

## 대나무 추출물의 염색성과 기능성 (제1보) -대나무 추출물의 특성과 면직물에 대한 염색성-

정고은 · 이정순<sup>†</sup>  
충남대학교 의류학과

### Dyeability and Functionality of Bamboo Extracts (Part I) -Characteristics of Bamboo Extracts and Dyeing Properties of Cotton-

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

Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University

접수일(2010년 11월 9일), 수정일(1차 : 2010년 11월 29일, 완료일 : 2010년 12월 1일), 게재확정일(2010년 12월 24일)

#### Abstract

The dyeing properties of cotton fabrics with bamboo colorants were studied by investigating the analysis of bamboo colorants, the effect of dyeing conditions (dye concentrations, dyeing temperatures and 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 also estimated. In the UV-Visible spectrum, the wavelength of the maximum absorption for bamboo stems and leaves extracts was found to be 280nm and 295nm, respectively; in addition, bamboo colorants produced a yellow color. From the FT-IR and GC-MS results, it was assumed that the chromophoric substance from bamboo extracts was composed of flavones substances with tricinn. An increased dyeing concentration resulted in a larger dye uptake and a Freundlich absorption isotherm was obtained. A larger dye uptake occurred as the dyeing time and temperature increased. The post-mordanting was more effective than pre-mordanting. Mordants, Fe and N.Fe, were effective for an increased dye uptake. The color of fabrics mordanted with Cu and N.Cu changed to GY. Regardless of mordanting, the colorfastness on the washing of dyed fabrics showed a low rating compared to other fastness. Mordanting adversely affected the lightfastness of dyed fabric. The dyed fabric showed very good antimicrobial abilities of 99.9%. In addition, the ultraviolet-cut ability and deodorant ability improved in cotton fabric dyed with bamboo extracts.

**Key words:** Bamboo extracts, Cotton fabrics, Dyeing property, Functionality, Antimicrobial ability; 대나무 추출물, 면직물, 염색성, 기능성, 항균성

#### I. 서 론

대나무는 중국 하남지방이 원산지로 아열대성 식물

<sup>†</sup>Corresponding author

E-mail: jungsoon@cnu.ac.kr

본 논문은 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2009-0068646).

이며 화분과 식물로 지구상에 약 3,200여종이 존재하고 우리나라를 포함한 동남아시아에 주로 분포하고 있다. 우리나라에는 70여종의 대나무가 자생하고 있는데 대표적인 종류로는 왕대(참대), 솥대, 맹종죽, 조릿대, 신의대 등을 들 수 있으며 분포면적은 약 5,360ha이다(주인옥 외, 2005). 대나무는 성장속도가 매우 빠르고 알파-셀룰로오스( $\alpha$ -cellulose)의 함량이 높아 이를

이용한 대나무 섬유는 현재 친환경적인 신소재섬유로 각광을 받고 있다(이정인, 2003). 또한 대나무는 한약재로 대나무 껍질, 가지, 잎, 순, 내피인 죽여 등을 모두 이용할 수 있다. 대나무는 열을 내리고 소변을 잘 누게 하며 출혈을 멈춘다고 알려져 있으며, 항암작용, 항궤양작용, 소염작용, 진정작용, 진통작용, 위액산도를 높이는 작용, 혈압강화작용, 혈당량 감소작용, 해독작용, 항균작용 등이 있어서 위 및 십이지장궤양, 만성위염, 악성 종양, 고혈압, 동맥경화, 당뇨병, 편도염, 감기, 간염, 폐렴, 천식 등에 쓰이고 맛은 달고 성질은 차서 잎, 줄기, 뿌리를 다려 마시면 효능이 있다고 한다(안덕균, 1998).

현재 국내에서는 대나무 잎과 줄기 추출물의 화학 성분, 기능성 및 항균활성에 대한 다양한 연구가(김낙구 외, 2001a, 2001b; 백종원 외, 2002; 이민자, 문갑순, 2003; 주인옥 외, 2005) 진행되어왔으나 주로 식품분야의 활용성에 초점을 둔 것이 대부분이었다. 대나무 추출물의 색소 성분에 관한 선행연구(박지혜, 2006)에서는 대나무의 한 종류인 조릿대 추출물의 색소 성분을 플라보노이드(flavonoid)계의 플라본(flavone) 구조의 화합물인 트리신(tricin)으로 보고하였으며, 대나무 추출물을 이용한 혈액순환제의 개선을 위한 약제의 특허(대한민국 특허등록번호 10-0465113, 2004)를 통해서도 대나무 추출물의 성분 중 트리신이 확인된바 있다. 그러나 주인옥 외(2005)의 연구에서는 왕대 추출물의 폴리페놀 성분으로 3-하이드록시벤조익산(3-hydroxybenzoic acid)과 카테킨(catechin)이 가장 높은 함량을 차지하는 것으로 보고하고 있다.

대나무 추출물의 염색성에 대해서는 맺잎에서 추출한 염액을 이용하여 견직물에 염색하여 염제의 농도, 염색온도, 염색시간, 염색횟수에 따른 염색횟수에 따른 염색성, 적합한 매염조건과 매염 시 일광, 세탁, 마찰, 땀건뢰도를 조사하여 실용성을 확인한 연구(배상경, 2006)가 있다. 하지만 맺잎과 줄기를 따로 구분해 염색하거나 적합한 매염조건을 확립하는 연구는 아직 수행된 바 없고, 선행연구에서 견직물로 제한되었던 시료의 한계와 염색 후 기능적인 효과를 기대할 수 있는 항균성과 소취성 등에 대해 연구한 바가 없으므로 대나무를 이용한 천연염색을 통한 염제의 활용가능성의 검증과 염색포의 기능성에 대한 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내·외 어디에서나 쉽게 구할 수 있는 대나무 줄기와 잎을 천연염제로 사용가능성을 확인하고자 대나무 줄기와 잎의 최적의 색소 추출조건을 확립하고, 색소의 성분을 검토하고자 한다. 성분분석 후에 염액의 농도, 염색 온도, 염색시간을 변화시키며 최적 염색조건을 찾고, 합성매염제와 천연매염제 처리를 통한 염착량의 비교를 통해 매염 효과를 규명하여 천연매염제의 과학적인 사용을 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 또한 염색포의 항균성 및 피부보호기능을 검토하여 기능성 소재로의 개발가능성을 확인하고자 한다.

