

## 홍화 황색소를 사용한 모발염색

신윤숙<sup>†</sup> · 조아람 · 류동일\*

전남대학교 의류학과, \*전남대학교 응용화학공학부

### Hair-dyeing by Using Safflower Yellow Colorant

Younsook Shin<sup>†</sup> · A-rang Cho · Dong Il Yoo\*

Dept. of Clothing & Textiles, Chonnam National University

\*School of Applied Chemical Engineering, Chonnam National University

접수일(2008년 10월 16일), 수정일(1차 : 2008년 11월 12일, 완료일 : 2008년 11월 28일), 게재확정일(2009년 1월 28일)

#### Abstract

The purpose of this study is to investigate the efficacy of safflower yellow colorant as a natural dye for hair coloring. The dyeing properties of safflower yellow colorant on hair were explored to obtain optimum conditions. Also, the effect of mordant was studied in terms of dye uptake, colorfastness, and hair damage to better understand the characteristics of the colorant. Tensile strength measurement and SEM analysis were carried out for investigating hair damage to light exposure and washing. On the basis of obtained results considering possible hair damage, optimum dyeing conditions were set 100%(o.w.h.) colorant concentration, pH 5, 40°C, and 20min. Dye uptake was improved more effectively by repeated dyeing rather than by increasing concentration. Pre-mordanting method improved dye uptake slightly, irrespective of mordant type. The safflower yellow colorant produced Y colors on hair. Cu and Fe mordants improved washing and light fastness slightly. Better strength retention was obtained with the mordanted-dyed hair than the unmordanted-dyed hair after light irradiation for 40 hours and 10 repeated washing. The hair was more damaged by light exposure than by washing. It was concluded that the safflower yellow colorant can be used as a natural semi-permanent hair dye producing Y color without mordanting.

**Key words:** Safflower yellow colorant, Colorfastness, Tensile strength retention, Semi-permanent hair dye; 홍화 황색소, 염색견뢰도, 인장강도 유지율, 준영구적 염모제

### I. 서 론

합성염모제의 사용이 증가하면서 머리 염색 후 유전자 변이 수치가 증가하는 등 염색제와 암 발생의 관계를 규명하려는 등의 연구가 꾸준히 시도된 바 있다(조진아 외, 2002; Andrew et al., 2004; Green et al., 1987; Rauscher et al., 2004). 최근 들어 합성염모

제와 같은 화학 물질들이 모발염색과정에 피부로 흡수될 경우 다양한 경로로 DNA를 손상시킬 수 있다는 사실이 발표되었다(Murata et al., 2006). 이는 모발염색을 오랜 기간 계속할 경우 합성 염모제가 인체에 유해한 작용을 할 수도 있다는 것이다. 현재 이러한 문제에 대한 가장 효율적인 대처 방안은 피부에 무해한 천연염모제를 사용하는 것으로 여겨진다.

천연염료물질로서 이집트가 원산지인 알려진 홍화는 오랜 역사를 지니고 있으며 미국, 일본, 멕시코 등에서는 셀러드나 식용유로도 사용하기 위해 재배하고 있다(강명화 외, 2001). 한국에서 홍화는 전통적으로 직물

<sup>†</sup>Corresponding author

E-mail: yshin@chonnam.ac.kr

본 연구는 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 논문임(No. R0A-2206-000-10441-0).

염색의 염료 및 화장품 재료로 사용되어 왔다. 홍화를 화장품 원료(연지, 연지)로 처음 사용한 사람들은 북방 민족인 흉노족으로 알려져 있다. 흉노를 정복한 한나라 사람들은 홍화 화장을 연지(焉支) 혹은 연(燕)나라에서 생산된다고 생각하여 연지(燕支)라고 표기하였으며 교역 상품으로서 한국에 유입된 것으로 보인다(정복희, 2003). 성호사설에 나타난 “연지(燕支)란 연지(脂)이며 이 기름은 부인의 얼굴을 아름답게 만든다.”라는 구절에 따르면 연지는 피부 연화제의 역할을 하는 화장품으로 판단할 수 있다(신성영, 2003). 또한 홍화는 어혈 제거, 월경불순, 진통, 통경 등의 부인과 질병의 특효약으로 오래전부터 사용된 바 있다(김기현 외, 1992).

홍화의 꽃잎에 존재하는 색소성분으로는 수용성인 Safflomin A, Safflower yellow B(황색소)와 불용성 Carthamin(홍색소)를 함유하고 있다(홍성현 외, 1997; Sato et al., 2005). 홍화의 꽃잎 색상은 꽃이 시작할 무렵에는 황색이고 점차 홍색으로 변한다. 이러한 색상변화는 황색소가 홍색소로의 구조변환에 기인하며, 지금까지 두 색소의 효과적인 분리방법(김준범 외, 1996; 홍성현 외, 1997)과 색소의 안정성에 관한 연구(윤주미 외, 2001; Saito & Mori, 1994; Sato et al., 2005)가 이루어진 바 있다. 현재 알려진 홍화 홍색소와 황색소의 구조식은 <Fig. 1>과 같다.

현재 홍화 홍색소를 사용하여 화장품, 식품, 직물의 염색 분야에 적용하는 연구는 다양하게 보고된 바 있

으나(고경신, 배우식, 1984; 남성우 외, 1995; 손경희 외, 2008; 신인수 외, 1994; 정복희, 2003) 화학구조가 다소 불안정한 황색소의 응용에 대한 연구는 찾아보기 힘들다. 특히 홍화는 화려한 색상을 지녀 화장품과 함께 모발염색 분야에서도 큰 가능성을 지니고 있으나 아직 모발염색에 대한 연구성과는 보고된 바 없다. 저자 등의 선행연구(손경희 외, 2008)에 의하면 홍화 홍색소는 모직물에 대한 친화력(염착성)이 매우 약하나 황색소는 매우 우수한 염착성을 지녀 YR 계열의 색상을 나타내었다. 이 점에 주목하여 저자 등은 모직물과 유사한 화학구조로 이루어진 모발염색에 적용이 가능할 것으로 판단하였다.

