

〈研究論文(學術)〉

키토산처리에 의한 텐셀 직물의 개질기능화(I) - 물성 변화를 중심으로 -

육은영 · ¹배현숙

창원대학교 의류학과
(2001. 9. 4. 접수/2001. 11. 28. 채택)

Modification of Tencel Fabric Treated with Chitosan (I) - Change of Physical Properties -

Eun-Young Yuk and ¹Hyun-Sook Bae

Dept. of Clothing and Textiles, Changwon National University
(Received September 4, 2001/Accepted November 28, 2001)

Abstract—Chitosan has reactive amino and hydroxyl groups which can be used to chemically alter its properties under the mild reaction conditions. Thus the cationization of Tencel with chitosan is effective to modify the fabric. To investigate the modified properties of Tencel fabric, the tests were performed under the several finishing process with enzyme/glutaraldehyde/softener. The internal structure of Tencel which has the structure of cellulose II wasn't changed by enzyme, chitosan and crosslinking agent treatment and the thermal stability was improved by chitosan and crosslinking agent treatment. Wrinkle recovery angle under the dry condition increased highly until 0.1 mol of glutaraldehyde concentration, and then decreased. Tensile strength of modified Tencel fabric decreased with increasing of weight loss, but it was improved more or less by chitosan, corsslinking agent and softener. Moisture regain was improved by enzyme and chitosan treatment. And antibacterial activity showed nearly 100% on Tencel fabric treated with 0.5% chitosan and adsorption of metal ion increased with increasing of chitosan concentration.

Keywords : Tencel, Chitosan, Cationization, Modification

1. 서 론

1939년 Graenacher 등¹⁾이 처음으로 아민옥사이드계 용제(NMMO)를 사용하여 셀룰로오스의 용해성을 실험한 이후 1980년 영국의 Courtaulds사에서 셀룰로오스를 인체에 무해한 NMMO 용제로 용해시켜 건습식방사법(dry-jet wet spinning)으

로 방사하여 재생 셀룰로오스 섬유를 제조하는 기술을 개발하였다^{2,3)}. 이러한 재생 셀룰로오스 섬유인 텐셀이 섬유로서 가지는 특징으로는 합성섬유에 비견되는 강한 내구성과 면과 같이 뛰어난 흡습성을 지니며, 천연섬유와 같은 소프트한 촉감을 가지고 있다. 또한 습윤시 강력저하가 적고 반복 세탁시의 수축률이 3% 이하로 치수 안정성이 우수하며, 다른 섬유와의 혼방이 용이하므로 적용범위가 넓어 다양하게 이용될 수 있는 섬유이다. 그러나 레이온에 비해 중량감이 있고 느낌이 차가우

¹Corresponding author. Tel. : +82-55-279-7473 ; Fax. : +82-55-279-7470 ; e-mail : hsbae@Changwon.ac.kr

며 뻗뻗할 뿐 만 아니라 습윤상태 특히 알칼리 조건하에서 마찰이 되면 섬유외 비가역적인 구조변화가 심하게 일어나면서 피브릴이 발생된다⁴⁾. 텐셀은 셀룰로오스계 섬유이지만 면이나 레이온에 비해 결정화도가 높고 배향성이 우수하여 강력하며, 폴리에스테르의 단점인 흡습성, 쾌적성 등이 보완된 섬유이므로 면이나 폴리에스테르에 적용하는 가공이 불가능한 섬유의 특성을 갖고 있다⁵⁾.

그러므로 텐셀 고유의 특성은 그대로 유지하고 문제점을 보완하면서 새로운 기능을 부여하기 위해서는 관능기를 도입하는 캐티온화가 효과적인데 셀룰로오스의 캐티온화^{6,7)}는 여러 가공제에 의해 시도되었지만 이온성기의 도입 과정에서 반응이 용이하면서도 섬유를 상하지 않고 가공효과를 극대화 할 수 있는 가공방법과 가공제의 선택이 중요하다. 그리하여 인체에 친화성이 있고 감성적인 측면을 만족시켜 줄 수 있는 키토산⁸⁾이 있는데 이것은 반응과정이 비교적 간단하며 환경오염을 유발하지 않으면서 용이하게 텐셀의 캐티온화를 이룰 수 있는 가공제로 기대되나 지금까지 텐셀에 적용시킨 연구는 거의 없다.

따라서 본 연구에서는 텐셀 직물에 셀룰라아제 일종인 효소와 키토산을 처리한 후, 가교제로 glutaraldehyde를 사용하여 가공효과를 높인 다음 유연제로 마무리 가공을 하여 텐셀 직물의 구조 특성과 물성을 변화시킴으로써 새로 부여된 성능을 검토하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

2.1.1 시료

시료는 (주)동국방직의 텐셀 직물을 발호, 정련하여 사용하였으며 그 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of fabric

Material	Tencel 100%
Yarn number	20T × 20T
Weave	Twill
Fabric count(ends×picks/inch ²)	110 × 74
Weight(g/100 cm)	2.5
Thickness(mm)	0.674

2.1.2 시약

키토산은 (주)태훈 바이오로부터 공급받은 것을

사용하였으며, 효소(DeniMax 992L, Novo Nordisk), 유연제(Excellsoft 90M2, T&C Trading Co.), 가교제(glutaraldehyde 50% sol'n, Sigma)와 기타 시약은 1급을 그대로 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 키토산의 탈아세틸화

키토산을 50%(w/v) NaOH 수용액으로 110℃에서 2시간 동안 교반하면서 반응시켜 탈아세틸화하고 탈아세틸화도를 높이기 위해 가수분해 과정을 반복하였다. 탈아세틸화도는 키토산의 아민기를 정량할 수 있는 전위차 적정법 (potentiometric titration method)⁹⁾으로 구하였다. 그리고 고유점도([η])를 구한 다음 Mark-Höuwink식을 이용한 Wang¹⁰⁾의 방법에 따라 점도평균분자량을 구하였다.