## II. 실 험

### 1. 시료 및 시약

#### 1) 시료

실험에 사용한 직물은 정련, 표백된 100% 면 평직 백포로 특성은 <Table 1>과 같다.

#### 2) 염재

본 실험에 사용된 염재는 충남 금산군에서 자생하는 왕대로 추정되는 대나무(*Phyllostachys bambusoides*)를 2009년 8월에 채취하여, 줄기 및 잎을 분리하고 수세 후 건조하여 분쇄하여 사용하였다.

#### 3) 매염제 및 기타시약

합성매염제로는  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SnCl}_2$ (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( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )은 1급 시약을 사용하였고, 색소분석용 시약은 특급을 사용하였다. 본 실험에서는 모두 3차 증류수를 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 염료의 추출

대나무 추출은 증류수 추출과 메탄올 추출방법을

Table 1. Characteristics of cotton fabric

Weave	Fineness (warp×weft)	Weight ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	Thickness (mm)	Fabric count (warp×weft/5cm <sup>2</sup> )
Plain	30Ne <sub>c</sub> ×30Ne <sub>c</sub>	102±5	0.29±0.02	146×134

사용하였는데, 증류수 추출은 분쇄된 대나무의 잎과 줄기를 각각 액비 1:10으로 100에서 60분간 환류시켜, 메탄올 추출은 분쇄된 대나무의 잎과 줄기를 각각 80% 메탄올, 액비 1:10으로 48시간 침지하여 추출하였다. 각 추출액은 회전진공농축기(Rotary vacuum evaporator, RV10, IKA®, Germany)를 이용하여 온도 40~60°C, 회전속도 180rpm에서 감압 농축하여 제조하였다. 추출된 대나무 줄기와 잎 염액의 pH는 모두 6으로 측정되었고, 모든 염색은 pH 6의 조건에서 진행되었다.

### 2) 천연매염제의 제조

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

### 3) 대나무 색소 성분분석

추출한 대나무 줄기 및 잎 염액의 흡광도 변화를 200~700nm 파장범위에서 자외·가시부 분광광도계(UV/Vis spectrophotometer, UV-2450, shimadzu, Japan)를 이용하여 측정하였다. 추출물의 색소 성분의 구조적 특성을 확인하기 위해 분말화하여 적외선 분광광도계(FT-IR, FTS-175C, Cambridge, USA)를 사용하여 KBr disc법으로 흡수 band를 측정하였고, 색소 성분 분석은 Gas Chromatography-Mass Spectrometer(GC-MS, HP6890GC, Hewlett packard, USA)로 분석하였으며, GC-MS의 분석조건은 다음과 같다. 성분분리는 5973MSD detector와 DB-5 column(30m×0.25mm i.d.)을 이용하여 5% phenyl methyl silicone(film thickness 0.25µm) 고정상의 조건에서 측정하고 온도는 250°C로 유지하였다. GC 오븐온도는 70°C에서 3분간 유지시켜 준 후 2°C/min의 속도로 증가시켜 최대 온도 300°C

에서 5분간 유지하여 실험을 진행하였다. carrier gas는 He(1ml/min)에서 측정하였다.

### 4) 염색 및 매염

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

### 5) 표면색 측정

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

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

K: 흡광계수

S: 산란계수

R: 분광반사율 (0<R=1)

### 6) 염색건뢰도

세탁건뢰도는 KS K ISO 105-C01:2007에 의하여 측정하였고, 일광건뢰도는 KS K ISO 105-B02:2010에 준하여 XENON-ARC LAMP를 20시간 조광하여 GRAY SCALE로 측정하였다. 또한 마찰건뢰도는 KS K 0650:2006에 준하여 측정하였고, 드라이클리닝건뢰도는 KS K ISO 105-D01:2010에 의하여 평가했다.

### 7) 항균성

대나무 추출물로 염색된 면직물의 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 생균 수를

Table 2. Dyeing and mordanting conditions

	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

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

### 8) 소취성

대나무 추출물로 염색된 면직물의 소취성은 검지 관식 가스측정기 방법(KS 1 2218:2009)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.

$$\frac{C_b - C_s}{C_b} \times 100$$

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

### 9) 자외선 차단율

대나무 추출물로 염색된 면직물의 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 파장단위로 조사하면서 시료의 자외선 투과율을 측정하여 다음 식을 이용하여 자외선 차단율을 계산하였다.

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

## III. 결과 및 고찰

### 1. 대나무 추출물의 성분분석

증류수와 80% 메탄올로 각각 추출한 대나무 줄기 및 잎의 색소 용액을 자외·가시부 분광광도계를 이용하여 자외·가시부 흡수 스펙트럼을 측정한 결과를 각각 <Fig. 1>-<Fig. 2>에 나타내었다. 대나무 줄기의 최대 흡수파장은 증류수와 80% 메탄올 추출물에서

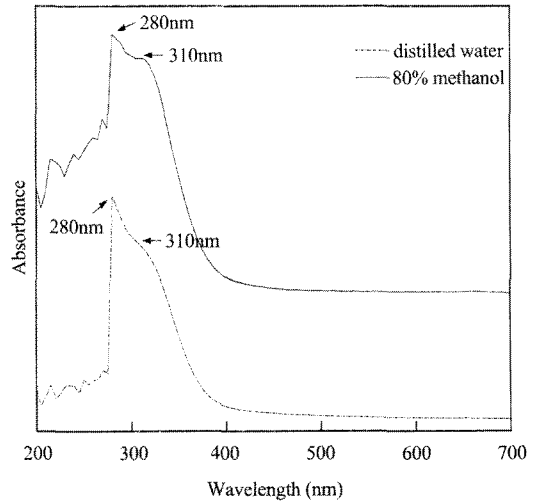


Fig. 1. UV/Visible spectrum of bamboo stems.

