



추출 용매에 따른 강황 색소의 염색성 및 기능성

Dyeing Property and Functionality of *Curcumae longae Rhizoma* Extracts with Different Solvents

강샘 · 이정순*

충남대학교 의류학과

Kang, Sam · Lee, Jung Soon*

Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University, Daejeon, Korea

Abstract

The purpose of this study is to examine the influence of the pigment characteristics and changes of the dyeing properties and functionality for extracted *Curcumae longae Rhizoma* using distilled water and ethanol as solvents. Changes in dyeing conditions include variations in dye concentrations, dyeing temperatures, and the dye uptake time. The K/S value was compared with those change factors. Additionally, color changes were observed through a mordant. An ultraviolet-visible spectrum was used to investigate the pigment characteristics, and as a result, tannin was identified in the distilled water extract, whereas berberine and chlorophyll could be recognized in the ethanol extract. Hydrolyzable tannin could also be verified in FTIR analysis, in the distilled water extract. For the ethanol extract, curcumin was verified through an absorption band of C=C, which is an aliphatic, aromatic spectrum around 1650-1450 cm⁻¹. When dyeing in fabrics, the dye uptake increased as concentration of the extract grew, and the optimum dyeing temperature and time were determined to be 60 °C and 60 minutes, respectively. The dyed fabrics' colors were basically all yellow colors, and their adjustment in brightness was available depending on the type of mordant. The color fastness was good in fabrics dyed with either ethanol or distilled-water extracts, except for rubbing and perspiration. Thus, it can be concluded that by selecting the right extracting method, by proper dyeing, and mordant application according to given needs, such dyed fabrics can be used as eco-friendly, functional clothing material.

Keywords: *Curcumae longae rhizoma*, distilled-water-extract, ethanol-extract, dyeing property, functionality

I. 서 론

최근 환경오염 문제와 알레르기, 피부암과 같은 문제들이 대두되면서 환경 친화적인 사회풍조와 더불어 천연염료와 천연염색 대한 관심이 높아지고 있다(Han & Choi, 2002). 천연염색은 인간 본연의 장식성과 심미성

을 충족시키고자 하는 의지에서 시도되어 왔으며, 천연염료는 주로 식물, 동물, 광물에서 채취되었으나 대부분은 식물에서 추출된다(Noh, 1997). 천연 염재에서 추출한 염료가 합성염료로 염색한 염색물에 비해 색상이 은은하고 부드러운 느낌을 나타내고 첨가하는 매염제의 종류와 양에 따라 미묘한 색의 변화를 느낄 수 있으며,

* 이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2014R1A1A3A04049595)

1) Corresponding author: Lee, Jung Soon

Tel: +82-42-821-6800 Fax: 042- 821-8887

E-mail: jungsoon@cnu.ac.kr

© 2017, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

환경을 오염시키지 않을 뿐만 아니라, 인체 적합성 및 기능성 면에서 항균, 소취성, 항알레르기성 등의 장점이 있으나 천연 염색은 염착률이 낮고 염색과정이 복잡하고, 염색물의 재현성이 낮다는 단점이 있다(Hwang, 2003). 가장 많은 천연염료의 색소를 나타내는 황색은 어느 색보다 우리 주위에서 가장 쉽게 얻을 수 있으며 주로 약용, 식용 색소로 많이 사용되어 진다(Noh, 1997). 대표적인 황색 염료로 사용되는 천연물로는 오리나무, 양파껍질, 소목, 치자, 강황, 울금 등이 있다. 환경오염 문제로 인해 천연염색이 주목 받게 되면서 주변에서 쉽게 구할 수 있으면서 다양한 약리적 효과를 나타내는 강황을 본 연구에서 사용하였다. 강황은 강황(*Curcuma longae Rhizoma*)의 뿌리줄기이며 울금(*Curcuma longae Radix*)은 강황의 덩이뿌리를 건조한 것으로 현재 많은 사람들이 강황과 울금을 혼용하여 사용하고 있으며, 본 연구에서는 천연 염재인 강황을 사용하였다(Korean Association of Pharmacy Education, 1992). 강황은 생강과에 속하는 다년생 초본식물로 인도가 원산지이며 근경은 생강보다 약간 가늘고 가로로 절단한 면은 황색을 띠고 특유의 향이 있다. 강황의 색소의 주성분인 커큐민(curcumin)의 화학식은 $C_{21}H_{20}O_6$ 으로 커큐민 이외에도 desmethoxycurcumin, bisdesmethoxycurcumin 및 cyclocurcumin과 같은 curcuminoid도 포함되어 있으며, 이 중 커큐민이 77%로 대부분을 차지하고 가장 큰 생리활성을 나타낸다(Jung et al., 2012). 커큐민의 약리적 효과로는 간염, 담도염, 담석, 항균 효과, 항산화, 항비만 등이 있으며 생약으로 사용하였을 때 성질이 따뜻해서 혈액 순환을 촉진 시키고 통증을 제거하는데 탁월하다고 하였다. 또한 커큐민의 폴리페놀 성분은 노란색 향신료 및 색소로 사용되며, 항염증과 치매예방, 암 예방에 탁월한 효능을 보일 뿐 아니라 피부 경화증, 건선, 피부암을 예방하고 치유하는 효능이 있다는 것으로 알려져 있다(Park et al., 2007).

지금까지 강황에 관해서는 강황으로부터 초임계 유체 추출한 커큐민의 생리활성(Chang et al., 2004)에 관한 연구, 천연 강황 추출물의 약리, 화학적 특성 및 분석(Sung, 2011)에 관한 연구, 강황(*Curcuma Longa L.*) 색소의 정량 및 안정성(Kim et al., 2005)에 관한 연구, 강황 두부 스테이크의 품질 특성(Park et al., 2007)에 관한 연구, 강황 추출물이 쌀밥의 저장성에 미치는 영향(Lim et al., 2007)에 관한 연구 등 강황의 색소 특성과 약리적 특성, 식품에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으나 강황 추출물

에 대한 염색성과 그 기능성을 확인한 연구는 미비한 실정으로 정량적인 조건의 제시가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 증류수와 에탄올을 용매로 강황을 추출하여 추출물의 색소특성과 염색조건의 변화가 염색성에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다. 이를 위하여 강황 추출물의 자외·가시부 흡수스펙트럼, 적외선 흡수 스펙트럼을 측정하여 색소의 추출거동과 색소의 특성을 확인하였다. 또한 먼, 건, 폴리에스테르, 레이온, 아세테이트, 아크릴에 염료 농도, 염욕 온도, 염색 시간, 매염제의 종류를 변화시켜 염색 및 매염을 실시하여 염색조건에 따른 염색특성 및 매염제에 따른 염색포의 색상변화를 살펴보고 염색된 직물의 세탁견뢰도, 일광견뢰도, 마찰견뢰도, 땀견뢰도를 평가하였으며 기능성으로 항균성, 소취성을 살펴보았다.

II. 실험방법

1. 시료 및 시약

염재로 사용한 강황은 인도산으로 인터넷 한약재상에 서 구입하여 사용하였다. 시험포는 천연섬유인 면직물, 견직물, 인조섬유인 폴리에스테르, 레이온, 아세테이트, 아크릴을 정련, 호발하여 사용하였으며 특성은 <Table 1>과 같다. 강황 추출을 위해 증류수(H_2O), 에탄올(C_2H_5OH)을 사용하였고 매염제로 알루미늄($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), 황산구리($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), 황산제1철($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)을 사용하였다. 실험에 사용한 모든 시약은 순도 1급을 사용하였다.

