Journal of the Korean Society of Dyers and Finishers
Vol. 13, No. 3, pp.1~10(2001. 6)

〈硏究論文(學術)〉

효소에 의한 방축가공 양모직물의 물성 변화에 관한 연구

박미라 · 김환철 · [1]박병기

전북대학교 공과대학 섬유공학과

(2001년 1월 10일 접수)

A Study on the Mechanical Properties of Shrink-Resistant Wool Fabric Treated with Enzyme

Mi Ra Park, Hwan Chul Kim, and [1]Pyong Ki Pak

Department of Textile Engineering, College of Engineering, Chonbuk National University 561-756, Chonju Korea

(Received January 10, 2001)

Abstract—Textile wet-processing industry usually give rise to environmental pollution problems caused by using chemical substance. The objective of this study is to apply enzymes for wool and reduce the environmental problems. Three commercial protein degradation enzymes and a cellulose degradation enzyme as a reference were treated to prevent the shrinkage of wool fabric on laundering. Shrink resistant effects used change with the kinds of enzyme, the amount of enzyme, assistant chemicals, and the pre-treatment condition of wool fabric. When pre-treated with corona before enzyme treatment under ultrasonic condition, the weight loss was increased and strength was decreased and elongation was increased. Both corona pre-treatment and the addition of Na_2SO_4 also decreased shrinkage of wool fabrics on laundering. The existence of assistant chemicals increased alkali solubility of wool fabrics.

1. 서 론

요즈음 모든 양모 가공공장에 폐수문제, 배수처리 문제 등과 같은 어려운 문제점이 산적해 있고 가공제의 세정에 많은 에너지가 낭비되는 실정이다. 효소처리에 의한 섬유가공은 다른 가공법에 비하여 가공제에 의한 환경오염 문제가 매우 적어 환경친화적이다. 오래전 마포나 견포를 강물이나 진흙탕 또는 수렁에 방치하여 불순물을 제거하였던 것이 효소처리의 효시라 할 수 있다.

효소의 역사는 인간생활과 함께 발전되어 왔으며 현재까지 3,000여종 이상의 효소가 알려져 있으며 기능상으로 산화환원효소, 전이효소, 가수분해효소, 탈리효소, 이성화효소 및 합성효소의 6종으로 분류되고 있다[1]. 본실험에서는 효소를 양모섬유의 표면개질가공에 응용했다.

섬유공업에 효소의 이용은 그 자체가 유독하지 않고 자연 친화적이기 때문에 호발, 표백, 효소 스톤 워싱, 효소 광내기 등과 같이 다양한 응용[2~6] 외에도 α-아밀라제에 의한 전분의 호발, 프로테아제에 의한 견섬유의 정련 및 양모의 개질, 셀룰라제에 의한 면의 촉감 개선 등에 많은 연구가 있다[7~14].

양모는 화학적, 물리적 성질이 시스틴 가교결합의 양에 따라 크게 변하게 되며 이러한 가교결합

[1]Corresponding author. Tel. : +82-63-270-2353 ; Fax. : +82-63-270-2348 ; e-mail : pkpak@moak.chonbuk.ac.kr

의 존재는 양모의 3차원적인 구조를 형성하게 만들기 때문에 섬유가 변형되지 않도록 하지만 거시적인 스케일은 방향성을 갖고 있어 모제품의 형태를 불안정하게 하는데 이러한 scale을 제거하기 위해 염소처리, 산화제처리, 혹은 염소처리 및 고분자수지를 병용하는 등과 같은 방법을 이용하고 있지만 처리후의 황변 및 촉감불량 등의 문제점도 나타나고 있다. 효소처리에 의한 양모의 방축가공은 이러한 문제점을 보완하기 위한 방법인데 Middlebrook[15] 등은 단백질 분해효소로 양모를 처리하여 모직물에 방축성을 부여했다.

플라즈마 처리는 중성가스 혹은 증기의 전리를 유도하기 위하여 전기방전을 발생시키는데 대기압에서의 방전을 corona방전, 진공 상태에서의 방전을 glow방전 이라 하며 이 양자의 방전을 저온 플라즈마라 부른다. 방축, 방오, 발수 및 print용 전처리 등 많은 효과를 얻기 위하여 양모 및 합성섬유에 가스하에서의 플라즈마의 이용이 주목 되어지고 있다. 이 기술에서 만들어지는 대전체는 특별히 반응적이고 사용된 물질 및 가스, 증기에 의한 가교, 표면의 에칭 및 중합 등 많은 화학적, 물리적 효과를 달성하는 일이 가능하며 환경친화적이다.

본 연구에서는 생물공학 기술의 일종인 효소가공을 실시[1]하여 양모의 방축성을 개선하였으며 이 가공의 효율을 높여주기 위하여 전처리로 corona 방전 처리[16,17] 와 효소처리 반응촉진제로서 계면활성제, 아스코르빈 산을 첨가 하였으며 효소가공시 가공액의 기전력을 높여주기 위한 진동방법의 하나로서 초음파 기술[18,19]을 응용함으로써 방축효과를 더욱 향상시키려고 했다. 또한 단백질 분해효소 3종과 실제적으로 셀룰로오스의 β-1,4-glucosidic bond를 가수분해하는 셀룰로오스 분해효소인 셀룰라제를 비교효소로 사용하여 비교적 값도 저렴하고 수소결합을 느슨하게 하는 셀룰라제의 양모에 대한 방축성을 조사하였다. 일반적으로 셀룰라제는 세가지 효소의 복합체이므로 효소의 활성을 하나의 척도로서 측정하기는 힘들지만 수소결합이 느슨하게 되어진 상태에서 혼합효소의 형태로 존재하는 단백질 분해효소와 서로 상승작용하여 비교적 고가인 단백질 분해효소와 비슷한 효과를 보리라 생각되어 효소 사용량과 처리시간, 활성제 그 외의 보조 약제 첨가량과 전처리 조건, 그리고 코로나 방전조건을 변화시켜 무게감소율과 강신도, 알칼리에 대한 용해도, 세탁수축률 등과 같은 효과를 측정하여 방축성 및 물성변화를 조사하여 내구성 있는 모제품 개발에 주력하였다.

