

데님 스톤 워싱용 셀룰라아제 효소 분말: 바이오스톤 워싱, 페이딩, 바이오폴리싱 응용

Enzymes.bio 연구팀 · 뉴질랜드 웰링턴 · June 17, 2026

셀룰라아제 효소 분말은 데님 스톤 워싱 공정에서 면섬유 표면의 셀룰로오스를 제한적으로 가수분해해 인디고 페이딩, 표면 잔털 감소, 부드러운 촉감 형성을 돕는 효소 기반 가공 보조제입니다. 전통적인 부석 워싱의 강한 물리적 마찰을 일부 생화학적 표면 처리로 대체하거나 보완할 수 있어, 데님 바이오스톤 워싱과 바이오폴리싱에서 실무적 가치가 큼니다 ^[1]. Enzymes.bio의 해당 제품은 데님 스톤 워싱용 셀룰라아제 분말로 온라인에서 1kg 단위로 판매되며, CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

셀룰라아제 효소 분말이 데님 스톤 워싱에서 하는 일

데님 스톤 워싱은 원래 부석(pumice stone)을 세탁기 안에 넣고 데님 의류와 함께 회전시켜, 원단 표면의 인디고 염료층과 미세 섬유를 물리적으로 마모시키는 공정입니다. 이 방식은 빈티지한 색 빠짐과 착용감 있는 외관을 만들 수 있지만, 부석 조각과 분진, 기계 마모, 배수 부담, 원단 손상 같은 공정상 문제가 함께 발생할 수 있습니다. 셀룰라아제 기반 바이오스톤 워싱은 이 물리적 마찰의 일부를 효소적 표면 가수분해로 전환해, 데님 표면을 더 제어된 방식으로 약화시키고 세탁 중 마찰에 의해 색 빠짐과 표면 정리를 유도합니다 ^[2].

셀룰라아제는 데님의 주성분인 면섬유, 즉 셀룰로오스에 작용합니다. 효소가 원단 전체를 깊게 분해하는 것이 아니라, 접근 가능한 표면 셀룰로오스와 돌출된 미세 섬유를 제한적으로 절단하는 것이 핵심입니다. 이 제한적 가수분해가 세탁기의 기계적 운동과 결합하면, 표면의 잔털과 약해진 섬유 말단이 떨어져 나가고 인디고 염색층 일부가 제거되어 자연스러운 페이딩, 매끈한 표면, 부드러운 손맛을 얻을 수 있습니다 ^[3].

효소 기반 공정의 장점은 “마모를 없애는 것”이 아니라 “마모의 성격을 바꾸는 것”에 있습니다. 부석만 사용할 때는 돌과 원단의 직접 충돌이 결과를 좌우하지만, 셀룰라아제를 함께 사용하면 효소가 먼저 표면 셀룰로오스 결합을 약화시키고 기계력이 그 약해진 부위를 제거합니다. 그래서 같은 워싱 목표라도 부석 의존도를 낮추거나, 보다 균일한 바이오워싱 효과를 설계할 수 있습니다 ^[1].

작동 기전: 셀룰로오스 β -1,4 결합의 제한적 가수분해

면섬유의 주된 고분자는 셀룰로오스이며, 셀룰로오스는 포도당 단위가 β -1,4-글리코시드 결합으로 길게 연결된 선형 다당류입니다. 셀룰라아제는 이 결합을 절단하는 효소군으로, 셀룰로오스 사슬을 더 짧은 올리고당이나 당 단위로 전환할 수 있습니다. 섬유 가공에서 중요한 점은 셀룰라아제가 용액 속에서 임의로 모든 면섬유를 분해하는 것이 아니라, 물과 효소가 접근할 수 있는 표면 영역부터 작용한다는 점입니다 [4].

