

# Invertase (轉化酶 / 蔗糖酶) 主要應用：巧克力液心、糖果軟心、轉化糖漿與烘焙保濕

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

Invertase 中文常譯為「轉化酶」或「蔗糖酶」，是一類催化蔗糖水解為葡萄糖與果糖的酵素；其核心 invertase function 是把蔗糖轉為較不易結晶、甜感與保濕性不同的轉化糖。對食品研發與製程端而言，invertase application 最常見於 invertase chocolate 液心巧克力、軟心糖、fondant、糖漿與烘焙餡料，用來控制結晶、口感、甜度曲線與濕潤度。Enzymes.bio 供應之 Invertase 以 1 kg 單位在線上銷售；CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，本文僅作為 B2B 技術教育與配方評估參考，非製造商規格書或實驗室報告。

## Invertase 是什麼：invertase and sucrase 的關係

Invertase、sucrase、invertase sucrase、 $\beta$ -fructofuranosidase 在產業語境中常被放在同一組概念下討論：它們都與蔗糖水解有關，但不同來源、結構家族與反應偏好可能不同。食品應用中最常談到的 invertase，是能作用於蔗糖的酵素蛋白 (invertase protein)，把一個蔗糖分子切成葡萄糖與果糖；這組產物常稱為 invert sugar (轉化糖)，名稱來自糖液旋光性改變，而非糖被「翻轉」成另一種單一物質。微生物酵素在食品工業中的使用很普遍，原因是其反應選擇性高、條件相對溫和，且能支援糖類、蛋白質、脂質等多種配方加工需求<sup>[1]</sup>。

從生物學角度看，轉化酶不只存在於工業發酵來源，也存在於植物與微生物代謝系統中。植物細胞壁或液泡型 invertase 會影響蔗糖分配、細胞生長與果實採後糖代謝；例如梨果採後貯藏研究顯示，酸性液泡轉化酶與其抑制因子會參與蔗糖水解，進而改變糖組成<sup>[2]</sup>。番茄花粉萌發與花粉管伸長的研究也指出，細胞壁 invertase 透過蔗糖水解供應可利用糖，與生長過程相關<sup>[3]</sup>。這些研究雖然不是食品配方試驗，卻能說明 invertase 作用的本質：它是碳水化合物代謝中調節蔗糖可利用性的關鍵酵素。

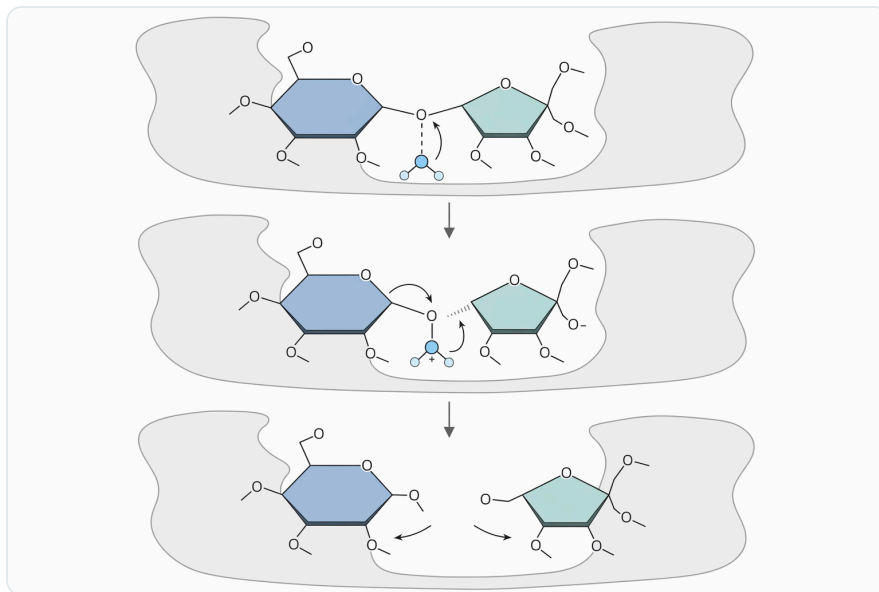
在食品與糖果工程裡，使用者更關心的是「蔗糖被水解後，產品物性會怎麼變」。蔗糖本身容易在高糖環境中形成晶體；當部分蔗糖被轉為葡萄糖與果糖，系統中的糖組成、溶解行為、水分結合與甜感都會改變。這也是 invertase chocolate、糖心櫻桃巧克力、奶油軟心、糖膏與高糖餡料經常使用 invertase 的理由：它不是單純「增加甜味」的添加物，而是改變糖相平衡與時間性質地變化的生物催化工具。

