

ORIGINAL ARTICLE

친환경 검정색 염료 개발을 위한 Ketapang과 오배자의 특성 비교

강재용 · 이정은¹⁾ · 김성연²⁾ · 박근태³⁾* · 박장수⁴⁾

부산대학교 문화유산보존과학전공, ¹⁾부산대학교 한국전통복식연구소, ²⁾부산대학교 조형학과,
³⁾부산대학교 나노에너지공학과, ⁴⁾부산대학교 화학과

Comparison of Characteristics of Ketapang and Gallnut for Development of Environmentally Friendly Black Dye

Jae-Yong Kang, Jung-Eun Lee¹⁾, Sung-Yeon Kim²⁾, Geun-Tae Park³⁾*, Jang-Su Park⁴⁾

Department of Cultural heritage and Conservation science, Pusan National University, Busan 46241, Korea

¹⁾*Korea Traditional Costume Research Institute, Pusan National University, Busan 46241, Korea*

²⁾*Department of Plastic Arts, Pusan National University, Busan 46241, Korea*

³⁾*Department of Nanoenergy Engineering, Pusan National University, Busan 46241, Korea*

⁴⁾*Department of Chemistry, Pusan National University, Busan 46241, Korea*

Abstract

The purpose of this study was to develop environmentally friendly black dye by comparing Ketapang and Gallnut, that have been traditionally used as a black dye. As a result of FT-IR and UV-Vis spectrophotometer analysis, Ketapang was characterized by condensed tannin, while Gallnut showed hydrolyzable tannin. Due to the dyeability characteristic analysis, the color fastness of the non-mordant dye was slightly lowered to grades 1-3. In the dry-cleaning fastness test, both non-mordant and iron mordant were excellent, in grade 4-5, and the daylight fastness was excellent grade 3-5 too. The L^* values of Ketapang were 26.93 (pre-mordant) and 29.39 (post-mordant), which were higher than those of Gallnut, 41.90 (pre-mordant) and 43.02 (post-mordant), indicating that Ketapang was more easily colored as a black dye than Gallnut.

Key words : Ketapang, Gallnut, Environmentally Friendly black dye, Tannin

1. 서론

인간 문명의 발달과 역사적 흐름에 따른 색채의 표현은 선사시대의 토기를 포함한 식기류부터 의복, 장신구, 생활소품 뿐만 아니라 건축물을 포함한 우리의

모든 문화와 생활의 전반에서 단순한 미적 표현이 아닌 신분과 사회적 지위, 종교적 상징 등 그 시대의 사상과 현상의 표출이라고 할 수 있다.

색채 표현을 위한 염료는 선사시대부터 사용되었으며 천연 염료로 출발하여 1856년 William Henry

Received 20 May, 2018; Revised 24 June, 2018;

Accepted 27 June, 2018

*Corresponding author: Geun-Tae Park, Department of Nanoenergy Engineering, Pusan National University, Busan 46241, Korea
Phone : +82-55-350-5307
E-mail : gtpark@pusan.ac.kr

The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

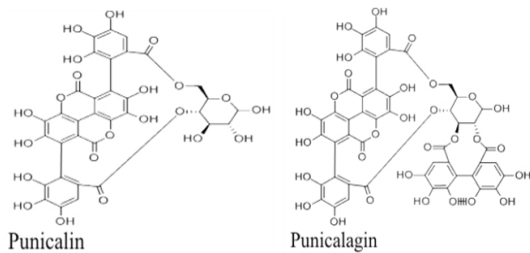


Fig. 1. Structures of tannin in Ketapang.

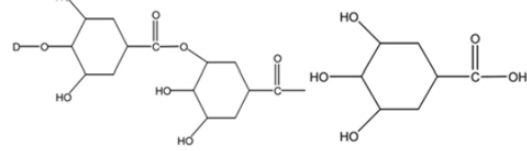


Fig. 2. Structures of tannin in Gallnut.

Perkin이 mauveine이라는 합성염료의 상업화에 성공 이후 다양한 합성염료의 개발이 이루어져 아주 다양하고 안정적인 색상을 구현하는 것이 가능해졌다(Lee, 2014). 그러나 합성염료는 생산단계에서부터 산업폐수 중 가장 처리하기 힘든 난분해성의 독성 폐수를 배출시키고 있으며, 이들 염료를 이용한 염색 공정 또한 폐수처리의 어려움으로 인하여 수질 환경오염 문제를 야기 시키고 있다(Kim et al., 2014). 또한 합성염료는 독성, 알러지의 유발, 발암성 등 인체에 대한 유해성의 문제를 지니고 있다(Ha and Lee, 2017).

