농도를 측정하여 다음 식을 이용하여 소취율을 계산하였다.

$$\text{소취율(\%)} = \frac{C_b - C_s}{C_b} \times 100$$

C<sub>b</sub>: BLANK, 2시간 경과 후 시험가스 백 안에 남아 있는 시험가스의 농도

C<sub>s</sub>: 시료, 2시간 경과 후 시험가스 백 안에 남아 있는 시험가스의 농도

Table 2. Dyeing and mordanting conditions

|            | Dye concentration (%) | Temperature (°C) | Time (min) | Liquor ratio |
|------------|-----------------------|------------------|------------|--------------|
| Dyeing     | 0.5~5 (owb)           | 40~100           | 30~120     | 1:50         |
| Mordanting | 1 (owb)               | 40               | 30         | 1:50         |

8) 자외선 차단율 측정

대나무 줄기 및 잎 추출물로 염색된 직물의 자외선 차단율 측정을 위해 KS K 0850:2009에 의거하여 표준 상태에서 4시간 이상 방치한 후 Xenon Arc 광원을 이용하여 자외선(290~400nm)을 최소한 5nm 파장 단위로 주사하면서 시료의 자외선 투과율을 측정하여 다음 식을 이용하여 자외선 차단율을 계산하였다.

$$\text{자외선 차단율(\%)} = 100 - \text{자외선 투과율(\%)}$$

III. 결과 및 고찰

1. 염색조건이 염착량에 미치는 영향

1) 염액농도에 의한 영향

대나무 줄기 및 잎 추출염액의 농도에 따른 염색성을 알아보기 위해 각각 농도를 0.5, 1, 2, 3, 4, 5%(owb)로 변화시켜 욕비 1:50, 염색온도 80, 염색시간 60분으로 견직물과 모직물에 염색하였다. <Fig. 1>은 대나무 줄기 및 잎 추출염액의 농도에 따른 견직물과 모직물의 염착량을 나타낸 것이다. 견직물과 모직물 모두 대나무 줄기와 잎의 추출물 모두 염액의 농도가 증가함에 따라 염착량도 증가하나 3% 이상에서는 완만한 증가를 보인다. 모직물의 경우 4%에서부터 평형상태를 보여 대나무 줄기와 잎의 색소 농도에 따른 염착량의 변화곡선 형태가 Langmuir의 등온흡착곡선과 유사한 형태를 나타내어 이온성 결합이 관여됨을 보여준다(Trotman, 1970). 그러나 견섬유의 경우 지

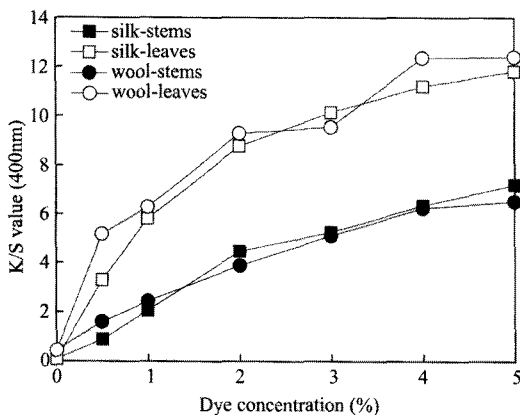


Fig. 1. Effect of dye concentration on the dye uptake of fabrics with bamboo extracts (80°C, 60min).

속적인 완만한 증가양상을 보여, 대나무 색소의 주성분인 트리신이 수산기가 풍부한 구조("Tricin", 2010)라는 것을 고려해 볼 때 수소결합의 가능성도 존재하므로 홍차 색소(서명희, 신윤숙, 1998)나 녹차 색소(신윤숙, 최희, 1999b)의 경우와 같이 단백질섬유와 대나무 줄기 및 잎의 색소의 결합에는 이온결합과 수소결합 둘 다 관여하는 것으로 사료된다. 또한 대나무 추출액의 색소의 단백질섬유에 대한 친화력은 선행연구의 결과와 비교해볼 때 섬유소섬유보다 높게 나타났는데, 이는 다른 식물성 천연색소에서 다양한 섬유의 염착량을 비교한 선행연구결과와 동일하다(서명희, 신윤숙, 1998; 신윤숙, 최희, 1999a; 최희, 신윤숙, 2000).

2) 염색온도에 의한 영향

염색온도에 따른 견직물과 모직물의 염색성을 알아보기 위해 욕비 1:50, 염액농도 1%(owb), 염색시간을 60분으로 고정시키고, 염색온도를 40, 60, 80, 100°C에서 각각 견직물을 염색한 결과를 <Fig. 2>에 나타내었다. 견직물과 모직물에서 대나무 줄기 추출물과 잎 추출물 모두 염색온도가 증가할수록 염착량이 증가하여, 80°C까지는 염착량이 급격하게 증가하였으나 그 이후에는 완만한 증가를 보여 80°C에서의 염착량과 큰 차이를 보이지는 않았다. 이는 80°C에서 충분히 단백질섬유의 미세구조가 염료가 침투하기 쉬운 상태로 변화됨을 나타낸다. 또한 단백질섬유는 85°C이상의 열처리를 하면 직물에 손상이 입혀지므로 견직물과 모직물의 염색온도는 80°C가 적절하다고 사료된다(김공주, 이정민, 1996).

