

# Cold Bleach Enzyme Granules：低溫氧系漂白活化顆粒，用於洗衣劑、洗碗劑與工業清潔配方

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

Cold Bleach Enzyme Granules 是一種用於洗滌與清潔配方的低溫氧系漂白活化顆粒，主要功能是在含過氧化物的系統中提升冷水或中低溫條件下的漂白與去漬表現。其技術邏輯不是以更高溫或更強氧化劑硬推反應，而是透過活化過氧化物、控制釋放與配方相容性，讓氧系漂白在較溫和條件下仍能發揮作用。此類產品適合家用洗衣粉、商業洗滌配方、洗碗機粉 / 錠與部分工業表面清潔應用；Enzymes.bio 以 1 kg 單位線上販售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。

## 產品定位：不是單一漂白劑，而是低溫氧系漂白的活化組件

Cold Bleach Enzyme Granules 可理解為「氧系漂白活化顆粒」：它被設計用於含過氧化氫來源、過碳酸鹽、過硼酸鹽或其他可釋放活性氧的清潔系統中，協助提升低溫下的氧化效率。傳統氧系漂白在高溫下反應較快，但在冷水洗滌、短循環洗程或低鹼度配方中，對茶漬、咖啡漬、果汁色素、酒漬與部分氧化型污漬的處理速度可能不足；低溫漂白研究顯示，透過過氧化氫活化與酵素相關策略，可在較低溫條件下改善棉織物漂白效果<sup>[1]</sup>。

在配方語境中，這類顆粒不應被簡化為「另一種漂白粉」。它更接近一個可與過氧化物來源協同的功能性助劑，目標是讓活性氧化物種在使用階段形成，而不是在儲存或運輸期間提前消耗。過氧化物材料本身的穩定性會受到溫度、時間與配方環境影響；例如對過氧化脲的工業穩定性研究指出，過氧化物類材料的降解行為與儲存條件密切相關，這也是氧系漂白配方必須重視穩定化與釋放控制的原因<sup>[2]</sup>。

Enzymes.bio 的角色是供應商，而非製造商或實驗室。因此，本文聚焦於產品在洗滌與清潔配方中的技術定位、作用機制與應用邏輯，不提供具體活性單位、內部分析方法或製造規格。產品以 1 kg 單位在線上直接銷售；隨貨提供的 CoA 與 SDS 可作為收貨、內部文件管理與安全資料建檔之用。

## 主要應用：洗衣、洗碗與低溫清潔系統

### 家用與商業洗衣配方

在洗衣劑中，Cold Bleach Enzyme Granules 的核心應用是支援低溫洗滌。全球洗滌趨勢長期朝向節能、縮短洗程與降低洗滌溫度發展，但低溫也會讓氧系漂白與部分污漬分散機制變慢。冷活性洗滌酵素的研究指出，低溫環境下仍能保持功能的酵素，對洗衣配方案具有實際價值；冷活性蛋白酶的結構研究也把洗衣劑應用列為功能分析場景之一<sup>[3]</sup>。



**Figure 1.** 冷漂酶顆粒是一種乾式配方添加劑，通常與界面活性劑、助洗劑、酶以及氧系漂白來源搭配使用，而不是作為成品洗衣劑。

對商業洗衣而言，低溫漂白的價值不只在節能，也在於降低高溫對織物壽命、染料穩定與營運成本的壓力。商旅布草、制服、毛巾與餐飲紡織品經常面臨油脂、蛋白、澱粉與色素混合污垢，單靠漂白或單靠酵素都可能不足；氧系漂白活化顆粒可作為配方中的氧化段增效組件，與蛋白酶、澱粉酶、纖維素酶或脂肪酶等去污酵素形成分工。纖維素酶作為洗滌添加物的研究顯示，酵素可在洗衣劑環境中協助改善污垢移除與織物表面處理效果，但實際表現仍取決於配方條件<sup>[4]</sup>。

