

低溫型 α -澱粉酶用於烘焙麵粉：Food Grade Baking Flour Food Additive Low Temperature Alpha Amylase 的機制、應用與製程判讀

Enzymes.bio 研究團隊 · 紐西蘭威靈頓 · June 22, 2026

低溫型 α -澱粉酶是一種用於烘焙麵粉、預拌粉與發酵麵團的食品用澱粉水解酵素，主要作用是在攪拌、醒發與烘烤初期將部分澱粉轉化為糊精與可利用糖。它的實務價值在於協助麵粉批次標準化、改善酵母發酵可用糖、支持表皮上色與麵包內相穩定，但效果高度取決於麵粉條件、配方含水量、發酵時間與烘烤曲線。Enzymes.bio 供應此類食品用酵素產品，產品以 1 kg 單位在線上銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。

酵素名稱與主要應用

Food Grade Baking Flour Food Additive Low Temperature Alpha Amylase 可理解為面向烘焙麵粉與麵團製程的低溫型 α -澱粉酶。 α -澱粉酶是一類可水解澱粉 α -1,4 糖苷鍵的酵素，食品工業常見應用包含烘焙、釀造、穀物加工、澱粉加工與發酵製程；近年食品酵素研究也持續討論不同微生物來源、耐受條件與製程適配性如何影響應用表現 [1]。

在烘焙語境中，「低溫型」不應被誤解為只在冷藏或冷凍條件下作用，而是相對於高溫澱粉液化用酵素而言，更適合在麵團攪拌、室溫或溫和醒發、烘烤升溫初期等條件下發揮功能。這種定位很重要，因為麵包製程中的澱粉水解並非追求完全糖化，而是要在不破壞麵團結構的前提下，提供適量可發酵糖與短鏈糊精。

為什麼烘焙麵粉需要 α -澱粉酶？

小麥粉本身的澱粉酶活性並不固定

小麥粉中的澱粉是酵母與多數烘焙微生物無法直接快速利用的大分子碳水化合物。麵粉天然會含有一定內生酵素，但其活性會受到小麥品種、栽培環境、收穫前發芽、晚熟 α -澱粉酶現象、儲藏條件與製粉造成的受損澱粉比例影響；小麥研究指出，收穫前發芽與晚熟 α -澱粉酶都會改變穀粒與麵粉品質，並可能影響後續加工表現 [2]。

對商業烘焙而言，問題不在於「有沒有澱粉」，而在於澱粉是否能在適當時間、以可控制程度轉化為可用糖。若麵粉內生澱粉酶不足，麵團發酵可能較慢，表皮上色偏弱，產品批次差異增加；若內生活性過高，則可能導致麵團黏性升高、內相濕黏或產品結構不穩。研究亦曾探討晚熟 α -澱粉酶是否影響小麥烘焙品質，顯示 α -澱粉酶活性與麵粉功能性之間確實存在需要管理的關聯 [3]。

