

느릅나무껍질 추출액을 이용한 천연염색의 슈퍼박테리아에 대한 항균성

최나영[†] · 박희수¹⁾

원광대학교 가정교육과
¹⁾원광식품산업연구원

Antibiosis against Super Bacteria from Natural Dyeing with Elm Bark Extract

Na Young Choi[†] and Hee-Su Park¹⁾

Dept. of Home Economics Education of Wonkwang University; Iksan, Korea
¹⁾Wonkwang Research Institute for Food Industry; Iksan, Korea

Abstract : In this study, a cotton knit was dyed with elm bark extract; subsequently, the dyed fabric was measured according to the types of mordants and the preprocessing cationizers used. Additionally, antibiosis against super bacteria was examined. The results follow. First, the color of the dyed cotton knit appeared reddish and yellowish for fabrics treated with non-mordants and mordants. When preprocessing with a cationizer was conducted, the dyeing properties were the best. Second, even when mordants were not used for dyeing, color fastness after washing, sweating, and rubbing was generally good Grade 4 and 5. Color fastness after exposure to sunlight was the best Grade 4 for fabric prepared with ferrous sulfate as the mordant. Third, as for antimicrobial properties, or resistance to super bacteria, the growth of bacteria was suppressed in a meaningful way for fabrics treated with non-mordants and mordants, compared to the control group fabric. The dyeing methods with the most powerful antimicrobial effects were dyeing after preprocessing with a cationizer and preparing fabric with copper sulfate as the mordant. The results stated above show that in case of dyeing with elm bark extract, preprocessing of the cotton knit with a cationizer and dying with copper mordant displayed high levels of antimicrobial properties that were useful for resisting super bacteria. Of these the dyeing properties were the best when preprocessing with a cationizer.

Key words : Elm-Bark extracts(느릅나무껍질 추출액), cationizer(캐티온화), natural dyeing(천연염색), methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*(슈퍼박테리아), antibacterial activity(항균성)

1. 서 론

2015년 5월 국내를 공포의 도가니로 몰아넣었던 메르스 첫 번째 환자가 항생제가 없는 슈퍼박테리아까지 감염된 것으로 보고되었다(“To MERS from Superbacteria”, 2015). 과거부터 박테리아는 인류에 심각한 골칫덩이였다. 작은 상처인데도 불구하고 박테리아 감염으로 수많은 사람들이 목숨을 잃었다. 그러나 1928년 페니실린이 개발되면서 일대 혁신이 일어났다. 이후 항생제는 만병통치약으로 통했고, 인류는 박테리아 감염 질환에서 해방되는 듯했다. 하지만 항생제가 남용되면서 새로운 문제가 생겼다. 내성이 생긴 박테리아의 등장이었다. 최근에는 어떤 항생제에도 반응하지 않는 슈퍼박테리아까지 생겼다. 미국 질병예방통제센터(Centers of Disease Control and Prevention)는 최근 미국에서 슈퍼박테리아에 감염되는 사람이 연간 200만 명에 달하고 이 가운데 2300명 이상이 매년 사망하는 것으로 조사됐다고 밝혔다. 영국 총리 직속인 항균성 내성 검토

(Antimicrobial Resistance; AMR)팀도 유럽에서 한 해 3만명이 슈퍼박테리아로 목숨을 잃고 있다고 발표했다. AMR 팀장을 맡은 짐 오닐 전 골드만삭스 회장은 “이런 추세라면 오는 2050년에 전 세계적으로 슈퍼박테리아로 인한 사망자가 1000만 명을 넘고 그 경제적 비용도 100조 달러에 달할 것”으로 전망했다(“Superbacteria, through ...”, 2015).

