

## 자연 친화적 오디 염색을 활용한 천연섬유의 염색성 및 견뢰도

김 미 경\*

배화여자대학교 패션산업학과 겸임교수\*

### 요 약

본 연구에서는 천연섬유인 면, 마, 모, 견직물에 오디 착즙액의 염액농도, pH 농도, 염색온도를 변화시켜 염색성 및 견뢰도를 고찰하고자 하였다. 오디 염색에서 효율적인 염액 추출을 위하여 착즙액의 방법으로 시험하였으며, 염액의 pH를 자연 친화적으로 변경하기 위하여 깔라만시 원액과 잣물을 사용하였다. 염액농도 50%와 100%에서 pH 3~7, 염색온도 40℃, 60℃로 각각 변화시켜 40분간 염색하였다. 오디 안토시아닌 색소의 최대 흡수 파장은 면직물 550~590nm, 마, 견직물 540~550nm 범위로 동일하게 나타났으며, 모직물은 400nm로 직물에 따라 조금씩 다른 파장을 가지는 것으로 나타났다. 표면색에서 H\*는 색의 각도를 나타내는 것으로 면직물은 H\* 246-320°, 마직물은 H\* 315-334°, 모직물은 H\* 356-20°, 견직물은 H\* 340-350°의 범위로 나타나고, 오디 착즙액에 따른 염색에서 면, 마, 모, 견직물에 공통적으로 염액농도 100%, 염색온도 60℃, pH 4일 때 표면색 및 염색성이 가장 높은 것으로 나타났다. 직물 별 K/S값을 비교해보면 견(6.39), 모(5.09), 마(3.60), 면(2.35)의 순으로 염색성이 높은 것을 확인할 수 있다. 오디 염색에서 염액농도와 염색온도가 높을수록, pH 농도는 낮을수록 염색성이 우수한 것으로 나타났다. 세탁견뢰도의 변퇴색은 등급이 낮은 편이나 오염도는 4-5급으로 아주 우수하였다. 마찰견뢰도는 전반적으로 우수하며, 일광견뢰도는 등급이 낮은 것으로 나타났다. 본 연구를 통하여 오디 염색은 다양한 컬러를 전개할 수 있는 실용적인 친환경 염재료써의 가치가 있는 것으로 판단된다.

주제어 : 천연섬유, 천연염색, 오디, 안토시아닌, 염색성

\*교신저자: 김미경, ewhakmk@hanmail.net

접수일: 2023년 2월 24일, 수정논문접수일: 2023년 3월 8일, 게재확정일: 2023년 3월 28일

## I. 서론

최근 삶의 질 향상으로 친환경에 대한 관심도가 높아지고 있다. 환경에 대하여 높은 관심을 두게 되면서 사람들의 라이프 스타일들을 변화시켜 빠르게 돌아가는 패스트패션 시장 속에서 환경과 인간의 의미를 되돌아보게 만드는 자연 친화적인 이른바 에코 패션의 친환경 소재가 인기다(Seo, 2013). 사회적 흐름에 맞추어 의류 패션 분야에서 건강 유지와 증진을 시킬 수 있는 기능성 소재 개발 및 천연소재 그리고 천연염색을 이용한 염색과 같은 자연주의가 선호되고 있다(Song & Baik, 2006). 친환경을 지향하는 사회적 분위기와 함께 천연염료로 염색한 제품에 대한 관심이 고조되고 있으며 이러한 사회적 흐름에 따라 천연염색에서 그치지 않고 보다 정량적이며 다양한 천연염색의 컬러들을 제안하고 천연섬유를 활용하여 여러 가지 제품에 접목하고자 한다(Kim, 2013).

오디(mulberry)는 뽕나무 열매 또는 이것을 건조시킨 약재로 상실(桑實)·상심(桑椹)·상심자(桑椹子)라고 한다. 열매는 6월 검은색으로 익는데, 맛이 달아서 열매 그대로 먹기도 하며 술을 빚기도 한다. 이뇨작용, 진해, 강장 작용이 있어서 당나라 때부터 약재로써 사용하기 시작하였다. 뽕나무의 오디는 안토시아닌(anthocyanin) 색소를 가지고 있어 노화 방지, 시력 개선의 효과가 있으며 오디 씨에는 비타민 E가 포함되어 있어 항산화 효과가 있다(Mulberry, n.d.). 따라서 인체에 유용한 오디는 건강, 의료, 식품, 모발 염색 등 다양한 분야에서 연구가 활발한 실정이다.

2008년대부터 학문적으로 직물에 대한 오디 염색의 염색성 등이 연구되어 왔다. 선행연구(Bai, 2008)에 따르면, 오디 분말을 이용하여 견직물에 염색을 하였으며, 그 후 연구(Kim & Lee, 2018; Lee, 2010; Lee et al., 2010)에서는 오디 추출물을 사용하여 견직물에 염색을 하였고, Kim(2015)에서는 오디 추출물

을 사용하여 면 편성물의 염색성 연구를 진행하였다. 일반적으로 천연염색 시 한가지 천연염색을 이용하여 다양한 직물에 대한 염색성 및 연구 결과들이 있는 반면 오디 염색에서는 견직물과 면 편성물에 대한 염색성 연구만 있는 것으로 다양한 직물에 대한 연구가 부족한 것을 알 수 있다. 기존 오디 분말을 이용하거나 실제 오디 열매로 4시간 이상의 오디 추출액을 이용한 염색으로 추출 시간이 오래 걸리고 추출 후 부산물 처리 등을 고려하여 조금 더 실용적이고 빠른 시간 내의 염색과 부산물을 줄일 수 있는 착즙액의 방법으로 오디 염색을 시험하고자 하였다.

