

High Temperature Tolerant Alpha Amylase Enzyme For Brewers : 耐高溫 α -澱粉酶在啤酒糖化與輔料澱粉處理中的應用

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

High Temperature Tolerant Alpha Amylase Enzyme For Brewers 是 Enzymes.bio 線上供應的 1 kg 單位釀造用耐高溫 α -澱粉酶，主要用於啤酒糖化、高比例輔料配方與高溫澱粉液化 / 糊化後段的澱粉水解支援。 α -澱粉酶屬於內切型澱粉水解酵素，能切斷澱粉中的 α -1,4 鍵，快速降低澱粉分子量並生成糊精與可進一步糖化的寡糖，是控制麥汁糖分譜、發酵度與酒體的重要工具 [1]。耐高溫型產品的實務價值，在於它能在較熱的糖化或輔料處理條件下維持澱粉分解能力，補足天然麥芽酵素在高溫段可能快速失活的限制 [2]。

酵素名稱與主要應用

本文件討論的酵素名稱為 **High Temperature Tolerant Alpha Amylase Enzyme For Brewers**，中文可稱為「釀造用耐高溫 α -澱粉酶」或「啤酒用耐熱型 alpha amylase」。其主要應用是啤酒釀造中的糖化段、輔料穀物澱粉處理、需要較高溫度維持澱粉液化能力的 step mash 流程，以及食品加工中與澱粉黏度控制相關的前處理步驟；Enzymes.bio 以供應商角色提供此品項，產品以 1 kg 單位在線上銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。

在釀造語境中，「 α -澱粉酶」不是單純提高酒精度的添加物，而是改變澱粉裂解路徑與麥汁糖分分布的工藝工具。它先將直鏈澱粉與支鏈澱粉的長鏈切成較短的糊精與寡糖，讓 β -澱粉酶、葡糖澱粉酶或麥芽自身酵素更容易作用於新形成的非還原端；因此，同樣的麥芽配方在不同 α -澱粉酶活性、溫度停留時間與 pH 條件下，可能形成不同的 maltose、maltotriose 與 dextrin 比例 [3]。

產品定位：不是「增加一種酵素」而是延伸高溫糖化窗口

傳統全麥芽糖化本身含有多種內源酵素，其中 α -澱粉酶與 β -澱粉酶共同決定澱粉被液化、短鏈化與釋放可發酵糖的速度。問題在於，釀造廠並不總是處理理想條件下的全麥芽漿：高比例米、玉米、小麥、燕麥、未發芽穀物或其他澱粉輔料，可能造成天然酵素量不足、澱粉糊化溫度不同、漿體黏度過高，或糖化時間拉長 [4]。

耐高溫 α -澱粉酶的定位，是在較高溫的液化或糖化條件下持續進行內切水解，使澱粉顆粒糊化後迅速失去長鏈結構，降低黏度並增加後續酵素可接觸的切點。對釀造廠而言，這類酵素的價值通常不是「替代麥芽」，而是在特定配方中補足高溫段澱粉水解能力，讓原料利用率、濾過性、糖分譜與批次一致性更可控 [5]。

釀造中 α -澱粉酶的機制：內切、水解、降黏與糖譜重塑

澱粉主要由直鏈澱粉與支鏈澱粉組成，兩者都以葡萄糖為基本單元，但分支程度不同。 α -澱粉酶的典型作用是隨機切割澱粉分子內部的 α -1,4 糖苷鍵；這種「內切」作用會快速降低平均分子量，因此在製程上常被觀察為漿體黏度下降、碘反應變弱、可溶性固形物增加，以及後續可發酵糖形成條件改善 [3]。

與 β -澱粉酶相比， α -澱粉酶不以從鏈端逐步釋放麥芽糖為主要特色，而是先把大分子澱粉打斷成多個較短片段。這些片段一方面可能成為麥芽糖、麥芽三糖與葡萄糖的前體，另一方面也可能以中短鏈糊精形式留在麥汁中，進而影響啤酒的酒體、殘餘甜感、口感厚度與發酵終點 [1]。

