

Cellulase처리가 면직물의 방추성에 미치는 영향

The Effect of Cellulase Treatment on the Crease Resistance of Cotton

송 경 헌
배재대학교 의류학부

Song, Kyung Hun
Dept. of Clothing & Textiles, Paichai University

Abstract

The purpose of this study is to verify the effect of cellulase treatment on crease resistance of cotton. Cotton fabrics was treated with cellulase under different concentration at 50°C for 40min. Also to compare the effect of DMDHEU treatment, DMDHEU treatment was conducted before and after cellulase treatment, also with cellulase. Weight loss, crease resistance and tensile strength of each samples were measured and compared. Maximum weight loss showed at 1g/l con. with 40 min. treatment. Cellulase enzyme treatment was more effective than DMDHEU in the crease resistance and tensile strength.

Crease resistant of cotton which treated under different condition with cellulase and DMDHEU showed in the order of cellulase+DMDHEU > cellulase > DMDHEU treatment. Also, tensile strength showed in the order of cellulase > cellulase+DMDHEU > DMDHEU. Among those treatment conditions, condition which treated with cellulase considered more effective to increase crease resistance while keeping tensile strength too.

Key words : cellulase treatment, crease resistance, tensile strength, DMDHEU, weight loss

I. 서론

마의 발호정련이나 면의 호발공정, 견의 정련 등에 이용되어 왔던 효소가 최근 부드러운 감촉을 선호하는 소비자들의 취향에 맞춰 감량 및 유연가공, 표면가공과 같은 새로운 분야의 섬유가공제로 각광을 받고 있다. 섬유가공에 효소를 이용할 경우 기존의 약제사용으로 인한 수질오염문제를 완화시킬 수 있으며 섬유의 고급화, 고부가가

치를 높일 수 있다.

특히 데님의 스톤워싱가공의 대용가공으로 셀룰라제 효소의 효능이 알려지면서 셀룰라제를 이용한 데님의 표면가공효과에 대한 연구^{1~3)}가 많은 연구자들에 의해서 보고되어 있다. 또한 새로운 셀룰로즈 섬유로서 최근 환경친화적 신소재로 등장한 텐셀은 세탁이나 마찰에 의해 피브릴이 발생하게 되는데 이것이 셀룰라제 효소처리에 의해 깨끗이 제거되는 사실이 밝혀지면서 셀룰라제를 이용한 텐셀의 물성변화나 표면처리 가공에

Corresponding author : Song, Kyung Hun
Tel. 042)520-5413, Fax. 042)520-5576
E-mail : khsong@mail.paichai.ac.kr

관한 연구⁴⁻⁶⁾가 활발히 행해지고 있다. 셀룰로즈 섬유는 셀룰라제 효소처리에 의해 셀룰로즈분자의 1,4-β 글루코시드결합이 가수분해되면서 fabric의 유연화가 얻어지는데 이에 대한 연구로서 면섬유의 감량가공효과^{7,8)}를 비롯하여 셀룰로즈섬유의 유연화 및 표면항상가공⁹⁻¹¹⁾, 그리고 셀룰라제 효소처리가 면섬유의 염색성과 견뢰도에 미치는 영향¹²⁾등 많은 연구 결과가 보고되어 있다. 이와같이 셀룰라제에 의한 가공은 섬유의 촉감과 유연성의 향상을 가져오지만 감량으로 인한 강도저하가 수반되는 문제점을 가지고 있다. 면섬유는 강도가 크고 흡습성, 염색성이 좋은 실용적 섬유로서 거의 모든 의복의 재료로 사용되는 반면 수축이 크고 구김이 잘 가서 수지를 이용한 가공이 일반적으로 행해지고 있다. 면섬유의 방추 및 형태안정가공에는 디메틸올 요소, 트리메틸올 멜라민, DMDHEU 등과 같은 반응성수지의 초기 중합체를 이용하고 있는데 이중에서도 DMDHEU 수지는 포름알데히드의 잔류도가 낮아서 수지가 공에 폭넓게 쓰이고 있다. 최근에는 비포름알데히드계 수지가공으로서 polycarboxylic acid(PCA)¹³⁾나 polyethylene glycol(PEG)¹⁴⁾에 대한 연구가 보고 되어 있으며 PCA의 경우 산처리에 의해 면직물의 강도가 저하¹³⁾되는 단점을 갖고 있는 것으로 밝혀져 있다.

