

<研究論文(學術)>

키토산과 콜라겐의 혼합물로 처리한 폴리에스테르 직물의 항균성 및 물성

박수미 · 오수민 · 송화순

숙명여자대학교 가정대학 의류학과

(1999년 6월 23일 접수)

Antimicrobial Activity and Physical Properties of Polyester Fabric Treated with Mixture of Chitosan and Collagen

Soo Mi Park, Soo Min Oh, and Wha Soon Song

Dept. of Clothing & Textile, Sookmyung Women's University

(Received June 23, 1999)

Abstract—The purpose of this study is to develop multifunctional fabric that has improved antimicrobial activity and reduction rate of gas by treatment of mixture of chito colla and crosslinking material for polyester.

The surface morphology of treated PET fabric was studied by scanning electron microscopy(SEM). The properties of the PET fabric, such as antimicrobial activity, whiteness, moisture regain, water absorption and static voltage, and handle were investigated.

Antimicrobial activity of treated PET fabric was proved 99%. The surface of treated PET fabric showed harshness and irregularity. The whiteness of treated PET fabric on the baking condition was decreased as time and temperature was increased. The moisture regain of treated PET fabric equally was maintained. Water absorption and static voltage of treated PET fabric were improved. KOSHI of treated PET fabric was increased compared with the untreated PET fabric B/W of treated PET fabric was improved compared with the untreated PET fabric and 2HB/B of treated PET fabric were reduced.

1. 서 론

최근 섬유제품의 악취 및 균증식을 억제하는 위생가공에 대한 소비자의 요구가 커짐에 따라 고

기능성 섬유제품을 개발하기 위한 항균가공이 다각적으로 이루어지고 있다. 그러나, 유기·무기 항균제의 대부분은 환경오염 문제를 유발하고, 섬유에 잔류시 피부에 부작용을 일으킬 수 있어 문제

점으로 지적됨에 따라 이를 개선시키기 위한 대체 가공제로, 인체와 환경에 친화력이 있으며, 다기능성을 가진 키토산에 관심이 집중되고 있다.

천연자원으로부터 추출한 키토산은 인체 안전성이 높으며, 생분해성을 가지고 있어 환경에 무해하면서도 키토산 단일 처리로 우수한 항균성 부여와 태의 개선, 대전방지 등의 효과를 나타내어 고기능성 섬유로 발전시킬 수 있는 가공제로 기대되고 있다^{1~4)}.

키토산에 대한 연구로 Kensuke⁵⁾ 등은 키토산의 결정 구조와 키토산의 액정 생성시의 결정 구조 등 키토산과 키토산의 구조에 대해 연구하였으며, Hiroshi⁶⁾는 키토산과 키토산의 성형가공기술과 응용에 대한 가능성을 보고하였다. 또한 Seiichi⁷⁾ 등은 다양한 탈아세틸화도에 따른 특성과 제조에 대한 연구를 보고하였다. 그 밖에 김⁸⁾과 이⁹⁾, Toshimari¹⁰⁾등도 키토산의 응용 방안에 대해 다각적으로 연구하였다.

본 연구에서는 폴리에스테르 직물을 스포츠 웨어로 활용시 쾌적성을 향상시키고자 키토콜라에 내구성을 높이기 위한 가교제를 첨가하여 복합·다기능 섬유로 활용하고자 하였다.

2. 실험방법

2.1 시료 및 시약

시료는 염색견뢰도 시험용 폴리에스테르 (KS K 0905 이하 PET)를 사용하고 가공제로는 키토콜라 - α (일본이화(주))를 사용하였다.

키토콜라 - α 는 NB-A:키토산, 콜라겐 폴리펩티드(이하 '키토콜라'라 한다.), NB-B1:실리콘, 폴리우레탄, NB-B3 메틸화 메티콜 멜라민, NB-B4:알카놀 아민염 아세트산, 특수 수용성 고분자로 구성되어 있으며, 탈아세틸화도는 78~85%, 점도는 5~10cps인 키토콜라 - α 를 제공받았다. 항균성 시험에 사용된 시약으로 nutrient agar (DIFCO Lab., Detroit MI USA 이하 동일), nutrient broth, brain heart infusion agar, tryptone glucose extract agar를 사용하였다. 또한 disodium phosphate와 monosodium phosphate, sodium chloride는 모두 1급 시약을 사용하였다. 세제는 KS M 2704에 준하여 사용하였다.

