

Catalase Enzyme Liquid for Textile: 섬유 표백 후 과산화수소 제거용 Peroxide Killer 카탈라아제

Enzymes.bio 연구팀 · 뉴질랜드 웰링턴 · June 18, 2026

직접 답변: Catalase Enzyme Liquid for Textile은 과산화수소 표백 후 식물 또는 처리욕에 남는 잔류 H_2O_2 를 물과 산소로 분해하도록 사용하는 액상 카탈라아제 효소입니다. 섬유 염색 전 잔류 산화제를 낮추는 데 초점을 둔 “peroxide killer enzyme”이며, 반복 수세나 환원성 화학약품 의존을 줄이는 공정 설계에 활용될 수 있습니다. Enzymes.bio는 제조사나 실험실이 아닌 공급업체로서 해당 제품을 1kg 단위로 온라인 판매하며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

섬유용 카탈라아제가 해결하는 핵심 문제

과산화수소는 면, 셀룰로오스계 섬유, 혼방 직물의 표백에서 널리 쓰이는 산화제입니다. 표백 단계에서는 섬유의 착색 물질을 산화해 백도를 높이는 데 유용하지만, 표백이 끝난 뒤에도 H_2O_2 가 남아 있으면 후속 염색에서는 원하지 않는 산화성 잔류물로 작용합니다. 특히 염료가 섬유에 흡착·확산·반응해야 하는 단계에서 잔류 과산화수소는 염료의 화학적 안정성, 발색, 색상 재현성에 영향을 줄 수 있습니다. 섬유 표백 폐액과 염색 재사용을 다룬 연구에서도 잔류 과산화수소의 제거는 표백 후 염색 공정과 연결되는 중요한 전처리 변수로 다루어졌습니다 ^[1].

Catalase Enzyme Liquid for Textile의 역할은 이 문제를 넓게 “염색 개선제”처럼 다루는 것이 아니라, 표백 후 남아 있는 과산화수소라는 특정 산화제를 효소 반응으로 제거하는 것입니다. 카탈라아제는 H_2O_2 를 기질로 인식해 다음 반응으로 전환합니다.



이 반응의 실무적 의미는 명확합니다. 문제를 일으킬 수 있는 산화제를 추가 염류나 환원성 부산물 없이 물과 산소로 바꾸기 때문에, 표백 후 염색 전 공정의 산화·환원 상태를 더 예측 가능하게 만들 수 있습니다. 과산화수소 분해의 속도와 효소 비활성화가 공정 조건에 의해 달라진다는 점은 카탈라아제 반응을 단순 첨가제가 아니라 조건 의존적 생촉매 공정으로 보아야 함을 보여줍니다 ^[2].

“Peroxide Killer Enzyme”이라는 명칭의 기술적 의미

“Peroxide killer enzyme”은 마케팅 표현처럼 들릴 수 있지만, 기술적으로는 카탈라아제의 기질 특이성을 간단히 설명한 말입니다. 카탈라아제의 주된 기능은 과산화수소를 분해하는 것이며, 섬유 공정에서는 표백 후 남은 H_2O_2 를 제거해 염색 단계로 넘어가기 전 산화제 영향을 낮추는 목적으로 사용됩니다. Bacillus 유래 카탈라아제-퍼옥시다아제가 섬유 표백 폐액 처리 가능성을 보인 연구는 이 효소가 실제로 섬유 표백과 연결된 과산화수소 제거 문제에 적용될 수 있음을 보여줍니다 [3].

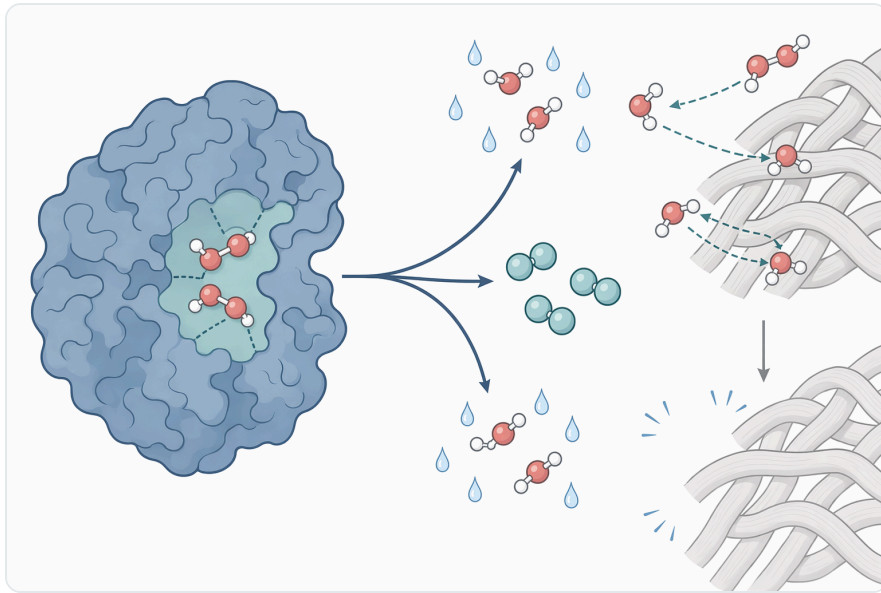


Figure 1. 카탈라아제는 과산화수소 두 분자를 물과 산소로 전환해 잔류 과산화수소를 분해합니다.