2. 색소성분 분석

1) 색소추출

증류수 추출 방법으로는 강황과 증류수를 액비 1:10으로 하여 100 °C에서 60분간 2회 추출하였고, 에탄올 추출 방법으로는 시료와 용매를 액비 1:10으로 하여 상온에서 48시간 침지하여 1회 추출하고 침전물이 없을 때까지 여과지로 3회 여과한 후, 증류수 추출물은 회전증발농축기(Rotary evaporators, RV10, IKA[®], Germany)를 이용하여 온도 100 °C, 회전속도 180 rpm으로, 에탄올 추출물은 온도 60 °C, 회전속도 180 rpm으로 감압농축 후 진공, 건

〈Table 1〉 Characteristics of fabric.

Fabric	Fineness		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Fabric count warp × weft (inch ²)
	Warp	Weft			
Cotton	177D	177D	118±1	0.32±0.02	76×70
Silk	35D	48D	45±2	0.12±0.01	150×138
Polyester	75D	75D	61±2	0.1±0.01	100×82
Rayon	50D	75D	48±2	0.11±0.01	135×85
Acetate	75D	100D	62±2	0.11±0.01	110×70
Acrylic	144D	144D	96±1	0.27±0.02	77×72

〈Table 2〉 Dyeing and Mordanting Conditions.

Method	Concentration (%)	Temperature (°C)	Time(min)	Liquor Ratio
Dyeing	0.1-1(o.w.b)	20-100	20-100	1:50
Mordanting	Al : 5(o.w.b) Cu : 3(o.w.b) Fe : 1(o.w.b)	40	30	1:50

조하여 얻어진 고형물을 염재로 사용하였다. 수율은 추출 전 염재의 무게에 대한 추출물의 고형분 함량의 백분율로 계산하였고, 강황 증류수 추출물의 수율은 19.71%, 강황 에탄올 추출물의 수율은 5.36%였다. 또한 강황 증류수 추출물의 pH는 5.5으로 산성, 강황 에탄올 추출물의 pH는 5.8 으로 증류수 추출물, 에탄올 추출물 모두 산성으로 나타났다.

2) 강황 추출물의 자외·가시부 흡수 스펙트럼

증류수와 에탄올로 추출한 강황 추출물의 흡광도 변화를 200-700 nm 파장 범위에서 자외·가시광선 분광광도계(UV-VIS Spectrophotometer, S-3100, Shinco, Korea)를 이용하여 측정하였다.

3) 강황 추출물의 적외선 흡수 스펙트럼

증류수와 에탄올로 추출한 강황 추출물의 구조적 특성을 확인하기 위해 추출된 색소를 표면 반사 적외선 분광기(FT-IR Spectrophotometer, ALPHA-P, BRUKER, Germany)를 이용하여 측정하였다.

3. 염색 및 매염

감압 농축하여 건조한 강황 추출물 중 증류수 추출물은 증류수로 희석하여 사용하였고, 에탄올 추출물은 에탄올로 희석하여 염액으로 사용하였다. 이때 농도는 0.1-1%(o.w.b) 사이로, 온도는 20 °C에서 100 °C까지 20 °C 간격으로, 염색시간은 20분에서 100분까지 20분 간격으로 하여 1:50(o.w.b)의 액비로 항온진탕기에서 염색하였다. 염색 및 매염 조건은 <Table 2>와 같다.

4. 염착량 및 색 측정

염색시료의 염착량과 색 측정은 측색계(Color reader JS-555, C.T.S., Japan)를 사용하여 광원 D65, 관측시야 10°에서 염색직물의 최대 흡수파장(400 nm)에서 표면 반사율을 측정하여 Kubelka-Munk 식에 따라서 K/S값을 측정하였다. 이때 K/S값은 직물의 표면을 2회씩 총 4회 측정하여 평균값으로 계산하였다. 색 측정은 3회 반복 측정하여 평균값을 계산하였으며 Munsell의 표색계 변환법으로 색의 3속성 값 색상 H(Hue), 명도 V(Value), 채도

C(Chroma)를 산출하여 염색직물의 표면색을 살펴보았으며 CIE Lab 표색계에 의하여 명도지수 L^* , 색좌표 지수 a^* , b^* 를 측정하여 나타냈다.

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

K : Absorption coefficient

S : Scattering coefficient

R : Reflectance coefficient ($0 < R \leq 1$)

5. 염색견뢰도

세탁견뢰도는 Launder-O-meter를 사용하여 KS K ISO 105-C06:2014, A2S에 준하여 세탁온도 (40 ± 2) °C, 세탁시간 30분, 0.4%의 ECE 표준세제 0.1% 과붕산나트륨을 사용하여 세탁 후 평가하였다. 마찰견뢰도는 crock-meter를 사용하여 KS K 0650:2011에 준하여 평가하였다. 일광견뢰도는 내광시험기(Fade-O-meter, Atlas Xc 2020m USA)를 사용하여 KS K ISO 105-B02:2015에 규정된 조건에 준하여 XENON-ARC LAMP를 4 급 표준조광으로 20시간 조광하여 GRAY SCALE과 비교하여 측정하였다. 땀견뢰도는 KS K ISO 105 E04:2015에 준하여 평가하였다.

6. 기능성

1) 항균성

항균성 평가를 위해 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC 6538)과 폐렴간균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352)을 공시 균으로 하여 KS K 0693:2011 시험법에 의거하여 시험편과 대조편에 공시균을 배양하여 18hr 후 생균수를 측정하고 정균 감소율을 측정하였다. 실험에 의한 정균 감소율(%)은 다음 식과 같이 계산하였다.

$$Antibacterial\ rate(\%) = \frac{(Mb - Mc)}{Mb} \times 100$$

Mb : the number of bacteria recovered from the inoculated control specimen incubated

Mc : the number of bacteria recovered from the inoculated treated test specimen incubated

2) 소취성

암모니아 가스검지관법을 이용하여 5L의 Tedlar bag에 시료를 넣어 밀봉한 후 암모니아(NH_3) 가스 3L를 주입한 밀폐순환 장치에 시료를 $10 \times 10 \text{cm}^2$ 크기로 하여 각각 넣고 2 시간 경과 후 측정하였으며 다음 식을 이용하여 소취율을 측정하였다.

$$Deodorant\ rate(\%) = \frac{(Cb - Cs)}{Cb} \times 100$$

Cb : Blank, gas concentration remaining in experimental bag after over 2 hours

Cs : Fabrics, gas concentration remaining in experimental bag after over 2 hours

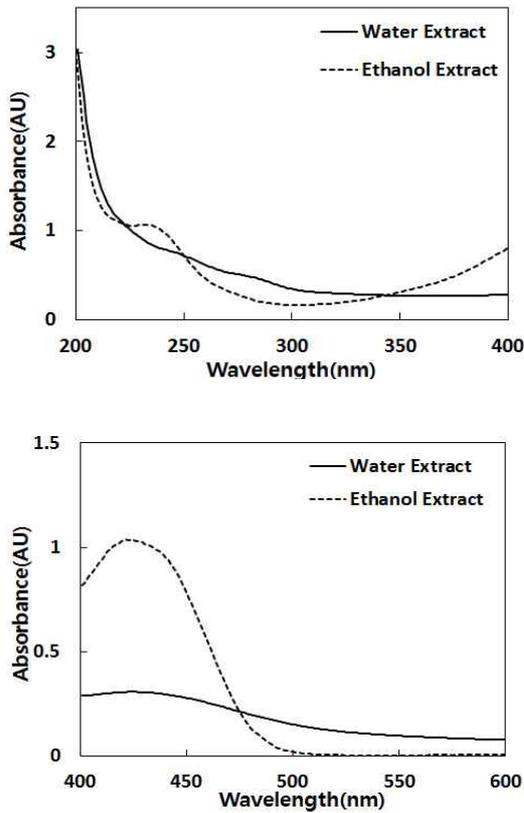
III. 결과 및 고찰

1. 강황 추출물의 색소특성

1) 강황 추출물의 자외·가시광선 흡수 스펙트럼

강황을 증류수와 에탄올로 각각 추출한 추출물의 자외·가시부 흡수 스펙트럼(UV-Visible spectrum)을 [Figure 1]에 나타냈다.