본 연구의 목적은 홍화 황색소의 천연염모제로서 유효성에 대해 모발에 적용 가능한 염색조건을 확립하는 데 있다. 이를 위하여 홍화 황색소에 대한 모발의 염색성을 조사하였고, 아울러 우수한 견뢰도 구현 및 모발손상을 최소화하는 조건을 얻기 위하여 매염제 처리효과를 고찰하였다. 자외선과 세정에 따른 모발손상 정도는 인장강도 측정과 모발표면의 SEM 관찰에 의해 판단하였다.

## II. 실험

### 1. 시료 및 시약

홍화 황색소는 시판 정제품(홍화엘로우 2500SA, MSC

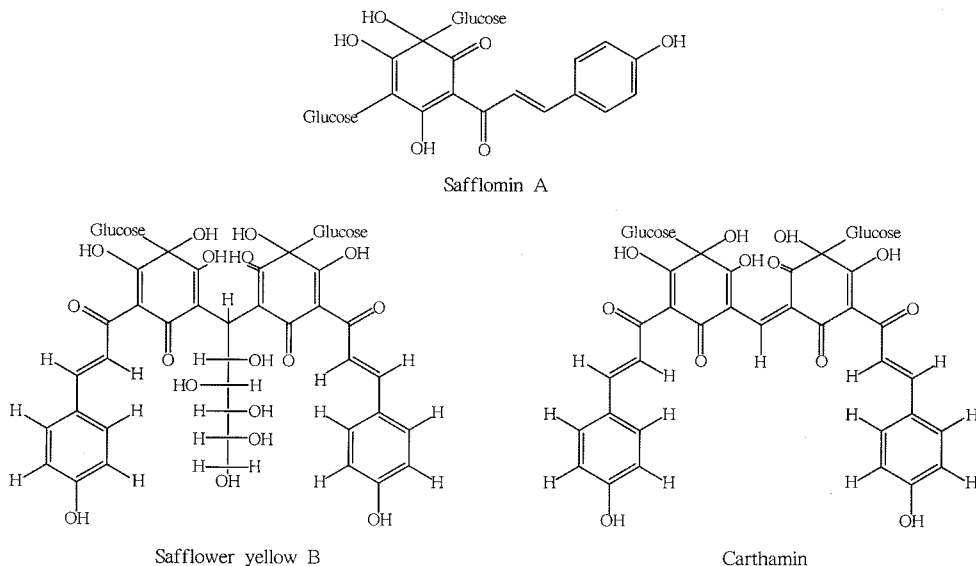


Fig. 1. Structure of red and yellow safflower pigments.

Co., Ltd) 그리고 홍화 황색소는 저자 등의 실험실에서 추출하여 얻은 분말을 사용하였다(손경희 외, 2008). 염색에 사용한 모발은 시판되고 있는 탈색모발을 사용하였다. 매염제로는 aluminium ammonium sulfate ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O})$ ), ferric sulfate( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), cupric sulfate( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), potassium dichromate ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 그리고 stannic chloride( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )(이후 Al, Fe, Cu, Cr, Sn 으로 약칭)를 시약 1급 그대로 사용하였다. pH 조정으로 NaOH를 사용하였으며 세정에는 일반 시판 샴푸를 사용하였다.

## 2. 염색 및 매염처리

모발염색은 미용 현장에서 사용하는 조건을 선택하였다. 욕비 1:5에서 모발무게는 일정(0.4g)하게 고정하였고 색소농도는 모발무게 기준(on the weight of hair, o.w.h.)으로 50~400%를 모발에 바르고 알루미늄 포일에 싸서 40°C, 처리시간 20~60분, 아세트산과 NaOH를 사용한 다양한 pH 조건(3.5~11)에서 염색을 진행하였다. 세정(수세)은 염색 후 샴푸액(액비 1:200)에 10초 동안 문질러 씻은 후 자연 건조하였다. 매염처리는 매염제 농도 1%(o.w.h.), 욕비 1:5에서 40°C, 30분 동안 선매염, 동시매염, 후매염을 모두 행하였다.

## 3. 분광 및 FT-IR 분석

UV-Vis 분광 분석은 UV-Vis Spectrophotometer(Agilent 8453 Spectrophotometer, USA)에 의해, FT-IR 분석은 분말색소로 KBr 펠릿법에 의해 시편을 만들어 Fourier-transform Infrared Spectroscopy(Nicolet 520, USA)에 의해 수행하였다.

## 4. 색 측정

색차계(Color-Eye 3100, Macbeth)로 최대흡수파장( $\lambda_{\text{max}}$ )인 405nm에서 K/S값을 측정하여 이를 염착량으로 평가하였다. 매염제 종류에 따른 표면색의 변화를 측정하기 위해 색차계(Color-Eye 3100, Macbeth)를 이용하여 CIELAB 색차식에 의하여 10°Observer, Illuminant D66에서 명도지수  $L^*$ , 색좌표 지수인  $a^*$ ,  $b^*$  값으로 표시하였다. H V/C값은 Color iControl(Color-Eye 3100, Macbeth) 프로그램을 이용하여 얻었다. 또한 색차계(Color-Eye 3100, Macbeth)를 이용하여 염

색과 각각의 매염처리 모발에 대해 광조사 시간별 색차를 측정하였다.

## 5. 염색견뢰도 측정

모발의 광퇴색은 Xenon Test Chamber(Q-Sun Xe-1-B, USA)를 사용하여 KS K 0700-1990에 준하여 5, 10, 20, 40시간 광조사한 후에 일광조사 전 모발과의 색차로 평가하였다. 또한 KS K 0218에 의하여 일광견뢰도 등급을 정하였다. 세정견뢰도는 실제 현장에서 사용하는 모발 세정조건을 모사하여 모발을 샴푸액(액비 1:200)에 담가 10초 동안 문질러 수세하는 과정을 1, 5, 10회 반복한 후 자연 건조하여 등급을 평가하였다.

## 6. 표면 관찰 및 인장강도 측정

모발표면은 SEM(scanning electron microscope S-4800, Hitachi, Japan)을 이용하여 관찰하였다( $\times 1,000$ ). 또한 모발의 인장강도는 인장하중시험기(Minebea PT-200N, Japan)를 사용하여 파지거리 50mm, 인장속도 100mm/min 조건으로 파단시점의 인장강도를 5회 반복 측정하여 평균값을 얻었다.