### 洗碗機粉、錠與餐具清潔

在洗碗機配方中，氧系漂白通常用於處理茶垢、咖啡垢、果汁殘留與色素型污漬。洗碗機粉或錠劑通常需要在有限水量、固定洗程與逐步升溫條件下快速溶散；若氧系漂白在前段低溫階段活性不足，最終去漬效果會受到限制。Cold Bleach Enzyme Granules 的顆粒型態可配合粉狀或錠狀配方設計，使活化組件在水相中逐步釋放，與過氧化物來源共同作用。

洗碗劑常同時含有鹼劑、螯合劑、界面活性劑、酵素與氧化系統；這些成分之間既可能協同，也可能互相干擾。研究指出，洗衣液體配方中常用螯合劑會影響蛋白酶與澱粉酶的穩定性，且影響程度與螯合劑性質相關<sup>[5]</sup>。雖然洗碗機系統與洗衣液體並不完全相同，但此證據提醒配方開發者：氧系漂白活化顆粒的價值必須放在整體配方相容性中評估，而不是只看單一成分。

## 紙漿、紙張與多孔材料的氧化清潔

氧系漂白活化也可延伸到紙漿、紙張或多孔材料清潔場景。聚集型漂白活化劑用於紙漿氧漂白的專利文獻，已描述以顆粒化活化劑與過氧化物系統共同提升漂白效果的工業邏輯<sup>[6]</sup>。這類應用與家用洗滌不同，通常牽涉纖維基材、吸附、擴散、pH 與處理時間；但共同原理是透過活化過氧化物，使氧化反應在較可控條件下進行。

在紙張或文物材料的污漬處理中，酵素與氧化反應也常被討論為較溫和的處理方向。針對紙張上真菌色素與合成染料的文獻回顧指出，酵素方法被視為可能的去色或輔助去污途徑，但其效果高度依賴色素化學、紙張狀態與處理條件<sup>[7]</sup>。因此，Cold Bleach Enzyme Granules 若被納入工業多孔材料清潔，應視為氧系漂白活化工具，而非對所有染色或老化問題皆適用的通用解方。

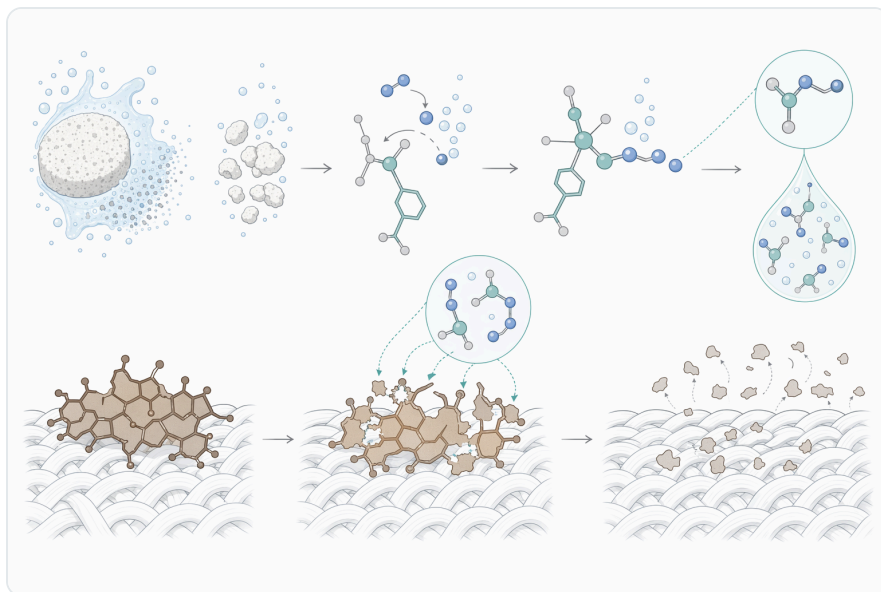


Figure 2. 漂白活化有助於過氧化物化學在較低溫的洗滌液中產生有效氧化作用，因為在低溫下，由熱驅動的過氧化物漂白反應較慢。

## 作用機制：低溫下如何提升氧系漂白？

### 1. 活化過氧化物，增加有效氧化物種

氧系漂白的基礎是過氧化物在水相中產生活性氧化能力，進一步破壞有色分子的共軛結構，使污漬顏色降低或分子變得更易被界面活性劑帶走。問題在於，過氧化氫與其鹽類在低溫下反應速率有限，尤其在短洗程或中性至弱鹼條件下，漂白反應可能尚未充分進行就已排水。低溫棉織物漂白研究指出，

