

키토산 가공 솜의 항균성능의 평가

유혜자¹⁾ · 이해자²⁾

1) 서원대학교 의류직물학과
2) 한국교원대학교 가정교육과

Evaluation of Antibacterial Activities of Chitosan Treated Fiber Waddings

Hye-Ja Yoo¹⁾ and Hye-Ja Lee²⁾

1) Dept. of Clothing and Textiles, Seowon University, Chungju, Korea
2) Dept. of Home Economics, Korean National University of Education, Seoul, Korea

Abstract : The effect of chitosan on antibacterial activities of cotton, wool and polyester fibers was investigated by shake flask method. Chitosan was treated in 0.1%, 1% and 2% NaBO₃ solution to reduce the molecular weight in 4 steps. wadding of cotton, wool and polyester were treated in 0.1%, 0.3% and 0.5% of chitosan solution which were dissolved in 2% acetic acid aqueous solution. The antibacterial activities of the fiber wadding treated and untreated by chitosan against *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris* and *Staphylococcus aureus* were measured by shake flask method. On the untreated waddings, cotton showed better antibacterial activities than wool, but on the treated ones, wool showed better than cotton. The antibacterial activity of polyester was better than that of cotton or wool which preserved before and after the chitosan treatment against the three kinds of bacteria. When the chitosan treated cotton waddings was retreated in NaOH aqueous solution, their bacterial activities decreased. After laundering, the antibacterial activities of the treated cotton and wool waddings kept good, but that of the treated polyester reduced by almost half.

Key words : antibacterial effect, shake flask method, chitosan, fiber wadding

1. 서 론

근래 생활이 윤택해지면서 쾌적한 삶을 위한 고부가가치 제품에 대한 관심이 고조되고 있다. 특히 건강한 환경을 위한 기능성의 섬유 제품들이 활발하게 개발되고 있는 가운데 침구류는 무엇보다도 쾌적성, 보온성, 위생적 청결이 요구되므로 건강섬유 추구의 중요한 분야가 되고 있다.

침구류의 보온성을 위해 충전재로 쓰이는 솜은 수면 중 땀의 흡수나 침구 내의 쾌적한 온도 등으로 인해 미생물이 번식할 가능성이 매우 높으나 의류만큼 잦은 세탁을 할 수 없으므로 항균가공처리가 필요하다.

지금까지는 항균가공제로 유기실리콘 제4급 암모늄염이 연구되어 왔으며(김은정과 전동원, 1993; 백흥길과 주장, 1986; 이은영과 이해자, 1995; 임대식 등, 1992; 정재석과 백흥길, 1987; 조길수와 조정숙, 1991) 합성물질이 아닌 인체나 환경에 무해한 천연고분자물질인 키토산의 항균성능이 알려지면서 이에 대한 연구가 활발하다(김기은과 조문구,

1994; 박원호 등, 1996; 신윤숙과 민경혜, 1996; 鶴谷勝正 등 1991).

키토산은 그 사용범위가 넓어 섬유가공, 염색가공은 물론 화장품, 의학, 식품, 농업, 킬레이트수지 등 광범위하게 쓰이고 있다(김종준과 전동원, 1995; 안호근 등, 1997; Sandford, 1989). 키토산의 항균성에 대한 연구는 면직물-에의 키토산의 탈아세틸화도, 농도에 따른 항균성에 대한 연구(신윤숙과 민경혜, 1996)와 모직물에 키토산 농도 2%에서 키토산의 탈아세틸화도, 분자량에 따른 항균성을 살펴본 연구가 있다(박원호 등, 1996).

섬유제품의 항균처리의 효과를 평가하기 위해 시행되는 실험 방법(백흥길과 주장, 1986)에는 KS 0693과 AATCC, Shake Flask법이 있다.

본 연구에서는 침구나 패딩의류의 충전재로 쓰이는 솜을 키토산으로 처리한 후 비용출형 항균가공의 평가에 적합한 것으로 제시된 Shake Flask법으로 항균효과를 평가해보았다. 탈아세틸화도가 90%인 키토산의 분자량을 변화시켜서 0.1~0.5%의 농도로 면솜, 폴리에스테르솜, 양모솜에 각각 처리한 후 대장균, 요소분해균, 황색포도상구균의 3종류 공시균에 대한 항균효과를 살펴보았다.

