

한국산 유색미 속겨의
안토시아닌 색소에 의한 견직물염색
Silk Dyeing Method in Natural Pigments
- In Case of Korean Colored Rice Bran -

한국교원대학교 가정교육과, *서원대학교 의류직물학과, **전북대학교 의류직물학과
이혜자·유혜자*·이전숙**·김정희*

Dept. of Home Economics Edu., Korea National University of Edu.,

*Dept. pf Clothing and Textiles, Seowon University

**Dept. of Clothing and Textiles, Chonbuk University

Hye Ja Lee · Hye-Ja Yoo* · Jeon Sook Rhie** · Jung Hee Kim*

(2001. 8. 14 접수)

Abstract

This research was conducted to establish the efficient use of the colored rice bran for dyeing textiles. To investigate the fabric dyeability of the colored rice bran extract, the anthocyanin pigments were extracted with water of different temperature ranges of 40~80°C and were dyed on silk fabrics with different dyeing temperature 25°C ~ 60°C, at acidic pH and neutral pH, respectively. Aluminum chloride was pretreated with mordant. K/S value and dyeing fastness of dyed silk fabrics were examined.

The anthocyanins of the colored rice bran were stable and red color at acidic pH, red purple or purple blue at neutral pH, but unstable, blue color at alkaline pH. If extracting temperature and dyeing temperature of dyeing solution were higher, the dyeability was high, but the color of dyed fabric showed red tone. When extracting temperature was 80°C and dyeing temperature of dyeing solution was 60°C, the dyeability was best.

Without mordant, the dyeability of silk fabrics was higher in acidic pH than in neutral pH solution. With mordant, the dyeability was higher than without mordant, and also higher in acidic pH. Pretreatment of aluminum chloride resulted in the increase of color intensity and stability. The laundering fastness of dyed fabrics was good from grade 5 to grade 3-4. Because of the anthocyanins sensitivity on light radiation, the light fastness of dyed fabrics was poor from grade 3 to grade 1-2.

Key words: antocyanin pigments, colored rice bran, natural dyeing, dyeability;
안토시아닌 색소, 유색미 속겨, 친연 염색, 염색 성

I. 서 론

유색미는 품종에 따라 보라색, 청색, 흑색을 띠는 자색계와 적색, 적갈색을 띠는 적색계로 나뉘며 적색계

쌀에는 탄닌계 색소와 flavonoid계의 색소가, 자색계
쌀에는 안토시아닌계 색소가 많이 함유되어 있는 것
으로 알려져 있다¹⁾. 안토시아닌은 색물체 내에서 적색,
자색 및 청색을 내는 수용성 색소로 포도²⁾와 딸기³⁾, 자색 고구마⁴⁾, 오미자⁵⁾ 등에 많이 함유되어 있다. 이들 색

소는 에탄올과 같은 유기용매로 추출되어 떡, 식혜, 죽, 과자 등의 식품의 첨가용 염색제의 원료로 이용되고 있다⁸. 안토시아닌을 함유한 염색재료로 닭의 장풀, 볶꽃, 봉선화, 포도과피⁹ 등이 있는데 이들 식물로 염색한 포는 대체로 세탁이나 일광에 대한 견뢰도가 좋지 않다.

유색미에 함유되어 있는 적색 색소는 안토시아닌의 일종인 cyanin-3-glucoside로 규명되어 식품에 첨가하는 천연 색소로 이용하고 있으나 열이나 pH, 광선 등에 불안정하여 적색, 적자색의 색상유지가 어려우며 갈변되기 쉽다고 하였다⁸. 그러므로 안토시아닌 색소를 산성조건하에서, 그리고 50°C 이하의 낮은 온도에서, 금속이온의 첨가와 구연산 첨가로 안정화시킨 후에 식품첨가물로 이용한다고 하였다⁹. 안토시아닌 색소의 적색, 자색은 소정의 pH를 벗어나면 안정성이 크게 저하된다. 꽃잎에서는 pH4-6에서도 안정한데 이것은 안토시아닌이 금속이온 및 다른 flavonoid와 complex를 형성하기 때문이다¹⁰. 뿐만 아니라 유색미의 색소는 단백질과 결합하여 금속이온 및 염기성 화합물 등과의 결합에 의하여 유해 중금속의 제거 및 변이원 물질을 억제시키는 등의 효과가 있는 중요한 천연 물질로 알려져 있다¹¹.