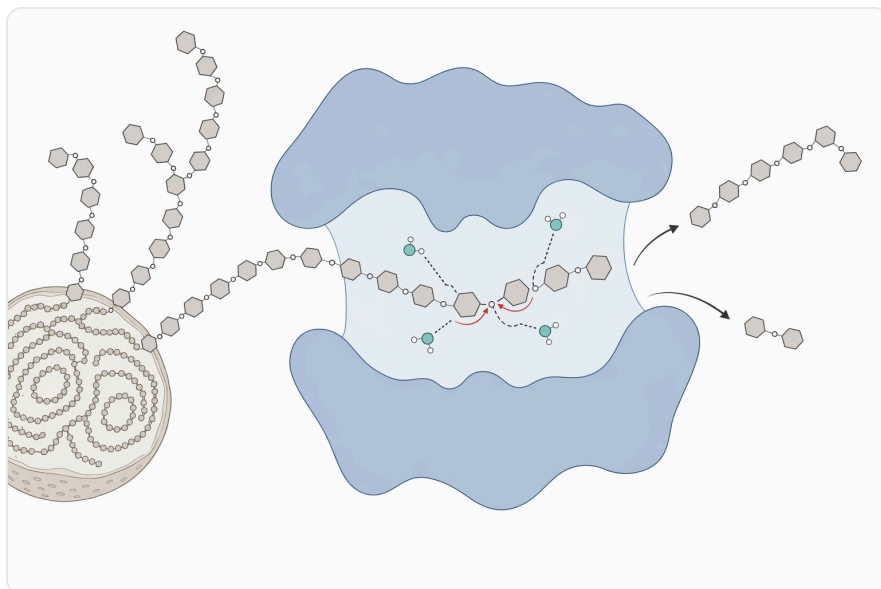


Figure 1. α -澱粉酶以內切方式作用於小麥澱粉內部的 α -1,4 鍵，產生糊精、麥芽糖、麥芽三糖及相關可溶性碳水化合物。

低溫型 α -澱粉酶是澱粉端的「可控輔助工具」

低溫型 α -澱粉酶的核心用途，是在麵團含水後開始作用於較容易被接觸的澱粉區域，特別是受損澱粉、吸水膨潤的澱粉顆粒表面，以及烘烤初期糊化程度逐步增加的澱粉相。這種反應可產生糊精、麥芽寡糖與較小糖類，間接支持酵母發酵、表皮褐變與麵包內相口感形成。

它不是麵筋強化劑，也不是單獨解決所有麵粉缺陷的改良劑。麵包體積、咀嚼感、切片性與老化速度仍同時受麵筋網絡、攪拌能量、鹽糖油比例、含水量、發酵時間、酵母狀態與烘烤條件影響； α -澱粉酶的正確角色，是把澱粉水解這一端變得更可預期。

作用機制： α -澱粉酶如何改變麵團與麵包？

由大分子澱粉轉為短鏈糊精與可利用糖

α -澱粉酶屬於內切型澱粉水解酵素，主要在澱粉分子內部切割 α -1,4 鍵，使直鏈澱粉與支鏈澱粉的長鏈結構變短。不同來源的 α -澱粉酶會產生不同分布的水解產物，但共同點是降低澱粉分子尺寸、增加可溶性碳水化合物比例，並改變麵團中水分與澱粉基質的互動方式。

在麵團攪拌初期，澱粉顆粒多數尚未完全糊化，因此酵素優先作用於受損澱粉與顆粒表面可及區域。當麵團進入醒發，水分、時間與溫度讓酵素有機會逐步生成可發酵糖；到烘烤初期，澱粉糊化提高可及性，反應可能短暫加速，隨後酵素因熱處理而逐步失活。熱加工文獻普遍指出，食品酵素活性會受到加熱條件影響，失活程度取決於酵素本身穩定性與時間—溫度組合 [4]。

