

선인장 열매의 색소 추출물에 의한 양모섬유의 염색

이세희 · 조용석

대구효성가톨릭대학교 생활과학부 패션산업학 전공

1. 서론

인류가 사용해 온 천연염료의 종류는 매우 많으며, 그들 중 대부분은 식물의 잎, 뿌리, 줄기, 꽃, 열매 등에서 채취한 것이다. 따라서 오늘날 천연염료에 관한 많은 연구는 식물성 색소에 집중되어 있다.^{1,2}

제주도에서 대량으로 재배되는 선인장(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten* MAKINO)은 중심자목 선인장과에 속하는 다년생 초목으로 손바닥 선인장 또는 백년초 등으로 불리워지며, 그 열매는 항게양 효과, 노화억제, 항암작용 등의 효능을 가지고 있어서³ 제주도 지방기념물 제35호로 지정하여 이를 이용한 가공 식품 개발이 활발하게 연구되고 있지만⁴⁻⁶ 선인장 열매의 색소를 섬유 염색에 이용한 연구는 아직 없는 실정이다.

본 연구에서는 식품으로 이용되고 있는 선인장 열매를 물로 추출한 염액에 아스코르빈산을 항산화제로 첨가하고 양모섬유를 염색했을 때 항산화제로서의 효과와 염색조건에 따른 염색성, 견뢰도, 항균성 및 자외선 차단효과 등을 측정, 평가하여 선인장 열매의 색소성분을 천연염료 염색에 활용할 수 있는 가능성을 검토하였다.

2. 실험

2. 1. 시료 및 시약

실험에 사용한 선인장 열매는 30℃에서 감압건조한 후 잘게 분쇄하여 염색에 사용하였고, 염색 시험포는 KS K 0905에 규정된 양모 백포를 사용하였다. 항산화제는 아스코르빈산($C_6H_8O_6$)을 사용하였으며, 매염제는 $K_2Cr_2O_7$, $K_2Al_2(SO_4)_4$, $SnCl_2$, $FeSO_4$, $CuSO_4$ 등의 1급 시약을 사용하였다.

2. 2. 염색 및 표면색 측정

건조 분쇄한 염색 20g을 1ℓ의 증류수에 넣고 상온에서 24시간 추출, 여과하여 염액으로 사용하였으며, 아스코르빈산을 염액의 0.05~0.3% 첨가하고, 염색온도는 상온~90℃, 염색시간은 5시간까지 변화시켜가면서 욕비 1:50에서 각각의 조건으로 염색하여 매염제의 처리량, 매염방법 및 반복염색에 따른 염색효과를 1976년 CIE에서 제정한 색차식에 의하여 L^* , a^* , b^* , C^* 및 ΔE^* 값을 측정하여 표면색의 변화로 평가하였다.

2. 3. 견뢰도 시험

세탁, 드라이클리닝, 땀, 마찰, 일광 등에 대한 견뢰도와 자외선 차단효과, 항균성 시험 등은 KS K에 의거하여 실험하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1. 선인장 열매 추출물의 자외선-가시광선 흡수스펙트럼

Fig. 1은 염액으로 사용한 선인장 열매 추출물의 자외선-가시광선 흡수스펙트럼을 나타낸 것인데, 가시광선 영역의 중앙부분에서 최대흡수를 보이고 단파장과 장파장으로 갈수록 점차 흡수가 작아지는 전형적인 적색색소의 흡수스펙트럼으로 최대흡수파장은 533 nm로 Scheme 1과 같은 구조를 가지는 betacyanins의 최대흡수파장 범위와 잘 일치되고있다.⁷