2.2 키토콜라 처리

키토콜라 - α 의 처리는 NB-B1:3.5%, NB-B3:0.5%, NB-B4:1%, NB-A1(키토콜라)는 3, 5, 7, 9, 11%로 하였으며, NB-A1의 농도에 따라 물을 92, 90, 88, 86, 84%로 하였다. 액비는 1:100으로 1시간 침지시킨 후, pick up율을 110%로 하여, 60°C에서 30분간 건조, 120°C에서 90초간 열처리하였다.

2.3 항균성

병원성 세균인 *Staphylococcus aureus*(ATCC 6538)를 공시균으로 하여 정량적 방법인 관수측정법과 정성적인 방법인 Halo Test로 키토콜라 농도, 세탁횟수, 재사용 횟수변화에 따른 항균성을 측정하였다.

Terg-O-Tometer로 상온에서 세제 농도 0.2%, 교반 속도 40 r.p.m., 액비 100:1로 세탁한 후, 세탁에 따른 항균성을 측정하였다.

2.4 표면형태 관찰 및 물성 분석

표면형태는 주사전자 현미경(JEOL Co. 일본)을 사용하여 2000배율로 관찰하였고, 색차측정기(UV-Vis Spectrometer Varian Cary05E)를 사용하여 ISO 105-J02 방법으로 온도, 시간변화에 따른 백도를 측정하고, KS K 0220에 준하여 수분율을 측정하였다. JIS L-1096에 규정된 측정방법 중 적하법으로 흡수성을 측정하고, KS K0555에 준하여 Rotary Static Tester Model REP-II (Daiei Kagak Seiki)를 이용하여 마찰대전압을 측정하였다. 태 측정은 Kawabata Evaluation System for fabrics(KATO, Tech., Co., Ltd, 이하 KES-FB라 함)을 사용하여 역학적 특성치 16개 항목을 측정한 후, 남성용 겨울 드레스 셔츠 용도의 식인 KN 202-DS에 의해서 감각평가치(H.V.) 즉 KOSHI를 구하였고, 역학적 특성치로부터 의복 착용시 형태와 변형에 관한 기본특성치를 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 키토콜라 처리에 의한 항균성

Fig. 1, 2, 3는 키토콜라의 농도에 따른 항균성,

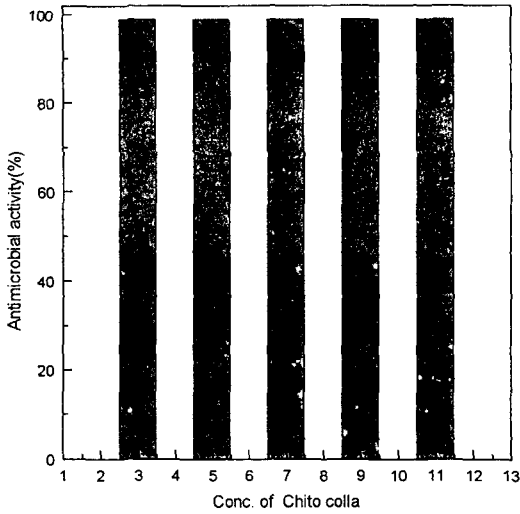


Fig. 1 Effect of the conc. of chito colla on the antimicrobial activity;
 treatment condition:20 ℃, 60min
 predrying condition:60 ℃, 30min
 curing condition:120 ℃, 90sec

