

Xylanase For Botanical Extraction (木聚醣酶)：植物萃取降黏、細胞壁鬆解與澄清應用說明

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

Xylanase For Botanical Extraction 是用於植物原料萃取的木聚醣酶，主要作用是水解植物細胞壁半纖維素中的 xylan (木聚醣) 主鏈，協助降低漿體黏度、改善固液分離，並促進多酚、黃酮、皂苷等目標植物成分釋放。

在草本、葉材、根莖、穀物副產物與其他植物性基質中，xylanase 並不是「直接萃取活性物」的溶劑，而是透過鬆動細胞壁與改變多醣網絡，讓水相或混合溶劑更容易接觸並帶出目標化合物。

Enzymes.bio 供應的 Xylanase For Botanical Extraction 屬於植物萃取用途的商業酵素產品，產品以 1 kg 單位線上銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，適合用於製程評估、配方開發與例行生產中的酵素輔助萃取情境。

酵素名稱與主要應用

酵素名稱： Xylanase，中文常稱木聚醣酶；常見分類為 endo-1,4- β -xylanase，對應 EC 3.2.1.8。其主要催化對象是植物半纖維素中的 β -1,4-xylan 主鏈，將不溶或高分子量的木聚醣結構切解成較短的可溶性木寡糖與相關片段。Xylanase 在食品、飼料、紙漿、植物生質轉化與植物萃取等領域都有應用，其共同核心是處理植物細胞壁與半纖維素造成的加工阻力。^[1]

主要應用： 在 botanical extraction (植物萃取) 中，xylanase 常用於草本萃取、植物多酚萃取、黃酮萃取、皂苷萃取、葉材與根莖水提、植物多醣處理、萃取液降黏、澄清與過濾前處理。

Enzymes.bio 的植物萃取酵素類別涵蓋多種細胞壁相關酵素，xylanase 通常被視為其中針對半纖維素與 arabinoxylan 結構的重要選項。

為什麼植物萃取會需要 xylanase

植物萃取的瓶頸不只在溶劑選擇，也常來自「細胞壁阻隔」。植物細胞壁是由纖維素微纖維絲、半纖維素、果膠、木質素與結構蛋白交織而成的複合材料；即使原料已粉碎，細胞壁與中膠層仍可能限制溶劑進入細胞內部，並限制目標成分向外擴散。近年以原子力顯微鏡等技術觀察植物細胞壁的研究，也強調細胞壁不是均質薄膜，而是具有奈米尺度排列與多層次互作的動態網絡。^[2]

Xylan 是半纖維素的重要成分，尤其在穀物、草本莖葉、木質化組織與部分根莖原料中含量顯著。它可與纖維素表面、木質素與酚酸側鏈形成交互作用，使細胞壁更緻密；當萃取液中溶出高分子半纖維素與其他膠體多醣時，會提高黏度，造成攪拌不均、熱傳變差、離心沉降慢、濾材堵塞與膜通量下降。微生物在自然界分解植物細胞壁時，會協同表現 xylanase、cellulase、pectinase 等多種酵素，正反映單一多醣結構很少獨立存在。^[3]