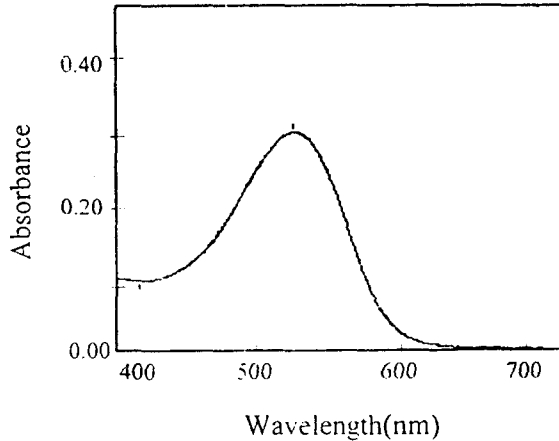
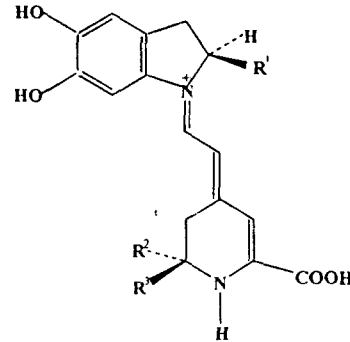


Fig. 1. UV-visible absorption spectrum of the water extract of *Opuntia ficus-indica*.



Scheme 1. The chemical structure of betacyanins.

3. 2. 염색성

선인장 열매 추출물의 주된 색소의 항산화 효과를 조사하기 위해 항산화제로써 효과가 우수한 것으로 알려진 아스코르빈산⁵을 염액의 0~0.3%를 첨가하여 매염처리하지 않고 50℃에서 1.5시간 염색하였을 때 염색포의 표면색을 측정된 결과를 Table 1에 나타내었다. 아스코르빈산의 첨가량이 증가하면 미첨가 양모염색포에 비해 L*는 저하하고 C*는 점차 증대되어 농색으로 염색되며, 0.1% 이상의 농도에서는 L*, C*, ΔE*가 거의 변화가 없는 것으로 보아, 아스코르빈산의 사용농도는 0.1%가 적당한 것으로 판단되었다.

Table 1. The colorimetric values on the non-mordanted dyeing wool fabric at the various concentration of antioxidant

Colorimetric value	Conc. of ascorbic acid(%)				
	0	0.05	0.1	0.2	0.3
L*	49.40	46.46	43.76	42.90	41.16
a*	21.85	25.79	29.47	30.04	30.83
b*	2.38	0.54	-1.24	-1.91	-1.95
C*	21.98	25.79	29.50	30.05	30.63
ΔE*	42.67	47.60	51.47	52.58	53.17

Note) L*, a*, b*, C* values for the wool fabric is 83.95, -1.94, 8.82, 11.17 respectively.

Table 2는 선인장 열매 추출물에 0.1% 아스코르빈산을 첨가하여 온도를 상온, 50, 70, 90℃로 조정하여 1.5시간 염색한 염색포의 표면색을 측정된 결과를 나타낸 것이다. 색상방향을 나타내는 a*와 b* 값이 상온과 50℃에서는 a*는 +영역, b*는 -영역으로 Bluish red 계통으로 염색되며, 70와 90℃에서는 a*, b* 모두 +영역으로 Yellowish red 계통으로 염색되어 염색온도가 상승함에 따라서 적색색소가 황색 계통으로 변화되며 염색온도가 높아짐에 따라서 L*는 저하하고 C*는 증대되어 표면색이 진해진다.

Table 2. The colorimetric values of the non-mordanting wool fabric at various dyeing temperature

Colorimetric value	Dyeing temperature (°C)			
	Room temperature	50	70	90
L*	59.27	45.87	45.10	44.61
a*	22.31	27.04	26.00	25.80
b*	-6.20	-6.24	10.58	25.65
C*	23.16	27.04	28.07	36.38
ΔE^*	38.11	48.95	47.91	50.72

Note) L*, a*, b*, C* values for wool fabric is 83.95, -1.94, 8.82, 11.17 respectively.

Fig. 2는 0.1% 아스코르빈산을 첨가하여 50℃에서 매염제를 사용하지 않고 염색시간을 0~5시간 동안 염색한 염색포의 표면반사율을 측정하여 산출한 K/S 값이다. 염색시간이 경과할수록 K/S 값이 증가하며 3시간 이후는 증가폭이 작아 거의 평형에 도달함을 알 수 있다. 그러나 염색시간이 길어지면 양모섬유의 손상이 우려되고 실용성도 떨어지므로 염색시간은 1.5시간으로 조정하여 반복염색함으로써 염착량을 증진시킬 수 있을 것으로 판단된다.

