

코치닐에 의한 나일론직물의 천연 염색성과 항균성

배정숙¹⁾ · 허만우²⁾

1) 대구대학교 패션디자인학과

2) 경일대학교 섬유패션학과

Natural Dyeing Properties and Antibacterial Activity of Nylon Fabric Dyed with Cochineal

Jung-Sook Bae¹⁾ and Man-Woo Huh²⁾

1) Dept. of Fashion Design, Daegu University, Gyeongsan, Korea

2) Dept. of Textile & Fashion Technology, Kyungil University, Gyeongsan, Korea

Abstract : The purpose of this study was to investigate the dyeing-property and antibacterial activity on nylon fabric dyed with cochineal at variable dyeing conditions. Al, Cr, Fe, Cu and Sn were used as mordants and adsorption was compared with different mordanting methods. The maximum UV-visible absorption band of cochineal extract was 495 nm. The dyeability on nylon fabric was good because of having a amine group. The optimum dyeing conditions of nylon fabrics are dyeing concentration 1.5%(o.w.s), dyeing temperature 60°C, pH 3 and dyeing time 30 minutes. The pre-mordanting method is preferred for Al and Cr, and the post-mordanting one is preferred for Cu, Sn and Fe to achieve better dyeing. The optimum mordanting conditions of wool fabrics dyed with cochineal are mordanting concentration of 0.5%(o.w.s), mordanting temperature 60°C, and dyeing time 30 minutes. Nylon fabrics dyed with cochineal show a little antibacterial activity, but it was increased by Sn mordanting. MIC test results in antibacterial activities revealed that the antibacterial activity of Cu was the highest among mordants, but Sn mordant was the most effective in antibacterial activities after mordanting treatment of nylon fabric. The fastness properties of dyed nylon fabric showed a little worse or a similar level and there was no significant difference between a mordanted and non-mordanted fabric.

Key words : cochineal, dyeing property, antibacterial activity, mordant, natural dyeing property

1. 서 론

코치닐은 매염제에 따라 적색, 적자색, 회적색으로 색상이 변화하는 다색성 동물성 염료로 영문은 Cochineal이며, 학명은 *Coccus Cacti L.*이고 주성분은 Carminic acid로 수산기(-OH)와 초산기(-COOH)를 가지는 화학구조를 지니고 있다(吉岡, 1978). 코치닐은 멕시코와 중남미 지역에 주로 서식하지만 우리나라에서도 볼 수 있는 계발선인장 또는 사보텐(Sapoten: 선인장)이라 불리는 선인장에서 기생하는 벌레로 매미목 깍지벌레과에 속하며 연지층의 암컷에서 얻는 색소로 암컷 성충의 몸길이는 4 mm이다(남성우, 2000).

코치닐은 예로부터 면, 견, 양모 등의 염색에 이용되었다고 전해지지만 지금은 화장품의 색소나 식품의 착색료 정도로 이용되고 있으며 코치닐로 만든 적색잉크는 변색이나 퇴색이 되지 않기로 유명하다. 연지층 속의 코치닐 색소 함유량은 약

10%정도로 주로 연지의 지방이나 알의 노른자위에 포함되어 있고 원색소 성분은 카르민산(Carminic acid)으로 천연염료의 구조에 따른 분류에 따르면 C-배당체에 속하는데 일반적으로 안정성이 크고 식물 또는 동물로부터 염료를 추출하여도 분해가 잘 되지 않는 안정적인 구조에 속한다(남성우, 2000)

카르민산은 1818년 Pelletier와 Caventou에 의해 비결정 상태로 얻어졌고 1856년 P.Schützenberger에 의해 결정으로 얻어졌는데(谷村, 1979), 코치닐에서 추출한 카르민산은 적-암적 갈색의 액체, 덩어리, 분말 또는 시럽상태의 물질인데 약간 비릿한 냄새를 풍기며, 물, 에탄올, 에테르, 프로필렌글리콜, 가성소다 용액에 잘 녹지만 유지에는 녹지 않는다.

용액의 색은 pH에 따라 변화하는 할로크로미즘(halochromism) 현상을 나타내는데(조경래, 1999), 산성(pH3이하)에서는 등적색, pH5~6사이의 중성에서는 적-적자색, pH7이상의 염기성에서는 적자-자색을 나타내며 이러한 현상은 가역적으로 변화한다. 최대 흡수파장은 495 nm이며 다른 천연색소에 비하여 내광성이 우수하며 안정성을 나타내지만 일반의 천연색소와 마찬가지로 pH가 높아지면 내광성이 떨어지는 경향을 보인다(조경래, 2000)

Corresponding author; Man-Woo Huh
Tel. +82-53-850-7204, Fax. +82-53-850-7605
E-mail: muhuh@kiu.ac.kr

코치닐에 관한 연구는 견섬유와 양모섬유의 열역학적 연구에 대하여(조경래, 1999), 한과 주둥은 코치닐색소와 카르민산의 견섬유에 대한 염색성(한명희, 2000; 주영주·소황옥, 1998)을 비교, 검토하였다.

