

고구마 줄기·잎 추출액을 이용한 견직물의 염색성

The Dyeability of Silk Fabrics with Sweet Potato Stem·Leaf Extract

***Corresponding author**

Jeong Sook Lee
jslee@gsnu.ac.kr

홍보근, 이정숙*

경상대학교 의류학과

Bo Geun Hong and Jeong Sook Lee*

Department of Clothing and Textiles, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

Received_August 18, 2016

Revised_September 02, 2016

Accepted_September 20, 2016

Abstract The purpose of this study was to investigate the dyability of silk fabrics with sweet potato stem-leaf extract. To obtain the optimal dyeing conditions it was examined at various dyeing conditions(temperature, pH, time and bath ratio). The dyeability and the depths of shade which were evaluated in terms of K/S and CIELAB color difference values of the dyed and mordanted fabrics were also investigated. After dyeing, various color fastness(wash fastness, dry cleaning fastness, light fastness, rub fastness, and perspiration fastness) was measured and reviewed for UV protective, deodorant and antimicrobial functionality. The optimum output, as a result, was shown at 100% of dye concentration, 90°C of dyeing temperature and 80 minutes of dyeing time while in terms of dye uptake depending on the kind of mordants and mordanting, it was found that among four mordants of $\text{Alk}(\text{SO}_4)_2$, CuSO_4 , SnCl_2 , and FeSO_4 , post-mordanting with SnCl_2 showed the best results. Color fastness to dry cleaning, washing and rubbing was found strong at grade 4-5 and the grade to perspiration was as good as 3 while to light fastness was good at 4 as well. In aspects of functional properties, it showed excellent results of 98.3% UV protection rate and 88% deodorization rate, Antibacterial activity was 99.9% against *staphylococcus aureus* and 73.3% against *klebisella pneumoniae*. In conclusion, we validated that the dyestuffs from the disused sweet potato stem-leaf extract would be useful as a natural dye material using the optimized conditions and dyeability for silk dyeing.

Textile Coloration and Finishing

TCF 28-3/2016-9/219-229

©2016 The Korean Society of

Dyers and Finishers

Keywords sweet potato stem-leaf, natural dyeing, silk, color fastness, functional property

1. 서 론

현대사회는 문명의 발달과 함께 복잡한 사회구조로 인간의 생활환경이 오염되면서 건강과 쾌적한 삶에 대한 욕구가 커지고 있다¹⁾. 또한, 의생활이 풍요롭고 보다 윤택해짐에 따라 현대인은 섬유제품에 대해 기능성을 중시하는 것 뿐만 아니라, 여유와 감각성을 동시에 지니면서 위생적이고도 건강 지향적인 제품을 추구하게 되었다²⁾.

천연염색은 환경을 오염시키지 않고 친환경적인 염

재를 활용하여 의류제품에 부가가치를 높이는 방법으로 많은 관심을 받고 있으며³⁾, 천연염료는 합성염료와는 달리 인체에 미치는 나쁜 영향이 적고, 향균성, 소취성, 항알레르기성, 항암성 등의 각종 기능성을 겸비하고 있는 염재가 다량 존재하며 염색에 의하여 의류제품에 다양한 기능성을 부여할 수 있다⁴⁾.

고구마(*Ipomoea batatas* L.)는 전세계적으로 보리와 쌀 등의 곡류와 함께 광범위하게 재배되고 있고, 매우 중요한 식량자원으로 이용되어 왔으며⁵⁾ 뿌리, 줄기, 잎이 모두 식용이 가능한 작물로서 생산성과 경제성이

매우 높은 작물이다⁶⁾. 환경적응성이 강하고 충해에 강하기 때문에 농약을 안쳐도 되는 강한 장점과 함께 영양성과 기능이 확인되면서 건강식품으로 많은 관심을 끌고 있다. 최근에는 고구마 잎과 잎자루가 항산화 기능, 항균작용, 항고혈압작용 및 간보호기능과 같은 생리활성이 있음이 보고되고 있으며 천연색소원으로 주목 받음과 더불어 건강식품으로 알려지면서⁷⁾ 활용의 폭이 점차 넓어져 전국적으로 재배면적이 조금씩 증가하고 있는 추세이다⁸⁾. 고구마의 지상부인 줄기와 잎은 주로 뿌리를 목적으로 재배되는 과정에서 극히 일부만 이용되고 있는 실정이며 고구마 뿌리에 비하여 활용도가 낮은 고구마 줄기와 잎은 아프리카나 아시아 일부 국가에서만 채소로 이용되고 있다⁹⁾.

한편, 농산물의 생산과정이나 수확 후 버려지는 부산물을 천연염료로 활용하려는 연구가¹⁰⁻¹²⁾ 최근 점차 이루어지고 있는 추세지만, 고구마 줄기·잎에 대해서는 이용도가 미흡하여 버려지거나 퇴비 또는 사료로만 이용되고¹³⁾ 있을 뿐 천연염색에서의 활용성에 대한 연구는 아직 이루어지지 않고 있다. 우리 주변을 살펴보면 천연염색에 활용이 가능한 농산 폐기물이나 미활용 식물자원을 쉽게 발견할 수 있으며, 이들을 이용하여 천연염색에 활용한다면 그대로 버려지는 자원을 재활용할 수 있고 염재 확보에 드는 시간과 노력을 절감할 수 있어 가치 있는 일이라 사료된다.

