

미역 추출물을 이용한 견직물의 천연염색

김상률* · 전순덕
목포대학교 의류학과*
숙명여자대학교 의류학과

Natural Dyeing of Silk Fabrics with *Undaria Pinnatifida* Extracts

Kim Sangyool* · Jeon Soonduk
Dept. of Clothing & Textiles, Mokpo National University*
Dept. of Clothing & Textiles, Sookmyung Women's University

Abstract

Fabric made of 100% silk was dyed with *Undaria pinnatifida* extracts under different conditions such as varying colorant concentration, temperature, time and dyebath pH. The dye uptake (K/S, value), CIE L*,a*,b* and Munsell values of the dyed samples and mordanted samples were measured. Colorfastness, antibacterial property and UV protection property were also evaluated. As colorants concentration increased, the dye uptake increased progressively and maximum color strength was obtained at 100% V/V. Dye uptake also increased with increasing temperature and time, and the maximum color strength was obtained at 80°C and 60min. With pre-mordanting, the color of the Al and Fe mordanted silk fabrics was yellow on the Munsell color system, while the Cu mordanted fabric was a greenish color. Al and Fe post-mordanted fabrics had a yellow tone, and the Cu post-mordanted fabric had a yellow greenish tone. The light fastness property of the Cu mordanted silk fabric was relatively good, The effect of Al and Fe mordanting on fastness was insignificant. The antibacterial activity of dyed and unmordanted silk fabric was excellent, whereas fabric dyed and mordanted with *Undaria pinnatifida* extract demonstrated superior ultraviolet protection.

Corresponding author: Kim Sangyool, Tel. +82-61-450-2533, Fax. +82-61-450-2539
E-mail: sykim@mokpo.ac.kr

This research was presented at the 2013 Fall Conference of The Korean Society of Fashion Business.
This research was a part of the project titled 'Development of Natural Colorant with Marine Useful Resources and Its Application', funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea.

Key words : colorant(색소), dye uptake(염착량), fastness(염색견뢰도), natural dyeing(천연염색), *Undaria pinnatifida*(미역)

1. 서론

해양은 지구표면의 70%나 차지하고 있을 뿐만 아니라 지구 전 동물종의 80%가 해양생물로 그 종류는 50여만 종에 달하고 있다. 해양생물 중 해조류는 다양한 해양생물의 산란장소, 은신처 및 성육장소의 역할을 하고 있으며 오래전부터 식용과 약재로 사용되어 온 주요한 해양생물자원의 하나이며 (Indergaard & Minsaas, 1991; Waaland, 1981), 대부분 식용물 등으로 활용되어 그 사용에 제한적이었으나 최근 해조류 등으로 제조한 수산식품이 각종 성인병의 예방과 치료에 효과적이라는 사실이 과학적으로 입증되면서 수산식품의 생리활성을 이용한 기능성식품개발 및 제약화에 많은 관심과 연구가 집중되고 있다 (Choi, Kim, Kim, Kim, & Kim, 1999).

갈조류에는 미네랄, 무기질, 비타민, 단백질 및 섬유소가 다량 함유되어 있고, 알긴산(alginic acid), 푸칸(fucan), 라미나란(laminaran) 등의 수용성 다당류가 풍부하다고 알려져 있으며, 이들 해조류에 포함된 수용성 다당류는 다량 섭취해도 인체에 무해하며, 푸칸과 알긴산 유도체들은 항염증, 항바이러스, 항종양 등의 효과가 있다고 보고된 바 있다(Shim, Ahn, & Kan, 2003). 최근 경제발전과 삶의 질 향상으로 인해 인체에 좋은 성분들이 함유되어 있고 비교적 안전한 천연물 유래물질로서 해조류에 대한 관심이 증가하고 있다(Cui, Lee, & Ham, 2002).

갈조류중 미역(*Undaria pinnatifida*)은 다시마목 미역과에 속하며, 우리나라의 대부분 연안에 분포하며 연해주, 중국, 일본 등 극동지방 특산의 해조류이다(Choi et al., 2008). 미역은 나트륨, 칼륨, 마그네슘 등의 다양한 무기질 성분, 식이섬유소, 리놀산 및 비타민 등 생리활성 물질이 풍부하게 함유되어 있다고 알려져 있다(Choi et al., 1999; W. Kim & Choi, 1994; K. Kim & Kim, 1982). 특히, 미역의 세포막 구성성분으로 다량 존재하는 점질 다당류인

알긴산(alginic acid)은 동일 분자내에 D-mannuronic acid와 L-guluronic acid가 β -1,4 결합을 하고 있는 직쇄상 형태의 복합다당류로 콜레스테롤 저하, 비만 및 변비방지 효능, 중금속 및 방사능 물질의 체내 흡수억제 및 체외배출과 더불어 혈압이나 당뇨 예방 효과가 높다는 보고가 있다(Kim & Cheng, 1984; Koo, Jo, Do, & Woo, 1995; Lee, Kim, & Pyeun, 1998; Rhee, 1972; Sato et al, 2002; Suzuki, Naka, Yoshie, Shirai, & Hirano, 1993; Zhuang, Itoh, Mizuno, & Ito, 1995). 그리고 미역을 포함한 다양한 갈조류에는 항암, 항콜레스테롤, 혈액응고 저해, 혈압조절 등의 혈류개선 작용이 우수하며, 지질대사 개선에도 효과가 있는 것으로 밝혀진 fucoxanthin이라는 carotenoid 색소가 함유되어 있다(Bojakowski et al., 2001; Maeda, Hosokawa, Sashima, Funayama, & Mitachita, 2005; Murata, Ishihara, & Saito, 1999).

