

# Food-Grade Catalase 食品級過氧化氫酶：用於食品加工與生物製程中的過氧化氫分解

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

Food-Grade Catalase (食品級過氧化氫酶) 的主要用途，是在過氧化氫完成氧化、脫色、表面處理或氧化酵素反應後，將殘留的  $H_2O_2$  分解為水與氧氣。它不是漂白劑、殺菌劑或風味改良劑；它的價值在於協助食品與生物加工流程「終止過氧化氫的持續氧化作用」。Enzymes.bio 以供應商角色提供此類產品，產品以 1 kg 單位在線上直接銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。

## 酵素名稱與主要應用

**酵素名稱：**Catalase，中文常稱為過氧化氫酶。

**主要應用：**分解食品加工、飲品處理、液態配方、生物催化或氧化酵素系統中殘留的過氧化氫。

**核心反應：**



Catalase 是生物體中最具代表性的過氧化氫分解酵素之一，研究文獻通常將其視為細胞抗氧化系統的重要成員；其功能重點並非清除所有氧化物，而是高效率地處理過氧化氫這一特定底物 [1]。在加工應用中，這個反應的意義很直接：當  $H_2O_2$  已完成所需的氧化作用後，catalase 可把殘留  $H_2O_2$  轉化為較容易管理的水與氧氣，降低後續不受控氧化的機率。

對 B2B 使用者而言，食品級 catalase 的定位應被理解為「製程控制工具」，而不是宣稱能單獨創造品質改善的萬用添加物。過氧化氫本身在水與食品基質中的應用和分析受到廣泛討論，原因是它既有氧化處理價值，也可能在殘留時影響產品穩定性，因此如何管理  $H_2O_2$  是食品與水基系統的重要議題 [2]。

# 為什麼食品製程需要分解過氧化氫？

## 過氧化氫完成任務後，殘留本身可能成為風險

過氧化氫常被利用於氧化處理、脫色、除味、表面處理、包材或液態系統相關流程。它的優點是反應性高、使用後理論上可分解為水與氧氣；但在實際食品基質中，若  $H_2O_2$  殘留時間過長，仍可能持續作用於蛋白質、脂質、多酚、色素或風味分子。過氧化氫在食品與水基質中的化學行為並非單一固定結果，而會受到 pH、金屬離子、有機物與基質組成影響 [2]。

Catalase 的角色，正是在「需要過氧化氫」與「不再希望過氧化氫繼續反應」之間建立切換點。它不取代前段氧化處理，而是放在後段協助收尾。這一點對植物性配方、含蛋白飲品、乳類替代品、糖液處理、發酵後液體、酵素偶聯反應等系統尤其重要，因為這些基質通常含有容易被氧化的成分。

## 分解產物簡單，有利於製程收斂

Catalase 催化  $H_2O_2$  時，主要產物為水與氧氣。與使用化學還原劑終止氧化相比，catalase 的製程邏輯較乾淨：它不以引入新的鹽類或反應副產物為主要手段，而是利用酵素催化路徑讓  $H_2O_2$  自身轉化。這也是 catalase 在過氧化氫管理中長期受到研究的原因之一 [1]。