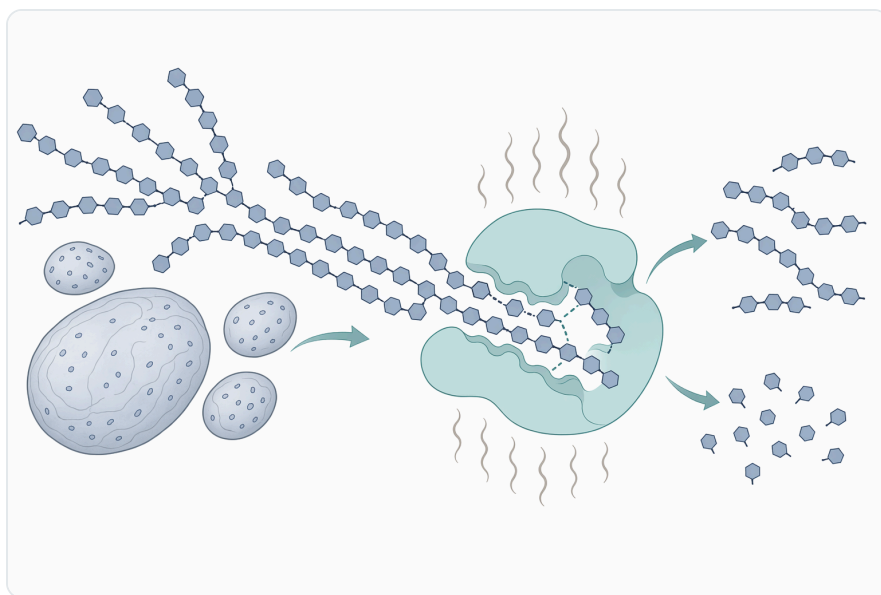


Figure 1. α -澱粉酶會在澱粉鏈內部切斷內部的 α -1,4 鍵，將大型直鏈澱粉與支鏈澱粉聚合物分解成較短的糊精與可溶性片段。

耐高溫型 α -澱粉酶的差異在於蛋白質結構能在較高溫條件下維持可用構形，避免因熱展開而過早失去催化能力。文獻對耐熱 α -澱粉酶的討論常聚焦於鈣離子結合、疏水核心、鹽橋、氫鍵網絡與突變工程等穩定化因素；這些因素可提高酵素在工業加熱條件下的結構耐受性，使其更適合澱粉液化、釀造與其他高溫食品流程 [6]。

為什麼啤酒廠會需要耐高溫版本？

啤酒糖化不是單一溫度點，而是麥芽品質、輔料種類、粉碎程度、投料比例、pH、鈣離子狀態與設備熱傳共同作用的結果。當配方含有高比例輔料時，澱粉糊化條件常與麥芽內源酵素最適條件不完全重疊；若先用高溫讓輔料充分糊化，天然麥芽酵素可能已部分失活，導致後續水解效率不足 [4]。

耐高溫 α -澱粉酶能讓「糊化後立即液化」更容易被安排在同一工藝窗口內。當澱粉顆粒吸水膨潤並釋放長鏈聚合物時，漿體黏度會上升，攪拌與熱交換效率也會下降；若此時酵素仍能作用，長鏈澱粉會被切成較短糊精，黏度下降後有利於泵送、混合、過濾與後續糖化 [2]。

對追求穩定口味的大型與中型釀造廠來說，另一個重點是批次差異。不同季節、不同產地的麥芽在蛋白、澱粉顆粒性質與內源酵素組成上會有波動；外源耐熱 α -澱粉酶若被整合到標準化糖化策略中，可協助降低原料酵素波動對澱粉液化效率的影響，但最終效果仍取決於廠內配方與熱處理條件 [7]。