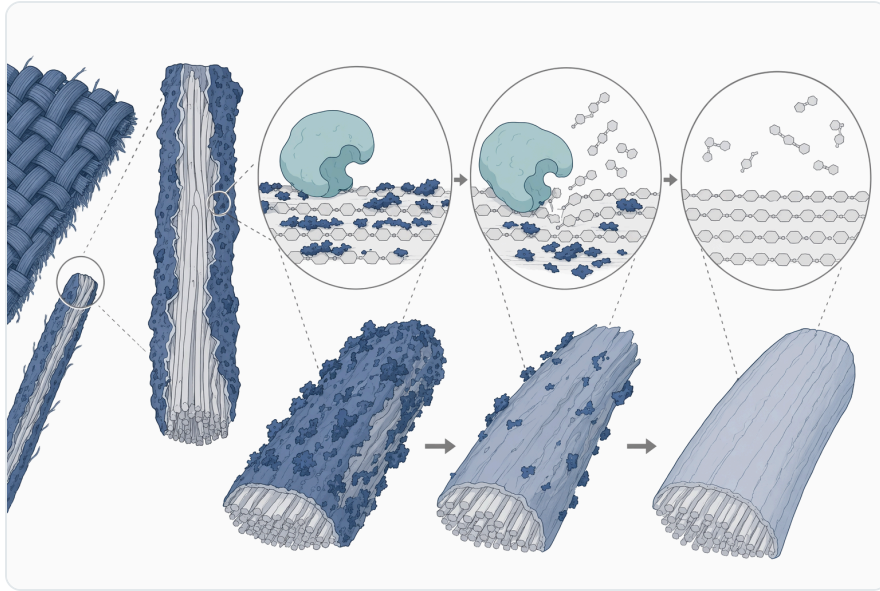


Figure 1. 셀룰라아제는 접근 가능한 면 표면의 미세 섬유에 작용하여, 기계적 텀블링으로 느슨해진 셀룰로오스와 인디고를 포함한 물질이 제거되도록 한다.

셀룰라아제 시스템은 일반적으로 여러 기능의 효소가 함께 작용하는 복합적 개념으로 이해됩니다. 엔도글루카나아제는 셀룰로오스 사슬 내부의 접근 가능한 부위를 절단해 새로운 말단을 만들고, 셀로비오하이드롤라아제와 같은 엑소형 효소는 사슬 말단에서 더 작은 단위를 떼어내며, β -글루코시다아제는 생성된 저분자 당을 더 작은 당으로 전환하는 데 관여합니다. 이러한 상호 보완 작용 때문에 셀룰라아제는 셀룰로오스 기반 소재의 표면 변형, 폐섬유 전환, 바이오매스 가수분해 등 여러 분야에서 연구되어 왔습니다 [5].

데님 워싱에서는 이 기전이 “과도한 분해”가 아니라 “표면 선택성”으로 활용됩니다. 인디고 염색 데님은 실의 표면부에 염료가 집중되어 있는 구조적 특성이 있어, 표면 섬유가 일부 제거되면 내부의 더 밝은 면섬유가 드러나면서 색이 열어 보입니다. 셀룰라아제가 표면 섬유를 약화시키면 세탁 중 의류 간 마찰, 드럼 회전, 물의 흐름이 결합되어 미세한 섬유와 염료 입자가 제거됩니다. 이때 결과는 효소만으로 결정되지 않고, 원단 조직, 염색 깊이, 봉제 구조, 기계력, 처리 시간, 후세척 조건이 함께 좌우합니다 [6].

부석 워싱, 효소 워싱, 오존·저수공정의 차이

데님 워싱 현장에서는 하나의 기술만 사용하기보다 목표 외관, 생산 장비, 폐수 관리, 원단 강도 요구사항에 따라 여러 피니싱 기술을 조합합니다. 부석 워싱은 강한 마모감과 고전적인 스톤 워시 룩을 만들기 쉽지만 물리적 손상이 크고, 셀룰라아제 워싱은 표면 셀룰로오스를 효소적으로 약화시켜 더 부드럽고 제어된 페이딩을 만들 수 있습니다. 오존이나 물 사용을 줄이는 기술은 염료 산화와 공정 환경성 측면에서 검토되지만, 셀룰라아제처럼 셀룰로오스 표면을 직접 가수분해하는 방식은 아닙니다 [7].

공정 접근	주된 작용 방식	데님 외관에 미치는 영향	주요 관리 포인트	문헌상 특징
부석 스톤 워싱	부석과 의류의 물리적 충돌·마찰	강한 마모감, 불균일한 빈티지 룩	원단 손상, 부석 찌꺼기, 장비·배수 부담	전통적 공정이나 환경·품질 부담이 지적됨 [8]
셀룰라아제 바이오스톤 워싱	표면 셀룰로오스의 효소적 가수분해와 기계력 결합	자연스러운 페이딩, 표면 정리, 부드러운 촉감	과처리 시 강도 저하, 백스테이닝, 후세척	산성·중성 셀룰라아제 방식이 비교 연구됨 [1]
바이오폴리싱	돌출 미세 섬유 제거	보풀 감소, 매끈한 표면, 색상 선명도 개선 가능	표면 손상과 중량 감소의 균형	셀룰로오스계 섬유 마감에 활용됨 [3]
오존·저수 또는 무수 지향 공정	산화 또는 물 사용 절감 중심	표백·탈색 효과, 공정 단축 가능성	색상 균일성, 장비 조건, 소재 적합성	친환경 데님 가공 기술로 연구됨 [9]

이 비교에서 중요한 점은 셀룰라아제가 부석, 오존, 일반 세탁 조제와 동일한 역할을 하는 물질이 아니라는 것입니다. 셀룰라아제의 고유 기능은 면섬유 표면의 셀룰로오스 결합을 선택적으로 약화시키는 데 있습니다. 따라서 바이오스톤 워싱에서 셀룰라아제는 부석의 물리적 마모를 완전히 부정하는 기술이 아니라, 마모 강도와 표면 손상을 조절하기 위한 생화학적 도구로 보는 것이 정확합니다 [2].

