

감즙과 감즙염색 면직물의 항균성

The Antibacterial Activities of Persimmon Juice and Persimmon Juice Dyed Cotton Fabrics

신성여자고등학교, 제주
교 사 한 영 숙

Shinsung Girls' Highschool, Jeju
Teacher : Youngsook Han

목 차

- | | |
|--------------|--------|
| I. 서론 | IV. 결론 |
| II. 실험 | 참고문헌 |
| III. 결과 및 고찰 | |

< Abstract >

The antibacterial activities against *Staphylococcus aureus* of persimmon juice and persimmon juice dyed cotton fabrics were evaluated. We investigated the effects in pursuit of the proper treating conditions to use persimmon juice dye for comfortable and hygienic clothing. The antibacterial activities were estimated by test method KS K 0693 and the percentage reduction of bacteria at various contact conditions of test materials and bacteria. The results were as follows.

The bacteriostatic activities (BS) of persimmon juice were more than 99.98% and the increase was dose-dependent according to concentration from 1% to 10%. However, bactericidal activities (BC) were not found. BS increased from 99.97% to 100% and BC from 79.74% to 100% with increasing persimmon juice concentration of cotton fabrics from 10% to 100%. Antibacterial effects were significantly shown at 10% of persimmon juices. BS increased from 75.69% to 100% and BC from 65.89% to 100% over 18 hours of contact time and continued for 50 hours. BS of 100% persimmon juice dyed cotton fabrics increased from 96.56% to 98.20% and BC from -136% to 65% at different incubation temperatures of $17 \pm 1^\circ\text{C}$, $27 \pm 1^\circ\text{C}$ and $37 \pm 1^\circ\text{C}$. BS ranged from 99.06% to 99.99% and BC from 84.31% to 95.10%, according to the initial bacterial density from 4.08×10^7 to 4.08×10^5 . Sixty-seven percent of subjects of answered not to smell any odor from persimmon juice dyed cotton fabrics by subjective test.

주제어(Key Words): 감즙염색(persimmon juice dye), 항균성(antibacterial activity), 쾌적위생소재(comfort hygienic clothing)

1. 서론

의복의 쾌적성과 위생성에 영향을 미치는 요인에는 의복기후, 의복압, 피부접촉감, 항균소취성 등(原田降司, 2001)이 있으며 피부제품에 항균성이 부여되면 피부위생, 건강, 소취성 향상 등 쾌적위생성이 증진된다. 특히 피부에 직접 접촉하는 피부제품으로 많이 이용되는 면제품을 비롯한 천연섬유제품은 인체와 환경에 친화적이라는 장점을 지니면서도 동시에 미생물의 침해도 용이하여 위생성의 개선은 시급한 문제이다. 면제품(Morris et al, 1981; Yong-Sik Chung et al, 1998) 등 천연섬유 제품 분야에서 항미생물성을 부여하려는 노력(M. Diz, 2001)이 계속되어 왔으며 인체친화성과 환경친화성을 훼손시키지 않는 천연항균추출의 이용(박수남, 홍장후, 1995)도 시도되고 있다. 최근에는 쑥, 치자, 소목, 오배자, 황련, 자초 등과 같은 천연염료의 항균성이 보고되고 있고(김광수, 2000; 도은수, 1998; 박종철, 박석규, 1994; 박옥연, 장동석, 조학래, 1992) 속옷, 위생용품, 스타킹(유혜자, 이혜자, 김정희, 한영숙, 2003)에의 활용이 연구되고 있으며 이러한 염제 중 몇가지는 이미 항균 소취제로 상품화되고 있다. 감즙이 처리된 갈옷이 썩지 않고 악취가 나지 않는다는 기록(문화공보부 문화재관리국, 1974)을 고려할 때 감즙이 항균효과를 부여하는 것이 경험적으로 인정되고 있으며 항미생물제로의 이용 가능성이 높다. 감즙천연염색은 염색효과와 함께 통기성이 증가되어 특히 제주 지역에서는 여름철 쾌적 의복 소재로 사용되고 있으나 현재까지 대부분의 감즙염색 연구는 염색포의 물성(고은숙, 이혜선, 2003), 염색성의 개선(정덕상, 박현영, 현명택, 1996)과 실용화(한영숙, 이

혜자, 유혜자, 2004)의 측면에서 이루어지고 있어 위생 소재로서의 관심이 미흡하였으며 감즙염색을 위생복에 이용하려는 연구와 노력은 시도된 바 없다. 감즙 염색의 문제점으로 지적되는 세탁과 일광에 의한 변색문제가 아직 해결되지 못한 시점에서 감즙이 지니는 쾌적성과 위생성에 눈을 돌려 위생복과 위생생활용품, 의료용품으로의 적극적인 활용과 확대에 관심을 가져볼 필요가 있다.

본 실험에서는 감즙염색을 쾌적위생 제품에 적극 활용하기 위해 감즙과 감즙염색의 항균성을 규명하고 항균성을 효과적으로 발휘할 수 있는 조건을 검토하였다. 감즙과 감즙 염색 면직물을 황색포도상구균과 접촉시키고 감즙농도, 접촉시간, 접촉온도, 초기접촉 균농도 등의 조건 변화에 따른 항균성을 비교하였다. 감즙의 농도는 10%, 50%, 100% 원액의 3가지 농도로 처리하였으며 시간은 접촉직 후 부터 2, 4, 18, 25, 50시간까지의 6조건으로 변화시키고 접촉시 배양 온도는 $17\pm 1^{\circ}\text{C}$, $27\pm 1^{\circ}\text{C}$, $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 3조건에서 측정하였으며 접촉 초기 균농도를 4.08×10^7 , 10^6 , 10^5 의 3가지로 변화시켰다. 주관적 소취성평가 실험과 착의실험을 통해 실제 피복 착용에서 항균성의 발휘 가능성을 검토하였다.