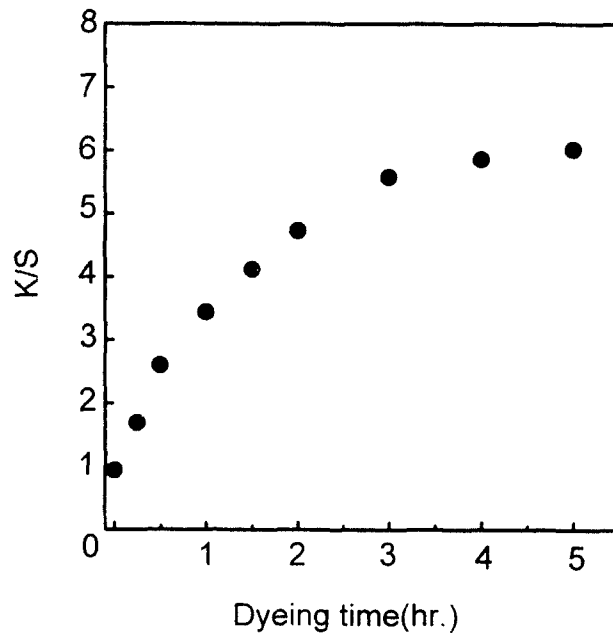


Fig. 2. K/S value for the non-mordanted dyeing wool fabric at various dyeing time.

따라서 이후의 표면색 측정에 사용한 염색포는 모두 아스코르빈산을 0.1% 첨가한 염액으로 50℃에서 1.5시간 염색하여 사용하였다.

Fig. 3은 매염제 종류별로 매염제 농도 0.5%로 3회 반복염색한 염색포의 표면색의 변화를 측정한 결과로 Al 매염처리하면 매염방법에 상관없이 a^* 값은 +영역, b^* 값은 -영역에 있어 무매염포와 같은 Bluish red 계통으로 염색되었고, Sn과 Fe, Cr로 매염처리하면 매염제에 따라 다소 차이는 있지만 a^* , b^* 값이 모두 +영역에 분포되어 Yellowish red 계통으로 염색되었으며, Cu 매염시 a^* 값은 -영역, b^* 값은 +영역으로 Greenish yellow 계통으로 염색되었다.