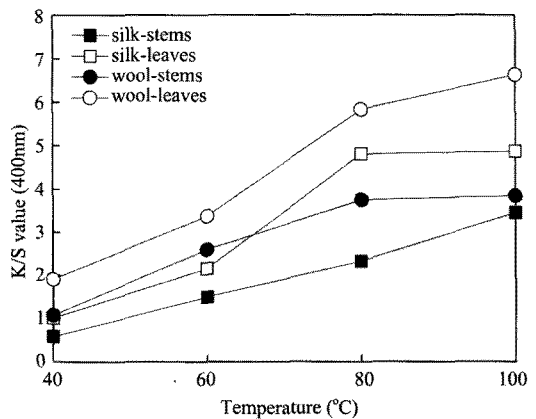


Fig. 2. Effect of dyeing temperature on the dye uptake of fabrics with bamboo extracts (1% owb, 60min).

### 3) 염색시간에 의한 영향

<Fig. 3>에는 염색시간에 따른 염착량의 변화를 나타내었다. 염색시간에 따른 대나무 추출물의 견직물, 모직물의 염색성을 측정하기 위하여, 욕비 1:50, 염색 온도 80°C, 염액농도 1%(owb)의 조건으로 염색시간을 30, 60, 90, 120분으로 변화시키며 실험하였다. 시간의 경과에 따라 모직물에 처리했을 경우 염착량은 60분까지는 급격하게 증가하다가 60분 이후에는 거의 증가하지 않았다. 견직물의 경우 60분에서 염착량이 급격히 증가하여 90분까지 계속 완만한 증가를 보이나 그 이후에는 직물에 염착할 수 있는 염료가 포화 상태에 이르러서 염색시간이 길어져도 더 이상 염착량이 증가되지 않았다. 이상의 결과로부터 대나무 추출액으로 견직물과 모직물에 염색할 경우 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C가 최적 염색 조건으로 생각되며, 이후 매염에 따른 염색성, 염색견뢰도 평가 및 기능성 평가를 위한 염색조건은 색상의 발현이나 경제성 등을 고려해 볼 때 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C으로 설정하여 진행하였다.

## 2. 매염방법 및 매염제의 영향

대나무 추출액의 매염방법과 매염제의 종류에 따른 견직물과 모직물의 염색성을 알아보기 위하여 매염액 1%(owb), 매염시간 30분, 매염온도 40°C에서 선매염과 후매염을 행하였다. 염색은 욕비 1:50에서, 앞선 실험에서 얻어진 최적 염색조건인 염액농도 2%(owb), 염

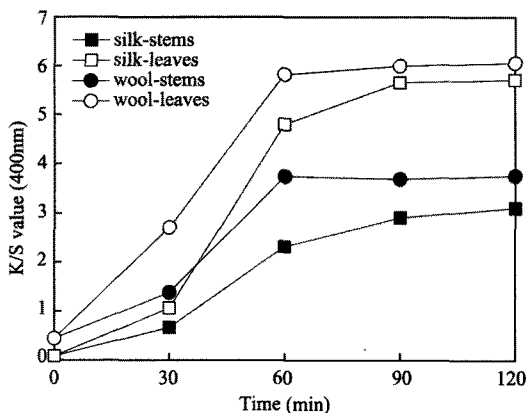


Fig. 3. Effect of dyeing time on the dye uptake of fabrics with bamboo extracts (1% owb, 80°C).

색시간 90분, 염색온도 80°C에서 이루어졌다. <Fig. 4>~<Fig. 5>는 각각 견직물과 모직물의 대나무 줄기와 잎 추출액 염색 시 매염제의 종류와 선매염과 후매염에 따른 K/S값을 나타낸 것이다. 매염제의 종류에 따른 K/S값의 변화는 선매염과 후매염 염색에서 같은 경향을 나타냈다. 견직물은 대나무 줄기 및 잎 모두에서 합성매염제인 Fe과 Cu, 천연매염제인 N.Fe과 N.Cu에서 염착량의 증가를 나타내어 Fe과 Cu를 포함한 매염제가 효과적인 것을 알 수 있었다. 모직물의 경우 Al과 N.Ak를 제외한 모든 매염제에서 염착량의 증가를 나타내어 Fe, Cu와 Sn을 포함한 매염제가 효과적인 것을 알 수 있었다. 그러나 견직물과 모직물 모두 다른 매염제에 비해 Fe과 N.Fe에서 대체로 큰 K/S값을 나타내어 Fe을 포함한 매염제가 염착량의 증가에 가장 효과적임을 알 수 있다. 합성매염제와 천연매염제의 효과를 비교해보면 같은 계열인 Fe과 N.Fe, Cu와 N.Cu의 비교가 가능한데, 견직물의 경우 Fe이 N.Fe보다 매염효과가 좋게 나타났으나 Cu와 N.Cu는 큰 차이가 없거나, N.Cu가 좋게 나타났다. 모직물의 경우에는 대나무 잎 추출물에서는 Fe과 Cu의 매염효과가 좋게 나타났으나 대나무 줄기 추출물에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 진정한 의미의 친환경 천연염색을 고려할 경우 천연매염제의 활용가능성을 확인할 수 있었다. 선매염과 후매염은 색상도 비슷하게 발현되었으나 전반적으로 후매염의 경우 염착량의 증가가 크게 나타났으며, 염착이 균일하게 되어 표면이 깨끗하게 나타나 선매염보다 후매염 처리가 더 효과적이었다.