II. 실험

1. 시험포

시험포는 한국의류시험검사소에서 제조된 KS K 0905 규정 표준 백 면직물을 사용하였으며 특성은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Characteristics of Fabrics

Fiber composition	Weave	Density(ends*pick/inch ²)	Weight(g/m ²)	Thickness(mm)
100% cotton	plain	72×74	108	0.22

2. 감즙염색

감즙염색에 사용된 감은 복제주근 중엄리 소재 농가에서 재배된 제주 재래종 풋감을 이용하였다. 감을 1차 분쇄하고 녹즙기로 2차 분쇄한 후 망사천에 3차 여과시켜 찌꺼기를 제거하고 감즙을 추출하였다. 냉동 보관된 감즙 추출액을 염색 직 전에 해당시켜 사용하였으며 사용된 감즙 농도는 100%원액(이하 P₁₀₀이라 칭함)과 증류수로 희석한 50%(이하 P₅₀이라 칭함) 및 10%(이하 P₁₀이라 칭함)의 3종류를 사용하였다. 100% 감즙 원액에 액비율 5 : 1로 하여 면직물을 약 5분 간 침지하고 픽업률을 약 100%로 조정하고 패딩맷글(Paddiang Roll Machine, Model DL-2005, Daelim Engineering)로 여분의 감즙을 제거한 뒤 자연 건조시켰다. 자외선 조사장치(UV Aging Tester, Focus Science co., Korea)내에서 파장 253nm인 자외선 램프를 이용하여 시료를 30cm의 거리를 두고 최대 4시간까지 조사하고 발색시켰다(한영숙의 2인, 2004). 감즙 농도별로 100%원액처리포(CP₁₀₀), 50%처리포(CP₅₀), 10%처리포(CP₁₀)의 4종류를 제작하였다. 감즙 및 감즙 처리 직물의 종류와 특징은 <Table 2>와 같으며 감즙염료의 부착률은 가공 전 후의 건조 중량의 변화로 산출하였다(식 1).

$$\text{감즙 부착률(\%)} = \frac{A - B}{B} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

- A: 감즙처리 후 직물건조중량
- B: 감즙처리 전 직물건조중량

<Table 2> Characteristics of persimmon juice dyed cotton fabrics

Specimens	Concentration of persimmon juice(%)	Persimmon juice adsorption rate(%)
CP ₁₀₀	100	19.5
CP ₅₀	50	12.8
CP ₁₀	10	9.0

3. 항균성 측정

본실험에서 항균성측정에 사용된 세균은 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)으로 한국 유전공학연구소 보유균주(Strain: KCTC 1916)를 분양받아 사용했다. 배지는 육즙액체배지와 육즙고체배지로 희석은 0.5% NaCl 용액을 이용하였고 그 구성은 <Table 3>과 같다.

감즙의 항균성 평가는 세균수의 증감률(한국미생물학회, 1987)을 이용하였다. 소정 농도의 감즙과 균배양액을 혼합하여 진탕 배양(JHONSAM Corp. JS-SKI -1000)한 후 일정량 채취하여 고체 배지에 도말하여 평판을 작성하고 세균 배양용 항온기(JHONSAM Corp.JS/IN/180)에 37°C에서 24시간 이상 배양하였다. 생성된 콜로니를 계수하여 생균수를 환산한 뒤 (식 2)와 (식 3)에 따라 균 감소율로 항균성을 정량적으로 평가하였다. 이때의 대조구는 감즙을 넣지 않은 육즙 배양액으로 하였다. 감즙 염색 면직물의 항균성 측정은 KS K 0693 직물의 항균도 시험방법(한국표준협회, 2001)에 준하였다. 백면포(대조편)와 감즙처리된 시험편을 각각 용기에 넣고 고압멸균기(Wisconsin Aluminum Foundry Co., INC, Electric Steroclave 25X model)로 멸균한 후 균액을 접종하고 배양하였다. 배양이 끝난 시료에 0.5% NaCl 용액을 넣고 세계 흔들어 준 다음 균을 추출하였다. 추출된 균액을 일정량 채취하여 희석하고 평판을 작성하였으며 37°C에서 24시간 이상 배양된 콜로니를 계수하고 생균수로 환산하였다. <Table 4>의 식에 따라 살균감소율(식 2)과 정균감소율(식 3)을 산출하고 살균력(Bactericidal activity)과 정균력

<Table 3> Composition of bacterial culture media

(A) broth medium: glystate peptone(BBL [®])10g, beef extract powder(BBL [®]) 5g deionized water(1,000 ml), pH : 7.0~7.2
(B) Agar medium bottom agar : broth medium + 1.5% agar(Junsei Chemical Co., LTD) top agar : broth medium + 0.7~0.8% agar

<Table 4> Calculation of Reduction of bacteria

살균감소율(Bactericidal reduction %)	
	$= \frac{A - C}{A} \times 100 \quad (\text{식 2})$
정균감소율(Bacteriostatic reduction %)	
	$= \frac{B - C}{B} \times 100 \quad (\text{식 3})$
A 대조구 및 대조편의 균점종 직 후 생균수	
B 대조구 및 대조편의 균점종 후 일정시간 배양된 생균수	
C 처리구 및 시험편의 균점종 후 일정시간 배양된 생균수	

(Bacteriostatic activity)을 정량적으로 평가하였다.

