

# Catalase 효소: 식품·섬유·폐수 공정에서 과산화수소 제거를 위한 산업용 효소

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

Catalase는 과산화수소( $H_2O_2$ )를 물( $H_2O$ )과 산소( $O_2$ )로 분해하는 산화환원효소이며, "catalase 뜻"을 공정 언어로 풀면 잔류 산화제를 부산물 부담이 낮은 형태로 제거하는 효소입니다. 식품·음료 가공, 섬유 표백 후 처리, 폐수 관리, 산화효소 기반 바이오공정에서 catalase hydrogen peroxide 반응은 과산화수소 잔류로 인한 품질 저하와 후속 공정 방해 줄이는 핵심 원리로 사용됩니다 <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio의 Catalase는 산업 및 식품 가공용 효소로, 온라인에서 1kg 단위로 직접 구매할 수 있으며 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다. Enzymes.bio는 제조사나 시험기관이 아니라 B2B 효소 공급업체이며, 이 문서는 제품의 과학적 배경과 적용 범위를 이해하기 위한 기술 설명 자료입니다.

## Catalase 란 무엇인가: $H_2O_2$ 를 물과 산소로 바꾸는 효소

Catalase는 과산화수소를 빠르게 분해하는 효소입니다. 가장 널리 쓰이는 catalase formula, 즉 반응식은 다음과 같습니다.



이 반응은 간단해 보이지만 공정적으로는 매우 중요합니다. 과산화수소는 살균, 표백, 산화 처리에 유용한 물질이지만, 공정 후 남아 있으면 향미 변화, 색상 불안정, 발효 미생물 저해, 염색 불균일, 후단 폐수 처리 부담을 만들 수 있습니다. Catalase는 이 잔류 과산화수소를 물과 산소로 전환하여 산화력을 낮추는 데 쓰입니다 <sup>[2]</sup>.

생물학적으로도 catalase의 역할은 명확합니다. 세포 내 산소 대사 과정에서 생성되는 과산화수소는 반응성 산소종 관리의 중심 물질 중 하나이며, 과도하게 축적되면 단백질, 지질막, 핵산에 산화 손상을 줄 수 있습니다. 식물, 동물, 미생물에서 catalase는 superoxide dismutase와 함께 항산화 방어계의 핵심 효소로 설명되며, sod and catalase, superoxide dismutase catalase, sod catalase 같은 검색어가 함께 쓰이는 이유도 여기에 있습니다 <sup>[3]</sup>.

산업에서 catalase가 유용한 이유는 생물학적 방어 원리가 그대로 공정 제어에 적용되기 때문입니다. 살아있는 세포에서는 catalase가 과산화수소 축적을 막아 산화 스트레스를 완화하고, 식품·섬유·폐수 공정에서는 산화 처리 후 남은 과산화수소를 제거해 후속 단계를 안정화합니다. 따라서 "catalase 란"이라는 질문에 대한 가장 실무적인 답은 "과산화수소를 제거해 산화 처리 후 공정 리스크를 낮추는 효소"입니다 [1].

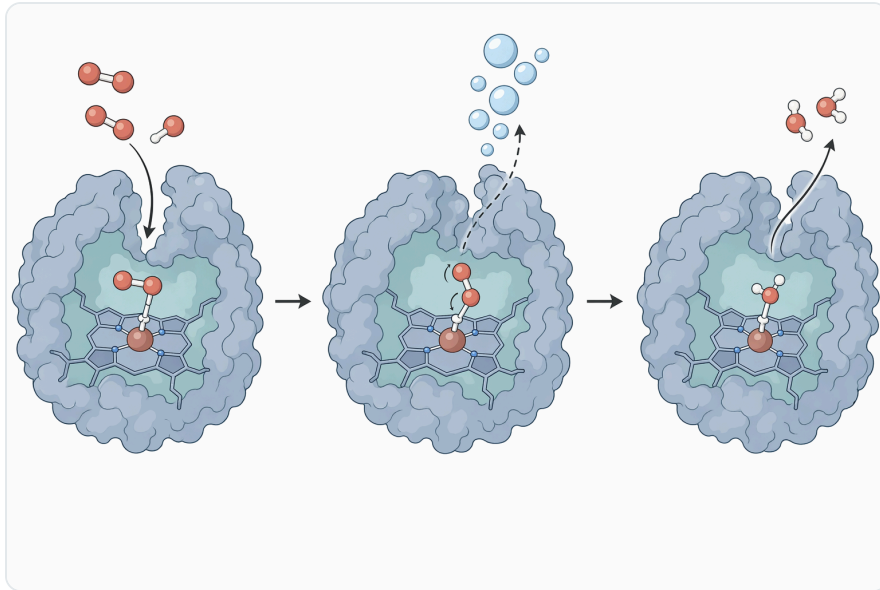


Figure 1. 카탈라아제는 재생된 효소 중간체를 통해 과산화수소 두 분자를 물 두 분자와 산소 한 분자로 분해한다.

