

오디 추출액을 이용한 상주실크의 천연염색

이광우[†] · 이준희 · 엄수정 · 배은미 · 김태연 · 윤석한¹

경북대학교 이공대학 섬유패션디자인학부, ¹한국염색기술연구소

Natural Dyeing of Sangju Silk with Mulberry Extract Solution

Kwang-Woo Lee[†], Jun-Hee Lee, Su-Jang Eum, Eun-Mi Bae,
Tae-Yeon Kim and Seok-Han Yoon¹

School of Textile & fashion design, Kyungpook National University, Daegu, 742-711 Korea

¹R&D Division, Korea Dyeing Technology Center, 703-834, Korea

(Received: May 3, 2010/Revised: June 5, 2010/Accepted: September 2, 2010)

Abstract— Natural dyeing of Sangju silk for graveclothes with mulberry extract solution was studied. The anthocyanidin dye in the extracted mulberry solution was markedly influenced by pH condition, which resulted in the changed maximum light absorption from a λ_{max} of 525nm in acidic condition to 380nm in alkaline condition possibly due to the irreversible transformation of anthocyanidin to cyanidin form of the dye. The color fastness properties to both light and washing were good when the fabrics were dyed at 80°C with the mulberry-extracted solution upto twice extraction.

Keywords: mulberry, natural dyeing, graveclothes, Sangju silk, anthocyanidin

1. 서 론

약제나 식용으로 사용되고 있는 염색재료를 이용한 천연염색은 화학염료의 잠재적인 인체 독성이나 알레르기 유발 가능성을 간단하게 극복할 수 있는 대안 중의 하나이다¹⁻³. 따라서 약리 효과를 갖는 식물을 염색 재료로 이용하여 다양한 색상 뿐 아니라 피부와 인체에 유익한 약성을 발휘하는 천연염색이 최근 각광을 받고 있다⁴. 한편 천연색소에 대한 관심이 높아짐에 따라 식품이나 화장품 등에 첨가하여 기능성을 높이고자 하는 연구도 진행중으로 오디에 함유된 anthocyanin 색소를 이용하기도 한다^{5,6}.

뽕나무의 열매인 오디는 달고 차며 독이 없으며 오장과 관절을 이롭게 하고 혈기를 통하게 한다. 또한 백발을 검게하고, 오장을 이롭게 하며 오래 먹으면 배고픔을 모르게 한다. 이외에 부종(浮腫) 억제, 숙취(宿醉) 제거, 소갈병(消渴病) 제거, 대머리예방 및 치료에 사용된 것으로 보고되고 있다⁷. 꽃의 색소는 플라보노이드계에 속하는 안토시아닌으로서 주황색, 적색, 분홍색, 자주색, 보라색, 청색을 나타내고 열매

인 오디는 색소를 다량으로 함유한 과실로서 주로 안토시아닌 계통의 색소를 가지고 있으며 cyanidin-3-glucoside와 cyanidin-3-rutinoside가 주 성분이다(Scheme 1). 안토시아닌은 플라보노이드류의 일종으로 소염제, 항알러지제, 면역증가제, 항바이러스제 등의 생리활성이 있는 것으로 확인되었다. 오디의 안토시아닌은 적색, 자색 또는 청남색을 띤다^{8,9}.

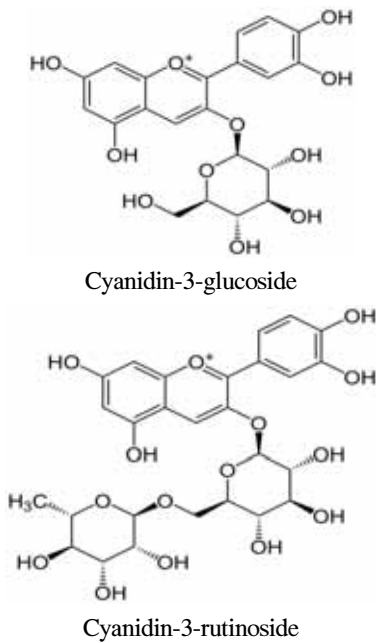
이 연구는 잠엽의 부산물로 폐기되고, 식용 오디를 생산 후 판매 부적합한 오디를 이용하여, 국내 수의 재료로 가장 많이 사용되고 있는 상주함창 명주를 천연 염색함으로써, 고부가가치의 천연염색된 수의를 제작하기 위한 방안으로 누에의 먹이인 뽕잎을 생산하는 뽕나무의 열매인 오디 추출물을 사용하여 수의용 명주에 천연염색하였다.

