

Xylanase pour extraction botanique : libération de composés bioactifs, réduction de viscosité et clarification des extraits végétaux

Équipe de recherche Enzymes.bio · Wellington, Nouvelle-Zélande · June 19, 2026

Xylanase For Botanical Extraction est une enzyme de procédé utilisée pour fragiliser les hémicelluloses de type xylane dans les parois végétales, afin de rendre les composés d'intérêt plus accessibles pendant l'extraction botanique. Elle est surtout pertinente lorsque la matrice végétale fibreuse limite la diffusion du solvant, augmente la viscosité ou ralentit la séparation solide-liquide. Enzymes.bio la fournit en ligne par unité de 1 kg ; le certificat d'analyse et la fiche de données de sécurité sont fournis avec la commande .

Rôle de la xylanase dans l'extraction botanique

La xylanase appartient aux enzymes qui hydrolysent les xylandes, une famille importante d'hémicelluloses présentes dans les parois cellulaires végétales. Les revues consacrées aux xylanases les décrivent comme des biocatalyseurs capables d'agir sur le squelette xylanique, avec des applications dans plusieurs procédés industriels où la modification des polysaccharides végétaux est recherchée ^[1]. Dans l'extraction botanique, cette action n'a pas pour but de « dissoudre » la plante, mais de désorganiser partiellement la barrière pariétale qui retient ou ralentit la libération de composés solubles.

Les matières premières botaniques — feuilles, tiges, racines, écorces, graines, fleurs, algues ou coproduits agroalimentaires — sont des matrices complexes. Elles combinent cellulose, hémicelluloses, pectines, lignine, protéines, amidons, lipides, pigments, polyphénols, flavonoïdes, polysaccharides et métabolites secondaires selon l'espèce et la partie végétale utilisée. Les revues sur les composés bioactifs végétaux soulignent que le choix de la méthode d'extraction influence fortement le profil et la récupération de ces molécules d'intérêt ^[2].

La xylanase s'inscrit donc dans la famille des aides enzymatiques de préparation de matrice. Elle intervient avant ou pendant l'extraction pour améliorer l'accessibilité du solvant et faciliter les transferts de masse. Cette logique est cohérente avec les technologies avancées d'extraction des

protéines et composés végétaux, qui cherchent à améliorer la récupération tout en limitant les conditions trop agressives pour les fractions sensibles ^[3].

Mécanisme : comment l'hydrolyse des xylanes facilite l'extraction

Les xylanes sont des polysaccharides structuraux associés à la cellulose et à d'autres composants de la paroi. Leur squelette est principalement constitué d'unités xylose reliées par des liaisons glycosidiques, avec des substitutions variables selon l'origine botanique. Les xylanases coupent des liaisons du polymère xylanique, ce qui réduit la longueur des chaînes et modifie les propriétés physiques de la matrice ^[1].

Cette hydrolyse a trois conséquences utiles en extraction. Premièrement, elle affaiblit localement le réseau de paroi, ce qui facilite la pénétration de la phase aqueuse ou hydroalcoolique dans les particules végétales. Deuxièmement, elle peut réduire la viscosité de suspensions riches en hémicelluloses solubilisées. Troisièmement, elle favorise la diffusion des composés solubles vers le liquide d'extraction, sans modifier nécessairement la nature chimique des composés ciblés ^[1].

Il est important de distinguer ce mécanisme de celui d'un solvant, d'un traitement thermique ou d'un broyage mécanique. La xylanase ne remplace pas l'extraction : elle prépare la matrice pour que l'extraction soit plus efficace dans la fenêtre de procédé choisie. Les travaux sur les métabolites secondaires végétaux rappellent que les extraits botaniques sont des mélanges complexes, dont la composition dépend à la fois de la matière première, des conditions de traitement et des interactions entre familles chimiques ^[4].

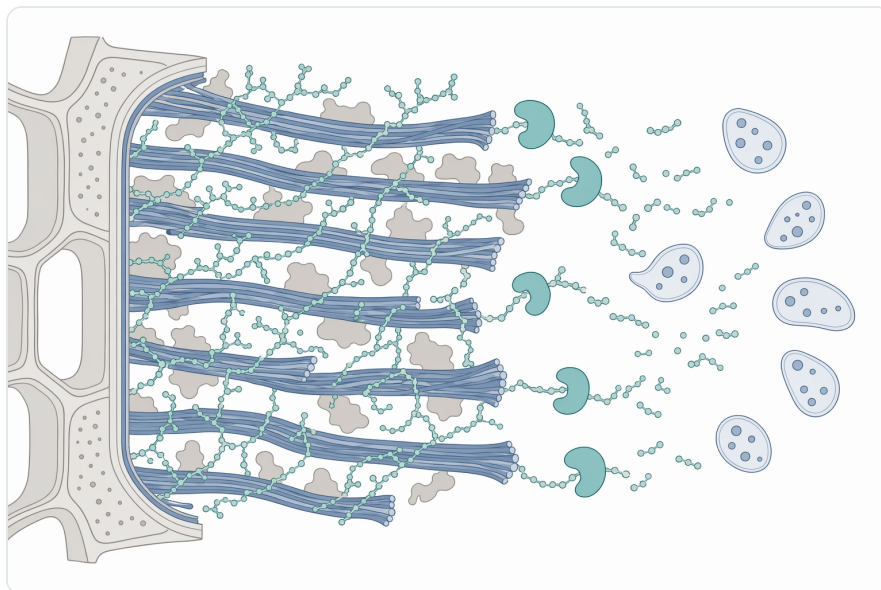


Figure 1. 자일라나아제는 헤미셀룰로오스가 풍부한 세포벽에서 접근 가능한 자일란을 가수분해하여 식물성 원료 추출을 개선하며, 이를 통해 갇혀 있거나 세포벽에 결합된 성분과 용매의 접촉이 증가합니다.

