

섬유문화재 보존에 활용하기 위한 천연보존제로 처리한 직물의 특성연구

백영미

부산대학교 한국전통복식연구소

A Study on the Characteristics of Natural Preservative Agent-treated Fabrics for Textile Cultural Properties Preservation

Youngmee Baek

Korean Traditional Costume Research Institute, Pusan National University, 609-735, Busan, Korea

Corresponding Author: paikym@pusan.ac.kr, +82-51-510-2850

초 록 천연보존제는 주로 식물에서 추출된 항균물질로 만들어지며 부패되기 쉬운 식품의 보존제나 천연화장품, 약품 등에 주로 사용되고 있다. 본 연구는 현재 천연화장품의 보존제로 개발되어진 천연보존제를 직물에 처리하여 이것이 섬유문화재 보존에 적용이 가능한지를 탐색하고 평가하는데 그 목적이 있다. 따라서 천연보존제로 처리한 직물의 특성을 알아보고자 천연보존제 1%로 처리한 면직물과 견직물에 대해 실험한 결과 색 및 인장강도의 변화가 극히 미약하고 중성에 가까운 pH를 나타내었으며 우수한 항균성과 항곰팡이성을 가지는 것으로 나타났고 견직물에 피해를 주는 *Bacillus cereus*에 대해서도 우수한 항균활성을 나타내었다. 또한 섬유문화재에 적용시키기 위한 예비실험으로 출토직물 편을 천연보존제 1%로 처리한 직물로 싸서 72시간 보관한 후 출토직물편의 미생물 실험결과 미생물의 증식이 확연히 준 것을 알 수 있었다.

중심어: 천연보존제, 항균성, 항곰팡이성, 정유, 섬유문화재, 출토직물, 보존

ABSTRACT Natural preservative agents are generally made of antibiotic substances that are extracted from plants. They are used mainly to keep in an original good state food, natural cosmetic goods and medicines which are likely to get rotten. The purpose of this study is to investigate whether natural preservative agents can be applied to fabrics for the preservation of textile cultural properties. For the purpose, this researcher experimented with a certain natural preservative agent which was developed to preserve natural cosmetic goods. The study found that when treated with the foresaid natural preservative agent whose ratio to water was 1%, fabrics showed little changes in color and tensile strength, almost neutral pH, high antibiosis and anti-fungus and high resistance to *Bacillus cereus* that is much detrimental to silk fabrics. As a part of the study, a preliminary test on the possibility of using natural preservative agents to preserve textile cultural properties, found that when kept covered up with the 1% natural preservative agent-treated fabrics for 72 hours, excavated textile relics showed a dramatic decrease in microbial growth.

Key Words: Natural preservative agents, Antibiosis, Anti-fungus, Essential oil, Textile cultural properties, Excavated textile, Preservation

1. 서론

천연보존제는 주로 식물에서 추출된 정유성분 중 항균물 질로 만들어지며 부패되기 쉬운 식품의 보존제나 천연화장 품, 약품 등에 주로 사용되고 있다. 화학 방부제를 사용할 경 우 독성이 인체에 유해할 수 있고 피부에 자극을 줄 수도 있 기 때문에 최근 천연 항균물질을 이용한 천연보존제에 관한 연구는 활발히 이루어지고 있다. 이러한 정유성분을 기반으 로 하는 천연항균물질은 치료약, 향신료, 소화제, 신경안정 제, 방항제 및 냄새방지제, 피부미용, 피로회복, 정신적 치유 의 도구로 연구개발 되어져 왔으며, 문화재 보존분야에서도 친환경적인 보존방법에 대한 관심을 가지고 천연항균물질을 이용하는 보존방법에 대한 연구가 진행되고 있다. 우리나라 는 예로부터 방충성이 있는 약제를 이용하여 복식 및 서적을 보관하였는데^{1,2,3} 정용재⁴은 복장유물에서 발견된 오향의 실험연구를 통해 천연약제를 이용한 문화재용 방충방균제를 개발한 바도 있다. 한편 노현숙, 이승은⁵은 시판되는 모든 방 충방균제에 대해 천연염색한지의 경시적인 색변화가 관찰되 었다고 보고하였으며 오준석⁶은 시판되는 식물추출 살균살 충제가 염색된 직물의 강도에 영향을 미친다고 보고하고 있 다. 그러나 천연항균물질들은 세포 증식 기작을 억제하여 미 생물에 대한 살균효과가 뛰어나고 식물성 천연살균소독제로 서 독성이 없고 부식성이 없으며 인체에 전혀 무해한 안전한 소독약제로 보고되어지고 있으며⁷ 유기물 및 기록물의 소독 에 사용되어지고 있다⁸. 국외의 경우에도 P. Perumal과 Michael Wheeler⁹가 citronella oil을 도포해 전통적인 인도의 필사본 에 유연성과 방충성을 더하여 보존되는 사례를 보고하였고 M.S.Rakotonirainy와 B.Lavedrine¹⁰는 도서관, 수장고의 생 물방제를 위해 항곰팡이성을 가지는 정유성분들을 검색하였 으며 Sue Gatenby, Pat Townley¹¹는 티트리 오일을 이용한 상품(Bactigas[®])을 이용해서 박물관 보존처리에 관해 예비적 인 조사를 한 바도 있다. 이러한 천연항균물질은 섬유에 대해 서는 천연염색으로써 적용이 되고 있으며^{12,13,14} 이를 이용하 여 섬유문화재의 보존에 사용한 예도 있다¹⁵. 최근에는 천연 염색의 염색성뿐만 아니라 기능성에 관한 연구들이 수행되어 지고 있으나 기능성 물질 자체로 만들어진 천연보존제를 섬 유에 적용시킨 연구는 적다. 따라서 천연물질에 의한 보존제 를 문화재에 응용하기 위해서는 더 많은 연구가 필요하다고 생각되며 이에 본 연구에서는 천연항균물질을 활용한 문화재 의 보존재료 개발을 위해 현재 개발되어 있는 천연보존제를 활용하는 방안을 먼저 검토해보고자 하였다.