葡萄糖氧化酶與過氧化氫活化劑可被用來誘導低溫漂白，顯示「產生或活化過氧化氫」是低溫漂白策略的重要方向<sup>[1]</sup>。

Cold Bleach Enzyme Granules 的功能概念，正是讓過氧化物在使用階段更有效轉化為具漂白作用的活性物種。對配方設計而言，這可降低完全依賴高溫加速反應的需求，也能讓冷水洗滌或節能洗程有更好的去色污能力。活化過氧化物的研究亦顯示，針對多孔材料的活化過氧化物配方會因基材、配方與處理條件而有不同表現<sup>[8]</sup>。

## 2. 顆粒化降低提前反應，改善配方穩定性

顆粒化的目的不只是方便混合，也在於隔離、保護與控制釋放。氧系漂白配方內可能同時存在鹼劑、螯合劑、界面活性劑、香精、填料、酵素與過氧化物來源；若活化劑過早接觸水分或反應性成分，可能在貨架期內消耗，導致使用時效能下降。將活化組件做成顆粒，可在乾燥粉體或錠劑中降低非預期接觸，並在洗滌水中再釋放作用。

此邏輯也呼應酵素穩定化技術的發展。交聯酵素聚集體的回顧指出，固定化或聚集化策略常被用於改善生物催化劑在操作環境中的穩定性與可用性<sup>[9]</sup>。Cold Bleach Enzyme Granules 並不同於該類技術的特定形式，但顆粒化背後共同目標相似：讓功能性成分在更複雜的配方環境中保有可用性。

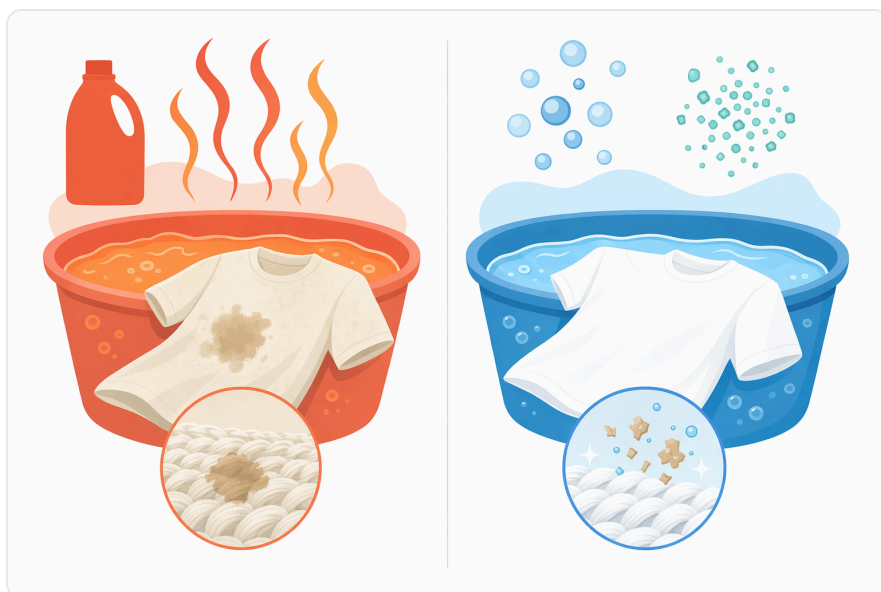


Figure 3. 洗滌劑的功能會因作用機制而異：酶可水解生物性污垢，而活化氧系漂白劑則氧化發色團與氣味相關殘留物。

## 3. 與洗滌酵素形成分工，而非互相取代

漂白活化與洗滌酵素處理的污漬類型不同。蛋白酶偏向分解蛋白污垢，澱粉酶處理澱粉殘留，脂肪酶處理油脂，纖維素酶可協助纖維表面整理與顆粒性污垢移除；氧系漂白則更擅長處理色素型、有機染色或可氧化污漬。洗滌用角蛋白酶研究顯示，來自 *Bacillus* 的酵素可在洗衣與皮革加工等場景展現應

