

Food Grade β -Glucanase für Pflanzenextraktion: Zellwandaufschluss, Viskositätskontrolle und bessere Freisetzung pflanzlicher Inhaltsstoffe

Enzymes.bio Research-Team · Wellington, Neuseeland · June 18, 2026

Food Grade β -Glucanase für Pflanzenextraktion wird eingesetzt, um β -glucanreiche oder glucanartig vernetzte Zellwandstrukturen in pflanzlichen Rohstoffen kontrolliert abzubauen. Dadurch können Extraktionsmedien leichter in die Matrix eindringen, Zielstoffe besser freigesetzt werden und viskose oder schwer filtrierbare Pflanzenaufschlüsse prozessierbarer werden. Der Nutzen hängt jedoch stark von Rohstoff, Zielmolekül, Vorbehandlung und Prozessmilieu ab; β -Glucanase ist ein gezieltes Werkzeug zur Matrixmodifikation, kein universeller Zellwandlöser.

Warum β -Glucanase bei der Pflanzenextraktion relevant ist

Pflanzliche Extraktion scheitert in der Praxis selten daran, dass ein wertvoller Inhaltsstoff „nicht vorhanden“ ist. Häufiger liegt er in einer biologischen Matrix, die den Stoffaustausch begrenzt: Zellwände, Mittellamellen, Speichergewebe, Schleimstoffe, Protein-Polysaccharid-Netzwerke oder partikuläre Rückstände halten Wasser, Alkohol-Wasser-Gemische oder andere Extraktionsmedien zurück. β -Glucanase adressiert einen Teil dieser Barriere, indem sie bestimmte β -glycosidische Bindungen in β -Glucanen und verwandten glucanartigen Polysacchariden spaltet. Untersuchungen an pflanzlichen Zellwänden zeigen, dass Glucan-abbauende Enzyme nicht nur Abbauwerkzeuge sind, sondern in Pflanzen selbst mit Wanddynamik, Zellstreckung und sekundärer Zellwandbildung verknüpft sein können ^[1].

Für die industrielle Pflanzenextraktion ist diese biologische Funktion praktisch interessant: Wenn ein Rohstoff viel lösliche oder quellende β -Glucane enthält, kann seine Suspension dickflüssig werden, schlecht sedimentieren, Filter schnell zusetzen oder Zielstoffe nur langsam freisetzen. Wenn β -Glucanase langkettige Polysaccharide in kürzere Fragmente überführt, sinkt typischerweise die Netzwerkstärke solcher Strukturen; dadurch können Diffusion, Benetzung, Rührbarkeit und Fest-Flüssig-Trennung günstiger werden. Besonders bei Getreidefraktionen, Fruchtrückständen,

pflanzlichen Nebenströmen, Kräuterextrakten, Pilz- oder Hefeanteilen in fermentierten Pflanzenmatrices und β -glucanreichen Ballaststoffsystemen ist dieser Mechanismus plausibel, weil β -Glucane dort als Struktur- oder Viskositätskomponente auftreten können [2].

Wichtig ist die saubere Abgrenzung: Pflanzenzellwände bestehen nicht nur aus β -Glucanen. Cellulose, Hemicellulosen, Pektine, Proteine, Phenole und mineralische Komponenten bilden je nach Pflanzenart und Gewebe eine andere Architektur. Eine β -Glucanase kann daher eine Matrix öffnen, wenn ihr Substrat prozesslimitierend ist; sie ersetzt aber nicht automatisch Pektinase, Cellulase, Xylanase, Protease oder mechanische Zerkleinerung. Forschung zur enzymatischen Modifikation von Pflanzenzellwänden durch Endo- β -1,4-Glucanase und Cellulose-bindende Domänen zeigt, dass die Wirkung solcher Enzyme von Substratbindung, Polymerzugänglichkeit und Wandstruktur abhängt [3].

Der biochemische Mechanismus: Was β -Glucanase tatsächlich spaltet

β -Glucane sind Polysaccharide aus Glucosebausteinen, die über β -glycosidische Bindungen verknüpft sind. Je nach Herkunft unterscheiden sich Bindungstyp und Architektur: In Getreide kommen häufig gemischt verknüpfte β -Glucane mit β -1,3- und β -1,4-Bindungen vor; Pilz- und Hefezellwände enthalten wichtige β -1,3- und β -1,6-Glucanstrukturen; in Pflanzenzellwänden können verschiedene glucanartige Polymere und Hemicellulosen mechanisch zusammenwirken. Eine β -Glucanase ist deshalb keine einzelne universelle „Schere“, sondern eine Funktionsklasse von Enzymen, deren konkrete Substratpräferenz vom Enzymtyp abhängt. Ein spezifisches Beispiel ist eine gemischt verknüpfte β -1,3;1,4-Glucan-Hydrolase, die genau diesen Polysaccharidtyp in Pflanzenzellwänden abbauen kann [4].

