

Catalase Enzyme For Wastewater Treatment: enzyme catalase phân hủy hydrogen peroxide dư trong xử lý nước thải

Nhóm Nghiên cứu Enzymes.bio · Wellington, New Zealand · June 20, 2026

Catalase Enzyme For Wastewater Treatment là enzyme catalase dùng để phân hủy hydrogen peroxide còn dư trong nước thải thành nước và oxy, đặc biệt sau các bước oxy hóa, tẩy trắng, khử màu, khử mùi hoặc xử lý bằng AOP. Vai trò chính của catalase không phải là xử lý toàn bộ COD hay mọi chất ô nhiễm, mà là “dừng” hoặc giảm tác động của peroxide dư trước khi dòng nước đi vào sinh học, màng lọc, tái sử dụng hoặc xả thải có kiểm soát. Các nghiên cứu về catalase cổ định cho thấy enzyme này có thể được ứng dụng trực tiếp cho mục tiêu loại bỏ hydrogen peroxide trong nước thải nhân tạo và hệ liên tục phục vụ tái sử dụng nước ^[1].

Phản ứng tổng quát:



Enzymes.bio cung cấp **Catalase Enzyme For Wastewater Treatment** với vai trò **nhà cung cấp**, không phải nhà sản xuất hay phòng thí nghiệm phát triển enzyme. Sản phẩm được bán trực tiếp online theo đơn vị **1 kg; CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng** để hỗ trợ thông tin lô hàng và an toàn sử dụng.

Vì sao hydrogen peroxide dư là vấn đề trong xử lý nước thải?

Hydrogen peroxide được dùng rộng rãi vì là chất oxy hóa linh hoạt: nó có thể tham gia xử lý màu, mùi, hợp chất hữu cơ khó phân hủy, chất ô nhiễm vi lượng và một số dòng nước thải công nghiệp có nền hữu cơ phức tạp. Trong các quá trình oxy hóa tiên tiến, hydrogen peroxide thường được kết hợp với UV, sắt, ozone, siêu âm, cavitation hoặc các hệ xúc tác để tạo gốc phản ứng mạnh như hydroxyl radical, giúp phá vỡ cấu trúc của nhiều chất ô nhiễm hữu cơ bền ^[2].

Vấn đề xuất hiện ở cuối công đoạn oxy hóa: phần hydrogen peroxide chưa phản ứng hết có thể tiếp tục oxy hóa không chọn lọc các thành phần trong nước thải, tác động đến vi sinh vật, enzyme ngoại bào, chất keo tụ, màng sinh học hoặc lớp màng lọc. Trong nghiên cứu xử lý nước thải nhà máy bia bằng Electro-Fenton, nồng độ chất oxy hóa và thời gian phản ứng được xem là các biến quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả giảm BOD và COD, cho thấy peroxide không chỉ là “phụ gia” mà là yếu tố vận hành cần kiểm soát [3].

Catalase giải quyết đúng điểm nghẽn này: enzyme chuyển hydrogen peroxide còn dư thành nước và oxy, nhờ đó giảm một tác nhân oxy hóa cụ thể trước khi dòng nước đi sang bước tiếp theo. Trong nghiên cứu loại bỏ hydrogen peroxide liên tục bằng catalase cố định cho tái sử dụng nước thải, cách tiếp cận bằng enzyme được đặt trực tiếp trong bối cảnh kiểm soát peroxide dư cho dòng nước sau xử lý [4].

Catalase hoạt động như thế nào ở cấp độ cơ chế?

Catalase là enzyme oxy hóa-khử có chức năng sinh học cốt lõi là phân hủy hydrogen peroxide. Về mặt phản ứng, một phân tử hydrogen peroxide đóng vai trò chất oxy hóa tạm thời đối với trung tâm hoạt động của enzyme, sau đó phân tử hydrogen peroxide thứ hai bị chuyển hóa để tạo nước và giải phóng oxy; nhờ cơ chế xúc tác này, catalase có thể xử lý peroxide mà không tạo thêm muối khử như một số hóa chất trung hòa truyền thống [5].

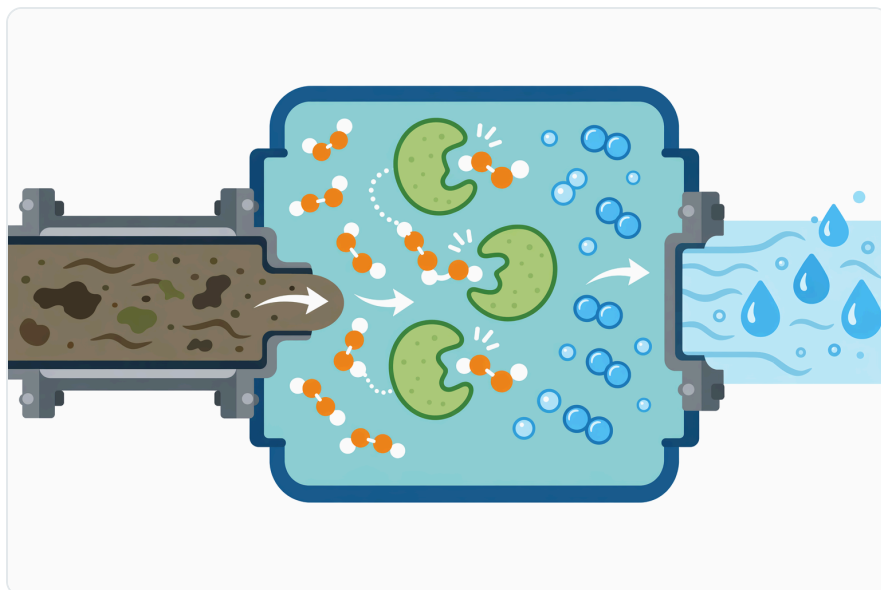


Figure 1. 카탈라아제는 화학량론적 중화제를 추가하지 않고 산업 폐수에 남아 있는 과산화수소를 물과 산소로 분해한다.

