

솔잎 추출물의 염색성과 기능성 (제1보) -솔잎 추출물의 특성과 셀룰로오스섬유에 대한 염색성-

우효정 · 이정순[†]
충남대학교 의류학과

Dyeability and Functionality of Pine Needles Extract (Part I) -Characteristics of Pine Needles Extract and Dyeing Properties of Cellulose Fiber-

Hyo Jung Woo · Jung Soon Lee[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University

접수일(2010년 11월 9일), 수정일(1차 : 2010년 11월 29일, 완료일 : 2010년 12월 20일), 게재확정일(2010년 12월 24일)

Abstract

Dyeing properties of cotton and ramie fabrics with pine needles colorants were studied by investigating the analysis of pine needles colorants, the effect of dyeing conditions (such as dye concentration, 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 estimated. In the UV-Visible spectrum, the wavelength of the maximum absorption for pine needles extract was 285nm, and pine needles colorants produced a yellow color. From FT-IR and GC-MS results, it was assumed that chromophoric substance from pine needles extracts were mixed with flavanol tannin and flavanol tannin. 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. Post-mordanting was more effective than pre-mordanting and the dye uptake of fabrics improved by mordanting. The colorfastness of dyed fabrics showed a low rating; however, colorfastness to washing and dry cleaning of cotton fabrics mordanted with N.Cu, and friction fastness of ramie fabric mordanted with Cu improved. The dyed fabrics showed very good antimicrobial abilities of 99.9%. In addition, the ultraviolet-cut ability and deodorant ability improved in fabrics dyed with pine needles extracts.

Key words: Pine needles extract, Cellulose fiber, Dyeing property, Functionality, Antimicrobial ability;
솔잎 추출물, 셀룰로오스섬유, 염색성, 기능성, 항균성

I. 서 론

21세기의 소비자들은 의, 식, 주생활의 풍요로움과

더불어 건강생활과 깨끗한 환경을 증시하고 고기능성 제품을 선호하게 되었다. 이와 같은 경향은 각종 기능성 제품이나 위생적이고 건강지향적인 섬유제품의 생산에 영향을 미치고 있을 뿐만 아니라 천연염료를 사용한 염색법 등 친환경적인 천연염색제품에 대한 수요를 증가시켰다. 천연염료에 대한 관심이 높아지면서 기존에 치자, 쪽, 홍화, 자초 등 전통적으로 많이 이

[†]Corresponding author

E-mail: jungsoon@cnu.ac.kr

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

용되고 있는 천연염료의 연구뿐만 아니라 후박나무 껍질(한미란, 이정숙, 2010), 차가버섯(김성희, 2009), 복분자(배상경, 2006), 삼백초(김병희, 송화순, 2000) 등 새로운 염재에 대한 연구가 진행되었다. 이러한 새로운 염재에 대한 연구는 친환경적이고, 색감이 좋으며 대부분 한약재인 경우가 많아 약재로서의 기능성도 기대되고 있다.

솔잎(Pine needles)은 비타민 C를 다량 함유하여 괴혈병에 좋고 어린이 영양실조에 효능을 발휘할 뿐 아니라, 양질의 단백질, 비타민, 철분 등이 함유되어 있어서 동맥경화, 고혈압 등의 성인병에도 약효를 내는 것으로 알려져 있다(문관심, 1991). 솔잎의 성분에는 α -pinene, β -pinene, camphene 등으로 조성된 terpenes 같은 정유 성분과 폴리페놀(polyphenol), 플라보노이드(flavonoid)류, 무기 및 유기 성분, 비타민류 등 다양한 성분이 함유되어 있으며, 이 중 terpenes 성분은 미생물의 성장에도 영향을 주어 곰팡이 및 세균 등의 성장을 저해하는 항미생물 효과를 나타내는 것으로 보고되어 있다(국주희 외, 1997). 또한 폴리페놀 물질 중 하나인 탄닌은 phenol기를 다량 함유하는 분자량이 큰 중합체로 콩류, 음료수, 과일, 차 등 많은 식품들에 함유되어 있으며(윤근영, 2008) 탄닌 성분의 항균작용 및 항바이러스작용과 항산화능, 아질산염 제거능 및 부패성 미생물 생육 저해능이 있다고 보고되어 있다(서지형 외, 2000). 이는 솔잎 및 솔잎 추출물은 항미생물성을 갖는 기능성 의류소재로서 이용 가능성이 높음을 시사한다. 또한 솔잎은 중국이나 일본, 한국 등 전 아시아 지역의 임야에서 널리 자생하므로 저비용으로 손쉽게 얻을 수 있는 장점과 약리적 효능까지 가지고 있어 기능성을 가진 천연염료로의 활용이 기대된다. 한편, 솔잎을 이용한 천연염색연구도 다양한 접근방법을 통해 이루어지고 있다(박영희, 2006; 박영희, 2010; 전미선, 박명자, 2009; 전미선, 박명자, 2010). 그러나 기존의 연구들은 솔잎의 정유분에 대한 분석만 되어 있고 색소 성분에 대한 분석이 충분하지 않을 뿐만 아니라 염재의 실용화를 위한 염료의 정량성이나 다양한 셀룰로오스섬유에 대한 연구가 이루어지

지 않았다. 또한 천연매염제와 합성매염제에 대한 비교나, 선매염과 후매염 등 적합한 매염조건을 확립하는 연구는 아직 수행된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 식물성 전통 천연염료인 솔잎 추출물 색소의 이용 확대와 실용화를 위한 기초연구로서, 솔잎 추출물 색소 성분의 특성분석과 함께 셀룰로오스섬유에 대한 염색성 및 기능성을 살펴보았다. 이를 위해 솔잎을 감압, 농축하여 정량화 하여 실험에 이용하였으며, 농도, 시간, 온도, 매염조건 등을 달리하여 염착량에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 염색된 시료의 세탁견뢰도, 일광견뢰도, 마찰견뢰도, 드라이클리닝견뢰도를 측정하여 실용성을 평가하였고 자외선 차단율, 소취성, 항균성을 측정하여 기능성을 평가하였다.

II. 실험

1. 시료 및 시약

1) 시료

본 실험에 사용한 시료는 100% 먼, 모시 평직 백포를 정련하여 사용하였으며, 각 시료의 특징은 <Table 1>과 같다.