## 反應機制：蔗糖如何變成葡萄糖與果糖

蔗糖由一個葡萄糖單元與一個果糖單元構成，中間以糖苷鍵連接。多數食品相關 invertase 透過酸鹼催化與親核反應步驟，降低糖苷鍵斷裂所需能量，使水分子參與水解，最終釋放葡萄糖與果糖。近年的 GH32 細胞壁 invertase 計算研究，以 DFT 分析蔗糖水解過程，支持此類酵素的催化不是「把糖硬切開」，而是藉由活性位點中胺基酸殘基的定位、質子轉移與過渡態穩定來加速反應<sup>[4]</sup>。

結構研究也顯示，不同 invertase 類型對底物的辨識方式並不完全相同。Anabaena alkaline invertase InvA 的結構分析指出，其催化機制與底物特異性具有特殊性，並被歸類為新穎的 glucosidase 型反應模式；這提醒食品端在閱讀 invertase pH、溫度與底物資料時，不能把所有來源的 invertase 視為完全等同<sup>[5]</sup>。實務上，商業配方多半不需要深入到蛋白晶體結構層級，但需要理解一件事：pH、溫度、糖濃度、離子與其他配方成分會改變酵素蛋白構形與底物接觸機會，因此反應表現會隨配方而變。

在高糖食品中，反應並不只受「有沒有酵素」控制。糖漿、fondant 或餡料的水活性較低，水分子可用性、蔗糖擴散、黏度與酵素蛋白活動度都會影響水解速度。酵母 invertase 催化蔗糖水解的動力學研究指出，反應收率、半衰期與溫度條件密切相關，反映酵素反應在工程上具有可調控性，但不能只用單一理想條件外推到所有食品基質<sup>[6]</sup>。因此，食品配方師通常會把 invertase 視為「時間—溫度—pH—水分」共同決定的加工變因。



**Figure 1.** 轉化酶利用水將蔗糖分解為葡萄糖與果糖，改變影響甜度、結晶與質地的糖類組成。

## 為什麼轉化糖能改善結晶、甜感與濕潤度

蔗糖晶析是高糖食品常見問題，尤其是巧克力夾心、糖霜、糖膏、奶油餡與水果糖漿。當蔗糖濃度高、溫度波動或水分遷移發生時，蔗糖分子可能重新排列成晶體，使口感變砂、餡料變硬、表面失去光澤。Invertase 將部分蔗糖轉成葡萄糖與果糖後，系統中分子種類變多，蔗糖分子較難整齊排列，結晶驅動力降低；同時果糖與葡萄糖的溶解與吸濕特性也會改變口感與水分保持。

這種效應在 invertase chocolate 特別有價值。典型做法是將含蔗糖的偏固態或半固態糖心包入巧克力殼中，invertase 在產品成型後繼續作用，使內餡於貯放期間逐漸軟化或液化。相較於直接灌入低黏度液態糖心，這種「先成型、後軟化」的概念有助於包覆操作與外殼完整性，也能帶來消費者熟悉的液心口感。相關研究雖多聚焦於酵素穩定、固定化與水解條件，但共同指向一個原則：invertase 的食品價值來自其可在溫和條件下改變蔗糖系統的時間性質地<sup>[7]</sup>。

甜感方面，果糖的相對甜度通常高於蔗糖與葡萄糖，因此同樣糖固形物在不同轉化程度下，入口甜感與尾韻會不同。這不代表 invertase 可無條件「減糖」，因為配方總糖量、水活性、熱量與標示仍需整體評估；但它能改變甜味釋放與口腔感受，使糖漿、餡料或烘焙內餡更柔和、滑順或濕潤。對需要穩定口感的 B2B 食品開發而言，這種功能性比單純甜味更重要。

## 常見應用場景：從糖果到烘焙與糖漿

### 巧克力液心與軟心糖

Invertase 在巧克力液心與軟心糖的價值，來自「包覆後仍能持續水解蔗糖」的特性。配方中若含有蔗糖型 fondant 或糖膏，酵素可在儲存期間逐步產生葡萄糖與果糖，使內餡從較硬的可加工狀態轉為柔軟或流動狀態。這種做法常見於酒心、櫻桃心、奶油心或季節性糖果，尤其適合需要外殼完整、內部有液態驚喜口感的產品。

