

# Laccase Enzyme for Wastewater Treatment ( 漆酶 , CAS 80498-15-3 ) : 工業廢水脫色、酚類氧化與生物修復應用

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

**直接回答：** Laccase Enzyme for the Treatment of Wastewater ( 漆酶 , CAS 80498-15-3 ) 是一種以氧氣為電子受體的含銅氧化還原酵素，主要用於含色廢水、酚類 / 多酚污染物與部分芳香族有機物的氧化轉化。它較適合作為工業廢水處理流程中的輔助或拋光單元，而不是取代生物處理、混凝、膜處理、高級氧化或氮磷去除系統的單一方案。Enzymes.bio 以 1 kg 單位在線上供應此產品，CoA 與 SDS 會隨訂單提供，產品定位為工業與食品加工相關用途。

## 產品定位：漆酶用於廢水處理與環境應用

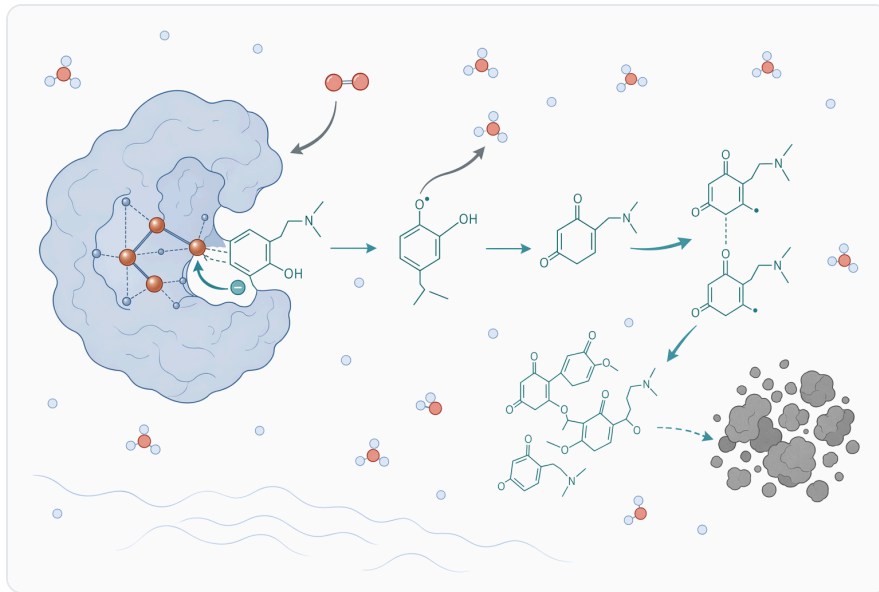
Laccase Enzyme for the Treatment of Wastewater CAS 80498-15-3 的主要應用，是在廢水處理、生物修復、紡織染整與食品加工相關水流中，協助處理可被氧化轉化的有機污染物。對 B2B 使用者而言，合理的理解方式不是把漆酶視為「萬能廢水處理劑」，而是將其放在多單元處理流程中，用於降低色度、轉化酚類或改善部分難分解芳香族污染物的後續處理性<sup>[1]</sup>。

Enzymes.bio 的角色是供應商，並非製造商或檢測實驗室；因此本文以技術教育與應用判讀為主，不宣稱特定製程設計、現場去除率或適用於所有廢水。產品以 1 kg 單位在線上直接銷售，相關 CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，使用單位應依自身廢水組成、既有流程與合規要求進行導入評估。

## 什麼是 Laccase ( 漆酶 ) ?

漆酶是一類多銅氧化酶，常見於真菌、細菌與植物系統，可催化多種酚類與芳香族化合物的單電子氧化反應。其核心特徵在於利用分子氧作為最終電子受體，將氧氣還原為水，同時使目標底物形成自由基中間體、醌類結構、聚合物或其他氧化產物<sup>[2]</sup>。

從廢水處理角度看，這個機制很重要，因為它代表漆酶不是靠強酸、強鹼或大量無機氧化劑直接破壞所有物質，而是以較溫和的酵素催化方式改變特定有機分子的反應性。近期綜述也將漆酶描述為具永續潛力的生物催化工具，可用於染料、酚類、藥物殘留與其他環境污染物的生物修復研究<sup>[3]</sup>。



**Figure 1.** 漆酶會氧化酚類與染料污染物，同時將氧氣還原為水，並常形成自由基，進一步偶聯成較不易溶解的產物。

## 反應機制：電子轉移、自由基形成與後續移除

漆酶通常先在活性中心接受底物電子，底物被氧化後可能形成酚氧自由基或相關中間體；這些中間體會進一步發生斷鍵、偶合、聚合或轉化。對染料而言，發色團或共軛結構被改變後，水體色度可能下降；對酚類而言，氧化後產物可能更容易透過沉降、吸附、過濾或後續生物處理移除<sup>[4]</sup>。