따라서 이러한 염료산업의 환경오염과 인체 유해성에 대한 문제를 해결하기 위하여 친환경 염료 기술 개발에 대한 노력이 지속적으로 이루어져 왔다(MSC, 2014). 게다가 웰빙에 대한 소비자 욕구로 인한 친환경이며 인체에 무해하고 다양한 기능성을 가진 천연 염색제품이 각광을 받고 있다(Ha and Lee, 2017). 따라서 천연염료에 대한 관심이 증대되고 있으며 보다 안정적으로 제품 적용이 가능한 소재의 개발이 활발해지고 있다(Yeo and Shin, 2017).

본 연구에서 다루고자 하는 검정색염료는 흑색으로 청, 적, 황, 백색과 함께 오방색의 하나로 우리나라의 역사 및 문화를 내포한 전통 색상으로 검은색, 검정색, 현색, 회색, 회흑색, 담흑색으로 회색에서 비둘기색 까지 포함된다. 이러한 전통색상의 용어는 합성염료가 국내에 보편화되기 이전의 염색문화로 보이며, 검정색 계열의 천연염색 재료로는 가래나무, 붉나무, 계수나무 등의 뿌리나 가지를 태운 재 혹은 오리나무, 호두나무 등의 숯가루가 사용된 것으로 보고되고 있다(Lee and Lee, 2017).

국의 특히 유럽에서도 검정색은 16세기 이후로 스

페인에서 출발하여 많은 유럽국가에서 유행하기 시작하여 19세기에는 남성의 비즈니스 및 이브닝 웨어의 필수 색채로 자리매김 하였고, 남성의 턱시도 같은 경우는 1930년대까지는 검은색만을 착용하였다(Lee, 2014).

현대사회에서도 검정색은 의복 패션에서 다른 유행색과는 달리 꾸준한 증가세를 보이며 그 외에도 모발염색을 포함한 많은 다른 용도의 색채표현에 검정색 염료 요구량이 증대되고 있다(Yeo and Shin, 2017). 따라서 검정색 염색은 대량생산 등 경제적인 용이함과 편의성으로 합성염료가 주로 사용되어 왔으나 합성염료에 대한 환경관련 규제가 강화 되면서 생분해가 용이한 천연염색에 대한 관심이 증대되고 있다. 게다가 다른 염료와 동일하게 소득과 문화수준의 향상으로 웰빙과 친환경, 소비문화의 고급화, 전통문화에 대한 관심 및 천연 염료의 은은함 등으로 천연 염료에 대한 관심이 고조되고 있으나 검정색에 대한 천연염료 및 염색 연구 개발은 아직 미비한 실정이다(Yeo and Shin, 2017).

Ketapang의 주성분은 탄닌으로 화학적 구조는 Fig. 1과 같은 구조로 다수의 페놀성 히드록시기를 가지는 방향족(aromatic group) 화합물로 알려져 있다(Yogesh and Namrita, 2017). 오배자(Gallnut)의 주 탄닌 성분은 Fig. 2와 같은 penta-m-digalloyl- β -glucose와 gallic acid의 화학적 구조를 가진다(Noh and Lee, 2014).

Ketapang의 탄닌 성분은 인도네시아의 전통 염색 공예인 바틱에 사용되는 검정색 염료로 사용되어지고 있으며 오배자의 탄닌 성분은 한국에서 전통적으로 흑색을 나타내는 염료로 사용되어왔다.

탄닌은 화학적 성질에 따라 가수분해형 탄닌

Table 1. Physical properties of sample

Sample	Size (mm)	Texture	Density (Number of strands/inch)		Thickness of warp/weft (mm)		Weight (g)	Thickness (mm)
			Warp	Weft	Warp	Weft		
Silk (pure)	200×180	Plain	111	85	0.18	0.17	3.0	0.20

(Hydrolyzable tannin)과 축합형 탄닌(Condensed tannin)으로 나눌 수 있는데 이들의 탄닌 성분에 대한 화학적 특성에 대해서는 아직 잘 알려져 있지 않다.

Ketapang은 Tropical almond로 불리며 학명은 *Terminalia catappa* L. 이다. 열대지방의 연안환경에 널리 분포하며 키가 35미터까지 자라고 강한 바람과 염분에 잘 견딘다. Ketapang은 연안 생물군집의 가장 중요한 개체군이며 물가에 떨어진 잎은 어류의 생식 환경에 적합한 pH를 안정화 시키는 기능과 면역력 강화, 곰팡이균의 억제 효과, 번식 유도 및 상처치료의 효과 등 많은 서비스를 제공하고 있고 열매는 식용이 가능하다. 주변 환경에 많은 서비스를 제공하고 있고 열매는 식용이 가능하다. 건기가 되면 Ketapang의 잎은 적색, 동색, 금색으로 변하며 연 중 두 번에 걸쳐 모든 잎이 떨어진다. Ketapang 잎은 길이는 15-25 cm, 폭은 10-14 cm의 크기로 난형이며 짙은 녹색에 표면은 가죽의 느낌을 준다. 잎이 떨어지기 직전 violaxanthin, lutein과 zeaxanthin같은 색소에 의해 분홍에서 적색 혹은 황갈색을 띄게 되며 수 중의 flavonoid, tannin, saponine과 phytosterol을 함유하고 있다. 이러한 화합물을 풍부하게 보유한 잎과 나무껍질은 간질환, 이질, 설사와 같은 질병의 전통 치료제로 사용되었으며 항산화기능과 암을 예방하는 효능까지 가지는 것으로 보고되고 있다. 또한 강한 항균 작용으로 인하여 물고기의 산란과 상처 난 물고기의 치료 및 회복을 증진시킨다. 건조된 잎은 수중에서 물의 pH를 감소시키고 각종 유해성 화합물을 흡착하는 특성으로 인하여 어항의 첨가제로 사용하고 있다(Vadwala and Kola, 2017).

