

〈연구논문(학술)〉

어성초 추출물을 이용한 면과 견직물의 항미생물성 염색

김성진 · 김병진 · 김은지 · 정희선 · 장진호[†]

금오공과대학교 소재디자인공학과

Antimicrobial Dyeing of Cotton and Silk Fabrics Using *Houttuynia cordata* Extract

Sung-Jin Kim, Byoung-Jin Kim, Eun-Ji Kim, Hee-Seon Jung and Jinho Jang[†]

Department of Materials Design Engineering, Kumoh National Institute of Technology, Gumi, Korea

(Received: May 9, 2015 / Revised: June 11, 2015 / Accepted: August 7, 2015)

Abstract: Cotton and silk fabrics were dyed with *Houttuynia cordata* extract using aqueous ethanol solution and the dyeing and post-treatment conditions were optimized to impart antimicrobial activity to the fabrics. The dried *Houttuynia cordata* can be extracted at 80°C for 3 hours using an aqueous ethanol solution containing 70%(w/w) ethanol. For the highest color yields. Both cotton and silk fabrics can be dyed at 100°C for 60min with 10g/L of NaCl under pH 4. Silk fabrics can be dyed to higher K/S than cotton fabrics. The color fastness properties of the dyed fabrics were good when either citric acid crosslinking or aluminum alum mordanting was carried out as a post treatment. The dyed silk and cotton fabrics with the post treatments showed excellent antimicrobial activity against both *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae*.

Keywords: *Houttuynia cordata*, extraction, dyeability, fastness, antimicrobial activity

1. 서 론

최근 건강한 사회와 지속가능한 환경을 고려한 섬유제품 생산과 사용을 중요시하는 라이프스타일에 따라 인류의 건강한 의생활을 영위하기 위한 친환경 염색가공 기술 및 기능성 섬유제품 개발이 요구되고 있다. 또한 인체 유해성에 대한 의문이 계속 제기되는 합성염료에 대한 대안으로서 다양한 인체친화적인 천연 염색 재료 개발에 관심이 지속되고 있다.

기존 쪽, 감, 홍화 등 전통적인 염재 뿐 아니라, 오징어 먹물¹⁾, 옷²⁾, 제주 송이³⁾, 모과 열매⁴⁾, 감즙⁵⁾, 오미자⁶⁾ 등 다양한 신규 천연 재료자체나 추출물을 활용하여 염색함으로써 다양한 동물·식물·광물성 색소 재료의 항미생물성, 아토피 대

응성, 소취성, 자외선 차단성, 항산화, 항노화 등 기능성을 천연염색과 동시에 섬유 소재에 도입하고 있다. 따라서 다양한 천연재료를 이용한 친환경 천연염색 공정은 섬유재료에 특정 색상을 부여할 뿐 아니라 색상이외 천연재료의 다양한 기능성을 함께 부여할 수 있는 가공공정으로서도 그 중요성이 부각되고 있다.

약용 식물 중 하나인 어성초(*Houttuynia cordata*)는 약모밀이라고도 하며 세계적으로 중국, 일본, 히말라야, 자바 등에 분포하고 국내의 경우 중부 및 남부 지방, 제주도 등에 자생한다. 6~7월에 개화하여 10월경에 수확하고, 잎과 줄기에서 '생선 비린내가 난다' 하여 어성초라 불리며, 이노, 진통, 탈모방지 등의 다양한 약리작용이 있는 생리활성물질 함유하여 전통적인 생약제로 이용되어 왔고 최근 비누, 화장품 등 피부보호 관련 제품에 많이 사용되고 있다.

중국 『본초강목』에 어성초가 중금속의 독을 해독하는 작용이 있음을 기록되어 있고, 『영남 체역

[†]Corresponding author: Jinho Jang (jh.jang@kumoh.ac.kr)
© 2015 The Korean Society of Dyers and Finishers.
All rights reserved. TCF 27-3/2015-9/194-201

록』에도 어성초가 농소독 효과가 있다고 한다. 『중국 약식물 도감』에도 역시 어성초의 해독력이 언급되고 있다.