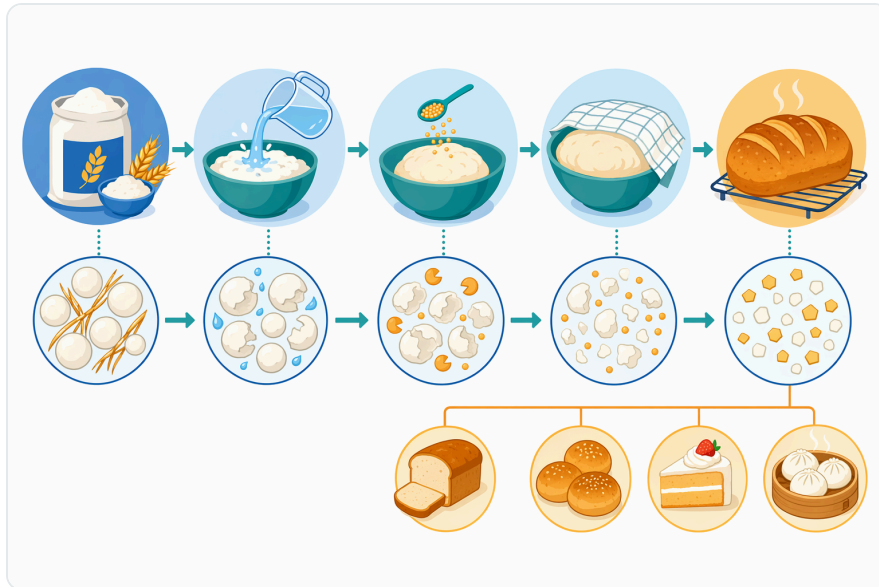


Figure 2. 此酶的作用從攪拌時的澱粉水合開始，延續到醒發時釋放糖分、烘烤初期的有限作用，以及冷卻後仍有助於麵包鬆柔軟的殘餘效果。

為酵母、褐變與內相結構提供間接支持

酵母在麵團中主要利用可發酵糖產生二氧化碳與風味代謝物。當麵粉可利用糖不足時， α -澱粉酶可透過澱粉水解補充糖源，使發酵更穩定；同時，烘烤階段可利用糖參與梅納反應與焦糖化，使表皮上色與烘焙香氣更完整。這些效應並非來自酵素直接「膨脹麵包」，而是來自澱粉轉化後對發酵與熱反應的連鎖影響。

短鏈糊精也會改變麵包內相的水分分布與柔軟感。適量水解可讓口感更柔和、組織更均一；但過度水解會使麵團吸水與持氣平衡被破壞，常見結果包括麵團偏黏、操作性下降、底部沉積、內相濕黏或切片時沾刀。澱粉基質中的酵素活性也會受到玻璃轉移與水分狀態影響，顯示麵團與烘焙品的水分環境會改變 α -澱粉酶實際作用程度 [5]。

低溫型、耐高溫型與其他澱粉酶有何不同？

不同 α -澱粉酶之間最大的差異，不只是來源名稱，而是製程適配性。食品酵素研究常以微生物來源、pH 適用範圍、溫度穩定性與蛋白結構改造來區分用途；例如食品酵素的實驗室演化與篩選研究，正是為了讓特定酵素更符合加工環境需求 [6]。

酵素類型	典型製程定位	對烘焙麵團的意義	使用風險或限制
低溫型 α -澱粉酶	麵粉、預拌粉、麵團攪拌、醒發、烘烤初期	提供適量澱粉水解，改善發酵糖來源、上色與內相穩定	長時間發酵或過度作用時，可能造成黏性與濕黏內相
耐高溫 α -澱粉酶	澱粉液化、穀物漿料、較高溫加工	通常不以一般麵包麵團為主要場景	若錯用於烘焙，可能在高溫階段仍持續水解，增加結構失控風險
麥芽糖生成型澱粉酶	柔軟保鮮、延緩老化等配方設計	常被用於特定麵包品質與保存期管理	與 α -澱粉酶機制不同，不宜直接互換
β -澱粉酶或葡萄糖澱粉酶	依產品設計產生不同糖譜	可影響甜味、發酵與糖化程度	產物分布與反應速率不同，需配方驗證

這張比較表的重點是：低溫型 α -澱粉酶適合用於烘焙麵粉，並不代表所有澱粉酶都能等同替換。以 *Bacillus* 類 α -澱粉酶為例，已有研究透過多點突變提升熱穩定性，說明同屬 α -澱粉酶的蛋白質，也可能因穩定性設計而走向不同食品加工用途 [7]。