이러한 상황은 인류가 항균물질에 대한 관심을 갖게 하였고, 항균작용을 가지는 약용성분이 알려지면서 약용성분에서 추출한 천연염료를 섬유의 항균가공에 이용하려는 시도가 빠르게 진행되고 있는 상태이며, 국내에서도 천연 염료의 항균성에 대한 연구로 소목 추출액(Lee et al., 1995), 쑥 추출물(Kim & Song, 1999), 삼백초 추출물(Kim & Song, 2000), 고삼 추출액(Park et al., 2002), 오배자 추출물(Yoon et al., 2004), 애기뫄풀 추출액(Jung, 2009), 모과 추출물(Nam & Lee, 2012) 등의 연구가 진행되고 있다.

약용성분 중 느릅나무 껍질은 한방에서 유피(楡皮)라는 약재로 쓰는데, 치습(治濕) · 이노제 · 소종독(消腫毒)에 사용한다. 특히 깊은 상처를 낫게 해 주는 효과가 있다. 민간에서 열매는 장아찌 등으로 이용하고, 어린잎은 따서 나물이나 녹즙으로도

[†]Corresponding author; Na Young Choi
Tel. +82-63-850-6561, Fax. +82-63-850-7306
E-mail: nychoi@wku.ac.kr

이용하는데, 다이어트에 효과가 있고, 이뇨 작용이 있어 붓기 제거에 효과가 있는(Jung, 2014) 것으로 알려져 있다. 이러한 느릅나무 껍질을 이용한 의류 염색은 면포의 경우에는 매염농도, 시간, 온도 등에 그다지 영향을 받지 않는다는 연구 보고(Cho & Kim, 2003)가 있다. 하지만 견, 모, 나일론 직물과 같이 아미노기를 갖는 섬유는 염색성이 우수하였으나 면과 같은 셀룰로오스 섬유는 염색성이 다소 낮은 편이라는 연구결과(You, 2001)도 있었다. 셀룰로오스 섬유에 대한 염색성을 높이기 위해 캐티온화제를 처리한 직물이 두 배 이상으로 염착량이 증가된다는 연구 결과(Choi et al., 2003)는 이러한 면직물 염색의 단점을 보완하여 염료의 염착성을 개선해 줄 수 있을 뿐만 아니라 기능성이 부여된 제품개발에 응용할 수 있다. 또한 느릅나무 껍질의 *Staphylococcus aureus*(황색포도상구균)에 대한 항균성 측정결과 정균감소율이 99.5~99.9%로 높은 항균성이 나타났다는 연구결과(Choi et al., 2003)도 보고되었다.

따라서 본 연구에서는 느릅나무 껍질 추출액을 면편성물에 염색한 후, 매염제의 종류 및 캐티온화제 전처리에 의한 염색포의 염색견뢰도 및 항생제 내성균주인 슈퍼박테리아의 항균 효과를 검증하고자 한다.

2. 실험

2.1. 시료 및 시약

2.1.1. 시료

시험포는 KS K 0210:2007에 준한 면편성물을 정련하여 사용했으며 특성은 Table 1과 같다.

2.1.2. 염재

본 실험에 사용된 느릅나무껍질은 경북 영천지역에서 채집한 느릅나무껍질 1000g을 (주)휴먼허브에서 구입하여 실험에 사용하였다.

2.1.3. 매염제 및 균주

매염제로 사용한 황산 제1철(FeSO₄·7H₂O), 황산구리(CuSO₄·5H₂O), 황산알루미늄(Al₂(SO₄)₃)은 대정화금과 순정화학주식회사 제품을 사용하였다. 슈퍼박테리아는 Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*(MRSA) ATCC 33591을 사용하였다. 배지는 Oxacillin 2μg/ml, Fungizone 2.5μg/ml가 첨가된 Brain Heart Infusion broth와 Brain Heart Infusion Agar(Detroit, MI, USA)를 사용하였다.

Table 1. Characteristics of fabrics

Fabrics	Weave	Count	Gauge (threads/5cm)		Weight (g/m ²)
			Wale	Course	
Cotton knit 100%	Plain stitch	39.3 ^s	69.4	110.2	193.1

2.2. 실험방법

2.2.1. 염료의 추출

느릅나무껍질 500g을 증류수 25L에 넣고 100°C에서 1시간 동안 가열하여 18.5L의 추출액을 얻었다.