Lee의 연구(as cited in Kim & Lee, 2018)에 따르면, 천연염색은 천연재료에서 염료 추출을 하고 잔여물을 다시 자연으로 돌려보냄으로 자연 훼손을 하지 않는 자연 친화적인 방법이라 하였다. 일반적으로 pH 조절을 위하여 아세트산( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )과 수산화나트륨( $\text{NaOH}$ )을 사용(Won & Kim, 2018)하고 있으나 염색 시  $\text{NaOH}$ 는 강 알칼리제로 염색 후 폐수 처리 등 환경적인 문제가 야기될 수 있는 부분(Kim, 2013)을 고려하여 천연염색인 만큼 천연 매염제인 갈라만시 원액과 대표적인 천연 알칼리 매염제 잿물(Lee, 2004)을 사용하여 pH 농도 조절을 하였다.

위와 같이 오디 천연염색 선행연구에서는 견직물과 면 편성물 소재만 사용된 것으로 직물의 다양성과 염색성 및 견뢰도 연구가 미흡하며, 오디 연구의 양적인 부분 또한 상당히 부족한 상태로 지속 가능한 친환경 천연염색을 위하여 마와 모직물에 대한 연구도 필요할 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 오디를 활용하여 자연 친화적인 방법으로 천연섬유인 면, 마, 모, 견직물에 오디 착즙액의 염색농도, pH 농도, 염색온도 등을 변화시켜 각 직물 별 오디 천연염색의 표면색 및 염색성 변화와 견뢰도를 고찰하고자 하였다.

## II. 실험방법

### 1. 시료 및 시약

#### 1) 직물 시료

본 실험에 사용된 시료는 면, 마, 모, 견직물이며, 직물의 특성은 <Table 1>과 같다.

#### 2) 염료 및 시약

염색에 사용된 오디는 충청남도 서산시에서 재배한 제품을 채취하여 -20℃에서 냉동 보관 후 사용하였다.

pH 조절을 위하여 칼라만시 원액과 잿물을 사용하였다. 칼라만시 원액(베트남) 100%로 구입하여 사용하였고, 잿물은 벼짚재 100g과 물 1000ml를 넣고 충분히 교반시킨 다음 상온에서 1시간 두었다가 고형분이 남지 않도록 여러 차례 여과하여 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 염액

염제와 1:1 비율로 오디 3kg에 동량의 물 3L를 첨가하고 믹서기(한일:HMF 3250S)를 이용하여 착즙한 원액을 필터링한 후 사용하였다.

#### 2) 염색

착즙한 염액은 욕비 1:50으로 섬유의 무게 10g 일 때 처리액 500g을 기준으로 하였다. 오디 착즙

액의 농도 비율은 50%와 100%로 조정하여 염색하였으며, pH는 칼라만시 원액과 잿물을 사용하여 변화시켰다. 기본 오디 착즙액 pH는 5이고 염액농도 50%일 때 칼라만시 원액과 잿물을 첨가하여 pH 3, 5, 7로 변화시키고, pH 7에서 염색성이 가장 낮은 것으로 나타나 오디 착즙액 염액농도 100%일 때 pH는 5를 기준으로 칼라만시 원액과 잿물을 첨가하여 pH 4, 5, 6으로 변화시켜 시험하였다. Jang and Park(2015)의 연구에서 오디 최적 염색 조건이 염색온도 40℃와 염색시간 40분이었다는 결과에 따라 염색온도는 40℃와 60℃로 변화시키고, 염색시간은 40분으로 적용하였다.

### 3. 측정 및 분석

#### 1) 표면색 및 염색성 측정

염색된 직물은 측색기(분광광도계, datacolor 110™, MAESTECH)를 사용하여 표준광원 D65 조건에서 CIE Lab 값과 색상 값인 LCH 그리고 표면 염착농도 K/S를 측정하였다. 각 조건의 염색포 3회 측정하여 평균치를 구하였다. Lab에서 L\*값은 명도로 밝기의 정도를 나타내고, a\*값은 +로 될수록 red, -로 될수록 green, b\*값은 +로 될수록 yellow, -로 될수록 blue를 나타낸다.

미염색포와 염색포간의 색차를 ΔE값으로 계산하여 비교하였다.

$$\Delta E^* = [(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2]^{1/2}$$

LCH에서 L\*은 명도(Brightness), C\*는 채도(Chroma), H\*는 색의 각도(Hue angle)를 나타내며, 색의 각도에서

Table 1. 직물의 특성.

직물	직조방법	혼용률(%)		밀도(실/inch)		두께 (mm)	중량 (g/m)
		경사	위사	경사	위사		
면	평직	100	100	105	85	0.28	72±5
마	평직	100	100	70	60	0.35	130±5
모	평직	100	100	60	50	0.40	145±5
견	평직	100	100	128	103	0.13	50±5

0°는 red, 90°는 yellow, 180°는 green, 270°는 blue, 360°는 0°인 red를 나타낸다.

각 시료별 가시광원인 400~700nm 범위 내에서 최대 흡수 파장( $\lambda_{\max}$ )을 구하고 최대 흡수 파장에서의 분광반사율 측정 후 Kubelka Munk식에 따라 K/S값을 구하였다.

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

K : Absorption coefficient (흡광계수)

S : Scattering coefficient (산란계수)

R : Reflectance (분광반사율)

## 2) 견뢰도 측정

### (1) 세탁견뢰도 측정

KS K ISO 105 C01 시험방법으로 10cm×4cm의 멀티포와 세탁견뢰도 테스트할 염색 직물을 동일한 크기로 한쪽 변에 멀티포와 함께 고정시킨 후 옥비 50:1에 비누 5g/l를 녹인 후 시료를 넣고 40°C에서 30분간 세탁 후 색상 변화 따라 등급을 평가하였다.

### (2) 마찰견뢰도 측정

KS K ISO 105 X12 시험방법으로 염색 직물을

13cm×5cm 경사 방향으로 길게 하고, 마찰용 면백 또는 5cm×5cm로 한다. 900g의 하중을 가한 마찰자를 면백포로 싸고 시험편 위에서 10cm 사이를 10초간 10회 왕복 마찰 후 색상 변화 따라 등급을 평가하였다.

