

Xylanase Enzyme For Brewers：釀造用木聚糖酶，改善糖化黏度、麥汁過濾與萃取穩定性

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

Xylanase Enzyme For Brewers 是用於啤酒釀造糖化階段的木聚糖酶，主要作用是分解穀物細胞壁中的木聚糖與阿拉伯木聚糖，協助降低醪液與麥汁黏度。在高小麥、高裸麥、燕麥、未發芽穀物或其他高非澱粉多醣配方中，木聚糖酶可作為製程輔助工具，用於改善麥汁流動性、過濾穩定性與部分多醣相關混濁風險。其效果取決於原料組成、糖化條件、設備設計與現場操作，不應被視為取代澱粉酶、 β -葡聚糖酶或澄清管理的單一解法。

Xylanase Enzyme For Brewers 的主要應用定位

Xylanase Enzyme For Brewers 是 Enzymes.bio 供應的釀造用木聚糖酶產品，主要應用於啤酒糖化與麥汁處理流程；其產品定位聚焦於分解糖化醪中的阿拉伯木聚糖，以支援較快過濾、較低黏度與較穩定的萃取表現。Enzymes.bio 在此角色中是供應商，不是製造商，也不是第三方檢測實驗室；產品以 1 kg 單位在線上直接銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。

在釀造語境中，木聚糖酶不是用來直接提高酒精生成的酵素，也不是取代酵母、麥芽自身酵素或澱粉糖化酵素的工具。它的價值在於處理穀物細胞壁與非澱粉多醣造成的製程阻力，特別是木聚糖與阿拉伯木聚糖對醪液黏度、濾床通透性與後段澄清負荷的影響；大規模商業麥芽批次研究也顯示，麥芽酵素組成與麥汁發酵性、過濾與啤酒過濾表現之間存在實務關聯 [1]。

木聚糖與阿拉伯木聚糖為何會影響啤酒製程？

大麥、小麥、裸麥、燕麥與多種穀物的細胞壁含有纖維素、半纖維素、蛋白質與酚酸交聯結構，其中木聚糖是半纖維素的重要骨架之一。木聚糖主鏈通常由木糖單元以 β -1,4 鍵連接，並可能帶有阿拉伯糖、乙醯基、葡萄糖醛酸或阿魏酸等側鏈；這些側鏈與交聯會改變酵素可及性，也會影響多醣在水相中的黏度與膠體行為 [2]。

在糖化過程中，澱粉主要由澱粉酶系統轉化為可發酵糖與糊精；但阿拉伯木聚糖等非澱粉多醣不會以相同方式被澱粉酶快速處理。當配方含有較高比例小麥、裸麥、燕麥、未發芽穀物或高纖維輔料時，阿拉伯木聚糖可能使醪液更黏稠、濾床阻力增加、回流變慢、洗糟效率下降，進而使同一套設備在不同批次間出現較大的時間與萃取波動 [3]。

這種問題在小麥啤酒、黑麥啤酒、燕麥比例較高的濁 IPA、使用未發芽穀物的配方，以及部分無麩質或替代穀物啤酒中更容易被觀察到。無麩質精釀啤酒研究指出，替代原料與製程條件會同時影響品質屬性與消費者對感官特性的期待；這也說明當原料從傳統大麥麥芽轉向多元穀物時，細胞壁多醣管理會成為製程穩定性的一部分 [4]。