강황 증류수 추출물과 에탄올 추출물의 경우 비 가시영역에서 최대흡수 파장이 200nm부근에서 나타났으며, 가시영역에서 최대 흡수 파장이 424nm 부근에서 나타났으며, 420nm부근에 나타난 흡수파장은 커큐민에 의한 파장으로 확인 할 수 있었다(Kim, 1997). 비 가시영역에서는 에탄올 추출물에서만 230nm부근에서 ketone류의 피크가 보여졌으며, 증류수 추출물의 경우 에탄올 추출물에 비해 커큐민에 해당하는 흡수피크가 낮게 나타나 강황은 증류수 보다 에탄올로 추출했을 때 다양한 성분들이 용해됨을 알 수 있었다(Han & Choi, 2000).

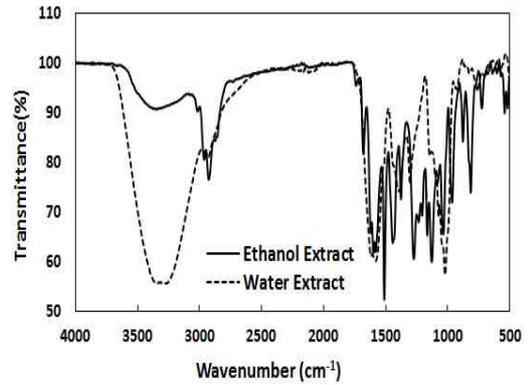


[Figure 1] Ultraviolet-visible spectra of *Curcuma longae* Rhizoma extracts.

2) 강황 추출물의 적외선 흡수 스펙트럼 조사

강황의 증류수와 에탄올로 추출한 추출물의 IR spectroscopy의 분석결과를 [Figure 2]에 나타냈다. 에탄올 추출물에서 2925 cm^{-1} 부근에 다중흡수피크는 지방족 C-H기의 신축진동에 의한 것이며, aromatic에 의한 흡수띠가 1563 cm^{-1} , 1512 cm^{-1} 에서 각각 나타났으며 1444 cm^{-1} , 1390 cm^{-1} , 1275 cm^{-1} CH_3 와 CH_2 에 의한 흡수 피크가 나타났다. 증류수 추출물에서는 1580 cm^{-1} 부근에 C-C흡수 밴드와 aromatic에 의한 흡수띠가 나타났으며 1390 cm^{-1} 부근에는 지방족 N-O기의 흡수 피크를 보였고 1302 cm^{-1} 부근의 C-O흡수 밴드와 1025 cm^{-1} 부근의 C-N흡수 밴드를 확인 할 수 있었다. 그 밖에 에탄올 추출물과 증류수 추출물 모두 3300 cm^{-1} 부근에 넓은 흡수 피크를 보이는데 이는 강황의 색소 구조에 존재하는 페놀성 OH기의 신축 진동이며, 2925 부근에 나타난 피크는 지방족 C-H기의 신축 진동에 의한 것으로 확인 되었다(Cha, 2004). 1712 cm^{-1} 부근의 흡수피크는 커큐민의 색소구조 내의 C=O기에 의

한 신축진동에 의해 나타난 것이고, 1650~1450 cm^{-1} 부근부터 나타난 피크는 방향족과 지방족의 C=C기에 의한 흡수피크가 형성됨을 알 수 있었다.

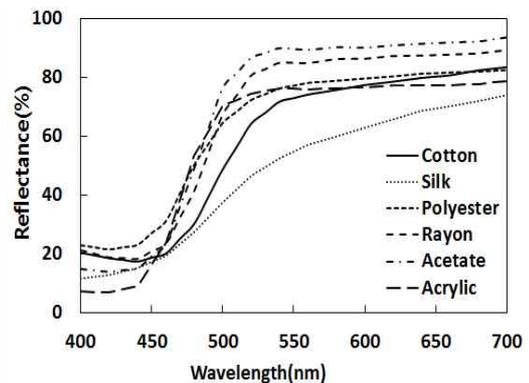


[Figure 2] FT-IR spectrum of *Curcuma longae* Rhizoma extracts.

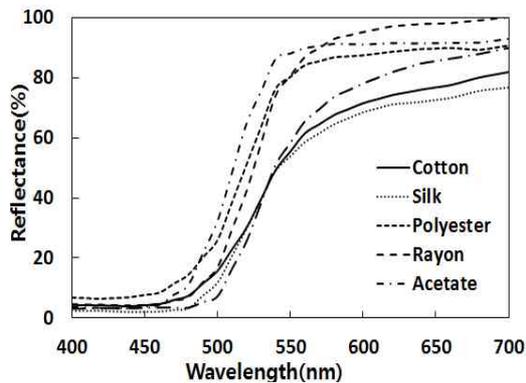
2. 강황 추출물의 염색성

1) 염색포의 표면반사율과 색특성

염색포의 표면반사율과 색 특성을 알아보기 위하여 강황 증류수 추출물과 에탄올추출물 염액의 농도를 0.5%(o.w.b)로 변화시켜 욕비 1:50, 온도 60 $^{\circ}\text{C}$, 시간을 60분으로 하여 면, 견, 폴리에스터, 레이온, 아세테이트, 아크릴에 염색한 표면반사율 특성을 [Figure 3]과 [Figure 4]에 나타내었다.



[Figure 3] Reflectance curve of natural fabrics dyed with *Curcuma longae* Rhizoma distilled water extracts (0.5%(o.w.b), 60 $^{\circ}\text{C}$, 60 min).



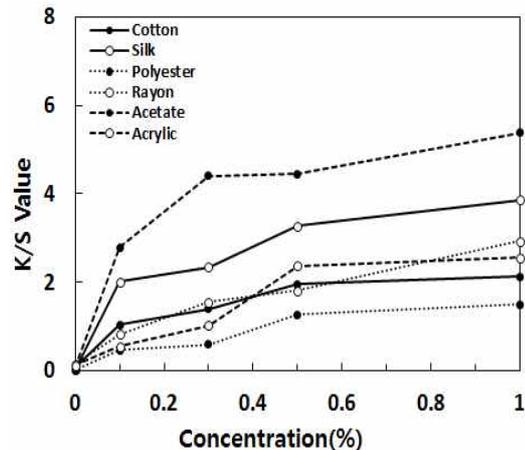
[Figure 4] Reflectance curve of synthetic fabrics dyed with *Curcuma longae* Rhizoma ethanol extracts (0.5%(o.w.b), 60 °C, 60 min).

