

〈研究論文(學術)〉

## 미국자리공으로부터 추출한 홍색색소의 모섬유에 대한 염색성

홍경옥·오태광\*·배순이\*\*·신인수

원광대학교 생활과학대학 의상학과

\*생명공학연구소, KIST

\*\*한서대학교 의상디자인학과

(1999년 1월 28일 접수)

### Dyeing Properties of Natural Red Colorants Extracted from *Phytolacca americana* Linne against Wool Fabrics

Kyung Ok Hong, Tae Kwang Oh\*, Soon Ei Bae\*\*, and In Soo Shin

*Dept. of Clothing, Wonkwang University,*

*\*Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, KIST*

*\*\*Dept. of Fashion Design, Hanseo University, Korea*

(Received January 28, 1999)

**Abstract**— Natural red colorants were extracted from *Phytolacca americana* Linne by using 50% ethanol solution at room temperature for 12 hours. The colorant components were partially purified as yellow and deep red colorants by thin layer chromatography. Natural red colorants were consisted of major water-soluble red colorant, having maximum absorbance at 538nm and alcohol-soluble yellow colorant, having maximum absorbance at 664nm. Concentration of red colorants were calibrated by the equation of dye(mg/ml)  $A_{538nm} \times 1.284$ . Red colorants were changed to yellow at extreme alkali pH and repaired 55% color intensity by neutralization of pH and stabled below 55°C. Dyeability of red colorants against wool fabrics was mainly operated by red pigment having 538nm absorbance without big color differences. Below 55°C, color differences ( $\Delta E^*_{ab}$ ) were not changed in spite of big difference of chroma( $c^*$ ), having higher scores at higher temperature. The effect of mordants were not drastically changed parameters of color difference without copper ion. Citric acid was big changes of color difference( $\Delta E^*_{ab}$ ) in spite of similar chroma( $c^*$ ) values. From these experimental results, red colorants from *Phytolacca americana* Linne is available for wool fabric dyeing.

※본 연구는 1998학년도 원광대학교 학술연구조성비에 의해서 수행되었음.

## 1. 서 론

천연염료는 식물, 동물 및 광물에서 추출되어서 사용되어 왔지만, 동일한 품질을 재현성 있게 얻기가 어렵고 천연물이기 때문에 채취하는데 많은 노력이 필요하므로 사용하는데 한계<sup>1)</sup>를 가지고 있었다. 그러나 근래에 들어서 합성염료로 인한 환경공해가 심각해지고, 소비성향이 무공해의 자연스런 전통색상에 대한 수요가 커짐에 따라 전통적인 천연염료 유래의 염색방법에 대한 관심이 고조되고 있다. 더우기 천연염료 중 일부 식물은 그 유용성이 인정되어서 작물화하여 경작이 가능해 짐에 따라 염료의 상품화가 이루어질 수 있으므로 이 분야에 대한 적극적인 연구노력이 필요하다. 식물유래 천연색소로서는 쪽<sup>1)</sup>, 소방목, 치자<sup>2)</sup>, 정향<sup>3)</sup> 및 자리공<sup>4)</sup> 등의 식물에서 주로 황색, 갈색, 남색 및 적색계통의 색소를 추출할 수 있는데, 이 중 대부분은 황색 및 갈색류의 flavonoid 계통의 색소<sup>5)</sup>이며 몇 가지의 천연 식물유래의 색소를 제외하고는 세탁 및 일광견뢰도가 좋지 않아 염료로서 사용하기에는 부적절한 경우가 많다. 하지만 자연스러운 색상 표현과 염료로 인한 공해문제에 적극적으로 대처할 수 있기 때문에 천연염료에 대한 염색연구는 근래에 조 등<sup>5)</sup>, 김 등<sup>6)</sup>, 주 등<sup>7)</sup>에 의하여 염색성, 추출조건 및 매염제 등에 대해서 많이 연구되어져 왔다. 식물유래의 홍황색 계통의 천연염료는 치자<sup>25)</sup>, 꼭두서니, 오디, 홍화<sup>6)</sup>, 오미자, 자두 및 자리공 등이 있는데, 이 중 자리공(*Phytolacca esculenta* Van. Houtte)<sup>8)</sup>은 열대와 아열대에 약 35종 정도가 존재하고 있으며 우리나라에도 외국에서 들어온 것까지 합하여 약 3종이 존재한다. 이 중 본 연구에 사용한 미국자리공(*Phytolacca americana* Linne)은 북아메리카 원산이며 수종, 이노, 하리, 신장염등에 유효한 약재자원으로 약초농가에서 재식하던 것이 야생상태로 자라고 있는 다년생 초본인데, 높이가 1m 정도이고 열매가 붉은 계통의 자주색의 즙액이 있으며, 이 즙액의 자색색소를 가짜 포도주 및 임시 잉크<sup>9)</sup>로 사용하기도 하였다. 또한 자리공의 색소에 대한 연구는 박<sup>10)</sup> 및 이 등<sup>11)</sup>이 열매의 적색색소에 대한 연구를 하였고, 양 등<sup>4)</sup>이 미국자리공을 이용한 면과 견의 염색에 대한 연구가 부분적으로 이루어져 있었다. 본 연구