이와 같이 유용한 천연 색소를 함유하고 있으며 대부분은 동물의 사료로 사용되고 있는 유색미의 속겨를 직물 염색에 응용하고자 한다. 현재 식품 첨가물로서의 색소연구는 활발하며 직물 염색에의 이용에 대한 연구는 미흡하다. 또 유색미 속겨로부터 염액을 추출할 때는 식품첨가물로서의 색소연구에서 사용하였던 유기용매를 사용하기보다는 물을 사용하여 연구함으로서 실용성을 검증하고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 한국산 흑색을 띠는 자색계 유색미 속겨로부터 물을 이용하여 염액을 추출하였으며 추출 온도, 염색 온도, 명반으로의 매염처리의 유무, 그리고 염액의 pH에 따른 견직물에의 염색성을 조사하였다. 그리고 염색된 포의 색상과 염색견뢰도를 조사하여 유색미 속겨의 염색에 대한 응용가능성을 알아보고자 하였다. 또한 유색미 속겨의 안토시아닌은 공급이 쉽고 값싸면서 주변에서 쉽게 구할 수 있는 자색계의 식물염료로서 자리할 수 있을 만큼의 염색효

과를 얻고자 하였다.

II. 실험

1. 재료

1) 유색미의 속겨

본 실험에 사용된 유색미 속겨는 전라북도 농업기술원에서 제공받은 것으로 품종은 흑진주벼로서 왕겨를 채로 쳐 제거하고 속겨 가루만을 사용하였다.

2) 시료포

시료포는 100% 견직물을 시중에서 구입하여 정련하여 사용하였으며 시료의 규격은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of silk fabric

weave	Fabric Count (inch × inch)	Thickness (mm)	Weight (g/100cm ²)
plain	162 × 108	0.23	0.86

2. 염액의 추출

염액의 추출은 냉각기, 온도 조절장치와 mechanical stirrer를 설치한 2 l 둥근 3구 플라스크에 유색미 속겨를 80g을 넣고 중류수 1600cc 넣어 액비가 1:20의 비율이 되도록 넣었다. 40°C, 60°C, 80°C에서 각각 추출하였으며 추출시간은 60분으로 하였다. 추출이 끝난 후 고운 망체로 거르고 갈아 앓힌 후 각각의 염액이 동량이 되도록 하였으며 1회 추출액 만을 염액으로 사용하였다.

3. 염색

염색 시 유색미 속겨로부터 추출한 염액(pH 6.3)과 유기산 첨가가 안토시아닌 색소의 안정화에 도움이 되며 그 중에서도 citric acid가 효과적이라는 결과¹²에 따라 citric acid를 가하여 pH를 4로 맞춘 염액에서 염색하였다. 염색은 각각의 염액을 염색온도 25°C, 40°C, 60°C로 하여 shaking water bath에서 40분간 염색하였으며 염색후 수차례 수세하여 건조하였다. 염색이 완료되어 건조시킨 시료들에 대해 K/S value를 측정하여 염색의 결과를 평가하였다. 매염은 1%의 명반(Al₂(SO₄)₃) 수용액으로 1:30의 액비로 60°C에서 20분간 선매염하였

다.

4. 염색견뢰도

염색된 직물들은 매염처리하지 않은 시료와 명반으로 매염처리한 시료들에 대해 세탁견뢰도와 일광견뢰도를 측정하였다. 세탁견뢰도는 KSK 0430에 준하여 Launder-O-meter로 하되 견직물임을 감안하여 중성세제로 25°C에서 실험하였고 일광견뢰도는 KS K 0700에 준하여 Carbon arc Fade-O-meter로 측정하였으며 grey scale로 판정하였다.