오늘날 이와 같이 해양생물자원을 활용한 신물질 및 유용물질개발에 대한 관심과 연구가 점증하고 있으나 패션의류분야에서의 해조류를 활용한 기술개발 및 패션의류제품 개발은 아주 미미하며 특히 해조류를 이용한 천연염료의 개발 및 염색에 의한 패션의류제품 개발에 관한 연구는 매우 드물다.

본 연구는 해양생물자원을 활용한 유용물질개발에 관한 연구의 일환으로 해조류를 이용한 천연염료의 개발 및 패션의류제품 제작용 직물염색에의 응용을 통한 패션의류제품개발에 활용하기 위한 연구로 미역(*Undaria pinnatifida*)을 이용, 견직물 염색시 염색 조건에 따른 염색성, 매염에 의한 염착량, 각종 염색견뢰도의 변화, 항균성 및 자외선 차단특성 등의 가능성을 평가하여, 패션소재 제조용 천연염료로서의 미역의 사용가능성을 확인하고 최적조건을 확립하고자 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 시료 및 시약

시중 시판 견직물을 정련하여 시료로 사용하였으며 그 특성은 Table 1과 같다. 미역은 시중에서 구입하여 사용하였다. 매염제인 Al 매염제($AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), Fe매염제($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), Cu매염제($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 및 기타 시약 등은 1급 시약을 그대로 사용하였다.

2. 실험방법

1) 염료제조

미역 50g에 1L의 증류수를 가하여 100℃에서 100분간 추출한 다음 추출액을 여과하여 이를 염액으로 사용하였다.

2) 염색

미역 추출색소로 견직물에 욕비 1: 100, 색소농도 10~100 % v/v 염색시간 20 ~ 120분, 염색온도 40℃~90℃, pH 2~11로 변화시키면서 IR염색기(Daelim Starlet Engineering, Model DL-6000)를 이용, 염색한 다음 염색성(K/S)을 비교분석하여 색소추출액농도, 염색온도, 염색시간 및 pH의 영향을 고찰하였다.

3) 매염

Al, Cu, Fe 등을 매염제로 사용, 염색공정조건 등

의 최적조건을 이용하여 1:100의 욕비로 선매염 및 후매염을 40℃에서 20분간 행하고, 욕비 1:100, 색소추출액농도 100% v/v, 80℃에서 60분간 염색을 실시하였다. 매염의 최적조건 설정을 위하여 각 매염제 종류, 매염제농도(1~5% o.w.f.) 및 매염법에 따른 염착량을 비교 고찰하였다.

4) 염착량 및 표면색측정

400에서 700nm사이를 10nm 간격으로 표면반사율을 Handy type colormeter(Color System Co. Model JX 777)를 사용하여 측정한 후 K/S 값을 Kubelka-Munk 식에 의해 구하고 색의 변화요인을 배제하기위해 그것의 합(Total K/S)을 비교 고찰하였다.

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

여기서 R : 표면반사율, K : 흡광계수, S : 산란 계수

또한 염색, 매염제 종류 및 농도에 따른 색상의 변화는 색차계(Color System Co. Model JX 777)를 사용하여 CIELAB 표색계의 L*, a*, b* 값과 색상(Hue), 명도(Value), 채도(Chroma) 값을 측정하여 표면색의 변화를 고찰하였다.

5) 견뢰도 측정

세탁견뢰도는 KS K ISO 105 C06:2007 A2S법, 일광견뢰도는 KS K ISO 105 B02:2005법, 마찰견뢰도는 KS K 0650법, 땀 견뢰도는 AATCC perspiration tester를 이용하여 KS K 0715법, 드라이클리닝 견뢰도는 KS K ISO 105 D01:2005법에 준하여 측정하였다.

Table 1. Characteristics of Silk Fabric

Weave	Fabric counts (threads/inch)	Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Fiber content
Plain	72×60	10±1	0.16	Silk 100%

6) 항균성 측정

공시균으로 *Staphylococcus aureus*(ATCC 6538)와 *Klebsiella pneumoniae*(ATCC 4352)을 사용, KS K 0693: 2001에 의하여 정균감소율(bacteria reduction rate)를 측정 평가하였다.

7) 자외선 차단특성 측정

미처리 견직물, 미역 추출색소로 염색한 견직물 및 매염처리한 견직물의 UV-A 및 UV-B의 투과율을 UV-VIS-NIR Spectrophotometer(Varian, CARY 5000)를 이용 측정한 다음 다음식을 사용 계산하였다.

$$\text{UV투과율}(\%) = (T/B) \times 100$$

$$\text{UV차단율}(\%) = 100 - \text{UV투과율}(\%)$$

여기서 T : 시료를 통과한 UV투과량
B : 공기를 통과한 UV투과량

III. 결과 및 고찰

1. 염색성

Figure 1은 염색온도 80℃, 염색시간 60분에서 염색하였을 때 미역 추출색소농도에 따른 염색성(K/S)의 변화를 나타낸 것이다. 추출색소농도가 증가함에 따라 염착량(K/S)은 증가하는 경향을 나타내었으며 추출색소농도 100 % v/v에서 최대 K/S값을 보였다. 이는 염욕에서의 추출색소농도가 증가할수록 더 많은 염료들이 견직물로 이동하여 염착됨으로서 색의 깊이가 더욱 강하게 되기 때문에 염색성은 증가하는 경향을 나타냈다고 생각된다(Shin, Son, & Yoo, 2008).