# III. 결과 및 고찰

## 1. 홍화 색소의 UV-Vis와 FT-IR 분석

<Fig. 2>는 홍화 황색소의 UV-Vis 흡수 스펙트럼으로서 405nm에서 최대흡수피크를 나타내고 있다. 본 연구자들은 염착 정도를 평가하는 척도로서 K/S값(405nm)을 사용하여 염색조건과 염착 정도의 상관성을 고찰하였다.

<Fig. 3>은 홍화 황색소와 홍색소의 FT-IR 스펙트럼을 각각 나타낸 것이다. 보는 바와 같이 홍화 황색소는  $3300\sim 3400\text{cm}^{-1}$  부근에서 페놀성 O-H 신축 피크,  $2924\text{cm}^{-1}$  부근의 지방족 C-H 신축 피크,  $1653\text{cm}^{-1}$ 에서 방향족 C=O 신축 피크,  $1437\text{cm}^{-1}$ 에서 C-H 변곡 피크를,  $1000\sim 1100\text{cm}^{-1}$ 에서 C-O 신축 피크를 나타낸다. 한편 홍화 홍색소는 상대적으로 방향족 C=O기에 대한 -OH기의 비중이 줄어들어  $3300\sim 3400\text{cm}^{-1}$ 에서 보는 페놀성 O-H 신축 피크가 감소하고  $1585\text{cm}^{-1}$ 에서 공액구조가 포함된 방향족 C=O 신축 피크가 증가

하고 있다. 이 분석결과는 이미 보고된 연구결과와 일치하고 있어 제대로 성분분리가 이루어졌음을 알았다(고경신, 배우식, 1984).

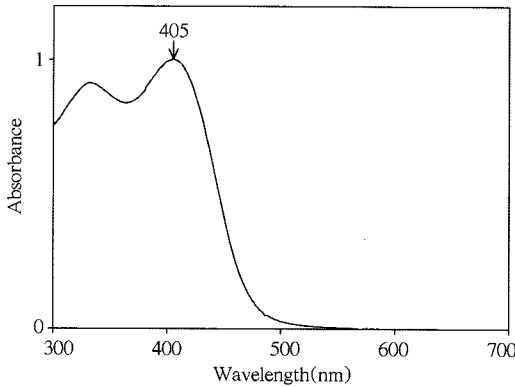


Fig. 2. UV-Vis absorbance spectrum of safflower yellow colorants.

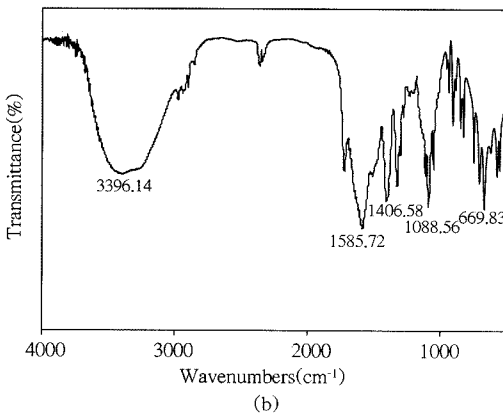
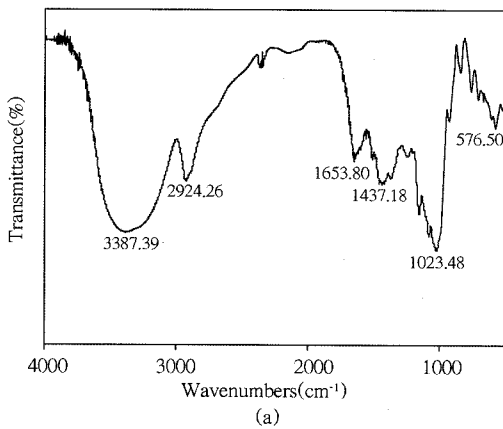


Fig. 3. FT-IR spectra of (a) safflower yellow and (b) safflower red colorants.

## 2. 염색조건이 염착량에 미치는 영향

<Figs. 4-7>은 홍화 황색소의 농도, 반복 염색, 염색시간 및 pH에 따른 염착량 변화이다. <Fig. 4>는 홍화 황색소의 농도에 따른 염착량의 변화를 나타낸 것이다. 염색온도를 피부가 가장 안정을 느끼는 온도(38~40°C)에 해당하는 40°C로 고정시켜 20분간 염색하였다. K/S값이 100%농도에서 10.21, 200%농도에서 11.13, 300%농도에서 12.43으로 색소농도 증가에 따른 염착량 증가 정도가 크지 않았으며, Langmuir 등온흡착곡선에 가까운 형태를 보이고 있다. 이는 모발의 염기성 아미노기를 가지고 있어 이온형의 양전하를 만들게 되어 홍화 황색소와 이온 결합에 의해 염착이 이루어지는 결과로 판단된다(서명희, 신운숙, 1997).

<Fig. 5>는 반복 염색이 염착량에 미치는 효과에 대한 것으로, 보이는 바와 같이 염색횟수가 증가함에 따라 염착 정도는 계속 증가하여 K/S값이 1회 염색(100%농도)에서 10.21, 2회 염색에서 14.26, 3회 염색에서 16.68까지 증가하였다. 이는 <Fig. 4>의 농도를 증가하여 1회 염색한 경우와 비교하면 염착량 증진 효과가 더 컸다. 즉, 같은 양의 색소를 사용할 경우 1회 염색보다 반복 염색의 경우 더 높은 염착량을 얻을 수 있음을 알 수 있었다. 모발염색은 1회 염색이 일반적이지만, 이 결과는 현장에서 색소농도 조절로는 원하는 색상을 얻지 못하여 반복(재) 염색을 시행할 경우 활용할 수 있는 기초 자료가 될 수 있을 것으로 사료된다(이주영, 2000). 반복 염색결과를 제외한 본 연구의 모든 실험결과는 1회 염색에 의한 것이다.