Pourquoi les parois végétales limitent la récupération des composés d'intérêt

Dans une particule végétale broyée, le solvant n'accède pas instantanément à tous les compartiments cellulaires. Les composés phénoliques, flavonoïdes, polysaccharides solubles, saponines ou autres molécules peuvent être retenus dans des tissus où la paroi agit comme barrière physique. Les revues sur les bioactifs végétaux décrivent l'extraction comme une étape déterminante pour transformer la diversité chimique des plantes en ingrédients utilisables dans l'alimentation, la nutrition, la cosmétique ou d'autres applications technologiques ^[2].

Lorsque la matière est fibreuse, la limitation n'est pas seulement chimique ; elle est aussi rhéologique. Une suspension trop visqueuse se mélange moins bien, se pompe plus difficilement et se sépare moins efficacement. La xylanase agit précisément sur une partie des polymères qui contribuent à cette structuration. Des travaux appliqués ont montré l'intérêt de xylanases dans des contextes tels que la clarification de jus de fruits, ce qui illustre le lien entre hydrolyse des hémicelluloses, réduction des obstacles colloïdaux et amélioration des opérations de clarification ^[5].

Dans les matières très lignifiées ou riches en plusieurs familles de polysaccharides, la xylanase seule peut toutefois être insuffisante. Une racine dure, une écorce ou un coproduit riche en lignocellulose présente souvent des barrières multiples : cellulose cristalline, lignine, pectines, protéines et hémicelluloses. La xylanase est donc plus justement décrite comme un levier ciblé sur la fraction xylanique, non comme une solution universelle à toutes les résistances de matrice ^[1].

Types de composés et matrices concernés

Les composés d'intérêt en extraction botanique varient selon les plantes. Les polyphénols et flavonoïdes sont recherchés dans de nombreuses feuilles, fruits, écorces et sous-produits agricoles ; les polysaccharides bioactifs sont étudiés dans diverses plantes médicinales ; les protéines végétales et certaines fractions fonctionnelles nécessitent aussi des procédés d'extraction adaptés. Les revues récentes montrent que la récupération de ces familles dépend étroitement de la préparation de la matrice et des conditions d'extraction [3].

Pour les flavonoïdes, la littérature décrit plusieurs approches d'extraction, y compris des méthodes chimiques, physiques et enzymatiques, avec un intérêt particulier pour la récupération de molécules telles que la quercétine à partir de sources végétales. La xylanase n'est pas nécessairement l'enzyme principale dans tous ces cas, mais elle peut contribuer à ouvrir les tissus végétaux lorsque les hémicelluloses constituent un frein à la diffusion [6].

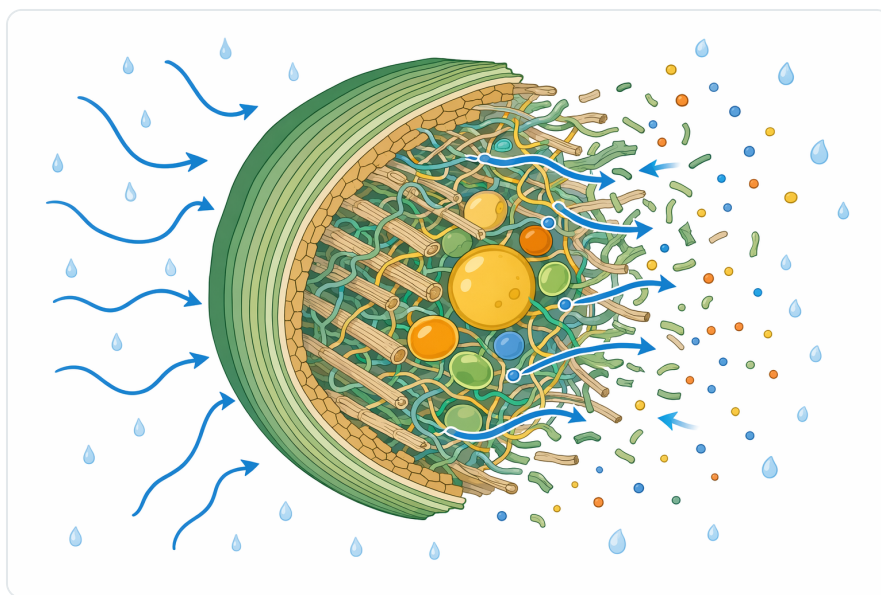


Figure 2. 식물 세포벽은 섬유질 입자의 젖음, 확산, 용해된 화합물의 외부 이동을 제한하여 추출을 늦출 수 있습니다.