在這類應用中，invertase 的效果不只取決於添加與否，也取決於巧克力殼阻隔性、內餡水分、糖組成、乳脂或植物脂比例、酒精或酸味成分，以及儲存溫度。若水分太低，酵素反應可能變慢；若配方中存在抑制活性的離子或高濃度其他溶質，軟化時間也會改變。固定化 invertase 的研究顯示，酵素可透過材料環境改變再利用性與穩定性，雖然糖果生產通常不會直接套用實驗室固定化形式，但這些結果說明酵素周圍微環境會顯著影響其表現<sup>[8]</sup>。

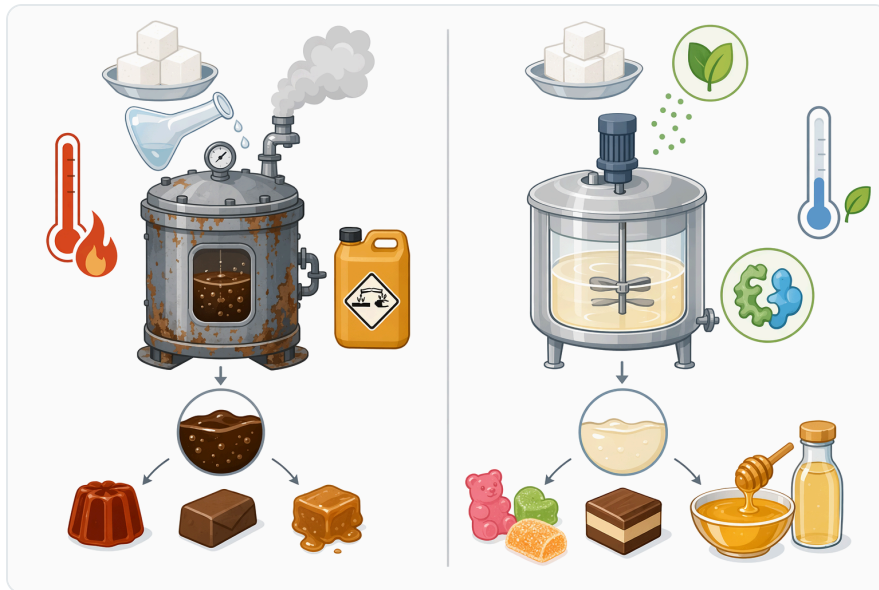


Figure 2. 酸性、中性與鹼性轉化酶都具有水解蔗糖的功能，但在生物學情境與預期作用環境上有所不同。

## Fondant、糖膏、夾心與高糖餡料

Fondant 與糖膏需要在「可塑性」與「細緻結晶」之間取得平衡。蔗糖晶體過大會帶來砂感；蔗糖完全不受控又可能影響成型與保存。Invertase 可用來微調蔗糖轉化，使內餡在流通期中保持較柔軟的質地。對工廠而言，這類應用的重點不是追求蔗糖完全水解，而是讓最終口感在目標保存期內維持穩定。

高糖水果餡、堅果餡與奶油餡也可受益於轉化糖的保濕與抗結晶效果。尤其在烘焙後或低溫配送過程中，餡料水分遷移常造成外層變乾或內餡顆粒化；透過部分蔗糖轉化，可降低硬化與砂化風險。不過，轉化糖吸濕性較高，也可能使部分產品更容易黏手或改變包裝內水分平衡，因此配方端需同時管理水活性、包材阻隔與儲存條件。

## 糖漿、飲料基底與水果加工

在糖漿與飲料基底中，invertase 可用於製備轉化糖液，改善低溫或高濃度條件下的糖結晶問題。與酸催化相比，酵素法通常在較溫和條件下進行，較有利於保留某些風味與顏色；但實際差異仍會受到原料、加熱史、pH 與反應時間影響。蔗糖水解的超音波輔助研究顯示，底物、酵素與動力學參數都會影響反應進程，也反映食品加工可透過物理條件改變反應效率<sup>[9]</sup>。