2.2.2 텐셀 직물에의 가공

효소 처리는 셀룰라아제의 일종인 DeniMax를 사용하여 액비 30:1, 온도 60℃에서 효소농도와 시간을 변화시켜 처리한 후 효소의 활성을 정지시키기 위하여 2g/l의 Na₂CO₃ 용액(pH≥10)으로 처리하였다. 키토산 처리는 1% 아세트산 수용액(w/w)에 키토산을 각각 0.5, 0.7, 1.0%(w/v)로 용해하고 탈아세틸화도가 다른 키토산 용액은 0.5%(w/v) 한가지로 제조하여 텐셀 직물을 침지시킨 후 weight pick up이 80±2%가 되도록 패딩하였다. 키토산 처리 후 1% 수산화나트륨 수용액으로 중화시킨 다음 자연 건조하였으며 키토산의 분자량 저하를 방지하기 위하여 용액 제조후 24시간 이내에 처리하였다. 텐셀 직물에 처리된 키토산을 고착시키기 위하여 가교제로 glutaraldehyde를 0.05~0.3mol/l로 변화시켜 상온에서 반응시킨 후 열처리하였다. 가교제 처리포에 반응된 glutaraldehyde의 정량은 반응 후 남은 잔액의 aldehyde 함량을 자외선 분광광도계(UV/VIS Spectrophotometer, HP8452)를 사용하여 λ=280nm에서 측정한 후 미리 작성한 검량선으로부터 산출하였다. 가교처리된 텐셀 직물을 1%의 유연제 용액에 액비 50 : 1의 비율로 40℃에서 5분간 처리한 다음 자연건조 하였다.

2.2.3 구조 분석

가공 처리 직물 표면에 Au-Pd를 진공 증착한 후 주사전자현미경(SEM, JSM-5800 Joel.)을 사용하여 표면 형태를 관찰하였고, 결정구조를 확인하기 위하여 Ni-filter로 단색화한 CuK_α선을 사용하는 X-ray diffractometer(X'PERT MPD3040,

Philips)에 의해 X-선 회절곡선을 얻어 가공 처리 시료의 결정구조 특성을 검토하였다. 또한 시차주사열량계 (differential scanning calorimeter, DSC912S)를 사용하여 가공 처리 직물의 열적 성질의 변화를 살펴보았다.

2.2.4 물성 측정

(1) 감량률

효소 처리 전, 후의 건조 시료의 무게를 측정하고 다음 식에 의해 감량율을 계산하였다.

$$\text{Weight loss (\%)} = \frac{(w_0 - w_1)}{w_0} \times 100$$

w_0 : 효소처리전 시료의 무게(g)

w_1 : 효소처리후 시료의 무게(g)

(2) 수분율

가공 시료의 수분율은 오븐법 (KS K 0220)에 의해 측정하여 수분율을 산출하였다.

(3) 인장강도

강신도시험기 (Zwick 1453, Germany)을 사용하여 컷 스트랩법 (KS K 0520)에 의해 100 mm/min의 인장속도로서 경사방향으로 5회 측정하여 건조시와 습윤시 인장강도 평균을 구하였다.

(4) 방추도

몬산토 방추도 시험기 (YSS M0342, Yasuda Seiki)를 사용하여 개각도법 (KS K 0550)에 의해 경·위사 방향으로 건·습방추도를 5회 측정하여 평균을 구하였다.

(5) 강연도

가공 시료의 강연도를 살펴보기 위하여 Cantilever softness tester (Daiei Kagaku Seiki)를 사용하여 캔틸레버법 (KS K 0539)에 의해 경사방향으로 5회 측정하여 평균을 구하였다.

(6) 항균성

키토산의 처리농도와 탈아세틸화도에 따른 항균성을 살펴보기 위하여 정량적 방법인 Shake Flask Method (KS K 0693)로 시험하였다. 시험의 공시균으로는 그람 양성균인 황색포도상구균 (*Staphylococcus aureus*, American Type Culture Collection No.6538)을 사용하였으며, 미생물 배양 전, 후의 생균수를 측정 한 후 균감소율을 계산하였다.

(7) 금속이온 흡착능

가공 시료를 10% CuSO_4 용액에 액비 30:1로 60 °C를 유지하며 30분간 처리한 후 여액의 색이 없어질 때까지 충분히 물로 수세하고 40 °C에서 진공 건조하였다. 0.5N HCl 용액으로 직물에 흡착된 구리이온을 용출하여 흡착된 구리이온의 양을

Atomic Absorption Spectrophotometer (Perkin Elmer AAS 3300)를 이용하여 정량하였다.