Les polysaccharides végétaux représentent une autre catégorie importante. Les revues sur les polysaccharides de *Lonicera japonica* et de *Chrysanthemum morifolium* mettent en évidence l'importance de l'extraction, de la purification et des caractéristiques structurales dans la valorisation de ces fractions [7][8]. Dans ce contexte, la xylanase peut être utile soit pour libérer des fractions associées à la paroi, soit pour réduire la viscosité d'une suspension avant séparation, sous réserve que les conditions choisies ne dégradent pas la fraction recherchée.

Les matrices riches en composés phénoliques, comme certaines baies, feuilles ou sous-produits de canne à sucre, illustrent aussi la complexité des extractions botaniques. Les composés phénoliques et acides phénoliques de la canne à sucre varient selon leur localisation dans la plante et peuvent évoluer pendant la transformation ^[9]. Une aide enzymatique ciblée peut donc modifier l’accessibilité de certaines fractions, mais l’effet final doit toujours être interprété avec le profil chimique réel de la matière première.

Comparaison avec d’autres enzymes de paroi

La paroi végétale étant composite, plusieurs enzymes peuvent être utilisées selon le verrou principal du procédé. La xylanase cible les xylanes ; la cellulase agit sur la cellulose ; la pectinase intervient sur les pectines ; la bêta-glucanase agit sur certains glucanes. Les sources sur les enzymes d’extraction botanique positionnent ces familles comme des aides de procédé destinées à améliorer la libération de composés et la maniabilité des suspensions végétales .

Enzyme de procédé	Cible principale dans la matrice végétale	Effet technologique attendu	Cas où elle est particulièrement pertinente
Xylanase	Xylanes et hémicelluloses apparentées	Ouverture partielle de la paroi, réduction de viscosité, meilleure diffusion du solvant	Matières fibreuses où l’hémicellulose limite l’extraction
Cellulase	Cellulose amorphe ou accessible	Désorganisation plus profonde de certaines parois, libération de composés intracellulaires	Tissus riches en cellulose accessible, coproduits végétaux broyés
Pectinase	Pectines et réseaux gélifiants	Dépectinisation, clarification, amélioration de filtration	Fruits, pulpes, tissus riches en pectines
Bêta-glucanase	Bêta-glucanes	Réduction de viscosité liée aux glucanes	Céréales, graines ou matrices riches en glucanes
Protéase ou amylase	Protéines ou amidons selon le cas	Réduction de turbidité, modification de texture ou de charge colloïdale	Matrices contenant des protéines ou amidons qui gênent la séparation

Cette comparaison ne signifie pas qu’un mélange enzymatique soit toujours supérieur. Une formulation trop large peut modifier la composition de l’extrait, libérer des colloïdes indésirables ou compliquer la filtration si le procédé n’est pas adapté. Les revues sur l’extraction de composés végétaux montrent que l’optimisation dépend de la matière première, des composés ciblés et des propriétés physicochimiques recherchées ^[2].

Conditions de procédé : paramètres qui influencent l'efficacité

L'efficacité de la xylanase dépend d'abord de l'accessibilité physique de son substrat. Une granulométrie trop grossière limite le contact enzyme-paroi ; à l'inverse, un broyage excessif peut produire des fines qui compliquent la filtration. L'humidification, l'agitation et le rapport solide-liquide influencent aussi la diffusion de l'enzyme et du solvant dans la matrice végétale [4].

Le pH, la température et le temps de contact doivent rester compatibles avec l'enzyme et avec les composés visés. Une condition favorable à l'hydrolyse des hémicelluloses n'est pas automatiquement favorable à la stabilité des polyphénols, pigments, arômes ou polysaccharides recherchés. Les revues sur les bioactifs végétaux insistent sur cette relation entre conditions d'extraction, stabilité et valeur fonctionnelle des extraits [2].

