한국염색가공학회지 제22권 제1호 2010년
〈연구논문〉

Textile Coloration and Finishing
Vol. 22, No. 1, 2010

감초추출물에 의한 면직물의 염색

이영숙† · 장정대

부산대학교 의류학과

Dyeing of Cotton fabrics by *Glycyrrhizae Radix* Extract

Young-Sook Lee and Jeong-Dae Jang

Dept. of Clothing & Textiles, Pusan National University, Busan, Korea

(Received: February 18, 2010/Revised: March 9, 2010/Accepted: March 13, 2010)

Abstract— The purpose of this research was to investigate the color characteristic and the dyeing properties of Glycyrrhizae Radix extract on cotton fabrics. The highest absorbance of *Glycyrrhizae Radix* extract was obtained in 75 v/v% of ethyl alcohol in water. Pre-mordanted cotton fabrics dyed at 30℃ and pH 3 for 80 minutes showed the highest K/S value. According to the dyeing conditions, the colors of the fabrics varied from yellow(Y) and yellowish red(YR) to greenish yellow(GY). The color fastness of the fabrics in dry-cleaning and water was 4~5 rating. The deodorization capacity and UV-cut effect of the dyed fabrics were higher than those of undyed ones.

Keywords: *Glycyrrhizae Radix, absorbance, K/S value, deodorization, UV-cut effect*

1. 서 론

감초는 쌍떡잎식물 장미목 콩과에 속하는 다년생 식물로 주로 뿌리가 이용되며 홍갈색 또는 암갈색이고 맛은 달고 독이 없으며 따뜻한 성질을 가진다.

예로부터 감초는 한약재처방에 빠지지 않는 중요한 약재로서 비위(脾胃)의 부족함을 도우며 심화(心火)를 쏟아내고 급박증상(急迫症狀)을 완만(緩慢)하게 하여 모든 약과 조화를 이룬다. 약리적 작용으로는 항궤양작용, 항근육성작용, 진해작용, 면역억제효과 등이 있는 것으로 보고되어 있다. 현재는 식품 첨가물로서 지정고시되어 있어 장류, 건강기능식품, 과자류, 음료수, 주류 등 다양한 식품제조에 사용[1]되고 있다.

감초의 주성분은 Glycyrrhizin, Saponin, Flavonoid류, 다당류로서 Liqcoumarin, Glucose, Sucrose, Mannitol, Asparagine 등이 분리 보고되고 있으며 기타 약간의 고미질(苦味質), 수지, 섬유 등이 함유되어 있다[2,3].

감초의 성분 중에서 Flavonoid는 Flavanone 배당체인 Liquiritin ($C_{21}H_{22}O_9$), Chalcone 배당체인 Isoliquiritin($C_{21}H_{24}O_9$)과 비 당질 배당체인 Isoliquiritigenin이 포함되어 있다.

감초 껍질은 암갈색～적갈색이고 껍질 벗긴 감초의 바깥 면은 엷은 황색으로서 황색물질은 Flavanone인 Chalcone물질이고, Chalcone은 Flavanone의 이성체이며 Flavanone은 발색단이 없고 무색이지만 Chalcone류는 발색이 되며[4], benzacetophenone의 hydroxy체인 황색～적색의 색소로서 천연에서는 별로 발견되지 않으며 주로 꽃잎에 존재한다.

본 연구에서는 여러 가지 약리적 효능이 함유된 감초추출물로 면직물에 염색하고 염색한 직물의 K/S 값, 견뢰도, 소취성, 자외선 차단성 등을 살펴보았다.

2. 실 험

2.1 시약 및 재료

Ethanol(99.9%, Junsei Chemical Co., Japan), 감초(화림제약), 매염제로는 $AlK(SO_4)_2{\cdot}H_2O$, $CuSO_4{\cdot}5H_2O$, $FeSO_4{\cdot}7H_2O$를 사용하였으며 Ethanol (99.9%, Junsei Chemical Co., Japan), Ammonia water 28% (Yakuri pure chemical Co, Ltd, Japan), pH

†Corresponding author. Tel.: +82-51-510-3498; Fax.: +82-51-583-5975; e-mail: lysj37@hanmail.net

조정용으로는 Acetic acid(Junsei Chemical Co.), Sodium hydroxide (Junsei Chemical Co.)를 사용하였다.