## Catalase test 원리와 산업용 catalase의 차이

Catalase test는 미생물학에서 특정 균이 과산화수소를 분해해 산소 기포를 만드는지를 관찰하는 기본적인 판별 개념으로 알려져 있습니다. Catalase test 원리는 산업용 catalase 반응과 동일하게 과산화수소가 물과 산소로 분해되는 현상에 기반하지만, 목적은 다릅니다. 미생물학적 catalase test는 균의 특성을 판별하기 위한 관찰이고, 산업용 catalase 사용은 식품·섬유·폐수 등 공정에서 잔류  $H_2O_2$ 를 낮추는 처리입니다 [4].

Catalase test tube method라는 표현은 실험실 교육이나 미생물 동정 문맥에서 자주 보입니다. 그러나 B2B 공정 문서에서 중요한 것은 시험 절차가 아니라 반응 원리입니다. 과산화수소가 남아 있고 catalase가 반응 가능한 조건에 있으면 산소가 발생하며, 이 산소 발생은 과산화수소 분해가 진행되고 있음을 보여주는 직관적 결과입니다 [5].

*Clostridium catalase*처럼 특정 미생물 이름과 catalase가 함께 검색되는 경우도 있습니다. 이는 혐기성 또는 통성 혐기성 미생물의 산소 대응 능력, 과산화수소 분해 능력, catalase 양성·음성 판별과 관련된 미생물학적 관심에서 나온 표현입니다. 다만 이런 미생물 동정 문맥을 산업용 catalase 제품

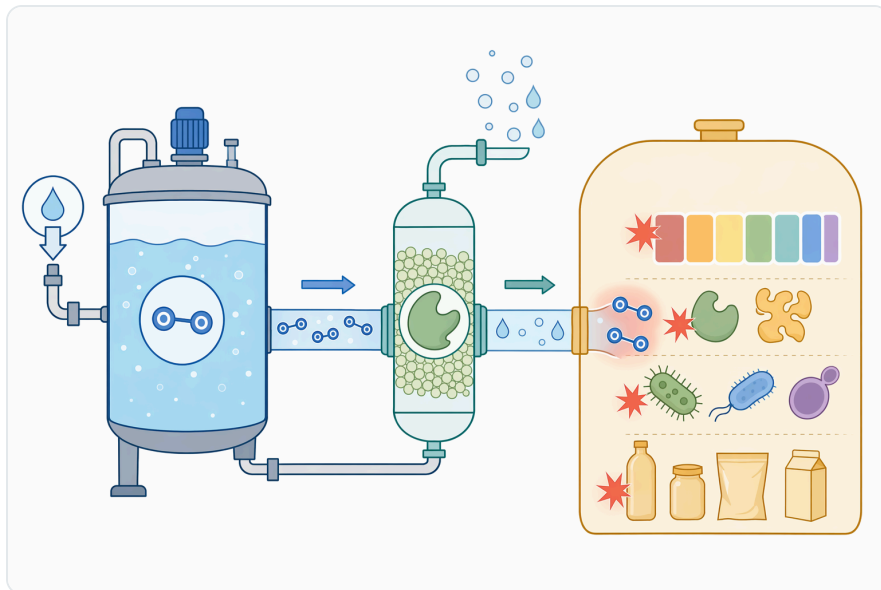
의 성능이나 사용 조건과 직접 연결해서 해석해서는 안 됩니다. 산업 현장에서의 핵심은 효소 자체가  $H_2O_2$ 를 물과 산소로 전환한다는 반응과, 그 반응이 실제 공정 조건에서 충분히 일어나는지입니다 [4].

## $H_2O_2$ catalase 반응의 기전: 왜 물과 산소만 남는가

$H_2O_2$  catalase, catalase  $H_2O_2$ , catalase and hydrogen peroxide라는 표현은 모두 같은 핵심 반응을 가리킵니다. Catalase는 과산화수소 두 분자를 서로 연결된 산화·환원 단계로 처리합니다. 첫 번째 과산화수소 분자는 효소의 산화 상태를 바꾸며 물을 생성하고, 두 번째 과산화수소 분자는 산화된 효소 중간체를 다시 원래 상태로 되돌리면서 물과 산소를 방출합니다. 결과적으로 효소는 소모되지 않고 반복적으로 과산화수소를 분해합니다 [4].

대부분의 catalase는 금속 중심을 가진 단백질 효소로 설명됩니다. 이 금속 중심은 과산화수소의 산소-산소 결합을 반응성 중간체로 전환하는 데 관여하며, 효소 단백질의 3차 구조는 기질이 활성 부위에 접근하고 생성물이 빠져나가는 경로를 제공합니다. 따라서 catalase 반응은 단순한 화학적 분해가 아니라, 단백질 구조와 활성 중심이 결합된 촉매 과정입니다 [6].

이 기전 때문에 catalase 처리는 화학적 환원제 투입과 다른 장점을 가집니다. 과산화수소 제거 후 주요 생성물이 물과 산소이므로, 공정에 불필요한 염류나 환원성 부산물을 추가하지 않습니다. 식품·음료에서는 산화취와 품질 변화를 줄이는 방향으로, 섬유에서는 염색 전 잔류 산화제를 낮추는 방향으로, 폐수에서는 후단 생물처리 또는 방류 전 산화제 부담을 완화하는 방향으로 작동합니다 [1].