Trong hệ thống nước thải, cách hiểu thực dụng là: catalase không “ăn” chất ô nhiễm và cũng không biến COD phức hợp thành chất vô hại. Nó chỉ nhắm vào hydrogen peroxide. Chính tính đặc hiệu này làm cho catalase hữu ích ở những vị trí mà mục tiêu là giảm peroxide còn dư chứ không phải khởi động thêm một chuỗi phản ứng oxy hóa mới ^[1].

Sản phẩm phản ứng gồm nước và oxy. Điều này có lợi khi nhà máy muốn hạn chế bổ sung hóa chất có thể làm tăng tải muối, làm lệch pH hoặc đưa thêm tác nhân khử vào dòng nước. Tuy nhiên, oxy sinh ra cũng là một yếu tố vận hành cần được tính đến, đặc biệt nếu dòng nước sau đó đi vào vùng kỵ khí hoặc thiết bị nhạy với bọt và khí hòa tan ^[4].

Catalase nên được đặt ở đâu trong chuỗi xử lý nước thải?

Vị trí hợp lý nhất của catalase thường là sau bước có sử dụng hydrogen peroxide hoặc quá trình tạo peroxide tại chỗ. Ví dụ: sau tẩy trắng bằng peroxide, sau oxy hóa H₂O₂, sau UV/H₂O₂, sau Fenton hoặc Electro-Fenton, sau cavitation-H₂O₂, hoặc trước khi dòng nước đi vào sinh học, màng lọc, tái sử dụng nước hay xả cuối ^[2].

Trong các hệ AOP, hydrogen peroxide được dùng để tăng cường tạo gốc hydroxyl hoặc các tác nhân oxy hóa có khả năng phân hủy hợp chất hữu cơ bền. Tổng quan về xử lý các ester phthalate bằng AOP cho thấy các công nghệ oxy hóa có thể hữu ích với nhóm ô nhiễm khó xử lý, nhưng hiệu quả phụ thuộc nhiều vào điều kiện phản ứng, chất nền nước và cấu hình công nghệ ^[6].

Sau khi mục tiêu oxy hóa đã đạt được, việc để peroxide dư tiếp tục đi vào bể sinh học có thể làm tăng áp lực oxy hóa lên cộng đồng vi sinh. Các tài liệu về công nghệ biofilm, membrane bioreactor và hệ sinh học trong nước thải công nghiệp đều nhấn mạnh rằng hiệu quả xử lý phụ thuộc vào trạng thái ổn định của quần xã vi sinh, truyền khối, oxy hòa tan và điều kiện vận hành tổng thể ^[7].

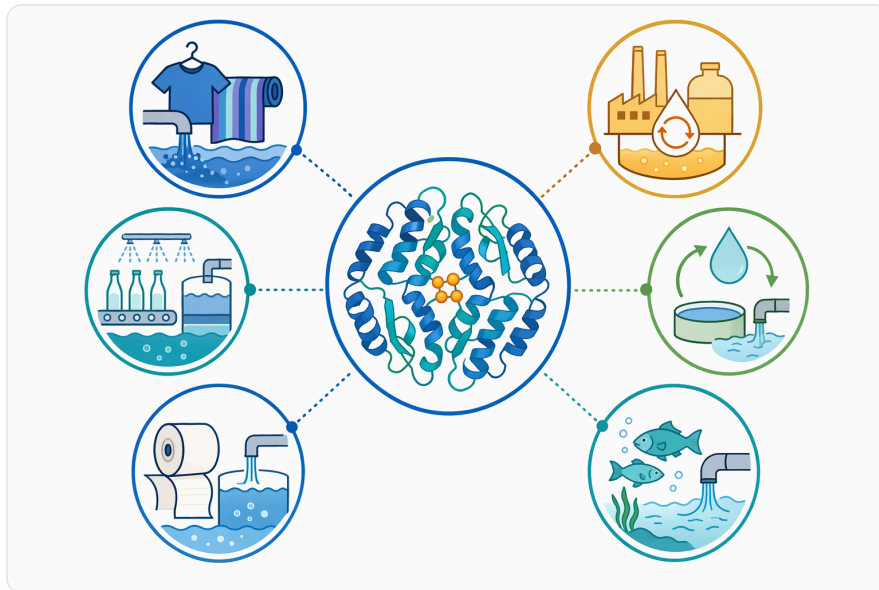


Figure 2. 과산화물을 함유한 폐수는 섬유 표백, 식음료 위생 처리, 유제품 관련 공정수, 펄프 및 제지 표백, 제약 세정, 병원 소독, 화학적 산화, 산업 세정 과정에서 발생할 수 있다.

Vì vậy, catalase phù hợp với vai trò “đệm chuyển tiếp” giữa công đoạn hóa lý/oxy hóa và công đoạn sinh học. Nó không thay thế thiết kế bể sinh học, không thay thế AOP, cũng không thay thế keo tụ, hấp phụ hay màng; nó giúp dòng nước sau oxy hóa bớt chứa peroxide dư trước khi đi vào các công đoạn vốn nhạy với chất oxy hóa [4].