에서는 한국에서 서식하는 미국자리공의 모섬유에 대한 염색성을 조사하기 위하여 미국자리공의 열매에서 추출된 적색계통의 색소에 대한 이화학적 특성조사를 통하여 얻어진 결과를 바탕으로, 모섬유에 대한 염색성과 동시매염제를 사용할 때의 염액 및 염포와의 차이점을 조사하여 보고자 한다.

## 2. 시료 및 실험방법

### 2.1 시료 및 시약

#### 2.1.1 미국자리공

연구에 사용한 미국자리공은 전라북도 익산근처의 들판에서 야생하는 *Phytolacca americana* Linne의 상록과에 속하는 다년생 초본으로 완전히 자색으로 완숙된 열매를 9월에서 10월 사이에 수확하여, 색소의 균질성을 유지하기 위해 수확된 열매를 혼합하여 사용하였다.

#### 2.1.2 시약

연구에 사용한 ethanol은 시약특급을 사용하였고, 매염제로 사용한 Ammonium Iron(III) citrate, Ammonium Iron(III) sulfate, Citric acid monohydrate, Calcium chloride, Cobalt(II) chloride hexahydrate, Cupric acetate monohydrate, Copper(II) sulfate anhydrate, Ferrous chloride tetrahydrate, Ferrous sulfate, Zinc chloride 등은 Junsei Chem. Co. 및 Sigma사의 시약특급을 사용하였다. 아울러 사용한 물은 증류수를 사용하였다.

#### 2.1.3 염색포

염색실험에 사용한 염색용 백모포는 KS K 0905에 규정된 섬유류 제품의 염색견뢰도 시험용 표준 백모포를 사용하였다.

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 미국자리공으로부터 염액 추출

미국자리공 열매 30g을 50%의 ethanol 수용액 500ml에 넣고서 blender로 1분간 미세하게 분쇄한 후, 다시 50% ethanol 수용액 1,500ml를 넣고 4℃의 냉장고에서 overnight 하여 추출하였다. 추출된 염액을 cheese cloth로 짜낸 후, 5,000rpm에서 10분

간 원심분리한 상등액을 취하여 염액으로 하였다.

## 2.2.2 염액의 정제

추출한 염액을 40°C의 항온수조에서 rotary evaporator(Eyela사, 일본)를 이용하여 완전히 건조시켜 분말화하고 이 분말을 50%의 ethanol 수용액에 50 mg/ml의 농도로 녹인 액을 정제하여, cellulose (HQS사, 독일)를 이용한 reverse phase system으로 100% ethanol을 이동상인 thin layer chromatography(TLC)를 수행한 다음, 색깔을 달리하는 부분을 긁어 내어 물 및 ethanol 중 가용한 용매로 녹여낸 후 정제하여, 이동상 ethanol이 전개된 거리에 대한 분리한 색소의 전개거리의 비를 Rf치로 표시하였다.

## 2.2.3 UV-VIS 스펙트럼 및 염료의 농도측정 표준곡선

추출한 염료분말을 물에 녹인 후, UV-visible spectrophotometer(UV-260, Shimadzu사, 일본)를 사용하여 350-700nm의 파장에서 scan한 다음, 분말 및 정제된 부분에 대한 흡수스펙트럼을 얻었다. 정제된 색소 중 적색색소의 최대흡수파장을 이용하여 염료 분말의 농도를 달리했을 때의 흡광도(absorbance)를 3번 측정하고 그 평균값으로 염료의 농도를 측정하는 검량선을 작성하였다.

