

줄풀을 활용한 견직물의 염색

Dyeing of Silk Fabrics Using *Zizania latifolia Turcz.* Extract

*Corresponding author

Eunsook Ko
(eun_0629@naver.com)

이혜선, 고은숙*

제주대학교 패션의류학과

Hyesun Lee and Eunsook Ko*

Department of Fashion and Textiles, Jeju National University, Jeju, Korea

Received_May 28, 2018

Revised_June 19, 2018

Accepted_June 22, 2018

Textile Coloration and Finishing

TCF 30-2/2018-6/150-157

©2018 The Korean Society of Dyers and Finishers

Abstract The purpose of this study is to investigate the proper dyeing condition, color fastness and functionality of silk fabrics dyed with *Zizania latifolia Turcz.* FT-IR spectrum analysis suggests that colorants of *Zizania latifolia Turcz.* are tannins. The dyeing of the silk fabrics using *Zizania latifolia Turcz.* was very good even without pretreatment or mordanting treatment. Optimal dyeing conditions of silk fabrics were colorant concentration of 200%(o.w.f.), dyeing temperature of 100°C, dyeing time of 60 minutes and dyebath pH of 5.5. Color fastness of dyed silk fabrics to washing, rubbing, perspiration and light was 4~4-5, 5, 4~4-5(acidic), 4-5(alkaline) and 2 respectively. UV protection rate and deodorization rate of silk fabrics dyed with *Zizania latifolia Turcz.* were improved. Reduction rate(*Staphylococcus aureus*) of silk fabrics was excellent at 98.3%. As a result, it was confirmed that the *Zizania latifolia Turcz.* could be used as an eco-friendly functional natural dye.

Keywords *Zizania latifolia Turcz.*, color fastness, deodorization efficiency, UV protection factor, antibacterial reduction rate

1. 서 론

줄풀(*Zizania latifolia Turcz.*)은 외떡잎 식물로서 벼목 화본과의 여러해살이 풀이며, 예로부터 고(菰), 고장초(菰蔣草), 진고(眞菰), 줄, 소풀, 고쟁, 줄폭 등으로 불리고 있다¹⁻³⁾. 한국의 전역에 자생하는데 쉽게 자라기 때문에 대량 재배하여 천연염색을 위한 원료로 구입하기에 용이하다.

건조줄풀의 일반성분으로는 탄수화물 63.32%, 수분 12.22%, 조단백 8.5%, 조지방 1.56%, 조회분 14.4%가 함유되어 있고, 건조줄풀 100g 중에는 K 2325.8mg, Ca 339.3mg, P 156.8mg, Na 99.0mg, Fe 63.4mg을 포함하고 있다⁴⁾. 한의학에서 줄풀은 그 뿌리를 고근, 열매를 고미라고 하여 열을 내리거나, 이뇨제, 설사를 멈추는 약으로 사용하였다. 민간에서는 줄

풀의 잎을 당뇨, 고혈압, 관절염, 변비, 피부병 등에 이용하였고, 뿌리와 줄기는 화상 치료에 쓰였으며, 흉년이 들었을 때는 식량으로 쓰기도 하였다. 본초강목(本草綱目)에 따르면, 줄풀 뿌리는 대·소변이 잘 통하게 하고 장과 위의 고질을 다스려 튼튼하게 하며, 술취한 것을 깨게 하고, 소화를 돕고, 갈증이 나지 않게 한다고 기록되어 있다^{5,6)}.

줄풀의 효능과 식품에의 응용에 관한 연구로 항알러지 기능성소재로의 이용가능성과 신체적 지구력의 향상과 항피로효과를 가진다는 연구결과가 보고된 바 있다^{7,8)}. 또한 줄풀의 항산화능과 당뇨 개선효과를 이용한 당뇨개선음료에 관한 연구도 있다. 이와 같이 줄풀은 피부질환, 세포상해, 알레르기, 피로 등의 개선효과가 있어 기능성 피복소재로 활용이 가능할 것으로 기대되는데 줄풀을 이용한 피복 소재에 관한 연구는 별로 없

으며 논문으로 ‘줄풀을 활용한 면직물의 염색’ 과 특허로 ‘줄풀 천연염색 방법’ 이 있다^{9,10)}.

