# 펙티나제 효소의 면섬유 정련 공정에의 응용

김재원*, 홍현필, 최은경, 김성동*
한국생산기술연구원 섬유환경분석실, *건국대학교 섬유공학과

# Bioscouring of Cotton with Pectinase Enzyme

Jae Won Kim*, Hyun Pil Hong, Eun Kyung Choe, Sung Dong Kim*
Textile Ecology Laboratory, Korea Institute of Industrial Technology, ChonAn, Korea,
*Department of Chemical Engineering, Konkuk University, Seoul, Korea

## 1.서언

일반적으로 호발, 정련, 표백으로 이루어지는 전처리(preparation) 공정은 섬유자체의 불순물 및 제사시의 유제, 제직시의 호를 제거하여 섬유의 흡수성과 백도를 높이고 그 화학조성을 균일하게 하여 염색 및 가공이 최적의 조건에서 균일하게 수행할 수 있도록 하여 주는 공정을 말하며, 전처리 공정을 거친 원단 상태의 품질이 다음 단계의 염색을 성공적으로 마치기 위해서 매우 중요한 요인으로 작용하며, 실제로 전처리 결과의 미흡함이 염색불량 원인의 90% 이상을 차지하고 있다. 특히, 천연섬유의 경우 자체의 불순물이 많이 함유되어 있고 이에 호제(10-15%) 및 방사유제, 편직용 유연제등이 방사, 제직 혹은 편직 공정중에 가해져 이들 불순물의 철저한 제거가 필요하다.

최근 면섬유의 경우, "Environmenally Benign, Closed-Loop Preparatory Process"의 개념으로 호발, 정련, 표백의 세 공정에 모두 효소를 사용하는 전처리 공정이 미국을 중심으로 활발히 연구가 진행되고 있고 상용화 가능성도 상당히 큰 것으로 평가되고 있다. Glucose oxidase(GOD)를 사용하여 전분 호발 폐수에서 과산화수소를 발생하여 표백제로 사용하는 바이오 표백공정에 대한 연구도 진행중이며 특히, pectinase, cellulase, lipase, protease등을 사용하는 정련공정에 대한 연구 결과, pectinase가 정련에 크게 기여하는 주 효소임이 밝혀졌고 이를 기반으로 노보사에 의하여 효소 제품이 상품화되어 있다.

본 과제에서는, pectinase를 사용하는 면섬유의 정련 공정에 관하여 사례별 응용기술 자료를 축적하고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1 직물시료, 효소 및 약제

직물시료는 100% 면직물(card사, 108x58, 20수)로 생지 및 염색공장에서 CPB방식으로 효소호발을 한 원단을 구하여 사용하였다. pectinase는 Novo사의 BioPrep

3000L(3000 APSU/g)을 이용하였다. 직물 시료를 호발 및 정련 처리할 경우, 실험실 처리시는 증류수 및 일급 시약을 사용하였고 파일럿 처리시는 공업용 시약 및 공업용 용수를 사용하였다. 사용된 약제 및 효소는 모두 공업용이었다.

### 2.2 호발 처리

염색공장에서 CPB 방법의 효소 호발을 한 원단이 호 제거가 불충분함이 밝혀져 파일럿 규모로 다시 산화 호발(윈치 염색기, 액비 1:20, NaOH 1g/L, 과산화수소 4% owf, 95℃, 45분)을 하였고 이 원단으로 정련 실험을 수행하였다. 호발이 불균일함이 밝혀짐에 따라 파일럿 규모의 고온효소호발을 다음 조건에서 다시 행하였다: 윈치 염색기, 액비 1: 20, 아밀라제 효소 1g/L, 습윤제 1g/L, 85℃, 40분.

### 2.3 정련 처리

정련 처리는 배치법과 패딩법으로 실험실 규모로 수행하였다. 최적 효소 농도를 알아 보기 위하여, 아이바 염색기를 이용하여 pH 9의 조건에서 0.01, 0.2, 0.5, 0.1, 0.4, 0.6 g/L의 효소 농도별로 처리하였다 (액비 1: 20, 55℃, 45분). 패딩후의 열처리 시간에 따른 정련 효과를 비교하기 위하여 0.1g/L BioPrep, 액비 1:10, pH 9, wet pick-up 85-92%의 조건으로 패딩하고 2, 5, 8, 12, 15시간 동안 40℃에서 열처리 한 후 수세 및 자연 건조하였다.

