

〈연구논문(학술)〉

선인장 열매의 색소 추출물에 의한 양모섬유의 염색

이세희¹ · 조용석 · 최순화*

대구가톨릭대학교 패션산업학과, *중부대학교 패션디자인학과

Dyeing of Wool Fabric by the Pigment Extracted from *Opuntia Ficus-indica*

Se-Hee Lee¹, Yong-Suk Cho and Soon-Hwa Choi*

Dept. of Fashion Industry, Catholic University of Daegu, Kyeongsan, Korea

¹Dept. of Fashion Design, Joongbu University, Kumsan, Korea

(Received January 13, 2006/Accepted March 13, 2006)

Abstract— The pigment extraction of *Opuntia ficus-indica* has been conducted to develop useful natural dyes in place of synthetic dyes which are suspected to bring serious environmental pollutions. The dyeing ability on wool fabric by addition of ascorbic acid and several mordants were investigated by means of color measurement. In addition, the fastness of washing, perspiration, rubbing, light, dry cleaning, effect on bacterial reduction and UV-B protection were also investigated. From these investigation, it is suggested that the pigment extracted from *Opuntia ficus-indica* can be used as a source of natural dyes and the obtained result are as follows.

1. Maximum absorption band (λ_{max}) of *Opuntia ficus-indica* extract is 533nm.
2. The wool fabric dyed with *Opuntia ficus-indica* extract has stable color by the addition of ascorbic acid and is achieved with addition of 0.1% ascorbic acid, 0.5% several mordant, and three repeated dyeing at 50°C for 1.5hr.
3. The wash fastness of the dyed wool fabric when it is washed with neutral detergent is more effective than alkaline detergent. The dry cleaning fastness of the dyed wool fabric is more excellent. In addition, the perspiration fastness of the dyed wool fabric is increased by mordanting method. And than the rubbing fastness of the dyed wool fabric is showed excellent under dryness and wetness. Light fastness of the dyed wool fabric, however is showed inferiority.
4. The wool fabric dyed with *Opuntia ficus-indica* extract is showed effective bacterial reduction and UV-B protection is increased remarkably.

Keywords : *Opuntia ficus-indica*, betacyanins, antioxidant, ascorbic acid

1. 서 론

조화로운 육체적, 정신적 건강과 유해물질에서 해방을 추구하는 웰빙 문화 추구자들의 증가로 친환경 상품에 대한 관심이 증가되고 있다. 인류가 사용해 온 천연염료의 종류는 매우 많으나 그들 중

대부분은 식물의 잎, 뿌리, 줄기, 꽃 열매 등에서 채취한 것이다. 따라서 오늘날 천연염료에 관한 많은 연구는 식물성 색소에 집중되어있다¹⁻⁹⁾.

제주도에서 대량으로 재배되는 선인장(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten* MAKINO)은 중심자목 선인장과에 속하는 다년생 초목으로 손바닥 선인장 또는 백년초 등으로 불리며, 그 열매는 항궤양 효과, 노화억제, 항암작용 등의 효능을 가지고 있어서³⁾ 제주도 지방 기념물 제35호로 지

¹Corresponding author. Tel.: +82-41-750-6733; Fax : +82-41-750-6733; e-mail: candy232@hanmail.net

정되어 이를 이용한 가공 식품 개발이 활발하게 연구되고 있지만^{4,6)} 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 염재로 활용할 수 있는 가능성을 검토하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

실험에 사용한 선인장 열매는 30℃에서 감압 건조 한 후, 잘게 분쇄하여 염재로 사용하였고, 염색 시험포는 KS K 0905에 규정된 양모 백포를 사용하였다. 항산화제는 아스코르빈산(C₆H₈O₆)을 사용하였으며, 매염제는 K₂Cr₂O₇, K₂Al₂(SO₄)₄, SnCl₂, FeSO₄, CuSO₄ 등의 1급 시약을 사용하였다.

