

# TECHNICAL BULLETIN



**COTTON INCORPORATED**

6399 WESTON PARKWAY, CARY, NORTH CAROLINA 27513 • Telephone 919-678-2220

---

**ISP 1003**

## **ENZYME TECHNOLOGY FOR COTTON PRODUCTS**

**코튼제품에 대한 효소가공 기술**

이 보고서는 Importer Support Program 후원으로  
제품 소싱업체들의 기술적 필요사항을 설명하기 위해 작성된 것입니다.

Copyright, 2002, Cotton Incorporated

## 서론

패션은 데님과 캔버스 같은 형태의 코튼 캐주얼 의류들이 낡고 헤진 외관과 부드러운 태를 갖도록 요구한다. 심지어 이 가먼트들이 신상품일지라도. 이 특성들은 가먼트들이 마찰을 일으키는 스톤과 함께 배스안에서 텀블링하는 스톤워싱 가공으로 또는 효소처리 공정으로, 때로는 이 두 가지 방법을 혼합하는 것으로 얻어진다. 효소처리를 선택하는 목적은 많은 홈 세탁후에도 선명하게 지속되는 더 부드럽고 깨끗한 외관을 생산하기 위해 코튼 섬유 표면을 제거하는 것이다. 많은 세탁 세제들은 이러한 효과를 얻기 위해 효소 첨가물들을 함유한다. 효소처리는 원단과 가먼트 형태 둘 다 가능하다.

최근 몇 년동안, 시장성을 개선하기 위하여 더 많은 가먼트와 원단들이 효소처리가 되면서, 섬유산업에서 효소처리 기술들은 급속하게 확산되어 왔다. 생물공학의 발달로 섬유 습식공정을 위한 효소의 다양한 적용이 확대되어 왔다. 이 보고서는 현재 섬유산업에서 사용되는 효소기술(특히, 셀룰라제 효소에 중점을 둔)의 기본적인 개요를 제공하려고 한다.

## 효소의 기본

효소들은 모든 살아있는 유기체에서 발견되는 진화된 단백질들이고 생명을 유지하기 위해서는 필수적이다. 복잡하고 삼차원적인 이 화합물은 생화학 촉매제로써 습식공정동안 원단 표면을 바꾸도록 상승작용을 한다.

일반적으로 반응물에 비해 상대적으로 소량으로 존재하는 촉매제는 공정에서 소비되지 않고 화학반응을 촉진시키는 물질이다. 섬유공정에서, 이 화합물들은 원단표면에서 효소가 없을 때 느린 속도로 자연스럽게 일어나는 반응을 촉진시킬 뿐만 아니라, 스스로도 원단표면과 반응한다.

현재, 섬유 습식공정에서 사용되는 효소의 형태들이다.

효소 형태	최종 용도
아밀라제	발효를 위해 녹말을 가수분해하는데 사용
셀룰라제	셀룰로오스를 가수분해하는데 사용
프로테아제	단백질을 가수분해하는데 사용
카탈라제	과산화수소를 가수분해하는데 사용
라카제	인디고를 탈색하는데 사용

\* hydrolyze - 가수분해

효소는 마일드한 조건하에서 반응을 촉진시키는 이유로 사용된다. 효소는 상대적으로 낮은 온도, 그리고 환경 친화적 공정조건에 효과적이다. 그리고 효소는 거친 솔벤트와 기타 유기화합물을 대체할 수 있다.

효소는 원단의 표면과 같은 특정한 기질을 변화시키는 데 사용된다. 특정한 기질에 효과적인 효소를 위해, 두가지는 반드시 서로 ‘적합’해야 한다. 사용 효소와 용화되는 기질에 반응할 수 있는 면이 있어야 한다. 일정 기간후, 효소를 제거하거나 활동을 멈추게 할 수 있다. 효소활동이 더 이상 필요치 않을 경우, 공정 조건의 변화(일반적으로 pH 증가(알칼리성상승), 온도상승 또는 강한 이온 변화에 의해)를 통해서 효소의 활동을 멈추게 할 수 있다.