對酸性飲料或果汁基底而言，invertase pH 是重要搜尋與設計關鍵字。不同來源的 invertase 對 pH 的耐受與最適範圍不同；酸性環境可能適合某些酸性轉化酶，卻不一定適合所有酵素。若產品需要熱充填、巴氏殺菌或高酸保存，酵素作用通常需安排在能保留活性的製程窗口內，完成目標轉化後再進入後段穩定化流程。

## 烘焙餡料與保濕口感

烘焙產品的老化不只來自澱粉回生，也與水分遷移、糖結晶、脂肪相變與包裝濕度相關。Invertase 在烘焙中的定位多半不是直接改善麵團結構，而是用於夾心、糖漿、刷面液或餡料，使其在保存期中維持柔軟、濕潤與較少砂感。對蛋糕卷、派餡、甜麵包內餡、月餅型產品或常溫甜點而言，轉化糖可提供較圓潤的甜味與保濕效果。

需要注意的是，烘焙高溫會使多數酵素失活，因此若希望 invertase 持續作用，應讓它在高溫處理前完成反應，或應用於烘焙後添加的餡料、糖漿與裝飾層。這是食品酵素共通原則：酵素是一種蛋白質，活性依賴構形；超出可耐受條件後，蛋白質變性會使催化能力下降或消失。脫水系統中 invertase 穩定性的研究也指出，生物聚合物與低水分環境會影響酵素保存與活性維持，這對乾式預混料或低水分餡料設計尤其相關<sup>[10]</sup>。

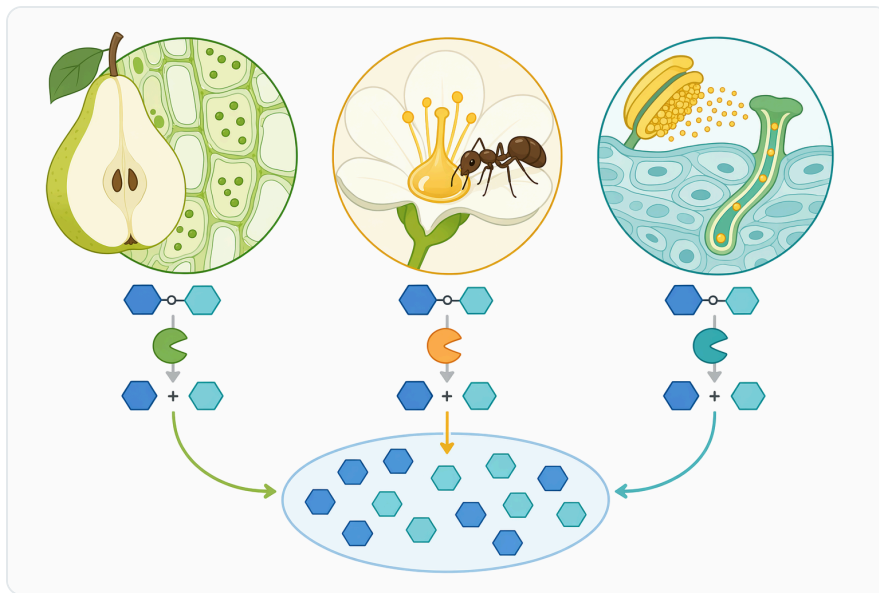


Figure 3. 水果、花蜜與花粉系統顯示，轉化酶介導的蔗糖水解會改變活體基質中的糖類組成。

## Invertase 與酸水解、直接添加轉化糖的比較

食品工廠若要取得轉化糖效果，通常有三種路徑：使用 invertase 原位水解、以酸催化蔗糖水解，或直接購買 / 添加既有轉化糖漿。三者沒有絕對優劣，重點在於產品型態、風味敏感度、製程彈性與標示策略。

方案	主要機制	適合場景	優點	需要留意的限制
Invertase 原位水解	酵素催化蔗糖分解為葡萄糖與果糖	液心巧克力、軟心糖、糖膏、烘焙餡料	可在成型後逐步改變質地；條件相對溫和；適合時間性軟化	受 pH、溫度、水活性、抑制物影響；反應速度需依配方驗證

方案	主要機制	適合場景	優點	需要留意的限制
酸催化水解	酸性條件下化學水解蔗糖	部分糖漿或耐酸耐熱配方	不依賴酵素活性；流程可快速	可能帶來顏色、風味或副反應風險；對熱敏感原料較不友善
直接添加轉化糖漿	以已轉化糖作為配方原料	飲料、糖漿、烘焙保濕	操作簡單；不需等待反應	無法提供包覆後逐步液化效果；會立即改變黏度、水分與甜感