<Table 3>은 견직물과 모직물의 매염제에 따른 색상의 변화를 살펴보기 위하여 Munsell의 색상(H), 명도(V), 채도(C)를 나타낸 것이다. 대나무 줄기 및 잎으로 염색한 견직물과 모직물은 Y계열과 GY의 색상으로 측정되었다. Fe, Al, Sn과 N.Fe, N.Ak로 후매염 처리한 직물은 매염제 처리를 통해 색상의 변화는 보이지 않았으나 다양한 Y계열로 발현되었다. 그러나 Cu와 N.Cu로 후매염 처리한 직물은 염착량의 증가에는 Fe와 N.Fe보다는 기여를 하지 못하였으나 GY계열로 색상을 변화시킬 수 있었다. 얻어진 GY계열은 식물성 천연염료에서는 얻기 힘든 Green에 가까운 색이다. 따라서 대나무 추출물로 단백질섬유에 염색할 경우 매염제의 종류에 따라 다양한 Y와 GY계열 색상으로 변화가 이루어져 다색성 염료로서의 활용성을 확인할 수 있었다.

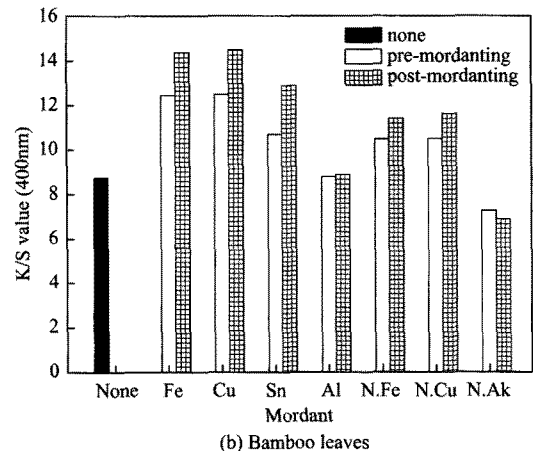
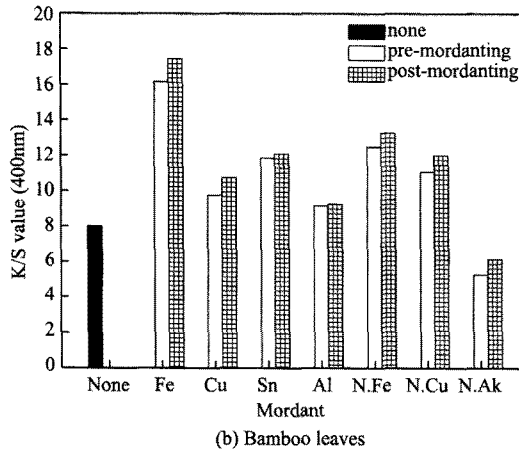
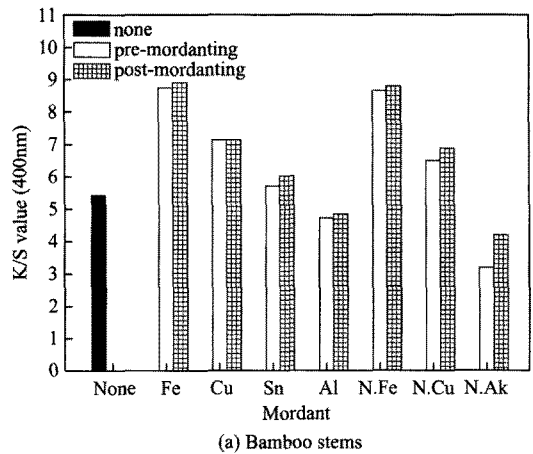
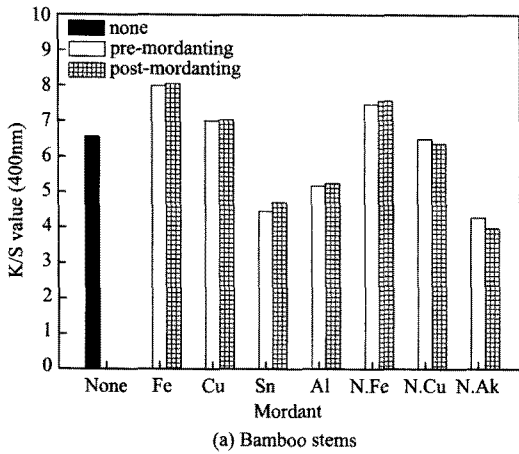


Fig. 4. Effect of pre & post-mordanting on the dye uptake of silk with bamboo extracts (dyeing : 2% owb, 80°C, 90min, mordanting : 1% owb, 40°C, 30min).

Fig. 5. Effect of pre & post-mordanting on the dye uptake of wool with bamboo extracts (dyeing : 2% owb, 80°C, 90min, mordanting : 1% owb, 40°C, 30min).