2. 실 험

2.1 시료

KS K 0905 규격의 한국의류시험연구원이 제조한 백색 모직물을 사용했다.

2.2 효소 및 약제

2.2.1 효소

다음과 같은 효소 4종을 사용했다.

① Alcalase 2.5L Type DX(Protease, Novo Industry)

② Cellulase Denimax 992L(Cellulase, Novo Industry)

③ Trypsin 1 : 250(DIFCO)

④ Protease Type XIX(Sigma Chemical)

2.2.2 약제

효소처리 반응촉진제로 비이온 계면활성제(Protex Korea)와 환원제인 L-아스코르빈산(昭和化學(株))을 사용하였으며 기타약제로 무수황산나트륨 등 모두 1급시약을 사용했다.

pH조정용 완충제로서는 pH 7.0 에서 pH 7.5 사이에서는 tris-HCl(Tris[hydroxymethyl]aminomethan - HCl) buffer solution을, pH7.6 에서 pH8.3 사이에서는 Menzel buffer solution (탄산나트륨 - 탄산수소나트륨)을 만들어 사용하였다.

2.3 실험방법

2.3.1 효소처리

Shaking Incubator Model 2860형(Dong Yang Science Co.)과 Bransonic Ultrasonic Cleaners Model 2210(Branson Ultrasonics Corp.)을 이용하여 양모섬유를 효소처리했다.

2.3.2 Corona 방전처리

Corona & Plasma CVD System Model SCP-300(Sam-Han Vacuum Development)을 이용하여 50W, 100W, 150W 전력으로 양모섬유의 앞면과 뒷면을 0.5cm/sec의 속도로 방전처리하여 사용했다.

2.3.3 인장강도 측정장치

UTM-III 500(Toyo Baldwin Co. Ltd)을 이용하여 KS K 0520 그래브법에 의해 강도와 신도를 구

했다.

2.3.4 세탁시험

세탁은 KS K 0465에 준하여 가정용 전기세탁기(SEM-355W 삼성)를 이용했고 시판 약 알칼리성 합성세제를 물 1ℓ당 1.5g씩 넣고 1회, 5회, 10회 세탁했다. 물의 온도는 상온으로, 세탁조건은 세탁기의 표준 세탁코스로 시험했다.

3. 결과 및 고찰

효소처리시 pH와 온도는 효소의 활성도에 관계되므로 항상 일정하게 유지해야 되는데 본 실험에서 사용한 효소들의 적정 pH와 활성 온도를 실험하여 실험 결과를 Fig. 1, 2, 3, 4에 나타냈다.

Fig. 1~4에서 볼 수 있는 바와 같이 Alcalase 2.5L은 pH 7.4, 35℃에서, Denimax 992L은 pH 7.0, 60℃에서, Protease XIX는 pH 7.5, 37℃에서,

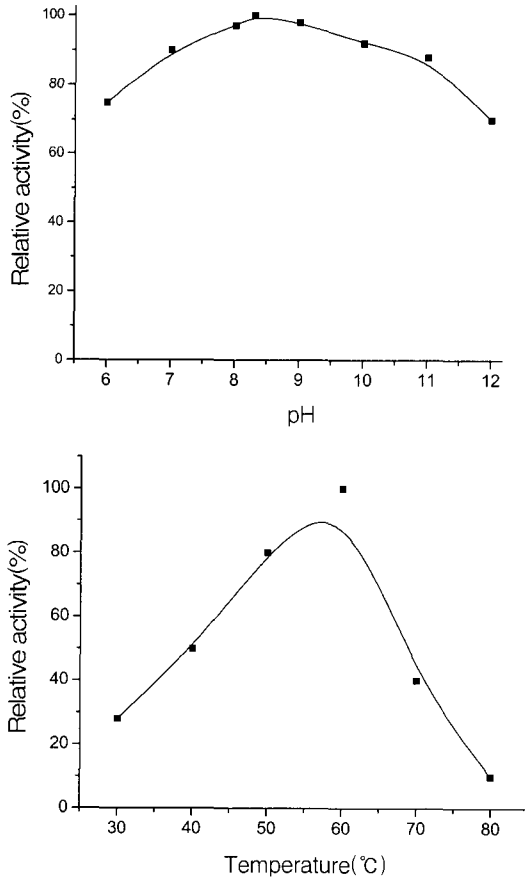


Fig. 1. Activity of Alcalase 2.5L at different pH values and temperatures.