어성초의 관련 연구 동향을 보면 어성초의 성분 중 하나인 quercetin의 항피부암 효과⁷⁾, 발효 어성초액의 항염증 효과^{8,9)}, 카드뮴에 의한 세포독성 억제 효과¹⁰⁾, 항헤르페스 바이러스작용^{11,12)}, 등에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다. 또한 아임계수 어성초 추출물의 항산화 활성 및 Acetylcholinesterase 저해 활성¹³⁾, 어성초 뿌리에서 추출한 순차분획물의 항균 활성¹⁴⁾, 어성초 추출물의 항산화 및 지질 과산화로 인한 신경세포 보호¹⁵⁾, 면역조절 및 항SARS (Severe acute respiratory syndrome) 활성¹⁶⁾ 등에 대한 보고가 있으나 어성초 추출물을 이용한 천연염색과 이를 통한 항균·방취성을 부여하는 기능성 섬유가공에 대한 연구는 부족하다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구는 건조 어성초를 증류수와 에탄올을 용매로 사용하여 색소성분을 추출하기에 적절한 조건을 탐구하고 중성염 농도, pH, 염색 온도, 시간, 염료 농도를 조절하여 견직물 및 면직물에 적합한 염색 조건을 찾았으며, 염색된 직물의 염색견뢰도를 향상시키기 위해 매염제와 시트르산가교¹⁷⁾ 처리하였고 염색 견뢰도와 항미생물성¹⁸⁾을 평가하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

실험에서 사용된 직물은 주자지의 견직물(118g/m)과 평직의 80수 면직물(53g/m)을 솜베에서 구입하였으며, 염색용 어성초(*Houttuynia cordata*)는 대구

