

〈연구논문(학술)〉

효소처리에 의한 면직물의 개질

조민정 · 김태경 · 임용진 · 이상복*

경북대학교 공과대학 염색공학과
*경북지방공업기술원
(1994년 6월 7일 접수)

Modification of Cotton Fiber by Enzymatic Treatment

Min Jeng Cho · Tae Kyeong Kim · Yong Jin Lim and Sang Bog Lee*

Department of Dyeing and Finishing, College of Engineering Kyungpook National University
*National Industrial Technology Institute of Kyungbuk

(Received June 7, 1994)

Abstract—Cotton fabrics were treated with the cellulase which is an enzyme to decompose cellulose and its actional mechanism is known. The optimum condition of the cellulase to the cotton fabrics and the weight losses, tensile strengths of the treated cotton fabrics were also obtained. The cellulase performs a specific catalytic action on the β -1, 4-glucosidic bonds of the cellulose molecules and hydrolyzes them. For that reason, the negative surface charges of the cotton fabrics were increased by additional generation of hydroxyl groups. The increased surface charges cause the decrease of dye adsorption by inhibiting the approach of the anions of direct dyes. But, it was overcome by the use of enough amount of salt, it means that sodium ions of the salt neutralize the almost all of negative charges of the cotton fabrics. The improvement of the water absorbency is also due to the increased hydroxyl groups.

In addition, their handles including the mechanical properties were measured and calculated by KES system which is a measuring apparatus that numerizes and objectifies human's feeling, especially touch. As the results, we knew that KOSH(stiffness) and FUKURAMI(fulness & softness) were decreased and that NUMERI(smoothness) was increased.

1. 서 론

생화학적 촉매인 효소는 무기촉매와는 달리 특정한 물질에만 선택적으로 작용하며, 상온, 상압 및 중성의 비교적 온화한 조건에서 그 작용이 최대로 발휘됨으로써 이의 산업에의 이용은 에너지 절약과 더불어 공해문제, 기질 보호 및 장치의 부식방지 등의 측면에서 큰 관심을 끌고 있다. 따라서 이미 식품, 세제, 의약품을 비롯한 공업의 각 분야에서 임상, 분석용에 이르기까지 효소의 이용

은 널리 확대되고 있다.

섬유공업에 효소의 이용은 α -amylase의 전분호발, protease에 의한 견섬유의 정련에서 이미 오래 전부터 사용되어 왔으며, 최근에는 cellulase에 의한 면의 감량가공 또는 유연화, 마의 촉감개선 및 protease에 의한 양모섬유의 개질, 표백 후 catalase에 의한 잔류 과산화수소의 제거 등 효소를 섬유가공에 이용하려는 연구가 광범위하게 이루어지고 있다.^{1~9)} 예로 K. Daimon은 효소에 의한 면섬유의 개질과 함께 흡수성의 향상 등을 보고하였

으며, ³⁾ O. Tanida 등도 면직물의 감량가공에 효소의 이용을 보고하였다.⁶⁾

본 연구에서는 대표적인 셀룰로오스 섬유인 면을 시판 셀룰로오스 분해효소 Cellusoft L로 처리하여 효소의 작용기구 및 최대활성조건과 함께 처리면의 물성변화와 염색성, 흡수성 등을 검토하고 수치화된 KES system을 사용하여 처리면의 태의 변화를 객관적으로 분석하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

2.1.1 시료

순면직물 ($\{(CM40^{18} \times CM40^{18}) / (120 \times 110)\} \times 48^{18}$)을 사용하였다.

2.1.2 셀룰로오스 분해효소

Cellusoft L (Novo Industry) 시판품을 사용하였다.

2.1.3 염료

Congo Red(C.I. Direct Red 28) 시판 시약 1급품을 정제하지 않고 그대로 사용하였다.

2.1.4 그 외 시약

Acetic acid, Sodium acetate anhydrous, Boric acid, Potassium chloride, Sodium carbonate, Sodium chloride, Pyridine 등은 1급시약을 그대로 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 효소의 최대활성조건

Cellusoft L을 3% o. w. f. 욕비 50 : 1로 처리욕 내에서 온도, pH등을 변화시켜 가면서 면포를 소정의 시간 처리하고 각각에 대한 시료의 감량률로부터 효소의 최대활성조건을 찾아 내었다.

2.2.2 감량률 측정

효소처리 전후의 면포의 건조무게를 측정하여 아래 식에 의해 감량률을 구하였다.

$$W.L.(%) = \frac{W_0 - W}{W_0} \times 100$$

W.L. : 감량률

W_0 : 효소처리 전의 무게

W : 효소처리 후의 무게

2.2.3 인장강도 측정

미처리 및 효소처리 면포의 인장강도를 KS K 0409에 준하여 Shimadzu AGS-500A로 측정하였다.

2.2.4 염색 및 염착량 측정

효소처리 및 미처리 시료를 각각 0.04g씩, 욕비 1000 : 1의 무한염욕 내에서 1.44×10^{-4} mole/L의 Congo red를 사용하여 소정 시간에 따라 염색하였다. 염의 첨가에 의한 염색거동의 변화도 검토하였다. 그리고 염색 후 수세, 건조한 시료를 25% pyridine 수용액으로 90°C에서 완전히 추출한 후, 추출액의 흡광도를 측정하여 미리 작성한 검량선으로부터 염착량을 구하였다. 이때 사용한 기기는 Shimadzu UN-2100 spectrophotometer였다.