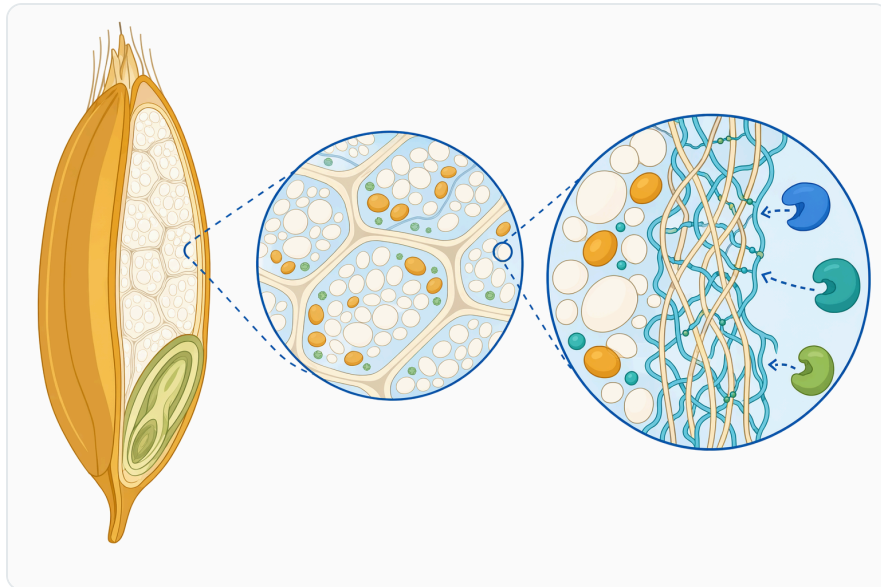


Figure 1. 木聚糖酶作用於穀物細胞壁中的木聚糖與阿拉伯木聚糖，而不是直接將澱粉轉化為可發酵糖。

作用機制：木聚糖酶如何降低黏度與改善過濾？

木聚糖酶的核心反應是水解木聚糖主鏈中的 β -1,4 糖苷鍵，使原本較長、較容易形成高黏度網絡的多醣鏈被切割成較短的木寡糖與低分子片段。當長鏈阿拉伯木聚糖被部分降解後，水相中的聚合物纏結程度下降，醪液流動性通常會改善，固液分離時的阻力也會降低；這是釀造用木聚糖酶被用於糖化與麥汁過濾管理的主要生化基礎 [5]。

在濾槽或麥汁過濾環節中，流速不只由濾床機械結構決定，也受到液相黏度與膠體多醣含量影響。木聚糖酶若能在糖化早期接觸到可及的阿拉伯木聚糖，便有機會在正式過濾前降低部分多醣造成的阻力；相較於等到過濾已經受阻才處理，糖化階段整合通常更符合酵素需要時間接觸基質的特性 [6]。

不過，木聚糖酶的作用並不等於「完全去除所有細胞壁多醣」。穀物細胞壁是複合結構，木聚糖可能與纖維素、蛋白質、 β -葡聚糖和酚酸交聯共存；文獻顯示，木聚糖酶的結構域互動會影響其基質親和力與水解產物特性，代表不同來源與不同酵素型態對同一基質的表現可能並不相同 [7]。

釀造中最常見的效益：從糖化槽到成品穩定性

降低糖化醪與麥汁黏度

對釀酒師而言，黏度不是抽象指標，而是會反映在攪拌負荷、泵送壓力、回流速度、濾槽排程與洗槽效率上的實務問題。當阿拉伯木聚糖含量偏高時，即使澱粉轉化正常，醪液仍可能顯得厚重、流動慢，並造成濾床壓實或循環不穩；木聚糖酶透過切割木聚糖鏈，可降低這類非澱粉多醣造成的流變阻力 [8]。

改善麥汁過濾與濾床通透性

麥汁過濾常被誤認為只與粉碎粗細或麥芽殼完整度有關，但實際上，濾液本身的黏度與膠體多醣含量也會影響流速。針對 94 批商業麥芽的研究將麥芽酵素狀態與麥汁發酵性、lautering 及啤酒過濾表現連結討論，顯示酵素背景與細胞壁降解能力對釀造操作具有實際意義 [1]。