2. 실 험

2.1 실험준비

오디는 상주시에서 식용(뽕나무 품종: 한울 2호)으로 생산하여 1kg으로 포장되어 -20°C에서

[†]Corresponding author. Tel.: +82-54-530-1312; Fax.: +82-54-530-1319; e-mail: lkww@knu.ac.kr



Scheme 1. The Structural formula of main pigment components in mulberry

냉동보관하여 판매하는 품종을 구입하여 사용하였다. 수의용 상주실크는 상주함창 허씨비단에서 생산하여 평직으로 제직한 직물을 정련한 것을 구입하여 사용하였다.

직물의 주요특성으로는 경사 150 D, 위사 90 D이고, 직물의 두께 0.195mm, 밀도는 경위사 106x67 올/inch², 직물의 폭 37.5cm, 1m 직물의 무게 31.5206g/m 의 평직물이다.

2.2 오디액 추출

예비실험에서는 오디를 구입하여 80°C에서 오디무게 1kg과 동일한 증류수량을 가하여 4시간 추출한 후에 필터링하여 1차 추출용액으로 하였고, 이 용액에 다시 2kg의 물을 넣어서 다시 4시간 추출한 액을 2차 추출용액, 같은 방법으로 3차 추출용액, 4차 추출용액으로 하였다. 실험에 사용하는 오디의 추출액은 냉동된 오디 5kg에 동량의 물 5kg의 증류수를 가하여 80°C에서 4시간 동안 추출하여 1차 추출용액으로 하여 필터링한 후에 원액으로 사용하였다. 2차 용액은 1차 추출액을 얻은 후 남은 오디에 오디무게의 2배인 10kg의 물을 가하여 2차 추출용액을 제조하였다. 다시 10kg의 물을 넣고 3차 추출용액, 다시 4차 추출용액을 얻었다. 추출액의 흡광도는 UV/Visible Spectrophotometer (Sinco, Korea)를 이용하여 측정하였다.

2.3 오디 추출액을 이용한 염색

각각의 추출액을 실험실염색기(Japan INTEC Co. Ltd)를 이용하여 교반속도 50회/분으로 작동하여 70°C의 온도에서 시간과 추출액 별로 염색을 실시하였고 매염제는 사용하지 않았다.

2.4 염색된 직물의 일광견뢰도 및 세탁견뢰도 측정

오디로 염색한 시료는 KS K ISO 105-B 02와 KS K ISO 105-C 06법에 의거하여 일광견뢰도와 세탁견뢰도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 추출용액별 흡광도 측정

예비실험을 위한 추출액의 흡광도 분석을 위하여 각 추출 용액의 오디추출액을 증류수로 100배 희석하여 각 추출액에 대한 흡광도를 측정하였다(Fig. 1). 525nm에서 플라보노이드의 강한 흡수대를 발견하는 것을 확인하였다¹⁰⁾.

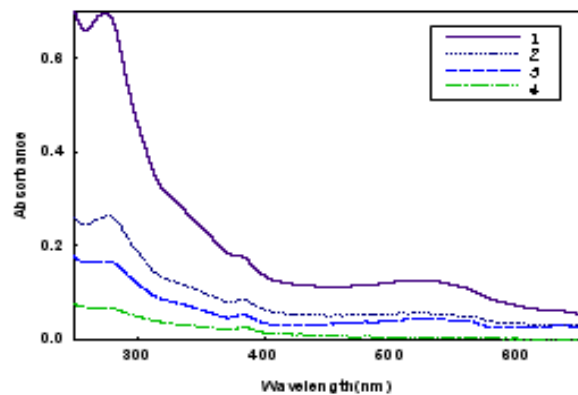


Fig. 1. The absorbance spectrum of mulberry extracted solution.

