

Maltogenic Amylase for Baking (麥芽型 α -澱粉酶) : 麵包抗老化、柔軟組織與貨架期應用

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

Maltogenic amylase (麥芽型 α -澱粉酶，以下簡稱 MA) 在烘焙中的主要用途，是延緩麵包與澱粉基產品的老化，使內部組織在儲存期間維持較柔軟、較少乾硬的口感。其核心機制不是「增加防腐力」，而是改變澱粉鏈長與回生行為，降低烘焙後澱粉重新排列、結晶與硬化的速度。研究已在小麥麵包、無麩質麵包、米澱粉與蠟質玉米澱粉等系統中觀察到 MA 對澱粉結構、流變性、回生與麵包品質的影響 [1]。

酵素名稱與主要應用

酵素名稱： Maltogenic amylase ; 中文常稱「麥芽型 α -澱粉酶」或「麥芽糖生成澱粉酶」。

主要應用： 烘焙保鮮、延緩麵包老化、改善麵包內層柔軟度、降低儲存期間硬度上升，並可用於吐司、片裝麵包、漢堡麵包、甜麵包、蛋糕類澱粉系統與部分無麩質烘焙配方。MA 相關研究也延伸至米澱粉、蠟質玉米澱粉、甘藷澱粉等非小麥澱粉，以理解其對澱粉結構與回生的調控作用 [2]。

Enzymes.bio 供應的 Maltogenic Amylase For Baking 是面向烘焙與食品配方開發用途的酵素原料，線上以 1 kg 單位銷售；Enzymes.bio 為供應商，不是製造商，也不是實驗室。隨訂單提供 CoA 與 SDS，供客戶依自身品質系統進行收貨、文件留存與內部放行管理。

MA 在烘焙中解決的是「澱粉老化」問題

麵包出爐後的品質下降，常被消費者描述為變硬、變乾、失去彈性或咀嚼時有粉感；對工廠而言，這會轉化為陳列期縮短、退貨風險增加與品牌口感一致性下降。MA 的價值在於針對澱粉老化中的關鍵步驟，減少儲存期間麵包內層硬化，而不是單純增加麵包體積或改善發酵速度；Gomes-Ruffi 等研究即將 MA 與乳化劑 sodium stearoyl lactylate 置於麵包儲存品質的脈絡中討論，反映其典型應用場景是儲存期品質維持 [1]。

麵包老化並非單一現象。烘焙時澱粉吸水、糊化並與麵筋、脂質與其他多醣形成複雜結構；冷卻與儲存後，澱粉分子逐步重新排列，其中支鏈澱粉較長側鏈的再結晶與水分遷移，是麵包內層硬化的重要因素。MA 透過切短部分澱粉鏈，降低可形成穩定雙螺旋與結晶區的長鏈比例，因此能延緩回生與硬度上升 [3]。

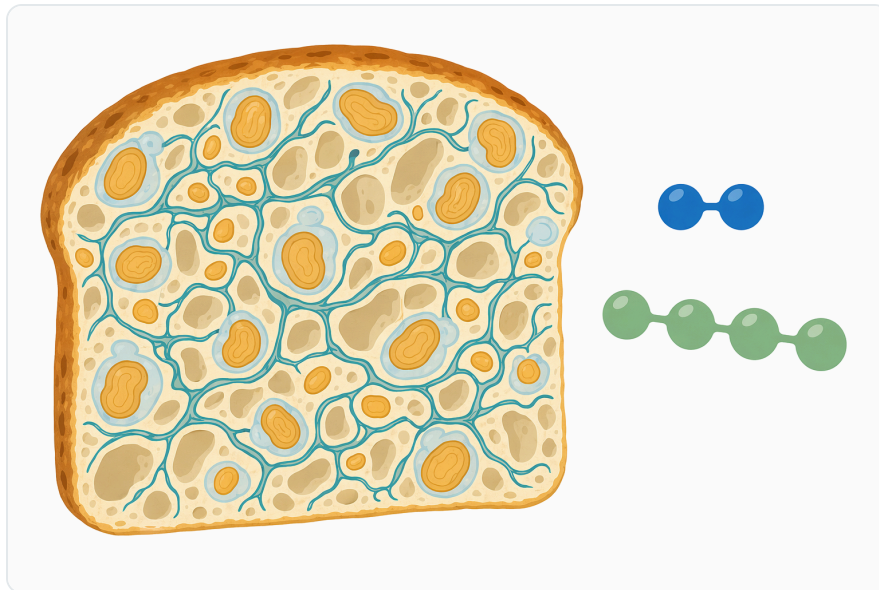


Figure 1. 麥芽糖生成澱粉酶會將糊化澱粉改質為富含麥芽糖的短片段，而不是一般澱粉切割酶那樣隨機作用。

在實務上，MA 特別適合用於「希望口感在數天儲存後仍接近新鮮狀態」的包裝麵包系統，例如吐司、片裝白麵包、全麥或雜糧麵包、漢堡麵包與部分甜麵包。若產品問題主要來自微生物污染、包裝阻隔不足或水分活性管理失衡，MA 仍可能改善柔軟度，但不能替代衛生設計、包裝技術或防霉策略；包裝型態本身對麵包品質與貨架期也有明確影響 [4]。