## (3) 일광견뢰도 측정

KS K ISO 105 B02 시험방법으로 인공 광원에 대한 염색견뢰도 측정법으로 크세논아크법에 따라 염색 직물을 표준청색염포와 함께 온도 63°C, 습도 30%의 인공 광원기에 20시간 동안 노출시킨 후 색상 변화 따라 등급을 평가하였다.

# III. 결과 및 고찰

## 1. 면직물의 염색성 및 표면색 분석

오디의 면직물 염색성과 표면색은 <Table 2>와 같다. 면직물에 대한 오디 안토시아닌 색소의 최대 흡수 파장은 조건에 따라 550~590nm 범위로 나타난다. 오디 염액농도 50%에서 100% 비교 분

Table 2. 오디 염색에 따른 면직물의 표면색과 색차.

직물	염액농도	온도	pH	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	K/S	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$H^*$	$\Delta E$
면	원포	-	-	-	-	90.63	-1.51	2.89	3.26	117.57	-
	50%	40°C	3	590	1.36	57.32	0.79	-7.43	7.47	276.04	34.95
			5	590	0.97	62.56	-1.60	-6.22	6.42	255.56	29.51
			7	580	0.93	62.39	0.92	-5.85	5.93	278.97	29.67
		60°C	3	570	1.10	60.21	3.91	-7.84	8.76	296.49	32.72
			5	560	0.78	64.64	3.81	-5.97	7.08	302.54	27.97
			7	580	0.65	66.92	0.23	-4.08	4.08	273.26	24.77
	100%	40°C	4	560	2.02	51.87	8.86	-9.79	13.20	312.13	42.08
			5	550	1.99	52.52	10.92	-9.04	14.18	320.39	41.83
			6	590	1.47	57.94	-3.88	-9.04	9.84	246.77	34.89
		60°C	4	550	2.35	50.10	10.94	-10.02	14.83	317.53	44.32
			5	560	1.89	52.70	7.44	-8.74	11.48	310.41	40.68
			6	560	1.85	53.01	7.59	-8.86	11.67	310.58	40.45

색 결과  $L^*$ 값은 57.32~66.92에서 50.10~57.94로 낮아지고,  $C^*$ 값은 4.08~8.76에서 9.84~14.83으로 높아졌다.  $a^*$ 값은 -1.60~3.91에서 -3.88~10.94까지 높아져 붉은색이 강화되고,  $b^*$ 값은 -7.84~4.08에서 -10.02~-8.74까지 낮아지면서 푸른색이 강화되는 것으로 나타났다.  $\Delta E$ 값과 K/S값이 염액농도 100%에서 높게 나타나 염액농도가 진할수록 표면색은 진하고 선명하게 나타나는 것으로 보인다. 추출액의 농도가 증가되면서 염색성도 급격하게 증가되는 것으로 나타난다는 Lee et al.(2010)의 연구 결과와 일치하는 것을 알 수 있다.

동일한 조건 시 pH 값이 낮을수록  $L^*$ 값은 낮아지고,  $C^*$ 값은 높아지며,  $a^*$ 값은 높아지고,  $b^*$ 값이 낮아지는 것으로 나타났다. 염액농도 100%, 염색 온도 60℃, pH 4에서 K/S값 2.35, pH 5에서 K/S값 1.89, pH 6에서 K/S값 1.85로 pH 값이 낮을수록 염색성이 높은 것을 알 수 있다. Bai(2008)에 따르면, 오디 분말 수용액의 pH 수치는 5.3으로 약산성을 가지고 있으며, pH 3, 5, 7에서의 측정된 결과 pH 3에서의 K/S가 가장 높고 pH 7로 갈수록 현저하게 저하되는 결과와 일치하는 것으로 나타났다. Lee et al.(2002)의 연구에서도 pH는 중성 염액에서보다

산성 염액에서 염색성이 높았다는 결과와 일치하는 것을 알 수 있다. 염액농도 100%, pH 4에서 염색 온도 40℃의 K/S값 2.02, 염색 온도 60℃의 K/S값은 2.35로 염액농도가 진할 때 염색온도는 높을수록 염색성이 진하고 우수한 것을 나타낸다. 즉, 면직물은 염액농도 100%, 염색 온도 60℃, pH 4에서  $\Delta E$ 값 44.32, K/S값 2.35로 수치가 가장 높게 나타나 표면색이 진하고 염색성이 우수한 것으로 나타났다.

## 2. 마직물의 염색성 및 표면색 분석

오디의 마직물 염색성과 표면색은 <Table 3>과 같다. 마직물에 대한 오디 안토시아닌 색소의 최대 흡수 파장은 550nm로 나타난다. 마직물도 면직물과 동일하게 오디 염액농도 50%에서 100% 비교 분석 결과  $L^*$ 값은 51.29~60.66에서 44.10~51.01로 낮아지고,  $C^*$ 값은 10.32~12.61에서 11.65~16.86으로 높아졌다.  $a^*$ 값은 7.93~10.41에서 8.33~15.17로 커지면서 붉은색이 강화되고,  $b^*$ 값은 미미하게 작아지는 것으로 나타났다.  $\Delta E$ 값과 K/S값이 염액농도 100%에서 높게 나타나 염액농도가 진할수록

Table 3. 오디 염색에 따른 마직물의 표면색과 색차.

