

# 밤 껍질 추출물로 가공한 면직물의 항균성과 항산화성

## Antibacterial and antioxidant capabilities of cotton fabric finished by chestnut shell extract

홍경화\*

공주대학교 의류상품학과 교수\*

Hong, Kyung Hwa\*

Department of Fashion Design and Merchandising, Kongju National University

### Abstract

Various biowastes from the forest and agricultural industries have been of interest due to their high levels of residual health beneficial components. Chestnut shell is generated as waste during the peeling process in the food industry, and it is rich in many functional compounds, including hydrolyzable tannins. Therefore, the extract of chestnut shell was obtained in hot temperature water, and it was applied to cotton fabrics through a pad-dry-cure technique to explore the possibility of chestnut shell being a useful material in textile finishing. The extract of chestnut shell and the cotton fabrics finished with the extract were investigated thoroughly. As a result, it was found that the chestnut shell extract contained high levels of total polyphenols (21.744 mg/g) and flavonoids (10.295 mg/g). Also, the extract showed antioxidant and antibacterial capacities. In addition, the cotton fabrics finished in the chestnut shell extract also revealed reasonable antibacterial and antioxidant abilities. However, the antibacterial ability of the cotton fabric finished with the chestnut shell extract was significantly decreased towards gram-negative bacteria after 5 laundering cycles.

**Keywords:** Chestnut shell, Antibacterial property, Antioxidant capacity, Cotton, Textile finishing

### I. 서론

밤은 북반구 온대지역을 중심으로 약 10여종이 전 세계적으로 분포·자생하고 있다. 식용으로 과실을 생산하는 종류로는 유럽종(*Castanea sativa*), 중국종(*C. mollissima*), 한국 및 일본종(*C. crenata*) 등이 있으며, 특히 우리나라는 주요 밤 생산 및 수출국이다. 산림청 통계에 따르면 우리나라는 연간 5만톤 가량의 밤을 생산하고 있으며, 농림업 전체 수출품목 가운데 단일품목으로는 수출액이 가장 많다고 한다. 이는 2019년도 기

준으로 수출액이 약 17,519천 달러에 달하는 규모이다. 한편 밤은 총 생산량 중 식품으로 사용되는 알맹이(전분) 부분이 전체의 약 50%에 해당하고, 나머지 50%는 밤 껍질로 특별한 용도 없이 폐기되고 있는 실정이다(이현용 외, 2009). 따라서 이러한 밤 껍질을 폐자원으로 새롭게 이용하려는 다양한 시도들이 진행되고 있다. 이상선 외(1999)는 밤 껍질을 이용한 버섯균 배양을 시도하여 그 활용 가능성을 확인하였고, 정수현 외(2005)는 밤 껍질에 함유된 다양한 생리활성 및 미백효과 물질을 확인하고 화장품 재료로 활용하고자 하였다. 이현용 외(2009)와 홍기찬 외(2009)는 밤 부산물인 밤 껍질

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2020R1A2C1006693)과 2021년 공주대학교 학술연구지원사업의 연구지원에 의하여 연구되었음.

\* Corresponding author: Hong, Kyung Hwa  
Tel: +82-41-850-8305, Fax: +82-41-850-8301  
E-mail: hkh713@kongju.ac.kr

© 2021, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

을 중금속 제거용 흡착제로 활용하고자 구리, 금, 팔라듐 등 중금속에 대한 흡착특성을 평가하고 그 메커니즘을 규명하기도 하였다. 또한 섬유분야에서는 오랫동안 밤 껍질을 천연염색을 위한 재료로 그 가능성에 주목하기도 하였다. 탄닌(tannins)이 풍부한 밤 껍질은 다른 천연염색으로 염색할 때 섬유원단의 염색성을 향상하기 위해 매염제로 사용하기도 하였고(서혜영 외, 2011), 또 밤 껍질 추출액 자체의 황갈색 색소를 염색에 직접 적용하기도 하였다(김병미, 2003; 유혜자 외, 1998; 정영옥, 1997). 하지만 밤 껍질 추출물을 섬유원단에 적용하고 항균, 항산화, 항염 등 각종 위생이나 건강증진을 위한 기능성 가공에 주목한 연구는 많지 않다.