본 연구에서는 버려지거나 미활용 되고 있는 새로운 천연염재의 발굴을 목적으로 고구마 줄기·잎을 의류 직물의 천연염색재로서의 활용 가능성을 살펴보기 위하여 고구마 줄기·잎의 추출액을 견직물에 염색하여 최적의 염색조건을 찾아보고 염색성을 검토하였다. 실험 시 고구마 줄기·잎의 추출액의 농도, 염색시간, 염색온도, 염액의 pH에 의한 염착성의 변화와 매염방법 및 매염제의 효과를 K/S값, 표면색의 변화, 무매염포와 색차, 염색견뢰도 및 기능성을 측정하여 검토하였다.

2. 실험

2.1 시험포 및 시약

본 연구에 사용된 시험포는 시판 견직물 100%(솜베사에서 구입 : 카리스소프트 제조, Korea)를 증류수로 수세하여 사용하였으며, 시험포의 특성은 Table 1과 같다.

염색 시 사용한 시험포는 10cm×10cm의 크기로 잘라

Table 1. Characteristics of fabrics

Fabric content		Silk 100%
Weave		plain
Thickness(mm)		0.12
Fabric count	Warp	51
	Weft	41
Weight(g/m ²)		53 ± 2

서 사용하였다.

매염제로는 Aluminium potassium sulfate(Alk(SO₄)₂ · 12H₂O), Tin chloride(SnCl₂), Copper sulfate(CuSO₄ · 5H₂O), Iron sulfate(FeSO₄ · 7H₂O) (이하 Al, Sn, Cu, Fe이라 함)의 모두 1등급 시약을 그대로 사용하였다.

2.2 염재

고구마 줄기·잎은 경남 거제시 일대에서 자생하고 있는 줄기와 잎을 2015년 10월 생초로 수확한 후, 10cm-20cm 크기로 잘라 1차 수세 후 사용하였다. 고구마 줄기·잎의 주요 색소성분은 lutein, polyphenol 및 chlorophyll¹⁴⁾이며, 구조식은 Figure 1과 같다.

2.3 염액의 제조

염액의 농도 유지를 위해 대량으로 고구마 줄기·잎을 생으로 채취하여 1차 수세 후 증류수로 추출 하였다. 1차 염액추출은 고구마 줄기·잎 15kg과 80L의 증류수를 염료추출기(스테인레스제품, 양산서창 반석기계에서 특수 제작, Korea)에 100℃에서 8시간 가열한 후 1차 추출액 40L를 50% 감압농축 한 염액을 염액 농도 100%로 정하여 실험에 사용하였다.

2.4 염색과 매염

고구마 줄기·잎 추출액을 이용하여 견직물 2g에 욕비 1:100, 염색시간(40~120분), 염재농도(20, 40, 60, 80, 100g/L), 염색온도(40~100℃), 염액의 pH(3, 5, 7, 9, 11)로 변화시키면서 염색은 IR염색기(KSL-24Perfect, 고려화학)를 사용하였다.

매염처리는 네 가지 매염제(Al, Cu, Sn, Fe)를 사용해서 욕비 1:100에서 매염농도 5%(o.w.f.), 매염온도 40℃와 90℃, 매염시간 30분 조건으로 선매염(매염-수세-건조-염색-수세-건조; Pre라 약칭) 및 후매염

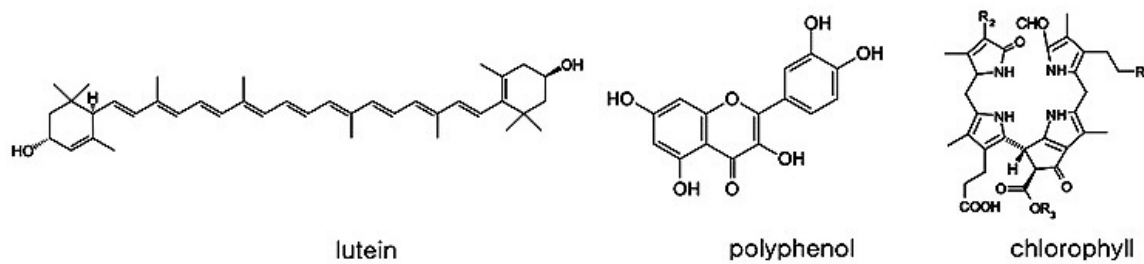


Figure 1. Chemical structure of lutein, polyphenol and chlorophyll.

(염색-수세-건조-매염-수세-건조; Post라 약칭)을 실시하였다.

2.5 색측정

고구마 줄기 · 잎 추출액으로 염색한 직물은 Computer Color Matching System(UltraScan PRO, Hunter Lab, USA)을 사용하여 표면 염착량은 최대 흡수 파장인 400nm에서 염색한 직물의 표면반사율을 측정한 후 Kubelka-Munk식에 의해 K/S값을 구하였다. 그 식은 다음의 식(1)과 같다.

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

where,

K : Absorbance coefficient of dyed material

S : Scattering coefficient of dyed material

R : Reflectance

염색한 직물의 표면색 측정은 Computer Color Matching System으로 x, y, z값을 측정하고, Munsell 표색계 변환법으로 H, V/C, CIE Lab 색차에 의한 L*, a*, b*, 채도 및 색상각 h를 측정 후 색차(ΔE*ab)를 산출하였고 K/S값을 측정하였다.

2.6 염색 견뢰도 측정

세탁견뢰도는 Launder-O-meter(Yasuad Model 408, Japan)을 사용하여 KS K ISO 105-C10((40±2)℃, 30분, 0.5% ISO SOAP)에 의거하여 측정하였고, 드라이클리닝견뢰도는 Launder-O-meter(Yasuad Model 408, Japan)을 사용하여 KS K ISO 105-D01:2010, 용제 퍼클로로에틸렌으로 실험 후 측정하였다. 일광견뢰도는 KS K ISO 105-B02:2010

에 준하여 Xenon arc(수냉식)광원으로 시험하였으며, 마찰 견뢰도는 KS K 0650:2011에 준하여 Crock-meter법에 의해 측정하였다. 땀 견뢰도는 KS K ISO 105-E04:2010((37±2)℃, 4시간)에 준하여 산과 알칼리 시험 각각의 변퇴색 판정용 그레이 스케일(Gray scale for color change)과 이염 판정용 스케일(Chromatic transference scale)로 평가하였다.

