Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers
Vol. 15, No. 1, pp.15~22(2003. 2)

〈硏究論文(學術)〉

봉숭아 추출액의 염색성과 염색물의 항균성에 관한 연구

김재훈 · [1]유혜자

서원대학교 의류직물학과

(2002. 10. 29. 접수/2003. 2. 18. 채택)

Dyeability and Antibacterial Activity of the Fabrics Using Balsamine Extracts

Jae Hoon Kim and [1]Hye Ja Yoo

Department of Clothing and Textiles, Seowon University

(Received October 29, 2002/Accepted February 18, 2003)

Abstract Dyeing liquor was extracted from flowers, leaves and stems of balsamine. Dyeing properties, colorfastness and antibacterial activities of the fabrics dyed with the balsamine extracts were investigated at a variety of dyeing conditions of differing pH, time and temperature.

Wool, silk and nylon fabrics showed better dyeability than cellulosic fabrics, i.e. cotton, linen and rayon. Especially, nylon fabrics showed the highest K/S values. The dye-uptake was achieved to the highest degree during the first ten minutes of dyeing procedure. All fabrics were dyed well at 40℃ with no pH adjustment. The pH of unadjusted balsamine extracts was 4.6.

Their colorfastnesses to washing, drycleaning and perspiration were good as 4 or 4-5 grade, but the light fastnesses were poor as 1-2 grade. While, the antibacterial activities to *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae* were excellent with 99.9% of colonies reduction ratio. Their excellent antibacterial activity was kept well after ten times washing.

Keywords : *balsamine plant, dyeability, colorfastnesses, antibacterial activities*

1. 서 론

합성섬유와 합성염료의 출현으로 인류가 화려하고 풍요로운 의생활을 영위할 수 있게 되었으나 이로 인한 환경의 오염은 위험수위에 달해 인간에게 뿐 아니라 모든 지구 생물에게 심각한 폐해를 끼치고 있다. 특히 염색시 견뢰한 색상을 얻기 위해 수많은 약제들이 첨가되므로 염색공장으로부터 배출되는 폐수의 정화가 어려워서 강이나 하천을 오염시키는 주원인이 되고 있다. 또한 합성염료가 나타내는 현란할 정도의 화려함에 싫증을 느끼고 때때로 차분하고 소박한 색상을 찾는 사람들이 늘어나고 있다. 천연염색은 천연의 염료를 사용하므로 하천을 오염시키지 않을 뿐 아니라 색상이 현란하지 않고 자연스럽고 항균성, 소취성 등의 기능성을 지니며 인체에도 유익하다[1-4]. 우리 나라 뿐 아니라 전세계적으로 의류 소재의 천연염색에 대한 관심이 집중되고 있으며 현재 중국, 일본, 미국, 유럽, 동남아 등에서 많은 관심을 받아서 개발되고 있는 염색은 쪽염색(natural indigo dyeing)이며[5-7], 홍화[8-10], 소목[11], 치자[12,13], 울금[14], 황벽[15] 등에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 천연염료는 재료의 확보와 보관의 어려움, 낮은 염색견뢰도 등의 문제점이 있으나 많은 연

[1]Corresponding author. Tel. : +82-43-299-8752 ; Fax. : +82-43-299-8750 ; e-mail : hjyoo@seowon.ac.kr

구들의 결실로 해결의 실마리를 단계적으로 풀어 나가고 있다.

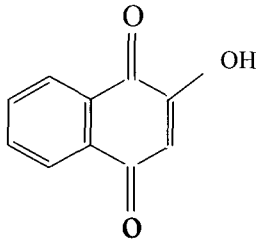

Fig. 1. Structure of Lawsone.

봉숭아는 오래 전부터 손톱을 물들이는 재료로 애용되어왔으며 우리 나라 전역의 마당이나 울타리 밑에서도 잘 자라는 식물이다. 봉숭아는 지금까지 의류소재의 염색재료로 주목받지는 못했으나 색상이 선명하고 섬유에 염착성이 있는 실용적인 천연 염재이다. 봉숭아의 주된 색소 성분은 2-hydroxy-1,4-naphthoquinone(Mw:174.16) 으로서 나프토퀴논류인 Lawsone(Fig. 1)이다[16]. 봉숭아의 꽃과 잎과 줄기에는 색소인 Lawsone뿐 아니라 tannin, gallic acid, glucose, mannitol, fat, resin 등이 함유되어 있으며, Lawsone의 최대 흡광 파장은 452nm이다[17].