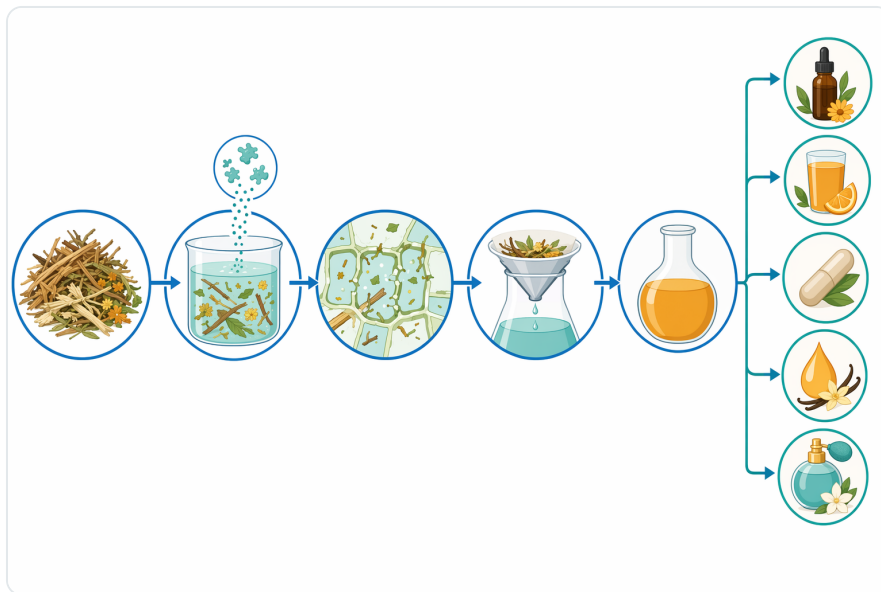


Figure 3. 일반적인 효소 보조 식물성 원료 추출 공정은 분쇄한 바이오매스를 수화하고, 자일라나아제를 균일하게 분산시킨 뒤, 적합한 조건에서 슬러리를 유지한 다음, 고형물에서 추출액을 분리하는 과정으로 이루어집니다.

La nature du solvant est également déterminante. La xylanase nécessite généralement un environnement permettant l'activité enzymatique ; les milieux très défavorables à l'enzyme peuvent limiter son intérêt. Dans les procédés hydroalcooliques, la pertinence dépend donc de la composition exacte du milieu et de la séquence de procédé : prétraitement enzymatique aqueux, extraction simultanée ou extraction après hydrolyse partielle [1].

Enfin, l'étape de séparation doit être considérée dès le départ. Une meilleure libération des composés n'a de valeur industrielle que si le liquide extrait peut ensuite être clarifié, filtré, centrifugé ou concentré de manière reproductible. Les applications de xylanase en clarification de jus montrent que

la modification enzymatique des polysaccharides peut jouer un rôle direct dans la performance de séparation [5].

Intégration dans une chaîne d'extraction botanique

Dans une chaîne typique, la matière végétale est nettoyée, séchée ou stabilisée si nécessaire, réduite en taille, humidifiée ou mise en suspension, puis soumise à une extraction. La xylanase peut être introduite au stade où l'eau ou la phase compatible permet son action sur les parois. Après le temps de contact prévu, l'extraction se poursuit ou le liquide est séparé des solides selon le procédé retenu .

Cette intégration est particulièrement intéressante lorsque le procédé souffre d'une viscosité élevée, d'un rendement limité ou d'une filtration lente. L'hydrolyse partielle des xylanes peut améliorer le mouvement du liquide dans la matrice et réduire la rétention de l'extrait dans le marc végétal. Dans les procédés de clarification, des xylanases ont été étudiées comme outils de réduction des obstacles associés aux polysaccharides [5].

La xylanase peut aussi être combinée à des techniques physiques, mais les mécanismes doivent rester distincts. Les ultrasons de haute intensité, par exemple, sont étudiés pour l'extraction de pectine à partir de coproduits agroalimentaires, avec des effets liés à la cavitation, à la fragmentation et au transfert de masse [10]. Une enzyme agit par catalyse ciblée ; un traitement physique agit par énergie mécanique ou thermique. Les deux approches peuvent être complémentaires, mais leur combinaison doit être raisonnée pour éviter une dégradation excessive des composés sensibles.

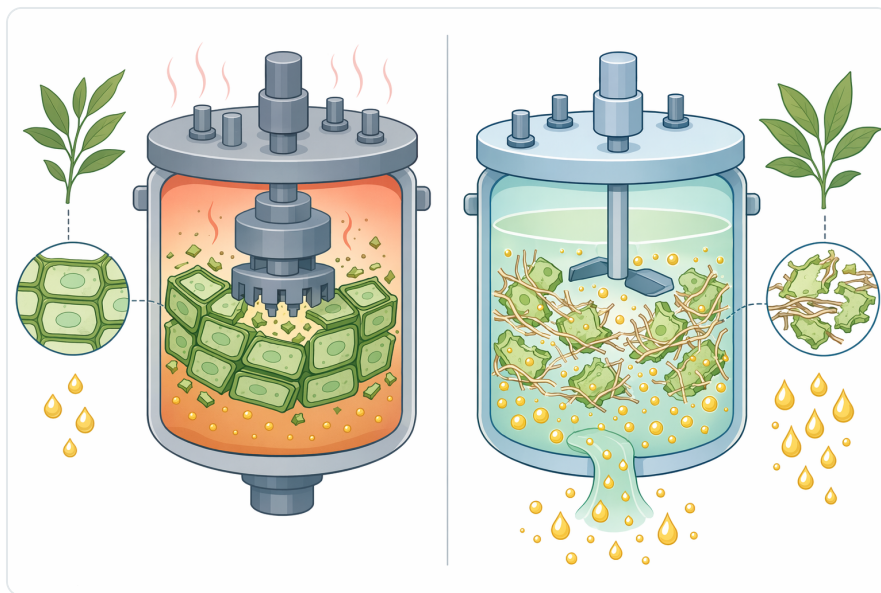


Figure 4. 자일라나아제, 셀룰라아제, 펙티나아제, β -글루카나아제, 보조 에스테라아제는 서로 다른 세포벽 고분자를 표적으로 하므로 각기 다른 추출 장벽을 해결합니다.