[Figure 3]과 [Figure 4]의 표면반사율의 특성을 살펴보면 증류수 추출물 염색포의 경우 500nm 이상에서 반사율이 증가하고, 에탄올 추출물 염색포의 경우 550nm 이상에서 반사율이 증가하여 증류수 추출물과 에탄올 추출물로 염색한 염색포의 표면반사율 커브의 형태가 노란색을 띄는 물체색의 표면반사율 형태를 하고 있다(Berns, 2000). 또한 0.5%(o.w.b) 농도의 증류수 추출물과 에탄올 추출물로 염색한 면, 견, 폴리에스터, 레이온, 아세테이트, 아크릴의 b^* 값을 비교해보면 증류수로 추출한 염색포의 경우 면 54.63, 견 53.40, 폴리에스터 43.49, 레이온 56.71, 아세테이트 54.80, 아크릴 60.17이며, 에탄올로 추출한 염색포의 경우 면 53.80, 견 94.74, 폴리에스터 85.24, 레이온 100.67, 아세테이트 102.81, 아크릴 100.27로 에탄올 추출물로 염색한 직물이 증류수 추출물로 염색한 직물에 비해 b^* 값이 크게 나타나 선명한 노란색을 얻기에는 에탄올 추출물로 염색하는 것이 효과적인 것을 알 수 있다.

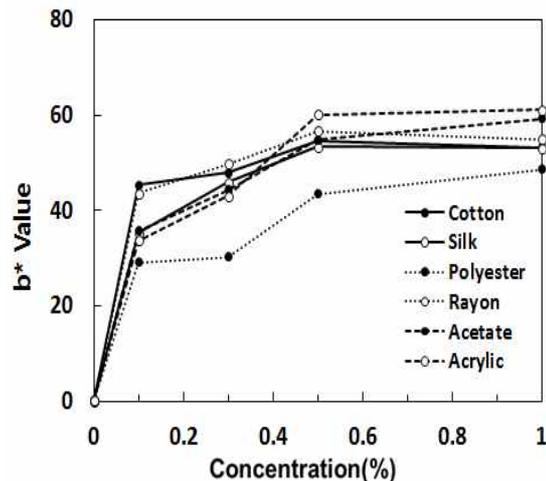
2) 염액농도에 의한 염색성

강황으로 추출한 염액의 농도에 따른 염색성을 알아보기 위해 농도를 0.1, 0.3, 0.5, 1%(o.w.b)로 변화시켜 욕비 1:50, 온도 60 °C, 시간을 60분으로 하여 면, 견, 폴리에스터, 레이온, 아세테이트, 아크릴에 염색한 후 염착량 변화를 [Figure 5], [Figure 6], [Figure 7]에 나타내었다. 증류수 추출물로 염색한 염색포의 경우 농도가 증가 할수록 염착량도 증가하였다. 그러나 노란색 기미를 나타내는 b^* 값을 살펴본 결과 0.5%(o.w.b) 농도까지 증가하고 그 이후의 농도에서는 거의 증가하지 않았다. 에탄올 추출물의 경우에는 염료 농도 0.5%(o.w.b)까지 K/S값이 미미한 증

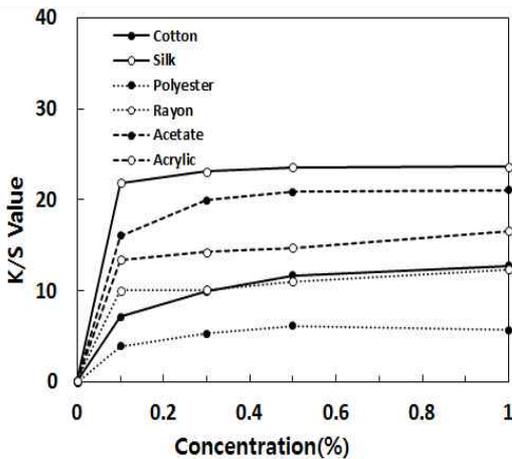
가를 보이나 그 이후에서는 거의 증가하지 않았다. 동일한 농도에서 증류수 추출물로 염색한 직물에 비해 에탄올 추출물로 염색한 직물의 염착량이 높게 나타나 수율은 낮으나 염료의 순도는 더 높은 것으로 알 수 있었다(Choi & Lee, 2015). 이후의 실험은 노란색 기미의 염색효과를 최대한으로 얻기 위해 증류수 추출물의 경우 b^* 값이 일정한 값을 보이고, 에탄올 추출물의 경우 가장 염착량이 높은 0.5%(o.w.b) 농도 고정하여 진행하였다.



[Figure 5] Effect of dye concentration on the dye uptake of fabrics dyed with *Curcuma longae* Rhizoma distilled water extracts (60 °C, 60 min).



[Figure 6] Effect of dye concentration on the b^* value of fabrics dyed with *Curcuma longae* Rhizoma distilled water extracts (60 °C, 60 min).

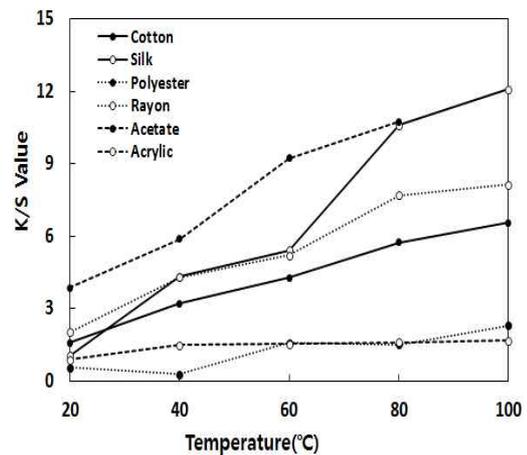


[Figure 7] Effect of dye concentration on the dye uptake of fabrics dyed with Curcumae longae Rhizoma ethanol extracts (60 °C, 60 min).

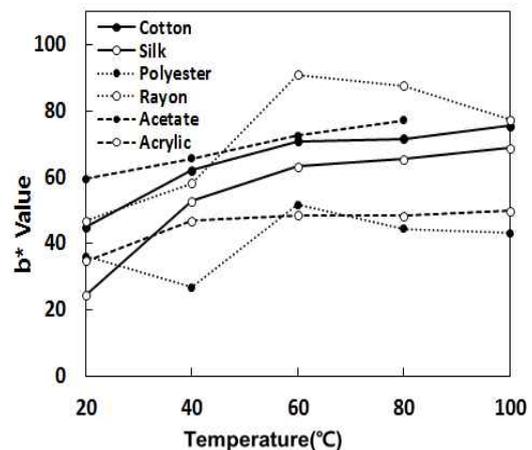
3) 염색온도에 의한 염색성

온도에 따른 염색성을 알아보기 위해 용비 1:50, 염색 시간을 60분으로 설정한 뒤 증류수 추출물과 에탄올 추출물 모두 0.5%(o.w.b) 농도로 온도를 20°C에서 100°C까지 10°C 간격으로 염색한 직물의 염착량의 변화를 [Figure 8], [Figure 9], [Figure 10]에 나타내었다. [Figure 8]을 살펴보면 강황의 증류수 추출물로 염색한 폴리에스터를 제외한 모든 염색포는 온도가 증가 할수록 K/S 값도 증가 하였다. 염욕의 온도가 상승하면서 섬유 분자간격이 넓어지고 색소의 분자 운동이 활발해져 염착량이 증가하나 폴리에스터의 경우 분자구조의 특성으로 결정부분이 잘 이루어져있고 비결정 부분에서도 빈틈이 작아 고온 고압의 방법으로 염색 하지 않으면 염액이 섬유내로 침투가 어려워 염착량이 낮게 나타났다(Min, 2008). 염색에 적절한 온도를 알아보기 위해 노란색의 정도를 나타내는 b*값의 변화를 [Figure 9]에서 보면, 20~60°C는 b*값이 급격히 증가하나 80°C부터는 감소하거나 증가폭이 크지 않았다. [Figure 10]을 살펴보면 에탄올 추출물로 염색한 염색포는 폴리에스터를 제외한 모든 직물에서 60°C 이상에서 염착평행 상태를 보이며 이후 온도가 증가하여도 염착량에 변화는 크게 나타나지 않았으며 K/S값에 변화도 거의 차이가 없다. 아크릴의 경우 40°C에서의 K/S값이 1.60이며 60°C에서는 K/S값이 13.62로 40°C에서 60°C로 온도가 상승할 때 K/S값이 13배 정도 증가 하였으며 60°C 이후에는 염착 평행상태를 나타내었다. 폴리에스터의

