Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers
Vol. 16, No. 5, pp.8~18(2004. 10)

〈硏究論文(學術)〉

홍화와 황벽의 혼합염색 견직물의 광퇴색

정선영 · [1]장정대

부산대학교 의류학과
(2004. 8. 6. 접수/2004. 10. 8. 채택)

Light Fastness of Silk Fabric dyed with Safflower and Amur Cork Tree extract for Combination dyeing

Sun-young Jung and [1]Jeong-dae Jang

Dept. of Textile & Clothing, Pusan National University, Busan, Korea
(Received August 6, 2004/Accepted October 8, 2004)

Abstract—In order to study on the color change of silk dyed with natural colorant due to light fading, and find out the effect of combination dyeing, colorant extracts of safflower red, safflower yellow and amur cork tree were used, either singly or in combination. In combination dyeing, safflower yellow or amur cork tree dyeing process was added on the top of the silk fabric was dyed with safflower red. Color change and light fastness were investigated by L^*, a^*, b^*, H, V/C, and Color difference. Brightness of silk fabric dyed with safflower red and safflower yellow increased gradually with increasing the radiation time of UV light, but amur cork tree was decreased and turned to dull. Color difference of dyed with Amur cork tree showed higher than the others. Combination dyeing of safflower red and amur cork tree provided better light fastness than the one of safflower red and safflower yellow.

Keywords : *Light fastness, Safflower red , Safflower yellow, Amur cork tree, Radiation time, Combination dyeing*

1. 서 론

사용의 간편함과 화려하고 다양한 색상 및 관리의 용이성으로 인해서 합성염료가 널리 사용되어 왔지만, 염료의 염색 공정이 친환경적이지 못한데다가 더욱이 최근의 전 세계적인 트렌드인 Well-being의 열풍으로 고급화와 기능성 및 인체에 무해함이 기대되는 천연염료에 관한 연구가 확대되고 있다. 천연염료에 의한 염색은 그 방법이 환경친화적이며 은은하고 고급스러운 칼러와 약재로서의 기능도 기대되므로 고부가가치 영역으로 인정되는 반면에 다양한 색상의 표준화 및 공정시의 정량화에 한계가 있으므로 상업화시키기엔 아직도 많은 어려움이 따른다. 특히 홍화와 황벽을 비롯한 대부분의 천연염재를 이용한 염색물은 착용이나 사용시 상당히 까다로운 관리를 요하므로 천연염색에 관한 여러 분야의 연구와 더불어 염색견뢰도에 관한 연구가 시급하다고 생각된다.

홍화(학명:*Carthamus tinctorius Linne*)는 국화과의 월년초로 6-7월에 황색의 꽃을 피워 점차 홍색이 가미된 황홍색의 꽃색으로 변색된다. 이집트 원산으로 각지에 재배되며 응달에서 말린 꽃은 약용과 염료로 쓰인다. 꽃잎에는 수용성인 황색소(safflower yellow, $C_{24}H_{30}O_{15}$)와 불용성 홍색소(carthamin, $C_{21}H_{22}O_{11}$)의 두 종류가 함유되어 있는데 홍색소는 알카리성에서만 추출되며 열에 의해 색소가 파괴

[1]Corresponding author. Tel. : +82-51-510-2842 ; Fax. : +82-51-510-2842 ; e-mail : jdjang@pusan.ac.kr

되므로 40℃ 이하에서만 작업해야 한다. 염색방법적인 측면에서 홍화의 황색소가 셀룰로오스에 친화성이 없다는 점을 이용하여 홍색소를 일단 셀룰로오스에 염착시킨 후 재추출하여 얻은 염액으로 염색하여 분홍색으로 염색하는 방법이 있다[1,2]. 홍화는 꼭두서니와 함께 세계적으로 오랫동안 사용되어 온 적색계의 대표적 염료이다. 고대부터 조선조까지의 식물염료에 의한 적색계 염료로서 우리나라, 중국, 일본 등지에서 재배되고 진홍, 주홍, 분홍 등의 색을 염색하는 방법도 널리 알려져 있었다. 이러한 역사적, 전통적 견지에서 홍화는 일광 견뢰도가 낮은 문제점이 있지만[3-5], 오늘날 까지도 염료의 추출방법, 염색방법, 매염효과 등에 따른 색상 발색 및 견뢰성 문제를 극복하려는 노력을 꾸준히 해 오고 있다[6-10].

황벽(학명:*Phellodendron ammurense Pupr., Amur cork tree*)은 낙엽활엽교목으로 동북아시아가 산지로 예부터 일본, 한국, 중국 등에서 생약이나 천연색재로 많이 이용되어오고 있다. 황색계 염재인 황벽의 색소물질은 berberine 으로서, 단색성 천연색재 중 유일하게 염기성 염료이다. 추출액은 저온 및 산성 영역에서 안정하고, 상온에서도 pH 11 이하까지는 거의 안정한 염료이다. 산, 알칼리에 변화되지 않으므로 매염제 없이 추출액만으로 염색하는 것이 일반적이다. 또한 수용액 내에서 음이온성을 나타내는 대부분의 천연염료에 비해서 양쪽 이온성으로 분자내에 염기성 염료에 대한 염착좌석을 지닌 견이나 수산기를 지닌 면에는 비교적 염색이 용이하다고 알려져 있다[11,12]. 그러나 견뢰도가 약하기 때문에 실용성 향상을 위한 노력으로 염색시료의 색상농도는 낮으나 황산철이나 초산구리에 의한 선후매염으로 향상시킨 결과[13]와 초산크롬 선매염으로 2회 반복염색의 견뢰도 개선 가능성이 보고[14]되고 있고, 탄닌처리 조건을 변화시켜 황벽염색의 염착량 및 고착량의 변화를 조사함으로써 내견뢰성의 농색화 염색의 가능성을 검토한 보고가 있다[15-17].

한편, 천연염료의 한정적인 색상 표현을 극복하기 위한 방법으로 염색공정 중 적절한 매염제의 선정을 통한 색상 다양화를 시도하거나 사용할 수 있는 각종 천연염료의 혼합염색을 고려할 수 있다[18]. 혼합 염색방법 중 1욕법의 경우 원활한 색상을 얻기 위해서는 두 염재 간의 염착속도뿐만 아니라 두 염재 간의 상용성도 고려하여야 할 중요한 요인이다. 2욕법으로는 2욕 염색 공정을 도입하는 것으로 어느 한 쪽의 염료로 먼저 염색한 후 다른 쪽의 염료로 후 염색하는 방법이 있다. 이러한 방법으로 색상 다양성의 가능성을 검토한 연구로서 울금과 소목[19], 쑥과 치자[20], 쪽과 홍화[21], 치자와 소목[22,23] 등의 연구가 있다.