**Figure 2.** 잔류 과산화수소는 의도한 공정 단계가 끝난 뒤에도 활성을 유지하여 후속 소재, 효소, 미생물 또는 방류수의 생물학적 처리에 영향을 줄 수 있다.

## Catalase oxidative stress 연구가 산업 응용에 주는 의미

Catalase oxidative stress 연구는 산업 공정과 직접 무관해 보일 수 있지만, catalase가 왜 과산화수소 제어 효소로 신뢰받는지 설명하는 생물학적 근거를 제공합니다. 식물 스트레스 연구에서는 염, 건조, 온도, 중금속 등 불리한 환경이 활성산소종 생성을 증가시키고, catalase와 superoxide dismutase 같은 항산화 효소가 이를 완화하는 방어 체계로 작동한다고 정리됩니다 [3].

예를 들어 듀럼밀 catalase 유전자군 연구는 여러 비생물적 스트레스 조건에서 catalase 유전자 발현이 조절된다는 점을 보여주며, 이는 식물이 과산화수소 축적을 감지하고 효소적 방어를 조절한다는 사실과 연결됩니다 [7]. 꿀벌에 대한 중금속 노출 연구도 구리, 납, 카드뮴 같은 스트레스가 redox 상태와 superoxide dismutase 및 catalase 활성에 영향을 준다는 점을 다루며, catalase가 산화 스트레스 지표로 널리 사용되는 이유를 보여줍니다 [8].

이러한 연구를 산업적으로 해석할 때 중요한 점은, catalase가 특정 생물 종에만 한정된 특수 효소가 아니라 과산화수소 방어에 반복적으로 등장하는 보편적 효소라는 것입니다. 산업용 catalase는 이 보편적 반응성을 공정 목적에 맞게 활용하는 것입니다. 즉, 세포가 스스로를 보호하기 위해  $H_2O_2$ 를 분해하듯, 공정에서는 원료, 제품, 미생물 발효계, 염료, 폐수 미생물군을 보호하기 위해  $H_2O_2$ 를 낮춥니다 [1].

## Catalase-peroxidase와 일반 catalase의 구분

검색어로 catalase-peroxidase가 함께 등장하는 경우가 있습니다. Catalase와 peroxidase는 모두 과산화물 대사에 관여하지만, 반응 방식과 공정 목적이 다릅니다. 일반 catalase는 과산화수소 두 분자를 이용해 물과 산소를 만드는 disproportionation 반응을 주로 수행합니다. Peroxidase는 보통 별도의 전자공여체를 산화시키면서 과산화수소를 환원합니다. Catalase-peroxidase는 두 기능적 특성이 함께 논의되는 효소군을 가리키는 문맥에서 쓰입니다 [6].

산업 공정에서 이 구분은 중요합니다. 잔류 과산화수소를 제거하면서 추가적인 산화 반응을 최소화하고 싶다면 catalase의 물-산소 생성 반응이 적합합니다. 반대로 특정 기질 산화, 색소 분해, 오염물 산화가 목적이라면 peroxidase나 laccase 같은 산화효소가 별도로 검토됩니다. 섬유 및 염료 오염물 처리 리뷰에서도 catalase, laccase, peroxidase는 각각 다른 역할을 가진 효소군으로 구분되어 설명됩니다 [9].

따라서 Enzymes.bio의 Catalase 문맥에서 핵심은 catalase-peroxidase라는 넓은 효소학 분류가 아니라, 잔류  $H_2O_2$ 를 물과 산소로 제거하는 catalase의 공정 기능입니다. 이 기능은 식품 가공, 섬유 표백 후 처리, 폐수 산화제 저감처럼 “남은 과산화수소를 더 이상 반응성 문제로 만들지 않는 것”이 목표인 공정에 맞습니다 [2].

## 주요 응용 분야별 Catalase 역할 비교

아래 표는 catalase가 적용되는 대표 산업 분야에서 과산화수소가 왜 문제가 되고, catalase가 어떤 방식으로 공정 가치를 제공하는지 비교한 것입니다.



**Figure 3.** 산업적 카탈라아제 응용은 식품 및 원료 가공, 포도당 산화효소 시스템, 섬유, 폐수 처리, 바이오프로세싱 워크플로에서의 과산화물 제어를 중심으로 이루어진다.

응용 분야	과산화수소가 쓰이거나 발생하는 이유	잔류 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 의 문제	Catalase의 공정 역할	관련 문맥
식품·음료 가공	살균, 포장재 처리, 산화적 원료 처리	산화취, 색 변화, 발효 저해, 품질 저하	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 를 물과 산소로 분해해 후속 공정 안정화	식품 산업 catalase 적용 [1]
유제품·난제품 처리	위생 관리 또는 산화 처리	잔류 산화제에 따른 품질·공정 영향	잔류 과산화수소 저감	산업적 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 감소 [2]
섬유 표백 후 처리	면 등 섬유의 과산화수소 표백	염료 산화, 염색 불균일, 세정 부담	염색 전 peroxide 제거	효소 기반 섬유 공정 [9]
폐수 처리	산화 세정, 표백, 공정 배출	후단 생물처리 저해, 방류 전 산화제 관리	산화제 부하 완화	생물정화·산업 응용 [1]
산화효소 기반 바이오공정	glucose oxidase 등 반응 중 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 생성	효소 불활성화, 제품 산화, 반응 저해	부산물 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 제거 및 산소 재생 가능성	효소 cascade 연구 [10]