이에 본 연구에서는 전보인 줄풀을 이용한 면직물의 염색에 이어 견직물에 대한 줄풀의 염색성을 알아보기 위하여 염색조건에 따른 염색성과 염색견뢰도를 분석하고, 염색포의 기능성을 측정하였다. 견직물은 염색이 잘되므로 면직물의 경우와 달리 전처리 과정을 거치지 않고 직접 염색하였다.

2. 실험

2.1 시료

시료는 KS K 0905에 규정된 표준 백견포를 사용하였으며, 시료에 대한 특성은 Table 1과 같다.

2.2 염액추출 및 분말화

본 연구에 사용한 염재는 자연초(www.jherb.com)에서 건조줄풀을 구입하여 염료추출 및 농축장치를 이용하여 다음과 같은 방법으로 추출 및 농축 후 동결건조하였으며 평균수율은 6.36%였다.

건조줄풀 1kg에 증류수 25 l 의 비율로 넣고 105℃로 50분간 추출 후 방냉하고 60℃에서 75분간 진공 추출하여 추출액을 얻은 후 농축기에 추출액을 넣고 온도 60~70℃에서 진공 농축하였다. 농축액을 동결건조기(PVTFD50R, Ilshin Bio Base, Korea)로 72시간 처리하여 염료분말을 얻었고 이를 냉동 보관하여 사용하였다.

2.3 염료의 색소분석

동결건조한 염료분말을 500nm~4000nm 파장 범위에서 적외선 분광광도계(FT-IR Spectrometer, Nicolet 6700, Thermo, USA)를 사용하여 KBr pellet법으로 측정하였다.

2.4 시약

염욕의 pH조절을 위해 hydrochloric acid와

sodium hydroxide를 사용하였고, 사용된 시약은 모두 시약용 1급이었다.

2.5 염색

IR염색기(DTC-6000, Dealim Starlet, Korea)를 사용하여 욕비 1:100, 염색온도 20~100℃, 염액농도 10~500%(o.w.f.), 염색시간 20~120분, 염욕의 pH 3, 5, 5.5, 7, 9, 11의 조건으로 염색하였다.

2.6 색측정

Computer Color Matching system(X-rite 8200, USA)을 사용하여 D65광원, 10° 시야각으로 400nm에서 염색포의 표면반사율을 측정한 후 K/S값을 산출하였으며, CIELAB 표색계의 L*, a*, b*, ΔE값을 측정하고 Munsell값을 구하였다.

2.7 염색견뢰도

2.7.1 세탁견뢰도

Launder-O-Meter(ASA-202-3, ASIA TESTING MACHINE, Korea)로 알칼리성세제, 중성세제를 사용하여 KS K ISO 105-C06에 준하여 시험하였다. 변·퇴색용 Gray Scale(JIS L 0804)과 오염용 Gray Scale(JIS L 0805)로 등급을 판정하였다.

2.7.2 마찰견뢰도

염색된 시료를 KS K 0650에 준하여 Crockmeter(Yasuda Seiki, Japan)를 이용하여 건조시와 습윤시의 마찰견뢰도를 측정하였다. 변·퇴색용 Gray Scale(JIS L 0804)과 오염용 Gray Scale(JIS L 0805)로 등급을 판정하였다.

2.7.3 일광견뢰도

KS K ISO 105-B02에 준하여 염색된 시료를 표준 퇴색시간동안 광조사한 후 변·퇴색용 Gray Scale(JIS L 0804)로 등급을 판정하였다.

Table 1. Characteristics of fabric

Material	Weave	Fabric count (threads/inch)		Thickness (mm)	Weight (g/m ²)
		Warp	Weft		
Silk 100%	Plain	144	102	0.08	30±1

2.7.4 땀견뢰도

염색된 시료를 KS K ISO 105-E04에 준하여 땀견뢰도를 측정하였다. 변·퇴색용 Gray Scale(JIS L 0804)과 오염용 Gray Scale(JIS L 0805)로 등급을 판정하였다.

