

천연염료자원 탐색 및 염색특성(I)¹

– 거북꼬리(*Boehmeria tricuspis* Makino)추출물의 pH에 따른 염색특성 –

조현진²·이상극²·강하영²·최돈하²·최인규³

The Search and Dyeing Properties of Natural Dyes Resources(I)¹

– The Dyeing Properties of *Boehmeria tricuspis* Makino Extracts by pH –

Hyun-Jin Jo², Sang-Kueg Lee², Ha-Young Kang²
Don-Ha Choi² and In-Gyu Choi³

요 약

미이용 천연염료자원에 대한 탐색연구의 일환으로 거북꼬리(*Boehmeria tricuspis* Makino)를 선별하고 열수 및 알칼리 조건에서 추출한 추출물을 사용하여 pH 조건에 따른 염착량 및 색상, 명도, 채도의 변화에 대하여 조사하였다. 면, 한지, 실크에 대한 열수 및 알칼리추출물 처리 염색물의 최대흡수파장(λ max)은 400 nm였으며, pH 조건에 따른 염착량(K/S)은 실크의 알칼리추출물 처리 염색물을 제외하고 전체적으로 산성조건으로 갈수록 증가하는 경향을 보였으나 pH 7 전후에서 큰 변화를 나타내지는 않았다. Munsell의 색상은 주로 알칼리추출물 처리 염색물은 YR 계열의 색상을, 열수추출물 처리 염색물은 R 계열의 색상을 나타냈다. 명도는 알칼리 조건으로 갈수록 증가하고, 채도는 감소하는 경향을 보였으나 pH 7을 전후하여 현저한 변화를 나타내지는 않았다. 따라서 거북꼬리 추출물로 염색할 경우 염색액의 최적 pH 조건은 pH 7로 조정하여 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

ABSTRACT

pH dependent K/S values, Hue, Value, and Chroma change of the hot-water and alkali extract of *Boehmeria tricuspis* have investigated as a part of the studies on natural dye resources. Maximum optical absorption of the dyed cotton, Korean paper, and silk with the extract were observed at 400 nm. According to the result of pH dependent K/S values change, it tended to increase as pH decreased except for the silk and there was no change near pH 7. For Hue, the materials dyed

1. 접수 2006년 3월 8일 Received March, 8, 2006.

2. 국립산림과학원 화학미생물과 Dept. of Wood Chemistry & Microbiology, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea.

3. 서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부, Dept. of Forest science, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea.

with hot-water and alkali extract indicated YR and R color, respectively. The change in Value of the dyed materials tended to increase, whereas Chroma of them decreased as the pH moved to alkali conditions although there were no significant changes near pH 7. As a result, it is considered that the optimum pH would be 7 when the mentioned materials are dyed with *Boehmeria tricuspis* extract.

keyword : *Boehmeria tricuspis*, hue, value, chroma, dyed material, silk, cotton

서 론

거북꼬리(*Boehmeria tricuspis* Makino)는 쐐기풀목(Urticales), 쐐기풀과(Urticaceae)의 여러해살이풀로서 계곡의 숲 가장자리나 약간 그늘진 곳에서 자라며 주로 한국, 일본, 중국 등지에 분포한다. 줄기의 높이는 1 m에 달하며 잎자루와 더불어 붉은색을 띤다. 잎은 마주나고 달걀 모양이나 끝이 세 갈래로 갈라지며 가운데의 갈라진 조각은 길이 2~5 cm로 거북꼬리 모양을 하고 있다는데서 붙여진 이름이다. 쯤깨잎나무(*Boehmeria spicata* Thunb.)와 비슷하게 보이나 거북꼬리는 줄기나 잎이 훨씬 더 큰 편이며 녹색에 약간 붉은 빛을 띠는 반면, 쯤깨잎나무는 잎자루나 줄기가 훨씬 더 붉은 색깔을 띠며 관목으로 분류된다(이, 1993).