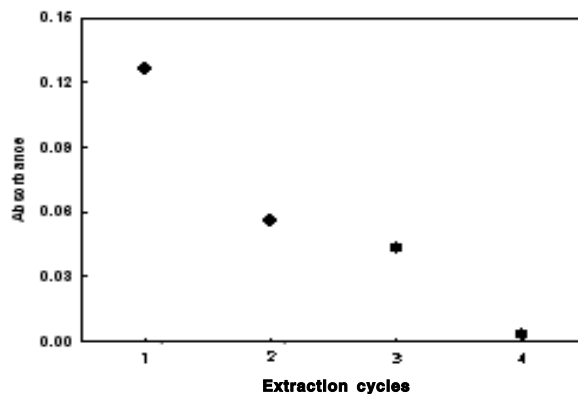


Fig. 2. The absorbance at 525nm of mulberry extracted solution.

Fig. 2는 525nm에서 100배 희석한 용액의 흡광도를 분석한 결과로서 1차 추출용액은 0.13 이고, 2차 추출용액은 0.05, 3차 추출용액은 0.04 이며, 4차 추출용액 0.01로서 추출회수에 따라 흡광도가 급격하게 감소하는 것을 알 수 있다.

3.2 pH별 흡광도 측정

Fig. 3은 추출한 용액의 pH 별 색상 변화를 관찰하기 위하여 처음 추출한 액을 사용하여 100배 희석한 후에 pH별 흡광도를 측정하였다. 1차추출 오디액을 100배 희석(pH 3.8)하여 사용하였고 초산과 Sodium carbonate 특급시약을 사용하여 pH 조정을 하였다.

pH를 조정후 즉시 흡광도를 측정한 결과 pH 3의 산에서는 525nm 근처에서 흡광도를 나타내지만 알카리에서는 색상이 가시광선 영역에서는 없어지고 380nm 근처에서 흡광도를 나타내는 것을 확인하였다. 이것은 안토시아닌이 산에서는 안정하지만 알카리에서는 색상이 변하거나 분해되었다는 것을 확인하였다⁶⁾.

또한 Scheme 2에서 나타낸 것과 같이 안토시아닌의 분자가 산으로 인하여 상호전환되는 것으로 추정된다. 그리고 알카리에서는 안토시아닌의 분자가 분해하는 것으로 추정된다. 그러므로 염색시에는 알카리보다는 산에서 염색하는 것이 안정하다는 것을 알 수 있었다^{10,11)}. 6시간이 경과한 후에 흡광도를 관찰한 결과 산에서는 붉은 색을 나타내지만 알카리에서는 노란색을 나타내는 것을 알 수 있었다. 24시간 경과한 후에도 색상의 변화는 없었으며, 용액에 산을 가하여 pH를 산으로 전환하여도 색상의 변화는 없는 것으로 나타났다. 그러므로 안토시아닌은 염색시에 산에서 염색하는 것이 우수한 염색성을 나타내며, 알카리 염색시에는 안토시아닌의 색소가 분해를 하는 것으로 추정된다.

이러한 것으로 인하여 오디를 이용한 천연염색물을 오래 사용하여 오물이 부착되면 오물을 제거하기 위하여 세탁시 용액에 산성인 천연식초를 가하여 세탁하면 오랫동안 천연염색의 효과를 발휘할 것이라 판단된다.

3.3 염색시험 결과

Table 1에서는 오디추출액의 추출액으로 충분한 염색을 위하여 비이커 용량을 400g으로 일정하게 하고 온도를 80°C에서 12시간과 24시간을 각각 시험한 결과 오디 추출용액별로 염색의 410nm에서의 K/S와 색차값(L*,a*,b*)의 값을 나타냈다. 1. 2. 3. 4 의 추출액을 각각 50g을 혼합하여 염색한 후에 색차값을 비교하기 위하여 나타내었다.