직물	염액농도	온도	pH	$\lambda$ max(nm)	K/S	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$H^*$	$\Delta E$
마	원포	-	-	-	-	90.15	-1.40	4.45	4.66	107.44	-
	50%	40℃	3	550	2.10	51.29	9.25	-8.45	12.52	317.58	42.30
			5	550	1.50	56.13	8.55	-7.22	11.20	319.81	37.31
			7	550	1.35	57.49	7.93	-6.60	10.32	320.22	35.71
		60℃	3	550	1.67	54.94	10.31	-7.25	12.61	324.88	38.90
			5	550	1.41	57.30	10.41	-5.43	11.74	332.44	36.27
			7	550	1.11	60.66	9.77	-5.30	11.12	331.53	33.01
	100%	40℃	4	550	2.88	46.98	12.38	-8.45	14.99	325.67	47.12
			5	550	2.88	47.15	13.21	-8.27	15.59	327.95	47.16
			6	550	2.11	51.01	8.33	-8.14	11.65	315.64	42.25
		60℃	4	550	3.60	44.10	15.17	-7.37	16.86	334.09	50.34
			5	550	2.65	47.92	11.20	-7.25	13.34	327.08	45.59
			6	550	2.64	48.01	11.30	-6.78	13.17	329.03	45.42

표면색은 진하고 선명하게 나타나는 것으로 보인다. 동일한 조건 시 pH 값이 낮을수록  $L^*$  값이 낮아지고,  $C^*$  값은 높아지며, 염액농도 100%, 염색온도 60°C, pH 4에서 K/S 값 3.60, pH 5에서 K/S 값 2.65, pH 6에서 K/S 값 2.64로 pH 값이 낮을수록 염색성이 높은 것으로 나타났다. Lee et al.(1998)의 연구에 따라 안토시아닌 색소는 pH가 낮을수록 잔존율이 높아져 염색성이 우수하게 나타나는 것과 동일하게 pH가 낮을수록 염색성이 우수하다는 것을 알 수 있다. Jang(2015)에 따르면, 안토시아닌 색소가 포함된 식물이면 pH 농도에 따라 색이 변하므로 지시약으로 사용될 수 있고 안토시아닌의 구조는 네 개 이상의 수산기를 가지고 있어 pH가 변할 때마다 색이 심하게 변화되는 것으로 나타났다. 염액농도 100%, pH 4에서 염색온도 40°C의 K/S 값 2.88, 염색온도 60°C의 K/S 값은 3.60으로 염액농도가 진할 때 염색온도는 높을수록 염색성이 진하고 우수한 것을 나타낸다. 즉, 마직물은 염액농도는 100%, 염색온도 60°C, pH 4에서  $\Delta E$  값 50.34, K/S 값 3.60으로 표면색이 가장 진하고 염색성이 우수한 것으로 나타났다.

면직물의 K/S 값은 0.65~2.35이며, 마직물의 K/S

값은 1.11~3.60으로 염색성이 면직물보다 마직물에서 조금 더 높은 것을 알 수 있다.

### 3. 모직물의 염색성 및 표면색 분석

오디의 모직물 염색성과 표면색은 <Table 4>와 같다. 모직물에 대한 오디 안토시아닌 색소의 최대 흡수 파장은 400nm로 나타난다. 오디 염액농도 50%에서 100% 비교 분석 결과  $L^*$  값은 50.16~60.82에서 42.86~56.83으로 낮아지고,  $C^*$  값과  $a^*$  값은 미세하게 높아졌다.  $b^*$  값은 1.15~4.13에서 -0.87~2.33으로 낮아져 염액농도가 증가 되면서 색상 진해지고, 붉은색은 미세하게 강화되며, 노란색이 약화되는 것으로 나타났다. 모직물은  $b^*$  값이 -0.87~4.13의 범위로 면, 마, 견직물에 비하여 수치가 크게 나타나 다른 직물에 비하여 노란색을 많이 가미하고 있음을 예측할 수 있다.

염액농도 100%, 염색온도 60°C, pH 4에서 K/S 값 5.09, pH 5에서 K/S 값 4.56 pH 6에서 K/S 값 4.42로 pH 값이 낮을수록 K/S 값은 높은 것으로 염색성이 우수한 것을 알 수 있다. 염액농도 50%, pH 3에서 염색온도 40°C의 K/S 값 1.98, 염색온도 60°C

Table 4. 오디 염색에 따른 모직물의 표면색과 색차.

직물	염액농도	온도	pH	$\lambda$ max(nm)	K/S	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$H^*$	$\Delta E$
모	원포	-	-	-	-	87.85	-2.24	11.46	11.68	101.04	-
	50%	40°C	3	400	1.98	59.90	13.94	1.15	13.99	4.71	33.90
			5	400	1.95	60.46	9.89	2.93	10.32	16.51	31.15
			7	400	1.90	60.82	8.91	3.34	9.51	20.58	30.34
		60°C	3	400	3.51	50.16	14.71	3.08	15.03	11.84	42.16
			5	400	3.49	50.33	11.54	4.13	12.26	19.70	40.63
			7	400	2.73	54.20	9.58	3.66	10.26	20.92	36.50
	100%	40°C	4	400	2.78	51.93	14.81	-0.87	14.84	356.63	41.63
			5	400	2.42	54.88	11.16	-0.22	11.16	358.86	37.46
			6	400	2.41	56.83	10.27	0.77	10.30	4.31	35.11
		60°C	4	400	5.09	42.86	12.62	2.33	12.83	10.47	48.25
			5	400	4.56	44.92	14.27	0.65	14.28	2.62	47.25
			6	400	4.42	46.37	11.79	1.83	11.93	8.83	44.84

의 K/S값은 3.51, 염색농도 100%, pH 4에서 염색 온도 40℃의 K/S값 2.78, 염색온도 60℃의 K/S값은 5.09로 모직물의 염색성에서 염색온도가 큰 영향을 미치는 것으로 보인다. 즉, 모직물은 염색농도 100%, 염색온도 60℃, pH 4에서  $\Delta E$ 값 48.25, K/S 값 5.09로 수치가 가장 높게 나타나 표면색이 진하고 염색성이 우수한 것으로 나타났다. 오디는 약 산성의 염제로 Yoo et al.(2007)에 따르면, 산성염료는 일반적으로 모, 견 등 아미노기(-NH<sub>2</sub>)를 지닌 천연 단백질 섬유에 잘 사용되는 것을 알 수 있다.