從表中可見，invertase 的獨特性在於「反應可發生在產品結構形成之後」。這對液心巧克力與軟心糖特別關鍵：若一開始就加入太多低黏度轉化糖漿，可能造成包覆困難；若讓 invertase 在成型後逐步水解，則可兼顧製程操作與最終口感。相對地，若只是需要一般甜味調整或大量糖漿配製，直接使用轉化糖漿可能更簡單。

## 影響 invertase 表現的製程因素

### pH、溫度與時間

使用者搜尋 invertase pH，通常是想知道「我的配方酸不酸、能不能作用」。研究顯示，invertase 活性與穩定性受 pH 與溫度影響明顯；例如矽膠粒子包埋 invertase 的研究，在探討生理 pH 下包埋與不同 pH、溫度對活性的影響時，呈現酵素在材料與環境條件變化下的活性差異<sup>[7]</sup>。食品端可從中得到的實務啟示是：同一款酵素在糖漿、餡料、巧克力內餡或飲料中，可能因微環境不同而反應速度不同。

溫度提高通常可加快反應，但過高會造成蛋白質變性；低溫則可延長活性但降低反應速率。糖果與巧克力應用常利用儲存期間的緩慢反應，而糖漿製程可能希望在可控時間內完成轉化。這兩種策略對時間的要求不同，因此不能用同一組反應期待套用。等溫滴定量熱研究曾探討 invertase 活性峰值延遲的原因，顯示酵素反應過程可能出現非直覺的時間行為，而不只是「混合後立即達到最高速率」<sup>[11]</sup>。

### 糖濃度、水活性與黏度

高糖配方黏度高，蔗糖與酵素的擴散受限；水活性低時，水解反應所需的水分子可用性也下降。這些因素會使轉化速度比水溶液中的理想狀態慢。對糖心、fondant、低水分水果餡而言，這種慢反應不一定是缺點，反而可用來設計逐步軟化；但若目標是在製程中快速完成糖漿轉化，就需要在混合、溫度與停留時間上做整體設計。



**Figure 4.** 在翻糖夾心中，轉化酶會逐漸轉化已溶解的蔗糖，促使更多蔗糖晶體溶解，並隨時間形成更柔軟的夾心。

脫水或半脫水系統還會影響酵素蛋白的構形穩定。研究顯示，不同生物聚合物環境會影響 invertase 在脫水系統中的穩定性，表示配方中的膠體、多醣、蛋白質或其他大分子不只是「背景成分」，也可能改變酵素周圍水化層與玻璃態環境<sup>[10]</sup>。因此，含果膠、明膠、澱粉糖漿、乳蛋白或植物蛋白的複合餡料，可能需要以實際產品條件觀察軟化曲線。

### 離子、抑制物與複雜原料

金屬離子與雜質可能影響 invertase。Ca<sup>2+</sup> 對蔗糖水解的抑制研究指出，鈣離子可對 invertase 催化蔗糖水解產生抑制效果<sup>[12]</sup>。糖蜜研究也顯示，複雜原料中的成分可能抑制酵母與 invertase 進行蔗糖水解，說明工業糖源並非單純蔗糖溶液，礦物質、有機酸、色素、酚類或其他雜質都可能改變反應<sup>[13]</sup>。

對食品配方而言，這代表含乳礦物鹽、鈣強化成分、糖蜜、濃縮果汁、可可粉、堅果泥或機能性礦物添加物的系統，可能與純糖水呈現不同結果。這並不表示不能使用 invertase，而是需要把酵素視為配方網絡中的一員，而非孤立反應物。若產品同時追求高礦物質、低水活性與長貨架期，轉化效果可能較慢或較難預測。

## Invertase solution 中文：粉體、溶液與製程加入方式的語境

在中文搜尋中，「invertase solution 中文」常被用來查找「轉化酶溶液」或「如何把 invertase 配成溶液」。在食品工廠語境下，粉體酵素常會先以適合食品製程的液相分散，再加入糖漿、餡料或其他基質；但具體分散方式需配合產品水相、pH、溫度與衛生流程。本文不提供特定分析方法、活性單位定義或配製比例，因為這些內容需依實際產品文件與廠內流程管理。