### 셀룰라제 효소의 기본

1980 년대, 셀룰라제 효소는 인디고 데님 진에 스톤워시 가공을 한 것과 유사한 빛이 바래고 해진 효과를 얻기 위해 폭넓게 사용되었다. 오늘날, 섬유 습식공정에서 셀룰라제 효소 사용은 아직까지 가장 일반적인 방법이고 가장 폭넓게 연구된 분야이다. 데님 원단은 인디고 염색 코튼 경사와 염색되지 않은 일반 코튼 위사를 사용하여 제작된다. 위시다운 외관을 위해, 경사는 실에 염료를 흡착시키고 쉽게 염료가 제거되도록 특별한 공정으로 염색된다. 소비자는 시간이 흐르면서 가먼트가 반복적으로 입혀지고 세탁되는 것에 의해 위시다운 외관을 얻을 수 있거나 또는, 셀룰라제 효소 처리에 의해 바로 위시다운 외관을 얻을 수 있다.

최근 몇 년동안, 다양한 조성의 셀룰라제 공급은 더 효과적인 셀룰라제를 제공해 왔고, 데님의 뒷면 오염(원단뒷면에 인디고 염료가 재흡착)이 감소하였으며, 강력저하가 줄었고, 최적 공정 조건의 범위를 확대시켜왔다.

박지원단을 포함한 다른 형태의 원단들도 표면의 코튼섬유를 제거하는 것으로 더 깨끗하고 부드러운 표면을 얻기 위해 셀룰라제 효소 처리가 될 수 있다. 이 셀룰라제 효소처리 효과는 많은 횟수의 홈 세탁후에도 분명하게 남아 있을 것이다.

셀룰라제는 서로 다른 성분의 복잡한 자연 혼합물이다. 이것은 셀룰로오스를 글루코스로 분해 시키는 것을 촉진시키는 역할을 한다. 셀룰라제의 분류는 보통 셀룰라제가 가장 효과를 나타내는 pH 범위(산성도 또는 알칼리성도)로 분류된다.

셀룰라제 형태	p H
표준 산	4.0 – 6.5
개질 산	5.0 – 6.5
엔도-인리치산	4.5 – 6.0
모노-컴포넌트산	4.5 – 6.0
중성 셀룰라제	5.5 – 8.0

운전지침과 최적의 공정 조건은 공정 처리된 원단의 형태 뿐만 아니라 셀룰라제의 각 형태 형태에 따라 구체화 된다. 두껍고 딱딱한 원단을 위해 공격성이 요구되는 곳에서, 표준 산성 셀룰라제는 최선의 선택일 수 있다. 데님제품의 뒷면오염을 줄이기 위해서는, 개질 산성 또는 중성 셀룰라제가 더 좋은 역할을 하지만 요구되는 워시다운(원단의 물빠짐)의 정도를 반드시 고려하여야 한다. 엔도-인리치와 중성 셀룰라제는 덜 공격적이며, 강도 감소가 우선적으로 고려해야 하는 경우에 사용된다. 셀룰라제 선택의 진전은 셀룰라제 선택을 더 복잡하게 하였으나 더 좋은 특정 결과들을 위해서 섬유공정업자에게 폭 넓은 제품 선택을 제공해 왔다.

## 셀룰라제 효소 공정

공정동안에 많은 요소들이 셀룰라제 활동에 영향을 준다. 그리고 이러한 요소들은 기계적 또는 화학적으로 분류될 수 있다.

