

효소처리에 의한 텐셀직물의 개질가공(I)

손경희 · 신윤숙

전남대학교 의류학과

1. 서론

텐셀은 양질의 목재펄프와 아민옥사이드를 이용한 물리적인 용제방사로 제조과정에서의 무공해 및 용제의 재환용, 사용 후 완전히 분해되어 환경오염을 유발시키지 않는 환경친화 섬유로서, 현재 환경오염에 대한 규제가 더욱 강화됨에 따라 각국 섬유업계의 관심이 집중되고 있다¹⁻³. 레이온의 결점인 수축성과 습윤시의 강력저하 및 환경오염문제를 해결함으로써 레이온 소재를 완전히 대체할 것으로 기대된다.

텐셀의 미래섬유로서의 가능성은 텐셀 생지의 뻗뻗함(딱딱함)과 중량감을 어느 정도 감소시킬 수 있는가에 따라 달라진다. 따라서 면의 감량 및 유연가공, 레이온의 피치스킨가공, 진즈의 바이오위시가공 등에 사용되는 셀룰로오스의 분해효소인 셀룰라아제를 텐셀에 적용하여 감량 및 유연가공을 하고자 한다.

텐셀섬유의 효소가공에 의한 외관의 변화를 조사하고 이러한 외관변화가 직물의 물성에 미치는 영향을 텐셀의 구조적 특성과 관련지어 고찰하였다. 기모공정의 정도, 셀룰라아제의 처리농도 및 처리시간, NaOH 전처리 유무에 따른 감량율과 물성의 변화를 조사하고, 수분율, 염색성, SEM분석 등을 통하여 직물의 미세구조 및 형태학적인 변화를 고찰하였다.

2. 실험

2.1 실험방법

발호, 정련된 100 % 텐셀직물을 NaOH로 전처리하고, 텐셀의 1 차 피브릴화를 위한 기모공정으로서 육중유연제를 포함한 Rotary drum washer(지름; 630 ϕ)에서 80 $^{\circ}$ C로 처리시간을 달리하여 처리하였다. 효소처리는 산성셀룰라아제 효소인 바이오블루[대평양화학(주)]의 최대활성조건인 60 $^{\circ}$ C, pH 5.0에서 처리농도와 처리시간을 달리하여 Rotary drum washer에서 처리하고 효소활성의 억제를 위해 80 $^{\circ}$ C에서 10 분 이상 열탕처리하였다.

2.2 성능평가

2.3.1 감량을 측정

각 시료를 50 $^{\circ}$ C의 진공오븐에서 24 시간 이상 건조시킨 후 염화칼슘 및 오산화이온이 들어있는 데시케이터에 넣어 24 시간 이상 방치시켜 셀룰라아제 처리 전·후의 중량을 측정하여 감량율을 계산하였다.

2.4.2 인장강도의 측정

인장강도는 인스트론(Instron: Shimadzu Autograph AGS-500D)을 사용하여 경사방향에서 ASTM D-1682-64에 따라 컷스트립법에 의해 측정하고 보유율을 계산하였다.

2.4.3 수분율의 측정

각 시료를 50 °C의 진공오븐에서 24 시간 이상 건조한 후 염화칼슘 및 오산화인이 들어 있는 데시케이터에서 24 시간 이상 식히고 나서 건조무게를 측정하였고, 동일시료를 20 °C, 65 %의 상대습도에서 24 시간 이상 방치한 후 무게를 측정하여 건조무게와의 차이로부터 수분율을 얻었다.

2.4.4 염료흡착량의 측정

Cibacron Scarlet F-3G(C. I. Reactive Red 183) 1 %/owf를 황산나트륨을 가한 염욕에서 30 분간 흡수처리 후 탄산나트륨을 염욕에 가하여 다시 50 분간 반응처리하고 수세·건조하였다. 그리고 염착량은 Color-Eye 3100 (Macbeth Inc.)으로 최대흡수파장(502 nm)에서 K/S 값을 측정하였다.

2.3.5 SEM 분석

주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM: JSM 5400, JEOL Inc.)을 이용하여 200 배 그리고 2,000 배의 배율로 섬유 표면상태를 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 물리가공에 따른 감광율 및 인장강도의 변화

물리가공은 텐셀에 1 차 피브릴레이션을 주는 공정이다. 피브릴레이션은 텐셀의 특성상 가장 중요한 요소 중의 하나로서 습윤상태에서 반복되는 마찰로 인하여 발생되는데, 이는 섬유에 강한 강도를 부여하는 텐셀의 분자구조 특성, 즉 텐셀의 결정화부분이 섬유축방향으로 길게 연결되어 있어 습윤시 섬유축방향으로는 거의 팽윤되지 않기 때문에 발생한다.