미역 추출색소로 염색시 염색시간에 따른 염색성의 변화를 Figure 2에 나타내었다. 염색시간 60분까지의 미역 추출색소들의 흡착은 빠르게 진행되어 염색성은 뚜렷하게 증가하는 것을 알 수 있었으며, 염색시간 60분에서 최대 염색성을 나타낸 후 그 이상의 시간에서는 조금씩 감소하는 경향을 나타내었다. 견직물내에 염착할 수 있는 미역 추출색소의 양이 염색시간 60분에서 포화상태에 이르러, 그 이상

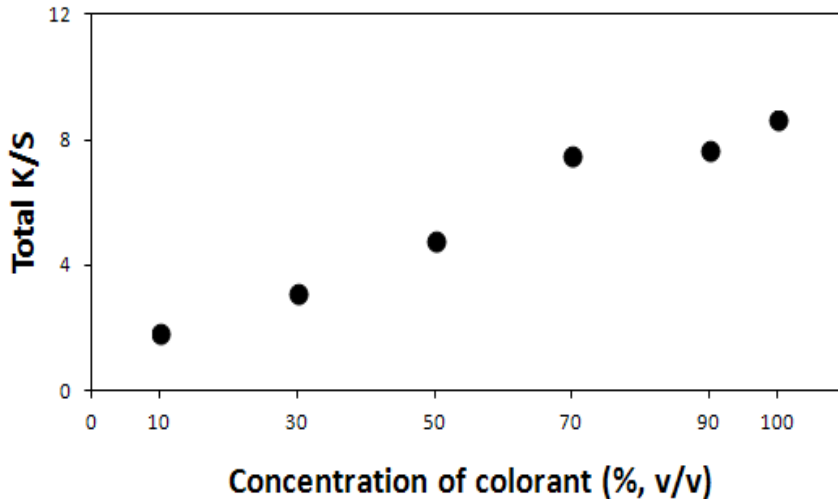


Figure 1. Effect of Colorant Concentration on K/S of Silk Fabric Dyed with *Undaria pinnatifida* Extract

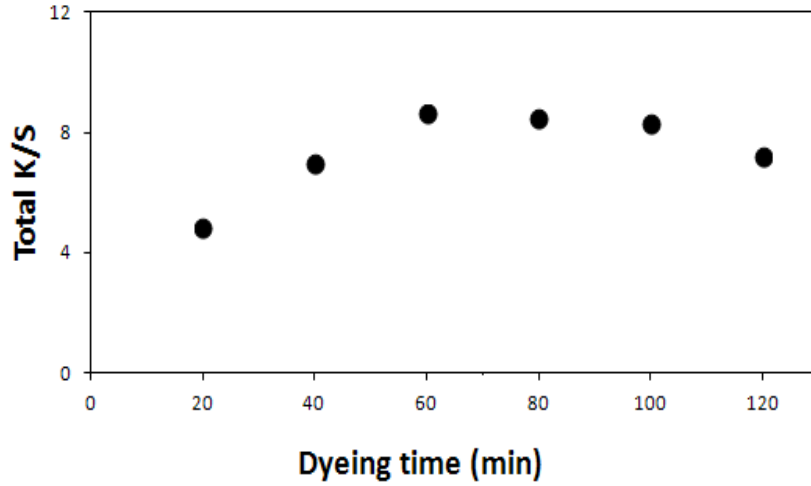


Figure 2. Effect of Dyeing Time on K/S of Silk Fabric Dyed with *Undaria pinnatifida* Extract

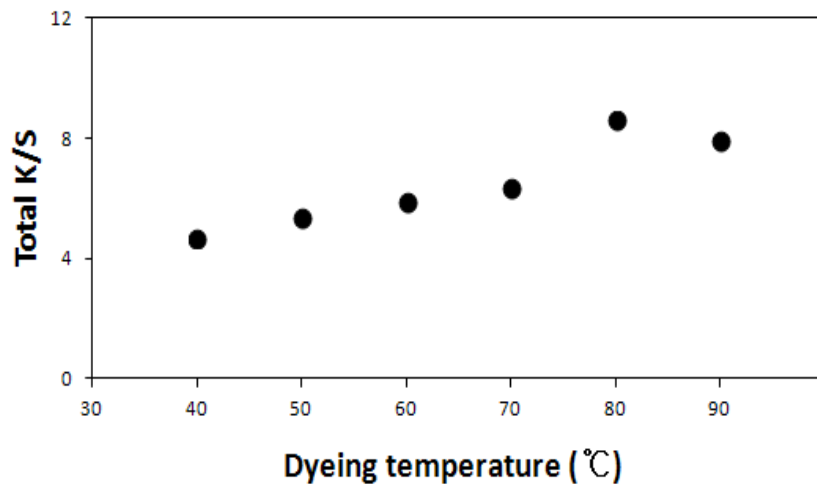


Figure 3. Effect of Dyeing Temperature on K/S of Silk Fabric Dyed with *Undaria pinnatifida* Extract

염색시간이 증가하더라도 더 이상의 염색성(K/S)의 증가는 나타내지 않는다고 생각되어진다. 따라서 본 실험조건에서 적정 염색시간은 60분이라고 사료된다.

Figure 3은 미역 추출색소농도 100% v/v, 60분으로 염색하였을 때 염색온도에 따른 염색성(K/S)의 변화를 나타낸 것이다. 염색온도가 증가할수록 염색성은 증가하여 염색온도 80°C에서 최대 K/S 값을 보였으며 그 이상의 온도에서는 약간 저하하는 경향

을 나타내었다. 색소분자들의 집합체는 염색온도가 증가할수록 감소하여 섬유내부로 색소들이 용이하고 빠르게 확산할 수 있으므로 염색성은 염색온도가 증가할수록 증가하는 것으로 판단되어지며(Trotman, 1975), 본 실험조건에서 최대 K/S값을 나타내는 염색온도는 80°C로 견직유의 촉감 및 섬유의 손상방지를 위하여서는 80°C로 염색하는 것이 적절하다고 사료된다.

