

백년초열매 추출물의 염색성

김인영 · 이소희 · 송화순*

숙명여자대학교 생활과학부 의류학전공

The Dyeability of Extract from *Opuntia Ficusindica* var. *Saboten* fruits

In Young Kim, So Hee Lee and Wha Soon Song*

Department of Textile & Clothing, Sookmyung Women's Univ.

(Received: March 13, 2007/Revised: April 6, 2007/Accepted: December 13, 2007)

Abstract— *Opuntia Ficus* has been an epiphyte plant since it was introduced in Cheju island as an ornamental plant two hundred years ago. And now it is grown as many as it is designated to local souvenir No.35. The fruit of this plant contains red-purple sap, which is due to be used in coloring clothes.

This study aims at confirmation of use possibility as eco-friendly dyeing stuffs on extract from *opuntia ficus* fruits and contributing to the practical use of natural dyeing. Thus this study was investigated the dyeability of extract from *opuntia ficus* fruits on the silk fabric. Antioxidants were used ascorbic acid, L-cysteine, prophyll galleate. After dyeing, K/S and dye fastness were measured. The results were as follows; Maximum absorption band of extract from *opuntia ficus* fruits was 534.5nm. The appropriate dyeing condition was bath ratio 50:1, dyeing temperature 30°C, dyeing concentration 50%, dyeing time 50min, pH 3, concentration of all antioxidants 3%. Addition of antioxidants brought increase of K/S value. And K/S value and dye fastness had the greatest value when ascorbic acid was added

Keywords: *Opuntia ficusindica* var. *saboten*, dyeability, K/S value, antioxidant, dye fastness

1. 서 론

백년초(*Opuntia ficusindica* var. *saboten*)는 선인장과 오피티아속(*Opuntia*)에 속하는 다년생 초본으로, 원산지는 열대지방이다. 우리나라에는 제주도에 관상용으로 처음 들어와, 지금은 제주도 지방 기념물 제 35호로 지정되어 있으며, 거제도과 제주도 등 남해안 지방에 널리 분포되어 있다.

백년초는 예로부터 당뇨, 변비, 고혈압, 식용증진, 기관지천식, 부종 및 화상치료에 효능이 있다고 알려져 민간 약재로 사용되어져 왔다. 최근 이러한 효능이 과학적으로 검증되어짐에 따라 식품, 약품, 섬유 등 다양한 분야에서 연구가 진행되고

있다. 식품 가공 면에서는 백년초 열매 색소의 안정성 및 기능성에 관한 연구¹⁻³⁾, 발색효과에 관한 연구⁴⁾ 등이 있으며, 백년초 열매를 이용한 건강가공 식품의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 약리 효과 면에서는 백년초의 항균 및 항산화성에 관한 연구^{5,6)} 등이 있다. 섬유분야에서 백년초 및 열매를 이용한 연구는 미비한 실정이다. 그러나 최근 천연물을 이용한 건강소재 개발에 관한 연구^{7,8)}가 활발한 추세이므로, 백년초열매 추출색소의 염색성, 항균성, 약리기능 등을 고려해 볼 때, 천연염재료로서의 활용은 고부가가치 건강소재개발에 기여하는 바가 클 것으로 기대된다.

백년초열매의 주된 색소는 betalains로, 적색색

*Corresponding author. Tel.: +82-2-710-9462; Fax.: +82-2-710-9462; e-mail: doccubi@sookmyung.ac.kr

소인 betacyanins와 황색색소인 betaxanthins로 나뉘어 있는데 betacyanins의 75~95%를 차지하는 색소는 betanine이다. 백년초의 적색색소는 가공공정과 저장 시, 온도, 빛, 산소, 수분활성도, 효소 등에 영향을 받는 것으로 보고 된 바 있다²⁾. 이에 백년초를 천연염재로 활용 시, 색소추출 및 염색 조건에 따른 색소변질의 가능성이 높기 때문에, 백년초 본연의 색상재현을 위해서는 다른 천연염색에 비해 염색환경의 조절에 어려움이 따를 것으로 생각되며, 이에 관한 연구가 필수적이다.