응용 분야	과산화수소가 쓰이거나 발생하는 이유	잔류 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 의 문제	Catalase의 공정 역할	관련 문맥
바이오센서·전극 시스템	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 신호 또는 산화 효소 반응 연계	신호 해석·전극 반응에 영향	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 분해 또는 산소 관련 신호 활용	catalase 전극 연구 [11]

이 비교에서 보듯 catalase의 응용은 분야마다 다르지만, 중심 반응은 동일합니다. 과산화수소가 의도적으로 투입되었든, 산화효소 반응에서 부산물로 생겼든, 공정 후 남은 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 낮추는 것이 핵심입니다. 그래서 catalase hydrogen peroxide라는 검색어는 식품, 섬유, 환경, 바이오공정 문헌 전반에서 반복적으로 등장합니다 [2].

## 식품·음료 공정에서의 Catalase: 산화 처리 후 품질 보호

식품·음료 공정에서 과산화수소는 살균 또는 산화 처리 목적으로 사용될 수 있지만, 잔류하면 원료나 제품의 민감한 성분과 반응할 수 있습니다. 지방, 색소, 향기 성분, 환원성 성분은 산화 환경에 영향을 받기 쉽고, 발효 공정에서는 효모나 유산균 등 미생물 활성이 산화 스트레스에 의해 저하될 수 있습니다. Catalase는 잔류 과산화수소를 물과 산소로 전환해 이러한 산화 부담을 낮추는 데 사용됩니다 [1].

이때 catalase의 장점은 후속 공정과의 양립성입니다. 화학적 환원제를 써서 과산화수소를 제거하면 환원제 자체 또는 반응 부산물이 품질, 맛, 색, 규격 관리에 영향을 줄 수 있습니다. 반면 catalase 반응의 주요 생성물은 물과 산소이므로, 공정 설계상 추가 부산물 부담이 상대적으로 작습니다 [2].

산화효소 기반 식품·바이오공정에서도 catalase는 보조 효소로 의미가 있습니다. 예를 들어 glucose oxidase처럼 산소를 이용해 기질을 산화하고 과산화수소를 생성하는 효소 반응에서는, 축적되는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>가 다른 효소나 제품을 산화시킬 수 있습니다. 효소 proximity와 cascade 반응 연구에서는 한 효소가 만든 중간체를 다른 효소가 이어서 처리하는 개념이 논의되며, catalase는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 빠르게 제거하는 대표적 보조 효소로 이해할 수 있습니다 [10].

## 섬유 가공에서의 Catalase: 표백 후 염색 안정화

섬유 산업에서 과산화수소는 면직물 등의 표백에 널리 쓰이는 산화제입니다. 표백 단계에서는 유용하지만, 염색 단계로 넘어갈 때 남아 있으면 염료를 산화시키거나 색상 재현성을 떨어뜨릴 수 있습니다. 이 때문에 catalase는 표백 후 잔류 peroxide를 제거하는 효소로 활용됩니다 [9].

기존에는 충분한 세정, 중화, 환원 처리로 과산화수소를 낮추는 방식이 쓰일 수 있지만, 물 사용량과 처리 시간, 화학물질 부하가 증가할 수 있습니다. Catalase 처리는 과산화수소를 직접 물과 산소로 분해하므로, 염색 전 산화제 부담을 낮추고 후속 공정의 예측 가능성을 높이는 접근입니다 [2].



**Figure 4.** 포도당 산화효소 시스템에서 카탈라아제는 포도당 전환 중 생성되는 과산화수소를 분해하여 과산화물 제거원으로 작용한다.

효소 기반 섬유 공정 리뷰에서는 amylase, pectinase, cellulase, catalase, laccase, peroxidase 등이 desizing, scouring, dyeing, finishing, effluent treatment에 활용된다고 정리합니다. 여기서 catalase는 섬유 자체를 분해하거나 염료를 산화하는 효소가 아니라, 표백 후 남은  $H_2O_2$ 를 제거해 다음 공정의 화학적 환경을 정리하는 역할에 가깝습니다 [9].

## 폐수·환경 처리에서의 Catalase: 잔류 산화제 부담 완화

폐수 처리에서 과산화수소는 산화 세정, 표백, 고도산화 공정, 산업 세척 후 배출수에 남을 수 있습니다. 과산화수소는 물과 산소로 분해될 수 있는 물질이지만, 일정 수준 이상 남아 있으면 후단 생물학적 처리 미생물에 산화 스트레스를 줄 수 있고, 방류 전 산화제 관리가 필요할 수 있습니다.