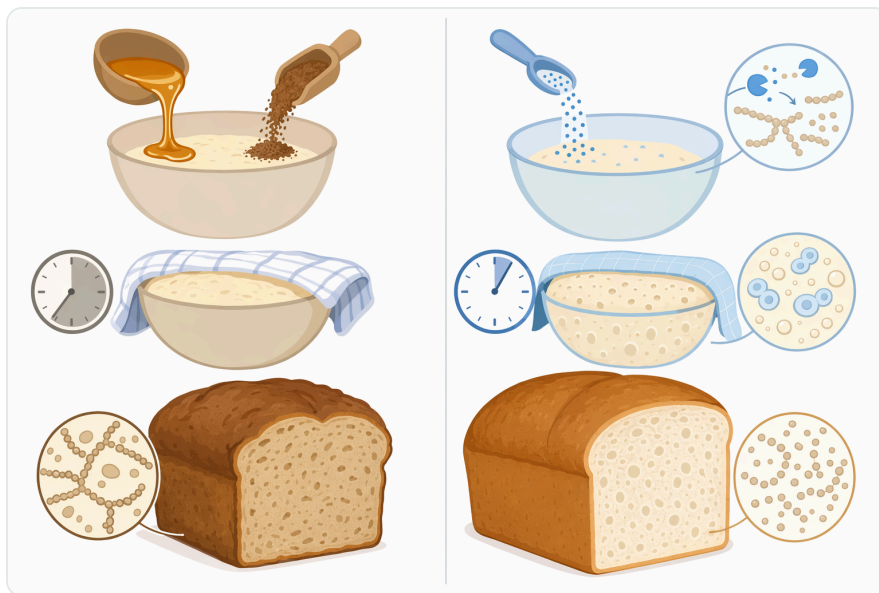


Figure 3. 低溫型真菌 α -澱粉酶適用於麵糰階段的受控水解，不同於為高溫澱粉液化而設計的耐熱型系統。

主要烘焙應用

麵粉標準化與預拌粉調整

麵粉廠、預拌粉業者或烘焙中央廚房，常需要面對不同批次麵粉吸水、發酵力與上色能力的差異。低溫型 α -澱粉酶可作為澱粉端的調整因子，使可發酵糖生成更穩定，尤其適合用於以麵粉為主體、依賴酵母發酵或熱褐變表現的產品。

小麥研究顯示，冷涼條件與晚熟 α -澱粉酶相關現象可能改變澱粉分子結構與糊化行為，進而影響小麥加工品質 [8]。這類資料提醒烘焙端：麵粉不是完全均質的原料，內生酵素與澱粉狀態都可能造成製程波動；外加低溫型 α -澱粉酶的價值，在於提供較可管理的水解路徑，而不是完全取代原料品質管理。

麵包、吐司與發酵麵團

在吐司、餐包、漢堡麵包、歐式麵包與其他發酵烘焙品中，低溫型 α -澱粉酶最常被用來改善發酵穩定、表皮色澤與內相柔軟度。若麵粉糖源不足，麵團可能發酵後勁不足、烘烤顏色偏淡；適量澱粉水解可讓酵母與褐變反應獲得更穩定的碳水來源。

不過，長時間中種、冷藏發酵、延遲醒發或冷凍麵團系統需要特別謹慎。因為反應時間延長時，即使是低溫型酵素也可能累積水解效果；若配方含水高、受損澱粉比例高或發酵時間長，過度水解風險會放大。食品加工中酵素受壓力、溫度與基質環境影響的研究亦指出，酵素行為不能只看單一條件，而要放在完整製程中理解 [9]。

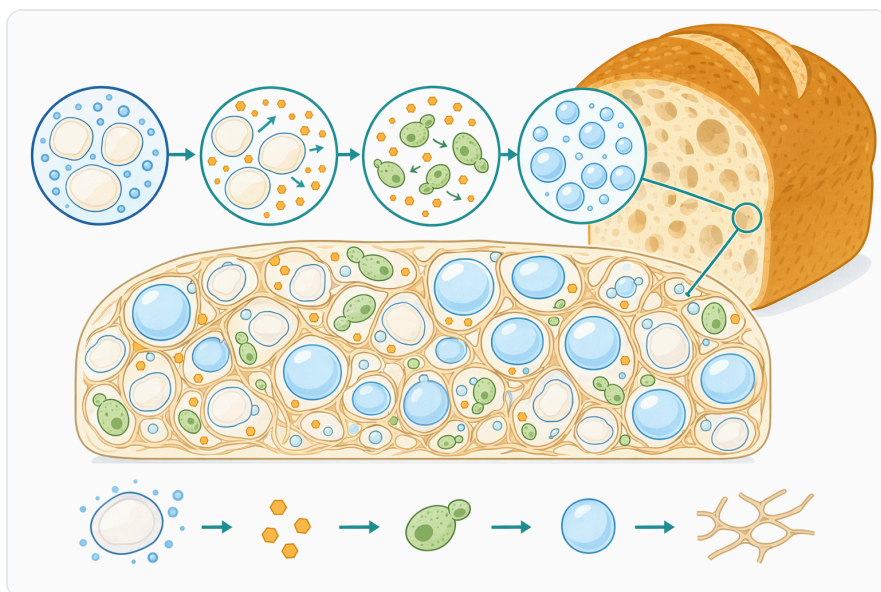


Figure 4. 當麵糰基質足夠強韌、能保留氣泡時，受控的澱粉水解可支持酵母產氣與麵包體積膨脹。

蒸製麵食與麵粉型食品

饅頭、包子、刈包、部分中式發酵麵食也可能受益於澱粉酶控制，但評估重點與烘烤麵包不同。這些產品通常不依賴表皮梅納反應形成深色外殼，而更重視發酵穩定、組織細緻、口感柔軟與蒸後表面狀態。因此，低溫型 α -澱粉酶在這類應用中的價值，主要是調整麵團可用糖與澱粉水解程度，而非追求強烈上色。