2.7 기능성 측정

2.7.1 자외선 차단율

자외선 차단율을 측정하기 위하여 UV Transmittance Analyzer(Labsphere Co., USA)를 사용하여 KS K 0850-2009에 따라 Xenon Arc 광원으로 290~400nm에서 자외선 투과량을 측정하였다. UV-A 투과량은 315~400nm 파장 범위에서 측정하고, UV-B는 290~315nm의 파장 범위에서 측정하였다. 자외선 차단율의 계산식은 다음의 식(2)와 같다.

$$UV\ protection(\%) = 100 - UV\ transmittance(\%) \dots (2)$$

2.7.2 소취성

소취성 측정은 암모니아(NH₃) 가스검지관법에 준하여 시료포 각각의 10cm×10cm 크기에 무매염으로 시험환경 온도 22℃, 습도 52%와 1000mL의 용기에 암모니아(NH₃) 농도 500μg/mL를 주입하여 30분, 60분, 90분, 120분의 시간대 별로 각각의 소취율을 측정하고, 소취율의 계산식은 다음의 식(3)과 같다.

$$Deodorization\ rate(\%) = \frac{A}{B} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

where,

A : Gas concentration of blank

B : Gas concentration under specimen existence

2.7.3 항균성

항균성 측정은 KS K 0693-2011의 방법에 준하여 공시균 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*, ATCC 6538)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae*, ATCC 4352)이며, 균 감소율의 계산식은 다음의 식(4)와 같다.

$$\text{Bacteria reduction rate(\%)} = \frac{A-B}{B} \times 100 \dots (4)$$

where,

A : the number of microbe in blank, after 18hours

B : the number of microbe in specimens, after 18hours

3. 결과 및 고찰

3.1 염색온도에 따른 염색성의 변화

염색온도에 따른 고구마 줄기·잎 추출액 염색성의 변화를 알아보기 위하여 염액농도 100%, 욕비 1:100으로 염색온도 40℃~100℃로 변화시키며, 염색시간 60분의 조건에서 실험 하였다.

Figure 2는 염색 온도에 따른 견직물의 염착량을 나타낸 것으로 염색 온도 40℃에서 80℃ 사이에서는 K/S 값이 큰 변화가 없었으나, 80℃에서 100℃ 사이에서는 크게 염착량이 상승되었다. 염색온도가 상승함에 따라 염색성이 향상된 이유는 온도상승에 따라 큰 에너지를 가지는 염료입자 수가 증가하여 염색반응속도가 커지

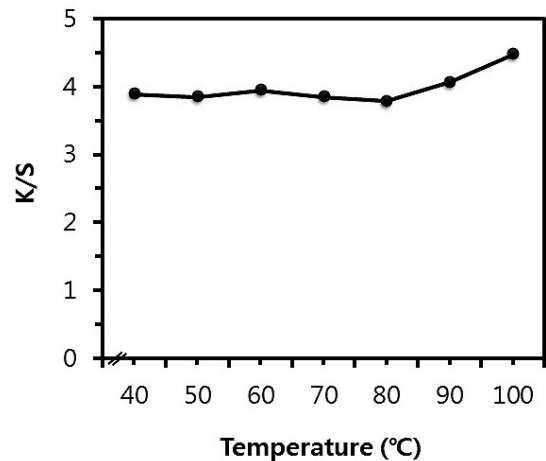


Figure 2. Effects of dyeing temperature on the K/S values of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract(60min).

기 때문이다. 농색 염색을 위해서는 100℃에서 염색하는 것이 효과적이나 현재 다수의 천연염색업체에서 100℃이하에서 수작업으로 염색하고 있는 실정이며 견직물은 고온에서 손상을 입을 수 있기 때문에 최적의 온도를 90℃로 하였다¹⁵⁾.

Table 2는 염색 온도에 따른 표면색의 변화를 나타낸 것이다. 온도가 높아질수록 대체로 ΔE^*_{ab} 값이 증가하였으며, 온도 상승에 따라 L^* 값은 40℃에서 71.895, 100℃에서 61.768로 온도가 증가할수록 서서히 낮아지면서 어두워졌다. a^* 값은 40℃에서 2.869, 100℃에서 5.050으로 온도와 함께 꾸준히 증가하는 경향을 나타내어 노랑과 적색을 가미한 색상을 보이고 있다. b^* 값의 색상변화는 비슷한 경향을 보였고, 채도 c^* 의 값도 온도 상승에 따라 큰 변화는 일어나

Table 2. Effects of dyeing temperature on the L^* , a^* , b^* , c^* , h and ΔE^*_{ab} values of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract

Temperature(°C)	L^*	a^*	b^*	c^*	h	ΔE^*_{ab}
40	71.90	2.87	23.53	23.68	83.01	32.42
50	70.94	3.14	23.28	23.49	82.28	33.01
60	69.44	3.63	23.33	23.61	81.14	34.24
70	68.16	4.18	22.99	23.37	79.84	35.09
80	66.19	4.50	22.03	22.48	78.43	36.16
90	63.77	4.96	22.64	23.18	77.62	38.55
100	61.77	5.05	23.85	24.37	78.01	40.88

지 않았다. 색상각 h에 있어서는 온도가 높아질수록 h 값이 감소하는 경향을 보여 적색이미지를 나타내었다.

