

Catalase (過氧化氫酶) 主要應用：食品、紡織、廢水與生物製程中的過氧化氫去除

Enzymes.bio 研究團隊 · 紐西蘭威靈頓 · June 21, 2026

Catalase (過氧化氫酶 ; catalase 中文常譯為「觸媒酶」或「過氧化氫酶」) 是一類能將過氧化氫 (H_2O_2) 分解為水與氧氣的抗氧化酵素，常用於需要快速降低殘留 H_2O_2 的食品加工、紡織染整、廢水處理與酵素級聯反應。其核心價值不是「添加抗氧化概念」，而是在溫和條件下把具氧化性的 H_2O_2 轉化為較易處理的產物，降低對發酵菌、染料、風味與後段製程的干擾。Enzymes.bio 線上供應 Catalase 產品，採 1 kg 單位銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供；Enzymes.bio 的角色是商業供應商，而非製造商或檢測實驗室。

Catalase 是什麼：定義、反應與生物學角色

Catalase (CAT · EC 1.11.1.6) 廣泛存在於有氧生物中，包括動物、植物與許多微生物；在細胞內，它通常與過氧化體、細胞質或特定抗氧化防禦系統相關，負責清除代謝或外界壓力產生的 H_2O_2 。 H_2O_2 本身不是自由基，但可參與氧化壓力反應，並在金屬離子存在下衍生更具反應性的氧化物種，因此 catalase 被視為細胞對抗 reactive oxygen species (ROS) 的重要防線之一 [1]。

Catalase 的總反應式可簡化為： $2 H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + O_2$ 。此反應的工程意義很直接：若製程中使用過氧化氫進行漂白、殺菌、氧化處理或由其他酵素反應副產 H_2O_2 ，catalase 可把殘留過氧化物快速轉為水與氧氣，減少化學還原劑或大量沖洗的依賴 [2]。

在結構上，許多典型 catalase 屬於含 heme 的多聚體酵素；使用者常搜尋 catalase molecular weight 或 catalase 分子量，是因為分子大小、亞基組成與來源會影響穩定性、擴散、固定化與配方設計。不過，實際產品的分子型態與來源需以該批產品隨附文件為準，不宜僅依教科書中的典型分子量推估所有商用品的行為 [3]。

催化機制：為什麼 Catalase 適合處理殘留 H_2O_2

Catalase 的反應不是單純「吸附」過氧化氫，而是透過活性中心進行氧化還原循環。第一分子 H_2O_2 會把酵素活性中心氧化成高氧化態中間體，第二分子 H_2O_2 再將中間體還原回原狀，同時生成氧氣與水；因此 catalase 在反應過程中可連續處理多個 H_2O_2 分子 [2]。

