

이불솜의 종류에 대한 유기실리콘 제4급 암모늄염의 항미생물성 효과

— 목화솜, 폴리에스테르솜, 양모솜 —

A Study on The Antimicrobial Effect of Organic Silicon Quaternary Ammonium
Salt Using Cotton, Polyester, and Wool

한국교원대학교 가정교육과

대학원생 이 은 영

부 교수 이 혜 자

Dept. of Home Economics Education Korea National University of Education

Graduate School Student. : Lee Un young

Associate prof. : Lee Hye Ja

〈 목 차 〉

I. 서 론

II. 실험

III. 결과 및 고찰

IV. 결 론

참고문헌

〈 Abstract 〉

This study has been carried out for the antimicrobial effects of organic silicon quaternary ammonium salt with which cotton, polyester, and wool were treated respectively, using *Esherichia coli* and *Proteus bulgaris*, which are experimental bacteria for clothing materials.

As a result, the best antimicrobial effects of organic silicon quaternary ammonium salt came out from cotton ; the next from wool ; and lower from polyester.

With the changes of the temperature, the antimicrobial effect on cotton was ignorable ; however, polyester had considerable effect in low temperature, but wool had in high as well. Looking into the antimicrobial effect with soaking time, there was no changes with cotton after 10 mimutes passed. It seemed to have reacted entirely in the early stage. The longer the soaking duration was, the higher the effect from polyester was. The effect from wool was increased until 20 minutes, but decreased after 30 mimutes.

The optimal processing condition of cotton was in the condition of liquor ratio 40:1, concentration 0.5%, soaking time 5 minutes, and temperature 30°C ; wool was 1.5%, 20 minutes, and 60°C ; polyester was 2.0%, 30 minutes, and 30°C respectively. The changes of the effect by washing was as followings:

The processing effect on cotton and wool appeared to be everlasting, since they had no changes by washing 10 times ; while, it was remarkably decreased with polyester by washing only once, and was almost disappeared after washing 10 times, which means that polyester has no durability to washing.

I. 서론

모든 생물체의 생활에는 활동과 휴식이라는 주기성이 있고 인간에게 있어서 수면은 활동 후의 피로를 회복시켜 주는데 중요한 역할을 하고 있다. 또한 쾌적한 수면은 심리적, 정신적 상태와 건강 등에 의해서 좌우되며 침구의 상태도 영향을 미치게 된다. 인간은 하루의 1/3을 침상내에서 생활하게 되므로 침구의 역할은 안정된 수면과 피로회복을 위해 강조되어야 하며 미적인 면도 중요하지만 특히 위생적인 청결이 강조되어야 함은 당연한 일이다.^{4,11)}

그런데도 불구하고 우리가 살고 있는 생활환경 속에는 각종 미생물과 세균이 번식하고 있으며 한 실험 결과에 의하면 우리의 침구에는 2억 마리 이상의 박테리아가 서식하고 있다고 한다.¹²⁾ 이렇게 우리 생활 주변에는 세균이나 곰팡이와 같은 미생물이 널리 분포되어 번식하는데, 이 중에는 인간에게 유용한 것도 많지만 어떤 것들은 공기, 음식물 및 의류 등을 매개로 하여 인체내에 침입해서 질환을 일으키고 인체에서 나는 악취의 원인이 될 뿐만 아니라 섬유 제품을 착색, 또는 취화시켜 강도 저하를 초래하기도 한다.^{14,16,21,27)}

일반적으로 땀은 수분, 염분, 요소를 포함하고 발한 초기에는 pH 3.8-6.4의 산성이지만, 박테리아의 작용에 의해서 요소가 분해되고, 다량의 암모니아가 발생하게 되면 pH가 급격히 상승하게 되며 악취가 발생하는 원인이 된다.

땀이 부착된 피부는 그 온도와 습도가 미생물의 번식에 적당하게 되며 땀이 부착된 속옷류, 양말 등은 미생물이 번식해서 부패, 발효현상을 일으키기 쉽

고 유아의 기저귀는 요소를 다량 함유한 오물에 의해 오염되어 미생물이 서식하기 적당한 조건이 된다. 이러한 미생물에 의한 장해로부터 사용자나 착용자를 보호하기 위한 향미생물 가공은 섬유 재료의 취화, 오염 등을 방지하기 위하여 섬유상에 세균, 곰팡이 등의 서식이나 번식을 억제시키는 것이다.^{15,23,24,26)}

현재 향미생물 가공 처리제로 사용되고 있는 약제의 종류는 유기 금속 화합물, 페놀계 화합물, 제4급 암모늄 화합물, 퀴논계 화합물, 함황 유기화합물, 향생물질 등을 들 수 있다.^{6,11)} 이와 같은 살균력을 갖고 있는 물질을 섬유재료 속에 침투, 고착시켜 향미생물 가공을 하는 것이다. 제4급 암모늄염류는 유연제로 사용되고 있는 양이온의 계면활성제로 우수한 살균력이 1955년 Domagk에¹⁷⁾ 의해 처음 보고되었다. 일반적으로 양이온 계면활성제는 유화, 세척, 윤활 등의 작용뿐만 아니라 향미생물성을 지닌다.^{13,20,22)} 따라서 양이온 계면활성제의 구조를 갖는 화합물에 셀룰로오스의 히드록시기와 공유결합 할 수 있는 trimethoxyl기를 도입하면 섬유와 향구적인 결합을 하고 이로 인해 섬유내에 지속적인 향미생물성을 도입할 수 있다.⁸⁾ 그러나 결합기를 가지고 있지 않는 섬유에서는 내세탁성이 적어 살균, 탈취 등의 위생 효과가 영속적이 아닌 결점이 있다. 이렇게 제4급 암모늄염은 섬유와의 결합력이 부족하여 섬유에 지속적으로 고착시킬 수 없기 때문에 그 내구성의 부족이 문제되어 왔다.⁷⁾