2.2.2. 염색방법

느릅나무껍질 추출액의 농축염료 농도 1.85%(o.w.f), 욕비 1:50인 염욕에 시험 면포 2kg을 Winch 염색기에 넣은 후 상온에서 10분 동안 균일하게 염색한 다음 서서히 열을 가하여 30°C에서 10분간, 40°C에서 10분간, 50°C에서 10분간, 60°C에서 20분간 염색하였다. 염색된 시험포를 냉수에 3~4번 수세하고 탈수하여 기계 건조하였다.

2.2.3. 매염방법

매염방법은 후매염법을 시행하였다. 매염조건은 황산알루미늄 매염제의 농도 6%(owf), 황산구리와 황산 제1철 매염제의 농도 3%(owf), 욕비 1:40인 용액을 제조하여 염색된 시험포를 Winch 염색기(HS-107)에 넣어 상온에서 5분, 30°C에서 5분간, 60°C에서 20분 동안 매염 처리한 후 3번의 수세과정을 반복한 다음 탈수한 후 자연 건조하였다.

2.2.4. 섬유의 캐티온화제 처리

면섬유에 대한 염색성을 높이기 위해 Snogen CAT-800의 농도 3%(owf), NaOH 0.5%(owf), 정련 침투제 0.5%(owf)의 욕비 1:15 용액으로 70°C에서 20분간 처리한 후 소평, 수세, 건조한 후 염색(Yu, 2002)하였다.

2.2.5. 표면색 측정

염색된 시료에 대한 색차는 Gretagmacbeth(Model : Color-Eye 7000A, U.S.A)를 사용하여 시료의 표면색을 광원 D65, 관측시야는 10°의 상태에서 X, Y, Z값 및 Lab값을 측정하고 Munsell 표색계 변환법에 따라 색의 3속성 H, V/C 및 Hunter의 색차값 ΔE를 구하였다. 명도지수는 L, 색좌표 지수는 a와 b값, 색상은 H(Hue), 채도는 C(chroma)로 표시했다.

$$\Delta L^* = Lr^* - Ls^*$$

$$\Delta a^* = ar^* - as^*$$

$$\Delta b^* = br^* - bs^*$$

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

(r* = 기준시료, s* = 측정시료)

2.3. 염색견뢰도 측정

무매염포, 섬유의 캐티온화제 전처리 및 3가지 매염제를 처리한 염색포에 대해 세탁견뢰도, 마찰견뢰도, 땀견뢰도, 그리고 일광견뢰도를 측정하여 비교, 검토하였다.

세탁견뢰도는 Launder-o-meter(Koa Shokai Ltd, Kyoto, Japan)를 사용하여 KS K ISO 105-C06:2012, 마찰견뢰도는

Crock meter(AATCC Atlas Eletnic Device)법을 사용하여 KS K 0650:2011, 땀건뢰도는 Perspiration Tester(AATCC, Atlas Electric Device Co, U.S.A)를 사용하여 KS K ISO 105-E04:2010, 일광건뢰도는 Color & Color Difference Meter 를 이용하여 KS K ISO 105-B02:2010의 표준방법을 사용하여 건뢰도 실험을 하였다.

2.4. 염색 면편성물의 슈퍼박테리아에 대한 항균성

세균증식 억제효능은 Lee et al.(1995), Park et al.(2002) 등의 방법을 변형하여 사용하였다. Clean bench(VS-1400LS-3N, Vision Scientific Co. Korea)내에서 면포를 가로, 세로 각각 4.8cm로 준비한 후 petridish(SPL, Korea)에 위치시켰다. MRSA (ATCC 33591)를 BHI 배지에 24시간 Incubator(SLI-400, EYELA, Japan)에서 배양한 후 petridish에 위치해 있는 면포에 접종하였다. 세균 접종 즉시(0시간)와 24시간 배양 후에 각각 petridish에 phosphate buffered saline(PBS) 완충액을 넣어 면포에 묻어있는 세균을 세척하여 BHI Agar 배지에 도말하였다. 37°C Incubator(SLI-400, EYELA)에서 24시간 배양한 후 Colony formig unit(cfu) 수를 측정하였다. 균감소율은 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{균감소율 (\%)} = (A-B)/A \times 100$$