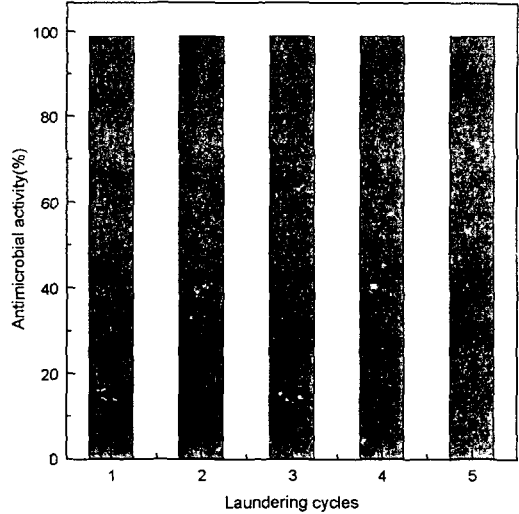


Fig. 2 Effect of laundering cycles on the antimicrobial activity;
 treatment condition:20 ℃, 60min
 predrying condition:60 ℃, 30min
 curing condition:120 ℃, 90sec

키토콜라 5%로 처리한 후 세탁횟수에 따른 항균성, 재사용 횟수에 따른 항균성을 균수측정법에 의해 측정한 것으로, 모두 99%의 높은 항균성을 나타냈다. Fig. 4는 키토콜라의 농도에 따른 항균력을 Halo test에 의한 항균성을 측정한 결과로 미처리는 무균지대가 나타나지 않는데 비해 키토콜라로 처리한 경우는 농도가 증가할수록 무균지대가 점차 넓게 나타나 키토콜라의 우수한 항균을 입증할 수 있었다.

3.2 주사전자 현미경(SEM)에 의한 표면형태

Fig. 5는 키토콜라 처리한 PET섬유의 측면형태를 관찰한 사진이다. 미처리와 비교해 볼 때 키토콜라가 균일하게 부착되어 있는 것을 확인할 수 있다. 또한, 농도가 증가함에 따라 과잉 흡착에 의한 거칠고 불규칙한 형태를 보이고 있다. 따라서, 기타 물성을 고려하여 7% 이하로 처리하는 것이 바람직하리라고 생각한다.

3.3 키토콜라 처리시 폴리에스테르 직물의 물성

3.3.1 백 도

Fig. 6, 7은 키토콜라 5%일 때 열처리 시간, 온

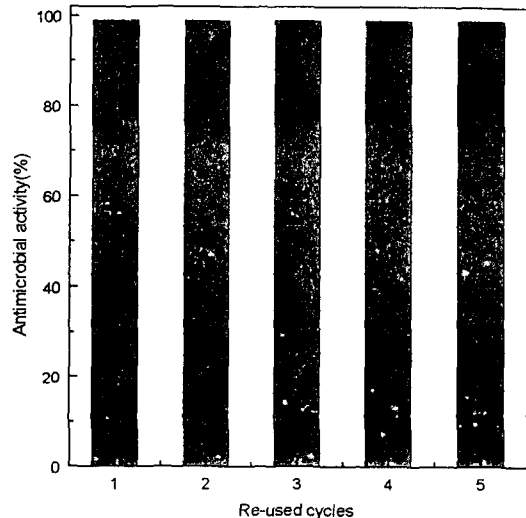


Fig. 3 Effect of re-used cycles on the antimicrobial activity;
 treatment condition:20 ℃, 60min
 predrying condition:60 ℃, 30min
 curing condition:120 ℃, 90sec