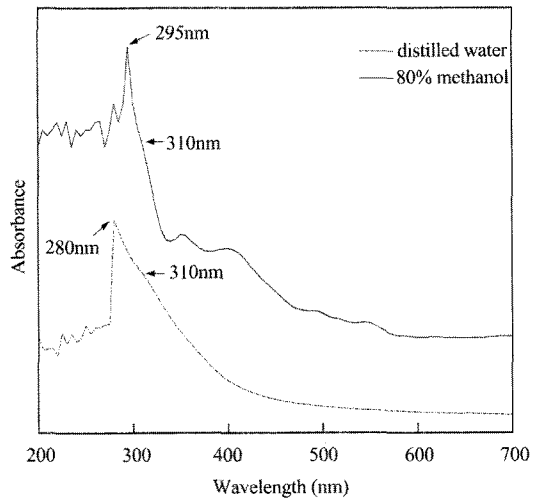


Fig. 2. UV/Visible spectrum of bamboo leaves.

서 280nm에서 나타났으나, 잎 추출물은 증류수에서는 280nm, 80% 메탄올 추출물에서는 295nm에서 최대 흡수파장이 나타났다. 80% 메탄올 잎 추출물에서는 295nm에서 흡수피크를 보이고 있어 증류수 잎 추출물과 최대 흡수파장은 차이가 있지만, 증류수 추출액과 80% 메탄올 추출액의 스펙트럼 파장의 형태는 거의 일치함을 알 수 있다. 또한 선명하지는 않으나 대나무 줄기 추출물에서는 310nm 근처에서 약한 어깨피크의 형태를 보이고 있다. 그러나 대나무 잎 추출물에서는 확인이 되지 않았다. 천연페놀류의 흡광도는 추

출용매나 pH 등 여러 가지 요인에 의하여 영향을 받지만 기존의 선행연구에 따르면 대개 220~285nm에서 최대 흡수피크(max)를 갖는 것으로 밝혀져 있다(정진순 외, 2003). 특히 폴리페놀(polyphenol)에 속하는 플라보노이드(flavonoid)는 그 구조적 특성으로 인하여 전형적인 UV-Vis spectrum을 가지는데, 300~400nm 부근에서의 Band I과 220~280nm 부근에서의 Band II로 이름 붙여진 2개의 최대 흡수파장( $\lambda_{max}$ )으로 특징 지워진다(Beecher, 2003; Seijas & Carballido-Reboredo, 2006). 본 시험에서 추출 전 염재의 무게에 대한 추출물의 고형분 함량으로 계산된 추출수율은 증류수로 추출했을 경우, 줄기의 수율은 0.98%, 잎은 7.76%로 다소 낮은 것으로 나타났으며, 줄기보다는 잎의 수율이 월등히 높은 것을 알 수 있었다. 80% 메탄올을 추출하는 경우, 줄기의 수율이 12.36%, 잎은 15.56%로 증류수로 추출하는 것보다 메탄올을 이용한 색소의 추출이 효율적이었다.

<Fig. 3>은 80% 메탄올로 추출된 대나무 줄기 및 잎 색소의 FT-IR 스펙트럼을 비교하여 나타낸 것이다. 대나무 줄기와 잎 색소의 FT-IR 스펙트럼은 거의 일치하여 추출된 대나무 줄기 및 잎 색소의 기본구조는 동일한 물질임을 알 수 있었다. 추출된 대나무 줄기 및 잎 색소는  $3400\text{cm}^{-1}$  부근에서 넓은 흡수피크를 보이고 있는데 이는 색소 구조에 존재하는 페놀성 O-H의 신축진동이며,  $2900\text{cm}^{-1}$  부근의 피크는 C-H 신축진동,  $2400\text{cm}^{-1}$  부근의 피크는 C=O 신축진동의 의한 것으로

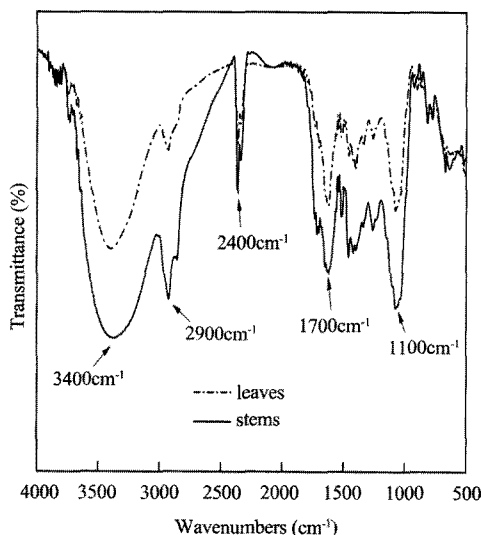


Fig. 3. Infrared spectrum of bamboo extract.

볼 수 있다.  $1700\text{cm}^{-1}$ 과  $1650\text{cm}^{-1}$  부근에서 나타난 C=O 신축진동은 각각 카르복실기와 방향족 케톤에 의한 것이며,  $1610\text{cm}^{-1}$ 에서 보인 C=O 신축진동은  $\beta$ -diketone에 의한 것으로 사료된다. 또한  $1100\text{cm}^{-1}$  부근의 피크는 C-O 신축진동에 의한 것으로 볼 수 있다.