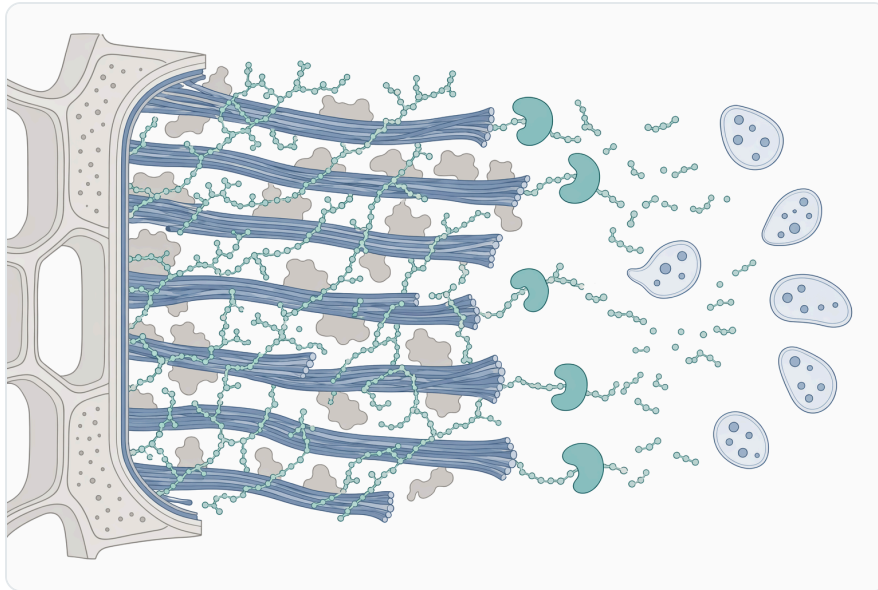


Figure 1. 木聚醣酶可水解富含半纖維素的細胞壁中可接觸的木聚醣，增加溶劑與被困住或與細胞壁結合的成分接觸，從而提升植物萃取效率。

在植物萃取製程中加入 xylanase 的邏輯，是把「細胞壁阻隔」轉化為可控制的酵素反應。當木聚醣主鏈被切短，細胞壁網絡局部鬆動，高分子多醣的增稠能力下降，萃取液流動性改善；同時，更多細胞內或細胞壁結合型成分可接觸溶劑並進入液相。這種效果對於高纖維、富含半纖維素或容易形成黏稠膠體的植物原料特別有意義。^[1]

作用機制：從半纖維素水解到萃取效率提升

1. 切解 β -1,4-xylan 主鏈

Xylanase 的核心反應是水解 xylan 主鏈上的 β -1,4 木糖苷鍵。與完全溶解細胞壁不同，xylanase 通常是選擇性地切解半纖維素區域，讓原本較長、較容易形成網絡的多醣鏈變短。內切型 xylanase 會在木聚醣鏈內部切割，使分子量快速下降；外切或輔助酵素則可能進一步處理短鏈或側鏈，但不同商業製劑的組成與表現會有所差異。^[4]

Xylan 並非單純線性聚合物。許多植物中的 xylan 具有 arabinose、glucuronic acid、acetyl group 或酚酸相關側鏈，特別是穀物與禾本科植物常見的 arabinoxylan。這些側鏈會影響酵素接近主鏈的難易度，也會影響萃取液黏度與凝膠行為。研究中針對 arabinoxylan 降解能力強的 xylanase，常被視

為適合處理穀物醪液或其他富含 arabinoxylan 基質的候選酵素，顯示底物結構會直接影響應用表現。^[5]

2. 鬆動細胞壁，增加固液傳質

在萃取槽內，原料顆粒外層細胞壁會形成擴散屏障。當 xylanase 切解半纖維素，纖維素與半纖維素之間的連結變弱，孔隙增加，溶劑較容易滲入組織內部。這不只提高目標物釋放速度，也可能讓較溫和的溫度、較短時間或較低機械剪切即可達到相似的萃取效果。真菌細胞壁降解系統的轉錄調控研究指出，植物細胞壁降解需要多組酵素在不同碳源訊號下協同啟動，xylanase 是其中處理半纖維素的重要一環。^[6]

這種機制對「細胞內成分」與「細胞壁結合型成分」都有意義。以酚類化合物為例，部分酚酸如 ferulic acid 可與細胞壁多醣或 lignin-carbohydrate complex 相關聯；當半纖維素結構被削弱，相關酚類或與其共存的多酚族群更容易被萃取系統接觸。Ferulic acid 也被廣泛討論為植物生長、抗氧化與壓力反應相關的酚酸，說明細胞壁相關酚類並非只存在於游離狀態。^[7]