需要區分的是，「酵素溶液」不是永久穩定的惰性原料。酵素一旦進入水相，就更容易受到溫度、pH、微生物控制與時間影響；若溶液中已有蔗糖，反應也可能立即開始。對需要精準控制液心形成時間的產品，加入時機與混合均勻度會直接影響每顆產品的軟化一致性。固定化與包埋研究之所以受到關注，正是因為材料環境可改變酵素活性、穩定性與釋放行為；例如金屬有機框架可用於生物催化劑封裝，顯示酵素周圍微結構是可工程化的變因<sup>[14]</sup>。

## Invertase Benedict's test：它能說明什麼，不能替代什麼

「invertase benedict's test」常出現在教學或入門搜尋中，因為 Benedict 試劑可用來示範還原糖生成：蔗糖本身不是典型還原糖，而經 invertase 水解後產生葡萄糖與果糖，能呈現還原糖反應。這個概念有助於理解 invertase function，也能用於課堂上說明蔗糖水解前後的差異。



Figure 5. 轉化酶的應用包括糖果夾心、濃縮糖漿、飲料基底、蜂蜜風味產品、烘焙餡料，以及含蔗糖的發酵系統。

但在商業食品開發中，Benedict 反應只能作為概念理解，不能等同於完整品管或放行依據。食品配方中含有其他還原性成分、色素、果汁、乳成分或植物萃取物時，視覺反應可能受到干擾；而且糖果與巧克力產品真正關心的是質地、結晶、貨架期、風味與安全文件。換言之，Benedict's test 可以幫助非專業團隊理解「蔗糖被轉化了」，但不能取代產品化所需的內部品質系統與隨訂單提供的 CoA、SDS 文件。

## 穩定化與固定化研究對食品應用的啟示

學術文獻中有許多 invertase 固定化、包埋或薄膜化研究，目的通常是改善穩定性、再利用性或在特殊環境中的反應控制。Invertase-脂質生物複合薄膜研究顯示，酵素可結合於脂質材料中並保留酵素活性，反映蛋白質在非傳統水相環境中仍可能維持功能<sup>[15]</sup>。二氧化矽粒子包埋與 germania matrix 固

定化研究，也分別從材料孔隙、pH 與溫度環境探討酵素活性表現<sup>[7][16]</sup>。

這些研究不代表一般食品工廠會直接使用相同材料；其價值在於提供製程思維：酵素的有效性取決於周圍微環境。巧克力內餡中的脂肪連續相、糖晶體表面、水相微區與乳化劑，可能共同決定 invertase 能否接觸蔗糖。土壤礦物吸附 invertase 的研究也指出，酵素吸附到 goethite、gibbsite 及其有機複合物後，催化表現會被表面作用改變<sup>[17]</sup>。食品中的可可固形物、纖維、蛋白質或礦物粒子雖然不同於土壤礦物，但同樣提醒我們：表面吸附可能影響酵素可用性。

## 採用 invertase 時的產品設計重點

對 B2B 研發而言，導入 invertase 前應先定義「要解決的是哪一種問題」：是希望液心形成、抑制砂化、增加保濕、改善糖漿穩定，還是調整甜感曲線。不同目標需要不同的反應時間與產品結構。例如液心巧克力需要在包覆後逐步軟化；糖漿製程則可能希望在後續充填前完成轉化；烘焙餡料則要兼顧熱處理、保存期與水分遷移。

產品設計時也要把後段製程納入考量。若後續有高溫殺菌，酵素可能被失活；若後續加入強酸、礦物質或抗菌成分，活性可能下降；若產品水活性極低，反應可能過慢。微生物酵素在食品工業中的應用正在與智慧製造、製程監控與數據化品質管理結合，食品工業 5.0 討論中也強調數位化與人機協作可改善食品製程決策<sup>[18]</sup>。對 invertase 這類時間性反應而言，批次紀錄、儲存條件與感官追蹤比單次配方數字更能反映量產表現。