본 연구에서는 셀룰로즈섬유의 유연가공에 이용되고 있는 셀룰라제 효소를 면섬유의 방추도 개선에 적용시켜 보고자 셀룰라제 효소처리 조건에 따른 감량률과 방추도 및 인장강도의 변화를 살펴보고 일반 방추가공제로 사용되는 DMDHEU와 효소와의 성능을 방추도와 인장강도면에서 비교하고자 한다. 또한 방추가공제와 효소를 병합하여 사용하는 경우 처리 시기에 따른 효능도 비교 검토하고자 한다.

II. 실험

1. 시료

한국의류검사소에서 제작된 면 100% 백포를 사용하였으며 실험에 사용한 시료의 크기는 30cm

×30cm 이었다.

2. 시약

셀룰라제는 novo社의 제품을 사용하였으며, 그 밖의 시약이나 방추가공제는 시판품을 그대로 사용하였다.

3. 효소처리를 위한 Buffer Solution 제조

중류수 1000ml와 Acetic Acid 11.55ml를 혼합하여 Solution A를 제조하고, 중류수 1000ml와 Sodium Acetate (C₂H₃O₂Na · 3H₂O)27.2g을 혼합하여 Solution B를 제조한 후 Solution A 20ml와 Solution B 30ml를 혼합하고 중류수 50ml를 섞어 pH 4.8의 Buffer Solution을 제조하여 사용하였다.

4. 효소처리

효소처리 전 각 시험편의 무게를 측정 한 후 drum washer(Sample용, 1kg, 유일기계 제작소)를 이용하여 효소처리 하되 pH 4.8, 온도 50℃에서 효소농도 0.3, 0.5, 1, 3g/l로 변화시켜 가며 40분간 효소처리 하였다. 이때 액비는 1:200으로 하였다. 효소처리 후 수세하여 물기를 제거 한 다음 drying oven을 사용하여 60℃에서 1시간 동안 건조시켰다. 건조시킨 시험편을 데시게이터에 넣어 10시간 방치 후 무게를 측정하여 다음과 같이 감량률을 구하였다.

$$\text{감량률} = \frac{\text{효소처리전무게} - \text{처리후무게}}{\text{효소처리전시험편무게}} \times 100$$

5. 방추가공

DMDHEU(dimethylol dihydroxy ethyleneurea), DMDHEU수지축매, 침투제(Triton×100), 유연제(silicone softner)를 사용하여 수지액을 제조한 다

음 시험편을 수지액에 1~2분 침지시킨 후 바로 꺼내어 픽업율을 75~80%로 padding 하고 130~150℃에서 1.5~2분간 predrying한 후 150℃에서 3분간 curing시켰다.

6. 물성 측정

1) 방추도 측정

개각도 시험법으로 KS K 0550에 의하여 측정하였다.

각 시료당 5회 측정 후 평균값으로 나타내었다.

2) 인장강도 측정

인장강도는 KS K 0520 Ravel Strip법에 의하여 측정하였다.

각 시료당 5회 측정 후 평균값으로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

1. 효소처리 조건에 따른 감량률과 방추도 변화

Fig.1은 효소농도 변화에 따른 감량률의 변화

를 나타낸 것이다. 여기서 원포는 아무처리도 하지 않은 면백포의 감량률을 나타내며 '0'이라고 나타낸 것은 효소를 넣지 않고 증류수만을 이용하여 실험한 후 얻은 감량률 값이다. 일반적으로 효소 처리에 의한 감량률은 효소농도가 증가함에 따라 증가하다가 일정농도 이상에서는 거의 일정치를 나타내는 것으로 알려져 있다¹⁵⁾. 그러나 본 실험 결과 Fig.1에서 보는 바와 같이 효소농도가 증가함에 따라 감량률이 급격히 증가하여 감량률이 최고 6%까지 증가하다가 효소농도 1g/l를 기점으로 감량률이 더 이상 증가하지 않고 오히려 약간 감소하는 경향을 보였다. 일반적으로 효소처리시간은 1시간 정도로 알려져 있으나 본 실험에서는 인장강도를 고려(면직물에 있어서 10%이상의 감량은 강도에 치명적인 영향을 주므로 본 실험에서는 5% 정도의 감량을 목표로 하여 처리시간을 40분으로 하였음)하여 단시간 처리시의 변화를 보았기 때문에 일반적인 결과와는 다른 결과를 가져오지 않았나 생각되나 이러한 결과가 실험적 오차인지, 아니면 효소처리시 적정농도가 있는지의 여부에 대한 보다 세밀한 실험 연구가 필요하다고 본다.