2. 연구방법

2.1. 시약 및 시료

2.1.1. 천연보존제

본 연구에서 사용한 천연보존제(AMC : Anti Microbial Complex)는 천연화장품 제조에 사용되는 것으로서 식물 성 화장품원료 중에 항균효과가 있다고 알려진 자몽, 유자, 유칼립투스, 정향, 고삼의 추출물을 복합하여 개발한 원료 이며 천연화장품 재료업체인 (주)아이내추럴에서 구입하 여 사용하였다.

2.1.2. 직물시료

직물시료는 KS K 0905에 규정된 표준면포와 KS K ISO 105에 규정된 염색견뢰도 시험용 표준견포를 사용하 였으며 시료의 특성은 Table 1과 같다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 천연보존제처리

1%, 3%, 5% 천연보존제 수용액을 만들어 욕비 1:100 으로 하여 80℃에서 60분간 항온처리 후 5회 이상 수세 처 리하였다.

2.2.2. 이화학분석

1) 색차분석

처리직물의 광학적 특성은 분광측색계(Machbath Color Eye 3100, USA)를 사용하여 D₆₅ 광원, 10°시야의 조건에 서 측정하였으며 CIELAB 표색계인 L*, a*, b*를 구하였고 WI(Whiteness Index)는 10deg./D₆₅/Ganz, YI(Yellow Index)는 2deg./C/ASTM D1925, BI(Brightness Index)는 2deg./C/TAPP1452/ISO2470의 조건으로 측정하였으며 Hunter 의 색차값을 구하였다.

$$\Delta E(L^*a^*b^*) = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Table 1. Properties of fabrics.

| Fabric | Weave | Thickness ^a (mm) | Fabric count (thread/cm) | |
|--------|-------|--------------------------------|-----------------------------|------|
| | | | Warp | Weft |
| Cotton | plain | 0.24 | 35 | 31 |
| Silk | plain | 0.15 | 51 | 37 |

단, $\Delta L = L_1 - L_2$, $\Delta a = a_1 - a_2$, $\Delta b = b_1 - b_2$

2) pH측정

직물의 pH측정은 KS K 0255:2004에 의해 pH meter(Model 220, Denver instrument, USA)를 사용하여 측정하였다.

3) 인장강도의 변화

천연보존제 처리에 따른 기계적 물성변화를 평가하기 위하여 인장시험기(Textechno Fafegraph-M, Textechno Co., Germany)를 사용하여 KS K 0521의 방법에 따라 래블스 트립법으로 측정하였으며 각 시료 당 경사방향으로 4회 측정하여 평균값을 내었다.

2.2.3. 항균성 및 항곰팡이성

1) 항균성

① 농도별 처리직물의 항균성

항균성은 KS K 0693:2006의 직물의 항균도 시험 방법에 준하여 한국의류시험연구원(KATRI)에 의뢰하여 측정하였으며 공시균으로는 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 (황색포도상구균, 식중독균:gram positive)과 *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352(폐렴균:gram negative)를 사용하였다.

접종균의 농도는 *Staphylococcus aureus*는 0.9×10^5 CFU/ml이고 *Klebsiella pneumoniae*는 1.3×10^5 CFU/ml이며, 비이온 계면활성제 Tween 80을 접종균액의 0.05% 첨가하여 측정하였다.

$$\text{정균감소율} = \frac{A-B}{B} \times 100$$

단, A: 미처리직물의 18시간 배양후의 colony 수

B: 처리직물의 18시간 배양후의 colony 수

② *Bacillus cereus*에 대한 항균성

박물관에서 수집된 세균 중 견직물에 가장 피해를 주는 것으로 알려진 세균인 *Bacillus cereus* ATCC 14579(gram positive)에 대한 항균성 실험도 병행하였다. 접종균의 농도는 1.0×10^5 CFU/ml였으며 위와 같은 방법으로 측정하였다.

③ 세척 후의 항균성

항균성의 지속성을 대신하여 1회 세척 후 항균성을 측정하였으며 세척방법은 ISO 6330:2006 9B에 의해 $30 \pm 3^\circ\text{C}$ 온도에서 교반식 자동세탁기로 실험하였고 직물의 항균성은 KS K 0693:2006방법에 준하여 실험하였다.

④ 포장 출토직물의 항균성

본 천연보존제 처리직물이 직물유물의 포장제로의 가능성을 알아보기 위해 한 출토견직물 편을 2개로 분리하여 함께 증류수에 세척, 건조하고 한 쪽은 포장하지 않고 한 쪽은 천연보존제 1%를 처리한 면으로 싸서 각각의 페트리 디쉬에 넣어두었으며 72시간 방치한 다음 각각의 직물편을 10ml의 증류수에 담그고 각 용액을 LB agar plate에 도말하여 37°C 에서 12 시간 배양한 후 미생물증식정도를 살펴보았다.

2) 항곰팡이성

항곰팡이성은 KS A 0702:2001 방법에 따라 한국의류시험연구원(KATRI)에 의뢰하여 측정하였으며 주로 곰팡이의 피해를 받을 수 있는 면직물에 대해서 천연보존제 1% 처리직물로 측정하였다. 시험균종은 *Aspergillus niger* ATCC 6275를 사용하였으며 배양조건은 온도 $28 \pm 2^\circ\text{C}$, 습도 95~99%에 2주간 방치하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 천연보존제 처리직물의 이화학적 특성변화

3.1.1. 농도에 따른 색변화

천연보존제를 직물에 처리하기 위해서는 보존성 뿐만 아니라 직물에 대한 색과 물성에 큰 영향을 주지 않는 기능성이 요구된다. 따라서 본 보존제의 처리에 따른 직물의 색의 변화를 알아보기 위해서 천연보존제 1%, 3%, 5%로 처리한 직물의 색변화를 측정하였다. 천연보존제는 자체가 밝은 황색을 띄고 있고 처리농도가 증가함에 따라 직물에 황색이 두드러지게 나타났으며 견직물의 경우 처리전후의 색차(ΔE)가 크게 나타났다. 그러나 면직물과 견직물 모두 천연보존제를 1% 농도로 처리한 경우에는 미처리직물과 큰 차이를 보이지 않았다(Table 2, Figure 1, Figure 2).