Corresponding author: Hye-Ja Yoo
Tel. +82-43-299-8752, +82-11-547-1320, Fax. +82-43-299-8750
E-mail: hjyoo@seowon.ac.kr

Table 1. Characteristics of fibers in waddings

Material	Fineness (Denier)	Fiber length (mm)	Tensile strength (g/d)
Cotton 100%	2-3	55	1-3
Wool 100%	5-8	64	4-5.5
Polyester 100%	6-8	82	1-1.5

2. 실험

2.1. 시료 및 시약

실험에 사용한 시료는 (주)대양산업으로부터 구입한 솜으로 특성은 Table 1과 같다. 탈아세틸화도 70%인 키토산(東京化成, 日本)을 구입하여 질소기류 하에서 115°C, 40% NaOH 수용액으로 1시간 동안 탈아세틸화 반응을 한 후 묽은 초산으로 수세한 다음 물로 여러 번 수세하여 탈아세틸화도를 90%로 제조하여 사용하였다. 키토산의 탈아세틸화도는 적정법으로 측정하였다(김종준과 전동원, 1995; 안호근 등, 1997; 鶴谷 등 1991; Sandford, 1989).

사용한 시약은 다음과 같다.

- NaOH, CH₃COOH, NaBO₃, HCl, NaCl : (주)동양화학, 1급 시약
- Na₂HPO₄, NaH₂PO₄ : 純正化學, 日本, 1급 시약
- Nutrient broth, Trypticase soy broth, Agar, Peptone, Beef extract : DIFCO Lab, 미국

2.2. 키토산의 분자량하

키토산의 분자량을 낮추기 위해 0.1%, 1%, 2% 농도의 NaBO₃ 수용액에 키토산(MW : 230,000)을 각각 10g씩 넣고 40°C에서 3시간 처리한 후 수세하였으며(倉橋, 1986) 분자량은 Ubbelode 점도계를 이용하여 점성도법(鶴谷 등 1991)으로 측정하였다.

분자량이 230,000 정도인 키토산(이하는 'm1'로 함)을 0.1%, 1%, 2%의 붕산나트륨으로 처리했을 때 각각 63,000~70,000(이하는 'm2'로 함), 35,000~40,000(이하는 'm3'으로 함), 16,000~22,000(이하는 'm4'로 함)으로 나타났다.

2.3. 면솜, 양모솜, 폴리에스테르솜에의 키토산 가공처리

2% 초산수용액 (w/w)에 분자량별 키토산을 각각 중량비 0.1, 0.3, 0.5%로 넣고 교반하면서 충분히 용해시킨 후 24시간 방치하여 가공액을 준비하였다. 시료 0.75 g씩을 가공액 50 ml에 각각 넣고 실온에서 3시간 동안 침지시켰다가 pick up율이 100% 되도록 링거로 짜주었다. 가공액으로 처리한 시료들을 80°C의 오븐에서 30분간 열처리하고 물로 세척한 후 자연 건조하였다(이도익과 이광표, 1989; 이은영과 이혜자, 1995).

키토산을 필름이나 실로 제조하거나 가교 반응시킬 때 NaOH 용액으로 중화처리를 해야 하는데(鶴谷 등 1991) 이러

한 중화처리가 항균효과에 미치는 영향을 검토하기 위해 키토산을 0.1%와 0.3% 농도로 가공된 면솜을 2% NaOH 수용액으로 20°C에서 1시간 동안 침지시켜 중화시킨 후 물로 수세하고 자연 건조하였다.

2.4. 항균성 시험

항균성 시험에 사용한 공시균은 항균가공의 시험용 세균들 중에서 포유류의 장내에 정상적으로 상주하는 균으로 배설물에서 볼 수 있는 대장균(*Escherichia coli* KCTC 1039, 이하는 *E. coli*로 약함)과 장내 세균과에 속하는 균으로 요소를 급속하게 분해하는 요소분해균(*Proteus vulgaris* KCTC 2512, 이하는 *P. vulgaris*로 약함) 그리고 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus* KCTC 1916, 이하는 *S. aureus*로 약함)을 유전자 은행에서 동결건조 상태로 받은 후 재생하여 사용하였다(이은영과 이혜자, 1995; 김병희와 송화순, 2000).