Catalase는 이 잔류  $H_2O_2$ 를 빠르게 분해해 산화제 부하를 낮추는 생물촉매입니다 [1].

생물정화와 식품 산업 응용을 다룬 catalase 리뷰는 catalase가 과산화수소 제거라는 명확한 반응을 통해 환경 및 산업 공정에서 활용될 수 있음을 설명합니다. 특히 폐수 분야에서는 “오염물 자체를 모두 분해하는 효소”라기보다, 과산화수소라는 산화성 잔류물을 낮춰 후속 처리 조건을 완화하는 역할로 보는 것이 정확합니다 [1].

최근에는 고정화 catalase를 이용해 산소 발생 flux를 영상화하고 측정하는 연구도 보고되고 있습니다. 이는 catalase 반응이 단순한 이론적 반응이 아니라, 고정화된 표면이나 재료 위에서도  $H_2O_2$  disproportionation에 따라 산소가 발생한다는 점을 정량적으로 관찰하려는 흐름입니다 [5].

## 공정 조건이 Catalase 성능을 좌우하는 이유

Catalase는 효소이므로, 반응 성능은 온도, pH, 과산화수소 농도, 혼합 상태, 접촉 시간, 공정 내 저해 성분에 따라 달라집니다. "effect of pH on catalase activity graph"라는 검색어가 자주 보이는 이유도 효소 활성 곡선이 pH에 따라 변하기 때문입니다. 특정 pH 범위에서는 활성 부위의 전하 상태와 단백질 구조가 반응에 유리하지만, 지나치게 산성 또는 알칼리성 조건에서는 구조 안정성과 기질 결합이 불리해질 수 있습니다 [6].

온도도 마찬가지입니다. 온도가 올라가면 일정 범위까지는 분자 운동이 증가해 반응 속도가 높아질 수 있지만, 효소 단백질이 변성되기 시작하면 활성은 급격히 낮아질 수 있습니다. 산업 공정에서 catalase가 "빠르게 작동한다"는 표현은 적절한 조건에서의 특성이지만, 모든 열·pH·산화 조건에서 동일하게 유지된다는 의미가 아닙니다 [6].

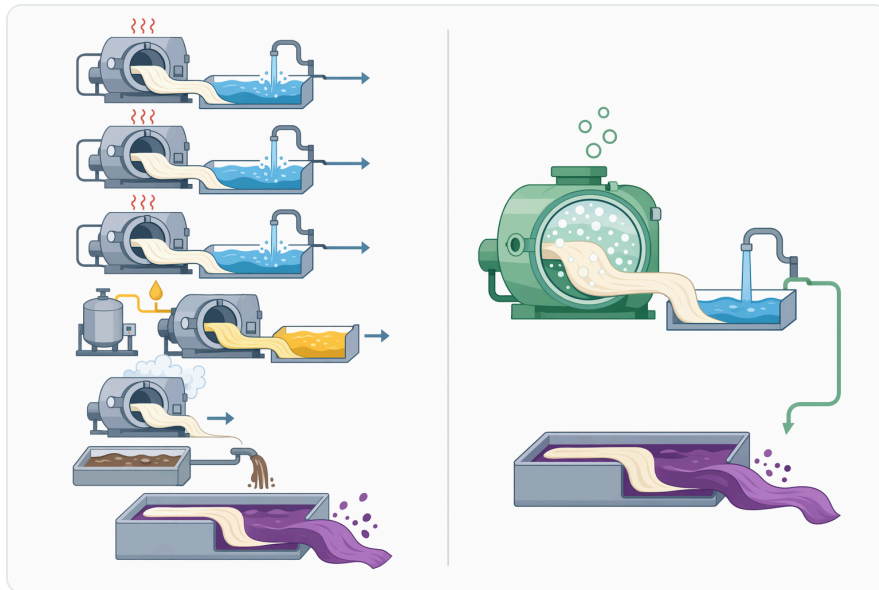


Figure 5. 카탈라아제는 과산화수소를 물과 산소로 특이적으로 전환한다는 점에서 단순 유지, 희석, 가열, 화학적 중화와 다르다.

과산화수소 농도 역시 중요합니다. 기질이 너무 낮으면 반응 속도는 기질 공급에 의해 제한되고, 너무 높은 산화 환경에서는 효소 자체가 손상될 수 있습니다. 따라서 catalase 적용은 "과산화수소가 남아 있는 단계"와 "효소가 구조적으로 견딜 수 있는 단계"가 겹치는 지점을 찾아야 합니다. 이 점은 식품, 섬유, 폐수 모두에서 공통적으로 적용되는 공정 논리입니다 [2].

## 고정화 Catalase와 안정성 연구: 재사용성과 내구성의 방향

Catalase의 산업 적용에서 반복적으로 등장하는 연구 주제는 안정성과 재사용성입니다. 효소는 촉매이지만 단백질이기 때문에 열, pH, 계면, 용매, 산화제, 물리적 전단에 의해 구조가 변할 수 있습니다. Catalase immobilization review는 고정화가 효소의 회수, 재사용, 안정성 향상, 연속 공정 적용

가능성을 높이기 위한 주요 접근이라고 설명합니다 [6].