3. 결과 및 고찰

텐셀 직물의 가공제로 쓰인 키토산의 탈아세틸화가 진행됨에 따라 키토산의 분자내 구조와 결합력이 변하게 되므로 이를 살펴보기 위하여 고유점도 ($[\eta]$)를 측정하고 탈아세틸화도 (DD)에 따른 키토산의 분자량을 산출하여 Table 2에 나타내었다. 이에 의하면 가수분해가 반복됨에 따라 DD가 증가하였고 분자량이 감소하였는데 이것은 탈아세틸화 반응에 의해 아민기와 C_6 의 수산기간에 형성된 수소결합이 끊어지고 아민기의 질소원자는 protonation으로 수소결합이 불가능해지며 DD가 증가함에 따라 고분자 전해질에 있는 이온기들의 정전기적 반발력이 증가하여 분사사슬의 rigidity가 감소하였기 때문¹⁰⁾이다.

Table 2. Molecular weight of N-deacetylated chitosan

Hydrolysis	DD(%)	\bar{M}_v
0	87.8	1.98×10^5
1	95.8	1.82×10^4
2	96.8	1.03×10^4

텐셀에 효소를 처리하면 비결정 영역에 침투하여 직물의 여러 가지 특성을 변화시킨다. 그리하여 셀룰라아제 일종인 효소를 텐셀 직물에 처리하여 감량률과 그에 따른 강도의 변화를 살펴보고 표면형태를 관찰하였다. Fig. 1는 효소 처리시간과 농도에 따른 텐셀 직물의 감량률을 나타낸 것으로 효소 처리시간과 농도가 증가함에 따라 감량률이 증가하였다. 이때 감량률은 처리시간보다 효소 농도에 의한 증가율이 크므로 효소 농도에 의해 더 큰 영향을 받음을 알 수 있다. 그리고 효소 농도가 1%일 때는 처리시간에 별 영향을 주지 못하였으나 효소 농도가 3% 이상일 경우 처리시간이 120 분 정도까지 감량률이 증가하다가 그 이후 부터는 둔화되었다. 이것은 효소가 접근이 용이한 섬유 표면에 작용하다가 시간이 경과함에 따라 효소의 활동성이 떨어졌기 때문이다⁹⁾.

Fig. 2는 효소 처리한 시료의 감량률 증가에 따른 인장강도 유지율을 나타낸 것이다. 이에 의하면 감량률이 증가함에 따라 강도가 감소하였고, 감량률이 2.5%인 경우 미처리 시료에 비해 20%까

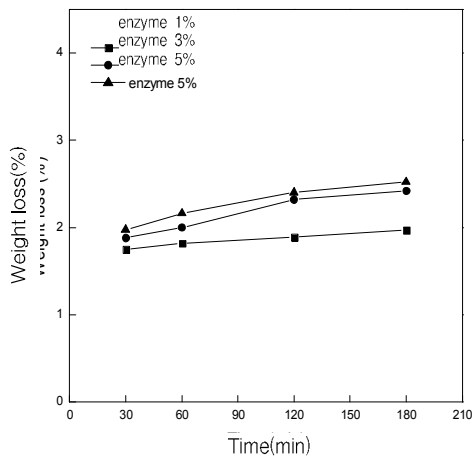


Fig. 1. Effect of enzyme treatment time on weight loss of the fabrics treated at various enzyme concentrations.(enzyme treatment condition : 60°C, pH 4.9, 200 rpm)

지 강도가 감소하였다. 즉, 효소 처리농도가 클수록, 효소 처리시간이 길수록 강도가 저하하는데 이는 효소에 의해 텐셀의 주성분인 셀룰로오스가 분해되는 것이며, 계속적인 효소처리로 섬유는 깊은 부분까지 상해를 받기 때문이다.¹¹⁾ 그리고 텐셀 직물의 표면에 발생한 피브릴이 효소 처리에 의해 제거됨으로써 감량은 물론 표면이 평활해지는 효과를 얻을 수 있다. 이를 살펴보기 위하여 SEM에 의한 표면형태를 관찰한 결과는 Fig. 3과 같다. 이에 의하면 (a)는 효소 미처리 시료로서 표면에 보푸라기와 비슷한 1차 피브릴이 형성되었음을 알 수 있는데 이것은 습윤상태에서 텐셀에 여러가지 처리를 할 경우 섬유끼리의 마찰이나 기계적 힘 혹은 알칼리 세제 같은 요인에 의해 섬유표면에 생기는 현상이다. 그리고 (b), (c), (d)는 효소의 처리농도에 따른 표면형태의 변화를 나타낸 것으로 효소 처리농도가 증가함에 따라 미처리 시료에서 보이는 피브릴이 현저히 감소되어 표면이 매끄러워졌음을 알 수 있다.