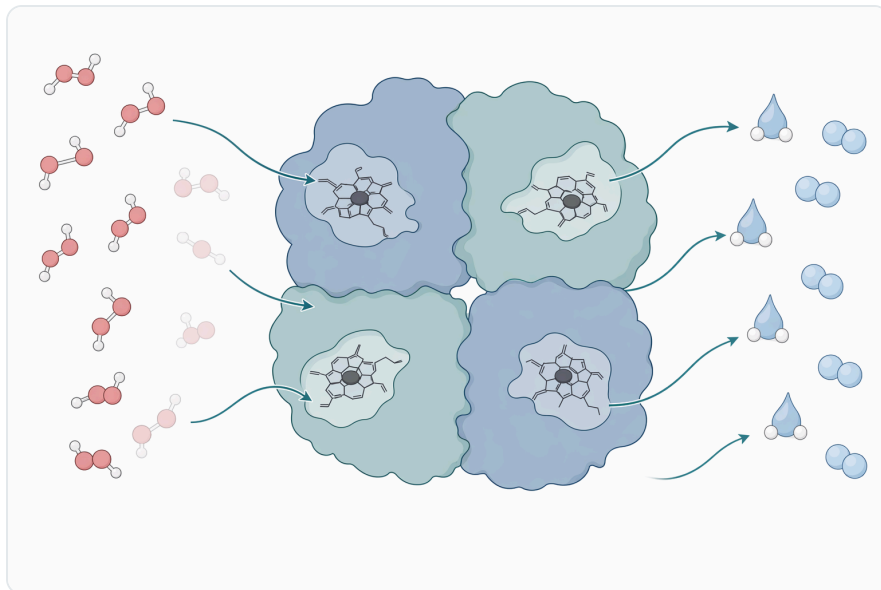


Figure 1. 過氧化氫酶可將過氧化氫直接分解為水和氧氣。

不過，氧氣生成也代表製程上需要考慮氣泡、泡沫與排氣。含蛋白質、皂素、界面活性物質或高黏度配方中，氧氣釋放可能造成短暫起泡或混合不均。這不是缺陷，而是反應本身的結果；在製程設計上，應把它視為過氧化氫分解正在發生的物理現象之一。

## 作用機制：Catalase 如何把 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 轉化為水與氧氣？

### Heme 中心與兩步反應循環

典型 catalase 屬於含 heme 的氧化還原酵素。簡化來說，酵素活性中心先與一分子 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 反應，形成高氧化態中間體；接著第二分子 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 進入，使中間體回到原狀，同時生成水與氧氣。這種循環讓 catalase 能把兩個 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分子重新分配為兩個 H<sub>2</sub>O 分子與一個 O<sub>2</sub> 分子 [1]。

這個機制與一般「抗氧化」概念不同。Catalase 不是把所有自由基或所有氧化物都一網打盡，而是對 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 具有明確反應路徑。因此，若製程中的主要問題是殘留過氧化氫，catalase 是合理的酵素工具；若問題來自次氯酸、過氧乙酸、金屬催化自由基或其他氧化劑，則不能直接假設 catalase 會具有相同效果。

### 反應速率受基質、接觸與酵素狀態影響

Catalase 能否有效降低殘留 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，不只取決於是否加入酵素，也取決於 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 是否能與酵素充分接觸。連續流反應器中的固定化 catalase 研究顯示，酵素固定化與反應器設計可影響過氧化氫分解表現，說明接觸效率、停留時間與酵素穩定性是工程放大時的重要因素 [3]。

在食品或飲品加工中，這可轉化為幾個實務重點：液體黏度越高，混合越重要；顆粒、纖維或乳化液越複雜，H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分布越可能不均；若系統先經過高溫、極端 pH 或強氧化條件，酵素蛋白的活性狀態也可能受影響。這些都不是單一產品規格能完全替代的因素，必須放回實際製程條件中理解。