需要注意的是，氧化不必然等於完全礦化。也就是說，漆酶可能使污染物脫色或轉化，但不一定直接把有機碳完全變成二氧化碳與水；因此在要求總有機碳、COD 或毒性同步下降的場景中，仍應把漆酶視為整合流程的一環，而非單一終端處理技術<sup>[5]</sup>。

## 漆酶適合處理的污染物類型

### 染料與高色度廢水

染整、印花、紡織整理與部分食品色素相關廢水，常見問題是色度高、結構複雜、部分染料不易被傳統生物處理完全降解。漆酶對多種染料具有研究基礎，包含透過氧化改變偶氮、蒽醌、靛藍或其他芳香族發色系統，使可見色度降低或促進後續處理<sup>[6]</sup>。

固定化漆酶也被研究用於廢水脫色。例如磁性金屬有機框架固定化漆酶被用於廢水脫色研究，目的在於提升酵素在水處理環境中的可回收性與操作穩定性；這類研究支持漆酶在染料處理中的方向性價值，但不同載體、酵素來源與水質條件會造成效果差異<sup>[7]</sup>。

## 酚類、多酚與植物來源有機物

漆酶最典型的底物之一是酚類與多酚。這使其在食品加工、釀造、果汁、植物萃取與農產加工水流中具有應用關聯，因為這些廢水可能含有天然色素、多酚、單寧、木質素衍生物或其他可氧化有機物。漆酶可促進這些分子氧化、偶合或形成較易分離的聚合物<sup>[8]</sup>。

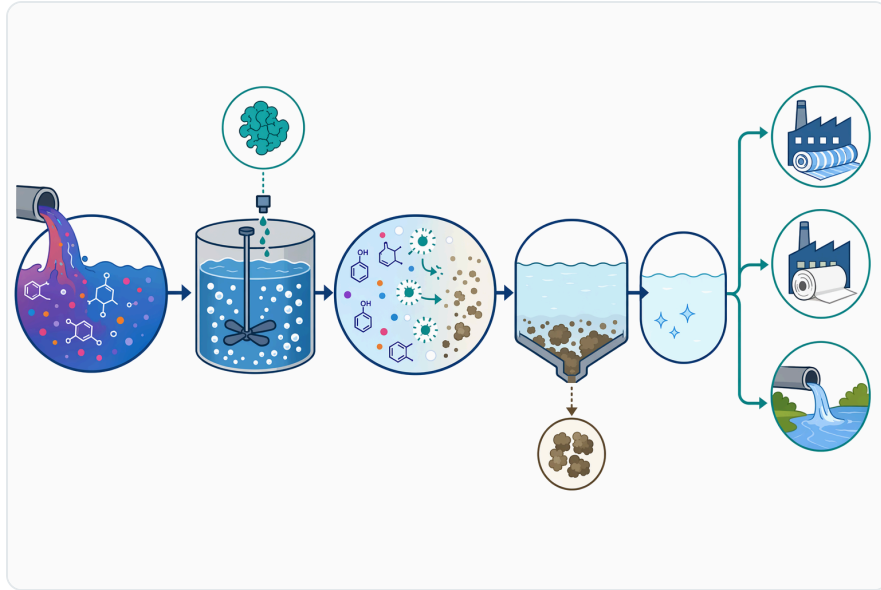


Figure 2. 典型的漆酶廢水處理流程會在澄清處理前加入酵素並進行曝氣，以降低色度與可氧化有機污染物。

在飲品與食品加工相關領域，漆酶的作用邏輯也常與多酚控制有關；若將此概念延伸到廢水端，關鍵不是宣稱它可處理所有食品廢水，而是辨識水流中是否存在漆酶可作用的酚類或芳香族成分。對含糖、油脂、蛋白質或高懸浮固體為主的廢水，漆酶通常仍需搭配生物、物化或過濾處理。

## 藥物殘留、抗生素與新興污染物

近年漆酶在藥物殘留與抗生素污染處理中的研究快速增加，尤其是針對含芳香環、酚羥基或可被氧化官能基的微污染物。綜述指出，漆酶基生物修復技術被評估用於生態系中的抗生素殘留，研究重點包括污染物轉化、毒性變化、固定化與反應條件控制<sup>[9]</sup>。

