

# 파파인 가공한 양모/폴리에스터 혼방직물의 정련 및 염색성

송현주 · 김혜림 · 송화순<sup>†</sup>

숙명여자대학교 생활과학대학 의류학과

## Dyeing Properties and Scouring of Wool/Polyester Blend Fabrics Using Papain from *Carica Papaya*

Hyun Joo Song · Hye Rim Kim · Wha Soon Song<sup>†</sup>

Dept. of Clothing & Textiles, Sookmyung Women's University

접수일(2008년 5월 22일), 수정일(2008년 11월 12일), 게재확정일(2008년 11월 27일)

### Abstract

This study provides the optimum papain treatment method and its effect on wool/polyester blend fabrics. The enzymatic treatment condition is optimized depending on its pH level, temperature, concentration of enzyme, treatment time and concentration of activators. The characteristics of samples treated with the papain are measured using weight loss, tensile strength, whiteness, WCA, dyeing property and surface micrographs. The results are described as follows: According to measuring weight loss, tensile strength and whiteness, a pH level of 7.5, 70°C, 10% papain(o.w.f.) and 60minutes of treatment time are optimized for papain treatment. L-cysteine and sodium sulfite are able to activate the papain. The optimum concentrations of them are 10mM and 50mM respectively. The WCA of fabrics is decreased since papain treatment makes wool/polyester blend fabrics more hydrophilic. Scouring with papain treatment improves whiteness and dyeing property of fabrics. The dyeing property of papain-treated fabrics is enhanced simply by a single step dyeing process using a basic dye. The surface of wool treated with papain in the presence of L-cysteine shows to be descaled. The surface of wool fibers in the presence of sodium sulfite, however, shows it is hydrolyzed evenly instead of being descaled. The surface of papain treated polyester fibers shows cracks and voids.

**Key words:** Papain, Activator, Dyeing property, Wool/polyester blend fabric, Scouring; 파파인, 활성제, 염색성, 양모/폴리에스터 혼방직물, 정련

### I. 서 론

미래 경제와 각종 산업 전반을 변화시킬 키워드로 IT, BT, NT, ST, ET, CT의 6T기술이 주목받으면서 섬유 산업 분야에서도 바이오테크놀로지에 대한 관심이

증대되고 있다. 섬유 산업은 고농도의 화학약품 사용, 높은 에너지 소비, 환경오염 유발 등의 문제점이 오랫동안 지적되어 왔기 때문에 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 바이오테크놀로지의 적용은 필수적이라 할 수 있다.

섬유 산업에 바이오테크놀로지를 적용한 예는 효소가공을 들 수 있다. 효소는 기질특이성이 있어 특정 기질에만 작용하므로 부반응으로 인한 섬유 손상을 줄일 수 있는 이점이 있다. 또한 효소는 비교적 낮은 온도와 압력, 적절한 pH에서 작용하고 반응시간이 짧

<sup>†</sup>Corresponding author

E-mail: doccubi@sookmyung.ac.kr

본 논문은 2006년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2006-531-C00086).

기 때문에 에너지 절감 효과가 있다. 뿐만 아니라 효소는 생분해되기 때문에 폐수처리 등 부가적인 환경 부담이 발생하지 않는다. 따라서 효소가공은 에너지 절약 및 환경오염 감소를 위한 21세기 친환경 가공기술이라 할 수 있다(최은경, 김주혜, 2003; 高岸徹, 前川昌子, 1999; Sawada & Ueda, 2001).

섬유산업에서 효소가공은 면섬유의 호발에 아밀라제 사용을 시작으로 현재까지 섬유용 효소가공에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(최은경, 김주혜, 2003). 특히 양모섬유의 효소가공은 알칼리제, 사비나제, 에스퍼라제, 파파인 등의 시판 프로테아제가 정련, 표백, 방축가공, 염색성 향상을 목적으로 적용되어왔다(김태경 외, 1993; 나영주, 2001; 나영주, 이의소, 2003; 박미라 외, 2001a, 2001b; 박정아 외, 1991; 성종미 외, 2008; Levene & Shakkour, 1995; Levene et al., 1996).

그 중 파파인(papain from *carica papaya*)은 활성도가 낮아 시스테인, EDTA 등과 같은 활성제를 필요로 하지만(성종미 외, 2008; Balch, 1970; Clarke & Tamanoi, 1971; Levene et al., 1996) 가수분해 가능한 기질의 범위가 넓은 특징이 있다. 뿐만 아니라 가격이 저렴하고 물에 쉽게 분산되기 때문에 섬유 가공공정에 적용이 유리한 장점이 있다. 또한 에스터결합을 가수분해 할 수 있기 때문에(Balch, 1970; Clarke & Tamanoi, 1971; Frey & Hegeman 2007; Lowe, 1970), 폴리에스터 섬유에 적용 시 수분율이 향상된다고 보고되고 있다(김혜림, 2005). 따라서 파파인은 양모섬유 뿐 아니라, 폴리에스터 섬유 및 혼방섬유에도 개질 효과가 있을 것으로 기대된다.