#### 4. 견직물의 염색성 및 표면색 분석

오디의 견직물 염색성과 표면색은 <Table 5>와 같다. 견직물에 대한 오디 안토시아닌 색소의 최대 흡수 파장은 조건에 따라 540~550nm 범위로 나타난다. Jang and Park(2015)의 연구에서 견직물에 대한 오디 추출물 안토시아닌 색소의 최대 흡수 파장이 540nm인 것과 범위가 유사한 것을 알 수 있다. 오디 염색농도 50%에서 100% 비교 분석 결과 L\*값은 47.09~56.27에서 37.27~44.44로 낮아지고, C\*값은 14.82~20.14에서 18.31~23.63으로 높

아졌다. a\*값은 14.38~19.13에서 17.78~22.75까지 높아지면서 붉은색이 강화되고, b\*값은 -6.29~-2.55에서 -7.64~-4.36까지 낮아지면서 푸른색이 강화되는 것으로 나타났다.  $\Delta E$ 값과 K/S값 또한 염색농도는 100%에서 높게 나타나 염색농도가 진할수록 표면색은 진하고 선명하게 나타나는 것으로 보인다. pH 농도가 낮아질수록 L\*값은 낮아지고, C\*값은 높아지며,  $\Delta E$ 값과 K/S값 높은 것으로 나타나 컬러가 어둡지만 선명하며 염색성이 우수한 것을 알 수 있다. Lee et al.(2002)의 연구에 따르면, 안토시아닌의 pH 4에서 염색성이 가장 우수하였으며 pH의 수치가 높아질수록 염색성은 낮게 나타난다는 결과와 일치하는 것으로 나타났다.

염색농도 50%일 때 pH 3, 염색온도 40℃, 60℃의 K/S값은 3.14, 3.09로 염색성에 큰 차이가 없는 것으로 염료농도가 작을 때는 염색온도에 큰 영향을 받지 않는 것으로 보인다. 염색농도 100%일 때 pH 4, 염색온도 40℃, 60℃의 K/S값은 5.16, 6.39로 염색농도가 진할 때 염색온도는 높을수록 염색성이 큰 것으로 나타났으며, L\*값, C\*값, a\*값은 전반적으로 낮아지고, b\*값은 높아지는 것으로 나타났다. 따라서 염색온도가 높을수록 색상은 어둡고

Table 5. 오디 염색에 따른 견직물의 표면색과 색차.

직물	염색농도	온도	pH	$\lambda$ max(nm)	K/S	L*	a*	b*	C*	H*	$\Delta E$
견	원포	-	-	-	-	90.63	-1.42	3.05	3.36	114.95	-
	50%	40℃	3	550	3.14	47.51	19.13	-6.29	20.14	341.81	48.67
			5	550	2.24	51.97	17.09	-5.66	18.01	341.68	43.74
			7	550	2.20	52.41	17.70	-5.48	18.53	342.81	43.58
		60℃	3	550	3.09	47.09	17.78	-2.90	18.01	350.74	47.96
			5	550	2.27	51.11	15.83	-2.55	16.04	350.85	43.48
			7	550	1.58	56.27	14.38	-3.61	14.82	345.91	38.40
	100%	40℃	4	540	5.16	41.13	22.75	-6.40	23.63	344.29	55.89
			5	550	4.12	44.44	21.07	-7.64	22.41	340.06	52.47
			6	550	3.99	43.13	18.42	-6.28	19.46	341.17	52.31
		60℃	4	550	6.39	37.27	20.44	-4.91	21.03	346.49	58.21
			5	550	5.04	39.90	17.78	-4.36	18.31	346.24	54.75
			6	550	4.79	41.10	19.23	-4.92	19.85	345.65	54.26

탁해지며 붉은색과 푸른색이 모두 감소하면서 염색성은 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 선행연구(Bai, 2008)에서 염색온도 20℃에서 100℃까지 변화 중 60℃에서 K/S값이 가장 크게 나타나며 염색온도가 증가할수록 색상이 어두워지는 것으로 동일한 결과가 나타났다.

천연섬유 중 견직물에서  $a^*$ 값이 14.38~22.75로 가장 크게 나타나고,  $C^*$ 값도 14.82~23.63으로 가장 높았으며,  $\Delta E$ 값과 K/S값 또한 모든 직물 중 가장 높은 것으로 색상이 진하고 선명하며 염색성이 우수한 것을 알 수 있다. 이것은 Kim and Lee(2018)의 연구와 같이 견직물이 염료와 결합하기 쉬운 활성기를 가진 염기성인 아미노기( $-NH_2$ )와 산성인 수산기( $-OH$ ), 카르복실기( $-COOH$ ) 등이 풍부하여 다른 소재보다 색이 선명하고 색조의 안정성이 우수하기 때문인 것으로 보인다. 즉, 견직물은 염액 농도 100%, 염색온도 60℃, pH 4에서  $\Delta E$ 값 58.21, K/S값 6.39로 수치가 가장 높게 나타나 표면색이

진하고 염색성이 우수한 것으로 나타났다.

직물에 따른 오디의 염색의 색상표는 <Table 6>과 같다. 표면색에서 면직물의  $H^*$ (색의 각도)는 246-320° 범위로 푸른색을 많이 가미하고 있으며, 마직물의  $H^*$ (색의 각도)는 315-334° 범위로 전반적으로 보라색을 나타낸다. 모직물의  $H^*$ (색의 각도)는 356-20° 범위로 붉은색을 많이 가미하고 있으며, 견직물의  $H^*$ (색의 각도)는 340-350° 범위로 붉은색을 많이 가미한 적자색으로 나타났다. Lee et al.(2002)의 견직물 연구에서 산성 염액으로 40℃에서보다 60℃로 염색하였을 때 적자색으로 나타나는 경향이 있다는 것으로 본 시험의 표면색 결과와 일치하고 있음을 알 수 있다.