3.1.2. pH 변화

천연보존제로 처리한 직물이 보존재료로 사용되기 위해서는 재료의 pH가 중요한 요인이 된다. 현재 직물유물의 보관장, 서랍, 상자 등 직물을 보관하는 시설과 용기는 중성물질로 만들고 그 위에는 중성지를 깐다. 만약 중성이 아닌 물질로 만든 장이나 상자에 보관하게 되면 거기에서 방출되는 산성기가 직물에 손상을 주어 면직물의 경우 황변의 원인이 된다¹⁶. 뿐만 아니라 견직물의 경우도 산에 장시간 높은 온도에 노출되면 가수분해로 인해 기계적으로 열

Table 2. Color changes of AMC-treated fabrics in accordance with concentration.

| | % | L* | a* | b* | $\Delta E(L^*a^*b^*)$ | WI | YI | BI |
|--------|---|--------|--------|--------|-----------------------|--------|--------|--------|
| Cotton | 0 | 89.736 | -0.31 | 0.908 | - | 70.615 | 1.926 | 74.369 |
| | 1 | 89.062 | -0.576 | 3.2 | 2.404 | 64.280 | 4.306 | 72.830 |
| | 3 | 86.692 | -0.233 | 8.846 | 8.502 | 37.888 | 13.095 | 64.340 |
| | 5 | 84.860 | 0.598 | 11.676 | 11.855 | 18.255 | 19.637 | 58.043 |
| Silk | 0 | 87.807 | -0.249 | 0.429 | - | 67.336 | 1.721 | 70.592 |
| | 1 | 85.928 | -0.271 | 3.679 | 3.754 | 53.757 | 6.238 | 65.973 |
| | 3 | 83.414 | 0.486 | 9.567 | 10.166 | 31.303 | 14.289 | 59.779 |
| | 5 | 81.651 | 1.271 | 12.575 | 13.702 | 8.723 | 21.917 | 53.131 |

WI:Whiteness Index), 10deg./D65/Ganz, YI:Yellow Index, 2deg./C/ASTM D1925, BI: Brightness Index, 2deg./C/TAPP1452/ISO2470

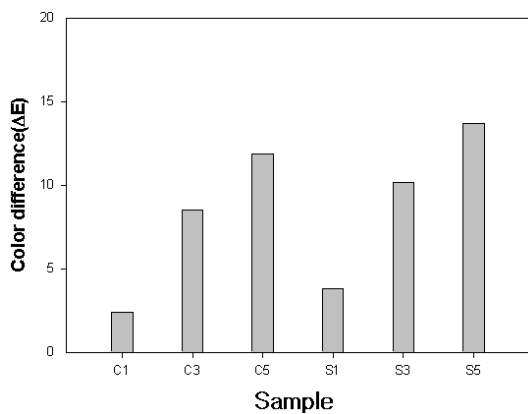


Figure 1. Color differences(ΔE) of the treated fabrics in accordance with concentration.

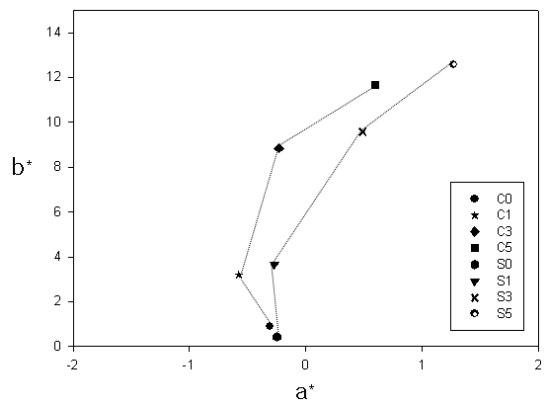


Figure 2. Changes of a^* and b^* .

Table 3. pH changes of the treated fabric samples in accordance with concentration.

| Concentration | 0% | 1% | 3% | 5% |
|---------------|------|------|------|------|
| Solution | 6.57 | 3.88 | 3.58 | 3.43 |
| Cotton | 7.5 | 5.8 | 5.2 | 5.2 |
| Silk | 9.1 | 6.0 | 5.1 | 4.3 |

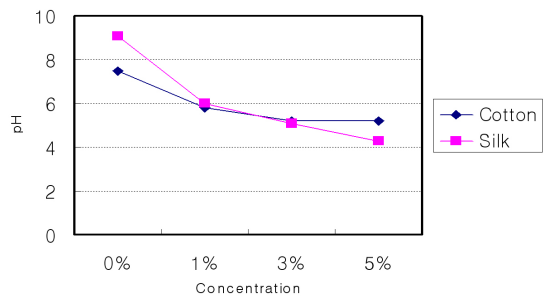


Figure 3. pH changes of the treated fabric samples in accordance with concentration.

화되어진다¹⁷. 본 실험에 사용한 보존제는 1% 정도의 농도에서도 강한 산성을 띄고 있으며 직물에 처리한 경우 처리 농도가 높아질수록 직물은 산성을 나타내지만 면직물의 경우 3% 처리 이후는 pH 5.2를 유지하였다(Table 3, Figure 3). 따라서 섬유 열화를 방지하기 위해서는 1%이하의 농도로 처리하는 것이 안전할 것으로 사료된다. MS.Rakotonirainy와 B.Lavedrine¹⁰의 연구에 의하면 향곰팡이성이 좋은 정유성분으로 linalool이 검색되었으나 높은 농도의 경우에는 산성을 띄므로 특정한 종자들을 열화시키는 위험성이 보고되고 있다. 따라서 낮은 pH를 나타내는 정유기반의 천연보존제는 pH의 조절에 유의해야 할 것으로 사료되며 직접적인 천

연보존제의 적용보다 간접적인 방법에 대한 고안이 요구된다. 이에 본 연구에서는 직물에 천연보존제를 적용시켜 간접적인 보존방법을 제안해본다.