혼방섬유는 천연섬유보다 관리가 편리하고 강도가 우수하며, 합성섬유에 부족한 흡습성과 촉감을 보완할 수 있고 경제적이어서 의류용 편·직물로 널리 사용되고 있다. 특히 양모/폴리에스터 혼방직물은 양모 섬유의 우수한 흡습성과 보온성, 폴리에스터 섬유의 강도 및 관리 편리성을 동시에 지니고 있어 학생복을 비롯한 의류용으로 다양하게 사용되고 있다. 그러나 양모와 폴리에스터 섬유는 가공 온도, 적용 염료, 내약품성 등의 화학적 특성이 다르기 때문에 혼방 후 가공단계에서 섬유에 적합한 가공을 각각 거쳐야하

는 번거로움이 있다. 또한 이러한 반복공정은 양모섬유의 손상을 유발하기도 한다(이정민 외, 2000). 따라서 양모/폴리에스터 혼방직물에 부분용으로 인한 섬유 손상 없이 두 섬유의 염색성 등을 동시에 개질할 수 있다면, 가공공정 단축과 비용절감 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 양모와 폴리에스터 섬유 모두 개질 가능한 효소인 파파인을 적용함으로써 양모/폴리에스터 혼방직물의 동시개질 가능성을 확인하고자 한다. 일반적으로 양모직물의 파파인 가공은 스케일 제거에 의한 방축성 향상이 주목적이나, 본 연구에 사용된 양모/폴리에스터 혼방직물은 폴리에스터 섬유 혼방에 의해 방축성이 부여되었다. 이에 본 연구에서는 파파인의 가수분해를 통해 양모섬유의 백도 및 폴리에스터 섬유의 친수성을 향상시켜, 양모/폴리에스터 혼방직물의 정련 및 1욕 염색의 가능성을 확인하고자 한다.

이를 위하여, 양모/폴리에스터 혼방직물에 파파인 처리 시 pH, 온도, 파파인 농도, 처리시간 변화에 따른 감량률, 인장강도, 백도 측정을 통해 최적 처리조건을 설정한다. 또한 파파인의 활성도를 높이기 위해 효소가공 시 첨가된 활성제가 양모/폴리에스터 혼방직물에 미치는 영향을 검토한다. 이상의 실험을 통해 설정된 파파인 최적 처리조건으로 가공한 양모/폴리에스터 혼방직물의 동시개질 효과는 백도, 접촉각, 염색성 측정결과로 확인한다.

## II. 실험

### 1. 시료 및 시약

본 연구에 사용된 시료는 양모/폴리에스터 혼방직물로, 그 특성은 <Table 1>과 같다. 각 시료는 50°C의 증류수에서 30분간 호발 후 상온 건조하여 사용하였다. 효소는 시판 파파인을 사용하였으며, 그 특성은 <Table 2>와 같다.

버퍼 용액 제조에는 Trizma Base(Sigma Chemicals Co.)와 Trizma HCl(Sigma Chemicals Co.)을 사용하였고 pH는 1M HCl(Duksan Pure Chemicals, Korea)과

Table 1. Characteristics of fabric

fiber (%)	weave	fabric count (yarns/inch)	fabric weight (g/m <sup>2</sup> )	thickness (mm)
wool 80 polyester 20	plain	58×52	178±5	0.37±0.02

Table 2. Properties of enzyme

enzyme	source	activity	form	manufacturer
papain (EC 3.4.22.2)	carica papaya	30~90 unit/mg <sup>1)</sup>	powder	fluka

<sup>1)</sup> One unit is the amount of papain which liberated 1mol N-benzoyl-L-arginine ethyl ester per minute at pH 6.3, 25°C

0.1M NaOH(Junsei Chemicals, Japan)으로 조절하였다. 파파인의 활성제는 L-시스테인(Katayama Chemicals, Japan)과 아황산나트륨(Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, Kanto Chemicals, Japan)을 사용하였다. 이상의 시약은 모두 1등급을 사용하였다. 염료는 염기성염료(Methylen Blue, C.I. Basic Blue 9, Duksan Pure Chemicals, Korea)와 산성염료(Orange, C.I. Acid Orange 7, Junsei Chemicals, Japan)를 사용하였다.

2. 실험방법

1) 효소처리

효소처리는 액비 1:30, 150rpm의 교반속도로, L-시스테인 30mM을 첨가하여 pH(6.0~8.5), 처리온도(50~80°C), 파파인 농도(1~50%), 처리시간(10~300분)을 변화시켜 처리하였다. 처리조건 변화에 따른 양모/폴리에스터 혼방직물의 감량률, 인장강도, 백도의 물리적 특성 결과를 통해 파파인의 최대 활성조건을 설정하였다. 이를 통해 설정된 조건에서 활성제의 종류 및 농도(0~300mM)를 변화시켜 효소처리하여 활성제의 첨가 농도를 설정하였다. 효소처리가 완료된 후에는, 시료에 남아있는 잔여효소의 활성을 정지시키기 위하여 온도 90°C, 액비 1:100의 증류수로 10분간 사활처리 후, 반복수세하여 상온 건조하였다.