본 연구를 통해 봉숭아의 꽃, 잎과 줄기에 들어있는 염료 성분을 추출하여 염료화하는 방법을 모색하였다. 봉숭아 색소의 천연염색을 실용화시키기 위해 봉숭아 식물의 재배와 대량의 염액 추출을 시도하였다. 또한, 추출된 염액으로 면, 마, 모, 견, 레이온, 나일론 직물에 대해 염색의 온도, 시간에 따른 염색성을 검토하고 염색된 직물들의 견뢰도를 확인하여 제품화할 수 있는 염색조건을 확보하였다. 그리고 봉숭아 염액으로 염색한 직물들의 박테리아(*Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae*)와 곰팡이(*Trichophyton interdigitale*)에 대한 항미생물성을 검토하였다.

2. 실 험

2.1 시료의 준비

사용된 직물의 종류와 규격을 Table 1에 나타냈으며 Table 2에는 정련한 미염색포의 측색치를 L^*, a^*, b^*로 나타냈다.

Table 1. Characteristics of the fabrics

Fiber composition	Fabric weave	Fabric count	Thickness (㎜)	Weight (g/㎡)
cotton 100%	Plain	82×72	0.28	98
linen 100%	Plain	80×64	0.32	132
rayon 100%	Plain	135×75	0.21	104
silk 100%	Plain	162×108	0.23	86
wool 100%	Plain	80×88	0.26	106
nylon 100%	Plain	102×88	0.11	58

Table 2. L^*, a^*, b^* values of the scoured fabrics

Color values / Fabrics	L^*	a^*	b^*
cotton	92.26	0.10	0.71
linen	96.75	-0.60	4.78
rayon	96.26	-0.23	2.60
silk	97.09	-0.62	4.23
wool	92.34	-1.28	12.10
nylon	92.06	-0.07	0.02

2.2 염액의 제조와 염색방법

우선 종자를 파종하고 재배하여 봉숭아 염재를 충분히 확보하고 꽃잎, 줄기, 잎부분을 채취한 뒤 대형 녹즙기(동진기계, 한국)에서 분쇄하고 필터프레스기(동진기계, 한국)로 여과한 원액을 염액으로 사용하였다. 추출한 염액의 pH는 4.6으로 측정되었다. 염액에서 20, 40, 60℃의 온도에서, 10, 15, 25, 40분간 면직물, 린넨, 견직물, 모직물, 레이온직물, 나일론직물들을 각각 액비 50:1로 염색한 후 수세하고 자연건조하였다. 봉숭아 염액의 pH에 따른 염색성을 검토하기 위해 초산과 수산화나트륨을 이용해서 염액의 pH를 3~10의 범위에서 조절하여 모직물을 40℃에서 10분간 염색한 후 수세하여 자연건조하였다.

분광색차계(Spectrocolorimeter, JS-555, Technocolor system, Japan)로 L^*, a^*, b^*, ΔE(미염색포와의 색차)와 Munsell Value 및 K/S Value를 측정하여 염색성을 비교하였다.

2.3 염색견뢰도 측정

봉숭아 염색직물의 세탁견뢰도는 KS K 0430 A-1법에 준하여 실시하였다. 드라이클리닝견뢰도는 KS K 06에 준해서 퍼클로로에티렌을 용제로

하여 측정하였으며, 땀견뢰도는 KS K 0715에 준해서, 일광견뢰도는 KS K 0700에 준해서 각각 측정하여 판정하였다. 면 염색포는 면과 견직물에 대한 오염도를, 견 염색포는 견과 나일론직물을 오염포로, 모 염색포는 면과 모직물을 오염포로, 나일론 염색포는 면과 견직물 오염포로 이용하여 세탁에 의한 오염도를 측정하였다.