1차 추출용액으로 염색실험의 결과 오디액의 량이 100, 200, 400g으로 증가함에 따라 12시간과 24시간 모두가 증가하는 것으로 나타났다. 12시간, 추출용액 100g을 넣고 염색한 시료도 염색성이 우수한 것으로 나타났다. 이것은 추출액의 농도가 증가하면 염색성이 급격하게 증가하는 것으로 판단된다.

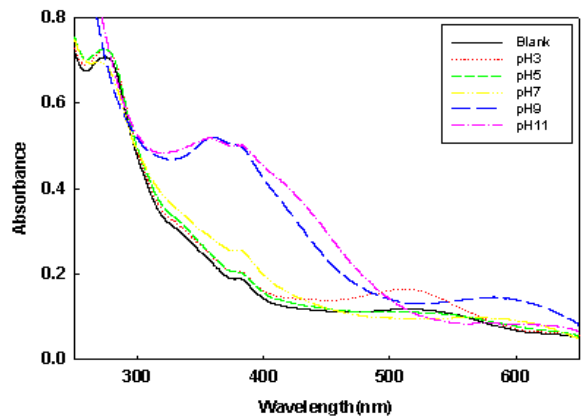
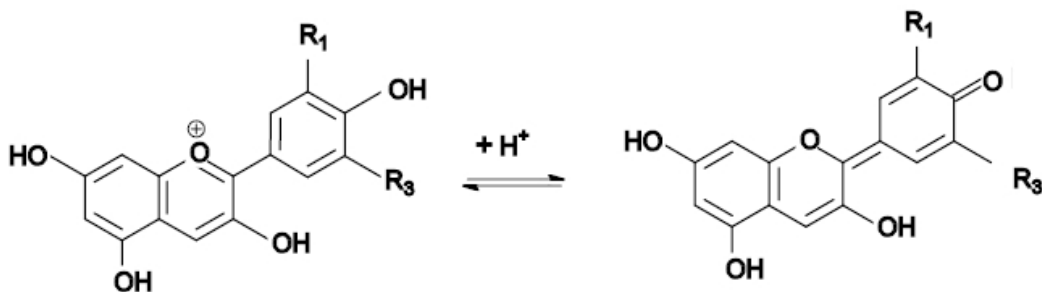


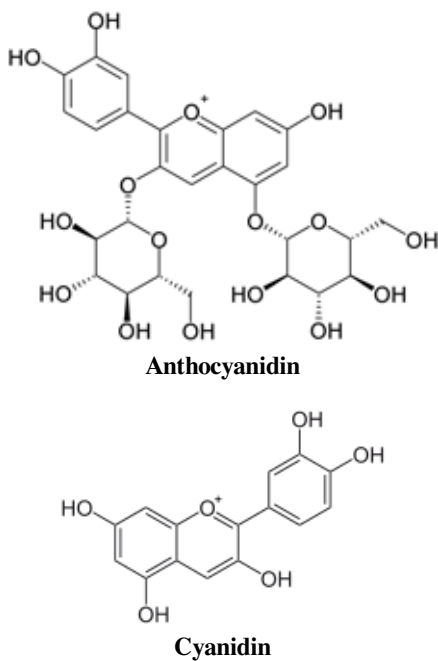
Fig. 3. The absorbance change of mulberry extracted solution at different pH.