Applications pratiques en extraction végétale

Extraits de feuilles, fleurs et plantes aromatiques

Les feuilles et fleurs contiennent souvent des flavonoïdes, acides phénoliques, pigments, composés aromatiques et autres métabolites secondaires. Les revues sur les huiles essentielles et les composés bioactifs végétaux montrent que les conditions d'extraction influencent fortement le rendement, la composition et les propriétés finales des extraits ^{[11][12]}. La xylanase peut aider lorsque les tissus fibreux ou les parois hémicellulosiques limitent l'accès du solvant aux compartiments contenant ces composés.

Dans les plantes aromatiques, il faut toutefois distinguer l'extraction des composés volatils de celle des fractions hydrosolubles ou hydroalcooliques. Une enzyme de paroi peut faciliter l'ouverture des tissus, mais elle ne remplace pas les opérations spécifiques de distillation, entraînement à la vapeur ou extraction par solvant adaptées aux huiles essentielles. Les publications sur les huiles essentielles décrivent une diversité de techniques d'extraction, ce qui impose de replacer la xylanase dans le procédé exact visé ^[12].

Racines, écorces, tiges et coproduits fibreux

Les racines, écorces et tiges présentent souvent des structures plus lignifiées et une proportion élevée de matériaux pariétaux. Dans ces matrices, l'hémicellulose peut contribuer à la rigidité, à la rétention d'eau et à la viscosité. La xylanase est alors pertinente si les xylanes constituent l'un des verrous de l'extraction, notamment dans des procédés aqueux ou hydroalcooliques ^[1].

Les coproduits agroalimentaires et résidus de transformation peuvent également être valorisés par extraction de fibres, polyphénols, polysaccharides ou autres fractions. Les travaux sur la valorisation de ressources végétales, comme la réglisse dans une perspective d'économie circulaire, illustrent l'intérêt croissant pour la récupération de fractions fonctionnelles à partir de matières végétales secondaires ^[13]. La xylanase peut participer à cette logique lorsqu'une modification contrôlée des hémicelluloses améliore la récupération ou la séparation.

Extraits riches en polyphénols et flavonoïdes

Les polyphénols sont étudiés pour leurs activités biologiques, notamment antioxydantes, antimicrobiennes et autres effets dépendant de la structure moléculaire et du contexte d'utilisation. Les revues sur les polyphénols végétaux décrivent plusieurs mécanismes d'action, mais aussi la diversité des composés concernés ^[14]. En extraction, l'enjeu n'est donc pas seulement d'augmenter une masse totale d'extrait, mais de préserver un profil chimique pertinent.

La xylanase peut soutenir cette récupération en libérant mieux les composés enfermés ou associés aux tissus végétaux. Dans des travaux portant sur la quercétine, les approches enzymatiques sont mentionnées parmi les méthodes d'extraction possibles, ce qui confirme l'intérêt général des enzymes dans la récupération de flavonoïdes ^[6]. L'effet exact d'une xylanase dépendra toutefois de la localisation des flavonoïdes dans la plante et de leur solubilité dans le système choisi.



Figure 5. 자일라나아제는 겨, 껍질, 줄기, 나무껍질, 뿌리, 종피, 과일 잔사, 풀류, 목질 부산물과 같은 섬유질이 많은 식물성 원료에 특히 적합합니다.

Extraits de polysaccharides végétaux

Les polysaccharides botaniques font l'objet d'un intérêt important pour leurs structures, leurs propriétés fonctionnelles et leurs applications potentielles. Les revues sur *Lonicera japonica* et *Chrysanthemum morifolium* montrent que l'extraction, la purification et la caractérisation structurale sont des étapes essentielles pour comprendre et valoriser ces fractions ^{[7][8]}. La xylanase peut être utilisée avec prudence dans ces procédés, car elle modifie certains polysaccharides de paroi.

Dans certains cas, l'objectif peut être de libérer des oligosaccharides issus de xylanes. Des travaux sur une xylanase immobilisée modifiée ont étudié son application à l'extraction d'oligosaccharides à partir de son de blé, ce qui illustre une utilisation ciblée de la xylanase pour transformer une fraction hémicellulosique en composés plus courts ^[15]. Cette application est différente d'une extraction botanique classique de polyphénols, mais elle confirme la capacité de l'enzyme à agir sur des matrices végétales riches en xylanes.

Bénéfices attendus, formulés de manière réaliste

Le premier bénéfice attendu est une meilleure accessibilité de la matrice. En hydrolysant une partie des xylanes, la xylanase peut augmenter le contact entre solvant et composés internes, en particulier dans les matières fibreuses. Les revues sur les technologies d'extraction végétale confirment que l'accessibilité de la matrice et les paramètres de procédé influencent directement la récupération des composés d'intérêt ^[3].

Le deuxième bénéfice est la réduction possible de viscosité. Les hémicelluloses solubilisées peuvent contribuer à l'épaississement des suspensions ; leur hydrolyse partielle peut rendre le flux plus maniable. L'intérêt des xylanases dans la clarification de jus de fruits soutient cette logique d'amélioration des propriétés de traitement par modification enzymatique des polysaccharides ^[5].