2.4 항균성 측정

봉숭아 염색포의 항균효과를 알아 보기 위해 KS K 0693에 준해서 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC 6538)와 폐렴간균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352)의 2가지 공시균에 대하여 균감소율을 평가하였으며 항균효과의 내구성을 검토하기 위해 가정용 Kenmore세탁기로 30분씩 10회 세탁 후의 항균효과도 측정하였다.

곰팡이(*Trichophyton interdigitale* KCCM 11950)에 대한 저항성을 KS A 0702의 방법에 준해 평가하여 등급으로 나타냈다. 곰팡이 저항성 시험의 결과표시는 시료에 곰팡이균을 접종한 부위에 균사가 발육한 부분의 면적에 따라 1~3등급으로 표시한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 각 섬유의 종류별 염색성

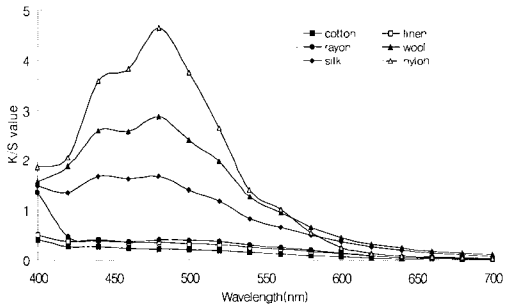

Fig. 2. Changes of K/S values of the fabrics dyed with balsamine extracts at 40℃ for 10 minutes

Fig. 2는 염색된 직물들을 400nm에서 700nm까지의 범위에서 20nm간격으로 K/S값을 측정하여 나타낸 그림이다. 셀룰로오스계 섬유들은 모, 견, 나일론의 아미드계 섬유들에 비해 염색이 거의 이루어지지 않았으며 아미드계 섬유들은 480nm에서 가장 높은 K/S값을 나타냈다.

3.2 염액의 pH에 따른 염색성

Fig. 2에서 염색성이 우수하게 나타난 모직물에 대해서 봉숭아 염액의 pH를 3~10의 범위에서 조절하여 염색한 결과를 Table 3에 나타냈으며 Fig. 3은 염색 결과를 K/S값으로 나타낸 그림이다. 산성염액에서의 염색성이 알칼리성 염액에서 염색한 경우보다 우수하게 나타났다. 조절을 하지 않은 추출원액인 염액의 pH가 4.6으로 측정되었으며 이 추출원액으로 염색했을 때의 결과가 가장 우수하게 나타났다. 이에 따라 봉숭아 염색의 실용화를 위한 적절한 조건이 pH 4.6인 추출원액으로 판단되므로 이 후의 염색성 검토는 추출 원액을 그대로 이용하여 염색한 시료로 실시하였다.

Table 3. Color Values of wool fabrics dyed with balsamine dyebaths of pH 3~10 at 40℃ for 10 minutes

Values / pH	L*	a*	b*	⊿E	H	V/C
3	68.49	15.17	28.69	30.50	6.35YR	7.04/5.49
4	61.30	18.48	25.60	36.40	4.12YR	6.06/5.54
4.6(control)	59.93	19.13	25.60	37.50	4.70YR	5.82/5.67
5	62.61	16.79	25.67	34.46	4.86YR	6.19/5.30
6	66.39	13.46	22.41	28.64	5.92YR	6.77/4.49
7	68.86	11.90	22.45	25.90	6.90YR	7.03/4.30
8	68.56	11.10	20.21	24.95	6.87YR	7.00/4.21
9	71.38	10.20	21.14	22.62	7.62YR	7.28/4.22
10	72.33	10.85	23.04	21.74	7.61YR	7.38/4.55

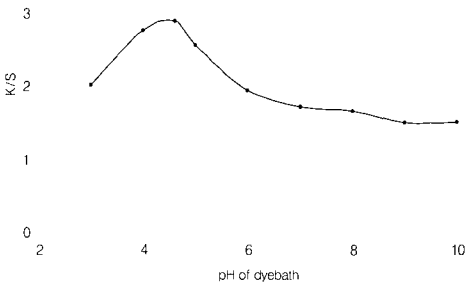

Fig. 3. K/S values of wool fabrics dyed with balsamine dyebaths of pH 3~10 at 40℃ for 10 minutes

3.2 염색시간에 따른 염색성

40℃의 온도에서 액비 50:1로 염액을 준비하여 염색시간을 10, 15, 25, 40분으로 변화시켜 염색성을 비교하였다.