그리고 키토산에 의한 캐티온화 과정에서 일어난 텐셀의 내부구조 변화를 검토하기 위하여 X-선 회절 분석한 결과는 Fig. 4와 같다. 이에 의하면 미처리 시료인 (a)의 경우 2θ=12.1°부근의 (101)면, 2θ=20.2°부근의 (10 I)면, 그리고 2θ=21.8°부근의 (002)면이 나타나므로 텐셀은 셀룰로오스 II의 결정구조로 이루어져 있음¹²⁾을 알 수 있다. (b)는 효소 처리한 시료로서 회절 곡선의 변

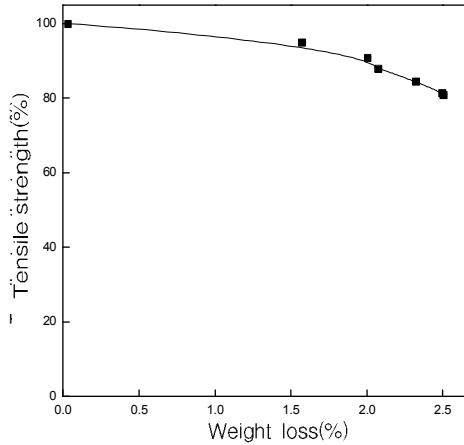


Fig. 2. Effect of weight loss on tensile strength retention of the fabrics treated with enzyme.

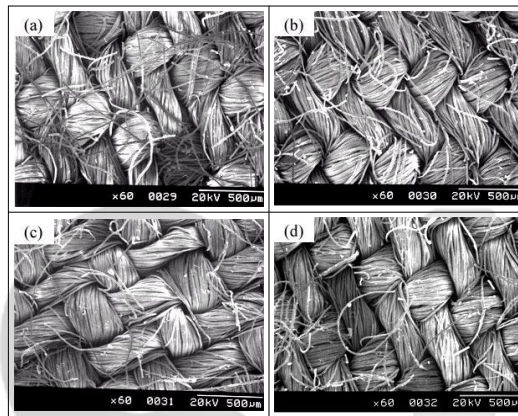


Fig. 3. Scanning electron micrographs (×60) of the fabrics treated with various enzyme concentrations ; (a) control, (b) 1%, (c) 3%, (d) 5%.

화는 별로 없었고 회절 강도가 다소 줄어든 정도 이므로 효소처리가 섬유의 결정구조 변화에 영향을 주지 않음을 알 수 있다. 이것은 면, 폴리노직 레온 등을 셀룰라아제로 처리시 결정구조의 변화가 일어나지 않는다는 보고¹³⁾와 일치하는 것으로 효소 처리에 의한 텐셀의 결정구조 변화는 없는 것으로 사료된다. (c)는 키토산 처리한 시료이고, (d)는 가교제 처리한 시료로서 역시 회절 곡선의 피크 위치는 큰 변화가 없었고 가교제 처리한 시료 (d)의 회절 곡선의 강도가 다소 증가하였다. 결과적으로 키토산과 가교제 처리가 텐셀의 결정구조 변화에는 별로 영향을 미치지 않았으며, 가교제 처리로 2θ=20.2°와 21.8°에서 회절피크가 예

리해했는데 이는 글루코오스환의 배열 및 글루코오스환 내에 위치한 원자들의 규칙성이 향상되었기 때문¹⁴⁾으로 생각된다.

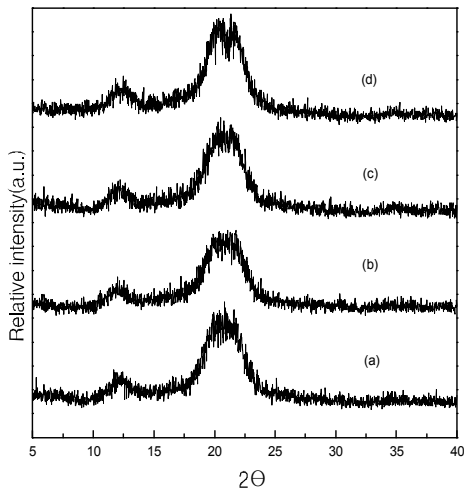


Fig. 4. X-ray diffraction patterns of the fabrics ; (a) control, (b) enzyme, (c) enzyme/chitosan, (d) enzyme/chitosan/glutaraldehyde.

Fig. 5는 키토산 처리에 의한 텐셀 직물의 열적 성질의 변화를 살펴보기 위하여 가공제 처리시료를 열분석한 결과이다. 대개 텐셀은 용융되지 않고 150°C까지 안정하며 170°C 이상에서 강도가 저하되기 시작하여 300°C 부근에서 급격히 분해되기 시작한다¹⁵⁾. 그리고 키토산 자체를 분자간 가교화시키면 열분해 온도가 증가¹⁶⁾하므로 이를 텐셀 직물에 적용하였다. Fig. 5에 의하면 미처리 시료인 (a)시료의 경우 300°C를 조금 지나 분해되기 시작하였고, 키토산 처리한 (b)시료와 가교제 처리한 (c)시료의 경우 용융피크가 다소 고온쪽으로 전이되어 열전이 특성이 변화한 것으로 생각된다.

텐셀 직물에 키토산의 교차효율을 높이기 위해 가교제로써 glutaraldehyde를 사용하였고 그에 따른 성능 변화를 검토하였다. Fig. 6은 glutaraldehyde 농도에 따른 반응율을 나타낸 것으로 가교제 농도가 증가함에 따라 반응율이 증가하였으나 0.2mol/l 이상에서는 증가 경향이 둔화되었다.

