

Xylanase per estrazione botanica: applicazioni su polifenoli, flavonoidi, catechine, pigmenti e matrici vegetali fibrose

Team di ricerca Enzymes.bio · Wellington, Nuova Zelanda · June 20, 2026

La **xylanase per estrazione botanica** è un enzima di processo usato per idrolizzare lo xilano, una frazione dell'emicellulosa delle pareti cellulari vegetali, rendendo più accessibili composti come polifenoli, flavonoidi, catechine, pigmenti, aromi e altre molecole estraibili. Nell'estrazione di foglie, bucce, radici, semi, cortecce e sottoprodotti vegetali fibrosi, la xilanasi non sostituisce il solvente: riduce una barriera strutturale della matrice, migliorando il trasferimento di massa e la lavorabilità della sospensione.

Enzymes.bio fornisce **Xylanase For Botanical Extraction** per uso B2B in unità da 1 kg acquistabili online; non è un produttore né un laboratorio. CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine, mentre la valutazione d'impiego resta legata alla matrice botanica, al processo e alla destinazione dell'estratto.

Perché la xilanasi è rilevante nell'estrazione botanica

L'estrazione botanica moderna deve bilanciare resa, selettività, integrità dei composti sensibili e sostenibilità del processo. Le review recenti su piante medicinali, composti fenolici, flavonoidi e catechine mostrano una forte attenzione verso metodi meno aggressivi, inclusi solventi più sicuri, estrazione assistita, tecniche "green" e strategie in grado di recuperare metaboliti da matrici vegetali complesse senza degradarli inutilmente ^{[1][2][3]}.

La xilanasi entra in questo quadro come **ausilio tecnologico di disgregazione della parete cellulare**. Molti composti di interesse non sono liberamente disponibili nel liquido di processo: possono trovarsi all'interno delle cellule, adsorbiti alla parete, intrappolati in tessuti fibrosi o associati a una rete di polisaccaridi. Se la matrice resta compatta, l'aumento del tempo di macerazione o della forza del solvente può non essere sufficiente, oppure può comportare estrazione eccessiva di componenti indesiderati.

Nel caso di botaniche ricche di emicellulose — per esempio bucce, foglie fibrose, cortecce, residui di frutta, crusche, vinacce e biomasse lignocellulosiche — la xilanasi può contribuire ad aprire la struttura. Il suo bersaglio principale è lo **xilano**, un polisaccaride dell'emicellulosa composto da una

catena di unità xilosiliche collegate prevalentemente da legami β -1,4; la sua idrolisi riduce l'integrità della rete emicellulosica e può facilitare la diffusione del solvente [4].

Questa funzione è particolarmente importante perché le pareti cellulari vegetali non sono semplici "contenitori". Sono materiali compositi formati da cellulosa, emicellulose, pectine, lignina in alcuni tessuti, proteine strutturali e altre componenti. Gli studi sui sistemi microbici che degradano pareti vegetali mostrano che la decomposizione efficiente della biomassa richiede l'azione coordinata di enzimi diversi, ciascuno mirato a legami e polimeri specifici [5].

Meccanismo d'azione: cosa fa realmente la xilanasi

La xilanasi catalizza l'idrolisi dello xilano, cioè rompe selettivamente legami interni della catena emicellulosica. In termini pratici, l'enzima converte una struttura polimerica lunga e poco accessibile in frammenti più corti, come xilo-oligosaccaridi e prodotti di idrolisi a minore peso molecolare, con effetti sulla porosità della parete e sulla mobilità dell'acqua nella matrice [4].

Questo punto è essenziale: la xilanasi **non estrae direttamente** un flavonoide, una catechina o un pigmento. Il suo ruolo è preparatorio e strutturale. Quando la rete emicellulosica viene parzialmente depolimerizzata, la parete cellulare può diventare meno compatta; il solvente penetra meglio, i composti solubili diffondono più rapidamente e la sospensione può risultare più gestibile nelle fasi di agitazione, pompaggio e separazione.