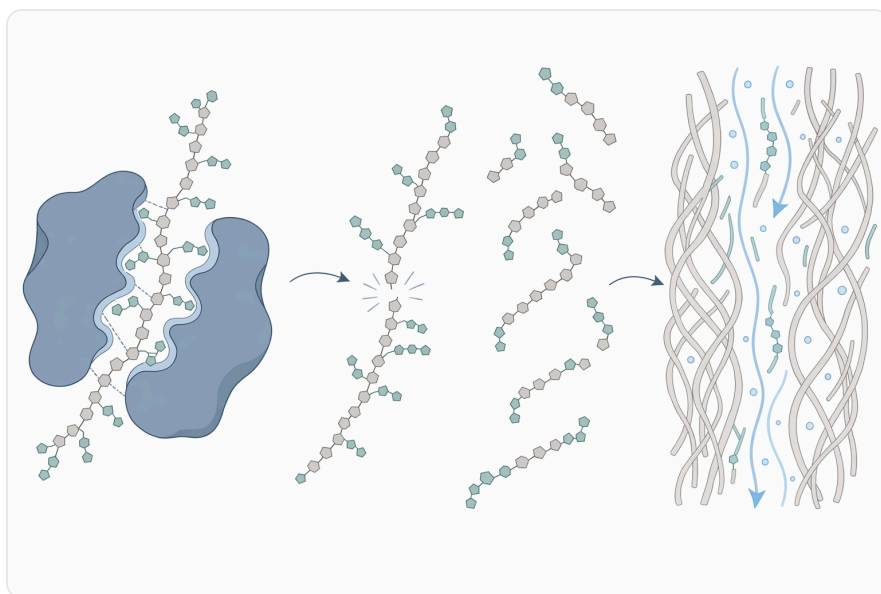


Figure 2. 內切型木聚糖酶會水解木聚糖主鏈內部的 β -1,4 鍵，將阿拉伯木聚糖聚合物縮短成較小片段。

支援較穩定的萃取表現

穀物細胞壁會限制澱粉、蛋白質與可溶性物質釋出；當半纖維素結構被適度水解，糖化液與水更容易進入顆粒內部，也可能使可萃取成分更均一地釋放。使用未發芽穀物時，外加酵素製劑常被討論為彌補原料自身酵素不足與細胞壁降解不足的工具，這與木聚糖酶在高輔料釀造中的定位相符 [3]。

降低部分多醣相關混濁風險

啤酒混濁可能來自蛋白質—多酚複合物、酵母懸浮、澱粉殘留、微生物污染、 β -葡聚糖或阿拉伯木聚糖膠體。木聚糖酶只針對木聚糖類基質具有直接意義，因此較合理的說法是：它可協助降低由阿拉伯木聚糖與相關碳水化合物造成的混濁壓力，而不是處理所有混濁問題的通用澄清劑。

與其他釀造酵素的差異

木聚糖酶常與其他釀造酵素一起被討論，但每一類酵素的目標基質不同，實務效果也不同。釀造廠若將所有「降黏度酵素」視為同一工具，容易造成期待錯置；例如 β -葡聚糖酶主要針對 β -葡聚糖，澱粉酶主要處理澱粉，蛋白酶影響蛋白質，而木聚糖酶的核心對象是木聚糖與阿拉伯木聚糖 [9]。

酵素類型	主要作用基質	在釀造中的常見目的	木聚糖酶不能取代的部分
木聚糖酶 Xylanase	木聚糖、阿拉伯木聚糖	降低非澱粉多醣黏度、改善麥汁過濾、支援萃取穩定性	不能直接完成澱粉糖化，也不能解決所有混濁來源
β -葡聚糖酶	β -葡聚糖	降低由 β -葡聚糖造成的黏度與過濾問題	不能充分處理阿拉伯木聚糖主導的問題
α -澱粉酶 / 糖化酵素	澱粉、糊精	產生可發酵糖，調整發酵性與浸出率	不能分解大多數細胞壁半纖維素
蛋白酶	蛋白質與胜肽	影響蛋白溶解、部分澄清與營養氮管理	過度作用可能影響泡沫與口感，且非木聚糖解法
葡聚糖相關酵素	不同型態葡聚糖	支援過濾、降低特定多醣負荷	作用基質與木聚糖酶不同，需依原料問題區分

這張比較表的重點不是把某一種酵素描述為優於其他酵素，而是凸顯「基質對應」的重要性。對高小麥或裸麥配方而言，阿拉伯木聚糖可能是重要限制因素；對某些大麥麥芽批次而言， β -葡聚糖也可能是主要問題。因此，木聚糖酶最適合被放在細胞壁多醣管理策略中，而非被孤立成萬用添加物 [10]。



Figure 3. 木聚醣酶、 β -葡聚醣酶、澱粉酶與蛋白酶分別作用於不同的釀造基質，因此能解決不同的製程問題。

適合考慮木聚糖酶的啤酒與原料情境

小麥啤酒與高小麥比例配方

小麥含有較高比例的阿拉伯木聚糖，且缺少大麥麥芽殼所提供的濾床支撐結構，因此高小麥比例配方常見過濾較慢或濾床壓實的問題。針對小麥啤酒的研究已直接探討小麥麥芽來源 *endo*- β -1,4-xylanase 補充對品質的影響，顯示木聚糖酶在小麥啤酒製程中具有明確研究脈絡 [6]。