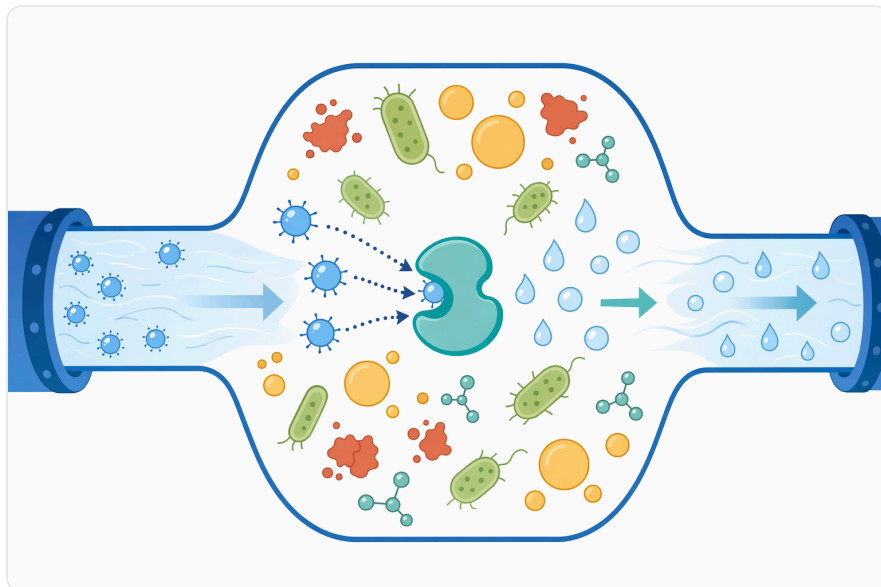


Figure 2. 殘留的過氧化氫可能持續氧化敏感成分，並干擾後續的生物處理或對品質敏感的加工流程。

## 與其他過氧化氫處理方式的比較

下表比較 catalase 與常見 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 管理手段的製程特性。此表目的在於說明應用邏輯，不代表任何方式在所有食品系統中皆較優或較差。

處理方式	主要作用邏輯	可能優點	需要注意的限制
Catalase 過氧化氫酶	酵素催化 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 分解為水與氧氣	產物簡單；適合後段終止 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ；可與氧化酵素流程搭配	受 pH、溫度、基質與混合影響；反應會產生氧氣與泡沫
加熱分解	以熱促進 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 降解	不需加入酵素；可整合於熱處理流程	可能影響風味、蛋白質結構、色澤或熱敏成分
化學還原處理	以還原性物質消耗氧化劑	反應可快速；不依賴酵素活性	可能引入副產物、離子或法規與標示考量
長時間等待自然分解	依靠 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 自行衰減	操作簡單	時間不可控；殘留期間仍可能持續氧化基質
固定化酵素系統	將 catalase 固定於載體或材料上，使液體通過	可重複利用或連續處理；適合工程化流程	需額外材料與設備設計；不同於一般液態加入流程

固定化 catalase 在不同材料上的研究很多，例如以反應器、紗線或高分子材料承載酵素，以提高接觸效率或支援連續式處理。這些研究顯示 catalase 不只可作為批次添加酵素，也可被整合進材料與流體控制系統中，用於過氧化氫分解<sup>[4]</sup>。對一般食品加工廠而言，這類文獻的價值在於理解「酵素與 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的接觸方式」會影響結果，而不是暗示所有應用都需要固定化設備。

## 食品與生物加工中的應用邏輯

### 食品級過氧化氫處理後的收尾

在允許使用過氧化氫的食品或食品接觸相關流程中，H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 通常是為了完成某個前段目的，例如氧化、脫色、除味或表面處理。Catalase 最合適的位置，是在 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 已完成主要作用後加入，使剩餘 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 快速下降。過氧化氫在食品與水基質中具備多種應用與管理需求，這也是相關分析與控制技術持續被研究的原因<sup>[2]</sup>。

此處的關鍵不是「加入 catalase 就能改善品質」，而是「加入 catalase 可讓過氧化氫停止繼續參與反應」。若前段 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 尚未完成處理就加入 catalase，反而可能削弱原本的氧化效果。因此，在實務流程中，catalase 應被視為時間點敏感的后段工具。

## 液態食品、飲品與含蛋白系統

液態食品與飲品的優勢是混合較容易，catalase 與  $H_2O_2$  的接觸機會通常較高；但若系統含有蛋白質、果膠、纖維、乳化脂肪或懸浮顆粒，局部濃度與泡沫管理仍需注意。食品樣品中的過氧化氫偵測與控制之所以受到研究，是因為  $H_2O_2$  即使在微量存在時，也可能與食品基質中的其他成分發生反應 [5]。