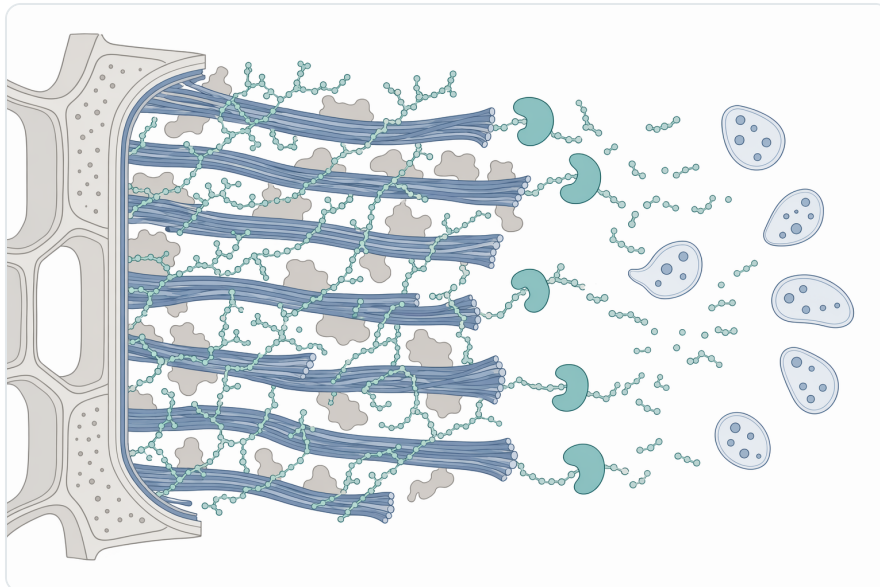


Figure 1. 자일라나아제는 헤미셀룰로오스가 풍부한 세포벽에서 접근 가능한 자일란을 가수분해하여 식물 추출을 개선하고, 그 결과 갇혀 있거나 세포벽에 결합된 성분과 용매의 접촉이 증가합니다.

Gli studi sui domini di legame ai carboidrati delle xilanasi mostrano inoltre che l'efficacia su substrati complessi non dipende solo dal sito catalitico. Alcune xilanasi possiedono moduli che aumentano l'interazione con superfici insolubili o strutture polisaccaridiche complesse, potenziando l'azione dell'enzima rispetto a uno xilano solubile modello ^[6]. Questo spiega perché le prestazioni su una matrice botanica reale possono differire da quelle osservate su substrati purificati.

La degradazione dello xilano può anche essere più efficiente quando coesistono enzimi complementari. Per esempio, la coespressione di una β -xilosidasi e di una xilanasi di famiglia 10 ha migliorato la degradazione dello xilano in un sistema microbico studiato per la decomposizione di polisaccaridi vegetali ^[7]. Nel contesto dell'estrazione botanica, questo principio si traduce nella frequente combinazione di xilanasi con cellulasi, pectinasi, β -glucanasi o altri enzimi di parete, a seconda della composizione della materia prima.

Dove agisce nella parete vegetale

La parete cellulare primaria e secondaria delle piante ha una struttura multilivello. La cellulosa costituisce una rete di microfibrille resistente; le emicellulose, tra cui lo xilano, interagiscono con la cellulosa e contribuiscono alla coesione del materiale; le pectine influenzano idratazione, gelificazione e porosità, soprattutto nei tessuti molli e nei frutti. Studi nanoscalari sulla degradazione chimica ed enzimatica delle pareti vegetali confermano che la risposta della parete dipende dalla distribuzione locale dei polimeri e dalla loro accessibilità ^[8].

Per questo motivo, la xilanasi è più razionale quando la barriera principale è emicellulosica. In una buccia fibrosa o in un residuo lignocellulosico, lo xilano può contribuire in modo sostanziale alla resistenza meccanica e alla ritenzione dei composti. In una polpa ricca di pectina, invece, una pectinasi può essere il componente enzimatico più determinante; in cereali, sottoprodotti di avena o crusche, una miscela con cellulasi/xilanasi e altri enzimi può modificare composizione e recupero delle frazioni proteiche e fibrose ^[9].

La matrice botanica influenza anche la frazione chimica recuperata. Le review su *Melissa officinalis*, *Citrus limon* var. pompia, composti fenolici di frutti e spezie, e *Ganoderma lucidum* descrivono profili fitochimici molto diversi tra specie, parti della pianta e approcci estrattivi ^{[1][10][11][12]}. La xilanasi può migliorare l'accesso alla matrice, ma non rende equivalenti botaniche diverse né garantisce lo stesso aumento di resa su ogni materiale.

Applicazioni principali della xylanase nell'estrazione botanica

Estratti ricchi di polifenoli e flavonoidi

Polifenoli e flavonoidi sono tra le classi più ricercate negli estratti vegetali, ma la loro estrazione dipende dalla localizzazione nei tessuti, dal solvente, dal pH, dall'ossidazione e dalla stabilità termica. Le rassegne sui flavonoidi sottolineano l'interesse verso approcci di estrazione più sostenibili e selettivi, perché i metodi tradizionali possono richiedere solventi organici, tempi lunghi o condizioni che non sempre preservano i composti sensibili [2].