섬유상에 염착된 염료의 광퇴색에 관한 일반적 이론은 물리적인 측면과 화학적인 측면으로 고찰할 수 있다. 이 두 요인은 서로 깊은 관계를 가지고 있으며, 결국 두 요인 모두가 섬유에 흡착된 염료의 존재 양식과 관련을 가지고 있는 것이다. Giles[24]는 염료가 집합하기 쉬울수록, 섬유기질내의 염료농도가 증가함에 따라 일광견뢰도는 증가하며, 그 정도는 각 염료마다 약간씩 차이가 있다고 했고, 염료의 집합의 크기와 관계있다고 보고하였다. 혼합염색물은 단일염색물과는 다른 형태의 염료집합상태를 생각해 볼 수 있으므로 일광견뢰도에 대한 검토가 필요하다고 생각한다. 따라서 본 연구에서는 단색성 염료인 홍화와 황벽을 혼합하여 홍색과 황색의 혼합색을 얻고자 하였으며, 이 때 일광견뢰도가 좋지 않은 홍화[3]와 황벽[13,14]에서 홍화의 홍색, 홍화의 황색, 황벽의 황색의 단일 염색과 혼합염색물의 광퇴색 거동을 조사하여 혼합염색효과를 조사하였다.

2. 실 험

2.1 시료

홍화와 황벽은 색깔이 선명하고 건조상태가 좋은 홍화꽃잎(국산)과 황벽(국산)을 시중 건재상에서 구입하여 사용하였다. 시료직물은 시판용 견직물을1% 탄산나트륨을 용해한 욕비 1 : 40의 정련액으로 60℃에서 30분동안 처리 후 수세, 풍건하였다. 그 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of silk fabric

Weave	Density (threads /inch)		Thickness (mm)	Weight (g/m^2)
	Warp	Weft		
plain	160	128	0.1	51

2.2 염액 추출

2.2.1 홍화의 황색소

홍화 100g을 30℃의 증류수 2ℓ 중에 넣고 1시

간 동안 가끔 교반해 주면서 수용성 황색 염액을 추출하고 여과하였다.

2.2.2 홍화의 홍색소

홍화 100g을 30℃의 증류수 2ℓ에 넣어 수용성인 황색염료를 추출하기를 반복하여 황색염료를 상당히 추출한 후 2% K_2CO_3 수용액 2ℓ 중에 넣고 가끔 교반해주면서 1시간 방치하여 홍화의 홍색 염액을 추출한 다음 초산으로 중화하고 pH6에서 면직물에 염색한 다음 증류수에 충분히 수세하였다. 염색 면직물을 다시 2% K_2CO_3 수용액 2ℓ 중에 넣어 홍색소를 추출한 다음 초산으로 중화하여 pH6에서 견직물을 염색하는 염액으로 하였다.

2.2.3 황벽의 황색소

황벽 50g을 증류수 2ℓ에 넣어 100℃에서 30분간 추출하고 여과하였다.

2.3 염색

2.3.1 단일 염색

홍화의 홍색소는 초산으로 pH6으로 조정하고, 홍화의 황색소, 황벽의 황색소는 염색 조제를 사용하지 않고 추출 염액 그대로 염색하였다. 이때 염색온도 20℃, 욕비 1:40 조건에서 각각 5분, 8분, 10분씩 염색하여 수세하고 건조하여 3단계의 색상 차이가 나는 염색물을 얻었다.

2.3.2 홍화와 황벽의 혼합염색

염색온도 20℃, 욕비 1:40 조건에서 홍화 홍색소로 먼저 염색하여 수세한 후 홍화 황색소로 또는 황벽의 황색소로 후염하는 방법으로 혼합염색을 시도하였으며 수세하여 풍건하였다. 먼저 홍화 홍색소의 염착량을 다르게 한 경우에는 선염색 시간 : 후염색 시간의 비율을 홍화 황색소는 8분:2분, 6분:4분, 4분:6분, 2분:8분, 염착이 빠른 황벽의 황색소와는 8분:1분, 6분:2분, 4분:4분, 2분:6분의 비율로 혼합 염색하였다.

다음, 홍화 홍색소의 염착량을 일정하게 고정한 경우에는 후염하는 염색시간을 2분, 4분, 6분, 8분씩 염색하였다.

2.4 K/S 값

염색 시료에 대한 K/S 값의 측정은 Spectrophotometer CM-508i(Minolta, co., Ltd., Japan)를 사용하여 측정하였다. K/S 값은 Kubelka-Munk 식에 의하여 다음과 같이 계산하였다.

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

Where,

K : light absorption factor

S : light scattering factor

R : reflectance

2.5 광조사

KS K 0218에 준하여 변색시험기(Sun Lamp Tester : Dong Won Scientific System, Korea)에서 40시간동안 광조사하였다.

2.6 표면색 및 색차측정

색차계 Spectrophotometer CM-508i(Minolta, co., Ltd., Japan)를 사용하여 L^*, a^*, b^* 의 값을 측정하고 이들 값으로부터 $\triangle E^*_{ab}$값을 다음의 식에 의해 산출하였다.

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

또한 Munsell의 색의 3속성치 H, V/C를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 단일염색시 염착량에 따른 색채의 변화

섬유기질 위의 염료의 견뢰도는 일반적으로 염료농도의 증가와 더불어 증가한다. 그러나 염료의 종류에 따라서는 염착농도가 증가할수록 그 견뢰도가 낮아지는 이른바 이상퇴색을 한다는 사실이 Giles 등[25] 에 의해서 보고됨으로써 퇴색현상의 복잡성이 시사되었다. 본 연구에 사용된 염료의 정상퇴색여부의 퇴색 거동을 알고자 염착량에 따른 색채의 변화 및 색차를 조사하였다.

3.1.1 홍화 홍색의 광조사에 따른 색채의 변화

Table 2에는 홍화 홍색소로 염색한 실크직물의 40시간 광조사 과정의 측색값과 색차를 나타낸 것이다.

이때, L^*값의 증가는 색상이 밝아졌음을, 감소는 색상이 어두워졌음을 의미한다. 또한 a^*값의 경우 증가는 피염물이 적색화, 감소는 녹색화의 방향이고, b^* 의 증가는 피염물의 황색화, 감소는 청색화의 방향임을 의미한다.