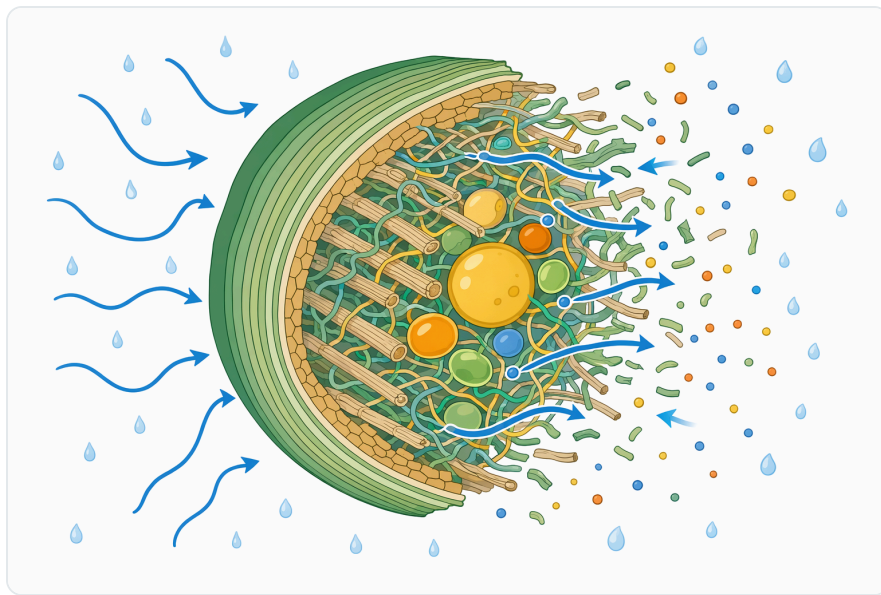


Figure 2. 植物細胞壁會限制溶劑潤濕、擴散，以及溶解化合物從纖維顆粒向外運輸，因而減緩萃取。

3. 降低黏度，改善澄清與過濾

高黏度是植物萃取常見的工程問題。當萃取液含有高分子 xylan、arabinoxylan、果膠或其他膠體多醣時，液體表觀黏度上升，微粒懸浮穩定，濾餅壓縮性增加，導致過濾時間拉長。Xylanase 將長鏈半纖維素切短後，溶液中能形成纏結網絡的多醣比例下降，通常有助於沉降、離心、板框過濾、濾袋過濾或膜前處理的流動性。^[1]

紙漿與木質纖維處理領域的研究也提供了可類比的證據：在硬木紙漿 xylan 萃取中，機械精煉與 xylanase 處理會影響 xylan 從纖維基質中釋放的程度，顯示 xylanase 能改變纖維材料中半纖維素的可萃取性。雖然紙漿製程與草本萃取的目標不同，但兩者共享「半纖維素限制物質釋放與液固分離」的基本問題。^[8]

Xylanase 與其他植物萃取酵素的角色比較

在實務上，xylanase 很少被視為所有植物原料的唯一答案。植物細胞壁是多醣複合體，若主要瓶頸來自果膠、纖維素、 β -glucan 或澱粉，單用 xylanase 的改善幅度可能有限。因此，xylanase 常與 pectinase、cellulase、 β -glucanase 或 β -glucosidase 在不同製程段落中搭配，但搭配邏輯應基於原料結構與目標成分，而不是盲目增加酵素種類。^[9]

酵素類型	主要作用底物	在植物萃取中的典型功能	與 xylanase 的互補性
Xylanase (木聚醣酶)	Xylan、arabinoxylan 等半纖維素	降低半纖維素造成的黏度，鬆動細胞壁，改善過濾與釋放	核心針對半纖維素，適合高纖維、穀物、葉材、根莖等基質
Pectinase (果膠酶)	Pectin、polygalacturonic acid 等果膠	破壞中膠層，協助澄清、出汁與降低果膠膠體	對果實、花材、嫩葉等富含果膠原料常具互補性
Cellulase (纖維素酶)	Cellulose、cellodextrin	削弱纖維素骨架，增加細胞壁開放度	與 xylanase 共同處理纖維素—半纖維素網絡
β -glucanase	β -glucan	降低 β -glucan 造成的黏稠與濾過阻力	對穀物、菇類或部分膠質原料可補足 xylanase 不直接處理的底物
β -glucosidase	Glycosides 配糖體	可能改變特定配糖體與苷元比例	偏向化學型態轉化，與細胞壁降解的 xylanase 作用層次不同

果膠在細胞壁組裝、細胞極性、發育與組織結構中扮演重要角色，因此當植物原料富含果膠時，單純切解 xylan 可能無法充分降低膠體穩定性。近年的果膠動態與降解研究也指出，果膠不只是「黏性物質」，而是會影響細胞壁架構與組織機械性質的結構性多醣。^[10]

適合導入 xylanase 的植物萃取情境

草本與藥用植物萃取

草本萃取常追求多酚、黃酮、萜類、皂苷、生物鹼或多醣等指標成分，但不同植物部位的細胞壁組成差異很大。葉材通常含有較多薄壁組織與細胞壁多醣；根莖可能同時含纖維、澱粉、木質化組織與儲藏性多醣；種子或穀物副產物則常見 arabinoxylan 與其他半纖維素。藥用植物萃取方法的綜述普遍強調，萃取效率受原料粒徑、溶劑、溫度、時間與前處理條件共同影響，酵素輔助萃取可被視為其中一種溫和前處理策略。^[11]