作用機制：把「容易回生的澱粉鏈」改成較不易結晶的結構

1. 水解澱粉鏈並生成麥芽糖與短鏈麥寡糖

MA 屬於澱粉水解酵素，作用於澱粉中的 α -糖苷鍵，產物以麥芽糖與短鏈麥寡糖為主。與只追求大量液化或快速降低黏度的澱粉酶應用不同，烘焙用 MA 的重點是控制性地改變糊化澱粉與支鏈澱粉外鏈結構，使其在冷卻後較不容易重新排列成堅硬結晶網絡；Rebholz 等針對外源 MA 與 maltotetraogenic amylase 在小麥麵包中釋糖行為的研究，正是從「酵素產物與糖釋放」角度解析其烘焙影響 [5]。

這些短鏈產物對麵包內層有兩層意義。第一，它們破壞或縮短原本可能參與回生的澱粉鏈段；第二，它們會改變水分在澱粉、蛋白質與可溶性固形物之間的分布，使口感上更不容易出現乾硬與粉化。米澱粉降解研究顯示，MA 對澱粉結構與流變性之間的關聯具有可觀察的影響，這也支持其在非小麥澱粉系統中作為結構調控工具的可行性 [2]。

2. 延緩支鏈澱粉回生，而不是讓麵包「永遠不老化」

MA 的效果應理解為「延緩」而非「停止」老化。澱粉回生仍會隨時間、溫度與配方條件進行；MA 只是降低某些結構重新組裝的機率與速度。Grewal 等以蠟質玉米澱粉研究 MA 水解結構與回生之間的關係，說明即使在以支鏈澱粉為主的澱粉材料中，酵素改質後的分子結構也會直接影響回生行為 [3]。

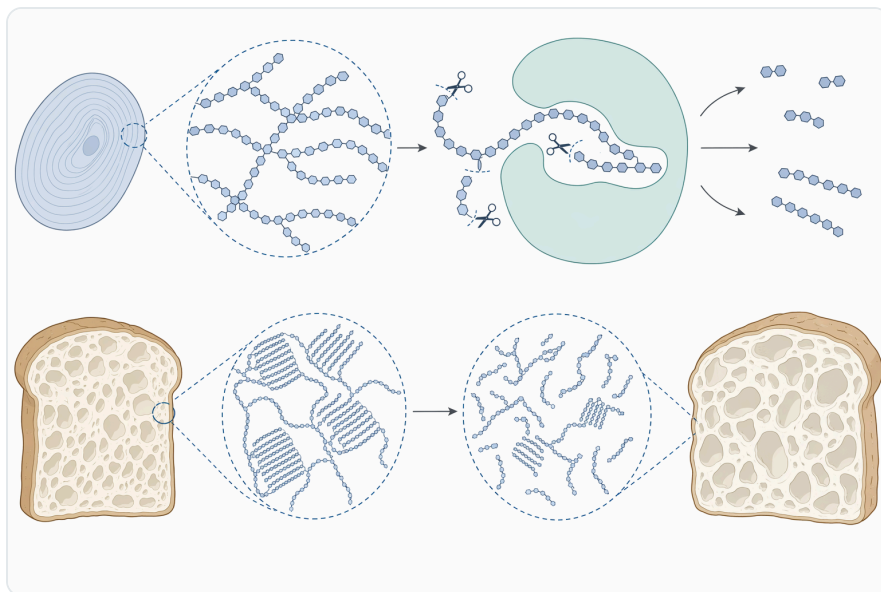


Figure 2. 麵包在儲存期間會變硬，因為糊化並冷卻後，支鏈澱粉的分支會重新結合，形成較有序的区域。

這個機制也解釋了為什麼 MA 通常比一般「發酵助糖」概念更接近烘焙保鮮工具。傳統 α -澱粉酶常被用來增加發酵可利用糖、改善烘焙著色或影響麵糰黏度；MA 則更常被定位在烘焙後品質維持，尤其是內層柔軟度與儲存期口感。白小麥麵包中加入 MA 或 amylomaltase 的研究，亦將重點放在澱粉功能性、消化性與麵包配方中澱粉行為的改變 [6]。