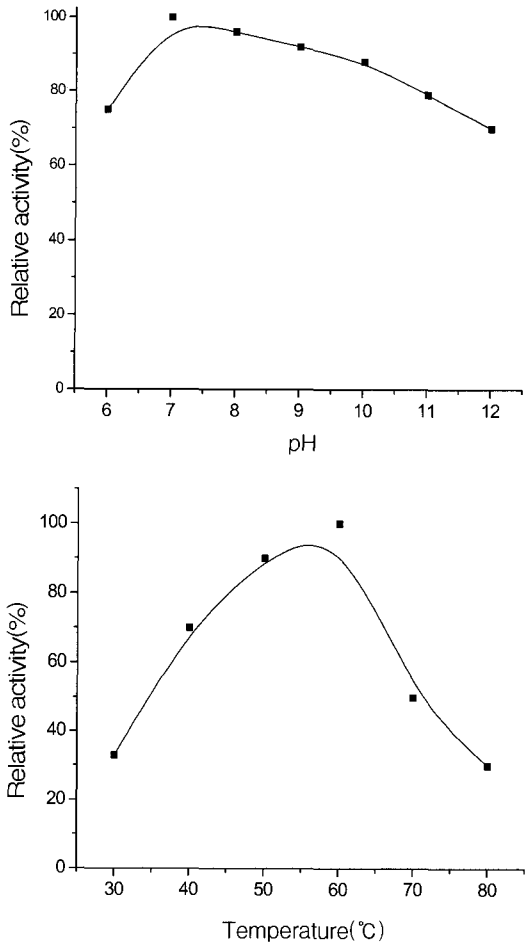
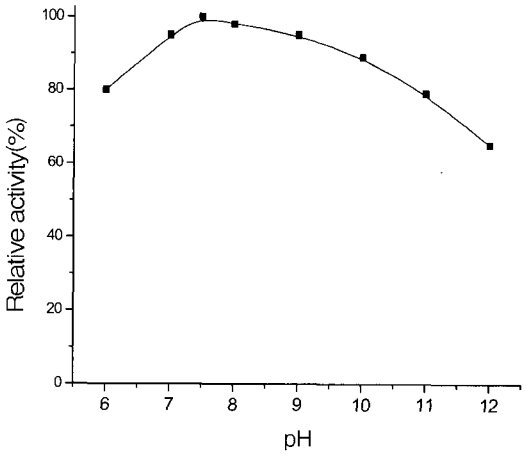


Fig. 2. Activity of Denimax 992L at different pH values and temperatures.



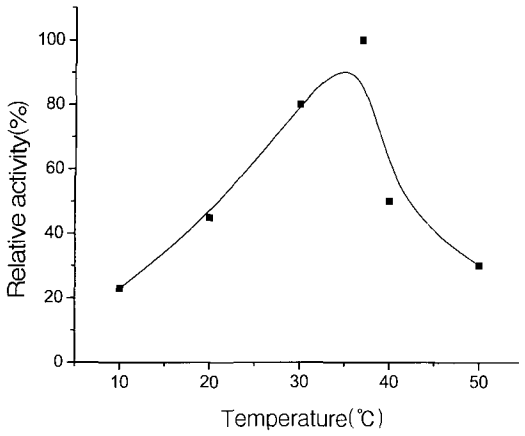


Fig. 3. Activity of Protease XIX at different pH values and temperatures.

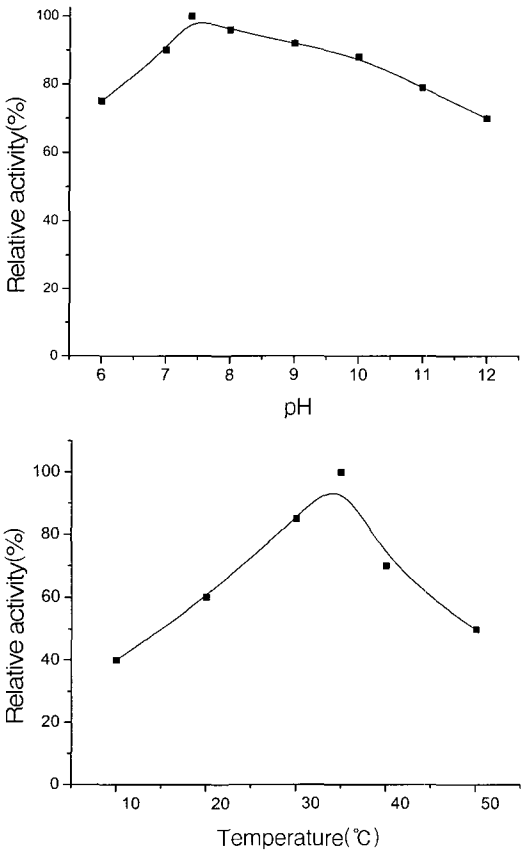


Fig. 4. Activity of Trypsin at different pH values and temperatures.

Trypsin은 pH 7.4, 35℃에서 최대의 활성치를 나타냈고 이 실험 결과를 바탕으로 하여 양모의개질가공시 효소처리 조건을 이 조건으로 하여 실험했다.

양모의 개질가공 전체공정은 Fig. 5와 같다. 시료를 전처리(무처리의 경우와 전처리 공정으로 전력100W, 0.5cm/sec의 속도로 앞, 뒷면을 corona처리 한 후 60℃ 물 속에서 15분 침지 시킨 후 계면활성제와 아스코르빈 산을 첨가한 경우를 실험했다.)한 후, 삼각플라스크 속에 효소와 그 외의 필요한 약제를 넣고, 항온항습기와 초음파 장치를 이용하여 개질처리를 행했다. 그 결과 효소사용량 5%(o.w.f.), pH 7.0~8.3(사용한 각종 효소의 최적 pH값인 완충액을 사용), 욕비는 1:20인 조건에서 처리 시간에 따른 무게감소율을 측정하여 Fig. 6에 나타냈다.

Fig. 6은 한시간 동안 초음파 장치에 의해 효소처리한 양모의 효소농도에 따른 무게 감소율을 나타낸 그림이다. 효소의 농도 증가에 따라 각 중량 감소율도 증가했다. 단백질 분해효소인 Protease XIX와 Trypsin이 가장 큰 무게감소를 보였으며 Alcalase 2.5L과 셀룰로오스 분해효소인 Denimax 992L도 그들 보다는 낮지만 효소의 증가에 따라 무게 감소율이 증가했다. 일반적으로 셀룰라제는 세가지 효소의 복합체이므로 효소의 활성을 하나의 척도로서 측정하기는 힘들다. 또한 각 효소간의 상호작용에 기인하여 순수한 성분들로 분리되지 않는 한 원하는 특정효소의 활성만을 알아낼 수 없다.