5. 색의 측정

염색 결과를 판정하기 위하여 염색포에 대한 색상과 색차를 Spectro Colorimeter(HunterLab Model USXE/UNI-2)를 사용하여 Munsell value와 K/S를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 유색미 안토시아닌의 색소

안토시아닌계 색소는 딸기, 포도, 가지 등 과실이나 꽃, 단풍 혹은 채소에 들어있는 붉은 색이나 보라색계 등의 색소로서 매우 불안정하여 가공이나 저장 중에 쉽게 변색되며 결국 갈색으로 되어 식품의 품질을 매우 저하시킨다. 안토시아닌계 색소는 Fig. 1과 같은 *flavylium* 구조를 가지며 특징은 1번자리 산소가 3가로 되어 있다. 즉 산소가 갖는 2개의 비공유 전자쌍의 전자하나가 C₂와 공유결합을 하므로 +로 하전되는 oxonium화합물을 이루고 있다. 안토시아닌 색소의 불안정성은 이 oxonium구조에 기인한다. 안토시아닌계 색소는 계통에 따라 그 구조가 약간씩 다르나 유색미는 cyanidin계이므로 X₁, X₂, X₃가 각기 OH, OH, H이다¹²⁾. 안토시아닌계 색소는 보통 당과 결합한 배당체로 존재하는데 이것을 안토시아닌이라 부르며 당을 갖지 않는 것을 안토시아닌디리라 하여 구별하고 있다. 이를 통틀어 안토시안이라 부른다. 식물계에는 대개 당과 결합한 배당체로 존재한다. 당의 결합위치는 C₃가 가장 많다. 이와 같은 결과는 자색계 유색미의 색소 분석에 대한 선행 연구⁹⁾에서도 그대로 나타나 있으며,

한국산 유색미의 주요 색소는 UV/Vis spectrum에서 281nm와 529nm에서 최대 흡수를 나타낸 전형적인 안토시아닌으로서 cyanidin-3-glycoside Fig. 2라 하였다.

안토시아닌 색소에 대한 안정성은 산성에서는 비교적 안정적이나 염기성 pH에서는 하루이내에 거의 분해되는 것으로 나타났다. 열에 대해서는 산성 pH에서의 경우 비교적 안정하였으며 2가 이상의 금속의 첨가에 따라 흡광도가 높았다. 유기산의 영향에서는 citric acid가 가장 안정화와 농색화에 효과적이라 하였다¹³⁾.

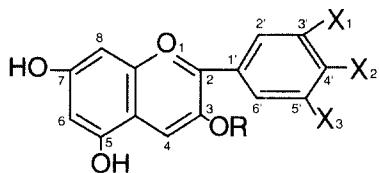


Fig. 1. The general structure of anthocyanin.

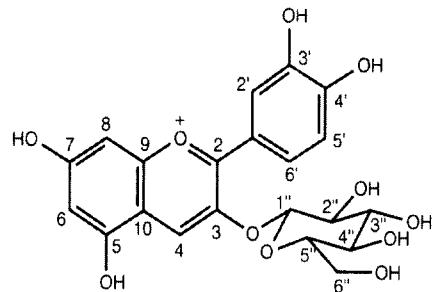


Fig. 2. The chemical structure of Korean colored rice bran anthocyanin (cyanidin - 3 glycoside).

2. 유색미 속겨 안토시아닌의 pH별 염색성과 색상

Fig. 3은 유색미 속겨로부터 추출한 염액에 citric acid, 또는 수산화나트륨을 가하여 염액의 pH를 2~11로 맞춘 후 염색한 결과이다. 산성에서는 pH 4에서의 K/S가 2.25로 염색성이 가장 우수하였으며 pH가 높아질수록 염색성은 낮게 나타났다. 이러한 결과는 음이온성 염료에서 많이 나타나는 현상으로서 보통 탄닌이 주성분인 밤외피 색소¹⁴⁾나 도토리¹⁵⁾, 쑥¹⁶⁾ 등의 식물성 염료, 멜라닌 색소가 주성분인 오징어 먹물 색소의 동물성

염료¹⁷⁾에서도 pH 4 전후에서 가장 염색성이 높게 나타났다. 유색미의 안토시아닌 색소도 citric acid. 침가에 의해 안정화하는 음이온성 염료에 속한다고 할 수 있다.