여기서 중요한 구분은 카탈라아제가 표백을 수행하는 효소가 아니라는 점입니다. 표백은 과산화수소가 담당하고, 카탈라아제는 표백이 끝난 후 남아 있는 과산화수소를 제거합니다. 따라서 이 제품의 적용 위치는 일반적으로 “표백 후, 염색 전”입니다. 염색 불량률의 원인이 잔류 과산화수소라면 카탈라아제 처리가 공정 안정화에 기여할 수 있지만, pH 편차, 수질, 염료 선택, 전처리 불균일, 기계적 순환 문제까지 동시에 해결하는 범용 첨가제로 보아서는 안 됩니다.

작동 기전: H_2O_2 를 물과 산소로 바꾸는 헤르 호소 반응

카탈라아제는 일반적으로 활성 중심에 헤르 구조를 갖는 산화환원 효소로 설명됩니다. 반응은 과산화수소 한 분자가 활성 중심의 철과 반응해 산화된 효소 중간체를 만들고, 두 번째 과산화수소가 이 중간체를 환원하면서 물과 산소가 생성되는 방식으로 이해할 수 있습니다. 결과적으로 두 분자의 과산화수소가 두 분자의 물과 한 분자의 산소로 바뀌며, 이 때문에 처리 중 미세한 산소 발생이 관찰될 수 있습니다. H_2O_2 분해와 효소 비활성화의 속도론을 다룬 연구는 과산화수소 농도와 반응 조건이 단순히 제거 속도뿐 아니라 효소 안정성에도 영향을 줄 수 있음을 제시합니다 [2].

이 기전은 섬유 현장에서 몇 가지 실무적 결론으로 이어집니다. 첫째, 카탈라아제는 과산화수소와 직접 접촉해야 하므로 직물 내부, 표면, 처리욕 사이의 순환과 침투가 중요합니다. 둘째, 효소는 단백질이므로 지나치게 높은 온도, 강한 알칼리, 강한 산, 특정 금속 이온이나 산화성 스트레스에 의해 구조가 변하고 성능이 낮아질 수 있습니다. 셋째, 과산화수소가 매우 높은 상태에서 효소를 투입하면 반응은 일어나지만 효소 자체의 비활성화도 함께 고려해야 합니다. 이는 효소 공정이 “많이 넣으면 항상 빠르다”는 단순한 화학 중화와 다르다는 점을 보여줍니다.

섬유 표백 후 잔류 과산화수소가 염색에 미치는 영향

잔류 과산화수소가 염색에서 문제 되는 이유는 산화제의 존재가 염료와 섬유 사이의 반응 환경을 흔들 수 있기 때문입니다. 반응성 염료, 직접 염료, 분산 염료 등 구체적인 염료군에 따라 민감도는 다르지만, 염색 공정은 일반적으로 pH, 염 농도, 온도, 시간, 섬유 전처리 균일성의 조합으로 색상을 맞춥니다. 여기에 예측되지 않은 산화제가 남아 있으면 염료 분자의 안정성, 색상 발현, 섬유 표면 상태, 재현성에 영향을 줄 수 있습니다. 표백 폐액을 처리해 염색에 재활용하는 연구에서 고정화 카탈라아제를 사용한 이유도, 과산화수소 잔류가 염색 단계로 넘어갈 때 관리되어야 할 변수이기 때문입니다 [1].

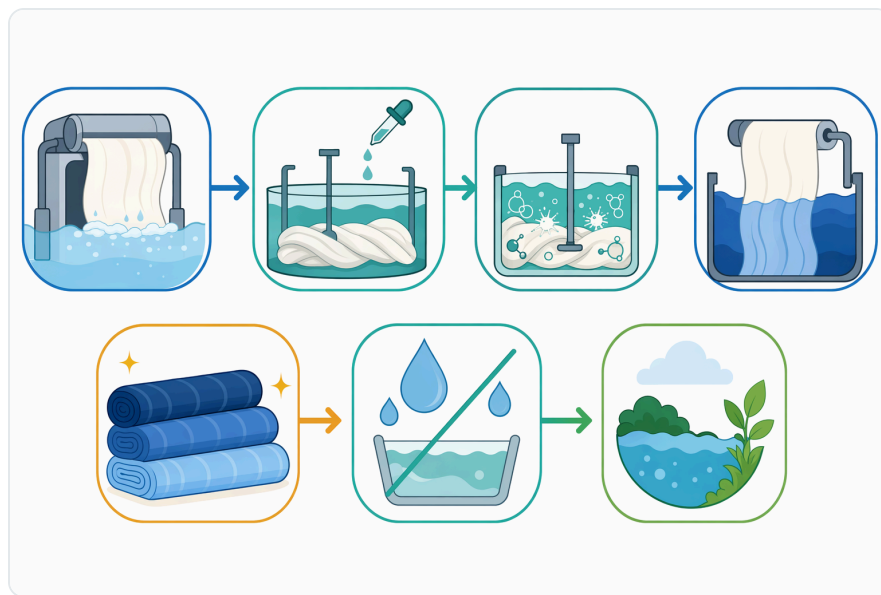


Figure 2. 카탈라아제는 산화제 이월을 줄이기 위해 과산화물 표백 후, 염색·가공 또는 폐수 처리 전에 사용됩니다.