<Fig. 6>-<Fig. 7>은 매염제의 종류에 따른 직물의 색상 변화를 살펴보기 위하여 표면색 변화를 Hunter의 a, b로 나타낸 것이다. a, b value는 각각 색상의 방향을 나타내는데, +a방향은 적색, -a방향은 녹색, +b방향은 황색, -b방향은 청색을 의미한다(Berns, 2000). 견직물과 모직물 모두 줄기보다 잎으로 처리했을 때 +b값이 크게 측정되었는데, 이는 대나무 줄기 추출물보다 잎 추출물이 더 짙은 황색으로 염색된 것을 의미한다. Fe와 N.Fe로 후매염할 경우 +b값이 감소하고, +a값은 증가하여 붉은색 기미가 증가한 것을 알 수 있다. 또한 Cu와 N.Cu로 후매염 처리했을 때, +b값은 감소하고, -a값이 크게 측정된 것으로 미루어보아 녹색기미가 짙어져 Green에 가까운 GY계열로의 색상의 변화

가 이루어졌음을 확인할 수 있다.

### 3. 염색견뢰도 평가

염색견뢰도 평가용 시료는 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C에서 염색한 무매염 염색포와 무매염 염색포에 비해 염착량의 증가를 보인 Fe, Cu, N.Fe, N.Cu매염제로 후매염한 염색포를 사용하였다. <Table 4>-<Table 5>는 각각 대나무 줄기 및 잎 추출액으로 염색한 견직물과 모직물에 대한 세탁견뢰도, 드라이클리닝견뢰도, 일광견뢰도, 염색마찰견뢰도 결과를 나타낸 것이다.

견직물에 대한 견뢰도를 살펴보면, 매염을 하지 않

Table 3. H, V, C of silk and wool dyed with bamboo extracts by post-mordanting (dyeing : 2% owb, 80°C, 90min, mordanting : 1% owb, 40°C, 30min).

| Fabric | Extract Mordant | Stems  |      |        | Leaves |      |      |
|--------|-----------------|--------|------|--------|--------|------|------|
|        |                 | H      | V    | C      | H      | V    | C    |
| Silk   | None            | 5.39Y  | 5.62 | 4.00   | 4.91Y  | 5.99 | 5.02 |
|        | Fe              | 5.04Y  | 4.78 | 3.20   | 5.96Y  | 3.59 | 3.16 |
|        | Cu              | 1.54GY | 5.45 | 3.89   | 0.67GY | 4.81 | 4.01 |
|        | Al              | 6.37Y  | 5.77 | 3.82   | 5.73Y  | 5.23 | 4.36 |
|        | Sn              | 6.33Y  | 6.06 | 3.90   | 5.62Y  | 5.18 | 4.75 |
|        | N.Fe            | 4.28Y  | 5.00 | 3.49   | 5.04Y  | 4.11 | 3.41 |
|        | N.Cu            | 1.56GY | 5.6  | 3.84   | 0.21GY | 4.79 | 4.26 |
| Wool   | N.Ak            | 6.43Y  | 5.01 | 3.92   | 5.58Y  | 5.48 | 4.09 |
|        | None            | 6.00Y  | 5.88 | 3.80   | 6.23Y  | 6.23 | 5.93 |
|        | Fe              | 4.22Y  | 4.69 | 3.30   | 7.07Y  | 3.97 | 3.01 |
|        | Cu              | 1.88GY | 5.29 | 3.73   | 1.73GY | 4.53 | 4.37 |
|        | Al              | 6.98Y  | 6.00 | 3.77   | 6.19Y  | 5.36 | 4.33 |
|        | Sn              | 6.26Y  | 6.03 | 4.35   | 6.11Y  | 5.31 | 4.88 |
|        | N.Fe            | 3.63Y  | 5.07 | 3.95   | 5.25Y  | 4.62 | 3.71 |
| N.Cu   | 0.88GY          | 5.38   | 3.71 | 0.70GY | 4.97   | 4.56 |      |
| N.Ak   | 6.59Y           | 6.92   | 3.00 | 6.58Y  | 5.58   | 4.81 |      |

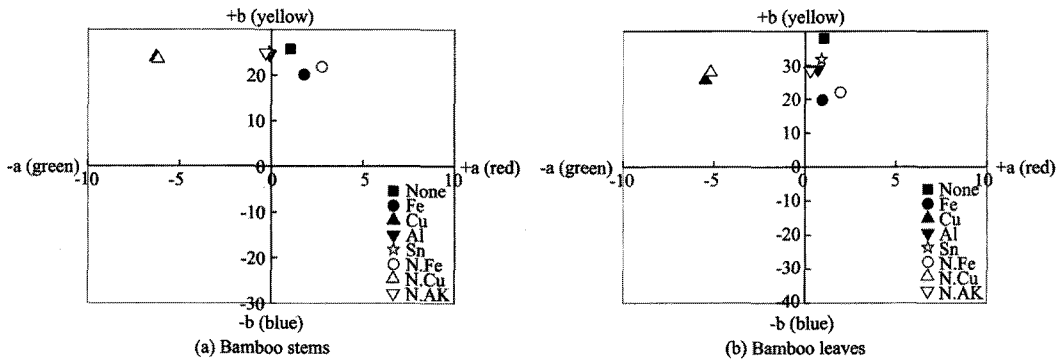


Fig. 6. Hunter's a, b value of silk dyed with bamboo extracts by post-mordanting (dyeing : 2% owb, 80°C, 90min, mordanting : 1% owb, 40°C, 30min).