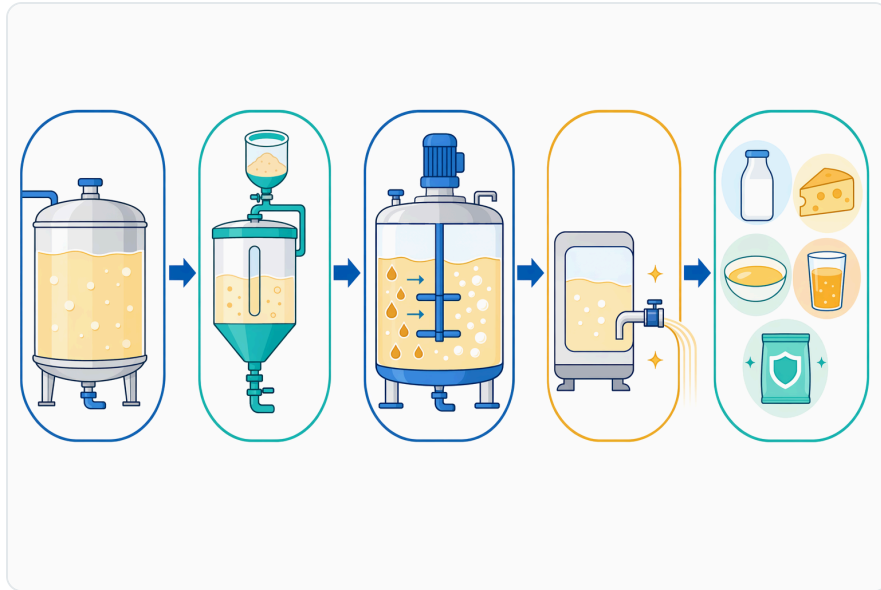


Figure 3. 在過氧化物處理之後，以及發酵、混合、加熱、包裝或其他對過氧化物敏感的操作之前，會加入過氧化氫酶步驟。

含蛋白系統尤其需要關注氧化副反應。 $H_2O_2$  可能影響蛋白質側鏈、交聯狀態、色澤或風味前驅物；catalase 則可在前段處理結束後降低  $H_2O_2$  繼續作用的時間窗。這種設計對植物蛋白飲、乳類替代品、蛋白水解液、發酵液與營養配方都具有製程參考價值，但實際效果仍取決於產品基質。

## 與 glucose oxidase 等氧化酵素搭配

許多氧化酵素反應會產生  $H_2O_2$ 。當 glucose oxidase 等酵素被用於去氧、糖轉化或特定氧化反應時，副產生的過氧化氫可能成為需要控制的因子。Catalase 可被放入此類系統中，協助降低  $H_2O_2$  累積，避免副產物反過來抑制酵素、氧化食品成分或影響產品穩定性。

這類雙酵素或多酵素系統的重點，是平衡「氧化反應需要的條件」與「過氧化氫副產物的管理」。過氧化氫分解的反應—失活模型研究指出， $H_2O_2$  分解過程可能同時涉及反應進行與酵素失活等因素，因此製程表現不應只用單一時間點判斷 [6]。對應到食品加工，若目標是穩定批次結果，酵素加入順序、混合方式、停留時間與基質保護都需要一起考慮。

## 生物質與高固形物處理中的過氧化氫管理

過氧化氫也常出現在農業副產物、纖維質原料與生物精煉前處理研究中。例如鹼性過氧化氫前處理常被用於玉米秸稈、甘蔗渣、小麥稈或竹材等 lignocellulosic biomass，以改善後續酵素水解效率 [7]。雖然這些研究不等同於食品成品加工，但它們說明  $H_2O_2$  在複雜有機基質中會與木質素、半纖維素及其他成分互動。

在這類高固形物或纖維系統中，若後段需要進一步使用水解酵素或微生物發酵，殘留  $H_2O_2$  可能干擾生物催化環境。Catalase 在此可被理解為過氧化氫管理工具，而非前處理本身。文獻也指出，鹼性過氧化氫前處理條件會影響後續酵素水解糖產率，顯示氧化處理與後段生物反應之間存在連動 [8]。

## 製程整合：何時加入 Catalase 最合理？

### 加在過氧化氫完成作用之後

Catalase 的最佳加入點通常是在  $H_2O_2$  已完成既定功能之後。若目標是脫色，應先讓  $H_2O_2$  完成氧化；若目標是表面處理，應先讓  $H_2O_2$  完成接觸；若目標是氧化酵素反應，則要依反應需求決定 catalase 是同步控制還是後段收尾。過早加入會使  $H_2O_2$  被迅速分解，可能降低原本製程目的。