3.1.3. 인장강신도변화

인장강도는 잡아당기는 힘을 견디는 능력으로 시료가 절단될 때의 하중이다. 인장성질은 역학적 특성을 나타내

는데 가장 널리 사용되며 이러한 결과로부터 다른 역학적 성질을 쉽게 유도할 수 있으므로 옷감의 역학적 특성을 나타내는데 기본적으로 많이 사용된다.

Table 4는 천연보존제 처리농도별 인장강신도 값이며 Figure 4는 면직물의 농도별 인장곡선이고 Figure 5는 견직물의 인장곡선이다. 면직물의 경우 천연보존제의 처리농도가 증가할수록 강도와 신도 모두 약간의 증가를 나타내었으나 유의한 변화를 보이지는 않았다. 견직물의 경우는 강도가 약간 낮아지는 현상을 나타내었으며 신도는 약간 높아졌으나 유의한 변화를 보이지는 않았다. 따라서 처리된 직물의 경시적인 변화를 관찰할 필요는 있겠으나 천연보존제 처리농도에 따른 큰 변화를 나타내지는 않는 것으로 나타났다.

3.2. 천연보존제 처리직물의 항균특성

3.2.1. 항균성

1) 농도별 항균성

본 연구에서 사용한 천연보존제의 주원료인 자몽, 유자, 유칼립투스, 정향, 고삼의 추출물은 여러 가지 기능성 물질을 함유하고 있는 것으로 알려져 있으며 현재까지 알려진 자몽, 유자, 유칼립투스, 정향, 고삼의 주요기능성물질성분은 Table 5와 같다.

조성환 등¹⁹은 자몽종자추출물이 변패미생물에 상당한 항균효과를 보였으며 열과 pH에도 안정한 것으로 보고하였고 이러한 항균물질이 미생물 세포벽 또는 세포막의 기

능성을 파손하여 삼투기능이 상실됨으로 해서 미생물의 생리가 중단되고 생육이 억제되는 것으로 보고하고 있다. 유자의 경우 강성구 등의 연구²⁰에 의하면 종류법에 따른 차이가 있으나 과피에 limonene과 terpinene 성분이 있고 과육에 linalool, limonene 등의 성분이 조사되었다. linalool과 limonene은 hesperidin과 함께 진피류 즉 운향과의 과일 같은 식물의 과피에 공통적으로 들어있는 정유성분으로²¹ 미생물 감염과 곰팡이의 성장을 억제하는 것으로 알려져 있다²². 이와 같이 정유성분에 대한 항균성이나 항곰팡이성 실험은 물질 자체의 항균성이 주로 연구되고 있고 이러한 정유성분을 직물에 처리했을 때의 항균성과 항곰팡이성에 대한 연구는 드물다. 따라서 본 연구에서는 KS K 0693의 직물의 항균도 시험 방법에 준하여 천연보존제 1%, 3%, 5%로 처리한 직물의 항균성을 측정하였다. 직물

Table 4. Tensile strength of AMC-treated fabric samples in accordance with concentration.

| | % | Load(kgf) | Strain(%) |
|--------|---|-----------|-----------|
| Cotton | 0 | 27.24 | 9.464 |
| | 1 | 29.38 | 11.23 |
| | 3 | 29.08 | 11.26 |
| | 5 | 29.04 | 11.13 |
| Silk | 0 | 30.12 | 17.77 |
| | 1 | 29.26 | 23.32 |
| | 3 | 29.92 | 22.72 |
| | 5 | 28.22 | 21.34 |

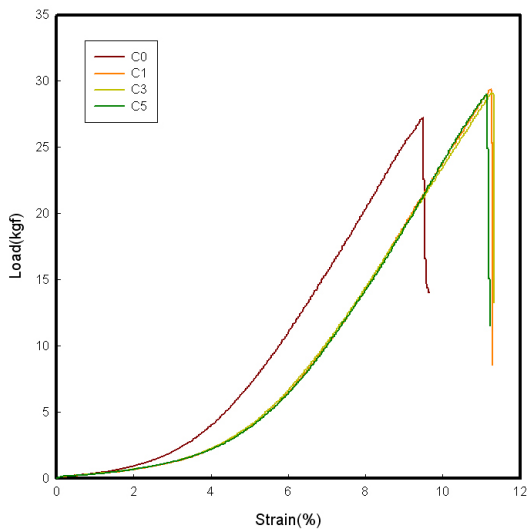


Figure 4. Tensile strength of the treated cotton samples in accordance with concentration.

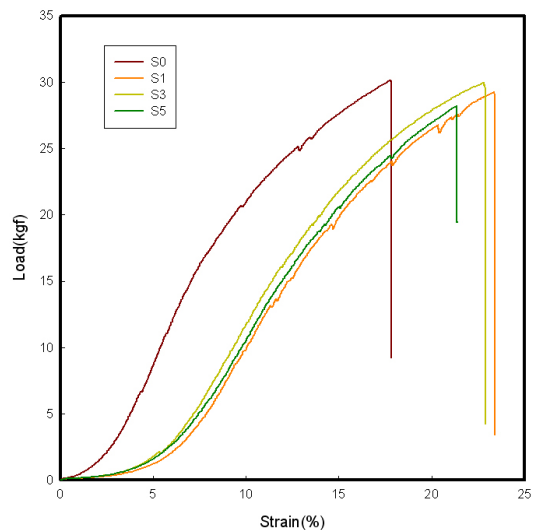


Figure 5. Tensile strength of the treated silk samples in accordance with concentration.