37°C에서 18시간 배양한 균액을 액체 배지에 넣고 회석하여 UV-Visible 분광광도계(Kontron Uvikon 850, Swiss)를 사용하여 475 nm에서 투과율이 45±5%가 되도록 조정된 후 멸균 인산완충용액으로 100배 회석하여 시험균액을 만든다.

멸균된 삼각 플라스크에 시료 0.75 g과 시험균액 100 ml를 넣고 Shaking incubator에서 37±1°C로 1시간 동안 100 rpm의 속도로 진탕시킨 후 시험균액을 1 ml를 취하여 멸균된 0.85% NaCl 수용액으로 100배 회석시켰다. 회석시킨 시험균액 1 ml를 *E. coli*와 *S. aureus*는 Nutrient broth agar 배지에, *Proteus vulgaris*는 Trypticase soy broth agar배지에 각각 도말하여 37°C에서 18시간 배양시킨 후 콜로니수를 확인하였다. 또한 시료를 넣지 않은 시험균액들도 동일한 조건으로 진탕한 후 배양하여 콜로니의 수를 확인하였다.

미가공포와 가공포에 대해 동일한 항균 실험을 하여 균감소율을 아래의 식에 따라 산출하였다. 각 시료마다 5회씩 실험하여 얻은 균감소율의 평균값을 구하였다.

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

A : 미가공솜의 시험균액에서의 진탕 후 나타난 콜로니수

B : 가공솜의 시험균액에서의 진탕 후 나타난 콜로니수

키토산 자체의 항균효과를 확인하기 위해 용해되지 않은 키토산 0.02g과 0.05g을 각각 *E. coli* 시험균액 100 ml에 넣어 배양시킨 경우와 2%초산 수용액에 0.3% 농도로 키토산을 용해시킨 액을 1 ml, 3 ml, 5 ml씩 *E. coli* 시험균액에 각각 첨가하여 배양하였을 경우를 Shake Flask법으로 균감소율을 측정하였다.

초산 자체의 항균성을 검토하기 위해 시험균액 100 ml에 초산을 각각 3 ml, 6 ml씩 넣고 균감소율을 측정해 보았다.

2.5. 내세탁성

분자량 35,000~40,000인 키토산을 0.3% 농도로 처리한 면, 양모, 폴리에스테르 시료들의 내세탁성을 검토하였다. 시료가

직물이나 의류제품이 아닌 가공처리된 솜이므로 온화한 조건으로 세탁하였다. KS K 0021(섬유의 세탁방법 등에 관한 표시기호)의 물세탁 방법 중 106번에 근거하여 세탁건뢰도 시험기(Launder-Ometer)를 이용하여 중성세제로 30°C에서 30분간 각각 세탁하고 수세한 후 항균 효과의 변화를 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 미가공솜의 항균효과

Shake Flask법은 섬유제품의 항균효과를 평가하는 정량적인 방법의 하나로서 많이 이용되고 있다. Shake Flask법은 원액에서의 콜로니수에 대한 가공시료를 균액에서 진탕시키기 전과 후의 콜로니 감소율로써 정의하고 있다. 본 연구에서는 미가공포도 가공포와 동일한 항균 실험을 하여 균감소율을 산출하였다.

면, 양모, 폴리에스테르의 미가공 솜들을 *E. coli*, *P. vulgaris*, *S. aureus*의 각 시험균액에 넣고 Shaking Flask법으로 진탕시켰을 때와 시료들을 넣지 않고 시험균액만을 진탕시켰을 때의 배양된 콜로니 수를 확인해 보았다.