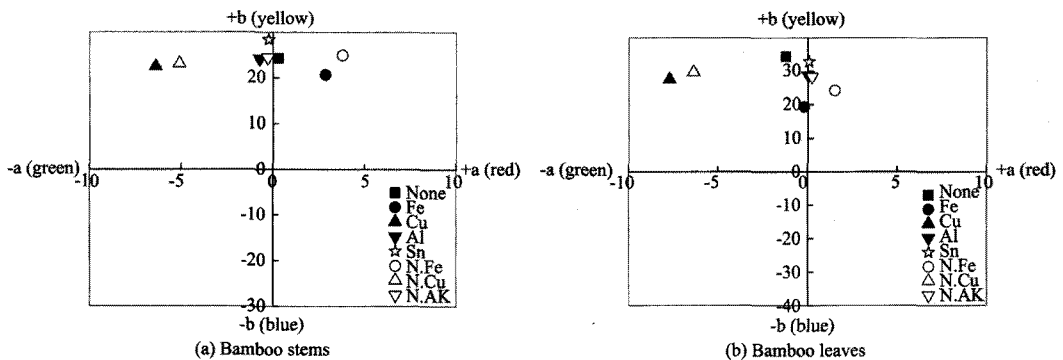


Fig. 7. Hunter's a, b value of wool dyed with bamboo extracts by post-mordanting (dyeing : 2% owb, 80°C, 90min, mordanting : 1% owb, 40°C, 30min).

Table 4. Colorfastness of silk dyed with bamboo extracts

| Extract | Mordant | Washing      |        |      | Dry cleaning |             | Light        | Friction     |
|---------|---------|--------------|--------|------|--------------|-------------|--------------|--------------|
|         |         | Color change | Stain  |      | Color change | Test liquid | Color change | Color change |
|         |         |              | Cotton | Wool |              |             |              |              |
| Stems   | None    | 3-4          | 4-5    | 4-5  | 4            | 3-4         | 3-4          | 4-5          |
|         | Fe      | 3            | 4-5    | 4-5  | 2-3          | 3           | 3            | 4-5          |
|         | Cu      | 3            | 4-5    | 4-5  | 2-3          | 2-3         | 2-3          | 4-5          |
|         | N.Fe    | 3            | 4-5    | 4-5  | 3            | 3           | 3            | 4-5          |
|         | N.Cu    | 2-3          | 4-5    | 4-5  | 2-3          | 2           | 2            | 4-5          |
| Leaves  | None    | 3-4          | 4-5    | 4-5  | 4            | 3-4         | 4            | 4            |
|         | Fe      | 3            | 4-5    | 4-5  | 4-5          | 3           | 3-4          | 3-4          |
|         | Cu      | 3            | 4-5    | 4-5  | 3            | 3-4         | 3            | 4            |
|         | N.Fe    | 3-4          | 4-5    | 4-5  | 4-5          | 3           | 3            | 4            |
|         | N.Cu    | 2-3          | 4-5    | 4-5  | 4            | 4           | 2            | 4            |

Table 5. Colorfastness of wool dyed with bamboo extracts

| Extract | Mordant | Washing      |        |      | Dry cleaning |             | Light        | Friction     |
|---------|---------|--------------|--------|------|--------------|-------------|--------------|--------------|
|         |         | Color change | Stain  |      | Color change | Test liquid | Color change | Color change |
|         |         |              | Cotton | Wool |              |             |              |              |
| Stems   | None    | 3            | 4-5    | 4-5  | 3-4          | 3           | 3            | 4-5          |
|         | Fe      | 4            | 4-5    | 4-5  | 4            | 2-3         | 2-3          | 4-5          |
|         | Cu      | 3            | 4-5    | 4-5  | 3            | 2-3         | 2-3          | 4-5          |
|         | N.Fe    | 4            | 4-5    | 4-5  | 3-4          | 3           | 3            | 4            |
|         | N.Cu    | 2            | 4-5    | 4-5  | 4            | 2           | 2            | 4-5          |
| Leaves  | None    | 3            | 4-5    | 4-5  | 3            | 4           | 4            | 3-4          |
|         | Fe      | 2-3          | 4-5    | 4-5  | 4            | 3-4         | 3            | 4            |
|         | Cu      | 3-4          | 4-5    | 4-5  | 4-5          | 4           | 3-4          | 4-5          |
|         | N.Fe    | 4            | 4-5    | 4-5  | 4-5          | 4           | 1            | 4            |
|         | N.Cu    | 2-3          | 4-5    | 4-5  | 4            | 4           | 2            | 4            |

은 염색포의 견뢰도가 세탁견뢰도와 일광견뢰도에서는 3~4등급 이상, 드라이클리닝견뢰도는 4등급, 염색마찰견뢰도는 4등급 이상으로 비교적 우수하게 나타났다. 후매염 처리를 할 경우 세탁견뢰도, 드라이클리닝견뢰도와 일광견뢰도는 대체로 저하시켰으나, 대나무 잎 추출물로 염색된 견직물의 드라이클리닝견뢰도는 Fe와 N.Fe로 처리할 경우 약간 향상되었고, 염색마찰견뢰도에는 영향을 미치지 못했다. 모직물에 대한 견뢰도를 살펴보면, 매염을 하지 않은 염색포의 견뢰도가 세탁견뢰도, 드라이클리닝견뢰도와 일광견뢰도에서는 3등급 이상, 염색마찰견뢰도는 3~4등급 이상으로 비교적 우수하게 나타났다. 후매염 처리를 할 경우 N.Fe처리를 제외한 세탁견뢰도와 일광견뢰도는 대