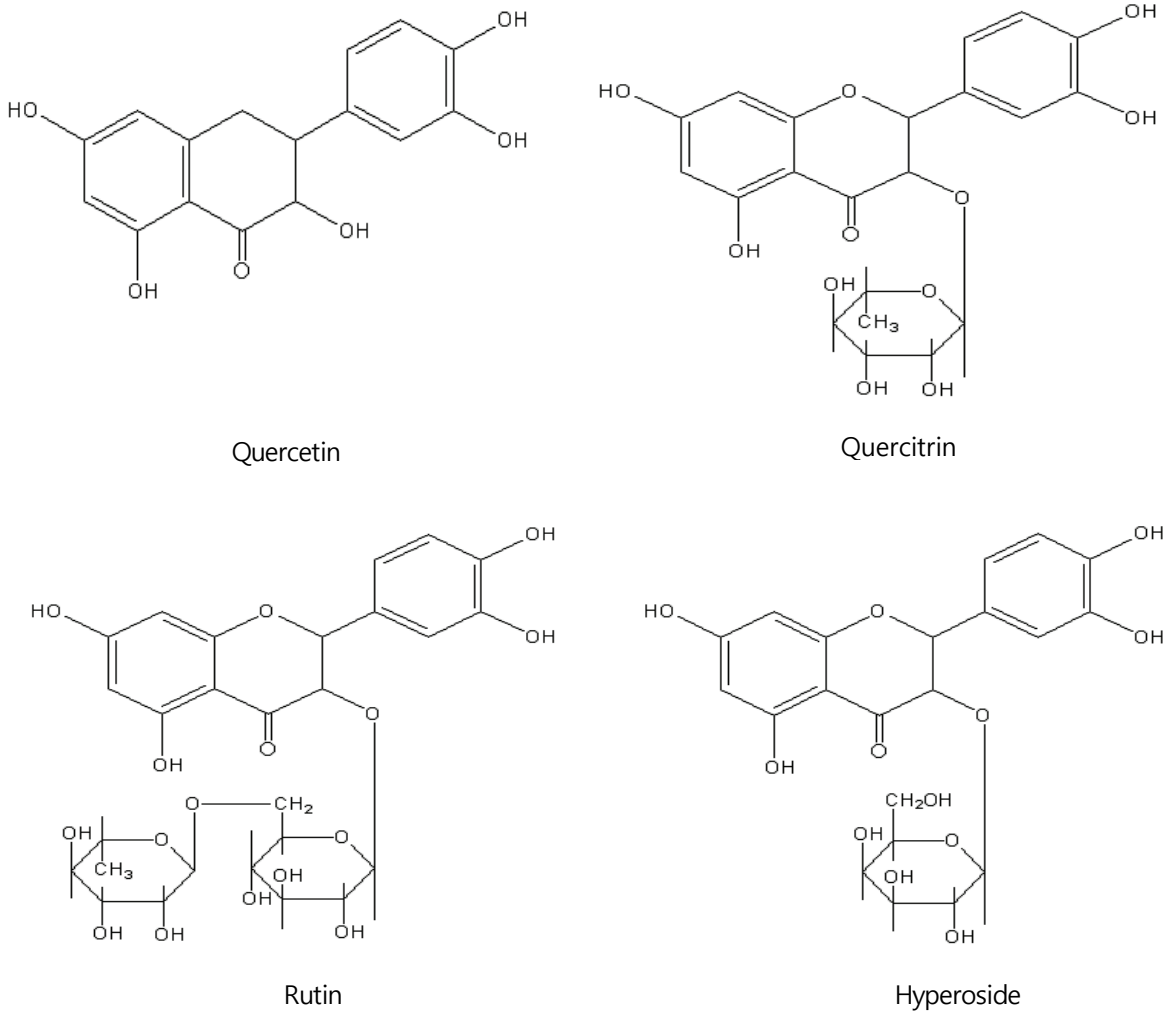


Figure 1. Some ingredients of *Houttuynia cordata* extract.

미산농장의 어성초 건초를 구입 후 분쇄하였다. pH조절용 NaOH(1급)와 HCl(1급), 매염제인 명반 KAl(SO₄)₂·12H₂O, 중성염으로 NaCl(1급)을 사용하였다. 건뢰도 향상을 위한 가교제와 촉매로 citric acid(1급)와 NaH₂PO₄·2H₂O(1급)를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 어성초 추출액의 제조

어성초 건초를 분쇄하고 색소를 추출하기 위한 용매로 에탄올과 증류수를 사용하였으며 용매, 시간 및 추출방법에 따라 UV-Vis 분광광도계(Agilent, US/8453, USA)를 이용하여 최대 흡수파장인 380nm에서 흡광도를 구하였고, 염료농도(5% o.w.f.), 액비 1:40, 100℃에서 60분간 염색한 후 K/S를 측정하여 적합한 추출 조건을 조사하였다. 추출한 어성초 추출액을 고온 건조하여 얻은 농축물을 KBr 펠렛으로 만들고 FT-IR 분광분석기(Bruker, Tensor 27, Germany)를 사용하여 적외선 스펙트럼을 얻었다.

2.2.2 추출액의 분말화 및 염색성 평가

어성초 추출액을 80℃이하에서 수 시간 동안 건조시켜 추출액의 분말을 제조하였다. 적외선 염색기(Daelim, DL-6000plus, Korea)를 이용하여 액비 1:40을 기준으로 염색하였으며 염농도, pH, 온도, 시간 및 염료농도를 변화시켜 최적 염색조건을 구하였다. 반사율 분광광도계(Gretag Macbeth, Colorey 3100)로 염색직물의 반사율을 측정하여 최대 흡수파장(380nm)에서의 반사율로부터 Kubelka-Munk식에 따라 K/S를 구하였다.

2.2.3 가교반응과 염색건뢰도

가교제인 citric acid에 대해 sodium dihydrogen phosphate dihydrate를 1몰비로 녹인 후, HCl 수용액으로 pH를 3으로 조절하였다. 가교제 용액에 건과 면직물을 10분간 침지시키고 80±5% pick-up으로 패딩하였다. 건직물의 경우 95℃에서 1분 30초간 건조하고 160℃에서 10분간 경화하였고, 면직물은 90℃에서 5분간 건조하고 190℃에서 2분간 경화하였다. 건뢰도를 확인하기 위해 염색 및 가교반응을 시킨 직물은 KS K ISO 105-C 06:2007 A1S) 조건으로 40℃에서 30분간 세탁한 후 표준회색색표를 이용하여 세탁건뢰도를 측정하였다. 세제는 Heal's ECE phosphate 표준세제

(B)를 사용하였다. 마찰건뢰도는 크로크미터법(KS K 0650:2006)을 사용하였다. 또한 일광건뢰도는 Fade-o-meter(KS-115)를 사용하여 카본아크법(KS K 0700:2008)에 준하여 측정하였다.