以抗生素為例，層級結構的  $\text{laccase}@Ni_3(\text{PO}_4)_2$  hybrid nanoflowers 曾被用於抗生素降解，並應用於真實廢水出流水與毒性評估。這類研究的意義在於顯示漆酶不只侷限於單純染料水樣，也可被設計成較穩定的複合催化系統；但研究系統與商業供應產品之間仍需區分，不宜直接外推為固定去除效果<sup>[10]</sup>。

## PAHs 與部分芳香族難分解污染物

多環芳香烴 ( PAHs ) 與部分疏水性芳香族污染物通常具有低生物可利用性與較高處理難度。奈米混成系統 laccase@M-MWCNTs 曾被研究用於水、廢水與湖水中 PAHs 與藥物活性化合物的多功能移除，反映漆酶與載體材料結合後，可能同時受益於吸附、催化與穩定化效果<sup>[11]</sup>。

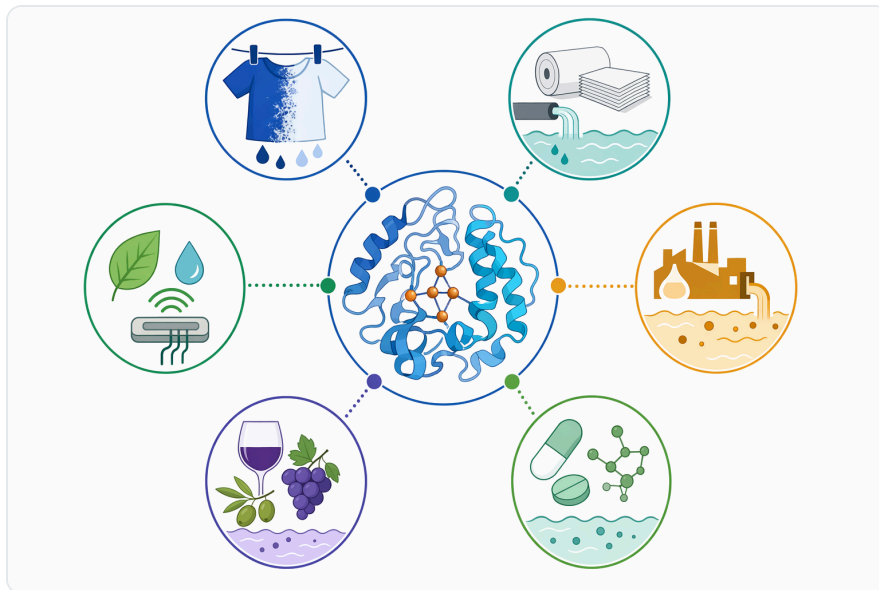


Figure 3. 廢水處理用漆酶可應用於染料、造紙、酚類、農工業及微量有機污染物等處理領域。

這也提示一個實務重點：若目標污染物高度疏水、濃度低且分散於複雜基質中，單純投加游離酵素未必是最佳設計。漆酶可作為核心催化元素，但最終表現常取決於載體、接觸效率、停留時間、固液分離與整體流程配置<sup>[12]</sup>。

## 漆酶在廢水流程中的合理位置

漆酶最常見的定位，是前處理、後處理或中間拋光。作為前處理時，它可先轉化部分會抑制微生物的酚類、染料或芳香族物質，降低後續生物單元的壓力；作為後處理時，則可針對生物處理後仍殘留的色度、酚類微污染物或難降解有機物進行補強<sup>[13]</sup>。

在工業廢水實務中，單一技術通常難以同時處理 COD、BOD、色度、氮、磷、鹽分、重金屬、毒性與微污染物。近期廢水處理研究持續強調多技術整合，例如高級氧化、生物處理、資源回收與程序最佳化的組合，而不是以某一種技術解決所有水質問題<sup>[14]</sup>。

對含氮有機廢水而言，厭氧消化、部分亞硝化 / 厭氧氨氧化等碳中和或低碳氮處理程序，是另一個專門領域。漆酶的主要功能並非氨氮、硝酸鹽或總氮去除，因此若廢水主要問題是氮負荷，仍需依賴針對氮循環設計的生物或物化程序<sup>[15]</sup>。