## 2.2.4 pH 및 온도변화에 의한 염액의 변성도 측정

염액의 pH를 달리했을 때의 색상변화를 알아보기 위하여 건조시킨 염료분말을 물에 녹인 후, 2N HCl 및 2N NaOH로 조정된 pH에서 측정된 흡광도로부터 색소의 변성정도를 평가하였고, 색소의 색이 크게 변한 pH 영역에서는 다시 중성화시키면서 색소가 복구되는지의 여부를 조사하였다. 또한, 온도가 색 변성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 20~75°C에서 30분간 방치 후의 색소 변성도를 spectrophotometer를 이용하여 측정하였다.

## 2.2.5 염색성 및 매염법

### 2.2.5.1 염료농도에 따른 염색성

시험조건에 따라서 0.9~5.0mg/ml 농도로 조정된 염액 10ml를 50ml의 삼각 플라스크에 넣고 시험용 염색포인 백모포 0.14g(약 3.5×4.0cm)을 넣은 다음, 37°C의 250rpm으로 흔들어 주는 shaking incuba-

tor에서 1시간 동안 염색을 한 후, 증류수로 염색포를 세척, 건조하여 염색성을 조사하였고, 잔류염액은 spectrophotometer로써 염액의 변화를 조사하였다.

### 2.2.5.2 온도에 따른 염색성

각각의 온도를 35, 45, 55, 65, 75°C로 한 3.0mg/ml 농도의 염액 10ml에 백모포 0.14g을 넣고 1시간 동안 염색을 한 후, 염색포를 증류수로 세척하고 건조한 다음 염색성을 조사하였고, 잔류 염액은 spectrophotometer로 분석하였다.

### 2.2.5.3 매염법

매염은 동시매염법을 사용 하였으며 매염제 1%의 수용액을 만든 후 미국자리공 추출 염액의 1/10의 농도로 즉, 0.1%로 처리하여 상온에서 30분간 shaking한 후, spectrophotometer로 색소의 변화를 조사하였고, 염액과 매염제의 혼합액 10ml에 백모포 0.14g을 넣고 37°C에서 1시간 동안 염색한 후 염색 포를 증류수로 세척, 건조하여 염색성을 조사하였다.

## 2.2.6 염료의 흡착률 측정 및 표면색 측정

### 2.2.6.1 흡착률 측정

UV-Visible Spectrophotometer로 사용한 2.2.3의 검량선을 이용하여 염색전후의 염료의 농도를 환산하여 흡착률을 환산하였다.

$$\text{흡착률 (\%)} = \frac{\text{염색전 염료량} - \text{염색후 염료량}}{\text{염색전 염료량}} \times 100$$

### 2.2.6.2 표면색 측정

염색후의 표면색은 Computer color matching system의 분광측색계(Color Techno System CO. Model JC555, 일본)를 이용하여 L\*, a\*, b\*, ΔE\*<sub>ab</sub> 값으로 측정하였고 이들 값을 이용하여 채도(chroma, C\*) = ((a\*)<sup>2</sup> + (b\*)<sup>2</sup>)<sup>1/2</sup>를 계산하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 미국자리공추출 염액의 정제

미국자리공의 추출분말을 50% ethanol에 녹인 후 Cellulose TLC를 행한 결과 Rf치가 0.8근처인 오렌지계통 노란색색소와 Rf치가 0.3 이하의 적색계통 색소의 2가지 색소로 정제 할 수가 있었으며 2가지 색소를 TLC plate에서 추출하기 위한 시험 결과,

오렌지 계통의 노란색소는 물에 전혀 녹지 않았고 ethanol에만 가용했으며, 적색색소는 물에서만 가용하였다. 미국자리공 추출액과 오렌지계통 노란색소 및 적색색소를 각기 spectrophotometer로 scanning한 결과 Fig. 1에서와 같이 가시광선 부위에서는 538 nm와 664nm에서 2개의 peaks를 가지고 있으며 정제된 오렌지계통 노란색부위에서는 664nm에서 최대흡광도를 갖고 적색색소부위는 538nm에서 흡광도를 갖는 것으로 보아 미국자리공의 염액은 적색과 오렌지계통의 노란색으로 이루어져 있음을 알 수 있다. 또한  $A_{538nm}/A_{664nm}$ 의 비율이 5.6~6.0 정도 되는 것으로 보아 적색색소가 약 5-6배 정도 많음을 알 수 있었다.

