

〈研究論文(學術)〉

효소처리에 의한 양모섬유의 개질 (I)

박정아 · 박정영 · 윤남식 · 임용진

경북대학교 공과대학 염색공학과
(1991. 11. 13 접수)

Modification of Wool Fiber by Enzymatic Treatment (I)

Jung A Park, Jeoung Young Park, Nam Sik Yoon and Yong Jin Lim

Department of Dyeing and Finishing, College of Engineering
(Received November 13, 1991)

Abstract—Wool gabardines were treated with alkaline proteases, and their tensile strength and dyeing behavior were obtained.

Enzylon ASA 30 and Alcalase 2.5L DX did not show much effect on the weight loss of wool, but Esperase 8.0L decreased the weight of wool to a great extent. Pretreatment of wool with dichloroisocyanuric acid before protease-treatment increased the weight loss of wool considerably.

Weight loss was accompanied by serious strength decrease and the use of sodium sulfate in the protease-treatment had not effect on the strength retention, only lowering the weight loss of wool.

Protease-treatment of wool increased dyeability considerably, which may be due to the change in the inner structure of wool fiber by protease.

1. 서 론

효소는 생체활동에 있어서 물질대사와 생합성 등 중요한 역할을 하고 있는 생화학적 고분자촉매로서 상온, 상압 및 중성근처의 비교적 온화한 조건에서 그의 작용이 최대로 발휘되는 이점이 있다. 따라서 최근 에너지절약, 공해문제 및 기질보호 등의 측면에서 효소의 이용이 큰 관심을 끌고 있으며, 이미 식품, 세제, 의약 및 일부 섬유공업에서는 널리 실용화되고 있다.¹⁾

섬유공업에서의 효소의 이용은 α -amylase에 의한 전분호발의 공업화외에도 protease에 의한 견섬유의 정련 및 양모의 개질, cellulase에 의한 면의 촉감 개선 등에 많은 연구가 이루어지고 있다.²⁻⁸⁾

양모섬유에의 효소의 이용은 모직물의 방축가공을 목적으로 처음 시도되었다. 즉 양모는 그 특유의 보온성, 흡습성, 신축성 등의 우수한 성질에도 불구하고 scale 구조로 인한 felting 현상 때문에 세탁을

반복하는 동안 수축되고 촉감이 경화되는 약점이 있다. 따라서 scale을 제거하기 위해 염소처리, 산화제처리, 혹은 염소처리 및 고분자수지를 병용하는 등의 방법을 사용하고 있으나⁹⁾ 처리 후의 황변 및 촉감불량 등의 문제점도 내포하고 있다. 효소처리에 의한 양모의 방축처리는 이러한 문제점을 보완하기 위한 것으로 Middlebrook 등은 비교적 온화한 조건에서 단백질 분해효소인 Trypsin이나 Papain으로 양모를 처리하여 모직물에 방축성을 부여하였다.^{10,11)}

양모단백질 분해효소로서는 파파인에서 추출된 식물성 protease인 파파인과 마른풀균(*Bacillus*속) 기원의 protease가 알려져 있으며, 파파인은 중성에서, 마른풀균 기원의 protease는 알칼리성 영역에서 pH 특성을 가진다.

한편 최근에는 방축가공의 목적외에도 촉감개선, 광택부여, 염색성향상 등의 측면에서 효소를 이용하려는 노력도 계속되고 있다.

본 연구는 양모의 효소개질에 대한 기초실험으로

모직물을 시판 단백질 분해효소로써 처리한 후, 처리된 양모의 강력변화 및 염색성 등을 고찰하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

- 모직물 : all wool gabardine(제일모직(주))
- 단백질 분해효소
Enzylon ASN 30(일본 洛東化成)
Alcalase 2.5L DX(Novo Industry)
Esperase 8.0L(Novo Industry)
- 염료 : Milling Cyanine 5R(C.I. Acid Blue 113)
- 시약 : 시판 시약 1급

2.2 효소처리

욕비 50 : 1의 pH 8.5 완충용액($H_3BO_3/KCl/Na_2CO_3$)내에서 60°C에서 일정시간 처리하였다.

