

Beta-Glucosidase (β -葡萄糖苷酶) 在纖維素糖化、風味釋放與植物苷類轉化的主要應用

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

Beta-glucosidase (β -glucosidase · 中文常譯為「 β -葡萄糖苷酶」) 是一類可水解 β -D-葡萄糖苷鍵的酵素，能將纖維二糖、植物苷類或香氣前驅物轉為葡萄糖與相應苷元。它的主要產業價值在於完成纖維素酶系統的最後糖化步驟、釋放食品與飲料中的香氣分子，並協助植物萃取物中苷類成分的生物轉化。Enzymes.bio 提供的 Beta-Glucosidase 為 1 kg 單位線上銷售之酵素產品，CoA 與 SDS 會隨訂單提供，適合企業依自有製程條件進行配方與工藝導入評估。

Beta-glucosidase 中文名稱、酵素定位與常見別名

在「beta-glucosidase中文」搜尋情境中，最常見譯名是「 β -葡萄糖苷酶」；依應用情境也會看到 cellobiase (纖維二糖酶) 或 β -D-glucoside glucohydrolase 等名稱。這些名稱共同指向同一類功能：辨識含 β -D-葡萄糖基的糖苷鍵，並催化其水解；但不同來源的酵素在底物偏好、耐受條件、抑制敏感性與副反應能力上可能差異很大^[1]。

β -葡萄糖苷酶廣泛存在於微生物、植物與動物中。微生物來源常被研究於木質纖維素糖化、發酵與工業生物轉化；植物來源則與防禦、植物激素釋放及次級代謝物活化有關，例如大麥葉片中胞外 β -glucosidase 參與 ABA 葡萄糖結合物的水解，顯示此類酵素也能調節植物內部訊號分子狀態^[2]。

搜尋「beta-glucosidase in humans」或「beta-glucosidase deficiency」時，需區分人體內源性酵素與工業用酵素產品。人體語境通常涉及特定人類 β -葡萄糖苷酶的代謝功能與遺傳性缺陷；本文討論的是食品加工、發酵、植物成分轉化與生物質糖化用途，不作為疾病診斷、治療或營養醫療宣稱^[3]。

作用機制： β -D-葡萄糖苷鍵如何被水解

β -glucosidase 的核心反應是切斷 β -D-葡萄糖苷鍵，生成葡萄糖與苷元，或將纖維二糖、短鏈纖維寡糖進一步轉為可利用的葡萄糖。許多 β -葡萄糖苷酶屬於 retaining glycosidase，其催化通常涉及酸鹼催化與共價糖基-酵素中間體：一個催化殘基促進離去基團離開，另一個親核殘基形成暫時性中間體，隨後水分子進攻並釋放產物^[4]。

底物辨識並不只取決於「是否含有葡萄糖」。研究顯示，糖環上的羥基位置、離去基團特性以及酵素與底物之間的非共價作用，都會影響反應速率與底物偏好；使用去氧、去氧鹵代或烷基 / 芳基葡萄糖苷類似物的研究，已用來解析哪些羥基參與關鍵氫鍵與過渡態穩定^[5]。