與麥芽內源酵素、 β -澱粉酶和葡糖澱粉酶的差異

下表比較釀造中常見澱粉水解酵素的功能差異，重點放在工藝意義，而非任何特定產品的活性規格。

酵素類型	主要切割方式	對麥汁的主要影響	對溫度策略的意義	典型釀造用途
α -澱粉酶	內切 α -1,4 鍵，隨機切斷澱粉長鏈	降低黏度、生成糊精與寡糖、增加後續酵素作用位點	高溫耐受性越好，越適合糊化後或較熱糖化段維持液化能力	高溫糖化、輔料液化、調整酒體與糖譜 [1]
β -澱粉酶	從非還原端釋放麥芽糖	提高 maltose 形成，影響可發酵性與衰減度	較容易受高溫影響，常需考量較溫和的糖化段	提高可發酵糖比例、乾爽型啤酒設計 [4]
葡糖澱粉酶	逐步釋放葡萄糖，亦可處理部分分支相關結構	提高葡萄糖與高度發酵性，可能使酒體更薄	常用於極高發酵度或低殘糖設計	低碳水、超乾型或特定發酵型產品 [5]
麥芽天然酵素群	多酵素共同作用	形成傳統麥汁糖分結構與風味基礎	受麥芽品質、焙烤程度與糖化曲線影響	全麥芽或低輔料啤酒基礎糖化 [1]
耐高溫外源 α -澱粉酶	高溫段維持內切水解	在熱處理條件下改善澱粉液化與降黏	可延伸高溫工藝窗口，但需與目標糖譜搭配	高輔料配方、短糖化流程、高溫 step mash [2]

α -澱粉酶與 β -澱粉酶的協同不是口號，而是由底物結構決定。 α -澱粉酶先創造更多短鏈與鏈端， β -澱粉酶才有更多可作用位置釋放麥芽糖；反過來，如果缺乏足夠內切液化， β -澱粉酶面對的是大型、分支且黏度高的澱粉網絡，反應效率會受限 [8]。

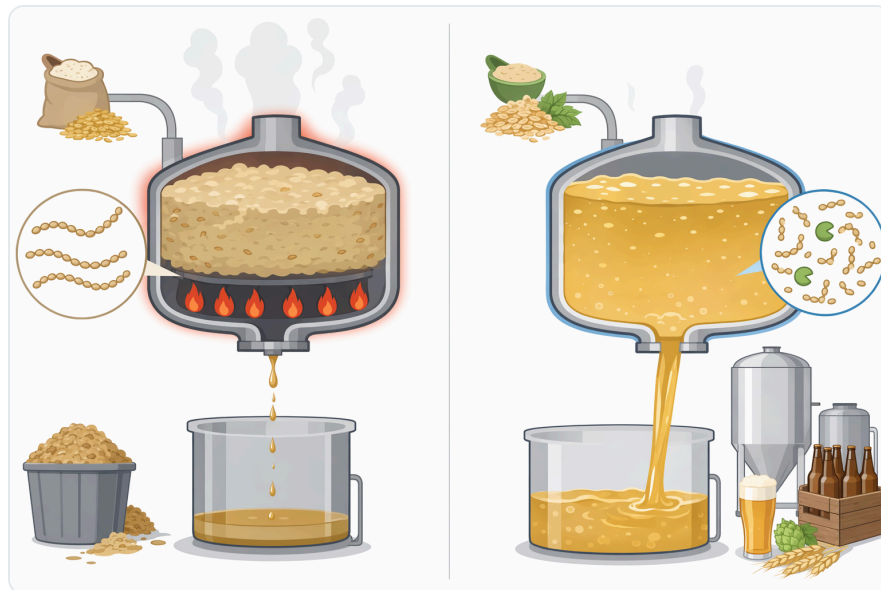


Figure 2. α -澱粉酶、 β -澱粉酶、極限糊精酶與葡萄糖澱粉酶型活性的差異，在於它們切割澱粉的位置不同，以及其產物對麥汁發酵性與糊精含量的影響不同。

適合的釀造應用場景

高比例輔料啤酒

以米、玉米、未發芽穀物或其他澱粉來源作為輔料時，配方可能缺乏足夠內源酵素，且輔料澱粉糊化特性與麥芽不同。耐高溫 α -澱粉酶可在輔料蒸煮、糊化或高溫混合後協助液化，使澱粉不只「被加熱」，也能在合適時段進入可被糖化的短鏈狀態 [7]。

高溫 step mash 或短時間糖化流程

某些釀造廠希望透過較高溫度提高流程效率、調整酒體或縮短批次週期，但高溫會改變內源酵素的存活時間。耐高溫 α -澱粉酶的工藝意義，在於讓較熱的糖化段不只是蛋白與澱粉物性調整，也能繼續提供澱粉內切水解能力 [2]。