Table 2은 가공하지 않은 상태의 솜들을 넣고 진탕시킨 후의 시험균액과 시료없이 진탕시킨 각 시험균액을 고체배지에 도말하고 배양하여 확인한 콜로니의 수로서 각각 5회의 평균값이다. 같은 배양 조건 하에서 *E. coli*의 콜로니가 가장 많이 배양되었고, *S. aureus*가 다른 두 종류의 균보다 적게 배양되었다. 면솜의 경우, *E. coli*는 시험균액만 배양시켰을 때보다 더 많이 배양되었으며 양모솜은 *P. vulgaris*와 *S. aureus*가 시험균액만 배양시켰을 때보다 콜로니가 많이 배양되었다. 특히, *S. aureus*에 대해서 면솜은 내성이 있어 시험균액에 비해 36%나 콜로니의 감소를 나타낸 반면 양모솜은 시험균액에 비해 24%정도 콜로니 배양이 증가되었다.

폴리에스테르솜은 세 종류의 균에 대해 모두 시험균액보다 적게 배양되었는데, *S. aureus*는 시험균액에 비해 54%나 감소되었으며 *E. coli*는 26%, *P. vulgaris*는 16%가 각각 감소된 것으로

나타났다. 폴리에스테르는 미가공상태에서 다른 섬유에 비해 배양되는 콜로니의 수가 적게 나타났는데 이는 폴리에스테르가 면이나 양모와는 달리 합성물질로서 shake flask method의 배양 조건이 균이 자라기에 적절치 않은 환경 때문에 이로 판단된다.

3.2. 키토산의 항균효과

키토산 자체의 항균효과를 확인하기 위해 용해되지 않은 키토산과 초산 용액에 용해시킨 키토산의 항균효과를 검토해 보았다. Table 3은 키토산 0.02 g과 0.05 g을 *E. coli* 시험균액 100 ml에 넣어 배양시킨 경우와 2%초산 용액에 0.3% 농도로 키토산을 용해시킨 액을 1 ml, 3 ml, 5 ml씩 *E. coli* 시험균액에 각각 첨가하여 배양하였을 경우의 항균 효과를 비교한 결과이다.

키토산으로 배양시킨 경우는 항균효과가 전혀 나타나지 않았으며 2%초산 용액에 키토산을 용해시킨 경우에는 100%의 균감소율을 나타내 완전한 항균효과를 보여주었다. 0.3% 키토산 초산용액 1 ml, 3 ml, 5 ml에는 키토산이 각각 0.003 g, 0.009 g, 0.015 g씩 용해되어 있었다.

솜이나 직물에 대한 키토산 가공포가 항균효과를 나타내는 것은 키토산을 초산 수용액에 용해시킴으로써 아미노기가 초산과 조염결합을 함으로써 4급 암모늄염이 되기 때문이다. 즉, 용해되지 않은 키토산은 항균 효과가 발휘되지 못하며 산에 의해 용해되어야만 항균 효과가 나타날 수 있다는 것을 알 수 있다.

한편 초산 자체의 항균성을 검토하기 위해 시험균액 100 ml에 초산을 각각 3 ml, 6 ml씩 넣고 균감소율을 측정해 보았으나 0%로 초산에 의한 항균효과는 전혀 나타나지 않았다.

3.3. 키토산의 농도와 분자량에 따른 항균효과

솜이나 직물에 키토산을 가공하는데 있어 키토산의 처리농도는 상당히 중요하다. 일반적으로 키토산의 분자량이 크고 처리 농도가 높아지면 섬유나 직물의 인장 특성과 전단 특성, 굽힘 특성 등이 영향을 받아 Tensile energy값이 감소하고 전단

Table 2. The number of colonies of control fiber waddings

	<i>E. coli</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>S. aureus</i>
Neutralizing solution (including bacteria)	318	188	70
Cotton	373	186	45
Wool	292	191	87
Polyester	236	157	32

Table 3. Antibacterial Effects of chitosan and chitosan-acetic acid solution

	Chitosan		Chitosan-acetic acid solution		
	0.02 g	0.05 g	1 ml	3 ml	5 ml
Reduction ratio(%) of <i>E. coli</i> colonies	0	0	100	100	100

Table 4. The Reduction ratio (%) of *E. coli* colonies on cotton, wool and polyester fiber waddings treated with chitosan

Fiber	0.1%				0.3%				0.5%			
	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4
Cotton	78	91	94	92	98	99	100	98	100	100	100	100
Wool	84	90	96	97	100	100	100	100	100	100	100	100
Polyester	97	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100

molecular weight; m1:230,000, m2:63,000~70,000, m3:35,000~40,000, m4:16,000~22,000

강성, 굽힘 강성이 증가하여 표면 변화를 가져오며 압축탄성에 영향을 주는 경향이 있다고 보고하고 있다(김종준 등, 1995; 이현주와 전동원, 1999).