대나무 줄기와 잎을 메탄올 용매로 추출한 후 GC-MS 안에 이동시켜 대나무 추출물의 성분을 분석하여 그 결과를 <Fig. 4>에 나타내었다. GC-MS 분석을 실시한 결과 대나무 줄기와 잎 추출물은 몇 개의 주 피크와 여러 개의 작은 피크로 분리되어 나타났다. 그 중 10% 이상의 면적을 보이는 주요 성분을 살펴보면, 대나무 줄기 추출액에서는 RT(Retention Time) 5.551에서 페놀(phenol)(32.46%, 매칭도: 90) 성분과 RT 3.787에서 메톡시벤젠(methoxybenzene)(18.73%, 매칭도: 94~95) 성분이 검출되었고, RT 2.719에서 2,4-디메틸퓨란(dimethylfuran)과 2-퓨란카복살데하이드(furancarboxaldehyde)(19.27%, 매칭도: 59) 등을 확인할 수 있었다. 대나무 잎 추출액의 GC-MS 분석을 실시한 결과에서는 RT 3.791에서 methoxybenzene(15.61%, 매칭도: 96~97)과 RT 5.493에서 phenol(50.62%, 매칭도: 91~94)을 확인할 수 있었다. 특히 줄기에는 잎에서는 확인되지 않은 2,4-dimethylfuran과 2-furancarboxaldehyde

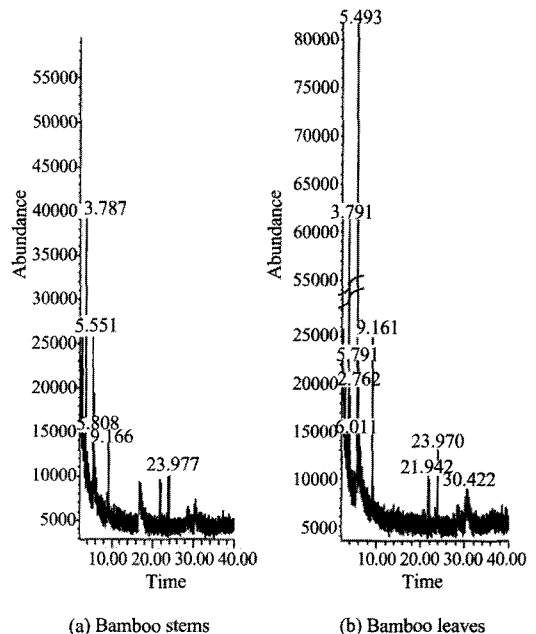


Fig. 4. GC-MS of bamboo colorants.

성분이 검출되었는데, 이는 줄기가 잎보다 항균활성이 높은 것으로 보고된 선행연구(김낙구 외, 2001b; 백종원 외, 2002)의 원인 성분으로 사료된다. 이와 같은 분석결과를 통해 대나무 줄기와 잎은 phenol과 methoxybenzene 등의 동일한 성분으로 대부분이 구성되어 있는 것으로 보아, 두 개의 추출물은 구성 비율이 차이가 있을 뿐 비슷하게 구성된 물질로 사료된다. 또한 phenol과 methoxybenzene의 성분확인을 통하여 대나무 색소의 성분이 선행연구(박지혜, 2006)와 동일하게 트리신 구조임을 알 수 있었다. UV/Visible 스펙트럼, FT-IR 스펙트럼 및 GC-MS 분석결과를 종합해 볼 때 금산지역에서 자생하는 왕대의 일종으로 추정되어지는 대나무의 줄기 및 잎 추출물은 기본적인 구조는 비슷하고 분자량만 다른 물질로, 주색소 성분은 트리신으로 추정된다. 대나무 추출물로부터 분리된 트리신 화합물은 염증반응에 의해 유발되는 여러 염증성 질환의 예방 및 치료를 위한 의약품으로 사용될 수 있으며, 혈전을 용해시키고 혈관을 확장시킴으로써 혈관의 활동력을 조절하고, 혈관내벽의 상처를 치유하는 효과를 가지므로, 혈액순환 개선을 위한 의약품 또는 건강기능식품으로 이용될 수 있는 것으로 확인된 기능성물질이다(대한민국 특허등록번호 10-0465113, 2004). 따라서 대나무 추출물을 직물에 적용할 경우 염색효과 이외에도 항균성 부여 및 아토피성 피부염과 같은 염증의 예방이나 치료효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다. 이와 같은 특징을 가진 트리신의 구조는 <Fig. 5>와 같다(“Tricin”, 2010).

## 2. 대나무 추출물의 염색성

### 1) 염색농도에 따른 염색성

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°C, 염색시간 60분

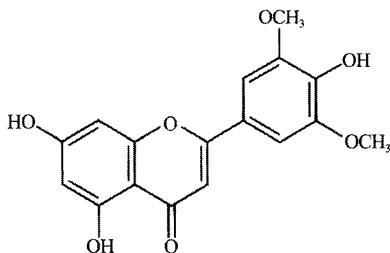


Fig. 5. Chemical structure of tricinnolol.

으로 면직물을 염색하였다. 대나무 줄기와 잎 추출염액의 색소 농도에 따른 염착량(K/S값)을 400nm에서 측정된 결과를 <Fig. 6>에 나타내었다. 대나무 줄기와 잎의 추출물 모두 염액의 농도가 증가함에 따라 K/S값이 증가하여 염착량이 꾸준히 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 대나무 줄기와 잎의 색소 농도에 따른 염착량의 변화곡선 형태가 Freundlich의 등온흡착곡선과 유사한 형태로 면직물과 대나무 줄기 및 잎의 색소의 결합에는 수소결합이 관여됨을 보여준다(Trotman, 1970). 같은 농도에서 줄기보다는 잎의 K/S값이 높게 나타났는데 이는 동일한 고형분 농도에서 줄기보다 잎의 색도가 높게 나타난 선행연구결과(김낙구 외, 2001b)와 일치하는 결과라고 할 수 있다.

### 2) 염색온도에 따른 염색성

염색온도에 따른 면직물의 염색성을 알아보기 위해 욕비 1:50, 염색농도 1%(owb), 염색시간을 60분으로 고정시키고, 염색온도를 40, 60, 80, 100°C에서 각각 면직물을 염색한 결과를 <Fig. 7>에 나타내었다. 대나무 줄기 추출물과 잎 추출물 모두 염색온도가 증가할수록 염착량이 증가하나, 60°C까지는 완만한 증가를 나타내다가 80°C에서 급격한 증가를 보였다. 100°C에서의 염착량은 최대값을 보였지만 80에서의 염착량과 큰 차이를 보이지는 않았다.