시료는 한국의류시험검사소에서 제작한 KS K 0905 규정의 표준 백포를 사용하였으며 특성은 Table 1과 같다.

2.2 자외·가시부 흡수 스펙트럼 측정

증류수, 50%(v/v %) 에탄올, 75%(v/v %) 에탄올 및 100% 에탄올에 각각 감초 분말 10 g을 1시간 동안 250 mL 용량의 round flask에 넣어 heating mantle에서 추출한 후 200 mesh 거름용 천으로 두 번 거르고 glass filter(Pyrex 17G-3)로 두 번 여과시켜 2시간 정치한 후에 감초추출액 2 μL에 감초 추출용매 300 μL로 희석하여 자외 · 가시부 분광 광도계(UV-vis 2101 Scanning spectrophotometer, Shimadzu, Japan)로 흡광도를 측정하였다.

2.3 색소추출 및 농축액 제조

감초 1 kg에 75% 에탄올 3 L를 3회로 나누어 환류 냉각관을 부착시킨 플라스크에 넣고, 85℃에서 1회에 1시간씩 3회 반복 추출한 후 200 mesh 거름 천으로 2번 거른 다음 glass filter로 2번 반복 여과시킨 후, rotary vacuum evaporator (EYELA, A-3S)로 에탄올을 증발시켜서 감초농축액 400 g을 제조하였다.

2.4 염색조건의 변화

농축액 30 g/L로 욕비 1 : 100 으로 하여 온도, 염색시간을 조정하여 pH 3, 5, 7 및 9로 변화시켜 K/S 값을 측정하였다.

2.5 매염

매염처리는 5%(o.w.f.)로 $AlK(SO_4)_2{\cdot}H_2O$, $CuSO_4{\cdot}5H_2O$, $FeSO_4{\cdot}7H_2O$ 매염제를 이용하여 선매염(매염→ 수세→ 건조→ 염색→ 수세→ 건조; Pre라 약칭), 동시매염(염색, 매염→ 수세→ 건조; Sim이라 약칭), 후매염(염색→ 수세→ 건조→ 매염→ 수세→ 건조; Post라 약칭)하였다. 매염처리 조건은 염색방법과 동일하게 하였다.

2.6 K/S 값 및 색차 측정

선행연구[4]에서 IR spectrum이 Chalcone류의 황색소 커브를 보이고 예비 실험에서 감초 염색 직물이 400nm에서 최대 흡수 파장을 나타내었으며, Chalcone류인 홍화의 황색 색소에 관한 연구[5]에서도 1-5회 반복 물추출하여 25℃, 50℃, 끓인 염액 모두 흡수극대 파장이 근자외부인 400nm부근의 파장영역을 나타내었으므로 염색된 시료를 KS A 0066에 의거하여 분광광도계(Spectrophotometer CM508i, Minolta, Co., Japan)로 λ_{max} 400 nm에서 분광반사율을 측정하였으며 D_{65}, 관측시야 10° 조건에서 측정하였다.

겉보기 염착량은 Kubelka-Munk 식을 이용하여 구하였다.

$$K/S = (1-R)^2/2R$$

K : coefficient of absorption
S : coefficient of scattering
R : reflected light at wavelength

또한 Munsell의 색의 3속성 값 H, V, C를 구하여 직물의 표면색을 살펴보았고, 명도지수는 L^*, 색좌표 지수는 a^*와 b^*, 색상은 H(Hue), 명도는 V(Value), 채도는 C(Chroma)로 표시하였다.

L^*, a^*, b^*값을 측정하여 이들 값으로부터 ΔE^*_{ab} 값을 구하였다.