Ketapang의 잎은 인도네시아의 전통 염색 공예인 바틱에 사용되는 천연 염료 소재로 잎과 줄기로부터 열수추출을 통하여 검정색 염료의 원료로 사용하고 있다. 인도네시아 등 열대 지방에는 많은 양의 천연 염색 자원이 분포하고 있고 특히 Ketapang의 잎은 다

량으로 확보하는 것이 가능하다. 이미 국내에서도 Ketapang 건조 잎은 수족관 첨가제로 수입되어 시판되고 있다.

오배자는 이전부터 검정색 염색에 사용된 천연 염료의 식물성 소재이나, 천연염료의 공급은 대량 생산 체계인 합성염료소재를 대체하기에는 한계가 있어 염료의 가격이 비싸고 시장 상황에 부합되지 않는 문제를 해결해야 할 시급한 과제이다.

따라서 보다 값싼 검정색 천연염료의 소재 확보는 합성염료를 사용하는 제품에 대한 일정한 가격 경쟁력 확보와 천연 염색 제품의 증가로 인한 환경오염 부하량 감소와 소비자의 건강에 일조할 수 있을 것으로 보인다.

본 연구에서는 검정색 천연 염료로서 인도 및 동남아 일대의 열대지방에 널리 자생하고 있는 Ketapang 잎과 줄기의 탄닌 성분을 검정색 천연염료 소재로 활용하기 위하여 우리가 전통적으로 사용하여 왔던 오배자 탄닌 성분의 화학적 특성 및 염색 특성을 비교하여 흑색계 염료로서의 Ketapang에 대한 가능성을 검토하고자 한다.

2. 실험재료 및 방법

2.1. 시료 및 시약

본 실험에 사용된 직물은 실크를 사용하였으며, 시료의 특성은 Table 1과 같다. Ketapang 염료는 인도네시아 발리에 소재하고 있는 천연염색회사 TARUM으로부터 제공받았으며, 오배자는 나주시 천연염색박물관에서 판매하고 있는 액상 오배자를 구매하여 증류수로 50% 희석하여 사용하였고, 매염제로는 철($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)을 사용하였다.

2.2. UV-Vis Spectrum 측정

자외선가시광선의 분광분석을 위하여 분광광도계

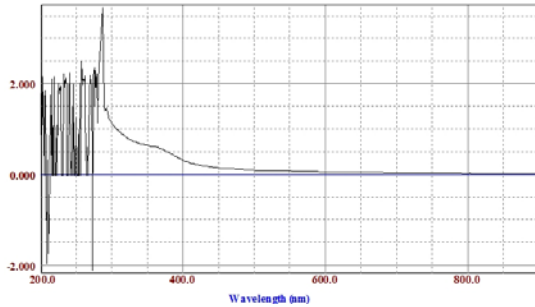


Fig. 3. UV-Vis spectra of Ketapang.

(UV-Vis, Ultrospec 6300 pro, GE Healthcare life sciences)를 이용하여 200-900 nm range로 흡광도를 측정하였다.

2.3. FT-IR 스펙트럼 분석

시료 염액의 구조적 특성을 확인하기 위하여 적외선 분광광도계(FT-IR, Nicolet 6700, Thermo Scientific, USA)를 활용하여 아래의 조건으로 분석하였다. Scan parameter range는 4,000-400 cm^{-1} , 16 scans, Resolution은 2.0 cm^{-1} , Interval은 0.2 cm^{-1} 로 측정하였다.

2.4. 박층 크로마토그래프(Thin Layer Chromatograph, TLC)

박층 크로마토그래프 측정을 위한 TLC plate는 Silica gel 60 F254(MERCK, German)을 사용하였고, 전개용매는 n-hexane:ethyl alcohol (1:20)을 사용하였다. 모세관을 원리를 이용하여 TLC plate($2 \times 5 \text{ cm}^2$)에 점적 후 10분간 건조시킨 후 전개하였다.