So sánh catalase với các cách kiểm soát peroxide khác trong nước thải

Cách tiếp cận	Mục tiêu chính	Điểm mạnh	Giới hạn cần hiểu đúng
Catalase enzyme	Phân hủy H ₂ O ₂ dư thành nước và oxy	Cơ chế chọn lọc với peroxide; không nhằm tăng thêm tải muối; phù hợp như bước sau oxy hóa	Không trực tiếp loại bỏ COD phức hợp, kim loại, màu bền hoặc vi ô nhiễm nếu không có công đoạn khác [1]
Oxy hóa tiên tiến AOP	Phá vỡ chất hữu cơ bền, vi ô nhiễm, màu, mùi	Có thể tạo gốc phản ứng mạnh để xử lý chất khó phân hủy	Có thể để lại peroxide dư hoặc chất oxy hóa còn hoạt tính; cần tích hợp với bước sau xử lý [2]
Xử lý sinh học	Loại bỏ chất hữu cơ phân hủy sinh học, nitrogen hoặc các chất chuyển hóa	Hiệu quả với tải hữu cơ phù hợp; có thể vận hành liên tục trong hệ thống lớn	Nhạy với độc tính, pH, chất oxy hóa dư và biến động tải [7]

Cách tiếp cận	Mục tiêu chính	Điểm mạnh	Giới hạn cần hiểu đúng
Keo tụ/hấp phụ/màng	Tách hạt, màu, chất keo, một phần chất hữu cơ hoặc vi ô nhiễm	Có thể giảm nhanh độ đục, màu hoặc chất rắn; phù hợp tiền xử lý hoặc đánh bóng	Không phải cơ chế chuyên biệt để phân hủy H ₂ O ₂ ; có thể phát sinh bùn, vật liệu thải hoặc fouling [8]

Bảng trên cho thấy catalase không phải công nghệ “đối thủ” của AOP hay sinh học. Thay vào đó, nó là công cụ kiểm soát peroxide dư, thường nằm ở ranh giới giữa một công đoạn oxy hóa mạnh và một công đoạn cần môi trường ổn định hơn [4].

Ứng dụng trong nước thải dệt nhuộm và hoàn tất vải

Trong dệt nhuộm, hydrogen peroxide thường gắn với các bước tẩy trắng, tiền xử lý hoặc oxy hóa màu. Nếu peroxide còn lại trong dòng nước sau xử lý, nó có thể ảnh hưởng đến bước sinh học hoặc các quá trình có vi sinh và enzyme nhạy cảm. Catalase có thể được dùng để giảm peroxide dư trước khi nước thải nhập vào hệ xử lý tập trung hoặc trước các bước tái sử dụng nước nội bộ [1].

Điểm cần nhấn mạnh là catalase không phải enzyme khử màu tổng quát. Với thuốc nhuộm phản ứng, chất trợ nhuộm, chất hoạt động bề mặt và muối, nhà máy vẫn cần các công đoạn như keo tụ, hấp phụ, oxy hóa, sinh học hoặc màng tùy thành phần nước thải. Các nghiên cứu về vật liệu tách màu và kim loại trong nước thải cho thấy xử lý màu thường cần cơ chế hấp phụ, tương tác điện tích hoặc cấu trúc vật liệu phù hợp, không thể gán toàn bộ cho catalase [9].

Ứng dụng trong giấy, bột giấy và bao bì

Trong sản xuất giấy và bột giấy, peroxide có thể xuất hiện trong các bước tẩy trắng, làm sạch dòng phụ hoặc xử lý màu. Khi dòng có peroxide nhập vào hệ xử lý sinh học tập trung, peroxide dư có thể tạo áp lực oxy hóa không mong muốn, đặc biệt nếu bể sinh học đang xử lý tải hữu cơ dao động hoặc có bùn hoạt tính nhạy với sốc hóa chất [7].

Catalase trong trường hợp này có vai trò kỹ thuật khá rõ: giảm H₂O₂ trước khi dòng nước hòa vào bể điều hòa, bể sinh học hoặc hệ đánh bóng cuối. Cách dùng này phù hợp với bằng chứng từ các nghiên cứu catalase cố định, trong đó enzyme được khảo sát cho mục tiêu loại bỏ hydrogen peroxide khỏi nước thải nhân tạo hoặc dòng nước phục vụ tái sử dụng [1].

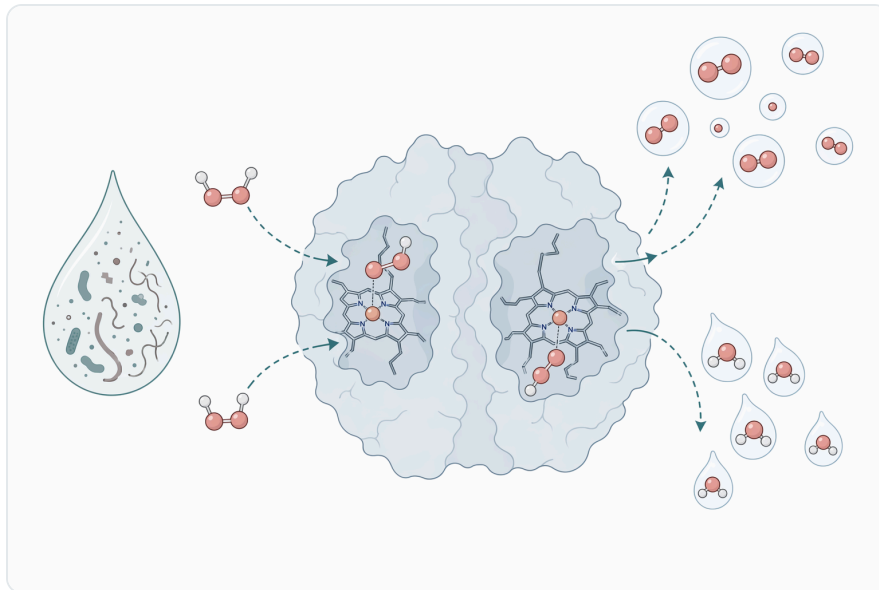


Figure 3. 카탈라아제는 활성 부위를 순환적으로 작동시켜 두 분자의 과산화수소를 두 분자의 물과 한 분자의 산소로 전환한다.