셀룰로오스계 직물에 가교처리를 하게 되면 방축성과 방추성이 향상되므로 형태안정성에 효과가 있는데, Fig. 7에서 처럼 건조시 glutaraldehyde의 농도가 증가함에 따라 방추성이 증가하다가 glutaraldehyde 농도가 0.10mol/l 이상에서 감소하

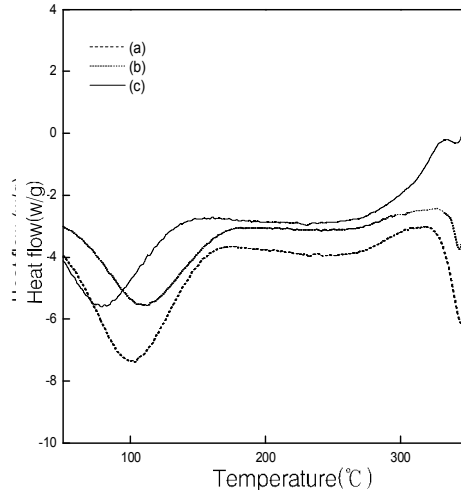


Fig. 5. The DSC thermograms of the fabrics ; (a) control, (b) enzyme/chitosan, (c) enzyme/chitosan/glutaraldehyde.

였으며, 습방추도는 가교제의 농도에 따라 거의 비례적으로 증가하는 경향을 보였다. 건방추도의 경우 가교제의 농도가 고농도로 증가하면 가교제가 모두 침투하지 못하고 직물 표면에 누적되어 풀을 먹인 효과처럼 직물의 움직임이 자유롭지 못하고 한번 생긴 주름은 잘 펴지지 않게 되어 방추도가 크게 감소한 것으로 생각되므로 가교제의 농도 선택이 중요하다.

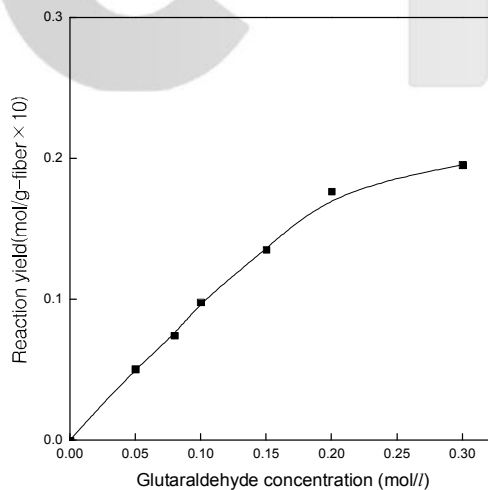


Fig. 6. Effect of glutaraldehyde concentration on reaction yield of the fabrics treated with 0.5% chitosan.

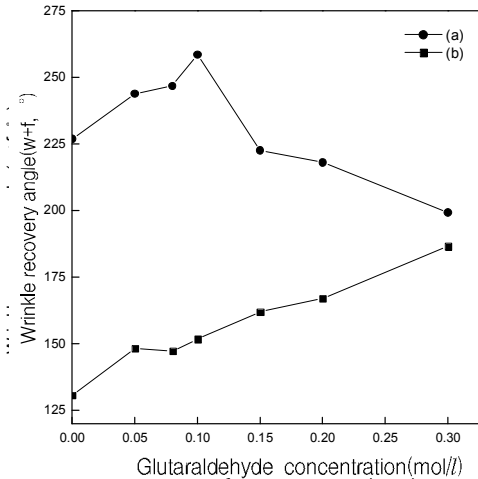


Fig. 7. Effect of glutaraldehyde concentration on wrinkle recovery angle of the fabrics treated with 0.5% chitosan (a) dry condition, (b) wet condition.

수지 가공처리에 의해 직물의 방축성과 방추성은 개선이 되지만 직물의 강력저하가 일어나므로 수지 가공시의 결점을 보완하면서 외관적인 품질을 향상시키기 위해 유연제를 사용한다. 그리하여 가교제 처리한 시료에 유연제 처리를 한 후 효과를 살펴보기 위해 각 가공 처리시료의 건·습강도와 강연도를 측정하였다. Fig. 8은 키토산 처리에 의한 텐셀 직물의 건조시와 습윤시의 인장강도를 나타낸 것으로 효소 처리에 의해 인장강도가 감소한 반면, 키토산과 가교제, 유연제 처리에 의해 인장강도가 점차 증가하였다. 이것은 일반적인 경우와 달리 가교제 처리에 의한 인장강도의 저하는 일어나지 않았으므로 수소결합이 크게 감소하지 않은 것으로 보이며, 유연제 처리에 의해서도 인장강도가 다소 향상되었는데 이는 유연제가 직물을 구성하고 있는 섬유표면에 윤활성을 부여하고 국부적으로 집중되는 외력을 분산시킴으로써 강도 저하를 방지했기 때문으로 생각된다¹⁷⁾. 그리고 건조시의 인장강도에 비해 습윤시 인장강도는 약 10% 이내로 감소하였는데 이는 면이나 레이온에 비해 결정 부분의 배향이 발달되어 물이나 팽윤제 침투에 의한 피브릴의 변형이 방지되었기 때문으로 생각된다.