예로부터 거북꼬리의 줄기는 섬유용으로, 어린잎은 식용으로 이용되어 왔으나 아직까지 국내에는 거북꼬리를 이용한 염색기법의 과학적인 연구 및 문헌은 정립되어진 것이 거의 없는 실정이며 국외에서 성분분석에 대한 몇 가지 문헌을 찾아볼 수 있다. Takemoto 등(1975)은 거북꼬리 뿌리에서 새로운 리그난 화합물인 *Boehmenan*을 단리하여 보고하였으며, flavone 화합물인 *kaempferol-3-rutinoside*, *rutine* 외에 몇 가지 alcohol성분을 단리하여 보고한 바 있다.

천연염료를 이용한 천연염색은 자연색을 일상생활에 활용하기 위하여 식물, 동물, 광물에서 천연색소를 추출하여 사용해 왔다. 특히 염색에 이용되는 천연염료는 식품이나 한약재로 사용되고 있는 것이 많으며 합성염료가 갖지 못

하는 자연스러운 색상을 지니고 있다(남성우, 2000). 또한, 인체에 해가 없고, 환경오염의 문제가 적은 장점을 가지고 있다. 그러나 염색과정 및 보관의 어려움, 재현성 부족, 낮은 염착량과 견뢰도 등의 문제로 인하여 산업화에 많은 어려움을 수반하고 있다. 윤 등(2005)은 천연염료의 안정화 및 염색의 재현성 확립이라는 보고에서 이러한 문제점 외에 천연염색에 관한 기술이 과학적 검증 없이 경험에 의해 전수되어 왔기 때문에 천연염색의 과학화 및 산업화가 더 시급한 문제이며 천연염료의 안정화 기술을 개발하고 염색시의 재현성을 확립하는 것이 산업화를 위한 필수적인 기반기술이라고 설명한 바 있다.

최근 천연물에 대한 관심과 연구가 활발해지면서 천연염료에 대한 관심 또한 크게 고조되어 건강 및 개성 지향적 제품, 친환경적 제품을 선호하는 사례가 늘어나고 있다. 따라서 본 연구는 미이용 임산염료 수종이나 산야초를 이용한 천연염료 소재의 개발 및 다변화를 목적으로, 소수의 염색공예가를 중심으로 구전 또는 전승되어 오던 거북꼬리를 이용한 염료추출 및 염색법 등의 전통기법을 과학적으로 분석·검증하여 천연염색 자원으로서의 용도개발을 목적으로 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

경상남도 진주시 국립산림과학원 남부산림연구소 월아시협림에 자생하는 거북꼬리를 2004

년 7월 채취하여 실험실에서 약 1주간 기건 시킨 후 분쇄하였다. 염색재료는 세제로 깨끗하게 세척하여 정련처리한 면(KS K 0905), 실크(경사, 위사 21중3합 CDC) 및 수목한지를 사용하였다.

2. 염색액의 조제

열수추출과 알칼리추출로써 염색액을 조제하였다. 먼저 기건 상태의 거북꼬리 잎 분말 600 g을 자체 제작한 액상추출기에 넣고 15 L의 물을 가하여 100℃에서 상압으로 3시간 추출하여 열수추출물을 얻었다. 알칼리추출물은 기건 상태의 거북꼬리 잎 분말 600 g을 1% NaOH용액 15 L에 침적하고 상온에서 3일 동안 추출하여 얻었다. 두 종류의 추출액은 정확하게 15 L가 되도록 용량을 보정하여 염색액으로 사용하였다. 본 실험에서는 염색공예가들이 흔히 사용하는 농도 조건인 생잎 40 g/L의 제조조건으로 환산하여 염색액을 조제하였다.

3. pH 조건별 염색방법

거북꼬리 열수 및 알칼리 추출 염색액은 1급 시약인 10% NaOH와 10% H₂SO₄를 사용하여 pH가 각각 5, 6, 7, 8, 9가 되도록 pH 측정기(pH/ION METER DP-880M, DMS)로 조절하였다. pH 조절한 각각의 염색액 200 ml에 염색재료를 침적하고 항온수조에서 일반적인 염색조건인 80℃로 1시간 동안 염색하였다. 염색에 사용한 염색재료(면, 실크, 한지)는 모두 매염처리 없이 정련한 것을 사용하였다.