### 3) 염색시간에 따른 염색성

염색시간에 따른 염색성을 알아보기 위해 욕비 1:50, 염색온도 80°C, 염색농도 1%(owb)의 조건으로 염색시간을 30, 60, 90, 120분으로 변화시키며 각각 염색

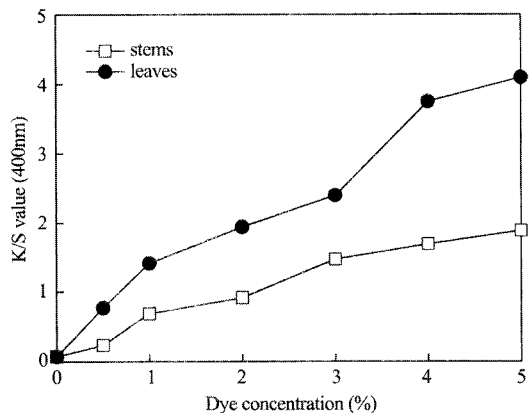


Fig. 6. Effect of dye concentration on the dye uptake of cotton with bamboo extracts (80°C, 60min).

하고 결과를 <Fig. 8>에 나타내었다. 대나무 줄기와 잎 추출물을 면직물에 처리했을 경우 염착량은 초기 30분에서는 큰 변화를 나타내지 않다가 60분에서 염착량이 급격히 증가하여 90분까지 계속 완만한 증가를 보이다 그 이후에는 큰 변화를 나타내지 않았다. 이상의 결과로부터 대나무 추출액으로 면직물에 염색할 경우 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C가 최적 염색조건으로 생각되며, 이후 매염에 따른 염색성, 염색견뢰도 평가 및 기능성 평가를 위한 염색조건은 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C로 설정하여 진행하였다.

4) 매염에 따른 염색성

대나무 추출액의 매염방법과 매염제의 종류에 따른 면직물의 염색성을 알아보기 위하여 매염액 1%(owb),

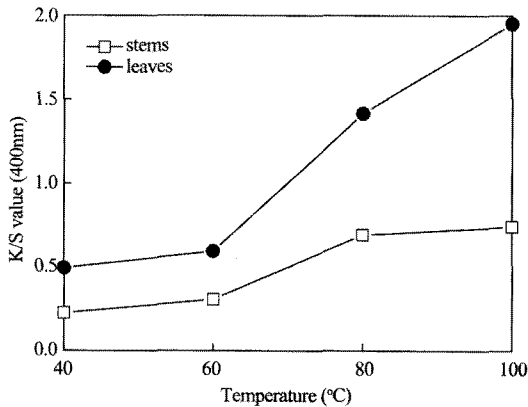


Fig. 7. Effect of dyeing temperature on the dye uptake of cotton with bamboo extracts (1% owb, 60min).

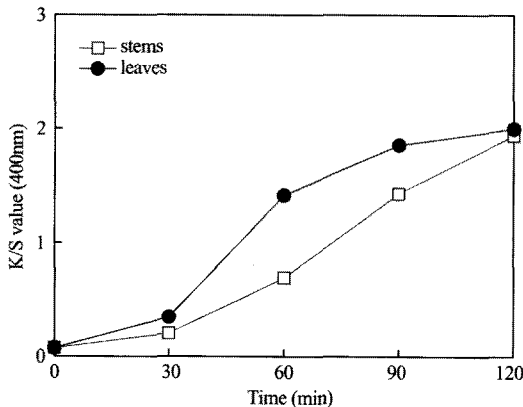


Fig. 8. Effect of dyeing time on the dye uptake of cotton with bamboo extracts (1% owb, 80°C).

매염시간 30분, 매염온도 40°C에서 선매염과 후매염을 행하였다. 염색은 욕비 1:50에서, 앞선 실험에서 얻어진 최적 염색조건인 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C에서 이루어졌다. <Fig. 9>-<Fig. 10>은

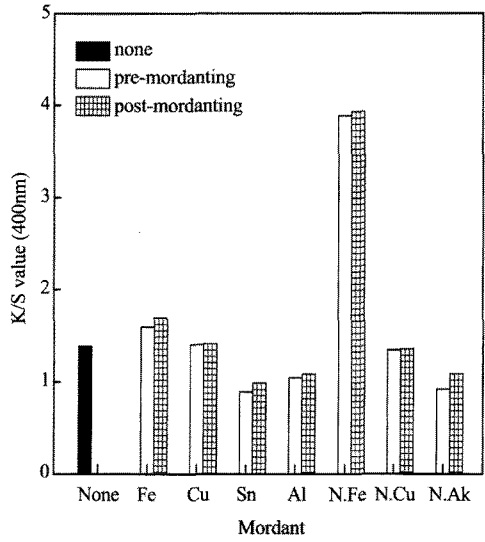


Fig. 9. Effect of pre & post-mordanting on the dye uptake with bamboo stems extract (dyeing : 2% owb, 80°C, 90min, mordanting : 1% owb, 40°C, 30min).

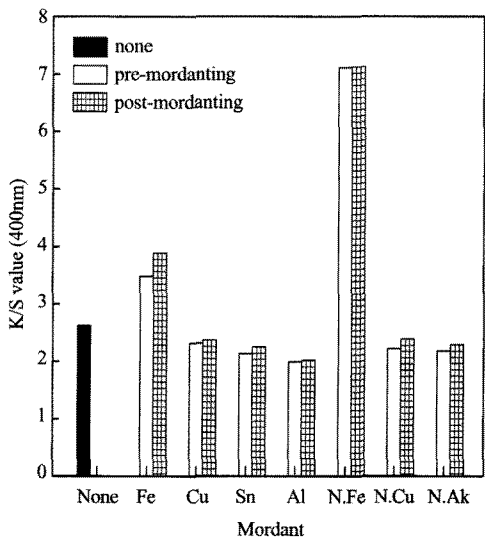


Fig. 10. Effect of pre & post-mordanting on the dye uptake with bamboo leaves extract (dyeing : 2% owb, 80°C, 90min, mordanting : 1% owb, 40°C, 30min).