솜은 침구류나 의류의 충전재로 이용되므로 압축탄성은 필히 요구되는 특성이므로 키토산 가공으로 인해 솜의 압축탄성이 영향을 받지 않도록 농도 0.5%이하의 낮은 농도로 처리하였다. 한편 같은 농도라 해도 키토산의 분자량에 따라 섬유 내부로의 침투와 확산 정도가 다르므로 키토산의 분자량을 230,000, 63,000~70,000, 35,000~40,000, 16,000~22,000로 변화시켜서 가공처리하여 항균 효과를 비교하여 보았다.

Table 4는 면, 양모, 폴리에스테르 솜을 다양한 분자량의 키토산으로 농도를 달리한 가공액으로 처리한 후 *E. coli*에 대한 항균효과를 측정된 결과이다.

*E. coli*는 솜의 종류와 키토산의 분자량에 관계없이 0.3% 이상의 키토산 농도에서 100%에 달하는 균감소율을 보였으며 폴리에스테르는 키토산의 농도나 분자량과 관계없이 97~100%의 균감소율을 나타냈다. 그러나 면솜과 양모솜을 0.1%의 낮은 농도로 처리했을 때는 항균효과도 감소하였으며, 특히 분자량이 높은 경우에 균감소율이 낮게 나타났다.

분자량이 높은 키토산의 가공액은 점도가 높아 가공액이 섬유 내부로의 확산이 어려우므로 항균효과가 동일하다면 가능한 분자량이 낮은 키토산을 사용해야 균일한 가공효과를 얻을 수 있다. 면과 양모와 폴리에스테르솜 모두 키토산 처리에 의해 *E. coli*에 대해서는 분자량이 63,000~70,000 정도이하라면 0.1%의 낮은 농도에서도 우수한 항균 효과를 얻을 수 있었다.

Table 5는 키토산 분자량과 가공 농도에 따른 *P. vulgaris*에 대한 균감소율을 나타낸 것이다.

면솜은 키토산 농도에 따라 차이가 있었고 농도가 높을수록 우수한 항균효과를 보였는데, 0.3% 이상의 농도에서 *P. vulgaris*에 대해 안정된 항균효과를 얻을 수 있었다. 특히 면솜을 0.1%의 저농도 가공액으로 처리했을 때 키토산의 분자량에 따른 항균효과를 고찰할 수 있었다.

즉, 가공에 사용된 키토산의 분자량이 높을수록 항균효과가 낮게 나타났는데, 이는 키토산의 분자량이 크면 가공액의 점도가 높아서 면솜의 섬유로 흡수되는 키토산의 양이 항균효과가 발휘되기 위해 요구되는 키토산의 양보다 적기 때문에 판단된다.

양모솜이 면솜에 비해 *P. vulgaris*에 대해 높은 항균효과를 나타냈으며 폴리에스테르솜은 앞서 고찰한 미가공솜의 경우에도 다른 솜에 비해 좋은 항균성이 나타났으며 가공솜의 경우에도 분자량이나 농도에 상관없이 우수한 항균효과가 나타났다.

Table 6에 나타났듯이 *S. aureus*에 대한 솜의 종류별, 분자량별 항균성이 *P. vulgaris*와 유사하다. 면솜은 *P. vulgaris*의 경우와 마찬가지로 키토산 농도에 따라 차이가 나타나 농도가 높을수록 우수한 항균효과를 보였으며, 0.5% 농도에서 *S. aureus*에 대해 안정된 항균효과를 얻을 수 있었다.