근래에 항균제로 유기실리콘과 제4급 암모늄염을 결합시켜 만든 여러 종류의 유기실리콘 제4급 암모늄염의 화합물이 개발되어 실용화되고 있는데 이들

은 반응성기를 가지고 있는 천연 섬유 뿐만 아니라 합성 섬유와 공유결합, 또는 이온결합이 가능하며 그의 플라스틱, 유리, 금속등의 비활성 표면과의 반응도 가능한 것으로 알려져 있다. 유기실리콘 제4급 암모늄염은 섬유와 화학결합을 하여 견고한 얽은 피막을 형성하므로 내구성이 우수하며 항미생물 작용기가 비용출형이므로 비교적 인체에 해가 없고 광범위한 세균에 대해 항미생물성을 지닌다.²⁵⁾

섬유제품의 항미생물 가공은 항미생물제의 미생물에 대한 작용 메카니즘으로 확산형, 고정형, 재생형으로 나눌 수 있다.

고정형은 단순히 직물 표면에 미생물의 통과를 저지하는 물리적 차단벽을 만들거나, 항미생물제가 섬유 표면에 막을 형성하여 미생물과 직접 접촉할 때 미생물의 세포벽이나 세포막을 물리적으로 살균 작용하는 것이다.

유기실리콘 제4급 암모늄염은 고정형 살균 메카니즘으로 형성된 코팅막 표면에 균이 직접 접촉하여 살균된다. 미생물의 세포 표면은 음이온으로 대전되어 있어 섬유 표면에 고정된 암모늄 양이온에 전기적으로 끌려가 alkyl chain에 의해 미생물의 세포 기능인 전자 전달계가 저하되어 호흡이 정지되거나 암모늄과 세포막의 접촉으로 인지질이 극성화되어 세포막이 파괴된다.^{3,9)}

기존의 연구는 주로 피복류에 대한 항미생물 가공 연구에 의존해왔으며 그것도 셀룰로오스 섬유에 대한 연구만이 주로 이루어졌다. 사실상 우리의 생활 속에는 셀룰로오스 섬유 이외에도 각종 합성 섬유, 양모 섬유 등이 다양하게 이용되고 있으며 특히 양모 섬유의 해충에 대한 피해는 널리 알려져 있다. 또한 피복류에 대한 위생적인 관리는 세탁, 보관 등에 걸쳐 철저하게 이루어지고 있는 반면 침구는 부피가 크고 세탁의 번거로움 때문에 자주 세탁을 하지 못하고 항상 장롱속에 쌓여져 보관되고 있는 실정이다. 그러므로 이불솜의 위생 관리는 더욱 중요시 되어야 한다. 그래서 본 연구에서는 현재 이불솜으로 가장 많이 사용되고 있는 목화솜, 폴리에스테르솜, 양모솜 등에 항미생물 가공 처리를 하여 가공 효과를 고찰하고 실생활에 적용 가능성을 타진해 보고자

한다. 항미생물 가공제로는 여러 종류의 재료에 고투 효과가 있는 것으로 알려진 유기실리콘 제4급 암모늄염을 이용하고 가공효과를 살펴보는 실험에서는 이불솜에 서식 가능성이 높은 *Escherichia coli*(대장균), *Proteus vulgaris*(요소 분해균)을 사용하고자 하며 시료의 가공시 가공제의 농도, 온도, 시간의 변화에 따라 가공 효과가 어떻게 다르며 어떤 조건에서 효과가 가장 잘 나타나는지를 확인하고 세 종류의 시료가 각각 어떤 다른 항미생물성 효과를 나타내는지에 대해서도 고찰해 보고자 한다.

II. 실험

A. 실험 재료

1. 시 료

본 실험에서 사용한 시료는 대양산업 주식회사로부터 구입한 솜으로 특성은 Table 1과 같다.

Table. 1 Characteristics of specimen

Material	섬 도 (Denier)	섬유장 (mm)	인장강도 (g/d)
cotton 100%	2 - 3	5 5	1 - 3
Polyester 100%	5 - 8	6 4	4 - 5.5
Wool 100%	6 - 8	8 2	1 - 1.5

2. 시 약

본 실험에 사용된 시약은 다음과 같다.

2-1. 항미생물제

미국의 Sanitized Inc. 에서 구입한 Organic Silicon Quaternary Ammonium Salt (이하 QAC)로 특징은 Table 2와 같다.