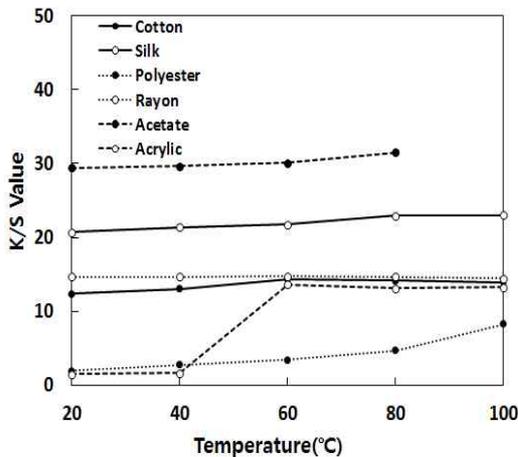
경우 소수성이 강하고 비 결정 영역이 치밀하게 되어 있기 때문에 낮은 온도에서는 잘 염착이 되지 않다가 100°C 이상의 고온에서 염착량이 증가 한 것이라 생각된다(Han & Choi 2000). 따라서 에탄올 추출물로 염색한 염색포는 60°C 이후에는 염착 평행상태를 보였으며, 증류수 추출물로 염색한 염색포는 60°C에서 b*값이 가장 높게 나타나 두 추출물 모두 60°C가 최적 염색 온도임을 확인 할 수 있었다.



[Figure 8] Effect of dye temperature on the dye uptake of fabrics with Curcumae longae Rhizoma extracts (distilled water extract; 0.5%(o.w.b), 60 min).



[Figure 9] Effect of dye concentration on the b* value of fabrics dyed with Curcumae longae Rhizoma distilled water extracts (0.5%(o.w.b), 60 min).

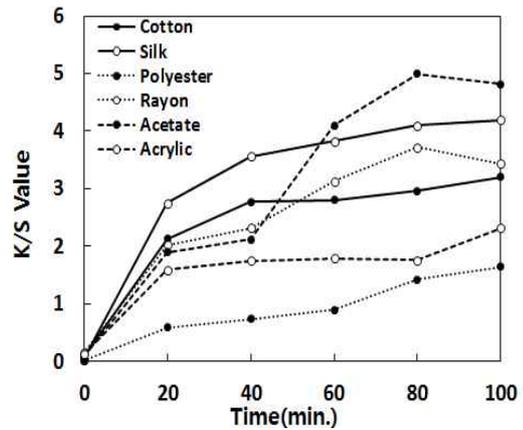


[Figure 10] Effect of dye temperature on the dye uptake of fabrics with *Curcumae longae* Rhizoma extracts (ethanol extract; 0.5%(o.w.b), 60 min).

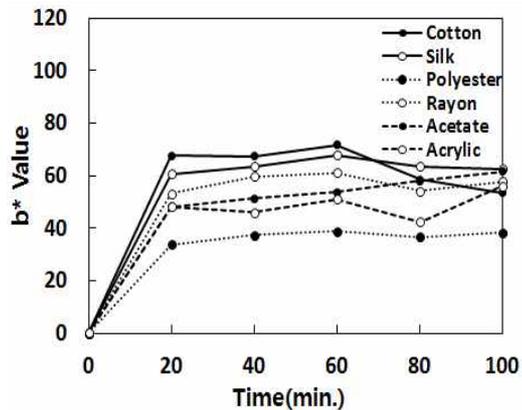
4) 염색시간에 의한 염색성

시간에 따른 염색성을 알아보기 위해 욕비 1:50 염색 온도 60°C으로 설정한 뒤 에탄올 추출물과 증류수 추출물 0.5%(o.w.b) 농도로 설정 후 20분 간격으로 120분 간 염색한 직물의 염색성을 [Figure 11], [Figure 12], [Figure 13] 에 나타내었다.

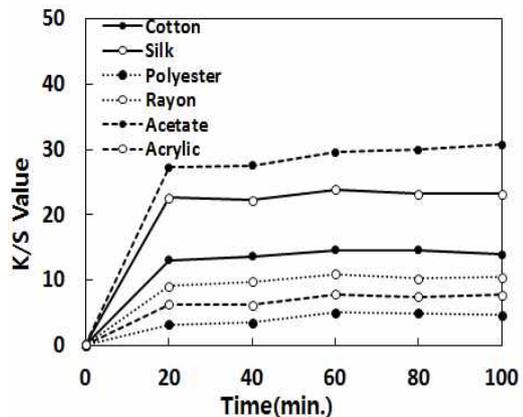
[Figure 11]를 보면 증류수 추출물로 염색한 염색포의 경우 80분에서 100분에서 높은 K/S값을 나타냈으나 노란색의 정도를 나타내는 b^* 값의 변화를 [Figure 12]을 통해 살펴본 결과 60분 이후 b^* 값이 감소하는 것으로 나타났다. 에탄올 추출물 염색포에 비하여 증류수 추출물의 경우 K/S값의 증가 폭이 크게 나타났으며 에탄올 추출물로 염색한 염색포의 경우 염착량의 변화곡선을 살펴보면 폴리에스테르 섬유를 제외하고는 60분 이후 염착량의 증가가 크게 나타나지 않았다. 구조상 -OH기를 함유한 폴리페놀 화합물을 주 색소성분으로 하는 염료의 경우 염색시간을 증가하여도 염착량이 크게 증가하지 않는다(Nam & Lee, 2010). 따라서 강황의 증류수 추출물의 경우 80~100분에서 높은 염착량을 나타 내었지만 b^* 값이 60분에서 가장 높게 나와 노란색의 염색포를 얻기에 60분이 적절하며 아세테이트의 경우 K/S값과 b^* 값 모두 증가하였지만 80분 이후 섬유의 강도와 광택 등 섬유의 특성을 고려할 때 60분을 적정시간이라고 판단하였다. 강황의 에탄올 추출물로 염색 할 경우 60분 이후 염착량이 크게 증가하지 않아 최적의 염색시간을 60분으로 판단하였다.



[Figure 11] Effect of dye time on the dye uptake of fabrics dyed with *Curcumae longae* Rhizoma extracts (distilled water extract; 0.5%(o.w.b), 60 °C).



[Figure 12] Effect of dye concentration on the b^* value of fabrics dyed with *Curcumae longae* Rhizoma extracts (distilled water extract; 0.5%(o.w.b), 60 °C).



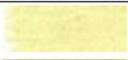
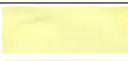
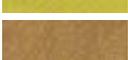
[Figure 13] Effect of dye time on the dye uptake of fabrics dyed with *Curcumae longae* Rhizoma extracts (ethanol extract; 0.5%(o.w.b), 60 °C).

