

〈研究論文(學術)〉

반응 염색 면직물에 대한 오배자 추출 항균물질의 상용성 및 세탁내구성

윤석한·김태경·김미경·김윤영¹·윤남식*·이유순**

한국염색기술연구소

^{*}경북대학교 공과대학 염색공학과

^{**}경북과학대학 향장산업과

(2004. 3. 5. 접수/2004. 4. 16. 채택)

The Compatibility and Wash Durability of Antimicrobial Activities of Cotton Fabrics Treated with Gallnut Extracts After Dyed with Reactive Dyes

Seok-Han Yoon, Tae-Kyung Kim, Mi-Kyung Kim, Yun-Young Kim*,
Nam-Sik Yoon*, and Yu-Sun Lee**

Textile Dyeing Research Team, Korea Dyeing Technology Center, Taegu, Korea

^{*}Department of Dyeing and Finishing, College of Engineering, Kyungpook National University, Taegu, Korea

^{**}Division of Cosmetic, Kyungpook College of Science, Kyungpook, Korea

(Received March 5, 2004/Accepted April 16, 2004)

Abstract—We have studied on the experimental variables such as optimum adsorption condition, color changes, light fastness, antimicrobial properties, and wash durability of the cotton fabrics treated with gallnut extracts. Treatment of gallnut extracts on the cotton fabrics was optimally achieved at 60 °C for 60min. Gallnut extracts did not cause unintended color change after treatment on the cotton fabrics dyed with reactive dyes. The cotton fabrics treated with gallnut extracts showed good light fastness, though we took into the account the extract is a natural material. The cotton fabrics treated with 10.0% o.w.f. of gallnut extracts had strong antimicrobial activity and good wash durability.

Keywords : Gallnut, Antimicrobial agent, Cotton, Color change, Light fastness, Wash durability

1. 서 론

삶의 질이 향상되고 소비자들의 건강하고 쾌적한 삶에 대한 욕구가 커짐에 따라 항균가공한 섬유제품에 대한 수요도 급격히 증가하고 있다. 자연에 존재하는 동식물들의 대사과정 중에 생산되는 많은 기능성 물질 중에서 특유의 약리작용을 가지는 물질은 다수가 알려져 있고, 주로 식품이나 의학분야에서는 합성약제의 부작용을 최소화할 수 있다는 점에서 이미 생약제제로서 사용되고 있

다¹⁻³⁾. 이들 기능성 물질 중에서 항균작용을 가지는 물질들도 다수가 알려져 있으며 이들 항균물질들을 섬유의 항균가공에 이용하려는 시도가 빠르게 진행되고 있는 상태이며, 일본 등지에서는 천연 항균성분을 섬유에 이용하는 많은 연구가 진행되고 있다⁶⁻⁷⁾. 국내에서의 섬유용 천연항균제의 학술적 및 실용적 연구는 아직 미미한 상태로써 단지, 최근 관심이 모아지고 있는 천연염료 연구의 한 부분으로만 인식되어 염색의 부수적인 기능으로만 연구되어 왔다. 항균제는 크게 무기계와 유기계로 나눌 수 있다. 무기계 항균제로 초창기에 사용되었던 금속산화물이나 유기금속 등은 인

¹Corresponding author. Tel. : +82-53-950-5642; Fax.: +82-53-950-6617; e-mail: nsyoon@knu.ac.kr