(A: 원포의 균수, B: 캐티온화, 무매염포 및 매염포의 균수)

2.5. 통계처리

각 데이터는 평균과 표준편차로 제시하였으며, 평균치간의 유의성은 통계프로그램인 SPSS(ver 10.0)를 사용하여, α=0.05 수준에서 실험군과 대조군의 평균치를 independent sample t-test로 검증하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 염색 면편성물의 표면색

염색 면편성물 시험포의 색차는 섬유의 캐티온화제를 전처리한 염색포가 가장 크게 나타났고, 황산알루미늄 매염포가 가장 적게 나타났다. 무매염포와 황산구리 매염포의 표면 색차 값의 차는 거의 변화가 없었다. 표면색은 모두 a값 +, b값 +를 나타내 reddish하고 yellowish한 표면색을 나타냈다.

명도는 무매염포, 황산구리, 황산알루미늄 매염포는 명도가 높았으며, 캐티온화제 전처리 염색포의 명도가 가장 낮았다. 이는 캐티온화제 전처리 시 느릅나무껍질의 염착성이 향상되어 명도가 낮아짐을 알 수 있다. 따라서 느릅나무껍질 농도가 증가할수록 L* 값이 낮아짐을 알 수 있다. 채도는 황산제1철 매염포, 캐티온화제 전처리 염색포에 비해 무매염포, 황산구리, 황산알루미늄 매염포가 낮았다.

Table 2의 결과에 따르면 무매염포, 황산구리, 황산알루미늄

Table 2. Color characteristics and Munsell values of cotton knits dyed with EB extracts

Mordants	H(V/C)&ΔE _{ab}	L*	a*	b*	ΔE _{ab}	H	V/C
Untreated		94.04	-0.84	4.12		9.0Y	9.3/0.5
None		87.24	3.89	6.14	8.55	3.9YR	8.6/1.4
Cation		64.28	9.50	16.58	33.91	5.6YR	6.3/3.3
Al		89.69	1.75	7.00	5.83	9.2YR	8.9/1.1
Cu		86.42	0.67	7.10	8.35	2.1YR	8.5/0.9
Fe		78.80	4.49	22.24	24.26	1.1Y	7.8/3.4

매염포에 비해 황산 제1철 매염포와 캐티온화제 전처리 염색포의 빨강, 노랑 기운이 모두 증가했다. 따라서 황산 제1철 매염포와 캐티온화제 전처리가 느릅나무껍질의 부착량을 증가시켜 염착성이 향상됨을 확인할 수 있다. 이는 캐티온화제 처리에 의하여 염착량이 크게 증가하는 것으로 나타났다는 Song and Kim(2001), Moon(2003), 그리고 Lee and Jang(2010) 등의 연구와 같은 결과를 얻었다. 이와 같은 결과를 통해 면직물에 천연 염료 염착시 캐티온화제 전처리를 해줌으로써 염착량 증진 효과를 기대할 수 있다.

3.2. 염색 면편성물의 건뢰도

염색 면편성물의 건뢰도 결과는 Table 3과 같다.

변퇴색(F)에 대한 세탁건뢰도는 황산구리와 황산 제1철 매염 염색포에 비해 무매염포, 캐티온화제 전처리 염색포, 그리고 황산알루미늄 염색포는 4급으로 비교적 우수하였다. 오염 세탁건뢰도에 있어서는 침부백포가 면포(SC)인 경우와 모포(SW)인 경우 모든 염색포가 4-5급으로 우수하여 다른 섬유로 이염되지 않는다는 것을 알 수 있다.