Table 5. Main functional ingredients of *Cirtus paradisi L.*, *Citrus junos*, *Eucalyptus globulus Labill*, *Eugenia caryophyllata Thunberg* and *Sophora angustifolia*.

| Scientific name | Main functional ingredient ¹⁸ |
|---|---|
| <i>Cirtus paradisi L.</i> GSE(Grapefruit seed extract) | naringin |
| <i>Citrus junos</i> | hesperidin |
| <i>Eucalyptus globulus Labill</i> | citronellal, cineol |
| <i>Eugenia caryophyllata Thunberg</i> | eugenol |
| <i>Sophora angustifolia Sieb.et Zucc</i> | matrine, oxymatrine, allomatrine, trifolirhizin, sophoranol, anagryne, n-methylcytisine, kuranidiol, kurarinol, nor-kurarinol, sophocarpine, luteolin-7-glucoside |

의 항균도 시험은 *Staphylococcus aureus*(황색포도상구균)과 *Klebsiella pneumoniae*(폐렴균)을 사용하였다. 그람 양성균인 *Staphylococcus aureus*은 자연계에 널리 분포하며 우리의 일반 생활 중 쉽게 접촉할 수 있는 일반 세균인 화농성 균으로 병원성 세균이다. 그람 음성균인 *Klebsiella pneumoniae*도 자연계에 널리 분포하고 있으며 상기도, 구강, 장관에 서식하고 항생물질에 대한 내성도 상승하고 있는 감염증의 원인균이다²³. 본 연구에서 처리된 직물의 항균성 실험결과 모두 99.9%의 항균성을 가지는 것으로 나타났다. 즉 표준면포 대조군의 경우 *Staphylococcus aureus*에 대해 97.2%, *Klebsiella pneumoniae*에 대해 62.2%의 정균감소율을 나타내었으나 천연보존제 1%로 처리한 직물도 모두 99.9%의 항균성을 나타내었다. 또한 표준면포 대조군의 경우 *Staphylococcus aureus*에 대해 72.9%, *Klebsiella pneumoniae*에 대해서는 전혀 항균성을 나타내지 않았으나 천연보존제 1%로 처리한 직물은 99.9%의 항균성을 나타내었다. 이러한 결과는 항균성이 있는 자몽, 유자, 유칼립투스, 정향, 고삼의 추출물의 기능성성분들이 직물에 흡착되어 있기 때문으로 생각된다(Table 6). 이러한 식물에서 추출한 항균성물질들은 페놀구조를 가진 성분을 포함하고 있고 이러한 페놀구조의 hydroxyl group이 정유 성분들의 항균효과를 좌우하는 것으로 알려져 있다²⁴.

2) *Bacillus cereus*에 대한 항균성

*Bacillus cereus*는 토양, 수중, 우유 등에서 흔히 분리되며 운동성이 있고 포자를 형성하기 때문에 쌀, 감자, 육류 등의 조리된 식품을 냉장고에 보관할 때 쉽게 발아하여 enterotoxin을 생산하여 사람에게 식중독을 일으킨다²³. 이상준 등의 연구²⁵에 의하면 박물관에서 수집 동정된 세균들 중 *Bacillus cereus*가 가장 견직물에 위해를 가하는 것으로

Table 6. Bacteriostatic reduction rates(%) of cotton and silk fabrics treated with AMC against *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae*.

| | <i>Staphylococcus aureus</i> | | <i>Klebsiella pneumoniae</i> | |
|----|------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| | Cotton | Silk | Cotton | Silk |
| 0% | 97.2% | 72.9% | 62.2% | 0.0% |
| 1% | 99.9% | 99.9% | 99.9% | 99.9% |
| 3% | 99.9% | 99.9% | 99.9% | 99.9% |
| 5% | 99.9% | 99.9% | 99.9% | 99.9% |

나타났으며 채옥자의 연구²⁶에서도 Methyl Bromide와 Ethylen Oxide에 의한 훈증처리 이후에도 *Bacillus*는 발견되었으며 오히려 수가 증가하였다고 보고하고 있어 견직문화재의 보존을 위해서는 *Bacillus*에 대한 살균처리가 중요할 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에는 천연보존제를 문화재에 적용시키기 위해 천연보존제의 *Bacillus cereus*에 대한 항균성을 표준백견포를 대상으로 실험한 결과 99.9%의 항균성을 나타내었다(Figure 6). 본 천연보존제의 한 성분인 자몽추출물은 그 성분 중 ascorbic acid, ascorbyl palmitate 및 토코페롤 등이 부패성 및 병원성 미생물의 세포벽 및 세포막의 기능을 약화시키고 효소활성을 저해한다고 알려져 있으며 *Bacillus cereus*에 대해 최소 저해 농도가 12.5ppm으로 매우 낮은 농도에서도 93.9%의 콜로니 형성 저해 활성을 나타내었다고 보고하고 있다²⁷. 조성환 등¹⁹의 연구에 의하면 이러한 자몽의 항균물질이 미생물 세포벽 또는 세포막의 기능성을 파손하여 삼투기능이 상실됨으로 해서 미생물의 생리가 중단되고 생육이 억제되는 것으로 보고하고 있다. *Bacillus*에 대한 실험은 대부분 병원성이 없는 *Bacillus subtilis*(고초균)에 대해 수행되고 있는데 앞서 M.S.Rakotonirainy와 B.Lavedrine¹⁰의 연구에서도 정향의 정유성분인 eugenol이 *Bacillus subtilis*에 대해 항균성이 있는 것으로 나타났