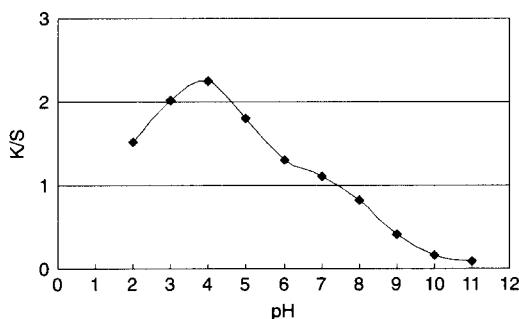


Fig. 3. K/S of dyed silk fabrics by dye bath pH
(extracting temp. ; 60°C, dyeing temp, 40°C).

pH에 따른 견직물 염색에서의 색상은 Table 2에서 보는 바와 같이 염액의 pH가 2~4에서는 1.3R~2.5R의 범위로 색상이 붉은 계열로 염색이 되나 pH가 5, 6에서는 9.4RP, 9.1RP로 나타났으며 7~11에서는 0.3R에서 0.1YR로 나타나 점점 유색미의 붉은 색상에서 멀어졌으며 염색성도 저하하였다. 이는 붉은 색을 나타내는 oxonium 구조가 pH가 높아질수록 quinoid 형 구조로 되기 때문이다(Fig. 4)¹⁸⁾. 이러한 색변화는 가역적으로 염액에 산을 가하면 처음으로 되돌아가 붉은 색을 띤다.

3. 염액 추출 온도와 염색의 온도에 따른 염색성

위와 결과를 토대로 pH를 산성과 중성으로 염색하였고 염액 추출 온도와 염색 온도를 변화시켜서 염색성을 고찰하였다.

Fig. 5는 염액 추출온도를 40°C, 60°C, 80°C로 달리하고, 염색온도를 실온, 40°C, 60°C로 구분하여 염색하였으며 염액의 pH를 중성과 산성으로 차이를 두고 매염과 무매염으로 염색한 결과이다.

그림에서 보는 바와 같이 염색성은 전반적으로 염액 추출 온도를 40°C에서 60°C, 80°C로 상승시킬수록 우수하였다. 염액의 추출 온도는 유색미의 색소를 95°C에서 보관할 때 불안정하여 단 시간 내에 색 변화가 일어나나 50°C 전후에서는 장시간을 보관하여도 색 변화가 없는 것으로 나타났으므로¹⁹⁾ 이를 고려하여 고온에서 추출하는 것도 80°C 까지 이하로 제한하였다.

염색 온도에 따라 염색한 염색포의 K/S는 25°C, 40°C 60°C로 염색 온도를 상승시킬수록 전반적으로 높았는데 염색에서 온도가 상승하면 염색성은 향상된다는 일반론과 일치한다. 염색온도를 60°C 까지로 제한한 것은 탄닌과 같은 갈색계의 색소는 온도가 상승하여도 색변화가 없으나 안토시아닌의 붉은 색소에 의한 염색에서는 100°C, 120°C에서 염색하였을 때 염색성은 향상되었으나 색상이 갈변된다는 연구결과에 따른 것이다.²⁰⁾

염액의 pH는 염색성 면에서는 산성 pH에서 잘 되나 색상의 변화를 알아보기 위하여 중성 pH에서의 염색

Table 2. Color value of silk fabrics dyed in dyebaths of pH 2~11

pH	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
색상	2.5R	2.3R	1.3R	9.4RP	9.1RP	0.3R	2.8R	7.0YR	8.0YR	1.1Y

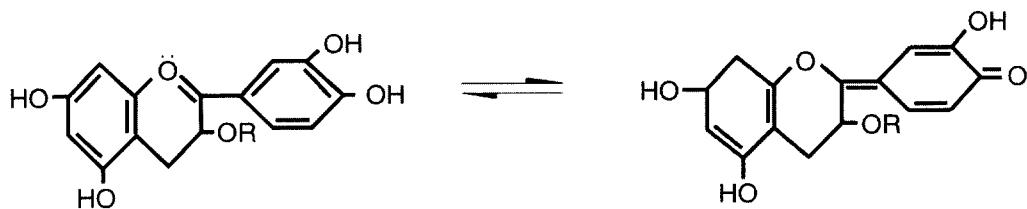


Fig. 4. Oxonium structure (left) and quinoid type structure(right) of anthocyanin