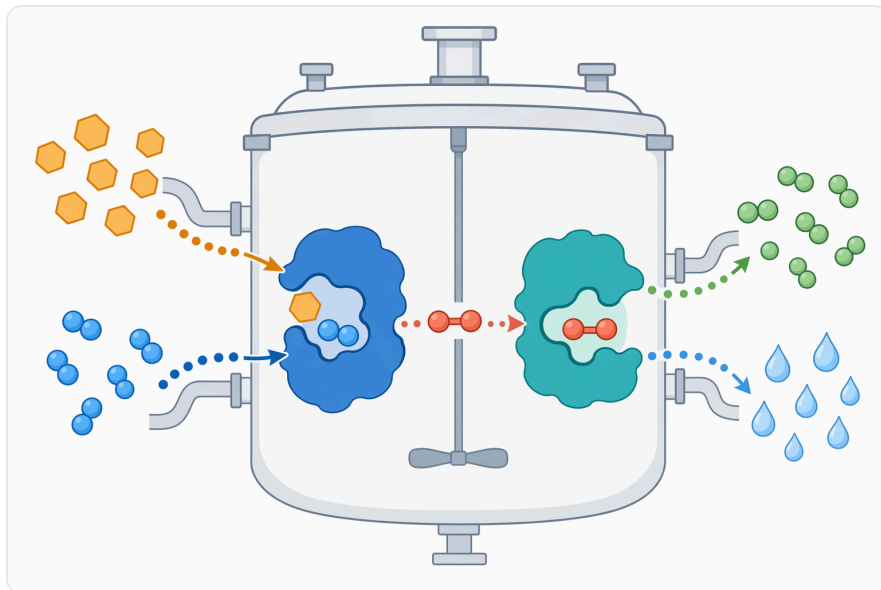


Figure 4. 在葡萄糖氧化酶系統中，過氧化氫酶會分解葡萄糖氧化過程中產生的過氧化氫。

在連續流或固定化系統研究中，catalase 的效能與液體流動、酵素接觸、反應時間密切相關 [3]。這對批次食品加工同樣有啟示：即使使用的是液態或粉體形式的食品級 catalase，仍需要讓酵素在整個批次中均勻分散，否則局部  $H_2O_2$  可能殘留較久。

## 管理氧氣釋放與泡沫

Catalase 分解  $H_2O_2$  必然產生  $O_2$ 。若產品黏度低、表面張力低，氧氣較容易逸散；若系統含蛋白、皂素、乳化劑或高分子增稠物，氧氣可能形成泡沫或細小氣泡。這會影響罐體有效容量、混合效率、灌裝穩定性與外觀。

生物催化材料研究中，研究者甚至會利用液體運輸結構來控制過氧化氫分解時的反應界面與流動行為<sup>[4]</sup>。在一般食品現場，不一定需要複雜材料，但同樣需要注意容器空間、攪拌強度、加料速度與排氣安排，避免把正常產氧現象誤判為產品異常。

## 避免把 Catalase 當成廣譜氧化劑清除劑

Catalase 的底物重點是  $H_2O_2$ 。若製程同時使用含氯氧化物、過氧酸、強氧化清潔劑或金屬催化氧化系統，catalase 不應被假設能全部處理。某些氧化環境甚至可能影響酵素蛋白本身，使 catalase 的效果下降。