먼저 원시료 1, 2, 3은 염색시간을 각각 5분, 8분, 10분으로 하여 염착농도를 점차 증가시킨 것으로써 염착농도가 증가할수록 L^* 값은 낮아지고 a^*의 값이 증가하고 b^*의 값은 변동이 별로 없다. 즉 농도가 증가할수록 적색이 많이 증가하고 황색

은 거의 0주변이다. 계오기법으로 염색하였기 때문에 황색이 섞여들지 않은 것으로 보인다. 먼셀 문에 황색이 섞여들지 않은 것으로 보인다. 먼셀 표색에서 색상은 RP, 명도는 감소하고 채도는 13.7로 상당히 높게 나타나고 있다.

광조사가 진행됨에 따라 L^*값은 증가하여 색상이 밝아지고 있으며, a^*값은 감소하고, b^*값은 증가하여 적색이 감소하고 황색은 증가함을 보여주고 있다. 명도는 증가하고 채도는 감소하여 색상은 점차 RP에서 R, YR의 방향으로 즉 먼셀색환도의 오른쪽 회전 방향으로 변퇴색되고 있다. 광조사를 더욱 진행했을 경우에 모두 R, YR로 변색됨을 보여 주었다.

광조사 후의 색차를 보면 광조사 초기에 비교적 많은 색차가 발생하였고, 광조사 시간이 경과됨에 따라 점차 색차가 증가하였다. 40시간 광조사후의 색차는 25전후를 보이고 있다. 광에 의해서 광화학반응을 일으켜 결국은 염료의 색상이 바뀌게 된다. 염착농도의 증가에 따라 약간의 견뢰도의 증가를 볼 수 있다. 이는 염착농도가 높을수록 염료는 집합하기 쉽기 때문이다.

3.1.2 홍화 황색소의 광조사에 따른 색채의 변화

Table 3에는 홍화 황색소로 염색한 실크직물의 40시간 광조사 과정의 측색값과 색차를 나타낸 것이다. 먼저 원시료 4, 5, 6은 염색시간을 각각 5분, 8분, 10분으로 하여 염착농도를 점차 증가시킨 것으로 염착농도가 증가할수록 L^* 값은 낮아지고 a^*,b^*의 값이 증가하여 reddish yellow를 나타내고 있다. 또한 먼셀 명도는 낮아지고 채도는 높아진다.

광조사가 진행되면서 L^* 값은 증가하여 색이 밝아지고 적색은 완전히 없어지며, 황색도 엷어지고 있다. 명도는 증가하고 채도는 감소하여 색상은 점점 대표색상 yellow(5Y)로 가고 있다. 광조사 후의 색차를 보면 염착농도의 증가에 따라 색차가 비슷하게 나타났다. 이는 시료의 농도의 차이가 있지만 그리 크지 않기 때문으로 생각된다. 전반적으로 홍화의 홍색소보다는 견뢰도가 좋게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 안 등4)의 연구 결과와도 일치 한다. 40시간 광조사후의 색차는 12정도 보이고 있다.

Table 2. L^*, a^*, b^*, H, V/C and $\triangle E^*_{ab}$ of silk fabrics dyed with red dye of Safflower

Sample No.	Irradiation Time(h)	L^*	a^*	b^*	H	V/C	$\triangle E^*_{ab}$
1	Org.	78.59	32.07	-1.78	5.6RP	7.8/7.9	-
	after 5	81.01	25.42	2.98	8.5RP	8.0/6.2	8.53
	after 10	82.66	21.16	5.62	1.2R	8.2/5.2	13.79
	after 20	84.76	15.77	8.30	5.9R	8.4/3.9	20.13
	after 30	85.91	12.72	9.26	8.7R	8.5/3.3	23.44
	after 40	86.77	10.32	9.93	1.1YR	8.6/2.9	26.02
2	Org.	67.52	46.70	0.76	7.2RP	6.7/11.6	-
	after 5	69.66	42.80	4.72	8.7RP	6.9/10.5	5.95
	after 10	71.57	39.195	7.23	9.9RP	7.1/9.5	10.70
	after 20	74.24	34.20	10.38	2.2R	7.4/8.1	17.14
	after 30	76.09	30.35	11.85	3.8R	7.6/7.2	21.53
	after 40	77.80	26.88	12.93	5.4R	7.7/6.4	25.43
3	Org.	60.26	55.34	-0.11	7.3RP	5.9/13.7	-
	after 5	61.58	52.56	4.14	8.6RP	6.1/12.9	5.25
	after 10	63.10	49.92	6.51	9.4RP	6.3/12.1	9.02
	after 20	65.84	45.54	9.84	0.7R	6.5/10.9	15.04
	after 30	67.86	42.21	12.29	2.0R	6.8/10.2	19.60
	after 40	70.25	38.21	14.15	3.5R	7.0/9.2	24.43

Table 3. L^*, a^*, b^*, H, V/C and $\triangle E^*_{ab}$ of silk fabrics dyed with Safflower yellow

Sample No.	Irradiation Time(h)	L^*	a^*	b^*	H	V/C	$\triangle E^*_{ab}$
4	Org.	86.61	2.88	36.58	2.7 Y	8.6 / 5.1	-
	5	87.12	1.32	33.41	3.5 Y	8.7 / 4.5	3.57
	10	87.60	0.44	31.54	4.0 Y	8.7 / 4.2	5.69
	20	88.08	0.07	28.91	4.4 Y	8.8 / 3.8	8.31
	30	88.34	-0.56	26.89	4.5 Y	8.8 / 3.5	10.43
	40	89.19	-0.74	25.26	4.6 Y	8.8 / 3.3	12.17
5	Org.	84.98	5.38	39.92	1.9 Y	8.5 / 5.8	-
	5	85.49	3.27	37.61	2.9 Y	8.5 / 5.3	3.17
	10	86.23	1.88	35.89	3.5 Y	8.6 / 5.0	5.49
	20	86.86	0.75	33.32	4.0 Y	8.7 / 4.5	8.28
	30	87.21	0.18	31.23	4.2 Y	8.7 / 4.2	10.38
	40	87.61	-0.11	29.43	4.3 Y	8.7 / 3.9	12.13
6	Org.	83.64	7.40	42.59	1.2 Y	8.3 / 6.3	-
	5	84.29	4.64	40.72	2.5 Y	8.4 / 5.9	3.40
	10	85.05	3.18	38.97	3.1 Y	8.5 / 5.5	5.75
	20	85.66	1.92	36.99	3.6 Y	8.5 / 5.2	8.10
	30	86.03	1.12	34.90	3.9 Y	8.6 / 4.8	10.22
	40	86.37	0.62	33.06	4.1 Y	8.6 / 4.5	12.02