2) 물리적 특성 측정

효소처리에 따른 양모/폴리에스터 혼방직물의 감량률은 건조무게로 측정하여 계산하였다. 인장강도는 KS K 0520에 준하여 인장강도 측정기(SS-121A, Sungshin, Korea)를 이용하여 래블스트립법으로 측정하였다. 백도는 Computer Color Matching System(JX777, Japan, 이하 CCM)을 사용하여 5회 반복측정 후 평균값을 취하였다. 효소처리 전후의 시료는 염기성염료 및 산성염료를 이용하여 액비 1:50, 염료농도 3%(o.w.f), 온도 60°C에서 40분간 염색하였다. 염색 후 표면색은 CCM을 사용하여 측정 후 Kubelka-Munk 식에 의해 구하였다. 접촉각은 접촉각 측정기(KRÜSS

DSA100, KRÜSS Inc., German)를 사용하여 시료 표면에 4μℓ의 증류수를 적하하여 각 시료당 10회 측정 후 평균값을 취하였다. 효소처리 전후의 양모/폴리에스터 혼방직물의 표면형태 변화는 주사전자현미경(SEM, JSM820, Japan)을 사용하여 비교 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 파파인 처리조건에 따른 양모/폴리에스터 혼방 직물의 물리적 특성 변화

예비실험에서 파파인은 활성제 첨가 없이는 활성되지 않았으며, 이는 선행연구(성종미 외, 2008; Balch, 1970; Clarke & Tamanoi, 1971; Levene et al., 1996)와도 일치하는 결과이다. 따라서 본 연구에서는 파파인 처리 시 활성제인 L-시스테인을 30mM 첨가하여 양모/폴리에스터 혼방직물의 감량률, 인장강도, 백도 결과를 통해 pH, 처리온도, 파파인 농도, 처리시간을 설정하였다.

1) pH

<Fig. 1>은 파파인 농도 5%(o.w.f), 처리온도 70°C, 처리시간 60분, L-시스테인 농도 30mM의 조건에서 pH 변화에 따른 양모/폴리에스터 혼방직물의 감량률, 인장강도, 백도 측정결과이다. <Fig. 1>에서 감량률은 pH가 6.0에서 7.5로 높아짐에 따라 약 2배로 증가하였으며, pH 7.5에서 11.6%로 가장 높게 나타났다. 이는 pH 7.5에서 양모/폴리에스터 혼방직물에 대한 파파인의 활성이 최대화되어 가수분해가 가장 활발히 일어났기 때문이다. 파파인 처리 후 인장강도는 감량률이 증가함에 따라 저하되어, 파파인의 가수분해로 섬유 손상이 발생하는 것을 알 수 있다. 파파인 처리한 양모/폴리에스터 혼방직물의 백도 측정결과, 파파인 처리에 의해 백도가 증가하였다. 특히, 최대 활성치를 나타낸 pH 7.5에서 백도는 미처리 시에 비해 약 12.4% 이상 향상되었다. 이와 같은 백도 증진 효과는 파파인 처리에 의해 양모섬유 부분이 정련

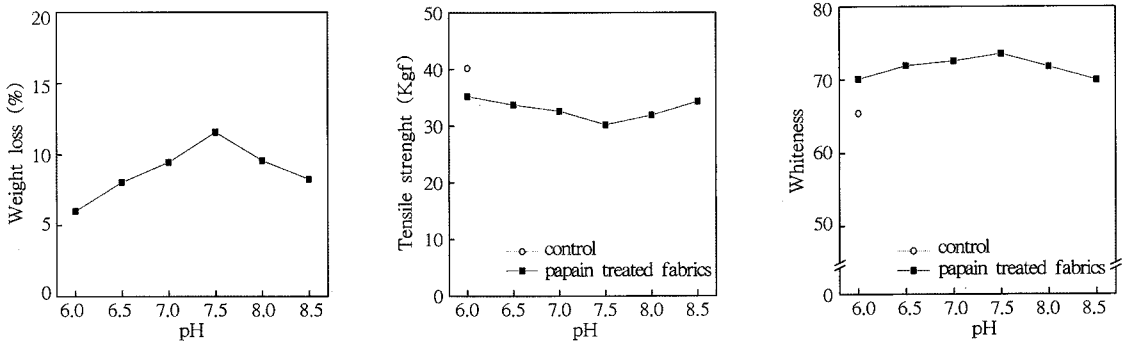


Fig. 1. Effect of pH levels on weight loss, tensile strength and whiteness of papain treated wool/PET fabrics (treatment temperature 70°C, papain 5%(o.w.f), treatment time 60minutes, L-cysteine 30mM).

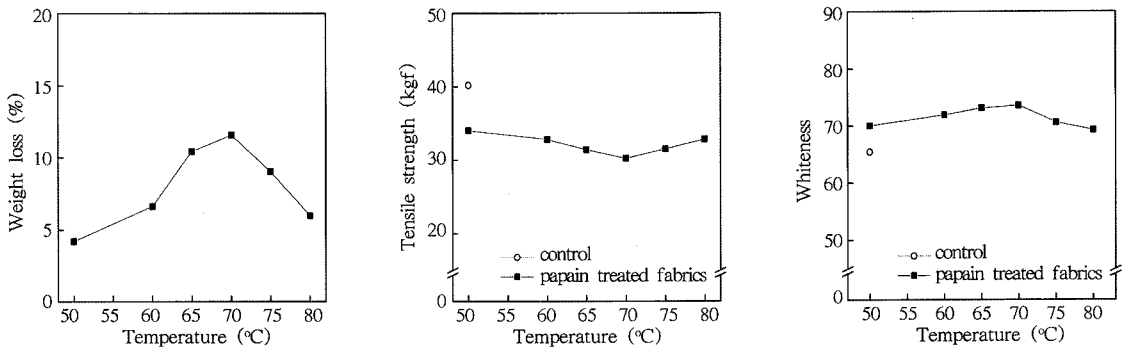


Fig. 2. Effect of temperature on weight loss, tensile strength and whiteness of papain treated wool/PET fabrics (pH 7.5, papain 5%(o.w.f), treatment time 60minutes, L-cysteine 30mM).