## 漆酶與其他廢水處理技術的比較

技術類型	主要作用對象	優勢	侷限	與漆酶的關係
漆酶 酵素 處理	染料、酚類、多 酚、部分芳香族 微污染物	條件相對溫和，可用氧氣 參與氧化反應，適合拋光 或特定污染物轉化	對底物結構具選擇性， 可能無法處理氮磷、重 金屬或高懸浮固體	可作為前處理、後處 理或與固定化材料結 合 <sup>[1]</sup>
傳統 生物 處理	可生物降解有機 物、部分營養鹽	成熟、可處理大量有機負 荷	對毒性物質、難降解染 料與微污染物可能不足	漆酶可降低部分抑制 性或殘留有機物負荷 <sup>[15]</sup>
混凝 / 絮 凝	懸浮固體、膠 體、部分色度	操作成熟，固液分離效果 明確	產生污泥，對溶解性微 污染物有限	漆酶可先改變有機物 結構，再搭配分離程 序 <sup>[16]</sup>
高級 氧化	難分解有機物、 色度、微污染物	氧化力強，反應速度可快	能耗、藥劑與副產物管 理需評估	漆酶可作為較溫和的 互補處理，不必然取 代高級氧化 <sup>[17]</sup>
膜處 理 / 吸附	溶解性污染物、 微粒、部分微污 染物	分離效率高，可產生較清 澈出水	濃縮液、阻塞與再生問 題	漆酶可降低污染物反 應性或搭配載體材料 使用 <sup>[12]</sup>

這張比較表的重點，是把漆酶放在正確位置。它不是沉澱劑、不是消毒劑，也不是營養鹽去除技術；它的核心價值是「針對可氧化有機物進行生物催化轉化」，並與既有流程形成互補<sup>[18]</sup>。



Figure 4. 與較嚴苛的化學氧化或混凝處理相比，漆酶處理可在較溫和的條件下運行，並減少造成色度的污染物。

## 操作條件與製程相容性

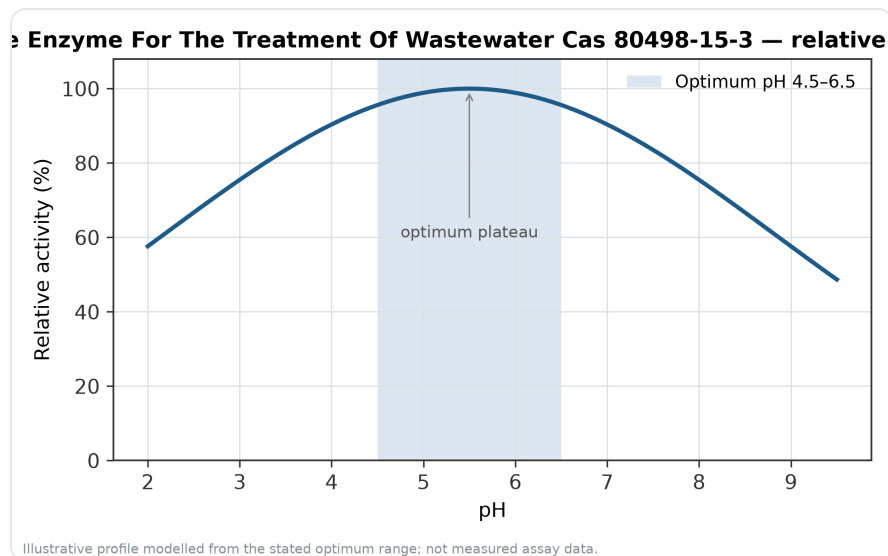
漆酶通常偏好溫和水相環境，許多來源的漆酶在弱酸至中性附近具有較佳表現，但不同來源、配方與水質條件會影響實際反應。廢水中的鹽分、表面活性劑、重金屬、殘留氧化劑、溶劑、螯合劑、懸浮固體與極端 pH，都可能影響酵素活性、穩定性或與污染物的接觸效率<sup>[2]</sup>。

在真實廢水中，漆酶面對的不是單一純化底物，而是多污染物、多離子、多固體的混合系統。這也是為什麼許多研究會探討固定化、奈米材料、金屬有機框架或酵素反應器，以改善酵素耐受性、重複使用性與水力條件下的操作穩定性<sup>[13]</sup>。

近年的機器學習與深度學習研究也顯示，工業廢水中的 COD、BOD 與製程參數之間關係複雜，資料驅動模型被用來改善操作效率與成本效益。這對漆酶應用的啟示是：若要判斷酵素段對整體出水的貢獻，應把它放進完整水質與流程資料脈絡中，而不是只觀察單一指標<sup>[5]</sup>。

## 固定化漆酶與新型材料的發展方向

游離漆酶具有投加便利的優點，但在連續式廢水系統中，酵素流失、穩定性與回收利用是常見挑戰。因此，固定化漆酶被廣泛研究，包括金屬有機框架、磁性載體、碳奈米材料、無機奈米花與複合膜等。這些設計的共同目標，是提高酵素在複雜水體中的保留、接觸效率與操作壽命<sup>[12]</sup>。