2.2.4 향미생물성 평가

미처리 직물과 어성초 추출물로 염색한 직물의 향미생물성 평가를 비교하기 위해 KS K 0693:2011법에 의거 정균감소율을 조사하였다. 이 때 사용된 공시균은 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538(황색포도상구균)과 *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352(폐렴간균)이고 구체적인 향미생물성 시험은 FITI시험연구원에 의뢰하여 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 어성초의 추출과 분광분석

어성초에는 색소성분인 quercetin 뿐 아니라 quercitrin, hyperoside, rutin 등을 포함하고 있다¹⁹⁾. 추출시 수용성 색소뿐 아니라 기능성 물질을 포함하기 위해서 에탄올을 포함한 수용액을 추출 용매로 사용하였다. 분쇄한 어성초 건초를 에탄올 수용액으로 추출하였고, 건직물과 면직물에 염색한 후 염색성을 고려한 추출조건을 선택하였다. 순수한 물을 용매로 사용한 경우 퀴세틴에 의한 흡광도가 가장 높았지만, 염색 후 K/S값은 오히려 에탄올 70%에서 가장 높았다. 추출 온도의 경우 80℃까지는 증가하였고, 80℃에서 3시간 동안 용매를 갈지 않고 추출한 경우보다 1시간마다 용매를 갈아주는 방법이 더 우수하였지만 차이가 크지 않아 3시간동안 용매를 갈지 않고 추출하였다. 선택된 추출조건은 에탄올을 70%(w/w) 함유한 수용액을 용매로 하여 80℃에서 3시간동안 추출한 것이다.

Figure 2는 어성초 추출물의 UV-Vis 스펙트럼으로 물을 추출액으로 사용한 경우 330nm부근에서 강한 흡수가 보이고 에탄올을 추출액으로 사용한 경우 660nm에서 새로운 피크가 나타났다. 330nm 피크는 황색계열의 quercitrin, rutin, hyperoside 등 플라보노이드계 색소인 quercetin의 단당 또는 이당 배당체가 상대적으로 많이 존재함을 알 수 있다²⁰⁾. 그리고 에탄올 추출물의 경우 상대적 인 용해도 차이에 의해 quercetin이 더 많이 추출되었고²¹⁾, 430nm와 662nm에서의 최대 흡수파장을

갖는 chlorophyll a 등 엽록소가 일부 추출된 것으로 보인다.

Figure 3은 두 어성초 추출액의 건조분말에 대한 IR 스펙트럼으로 $3,406\text{cm}^{-1}$ 및 $1,375\text{cm}^{-1}$ 에서 페놀성 O-H의 신축 및 굽힘 진동이 보이고 1664cm^{-1} 에서 aryl ketone의 C=O 신축 진동 피크가 나타난 것으로 보아 주 색소 구조는 quercetin 계통인 것으로 사료된다²²⁾.

또한 $2,927\text{cm}^{-1}$ 와 $2,850\text{cm}^{-1}$ 에서 C-H 신축진동이 나타나고 1736cm^{-1} 에서 aldehyde성 C=O 신축 진동이 관찰되는 데 이는 quercitrin, rutin, hyperoside 등 quercetin 배당체의 단당류 분자 구조에 의한 것으로 추정된다. 에탄올만으로 추출한 경우 에탄올에 대한 용해도가 높은 quercetin이 상대적으로 더 많이 존재하고, 전체적으로 O-H 신축 및 굽힘 진동, C=C=O와 C-O 진동이 감소한 것으로 보아 배당체가 적게 추출된 것으로 보인다.

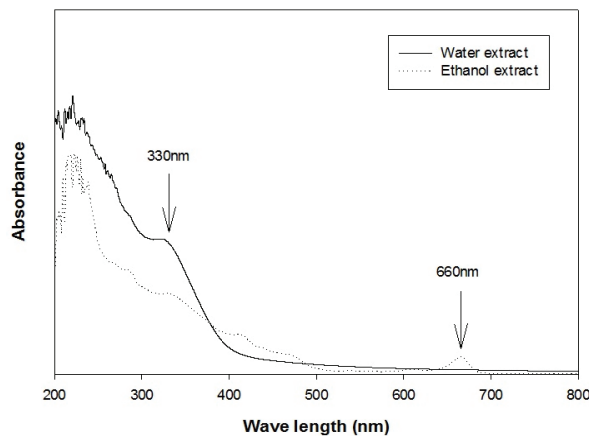


Figure 2. UV-Vis spectra of Houttuynia cordata extracts.