Ứng dụng trong thực phẩm, đồ uống và vệ sinh công nghiệp

Một số quy trình trong thực phẩm và đồ uống có thể tạo ra dòng nước chứa peroxide từ vệ sinh, khử trùng, xử lý bề mặt hoặc xử lý oxy hóa. Với nước thải có tải hữu cơ cao, bể sinh học thường là công đoạn chính để giảm BOD/COD, nên việc kiểm soát chất oxy hóa dư trước khi vào bể là một phần quan trọng của ổn định vận hành [3].

Catalase không làm giảm BOD hay COD theo nghĩa trực tiếp như vi sinh phân hủy chất hữu cơ. Lợi ích của nó là giảm peroxide, nhờ đó hạn chế một nguyên nhân có thể gây dao động cho hệ vi sinh. Trong các hệ xử lý nước thải công nghiệp hiện đại, xu hướng tích hợp nhiều công đoạn — hóa lý, sinh học, màng, oxy hóa và đánh bóng — được xem là cần thiết vì từng công nghệ chỉ giải quyết một nhóm vấn đề nhất định [10].

Ứng dụng sau AOP, Fenton, UV/H₂O₂ và cavitation–H₂O₂

Các quá trình UV/H₂O₂ và những biến thể AOP khác được dùng để xử lý chất ô nhiễm vi lượng, dược phẩm, chất gây rối loạn nội tiết, hợp chất thơm hoặc phân tử hữu cơ khó phân hủy. Tổng quan về các quá trình UV trong xử lý nước và nước thải cho thấy hiệu quả phụ thuộc vào bước sóng, chất oxy hóa, thành phần nền nước và khả năng tạo gốc phản ứng [2].

Hydrodynamic cavitation kết hợp hydrogen peroxide cũng đã được nghiên cứu để xử lý chất hữu cơ tự nhiên trong nước, cho thấy H₂O₂ có thể là một phần của cấu hình oxy hóa tăng cường. Khi dùng các hệ như vậy, phần peroxide chưa tiêu thụ hết có thể cần được kiểm soát trước khi nước đi sang sinh học

hoặc tái sử dụng, và đây là vị trí phù hợp để cân nhắc catalase [11].

Trong Fenton hoặc Electro-Fenton, peroxide là chất phản ứng trung tâm để tạo các gốc oxy hóa trong điều kiện có sắt hoặc dòng điện. Nghiên cứu trên nước thải nhà máy bia cho thấy điều kiện chất oxy hóa và thời gian phản ứng ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý, nhấn mạnh rằng peroxide cần được quản lý như một biến công nghệ chứ không chỉ là hóa chất bổ sung [3].

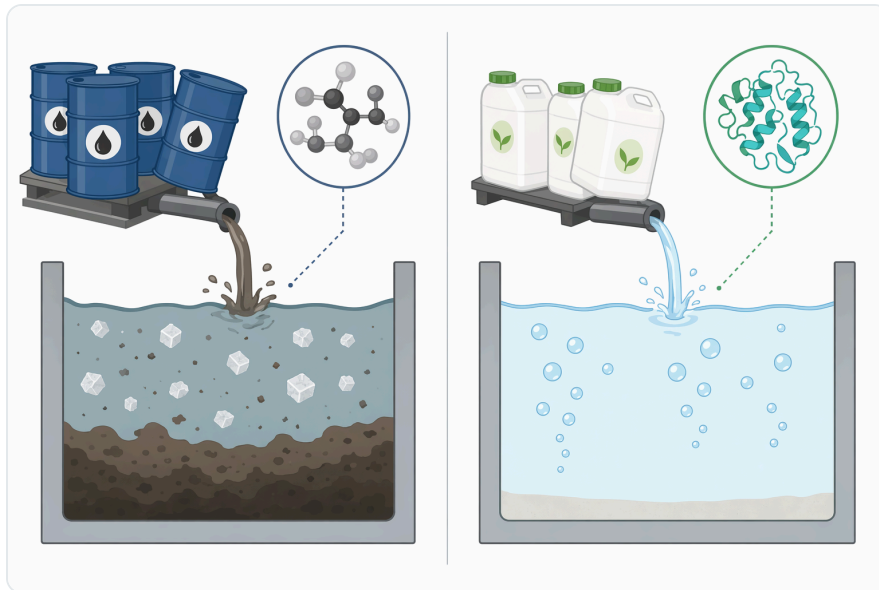


Figure 4. 카탈라아제는 과산화물 제거 반응이 중화제에서 유래한 용존 잔류물이 아니라 물과 산소를 생성한다는 점에서 아황산염 계열의 퀘칭과 다르다.

Catalase và bảo vệ hệ vi sinh downstream

Hệ sinh học trong xử lý nước thải dựa vào vi khuẩn, nấm, biofilm hoặc bùn hoạt tính để chuyển hóa chất hữu cơ và một số chất ô nhiễm đặc thù. Các tổng quan về công nghệ biofilm cho nước thải công nghiệp nhấn mạnh vai trò của cấu trúc màng sinh học, truyền oxy, chất nền và điều kiện môi trường đối với hiệu quả xử lý [7].

Hydrogen peroxide dư có thể làm tăng stress oxy hóa đối với tế bào và enzyme vi sinh. Catalase không phải chất dinh dưỡng cho bùn hoạt tính, nhưng nó loại bỏ một tác nhân oxy hóa cụ thể, giúp dòng nước sau oxy hóa bớt gây sốc cho hệ sinh học. Điều này đặc biệt quan trọng ở các hệ kết hợp AOP-sinh học, nơi AOP xử lý phần khó phân hủy còn sinh học tiếp tục xử lý phần có khả năng phân hủy sinh học [12].