Table 4. L^*, a^*, b^*, H, V/C and $\triangle E^*_{ab}$ of silk fabrics dyed with Amur Cork Tree

Sample No.	Irradiation Time(h)	L^*	a^*	b^*	H	V/C	$\triangle E^*_{ab}$
7	Org.	89.15	-10.04	75.86	0.1 GY	8.9 / 10.2	-
	5	78.66	5.08	60.68	3.9 Y	7.9 / 8.8	23.85
	10	75.61	8.24	53.87	2.5 Y	7.6 / 8.1	31.64
	20	74.12	8.81	50.13	2.1 Y	7.4 / 7.6	35.26
	30	74.09	8.51	48.01	2.0 Y	7.4 / 7.2	36.69
	40	73.98	8.24	46.91	2.1 Y	7.4 / 7.1	37.44
8	Org.	87.31	-8.02	79.37	9.2 Y	8.8 / 10.7	-
	5	77.47	6.21	65.27	3.7 Y	7.7 / 9.4	22.32
	10	74.62	9.25	58.95	2.5 Y	7.5 / 8.8	29.60
	20	72.55	10.24	55.03	1.9 Y	7.2 / 8.4	33.82
	30	72.41	10.19	52.83	1.8 Y	7.2 / 8.1	35.43
	40	71.97	10.05	51.24	1.7 Y	7.2 / 7.9	36.78
9	Org.	85.07	-5.72	81.67	8.3 Y	8.5 / 11.1	-
	5	75.67	7.40	68.24	3.6 Y	7.6 / 9.9	21.00
	10	72.73	10.59	62.17	2.3 Y	7.3 / 9.3	28.26
	20	70.59	11.65	58.46	1.7 Y	7.1 / 8.9	32.40
	30	70.07	11.78	55.99	1.5 Y	7.0 / 8.6	34.51
	40	69.68	11.69	54.41	1.4 Y	7.0 / 8.4	35.82

3.1.3 황벽 황색소의 광조사에 따른 색채의 변화

Table 4에는 황벽황색소로 염색한 실크직물의 40시간 광조사 과정의 측색값과 색차를 나타낸 것이다.

먼저 원시료 7, 8, 9는 염색시간을 각각 5분, 8분, 10분으로 하여 염착농도를 점차 증가시킨 것으로 염착농도가 증가할수록 L^* 값은 낮아지고 a^*, b^*의 값이 증가하였다. a^* 값이 -부호를 보여 green기미를 가지며 b^* 값이 홍화 Yellow 보다 상당히 높고 먼셀 채도 값도 높아 선명한 노랑임을 나타내고 있다.

광조사가 진행되면서 L^* 값은 홍화 홍색과 황색의 증가 경우와는 달리 감소하여 dull해지는 경향을 나타내고, 광조사 초기에 크게 감소하였다. a^*값은 증가하여 적색기미를 띄게 되며, b^*값이 감소하되 광조사 초기에 상당히 큰 폭으로 감소하고 그 이후는 완만하게 감소하였다.

광조사 후의 색차를 보면 광조사 초기에 상당히 큰 색차가 발생하였다. 이는 김[13]이 20시간의 광노출 범위가 천연염색물에는 광범위한 것으로 생각하고 5시간 광조사 시험에서 3시간 광조사후 색차가 18정도로 나타나 광조사 초기에 급격한 증가를 가져온 결과와 유사한 경향이다. 이어 광조사 시간이 경과됨에 따라 점차 색차가 크게 나타나고 있다. 황벽 황색소의 염착농도 증가에 따라 약간의 견뢰도 증가 경향을 볼 수 있으나 홍화 홍색소, 홍화 황색소에 비하여 상당히 큰 색차 값(36전후)을 나타내 견뢰도가 가장 떨어지는 결과를 보이고 있다. 통상 분광광도계를 이용하여 측정한 색차값이 1~1.2이하일 경우 사람의 눈으로 두색의 차이를 구별할 수 없으므로 동일 색으로 간주한다. 예비 실험에서 좀 더 가혹한 광조사 조건에서는 차이가 뚜렷하게 드러남을 확인하였으며, 정상퇴색의 경우로 판정하였다.

이상에서 본 바와 같이 광조사에 대한 견뢰도는 황벽 황색소, 홍화 홍색소, 홍화 황색소 순으로 좋지 못하였으며, 같은 염료에서는 염착농도가 높은 쪽이 작게나마 견뢰도가 높았다.

3.2 혼합염색시 광조사에 따른 색채의 변화

앞에서 홍화의 홍색을 고정하고 황색과 혼합하여 혼합색을 만듦에 있어서 일광견뢰도가 상대적으로 좋은 홍화 황색소와 혼합염색한 경우와 좋지 않은 황벽 황색소를 혼합했을 때의 광퇴색 거동을 조사하기 위하여 염착농도의 일광견뢰도 증가 기여가 있지만 본 실험조건에서는 상당한 정도로 크지는 않다는 결과에 따라 두 색상 조합을 Table 5, 6과 같이 조성하였다.

3.2.1 홍화 홍색소와 황색소의 혼합비를 달리한 경우

Table 5에는 홍화 홍색소와 홍화 황색소의 엄밀한 염색 속도가 다를 것이지만 황화 홍색소의 염색시간 : 황화 황색소의 염색시간을 8분:2분, 6분:4분, 4분:6분, 2분:8분으로 하여 점점 홍화 황색소의 농도를 증가시킨 것을 나타냈으며, 염색직물의 40시간 광조사 과정의 측색값과 색차를 나타내었다. 원시료 10, 11, 12, 13은 홍화 황색의 염색시간을 늘려감에 따라 적색은 줄어가고 황색은 점차 늘어가고 있음에 따라 색상은 6.3R, 9.4R, 1.1YR, 4.0YR로 나타났으며, 먼셀명도, 채도의 값은 큰 차이가 없었다.

홍화 황색소의 염색시간이 증가하여 갈 때 광조사가 진행됨에 따라 L^*값은 7전후로 일정한 양으로 증가하여 밝아지고 있고, a^*값은 12정도로 균일하게 많이 감소하고 있는데 b^*값은 거의 유지를 하고 있어서 적색은 감소되고 황색은 유지됨으로써 yellow기미가 커지게 되어 먼셀 색상은 색환도의 시계방향으로 퇴색하고 있다. 명도는 증가하고, 채도는 감소하여 점차 색상이 퇴색된다.

이상의 조건에서는 각 시료마다 L^*값이 7전후로 일정하게 증가하고, a^*값도 12전후로 일정하게 감소하고, b^*값은 거의 유지를 하므로 14정도의 동일한 색차를 나타내고 있는 것이 특징이다.