체에 유해하며, 최근 각광을 받고 있는 은을 이용한 항균제품의 경우 고가이며 응용면에서 제한적이다. 현재 항균제의 대부분을 차지하고 있는 4급 암모늄계 항균제는 대표적인 유기계 합성항균제이다. 일반적으로 항균제로 사용되고 있는 합성항균제들의 경우 안전성에 대한 충분한 검토가 이루어지기까지 많은 시간과 비용이 들며 기준치 이하의 조건에서 사용해야하는 제한이 따르는 경우도 있다. 이에 실용성을 갖춘 천연물을 이용한 항균가공은 합성항균제의 대안이 될 수 있으리라 여겨진다. 전보⁸⁾에서는 천연항균제로 오배자 추출물질을 선정하여 추출조건을 확립하고 추출물의 성분 분석을 시도하였다. 또한 추출물의 각 성분별 흡착률을 비교하고 최소발육저지농도 및 농도별 항균성을 조사하였다. 전보의 결과에 따르면 오배자 추출물은 최소발육저지농도가 10ppm 정도로 합성항균제에 버금갈 정도로 항균성능이 우수하였으며, 천연물 내에 항균성분의 함량도 높았다. 이에 본 실험에서는 전보에 이어 오배자 추출물의 면직물에 대한 최적흡착조건, 세탁 및 일광에 대한 내구성, 오배자 추출물 처리 시 면직물의 색상변화 등에 대해 세부적으로 검토하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

시료는 표준백면포(KS K 0905)를 사용하였으며 오배자는 한약재상에서 건조된 중국산 제품을 구입하여 사용하였다. 염료는 일본 Sumitomo사의 Sumifix Yellow E-XF 150%(C.I. Reactive Yellow 145), Sumifix Red E-XF 150%(C.I. Reactive Red 195), Sumifix Blue BRF 150%(C.I. Reactive Blue 221), 스위스 Ciba Chemicals사의 Cibacron Violet P-2R(C.I. Reactive Violet 2)를 사용하였으며 그 외 시약은 1급 시약을 그대로 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 오배자 추출⁸⁾

자연 건조된 오배자 400g을 증류수 1.5L를 사용하여 50℃, 10시간 추출하였다. 추출 시 Na₂CO₃ 3g을 첨가하여 pH 11로 조정하였다. 추출 후 추출액을 2회 여과한 후 중화(pH 7)하고, 농축 및 동결 건조시킨 분말 140g을 얻었다.

2.2.2 오배자 추출물의 최적흡착조건

면직물에 대한 오배자 추출물의 최적흡착 조건

을 조사하기 위해 5.0% o.w.f.의 추출물을 사용하여 욕비 20 : 1, 중성조건(PH 7)에서 온도(40, 50, 60, 70, 80, 90℃) 및 시간(10, 20, 30, 60, 90, 120, 240분)을 달리하여 처리하였다. 오배자 추출물의 흡착률은 분광광도계(UV S-2100, SCINCO, Korea)를 사용하여 최대흡수파장(λ_{max} : 274nm in distilled water)에서의 추출액의 흡광도를 측정 후 아래식에 의거 계산하였다.

$$A(\%) = [1 - (A_{bath} / A_{initial})] \times 100$$

A : Adsorption of gallnut extract

A_{bath} : Absorbance of gallnut extract in final bath after treatment with cotton fabrics

A_{initial} : Absorbance of gallnut extract in initial bath

2.2.3 반응 염색 면직물과 오배자 추출물간의 상용성

반응 염색된 면직물의 추출물 처리에 의한 색상변화를 조사하기 위해 3종의 염료로 반응염색 후 오배자 추출물로 처리하여 처리 전후의 색차를 측정하였다. 오배자 추출물 처리 면직물의 함유속 염료에 포함되어 있는 금속 성분에 의한 색상변화를 조사하기 위해 함유속염료인 Cibacron Violet P-2R(C.I. Reactive Violet 2, Ciba Chemicals, Swiss)을 사용하여 염색 후 추출물을 처리하여 처리 전후의 색차를 측정하였다. 이때 측색은 Color-7X(Kurabo, Japan)를 이용하였다. 함유속염료인 Cibacron Violet P-2R은 분자 구조 중에 Cu가 포함되어 있는 염료로 두 가지 화합물이 혼합되어 있으며 구조는 Fig. 1에 나타내었다.