따라서 본 연구에서는 백년초의 추출물의 친환경염료로서의 가능성을 확인하기 위하여 백년초 추출물의 적정 염색조건(농도, 시간, 온도, pH)을 선정하고, 항산화제(ascorbic acid, L-cysteine, prophyll gallete)의 종류와 농도에 따른 영향을 밝힌 후, 세탁·드라이크리닝·아이론 건뢰도를 확인함으로써 고부가가치 소재개발 및 천연염색의 실용화에 기여하고자 한다.

2. 시료 및 실험방법

2.1 시료 및 시약

2.1.1 시료

본 연구에 사용된 시험포는 시판 견직물로, 그 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of Fabric

Fiber (%)	Weave	Fabric counts (thread/5cm)		Weight (g/m ²)
		Warp	Weft	
Silk 100	Plain	126	108	34.1

2.1.2 염재

염재는 제주도에서 재배한 시판 백년초를 그대로 사용하였다.

2.1.3 시약

항산화제는 ascorbic acid(Duksan pure chemical l co., Korea), L-cysteine(Yakuri pure chemicals co., Japan), prophyll gallete(Sigma chemical co., USA)를 사용하였다. 매염제는 aluminium potassium sulfate(Duksan pure chemical co., Korea, 이하 Al)를 사용하였다. 이상의 시약은 모두 1등급을 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 염액추출

염액추출은 증류수 1000ml에 반으로 자른 백년초열매 500g을 넣고, 상온에서 24시간동안 50rpm으로 교반하여 행하였다. 백년초 추출염액은 4℃ 이하에서 보관 시에 변색없이 장기간 보관이 가능하다는 선행연구²⁾에 따라 밀봉하여 냉장보관하였다.

2.2.2 UV-Vis 스펙트럼 측정

백년초열매 추출염액의 UV-Vis 스펙트럼은 UV-Vis spectrophotometer(UV/VLS 1601 PC, Shimadzu, Japan)를 사용하여 400~800nm파장에서 측정하였다.

2.2.3 염색방법

백년초열매 추출염액의 적정 염색조건을 설정하기 위하여 염색은 추출염액 농도를 증류수를 사용하여 10~50%(w/w)로 조절하여, 액비는 50:1로 하고, 염색온도(30~90℃), 처리시간(10~60min), pH(2~11)를 변화시켜 행하였다. 염색한 시료는 수세하여 자연건조한 후, K/S값을 측정하였다. 또한 항산화제의 영향을 살펴보고자 3종류의 항산화제 ascorbic acid, L-cysteine, prophyll gallete를 사용하여, 각각 항산화제의 농도(1~4%, o.w.f.)를 변화시켜 염색하였다. 매염은 Al 3%(o.w.f.)를 사용하여 동시 매염법으로 행하였다.

2.2.4 K/S 측정

K/S값은 Computer Color Matching System (Data-color, America)을 사용하여 각 시료의 표면반사율을 Y filter로 측정한 후, Kubelka-Munk식에 의하여 다음과 같이 산출하였다.

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

K : absorption coefficient

S : scattering coefficient

R : reflectance coefficient

2.2.5 염색건뢰도 측정

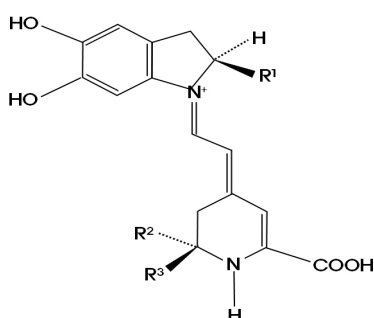
세탁건뢰도와 드라이크리닝건뢰도는 Launder-O-meter(AATCC, Standard instro meter)를 사용하여 각각 KS K ISO 105-C01, KS K ISO 105-D01에 준하여 측정하였다. 아이론건뢰도는 Scorch Tester (Sungshin testing machine co., Korea)를 사용하여

여 150℃에서 15초 동안 측정 후, 그레이스케일을 사용하여 판정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 백년초열매 추출 염액의 UV-Vis 스펙트럼

백년초열매에서 추출한 적색색소는 betalains 색소로 분류된다. betalains는 적색의 betacyanins와 황색의 betaxanthins으로 구분된다. betacyanins의 구조식은 Scheme 1과 같으며, 최대흡수파장은 530~545nm로 보고되었다⁹⁾.



Scheme 1. The chemical structure of betacyanins.