실험결과 고구마 줄기·잎 추출액을 이용한 염색포는 염색 온도에 따라 색상이 조금씩 변화되었으며 너무 높은 온도에서의 염색은 견직물의 손상이 우려되어 이후 실험에서는 40℃와 90℃를 비교하며 실험하였다.

3.2 염액농도에 따른 염색성의 변화

Figure 3은 염액농도에 따른 고구마 줄기·잎 추출액 염색성의 변화를 알아보기 위하여 육비 1:100으로 염액농도 20%, 40%, 60%, 80%, 100%(o.w.f)로 변화 시키며, 염색온도 40℃와 90℃를 염색시간 60분의 조건에서 염착농도(K/S)를 측정된 결과이다.

염액농도에 따른 염색성의 변화는 40℃, 90℃ 모두 농도가 증가할수록 염착량이 상승하는 것을 볼 수가 있었으며, 이것은 염액의 농도가 전해질에 따라 염색성은 향상되는 것을 알 수 있으며, 이후 실험은 가장 큰 염색성을 나타낸 100% 농도로 고정하여 진행하였다.

3.3 염색시간에 따른 염색성의 변화

Figure 4는 염색시간의 변화에 따른 고구마 줄기·잎 추출액 염색성을 알아보기 위하여 육비 1:100, 염액농도 100%(o.w.f), 염색온도 40℃, 90℃의 조건에서 염색시간 40분, 60분, 80분, 100분, 120분으로 변화시켜 염색한 결과이다. 40℃의 염색시간에 따른 염착량은 80분까지는 서서히 상승하였으나 이후 시간이 경과할수록 감소하였다가 평형상태를 보이고 있다.

90℃의 염색시간에 따른 염착량은 60분에서 K/S값이 높게 나타나면서 80분에서 조금 감소하다가 시간이 지날수록 염착량은 서서히 상승하였다. 이는 40℃염색포에서는 시간이 지남에 따라 서서히 염착량이 증가하여 80분 이후에는 염착평형을 이루었다. 반면 90℃염색포에서는 60분에서 증가폭이 크게 나타나면서 이후 시간의 지남에 따라 K/S값의 증가폭이 상승하는 경향을 보였다.

이상의 결과로 이후 실험은 염색시간은 80분으로 고정하여 실험하였다.

3.4 염액의 PH조건에 따른 염착량

Figure 5는 염욕의 pH조건에 따른 고구마 줄기·잎 추출액의 견직물에 대한 염착성을 알아보기 위해 육비

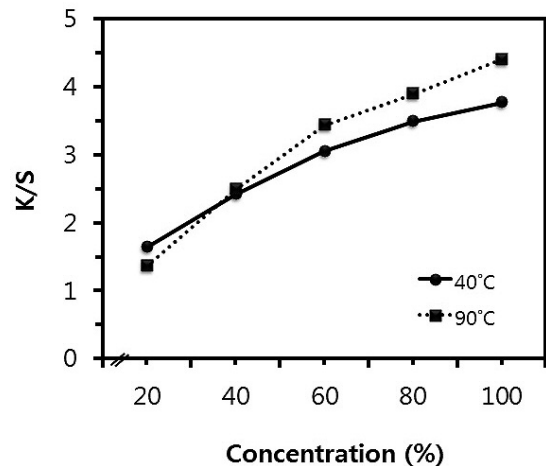


Figure 3. Effects of dye concentration on the K/S values of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract(60min).

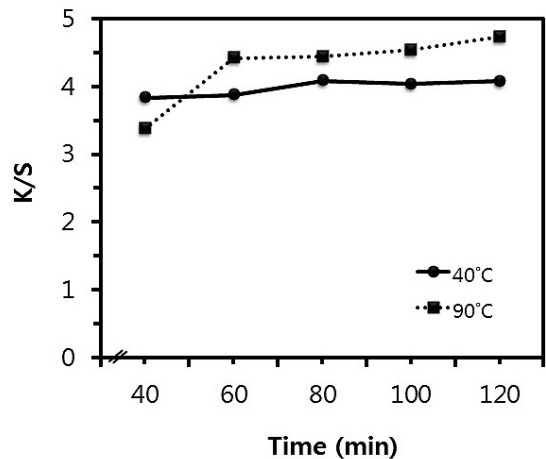


Figure 4. Effects of dyeing time on the K/S values of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract.

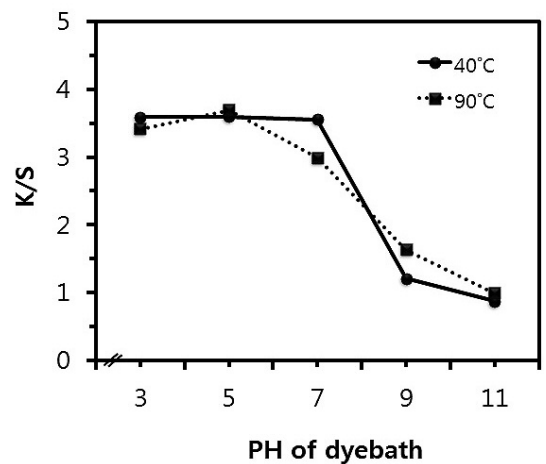


Figure 5. Effects of dyebath pH on the K/S values of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract.

1:100, 염액농도 100%(o.w.f), 염색온도 40℃, 90℃, 염색시간 60분에서 수산화나트륨(NaOH), 구연산(C₆H₈O₇)을 사용하여 염욕의 pH 3, 5, 7, 9, 11로 변화시켜 실험한 결과를 나타낸 것이다.