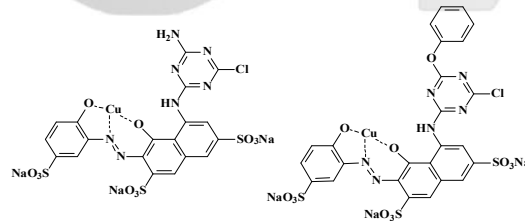


Fig. 1. The structure of C. I. Reactive Violet 2(mixture).

반응 염색은 표준백면포를 반응성염료 각 1.0% o.w.f., 욕비 20 : 1 조건으로 60℃, 60분 간 염색한 후 soaping, 수세하였다. 이때 Na₂CO₃ 10g/L, Na₂SO₄ 50g/L를 사용하였다.

오배자 추출물 처리는 반응성염료로 염색된 면

직물을 오배자 추출물 각 5.0, 10.0% o.w.f의 농도로, 욕비 20 : 1 조건에서 60℃, 60분 간 처리한 후 수세하였다.

2.2.4 오배자 추출물 처리 면직물의 내광 특성

오배자 추출물 처리 면직물의 내광 특성을 조사하기 위해 반응 염색된 면직물에 오배자 추출물 각 5.0, 10.0% o.w.f.의 농도로 60℃, 60분 간 처리 후 AATCC 16E법에 의거 일광견뢰도를 시험하였다.

2.2.5 항균성시험

면직물을 오배자 추출물 각 1.0, 5.0, 10.0, 50.0% o.w.f.의 농도로 욕비 20 : 1 조건에서 60℃ 60분 간 처리한 후 충분히 수세하였다. 오배자 추출물 처리 직물의 항균성을 알아보기 위해 KS K 0693법에 의거 항균성을 시험하였으며 이때 사용한 균주는 공시균인 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae*)이었다.

2.2.6 세탁내구성 시험

오배자 추출물 처리 면직물의 항균 세탁내구성을 측정하기 위해 Launder-O-meter(ATLAS, USA)를 이용하여 KS K 0430 A-1법에 의해 40℃, 30분 동안 각 5회, 10회 세탁 후 KS K 0693법에 의거 항균성을 시험하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 오배자 추출물의 최적흡착조건

Fig. 1, 2는 오배자 추출물의 온도 및 시간에 따른 흡착률을 나타낸 것으로 온도에 따른 흡착률의 경우, 큰 차이는 나지 않지만 60분간 처리했을 때 60℃에서 흡착률이 가장 높았다. 처리시간에 따른 흡착률의 경우 60분 처리에서 거의 평형에 도달함

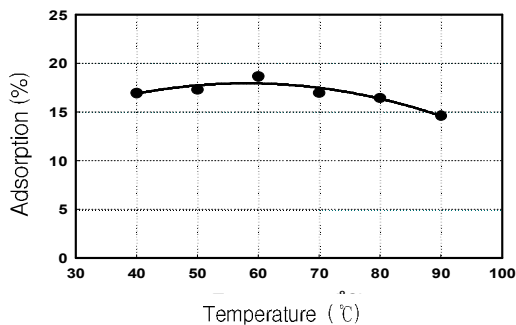


Fig. 2. The relationship between adsorption rate of gallnut extract on the cotton fabrics and treatment temperature.

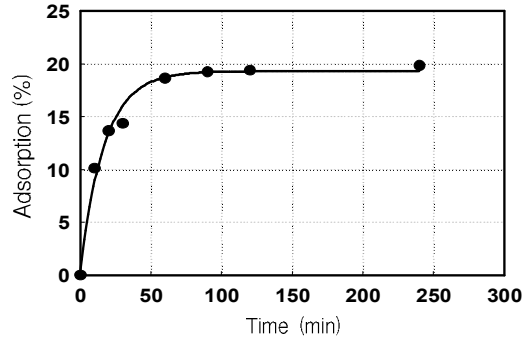


Fig. 3. The relationship between adsorption rate of gallnut extract on the cotton fabrics and treatment time.