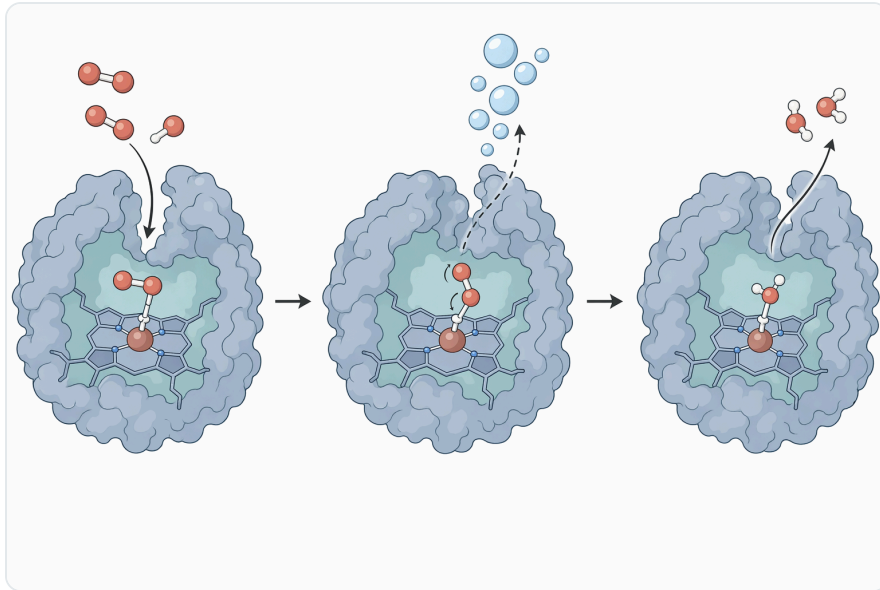


Figure 1. 過氧化氫酶會透過可再生的酵素中間體，將兩個過氧化氫分子分解成兩個水分子和一個氧分子。

這種機制使 catalase 特別適合「短時間降低 H_2O_2 濃度」的場景，例如乳品或液態食品經過氧化氫處理後的殘留去除、紡織漂白後進入染色前的 peroxide killing，以及葡萄糖氧化酶 (glucose oxidase) 反應後的過氧化氫控制。與直接加入化學還原劑相比，catalase 的反應產物較單純，對許多食品與生物製程更容易整合 [4]。

需要注意的是，catalase 並非在任何條件下都保持相同行為。極端 pH、高溫、長時間暴露於高氧化壓力、某些界面活性劑、抑制物或金屬環境，都可能造成構形變化或活性下降；相關研究顯示，pH 與溫度穩定性是評估 catalase 應用時的重要變因，而不是可忽略的背景條件 [5]。

Catalase pH、溫度與穩定性的實務意義

搜尋 catalase pH 的使用者通常關心兩個問題：第一，酵素在什麼 pH 範圍較能發揮作用；第二，製程的酸鹼值是否會讓 catalase 太快失活。不同來源、配方與固定化狀態的 catalase 會有差異，但整體而言，接近中性到弱鹼性的條件常較有利於許多 catalase 的活性與穩定性；強酸、強鹼或快速 pH 變動則可能提高失活風險 [6]。

溫度方面，較高溫通常可提高反應速率，但也可能加速蛋白質變性，因此在工業現場不能只追求「越熱越快」。若製程本身包含熱處理、漂白後熱液、或需要長時間循環反應，catalase 的熱穩定性與接觸時間就會影響實際效果；研究也指出，添加物或共溶質可能改變 catalase 在環境壓力下的構形穩定性 [7]。

固定化是提升穩定性與可回收性的常見研究方向。文獻中已有將 catalase 固定於中空二氧化矽奈米球、蛋殼膜、塑膠奈米珠或多孔材料上的報告，目標是讓酵素保持可動性、減少失活、改善重複使用或提高在特殊環境中的操作穩定性；這些研究說明固定化的技術潛力，但不代表所有商用 catalase 產品都具備相同固定化型態 [8]。