서로 다른 시간동안 물리가공을 행한 후 같은 조건에서 셀룰라아제를 처리한 시료의 경우에, 물리처리시간이 증가함에 따라 감광율은 증가하고 있으며, 인장강도유지율은 저하되고 있다(Fig.1-2). 이는 물리가공에 의해 섬유가 효소에 쉽게 반응할 수 있는 상태로 되었기 때문으로 사료된다. 그러나 60 분 이상의 처리에서는 감광율의 증가에 비해 인장강도유지율이 더 저하되었는데, 이는 오랜시간의 물리가공에 의해 침해된 영역들이 효소처리에 의해 더욱 상해를 받아 섬유가 많이 약해진 것으로 보인다. NaOH전처리를 행한 경우에는 균일한 효소작용으로 인하여 같은 감광율에서 더 높은 인장강도를 유지하는 것을 확인할 수 있다. 효소에 의해 2 차 피브릴레이션을 발생시켜 텐셀 특유의 유연효과를 얻기 위해서는 1 차 피브릴 공정에서 충분한 피브릴이 발생되어야 하지만 섬유의 강도는 어느정도 유지되어야 하므로, 섬유강도에 많은 영향을 주지않으면서도 충분한 1 차 피브릴이 발생될 수 있는 적절한 물리가공조건이 필요하다고 본다.

3.2 효소처리에 따른 감광율 및 인장강도의 변화

효소처리는 물리가공에서 발생한 1 차 피브릴을 제거함과 동시에 2 차 피브릴을 생성시키는 역할을 한다. 물리가공시간을 60 분으로 고정하고 효소처리 시간을 15, 30, 60, 90, 그

리고 120 분으로 변화시킨 경우의 감량을 및 인장강도 유지율을 Fig. 3-4에 나타내었다. NaOH 전처리 유무에 상관없이 효소처리 시간이 증가함에 따라 감량은 증가하고 있으며, 인장강도 유지율은 감소되고 있다. NaOH 전처리 후 효소처리를 행한 경우에는 NaOH 전처리 하지 않은 시료에 비해 같은처리조건에서 더 높은 감량율과 더 나은 인장강도를 유지하며, 또한 같은 감량율에서 강도유지율 또한 더 높게 나타나는데 이는 앞에서와 마찬가지로 NaOH 전처리에 의해 셀룰라아제가 텐셀 내부로 쉽게 접근할 수 있고 또한 전체적으로 균일하게 처리되기 때문으로 사료된다.

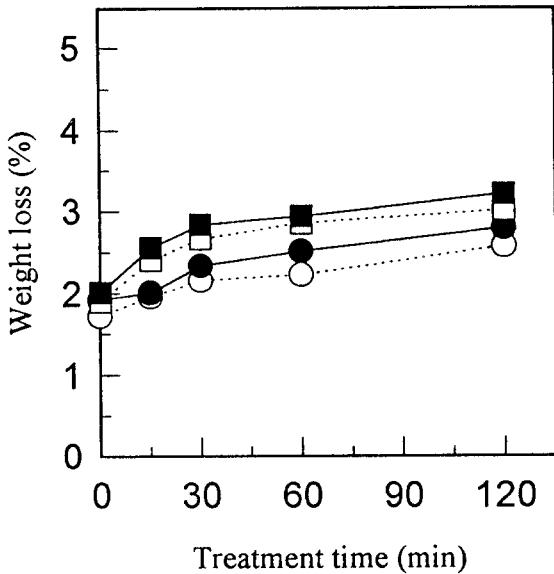


Fig. 1. Effect of physical treatment time on the weight loss of fabrics treated with cellulase for 60 min