도 변화에 따른 PET직물의 백도를 관찰한 결과이다. 열처리는 키토콜라의 고착을 위한 과정으로

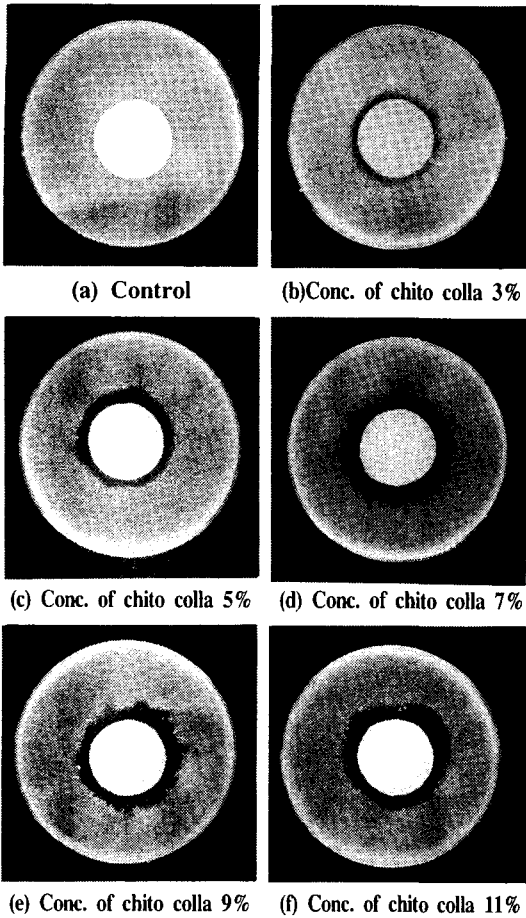


Fig. 4 Variation of halo form on the conc. of chito colla.

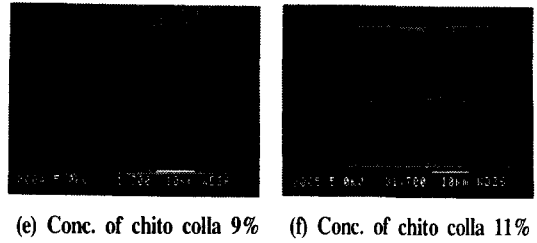
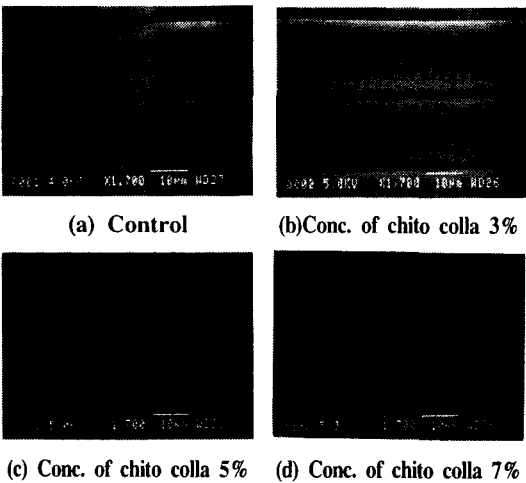


Fig. 5 SEM photograph of PET fiber treated with chito colla.

세탁에 대한 항균성과 밀접한 관계를 가지므로 반드시 필요하지만, 열처리 시간과 온도를 급격히 증가시킬 경우, 황변이 심화되어 직물로써의 가치가 감소된다. 따라서, 백도 및 기타 물성에 미치는 영향을 고려하여 열처리 조건은 100~150℃에서, 90~120초를 초과하지 않도록 처리하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

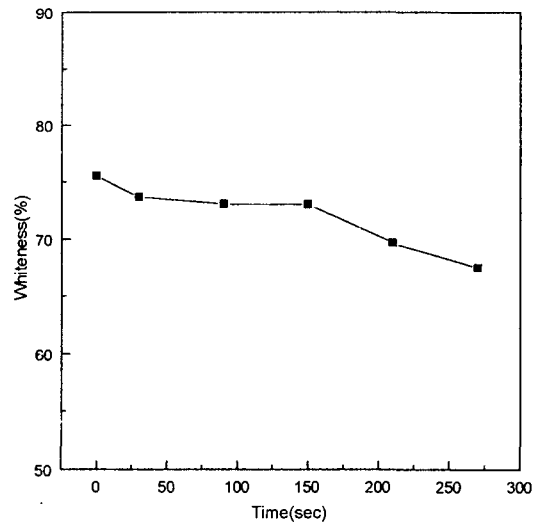


Fig. 6 Variation of whiteness on the baking time;
 treatment condition:20℃, 60min
 predrying condition:60℃, 30min
 curing temperature:120℃