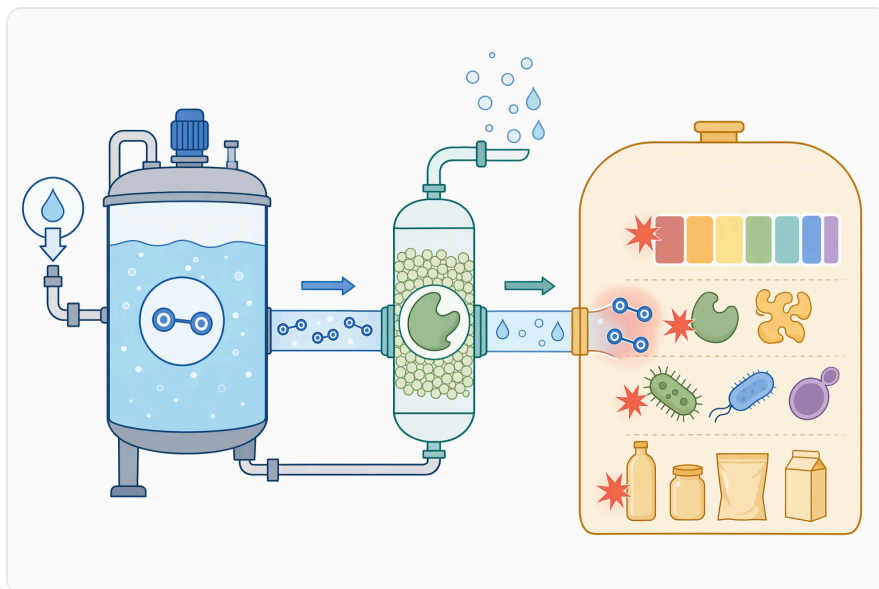


Figure 2. 殘留的過氧化氫在完成其預定製程步驟後仍可能保持活性，並干擾下游材料、酵素、微生物或放流水中的生物作用。

主要應用一：食品與飲料加工中的過氧化氫控制

在食品工業中， H_2O_2 可用於特定殺菌、表面處理或氧化控制流程，但殘留 H_2O_2 可能抑制乳酸菌、酵母或其他有益微生物，也可能引發風味、色澤或營養成分的氧化問題。Catalase 的應用重點在於處理「已完成其功能但不應留在後段製程中的過氧化氫」，因此常被歸類為加工輔助性酵素，而不是提供營養或醫療功效的成分 [4]。

乳品加工是常被討論的場景。若前段使用 H_2O_2 進行抑菌或處理，後段發酵、凝乳或風味形成可能受到殘留氧化劑影響；catalase 可協助降低 H_2O_2 對發酵菌與產品感官品質的干擾。近期關於乳品酵素固定化的綜述也將多酵素系統、可回收酵素與溫和加工列為食品製程開發的方向之一 [9]。

在 glucose oxidase 與 catalase 的多酵素系統中，glucose oxidase 會消耗葡萄糖並生成 H_2O_2 ，而 catalase 可進一步分解 H_2O_2 ，避免其累積造成氧化壓力或抑制下游生物反應。多酵素共固定化研究顯示，兩種酵素的空間配置、載體孔徑與操作條件會影響整體級聯效率，這也是食品、生物感測與生物轉化應用關注的重點 [10]。

主要應用二：紡織染整的 peroxide killer

在紡織加工中，棉、混紡或其他纖維常以 H_2O_2 進行漂白，以改善白度與後續染色一致性。然而，漂白完成後若殘留過氧化氫，可能氧化染料、干擾染著、造成色差或影響重現性。Catalase 在此類流程中常被稱為 peroxide killer，重點是把漂白後不再需要的 H_2O_2 快速移除，而不是改變纖維本身的染色機理 [11]。



Figure 3. 過氧化氫酶的工業應用主要集中在食品與配料加工、葡萄糖氧化酶系統、紡織、廢水處理及生物製程工作流程中的過氧化物控制。

與大量熱水沖洗或化學還原中和相比，catalase 處理通常被視為較溫和、較容易與連續式流程整合的選項。其潛在效益包括縮短漂白後處理時間、降低沖洗負荷、減少還原劑使用，以及改善進入染色浴前的過氧化物殘留控制；不過，具體節水、節能或色差改善幅度仍取決於布種、漂白條件、設備混合效率與生產線管理 [2]。

紡織體系也提醒使用者，catalase 的效果會受基質影響。染整液中可能存在鹼、螯合劑、界面活性劑、穩定劑、金屬離子與染料前處理助劑，這些共存物可能改變酵素表面環境或促進失活；因此，catalase 在紡織應用中的價值不只是「能分解 H_2O_2 」，還包括能否在實際浴液條件下維持足夠表現 [12]。