또한 코치닐의 염색성에 관한 연구들에서는 견과 양모를 주로 시험포로 사용하였으나 합성섬유인 나일론 섬유에 대한 염색성 연구(이혜자 외, 2002)는 소수이다. 천연염색이 합성섬유에는 염착성이 저조하나(Lokhnde et al., 1998; Lokhnde et al., 1999) 나일론은 분자구조 중 amino 말단기(-NH₂), amide (-CONH-), carboxy기를 다량 함유하고 있으며 이들 염료의 작용기가 화학적, 물리적 구조와 반응하여 염색성에 중요한 영향을 끼친다(김공주·이정민, 1988).

또한 나일론은 라제리·화운데이선과 같은 속옷이나 스타킹 등 직접 피부에 닿는 제품으로 많이 사용되고 있으므로 피부 친화성 기능을 가지는 소재를 개발 할 필요가 있다. 본 연구에서는 합성섬유인 나일론을 시험포로 사용하여 코치닐 색소의 농도, 온도, pH 등에 따른 염착성과 매염제 종류에 따른 견뢰도를 측정하여 이미 보고된 견과 양모의 염색성과 비교 검토하고자 한다.

또한 코치닐의 나일론에 대한 항균성을 측정하여 합성섬유인 나일론의 다양한 용도로의 이용과 나일론의 고부가가치 증진에 도움이 되고자 한다.

2. 실험

2.1. 시료

본 실험에서 사용된 직물 시료는 KS K 0905에 규정된 염색 견뢰 시험용 표준 직물(나일론)을 사용하였으며 시료의 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of nylon fabric

Sample	Weave	Count		Density (thread/5 cm)		Weight (g/m ²)
		warp	weft	warp	weft	
Nylon	plain	70D	70D	214	150	60±5

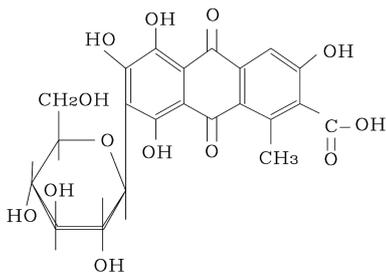


Fig. 1. Structure of Camminic acid

2.2. 염재

이 실험에서 사용된 코치닐은 시중에서 판매하는 코치닐 분말을 구입(주:미광인터네셔널)하여 사용하였다. 코치닐의 원 색소 성분은 안트라퀴논계 카르민산(Carminic acid, C₂₂H₂₀O₁₃)으로 화학구조는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 카르복실기(COOH)와 수산기(-OH)기를 가진다.

2.3. 매염제

매염제로서 Aluminium potassium sulfate(Alk(SO₄)₂), Chromium(III) potassium sulfate(CrK(SO₄)₂ · 12H₂O), Copper (II) sulfate(CuSO₄ · 5H₂O), Tin(II) Chloride dihydrate (SnCl₂ · 2H₂O), Iron(II) sulfate(FeSO₄ · 7H₂O)를 시약 1급 그대로 사용하였고, pH 조정을 위한 CH₃COOH, NaOH는 특급시약을 사용하였다.

2.4. K/S 및 색차 측정

K/S 측정 : Computer Color Matching System(Color Quest XE, Hunter Lab, USA)을 이용하여 400 nm에서 표면반사율을 구하여 염착량(이하 K/S로 칭함)을 측정하였다.

색차측정 : 색차(이하 ΔE라 칭함) 역시 K/S값과 마찬가지로 염색된 시료를 Computer color matching system (Color Quest XE, Hunter Lab, USA)를 이용하여 색의 밝기를 나타내는 L*, 색도를 나타내는 a*, b* 값을 측정하였으며 색차는 염색처리를 하지 않은 백색 시료를 기준으로 하여 나타내었다. 또한 여기서 알아낸 L*, a*, b* 값을 기준으로 면선표색 변환계를 이용하여 H(Hue) V(Value)/C(Chroma)를 측정하였다.

2.5. 염색견뢰도 측정

염색견뢰도는 각종 매염제로 처리한 후 코치닐로 염색한 나일론 시료를 이용하여 일광·마찰·땀·드라이클리닝·세탁 견뢰도를 측정하였다. 일광견뢰도는 크세논아크광을 이용하여 Weather-O-meter (Model : Ci 65/XW, Atlas, Co., Ltd. USA)로 측정하였는데 일광노출시간은 10시간과 20시간의 두 가지로 측정하였다.

마찰견뢰도는 크로크미터법에 의거하여 건조시와 습윤시를 나누어 10회의 마찰을 실시하여 측정하였다. 땀 견뢰도는 퍼스피로미터법에 의거하여 37±2°C에서 네 시간 동안 산성조건과 염기성조건하에서 변퇴색을 측정하였다.

드라이클리닝 견뢰도는 퍼클로로에틸렌을 용매로 하여 30±2°C에서 30분간 실험을 실시하여 변퇴색을 측정하였다. 세탁견뢰도는 A-2법에 의거하여 Launder-O-meter(Model, LAS/EF Atlas, Co., Ltd. USA)를 이용하여 비누액 농도0.5%, 50±2°C에서 30분간 실험을 실시하여 변퇴색을 측정하였다.