Fig. 1은 추출염액의 UV-Vis 스펙트럼 측정 결과이다. 추출염액의 UV-Vis 스펙트럼은 가시광선 영역의 중앙부분에서 최대흡수를 보이고 단파장과 장파장 영역으로 갈수록 점차로 흡수가 작아져서 전형적인 적색색소의 흡수스펙트럼을 나타내었다. 최대 흡수파장은 534.5nm로 적색색소 Betacyanins의 최대 흡수파장과 일치하였다⁹⁾.

3.2 염색조건에 따른 염색성

3.2.1 온도에 따른 K/S값

Fig. 2는 백년초열매 추출염액의 적정 염색온도를 확인하기 위하여 염색시간 50분, 염액농도 50%(w/w), pH 3의 염색조건에서, 염색온도(30℃, 40℃, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃)를 변화시켜 염색 후, K/S값을 측정한 결과이다. 그림에 나타난 바와 같이 K/S값은 30℃에서 가장 큰 값을 나타내었고, 30℃보다 온도가 증가함에 따라 감소하였다. 이는 백년초열매 추출염액의 주된 적색색소인 betanine은 온도가 상승함에 따라 변색된다는 선행연구³⁾와 일치하는 결과로, 온도가 상승함에 따라 안정성이 저하되는 것을 알 수 있다. 이에 본 연구에서 행한 염색온도 중에서 가장 낮은 온도인 30℃를 적정 염색온도로 선정하였다.

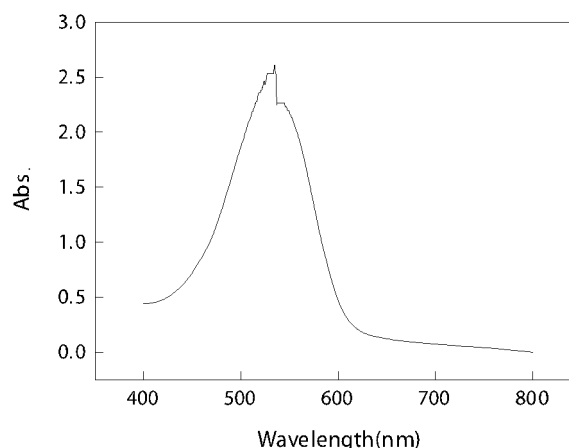


Fig. 1. UV-Vis spectrum of extract from *Opuntia ficus* fruits.

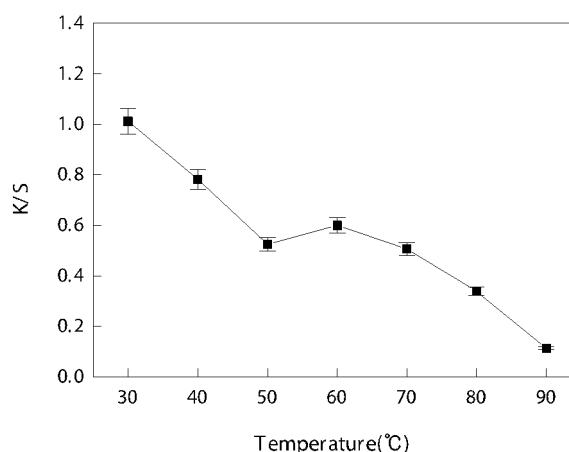


Fig. 2. Relationship between dyeing temperature and K/S value of silk fabric dyed with extract from *Opuntia ficus* fruits. (Treatment condition: treatment time 50min, extract conc. 50%, pH 3)

3.2.2 농도에 따른 K/S값

Fig. 3은 백년초열매 추출염액의 적정 염색농도를 확인하기 위하여 염색시간 50분, 염색 온도는 30℃, pH 3의 염색조건에서, 추출염액의 농도(10, 20, 30, 40, 50%(w/w))를 변화시켜 염색 후, K/S값을 측정한 결과이다. 그림에 나타난 바와 같이 추출염액의 농도가 증가함에 따라 K/S값이 증가하는 것으로 나타나 추출염액의 농도가 증가함에 따라 염색성이 증가함을 알 수 있다. 본 연구에서 실험에서 사용한 염액의 농도가 가장 높은 농도인 50%를 적정 염액농도로 선정하였다.