2.5. 염색 및 매염

실크는 염색 전 80℃의 물에서 30분간 침지하여 불순물을 제거하였으며, Ketapang과 오배자의 염액은 시료와 원액의 염욕비를 1:50으로 하여 항온진탕기에서 100 rpm 속도로 70℃에서 40분간 염색하였고, 매염은 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 을 3% 농도로 액비를 1:200으로 하여 40℃에서 20분간 선매염 및 후매염을 실시하고 수세한 후 자연건조 하였다.

2.6. 염착량 및 표면색 측정

염액 및 염색시료의 염착량과 색측정을 위해 분광

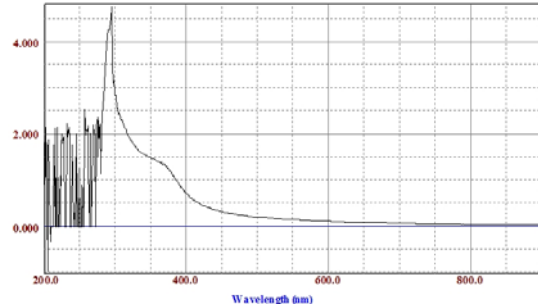


Fig. 4. UV-Vis spectra of Gallnut.

측색계(Colormate, SCINCO, Korea)를 이용하였다. 염색포의 염착량은 D_{65} 광원, 10°시야조건에서 400 nm에서 700 nm 범위에서의 흡광도를 측정한 후 최대 흡수파장에서 Kubelka-Munk식에 의해 K/S 값을 산출하였다.

표면색은 Munsell 표색계변환법으로 색의 삼속성 H(Hue), V(Value), C(Chroma)를 측정하고 CIE LAB 표색계로 명도지수 L^* , 색 좌표 지수 a^* , b^* 값을 측정한 후 원시료와의 색차값을 Hunter식으로 구하였다

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

K: 흡광계수, S: 산란계수, R: 표면반사율($0 < R \leq 1$)

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \text{ (Hunter의 식)}$$

단, $\Delta L = L_1 - L_2$, $\Delta a = a_1 - a_2$, $\Delta b = b_1 - b_2$

2.7. 견뢰도

견뢰도는 세탁견뢰도 KS K ISO 105-C06법($40 \pm 2^\circ\text{C}$, 30분), 드라이클리닝 견뢰도 KS K ISO 105-D01법(용제: perchloroethylene), 일광견뢰도 KS K ISO 105-B02법(수냉식, 방법2: 표준청색염포에 의함)에 의해 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. UV-Vis Spectrum 특성

일반적으로 천연 페놀류의 흡광도는 대개 220-280 nm에서 최대흡수파장(λ_{max})을 가지며 탄소 사슬에 연결된 벤젠 고리의 수에 따라 더 많은 흡수 peak가 나타날 수 있다(Sul et al., 1995).

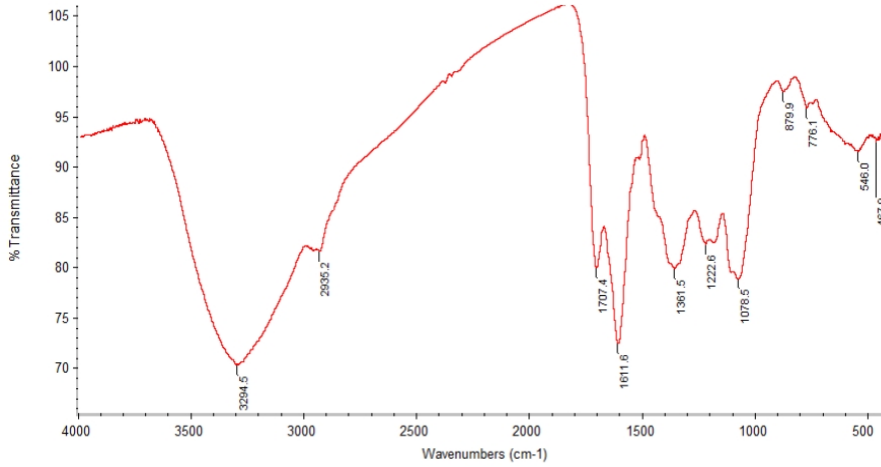


Fig. 5. Transmittance spectrum of Ketapang through FT-IR.