2.8 기능성 시험

2.8.1 자외선 차단율

염색된 직물의 자외선 차단율은 KS K 0850-2014에 준하여 자외·가시부 분광광도계(Perkin-Elmer Lambda950, Korea)를 사용하여 파장범위 290~400 nm에서 파장 간격 5nm 단위로 주사하면서 시료의 자외선 투과율을 측정하여 다음 식(1)을 이용하여 산출하였다.

$$UV\ blocking\ rate(\%) = 100(\%) - UV\ trans- mission\ rate(\%) \dots\dots\dots (1)$$

2.8.2 소취성

소취성 평가는 가스검지관법으로 시험하였고, 소취율의 계산식(2)은 아래와 같다.

$$Deodorization\ rate(\%) = \frac{A-B}{A} \times 100 \dots (2)$$

where,

A : Gas concentration of blank

B : Gas concentration under specimen existence

2.8.3 항균성

항균성 평가는 KS K 0693-2016에 준하여 대조편과 시료에 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC 6538)을 접종하고 다음 식(3)에 따라 정균감소율을 구하여 평가하였다. 견염색포는 견직물원포를 대조편으로 사용하였다.

$$Reduction\ rate(\%) = \frac{Ma-Mb}{Ma} \times 100 \dots (3)$$

where,

Ma : CFU of 18 hours later in control

Mb : CFU of 18 hours later in sample

(CFU : Colony Forming Unit)

3. 결과 및 고찰

3.1 추출 색소의 특성

Figure 1은 추출염료의 성분분석을 위한 FT-IR 스펙트럼을 나타낸 것이다. 그림에서 보면 3416cm⁻¹에서 비교적 넓은 흡수 peak의 페놀성 OH와 1634cm⁻¹와 1388cm⁻¹의 aromatic band인 C=C기 신축진동이 확인되며, 1112cm⁻¹과 1078cm⁻¹에 C-O기 신축진동이 나타나므로 축합형 탄닌인 catechin의 IR 스펙트럼과 비슷한 형태를 보이고 있다¹¹⁾. 그리고 고사리염료 색소분석¹²⁾에서도 비슷한 스펙트럼을 보이고 있는데 탄닌성분으로 확인되었으므로 추출염료의 색소성분은

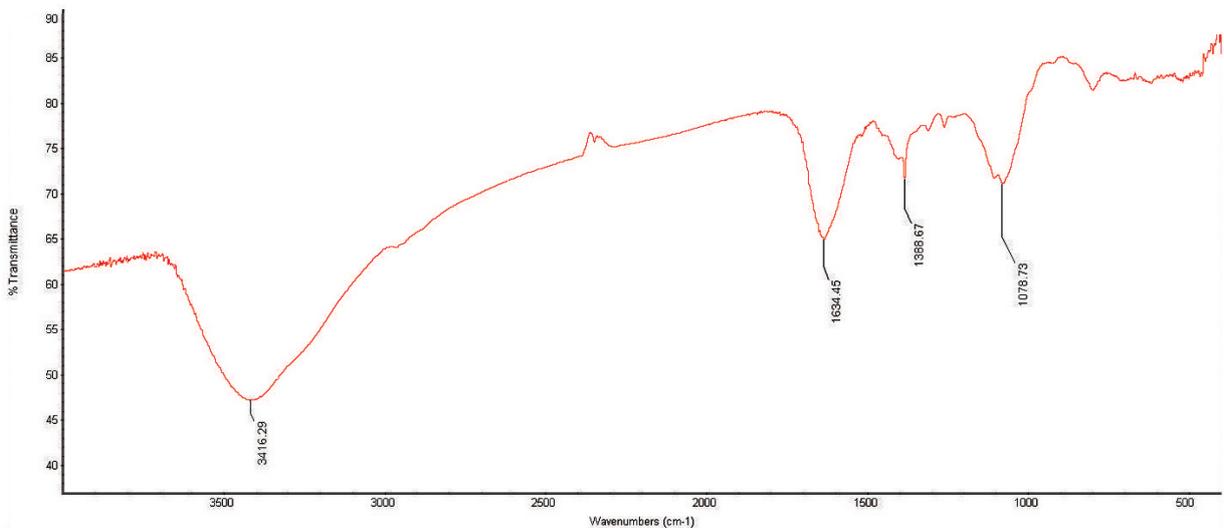


Figure 1. FT-IR spectrum of Zizania latifolia Turcz. extract.