5) 매염제에 따른 염색성

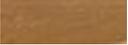
용매별로 추출하여 염색한 직물의 매염제 처리에 따른 색상변화를 살펴보기 위해 증류수 추출물과 에탄올 추출물의 농도를 0.5%(o.w.b) 하고, 욕비 1:50, 염색온도 60 ℃., 염색시간 60분으로 1회 염색한 후 매염제의 농도를

알루미늄 5%(o.w.b), 구리 3%(o.w.b), 철 1%(o.w.b)로 40 ℃에서, 30분간 후매염 처리 한 결과를 <Table 3>과 <Table 4>에 나타내었다.

(Table 3) Color characteristics of fabrics with *Curcuma longae* Rhizoma distilled water extracts by different mordanting

Fabric	Mordant	K/S	L*	a*	b*	H	V/C	Color image
Cotton	None	1.95	86.64	-8.90	54.63	7.11 Y	8.54/7.35	
	Al	3.00	83.87	-2.77	64.40	4.39 Y	8.25/9.07	
	Cu	5.08	78.68	-4.76	65.68	5.36 Y	7.72/9.16	
	Fe	4.31	62.19	5.73	37.57	0.95 Y	6.04/5.72	
Silk	None	3.27	80.55	-7.27	53.40	6.58 Y	7.91/7.32	
	Al	20.03	63.04	-2.88	65.94	5.46 Y	6.13/9.17	
	Cu	6.49	78.40	-2.79	66.49	4.67 Y	7.69/9.37	
	Fe	7.96	58.54	1.91	42.67	3.21 Y	5.68/6.09	
Polyester	None	1.28	89.26	-11.67	43.49	0.02 GY	8.81/5.70	
	Al	1.21	82.40	-3.61	35.96	4.73 Y	8.10/4.92	
	Cu	2.08	82.67	-4.03	49.00	4.80 Y	8.13/6.78	
	Fe	2.44	73.88	-0.31	39.53	3.56 Y	7.23/5.62	
Rayon	None	1.81	92.16	-14.98	56.71	0.08GY	8.77/8.13	
	Al	4.36	81.21	-4.82	69.05	5.24 Y	7.98/9.63	
	Cu	7.62	76.07	-2.18	70.58	4.63 Y	7.45/9.95	
	Fe	6.39	60.67	8.09	44.64	0.54 Y	5.89/6.90	
Acetate	None	4.44	88.83	-18.67	54.80	2.08GY	8.76/7.48	
	Al	6.17	88.71	-18.25	67.26	0.91 GY	8.75/9.17	
	Cu	7.06	91.02	-18.72	71.59	0.78 GY	8.99/9.72	
	Fe	11.38	85.77	-14.46	71.59	9.28 Y	8.45/9.75	
Acrylic	None	2.38	94.27	-18.00	60.17	0.20GY	8.95/7.72	
	Al	3.08	87.09	-13.23	58.76	9.39 Y	8.59/7.87	
	Cu	6.07	85.11	-12.49	70.36	8.39 Y	8.38/10.88	
	Fe	6.08	81.77	-8.36	66.61	6.73 Y	8.04/9.18	

(Table 4) Color characteristics of fabrics with *Curcuma longae* Rhizoma ethanol extracts by different mordanting

Fabric	Mordant	K/S	L*	a*	b*	H	V/C	Color image
Cotton	None	11.73	77.69	6.79	83.80	2.24 Y	7.62/12.42	
	Al	5.91	73.43	3.10	64.41	2.95 Y	7.18/9.41	
	Cu	9.71	71.81	5.13	71.24	2.53 Y	7.02/10.46	
	Fe	7.64	54.59	8.76	39.55	0.03 Y	5.29/6.16	
Silk	None	23.55	76.30	5.64	94.74	2.79 Y	7.48/13.89	
	Al	19.95	72.31	3.27	83.94	3.34 Y	7.07/12.10	
	Cu	23.22	68.67	-4.47	78.31	5.86 Y	6.70/10.91	
	Fe	19.78	47.21	10.07	46.24	0.25 Y	4.57/7.25	
Polyester	None	6.20	88.41	-7.37	78.20	4.56 Y	8.6/11.95	
	Al	2.94	83.36	-4.28	57.34	4.84 Y	8.20/7.95	
	Cu	3.67	78.92	-0.06	56.83	3.60 Y	7.74/8.16	
	Fe	4.53	67.84	3.54	45.28	2.28 Y	6.61/6.66	
Rayon	None	11.03	88.33	3.27	100.67	3.17 Y	8.71/14.61	
	Al	10.22	74.8	4.27	78.95	2.91 Y	7.32/11.53	
	Cu	13.13	70.18	4.94	74.45	2.72 Y	6.85/10.90	
	Fe	10.54	53.02	10.94	43.99	9.57 YR	5.14/6.99	
Acetate	None	20.89	80.45	6.53	102.81	2.62 Y	7.90/15.12	
	Al	27.68	71.80	7.35	89.30	2.30 Y	7.02/13.20	
	Cu	31.02	64.17	4.11	79.38	3.24 Y	6.24/11.60	
	Fe	23.60	32.73	13.34	28.02	6.83 YR	3.18/5.21	
Acrylic	None	14.74	90.91	-10.44	100.27	6.72 Y	8.98/13.69	
	Al	7.46	80.50	-5.20	73.35	5.45 Y	7.91/10.22	
	Cu	7.42	85.58	-8.81	79.05	6.55 Y	8.43/10.88	
	Fe	8.56	70.47	-0.09	60.96	4.05 Y	6.88/8.70	

대부분의 염색포는 매염제에 의해 Y계열의 색상을 그대로 유지하였다. <Table 3>을 보면 증류수 추출물로 염색한 직물은 모두 매염제 처리로 K/S값이 증가하였다. 증류수 추출물 염색포의 경우 매염처리로 대체로 b* 값이 증가하여 노란색의 기미가 커졌으며 특히 구리 매염포의

경우 b* 값의 증가가 크게 나타나 진한 노란색을 띠었다. 이밖에도 철매염으로 면, 견, 폴리에스터, 레이온은 a* 값이 증가하여 붉은 기미가 증가하였으나 아세테이트와 아크릴에서는 철매염이 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 한편 <Table 4>를 보면 에탄올 추출물로 염색한 직물

은 레이온과 아세테이트를 제외하고 매염제 처리로 K/S 값이 감소하였다. 에탄올 추출물 염색포는 매염처리로 증류수 추출물로 염색한 직물과는 달리 b^* 값이 감소하여 노란색의 기미가 감소하였다. 또한 철매염에 의해 모든 직물이 영향을 받아 a^* 값이 증가하여 붉은 기미가 증가하였다.

3. 염색견뢰도

강황을 증류수, 에탄올로 추출하여 염색한 직물의 염색견뢰도 평가를 위해 면직물과 폴리에스터 직물을 이용하여 염색농도 0.5%(o.w.b), 매염농도 Al 5%(o.w.b), Cu 3%(o.w.b), Fe 1%(o.w.b) 하여 후매염으로 처리한 직물의 세탁견뢰도, 일광견뢰도, 마찰견뢰도, 땀견뢰도를 측정하였고 그 결과를 <Table 5>, <Table 6> 에 나타내었다.

증류수 추출물로 염색한 직물의 염색견뢰도는 면포의 경우 세탁견뢰도는 무매염의 경우 변퇴색에서 4급으로 우수하게 나타났으나 매염처리 결과 2급으로 저하됨을 확인할 수 있었다. 일광견뢰도는 1급으로 낮게 나타났으나 구리 매염 시 3-4급으로 향상되었다. 마찰견뢰도

와 땀견뢰도는 매염처리를 하지 않은 직물이 4급 이상으로 나타났으나 철매염시 땀 견뢰도에서 2급으로 저하되었다. PET의 경우 세탁견뢰도의 2-3급이었으나 철매염 시 3-4급으로 증가하였으며, 마찰견뢰도와 땀 견뢰도는 4급 이상으로 나타났으나, 일광견뢰도는 1급으로 낮게 나타났다.