主要應用三：廢水、環境與化學製程

含 H_2O_2 的廢水或製程液若直接進入後段生物處理，可能抑制微生物群落或干擾氧化還原平衡。Catalase 可作為降低殘留過氧化物的生物催化工具，把 H_2O_2 轉化為水與氧氣，減少使用亞硫酸鹽、硫代硫酸鹽或其他化學還原劑可能帶來的副產物與鹽負荷 [11]。

環境應用也推動了「類 catalase 奈米酵素」與固定化 catalase 的研究。金屬有機框架、碳點、金屬摻雜材料或其他 nanozyme 系統被設計成具有 catalase-like activity，以提升酸性、熱或污染物環境中的穩定性；這些材料可提供工程靈感，但其法規定位、食品相容性與製程可接受性仍與天然酵素不同 [13]。

在化學與生物轉化流程中， H_2O_2 有時是必要氧化劑，有時則是副產物或抑制物。Catalase 可在反應完成後扮演「終止過氧化物反應」的角色，也可與其他酵素形成級聯反應，避免 H_2O_2 累積造成目標酵素失活；不過，若系統需要 H_2O_2 作為底物，過早加入 catalase 反而可能降低目標轉化率 [14]。



Figure 4. 在葡萄糖氧化酶系統中，過氧化氫酶透過分解葡萄糖轉化過程中產生的過氧化氫，作為过氧化物的清除機制。

Catalase test 中文脈絡：微生物鑑別與工業酵素不是同一件事

許多人搜尋 catalase test、catalase test 中文、catalase test 原理或 catalase test 原理，是因為 microbiology 中常用過氧化氫接觸菌落後是否產生氣泡，來判斷菌株是否具有 catalase 活性。其原理與工業 catalase 相同，都是 H_2O_2 被分解後釋放 O_2 ；差異在於 catalase test 是鑑別菌種的實驗判讀，而本文討論的是外加酵素在加工流程中移除 H_2O_2 的應用 [1]。

在臨床或食品微生物學中，catalase-positive cocci 常用來區分某些革蘭氏陽性球菌群，例如葡萄球菌與鏈球菌的初步鑑別；搜尋 catalase test positive bacteria、catalase 細菌、acinetobacter baumannii catalase 或 propionibacterium catalase，通常是在查菌株特徵，而不是在查工業酵素產品規格。這些術語有助理解 catalase 在微生物中的普遍性，但不能直接推論某個供應品的來源、純化程度或製程適配性 [15]。

同樣地，catalase oxidase test 是微生物鑑別中常見的並列搜尋詞：oxidase test 偵測的是細胞色素氧化酶相關活性，catalase test 偵測的是 H₂O₂ 分解能力。兩者可共同協助菌種初步分類，但不應混同為同一種酵素反應，也不等同於工業 catalase 的品質評估 [1]。

比較表：不同過氧化氫去除策略的定位

策略	主要作用方式	優點	主要限制	常見適用情境
Catalase 自由酵素	直接催化 H ₂ O ₂ 分解為水與氧氣	反應快、產物單純、易導入液態流程	對 pH、溫度、抑制物與儲存條件敏感	食品處理液、漂白後浴液、發酵前過氧化物控制
固定化 catalase	將酵素連結或包埋於載體以提升可回收性或穩定性	可能改善重複使用與操作穩定性	載體成本、傳質限制與法規適用性需評估	連續式反應器、多酵素級聯、循環處理液 [16]
化學還原劑	以化學反應消耗 H ₂ O ₂	成本與操作方式熟悉	可能引入鹽類、副產物或影響產品品質	非食品敏感流程、特定廢水中和
類 catalase nanozyme	無機或複合材料模擬 catalase-like activity	在某些極端條件下可能更穩定	食品、生物與法規接受度需個案確認	感測、環境材料、研究型級聯反應 [17]

此比較表的重點是協助理解技術路徑，而非宣稱其中任何一種策略在所有條件下都最佳。對於需要乾淨反應產物、避免化學殘留或保護生物活性的製程，catalase 通常具有明確優勢；對於強酸、高溫、含大量抑制物或需要長期重複使用的流程，固定化或材料化策略則可能是研究與工程開發方向 [11]。