4. 주관적 소취성 평가

감즙 염색 면직물의 소취 효과는 주관적 평가법을 이용하였다. 시료가 내는 악취의 정도를 평가하고자 20대~40 남자와 여자 각각 3인의 피험자를 선정하였다. 항균성측정 실험에서 균과 접촉하고 배양이 끝난 직 후 대조편과 시험편 면직물이 담긴 플라스크의 뚜껑을 열어 즉시 피험자로 하여금 각각 냄새를 맡게 하였다. 각 시료에서 나는 냄새에 대하여 그 정도를 악취가 심하다, 보통이다, 악취가 없다는 3가지의 주관적 반응으로 소취성을 평가하였다.

5. 착의에 의한 항미생물성 평가

착의 실험의 피험자는 실내에서 근무하는 사무직 40대 여성 1인을 선정하였고 시험 실시일은 2004년 5월 6일, 20일, 24일로 3회 실시하였다. 감즙 염색 면직물과 대조편을 각각 5cm×5cm 동일한 크기로 잘라 멸균 처리한 후 피험자의 인체 중 발바닥, 가슴, 허벅지의 세 부위의 피부 위에 부착시켰다. 착용한 상태로 24시간 생활한 후 각 시료를 떼어 멸균수(0.5% NaCl 수용액)가 담긴 삼각 플라스크에 넣고 약 10분간 흔들어 준 뒤 미생물을 추출하였다(김은애 외 1인, 1998, 198). 추출한 용액을 각각 1ml씩 채취하고 평판을 작성하여 37°C에서 24시간 배양한

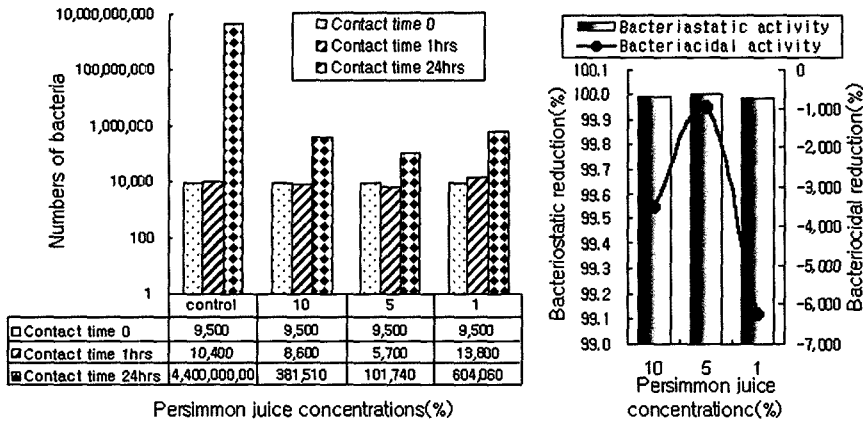
후 상태를 관찰하여 정성적으로 평가하였다. 발바닥 부위에 대해서는 동일한 피험자에 대하여 24시간씩 각각 3회 실시한 후 미생물의 수를 측정된 뒤 <Table 4>의 (식 3)에 따라 정균감소율로 항미생물성을 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 감즙의 항균성

제주 재래종 풋감즙의 포도상구균에 대한 항균성을 측정하였다. 2003년 8월 추출하여 냉동 보관한 감즙을 해동하여 사용하였고 P₁₀₀(100%)와 이를 증류수로 희석한 P₅₀(50%)와 P₁₀(10%)의 3가지 농도에 대한 항균성을 측정하였다. 포도상구균이 함유된 육즙배지 9ml에 3농도의 감즙을 각각 1ml씩 혼합하였으므로 총액 중 감즙의 농도는 결과적으로 10%, 5% 그리고 1%였다. 37°C에서 1시간과 24시간 경과한 후 농도에 따른 균수를 측정하고 균감소율을 산출하였다(Fig. 1).

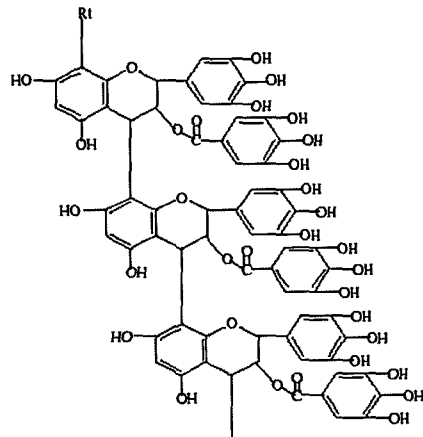
<Fig. 1>에서 감즙이 첨가되지 않았던 대조군에서 약 9,500개 었던 초기점종 균수가 37°C에서 24시간 배양 후 4.4×10⁹/10ml로 약 4,600,000배 이상 증가하였다. 균의 생육이 매우 양호한 이러한 동일한 조건에서 10%와 5% 농도의 감즙을 사용한 경우 균 접촉시간 1시간까지는 균이 감소하는 경향을 나타내다가 24시간 접촉 배양 후에는 약 11~40배까지 증가하였다. 1%의 경우는 접촉시간 1시간에서 균의 증가가 나타났고 이 후 지속적으로 증가하여 24시간 후에는 약 64배에 이르렀다. 10%와 5%에 비해서는 균수가 많았으나 대조군에 비해서는 감소하여 1%에서도 만족스럽지는 못하나 생육을 억제할 수 있었다. 감즙이 첨가되면 1%의 낮은 농도의 용액상에서도 균의 생육을 억제할 수 있다고 생각된다. 항균성은 생육 억제 효과인 정균성과 사멸 효과인 살균성으로 표현될 수 있는데 24시간 경과할 때까지 모든 농도의 감즙에서 살균력은 -(음)값을 나타냈다. 본 실험 결과에서 감즙용액 상태에서 살균력



<Fig. 1> Antibacterial activities against *Staphylococcus aureus* according to various concentrations of persimmon juice contacted for 1hour and 24hours

은 확인할 수 없었으나 정균력은 거의 100%에 이르는 높은 값을 나타내고 있어 정균제로의 이용이 가능하다고 사료된다.