2) 염료

본 연구에 사용된 염재는 대전 계족산에서 자생하는 소나무(*Pinus densiflora*)를 2009년 7월에 채집하여 염색재료로 사용하였다. 채집한 솔잎은 수세 후 건조하여 잘게 자른 후 사용하였다. 솔잎 추출은 증류수 추출과 메탄올 추출방법을 사용하였는데, 증류수 추출은 잘게 자른 솔잎을 증류수로 액비 1:10으로 100°C에서 60분간 환류 시킨 후, 메탄올 추출은 80% 메탄올로 액비 1:10으로 48시간 침지하여 색소를 추출하였다. 추출액은 회전진공농축기(Rotary vacuum evaporator, RV10, IKA, Germany)를 이용하여 온도 40~60°C, 회전속도 180 rpm에서 감압 농축하여 염료를 제조하였다. 추출된 솔잎 염액의 pH는 5로 약산성이었다.

Table 1. Characteristics of fabrics

Fabric	Fineness		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Density warp×weft (5cm ²)
	Warp	Weft			
Cotton	30Ne _c	30Ne _c	102±5	0.29±0.02	146×134
Ramie	36Ne _l	20Ne _l	107±5	0.30±0.02	87×93

3) 매염제

본 연구에는 합성매염제와 천연매염제가 사용되었다. 합성매염제로는 $Al(K_2SO_4) \cdot 12H_2O$, $Fe(FeSO_4 \cdot 7H_2O)$, $Cu(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$, $Sn(SnCl_2)$ 의 1등급 시약을 사용하였으며, 천연매염제로는 초산동(N.Cu), 철장액(N.Fe), 소나무 잣물(N.Ak)을 선행연구에서(주영주, 2005; 주영주, 남성우, 1997) 행한 방법대로 직접 제조하여 사용하였다.

2. 실험방법

1) 솔잎 추출물의 성분분석

추출한 솔잎 색소의 흡광도 변화는 자외·가시부 분광광도계(UV/Vis spectrophotometer, UV-2450, Shimadzu, Japan)를 이용하여 200~700nm 파장범위에서 측정하였다. 또한 솔잎 추출물의 색소 성분의 구조적 특성을 확인하기 위해 색소 성분을 KBr판에 코팅시켜 적외선 분광광도계(FT-IR, FTS-175C, Cambridge, USA) 분석을 행하였고, 색소 성분분석은 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°C에서 5분간 유지하여 실험을 진행하였다. carrier gas는 He(1ml/min)에서 측정하였다.

2) 염색방법

욕비 1:50에서 색소 농도(0.5~3%), 온도(40~100°C), 시간(30~120min), 매염제, 매염법을 변화시키면서 고온고압 염색기(Infrared Dyeing Machine, ACE-6000T, ACE Corp. Korea)를 사용하여 염색하였다.

3) 매염방법

합성매염제인 $Al(K_2SO_4) \cdot 12H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $SnCl_2$ (이하 Al, Fe, Cu, Sn이라 한다), 천연매염제인 초산동, 철장액, 소나무 잣물(이하 N.Cu, N.Fe, N.Ak라 한다)을 사용하여 욕비 1:50, 농도 1%(owb), 매염시간 30min, 매염온도 40°C에서 실시하였다. 매염방법은 선매염과 후매염을 실시하였다.

4) 표면색 측정

측색계(Color reader, JS-555, C.T.S Corp., Japan)로 400nm에서 피염물의 표면반사율, Hunter의 L, a, b, Munsell의 H, V, C를 측정하였으며, 다음 Kubelka-Munk식에 의해 K/S값을 계산하여 염착량을 계산하였다.

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

K: 흡광계수

S: 산란계수

R: 분광반사율

5) 염색견뢰도

세탁견뢰도는 KS K ISO 105-C01:2007에 규정된 조건으로 실험을 진행하였다. 일광견뢰도는 KS K ISO 105-B02:2010에 규정된 조건에 의하여 XENON-ARC LAMP를 20시간 조광하여 GRAY SCALE로 측정하였으며, 드라이클리닝견뢰도는 KS K ISO 105-D01:2010에 의하여 측정하였다. 마찰견뢰도는 KS K 0650:2006에 규정된 조건에 시험하여 측정하였다.

6) 항균성

솔잎 추출물의 항균성을 평가하기 위해 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC 6538)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352)을 공시균으로 하여 KS K 0693:2006에 준하여 시험편과 대조편에 공시균을 배양하여 18시간 후 생균 수를 측정하고 균 감소율을 다음 식에 의하여 평가하였다.

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

A: 배양된 시험편으로부터 재생된 세균 수

B: 대조편으로부터 재생된 세균 수

7) 자외선 차단율

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 주사하면서 시료의 자외선 투과율을 측정하고 다음 식에 의하여 계산하였다.

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

8) 소취성

솔잎 추출물로 염색된 직물의 소취성 측정은 검지

관식 가스측정기 방법(KS I 2218:2009)을 이용하여, 온도 24 및 상대습도 53%의 시험 환경 하에 암모니아 가스 5L를 넣은 밀폐 순환 장치에 10×10cm²의 시료를 각각 넣고 2시간 경과 후 밀폐 순환 장치에 남아있는 암모니아 가스의 농도를 측정하여 다음 식을 이용하여 소취율을 측정하였다.

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

C_b: BLANK, 2시간 경과 후 시험가스 백 안에 남아 있는 시험가스의 농도

C_s: 시료, 2시간 경과 후 시험가스 백 안에 남아 있는 시험가스의 농도

III. 결과 및 고찰

1. 솔잎 추출물의 성분분석

증류수와 80% 메탄올로 추출한 솔잎 추출액의 자외, 가시부 흡수 스펙트럼을 측정된 결과를 <Fig. 1>에 나타내었다. 솔잎 증류수 추출액의 파장과 솔잎 80% 메탄올 추출액의 파장이 거의 일치하는 것을 볼 수 있는데, 이는 솔잎의 증류수 추출액과 80% 메탄올 추출액의 색소 성분이 거의 동일하다는 것을 의미한다. 또한 솔잎의 증류수 추출액 파장과 에탄올 추출액 파장