用潛力，說明酵素去污與氧化漂白可分別處理不同污染組成<sup>[10]</sup>。

在實際配方中，Cold Bleach Enzyme Granules 的角色是補強氧化漂白段，而不是取代所有洗滌酵素。若污漬同時含有蛋白膜、油脂與色素，酵素先降低污垢基質附著，漂白活化系統再氧化殘留色素，通常比單一機制更合理。不過，氧化系統也可能傷害某些酵素，因此顆粒化、分相設計與釋放順序對最終表現非常關鍵；近年鹼性蛋白酶穩定化研究即強調，提高酵素在洗滌環境中的穩定性是配方應用的重要方向<sup>[11]</sup>。

## 與常見漂白策略比較

漂白或去漬策略	主要機制	低溫表現	對配方穩定性的挑戰	適合場景
單獨氧系漂白來源	釋放過氧化物並進行氧化	中等至受限，依溫度與 pH 而變	過氧化物儲存穩定、受水分與金屬離子影響	一般洗衣粉、洗碗粉、氧系清潔劑
氯系漂白	強氧化、快速去色與消毒	通常反應快	可能影響染料、纖維與氣味；與其他成分相容性受限	白色耐氯織物、特定衛生清潔
洗滌酵素系統	分解蛋白、澱粉、脂肪或纖維表面污垢	可依酵素特性在低溫作用	受 pH、螯合劑、氧化劑與界面活性劑影響	食物污漬、體垢、油脂與複合污垢
Cold Bleach Enzyme Granules 類低溫氧系漂白活化顆粒	活化過氧化物、提升低溫氧化效率，並透過顆粒化改善使用階段釋放	針對低溫與冷水配方設計	需考量與過氧化物、酵素、鹼劑、螯合劑及水分的相容性	低溫洗衣、洗碗錠、商業洗滌、部分工業清潔

這個比較表的重點是：Cold Bleach Enzyme Granules 並非所有漂白策略的替代品，而是針對「氧系漂白在低溫下反應不足」這個問題提供配方工具。過氧化物漂白可以更環保、氣味較低且較適合許多現代洗滌訴求，但其效能與穩定性必須靠活化、穩定化與配方平衡來支持；關於原位酵素生成過氧化氫的研究也顯示，漂白用途可透過生物催化方式建立過氧化氫供應，但實際系統仍需依應用條件調整<sup>[12]</sup>。

## 配方整合重點：看整體系統，而非單一成分

### 適用的配方型態

Cold Bleach Enzyme Granules 較適合粉狀、顆粒狀、錠劑或其他低含水系統。這些形式能降低水分造成的提前反應，也便於將漂白活化顆粒與過氧化物來源分散在同一產品中。相對而言，高含水液體配方需要更嚴格的穩定化設計，因為水相會提高反應性成分互相接觸的機率。

在洗滌劑研究中，酵素與配方基質的相容性一直是重要議題。鹼性蛋白酶、澱粉酶與其他洗滌酵素在界面活性劑、螯合劑、鹼度與儲存條件下可能出現活性下降；螯合劑對蛋白酶與澱粉酶穩定性的影響已有專門研究<sup>[5]</sup>。因此，低溫氧系漂白活化顆粒的整合，必須放在全配方架構中理解，包括水分管理、pH、金屬離子、氧化還原成分與顆粒崩解行為。