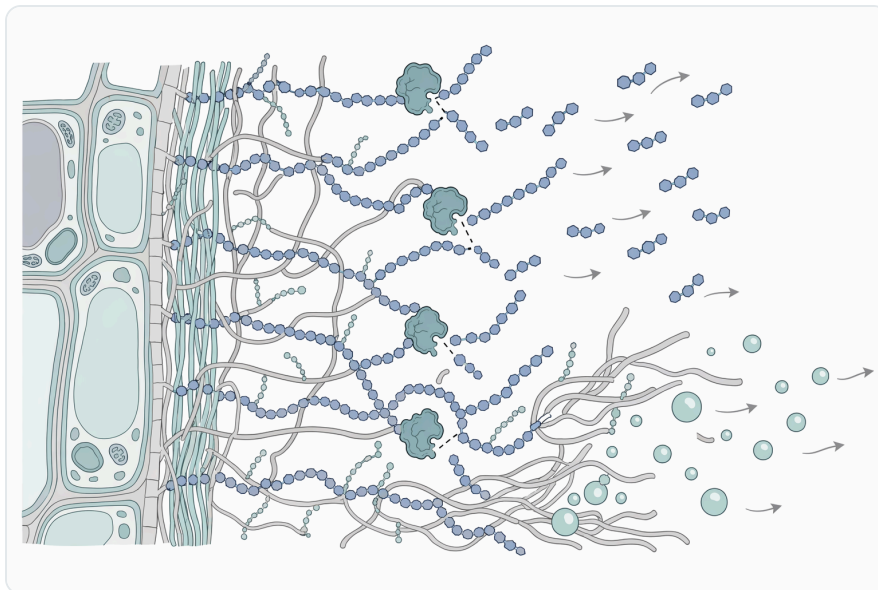


Figure 1. β -글루카나아제는 긴 β -글루칸 사슬에서 분해되기 쉬운 β -글리코시드 결합을 가수분해하여, 네트워크 형성 성향이 낮은 더 짧은 조각을 생성합니다.

Mechanistisch führt die Hydrolyse zu kürzeren Polymerketten. Das ist prozesstechnisch entscheidend: Lange, hydratisierte Polysaccharide erhöhen die Viskosität und bilden durch Überlappung oder Wechselwirkung mit anderen Zellwandbestandteilen viskoelastische Netzwerke. Werden sie enzymatisch geschnitten, nimmt die Fähigkeit zur Netzwerkbildung ab. Das kann das Rührverhalten verbessern, die Benetzung feiner Partikel erleichtern und die Freisetzung intrazellulärer oder wandgebundener Inhaltsstoffe beschleunigen. Bei pilzlichen Zellwänden ist die Wirkung besonders anschaulich: Eine β -1,6-Glucanase aus Myxobakterien wurde beschrieben, weil sie die Zellwandintegrität von *Fusarium oxysporum* zerstören und dadurch Zelltod auslösen kann [5].

Bei pflanzlicher Extraktion ist der Effekt meist weniger dramatisch als bei einer gezielten antifungalen Zellwandzerstörung. Ziel ist in der Regel nicht, jede Zelle vollständig zu lysieren, sondern die Matrix so weit zu lockern, dass Lösungsmittelzugang, Auswaschung und Trennung effizienter werden. Das Enzym arbeitet dabei an zugänglichen Substratstellen; stark kristalline Cellulosebereiche, pektinreiche Mittellamellen oder lignifizierte Strukturen bleiben ohne passende Vorbehandlung oder komplementäre Enzyme begrenzend. Die Forschung zu β -1,3-Glucanasen aus Pflanzen und Bakterien zeigt, dass selbst Enzyme mit ähnlicher Funktionsbeschreibung in ihrer Fähigkeit, β -Glucane aus Pilzzellwänden abzubauen, unterschiedlich leistungsfähig sein können [6].

Welche pflanzlichen Rohstoffe besonders profitieren können

β -Glucanase ist besonders naheliegend, wenn die Rohstoffmatrix β -Glucane enthält oder wenn glucanartige Strukturen die Prozessführung sichtbar beeinflussen. Dazu zählen getreidebasierte Rohstoffe, Kleien, Keimfraktionen, Malz- und Fermentationsströme, viskose Pflanzenaufschlüsse, bestimmte Nebenströme aus der Getränke- und Lebensmittelproduktion sowie Kombinationen aus pflanzlichem Material und mikrobieller Biomasse. β -Glucane werden in der Lebensmittelwissenschaft nicht nur als Strukturpolymere, sondern auch als funktionelle Ballaststoffe mit technologischen und ernährungsbezogenen Eigenschaften diskutiert [2].