Le troisième bénéfice est la possibilité de travailler dans des conditions plus douces que certaines alternatives purement thermiques ou chimiques. Les technologies modernes d'extraction cherchent souvent à réduire la consommation de solvant, le temps de traitement ou l'exposition thermique, surtout lorsque les composés ciblés sont sensibles ^[10]. La xylanase peut s'inscrire dans cette stratégie, à condition que la fenêtre de procédé soit compatible avec l'activité enzymatique et la stabilité des composés.

Le quatrième bénéfice est une meilleure cohérence de procédé lorsque la matière première est suffisamment standardisée. Si la plante, la granulométrie, l'humidité, le pH, la température et le temps de contact sont maîtrisés, l'action enzymatique peut devenir un outil reproductible de préparation de matrice. Les revues sur les extraits botaniques rappellent toutefois que la variabilité de la matière première reste un facteur majeur ^[4].

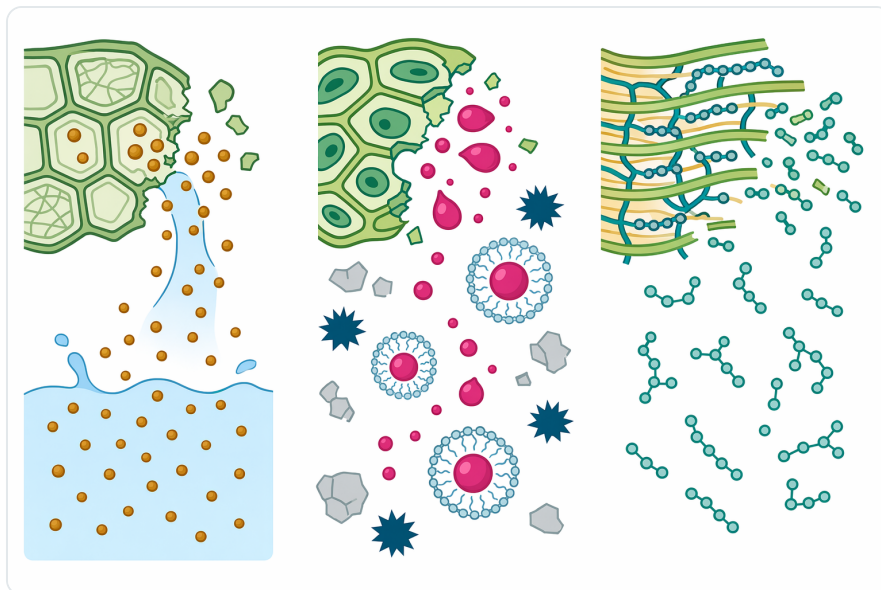


Figure 6. 자일라나아제는 헤미셀룰로오스가 풍부한 장벽을 열어 페놀성 화합물, 색소, 다당류 조각 및 기타 접근 가능한 식물성 성분의 방출을 도울 수 있습니다.

Limites et précautions d'interprétation

La xylanase ne crée pas de nouveaux composés bioactifs. Elle peut améliorer la libération de composés déjà présents ou modifier certains polymères de paroi, mais elle ne compense pas une matière première pauvre, dégradée ou mal sélectionnée. Les revues sur les composés bioactifs végétaux montrent que la composition dépend fortement de l'espèce, de la partie utilisée, de la maturité, du traitement et de l'extraction ^[2].

L'effet de la xylanase n'est pas identique sur toutes les plantes. Une feuille tendre, une écorce lignifiée, une graine huileuse, une racine amylacée ou une algue n'offrent pas le même substrat enzymatique. Des travaux sur l'optimisation d'extraction de composés bioactifs à partir de *Porphyra linearis* comparent notamment hydrolyse alcaline et hydrolyse enzymatique, ce qui illustre la nécessité d'adapter la stratégie à la nature de la matrice ^[16].

Il faut aussi éviter de confondre rendement global et qualité d'extrait. Une hydrolyse plus poussée peut libérer davantage de matière soluble, mais cette matière n'est pas toujours constituée du composé recherché. Elle peut aussi augmenter la charge colloïdale ou modifier la distribution moléculaire de certaines fractions. Les revues sur les mélanges complexes de métabolites végétaux soulignent l'importance de relier les conditions d'extraction au profil final obtenu ^[4].

Enfin, la xylanase peut ne pas être le verrou principal du procédé. Si la limitation vient surtout des pectines, de la cellulose cristalline, de l'amidon, des protéines, de la lignine ou de la faible solubilité du composé cible, une autre approche enzymatique ou technologique peut être plus déterminante. Les applications de xylanase dans des procédés aussi variés que la clarification, l'extraction d'oligosaccharides ou la purification de lignine montrent sa polyvalence, mais aussi la nécessité de la relier à un substrat précis [\[5\]\[15\]\[17\]](#).

Positionnement pour les utilisateurs B2B d'Enzymes.bio

Pour un transformateur, **Xylanase For Botanical Extraction** doit être considérée comme une aide de procédé destinée aux opérations industrielles ou de transformation, et non comme un ingrédient à consommer directement. Enzymes.bio fournit ce produit en ligne par unité de 1 kg ; le certificat d'analyse et la fiche de données de sécurité accompagnent la commande .