2.6. 항균성 측정

코치닐의 항균성은 황색포도상구균(staphylococcus aureus, 이

하 SA균이라 칭함.)을 이용하여 MIC Test와 KS K 0693에 규정하고 있는 균수측정방법에 의거하여 측정하였다.

MIC test는 항균성을 발휘할 수 있는 최저 농도를 구하는 방법으로 액체배지(육즙배지)에 SA균을 진탕하여 Shaking incubator(155RPM, 36.5°C)에 넣고 6시간동안 배양한 후 염료가 농도별로 녹아있는 바이알에 접종하여 다시 24시간동안 배양한 후 바이알의 탁도 확인을 통해 항균성 발휘 최저 농도를 구하는 방법이다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 색소의 자외선-가시광선 흡수 스펙트럼

Fig. 2는 코치닐 염료의 염색 pH 변화에 따른 흡광도 곡선의 변화를 나타낸 spectrum이다.

곡선 A는 pH 4, 곡선 B는 pH 7, 곡선 C는 pH 11에서 흡광도를 측정하여 그 변화정도를 나타내고 있다. 코치닐의 주 성분인 카르민산은 할로크로미즘(halochromism) 현상을 나타내며, 일반적으로 산성에서는 등적색을 띠며, 최대 흡수파장 λ_{max} 는 495nm으로 문헌에 나온 수치(조경래 저; 2000)와 일치하고 pH가 7이상인 경우는 적자색, 적색을 띠는데 최대흡수파장 λ_{max} 가 533 nm, 577 nm을 가짐을 알 수 있었다.

이와같이 pH가 높아질수록 최대흡수파장이 증가하는 현상은 코치닐 색소의 구조 중에 존재하는 카르복실기(Carboxyl) 및 하이드록실기(hydroxyl)가 알칼리에 의하여 음이온을 생성하고 이것이 불포화결합을 증가시키기 때문이라 생각된다.

3.2. 염색조건이 염착농도에 미치는 영향

염색온도에 따른 K/S : 본 실험에서는 코치닐의 나일론 섬유에 대한 최적 염색 온도를 측정하기 위해 염색시간과 염색농도는 각각 60분, 2.0%로 고정시킨 후 염색온도를 변화시켜 실험을 행하였다. 염색온도는 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70, 80°C, 90°C로 변화시켜 나일론 섬유에 염색하고 K/S값의 변화를 측정하여 그 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

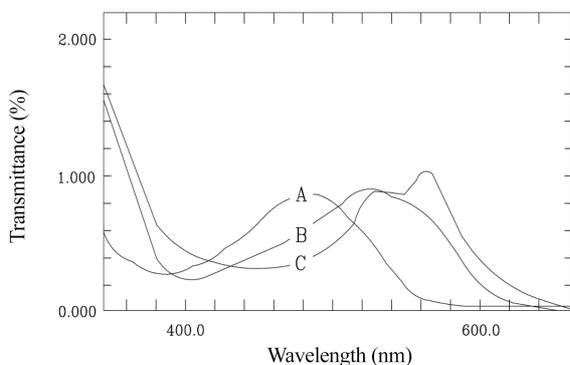


Fig. 2. UV-VIS spectra of Cochineal according to the pH. (A : pH 4, B: pH 7, C: pH 11).

이 그림에서 볼 때 전보(Bae · Huh, 2006)의 양모섬유와 마찬가지로 30°C에서 60°C까지는 높은 K/S값의 증가를 보이지만 80°C와 90°C에서는 K/S값의 변화는 거의 없는 것으로 보인다. 이는 코치닐에 의한 견섬유 염색(한명희, 2000)에서와 같이 염색온도 60°C 이후에는 염착량의 증가가 크지 않았다. 그리고 이러한 결과는 견섬유의 염색 결과와도 일치하였다. 이것으로 볼 때 코치닐의 나일론섬유에 대한 최적 염색 온도는 60°C가 적당한 것을 알 수 있다.

염색 시간에 따른 K/S : 나일론 섬유의 최적 염색 시간을 측정하기 위해 염색온도와 염색농도는 각각 60°C, 2.0%로 고정하고 염색시간을 30분, 40분, 50분, 60분, 80분, 90분으로 변화시켜 나일론 섬유에 염색하여 K/S값의 변화를 측정하여 그 결과를 Fig. 4에 나타내었다.

이 그림에서 보면 염색시간 초기 30분 동안의 K/S값은 염색 시간이 길어져도 그다지 변화가 없는 것을 볼 수 있다. 이것은 염색 초기 30분 동안은 나일론 섬유 내에 염착할 수 있는 염료 양이 포화상태에 이르러 그 이상 염색시간이 길어져도 더 이상 K/S값의 증가가 나타나지 않음을 알 수 있다.

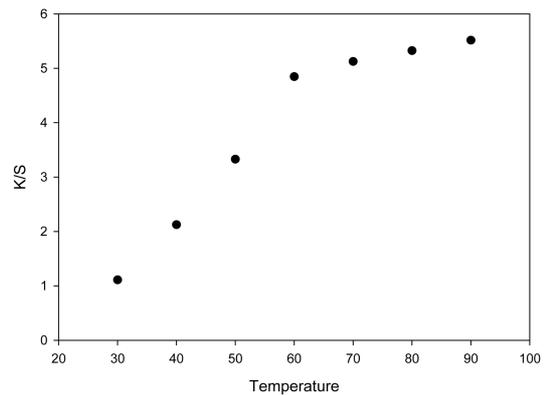


Fig. 3. Relationship between dyeing temperature and K/S value of Nylon fabric dyed with Cochineal.