若製程包含預糊化粉、熟化澱粉、再加熱或冷藏回溫，酵素與澱粉基質的互動會更複雜。研究指出，蒸汽處理與內生 α -澱粉酶活性會影響小麥粉功能特性，顯示熱濕處理與澱粉酶並非彼此獨立，而會共同改變麵粉行為 [10]。

影響使用效果的關鍵製程因素

含水量與受損澱粉

α -澱粉酶需要水分與可接觸的澱粉基質才能有效反應。高受損澱粉麵粉通常較容易被水解，也更容易吸水；在適當範圍內，這有助於糖生成，但若受損澱粉比例高且酵素作用過強，麵團會更容易黏手、軟塌或出現烘焙後濕黏內相。這也是為何同一款酵素在不同麵粉上，結果可能並不相同。

pH、鹽糖油與配方干擾

麵團 pH、鹽、糖、油脂、乳化劑與其他改良劑會改變酵素與基質的相互作用。高糖或高油配方通常會改變水分可用性，使酵素反應速度與麵團物性不同於低糖主食麵包。若同時使用酸麵種、乳酸菌發酵或酸化配方，pH 也可能影響 α -澱粉酶表現。

食品酵素來源多樣，例如 *Bacillus licheniformis* 與 *Aspergillus oryzae* 等微生物都曾被研究用於 α -澱粉酶生產，且不同來源酵素在耐受性與反應特徵上不完全相同 [11]。因此，低溫型 α -澱粉酶的使用應以實際麵團系統判讀，而不是只依照「澱粉酶」三個字推論效果。

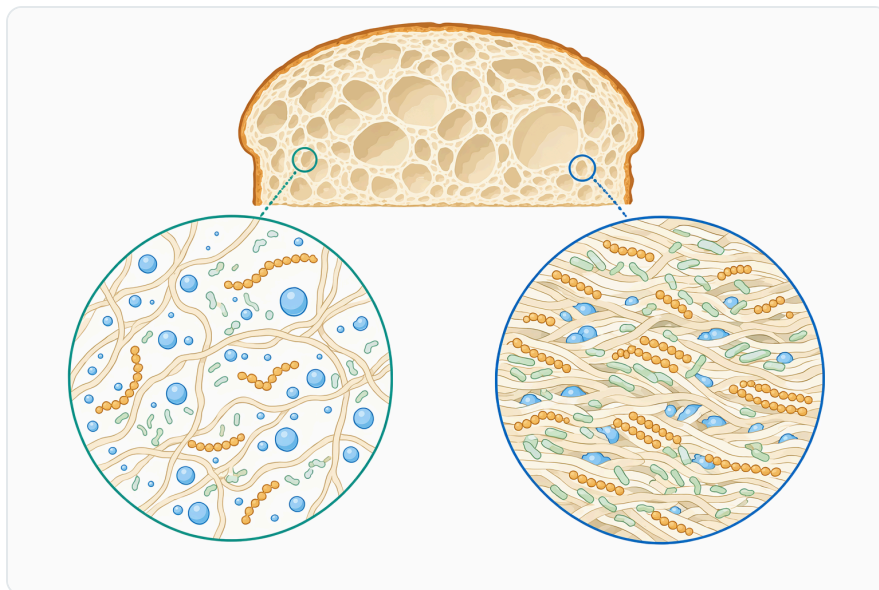


Figure 5. 由 α -澱粉酶形成的糊精與麥芽寡糖可干擾澱粉重新締合，並有助於延緩麵包瓤變硬。

發酵時間與烘烤升溫速度

酵素反應具有時間累積性。短流程麵包可能需要較快速生成可用糖；長時間發酵則更重視避免過度水解。烘烤升溫速度也會影響酵素在失活前能作用多久：升溫較慢時，酵素可能有較長時間在澱粉逐步糊化的環境中反應；升溫較快時，酵素作用窗口較短。熱加工與酵素失活研究普遍強調，時間與溫度組合會影響酵素殘留活性與食品品質結果 [12]。