Table 2. Effect of dyeing temperature on the K/S values of silk fabrics dyed with *Zizania latifolia Turcz.* extract (200% o.w.f., 60min, pH 5.5)

Material	Dyeing temperature	K/S	L*	a*	b*	ΔE	Munsell	Sample
Silk	20°C	1.11	82.46	2.94	21.10	19.38	1.8Y 8.2/3.1	
	40°C	1.33	79.25	3.68	20.86	21.14	1.2Y 7.9/3.1	
	60°C	1.46	77.65	3.84	20.20	21.72	1.0Y 7.7/3.1	
	80°C	1.67	75.12	4.27	19.87	23.36	0.7Y 7.4/3.0	
	100°C	2.40	70.13	5.23	21.28	28.23	0.4Y 6.9/3.3	

탄닌으로 추정된다.

3.2 염색조건이 염색성에 미치는 영향

3.2.1 염색온도에 따른 염색성

Table 2와 Figure 2는 염색온도에 따른 표면색의 변화를 나타낸 것이다. 욱비 1:100, 염액농도 200% (o.w.f.), 염색시간 60분, pH 5.5에서 온도를 20~100°C 범위에서 염색한 결과이다. 염색한 결과 온도가 상승함에 따라 K/S값이 증가하였고, 100°C에서 최대 염착량을 나타내었다. 이는 염욕의 온도가 상승하면 섬유 분자 간격이 넓어지고 염료 분자 운동이 활발해져서 섬유내부로 염료의 확산이 촉진되어 염착이 잘되기 때문이다¹³⁾.

염색포는 Y계열의 색상을 나타내었고 염색온도가 높아질수록 계속하여 L*값은 낮아지고, a*값은 증가하였으나 b*값은 일관성을 보이지 않았다. 견직물은 20°C에서 ΔE 값이 비교적 크게 나타나 저온에서도 염색이 잘 되는데 이는 내부구조가 간단하여 염료분자가

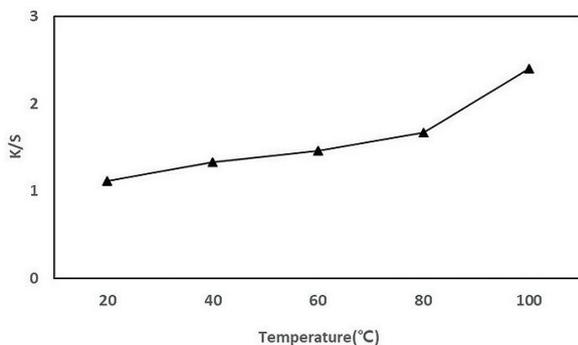


Figure 2. Effect of dyeing temperature on the K/S values of silk fabric.

침투하기 쉽기 때문에 나타난 결과라고 생각된다.

3.2.2 염액농도에 따른 염색성

Table 3과 Figure 3은 줄풀염료의 농도에 의한 염색성을 실험한 결과이다. 욱비 1:100, 염색시간 60분, pH 5.5에서 염액농도를 10~500%(o.w.f.)로 변화시키면서 염색한 결과이다.

염액농도가 증가할수록 염착량은 계속 높아졌으나 실제 염색에서 드는 비용과 염료의 효율성 측면을 고려하여 추후 실험은 200%로 진행하였다.

서론에서 살펴본 바와 같이 줄풀염료에는 색소성분 외에 탄수화물, 조단백, 조지방, 조회분 등이 다량으로 존재하므로 염색 시 많은 양의 염료가 필요하여 효율성은 다소 떨어지나 재료를 구하기 쉽고, 기능성을 가진 친환경 염료로서 차별화가 가능하다.