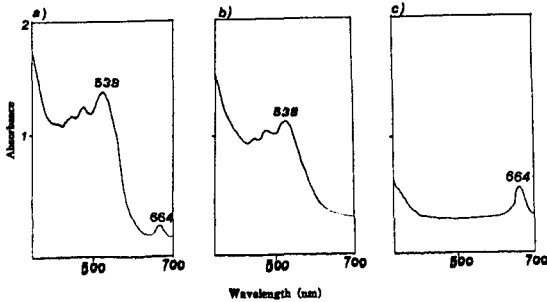


Fig. 1 UV/Visible spectra of total colorants (a), partial purified red colorant (b) and yellow colorant(c) from *Phytolacca americana* Linne.

3.2 염료농도 측정표준곡선

Spectrophotometer를 이용하여 538nm에서 분말 미국자리공 추출염료를 증류수 Liter당 0.4, 0.8, 1.2, 1.6 grams의 농도로 녹인 염액을 측정하여 검량선을 구한 결과 Fig. 2에서와 같은 염료농도 측정 검량선을 제작할 수 있었고, 이를 이용한 염료농도 Calibration equation의 염료량(mg/ml) = 1.284 X  $A_{538nm}$  ( $r^2=0.999$ )을 얻을 수 있었다.

3.3 미국자리공 추출색소의 pH 및 온도 안정성

추출된 색소에 pH를 달리했을 때 Fig. 3에서 보는 바와 같이 pH 3-9의 범위에서는 적색색소의 변화가 거의 없지만 pH 2 이하의 강한 산성에서는 적색색

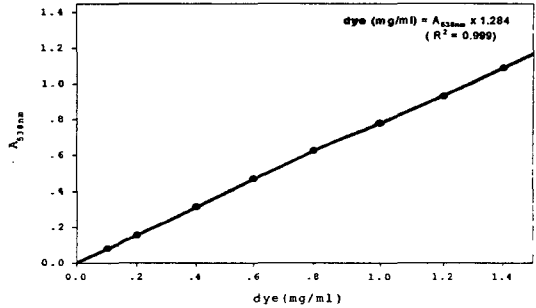


Fig. 2 Calibration curve of red colorant dissolved in distilled water.

소의 변화가 20% 정도의 차이가 있었으나 크게 변하지는 않았다. 그러나 pH 10 이상의 강한 알칼리성 pH에서는 급격한 적색색소의 변화가 있었고 pH 12에서는 적색색소의 농도가 50% 이상 손실되면서 겉보기 색상이 투명한 노란색으로 변하였다. 또한 pH 12 이상에서 투명한 노란색은 다시 1N HCl 수용액으로 pH를 산성으로 변화시키면 pH 3-7 사이에서는 초기의 적색색소의 55% 수준까지 회복되었다. 이와 같은 결과에서 미국자리공에서 추출한 적색계통 색소는 강한 알칼리성에서 노란색으로 변하지만, pH를 다시 중성으로 조절하면 색소의 손실은 있으나 적색색소로 회복됨을 알았다. 온도에 따른 미국자리공 적색색소의 변화는 Fig. 4에서와 같이 35°C의 온도에서 538nm와 482nm의 색소가 크게 변화하는데 60°C 이상의 온도에서는 원래의 포도주 색상의 적색에서 밝은 분홍계통의 적색으로 바뀌면서 482nm 부분의 흡광도와 538nm 부분의 흡광도 peak가 구분이 없는 broad한 형태로 바뀌었다. 538 nm의 흡광도의 변화를 조사하여 보아도 Fig. 4에서와 같이 40°C에서 이 부분의 흡광도가 급격히 떨어져서 55°C에서는 초기 적색농도의 80% 정도가 남아 있음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과에서 미국자리공에서 추출된 색소는 40°C 이상의 온도에서 염색시 색소가 변할 우려가 높을 수 있음을 시사한다.