산성 셀룰라아제와 중성 셀룰라아제의 실무적 의미

데님 워싱 분야에서는 산성 셀룰라아제와 중성 셀룰라아제가 모두 연구되어 왔습니다. 두 유형은 작용 조건, 데님 표면과의 상호작용, 색상 변화, 백스테이닝 경향, 원단 강도 변화에서 차이를 보일 수 있습니다. 산성 셀룰라아제는 강한 페이딩 효과를 얻기 쉬운 경우가 있지만 인디고 재부착이나 색상

오염 관리가 중요할 수 있고, 중성 셀룰라아제는 비교적 온화한 품질 설계에 활용되는 경우가 많습니다. 데님 스톤 워싱 비교 연구에서는 부석, 산성 셀룰라아제, 중성 셀룰라아제를 구분해 외관과 물성 변화를 평가했습니다 [1].

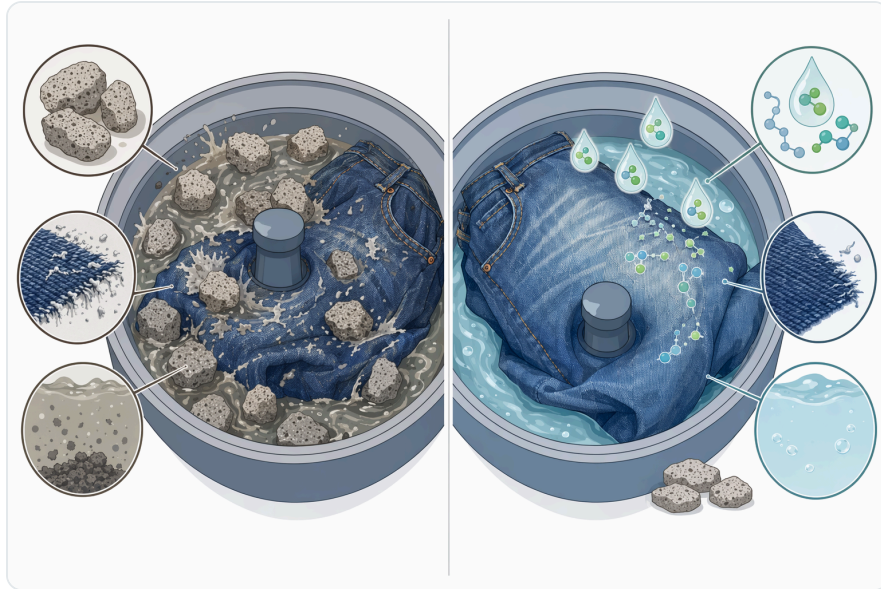


Figure 2. 부석만 사용하는 스톤 워싱은 단단한 광물의 마찰에 의존하는 반면, 셀룰라아제 보조 워싱은 표면을 표적 가수분해하는 과정과 기계적 움직임을 결합한다.

중성 셀룰라아제 기반 제품이 데님 워싱에서 선호되는 이유 중 하나는 원단 손상과 페이딩 효과 사이의 균형을 맞추기 쉽기 때문입니다. 데님 의류는 봉제부, 포켓, 허리단, 밑단처럼 구조적으로 마찰을 많이 받는 부위가 있으며, 이 부위에서 과도한 효소 작용과 기계력이 겹치면 국부 손상이 생길 수 있습니다. 중성 조건에서 작용하는 셀룰라아제는 이러한 취약 부위를 고려한 바이오워싱 설계에 적합한 선택지로 다뤄져 왔습니다 [2].

다만 “중성”이라는 표현이 모든 공정에서 자동으로 안전하다는 뜻은 아닙니다. 셀룰라아제는 원단 표면을 실제로 절단하는 효소이므로, 처리 강도가 높거나 시간이 길거나 기계력이 큰 경우에는 중량 감소, 인장 강도 저하, 과도한 색 빠짐이 발생할 수 있습니다. 따라서 셀룰라아제 워싱은 효소 자체보다도 전체 공정의 균형, 즉 원단 특성·기계력·후세척·비활성화가 함께 관리되어야 하는 표면 가공 기술입니다 [10].