2.2 염색 및 표면색 측정

건조한 후 분쇄한 염재 20g을 1L의 증류수에 넣고 상온에서 24시간 추출, 여과하여 염액으로 사용하였으며, 이 때 염액의 pH는 4.11이었다. 염색방법은 아스코르빈산을 염액의 0.05~0.3% 첨가하고, 염색온도는 상온~90℃, 염색시간은 5시간까지 변화시켜가며 욕비 1:50에서 각각의 조건으로 염색하였으며, 매염제의 처리량, 매염 방법 및 반복염색에 따른 염색효과는 1976년 CIE에서 제정한 색차식에 의하여 L*, a*, b*, C 및 ΔE* 값을 Computer Color Matching(Color Eye 3100, Macbeth, U.S.A.)으로 D₆₅ 광원을 사용하여 표면색의 변화를 평가하였다.

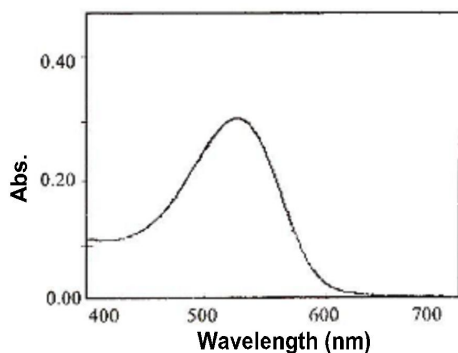


Fig. 1. UV-visible absorption spectrum of the water extract of *Opuntia ficus-indica*.

2.3 견뢰도 시험

견뢰도에 대한 실험은 세탁은 KS K 0640, 드라이클리닝은 KS K 0644, 땀은 KS K 0715, 마찰은 KS K 0650, 일광은 KS K0693, 항균성 시험은 KS K 0693, 자외선 차단율은 KS K 0850에 의거하여 실험하였다.

3. 결과 및 고찰

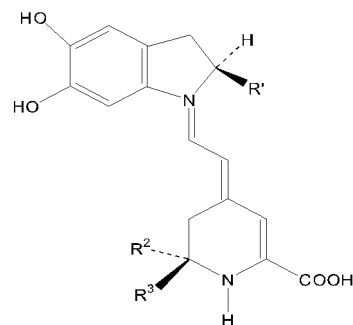
3.1 선인장 열매 추출물의 자외선-가시광선 흡수스펙트럼

Fig. 1은 염액으로 사용한 선인장 열매 추출물의 자외선-가시광선 흡수스펙트럼을 나타낸 것이며, 가시광선 영역의 중앙부분에서 최대흡수를 보이고 단파장 장파장으로 갈수록 점차 흡수가 작아지는 전형적인 적색색소의 흡수스펙트럼으로 최대흡수파장은 533nm로 Scheme 1과 같은 구조를 가지는 betacyanins의 최대흡수파장 범위와 잘 일치되고 있다⁷⁾.

3.2 염색성

선인장 열매 추출물의 주된 색소의 항산화 효과를 조사하기 위해 항산화제로서의 효과가 우수한 것으로 알려진 아스코르빈산⁵⁾을 염액의 0~0.3%를 첨가하여 매염처리하지 않고 50℃에서 1.5시간 염색하였을 때, 염색포의 표면색 측정결과를 Table 1에 나타내었다.

아스코르빈산의 첨가량이 증가하면, 아스코르빈산을 첨가하지 않은 양모 염색포에 비해 L*는 저하하고 C는 점차 증대되어 농색으로 염색되며, 0.1% 이상의 농도에서는 L*, C, ΔE*가 거의 변화되지 않는 것으로 보아 아스코르빈산의 사용 농도는 0.1%가 적당하였다.



Scheme 1. Chemical structure of betacyanins.