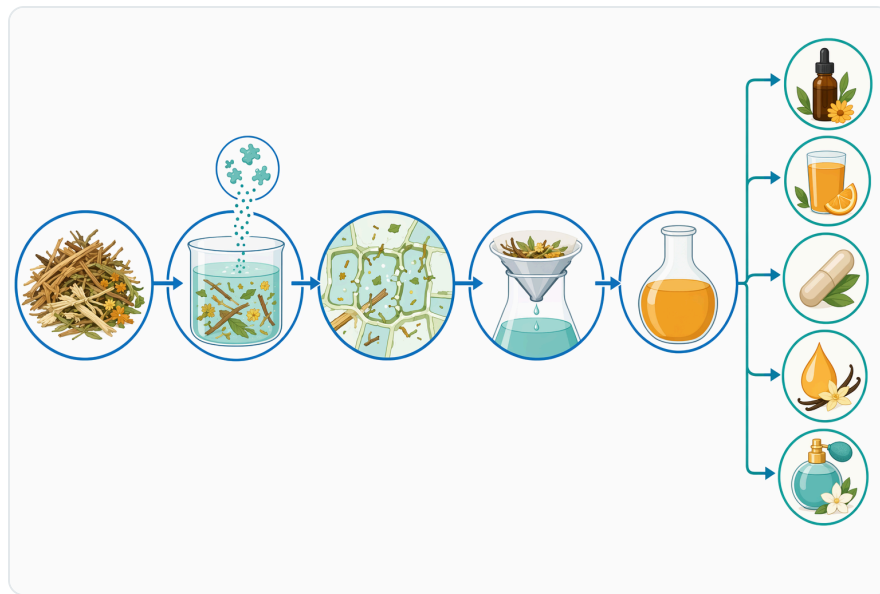


Figure 3. 典型的酵素輔助植物萃取流程包括：使研磨後的生物質水合、分散木聚醣酶、在相容條件下維持漿液反應，最後將萃取液與固體分離。

以檸檬香蜂草、辣木、茶葉或其他植物資源為例，現代萃取研究通常不只關注「萃出多少」，也關注活性成分譜、抗氧化能力與後段純化可行性。相關綜述顯示，植物原料的生物活性成分與萃取方法密切相關；xylanase 的價值在於改善細胞壁可及性與液固分離，而非取代溶劑選擇或成分標準化。^[12]

多酚、黃酮與兒茶素相關製程

多酚與黃酮廣泛存在於水果、香辛料、茶葉、草本與蜂蜜等天然原料中。這些成分的回收受到溶劑極性、pH、氧化控制、溫度與原料結構影響；若目標成分被細胞壁包埋或與壁材共存，xylanase 可在萃取前段協助降低傳質阻力。多酚來源、萃取方法與健康相關性已在多篇綜述中被系統討論，顯示植物基質與方法選擇會共同決定最終萃取物組成。^[13]

黃酮萃取的綠色製程研究也強調，現代天然成分開發傾向減少嚴苛溶劑與高能耗，並透過輔助技術提升選擇性與效率。Xylanase 屬於相對溫和的生物催化前處理工具，適合與水相萃取、低醇萃取或後段吸附純化整合，但其效果仍取決於原料中半纖維素是否為主要屏障。^[14]

茶葉兒茶素萃取則提醒我們，酵素輔助不是所有情境都必然提高目標物品質。兒茶素容易受到氧化、溫度與萃取條件影響，若酵素處理延長停留時間或改變液相環境，需同步考量目標成分穩定性。茶葉兒茶素萃取與純化方法的綜述指出，不同方法各有優缺點，選擇時需平衡回收率、選擇性、成本與品質。^[15]