고정화의 원리는 효소를 고체 지지체, 겔, 나노입자, 막, 다공성 소재 등에 결합하거나 포획해 공정 중 손실을 줄이는 것입니다. 다만 지지체 표면이 효소 활성 부위를 가리거나 기질 확산을 방해하면 활성이 낮아질 수 있으므로, 고정화는 단순히 “붙이면 좋아지는” 기술이 아니라 계면 특성과 확산 경로를 조절해야 하는 기술입니다 [12].

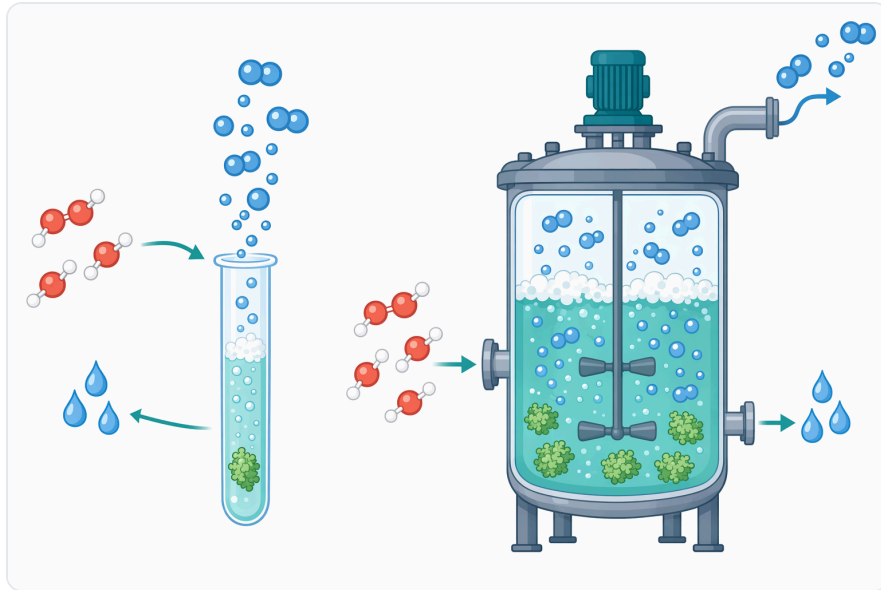
최근 연구에서는 금속-유기 골격체(MOF)를 이용한 효소 고정화와 바이오센싱 응용도 활발히 논의됩니다. MOF 기반 고정화는 다공성 구조와 표면 조절성을 활용해 효소를 보호하고 기질 접근성을 설계하려는 접근이며, catalase 같은 산화환원 효소의 안정화 연구와도 연결됩니다 [13].

또 다른 연구에서는 plastic nanobeads에 고정화된 catalase의 계면 특성을 최적화해 안정성과 활성을 개선하려는 접근이 보고되었습니다. 이는 효소 자체의 기능뿐 아니라 효소가 놓이는 표면, 주변 미세환경, 물질 전달 조건이 실제 반응 성능에 큰 영향을 준다는 점을 보여줍니다 [14].

## SOD와 Catalase의 연계: 산화 스트레스 방어의 두 단계

SOD and catalase, superoxide dismutase catalase, sod catalase는 생명과학 문헌에서 자주 함께 등장합니다. Superoxide dismutase(SOD)는 superoxide radical을 과산화수소로 전환하고, catalase는 그 과산화수소를 물과 산소로 분해합니다. 즉 SOD가 1차적으로 강한 라디칼을  $H_2O_2$ 로 바꾸면, catalase가 2차적으로  $H_2O_2$ 를 제거하는 연계 방어 구조가 형성됩니다 [3].

이 연계는 산업용 catalase 이해에도 도움이 됩니다. 공정에서 catalase가 처리하는 대상은  $H_2O_2$ 이지만,  $H_2O_2$ 는 종종 더 넓은 산화 스트레스 또는 산화 공정의 중간체로 존재합니다. 예를 들어 산화 효소 반응에서는 원하는 산화 생성물과 함께  $H_2O_2$ 가 생길 수 있고, 표백 공정에서는 의도적으로 투입한 산화제가 후속 단계에 잔류할 수 있습니다. Catalase는 이러한 “남은 산화력”을 낮추는 마지막 정리 단계에 가깝습니다 [10].



**Figure 6.** 카탈라아제 시험과 산업 공정 흐름에서 보이는 기포는 과산화수소 분해 중 방출된 산소를 나타낸다.

환경 스트레스 연구에서도 catalase와 SOD의 변화는 생물체가 산화 부담을 어떻게 감지하고 대응하는지를 보여주는 지표로 활용됩니다. 꿀벌 중금속 노출 연구와 식물 비생물적 스트레스 연구에서 두 효소가 함께 다뤄지는 이유는, 산화 스트레스가 하나의 반응이 아니라 여러 활성산소종과 효소 방어계의 균형 문제이기 때문입니다 [8].