미역 추출색소농도 100% v/v, 80℃에서 60분간 염색하였을 때 염욕의 pH가 염색성에 미치는 영향을 Figure 4에 나타내었다. 염색성은 염욕이 산성으로 됨에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 최대 염색성은 pH 3에서 관찰되었다. 이는 pH가 등전점 이하인 산성욕에서 섬유는 염기성 아미노기의 해리(-NH₃⁺)에 의해서 양이온성을 띠게 되고, 미역 추출 염액의 색소성분들이 산 가수분해에 의해 당이 해리되면서 음이온성이 되어 이온결합이 형성되면서 높은 염색성을 나타내는 것으로 생각된다(Bai, 2010). 한편 견섬유는 염욕중의 pH가 등전점 이상이 되면 음이온성을 띠게 되어 색소성분들과의 사이의 전기적 반발력에 의해 염착이 방해받아서 염색성은 저하하며, 염욕의 pH가 더욱 높은 알칼리성이 되면 견섬유 전체의 하전은 더욱 음이온성이 높은 상태가 되어 염료와의 이온적결합은 더욱 더 곤란하게 되므로 염색성은 저하하는 결과를 나타낸다고 사료된다. 이상의 결과로부터 염욕의 pH가 감소할수록 염색성은 증가하는 경향을 나타냄을 알 수 있었다.

2. 매염특성

매염제의 종류, 매염제농도 및 매염방법에 따른 염색성(K/S)의 변화를 Figure 5와 Figure 6에 나타내었다. Figure 5는 선매염한 견직물의 K/S값의 변화를 나타낸 것이다. 염색은 100% v/v 색소농도, 80℃ 염색온도, 60분의 염색시간으로 행하였다. Al 매염시 염색성(K/S)은 매염제 농도에 따른 큰 변화는 관찰되지 않았으나 2% o.w.f.에서 최대 K/S를 보였다. Cu 매염의 경우 매염제농도 1% o.w.f.에서 최대 K/S값을 나타내었으며, Fe 매염제는 매염제 농도가 증가함에 따라 K/S는 증가하는 경향을 보여 4%에서 최대 K/S값을 나타내었다. Figure 6은 후매염 처리한 경우의 K/S값의 변화를 나타낸 것으로 Si의 경우 매염제농도 3%, Cu 4% 및 Fe매염제의 경우 5% o.w.f.에서 높은 K/S값을 나타내는 경향을 보였다.

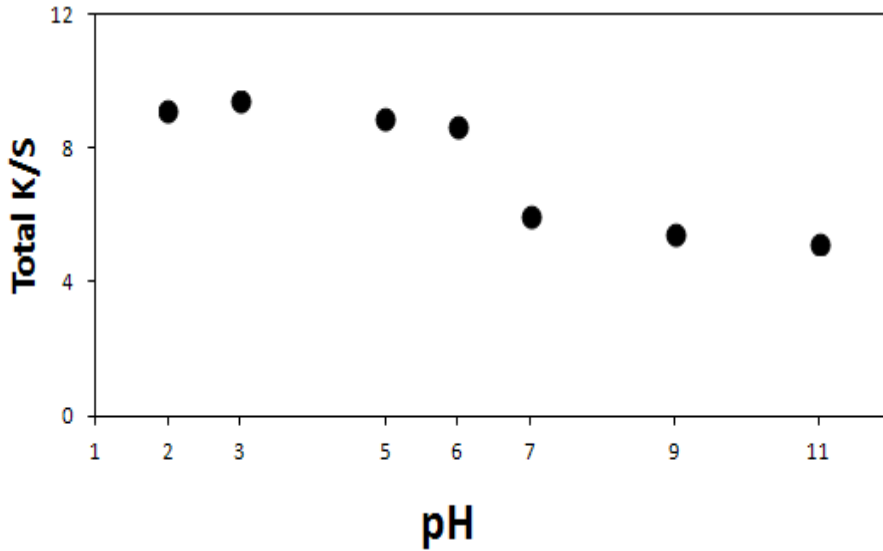


Figure 4. Effect of pH on K/S of Silk Fabric Dyed with *Undaria Pinnatifida* Extract

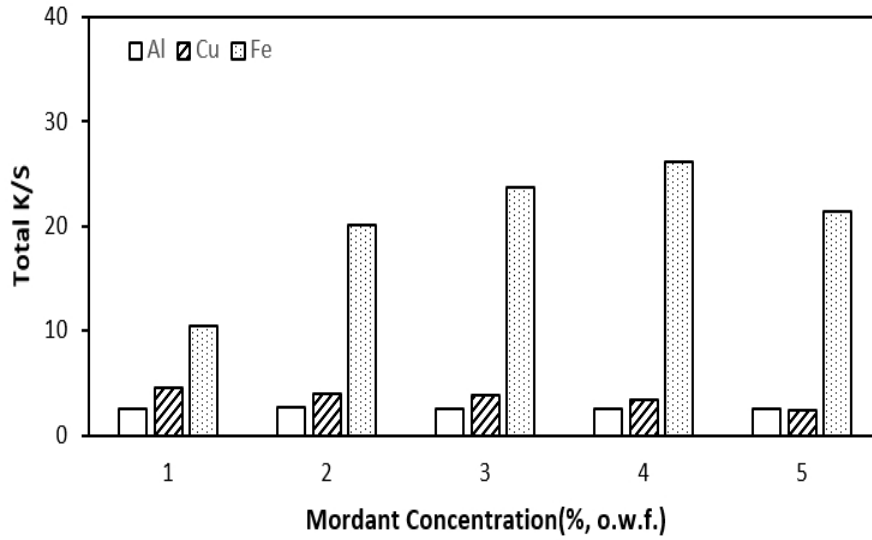


Figure 5. Relation between Concentration of Mordants and K/S Value of Silk Fabric Dyed with *Undaria Pinnatifida* Extract by Pre-mordanting Method