효소처리 하지 않은 시료를 같은 공정으로 실험한 결과 실활처리와 수세에 의한 오차라고 생각되어지는 1.5%의 무게 감소가 있었는데 그러한 오차를 감안 하더라도 셀룰로오스 분해효소에 의하여 무게 감소가 일어났음을 알 수 있었다. 그러나 그 경향이 초기에는 급격하게 증가하다가 완만한 경향이 보이는 것을 볼 때 초기의 효소 반응속도는 효소의 농도와 비례해서 증가하지만 반응이 진행되면 반응생성물이 생성되고 이 반응생성물이 효소반응을 저해하기 때문에 반드시 효소 농도와 정비례하지 않음을 알 수 있었다.

Table 1은 5% o.w.f.의 효소로 처리한 양모직물의 시간에 따른 무게감소율이다. 시간의 증가에 따라 감소율도 증가했는데 항온항습기를 이용했을 경우보다 초음파 장치를 이용한 경우가 더 효과적이었다. 이러한 결과는 초음파가 10kHz 이상의 주파수인데 입력진폭이 그다지 크지 않더라도 파장이 길기 때문에 입력의 기울기가 크고 미립자를 포함한 액체에 초음파를 적용시키면 미립자가 매

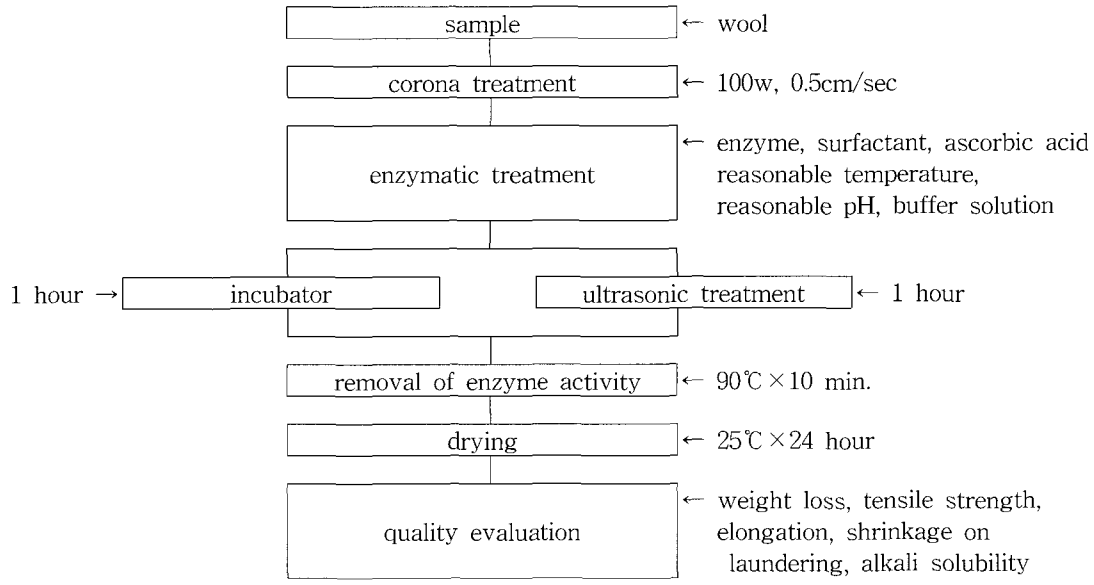


Fig. 5. Flow chart of the enzymatic treatment of wool fabric.

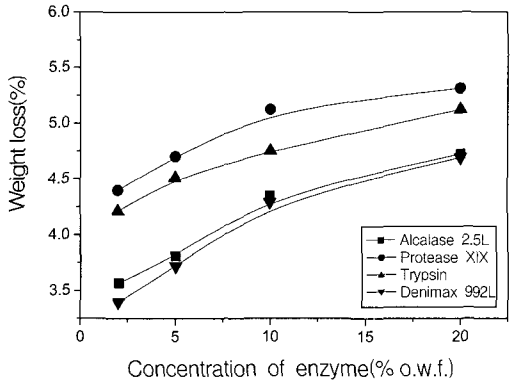


Fig. 6. Effect of concentration of enzyme on the weight loss of wool fabric.

우 큰 힘에 의해 서로 충돌하여 확산속도가 증가하기 때문이라고 생각된다. 초음파 장치에서는 Alcalase 2.5L 보다 Denimax 992L가 더 효과적이며 Trypsin과 Protease XIX는 거의 흡사한 무게 감소율을 보여주고 있다. 효소반응시의 시간적 효과를 비교하면 앞의 Fig. 2에서 처럼 단시간에서는 효소농도에 비례하지만 장시간에서는 효소량과 관계없이 일정량에 달하여 정지되기 때문에 효소작용은 반응생성물이 축적됨에 따라 속도가 감소되어 어떤 평형에 달하게 되고 초기에는 반응속도가 크지만 점점 완만한 증가를 보여주고 있다.