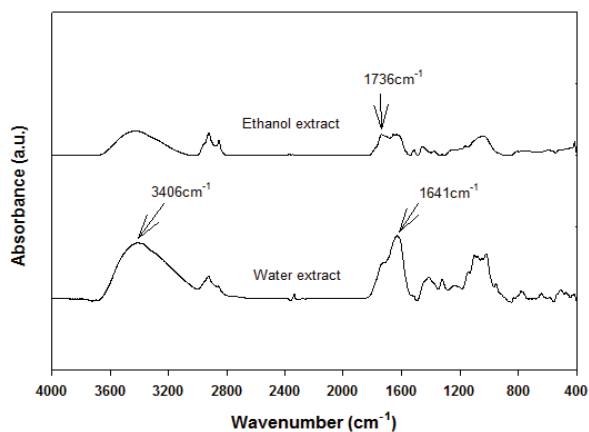


Figure 3. FT-IR spectra of Houttuynia cordata extracts.

3.2 염색 조건에 따른 염색성

어성초 추출물의 염색 시 염농도, pH, 온도, 시간 및 염료농도가 염색성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 염료농도 20%owf, 온도 100℃에서 60분간 염색을 실시하였다. 어성초 추출물에 중성염인 NaCl을 20g/L까지 첨가하여 염색한 경우, NaCl농도 10g/L까지는 K/S값이 증가하다가 이후 K/S값의 변화가 미미하여 어성초 염색에 적절한 NaCl농도는 10g/L로 고정하였다(Figure 4).

어성초 추출물의 pH를 변화시켜 견직물과 면직물에 대한 염색성을 평가하였다(Figure 5).

견과 면직물 모두 pH 4에서 K/S값이 가장 높았다. 이것은 낮은 pH에서 양전하를 띄다가 pH가 증가함에 따라 전기적으로 중성화되어 음이온성 색소와의 정전기적 상호작용으로 줄어들기 때문으로 사료된다. 상기 최적 중성염 농도와 pH에서 염색온도에 따른 견직물과 면직물에 대한 염색

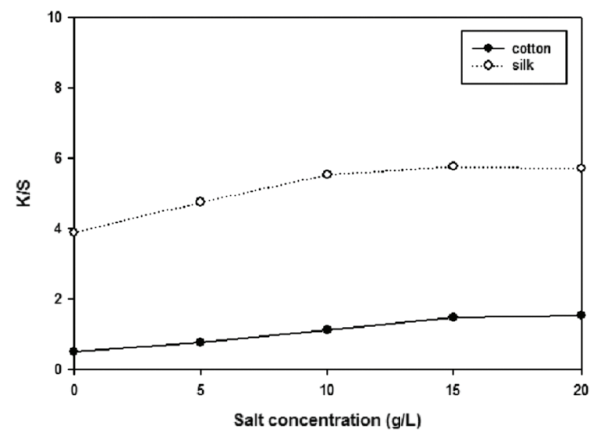


Figure 4. Effect of salt concentration on K/S values of dyed fabrics.

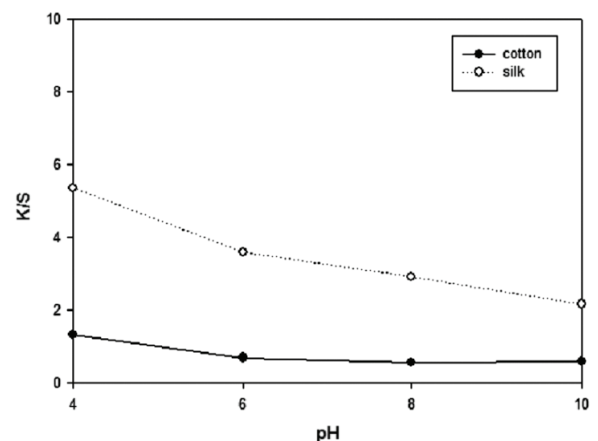


Figure 5. Effect of pH on K/S values of dyed fabrics.