需要降低漿體黏度的製程

高黏度會影響攪拌、泵送、熱交換與過濾，也可能造成槽內局部溫度差。 α -澱粉酶把長鏈澱粉切短後，漿體流變性通常會改善；對使用輔料鍋、mash filter 或高濃度投料的廠來說，降黏往往與能耗、時間與設備穩定性相關 [5]。

需要更可預測糖分譜的產品

麥汁糖分譜會影響酵母發酵動態、最終酒精、殘糖、酒體與感官平衡。外源 α -澱粉酶若使用於既定溫度與停留時間策略中，可作為建立可重複糖化行為的工具；但它不會單獨決定成品風味，還必須與麥芽品質、酵母株、發酵管理與終端處理一起評估 [8]。

作用結果如何連到啤酒品質？

第一個結果是澱粉轉化效率。未充分水解的澱粉會降低原料可利用率，也可能造成混濁、過濾負擔或批次間萃取率波動；耐高溫 α -澱粉酶在高溫段切斷長鏈澱粉，可讓後續糖化更完整，尤其對澱粉輔料或高濃度 mash 更有實務意義 [2]。

第二個結果是發酵度與酒體的平衡。 α -澱粉酶本身會增加糊精與短鏈寡糖，但這些產物是否進一步變成可發酵糖，要看 β -澱粉酶、其他澱粉酶、溫度段安排與停留時間；因此，耐高溫 α -澱粉酶可以支持較高發酵度，也可以用於穩定液化與酒體控制，關鍵在於整體酵素系統如何設計 [4]。

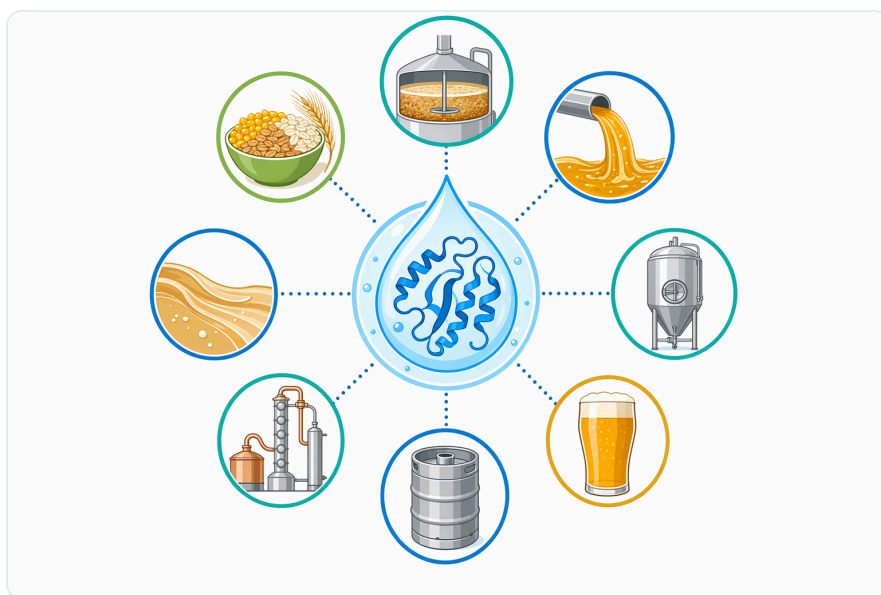


Figure 3. 添加耐熱性 α -澱粉酶最適用於輔料比例高的穀物配方、特種麥芽比例高的配方、較高溫的糖化或輔料蒸煮步驟，以及高濃度釀造。

第三個結果是製程穩定性。當澱粉被更均勻地液化，mash 的黏度、濾過速度與熱傳狀態更容易控制，進而降低同配方不同批次間的差異。這種效益通常不只表現在單一數據，而是反映在糖化終點、濾過時間、發酵曲線與成品感官的一致性上 [5]。

文獻證據：哪些結論較穩固，哪些需要製程驗證？

關於 α -澱粉酶的核心功能，證據相當穩固：它是澱粉內切水解酵素，能將大型澱粉聚合物轉化為糊精與寡糖，並在釀造糖化中與其他酵素共同決定麥汁組成。這一點同時受到釀造資料與酵素生化研究支持，也是啤酒糖化設計的基本前提 [1]。