땀 건뢰도는 산성(A) 땀인 경우 변퇴색 정도가 모든 염색포가 4급 또는 4-5급으로 우수하였다. 오염 땀 건뢰도에 있어서는 침부백포가 면포(SC)인 경우와 모포(SW)인 경우 땀 건뢰도는 대부분의 염색포가 4-5급 정도로 우수한 편이었다. 알칼리(AK) 땀인 경우 변퇴색 정도가 대부분의 염색포가 4급 또는 4-5급으로 우수하였고 오염 땀 건뢰도에 있어서는 침부백포가 면포(SC)인 경우와 모포(SW)인 경우 땀 건뢰도는 대부분의 염색포도 4-5급으로 매우 우수하였다.

습윤 시 마찰 건뢰도와 건조 시 마찰 건뢰도는 대부분의 염색포가 4-5급으로 우수한 편이었다.

일광건뢰도는 무매염포와 캐티온화제 전처리 염색포는 2급으로 매우 낮았고, 황산 알루미늄 매염 염색포는 2-3급, 황산구리 매염염색포는 3급으로 보통이었으나, 매염제 중 황산 제1철 처리에 의해 4급으로 향상되는 것으로 나타났다.

이는 Choi and Kang(2015)의 연구결과와 비교할 때 면직물이라도 면편성물이 면평직물에 비해 건뢰도가 대체적으로 우수하였음을 알 수 있다.

Table 3. Colorfastness of cotton knits dyed with EB extracts

(unit: grade)

Test items		Result of fastness					
		None	Cation	Al	Cu	Fe	
Washing Fastness	Fade	4	4	4	3-4	3-4	
	Stain Cotton	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	
	Stain Wool	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	
Perspiration Fastness	Acid	Fade	4	4-5	4	4	4
		Stain Cotton	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		Stain Wool	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Alkaline	Fade	4	4-5	4	4	4
		Stain Cotton	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		Stain Wool	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Rubbing Fastness	Dry	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	
	Wet	4-5	4	4-5	4-5	4-5	
Light Fastness 4 grade standard Blue scale		2	2	2-3	3	4	

3.3. 염색포의 항생제 내성 균주에 대한 증식 억제효과

염색포에 세균을 접종하고 즉시(0 시간), 염색포에서 세균을 취하여 고체배지에 도말한 후 cfu를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다(Fig. 1, Table 4). 원포에 세균을 접종한 후 즉시(0 시간) 세균을 고체배지에 배양한 결과, 83±6.7cfu/ml의 세균이 측정되었으며, 염색만 시행하고 매염처리하지 않은 염색포에서는 27±4.3cfu/ml의 세균이 측정되어 균 감소율은 67.4%였으며, 캐티온화 전처리한 염색포에서는 66±7.8cfu/ml의 세균이 측정되어 균 감소율은 20.4%였으며, 황산알루미늄 매염을 실시한 경우 96±12.8cfu/ml의 세균이 측정되어 균 감소가 관찰되지 않았고, 오히려 균 감소율이 억제되는 경향을 보였다. 황산구리 매염을 실시한 경우 11±3.5cfu/ml의 세균이 측정되어 균 감소율은 86.7%였다. 황산 제1철 매염을 실시한 경우

25±6.5cfu/ml의 세균이 측정되어 균 감소율은 69.8%로 측정되었다. 무매염포, 황산구리 매염포, 그리고 황산 제1철 매염포에서 원포와 비교하여 유의성($p < .05$)있게 세균성장이 억제되었으며, 가장 항균효과가 높은 염색방법은 염색 후 황산구리 매염을 실시한 경우였다.