되었기 때문이다. 즉, 파파인이 양모섬유 표면의 유색 단백질질을 공격하여 일부를 수용성 아미노산으로 분해, 용해시킴으로써 섬유 표면에 붙어있는 유색소 성분이 제거되어 백도가 향상되는 것으로 생각된다(나영주, 2001).

이상의 결과를 바탕으로, 양모/폴리에스터 혼방직물의 파파인 처리 시 pH는 7.5로 조정하는 것이 바람직하다.

## 2) 온도

효소처리 시, 처리온도가 효소의 활성온도보다 높거나 낮으면, 활동성이 저하되거나 효소 단백질이 열변성을 일으켜 사활될 수 있기 때문에, 효소처리 시 최적 활성온도 유지는 중요한 조건이다(정동호, 2003; Paulo & Gubitz, 2003). <Fig. 2>는 파파인 처리 시 온도 변화에 따른 양모/폴리에스터 혼방직물의 감량률, 인장강도, 백도 측정결과이다. 양모/폴리에스터

혼방직물의 감량률은 처리온도 70°C에서 가장 높게 나타나고 70°C보다 높거나 낮을 경우 다시 감소하였다. 이는 파파인의 활성이 처리온도 70°C에서 가장 크게 증대되어 가수분해가 활발히 일어났기 때문이다. 백도 역시 파파인의 활성이 최대화되는 70°C에서 가장 우수하였다.

따라서 양모/폴리에스터 혼방직물의 파파인 처리 시, 처리온도는 70°C로 조정하는 것이 바람직하다.

## 3) 파파인 농도

<Fig. 3>은 파파인 농도 변화에 따른 양모/폴리에스터 혼방직물의 감량률, 인장강도, 백도 측정결과이다. 감량률은 파파인의 농도가 높을수록 크게 증가하였다. 그러나 파파인 농도가 10%를 초과하면서 부터는 감량률의 상승폭이 작아지는 것으로 나타났다. 즉, 효소 사용량과 효소처리 효과는 어느 정도 비례적으로 증가하지만, 일정 농도 이상 과도하게 사용되면

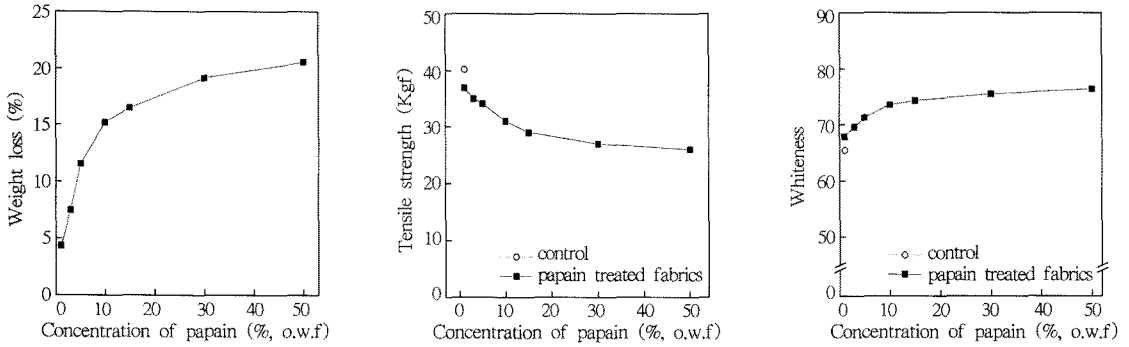


Fig. 3. Effect of papain concentration on weight loss, tensile strength and whiteness of papain treated wool/PET fabrics(pH 7.5, treatment temperature 70°C, treatment time 60minutes, L-cysteine 30mM).

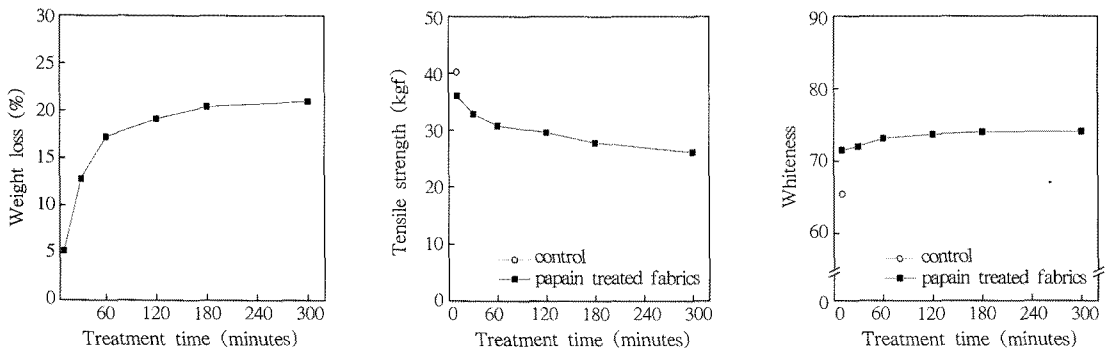


Fig. 4. Effect of treatment time on weight loss, tensile strength and whiteness of papain treated wool/PET fabrics (pH 7.5, treatment temperature 70°C, papain 10%(o.w.f), L-cysteine 30mM).