체로 저하되었으나, 드라이클리닝견뢰도는 약간 향상되었고, 염색마찰견뢰도에는 영향을 미치지 못했다. 견직물과 모직물 모두 매염을 하지 않은 염색포의 견뢰도가 비교적 우수하게 나타나 대나무 추출물의 처리만으로도 우수한 견뢰도의 구현이 가능한 것으로 사료된다. 이로써 기타 금속염 처리에 의한 견직물의 외관 불량이나 촉감의 저하 등을 방지할 수 있고 처리 공정에서 나타나는 수질오염도 감소시킬 수 있는 것으로 사료된다(박경인, 1998). 의복의 내구성을 결정짓는 중요한 요소와 직결되는 마찰견뢰도는 4-5등급으로 매우 우수한 결과를 보였으므로 대나무 추출물로 염색한 견직물 및 모직물의 다양한 활용을 기대할 수 있다. 또한, 합성매염제에 비해 N.Fe와 N.Cu로 처



리한 견직물과 모직물의 일광견뢰도가 다른 견뢰도에 비해 낮게 나타났는데 N.Fe와 처리할 경우 염색성이 향상되었고, N.Cu로 처리할 경우 GY계열로의 색상의 변화를 가져와 다색성 염료로서의 활용성을 고려해 볼 때, 천연매염제 처리된 직물의 일광견뢰도의 향상을 위한 후속연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 4. 항균성 측정

항균성 측정용 시료는 미처리포, 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C에서 염색한 무매염 염색포와 무매염 염색포에 비해 가장 염착량의 증가를 보인 Fe매염제로 후매염한 견 염색포를 사용하였다. <Table 6>-<Table 7>은 각각 대나무 줄기 및 잎 추출액으로 염색한 견직물에 대한 균 감소를 실시하고 그 결과를 나타낸 것이다. 황색포도상구균에 대한 균감소율은 대나무 줄기 및 잎 추출물로 염색 및 매염한 모든 조건에서 99.9%로 나타났다. 폐렴균에 대해서는 대나무 줄기 및 잎 추출물로 염색 후 Fe로 매염한 견포에서만 99.9%의 평균 감소율을 보여, 대나무 줄기 및 잎 추출물은 폐렴균에 대해서는 항균성을 나타내지 않았다. 천연물을 이용한 항균성 염료의 개발을 위하여 천연물의 항균성을 조사한 유영은 외(2010)에 의하면 폐렴균에 우수한 항세균성을 나타내는 추출물은

조사되지 않았다고 보고하고 있다. 특히 황련의 경우 폐렴균에 대한 항세균성은 다소 미흡하나 황색포도상구균에 대해서 가장 높은 항균성을 나타내어 선발된 천연물 중에 가장 양호한 항균성을 나타낸 것으로 보고하고 있어, 대나무 줄기 및 잎 추출물은 황색포도상구균에 대해 매염 여부와 관계없이 우수한 항균성을 갖고 있어 항균성 염료로서의 고부가가치성을 지니고 있는 것으로 판단된다.

#### 5. 소취성 평가

소취성 평가용 시료는 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C에서 염색한 무매염 염색포와 무매염 염색포에 비해 염착량의 증가를 보인 Fe, Cu, N.Fe, N.Cu매염제로 후매염한 견 염색포를 사용하였다. 견직물에 대나무 줄기 및 잎으로 염색 및 매염 후의 소취성 측정결과를 <Table 8>에 나타내었다. 미처리 직물에 비해 대나무 줄기 및 잎 추출물로 처리한 염색직물의 소취율이 증가하였다. 또한 매염 처리할 경우 무매염 직물에 비해 소취율이 증가하는 것으로 나타났다.

#### 6. 자외선 차단율 평가

자외선 차단율 측정용 시료는 염액농도 2%(owb), 염

Table 6. Antimicrobial abilities of silk dyed with bamboo stems extract

| Sample       | Staphylococcus aureus*  |                     |                            | Kiebsiella pneumoniae** |                     |                            |
|--------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|
|              | 0 (hr)                  | 18 (hr)             | Reduction of bacterial (%) | 0 (hr)                  | 18 (hr)             | Reduction of bacterial (%) |
| Blank        | 2.9×10 <sup>4</sup> *** | 4.5×10 <sup>6</sup> | -                          | 2.4×10 <sup>4</sup>     | 4.4×10 <sup>7</sup> | -                          |
| Untreated    | 2.9×10 <sup>4</sup>     | 9.2×10 <sup>5</sup> | 79.6                       | 2.4×10 <sup>4</sup>     | 3.9×10 <sup>7</sup> | 11.4                       |
| Un-mordanted | 2.9×10 <sup>4</sup>     | 2.4×10 <sup>3</sup> | 99.9                       | 2.4×10 <sup>4</sup>     | <10                 | 99.9                       |
| Fe           | 2.9×10 <sup>4</sup>     | <10                 | 99.9                       | 2.4×10 <sup>4</sup>     | <10                 | 99.9                       |