기존 방식에서는 표백 후 충분한 수세로 H_2O_2 를 낮추거나 환원성 화학약품으로 중화하는 접근이 사용됩니다. 그러나 반복 수세는 물 사용량, 배수량, 가열·냉각 에너지, 처리 시간을 늘릴 수 있습니다. 환원성 중화는 빠를 수 있지만, 추가 화학물질 투입과 그 부산물 관리가 뒤따릅니다. 카탈라아제 처리는 이 두 방식 사이에서 “잔류 과산화수소를 선택적으로 분해하는 생촉매 단계”로 이해할 수 있습니다. 특히 염색 직전 산화제 잔량을 낮추고 싶지만 강한 환원성 조건을 공정에 추가하고 싶지 않은 경우에 의미가 있습니다.

액상 카탈라아제와 고정화 카탈라아제 연구를 구분해야 하는 이유

섬유 및 폐수 연구에서는 액상 효소뿐 아니라 고정화 카탈라아제도 많이 다루어집니다. 고정화란 효소를 알루미나, 막, 섬유 담체, 고분자 표면, 자성 나노소재 같은 지지체에 붙여 재사용성, 회수성, 열·pH 안정성을 높이려는 기술입니다. 예를 들어 알루미나에 고정화한 Bacillus SF 카탈라아제가 섬유 표백 폐액 처리에 연구된 바 있으며, 이는 효소가 과산화수소 제거용 반응기로도 설계될 수 있음을 보여줍니다 [4].

다만 Enzymes.bio의 Catalase Enzyme Liquid for Textile은 액상 섬유용 제품으로 이해해야 하며, 고정화 효소 연구 결과를 그대로 제품 성능으로 해석해서는 안 됩니다. 고정화 연구의 장점은 효소를 담체에 붙여 반복 사용하거나 흐름식 반응기에 적용할 수 있다는 데 있지만, 액상 제품은 처리욕에 분산되어 직물과 잔류 H₂O₂에 직접 접촉하는 형태로 쓰입니다. 효소 고정화 기술 전반에 대한 최근 리뷰들은 고정화가 산업 효소의 안정성과 재사용성을 높일 수 있다고 설명하지만, 이는 제형과 사용 방식이 다를 때 성능 해석도 달라져야 함을 동시에 의미합니다 [5].

액상 카탈라아제와 고정화 카탈라아제의 공정상 차이

| 구분 | 액상 섬유용 카탈라아제 | 고정화 카탈라아제 연구 시스템 |
|----------|--|---|
| 적용 방식 | 표백 후 처리욕에 투입되어 직물·욕 내 H ₂ O ₂ 와 접촉 | 담체, 막, 비드, 섬유 표면 등에 효소를 고정해 반응기 또는 재사용 시스템으로 운전 |
| 주된 목적 | 염색 전 잔류 과산화수소 제거 | 과산화수소 함유 폐액 처리, 재사용, 연속 반응, 안정성 향상 연구 |
| 장점 | 기존 배치식 섬유 공정에 연결하기 쉬움, 처리욕 전체에 분산 가능 | 효소 회수·재사용 가능성, 특정 조건에서 안정성 향상 가능 |
| 해석상 주의점 | pH, 온도, 잔류 알칼리, 직물 구조, 처리 시간의 영향을 받음 | 담체 특성, 확산 제한, 결합 방식, 반응기 구조가 결과에 영향을 줌 |
| 관련 연구 맥락 | 표백 후 염색 전 peroxide killer 단계 | 알루미나 고정화, 촉매막, 섬유 담체 고정화 등 과산화수소 분해 시스템 [6] |

섬유 공정에서의 적용 위치

카탈라아제의 일반적 적용 위치는 과산화수소 표백이 끝난 뒤, 염색 또는 후가공으로 넘어가기 전입니다. 표백 직후의 처리욕은 높은 pH, 높은 온도, 잔류 알칼리, 잔류 과산화수소를 포함할 수 있으므로, 효소가 안정적으로 작동할 수 있는 조건으로 완화된 뒤 사용하는 설계가 일반적입니다. thermo-

alkali-stable 카탈라아제처럼 알칼리·온도 안정성을 높인 효소가 섬유 표백 공정용으로 연구된 사실은, 실제 섬유 공정이 효소에 다소 가혹한 조건을 제공할 수 있음을 반대로 보여줍니다 [7].

전형적인 공정 개념은 다음과 같이 정리할 수 있습니다. 먼저 과산화수소로 표백을 진행합니다. 이후 표백 조건을 완화하고, 카탈라아제가 작동할 수 있는 범위로 pH와 온도를 조정합니다. 그 다음 액상 카탈라아제를 처리욕에 분산시켜 직물 및 욕 내 잔류 H_2O_2 와 접촉시킵니다. 과산화수소가 충분히 낮아지면 염색 또는 후속 공정으로 넘어갑니다. 이 흐름에서 카탈라아제는 염료를 대신하거나 표백제를 대신하는 것이 아니라, 표백과 염색 사이의 산화제 제거 단계를 담당합니다.