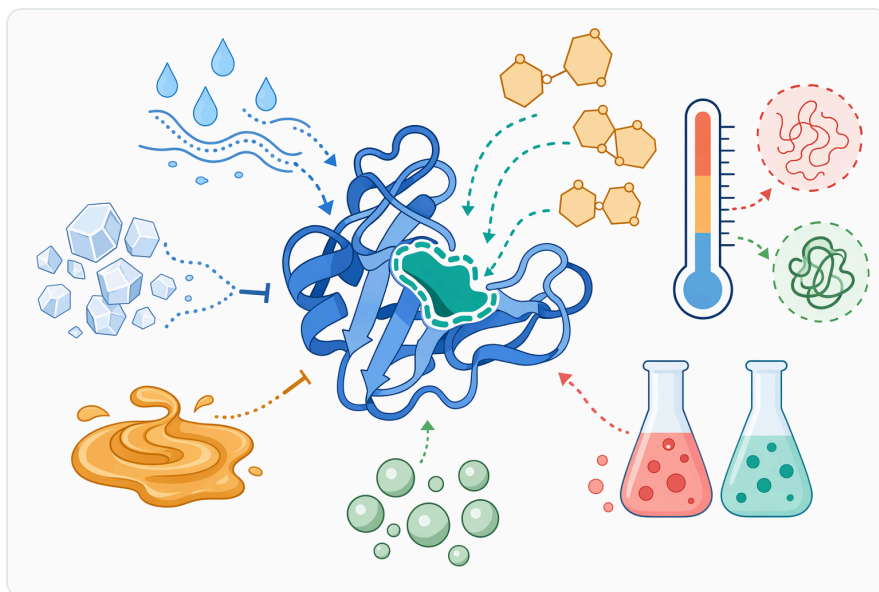


Figure 6. 基質條件，如水分可利用性、固形物含量、酸度、溫度與離子，會影響轉化酶活性表現的速度。

Enzymes.bio 作為供應商，提供的是可供食品與相關產業評估使用的 Invertase 產品，並以 1 kg 單位在線上銷售；CoA 與 SDS 會隨訂單提供，供企業內部文件留存與合規流程使用。本文刻意不列出具體活性單位、等級、檢測方法或活性定義，也不把內容寫成製造端規格書，因為實際產品判讀應以隨貨文件與使用者自身配方條件為準。

## 適合與不適合的應用邊界

Invertase 適合用於以蔗糖為主要結構糖、且希望透過蔗糖水解改變物性的配方。典型例子包括 fondant、糖膏、液心糖果、巧克力夾心、濃糖漿、果餡與部分烘焙夾心。若產品中蔗糖含量很低，或甜味主要來自高果糖糖漿、葡萄糖漿、糖醇或高倍甜味劑，invertase 的作用空間就會明顯下降，因為它的主要底物是蔗糖。

它也不是所有結晶或硬化問題的萬用解方。巧克力白霜可能涉及脂肪遷移與可可脂晶型；烘焙老化可能涉及澱粉回生；糖果返砂可能與冷卻曲線、晶種、攪拌與水分有關。Invertase 可以處理蔗糖水解這一段，但仍需與油脂結晶、膠體結構、包裝阻隔、儲運溫度和水活性管理一起設計。若把所有貨架期問題都歸因於蔗糖結晶，可能會高估酵素效果。

## 結語：以可控蔗糖水解設計更穩定的甜點與糖系產品

Invertase 的核心價值，是用生物催化方式把蔗糖轉為葡萄糖與果糖，進而改變結晶、甜感、保濕與質地演變。對巧克力液心、軟心糖、fondant、烘焙餡料與糖漿而言，它提供了一種比單純加糖或加水更精細的配方工具：讓產品在成型、儲存與食用時呈現不同但可設計的狀態。

對技術團隊而言，理解 invertase 中文名稱、invertase and sucrase 的關係、invertase pH 影響與配方抑制因素，比追逐單一通用條件更重要。研究文獻已清楚支持其蔗糖水解機制、來源差異、穩定性與環境敏感性；真正的商品化成效，則取決於糖組成、水分、pH、溫度、包裝與目標貨架期的整合設計。Enzymes.bio 供應的 Invertase 可作為 B2B 產品開發中的酵素原料選項，適合用於需要轉化糖效果與時間性質地控制的食物應用。

### 線上訂購 Invertase

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 Invertase →](#)