過量或不適配時可能出現的現象

低溫型 α -澱粉酶若使用不當，最常見的失衡不是「完全沒效果」，而是效果過頭或與製程不匹配。典型現象包括麵團變黏、機械整形不穩、醒發後支撐力不足、烘烤後內相濕黏、切片沾刀、底部沉積或口感發黏。這些現象通常與澱粉過度水解、麵筋網絡承載不足、含水量偏高或發酵時間過長共同相關。

另一方面，若效果不足，則可能出現發酵後勁不夠、表皮上色不足、風味偏淡或不同批次產品差異仍大。此時不宜單純把問題歸因於酵素，而應同時檢視麵粉受損澱粉、酵母活性、配方糖量、發酵溫度、攪拌發展與烘烤曲線。

與小麥內生 α -澱粉酶的關係

商業外加 α -澱粉酶與小麥內生 α -澱粉酶都能水解澱粉，但管理邏輯不同。內生 α -澱粉酶來自原料本身，可能因產地、氣候與穀粒成熟狀態而波動；外加低溫型 α -澱粉酶則是配方與製程設計的一部分，目標是在可控範圍內補足或修正澱粉水解表現。

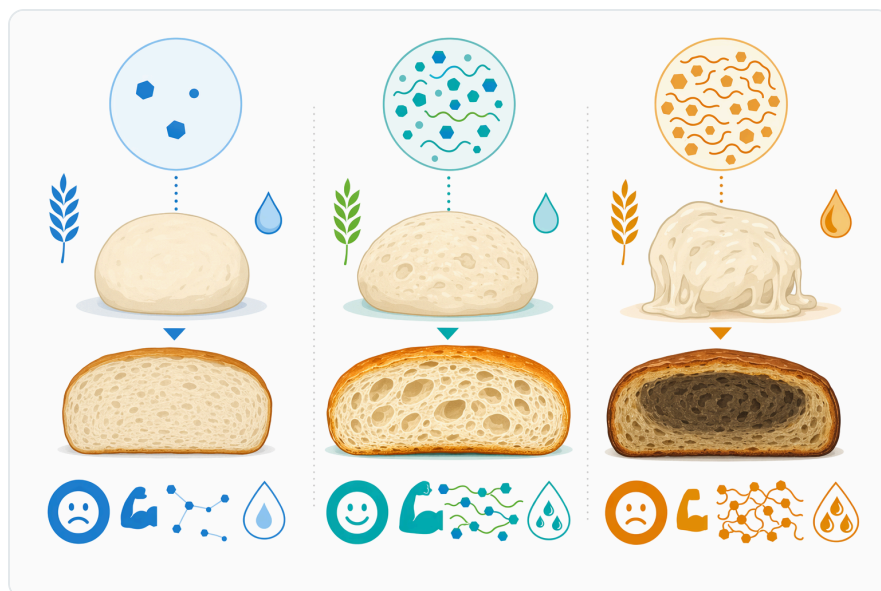


Figure 6. 實務上的目標是讓澱粉部分水解，因為活性不足會限制效益，而活性過高則可能造成麵糰發黏、麵包黏糊及過度褐變。

晚熟 α -澱粉酶與收穫前發芽常被視為小麥品質風險，因為它們可能在穀粒成熟或收穫前提高澱粉水解活性，造成麵粉加工表現不穩 [13]。這與烘焙端使用低溫型 α -澱粉酶的目的不同：前者是原料不確定性，後者是配方控制工具。理解這個差異，有助於避免把所有 α -澱粉酶活性都視為好或壞。

食品安全、標示與文件觀點

食品用酵素的合規判斷通常涉及使用地法規、酵素來源、用途、是否在最終食品中仍具功能，以及它被視為加工助劑或食品添加物。烘焙麵粉中的酵素標示在不同市場可能有不同要求；英國 Real Bread Campaign 曾整理麵粉添加酵素與標示透明度的爭議，反映出「酵素是否需揭露」並非單純技術問題，也涉及供應鏈資訊傳遞與消費者知情 [14]。