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2+(\Delta a^*)^2+(\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

2.7 염색 견뢰도 측정

세탁견뢰도는 KS K 0430 A-1법에 의거하여 세탁시험기(Launder- o-Meter, Type D-8 Uenoyama

Table 1. Characteristics of fabrics

Fabric	Weave	Yarn counts (warp x weft)	Fabric count (per 5cm)		Weight (g/m^2)	Thickness (mm)
			warp	weft		
Cotton100%	Plain	36s x 36s	141	135	100	0.20

kiko Co., Ltd, Japan)에서 40±2℃에서 30분 세탁 후 평가하였다. 드라이클리닝견뢰도는 KS K 0644에 의거하여 4×10 cm 시료를 세탁시험기에서 30±2℃에서 30분간 처리한 후 측정하였다.

물견뢰도는 KS K 0645에 의거하여 시험관에서 25±2℃ 증류수로 욕비 6 : 1로 항온조에서 1시간 처리 후 60℃에서 건조한 후 평가하였다.

일광견뢰도는 KS K 0218에 의거하여 일광견뢰도 시험기(Fade-o-Meter, HS-213, Han Won Testing Machine Co. Korea)를 사용하여 6.5×7.5 cm 시료를 크세논 아크광으로 20시간 동안 광조사하였다.

땀견뢰도는 KS K 0715에 의거하여 6.4×6.4 cm 시료를 Perspiration Meter(DAIEI KAGAKU SEIKI MFG Co., Ltd, Japan)에 의해 산성 땀과 알칼리성 땀으로 나누어 4.54 kg 하중에서 38±1℃의 건조기에서 6시간 방치 후 평가하였다.

2.8 소취성 측정

2 L 삼각 플라스크 내에 Ammonia water 28%를 1 stroke한 후 직독식 가스 채취기(Chromogenic gas detector tubes gastec, Japan)와 가스 검지관으로 100 mL를 흡입하도록 조정한 후 30분~120분까지 30분 간격으로 4회 소취율을 측정하였다.

$$\text{Dedorization}(\%) = [(A-B)/A] \times 100$$

A: gas concentration of blank
B: gas concentration under specimen existence

2.9 자외선 차단성 측정

KS K 0850에 준하여 적분구가 달린 자외·가시부 분광광도계(UV-vis 2101 Scanning spectrophotometer, Shimadzu, Japan)를 이용하여 파장범위 280~400nm에서 파장간격 5nm, Auto방식으로 측정하였다.

자외선 차단율은 다음 식에 의거하여 구했다.

자외선 차단율(%) = 100 - 자외선 투과율(%)

자외선 A 투과율 = $(T_{315}+T_{320}+\cdots+T_{395}+T_{400}) / 18$

자외선 B 투과율 = $(T_{280}+T_{285}+\cdots+T_{310}+T_{315}) / 8$

여기에서 T_λ : 파장 λ에서의 분광 투과율

3. 결과 및 고찰

3.1 감초 추출액의 자외·가시부 흡수 스펙트럼

증류수, 100%, 75%, 50% 에탄올 300 μL에 각 용매로 추출한 감초추출액 2 μL를 넣어 자외·가시부 분광광도계에 의한 흡광도를 측정한 결과, Fig. 1과 Table 2에서 증류수 추출은 314nm에서 0.51, 266nm에서 1.04이고 50% 에탄올 추출은 318nm에서 0.82이며 75% 에탄올 추출은 319nm에서 1.31, 100% 에탄올 추출은 277nm에서 0.74의 최대 흡광도를 나타내었다. 75% 에탄올로 추출한 감초 추출액에서 색소농도가 가장 진하게 추출되었고 또한 높은 흡광도를 나타내었으며, 이는 신[6] 등의 감초 성분 추출에 관한 연구에서와 같은 결과를 나타내었다. 따라서 본 실험에 사용되는 감초 추출액으로 75% 에탄올 추출액을 이용하였다.