2-2. 시약 및 배지

- * NaCl (Tedia Co. INC), 1급
- * Na₂HPO₄ (Tedia Co. INC), 1급

Table 2 Characteristics of QAC

구분	Chemical family	성상	E. P. A 등록번호	이온	비중
Q A C (siquat 1977)	Quaternary Ammonium Salt	약간 진한 호박색 액체	46620	Cationic	0.87 (20℃)

- * NaH_2PO_4 (Tedia Co. INC), 1급
- * Nutrient broth (DIFCO Lab, 미국)
- * Trypticase soy broth (BBL 11768 DIFCO Lab, 미국)
- * Agar (DIFCO Lab, 미국)
- * Peptone (DIFCO Lab, 미국)
- * Beef Extract (DIFCO Lab, 미국)

B. 실험 방법

1. 항미생물 가공 처리

액비를 1 : 40으로 고정하고 water bath에서 처리 농도를 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0% (o.w.f), 침지 온도를 30, 40, 50, 60℃로 하고 침지 시간을 5, 10, 20, 30 분으로 변화시켜 항미생물제를 처리하여 가공한 후 5분간 충분히 수세한 다음 탈수하여 70℃에서 60분간 오븐건조 시켰다.

2. 공시균 및 배지

공시균은 항미생물 가공의 시험용 세균들 중에서 장내 세균과에 속하는 균으로 요소를 급속하게 분해하는 *Proteus vulgaris* KCTC 2512 (이하 *Proteus vulgaris*)와 포유류의 장관내에 정상적으로 상주하는 균으로 배설물에서 분수 있는 *Escherichia Coli* KCTC 1039(이하 *E. Coli*)를 유전자 공학센터에 있는 유전자 은행을 통해 분양받은 후 재생하여 사용하였다.

*Proteus vulgaris*의 배양은 KS K 0691에 의한 합성 배지로 Trypticase Soy broth를 사용하였고 그 조성은 Table 3과 같다.

*E. Coli*는 KS. K 0691에 의한 합성 배지로 Nutrient broth를 사용하였고 그 조성은 Table 4와 같다.

Table 3. Composition of Trypticase Soy broth

Reagent	Weight
Trypticase Soy broth	3.0g
Agar	1.5g
Distilled Water	95.5ml

* 전체 용량이 100ml이 된다.

Table 4. Composition of Nutrient broth

Reagent	Weight
Beef extract	0.3g
Peptone	0.5g
Agar	1.5g
Distilled water	97.7ml
pH	6.8

* 전체 용량이 100ml이 된다.

3. 배지 및 완충용액 제조

3-1. 액체 배지 제조

삼각 플라스크에 배지 재료를 넣고 증류수를 넣어 흔들어서 섞은 후 pH를 조정한다. 건열 멸균기에서 160℃도로 30분간 건열 멸균한 T tube에 배지를 5ml씩 넣고 변전으로 막은 후 고압 멸균기(autoclave)에서 15Lbs, 121℃로 20분간 멸균(이하 고압 멸균)시킨다.

3-2. 고체 배지 제조

삼각 플라스크에 배지 재료를 넣고 증류수를 넣어 흔들어서 섞은 후 pH를 조정하여 Agar를 넣고 고압 멸균시킨다. 건열 멸균기에서 1.5~2시간 멸균시킨 patri dish를 꺼내어 무균실에서 식힌 후 고압 멸균시킨 배지를 60℃로 식혀 무균실에서 patri dish에 15ml씩 부어 굳힌 다음 37℃인공 배양기에서 24시간 두었다가 오염여부를 확인한 후 사용한다.

3-3. 인산 완충 용액의 제조

Na_2HPO_4 를 증류수 1L당 28.39g을 넣은 용액(a)

과 NaH_2PO_4 를 증류수 1L에 23.99g를 넣은 용액(b)를 만든다. (a)용액 72ml에 (b)용액 28ml를 섞어 100ml을 만든 후 NaCl 5g을 넣고 증류수를 넣어 1L의 완충용액을 만들어 고압 멸균시킨다.

4. 균배양

재생시켜 patri dish에 계대 배양시켜 놓은 E. Coli와 *Proteus vulgaris*를 T-tube에 만들어 놓은 각각의 액체 배지에 무균실에서 1백급이를 취하여 넣고 Shaking incubator에서 37°C로 유지시키면서 18시간 배양시킨다.

5. 항미생물성 평가

5-1. Shake Flask Method

항미생물 가공한 시료의 *Proteus vulgaris*와 E. Coli에 대한 항미생물성은 정량적인 방법인 shake flask 법을 사용하였다.

E. Coli는 37°C도에서 18시간 배양한 균액을 Nutrient Broth에 넣어 희석시켜 UV-visible spectrometer (HITACHI V-300, 일본)를 사용하여 475nm에서 투과율이 $45 \pm 5\%$ 가 되도록 조정하였다.

이 세균 현탁액을 인산 완충 용액으로 100배 희석하여 시험균액을 만들었다. 진탕 전의 균수는 이 시험균액을 다시 100배 희석하여 1ml를 Nutrient Broth Agar(NBA)에 도말한 후 37°C의 인공 배양기에서 18시간 배양한 후 colony수를 확인하였다.

가공된 시료 0.75g을 멸균된 삼각 플라스크에 넣고 시험균액을 각각 100ml씩 넣고 진탕기에서 1시간 동안 진탕시킨 후 시험균액을 각각 1ml씩 취하여 미리 준비해 놓은 0.85% NaCl 용액으로 100배 희석시켰다. 희석시킨 시험균액을 1ml씩 취해 E. Coli는 NBA배지에 1ml씩 도말하고, *Proteus vulgaris*는 TSA 배지에 1ml씩 도말하여 37°C 인공 배양기에서 18시간 배양시킨 후 Colony수를 확인하였다. 이 때 진탕기의 온도는 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 하였고 회전수는 100 r.p.m 이상으로 하였다.