을 확인할 수 있었다. 흡착조건에 따른 흡착률을 종합해 보면 오배자 추출물을 면직물에 60℃, 60분간 처리했을 때 가장 흡착률이 높음을 알 수 있으며 이 후 실험에서는 오배자 추출물 처리 조건을 60℃, 60분으로 하였다.

3.2 반응 염색 면직물과 오배자 추출물간의 상용성

기존에 항균성이 있는 것으로 알려진 천연물들 중에는 색소성분이 포함되어 있어 천연염색에 이용되어지는 경우가 많았다. 이러한 항균성 천연물들은 최근 관심이 모아지고 있는 천연염료 연구의 한 부분으로 인식되어 염색의 부수적인 기능으로 항균가공이 주로 연구되어 왔다. 항균제로써 효과가 아무리 우수해도 처리 후 염색물의 색상이 크게 바뀐다면 실용적인 측면에서의 가치는 매우 낮다. 따라서 오배자 추출물이 항균제로의 실효성을 인정받기 위해서는 처리 후에도 염색물의 색상변화가 거의 없어야 할 것이다.

Table 1은 반응성염료로 염색한 면섬유에 오배자 추출물을 농도별로 처리하여 처리 전후의 색상변화를 측정된 것이다. Table 1에 따르면 반응성염료로 염색한 면직물에 5.0, 10.0% o.w.f.의 농도로 오배자 추출물을 처리해도 색차(ΔE)가 2 이하로 비교적 낮은 색차를 나타내고 있으며 이러한 정도의 색차는 일반적인 섬유 후가공 공정에서 흔히 나타나는 수준이다. 이것은 일반적인 반응성염료로 염색한 면직물에 오배자 추출물의 적용이 실용적으로 가능함을 의미한다.

오배자는 천연염색 중의 하나로 매염에 의해 색상이 발현되는 매염염료에 속한다. 오배자 추출물 단독으로 면직물에 처리할 경우에는 색상을 거의 띄지 않으나 Fe, Cu화합물로 매염을 하면 색상

Table 1. Colorimetric data of the cotton fabrics treated with gallnut extract after dyed with reactive dyes

Dye	Concentration of gallnut extract (% o.w.f.)	L*	a*	b*	Total K/S	Color difference (ΔE)
C. I. Reactive Yellow 145	0	80.87	20.16	76.49	66.24	-
	5	79.81	19.62	74.57	65.97	2.26
	10	79.36	18.47	73.99	66.43	3.38
C. I. Reactive Red 195	0	50.24	64.93	-1.15	75.87	-
	5	49.67	63.82	-2.09	76.88	1.56
	10	49.33	64.67	-1.88	80.32	1.19
C. I. Reactive Blue 221	0	43.81	2.47	-31.76	78.62	-
	5	44.40	1.55	-31.04	76.31	1.31
	10	44.94	1.42	-30.81	73.46	1.81

Table 2. Colorimetric data of the cotton fabrics treated with gallnut extract after dyed with metallized(Cu) reactive dyes

Dye	Concentration of gallnut extract(% o.w.f.)	L*	a*	b*	Total K/S value	Color difference (ΔE)
C. I. Reactive Violet 2	0	65.90	28.80	-19.84	11.78	-
	5	65.61	27.74	-17.49	12.93	2.59
	10	65.52	27.25	-17.39	13.07	2.92

