

Lotus seedpods의 색소 특성과 견뢰도 분석

임지영[†] · 장정대

부산대학교 의류학과

Colorants Characteristics and Fastness Analysis of Lotus Seedpods

Jee-Young Lim[†] and Jeong-Dae Jang

Dept. of Clothing & Textiles, Pusan National University; Busan, Korea

Abstract : Lotus(*Nelumbo nucifera gaertn*) is intimate plant to many people that it has clean and noble characteristics despite growth in the mud. Especially Lotus seedpods, byproduct of lotus, are rich in oligomeric procyanidins and could be a new source of procyanidins. Procyanidins, also known as condensed tannins, are a class of polyphenols. In other words lotus seedpod contains plenty of tannins. Commonly tannins colorants could increase adsorption and fastness properties in fabric dyeing. This study was made to investigate colorants characteristics of lotus seedpod and various colorfastness properties of dyed silk fabrics. The wavelength of maximum absorption of lotus seedpod solution appeared at 273.5 nm from UV-vis spectrophotometer. From the results of FT-IR spectra measurements, IR absorption band of lotus seedpod colorants appeared at 3415 cm^{-1} , 2900 cm^{-1} and 1620 cm^{-1} by tannin structure. And tannin ingredient contents was the highest at pH 9 and flavonoid at pH 11. Lotus seedpod colorants showed relatively good affinity at pH 3 on silk fabrics and optimum dyeing temperature and time for silk was for 50 min, at 80°C. K/s of Light fastness according to different washing method was the highest at process including ironing and ΔE was the lowest. All of fastness(Light-rubbing-laundrying-perspiration-dry cleaning) showed excellent results over 4 or 4-5 grades.

Key words : lotus seedpod(연자각), tannin(탄닌), UV-vis(자외-가시광선), FT-IR(적외선 분광법), fastness(견뢰도)

1. 서 론

과학의 발달과 함께 자연 회귀에 대한 인간의 갈망도 증대하여 천연물에 대한 관심이 고조되고 있다. 인문·과학·의학계 등 다양한 분야에서 천연이라는 주제를 적용한 여러 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 천연물 중 주로 식물로부터 추출된 천연색소는 보통 식품과 화장품에 널리 적용되고 있고, 염색 분야에서도 염료로서의 사용가능성이 높아 염색과 함께 항균성, 소취성 및 자외선 차단성 등의 기능성을 검토하여 직물에 접목시키는 등 지속적인 천연 염색의 개발에 힘쓰고 있다(Park & Nam, 2003).

천연 염색은 식물·동물·광물을 염색료로 하여 화학 염색 못지않은 선명하고 부드러운 색상의 표현이 가능하다. 천연염료로 염색된 제품에 전통과 역사를 상징하는 예술적 기교를 가미함으로 그 가치를 더욱 증대시킬 수 있는데, 이는 문화용성을 지향하는 현 트렌드에 적합한 아이템으로 기대되는 항목이며, 산업적 적용이라는 측면에서도 많은 호감과 주목을 이끌어낼 수 있는 부분이라 할 수 있다.

대표적인 황색계열의 천연 색소 중 하나로 탄닌을 들 수 있는데 ‘탄닌’이라는 용어는 매우 광범위하게 불리고 있고, 그 화학구조는 상당히 복잡한 것으로 알려져 있다(Khanbabae & Ree, 2001). 탄닌을 함유한 천연염료로는 주로 오베자나 감 등을 들 수 있고 구조적으로 보면 각각 가수분해형과 축합탄닌형으로 이루어져 있다. 이들은 대부분 약재로서도 좋은 성능을 포함하고 있으며, 염색 재료로서의 가치도 인정받고 있다.

본 연구에 염색료로 사용된 연 열매 꼬투리인 연자각(*lotus seedpod*) 또한 탄닌 계열로 분류되며(Xiao et al., 2012), 플라보노이드를 함께 함유하고 있는 색소로 축합탄닌형 구조를 지니고 있다. 연은 연과(family *Nelumbonaceae*), 연속(genus *Nelumbo*), 연(species *nucifera*)으로 분류되며(Kasumi & Sakuma, 1988; Ono et al., 2006), 아시아종(*Nelumbo nucifera* Subsp. *nucifera*)과 북미종(*Nelumbo pentapetala* Subsp. *lutea*) 이 있다(Borsch & Barthlott, 1994). 우리나라를 포함한 아시아 지역에 자생하고 있는 연은 대부분 아시아종이다(Im et al., 2008). 인도와 중국을 중심으로 열대, 온대의 동부아시아에서 동쪽으로 한국, 일본 등에 널리 분포하고 있는 연꽃은 우리나라에서도 전국 습지나 연못에 자생하면서 7-8월에 붉은색 혹은 흰색의 꽃을 피우며 9-10월에는 열매인 연밥이 열린다(Borsch & Barthlott, 1994; Lee, 2006). 연꽃의 열매인 연밥은 연실(蓮

[†]Corresponding author; Jee-Young Lim
Tel. +82-51-510-3498
E-mail: lim0913@nate.com

實)(Yuk, 1990)이라고도 부르며 타원형으로 겉게 익고 껍질을 벗기면 연자육(蓮子肉)이라 부르며 한약재로 사용된다(Ji & Lee, 1989). 연밥이 박혀있는 송이는 연자각(蓮子殼)이라는 이름으로 고문헌에 자주 언급되어 왔으며 염색 시 다갈색을 얻을 수 있다고 알려져 있고, ‘천공개물’에 보면 연자각(이하 Lotus seedpod)을 물에 끓여 염색하고 다시 청반수(靑攀水)를 사용하여 덮는다고 기재되어 있다(Cho, 2000).