## 5. 염색견뢰도의 변화

오디 염색 조건에서 염색성이 높은 것으로 나타난 염액농도 100%, pH 4, 염색온도 40℃와 60℃ 염색 직물의 견뢰도 시험 결과는 <Table 7>과 같다.

Table 6. 오디 염색에 따른 직물의 색상표.

염액농도	50%						100%					
온도	40℃			60℃			40℃			60℃		
pH	3	5	7	3	5	7	4	5	6	4	5	6
면												
$C^*$	7.47	6.42	5.93	8.76	7.08	4.08	13.20	14.18	9.84	14.83	11.48	11.67
$H^*$	276.04	255.56	278.97	296.49	302.54	273.26	312.13	320.39	246.77	317.53	310.41	310.58
마												
$C^*$	12.52	11.20	10.32	12.61	11.74	11.12	14.99	15.59	11.65	16.86	13.34	13.17
$H^*$	317.58	319.81	320.22	324.88	332.44	331.53	325.67	327.95	315.64	334.09	327.08	329.03
모												
$C^*$	13.99	10.32	9.51	15.03	12.26	10.26	14.84	11.16	10.30	12.83	14.28	11.93
$H^*$	4.71	16.51	20.58	11.84	19.70	20.92	356.63	358.86	4.31	10.47	2.62	8.83
견												
$C^*$	20.14	18.01	18.53	18.01	16.04	14.82	23.63	22.41	19.46	21.03	18.31	19.85
$H^*$	341.81	341.68	342.81	350.74	350.85	345.91	344.29	340.06	341.17	346.49	346.24	345.65



Table 7. 직물에 따른 오디의 염색견뢰도.

직물	온도	세탁견뢰도		마찰견뢰도		일광견뢰도
		변퇴색	오염	건	습	
면	40°C	1-2	4-5	4-5	3-4	2
	60°C	1-2	4-5	4-5	3-4	2
마	40°C	1-2	4-5	4-5	3-4	2-3
	60°C	1-2	4-5	4-5	3-4	2-3
모	40°C	2-3	4-5	4-5	3	2
	60°C	2-3	4-5	4-5	3	2-3
견	40°C	2	4-5	4-5	4	2
	60°C	2	4-5	4-5	4	2-3

세탁견뢰도에서 변퇴색은 염색온도 40°C, 60°C 동일하게 면, 마직물 1-2급, 견직물 2급, 모직물 2-3급으로 낮게 나타났으며, 오염도는 모두 4-5급으로 상당히 높게 나타났다. Kang et al.(2011)에 따라 산성염료는 색소산이 단백질 섬유인 아미노기(-NH<sub>2</sub>)와 결합하여 양모, 견에 쉽게 염색되지만 셀룰로오스 섬유에는 아미노기(-NH<sub>2</sub>)가 없어 직접 염착이 잘되지 않기 때문에 단백질 섬유인 모, 견직물에 비하여 셀룰로오스 섬유인 면, 마직물의 세탁견뢰도가 나쁜 것으로 보인다. Kim and Lee(2018)에 따르면, 안토시아닌이 물에는 수용성이라 세탁견뢰도가 좋지 않은 것으로 판단된다. 일반적으로 산성염료는 물에 잘 용해되는 성질(Kang et al., 2011)을 가지고 있어 세탁 시 오디의 안토시아닌 성분들이 모두 물에 용해되면서 변퇴색이 낮게 나타나는 반면에 염료들이 물에 용해되어 오염 또한 일어나지 않아 오염도가 우수한 것으로 보인다. Kim(2015)의 연구에서 세탁견뢰도 실험결과 각 시료의 오염도는 4-5급으로 매우 우수하게 나타났으나 변퇴색은 모든 시료에서 매우 낮게 나타났다는 결과와 일치하는 것을 알 수 있다. 염색온도 40°C와 60°C에서 견뢰도 등급 변화가 없는 것으로 보아 염색온도가 세탁견뢰도에 영향을 미치지 않는 것으로 추정되며, 오디 염색의 표면색 및 염색성은 우수한 편이었으나 세탁견뢰도의 변퇴색 등급이 낮은

것은 오디 착즙액과 각 직물의 염착력이 부족하여 나타난 결과로 보인다. 하지만 세탁 시 물빠짐으로 인한 오염이 거의 없다는 점에서 오디 착즙액과 직물 간의 염착력 강화 방안만 모색하면 더욱 좋은 친환경 염제가 될 것이라 판단된다.

마찰견뢰도는 염색온도 40°C, 60°C 동일한 등급이 나타나는 것으로 건마찰견뢰도에서 면, 마, 모, 견직물 모두 4-5급으로 높게 나타났다. 습마찰견뢰도에서는 모직물이 3급으로 가장 낮은 것으로 나타났으며, 면, 마직물은 3-4급, 견직물은 4급으로 가장 높게 나타났다. 마찰견뢰도에서도 염색온도가 결과에는 영향을 미치지 않는 것으로 추측된다.

일광견뢰도는 염색온도 40°C, 60°C 동일하게 면직물 2급으로 나타나 Kim(2015)의 연구에 따르면, 면 편성물의 일광견뢰도 실험결과 대부분의 시료에서 매우 낮게 나타났다는 것으로 일치하는 것을 알 수 있다. 마직물은 2-3급으로 나타났으며, 모, 견직물에서는 염색온도 40°C 2급, 염색온도 60°C 2-3급으로 나타났다. 단백질계 섬유인 모, 견직물의 일광견뢰도는 염색온도 40°C일 때보다 60°C일 때 더 좋은 것으로 염색온도가 일광견뢰도에 일부 영향을 미치는 것으로 추측된다. Lee et al.(2002)의 연구에 따르면, 일광견뢰도는 대부분 1-2급에서 3급까지 영역으로 분포되어 우수한 편이 아니라는 내용과 일치하는 것으로 나타났다.