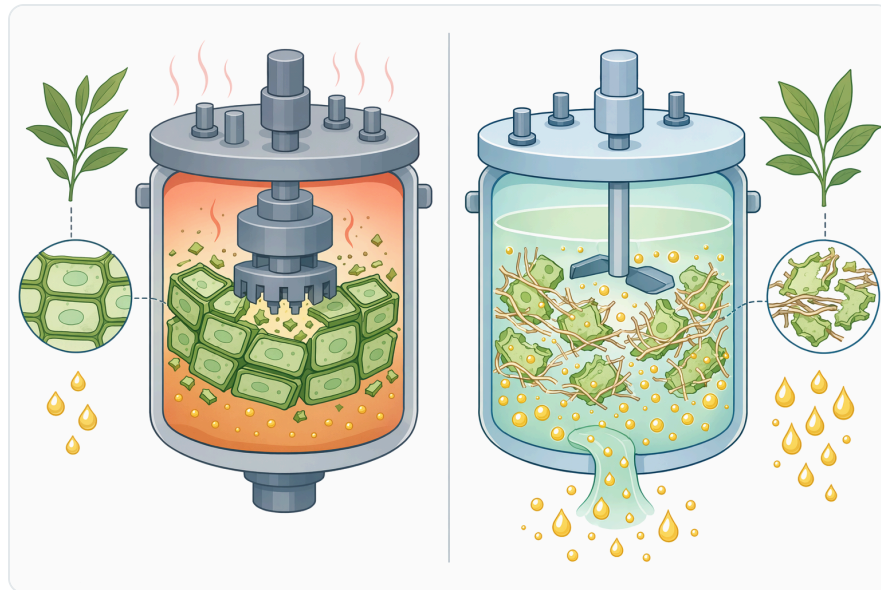


Figure 4. 木聚醣酶、纖維素酶、果膠酶、 β -葡聚醣酶及輔助酯酶分別作用於不同的細胞壁聚合物，因此可解決不同的萃取障礙。

植物多醣與功能性萃取物

植物多醣萃取常面臨另一種取捨：xylanase 可降低黏度與幫助釋放，但若產品目標本身是高分子半纖維素或特定多醣結構，過度降解可能改變分子量分布與功能特性。因此，當目標產品是多醣而非小分子植物活性物時，xylanase 的導入應著重在「控制」而非「最大化」水解。幼嫩裸大麥葉多醣的研究比較多種萃取方法對分子組成與抗氧化活性的影響，說明萃取方式會改變多醣產品的結構與功能表現。^[16]

對化妝品、保健食品或天然成分配方而言，植物萃取物的價值不只是單一指標含量，也包含感官、溶解性、澄清度、穩定性與配方相容性。天然保養成分的範疇性回顧指出，植物來源成分在皮膚護理中受到關注，但其功效與品質仍需依據具體成分與製備方式評估；xylanase 可改善萃取液處理性，卻不能替代成品功效驗證。^[17]

製程整合：何時加入、如何思考反應條件

Xylanase 通常可被安排在主萃取前的水化階段、主萃取初期，或澄清前的降黏階段。若目的是打開細胞壁並提高目標成分釋放，較常見的思路是在溶劑充分潤濕原料後加入，使酵素能接觸半纖維素底物；若目的是改善過濾，則可在固液分離前保留一段反應時間，使高分子半纖維素先被切短。具體條件需與原料、溶劑系統、設備停留時間與後段品質要求相容。^[1]

酵素活性會受到溫度、pH、水活性、鹽類、有機溶劑比例、酚類抑制、金屬離子與剪切條件影響。對植物萃取而言，最常見的限制是溶劑系統與酵素相容性：高比例有機溶劑、極端酸鹼或長時間高溫，可能降低酵素可用性。因此，xylanase 較適合安排在水相或含水比例較高、條件相對溫和的段落，再銜接濃縮、醇沉、樹脂吸附、膜分離或乾燥等後段製程。^[11]



Figure 5. 木聚醣酶最適用於纖維性植物原料，例如麩皮、殼、莖、樹皮、根、種皮、水果殘渣、草本材料及木質副產物。

若原料中同時含有高量果膠與半纖維素，xylanase 與 pectinase 的搭配可能比單用其中一種更合理；若原料以纖維化組織為主，cellulase 可補足纖維素骨架處理；若目標是特定配糖體轉化，則 β -glucosidase 的角色會與 xylanase 明顯不同。絲狀真菌中植物細胞壁降解酵素的調控研究顯示，不同酵素系統會針對不同碳源與底物訊號分別啟動，也支持「依基質結構配置酵素」的工程思維。^[9]

可觀察的實務效益與限制

導入 xylanase 後，最常觀察的製程改善包括漿體較易攪拌、泵送阻力下降、固液分離速度改善、濾餅含液狀態改變、萃取液澄清度提升，以及特定目標成分回收率提高。這些效益並非來自單一機制，而是細胞壁鬆動、半纖維素降解與黏度下降共同作用的結果。工業 xylanase 應用綜述也指出，其跨產業價值主要來自對植物性多醣與纖維材料的加工改善。^[1]

不過，xylanase 不應被描述為能保證提高所有植物萃取物產率的添加物。若原料的主要黏度來源是果膠、澱粉、蛋白膠體或 β -glucan，xylanase 的貢獻可能有限；若目標成分本身容易氧化或水解，延長酵素反應時間也可能帶來品質風險。不同溶劑對植物種子萃取物收率、化學組成與抗氧化活性的影響研究指出，萃取結果會隨溶劑與方法而變化，因此酵素只是製程變因之一。^[18]