## Enzymes.bio Catalase의 공급 형태와 사용 문맥

Enzymes.bio의 Catalase는 산업 및 식품 가공용 효소로 제공됩니다. 제품은 온라인에서 1kg 단위로 직접 구매할 수 있으며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다. Enzymes.bio는 효소 제조사나 실험실 분석기관이 아니라 B2B 공급업체이므로, 이 문서는 제조 공정이나 시험법을 설명하기보다 catalase가 어떤 원리로 과산화수소 제거에 쓰이는지 정리합니다 .

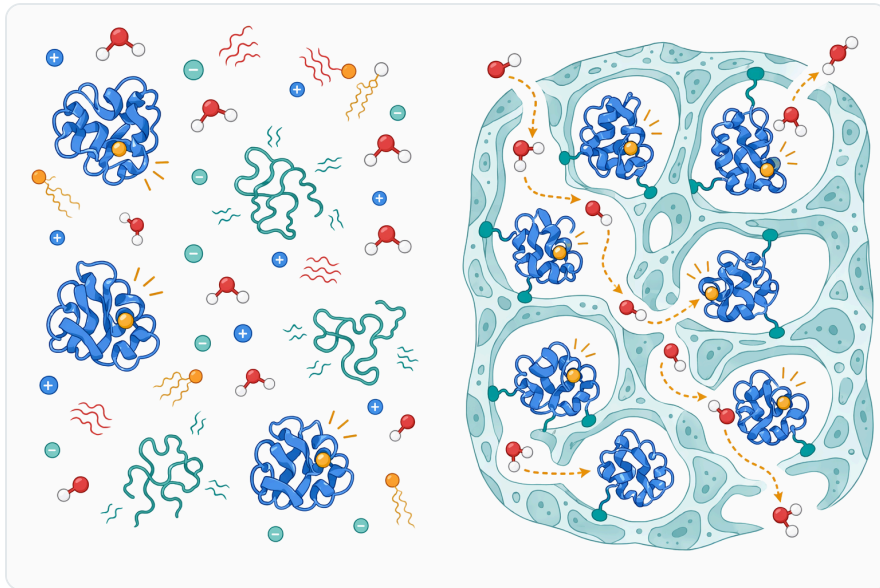
이 제품 문맥에서 중요한 점은 catalase가 인체 섭취용 건강기능 성분이나 일반 소비자용 소매 제품이 아니라는 것입니다. Catalase는 식품 가공, 섬유, 폐수, 산업 공정에서 과산화수소 잔류를 낮추기 위한 공정용 효소로 이해해야 합니다. 사용자는 각 사업장의 품질 시스템, 규제 요건, 공정 조건에 따라 적용 범위를 정해야 합니다 .

또한 catalase는 특정 산업에서 단독으로 모든 문제를 해결하는 물질이 아닙니다. 표백 조건, 살균 조건, 폐수 조성, 발효 미생물 민감도, 온도와 pH, 혼합 효율에 따라 실제 결과가 달라질 수 있습니다. 이 때문에 catalase는 "산화 처리 후 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 효소적으로 낮추는 수단"으로 정확히 위치시키는 것이 가장 안전하고 실무적인 설명입니다 [2].

## Catalase 적용의 장점과 한계

Catalase의 가장 큰 장점은 반응의 명확성입니다. 목표 기질은 과산화수소이고, 주요 생성물은 물과 산소입니다. 이 단순성 때문에 식품·섬유·폐수처럼 서로 다른 산업에서도 같은 원리로 설명할 수 있습니다. 특히 화학적 중화제와 달리 불필요한 염류나 환원성 부산물 부담을 낮출 수 있다는 점이 공정 설계상 매력적입니다 [1].

두 번째 장점은 후속 공정 안정화입니다. 식품·음료에서는 산화에 민감한 향미와 색, 발효 성능을 보호하는 방향으로 작동하고, 섬유에서는 염색 전 잔류 산화제를 낮춰 색상 재현성을 돕습니다. 폐수에서는 생물학적 처리 또는 방류 전 산화제 부담을 줄이는 데 기여할 수 있습니다 [9].



**Figure 7.** 카탈라아제의 활성화와 내구성은 접촉 조건, 효소가 유리 상태인지 고정화 상태인지 등을 포함한 주변 공정 환경에 따라 달라진다.

한계도 분명합니다. Catalase는 단백질 효소이므로 극단적인 pH, 고온, 높은 산화제 농도, 계면 스트레스, 저해 성분에 의해 성능이 낮아질 수 있습니다. 또한 공정 내 과산화수소가 매우 불균일하게 분포하거나 혼합이 충분하지 않으면 효소가 전체 산화제를 균일하게 처리하기 어렵습니다 [6].

따라서 catalase를 사용할 때는 “효소가 과산화수소를 분해한다”는 기본 반응과 “해당 공정 조건에서 그 반응이 충분히 진행된다”는 적용 판단을 구분해야 합니다. 전자는 확립된 효소학적 사실이고, 후자는 공정별 조건에 따라 달라지는 엔지니어링 문제입니다 [2].