Table 1. Effect of extract concentration on color properties of dyed cotton

Extract Concentration(%)	L*	a*	b*	C*	H*	△E
0	93.88	-1.02	2.60	2.80	111.36	-
5	85.77	-1.29	17.71	17.76	94.20	17.41
10	84.50	-0.83	18.38	18.40	92.62	18.69
20	78.62	0.29	19.60	19.61	89.12	23.53
30	74.54	1.61	19.18	19.25	85.17	26.46
40	69.63	1.90	18.45	18.55	84.09	30.16

성 변화를 알아보기 위해 60℃에서 120℃까지 변화시켜 염색한 경우 온도가 높을 수록 K/S값이 증가하였으나 120℃에서 염색한 경우 산 촉매 가수분해를 유발하여 직물 손상의 우려가 있어 최적 염색온도를 100℃로 판단하였다. 또한 염색시간에 따른 염색성의 경우 60분까지는 K/S가 급격히 증가하였으나, 90분이상에서는 K/S값 증가가 미미하였다.

추출액 농도가 염색성에 미치는 영향을 알아보기 위해 염농도와 pH를 각각 10g/L와 pH 4로 고정하고 100℃에서 60분 동안 염색 시 추출액의 농도를 40%owf까지 변화시켰다(Figure 6). 두 섬유 모두 농도가 증가함에 따라 K/S값이 증가하였으나, 견섬유의 염색성 증가가 면섬유에 비해 더욱 현저하였다.

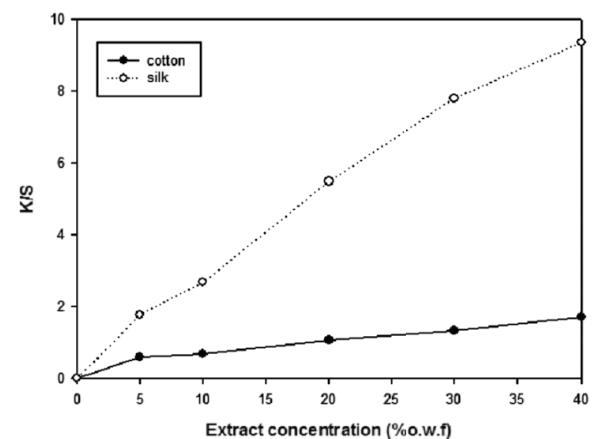
두 섬유 모두 추출액의 농도가 증가할 수록 L*과 H*값(Table 1과 Table 2)은 비례하여 감소하고, a*, b*, C*와 △E*값은 대체로 증가하였다. 면섬유의 경우 추출액 농도가 20%이상인 경우 b*와 C*값이 오히려 감소하였다²³⁾.

더 진하게 염색된 섬유의 경우 미염색포에 비해 점점 적색이 증가하지만 황색이 상대적으로 더 증가하였고, 20%로 염색된 면과 견 섬유의 경우 각각

밝은 회황색(5Y 8.5/2)과 밝은 황갈색(10YR 6/12)을 띠다고 볼 수 있다.

3.3 염색직물의 견뢰도 시험

염색견뢰도 평가는 추출액 농도 20%로 염색한 염색포(K/S(견): 5.49, K/S(면): 1.31)를 사용하여 평가하였다(Table 3). 후처리하지 않은 견과 면직물의 견뢰도의 경우 마찰 및 세탁(오염)견뢰도는 모두 4-5등급

**Figure 6.** Effect of extract concentration on K/S values of dyed fabrics.**Table 2.** Effect of extract concentration on color properties of dyed silk fabrics

Extract Concentration(%)	L*	a*	b*	C*	H*	△E
0	96.16	-0.98	1.83	2.08	118.27	-
5	71.38	1.91	21.96	22.04	85.01	32.06
10	66.24	2.70	22.34	22.50	83.07	36.46
20	55.53	3.70	23.46	23.75	81.01	46.27
30	50.66	4.63	24.36	24.80	79.20	51.09
40	47.57	5.20	24.13	24.68	77.80	53.82

Table 3. Color fastness of dyed silk and cotton fabric

	Shade	Laundering						Rubbing		Light	
		Stain						Dry	Wet		
		Wool	Acrylic	PET	Nylon	Cotton	Acetate				
Silk	Dyed	4	4-5	5	5	4-5	5	5	4-5	5	2-3
	Mordanted	4-5	4-5	5	5	4-5	5	5	5	5	4
	Crosslinked	4-5	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5
Cotton	Dyed	3-4	5	5	4-5	5	5	5	5	5	2-3
	Mordanted	4-5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
	Crosslinked	4-5	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5

이상으로 매우 우수하나, 변퇴색 등급의 경우 각각 3-4등급과 4등급으로 약간 낮았다. 하지만 명반 후 매염이나 가교반응 후 모두 4-5등급으로 향상되었다. 일광견뢰도의 경우 후처리하지 않은 견과 면직물의 경우 모두 2-3등급으로 낮았지만 명반매염이나 가교한 경우 두 직물 모두 4등급이상으로 일광견뢰도가 상당히 증가하였다. 어성초 추출물 염색 시 높은 세탁견뢰도와 일광견뢰도가 요구되는 경우 매염과 가교처리가 필요할 것으로 판단된다.