Fig.2는 효소농도 변화에 따른 방추도의 변화를 측정한 결과이다. Fig.2에서 보는 바와 같이 효소 농도가 증가할수록 방추도가 크게 증가하여 1g/l의 농도에서는 43%까지 증가하였다. 그러나

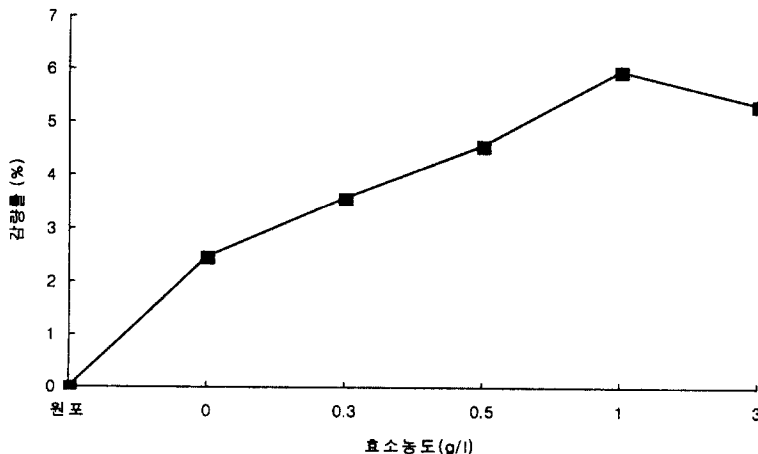


Fig.1 효소농도에 따른 감량률의 변화

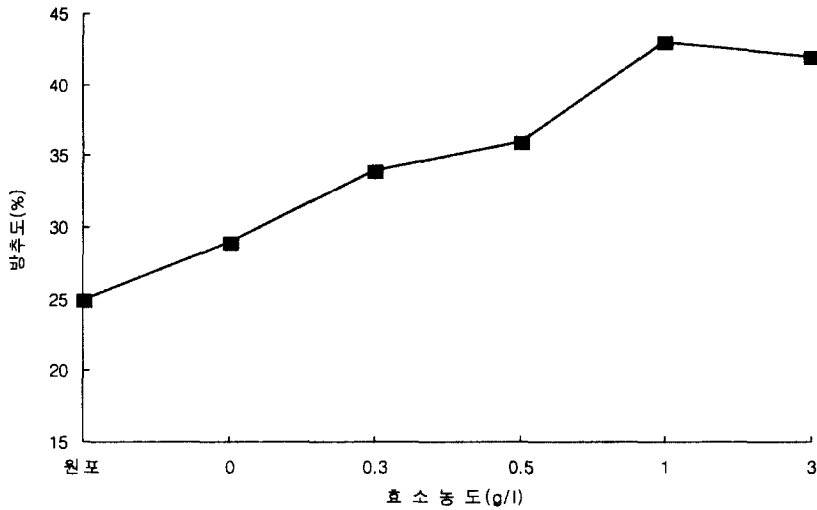


Fig. 2 효소농도에 따른 방추도의 변화

Fig.1의 감량률에서와 마찬가지로 효소농도 1g/l 를 기점으로 방추도가 약간 저하하는 경향을 보였다. 이것으로부터 Fig.1에서 감량률이 최대였던 효소농도 1g/l에서 방추도도 역시 최대로 나타난 것을 알 수 있다.

Fig.3은 효소처리조건에 따른 인장강도의 변화를 나타낸 것으로 여기서 원포는 아무 처리도 하

지 않은 백포이며 '0'이라고 나타낸 것은 효소를 넣지 않고 증류수만을 이용하여 실험한 것인데, 여기서 알 수 있듯이 증류수만의 처리에도 인장강도가 크게 저하하는 것을 볼 수 있다. 이것은 drum washer기의 기계적 마찰에 의해 인장강도가 저하한 것이라고 생각된다.