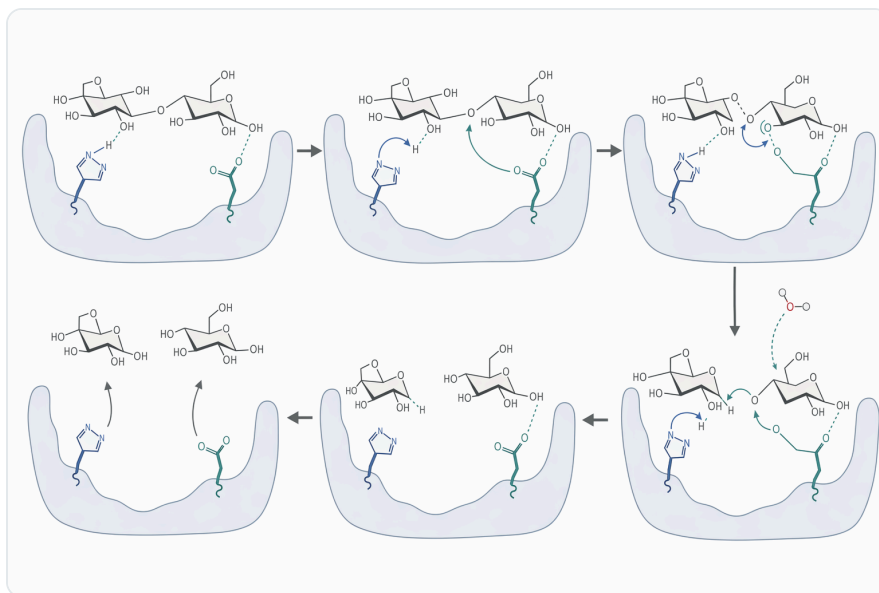


Figure 1. β -葡萄糖苷酶可水解末端 β -葡萄糖苷鍵，釋放葡萄糖，並在生物質糖化過程中解除纖維二糖的抑制作用。

這種機制也解釋了為何同樣稱為 *beta-glucosidase* 的產品，在不同基質中表現可能不一致。植物萃取物、果汁、酒類、纖維素水解液與大豆異黃酮基質的黏度、糖濃度、pH、有機酸與多酚組成皆不同，會改變底物進入活性位點、產物離開酵素以及水分子參與反應的效率^[6]。

為什麼它是纖維素糖化的關鍵酵素

在木質纖維素生物轉化中，內切型與外切型纖維素酶將纖維素切成纖維寡糖與纖維二糖，而 β -glucosidase 負責把纖維二糖與短鏈 β -葡萄糖寡糖轉為葡萄糖。若此步驟不足，纖維二糖累積會抑制上游纖維素酶，造成糖化停滯或效率下降，因此 β -glucosidase 常被視為完整 cellulase 系統中決定糖化效率的末端酵素^[1]。

軟木基質的酵素水解研究指出，糖類產物對纖維素酶與 β -glucosidase 都可能造成抑制，其中葡萄糖抑制是 β -glucosidase 應用中常見的限制因素之一。這代表在高固形物或高糖濃度製程中，並非單純增加酵素即可線性提高產糖效率，還必須考慮底物釋放速率、產物累積與下游發酵或移除策略^[7]。

也有研究從空間配置角度說明 β -glucosidase 與 cellulosome 或纖維素酶複合系統的相對位置會影響纖維素降解效率。當 β -glucosidase 能更接近產生纖維二糖的酵素區域時，局部產物可更快被轉化，減少抑制物在反應微環境中累積^[8]。

主要產業應用與機制對照

| 應用領域 | 典型底物或基質 | 主要酵素作用 | 製程價值 | 證據重點 |
|------------|-----------------|---------------|-----------------|---|
| 木質纖維素糖化 | 纖維二糖、短鏈纖維寡糖 | 水解為葡萄糖 | 降低纖維二糖抑制，支援後續發酵 | β -glucosidase 被綜述為纖維素糖化效率的關鍵酵素 ^[1] |
| 食品與飲料風味釋放 | 水果、酒類、植物香氣苷 | 釋放揮發性或半揮發性苷元 | 增強香氣層次、調整風味表現 | Muscat wine glycosides 水解研究顯示酵素可評估於葡萄酒香氣前驅物釋放 ^[9] |
| 植物活性成分轉化 | 人參皂苷、黃酮苷、大豆異黃酮苷 | 移除外側葡萄糖基 | 改變極性、溶解性與目標成分型態 | Thermoclostridium 來源 β -glucosidase 可有效水解多類人參皂苷外側葡萄糖基 ^[10] |
| 大豆加工與功能性配方 | 大豆異黃酮糖苷 | 轉為較少糖基化的異黃酮型態 | 改善成分輪廓，利於配方設計 | 固定化 β -glucosidase 已被用於大豆異黃酮糖苷水解研究 ^[11] |
| 特定寡糖或糖苷轉化 | 高濃度受體糖、糖苷底物 | 水解與轉糖基競爭 | 可能生成寡糖或改質糖苷 | 水稻 BGluc1 結構研究提供寡糖水解與轉糖基作用的結構線索 ^[12] |

食品、香料與飲料：從「非揮發性前驅物」到可感知香氣

許多植物性食品中的香氣分子並非一開始就以自由揮發型態存在，而是以葡萄糖苷形式儲存。 β -glucosidase 可切斷糖苷鍵，使苷元釋放；若該苷元具揮發性或可進一步轉化為芳香化合物，就可能提升果香、花香、草本或熟成香氣的感知強度。Muscat 葡萄酒糖苷水解研究即以酵素處理評估香氣前驅物釋放，說明此應用的技術可行性^[9]。