염색포는 대체로 Y계열의 색상을 나타내었고 염료농도 500%에서는 YR로 나타났다. 농도가 증가할수록 L*값은 낮아지고, a*값과 b*값은 모두 증가하였다.

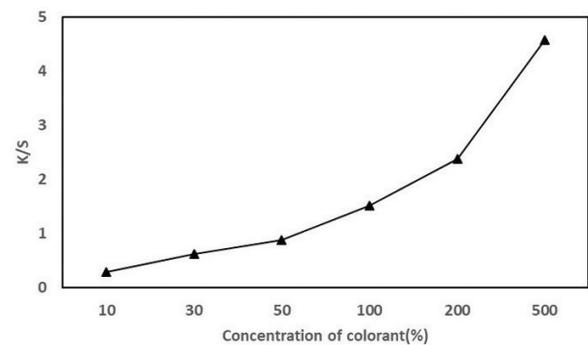


Figure 3. Effect of dye concentration on the K/S values of silk fabric.

Table 3. Effect of dye concentration on the K/S values of silk fabrics dyed with *Zizania latifolia Turcz.* extract (100°C, 60min, pH 5.5)

Material	Dye concentration	K/S	L*	a*	b*	ΔE	Munsell	Sample
Silk	10%	0.29	87.70	1.02	9.65	7.27	1.6Y 8.7/1.3	
	30%	0.62	81.71	2.36	13.22	14.27	0.6Y 8.1/1.9	
	50%	0.88	79.17	2.91	15.12	17.48	0.6Y 7.8/2.3	
	100%	1.51	74.51	4.10	18.47	23.34	0.5Y 7.4/2.8	
	200%	2.38	69.89	5.20	21.06	28.71	0.4Y 6.9/3.3	
	500%	4.58	63.18	6.89	24.76	36.51	10.1YR 6.2/4.0	

전보에서 면직물은 chitosan과 tannic acid 전처리후 염료농도 200%, 염색시간 80분으로 염색후에 K/S값이 각각 2.35와 1.00으로 나타났는데 견직물은 전처리 없이도 2.38로 나타나 염색성이 우수하였다⁹⁾.

3.2.3 염색시간에 따른 염색성

Table 4와 Figure 4는 염색시간에 따른 염착량 변화를 나타낸 것이다. 욕비 1:100, 염액농도 200% (o.w.f.), pH 5.5에서 염색시간을 20~120분 범위에서 20분 간격으로 변화시키면서 염색한 결과이다. 견직물의 경우 100분 염색했을 때 최대의 염착량을 보였으나, 60분 염색 이후부터 염착량 증가가 완만하고 색상발현이 충분하다고 판단되어 이후 실험은 60분으로 진행하였다.

색상은 모두 Y계열이었고 염색시간이 길어질수록 L*

값은 낮아지고, a*값과 b*값은 모두 증가하였다.

3.2.4 염욕 pH에 따른 염색성

Table 5와 Figure 5는 pH 변화에 따른 염색성의 변화를 나타낸 것이다. 욕비 1:100, 염색시간 60분, 염액농도 200%(o.w.f.), 염색온도 100°C에서 염욕의 pH를 3, 5, 5.5, 7, 9, 11로 조절하여 염색한 결과이다.

염욕의 pH 3에서 최대의 염착량을 나타내었다. 줄풀염료는 면직물에 염색이 안되고 단백질섬유에 염색이 잘되며 산성염욕에서 염착량이 우수한 것으로 보아 산성염료로 판단된다. 염착 메커니즘은 염료의 산성기와 견섬유의 아미노기 사이에서 조염결합이 일어나는 것으로 생각된다. 염욕의 pH 3에서 가장 높은 염착량을 보였으나 대량 염색 시의 환경문제를 고려하여 본 실험에서는 줄풀염료의 pH인 5.5로 진행하였다.