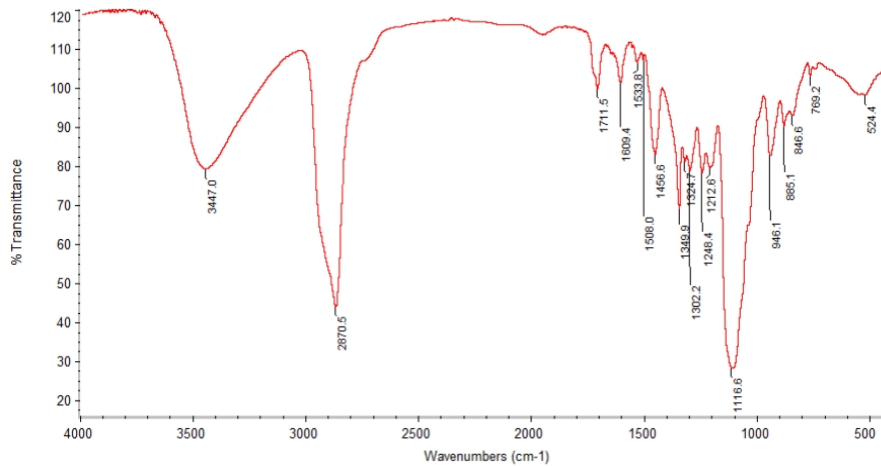


Fig. 6. Transmittance spectrum of Gallnut through FT-IR.

Fig. 3과 Fig. 4는 Ketapang 염액과 오배자 염액의 자외선 가시광선 흡수 스펙트럼을 나타낸 것으로, 두 염액 모두 자외선 영역인 280-290 nm 부근에서 최대 흡수파장을 나타냈다. 이는 탄닌의 주된 흡수파장대인 272-285 nm 범위와 일치하고 있어 두 염액 모두 탄닌에 의해 황색이 추출된 것으로 생각된다(Lee and Choi, 1994).

Ketapang과 오배자의 자외선 가시광선 흡수 스펙트럼은 거의 일치하게 나타냄으로 동일한 색소 물질임을 판단할 수 있다.

3.2. 적외선분광분석 특성

Fig. 5의 Ketapang은 3300-3400 cm^{-1} 에서 강한 O-H 흡수밴드가 측정되어 색소 구조에 존재하는 페놀성 히드록시기(-OH)를 나타내는 stretching peak를 관측할 수 있다. 그리고, 1611 cm^{-1} 에서 -C-H bending, 1360 cm^{-1} 에서 C=C aromatic stretching, 1070 cm^{-1} 에서 페놀구조의 에스테르기(C-O-C)와 C-O stretching에 의한 흡수밴드를 볼 수 있다(Yogesh and Namrita, 2017).

Fig. 6의 오배자는 3347 cm^{-1} 에서 강한 O-H 흡수

Table 2. ID of Samples

Sample	Ketapang		Gallnut	
	Extract	Separated by organic solvent	Extract	Separated by organic solvent
Dried 10 min.	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ
Dried 1 min.	Ⓐ'	Ⓑ'	Ⓒ'	Ⓓ'

밴드를 넓게 나타내어 페놀성 히드록시기(O-H), 2870 cm^{-1} 에서 강한 C-H stretching, 1711 cm^{-1} 과 1609 cm^{-1} 에서 카르복실기(C=O), 1456 cm^{-1} 에서 C-H bending 과 C=C alkenes aromatic stretching이 나타났다.

오배자가 1700-1000 cm^{-1} 사이에서 많은 peak를 보이는 반면 Ketapang은 peak 수가 적고, 오배자에 비하여 peak가 broad하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이런 spectrum은 축합형 탄닌의 spectrum과 가수분해형 탄닌의 spectrum과 동일한 패턴을 나타낸다(Pantoja-Castro and Gonzalez-Rodriguez, 2011).

Ketapang은 FT-IR 분석으로 flavonoid 화합물로 알려진 염료 추출물에 존재하는 quercetin 및 관련 화합물이 있으며, 황색의 대부분은 flavone 및 isoflavone의 hydroxy 및 methoxy 유도체에 기인한다고 볼 수 있고(Sampath and Vasanthi, 2013), 축합형 탄닌 구조의 특성을 나타내고 있음을 확인할 수 있었다(Xiao et al., 2012).

3.3. TLC 분석 특성

혼합물인 각 염액의 TLC 전개를 위하여 Ketapang, 오배자 각각의 원액과 각 염액을 유기용매(Chloroform)로 분리한 시료를 준비하여 TLC 분석한 결과, 점적 후 10분간 완전 건조한 시료를 white light에서 관찰한 결과 Ⓐ와 Ⓑ에서는 고정상과 시료 Ⓐ, Ⓑ의 친화도가 커서 Table 3에 나타난 것과 같이 전개가 전혀 일어나지 않았고, 시료 Ⓒ, Ⓓ는 전개가 일어났다. 전개를 관찰하기 위하여 점적 후 1분간 건조시킨 시료를 UV light에서 관찰한 결과 시료 Ⓐ', Ⓑ'에서 전개가 일어났고, Ⓒ', Ⓓ'는 10분간 완전 건조한 경우와 같이 전개가 일어났다. 이것으로 오배자의 탄닌 성분은 가수분해형 탄닌이고 Ketapang의 탄닌 성분은 응축력이 강한 축합형 탄닌임을 추정할 수 있다.