현재 항균제의 항균메카니즘은 항균제에 존재하는 기능이 미생물 세포막의 단백질과 결합하여 유동성을 저해시켜 생육을 저지한다는 이론이 받아들여지고 있다. 직물에 양이온기를 도입하거나(M. Diz et al, 2001), 캐티온계 염료가 항균성을 나타내는(Minghua Ma et al, 2003) 현상 등은 이로써 설명될 수 있다. <Fig. 2>의 Matsuo T. 등이 제안한 색소성분인 감 탄닌의 구조(임용진, 2001)를 보면 폴리페놀류로서 다량의 수산기를 포함하고 있으며 이들 수산기가 (Harold Hart, 1986) 세포 단백질과 결합하고 유동성을 억제시켜 항미생물성을 나타낼 가능성이 높다. 이 이론에 근거한다면 감즙의 기능이 미생물 세포막과 잘 접촉할 수 있는 상태를 유지할 수 있다면 항균성을 증진시킬 수 있으리라 생각된다. 그러나 유사한 페놀화합물을 소유한 밤피 추출물은 항균성이 저조했던 점(유혜자 외 3인, 2003) 등을 고려한다면 감즙의 항균성을 발휘하게 만드는 정확한 요인과 항균메카니즘의 규명이 필요하며 감즙의 항균 메카니즘이 밝혀진다면 항균제로의 활용 가능성과 효율성이 증진되리라 기대된다.

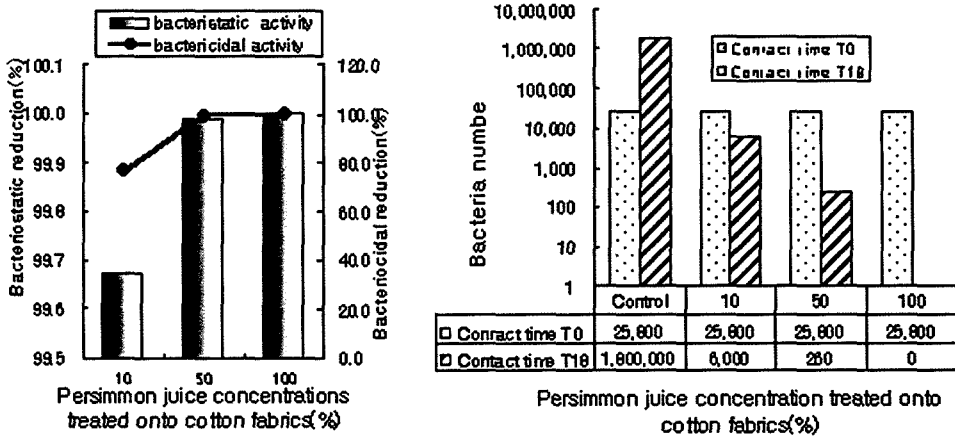


<Fig. 2> Structure of tannin

2. 감염염색직물의 항균성

1) 감즙농도에 따른 항균성

재래종 풋감에서 추출한 감즙을 이용하여 패딩 염색하였고 자외선 조사장치를 사용하여 4시간 발색시킨 감즙 염색포의 포도상구균에 대한 항균성을 측정하였다. 100%, 50, 10% 등 3농도의 감즙으로 처리된 감즙 염색 면직물 내에 함유된 감즙 농도는 <Table 2>의 부착률을 고려하면 각각 CP₁₀₀은 19.5%,



<Fig. 3> Antibacterial activities of persimmon juice dyed cotton fabrics against *Staphylococcus aureus* of various concentrations of persimmon juice at hrs and 24hrs after contact with bacteria.

CP₅₀은 12.8% 그리고 CP₁₀은 9.5%였다. 균용액을 접촉시킨 후 37°C에서 18시간 배양된 각 농도별 감염 염색포의 생균수와 대조편에 대한 균감소율은 <Fig. 3>과 같다.

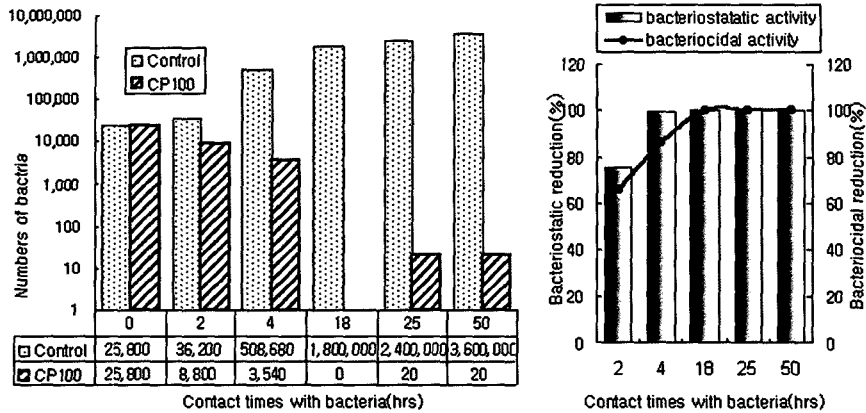
<Fig. 3>에서 초기 접촉한 균농도가 25,800인 경우 37에서 약 18시간 배양된 균수와 비교해 보면 대조편은 약 70배 가량 균수가 증가한 반면 감염 염색 직물에서는 10% 감염 염색포는 1/4, 50%는 16/100로 감소하고 100%에서는 균이 전혀 자라지 않아 처리된 감염농도 10~100% 전 영역에서 균수의 감소 현상이 뚜렷함을 관찰할 수 있었다. 감염 염색 직물의 살균력을 산출한 결과 CP₁₀₀과 CP₅₀에서 90% 이상이었으나 CP₁₀에서는 약 77%로 상대적으로 낮았다. 정균성은 처리된 감염 농도가 비교적 낮은 CP₁₀에서부터 최대 농도인 CP₁₀₀까지 모두 99% 이상으로 매우 우수하였다. 지금까지 전통적으로 감염 염색은 100% 원액을 사용하였으나 본 실험에서는 10% 정도의 아주 낮은 농도로 처리하여도 정균력은 탁월하였고 살균력까지 나타낼 수 있었던 점은 항균제로서의 활용에 고무적인 사실이었다. 적절한 환경 온도, 사용 시간, 균의 농도를 고려하여 감염의 농도를 조절한다면 낮은 농도의 감염을 처리하여도 항균성을 기대할 수 있으며 경제적인 항균제로의

사용될 수 있으리라 사료되었다.