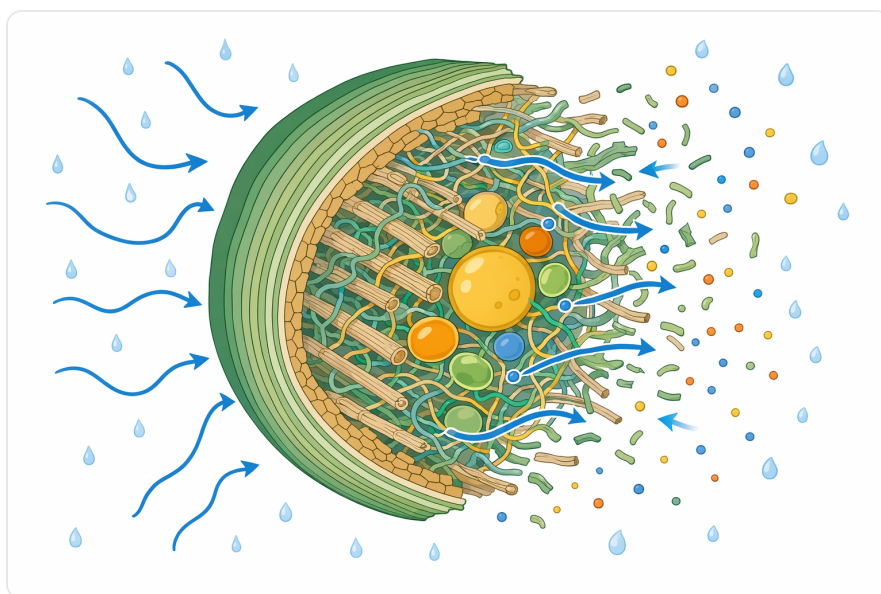


Figure 2. 식물 세포벽은 섬유질 입자의 젖음, 확산, 용해된 화합물의 외부 이동을 제한하여 추출 속도를 늦출 수 있습니다.

La xilanasi è utile quando questi composti sono fisicamente trattenuti in tessuti fibrosi. L'idrolisi dello xilano può aumentare la permeabilità della parete e facilitare il passaggio dei composti nel liquido estraente. Questo effetto è particolarmente pertinente in foglie coriacee, bucce di frutta, residui di pressatura, cortecce e parti vegetali dove la parete secondaria è più sviluppata.

Catechine da tè e foglie ricche di metaboliti

Le catechine del tè sono un esempio di composti fenolici per i quali la scelta della tecnica estrattiva è cruciale. Una review sulle catechine da foglie di tè confronta metodi di estrazione e purificazione, evidenziando vantaggi e limiti legati a resa, selettività, costi, solventi e stabilità dei composti [3]. In una matrice fogliare, la xilanasi può essere considerata come pretrattamento o coadiuvante quando l'accessibilità della parete limita il recupero.

Il beneficio atteso non è “creare” catechine, ma ridurre l’ostacolo fisico che ne limita il trasferimento nel solvente. In particolare, la combinazione tra granulometria adeguata, idratazione della matrice e idrolisi emicellulosica può migliorare il contatto solvente-superficie senza ricorrere necessariamente a condizioni più severe.

Bucce, agrumi, residui frutticoli e pigmenti naturali

Bucce e sottoprodotti di agrumi sono matrici complesse, con oli essenziali, flavonoidi, pectine, fibre e composti fenolici. La review su Citrus limon var. pompia Camarda evidenzia l’interesse verso caratteristiche botaniche, usi tradizionali e profilo fitochimico di una matrice agrumicola, confermando che parti diverse del frutto possono avere composizione e valore applicativo differenti [\[10\]](#).

In questi materiali la xilanasi può contribuire a degradare la frazione emicellulosica, mentre altre attività enzimatiche possono essere necessarie per pectine o cellulosa. Per pigmenti e coloranti naturali, la letteratura sull’estrazione di coloranti vegetali mostra che il recupero dipende da matrice, solvente, temperatura e condizioni operative; l’apertura enzimatica della parete può inserirsi in strategie più sostenibili di estrazione [\[13\]](#).

Piante aromatiche, medicinali e officinali

Piante come *Melissa officinalis* contengono metaboliti di interesse, tra cui composti fenolici e frazioni volatili, ma la loro estrazione richiede attenzione per evitare perdite o trasformazioni. La review su lemon balm discute benefici, composti bioattivi e metodi contemporanei di estrazione, confermando che la scelta del processo incide sul profilo finale dell’estratto [\[1\]](#).

La xilanasi può essere particolarmente rilevante quando la materia prima essiccata è resistente alla reidratazione o quando la parete fogliare limita il rilascio. Tuttavia, per oli essenziali e composti molto volatili, l’obiettivo non è solo aumentare la permeabilità, ma anche controllare temperatura, ossigeno e tempo di esposizione.

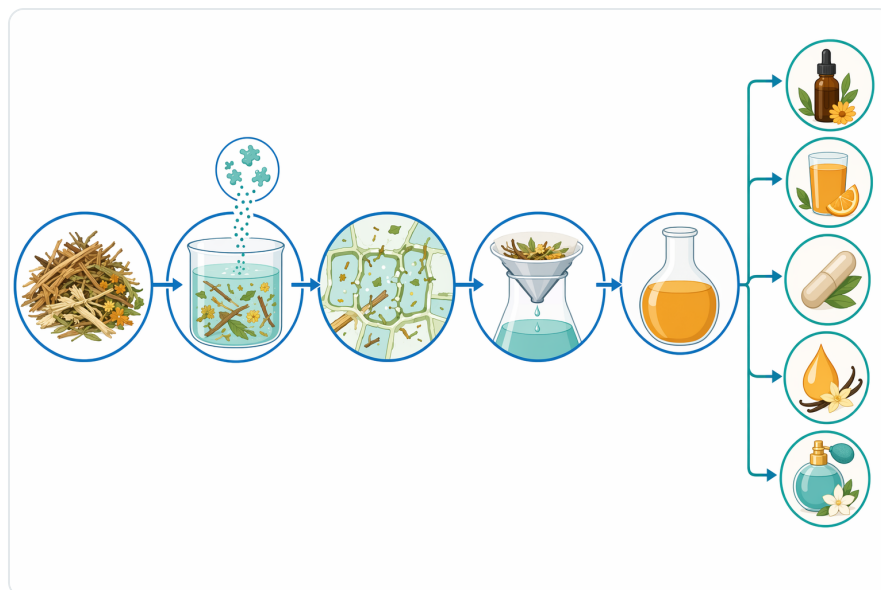


Figure 3. 일반적인 효소 보조 식물 추출 공정은 분쇄한 바이오매스를 수화하고, 자일라나아제를 분산시킨 뒤, 적합한 조건에서 슬러리를 유지한 다음, 고형물에서 추출물을 분리하는 과정으로 이루어집니다.