裸麥、燕麥與高纖維特色啤酒

裸麥與燕麥常被用於增加口感、滑順度與特殊風味，但它們也可能提高非澱粉多醣負荷，使醪液更黏稠。這類配方並不一定需要追求極端澄清，甚至可能刻意保留混濁外觀；然而，即使成品風格允許混濁，糖化與過濾仍需維持可操作性，木聚糖酶在此可被視為提高製程可控性的工具 [3]。

未發芽穀物與高輔料釀造

未發芽穀物通常缺乏麥芽化過程中形成或活化的部分內源酵素，因此細胞壁降解與澱粉可及性可能較差。近年釀造研究持續討論未發芽穀物搭配酵素製劑的使用，目的包括提升原料利用率、調整製程效率與開發不同風味或成本結構的啤酒 [3]。

無麩質與替代穀物啤酒

無麩質啤酒可能使用高粱、蕎麥、稗子、藜麥、teff 或其他替代穀物；這些原料的細胞壁組成、澱粉糊化特性與酵素背景與大麥麥芽不同。以 teff 製作無麩質啤酒的比較研究指出，發芽與未發芽原料會造成品質屬性差異，說明替代穀物釀造特別需要注意原料結構與製程條件的配合 [11]。

糖化階段整合：何時加入較有意義？

在啤酒製程中，木聚糖酶通常較適合於糖化初期或 mashing-in 階段整合，因為此時穀物粉碎物剛與水充分接觸，細胞壁多醣開始釋出，酵素也有機會在過濾前作用於可及的木聚糖基質。Enzymes.bio 的產品說明同樣將其應用放在 mash 中分解 arabinoxylan，以支援較快過濾、降低黏度與提高萃取率的方向。



Figure 4. 木聚糖酶通常在糖化過程中添加，使半纖維素水解能在麥汁於過濾槽或醪液過濾機中分離之前發生。

糖化條件會影響結果。pH、溫度、保溫時間、攪拌、粉碎粒徑與水料比都會改變基質可及性與酵素穩定性；此外，不同木聚糖酶來源可能對溫度、pH 與基質型態有不同偏好。耐熱木聚糖酶研究之所以被認為與釀造工業有應用潛力，正是因為糖化環境具有一定溫度要求，酵素需在該環境下維持足夠功能 [8]。

此處需要避免過度簡化：若濾床堵塞主要來自粉碎過細、麥芽殼破壞、濾槽設計限制或回流操作不當，木聚糖酶只能改善其中與木聚糖黏度相關的部分。相反地，若製程瓶頸確實與阿拉伯木聚糖含量高、輔料比例高或醪液黏度偏高有關，木聚糖酶的效益就更容易被觀察到 [1]。

科學證據的強度與合理解讀

木聚糖酶能水解木聚糖，是酵素學上相對明確的機制；多篇研究已針對不同來源木聚糖酶的熱穩定性、基質特異性、結構域與水解產物進行分析。來自北極洋中脊熱液系統的 GH10 木聚糖酶研究，即以廣泛基質特異性與耐熱特徵為重點，說明木聚糖酶家族在不同環境來源中具有多樣化性能 [5]。

釀造端的證據則應分層理解。第一層是機制證據：木聚糖酶分解木聚糖，降低長鏈多醣帶來的黏度與膠體效應。第二層是原料與製程證據：麥芽與穀物中細胞壁降解狀態會影響 lautering 與 filtration。第三層才是特定產品、特定配方與特定設備上的結果；這一層通常最受現場條件影響，不宜由單一研究直接外推至所有酒廠 [1]。

小麥啤酒研究提供了更貼近應用的視角，因為小麥阿拉伯木聚糖與過濾問題在實務上更常被連結。Xing 2023 針對小麥麥芽來源 endo- β -1,4-xylanase 補充與小麥啤酒品質的關係進行探討，代表木聚糖酶不只是一般食品加工酵素，也已進入啤酒品質研究的具體場景 [6]。



Figure 5. 當大麥麥芽差異、小麥、黑麥、小黑麥、玉米輔料或高濃度醪液增加富含木聚糖的細胞壁負荷時，木聚糖酶最為相關。

同時，不同木聚糖酶不應被視為完全相同。研究顯示，阿魏酸存在會改變 *Aspergillus tamaris* 木聚糖酶的動力學參數與基質特異性；另有研究指出小麥抑制蛋白可能影響某些商業木聚糖酶的表現。這些結果提醒釀造端應用時，原料中的側鏈、抑制因子與酵素來源都可能影響實際效果 [2]。