2.2.5 역학특성치 측정 및 태의 계산

효소처리된 시료는 KES system에 의해 20°C, 65 ± 2% R. H.의 조건 하에서 각각 인장특성, 전단특성, 굽힘특성, 압축특성, 표면특성 등을 측정하고 각 특성치를 구하였다. KES system에서 얻어진 시료의 기본역학특성 및 각 특성치를 변환식 KN-101-Winter를 사용하여 기본태 값을 KN-301-Winter를 사용하여 종합태 값을 구하였다. 이때 사용한 변환식들은 추동용 남성복지의 태를 구하는 식이므로써 그 기본태는 각각 KOSHI(stiffness), NUMERI(smoothness), FUKURAMI(fullness & softness)이다.

3. 결과 및 고찰

3.1 효소의 최대활성조건

효소란 일종의 생체촉매로서 일반의 화학촉매와는 달리 비교적 온화한 조건에서 그의 최대활성을 나타낸다.^{1~3)} Cellusoft L의 면섬유에 대한 최대활

성조건을 찾아내기 위하여 욕비 50 : 1, 3% o.w.f의 조건하에서 pH와 온도를 각각 변화시켜 가면서 그에 따른 감량률을 측정하였다.

Fig. 1은 pH에 따른 시료의 감량률을 나타낸 것으로 60°C에서 1시간 처리한 결과이다. pH 5까지는 현저히 감량률이 증가하다가 그 이후에서는 다시 급격히 떨어져 pH 8 정도에서는 효소의 작용이 거의 이루어지지 않고 있음을 알 수 있다. 그러므로 pH 5가 Cellusoft L의 최대활성 pH임을 알 수 있다.

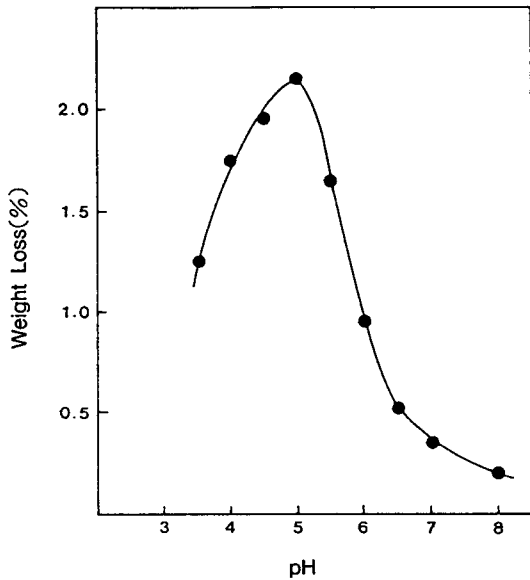


Fig. 1. Effect of pH on the weight loss of the cotton treated with 3% o.w.f of cellulase at 60°C for 1 hour.

Fig. 2는 효소의 최대활성온도를 나타내는 것으로 Fig. 1에서 얻은 최대활성조건인 pH 5의 조건하에서 1시간 동안 온도를 변화시켜 가면서 감량률을 측정하였다. 그림에서 알 수 있듯이 60°C에서 최대의 감량률을 나타내고 있으며 그 이상의 온도에서는 감량률이 다시 감소되어 75°C에서는 거의 효소의 작용이 나타나지 않고 있음을 또한 알 수 있다.

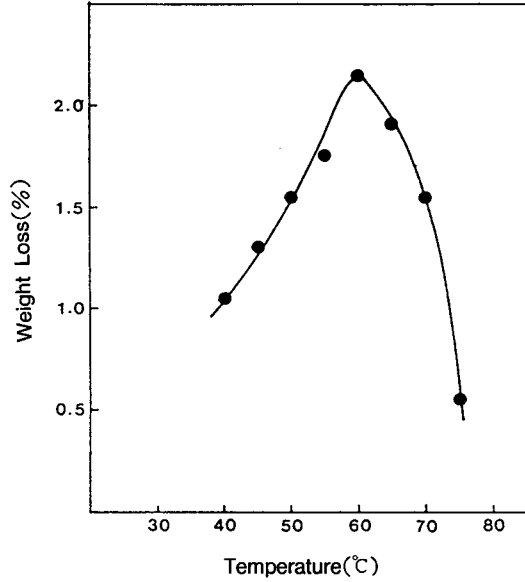


Fig. 2. Effect of temperature on the weight loss of the cotton treated with 3% o.w.f of cellulase at pH 5 for 1 hour.

앞에서 얻은 효소의 최대활성조건인 60°C, pH 5에서 시간에 대한 감량률을 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. 시간이 길어짐에 따라 감량률의 변화가 점차 완만해지다가 5~6시간에서는 비로서 그 변화가 거의 없어짐을 볼 수 있다.

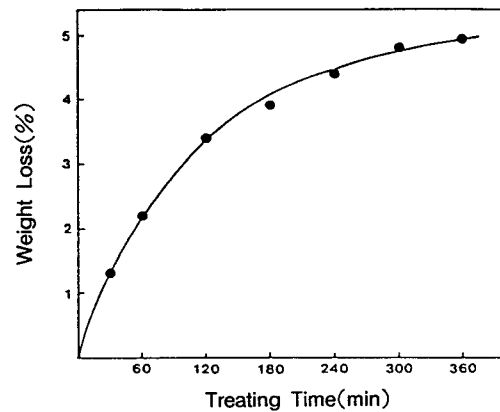


Fig. 3. Relationship between treating time and the weight loss of the cotton treated with 3% o.w.f of cellulase at 60°C, pH 5.

Fig. 4에서는 효소처리에 의한 각각의 감량률을 가지는 시료의 강도변화를 미처리 시료를 기준으로 나타내었다. 여기서 처리시료의 강도저하는 감량률과 직선적으로 비례함을 알 수 있으며, 감량률이 5%인 경우에는 거의 40% 정도의 강도저하가 있음을 알 수 있다.