3.2.3 시간에 따른 K/S값

Fig. 4는 백년초열매 추출염액의 적정 염색시간을 확인하기 위하여 염색온도는 30℃, 염액농도 50%(w/w), pH 3의 염색조건에서, 염색시간(10, 20, 30, 40, 50, 60min)을 변화시켜 염색 후, K/S값을

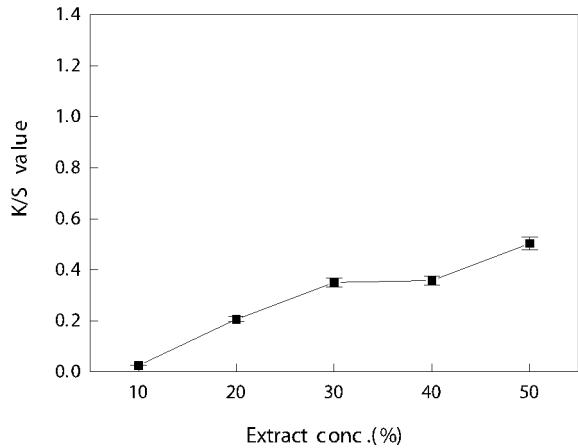


Fig. 3. Relationship between extract concentration and K/S value of silk fabric dyed with extract from *Opuntia ficus* fruits.(Treatment condition: treatment time 50min, treatment temp. 30°C, pH 3)

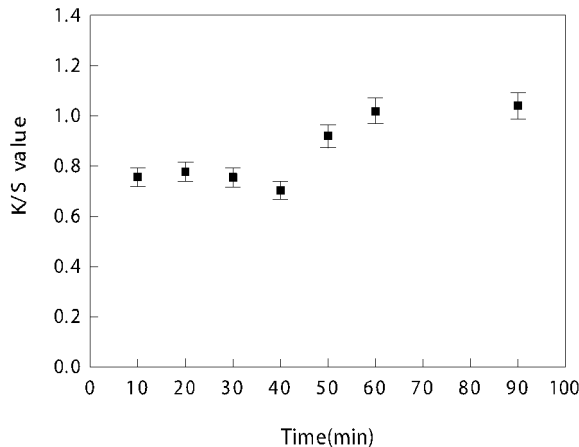


Fig. 4. Relationship between dyeing time and K/S value of silk fabric dyed with extract from *Opuntia ficus* fruits.(Treatment condition: treatment temp. 30°C, extract conc. 50%, pH 3)

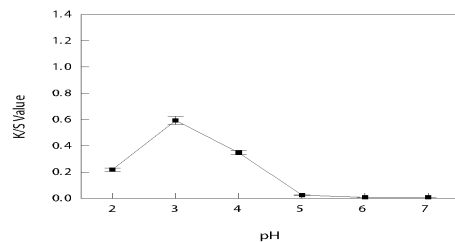


Fig. 5. Relationship between pH and K/S value of silk fabric dyed extract from *Opuntia ficus* fruits.(Treatment condition: treatment temp. 30°C, extract conc. 50%, treatment time 50min)

측정한 결과이다. K/S값은 염색시간이 증가함에 따라 점차적으로 증가하였다. 이 결과로부터 염색 시간이 증가함에 따라 염색성이 증가함을 알 수 있다. 그러나 염색시간 40분까지는 큰 변화가 없다가 50분에서 급격히 상승하여, 50분 이상 염색 시 차이가 매우 작기 때문에 백년초열매 추출염액의 적정 염색시간은 50분으로 선정하였다.

3.2.4 pH에 따른 K/S값

Fig. 5는 백년초열매 추출염액의 적정 pH를 확인하기 위하여 염색온도는 30°C, 염액농도 50% (w/w), 염색시간 50분의 염색조건에서, 염액의 pH(2, 3, 4, 5, 6, 7)를 변화시켜 염색 후, K/S값을 측정한 결과이다. K/S값은 pH 3에서 최대값을 나타내고, 그 이후 감소하여 pH 5, 6, 7에서는 거의 0에 가깝게 나타났다. 즉, 백년초열매 추출 염액의 색소는 산성에서 비교적 안정적이지만, 중성, 알칼리성에서는 불안정함을 알 수 있다. 이는 pH 4.2에서의 색소 흡광도를 기준으로 pH 7.0에서 비교흡광도는 60% 정도로 낮아졌고 pH 9에서는 50%에도 미치지 못했다는 보고⁹⁾와 일치하는 결과로, pH 3이하에서는 적자색을 띠고 pH 7에서는 검붉은색, 그 이상의 pH에서는 노란색을 나타냄을 확인하였다. 이로부터 백년초열매 추출염액의 염색 시 적정 pH는 3이 바람직하다고 생각한다.