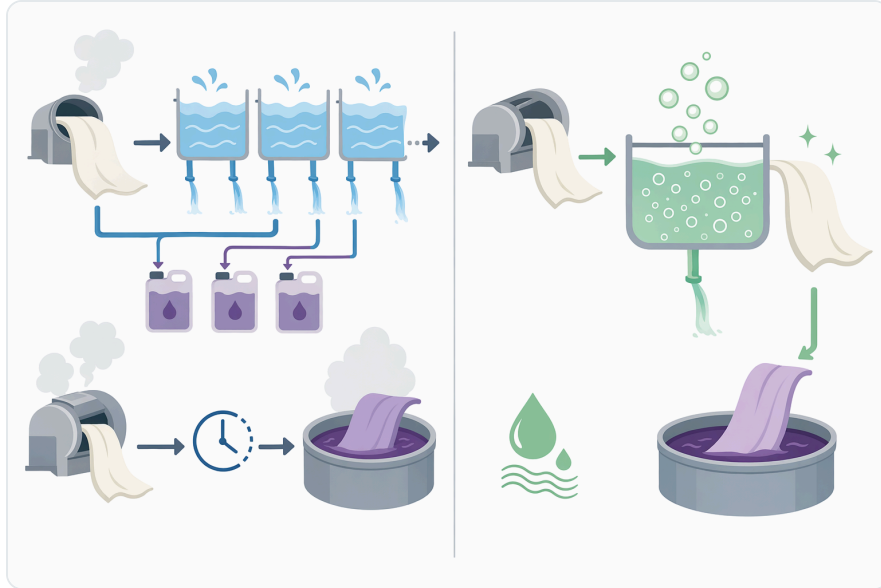


Figure 3. 카탈라아제는 희석으로 제거하거나 환원제를 추가하는 방식이 아니라 효소 작용으로 과산화수소를 분해한다는 점에서 수세, 환원제, 대기 시간과 다릅니다.

pH, 온도, 시간: 효소 공정에서 중요한 조건 변수

카탈라아제는 단백질 촉매이므로 반응 조건에 민감합니다. 일반적으로 효소는 활성 부위의 구조가 유지될 때 기질을 잘 인식하고 빠르게 반응합니다. pH가 지나치게 높거나 낮으면 활성 중심 주변의 전하 상태가 바뀌고, 고온에서는 단백질 접힘 구조가 불안정해질 수 있습니다. H_2O_2 자체도 효소의 기질이면서 동시에 산화성 스트레스 요인이므로, 잔류 과산화수소 농도와 처리 시간이 효소 반응성과 안정성을 함께 좌우할 수 있습니다 [2].

섬유 현장에서 이 조건들은 서로 연결되어 있습니다. 예를 들어 표백 후 욕의 알칼리가 충분히 낮아지지 않은 상태에서는 카탈라아제가 기대보다 느리게 작동할 수 있습니다. 반대로 온도를 너무 낮추면 효소 안정성은 좋아질 수 있지만 반응 속도가 낮아질 수 있습니다. 처리 시간이 짧으면 직물 내부

에 갇힌 과산화수소가 충분히 제거되지 않을 수 있고, 순환이 불균일하면 같은 욕 안에서조차도 식물 위치에 따라 잔류 H_2O_2 수준이 달라질 수 있습니다. 따라서 카탈라아제 처리는 단순 투입이 아니라 표백 후 욕 조건, 식물 구조, 설비 순환성을 함께 고려하는 공정 단계입니다.

면 및 셀룰로오스계 식물에서의 의미

면직물은 과산화수소 표백의 대표적 대상입니다. 셀룰로오스 섬유는 백도, 흡수성, 염색 균일성을 확보하기 위해 정련과 표백을 거치는 경우가 많고, 이후 반응성 염료 등으로 염색됩니다. 이 연결 공정에서 잔류 과산화수소가 남으면 염색 전 처리의 균일성을 방해할 수 있습니다. 환경친화적 전처리 면직물의 염색을 다룬 연구는 섬유 전처리 방식이 이후 염색 결과와 연결된다는 점을 보여주며, 효소 기반 전처리가 섬유 공정에서 품질과 환경성을 동시에 고려하는 흐름 속에 있음을 시사합니다

[8]

카탈라아제가 특히 적합한 지점은 표백 자체가 아니라 표백의 종료를 명확하게 만드는 단계입니다. 면 표백은 백도 확보를 위해 산화 조건을 사용하지만, 염색은 그 산화 조건이 더 이상 필요하지 않은 단계에서 진행됩니다. 따라서 카탈라아제 처리는 “표백을 멈추고 염색 가능한 상태로 전환하는 생촉매적 스위치”처럼 작동할 수 있습니다. 이 표현은 실제 화학 스위치라는 뜻이 아니라, 공정상 산화제가 남아 있는 상태에서 염색 준비 상태로 넘어가는 전환을 돕는다는 의미입니다.

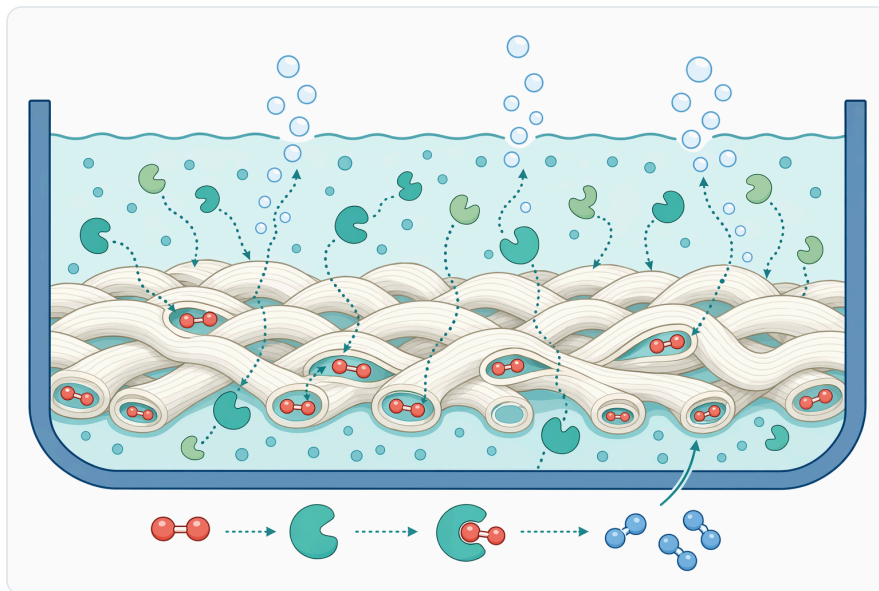


Figure 4. 효과적인 카탈라아제 처리는 벌크 처리액과 섬유 구조 내부에 남아 있는 수분 모두에서 효소와 과산화수소가 접촉하는 데 달려 있습니다.