**Figure 5.** 用於廢水處理的漆酶 ( CAS 80498-15-3 ) 相對活性隨 pH 變化的情形，顯示其最佳平台區間為 pH 4.5–6.5。

例如，磁性 MOF 固定化漆酶被研究用於廢水脫色；磁性特性使催化材料有機會透過外加磁場回收，降低酵素直接流失的問題。這類研究不表示所有現場都必須使用固定化系統，但顯示漆酶若要進入較高強度或連續處理場景，材料工程與反應器設計會是重要方向<sup>[7]</sup>。

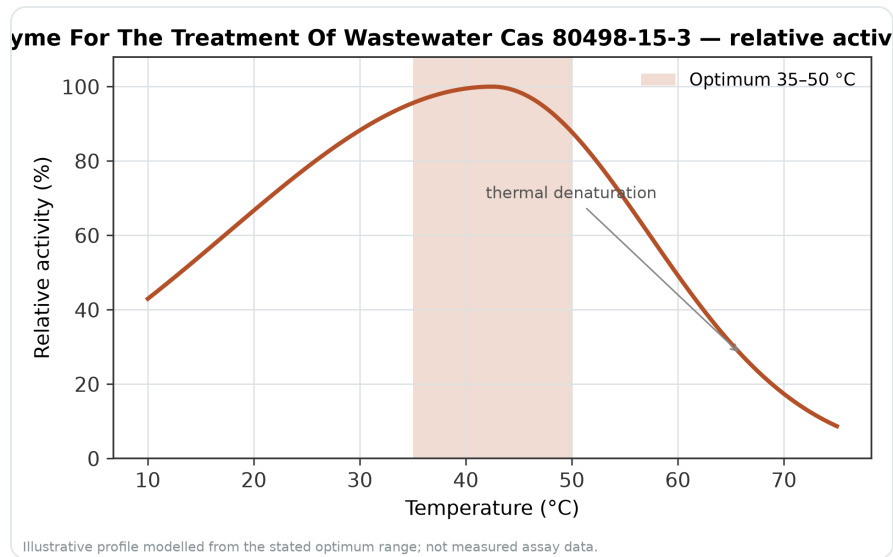
酵素固定化反應器也被視為危害污染物生物修復的可行策略之一，尤其適用於需要穩定接觸、降低酵素消耗或避免游離酵素進入下游單元的流程。對一般 B2B 使用者而言，這些研究可作為理解技術成熟路徑的背景，而非直接等同於單一產品的保證性能<sup>[13]</sup>。

## 與高級氧化、光催化與低碳處理的互補

漆酶與高級氧化技術的關係，應理解為互補而非簡單替代。高級氧化如 UV/TiO<sub>2</sub>、臭氧或其他自由基程序，通常具有較強氧化能力，可處理多種難降解物；但其能耗、副產物、設備與操作條件需要整體評估。人工神經網路輔助最佳化 UV/TiO<sub>2</sub> 處理紡織廢水的研究，也反映這類程序本身需要精細化條件控制<sup>[17]</sup>。

相較之下，漆酶提供較溫和、選擇性較高的氧化路徑。它可能在前段先降低某些染料或酚類反應性，讓後續高級氧化負荷下降；也可能在生物處理後作為拋光段，處理殘留微污染物。這種「生物催化 + 既有處理」的組合，符合現代工業廢水朝向混合、節能與精準處理發展的方向<sup>[18]</sup>。

此外，工業廢水再利用、低碳能源整合與生命週期評估也逐漸成為水處理決策的一部分。研究已從太陽能、綠氫、光伏廢水處理系統與水資源再利用等角度評估環境與經濟永續性，顯示未來廢水處理不只看單一去除率，也會看能源、碳排與資源循環<sup>[19]</sup>。



**Figure 6.** 用於廢水處理的漆酶 ( CAS 80498-15-3 ) 相對活性隨溫度變化的情形，其最佳溫度為 35–50 °C，且在超過最佳溫度後呈現典型的熱變性活性下降。

## 主要應用產業與使用情境

### 紡織與染整廢水

紡織染整廢水是漆酶最常被討論的應用之一，原因是染料分子多具有芳香環、共軛結構或可氧化官能基。漆酶可用於評估降低殘留色度、改善後續混凝或過濾效果，尤其適合放在既有處理線的前段或後段作為輔助單元<sup>[6]</sup>。