40℃의 염색포에서는 pH3, pH5, pH7에서는 염착량의 변화가 거의 없었으며, pH9, pH11에서 급격하게 염착량이 감소하는 경향을 보였다. 90℃의 염색포에서는 pH5에서 가장 높은 염착량이 나타났으며, pH7, pH9, pH11까지 급격하게 염착량이 감소하는 것을 볼 수 있었다. 이는 알칼리 염욕에서는 더 많은 음전하가 섬유와 색소에서 형성되어 이 둘 사이에서의 전기적 반발성이 증가하고, 색소와 물의 친화력이 감소하므로 염착량이 낮아진다고 생각된다¹⁶⁾.

따라서 고구마 줄기·잎 추출액을 이용한 견직물의 기능성을 살펴보기 위하여 pH를 조절하여 추출한 염액을 견직물에 염색한 결과 pH가 높아질수록 직물의 밝기가 높아졌으며, 색상R의 계열도 좁어지는 경향을 보였다.

이상의 결과 고구마 줄기·잎 추출액으로 염색할 경우 단시간에 효율적인 염색성 향상을 위해서는 40℃와 90℃ 모두 pH5에서 염색하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

3.5 매염제 종류 및 매염방법에 따른 염색성

Figures 6, 7은 40℃와 90℃의 매염제 종류(Al, Cu, Sn, Fe) 및 매염방법(선·후매염)에 따른 고구마

줄기·잎 염색포의 염착량을 알아보기 위해 옥비 1:100, 염액농도 100%(o.w.f), 염색시간 30분, 염색온도 40℃, 90℃의 조건에서 실험한 결과를 나타낸 것이다. 매염제 사용 시 무매염포에 비해 K/S값이 모두 높게 나타났다. 매염제의 종류에 따른 염착량의 변화는 40℃, 염색포는 Sn 후매염포에서 10.2987, 선매염 4.9580으로 가장 높은 염착량을 나타내었고, 90℃ 염색포에서도 Sn 후매염포에서 10.2280, 선매염 6.3293으로 가장 높은 염착량을 나타내어 선매염과 후매염 모두 Sn에서 가장 높은 K/S값을 나타내었다.

40℃, 90℃ 후매염포에서 Sn>Fe>Al>Cu 순으로 염착량이 높게 나타났으며, 선매염포에서는 40℃는 Sn>Fe>Al>Cu, 90℃에서는 Sn>Cu>Fe>Al 순으로 염착량의 차이에 조금의 변화가 생기는 현상을 나타내었다.

Table 3, Table 4는 매염제 종류 및 방법과 염색온도 40℃, 90℃ 변화에 따른 직물의 표면색을 CIELAB 표색계에 의해 L*, a*, b*값과 Munsell values 값을 측정한 결과이다¹⁷⁾.

40℃와 90℃ 매염처리포의 경우 40℃ 선매염에서는 Sn매염, Cu매염, Al매염, Fe매염 순으로 명도(V)의 변화가 거의 나타나지 않았고 Sn에서만 약간 높아졌으며, Fe에서의 a*값이 낮아지는 현상을 보였다. 후매염에는 Al매염, Sn매염, Cu매염, Fe매염 순으로 명도(V)의 변화가 조금씩 나타났으며, Fe에서의 a*값이 -2.40으로 낮아지면서 색상이 R측에서 RP측으로 변화하였다. 적색과 녹색 정도를 나타내는 a*값은 Fe 후매염을

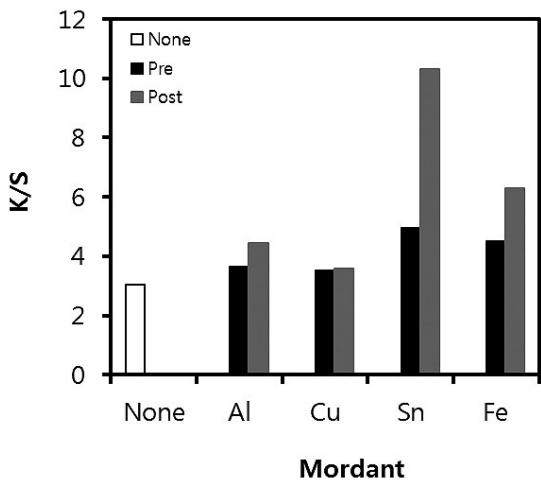


Figure 6. Effects of mordanting methods on the K/S values of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract(40℃).

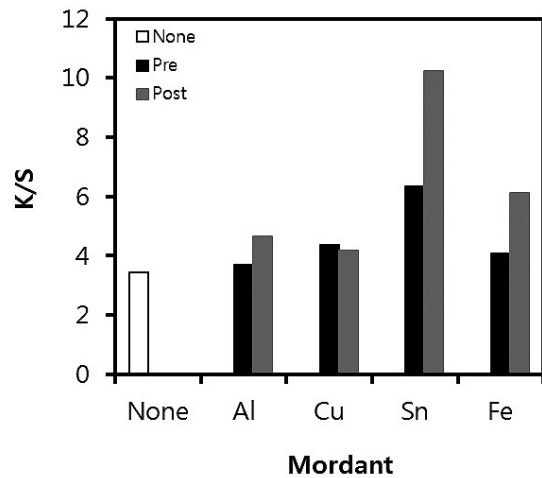


Figure 7. Effects of mordanting methods on the K/S values of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract(90℃).