표백 폐액과 물 재사용 관점

카탈라아제는 식물 표면의 잔류 H_2O_2 뿐 아니라 표백 폐액 또는 처리욕 내 과산화수소 관리와도 관련이 있습니다. 섬유 표백 폐액을 염색에 재사용하려면, 단순히 물을 모아 쓰는 것만으로는 부족하고 남아 있는 산화제와 알칼리, 염류, 유기물의 영향을 고려해야 합니다. 고정화 카탈라아제를 이용한 표백 폐액 재활용 연구는 과산화수소를 제거한 뒤 염색 공정에 재사용하는 접근을 검토했다는 점에서, 카탈라아제가 물 재사용 전략의 한 요소가 될 수 있음을 보여줍니다 [1].

다만 폐액 재활용은 카탈라아제 하나로 결정되는 문제가 아닙니다. 폐액의 색도, COD, 염류, pH, 계면활성제, 금속 이온, 섬유 잔사 등 여러 변수가 함께 작용합니다. 카탈라아제는 그중 과산화수소 제거라는 매우 분명한 역할을 담당합니다. 따라서 물 재사용 공정에서 카탈라아제를 고려할 때도 “폐수 전체를 정화하는 효소”가 아니라 “ H_2O_2 를 물과 산소로 전환하는 효소”로 범위를 정확히 잡는 것이 기술적으로 안전합니다.

화학적 중화와 카탈라아제 처리의 비교

반복 수세, 환원제 중화, 카탈라아제 처리는 모두 표백 후 과산화수소를 낮추는 데 쓰일 수 있지만, 공정상 성격이 다릅니다. 반복 수세는 물로 희석·제거하는 방식이고, 환원제는 산화제를 화학적으로 환원하는 방식이며, 카탈라아제는 효소 활성 부위를 통해 H_2O_2 를 분해하는 방식입니다. 섬유 표백 폐액 처리를 위한 immobilised catalase-peroxidase 연구는 카탈라아제 계열 효소가 기존 물리·화학적 처리와 다른 생촉매 접근으로 검토되어 왔음을 보여줍니다 [9].

| 항목 | 반복 수세 | 환원성 화학약품 처리 | 카탈라아제 효소 처리 |
|---------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 핵심 원리 | 물로 희석하고 배출 | H_2O_2 를 화학적으로 환원 | H_2O_2 를 물과 산소로 효소 분해 |
| 장점 | 이해하기 쉽고 설비 적용이 단순 | 빠른 중화가 가능할 수 있음 | 기질 특이적이며 추가 환원성 잔류물 부담을 줄일 수 있음 |
| 부담 요소 | 물·에너지·시간 사용 증가 가능 | 추가 화학물질과 부산물 관리 필요 | pH, 온도, 잔류 알칼리, 처리 시간의 영향 |
| 염색 전 의미 | 잔류 H_2O_2 를 낮추지만 반복 단계가 필요할 수 있음 | 산화제 제거 후 환원성 잔류 영향도 고려 필요 | 산화제 제거에 집중하며 후속 염색 조건 안정화에 기여 가능 |
| 적합한 해석 | 물리적 제거 | 화학적 중화 | 생촉매적 peroxide removal |

이 비교에서 카탈라아제가 항상 모든 조건에서 가장 경제적이거나 빠르다고 단정할 수는 없습니다. 효소 처리는 공정 온화화와 선택성 측면에서 장점이 있지만, 효소가 작동할 수 있는 조건을 맞추는 것이 전제입니다. 반대로 반복 수세나 환원제 처리도 설비와 품질 기준에 따라 여전히 사용될 수 있습니다. 중요한 것은 카탈라아제를 “화학약품을 무조건 대체하는 만능 솔루션”이 아니라, 표백 후 H₂O₂ 제거를 위한 선택적 효소 옵션으로 이해하는 것입니다.

효소 안정성과 산업 적용성

산업 효소의 실제 가치는 촉매 반응 자체뿐 아니라 공정 조건에서 얼마나 안정적으로 작동하는지에 의해 결정됩니다. 카탈라아제는 과산화수소를 빠르게 분해할 수 있지만, 효소 자체도 온도, pH, 산화제, 계면활성제, 금속 이온, 기계적 교반 등의 영향을 받습니다. 이러한 이유로 효소 공학과 고정화 기술은 산업 효소의 성능, 안정성, 재사용성, 공정 적합성을 높이는 주요 연구 분야로 발전해 왔습니다 [10].



Figure 5. 카탈라아제는 과산화물 표백 후의 면 및 셀룰로오스계 제품, 특히 반응성 염색이나 제어된 가공 전에 가장 유용합니다.