균감소율은 다음과 같은 식으로 구하였다.

$$\text{균감소율}(\%) = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

* A : 진탕전의 시험균액 (1ml당 세균수)

B : 진탕후의 시험균액 (1ml당 세균수)

6. 내세탁성 실험

항미생물 가공의 내세탁성을 알아보기 위해 각 시료를 세탁건뢰도 시험기 Launder-O-Meter(Model HT-700, 한원사)를 사용하여 세탁한 후 항미생물성 효과가 어떻게 변화했는지를 고찰하였다.

세제는 표준 가루비누(KS K 2704)를 이용하여 농도를 0.5%로 하고 세탁 용수는 1급 증류수를 사용하였다. 세탁 용수의 온도는 40°C로 하고 10분간 세탁을 1회로 하고 20°C의 수돗물로 2분간씩 2회 행구어 70°C의 오븐에서 20분간 건조시켰다. 세탁 회수는 1회, 5회, 10회로 하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

A. 항미생물성

항미생물성 효과 실험에는 정성적인 시험 방법과 정량적인 시험 방법이 있는데 일반적으로 정성적인 방법은 용출형에 사용되며 Halo test와 paralld-streak 시험 방법 등이 있으며 정량적인 시험 방법은 비용출형에 사용되는 방법으로 균감소율(shake flask method)과 Quinn 시험 등이 있다.

본 연구에서 사용된 가공제인 유기실리콘 제4급 암모늄염은 비용출형이기 때문에 균감소율 시험으로 항미생물성 효과를 알아보았다.

1. 가공 조건에 따른 균감소율

1-1. 처리 농도에 따른 균감소율

Fig 1, 2는 액비 1 : 40, 침지 온도 40°C, 침지 시간 10분으로 고정하고 처리 농도를 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0% (o.w.f)로 변화시켜 가면서 처리한 가공솜에 대한 항미생물성 효과를 알아보기 위해 E. Coli와

*Proteus vulgaris*를 접종하여 배양시킨 후 균감소율을 %로 나타낸 것이다.

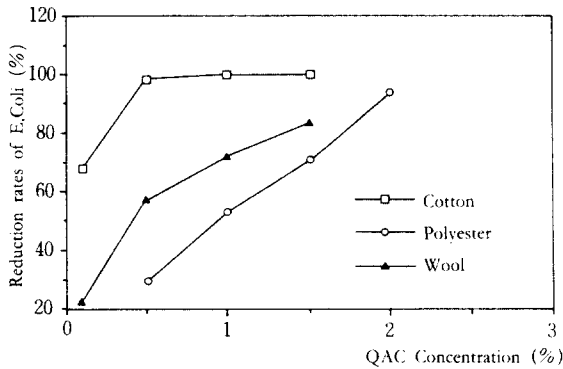


Fig 1. Reduction rates of colony on treatment concentration (E. Coli)

Treatment : Liquor ratio : 1 : 40, TEMP : 40°C Condition
Time : 10min.

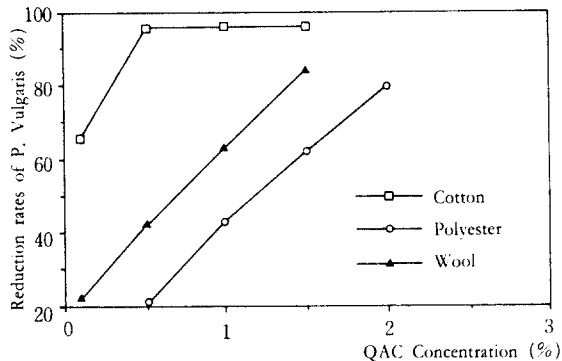


Fig 2. Reduction rates of colony on treatment concentration (Proteus vulgaris)

Treatment : Liquor ratio : 1 : 40, TEMP : 40°C Condition
Time : 10min.

Fig 1, 2에서와 같이 목화솜에 있어서 E. Coli는 처리 농도 0.1%에서 62.8%의 균감소율을 나타냈으며 0.5%이상에서는 98.8%이상의 높은 균감소율을 나타냈다. *Proteus vulgaris*의 경우 E. Coli에 비해 균감소율이 적게 나타나기는 했지만 역시 처리 농도 0.5% 이상에서 95%이상의 높은 균감소율을 나타낸 것으로 보아 유기실리콘 제4급 암모늄염은 목화솜의 항미생물성 가공에 효과적인 것으로 생각된다. 이는 유

기실리콘 제4급 암모늄염이 수용액에서 섬유와 반응 시 가수분해되어 반응성이 큰 methoxyl기가 떨어져 나가면서 셀룰로오스 섬유의 비결정 영역에 있는 OH기와 공유 결합을 이루며 동시에 실리콘 자체가 graft 중합하여 섬유표면에 얇은 피막을 형성하게 되어 항미생물성 효과가 우수한 것으로 사료된다.

이 결과는 조씨의 “셀룰로오스의 항미생물 가공에 관한 연구”¹⁰⁾에서 면직물의 최적 처리 농도가 1.0% 이상으로 나타난 결과와 김씨의 “유기실리콘 제4급 암모늄염에 의한 면직물의 항미생물성과 내세탁성에 관한 연구”²⁾에서 처리 농도 1.0% 이상에서 96%의 균감소율이 나타난 결과와 비교해 보면 0.5% 이상에서 95%이상 높은 균감소율을 나타낸 것은 본 실험에 사용된 가공제인 유기실리콘 제4급 암모늄염의 항미생물성 효과가 우수하기 때문인 것으로 사료된다.