Fig. 7은 100W의 전력과 0.5cm/sec 의 속도로

Table 1. Weight loss(%) of wool fabric treated with 5% o.w.f. enzyme

Enzyme	Treatment time (hours)	Weight loss	
		Incubator	Ultrasonic agitation
Alcalase 2.5L	1	3.59	3.75
	2	3.78	3.81
	3	3.94	4.18
	4	4.01	4.31
Denimax 992L	1	3.35	3.67
	2	3.62	3.82
	3	3.85	4.21
	4	3.95	4.35
Trypsin	1	3.95	4.27
	2	4.24	4.51
	3	4.55	4.81
	4	4.81	5.01
Protease XIX	1	4.22	4.31
	2	4.55	4.69
	3	4.79	4.97
	4	4.98	5.09

앞 뒷면을 corona 전처리 한 후 5% o.w.f.의 효소로 처리한 양모의 강신도를 나타낸 그림이다. 값이 비교적 저렴하고 앞의 실험에서 Alcalase 2.5L

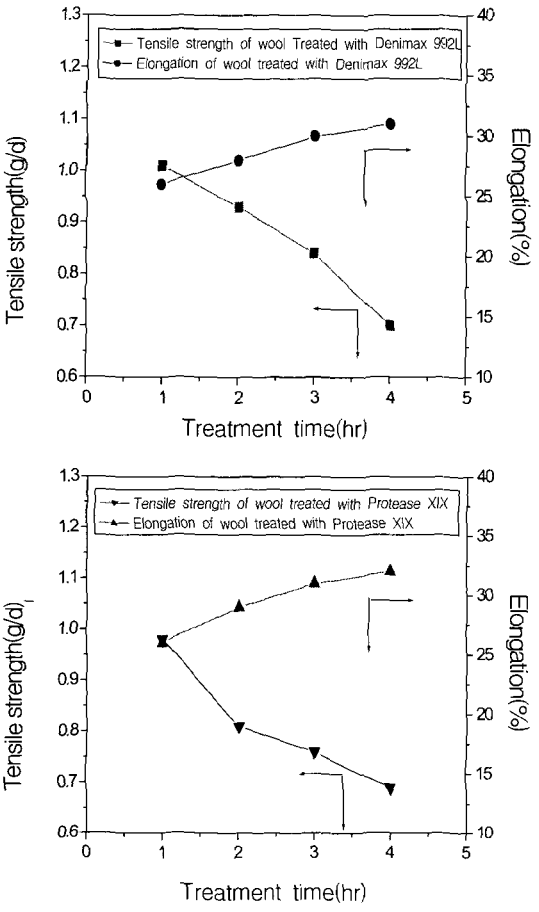


Fig. 7. The influence of 5% o.w.f. enzyme treatment on the mechanical properties of wool fabric pretreated with corona.

보다 효과가 좋으며 셀룰로오스의 β-1,4-글루코시드 결합을 가수분해시키는 효소인 셀룰라아제 Denimax 992L과 값도 싸면서 효과도 좋았던 단백질 분해효소 Protease XIX의 경우를 나타냈다. 단백질 분해 효소이지만 효과가 그다지 크지 못한 Alcalase 2.5L과 효과는 Protease XIX와 비슷하지만 가격면에서 고가인 Tripsin은 실험에서 제외시켰다. Denimax 992L의 경우 강도는 감소하고 신도는 증가하는 경향을 보여 주었다. 강도는 급격하게 감소하고 신도는 완만하게 증가했다. Protease XIX도 시간이 경과함에 따라 강도는 급격하게 감소하고 신도는 완만하게 감소하는 경향을 보였지만 강도는 그 차이가 더 크게 감소하고 신도는 더 크게 증가하는 것을 볼 때 섬유의 손상과 유연성이 더 증가했음을 알 수 있었다.

Fig. 8에 무게감소율에 따른 강도와 신도를 나타냈다. 무게가 감소될 수록 강도는 감소하고 신도는 증가했다. Denimax 992L의 경우 신도는 Protease XIX와 비슷하게 증가했지만 강도는 더 크게 감소하였다. 같은 감량률이라도 Denimax 992L의 경우 양모에 더 큰 상해를 준다고 추정할 수 있다. 이것은 셀룰로오스의 β-1,4-glucosidic bond를 가수분해 하며 혼합 효소의 형태로 존재하는 셀룰로오스 분해효소인 Denimax 992L이 수소결합을 느슨하게 하는 역할을 하기도 하는데 이렇게 느슨해진 분자구조 사이로 효소가 침투하여 Denimax 992L에 복합효소 형태로 들어있는 Protease나 Lipase등등이 더 큰 상해를 입혔다고 생각 되며 또한 신도가 완만하게 증가하는 것을 미루어 볼 때 양모의 유연성도 증가했음을 알 수 있다.

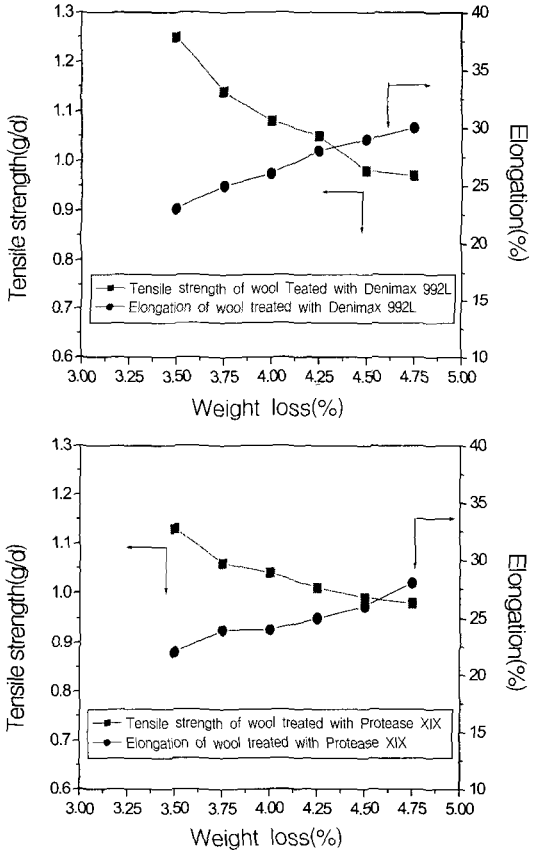


Fig. 8. The influence of 5% o.w.f. enzyme treatment on the mechanical properties of wools.