2.3 DCCA 처리

pH 4.5(acetic acid), 10% owf. Na_2SO_4 의 25°C 수용액내에 모직물을 10분간 침적한 후 dichloroisocyanuric acid(DCCA)를 가하고 40°C로 승온하여 60분간 처리하였다. 처리된 직물은 2 g/l의 $NaHSO_3$ 수용액내에 40°C에서 20분간 처리한 후 수세, 건조하였다.

2.4 염 색

효소처리 및 미처리 양모직물을 욕비 50 : 1, pH 5.5 완충용액(KH_2PO_4/Na_2HPO_4)내에서 일정시간 염색 후 수세, 건조하였다. 건조된 시료는 25% pyridine 수용액으로 추출한 후 흡광도를 측정하여 염착량을 구하였다.

2.5 감량율

효소처리 전후의 직물의 건조무게를 측정하여 구하였다.

2.6 인장강도

KS K 0409에 준하여 Shimadzu AGS-500A로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

효소처리에 따른 양모섬유의 물성변화는 단백질의 분해에 의한 감량에 일차적으로 기인하는 것으로 생각된다.

Fig. 1은 3% owf.의 효소처리시 처리시간에 따른 감량율을 나타낸 것으로 처리조건은 60°C, pH 8.5로서 예비실험에서 얻은 최대 효소활성조건이었다. 그림에서와 같이 Enzylon ASN 30이나 Alcalase 2.5 L DX의 경우 효소단독으로는 양모의 감량효과가 거의 없거나 미미한데 비해 Esperase 8.0L의 경우 3시간 처리시 6% 이상의 감량율을 나타내어 감량효과가 매우 큼을 알 수 있다. 효소 미처리 및 3%, 5% 효소감량된 양모표면의 전자 현미경 사진을 Photo 1~3에 나타내었다.

한편 양모의 감량율은 양모표면의 소수성인

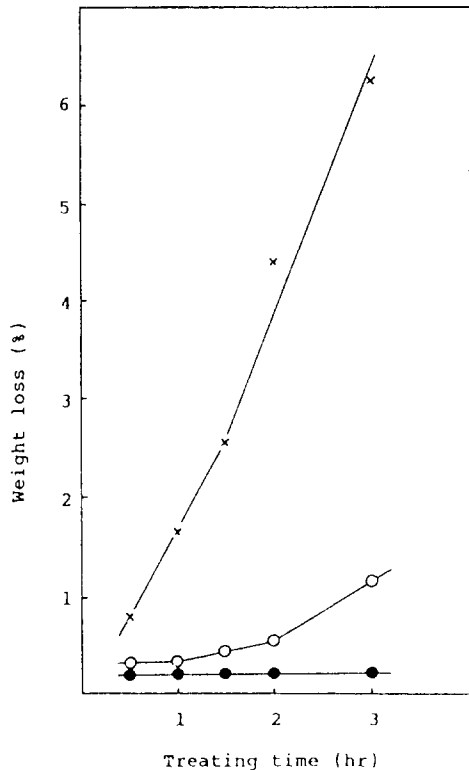


Fig. 1. Weight loss of wool gabardine by treatment of 3% owf. of protease at 60°C, pH 8.5.
● Enzylon ASN 30, ○ Alcalase 2.5L DX, × Esperase 8.0L.



Photo. 1. Scanning electron micrograph of the surface of wool untreated.



Photo. 3. Scanning electron micrograph of the surface of wool treated with Esperase 8.0L to a weight loss of 5%.



Photo. 2. Scanning electron micrograph of the surface of wool treated with Esperase 8.0L to a weight loss of 3%.

scale의 손상에 의해 크게 낮아지며 표면손상에 의한 친수화에 의해 증가할 것으로 생각된다. Fig. 2~4는 모직물을 2~3%의 DCCA로 전처리한 후 각각의 효소로 처리하였을 때 처리시간에 따른 감량율을 나타낸 것으로 감량율이 미미하던 Enzylon ASN 30이나 Alcalase 2.5L DX인 경우에도 DCCA 전처리에 의해 감량율이 크게 향상됨을 알 수 있으며 Esperase 8.0L인 경우에도 3% DCCA 전처리 후 3시간 효소처리시 20% 가까운 감량율을 나타내고 있다.