2) 접촉시간에 따른 항균성

감염 100%를 처리한 면직물 CP₁₀₀을 균액과 접촉하여 0(접촉 직후), 2, 4, 18, 25, 50시간까지 각각 배양한 뒤 중화용액을 첨가하여 균을 추출하였다. 배양한 후 측정된 균수와 항균성은 <Fig. 4>와 같다.

대조편에서 균 접촉 초기 25,800개이던 균수는 접촉시간이 증가함에 따라 2시간에서 약 1.4배로 약간 증가하였으나 이후 4시간에서 20배로 급격히 증가하고 18시간에서 70배, 25시간에서 93배 그리고 50시간에 140배 이상으로 꾸준히 증가되었다. 이와 달리 감염염색포에서는 2시간에서는 약 3/10로 감소하였고 4시간 이후 1/10~1/100이하로 균의 감소가 지속적으로 나타나고 있다. 또한 감염 염색 면직물의 균감소율은 접촉 후 2시간에 이미 70%이상으로 나타났고 4시간에는 85%이상 감소되어 접촉 초기 단계에서 균이 감소됨을 관찰할 수 있었다. 균 접촉 18시간에는 99% 이상으로 증가되었고 이러한 높은 살균력은 균 접촉 후 50시간이 경과해도 지속되었다. 정균력 역시 접촉 4시간 만에 99% 이상으로 더욱 단시간에 나타나고 있으며 이후 50시간까지 거의 100%수준으로 정균력이 유지되고 있다. 이러한

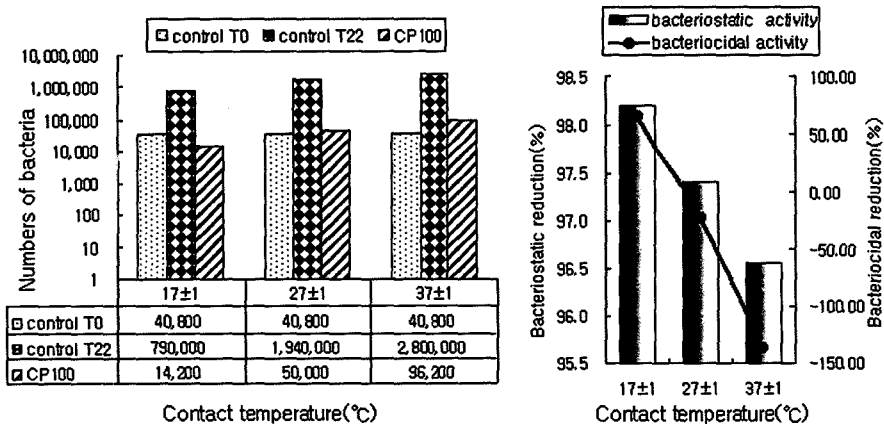


<Fig. 4> Antibacterial activities against *Staphylococcus aureus* of 100% persimmon juice dyed cotton fabrics according to various contact times at 37°C

결과를 고찰해보면 온도 37°C 내외에서는 감염 염색 면직물의 항균성은 비교적 짧은 시간 안에도 발휘될 수 있으며 또한 항균효과의 지속성도 2일 이상 유지될 수 있는 우수한 항균소재임을 확인할 수 있었다. 따라서 감염 염색은 1일 이내 단시간 사용되는 일회용품, 의료용품을 비롯하여 장시간 사용하는 침구, 실내장식품, 의류 등에서도 광범위하게 사용할 수 있다고 사료된다.

3) 배양 온도에 따른 항균성

100% 감염 용액으로 염색한 면직물 CP100에 배양 균액을 접촉시키고 배양 온도를 각각 17±1°C, 27±1°C, 37±1°C로 약 22시간 배양하여 균수를 측정하고 항균성을 산출하였다(Fig. 5). 접종 직후 40,800 개이던 균은 대조편에서는 온도의 고저에 상관없이 모두 증가됨을 알 수 있었으며 17±1°C에서는 약 19배, 27±1°C에서는 약 40배 그리고 37±1°C에서는 약



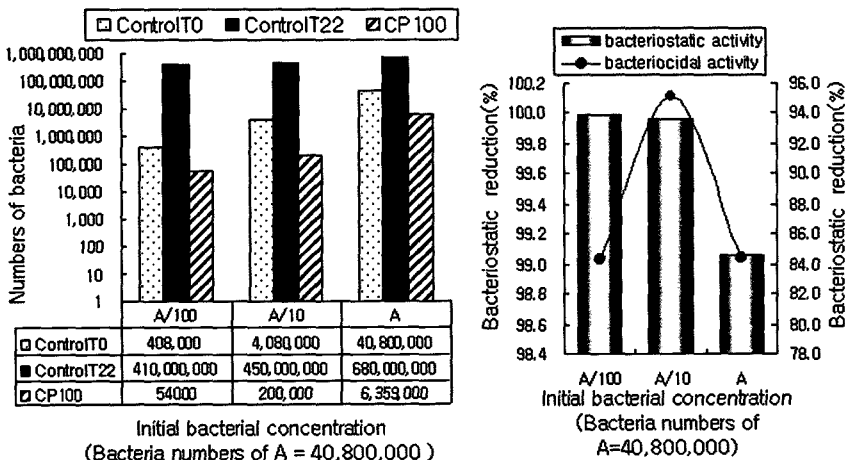
<Fig. 5> Antibacterial activities of persimmon juice dyed cotton fabrics against *Staphylococcus aureus* at various incubation temperatures