면솜의 경우 역시 *P. vulgaris*와 마찬가지로 저농도 가공시에 분자량에 따른 항균효과 차이가 나타나 키토산의 분자량이 높을수록 항균효과가 낮게 나타났다. 양모솜은 0.1%에서는 항균효과가 낮고 불안정하게 나타났으나 0.3% 이상에서는 *S. aureus*에 대해 100%의 균감소율을 나타냈다.

폴리에스테르솜은 전 농도 영역에서 *S. aureus*에 대해 우수한 항균효과를 발휘하고 있는데 이는 미가공 솜 자체가 *S. aureus*에 대한 항균성이 50%이상인 것이 이미 앞서 확인되었으며 이로써 폴리에스테르솜은 *S. aureus*에 대한 내성이 우수하다고 할 수 있다.

면솜과 양모솜의 키토산 가공의 항균효과를 비교해보면 미가공솜의 경우 면솜의 항균성이 양모솜보다 높았는데 가공 후에는 양모솜의 항균성이 더 높고 안정적인 것으로 나타났다. 양모솜의 가공액 흡수 및 침투가 면솜보다 우수해서 많은 양의 가공액을 섬유 내에 함유할 수 있기 때문이며, 폴리에스테르솜은 가공을 하지 않았을 때도 다른 종류의 솜보다 항균성을 지니고 있었으므로 적은 양의 가공액만 함유해도 충분한 항균효과를 발휘하는 것으로 판단된다.

Table 5. The reduction ratio (%) of *P. vulgaris* colonies on cotton, wool and polyester fiber waddings treated with chitosan

Fiber	Chitosan 0.1%				Chitosan 0.3%				Chitosan 0.5%			
	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4
Cotton	65	85	85	77	87	99	99	97	100	99	100	99
Wool	90	100	100	94	100	100	100	100	100	100	100	100
Polyester	97	99	98	97	100	99	99	96	100	100	99	100

molecular weight m1:230,000 m2:63,000~70,000, m3:35,000~40,000, m4:16,000~22,000

Table 6. The reduction ratio (%) of *S. aureus* colonies on cotton, wool and polyester fiber waddings treated with chitosan

Fiber	Chitosan 0.1%				Chitosan 0.3%				Chitosan 0.5%			
	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4	m1	m2	m3	m4
Cotton	55	69	66	71	90	87	95	99	92	100	100	97
Wool	82	93	85	94	100	100	99	100	100	100	100	100
Polyester	98	100	100	95	99	98	100	100	100	100	100	100

molecular weight; m1:230,000, m2:63,000~70,000, m3:35,000~40,000, m4:16,000~22,000

Table 7. Reduction ratio of colonies (%) of the chitosan-treated cotton fiber wadding after NaOH treatment

	<i>E. coli</i>		<i>S. aureus</i>	
	0.1%	0.3%	0.1%	0.3%
m1	52	76	52	70
m2	26	89	72	58
m3	81	87	42	50
m4	10	79	72	48

molecular weight; m1:230,000, m2:63,000~70,000, m3:35,000~40,000, m4:16,000~22,000

Table 8. Reduction ratio (%) of colonies of chitosan treated fiber waddings after washing

	<i>E. coli</i>		<i>P. vulgaris</i>		<i>S. aureus</i>	
	Before washing	After washing	Before washing	After washing	Before washing	After washing
Cotton	100	93	99	90	95	90
Wool	100	95	100	92	99	95
Polyester	100	57	99	48	100	61

3.4. NaOH 후처리에 따른 항균효과

키토산으로 필름을 제조하거나 직물을 키토산으로 가공할 때 (鶴谷 등 1991), 키토산을 가교반응시킬 때(이현주과 전동원, 1999) 중화를 위해 NaOH 용액으로 처리하게 된다.

Table 7은 키토산을 0.1%와 0.3% 농도로 가공된 면솜을 NaOH로 처리를 한 후의 항균효과를 검토한 결과이다. 키토산으로 가공했을 때의 면솜은 NaOH 후처리에 의해 항균효과가 저하되었는데 이는 키토산의 초산염의 일부가 탈리하였기 때문으로 판단된다. NaOH 용액으로 처리하게 되는데, 이럴 경우 항균효과는 감소할 것으로 판단된다.