3.3.2 수분율

Fig. 9는 키토콜라 처리시 PET직물의 수분율을

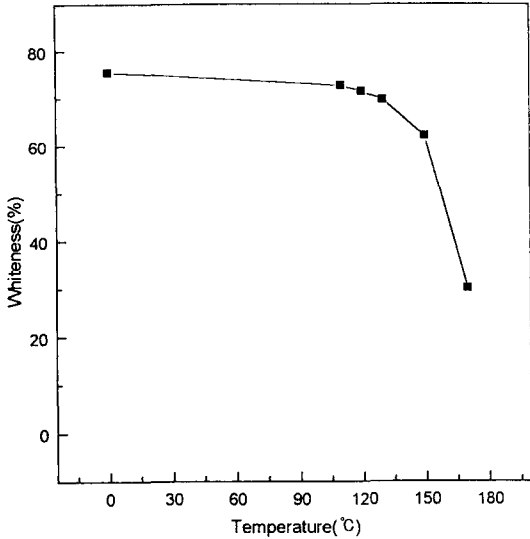


Fig. 7 Variation of whiteness on the baking temperature;
 treatment condition:20 °C, 60min
 predrying condition:60 °C, 30min
 curing time:90sec

주지는 못하는 것으로 나타났다. 이는 폴리우레탄 가교제의 사용으로 수분율이 저하되리라는 예상과 달리 키토콜라의 영향으로 수분율의 저하를 완화 해 준 것으로 생각된다.

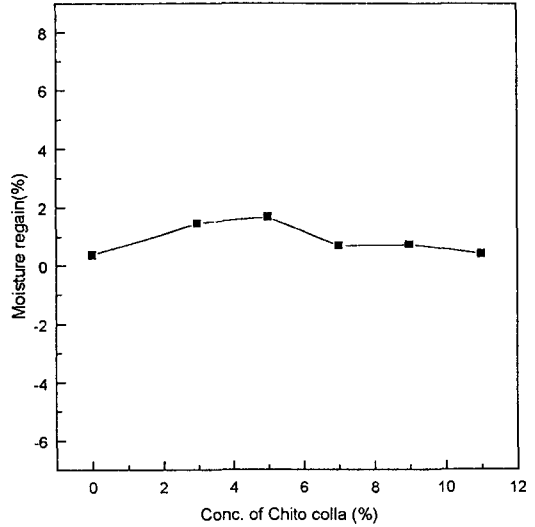


Fig. 9 Variation of moisture regain on the conc. of chito colla;
 treatment condition:20 °C, 60min
 predrying condition:60 °C, 30min
 curing condition:120 °C, 90sec

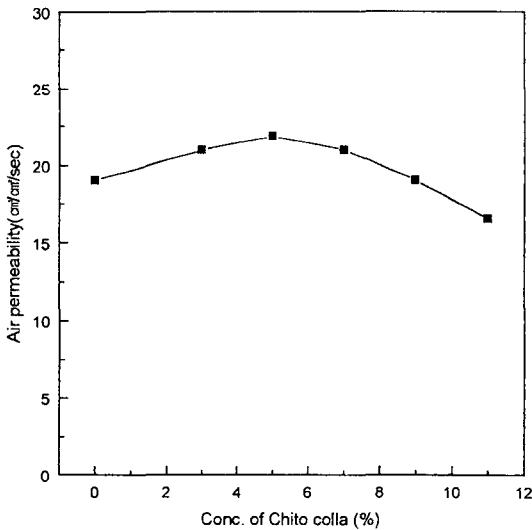


Fig. 8 Variation of air permeability on the conc. of chito colla;
 treatment condition:20 °C, 60min
 predrying condition:60 °C, 30min
 curing condition:120 °C, 90sec

측정한 결과로, 수분율의 변화가 거의 나타나지 않아 키토콜라 처리가 수분율의 증가에 큰 영향을

3.3.3 흡수성

Fig. 10은 키토콜라 처리시 키토콜라 처리에 의해 PET직물의 흡수속도가 급격히 빨라지는 것으로 나타났다. 이는 키토콜라 처리시 흡수성이 매우 낮은 PET직물 표면에 키토콜라가 부착되면서 물과 접촉할 수 있는 다공구조가 잘 발달되어 흡수속도가 빨라진 것으로 생각된다.