에탄올 추출물로 염색한 직물의 염색견뢰도는 면포의 세탁견뢰도의 경우 3급으로 나타났으며 철매염의 경우 2-3등급으로 나타났다. 마찰견뢰도는 건조상태에서 무매염과 철매염은 3-4급이며 구리매염이 4-5급으로 가장 우수하게 나타났으며 습윤상태에서는 무매염과 철매염은 2급 구리매염은 2-3급으로 보여졌다. 땀견뢰도의 경우 산성에서 무매염과 구리매염은 4-5급으로 높게 나타났으나 철매염은 2-3급으로 낮게 나타났다. PET의 경우 세탁견뢰도는 무매염이 3급이었으나 철매염시 4급으로 증가하였으며 마찰견뢰도는 매염처리 시 건조상태와 습윤상태에서 모두 4급으로 나타났으며 무매염은 건조상태에서 4-5급, 습윤 시 3-4급으로 나타났다. 땀견뢰도는 무매염에서 3-4급 구리매염에서 2-3급이며 철매염의 경우 산성에서 4-5급 알칼리에서 4급으로 나타났다. 일광 견뢰도는 1급으로 낮게 나타났으나 마찰 견뢰도와

<Table 5> Colorfastness of fabrics with Curcuma longae Rhizoma distilled water extracts

		Cotton			Polyester				
		None	Cu	Fe	None	Cu	Fe		
Washing Fastness	Color change	4	2	2	2-3	2-3	3-4		
	Stain	Cotton	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	
		Wool	4-5	4-5	4-5	-	-	-	
		Polyester	-	-	-	4-5	4-5	4-5	
Light Fastness	Color change	1	3-4	1	1	1	1		
Rubbing Fastness	Dry	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4		
	Wet	4	4	3	4	4-5	3-4		
Perspiration Fastness	Color change	4-5	4-5	2	4-5	4	4		
	Acidic	Cotton	4	4	3-4	3	2-3	4	
		Stain	Wool	4	4	4	-	-	-
			Polyester	-	-	-	4	4	4-5
	Alkali	Color change	4-5	4-5	2	4-5	4	4	
		Stain	Cotton	4	4	3-4	3	2-3	4
			Wool	4	4	4	-	-	-
Polyester			-	-	-	4	4	4-5	

〈Table 6〉 Colorfastness of fabrics with *Curcumae longae Rhizoma* ethanol extracts

	Color change	Cotton			Polyester			
		None	Cu	Fe	None	Cu	Fe	
Washing Fastness	Cotton	3	3	2-3	3	3	4	
	Wool	2-3	4	3	4	4-5	4-5	
	Polyester	4	4-5	4-5	-	-	-	
Light Fastness	Color change	-	-	-	4-5	4-5	4-5	
Rubbing Fastness	Dry	1	2	1	1	1	1	
	Wet	3-4	4-5	3-4	4-5	4	4	
Perspiration Fastness	Color change	2	2-3	2	3-4	4	4	
	Acidic	Cotton	4-5	4-5	2-3	3-4	2-3	4-5
		Wool	2	3	2-3	2	2	2
		Polyester	2	3	3	-	-	-
	Color change	-	-	-	3	3-4	4-5	
	Alkali	Cotton	4-5	4-5	3-4	3-4	2-3	4
		Wool	1-2	3	3-4	1-2	2	3-4
		Polyester	2	3	3-4	-	-	-
		-	-	-	3	3-4	4-5	

세탁견뢰도는 변퇴, 오염에서 대부분 4급 이상으로 우수한 결과를 나타내었다.

4. 기능성

1) 항균성

강황의 증류수 추출물과 에탄올 추출물의 면, 폴리에스터 염색포에 대한 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)과 폐렴간균(*Kiebsiella pneumoniae*)의 항균성 실험결과

를 <Table 7>에 나타냈다. 증류수 추출물 염색포의 경우 황색포도상구균과 폐렴균에 대한 결과 모든 시료에서 균감소율이 0%로 나타났다. 에탄올 추출물 염색포의 경우 황색포도상구균에 대해서는 면 염색포에서는 95.7%로 비교적 높은 균감소율을 보였으나, 폴리에스터 염색포에서는 3.6%의 균감소율만을 보였다. 폐렴균에 대해서는 면 염색포의 경우 0%, 폴리에스터 염색포의 경우 7.7%의 균감소율을 보여 항균성을 나타내지 못했다. 강황의 항균성에 대한 선행논문에서도 증류수 추출물에서는 항균성이

〈Table 7〉 Antimicrobial abilities of different conditions of *Curcumae longae Rhizoma* on cotton and polyester fabrics against *Staphylococcus aureus* and *Kiebsiella pneumoniae*

Solvent	Fabric	Dye Conc (% o.w.f)	Reduction of bacterial(%)	
			<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Kiebsiella pneumoniae</i>
Distilled water	Cotton	Untreated	0	0
		0.5	0	0
	Polyester	Untreated	0	0
		0.5	0	0
Ethanol	Cotton	Untreated	0	0
		0.5	95.7	0
	Polyester	Untreated	0	0
		0.5	3.6	7.7

나타나지 않았으나 에탄올 추출물의 식중독균, 황색포도상구균, 살모넬라균의 강한 항균성이 보고된바 있다(Kim et al. 2011). 에탄올 추출물로 염색된 면 염색포가 황색포도상구균에 대해 항균성을 나타냈으나 폴리에스터 염색포에서 항균성을 나타내지 않은 것은 낮은 염착량에 기인한 것으로 사료된다.

2) 소취성

강황 증류수 추출물과 에탄올 추출물의 면과 폴리에스터 염색포의 소취성을 평가하여 <Table 8>에 나타냈다. 미처리 면백포의 소취율이 44.5%인 것과 비교하여 증류수 추출물 면 염색포는 68.5%, 에탄올 추출물 면 염색포는 81.5%로 증가하여 높은 소취성을 나타냈다. 폴리에스터 염색포의 경우 증류수 추출물 염색포는 25.1%, 에탄올 추출물 염색포는 17.4%로 미처리 폴리에스터 백포에 비하여 큰 증가율을 보이지 못했는데 이는 항균성에서와 마찬가지로 폴리에스터 염색성의 낮은 염착량에 기인한 것으로 보인다. 강황은 정유 성분중 Curlone, Tumerone 등 다량의 방향족을 가지고 있고 이 방향족 화합물이 악취물질과 혼합될 때 aromatic conversion이 일어나는 현상을 이용하여 불쾌한 냄새를 감소시키는 것으로 알려져 있다(Hwang, 2003).

IV. 결론

강황을 에탄올과 증류수로 추출하여 추출물의 색소 특성을 분석하고, 천연섬유(면, 견), 인조섬유(폴리에스터, 레이온, 아세테이트, 아크릴)에 염색하여 염색조건에 따른

염색성을 살펴보고 항균성과 소취성을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 강황 증류수 추출물과 에탄올 추출물의 경우 최대 흡수 파장이 가시영역에서 424nm 부근에서 나타났으며 420nm에서 흡수파장을 가지고 있어 커큐민임을 확인 할 수 있다.