40시간 광조사후의 색차 값은 공히 14로 나타나 홍화 홍색소 단독염색시의 25전후, 홍화 황색소 단독염색시 12였던 것을 감안하면 홍화 황색소의 혼합이 견뢰도 증가와 색상변화를 커버한 것으로 보여 진다.

3.2.2 홍화 홍색소와 황벽 황색소의 혼합비를 달리한 경우

황벽의 황색은 단독염색시 견의 염색에서 다른 연구자들의 이전 연구 결과들[16,26]을 보면 다량의 염재량을 투입하는 경우에도 K/S값이 0.5~2.5정도로 전반적으로 색상농도가 낮고, 매염제에 의한 농색화 효과도 미미하거나 오히려 저하시키는 결과[13]를 가져오는 경우도 있고, K/S값이 7.5정도 높게 나왔지만 반복 염색의 효과를 검토한 연구[14]도 있어서 일관되지는 않다. 그러나 황벽색소가 단백질 섬유와의 친화성이 좋다는 이론대로라면 즉,

Table 5. L^*, a^*, b^*, H, V/C and $\triangle E^*_{ab}$ of silk fabrics dyed with red dye of Safflower and Safflower yellow extract

Smaple No.	Combiantion dyeing time ratio(min)	Irradiation Time(h)	L^*	a^*	b^*	H	V/C	$\triangle E^*_{ab}$
10	8:2	Org.	66.71	37.45	22.58	6.3 R	6.6/9.4	-
		5	68.20	34.64	23.36	7.4 R	6.8/8.7	3.27
		10	69.49	32.64	23.87	8.1 R	6.9/8.2	5.70
		20	71.48	29.60	24.33	9.1 R	7.1/7.6	9.35
		30	73.14	27.13	24.41	9.9 R	7.3/7.1	12.30
		40	74.49	24.85	24.12	0.7 YR	7.4/6.6	14.89
11	6:4	Org.	67.11	35.75	32.64	9.4 R	6.7/9.5	-
		5	68.63	33.19	32.37	0.2 YR	6.8/9.0	2.99
		10	69.91	31.22	32.49	0.8 YR	7.0/8.6	5.33
		20	71.80	28.35	32.34	1.8 YR	7.2/8.0	8.77
		30	73.36	25.87	32.22	2.6 YR	7.3/7.5	11.70
		40	74.80	23.53	31.71	3.4 YR	7.5/7.1	14.47
12	4:6	Org.	69.19	32.21	35.85	1.1 YR	6.9/9.1	-
		5	70.65	29.42	35.79	2.1 YR	7.0/8.6	3.16
		10	71.84	27.41	35.48	2.7 YR	7.2/8.2	5.50
		20	73.76	24.35	34.93	3.7 YR	7.4/7.5	9.14
		30	75.15	22.22	34.61	4.4 YR	7.5/7.2	11.70
		40	76.48	19.89	33.63	5.1 YR	7.6/6.7	14.49
13	2:8	Org.	73.67	25.05	38.77	4.0 YR	7.3/8.1	-
		5	75.04	22.05	38.54	5.0 YR	7.5/7.6	3.30
		10	76.18	19.99	38.02	5.8 YR	7.6/7.2	5.69
		20	77.84	17.13	37.31	7.0 YR	7.8/6.8	9.07
		30	79.25	14.82	36.23	7.8 YR	7.9/6.4	11.93
		40	80.27	13.00	35.10	8.4 YR	8.0/6.0	14.22

Table 6. L^*, a^*, b^*, H, V/C and $\triangle E^*_{ab}$ of silk fabrics dyed with red dye of Safflower and Amur Cork Tree

Smaple No.	Combiantion dyeing time ratio(min)	Irradiation Time(h)	L^*	a^*	b^*	H	V/C	$\triangle E^*_{ab}$
14	8:1	Org.	65.15	35.55	35.31	9.9R	6.5/9.8	-
		5	64.44	33.32	33.72	0.4YR	6.4/9.2	2.83
		10	64.59	31.50	32.78	0.7YR	6.4/8.7	4.80
		20	65.43	28.91	32.33	1.5YR	6.5/8.2	7.29
		30	66.86	26.84	32.12	2.2YR	6.4/7.8	9.43
		40	68.04	24.67	31.88	2.9YR	6.8/7.4	11.76
15	6:2	Org.	67.16	31.47	44.68	3.0YR	6.7/9.9	-
		5	65.62	29.75	42.14	3.2YR	6.5/9.3	3.44
		10	65.25	28.34	40.49	3.4YR	6.5/8.8	5.58
		20	65.83	25.87	39.24	4.0YR	6.5/8.3	7.92
		30	66.80	24.31	38.71	4.4YR	6.6/8.0	9.34
		40	67.78	22.21	37.98	5.1YR	6.7/7.6	11.45
16	4:4	Org.	67.95	27.71	50.37	4.7YR	6.8/10.0	-
		5	65.84	26.57	47.34	4.9YR	6.6/9.4	3.86
		10	65.25	25.41	45.46	5.1YR	6.5/9.0	6.06
		20	65.43	23.39	43.73	5.6YR	6.5/8.5	8.31
		30	66.18	21.90	42.77	6.0YR	6.6/8.1	9.73
		40	66.87	20.27	41.58	6.5YR	6.7/7.7	11.56
17	2:6	Org.	69.74	23.81	57.58	6.9YR	7.0/10.3	-
		5	67.27	23.10	54.17	7.0YR	6.7/9.7	4.27
		10	66.44	22.52	52.18	7.1YR	6.6/9.3	6.46
		20	66.31	20.48	49.90	7.5YR	6.6/8.8	9.05
		30	66.70	19.82	48.82	7.7YR	6.7/8.6	10.10
		40	67.00	18.63	47.36	8.0YR	6.7/8.2	11.78

황벽색소인 berberine은 염기성염료이므로 단백질 등전점 이상의 pH가 되면 아미노산의 carboxyl 음이온 생성이 많아지고 그 결과 색소 양이온과의 결합양이 증가하여 염착이 쉽게 이루어지리라 생각된다. 일반적으로 천연염료는 초기 염착속도가 매우 빨라서[15] 염색시작 5분 이내에 염착이 완료되어 염반을 가져오기 쉽기 때문에 균염을 위하여 황벽 추출액(pH 6) 그대로 사용하였다. 황벽은 염착이 빠르게 일어나므로 홍화 홍색소와 홍화 황색소를 혼합시킨 경우의 L^*값을 중심으로 L^*값이 큰 차이가 나지 않도록 시간 비율을 낮추어 염색하였다.