또한 본 실험에 사용된 시료가 직물의 상태가 아닌 솜의 상태이기 때문에 가공 과정에 항미생물제와의 접촉이 많고 침투가 용이한 점도 효과에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

폴리에스테르솜의 경우는 처리 농도 0.5%에서 E. Coli의 경우는 29.4%의 미미한 균감소율을 나타냈으며 처리 농도 1.5%에서도 71.2%의 낮은 균감소율이 나타났다.

그러나 처리 농도 2.0%에서는 균감소율이 94.3%로 높게 나타났으며 이는 폴리에스테르솜이 반응기를 많이 가지고 있지 않기 때문에 결합에 의한 가공 효과 보다는 가공제가 섬유의 구조 사이에 침투되어 부착되는 양과 표면에 형성되는 피막에 의한 항미생물성 효과에 의존하기 때문인 것으로 사료된다.

그러므로 목화솜과 양모솜에 비해 폴리에스테르솜은 처리 농도를 높여서 항미생물성 효과를 높이는 방법이 효과적인 것으로 생각되며 폴리에스테르솜의 최적 처리 농도는 같은 조건에서 2.0%로 생각된다.

양모솜은 처리 농도 0.1%에서 E. Coli에 대한 항미생물성 효과를 알아본 결과 22.4%의 낮은 균감소율이 나타났으며 처리 농도 1.0%에서는 72.3%, 처리 농도 1.5%에서는 84.2%의 균감소율을 나타냈다. *Proteus vulgaris*에 대한 항미생물성 효과는 처리 농도 0.1%에서 22.2%의 균감소율이 나타났으며 처리

농도 1.5%에서는 84.3%의 높은 균감소율이 나타났다. 이처럼 양모솜은 목화솜에 비해서는 항미생물성 효과가 떨어지는 것으로 나타났으나 폴리에스테르솜에 비해서는 항미생물성 효과가 좋은 것으로 나타났다. 양모솜이 목화솜에 비해 항미생물성 효과가 떨어지는 것은 양모솜의 피질부는 에피큐티클, 엑소큐티클, 그리고 엔도큐티클의 3개 층으로 조성되어 있는데 그 중 가장 바깥층인 에피큐티클은 소수성이기 때문에 침지 시간 10분 동안에 가공제가 충분히 내부까지 침투되지 못하여 항미생물성 효과가 목화솜에 비해 떨어지는 것으로 사료된다.

결과적으로 유기실리콘 제4급 암모늄염은 목화솜에 가장 효과가 우수하며 다음으로 양모솜이 효과적이며 폴리에스테르솜에서는 항미생물성 효과가 떨어지는 것으로 나타났다.

1-2.처리 온도에 따른 균감소율

Fig 3, 4는 액비 1 : 40, 처리 농도 1.0%, 침지 시간 10분으로 고정하고 침지 온도를 30, 40, 50, 60℃로 변화시켜 가면서 처리한 목화솜, 폴리에스테르솜, 양모솜에서 E. Coli와 Proteus vulgaris에 대한 미생물성 효과의 변화를 균감소율로 나타낸 것이다.

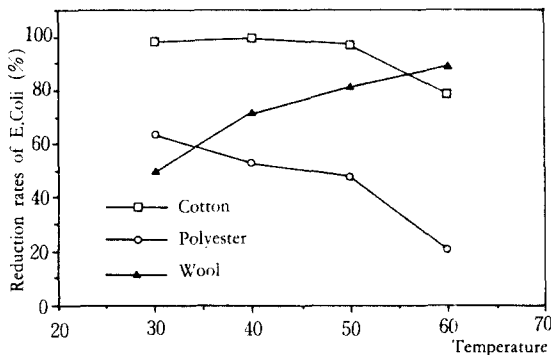


Fig 3. Reduction rates of colony on treatment concentration (E. Coli)

Treatment : Liquor ratio : 1 : 40, TEMP : 40℃ Condition Time : 10min.

Fig 3, 4에 나타난 것처럼 목화솜은 E. Coli와 Proteus vulgaris 모두 30℃, 40℃, 50℃에서 균감소

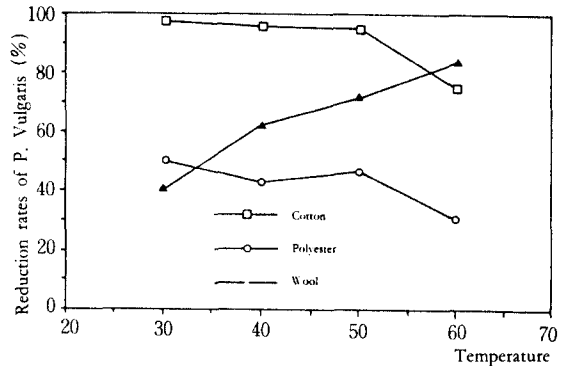


Fig 4. Reduction rates of colony on treatment concentration (Proteus vulgaris)

Treatment : Liquor ratio : 1 : 40, TEMP : 40℃ Condition Time : 10min.

율이 95%이상 높게 나타났으나 60℃에서는 균감소율이 조금 떨어지는 것으로 나타났다. 이로써 유기실리콘 제4급 암모늄염은 30℃에서도 목화솜과 충분히 반응함을 알 수 있다.