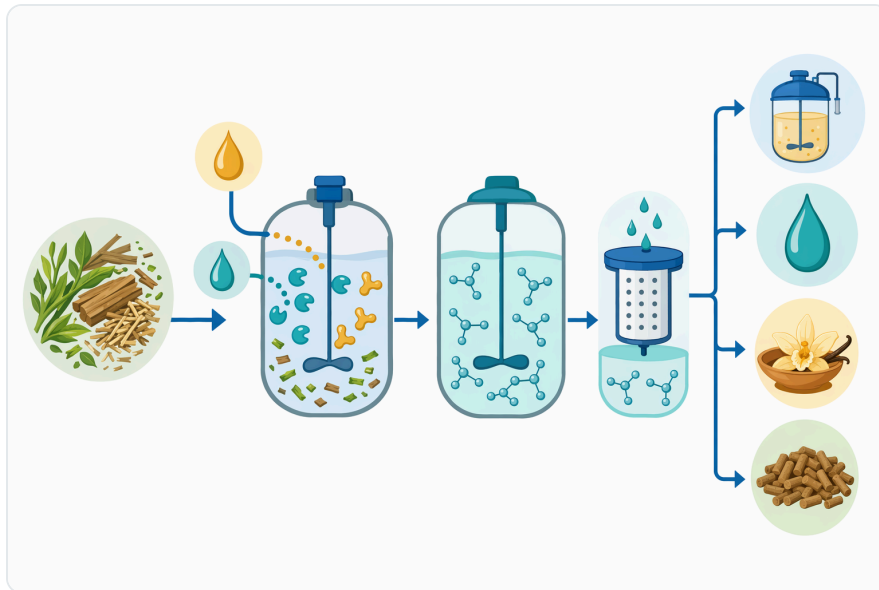


Figure 2. 在工業應用中， β -葡萄糖苷酶通常於酵素水解過程中添加，用以將纖維二糖與糖苷轉化為可發酵的葡萄糖及具活性的苷元。

在飲料、果汁、植物萃取液與發酵食品中， β -glucosidase 的效果會受到基質酸度、乙醇或糖含量、天然多酚與加工溫度影響。這也是為何風味應用不能只看酵素名稱：不同來源 beta-glucosidase 對芳基糖苷、烷基糖苷、二糖與複雜植物糖苷的偏好不同，產生的香氣輪廓也會不同^[5]。

需要注意的是，風味釋放不等於一定「更好喝」或「更天然」。如果水解過度，可能釋放苦味苷元、草青氣味或不希望出現的後味；因此在食品開發中， β -glucosidase 更適合作為可調節風味層次的加工工具，而不是單一保證結果的添加物^[6]。

植物萃取與苷類成分生物轉化

植物中的多酚、黃酮、皂苷與其他次級代謝物常以糖苷形式存在。 β -glucosidase 能透過移除葡萄糖基，改變分子的親水性、萃取行為、膜通透性、苦味與感官表現；這也是它在植物萃取物後處理、保健食品原料開發與天然物轉化研究中受到關注的原因^[10]。

人參皂苷是典型案例。研究顯示，特定 β -glucosidase 可水解 protopanaxadiol 與 protopanaxatriol 類人參皂苷的外側葡萄糖基，將較多糖基化的皂苷轉為較少糖基化型態。這類反應對成分標準化與特定皂苷比例調整具有技術意義，但結果高度依賴酵素來源與皂苷結構^[10]。

大豆異黃酮糖苷也是常見應用模型。固定化 β -glucosidase 被用於水解大豆異黃酮糖苷，目的在於使反應更容易與固液分離、重複使用或整合到連續處理概念中；這顯示 β -glucosidase 不只可作為一次性加工助劑，也可被設計進更工程化的反應系統^[11]。



Figure 3. β -葡萄糖苷酶可用於生物質轉化、食品與飲料的風味釋放、去苦味、飼料加工，以及營養保健品中糖苷的轉化。

生物質發酵：減少抑制與提高可發酵糖供應

在生物乙醇、有機酸或其他生物基化學品製程中，纖維素原料通常需要預處理、酵素水解與發酵等步驟。 β -glucosidase 的角色是將纖維素酶產生的纖維二糖轉為葡萄糖，使酵母或其他發酵微生物能更直接利用；若 β -glucosidase 不足，纖維二糖抑制可能降低整體纖維素酶效率^[13]。

甜菜絲經水熱預處理後的纖維素水解研究顯示，補充 β -glucosidase 可影響酵素水解表現，支持其在農業副產物糖化中的實務角色。這類資料對糖廠副產物、果蔬渣、甘蔗渣與其他含纖維原料的升級利用具有參考價值，但不同原料的木質素、半纖維素與抑制物組成會改變可轉移性^[13]。

除了單一酵素補充，研究也指出可從微生物篩選、重組表達、訊號胜肽優化與固定化等方向提升 β -glucosidase 的製程適用性。例如 *Aspergillus versicolor* 來源 β -glucosidase 被研究於纖維素降解應用，並探討固定化後的特性；這類研究說明產業端關心的不只是活性，也包括穩定性、可回收性與反應條件耐受性^[14]。