각종 직물을 봉숭아 염액에서 액비 50:1, 40℃로 염색한 시료의 결과를 Table 4에 L, a, b, ⊿E와 먼셀값으로 나타냈으며 Fig. 4는 염색성이 우수한 모, 견, 나일론 직물의 K/S 최대값을 보인 480nm에서 각 직물의 염색성을 나타낸 그래프이다. 식물성섬유의 직물보다는 동물성섬유와 나일론직물의 염색성이 더욱 우수함을 나타내주고 있다. 이는 염료의 수산기가 음이온을 띠므로 아미노기를 지닌 섬유가 더 우수한 염색성을 나타내는 것으로 보인다. 식물성섬유 직물 중에서는 면이나 린넨보다는 레이온직물의 염색성이 더 좋게 나타났으며 이는 대부분의 천연 또는 합성염료 염색에서 나타나듯이 면이나 린넨에 비해 중합도가 낮고 흡수성이 많기 때문으로 판단된다. 아미노기를 갖고 있는 아미드계 섬유 중에서는 견이나 양모에 비해 나일론 직물의 염색성이 가장 우수하게 나타났다. 나일론은 아미드기와 말단기로 인해 단백질섬유와 유사한 염색성을 가짐과 동시에 소수성인 긴 메틸기 사슬을 포함하고 있어 비이온 염료에 대한 염착성도 지니고 있어 나일론 직물의 염색성이 좋게 나타난 것으로 판단된다.

염색을 시작한지 10분만에 거의 염착 평형이 이루어져 40분 염색에 의해 얻어진 염색포의 약 90% 정도에 도달했으며 시간이 경과되어도 염착이 증가되지 않았다.

합성섬유의 염색성을 모든 염색포의 색상은 먼셀 색상환의 YR(yellowish red)에 속해 있었으며 이 중에서 염색성이 우수한 나일론직물은 2.46~

Table 4. Color Values of the fabrics dyed with balsamine extracts for various time at 40℃

Time(min) \ color values		L	a	b	⊿E	H	V/C
cotton	10	82.72	4.19	13.23	18.85	2.44YR	8.14/2.37
	15	80.71	5.41	13.50	20.04	1.92YR	7.93/2.36
	25	81.72	4.66	13.27	18.83	1.92YR	8.04/2.22
	40	79.52	4.74	13.18	20.67	2.49YR	7.81/2.22
linen	10	79.23	5.80	12.91	19.19	0.86YR	7.78/2.49
	15	78.84	6.22	12.20	20.25	0.12YR	7.54/2.40
	25	78.67	5.89	11.80	20.18	0.31YR	7.52/2.31
	40	77.98	5.86	11.91	20.80	0.38YR	7.45/2.33
rayon	10	75.88	9.58	15.99	30.56	8.37YR	7.44/3.32
	15	74.78	10.11	15.31	31.65	7.86YR	7.32/3.70
	25	74.24	9.62	14.99	31.77	8.16YR	7.27/3.58
	40	73.65	8.95	15.34	32.24	9.06YR	7.21/3.52
silk	10	64.63	14.19	21.93	40.08	6.72YR	6.29/4.60
	15	65.58	12.08	16.91	42.47	6.34YR	6.09/4.71
	25	63.36	12.85	17.95	45.04	6.03YR	5.87/4.94
	40	61.43	13.08	17.37	46.59	5.64YR	5.67/4.89
wool	10	59.93	19.31	25.60	37.50	4.70YR	5.82/5.67
	15	58.82	19.29	23.51	37.11	4.71YR	5.11/4.82
	25	56.70	19.27	22.41	38.91	4.29YR	4.90/4.67
	40	55.25	19.09	21.42	40.10	4.03YR	4.76/4.52
nylon	10	59.81	34.11	40.58	64.68	2.53YR	5.81/9.51
	15	59.36	32.69	39.50	63.11	3.19YR	5.47/8.93
	25	55.60	35.32	40.99	67.45	2.46YR	5.09/9.35
	40	53.87	33.66	39.42	66.97	2.90YR	4.92/8.92

3.19YR로 나타나 YR범위 내에서 R(red)쪽에 가까워 붉은 색을 많이 띠고 있었으며 모직물도 4.03~4.70YR로 다소 붉은 색을 띠는 YR색상이었으나 섬유소계 섬유의 직물들은 단백질섬유 직물이나 나일론직물에 비해 Y(yellow)에 가까운 색상범위에서 염색이 이루어졌다. 이는 섬유소섬유는 붉은 색을 띠는 lawsone색소와의 결합으로 인한 염색보다는 탄닌 성분으로 인한 염색이 이루어지기 때문으로 판단된다.