對啤酒品質的影響：可期待，但需避免過度承諾

從正面來看，木聚糖酶有助於提高製程穩定性：糖化醪較容易攪拌與輸送、濾床阻力降低、麥汁回收更順暢、批次排程更可預測。對商業釀造而言，這些改善即使不直接出現在成品標籤上，也會反映在設備周轉、能源使用、過濾時間與批次一致性上。

對成品品質而言，木聚糖酶可能降低部分多醣相關混濁，使後段澄清與過濾負擔減輕；但啤酒外觀、口感、泡沫與風味穩定性受到多因素共同影響。若混濁主要來自蛋白質—多酚複合物或酵母懸浮，木聚糖酶的幫助有限；若成品風格刻意保留混濁，例如某些小麥啤酒或濁 IPA，目標也不一定是最大化清澈度，而是維持製程可控性與口感設計 [4]。

泡沫與口感也需謹慎看待。阿拉伯木聚糖與其他多醣可能參與口感厚度與膠體穩定性，因此過度追求多醣降解未必符合所有風格需求。木聚糖酶更適合被理解為「降低造成加工阻力的高分子木聚糖比例」，而不是把所有多醣從啤酒中移除；其使用目標應與配方設計、酒體期待和過濾策略一致 [6]。

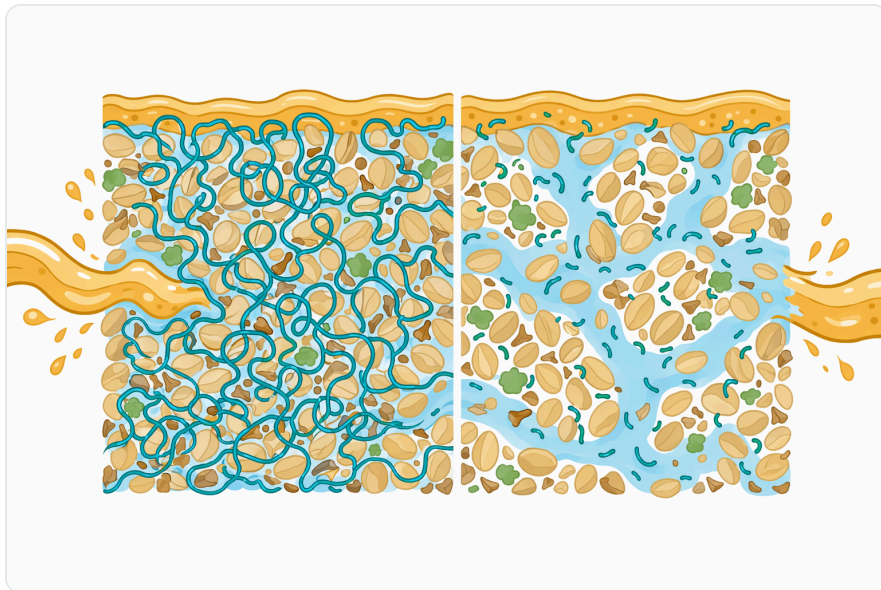


Figure 6. 縮短阿拉伯木聚糖鏈可降低由聚合物造成的黏度，並改善液體在醪液固形物中的流動。

與永續釀造與副產物利用的關聯

木聚糖酶也常出現在啤酒副產物加值的研發中。啤酒糟富含纖維與殘餘多醣，是木聚糖酶、纖維素酶與其他木質纖維素降解酵素研究的重要基質；近期研究探討將 brewer's spent grain 轉化為木質纖維素酵素與乳酸生產的連續生物加值流程，顯示釀造副產物可透過酵素與發酵策略提高資源利用價值 [12]。

這類研究不代表釀造用木聚糖酶產品可直接套用於所有副產物增值製程，但它說明木聚糖酶的技術位置：它是連結穀物細胞壁降解、液化、糖釋放與生物轉化的重要酵素之一。對釀酒廠而言，主要應用仍在糖化與麥汁處理；對更廣泛的生物加工產業而言，木聚糖酶則可延伸到纖維性原料處理與功能性寡糖製備等方向 [13]。