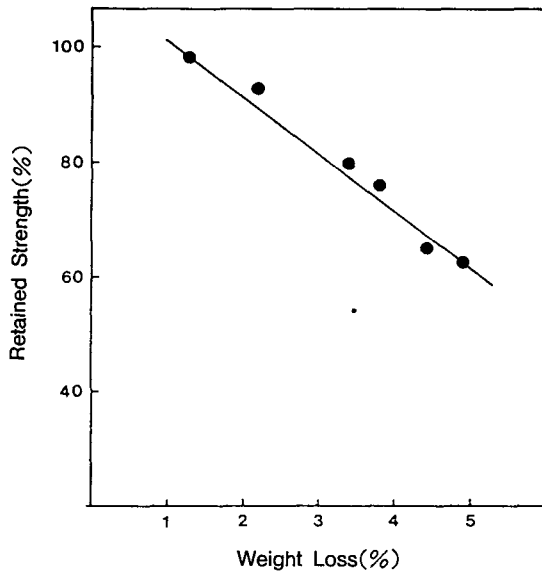


Fig. 4. Relationship between the retained strength and the weight loss of the cotton treated with 3% o.w.f of cellulase at 60°C, pH 5.

Fig. 1~Fig. 4에서 효소처리에 따른 시료의 감량률과 그로 인한 강도저하에 대해서 살펴보았다. 이러한 감량과 강도저하가 생기는 원인은 다음과 같다.

면은 대표적인 셀룰로오스 섬유로서 많은 셀룰로오스 분자들이 다발 모양으로 구성되어 있는데, 각각의 셀룰로오스 분자들은 glucose가 β-1, 4-glucoside 결합으로 연결된 직쇄상의 고분자 화합물이다. Fig. 5에 나타난 바와 같이, cellulase는 셀룰로오스의 β-1, 4-glucoside 결합을 가수분해시키는 작용을 함으로써 β-1, 4-glucanase라고도 불리워지며, 여러가지 작용기구를 가지는 구성성분들의 혼합물이지만, 일반적으로는 endo-β-glucanase,

cellobiohydase 그리고 β-glucosidase의 3종류 효소가 반응에 관여하고 있는 것으로 알려져 있다. 그 작용기구를 도식적으로 나타낸 것이 Fig. 6이다.⁴⁾

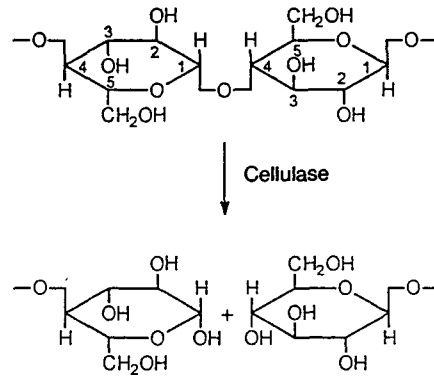


Fig. 5. Hydrolysis of β-1, 4-glucosidic bond by cellulase.

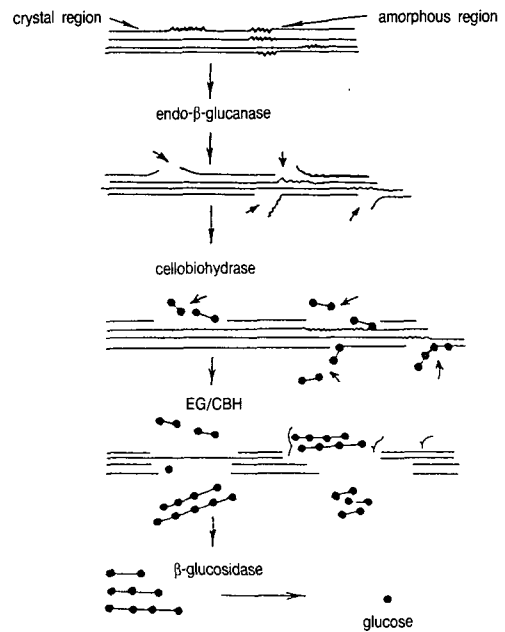


Fig. 6. Actional mechanism of cellulase on the cellulose fibers.

먼저 endo-β-glucanase가 셀룰로오스의 비결정 영역 뿐만이 아니라 결정영역에도 작용하여 셀룰로오스의 단절(nick)을 일으키면 그로 인해 발생한 비환원성 말단에 exo-glucanase인 cellobiohyd-
 rase가 작용된다. 그 결과 셀룰로오스의 단절부분이 점점 커지게 되면 endo-β-glucanase의 내부로의 침투도 훨씬 용이해진다. 이와 같은 상승작용에 의해 결정 셀룰로오스가 분해된다. 또한 분해과정 중에 생겨난 cellobiose등의 올리고당은 β-glucosidase에 의해 glucose로까지 분해된다⁴⁾.

3.2 염색

효소처리한 면의 염색거동을 살펴보기 위해 미처리 시료와 각각 30분, 2, 4, 6시간 동안 처리한 시료를 대표적인 직접염료 중의 하나인 Congo red를 사용하여 욕비 1000 : 1의 무한염욕 내에서 1.44×10^{-4} mole/L의 농도 조건에서 시간에 따른 염색속도를 조사하였다. 염색에 사용한 이들 시료들 각각에 대한 감량률은 1.4%, 3.5%, 4.8%, 5.7%였다.

Fig. 7은 60°C에서의 염색속도를 나타낸 것이다. 전형적인 Freundlich형의 염색거동을 보임으로써 셀룰로오스 섬유와 직접염료간의 염착기구 자체에는 변화가 없으나 미처리 시료에 비해 처리시료들의 염착량이 전체적으로 약 20% 정도 감소됨을 알 수 있다.