데님 페이딩과 백스테이닝: 같은 염료 이동의 두 얼굴

셀룰라아제 워싱의 목표는 인디고 표면층을 적절히 제거해 원하는 색 빠짐을 만드는 것입니다. 그러나 떨어져 나온 인디고 입자나 염료-섬유 미립자가 세탁액 안에서 다시 원단의 밝은 부위, 포켓 안감, 봉제사, 주머니감 등에 달라붙으면 백스테이닝(backstaining)이 발생할 수 있습니다. 즉, 페이딩

은 원하는 염료 제거이고 백스테이닝은 원하지 않는 염료 재부착입니다. 두 현상은 모두 세탁액 안에서 섬유 조각과 염료가 어떻게 분산·제거·재부착되는지와 연결됩니다 [6].

셀룰라아제는 이 과정에 두 가지 방식으로 관여합니다. 첫째, 효소가 표면 셀룰로오스를 절단해 인디고가 묻은 미세 섬유를 떨어뜨립니다. 둘째, 효소 단백질 자체와 섬유·염료 입자의 상호작용이 세탁액 내 분산 상태에 영향을 줄 수 있습니다. 따라서 워싱 후반부의 충분한 헹굼, 효소 반응 종료, 분산 상태 유지, 잔류 입자 제거는 외관 품질을 안정화하는 데 중요합니다. 데님 색상 값은 산업 세탁과 반복 세탁에 따라 달라질 수 있으며, 이는 워싱 공정에서 색상 관리를 정량적 품질 지표로 보아야 함을 보여줍니다 [6].

백스테이닝 관리는 특히 밝은 워시, 대비가 큰 워시, 포켓 안감이 노출되는 디자인, 흰색 봉제사를 사용하는 제품에서 중요합니다. 셀룰라아제 처리 자체가 백스테이닝을 항상 증가시키거나 감소시킨다고 단순화할 수는 없습니다. 효소 종류, 원단의 인디고 염색 상태, 세탁액의 분산성, 기계력, 후세척 흐름에 따라 결과가 달라지기 때문입니다. 따라서 데님 바이오스톤 워싱에서 핵심은 효소 반응으로 원하는 표면 약화를 얻되, 분리된 염료와 섬유 조각이 다시 부착되지 않도록 공정 후반을 설계하는 것입니다 [1].

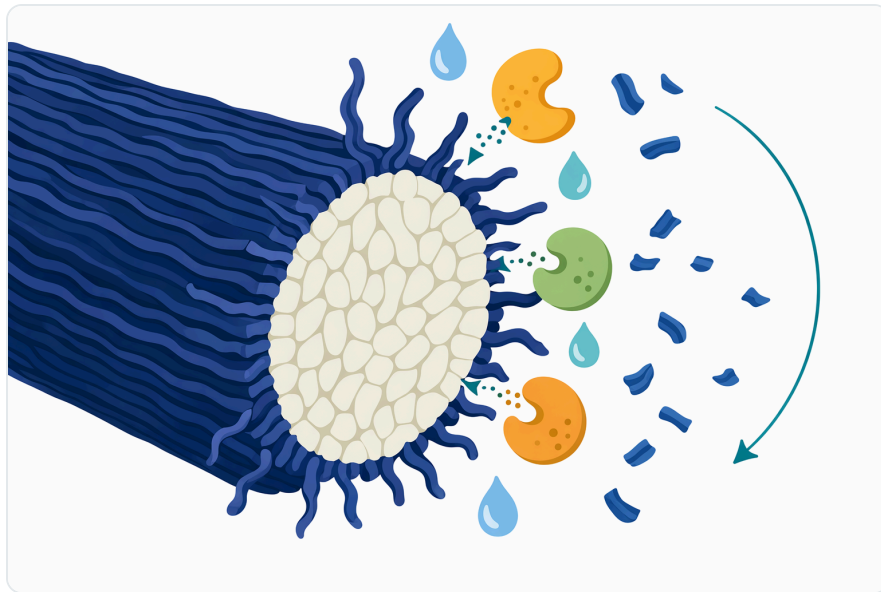


Figure 3. 인디고 링 염색은 면의 바깥 표면이 조절되어 제거되는 과정을 국부적인 색 빠짐으로 눈에 보이게 한다.

바이오폴리싱: 보풀과 잔털을 줄이는 표면 정리 효과

셀룰라아제는 데님 페이딩뿐 아니라 바이오폴리싱에도 사용됩니다. 바이오폴리싱은 면, 마, 비스코스, 리오셀 등 셀룰로오스계 섬유 표면의 미세 돌출 섬유를 줄여, 원단을 더 매끈하고 균일하게 만드는 효소 마감 공정입니다. 데님에서는 페이딩과 동시에 표면 잔털이 줄어들면 색이 더 선명해 보이

고 손으로 만졌을 때 거친 느낌이 완화될 수 있습니다. 셀룰로오스 결합 부위에 대한 제한적 효소 작용이 이러한 표면 정리 효과의 기초입니다 [3].