關於耐高溫 α -澱粉酶的工業價值，文獻也有明確方向：來自 *Bacillus*、*Geobacillus*、其他嗜熱微生物或經工程改良的 α -澱粉酶，常被研究用於高溫澱粉加工，研究重點包括熱穩定性、工業液化適用性與高溫下的結構保持能力 [9]。

但把這些文獻直接轉換成某一啤酒廠的效益數字時，就必須保留條件。不同設備、粉碎粒徑、投料濃度、pH、鈣離子環境、麥芽酵素背景與終端殺菌流程，都會影響外源酵素在實際批次中的表現；因此，較可靠的做法是把文獻視為機制依據，再用廠內既有生產指標評估導入後的變化 [7]。

耐熱性從哪裡來：結構穩定與工業來源的科學背景

耐熱 α -澱粉酶常見於嗜熱或耐熱微生物，也可透過蛋白質工程提高穩定性。研究顯示，多點突變可能透過增加分子內作用力、改善局部構形或降低熱展開傾向來提升耐熱性；這類研究說明了為什麼同樣被稱為 *alpha amylase* 的酵素，實際可承受的糖化條件可能差異很大 [6]。

Bacillus licheniformis 等來源的 α -澱粉酶長期受到工業關注，原因在於其對澱粉液化流程具有實務價值。近期研究也持續分離、表徵與比較不同耐熱菌株或基因來源的酵素，目的在於找到更適合食品、澱粉、釀造或其他高溫加工環境的催化蛋白 [9]。

此外，宏基因體與嗜熱環境篩選也被用來發掘新的耐熱 α -澱粉酶基因。這說明耐高溫澱粉酶不是單一固定類型，而是一群在序列、結構、最適條件與穩定性上各有差異的酵素；在商業應用中，產品文件與隨貨批次資料可協助使用者理解該批產品的合規與安全資訊 [10]。

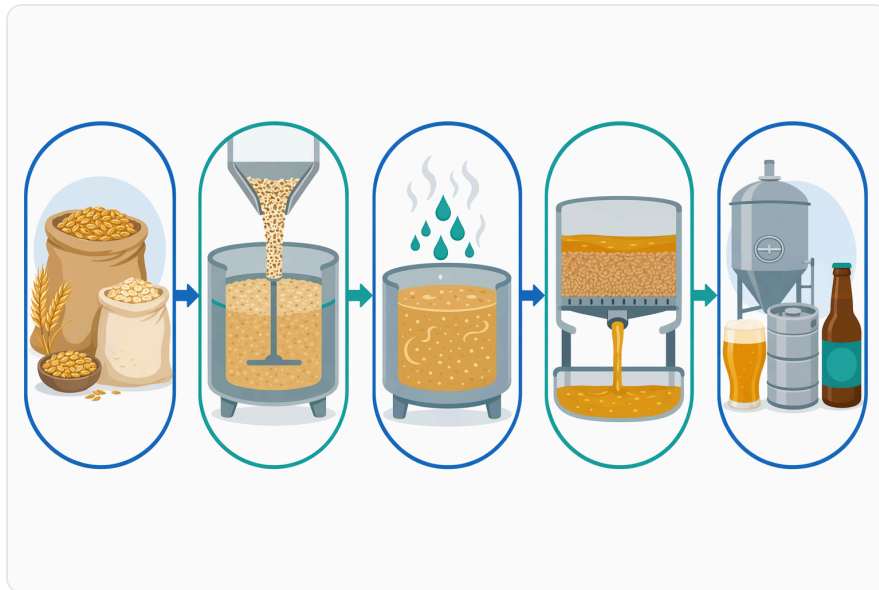


Figure 4. α -澱粉酶的有效作用會先降低澱粉分子的大小，接著提高其溶解度，並增加鏈端可及性，以利整體糖化酶系統發揮作用。

使用條件的工藝思考：溫度、pH、時間與目標糖譜

在實務上，耐高溫 α -澱粉酶通常會被安排在澱粉已充分吸水、糊化或開始釋放長鏈聚合物的階段，使酵素能接觸底物並迅速降低黏度。若加入過早，底物可及性可能不足；若加入過晚，澱粉已經造成高黏度或局部結塊，液化效率可能受設備混合限制 [2]。

pH 也會影響酵素構形、底物電荷環境與催化效率。啤酒糖化通常已有既定 pH 管理邏輯，耐高溫 α -澱粉酶應被視為這套邏輯中的一個變因，而不是獨立於 mash chemistry 之外的添加物；同一酵素在不同麥芽酸度、礦物組成與輔料比例下，可能呈現不同的水解速度 [3]。