Table 3. The changes of Munsell values and L^* , a^* , b^* of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract by mordanting methods : 40°C

Dyeing temp.(°C)	Methods	Mordants	L^*	a^*	b^*	Munsell values
40	pre	Al	71.62	2.60	22.93	4.4R 9.8/6.1
		Cu	71.83	2.75	22.71	4.4R 9.75/6.1
		Sn	73.31	2.42	24.84	4.5R 9.8/6
		Fe	66.60	1.45	21.45	4.3R 9.72/6
	post	Al	72.96	1.22	30.31	4.5R 9.79/6.5
		Cu	67.17	2.03	28.67	8.5R 9.7/5.3
		Sn	72.29	1.80	39.08	4.6R 9.85/6.7
		Fe	50.95	-2.40	11.84	11.9RP 9.59/13

제외하고는 모두+를 나타내었고, 황색과 청색 정도를 나타내는 b^* 값은 모두 높은 수치의 +를 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

90°C 선매염에서는 Al매염, Su매염, Fe매염, Cu매염 순으로 명도의 변화가 거의 나타나지 않았고 Al에서 만 약간 높아졌으며, Fe에서의 a^* 값이 조금 낮아지는 현상을 보였다.

후매염에는 Sn매염, Al매염, Cu매염, Fe매염 순으로 명도의 변화가 조금씩 나타났으며, Fe에서의 a^* 값이 -0.65로 낮아지면서 색상이 R측에서 RP측으로 변화하였다.

적색과 녹색 정도를 나타내는 a^* 값은 Fe 후매염을 제외하고는 모두+를 나타내었고, 황색과 청색 정도를 나타내는 b^* 값은 모두 +를 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

40°C와 90°C 선매염과 후매염의 경우 a^* 값과 b^* 값

모두 Fe에서 가장 낮은 값을 보이고 있어 색상의 변화가 생겼음을 나타내고 있다. 이와 같이 매염제의 종류에 따라 색상변화가 나타나 용도에 맞추어 적절한 색상을 선택해서 사용하면 좋을 것으로 사료된다.

3.6 염색 견뢰도

고구마 줄기·잎 추출액으로 염색한 견직물의 염색 견뢰도를 알아보기 위하여 욕비 1:100, 염액농도 100%(o.w.f), 염색온도 90°C, 염색시간 60분으로 무매염의 조건으로 2회 반복 염색하여 Table 5에 나타내었다.

세탁견뢰도와 드라이클리닝 견뢰도는 모두 변퇴색과 오염정도는 4-5급으로 매우 우수하게 나타났다. 마찰 견뢰도는 건조 시 4-5급으로 매우 우수하게 나타났으며, 습윤마찰은 4급으로 우수하였다. 일광견뢰도도 4

Table 4. The changes of Munsell values and L^* , a^* , b^* of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract by mordanting methods : 90°C

Dyeing temp.(°C)	Methods	Mordants	L^*	a^*	b^*	Munsell values
90	pre	Al	66.63	4.60	22.50	4.2R 9.69/5.9
		Cu	63.31	5.09	23.45	4.2R 9.68/5.9
		Sn	65.48	4.77	25.84	4.4R 9.76/6.2
		Fe	63.82	4.42	21.95	4.2R 9.68/5.9
	post	Al	66.03	3.23	26.49	4.3R 9.72/6.3
		Cu	62.16	3.80	25.96	4.2R 9.66/6.3
		Sn	66.05	3.67	34.25	4.5R 9.81/6.6
		Fe	51.20	-0.65	13.86	11.9RP 9.59/14.2

Table 5. Colorfastness of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract

Washing	Color change	4-5
	Staining	4-5
Dry cleaning	Color change	4-5
	Staining	4-5
Light fastness		4
Rubbing	Dry	4-5
	Wet	4
Perspiration(acidic)	Color change	4-5
	Staining	3
Perspiration(alkalin)	Color change	4-5
	Staining	3

급으로 일반 천연 염재에 비해 상대적으로 우수하게 나타났으며, 땀 견뢰도는 산성 및 알칼리에서 모두 변퇴색은 4-5급 우수하였고, 오염정도는 산성과 알칼리에서 3급으로 다소 낮게 평가되었다. 땀 견뢰도를 제외하고는 전체적으로 양호한 결과를 나타내어 천연염재로서의 실용적인 면에서는 활용가치가 매우 높다고 생각된다.

3.7 기능성 평가

3.7.1 자외선 차단율

Table 6은 고구마 줄기 · 잎 추출액에 의한 염색한 직물의 자외선 차단효과를 살펴보기 위해 시험백포와 90℃에서 60분간 2회 반복 염색한 무매염포를 대상으로 측정하였다.

고구마 줄기 · 잎 추출액의 자외선 차단율을 측정한 결과 시험백포에서는 UV-A는 70.0%, UV-B는 75.4%의 차단율을 나타내었고, 고구마 줄기 · 잎 추출액 염색포는 자외선 차단율이 매우 상승되어 UV-A는 98.1%, UV-B 98.8%이상의 높은 차단율을 나타내었

Table 6. UV protection of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract

UV protection	UV protection(%)	
	Untreated fabrics	Dyed fabrics
UV-cut		
UV-A (315~400nm)	70.0	98.1
UV-B (290~315nm)	75.4	98.3

다. 이는 고구마 줄기 · 잎 추출액의 플라본계색소가 식물색소 원형질이 자외선에 의해 파괴되는 것을 막아주는 역할을 함으로써 자외선 차단율이 우수한 것으로 사료된다¹⁸⁾.