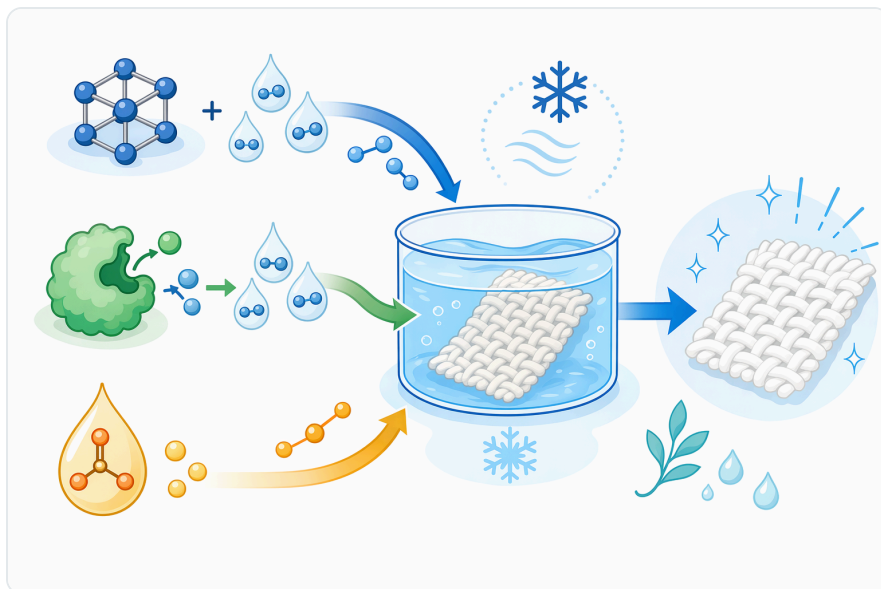


Figure 4. 低溫漂白研究涵蓋催化劑活化、酶連結過氧化物系統，以及反應性氧轉移化學。

## pH、溫度與洗程的影響

氧系漂白通常在鹼性條件下較有利，但不同活化系統會有不同最佳範圍。低溫下的主要限制是反應速率；即使有足夠過氧化物，若活化不足，短洗程內的去色效果仍可能不理想。低溫漂白研究使用過氧化氫活化策略改善棉纖維白度，說明溫度下降時，配方必須提供額外的反應驅動力<sup>[1]</sup>。

不過，「低溫有效」不代表任何冷水條件都能得到相同表現。硬水、污漬老化、織物種類、染料色牢度、洗衣機水量、機械力與洗程長短都會改變結果。對 B2B 配方團隊而言，Cold Bleach Enzyme Granules 的價值在於提供一個可放入氧系漂白系統的活化模組，而最終產品的清潔聲明仍需由成品配方與目標市場條件決定。

## 與其他酵素的相容性

若配方同時使用蛋白酶、澱粉酶、脂肪酶或纖維素酶，需避免氧化系統在儲存期或洗程早期對酵素造成不必要損傷。冷活性蛋白酶研究顯示，低溫洗滌酵素的結構彈性與功能表現密切相關，這類酵素在冷水配方中有價值，但也可能對氧化劑較敏感<sup>[3]</sup>。因此，顆粒化漂白活化劑的釋放行為與酵素顆粒的保護設計，會共同影響成品表現。

這也是為什麼現代洗滌配方常將不同功能成分做成顆粒、包覆或分相結構，而不是把所有活性材料直接混在一起。對於採用 Cold Bleach Enzyme Granules 的配方，實務上應把它視為氧化功能區塊，與酵素去污區塊、助洗區塊、界面活性區塊共同設計。