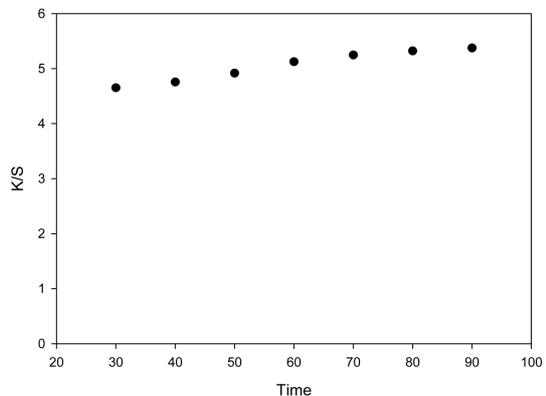


Fig. 4. Relationship between dyeing time and K/S value of Nylon fabric dyed with Cochineal.

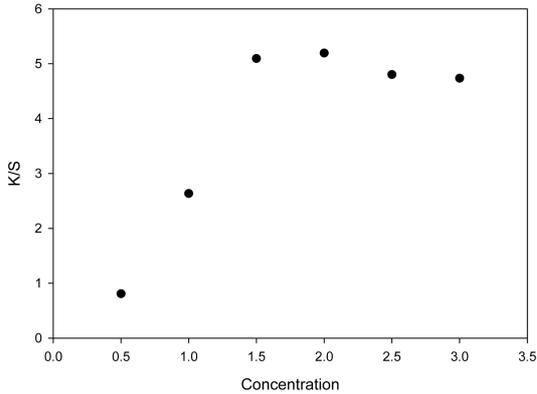


Fig. 5. Relationship between dye concentration and K/S value of Nylon fabric dyed with Cochineal.

이 결과로 볼 때 나일론 섬유에 대한 코치닐 염색에서의 최적 염색시간은 30분인 것으로 생각된다.

염색농도에 따른 K/S : 나일론 섬유에 대한 이상적인 최적 염색 농도를 측정하기 위해 염색시간과 염색온도는 각 30분, 60°C로 고정하고, 염색농도만 변화시켜 실험을 하였다. 염색농도는 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3%로 변화시켜 나일론 섬유에 염색하고 K/S값의 변화를 측정하여 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다.

염색농도 1.5%의 농도까지는 일정하게 K/S값이 증가하는 양상을 보이지만 그 이후로는 K/S값의 증가가 둔화되었다. 이것으로 볼 때 1.5%의 농도에서 이미 나일론 섬유내의 염료분포가 포화상태에 이르러 평형상태에 도달한 것임을 알 수 있다.

나일론은 분자구조중 amino 말단기(-NH₂), amide기(-CONH-), carboxyl기를 다량 함유하고 있으며 이들 염료의 작용기와 화학적, 물리적 구조와 반응한다(김공주 · 이정민, 1988). 나일론의 염색은 나일론 섬유의 amino기와 천연염료의 음이온기 간의 정전기적 결합과 수소결합에 의해 염색되며 나일론의 염착 좌석은 양모와 견섬유에 비해 상대적 양은 부족하지만 유사한 염착거동을 가지므로 다른 합성섬유와는 달리 염색성이 우수한 것으로 알려져 있다(이혜자 외, 2002)

염액의 pH에 따른 K/S : 코치닐 염액의 pH변화에 따른 나일론 섬유에 대한 염착량의 변화를 알아보기 위해 염색시간과 염색온도, 염색농도는 3.2.2-3.2.3에서 얻어진 최적조건으로 고정하고 염액의 pH만 변화시켜 실험을 행하였다.

코치닐 염액은 pH 4.5의 약산성으로 붉은색을 띤다. pH 수치가 낮아져서 강한 산성을 띄게 될 수록 다홍색에 가까운 색상을 나타내고, pH 수치가 높아져서 강염기성을 띄게 되면 자색에 가까운 색을 보인다. 본 실험에서는 코치닐 염료 원액을 pH 3, pH 4.5, pH 7, pH 9.5, pH 11로 조절하였으며 이때 염액의 색상은 다홍⇒적⇒적자⇒자색을 나타내었다.

Fig. 6은 나일론 섬유에 대한 코치닐 염료의 pH 변화에 따른 K/S값의 변화를 나타낸 그림이다. 그림을 살펴보면 pH 3에서 K/S값은 거의 4.23정도의 수치를 보이지만 pH 7에 이르러

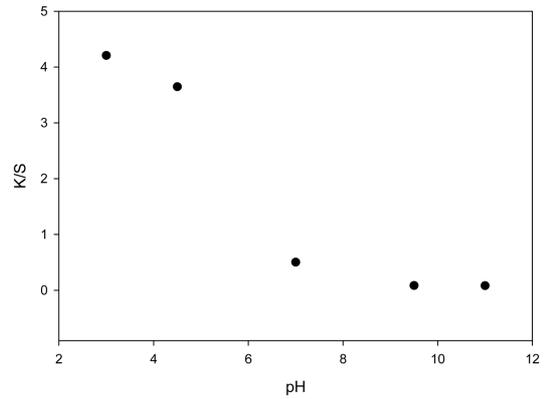


Fig. 6. Relationship between K/S values of Nylon fabric and pH value of Cochineal.