은 285nm에서 최대 흡수파장을 나타냈다. 일반적으로 천연 페놀류의 자외, 가시부 흡수파장은 220~285nm에서 최대 흡수파장을 나타내며, 탄소사슬에 연결된 벤젠고리의 수에 따라 흡수피크의 수나 흡수파장이 달라진다(조경래, 1997). 염료식물에 포함된 탄닌의 주된 흡수파장은 272~285nm의 범위로 약간의 차이는 있지만 이것은 탄닌의 구조에 기인한다고 볼 수 있으므로(설정화, 최석철, 1994) 솔잎 추출물 색소의 주된 성분은 천연페놀류이면서 축합형 탄닌으로 볼 수 있다. 열수와 95% 에탄올에 의한 솔잎 추출물의 자외·가시부 흡수 스펙트럼을 보고한 선행연구(전미선, 박명자, 2010)와 비교해보면 열수 추출물은 유사한 결과를 보이나 에탄올 추출의 경우 업록소 a, b 흡수파장대인 460nm와 630nm에서 흡수파장이 보고된 것과는 다른 결과를 보였다. 이는 염료의 산지, 생육환경, 영양상태 등 여러 가지 환경 변화에 따라 색소 성분이 달라지고(김병미 외, 2001) 추출조건 등에 의해서도 약간의 차이가 나기 때문인 것으로 사료된다. 본 시험에서 추출 전 염재의 무게에 대한 추출물의 고형분 함량으로 계산된 추출수율은 증류수 추출의 경우 수율은 1.44%였으나, 80% 메탄올 추출의 경우 수율은 18%였다. 따라서 증류수로 추출하는 것보다 메탄올을 이용한 색소의 추출이 효율적인 것으로 사료된다.

80% 메탄올로 추출한 솔잎 색소의 적외선 흡수 스펙트럼의 결과는 <Fig. 2>와 같다. 솔잎 추출액의 분획물은 3400cm⁻¹ 부근에서 넓은 흡수피크를 보이고 있는데 이는 색소 구조에 존재하는 페놀성 O-H의 신축 진동이며, 2900cm⁻¹ 부근의 피크는 C-H 신축진동에 의한 것이다. 그리고 2400cm⁻¹ 부근의 피크는 C=O의 신축 진동에 의한 것으로 볼 수 있으며 1700cm⁻¹과 1650cm⁻¹ 부근에서 나타난 C=O 신축진동은 각각 카르복실기와 방향족 케톤에 의한 것이며, 1610cm⁻¹에서 보인 C=O 신축진동은 β-diketone에 의한 것으로 사료된다. 또한 1100cm⁻¹ 부근의 피크는 C-O 신축진동에 의한 것으로 볼 수 있다.

솔잎 추출물을 용매인 메탄올로 추출한 후 GC-MS 안에 이동시켜 추출물의 성분을 분석한 결과를 <Fig. 3>에 나타내었다. GC-MS 분석을 실시한 결과, 솔잎 추출물은 간단한 몇 개의 주피크로 분리되어 나타났다. 그 중 10% 이상의 면적을 보이는 주요 성분은 2-furancarboxaldehyde(27.52%, 매칭도: 93)와 5-(hydroxymethyl)furfural(63.8%, 매칭도: 76)로 화학 구조와 색상 특성은 <Table 2>와 같다. 2-furancarboxaldehyde은 갈

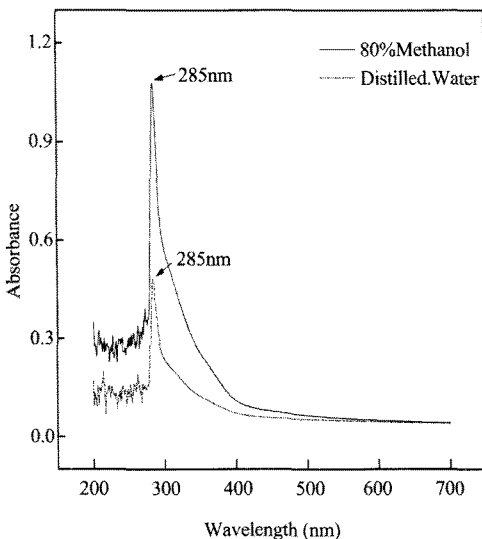


Fig. 1. UV-Visible spectrum of pine needles extract.

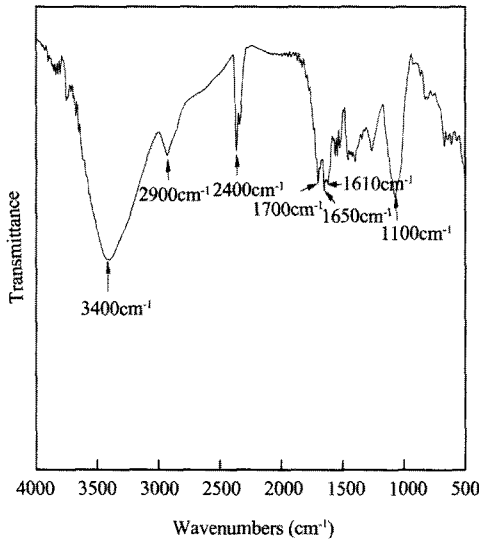


Fig. 2. Infrared spectrum of pine needles extract.

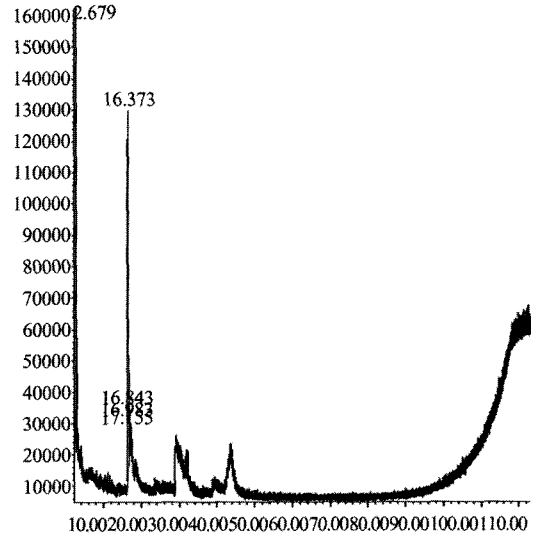
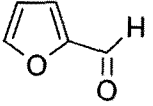
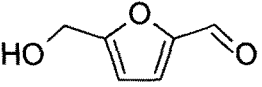


Fig. 3. GC-MS of pine needles extract.