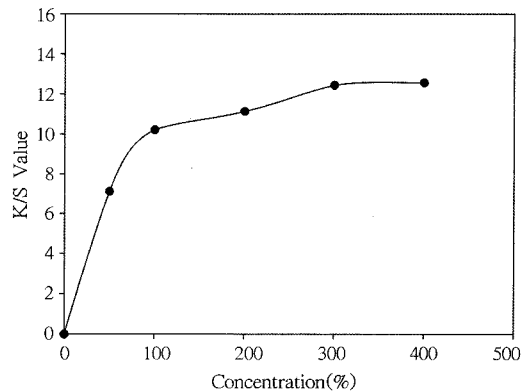


Fig. 4. Effect of dye concentration on the dye uptake of hair(40°C/20min, pH 5).

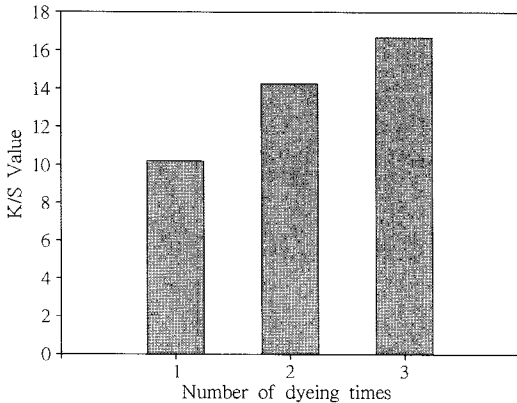


Fig. 5. Effect of dyeing times on the dye uptake of hair(100% o.w.h., 40°C/20min, pH 5).

<Fig. 6>은 염색시간에 따른 염착량을 나타낸 것으로, 40°C에서 염색시간 20분까지는 염착이 증가하였으나 그 이후엔 크게 증가하지 않았다. 이상의 결과에 따르면 홍화 황색소의 적정 모발염색시간은 20분 정도로서, 이는 시판 염모제의 처리조건이 보통 20~35분인 점을 고려할 때 적절한 수준이라고 할 수 있다.

홍화 황색소는 약산성(pH 5)을 나타내는데 아세트산과 수산화나트륨을 사용하여 pH를 3.5~11까지 조절하여 염색한 결과를 <Fig. 7>에 제시하였다. pH 3.5에서 최대염착량을 보이며 pH가 증가함에 따라 염착량이 급격하게 감소하고 있다. 이 결과는 모발의 등전점(pH 4.5~5.5) 부근에서 모발표면의 양이온기와 홍화 색소의 음이온기가 이온 결합을 활발히 하다가 pH가 증가함에 따라 섬유표면에 (-) 계면 전위를 나타내어 홍화 색소내의 음이온과 모발의 (-) 계면 전위

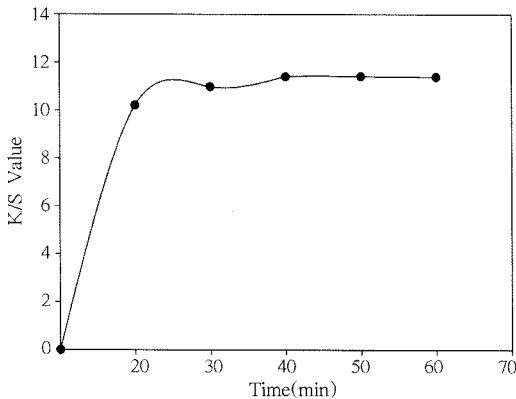


Fig. 6. Effect of dyeing time on the dye uptake of hair(100% o.w.h., 40°C, pH 5).

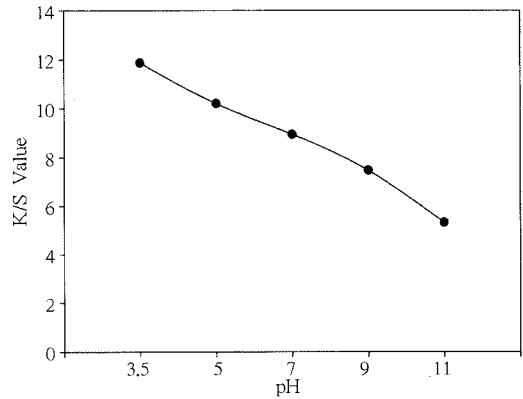


Fig. 7. Effect of pH on the dye uptake of hair(100% o.w.h., 40°C/20min).

사이의 전기적 반발이 생기게 되고 모발 내의 양이온기가 감소함으로써 K/S값이 감소하는 것으로 보인다(홍수경, 김주덕, 2006). 본 연구에서는 모발염색의 조건으로서 위의 실험결과를 바탕으로 홍화 황색소 농도는 100%(o.w.h.), 40°C에서 20분으로 정하였다. 모발은 단백질 섬유와 비슷하여 산성에서 비교적 안정적이고, 또한 pH 3.5에서 최대염착량을 얻지만, 모발손상을 고려하여 이후 실험에서는 홍화 황색소의 원래 pH 5를 조절하지 않고 염색하였다.

### 3. 매염처리가 염착 및 색상에 미치는 영향

현재 Cr, Sn과 같은 금속 매염제는 인체에 유해한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 도입한 매염제 처리효과는 홍화 색소에 의해 궁극적으로 도달 할 수 있는 염착 한계, 견뢰도, 모발손상 등에 미치는 효과를 파악하기 위해서 고찰하였다. 또한 이 결과는 앞으로 인체에 무해한 매염제가 개발되면 모발염색에 적용할 수 있는 기초 자료로서 활용가능성을 지닐 것으로 본다.

<Fig. 8>은 매염제와 매염방법에 따른 염착결과이다. 매염처리를 하지 않은 시료에 비하여 동시매염은 더 낮은 염착 정도를 보이고 있다. 이 결과는 염색과정에서 매염제가 홍화와 결합하여 염욕 중에서 착체를 형성하여 부분적으로 모발 내부로 침투하기 어려운 크기가 될 뿐만 아니라, 염욕 내 색소 유효농도를 감소시키는데 기인한다(Deo & Desai, 1999). 한편 후매염은 큰 변화가 없으나 선매염은 전반적으로 높은 염착을 나타내고 있다. 이는 선매염 과정에 매염제가

모발 내부로 침투하여 일부 작용기와 부분적인 착체를 이루고 이어 홍화 황색소가 섬유 내부로 들어와서 그 착체가 완성되는 것으로 보인다. 후매염의 결과가 매염제에 따라 염착정도가 크게 변화하지 않는 것도 같은 이유로 설명할 수 있다.