목화솜이 60℃에서 균감소율이 낮게 나타난 것은 실리콘에 결합된 methoxyl group의 반응성이 증대되어 쉽게 가수분해됨으로써 용액내에서 섬유와 결합이 불가능한 형태의 화합물로 일부 변하기 때문인 것으로 사료된다. 이로써 목화솜의 항미생물성 가공시 효과적인 조건은 처리농도 1.0%(o.w.f), 침지 시간 10분일 때 침지 온도 30℃임을 알 수 있다.

폴리에스테르솜은 E. Coli와 Proteus vulgaris에서 모두 침지 온도가 상승함에 따라 균감소율은 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 폴리에스테르솜은 반응기가 적기 때문에 가공 처리 후의 항미생물성 효과는 가공제가 섬유 표면에 코팅되는 양에 의존하며 코팅 효과는 낮은 온도에서는 오히려 쉽게 섬유표면에 고착되나 온도가 높아짐에 따라 가공제가 용액에 용해된 상태로 있다가 가공 시료를 꺼내어 행구어 주는 과정에서 온도가 떨어져 주변에 부착되어 있던 가공제가 고착되는 것으로 생각된다. 그러므로 폴리에스테르솜에서의 항미생물성 효과는 낮은 온도에서 우수한 것으로 사료된다.

결과적으로 폴리에스테르솜은 처리 농도 1.0%, 침지 시간 10분일 때 침지 온도는 30℃가 가장 효과적

인 것으로 나타났다.

양모솜은 폴리에스테르솜과는 반대로 침지 온도가 상승함에 따라 균감소 효과가 높아지는 것으로 나타났다. 이는 농도에 따른 가공 효과에서와 마찬가지로 양모솜의 스케일 층에 있는 얇은 막인 에피큐티클이 소수성이기 때문에 10분 동안의 침지 시간이 가공제를 충분히 침투시키지 못한 것으로 사료된다.

그러나 침지 용액의 온도가 상승함에 따라 흡수성이 증가되어 가공제가 쉽게 에피큐티클을 뚫고 들어가 친수성인 엑소큐티클과 반응하기 때문인 것으로 생각된다. 그러므로 양모솜의 향미생물 가공시 효과적인 조건은 처리 농도 1.0%, 침지 시간 10분일 때 침지 온도는 60℃인 것으로 나타났다.

1-3. 처리 시간에 따른 균감소율

Fig 5, 6은 액비 1:40, 처리 농도 1.0%(o.w.f), 침지 온도 40℃로 고정하고 침지 시간을 5분, 10분, 20분, 30분으로 변화시켜 가면서 처리한 목화솜, 폴리에스테르솜, 양모솜에서 E. Coli와 Proteus vulgaris에 대한 향미생물 효과를 균감소율로 나타낸 것이다.

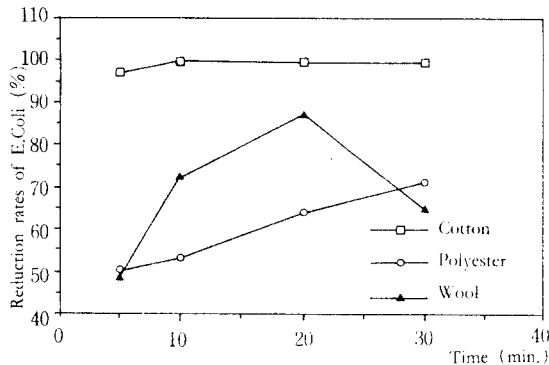


Fig 5. Reduction rates of colony on treatment time (E. Coli)

Treatment : Liquor ratio : 1 : 40, TEMP : 40℃ Condition Time : 10min.

Fig 5, 6에서 나타난 것처럼 목화솜은 시간이 변화함에 따라 향미생물성 효과는 거의 변함이 없었으며 이는 향미생물제와 목화솜과의 반응이 초기의 짧은 시간에 이루어지기 때문인 것으로 사료된다.

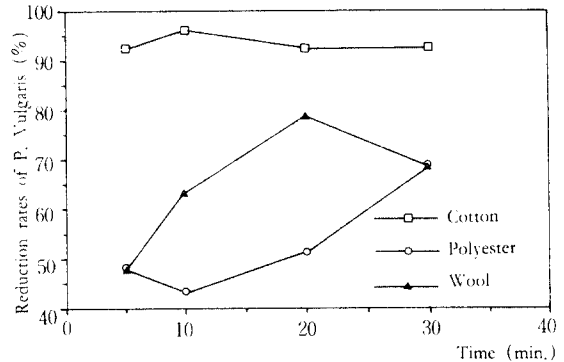


Fig 6. Reduction rates of colony on treatment (Proteus vulgaris)

Treatment : Liquor ratio : 1 : 40, TEMP : 40℃ Condition Time : 10min.

결과적으로 목화솜의 경우 처리 농도 1.0%, 침지 온도 40℃에서 처리 시간은 10분으로 하는 것이 가장 효과적인 것으로 나타났다.

폴리에스테르솜의 경우 침지 시간이 경과함에 따라 향미생물성 효과가 증가한 것은 폴리에스테르솜이 반응기를 적게 가지고 있기 때문에 결합에 의한 가공 효과보다 가공제가 섬유 구조사이에 침투되어 부착되는 양과 섬유 표면에 coating 되는 양에 의해 향미생물성 효과를 나타내기 때문에 40℃의 온도에서는 coating 효과가 좋아 시간이 길어질수록 표면에 coating되는 양이 증가되어 향미생물성 효과가 증가되는 것으로 사료된다.