한편 최근 환경문제와 건강에 관한 소비자 의식이 커짐에 따라 소비 형태와 생활양식이 크게 변화하고 있다. 무분별한 합성 화학제품의 사용을 자제하고 이를 대체할 수 있는 많은 천연제품이나 천연물질에 관심이 커지고 있는 것이다. 특히 의류나 침구류에 사용되는 섬유제품들은 피부와 직접 맞닿아 사용되므로 안전성이나 청결성이 확보되지 않으면 건강에 치명적인 해를 끼칠 수 있다. 따라서 본 연구에서는 밤 껍질에 풍부하게 함유된 탄닌을 비롯한 다양한 기능성 물질들에 주목하고, 이를 기능성 섬유가공에 활용할 수 있는 가능성을 확인하고자 하였다. 밤 껍질에는 갈산(gallic acid)이나 엘라그산(ellagic acid)과 같은 페놀계 화합물이 풍부하는데 이들은 항균, 항산화 등 건강에 유익한 특성들을 나타내는 것으로 알려져 있다(박아영 외, 2009; Mahesh et al. 2011). 또한 밤에 함유된 플라보노이드(flavonoid)는 항암, 항알레르기, 항염 등 다양한 약리성능도 가지고 있다(Moure et al. 2001; Vázquez et al. 2008). 따라서 버려지는 밤 껍질을 섬유원단의 기능성 가공에 활용하는 것은 쓰레기 감소의 의미를 넘어서 폐자원의 새로운 활용 가능성을 개척하는데 있어서도 의미가 크다. 특히 이들 기능성 성분들은 주로 수용성 탄닌 계열(Hydrolysable tannins)로 물로 추출이 가능하고 일반적인 섬유가공 및 염색에 적용하기 용이하여 환경적으로나 산업적으로 적용이 유리하다. 따라서 본 연구에서는 천연섬유 중 일상에서 의류나 침구류 소재로 그 사용량이 가장 많은 면섬유 원단에 밤 껍질 추출물을 패드-드라이-큐어법(pad-dry-cure technology)으로 가공하고, 그 특성을 조사하여 밤 껍질 추출물을 적용하는 항균, 항산화 기능성 섬유가공의 가능성을 살펴보았다.

## II. 연구 방법

### 1. 재료

밤 껍질은 충청남도 공주지역의 밤 가공 업체(영농회사법인 알밤스토리)에서 제공받아 사용하였다. 제공받은 밤 껍질은 건조기에서 충분히 건조한 후 잘게 조각낸 상태(flake)로 준비하였다. 면직물은 표백과 정련이 된 실험용 원단(No. 400; plain woven 98g/m<sup>2</sup>)을 Testfabrics Inc.(West Pittston, PA)에서 구매하여 사용하였다. 밤 껍질 추출액 분석을 위해 사용한 시약 Folin-Ciocalteu, sodium carbonate, gallic acid, catechin standard 등은 모두 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구매하였고, 항산화성 측정을 위한 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)는 Calbiochem(CA, USA)에서 구매하여 사용하였다. 모든 시약은 구매한 상태 그대로 사용하였다.

### 2. 가공방법

#### 1) 밤 껍질 추출액 제조

건조된 밤 껍질 1600g을 12L의 증류수에 넣고 2시간 동안 가열하여 추출하였다. 이렇게 추출한 밤 껍질 추출액을 필터링(filter paper: 185mm $\phi$ ) 후 부피가 대략 절반이 되도록 회전증발기(rotary evaporator)에서 농축한 후 동결건조기(FDU-1200, Eycla, Japan)로 -47 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C, 9.8Pa에서 완전히 건조하였다. 면직물 가공을 위한 가공액은 추출물 그대로 필터링 후 사용하였다.

#### 2) 밤 껍질 추출액을 이용한 면직물 가공

30cm $\times$ 30cm로 잘라 준비한 면직물을 밤 껍질 추출액에 30분간 실온에서 침지 후 압착롤러(padder)를 이용해 wet-pick up이 100wt%가 되도록 압착하여 처리하였다. 이렇게 밤 껍질 추출액이 적용된 면직물은 65 $^{\circ}$ C에서 40분간 완전히 건조한 후 160 $^{\circ}$ C에서 3분간 열처리(curing)하고 수돗물로 깨끗이 수세한 후 건조하였다.