\*황색포도상구균, \*\*폐렴균, \*\*\*세균수/ml

Table 7. Antimicrobial abilities of silk dyed with bamboo leaves extract

| Sample       | Staphylococcus aureus*  |                     |                            | Kiebsiella pneumoniae** |                     |                            |
|--------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|
|              | 0 (hr)                  | 18 (hr)             | Reduction of bacterial (%) | 0 (hr)                  | 18 (hr)             | Reduction of bacterial (%) |
| Blank        | 2.9×10 <sup>4</sup> *** | 4.5×10 <sup>6</sup> | -                          | 2.4×10 <sup>4</sup>     | 4.4×10 <sup>7</sup> | -                          |
| Untreated    | 2.9×10 <sup>4</sup>     | 9.2×10 <sup>5</sup> | 79.6                       | 2.4×10 <sup>4</sup>     | 3.9×10 <sup>7</sup> | 11.4                       |
| Un-mordanted | 2.9×10 <sup>4</sup>     | 1.4×10 <sup>3</sup> | 99.9                       | 2.4×10 <sup>4</sup>     | 4.9×10 <sup>7</sup> | 0                          |
| Fe           | 2.9×10 <sup>4</sup>     | <10                 | 99.9                       | 2.4×10 <sup>4</sup>     | <10                 | 99.9                       |

\*황색포도상구균, \*\*폐렴균, \*\*\*세균수/ml

Table 8. Deodorant abilities of silk dyed with bamboo extract

| Sample       | Extract | Stems                  | Leaves |
|--------------|---------|------------------------|--------|
|              |         | Deodorization rate (%) |        |
| Untreated    |         | 69                     | 69     |
| Un-mordanted |         | 69                     | 83     |
| Fe           |         | 91                     | 88     |
| Cu           |         | 95                     | 93     |
| N. Fe        |         | 93                     | 91     |
| N. Cu        |         | 92                     | 92.5   |

색시간 90분, 염색온도 80°C에서 염색한 무매염 염색포와 무매염 염색포에 비해 염착량의 증가를 보인 Fe, Cu, N.Fe, N.Cu매염제로 후매염한 견 염색포를 사용하였다. 대나무 줄기 및 잎 추출액으로 염색한 견직물의 자외선 차단율을 측정된 결과를 <Table 9>에 나타내었다.

견직물의 UV-A의 자외선 차단지수는 백포인 경우 58인데 비해 줄기 추출액으로 처리했을 경우에 70.4, 잎 추출액으로 처리했을 때 96까지 향상되었으며, UV-B의 경우는 백포의 경우 75.8인데 비해 줄기 추출액으로 처리했을 때 80.6, 잎 추출액으로 처리했을 때는 97.8까지의 높은 자외선 차단율을 보였다. 플라보노이드계 화합물, 카테킨탄닌 등이 자외선 차단역할을 하는 것으로 알려져 있는데(전미선, 박명자, 2010), 플라보노이드물질을 함유하여 자외선 효과를 나타낸 옷나무 추출액(최인려, 2008)과 마찬가지로 대나무 추출물의 색소 성분은 높은 자외선 차단성을 나타냈다. 이와 같이 대나무 추출물은 화학제에 의한 자외선 차단제나 자외선 흡수제가 아닌, 천연재료로 자외선 차단율 90% 이상을 보여 우수한 친환경적 소재로의 활용에 적합할 것으로 사료된다.

## IV. 결 론

본 연구에서는 대나무 추출물의 단백질섬유에 대한 염색성을 알아보기 위하여, 견직물과 모직물에 대나무 추출물의 농도 및 염색온도와 염색시간, 매염제의 종류 및 매염방법에 따른 염색성과 색상 변화를 조사하였으며, 염색건뢰도(세탁, 드라이클리닝, 일광, 마찰)와 항균성, 소취성, 자외선 차단율 등의 기능성을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 대나무 추출물은 견직물과 모직물에 뛰어난 염착량을 보였으며, 염액의 농도가 증가함에 따라 염착량은 증가하였고, 최적 염색온도는 80°C, 염색시간은 90분으로 사료되었다. 또한 선매염에 비해 후매염 시 균일한 염색이 이루어졌으며, 매염제 중에서도 Fe와 N.Fe 처리를 통해 높은 염착량의 증진의 결과를 얻었으며, Cu와 N.Cu의 매염을 통해 천연염색에서 얻기 어려운 GY계열의 색상을 얻을 수 있었다.

2. 대나무 추출물로 처리한 견직물과 모직물에 대한 염색건뢰도 결과, 매염을 하지 않은 직물 자체의 세탁건뢰도, 일광건뢰도, 드라이클리닝건뢰도 및 마찰건뢰도가 대부분 3~4등급 이상으로 우수하게 나타난 결과로 미루어보아 대나무 추출물 처리만으로 우수한 건뢰도의 구현이 가능한 것으로 사료된다.

3. 견직물의 황색포도상구균에 대한 균 감소율은 대나무 추출물로 처리한 무매염 직물과, Fe로 후매염 처리한 직물 모두 99.9%의 매우 우수한 결과를 보였다. 그에 반해 폐렴균에 대해서는 대나무 줄기 및 잎 추출물로 염색 후 Fe로 매염한 견직물에서만 99.9%의 균 감소율을 보여 폐렴균에 대해서는 다소 낮은 항균성을 나타내었다.