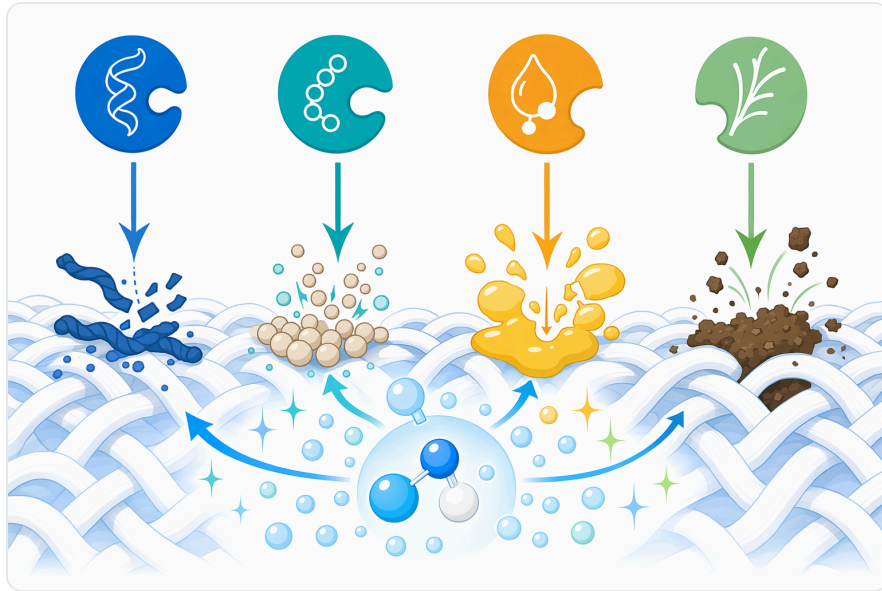


Figure 5. 低溫活性洗滌酶可分解可能遮蔽可氧化污漬的污垢結構，從而與活化氧系漂白劑形成互補。

## 產業效益：為低溫、節能與氧系漂白配方提供彈性

對品牌與配方開發者而言，低溫氧系漂白活化顆粒最直接的效益是提升冷水洗滌聲明的可信度。消費者希望降低洗衣溫度以節省能源，但仍期待白度、亮度與去漬效果；若配方只降低溫度而未補足反應速率，清潔表現容易下降。透過活化過氧化物，Cold Bleach Enzyme Granules 可幫助氧系漂白在較低溫度下更有效率地處理色素型污漬。

第二個效益是降低對氯系漂白或高溫處理的依賴。氯系漂白在特定場景中有效，但對色織物、某些纖維與氣味體驗可能不利；氧系漂白通常被視為較適合廣泛洗滌產品線的方向。針對牙科過氧化氫凝膠的光催化增白研究雖屬不同應用領域，但同樣呈現一個共同化學概念：透過活化過氧化氫，可在控制能量輸入與反應條件下提升增白效果<sup>[13]</sup>。

第三個效益是配方平台彈性。粉狀洗衣劑、洗碗機錠與工業清潔粉體都可透過顆粒化功能成分建立模組化設計，讓同一基礎配方依市場訴求調整漂白強度、低溫表現或酵素組合。對供應鏈而言，1 kg 單位線上購買也適合小批量配方開發、應用評估或既有產品線調整；產品出貨隨附 CoA 與 SDS，便於內部文件與安全管理。

## 限制與風險：低溫增效不等於所有情境皆有效

Cold Bleach Enzyme Granules 的技術定位應被誠實理解：它能支援低溫氧系漂白，但不是萬能去污劑。某些污漬主要由油脂、蛋白膜或無機沉積構成，漂白活化對顏色改善可能有限；這些情況通常需要界面活性劑、鹼劑、螯合劑或水解酵素共同處理。酵素去墨研究顯示，酵素方法的效果取決於油墨、纖維與作用機制，並非所有系統都會有相同反應<sup>[14]</sup>。

此外，氧化能力提升也意味著必須注意染料色牢度與材料相容性。對白色棉織物有利的漂白條件，不一定適合所有彩色布料、羊毛、絲質、特殊塗層材料或高敏感表面。配方中若存在金屬離子、還原性成分或不適當的濕氣控制，也可能導致過氧化物分解或活化劑提前消耗。



Figure 6. 相關配方目標包括粉末洗衣劑、洗衣錠、去漬增效劑、機構用洗衣產品，以及無氯低溫洗滌劑概念。

最後，法規與標示仍取決於成品用途與銷售地區。Cold Bleach Enzyme Granules 是配方成分之一，最終洗衣劑、洗碗劑或工業清潔產品的安全標示、環境聲明與效能宣稱，需由成品配方持有人依當地要求處理。Enzymes.bio 作為供應商提供產品與隨貨文件，但不取代成品開發、法規審查或第三方驗證。

## 結論：用於低溫氧系漂白配方的實用活化顆粒

Cold Bleach Enzyme Granules 的主要價值，在於協助氧系漂白系統克服低溫反應慢、短洗程表現不足與配方穩定性挑戰。其應用邏輯建立在過氧化物活化、顆粒化控制釋放與洗滌酵素分工之上，適合用於洗衣劑、商業洗滌配方、洗碗機粉 / 錠與部分工業清潔產品。

對 B2B 使用者而言，這項產品最適合被視為「低溫氧系漂白平台」中的功能組件：它不是單獨解決所有污漬的成分，而是與過氧化物來源、界面活性劑、助洗劑與酵素系統共同建立低溫去漬能力。Enzymes.bio 以 1 kg 單位在線上直接銷售 Cold Bleach Enzyme Granules，並於訂單出貨時提供 CoA 與 SDS，支援配方開發與內部文件管理。