효소의 효율성이 떨어지게 된다. 이는 기질의 양이 제한될 경우, 고농도의 효소사용은 효소분자간의 경쟁에 의한 충돌 또는 효소분자간의 응집을 유발하여 효소의 활성을 저해시키기 때문이다(Paulo & Gubitz, 2003). 인장강도와 백도 측정결과도 파파인 농도 10% 이상에서는 변화폭이 줄어들었다.

따라서 양모/폴리에스터 혼방직물의 파파인 처리시, 파파인 농도는 10%로 조정하는 것이 바람직하다.

4) 처리시간

<Fig. 4>는 처리시간을 변화시켜 파파인 처리한 양모/폴리에스터 혼방직물의 감량률, 인장강도, 백도 측정결과이다. 감량률, 인장강도, 백도는 처리시간이 10분에서 60분으로 늘어날수록 증가하고, 처리시간이 60분을 초과하면서부터 둔화되었다. 즉, 파파인의 활성이 반응 시작 후 60분 이내에 대부분 완료되기 때문에, 그 이상으로 처리시간이 길어져도 효소 가수분해 효

과가 유지되지 않는 것으로 생각된다. 이는 처리시간이 길어지면 효소의 활성능력이 점차 저하되고, 초기 반응 생성물들이 처리액 내에 축적됨에 따라 효소의 반응을 저해하기 때문이다(Paulo & Gubitz, 2003).

한편, 처리시간이 60분을 초과하여 길어지면 감량률의 변화는 크지않은 반면, 인장강도는 지속적으로 저하되는 것으로 보아, 효소처리시간이 필요이상으로 길어지면 효소의 가수분해 효율이 저하될 뿐 아니라 섬유유의 강도 손상도 심해지는 것으로 생각된다. 이는 처리시간이 60분을 초과하면 효소의 분해 작용이 섬유 표면에 머무르지 않고, 섬유유의 손상된 부위를 통해 보다 깊이 침투하여 양모섬유 내부를 삼차원 망상으로 둘러싸고 있는 세포막복합체(Cell Membrane Complex, CMC)의 일부를 파괴하여 양모섬유의 구조를 이완시켜 강도 저하를 유발하기 때문이다(김태경 외, 1993; Leven et al., 1996). 또한 백도는 처리시간이 길어짐에 따라 향상되나, 60분 이상 길어져도 큰 변화는 나

타나지 않았다.

따라서 파파인에 의한 양모/폴리에스터 혼방직물 처리 시, 파파인 처리시간은 60분으로 조정하는 것이 바람직하다.

### 5) 활성제 종류 및 농도

<Fig. 5>는 파파인 처리 시, 활성제의 종류별 최적 첨가 농도를 설정하기 위하여, 실험을 통해 설정한 파파인 활성조건인 pH 7.5, 처리온도 70°C, 파파인 농도 10%(o.w.f), 처리시간 60분에서 활성제인 L-시스테인과 아황산나트륨의 농도(5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300mM)를 변화시켜 처리한 양모/폴리에스터 혼방직물의 감량률, 인장강도, 백도 측정결과이다.

L-시스테인과 아황산나트륨 첨가에 의해 감량률이 증가되는 것으로 보아, 두 가지 활성제 모두 파파인을 활성화하여 양모/폴리에스터 혼방직물을 기질로 가수분해 하는데 기여하는 것을 알 수 있다. L-시스테인은 첨가량이 늘어날수록 감량률도 계속해서 증가되나, 아황산나트륨은 농도가 50mM 이상 첨가되면 감량률이 증가되지 않고 감소하는 차이점이 나타났다. 따라서 활성제 첨가에 따른 감량률, 인장강도, 백도의 물성 측정을 통한 최적 활성제 첨가농도의 설정이 필요하다.

<Fig. 5>에서 감량률은 L-시스테인 10mM 사용 시 7.7%, 아황산나트륨 50mM 사용 시 7.2%로 나타났다. 최은경, 김주혜(2003)는 양모 100% 섬유에 효소가공을 적용하는 경우에, 섬유 손상도를 고려하여 감량률은 15% 이내로 조정되어야 함을 보고하였다. 따라서 본 연구에 사용된 시료에 폴리에스터가 혼방된 것을 고려할 때, 감량률 10% 이내가 적절하다고 판단된다.

또한 백도 측정결과, L-시스테인 10mM, 아황산나트륨 50mM 이상 첨가되어도 백도의 향상은 크지 않았다. 따라서 본 연구에 사용된 활성제의 첨가농도는 L-시스테인 10mM과 아황산나트륨 50mM로 설정하는 것이 바람직하다.