3.4 염료의 농도에 따른 모섬유의 염색성

미국자리공에서 추출한 색소를 50%의 ethanol 수용액에 염료의 농도를 달리하여 녹이고 37°C에서 1시간 동안 250rpm으로 shaking하면서 염색한 후, 염색된 천의 겉보기 표면색과 잔류의 농도로부터 구한 흡착률의 결과를 Table 1에 나타내었다.

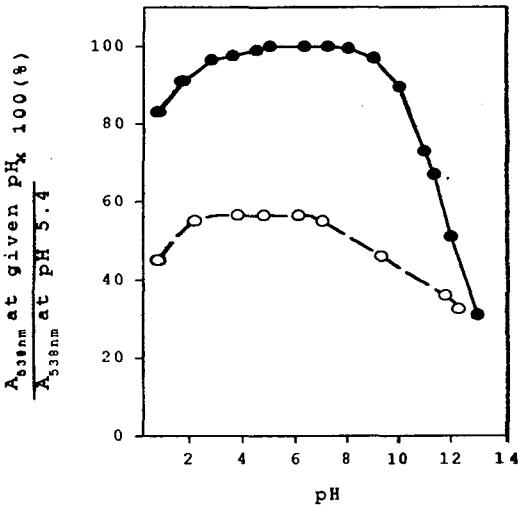


Fig. 3 pH stability(●-●) of red colorant from *Phytolacca americana* Linne and colour repair by pH neutralization(○-○).

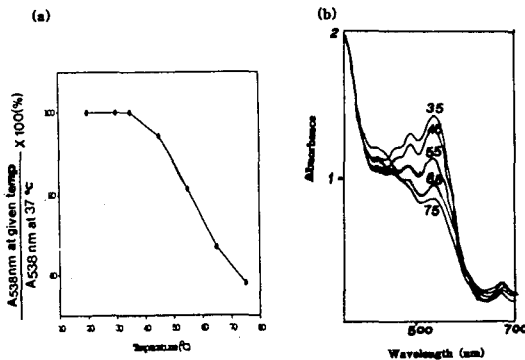


Fig. 4 Temperature stability of red colorant (a) and UV/VIS spectra of total colorants after heat treatment(b) from *Phytolacca americana* Linne.

초기의 염료 농도와 관계없이 흡착률은 50% 근처인데 이런 결과는 비교적 낮은 농도에서 흡착률을 조사했기 때문에 확산되어 흡착되는 속도가 비슷하게 나타나지만 염료의 농도를 10, 20, 30, 40mg/ml로 한다면 흡착률의 차가 조<sup>2)</sup>의 결과와 같이 있을 것으로 판단된다. 하지만 비교적 낮은 농도에서의 비교에서는 큰 차이가 없었다. 흡착률에서는 큰 차이를 보이지 않았기 때문에 모직물에 염착된 천연염료의 양은 초기 염료량에 비례해서 증가하는 것을 알 수 있다.

이런 방법으로 염색된 모직물의 겉보기 표면색은 전체적으로 염색이 되면서 명도가 낮아지고 채도(chroma)의 수치는 높아지면서 점차 선명하게 염색되는 것을 알 수 있다. 전체적인 색의 발현은 a\*의 변화가 최저농도로 염색한 것에 비하여 최고 농도로 염색했을 시, 9.12의 차를 가지는 반면 b\*의 값이 13.65의 차로 약간 큰 것으로 보아 녹색에서 적색으로 변하는 것보다는 청색에서 황색으로 변하는 색상의 차가 약간 더 크며 이와 같은 결과로써 밝은 적갈색계통의 색상으로 백모포에 염색되었다. 그러나 색차(ΔE\*<sub>ab</sub>)는 초기 염료농도가 2.7mg/ml 이상의 농도에서는 큰 차가 없는 것으로 보아 상온(37°C)에서 1시간 정도 백모포에 염색 할 경우는 미국자리공 염료 추출량이 2.7mg/ml 이상의 농도에서 염색함이 색차를 크게 할 수 있을 것으로 결과를 얻었다. 전술된 미국자리공 추출염료에서 안정성이 높은 pH 7.0(Fig. 3)과 37°C(Fig. 4)의 조건하에서 초기염료의 농도를 4.5mg/ml(Table 1)의 농도로 조절하고 1시간과 15시간으로 염색한 후의 염색포를 분석한 결과 Table 2와 같은 결과를 얻었다.