3.5. 키토산 가공솜의 세탁성

분자량 35,000~40,000인 키토산을 0.3% 농도로 처리한 면, 양모, 폴리에스테르 시료들을 중성세제로 30분간 세탁하여 항균효과의 내세탁성을 검토한 결과를 Table 8에 나타냈다.

세 종류의 균에서 동일한 결과가 나타났는데, 면솜과 양모솜은 세탁 후에도 좋은 항균효과를 보여준 반면 폴리에스테르는 항균효과가 거의 반으로 감소되었다. 이는 키토산의 NH₂가 면이나 양모의 -OH기와는 강한 수소결합을 형성하며 양모의 카르보닐기와는 이온결합을 형성할 수 있으므로 우수한 내구성을 나타낸 것이다. 그러나 폴리에스테르는 화학적 결합을 기대할 수 없고 단순한 물리적 부착을 하기 때문에 세탁의 내구성을 기대하기 어렵다.

4. 결 론

천연고분자 물질 키토산의 탈아세틸화도를 90%로 고정하고 분자량을 달리하여 농도를 0.1, 0.3, 0.5%로 하여 솜에 가공처

리하여 항균성을 살펴보았다. 솜의 종류로는 면솜, 양모솜, 폴리에스테르솜 3종류로 하였으며 공시균으로는 *E. coli*, *P. vulgaris*, *S. Aureus*의 3 종류를 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 가공하지 않은 상태의 솜과 시험균액만의 항균성을 Shake Flask법으로 측정하여 비교해 본 결과, 미가공 상태에서는 *E. coli*는 배양된 콜로니의 수가 *P. vulgaris*와 *S. aureus*에 비해 콜로니가 많이 배양되었으며 *P. vulgaris*와 *S. aureus*는 면솜보다 양모솜에서 콜로니가 많이 배양되었다. 면솜의 경우, *E. coli*는 시험균액만 배양시켰을 때보다 콜로니가 더 많이 배양되었으며 *S. aureus*에 대해서는 시험균액에 비해 콜로니의 감소를 나타냈다. 양모솜은 시험균액만 배양시켰을 때보다 대체로 콜로니가 증가되어 면솜보다 양모솜에서 폴리에스테르솜은 세 종류의 균에 대해 모두 시험균액보다 적게 배양되었으며 *S. aureus*는 시험균액에 비해 50% 이상 감소되었다. 폴리에스테르솜유는 가공을 하기 전에도 균에 대해 항균성을 지니고 있는 것으로 나타났다.

2. 키토산 자체의 항균효과를 확인하기 위해 용해되지 않은 키토산과 초산 용액에 용해시킨 키토산의 항균효과를 검토해보았다. 키토산으로 배양시킨 경우는 항균효과가 전혀 나타나지 않았으며 2%초산 용액에 키토산을 용해시킨 경우에는 100%의 균감소율을 나타내 완전한 항균효과를 보여주었다. 즉, 용해되지 않은 키토산은 항균 효과가 발휘되지 못하며 산에 의해 용해되어야만 항균 효과가 나타날 수 있다는 것을 알 수 있다.

3. 면, 양모 폴리에스테르솜을 키토산으로 가공했을 경우, 키토산 농도에 따라 차이가 있었고 농도가 높을수록 우수한 항균효과를 보였는데, 면솜은 *E. coli*와 *P. vulgaris*는 0.3% 이상의 농도에서, *S. aureus*에 대해서는 0.5% 농도에서 안정된 항균효과를 얻을 수 있었다. 양모솜은 0.1%에서는 항균효과가 불안정하게 나타났으나 0.3% 이상에서 세 종류의 균에 대해 모두 안정적인 항균효과를 얻을 수 있었다. 본 실험에 사용한 키토산의 분자량의 범위 내에서는 분자량이 농도에 비해 항균효과에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었을 뿐 아니라 균의 종류나 키토산의 농도와 분자량 등에 상관없이 모든 가공의 조건에서 우수한 항균효과를 나타냈다.