섬유 공정에서는 효소 안정성 문제가 특히 중요합니다. 표백 직후의 욕은 효소에 우호적인 환경이 아닐 수 있기 때문입니다. 강알칼리 상태에서 바로 카탈라아제를 투입하거나, 고온 조건을 충분히 완화하지 않거나, 잔류 과산화수소가 지나치게 높은 상태에서 짧은 시간만 접촉시키면 기대한 제거 효과가 나오지 않을 수 있습니다. 따라서 액상 카탈라아제는 공정 조건이 효소 친화적인 범위로 이동한 뒤 적용하는 것이 논리적입니다. 섬유용으로 연구된 thermo-alkali-stable catalase가 관심을 받은 것도 표백 공정의 알칼리-온도 조건과 효소 안정성 사이의 간극을 줄이려는 필요성 때문입니다 [7].

액상 제품으로서의 실무적 장점

액상 카탈라아제의 가장 큰 실무적 장점은 기존 섬유 처리욕에 분산해 사용할 수 있다는 점입니다. 분말 원료처럼 별도 용해 균일성에 크게 의존하기보다, 액상 형태는 처리욕에서 혼합과 확산을 통해 직물과 접촉하도록 설계된 제품 형태입니다. Enzymes.bio의 해당 제품은 온라인에서 1kg 단위로 판매되는 섬유용 액상 카탈라아제 제품으로 소개되며, 주문 시 제품 문서인 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

다만 액상이라는 형식이 곧 모든 공정에서 동일한 결과를 보장한다는 뜻은 아닙니다. 액상 제품도 효소이므로 보관, 취급, 공정 투입 시점, 처리욕 조건의 영향을 받습니다. 또한 "liquid catalase"는 성능을 설명하는 하나의 제형 정보일 뿐, 구체적 활성 수치나 분석법, 등급 정의 없이 현장의 모든 투입 조건을 일반화할 수는 없습니다. 제품 페이지 교육 문서에서는 카탈라아제의 기능과 적용 논리를 이해하는 것이 핵심이며, 특정 공정의 결과는 표백 방식과 염색 조건에 따라 달라질 수 있습니다.

염색 품질과 카탈라아제의 관계를 정확히 보는 법

카탈라아제 처리가 염색 품질에 기여할 수 있는 경로는 간접적이지만 중요합니다. 염색은 염료가 섬유에 균일하게 이동하고, 필요한 경우 화학적으로 고착되며, 이후 세정과 후처리를 통해 목표 색상과 견뢰도를 확보하는 공정입니다. 이때 잔류 과산화수소가 남아 있으면 염료 분자 또는 염색 환경에 산화적 영향을 줄 수 있습니다. 따라서 카탈라아제는 염색 자체를 촉진한다기보다, 염색을 방해할 수 있는 산화제를 제거해 공정 조건을 정리하는 역할을 합니다. 표백 폐액의 과산화수소 제거 후 염색 재활용을 검토한 연구는 이러한 연결 관계를 잘 보여줍니다 [1].



Figure 6. 카탈라아제는 과산화수소를 직접 분해함으로써, 과산화수소가 장시간 세척의 주된 원인인 경우 반복적인 수세만으로 제거하는 방식에 대한 의존도를 줄일 수 있습니다.

색상 불량이 발생했을 때도 원인을 구분해야 합니다. 잔류 H_2O_2 가 문제라면 카탈라아제 처리가 논리적 대안이 될 수 있습니다. 그러나 pH가 염료 시스템에 맞지 않거나, 수질 경도가 높거나, 전처리 균일성이 부족하거나, 기계 순환이 불량하거나, 염료 배합이 부적절한 경우에는 카탈라아제만으로 문제를 해결할 수 없습니다. 이는 카탈라아제의 한계라기보다, 효소의 역할이 과산화수소 분해에 명확히 한정되어 있다는 뜻입니다.

지속가능한 섬유 가공에서의 위치

섬유 산업은 물 사용량, 에너지 소비, 폐수 부하, 화학약품 사용에 대한 압력을 지속적으로 받고 있습니다. 효소 공정은 이러한 문제를 완전히 없애지는 않지만, 특정 반응을 더 선택적이고 온화한 조건에서 수행하도록 도와 기존 화학 공정의 일부를 보완하거나 대체할 수 있습니다. 효소 고정화와 산업 응용을 다룬 리뷰들은 효소가 안정성, 회수성, 공정 적합성을 개선할 때 여러 산업에서 지속가능한 촉매로 활용될 수 있음을 설명합니다 [5].

카탈라아제의 지속가능성 가치는 특히 명료합니다. 과산화수소를 물과 산소로 분해한다는 반응 자체가 불필요한 환원성 염 투입을 줄이는 방향과 잘 맞습니다. 또한 반복 수세만으로 잔류 H_2O_2 를 낮추는 공정과 비교하면, 적절히 설계된 효소 처리는 물 사용과 처리 시간을 줄이는 데 기여할 가능성이 있습니다. 그러나 실제 절감 효과는 설비, 욕비, 표백 조건, 품질 기준, 폐수 처리 시스템에 따라 달라지므로, 카탈라아제를 “항상 절감 보장”이 아니라 “절감형 공정 설계에 활용 가능한 생촉매”로 표현하는 것이 정확합니다.

관련 연구가 보여주는 적용 범위와 한계

섬유 표백 폐액 처리를 위한 카탈라아제 연구는 여러 방향으로 진행되어 왔습니다. Bacillus SF 유래 카탈라아제를 알루미나에 고정화해 textile bleaching effluent 처리에 적용한 연구, alkalothermophilic Bacillus SF의 immobilised catalase-peroxidase를 다룬 연구, 고정화 카탈라아제를 이용한 표백 폐액 재활용 연구 등은 모두 H_2O_2 제거라는 동일한 핵심 반응을 서로 다른 공정 형식에서 검토한 사례입니다 [4].