Fig. 5는 Esperase 8.0L 처리시 DCCA 전처리 및 미처리 직물의 감량율에 따른 인장강도의 변화를 나타낸 것으로 DCCA 전처리와는 관계없이 섬유의 강도저하는 감량율에 비례함을 알 수 있다. 또한 감량에 따라 섬유의 강도는 당연히 감소할 것으로 예상되나 그림에서와 같이 10% 감량시 약 40% 정도의 대폭적인 강력감소가 일어남을 알 수 있는데 이는 Esperase 8.0L이 serine type의 endoprotease로서¹²⁾ peptide 결합의 중간에 작용하여 가수분해시키기 때문으로 생각된다. 감량율에 비해 이처럼 높은 강도저하는 양모의 효소처리에 매우 불

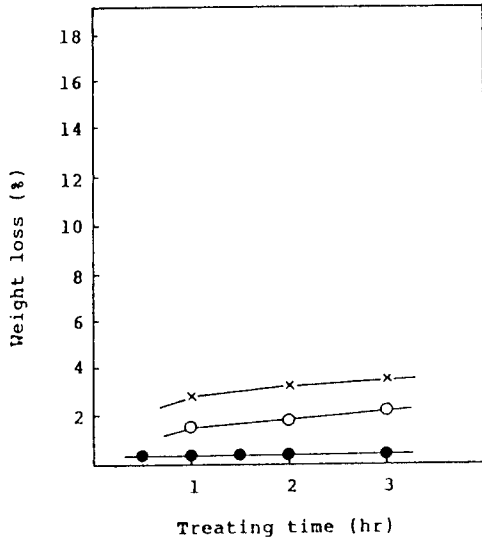


Fig. 2. Weight loss of wool gabardine pretreated with DCCA by treatment of 3% owf. of Enzylon ASN 30 at 60°C, pH 8.5.
 ● unpretreated, ○ pretreated with 2% owf. of DCCA, × pretreated with 3% owf. of DCCA.

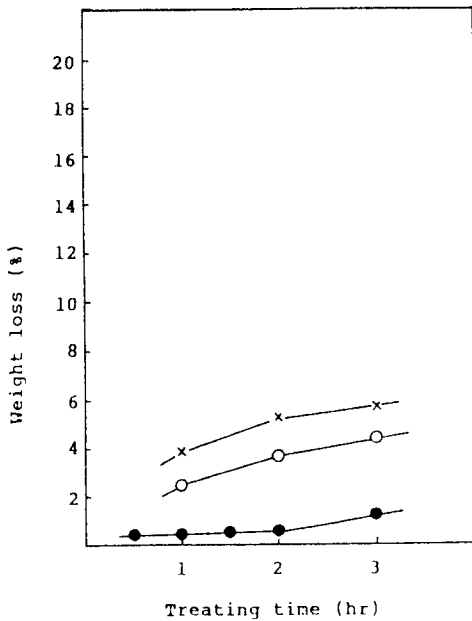


Fig. 3. Weight loss of wool gabardine pretreated with DCCA by treatment of 3% owf. of Alcalase 2.5L DX at 60°C, pH 8.5.
 ● unpretreated, ○ pretreated with 2% owf. of DCCA, × pretreated with 3% owf. of DCCA.

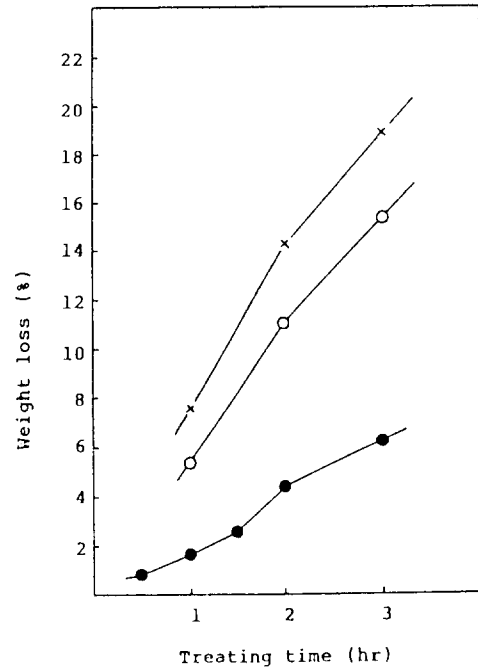


Fig. 4. Weight loss of wool gabardine pretreated with DCCA by treatment of 3% owf. of Esperase 8.0L at 60°C, pH 8.5.
 ● unpretreated, ○ pretreated with 2% owf. of DCCA, × pretreated with 3% owf. of DCCA.