3.4. Ketapang 추출용액과 오배자 추출용액의 표면색

Table 4는 Ketapang 추출용액과 오배자 추출용액의 L^* , a^* , b^* 값을 나타낸 것으로, 색의 표면색을 나타내는

Table 3. TLC results of Ketapang and Gallnut under white light A) and UV light B)



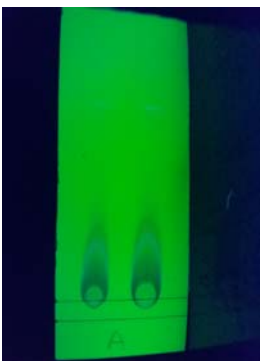
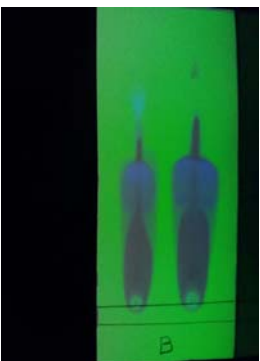


A) White light 10 min. dried		B) UV light 1 min. dried	
			
Ⓐ	Ⓑ	Ⓐ'	Ⓑ'
		Ⓒ'	Ⓓ'

Table 4. CIE of Ketapang and Gallnut extracts

	L^*	a^*	b^*	Apparent color
Ketapang	27.14	1.50	2.14	
Gallnut	40.85	0.75	0.98	

CIE L^* , a^* , b^* 값 중 L^* 값은 색의 명도를 나타내며 $L^*=0$ 이면 검은색, $L^*=100$ 이면 흰색을 나타내고, a^* 값이 양수(+)일 때에는 빨강, 음수(-)는 녹색을 나타내며, b^* 값이 양수(+)일 때에는 노랑, 음수(-)일 때에는 파랑을 나타낸다.

Ketapang 추출용액과 오배자 추출용액의 겉보기 색상은 명도와 채도가 비슷한 연갈색을 띠고 있었으나, 분석결과 Ketapang 추출용액은 $L^*=27.14$ 로 오배자 추출용액 $L^*=40.85$ 보다 어두운 색상을 띠고 있는 것으로 나타났으며, $a^*=1.50$, $b^*=2.14$ 로 오배자 추출용액의 $a^*=0.75$, $b^*=0.98$ 값보다 소량 높아 붉은 노란색 기미를 띠고 있는 것으로 나타났다.

3.5. Ketapang 염색포와 오배자 염색포의 염착성

Ketapang 추출액과 오배자 추출액으로 염색한 견직물의 염착성 결과는 Fig. 7과 같다. Ketapang과 오배자는 무매염보다 철매염한 염색포의 염착량은 모두 증가하였고, Ketapang의 경우 2배 이상 오배자의 경우 5배 이상 염착량이 증가한 것으로 나타났다. 이는 단백질계 섬유는 금속매염제와 결합력이 높기 때문에 매염 후 염착량이 크게 증가한 것으로 보이며 특히 오배자는 금속매염제와 결합력이 더 좋은 것으로 나타났다.

매염 순서에 있어서는 Ketapang과 오배자 모두 선매염이 후매염보다 효과적 것으로 나타났으며, Ketapang의 경우 매염순서는 염착량에 크게 영향을 주는 것으로 나타났다. 탄닌은 용해력이 좋고 섬유에 대한 친화력이 높아 후매염을 하는 것이 강한 염착력을 가지는 것으로 알려져 있으나, Ketapang과 오배자

는 선매염일 때 염착력이 높은 것으로 나타났다(Cho, 2004).

Ketapang 무매염포는 6.88 의 높은 K/S 값을 나타내었으며 매염한 오배자의 K/S 값보다 2배 정도 높았다. Ketapang이 매염제 없이도 견직물과의 염착성이 높은 것을 나타내고 있으며, 오배자는 무매염시에는 견직물과의 염착량이 매우 낮은 것으로 나타났다. 이는 Ketapang이 오배자보다 많은 -OH기를 가지고 있어 단백질계 섬유와 염색 시 높은 염착성을 나타내는 것으로 추정된다.

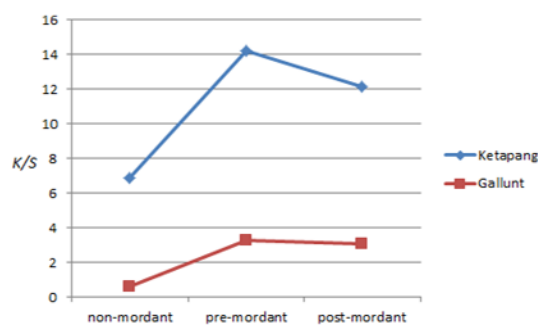








Fig. 7. Color strength(K/S) of silk fabrics dyed with Ketapang and Gallnut extracts.