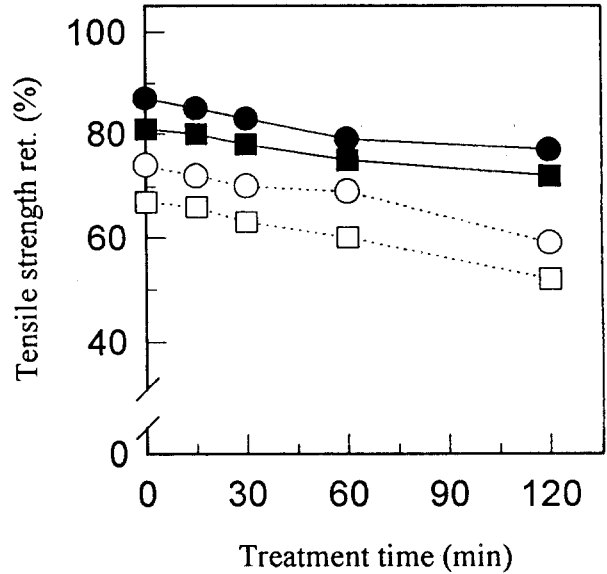


Fig. 2. Effect of physical treatment time on the tensile strength retention of fabrics treated with cellulase for 60 min

- cellulase conc. 3g/l (without NaOH pretreatment)
- cellulase conc. 3g/l (with NaOH pretreatment)
- cellulase conc. 8g/l (without NaOH pretreatment)
- cellulase conc. 8g/l (with NaOH pretreatment)

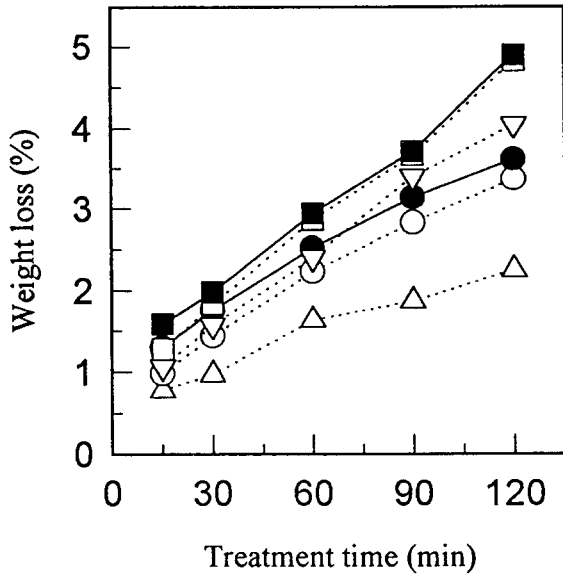


Fig. 3. Effect of cellulase treatment time on the weight loss of fabrics treated with cellulase(physical treatment time; 60 min)

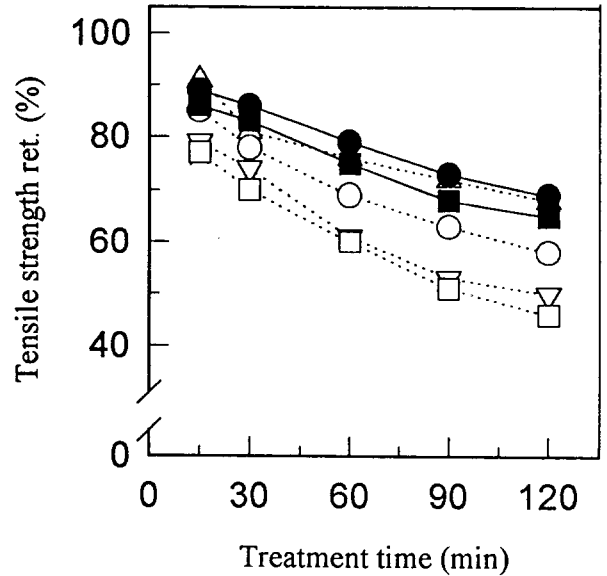


Fig. 4. Effect of cellulase treatment time on the tensile strength retention of fabrics treated with cellulase (physical treatment time; 60 min)

- △--- cellulase conc. 1g/l (without NaOH pretreatment)
- cellulase conc. 3g/l (without NaOH pretreatment)
- cellulase conc. 3g/l (with NaOH pretreatment)
- ▽--- cellulase conc. 5g/l (without NaOH pretreatment)
- cellulase conc. 8g/l (without NaOH pretreatment)
- cellulase conc. 8g/l (with NaOH pretreatment)

3.3 수분율 및 염색성의 변화

Fig. 5와 6은 셀룰라아제 처리한 시료의 감량율의 변화에 따른 수분율과 염착량의 변화를 보여주고 있다. NaOH 전처리를 행한 경우에는 효소처리 전·후 모두 NaOH 전처리를 하지 않은 시료보다 상대적으로 더 높은 수분율과 염착량을 지니는데, 이는 NaOH 전처리에 의한 결정구조의 변화에 의한 것으로 여겨지며, 머서화시킨 면 시료의 일반적인 현상과 일치한다. 그런데 셀룰라아제 처리에 의한 감량율이 증가함에 따라 수분율과 염착량이 그 정도는 매우 작으나 증가하고 있다. 이는 면과는 다른 양상으로, 텐셀 특유의 구조적 특성에서 기인되는 것으로 여겨지며, 효소농도의 증가에 의해 레이온의 경우는 팽윤도가 심하게 저하되나 텐셀의 경우에는 팽윤도(친수성)가 저하되지 않는다는 연구보고⁴와 연관되는 것으로 사료된다.