70배로서 온도가 증가할수록 따라 균의 증가가 뚜렷했다. CP100에서는 17±1°C에서 약 1/3, 27±1°C에서는 약 1.2배, 37±1°C에서는 약 2.4배로서 고온에서 균의 증가가 활발한 반면 저온에서는 저조했다. 배양 온도가 균의 생육에 영향을 크게 미쳤다. 본 실험에서 균과 접촉한 후 22시간에 확인된 정균성은 온도 17~37°C 전 영역에서 전부 96% 이상으로 매우 높았으나 살균력의 경우는 17°C에서는 65% 정도로 비교적 양호한 반면 온도가 상승하면서 살균효과가 감소되고 있다. 미생물의 생육은 시간, 온도, 균농도, 양분 등의 여러 요인의 미세한 차이에 의해서도 영향을 받는데(정동호, 1986) 본 실험의 결과를 고찰해보면 온도가 항균성에 매우 심각하게 영향을 미칠수 있다고 생각된다. 이처럼 동일 조건 내에서 생육온도가 저하될수록 항균작용이 뚜렷하다는 사실을 확인할 수 있었으며 정균력은 타 실험에서와 마찬가지로 90%이상 매우 높게 유지되었다. 의복기후와 인체의 각 부위별 피부온이 다르므로(최석철, 조경래, 장정대, 2001) 본 실험의 결과를 고려한다면 감증 염색 면직물은 구간부 피부보다는 사지 등 말단부에 사용할 때 더 효과적으로 작용할 수 있으며 피복 최내층보다는 외층에서 사용시 혹은 침구류 등에서 그리고 월 평균기온이 낮은 분,

가을, 겨울 용품 등에서 더욱 우수한 효과를 발휘할 수 있을 것으로 판단된다. 정균성은 사용되는 환경 온도의 전 영역에서 어떤 용도로 사용되어도 뚜렷하게 작용될 것으로 예측되며 살균력은 저온 환경에서 더 활발할 것으로 기대된다.

4) 초기 접종 균농도에 따른 항균성

감증염색면포(CP100)에 다양한 농도의 균액을 배양시켜 접촉 초기의 균농도가 항균성에 미치는 영향을 조사하였다. 보관 중인 균을 임의로 1~2 pick 취하여 육즙배지에 약 1일 배양한 원액 0.2ml(균농도 =4.08×10⁷)를 A로 하고 육즙으로 A/10, A/100로 희석시켜 배양균액을 준비하였다. 균 접종 후 37°C에서 22시간 배양하여 균수를 측정하고 균감소율을 산출하였으며 그 결과는 <Fig. 6>과 같다. <Fig. 6>에서 배양된 균수는 대조편의 경우 1.7~680배 이상 증가하였으나 CP100의 경우 균이 대부분 감소하였다. 대조편에서 배양된 균수는 초기 접종한 균농도가 A/100, A/10, A로 10배씩 증가함에 따라 배양된 균수 간에도 10배씩 차이가 날 것으로 예측했으나 이와 달리 고농도로 접종할수록 그 증가율이 낮아져서 배양된 균수 간의 차이가 적어졌다. 접촉시 균농도가 낮은 상태는 각 균에 대해 상대적으로 풍



<Fig. 6> Antibacterial activity of 100% persimmon juice dyed cotton fabrics against *Staphylococcus aureus* according to various initial concentration of bacteria

부한 영양을 제공하는 환경이 되어 균의 생육에 기여했기 때문으로 추측되며 대조편인 면직물에서 이러한 현상이 나타났다는 것은 면직물이 풍부한 영양원으로 작용되었기 때문으로 보인다. 감즙 염색 면직물의 경우에서도 배양된 균수가 접촉시 균의 농도 A/100, A/10, A로 10배씩 일관적으로 증가하고 있으나 배양된 균수는 각각 초기에 비해 13/100, 5/100, 16/200으로 불규칙하게 나타나 접촉한 균의 농도에 따라 균의 성장과 생육이 영양을 받았음을 확인할 수 있었다. 균수의 변화를 통해 감즙 염색포의 정균성을 평가해 보면 접촉시 균농도가 가장 낮은 A/100에서 정균성은 99.9% 이상으로 균 억제효과가 나타났고 균농도가 10배, 100배 증가해도 99.9% 이상의 정균 효과를 유지하였다. 살균력은 균농도가 10, 100배 증가함에 따라 모두 84~99% 이상의 높은 수준을 유지하였다.

본 실험을 통해 감즙 염색 면직물의 향균성은 접촉한 균의 농도의 영향을 받고 있으며 접촉 초기의 균농도의 1~100배의 광범위한 영역에서 정균력이 안정적으로 유지됨을 확인하였다. 살균력은 1~100배 범위에서 유사한 환경이 제공된다면 균의 농도의 변화가 1~1000배의 범위에서는 농도의 증가와 상관없이 향균성을 안정적으로 발휘할 수 있는 우수한 항균 소재로 평가되었다.