### 食品加工與飲品相關水流

食品加工廢水的組成差異很大，從果汁、釀造、植物萃取到蔬果加工，都可能含有多酚、天然色素與植物性有機物。由於漆酶對多酚與酚類底物具有反應性，因此在這類水流中可被評估用於降低色度、反應性或部分可氧化有機物負荷<sup>[8]</sup>。

### 生物修復與環境水體處理研究

漆酶也被廣泛放在生物修復脈絡中討論，包含水體、土壤與含有新興污染物的環境基質。真菌與細菌來源漆酶在工業污染物轉化方面均有研究基礎，尤其是白腐真菌、食用菇來源與部分細菌漆酶，被視為環境污染物處理的生物催化候選系統<sup>[20]</sup>。

## 製藥與微污染物拋光

製藥、醫院、畜牧與下游市政系統可能含有低濃度但具環境風險的藥物殘留。漆酶對部分藥物活性化合物的轉化已有研究，但實務上必須注意轉化產物毒性、接觸時間、濃度範圍與其他水質因子的影響，因此更適合作為拋光或特定目標污染物處理策略的一部分<sup>[21]</sup>。

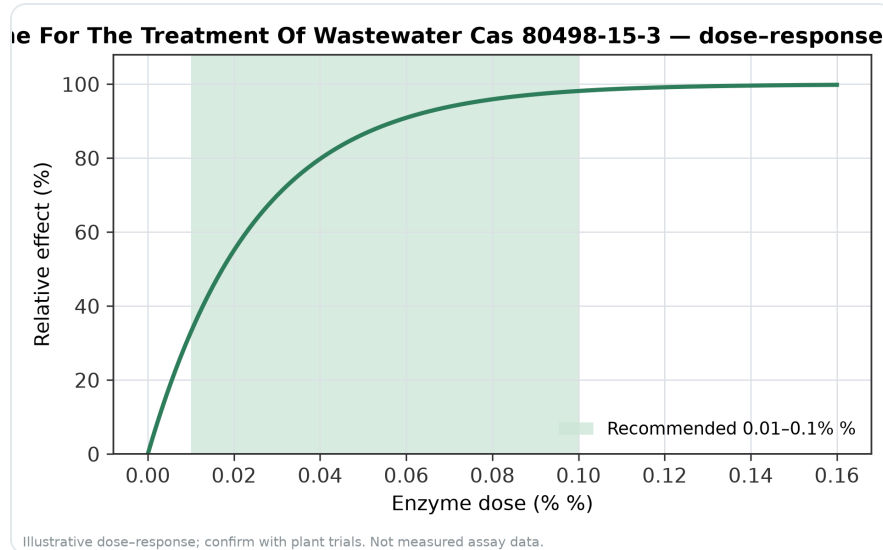


Figure 7. 用於廢水處理的漆酶 (CAS 80498-15-3) 在建議使用範圍 (0.01–0.1%) 內的示意劑量反應關係。

## 效益與限制：企業應有的現實期待

漆酶的主要效益，是提供一種相對溫和、以氧氣參與反應的生物催化途徑，適合處理染料、酚類、多酚與部分芳香族微污染物。對希望降低化學氧化劑依賴、改善後段處理性或尋找更精準拋光技術的企業而言，漆酶具有明確的研究基礎與應用合理性<sup>[1]</sup>。

不過，漆酶也有清楚限制。它不是用來去除總氮、總磷、重金屬、鹽分、油脂或高濃度懸浮固體的主要技術；也不應被視為消毒劑或完整 COD/BOD 解決方案。若水質問題來自高氨氮、高鹽、乳化油或無機污染物，必須搭配對應的生物、化學、物理或膜處理單元<sup>[15]</sup>。

此外，染料脫色不必然代表毒性完全消失，污染物轉化也不必然代表完全礦化。部分研究已將毒性評估納入抗生素降解與真實廢水應用，這提醒使用者在理解漆酶效益時，應同時關注出水色度、目標污染物、整體有機負荷與可能轉化產物<sup>[10]</sup>。

## 安全、儲存與文件

酵素製劑本質上是蛋白質，粉體或氣溶膠接觸可能對敏感族群造成呼吸道、眼睛或皮膚刺激；因此工業使用時應依 SDS 執行個人防護、避免吸入粉塵並遵守場內化學品管理規範。此產品定位於工業與食品加工相關用途，不屬於人用、醫療或一般消費用途產品。

Enzymes.bio 以 1 kg 單位在線上供應 Laccase Enzyme for the Treatment of Wastewater CAS 80498-15-3 · CoA 與 SDS 會隨訂單提供。使用單位在導入時，應依自身製程、水質、法規排放要求與既有處理線條件進行內部評估，而不是把任何酵素產品視為可直接保證所有出水指標達標的單一措施。