對 B2B 使用者而言，較穩妥的做法是把 α -澱粉酶視為需要納入內部配方、文件與標示判斷的功能性原料，而不是因為添加量低就忽略其存在。Enzymes.bio 作為供應商，會隨訂單提供 CoA 與 SDS，以支援買方進行收貨、倉儲、安全操作與內部品質文件管理；粉末型酵素操作時亦應依 SDS 管理粉塵吸入與接觸風險。

Enzymes.bio 產品定位與採用情境

Enzymes.bio 供應食品用低溫型 α -澱粉酶，適合需要線上購買 1 kg 單位產品、並自行於配方與製程中驗證適用性的烘焙、預拌粉與食品加工使用者。此類產品的定位不是高溫澱粉液化用酵素，也不是萬能麵粉改良劑，而是用於麵粉與麵團系統中管理澱粉水解的技術性原料。

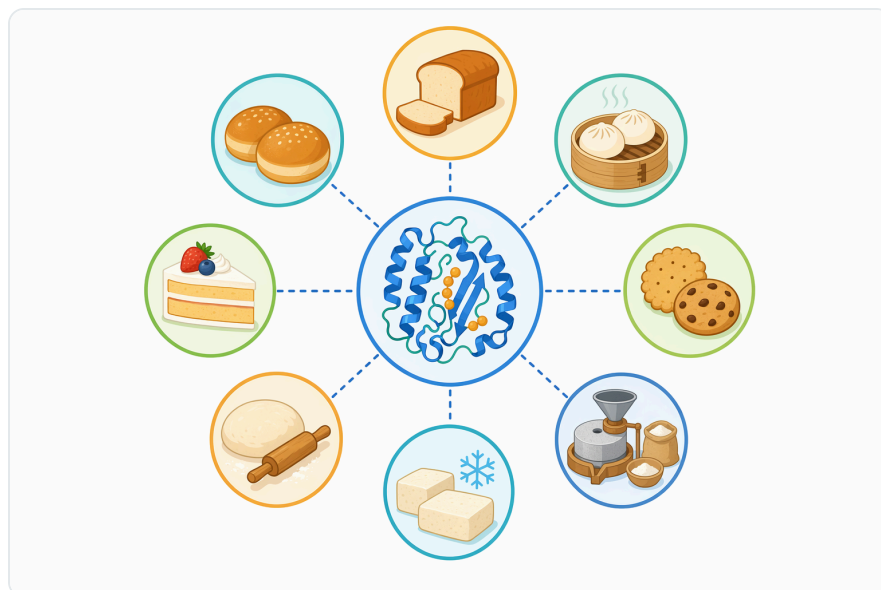


Figure 7. 相同的 α -澱粉酶化學作用可應用於麵包、其他烘焙食品、義大利麵、釀造與澱粉轉化，但各應用所追求的功能結果各不相同。

導入時應以最終產品目標為核心：若目標是改善表皮上色，需觀察糖生成與烘烤反應；若目標是改善吐司柔軟度，需觀察內相、切片與保存期間口感；若目標是提高麵粉批次穩定性，則需比較不同批次麵粉在相同製程中的表現。 α -澱粉酶研究與食品酵素應用文獻共同指出，酵素效果取決於基質、環境與加工條件，而非單一成分名稱即可決定 [15]。

結論

低溫型 α -澱粉酶是烘焙麵粉與發酵麵團中重要的澱粉管理酵素。它透過水解澱粉生成糊精與可利用糖，協助發酵、表皮上色、內相柔軟度與產品批次一致性；但其效果必須放在麵粉品質、含水量、發酵時間、pH、配方組成與烘烤條件中共同判讀。

對烘焙與預拌粉使用者而言，最務實的理解方式是：Food Grade Baking Flour Food Additive Low Temperature Alpha Amylase 不是單純「讓麵包變大」的添加物，而是調整澱粉轉化節奏的工具。當它與合適的麵粉、配方設計與製程控制搭配時，可提升發酵表現與烘焙品質穩定性；若與長時間發酵、高受損澱粉或不適合的熱處理條件搭配，則可能放大黏性與濕黏內相風險。正確使用的關鍵，在於把它視為精準的澱粉水解管理手段，而不是替代完整烘焙工程判斷的單一解方。