Table 2. Products detected from pine needles extract

Peak No.	Retention time	Assigned Product		Color
		Structure	Formula	
1	2.679	 2-furancarboxaldehyde	C ₅ H ₄ O ₂	very deep brown
2	16.373	 5-(hydroxymethyl)furfural	C ₆ H ₆ O ₃	dark yellow

색 색소로(“Furfural”, 2010) 우리나라 고유발효식품인 된장과 고추장의 향기 성분으로 보고되어 있다(박혜경, 김중규, 2003; 손동화 외, 1999). 5-(hydroxymethyl)furfural은 노란색을 띄는 색소 성분으로 꼭두서니에서도 검출된 것으로 보고되었는데(안춘순, Obendorf, 2004), 이 성분은 페놀계의 화합물이 산화 효소와 공기의 영향으로 갈색의 물질로 변하는 갈변화 현상(maillard reaction)에 의해 생기는 중간체인 것으로도 알려져 있다(박천우 외, 1999; Blanco Gomis et al., 1991).

소나무 잎의 추출성분을 분석한 선행연구를 살펴보면, 연구자 간에 차이를 보이기는 하나 공통적으로 flavanol과 flavonol의 화합물로 구성되어 있다고 보고하고 있다. 솔잎 추출물에는 flavanol형 탄닌을 포함한

폴리페놀류를 함유하고 있고(강운한 외, 1995), 솔잎의 세포벽에 flavanol 화합물이 함유되어 있다고(강운한, 2002) 보고된 바 있다. 또한 국주희 외(1997)는 솔잎의 성분에서 quercetin과 kaempferol 등의 flavanol의 화합물이 포함되며, 이상극, 배영수(2000)도 소나무 잎의 추출물 중 에틸아세테이트용성 부분에는 주로 flavanol과 flavonol의 화합물들이 주요 성분이며, flavanol 화합물로 (+)-catechin, (+)-gallocatechin을, flavonol 화합물로 kaempferol-3-O-β-D-glucopyranoside와 quercetin-3-O-β-D-(6“-O-acetyl)-glucopyranoside을 보고하였다. 이중 (+)-catechin은 침엽수와 녹차의 주성분으로(신윤숙, 최희, 1999a), quercetin은 양과 색소의 주성분으로 알려져 있다(박아영 외, 2010). 이들 폴리페놀류 중

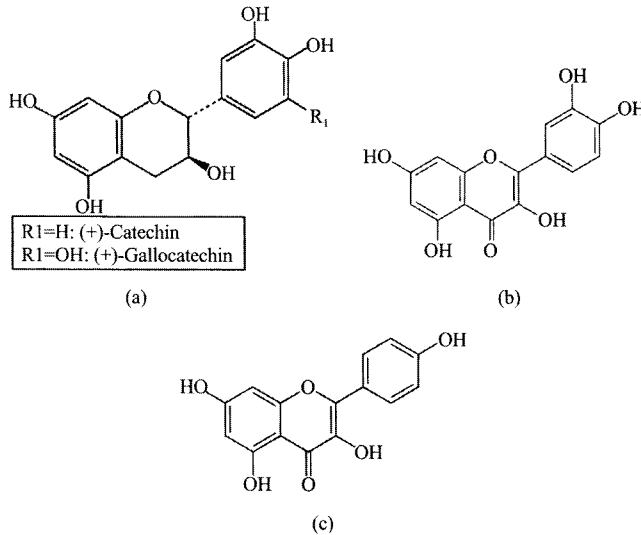


Fig. 4. Chemical structures of catechins (a), quercetin (b), and kaempferol (c).

공통적으로 함유되어 있는 것으로 보고된 flavanol형 탄닌인 (+)-catechin과 (+)-gallocatechin과 flavanol 화합물인 quercetin과 kaempferol의 구조는 <Fig. 4>와 같다. 자외, 가시부 흡수 스펙트럼과 적외선 흡수 스펙트럼의 결과와 함께, GC-MS 분석결과로 검출된 2-furancarboxaldehyde과 5-hydroxymethylfurfural의 구조나 특성을 고려해 볼 때 술잎에 함유된 색소 성분은 선행연구자들이 보고한 바와 같이 flavanol형 탄닌과 flavanol형 탄닌이 혼합되어 구성되어 있을 것으로 생각된다.

2. 술잎 추출물의 염색성

1) 염액농도에 따른 염색성

염액농도에 따른 염색성을 알아보기 위해 염액농도를 0.5, 1, 2, 3%(owb)로 변화시켜 욕비 1:50, 염색 온도 80°C, 염색시간 60분으로 하여 실험을 진행하였다. 염액농도에 따른 염색성은 <Fig. 5>와 같다. 염액농도가 증가할수록 K/S값이 꾸준히 증가하나 2% 이상에서는 완만한 증가를 보이는 지수함수 형태의 곡선으로 술잎 색소 농도에 따른 염착량의 변화곡선 형태는 Freundlich의 등온흡착곡선과 유사한 형태를 나타낸다. 이는 셀룰로오스섬유와 술잎 색소의 결합에는 수소결합이 관여됨을 보여준다(Trotman, 1970). 또한 술잎 추출물의 색소의 셀룰로오스섬유인 면, 모시에 대한 염착력은 낮게 나타났는데 셀룰로오스섬유는 수

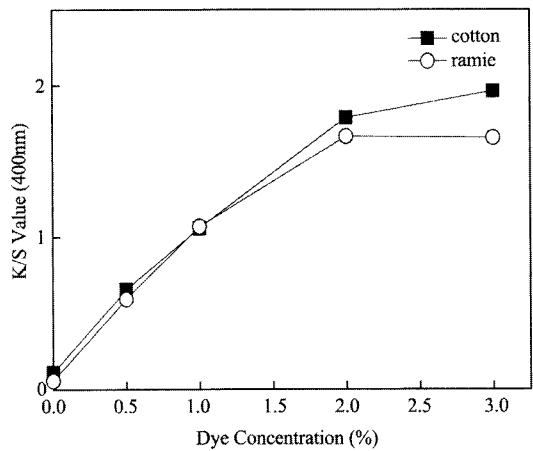


Fig. 5. Effect of dye concentration on the dye uptake of cellulose fabrics with pine needles extract (80°C, 60min).

용액 중에서 (-)의 전하를 띄고 술잎 추출물 색소의 경우 수산기가 풍부한 구조를 가지고 있어 음이온성인 술잎 추출물 색소 간에 반발력이 작용하기 때문에 염색성이 낮게 나타난 것으로 보인다(신윤숙, 최희, 1999b).