3.2 염색온도 변화에 따른 면직물의 K/S 값

감초 농축액 30 g/L, 염색시간 60분을 기준으로 온도를 20~90℃까지 10℃씩 증가시켜서 염착량을 측정한 결과, Fig. 2와 같이 온도를 증가

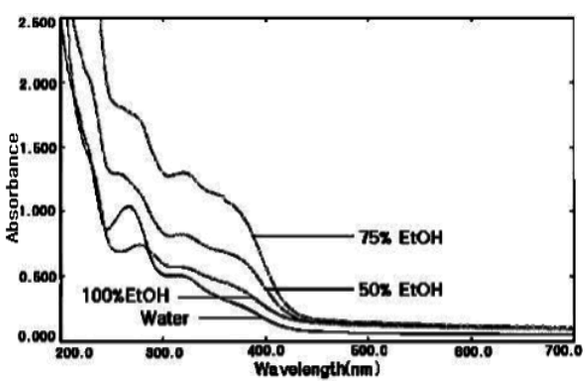

Fig. 1. UV-vis spectra of Glycyrrhizae Radix extracts from different solvents.

Table 2. λ_{max}(nm) and absorbance of Glycyrrhizae Radix extracts from different solvents

Solvent	λ_{max} (nm)	Absorbance
Water	266	1.04
	314	0.51
50% Ethanol	318	0.82
75% Ethanol	319	1.31
100% Ethanol	277	0.74

시켜도 염착량에는 변화가 거의 없으며 60℃이후에서는 붉은 기미의 색으로 변하는 경향이 있으므로 염색온도는 30℃로 정하였다. 이는, 면직물에는 천연염료 중에서 염기성염료에 속하는 황벽나무나 직접염료에 속하는 치자, 울금, 샤프란 등은 직접성이 있어 염착성이 좋은 염료이나 대부분의 천연염료는 염착성이 아주 낮으며, 봉숭아 추출액에 대한 면직물 염색은 상온에서 염색이 잘되며 60℃로 온도를 높여도 염색성이 크게 향상되지 않거나 오히려 더 낮게 나타난 연구[7,8]와 같은 결과를 나타내었다.

3.3 염색시간에 따른 면직물의 K/S 값

염재량을 40~60 g/L까지 증가시켜서 10~100분간 염색하여 염착량을 비교한 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

염색시간이 경과하면 염착량은 증가하며 80분 이후는 K/S값의 변화가 적게 나타났으므로 염색시간은 80분으로 정하였다.

3.4 금속매염제에 의한 면직물의 염색성

감초 농축액 30 g/L, 염색온도 30℃, 염색시간 80분 조건에서 pH 3~pH 9 염액으로 선매염, 동시매염, 후매염하여 Table 3~4, Fig. 4에 나타내었다. pH 3, pH 5 및 pH 7 염액에서는 GY, Y계열의 색상으로 발색되고, pH 9 염액의 무매염과 선매염에서 a^*값이 붉은기미를 나타내는 양의 방향으로 이동하였으며 색상 또한 9.8YR~4.6YR로서 Chalcone류가 알칼리에서 등적색이나 홍자색이 되어[9] YR계열을 띠는 것으로 나타났다.

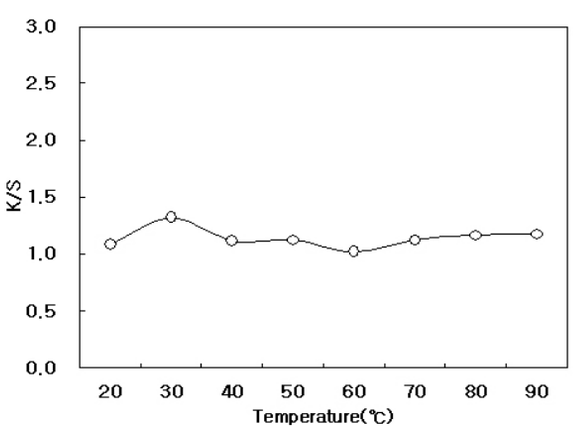

Fig. 2. The effect of dyeing temperatures on the K/S of the cotton fabrics dyed with 30 g/L of Glycyrrhizae Radix extract for 60 min.