### 2.4 흡수성 측정

원단 및 처리시료를 2.54 x 20.32 cm로 잘라 수직으로 고정시킨 후, 1% 직접염료 용액에 접촉시키어 5분동안 염료용액이 침투한 거리와 물이 올라간 거리를 측정하여 시료의 흡수성을 평가하였다.

### 2.5 잔류 왁스 및 호제 분석

전분과 PVA 호제는 각각 $KI/I_2$ 및 $KI/I_2$/붕산의 검출 시약을 시료에 스포이드로 떨어뜨려 자갈색 및 적청색의 발색 정도로 호제 잔류 여부를 5단계로 육안 판정하였다. 잔류왁스는 사염화탄소로 soxhlet 추출한 후 FTIR로 확인하였고, 시료의 무게 변화로 정량하였다.

## 3. 결과 및 고찰

*Figure 1*은 생지 및 호발 원단의 흡수성을 NaOH 정련한 시료와 비교하여 본 것으로 호발이 된 시료도 정련없이는 흡수성이 매우 미흡함을 보여 준다. 이 시료로 펙티나제 효소를 사용하여 정련을 행하였을 경우, NaOH로 정련한 시료의 약 80%정도에 달하는 침투성을 보였고 본 실험에서 검토한 효소의 농도 범위에서는 농도에 따른 정련 효과는 거의 차이가 없는 것으로 관찰되었다(*Figure 2*).

*Figure 3*은 패딩 후 열처리 온도를 효소 반응 최적 온도인 60℃ 보다는 염색공장 현장 온도와 근접한 실용적인 온도인 40℃ 에 맞추고 열처리 시간을 2-15시간 사이에

서 변화시켜 정련한 결과로 2시간 이상 처리하여도 거의 같은 결과를 보여 주었다.

그리고, 같은 원단에서도 정련 효과가 시료마다 큰 차이를 보여, 그 원인을 추적하여 본 결과, 잔존하는 호제의 영향이 큼을 알 수 있었고 호제 처방이 다양해 짐에 따라 약 3% 가량 호제 성분에 배합되어 있는 왁스가 잔류하게 됨에 따라 정련이 균일하게 이루어 지지 않았음이 밝혀 졌고, 따라서 펙티나제를 사용한 정련이 균일하게 효율적으로 이루어 지려면 호제의 제거가 필수적임을 알 수 있다.

최근 발표된 NOVO사의 BioPrep에 대한 새 기술 자료는 0.01g/L의 소량과 10분 이내의 처리 시간등으로 충분한 효소반응을 일으키어 경제적으로도 실용성이 매우 크다고 평가하고 있다.

## 4. 결론

자세한 기술적 응용자료가 미흡한 가운데, 새로운 펙티나제 효소 제품을 사용하여 면섬유의 정련을 검토하여 본 결과, 면직물의 경우는 잔류 호제 및 왁스가 존재시 정련이 효율적이지 못하였는데 이는 정련시 효소의 침투가 어려워 생기는 것으로 사료된다. 효소 정련은 100% 면직물에의 응용보다는 면/울, 면/실크, 면/레이욘, 면/나일론 등의 교직물인 경우 고온, 알칼리의 기존 전처리 조건에서 섬유의 손상으로 인하여 많은 문제점이 발생하고 있어 저온, 약산성 내지 중성 조건의 효소 전처리 공정의 개발이 약품비 상승이 있을 경우라도 크게 기대되고 있는 실정이므로 향후 실험 방향은 면편물과 면/울, 면/실크, 면/레이욘, 면/나일론등의 교직물에의 응용에 촛점을 맞추어 진행될 예정이다.