이상 양모/폴리에스터 혼방직물의 파파인 가공 시, 최적 처리조건은 pH 7.5, 처리온도 70°C, 파파인 농도 10%(o.w.f), 처리시간 60분, L-시스테인 10mM, 아황산나트륨 50mM이다.

## 2. 파파인 가공한 양모/폴리에스터 혼방직물의 개질 효과

### 1) 접촉각

<Fig. 6>은 최적 처리조건으로 파파인 가공한 양모/폴리에스터 혼방직물의 접촉각 측정결과이다. 접촉각은 활성제로 L-시스테인을 첨가한 경우 126.3°에서 121.8°로 약 4.7° 감소하였고, 아황산나트륨을 사용한 경우는 약 5.8° 감소하여 파파인 가공 후 직물 표면의 발수성이 감소하고 친수성이 증가하였음이 확인되었다.

이러한 결과는 파파인이 양모섬유의 스케일층을 가수분해하는 과정에서 섬유표면을 둘러싼 지질의 소수성 에피큐티클이 탈락되어 정돈되었기 때문이다(森道信, 1996). 또한 직물표면의 잔털이 제거되면서 표면이 정돈되어 물방울에 대한 반발력이 작아지기 때문이다. 이러한 표면정리 효과는 직물 표면의 광택을 증가시키기도 하고(西村悌二郎, 1993; Levene & Shakkour, 1995; Riva et al., 1993), 양모섬유의 태와 촉감을 개선한다고 보고되고 있다(나영주, 이의소, 2003; 최은경, 김주혜, 2003; 西村悌二郎, 1993).

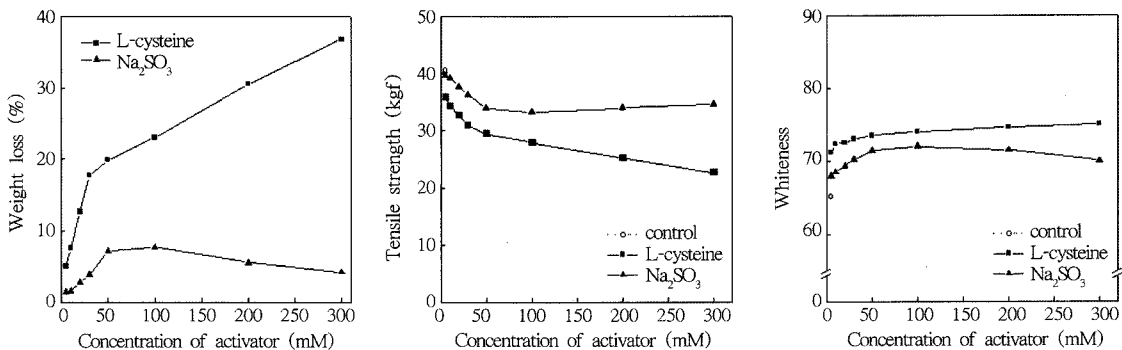


Fig. 5. Weight loss, tensile strength and whiteness of papain treated wool/PET fabrics by varying concentration of activators(pH 7.5, treatment temperature 70°C, papain 10%(o.w.f), treatment time 60minutes).

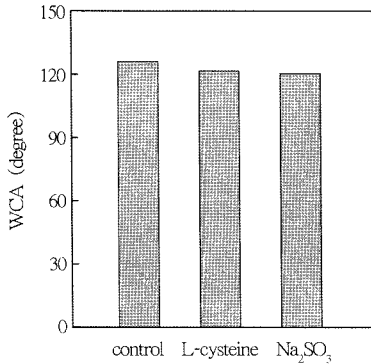


Fig. 6. Effect of activators on WCA of papain treated wool/PET fabrics(pH 7.5, temperature 70°C, papain 10%(o.w.f), treatment time 60minutes, L-cysteine 10mM, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 50mM).

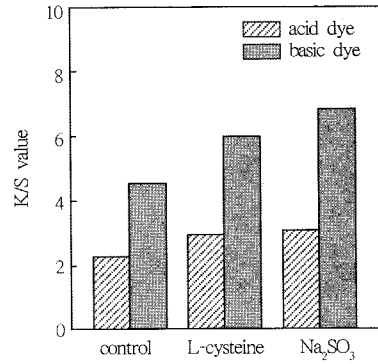


Fig. 7. K/S values of papain treated wool/PET fabrics (pH 7.5, treatment temperature 70°C, papain 10% (o.w.f), treatment time 60minutes, L-cysteine 10mM, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 50mM).

한편 폴리에스터 섬유는 파파인에 의해 표면에 친수기 그룹의 양이 증가되어 친수성이 증대되면서, 접촉각이 감소되는 것으로 생각된다. 茶容悦司, 北野道雄(2000)에 따르면, 효소처리 후 폴리에스터 섬유 표면에 생성된 크랙과 보이드에 의해 흡수속도가 빨라지고 정전기 발생이 감소한다고 보고하였다. 김혜림(2005)은 파파인 처리가 폴리에스터의 흡수속도와 수분율을 향상시킨다고 보고하였다.