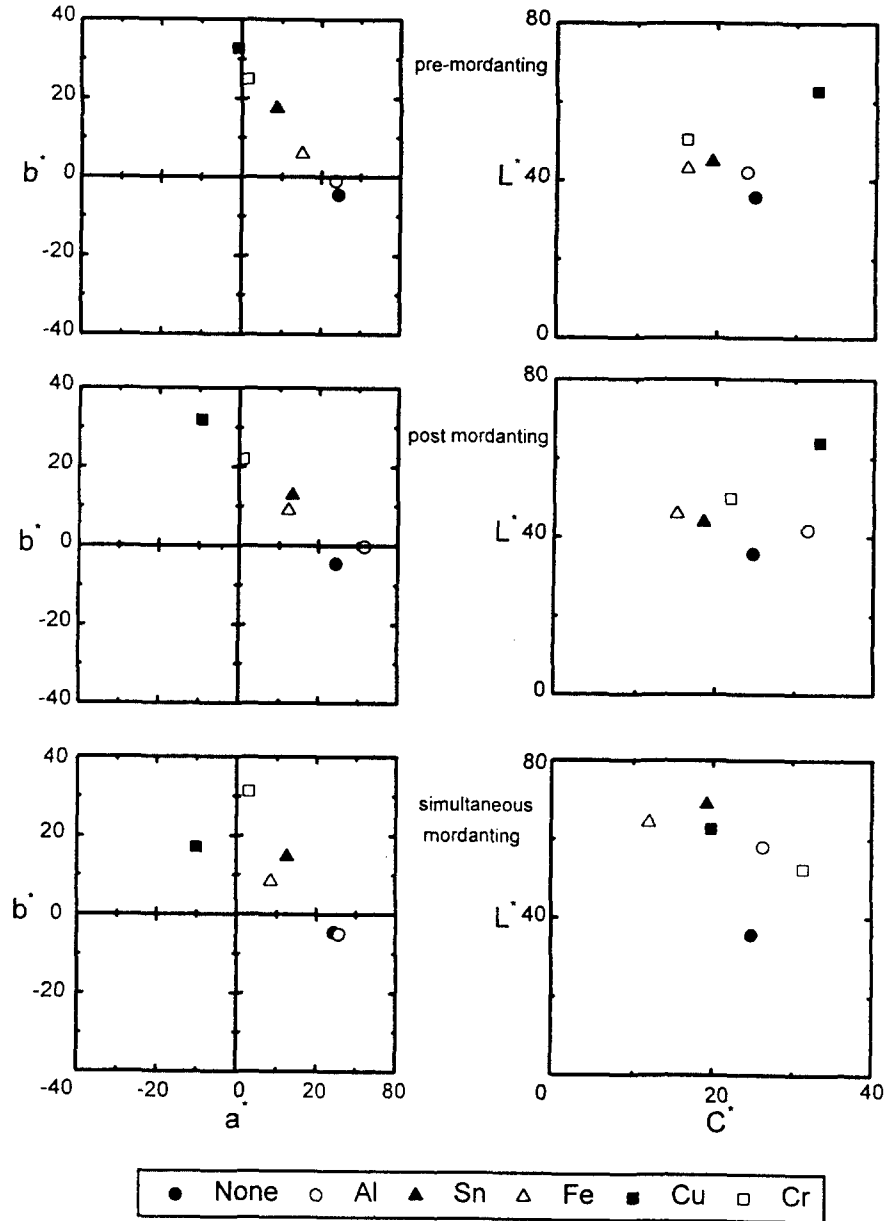


Fig. 3. The chromaticity diagram for the dyed wool fabric according to the mordanting method.

그리고 선매염법과 후매염법으로 염색한 염색포는 각종 매염제에 대한 L*와 C* 값이 각각 비슷하여 유사한 색상이며 동시매염법으로 염색한 염색포는 선매염이나 후매염 처리에 의한 염색포에 비해 L* 값이 증대되어 색상이 더 연하게 염색되었다.

3. 3. 견뢰도

Table 3은 0.1% 아스코르빈산을 첨가하여 욱비 1:50으로 50℃에서 1.5시간씩 3회 반복염색한 염색포에 대한 각종 견뢰도를 측정하여 나타낸 결과이다. 중성세제에 대한 세탁견뢰도에 비해 드라이클리닝에 대한 견뢰성이 우수하며, 땀에 대한 견뢰도는 알칼리성 땀액에서보다는 산성땀액에서 더 안정하고, 마찰에 대해서는 건조시와 습윤시에 모두 우수하며 일광에 대한 견뢰도는 약한 경향이였다.

Table 3. Fastness of the wool fabric dyed with *Opuntia ficus-indica* extract

Fastness	Mordanting method	Mordants					None	
		Al	Sn	Fe	Cu	Cr		
Washing	Pre-mordanting	3-4	4-5	2-3	2-3	4-5		
	Post-mordanting	4-5	4	2	2-3	2-3	3-4	
	Simultaneous mordanting	3-4	4-5	2	4	2-3		
Dry cleaning	Pre-mordanting	4-5	4	4	4-5	4-5		
	Post-mordanting	4-5	4-5	3	4	4	5	
	Simultaneous mordanting	4-5	4-5	3	4-5	4		
Perspiration	Pre-mordanting	Acidic	4-5	5	3	4	4-5	4-5
		Alkaline	2-3	3-4	2	3	4-5	2
	Post-mordanting	Acidic	4-5	4-5	2-3	3-4	4	
		Alkaline	3-4	4	2-3	4	4	
Rubbing	Simultaneous mordanting	Acidic	4	3-4	2-3	4	4	
		Alkaline	2-3	2-3	2	4-5	4	
	Pre-mordanting	Dry	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5
		Wet	4-5	3-4	4	4-5	4-5	4-5
Light	Post-mordanting	Dry	4-5	4	4-5	4-5	4-5	
		Wet	4-5	4	4-5	4-5	4-5	
	Simultaneous mordanting	Dry	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	
		Wet	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	
Light	Pre-mordanting		1	1	1	2	1	
	Post-mordanting		1	1	1	2	1	1
	Simultaneous mordanting		1	1	1	1	1	