葡萄糖抑制、耐受性與製程設計的關係

β -glucosidase 的一個常見瓶頸是產物葡萄糖抑制。當反應液中葡萄糖累積，酵素活性位點或底物結合過程可能受到影響，導致纖維二糖水解速度下降；不同酵素對葡萄糖的敏感程度差異很大，因此高糖製程會特別重視耐葡萄糖特性^[15]。

海洋微生物宏基因組來源 β -glucosidase 的研究曾報導具良好葡萄糖耐受性的酵素，顯示環境來源與酵素工程可拓展工業應用窗口。對製程端而言，這代表選擇 beta-glucosidase 時要關注「在目標基質中的表現」，而不只是通用條件下的活性描述^[16]。

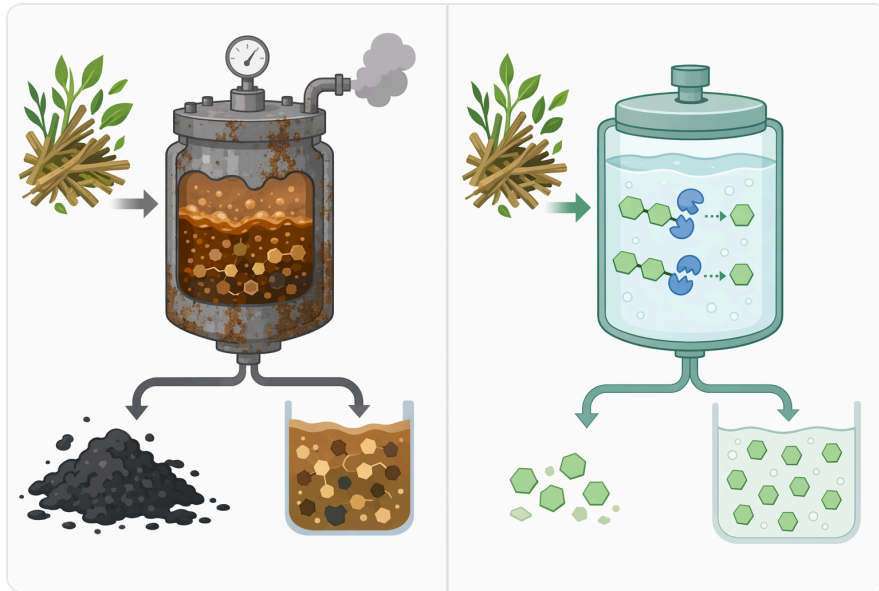


Figure 4. 與酸水解相比， β -葡萄糖苷酶輔助處理可在較溫和的條件下進行，並透過轉化纖維二糖提高葡萄糖產率。

葡萄糖抑制也與發酵整合方式有關。若水解與發酵分離，水解槽中葡萄糖可能累積較高；若採同步糖化發酵，微生物可即時消耗葡萄糖，但又會引入發酵溫度、pH 與微生物相容性限制。 β -glucosidase 的實際價值因此取決於整條製程路徑，而不是孤立的單一反應^[7]。

結構研究如何幫助理解底物專一性

結構生物學研究可揭示 β -glucosidase 如何辨識葡萄糖基與離去基團。水稻 BGluc1 的結構研究提供了寡糖水解與轉糖基作用的資訊，顯示活性位點附近的受體結合區、底物通道與水分子位置會影響水解或轉糖基反應的比例^[12]。

此外，*Agrobacterium* β -glucosidase 的機制研究指出，非共價酵素 / 底物交互作用對反應效率具有重要貢獻。換言之，酵素並非只是「切 β 鍵」；它必須在過渡態形成前精準定位糖環、離去基團與催化殘基，才能有效降低反應活化能^[4]。

使用 cellobiose 類似物與去氧衍生物的研究進一步說明，糖上不同羥基並非等價。某些位置的羥基若被移除或替換，會明顯改變水解效率，顯示氫鍵網絡與立體配置是 β -glucosidase 判斷底物的關鍵因素^[17]。

水解與轉糖基：同一活性位點的兩種可能結果

β -glucosidase 通常被用於水解，但在特定條件下也可能發生轉糖基作用。當反應中存在適合的受體分子，且水分子競爭相對降低時，糖基-酵素中間體可能將葡萄糖基轉移給受體，而不是被水解釋放，形成新的糖苷或寡糖結構^[12]。