Lotus seedpod는 탄닌계 성분인 procyanidin을 다량 함유하고 있는 것으로 알려져 있는데(Ling et al., 2005) 이는 항산화제, 항암제, 및 심근 경색에도 효과가 있으며, 면역을 조절하고 혈청 속에 콜레스테롤과 트리글리세리드의 성분을 감소시킨다고 언급하고 있다. 최근 연구에 의하면 procyanidin의 생리학적 활성이 노화와 알츠하이머 병을 예방한다고도 보고되고 있는데 그 구조 내에 -OH기를 다량 함유하고 있어 식물에 부착이 용이하므로 기능성 소재 개발의 접목을 기대해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

연에 관한 선행 연구들을 살펴보면 연의 효능, 성분 및 생리 활성 효과 등에 관한 내용이 대다수이고(Yoon & Noh, 2009), 연잎이나 연근에 대한 식품영양학적 연구도 활발하게 진행되고 있으며, 연자육이나 연잎차에 관한 연구 또한 활기를 띠고 있다. Lotus의 천연염재로서의 연구 방향을 살펴보면 먼저 연잎 색소를 활용한 식물 염색에 대한 연구(Bai, 2008; Park, 2004)가 있는데 이는 연잎 색소가 매염제 첨가 염색을 통해 yellow green에서 dark brown까지 다양한 색상을 나타내는 다색성 염료라는 내용을 담고 있으며, 세탁견뢰도와 마찰견뢰도가 우수하다는 결과를 보고하고 있다. 그러나 lotus seedpod을 염재로 한 관한 연구는 미흡하거나 거의 찾아볼 수 없고, 발표된 내용 또한 염색포의 컬러 측정 정도의 결과만을 언급하고 있다.

본 연구에 사용된 염재인 Lotus seedpod는 연꽃에서 열매를 채취 후 버려지는 부위로 염재로 활용할 경우 큰 비용이 들지 않고 구하기가 용이하며, 색소의 풍부함과 자원 재활용 가능성을 지니고 있는 염재로 판단된다. 또 염재 성분에 관한 선행 연구들을 참고해 볼 때 염색 식물에 가공 처리할 경우 기능적인 면도 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

그러므로 본 연구에서는 연의 부위 중 탄닌 성분을 다량 포함하고 있는 Lotus seedpod를 염재로 하여 UV-vis(자외·가시부 흡수 스펙트럼)와 FT-IR(적외선 분광분석) 측정하고 색소의 특성과 안정성, 염색성 및 견뢰도를 알아보려 한다. 이를 통하여 Lotus seedpod 색소의 활용에 관한 이해의 기틀을 마련하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 실험재료

염재: 연 *Lotus(Nelumbo mucifera Gaertn) seedpod*

전라남도 무안군농업기술센터를 통하여 입수한 연자각(Lotus seedpod)을 사용하였다.

시료: silk를 0.1 g으로 커팅하여 염색에 사용하였다.

2.2. 색소 추출 방법

색소 추출에 따른 자외·가시부 흡수 스펙트럼의 변동과 최적 추출 pH를 살펴보기 위하여 pH를 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11까지 달리하여 Lotus seedpod 색소를 추출하였다.

2.3. 염색 방법

Silk 직물 염색을 위한 적정 염색 pH를 알아보기 위하여 최적 추출 pH에서 추출한 염액을 pH 3, 5, 7, 9, 11로 각각 조절하여 80°C에서 50분간 직물을 염색하였다. 온도는 60~100°C로 하였고, 시간은 10~100분 염색하였다.

2.4. 표면색 및 색차측정

염색된 시료를 Computer color matching system (Spectrophotometer CM-508i, Minolta, CO., Ltd, Japan)을 이용하여 명도지수 L^* , 색좌표 지수 a^* , b^* 의 값을 측정하였고, 20시간 크세논 아크광에 노출시킨 후 다시 측정하여 그 전·후 값을 아래식에 대입하므로 ΔE^*_{ab} 값을 산출하였다. 이와 함께 Munsell 색의 3속성치 H(Hue), V(Value), C(Chroma)를 구하였다.

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

$$\Delta L^* = L^*_2 - L^*_1$$

$$\Delta a^* = a^*_2 - a^*_1$$

$$\Delta b^* = b^*_2 - b^*_1$$

2.5. 겉보기 염착량 및 색농도 측정

염색된 시료를 KS A 0066에 의거하여 분광광도계 (Spectrophotometer CM508i, Minolta, Co., Japan)로 분광반사율을 측정하며 D_{65} , 관측시야 10° 조건에서 측정하였다.