2) 염색성

<Fig. 7>은 파파인 처리한 양모/폴리에스터 혼방직물의 염색성 측정결과이다. 파파인 처리된 직물의 염색성은 산성염료에 약 28%, 염기성염료에 약 49% 향상되었다. 이러한 염색성 향상 효과는, 파파인이 양모섬유를 정련함에 따라 섬유표면의 불순물이 제거되고 백도가 향상되기 때문이다. 또한 파파인은 염료의 침투 및 확산을 저해하는 양모섬유 표면의 에피쿠티클을 가수분해하여 제거하고(김태경 외, 1993), 세포막복합체(CMC)의 구조를 이완시켜 양모섬유에 염료의 침투를 용이하게 한다. 나영주, 이의소(2003)는 프로테아제 처리 후 양모직물의 백도가 향상되고 염료의 흡착속도가 증가된다고 보고하였다.

염기성염료 염색성이 산성염료보다 우수한 것은 효소처리에 의해 폴리에스터 섬유 표면의 에스터결합이 가수분해되어 표면의 친수성이 향상되고, 카복시기 양이 증가함에 따라 (+)전하를 가진 염기성염료와의 결합력이 향상되기 때문이다(이정민 외, 2000; 茶容悦司, 北野道雄 1999, 2000). 활성제의 종류별 염색성

은 L-시스테인보다는 아황산나트륨 첨가 시 더 우수하였다. 아황산나트륨 첨가 시 K/S값은 L-시스테인 첨가 시보다 산성염료에 약 3%, 염기성염료에 약 14% 향상되었다.

이상의 결과를 바탕으로 파파인 가공 시 양모/폴리에스터 혼방직물에 염기성염료를 이용하여 1욕염색공정이 가능함을 확인하였다. 따라서 파파인 가공한 양모/폴리에스터 혼방직물의 염색 시, 시간 및 가공공정의 단축이 가능할 것으로 예상된다.

3) 표면효과

<Fig. 8>은 최적 처리조건으로 파파인 가공한 양모/폴리에스터 혼방직물의 SEM 관찰결과이다. 양모섬유의 경우 미처리에 비해 표면의 스케일 두께가 얇아진 것이 확인되었다. 이는 파파인이 양모섬유 표면의 스케일층을 가수분해하여 제거하였기 때문이다. 이러한 탈스케일 현상은 선행연구(나영주, 2001; 박미라 외, 2001b; 改森道信, 1996)의 결과와 일치한다.

폴리에스터 섬유는 표면에 부분적인 크랙과 보이드가 발견되었다. 효소에 의한 폴리에스터 섬유의 표면형태 변화는 선행연구(茶容悦司, 北野道雄, 1999; Kim & Song, 2006)에서도 보고되었다. 특히 茶容悦司, 北野道雄(2000)에 따르면 폴리에스터 표면의 크랙과 보이드로 인해 흡수속도가 증가되고 염색성이 향상됨을 보고하였다. 이는 본 연구의 결과와 일치하는 경향이다.

첨가된 활성제의 종류에 따라 양모섬유의 표면형태는 다르게 나타났다. L-시스테인의 경우 파파인의 가수분해가 스케일층에 집중되어 탈스케일 현상이

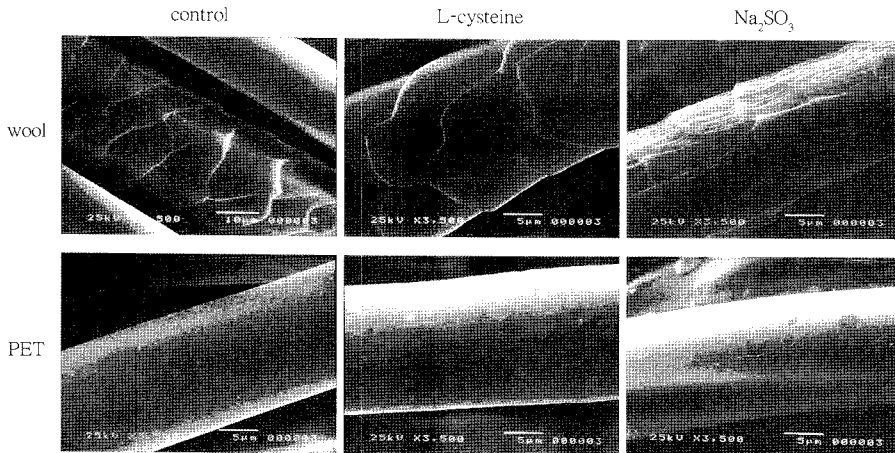


Fig. 8. SEM micrographs of papain treated wool/PET fabrics(pH 7.5, treatment temperature 70°C, papain 10%(o.w.f), treatment time 60minutes, L-cysteine 10mM, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 50mM).

두드러졌다. 반면 아황산나트륨의 경우는 스케일층 두께는 그대로 유지되면서 표면이 전체적으로 균일하게 분해되어 미세한 균열이 관찰된다.

이와 같이 활성제 종류에 따른 파파인의 양모섬유 가수분해 형태의 차이는, 파파인 가공효과, 즉 접촉각과 염색성의 차이에도 영향을 주는 것으로 보인다.