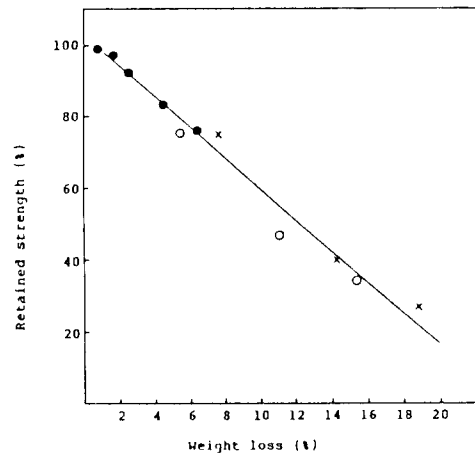


Fig. 5. Relationship between weight loss and retained strength of wool gabardine treated with 3% owf. of Esperase 8.0L at 60°C, pH 8.5.
 ● unpretreated, ○ pretreated with 2% owf. of DCCA, × pretreated with 3% owf. of DCCA.

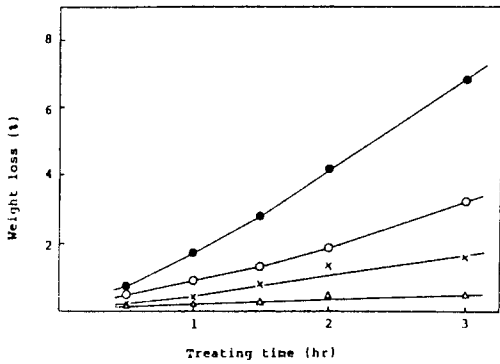


Fig. 6. Weight loss of wool gabardine by treatment of 3% owf. of Esperase 8.0L in aqueous sodium sulfate solution. Concentration of sodium sulfate is 0%(●), 5%(○), 10%(×), 15%(△).

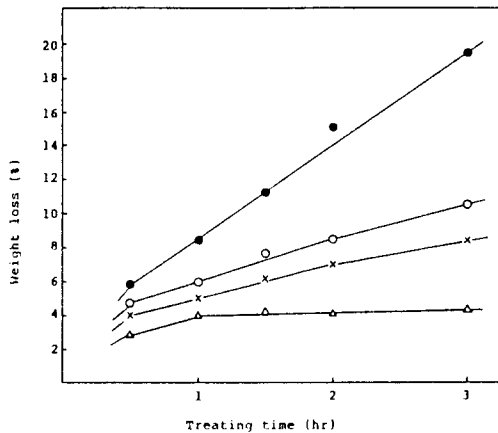


Fig. 7. Weight loss of wool gabardine pretreated with 3% owf. of DCCA by treatment of 3% owf. of Esperase 8.0L in aqueous sodium sulfate solution. Concentration of sodium sulfate is 0%(●), 5%(○), 10%(×), 15%(△).

리하게 작용하므로 강도저하를 줄일 수 있는 방법이 필요하며, 따라서 양모의 방축처리시 섬유내부 보호제로 사용되는 무기염을 효소처리시 첨가하여 감량율에 따른 강도변화를 검토하였다.

Fig. 6은 3% Esperase 8.0L 처리시 무기염으로 Sodium sulfate를 첨가한 경우 처리시간에 따른 감량율을 나타낸 것으로 sodium sulfate를 첨가함에 따라 섬유의 감량율이 급격히 저하하여 15% sodium

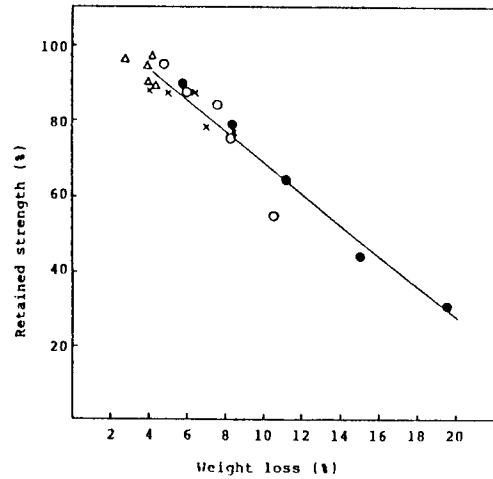


Fig. 8. Relationship between weight loss and retained strength of wool gabardine pretreated with 3% owf. of DCCA by treatment of 3% owf. of Esperase 8.0L in aqueous sodium sulfate solution. Concentration of sodium sulfate is 0%(●), 5%(○), 10%(×), 15%(△).