Funghi medicinali e biomasse non convenzionali

Alcune matrici botaniche o assimilate al settore degli estratti naturali, come *Ganoderma lucidum*, presentano pareti molto diverse da quelle delle piante superiori, spesso ricche di β -glucani, chitina e altri polisaccaridi. Le review su *Ganoderma* sottolineano l'interesse per polisaccaridi, triterpeni e applicazioni terapeutiche potenziali, ma anche la complessità della matrice ^[12].

In questi casi la xilanasi può non essere l'enzima principale se lo xilano non è una frazione dominante. Può essere parte di una strategia enzimatica più ampia, ma la scelta razionale dipende dalla composizione della parete e dagli obiettivi estrattivi.

Tabella comparativa: xilanasi e altri enzimi usati su matrici botaniche

Enzima	Bersaglio principale nella matrice	Effetto tecnologico atteso	Quando è più pertinente
Xilanasi	Xilano ed emicellulose correlate	Aumento della permeabilità della parete, riduzione della barriera emicellulosica, migliore diffusione del solvente	Bucce, cortecce, foglie fibrose, crusche, residui lignocellulosici e biomasse con emicellulose rilevanti ^{[4][5]}
Cellulasi	Cellulosa e microfibrille cellulosiche accessibili	Disgregazione strutturale più profonda della parete, rilascio di frazioni intrappolate	Matrici con pareti resistenti, residui agricoli, tessuti vegetali maturi o lignocellulosici ^{[5][9]}

Enzima	Bersaglio principale nella matrice	Effetto tecnologico atteso	Quando è più pertinente
Pectinasi	Pectine della lamella mediana e della parete primaria	Riduzione di viscosità e gelificazione, miglioramento di pressatura, chiarificazione e separazione	Frutti, polpe, bucce ricche di pectina, succhi e puree vegetali
β-glucanasi	β -glucani	Riduzione della viscosità e modifica di polisaccaridi solubili	Cereali, funghi e materiali dove i β -glucani influenzano reologia e filtrabilità
Proteasi o amilasi	Proteine o amido	Riduzione di interferenze colloidali, modifica della matrice non polisaccaridica di parete	Semi, cereali, legumi e sottoprodotti ricchi di amido o proteine ^[9]

Questa tabella non va interpretata come una gerarchia universale. La parete vegetale è una rete integrata: se la limitazione dominante è pectinica, la sola xilanasi può dare un effetto modesto; se la matrice è ricca di emicellulosa, la xilanasi può avere un ruolo centrale; se il problema è una combinazione di fibre, pectine e colloidali, può servire una strategia multi-enzimatica.

Benefici di processo attesi

Maggiore accessibilità dei composti intracellulari o legati alla parete

Il beneficio più diretto della xilanasi è l'aumento dell'accessibilità della matrice. Tagliando lo xilano, l'enzima indebolisce una parte della rete emicellulosica che contribuisce alla rigidità della parete. Questo può favorire il rilascio di composti idrosolubili o idroalcolicamente estraibili, come fenoli, flavonoidi, zuccheri, alcuni pigmenti e frazioni aromatiche non volatili ^[4].

Il meccanismo è coerente con quanto osservato nei sistemi naturali di degradazione della biomassa vegetale, dove microrganismi del ruminante o dell'intestino posteriore usano consorzi enzimatici per aprire materiali vegetali complessi. La demolizione efficiente richiede enzimi che agiscono su più polimeri, ma l'idrolisi dello xilano è una delle componenti chiave nella destrutturazione dell'emicellulosa ^[5].

Migliore trasferimento di massa

In estrazione, il trasferimento di massa dipende dalla diffusione del solvente nella particella vegetale e dalla diffusione dei composti verso il liquido. Se la parete è meno compatta, la distanza diffusiva effettiva può ridursi e l'equilibrio di estrazione può essere raggiunto più facilmente. Questo è il motivo per cui un pretrattamento enzimatico può essere utile anche quando il solvente è già appropriato.