2. 강황 증류수 추출물과 에탄올 추출물의 FT-IR 분석 결과 에탄올 추출물과 증류수 추출물 모두 3300cm⁻¹ 부근에 넓은 흡수 피크를 보이며 이것은 강황의 OH 신축진동으로 확인 할 수 있었으며, 1712cm⁻¹ 부근의 흡수피크는 커큐민의 색소구조를 나타낸 것임을 알 수 있고, 1650 ~ 1450cm⁻¹ 부근 피크는 방향족과 지방족에 의한 흡수피크가 나타났다.

3. 강황 증류수 추출물의 수율은 19.71%, 에탄올 추출물의 수율은 5.36%로 에탄올 추출물의 수율이 낮게 나타났으나 같은 농도에서 에탄올 추출물로 염색한 직물이 증류수 추출물로 염색한 직물에 비해 염착량과 b*값이 크게 나타나 선명한 노란색을 얻기에는 에탄올 추출물이 더 효과적이었다. 증류수 추출물과 에탄올 추출물로 염색한 염색포 모두 농도, 온도, 시간이 증가할수록 염착량도 증가하였으나, b*값을 살펴본 결과, 농도 0.5%, 온도 60℃, 시간 60분의 조건이 최적 염색조건으로 나타났다.

6. 대부분의 염색포는 매염제에 의해 Y계열의 색상을 그대로 유지하였다. 증류수 추출물로 염색한 직물은 모두 매염제 처리로 K/S값이 증가하였고 매염처리로 대체로 노란색의 기미가 커졌다. 에탄올 추출물로 염색한 직물은 레이온과 아세테이트를 제외하고 매염제 처리로 K/S값이 감소하였고 노란색의 기미가 감소하였다.

7. 견직물과 폴리에스터 직물을 이용하여 에탄올과 증

(Table 8) Deodorant abilities of different conditions of Curcumaе longae Rhizoma on cotton and polyester fabrics

Solvent	Fabric	Dye Conc (% o.w.f)	Deodorization rate(%)
Distilled water	Cotton	Untreated	44.5
		0.5	68.5
	Polyester	Untreated	16.5
		0.5	25.1
Ethanol	Cotton	Untreated	44.5
		0.5	81.5
	Polyester	Untreated	16.5
		0.5	17.4

류수 추출물로 염색하여 세탁견뢰도, 일광견뢰도, 마찰견뢰도, 땀견뢰도를 측정한 결과 마찰견뢰도를 제외하고 대체로 낮은 견뢰도를 나타냈다.

8. 항균성은 증류수 추출물 염색포의 경우 항균성이 나타나지 않았으나 면 염색포에서 황색포도상구균에 대해 95.7% 정균감소율을 나타내어 항균성이 확인되었다. 소취성은 증류수 추출물과 에탄올 추출물로 염색한 면염색포는 각각 68.5%, 81.5%의 소취율을 나타내어 강황 추출물은 소취성 가진 기능성 색소임을 확인 할 수 있었다.

이상의 연구결과를 통해 강황 추출물의 기능성 천연염재료의 이용 가능성에 대한 기초자료를 구축하였다. 본 연구는 기존의 천연염재가 주로 천연섬유에 적용되었다는 점과는 달리 강황 추출물은 낮은 염착량으로도 인조섬유에서 충분히 노란색을 발현해 인조섬유에 적용될 수 있다는 점에서 의의를 찾을 수 있다고 할 수 있다. 그러나 염착량이 낮은 경우 강황이 가지고 있는 항균성과 소취성과 같은 약리적 효과를 나타내기는 미비하므로 강황으로 염색한 인조섬유 염색포의 약리적 효과를 기대한다면 염착량을 높일 수 있는 방안에 대한 후속연구가 필요할 것으로 사료된다.

주제어: 강황, 증류수 추출물, 에탄올 추출물, 염색성, 기능성

REFERENCES

- Berns, R. S. (2000). Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology(3rd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Cha, M. K. (2004). The Study on Natural Dye of Extract Purified from *Curcuma longa* and *Carthamus Tinctorious*. Unpublished master's thesis, Konkuk University, Korea.
- Chang, K. S., Jung. S. H., & Ko. K. H. (2004). Physiological Effects of Curcumin Extracted by Supercritical Fluid from Turmeric (*Curcuma longa* L.). *Korean Journal of Food Science and Technology*, 36(2), 317-320.
- Choi, H. Y. & Lee. J. S (2015). Characteristics and Dyeability of *Chelidonium majus* var. *asiaticum* Extracts with Different Solvents. *Korean Journal of Human Ecology*, 24(6), 859-871.
- Han, S. Y. & Choi. S. C (2002). Antibacterial Activity and Identification of the Active Compound from Turmeric *Journal of Korean Society of Dyers and Finishers*, 14(1), 11-17.
- Han, S. Y. & Choi. S. C. (2000). Dyeing Properties of Protein and Synthetic Fibers with the Turmeric Extracts. *Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers*, 12(6), 60-67.
- Hwang, J. H. (2003). The Effect of The Natural dye Logwood Extract on Hair Dyeing. Unpublished master's thesis, Chung-Ang University, Korea.
- Jung, Y. S., Park. S. J., Park. J. H., Lee. I. S., Yang. S. A., & Jhee. K. H. (2012). Effects of Ethanol Extracts from *Zingiber officinale* Rosc., *Curcuma longa* L., and *Curcuma aromatica* Salisb. on Acetylcholinesterase and Antioxidant Activities as well as GABA Contents. *Journal of the Korean Society Food Science and Nutrition*, 41(10), 1395-1401.
- Kim, H. J., Lee. J. W., & Kim. Y. D. (2011). Antimicrobial Activity and Antioxidant Effect of *Curcuma longa*, *Curcuma aromatica* and *Curcuma zedoaria*. *Korean Journal of Food Preservation*, 18(2), 219-225.
- Kim, K. S., Choung M. G., & Park. S. H. (2005). Quantitative Determination and Stability of Curcuminoid Pigments from Turmeric (*Curcuma longa* L.). *Korean Journal of Crop Science*, 50, 211-215.
- Kim, Y. J. (1997). Study on the Yellow Natural Dyes from Plants. Unpublished doctoral dissertation, Konkuk University, Korea.
- Korean Association of Pharmacy Education. (1992). Handbook of the Korean Pharmacopoeia. Seoul: Shihil.
- Lim, Y. S., Park. K. N., & Lee. S. H. (2007). Effects of Turmeric (*Curcuma aromatica* Salab.) Extract on Shelf Life of Cooked Rice. *Korean Journal of Food Preservation*, 14(5), 445-450.

- Min, K. H. (2008). (A)Study on Natural Dyeing of polyester(1) -Ginseng Microcapsules-. *Journal of the Korean Society of clothing*, 10(4), 560-565.
- Nam, K. Y. & Lee. J. S. (2010). Dyeability and Functionality of Catechu(Part II) -Dyeing Properties of Protein Fiber with Catechu-. *Korean Journal of Human Ecology*, 19(4), 709-717.
- Noh, E. H. (1997). A Study on the industrialization of a natural dye-Dyeing yellowish colours with onion skin. *Korea society of design studies*, 20, 211-217.
- Park, K. N., Park N. Y., Kim. D. G., Park. G. S., & Lee. S. H. (2007). Effect of turmeric (*Curcuma aromatica* Salab.) on shelf life of tofu. *Korean Journal of Food Preservation*, 14(2), 136-141.
- Sung, K. C (2011). A Study on the Pharmaceutical & Chemical Characteristics and Analysis of Natural Curcumin Extract. *Journal of the Korean Oil Chemists society*, 28(4), 393-401.

Received 8 June 2016;

1st Revised 28 December 2016;

2nd Revised 6 February 2017;

Accepted 6 February 2017