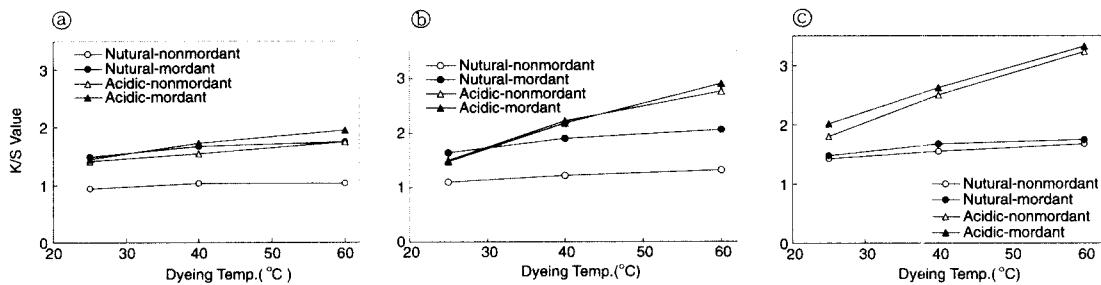


Fig. 5. K/S of silk fabrics dyed at various extracting temperature and dyeing temperature. (Extracting temperature : @ 40°C, ⑤ 60°C, ⑥ 80°C)

성과 비교한 결과이다. 역시 산성 pH에서 염색성이 월등히 우수하였다.

매염은 선매염으로 실시하였는데 무매염보다는 매염처리포의 염색성이 훨씬 높았다. 특히 선매염 처리한 포를 산성 pH의 염액에서 처리한 포의 염색성이 더욱 높았다. 매염처리한 포가 염색성이 높은 이유는 유색미의 안정성 연구에서 찾아볼 수 있는데 유색미의 안토시아닌이 2가이상의 금속이온들과 혼합물을 이루기 때문이라 하였으며 특히 3가 이온의 효과가 크다고 밝힌 바 있다¹³⁾.

이와 같이 유색미 속거로부터 추출한 염액에 대한 견직물의 염색성은 염액추출온도가 40°C에서 80°C로 높아질수록, 염색 온도가 실온에서 60°C로 높아질수록, pH는 중성 pH에서 보다는 산성 pH에서, 무매염에서 보다는 매염처리하였을 때가 높은 것으로 나타났다.

4. 염액추출 온도와 염색의 온도에 따른 색상

염색포의 색상은 Table 3에서 나타난 바와 같이 무매염과 선매염으로 나누어 보면 무매염의 경우에서는 염색온도에 상관없이 염액추출온도가 80°C보다는 40°C로 낮아질수록 적자색에서 빨강색이 더 많이 나타났으며, 산성 염액에서는 40°C에서 보다는 60°C로 염색 하였을 때 빨강색에서 적자색으로 더 많이 나타나는 경향이었다. 즉 염액의 추출 온도와 염색온도를 높일 수록, pH는 산성 염액일 경우에 적자색을 얻을 수가 있었다.

선매염의 경우에는 산성 염액에서는 염색온도가

25°C이고 염액추출 온도가 40°C, 60°C로 낮을 경우에 0.033R~1.84R를 나타낸 것을 제외하고는 염색온도와 염액추출 온도가 높을수록 적자색을 나타내었다. 그러나 중성 염액에서는 염액 추출 온도 40°C, 60°C, 80°C. 염색온도 25°C, 40°C, 60°C 모두에서 청자색과 청색을 나타낸 것이 특징이다. 이러한 현상은 안토시아닌이 금속이온과 complex를 형성하여 안정화된다고 한 김향숙의 연구¹¹⁾와 윤주미의 연구¹³⁾와도 일치하는데 즉 안토시아닌은 pH 2~3의 산성 조건에서 붉은 색을 나타내었고 pH 4.5 근처에서는 보라색을 나타내다가 pH 9이상의 염기성 조건에서는 청색을 띠다고 하였다. 또한 안토시아닌이 금속이온과 혼합물을 형성하여 안정화되므로 선매염처리 후의 흡광도가 높게 나타났다.

Table 3. Color of dyed silk fabrics according to extracting temp. and dyeing temp.

		extracting temp. °C			
		40	60	80	
non-mordant	pH 6.3	25°C	3.59R	3.87R	0.66R
	pH 6.3	40	1.66R	2.01R	9.53RP
	pH 6.3	60	2.68R	3.22R	9.63RP
pre-mordant	pH 4.0	25°C	0.36R	1.06R	9.85RP
	pH 4.0	40	0.16R	7.89RP	8.16RP
	pH 4.0	60	9.20RP	7.36RP	7.00RP
post-mordant	pH 6.3	25°C	8.48PB	8.68PB	9.84PB
	pH 6.3	40	5.37P	3.23P	1.83P
	pH 6.3	60	0.38RP	2.17RP	5.82P
pH 4.0	pH 4.0	25°C	1.84R	0.033R	7.33RP
	pH 4.0	40	9.77RP	8.75RP	7.73RP
	pH 4.0	60	9.05RP	7.44RP	6.63RP