면솜과 양모솜의 키토산 가공의 항균효과를 비교해보면 미가공솜의 경우 면솜의 항균성이 양모솜보다 높았는데 가공 후에는 양모솜의 항균성이 더 높고 안정적인 것으로 나타났다. 폴리에스테르솜은 가공을 하기 전에도 균에 대해 항균성을 지니고 있는 것으로 확인되었을 뿐 아니라 균의 종류나 키토산의 농도와 분자량 등에 상관없이 모든 가공의 조건에서 우수한 항균효과를 나타냈다.

4. 키토산으로 가공된 면솜을 NaOH로 후처리를 했을 때는 항균효과가 저하되었다.

5. 항균효과의 내세탁성을 검토하기 위해 항균 처리한 시료들을 중성세제로 세탁한 결과, 면솜과 양모솜은 세탁 후에도 좋은 항균효과를 보여 주었으나 폴리에스테르는 항균효과가 거의 반으로 감소되었다.

감사의 글: 본 논문은 2001년도 서원대학교 응용과학연구소에서 지원한 연구비로 조성되었습니다.

참고문헌

김기은·조문구 (1994) 천연자원에서 추출한 키틴함량과 키토산의 항균활성. *산업미생물학회지*, **22**(6), 643-645.

김병희·송화순 (2000) 삼백초의 염색성 및 항균성 (I). *대한가정학회지*, **38**(3), 1-10.

김은정·전동원 (1993) 유기실리콘 제4급 암모늄염에 의한 면직물의 항미생물성과 내세탁성에 관한 연구. *한국생활과학논총(이화여자대학교 논문집)* **51**, 161-176.

김종준·김신희·전동원(1995), 키토산으로 처리한 면직물의 태의 변화에 관한 연구. *한국섬유공학학회지*, **32**(8), 782-789.

김종준·전동원 (1995) Chitin과 Chitosan의 특성 및 응용. *한국섬유공학학회지*, **32**(4), 309-316.

박원호·이근용·최진현·하완식·장보현 (1996) 키토산으로 처리한 양모 직물의 특성 분석(I)-항미생물 및 소취 특성. *한국섬유공학학회지*, **33**(10), 855-860.

백홍길·주 강(1986) 섬유제품의 항균방취가공. *한국섬유공학학회지*, **23**(2), 82-87.

신윤숙·민경혜 (1996) 키토산을 이용한 면직물의 항균가공(I). *한국섬유공학학회지*, **33**(6), 487-491.

안호근·라덕관·문일식 (1997) 폐 계 새우껍질로부터 키토산의 직접제조에 관한 연구. *대한환경공학학회지*, **19**(6), 833-842.

이도익·이광표 (1989) 2%초산에 용해시킨 Chitosan 용액의 유동학적 특성. *중앙대학교 약학논총*, **3**, 43-54.

이은영·이혜자 (1995) 이불솜의 종류에 대한 유기실리콘 제4급암모늄염의 항미생물성 효과 비교연구. *대한가정학회지*, **33**(3), 243-254.

이현주·전동원 (1999) 키토산 가공직물의 공기투과도에 관한 연구. *한국섬유공학학회지*, **36**(6), 478-488.

임대식·손미영·조길수·채희주 (1992) 셀룰로오스 섬유 의 항미생물 가공에 관한 연구(II). *한국섬유공학학회지*, **29**(4), 69-76.

정제서·백홍길 (1987) 계면활성제가 유기실리콘 제4급암모늄염의 항균성에 미치는 영향. *단국대학교 논문집*, **21**, 347-358.

조길수·조정숙 (1991) 유기실리콘 제4급 암모늄염을 이용한 Polypropylene부직포의 항미생물 가공. *한국섬유공학학회지*, **28**(2), 33-40.

KS K 0693, 직물의 항균도 시험방법.

倉橋五男·谷邊博昭·川村佳秀·瀬尾寛 (1986) 低分子化キトサンの製造方法. 日本公開特許, 昭61-40303.

鶴谷勝正·吉川斌·田島純一·石井美治 (1991) キトサン膜とその抗菌性. *纖維學會誌*, **47**(4), 190-197.

Sandford, P. A. (1989) "Chitin & Chitosan". Elsevier, pp51-69.

AATCC Test Method-100-1999.

(2001년 7월 6일 접수)