1/3으로 감소했다가 pH 9.5와 pH 11에 이르러서는 거의 0.083의 수치를 보였다. 이와같이 염액의 pH가 커질수록 K/S값이 감소하는 이유는 나일론이 등전점 이상에서는 음이온의 특성이 증가하여 코치닐 색소의 음이온과 나일론의 음이온간의 정전기적 반발력이 크지기 때문이라 생각된다.

이것으로 보아 나일론 섬유에 대한 코치닐 염색은 pH변화에 민감한 전형적인 할로크로미즘 현상을 보일 뿐만 아니라 pH가 높아질수록 bathochromic shift 하며(日本學術振興會 · 染色加工學會 第120委員會, 1988) 이는 구조 중에 존재하는 carboxyl기와 hydroxyl기가 알칼리에 의해 음이온을 생성하고 불포화결합을 증가시키기 때문이라 하였다(조경래, 1999). 따라서 코치닐은 산성염색에서 염색하는 것이 염기성염색에서 염색하는 것보다 염착성을 높인데 더 유리함을 알 수 있다.

3.3. 매염제의 종류에 따른 염색성

코치닐에 의한 나일론 섬유의 염색에 있어 매염제의 최적 매염농도를 구하기 위해 다음의 실험을 행하였다. 매염시간과 매

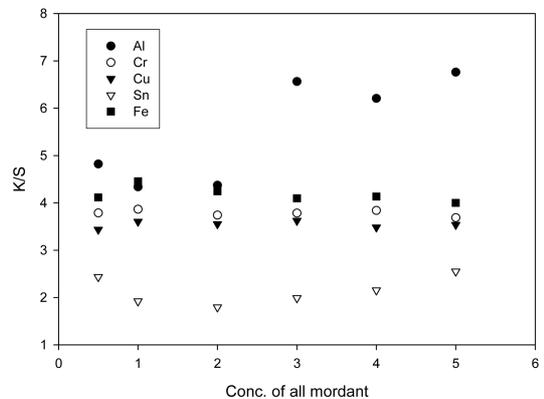


Fig. 7. Relationship between concentration of mordant and K/S value of dyed Nylon fabric under optimum condition of dyeing with Cochineal.

염온도, 매염방법은 각각 30분, 60°C, 선매염법으로 고정하였으며, 매염제 종류를 Al, Cr, Cu, Sn, Fe등으로 달리 하면서 매염농도만 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%로 변화시켜 K/S값의 변화를 측정하여 Fig. 7에 나타내었다.

각 매염제별 변화를 보면 Sn 매염의 경우 0.5% 농도에서의 K/S 값이 가장 높고 그 이상의 농도에서는 수치가 현격히 떨어지는 것을 볼 수 있다.

Fe 매염의 경우에는 1%에서 약간 수치가 상승하지만 0.5%와의 차이가 그리 나지 않는 것으로 보인다. 그리고 그 이상의 농도에서도 0.5%의 K/S 값과 거의 차이를 보이지 않고 있다. 이들 매염제를 제외한 나머지 매염의 경우에는 0.5%의 K/S 값과 그 이상 수치의 변화가 거의 없이 K/S 값들이 거의 비슷한 수준을 보이고 있다.

그 결과 나일론 섬유에 대한 최적 매염제 농도는 매염제에 상관없이 0.5%임을 알 수 있다.

3.4. 매염제의 종류 및 매염방법에 따른 K/S

나일론 섬유에 코치닐로 염색했을 경우 매염방법에 따른 K/S값의 변화를 Fig. 8에 나타내었다.

매염방법에 따른 나일론 섬유의 염착량과 최적 매염방법을 조사하기 위해 선매염과 후매염을 실시하였다. 매염시간과 매염온도는 앞의 최적매염농도를 구하기 위한 실험에서와 마찬가지로 30분, 60°C로 고정하였고 매염농도는 앞의 실험을 통해 얻어진 최적농도인 0.5%로 고정하였다.

그림을 살펴보면 Al, Cr매염제의 경우 선매염법이 후매염보다 높은 K/S값을 보이며, Cu, Sn, Fe매염제의 경우는 선매염보다 후매염법에 의한 염색이 K/S값이 다소 높게 나타났다. 그러므로 나일론 섬유를 코치닐로 염색할 경우 Al, Cr매염의 경우는 선매염법이 색상 발현이 유리하며, Cu, Sn, Fe매염의 경우는 후매염법이 선매염법보다 색상발현이 다소 유리하나 선, 후매염 중 어느 방법을 택해도 무난할 것으로 생각된다.