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

Conc. of ascorbic acid(%)	Colorimetric value				
	L*	a*	b*	C	ΔE^*
0	49.4	21.85	2.38	21.98	42.7
0.05	46.5	25.79	0.54	25.79	47.6
0.1	43.8	30.04	-1.24	29.50	51.5
0.2	42.9	30.04	-1.91	30.05	52.6
0.3	41.2	30.83	-1.95	30.63	53.2

Note : L*, a*, b*, C values for the wool fabric are 84.0, -1.94, 8.82, 11.17, respectively.

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

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

Dyeing temperature(°C)	Colorimetric value				
	L*	a*	b*	C	ΔE^*
Room temp.	59.3	22.31	-6.20	23.16	38.1
50	45.9	27.04	-6.24	27.04	49.0
70	45.1	26.00	10.58	28.07	47.9
90	44.6	25.80	25.65	36.38	50.7

Note : L*, a*, b*, C values for the wool fabric are 84.0, -1.94, 8.82, 11.17, respectively.

Fig. 2는 0.1%아스코르빈산을 첨가하여 50°C에서 매염제를 사용하지 않고 염색시간을 0~5시간 동안 염색한 염색포의 표면반사율을 측정하여 산출한 K/S 값이다. 염색시간이 경과할수록 K/S 값이 증가하여 3시간 이후는 증가 폭이 작아 거의 평형에 도달함을 알 수 있다. 그러나 염색시간이 길어지면 양모섬유의 손상이 우려되고 실용성도 떨어지므로 염색시간은 1.5시간으로

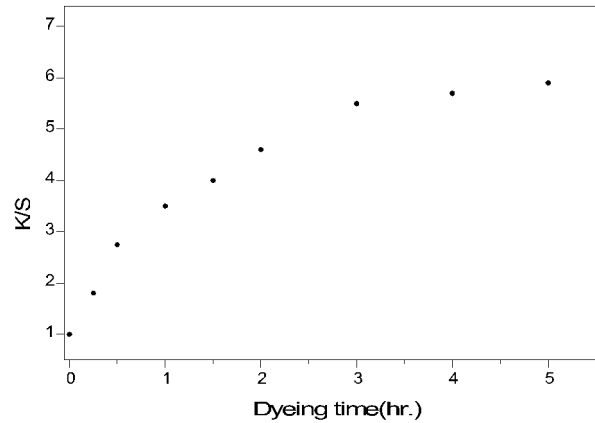


Fig. 2. K/S value for the non-mordanted dyeing wool fabric at various dyeing time.

조정하여 반복 염색함으로써 염착량을 증진시킬 수 있을 것으로 판단된다.

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

Fig. 3은 매염제 종류별로 매염제 농도 0.5%로 3회 반복 염색한 염색포의 표면색의 변화를 측정 한 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. 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°C에서 1.5시간씩 3회 반복 염색한 염색포에 대한 세탁, 드라이클리닝, 일광 견뢰도를 측정하여 나타낸 결과이다. 중성세제에 대한 세탁견뢰도에 비해 드라이클리닝에 대한 견뢰성이 우수하며, 일광에 대한 견뢰도는 열등하였으며, Table 4는 땀, 마찰에 대한 견뢰도를 측정한 결과로 땀에 대한 견뢰도는 알칼리성 땀액에서 보다는 산성 땀액