이상의 결과 백년초열매 추출염액의 적정 염색 조건은 염색온도 30°C, 염액농도 50%, 염색시간 50min, pH 3으로 선정하였다.

3.3 항산화제에 따른 K/S값

백년초열매 추출염액은 산소에 의해 산화되므로 항산화제가 필요하며¹⁰⁾ 주된 색소인 betanine은 공기와 접촉한 환경에서는 질소에 접촉한 환경에서보다 색소의 분해가 빠르게 진행된다고 보고된 바 있다⁹⁾. 본 실험에서도 추출염액의 공기노출 시 색상이 변화하고, 추출염액으로 염색한 견직물을 공기 중에 방치 시 변색됨을 확인하였다. 이와 같이 백년초열매 추출염액에 의한 염색 시 공기와의 접촉은 betanine의 산화를 가속시켜 염색성을 저해하기 때문에 염색 시, 항산화제를 첨가하여 betanine의 산화를 예방함으로써 염색성을 향상시키고자 하였다.

Fig. 6은 항산화제의 종류와 농도가 염색성에 미치는 영향을 살펴보고자 3종류의 항산화제의 농

도(1, 2, 3, 4%(o.w.f.))에 따른 K/S값을 측정된 결과이다. K/S값은 항산화제 ascorbic acid, L-cysteine, prophyll gallete 첨가 시 무첨가 시에 비해 증가하였으며, 모두 항산화제의 경우, 농도가 증가함에 따라 점차적으로 증가하여 3%에서 최대값을 나타내었고, 4%에서는 감소하였다. 이 결과에 대한 이론적 고찰을 위한 메카니즘은 지속적으로 연구되어 규명되어야 할 것으로 생각된다. 이상의 결과, 항산화제 ascorbic acid, L-cysteine, prophyll gallete 모두 3% 첨가 시 염색성이 가장 우수하며, 과도한 항산화제의 첨가는 오히려 염색성을 저하시키는 것을 알 수 있다. 따라서 백년초열매 추출염액에 의한 염색 시, 항산화제 적정 농도는 3%가 바람직하다고 생각한다.

산화제 종류에 따른 K/S값은 ascorbic acid와 prophyll gallete 첨가 시 L-cysteine에 비해 다소 큰 값을 나타내었다. 이에 ascorbic acid, prophyll gallete에 의한 항산화 효과가 우수함을 확인하였다.

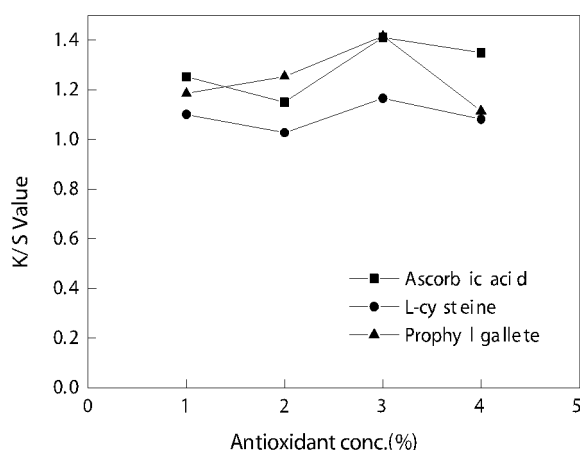


Fig. 6. Relationship between antioxidant concentration and K/S value of silk fabric dyed with extract from *Opuntia ficus* fruits.(Treatment condition: treatment temp. 30°C, extract conc. 50%, treatment time 50 min, pH 3)

Table 2. Dye fastness of silk fabric dyed with extract from *Opuntia ficus* fruits(Treatment condition: treatment temp. 30°C, extract conc. 50%, treatment time 50 min, pH 3, antioxidants conc. 3%)

Fastness Methods	None		Ascorbic acid		L-cysteine		Prophyll gallete	
	Fade	Stain	Fade	Stain	Fade	Stain	Fade	Stain
Washing fastness	2	5	2	5	1.5	5	1	5
Dry cleaning fastness	4.5	5	5	5	4.5	5	5	5
Iron fastness	4	5	4	5	3	5	3	5