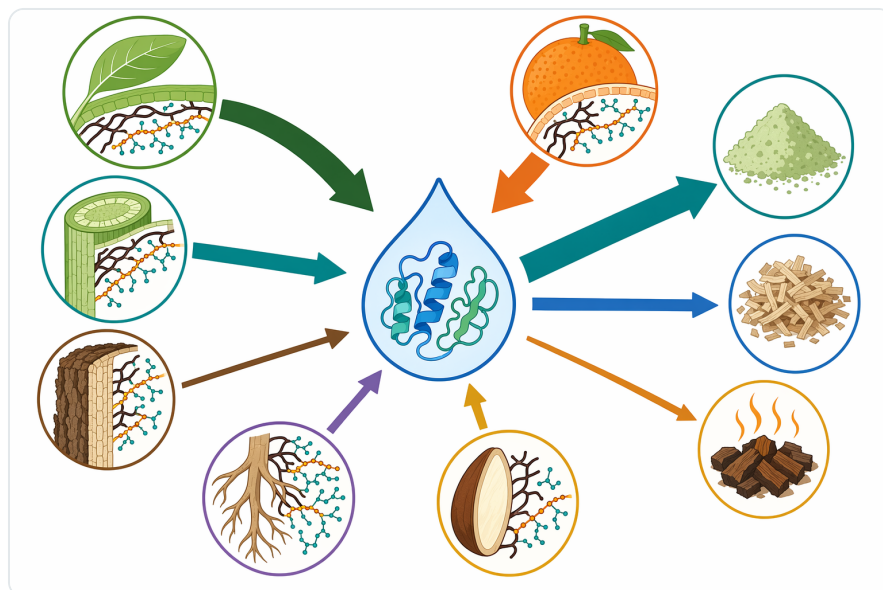


Figure 7. 자일라나아제의 효과는 자일란 함량, 치환 정도, 리그닌과의 결합, 식물 부위, 성숙도, 건조, 분쇄, 사전 열처리 등이 기질 접근성에 영향을 미치기 때문에 달라집니다.

Enzymes.bio intervient comme fournisseur en ligne et ne doit pas être compris comme un fabricant ou un laboratoire d'essais. Le rôle de la page produit est de décrire l'usage technologique de l'enzyme, son mécanisme attendu et ses applications possibles dans l'extraction végétale. Les pages de catégorie consacrées aux enzymes d'extraction botanique positionnent ces produits comme des outils de procédé pour améliorer la libération de composés d'intérêt à partir de matières végétales .

La formulation la plus juste pour un usage B2B est donc la suivante : la xylanase est adaptée aux procédés où les hémicelluloses de type xylane contribuent à la résistance de la matrice, à la viscosité ou à la limitation du transfert de masse. Elle peut soutenir l'extraction de polyphénols, flavonoïdes, polysaccharides ou autres fractions selon la plante, mais son efficacité dépend du substrat, de la séquence de procédé et des conditions opératoires ^[1].

Conclusion technique

La xylanase pour extraction botanique est un outil enzymatique ciblé sur les hémicelluloses xylaniques des parois végétales. En hydrolysant partiellement ces polymères, elle peut améliorer la pénétration du solvant, faciliter la diffusion des composés d'intérêt et réduire la viscosité de certaines suspensions végétales. Ces effets sont cohérents avec les connaissances générales sur les xylanases et avec les applications documentées dans la clarification, la valorisation de matrices lignocellulosiques et l'extraction de fractions dérivées du xylane ^{[5][15][1]}.

Son intérêt est le plus fort dans les matrices fibreuses où l'hémicellulose constitue un frein réel à l'extraction. Elle doit cependant être intégrée dans une stratégie complète : choix de la matière première, préparation mécanique, solvant, paramètres de contact, séparation et stabilité des composés ciblés. Les revues sur les composés bioactifs végétaux et les méthodes d'extraction confirment que la performance finale dépend de l'ensemble du procédé, pas d'un seul facteur enzymatique ^{[3][2][4]}.

Pour les clients d'Enzymes.bio, **Xylanase For Botanical Extraction** se positionne ainsi comme une aide de procédé pratique pour l'extraction végétale, la réduction de viscosité et l'amélioration de la séparation solide-liquide dans les applications adaptées. Elle ne remplace ni le développement du procédé ni la maîtrise de la matière première, mais elle offre un levier ciblé lorsque la structure hémicellulosique de la plante limite la récupération des composés recherchés .

Commander Xylanase For Botanical Extraction en ligne

Vendu par unité de 1 kg, en stock et prêt à expédier. Commandez directement sur notre boutique — payez en ligne et nous traitons votre commande. Un certificat d'analyse et une fiche de données de sécurité sont inclus avec chaque commande.

Acheter Xylanase For Botanical Extraction →

Références

Numérotées par ordre de première citation. Sources en libre accès, chacune vérifiée comme accessible au moment de la publication ; les numéros de citation dans le texte renvoient ici.