## 결론: Catalase는 잔류 과산화수소 관리에 특화된 공정 효소

Catalase는 과산화수소를 물과 산소로 분해하는 기능이 명확한 효소이며, catalase hydrogen peroxide 반응은 식품·음료, 섬유 표백 후 처리, 폐수 관리, 산화효소 기반 바이오공정에서 실질적인 공정 가치를 가집니다. "Catalase 뜻"을 산업적으로 표현하면, 산화 처리 후 남은 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 낮춰 품질 저하와 후속 공정 방해를 줄이는 생물촉매입니다 [1].

다만 catalase는 모든 조건에서 동일하게 작동하는 화학약품이 아니라 온도, pH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 농도, 접촉 시간, 혼합 상태, 저해 성분에 영향을 받는 효소입니다. 고정화와 계면 설계 연구가 계속되는 이유도 실제 산업 조건에서 안정성, 재사용성, 물질 전달을 개선하기 위해서입니다 [14].

Enzymes.bio의 Catalase는 산업 및 식품 가공용으로 온라인에서 1kg 단위 구매가 가능한 효소 제품이며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다. Enzymes.bio는 제조사나 시험기관이 아니라 공급업체이므로, 본 문서는 catalase의 반응 원리, 적용 분야, 공정상 장점과 한계를 균형 있게 이해하기 위한 기술 자료로 활용할 수 있습니다 .

### Catalase 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 구매하기 →](#)

## 참고문헌

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

1. Kaushal, J., Mehandia, S., Singh, G., Raina, A., & Arya, S. (2018). Catalase enzyme: Application in bioremediation and food industry. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*.
2. Farinango, E., Jácome, C., Llanos, F., Lasso, A., & Ramos, J. (2021). Uses of the enzyme catalase in the reduction of hydrogen peroxide and its industrial applications. *Journal of Agro-Industry Sciences*.
3. García-Caparrós, P., Filippis, L. D., Gul, A., Hasanuzzaman, M., Ozturk, M., Altay, V., & Lao, M. (2020). Oxidative Stress and Antioxidant Metabolism under Adverse Environmental Conditions: a Review. *The Botanical review*, 87, 421 - 466.
4. Catalase. *Ebsco*.

5. Aziz, A., Roguska, A., Pieta, I. S., Wittstock, G., Opallo, M., & Nogala, W. (2025). Imaging and measuring of oxygen flux produced by disproportionation of hydrogen peroxide by immobilized catalase with scanning electrochemical microscopy (SECM). *Talanta: The International Journal of Pure and Applied Analytical Chemistry*, 290, 127802 .
6. Grigoras, A. (2017). Catalase immobilization—A review. *Biochemical Engineering Journal*, 117, 1-20.
7. Ghorbel, M., Zribi, I., Besbes, M., Bouali, N., & Brini, F. (2023). Catalase Gene Family in Durum Wheat: Genome-Wide Analysis and Expression Profiling in Response to Multiple Abiotic Stress Conditions. *Plants*, 12.
8. Nikolić, T. V., Kojić, D., Orčić, S., Batinić, D., Vukašinović, E. L., Blagojević, D., & Purać, J. (2016). The impact of sublethal concentrations of Cu, Pb and Cd on honey bee redox status, superoxide dismutase and catalase in laboratory conditions. *Chemosphere*, 164, 98-105 .
9. Chatha, S. A., Asgher, M., & Iqbal, H. M. (2017). Enzyme-based solutions for textile processing and dye contaminant biodegradation—a review. *Environmental science and pollution research international*, 24, 14005-14018.
10. Kuzmak, A., Carmali, S., Lieres, E., Russell, A., & Kondrat, S. (2019). Can enzyme proximity accelerate cascade reactions?. *Scientific Reports*, 9.
11. Akbayirli, P., & Akyilmaz, E. (2007). Activation-Based Catalase Enzyme Electrode and its Usage for Glucose Determination. *Analytical Letters*, 40, 3360 - 3372.
12. malar, C., Seenuvasan, M., Kumar, K. S., Kumar, A., & Parthiban, R. (2020). Review on surface modification of nanocarriers to overcome diffusion limitations: An enzyme immobilization aspect. *Biochemical Engineering Journal*, 158, 107574.
13. Sun, F. (2024). Enzyme Immobilization Based on Metal-Organic Frameworks and Its Biosensing Applications. *Transactions on Materials, Biotechnology and Life Sciences*.
14. Sáringer, S., Terjéki, G., Varga, Á., Maléth, J., & Szilágyi, I. (2024). Optimization of Interfacial Properties Improved the Stability and Activity of the Catalase Enzyme Immobilized on Plastic Nanobeads. *Langmuir*, 40, 16338 - 16348.


## Enzymes.bio 문의


주문에 관해 궁금한 점이 있으신가요? 기꺼이 도와드리겠습니다.


이메일 [wholesale@enzymes.bio](mailto: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