另一個限制是原料批次差異。植物來源受品種、採收期、乾燥方式、粉碎粒徑、儲存條件與部位比例影響，半纖維素含量與可及性可能大幅不同。即使使用相同 xylanase，鮮葉、乾燥葉粉、根片、種皮與木質化莖部的反應表現也不會相同。這也是為何植物萃取製程通常需要以目標原料建立自身的製程參數，而不是直接套用其他植物的結果。^[19]

與傳統萃取方法的關係

Xylanase 輔助萃取並不是獨立於傳統方法之外的替代品，而是可與熱水萃取、醇水萃取、超音波、微波、加壓溶劑、超臨界流體或吸附純化等方法整合的前處理或輔助步驟。傳統藥用植物萃取方法回顧指出，各方法在成本、設備、溶劑消耗、熱敏性與選擇性方面各有取捨；酵素的優勢在於條件相對溫和，且能針對細胞壁屏障進行生物催化調整。^[11]

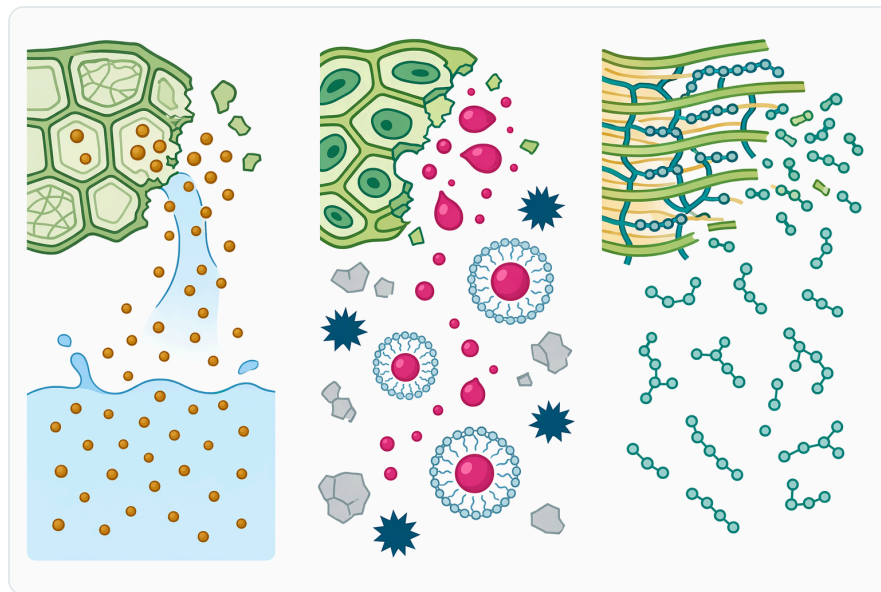


Figure 6. 透過打開富含半纖維素的屏障，木聚糖酶可促進酚類、色素、多醣片段及其他可接觸植物成分的釋放。

與高能量破碎法相比，xylanase 的作用較選擇性，通常不會像強剪切或劇烈熱處理那樣全面破壞所有組織；這有助於降低某些熱敏成分的壓力，但反應速度也受到底物可及性限制。與單純延長萃取時間相比，酵素可在較早階段改變液固傳質條件，但若萃取瓶頸其實在溶解度或化學平衡，xylanase 的邊際效益就會下降。^[14]

品質、文件與供應形式

Enzymes.bio 供應的 Xylanase For Botanical Extraction 以 1 kg 單位在線上直接銷售，適合需要固定包裝量進行植物萃取製程導入的 B2B 使用者。Enzymes.bio 是供應通路，不是製造商，也不是實驗室；產品頁提供應用定位與購買資訊，實際使用仍應依企業內部的製程、品質與法規程序管理。

CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，可供使用者納入收貨、倉儲、安全與品質文件管理。CoA 用於確認該批產品隨貨文件資訊，SDS 則用於作業安全、儲存與危害溝通；這些文件支持供應鏈與作業管理，但不等同於對特定萃取效果的保證。

實務導入時的評估重點

在製程開發中，xylanase 的價值通常透過製程指標與產品指標共同判斷。製程指標可包含攪拌狀態、漿體流動性、離心或過濾負荷、澄清難度、濃縮前黏稠狀態與設備清潔壓力；產品指標則可包含萃取固形物、標誌成分、感官、顏色、濁度、沉澱傾向與後段純化表現。這些指標需與目標產品規格連結，而不是只看「是否加入酵素」。^[16]