<Table 1>은 매염방법과 매염제의 종류에 따른 색상을 나타낸 것으로 모두 Y(Yellow) 계열의 색상에 속한다. Fe(모든 매염조건)과 Cu(후매염 조건)을 제외하면 일반적으로 매염처리 시료의  $\Delta L^*$ 값은 (+)값

으로 높아졌다.  $a^*$ (redness)와  $b^*$ (yellowness)값을 색좌표로 표시하여 <Fig. 9>에 나타내었다. Fe 매염을 제외하고 매염에 의해 대체로  $a^*$ 값에 비해  $b^*$ 값의 증가 폭이 훨씬 커서 황색이 강해진 것을 알 수 있다.  $a^*$ 값은 특히 Sn 매염처리에서 가장 큰 증가를 보였다. Fe 매염의 경우  $a^*$ 값,  $b^*$ 값 모두 작아 황갈색에 가까운 위치에 있다. 또한 Fe 매염을 제외한 모든 매염처리에서 명도와 채도가 증가하여 색상이 밝아지고 선명하게 되었다. 육안 관찰에 의하면 대체로 황금색에

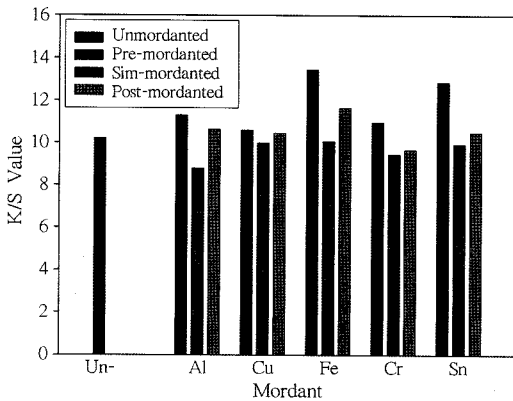


Fig. 8. Effect of mordant and mordanting method on the dye uptake of hair.

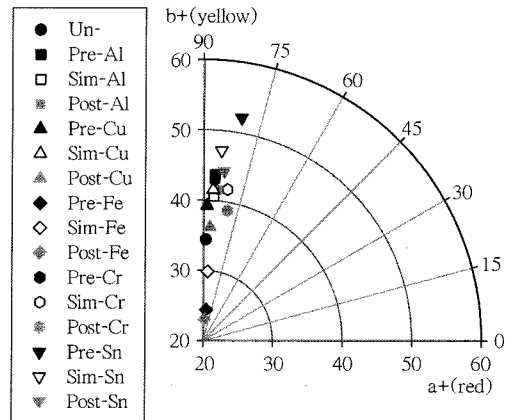


Fig. 9.  $a^*$  and  $b^*$  coordinates of dyed hair samples.

Table 1. H V/C &  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  value of the mordanted hair

		H V/C	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^\circ$	
Un-		5.1Y 5.7/4.8	57.67	0.82	34.35	34.36	88.63	
		-	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta C^*$	$\Delta h^*$	$\Delta E^*$
Al	pre-	4.3Y 6.0/6.2	3.41	2.51	9.94	10.05	-2.00	10.80
	sim-	4.2Y 6.3/5.7	5.63	2.05	6.12	6.22	-1.75	8.56
	post-	4.0Y 5.9/5.9	2.47	2.92	6.99	7.15	-2.50	7.97
Cu	pre-	5.4Y 5.8/5.4	1.50	0.24	4.84	4.85	-0.11	5.07
	sim-	4.4Y 6.1/5.8	3.96	1.88	6.99	7.07	-1.56	8.25
	post-	4.7Y 5.7/5.1	-0.11	1.25	1.74	1.79	-1.18	2.14
Fe	pre-	4.2Y 4.3/3.5	-14.32	1.55	-10.08	-9.97	-2.12	17.58
	sim-	4.5Y 5.1/4.2	-5.58	1.11	-4.58	-4.53	-1.31	7.30
	post-	4.6Y 4.5/3.3	-12.05	0.80	-11.37	-11.33	-1.31	16.59
Cr	pre-	4.3Y 6.1/6.0	4.00	2.17	8.46	8.55	-1.76	9.61
	sim-	2.4Y 6.0/6.1	2.99	5.82	6.85	7.37	-5.14	9.47
	post-	2.1Y 5.7/5.7	0.20	6.25	3.75	4.39	-5.81	7.29
Sn	pre-	2.4Y 6.3/7.7	5.87	8.06	17.01	17.76	-6.23	19.71
	sim-	3.8Y 6.4/6.7	7.00	3.66	12.57	12.77	-2.87	14.84
	post-	3.4Y 5.9/6.3	2.07	4.64	9.55	9.88	-3.89	10.82

가까운 색상으로 인식되지만 Fe 매염처리의 경우 채도가 낮아 갈색에 가까웠다. Sn 매염제 처리의 경우 a\*와 b\*값의 증가가 가장 높았고 따라서 색차도 컸다. 모든 매염제에서 b\*값이 증가가 커서 색상은 모두 yellowness와 redness가 다소 다른 Y 계열임을 확인할 수 있다.

4. 염색견뢰도

염착성이 좋은 선매염한 모발과 매염처리를 하지 않은 모발의 염색견뢰도(일광 및 세정)를 <Table 2>에 나타내었다. 직물의 일광견뢰도를 20시간 광조사한 시료를 표준 그레이스케일과 비교하여 육안으로 평가하는 것을 모발에 적용하였다. 20시간까지는 매염 여부에 관계없이 2/3등급으로 동일하며 더 오랜 시간(40시간) 조사하면 Cu와 Fe 매염이 약간 더 나은 것으로 나타났다. 세정견뢰도는 Cu, Fe, Sn 매염처리에 의해 약간 증가하였으나 Al, Cr 매염처리의 경우에는 비슷하였다.