염색포에 세균을 접종하고 24시간 배양한 후, 염색포에 증식한 세균을 취하여 고체배지에 도말한 후 cfu를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다(Fig. 2, Table 5). 원포에 세균을 접종한 후 24시간 배양한 결과, 915±61×10²cfu/ml의 세균이 측정되었으며, 염색만 시행하고 매염처리하지 않은 염색포에서는 5±2.4×10²cfu/ml의 세균이 측정되어 균 감소율은 99.4%였으며, 캐티온화 전처리한 염색포에서는 0±0.0×10²cfu/ml의 세균이 측정되어 균 감소율은 100%였으며, 황산알루미늄 매염을

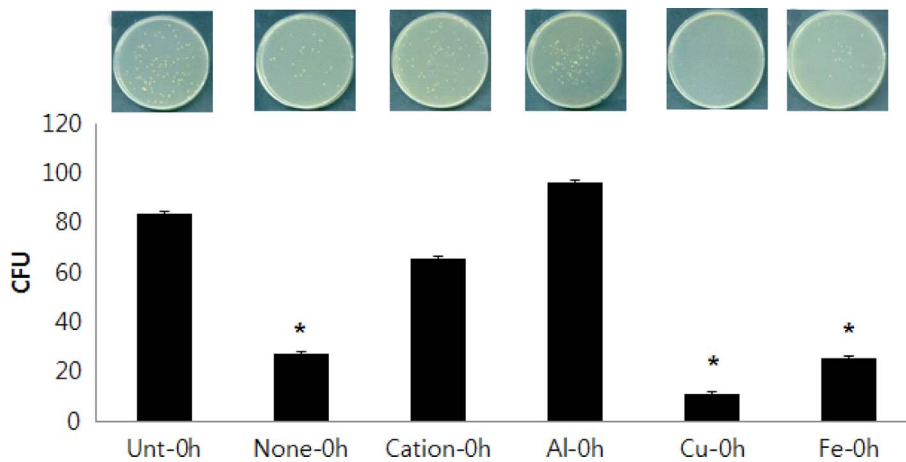


Fig. 1. Antibacterial abilities of cotton knits dyed with EB extract after 0 hour incubation. Unt: untreated, None: none-mordanted, Cation: cationization, Al: Al₂(SO₄)₃ mordanted, Cu: CuSO₄·5H₂O mordanted, Fe: FeSO₄·7H₂O mordanted. Three replicates were made for each concentration of the test extract. * $p < .05$ was statistically significant as determined by independent sample t-test for the mean values different from the control group.

Table 4. Bacterial reduction rate of cotton knits dyed with EB extract (after 0 hour incubation)

	Untreated	None-mordanted	Cationization	Al	Cu	Fe
Reduction of Bacterial (%)	-	67.4	20.4	-	86.7	69.8

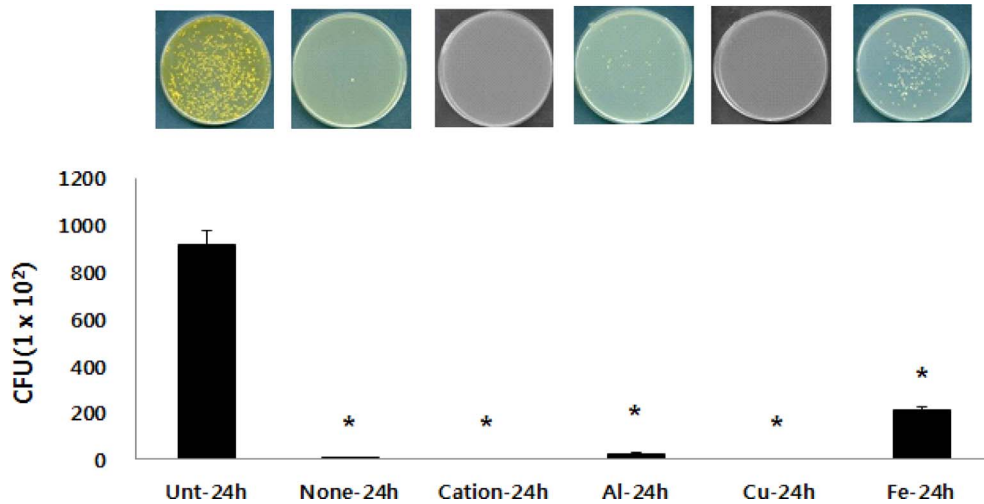


Fig. 2. Antibacterial abilities of cotton knits dyed with EB extract after 24 hour incubation. Unt: untreated, None: none-mordanted, Cation: cationization, Al: Al₂(SO₄)₃ mordanted, Cu: CuSO₄·5H₂O mordanted, Fe: FeSO₄·7H₂O mordanted. Three replicates were made for each concentration of the test extract. **p*<.05 was statistically significant as determined by independent sample t-test for the mean values different from the control group.