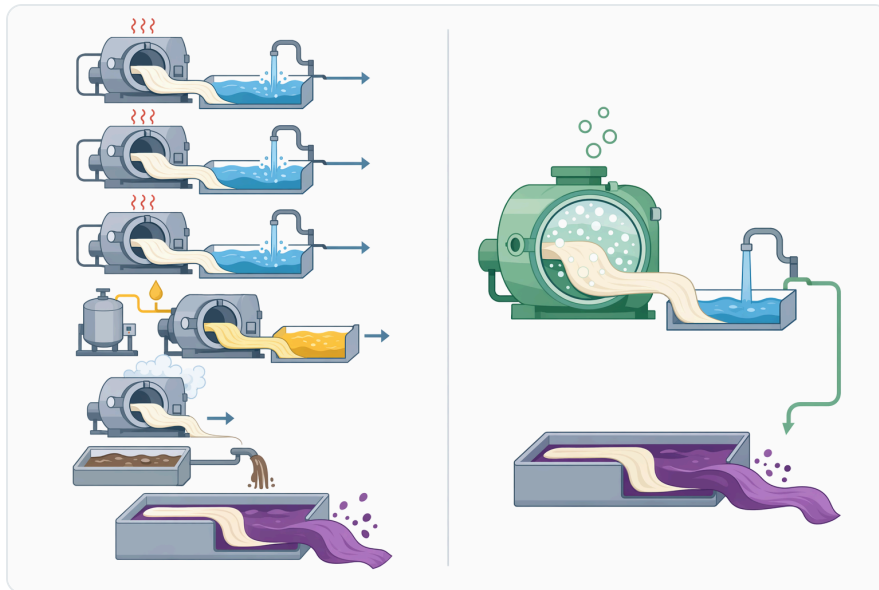


Figure 5. 過氧化氫酶不同於被動靜置、稀釋、加熱和化學中和，因為它能特異性地將過氧化氫轉化為水和氧氣。

安定化、固定化與配方研究的啟示

Catalase 固定化研究之所以活躍，是因為自由酵素雖然反應效率高，但在工業環境中會面臨剪切、熱、pH、氧化劑暴露與界面吸附等壓力。綜述指出，固定化方法可透過吸附、共價鍵結、包埋或交聯等方式改善酵素可操作性，但也可能犧牲部分可及性或造成傳質限制 [2]。

例如，catalase@hollow silica nanosphere 的研究目標是在固定化與保留分子可動性之間取得平衡，避免酵素被過度剛性限制而降低催化表現。這類研究顯示，固定化成功與否不只取決於「有沒有固定住」，還取決於載體孔道、酵素構形、底物擴散與微環境 pH 等因素 [8]。

蛋殼膜等天然廢棄載體也被研究用於 catalase immobilization，顯示低成本、生物來源材料在酵素固定化上的潛力。對企業而言，這類文獻的意義在於理解未來可能的低碳載體與循環材料方向，而不是把研究型載體直接等同於市售自由酵素的標準型態 [16]。

抑制物與相容性：為什麼同一種 Catalase 在不同基質中表現不同

Catalase 的活性中心與蛋白質表面會受到周遭化學環境影響。某些陰離子、界面活性劑、有機小分子或藥物分子可能與蛋白質發生交互作用，改變構形穩定性、底物通道或 heme 周邊環境；因此，製程液中的「非目標成分」有時才是決定 catalase 表現的關鍵 [18]。