3.3.4 마찰대전압

Fig. 11은 키토콜라 처리시 마찰대전압을 측정 한 결과로 미처리에 비해 현저하게 감소하였으며, 농도의 증가에 따른 차이가 나타나지 않았다. 따라서, 저농도의 키토콜라 사용으로도 충분한 대전 방지 효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

3.3.5 태촉성

(1)역학적 특성 및 감각 평가치

Table 1은 키토콜라 처리시 PET직물의 역학적 특성치 변화를 측정한 결과이다. 인장특성 변화에

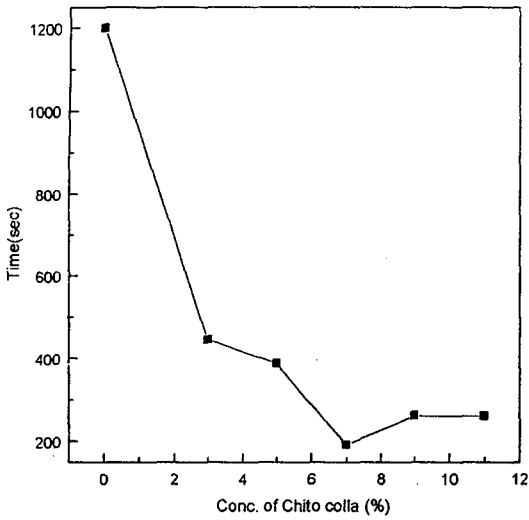


Fig. 10 Variation of absorption time on the conc. of chito colla; treatment condition:20 °C, 60min predrying condition:60 °C, 30min curing condition:120 °C, 90sec

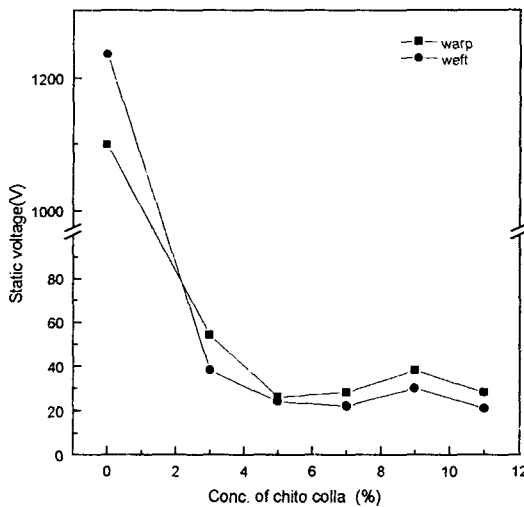


Fig. 11 Variation of static voltage on the conc. of chito colla; treatment condition:20 °C, 60min predrying condition:60 °C, 30min curing condition:120 °C, 90sec

서 LT(선형도)는 키토콜라의 농도가 증가할수록 대체로 증가하는 경향으로 나타났고, WT(단위면적당의 인장에너지)와 RT(회복도)는 미처리에 비

해 키토콜라 처리시 감소되는 것으로 나타났다. 따라서 키토콜라 처리로 직물변형이 미처리보다 어려워졌다. 전단특성은 G(전단강성), 2HG(전단각 $\Phi=0.5$ degree에서의 이력), 2HG5($\Phi=0.5$ degree 일때의 이력) 모두 미처리에 비해 증가하는 것으로 나타나, 키토콜라 및 가교제의 특성으로 인한 회복특성이 다소 나빠졌다. 굽힘특성은 B(단위길이당의 굽힘강성), 2HB(단위길이당의 이력모멘트) 모두 미처리에 비해 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 낮은 반발탄력성으로 인해 굽힘회복이 어려워졌다. 압축특성의 변화에서 LC(선형도)는 대체적으로 미처리보다 다소 감소되었고, WC(압축에 필요한 에너지)와 RC(회복도)는 미처리에 비해 모두 증가하였다. 이는 키토콜라와 가교제로 인해 표면이 견고해져 압축에 의한 형태안정성이 향상된 것으로 나타났다. 표면특성의 변화에서 MIU(마찰계수의 평균치), SMD(표면거칠기의 평균편차)는 미처리에 비해 키토콜라 처리시 키토콜라의 농도에 따라 순차적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 키토콜라의 농도가 증가할수록 과잉 흡착으로 인해 표면이 점차 거칠어졌기 때문으로 생각된다. 두께와 무게의 변화는 모두 미처리에 비해 키토콜라 처리시 모두 증가하였다.