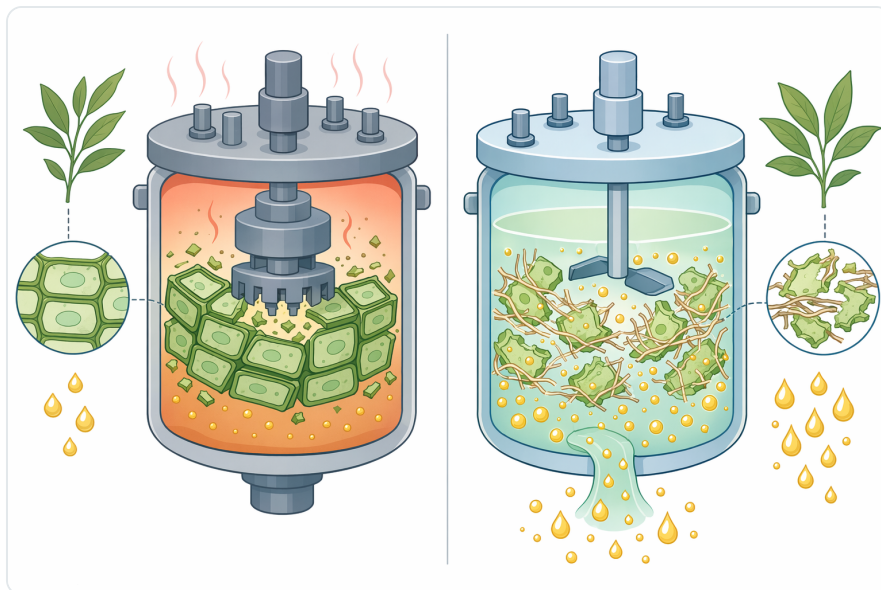


Figure 4. 자일라나아제, 셀룰라아제, 펙티나아제, β -글루카나아제 및 보조 에스테라아제는 각각 서로 다른 세포벽 고분자를 표적으로 하므로, 서로 다른 추출 장벽을 해결합니다.

Le tecniche di estrazione contemporanee — incluse estrazioni assistite da ultrasuoni, solventi eutettici naturali, estrazione accelerata e processi a solvente controllato — mostrano che l'efficienza dipende dall'interazione tra solvente, matrice e condizioni operative, non da un singolo parametro isolato ^{[14][15]} ^[16]. La xilanasi agisce su uno di questi fattori: la resistenza fisica della matrice.

Riduzione della viscosità e migliore separazione solido-liquido

Le emicellulose possono contribuire alla viscosità delle sospensioni vegetali, soprattutto quando vengono idratate o parzialmente solubilizzate. La loro depolimerizzazione può rendere il liquido meno filante, migliorare l'agitazione e facilitare separazioni come filtrazione, decantazione o centrifugazione. L'effetto dipende però dal tipo di polisaccaridi presenti: in matrici ricche di pectine o β -glucani, altri enzimi possono essere più influenti sulla viscosità.

Negli ingredienti derivati da sottoprodotti dell'avena, trattamenti con enzimi alimentari come amilasi, cellulasi/xilanasi e proteasi hanno modificato la composizione delle frazioni ottenute, mostrando come la scelta dell'enzima cambi il modo in cui la matrice vegetale viene disassemblata ^[9]. Questo conferma l'importanza di collegare l'enzima al substrato reale, non solo al nome generale della pianta.

Possibile riduzione dell'intensità del processo

Un pretrattamento enzimatico può aiutare a lavorare con condizioni più moderate rispetto a trattamenti esclusivamente termici, meccanici o chimici. Questo è rilevante quando l'estratto contiene molecole sensibili a calore, ossidazione o pH estremi. Le review sui composti fenolici e sui flavonoidi

evidenziano infatti che la qualità dell'estratto dipende dalla preservazione delle molecole target durante l'intero processo [2][11].

Non significa che l'enzima elimini la necessità di controllare temperatura, solvente o tempi. Al contrario, la xilanasi funziona meglio quando è integrata in un processo progettato per mantenere attivo l'enzima nella fase utile e proteggere i composti target nelle fasi successive.

Variabili che influenzano la risposta della matrice

Specie botanica, parte della pianta e pretrattamento fisico

La stessa xilanasi può produrre risultati diversi su una foglia, una buccia, una radice o una corteccia. Le review botaniche mostrano che il profilo fitochimico cambia con specie, cultivar, organo vegetale, condizioni di crescita e metodo di preparazione [1][10][11]. Di conseguenza, una materia prima con pareti più lignificate o fibrose può richiedere tempi di contatto e condizioni diverse rispetto a una polpa morbida.

La granulometria influenza il contatto enzima-substrato. Una particella troppo grande può limitare la penetrazione del liquido; una polvere troppo fine può aumentare torbidità, compattazione del filtro o estrazione di colloidali indesiderati. La xilanasi non compensa automaticamente una preparazione fisica inadeguata della biomassa.



Figure 5. 자일라나아제는 겨, 껍질, 줄기, 나무껍질, 뿌리, 종피, 과일 부산물, 풀류, 목질 부산물과 같은 섬유질 식물 원료에 특히 적합합니다.

Solvente e idratazione

La xilanasi necessita di una fase in cui acqua e substrato siano disponibili. Anche quando l'estrazione finale utilizza miscele idroalcoliche o solventi alternativi, il momento in cui l'enzima opera deve essere compatibile con la sua attività. Le ricerche su *Peperomia pellucida* mostrano che il solvente modifica resa, composizione chimica, attività antiossidante e persino profilo di tossicità degli estratti, confermando che il solvente non è un semplice veicolo neutro [\[15\]\[16\]](#).

Per questo motivo, la xilanasi va considerata in rapporto al sistema estrattivo complessivo. In alcuni casi è più logico inserirla in una fase acquosa preliminare; in altri può operare durante l'estrazione principale, se le condizioni restano compatibili.