4. pH에 따른 염착량 및 Munsell 값 측정

염색된 염색물은 수세, 건조 후 색차계(Spectrophotometer CM-2600, Minolta, Japan)를 이용하여 염착량(K/S) 및 Munsell (Hue, Value, Chroma) 값을 5반복으로 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 흡수파장대별 염착량 변화

염색제품에 어느 정도의 염료물질이 염착되었는지를 판단하는 컬러 매칭 방법 중의 하나로 다음과 같은 Kubelka-Munk 함수를 이용하여 흡광계수를 K/S값으로 환산한 수치가 널리 이용되고 있다(황 등, 1998).

$$K/S = (1-R)^2/2R$$

단, K : 흡광계수, S : 산란계수, R : 최대흡수파장에서의 표면반사율(0<R<1)이다. 김 (1999)은 적색 색소인 버찌의 anthocyanin의 경우 pH가 중성에 가까울수록 불안정한 비이온형으로 되어 색소 파괴가 많으며 산성 조건일수록 흡광도 값이 증가하여 pH의 증가에 따라 흡광도의 값이 감소한다고 보고한 바 있다. 거북꼬리의 열수 및 알칼리(1% NaOH)추출물을 pH 7로 염색조건을 동일하게 조정하여 염색한 다음 색차계를 이용하여 염색물의 흡광계수를 측정한 결과를 Figure 1에 나타냈다. 그 결과 추출물 및 염색물의 종류에 관계없이 모두 400 nm에서 최대흡수파장(λ max)을 나타냈다. 그러나 염색물의 종류에 따른 염착량에는 큰 차이가 나타났으며 실크의 K/S값이 면이나 한지보다 4~6배의 높은 값을 보였다. 또한 면과 한지에 대한 염착량은 2 이하의 극히 낮은 값을 보였으며 흡수파장대별로도 큰 차이가 없었다. 이러한 결과는 거북꼬리추출물 중 400 nm에서 최대흡수파장을 갖는 성분이 염색에 주로 관여하고 있으며, 단백질계의 실크와 친화력이 높은 성분이 셀룰로오스계인 면이나 한지에서보다 흡착이 용이하다는 것을 의미한다. 따라서 최적 염색 pH 조건은 최대 염착량을 보인 흡수파장 400 nm에서 측정된 수치를 비교분석하여 최종 결정하였다.

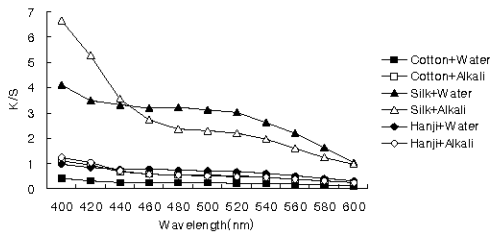


Figure 1. K/S variation on the absorption wavelength of *B. tricuspis* extracts.

2. pH 조건에 따른 염착량 변화

거북꼬리추출물의 pH에 따른 염착량의 차이를 검토하고 최적 pH 조건을 결정하기 위하여 λ_{max} 400 nm에서 염색물의 K/S값을 측정된 결과를 Figure 2에 나타냈다. 3종의 염색물 모두 산성조건으로 갈수록 K/S값이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 실크에 알칼리추출물로 염색처리하였을 경우 산성이 강할수록 K/S값도 급격히 증가했다. 이것은 알칼리추출물 구성성분 가운데 산성조건에서 단백질계의 실크와 흡착이 활발하게 진행되는 성분이 많다는 것을 의미한다. 서 등(2000)은 면과 실크에 대한 홍차 색소의 염색성 연구에서 면 보다 실크에서 염착성이 우수하다고 보고한 바 있다. 그러나 실크에 열수추출물로 염색했을 경우, pH 변화에 따른 K/S값의 차이는 크지 않았다. 또한 염기성이 강할수록 열수 및 알칼리추출물 간에는 염착량의 차이가 인정되지 않았다. 따라서 모든 pH 조건에서 염색은 가능할 지라도 실크의 알칼리 처리

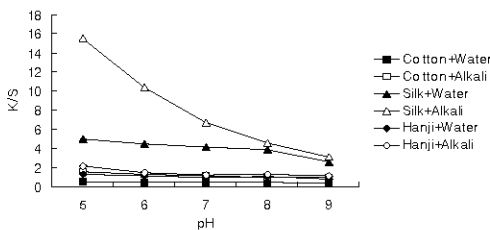


Figure 2. K/S variation on the pH condition of *B. tricuspis* extracts.