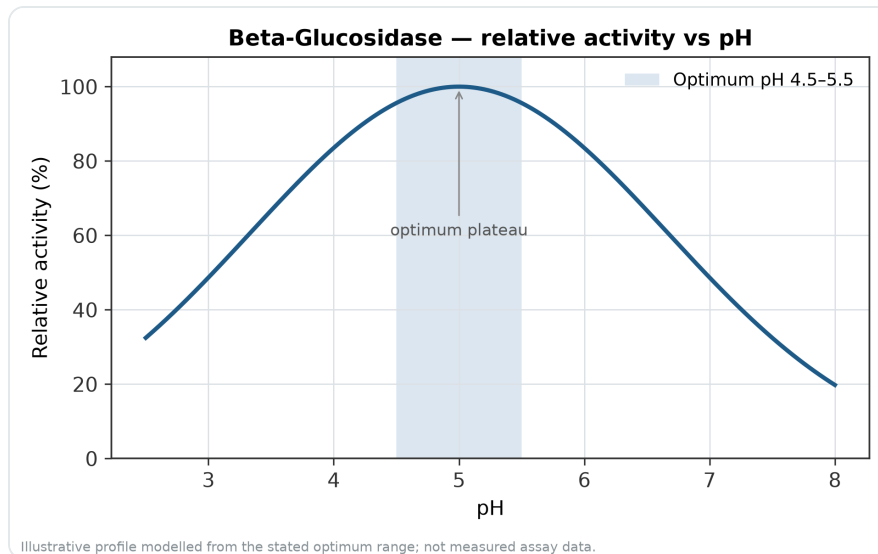


Figure 5. β -葡萄糖苷酶相對活性隨 pH 值變化的關係，顯示其最佳活性平台位於 pH 4.5–5.5。

這一點對食品成分與功能性寡糖研發很重要。轉糖基反應有機會生成不同鍵結型態的寡糖，但同時也意味著反應結果可能更複雜；在一般加工情境中，若目標是完全水解，則需避免反應條件偏向副產物生成。 β -glucosidase 因此是一種可用於「降解」也可用於「建構」糖苷結構的工具酵素^[12]。

在商業導入上，是否利用轉糖基作用取決於產品目標。纖維素糖化通常希望盡量朝葡萄糖釋放；香氣釋放希望釋放苷元；寡糖製備則可能希望控制糖基轉移。相同酵素類別在不同製程中的成功條件並不相同^[15]。

來源差異：真菌、細菌、植物與重組表達

真菌來源 β -glucosidase 常見於纖維素降解與食品加工研究，因為許多真菌本來就能分泌分解植物細胞壁的酵素。Aspergillus 相關研究顯示，真菌 β -glucosidase 可被生產、表徵並應用於纖維素降解；但不同菌株的分泌能力、穩定性與底物偏好仍須分開看待^[14]。

細菌來源則常被研究於耐熱性、耐鹽性、葡萄糖耐受或特殊底物水解。例如 Thermoclostridium stercorarium 來源酵素在人參皂苷水解上展現特定選擇性，說明細菌 β -glucosidase 可提供與傳統真菌酵素不同的應用特徵^[10]。

重組表達與宿主分泌優化也是研究重點。文獻中已有以 *Escherichia coli* 表達重組 β -glucosidase、或以 *Bacillus subtilis* 訊號肽優化分泌耐熱 β -glucosidase 的案例，這些研究主要服務於酵素工程與生產效率議題，而非代表所有商用產品都具有相同來源或表現^[18]。

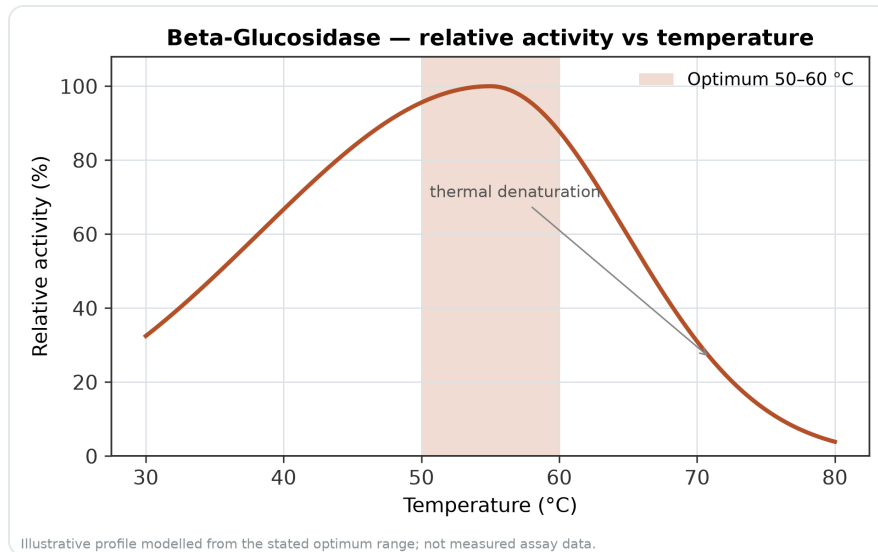


Figure 6. β -葡萄糖苷酶相對活性隨溫度變化的關係，最佳溫度為 50–60 °C，且在超過最佳溫度後呈現典型的熱變性活性下降。

固定化與穩定化：提升重複使用與條件耐受的研究方向

固定化 β -glucosidase 是常見工程化方向，目的在於讓酵素附著於載體、便於分離回收，或提高在特定條件下的操作穩定性。Huang 等人研究 *Aspergillus versicolor* β -glucosidase 的固定化與纖維素降解應用，顯示固定化能作為改善工業操作性的策略之一^[14]。