3.7.2 소취성

Table 7은 고구마 줄기 · 잎 추출액으로 염색한 직물의 소취성을 나타낸 것이다. 고구마 줄기 · 잎 추출액에 의한 염색 직물의 소취성 효과를 살펴보기 위해 시험백포와 90℃에서 60분간 2회 반복염색한 무매염 처리한 염색포로 시험하였다. 고구마 줄기 · 잎 추출액 염색포의 결과는 88%의 소취율을 나타내어 시험백포에 비해 현저히 증가함을 알 수 있다.

염색한 견직물의 소취시험을 시간대별로 보면 30분 78%, 60분 82%, 90분 86%, 120분 88%로 나타나 소취시간이 길어질수록 우수한 소취성을 나타내었다. 모든 직물의 암모니아 가스의 소취성은 염색처리를 하지

Table 7. Deodorization rates of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract

Deodorization Time(min)	Deodorization rates(%)	
	Untreated fabrics	Dyed fabrics
30	32	78
60	37	82
90	40	86
120	44	88

Table 8. Antibacterial activities of silk fabrics dyed with sweet potato stem · leaf extract

Sample	Antibacterial activity	Bacteria reduction rate(%)	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Silk		99.9	73.3

얇은 시험백포에 비해 염색처리한 시료의 소취율이 더 높은 것을 알 수 있었다. 즉, 시험백포의 견직물은 32~44%에 비하여 염색한 직물은 78~88%의 높은 소취율로 염색한 견직물의 소취 효과가 높게 나타났다. 이것은 고구마 줄기·잎에 함유된 색소의 특성에 기인한 것으로 사료된다.

3.7.3 항균성

Table 8은 고구마 줄기·잎 추출액으로 염색한 직물을 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae*)의 두 균주에 대한 정균감소율을 측정할 결과를 나타낸 것이다.

항균성 평가를 위한 시료는 시험백포와 90℃에서 60분간 2회 반복 염색한 무매염포를 대상으로 측정하였다. 장독소(enterotoxin)를 생성하여 식중독을 일으키는 중요한 원인균인 황색포도상구균¹⁹⁾에 대한 균 감소율은 99.9%로 매우 높은 균 감소율을 나타내었다. 반면 병원감염의 흔한 원인균이며, 요로감염, 패혈증, 호흡기감염 등을 흔히 유발하는²⁰⁾ 폐렴균에 대해서는 73.3%의 황색포도상구균보다는 조금 낮은 감소율을 나타내었다. 매염제를 사용하지 않은 염색 시료를 평가했다는 점에서 항균성에 대한 결과는 매우 우수함을 알 수 있었고, 천연염색의 특성에 맞추어 피부질환과 관련된 치료효과 및 가능성에 대한 구체적인 연구를 위해 천연염색의 복합이나 매염제에 대한 다양한 연구가 진행되어야 한다고 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 고구마의 품종과 재배시기에 관계없이 수확 후 버려지는 부산물인 고구마 줄기·잎을 새롭게 천연염색재로 발굴하기 위하여 직물 염색에 활용할 가능성을 확인한 다음, 고구마 줄기·잎 추출액으로 견직물에

염색한 후, 염재의 농도, 염색온도, 시간, 염액의 PH의 염색조건과 매염제(Al, Cu, Sn, Fe)종류 및 매염방법(선매염, 후매염)에 따른 염착량과 색상변화를 검토하였다. 또한 여러 가지 기능성소재로서의 활용성이 있는지 알아보기 위해 각종 염색견뢰도(세탁, 드라이클리닝, 마찰, 땀, 일광견뢰도)와 기능성(항균성, 소취성, 자외선차율)등을 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 고구마 줄기·잎 추출액으로 염색 시 최적의 염색 조건은 염액농도 100%, 염색온도 90℃, PH 5, 염색시간 80분에서 가장 높은 염착량을 보였다. 매염제의 종류 및 방법에서는 40℃와 90℃ 조건에서 실험하였으며, 40℃ 염색포는 Sn 후매염, 선매염에서 가장 높은 염착량을 나타내었고, 90℃ 염색포에서도 Sn에서 후매염과 선매염에서 가장 높은 K/S 값을 나타내었다.
2. 염색포의 색상에 대해서 살펴보면 무매염 및 매염방법에 의해서 R~RP계열로 색상이 나타났다. 40℃와 90℃ 선매염과 후매염의 경우 명도는 약간의 변화가 나타났고, a*값과 b*값 모두 Fe에서 가장 낮은 값을 보였으며, 선매염보다 후매염방법에서 K/S 값이 대체로 높게 나타났다.
3. 염색견뢰도의 결과를 살펴보면 고구마 줄기·잎 추출액 염색포는 세탁, 드라이클리닝, 마찰, 일광견뢰도는 4-5급으로 매우 우수하였고, 땀견뢰도는 산성과 알칼리성 모두 3급으로 평가되었다.
4. 기능성의 결과를 살펴보면 고구마 줄기·잎 추출액 염색포의 소취성은 88%로 우수하였고, 자외선 차단율 역시 98.3%로 매우 우수하게 나타났다. 항균성은 황색포도상구균에서 99.9%, 폐렴균에서 73.3%로 우수하게 나타났다.

이상의 결과로 고구마 줄기·잎 추출액을 천연염색재로 사용 시 폐기되거나 그대로 버려지는 자원을 재활용할 수 있고 염재 확보에 드는 시간과 노력을 절감하여, 고부가가치의 천연염색의 의류제품 생산뿐만 아니라, 인테리어용, 생활용품 등의 제품용도에도 활용할 수 있다고 사료된다. 아울러 천연염색에 대한 관심이 유행처럼 왔다가 사라지는 일시적 현상이 아닌 산업과 생활 속에 연계되어 제대로 자리 잡아 발전해 나갈 수 있음을

기대해 본다. 고구마는 많은 농가에서 재배되고 있고 일상생활에서 자주 이용되는 식품이므로 본 연구의 결과를 기초자료로 활용한다면 천연염색 산업에 일부 기여할 수 있으리라고 생각한다. 또한 천연염색 재료로서의 활용성을 높이기 위해서는 다양한 색상에 대한 복합 염과 천연매염제 보완에 대한 후속연구가 필요하다.