3.5. 매염제 종류 및 매염방법에 따른 표면색 및 색차

나일론 섬유를 코치닐로 염색할 경우 매염방법에 따른 표면색과 색차를 Table 2에 나타냈다.

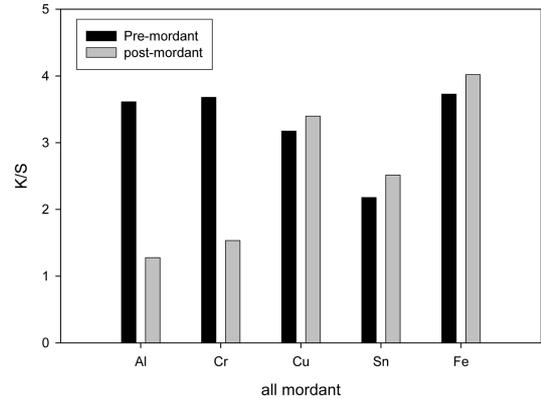


Fig. 8. Effect of mordanting method on K/S value of Nylon fabric dyed with Cochineal.

Al, Cr매염제를 사용할 경우 선매염의 L*값들이 후매염의 L*값에 비해 낮으며, Cu, Sn, Fe매염제를 사용할 경우는 후매염이 선매염보다 L값이 낮게 나타났다. 시료들의 색상을 나타내는 H V/C값을 보면 매염제의 종류에 상관없이 선매염에서는 모두 Red계열의 색상을 띄는 것을 볼 수 있다. 색상(Hue) 중 Red는 5R보다 큰 수의 색상은 황색기미의 적색이 되고, 5R보다 작은 수의 색상은 자색기미의 적색이 된다. 명도(Value)는 검정을 0으로 하고 흰색을 100으로 하여 나눈 것으로 유채색도 동일한 11단계의 명도로서 번호가 클수록 명도가 높고 작을수록 명도가 낮다. 채도(Chroma)는 중심의 무채축을 0으로 하고 수평방향으로 차례로 번호가 커지며 번호가 가하면 채도가 높게 된다. 채도는 색상의 진하고 엷음을 나타내는 포화도라 하며 아무것도 섞지 않아 맑고 깨끗한 원색에 가까운 것을 채도가 높다고 한다.

Sn 매염을 실시한 시료 외에는 색상을 나타내는 H V/C값이 거의 비슷함을 알 수 있다. 이것으로 볼 때 나일론의 선매염을 실시한 시료들은 색상의 변화가 미미한 수준임을 알 수 있으며 색상(Hue)값을 볼 때 Redish 계열로 발색하여 Cr > Al > Fe > Cu > Sn순으로 어렵게 나타났다. 색차는 Al, Cr매염의 경우 가장 크게 나타났으나 반면 후매염을 실시한 시료들의 H V/C

Table 2. The colorimetric value of nylon fabrics dyed with Cochineal.

Fabric	Method	Mordant	L*	a*	b*	ΔE	C	H	H V/C	K/S
Nylon	non		92.609	-0.990	0.814		1.282	140.588		
		pre								
		Al	46.620	43.539	23.289	67.845	49.376	28.131	5.3 R 5/10	3.6125
		Cr	45.916	43.406	23.547	68.323	49.382	28.468	5.4 R 4/10	3.6800
		Cu	44.383	41.244	17.045	66.128	44.627	22.445	3.7R 4/9	3.1730
		Sn	45.775	46.807	9.127	67.432	47.689	11.029	0.4R 4/11	2.5156
		Fe	43.712	39.501	20.074	66.343	44.309	26.928	5 R 4/9	3.7285
		post								
		Al	58.997	39.100	18.708	55.292	43.345	25.559	4.2 R 6/10	1.2770
		Cr	57.508	41.168	24.049	59.576	47.678	30.280	5.7 R 6/10	1.5335
		Cu	39.727	31.847	2.852	62.281	31.974	5.115	8.7RP 4/7	3.3985
	Sn	40.911	38.313	-0.669	64.959	38.319	359.000	6.9RP 4/9	3.1780	
	Fe	36.559	21.403	2.954	60.396	21.606	7.855	9.6RP 4/4	4.0190	

Table 3. Fastness properties of nylon fabrics dyed with Cochineal under various mordanting agents

Fabric	Fastness	Mordant						
		non	Al	Cr	Cu	Sn	Fe	
	Light	1	1	1	1	1	1	
Nylon	Perspiration	Acidity	4	2	2	2-3	2-3	2-3
		Alkalinity	4	2	2	2-3	2-3	2-3
Nylon	Rubbing	Dryness	4-5	4	4	4-5	2-3	4
		Wet	3	3	2-3	2-3	1-2	3-4
Nylon	Dry-cleaning	Washing	4-5	4-5	4	4	3-4	4-5
		Washing	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

값들은 Al, Cr 매염 처리한 시료 외에는 모두 RP계열의 색상을 보임을 알 수 있다.

이와같이 나일론의 분자구조가 천연염유인 견과 양모와 유사한 활성기를 다량 함유하고 있어 높은 염색성을 나타내며 이는 선행연구(이해자 외, 2002)와 일치한다.