使用時的限制與風險邊界

木聚糖酶最適合解決「木聚糖 / 阿拉伯木聚糖造成的問題」。若製程瓶頸來自澱粉轉化不足，應先檢視糖化制度與澱粉酶系統；若來自 β -葡聚糖，則應考慮 β -葡聚糖相關控制；若來自蛋白質—多酚冷混濁，則需從蛋白、多酚、煮沸、冷卻、熟成與過濾條件處理。木聚糖酶不是萬用澄清劑，也不是所有高黏度問題的唯一答案 [9]。

酵素反應還受到基質可及性限制。若粉碎不足使細胞壁未充分暴露，或糖化條件讓酵素穩定性下降，效果可能不如預期；相反地，若原料中阿拉伯木聚糖可及性高、糖化條件合適，改善可能較明顯。不同木聚糖酶結構域與基質特异性會影響水解模式，這也是為何同樣稱為 xylanase 的產品或酵素，在不同基質上的表現可能不同 [7]。

此外，食品加工與工業用途的酵素製劑應依 SDS 進行處理。酵素本質上是蛋白質，粉塵或氣霧可能刺激眼睛、皮膚或呼吸道，對敏感者也可能造成過敏反應；因此操作時應避免不必要的直接接觸與吸入。CoA 與 SDS 隨訂單提供，可作為收貨後批次文件與安全處理依據。

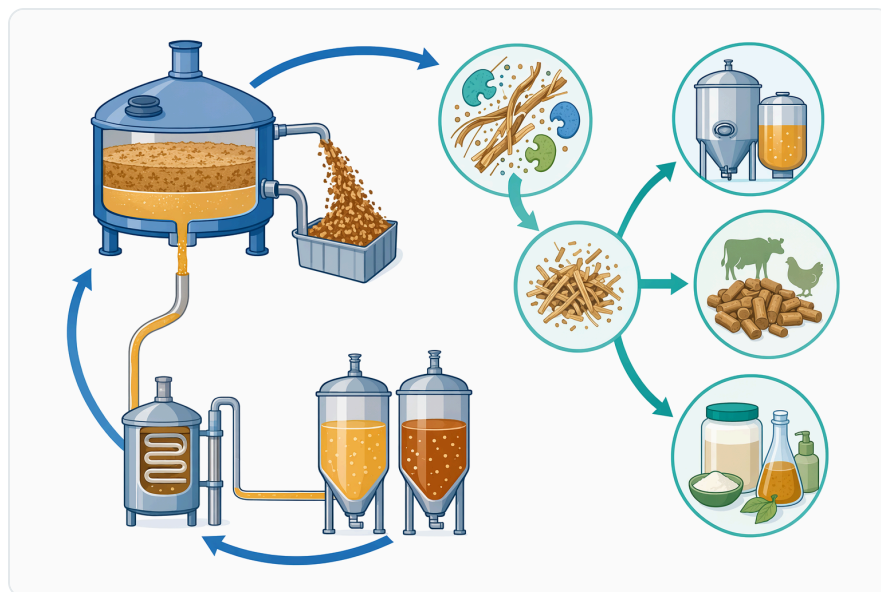


Figure 7. 同樣會影響過濾的半纖維素結構，也會影響釀酒糟在下游高值化利用中的升級方式。

供應與文件資訊

Xylanase Enzyme For Brewers 由 Enzymes.bio 以 1 kg 單位在線上直接銷售，適用於工業與食品加工相關用途；它不是供直接食用的零售消費品。Enzymes.bio 的定位是供應商，並非製造商或實驗室，因此本文不提供製造商式的製程宣稱，也不列出活性單位、等級、檢測方法或活性定義。

對 B2B 使用者而言，較合理的文件期待是：了解此酵素的應用邏輯、作用基質、可改善的製程瓶頸與限制，並在既有釀造流程中以原料、糖化曲線、過濾條件與成品目標來判斷其適用性。產品隨訂單提供 CoA 與 SDS，可支援收貨、內部文件歸檔與安全作業管理。

結論：將木聚糖酶視為細胞壁多醣管理工具

Xylanase Enzyme For Brewers 的核心價值，是在糖化階段協助分解穀物中的木聚糖與阿拉伯木聚糖，降低非澱粉多醣造成的黏度與過濾阻力。對高小麥、高裸麥、燕麥、未發芽穀物、替代穀物或高纖維輔料配方而言，木聚糖酶可作為改善麥汁流動性、過濾穩定性與部分多醣相關混濁風險的製程輔助工具 [6]。