Table 4. Laundering fastness of the fabrics dyed with colored rice bran

dyeing condition extracting temperature(°C)	non-mordants						pre-mordants						
	pH6.3			pH 4.0			pH6.3			pH4.0			
	25°C	40	60	25°C	40	60	25°C	40	60	25°C	40	60	
40	fading	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	3-4	4	4	3-4	4	4-5
	staining	5	5	5	4-5	5	5	5	5	5	4-5	5	5
60	fading	4-5	5	5	5	4-5	4-5	4	4	4	3-4	3-4	4-5
	staining	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
80	fading	5	4-5	5	3-4	4	5	3-4	4	4	3	3-4	4-5
	staining	5	5	5	4-5	5	5	5	5	5	4-5	4-5	5

Table 5. Light fastness of the fabrics dyed with colored rice bran

dyeing condition extracting temperature(°C)	non-mordants						pre-mordants					
	pH6.3			pH 4.0			pH6.3			pH4.0		
	25°C	40	60	25°C	40	60	25°C	40	60	25°C	40	60
40	2	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2	2	2	2-3	2-3	2-3
60	2-3	3	3	2-3	2-3	2	2	2	2	2	2-3	2
80	1-2	1-2	1-2	1-2	2	2-3	2	1-2	2-3	2	1-2	2-3

이와 같이 유색미로부터 추출한 염액으로부터 적자색으로 염색하기 위해서는 염액 추출온도를 높게, 염색온도를 25°C보다는 60°C, 80°C로 높이는 것이 효과적이며 청자색의 톤을 얻기 위해서는 선매염을 시키고 pH 6.3정도인 중성염액에서 염색하여 안정화 시키는 것이 효과적이었다.

5. 염색견뢰도

유색미를 추출한 염액으로 염색한 포의 세탁견뢰도를 실험한 결과를 Table 4에 나타내었다. 세탁견뢰도는 드라이클리닝에 버금가도록 3~4등급에서 5등급으로 상당히 높았다. 염색조건에 따른 차이를 살펴보면 염액 추출온도, 40°C, 60°C, 80°C 모두에서 25°C에서 염색한 경우가 한 등급씩 낮은 결과를 나타내었다. 이는 적자색, 청자색을 얻기 위해서는 25°C과 같이 저온에서 염색하는 것이 좋으나 세탁견뢰도나 염색성을 위해서는 25°C보다는 40°C, 60°C로 염색하는 것이 바람직하여 상반된 결과를 나타내고 있다. 특히 명반은 제외하고 금속매염제를 사용하지 않았기 때문에 염색견뢰도가 높지 않다. 또한 일반적으로 견직물은 드라이클리닝 하므로 드라이클리닝견뢰도를 할 경우 본 연구의 물

세탁견뢰도에서 보다는 향상될 것으로 생각된다.

일광견뢰도는 전반적으로 1~2등급에서부터 3등급까지의 영역으로 분포되어 우수한 편은 아니다. 염액 추출온도별로 살펴보면 80°C에서는 1~2등급에서 2~3등급으로 고루 낮은 반면 염액추출온도를 60°C, 40°C로 낮춘 경우는 2~3등급으로 균일하게 분포되어 있으며 염액추출온도 80°C의 경우보다 약간 높은 경향을 나타내었다. 그러나 동물성 천연염료인 오징어 먹물 염색에서는 그 주성분인 멜라닌 색소로 인하여 염색견뢰도가 우수하였고 특히 CuSO₄와 gallic acid로 매염처리하였을 때 일광견뢰도가 3~4.5 등급까지 나온 바 있다.

이와 같은 결과로 염색견뢰도는 천연 염색에서의 해결하여야 할 문제점으로 만족할 만하지 못하였다.

V. 결 론

한국산 흑색을 띠는 자색계 유색미 속겨로부터 안토시아닌 색소를 물로 추출하여 견직물에 염색하였으며 염색한 견직물의 색차와 색상, 염색견뢰도를 살펴보았다.