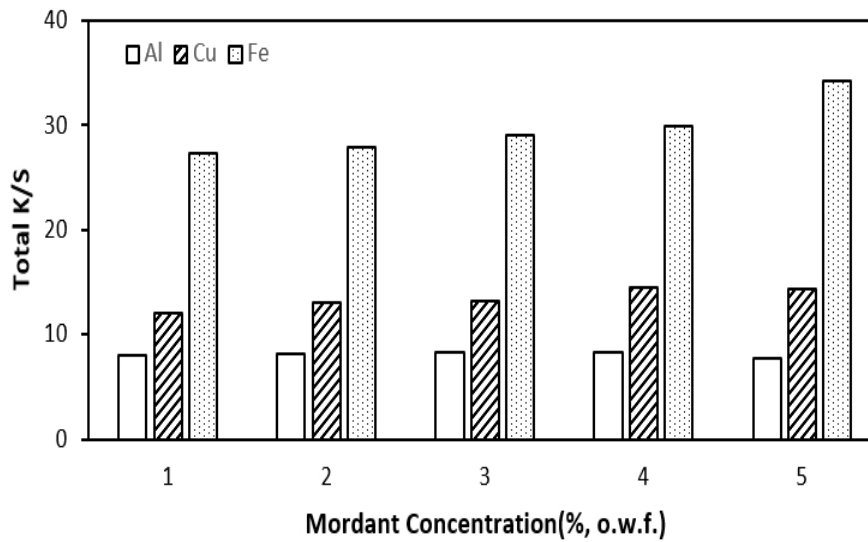


Figure 6. Relation between Concentration of Mordants and K/S Value of Silk Fabric Dyed with *Undaria Pinnatifida* Extract by Post-mordanting Method

Table 2 및 Table 3은 미역 추출색소로 염색한 견직물에 대하여 각종 매염조건에 따른 표면색의 변화를 나타낸 것으로 L*은 명도를, +a* 방향은 red, -a* 방향은 green 색상으로의 변화, +b* 방향은 yellow, -b* 방향은 blue 색상으로의 변화를, H는 색상(Hue), V는 명도(Value), C는 채도(Chroma)를 나타낸 것이다.

Table 2는 선매염 처리한 견직물의 표면색 변화를 나타낸 것으로 명도 L*의 경우, Al 및 Cu 매염시 미처리 견직물에 비하여 증가하여 색상이 밝아지는 경향을 나타냈으나 Fe 매염후에는 감소하여 색상이 어두워지는 경향을 보였다. 색감각지수 a*의 경우, Al 매염시 약간 저하하여 녹색을 띄는 경향의 증가를 나타냈으나 매염제 농도에 따른 큰 변화는 보이지 않았다. Cu 매염시에는 무매염 시료보다 큰 폭으로 저하하여 녹색을 띄는 경향이 뚜렷했으며 매염제 농도 증가에 의해서는 그와 같은 경향이 조금 감소

함을 알 수 있었으며, Fe 매염시에는 적색을 띄는 경향이 증가함을 나타내었다. 색감각지수 b*의 경우 미처리 견직물에 비하여 Al 및 Cu 매염후 염색처리한 직물은 청색을 띄는 경향이 증가하였으며, Fe 매염제의 경우 황색을 띄는 경향의 증가를 나타내었다. 색상은 Al 및 Fe 매염제에서 Y계열의 색상을, Cu 매염제에서는 G계열의 색상을 보였다.

Table 3은 후매염 처리한 경우의 표면색 변화로서 명도 L*의 경우, Al 매염시 미처리 견직물에 비하여 증가하여 색상이 밝아지는 경향을 나타냈으나 Cu 및 Fe 매염후에는 감소하여 색상이 어두워지는 경향을 보였다. 색감각지수 a*의 경우, 매염시 저하하여 녹색을 띄는 경향의 증가를 나타냈으며 Cu 매염시에는 녹색을 띄는 경향이 더욱 뚜렷해짐을 알 수 있었다. 색감각지수 b*의 경우 미처리 견직물에 비하여 Al 매염시 큰 변화가 없었으며 Cu 매염후 염색처리한 직물은 청색을 띄는 경향이 약간 증가하였

Table 2. Color Change of Silk Fabric Pre-mordanted with at Various Mordant and Mordant Concentration

Mordant	Concentration (% o.w.f.)	L*	a*	b*	ΔE	H	V/C
Untreated		80.74	3.45	25.74	23.79	3.52Y	7.94/4.24
Al	1	87.21	2.69	6.32	9.39	2.62Y	8.81/3.42
	2	86.90	2.75	6.74	9.62	2.57Y	8.72/3.43
	3	87.58	2.63	6.26	8.54	2.81Y	8.85/3.37
	4	87.60	2.61	5.43	8.49	2.84Y	8.86/3.35
	5	87.76	2.60	5.35	8.43	2.95Y	8.93/3.16
Cu	1	84.38	-9.36	2.12	14.51	3.64G	8.31/2.28
	2	85.32	-8.84	2.07	13.20	3.35G	8.41/2.18
	3	85.45	-8.61	1.40	13.13	3.27G	8.42/2.15
	4	86.31	-8.52	1.34	12.71	2.74G	8.51/2.11
	5	87.12	-5.47	-0.32	11.43	2.58G	8.59/1.60
Fe	1	81.13	7.23	28.01	27.09	1.54Y	7.98/4.81
	2	73.26	8.03	28.19	32.60	1.21Y	7.17/4.84
	3	70.07	8.80	29.12	33.54	0.87Y	6.84/5.02
	4	69.07	9.10	30.37	35.17	0.79Y	6.74/5.24
	5	71.56	8.10	28.98	33.22	1.20Y	7.00/4.96