2.6. 색상강도 측정

Silk 염색 후 K/S 값에 반영하여 나타낸 값인 f_k value값을 색상강도로 나타내었다.

$$f_k = \sum_{\lambda=400}^{700} (K/S) \lambda (\bar{x}_\lambda + \bar{y}_\lambda + \bar{z}_\lambda)$$

\bar{x}_λ : Tristimulus value of blue
 \bar{y}_λ : Tristimulus value of green
 \bar{z}_λ : Tristimulus value of red

2.7. 견뢰도

세탁견뢰도(KS K ISO 105-C06, AIS:2007), 마찰견뢰도(KS K 0650:2011), 땀견뢰도(KS K ISO 105-E04:2010), 드라이클링 견뢰도(KS K ISO 105-D01:2010), 일광견뢰도(KS K ISO 105-B02:2010).

2.8. 자외·가시부 흡수 스펙트럼 측정

Lotus seedpod을 100°C에서 추출 후 pH별 혹은 용도별 희석하여 자외·가시부 분광광도계를 사용하여 흡광도 spectrum을 측정하였다.

2.9. 적외선 분광분석

Lotus seedpod을 100°C에서 추출하여 감압장치로부터 evaporation 시킨 후 건조하여 분말상태의 색소를 KBr을 혼합하여 펠릿으로 만들어 4000-400 cm⁻¹ MID-IR로 측정하였다.

2.10. 탄닌 함량 분석

총 탄닌 함량분석은 Folin Denis법에 준하여 측정하였다. 시험용액 및 농도별 Tannic acid(Sigma, USA)표준용액 0.2 ml를 각각 screw tube에 취하고 증류수 1.8 ml를 첨가한 후 Folin-Ciocalteu's reagent(Sigma, USA) 0.2 ml를 넣어 실온에서 3분간 반응 시키고, 10% Na₂CO₃ 0.4 ml를 첨가한다. 실온에서 60분간 반응시킨 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며, Tannic acid를 사용한 표준곡선에서 탄닌 함량을 환산하였다.

2.11. 플라보노이드 함량 분석

각 시료 0.1 g에 75% methanol을 가하여 실온에서 하룻밤 동안 추출 한 다음 이 검액 1.0 mL를 시험관에 취하고 10 mL의 ethylene glycol을 가하여 잘 혼합 하였다. 다시 여기에 1 N NaOH 0.1 mL를 잘 혼합시켜 37°C의 water bath에서 1 시간 동안 반응 시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 공시험은 시료용액 대신 50% methanol 용액을 동일하게 처리하였으며, 표준곡선은 Naringin(Sigma co., USA)을 이용하여 작성하고 이로부터 총 플라보노이드 함량을 구하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 자외·가시부 흡수 스펙트럼 측정

3.1.1. 염액 희석 배율에 따른 특성

Lotus seedpod 색소의 λ_{max}를 알아보기 위하여 90°C에서 30분간 5, 10, 15, 20, 25, 50배 희석 배율로 색소를 추출한 후 UV spectrum 측정을 하였다. 일반적으로 천연 페놀류의 추출 흡광도는 추출 용매나 pH등 여러 가지 요인에 의해 영향을 받으나 대개 220~280 nm에서 최대흡수파장을 가지며 탄소 사슬에 연결된 벤젠 고리의 수에 따라 더 많은 흡수 피크가 나타날 수 있다(Sul et al., 1995). 그 중에서도 염료 식물의 추출액에 중에 포함되는 탄닌 색소는 272~285 nm 범위에 있는 것으로 알려져 있는데, Lotus seedpod 색소의 λ_{max}도 Fig. 1에서 볼 수 있듯 희석 배수의 증가에 관계없이 탄닌의 흡수 피크 범위 이내인 273.5 nm으로 나타났다. 플라보노이드 파장 영역인 300~400에서도 어느 정도 흡광 수치가 나타난다는 것을 알 수 있었다.

3.1.2. pH별 추출 특성

pH별 추출에 따른 자외·가시부 흡수 스펙트럼의 변동을 살펴보기 위하여 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11까지 pH를 달리하여 Lotus seedpod 색소를 추출하였다. 그 결과 Fig. 2에서와 같이 pH가 산성에서 알칼리로 갈수록 최대흡수파장에는 큰 변

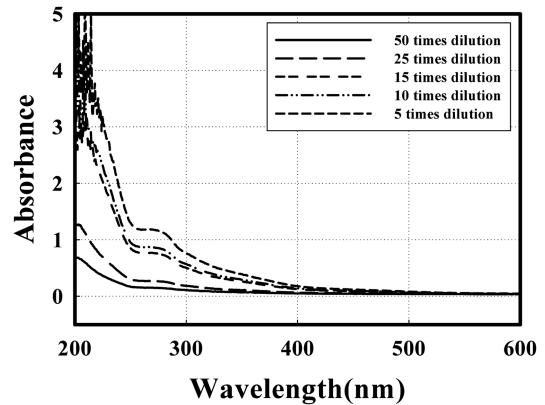


Fig. 1. UV-vis spectrum of Lotus seedpod solution according to dilution times.