#### 3) 세탁견뢰도 측정용 시료 준비

세탁견뢰도를 측정하기 위해 Color Fastness to washing, AATCC 61:2010에 제시된 세탁법을 준용하였다. 세탁액(세제농도 0.37%)이 든 컨테이너에 표준 쇠구슬 10개와 시료를 함께 넣고 40 $^{\circ}$ C에서 45분간 Launder-O-Meter(Washing Fastness Tester)에서 세탁하고 증류수로 2회 헹굼 하였다.

### 3. 분석방법

#### 1) 밤 껍질 추출액 분석

밤 껍질 추출액에 포함된 기능성 유효성분을 분석하기 위해 농축한 추출액을 동결건조하여 총 페놀 함량(total phenol content)과 총 플라보노이드 함량(total flavonoid content)을 측정하였다. 또한 밤 껍질 추출액의 항산화성과 항균성을 측정하여 기능성 발현여부를 관찰하였다.

##### ① 총 폴리페놀 함량

중류수 0.5mL에 100μL의 샘플(밤 껍질 추출액) 또는 표준시료(gallic acid)를 넣고 발색제(Folin-Ciocalteu)를 100μL 넣는다. 마지막으로 7% carbonate 용액 1mL를 넣고 상온에서 30분간 방치한 후 760nm에서 흡광도(Biomate5 spectrophotometer, Thermo, USA)를 측정하였다. 표준시료로 농도그래프를 구하고 밤 껍질 추출액에 함유된 총 페놀 함량을 mg/g GAE(Gallic acid equivalent) 단위로 도출하였다. 이 분석방법은 선행연구(Singleton et al. 1999)에 근거해 수행하였다.

##### ② 총 플라보노이드 함량

중류수 1mL에 200μL 샘플(밤 껍질 추출액) 또는 표준시료(catechin)를 넣고 5wt% 아질산나트륨(NaNO<sub>2</sub>) 50μL 넣고 6분간 반응시킨다. 이후 염화알루미늄(AlCl<sub>3</sub> · 6·H<sub>2</sub>O) 150mL를 넣고 다시 5분간 반응시킨 후 마지막으로 1M의 수산화나트륨(NaOH) 0.5mL를 넣고 즉시 510nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준시료로 농도그래프를 구하고 밤 껍질 추출액에 함유된 총 플라보노이드 함량을 mg/g CE(Catechin equivalent) 단위로 도출하였다. 이 분석방법은 선행연구(Chandra 외, 2014)에 근거해 수행하였다.

##### ③ 항산화성

항산화성을 알아보는 DPPH는 라디칼(radical)의 소거능력을 측정하기 위한 것으로 DPPH 첨가 시 라디칼 소거를 통한 화학 반응의 속도감소로 라디칼의 활동지표를 확인하는 방법이다(Alger, 1997). 0.1mM DPPH/메탄올 용액 3.75 mL에 추출 시료용액 0.25 mL를 첨가하고 10초간 잘 섞은 후 30분간 암소에서 반응시켰다. 30분 후에 분광광도계를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 추출 시료용액과 동량의 메탄올 용액을 처리하여 시료와 같은 과정으로 실험하였다. DPPH 라디칼 소거활성은 아스코르브산을 표준물질로 하여 작성한 표준검량

곡선을 통해 단위는 mg/g AAE(Ascorbic Acid equivalent)로 표기하였다(김미자 외, 2014).

##### ④ 항균성

밤 껍질 추출액의 항균성은 표준시험방법(ASTM E 2149-13a 준용)에 따라 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*, ATCC 6538: a gram-positive bacterium)과 폐렴간균(*Klebsiella pneumoniae*, ATCC 4352: a gram-negative bacterium)으로 측정하였다. 시험조건은 균액을 35±1°C 에서 24 시간 진탕배양 후 균수를 측정하여 다음의 식으로 균감소율(%)을 계산하였다.

$$\text{균감소율(\%)} = \frac{(B_{24} - A_{24})}{B_{24}} \times 100 \quad (1)$$

여기서 A<sub>24</sub>는 24시간 배양 후 시험 시료의 균수(CFU/ml)이고, B<sub>24</sub>는 24시간 배양 후 대조 시료의 균수(CFU/ml)이다.