Scheme 2. The anthocyanidin transformation in acid

Table 1. The dyeing results of silk dyeing with mulberry extract solution

Solution	Weight (g)	Time (hr)	K/S	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	dE*
1	100	12	1.928	56.04	9.60	12.00	-39.75	10.90	12.15	42.97
	100	24	2.537	52.79	10.52	12.95	-43.00	11.82	13.11	46.48
	200	12	3.651	45.74	10.54	11.72	-50.05	11.64	11.87	52.78
	200	24	4.213	44.06	10.71	11.91	-51.73	12.01	12.06	54.45
	400	12	5.993	39.74	11.06	9.84	-56.05	12.36	9.99	58.25
	400	24	6.948	38.59	11.26	9.85	-57.20	12.55	10.00	59.44
2	100	12	0.571	73.48	4.34	9.17	-22.31	5.64	9.32	24.82
	100	24	0.724	71.16	5.11	10.56	-24.63	6.41	10.71	27.61
	200	12	1.267	63.19	7.12	12.22	-31.61	8.42	12.37	35.87
	200	24	1.452	61.53	7.68	13.15	-34.26	8.98	13.31	37.83
	400	12	2.415	53.96	9.37	12.16	-41.84	10.67	12.31	44.89
	400	24	3.163	52.24	9.94	13.22	-43.55	11.24	13.38	46.92
3	100	12	0.409	76.99	2.61	7.72	-18.80	3.91	7.87	20.75
	100	24	0.437	76.16	3.09	8.61	-19.63	4.39	8.76	21.93
	200	12	0.896	69.36	5.11	10.70	-26.44	6.41	10.86	29.29
	200	24	0.948	66.86	6.14	11.76	-28.94	7.44	11.92	32.17
	400	12	1.773	59.11	8.79	11.77	-36.68	10.09	11.93	39.86
	400	24	2.202	58.22	8.63	13.04	-37.57	9.93	13.19	41.03
4	100	12	0.275	80.33	0.80	5.47	-56.46	2.10	5.62	16.58
	100	24	0.335	78.96	1.50	6.64	-16.84	2.80	6.79	18.37
	200	12	0.355	77.59	1.61	7.02	-18.20	2.94	7.18	19.78
	200	24	0.375	77.45	1.63	7.70	-18.34	2.93	7.85	20.16
	400	12	0.465	75.39	3.23	8.51	-20.41	4.53	8.66	22.62
	400	24	0.747	73.67	3.71	9.92	-22.13	5.01	10.07	24.82
1,2,3,4	50	24	1.917	57.84	9.00	12.74	-37.95	10.30	12.89	41.38
untreated		24	0.170	83.14	-0.08	3.42	-12.66	1.22	3.58	13.21



Scheme 3. The anthocyanidin and cyanidin

2차 추출액에서는 12시간 200g이상의 추출액에서 염색하여야 소정의 염색성을 나타내는 것으로 판단되며 3차 추출용액에서는 12시간 400g이상이 되어야 염색이 가능할 것으로 사료된다. 4차 추출액은 모든 시간에서 약간의 염색은 가능하지만 천연염색으로 사용가능한 정도까지는 되지 않는 것으로 판단된다. 추출액의 농도가 묽어서 염료를 거의 섬유로 이행하지 않는 것으로 추정된다.

전체의 염색량은 추출액의 농도가 증가함에 따라 염색을 잘되는 것으로 나타났다. 안토시아닌이 물에는 수용성이지만 충분한 시간 염색 시에는 염료가 섬유로 이동하여 수소결합이나 조염결합을 하는 것으로 추정된다. 특히 모든 안토시아닌에 포함되어 있는 안토시아닌의 구조(Scheme 3)와 오디의 색소에 존재하는 다수의 수산기 그리고 실크의 산이나 염기의 작용기가 2차결합하는 것으로 추정된다. 이것을 확

인하기 위하여 면섬유를 매염처리하지 않고 같은 조건에서 염색을 한 결과 염색이 거의 일어나지 않았다. 이러한 현상도 지속적인 연구가 필요할 것이라 판단된다.

오디의 추출용액이 많아짐에 따라 색소인 안토시아닌의 양이 증가하는 것으로 판단된다. 또한 모든 용액에서 12시간 보다는 24시간이 염색이 진하게 염색되는 것으로 추정된다. 하지만 추출용액별로 큰 차이를 나타내는 것을 볼 수 있다.

오디 추출용액에 함유된 색소의 양에 따라서 염색성이 차이를 나타내는 것으로 확인되어 염색시에 염료의 추출이 대단히 중요한 것이라 사료된다. 안토시아닌이 구조에서 열이나 pH 등으로 인하여 글루코스가 분해하여 시아닌으로 분해하는 것에 대해서도 계속적인 연구검토가 필요할 것이라 생각된다.