3.4 염색견뢰도

Table 2는 백년초열매 추출 염액의 적정 염색조건에서 염색한 견직물의 염색견뢰도 측정결과를 나타낸 것이다. 세탁견뢰도는 변색 2급, 오염 5급으로 나타나 세탁에 의한 변색이 예상된다. 그러나 견직물의 특성상 드라이클리닝을 행하는 것을 원칙으로 하는 것을 고려할 때, 크게 문제시 되지 않을 것으로 생각된다. 드라이클리닝견뢰도는 변퇴와 오염 모두 5급으로 우수한 것으로 나타났다. 아이론 견뢰도는 변퇴 3~4급, 오염 5급으로 나타났다. 또한 항산화제 중 L-cysteine, prophyll gallete 첨가 시 미첨가 시와 차이는 보이지 않았고, ascorbic acid 첨가시만 세탁견뢰도, 드라이견뢰도, 아이론 견뢰도 모두 다소 향상된 것으로 나타났다.

이상의 결과 항산화제의 첨가가 염색견뢰도 향상에 큰 영향을 미치지 않지만, 항산화제 종류에 따른 K/S값 측정 결과, 백년초열매 추출염액에 의한 견직물 염색 시, 항산화제로 ascorbic acid를 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

4. 결 론

본 연구에서 백년초열매 추출염액의 색소를 확인하고, 견직물 염색 시 적정 염색조건(농도, 시간, 온도, pH)을 선정하였으며, 항산화제(ascorbic acid, L-cysteine, prophyll gallete)의 종류와 농도의 영향 및 염색 견뢰도를 검토하였다.

백년초열매 추출염액에 의한 적정 염색조건은 염색온도 30°C, 염액농도 50%, 염색시간 50분, pH 3이다. 3종류 항산화제의 적정농도는 모두 3%였고, 3종류 항산화제중 ascorbic acid와 prophyll gallete를 첨가할 때 높은 K/S값을 나타내었다. 염색 견뢰도는 ascorbic acid 사용할 때 우수하였다.

참고문헌

1. Mi-Sook Chung and Kyung-Hee Kim, Stability of Betanine Extracted from *Opuntia ficus-indica* var. Saboten, *Korean J. Food sci.*, **12**(4), 506-510(1996).
2. Sam-Pin Lee, Key Whang and Young-Duck Ha, Functional Properties of Mucilage and Pigment Extracted from *Opuntia ficus-indica*, *J. Korean Soc. Food Sci Nutri.*, **27**(5), 821-826 (1998).
3. In-Hwan Kim, Myung-Hee Kim, Hounng-Man Kim and Young-Eun Kim, Effect of Antioxidants on the Thermostability of Red Pigment in Prickly Pear, *Korean J. Food sci. Technol.*, **27**(6), 1013-1016(1995).
4. Hyun-Young Park, Study of the Effects of Coloring and Dyeing Stuffs Extraction from Fruits of the *Opuntia Ficus*, *한국공예농촌*, 119-148(2000).
5. Kwon-II Seo, Ki-Ho Yang and KipHwan Shin, Antimicrobial and Antioxidative Activities of *Opuntia ficus-indica* var. Saboten Extracts, *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, **6**(3), 355-359(1999).
6. Hai-Jung Chung, Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus indica* var. saboten, *Korean J. Soc. Food sci.*, **16**(2), 160-166(2000).
7. Byung-Hee Kim and Wha-Soon Song, Dyeability and Antimicrobiality of the Silk Fabric Dyed with *Inula Britannica*, *J. Korean Home Economics Association*, **40**(8), 99-105(2002).
8. Wha-Soon Song, The Dyeability of *Paeonia Suffouticosa* with Mordants, *J. Fashion Business*, **5**(3), 1-7(2001).
9. Attoe, E .L. and von elbe, J. H. Oxygen involvement in Betanine degradation : Effect of antioxidants, *J. Food Sci.*, **50**, 106(1985).
10. 한용남, 윤상태, 이영철, 최종원, “손바닥 선인장의 열매와 줄기를 이용한 기능성 식품개발 및 생리활성물질 연구”, 서울:농리부, 74, 1999.