#### 2) 가공된 면직물의 표면 관찰

고분해능 주사전자현미경(HR FE-SEM, MIRA3-LMH, Tescan, Brno, Czech Republic)으로 면섬유 원단에서 가공제의 적용 후 표면변화를 관찰하였다. 또한 밤 껍질 추출액으로 가공한 면직물의 색상변화(ΔE)를 색차계(Datacolor spectrophotometer; Technical Color Solution, Karachi, Pakistan)를 이용하여 L\*, a\*, b\* 값을 측정하여 관찰하였다.

#### 3) 가공된 면직물의 기능성 분석

##### ① 항균성

밤 껍질 추출액으로 가공한 면직물의 항균성 측정은 표준시험방법(KS K 0693)에 따라 가공원단(0.4g)에 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* ATCC 6538: a Gram-positive bacterium)과 폐렴간균(*Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352: a Gram-negative bacterium)을 각각 0.2mL 씩 접종하고 18시간 배양 후 다음과 같이 균감소율(%)을 구하여 항균성을 측정하였다.

$$\text{정균감소율(\%)} = \frac{(M_b - M_c)}{M_b} \times 100 \quad (2)$$

여기서  $M_b$ 는 대조편을 18 시간 배양 후 생균수(3검체의 평균치)를 측정된 값(colony forming unit/mL)이고,  $M_s$ 는 시험편을 18 시간 배양 후 생균수(3검체의 평균치)를 측정된 값이다.

## ② 항산화성

밤 껍질 추출액으로 가공한 면직물의 항산화성도 DPPH법으로 측정하였다. 시료직물에서 채취한 섬유 0.5g을 각각 0.15mM DPPH/메탄올 용액 30ml가 함유된 용기에 침지시켰다. 이렇게 준비된 용액을 1시간 동안 암소에서 반응시킨 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거 능력은 계산식(3)으로 계산하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거율(\%)} = \frac{(C-S)}{C} \times 100 \quad (3)$$

위 식에서 C와 S는 각각 대조편과 시험편을 DPPH/메탄올 용액에서 1시간 암소 반응 후 517nm에서의 흡광도를 측정된 값이다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 밤 껍질 추출액 분석

건조한 밤 껍질을 증류수에서 2시간 가열하여 추출한 밤 껍질 추출액은 [그림 1]과 같이 갈색을 띄며 농축 후 그 색상이 진해지고 점도가 높아짐을 확인하였다. 농축한 밤 껍질 추출액을 동결건조 후 함유된 총 페놀과 플라보노이드 양을 분석하여 <표 1>에 제시하였다. 본 실험을 통해 추출된 밤 껍질 추출물에 포함된 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량은 2시간 추출하였을 때가 4시간 추출



[그림 1] 밤 껍질 추출물 분석 및 면직물 가공 개요

<표 1> 밤 껍질 추출액 유효성분 함량

(mg/g)

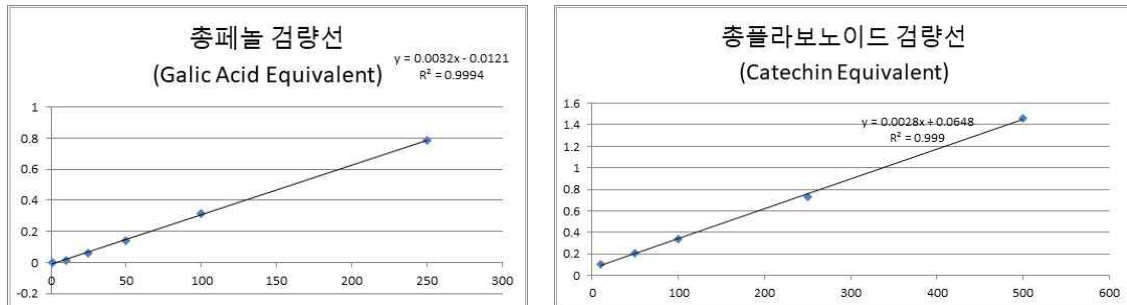
추출시간 (시간)	총 폴리페놀 (Gallic Acid Equivalent)		총 플라보노이드 (Catechin Equivalent)		총 항산화성 (Ascorbic Acid Equivalent)	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
2	21.744	0.021	10.295	0.060	426.543	9.055
4	9.927	0.095	3.696	0.021	189.408	6.116