Trong các hệ màng sinh học hoặc membrane bioreactor, tính ổn định của quần xã vi sinh và kiểm soát fouling đều quan trọng. Nếu peroxide dư đi vào hệ màng, nó có thể ảnh hưởng đến sinh khối hoặc điều kiện bề mặt màng; vì vậy bước phân hủy H₂O₂ trước đó có thể hỗ trợ vận hành ổn định hơn, dù

catalase không phải là chất chống fouling hay chất làm sạch màng [13].

Những yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả của catalase trong nước thải

Hiệu quả của catalase phụ thuộc vào mức peroxide còn dư, pH, nhiệt độ, thời gian tiếp xúc, khả năng trộn, chất ức chế trong nền nước và mức độ tương thích với công đoạn sau. Vì catalase là protein xúc tác sinh học, môi trường quá axit, quá kiềm, quá nóng hoặc chứa nhiều tác nhân gây biến tính có thể làm giảm hiệu quả phản ứng [5].

Nền nước thải công nghiệp thường phức tạp hơn nước thải nhân tạo. Có thể có kim loại, dung môi, chất hoạt động bề mặt, chất oxy hóa khác, chất khử, chất keo tụ, polymer, dầu mỡ hoặc chất rắn lơ lửng. Các tổng quan về xử lý nước thải công nghiệp chỉ ra rằng tính biến động của dòng thải là một trong những lý do khiến hệ thống thực tế thường phải tích hợp nhiều công nghệ thay vì phụ thuộc vào một giải pháp đơn lẻ [10].

Một điểm thực tế khác là catalase tạo oxy trong phản ứng phân hủy peroxide. Với bể hiếu khí, điều này thường không phải vấn đề lớn; nhưng với công đoạn kỵ khí hoặc thiết bị kín, cần tính đến khả năng thoát khí, bọt và biến động oxy hòa tan. Nghiên cứu loại bỏ peroxide liên tục bằng catalase cố định đặt ứng dụng này trong bối cảnh tái sử dụng nước, nơi kiểm soát dòng chảy và điều kiện tiếp xúc là yếu tố quan trọng [4].

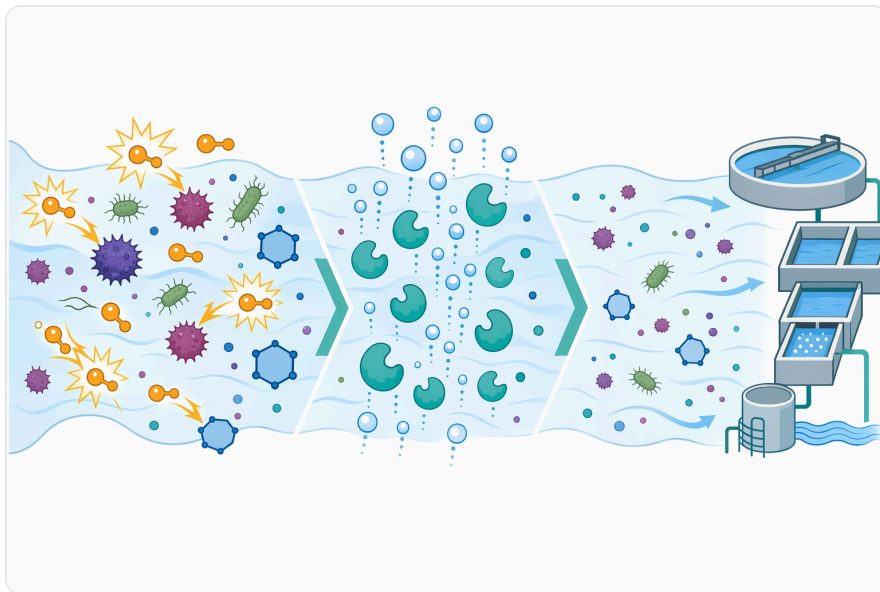


Figure 5. 카탈라아제는 과산화수소의 잔류 산화 능력을 제거하고 산소를 방출하지만, 그 자체로 다른 폐수 오염물질을 제거하지는 않는다.

Catalase cố định và catalase dạng bổ sung trực tiếp: ý nghĩa kỹ thuật

Trong nghiên cứu học thuật, catalase thường được cố định lên vật liệu mang như chitosan hoặc cấu trúc hỗ trợ để tăng khả năng thu hồi, tái sử dụng hoặc vận hành liên tục. Nghiên cứu năm 2024 về catalase tinh sạch từ nấm và cố định trên chitosan hoạt hóa glutaraldehyde cho thấy hướng tiếp cận này được khảo sát cho ứng dụng loại bỏ hydrogen peroxide khỏi nước thải nhân tạo ^[1].

Một nghiên cứu khác về loại bỏ hydrogen peroxide liên tục bằng catalase cố định cho tái sử dụng nước thải cũng minh họa rằng catalase có thể được tích hợp vào cấu hình xử lý liên tục, không chỉ là phản ứng mẻ trong phòng thí nghiệm. Điều này củng cố cơ sở kỹ thuật cho việc xem catalase là một công cụ kiểm soát peroxide trong chuỗi xử lý nước thải ^[4].

Trong thực tế thương mại, người dùng có thể gặp các dạng chế phẩm enzyme khác nhau tùy mục đích vận hành. Điều quan trọng là hiểu đúng chức năng: dù enzyme được dùng theo dạng nào, nhiệm vụ chính vẫn là phân hủy H₂O₂; hiệu quả thực tế phải được đặt trong bối cảnh nền nước, vị trí châm, mức trộn và mục tiêu downstream, thay vì kỳ vọng catalase xử lý toàn bộ ô nhiễm ^[5].