기계적	화학적
설비 형태	셀룰라제 형태
설비 디자인	셀룰라제 양
공정 시간	공정 시간
적재 크기	공정 온도
용액 비율	공정 pH
기계 속도	보조 화학제품
보조제품	전처리

원단 또는 가먼트에 최적의 셀룰라제 적용을 위해서는, 각각의 요소들이 셀룰라제 활동을 어떻게 집단적으로 촉진시키거나 방해하는 가를 반드시 고려해야 한다. 기계적 작용은 기계에 들어가면서부터 나올때까지 변화가 많고, 기계 형태와 디자인에 달려 있다. 많은 원단들은 표면개질을 위해 제트와 지그에서 또는 고속 공기 텀블링 장치에서 공정을 거친다. 오버플로우는 기계적 작용이 적고 더 공격적인 표준 산성 셀룰라제의 사용이 요구된다. 소프트 플로우 제트는 더 많은 기계적 작용을 수반한다. 그래서 개질 산성 또는 표준 산성 셀룰라제 모두 사용될 수 있다. 고압 제트 또는 공기 텀블링 장치에 존재하는 기계적 작용의 상승과 함께, 어떤 셀룰라제라도 사용이 가능하다. 가먼트는 일반적으로 가먼트 워싱과 염색에 사용되는 회전 드럼 또는 패들기계에서 효소 처리된다. 가먼트간의 마찰을 포함한 이들 기계에서의 가먼트 기계적 작용은 섬유 제거, 컬러 워시다운과 부드러움을 더 향상시킨다.

셀룰라제 처리를 위한 공정시간은 일반적으로 0.5 - 2.0 시간 범위이다. 약하고 가벼운 원단/가먼트들은 셀룰라제 처리시간이 짧다. 주의깊게 조절됐을 때, 요구된 표면 개질은 과도한 강력손실 없이 30 분이내로 얻어질 수 있다. 데님과 같은 두꺼운 원단은 보통, 색상감소, 마모흔적, 부드러움의 표준 위시다운을 얻기 위해서 특정 셀룰라제 농도에서 더 긴 처리시간을 필요로 한다. 인디고 데님의 뒷면 오염은 보통 표준산을 개질산 또는 중성 셀룰라제로 교환하는 것으로 해결된다. 뒷면 오염 감소를 위한 다른 선택은 균형된 효소 양/시간 요소들 또는 처리량 축소, 항 재부착제의 사용 등이 있다.

셀룰라제 효소 사이클동안 온도조절은 품질관리와 재생산성 모두에 중요하다. 최적의 셀룰라제 활용을 위한 좁은 온도 범위(보통 45-60°C)로 인해, 대부분의 운전자들은 최대 온도 60°C 이하에서 진행되도록 선택한다. 경량원단이 처리되거나 주기시간이 길어질 때, 추가 온도 하락을 채택할 수 있다. 가끔, 반응 온도 하락은 pH의 효과 범위를 넓게 할 것이고, 이상적인 조건을 취할 수 없을 때 매력적인 방법이다.

온도에 따라, pH 수준은 셀룰라제 기능에 영향을 준다. 각각의 셀룰라제에는 활동이 최대화되는 최적의 pH가 존재한다. 고유의 많은 변수들 때문에 정확한 pH 조절은 어렵다. 그러나 이상적인 범위내에서의 가동은 품질관리와 재생산성에 결정적인 역할을 한다. 공정처리동안 전형적인 가먼트의 알칼리성 때문에, 전체 싸이클(주기)내내 인산, 구연산 또는 아세테이트의 완충 시스템으로 pH를 유지하는 것을 추천한다.

대부분의 섬유 작업들은 셀룰라제 용액을 니트와 우븐원단에 10:1 비율로 처리한다. 반면, 가먼트는 5:1의 낮은 비율에서 처리된다. 종종, 낮은 비율은 더 적은 셀룰라제 사용이 요구되지만 일정한 결과를 얻기 위해서는 반드시 주의를 해야 한다.

자주, 지나치게 쉬운 보조 화학제품들은 셀룰라제 활동에 극단적인 영향을 줄 수 있다. 강한 이온 물질은 셀룰라제 활동을 감소시킨다. 일반적으로, 비이온 계면활성제는 효소활동을 증가시키는 경향이 있다.