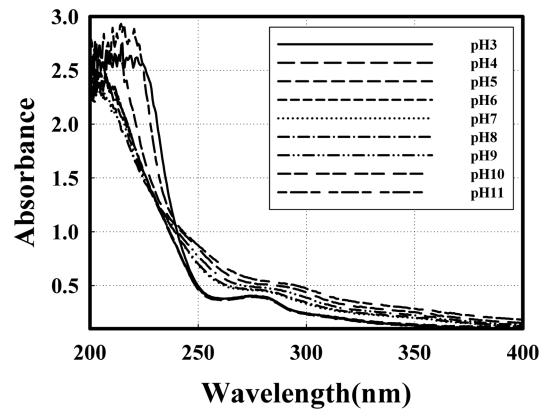


Fig. 2. UV-vis spectrum of Lotus seedpod extraction colorants according to pH.

화가 없었으나 흡광도가 점점 증가하며 장파장 쪽으로 스펙트럼이 shifting 하는 것을 확인할 수 있었다. 육안으로도 색소 추출 농도가 점점 짙어진다는 것을 쉽게 구별할 수 있었는데, 특히 pH 10과 pH 11의 강알칼리에서 아주 짙은 적갈색으로 추출됨을 볼 수 있었다. 이러한 결과로 Lotus seedpod 색소는 알칼리 추출 효율이 높은 탄닌 색소의 추출 특성을 지니고 있다고 할 수 있겠다(Xiao et al., 2012).

3.1.3. 온도 및 시간별 추출 특성

Lotus seedpod 색소의 온도 변화에 따른 UV spectrum shifting을 알아보기 위하여 40~100°C까지 온도를 상승 시키며 염액을 추출한 후 흡광도를 측정하였다. 그 결과 Fig. 3에서 볼 수 있는 바와 같이 추출 온도가 증가할수록 흡광도 spectrum은 장파장 쪽으로 이동하는 것을 볼 수 있었고, 각 파장별 흡광도 값 또한 100°C로 갈수록 상승하는 일반적인 경향을 확인할 수 있었다. 시간에 따른 추출 염액의 흡광도를 알아보기 위하여 추출 시작 10분 후 부터 10분 간격으로 120분 까지 흡광도 값을 측정한 결과 시간이 경과할수록 계속해서 흡광도 값이 상승

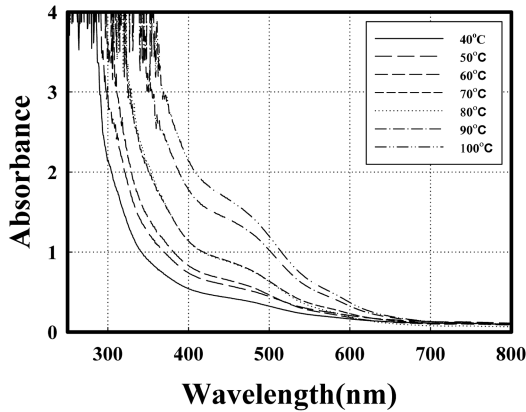


Fig. 3. UV-vis spectrum of Lotus seedpod solution according to temperature.

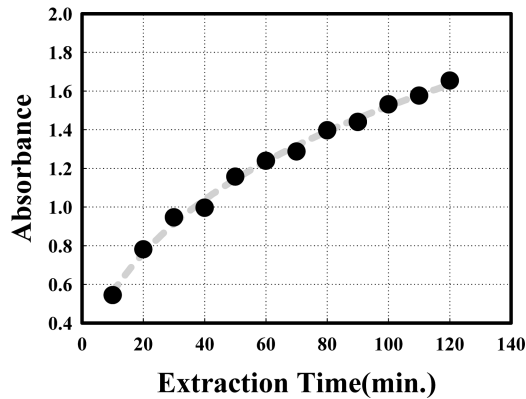


Fig. 4. UV-vis spectrum of Lotus seedpod solution according to time.

한다는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 4). 그러므로 Lotus seedpod 색소 추출에 적합한 온도와 시간은 적절한 pH에서 100°C로 하여 2시간 이상의 장시간 추출하였을 때 같은 농도의 염액을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

3.2. 탄닌과 플라보노이드 함량 측정

Lotus seedpod 색소를 물로 추출한 후 추출 염액 내 상대적 인 탄닌의 함량을 알아보기 위하여 탄닌산을 농도별로 희석한 후 표준곡선을 작성하였다. 그 곡선을 기준으로 하여 pH를 3,

5, 7, 9, 11로 달리하여 추출한 lotus seedpod 염액 내의 탄닌 함량을 환산한 결과 3에서 9로 갈수록 그 값이 상승하다가 pH 9에서 가장 높은 값을 얻을 수 있었으며, pH 11에서는 오히려 농도가 감소하는 경향이 나타났다(Table 1). 플라보노이드 함량을 측정하기 위하여 Naringin을 사용하여 탄닌 함량 측정과 같은 방법으로 표준곡선을 작성하였고, pH별 상대적인 함량 결과를 알아보았다. Table 2에서 확인할 수 있는 바와 같이 플라보노이드 함량은 알칼리로 갈수록 계속 증가한다는 것을 알 수 있었으며 탄닌 함량과는 달리 pH 11에서 가장 높은 함유량을 나타내므로 Lotus seedpod 내의 플라보노이드는 강알칼리에 대한 용해성이 높은 것으로 생각할 수 있었다.