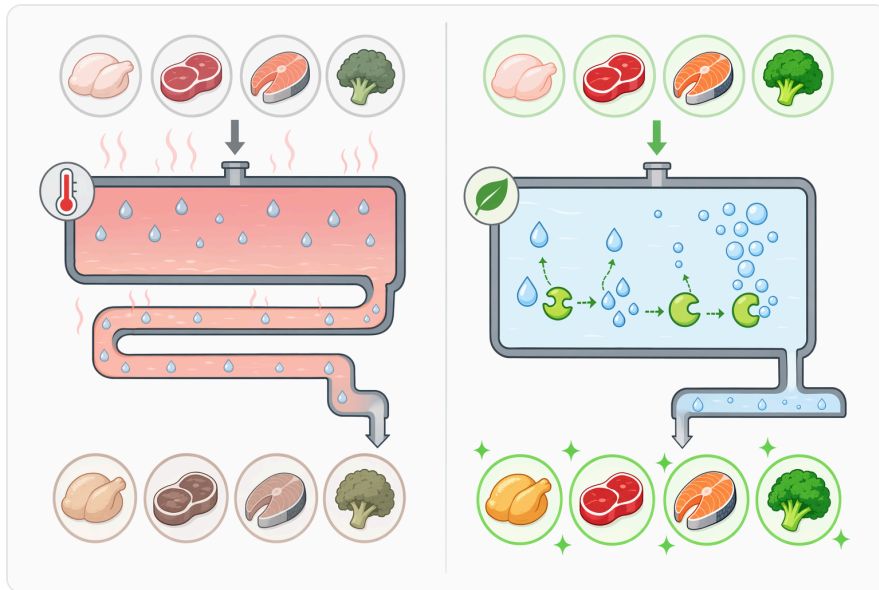
這也是為什麼食品級 catalase 的應用應聚焦在明確的過氧化氫分解場景。過氧化氫在食品與水系統中的化學與偵測技術之所以複雜，正是因為它會受其他基質與反應物影響<sup>[2]</sup>。把 catalase 放進不明氧化體系中，並不能取代對製程化學的基本理解。

## 科學證據如何解讀？

---

### 強證據：Catalase 能分解 $H_2O_2$

Catalase 分解過氧化氫是其核心生化功能，且其生理角色與催化機制已在大量研究中被討論。從酵素學角度看，將  $H_2O_2$  轉化為水與氧氣是 catalase 的代表性反應<sup>[1]</sup>。因此，若應用目標是降低  $H_2O_2$ ，本酵素具有明確的機制基礎。



**Figure 5.** 過氧化氫酶不同於稀釋、化學還原和自然衰減，因為它能以酵素方式將過氧化物轉化為水和氧氣，且不需要額外的氫供體。

## 工程證據：固定化與流動設計可提升可控性

近年研究不只關注游離酵素，也關注如何將 catalase 固定在材料或反應器中，以提升連續處理、重複使用或接觸效率。連續流反應器中的 immobilized catalase 研究以「增強過氧化氫分解」為主題，說明工程化配置可改變處理效果 [3]。這類研究對食品工廠的意義，是提醒使用者不要只看酵素本身，也要看液體如何流動、如何接觸、如何排氣。

另有研究將 catalase 應用於生物催化紗線，透過材料結構控制液體輸送與  $H_2O_2$  分解 [4]。這些方向雖不一定直接等同於食品加工現場，但支持一個共同觀點：catalase 的效果與界面、流體、時間和材料環境密切相關。

## 應用證據：食品基質需以實際製程確認

過氧化氫在食品樣品中的存在與監測已是研究主題，例如食品中  $H_2O_2$  的電化學或光譜篩選技術常被用來討論真實基質的干擾與反應複雜度 [9]。這意味著食品基質不是單純水溶液；糖、酸、蛋白質、脂質、金屬離子與天然色素都可能影響  $H_2O_2$  的行為。

因此，食品級 catalase 的作用機制雖然清楚，但不同產品的實際終點、時間、泡沫與感官影響仍需由使用者依內部流程確認。本文提供的是技術理解與應用邏輯，不替代法規判斷、品質規格設定或成品放行決策。

# 常見應用情境的製程定位

## 1. 過氧化氫氧化處理後的殘留降低

這是最直接的應用。當  $H_2O_2$  已完成氧化、脫色或表面處理後，catalase 可作為後段分解工具。此時製程目標通常不是讓 catalase 改變食品本身，而是讓過氧化氫停止繼續作用。



Figure 6. 過氧化氫酶的效能取決於適合酵素作用的條件，包括溫度、pH 值、混合程度、過氧化物暴露量以及抑制劑。

## 2. 含蛋白液體或植物性配方的氧化風險管理

蛋白質、胺基酸與風味分子容易受氧化影響。若製程中使用  $H_2O_2$ ，catalase 可協助縮短  $H_2O_2$  與敏感成分接觸的時間。過氧化氫在真實食品樣品中的分析研究也反映出其與複雜基質共存時需要特別管理 [5]。