3.4 어성초 염색 직물의 항미생물성 시험

어성초 추출물로 염색된 직물(염료농도 20% owf)의 항미생물성 시험 결과는 Table 4에 제시하였다. 면직물의 경우 *Staphylococcus aureus*과 *Klebsiella pneumoniae*에 대한 정균감소율이 모두 99.9%의 우수한 항미생물성을 보였으나, 염색된 직물의 경우 *Klebsiella pneumoniae*에 대해 상대적으로 낮은 정균감소율을 보였다.

하지만 명반매염이나 가교를 통해 두 공시균에 대해 99.9%이상의 정균감소율을 보였다. 따라서 매염이나 가교처리 된 어성초 염색은 견과 면직물에 항미생물성을 부여할 수 있다.

4. 결 론

건조 어성초를 에탄올 70%를 함유한 수용액을 용매로 사용하고 80℃에서 3시간동안 추출하였다. 적외선 분광분석을 통해 퀴세틴 등 플라보노이드색소가 포함되었음을 알 수 있었다. 면직물과 견직물 염색 시 pH 4에서 염농도 10g/L, 염료농도 20%owf로 100℃에서 60min이 어성초 염색에 적합한 염색조건으로 판단되고, 어성초 추출액으로 염색된 직물의 견뢰도는 마찰 및 세탁(오염)견뢰도는 우수하였고, 변퇴색 및 일광견뢰도가 상대적으로 낮았지만, 명반매염이나 시트르산가교를 통해 견뢰도를 향상시킬 수 있었다. 어성초 추출물로 염색된 면직물은 99.9%의 정균감

Table 4. Antimicrobial activity of dyed silk and cotton fabrics

Fabric		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Silk	Undyed	90.5	54.0
	Dyed	99.9	62.5
	Mordant	99.9	99.9
	Crosslinking	99.9	99.9
Cotton	Undyed	0	0
	Dyed	99.9	99.9
	Mordant	99.9	99.9
	Crosslinking	99.9	99.9

소울을 보여 우수한 향미생물성을 발현하였으나, 견직물의 경우 *Klebsiella pneumoniae*에 대한 정균감소율이 낮았는데 매염이나 가교처리에 의해 보완할 수 있었다. 따라서 어성초 추출물을 이용한 견과 면직물 염색을 우수한 색상견뢰도와 향미생물성을 보유하여 기능성 천연염색 섬유제품으로 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 에너지기술개발사업 지원에 의해 수행된 연구결과입니다.