線上訂購 Food Grade 100,000 U/G Baking Flour Food Additive Low Temperature Alpha Amylase

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 100,000 U/G Baking Flour Food Additive Low Temperature Alpha Amylase →](#)

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. Ashaolu, T. J., Malik, T., Soni, R., Prieto, M., & Jafari, S. (2024). [Extremophilic Microorganisms as a Source of Emerging Enzymes for the Food Industry: A Review](#). *Food Science & Nutrition*, 13.
2. Kelly, J. H., Thompson, A., & Hauvermale, A. L. (2025). [Exploring preharvest sprouting \(PHS\) and late-maturity alpha-amylase \(LMA\) in wheat through proteomics: A review](#). *Crop science*.
3. Newberry, M., Zwart, A., Whan, A., Mieog, J. C., Sun, M. Y., Leyne, E., Pritchard, J. R., ... et al. (2018). [Does Late Maturity Alpha-Amylase Impact Wheat Baking Quality?](#). *Frontiers in Plant Science*, 9.
4. Maurya, N. (2025). [Thermal Processing in Food Preservation: A Comprehensive Review of Pasteurization, Sterilization, and Blanching](#). *Nutrition and Food Processing*.

5. Chaudhary, V., Panyoyai, N., Small, D., Shanks, R., & Kasapis, S. (2017). Effect of the glass transition temperature on alpha-amylase activity in a starch matrix. *Carbohydrate Polymers*, 157, 1531-1537 .
6. Wu, J., Wang, Z., Zeng, M., He, Z., Chen, Q., & Chen, J. (2024). Comprehensive Understanding of Laboratory Evolution for Food Enzymes: From Design to Screening Innovations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
7. Yuan, S., Yan, R., Lin, B., Li, R., & Ye, X. (2023). Improving thermostability of Bacillus amyloliquefaciens alpha-amylase by multipoint mutations. *Biochemical and Biophysical Research Communications - BBRC*, 653, 69-75 .
8. Neoh, G. K., Tan, X., Dieters, M., Fox, G., & Gilbert, R. (2020). Effects of cold temperature on starch molecular structure and gelatinization of late-maturity alpha-amylase affected wheat. *Journal of Cereal Science*.
9. Zheng, N., Long, M., Zhang, Z., Du, S., Huang, X., Osire, T., & Xia, X. (2023). Behavior of enzymes under high pressure in food processing: mechanisms, applications, and developments. *Critical reviews in food science and nutrition*, 64, 9829 - 9843.
10. Delatte, S., Doran, L., Blecker, C., Mol, G. D., Roiseux, O., Gofflot, S., & Malumba, P. (2019). Effect of pilot-scale steam treatment and endogenous alpha-amylase activity on wheat flour functional properties. *Journal of Cereal Science*.
11. Tran, T. N., Chen, S., Doan, C., & Wang, S. (2025). Unlocking the Potential of Pomelo Albedo: A Novel Substrate for Alpha-Amylase Production Using Bacillus licheniformis. *Fermentation*.
12. Polak, N., Kalisz, S., & Kruszewski, B. (2024). High-Temperature Short-Time and Ultra-High-Temperature Processing of Juices, Nectars and Beverages: Influences on Enzyme, Microbial Inactivation and Retention of Bioactive Compounds. *Applied Sciences*.
13. Peery, S. R., Carle, S. W., Wysock, M., Pumphrey, M., & Steber, C. (2023). LMA or vivipary? Wheat grain can germinate precociously during grain maturation under the cool conditions used to induce late maturity alpha-amylase (LMA). *Frontiers in Plant Science*, 14.
14. Undeclared Flour Additives. *Sustainweb*.
15. Paul, R., Gogoi, J., & Talukdar, N. (2025). Amylase From Fruit and Vegetable Waste: Its Immobilization and Application in the New Trend—A Review. *Biotechnology and applied biochemistry*, 73, 168 - 188.


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