을 띄게 된다. 따라서 용수나 염료에 포함 되어있는 미량의 Fe, Cu 성분이 오배자 처리 면직물의 색상 변화에 영향을 줄 수 있는지에 대해 검토하였다. 일반적으로 수돗물의 경우 정수 기준치에 의하면 Fe 함량이 0.3ppm 이하로 보고 되고 있으며, 실제로 수돗물, 공업용수를 이용하여 오배자 추출물 처리 시 용수에 포함되어 있는 미량의 농도에서는 색상에 거의 영향을 받지 않음을 확인할 수 있었다. Table 2는 금속(Cu)을 포함하고 있는 반응성 염료로 면직물을 염색한 후 오배자 추출물을 처리하여 처리 전후 색상 변화를 조사한 것이다. Table 2에 따르면 오배자 추출물 5.0% o.w.f.농도로 처리할 경우 색차가 2.59, 10.0% o.w.f.농도로 처리할 경우 색차가 2.92정도로 나타났다. 오배자 처리 면직물의 경우 금속(Fe, Cu) 성분에 의해 색상 변화가 일어날 수 있으나, 일반적으로 합금속 염료를 제외하면 반응성염료의 경우 금속이 포함되어 있는 염료가 거의 드물고 합금속 반응성 염료와 용수에 포함되어 있는 미량의 금속 성분에 의해서는 크게 영향을 받지 않았다.

3.3 오배자 추출물 처리 면직물의 내광 특성

일반적으로 천연물의 경우 일광에 대한 안정성

이 낮아서 장기간 일광에 노출될 경우 황변현상이 나타나 문제가 되는 경우가 흔히 발생한다. Table 3은 반응성염료로 염색한 면섬유에 오배자 추출물을 농도별로 처리한 후 일광견뢰도를 시험하여 그 결과를 나타낸 것이다. Table 3에 의하면 C. I. Reactive Yellow 145와 C. I. Reactive Red 195 염료로 염색한 면직물의 경우 오배자 추출물 처리 하

Table 3. Light fastness of the cotton fabrics treated with gallnut extract after dyed with reactive dyes

Dye	Concentration of gallnut extract (% o.w.f.)	Light fastness (grade)
C. I. Reactive Yellow 145	0	4-5
	5	4-5
	10	4-5
C. I. Reactive Red 195	0	4-5
	5	4-5
	10	4-5
C. I. Reactive Blue 221	0	4
	5	4
	10	3-4

지 않은 염색물과 처리한 염색물 모두가 일광견뢰도 4-5급으로 우수한 내광성을 가졌다. 다만 C. I. Reactive Blue 221 염료로 염색한 면직물의 경우 오배자 추출물 미처리 시에는 일광견뢰도 4급을 나타내었으며 오배자 추출물 10.0% o.w.f.를 처리할 경우 반등급이 낮은 3-4급을 나타내었다. 염료의 종류에 따라 오배자 추출물 처리로 인해 일광에 의한 약간의 황변이 나타날 수 있으나 미미한 수준이다. 또한 오배자 추출물 처리 전과 후의 일광견뢰도 차이가 거의 없음을 고려할 때 추출물이 비교적 내광성이 우수하여 변퇴색이 크지 않은 것으로 생각된다.

3.4 항균 내구성 시험

Table 4는 오배자 추출물의 농도를 달리하여 온도 60℃에서 60분 동안 처리한 면직물의 항균성 시험 결과를 나타낸 것이며, Table 5는 처리농도 각 5.0, 10.0% o.w.f.로 60℃, 60분 동안 처리한 다음 각 5회, 10회 세탁한 면직물의 항균성을 나타낸 것이다. Table 4의 결과에 따르면 오배자 추출물 1.0% o.w.f.의 농도에서 처리한 면직물의 경우 공시균 중 하나인 황색포도상구균에 대해서만 높은 항균성을 나타내었으나, 오배자 추출물의 처리 농도를 증가시킴에 따라 폐렴균에 대한 항균성도

차츰 증가하였다. 10% o.w.f. 이상의 농도에서 처리한 면직물의 경우에는 공시균 두 가지(황색포도상구균, 폐렴균) 모두에서 99.9%의 정균감소율을 나타내어 천연물로서는 높은 항균성을 보였다. Table 5에서 보여 지는 것처럼 항균성에 대한 세탁내구성은 5.0% o.w.f. 농도로 처리한 경우 황색포도상구균에 대해 10회 세탁 이후에도 여전히 99.9%의 높은 정균감소율을 나타내었으며 10.0% o.w.f. 농도로 처리한 경우 황색포도상구균과 폐렴균 두 가지에 대해 10회 세탁 이후에도 99.9%의 정균감소율을 나타내어 오배자 추출물이 높은 항균 효과뿐만 아니라 세탁내구성도 우수한 것을 알 수가 있다. 이 결과는 천연항균제로서 항균제품의 실용성 측면에서도 충분한 가치를 가지는 것으로 여겨진다.