지금까지 <Fig 3>에서 <Fig 6>에 나타난 결과를 종합하여 보면 감즙 농도, 균 접촉시간, 균 접촉시 배양 온도, 접촉시킨 균의 농도를 달리 하였을 때 감즙 염색 면직물이 나타내는 정균성은 접촉 2시간의 경우의 약75%를 제외하고 조건에 관계없이 96~100%의 범위로 매우 높은 수준을 유지하였다. 살균력은 -139~100%의 범위에서 감즙농도, 접촉시간, 균농도의 영향을 받았으며 본 실험에서는 온도의 영향이 가장 크게 작용하였다.

3. 감즙염색포의 방취효과

<Table 5>는 CP₁₀₀에 균수 4,040인 균액을 접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후 피험자가 주관적으로 평가한 소취성 실험 결과이다. 대조편에 대해서는

<Table 5> Deodorizing effect of persimmon juice dyed cotton fabric by subjective validation

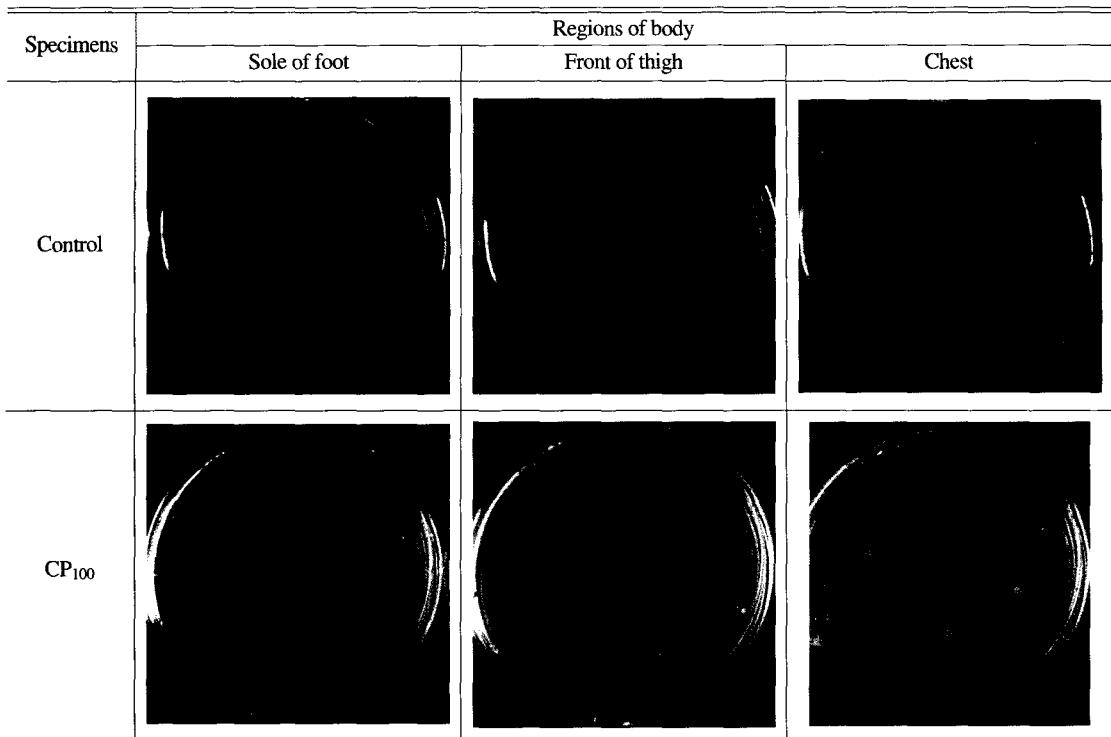
(high of odour ● middle of odour ▲ none of odour ×)

Participants	Control (untreated cotton fabrics)	Test fabrics (persimmon juice dyed cotton fabrics)
Man 1	●	×
Man 2	●	×
Man 3	●	▲
Woman 1	●	×
Woman 2	●	×
Woman 3	●	▲

전원이 악취가 심하다는 반응을 나타냈으며 이와 동일한 환경에서 배양된 감즙 염색 면직물에 대해서는 67%에 해당하는 4인이 냄새가 나지 않는다고 응답하였고 냄새가 난다는 반응은 남녀 총 2인이었다. 그러나 냄새가 다소 난다는 반응을 보인 피험자도 그 냄새가 대조편에서와는 다르다고 대답했다. 향균력이 나타나는 조건에서 소취효과도 우수하게 나타났음을 확인할 수 있었다.

4. 감즙염색포의 착의실험에 의한 항미생물성 평가

<Fig. 7>은 감즙 100% 처리된 면직물과 대조편인 백색면직물을 각각 발바닥, 넓적다리 그리고 가슴 부위에 부착시켜 총 24시간 착용한 후 각 시료의 미생물을 멸균수로 추출하여 1ml의 추출 멸균수 용액을 고체배지에서 37에서 24시간 배양한 결과이다. <Fig. 7>의 평판에 나타난 미생물의 성장 상태 통해 정성적인 평가가 가능하였다. 실험한 모든 접촉 부위에서 시험편에 비해 대조편에서 미생물의 생육 상태가 활발하였으며 육안으로도 알 수 있는 오염 부위가 생성되어 미생물이 생육이 활발할 수 있음을 확인할 수 있었다. 착의 실험은 24시간 피부 부착 후 측정된 것으로써 의류에 감즙을 처리하여 피부에 직접 접촉되는 부위에 착용하면 향균효과를 나타낼 것으로 기대된다.