2) 염색온도에 따른 염색성

염색온도에 따른 염색성을 알아보기 위해 욕비 1:50, 염액농도 1%, 염색시간 60분으로 하여 염색온도를 40, 60, 80, 100°C에서 실험을 진행하였다. 염색온도에 따른 염색성의 결과를 <Fig. 6>에 나타내었다. 염색온도

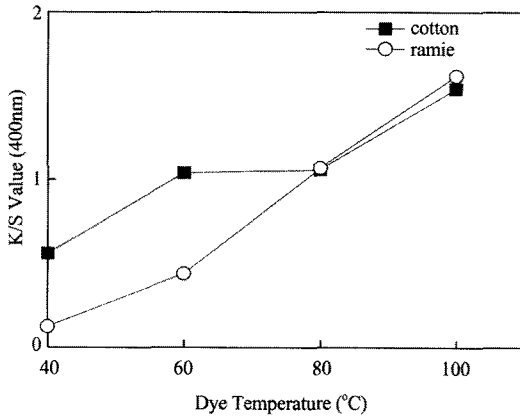


Fig. 6. Effect of dyeing temperature on the dye uptake of cellulose fabrics with pine needles extract (1% owb, 60min).

가 증가할수록 염착량이 증가하는 것을 볼 수 있다. 면직물의 경우 60°C, 모시직물의 경우 80°C 부근에서 염착량이 크게 증가하여 100°C에서의 염착량은 최대 값을 보였다. 모시직물의 경우 상대적으로 분자 구조가 치밀하여 면직물보다는 높은 온도에서 색소 성분의 침투가 용이해지기 때문이라 사료된다. 그러나 섬유 손상의 손상 수축이나 염액의 효율 차원에서 보면 염색 온도는 80°C가 적당할 것으로 사료된다.

3) 염색시간에 따른 염색성

염색시간에 따른 염색성을 알아보기 위해 욕비 1:50, 염색온도 80°C, 염액농도를 1%로 하여 염색시간을 30, 60, 90, 120분에서 각각 염색을 진행하였다. 염색시간에 따른 결과를 <Fig. 7>에 나타내었다. 처리시간이 증가할수록 대체로 직물의 K/S값이 증가하여 120분에서 가장 높은 염착량을 나타내는 것을 알 수 있다. 모시직물의 경우 염착량은 초기 30분에서는 큰 변화를 나타내지 않다가 90분까지 완만한 증가를 보고 그 이후에는 큰 변화를 나타내지 않았다. 그러나 면직물의 경우에는 120분까지는 꾸준히 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 결정화도가 상대적으로 낮은 면직물이 시간의 증가와 함께 섬유의 분자간격이 넓어지면서 색소 성분의 분자운동도 활발해져 분자 내 침투가 용이해졌기 때문이라 사료된다(전미선, 박명자, 2009). 그러나 섬유의 손상 수축이나 염액의 효율 차원에서 보면 염색시간은 90분이 적당할 것으로 사료된다. 이상의 결과로부터 솔잎 추출액으로 셀룰로오스섬유에 염색

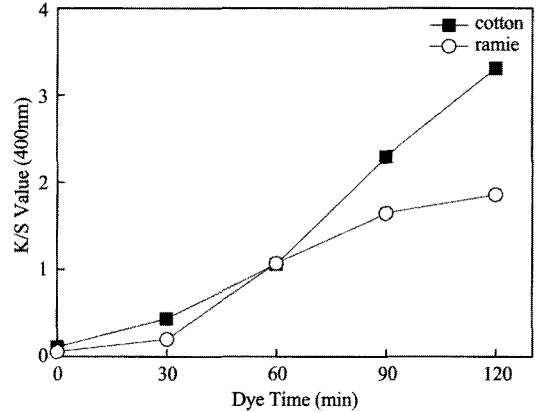


Fig. 7. Effect of dyeing time on the dye uptake of cellulose fabrics with pine needles extract (1% owb, 80°C).

할 경우 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C가 최적 염색조건으로 생각되며, 이후 매염에 따른 염색성, 염색건뢰도 평가 및 기능성 평가를 위한 염색조건은 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C으로 설정하여 진행 하였다.

4) 매염에 따른 염색성

매염방법과 매염제의 종류에 따른 시료의 염색성을 알아보기 매염농도 1%(owb), 매염시간 30분, 매염온도 40°C에서 선, 후매염을 실시하였다. 염색은 욕비 1:50, 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도는 80°C에서 이루어졌다. <Fig. 8>-<Fig. 9>는 각각 솔잎 추출액의 매염제의 종류와 선매염과 후매염에 따른 면직물과 모시직물의 K/S값을 나타낸 것이다. 매염제 처리로 모두 무매염포에 비해 염착량이 증가하는 경향을 나타냈으며, 면직물은 N,Fe, 모시직물에서는 Al에서 높은 K/S값을 나타내었다. 선매염과 후매염 시 색상도 비슷하게 발견되었으나 전반적으로 선매염보다 후매염의 경우가 염착이 고르며 표면이 깨끗하게 나타났다. <Table 3>은 후매염에 따른 면직물과 모시직물의 색상 변화를 살펴보기 위하여 Hunter의 L, a, b, Munsell의 색상, 명도, 채도를 나타낸 것이다. 솔잎 추출물로 염색한 염색포는 다양한 범위의 Y계열의 색상을 나타내었다. 모든 매염제 처리에서 염착량이 증가하여 명도값이 낮아졌다. 매염 후 표면색 변화를 살펴보면, 면직물에서 가장 높은 염착율의 증가를 보인 N,Fe 매염포는 a, b값이 함께 저하하면서 어두운 노란

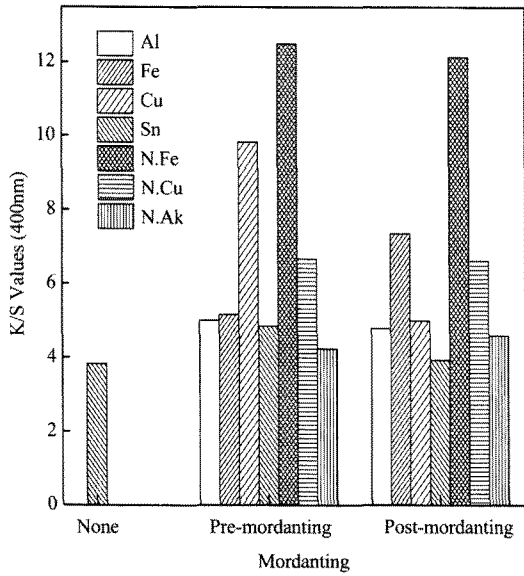


Fig. 8. Effect of pre and post-mordanting on the dye uptake of cotton with pine needles extract (dyeing : 2% owb, 80°C, 90min, mordanting : 1% owb, 40°C, 30min).