염색성은 염액추출 온도를 40°C에서 80°C로 높일수록, 염색 온도를 25°C에서 60°C로 높일수록 높았다. pH는 중성 염액에서보다는 산성 염액에서 염색성이 높았으며, 무매염에서보다는 매염처리하였을 때가 높은 것으로 나타났다. 그리고 색상면에서도 염액추출 온도를 높일수록, 염색온도를 25°C에서보다 60°C로 높일수록 적자색으로 염색되었으며 선매염의 경우 중성 염액에서 염액추출 온도, 염색온도 모두에서 청자색에서 청색으로 염색된 것이 특징적이었다.

세탁견뢰도는 3~4등급에서 5등급으로 상당히 높았으며 일광견뢰도는 전반적으로 1~2등급에서부터 3등급까지의 영역으로 분포되어 우수한 편은 아니었다.

이와 같은 결과를 볼 때 폐기되거나 동물의 사료로만 사용되기 쉬운 한국산 유색미의 속거는 안토시아닌 색소를 물로 추출하여 천연 염색할 수 있는 자원이며 염색성이 우수하므로 자원의 재활용과 상용성이 크다고 여겨진다.

참 고 문 헌

- Man-ho Cho, Young-sook Paik, Hye-hyun Yoon, Tae-ryong Hayn, "Thermal Stability of the Major Color Component, Cyanidin 3-glucoside, from a Korean Pigmented Rice Variety in Aqueous Solution.", *한국농화학회지*, 39(3), 245–248. 1996.
- 조성희 · 박상균, "포도종 Polyphenol oxidase의 정제 및 특성에 관한 연구", *중앙대학교 기초과학연구소 논문집 제 4집*, 1995.
- 신말식, "Elderberry Anthocyanin에 관한 연구" *한국식품과학회지*, 12(4), 305–309. 1980.
- 아란숙 · 김종환, "자색고구마 안토시아닌 색소의 가열에 대한 속도론적 연구", *한국농화학회지*, 28(3), 497–501, 1997.
- 양희천 · 이종문 · 안기방, "재배 오미자의 안토시아닌과 그의 안정성에 관하여" *한국농화학회지*, 25(1), 35–43. 1982.
- 오세관 · 최해춘 · 조미영 · 김수언, "유색 미 안토시아닌 및 탄닌계 색소의 추출법", *한국농화학회지*, 39(4), 327–331, 1996.
- 고영실, "포도과피의 안토시안 색소를 이용한 직물염", *한국교원대학교 대학원 석사학위논문*, 1998.
- Man-ho Cho, Young-sook Paik, Hye-hyun Yoon, Tae-ryong Hayn, "Chemical Structure of the Major Color Component from a Korean Pigmented Rice Variety", *한국농화학회지*, 39(4), 304–308, 1996.
- 윤혜원 · 백영숙 · 김준범 · 한태용, "한국산 유색미의 안토시아닌 색소 동정", *한국농화학회지*, 38(6), 581–583, 1995.
- 김향숙 외 1인, "안토시아닌의 Metal Complex 형성에 관한 연구", *한국농화학회지*, 21(1), 22–30. 1978.
- 강미영 · 최영희 · 남석현, "유색미 쌀겨 추출물의 화학적 변이원 mitomycin C에 대한 변이원성 억제기작", *한국농화학회지*, 39(6) 424–429, 1996.
- 김동현 · 권용주 · 양희천, 「식품화학」, 영지문화사, 284, 1990.
- 윤주미 · 조만호 · 한태동 · 백영숙 · 윤혜원, "천연색소로서 한국산 유색미 안토시아닌의 안정성에 관한 연", *Korean J. Food Sci. Technol.* 29(2), 211–17, 1997.
- 유혜자 · 임재희 · 이해자, "밥피를 이용한 직물의 천연염색", *한국의류학회지*, 22(4), 469–76, 1998.
- 유혜자 · 이해자 · 변성례, "도토리를 이용한 천연염색", *한국의류학회지*, 21(3), 661–668, 1997.
- 임명은 · 유혜자 · 이해자, "쑥을 이용한 천연염색에 관한 연구", *한국의류학회지*, 21(3), 911–921, 1997.
- 이혜자 · 반성의 · 유혜자, "오징어먹물 색소를 이용한 직물에의 염색", *한국의류학회지*, 22(8), 1011–1019, 1998.