<Fig. 10>은 일광조사시간에 따른 염색모발의 색차를 나타낸 것으로 염색한 모발의 광퇴색 속도를 알 수 있다. 초기 5시간 조사 후에 색차가 많이 발생했으며 이후에는 상대적으로 증가정도가 적어졌다. 이는 염색직물에서 초기에 빠른 퇴색을 보이다가 느려지는 Giles의 Type II 퇴색과 비슷하며 색소가 섬유 내에 집합상태로 존재하는 경우에 해당한다(Giles & Makay, 1963). 무매염보다 광퇴색 색차가 적은 경우 중에서 Fe 매염의 광퇴색 색차가 가장 적고 그 다음으로 Cu 매염인 것으로 나타났다. 이 결과로부터 홍화 황색소의 모발염색에 있어서 광퇴색을 줄이기 위해서 Fe와 Cu 매염의 적용이 가능하다고 본다. 그러나 Fe 매염제는 색상을 어두운 쪽으로 변화시켜 무매염과 색상차이가 크다는 것을 고려하여 판단해야 될

것으로 사료된다.

보통 염모제의 견뢰도는 일시적, 준영구적, 영구적으로 구분한다(이주영, 2000). 일시적인 염모제는 색소에 수지를 혼합한 형태로서 수지의 접착능력에 의해 중성 염모제 분자가 모발표층에 물리흡착을 하며 1회의 세정으로 씻겨 내려가 기존의 모발색을 회복한다. 이는 모발손상이 없으며 색상변화가 다양하며 사용방법이 간편하다. 준영구적 염모제는 주로 pH 2-4에 해당하는 산성염료에 해당하며 표층을 통과하여 피질까지 들어가 이온결합을 하며 3-4주에 걸쳐 세정과정에서 점차적으로 탈색한다. 한편 영구적 염모제로서 흔히 사용하는 산화형은 염모제(1제)와 산화제(2제)로 구성되며 모발에 처리하면 피질까지 침투하여 자체적인 중합-산화반응이 발생한다. 이 과정에서 산화반응과 중합반응이 일어나는데 산화반응에 의해 멜라닌 색소가 산화하여 무색으로 바뀌며 중합반응에 의해 염료중간체와 염료개질제의 결합을 유도하여 발색이 일어난다. 본 연구에서 사용한 홍화 황색소는 산성염료로서 이온결합을 하며 세정에 의해 점차

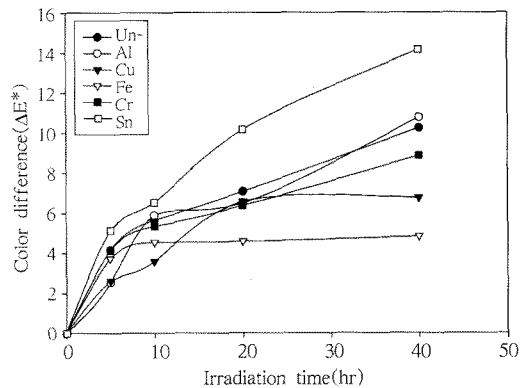


Fig. 10. Effect of mordant on the color difference of dyed hair depending on irradiation time.

Table 2. Colorfastness to light and washing of the dyed hair

		Irradiation time(hr)				Number of washing		
		5	10	20	40	1	5	10
Unmordanted		3/4	3	2/3	2	4	3/4	3
	Al	3/4	3	2/3	2	4/5	3/4	3
Pre-	Cu	3/4	3/4	2/3	2/3	4/5	4	3/4
	Fe	3	2/3	2/3	2/3	4/5	4	3/4
	Cr	3	3	2/3	2	4	3/4	3
	Sn	3/4	3	2/3	2	4	4	4

적인 탈색이 진행되고 있어 준영구적 염모제에 해당한다.

### 5. 모발의 표면 관찰

<Fig. 11>은 매염처리를 하지 않은 염색모발과 Fe 매염-염색모발을 40시간 일광 조사한 경우와 10회 세정한 경우의 표면 변화를 비교한 SEM 사진이다. 모발표피층은 스케일이 겹겹으로 쌓여 있어 외부의 물리적인 자극으로부터 모발을 보호하는 역할을 하는데 건강한 모발은 이러한 스케일이 규칙적으로 배열되어 있다. 그러나 염색이나 탈색이 진행되면 스케일의 변형이 발생한다. 탈색제는 알칼리제 외에도 과산화수소를 함유하고 있어 멜라닌 색소를 파괴하고 모발의 결합력을 약화시키며 여러 차례 반복하여 탈색하면 팽윤, 연화에 의한 손상이 발생한다(곽형심 외, 2005). 자외선은 살균효과를 나타내지만 시스틴을 파괴시켜 모발표면을 거칠게 하고 인장강도, 신축성 등의 물성을 저하시키는 문제를 야기한다. 본 연구에서 얻은 표면 관찰결과는 모든 시료에 대해 전반적으로 같은 경향을 나타내는데 여기에서는 인장강도 보유율이 가장 우수한 Fe 매염의 것을 선택하여 비교하고자 한다. 염색만 한 경우 일광조사나 세정하기 전에는 모발표면에 스케일의 흔적이 관찰되었으나 40시간의 일광 조

사 후, 10회 세정 후 스케일이 완전히 사라져 모발표면이 매끈해졌다. Fe 매염-염색 모발은 일광조사나 세정 전에는 매염하지 않은 모발보다 스케일을 더 뚜렷하게 볼 수 있는데 이는 선매염에 의해 Fe 분자가 모발표면에 흡착하여 염색하는 동안 발생할 수 있는 표면 손상을 막아주는 역할을 한 것으로 보인다. 그러나 매염하지 않은 모발과 비교할 때, 40시간 일광조사 후의 시료는 세로 방향, 10회 세정 후의 시료는 가로와 세로 방향의 패인 자국을 나타낸다. 이는 모발 케라틴 분자의 시스틴(-S-S-) 결합 절단에 이은 일부 사슬의 손실이 발생한 결과로 여겨진다.

### 6. 인장강도

모발은 탈색, 염색, 세정, 일광 등에 의해 손상되며 그 결과 윤기가 없어지기도 하고 강도가 저하되어 절단되기도 한다. 모발에 힘을 가하여 잡아당기면 늘어나다가 궁극적으로 절단이 발생하는데 이때 모발에 걸린 하중이 인장강도이다. 일반적으로 인장강도 보유율은 모발의 손상 정도를 측정하는 척도로 사용할 수 있다. 인장강도 분석은 매염처리를 하지 않은 시료와 비슷한 경향을 보인 Al, Cr의 경우는 제외하고 세정전되도가 약간 증가한 Cu, Fe, Sn의 경우를 선택하였다.