## 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. Kumar, A., Dhiman, S., Krishan, B., Samtiya, M., Kumari, A., Pathak, N., Kumari, A., ... et al. (2024). Microbial enzymes and major applications in the food industry: a concise review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6.
2. Ma, M., Li-Wang, Zhang, S., Guo, L., Zhang, Z., Li, J., Li-Sun, ... et al. (2020). Acid vacuolar invertase 1 (PbrAc-Inv1) and invertase inhibitor 5 (PbrII5) were involved in sucrose hydrolysis during postharvest pear storage. *Food Chemistry*, 320, 126635 .
3. Astija (2017). Pollen Germination and Pollen Tube Elongation of Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) Regulated by Cell Wall Invertase through Sucrose Hydrolysis. *Journal of agricultural science & technology A*, 7.
4. Meelua, W., & Jitnom, J. (2024). DFT study of sucrose hydrolysis by a GH32 cell-wall invertase, a key enzyme in carbohydrate metabolism. *Molecular Simulation*, 50, 298 - 307.
5. Xie, J., Cai, K., Hu, H., Jiang, Y., Yang, F., Hu, P., Cao, D., ... et al. (2016). Structural Analysis of the Catalytic Mechanism and Substrate Specificity of Anabaena Alkaline Invertase InvA Reveals a Novel Glucosidase. *Journal of Biological Chemistry*, 291 49, 25667-25677 .
6. Potrich, E., & Amaral, L. S. (2018). Activation Energy, Half-Life and Yield of the Hydrolysis Reaction of Sucrose Catalyzed by the Enzyme Invertase Produced by Yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 806-816.
7. Rai, A., Prabhune, A., & Perry, C. (2012). Entrapment of commercially important invertase in silica particles at physiological pH and the effect of pH and temperature on enzyme activity. *Materials Science and Engineering: C*, 32, 785-789.
8. Machin, B., Chaves, S., Ávila, C., Pera, L., Chehín, R., & Pingitore, E. V. (2020). Highly reusable invertase biocatalyst: Biological fibrils functionalized by photocrosslinking. *Food Chemistry*, 331, 127322 .
9. Souza Soares, A., Augusto, P., Castro Leite Júnior, B. R., Nogueira, C. A., Vieira, É. N. R., Barros, F. A. R., Stringheta, P., ... et al. (2019). Ultrasound assisted enzymatic hydrolysis of sucrose catalyzed by invertase: Investigation on substrate, enzyme and kinetics parameters. *LWT*.
10. Santagapita, P., Brizuela, L. G., Mazzobre, M. F., Ramírez, H., Corti, H., Santana, R. V., & Buera, M. (2008). Structure/function relationships of several biopolymers as related to invertase stability in dehydrated systems. *Biomacromolecules*, 9 2, 741-7 .
11. Chan, D., Noh, J., Mason, M., & Kenealey, J. (2019). Determining the Cause of Peak Invertase Activity Delay using Isothermal Titration Calorimetry. *The FASEB Journal*, 33.
12. Hargono, H., Jos, B., Abdullah, A., & Riyanto, T. (2019). Inhibition Effect of Ca<sup>2+</sup> Ions on Sucrose Hydrolysis Using Invertase. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 14, 646-653.
13. Sjölin, M., Djärf, M., Ismail, M., Schagerlöf, H., Wallberg, O., Hatti-Kaul, R., & Sayed, M. (2024). Investigating the Inhibitory Factors of Sucrose Hydrolysis in Sugar Beet Molasses with Yeast and Invertase. *Catalysts*.

14. Wei, T., Wu, S., Huang, Y., Lo, W., Williams, B., Chen, S., Yang, H., ... et al. (2019). Rapid mechanochemical encapsulation of biocatalysts into robust metal-organic frameworks. *Nature Communications*, 10.
15. Phadtare, S., D'britto, V., Pundle, A., Prabhune, A., & Sastry, M. (2008). Invertase-Lipid Biocomposite Films: Preparation, Characterization, and Enzymatic Activity. *Biotechnology progress (Print)*, 20.
16. Regan, M., & Banerjee, I. (2007). Immobilization of invertase in germania matrix and a study of its enzymatic activity. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 43, 27-33.
17. Wu, Y., Zhang, H., Li, J., Wang, Z., & Jiang, Y. (2022). Adsorption of soil invertase to goethite, gibbsite and their organic complexes and the effects on enzyme catalytic performance. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 222, 113073 .
18. Hassoun, A., Jagtap, S., Trollman, H., Garcia-Garcia, G., Duong, L. N. K., Saxena, P., Bouzembrak, Y., ... et al. (2024). From Food Industry 4.0 to Food Industry 5.0: Identifying technological enablers and potential future applications in the food sector. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23 6, e370040 .


## 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。