停留時間則決定水解程度。短時間高溫段可能主要達成快速降黏與初步液化，較長時間則可能形成更多短鏈糊精，並改變後續 β -澱粉酶可生成的麥芽糖量；因此，導入耐高溫 α -澱粉酶時，應把「想要更高萃取率」、「想要較乾爽」或「想要保留酒體」分開思考 [8]。

製程風險與品質管理：避免把酵素效果推過頭

外源 α -澱粉酶的好處來自它能改變澱粉分解速度，但風險也來自同一點。如果酵素在不預期的製程位置仍有作用，可能讓糊精進一步變短，影響最終殘糖、酒體或包裝後的穩定性。是否存在此風險，取決於熱處理、過濾、成品條件與產品本身耐受性，不能只用「有添加」或「沒有添加」二分判斷 [5]。

釀造廠也需注意原料本身可能帶入酵素活性。研究啤酒糖化與原料酵素活性時，已顯示 mash 階段的酵素環境會影響糖分變化與其他品質議題；這提醒使用者，外源酵素應放在整體原料與製程背景中理解，而非只看單一添加點 [8]。

對成品而言，最務實的管理方式是追蹤導入前後的常規生產指標，例如糖化終點、麥汁比重、發酵曲線、最終發酵度、酒體感官與批次穩定性。這些指標不需要把文章變成檢測方法文件，卻能直接反映酵素是否對商業製程產生可觀察的改變 [4]。

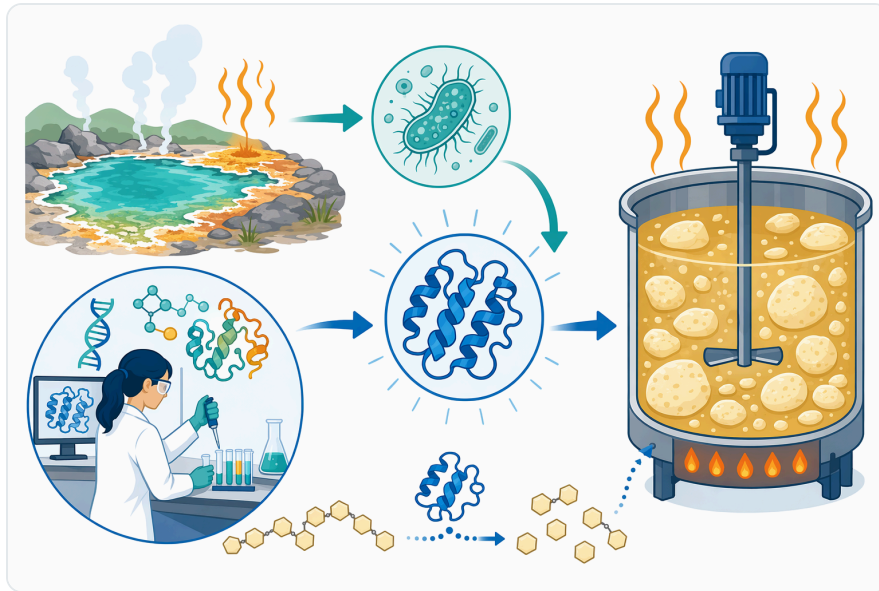


Figure 5. 耐熱性 α -澱粉酶的研究來源包括與高溫相關的生物、宏基因組來源以及工程改造變體，因為高溫澱粉加工需要能保持摺疊結構並維持活性的酶。

與低卡、乾爽型與高發酵度啤酒的關係

若目標是較乾爽或較高發酵度的啤酒，耐高溫 α -澱粉酶可扮演前段液化與增加可糖化片段的角色。不過， α -澱粉酶不同於葡糖澱粉酶；它通常不會單獨把所有糊精轉成葡萄糖，因此若目標是極低殘糖產品，還需考量其他酵素與發酵策略 [5]。