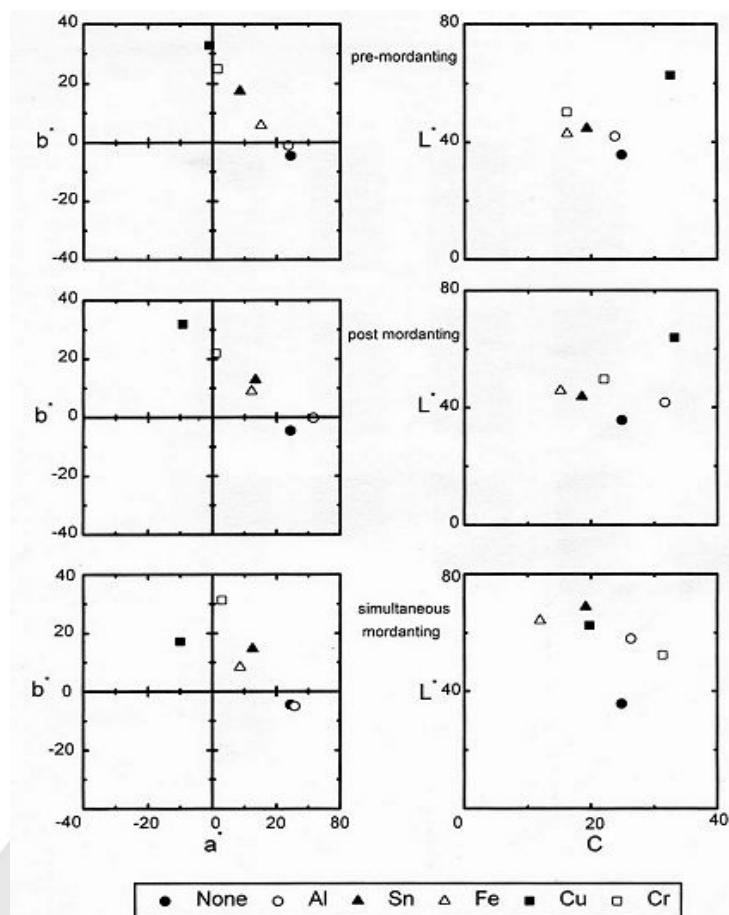


Fig. 3. The chromaticity diagram for the dyed wool fabric according to the mordanting method.

Table 3. Washing, drycleaning, lighting fastness of the wool fabric dyeing with *Opuntia ficus-indica* extract

Mordants	Mordanting method	Fastness		
		Washing	Drycleaning	Lighting
None		3-4	5	1
Al	Pre-mordanting	3-4	4-5	1
	Post mordanting	4-5	4-5	1
	Simultaneous mordanting	3-4	4-5	1
Sn	Pre-mordanting	4-5	4	1
	Post mordanting	4	4-5	1
	Simultaneous mordanting	4-5	4-5	1
Fe	Pre-mordanting	2-3	4	2
	Post mordanting	2	3	2
	Simultaneous mordanting	2	3	1
Cu	Pre-mordanting	2-3	4-5	1
	Post mordanting	2-3	4	1
	Simultaneous mordanting	4	4-5	1
Cr	Pre-mordanting	4-5	4-5	1
	Post mordanting	2-3	4	1
	Simultaneous mordanting	2-3	4	1

Table 4. Perspiration, rubbing fastness of the wool fabric dyeing with *Opuntia ficus-indica* extract

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

에서 더 안정하고, 마찰에 대해서는 건조 시와 습윤 시에 모두 우수하였다.

3.4 항균성 및 자외선 차단율

Table 5는 동시 매염법으로 3회 반복 염색한 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 동시 매염법으로 염색한 염색포 중 Cu, Sn으로 매염 처리한 염색포의 균감소율이 향상되었다. 그리고 Cr 매염제로 처리한 염색포의 균감소율이 무매염 염색포 보다 저하하는데, 이는 염착된 색소 성분이 Cr과의 결합이 많이 생성되어 상대적으로 색소 부분의 활성이 떨어지기 때문인 것으로 사료 된다⁸⁾.

Table 5. Bacterial reduction rate(%) for the Simultaneous mordanted dyeing wool fabric

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

Table 6은 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 매염 처리한 염색포의 자외선 차단율은 무매염포와 비슷하여 매염 처리로 인한 자외선 차단 효과의 향상은 기대할 수 없었다.