염색물을 제외한 모든 염색물은 중성인 pH 7에서 염착량에 큰 변화를 보이지 않았다.

3. pH 조건에 따른 Munsell 값의 변화

색을 체계화하기 위한 가장 효과적인 방법으로 Munsell의 색채 표기방법이 있다. 이것은 빨강, 노랑, 초록, 파랑, 보라의 5 색을 기준으로 하고, 이들 사이에 주황, 연두, 청록, 청자, 자주를 삽입하여 10 색상환으로 표시하는 방법이다. 이를 다시 10 등분하여 100 색상으로 만들어서 이를 숫자와 기호로 표시하는 색채 체계화의 방법이 Munsell 법이다. 즉, Munsell이 사용한 색채 표기방법은 색의 3 요소인 색상, 명도, 채도를 사용하여 이들 각각의 기호와 수치를 순차적으로 열거하는 것이다. 이 방법은 색을 체계화하는데 효과적이기 때문에 가장 보편적으로 사용되고 있는 세계적 공통 언어이다(남성우, 2000). 우리나라의 교육부 지정 20 색상환도 Munsell의 체계화 이론을 기준으로 제작된 것이다. 일반적으로 색상은 150 종류까지 식별이 가능하며 명도는 200 단계까지, 채도는 20 단계 정도까지 구분이 가능하다.

Figure 3, 4, 5는 각각 Munsell의 색채 표기방법 중 색상(Hue), 명도(Value), 채도(Chroma)를 pH 조건에 따라 변화한 값을 나타낸 것이다. Figure 3에서 0 이하는 red (R) 계열, 0~10은 yellowish red (YR) 계열, 10 이상이 yellow (Y) 계열의 색상을 의미하는데, 거북꼬리추출물의 색상은 열수 및 알칼리추출물에서 서로 상이한 계열을 나타내고 있다. 알칼리추출물에 의한 염색물은 모두 YR 계열의 색상을 나타내지만 알칼리 조건으로 갈수록 Y 계열의 색상이 점차 증가하는 경향을 보이고 있는 반면, 열수추출물은 YR 계열의 색상에서 점차 낮아지는 경향을 보이면서 면과 실크 염색물은 R 계열의 색상으로 변화하는 것을 볼 수 있다. 알칼리와 열수추출물에 의한 염색물의 색상은 YR과 R 계열로 뚜렷하게 차이를 나타내고 있지만, 전체적으로

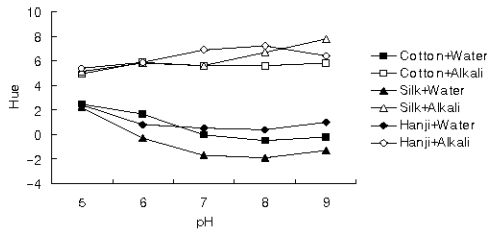


Figure 3. Hue variation on the pH condition of *B. tricuspis* extracts.

pH 7을 전후로 값의 차이는 크지 않다는 것을 알 수 있다.

Munsell계에서 명도는 검정을 0, 흰색을 10으로 하고 그 사이를 밝기 감각에 따라 등간격으로 9단계로 구분을 하였다. 또한 무채색을 0으로 하여 채도의 시각에 따른 등간격의 증가에 따라 채도 값이 증가하며 그 색상에서 가장 순수한 색의 채도 값이 최대가 되는 형식으로 구분한다(강인숙 등, 2005). Figure 4에 나타난 거북꼬리추출물의 명도는 알칼리 조건으로 갈수록 점차 증가하는 경향을 보이는데, pH 7을 전후로 하여 크게 변화하지 않았다. 변화폭도 현저하지 않았으며 실크보다는 면과 한지 염색물이 더 높은 명도를 나타내었다. 한편, Figure 5에 나타난 채도의 경우는 알칼리 조건으로 갈수록 약간 감소하는 경향을 나타내고 있는데, 역시 pH 7을 전후로 큰 변화를 보이지 않았고 변화폭도 현저하지 않았으며 실크의 열수추출물 처리에 의한 염색물이 가장 높은 채도를 보이고 있다.