3. 對流變性、組織與咀嚼感的間接影響

MA 對麵糰的影響不只來自釋糖，也來自澱粉顆粒在糊化前後的黏度、吸水與結構轉換。當澱粉鏈被適度切短，麵包內層可能呈現較柔軟且較穩定的咀嚼感；但若整體配方中澱粉酵素活性過強，或與其他水解型酵素疊加過度，則可能出現黏牙、內層發濕、切片沾刀或支撐力下降等現象。不同 α -澱粉酶對米粉麵糰與麵包流變、微結構的影響已有研究討論，顯示澱粉基體與酵素作用之間存在配方依賴性 [7]。

因此，MA 不宜被視為單一萬能改良劑，而應被放在完整配方系統中判斷：麵粉蛋白質品質、受損澱粉比例、糖油含量、乳化劑、膳食纖維、發酵酸度、烘焙損耗與包裝阻隔，都會改變最後效果。以燕麥 β -葡聚糖改善小麥麵包品質與儲存穩定性的研究也提醒，水溶性纖維與澱粉—蛋白網絡的交互作用，會改變質地與老化表現 [8]。

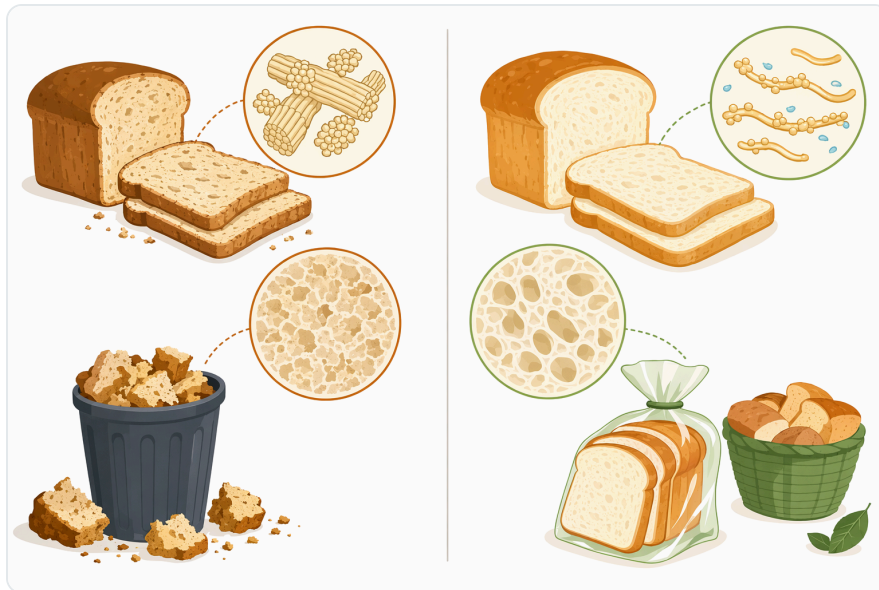


Figure 3. 不同的烘焙用澱粉酶會產生不同的澱粉片段組成，因此在麵包中帶來不同的功能效果。

與其他烘焙保鮮技術的差異

MA 最適合被描述為「澱粉結構调控型保鮮工具」。它可以與乳化劑、酸種、包裝、防霉策略或其他酵素並用，但作用靶點不同；若把不同技術混為一談，容易在配方設計時誤判問題來源。下表以應用邏輯比較常見烘焙品質維持方案。

技術或成分	主要作用靶點	對麵包品質的典型影響	與 MA 的差異
Maltogenic amylase (MA)	糊化澱粉、支鏈澱粉外鏈、麥芽糖與短鏈麥寡糖生成	延緩內層硬化、改善儲存期柔軟度與口感穩定	主要處理澱粉回生，不是防霉劑；在小麥麵包釋糖與品質變化中已有研究 [5]
乳化劑，如 sodium stearoyl lactylate	麵筋—澱粉界面、氣泡穩定、乳化與結構支撐	改善體積、組織均勻性與部分儲存品質	可與 MA 同時影響儲存品質，但機制不完全相同 [1]
酸種 / 發酵型保鮮	酸度、有機酸、微生物代謝物、麵糰風味	改善風味、質地與部分貨架期表現	更偏向發酵生態與酸化效應；酸種被視為麵包品質與貨架期的天然增強途徑 [9]
包裝設計	水分散失、氧氣、外部污染與機械保護	影響乾燥、霉變風險、運輸後外觀	直接控制外部環境；不能取代澱粉老化控制，亦受材料與封口品質影響 [4]

技術或成分	主要作用靶點	對麵包品質的典型影響	與 MA 的差異
防霉或抗菌策略	黴菌、酵母或細菌生長	延長微生物安全或感官可接受期	目標是微生物，不是澱粉回生；例如百里香精油閾值研究即聚焦防霉與消費者接受度 [10]