Fig.3의 결과로 부터 효소처리 농도가 증가할

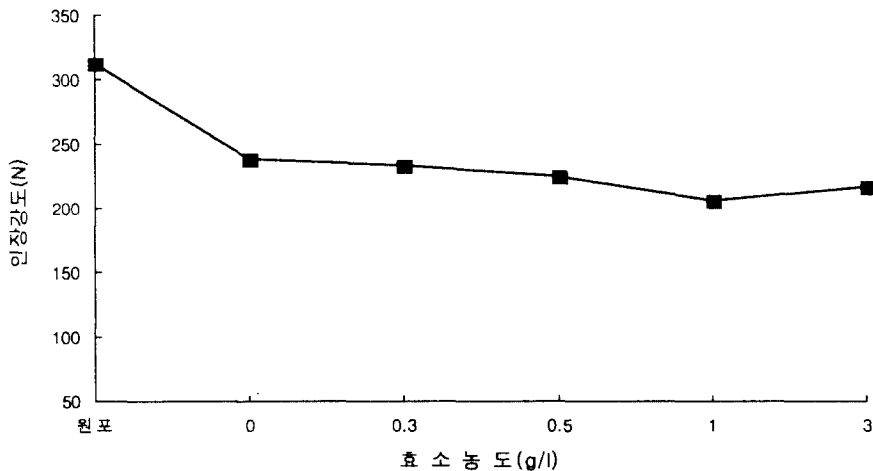


Fig. 3 효소농도에 따른 인장강도의 변화

수축 인장강도가 점차 저하하는 것을 알 수 있으며 인장강도 역시 감량률이 컸던 농도 즉 1g/l에서 가장 많이 저하하는 것을 볼 수 있다. 결국 효소가 가장 효과적으로 작용하는 농도에서 인장강도도 가장 크게 감소함을 알 수 있다.

2. 효소와 방추가공제의 처리조건에 따른 면직물의 방추효과

면직물에 대한 방추가공제와 효소와의 방추효과를 비교해 보기 위하여 효소만 처리하는 경우, 방추가공제만 처리하는 경우, 효소로 먼저 처리한 후 방추가공제로 처리하는 경우, 방추가공제로 먼저 처리한 후 효소로 처리하는 경우, 효소와 방추가공제를 동시에 처리하는 경우로 나누어 실험하였다. 효소처리시 효소농도 1g/l, 50℃에서 40분간 처리하였으며 방추가공제 처리의 경우 DMDHEU 5%, 상온에서 10분간 처리하였다. 효소와 방추가공제를 동시에 처리할 경우 효

소 1g/l, DMDHEU 5%로 하여 40℃에서 20분간 처리하였다. 그때의 각 처리 조건에 따른 방추도를 Fig.4에 나타냈으며, 인장강도를 Fig.5에 나타내었다.

방추가공제(DMDHEU)를 처리한 경우 Fig.4에 나타나 있는 바와 같이 원포(25%)에 비해서 방추도가 크게 향상(41%)되었으나 효소처리시의 방추도(43%)와 비교해 볼때 오히려 방추도가 약간 낮게 나타났다.

Fig.5에서 알 수 있듯이 인장강도 역시 효소처리시보다 훨씬 크게 감소하였다. 이 결과로부터 면섬유의 방추효과는 기존의 DMDHEU를 이용한 일반 방추가공제보다 셀룰라제에 의한 효소가공이 유연성과 강도면에서 효과적임을 알 수 있다.

효소를 먼저 처리한 후 방추가공제를 처리한 결과, 방추도는 41%로 원포에 비해서는 방추도가 크게 향상되었으나 효소처리시의 43%에 비해 약간 저하하였다. 인장강도의 경우에도 효소 처리시에 비해 크게 떨어졌으며 특히 위사 방향은 방추가공제만 처리했을 경우와 비교해 볼때 매우 크