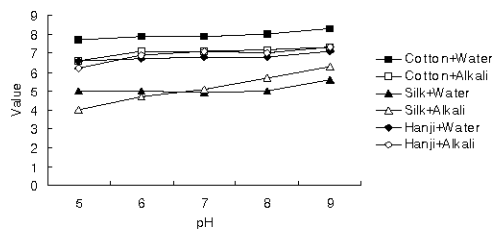


Figure 4. Value variation on the pH condition of *B. tricuspis* extracts.

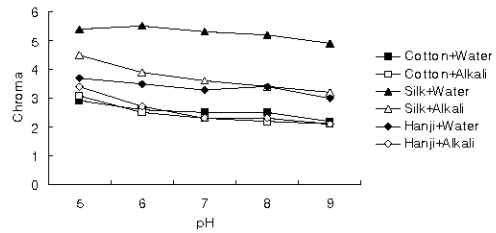


Figure 5. Chroma variation on the pH condition of *B. tricuspis* extracts.

따라서 pH 조건에 대한 Munsell의 색상, 명도, 채도의 수치는 pH 7을 전후로 하여 변화의 폭이 작은 것으로 보아 거북꼬리 추출물로 염색할 경우 염색액의 적정 pH 조건을 pH 7로 조정하여 사용하는 것이 적정한 것으로 사료되었다.

결 론

미이용 천연염료자원에 대한 탐색연구의 일환으로 거북꼬리를 선발하고 열수 및 알칼리 조건에서 추출한 추출물을 사용하여 pH 조건에 따른 염착량 및 색상, 명도, 채도의 변화에 대하여 조사하였다. 면, 한지, 실크에 대한 열수 및 알칼리추출물 처리 염색물의 최대흡수 파장(λ max)은 400 nm였으며, pH 조건에 따른 염착량(K/S)은 실크의 알칼리추출물 처리 염색물을 제외하고 전체적으로 산성조건으로 갈수록 증가하는 경향을 보였으나 pH 7 전후에서 큰 변화를 나타내지는 않았다. Munsell의 색상은 주로 알칼리추출물 처리 염색물은 YR 계열의 색상을, 열수추출물 처리 염색물은 R 계열의 색상을 나타냈다. 명도는 알칼리 조건으로 갈수록 증가하고, 채도는 감소하는 경향을 보였으나 pH 7을 전후하여 현저한 변화를 나타내지는 않았다. 따라서 거북꼬리추출물로 염색할 경우 염색액의 최적 pH는 7로 조정하여 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

인 용 문 헌

1. 강인숙, 송화순, 유효선, 이정숙, 정혜원. 2005. 염색의 이해. 교문사. pp.1-32.
2. 김용환. 1999. 적색 색소자원으로서의 버찌 (*Prunus serrulata* L. nar. *spontanea* Max. Wils.) anthocyanin 색소의 특성. 한국농화학회지 42(2) : 134-139.
3. 남성우. 2000. 천연염색의 이론과 실제. 보성문화사. pp.1-15.
4. 서명희, 신윤숙. 1998. 홍차색소의 견섬유에 대한 염색성. 한국의류학회지 22(5) : 557-564.
5. 서명희, 신윤숙. 2000. 면섬유에 대한 홍차색소의 염색성. 한국의류학회지 24(1) : 34-42.
6. 윤석한, 임용진. 2005. 천연염료의 안정화 및 염색의 재현성 확립. 서유기술과 산업 9(2) : 162-176.
7. 이창복. 1993. 대한식물도감. 향문사. pp.293.
8. 홍경옥, 신인수. 1998. 양파외피에 의한 천연색소에 관한 실험적 연구. 한국생활과학회지 7(1) : 167-173.
9. 황은경, 김문식, 이동수, 김규범. 1998. 매염제에 따른 색상변화에 관한 연구(I) -울금과 소목의 혼합염색-. 한국섬유공학회지 35(8) : 490-497.
10. Takemoto, T., T. Miyasi and G. Kusano, 1975. Boehmenan, a new lignan from the roots of *Boehmeria tricuspis*. *Phytochemistry* 14(18) : 1890-1891.
11. Takemoto, T., T. Miyasi and G. Kusano, 1975. Flavones and other compounds of *Boehmeria tricuspis* and *B. Holoserice*. *Phytochemistry* 14(11) : 2534.