그러므로 폴리에스테르솜의 향미생물성 가공시 효과적인 조건은 처리 농도 1.0%, 침지 온도 40℃에서 침지 시간은 30분 이상으로 사료된다.

양모솜의 경우는 E. Coli와 Proteus vulgaris 모두 침지 시간 20분에서 균감소율이 높게 나타났으나 5분에서는 50%이하의 낮은 균감소율을 보였으며 10분과 30분 내에서는 60-70%의 균감소율을 나타냈다. 이렇게 시간대 별로 불규칙한 결과가 나온 것은 양모 섬유에 유기실리콘 제4급 암모늄염이 작용할 때 공유 결합과 실리콘 자체의 중합에 의한 효과로 향미생물성이 부여되는데 침지 시간이 5분 되었을 때는 에피큐티클층의 막을 뚫지 못하여 표면에 형성된 피막에 의해서만 향미생물성 효과를 나타내나 10분

이 지나면서 부터는 에피큐티클이 습윤에 의해 팽창하고 층이 벌어져 친수성인 엑소큐티클까지 침투되어 항미생물성 효과가 높게 나타나는 것으로 사료된다. 30분이 되었을 때 항미생물성 효과가 떨어진 것은 에피큐티클과 엑소큐티클, 엔도큐티클이 습윤에 의해 충분히 팽창되어 가공제와의 결합이 오히려 방해받았기 때문인 것으로 사료된다.

B. 내세탁성 실험

Fig 7은 목화솜과 양모솜은 액비 1 : 40, 처리 농도 1.0%, 처리 시간 10분, 처리 온도 40℃로 처리한 솜을 사용하였고 폴리에스테르솜은 같은 조건하에서 처리 농도를 2.0%로한 것을 사용하였다. 이는 폴리에테르솜이 낮은 농도에서는 항미생물성 효과를 거의 나타내지 못하고 있기 때문이다. 1회, 5회, 10회 세탁했을 때 항미생물성 효과의 변화에 대한 내용을 균감소율로 나타낸 것이다.

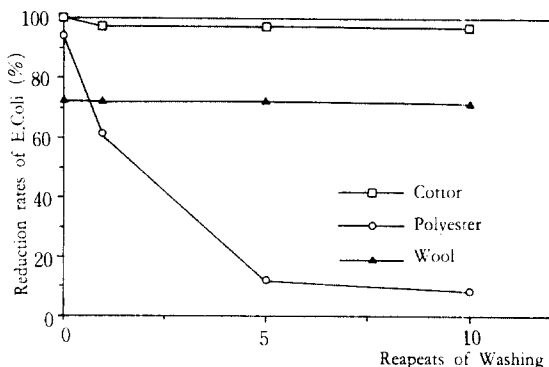


Fig 7. Reduction rates of colony on treated wad after laundering (E. coli)

목화솜과 양모솜의 경우 1회 세탁시에는 세탁전의 균감소 효과보다 약간 떨어졌으나 5회, 10회 반복 세탁에 따른 균감소 효과는 변화되지 않았다.

이것은 유기실리콘 제4급 암모늄염의 경우 셀룰로오스와 공유결합이 이루어지고 silicon 상호간의 중합에 의한 견고한 피막을 이루기 때문인 것으로 사료된다.

폴리에스테르솜의 경우는 1회 세탁을 했을 때 세탁전의 균감소 효과인 94.3%보다 현저하게 감소한 61.1%로 나타났으며 5회 반복하여 세탁을 했을 때는 12.3%로 균감소 효과가 거의 없는 것으로 나타났으며 10회 반복 세탁을 하였을 때는 항미생물 가공을 하지 않은 표준시료솜과 비슷한 효과를 나타내고 있다. 이는 폴리에스테르솜이 관능기를 가지고 있지 않아 항미생물 처리시 polysiloxane 자체의 중합에 의해서만 피막을 형성하게 되므로 고농도에서 형성된 두꺼운 피막은 마찰로 인한 가공제의 탈락을 더 용이하게 하기 때문인 것으로 사료된다.

IV. 결 론

본 연구에서는 고정형 살균 메카니즘을 갖는 유기실리콘 제4급 암모늄염을 목화솜, 폴리에스테르솜, 양모솜에 각각 농도, 온도, 시간을 변화시켜 가며 반응시켰을 때 E. coli와 Proteus vulgaris에 대한 항미생물성과 내세탁성이 어떻게 다르게 나타나는지를 알아보고 솜의 종류에 따른 유기실리콘 제4급 암모늄염의 최적 가공 조건 등을 고찰한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 유기실리콘 제4급 암모늄염을 이용한 항미생물성 가공 효과를 살펴본 결과 E. coli에 대한 항미생물성 효과는 액비 1 : 40, 침지온도 40℃, 침지시간 10분 일 때 목화솜은 0.5%의 처리농도에서 95%이상의 높은 균감소율을 나타냈으며 폴리에스테르솜은 2.0%의 높은 농도에서 94.3%의 균감소율을 나타냈다. 양모솜은 1.5%의 농도에서 84.2%의 균감소율이 나타났다. Proteus vulgaris에 대한 항미생물성 효과도 유사한 것으로 나타났다. 그러므로 유기실리콘 제4급 암모늄염은 같은 조건하에서 목화솜에서 가장 높은 항미생물성을 나타냈으며 다음으로 양모솜에서 효과적이었으며 폴리에스테르솜에서는 항미생물성 효과가 떨어지는 것으로 나타났다.