염료들과 원단 가공들이 셀룰라제 효소 활동에 영향을 줄 수도 있다. 그리고 그들의 효과에 대해 감안하여야 한다. 일반적으로 배트염료는 셀룰라제 활동을 억제하지 않는다. 그러나 필름을 형성하는 아크릴과 밀접한 피그먼트는 셀룰라제의 접근을 방해할 것이다. 따라서, 만족할 만한 위시다운을 위해서는 추가적인 시간이 필요할 수도 있다. 특히, 고착제로 후처리되는 직접염료와 반응염료는 셀룰라제 활동을 억제한다. 링클 레지스턴스 가공과 같은 원단 가공들은 섬유 내부구조로의 접근의 한계성으로 인해 셀룰라제의 효과가 감소된다. 그러나, 많은 링클 레지스턴트 가먼트들은 셀룰라제와 함께 성공적으로 후위시되고 있다.

## 결 론

가먼트 제조업자, 소매업자 그리고 소비자들은 종종 더 캐주얼한 외관을 가지고 있는 코튼 의류를 원한다. 이것은 최신 효소 기술을 사용한 섬유 습식 공정에 의해 얻어질 수 있다. 적절한 원단 또는 가먼트를 가지고 잘 관리된 공정하에서, 효소공정이 신중하게 선택된 셀룰라제 효소를 사용하여 처리된다면, 좋은 품질의 제품을 얻을 수 있다. 셀룰라제 효소는 원단 표면의 보풀을 제거하기 위해 사용될 수 있고 더 부드럽고 깨끗한 룩을 만들 수 있다.

지난 20 년동안, 섬유산업에서 효소가공 기술은 급속도로 확대되어 왔다. 특히, 코튼 가먼트와 원단의 가공에서 아주 두드러진다. 셀룰라제 효소들은 환경에 나쁜 영향을 주지 않으면서 코튼제품 품질을 향상시키는데 사용된다. 앞으로, 더 많은 섬유 공정 변혁을 일으키도록 하는 신제품 및 공정혁신 개발을 위한 생화학 제품과 섬유화학 제품으로써, 효소 기술은 그 중요성이 계속될 것이다.

본 책자에 게재된 설명 내용이나 권장사항, 그리고 제안들은 동책자 발간시점의 관련 제품이나 공정에 한해서, 신빙성이 있는 실험과 정보에 기초를 한 것이다. 그러나 그 내용들의 정확성을 보증한 것은 아니다. 여기에 실린 정보의 정확성에 관하여 책임을 질 수 없으며, 제 3 자가 그 내용을 명시적으로 또는 암시적으로 인용할 경우에도 역시 그 정확성과 재현성을 보장할 수 없다. 이 정보를 광고나 어떤 특정제품의 선전 또는 보증의 목적으로 사용하는 것은 허가되지 않으며, 같은 맥락에서 여기에 실린 어떠한 문장도 기존의 특허권을 침해할 지 모르는 내용의 정보, 제품 혹은 공정을 허가 또는 권장하는 것으로 해석해서는 안된다. 본 책자에 사용된 제품명은 해당 제품의 선전을 의미하는 것이 아니며, 관련 제품에 대하여 Cotton Incorporated 의 명칭 또는 그 등록상표의 사용을 허가하는 것이 아니다.

## 수입업자 지원 프로그램

Cotton Board 와 Cotton Incorporated 는 미국 업랜드 코튼 재배업자, 코튼과 코튼제품의 수입업자(원면, 피스제품, 가공의류제품 포함)로부터 지원을 받는다. 수입업자 기금의 일부는 수입업자 지원 프로그램하에서 만들어진 수입업자 특별 프로그램에 지원된다. 이 기금으로부터 지원받는 프로젝트들로는 양성학교, 교육 프로그램, 집중그룹, 경제회의 그리고 신제품 개발 등이 있다.

선택된 기술적 문제점들은 수입업자의 사업과 관련된 것으로써 수입업자들에 의해 규명되어 왔다. 이 보고서는 주제에 관해서 기본적인지만 아직 유용한 정보를 독자들에게 제공할 목적으로 문제점들을 요약한 준기술 보고서이다.