3.4 시간에 따른 오디염색

Table 2는 시간별로 염색성을 확인하기 위하여

Table 2. The dyeing results of silk dyeing with mulberry extract depending on dyeing time

Solution	Time (hr)	K/S	L*	a*	b*	dL*	da*	db*	dE*
1	0.5	3.064	49.51	10.34	8.38	-46.28	11.64	8.53	48.47
	1	3.183	47.38	9.94	8.56	-48.41	11.24	8.72	50.45
	2	3.026	46.82	10.33	8.66	-48.98	11.63	8.82	51.10
	3	3.903	44.35	10.30	9.27	-51.44	11.60	9.43	53.56
	6	4.498	43.66	10.56	9.27	-51.14	11.86	9.44	54.29
	12	5.993	39.74	11.06	9.84	-56.05	12.36	9.99	58.25
	24	6.948	38.59	11.26	9.85	-57.20	12.55	10.00	59.44
2	0.5	1.164	61.78	7.03	9.73	-34.01	8.60	9.88	36.44
	1	1.642	59.95	8.05	9.10	-35.84	9.35	9.25	38.17
	2	1.767	56.58	8.67	9.90	-39.21	9.97	10.05	41.68
	3	2.086	55.03	8.62	10.63	-40.76	9.92	10.79	43.31
	6	2.305	52.62	9.25	11.31	-43.18	10.50	11.46	45.90
	12	2.415	53.96	9.37	12.16	-41.84	10.67	12.31	44.89
	24	3.163	52.24	9.94	13.22	-43.55	11.24	13.38	46.92
3	0.5	0.634	70.05	4.78	8.41	-25.75	6.08	8.07	27.81
	1	0.984	66.79	6.26	9.47	-29.03	7.56	9.63	31.50
	2	1.370	63.44	7.18	10.29	-32.35	8.48	10.45	35.03
	3	1.574	60.85	7.63	11.35	-34.95	8.93	11.50	37.86
	6	1.625	59.20	8.17	11.94	-36.60	9.47	12.09	39.60
	12	1.773	59.11	8.79	11.77	-36.68	10.09	11.93	39.86
	24	2.202	58.22	8.63	13.04	-37.57	9.93	13.19	41.03
4	0.5	0.243	79.71	0.89	4.96	-16.08	2.19	5.11	11.01
	1	0.274	79.45	1.16	4.80	-16.35	2.46	4.95	17.25
	2	0.290	79.04	1.10	5.46	-16.75	2.40	5.61	17.82
	3	0.379	77.26	2.10	7.28	-18.54	3.40	7.44	20.26
	6	0.418	76.90	2.02	7.16	-18.90	3.38	7.31	20.54
	12	0.465	75.39	3.23	8.51	-20.41	4.53	8.66	22.62
	24	0.747	73.67	3.71	9.92	-22.13	5.01	10.07	24.82
0	0.5	0.193	83.48	0.23	1.01	-11.31	1.53	1.16	12.45
	1	0.092	83.07	-0.35	1.95	-12.72	0.95	2.10	12.92
	2	0.178	82.99	-0.26	2.12	-12.81	1.04	2.27	13.05
	3	0.222	82.58	0.01	3.95	-13.21	1.31	4.11	13.89
	6	0.083	82.46	-0.45	2.35	-13.33	0.85	2.50	13.58
	12	0.127	82.41	-0.36	3.14	-13.38	0.94	3.30	13.81
	24	0.116	82.38	-0.31	3.06	-13.41	0.99	3.21	13.82

추출용액을 400g, 온도를 80°C로 고정하고, 추출 용액별로 각각의 추출용액과 오디용액 미첨 가시에 염색 시간을 달리하여 염색한 결과를 색차계를 이용하여 분석한 K/S와 색차값(L*, a*, b*)을 나타낸 것이다. 오디용액을 첨가하지 않은 시료는 시간이 경과하여도 미세한 차이는 있지만 이것은 세리신이 추출된 것으로 추정되며, 거의 차이는 보이지 않는 것으로 나타났다. 그러므로 염색시간이 경과하여도 실크 섬유 자체에는 변화가 없는 것으로 판단된다.