이 연구들은 카탈라아제의 가능성을 뒷받침하지만, 동시에 주의 깊게 읽어야 합니다. 연구용 효소의 출처, 정제 정도, 고정화 담체, 반응기 구조, pH와 온도, 폐액 조성, 처리 시간은 상용 액상 제품의 실제 사용 조건과 다를 수 있습니다. 따라서 논문은 “카탈라아제가 섬유 표백 관련 과산화수소 제거에 과학적으로 타당하다”는 근거로 활용하는 것이 적절하며, 특정 제품의 모든 현장 성능을 그대로 예측하는 자료로 사용해서는 안 됩니다.

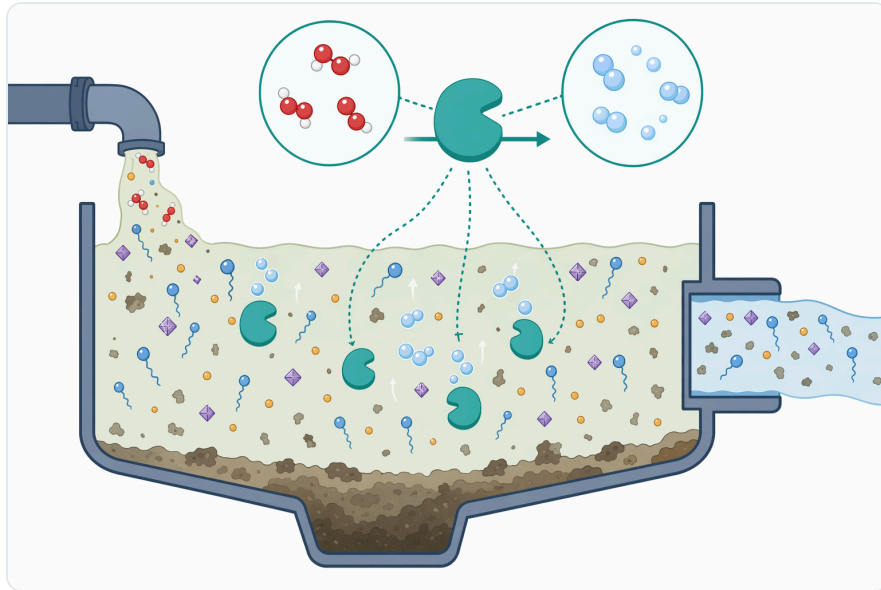


Figure 7. 폐수 처리에서 카탈라아제는 잔류 과산화수소를 제어할 수 있지만, 색도, 염류, 고형물 또는 유기물 부하에 대한 더 포괄적인 처리를 대체하지는 않습니다.

Enzymes.bio에서 제공되는 제품 정보의 해석

Enzymes.bio의 Catalase Enzyme Liquid for Textile은 섬유 표백 후 과산화수소 제거용 액상 효소 제품으로 온라인에서 1kg 단위로 판매됩니다. Enzymes.bio는 제조사나 분석 실험실이 아니라 공급업체이며, 제품을 주문하면 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다. 이 문서는 구매 전후 사용자가 제품의 과학적 배경과 공정상 역할을 이해하도록 돕는 기술 설명 자료입니다.

제품명을 실무적으로 해석하면 다음과 같습니다. "Catalase Enzyme"은 과산화수소 분해 효소를 뜻합니다. "Liquid"는 액상 제형을 의미합니다. "For Textile"은 섬유 표백 후 처리, 염색 전 잔류 산화제 제거, 관련 처리욕 관리에 초점을 둔 용도를 나타냅니다. "Peroxide Killer Enzyme"은 과산화수소를 물과 산소로 바꾸는 기능을 산업 언어로 표현한 것입니다. 이 명칭은 효소의 반응 특성을 반영하지만, 모든 염색 문제나 모든 폐수 성분을 제거한다는 뜻은 아닙니다.

적용 시 기대할 수 있는 공정상 이점

첫째, 잔류 과산화수소 제거를 통해 염색 전 산화제 영향을 낮출 수 있습니다. 이는 색상 재현성과 균일성 관리에서 중요한 전처리 요소가 될 수 있습니다. 특히 과산화수소 표백 후 같은 설비에서 염색으로 넘어가는 배치 공정에서는, 표백 단계의 산화 조건이 염색 단계로 넘어가지 않도록 차단하는 것이 중요합니다. 표백 폐액을 처리해 염색에 재사용한 연구는 과산화수소 제거가 염색 연계 공정에서 실질적인 의미를 가진다는 점을 보여줍니다 ^[1].

둘째, 반복 수세를 일부 줄이는 공정 설계에 기여할 수 있습니다. 물로 희석해 H₂O₂를 낮추는 방식은 단순하지만, 물과 에너지 사용이 증가할 수 있습니다. 카탈라아제는 H₂O₂ 자체를 분해하므로, 조건이 맞으면 수세 중심 접근보다 더 선택적인 제거 단계가 될 수 있습니다. 셋째, 환원성 화학약품 사용 부담을 줄이는 방향으로 활용될 수 있습니다. 환원제를 쓰면 H₂O₂를 빠르게 없앨 수 있지만, 그 화학물질과 반응 부산물의 영향을 함께 고려해야 합니다. 카탈라아제는 이와 달리 물과 산소를 생성물로 하는 효소 반응이라는 점이 특징입니다.