典型應用場景

包裝吐司與片裝麵包

包裝吐司最常見的品質痛點，是出廠後數天內內層硬度上升、切片邊緣乾燥、咀嚼時失去彈性。MA 在此類產品中可協助降低「剛出爐好吃、陳列後快速變硬」的落差，讓口感曲線更平緩。由於吐司配方通常含有糖、油脂、乳化劑或改良劑，MA 的實際表現會與這些成分交互影響；乳化劑與 MA 對平盤麵包儲存品質的共同研究即反映出這類配方互動的重要性 [1]。

漢堡麵包、熱狗麵包與軟式餐包

漢堡麵包與熱狗麵包需要柔軟、可壓縮、回彈且不易碎裂的內層；若儲存後變乾硬，夾餡時容易斷裂或產生粉屑。MA 對這類軟式麵包的價值，在於維持壓縮後回彈與咀嚼濕潤感，同時降低因澱粉回生造成的硬化。小麥麵包研究中，外源澱粉酶對糖釋放與後續品質的影響，提供了理解此類配方中酵素功能的基礎 [5]。

無麩質麵包與米粉基配方

無麩質麵包缺乏小麥麵筋網絡，質地更依賴澱粉糊化、膠體與水分保持；因此澱粉回生常更直接表現在硬度增加與掉屑。Haghighat-Kharazi 等針對包埋 MA 在無麩質麵包中的抗老化特性進行研究，顯示 MA 不僅限於傳統小麥麵包，也可作為無麩質澱粉系統的質地調控工具 [11]。

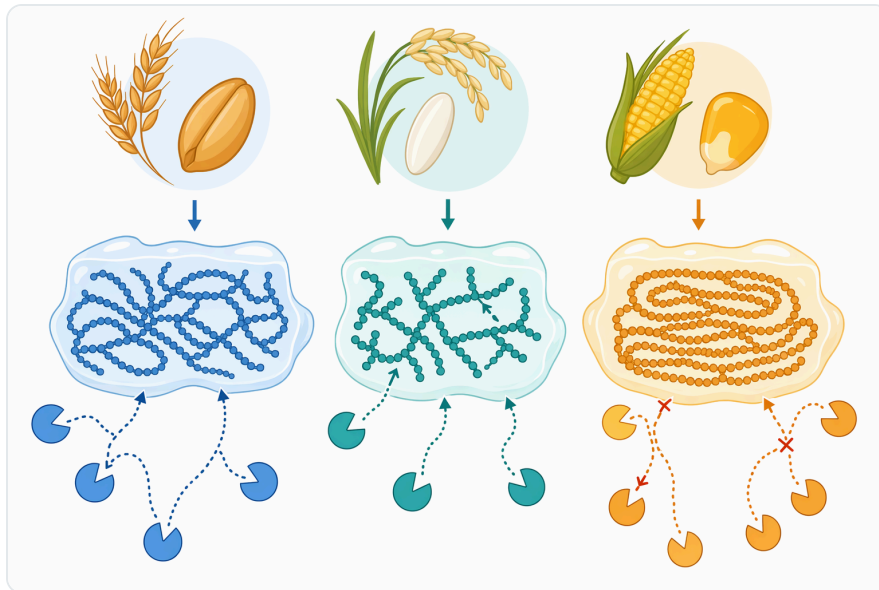


Figure 4. 稻米、玉米與模型澱粉研究顯示，基質結構與可及性會影響麥芽糖生成澱粉酶的改質作用。

米粉、米澱粉或含米穀粉產品中，MA 的影響常與澱粉顆粒結構、直鏈 / 支鏈比例及糊化特性有關。米澱粉被 MA 降解後的流變性變化，說明不同澱粉來源對酵素作用的反應並不相同；這也是無麩質或混合穀物配方導入 MA 時，需要以自身配方條件驗證的原因 [2]。

蛋糕、甜麵包與高糖高油配方

蛋糕與甜麵包中的糖、油脂、蛋、乳化劑與保濕成分會改變澱粉糊化溫度、水分分配與酵素可接觸性。MA 在這些系統中仍可能協助維持柔軟與濕潤感，但效果通常更受配方矩陣限制；若糖油含量高，澱粉可利用水分較少，酵素與澱粉接觸、糊化窗口及失活時間都會改變。針對不同穀物飲品加入小麥麵包的研究也顯示，液相組成與穀物來源會改變麵包品質，間接提醒配方背景不能被忽略 [12]。

與其他酵素或配方成分的協同

MA 常與木聚醣酶、纖維素酶、一般 α -澱粉酶或乳化劑在同一配方系統中出現，但每一類成分的靶點不同。木聚醣酶主要影響阿拉伯木聚醣與麵糰水分分配，纖維素酶可改變纖維結構與麵糰處理性，一般 α -澱粉酶則較常影響可發酵糖與糊化澱粉黏度；Hmad 等研究 α -澱粉酶、木聚醣酶與纖維素酶共同作為麵包改良劑時對麵糰與麵包品質的影響，說明多酵素系統具有協同但也需要平衡 [13]。