1차 추출한 용액은 30분에서도 L*가 49.51의 값인 우수한 염색성을 나타내고 있다. 2차 추출용액에서는 61.78, 3차 추출용액에서는 70.05, 4차 추출용액은 79.71이며 미처리는 83.48로 나타났다.

L*가 60이하를 나타내기 위해서는 1차 추출용액은 30분에서 가능하고, 2차 추출용액은 1시간, 3차 추출용액은 6시간, 4차 추출용액은 시간이 오래되어도 60이하가 되기가 어려운 것으로 나타났다.

오디 추출액을 첨가하여 천연염색한 시료는 시간이 경과하면 염색성이 계속 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 천연염색시에는 화학염료에 의한 일반 염색과 다르게 24시간이 경과하여도 염색이 서서히 지속적으로 일어나고 있다는 것을 알 수 있다. 화학염료의 염색에서와 다른 양상을 보이는 특이한 현상을 알 수 있다.

이것은 천연염색에서는 반복적이고 자주 염색을 하는 것이 좋은 색상을 나타낸다는 일반적인 이야기와 동일한 결과로 염료가 분해되면서 계속적으로 반복염색이 되는 것으로 추정된다¹⁾.

용액별로 염색성의 차이는 농도가 진한 순서로 1차추출용액, 2차추출용액, 3차추출용액, 4차추출용액의 순으로 염색이 잘된 것을 알 수 있다.

3.5 오디의 천연염색한 시료의 세탁견뢰도와 일광견뢰도

Table 3에는 오디에서 추출한 각 용액 400g에 0.5시간, 1시간, 2시간 염색한 시료의 일광견뢰도와 세탁견뢰도를 측정된 결과를 나타내었다. 추출한 용액에 따라서 일광견뢰도는 염색성이 증가하면 증가하지만 1차 추출용액으로 염색한 시료가 3-4등급을 나타내고, 4차 추출용액은 1-2등급의 낮은 값을 나타내고 있다. 이것은 일반적으로 오디에 함유한 안토시아닌이 열에 민감하여 일광견뢰도가 낮게 나타나는 것으로 추정된다.

일광견뢰도와 세탁견뢰도 2-3등급이상을 얻기 위해서는 30분과 1시간 처리시에는 1차와 2차추출용액이 가능하고, 2시간 처리시에는 1차, 2차, 3차 추출용액이 가능한 것으로 나타났다. 세탁견뢰도는 염색성이 증가하면 증가하지만 4차 추출한 용액은 1등급의 낮은 값을 나타내고 처음 추출한 원액으로 염색한 시료가 3-4 등급

Table 3. The colour fastness of dyed fabrics with mulberry extract

Time (hr)	Solution	K/S	L*	a*	b*	Light fastness	Wash fastness
0.5	1	3.064	49.51	10.34	8.38	3-4	3
	2	1.164	61.78	7.03	9.73	2-3	2-3
	3	0.634	70.05	4.78	8.41	2	1
	4	0.243	79.71	0.89	4.96	1-2	1
1	1	3.183	47.38	9.94	8.56	3-4	3-4
	2	1.642	59.95	8.05	9.10	2-3	2-3
	3	0.984	66.79	6.26	9.47	2-3	1
	4	0.274	79.45	1.16	4.80	1	1
2	1	3.026	46.82	10.33	8.66	3-4	3-4
	2	1.767	56.58	8.67	9.90	3	2-3
	3	1.370	63.44	7.18	10.29	2-3	2
	4	0.290	79.04	1.10	5.46	1-2	1

의 세탁견뢰도를 나타내고 있다. 이것은 안토시아닌 염료가 수용성이라 세탁견뢰도 시험시에 안토시아닌 염료가 추출이 많이 되는 것으로 추정된다. 수의로 사용하는 실크에는 세탁이나 일광에 대한 견뢰도가 중요하지 않아서 3차추출용액에서도 좋은 염색성을 나타내고 있지만 섬유로 사용시에는 1차와 2차 추출용액으로 염색하여야 오디를 이용하여 매염제 없이 염색시에 천연염색이 가능할 것으로 추정된다. 추후에 매염제를 사용하여 염색시에는 다른 결과가 나타날 것으로 추정된다.