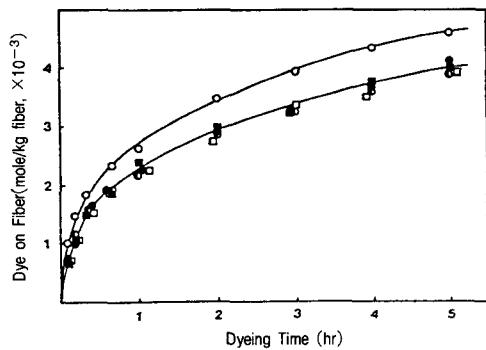


Fig. 7. Dyeing rate of Congo red at 60°C on cotton treated with cellulase. Weight losses are 0%(○), 14%(◐), 3.5%(●), 4.8%(◑), and 5.7%(■).

Fig. 8은 90°C에서의 염색속도곡선으로 60°C에 비해 초기 염착속도가 다소 큼을 제외하면 효소처리에 의해 염착량의 감소가 일어난다는 전체적인 양상은 비슷하다.

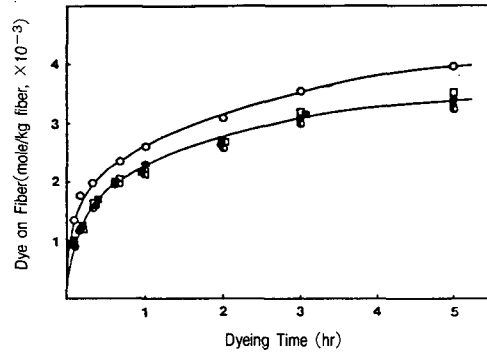


Fig. 8. Dyeing rate of Congo red at 90°C on cotton treated with cellulase. Weight losses are 0%(○), 14%(◐), 3.5%(●), 4.8%(◑), and 5.7%(■).

이는 Fig. 5에서처럼 cellulase에 의해 셀룰로오스의 β-1, 4-glucoside 결합이 절단되어 그 말단에 2개의 수산기(-OH)가 생성됨으로써, 이 수산기의 해리에 의해 셀룰로오스 섬유의 표면에 발생하는 음(-)의 표면전하를 더욱 증가시키게 되며, 그로 인해 수용액 내에서 음(-)전하를 가지는 직접염료의 섬유표면으로의 이동을 억제하는 요인을 증가시키기 때문이라 생각한다.

또 한가지 특이한 현상은, 미처리 시료와 처리 시료간의 차이는 뚜렷하나 처리 시료들 사이에는 처리 시간에 따른 감량 정도와는 관계없이 비슷한 염착량을 나타낸다는 것이다. 양모의 효소처리에서는 일반적으로 감량률에 비례해서 현저하게 염착량이 증가하는데 그것은 효소처리에 의해 표면의 스케일 제거와 함께 궁극적으로 양모의 염착좌석의 수가 증가한 때문이라고 또한 알려져 있다.^{2), 3), 9)} 면의 경우에서도 양모에서처럼 표면과 내부 모두 효소의 작용을 받으나 면의 염색은 양모의 경우와는 달리 표면전하에 큰 영향을 받으므로 섬유 내부의 효소에 대한 작용은 염색에 큰 영향을 끼치지 못한 것으로 생각된다. 다시 말해서, 30분

처리에 의해 1.4% 감량된 면포와 6시간 처리에 의해 5.7% 감량된 면포를 비교해 본다면, 그 둘은 표면의 효소작용의 정도에도 물론 차이는 있겠지만 그보다 섬유내부의 효소의 작용에 더 큰 차이가 있을 것으로 생각된다. 30분 처리된 섬유는 상대적으로 표면에만 효소처리가 많이 이루어지고 섬유내부까지는 미처 효소처리가 이루어지지 않았을 것이며, 6시간 처리한 섬유는 표면 뿐만 아니라 섬유내부 깊은 곳까지도 효소처리가 이루어졌을 것이다. 감량률이나 강도는 표면과 내부의 효소처리 모두에 영향을 받으나 앞에서 언급했듯이 염색은 표면전하에 주로 영향을 받으므로 감량된 정도에 따라서는 서로 큰 차이를 나타내지 않는다고 생각된다.

표면전하에 의한 염착량의 감소를 증명하기 위해 염(NaCl)을 첨가하여 염색속도를 구하였다. 첨가하는 염의 적정농도를 알아보기 위해 미처리 시료에 대해 염의 농도변화에 따른 염착량을 구하였다. Fig. 9에서 알 수 있듯이, 염의 농도에 따라 염착량이 급격히 증가하다가 10g/L에 이르러서는 그 증가가 현저히 감소되어 거의 평형에 이를 수 있다.

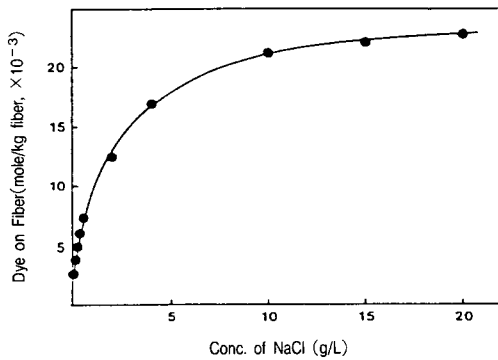


Fig. 9. Relationship between dye uptake and the conc. of salt(NaCl) on the untreated cotton at 90°C for 5 hours.

이를 근거로 Fig. 7과 Fig. 8에서 보았던 60°C, 90°C에서의 염색속도를 이들 온도에서 각각 10g/L의 염을 첨가한 것을 Fig. 10과 Fig. 11에 나타내었다.

Fig. 10과 Fig. 11 모두 동일한 양상으로 미처리한 시료와 처리한 시료간의 염착량 차이가 거의 없음을 알 수 있다. 이는 예상했던 대로 미처리 또는 처리한 면의 표면전하가 충분한 양(+)의 염이온(Na^+)에 의해 모두 중화되어 버림으로써 나타난 결과이다.