각각 대나무 줄기와 잎 추출액의 매염제의 종류와 선매염과 후매염에 따른 K/S값을 나타낸 것이다. 대나무 줄기 및 잎 모두에서 Fe과 N.Fe에서 염착량의 증가를 나타냈는데 특히 N.Fe에서 현저히 큰 K/S값을 나타내었다. Fe과 N.Fe을 제외한 매염제 처리는 오히려 염착량을 감소시켰다. 염착량의 증가를 나타낸 Fe과 N.Fe을 살펴보면 선매염과 후매염 시 모두 무매염포에 비해 염착량이 증가하는 경향을 나타냈으며 색상도 비슷하게 발현되었으나 전반적으로 선매염보다 후매염의 경우가 염착량의 증가량이 크게 나타났으며 염착이 고르며 표면이 깨끗하게 나타났다. 이를 통해 선매염보다 후매염의 효과가 더 뚜렷하다고 사료된다.

<Table 3>은 매염에 따른 면직물의 색상 변화를 살펴보기 위하여 Hunter의 L, a, b, Munsell의 색상, 명도, 채도를 나타낸 것이다. 대나무 잎 추출물로 염색한 염색포는 다양한 범위의 Y계열의 색상을 나타내었다. Fe과 N.Fe으로 후매염한 염색포는 무매염포에 비해 염착량이 증가하여 명도값이 낮아졌으나 색상 계열의 변화는 보이지 않았다. N.Fe으로 후매염한 염색포는 a값이 높아지면서 진한 노란색으로 변했다. 그러나 Cu와 N.Cu 매염포는 매염포는 무매염포에 비해 염착량의 변화가 거의 없어 명도값도 큰 변화는 없었으며, a값이 감소하면서 GY계열로의 색상 변화를 보

여 다색성 염료로의 활용가능성을 나타냈다.

### 3. 염색견뢰도 평가

염색견뢰도 평가용 시료는 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80에서 염색한 무매염 염색포와 무매염 염색포에 비해 염착량의 증가를 보인 Fe, Cu, N.Fe, N.Cu 매염제로 후매염한 염색포를 사용하였다. <Table 4>-<Table 5>는 각각 대나무 줄기 및 잎 추출액으로 염색한 면직물에 대한 세탁견뢰도, 드라이클리닝견뢰도, 일광견뢰도, 염색마찰견뢰도 결과를 나타낸 것이다. 세탁견뢰도의 변퇴색견뢰도 결과를 살펴보면, 무매염포는 2등급으로 낮은 등급을 보였으나, Cu와 N.Cu으로 매염된 염색포는 3등급으로 비교적 우수한 결과를 보였다. 오염견뢰도는 4~5등급으로 매우 우수한 것으로 나타났다. 드라이클리닝견뢰도의 경우 매염제에 따라 등급이 각각 다르게 나타나고 있는데 대체로 3등급 이상으로 높은 견뢰도 등급을 나타냈으며, 매염포보다도 무매염포의 등급이 높게 나타났다. 또한 N.Fe으로 처리한 줄기 및 잎 추출물로 처리한 면직물은 가장 좋은 등급을 보이고 있으므로 천연 매염제로 합성매염제를 대체하여 사용할 수 있음도 알 수 있었다. 대나무 잎 염색포의 경우도 무매염포의 견

Table 3. K/S value, L, a, b and H, V, C of cotton dyed with bamboo extracts by post-mordanting (dyeing : 2% owb, 80°C, 90min, mordanting : 1% owb, 40°C, 30min)

Extract	Mordant	L	a	b	H	V	C
Stems	None	73.98	-1.21	16.52	9.05Y	7.24	2.75
	Fe	68.92	0.88	15.84	6.32Y	6.73	2.67
	Cu	71.69	-6.49	15.23	4.88GY	7.01	2.93
	Al	74.87	-1.55	15.31	9.94Y	7.33	2.59
	Sn	76.95	-1.61	16.15	9.84Y	7.55	2.70
	N.Fe	64.30	4.25	24.80	3.18Y	6.26	4.06
	N.Cu	72.46	-6.81	15.10	5.15GY	7.09	2.95
	N.Ak	75.30	0.33	15.38	9.59Y	7.58	2.16
Leaves	None	61.24	-1.03	26.82	7.11Y	7.23	4.42
	Fe	58.57	-1.13	19.51	8.01Y	5.69	3.13
	Cu	66.50	-7.73	19.44	4.00GY	6.48	3.50
	Al	69.90	-1.96	21.03	8.75Y	6.83	3.36
	Sn	68.92	-2.50	22.22	9.07Y	6.73	3.527
	N.Fe	54.05	3.06	24.55	4.08Y	5.24	3.89
	N.Cu	67.40	-7.67	21.01	3.48GY	6.57	3.67
	N.Ak	69.24	-1.38	21.43	8.43Y	6.01	3.48



Table 4. Colorfastness of cotton dyed with bamboo stems extract

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

Table 5. Colorfastness of cotton dyed with bamboo leaves extract

Mordant	Washing			Dry cleaning		light	Rubbing
	Color change	Stain		Color change	Test liquid	Color change	Color change
		Cotton	Wool				
None	2	4-5	4-5	4-5	4	4	4-5
Fe	1-2	4-5	4-5	3	4	2	3-4
Cu	3	4-5	4-5	3-4	4	2	4
N.Fe	2	4-5	4-5	4-5	4-5	2	4
N.Cu	3	4-5	4-5	3-4	4-5	2	4-5

되도 등급이 4등급으로 비교적 높은 등급을 보였으나 매염 후에는 오히려 등급이 낮아졌으므로, 일광견뢰도를 보다 향상시킬 수 있는 후속연구가 필요하다고 사료된다. 마찰염색견뢰도는 대나무 줄기와 잎으로 염색한 면직물이 4~5등급의 우수한 결과를 보였다. 또한 합성매염제로 매염했을 경우와 천연매염제로 매염했을 경우의 등급차이가 별로 없었다.