Table 2는 5% o.w.f.의 효소를 초음파 장치로 처리한 양모의 강도와 신도를 나타낸 것이다.

Table 2. Tensile strength(g/d) and elongation(%) of wool fabric treated with 5% o.w.f. enzyme by ultrasonic agitation

Enzyme	treatment time (hours)	Enzyme alone		(a)		(b)		Corona pretreated alone (1hour)		
		tensile strength	elongation	tensile strength	elongation	tensile strength	elongation	Power	tensile strength	elongation
Protease XIX	1	0.98	27%	0.91	25%	1.01	30%	50W	0.92	31%
	2	0.81	28%	0.79	27%	0.99	31%	100W	0.88	32%
	3	0.76	30%	0.71	28%	0.93	33%			
	4	0.69	31%	0.67	30%	0.89	34%	150W	0.83	32%
Denimax 992L	1	1.01	25%	0.95	25%	1.09	31%	50W	0.93	32%
	2	0.93	27%	0.87	28%	1.06	33%	100W	0.91	32%
	3	0.84	28%	0.77	30%	1.03	34%			
	4	0.70	32%	0.65	31%	0.98	34%	150W	0.87	32%

(a) ; Pretreated with corona discharge and put in water for 15min. at 60℃ with surfactant and Ascorbic acid

(b) ; (a) + Na_2SO_4

Fig. 7에 초음파 장치를 쓰지 않은 경우보다 강도는 더 낮고 신도는 약간 높은 수치를 나타냈다. 시간의 경과와 더불어 강도는 감소하고 신도는 증가했으며 Protease XIX가 Denimax 992L과 거의 비슷하지만 더 낮은 강도와 더 높은 신도를 보여 주었다.

효소로만 처리했을 경우보다 corona로 전처리했을 경우가 더 낮은 강도를 나타냈다. 이것은 corona로 처리함으로써 인하여 작용기가 부여된다는 의미도 있지만 corona 처리로 인하여 scale 사이의 세포접합 물질이 파괴되고 여기에 효소가 침투하여 이 부분이 집중적인 박리와 손상을 진행시켜 더 낮은 강도를 나타낸다고 추정할 수 있다. 이것은 또한 단시간만 효소처리하면 섬유를 현저하게 손상시키지는 않고 방축성을 개선할 수 있다는 가능성을 시사하고 있다.

Table 2에서 (a)는 corona로 방전처리 한 다음 60℃의 물속에서 15분간 침지 전처리 한 다음 효소처리 반응촉진제로 비이온 계면활성제와 아스코르빈산[20]을 효소와 함께 넣고 처리한 결과이다. Corona방전 처리로만 전처리한 경우보다 더 낮은 강도와 더 높은 신도를 나타내기 때문에 효소의 활성에는 효과를 나타내지만 섬유의 손상이 더욱 더 진행됨을 알 수 있었다. 섬유내부의 손상을 피하고자 방축가공시 내부보호제로 사용되는 황산나트륨[1]을 사용하여 섬유표면이 균일하게 분해 감량되도록 처리 한 결과 (b)를 얻었다. 내부보호제에 의해서 강도가 많이 개선됨을 알 수 있다.

Fig. 9는 내부보호제인 무기염을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우 5% o.w.f.의 효소로 처리한 양모직물의 무게감소율을 나타낸 것이다. 무기염의 첨가에 따라 Denimax 992L과 Protease XIX 모두 무게 감소율이 감소했으며 완만한 기울기를 보여줌으로써 효소에 대해 더욱 더 안정적인 반응을 나타냈다.

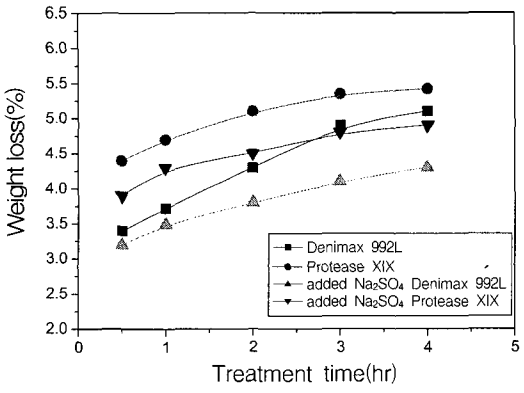


Fig. 9. Effect of treatment method(with Na_2SO_4 and without Na_2SO_4) on the weight loss of wool fabric treated with 5% o.w.f. enzyme by ultrasonic agitation.

Fig. 10은 양모직물을 corona로 방전 전처리 하여 60℃에서 15분간 침지시킨 다음 5% o.w.f.의 효소와 계면활성제, 아스코르빈산 그리고 내부보호제로 Na_2SO_4를 넣고 초음파 장치를 이용해서 처리한 양모의 처리시간에 따른 강신도 변화 그래프이다. 앞의 Fig. 7보다 기울기가 작았으며 강도는 감소하고 신도는 증가하고 있다. 그러나 강도의 수치와 신도의 수치가 상대적으로 큰 것을 볼 때 양모의 내부가 보호되고 있음을 알 수 있다.