## 線上訂購 Cold Bleach Enzyme Granules – Oxygen Bleach Activator For Detergent Formulations

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 Cold Bleach Enzyme Granules – Oxygen Bleach Activator For Detergent Formulations →](#)

## 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. Tavčer, P. F. (2012). Low-temperature bleaching of cotton induced by glucose oxidase enzymes and hydrogen peroxide activators. *Biocatalysis and Biotransformation*, 30, 20 - 26.
2. Pessoa, F. V. L. S., Pereira, R. N., Mendes, C., & Silva, M. A. S. (2024). Characterization of Carbamide Peroxide: Stability Studies, and Degradation Kinetics under Isothermal Conditions for Industrial Application. *Current Pharmaceutical Analysis*.
3. Park, H., Lee, C., Kim, D., Do, H., Han, S., Kim, J. E., Koo, B., ... et al. (2018). Crystal structure of a cold-active protease (Pro21717) from the psychrophilic bacterium, Pseudoalteromonas arctica PAMC 21717, at 1.4 Å resolution: Structural adaptations to cold and functional analysis of a laundry detergent enzyme. *PLoS ONE*, 13.
4. Cruz, E., Talma, S. V., Barbosa, J. B., Bolzan, R. P., Faria Pereira, S. M., Ladeira, S. A., & Martins, M. L. L. (2023). Effectiveness of Bacillus sp. SMIA-2 Cellulases as an Additive in Detergent Formulations. *Revista Virtual de Química*.
5. Lund, H., Kaasgaard, S., Skagerlind, P., Jorgensen, L., Jørgensen, C. I., & Weert, M. (2012). Protease and Amylase Stability in the Presence of Chelators Used in Laundry Detergent Applications: Correlation Between Chelator Properties and Enzyme Stability in Liquid Detergents. *Journal of Surfactants and Detergents*, 15, 265-276.
6. [En. Google](#).
7. Pavlović, J., Farkas, Z., Kraková, L., & Pangallo, D. (2022). Color Stains on Paper: Fungal Pigments, Synthetic Dyes and Their Hypothetical Removal by Enzymatic Approaches. *Applied Sciences*.

8. Krauter, P., Tucker, M., Tezak, M. S., & Boucher, R. (2012). Enhancing activated-peroxide formulations for porous materials: Test methods and results.
9. Bouguerra, O. M., Wahab, R., Huyop, F., Al-Fakih, A. M., Mahmood, W., Mahat, N., & Sabullah, M. K. (2024). An Overview of Crosslinked Enzyme Aggregates: Concept of Development and Trends of Applications. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 1-29.
10. Akram, F., Haq, I. U., & Jabbar, Z. (2020). Production and characterization of a novel thermo- and detergent stable keratinase from Bacillus sp. NKSP-7 with perceptible applications in leather processing and laundry industries.. *International Journal of Biological Macromolecules.*
11. Yang, H., Ren, X., Zhao, Y., Xu, T., Xiao, J., & Chen, H. (2024). Enhancing Alkaline Protease Stability through Enzyme-Catalyzed Crosslinking and Its Application in Detergents. *Processes.*
12. López, C., & Cavaco-Paulo, A. (2008). In-situ Enzymatic Generation of Hydrogen Peroxide for Bleaching Purposes. *Engineering in Life Sciences*, 8.
13. Martin, J., Kuga, M., Rached, A. A., Pereira, T. C., Basualdo, J., Marttens, A., Díaz, L., ... et al. (2025). Targeted Photocatalytic Whitening with LED/Laser-Activated Hydrogen Peroxide Gels Containing Nitrogen-Doped TiO2: A Multi-Study Clinical Analysis of Efficacy, Sensitivity, and Energy Optimization.. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 104713 .
14. Welt, T., & Dinus, R. (1996). Enzymatic deinking effectiveness and mechanisms. *Wochenblatt Fur Papierfabrikation*, 126, 396-407.


## 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](mailto: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。