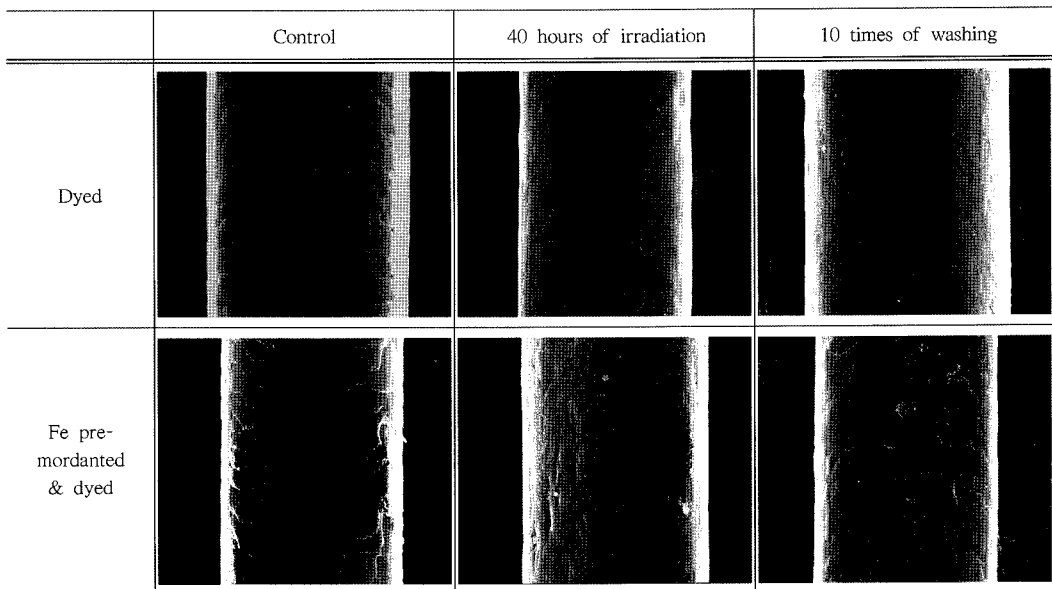


Fig. 11. SEM pictures of dyed and Fe pre-mordanted dyed hairs.



본 연구에 사용한 대부분의 매염에 따른 인장강도 분석은 매염제의 차이에도 불구하고 유사한 경향을 나타내고 있다. 탈색모의 인장강도를 기준으로 할 때, 무매염-염색모발의 인장강도는 약 81% 정도를 유지한 반면, 매염-염색모발 중 Fe 매염의 인장강도는 90% 정도 유지하고 있는데 이는 매염제 중에서 가장 높은 수준이다. <Fig. 12-a>에 일광조사시간에 따른 인장강도 보유율의 변화를 나타내었다. 일광조사시간이 길어짐에 따라 매염 유무에 관계없이 인장강도는 계속 저하하였으며 40시간 조사 후 강도 보유율은 매염처리 없이 염색한 모발은 약 31%, Fe 매염 후 염색한 모발은 약 18% 정도 감소하였다. 20~30%의 감소를 보인 다른 매염제에 비해 Fe 매염제가 가장 높은 인장강도 보유율을 보였다.

<Fig. 12-b>는 세정횟수에 따른 인장강도 보유율을 나타내고 있다. 여기에서는 III-4절에서 고찰한 내용인 매염처리에 의해 세정견뢰도가 약간 증가한 Cu, Fe, Sn의 결과를 선택하고 매염처리를 하지 않는 시료와 비슷한 경향을 보인 Al, Cr의 경우는 제외하였다. 매염을 하지 않고 염색만을 한 모발은 10회 세정 후 인장강도 보유율이 약 21% 정도 감소하였다. 반면, Cu와 Fe 매염 후 염색한 모발은 5회 세정까지 감소하다가 이후에는 일정한 수준을 유지하여 10회 세정 시 각각 13%, 13%의 보유율 감소를 보였다. 한편, Sn 매염 후 염색한 모발은 10회 세정 후 약 4%의 보유율 감소를 나타내어 가장 우수하였다. 인장강도의 감소는 SEM 사진의 -S-S- 결합이 분해되어 나타난 표면 변화인 패인 현상과 상관성이 있는 것으로 사료된다. 매염은 염착성과 인장강도 보유율을 다소 증가

시키지만 견뢰도, 색상 등 결과를 종합적으로 고려할 때 홍화 황색소를 이용한 모발염색에서 매염처리는 안전성을 담보할 만큼 가치가 있다고 보기 어렵다.

#### IV. 결 론

홍화 황색소의 천연염모제로서 유효성을 조사하기 위해 모발에 대한 염색특성, 매염에 따른 염착량, 색상 및 견뢰도를 평가하였다. 또한 일광조사와 세정에 따른 모발손상을 확인하기 위해 모발표면 관찰 및 인장강도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. UV-Vis 분광 분석에 의하면 홍화 황색소의 최대 흡수파장은 405nm이었다. 홍화 황색소는 모발에 대해 높은 염착성과 함께 Langmuir 등온흡착곡선을 나타내었다. 이는 홍화 황색소와 모발이 이온 결합에 의한 염착을 의미한다.
2. pH 3.5에서 최대염착량을 보였으며 pH가 증가함에 따라 염착은 감소하였다. 모발손상을 고려하여 색소농도 100%(o.w.h.), 40°C, 20분, 그리고 pH 5를 최적 염색조건으로 설정하였다.
3. 선매염 방법에 의해 염착이 약간 증가하였고 색상은 모두 Y 계열이었다. 매염제의 견뢰도 증진효과는 크지 않았으며 일광견뢰도는 Cu, Fe 선매염에 의해, 세정견뢰도는 Cu, Fe, Sn 매염처리에 의해 약간 증가하였다.
4. 일광조사와 세정에 의해 모발의 표면에 큐티클이 없어지거나 패인 현상이 관찰되었으며, 매염한 경우에 인장강도 보유율의 감소의 폭이 적었다.
5. 홍화 황색소는 매염처리를 하지 않는 조건에서