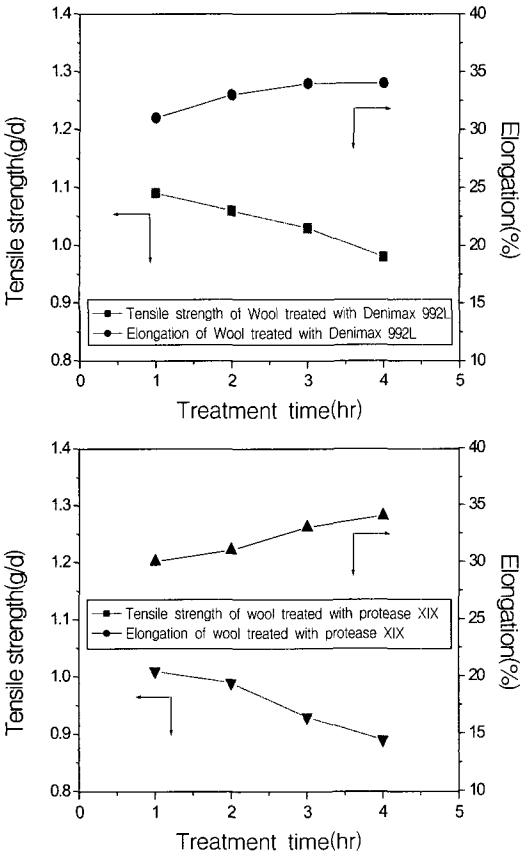


Fig. 10. Tensile strength and elongation of wool fabric treated with 5% o.w.f. enzyme and Na_2SO_4.

Fig. 11은 내부 보호제인 무기염을 첨가하고 효소처리한 양모의 무게감소율에 따른 강신도 변화이다. Fig. 8과 비교해 볼 때 같은 무게 감소율일지라도 더 높은 강도를 보이고 있으며 신도 또한 더 높은 값을 나타냈다. 따라서 무기염을 첨가시킴으로서 양모의 내부가 보호되고 있음을 알 수 있었다.

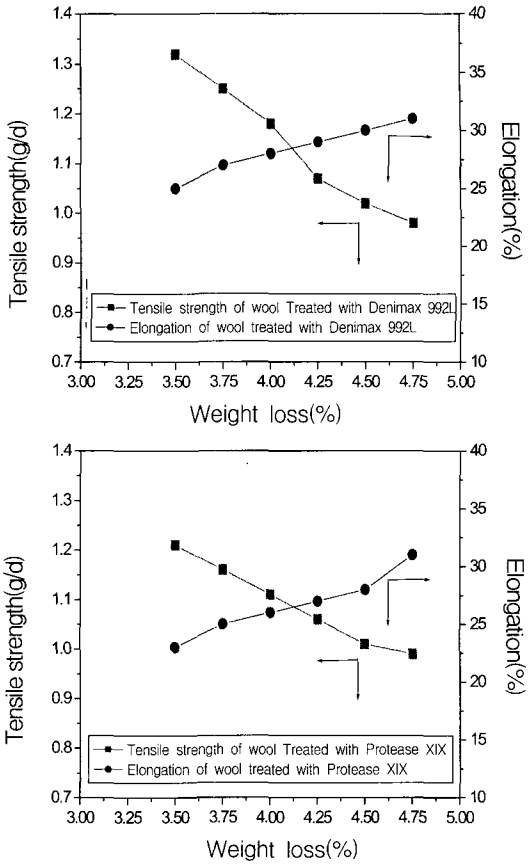


Fig. 11. The influence of 5% o.w.f. enzyme (with Na_2SO_4) treatment on the mechanical properties.

Table 3은 KS K 0465에 의해 시행한 세탁률 시험결과를 나타낸 것이다. 미가공포일 경우 1회 세탁시 경사방향으로 2%, 위사방향으로 8.3% 수축했으며 효소의 농도가 커질수록 내부보호제를 첨가할수록 수축률이 크게 감소하는 경향을 보였다. KS 규격에 의한 모직물의 수축률이 2%인 점을 감안하면 효소가공에 의해 모직물의 수축률이 규격안으로 들어오기 때문에 좋은 방축효과를 보였다. 낮은 농도의 효소처리시에는 그다지 큰 효과를 보이지 않았지만 Denimax 992L보다 Protease XIX가 더 큰 방축효과를 나타냈으며 계면활성제와 아스코르빈산 첨가시, 그리고 내부보호제로 황산나트륨을 첨가시 더 큰 방축효과를 나타냈다.

양모의 손상도를 평가하는 척도로서 65℃ 0.1N 수산화 나트륨 수용액에 양모를 1시간동안 침지시킨 후 건조시료의 무게 백분율을 구함으로써 양모

Table 3. Shrinkage(%) of wool fabrics on laundering treated with the concentration of enzyme

% o.w.f. \ times			1		5		10	
			warp	filling	warp	filling	warp	filling
	Blank		2	8.3				
2	Cellulase	①	1	1.9	1	2.7	1	3.7
		②	1	1.8	1	2.6	1	3.6
		③	1	1.8	1	2.6	1	3.5
	Protease XIX	①	1	1.8	1	2.6	1	3.7
		②	1	1.8	1	2.4	1	3.5
		③	1	1.6	1	2.3	1	3.2
5	Cellulase	①	0	1.8	1	2.7	1	3.3
		②	0	1.5	1	2.5	1	3.1
		③	0	1.5	1	2.3	1	2.9
	Protease XIX	①	0	1.7	1	2.5	1	3.3
		②	0	1.5	0	1.9	1	2.9
		③	0	1.4	0	1.6	1	2.2
10	Cellulase	①	0	1.6	0	2.4	1	2.7
		②	0	1.5	0	2.3	1	2.7
		③	0	1.5	0	2.1	1	2.5
	Protease XIX	①	0	1.4	0	1.9	1	2.3
		②	0	1.4	0	1.7	1	2.1
		③	0	1.4	0	1.4	1	1.8

① ; enzyme only

② ; ① + pretreated corona discharge and put in to water for 15min. at 60℃ with surfactant and Ascorbic acid treated by Cellulase.