하였을 때 보다 그 함량이 높게 나타났다. 또한 항산화성도 추출시간이 증가할수록 오히려 낮아지는 것을 확인하였다. 이는 겉보기로 4시간 추출액의 색상이 더 진하고 건조된 추출물질의 양도 2시간 추출액보다 많아짐을 확인함에 따라 전체 추출물에서 차지하는 상대적인 페놀이나 플라보노이드 양이 2시간 추출물에서 더 높은 것으로 나타난 것이다. 즉 추출시간이 길어질수록(4시간 추출) 물속으로 추출되는 전체적인 밤 껍질 성분은 증가하였지만 폴리페놀이나 플라보노이드 등은 추출 초기에 주로 추출이 되고, 시간이 지날수록 색소를 비롯한 그 밖의 성분들이 계속 추출됨에 따라 전체적인 추출물에서 차지하는 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 2시간 추출액에 비해 상대적으로 줄어든 것

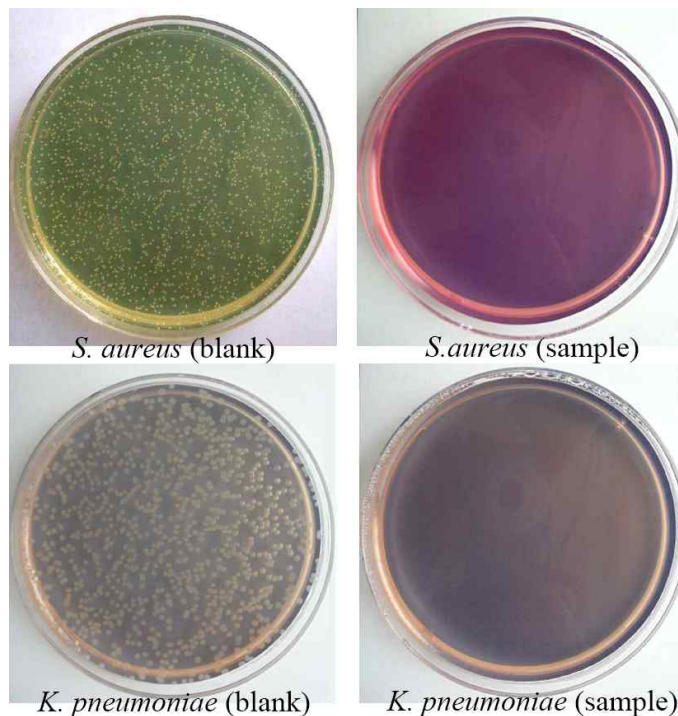
로 나타난 것이다. 따라서 기능성 가공을 위해서는 비록 추출물의 수득률이 낮아 생산성은 낮아지겠지만 가공제 자체의 특성만으로 볼 때는 2시간 추출액이 4시간 추출액보다 효과적일 수 있겠다. 한편 밤 껍질 추출물을 2시간 추출 후 그 농도 그대로 항균성을 측정해본 결과 [그림 3]와 같이 포도상구균과 폐렴간균에서 대해 모두 99.9% 이상의 높은 균 감소율을 보였다. 따라서 밤 껍질 추출물의 우수한 항균성과 항산화성을 확인할 수 있었다.

2. 밤 껍질 추출액으로 가공한 면직물의 표면특성

밤 껍질 추출물로 가공한 면직물의 색상변화는 <표 2>



[그림 2] 총 폴리페놀 및 플라보노이드 검량선



[그림 3] 밤 껍질 추출액의 항균성 측정결과

와 같다. 가공한 면직물에서 L\*값은 감소하여 어두운 명도를 보였으며, a\*와 b\*값은 모두 증가하는 것을 확인하였다. 이는 붉은 색조와 황 색조가 증가한 것을 의미하며 전반적으로 갈색의 색조를 띄는 것을 알 수 있었다. 세탁에 의한 색상변화를 알아보기 위해 5회 세탁 후 색상특성을 측정하였는데, L\*값과 b\*값은 다소 감소하고 a\*값의 변화는 미미하게 증가한 것을 확인하였다. 이는 세탁에 의해 전반적으로 색상이 빠졌으나 붉은 기는 다소 증가한 것을 의미한다. 이는 세탁에 의한 밤 껍질 색소의 탈리 및 알칼리 세제에 의한 색소변색으로 보이며 이를 통해 5회 세탁 후 색상의 변화가 다소 관찰됨을 알 수 있었다.