在食品與植物成分轉化上，固定化也能減少酵素殘留於產品中的複雜度，並有助於批次間操作一致性。大豆異黃酮糖苷水解研究即使用簡化固定化方式，展示其在植物苷類水解中的應用潛力^[11]。

近年也有關於 β -glucosidase nanoflowers 的研究，探討金屬離子與有機溶液對活性與穩定性的影響。這類材料化策略仍屬研究與特定工藝開發方向，對一般採購與使用者的意義在於：酵素穩定性可被配方與固定化環境顯著改變，不能只由酵素名稱推估^[19]。

製程條件：pH、溫度、基質與抑制物的交互作用

β -glucosidase 的適用條件與來源高度相關。不同微生物或植物來源的酵素可能偏好酸性、弱酸性或接近中性的環境，也可能對熱、有機溶劑、金屬離子、鹽類或高糖濃度有不同耐受性。因此，製程設計應以目標基質與最終產品條件為中心，而不是直接套用其他文獻中的單一條件^[15]。

食品與飲料系統常含有有機酸、單寧、多酚、糖、乙醇或防腐成分，這些物質可能改變酵素構形或底物可及性。纖維素水解液則可能含有預處理副產物、木質素片段與高固形物造成的質傳限制；這些因素都會影響 β -glucosidase 能否接觸到真正需要水解的 β -葡萄糖苷鍵^[7]。

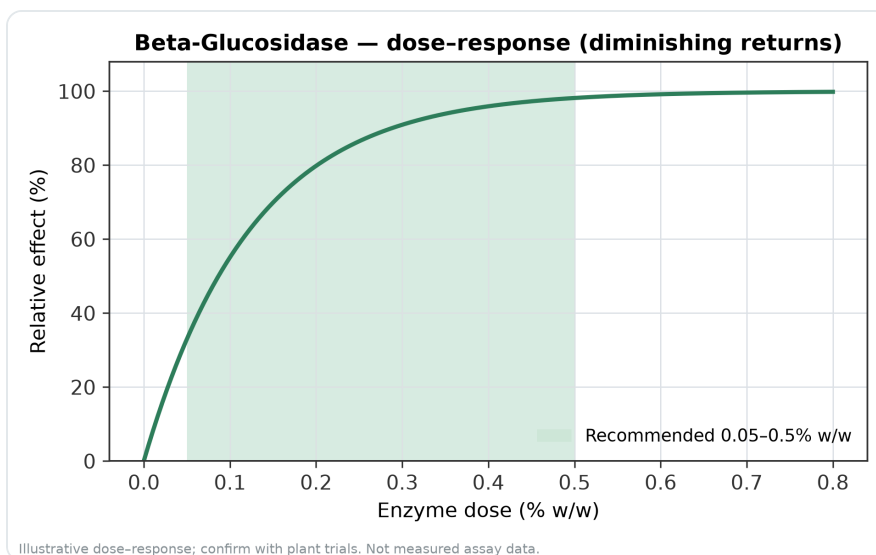


Figure 7. β -葡萄糖苷酶在建議使用範圍 (0.05–0.5% w/w) 內的示意劑量 - 反應關係。

在導入 Enzymes.bio 的 Beta-Glucosidase 時，較務實的做法是將其視為可整合進既有製程的酵素工具，而非單獨決定產品品質的配方成分。Enzymes.bio 作為供應通路提供線上購買與隨貨文件；實際加工條件、反應終止方式與法規適用性，仍需由使用企業依自身產品與市場規範管理。

安全、法規與品質文件的實務定位

酵素粉末或液態酵素製劑在職業衛生上通常需要注意吸入、皮膚或眼部接觸風險，尤其在分裝、投料或清潔時可能形成暴露。SDS 的作用是提供危害辨識、儲存、個人防護與意外處置資訊；CoA 則協助企業進行批次文件留存與內部品質流程銜接。Enzymes.bio 會隨訂單提供 CoA 與 SDS，供企業依其品質系統使用。

食品、飲料或膳食補充品相關應用還需考量目標市場法規。 β -glucosidase 可作為加工助劑、製程用酵素或原料處理工具，但不同市場對酵素來源、殘留、標示與用途的要求不同；因此，技術可行性與法規可行性必須分開評估^[9]。