③ ; ② + Na_2SO_4

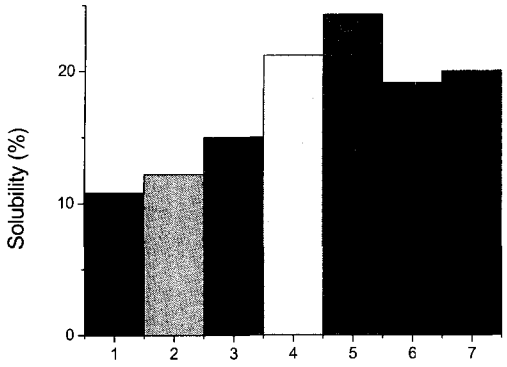
의 알칼리에 대한 용해도[21]를 계산하여 Fig. 12 에 나타냈다.

미처리 양모에 비하여 효소처리한 양모의 용해도가 더 컸으며 계면활성제와 아스코르빈산을 사용했을 경우 더 큰 용해도를 나타냈다. 또한 내부보호제를 첨가한 양모의 용해도도 낮은 수치를 보여 섬유내부가 보호되어 있음을 알 수 있으며 Denimax 992L보다 Protease XIX가 더 큰 값을 나타냈다.

4. 결 론

양모직물을 방축성을 얻기 위하여 corona 전처리를 한 다음 여러 가지 조제와 여러 가지 조건의 효소로 처리하고 강도, 신도, 무게감소율, 세탁수축률을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) corona 전처리를 한 양모의 효소처리 시간이 증가함에 따라 강도는 감소하고 신도는 증가했는데 양모의 내부보호제로 무기염을 처리하면 보호효과가 나타나 내구성 있는 양모직물을 얻을 수 있었다.
2) 양모의 무게 감소율은 효소의 사용량과 처리시간의 증가에 따라 감소했고 항온항습기보다 초음파 장치로 처리했을 때 더 효과적이었다.
3) 양모의 세탁수축률은 효소농도가 증가할수록 corona 전처리와 계면활성제와 아스코르빈산, 그리고 내부보호제로 황산나트륨을 첨가할수록 크게 감소하여 가정용 세탁기에서도 세탁할 수 있는 양모직물을 얻을



1 ; Blank
2 ; Solubility of wool treated with Denimax 992L by ultrasonic agitation
3 ; same as 1 with Protease XIX
4 ; Solubility of wool fabric pretreated corona discharge and put in water for 15min. at 60℃ with surfactant and Ascorbic acid treated by Denimax 992L
5 ; Same as 3 with Protease XIX
6 ; Same as 3 with Na_2SO_4
7 ; same as 4 with Na_2SO_4

Fig. 12. Alkali Solubility of pretreated wool fabric treated with 5% o.w.f. enzyme.

수 있었다.

4) 효소처리한 양모의 역학적 특성을 살펴본 결과 단백질 분해효소 뿐만 아니라 셀룰로오스 분해효소인 Denimax 992L도 좋은 방축효과를 나타냈다.

5) NaOH에 의한 용해도를 보면 corona 방전 후 60℃로 15분간 물속에서 전처리한 다음 계면활성제와 아스코르빈산을 첨가하여 초음파 장치로 효소처리 했을 경우 용해도가 더 증가하여 양모의 손상이 많이 이루어졌음을 알 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 전북대학교 공업기술연구소의 지원에 의해 이루어졌습니다.

참고문헌

1. 北野道雄, 加藤八郎, 大野博, 黃山繁, *纖維加工(日)*, Vol. **43**, 101(1991).
2. W. J. Thorsen, *Textile Res.* J., Vol. **38**, 645(1968).
3. W. J. Thorsen, and F. Y. Kondani, *Textile Res. J.*, Vol. **36**, 651(1966).
4. N. K. Lange, Book of Papers, AATCC International Conference & Exhibition, p.101, 1996.
5. Y. Li, I. R. Hardin, *Textile Chem. Colorist*, Vol. **71**, No. 8, 28(1997).
6. Y. Li, I. R. Hardin, Book of Papers, AATCC International Conference & Exhibition, p.444, 1997.
7. M. G. Schmidt, Book of Papers, AATCC International Conference & Exhibition, p.248, 1995.
8. A. Kumar, M. Y. Yoon, Book of Papers, AATCC International Conference & Exhibition, p.238, 1995.
9. F. M. Gama, M. G. Carvalho, M. M. Figueiredo, and M. Mota, *Enzyme and Microbial Technology*, Vol. **20**, No. 12, 12(1997).
10. Val G. Yachmenev, Eugene J. Blanchard, and Allan H. Lambert, *Ind. Eng. Chem. Res.*, Vol. **37**, No. 10, 3919(1998).
11. 北野道雄, 加藤八郎, 横山繁, *Textile and Fashion(日)*, Vol. **7**, No. 5, 58(1990).
12. 川細弘一, 土屋明人, *染色工業(日)*, Vol. **38**, No. 8, 47(1990).
13. 佐藤整, *加工技術(日)*, Vol. **23**, No. 10, 47(1988).
14. 谷田治, *染色工業(日)*, Vol. **37**, No. 3, 2(1989)
15. 장병호, 박병기, 박수민, 김광수, 탁태문, 유동일, 섬유가공학, 형설 출판사, p.242(1997).
16. 北野道雄, 加藤八郎, 横山繁, *Textile and Fashion(日)*, **6**, No.1, 13(1989).
17. 佐藤整, 大門浩作, *加工技術(日)*, Vol. **26**, No. 3, 183(1991).
18. 高橋勘次郎, 高周波の基礎と應用, 東京電氣大學 出版局, p.283(1990).
19. 藤森捻雄, やさしい 超音波の 用-電子科學レリズ, 産報(株), p.155(1964).
20. 特公(日) : 昭61-179366
21. 淸水篤美, 莊野崎直子, 顔藤富ゐ, 近藤一夫, *纖維加工(日)*, Vol. **21**, No. 2, 143(1969).