3.3 염색온도에 따른 염색성

봉숭아 염액으로 염색온도를 20, 40, 60℃로 변화시켜서 면, 린넨, 견, 모, 레이온, 나일론 직물들을 각각 10분동안 액비 50:1로 염색해서 Hunter의 L, a, b와 ⊿E, Munsell Value(H, V/C)를 측정하여 Table 5에 나타냈다.

20, 40, 60℃의 염액에서 50:1의 액비로 10분동안 염색한 직물의 K/S값을 측정한 결과를 Fig. 5

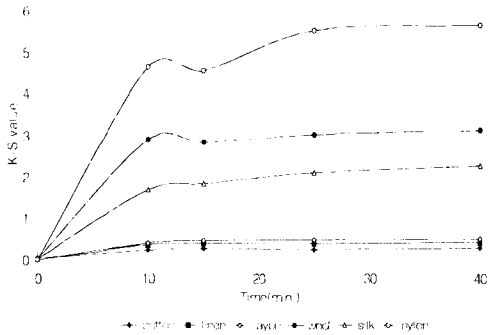

Fig. 4. K/S values of the fabrics dyed with balsamine extract according to dyeing time at 40℃

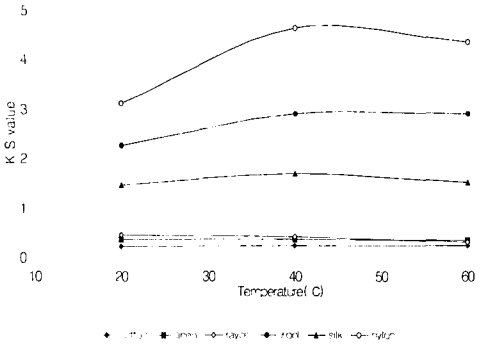

Fig. 5. K/S values of the fabrics dyed with balsamine extracts at 20, 40 and 60℃

Table 5. Dyeability of the fabrics dyed with balsamine extracts at 20, 40 and 60℃

Temp.(℃) \ color values		L	a	b	⊿E	H	V/C
cotton	20	84.41	4.38	13.65	17.91	2.29YR	8.31/2.29
	40	82.72	4.19	13.23	18.85	2.44YR	8.14/2.37
	60	82.55	3.54	12.16	18.21	3.16YR	8.12/2.17
linen	20	80.61	6.67	14.70	19.22	0.31YR	7.92/2.83
	40	79.23	5.80	12.91	19.19	0.86YR	7.78/2.49
	60	79.26	5.06	11.54	18.38	1.41YR	7.78/2.23
rayon	20	75.05	12.37	22.19	31.31	7.81YR	7.35/4.45
	40	75.88	9.58	15.99	30.56	8.37YR	7.44/3.32
	60	76.92	7.23	14.05	28.03	9.77YR	7.54/2.79
silk	20	68.16	14.43	24.14	38.50	7.08YR	6.65/4.92
	40	64.63	14.19	21.93	40.08	6.72YR	6.29/4.60
	60	64.29	12.87	19.14	38.70	6.87YR	6.26/4.09
wool	20	63.97	18.80	26.89	34.59	5.24YR	6.23/5.79
	40	59.93	19.31	25.60	37.50	4.70YR	5.82/5.67
	60	57.61	17.03	21.76	37.22	4.89YR	5.59/4.90
nylon	20	67.82	31.81	40.65	59.04	3.18YR	6.62/9.37
	40	59.81	34.11	40.58	64.68	2.53YR	5.81/9.51
	60	59.54	31.11	39.56	62.07	3.20YR	5.79/8.98