<Fig. 7> Characteristics of the growth of microorganisms extracted from persimmon juice dyed cotton fabrics were attached on the various regions of skin for 24hours

IV. 결론

감즙염색 면직물의 항균성을 규명하고 항균성을 효과적으로 발휘할 수 있는 조건을 검토하기 위하여 제주재래종 풋감즙과 감즙염색 면직물의 황색포도상구균에 대한 항균성을 측정하였다. 감즙과 감즙염색 면직물의 감즙농도, 접촉시간, 접촉온도, 초기 접촉 균농도에 따른 항균성과 소취성을 평가하였다. 감즙 염색 면직물을 피부에 부착하여 항미생물성을 평가하였으며 이상의 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 감즙농도 10%(P₁₀₀), 5%(P₅₀), 1%(P₁₀)의 정균성은 농도증가에 따라 증가했으며 99.98~99.99%로 전 범위에서 우수했으나 살균성은 나타나지 않았다.

2. 감즙염색 면직물에 처리된 감즙농도가 10%

(CP₁₀), 50%(CP₅₀), 100%(CP₁₀₀)로 증가함에 따라 정균성은 99.97%~100%, 살균력은 79.74%~100%로 농도 증가에 따라 증가했으며 저농도에서도 탁월했다.

3. 감즙 염색 면직물(CP₁₀₀)은 균접촉시간 0(접촉직 후), 2, 4, 18, 25, 50시간으로 증가함에 따라 정균력은 75.69%~100%, 살균력 65.89%~100%로 증가하며 18시간에 거의 100%에 도달되었다.

4. 감즙 염색 면직물(CP₁₀₀)의 정균성은 17±1°C, 27±1°C, 37±1°C에서 96.56%~98.20%로 온도 증가에 따라 증가했으며 온도가 낮아도 매우 우수했으나 살균성은 약 -136%~65%로 저온에서 살균력이 더 높았다.

5. 감즙 염색 면직물(CP₁₀₀)에 배양된 균액의 초기 균농도 100에서 101, 102배 희석함에 따라 정균력은 99.06~99.99%, 살균력은 84.31~95.10%의 범위로 유지되어 100배의 까지의 광범위한 균농도에서도

유사한 항균력을 발휘하였다.

6. 감염 염색 면직물(CP₁₀₀)의 주관적 소취성을 평가한 결과 피험자의 약 67%가 악취가 없다고 반응했다. 발바닥, 가슴, 허벅지에 24시간 접촉한 결과 미생물의 생육이 저지되었음을 육안으로 평가할 수 있었다.

■참고문헌

고은숙, 이혜선(2003). 감염염색이 태에 미치는 영향. *한국의류학회지*, 27(8), 11-19.

김광수(2000). 치자색소 염색의 실용성연구. *건국기술연구논문지*, 25, 111-123.

김은애, 박순자(1994). 기초피복위생학. 서울: 경춘사

도은수(1997). 황백나무, 황련 추출액의 항균활성. *한국식물학회지*, 10(4), 351-359.

문화공보부문화재관리국(1974). 의생활. *한국민속종합조사보고서 제주도편*, 5, 225.

박수남, 홍장후(1995). 생약성분의 항균작용에 관한 연구(제1보). *서울산업대학교 논문집*, 42, 291-299.

박영희, 남윤자, 김동현(2000). 쪽 추출액을 이용한 염색직물의 항균성에 관한 연구. *한국의류학회지*, 24(1), 67-76.

박옥연, 장동석, 조학래(1992). 자초 추출물의 항균 특성. *한국영양식량학회지*, 21(1), 97-100.

박종철, 박석규(1994). 쪽의 추출물 및 Coumaric Acid의 항균활성. *한국생물공학회지*, 9(5), 501-511.

신문균, 조원순(1997). 인체생리학. 서울: 현문사.

유혜자, 이해자, 변성례(1997). 도토리를 이용한 천연 염료의 염색. *한국의류학회지*, 21(4), 661-668.

임용진(2001). 천연염료의 안정화 및 염색의 재현성 확립기술 개발. *공업기반기술개발사업 기술개발보고서*, 경북대학교 염색가공기술연구소.

(<http://www.naturaldyeing.or.kr/main.htm>)

정덕상, 박현영, 현명택(1996). 풋감즙을 이용한 염색 제품의 색상 변화 방지. *산학연 공동 기술개발 제주 지역 컨소시엄 사업 최종 보고서*.

정동효(1986). *식품미생물학*. 서울: 선진문화사.

조경래(1999). *천연염료 염색사전*. 부산: 보광출판사.

최석철, 조경래, 장정대(2001). *피복위생학*. 서울: 형설출판사.

한국표준협회, [한국산업규격] 직물의 항균도 시험 방법 KS K 0693:2001.

한영숙, 이해자, 유혜자(2004). 패딩과 자외선 조사법을 이용한 감염 염색특성(1보). *한국의류학회지*, 28(6), 795-806.

原田隆司(2001). 의복의 쾌적성과 의복내 기후. *한국 의류산업학회지*, 3(2), 100-104.

Cletus. E. Morris, Tyrone L. Vigo, Clark M. Welch (1981). Binding of Organic Antimicrobial Agents to Cotton Fabrics as Zirconium Complexes. *Textile Research Journal*, 51(2), 90.

Harold Hart (1986). *Organic chemistry*. MA: Houghton Mifflin Company.

M. Diz, M. R. Infante, P. Erra & A. Manresa (2001). Antimicrobial Activity of Wool Treated with a New Thiol Cationic Surfactant. *Textile Research Journal*, 71(8).

Minghua Ma, Yuyu Sun & Gang Sun (2003). Antimicrobial cationic dyes: part 1: synthesis and characterization. *Dyes and Pigments*, 58, 27-35.

Yong-Sik Chung, Kwang-Keun Lee & Jin-Woo Kim (1998). Durable Press and Antimicrobial Finishing of Cotton Fabrics with a Citric Acid and Chitosan Treatment. *Textile Research*.

(2004년 6월 23일 접수, 2004년 12월 28일 채택)