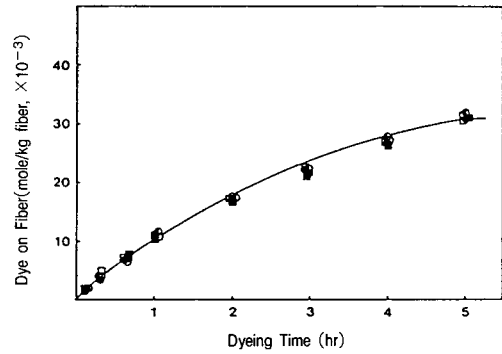


Fig. 10. Effect of salt(NaCl) on the dyeing rate of Congo red at 60°C on the cotton treated with cellulase. The concentration of the salt is 10g/L. Weight losses are 0%(○), 1.4%(●), 3.5%(●), 4.8%(□), and 5.7%(■).

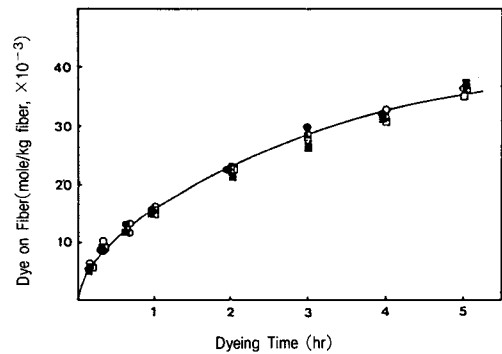


Fig. 11. Effect of salt(NaCl) on the dyeing rate of Congo red at 90°C on the cotton treated with cellulase. The concentration of the salt is 10g/L. Weight losses are 0%(○), 1.4%(●), 3.5%(●), 4.8%(□), and 5.7%(■).

이를 더욱 명확히 증명하기 위해 효소로 극도로 감량시킨 (14%) 면포에 대해서 동일한 실험을 반복하였다. Fig. 12는 미처리 시료와 14% 감량된 시료의 염색속도곡선으로 60°C에서 염을 첨가하지 않은 경우이다. 미처리 시료에 비해 14% 감량된 시료의 염착량이 여전히 감소하며 감소율 또한 앞의 경우들과 비슷하다. Fig. 13은 Fig. 12와 같은 조건에서 염을 첨가하여 행한 경우이다. 예상대로 처리 및 미처리 모두 계속 동일한 염착량을 보이고 있으며 그 양상 또한 앞의 경우들과 거의 흡사하다. 만약 표면전하 이외의 다른 요소가 효소 처리면의 염착량 감소에 작용했다면 14% 정도로 극도로 감량시킨 경우에 있어서 분명 어떠한 차이를 나타내야 하나 실제로 염의 첨가에 의해 동일한 염착량을 보인다는 것은 이미 언급한 바와 같이 충분한 양(+)의 염이온(Na⁺)이 효소 처리면의 표면에 발생한 표면전하를 모두 중화시킴으로써 섬유내부로의 염료의 침투에 차이를 나타내지 않음을 의미한다.

일반적으로 셀룰로오스 섬유는 효소처리에 의해 염착량이 감소되는 결점을 가진 것으로 생각되고 있으나⁶⁾ 이는 충분한 양의 염을 사용하면 극복될 수 있으리라 생각한다.

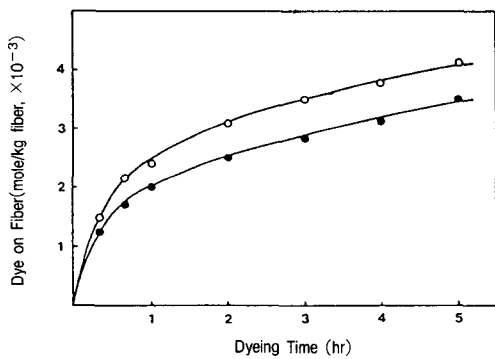


Fig. 12. Dyeing rate of Congo red at 60°C on the cotton extremely weight-lost by cellulase. Untreated(○), 14% weight-lost(●).

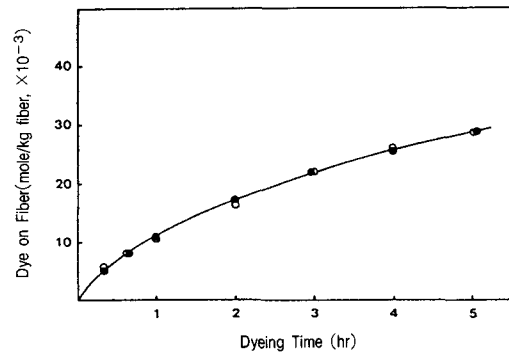


Fig. 13. Effect of salt(NaCl) on the dyeing rate of Congo red at 60°C on the cotton extremely weight-lost by cellulase. Untreated(○), 14% weight-lost(●).

3.3 흡수성

대부분의 천연섬유들은 합성섬유에 비해 흡수성이 매우 크므로 의복착용시 쾌적감을 더해 주는데, 이러한 흡수성이 효소처리한 면에 있어서 크게 향상된다고 알려져 있다. Fig. 14는 K. Daimon의 실험에서 발췌한 것으로⁴⁾ 본 연구에서 사용한 효소와 상품명이 동일한 Cellusoft L로 처리한 면의 흡수성을 나타낸 것이다.