Table 6. Colorfastness to washing and drycleaning of the fabrics dyed with Balsamine extracts

Colorfastness / Fabrics	Washing					Drycleaning				
	Fading	Staining				Fading	Staining			
		cotton	silk	wool	nylon		cotton	silk	wool	nylon
Cotton	2-3	4-5	4-5	-	-	4-5	4-5	4-5	-	-
Silk	2	-	4-5	-	4-5	3	-	4-5	-	4-5
Wool	2-3	4-5	-	4-5	-	4-5	4-5	-	4-5	-
Nylon	2	4-5	4-5	-	-	4-5	4-5	4-5	-	-

Table 7. Colorfastness to perspiration and light of the fabrics dyed with balsamine extracts

Colorfastness / Fabric	Perspiration						Light
	acidic			basic			
	fading	staining		fading	staining		
		cotton	silk		cotton	silk	
cotton	4	4	3-4	4-5	4	4	1
silk	4	2	3-4	4	2	3-4	1
wool	4	2	3-4	4	2	3-4	2
nylon	4	3	3	4	4	4	1

에 나타냈다. 봉숭아 염액에서의 온도에 따른 염색성은 상온인 20℃에서 염색이 잘 되며 wool, silk, nylon의 경우에 염색온도 40℃에서 약간의 염색성 향상이 나타나기도 하나 대체로 60℃로 염색온도를 높여도 염색성이 크게 향상되지 않거나 오히려 더 낮게 나타났다.

3.4 봉숭아염색포의 염색견뢰도

Table 6과 7은 봉숭아염액으로 염색한 포에 대해 세탁견뢰도, 드라이클리닝견뢰도, 땀견뢰도, 일광견뢰도를 측정한 결과이다. 면직물, 견직물, 모직물 나일론직물을 봉숭아 염액으로 40℃에서 10분간, 액비 50:1로 염색을 한 후 각각의 견뢰도를 측정하였다. 물세탁했을 때의 변퇴색이 2급 또는 2-3급으로 낮게 나타났으며 드라이클리닝에 대해서는 4-5급으로 높은 등급을 나타났다. 땀견뢰도는 변퇴색은 모두 4급 또는 4~5급으로 우수했으며 오염도는 첨부포가 견포인 경우가 3급에서 4급 사이로 보통이었으며 견과 모염색포의 면포에 대한 오염도는 2급으로 낮게 나타났다. 일광견뢰도는 대부분의 천연염색물이 그렇듯이 매우 낮게 나타났다. 양모 염색물만 2급이고 나머지는 모두 1급으로 나타나 건조시에나 착용시에 직사광선에 노출되지 않도록 주의를 해야 할 것으로 생각된다.

3.3 봉숭아염색포의 항미생물

황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC 6538)과 폐렴간균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352)의 2가지 공시균에 대한 염색포의 항균효과를 알아보기 위해 균감소율을 검토하여 Table 8에 나타냈다. 황색포도상구균과 폐렴균에 대해 염색포들은 정균감소율 99.9%에 이르는 완벽한 항균효과를 나타냈다. 세탁에 의한 항균효과의 지속성을 검토하기 위해 면과 나일론 염색포를 세탁기로 10회 세탁을 한 후에 측정한 항균효과도 99.9%로 나타났다.

시험용 곰팡이인 *Trichophyton interdigitale* KCCM

Table 8. Antibacterial activities of the fabrics dyed with balsamine extract

Antibacterial activities / Dyed fabric	Reduction ratio of colonies(%)	
	S. aureus	*K. pneumoniae*
cotton	over 99.9	99.9
silk	over 99.9	over 99.9
wool	over 99.9	over 99.9
nylon	over 99.9	over 99.9

11950 에 대한 저항성이 모두 1급(시료의 접종한 부분에 인지되는 균사의 발육부분의 면적이 전 면적의 1/3을 초과)으로 나타나 곰팡이 저항효과는 없었다.