Fig. 12의 KOSHI(stiffness)는 미처리보다 키토콜라 처리시 모두 증가하는 경향으로 나타났다. 이는 굽힘강성(B)의 증가에 영향을 받아 직물이 뻣뻣해진 것으로 생각된다.

(2) 의복착용시의 형태와 변형에 관한 기본 특성치

B/W는 단위면적당 중량(W)에 대한 굽힘강성(B)의 비로 미처리에 비해 키토콜라 처리시 모두 증가하는 것으로 나타났다. 이는 드레이프성과 관련된 결과로 키토콜라 처리시 드레이프성은 다소 감소하는 것으로, 직물이 늘어질 때의 형태안정성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다(Table 2).

2HB/B는 굽힘(bending) 성분에 있어서 탄성성분과 hysteresis성분의 비를 나타내는 것으로 형무너짐 및 주름을 나타내는 값이다. 즉, 미처리에 비해 키토콜라 처리시 모두 감소한 것으로 나타나, 형무너짐 및 주름이 미처리에 비해 안정적인 것으로 나타났다.

Table 1. Variation of mechanical characteristic values on the conc. of chito colla

Properties	Parameter	Concentration(%)					
		control	3%	5%	7%	9%	11%
Tensile	LT	0.894	0.867	0.884	0.951	1.111	1.028
	WT	0.12	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09
	RT	58.3	56.2	62.5	57.8	55.6	48.1
Shearing	G	1.58	3.04	4.13	4.19	2.60	2.29
	2HG	0.79	2.52	3.41	3.42	4.21	2.94
	2HG5	7.56	8.89	10.66	10.91	8.27	8.23
Bending	B	0.1364	0.3219	0.3223	0.3190	0.3247	0.3219
	2HB	0.0363	0.0515	0.0550	0.0593	0.0685	0.0757
Compression	LC	0.563	0.546	0.532	0.537	0.590	0.606
	WC	0.008	0.011	0.013	0.014	0.014	0.015
	RC	93.3	97.1	102.5	102.5	102.2	102.2
	TO	0.276	0.281	0.286	0.288	0.288	0.291
Surface	MIU	0.129	0.131	0.139	0.148	0.174	0.189
	MMD	0.0109	0.0130	0.0134	0.0136	0.0138	0.0130
	SMD	3.254	3.562	3.550	3.663	3.685	3.214
Thickness & Weight	T	0.2760	0.2810	0.2880	0.2880	0.2880	0.2910
	W	7.0250	7.3000	7.3250	7.3500	7.4000	7.4500

Table 2. Variation of basic characteristic values of clothing wearing on the conc. of chito colla

Parameter	concentration(%)					
	control	3%	5%	7%	9%	11%
B/W	0.0194	0.0441	0.0441	0.0434	0.0439	0.0432
2HB/W	0.0052	0.0071	0.0075	0.0081	0.0099	0.0102
2HB/B	0.2665	0.1600	0.1704	0.1875	0.2253	0.2350
2HG/G	0.5048	0.8289	0.8245	0.8153	1.6192	1.2799
MMD/SMD	0.0033	0.0036	0.0286	0.0037	0.0037	0.0040
WC/W	0.0011	0.0015	0.0018	0.0019	0.0019	0.0020
WC/T	0.0290	0.0391	0.0451	0.0486	0.0499	0.0515
W/T	25.4529	25.9786	25.4340	25.5208	25.6944	25.6014
$\sqrt[3]{B/W - \bar{x}}$	0.2688	0.3533	0.3532	0.3514	0.3527	0.3509
$\sqrt{2HB/W - \bar{x}}$	0.0719	0.0840	0.0867	0.0902	0.0994	0.1008