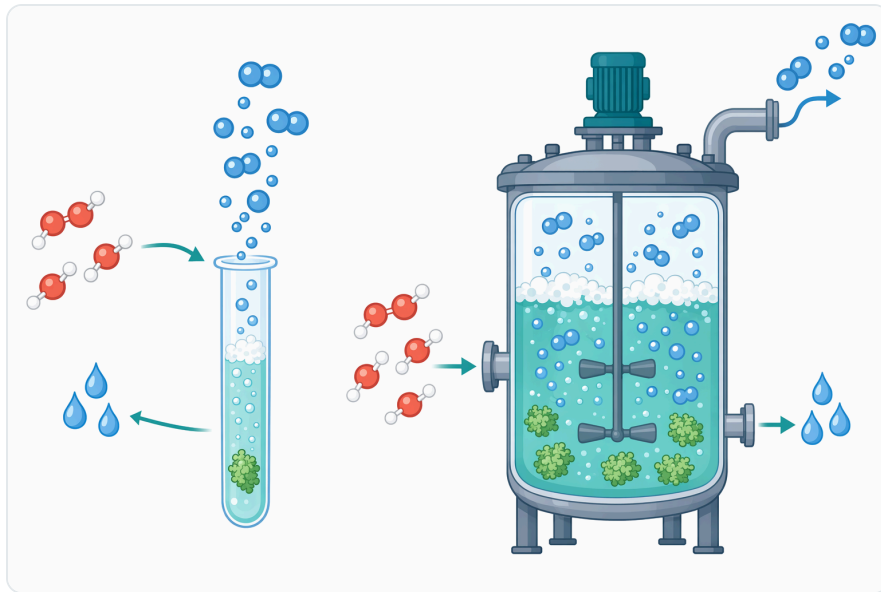


Figure 6. 在過氧化氫酶測試和工業液流中可見的起泡，代表過氧化氫分解時釋放出的氧氣。

磷酸鹽等緩衝成分在酵素體系中很常見，但研究顯示，陰離子對固定化酵素穩定性的影響會因酵素種類、固定化方法與失活條件而不同。這提醒使用者，不同緩衝系統未必只是調 pH 的背景材料，也可能改變酵素在載體表面的微環境 [12]。

H_2O_2 本身也可能造成酵素壓力。雖然 catalase 的功能就是處理過氧化氫，但在高氧化負荷、長時間接觸或不利 pH/溫度下，蛋白質仍可能逐步失活；這也是為什麼實際流程通常會同時考慮初始 H_2O_2 濃度、混合效率、接觸時間與反應終點，而不只看是否添加 catalase [5]。

品質、安全與供應資訊

Enzymes.bio 供應的 Catalase 以 1 kg 單位在線上銷售，適合企業依既有流程進行原料導入、庫存與製程安排；CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，以便使用者進行內部文件留存、收貨核對與安全管理。此處的 CoA 與 SDS 是訂單文件，不代表 Enzymes.bio 為製造商或第三方實驗室。

酵素類產品在操作上應注意粉塵、氣溶膠與皮膚或眼睛接觸風險，尤其乾粉或濃縮酵素可能具有吸入致敏的職業衛生疑慮。實務上應依 SDS、所在地職業安全衛生規範與廠內標準作業程序，使用適當個人防護、通風與避免揚塵的投料方式。

若 catalase 用於食品、飲料、化妝品、飼料或其他受法規管理的最終產品，合規性需依使用地區、終端用途、標示規範與加工助劑定位判斷。Catalase 的科學功能明確，但法規可用性與產品宣稱邊界並不只由酵素名稱決定 [9]。