[그림 4]은 가공 후 전자현미경으로 관찰한 밤 껍질 추출액으로 가공한 면직물과 5회 세탁 후 가공 면직물을 관찰한 사진이다. 가공 후 면직물 표면에는 밤 껍질 추출물 성분이 눈에 띄게 부착된 것을 확인할 수 있었다. 이는 밤 껍질 추출물에는 탄닌을 비롯한 천연 고분자 화합물이 다량 존재하는 것으로 밝혀졌는데, 이러한 밤 껍질에 포함된 고분자 물질들이 가공을 통해 면직물 표면에 코팅된 것을 확인할 수 있었다. 한편 5회 세탁 후에는 견고하게 결합되지 않은 밤 껍질 추출물 성분이 어느 정도 제거된 것을 확인할 수 있었으나 여전히 코팅된 상태를 관찰할 수 있었다.

### 3. 밤 껍질 추출액으로 가공한 면직물의 기능성

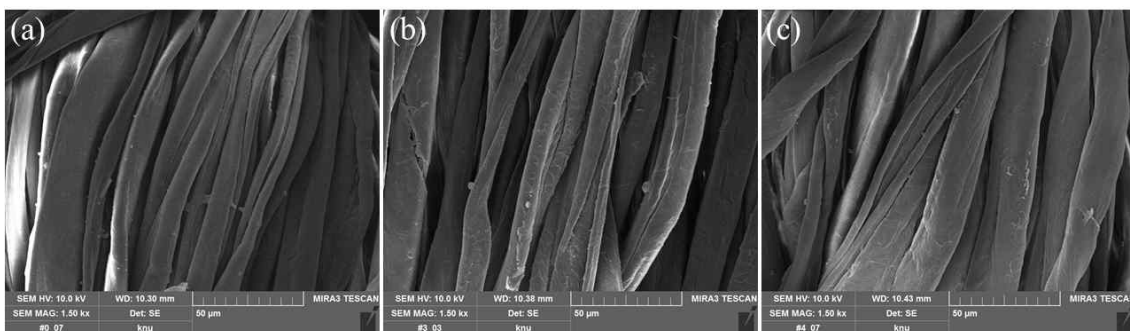
밤 껍질 추출액을 패드-드라이-큐어법으로 면직물에 가공하고 그 항균성과 항산화성을 다음과 같이 분석하였다.

#### 1) 항균성

밤 껍질 추출액으로 가공한 면직물의 항균성은 가공 직후 포도상구균과 폐렴간균 모두에서 99.9% 이상의 우수한 항균성을 보였다. 하지만 5회 세탁 후 밤 껍질 추출액으로 가공한 면직물은 포도상구균에 대해서는 여전히 우수한 항균성을 보였으나 폐렴간균에 대해서는 전혀 항균성을 나타내지 못하는 것으로 나타났다. 이는 많은 천연 항균물질에서 보이는 일반적인 경향과 일치하는데, 대부분의 식물성 천연 항균물질이 그람양성균(Gram-positive bacteria)에 대해서는 우수한 항균성을 보이는 반면 그람 음성균(Gram-negative bacteria)에 대해서는 다소 미약한 항균성을 보이는 것이다(Cisowska et al. 2011; Hong 2015). 그람염색법(Gram staining)에 의해 보라색으로 염색되는 세균을 그람양성균이라 하고 붉은색으로 염색되는 세균을 그람음성균이라고 하는데, 이들은 세포벽의 구조에 따라 달리 염색이 되는 것이다. 결과적으로 세포벽의 구조에서 그람음성균은 그람양성균에 비해 얇은 펩티도글

〈표 2〉 밤 껍질 추출액 가공에 의한 면직물의 색상변화

구분	L*	a*	b*	ΔE
가공전 면직물	90.66	-0.07	0.84	-
가공후 면직물	75.47	6.74	19.85	25.27
5회 세탁 후 가공한 면직물	71.01	7.41	19.01	27.79



[그림 4] 1500배 확대한 면직물 표면 (a) 가공전 면직물 (b) 밤 껍질 추출액 가공 후 면직물 (c) 5회 세탁 후 밤 껍질 추출액 가공 면직물

리칸층(peptidoglycan layer)을 가지고 있으나 지질과 단백질로 구성된 외막(outer membrane)이 추가로 감싸고 있는 형태이므로 항균물질에 보다 강한 특성을 보이는 것이다(wikipedia, 2021). 따라서 세탁 후 밤 껍질 추출액으로 가공한 면직물이 폐렴간균에 대해서 항균성을 나타내지 못하는 것은 일반적으로 그람음성균이 그람양성균에 비해 항균제에 대한 최소억제농도(minimum inhibitory concentrations, MIC)가 높기 때문으로 볼 수 있다(Farha et al. 2020).