IV. 결 론

본 연구에서는 키토콜라의 농도를 변화시켜 가교제를 첨가한 수용액에 PET직물을 침지시킨 후, 건조, 열처리하여 농도 변화에 따른 항균성과 표면형태를 측정하였으며, 기타 물성으로 백도, 수분

율, 흡수성, 마찰대전압의 변화를 비교·검토하였다.

연구 결과는 다음과 같다.

1. 측면형태는 키토콜라 3, 5%에서 키토콜라가 균일하게 흡착한 반면, 농도가 증가함에 따라 불균일한 흡착으로 인하여 거칠고 불규칙하

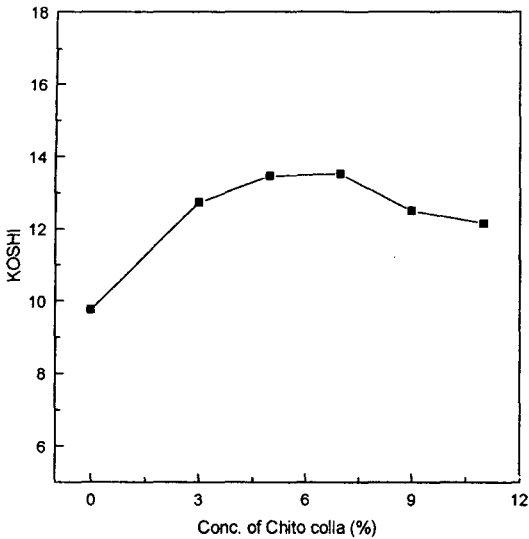


Fig. 12 Variation of KOSHI on the conc. of chito colla.

게 나타났다.

2. 키토콜라의 농도변화 및 재사용 횟수에 따른 항균성은 균수측정법으로 측정한 결과, 모두 99%의 우수한 균성을 보였고, Halo test에 의한 무균지대(Clear zone)는 키토콜라의 농도가 증가할수록 점차 넓어지는 것으로 나타났다.
3. 백도는 시간과 온도가 증가할수록 감소되므로 100~150℃에서 90~120초 동안 열처리하는 것이 효과적이다.
4. 수분율은 미처리와 거의 동일하게 유지되었고, 흡수성과 마찰대전압은 미처리에 비해 키토콜라 처리시 현저히 향상되었다.

감사의 글

본 연구는 숙명여자대학교 '98학년도 교비연구비에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. 키친, 키토산 연구회, "最後のバイオマス、キチン、キトサン", 技報堂(1989).
2. 矢吹稔, "キチン, キトサンのはなし", 技報堂(1990).
3. 키친, 키토산 연구회, "키친, 키토산의 실험マニュアル", 技報堂(1991).
4. 헬스·라이브러리編集部, "키친, 키토산의健康法", 史輝出版(1991).
5. Kensuke Sakurai, *Sen-i gakkaiishi* **46**, 553 (1990)
6. Hiroshi Seo, *Sen-i gakkaiishi*, **46**, 564(1990).
7. S. Tokura, S. Nishimura, N. Nishi, K. Nakamura, O. Hasesgawa, H. Sashiwa, and H. Seo, *Sen-i Gakkaiishi*, **43**, 288(1987).
8. 김성태, 이재환, 홍성일, 전동원. *한국섬유공학회지*, **30**, 395(1993).
9. 이승용, "Chitosan을 이용한 PET 직물의 대전 방지에 관한 연구", 석사학위 논문, 영남대학교(1997).
10. T. Nakajima, K. Sugai, and H. Itoh, *高分子論文集*, **37**, 288(1980).