Table 1. Adsorptions and surfacial color differences of wool fabrics dyed with the extract of *Phytolacca americana* Linne according to various initial concentrations

Color concentration(mg/ml)			Dye on wool fiber(mg/g)	Color depth				
Initial	Final	Exhaustion(%)		L*	a*	b*	C*	ΔE* <sub>ab</sub>
0.917	0.449	51.0	33	86.66	2.86	11.25	11.37	87.43
1.834	0.910	50.4	64	80.93	9.54	17.99	18.25	83.45
2.752	1.277	53.6	101	78.23	10.56	22.70	22.93	82.14
3.669	1.773	51.5	129	77.34	11.98	24.90	25.14	82.12

Table 2. Parameters of adsorptions and surfacial color differences of wool fabrics dyed with the extract of *Phytolacca americana* Linne according to dyeing times

Dyeing times (hours)	Exhaustion(%)	Dye on wool fiber(mg/ml)	Color depth				
			L*	a*	b*	c*	$\Delta E^*_{ab}$
0	0	0	92.55	-1.75	7.12	6.99	92.84
1	46.1	146.7	78.46	8.14	22.53	22.71	82.04
15	72.4	229.0	68.82	17.11	41.21	41.42	82.02

15시간 동안 염색을 했을 때는 미국자리공 추출 염료의 72.4%가 흡착되었을 뿐만 아니라 채도도 상당히 변화되어 초기 1시간 염색한 것에 비하여 약 2배 정도의 높은 수치를 나타내었고 또한 그만큼 더 선명하게 염색되었다. 따라서 색차가 1시간과 15시간 사이에 차이를 보이지 않는 것으로 보아 붉은 갈색 계통의 색소가 더 많이 흡착되어 명도(L\*)만 낮아지고 흡착된 만큼 비례하여 a\*, b\*값이 커지기 때문에 채도는 비례해서 높아지며 명도는 떨어져서 색차는 나타나지 않게 된다. 이와 같은 결과는 Fig. 5에 나타난 바와 같이 15시간 염색 후의 538nm의 색소는 현격히 줄어드는데 비하여, 664nm 근처의 노란색 색소는 크게 변화하지 않았기 때문에 본 실험의 염색조건에서는 동일한 538nm 근처의 적색색소만 염색 되었으며 채도는 비례적으로 변화하지만 색차가 크게 변화하지 않는 것으로 판단한다.

### 3.5 염색온도에 따른 모섬유의 염색성

미국자리공의 추출색소인 1.6mg/ml의 농도와 염색온도를 각각 35, 45, 55, 65, 75°C로 하여 shaking하지 않은 상태의 항온수조에서 모섬유를 염색한 후 Table 3과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

흡착률이 Table 1, 2에 비해서 전반적으로 낮은 이유는 온도에 따른 효과를 조사하기 위하여 항온수조 내에서 shaking을 하지 않았기 때문에 염료색소의 mass transfer가 낮기 때문에 일어난 현상이고, 채도는 처리온도가 높아짐에 따라서 많이 변화하여 염색속도가 높아짐을 알 수 있었다. 하지만 색차는 55°C 이상의 온도에서 크게 변해되기 시작하는 것으로 보아 Fig. 2에서와 같이 그 이상 온도에서는 미국자리공의 추출 색소가 안정하지 않기 때문에 색차가 많이 생기게 된 것으로 판단한다. 하지만

온도를 높이면 일반적으로 염색속도를 증가시키는 결과와 동일한 결과를 얻었지만 미국자리공에서 얻은 천연적색 색소는 55°C 이하의 온도에서 염색하면 비슷한 색차를 가진 염색이 가능함을 알았다.