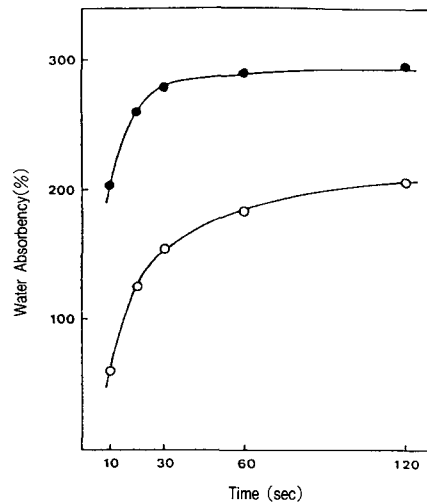


Fig. 14. Water absorbency of the cellulase-treated cotton⁴⁾ Untreated(○), treated(●).

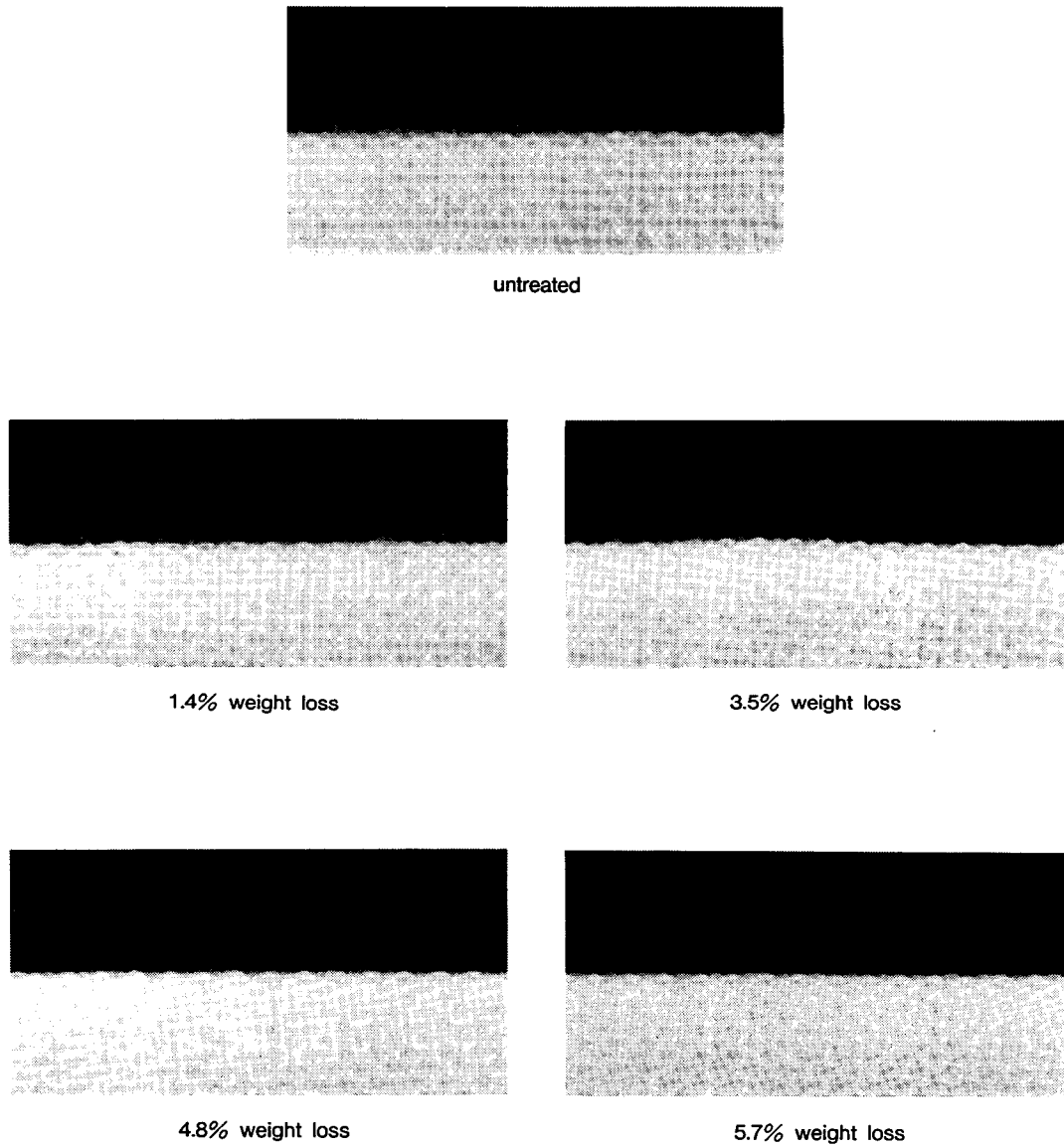


Photo. 1 Photographs of the cotton fabrics treated with 3% o.w.f of cellulase at 60°C, pH5

일명 라로오즈법이라 불리는 방법으로 towel의 표면으로부터의 흡수성을 측정하여 나타낸 값이다. 처리한 시료가 미처리 시료에 비해 약 1.5배의 흡수량을 나타내고 있으며, 흡수속도 또한 개선되는 것을 알 수 있다. 그 원인은 앞의 결과와 마찬가지로 셀룰로오스의 β -1, 4-glycoside 결합의 가수분해에 의해 강한 친수성기인 수산기(-OH)가 생성, 증가되므로 일어난 결과라고 생각한다.

3.4 모우의 제거

Photo. 1에 미처리 및 효소처리만 면의 모우사진을 나타내었다. 감량정도에 따라 모우가 현저히 줄어들고 있음을 볼 수 있으며, 4시간 처리에서 거의 남아 있지 않게 된다. 이러한 모우제거가 효소처리 면의 광택을 증가시키게 되며, 또한 표면의 평활화로 인해 부드러운 촉감을 부여하는 등 태의 향상을 가져오는 한 요인이 되고 있다.

3.5 KES 객관평가법에 의한 역학적 특성 분석

섬유에 대한 효소처리의 가장 큰 장점 중의 하나는 표면의 평활화 및 모우제거에 의한 광택증가 또는 촉감개선, 유연화 등의 종합적인 태의 향상을 들 수 있다.