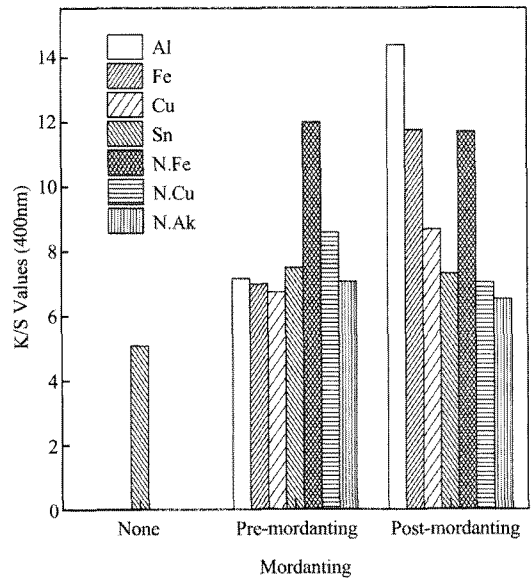


Fig. 9. Effect of pre and post-mordanting on the dye uptake of ramie with pine needles extract (dyeing : 2% owb, 80°C, 90min, mordanting : 1% owb, 40°C, 30min).

Table 3. L, a, b and H, V, C of cotton & ramie dyed with pine needles extract by post-mordanting (dyeing : 2% owb, 80°C, 90min, mordanting : 1% owb, 40°C, 30min)

Fabric	Mordant	L	a	b	H	V	C
Cotton	None	76.94	1.56	15.15	5.56Y	7.54	2.59
	Al	62.02	-0.68	25.86	6.77Y	6.03	4.00
	Fe	41.63	-1.66	9.87	0.67GY	4.04	1.87
	Cu	59.25	-6.69	22.69	2.11GY	5.75	3.77
	Sn	67.94	-0.95	27.65	6.84Y	6.62	4.26
	N.Fe	29.78	0.29	5.23	2.41Y	5.07	3.89
	N.Cu	52.37	5.60	23.74	8.92Y	2.90	1.19
	N.AK	63.14	-0.14	23.92	6.27Y	7.05	3.87
Ramie	None	77.25	0.51	15.80	6.93Y	7.57	2.65
	Al	41.11	0.62	25.07	6.07Y	3.99	3.77
	Fe	36.36	-0.80	12.59	8.57Y	3.56	2.20
	Cu	50.09	-9.42	25.21	3.17GY	4.85	4.30
	Sn	56.24	-1.33	30.94	7.09Y	5.45	4.62
	N.Fe	31.00	-0.11	5.94	3.54Y	5.15	4.06
	N.Cu	53.10	3.96	25.64	9.51Y	3.02	1.31
	N.AK	54.25	0.19	28.05	6.28Y	5.48	4.89

색으로 변했고, 모시직물에서 가장 높은 염착율의 증가를 보인 Al 매염포는 a, b값이 함께 증가하여 밝은

노란색으로 변했으나, 매염 전 색상과 동일한 색상인 Y계열을 보이고 있어 색상 계열의 변화는 없었다. 그

러나 면직물과 모시직물 모두에서 Cu 매염포는 a값은 저하하고 b값은 상승하면서 Y계열에서 GY계열로 색상 변화를 보이고 있다.

3. 염색견뢰도

염색견뢰도 평가용 시료는 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C에서 염색한 무매염 염색포와 무매염 염색포에 비해 면과 모시직물에서 공통적으로 염착량의 증가를 보인 Fe, Cu, N.Fe, N.Cu 매염제로 후매염한 염색포를 사용하였다. <Table 4>~<Table 5>는 각각 솔잎 추출물로 염색한 면직물과 모시직물의 염색견뢰도의 결과를 나타낸 것이다. 세탁 견뢰도의 결과를 살펴보면, 변퇴 정도에 있어 면, 모시는 무매염 염색포가 2~3등급으로 비교적 낮은 등급을 보이고 있다. 면직물의 경우 천연매염제인 N.Cu에서 4등급으로 가장 좋은 등급은 보이고 있다. 또한 오염 정도에 있어서는 면, 모시직물 모두 4~5등급의 우수한 결과를 보이고 있다. 드라이클리닝견뢰도의 경우, 매염제의 종류에 따라 견뢰도의 등급이 다르게 나타나고 있다. 면직물은 천연매염제인 N.Cu에서 4~5등급의 좋은 등급의 견뢰도를 보이고 있으나, 나머지 매염제에서는 대부분 낮은 드라이클리닝견뢰도 등급

을 보이고 있다. 일광견뢰도의 결과를 살펴보면 매염 전후의 모든 염포의 견뢰도는 1~3등급으로 견뢰도의 등급이 낮게 나타나고 있다. 이처럼 일광견뢰도는 다른 견뢰도에 비해 낮은 견뢰도를 보이므로 일광견뢰도를 보다 향상시킬 수 있는 구체적인 연구가 필요하다고 사료된다. 이와 같은 필요성은 선행연구(박영희, 2006)에서도 언급된 바 있다. 마찰견뢰도도 다른 견뢰도와 마찬가지로 낮은 등급을 보였으나 Fe, Cu로 처리된 면직물에서 3~4등급으로, 합성 매염제인 Cu로 처리한 모시직물은 4등급으로 향상되었다. 그러나 천연매염제인 N.Fe로 처리할 경우 면직물과 모시직물 모두에서 마찰견뢰도는 오히려 저하되었다. 전반적인 염색견뢰도 평가결과를 살펴보면 N.Cu로 매염처리할 경우 Fe, N.Fe로 매염처리할 경우보다 염착량의 증가에 큰 기여를 하지는 않으나, 무매염 염색포보다 염색견뢰도를 향상시키는 것으로 나타났다.