4. 결 론

식용으로 사용하는 뽕나무의 열매인 오디를 이용하여 수의로 사용되고 있는 상주실크를 천연 염색한 결과 오디의 색소인 안토시아닌은 pH에 대단히 민감하게 반응함으로서 염색시에 산성에서 염색하여야 한다. 세탁시에도 산성에서 세탁하는 것이 중요하며 강한알카리에서 세탁시에는 안토시아닌이 분해하는 것으로 나타났다.

오디를 이용한 천연염색에 있어서는 오디용액 추출액의 농도가 대단히 중요하며, 12시간에서 1차추출용액은 추출액 100g의 용액에서도 좋은 염색성을 나타내고 있으며, 2차추출용액은 200g 이상에서 염색이 가능하며, 3차추출용액에서는 400g의 추출액에서 염색이 가능하였지만, 4차추출용액은 천연염색에서 요구되는 최소한의 염색도 어려운 것으로 판단되었다.

추출용액의 염색시간에 따른 염색성은 1차추출용액은 30분의 염색에서도 좋은 염색성을 나타내고 있다. 2차추출용액에서는 1시간, 3차추출용액은 6시간 각각 염색하여야 된다. 하지만 4차추출용액은 시간이 24시간까지 경과하여도 원하는 천연염색이 어려울 것으로 나타났다. 일광견뢰도와 세탁견뢰도 모두를 2-3등급이상을 얻기 위해서는 30분과 1시간 처리시에는 1차추출용액과 2차추출용액이 가능하고, 2시간 처리시에는 1차, 2차를 비롯하여 3차추출용액까지 가능한 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. H. S. Song and B. H. Kim, "The Natural Dyeing", Sookmyung University Publisher, Korea, pp.10-16, 2008.
2. I. M. Chung, Y. W. Lee and S. O. Woo, Dyeing of Traditional Fabrics with Natural Dyeing, *Korean Journal of Sericultural Science*, **41**(1), 61-69(1999).
3. S. W. Nam, Dyeing with Natural Dyes, *Fiber Technology and Industry*, **2**(2), 238-257(1998).
4. H. J. Jang and S. H. Ko, A Study on Dyes Using Natural Medicinal Ingredients that are Effective Against Skin Damage Disorders, *Journal of Korean Society of Costume*, **58**(9), 68-80(2008).
5. K. C. Ko and S. W. Park, "Selection of the Cultiver to Contain the Most Amount of Anthocyanins in Mulberry Fruits and Improvement of Their Extraction Efficiency", *Proc. Kor. Soc. Hort. Sci.*, Vol.13, pp.166-167, 1995.
6. S. W. Park, Y. S. Jung and K. C. Ko, Quantitative Analysis of Anthocyanins among Mulberry Cultivators and their Pharmacological Scening, *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, **38**, 722-724 (1997).
7. S. H. Yun and H. J. Kim, "Heojun Dongeui-bogam Translation", Dongeui bogam Publisher, Korea, pp.813, 197, 2014, 2220-2221, 2006.
8. K. W. Kim and K. J. Hyun, Distribution of Flower Color and Anthocyanidin in Korea Wild Plants, *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, **37**(4), 582-587 (1996).
9. C. S. Kang, S. J. Ma, W. D. Cho and J. M. Kim, Stability of Anthocyanidin Pigment Extracted from Mulberry Fruit, *J. Korea Soc. Food Sci. Nutr.*, **32**(7), 960-964(2003).
10. K. H. Shim, K. S. Kang, J. S. Choi, K. I. Seo and J. S. Moon, Isolation and Stability of Anthocyanin Pigment in Grape Peels, *J. Korea Soc. Food Nutr.*, **23**(2), 279-286(1994).
11. K. T. Cho, "Natural Dyes and Dyeing Dictionary", Bogwang Publisher, Korea, pp.254-255, 2001.