Table 3. Color Change of Silk Fabric Post-mordanted with at Various Mordant and Mordant Concentration

Mordant	Concentration (% o.w.f.)	L*	a*	b*	ΔE	H	V/C
Untreated		80.74	3.45	25.74	23.79	3.52Y	7.94/4.24
Al	1	82.98	-0.62	25.02	22.13	6.59Y	8.17/3.94
	2	82.68	-0.21	25.08	22.17	6.23Y	8.14/3.96
	3	81.96	0.63	25.70	22.34	5.30Y	8.06/4.03
	4	81.99	0.19	25.60	22.25	5.88Y	8.07/3.97
	5	82.18	0.04	25.13	22.19	5.76Y	8.08/4.01
Cu	1	77.64	-2.96	21.77	24.10	9.31Y	7.62/3.51
	2	76.22	-3.51	22.32	24.43	0.13GY	7.47/3.57
	3	75.95	-3.55	22.74	24.50	0.18GY	7.44/3.62
	4	75.01	-3.68	24.24	25.30	0.45GY	7.35/3.81
	5	75.26	-3.58	22.84	25.15	0.19GY	7.37/3.63
Fe	1	63.28	1.39	14.17	32.23	5.78Y	6.16/2.13
	2	62.41	1.37	13.93	32.65	5.79Y	6.07/2.30
	3	62.20	1.36	13.58	33.15	5.80Y	6.05/2.34
	4	61.98	1.22	13.28	33.44	6.06Y	6.03/2.39
	5	59.76	0.47	12.17	35.47	7.45Y	5.81/2.43

으며, Fe 매염제의 경우 가장 뚜렷한 청색을 띄는 경향의 증가를 나타내었다. 색상은 Al 및 Fe 매염제에서 Y계열의 색상을, Cu 매염제에서는 GY계열의 색상을 보였다.

3. 각종 염색견뢰도

Table 4는 Figure 1 ~ Figure 4의 결과로부터 알 수 있듯이 최적의 염색성을 나타내는 조건인 100% V/V, 60분, 80°C의 조건과 견직물은 고산도 용액에서는 섬유가 손상될 수도 있으므로 염액추출시 산도인 pH 6의 조건으로 무매염 염색 견직물과 선매염보다 염착성이 우수한 후매염법을 적용하여 염색후 최적 K/S를 보인 매염제 농도 Al 3%, Cu 4%, Fe 5% o.w.f.로 40°C에서 20분간 후매염한 견직물의 각종 견뢰도를 측정된 결과이다.

일광견뢰도의 경우 무매염 염색 견직물에 비해 Al

및 Fe 매염시 매염에 의한 일광견뢰도의 향상을 나타내지 않았으나, Cu 매염시 3등급으로 매염에 의해 1~2등급 향상되는 결과를 보였다. 드라이클리닝의 경우 변퇴색 및 오염이 염색 또는 매염시 모든 매염제에서 4~5등급으로 큰 변화를 보이지 않았다. 한편 세탁견뢰도는 변퇴색에 있어 Cu 매염 염색 견직물은 1~2등급으로 저하하였으나, Al 및 Fe의 경우 2~3등급으로 동일등급을 유지하는 결과를 나타내었으며 오염은 4~5급의 견뢰도를 보였다. 마찰견뢰도는 4~5등급으로 매염 및 매염제에 따라 큰 변화가 없음을 알 수 있었으며, 땀견뢰도의 경우 산성욕 Cu 및 Fe 변퇴색의 경우 무매염 염색 4등급에서 3~4등급으로 약간 저하하였으나 Al 매염시 4~5등급으로 약간 증가하는 경향을 보였다. 한편 일칼리욕 Al 및 Cu 변퇴색의 경우 매염시 4등급에서 3등급으로 1등급 저하하는 경향을 보이고 Fe 매염은 동일등급을 나타내었으며, 오염의 경우 무매염 염색 및 Al, Cu 매염시 3~4등급, Fe 매염시 4등급으로

Table 4. Colorfastness of Silk Fabrics Dyed with *Undaria Pinnatifida* Extract and Mordanted with Various Mordants

Silk	Light	Dry Cleaning			Washing			Rubbing		Perspiration					
		Fade	Stain		Fade	Stain		Dry	Wet	Acidic			Alkaline		
			Silk	Cotton		Silk	Cotton			Silk	Cotton	Silk	Cotton		
														Fade	Fade
Dyed	1-2	4-5	4-5	4-5	2-3	4	4-5	4	4-5	4	4	4-5	4	3-4	3-4
Al	1	4-5	4-5	4-5	2-3	4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	3	3-4	3-4
Cu	3	4-5	4-5	4-5	1-2	4	4-5	4-5	4-5	3-4	4	4-5	3	3-4	3-4
Fe	1-2	4-5	4-5	4-5	3	4-5	4-5	4-5	4-5	3	4	4-5	4	4	4

Table 5. Antibacterial Property of Silk Fabrics Dyed with *Undaria Pinnatifida* Extract and Mordanted with Various Mordants

Silk fabrics	Antibacterial property	Bacteria reduction rate (%)	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
treated		46.4	42.0
Dyed		99.9	99.9
Al mordanted		77.5	98.4
Cu mordanted		99.9	99.9
Fe mordanted		89.5	96.9

매염에 의한 큰 변화는 나타나지 않음을 알 수 있었다. 각종 견뢰도의 평가 결과를 종합하면 Cu 매염에 의해 일광견뢰도는 1~2등급 향상하였으며 그의 견뢰도는 뚜렷하게 저하하거나 향상되는 경향을 나타내지 않음을 알 수 있었다.