4. 기능성 평가

1) 항균성

항균성 측정용 시료는 면 염색포를 사용하여 측정하였는데, 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C에서 염색한 무매염 염색포와 무매염 염색포

Table 4. Colorfastness of cotton dyed with pine needles extract

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

Table 5. Colorfastness of ramie dyed with pine needles 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	2-3	3-4	1	2
Fe	2	4-5	4-5	1-2	3-4	2	2-3
Cu	1	4-5	4-5	1-2	3	3	4
N.Fe	3	4-5	4-5	3	4	2	1
N.Cu	2-3	4-5	4-5	2-3	4	3	2

Table 6. Antimicrobial abilities of cotton dyed with pine needles extract

	Staphylococcus aureus*			Kiebsiella pneumoniae**		
	0 (hr)	18 (hr)	Reduction of bacterial (%)	0 (hr)	18 (hr)	Reduction of bacterial (%)
Blank	2.8×10^4 ***	3.6×10^6	-	2.4×10^4	3.4×10^7	-
Untreated	2.8×10^4	1.0×10^7	0	2.4×10^4	7.2×10^7	0
Un-mordanted	2.8×10^4	7.2×10^2	99.9	2.4×10^4	<10	99.9
N.Fe	2.8×10^4	<10	99.9	2.4×10^4	<10	99.9

*항색포도상구균, **폐렴균, ***세균 수/ml

에 비해 에서 가장 염착량의 증가를 보인 N.Fe 매염제로 후매염한 면 염색포를 사용하였다. <Table 6>은 솔잎 추출액으로 염색한 면직물에 대한 균 감소를 실시하고 그 결과를 나타낸 것이다. 황색포도상구균에 대한 균 감소를 무매염포와 매염포에서 99.9%로 항균성이 매우 우수한 것으로 나타났다. 황색포도상구균과 마찬가지로 폐렴균의 항균성 실험결과 무매염포와 매염포에서 균 감소를 99.9%로 높은 항균성을 나타내었다. 유영은 외(2010)는 천연물을 이용한 항균성 염료의 개발을 위하여 항균성을 조사한 천연물의 대부분이 폐렴균에 대하여 우수한 항색균성을 나타내는 않았다고 보고하고 있으나, 솔잎 추출물은 폐렴균에 대하여 우수한 항균성을 나타내었다. 따라서 솔잎 추출물은 황색포도상구균과 폐렴균에 대하여 모두 우수한 항균성을 갖고 있기에 항균성 염료로서의 활용가치가 높을 것으로 판단된다.

2) 자외선 차단율

자외선 차단율 측정용 시료는 면 염색포를 사용하여 측정하였는데, 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C에서 염색한 무매염 염색포와 무매염 염색포에 비해 가장 염착량의 증가를 보인 N.Fe, 매염제로 후매염한 면 염색포를 사용하였다. 솔잎 추출물의 자외선 차단율을 측정된 결과는 <Table 7>과 같다. 미처리 포의 차단율은 UV-A 71.8%, UV-B 82.1%로 나타났다. 무매염포의 경우를 보면, UV-A 88.8%, UV-B 93.9%로 나타났고, 매염포인 N.Fe의 경우 UV-

A 97.5%, UV-B의 경우 98.2로 매염포에서 높은 자외선 차단율 결과를 보이고 있다. 전체적으로 미처리 원포에 비해 무매염포와 매염포에서 자외선 차단율이 높게 증가한 것을 볼 수 있다. 플라보노이드계 화합물, 카테킨, 탄닌 등이 자외선 차단역할을 하는 것으로 알려져 있는데(전미선, 박명자, 2010) 솔잎 추출물의 색소 성분은 플라보노이드계 화합물로 높은 자외선 차단성을 나타냈다. 그러나 자외선 차단율 증가를 보인 N.Fe로 매염된 염색포는 염색마찰견뢰도 등급이 저하되었으므로 염색견뢰도를 저하시키지 않으면서 자외선 차단율을 증가시킬 수 있는 매염제에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

3) 소취성

소취성 측정용 시료는 면 염색포를 사용하여 측정하였는데, 염액농도 2%(owb), 염색시간 90분, 염색온도 80°C에서 염색한 무매염 염색포와 무매염 염색포에 비해 가장 염착량의 증가를 보인 N.Fe, 매염제로 후매염한 면 염색포를 사용하였다. 솔잎 추출물을 이용한 염색포의 소취성에 대한 효과를 살펴본 결과를 <Table 8>에 나타내었다. 미처리 원포에 비해 무매염포가, 무매염포보다 매염포가 소취율이 높게 나타났으며, 면 시험포는 천연매염제인 N.Fe에서 88%의 소취성을 보이고 있다. 이는 선행연구(박영희, 2010)에서 보고된 것과 일치하는 결과이다. 그러나 소취성 증가를 보인 N.Fe로 매염된 염색포는 염색마찰견뢰도 등

Table 7. Ultraviolet-cut ability of cotton dyed with pine needles extract

	Untreated	Un-mordanted	N.Fe
UV-A (%)	71.8	88.8	97.5
UV-B (%)	82.1	93.9	98.2

Table 8. Deodorant ability of cotton dyed with pine needles extract

Sample	Deodorization rate (%)
Untreated	29
Un-mordanted	69
N.Fe	88

급이 저하되었으므로 염색견뢰도를 저하시키지 않으면서 소취성을 증가시킬 수 있는 매염제에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

IV. 결 론

본 연구에서는 솔잎 추출물을 염재로 하여 셀룰로스섬유인 면, 모시직물에 천연염색을 실시하여, 염액농도, 염색시간, 염색온도, 매염제 종류에 따른 염색성의 변화를 조사하였고, 색상 변화, 염색견뢰도(세탁, 일광, 드라이클리닝, 마찰견뢰도)를 평가하였으며, 기능성 평가인 자외선 차단성과 항균성, 소취성을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

솔잎 추출액은 증류수와 용매로 추출했을 때 모두 285nm에서 최대 흡수파장을 보였으며, 염색시료포의 표면색상은 Y계열로 솔잎에 함유된 주색소 성분은 flavanol과 flavonol형 탄닌이 혼합된 flavonoid 화합물로 사료된다.

솔잎 추출물은 면직물에서 비교적 높은 염착량을 보였으며, 염액농도가 증가함에 따라 염착량은 증가하였고 염착량의 변화곡선 형태는 Freundlich의 등온흡착곡선과 유사한 형태를 나타내어 셀룰로스섬유인 면직물과 모시직물은 주로 수소결합에 의해 솔잎 색소 염착이 이루어지는 것으로 보인다. 처리온도와 시간이 증가할수록 염착량은 증가하나, 최적 염색온도와 시간은 80°C, 90분이 적당할 것으로 사료된다. 후매염 처리로 균일한 색상을 얻을 수 있었고, 모든 매염제 처리에서 염색성이 증가 되었으며, 면직물은 N.Fe, 모시 직물에서는 Al에서 가장 높은 염착량의 증가를 나타내었다.

염색견뢰도는 대체로 낮게 나타났으나, N.Cu로 매염 처리된 면직물은 세탁견뢰도와 드라이클리닝견뢰도가 향상되었고, Cu로 매염처리된 모시직물은 마찰견뢰도가 향상되었다.