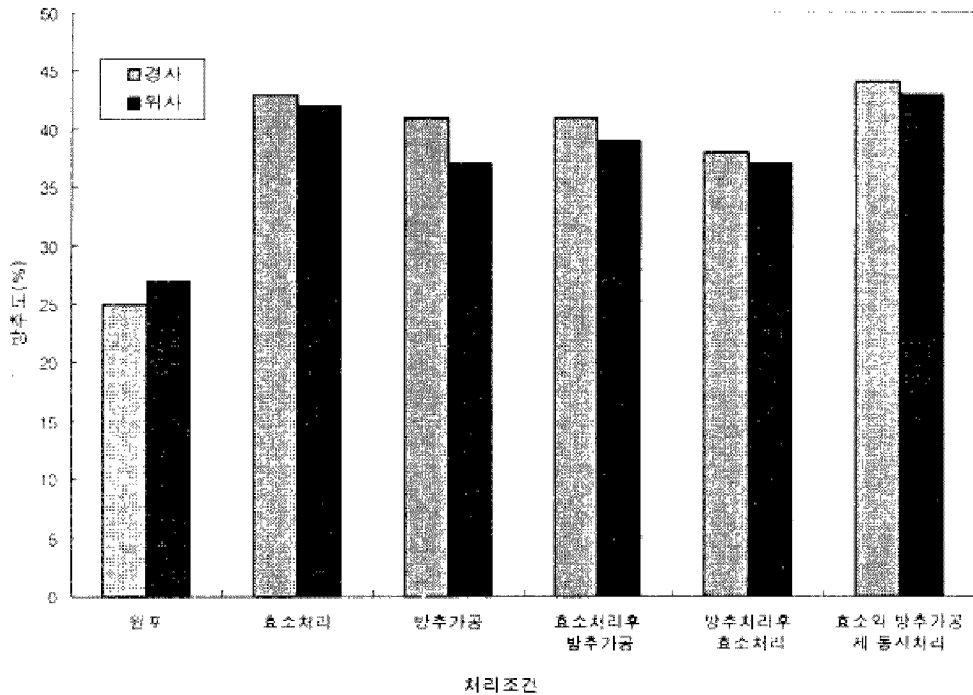


Fig. 4 처리조건에 따른 방추도

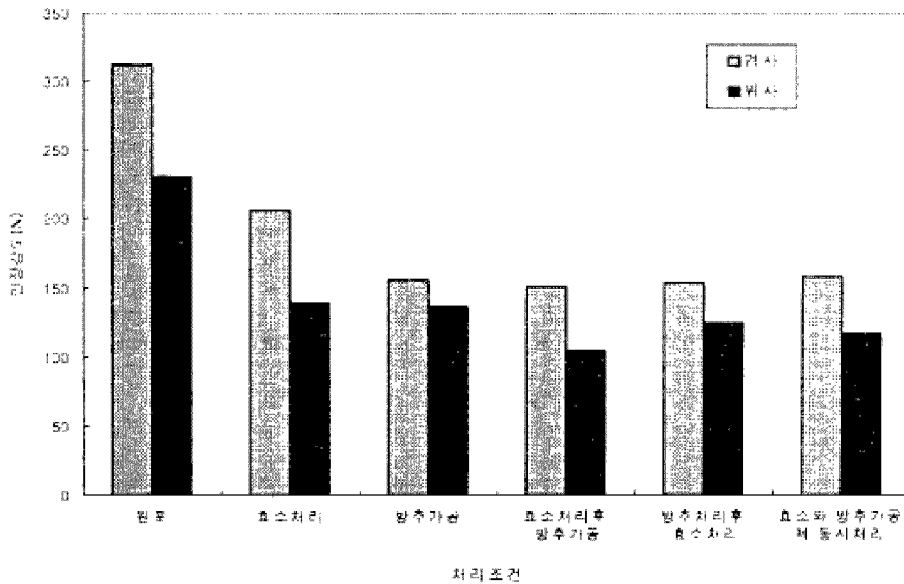


Fig. 5 처리조건에 따른 인장강도

게 저하하였다. 이는 효소처리후 계속되는 방추가공제처리에 의해 면직물의 강도가 크게 떨어진 것으로 보여진다.

방추가공제처리 후 효소처리하여 실험한 결과 방추도는 38%로 효소처리후 방추가공한 경우에 비해 약간 감소하는 것으로 나타났다.

인장강도는 Fig.5에서와 같이 효소처리 후 방추가공한 경우에 비해 약간 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 효소를 먼저 처리하는 경우에는 효소에 의한 방추효과가 크게 나타나는데 반해 효소를 나중에 처리한 경우에는 효소가 방추도 향상에 그다지 영향을 주지 못하는 것을 알 수 있다. 경사방향의 인장강도의 경우 효소처리시기에 따라 큰 차이는 없었으나 위사방향의 경우 효소처리 후 방추가공한 것이 인장강도가 크게 저하하였다. 결국 효소와 방추가공제를 시간차를 두고 처리한 경우 효소처리만 한 경우에 비해 방추도도 떨어지고 인장강도의 저하가 훨씬 크게 나타났다.

효소와 방추가공제를 동시에 처리한 경우 Fig.4에서 보는 바와 같이 방추도가 가장 크게 나타나 효소와 방추가공제를 시간차를 두고 처리한 경우 보다 훨씬 효과적임을 알 수 있다. 그러나 인장강도의 경우 효소만 처리했을 경우에 비

해 강도 저하가 크게 나타나 효소와 방추가공제를 동시에 처리하는 것은 유연효과는 크나 강도 면에서는 좋지 않은 것을 알 수 있다. 이와같이 효소와 방추가공제의 효과를 비교 실험한 결과 효소처리만으로 충분히 유연효과를 얻을 수 있으며 또한 효소처리에 의한 가공은 방추제를 이용한 가공이나 효소와 방추가공제를 병합하여 사용한 경우에 비해 강도저하가 훨씬 적다는 것이 확인되었다.