Table 6. UV-B protection rate(%) for the dyed wool fabric according to the mordanting method

Dyeing temperature(°C)	Mordanting method		
	Pre-mordanting	Post mordanting	Simultaneous mordanting
Al	94.5	93.8	89.1
Sn	96.1	95.2	92.7
Fe	95.9	95.2	92.9
Cu	96.0	95.4	95.3
Cr	95.5	97.2	97.4

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

4. 결 론

1. 선인장 열매의 물 추출물의 최대흡수파장은 533nm로 전형적인 betacyanins계 천연 적색 색소 스펙트럼과 일치한다.
2. 선인장 열매의 물 추출액에 아스코르빈산을 첨가하여 양모섬유를 염색하면 색상이 안정되며, 이때의 적정 염색 조건은 아스코르빈산 농도 0.1%, 매염제 농도 0.5%, 염색 온도 50°C에서 1.5시간씩 3회 반복 염색하는 것이다.
3. 양모 염색포의 세탁견뢰도는 중성세제를 이용한 물세탁보다는 드라이클리닝에 대한 견뢰성이 우수하였으며, 땀견뢰도는 알칼리성 땀액에서보다는 산성땀액에서 더 우수하였다. 마찰견뢰도는 건조시와 습윤시에 모두 우수하지만, 일광에 대한 견뢰도는 열등하였다.
4. 선인장 열매 추출액으로 양모섬유를 염색하면 항균성이 크게 향상되며, 자외선 차단효과도 크게 증대되었다.

참고문헌

1. K. R. Cho, A Study on Natural Pigment(7), *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **6**, 40~46(1994).
2. H. J. Yoo, H. J. Lee and S. R. Byun, The Dyeing on Fabrics Using Acorns, *J. Korean Soc. Clothing and Textiles*, **21**, 661~668(1997).
3. B. H. Kim and W. S. Song, Transactions/The Study of Natural Dyes on the Flowers(I) - The Dyeability and Antimicrobial Activity of *Sophora japonica*, *J. Kor. Soc. Cloth. Ind.*, **2**, 113~117(2000).
4. B. H. Kim and W. S. Song, The Study of Natural Dyes on the Flowers(II) - The

- Dyeability and Antimicrobial · Deodorization Activity of *Chrysanthemum boreal*, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **12**, 41~48(2000).
5. S. H. Choi, Y. S. Cho, Dyeing of Natural Fibers with Extract of *Ginkgo Biloba* Bark - Ppgrams Analysis and Dyeability, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **13**, 18~23(2001).
 6. H. I. Kim and S. M. Park, A The Study of Natural Dyeing(5) -Adsorption Properties of Berberine for Silk Fabrics, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **14**, 9~17(2002).
 7. Y. J. Chu, Transactions : The Study on the Dyeing Properties of *Rubia akane* Nakai, *J. Korean Soc. Clothing and Textiles*, **26**, 1301~1307(2001).
 8. Y. S. Shin and S. I. Moon, Natural Dyeing with Walnut Hull(I) - Dyeing Properties of Wool Fabric, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **14**, 26~32(2002).
 9. S. H. Choi, Y. S. Cho, Dyeing of Fibers Using Extract of *Catalpa ovata* Bark, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **14**, 44~52(2002).
 10. 강소신의학원편, 중약대사전 5권, 도서출판 정담, 서울, pp. 3029~3031, 1998.
 11. Y. C. Lee, K. H. Hwang, D. H. Han and S. D. Kim, Conposition of *Opuntia ficus-indica*, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 847~853(1997).
 12. I. H Kim, M. H. Kim, H. M. Kim and Y. E. Kim, Effect of Antioxidants on the Thermostability of Red Pigment in Prickly Pear, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 1013~1016(1995).
 13. S. P. Lee, K. Whang and Y. D. Ha, Functional Properties of Mucilage and Pigment Extracted from *Opuntia ficus-indica*, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 821~826(1998).
 14. 김종화, 화훼식물의 화색발현, *화색과 향기*, **1**, 11~37(1999).
 15. S. H. Choi, Y. S. Cho, Dyeing of Natural Fibers with Extract of *Ginkgo Biloba* Bark(2) -Fastness and Functional Characteristics of Eyed Fabrics, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **13**, 1~8(2001).