Figure 8. 카탈라아제는 과산화물 표백이 완료된 후 사용해야 합니다. 너무 일찍 투입하면 표백에 필요한 산화제를 제거하게 됩니다.

반드시 이해해야 할 한계

카탈라아제는 H₂O₂ 제거에 특화된 효소입니다. 따라서 염색 불량 of 모든 원인을 해결하지 않습니다. 잔류 과산화수소가 원인이 아닌 색상 편차, 섬유 손상, 정련 부족, 염료 배합 문제, 수질 문제, pH 제어 실패, 기계 순환 불량에는 별도의 공정 관리가 필요합니다. 카탈라아제가 할 수 있는 일은 산화성 잔류물인 과산화수소를 분해하는 것이며, 이 기능을 넘어선 성능을 기대하는 것은 기술적으로 부정확합니다.

또한 효소는 조건 의존적입니다. pH, 온도, 처리 시간, 과산화수소 잔량, 잔류 알칼리, 계면활성제, 금속 이온, 직물 구조가 반응성에 영향을 줄 수 있습니다. H₂O₂ 분해 속도와 카탈라아제 비활성화의 관계를 다룬 연구는 과산화수소 제거 공정에서 효소 안정성을 함께 고려해야 함을 보여줍니다 [2]. 따라서 이 제품은 표백 후 처리 단계의 설계를 단순화하는 도구가 아니라, 해당 단계에서 특정 변수를 관리하는 생축매로 이해해야 합니다.

정리: 섬유 표백과 염색 사이의 산화제 제거 단계

Catalase Enzyme Liquid for Textile은 과산화수소 표백 후 남아 있는 H₂O₂를 물과 산소로 분해하는 액상 카탈라아제 제품입니다. 섬유 공정에서 이 효소의 가장 중요한 가치는 표백과 염색 사이에 남은 산화제 변수를 줄여 후속 공정 조건을 더 안정적으로 만드는 데 있습니다. 섬유 표백 폐액 처리와 재활용 연구, 고정화 카탈라아제 연구, thermo-alkali-stable 카탈라아제 연구는 모두 카탈라아제가 섬유 관련 과산화수소 제거 문제에 기술적으로 적합한 효소군임을 뒷받침합니다 [3].

Enzymes.bio는 이 제품을 1kg 단위의 온라인 판매 제품으로 공급하며, 제조사나 실험실이 아닌 공급업체입니다. 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다. 이 제품을 이해할 때 핵심은 과장된 범용 성능이 아니라, 잔류 과산화수소라는 명확한 공정 문제를 효소적으로 처리한다는 점입니다. 표백 후 peroxide removal, 염색 전 산화제 제거, 수세 부담 저감 가능성, 화학 환원제 의존 완화가 이 제품을 검토하는 주요 기술적 이유입니다.

Catalase Enzyme Liquid For Textile - Peroxide Killer Enzyme 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.

[Catalase Enzyme Liquid For Textile - Peroxide Killer Enzyme 구매하기 →](#)

참고문헌

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

1. Costa, S., Tzanov, T., Carneiro, F., Gübitz, G., & Cavaco-Paulo, A. (2002). Recycling of textile bleaching effluents for dyeing using immobilized catalase. *Biotechnology Letters*, 24, 173-176.
2. Miłek, J. (2018). ESTIMATION OF THE KINETIC PARAMETERS FOR H₂O₂ ENZYMATIC DECOMPOSITION AND FOR CATALASE DEACTIVATION. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*.
3. Gudelj, M., Fruhwirth, G., Paar, A., Lottspeich, F., Robra, K., Cavaco-Paulo, A., & Gübitz, G. (2001). A catalase-peroxidase from a newly isolated thermoalkaliphilic Bacillus sp. with potential for the treatment of textile bleaching effluents. *Extremophiles*, 5, 423-429.
4. Costa, S., Tzanov, T., Paar, A., Gudelj, M., Gübitz, G., & Cavaco-Paulo, A. (2001). Immobilization of catalases from Bacillus SF on alumina for the treatment of textile bleaching effluents. *Enzyme and Microbial Technology*, 28 9-10, 815-819 .

5. Maghraby, Y. R., El-Shabasy, R. M., Ibrahim, A. H., & Azzazy, H. M. (2023). Enzyme Immobilization Technologies and Industrial Applications. *ACS Omega*, 8, 5184 - 5196.
6. Czyżewska, K., Trusek-Holownia, A., Dabrowa, M., Sarmiento, F., & Blamey, J. (2017). A catalytic membrane used for H₂O₂ decomposition. *Catalysis Today*.
7. Fang, F., Li, Y., Du, G., Zhang, J., & Chen, J. (2004). [Thermo-alkali-stable catalase from *Thermoascus aurantiacus* and its potential use in textile bleaching process]. *Sheng wu gong cheng xue bao = Chinese journal of biotechnology*, 20 3, 423-8 .
8. Tavčer, P. F. (2011). Dyeing of Environmental Friendly Pretreated Cotton Fabric.
9. Fruhwirth, G., Paar, A., Gudelj, M., Cavaco-Paulo, A., Robra, K., & Gübitz, G. (2002). An immobilised catalase peroxidase from the alkalothermophilic Bacillus SF for the treatment of textile-bleaching effluents. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60, 313-319.
10. Silva Amatto, I. V., Rosa-Garzon, N. G., Oliveira Simões, F. A., Santiago, F., Silva Leite, N. P., Martins, J. R., & Cabral, H. (2021). Enzyme engineering and its industrial applications. *Biotechnology and applied biochemistry*, 69, 00 - 00.

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