## 3. 氧化酵素流程中的副產物控制

當某些氧化酵素反應產生  $H_2O_2$  時，catalase 可降低副產物累積，讓系統更穩定。這類設計常見於生物催化思維：一個酵素產生目標反應，另一個酵素控制不希望累積的副產物。

## 4. 發酵或水解前的氧化物移除

若前段處理使用過氧化氫，而後段需要微生物、蛋白酶、纖維素酶或其他生物催化反應，殘留  $H_2O_2$  可能影響後段表現。生物質前處理研究顯示，過氧化氫條件會影響後續酵素水解結果 [10]。在這類流程中，catalase 可作為前後段之間的過氧化氫管理步驟。

## 使用時容易被誤解的三件事

### Catalase 不是漂白劑

真正具有氧化脫色能力的是  $H_2O_2$ ，不是 catalase。Catalase 的作用是分解剩餘  $H_2O_2$ 。若把 catalase 加在脫色反應一開始，可能會讓  $H_2O_2$  過早消失，反而降低前段處理效果。

### Catalase 不是殺菌流程的替代品

過氧化氫可能被用於微生物控制相關流程，但 catalase 會分解  $H_2O_2$ 。若微生物控制依賴  $H_2O_2$  的氧化作用，過早加入 catalase 可能削弱該作用。Catalase 的角色應是過氧化氫處理後的收尾，而不是取代熱處理、過濾、衛生設計或依法規確認的殺菌步驟。

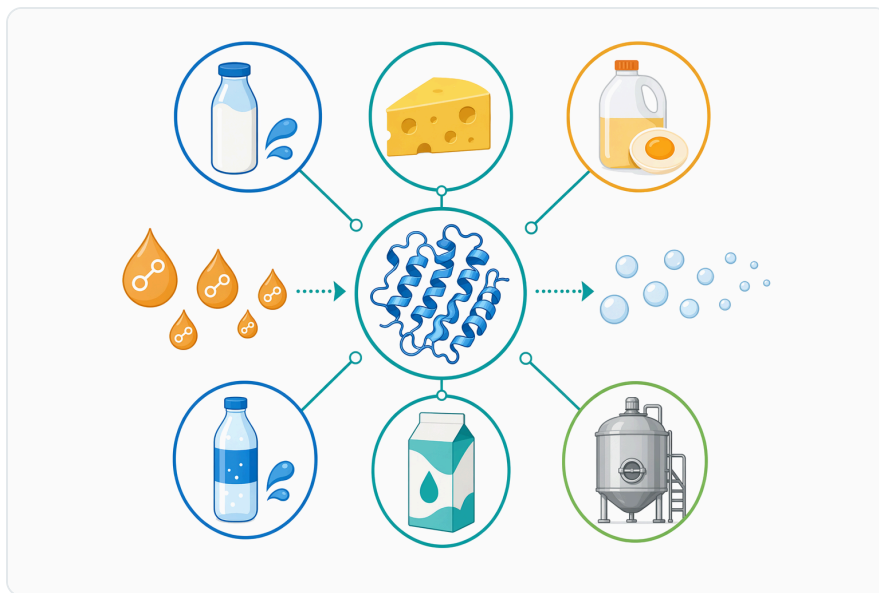


Figure 7. 過氧化氫酶去除過氧化物的化學作用，適用於食品、乳製品、配料、紡織、紙漿與造紙、廢水以及製程用水等應用。

### Catalase 的效果不是只由添加量決定

$H_2O_2$  濃度、pH、溫度、混合效率、基質組成、停留時間與酵素穩定性都會影響結果。過氧化氫分解的動力學研究也指出，反應與酵素失活可同時影響整體行為<sup>[6]</sup>。因此，catalase 應被放在完整製程中評估，而不是單獨視為固定結果的添加物。

## Enzymes.bio 供應定位與文件提供

Enzymes.bio 在此產品中扮演供應商角色，提供食品級 catalase 產品供食品加工與相關生物製程使用。產品以 **1 kg 單位** 在線上直接銷售，適合已有明確製程需求、希望以線上方式完成採購的 B2B 使用者。訂單完成後，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，供使用者進行收貨、品保與內部文件管理。