## 5. 참고문헌

1. G.Buschle-Diller (Project Team Leader), Project No.:C99-A07, National Textile Center, U.S.A., 1999.

2. M.M.Hartzell and S.K.Durrant, *Textile Chemist and Colotist*, **32**(8), 86(2000).

3. J.Buchert and J.P.Pere, *Textile Chemist and Colotist*, **32**(5), 48(2000).

4. M.K.Traore and G.Buschle-Diller *Textile Chemist and Colotist,* **32**(12), 40(2000).

5. J. N. Etters, *Textile Chemist and Colotist,* **1**(5), 22(2001).

**Table 1. 생지 및 호발 원단의 잔류호제 및 잔류왁스량(%) 측정 결과**

| | 잔류왁스량 (%) | 잔류호제 | |
|---|---|---|---|
| | | PVA | 전분 |
| 생지 | 0.9 | +++++ | +++++ |
| 생지 고온효소호발 | 0.6 | +++ | +++ |
| CPB방식의 효소호발 | 0.7 | ++++ | ++++ |
| CPB방식의 효소호발 + 산화호발 | 0.6 | ++ | ++ |
| CPB방식의 효소호발 + 산화호발 + 고온효소호발 | 0.2 | + | + |

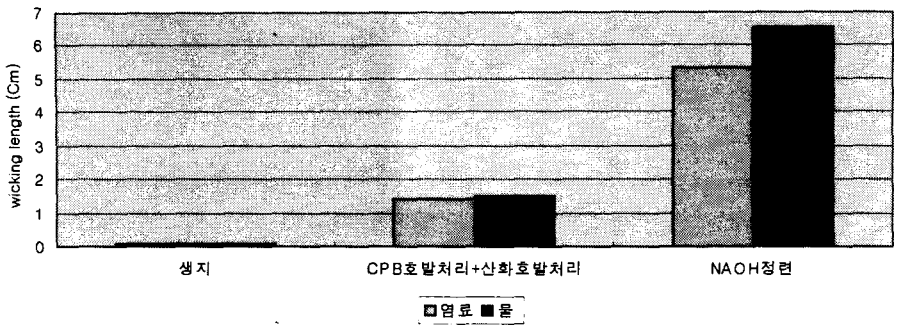


Figure 1. 생지, 호발 원단 및 가성소다 정련 원단의 흡수성 비교

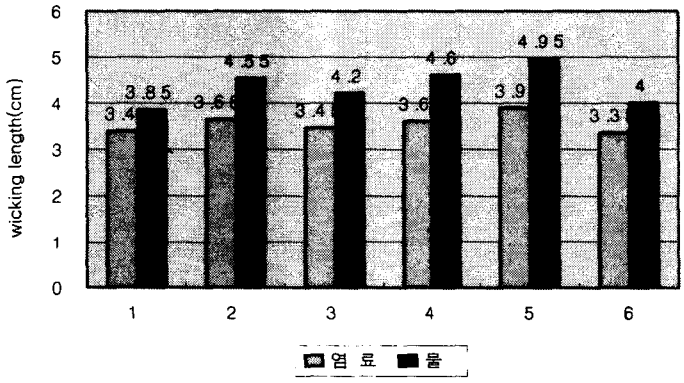


Figure 2. 정련에 사용된 효소 농도가 흡수성에 미치는 영향:
시료1,2,3,4,5,6의 BioPrep.농도(g/l): 0.01, 0.2, 0.5, 0.1, 0.4, 0.6.

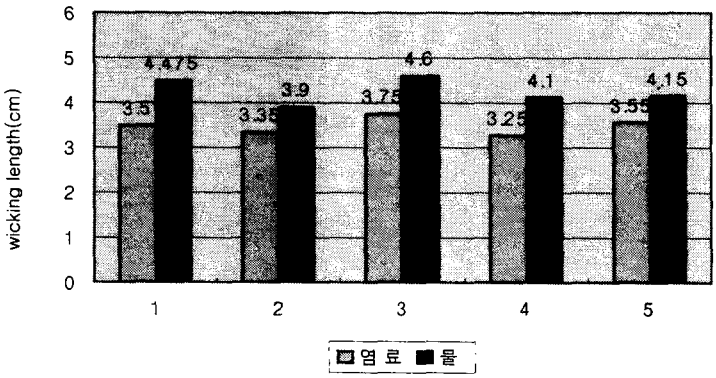


Figure 3. 패딩-열처리 방법의 정련시 열처리 시간이 흡수성에 미치는 영향:
시료1,2,3,4,5의 열처리 시간(hr.): 2, 5, 8, 12, 15.