이 결과들로 볼 때 나일론 섬유에 대한 코치닐 염색의 Red 색상 발현에는 사용한 모든 매염제로 선매염하거나 Al, Cr을 사용한 후매염법이 효과적이며, Red purple색상 발현을 위해서는 Cu, Sn, Fe매염제를 사용하여 후매염하는 것이 더 유리한 것으로 나타났다.

3.6. 염색견뢰도

Table 3은 선매염법으로 염색한 나일론직물의 견뢰도를 측정 한 결과이다.

나일론직물의 견뢰도는 드라이클리닝 견뢰도, 세탁견뢰도를 제외한 다른 견뢰도들에서 무매염 시료의 견뢰도등급보다 매염 시료들의 견뢰도 등급이 떨어지는 경향을 보이고 있다.

매염제별로 살펴보면 무매염 시료는 일광견뢰도와 습마찰 견뢰도가 1급, 3급의 낮은 견뢰도를 보이지만 이를 제외한 다른 견뢰도들에서는 4-5급의 높은 견뢰도 등급을 보이고 있다.

Al 매염을 실시한 시료는 일광·마찰(건·습)·드라이클리닝·세탁견뢰도는 무매염 시료의 견뢰도 등급을 유지하지만 땀 견뢰도는 산성과 염기성에 상관없이 2급으로 무매염 시료의 땀 견뢰도 등급(4급)보다 2등급 떨어지는 경향을 보이고 있다. Cr·Cu·Fe 매염 시료의 견뢰도 등급들도 Al 매염 시료와 같은 경향을 보이고 있으나 Sn 매염을 실시한 시료의 경우에는 다른 매염을 실시한 시료들보다 견뢰도 등급이 대체로 떨어지고 있다.

Table 4. Antibacterial activities of Cochineal and all mordant

Material	Minimum Inhibitory Concentration (ppm)
Cochineal	100
Al mordant	1000
Cr mordant	100
Cu mordant	10
Sn mordant	100
Fe mordant	1000

또한 일광견뢰도는 매염제에 상관없이 견뢰도는 매우 나빠지며 세탁견뢰도는 매염제에 상관없이 견뢰도가 좋은 것으로 나타났다. 이는 선행연구와 일치함을 알 수 있으나 코치닐에 관한 견과 모의 염색성의 선행연구에서는 매염 처리를 함으로서 염색포의 견뢰도가 다소 향상되었으며, 천연염색의 특성중 하나로 염색 횟수를 증가시킴으로 염색성이 증가하여 견뢰도가 증가하는 결과를 보일 것으로 기대된다.

또한 코치닐 색소는 구조 중 hydroxy기와 carboxyl기가 존재하며 이는 금속이온과 킬레이트(한국섬유산업연합회·한국섬유학회, 1982)를 생성하여 섬유와 염료간의 결합력을 높여 줄 것으로 추정하였으나 합성염유인 나일론 섬유의 코치닐 염색에서는 매염이 견뢰도의 향상에는 별 도움을 주지 못하는 것으로 나타났다.

3.7. 항균성 조사

코치닐 분말과 매염제의 항균성 : Table 4는 코치닐과 매염제의 항균성을 MIC(최저발육저지농도) Test를 통하여 측정 한 결과이다. 이 실험에서의 결과를 살펴보면 코치닐은 100ppm, Cr 매염제는 100ppm, Cu 매염제는 10ppm, Sn 매염제는 100 ppm 등으로 나타났으며, 염제들의 항균성으로만 볼 때 Cu 매염제의 항균력이 가장 뛰어나며 코치닐 염료, Cr, Sn 매염제도 어느 정도 항균성을 가짐을 알 수 있다.

염색된 시료의 항균성 : Table 5는 코치닐을 이용해 최적조건으로 염색한 시료들의 항균성을 테스트한 결과이다. 위의 표에서 나타난 수치들은 무매염 시료, 매염제별로 매염 처리한 시료들에 배양한 균수를 비교해서 추출한 수치이며 그 공식은 다음과 같다.

$$\text{감균율(\%)} \text{ or } \text{항균성(\%)} = \frac{\text{Blank(초기)} - \text{시료}}{\text{Blank(초기)}} \times 100$$

∴ if 초기 균수 < 시료측정균수 = 0%

균수측정방법에는 시험포에서 분리된 균 분산액을 10배 단위로 희석한 10배 희석계열의 균액을 만들어 한천배지에 접종하여 35~37°C에서 24~48시간가량 배양하여 생성된 colony의 숫자를 계수하여 전체 균분산액에 포함된 균수를 유추해 내는 Colony 측정법과, 세균세포내의 ATP(adenosine triphosphate-모든 생물의 생활에너지 공급원으로 이용되는 화학물질)함량을

Table 5. Antibacterial activities of the fabrics dyed with Cochineal

Fabrics	Materials	Reduction ratio of colonies(%)
		<i>Staphylococcus aureus</i>
Nylon	Non	0
	Al	0
	Cr	28.2
	Cu	53.8
	Sn	96.5
	Fe	30.5

측정하여 환산계수를 이용하여 생균의 수로 환산하는 ATP 발광측정법이 있는데 본 연구에서는 Colony 측정법을 이용하여 항균성을 측정하였다.