1. Abena, T., & Simachew, A. (2024). A review on xylanase sources, classification, mode of action, fermentation processes, and applications as a promising biocatalyst. *BioTechnologia*, 105, 273 - 285.
2. El-Saadony, M., Saad, A., Mohammed, D. M., Alkafaas, S. S., El-Mageed, T. A. A., Fahmy, M. A., ahmed, A. E., ... et al. (2025). Plant bioactive compounds: extraction, biological activities, immunological, nutritional aspects, food application, and human health benefits—A comprehensive review. *Frontiers in Nutrition*, 12.
3. Rashwan, A. K., Osman, A. I., Abdelshafy, A., Mo, J., & Chen, W. (2023). Plant-based proteins: advanced extraction technologies, interactions, physicochemical and functional properties, food and related applications, and health benefits. *Critical reviews in food science and nutrition*, 65, 667 - 694.
4. Barthwal, R., & Mahar, R. (2024). Exploring the Significance, Extraction, and Characterization of Plant-Derived Secondary Metabolites in Complex Mixtures. *Metabolites*, 14.
5. Tuncay, F. O., Cakmak, U., & Kolcuoğlu, Y. (2023). Aqueous two-phase extraction and characterization of thermotolerant alkaliphilic *Cladophora hutchinsiae* xylanase: biochemical properties and potential applications in fruit juice clarification and fish feed supplementation. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 54, 553 - 563.
6. Baqer, S. H., Al-Younis, Z. K., & Al-Shawi, S. G. (2024). Extracting Quercetin from Different Plant Sources, Purifying It Using Different Extraction Methods (Chemical, Physical, and Enzymatic), and Measuring Its Antioxidant Activity. *Frontiers in Bioscience*, 16 4, 35 .
7. Yang, X., Ai-Yu, Hu, W., Zhang, Z., Ruan, Y., Kuang, H., & Wang, M. (2023). Extraction, Purification, Structural Characteristics, Health Benefits, and Application of the Polysaccharides from *Lonicera japonica* Thunb.: A Review. *Molecules*, 28.
8. Zhao-Zhang, Hu, W., Ai-Yu, Wu, L., De-Yang, Hai-Kuang, & Wang, M. (2024). Review of polysaccharides from *Chrysanthemum morifolium* Ramat.: Extraction, purification, structural characteristics, health benefits, structural-activity relationships and applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134919 .
9. Hewawansa, U. H. A. J., Houghton, M., Barber, E., Costa, R. S., Kitchen, B., & Williamson, G. (2024). Flavonoids and phenolic acids from sugarcane: Distribution in the plant, changes during processing, and potential benefits to industry and health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23 2, e13307 .
10. Hernández-Hernández, O., Ferreira-Lazarte, A., Tiwari, B., & Villamiel, M. (2024). Update of high-intensity ultrasound applications for the extraction of pectin from agri-food by-products. *Trends in Analytical Chemistry (TrAC)*.
11. Adhikary, K., Banerjee, P., Barman, S., Bandyopadhyay, B., & Bagchi, D. (2023). Nutritional Aspects, Chemistry Profile, Extraction Techniques of Lemongrass Essential Oil and It's Physiological Benefits. *Journal of the American Nutrition Association*, 1-18 .
12. Hassid, A., Salla, M., Krayem, M., Khaled, S., Hassan, H. F., & Khatib, S. E. (2025). A review on the versatile applications of plant-based essential oils in food flavoring, culinary uses and health benefits. *Discover Food*, 5.
13. Madeo, L., Macario, A., Napoli, F., & Luca, P. D. (2026). Licorice (*Glycyrrhiza glabra*): Botanical Aspects, Multisectoral Applications, and Valorization of Industrial Waste for the Recovery of Natural Fiber in a Circular Economy Perspective.

Fibers.

14. Davidova, S., Galabov, A. S., & Satchanska, G. (2024). Antibacterial, Antifungal, Antiviral Activity, and Mechanisms of Action of Plant Polyphenols. *Microorganisms*, 12.
15. Zhao, Y., Li, X., Guo, S., Xu, J., Cui, Y., Zheng, M., & Liu, J. (2023). Thermodynamics and Physicochemical Properties of Immobilized Maleic Anhydride-Modified Xylanase and Its Application in the Extraction of Oligosaccharides from Wheat Bran. *Foods*, 12.
16. Pereira, D. T., García-García, P., Korbee, N., Vega, J., Señoráns, F. J., & Figueroa, F. L. (2024). Optimizing the Extraction of Bioactive Compounds from Porphyra linearis (Rhodophyta): Evaluating Alkaline and Enzymatic Hydrolysis for Nutraceutical Applications. *Marine Drugs*, 22.
17. Xie, Y., Ji, X., Tian, Z., Wang, Y., Mo, X., Zhang, F., & Zhou, J. (2025). Extraction of high-purity lignin from the kraft pulping black liquor by enzyme purification process with alkaline-resistant xylanase and cellulase. *International Journal of Biological Macromolecules*, 139574 .

Contacteur Enzymes.bio

Des questions sur une commande ? Notre équipe se fera un plaisir de vous aider.

E-MAIL wholesale@enzymes.bio

TÉLÉPHONE (ÉTATS-UNIS) **+1 (507) 428-6057**

[Nous contacter →](#)



400+ Clients B2B



60+ partenaires de recherche universitaires



54 servis dans le monde entier

© 2026 Enzymes.bio · Fourniture d'enzymes industrielles & de transformation alimentaire · Non destiné à la consommation humaine ni à la vente au détail.