4. 항균특성

Table 5는 항균성특성 측정용 시료준비시 적용한 동일한 방법을 이용, 미역 추출색소로 색소농도 100 %v/v, 염색온도 80℃, 염색시간 60분, pH 6에서 염색한 견직물과 매염제 농도 Al 3%, Cu 4%, Fe 5% (o.w.f.)로 40℃에서 20분간 후매염 처리한 견직물의 항균효과를 알아보기 위하여 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)과 폐렴간균(*Klebsiella pneumoniae*)을 사용, 세균투여 18시간 이후의 정

균율을 조사하여 평가한 항균성을 나타낸 것이다. 황색포도상구균 및 폐렴간균에 대해서 염색만 실시한 직물은 99.9%의 정균감소율을 보여 뚜렷한 항균효과를 나타내었으며 결과로부터 매염을 행하지 않더라도 미역 추출색소의 염색만으로도 항균성을 부여할 수 있을 정도로 미역 추출색소의 뚜렷한 항균성을 확인하였다. Al 및 Fe 매염에 의해서는 무매염 염색에 비해 항균성이 저하하였으며 Cu 매염의 경우에만 99.9%의 항균성을 보였다.

5. 자외선 차단특성

자외선은 멜라닌 색소의 전구물질을 산화시켜 멜라닌을 생성하여 피부를 검게 만들며 피부노화를 촉진시키는 파장 315~400nm의 자외선 A, 피부의 혈관이 확장되고 혈액의 흐름이 증대되는 Sun-Burn

Table 6. Ultraviolet Protection Property of Silk Fabrics Dyed with *Undaria Pinnatifida* Extract and Mordanted with Various Mordants

Silk	UV-R(%)	UV-A(%)	UV-B(%)	UPF
Untreated	81.3	77.9	92.4	9
Dyed	96.0	95.2	98.6	46
Al	95.1	94.4	97.3	27
Cu	97.6	97.1	99.2	50+
Fe	96.0	95.5	97.8	36

UV-R : 290~400nm · UV-A : 315~400nm · UV-B : 290~315nm

현상을 초래하며 피부를 태워 색소 침착을 촉진하는 파장 290~315nm의 자외선 B, 살균작용이 있는 파장 180~290nm의 자외선 C로 구분한다.

Table 6 또한 항균성특성 측정용 시료준비시 적용한 동일한 방법을 이용하여 염색 및 매염한 견직물의 자외선 차단특성을 나타낸 것으로 자외선 UV-A의 차단을 시험에서 미염색 견직물의 경우인 77.9%에 비해 염색한 경우 95.2%로 미역 추출색소에 의한 자외선 차단특성의 부여를 확인할 수 있었으며 Al 매염시 무매염 직물에 비해 약간 저하하였으나 Cu 매염했을때 무매염 염색시의 95.2%에서 97.1%으로 매염에 의해 UV-A 차단특성이 증가하였다. UV-B의 차단율은 미염색시의 92.4%에 비교하여 염색시 98.6%로 차단능력이 증가함을 확인하였으며 매염시 97.3~99.2%의 차단율을 보였다. 자외선 차단지수(UPF)는 미염색 직물의 9에 비해 염색 또는 염색 및 매염시 27이상이었으며 Cu매염시 50+로 탁월한 차단특성의 부여를 확인할 수 있었다. 결과로부터 미역 추출색소의 염색 및 Cu 매염시 매우 우수한 자외선 차단특성의 부여가 가능함을 알 수 있었다.

IV. 결론

미역(*Undaria pinnatifida*)을 이용, 견직물에 염색 시 염색조건에 따른 염색성, 매염에 의한 염착량 및 표면색의 변화, 각종 염색견뢰도의 변화, 항균성 및

자외선 차단특성 등의 기능성을 평가한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

미역 추출색소를 이용, 견직물에 염색하였을 때, 추출색소농도 100% v/v, 염색시간 60분, 염색온도 80℃, pH 3에서 최대 염착량을 나타내었다. 선매염시 Al 2%, Cu는 1%, Fe는 4%에서 최대 K/S값을 나타냈으며, 후매염시에는 Al 3%, Cu 4%, Fe는 5%에서 최대 K/S값을 나타냈다. 선매염의 경우, Cu 매염시에는 녹색을 띄는 경향이, Fe 매염시에는 적색을 띄는 경향이 증가함을 나타내었으며, Al 및 Cu 매염후 염색처리한 직물은 청색을 띄는 경향이 증가하였으며, Fe 매염제의 경우 황색을 띄는 경향의 증가를 나타내었다. 색상은 Al 및 Fe 매염제에서 Y계열의 색상을, Cu 매염제에서는 G계열의 색상을 보였다. 후매염하였을 때 Cu 매염시에는 녹색 및 청색을 띄는 경향이 증가하고, Fe 매염제의 경우에는 청색을 띄는 경향의 증가를 나타내었다. 색상은 Al 및 Fe 매염제에서 Y계열의 색상을, Cu 매염제에서는 GY계열의 색상을 보였다.