### 3.6 매염제의 종류에 따른 모섬유의 염색성

미국자리공 추출염료의 농도를 1.6mg/ml로 맞추

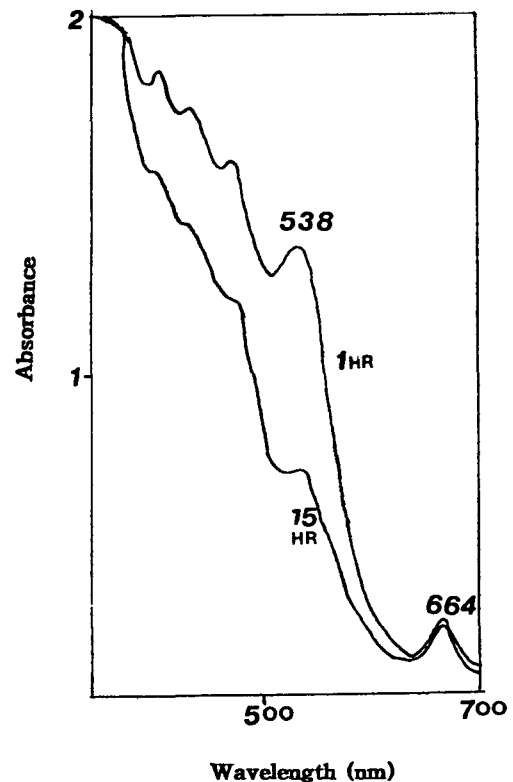


Fig. 5 UV/Visible spectra of residual colorants after 1 hour(a) and 15 hours (b) dyeing against wool fibers.

Table 3. Parameters of adsorptions and surfacial color differences of wool fabrics dyed with the extract of *Phytolacca americana* Linne at different dyeing temperature for 1 hour

Dyeing temperature(°C)	Exhaustion(%)	Dye on wool fiber(mg/ml)	Color depth				
			L*	a*	b*	C*	$\Delta E^*_{ab}$
control	0	0	92.55	-1.57	7.52	7.41	92.87
35	27.51	110.8	85.53	1.38	14.62	14.67	86.78
45	29.20	118.2	81.87	6.06	26.54	26.66	86.28
55	33.22	133.5	78.44	10.35	35.82	35.96	86.85
65	37.31	150.3	74.66	13.42	46.18	46.33	88.81
75	49.36	198.9	73.78	13.99	54.90	55.03	93.02

고, 여기에 0.1%에 해당하는 Ammonium Iron(III) citrate, Ammonium Iron(III) sulfate, Citric acid monohydrate, Calcium chloride, Cobalt(II) chloride hexahydrate, Cupric acetate monohydrate, Copper(II) sulfate anhydrate, Ferrous chloride tetrahydrate, Ferrous sulfate, Zinc chloride 등의 매염제를 사용하여 동시매염법에 의한 모직물을 37°C에서 1시간 동안 염색한 다음 증류수로 염색포를 세척, 건조한 후 색상변화를 비교하여 Table 4와 같은 결과를 얻었다.

매염제를 이용한 미국자리공 추출염료의 모직물 염색 결과 Ammonium Iron(III)이온의 경우는 채도에 있어 매염제를 사용하지 않은 Control에 비하여 적은 수치를 나타내었고, a\*, b\*수치는 감소되는 것으로 보아 녹색과 청색방향 색상변화가 되었음을 알 수 있었다. Citric acid를 사용했을 때는 control과 비교해 볼 때 채도가 비슷한 수치를 가지는 것에 비하여 명도(L\*)가 낮아진 것과 a\*의 변화가 큰 것으로 보아 적색계통의 색상이 더 발현되었고, 이때 Citric acid 0.1% 혼합된 염액의 pH를 조사한

Table 4. Change in color depth of wool fabrics dyed with red colorant extracted from *Phytolacca americana* Linne according to different mordants

Mordants	Color depth				
	L*	a*	b*	C*	$\Delta E^*_{ab}$
Control**	79.90	6.98	31.30	31.41	86.10
Ammonium Iron(III) citrate	81.26	1.80	25.08	25.11	85.06
Ammonium Iron(III) sulfate	77.02	0.82	23.39	23.40	80.49
Citric acid monohydrate	66.68	19.16	31.52	31.82	76.20
Calcium chloride	72.05	15.68	36.18	36.40	82.13
Cobalt(II) chloride hexahydrate	79.04	5.36	34.06	34.14	86.23
Cupric acetate monohydrate	78.52	-11.65	16.23	15.87	81.02
Copper(II) sulf anhydrate	77.46	-11.67	19.66	19.62	80.76
Ferrous chloride tetrahydrae	68.30	2.53	22.38	22.43	71.92
Ferrous sulfate	73.26	0.72	22.48	22.50	76.63
Zinc chloride	81.40	8.40	39.41	39.52	90.86