일반적인 기계적 전단만으로도 일부 잔털은 제거될 수 있지만, 셀룰라아제를 사용하면 미세 섬유질의 뿌리 부분이 약화되어 제거가 더 용이해집니다. 이 점이 단순 세탁과 바이오폴리싱의 차이입니다. 효소가 작용하지 않은 미세 섬유질은 세탁 중 눕거나 엉키면서 보풀의 씨앗이 될 수 있지만, 효소 처리로 약해진 섬유 말단은 마찰 중 분리되어 표면이 정리됩니다. 섬유 디핑링 연구에서도 셀룰로오스 결합 도메인과 잔류 효소 활성이 표면 보풀 저감과 관련해 검토되었습니다 [3].

다만 바이오폴리싱은 원단 표면을 실제로 제거하는 공정이므로, 효과와 손상 사이의 경계가 존재합니다. 너무 약하면 잔털 개선이 부족하고, 너무 강하면 중량 손실과 강도 저하가 커질 수 있습니다. 특히 얇은 데님, 스트레치 데님, 리오셀 혼방, 빈티지 효과가 이미 강한 원단은 표면 변화에 더 민감할 수 있습니다. 그러므로 셀룰라아제의 목적은 "많이 분해하는 것"이 아니라 "필요한 만큼만 표면을 정리하는 것"입니다 [10].

데님 원단 품질: 강도, 수축, 촉감의 균형

데님 워싱 품질은 색상만으로 결정되지 않습니다. 인장 강도, 인열 강도, 치수 안정성, 봉제부 손상, 촉감, 착용감, 표면 균일성이 함께 평가됩니다. 셀룰라아제는 표면 셀룰로오스를 절단하므로 페이딩과 촉감 개선에 유리하지만, 과도한 처리에서는 원단 강도와 중량에 영향을 줄 수 있습니다. 데님 의류의 기계적 특성과 수축은 제조·가공 조건에 따라 달라질 수 있으며, 주성분 분석과 같은 접근으로 여러 품질 변수를 함께 보는 연구도 보고되어 있습니다 [10].



Figure 4. 효소 스톤 워싱은 노출 부위의 색상을 열게 하고, 표면 보풀을 줄이며, 촉감을 부드럽게 하고, 염료가 포함된 미세 입자를 세척액으로 방출할 수 있다.

특히 스톤 워싱 공정에서는 효소 작용과 물리적 충격이 동시에 발생합니다. 부석을 병용하는 경우, 효소로 약해진 표면이 부석 마찰을 받아 더 빠르게 제거될 수 있습니다. 이는 원하는 빈티지 룩을 얻는 데 유리할 수 있지만, 봉제부나 가장자리에서는 손상 위험이 커질 수 있습니다. 반대로 부석 사용을 줄이고 효소 의존도를 높이면 기계적 손상은 완화될 수 있으나, 표면 효소 반응의 균일성과 백스테이닝 관리가 더 중요해집니다 [8].

수축과 형태 안정성도 고려해야 합니다. 데님은 직물 조직, 실의 꼬임, 방축 처리, 봉제 후 긴장 상태에 따라 워싱 중 치수가 변할 수 있습니다. 셀룰라아제는 주로 셀룰로오스 표면에 작용하지만, 세탁 중 온도, 물리적 회전, 후처리 조건이 함께 작용하면서 전체 의류의 치수 변화가 나타날 수 있습니다. 따라서 효소 워싱을 색상 공정으로만 이해하기보다, 의류 완제품의 물성 변화를 동반하는 피니싱 공정으로 이해해야 합니다 [10].

지속가능성 관점: 부석 의존도와 폐수 부담을 줄이는 방향

데님 워싱은 물, 에너지, 화학 조제, 고형 폐기물, 염료 입자 배출이 모두 연결된 공정입니다. 전통적인 부석 워싱은 폐석과 분진이 발생하고, 장비와 배수 시스템에 부담을 줄 수 있습니다. 데님 워싱의 환경 영향을 다룬 문헌은 물 사용, 화학물질, 에너지, 고형 폐기물 문제가 워싱 공정의 주요 지속가능성 이슈임을 지적합니다 [8].