3.3. FT-IR 스펙트럼 측정

Lotus seedpod 색소내의 관능기를 확인하고자 추출 여과 감압 과정을 거쳐 얻은 power 상태의 염체를 KBr법으로 FT-IR을 측정하였다. 측정 결과 색소 구조 내에 존재하는 페놀성 -OH기의 신축진동으로 3415 cm⁻¹에서 비교적 브로드한 피크로 나타낸다는 것을 확인하였고(Kong et al., 2010), 2900 cm⁻¹에서 C-H(alkane)로 인한 흡수 피크와 방향족 C=C 결합과 글리코시드의 부분인 C=O 그룹의 신축 진동으로 인한 1620 cm⁻¹부근에서 흡수피크를 찾아볼 수 있었다(Zhu et al., 2010). 950에서 1200 cm⁻¹ 사이에서 노이지 처럼 보이는 잔 피크는 다당류의 케미컬 관능기 영향인 것으로 생각되며(Fellah et al., 2009),

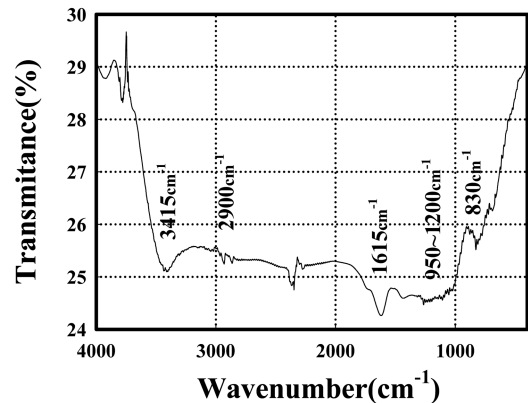


Fig. 5. FT-IR spectra of dry powder after decompressing and evaporating from lotus seedpod colorants.

Table 1. Tannin contents in the lotus seedpod solution

Ingredient	Item	pH 3	pH 5	pH 7	pH 9	pH 11
Tannin content	Absorbance	0.958	1.394	1.632	2.169	1.518
	Concentration(g/ml)	12.282	17.872	20.923	27.808	10.075

Table 2. Flavonoid contents in the lotus seedpod solution

Ingredient	Item	pH 3	pH 5	pH 7	pH 9	pH 11
Flavonoid content	Absorbance	0.096	0.118	0.242	0.270	0.402
	Concentration(g/ml)	0.440	0.541	1.110	1.239	1.844

830 cm⁻¹에서의 흡수 피크는 Lotus seedpod solution 내의 pyranose 형태 안에 α-domination 배열형태로 인한 결과로 추측된다(Barker et al., 1954). UV/Vis 및 IR 스펙트럼 분석을 통하여 Lotus seedpod 색소는 선행 연구에 언급된 사실과 같이 procyanidin을 포함하는 축합형 탄닌 구조의 특성을 나타내고 있음을 확인할 수 있었다(Fig. 5)(Xiao et al., 2012).

3.4. 염색특성

3.4.1. 온도와 시간에 대한 염색 특성

Lotus seedpod 색소의 silk 직물에 대한 염색성을 알아보기 위하여 60~100°C까지 온도를 달리하여 염색을 실시하였고, 시간은 10~100분까지 10분 간격으로 염색물의 측색을 통해 색상 강도를 산출하였다. 그 결과 온도가 상승할수록 염착량이 증가하여 80°C에서 최대 염착량을 나타내다가 이후 다소 감소하는 경향을 나타낸다는 것을 알 수 있었다(Fig. 6). 시간에 따른 염색 특성을 살펴보면 염색 시작 후 10분까지의 염착속도가 빠른 것으로 보이며 그 이후에는 염색 개시 10분 이전보다 서서

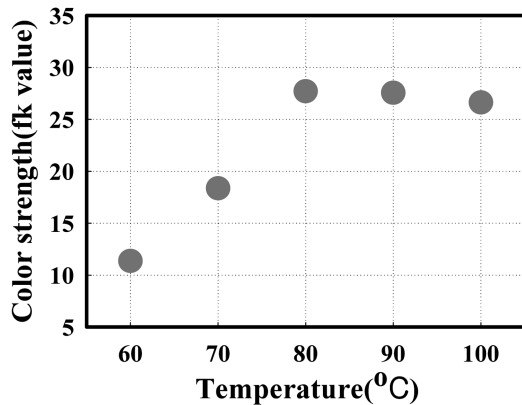


Fig. 6. Color strength of dyed silk fabrics according to dyeing temperature using lotus seedpod colorants.