#### IV. 결 론

양모/폴리에스터 혼방직물의 파파인 가공 시, 최적 처리조건은 pH, 처리온도, 파파인 농도, 처리시간에 따른 감량률, 인장강도, 백도 측정결과를 통해, pH 7.5, 처리온도 70°C, 파파인 농도 10%(o.w.f), 처리시간 60분으로 설정하였다. L-시스테인과 아황산나트륨은 파파인의 활성제로 효과가 있으며, 최적 첨가농도는 L-시스테인 10mM, 아황산나트륨 50mM이다.

파파인 처리 후 양모/폴리에스터 혼방직물의 접촉각이 감소되어, 친수성이 증가하고 발수성이 감소함을 확인하였다. 파파인에 의한 정련 효과로 백도는 증대되고 염색성은 크게 향상되었다. 염색성은 염기성 염료로 1욕염색 시 크게 향상되어, 양모/폴리에스터 혼방직물의 염색과정 및 시간의 단축이 가능할 것으로 기대된다.

활성제로 L-시스테인 사용 시, 양모섬유 표면의 스케일층이 집중적으로 분해되어 스케일이 얇아지는 반면 아황산나트륨 사용 시에는 스케일층보다는 섬유 표면 전체가 균일하게 분해되었다. 폴리에스터 섬유는

파파인에 의해 표면에 크랙과 보이드가 형성되었다.

#### 참고문헌

- 김태경, 심창섭, 조민정, 임용진. (1993). 효소처리에 의한 양모섬유의 개질(II). *한국염색가공학회지*, 5(3), 34-43.
- 김혜림. (2005). *효소가공에 의한 폴리에스터 직물의 수분투성 향상*. 숙명여자대학교 일반대학원 박사학위 논문.
- 나영주. (2001). 양모 혼방직물에 대한 효소표백법 개발과 최적 조건. *한국섬유공학회지*, 38, 445-452.
- 나영주, 이의소. (2003). 프로테아제에 의해 표백된 양모의 태와 염색성. *한국섬유공학회지*, 40, 164-169.
- 박미라, 김환철, 박병기. (2001a). 효소에 의한 방축가공 양모직물의 물성 변화에 관한 연구. *한국염색가공학회지*, 13(3), 1-10.
- 박미라, 김환철, 박병기. (2001b). 효소가공 양모직물의 표면 성질에 관한 연구. *한국염색가공학회지*, 13(4), 1-8.
- 박정아, 박정영, 윤남식, 임용진. (1991). 효소처리에 의한 양모섬유의 개질(1). *한국염색가공학회지*, 3(4), 215-220.
- 성종미, 송화순, 김인영. (2008). 양모직물에 파파인 처리 시 L-cysteine, EDTA의 영향. *한국염색가공학회지*, 20(2), 9-18.
- 윤남식, 임용진. (1994). 양모섬유의 저온플라즈마 및 효소처리. *한국염색가공학회지*, 6(4), 311-317.
- 이정민, 김진우, 김공주, 구강. (2000). *섬유가공학*. 서울: 형설출판사.
- 정동호. (2003). *효소개론*. 서울: 대광서림.
- 최은경, 김주혜. (2003). 효소를 이용한 전처리 및 가공기술. *섬유기술과 산업*, 7(3), 292-302.
- 改森道信. (1996). 羊毛への酵素處理の應用. *染色*, 14(1), 16-24.



- 高岸徹, 前川昌子. (1999). 酵素利用技術特集にあたって. *繊維学会誌*, 55, 126-140.
- 西村悌二郎. (1993). 울의 바이오加工. *繊維と工業*, 49(7), 244-248.
- 茶容悦司, 北野道雄. (1999). 酵素によるポリエステル纖維改質加工可能性. *繊維と工業*, 55(5), 150-154.
- 茶容悦司, 北野道雄. (2000). 酵素による化合織の改質加工技術. *繊維加工*, 52(2), 56-64.
- Balch, W. E. (1970). *Methods in enzymology Vol. 19*. Chatswood: Academic Press.
- Clarke, S. G. & Tamanoi, F. (1971). *The enzymes Vol. 3* (3rd ed.). Chatswood: Academic Press.
- Frey, P. A. & Hegeman, A. D. (2007). *Enzymatic reaction mechanism*. UK: Oxford Univ. Pr.
- Kim, H. R. & Song, W. S. (2006). Lipase treatment of polyester fabrics. *Fibers and polymers*, 7, 339-343.
- Levene, R., Cohen, Y., & Barkai, D. (1996). Applying proteases to confer improved shrink-resistance to wool. *J. of the Soc. of Dyers and Colourists*, 112, 6-10.
- Levene, R. & Shakkour, G. (1995). Wool fibres of enhanced lustre obtained by enzymatic descaling. *J. of the Soc. of Dyers and Colourists*, 111, 352-359.
- Lowe, G. (1970). The structure and mechanism of action of papain. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond.*, B257, 237-248.
- Paulo, A. C. & Gubitz, G. M. (2003). *Textile processing with enzymes*. UK: Woodhead publishing.
- Riva, A., Cegarra, J., & Prieto, R. (1993). The role of an enzyme in reducing wool shrinkage. *J. of the Soc. of Dyers and Colourists*, 109, 210-213.
- Sawada, K. & Ueda, N. (2001). Enzyme processing of textiles in reverse micellar solution. *J. of Biotechnology*, 89, 236-269.