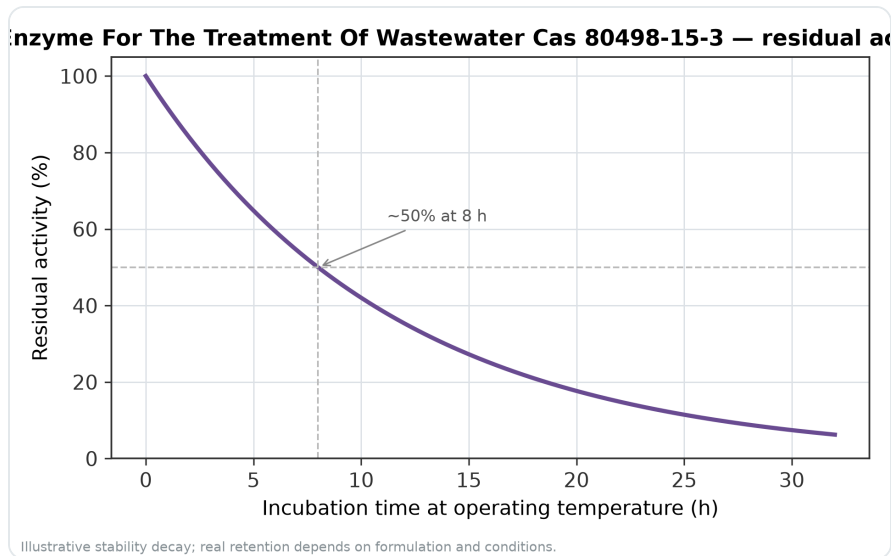


Figure 8. 用於廢水處理的漆酶 (CAS 80498-15-3) 熱穩定性衰減示意圖  
——在操作溫度下，殘餘活性會隨時間下降。

## 結論：漆酶是針對可氧化有機污染物的廢水處理輔助工具

Laccase Enzyme for Wastewater Treatment (漆酶, CAS 80498-15-3) 的技術價值，來自其多銅氧化酶機制：以氧氣作為電子受體，氧化酚類、染料、多酚與部分芳香族污染物，並可能降低色度、改變污染物反應性或提升後續處理可行性<sup>[2]</sup>。

對紡織染整、食品加工、飲品相關水流、生物修復與部分微污染物拋光應用而言，漆酶是值得納入評估的生物催化選項。最穩健的做法，是把它放在既有廢水處理架構中，與生物處理、混凝、過濾、吸附、高級氧化或膜技術互補，而不是期待它單獨處理所有 COD、BOD、氮、磷、鹽分與無機污染物<sup>[18]</sup>。

因此，Enzymes.bio 供應的 Laccase Enzyme for the Treatment of Wastewater CAS 80498-15-3，較適合被定位為工業廢水流程中的「特定有機污染物轉化與拋光工具」。當水流中存在染料、酚類、多酚或可氧化芳香族物質時，漆酶的作用機制與研究證據具有明確相關性；當問題超出其催化範圍時，則應搭配更適合的傳統或進階廢水處理技術<sup>[1]</sup>。

## 線上訂購 Laccase Enzyme For The Treatment Of Wastewater Cas 80498-15-3

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 Laccase Enzyme For The Treatment Of Wastewater Cas 80498-15-3 →](#)

## 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. Sutaoney, P., Pandya, S., Gajarwar, D., Joshi, V., & Ghosh, P. (2022). Feasibility and potential of laccase-based enzyme in wastewater treatment through sustainable approach: A review. *Environmental science and pollution research international*, 29, 86499 - 86527.
2. Chandra, R., & Chowdhary, P. (2015). Properties of bacterial laccases and their application in bioremediation of industrial wastes. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 17 2, 326-42 .
3. Panchal, K., Gera, R., & Kumar\*, R. (2024). Laccase Enzyme: As A Sustainable Catalyst For Bioremediation Strategies. *Biosciences Biotechnology Research Asia*.
4. Maryskova, M., Linhartova, L., Novotný, V., Rysová, M., Cajthaml, T., & Ševců, A. (2021). Laccase and horseradish peroxidase for green treatment of phenolic micropollutants in real drinking water and wastewater. *Environmental science and pollution research international*, 28, 31566 - 31574.
5. Bobboi, I. A., & Dimililer, K. (2025). Interpretable Machine Learning and Deep Learning Models for Predicting Chemical Oxygen Demand and Biological Oxygen Demand in Industrial Wastewater Treatment Plants for Improved Operational Efficiency and Cost-Effectiveness: A Review. *2025 9th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, 1-6.
6. Kocak, K., Yavuz, A. A., Berberler, S., & Işcen, C. F. (2025). Optimisation of Laccase Activity From Bacillus atrophaeus Using Response Surface Methodology: A Proof-Of-Concept Dye Decolourisation Study. *Environmental Microbiology Reports*, 17.
7. Amari, A., Alzahrani, F. M., Alsaiani, N., Katubi, K. M., Rebah, F. B., & Tahooun, M. (2021). Magnetic Metal Organic Framework Immobilized Laccase for Wastewater Decolorization. *Processes*, 9, 774.