또한 무매염 염색 또는 염색후 후매염한 견직물을 이용하여 각종 견뢰도, 항균성 및 자외선 차단특성을 평가한 결과, Cu 매염에 의해 일광견뢰도는 1~2 등급 향상하였으나 드라이클리닝, 세탁, 마찰 및 땀 견뢰도 등 그 외 견뢰도는 매염에 의해 뚜렷하게 저하하거나 향상되는 경향을 나타내지 않음을 알 수 있었다. 황색포도상구균 및 폐렴간균에 대해서 염색만 실시한 직물은 99.9%의 정균감소율을 보여 미역 추출색소의 염색에 의해서 완벽한 항균효과를 얻을 수 있음을 알 수 있었으며, 염색 및 매염한 모든

시료에서 탁월한 자외선 차단특성의 부여를 확인할 수 있었다.

본 연구의 결과로부터 패션소재 제조용 천연염료로서의 미역의 사용가능성을 확인할 수 있었으며, 이를 패션의류제품 제작용 직물염색에의 응용을 통한 패션의류제품개발에 적극 활용하여 기능성이 부여된 해양패션직물 개발에 기여하고자 한다.

References

- Bai, S. (2010). Dyeing properties of rayon and cotton fabrics with *Scutellaria baicalensis* Georgi. *Journal of Fashion Business*, 14(4), 174-184.
- Bojakowski, K., Avramczyk, P., Bojakowaska, M., Zwolinska, A., Przybyski, J., & Gaciong, Z. (2001). Fucoidan improves the renal blood flow in the early stage of renal ischemia/reperfusion injury in the rat. *Journal of Physiol Pharmacol*, 52(1), 137-43.
- Choi, J., Bae, H., Kim, Y., Park, N., Kim, T., & Choi, Y. (2008). Nutritional composition and biological activities of the methanol extracts of sea mustard (*Undaria Pinnatifida*) in market. *Journal of Life Science*, 18(3), 387-394.
- Choi, J., Kim, D. W., Kim, J., Kim, D. I., & Kim, C. (1999). Effect of brown algae (*Undaria pinnatifida*): Noodle on lipid metabolism in serum of SD-rats. *Journal of Korean Fisheries Society*, 32(1), 42-45.
- Cui, C., Lee, D., & Ham, S. (2002). Antimutagenic and anticancer effects. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 31(3), 322-328.
- Indergaard, M., & Minssas, J. (1991). *Animal and human nutrition. In seaweed resources in europe: Uses and potential*. New York, USA: John Wiley & Sons Ltd.
- Kim, K., & Cheng, D. (1984). Optimum conditions for extracting alginic acid from and amino acid composition of its extraction residue. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 16(3), 336-340.
- Kim, K. & Kim, C. (1982). Studies on the manufacture of *Undaria pinnatifida*, laver and it's physiocochemical properties. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 14(4), 336-344.
- Kim, W. & Choi, H. (1994). Development of combined methods for effective extraction of sea mustard. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 26(1), 44-50.
- Koo, J., Jo, K., Do, J. & Woo, S. (1995). Isolation and purification of fucoidans from *Laminaria religiosa* and *Undaria pinnatifida* in Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, 28(2), 227-236.
- Lee, D., Kim, H. & Pyeun, J. (1998). Effect of low-molecularization on rheological properties of alginic acid. *Journal of Korean Fisheries Society*, 31(1), 82-89.
- Maeda, H., Hosokawa, M., Sashima, T., Funayama, K. & Miyachita, K. (2005). Fucoxanthin from edible seaweed, shows antiobesity effect through UCP1 expression in white adipose tissues. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 33(2), 392-397.
- Murata, M., Ishihara, K. & Saito, H. (1999). Hepatic fatty acid oxidation enzyme activities are stimulated in rat fed the brown seaweed, *Undaria pinnatifida* (Wakame). *The Journal of Nutrition*, 129(1), 146-151.
- Rhee, S. (1972). A study on the calcium and iron content of the *Undaria pinnatifida* suringar. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 1(1), 25-31.
- Sato, M., Hosokawa, T., Yamaguchi, T., Nakano, T., Muramoto, K., & Kahara, T. (2002). Angiotensin I-converting enzyme inhibitory

- peptides derived from Wakame (*Undaria pinatifida*) and their antihypertensive effect in spontaneously hypersensitive rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 6245–6252.
- Shim, J., Ahn, B., & Kan, C. (2003). The neutral characteristic and effect of brown algae as functional substances in poultry. *Korean Journal of Poultry Science*, 16(1), 38–52.
- Shin, Y., Son, K. & Yoo, D. (2008). Dyeing properties and color of silk fabrics dyed with safflower yellow dye. *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 32(6), 918–924.
- Suzuki, T., Naka,i K., Yoshie, Y., Shirai, T., & Hirano, T. (1993). Effect of sodium alginates rich in guluronic acid and mann–uronic acids on cholesterol levels and digestive organs of high–cholesterol–fed rats. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59(4), 545–551.
- Trotman, E. (1975). *Dyeing and chemical technology of textile fibers* (5th ed.). London: Charles Griffin & Co. Ltd.
- Waaland, J. (1981). *Commercial utilization*. In *The Biology of Seaweeds*. Oxford. UK: Blackwell Scientific Publications.
- Zhuang, C., Itoh, H., Mizuno, T., & Ito, H. (1995). Antitumor active fucoidan from the brown seaweed, *Umitoranoo* (*Sargassum thunbergii*). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 59(4), 563–567.

Received(September 5, 2014)

Revised(October 14, 2014; November 6, 2014)

Accepted(November 21, 2014)