#### 4. 염색 면직물의 항균성 측정

항균성 측정용 시료는 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C에서 염색한 무매염 염색포와 무매염 염색포에 비해 가장 염착량의 증가를 보인 N.Fe, 매염제로 후매염한 염색포를 사용하였다. <Table 6>~<Table 7>은 각각 대나무 줄기 및 잎 추출액으로 염색한 면직물에 대한 균 감소를 실시하고 그 결과를 나타낸 것이다. 황색포도상구균에 대한 균 감소율은 대나무 줄기 및 잎 추출물로 염색 및 매염한 모든 조건에서 99.9%로 나타났다. 잎 추출물이 줄기 추출물에 비해 약한 항균성을 보인다는 선행연구(김낙구 외, 2001b; 백종원 외, 2002) 결과와는 달리 대나무 줄기 및 잎 추출물로 염색한 면직물은 모두 황색포도상구균에 대한 항균성이 매우 우수한 것으로 나타났다. 폐렴균에

대해서는 대나무 줄기 및 잎 추출물로 염색 후 철장액으로 매염한 면포에서만 99.9%의 정균 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. 염색 면직물의 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.Cu 매염제로 후매염한 염색포를 사용하였다. 대나무 줄기 및 잎으로 염색 및 매염 후의 소취성 측정 결과를 <Table 8>에 나타내었다. 미처리 원포에 비

**Table 6. Antimicrobial abilities of cotton dyed with bamboo stems extract**

	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>	1.0×10 <sup>7</sup>	0	2.4×10 <sup>4</sup>	7.2×10 <sup>7</sup>	0
Un-mordanted	2.9×10 <sup>4</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>	99.9	2.4×10 <sup>4</sup>	5.2×10 <sup>7</sup>	0
N.Fe	2.9×10 <sup>4</sup>	<10	99.9	2.4×10 <sup>4</sup>	<10	99.9

\*황색포도상구균, \*\*폐렴균, \*\*\*세균 수/ml

**Table 7. Antimicrobial abilities of cotton dyed with bamboo leaves extract**

	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	2.8×10 <sup>4</sup>	1.0×10 <sup>7</sup>	0	2.4×10 <sup>4</sup>	7.2×10 <sup>7</sup>	0
Un-mordanted	2.9×10 <sup>4</sup>	4.6×10 <sup>3</sup>	99.9	2.4×10 <sup>4</sup>	4.0×10 <sup>7</sup>	9.1
N.Fe	2.9×10 <sup>4</sup>	<10	99.9	2.4×10 <sup>4</sup>	<10	99.9

\*황색포도상구균, \*\*폐렴균, \*\*\*세균 수/ml

**Table 8. Deodorant abilities of cotton dyed with bamboo extract**

Extract Sample	Stems	Leaves
	Deodorization rate (%)	
Untreated	29	29
Un-mordanted	74	73.5
Fe	87	92
Cu	93	95
N.Fe	82	77.5
N.Cu	92	93

해 대나무 줄기 및 잎 추출물로 처리한 염색포의 소취율은 증가한 것을 알 수 있었다. 또한 매염처리한 시

험포가 무매염포에 비해 우수한 소취율을 보인 것으로 보아 매염제의 영향을 받음을 알 수 있었다.

**6. 염색 면직물의 자외선 차단율 측정**

자외선 차단율 측정용 시료는 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C에서 염색한 무매염 염색포와 무매염 염색포에 비해 염착량의 증가를 보인 Fe, Cu, N.Fe, N.Cu 매염제로 후매염한 염색포를 사용하였다. 대나무 줄기 및 잎 추출액으로 염색한 면직물의 자외선 차단율을 측정된 결과를 <Table 9>에 나타내었다. 미치리포의 UV-A 차단율이 71.8%, UV-B 차단율이 82.1%이나 대나무 줄기 및 잎으로 염색한

**Table 9. Ultraviolet-cut ability of cotton dyed with bamboo extract**

Extract	UV-A* (%)					
	Untreated	Un-mordanted	Fe	Cu	N.Fe	N.Cu
Stems	71.8	94.7	95	94.1	97.3	89.5
Leaves	71.8	95	95.1	92.4	96.9	92.6
Extract	UV-B** (%)					
	Untreated	Un-mordanted	Fe	Cu	N.Fe	N.Cu
Stems	82.1	96.5	96.5	96.6	98.2	94.2
Leaves	82.1	95.9	95.9	95.1	97.6	95.5

\*315-400nm, \*\*290-315nm

면직물의 자외선 차단성이 UV-A는 각각 94.7%, 95%, UV-B 96.5%, 95.9%로 증가되는 것을 알 수 있다. 플라보노이드계 화합물, 카테킨탄닌 등이 자외선 차단역할을 하는 것으로 알려져 있는데(전미선, 박명자, 2010) 대나무 추출물의 색소 성분은 플라보노이드계 화합물로 높은 자외선 차단성을 나타냈다. N.Fe로 매염했을 때 가장 높은 자외선 차단율을 나타내지만 매염 전·후의 자외선 차단율은 매염제별로는 큰 차이를 보이지 않았다.

#### IV. 결 론

본 연구에서는 대나무 추출물의 특성과 면직물에 대한 염색성을 알아보기 위하여 대나무 색소의 성분분석을 하였고, 염액농도, 염색시간, 염색온도, 매염제의 종류 및 매염방법에 따른 염색성과 색상 변화를 조사하였으며, 염색건뢰도(세탁, 드라이클리닝, 일광 및 마찰)를 포함한 항균성, 소취성, 자외선 차단율 등의 기능성을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 대나무 줄기 및 잎 추출액은 각각 280nm와 295nm에서 최대 흡수파장을 보였으며, FT-IR 분석결과로부터 기본적인 구조는 비슷하고 분자량만 다른 물질임을 알 수 있었으며 GC-MS 분석을 통해 Phenol과 Methoxybenzene 성분 등이 나타난 것으로 미루어보아 주색소 성분은 트리신으로 추정된다.