Catalase không xử lý những gì?

Catalase không trực tiếp loại bỏ kim loại nặng, muối hòa tan, vi nhựa, dầu mỡ, chất rắn lơ lửng, nitrogen, phosphorus hoặc toàn bộ COD. Với kim loại nặng và thuốc nhuộm, các nghiên cứu thường tập trung vào hấp phụ, vật liệu biến tính, trao đổi ion hoặc kết hợp nhiều cơ chế tách–chuyển hóa khác nhau, không phải vào catalase như tác nhân xử lý chính ^[9].

Catalase cũng không thay thế công nghệ xử lý chất ô nhiễm mới nổi. Các tổng quan về xử lý chất ô nhiễm ưu tiên và contaminants of emerging concern cho thấy cần kết hợp nhiều công nghệ như oxy hóa nâng cao, hấp phụ, màng hoặc sinh học nâng cao tùy nhóm chất và mục tiêu chất lượng nước ^[14].

Với các hợp chất bền như phthalate ester, dược phẩm, hormone hoặc hợp chất thơm, catalase chỉ có vai trò gián tiếp nếu quy trình trước đó dùng peroxide. Bản thân catalase không tạo gốc hydroxyl để phá vỡ các chất này; các quá trình AOP mới là nhóm công nghệ thường được nghiên cứu cho mục tiêu oxy hóa các phân tử hữu cơ khó phân hủy ^[6].

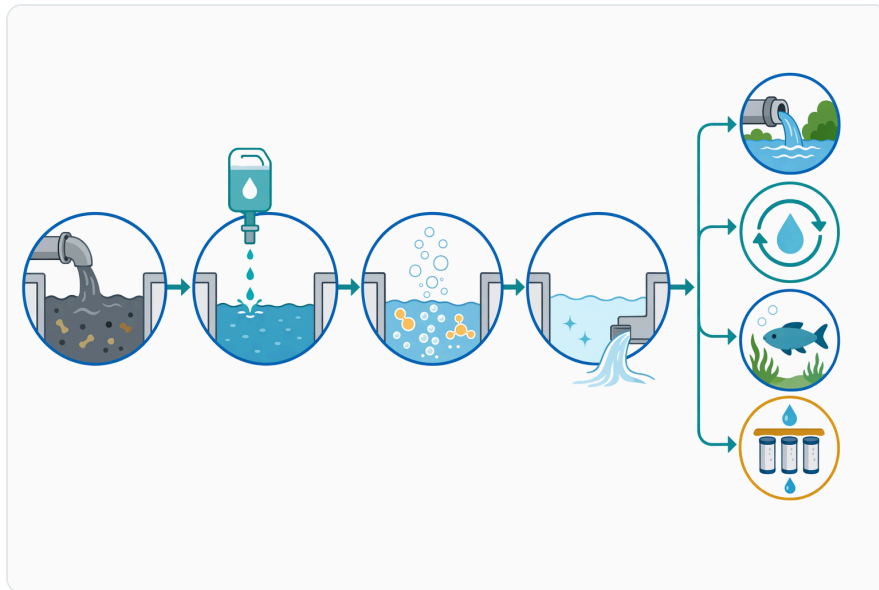


Figure 6. 실용적인 카탈라아제 처리 단계는 처리수의 적합성, 효과적인 혼합, 충분한 접촉 시간, 산소 관리, 잔류 과산화물 감소 확인에 달려 있다.

Bảng định vị ứng dụng: khi nào catalase phù hợp?

Tình huống trong nhà máy	Catalase có phù hợp không?	Lý do kỹ thuật
Dòng nước sau UV/H ₂ O ₂ còn peroxide trước khi vào sinh học	Có	Mục tiêu là giảm H ₂ O ₂ dư để hạn chế stress oxy hóa downstream ^[2]
Dòng sau Fenton/Electro-Fenton cần dừng peroxide dư	Có	Peroxide là biến phản ứng quan trọng và có thể còn dư sau oxy hóa ^[3]
Nước thải dệt nhuộm cần khử màu chính	Chỉ hỗ trợ nếu có peroxide dư	Catalase không phải enzyme khử màu tổng quát; cần công nghệ xử lý màu riêng ^[9]
Nước thải chứa kim loại nặng	Không phải giải pháp chính	Kim loại thường cần kết tủa, hấp phụ, trao đổi ion hoặc vật liệu chuyên biệt ^[15]
Dòng trước công đoạn kỵ khí	Có thể, nhưng cần cân nhắc oxy sinh ra	Phản ứng tạo O ₂ ; cần bố trí phù hợp với yêu cầu kỵ khí ^[4]
Hệ tái sử dụng nước sau oxy hóa	Phù hợp nếu mục tiêu là peroxide dư	Catalase cố định đã được nghiên cứu cho loại bỏ H ₂ O ₂ trong bối cảnh tái sử dụng nước ^[4]

Cách định vị này giúp tránh hai sai lầm phổ biến: đánh giá thấp catalase như “chỉ là enzyme phụ”, hoặc ngược lại, kỳ vọng catalase xử lý tất cả vấn đề của nước thải. Giá trị của catalase nằm ở nhiệm vụ hẹp nhưng quan trọng: kiểm soát hydrogen peroxide dư ^[1].

Liên hệ với xu hướng xử lý nước thải hiện đại

Xử lý nước thải công nghiệp hiện nay ngày càng đi theo hướng tích hợp. Một dòng thải có thể cần keo tụ để giảm hạt và màu, AOP để phá vỡ chất bền, sinh học để xử lý phần có khả năng phân hủy, màng để đánh bóng và khử trùng hoặc hấp phụ để kiểm soát vi ô nhiễm ^[16].