2) 항산화성

선행 연구들을 통해 밤 껍질 추출물의 항산화성은 매우 우수한 것으로 알려져 있다. Barreira et al. 연구(2010)에 따르면 밤 껍질 추출물은 지질의 과산화성을 억제하는 능력(lipid peroxidation inhibition)이 특히 뛰어나다고 했는데, 이는 밤 껍질에는 항산화성분인 폴리페놀(polyphenol)이 풍부하기 때문이라고 했다. 또한 Vázquez et al. 연구(2009)에 따르면 밤 껍질 추출물은 유칼립투스(eucalyptus bark) 추출물보다도 뛰어난 항산화성을 보였으며, 항산화성분의 추출효율도 더 높다고 했다. 특히 90°C까지 고온에서 추출하는 방법이 추출효율 면에서 유리하다고 하였다. 본 연구를 통해 고온의 증류수에서 추출한 밤 껍질 추출물의 항산화성은 <표 1>과 같이 높은 수준으로 나타났다. 한편 이러한 밤 껍질 추출물로 가공한 면직물의 항산화성은 <표 4>와 같고 이는 5회 세탁 후에도 여전히 80.36% 이상의 높은 항산화성을 나타냄을 확인할 수 있

었다.

IV. 결론

본 연구는 산림자원과 식품산업에서 폐기물로 버려지고 있는 밤 껍질을 이용하여 건강에 이로운 유효성분을 추출하고, 그것을 면직물에 가공함으로써 인체 친화적인 기능성 섬유가공을 구현하고자 하였다. 또한 기존 합성 항균제나 기능성 가공제를 대체하고 버려지는 폐기물을 재사용함으로써 환경에도 이로움이 될 것으로 기대하였다. 밤 껍질 추출물은 물을 용매로 사용하여 고온에서 끓이는 방식으로 추출하였고 분석결과 다량의 폴리페놀과 플라보노이드가 함유되어 있음을 확인하였다. 특히 이러한 방법으로 추출된 밤 껍질 추출물은 우수한 항균성과 항산화성을 보였다. 한편 이렇게 추출된 밤 껍질 추출액을 이용하여 면직물에 패드-드라이-큐어법으로 가공하고 그 특성을 조사하였다. 밤 껍질 추출액으로 가공한 면직물은 포도상구균과 폐렴간균에 대해 모두 99.9% 이상의 우수한 항균성과 96.01% 이상의 우수한 항산화성을 보였다. 하지만 5회 세탁 후 폐렴간균에 대해서는 항균성이 크게 감소하는 것을 확인하였다. 따라서 밤 껍질 추출액 가공 시 그람음성균에 대한 항균성을 향상시킬 수 있는 천연 보조제 탐구나 밤 껍질 추출액을 보다 내구성 있게 적용하기 위한 가공방법에 대한 추가적인 연구가 필요하겠 다. 또한 이렇게 가공된 밤 껍질 추출물로 가공한 각종 섬유

<표 3> 밤 껍질 추출액 가공에 의한 면직물의 항균성 (평균감소율, %)

구분	포도상구균 ( <i>S. aureus</i> )	폐렴간균 ( <i>K. pneumoniae</i> )
가공전 면직물	84.2	17.2
가공후 면직물	99.9	99.9
5회 세탁 후 가공한 면직물	99.9	18.5

<표 4> 밤 껍질 추출액 가공에 의한 면직물의 항산화성

구분	DPPH 라디칼 소거율(%)
가공전 면직물	16.54
가공후 면직물	96.01
5회 세탁 후 가공한 면직물	80.36

유제품들은 피부위생과 보호의 기능이 있는 내의류나 의류에 비해 자주 세탁하지 못하지만 피부와 오래 맞닿아 사용되는 침구류 소재로 매우 각광받을 것으로 기대된다.