Table 5. Bacterial reduction rate of cotton knits dyed with EB extracts (after 24 hour incubation)

	Untreated	None-mordanted	Cationization	Al	Cu	Fe
Reduction of Bacterial (%)	-	99.4	99.9	97.5	99.9	77

실시한 경우 22±5.2×10²cfu/ml의 세균이 측정되어 균 감소율은 97.5%였으며, 황산구리 매염을 실시한 경우 세균이 검출되지 않아 균 감소율은 100%로 측정되었다. 황산 제1철 매염을 실시한 경우 210±14.7×10²cfu/ml의 세균이 측정되어 균 감소율은 77%로 측정되었다. 무매염포, 캐티온화 전처리포, 황산알루미늄 매염포, 황산구리 매염포, 그리고 황산 제1철 매염포 모두에서 원포와 비교하여 유의성(*p*<.05)있게 세균성장이 억제되었으며, 가장 항균효과가 높은 염색방법은 염색 후 캐티온화 전처리와 황산구리 매염을 실시한 경우로 관찰되었다. 이러한 실험결과는 구리 매염제처리가 가장 높은 항균효능을 보였다는 선행연구결과(Choi & Kang, 2015)와 유사성이 있었고 캐티온화 전처리 시 우수한 항균력을 확인한 Kim(1997)의 연구와 일치하였다. 이는 캐티온화 전처리 시 염료 염착량의 증가로 더 높은 항균효능이 나타나는 것으로 추정된다.

4. 결 론

본 연구에서는 느릅나무껍질 추출물을 이용하여 면편성물을 염색한 후, 매염제의 종류에 따른 염색포와 캐티온화제 전처리에 의한 염색포의 염색건뢰도 및 슈퍼박테리아의 항균성을 고

찰한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 염색한 면편성물의 표면색은 무매염포와 매염포 모두 reddish하고 yellowish한 표면색을 나타냈다. 캐티온화제 전처리를 한 경우 가장 높은 염색성을 보였다.
 2. 염색 시 매염제를 사용하지 않아도 세탁건뢰도, 땀 건뢰도, 마찰건뢰도는 대체적으로 4-5급 정도로 우수하였다. 일광건뢰도는 황산 제1철 매염제를 처리했을 때 4급으로 가장 높았고, 무매염포와 캐티온화제 전처리 염색포는 2급으로 매우 낮은 결과를 보여 일광건뢰도 향상을 위한 염색방법의 개발이 요구된다.
 3. 슈퍼박테리아에 대한 항균효과는 무매염포와 매염포 모두에서 대조포와 비교하여 유의성 있게 세균성장이 억제되었으며, 가장 항균효과가 높은 염색방법은 캐티온화제 전처리 후 염색한 경우와 황산구리 매염을 실시한 경우였다.
- 느릅나무껍질 추출액으로 염색한 면편성물은 캐티온화제 전처리 또는 매염제를 사용하지 않아도 비교적 우수한 건뢰도를 가지고 있으며 슈퍼박테리아의 증식 억제에 효과가 있는 것으로 나타났다. 본 연구의 항균성 실험결과를 근거로 세탁 후의 항균효과에 대한 후속연구가 좀 더 이루어지면 항균성이 우수한 천연염색의 소재로 활용될 수 있다고 본다.