Table 6에는 홍화 홍색소 염색시간 : 황벽의 황색소 염색시간을 8분:1분, 6분:2분, 4분:4분, 2분:6분으로 염착시켜 점점 황벽 황색소의 농도를 증가시킨 것을 나타냈으며, 염색직물의 40시간 광조사 과정의 측색값과 색차를 나타내었다.

원시료 14, 15, 16, 17은 홍화 홍색소의 염색시간을 줄이고 황벽의 황색소 염색시간을 늘려감에 따라 염색 표면색은 a^*값은 줄어들고 b^*의 값은 증가하여 적색은 줄어들고, 황색은 증가하며 색상 9.9R, 3.0YR, 4.7YR, 6.9YR로 나타났으며, 먼셀명도, 채도의 값도 큰 차이가 없었다.

광조사의 경우 표면색의 변화를 살펴보면, 광조사가 진행됨에 따라 L^*값은 황벽 황색소의 염색시간이 짧아 황벽 황색소의 염착이 적은 시료14의 경우에는 약간 증가하나 15, 16, 17의 경우에는 큰 변동이 없어서 이는 단독염색의 경우 홍화 홍색의 퇴색 거동 중 L^*값 증가 거동을 황벽의 감소거동이 상쇄하기 때문으로 보인다. 황벽의 염색시간이 증가함에 따라 a^*값은 10.88, 9.26, 7.44, 5.18크기로 점점 작게 감소하고, b^*값은 3.43, 6.7, 8.79, 10.22크기로 크게 감소하여 황벽의 영향이 점점 크게 나타나고 있다. 명도의 변화는 별로 없으나 채도가 감소하면서 퇴색은 먼셀 색환도의 오른쪽 회전 방향으로 진전되어 간다.

이상의 조건에서는 각 시료가 40시간 광조사 후의 L^*값의 변동이 거의 없고, 변동 a^*값과 b^*값의 합이 15전후로 비슷한 값을 가지기 때문에 40시간 광조사 후의 색차 값은 각 시료 공히 11로 나타나는 것이 특징이다.

홍화 홍색소 단독 염색시 25전후, 황벽 황색소 단독 염색시 36전후였던 것을 감안하면 퇴색이 컷던 황벽의 혼합이 견뢰도 증가를 커버한 것은 혼합염색이 됨으로써 두 염료의 집합상태 달라졌기 때문으로 생각한다.

여기서 홍화 홍색과 혼합염색을 하는데 있어서 상대적으로 견뢰도가 나은 홍화 황색소와의 조합보다도 견뢰도가 상당히 좋지 않았던 황벽 황색소와의 결합이 광퇴색에 있어서 유리하다고 판단된다.

여기에서 만약 염료의 단독염색시의 퇴색거동이 혼합염색시의 퇴색거동에 충분히 그대로 적용된다면 앞의 실험에서 다음과 같이 설명할 수 있다. 40시간 광조사후의 색차는

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

로 주어지기 때문에 앞의 실험에서 단독염색시의 퇴색거동을 다음과 같이 홍화 홍색소 시료 1, 2, 3은 L^*은 10증가, a^*은 19감소 b^*는 12증가 홍화 황색소 시료 4, 5, 6은 L^*은 3증가, a^*은 5감소 b^*는 10감소 황벽 황색소 시료 7, 8, 9는 L^*은 15감소, a^*은 18증가 b^*는 28감소로 두면, 홍화 홍색소 단독의 경우 색차는 24.59, 홍화 황색소의 경우 12.56, 황벽 황색소의 경우 36.5가 되어 실험치와 같다. 홍화 홍색소와 홍화 황색소의 혼합염색시의 증가와 감소를 상쇄시킨 값을 보면 13증가, 24감소, 2증가로 색차값은 27.36이 되고, 홍화 홍색소와 황벽 황색소의 혼합염색시의 경우는 5감소, 1감소, 16감소로 색차 값은 16.79가 된다.

이 경우도 홍화 홍색소와 상대적으로 황벽 황색소보다 견뢰도가 더 나은 홍화 황색소를 혼합염색한 경우보다 홍화 홍색소와 황벽 황색소의 혼합염색 경우가 색차 값이 작게 나온다. 실제 혼합염색시에 두 경우의 색차가 더 작게 나온 것은 단독염색시의 염료 집합상태와 혼합염색시의 두 염료의 집합상태가 달라졌기 때문으로 보여 진다.

다음에는 농도상의 문제를 명확하게 하기 위하여 홍화 홍색소의 농도를 고정하고, 홍화 황색소와 혼합염색한 경우와 황벽 황색소와 혼합염색한 경우를 염색시간을 변화시켜 실험한 결과를 Table 7에 나타내었다. 홍화 홍색소 시료의 색농도를 크게 두기 위하여 홍색시료 그룹 중 비교적 L^*값이 가장 작은 시료 3을 택하여 혼합 염색하였다.

시료 18, 19, 20은 시료 3을 홍화 황색소 염액에서 각각 2분, 4분, 6분씩 염색한 것으로 점차 a^*값은 시료 21, 22, 23, 24는 시료 3을 황벽 황색소 염액에서 각각 2분, 4분, 6분, 8분씩 염색한 것으로 점차 a^*값은 55.34에서 48.73, 44.25, 43.28, 43.06 감소하고 b^*값은 -0.11에서 22.02, 32.93, 36.35, 37.99로 증가하며 색상은 7.3RP에서 4.3R, 7.7R, 8.4R,

8.8R 로 분포하였으며 L^*값과 명도, 채도가 거의 같은 염색물을 얻었다. K/S값은 5.35에서 4.69, 5.51, 6.61, 7.03로 측정되었다.