그리고 키토산을 직물에 고착시키기 위해 사용한 가교제와 키토산처리로 직물이 심하게 뻣뻣해지므로 가교 처리한 시료의 촉감 개선을 위해 유연제 처리를 하였고 각 가공과정에서 가공제 처리

진, 후의 강연도를 살펴본 결과는 Fig. 9와 같이에 의하면 효소 처리로 텐셀 직물이 유연해졌는데 이는 섬유 표면의 피브릴이 제거되어 반발성이 줄어들었기 때문이라고 생각하며, 키토산을 처리한 경우 미처리 시료보다 훨씬 더 뻣뻣해진 것은 키토산이 텐셀 섬유에 침투되기 보다는 직물 표면에 막을 형성함으로써 실의 자유도가 감소되었기 때문이다. 그리고 키토산과 가교제를 처리한 시료의 경우 키토산만 처리한 시료의 경우보다 더 유연해졌는데 이는 직물 표면에 도포되어 있던 키토산이 가교제 처리로 섬유와 더 밀착됨으로써 키토산만 처리시 고정되었던 섬유들이 좀 더 자유로워졌기 때문이라고 생각한다. 이렇게 가공 과정에서 뻣뻣해진 직물은 유연제 처리에 의해 상당히 부드러워졌음을 알 수 있다.

텐셀 직물에 키토산 처리를 하면 키토산의 친수성과 공기중의 물분자가 수소결합을 하므로 수분율이 증가할 것으로 생각되어 키토산의 농도 변화에 따른 수분율의 증가 비율을 살펴 본 결과는 Fig. 10과 같다. 효소 처리로 인해 수분율이 증가하는 것은 효소의 가수분해로 인해 피브릴과 셀룰로오스에 균열이 발생하여 비표면적이 증가¹¹⁾하였기 때문으로 보이며, 효소 처리후 키토산을 처리하면 효소만 처리한 시료보다 수분율이 증가하는데 그 정도는 키토산 농도가 증가할수록 수분율 또한 증가하는데 이는 친수성 키토산의 부착율이

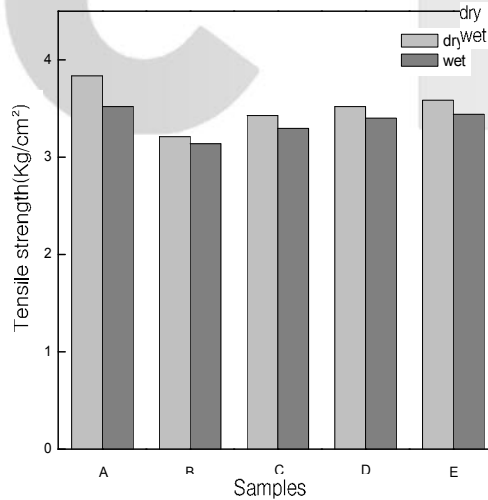


Fig. 8. Effect of finishing process on tensile strength of the fabrics. A. control, B. (A) + enzyme, C. (B) + chitosan D. (C) + glutaraldehyde, E. (D) + softener

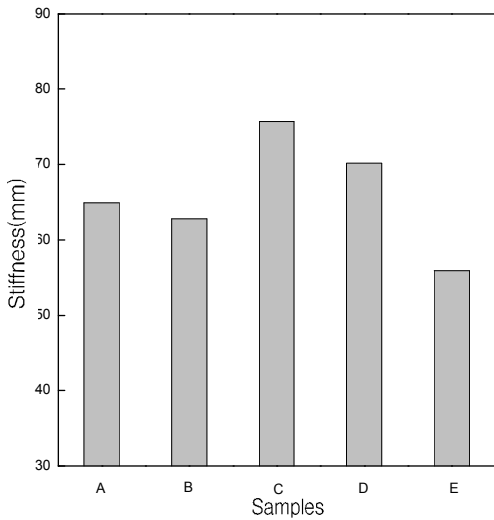


Fig. 9. Effect of finishing process on stiffness of the fabrics.
 A. control, B. (A) + enzyme, C. (B) + chitosan
 D. (C) + glutaraldehyde, E. (D) + softener

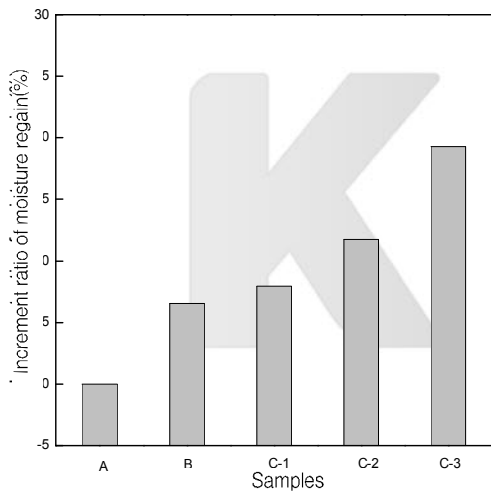


Fig. 10. Effect of finishing treatment condition on increment ratio of moisture regain of the fabrics.
 A. control, B. (A) + enzyme, C-1. (B) + 0.5% chitosan, C-2. (B) + 0.7% chitosan, C-3. (B) + 1.0% chitosan

증가했기 때문이다.