對高纖或全穀配方而言，MA 的效果也會受到纖維結構影響。膳食纖維可能競爭水分、改變麵筋網絡、增加麵糰黏度或影響氣泡穩定；若同時使用纖維改質酵素，需留意麵糰吸水、攪拌耐受與成品孔洞結構。Liu 等關於膳食纖維酵素改質對麵糰流變、氣相與纖維強化產品品質的研究，提供了理解高纖烘焙系統中多變因交互作用的脈絡 [14]。

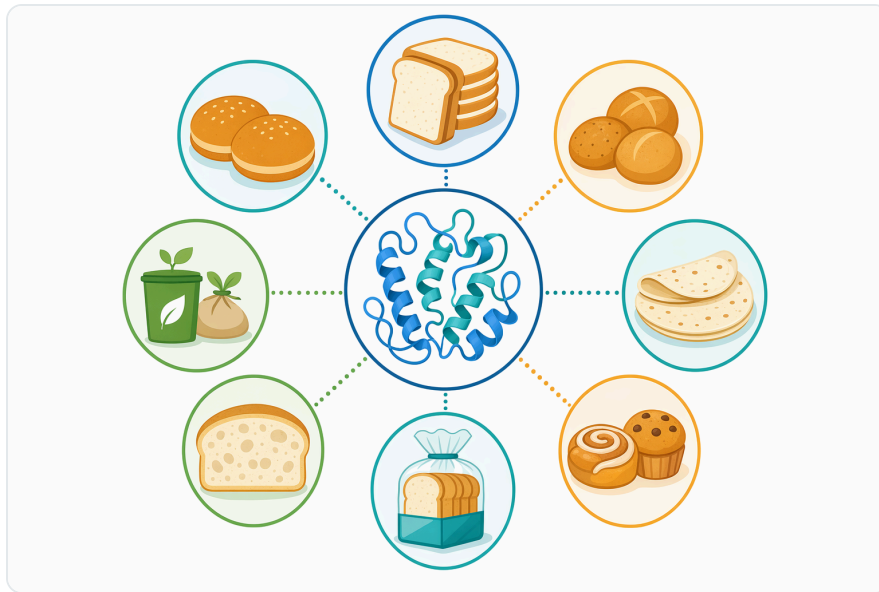


Figure 5. 麥芽糖生成澱粉酶最適用於富含澱粉的烘焙食品，特別是以柔軟度、延展性與延緩變硬為品質目標的產品。

MA 與酸種的關係也值得注意。酸種可透過酸化、微生物代謝物與風味形成改善麵包品質，並可能影響澱粉、蛋白質與內源酵素活性；MA 則主要直接調控澱粉鏈長與回生。兩者可能在「口感柔軟」與「貨架期感官維持」上產生互補，但酸度過高或發酵條件改變也可能改變酵素作用窗口；酸種作為麵包品質與貨架期天然增強工具的綜述已整理這類多重機制 [9]。

澱粉來源會改變 MA 的效果

不同澱粉來源的直鏈澱粉比例、支鏈澱粉分支長度、顆粒結晶型與糊化特性不同，因此 MA 對小麥、米、玉米、甘藷等澱粉不會產生完全相同的結果。以甘藷澱粉為例，Wang 等研究 MA 與 branching enzyme 改質後對結構與理化性質的影響，顯示酵素組合可改變澱粉分子結構與功能表現 [15]。

蠟質玉米澱粉富含支鏈澱粉，是研究支鏈澱粉回生與 MA 水解關係的常見模型。當 MA 改變支鏈澱粉外鏈長度，澱粉分子重新形成有序結構的能力會受到影響；這種結果有助於解釋為什麼 MA 在麵包老化控制中通常被連結到支鏈澱粉回生，而不只是單純釋放糖分 [3]。

米澱粉與米粉系統則常見於無麩質配方。由於缺少麵筋支撐，米粉麵包的孔洞、彈性與保水更依賴澱粉糊化後形成的凝膠網絡；MA 若能調整澱粉鏈長與水分移動，便可能改善儲存期間的硬化。米粉麵糰與麵包中 α -澱粉酶對流變與微結構的影響研究，說明澱粉酵素在米基烘焙中的作用具有實際開發意義 [7]。