Fig. 4에서 무매염 직물의 염착량은 pH 3 염액에서 1.63, pH 5 염액에서 1.62, pH 7 염액에서 1.62, pH 9 염액에서 1.33을 나타내었고, 매염방법에 있어서는 선매염의 효과가 좋으며 후매염방법의 염착량이 적은 것으로 나타났다. 후매염에서 염착량이 저하하는 것은 면직물과 색소의 결합력이 약해 색소가 탈락되는 것으로 생각된다. 이는 김[10]의 면직물에 대한 연구 결과와 유사한 양상으로써 미 염착 상태로 흡착되어 있던 염료들이 후매염 과정에서 탈락되기 때문에 무매염보다 오히려 낮은 염착량을 나타내었다. 따라서 염착량 증진을 위하여 면직물 가공 과정이 필요할 것으로 사료된다.

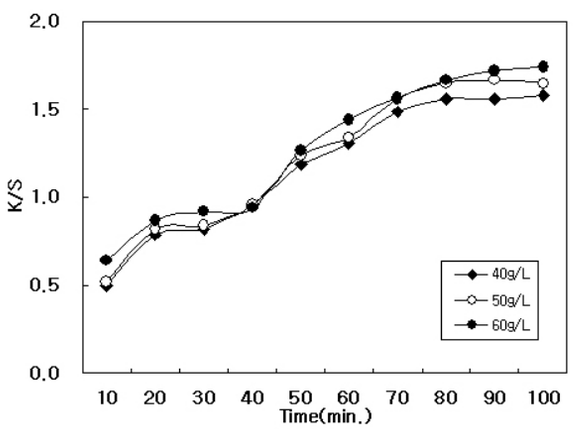

Fig. 3. The effect of dyeing concentrations of Glycyrrhizae Radix extract on the K/S of the cotton fabrics dyed at 30℃ for different times.

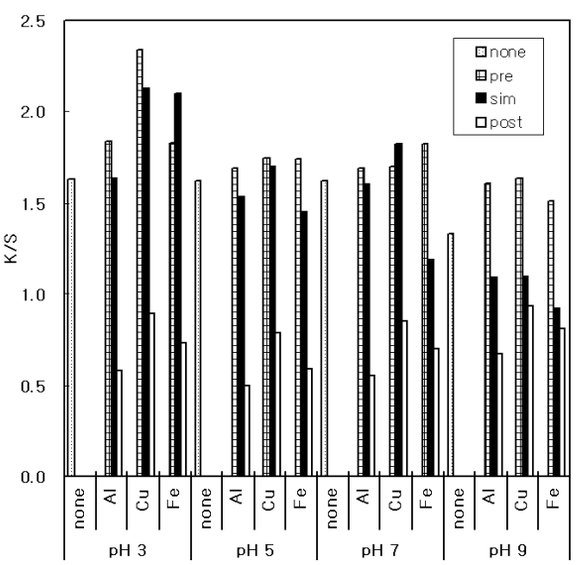

Fig. 4. Effects of dyeing pH and mordants on K/S of cotton fabrics dyed with 30 g/L of Glycyrrhizae Radix extract at 30℃ for 80 min.