Table 4. Effect of dyeing time on the K/S values of silk fabrics dyed with *Zizania latifolia Turcz.* extract(200% o.w.f., 100°C, pH 5.5)

Material	Dyeing time	K/S	L*	a*	b*	ΔE	Munsell	Sample
Silk	20min	1.76	74.00	4.38	19.47	23.77	0.5Y 7.3/3.0	
	40min	2.13	71.50	4.84	20.48	26.39	0.5Y 7.1/3.2	
	60min	2.44	70.01	5.35	21.58	28.31	0.4Y 6.9/3.4	
	80min	2.47	69.55	5.39	21.42	28.58	0.3Y 6.9/3.4	
	100min	2.72	68.15	5.57	21.65	29.86	0.3Y 6.7/3.4	
	120min	2.66	68.11	5.69	21.57	29.87	0.2Y 6.7/3.4	

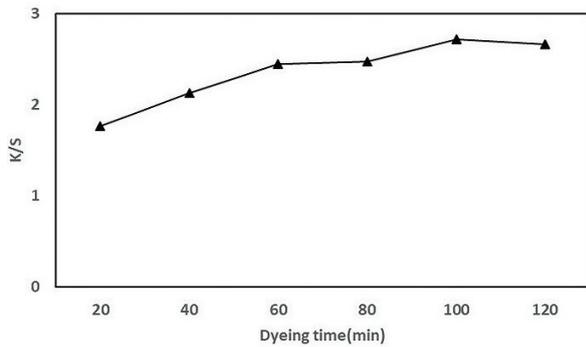


Figure 4. Effect of dyeing time on the K/S values of silk fabric.

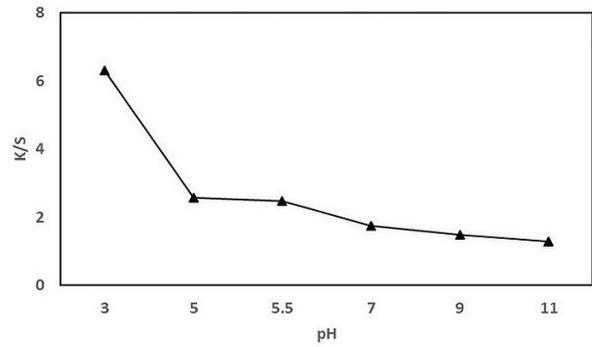


Figure 5. Effect of dye bath of pH on the K/S values of silk fabric.

3.3 염색견뢰도

염색견뢰도 실험에 사용된 줄풀염색포는 옥비 1:100, 염색시간 60분, 염액농도 200%(o.w.f.), 염색온도 100℃, 염욕의 pH를 5.5로 하여 염색한 결과이다.

Table 6은 줄풀염료로 염색한 견직물의 세탁견뢰도와 마찰견뢰도를 나타낸 것이다. 세탁견뢰도는 알칼리세제와 천연염색 제품에 일반적으로 사용하는 중성세제를 각각 사용하여 측정하였는데, 알칼리세제는 변퇴색과 오염이 모두 4-5급이고 중성세제는 변퇴색이 4급, 오염이 4-5급으로 우수한 결과를 보였다. 마찰견뢰도는 건조시와 습윤시 모두 5등급으로 매우 우수하였다.

Table 7은 줄풀염료로 염색한 견직물의 땀견뢰도와 일광견뢰도를 나타낸 것이다. 땀견뢰도의 경우 산성땀액에서 변퇴색은 4-5급으로 우수한 결과를 보였고, 오염은 4급으로 비교적 우수한 결과를 나타내었다. 알칼

리성 땀액에서는 변퇴색과 오염 모두 4-5급으로 우수한 결과를 나타내었다. 일광견뢰도의 경우 2급으로 낮게 나타났다. 이상으로부터 줄풀을 활용한 견직물염색포의 염색견뢰도는 일광견뢰도를 제외한 모든 견뢰도가 우수하여 피복소재로 활용가능하며, 일광견뢰도 향상을 위한 후속연구가 필요하다.

3.4 줄풀염색포의 기능성

3.4.1 자외선 차단성

Table 8은 지표면에 도달하는 자외선 UV-A와 UV-B의 차단율을 나타낸 것이다. 줄풀염색 후 자외선 차단율이 증가하여 염색에 의한 자외선 차단 효과를 확인하였다.