若目標是保留酒體， α -澱粉酶也不是必然造成啤酒變薄。它會創造糊精與寡糖，但這些產物是否被進一步分解，取決於溫度曲線與其他酵素存活狀態；因此，耐高溫 α -澱粉酶更精確的描述是「提供高溫澱粉內切能力」，而不是單向地提高或降低口感厚度 [1]。

在高比例輔料啤酒中，這種區分尤其重要。輔料能降低成本、調整風味或創造特殊口感，但也可能稀釋麥芽內源酵素；耐高溫 α -澱粉酶可協助輔料澱粉進入可控糖化路徑，讓配方自由度提高，同時避免因澱粉殘留造成製程與品質問題 [7]。

對食品澱粉加工的延伸意義

雖然本產品名稱明確指向 brewers， α -澱粉酶在食品澱粉加工中的原理相同：先以內切方式降低長鏈澱粉分子量，改善黏度與流動性，再依產品需要進一步糖化或調整質地。耐熱版本特別適合需要加熱糊化、短時間處理或高固形物加工的流程 [3]。

食品端應用的關鍵不是把啤酒糖化條件直接複製過去，而是理解高溫澱粉液化的共同邏輯。麵粉、穀物漿、澱粉乳或發酵前基質都可能因 α -澱粉酶作用而改變黏度、可溶性固形物與後續微生物可利用碳源；這些變化可用於改善加工性，但也可能改變終產品口感與甜感 [5]。

Enzymes.bio 供應資訊與文件透明度

Enzymes.bio 在此品項中的角色是線上供應商，而非製造商或實驗室；因此，本文不提供任何具體活性單位、等級、分析方法或批次製造細節。對使用者而言，較合適的理解方式是將本文件視為應用與機制說明，把批次合規與安全資訊交由隨訂單提供的 CoA 與 SDS 進行確認。

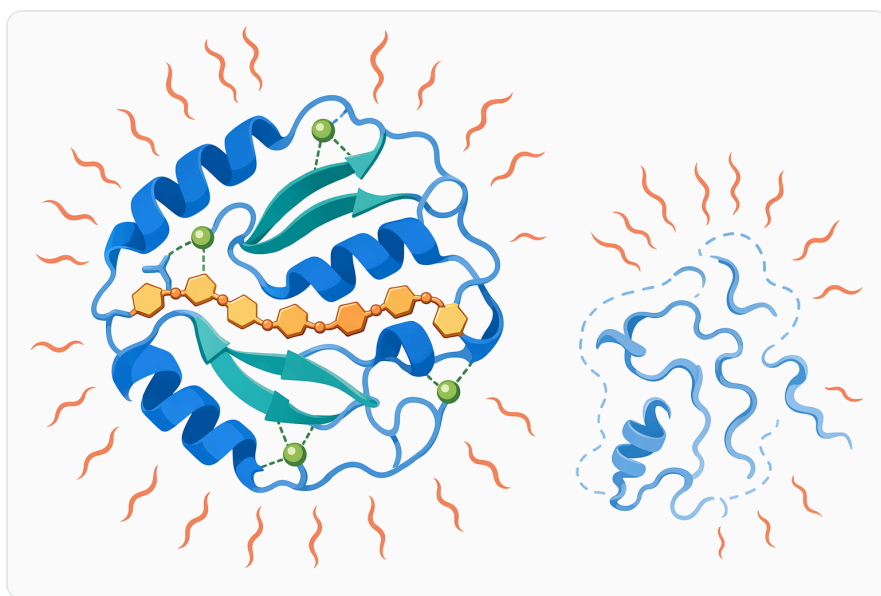


Figure 6. 鈣離子與其他穩定化特徵可幫助 α -澱粉酶在熱壓力下維持活性位點的幾何構型，使澱粉鍵能正確定位以進行切割。

此產品以 1 kg 單位在線上直接銷售，適合已具備釀造或食品加工流程、需要將耐高溫 α -澱粉酶整合到既有糖化策略中的使用者。由於不同工廠的 mash profile、輔料比例與終端處理差異很大，本文避免承諾固定效益數字，而是聚焦於可被文獻支持的酵素機制與可能應用場景。