\*\* dyed without mordant

결과 3.15로 나타나 pH 3 근처에서의 염액이 비교적 안정하였음을 알 수 있었다. Calcium chloride의 경우는 a\*, b\*가 모두 control에 비하여 증가하고 명도가 낮아지는 것으로 보아 노란색 계통의 색상 발현이 더 잘 되었다. Cobalt(II)는 색차( $\Delta E^*_{ab}$ )가 큰 차이가 없고 다른 수치도 큰 차이가 없는 것으로 보아 매염제로서의 효과를 기대하기 어려웠다. Copper 이온을 매염제로 사용했을 때는 a\*값이 control에 비하여 마이너스(-) 수치를 가지고 b\*값도 크게 적어지는 것으로 보아 녹색과 황색방향으로 색깔이 변하면서 염색되었다. 또한 철분(Ferrous Ion)을 매염제로 사용했을 때는 명도가 낮아지고 채도가 낮아지면서 검은 녹색색 방향으로 변화하였다. Zinc chloride를 처리했을 때의 색차 및 채도가 가장 크게 변화하였고, 황색방향으로 많이 변화하여 염색포가 노란색에 가깝게 염색됨을 알 수가 있었다. 이와 같은 결과로써 미국자리공 추출색소는 구리이온 및 철이온을 제외하고는 매염제나 Citric acid에 의해서 색차나 채도 및 명도에 큰 변화를 유도하지 않았으나 황갈색 계통에 다양한 색감변화는 유도할 수 있었다.

#### 4. 결 론

천연염료인 미국자리공(*Phytolacca americana* Linne)의 열매를 50% ethanol로 추출하여 정제한 결과, 물에 가용한 적색과 ethanol에 가용한 오렌지계통 노란색의 두가지 색소로 구성되었고, 이 색소 중 모섬유에 염착되는 주요색소는 538nm에서 흡광하는 적색색소임을 알 수 있었다. 수용액 중에 녹아있는 미국자리공의 적색색소의 염료량(mg/ml) =  $1.284 \times A_{538nm}$  ( $r^2=0.999$ )은 spectrophotometer를 사용하여 구할 수 있었고, pH 10정도 까지에서는 색소가 안정되지만 강한 알칼리 하에서는 노란색으로 변했다가 중화시키면 다시 적색으로 복색되었으며, 55°C 이상의 온도에서는 색소가 크게 변하여 온도를 낮추어도 복색되지 않았다. 모섬유에 대한 염색시간에 따른 염색성은 색차( $\Delta E^*_{ab}$ )의 변화

가 거의 없이 채도(C\*)와 a\*, b\*가 비례적으로 변화하여 주로 적색 흡수파장인 538nm의 흡광도가 줄어드는 것으로 보아 미국자리공 추출색소 중 적색색소만 염색됨을 알 수 있었다. 염색온도는 55°C 이상의 온도에서 색차가 크게 달라지는 현상을 보이며 55°C 이하의 온도에서는 황적색 계통의 색상 표현을 모섬유에서 할 수 있었다. 매염제로는 구리이온 및 철이온 외의 현격한 색상변화가 없었지만, 채도와 명도(L\*), a\*, b\*가 다른 다양한 황적, 황녹색계통의 염색포를 제작할 수 있었다.

#### 참고문헌

- 정인모, 김인회, 남성우, 한국염색가공학회지, 10(3), 20(1998).
- 조승식, 송화순, 김병희, 한국염색가공학회지, 10(1), 1(1998).
- 이현숙, 장지혜, 김인회, 남성우, 한국염색가공학회지, 10(3), 29(1998).
- 양규복, 석사학위논문, 천연염색방법에 관한 연구 -미국자리공에 대해서-, 원광대학교 교육대학원, (1993).
- 조경래, 한국염색가공학회지, 9(5), 10(1998).
- 김연중, 김광수, 한국염색가공학회지, 9(3), 10(1997).
- 주영주, 남성우, 한국염색가공학회지, 9(6), 33(1997).
- 김태정, "한국의 자원식물", 서울대학교출판부, p.188, (1996).
- 이창복, "대한식물도감", 향문사, p.323, (1993).
- 박용석, 석사학위논문, 한국자리공 열매색소의 정제, 중앙대학교 대학원, (1992).
- 이은구, 윤광로, 중앙대학교 식량자원연구소 논문집, 자리공(*Phytolacca esculenta*, Van Houtte) 열매의 적색색소, 1(2), 25(1991).