2. 대나무 추출물의 농도가 증가함에 따라 염착량은 증가하였고 염착량의 변화곡선 형태는 Freundlich의 등온흡착곡선과 유사한 형태를 나타내어 직물은 수소결합에 의해 주로 염착이 이루어지는 것으로 사료되며, 최적 염색온도와 시간은 80°C, 90분이었다. Fe과 N.Fe 후매염처리에 의해 염착량이 가장 크게 증가되었으며, 다양한 Y계열의 표면색상을 보였던 염색포는 Cu와 N.Cu 매염처리를 통해 GY계열로의 색상 변화를 보여 다색성 염료로의 활용가능성을 나타냈다.

3. 대나무 추출액으로 염색한 면직물은 세탁건뢰도를 제외한 드라이클리닝건뢰도, 일광건뢰도, 마찰건뢰도에서 비교적 우수한 건뢰도를 나타내었다. 매염제처리는 일광건뢰도를 저하시키거나, 나머지 건뢰도에는 큰 영향을 미치지 않았다.

4. 황색포도상구균에 대해서는 무매염포와 매염포에서, 폐렴균에 대해서는 N.Fe로 매염한 면포에서 99.9%의 평균 감소율을 보여 항균성이 매우 우수한 것으로 나타났다. 염색된 면직물의 소취성과 자외선 차단율은 증가하였고, 매염처리는 소취성을 향상시키나 자외선

차단율에는 큰 영향을 미치지 않았다.

위와 같이 국내 선행연구가 거의 없는 실정에서 대나무의 면직물에 관한 연구결과를 살펴 본 결과, 대나무는 일상에서 쉽게 접하게 되는 포도상구균에 대한 항균성이 뛰어나 기능성 염료로서 가치를 지니고 있으며 염색법과 매염제에 따라 다양한 색상의 발현이 가능했다. 염색건뢰도는 다른 천연염색에 비해 비교적 우수한 건뢰도를 나타냈으며 소취성뿐만 아니라 우수한 자외선 차단율을 지닌 기능성 천연염색의 구현이 가능하므로 보다 다양한 직물에 처리하여 결과를 비교, 고찰하는 후속연구가 필요하다고 사료된다.

#### 참고문헌

- 김나구, 조숙현, 이상대, 류재산, 심기환. (2001a). 대나무 열수 추출물의 화학적 특성. *한국식품저장유통학회지*, 8(4), 469-474.
- 김나구, 조숙현, 이상대, 류재산, 심기환. (2001b). 대나무 추출물의 기능성 및 항균활성. *한국식품저장유통학회지*, 8(4), 475-480.
- 김지선, 조용석, 최순화. (2003). 빈랑자 추출물의 염색성 및 기능성에 관한 연구. *대한가정학회지*, 41(7), 13-24.
- 박지혜. (2006). *제주 조릿대를 이용한 천연염색*. 제주대학교 대학원 석사학위 논문.
- 배상경. (2006). 대나무 잎 추출물에 의한 견직물의 염색성. *한복문화*, 9(1), 89-95.
- 백종원, 정숙현, 문갑순. (2002). 국내산 대나무 줄기와 잎의 에탄올 추출물의 항균활성. *한국식품과학회지*, 34(6), 1073-1078.
- 안덕균. (1998). *한국본초도감*. 서울: 교학사.
- 유영은, 박은영, 정대화, 변성희, 김상찬, 박성민. (2010). 천연물을 이용한 항균성 염료의 개발. *한국미생물생명공학회지*, 38(1), 32-39.
- 이민자, 문갑순. (2003). 한국산 왕대, 솜대, 맹종죽, 조릿대 및 오죽의 황산화 효과. *한국식품과학회지*, 35(6), 1226-1232.
- 이정인. (2003). 대나무 섬유. *섬유기술과 산업*, 7(3), 359-363.
- 전미선, 박명자. (2010). 솔잎 추출물의 성분분석 및 염색물의 건강안전기능성 평가. *부식문화연구*, 18(2), 371-381.
- 정진순, 설정화, 장정대. (2003). 고사리 잎 추출액을 이용한 견직물 염색성. *한국의류학회지*, 27(3/4), 364-372.
- 조태형, 우성식, 김동선, 도선길, 성선영, 남정범, 성수경, 허영문, 이주연, 성희선, 이영철, 오미선. (2004). 대나무 추출물 또는 이로부터 분리된 트리신을 포함하는 조성물, 대한민국 특허등록번호 10-0465113. 대전: 특허청.
- 주영주. (2005). 천연염색에 사용되는 천연매염제에 관한 연구(II)-철장액과 백반-. *부식*, 55(6), 45-50.
- 주영주, 남성우. (1997). 천연염색에 사용되는 천연매염제에 관한 연구(I)-벚꽃제-. *한국염색기공학회지*, 9(6), 33-41.

- 주인옥, 정기태, 류정, 최정식, 최영근. (2005). 추출방법에 따른 대나무(왕대) 추출물의 화학 성분 및 생리활성. *한국식품과학회지*, 37(4), 542-548.
- Beecher, G. R. (2003). Overview of dietary flavonoids: Nomenclature, occurrence and intake. *The Journal of Nutrition*, 133(10), 3248S-3254S.
- Seijas, J. A., & Carballido-Reboredo, M. R. (2006, November). *Prediction of Flavone UV-Vis spectrum: Semiempirical versus ab-initio methods*. Paper presented at the 10<sup>th</sup> International Electronic Conference Synthetic Organic Chemistry (ECSOC-10), Basel, Switzerland.
- 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.