여기서 40시간 광조사가 진행되어 감에 따라 퇴색 양상은 앞에서 보아 왔던 것처럼 L^*값은 홍화 황색소 혼합 쪽이 황벽 황색소의 혼합 쪽보다 크

Table 7. L^*, a^*, b^*, H, V/C and $\triangle E^*_{ab}$ of silk fabrics dyed with red dye of safflower and Safflower yellow/ red dye of safflower and Amur Cork Tree

(Sample* 3 : L^* a^* b^* 60.26, 55.34, -0.11, 7.3RP 5.8/13.7)

Smaple No.	Combiantion dyeing	Irradiation Time(h)	L^*	a^*	b^*	H	V/C	$\triangle E^*_{ab}$
18	sample3 + Safflower yellow	Org.	59.72	7.22	36.96	5.9 R	5.9/11.7	-
		5	60.19	44.02	25.40	6.1 R	6.0/10.9	3.79
		10	61.91	42.46	25.66	6.5 R	6.2/10.5	5.52
		20	64.30	40.06	26.04	7.2 R	6.4/10.0	8.60
		30	66.16	37.09	25.86	7.8 R	6.6/9.3	12.10
		40	68.13	34.17	25.94	8.5 R	6.8/8.6	15.59
19	sample3 + Safflower yellow	Org.	58.48	44.63	37.22	8.5 R	5.8/11.6	-
		5	59.27	41.72	35.38	8.8 R	5.9/10.9	3.54
		10	60.66	39.66	34.58	9.1 R	6.0/10.4	6.04
		20	63.36	38.01	34.90	9.6 R	6.3/10.1	8.55
		30	64.97	35.87	34.61	10.0 R	6.5/9.6	11.22
		40	66.82	33.27	34.00	0.8 YR	6.7/9.0	14.46
20	sample3 + Safflower yellow	Org.	58.01	43.75	44.96	10.0 R	5.8/11.9	-
		5	59.14	41.34	44.10	0.5 YR	5.9/11.4	2.80
		10	60.22	39.70	43.34	0.8 YR	6.0/11.0	4.90
		20	62.04	37.27	42.20	1.3 YR	6.2/10.5	8.11
		30	63.79	35.51	42.33	1.9 YR	6.4/10.2	10.41
		40	65.72	33.03	41.50	2.5 YR	6.6/9.7	13.65
21	sample3 + Amur Cork Tree	Org.	58.64	48.73	22.02	4.3 R	5.8/12.0	-
		5	58.67	46.27	20.03	4.1 R	5.8/11.3	3.18
		10	59.64	44.26	20.21	4.5 R	5.9/10.9	4.93
		20	61.54	40.74	20.88	5.4 R	6.1/10.1	8.58
		30	63.22	38.69	21.88	6.1 R	6.3/9.6	11.04
		40	65.35	35.95	23.71	7.4 R	6.5/9.0	14.54
22	sample3 + Amur Cork Tree	Org.	56.58	44.25	32.93	7.7 R	5.6/11.4	-
		5	55.94	42.03	30.98	7.7 R	5.6/10.7	3.03
		10	56.47	40.40	29.97	7.9 R	5.6/10.3	4.86
		20	57.78	37.52	29.31	8.4 R	5.7/9.6	7.74
		30	59.42	35.43	29.84	9.0 R	5.9/9.3	9.77
		40	61.11	33.84	31.01	9.6 R	6.1/9.0	11.52
23	sample3 + Amur Cork Tree	Org.	56.75	43.28	36.35	8.4 R	5.6/11.4	-
		5	55.55	41.53	33.86	8.5 R	5.5/10.8	3.28
		10	55.75	39.86	32.62	8.5 R	5.5/10.3	5.17
		20	57.00	36.91	31.78	9.0 R	5.6/9.6	7.85
		30	58.22	35.11	31.97	9.5 R	5.8/9.3	9.39
		40	59.99	33.54	32.81	10.0 R	6.0/9.1	10.86
24	sample3 + Amur Cork Tree	Org.	55.88	43.05	37.99	8.8 R	5.5/11.4	-
		5	54.87	41.00	36.14	9.0 R	5.4/10.7	2.94
		10	55.22	39.34	34.72	9.1 R	5.5/10.3	4.50
		20	56.40	36.30	33.55	9.6 R	5.6 / 9.6	8.10
		30	57.53	34.59	33.84	10.0 R	5.7 / 9.3	9.57
		40	59.09	33.19	34.69	0.7 YR	5.9 / 9.1	10.88

게 감소하는 점, a^*값, b^*값의 감소, 색상의 먼셀 색환도 오른 쪽 방향으로 퇴색, 명도 증가, 채도감소 , K/S값 감소로 나타났다. 그런데 홍화 황색소의 염착농도가 비교적 낮은 시료 18의 경우 L^*, a^*, b^*, H, V/C 값 모두 변화의 폭이 가장 크게 나 55.34에서 47.22, 44.63, 43.75로 감소하고 b^*값은 -0.11에서 36.96, 37.22, 44.96으로 증가하며, 색상은 7.3RP에서 5.8R, 8.5R, 10.0R로 분포하였으며 L^*값과 명도, 채도가 거의 같은 염색물을 얻었다. 색상이 달라 분광반사율 곡선이 다른 것은 K/S적용이 타당하지는 않지만 K/S값은 5.35에서 5.38, 9.29, 13.29로 측정되었다.

타나 색차의 값도 가장 크게 나타났다. 이는 홍화 황색소보다 홍화 홍색소가 퇴색거동에 더 관여한 것으로 보인다. 또 시료 21의 경우에는 황벽 황색소의 염색시간이 적어 황색소의 염착 농도가 비교적 낮은 경우로 같은 그룹에서 L^*값이 가장 많이 증가, a^*값 가장 많이 감소, b^*값은 조금이지만 증가로 나타나 색차도 같은 그룹에서 높게 나타났다. 이것은 홍화 홍색소의 퇴색거동이 더 많은 영향을 미쳤기 때문으로 생각된다. 따라서 최적 염착농도의 비가 존재한다는 것은 자명하다. 이에 대한 정량적 연구와 그 메카니즘의 연구가 필요하다고 생각한다. 여기서는 시감각적으로 유사한 색상을 얻는다고 했을 때 광퇴색적으로 유리한 경우를 상정해 본 것이다.

이상의 결과에서 본 실험의 조건에서는 앞에서처럼 홍화 홍색소와 황벽 황색소의 혼합이 광퇴색적으로 유리한 결과를 보이고 있다.

4. 결 론

홍화와 황벽으로 혼합염색 견직물의 광퇴색 거동을 조사하기 위하여 홍화의 홍색, 홍화의 황색, 황벽의 황색으로 단일염색 또는 혼합염색을 행하고 광조사를 거친 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 홍화 홍색소는 광조사가 진행됨에 따라 L^*값은 증가하여 색상이 밝아지고 있으며, a^*값은 감소하고, b^*값은 증가하여 적색이 감소하고 황색이 증가하여 색상은 RP에서 R, YR의 방향으로 변퇴색하였다.
2. 홍화 황색소는 L^* 값은 증가하여 색이 밝아지고 적색은 완전히 없어지며, 황색은 엷어져 색상은 점점 대표색상 yellow(5Y)로 퇴색하였다.
3. 황벽 황색소는 L^* 값은 홍화 홍색소와 홍화 황색소의 증가 경우와는 달리 감소하여 dull 해지는 경향을 나타내고, 광조사 초기에 크게 감소하였다. a^*값은 증가하여 적색을 띄게 되며, b^*값이 감소하되 광조사 초기에 상당히 큰 폭으로 감소하였다.
4. 홍화와 황벽은 정상퇴색으로 염착량이 높을수록 내광성이 좋게 나타났으며, 40시간 광조사후의 색차는 홍화 홍색소25, 홍화 황색소12, 황벽 황색소36으로 황벽이 가장 내광성이 좋지 않았다.
5. 단독 염색직물의 광퇴색 거동으로부터 수치화한 값으로 추정한 결과와 실제 실험결과에서 상대적으로 견뢰도가 나은 홍화 황색소와의 혼합보다도 견뢰도가 상당히 좋지 않았던 황벽 황색소와의 혼합이 광퇴색에 있어서 유리하였다.