Temperatura, pH e stabilità dei composti target

Ogni enzima ha un intervallo operativo in cui mantiene attività utile, ma non è opportuno generalizzare valori specifici senza riferirli al prodotto e al processo. Inoltre, la temperatura e il pH devono essere scelti anche in base ai composti da preservare. Antociani, alcune catechine, aromi e molecole fenoliche possono rispondere in modo diverso a calore, ossigeno e acidità.

L'obiettivo è trovare un equilibrio: condizioni sufficienti per permettere l'idrolisi dello xilano, ma non così severe da degradare le molecole di interesse. La letteratura sulle tecniche di estrazione dei composti bioattivi mette in evidenza proprio questa tensione tra efficienza di recupero e qualità chimica dell'estratto [\[2\]\[3\]\[11\]](#).

Compatibilità con strategie di estrazione “green”

La xilanasi è coerente con l'evoluzione verso processi di estrazione più sostenibili, perché mira a migliorare l'accessibilità della matrice invece di affidarsi solo a solventi più forti o condizioni più aggressive. Le review su flavonoidi, fenoli e coloranti naturali descrivono una tendenza verso tecniche che riducano impatto ambientale, consumo di solventi e degradazione dei composti sensibili [\[2\]\[11\]\[13\]](#).

Può essere combinata con processi acquosi, idroalcolici o con solventi alternativi compatibili con la fase enzimatica. I solventi eutettici naturali, per esempio, sono studiati per migliorare resa e attività antiossidante in alcune estrazioni botaniche, ma la loro compatibilità con un enzima specifico va valutata in base alle condizioni del processo [\[15\]](#).

La stessa logica vale per estrazione accelerata, ultrasuoni o altri metodi assistiti. L'enzima può precedere o accompagnare una tecnica fisica, ma non tutte le combinazioni sono automaticamente vantaggiose: ultrasuoni, temperatura o solventi possono migliorare la disaggregazione della matrice, ma

anche inattivare enzimi o alterare composti sensibili se applicati in modo non controllato.

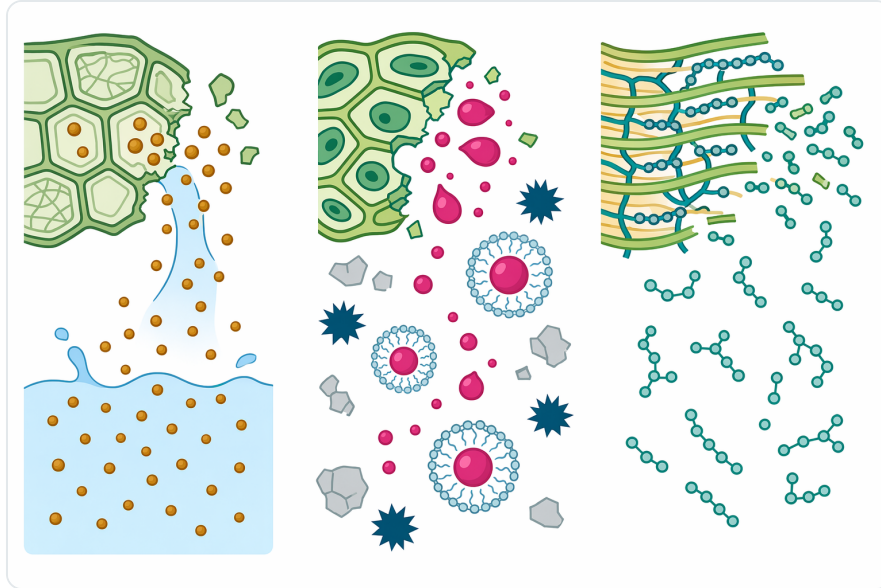


Figure 6. 자일라나아제는 헤미셀룰로오스가 풍부한 장벽을 열어 페놀성 화합물, 색소, 다당류 조각 및 기타 접근 가능한 식물 성분의 방출을 도울 수 있습니다.

Limiti tecnici e interpretazione corretta dei risultati

La xilanasi è più efficace quando lo xilano è una barriera rilevante. Se la resa è limitata da solubilità del composto target, degradazione ossidativa, legami chimici non accessibili alla xilanasi o presenza dominante di pectine, amido, proteine o β -glucani, il miglioramento può essere limitato. Questo è il motivo per cui non è corretto presentarla come soluzione universale.

Un altro limite riguarda la selettività. Aprire la parete può aumentare il recupero di composti desiderati, ma può anche aumentare l'estrazione di sostanze co-estratte: polisaccaridi solubili, colloidali, tannini, proteine o frazioni che complicano chiarificazione e standardizzazione. La letteratura sulle preparazioni botaniche mostra che il metodo di estrazione influenza fortemente il profilo chimico finale [\[1\]\[3\]\[11\]](#).

Infine, la xilanasi modifica la matrice, non garantisce proprietà biologiche dell'estratto. Un aumento del recupero di fenoli totali o di attività antiossidante in un sistema non equivale automaticamente a efficacia nutrizionale, cosmetica o terapeutica. Le review su botaniche medicinali e composti naturali distinguono chiaramente tra composizione chimica, attività in vitro, uso tradizionale e dimostrazione biologica più ampia [\[1\]\[10\]\[12\]](#).