2. 처리 온도에 따른 항미생물성은 목화솜은 30℃, 40℃, 50℃의 온도에서 효과적이었고 폴리에스테르솜은 온도가 낮을수록, 양모솜은 침지온도가 높을수록 항미생물성 효과가 높은 것으로 나타났다.

3. 처리 시간에 따른 항미생물성 효과는 목화솜이 10분, 폴리에스테르솜이 30분, 양모솜이 20분에서 가장 높게 나타났다.

4. 유기실리콘 제4급 암모늄염에 의한 최적 처리 조건은 액비 1 : 40일때 목화솜은 처리 농도가 0.5%, 침지 시간 10분, 침지 온도 30℃이며, 폴리에스테르솜은 처리 농도 2.0%, 처리 시간 30분, 침지 온도 30℃이며 양모솜은 처리 농도 1.5%, 처리 시간 20분, 침지 온도 60℃로 나타났다.

5. 항미생물 가공한 솜의 내세탁성은 목화솜과 양모솜의 경우 1, 5, 10회 세탁을 했을 때 E. Coli에 대한 항미생물성은 세탁전의 가공솜과 거의 비슷하게 나타났으므로 세탁에 대한 내구성이 우수한 것으로 생각된다. 그러나 항미생물 가공된 폴리에스테르솜은 1회 세탁시에 항미생물성 효과가 현저히 감소하였고 5회, 10회 세탁시 점차 감소하여 10회 세탁 후에는 항미생물성 효과가 거의 없는 것으로 나타나 폴리에스테르솜의 항미생물성 효과는 세탁에 대한 내구성이 거의 없는 것으로 생각된다.

【참 고 문 헌】

- 1) 高麗實紀, “섬유제품의 위생가공,” 섬유 위생가공 세미나, 공업진흥청, 국립공업시험원, 서울중부 염색공업협동조합. 1987.
- 2) 김은정, “유기실리콘 제4급 암모늄염에 의한 면직물의 항미생물성과 내세탁성에 관한 연구,” 이화여자대학교 대학원, 의류직물학과, 1993.
- 3) 김호정, “제4급 암모늄염에 의한 PNA 섬유염의 개질”, 한국섬유공학회지, Vol. 29, No. 10, 1992
- 4) 남운자, 피부위생학, 수학사, 1989, p239.
- 5) 백흥길, 한국섬유공학회지, Vol. 23, 1986, pp. 82-87.
- 6) 세니타이저드 위생가공, (주) 동일트레이딩 p.3
- 7) 우지형, 직물 재료의 항균방미 가공 기술과 효과 시험, 섬유기술 학회지, Vol. 12, No. 3, 1983.
- 8) 임대식, 셀룰로오스 섬유의 항미생물 가공에 관한 연구 (2), 한국 섬유공학회지, Vol. 29, No. 4, 1992, pp.274.
- 9) 임대식, “셀룰로오스 섬유의 항미생물 가공에 관한 연구(1)”, 한국섬유공학회지, Vol. 27, No. 6, 1990.
- 10) 조길수, “유기실리콘 제4급 암모늄염을 이용한 Polypropylene 부직포의 항미생물 가공”, 한국섬유공학회지, Vol. 28, No. 2, 1991.
- 11) 최석철, 피부위생학, 형설 출판사, 1991, p367.
- 12) 침장, 1991, 여름
- 13) A. M. Schwartz, J.W. Perry, and J. Berch, “Surface Active Agents and Detergents”, Vol. 2, Interscience Publisher, London, 1958
- 14) C. Barnes and J. Warden, Text. Chem. Color., 3, 52(1971)
- 15) D. D. Gagliardi, “Antibacterial Finishes” Text. Chem. Color., 51, 49(1962)
- 16) E. McNeil, J.M. Blandford, E.A. Choper, R.T. Graham, F.C.Hock E.C. Oliva, and J.C. Smith, Am. Dyest. Repr., 52, 1010(1963)
- 17) G. Domagk, Dert. Med. Wochescher, 61, 829 (1955)
- 18) H. G. Baik and K. Choo, j. Korean Soc. Text. Eng. Chem., 23, 2(1986)
- 19) J.C.N. Westwood, M.A. Mitchell, and S. Legace, Appl. Microbial., 21, 693 (1971).
- 20) J. J. Kupits, U.S. Patent, 4, 721, 511(1988)
- 21) J. W. Howard and F.A. McCord, Text. Res. J., 30, 75(1960)
- 22) K. Yasuda, K. Funabashi, and A. Chiyoda, U.S. Patent, 4, 554, 541(1985)
- 23) R. S. Mahond in “Chemical Aftertreatment of Textiles” (H. Mark, N.S. Wooding, and S.M. Atlas, Eds.), John Wiley & Sons, New York, 1971.
- 24) T.L. Vigo and M.A. Benjaminson, Text. Res. j., 51, 454(1981)
- 25) T. L. Vigo(1984), Protection of textiles from Biological Attack.,
- 26) T.L. Vigo in “Handbook of Fiber Science and Technology” (M.Lewin amd S.B. Sello, Eds.),

-
- Vol.2 Part A, Marcel Dekker, New York, 1984. bial., 30, 381(1975).
27) W.E. Kloos and M.S. Musselwhite, Appl. Micro-