셀룰라아제는 이러한 문제를 완전히 없애는 기술은 아니지만, 부석 의존도를 줄이고 더 온화한 조건에서 표면 효과를 만드는 데 기여할 수 있습니다. 효소는 특정 기질에 선택적으로 작용하며, 셀룰로오스계 섬유 표면 변형을 목표로 사용될 수 있기 때문입니다. 효소 기반 섬유 가공은 전통적 화학-기계적 공정의 일부를 대체하거나 보완하는 친환경 접근으로 다뤄져 왔고, 데님 피니싱과 바이오폴리싱은 그 대표적 응용입니다 [7].



Figure 5. 셀룰라아제 스톤 워싱은 효소 접촉, 텀블링, 느슨해진 물질 제거, 반응 정지, 행굼을 제어해야 하는 습식 기계 공정이다.

다만 지속가능성은 효소 사용 여부만으로 결정되지 않습니다. 물 재사용, 행굼 효율, 폐수 처리, 에너지 사용, 부석 병용 비율, 재작업률, 불량률까지 포함해 전체 공정으로 평가해야 합니다. 예를 들어 효소를 사용했지만 백스테이닝이 심해 재세탁이 늘어난다면 전체 환경 이점은 줄어들 수 있습니다. 반대로 적절한 셀룰라아제 공정으로 부석 사용량과 손상 불량률을 줄이면, 품질 안정성과 환경 부담 저감을 동시에 얻을 가능성이 있습니다 [8].

다른 셀룰로오스계 소재에서의 응용 가능성

셀룰라아제의 작용 대상은 데님에만 한정되지 않습니다. 면, 마, 비스코스, 리오셀처럼 셀룰로오스를 주성분으로 하는 소재는 모두 효소 작용의 대상이 될 수 있습니다. 다만 소재별 구조가 다르기 때문에 반응 양상도 달라집니다. 면은 결정성과 비결정성이 함께 있는 천연 셀룰로오스 섬유이고, 비스코스와 리오셀은 재생 셀룰로오스 섬유로 표면 접근성과 팽윤 특성이 면과 다를 수 있습니다. 이 차이는 같은 셀룰라아제라도 표면 정리, 촉감 변화, 강도 변화가 다르게 나타나는 이유입니다 [5].

텍스타일 폐기물의 효소적 가수분해 연구에서도 셀룰로오스계 섬유가 효소 처리의 중요한 기질로 다뤄집니다. 폐면이나 혼방 직물에서 셀룰로오스 성분을 분해해 당화하거나, 후속 생물공정의 탄소원으로 활용하는 연구는 셀룰라아제가 섬유 소재의 셀룰로오스 골격에 실제로 작용할 수 있음을 보여줍니다 [5]. 물론 데님 워싱은 폐섬유 당화처럼 완전 분해를 목표로 하지 않고, 표면 가공 수준의 제한적 반응을 활용한다는 점에서 목적이 다릅니다.

이 때문에 데님 스톤 워싱용 셀룰라아제를 다른 셀룰로오스계 소재에 적용할 때는 소재의 섬유도, 조직, 염색법, 후가공 이력, 혼방 성분을 고려해야 합니다. 예를 들어 셀룰로오스가 아닌 합성섬유 성분은 셀룰라아제의 직접 기질이 아니지만, 혼방 구조 안에서 셀룰로오스 부분이 약화되면 전체 표면

촉감과 외관은 변할 수 있습니다. 텍스타일 재활용 연구에서도 혼방 직물은 단일 섬유보다 분해와 분리 거동이 복잡하다고 다뤄집니다 [11].

공정 이해: 투입보다 중요한 것은 반응 종료와 후세척

셀룰라아제 워싱을 이해할 때 흔히 투입 단계에만 주목하지만, 실제 품질은 반응 종료와 후세척에서 크게 좌우됩니다. 효소는 단백질 촉매이므로 적절한 환경에서는 반응을 계속할 수 있습니다. 원하는 페이딩과 표면 정리 효과를 얻은 뒤에는 효소 작용을 멈추고, 떨어져 나온 섬유 조각과 염료 입자를 충분히 제거해야 합니다. 이 단계가 불충분하면 과도한 표면 분해, 색상 불균일, 백스테이닝, 잔류 입자 문제가 생길 수 있습니다 [1].