주제어: 밤 껍질, 기능성 가공, 면직물, 항균성, 항산화성

## REFERENCES

- 김미자, 김영기, 김현순, 정철, ... 강순이(2014). 천연 항산화제로의 활용을 위한 사과, 포도, 및 고구마 껍질 에탄올 추출물의 항산화 효과. *한국산학기술학회논문지*, 15(6), 3766-3773.
- 김병미(2003). 밤 외피 추출물을 이용한 면직물 염색에서의 두중 전처리효과. *한국의상디자인학회지*, 5(3), 15-23.
- 박아영, 김인영, 송화순(2009). 견직물의 자초 염색 시 오배자의 매염 효과. *한국의류학회지*, 33(2), 256-265.
- 서혜영, 김혜림, 송화순(2011). 달맞이꽃 염색시 울피매염 효과. *한국의류산업학회지*, 13(6), 983-989.
- 유혜자, 이해자, 임재희(1998). 밤의 외피에서 추출한 염료를 이용한 직물 염색. *한국의류학회지*, 22(4), 469-476.
- 이상선, 이정우, 홍성운, 조남석(1999). 농산 부산물인 밤 껍질을 이용한 버섯균의 배양. *목재공학*, 27(2), 78-86.
- 이현용, 홍기찬, 임정은, 주진호, ... 옥용식(2009). 밤 부산물의 수용액 중 중금속 흡착 특성. *한국환경농학회지*, 28(1), 69-74.
- 정수현, 조우아, 손준호, 박찬익, ... 이진태(2005). 울피의 생리활성 및 미백효과를 이용한 화장품신소재에 관한 연구. *대한분초학회지*, 20(2), 27-33.
- 정영옥(1997). 밤 껍질에서 추출되는 천연염료의 염색성 연구. *한국농촌생활과학회지*, 8(2), 83-91.
- 홍기찬, 최용범, 최봉수, 김남원, ... 옥용식(2009). 농업부산물인 밤을 이용한 유가금속 회수기술 개발: 밤 부산물의 팔라듐(Palladium) 흡착특성. *강원대학교 농업생명과학연구원 논문집*, 20, 35-43.
- Alger, M. S. M. (1997). *Polymer science dictionary* (2nd ed). London: Chapman and Hall.
- Barreira, J. C. M., Ferreira, I. C. F. R., Oliveira, M. B. P. P., & Pereira, J. A. (2010). Antioxidant of chestnut (*Castanea sativa* L.) and almond (*Prunus dulcis* L.) by products. *Food Science Technology International*, 16, 209-217.
- Chandra, S., Khan, S., Avula, B., Lata, H., ... & Khan, I. A. (2014). Assessment of Total Phenolic and Flavonoid Content, Antioxidant Properties, and Yield of Aeroponically and Conventionally Grown Leafy Vegetables and Fruit Crops: A Comparative Study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 253875, 1-9.
- Cisowska, A., Wojnicz, D., & Hendrich, A. B. (2011). Anthocyanins as antimicrobial agents of natural plant origin. *Natural Product Communications*, 6, 149-156.
- Farha, A. K., Yang, Q., Kim, G., Li, H., ... & Corke, H. (2020). Tannis as an alternative to antibiotics. *Food Bioscience*, 38, 100751.
- Hong, K. H. (2015). Preparation and properties of cotton and wool fabrics dyed by black rice extract. *Textile Research Journal*, 85(18), 1875-1883.
- Mahesh, S., Manjunatha-Reddy, A. H., & Vijaya-Kumar, G. (2011). Studies on antimicrobial textile finish using certain plant natural products. *International Conference on Advances in Biotechnology and Pharmaceutical Sciences*, 1, 253-258.
- Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Dom-Inguez, J. M., ... & Parajó, J. C. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 72, 145-171.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Vázquez, G., Fontenla, E., Santos, J., Freire, M. S., ... & Antorrena, G. (2008). Antioxidant activity and phenolic content of chestnut (*Castanea sativa*) shell and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) bark extracts. *Industrial Crops and Products*, 28(3), 279 - 285.
- Vázquez, G., Gonzalez-Alvarez, J., Santos, J., Freire, M.



- S., & Antorrena, G. (2009). Evaluation of potential applications for chestnut (*Castanea sativa*) shell and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) bark extracts. *Industrial Crops and Products*, 29, 364-370.
- Wikipedia. (2021). Gram-positive bacteria. Retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Gram-positive\\_bacteria](https://en.wikipedia.org/wiki/Gram-positive_bacteria).
- Received 20 January 2021;  
1st Revised 29 March 2021;  
Accepted 07 April 2021