인체에 부작용을 일으키지 않으면서 여러 가지 미생물에 대해 항균성을 나타내는 것으로 알려진 키토산을 텐셀 직물에 처리하여 항균성을 살펴 본

결과는 Fig. 11과 같다. 이에 의하면 썩는 냄새와 체취의 원인이 되는 황색포도상구균 (*staphylococcus aureus*)에 대한 키토산 처리 시료의 항균성은 가장 낮은 농도에서도 거의 100%에 가까운 우수한 항균성을 나타내고 있다. 이러한 키토산의 항균 메커니즘^{19),20)}은 아민기의 양이온화 메커니즘에 의한 것으로 탈아세틸화도가 높을수록 양이온화 가능성이 많으므로 항균성에 더 큰 영향을 줄 것으로 생각되나 본 연구에서 사용한 키토산의 탈아세틸화도는 87.8% 이상으로서 키토산의 DD가 80% 정도면 항균성을 나타낸다는 연구 결과²¹⁾와 비교할 때 키토산의 농도와 DD에 관계 없이 거의 100% 가까운 항균성을 보인 것으로 생각된다.

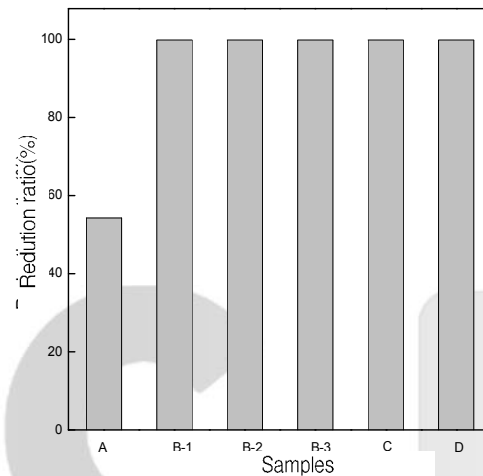


Fig. 11. Effect of various chitosan concentrations and DD on antibacterial activity of the fabrics treated with glutaraldehyde/ softener.
 A. control, B-1. (A) + 0.5% control chitosan, B-2. (A) + 0.7% control chitosan, B-3. (A) + 1.0% control chitosan, C. (A) + 0.5% 1st DA chitosan, D. (A) + 0.5% 2nd DA chitosan

일반적으로 아미노산기를 갖는 셀룰로오스 유도체는 중금속 흡착능을 갖는다. 본 연구에서 사용한 키토산은 수용액 중에서 양(+)전하를 가지는 고분자 전해질이며 입자간에 가교화된 블록(block)을 형성하면서 중금속 이온과 킬레이트(chelate)를 만들 수 있다²²⁾. 그리하여 키토산 처리된 텐셀 직물의 금속이온 흡착능을 살펴보기 위하여 키토산 농도를 달리하여 가공한 텐셀 직물을 황산구리 용액으로 처리한 후 흡착된 구리 함량을 측정할 결과를 Table 3에 나타내었다. 이에 의하

면 키토산의 농도가 증가할수록 구리 흡착량이 증가하였는데 이는 키토산 농도가 증가함에 따라 아미노기가 증가하여 금속이온과 안정한 킬레이트 화합물을 형성했기 때문이며, 이것은 키토산 처리한 텐셀 직물이 항부패성 가공에 충분히 응용될 수 있음을 나타내는 것이다.

Table 3. Adsorption amount of copper ion of Tencel fabric treated with various chitosan concentrations

Chitosan concentration (%)	Amount of CuSO ₄ (ppm)
control	658.6
0.5	758.3
0.7	819.3
1.0	967.5

4. 결 론

텐셀 본래의 특성을 유지하면서 단점을 보완하기 위해서는 캐티온화가 효과적이므로 텐셀 직물에 키토산을 처리한 후 가교제로 고착효율을 높인 다음 유연제로 마무리 가공을 하였다. 캐티온화 텐셀 직물의 성능 변화를 살펴보기 위하여 구조적 특성과 물리적 성능을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 효소 처리에 의한 텐셀 직물은 처리시간과 처리농도의 증가에 따라 감량률이 증가하였으며, 수분율도 다소 증가하였다. 그리고 셀룰로오스 II의 구조를 가진 텐셀에 키토산과 가교제를 처리한 결과 결정구조의 변화는 없었으나 열안정성은 다소 증가하였다.

2. 텐셀 직물에 키토산의 고착효율을 높이기 위하여 가교제인 glutaraldehyde를 처리한 결과, 가교제의 농도가 증가함에 따라 방추성은 향상되었다. 이때 건방추도는 가교제 농도가 0.1mol/l까지 크게 증가하다가 그 이후부터 감소하였고 습방추도는 가교제 농도가 증가함에 따라 계속 향상되었다.

3. 효소 처리에 의해 인장강도가 감소하였으나, 키토산과 가교제, 유연제 처리시 다소 향상되었으며 습윤시 강도저하는 10% 이내였다. 키토산과 가교제에 의해 텐셀 직물이 뻣뻣해졌으나 유연제 처리에 의해 유연성이 크게 증가하였다.