最務實的期待是：木聚糖酶能改善與其基質相關的問題，但不保證所有啤酒風格、所有原料批次或所有設備條件都得到相同幅度的改善。當它被放在正確的原料情境與糖化流程中，並與粉碎、濾床管理、糖化條件和其他酵素功能清楚區分時，才最能發揮其在啤酒釀造中的技術價值 [1]。

線上訂購 Xylanase 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 Xylanase 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. Evans, D. E., Stewart, S., Stewart, D., Han, Z., Han, Y., & Able, J. (2021). Profiling Malt Enzymes Related to Impact on Malt Fermentability, Lautering and Beer Filtration Performance of 94 Commercially Produced Malt Batches. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 80, 413 - 426.
2. Monclaro, A., Recalde, G. L., Silva, F., Freitas, S. M., & Filho, E. X. F. (2019). Xylanase from *Aspergillus tamarii* shows different kinetic parameters and substrate specificity in the presence of ferulic acid. *Enzyme and Microbial Technology*, 120, 16-22.

3. Loiko, S., Romanova, Z., Zheplinska, M., Romanov, M., & Vasylyv, V. (2024). Use of unmalted cereals with enzyme preparations in brewing. *Animal Science and Food Technology*.
4. Cela, N., Galgano, F., Cairano, M. D., Condelli, N., Scarpa, T., Marconi, O., Alfeo, V., ... et al. (2023). Development of gluten-free craft beer: Impact of brewing process on quality attributes and consumer expectations for sensory properties. *Journal of Food Science*.
5. Fredriksen, L., Stokke, R., Jensen, M. S., Westereng, B., Jameson, J., Steen, I., & Eijsink, V. (2019). Discovery of a Thermostable GH10 Xylanase with Broad Substrate Specificity from the Arctic Mid-Ocean Ridge Vent System. *Applied and Environmental Microbiology*, 85.
6. Xing, W., Gao, A., Jin, Y., Liu, J., Li, X., & Fan, J. (2023). Effects of Wheat Malt-Derived Endo-B-1, 4-Xylanase Supplementation on The Quality of Wheat Beer. *BIO Web of Conferences*.
7. Xiong, K., Yan, Z., Liu, J., Peng-Pei, Deng, L., Gao, L., & Sun, B. (2020). Inter domain interactions influence the substrate affinity and hydrolysis product specificity of xylanase from Streptomyces chartreusis L1105. *Annals of Microbiology*, 70.
8. Du, Y., Shi, P., Huo-Huang, Zhang, X., Luo, H., Ya-Wang, & Yao, B. (2013). Characterization of three novel thermophilic xylanases from Humicola insolens Y1 with application potentials in the brewing industry. *Bioresource Technology*, 130, 161-7 .
9. Bai, Y., Wang, J., Zhang, Z., Shi, P., Luo, H., Huo-Huang, Luo, C., ... et al. (2010). A novel family 9 β -1,3(4)-glucanase from thermoacidophilic Alicyclobacillus sp. A4 with potential applications in the brewing industry. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87, 251-259.
10. Furniss, C., Williamson, G., & Kroon, P. (2005). The substrate specificity and susceptibility to wheat inhibitor proteins of Penicillium funiculosum xylanases from a commercial enzyme preparation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 574-582.
11. Ghionno, L. D., Sileoni, V., Marconi, O., Francesco, G., & Perretti, G. (2017). Comparative study on quality attributes of gluten-free beer from malted and unmalted teff [*Eragrostis tef* (zucc.) trotter]. *Lwt - Food Science and Technology*, 84, 746-752.
12. Lojananan, N., Cheirsilp, B., Intasit, R., Billateh, A., Srinuanpan, S., Suyotha, W., & Boonsawang, P. (2024). Successive process for efficient biovalorization of Brewers' spent grain to lignocellulolytic enzymes and lactic acid production through simultaneous saccharification and fermentation. *Bioresource Technology*, 130490 .
13. Rodríguez, S., González, C., Reyes-Godoy, J. P., Gasser, B., Andrews, B., & Asenjo, J. A. (2025). Expression and characterization of cold-adapted xylanase Xyl-L in *Pichia pastoris* for xylooligosaccharide (XOS) preparation. *Microbial Cell Factories*, 24.


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。