3.6. Ketapang 염색포와 오배자 염색포의 표면색

Ketapang 추출물과 오배자 추출물로 염색한 견직물의 표면색 변화는 Table 5와 같다. Ketapang 추출물로 염색한 염색포의 Munsell 색상(H)은 무매염시 2.5Y의 노란계열을 나타냈으나 매염에 의해 7.5GY로 녹색을 띠는 노란계열로 변화하였고, 명도와 채도 수치는 무매염 염색포보다 절반이상 낮아져 검정기운의

Table 5. The apparent colors, color strength (K/S) and color metric data of silk fabrics dyed with Ketapang and Gallnut extracts (70 °C, 40min)

Extract		<i>K/S</i>	<i>H</i>	<i>V</i>	<i>C</i>	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	ΔE	Apparent color
		Undyed	10GY	8.14	2	81.85	-0.42	1.94		
Ketapang	non-mordant	6.88	2.5Y	5.6	4	57.24	5.07	23.10	32.92	
	pre-mordant	14.21	7.5GY	2.52	2	26.93	0.41	3.05	54.94	
	post-mordant	12.17	7.5GY	2.69	2	29.39	-1.27	2.93	52.48	
Gallnut	non-mordant	0.63	2.9GY	7.59	2	79.59	-0.07	8.85	7.28	
	pre-mordant	3.27	7.5RP	4.1	2	41.90	3.14	-1.24	40.23	
	post-mordant	3.10	4.17P	4.22	2	43.02	3.11	-4.28	39.48	

색상변화를 나타내었다. CIE의 표색계에 의한 색상변화는 Ketapang 추출물로 염색한 염색포의 명도지수는 $L^*=57.24$ 로 중명도를 나타냈으나, 철매염에 의해 L^* 값=26.93, 29.39로 큰 폭으로 저하하여 어두운 색상을 나타냈으며, a^* 값은 무매염의 경우 붉은색이 소량 있었으나 선매염의 경우 붉은색을 나타내는 수치는 거의 나타나지 않았고 후매염의 경우 녹색을 나타내는 (-)값으로 변화하였다. b^* 값은 원포의 $b^*=1.94$ 보다 무매염의 경우 $b^*=23.10$ 으로 현저히 증가하여 진한 노란색을 나타냈으며, 철매염시에는 $b^*=3.05$, $b^*=2.93$ 으로 크게 낮아져 무매염시 밝은 노란색상이 매염에 의해 어둡고 진한 색상으로 변화하였다.

오배자 추출물로 염색한 염색포의 Munsell 색상(H)은 무매염시 2.9GY, 선매염시 7.5RP, 후매염시

4.17P로 GY계열에서 RP, P계열로 다양한 색상 발현이 가능함을 알 수 있었고, 채도는 변화 없이 명도만 낮아져 색상이 어두워졌다. CIE의 표색계에 의한 색상변화는 무염색한 염색포의 명도지수는 $L^*=79$ 로 고명도를 나타내었으나 철매염에 의해 $L^*=41$, $L^*=43$ 으로 감소하였고, a^* 값은 무매염의 경우 $a^*=-0.07$ 로 녹색기미가 소량 있었으나, 철매염을 통해 $a^*=3$ 으로 약간 붉게 변화하였으며, b^* 값은 무매염의 경우 $b^*=8.85$ 로 노란색을 나타내었으나 철매염시 $b^*=-1.24$, $b^*=-4.28$ 로 청색으로 변화하였으며 후매염일 경우 청색기미가 높은 것으로 나타났다.

3.7. Ketapang 염색포와 오배자 염색포의 견뢰도

Ketapang 염색포와 오배자 염색포의 견뢰도 결과는 Table 6과 같다. 세탁견뢰도의 변퇴색 결과를 살펴보면

Table 6. Color fastness of silk fabrics dyed Ketapang and Gallnut extracts

Color fastness	Mordants	Ketapang			Gallnut			
		Non	Pre- Fe	Post-Fe	Non	Pre- Fe	Post-Fe	
Washing	Color change	4-5	2	1-2	4	2-3	2	
	Stain	Silk	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		Cotton	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Dry-cleaning	Color change	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	
	Test Solvent	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	
Light		4	4	3	3	4	3	

Ketapang 염색포와 오배자 염색포는 무매염의 경우 4-5등급과 4등급으로 높게 나타났고, 선매염이나 후매염에 의해서는 1-2등급에서 2-3등급까지 낮게 나타나 금속매염제와 친화력이 큰 견직물이 세탁에 의해 색변화가 큰 것으로 나타났으며, 선매염보다는 후매염시 색변화가 큰 것으로 나타났다. 드라이크리닝 견뢰도는 무매염과 철매염 모두 4-5등급을 나타내어 견뢰도가 우수하였다. 일광견뢰도에 있어서는 Ketapang 염색포와 오배자 염색포 모두 3-4등급을 나타내어 비교적 우수하였으며, Ketapang 염색포의 경우 무매염과 선매염시, 오배자 염색포는 선매염시 일광견뢰도가 향상되는 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구는 인도 및 동남아 일대의 열대지방에 널리 자생하고 있는 Ketapang 잎의 검정색 천연염료 소재로서의 활용 가능성을 알아보기 위하여 국내에서 검정색 천연염료로 많이 사용하고 있는 오배자와 물질 특성 및 염색성을 실험하였다.