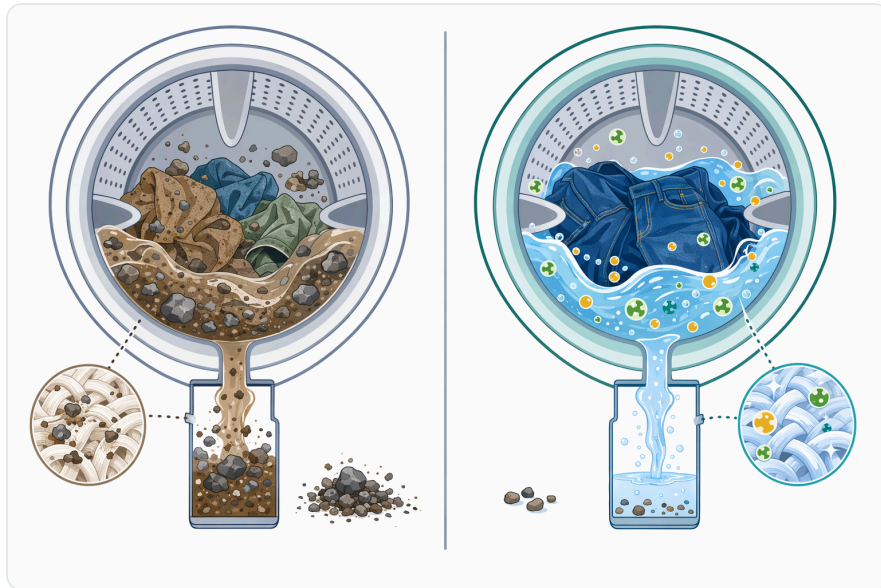


Figure 6. 셀룰라아제는 부식 의존도를 줄일 수 있지만, 물, 에너지, 보조제, 염료가 포함된 폐수는 여전히 관리가 필요하다.

반응 종료는 단순한 형식 절차가 아니라 품질을 고정하는 단계입니다. 셀룰라아제가 계속 작용하면 워싱 후에도 미세 섬유가 더 약해지고, 후속 세탁이나 착용 중 보풀·강도 저하가 나타날 수 있습니다. 따라서 바이오스톤 워싱에서는 목표 외관에 도달한 시점에서 효소 활성을 낮추고, 헹굼과 후처리를 통해 원단 표면과 세탁액 안의 잔류물을 제거하는 흐름이 중요합니다 [3].

또한 셀룰라아제 워싱은 독립된 단일 공정이 아니라 탈호, 스톤 워싱, 표백, 중화, 유연 마감, 건조 등 여러 단계와 연결됩니다. 앞선 공정에서 남은 조제나 pH 조건, 뒤따르는 산화·환원 처리, 유연제와의 조합은 최종 촉감과 색상에 영향을 줄 수 있습니다. 그러므로 셀룰라아제 효소 분말은 “넣으면 동일한 워시가 자동으로 나오는 재료”가 아니라, 전체 데님 피니싱 시퀀스 안에서 표면 셀룰로오스 반응을 담당하는 기능성 공정 보조제로 보아야 합니다 [7].

Enzymes.bio 공급 모델과 제품 문서의 위치

Enzymes.bio의 Cellulase Enzyme Powder For Stone Washing Process는 데님 스톤 워싱 공정에 사용하는 셀룰라아제 효소 분말 제품으로, 온라인에서 1kg 단위로 직접 판매됩니다. Enzymes.bio는 제조사나 시험 실험실이 아니라 B2B 효소 공급업체이므로, 이 문서는 제조 검증서나 실험실 분석 보고서가 아니라 구매자가 효소의 작용 원리와 산업적 용도를 이해하도록 돕는 기술 설명 자료입니다.

주문 시에는 CoA와 SDS가 함께 제공되며, 이는 제품 식별, 취급, 보관, 안전 정보 확인에 사용되는 문서입니다. 이 글에서는 특정 활성 단위, 등급, 분석법, 활성 단위 정의를 제시하지 않습니다. 데님 워싱에서 중요한 것은 단일 수치보다 원단, 장비, 부석 병용 여부, 색상 목표, 후세척 조건을 포함한 전체 공정 맥락이기 때문입니다.

제품 관점에서 이 셀룰라아제 분말의 핵심 위치는 명확합니다. 전통적인 부석 워싱의 마모 효과를 효소적 표면 가수분해로 보완하고, 데님 바이오스톤 워싱·바이오폴리싱·소프트 터치 마감에서 표면 품질을 조절하는 데 쓰이는 공정 보조제입니다. 관련 문헌은 셀룰라아제가 데님 피니싱과 바이오폴리싱에 활용될 수 있음을 뒷받침하며, 데님 워싱 연구는 산성·중성 셀룰라아제와 부석 방식의 품질 차이를 비교해 왔습니다 ^[1].



Figure 7. 셀룰라아제 효소 분말은 효소 스톤 워싱, 저부석 가공, 면 바이오 폴리싱, 더 넓은 데님 가공 공정에 적합하다.