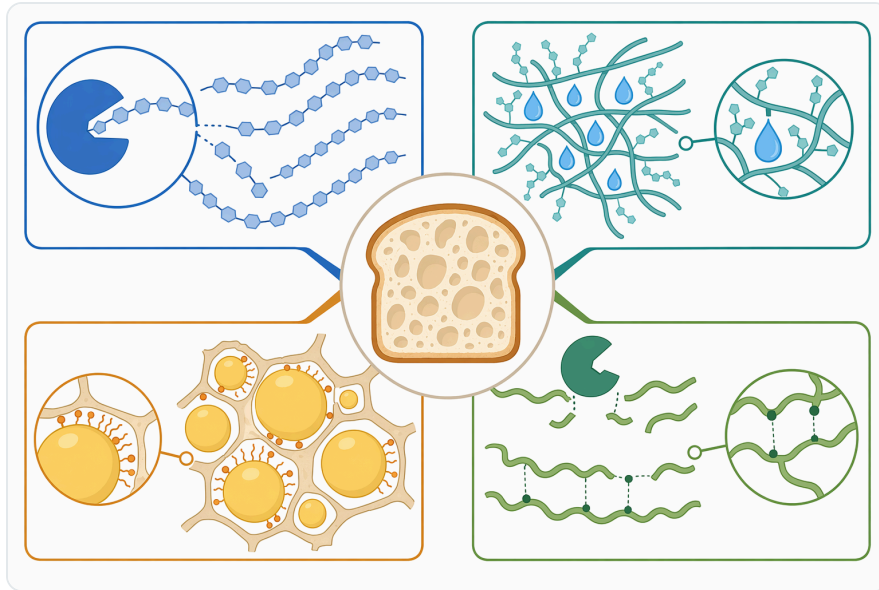


Figure 6. 麥芽糖生成澱粉酶作用於澱粉，而其他烘焙酵素與配料則會影響水分分布、脂質或蛋白質網絡。

導入配方時的技術判斷重點

MA 的效果與「添加後在哪個溫度區間仍有作用」密切相關。烘焙過程中，麵糰中心溫度逐漸上升，澱粉開始糊化並變得更可被酵素接觸；隨後酵素會因加熱而逐步失活。因此，MA 必須在澱粉可接觸、但尚未完全失活的時間窗內發揮作用。不同來源或製劑的熱穩定性不同，實際效果也會受麵包大小、烘焙曲線與配方含水量影響 [5]。

配方中若已含有其他澱粉酶，需避免總體水解作用過強。過度水解可能讓麵包內層過於濕黏、咀嚼感發黏、切片時產生沾刀，或在高水分配方中使組織支撐不足。相反地，若麵粉品質、烘焙損耗或包裝導致老化問題過於複雜，單獨加入 MA 也可能只改善部分口感指標；白小麥麵包中比較 MA 與 amyloamylase 的研究即顯示，澱粉功能性與配方結果需要放在整體系統中評估 [6]。

在量產思維上，MA 的導入通常會關注幾個結果：儲存期間內層硬度變化、回彈性、切片性、口感濕潤度、掉屑、黏牙感、風味遮蔽與包裝後水分遷移。這些結果不應只在剛出爐或冷卻後判斷，因為 MA 的主要價值發生在儲存曲線上；無麩質麵包中包埋 MA 的抗老化研究，也正是把焦點放在儲存期間品質變化 [11]。