4. 대나무 줄기 및 잎 추출액으로 염색한 견직물은 미처리 직물에 비해 소취성과 자외선 차단율이 증가

Table 9. Ultraviolet-cut ability of dyed silk fabrics

| Extract | UV - A* (%)  |              |      |      |      |      |
|---------|--------------|--------------|------|------|------|------|
|         | Untreated    | Un-mordanted | Fe   | Cu   | N.Fe | N.Cu |
| Stems   | 58.0         | 70.4         | 94   | 95   | 95.9 | 95.2 |
| Leaves  | 58.0         | 96           | 97.7 | 95.7 | 98.5 | 98.5 |
| Extract | UV - B** (%) |              |      |      |      |      |
|         | Untreated    | Un-mordanted | Fe   | Cu   | N.Fe | N.Cu |
| Stems   | 75.8         | 80.6         | 96.5 | 97   | 97.5 | 97.3 |
| Leaves  | 75.8         | 97.8         | 98.3 | 97.9 | 98.9 | 99.1 |

\*315~400nm, \*\*290~315nm

하였으며, 매염처리는 소취성과 자외선 차단율을 향상시켰다.

## 참고문헌

- 강인숙, 송화순, 유효선, 이정숙, 정혜원. (2001). *염색의 이해*. 서울: 교문사.
- 강지연, 유효선. (2001). 천연 쪽을 이용한 양모섬유의 염색 (I). *한국염색가공학회지*, 13(4), 15-22.
- 김공주, 이정민. (1996). *염색화학*. 서울: 형설출판사.
- 김성희, 신윤숙. (2009). 대나무 숯 염색직물의 키토산 처리 효과. *한국섬유공학회지*, 46(2), 83-89.
- 도성구, 강인아. (2005). 결명자 색소 추출액에 의한 견직물 염색. *한국염색가공학회지*, 17(2), 10-18.
- 박경인. (1998). *녹차 추출액 견 염색포의 천연매염제 처리에 관한 연구*. 부산대학교 대학원 석사학위 논문.
- 박선영, 남윤자, 김동현. (2002). 고삼 에탄올 추출액의 염색성과 항균성-염색견포를 중심으로-. *한국염색가공학회지*, 14(1), 1-10.
- 백종원, 정숙현, 문갑순. (2002). 국내산 대나무 줄기와 잎의 에탄올 추출물의 항균활성. *한국식품과학회지*, 34(6), 1073-1078.
- 서명희, 신윤숙. (1998). 홍차 색소의 견섬유에 대한 염색성. *한국의류학회지*, 22(5), 557-564.
- 신윤숙, 최희. (1999a). 녹차 색소의 특성과 염색성 (제1보)-녹차 색소의 성분과 특성-. *한국의류학회지*, 23(1), 140-146.
- 신윤숙, 최희. (1999b). 녹차 색소의 특성과 염색성 (제2보)-견섬유에 대한 녹차 색소의 염색성. *한국의류학회지*, 23(3), 385-390.
- 유영은, 박은영, 정대화, 변성희, 김상찬, 박성민. (2010). 천연물을 이용한 항균성 염료의 개발. *한국미생물생명공학회지*, 38(1), 32-39.
- 이효진, 지주원. (2008). 대나무 편성물의 황토염색 후 쾌적성의 변화. *한국섬유공학회지*, 45(4), 233-238.
- 임명은, 유혜자, 이해자. (1997). 쪽을 이용한 천연염색에 관한 연구. *한국의류학회지*, 21(5), 911-921.
- 전미선, 박명자. (2010). 솔잎 추출물의 성분분석 및 염색물의 건강안전 가능성 평가. *복식문화연구*, 18(2), 371-381.
- 조경래. (1994). 천연염료에 관한 연구(7)-코치닐색소의 견섬유에 대한 염색성-. *한국염색가공학회지*, 6(2), 144-150.
- 주영주. (2005). 천연염색에 사용되는 천연매염제에 관한 연구(II)-철장액과 백반-. *복식*, 55(6), 45-50.
- 주영주, 남성우. (1997). 천연염색에 사용되는 천연매염제에 관한 연구(I)-벚꽃재-. *한국염색가공학회지*, 9(6), 33-41.
- 주인옥, 정기태, 류정, 최정식, 최영근. (2005). 추출방법에 따른 대나무(왕대) 추출물의 화학성분 및 생리활성. *한국식품과학회지*, 37(4), 542-548.
- 최인려. (2008). 옷나무 추출물에 의한 견직물, 나일론 직물의 염색성과 자외선 차단성. *복식문화연구*, 16(1), 159-165.
- 최희, 신윤숙. (2000). 자초 색소의 특성과 염색성 (제1보)-자초색소의 성분과 특성-. *한국의류학회지*, 24(7), 1081-1087.
- 한명희. (2000). 자초 추출물에 의한 견섬유의 염색성 및 항균·소취성. *한국염색가공학회지*, 12(5), 29-35.
- 홍경옥. (1991). *천연염료의 실용화를 위한 실험적 연구*. 원광대학교 대학원 석사학위 논문.
- Berns, R. S. (2000). *Billmeyer and saltzman's principles of color technology* (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons. Inc.
- Tricin. (2010, October 7). *Wikipedia, the free encyclopedia*. Retrieved October 7, 2010, from <http://en.wikipedia.org/wiki/Tricin>
- Trotman, E. R. (1970). *Dyeing and chemical technology of textile fiber* (4th ed.). London: Griffin.