Trong bức tranh đó, catalase nằm ở lớp “điều hòa hóa học” giữa các công đoạn. Nó không tạo ra công nghệ xử lý độc lập, nhưng giúp giảm peroxide sau khi AOP hoặc tẩy trắng đã hoàn thành nhiệm vụ. Điều này phù hợp với cách các tổng quan gần đây mô tả AOP: hiệu quả cao với nhiều chất ô nhiễm, nhưng cần kiểm soát điều kiện vận hành, chi phí, phụ phẩm và tích hợp downstream ^[12].

Các công nghệ như membrane aerated biofilm reactor, MBR, biofilm reactor, vi tảo, nấm mục trắng, vật liệu hấp phụ và điện hóa đều có vị trí riêng trong xử lý nước thải công nghiệp. Catalase có thể đồng hành với các hệ đó khi peroxide dư là yếu tố gây rủi ro, nhưng không thay thế cơ chế xử lý chính của từng công nghệ ^[13].

Vai trò của Enzymes.bio trong cung ứng Catalase Enzyme For Wastewater Treatment

Enzymes.bio cung cấp **Catalase Enzyme For Wastewater Treatment** như một sản phẩm enzyme cho mục đích xử lý hydrogen peroxide dư trong nước thải. Enzymes.bio là **nhà cung cấp**, không phải nhà sản xuất hoặc phòng thí nghiệm phát triển enzyme; vì vậy thông tin kỹ thuật nên được hiểu là tài liệu hỗ trợ ứng dụng, không phải tuyên bố sản xuất hoặc dữ liệu thử nghiệm nội bộ.

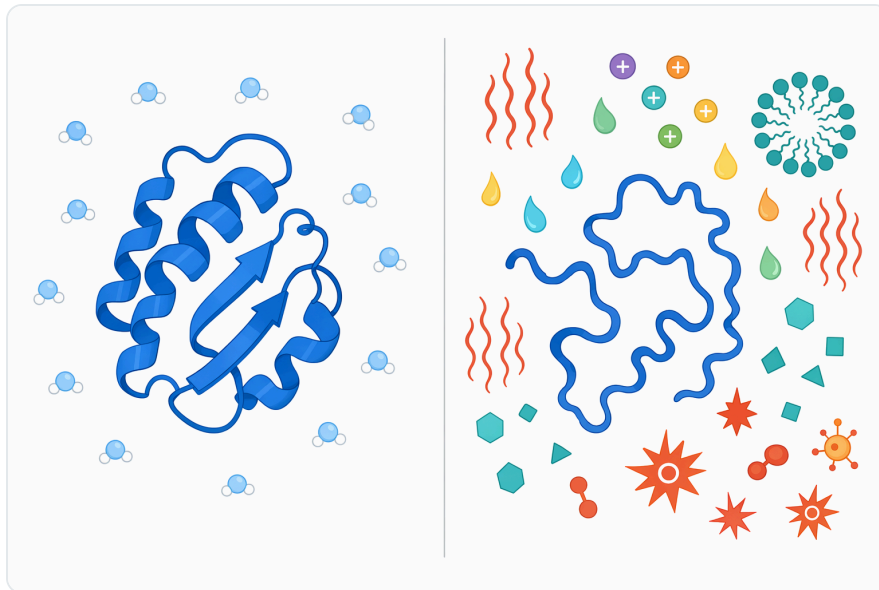


Figure 7. 페수 조건이 단백질 구조를 손상시키거나 효소의 활성 부위를 억제하면 카탈라아제 성능이 저하될 수 있다.

Sản phẩm được bán trực tiếp online theo đơn vị **1 kg**. Sau khi đặt hàng, **CoA và SDS được cung cấp kèm theo**, giúp người dùng có tài liệu liên quan đến lô hàng và an toàn khi tiếp nhận, lưu trữ, thao tác. Nội dung này không thay thế đánh giá quy trình tại nhà máy, vì hiệu quả của catalase trong nước thải thực tế phụ thuộc vào điều kiện dòng thải và cấu hình xử lý ^[10].

Điểm quan trọng khi sử dụng catalase là đặt đúng kỳ vọng: đây là enzyme chuyên xử lý H₂O₂, không phải giải pháp xử lý toàn bộ nước thải. Khi được đặt sau công đoạn peroxide hoặc AOP, catalase có thể giúp giảm peroxide dư, hỗ trợ ổn định công đoạn sinh học hoặc tái sử dụng nước, đồng thời hạn chế việc đưa thêm hóa chất khử vào hệ thống ^[4].

Tóm tắt kỹ thuật

Catalase Enzyme For Wastewater Treatment phù hợp nhất cho các hệ thống có hydrogen peroxide dư sau tẩy trắng, oxy hóa hóa học, UV/H₂O₂, Fenton, Electro-Fenton, cavitation-H₂O₂ hoặc các cấu hình AOP khác. Cơ chế cốt lõi là phân hủy H₂O₂ thành nước và oxy; bằng chứng học thuật đã ghi nhận catalase cố định cho loại bỏ hydrogen peroxide trong nước thải nhân tạo và hệ liên tục phục vụ tái sử dụng nước ^[1].

Trong vận hành, catalase nên được xem là một bước kiểm soát peroxide trước sinh học, màng, tái sử dụng hoặc xả cuối. Nó giúp giảm một tác nhân oxy hóa có thể gây nhiễu cho công đoạn sau, nhưng không thay thế các công nghệ xử lý COD, màu, kim loại, vi ô nhiễm hoặc chất rắn ^[14].

Nói ngắn gọn: **catalase là enzyme xử lý hydrogen peroxide dư — không phải enzyme xử lý mọi ô nhiễm nước thải**. Khi được dùng đúng vị trí trong chuỗi xử lý tích hợp, nó là công cụ rõ cơ chế, dễ giải thích về mặt kỹ thuật và phù hợp với các hệ thống muốn kiểm soát peroxide mà không mở rộng thêm phản ứng oxy hóa ngoài ý muốn ^[4].