코치닐로 염색한 나일론 섬유는 무매염과 Al 매염 처리한 시료에서 초기 균수보다 많은 균이 검출되어 0%의 감균률을 보였다. Cr, Fe 매염 처리한 시료의 경우에는 항균성의 띄긴 하지만 그 수치가 낮았고 Cu 매염 처리한 시료는 50%의 항균율을 보였다. Sn 매염 처리한 시료는 90%이상의 매우 높은 항균성을 나타냈으며, 전보(Bae · Huh, 2006)의 코치닐 염색에 의한 모섬의 항균성도 실험에 사용한 5종의 매염제중 Sn매염제가 가장 항균성(100%)이 우수한 것으로 나타났다.

이와같이 매염제에 따라 항균성의 차이를 보인 선행연구의 보고와도 같은 결과를 보였다(박영희 외, 2000). 이것으로 볼 때 코치닐에 의한 나일론 염색시 Sn 매염 처리하는 것이 나일론 섬유의 항균성을 높이는 데 도움을 주는 것으로 생각되어진다.

따라서 합성섬유이면서 속옷재료와 스타킹으로 많이 사용되는 나일론이 코치닐 천연염색에 대해 좋은 염색성을 보였으며 특히 Sn매염제를 사용할 경우 우수한 항균성을 나타내므로 고부가가치의 나일론 소재개발에 기여할 것으로 기대된다.

4. 결 론

이 연구에서는 천연염료 중 동물성 염료이며 다색성 염료로 알려진 코치닐의 천연염색성과 항균성 등을 알아보았다. 염색 농도와 염색온도, 시간, 염액의 pH 등을 조절하여 최적 염색 조건을 측정하였으며, 매염농도와 매염방법의 변화를 통하여 최적매염조건을 알아본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 나일론섬유에 대한 코치닐의 최적염색조건은 염액농도 1.5%(o.w.f), 염색온도 60°C, 염색시간 30분, 염액 pH 3, 매염방법은 선매염법으로 나타났다.

2. 나일론 직물은 매염처리의 유무에 상관없이 일광건뢰도가 1급으로 매우 낮았으며 무매염 처리 시료의 건뢰도가 높아 매염처리에 의한 건뢰도 향상은 그다지 없는 것으로 나타났다. 그러나 Fe 매염에 의해 습마찰 건뢰도 등급이 약간씩 향상되는 효과를 보였다.

3. 색차 측정 결과 Al, Cr매염의 경우 선매염법이 색차나 염착성이 우수하며, 색상은 Redish 계열로 발색하였고, Cu, Sn, Fe매염의 경우 후매염법이 색차가 크며 색상은 Red Purple로 나타났다.

4. 코치닐로 염색한 나일론의 항균성 테스트를 실시한 결과 Sn매염을 실시한 시료가 뛰어난 항균성(95.3%)을 보인다.

감사의 글 : 본 연구는 대구대학교 학술연구비의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

김공주 · 이정민 (1988) “염색화학”. 형설출판사, 서울, pp.192-193.
 남성우 (2000) “천연염색의 이론과 실제(1)”. 보성문화사, 서울, pp. 49-50.
 박영희 · 남운자 · 김동현 (2000) 쪽 추출물을 이용한 염색직물의 항균성에 관한연구. *한국의류학회지*, **24**(1), 67-76.
 이해자 · 유혜자 · 김정희 · 한영숙 (2002) 나일론의 천연염색과 염색포의 항균성. *대한가정학회지*, **40**(11), 93-105.
 조경래 (2000) “천연염료와 염색”. 형설출판사, 서울, pp.103-108.
 조경래 (1999) 천연염료에 관한 연구(11) -코치닐 색소의 양모섬유에 대한 염색성-. *한국염색가공학회지*, **6**(2), 40-46.
 주영주 · 소황옥 (1998) 코치닐의 염색성에 관한 연구. *한국염색가공학회지*, **10**(1), 11-19.
 한명희 (2000) 코치닐 추출물에 의한 건 섬유 염색. *한국염색가공학회지*, **12**(2), 129-137.
 한국섬유산업연합회 · 한국섬유학회 (1982) “섬유사전”. 시사문화사, 서울, p.778.
 日本學術振興會 · 染色加工學會 第120委員會 (1988) “染色事典”. 朝倉書店, 東京, p.165.
 吉岡常雄 (1978) 天然染料の研究 - 異論瓜蒌除染色法 -. 光村古書院, 東京, p.141.
 谷村顯雄 (1979) “天然着色料ハンドブック”. 光琳, p.389.
 Lokhnde, H.T., Dorugaded V.A. and Naik S.R. (1998) Application of natural dyes on Polyester. *American Dyestuff Reporter*, p.40.
 Lokhnde, H.T. Dorugaded V.A. and Naik, S.R. (1999) Dyeing nylon with natural dyes. *American Dyestuff Reporter*, Feb. 29.
 Bae J.S. and Huh M.W. (2006) The dyeability and antibacterial activity of wool fabric dyed with cochineal. *J. of the Korean Soc. of Dyers & Finishers*, **18**(5), 268-275.

(2006년 6월 13일 접수)