References

1. S. J. Kim and J. Jang, Vat Dyeing of Wool and Cotton Fabrics with Sephia Melanin, *Textile Coloration and Finishing*, **22**(2), 88(2010).
2. Y. J. Jang, Y. H. Choi, H. M. Lee, M. S. Tak, W. S. Lyoo, and J. Jang, Color Deepening and Antimicrobial Finish in the Dyeing of Cotton Fabrics Using Rhus verniciiflua Extract, *Textile Coloration and Finishing*, **23**(1), 28(2011).
3. E. S. Im and H. S. Lee, A Study on Function of Natural Dyeing with Cotton Fabrics Using Jeju scoria, *Textile Coloration and Finishing*, **23**(3), 176(2011).
4. K. Y. Nam and J. S. Lee, Dyeability and Functionality of Chaenomelis Fructus Extract, *J. Kor. Soc. Cloth. Ind.*, **14**(3), 478(2012).
5. M. W. Huh, Dyeability and Functionality of Cotton Fabrics Treated with Persimmon Juice, *Textile Coloration and Finishing*, **23**(4), 187(2011).
6. M. S. Kim, Y. J. Shin, and J. Jang, Antimicrobial Finish of Cotton and Silk Fabrics Dyed with Schizandra chinensis Fruit Extract, *J. Korean Fiber Society*, **50**(3), 1089(2013).
7. M. J. Jung, S. Y. Bu, K. H. Tak, J. E. Park, and E. J. Kim, Anticarcinogenic Effect of Quercetin by Inhibition of Insulin-like Growth Factor(IGF)-1 Signaling in Mouse Skin Cancer, *Nutrition Research and Practice*, **7**(6), 439(2013).
8. R. H. Kwon and B. J. Ha, Increased Flavonoid Compounds from Fermented Houttuynia cordata using Isolated Six of Bacillus from Traditionally Fermented Houttuynia cordata, *Toxicological Research*, **28**(2), 117(2012).
9. J. Y. Lee, Y. J. Lee, and W. S. Park, Anti-inflammatory Effect of Fermented Houttuyniae Herba Water Extract on LPS-induced Mouse Macrophage, *Korean J. Herbology*, **25**(3), 27(2010).
10. J. H. Lee, K. N. Lee, C. W. Lee, H. J. Chun, and I. S. You, The Inhibitory Effects of Quercitrin from Houttuynia cordata Against Cadmium Induced Cytotoxicity(VII), *J. Korean Chem. Soc.*, **47**(2), 176(2003).
11. Y. S. Kim, S. K. Eo, H. J. Kim, D. I. Lee, K. H. Kim, and S. S. Han, Antiherpetic Activities of Natural Quercitrin Alone and in Combinations with Nucleoside Antiherpetic Agents, *J. Applied Pharmacology*, **7**, 158(1999).
12. X. Chen, Z. Wang, Z. Yang, J. Wang, Y. Xu, R. Tan, and E. Li, Houttuynia cordata Blocks HSV Infection through Inhibition of NF- κ B Activation, *Antiviral Research*, **92**, 341(2011).
13. E. K. Jo and S. C. Lee, Antioxidant and Acetylcholinesterase Inhibitory Activities of Subcritical Water Extracts from Houttuynia cordata Thunb, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **40**(10), 1391(2011).
14. J. H. Song, M. J. Kim, H. D. Kwon, and I. H. Park, Antimicrobial Activity of Fractional Extracts from Houttuynia cordata Root, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **32**(7), 1053(2003).
15. H. R. Jeong, J. H. Kwack, J. H. Kim, and G. N. Choi, Antioxidant and Neuronal Cell Protective Effects of an Extract of Houttuynia cordata Thunb, *Korean J. Food Preserv.*, **17**(5), 720(2010).
16. K. M. Lau, K. M. Lee, C. M. Koon, S. F. Cheung, and C. P. Lau, Immunomodulatory and Anti-SARS Activities of Houttuynia cordata, *J. Ethnopharmacology*, **118**, 79(2008).
17. Y. Tao, W. Bijia, L. Jian, C. Jiangan, and Y. Yiqi, Quantitative Analysis of Citric acid/sodium Hypophosphite Modified Cotton by HPLC and Conductometric Titration, *Carbohydrate Polymers*, **121**, 92(2015).
18. M. W. Huh and J. S. Bae, Dyeability and Functionality of Synthetic Fabrics Treated with Persimmon Juice, *Textile Coloration and Finishing*, **26**(2), 131(2014).

19. X. Xu, H. Ye, W. Wang, L. Yu, and G. Chen, Determination of Flavonoids in *Houttuynia cordata* Thunb and *Saururus chinensis*(Lour.) Bail By Capillary Electrophoresis with Electrochemical Detection, *Talanta*, **68**, 759(2006).
20. E. D. Rijke, P. Out, W. Niessen, F. Ariese, C. Gooijer, and U. Brinkman, Analytical Separation and Detection Methods for Flavonoids, *J. Chromatography A*, **1112**, 31(2006).
21. R. S. Razmara, A. Daneshfar, and R. Sahraei, Solubility of Quercetin in Water + Methanol and Water + Ethanol from(292.8 to 333.8)K, *J. Chem. Eng. Data*, **55**, 3934(2010).
22. A. Chourasiya, A. Upadhayay, and R. N. Shukla, To Assess Isolation of Quercetin from the Leaves of *Azadirachta Indica* and Antidiabetic Study of the Crude Extracts, *J. Pharmaceutical and Bio-medical Science*, **25**(25), 179(2012).
23. S. H. Choi, Dyeability of Protein Fiber Treated with *Wisteria floribunda* Leaf Extract, *Textile Coloration and Finishing*, **26**(3), 254(2014).