Table 3. Color variations of dyed cotton fabrics as dyeing pH and mordants

Mordanting method		None			Pre			Meta			Post		
		H	V	C	H	V	C	H	V	C	H	V	C
pH 3	None	2.1GY	7.9	1.3									
	Al				9.0Y	7.9	1.7	2.2GY	7.9	1.7	10.0Y	7.9	1.0
	Cu				2.1GY	7.9	1.4	1.0GY	7.9	1.6	6.3Y	7.6	2.2
	Fe				0.4GY	7.8	1.5	10.0Y	7.8	1.2	6.5Y	7.5	1.1
pH 5	None	2.8GY	7.9	1.3									
	Al				2.6GY	7.9	1.3	3.0GY	8.0	1.3	1.3GY	8.0	0.9
	Cu				1.3GY	7.9	1.7	2.5GY	7.9	1.4	7.0Y	7.7	2.0
	Fe				1.1GY	7.8	1.4	0.2GY	7.8	1.1	7.6Y	7.7.	0.9
pH 7	None	2.0GY	8.0	1.3									
	Al				1.7GY	7.9	1.5	2.7GY	7.9	1.4	0.5GY	7.9	1.0
	Cu				0.9GY	7.9	1.5	7.0Y	7.7	1.2	6.9Y	7.6	2.1
	Fe				9.4Y	7.7	1.4	0.6GY	7.8	1.0	6.9Y	7.6	1.0
pH 9	None	7.6YR	7.3	2.5									
	Al				9.8YR	7.4	2.4	8.9Y	7.9	1.4	6.2Y	7.8	1.3
	Cu				4.6YR	6.9	3.3	7.5Y	7.8	1.6	4.0Y	7.5	2.3
	Fe				8.5YR	7.1	2.3	5.4Y	7.6	1.3	4.9Y	7.5	1.3

Table 4. Changes in L^*, a^*, b^* and ΔE^*_{ab} for cotton fabrics with dyeing pH and mordants

Mordanting method		Pre				Meta				Post			
		L^*	a^*	b^*	ΔE^*_{ab}	L^*	a^*	b^*	ΔE^*_{ab}	L^*	a^*	b^*	ΔE^*_{ab}
pH 3	None	80.66	-3.58	11.33									
	Al	79.94	-2.82	14.15	3.01	80.56	-3.85	12.14	0.86	79.96	-2.04	8.96	2.91
	Cu	80.35	-3.83	12.16	0.92	79.69	-3.65	13.57	2.44	77.17	-1.21	17.08	7.13
	Fe	79.31	-3.2	12.65	1.93	78.86	-2.62	10.76	2.12	76.3	-0.92	9.28	5.50
pH 5	None	80.36	-3.78	11.01									
	Al	80.24	-3.67	10.9	0.20	80.81	-3.84	10.87	0.48	80.91	-2.15	7.86	3.59
	Cu	79.99	-3.87	13.91	2.92	80.61	-3.93	11.92	0.96	77.92	-1.57	15.53	5.59
	Fe	79.79	-3.27	11.62	0.98	79.65	-2.56	10.1	1.68	78.44	-1.21	7.93	4.45
pH 7	None	81.08	-3.59	11.6									
	Al	80.01	-3.74	12.55	1.44	80.55	-3.91	11.68	0.62	80.47	-2.11	8.54	3.45
	Cu	80.03	-3.36	12.5	1.40	78.1	-1.89	17.86	7.14	77.13	-1.52	16.39	6.54
	Fe	78.6	-2.7	12.34	2.74	78.87	-2.42	9.01	3.60	77.24	-1.05	8.66	5.46
pH 9	None	74.21	6.1	13.98									
	Al	75.04	4.11	15.56	2.67	80.01	-2.34	12.14	10.4	78.77	-0.93	10.96	8.91
	Cu	70.31	10.43	15.44	6.01	79.32	-1.9	13.57	9.50	76.19	0.46	17.04	6.72
	Fe	72.29	5.11	13.64	2.19	77.5	-0.67	10.19	8.43	75.71	-0.33	10.11	7.65