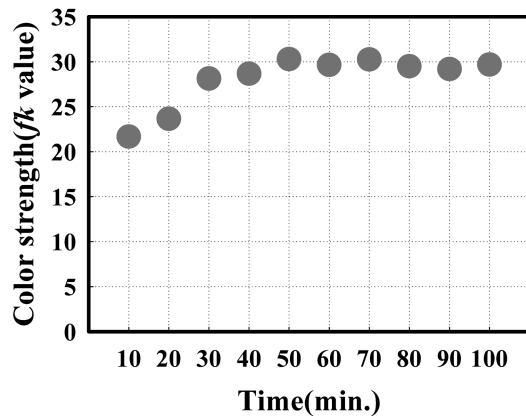


Fig. 7. Color strength of dyed silk fabrics according to dyeing time using lotus seedpod colorants.

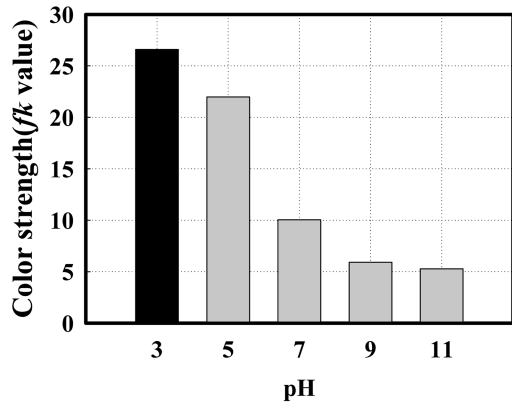


Fig. 8. Color strength of dyed silk fabrics according to dyeing pH using lotus seedpod colorants.

히 색상 강도가 증가하다가 50분 이상 경과하면서 더 이상 염착량이 증가하지 않는다는 사실을 알 수 있었다(Fig. 7). 이러한 결과를 미루어 볼 때 Lotus seedpod 색소의 silk에 대한 염색 특성은 80°C에서 단시간만으로도 염료분자가 섬유로의 이행이 가능하고, 길지 않은 염색 시간 안에 비교적 좋은 염착량을 얻을 수 있다는 결론을 내릴 수 있었다. 그러므로 오랜 시간 염색을 요하는 염제들과 반복 염색이 필요한 염제들에 비해 에너지 효율 측면에서도 유리하고, 짧은 시간 내에 풍부한 색소를 염착시킬 수 있는 유용한 염제인 것으로 사료된다.

3.4.2. pH 별 염색 특성

Lotus seedpod 색소를 활용한 silk 직물의 염색 시 가장 적절한 염색 pH를 알아보기 위하여 알칼리에서 추출한 염액을 pH 3, 5, 7, 9, 11로 각각 조절하여 80°C에서 50분간 silk를 염색하였다. 추출 조건과는 반대로 알칼리에서 산성 염색을 하였을 경우 Color strength가 높게 나타남을 볼 수 있었고, pH 3에서 가장 높은 수치를 얻을 수 있었다(Fig. 8). 견의 경우 단백질 섬유 구조를 지니며 NH₃와 COOH를 함유하고 있는데 염액의 pH가 산성 상태로 되면 -NH₂ 이온을 다량 형성하게 되어 염착좌석이 증가함으로써 염착량이 증가할 수 있고, 색소 성분 내의 -OH가 견직물과 수소결합을 형성하게 되므로 낮은 pH에서도 염착성이 증가하는 것으로 생각된다. Reflectance 또한 산성 영역인 pH 3의 전파장에서 가장 낮게 측정되었고, 알칼리 염색으로 갈수록 증가함을 볼 수 있었다(Fig. 9). 그리고 황색으로 표현되는 430 nm 근처에서 pH별 반사율 폭의 차이가 컸으며, 장파장으로 이동해 갈수록 그 폭이 줄어들었다는 것을 확인할 수 있었다.

3.5 견뢰도 특성

3.5.1. 수세방법에 따른 견뢰도 특성

Lotus seedpod 색소를 사용하여 silk를 염색한 후 수세 과정을 달리할 경우 염착량과 견뢰도에 미치는 영향을 알아보기 위

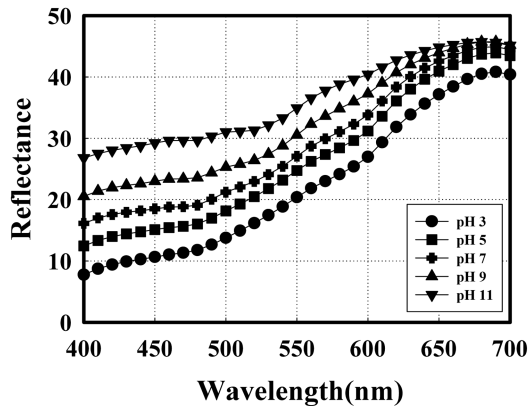


Fig. 9. Reflectance of dyed silk fabrics according to dyeing pH using lotus seedpod colorants.