3.4.2 소취성

Table 9는 땀 냄새, 노인 냄새, 배설물 냄새, 담배 냄새, 쓰레기 냄새 등 모든 악취에 공통적으로 포함되

Table 5. Effect of dye bath of pH on the K/S values of silk fabrics dyed with *Zizania latifolia Turcz.* extract(200% o.w.f., 100℃, 60min)

Material	Dye bath of pH	K/S	L*	a*	b*	ΔE	Munsell	Sample
Silk	3	6.31	57.67	7.87	24.59	40.91	9.7YR 5.7/4.0	
	5	2.58	69.99	5.74	22.54	29.35	0.3Y 6.9/3.5	
	5.5	2.47	70.14	5.33	21.71	28.64	0.4Y 6.9/3.4	
	7	1.75	74.60	4.39	20.18	24.12	0.6Y 7.4/3.1	
	9	1.48	77.47	3.82	20.06	21.89	0.9Y 7.7/3.0	
	11	1.29	80.37	3.01	21.02	20.63	1.6Y 8.0/3.1	

Table 6. Colorfastness to washing and rubbing of the silk fabrics dyed with *Zizania latifolia Turcz.* extract

Material	Washing				Rubbing			
	Alkaline		Neutral		Dry		Wet	
	Fade	Stain	Fade	Stain	Fade	Stain	Fade	Stain
Silk	4-5	4-5	4	4-5	5	5	5	5

Table 7. Colorfastness to perspiration and light of the silk fabrics dyed with *Zizania latifolia Turcz.* extract

Material	Perspiration				Light
	Acidic		Alkaline		
	Fade	Stain	Fade	Stain	
Silk	4-5	4	4-5	4-5	2

어 있는 암모니아가스에 대한 소취성 시험을 한 결과이다. 줄풀염색 후 소취성이 향상되었으며 시간이 경과할수록 더 높은 소취효과를 나타내었다. 이러한 결과로부터 전처리나 매염처리를 하지 않은 줄풀염색만으로도 소취성이 향상되어 기능성 피복소재로서의 활용 가능성을 확인하였다.

3.4.3 항균성

Table 10은 줄풀염색한 직물의 항균성 시험에 대한 결과를 나타낸 것이다. 견직물원포를 대조편으로 사용하였고 황색포도상구균의 정균감소율로 평가한 것이다. 균감소율이 98.3%로 우수한 항균성을 보였으며 전처리나 매염처리를 하지 않은 줄풀염색만으로도 항균성이 우수하여 줄풀 추출물에 의한 항균성 부여의 가능성을 확인하였다. 가자열매 추출물을 이용한 단백질 섬유유의 항균효과 연구에서 탄닌이 우수한 항균효과를 나타낸 것처럼 줄풀 색소의 탄닌성분이 항균성 향상에

Table 10. Reduction rates of silk fabrics dyed with *Zizania latifolia Turcz.* extract

Material	<i>Staphylococcus aureus</i> reduction rate(%)
Silk	98.3

기여한 것으로 생각된다¹⁴⁾.

4. 결 론

본 연구의 목적은 줄풀을 이용한 면직물의 염색에 이어 견직물에 대한 줄풀의 적정염색조건과 염색견뢰도를 알아보고 줄풀염색포의 기능성을 확인하여 산업적 측면에서 이용가능한 새로운 기능성 천연염료를 개발하여 활용함으로써 천연염색시장 확대에 기여하는 것이다.

FT-IR 스펙트럼 분석 결과 줄풀염료의 색소성분은 탄닌으로 추정된다. 줄풀염료를 이용한 견직물의 염색

Table 8. UV protection rate of silk fabrics dyed with *Zizania latifolia Turcz.* extract

	UV-A(315~400nm)	UV-B(290~315nm)
Undyed silk	62.5	72.6
Dyed silk	84.0	86.5

Table 9. Deodorization rates of silk fabrics dyed with *Zizania latifolia Turcz.* extract

	Deodorization rates(%)			
	30min	60min	90min	120min
Undyed silk	36	40	44	48
Dyed silk	50	56	62	72

은 전처리나 매염처리를 하지 않아도 염색성이 매우 우수함을 보였다. 견직물의 적정 염색조건은 염액농도 200%(o.w.f.), 염색온도 100℃, 염색시간 60분, 염욕의 pH는 5.5로 나타났다.