본 연구에서는 이러한 태의 분석을 위해 Kawabate와 Niwa에 의해 1972년에 개발되어 최근 세계 각국에서 사용되고 있는 KES system을 사용하였다. 이 KES system은 섬유제품의 촉감을 종래의 주관적이며 불합리한 관능적 평가 대신 섬유의 역학적 물성인 인장, 전단, 압축, 굽힘, 표면 등의 특성을 종합적으로 측정하여 섬유의 촉감 평가를 객관적이며 수치적이고 과학적으로 측정, 관리하는 기기이다.

시료의 각 역학적 특성치를 KES-FB1~KES-FB4 및 balance를 사용하여 각각 측정하고 그것을 변환식을 사용해 기본태(Hand Value : H. V)값을 구한다. 그 기본태값으로 또다른 변환식을 사용해 종합태(Total Hand Value : T. H. V)값을 구한다. 본 연구에서 사용한 변환식은 기본태의 경우에는 KN-101-Winter를, 종합태의 경우에는 KM-301-Winter를 사용하였다.^{10~15)}

Table. 1에 KES system에서 사용하는 각각의 기본 역학적 특성들을 나타내었다.^{10), 12), 14)}

다음으로 Table. 2에서는 각각의 감량률을 가지는 시료들의 기본역학특성치를 나타내었다. 우선 인장특성에 있어서는, 신장률의 척도로 사용될 수 있는 EM과 WT의 경우에 처리정도에 따라 그 값이 계속적으로 증가함으로 볼 수 있으며, 회복성을 나타내는 RT는 감소하는 경향을 나타냄으로써 효소처리에 의해 섬유가 유연해지기는 하나 섬유의 침해로 인해 다소 회복성이 떨어지는 것으로 나타난다.

굽힘특성에 있어서 굽힘강성을 나타내는 B는 효소처리에 의해 감소하는 경향을 나타내고 있는데 이는 인장특성에서와 같이 섬유가 유연해짐을 나타내고 있다. 이것은 Table. 3에서의 stiffness를 나타내는 KOSHI의 감소와 깊은 관련이 이 있을 것으로 생각된다. 또한 값이 클수록 회복성이 좋지 않음을 나타내는 2HB의 감소로 보아 굽힘에 있어서는 회복성도 향상됨을 알 수 있다. 초기전단변형에 의한 회복성을 나타내는 2HG와 전체적인 회복성을 나타내는 2HG5는 값이 적을수록 회복성이 좋음을 나타내는데 초기전단변형에 의한 회복성은 다소 감소하는 경향이나 전체적인 회복성은 향상됨을 알 수 있다.

또한 표면의 마찰계수를 표시하는 MIU는 감소하는 경향을 나타냄으로써 섬유의 표면이 매끄러워짐을 알 수 있다. 이는 Table. 3에서의 NUMERI(smoothness)의 증가현상과 또한 관련이 있을 것으로 생각된다.

효소처리에 의해 섬유가 분해되어 나감으로써 두께 T는 감소하며, 압축강도의 척도인 LC 또한 감소하므로 압축에너지 WC도 당연히 감소된다고 생각된다. 이들 양 요소의 감소로 인해 압축회복성 RC의 증가경향에도 불구하고, 벌키성과 압축탄력성을 의미하는 FUKURAMI(fullness & softness)는 감소된다고 생각된다.

섬유의 감량에도 불구하고 단위면적당 무게인 W가 감소하지 않고 오히려 약간 증가하는 것은 처리과정에서 섬유의 조직이 보다 치밀해지기 때문이 아닌가 생각되나 아직 이 부분에서는 조금 더 검토가 필요할 것으로 생각된다.

Table 1. Description of Basic Mechanical Properties of the KES system

Parameter	Description		Unit	Apparatus
Tensile	EM	Extensibility	—	KES-FB1
	LT	Linearity of load-extended curve	—	
	WT	Tensile energy	gf · cm/cm ²	
	RT	Tensile resilience	%	
Bending	B	Bending rigidity	gf · cm ² /cm	KES-FB2
	2HB	Hysteresis of bending moment	gf · cm/cm	
Shear	G	Shear stiffness	gf/cm · deg	KES-FB1
	2HG	Hysteresis of shear force at 0.5° of shear angle	gf/cm	
	2HG5	Hysteresis of shear force at 5° of shear angle	gf/cm	
Compression	LC	Linearity of compression-thickness curve	—	KES-FB3
	WC	Compression energy	gf · cm/cm ²	
	RC	Compression resilience	%	
Surface	MIU	Coefficient of friction	—	KES-FB4
	MMD	Mean deviation of MIU	—	
	SMD	Geometrical roughness	μm	
Thickness	T	Fabric thickness	mm	KES-FB3
Weight	W	Fabric weight per unit area	mg/cm ²	Balance

Table 2. The Values of Basic Mechanical Properties of the Cotton treated with Cellulase

Parameter		Unit	Weight Loss(%)				
			0	1.4	3.5	4.8	5.7
Tensile	EM	%	5.145	6.738	7.730	7.877	8.281
	LT	—	0.758	0.824	0.778	0.772	0.742
	WT	gf · cm/cm ²	10.094	13.892	15.068	15.215	15.288
	RT	%	50.988	41.995	40.779	39.438	40.375
Bending	B	gf · cm ² /cm	0.129	0.083	0.074	0.077	0.074
	2HB	gf · cm/cm	0.106	0.090	0.075	0.087	0.075
Shear	G	gf/cm · deg	5.481	5.520	5.342	5.557	5.138
	2HG	gf/cm	6.189	8.820	8.742	9.180	7.250
	2HG5	gf/cm	15.660	14.688	14.075	14.450	13.299
Surface	MIU	—	0.155	0.148	0.138	0.141	0.139
	MMD	—	0.022	0.024	0.021	0.021	0.024
	SMD	μm	3.102	3.381	3.016	3.631	3.401
Compression	LC	—	0.323	0.370	0.297	0.294	0.241
	WC	gf · cm/cm ²	0.268	0.192	0.192	0.221	0.126
	RC	%	34.066	44.898	35.204	38.222	24.031
Thickness	T	mm	0.625	0.518	0.540	0.574	0.469
Weight	W	mg/cm ²	13.706	13.942	14.108	13.681	13.770