하여 세 가지 방법으로 수세하였고, K/S값과 염색된 시료를 20 시간 크세논 아크광에 노출시킨 후 그 전과 비교하여 ΔE 값을 계산하여 나타내었다. 첫 번째 수세 방법은 conventional 한 방법으로 염색→수세→건조 과정으로 진행하였고, 두 번째는 염색→건조→수세→건조, 세 번째 방법은 염색→건조→다림질→수세→건조 과정으로 실험하였다. Table 3에서 확인할 수 있는 바와 같이 다림질을 통한 건조 과정을 포함한 세 번째 수세 방법의 경우가 염착량도 가장 좋았고 수세 전후의 측색을 통한 ΔE 값도 5.19로 가장 낮은 수치를 보였다. 이는 염색 후 반 건조 상태의 silk를 다림질을 통하여 고온으로 압착 건조를 할 경우 바로 수세하거나 자연 건조 과정을 거치는 것에 비하여 염료 분자가 섬유 분자에 더욱 견고히 고착반응을 일으키는 이유라 생각된다. 이러한 결과를 바탕으로 염색 후 염직물의 수세·건조 방법은 염착량과 견뢰도의 향상에 영향을 미칠 수 있다는 결론을 내릴 수 있었다.

3.5.2. 땀 · 일광 · 세탁·드라이클리닝 · 마찰 견뢰도

Lotus seedpod 색소로 염색한 직물의 다양한 견뢰도를 알아보기 위하여 silk와 cotton 시료를 사용하여 매염제를 첨가하지 않고 염색하였고 그 결과를 알아보았고, Table 4에 나타내었다.

Table 3. Color difference and light fastness according to washing method of dyed silk

Dyeing ⇒ Washing ⇒ Drying								
1	L	a	b	H	V	C	K/S	ΔE
	54.83	10.92	24.13	8.0YR	5.4	4.31	3.75	5.38
Dyeing ⇒ Drying ⇒ Washing ⇒ Drying								
2	L	a	b	H	V	C	K/S	ΔE
	54.56	11.16	24.45	7.9YR	5.38	4.37	3.86	5.36
Dyeing ⇒ Drying ⇒ Ironing(Drying) ⇒ Washing ⇒ Drying								
3	L	a	b	H	V	C	K/S	ΔE
	53.30	11.45	24.32	7.7YR	5.25	4.39	4.19	5.19

Table 4. The color fastness of silk

Test item	Test results		비 고	
	Silk			
Washing	Stain	fading color	3	KS K ISO 105-C06 : 2007
		acetate	4-5	
		cotton	4-5	
		nylon	4-5	
		polyester	4-5	
		acrylic	4-5	
Rubbing	Stain	dryness	4	KS K 0650
		moisture	3-4	
		acid/alkaline		
Perspiration	Stain	fading color	4-5/4-5	KS K ISO 105-E04 : 2010
		acetate	4-5/4-5	
		cotton	4-5/4	
		nylon	4-5/4	
		polyester	4-5/4-5	
		acrylic	4-5/4-5	
Dry cleaning	fading color	dryness	4	KS K ISO 105-D01 : 2010
		moisture	3-4	
Light	fading color		4	KS K ISO 105-B02 : 2010

땀 · 일광 · 세탁 · 드라이클리닝 · 마찰 견뢰도 테스트 결과 세탁견뢰도에서 변퇴색(color change)의 경우 3등급, 오염(color staining)에 대해서는 4-5등급으로 나타났고, 마찰견뢰도는 dryness가 4등급, moisture가 3-4등급이었다. 땀 견뢰도의 경우를 보면 변퇴색에서 4-5등급, 오염도 4-5등급의 결과를 얻었고, 드라이클리닝 견뢰도는 변퇴색 4-5등급, 오염 4-5등급이었다. 일광견뢰도는 4등급으로 전체적인 견뢰도 측정 결과 양호하거나 우수한 결과가 나타남을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

1. Lotus seedpod 색소의 최대 흡수 파장은 273.5 nm임을 알 수 있었다.
2. pH를 달리하여 Lotus seedpod 색소를 추출한 결과 pH가 산성에서 알칼리로 갈수록 추출 색소 농도가 증가하며 짙은 적갈색으로 추출됨을 확인할 수 있었다.
3. Lotus seedpod 색소의 탄닌 함량을 환산한 결과 pH 9에서 가장 높은 값이 나타났고 플라보노이드 함량은 pH 11에서 가장 수치가 높았다.
4. FT-IR 측정 결과 페놀성 -OH기의 신축진동과 카르복시기와 방향족케톤의 결합구조에 의한 피크를 보이는 것으로 탄닌의 구조를 이루고 있는 색소임을 확인할 수 있었다.

5. Lotus seedpod 색소를 사용한 견직물 염색은 80°C에서 color strength가 가장 높았고 염색 시간이 50분이 경과하면 색 강도는 증가하지 않음을 확인할 수 있었다. 다양한 pH에서 염색했을 경우 pH 3에서 가장 염착량이 높았고, reflectance도 pH 3인 경우가 전과장에서 가장 낮게 나타났다.