3. 4. 항균성 및 자외선 차단율

Table 4는 동시매염법으로 3회 반복염색한 양모 염색포의 항균성 측정 결과를 나타낸 것이다. 양모 백포의 균감소율 17.8%에 비해 무매염 염색포는 90.0%로 향상되었고, 매염제 Al, Sn, Fe, Cu, Cr을 동시매염법으로 염색한 염색포 중 Cr으로 매염처리한 염색포의 균감소율이 31.5%를 제외하고는 90%이상으로 모두 균감소율이 향상되었다.

Table 4. Bacteria reduction rate(%) for the simultaneous mordanted dyeing wool fabric

Undyed	Non-mordanting	Simultaneous mordanting				
		Al	Sn	Fe	Cu	Cr
17.8	90.0	90.2	99.9	90.9	99.9	31.5

Table 5는 매염방법에 따라서 매염제 종류별로 염색한 염색포의 자외선 차단율을 나타낸 것이다. 양모는 백포 자체의 자외선 차단율이 86.3%로 상당히 높으나 선인장 열매 추출물에 의한 무매염 염색포의 자외선 차단율이 94.9%로 높아져서 자외선 차단효과가 향상되었으나 매염처리한 염색포의 자외선 차단율은 무매염포와 비슷하여 매염처리로 인한 자외선 차단효과 향상은 기대할 수 없는 것으로 판단된다.

Table 5. UV-B protection rate(%) for the dyed wool fabric according to the mordanting method

Mordanting method	Mordant				
	Al	Sn	Fe	Cu	Cr
Pre-mordanting	94.5	96.1	95.9	96.0	95.5
Post mordanting	93.8	95.2	95.2	95.4	97.2
Simultaneous mordanting	89.1	92.7	92.9	95.3	97.4

Note) UV-B protection rate(%) for the undyed and non-mordanting dyed wool fabric is 86.3% and 94.9% respectively.

4. 결론

1. 선인장 열매의 물 추출물의 최대흡수파장은 533 nm로 전형적인 betacyanins계 천연 적색 색소 스펙트럼과 일치하였다.
2. 선인장 열매의 물 추출액에 아스코르빈산을 첨가하여 양모섬유를 염색하면 색상이 안정

되며 이때의 적정 염색 조건은 아스코르빈산 농도 0.1%, 매염제 농도 0.5%, 염색 온도 50 ℃에서 1.5시간씩 3회 반복염색하는 것이다.

3. 양모 염색포의 세탁견뢰도는 중성세제를 이용한 물세탁보다는 드라이클리닝에 대한 견뢰성이 우수하였으며, 땀견뢰도는 알칼리성땀액에서보다는 산성땀액에서 더 우수하였다. 마찰견뢰도는 건조시와 습윤시에 모두 우수하였으며, 일광에 대한 견뢰도는 약한 경향이였다.
4. 선인장 열매 추출액으로 양모섬유를 염색하면 항균성이 크게 향상되며, 자외선 차단효과도 크게 증대되었다.

참고문헌

1. 조정래, 천연염료에 관한 연구(7), *한국염색가공학회지*, **6**, 40(1994)
2. 유혜자, 이해자, 변성례, 도토리틀 이용한 직물의 염색, *한국의류학회지*, **21**, 661(1997)
3. 강소신의학원편, 중약대사전 5권, 도서출판 정담, 서울, pp. 3029~3031, 1998.
4. 이영철, 황금희, 한동휴, 김성대, 손바닥 선인장의 성분 특성, *한국식품과학회지*, **29**, 847(1997).
5. 김인환, 김명희, 김홍만, 김영언, 선인장열매 적색색소의 열안정성에 대한 항산화제의 효과, *한국식품과학회지*, **27**, 1013(1995).
6. 이상빈, 황기, 하영득, 선인장 열매로부터 추출된 점질물 및 색소의 기능성, *한국식품영양과학회지*, **27**, 821(1998).
7. 김종화, 화훼식물의 화색발현, *화색과 향기*, **1**, 11(1999).