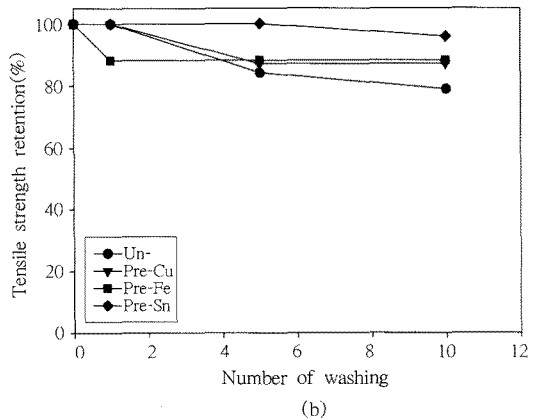
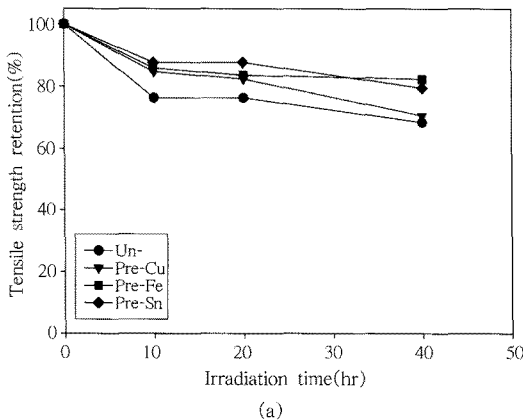


Fig. 12. Effect of (a) irradiation time and (b) washing on tensile strength retention.

Y 계열 색상의 준연구적 천연염모제로서의 응용가능성을 확인하였다.

## 참고문헌

- 강명화, 정혜경, 강철환, 유용환, 심강보, 이제봉, 송은승. (2001). 참기름, 옥수수유, 홍화유의 산화 안정성 비교. *한국국제농업개발학회지*, 13(2), 115-120.
- 고경신, 배우식. (1984). 古代 紅花(*Carthamus tinctorius* L.) 染色의 실험적 고찰. *한국의류학회지*, 8(3), 189-195.
- 곽형심, 권대순, 김문주, 김순희, 김태운, 봉재환, 유유정, 이근광, 정지영, 최근희. (2005). *모발과학* 서울: 수문사.
- 김기현, 김명녀. (1992). 홍화의 후라보노이드 성분. *약학회지*, 36(6), 556-562.
- 김준범, 조만호, 한태룡, 백영숙. (1996). 홍화적색소 Carthamin의 효과적인 분리 및 화학 구조 분석. *한국농화학회지*, 39(6), 501-505.
- 남성우, 정인모, 김인희. (1995). 천연염료에 의한 면섬유 염색 (I) -홍화-. *한국염색가공학회지*, 7(2), 47-54.
- 서명희, 신윤숙. (1997). 홍차색소의 견섬유에 대한 염색성. *한국의류학회지*, 22(5), 557-564.
- 손경희, 신윤숙, 류동일, 최희, 조아람. (2008). 홍화의 홍색소 추출 용제의 종류에 따른 색상 변화. *한국의류학회지*, 32(3), 486-493.
- 신세영. (2003). 일본의 화장(火葬)풍속의 정착과정 연구. 한성대학교 대학원 석사학위 논문.
- 신인수, 배순이, 홍경옥. (1994). 식물색소에 의한 염색 연구 I -홍화의 색소 추출 및 자외가시분광특성-. *대한가정학회지*, 32(1), 229-237.
- 윤주미, 한태룡, 윤혜현. (2001). 홍화 Carthamin의 식품색소로서의 안정성. *한국식품과학회지*, 33(6), 664-668.
- 이주영. (2000). 모발의 종류에 따른 재염색과 재탈색에 관한 연구. *한국인체예술학회지*, 1(2), 3-10.
- 정복희. (2003). *연지화장 연구 - 중국과 한국을 중심으로*. 충남대학교 대학원 박사학위 논문.
- 조진아, 오은하, 설동근, 이은일. (2002). 일부 자원 여성에서 모발 염색 후 림프구의 DNA 손상과 관련 요인. *예방의학회지*, 35(4), 275-281.
- 홍성현, 박승환, 마상동, 백영숙, 한태룡, 정인식. (1997). 천연 식용 색소 생산 공정의 최적화: I. 잇꽃(*Carthamus tinctorius* L.)으로부터 Carthamin의 추출. *산업식품공학*, 1(2), 98-102.
- 홍수경, 김주덕. (2006). Styling을 위한 Hair Treatment의 중요성에 관한 연구. *한복문화학회지*, 9(3), 29-42.
- Andrew, A. S., Schned, A. R., Heaney, J. A., & Karagas M. R. (2004). Bladder cancer risk and personal hair dye use. *Int. J. Cancer*, 109(4), 581-586.
- Deo, H. T. & Desai, B. K. (1999). Dyeing of cotton and jute with tea as a natural dye. *J. of Soc. Dyers and Colourists*, 115(7), 224-227.
- Giles, C. H. & Makay, R. B. (1963). The lightfastness of dyes: a review. *Textile Research J.*, 33(7), 528-527.
- Green, A., Willett, W. C., Colditz, G. A., Stampfer, M. J., Bain, C., Rosner, B., Hennekens, C. H., & Speizer, F. E. (1987). Use of permanent hair dyes and risk of breast cancer. *J. Natl. Cancer Inst.*, 79(2), 253-257.
- Murata, M., Nishimura, T., Chen, F., & Kawanishi, S. (2006). Oxidative DNA damage induced by hair dye components ortho-phenylenediamines and the enhancement by superoxide dismutase. *Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 607, 184-191.
- Rauscher, G. H., Shore, D., & Sandler, D. P. (2004). Hair dye use and risk of adult acute leukemia. *Am. J. Epidemiol.*, 160(1), 19-25.
- Saito, K., & Mori, T. (1994). Colour stability of carthamin under alkaline conditions. *Food chemistry*, 51, 105-107.
- Sato, S., Kusakari, T., Suda, T., Kasai, T., Kumazawa, T., Onodera, J.-I., & Obara, H. (2005). Efficient synthesis of analogs of safflower yellow B, carthamin, and its precursor: two yellow and one red dimeric pigments in safflower petals. *Tetrahedron*, 61, 9630-9636.