Table 5. Changes in color fastness of dyed cotton fabrics with mordants

Method		Wash	Dry cleaning	Water	Light	Perspiration	
						Acid	Alkaline
None		2	5	4-5	2	2	1-2
Pre	Al	2	5	4-5	1-2	2-3	1-2
	Cu	2	5	4-5	1	2-3	1
	Fe	3	5	5	1-2	2-3	1-2
Meta	Al	2	5	4-5	1-2	2	1-2
	Cu	1-2	4-5	4-5	1	2	1
	Fe	2	5	5	1-2	2-3	2
Post	Al	2	5	5	3	3-4	2-3
	Cu	3	4	4-5	1	1-2	2
	Fe	3	5	5	3	2-3	2

3.5 염색 견뢰도

Table 5는 pH 3 염욕에서 드라이클리닝견뢰도, 물견뢰도는 4-5급 이상으로 견뢰성이 좋으나 알칼리성 땀견뢰도, 세탁견뢰도 및 일광견뢰도에 대하여는 2급 이하로서 견뢰성이 낮은 것을 알 수 있다.

매염방법에서는 후매염 방법이 견뢰도가 높게 나타났는데 이는 Fig. 4에서 파악한 바와 같이 후매염의 경우 매염과정에서 면직물과의 결합력이 약한 염료가 탈락되어 무매염이나 선매염에 비해 염착량이 낮아 견뢰도 실험 전후의 변퇴색 차가 적어 다른 매염방법에 비해 견뢰도 등급이 높게 나타난 것으로 생각된다.

3.6 소취성

Fig. 5에서는 pH 3 염액에서 염색한 직물과 표준 백포에 대한 소취율로서 120분 후 무매염 염색 직물(none)이 가장 높은 79%를 나타내었고, 매염한 직물에서는 67%~76%를 나타내었다. 따라서 염색한 직물이 표준백포(Raw) 57%보다 소취율이 높아진 것은 면직물은 다공성이므로 직물 자체로도 소취성을 가지고 있으나, 식물에서 추출된 Flavonoid 물질이 소취제로 이용되므로[11], 감초염액에 함유된 Flavonoid성분이 면직물에 염착되어 소취효과가 향상 된 것을 알 수 있다.

3.7 자외선 차단성

Fig. 6에서는, pH 3 염액에서 염색한 직물과 표준 백포에 대한 자외선 차단율은 UV-A는 표준 백포(Raw)가 24.12%이고 무매염 직물(none)은 63.15%이며 매염 직물은 64.85%~69.71%이다.

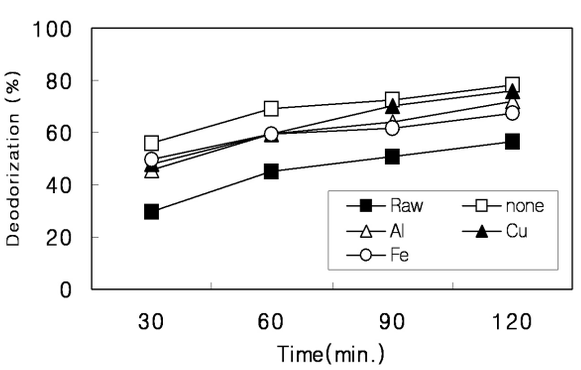

Fig. 5. Deodorization capacity of cotton fabrics dyed under pH 3.

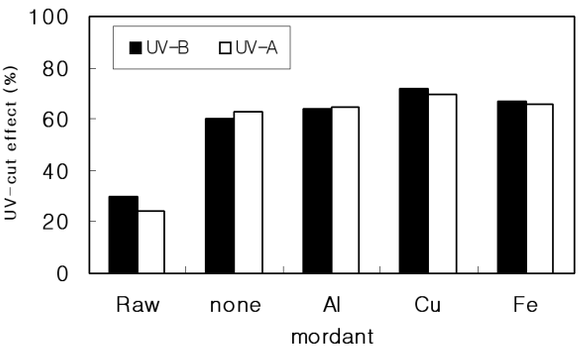

Fig. 6. UV shielding effect of cotton fabrics dyed under pH 3.