IV. 결론

셀룰라제효소가 면직물의 방추성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 효소처리 농도에 따른 감량률과 방추도, 인장강도의 변화를 알아보고 방추가공제처리시와 비교하여 살펴 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 면직물에 효소를 처리 할 경우 농도 1g/l, 50℃, 처리시간 40분에서 감량효과가 크게 나타났으며 감량률이 증가할수록 방추도도 향상되었다.

2. 효소와 방추가공제 처리시기에 따른 방추도의 변화를 살펴본 결과, 효소와 방추가공제 동시처리>효소처리>방추가공제처리의 순으로 방추도가 크게 나타났다.
3. 효소와 방추가공제 처리시기에 따른 인장강도의 변화를 살펴본 결과, 효소처리> 효소와 방추가공제 동시처리> 방추가공제처리의 순으로 인장강도가 크게 나타나 효소와 방추가공제를 동시에 처리한 경우가 방추효과 면에서 더 좋으나 인장강도를 고려해 볼 때 효소만 처리한 것이 방추효과에 가장 효율적임을 알 수 있었다.

이상의 연구결과를 바탕으로 면 이외의 셀룰로오스섬유 특히 마섬유와 레이온 섬유의 방추도 향상에 효소를 이용한 연구 및 강도보완을 위한 연구가 후속연구로 진행되어야 할 것으로 본다.

주제어 : 셀룰라제효소, DMDHEU, 감량률, 방추성, 인장강도

참 고 문 헌

- 1) Tydall, R. Michael(1992), Improving the Softness and Surface Appearance of Cotton fabrics and Garments by Treatment With 셀룰라제 Enzymes, Textile Chem. Color, 24, p. 23.
- 2) 이미식, 김정희(1998), 시판테넴직물의 처리조건에 따른 셀룰라제 효소 가공 효과에 관한 연구, 한국섬유공학회지, Vol. 35, No. 4, pp. 213-221.
- 3) 차옥선, 양진숙(1996), 셀룰라제 처리조건이 인디고산 테넴의 재오염에 미치는 영향, 한국 의류학회지, Vol. 20, No. 5, pp. 841-851.
- 4) 정의상(1996), 셀룰라아제에 의한 Tencel직물의 표면 개질가공, 한국섬유공학회지, 33(5), pp. 458-471.
- 5) A. Kumar, C. Purtell, and M. Lepola(1994), "Enzymatic Treatment of Man-Made Cellulosic Fabrics", Textile Chemist and Colorist, Vol. 26, pp. 25-28.
- 6) G. Pedersen, G. A. Screws, JR. and Donna M. Cedroni(1992), Canadian Textile J., December, pp. 31-35.
- 7) 山下政昭(1988), 셀룰라제による綿織物の感量加工, 加工技術(日), 23, pp. 142-152.
- 8) Tanida, O.(1989), Weight Loss Treatment of Cotton Fabrics by Enzyme, Senshoku-Kogyo 37, p. 22.
- 9) 정의상(1994), 효소에 의한 면직물의 감량가공, 한국섬유공학회지, 31(9), pp. 641-647.
- 10) 홍기정, 이문철(1993), 셀룰라아제처리에 의한 면의 개질, 한국섬유공학회지, 31(4), pp. 641-647.
- 11) 강지연, 유효선(1990), 셀룰라아제에 의한 면직물의 유연가공에 관한 연구, 한국의류학회지, 14(4), pp. 262-273.
- 12) H. Koo, M. Ueda, and T. Wakida(1994), 셀룰라제 Treatment of Cotton Fabric, Textile Res. J. 64(2), pp. 70-74.
- 13) Andrew, Kottes, B.A.(1990), Nonformaldehyde DP Finishing of Cotton with Citric Acid, Textile Chemists and colorists, 22, 63.
- 14) 권영아(1996), PEG처리가 면직물의 방추성 및 염색성에 미치는 영향, 한국의류학회지, 20(6), pp. 992-1001.
- 15) 박홍수, 김영호(1991), NaOH처리가 면직물의 효소분해에 미치는 영향, 한국섬유공학회지, 28(8), pp. 102-113.