導入後可觀察的商業價值

從商業角度看，耐高溫 α -澱粉酶的價值通常體現在四個層面：提高澱粉轉化的可預測性、降低高輔料 mash 的黏度風險、協助穩定麥汁糖分譜，以及讓高溫或短時間流程更容易達成目標。這些價值需要透過既有生產數據觀察，而不是只憑酵素名稱推定 [2]。

對啤酒廠而言，最有意義的比較通常是同一配方在導入前後的表現：糖化是否更穩定、濾過是否更順暢、發酵曲線是否更一致、成品酒體是否符合目標。若製程本來就受限於輔料澱粉糊化與高黏度問題，耐高溫 α -澱粉酶的改善空間通常比全麥芽、低固形物、長時間傳統糖化流程更明顯 [7]。

結論：適合需要高溫澱粉液化能力的釀造工藝

High Temperature Tolerant Alpha Amylase Enzyme For Brewers 的核心用途，是在啤酒糖化與輔料處理中提供高溫可用的 α -澱粉酶內切水解能力。它能協助長鏈澱粉降解為糊精與寡糖，改善液化、降低黏度，並為後續可發酵糖形成提供更多可作用位點 [1]。

文獻支持 α -澱粉酶在澱粉水解與釀造糖化中的基礎作用，也支持耐熱酵素在高溫工業流程中的實用性；不過，實際效益仍需放在各廠的原料、溫度曲線、pH、酵母與終端處理中判讀 [5]。對使用高比例輔料、較高溫 step mash、短時間糖化或高固形物澱粉處理的釀造與食品加工流程而言，耐高溫 α -澱粉酶是一項值得納入工藝設計的酵素工具。

線上訂購 High Temperature Tolerant Alpha Amylase Enzyme For Brewers

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 High Temperature Tolerant Alpha Amylase Enzyme For Brewers →](#)

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. [Wyhinicbe5. Beerandbrewing.](#)
2. George, R., & George, J. J. (2020). [Thermostable Alpha-Amylase and Its Activity, Stability and Industrial Relevance Studies. Social Science Research Network.](#)
3. Pinto, É. S., Dorn, M., & Feltes, B. C. (2020). [The tale of a versatile enzyme: Alpha-amylase evolution, structure, and potential biotechnological applications for the bioremediation of n-alkanes.](#)

Chemosphere, 250, 126202 .

4. Kihara, M., Kozaki, Y., Takoi, K., Shimizu, C., Ogushi, K., & Hoki, T. (2024). Malting and Brewing Performance of β -Amylase-Deficient Barley. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 82, 317 - 322.
5. Jaiswal, N., & Jaiswal, P. (2024). Thermostable α -Amylases and Laccases: Paving the Way for Sustainable Industrial Applications. *Processes*.
6. 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 .
7. Vala, V., Suhagia, T. A., Raina, V., Gurjar, A., Srivastava, S. K., Jain, P., & Alle, M. (2025). Thermostable amylases from thermophilic microbes: advances in production, engineering, and industrial applications. *Nanotechnology*, 37.
8. Nogueira, W. V., Remedi, R. D., Marimón-Sibaja, K. V., Gonçalves, K. D. M., Cerqueira, M. B. R., & Garda-Buffon, J. (2022). Tricothecenes and enzyme activities in the mashing step of the brewing process. *Food Research International*, 157, 111317 .
9. Kholikov, A., Vokhidov, K., Murtozoyev, A., Tóth, Z. S., Nagy, G., Vértessy, B. G., & Makhsumkhanov, A. A. (2025). Characterization of a Thermostable α -Amylase from *Bacillus licheniformis* 104.K for Industrial Applications. *Microorganisms*, 13.
10. Chauhan, G., Kumar, V., Arya, M., Kumari, A., Srivastava, A., Khanna, P., & Sharma, M. (2023). Mining of Thermostable Alpha-amylase Gene from Geothermal Springs using a Metagenomics Approach. *Journal of Pure and Applied Microbiology*.


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。