4. 키토산의 농도와 DD에 관계없이 100%에 가까운 항균성을 발휘하였고, 키토산 농도가 증가함에 따라 키토산에 존재하는 아미노기가 증가하여 구리이온에 대한 금속이온 흡착능이 향상되었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (2000-0-318-002-1)의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. C. Graenacher and R. Sallman, 106/200.3, *U.S. Patent*, 2,179,181(1939).
2. N. E. Franks and J. K. Varga, Process for Making a Shapeable Cellulose and Shaped Cellulose Products, *U.S. Patent*, 4,196, 282 (1980).
3. C. C. McCorsley, Shaped Cellulose Article Prepared from a Solution Containing Cellulose Dissolved in a Tertiary Amine N-oxide Solvent and a Process for Making the Article, *U.S. Patent*, 4, 416, 698(1983).
4. W. Albrecht, M. Reinthes, and B. Wulfhorst, Lyocell Fibers, *Chem Fibers Int.*, **47**, p.301(1997).
5. J. Leuz and J. Schurg, Fibrillar Structure and Deformation Behaviour of Regenerated Cellulose Fibers, *Cellulose Chem Technol.*, **24**, 679-692(1990).
6. J. D. Guthrie, Introduction of Amino Groups into Cotton Fabric by use of 2-Aminoethylsulfuric Acid, *Textile Res. J.*, **17**, 625-629(1947).
7. A. Hebeish, A. Waly, A. A. Moursi, and M. H. E. I. Rafie, Preparation of Chemically Modified Cotton via Introduction of Aromatic Amino Group, *J. Appl. Polym. Sci.*, **22**, 2713-2718(1978).
8. J. J. Kim, D. W. Jeon, and S. Y. Ahn, A Study on the Change of Hand of Chitosan-treated Fabrics, *J. Korean Fiber Soc.*, **34**(9), 614-621(1997).
9. B. D. Gummow and G.A.F. Roberts, Metachromatic Behavior of Sodium 2'-Hydroxy-1,1'-Azo-Naphthalene-4-Sulfonate in the Presence of Chitosan, *Macromol. Chem.*, **186**, 1239-1244(1985).
10. W. Wang and S. Bo, W. Qin, Determination of the Mark-Houwink Equation for Chitosan with Degree of Deacetylation, *Int. J. Biol.*

- Macromol.*, **13**, 281-285(1991).
11. K. H. Son and Y. S. Shin, Enzymatic Treatment of Tencel Fabrics Treated with NaOH and Prefibrillation(Ⅱ) *J. Korean Fiber Soc.*, **24**(5), 396-402(1999).
 12. T. Wakida, T. Moriya, M. Lee, H. Yoshioka, and Y. Yanai, Effect of Liquid Ammonia, Sodium Hydroxide/Liquid Ammonia and Subsequent Cellulase Treatments on Mechanical Properties of Cotton Fabric, *Textile Res. J.*, **70**, 161-165(2000).
 13. S. Y. Bae, M. C. Lee, I. G. Shin, and K. W. Kim, Enzymatic Treatment of the Liquid Ammonia Pretreated Cellulose Fabrics(Ⅱ) *J. Korean Fiber Soc.*, **33**(5), p.405(1996).
 14. Y. L. Hsieh, X. P. Hu, and A. Nguyen, Strength and Crystalline Structure of Developing Acala Cotton, *Textile Res. J.*, **67**, p.529(1997).
 15. J. H. Jeon and W. S. Lee, Technology of Deying and Finishing of Lyocell, *Technology of Textile and Industry*, **2**(2), p.188 (1998).
 16. H. S. Bae, Interactions between Poly-electrolyte Based on Crosslinked Chitosan and Amphoteric Surfactant, *J. Korean Fiber Soc.*, **36**(9), 704-713(1999).
 17. J. J. Kim, S. H. Kim, and D. W. Jeon, A Study on the Change of Hand of Chitosan-treated Cotton Fabric, *J. Korean Fiber Soc.*, **32**(8), 782-789(1995).
 18. J. Lenz, J. Schurz, and E. Wrentschur, Properties and Structure of Solvent-Spun and Viscose-Type Fibers in the Swollen State, *Colloid Polym Sci.*, **271**, p.460(1993).
 19. L. A. Hadwiger, D. F. Kendra, B. W. Fristensky, and W. Wagoner, In the Chitin in Nature and Technology :Proceedings from the 3rd International Conference on Chitin and Chitosan ed. by R.A.A. Muzzarelli, p.489(1986).
 20. T. Katsumasa and H. Takao, Preparation and Antibacterial Activities of N-Trimethylammonium Salts of Chitosan, *Sen-i Kagaku*, **50**(5), p.215(1994).
 21. Y. S. Shin and H. K. Min, *J. Korean Fiber Soc.*, **33**(6), p.487(1996).
 22. R. A. A. Muzzarelli and F. Tanfani, N-(α -carboxylbenzyl) Chitosan, N-Carboxylmethyl Chitosan and Dithiocarbamate Chitosan : New Chelating Derivatives of Chitosan, *Pure & Appl. Chem.*, **54**(11), p.241(1982).