4. 결 론

봉숭아를 재배하여 꽃잎, 줄기, 잎부분을 혼합해서 채취해서 분쇄하여 염액을 추출하였다. 면, 린넨, 레이온, 모, 견, 나일론 직물을 봉숭아 염액으로 액비 50:1, 20, 40, 60℃의 온도로 10 ,15, 25, 40분 동안 염색하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 면, 린넨, 레이온의 식물성섬유보다는 동물성섬유인 모, 견과 나일론섬유의 염색성이 더욱 우수하게 나타났다. 식물성섬유 직물 중에서는 면이나 린넨보다는 레이온직물의 염색성이 다소 높게 나타났으며 6종의 직물 중 나일론직물의 염색성이 가장 우수하게 나타났다.
2) 봉숭아 염액에서의 염색은 염색시간은 초기 10분내에 가장 많은 양의 염착이 이루어졌으며 추출 원액의 pH인 4.6의 염액으로 40℃로 염색했을 때 좋은 염색물을 얻을 수 있었다.
3) 세탁견뢰도와 드라이클리닝견뢰도는 4~5급으로 좋은 결과를 나타냈다. 땀견뢰도 중 변퇴색은 모두 4급 또는 4~5급으로 우수했고 견포에 대한 오염도는 3급에서 4급 사이로 보통이었으며 견과 모염색포의 면포에 대한 오염도는 2급으로 낮게 나타났다. 일광견뢰도도 1~2급으로 낮은 값을 나타냈다.
4) 황색포도상구균과 폐렴균에 대해 염색포들은 세탁 전 뿐 아니라 10회 세탁 후에도 정균감소율 99.9%에 이르는 항균효과를 나타냈으나 곰팡이에 대한 저항도는 없었다.

참고문헌

1. S. W. Nam, Dyeing with Natural Dyes, *Fiber Technology and Industry*, **2(2)**, 238~257 (1998).
2. K. R. Cho, "*Natural Dyeing*", Hyungsul Publication, 2000.
3. M. H. Han, Dyeability and Antibacterial, Deordorization Activity of Silk Fabrics by Gromwell Extracts, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **12(5)**, 29~35(2000).
4. K. J. Yong, I. H. Kim & S. W. Nam, Antibacterial and Deordorization Activities of Cotton Fabrics by Amur Cork Tree Extracts, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **11(1)**, 9~15(1999).
5. K. S. Han, Natural Indigo Dyeing, Daewonsa Publication, 14~16(1997).
6. B. K. Park, Study on Traditional Korean Indigo Dyeing, Master Dissertation Thesis, Hongik Univ., 1997.
7. 小橋川 順市, 傳統染色特輯<1> -藍の染色-, *染色技術*, **8(4)**, 191~197(1990).
8. S. W. Nam, I. M. Jung & I. H. Kim, Dying of Cotton Fabric with Natural Dye(1), *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **7(2)**, 47~54(1995).
9. Y. S. Lee, Study on Korean Traditional Dying with safflower, *Thesis Collection of Kunkook Univ.*, 4(1980).
10. K. C. Ahn & J. H. Kim, A Study of the Dyeability and Physical Properties of Mordanted and Finished Fabrics Dyed with Natural Dye of Safflower, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **13(1)**, 23~31(2001).
11. S. N. Lee, Studies on Component Analysis of Methanol Extracts of Sappanwood and Antibacterial & Deordorization Activities of Silk Dyeing, Doctor's Dessertation Thesis of Sungkyunkwan Univ. 1995.
12. H. O. So, The Effect of Colorfastness in the gardenic Jasminoides Ellis Dying, *Costume*, **16**, 201~209(1991).
13. K. R. Cho & J. D. Jang, Studies on The Natural Dyes(Ⅳ)-Dyeing of Cellulose Fibers by Color of Cape Jasmine, *Thesis Collection of Pusan Women's Univ.*, **36**, 323~334 (1993).
14. S. S. Cho, H. S. Song, B. H. Kim, The Dyeability Properties of Some Yellow Dyes (2)-Extracted from Turmeric-, *J. of Korean Soc. Clothing & Textiles*, **21(6)**, 1051~1059(1997).
15. M. C. Kang & K. R. Cho, Studies on The Natural Dyes(12) -Dyeing Properties of Amur Cork Tree Colors for Silk, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, 12**(4)**, 239~247(2000).

16. P. S. Vankar, Chemistry of Natural Dyes, *Resonance J. of Science Education*, **5(10)**, 73~80(2000).
17. Aldrich Chemical Database