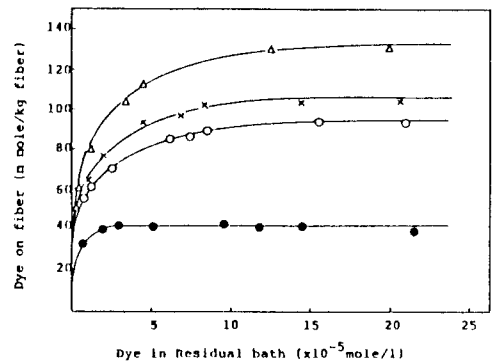


Fig. 9. Adsorption isotherms of Miling Cyanine 5R at 50°C and pH 5.5 on wool gabardine treated with Esperase 8.0L. Weight loss of wool is 0%(●, untreated), 6%(○), 9%(×), 12%(△).

sulfate 농도에서는 감량이 거의 이루어지지 않아 섬유의 개질효과를 보기 어렵다. 따라서 무기염 존재하에서도 어느 정도의 감량율을 얻기 위해 Fig. 4에서와 같이 모직물을 DCCA로 전처리하여 무기염 존재하에 효소처리를 하였다. Fig. 7은 모직물을 3% owf.의 DCCA로 전처리한 후 sodium sulfate 존재

하에서 3% owf.의 Esperase 8.0L로 처리할 때 처리시간에 따른 감량율을 나타낸 것으로 상당량의 무기염 존재하에서도 비교적 높은 감량율을 나타낼 수 있다.

Fig. 7에서와 같이 sodium sulfate 존재하에서 효소처리에 의해 양모를 감량하였을 때 감량율에 따른 강도변화를 Fig. 8에 나타내었다. Fig. 8에서와 같이 3% DCCA 전처리 양모를 각 농도의 sodium sulfate 존재하에서 Esperase 8.0L로 처리하였을 때 처리된 양모섬유의 강도저하는 감량율에 직선적으로 비례하여 효소처리시 사용한 sodium sulfate가 양모섬유의 강도 유지에 도움이 되지 못함을 알 수 있다. 따라서 효소처리시 sodium sulfate의 병용은 효소의 감량효과만 감소시킬 뿐 섬유내부 보호제로서는 거의 효과가 없음을 알 수 있다.

이상에서와 같은 효소처리에 의한 양모의 감량은 섬유표면 혹은 내부 미세구조를 변화시켜 섬유의 염색성에도 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다.

Fig. 9는 Esperase 8.0L에 의해 6%, 9%, 12% 감량시킨 모직물을 산성염료인 Milling Cyanine 5R로 염색했을 때의 염착 등온선을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 감량율에 따라 염착량이 크게 증가하며 12% 감량시 최대 염착량은 효소미처리 양모에 비해

3배 이상의 염착량을 나타내어 효소처리가 섬유내부 구조를 변화시키며 특히 염착이 가능한 비결정 영역을 크게 증대시키는 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 佐藤整, 細田直理, 染色工業, (日), **36**, No. 5, 29 (1988).
2. 北野道雄, 加藤八郎, 横山繁, Textile and Fashion, **7**, No. 5, 58 (1990).
3. 川細弘, 土屋明人, 染色工業, (日), **38**, No. 8, 47 (1990).
4. 佐藤整, 加工技術(日), **23**, No. 10, 47 (1988).
5. 谷田治, 染色工業, (日), **37**, No. 3, 2 (1989).
6. 北野道雄, 加藤八郎, 横山繁, Textile and Fashion (日), **6**, No. 1, 13 (1989).
7. A. Riva, J. Cegarra, and R. Prieto, Influence of Enzymatic Treatments on Wool Dyeing, IFATCC Meeting (1990).
8. 佐藤整, 大門浩作, 加工技術(日), **26**, No. 3, 183 (1991).
9. C.A. Anderson, *Text. Res. J.*, **40**, 29 (1970).
10. W.R. Middlebrook and H. Phillips, *JDSC*, **57**, No. 5, 137 (1941).
11. A.J.P. Martin, *JDSC*, **60**, No. 12, 325 (1944).
12. Esperase product sheet, Novo Industry (1991).