4. 결 론

천연항균제로 오배자 추출물을 선정하여 전보의 기초 연구에 이어 실용적인 측면에서의 항균특성에 대해 조사하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 오배자 추출물의 경우 면직물에 60℃, 60분간 처리 시 가장 흡착률이 높았으며 오배자 추출물 5.0, 10.0% o.w.f.의 농도로 면직물에 처리 시 처리 전 후 염색물의 색상변화가 거의 없었다. 또한 용수와 염료에 포함된 금속 성분에 의한 오배자 추출물 처리 면직물의 색상에도 거의 영향을 주지 않았다.
2. 오배자 추출물 처리 면직물의 경우 처리 전 후 일광견뢰도의 차이가 크지 않으며 일광에 의한 황변 현상이 실용적 측면에서 큰 문제가 되지 않았다.
3. 오배자 추출물 10.0% o.w.f.의 농도로 처리 시 10회 세탁 후에도 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*) 과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae*)

Table 4. Antimicrobial activity of the cotton fabrics treated with gallnut extract

Bacteria	Concentration of gallnut extract (% o.w.f.)			
	1.0	5.0	10.0	50.0
<i>Staphylococcus aureus</i>	99.9	99.9	99.9	99.9
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	26.5	31.8	99.9	99.9

Table 5. Antimicrobial activity by laundering times of the cotton fabrics treated with gallnut extract

Concentration of gallnut extract(% o.w.f.)	Laundering times	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
5.0	0	99.9	31.8
	5	99.9	25.1
	10	99.9	20.4
10.0	0	99.9	99.9
	5	99.9	99.9
	10	99.9	99.9

두 가지 균주에 대해서 정균감소율 99.9%의 우수한 항균성을 나타내었다.

감사의 글

본 과제는 산업자원부의 출연금 등으로 수행한 지역전략산업 석박사 연구 인력 양성사업의 연구 결과입니다.

참고문헌

1. O. K. Choi, Y. S. Kim, G. S. Cho, and C. K. Sung, Screening for Antimicrobial Activity from Korean Plants, *Korean J. Food & Nutr.*, **15**, 300 ~306(2002).
2. B. W. Lee, and D. H. Shin, Screening of Natural Antimicrobial Plant Extract on Food Spoilage Microorganisms, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 200~204(1991).
3. U. Y. Park, D. S. Chang, and H. R. Cho, Screening of Antimicrobial Activity for Medicinal Herb Extracts, *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21**, 91 ~96(1992).
4. M. S. Yang, Y. L. Ha, S. H. Nam, S. U. Choi, and D. S. Jang, Screening of Domestic Plants with Antibacterial Activity, *Agr. Chm. & Biotech.*, **38**, 584~589(1995).
5. S. C. Choi, and J. S. Jung, Study on the Antimicrobial Activity of *Impatiens balsamina*(III), *J. Korean Fiber Soc.*, **36**, 338~343(1999).
6. "Hitori Yasasii Sen-i to Kako", Sen-i Sha, Osaka, Japan, pp.323 ~602(1995).
7. H. Yuge, "Koukinnboushywu", Sen-i Sha, Osaka, Japan, pp.44 ~46, pp.181 ~190(1990).
8. S. H. Yoon, T. K. Kim, M. K. Kim, Y. J. Lim, N. S. Yoon., Y. S. Lee, Antimicrobial Finishing of Cotton fabrics Using Gallnut Extracts, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **15**, 385 ~390(2003).