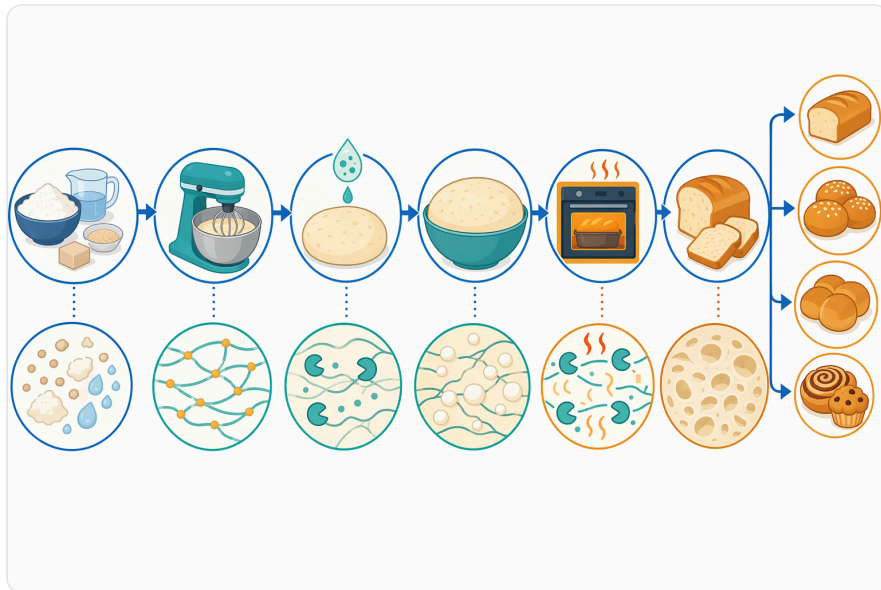


Figure 7. 麥芽糖生成澱粉酶的表現取決於加工窗口：在麵包芯結構完全定型之前，熱與水分使澱粉變得可被酵素作用。

產品型態與文件交付

對 B2B 烘焙原料採購與研發而言，MA 的價值在於作為配方工具，而非單一宣稱型添加物。使用者通常會把它納入既有改良劑、麵粉標準化或配方保鮮策略中，再依產品定位與工廠條件確認其對柔軟度、貨架期與感官一致性的貢獻。Enzymes.bio 以 1 kg 單位線上供應 Maltogenic Amylase For Baking，方便研發、生產與品保依內部流程購買與管理。

隨訂單提供的 CoA 與 SDS 可用於企業內部文件歸檔、原料收貨與安全管理；本文不列出活性單位、等級、分析方法或活性定義，因為這些資訊應以實際隨貨文件與企業內部規範為準。對於食品製造端，MA 的導入重點仍是配方與製程相容性、成品儲存表現，以及是否能在不破壞產品既有風味與結構的前提下延長柔軟口感。

限制與風險：MA 不是防腐劑，也不是包裝替代品

MA 主要作用於澱粉老化，因此不應被用來替代防霉策略、衛生設計或包裝阻隔。若麵包提前劣變的主因是霉菌生長，改善方向應聚焦在製程衛生、冷卻污染控制、包裝材料、防霉成分或天然抗菌策略；例如百里香精油在麵包保存中的抗真菌閾值研究，其問題意識就是微生物保存與消費者接受度，而不是澱粉回生 [10]。

同樣地，若麵包變乾主要來自包裝透濕性、封口不良或配送過程造成的水分散失，MA 只能有限度地改善口感硬化，無法阻止外部環境造成的乾燥。包裝型態對麵包品質與貨架期的影響已有研究探討，說明貨架期是配方、製程、包裝與儲存環境共同形成的結果 [4]。

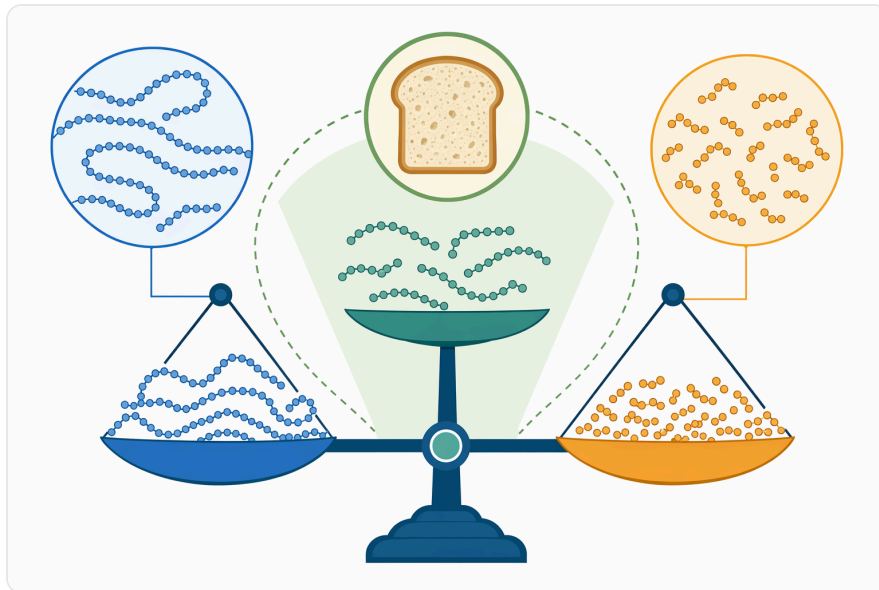


Figure 8. 預期的烘焙效果是受控的澱粉改質，可延緩回生，同時不削弱麵包芯結構。

另一個限制是配方差異。高糖、高油、全穀、高纖、低麩質或無麩質產品中的水分分配與澱粉糊化條件不同，MA 的有效窗口與感官結果也會不同。全穀或高纖系統還可能因纖維吸水與麵筋稀釋而改變酵素效果，這與膳食纖維改質對麵糰流變與麵包品質的研究結果相符 [14]。

結論：MA 是成熟的澱粉回生控制工具，適合用於烘焙柔軟度與儲存品質管理

Maltogenic amylase for baking 的核心價值，是在烘焙後儲存期間延緩澱粉回生，降低麵包內層硬化速度，協助吐司、片裝麵包、軟式餐包與部分無麩質產品維持更穩定的柔軟口感。其作用基礎來自澱粉鏈長調控、麥芽糖與短鏈麥寡糖生成、水分分配改變，以及對支鏈澱粉再結晶的抑制；這些機制已在小麥麵包、米澱粉、蠟質玉米澱粉與無麩質麵包等研究脈絡中被反覆討論 [11]。