8. Okwara, P., Afolabi, I., & Ahuekwe, E. (2021). Application of laccase in aflatoxin B1 degradation: a review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1107.
9. Ezra, R., Vanti, G. L., & Masaphy, S. (2025). Sustainable, Targeted, and Cost-Effective Laccase-Based Bioremediation Technologies for Antibiotic Residues in the Ecosystem: A Comprehensive Review. *Biomolecules*, 15.
10. Jafari-Nodoushan, H., Fazeli, M., Faramarzi, M., & Samadi, N. (2023). Hierarchically-structured laccase@Ni<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> hybrid nanoflowers for antibiotic degradation: Application in real wastewater effluent and toxicity evaluation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 123574 .
11. Grmasha, R. A., Al-sareji, O. J., Meiczinger, M., Stenger-Kovács, C., Al-Juboori, R. A., Jakab, M., Lengyel, E., ... et al. (2024). A sustainable nano-hybrid system of laccase@M-MWCNTs for multifunctional PAHs and PhACs removal from water, wastewater, and lake water. *Environmental Research*, 118097 .
12. Aghaee, M., Salehipour, M., Rezaei, S., & Mogharabi-Manzari, M. (2024). Bioremediation of organic pollutants by laccase-metal-organic framework composites: A review of current knowledge and future perspective. *Bioresource Technology*, 131072 .
13. Yamaguchi, H., & Miyazaki, M. (2024). Bioremediation of Hazardous Pollutants Using Enzyme-Immobilized Reactors. *Molecules*, 29.
14. Bahadur, N., & Bhargava, N. (2022). TERI advanced oxidation technology (TADOX®) to treat industrial wastewater with integration at pre and post biological stage: case studies from India. *Water practice and technology*.
15. Deng, Z., Sun, C., Ma, G., Zhang, X., Guo, H., Zhang, T., Zhang, Y., ... et al. (2024). Anaerobic treatment of nitrogenous industrial organic wastewater by carbon-neutral processes integrated with anaerobic digestion and partial nitrification/anammox: Critical review of current advances and future directions. *Bioresource Technology*, 131648 .
16. Silva, R., Farias, B. S., & Fernandes, S. S. (2025). From Natural to Industrial: How Biocoagulants Can Revolutionize Wastewater Treatment. *Processes*.
17. Jayakumar, M., Sundramurthy, V. P., Gebeyehu, K. B., Selvakumar, K. V., Eman, A., Manivannan, S., Mohanasundaram, S., ... et al. (2024). Artificial neural network guided optimization of limiting factors for enhancing photocatalytic treatment of textile wastewater using UV/TiO<sub>2</sub> and kinetic studies. *Desalination and Water Treatment*.
18. Ilyas, A., & Batool, K. (2025). Innovative Enzymatic and Microbial Approaches for Wastewater Bioremediation: Advances in Enzyme Engineering, Biotechnology, and Nanotechnology for Sustainable Water Management—A Comprehensive Review. *Premier Journal of Science*.
19. Su, P., Li, L., Zhou, H., Li, H., Zhu, W., He, H., Ai, J., ... et al. (2025). Environmental and economic sustainability of the novel photovoltaic industrial wastewater treatment systems from life cycle perspective. *Environmental Research*, 121157 .
20. Reza, M. A. S., Rasouli, A., & Darvish, A. (2023). A Brief Review on Laccase Enzyme From the Edible Mushroom *Lentinus edodes* and its Applications in Decontamination of Antibiotics from Wastewater. *Archives of Hygiene Sciences*.

21. Flórez-Restrepo, M. A., López-Legarda, X., & Segura-Sánchez, F. (2025). Bioremediation of emerging pharmaceutical pollutants acetaminophen and ibuprofen by white-rot fungi - A review. *Science of the Total Environment*, 977, 179379 .

## 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。