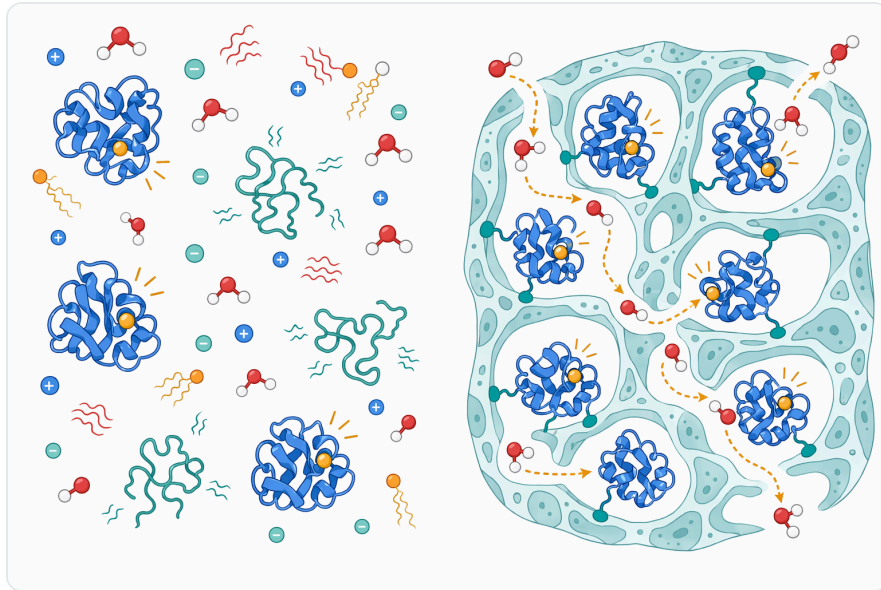


Figure 7. 過氧化氫酶的活性與耐久性取決於周圍的製程環境，包括接觸條件，以及酵素是游離狀態還是固定化狀態。

決策重點：Catalase 適合解決什麼問題

Catalase 最適合的問題，是「製程中已有或會產生 H_2O_2 ，而後不希望 H_2O_2 繼續存在」。這包括食品加工中避免發酵菌被氧化壓力抑制、紡織染整中避免漂白殘留影響染色、廢水處理中降低過氧化物對生物處理的衝擊，以及多酵素級聯中避免 H_2O_2 造成目標酵素失活 [10]。

它不適合被包裝成泛用健康成分或直接治療性抗氧化劑宣稱。雖然 catalase 在人體與生物系統中具有重要抗氧化功能，研究也探討其在疾病、藥物交互作用或奈米載體中的可能性，但外加 catalase 的體內傳遞、穩定性與臨床有效性是另一個問題，不能直接由工業去除 H_2O_2 的能力推導 [18]。

對企業使用者而言，最有價值的判斷不是「catalase 是否有效」——其分解 H_2O_2 的反應已有充分科學基礎——而是它在特定基質、溫度、pH、共存化學物與時間窗口中是否能達到目標殘留控制。當流程的主要瓶頸是過氧化氫殘留，且希望以較溫和、產物單純的方式處理，Catalase 通常是值得納入製程設計的酵素選項 [11]。

線上訂購 Catalase

以 1 kg 單位販售，現貨供應，可立即出貨。請直接於我們的線上商店下單並付款，我們將為您處理訂單。每筆訂單皆附分析證明書與安全資料表。

[購買 Catalase →](#)