Đặt mua Catalase Enzyme For Wastewater Treatment trực tuyến

Bán theo đơn vị 1 kg, có sẵn trong kho và sẵn sàng giao hàng. Đặt mua trực tiếp trên cửa hàng của chúng tôi — thanh toán trực tuyến và chúng tôi sẽ xử lý đơn hàng. Mỗi đơn hàng đều kèm Chứng nhận Phân tích và Bảng Dữ liệu An toàn.

[Mua Catalase Enzyme For Wastewater Treatment →](#)

Tài liệu tham khảo

Được đánh số theo thứ tự trích dẫn đầu tiên. Các nguồn truy cập mở, đều được xác minh có thể truy cập tại thời điểm xuất bản; số trích dẫn trong bài liên kết đến đây.

1. Tabaru, I. N., & Türkhan, A. (2024). Immobilisation of catalase purified from mushroom (*Hydnum repandum*) onto glutaraldehyde-activated chitosan and characterisation: Its application for the removal of hydrogen peroxide from artificial wastewater. *Green Processing and Synthesis*, 13.
2. Yang, W., Zhou, H., & Cicek, N. (2014). Treatment of Organic Micropollutants in Water and Wastewater by UV-Based Processes: A Literature Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 44, 1443 - 1476.
3. Afolabi, O. A., Adekalu, K. O., & Okunade, D. A. (2022). Electro-Fenton treatment process for brewery wastewater: effects of oxidant concentration and reaction time on BOD and COD removal efficiency. *Journal of engineering and applied sciences*, 69.
4. Yoon, D., Won, K., Kim, Y. H., Song, B., Kim, S. J., Moon, S., & Kim, B. S. (2007). Continuous removal of hydrogen peroxide with immobilised catalase for wastewater reuse. *Water Science and Technology*, 55 1-2, 27-33 .
5. Xu, S., Ya-Chen, Xiang-Meng, Pan, R., Yan, A., Zhi-Li, & Zong-Li (2025). Computational-assisted protein engineering to develop thermostable and highly active catalase for industrial and biocatalytic applications. *Bioresource Technology*, 133081 .
6. Amiri, H., Martinez, S., Shiri, M. A., & Soori, M. M. (2022). Advanced oxidation processes for phthalate esters removal in aqueous solution: a systematic review. *Reviews on Environmental Health*, 38, 197 - 218.
7. Maurya, A., Kumar, R., & Raj, A. (2023). Biofilm-based technology for industrial wastewater treatment: current technology, applications and future perspectives. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 39.
8. Badawi, A., Salama, R., & Mostafa, M. (2023). Natural-based coagulants/flocculants as sustainable market-valued products for industrial wastewater treatment: a review of recent developments. *RSC Advances*, 13, 19335 - 19355.

9. Ahmed, M. S. M., El-Wakeel, S., Salih, S. A., Mohamed, G. G., & Radwan, E. K. (2025). Separable cationic surfactant-modified cellulosic sisal fiber for concurrent removal of reactive black 5 dye and lead from wastewater. *International Journal of Biological Macromolecules*, 322 Pt 4, 147079 .
10. Chang, H., Liu, Y., Keng, C., Jiang, H., & Hu, J. (2024). Challenges of industrial wastewater treatment: utilizing Membrane bioreactors (MBRs) in conjunction with artificial intelligence (AI) technology. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 41, 422 - 427.
11. Araujo, M. N., Soeira, T. V. R., Poletto, C., Rezende, E., Cappa, O. A. P., Ferreira, D., Rocha, V. C., ... et al. (2020). Removal of natural organic matter in waters using hydrodynamic cavitation and hydrogen peroxide (HC-H₂O₂).
12. Satyam, S., & Patra, S. (2025). The Evolving Landscape of Advanced Oxidation Processes in Wastewater Treatment: Challenges and Recent Innovations. *Processes*.
13. Dicaldo, G., Desmond, P., Al-Maas, M., & Adham, S. (2025). Feasibility and application of membrane aerated biofilm reactors for industrial wastewater treatment. *Water Research*, 280, 123523 .
14. Pesqueira, J. F., Pereira, M. F. R., & Silva, A. (2020). Environmental impact assessment of advanced urban wastewater treatment technologies for the removal of priority substances and contaminants of emerging concern: A review. *Journal of Cleaner Production*, 261, 121078.
15. Liaquat, I., Munir, R., Abbasi, N. A., Sadia, B., Muneer, A., Younas, F., Sardar, M. F., ... et al. (2024). Exploring zeolite-based composites in adsorption and photocatalysis for toxic wastewater treatment: Preparation, mechanisms, and future perspectives. *Environmental Pollution*, 123922 .
16. Shah, A. A., Walia, S., & Kazemian, H. (2024). Advancements in combined electrocoagulation processes for sustainable wastewater treatment: A comprehensive review of mechanisms, performance, and emerging applications. *Water Research*, 252, 121248 .

Liên hệ Enzymes.bio


Có câu hỏi về đơn hàng? Đội ngũ của chúng tôi luôn sẵn sàng hỗ trợ.


EMAIL wholesale@enzymes.bio

ĐIỆN THOẠI (HOA KỲ) **+1 (507) 428-6057**

[Liên hệ với chúng tôi →](#)

 **400+** khách hàng B2B

 **60+** đối tác nghiên cứu đại học

 **54** phục vụ trên toàn cầu

© 2026 Enzymes.bio · Cung ứng enzyme công nghiệp & chế biến thực phẩm · Không dùng cho người tiêu thụ hoặc bán lẻ.