本文不以製造商口吻撰寫，也不宣稱單一產品可在所有食品基質中達到相同結果。Catalase 的科學基礎明確：分解  $H_2O_2$  為水與氧氣；但實務效果仍取決於每個使用者的產品配方、加工條件、法規環境與內部品質標準。

## 結論：Catalase 是過氧化氫管理工具，而非萬用加工助劑

Food-Grade Catalase 的核心價值，是在食品加工與生物製程中協助分解殘留過氧化氫，使  $H_2O_2$  在完成前段功能後不再持續氧化產品成分。其反應機制清楚、產物簡單，且已有酵素學與工程應用研究支持 catalase 可有效參與  $H_2O_2$  分解 [1]。

對食品、飲品、植物性配方、含蛋白液體、氧化酵素系統與生物質處理流程而言，catalase 最合理的定位是「後段收尾」與「副產物控制」。只要將它放在正確的製程時間點，並妥善管理混合、排氣、基質干擾與內部驗證，它就能成為降低過氧化氫殘留與提升製程可控性的實用酵素工具。

### 線上訂購 Food-Grade Catalase For Hydrogen Peroxide Decomposition

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 Food-Grade Catalase For Hydrogen Peroxide Decomposition →](#)

## 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. Anwar, S., Alrumaihi, F. A., Sarwar, T., Babiker, A., Khan, A., Prabhu, S. V., & Rahmani, A. (2024). Exploring Therapeutic Potential of Catalase: Strategies in Disease Prevention and Management. *Biomolecules*, 14.
2. Mazzini, L., Araújo Andrade, T., Rodrigues, A. A., Oliveira, R. S., Oliveira, K. L. A., & Moreira, R. L. (2025). The chemistry of hydrogen peroxide: Applications and analytical techniques for detection in water and food matrices. *Food Chemistry*, 496 Pt 1, 146571 .
3. Li, Y., Zhang, Y., Zhang, W., Wu, H., & Zhang, S. (2024). Enhanced Hydrogen Peroxide Decomposition in a Continuous-Flow Reactor over Immobilized Catalase with PAES-C. *Polymers*, 16.
4. Yuan, Y., Zhang, Y., Bilheux, H., & Salmon, S. (2021). Biocatalytic Yarn for Peroxide Decomposition with Controlled Liquid Transport. *Advanced Materials Interfaces*, 8.
5. Zhang, Y., Jin, Y., Yuan, X., Zhao, S., Ye, J., Xue, K., Hu, J., ... et al. (2023). Layered bimetallic hydroxide nanocage assembled on MnO<sub>2</sub> nanotubes: A hierarchical porous sugar gourd-like electrocatalyst for the sensitive detection of hydrogen peroxide in food. *Food Chemistry*, 426, 136517 .

6. Cortés, J., Navarro-Quiles, A., Romero, J., & Roselló, M. (2021). A full probabilistic analysis of a randomized kinetic model for reaction–deactivation of hydrogen peroxide decomposition with applications to real data. *Journal of Mathematical Chemistry*, 59, 1479 - 1497.
7. Yang, L., Ru, Y., Xu, S., Liu, T., & Tan, L. (2021). Features correlated to improved enzymatic digestibility of corn stover subjected to alkaline hydrogen peroxide pretreatment. *Bioresource Technology*, 325, 124688 .
8. Zhang, H., & Wu, J. (2023). Optimization of Alkaline Hydrogen Peroxide Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis of Wheat Straw for Enhancing Sugar Yields. *Fermentation*.
9. Arul, P., Nandhini, C., Huang, S., Gowthaman, N., & Chih-Huang (2023). Tailoring of peroxidase mimetics bifunctional nanocomposite: Dual mode electro-spectroscopic screening of cholesterol and hydrogen peroxide in real food samples and live cells. *Food Chemistry*, 414, 135747 .
10. Zhang, J., Li, K., Liu, S., Huang, S., & Xu, C. (2021). Alkaline hydrogen peroxide pretreatment combined with bio-additives to boost high-solids enzymatic hydrolysis of sugarcane bagasse for succinic acid processing. *Bioresource Technology*, 126550 .


## 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。