也應避免把工業 beta-glucosidase 與人體 beta-glucosidase deficiency 混為一談。人體缺乏症屬醫學與遺傳代謝領域，工業酵素產品不應被解讀為補充人體酵素或治療相關疾病的產品；在企業內容、標示與客戶溝通中維持此界線，有助於降低合規風險^[3]。

Enzymes.bio 供應形式與適用讀者

Enzymes.bio 提供的 Beta-Glucosidase 適合食品研發、飲料開發、香料應用、植物萃取、生物轉化與發酵製程團隊作為工藝開發工具使用。產品以 1 kg 單位在線上直接銷售，適合已有內部研發、品保與製程評估能力的企業導入；CoA 與 SDS 會隨訂單提供，以支援文件留存與安全管理。

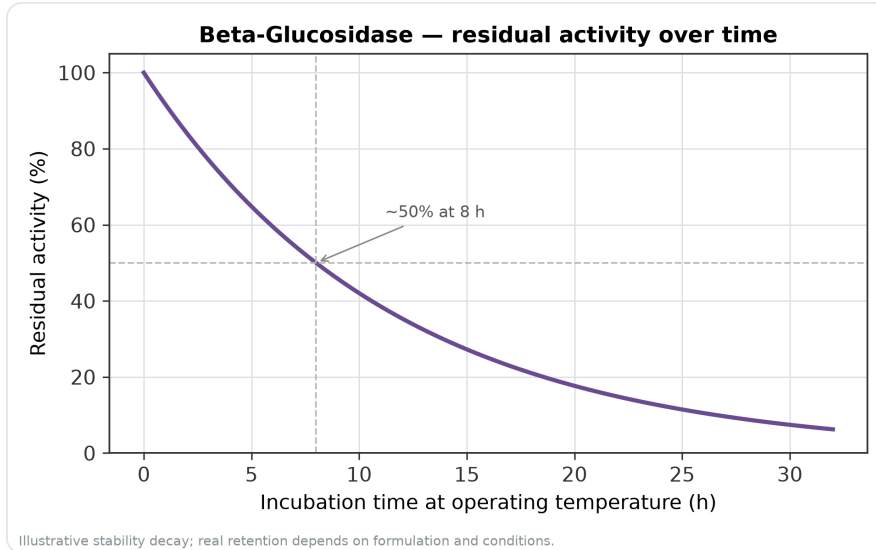


Figure 8. β -葡萄糖苷酶熱穩定性衰減示意圖——在操作溫度下，殘餘活性隨時間下降。

需要特別說明的是，Enzymes.bio 是酵素供應通路，不是製造商，也不是實驗室；因此，本文件聚焦於 β -glucosidase 的科學機制、應用場景與導入考量，而不宣稱特定菌株、製造流程或檢測條件。對使用者而言，最重要的是把酵素作用機制與自身基質、製程限制和最終產品規格相互對照。

應用結論：成熟機制，但效果必須回到基質驗證

Beta-glucosidase 是一種機制清楚、應用廣泛的酵素；在纖維素糖化中，它補足纖維素酶系統的末端步驟；在食品與飲料中，它可釋放糖苷型香氣前驅物；在植物成分轉化中，它能改變皂苷、異黃酮與其他苷類的結構型態。這些應用均有酵素學、結構生物學與基質研究支持，但不同來源與不同基質之間不能簡單等同^[1]。

對企業而言， β -glucosidase 的價值不在於單一「通用效果」，而在於它能否在特定 pH、溫度、糖濃度、風味目標與法規框架下穩定達成轉化。若製程目標是提高可發酵糖，重點會落在纖維二糖水解與葡萄糖抑制；若目標是香氣釋放，則需關注苷元風味與副味；若目標是植物活性成分調整，則需關注底物選擇性與轉化輪廓^[15]。

Enzymes.bio 的 Beta-Glucosidase 可作為企業研發與製程導入的供應選項，特別適合需要 1 kg 單位線上購買、並以 CoA 與 SDS 納入內部品質文件流程的 B2B 使用者。正確的期待應是：以明確的底物、明確的產品目標與受控的製程條件，讓 β -葡萄糖苷酶發揮其在糖苷鍵水解與生物轉化上的專業功能。

線上訂購 Beta-Glucosidase

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 Beta-Glucosidase →](#)