參考文獻

依首次引用順序編號。所有來源皆為開放取用資料，並於發布時確認可連線；正文中的引用編號會連結至此。

1. [Catalase](#). *Ebsco*.
2. Grigoras, A. (2017). [Catalase immobilization—A review](#). *Biochemical Engineering Journal*, 117, 1-20.
3. Çıkrıkçı, K., & Gençer, N. (2024). [Single-Step Purification of Catalase Enzyme From Human Blood Erythrocytes Using Affinity Chromatography Technique](#). *BioMed Research International*, 2024.
4. Czyżewska, K., & Trusek, A. (2018). [Encapsulated catalase from Serratia genus for H₂O₂ decomposition in food applications](#). *Polish Journal of Chemical Technology*, 20, 39 - 43.
5. Hromić-Jahjefendić, A. (2022). [Testing temperature and pH stability of the catalase enzyme in the presence of inhibitors](#). *Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN)*.
6. Iram, F., Aiman, A., Vijh, D., Shahid, M., Choudhir, G., Khan, T., Alam, D., ... et al. (2025). [Unraveling the catalase dynamics: Biophysical and computational insights into co-solutes driven stabilization under extreme pH conditions](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 140467 .
7. Zeyadi, M. (2021). [Effect of organic additives on storage stability of camel liver catalase against environmental conditions](#). *Main group chemistry (Print)*, 21, 225 - 231.
8. Du, Y., Zhao, L., Geng, Z., Huo, Z., Li, H., Shen, X., Peng, X., ... et al. (2024). [Construction of catalase@hollow silica nanosphere: Catalase with immobilized but not rigid state for improving catalytic performances](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 130381 .
9. Khan, M. U., Farid, A., Liu, S., Zhen, L., Alahmad, K., Chen, Z., & Kong, L. (2025). [Innovative approaches for enzyme immobilization in milk processing: advancements and industrial applications](#). *Critical reviews in food science and nutrition*, 65, 6751 - 6770.
10. Galaz, T., Ottone, C., Rodríguez-Núñez, K., & Bernal, C. (2024). [Evaluation of the operational conditions of the glucose oxidase and catalase multienzymatic system through enzyme co-immobilization on amino hierarchical porous silica](#). *Carbohydrate Research*, 538, 109096 .
11. Abdalbagemohammedabdalsadeg, S., Xiao, B., Ma, X., Li, Y., Wei, J., Moosavi-Movahedi, A., Yousefi, R., ... et al. (2024). [Catalase immobilization: Current knowledge, key insights, applications, and future prospects - A review](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 133941 .
12. Kornecki, J. F., Carballares, D., Morellon-Sterling, R., Siar, E., Kashafi, S., Chafiaa, M., Arana-Peña, S., ... et al. (2020). [Influence of phosphate anions on the stability of immobilized enzymes. Effect of enzyme nature, immobilization protocol and inactivation conditions](#). *Process Biochemistry*, 95, 288-296.
13. Yousaf, A., Imran, M., Warsi, M. F., Alsafari, I. A., Khan, F. A., Parra-Saldívar, R., Gutiérrez-Soto, G., ... et al. (2025). [Nanomaterials as a new frontier platform: metal-doped and hybrid carbon dots as enzyme mimics for environmental applications](#). *Frontiers in Materials*.
14. Yang, Z., Dong, X., Wang, Z., & Sun, Y. (2025). [A catalase-like nanozyme of high activity and stability in acidic solutions for enzyme immobilization and chemoenzymatic cascade conversion of glucose to gluconic acid](#). *Food Chemistry*, 482, 144140 .

15. [Pmc10915913](#). *PubMed Central*.
16. Işık, C. (2022). USE OF NATURAL WASTE CARRIER IN ENZYME IMMOBILIZATION: CATALASE IMMOBILIZATION ONTO EGG SHELL MEMBRANE. *Mugla Journal of Science and Technology*.
17. Wang, Y., Tian, S., Chen, S., Li, M., & Tang, D. (2025). S-Modified MOF Nanozyme Cascade System with Multi-Enzyme Activity for Dual-Mode Antibiotic Assay. *Analytical Chemistry*.
18. Vasović, T., Radibratović, M., Spasic, D., Minic, S., Miljević, Č., Gligorijević, N., & Nikolic, M. R. (2026). Catalase Specifically Binds Antipsychotic Clozapine: Experimental and In Silico Insights into Interactions, Complex Stability, and Dose-Dependent Enzyme Activity Modulation. *Molecules*, 31.


聯絡 Enzymes.bio

對訂單有疑問嗎？我們的團隊很樂意協助。


電子郵件 wholesale@enzymes.bio

電話 (美國) **+1 (507) 428-6057**

[聯絡我們 →](#)

 **400+** B2B 客戶

 **60+** 大學研究合作夥伴

 **54** 服務遍及全球

© 2026 Enzymes.bio · 工業與食品加工用酵素供應 · 非供人體食用或零售銷售。