이상의 역학특성치들을 근거로 변환식을 사용하여 기본태(H.V)값과 종합태(T.H.V)값을 산출하고 그 결과를 Table. 3에서 나타내었다. 본 연구에서 사용한 변환식에 대한 기본태는 KOSHI(siffness), NUMERI(smoothness) 그리고 FUKURAMI(fullness & softness)등이다.

KOSHI란 천을 손으로 잡았을 때 느끼는 반발성, 탄성, 가소성 등을 종합적으로 표현한 직물의 태로서 실의 밀도가 높은 천에서 느낄 수 있는 감각이며, NUMERI는 천을 만졌을 때 느끼는 부드러운 감촉으로 에기의 피부를 이루만질 때와 같은 부드러운 감촉성등을 종합적으로 표현한 태이다. 또한 FUKURAMI는 천을 쥐어 잡을 때 느낄 수 있는 중후한 감촉으로 압축 탄력성이 있고 벌키성이 있으며 따뜻한 감을 주고 두터운 맛을 느끼게 하는 천의 태이다.

Table. 3에 의하면 효소에 의한 면섬유의 감량이 증가함에 따라 KOSHI와 FUKURAMI는 감소하고, NUMERI는 증가하는 경향을 보인다. 또한 이들 기본태의 값으로부터 계산한 종합태의 값(T.H.V)은 4.8% 감량까지는 약간씩 증가하다가 5.7% 감량에는 크게 감소함을 알 수 있다. 따라서 효소처리에 의한 면섬유의 약간의 감량은 섬유의 태를 향상시킬 수 있으나 지나친 감량은 섬유의 강도 뿐만 아니라 태의 측면에서도 바람직하지 않음을 알 수 있다.

4. 결 론

대표적인 셀룰로오스 섬유인 면을 시판 셀룰로오스 분해효소인 Cellusoft L로 처리한 후, 그에 따른 물성변화와 염색성, 흡수성 그리고 KES 객관평가법에 의한 태의 변화 등을 검토하였다.

Table 3. Hand Values(H.V) and Total Hand Values(T.H.V)

Weight Loss(%)	H.V			T.H.V
	KOSHI	NUMERI	FUKURAMI	
0	6.64	3.20	5.73	2.85
1.4	5.33	3.21	4.88	2.69
3.5	4.99	4.08	5.45	2.93
4.8	4.92	4.15	5.93	2.96
5.7	5.13	3.14	4.05	2.50

처리한 면섬유는 셀룰로오스의 분해에 의해 감량과 강도저하를 나타냈으며, 양모에서와는 달리 오히려 염색성이 저하됨을 알 수 있었는데, 이는 면섬유의 표면전하가 증가했음을 의미하며 이 염의 첨가에 의해 증명할 수 있었다. 또한 천연섬유들의 공통된 장점인 흡수성이 크게 향상됨과⁴⁾ 그 원인이 셀룰로오스의 β -1, 4-glucoside 결합의 가수분해에 의한 수산기(-OH)의 증가임을 알 수 있었다. 더불어, 효소처리의 최대 장점 중의 하나인 태의 향상을 종래와는 달리 수치화된 KES system을 사용하여 분석하였다.

효소란 일종의 생체촉매로서 다른 화학촉매와는 달리, 비교적 온화한 조건에서 그 작용이 최대로 발휘됨으로써 에너지 절약, 공해의 감소와 더불어 기질의 태를 오히려 향상시킬 수 있다는 점에서 앞으로 그 응용이 무한하리라 기대된다.

참 고 문 헌

1. T. Sato and M. Hosoda, 染色工業, 36, 235 (1988)
2. J. A. Park, J. Y. Park, N. S. Yoon and Y. J. Lim, *J. Korean. Soc. of Dyers and Finishers*, 3, 215(1991)
3. T. K. Kim, C. S. Sim, M. J. Cho and Y. J. Lim, *J. Korean Soc. of Dyers and Finishers*, 5, 206 (1993)
4. K. Daimon, 染色工業, 42, 19(1994)
5. H. Kawabata and A. Tsuchiya, 染色工業, 38, 431(1990)
6. K. J. Hong, M. C. Lee, S. Y. Bae and S. M. Park, *J. Korean Soc. of Dyers and Finishers*, 5, 272(1993)
7. O. Tanida, 染色工業, 37, 122(1989)
8. R. M. Tyndall, *AATCC*, 24, 23(1992)
9. J. Ryu, Y. Tanka and T. Wakida, *Sen-i Gakkaishi*, 84, 191(1992)
10. C. Mizutani and T. Amano, *Sen-i Gakkaishi*, 49, 408(1993)
11. T. Yusheng and M. Matsudaira, *Sen-i Gakkaishi*, 49, 47(1993)
12. KES에 의한 布地の 力學特性과 태의 客觀的

- 評價法, 경북지방공업기술원(1992)
13. HANDLE-O-METER, 경북지방공업기술원
(1993)
 14. “Anion화 실크 제조기술개발” 상공부연구개발
보고서, 한국견직연구원, p. 135(1993)
 15. *Fashion and Textile News*, 12, p. 4(1993)