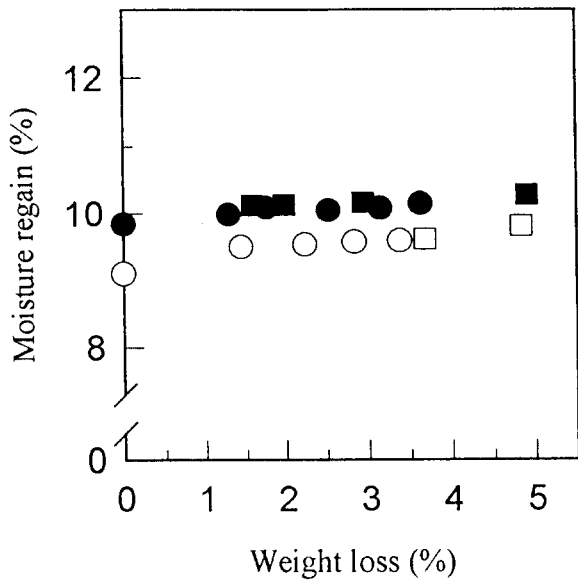


Fig. 5. Effect of weight loss on the moisture regain of fabrics treated with cellulase
(for key see to Fig.1)

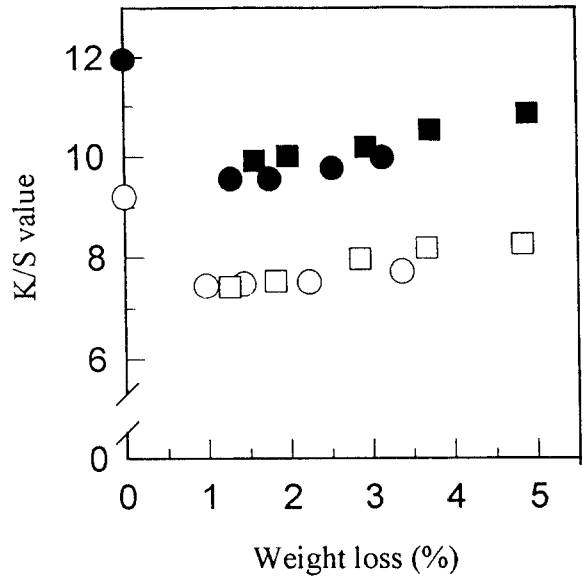


Fig. 6. Effect of weight loss on the dye uptake of fabrics treated with cellulase (for key see to Fig.1)

3.4 SEM 분석

물리가공 및 셀룰라아제 처리에 의한 섬유표면의 관찰을 위해 SEM 분석을 행하였다. 이로부터 물리가공시간이 길수록 섬유의 상해정도가 커서 인장강도 저하에 영향을 미침을 알 수 있었고, 효소분해가 진행됨에 따라 효소에 의해 비결정부분의 깊은 곳까지 침해되어 깊게 파인 부분과 마이크로 피브릴이 섬유의관에서 분리되어 섬유의 외부에 붙어 있는 상태를 확인 할 수 있었다.

4. 결론

텐셀의 효소처리는 물리가공의 정도에 영향을 받으며, 효소의 농도 및 처리시간이 증가함에 따라 감량율은 증가하고 인장강도유지율은 감소하였다. NaOH 전처리를 행하는 경우에는 같은 처리조건에서 높은 감량을 지니면서도 더 나은 인장강도를 유지하였으며, 수분율, 염착량 또한 더 높게 나타났다. 전처리 유무에 상관없이 효소처리가 진행됨에 따라 수분율과 염착량은 약간 증가하였다.

참고문헌

1. 園部茂, 纖維學會誌, 53(2), P-53(1997)
2. 園部茂, 纖維學會誌, 53(2), P-58(1997)
3. 園部茂, 染色工業, 41(1), 24(1993)
4. 木村光雄, 染色工業, 44(1), 2(1996)