항균성 실험결과, 황색포도상구균, 폐렴균 모두에서 99%의 높은 항균성을 보였으며 자외선 차단율도 미처리 원포에 비해 무매염포, 매염포에서 자외선 차단율이 증가함을 볼 수 있었다. 소취성 평가 또한 미처리 원포에 비해 무매염포, 매염포에서 자외선 차단율이 증가함을 볼 수 있었다.

이상의 결과로부터 솔잎 추출액을 이용하여 셀룰로스섬유에 염색 시 염색농도 2%, 염색온도 80°C, 염색시간 90분에서 염색을 진행하여 적정 염색결과를 얻을 수 있을 것이라 사료되며, 항균성, 소취성 등 기능

성을 부여할 수 있는 기능성 소재로서의 이용도 가능할 것이라 보인다. 또한 본 연구결과를 토대로 단백질섬유에 대한 솔잎 추출액의 염색성 및 기능성에 대한 연구가 이루어져 셀룰로스섬유와의 비교, 검토를 통해 친환경적이고 천연염색산업에 기여할 수 있는 고부가가치 웰빙소재로의 개발가능성이 있을 것이라 기대한다.

참고문헌

- 국주희, 박승진, 박근형. (1997). 솔잎에서 항미생물 활성을 갖는 benzoic acid의 분리 및 동정. *한국식품과학회지*, 29(2), 204-210.
- 김성희. (2009). 차가버섯 추출염액을 이용한 면직물의 염색성과 항균효과. *한국의류학회지*, 33(11), 1774-1780.
- 김병희, 송화순. (2000). 삼백초 추출액의 건 및 면직물에 대한 염색성과 항균성. *한국의류산업학회지*, 2(2), 215-219.
- 강운한, 박용곤, 오상률, 문광덕. (1995). 솔잎과 쪽 추출물의 기능성 검토. *한국식품과학회지*, 27(6), 978-984.
- 강운한. (2002). 솔잎(Pinus densiflora Sieb. et Zucc.) 세포벽으로부터 Phenolic acids 와 flavonoids의 동정. *한국식품저장유통학회 국제학술심포지움 팜박람회 포스터 발표논문초록집*, 144.
- 김병미, 송경현, 김지향. (2001). 밤 껍질을 이용한 천연염색법 연구. *한복문화*, 4(1), 41-49.
- 문관심. (1991). *약초의 성분과 이용*. 서울: 일월서각.
- 박아영, 송화순, 김인영. (2010). 견직물의 양파외피 염색 시 오배자의 매염효과. *한국의류학회지*, 34(3), 393-400.
- 박영희. (2006). 솔잎 추출물을 이용한 염색직물의 기능성에 관한 연구(1). *복식*, 56(2), 147-154.
- 박영희. (2010). 솔잎 추출물을 이용한 염색포의 항균성 및 소취. *한국패션비즈니스학회지*, 14(1), 176-183.
- 박천우, 강근욱, 이정근, 김우정. (1999). 물엿의 Caramel 반응 중 아미노산과 가수분해 단백질 첨가의 영향. *한국응용생명화학회지*, 42(2), 152-155.
- 박혜경, 김종규. (2003). 고추장의 특향. *한국콩연구회지*, 20(1), 1-11.
- 배상경. (2006). 복분자 열매를 이용한 천연염색. *한국의류산업학회지*, 8(4), 476-480.
- 서지형, 정용진, 김광수. (2000). 뽕은감에서 분리한 탄닌 성분의 기능적 특성. *한국식품과학회지*, 32(1), 212-217.
- 손동화, 최윤규, 지원대, 최동환, 김영주, 정영건. (1999). 전통 시금장 메주의 휘발성 향기 성분. *한국식품과학회지*, 31(4), 887-893.
- 신운숙, 최희. (1999a). 녹차 색소의 특성과 염색성 (제1보)-녹차 색소의 성분과 특성-. *한국의류학회지*, 23(1), 140-146.
- 신운숙, 최희. (1999b). 녹차 색소의 특성과 염색성 (제3보)-면섬유에 대한 녹차 색소의 염색성-. *한국의류학회지*, 23(4), 510-516.
- 설정화, 최석철. (1994). 견의 Tannin 처리에 관한 연구(II)-매

- 염제의 영향을 중심으로-. *한국염색가공학회지*, 6(2), 327-330.
- 안춘순, Obendorf, S. K. (2004). 쪽두서니 추출염료에 대한 TLC와 GC-MS 분석법의 비교 연구. *복식문화연구*, 12(4), 579-590.
- 유영은, 박은영, 정대화, 변성희, 김상찬, 박성민. (2010). 천연염료를 이용한 항균성 염료의 개발. *한국미생물생명공학회지*, 38(1), 32-39.
- 윤근영. (2008). *술잎의 기능성과 술잎 첨가 떡의 품질 특성에 관한 연구*. 세종대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이상극, 배영수. (2000). 소나무(*Pinus densiflora*) 잎의 추출 성분. *한국목재공학회 학술발표논문집*, 207-209.
- 조경래. (1997). 천연염색에 관한 연구(9)-도토리 탄닌의 견선유에 대한 염색성-. *부산여자대학교 자연과학연구소 논문집*, 3, 207-226.
- 전미선, 박명자. (2009). 술잎 추출물의 염색성 및 염색견뢰도. *복식문화연구*, 17(6), 1129-1140.
- 전미선, 박명자. (2010). 술잎 추출물의 성분분석 및 염색물의 건강안전기능성 평가. *복식문화연구*, 18(2), 371-381.
- 정희종, 황금희, 유명자, 이순자. (1996). 송순차 제조를 위한 송순 및 술잎의 화학적 조성. *한국식생활문화학회지*, 11(5), 635-641.
- 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.
- 한미란, 이정숙. (2010). 후박나무껍질을 이용한 견직물의 염색성. *한국의류학회지*, 34(5), 866-872.
- Blanco Gomis, D., Gutiérrez Alvarez, M. D., Sopeña Naredo, L., & Mangas Alonso, J. J. (1991). High-performance liquid chromatographic determination of furfural and hydroxymethylfurfural in apple juices and concentrates. *Chromatographia*, 32(1/2), 45-48.
- Furfural. (2010, October 7). *Chemical book*. Retrieved October 7, 2010, from http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB9182277.htm
- Trotman, E. R. (1970). *Dyeing and chemical technology of textile fiber* (4th ed.). London: Griffin.