참고문헌

1. I. S. Shin, S. E. Bae and K. O. Hong, Studies on the Dyeing with plant pigment -extraction and UV/VIS spectrum of Carthamus flower-, *J. of Kor. Home Economics Association*, **32**(1), 229~237(1994).
2. S. W. Nam, I. M. Chung and I. H. Kim, Dyeing of Cotton Fabric with Natural Dye(1) -Safflower-, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **7**(2), 47~54(1995).
3. M. Kashiwagi, T. Suzuki, Studies on Vegetable Dyeing (Part 7)-Vegetable Dyeing of Safflower, *J. Home Ecom., Jpn.*, **29**(5), 40~45(1978).
4. K. C. An and J. H. Kim, A Study of the Dyeability and Physical Properties of Mordanted and Finished Fabrics Dyed with Natural Dye of Safflower, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **13**(1), 23~31(2001).
5. K. R. Cho, Studies on the Natural Dye(10) - Dyeing Properties of Safflower Yellow for Silk Fibers-, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **9**(5), 10~18(1997).
6. Y. Izumi, H. Uejima and K. Matsumoto, Study on Dyeing by Safflower Colors, 1, Effect of the Water Used for the Extraction of Safflower yellow, *Sen-i Gakkai Preprints*, G46 (1996).
7. Y. Izumi, H. Uejima and K. Matsumoto, Study on

Dyeing by Safflower Colors, 2, Effect of the Water Used for the Extraction of Cartamine, *Sen-i Gakkai Preprints*, G47(1996).
8. Y. Izumi, H. Uejima and K. Matsumoto, Study on Dyeing by Safflower Colors, 3, Relation between Coloring and Dyeing Condition of Cartamine, *Sen-i Gakkai Preprints*, G48(1996).
9. Y. Izumi, H. Uejima and K. Matsumoto, Study on Dyeing by Safflower Colors, 4, Relation between Coloring and Conponents of Extracts from Safflower , *Sen-i Gakkai Preprints*, G49 (1996).
10. Y. Izumi, H. Uejima and K. Matsumoto, Study on Dyeing by Safflower Colors, 5, Fluorescence of Dyeing Fabrics, *Sen-i Gakkai Preprints*, G110(1996).
11. S. I. Kang, P. K. Park, G. W. Lee and Y. S. Chung, Dyeing of BTCA Treated Cotton Fabrics with Phellodendron Amurense Rupr. Extact, *J. of Korean Fiber Soc.*, **40**(5), 458~462(2003).
12. H. I. Kim and S. M. Park, A Study on Color Depth and Improvement of Washfastness of Natural Dyeing(8) -Adsorption Properties of Berberine for Silk Fabrics-, *Proceedings of the Korean Soc. of Dyers and Finishers Conference*, 62~65(2001).
13. J. P. Kim, "*천연염색의 색상다양화 및 염색물의 견뢰도 향상기술의 개발*" 산업자원부, 317(2000).
14. K. R. Cho and M. J. Kang, Studies on the Natural Dye(12) - Dyeing Properties of Amur Cork Tree Colors for Silk-, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **12**(4), 13~21(2000).
15. H. I. Kim, S. I. Eom and S. M. Park, A Study on Natural Dyeing(1) -Dyeing of Cotton Fabric with Amur cork tree -, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **13**(1), 1~8(2001).
16. H. I. Kim, S. I. Eom and S. M. Park, A Study on Natural Dyeing(4) -Dyeing of Silk Fabric with Amur cork tree Extract-, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **13**(5), 32~40(2001).
17. H. I. Kim and S. M. Park, A Study on Natural Dyeing(5) -Adsorption Properties of Berberine for Silk Fabrics, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **14**(2), 9~17(2002).
18. K. Y. Lim, T. J. Jeon, K. J. Yoon and S. I. Eom, A Study on the Dyeing Characteristics of Natural Dyes(Ⅱ)-Expansion of Color Range of Natural Dyes by Mordanting and Combination Dyeing-, *J. of Korean Fiber Soc.*, **38**(11), 577~588(2001).
19. E. K. Hwang, M. S. Kim, D. S. Lee and K. B. Kim, Color Development of Natural Dyes with Some Mordants(Ⅰ)-Combination Dyeing of Sappan Wood and Turmeric-, *J. of Korean Fiber Soc.*, **35**(8), 490~497(1998).
20. H. J. Yoo and H. J. Lee, Fabric Dyeing with Artemesia and Gardenia for Color Mixture, *J. of Korean Fiber Soc.*, **13**(6), 16~22(2001).
21. H. J. Yoo and H. J. Lee, Color-matching of Fabrics by Natural Dyeing using Inigo and Safflower, *J. of Korean Fiber Soc.*, **15**(4), 32~38(2003).
22. W. K. Sung, The Dyeing Characteristics of Silk by Combination Dyeing of Gardenia and Sappan Wood, *J. Kor. Soc. Cloth. Ind.*, **4**(2), 192~197(2002).
23. W. K. Sung, The Dyeing Characteristics of Wool by Combination Dyeing of Gardenia and Sappan Wood, *J. Kor. Soc. Cloth. Ind.*, **6**(2), 239~244(2004).
24. Giles, C. H., The Light Fastness of Dyed Fibers-A statistical Study, *J. Soc. Dyers Colourists*, **73**, 127~160(1957).
25. Giles, C. H., Yabe, A., and Shah, C. D., Anomalous Lightfastness in Disperse-Dyed System and its Significance in Studies of Fading Mechanism, *Textile Res. J.* **38**, 467~474(1968).
26. B. H. Kim and S. S. Cho, Dyeing of Silk Fabric with Amur Cork Tree, *J. of Korean Soc. Dyers & Finishers*, **8**(1), 26~33(1996).