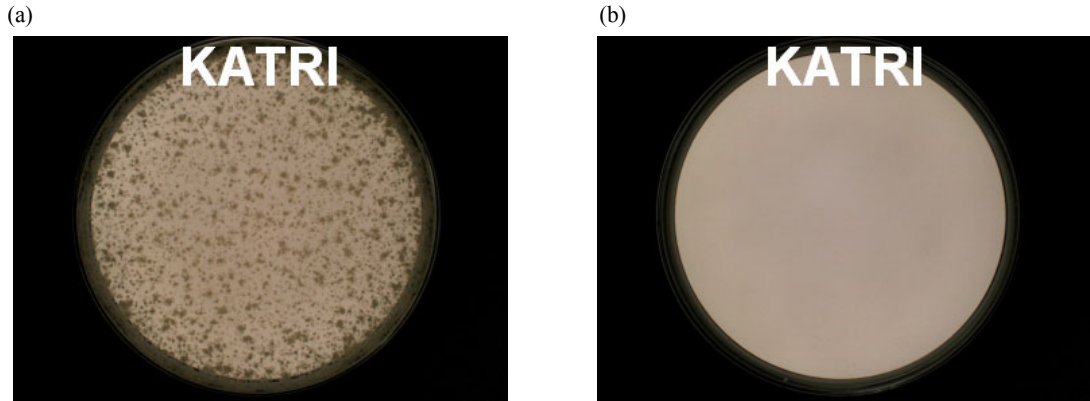


Figure 6. Pictures of the antibacterial reaction of silk fabrics treated with 1% AMC against *Bacillus cereus* ATCC 14579 (a) Control sample and (b) 1% AMC-treated sample.

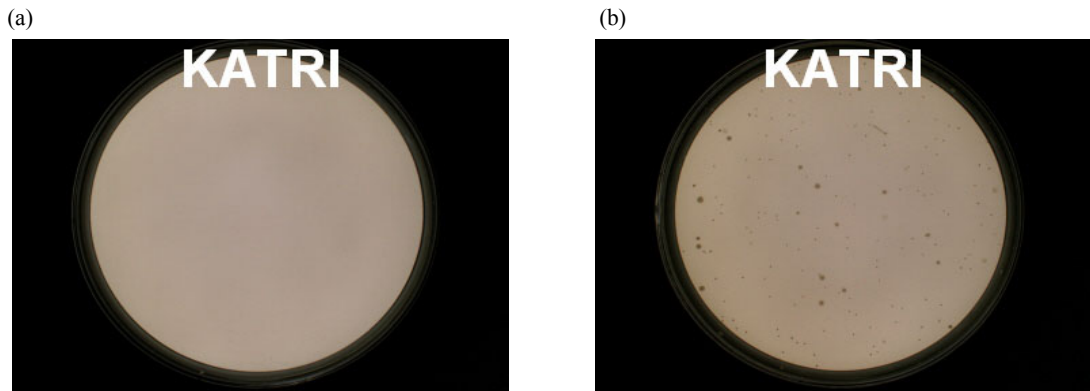


Figure 7. Pictures of the antibacterial reaction of cotton fabrics treated with 1% AMC after 1 time cleaning against (a) *Staphylococcus aureus* and (b) *Klebsiella pneumoniae*.

으나 박선영 등의 연구²⁸에 의하면 고삼추출물로 염색한 면은 *Bacillus subtilis*에 대해 항균성을 나타내지 않았으므로 이러한 정유 혼합 천연보존제가 서로의 장단점을 보완하여 항균성에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

3) 세척 후의 항균성

일반적으로 염색직물에 대해서 세탁견뢰도 실험을 통해 염색가공시 세탁했을 때 색상이 변하는 정도와 다른 섬유로 염료가 이염되는 정도를 알아본다. 본 연구에서는 이를 이용하여 처리된 보존제가 경시적으로 없어질 것을 가정하여 항균성 유지에 관한 평가를 위해 1회의 세척견뢰도 실험을 실시한 후 항균활성을 살펴보았다. 즉, 천연보존제 1%로 처리한 면직물을 1회 세탁견뢰도 실험 후 직물의 항균성실험을 실시한 결과 *Staphylococcus aureus*에 대해서는 99.9%의 항균성을 나타내었고 *Klebsiella pneumoniae*

에 대해서는 97.2%의 항균성을 나타내었다(Figure 7). 따라서 그람 양성균에 대한 항균성은 유지를 하지만 그람 음성균에 대한 항균성은 떨어짐을 알 수 있었다.

4) 포장 출토직물의 항균성

일반적으로 출토직물이나 복식직물은 정련한 면이나 중성한지를 사용하여 포장하고 방균방충용 약제와 함께 오동나무 상자에 보관하거나 시기별로 훈증을 시행하고 있다.

본 연구에서는 천연보존제 처리직물이 섬유류 유물을 보관하기 위한 항균용 포장제로써 활용이 가능한지를 알아보고자 하였다. 이에 2004년 대전 목달동에서 출토된 여산송씨의 복식유물 가운데 용도를 알 수 없는 견직물 조각편을 이용하여 섬유류 유물을 상자에 보관한 것을 가정하여 한 편은 그대로 페트리디쉬에 넣어두었으며 다른 한 편

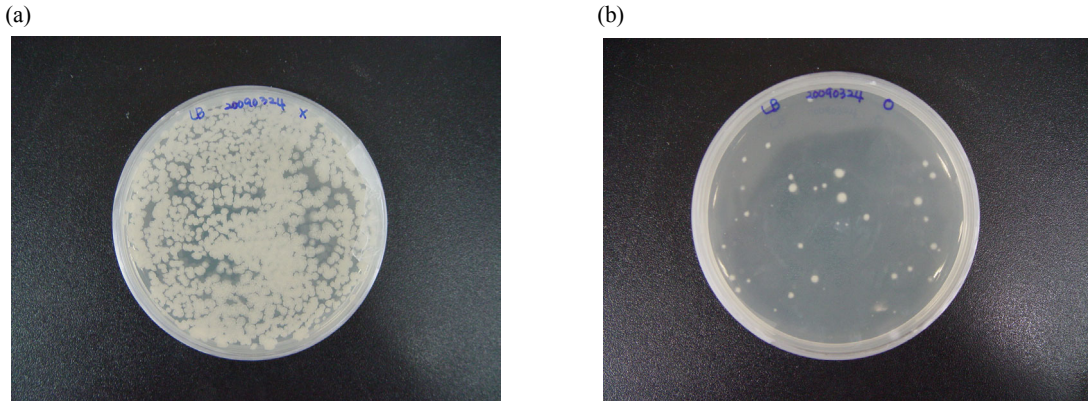


Figure 8. Pictures of microbial growth in excavated fabrics covered up with the 1% AMC-treated cotton (a) Uncovered sample and (b) Covered sample.