Qualità, documentazione e uso B2B

Enzymes.bio fornisce Xylanase For Botanical Extraction come prodotto B2B acquistabile online in unità da 1 kg. Enzymes.bio non è un produttore né un laboratorio analitico; il suo ruolo è la fornitura del prodotto e della documentazione associata all'ordine, inclusi CoA e SDS.

Dal punto di vista dell'utilizzatore industriale, la xilanasi va integrata in un processo già controllato: qualifica della materia prima botanica, definizione dell'estratto desiderato, gestione del solvente, separazione solido-liquido, stabilità del prodotto e conformità normativa applicabile. La variabilità intrinseca delle matrici vegetali rende importante interpretare i risultati in relazione al lotto di biomassa e al profilo chimico atteso.

Anche la sicurezza dell'estratto finale non deriva dall'uso dell'enzima in sé. Le piante possono contenere composti benefici, neutri o indesiderati; inoltre, il processo può concentrare alcune frazioni più di altre. Le review su piante medicinali e composti bioattivi sottolineano che l'interesse salutistico deve essere accompagnato da caratterizzazione, controllo e valutazione appropriata del prodotto finale [\[1\]\[11\]\[12\]](#).

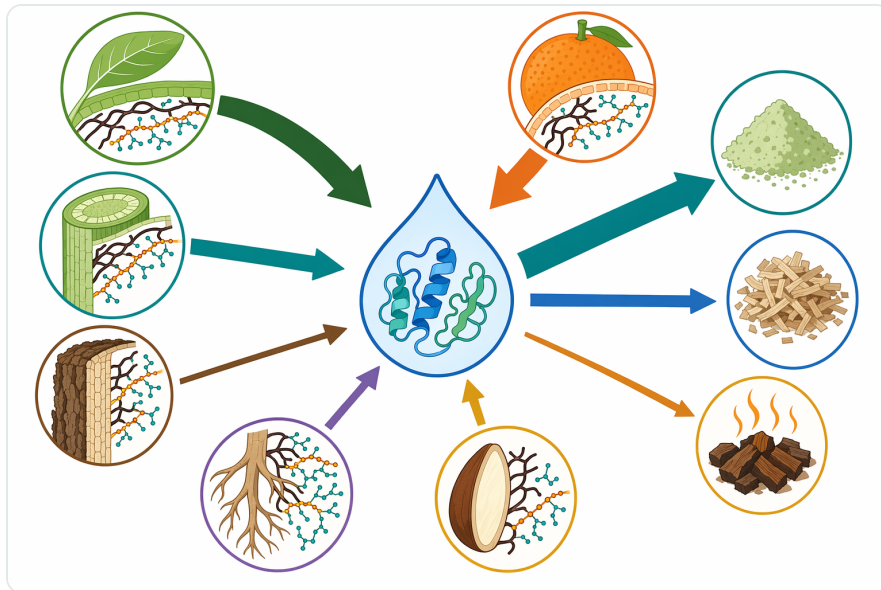


Figure 7. 자일라나아제의 효과는 자일란 함량, 치환 정도, 리그닌과의 결합, 식물 부위, 성숙도, 건조, 분쇄 및 사전 열처리가 기질 접근성에 영향을 미치기 때문에 달라집니다.

Quando la xilanasi è una scelta razionale

La xilanasi è particolarmente razionale quando il processo presenta almeno una di queste condizioni: matrice vegetale fibrosa, bassa diffusione del solvente, resa limitata nonostante solvente adeguato, sospensione viscosa, separazione solido-liquido lenta o presenza nota di emicellulose rilevanti. In questi casi, l'idrolisi dello xilano affronta una causa strutturale dell'inefficienza, invece di intervenire solo su tempo o temperatura.

È invece meno centrale quando il problema principale è la solubilità chimica del composto target, la degradazione del metabolita, la presenza di pectine gelificanti o una parete povera di xilano. In tali situazioni può essere utile solo come componente di una miscela enzimatica più ampia o può essere sostituita da enzimi più adatti al polimero dominante.

Per un produttore di estratti, ingredienti naturali, aromi, preparazioni erboristiche o frazioni vegetali funzionali, il valore della xilanasi sta nella sua capacità di collegare biochimica della parete e prestazioni di processo. Il suo uso è più robusto quando parte da una domanda tecnica precisa: quale barriera della matrice impedisce al solvente di recuperare efficacemente i composti desiderati?

Conclusione

Xylanase For Botanical Extraction è un ausilio enzimatico mirato alla degradazione dello xilano nelle pareti cellulari vegetali. La sua utilità nell'estrazione botanica deriva da un meccanismo chiaro: idrolizzare una frazione emicellulosica che può limitare permeabilità, trasferimento di massa, rilascio di composti bioattivi e lavorabilità della sospensione [\[4\]](#)[\[5\]](#).