對小分子植物活性物而言，xylanase 通常以提高可及性與降低操作阻力為主；對植物多醣產品而言，則需避免不必要的分子量下降；對澄清飲料或液態草本基底而言，降黏與減少懸浮膠體可能比總萃取率更重要。也就是說，同一支 xylanase 在不同產品中的成功標準可能不同。^[13]

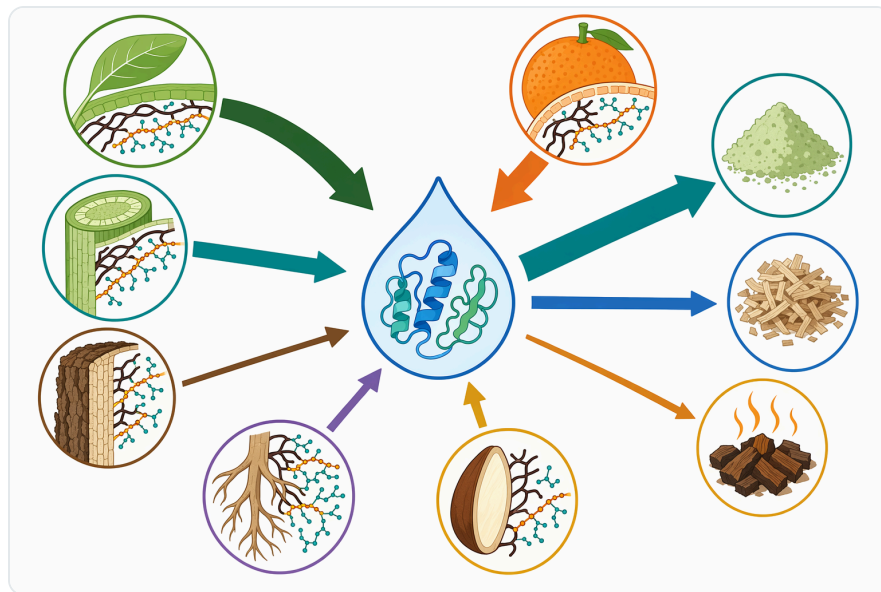


Figure 7. 木聚醣酶的反應效果會有所差異，因為木聚醣含量、取代程度、與木質素的結合、植物部位、成熟度、乾燥、研磨及先前熱處理都會影響基質的可接觸性。

結論：xylanase 在植物萃取中的定位

Xylanase For Botanical Extraction 的技術核心，是針對植物細胞壁半纖維素中的 xylan 結構進行酵素水解，藉此降低黏度、鬆動壁材、改善固液分離，並提升部分植物活性成分的釋放機會。它特別適合半纖維素或 arabinoxylan 造成加工阻力的植物原料，但不應被視為所有萃取問題的單一解方。^[1]

在現代植物萃取製程中，xylanase 最合理的定位是「細胞壁工程工具」：它可與 pectinase、cellulase、 β -glucanase 或其他萃取技術協同，用於改善原料可及性與下游處理效率。實際效益取決於植物種類、部位、前處理、溶劑、反應條件與目標成分穩定性，因此應以目標產品與現有設備條件建立適合自身製程的導入方式。^[9]

Enzymes.bio 供應的 Xylanase For Botanical Extraction 提供 1 kg 線上購買形式，並隨訂單提供 CoA 與 SDS，適合需要在植物萃取流程中評估半纖維素降解、降黏、澄清與釋放效果的使用者。作為供應通路資訊，本文著重於酵素應用原理與製程判斷，而非製造宣稱或實驗室檢測承諾。

線上訂購 Xylanase For Botanical Extraction

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 For Botanical Extraction →](#)

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. Basit, A., Jiang, W., & Rahim, K. (2020). Xylanase and Its Industrial Applications. *Biotechnological Applications of Biomass*.
2. Pu, J., Ma, J., Zhai, H., Wu, S., Wang, Y., Putnis, C., Wang, L., ... et al. (2025). Atomic force microscopy imaging of plant cell walls. *Plant Physiology*, 197 2.
3. Hüttner, S., Nguyen, T., Granchi, Z., Chin-A-Woeng, T., Ahrén, D., Larsbrink, J., Thanh, V. N., ... et al. (2017). Combined genome and transcriptome sequencing to investigate the plant cell wall degrading enzyme system in the thermophilic fungus *Malbranchea cinnamomea*. *Biotechnology for Biofuels*, 10.
4. Guo, X., Jin, Y., & Du, J. (2017). Extraction and purification of an endo-1,4- β -xylanase from wheat malt. *Journal of Cereal Science*, 74, 218-223.
5. Yu, J., Xue-Liu, Guan, L., Jiang, Z., Yan, Q., & Yang, S. (2020). High-level expression and enzymatic properties of a novel thermostable xylanase with high arabinoxylan degradation ability from

Chaetomium sp. suitable for beer mashing. *International Journal of Biological Macromolecules*.