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. Rani, V., Mohanram, S., Tiwari, R., Nain, L., & Arora, A. (2015). Beta-Glucosidase: Key Enzyme in Determining Efficiency of Cellulase and Biomass Hydrolysis. *Journal of bioprocessing & biotechniques*, 5, 1-8.
2. Dietz, K., Sauter, A., Wichert, K., Messdaghi, D., & Hartung, W. (2000). Extracellular beta-glucosidase activity in barley involved in the hydrolysis of ABA glucose conjugate in leaves. *Journal of Experimental Botany*, 51 346, 937-44 .
3. 37263146. *Nih*.
4. Namchuk, M., & Withers, S. (1995). Mechanism of Agrobacterium beta-glucosidase: kinetic analysis of the role of noncovalent enzyme/substrate interactions. *Biochemistry*, 34 49, 16194-202 .
5. Sigurskjold, B. W., Haunstrup, I., Bock, K., Gogoll, A., Undheim, K., Wang, D., & Christensen, S. (1992). Hydrolysis of Substrate Analogues Catalyzed by beta-D-Glucosidase from Aspergillus niger. Part III. Alkyl and Aryl beta-D-Glucopyranosides. *Acta Chemica Scandinavica*, 46, 451-458.
6. Dale, M. P., Kopfler, W., Chait, I., & Byers, L. (1986). Beta-glucosidase: substrate, solvent, and viscosity variation as probes of the rate-limiting steps. *Biochemistry*, 25 9, 2522-9 .
7. Xiao, Z., Zhang, X., Gregg, D., & Saddler, J. (2004). Effects of sugar inhibition on cellulases and beta-glucosidase during enzymatic hydrolysis of softwood substrates. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 113-116, 1115-26 .
8. Li, X., Xiao, Y., Feng, Y., Li, B., Li, W., & Cui, Q. (2018). The spatial proximity effect of beta-glucosidase and cellulosomes on cellulose degradation. *Enzyme and Microbial Technology*, 115, 52-61 .
9. Ovalle, S., Brena, B., Fariña, L., & González-Pombo, P. (2016). Novel beta-glucosidase from Issatchenkia orientalis: Characterization and assessment for hydrolysis of muscat wine glycosides.

10. Zeng, C., Ji, X., Shi, Y., Mu, S., Huang, Y., Zhong, M., Han, Y., ... et al. (2022). Specific and efficient hydrolysis of all outer glucosyls in protopanaxadiol type and protopanaxatriol type ginsenosides by a β -glucosidase from *Thermoclostridium stercorarium*. *Enzyme and Microbial Technology*, 162, 110152 .
11. Hu, S., Wang, D., & Hong, J. (2018). A Simple Method for Beta-glucosidase Immobilization and Its Application in Soybean Isoflavone Glycosides Hydrolysis. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 23, 39-48.
12. Chuenchor, W., Pengthaisong, S., Robinson, R., Yuvaniyama, J., Oonanant, W., Bevan, D., Esen, A., ... et al. (2008). Structural insights into rice BGlu1 beta-glucosidase oligosaccharide hydrolysis and transglycosylation. *Journal of Molecular Biology*, 377 4, 1200-15 .
13. Antov, G., & Fišteš, Z. A. (2018). The effect of beta-glucosidase supplementation on enzymatic hydrolysis of cellulose in hydrothermally pretreated sugar beet shreds. *Acta Periodica Technologica*, 1-9.
14. Huang, C., Feng, Y., Patel, G., Xu, X., Qian, J., Liu, Q., & Kai, G. (2021). Production, immobilization and characterization of beta-glucosidase for application in cellulose degradation from a novel *Aspergillus versicolor*. *International Journal of Biological Macromolecules*.
15. Andrades, D., Graebin, N. G., Ayub, M., Fernández-Lafuente, R., & Rodrigues, R. (2019). Physico-chemical properties, kinetic parameters, and glucose inhibition of several beta-glucosidases for industrial applications. *Process Biochemistry*.
16. Fang, Z., Fang, W., Liu, J., Hong, Y., Peng, H., Zhang, X., Sun, B., ... et al. (2010). Cloning and characterization of a beta-glucosidase from marine microbial metagenome with excellent glucose tolerance. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20 9, 1351-8 .
17. Sigurskjold, B. W., Duus, B., & Bock, K. (1991). Hydrolysis of substrate analogues catalysed by beta-D-glucosidase from *Aspergillus niger*. Part II: Deoxy and deoxyhalo derivatives of cellobiose. *Acta Chemica Scandinavica*, 45 10, 1032-41 .
18. Binh, N. T., Quy, N. T., Huyen, D. T., Hong, L. T. T., & Hai, T. N. (2022). Selection of optimal culture conditions for expression of recombinant beta-glucosidase in *Escherichia coli*. *Vietnam Journal of Biotechnology*.
19. Altinkaynak, C., Samsa, C. G., Ekremoğlu, M., Turk, M., Ozturkler, M., Özdemir, N., & Atakisi, O. (2024). Influence of Metal Ions and Organic Solutions on Activity and Stability of Beta-Glucosidase Nanoflowers. *ChemistrySelect*.


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。