Le applicazioni più coerenti includono estratti da materiali fibrosi, bucce, foglie, cortecce, vinacce, crusche, residui agricoli e botaniche in cui polifenoli, flavonoidi, catechine, pigmenti o altri metaboliti sono trattenuti da una matrice complessa. I risultati dipendono però da specie vegetale, parte utilizzata, solvente, pretrattamento fisico, condizioni operative e composizione della parete.

In sintesi, la xilanasi non è una promessa universale di resa: è uno strumento tecnico specifico per ridurre la barriera emicellulosica. Integrata correttamente in un processo B2B di estrazione botanica, può contribuire a estratti più efficienti, processi più gestibili e strategie di lavorazione più selettive e sostenibili.

Ordina Xylanase For Botanical Extraction online

Venduto in unità da 1 kg, disponibile a magazzino e pronto per la spedizione. Ordina direttamente dal nostro store: paga online e noi elaboriamo il tuo ordine. Un Certificato di Analisi e una Scheda Dati di Sicurezza sono inclusi in ogni ordine.

[Acquista Xylanase For Botanical Extraction →](#)

Riferimenti

Numerati in ordine di prima citazione. Fonti open access, ciascuna verificata come raggiungibile al momento della pubblicazione; i numeri di citazione nel testo rimandano qui.

1. 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.
2. 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*.
3. 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*.
4. Moreira, L., & Filho, E. X. F. (2016). Insights into the mechanism of enzymatic hydrolysis of xylan. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100, 5205-5214.
5. Zhang, Z., Gao, X., Dong, W., Huang, B., Wang, Y., Zhu, M., & Wang, C. (2022). Plant cell wall breakdown by hindgut microorganisms: can we get scientific insights from rumen microorganisms?. *Journal of Equine Veterinary Science*, 104027 .
6. Gill, J., Rixon, J. E., Bolam, D. N., McQueen-Mason, S., Simpson, P., Williamson, M., Hazlewood, G., ... et al. (1999). The type II and X cellulose-binding domains of *Pseudomonas* xylanase A potentiate catalytic activity against complex substrates by a common mechanism. *Biochemical Journal*, 342 (Pt 2), 473-80 .
7. Kim, S., Russell, J., Cha, M., Himmel, M., Bomble, Y., & Westpheling, J. (2021). Coexpression of a β -d-Xylosidase from *Thermotoga maritima* and a Family 10 Xylanase from *Acidothermus cellulolyticus* Significantly Improves the Xylan Degradation Activity of the *Caldicellulosiruptor bescii* Exoproteome. *Applied and Environmental Microbiology*, 87.
8. Soini, S. A., Domingo, N., Özparpucu, M., Windeisen-Holzhauser, E., Gulec, S., & Merk, V. M. (2025). Nanoscale Examination of Chemical and Enzymatic Degradation of Plant Cell Walls. *Biomacromolecules*.
9. Aiello, G., Li, Y., Xu, R., Boschini, G., Juodeikiene, G., & Arnoldi, A. (2021). Composition of the Protein Ingredients from Insoluble Oat Byproducts Treated with Food-Grade Enzymes, Such as Amylase, Cellulose/Xylanase, and Protease. *Foods*, 10.

10. Posadino, A. M., Maccioccu, P., Eid, A. H., Giordo, R., Pintus, G., & Fenu, G. (2024). Citrus limon var. pompia Camarda var. nova: A Comprehensive Review of Its Botanical Characteristics, Traditional Uses, Phytochemical Profile, and Potential Health Benefits. *Nutrients*, 16.
11. 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.
12. Eira, A., Gonçalves, M. B. M., Fongang, Y., Domingues, C., Jarak, I., Mascarenhas-Melo, F., & Figueiras, A. (2025). Unlocking the Potential of Ganoderma lucidum (Curtis): Botanical Overview, Therapeutic Applications, and Nanotechnological Advances. *Pharmaceutics*, 17.
13. Adeel, S., Rehman, F., Rafi, S., Zia, K., & Zuber, M. (2019). Environmentally Friendly Plant-Based Natural Dyes: Extraction Methodology and Applications. *Plant and Human Health, Volume 2*.
14. Bushman, T. J., Gokie, E., Lane, J. P., Dissinger, M. N., Higgins, M. A., & Ciesla, L. M. (2026). Bacterial Espresso: Evaluating Accelerated Solvent Extraction for Selected Metabolite Recovery from Streptomyces Biomass. *Journal of Natural Products*, 89, 398 - 409.
15. Saini, A., Benjamin, M., Rusdi, N. A., Aziz, A. H. A., & Awang, M. A. (2025). Effect of Natural Deep Eutectic Solvents and Conventional Solvents on Extraction Yield, Antioxidant Activity, and Toxicity of Peperomia pellucida(L.) Kunth. *Malaysian Journal of Science*.
16. 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*.

Contatta Enzymes.bio

Hai domande su un ordine? Il nostro team è lieto di aiutarti.

EMAIL wholesale@enzymes.bio

TELEFONO (USA) **+1 (507) 428-6057**

Contattaci →



400+ Clienti B2B



60+ partner di ricerca universitari



54 serviti in tutto il mondo

© 2026 Enzymes.bio · Fornitura di enzimi industriali e per la lavorazione alimentare · Non destinato al consumo umano né alla vendita al dettaglio.