UV-B는 표준 백포(Raw)는 29.66%이고 무매염 직물(none)은 60.15%이고 매염 직물에서는 64.07%~71.82%의 자외선 차단율을 나타내어서 표준 백포보다는 염색한 직물에서 자외선 차단성이 좋은 것으로 나타났으며, 이는 감초가 UV-A, UV-B 영역에서 큰 흡수를 보인 고[12]의 연구와 같은 결과를 나타내었다.

4. 결 론

예로부터 한약재처방에 빠지지 않는 중요한 약재로서, 다양한 식품제조에 사용되고 있는 감초를 면직물에 염색하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 감초 용액의 자외·가시부 스펙트럼에서 최대 흡수파장에 대한 흡광도는 증류수, 에탄올 50%, 75% 및 100%에서 측정한 결과, 75% 에탄올에서 319nm, 1.31로서 가장 큰 흡광도를 보였다.
2. 면직물 염색성은 염욕온도 30℃, 염색시간 80분 조건에서 K/S값이 가장 높고, pH 변화에 의한 염색 직물의 색상은 YR, Y, GY계열의 색이며 pH 3 염액에서 염착량이 가장 큰 것으로 나타났다.
3. 감초 추출액으로 염색한 면직물이 표준백포에 비하여 소취성과 자외선 차단성이 좋은 결과를 보였다.

참고문헌

1. T. S. Lee, Y. M. Jang, K. H. Hong, S. K. Park,d Y. K. Kwon, J. S. Park, S. K. Park, S. Y. Jang, B. S. Kim, H. S. Hwang, Y. J.

Han, E. J. Kim, H.J. Won, and M. C. Kim, Studies on the Determination Method of Natural Sweeteners in Foods-*Licorice* Extract and Erythritol, *J. Food Hyg. Safety*, **20**(4), 258-266(2005).
2. N. J. Kim and N. D. Hong, Studies on the Processing of Crude Drug(V), *Korean J. Harmacogn,* **27**(3), 196-206(1996).
3. M. S. Kim, J. S. Oh, and S. A. Hong, Antimuscarine-like Action Licorice Alkaloidal Fraction on Intestinal Smooth Muscle, *Korean J. Pharmacology*, **5**, 121-127(1969).
4. Y. S. Lee and J. D. Jang, The Dyeing Properties of *Glycyrrhizae Radix* Extract, *Textile Coloration and Finishing (J. Korean Soc. Dyers & Finishers)*, **16**, 34-39(2004).
5. Reiko Mori, The Extraction of the Safflower (Benibana) Yellow Dye and its Dyeing Affinity to Silk Cloth, *J. Home Econ. Jpn.*, **26**(8), 598-601(1975).
6. D. H. Shin, J. S. Han and M. S. Kim, Antimicrobial Effect of Ethanol Extracts of *Sinomenium acutum*(thumb) Rehd. et Wils and Glcyrrhiziae glabra L. var. Glandulifera Regel at Zucc on *Listeria monocytogenes*, *Korean J. Food Sci. Technol*, **26**, 627-632(1994).
7. Y. S. Shin and H. Choi, Analysis of Characteristics and Dyeing Properties of Gromwell Colorants(part III), *J. Korean Soc. Clothing and Textiles*, **26**, 422-430(2002).
8. J. H. Kim and H. J. Yoo, Dyeability and Antibacterial Activity of the Fabrics Using Balsamine Extracts, *Textile Coloration and Finishing(J. Korean Soc. Dyers & Finishers)*, **15**, 15-22(2003).
9. Kozo Hayashi, "Plant Pigments", Yokendo, p.180, 1980.
10. H. I. Kim, "Improvement of Color Depth and Wash Fastness of Fibers Dyed with Amur Cork Tree Extract", Pusan Nation University, 2002.
11. H. J. Oh, The Dyeability Antibacterial Activity and Deordorization of Gardenia, *J. Korea Home Economics Association*, **40**(11), 131-140(2002).
12. J. A. Koh, "Studies on the Whitening Effects of Sime Natural Products in Human Skin", Seoul National University of Technology, 2002.