6. Xiong, Y., Sun, J., & Glass, N. (2014). VIB1, a Link between Glucose Signaling and Carbon Catabolite Repression, Is Essential for Plant Cell Wall Degradation by Neurospora crassa. *PLoS Genetics*, 10.
7. Khan, K. A., Saleem, M. H., Afzal, S., Hussain, I., Ameen, F., & Fahad, S. (2024). Ferulic acid: therapeutic potential due to its antioxidant properties, role in plant growth, and stress tolerance. *Plant growth regulation (Print)*, 104, 1329 - 1353.
8. Ngene, G. I., Roux, J., & Lachenal, D. (2021). Influence of Hollander beater refining on xylan extraction from hardwood paper pulp by cold caustic extraction and xylanase treatment. *BioResources*.
9. Zhao, S., Zhang, T., Hasunuma, T., Kondo, A., Zhao, X., & Feng, J. (2023). Every road leads to Rome: diverse biosynthetic regulation of plant cell wall-degrading enzymes in filamentous fungi *Penicillium oxalicum* and *Trichoderma reesei*. *Critical Reviews in Biotechnology*, 44, 1241 - 1261.
10. Anderson, C. T., & Pelloux, J. (2025). The Dynamics, Degradation, and Afterlives of Pectins: Influences on Cell Wall Assembly and Structure, Plant Development and Physiology, Agronomy, and Biotechnology. *Annual Review of Plant Biology*.
11. ALMOSAWI, M. B. H. (2025). A review of the most important extraction methods from medicinal plants. *International Journal of Science and Research Archive*.
12. Awlqadr, F. H., Altemimi, A., Qadir, S., Mohammed, O., Saeed, M. N., Hesarinejad, M. A., & Lakhssassi, N. (2025). Bioactive Compounds, Medicinal Benefits, and Contemporary Extraction Methods for Lemon Balm (*Melissa officinalis*). *Food Science & Nutrition*, 13.
13. Lazaridis, D. G., Kitsios, A., Koutoulis, A. S., Malisova, O., & Karabagias, I. (2024). Fruits, Spices and Honey Phenolic Compounds: A Comprehensive Review on Their Origin, Methods of Extraction and Beneficial Health Properties. *Antioxidants*, 13.
14. Farooq, U., Nadeem, L., Nangdev, P., Mahmood, T., & Moqaddas, A. (2024). Green Approach to Novel Flavonoid Extraction: Purification Methods and Therapeutic Benefits for Optimizing Health and Wellness Initiatives. *Journal of Health and Rehabilitation Research*.
15. Cioancă, O., Lungu, I., Mita-Baciu, I., Robu, S., Burlec, A. F., Hăncianu, M., & Crivoi, F. (2024). Extraction and Purification of Catechins from Tea Leaves: An Overview of Methods, Advantages, and Disadvantages. *Separations*.
16. Wang, M., Zhang, C., Xu, Y., Ma, M., Yao, T., & Sui, Z. (2023). Impact of Six Extraction Methods on Molecular Composition and Antioxidant Activity of Polysaccharides from Young Hulless Barley Leaves. *Foods*, 12.
17. Gonçalves, S., & Gaivão, I. (2023). Natural Ingredients in Skincare: A Scoping Review of Efficacy and Benefits. *Biomedical and Biopharmaceutical Research*.
18. Ho, Q. P., Nguyen, T. B. T., Tran, T. M., Nguyen, V., Lam-Phuc, T., Le, K., Huynh, N., ... et al. (2025). Effect of extraction solvents on yield, chemical composition and antioxidant activity of *Peperomia pellucida* (L.) Kunth seed extract. *CTU Journal of Innovation and Sustainable Development*.
19. Mukhtiar, A., Khan, Y., Sarfraz, H., Usman, A., Kouki, M., & Mukhtiar, U. (2025). Moringa oleifera: a multifunctional botanical resource for sustainable agriculture, nutrition, and therapeutic applications, a

review. *Zeitschrift für Naturforschung C - A Journal of Biosciences*, 81, 145 - 170.

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。