핵심 정리

데님 스톤 워싱용 셀룰라아제 효소 분말은 면섬유 표면의 셀룰로오스 β -1,4 결합을 제한적으로 가수분해해, 인디고 페이딩과 표면 잔털 제거를 돕는 효소 기반 가공 보조제입니다. 이 효소는 부석의 물리적 마찰을 완전히 대체하는 단일 해법이라기보다, 부석 사용을 줄이거나 마모 효과를 더 제어하기 위한 바이오스톤 워싱 도구로 이해하는 것이 정확합니다 [2].

실무적으로 기대할 수 있는 효과는 자연스러운 색 빠짐, 바이오폴리싱, 부드러운 촉감, 표면 균일성 개선입니다. 그러나 과도한 처리에서는 원단 강도 저하, 중량 감소, 과한 페이딩, 백스테이닝이 발생할 수 있으므로, 셀룰라아제 워싱은 효소 반응과 기계력, 후세척, 반응 종료가 함께 설계되는 제어 공정입니다 [10].

Enzymes.bio의 Cellulase Enzyme Powder For Stone Washing Process는 데님 워싱용 셀룰라아제 분말로 1kg 단위 온라인 판매되며, CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다. 제조사나 실험실이 아닌 공급업체의 제품 설명 자료로서, 이 문서는 특정 시험 수치보다 셀룰라아제의 기전, 데님 공정에서의 역할, 품질 변수, 지속가능 섬유 가공과의 연결성을 이해하는 데 초점을 둡니다.

Cellulase Enzyme Powder For Stone Washing Process 온라인 주문

1kg 단위로 판매되며 재고 보유, 즉시 출고됩니다. 온라인 스토어에서 바로 결제하시면 주문을 처리해 드립니다. 모든 주문에는 시험성적서(CoA)와 물질안전보건자료(SDS)가 포함됩니다.

[Cellulase Enzyme Powder For Stone Washing Process 구매하기 →](#)

참고문헌

최초 인용 순서로 번호를 매겼습니다. 모든 출처는 발행 시점에 접근 가능 여부를 확인한 오픈 액세스 자료이며, 본문의 인용 번호가 이곳으로 연결됩니다.

1. Majid, M., & Marian, A. (2007). COMPARISON OF DIFFERENT METHODS OF DENIM STONE WASHING BY PUMICE STONE, ACID CELLULASES AND NEUTRAL CELLULASES.
2. Montazera, M., & Maryanb, A. S. (2007). A comparative Study of Different Stone and Bio-stone Washing of Denim.
3. Ramos, R., Pinto, R., Mota, M., Sampaio, L., & Gama, F. M. (2007). Textile depilling: Superior finishing using cellulose-binding domains with residual enzymatic activity. *Biocatalysis and Biotransformation*, 25, 35 - 42.
4. Javid, A., Amiri, H., Kafrani, A. T., & Rismani-Yazdi, H. (2022). Post-hydrolysis of cellulose oligomers by cellulase immobilized on chitosan-grafted magnetic nanoparticles: A key stage of butanol production

from waste textile. *International Journal of Biological Macromolecules.*

5. Zebec, Ž., Poberžnik, M., & Lobnik, A. (2022). Enzymatic Hydrolysis of Textile and Cardboard Waste as a Glucose Source for the Production of Limonene in Escherichia coli. *Life*, 12.
6. Mezarciöz, S. (2021). Effect of Industrial Washing and Laundering on the Colour Values of Knitted Denim. *Fibres & Textiles in Eastern Europe.*
7. Samanta, K. K., Basak, S., & Chattopadhyay, S. (2017). Environmentally friendly denim processing using water-free technologies.
8. Choudhury, A. (2017). Environmental impacts of denim washing.
9. Kamppuri, T., & Mahmood, S. (2019). Finishing of denim fabrics with ozone in water. *Journal of Textile Engineering & Fashion Technology.*
10. Khedher, F., & Jaouachi, B. (2024). The principal component analysis method to study mechanical properties and denim manufactured garment shrinkage. *International Journal of Clothing Science and Technology.*
11. Zheng, Y., Yuan, Y., Han, Y., Su, T., & Qi, Q. (2025). Recyclable chemical-enzymatic hydrolysis cascade for the degradation and closed-loop recycling of blended fabrics. *Bioresource Technology*, 132897 .

Enzymes.bio 문의

주문에 관해 궁금한 점이 있으신가요? 기꺼이 도와드리겠습니다.

이메일 wholesale@enzymes.bio 전화 (미국) **+1 (507) 428-6057**

[문의하기 →](#)

 **400+** B2B 고객사  **60+** 대학 연구 파트너  **54** 전 세계 54개국 공급

© 2026 Enzymes.bio · 산업용 및 식품 가공용 효소 공급 · 인체 섭취 또는 소매 판매용이 아님