은 천연보존제 1%로 처리한 직물로 포장한 다음 페트리디쉬에 넣어두고 72시간이 경과한 후 각각의 출토직물편의 미생물 증식정도를 살펴보았다. 그 결과 직물편만 둔 경우 그 표면에서는 많은 미생물이 발견된 것에 비해 포장한 출토직물편의 경우 미생물의 증식정도가 아주 적음을 알 수 있었다. 따라서 포장용 직물에 처리된 천연보존제가 포장된 출토직물편에도 영향을 주었음을 알 수 있었다(Figure 8).

3.2.2. 항곰팡이성

문화재의 생물학적 열화를 일으키는 미생물 중에 곰팡이류가 상당 부분을 차지하고 있다. 문화재 재질을 영양분으로 하여 이들을 분해하기 위해 분해효소를 형성하거나 포자를 통해 개체를 퍼뜨리므로 우리들의 환경 어디에서나 곰팡이 포자가 존재하며 근무자의 호흡기 질환 및 피부

질환을 일으키는 원인이 되고 있다²⁹. 이충수 등의 조사결과²⁹ 박물관 전시실이나 수장고에서 *Aspergillus niger*를 포함한 곰팡이 10종과 세균 3종이 확인되었고 그 중 *Aspergillus niger*, *Penicillium rugulosum*, *Trichoderma viridae* 등이 고서 및 목판 등 셀룰로오스 재질의 표면에 발생하고 내부까지 침투하여 번식함으로써 재질을 분해시키고 분비물에 의한 색상의 변화 이외에도 지점유 내에 균체가 침투 번식하여 훼손을 유발하는 것으로 보고하고 있다. 따라서 천연보존제 처리직물이 이러한 곰팡이에 대한 항곰팡이성을 가지는지를 알아보려고 곰팡이에 의해 위해를 받기 쉬운 셀룰로오스 직물인 면직물에 대하여 천연보존제 1% 처리직물의 *Aspergillus niger*에 대한 항곰팡이성 시험을 시행하였다. 그 결과 Figure 9와 같이 곰팡이에 대한 저항성이 우수한 것으로 나타남을 알 수 있었다. 앞서 M.S.Rakotonirainy와

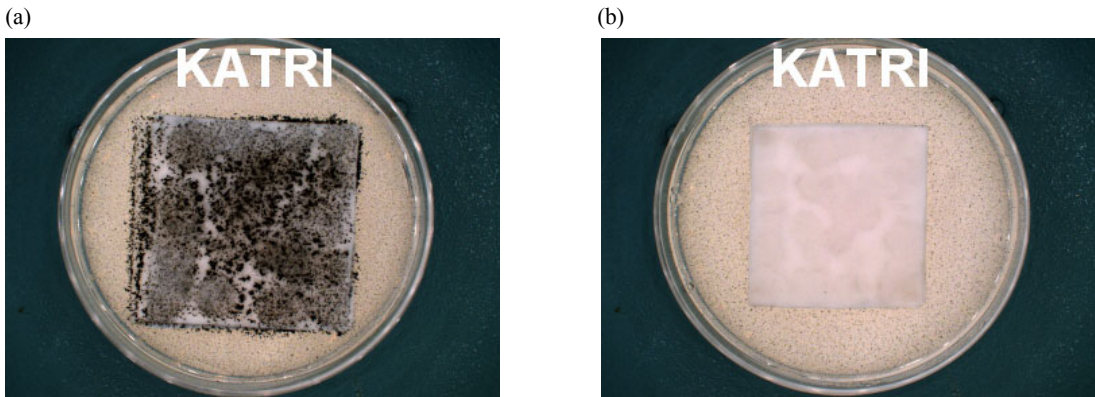


Figure 9. Pictures of the antifungal reaction of cotton fabrics treated with 1% AMC against *Aspergillus niger* (a) Control sample (b) 1% AMC-treated sample.

B.Lavedrine의 연구¹⁰에 의하면 정향이나 유칼립투스 정유의 곰팡이 증에 대한 억제효과가 증명되었으며 정유의 구성성분 중 linalool이 가장 항곰팡이성이 좋은 것으로 보고하고 있다. 또한 정용재 등의 연구³⁰에서도 정향의 휘발성분이 *Aspergillus niger*에 대한 항곰팡이성이 우수한 것으로 보고하고 있다. 따라서 본 천연보존제는 이러한 항곰팡이성이 우수한 성분들을 포함하고 있어 직물에 적용시킬 경우에도 우수한 항곰팡이성을 나타내므로 항균성과 항곰팡이성을 가지는 보존재료로 활용이 가능할 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구는 현재 개발되어진 천연 화장품용 천연보존제를 직물에 처리하여 이를 섬유문화재 보존에 활용이 가능한지를 탐색해 보고자 하는데 그 목적이 있다. 이에 현재 시판되고 있는 자몽, 유자, 유칼립투스, 정향, 고삼의 추출물을 복합하여 개발한 원료로 만들어진 천연보존제를 사용하였으며 이를 직물에 적용시켰을 때 천연보존제 1% 처리한 경우에는 색과 인장강도의 변화가 미처리포와 큰 차이를 보이지 않았고 중성에 가까운 pH를 나타내었다. 뿐만 아니라 KS K방법에 준한 직물의 항균성 시험결과 우수한 항균성과 항곰팡이성을 나타내었으며 견직물의 훼손에 영향을 큰 *Bacillus cereus*에 대해서도 우수한 항균활성을 나타내었다. 또한 섬유문화재 보존에 적용시키기 위한 예비실험으로 출토직물편을 천연보존제 1%로 처리한 면직물로 싸서 72시간 보관한 결과 출토직물편의 미생물의 증식이 확연히 준 것을 알 수 있었다. 이와 같이 소량의 천연보존제로 항균성과 항곰팡이성이 우수한 직물을 포장재료나 출토유물의 보수에 적용시킨다면 섬유유물들의 생물학적 피해를 부분적으로나마 방지할 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 정유기반의 항균물질들은 산성을 띄므로 이에 대한 충분한 검증이 요구되는 바이다. 따라서 앞으로 천연보존제 처리에 의한 항균성의 지속성 및 다른 기능성들에 대한 후속 연구를 통하여 천연보존제 처리에 의한 보수 및 보존용 항균 직물 연구에 작은 기초가 되었으면 하는 바램이다.