Lee(2010)의 연구 결과 오디에서 추출한 원액으로 염색한 시료가 일광건뢰도 2급을 나타내고 있다는 내용이 일치하는 것으로 나타났으며, Cho의 연구(as cited in Lee, 2010)에 따르면, 안토시아닌계 염료는 빛에 의해 염료가 민감하게 분해되는 것으로 추정된다. Won and Kim(2018)의 연구에서 안토시아닌을 함유하고 있는 아로니아 추출물에 의한 면직물 세탁건뢰도, 일광건뢰도 측정 결과 매염제 처리 여부와 추출 온도와 무관하게 건뢰도가 낮게 측정되었다는 것으로 보아 낮은 건뢰도는 안토시아닌을 함유하고 있는 염색의 공통적인 문제점인 것으로 판단된다.

#### IV. 결 론

본 연구에서는 안토시아닌 색소를 함유하고 있는 오디가 앞으로 지속 가능한 친환경 천연염료로써의 가능성을 위하여 천연섬유인 면, 마, 모, 견직물에 대한 오디 착즙액의 표면색 및 염색성과 건뢰도 연구를 하고자 하였다. 각 직물에 따라 염색 농도, pH 농도, 염색온도 등을 변화시켜 염색 후 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 오디 안토시아닌 색소의 최대 흡수 파장은 면직물 550~590nm, 마, 견직물 540~550nm 범위로 동일하게 나타났으며, 모직물은 400nm로 직물에 따라 조금씩 다른 파장을 가지는 것으로 나타났다.

둘째, 오디 착즙액에 따른 염색성에서 면, 마, 모, 견직물에 공통적으로 염색농도 100%, 염색온도 60℃, pH 4일 때 표면색 및 염색성이 가장 높은 것으로 나타났다. 오디 안토시아닌 색소의 염색농도가 높을수록, pH 농도가 낮을수록, 염색농도 100%일 때 염색온도가 높을수록 K/S값이 높으며 염색성이 우수한 것으로 나타났다. 직물 별 K/S값을 비교해보면 견(6.39)>모(5.09)>마(3.60)>면(2.35)

순으로 염색성이 높은 것을 확인할 수 있다. 이는 단백질 섬유인 견, 모가 셀룰로오스 섬유인 마, 면보다 염색성이 높은 것으로 안토시아닌의 산성염료가 단백질 섬유의 아미노기(-NH<sub>2</sub>)와 결합하면서 염색성이 우수해지고, 셀룰로오스 섬유에는 아미노기(-NH<sub>2</sub>)가 없어 단백질 섬유보다 염색성이 떨어지는 것으로 판단된다.

셋째, 염색농도가 높아질수록 면, 마, 모, 견직물에서 정도의 차이는 있으나 L\*값은 낮아지고, C\*값은 높아져 색상이 진하고 선명하며, a\*값은 높아지고, b\*값은 낮아져 붉은색과 푸른색이 강화되는 것으로 나타난다. pH 농도는 낮을수록 L\*값은 낮아지고, C\*값은 높아져 색상이 진하고 선명해지며, ΔE값과 K/S값도 높게 나타나 염색성이 우수한 것을 알 수 있다. 오디 안토시아닌 색소에 산의 첨가로 염착좌석들이 활성화되어 염색성이 더욱 높아지는 것으로 보인다.

염색농도 50%일 때 면, 마, 견직물 염색 시 염색온도에 따른 K/S값의 차가 미미하게 나타나는 것으로 면, 마, 견직물에서 염색농도가 낮을 때 염색온도가 미치는 영향은 크지 않는 것을 알 수 있다. 반면 모직물은 염색온도에 따른 K/S값의 차가 크게 나타나 오디 염색에서 염색온도가 미치는 영향이 큰 것으로 판단된다.

넷째, 오디 염색에서의 표면색은 천연섬유 중 견직물에서 a\*값, C\*값, ΔE값, K/S값이 가장 높은 것으로 붉은색을 많이 포함하고 색상이 선명하며 진하게 나타나 염색성이 가장 우수하다는 것을 알 수 있다. 하지만 견직물은 염색온도가 높아질수록 L\*값, C\*값, a\*값이 전반적으로 낮아지고, b\*값은 높아지면서 색상이 진하고, 탁하며, 붉은색과 푸른색이 모두 감소하는 것으로 나타났다.

다섯째, 세탁건뢰도에서 변퇴색은 면, 마직물 1-2급, 모직물 2-3급, 견직물 2급으로 셀룰로오스 섬유보다 단백질 섬유가 조금 우수하나 전반적으로 낮은 편이고, 오염도는 모든 직물이 4-5급으로

세탁물이 빠져도 이염 및 오염이 되지 않는다는 것 또한 의미가 있는 것으로 보인다. 이 결과로 셀룰로오스 섬유에는 아미노기(-NH<sub>2</sub>)가 없어 염착력이 부족하여 견뢰도가 단백질 섬유보다 전반적으로 약한 것으로 판단된다. 마찰견뢰도는 상당히 우수하고, 일광견뢰도는 2, 2-3급으로 낮게 나타났다. 즉, 오디 염색에서 세탁에는 약하나 오염은 되지 않으며, 일광에 퇴색이 되기는 하나 마찰견뢰도가 우수한 것으로 나타났다.