對工廠與研發端而言，MA 最適合被納入整體保鮮設計：它負責處理澱粉老化，乳化劑與膠體協助結構與水分管理，酸種與包裝則分別影響風味、微生物生態與外部環境。當這些因素被正確分工，MA 才能發揮其在烘焙柔軟度、抗老化與貨架期品質穩定上的技術價值 [9]。

線上訂購 Maltogenic Amylase For Baking

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 Maltogenic Amylase For Baking →](#)

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. Gomes-Ruffi, C. R., Cunha, R. H., Almeida, E. L., Chang, Y., & Steel, C. (2012). Effect of the emulsifier sodium stearoyl lactylate and of the enzyme maltogenic amylase on the quality of pan bread during storage. *Lwt - Food Science and Technology*, 49, 96-101.
2. Wang, Y., Bai, Y., Ji, H., Jing-Dong, Li, X., Liu, J., & Jin, Z. (2021). Insights into rice starch degradation by maltogenic α -amylase: Effect of starch structure on its rheological properties. *Food Hydrocolloids*.
3. Grewal, N., Faubion, J., Feng, G., Kaufman, R. C., Wilson, J. D., & Shi, Y. (2015). Structure of Waxy Maize Starch Hydrolyzed by Maltogenic α -Amylase in Relation to Its Retrogradation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63 16, 4196-201 .
4. Ilmia, R., & Mahmudah, N. A. (2024). EVALUATING THE IMPACT OF PACKAGING TYPES ON BREAD QUALITY AND SHELF LIFE. *Journal of Innovation Food and Animal Science (JIFAS)*.
5. Rebholz, G. F., Sebald, K., Dirndorfer, S., Dawid, C., Hofmann, T., & Scherf, K. (2021). Impact of exogenous maltogenic α -amylase and maltotetraogenic amylase on sugar release in wheat bread. *European Food Research and Technology*, 247, 1425 - 1436.
6. Korompokis, K., Deleu, L. J., Brier, N. D., & Delcour, J. (2021). Investigation of starch functionality and digestibility in white wheat bread produced from a recipe containing added maltogenic amylase or amyloamylase. *Food Chemistry*, 362, 130203 .
7. Dabash, V., & Burešová, I. (2022). Impact of alpha-amylase enzyme on the Rheological and Microstructural properties of the different types of rice flour doughs and bread. *Emirates Journal of Food and Agriculture*.
8. Lv, S., Wang, Y., Zhang, S., Wu, S., Feng, X., Xu, S., Li, B., ... et al. (2025). Ameliorative impact of oat β -glucan on quality of wheat bread: Insight into structural characteristics, textural properties and storage stability. *Food chemistry: X*, 30.
9. Hernández-Figueroa, R., Mani-López, E., Palou, E., & López-Malo, A. (2023). Sourdoughs as Natural Enhancers of Bread Quality and Shelf Life: A Review. *Fermentation*.
10. Hernández-Figueroa, R., López-Malo, A., Ramírez-Corona, N., & Mani-López, E. (2025). Estimation of the Antifungal Threshold of Thyme Essential Oil for Bread Preservation, Ensuring Consumer Acceptance and Product Quality. *Foods*, 14.
11. Haghghat-Kharazi, S., Kasaai, M. R., Milani, J., & Khajeh, K. (2020). Antistaling properties of encapsulated maltogenic amylase in gluten-free bread. *Food Science & Nutrition*, 8, 5888 - 5897.
12. Wirkijowska, A., Zarzycki, P., Teterycz, D., & Leszczyńska, D. (2025). The Impact of Cereal-Based Plant Beverages on Wheat Bread Quality: A Study of Oat, Millet, and Spelt Beverages. *Applied Sciences*.
13. Hmad, I. B., Ghribi, A. M., Bouassida, M., Ayadi, W., Besbes, S., Châabouni, S., & Gargouri, A. (2024). Combined effects of α -amylase, xylanase, and cellulase coproduced by *Stachybotrys microspora* on dough properties and bread quality as a bread improver. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134391 .

14. Liu, Q., Wu, S., & Sun, X. (2024). Improvement in the rheological properties and gas phase of dough, and overall quality of dietary fibre enriched products: Enzymatic modification on the composition and structure of dietary fibre. *Food Hydrocolloids*.
15. Wang, D., Mi, T., Gao, W., Yu, B., Yuan, C., Cui, B., Liu, X., ... et al. (2023). Effect of modification by maltogenic amylase and branching enzyme on the structural and physicochemical properties of sweet potato starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 124234 .


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。