감사의 글

본 논문은 2014년도 원광대학교 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

References

- Cho, K. R., & Kim, M. S. (2003). The dyeing properties of ulmi cortex extract. *Textile Coloration and Finishing*, 15(1), 30-38.
- Choi, N. Y., & Kang, S. Y. (2015). Effect of ulmus davidiana var. Japonica Nakai extract on Antibiotic resistant bacteria in dyed cotton. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 39(2), 287-293. doi:10.5850/JKSC.2015.39.2.287
- Choi, Y. H., Kwon, O. K., & Moon, J. G. (2003). Dyeability and antibacterial activity of the fabrics with Elm-bark extracts. *Textile Coloration and Finishing*, 15(3), 14-19.
- Jung, G. Y. (2014). *The tree story Donguibogam*. Seoul: Globooks.
- Jung, J. S. (2009). Transactions : The anti-microbial activity of silk fabrics dyed with Chelidonium Majus var, asiaticum extracts. *Fashion & Textile Research Journal*, 11(5), 827-832.
- Kim, B. H., & Song, W. S. (1999). The dyeability and antimicrobial activity of methanol extracted in artemisia princeps. *Fashion & Textile Research Journal*, 1(4), 363-369.
- Kim, B. H., & Song, W. S. (2000). The dyeability and antimicrobial activity of silk and cotton fabrics with Saururus Chinensis extract. *Fashion & Textile Research Journal*, 2(3), 215-219.
- Kim, J. M. (1997). *Studies on the improvement of dyeability and antibiotic properties by Cationization of cotton*. Unpublished master's thesis, Kon-Kuk University, Seoul.
- Lee, S. R., Lee, Y. H., Kim, I. H., & Nam, S. W. (1995). A study on the antibacterial and deodorization of silk fabrics dyed with natural dye (I) - Sappan wood -. *Textile Coloration and Finishing*, 7(4), 74-86.
- Lee, Y. S., & Jang, J. D. (2010). Dyeing and functional property of cotton fabrics dyed with Glycyrrhizae Radix extract(2) -The color depth of cotton fabrics by chitosan & cationed treatment-. *Fashion & Textile Research Journal*, 12(5), 667-675.
- Moon, S. Y. (2003). *A study on dyeing properties of cotton fabrics treated with Cationic agent-Focused on reactive dyes and acid dyes*-. Unpublished master's thesis, Hong-ik University, Seoul.
- Nam, K. Y., & Lee, J. S. (2012). Dyeability and functionality of chaenomelis fructus extract. *Fashion & Textile Research Journal*, 14(3), 478-485. doi:10.5805/KSCI.2012.14.3.478
- Park, S. Y., Nam, Y. J., & Kim, D. H. (2002). The dyeability and antimicrobial activity of cotton fabric dyed with Sophora Radix extracts on skin microorganisms. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 26(3/4), 464-472.
- Song, W. S., & Kim, B. H. (2001). The dyeability and antimicrobial properties of dryopteris crassirhizoma. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 25(1), 3-12.
- 'Superbacteria, through more difficult than cancer treatment'. (2015, July 06). *MK News*. Retrieved July 10, 2015, from <http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2015&no=644475>
- 'To MERS from Superbacteria.....'. (2015, June 30). *News 1*. Retrieved July 10, 2015, from <http://news1.kr/articles/?2306529>
- Yoon, S. H., Kim, T. K., Kim, M. K., Kim, Y. Y., Yoon, N. S., & Lee, Y. S. (2004). The compatibility and wash durability of antimicrobial activities of cotton fabrics treated with gallnut extracts after dyed with reactive dyes. *Textile Coloration and Finishing*, 16(2), 41-46.
- You, Y. E. (2001). *A study on natural dyeing using the elm-bark*. Unpublished master's thesis, Paichai University, Daejeon.
- Yu, B. S. (2002). *Dyeing of cotton knitted fabrics with volcanic ash*. Unpublished master's thesis, Wonkwang University, Iksan.

(Received 2 September 2015; 1st Revised 22 September 2015; 2nd Revised 30 September 2015; Accepted 1 October 2015)