감사의 글

이 논문의 일부 실험은 2012년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012R1A1A3020099).

References

1. H. I. Kim, S. I. Eom, and S. M. Park, A Study on Natural Dyeing(1)-Dyeing of Cotton Fabric with Amur Cork Tree-, *Textile Coloration and Finishing*, **13**(1), 1(2001).
2. K. J. Yong, I. H. Kim, and S. W. Nam, Antibacterial and Deodorization Activities of Cotton Fabrics Dyed with Amur Cork Tree Extracts, *Textile Coloration and Finishing*, **11**(1), 9(1999).
3. S. Y. Jung and J. D. Jang, Light Fastness of Silk Fabric Dyed with Safflower and Amur Cork Tree Extract for Combination Dyeing, *Textile Coloration and Finishing*, **16**(5), 8(2004).
4. H. S. Lee, J. H. Chang, I. H. Kim, and S. W. Nam, Dyeing of Silk with Clove Extract, *Textile Coloration and Finishing*, **9**(5), 19(1997).
5. J. S. Lee, H. S. Kim, Y. S. Ahn, M. N. Chung, B. C. Jeong, J. M. Kim, and Y. K. Park, Studies on Antimicrobial and Antimutagenic Effects of Sweetpotato Tips Extract, *K. Crop Science Association*, **49**(2), 238(2004).
6. M. Li, G. Y. Jang, S. H. Lee, S. T. Kim, J. H. Lee, S. G. Hwang, H. M. Sin, H. S. Kim, T. S. Kang, and H. S. Jeong, Optimization of Extraction Conditions for Useful Components from Sweet Potato Leaves, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **43**(11), 1749(2014).
7. M. Li, G. Y. Jang, S. H. Lee, K. S. Woo, H. M. Sin, H. S. Kim, J. S. Lee, and H. S. Jeong, Chemical Compositions and Activities of Leaves and Stalks from Different Sweet Potato Cultivars, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **41**(12), 1656(2012).
8. K. S. Woo, H. I. Seo, Y. H. Lee, H. Y. Kim, J. Y. Ko, S. B. Song, J. S. Lee, K. Y. Jung, M. H. Nam, I. S. Oh, and H. S. Jeong, Antioxidant Compounds and Antioxidant Activities of Sweet Potatoes with Cultivated Conditions, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **41**(4), 519(2012).
9. C. S. Kwak, K. J. Lee, J. H. Chang, J. H. Cho, J. H. Park, K. M. Kim, and M. S. Lee, In vitro Antioxidant, Anti-allergic and Anti-inflammatory Effects of Ethanol Extracts from Korean Sweet Potato Leaves and Stalks, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **42**(3), 369(2013).
10. Y. O. Jeong and S. S. Kim, Dyeability and Colorfastness of Fabrics Dyed in Dyebath Extracted from Wisteria, *Korean J. Community Living Science*, **14**(2), 125(2003).
11. J. T. Kim, B. Y. Son, S. B. Baek, S. L. Kim, M. J. Kim, G. H. Jung, and Y. U. Kwon, Natural Dyeing Fabrics with Leaf and Stem of Purple Corn, *Korean J. Crop Sci.*, **58**(2), 113(2013).
12. Y. K. Ha and J. S. Lee, Natural Dyeing of Silk Fabrics with Humulus japonicus Extract, *Textile Coloration and Finishing*, **26**(3), 263(2014).
13. Y. O. Ahn, S. H. Kim, H. S. Lee, J. S. Lee, D. Ma, and S. S. Kwak, Contents of Low Molecular Weight Antioxidants in the Leaves of Different Sweetpotato Cultivars at Harvest, *J. Plant Biotechnol.*, **36**(3), 214(2009).
14. M. Li, G. Y. Jang, S. H. Lee, S. T. Kim, J. H. Lee, S. G. Hwang, H. M. Sin, H. S. Kim, T. S. Kang, and H. S. Jeong, Optimization of Extraction Conditions for Useful Components from Sweet Potato Leaves, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **43**(11), 1749(2014).
15. H. S. Lee, Dyeing of Cotton Fabrics Using *Zizania latifolia* Turcz. Extracts, *Textile Coloration and Finishing*, **27**(1), 96(2015).
16. M. R. Han and J. S. Lee, Natural Dyeing of Fabrics with Guava(*Psidium guajava* L.) Leaf Extract III -Dyeability and Functional Property of Hanji Cotton Fabrics-, *J. Korean Soc. Cloth. Ind.*, **14**(5), 866(2012).
17. M. Eunbae, "Color Design Textbooks", Ahn Graphics, Paju, pp.176-248, 2011.
18. M. S. Joen and M. J. Park, Components of Pine Needles

- Extract and Functionality of the Dyed Fabrics, *The Costume Culture Association*, **18**(2), 371(2010).
19. Y. Ho, Prevalence and Characterization of *Staphylococcus aureus* Pathogenic Factors Isolated from Korea Foods, Ph.D. Thesis, Sungkyunkwan University, 2012.
20. Y. K. Ha and J. S. Lee, Natural Dyeing of Silk Fabrics with *Humulus japonicus* Extract, *Textile Coloration and Finishing*, **26**(3), 263(2013).