6. 염색 후 수세 방법을 달리한 염색포의 견뢰도 측정 결과 ironing 과정을 포함한 건조과정을 거친 경우가 가장 K/S가 높았고, ΔE값은 가장 낮았다.

7. Lotus seedpod 색소로 견직물 염색 후 견뢰도를 측정할 결과 일광 · 마찰 · 세탁 · 땀 · 드라이클리닝 견뢰도에서 모두 4에서 5등급 이상의 우수한 값을 보였다.

감사의 글

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

References

- Bai, S. K. (2008). A study for dye properties of dried Lotus leaf on the silk fabrics. *The Society of Korean Traditional Costume*, 11(2), 65-73.
- Barker, S. A., Bourne, E. J., Stacey, M., & Whiffen, D. H. (1954). Infra-red spectra of carbohydrates. Part I. Some derivatives of D-glucopyranose. *Journal of the Chemical Society*, 1954, 171-176.
- Borsch, T., & Barthlott, W. (1994). Classification and distribution of the genus *Nelumbo* Adans(Nelumbonaceae). *Bitrge zur Biologie der Pflanzen*, 68, 421-450.
- Cho, K. R. (2000). 천연염료와 염색 [Natural dyestuff and dyeing]. Seoul: Hyungsul.
- Fellah, A., Anjukandi, P., Waterland, M. R., & Williams, M. A. K. (2009). Determining the degree of methylesterification of pectin by ATR=FT-IR: Methodology optimisation and comparison with theoretical calculations. *Carbohydrate Polymers*, 78(4), 847-853.
- Im, M. H., Park, Y. S., Cho, J. Y., & Heo, B. G. (2008). Assessment of the physiological activities off lower extracts from white lotus. *The Korean Journal of Community Living Science*, 19(1), 3-10.
- Ji, H. J., & Lee, S. I. (1989). *Specification of Chinese herbs(plant medicine) excluding Korean pharmacy*. Korean Medical Index Co. Seoul: Korea.
- Kasumi, M., & Sakuma, F. (1998). Flowering, pollination, fertilization, and seed formation in lotus rhizome plant. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 67, 595-599.
- Khanbabaee, K., & Ree, T. V. (2001). Tannins: Classification and definition. *Natural Product Reports*, 18(6), 641-649. doi: 10.1039/B101061L
- Kong, F. L., Zhang, M. W., Kuang, R. B., Yu, S. J., Chi, J. W., & Wei, Z. C. (2010). Antioxidant activities of different fractions of polysaccharide purified from pulp tissue of litchi(Litchi chinensis Sonn.). *Carbohydrate Polymers*, 81 (3), 612-616.
- Lee, K. S., Kim, M. G., & Lee, K. Y. (2006). Antioxidative activity of ethanol extract from lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 35(2), 182-186.
- Ling, Z. Q., Xie, B. J., & Yang, E. L. (2005). Isolation, characterization, and determination of antioxidative activity of oligomeric proanthocyanidins from the seedpod of *Nelumbo nucifera* Gaertn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(7), 2441-2445.
- Ono, Y., Hattori, E., Fukaya, Y., Imai, S., & Ohizumi, Y. (2006). Anti-obesity effect of *Nelumbo nucifera* leaves extract in mice and rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 106(2), 238-244. doi:10.1016/j.jep.2005.12.036
- Park, Y. D. (2004). A study on the change of dyeability and colorfastness of Lotus leaf extract with mordanting treatment. *Proceeding of Journal of the Korean Home Economics Association*, 42(12), 69-76.
- Park, Y. H., & Nam, Y. J. (2003). The antibacterial activity and deodorization of fabrics dyed with Lithospermi Radix extract. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 27(1), 60-66.
- Sul, J. H., Choi, S. C., & Cho, K. R. (1995). A study of the tannin treatment of silk fabrics(III). *Journal of the Korea Society of Dyers and Finishers*, 7(3), 60-67.
- Xiao, J. S., Xie, B. J., Sun, Z. S., & Xiao, D. (2012). Characterization of oligomeric procyanidins and identification of quercetin glucuronide from lotus(*Nelumbo nucifera* Gaertn.) seedpod. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(11), 2825-2829. doi: 10.1021/jf205331e
- Yoon, S. J., & Noh, K. S. (2009). The effect of lotus leaf powder on the quality of Dasik. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 25(1), 25-30.
- Yuk, C. S. (1990). *Coloured medicinal plants of Korea*. Seoul: Academy.
- Zhu, M., Jinggang, M., ChangSheng, H., Haiping, X., Ning, M., & Caijiao, W. (2010). Extraction characterization of polysaccharides from lycium barbarum and its effect on bone gene expression in rats. *Carbohydrate Polymers*, 80(3), 672-676.

(Received 1 May 2014; 1st Revised 13 May 2014;
2nd Revised 3 June 2014; Accepted 13 June 2014)