염색성 실험의 결과 세탁견뢰도의 변퇴색도는 선매염시 두 염액 모두 1-3등급으로 낮게 나타났으나 일광견뢰도, 드라이크리닝 견뢰도는 4-5등급으로 우수하게 나타났다. 특히, Ketapang은 오배자에 비하여 무매염시나 철매염시 L^* 값이 낮게 나와 오배자보다 어두운색을 나타내기에 유리한 것으로 나타났다.

검정색을 나타내기에 Ketapang이 오배자보다 유리한 이유는 각 염료가 갖고 있는 색소의 주성분인 탄닌이 Ketapang은 물질의 화학적 구조와 TLC 분석 등을 통해 알 수 있듯이 응축성이 강한 축합형 탄닌이고, 오배자는 penta-m-digalloyl- β -glucose와 gallic acid의 친수성 화학 구조를 가진 가수분해형 탄닌이기 때문인 것으로 추정된다.

감사의 글

본 연구는 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2017S1A2A3055792)

REFERENCES

- Cho, K. R., 2004, Natural dyes and dyeing, Hyeonseol publisher, 194.
- Ha, Y. K., Lee, J. S., 2017, Natural dyeing of silk fabrics with the extract of *Alnus firma* tree branches, Fashion & Text. Res. J., 19(3), 337-343.
- Hidayat, J., Fatmahwaty, 2014, The art and sustainable aspects of natural dyeing in KANAWIDA hand drawn Batik(Green Batik), IPTEK, Journal of Proceeding Series, 1, 136-142.
- Kim, J. T., Park, G., Lee, G., Kang, K. H., Kim, J. K., 2014, Isolation and characterization of dye-degrading microorganisms for treatment of chromaticity contained in industrial dyeing wastewater, J. Environ. Sci. Int. 23(1), 129-142.
- Lee, B., 2014, Coloring textiles black from 1700 to 1900, Doctor Thesis, Seoul University, Seoul, Korea.
- Lee, J., Lee, E. J., A Study on the black color expression of silk fabrics with *Juglans mandshurica* Cortex extract, J. Fash. Bus. 21(1), 166-176.
- MSC Co., Ltd., 2014, Development of dyeing process of environmentally friendly using natural dyestuff. Report 1., Ministry of Knowledge Economy, Gyeongnam.
- Noh, Y. J., Lee, S. H., 2014, Natural dyeing of soybean protein fabrics - gallnut -, Fashion & Text. Res. J. 16(3), 462-468.
- Pantoja-Castro, M. A., Gonzalez-Rodriguez, H., 2011, Study by infrared spectroscopy and thermogravimetric analysis of Tannins and Tannic acid, Revista latinoamericana de química, 39(3), 107-112.
- Sampath, M., Vasanthi, M., 2013, Isolation, structural elucidation of flavonoids from *Polyalthia longifolia* (Sonn.) Thwaites and evaluation of antibacterial, antioxidant and anticancer potential, International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 5(1), 336-341.
- Sul, J. H., Choi, S. C., 1994, A Study on tannin treatment of silk fabrics(II)-the effect of mordants, Journal of Korea Society of Dye and Finishers, 6(2), 1-9.
- Sul, J. H., Choi, S. C., Cho, K. R., 1995, A Study on tannin treatment of silk fabrics(II)-comparison condensed tannin with hydrolyzable tannin, J. Korea Society of Dye and Finishers, 7(3), 60-67.

- Vadwala, Y., Kola, N., 2017, Natural dyes extracted from waste leaves of *Terminalia Catappa* locally known as Tropical Almond and its application on silk fabrics pretreated with ecofriendly and noneco-friendly mordants, *Int. J. Res. Granthaalayah*, 5(5). 125-137.
- Xiao, J. S., Xie, B. J., Sun, Z. S., Xiao, D., 2012, Characterization of oligomeric procyanidins and identification of quercetin glucuronide from lotus(*nelum nucifera gaetn.*) seedpod, *J. Agri. and Food Chem.*, 60(11), 2825-2829.
- Yeo, Y. M., Shin, Y. S., 2017, Developing black color by natural dyeing for contemporary fashion : dyeing of silk fabrics, *Textile Coloration and Finishing*, 29(4), 276-283.
- Yeo, Y. M., Shin, Y. S., 2017, The dyeing properties and functionality of Water lily(*Nymphaea tetragona*) leaves extracts as a new natural dye resource(2):dyeing of silk and wool fibers, *Textile Coloration and Finishing*, 29(3), 171-179.