세탁견뢰도는 알칼리세제와 중성세제 모두 4~4-5 등급으로 우수하였다. 마찰견뢰도는 건조시와 습윤시 모두 5급으로 매우 우수하였다. 땀견뢰도에서 산성 땀은 4~4-5급, 알칼리성 땀은 4-5급으로 우수한 견뢰도를 보였다. 일광견뢰도는 2급으로 낮게 나타났다.

자외선 차단율은 줄풀염색 후 증가하였고, 암모니아 가스에 대한 소취성이 향상됨을 확인하였다. 염색포의 항균성이 98.3%로 나타나 우수한 항균효과를 보였다.

이상과 같이 줄풀을 활용한 견직물의 염색성과 기능성을 확인한 결과 전처리나 매염제 처리 없이도 견직물의 염색성이 우수함을 확인하였고, 일광견뢰도를 제외한 모든 염색견뢰도가 우수하였으며, 자외선 차단성, 소취성, 항균성 등 기능성이 향상되어 기능성 천연염료로 활용가능성을 확인하였다. 일광견뢰도 증진을 위한 연구와 항산화기능을 이용한 화장품 제조에 관한 후속 연구가 필요하다.

감사의 글

이 논문은 2015년도 제주대학교 교원성과지원사업에 의하여 연구되었음.

References

1. T. B. Lee, "Coloured Flora of Korea", 2nd Volume, Hyangmoonsa, Seoul, p.458, 2003.
2. S. J. Lee, "A Botanical List", Uisungdang, Seoul, pp.1364-1366, 1993.
3. J. G. Choi, "Korean Medicinal Herb, Flower and Tree" 2nd Ed., Hanmoonwha, Seoul, pp.141-147, 2003.

4. H. I. Hyun and J. S. Han, Quality Characteristics of Diabetes Alleviation Beverage Prepared with Julpul(*Zizania latifolia*), *Korea Society of Esthetics and Cosmeceutics*, **9**(3), 191(2014).
5. L. Shizhen, "Bonchokangmok", People's Health Press, Beijing, p.1366, 1982.
6. Y. Y. Cha, Inhibition Effect on Neuro2A Cell by Apoptosis of *Zizania latifolia* Rhizoma, *Korean J. of Oriental Physiology and Pathology*, **20**(1), 149(2006).
7. W. H. Park, The Inhibition Effect of *Zizania latifolia* on Apoptosis Induced by H₂O₂ in Neuro2A Cell, M.S. Thesis, Sangji University, 2004.
8. Y. H. Song, Anti-fatigue Effect of *Zizaniac audiflora* (Turczaninow) Nakai the Forced Swimming Test in ICR Mice, M.S. Thesis, Kyung Hee University, 2009.
9. H. S. Lee, Dyeing of Cotton Fabrics Using *Zizania latifolia* Turcz. Extract, *Textile Coloration and Finishing*, **27**(1), 96(2015).
10. H. S. Lee, Korea Pat, 10-1554433(2015).
11. M. R. Han, Natural Dyeing of Fabrics with Guava(*Psidium guajavq* L.) Leaf Extract, Ph.D. Thesis, Gyeongsang National University, 2011.
12. H. S. Lee and E. Y. Kang, Dyeing of Cotton Fabrics Using Residual Parts of Cultivated *Pteridium aquilinum*, *Textile Coloration and Finishing*, **26**(1), 53(2014).
13. K. Y. Nam and J. S. Lee, Dyeing Properties and Functionality of Hot-water Extract from *Juniperus chinensis* Heartwood, *Textile Coloration and Finishing*, **25**(3), 181(2013).
14. K. Y. Nam and J. S. Lee, Dyeing Property and Antimicrobial Activity of Protein Fiber Using *Terminalia chebula* Retzius Extract, *Fashion and Text. Res. J.*, **16**(3), 476(2014).