면, 마, 모, 견직물을 이용한 오디 안토시아닌 색소의 표면색 및 염색성은 각 직물마다 고유 컬러를 나타내는 것으로 우수한 염색성과 오디 염색을 통하여 다양한 컬러를 전개할 수 있는 실용적인 친환경 염재로서 가치가 있는 것으로 판단된다. 다만 천연섬유인 면, 마, 모, 견직물에 대한 조건별 오디 염색성 및 견뢰도 연구에 그치지 않고 앞으로 오디 천연염색의 고유 컬러를 유지할 수 있도록 염착성 유지 및 견뢰도 보안을 위한 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

## References

- Bai, S.-K. (2008). Dyeing properties of morus alba l. fruit powder on the silk fabric. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 10(5), 779-783.
- Jang, A. S. (2015). *Studies on the hair dyeing properties using extracts of mulberry containing anthocyanin*. Unpublished doctoral dissertation, Nambu University, Gwangju.
- Jang, A.-S., & Park, C.-H. (2015). A study on the hair dyeing and colorfastness using extracts of mulberry. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 13(2), 237-242.
- Kang, I. S., Song, H. S., Yoo, H. S., Lee, J. S., & Jung, H. W. (2011). *염색의 이해* [Understanding of dyeing](2). Paju: Gyomoonsa.
- Kim, H.-J., & Lee, J.-H. (2018). Color characteristics of silk fabrics dyed with natural red dyes without a mordant. *Journal of Digital Convergence*, 16(12), 593-602. doi:10.14400/JDC.2018.16.12.593
- Kim, M. K. (2013). *A study on natural polygoum tinctoria dyeing of sustainable eco-friendly cellulose fabric and its application*. Unpublished doctoral dissertation, Ewha Womans University, Seoul.
- Kim, W. S. (2015). A study on the dyeing properties and the functionality of mulberry extract: Based on cotton knitted fabrics dyed. *The Journal of the Korean Society of Knit Design*, 13(1), 30-37.
- Lee, H. J., Yoo, H.-J., Rhie, J. S., & Kim, J. H. (2002). Silk dyeing method in natural pigments: In case of korean colored rice bran. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 26(2), 263-269.
- Lee, H. W., Shin, D. H., & Lee, W. C. (1998). Morphological and chemical characteristics of mulberry(Morus) fruit with varieties. *Korean Society of Sericultural Science*, 40(1), 1-7.
- Lee, J. N. (2004). *우리가 정말 알아야 할 천연염색* [Natural dyeing that we really need to know]. Seoul: Hyeonamsa.
- Lee, K.-W. (2010). Analysis of anthocyanidin in mulberry of cu complex compound and natural dyeing on sangju silk. *Journal of Korean Society of Industrial Application*, 13(4), 191-196.
- Lee, K.-W., Lee, J.-H., Eum S.-J., Bae, E.-M., Kim, T.-Y., & Yoon, S.-H. (2010). Natural dyeing of sangju silk with mulberry extract solution. *Textile Coloration and Finishing*, 22(3), 207-213.
- Mulberry. (n.d.). *Naver Knowledge Encyclopedia*. Retrieved January 13, 2023, from <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1993288&cid=48180&categoryId=48249>.
- Seo, K. O. (2013, May 31). 에코패션 확대, 친환경 소재 슈즈 인기 [Eco-fashion expansion, eco-friendly shoes are popular]. *Fashion Journal & Textile Life*. Retrieved January 13, 2023, from <http://okfashion.co.kr/index.cgi?action=detail&number=28044&thread=81r18>
- Song, K. H., & Baik, C. E. (2006). A study on dyeability and antibiotic activities of natural dyeing with artemisia. *The Korean Journal of Community Living Science*, 17(1), 79-86.
- Won, A. Y., & Kim, J. J. (2018). Analysis of naturally dyed textile fabrics by using aronia extract. *Journal of Fashion Business*, 22(1), 124-134. doi:10.12940/jfb.2018.22.1.124
- Yoo, H. J., Lee, H. J., Han, Y. S., Song, K. H., Kim, J. H., & An, C. S. (2007). *섬유의 염색과 가공* [Textile dyeing and finishing]. Seoul: Hyungseul.

## **Dyeing Properties and Colorfastness of Natural Fiber of Nature-Friendly Mulberry Dyeing**

**Kim, Mikyoung<sup>+</sup>**

Concurrent Professor, Dept. of Fashion Industry, Baewha Women's University<sup>+</sup>

### **Abstract**

This study examined the dyeability and colorfastness of natural fibers such as cotton, linen, wool, and silk by changing the mulberry extract's concentration, pH concentration, and dyeing temperature. To extract the dye solution efficiently for the mulberry dyeing, the juice extract method was tested, and undiluted calamansi solution and lye were used to change the pH of the dye solution in a nature-friendly manner. Dyeing was performed for 40 minutes at 50% and 100% dye solution concentrations, changing pH 3-7 and dyeing temperatures to 40°C and 60°C, respectively. The maximum absorption wavelength of the mulberry anthocyanin pigment was found to be the same within the range of 550-590 nm for cotton and 540-550 nm for linen and silk, and 400 nm for wool, which demonstrated slightly different wavelengths depending on the fabric. In terms of the surface color, H\* indicates the angle of color, and it turned out to be in the range of H\* 246-320° for cotton, H\* 315-334° for linen, H\* 356-20° for wool, and H\* 340-350° for silk. In terms of dyeing according to mulberry juice, surface color and dyeability turned out to be the highest at 100% of dye concentration, 60°C of dyeing temperature, and pH of 4, which are common across cotton, linen, wool, and silk fabrics. Comparing the K/S values for each fabric, it may be verified that fabrics have higher dyeability in order of silk(6.39), wool(5.09), linen(3.60), and cotton(2.35). In terms of mulberry dyeing, it turned out that the higher the dye solution concentration and dyeing temperature, and the lower the pH concentration, the better the dyeability. The fade of colorfastness to washing was relatively low, however, stain colorfastness was excellent from 4 to 5 grades. It also turned out that colorfastness to rubbing was excellent overall whereas colorfastness to light was low. This study shows that mulberry is valuable as a practical eco-friendly dyeing material that can develop various colors.

Key words : natural fiber, natural dyeing, mulberry, anthocyanin, dyeing property