사 사

이 논문은 2007년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(학문후속세대양성사업 KRF-2007-359-C00001)이다.

참고문헌

1. 閨閣叢書
2. 山林經濟
3. 林園經濟志
4. 정용재, 이규식, 한성희, 강대일, 이명희. “천연약재로부터 문화재보존용 방충방균제 개발 연구”. *보존과학연구*, 22, p5-25, (2001).
5. 노현숙, 이승은. “방충 방균제로 인한 천연염색 한지의 색변화”. *박물관보존과학*, 6, p39-46, (2005).
6. 오준석. “식물에서 추출한 살충-살균제가 문화재의 재질에 미치는 영향-견직물, 면직물, 저마직물, 한지, 안료분말, 채색편-”. *보존과학회지*, 20, p9-22. (2007).
7. 김기현, 황석연, 성창근, 최영신. “수집되는 고서 및 목판류에서 발생되는 미생물의 인체에 대한 안정성 조사”. *기록관리보존*, 10, p63-102, (2005).
8. 최영신, 신중순, 윤대현, 김기현. “유물 및 기록물의 소독을 위하여 허브 정유를 이용한 소독방법 및 소독장치”. 등록번호 1003309630000 (2002.03.20)
9. P. Perumal, Michael Wheeler. “Traditional practices for the control of insects in India”. *V&A Conservation Journal*, 23, p8-9, (1997).
10. M.S. Rakotonirainy, B. Lavedrine. “Screening for antifungal activity of essential oils and related compounds to control the biocontamination in libraries and archives storage areas”. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 55, p141-147, (2005).
11. Gatenby, S., Townley, P. “Preliminary research into the use of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil) in museum conservation”. *AICCM Bulletin*, 28, p67-70, (2003).
12. 박영희. “라벤다 추출물을 이용한 염색직물의 염색성 및 항균성”. *복식*, 56(1), p97-105, (2006).
13. 박수안; 조병목. “황벽염색처리가 한지의 항균성 및 광변색 특성에 미치는 영향 - 황벽 추출물의 항균성”. *한국문화재보존과학회 제9회 발표논문집*, p40-46, (2004).
14. 이영희. “정향 추출물로 처리한 천연섬유의 항균성 및 소취성”. *한국전통복식연구소 2008년도 국제학술심포지움 향과 문화 발표초록집*, p39-42, (2008).
15. 권영숙, 백영미. “상원사목조문수동자좌상 복장 명주 홀저고리의 보존처리”. *한국의류산업학회지*, 8(6), p634-638, (2006).

16. 이내옥. “문화재 다루기”. 열화당미술책방008, 91, (2000).
17. Agnes Timar-Balazsy, Dinah Eastop. *Chemical Principles of Textile Conservation*, p46-47, (1998).
18. 농생명과학연구정보센터(<http://www.alric.org>).
19. 조성환, 김철환, 박우포. “항균포장지 제조용 식물성 자몽종자추출물제제의 항균특성”. *한국식품저장유통학회지*, 11(3), p411-416, (2004).
20. 강성구, 장미정, 김용두. “유자의 향미성분에 관한 연구”. *한국식품저장유통학회지*, 13(2), p204-210, (2006).
21. 함인혜, 정의동, 이경진, 이제현, 부영민, 김호철, 최호영. “진피류 한약재의 Hesperidin과 정유성분 비교”. *대한본초학회지*, 23(4), p159-170, (2008).
22. W.A. Duetz, H.Bouwmeester, J.B.van Beilen. “Biotransformation of limonene by bacteria, fungi, yeasts, and plants”. *Appl Microbiol Biotechnol*, 61, p269-277, (2003).
23. 미생물면역분과회, *신종합미생물학* 신일북스, (2008).
24. H.J.D. Dorman, S.G. Deans, “Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils”. *Journal of Applied Microbiology*, 88, p308-316, (2000).
25. 이상준, 조준자, 윤수정, 권영숙, 전초현, 조현욱. “국내 박물관에서 분리된 세균에 의한 전사의 물성 변화”. *한국염색가공학회지*, 19(1), p31-36, (2007).
26. 채옥자. “출토복식유물에 대한 훈증처리의 효과와 보존에 미치는 영향”. 단국대학교 전통의상학과, 석사학위논문, (2003).
27. Lee, TE, Efficacy report of DF-100, Conference of genetics & cell biology, University of Malaya, Kuala Lumpur, (1987), 박현국, 김상범. “자몽 종자 추출물의 항균상”. *한국식품영양학회지* 19(4), p526-531, (2006). 재인용
28. 박선영, 남윤자, 김동현. “고삼추출액을 이용한 염색면포의 염색성과 피부 미생물의 억제효과”. *한국미류학회지*, 26(3/4), p464-472, (2002).
29. 이중수, 배미현, 이민수, 박지선, 황석연, 김기현. “대학 박물관 수장환경조사 및 생물학적 환경조사”. *고문화*, 64, p111-134, (2004).
30. 정용재, 이규식, 한성희, 강대일, 이명희. “오향 성분의 살균 및 살충효과”. *보존과학회지*, 10(1), p21-30, (2001).