Auch Frucht- und Gemüseverarbeitung kann relevant sein, obwohl dort Pektine häufig dominieren. Rote Bete ist ein Beispiel für einen pflanzlichen Rohstoff, bei dem die Gewinnung wertgebender Inhaltsstoffe stark von Matrix, Extraktionsmethode und Stabilität der Zielstoffe abhängt; Übersichtsarbeiten zu Roter Bete behandeln Phytochemikalien, Nebenprodukte und Extraktionsverfahren als zusammenhängendes Prozessproblem [7]. In solchen Systemen kann β -Glucanase sinnvoll sein, wenn glucanartige Wandanteile, Schleimstoffe oder Mischmatrices den Stofftransport begrenzen, während für pektinreiche Gewebe oft ergänzende Enzymklassen wichtiger sind.

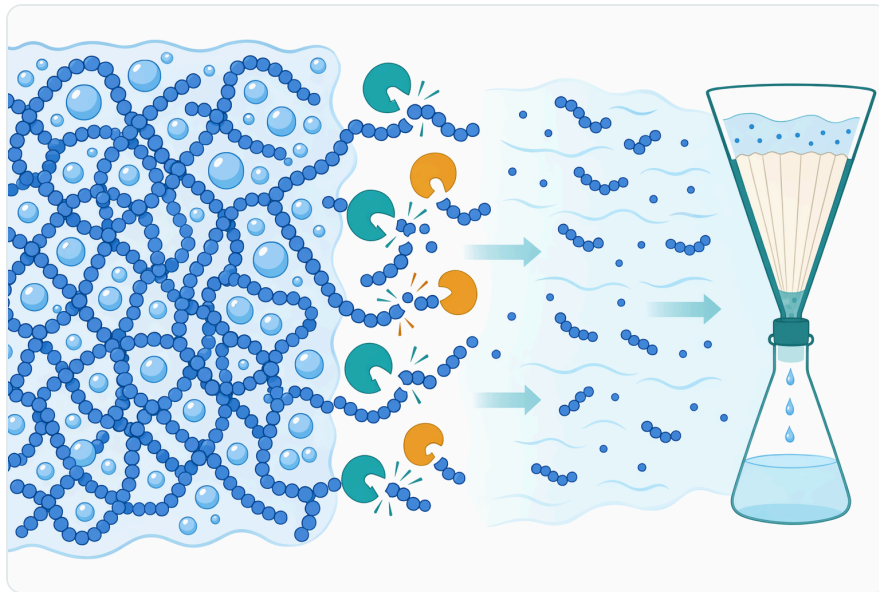


Figure 2. 수화된 긴 β -글루칸 사슬은 서로 얽히고 물을 붙잡을 수 있지만, 효소에 의한 탈중합은 높은 점도를 유발하는 물리적 요인을 줄여 줍니다.

Pflanzliche Nebenströme sind ein weiteres Feld. Blätter, Schalen, Presskuchen und Faserfraktionen enthalten häufig noch Proteine, Polyphenole, Pigmente oder funktionelle Kohlenhydrate, sind aber mechanisch stabil und heterogen. Studien zur Fruchtreifung und Zellwanddegradation zeigen am Beispiel Banane, dass Stärkeabbau, Zellwandabbau und Reifungsphysiologie eng gekoppelt sind; die technische Verarbeitung nutzt im Grunde eine ähnliche Logik, allerdings kontrolliert und prozessbezogen ^[8]. β -Glucanase kann dort ein Baustein sein, wenn Zellwandlockerung ohne aggressive chemische Bedingungen gewünscht ist.

Was bei der Pflanzenextraktion erreicht werden soll

Der erste mögliche Nutzen ist eine höhere oder schnellere Freisetzung von Zielstoffen. Wenn β -Glucanase Zellwandpolymere verkürzt, entstehen zusätzliche Poren, weniger viskose Grenzschichten und eine größere effektive Kontaktfläche zwischen Extraktionsmedium und Gewebe. Das kann Proteine, Pigmente, Polyphenole, Aromavorstufen, lösliche Ballaststofffraktionen oder intrazelluläre Metabolite besser zugänglich machen. Dass Zellwandabbau und Pathogen- beziehungsweise Stressprozesse an der Pflanzenoberfläche stark von subzellulären Wanddynamiken geprägt sind, unterstreicht, wie zentral die Wandarchitektur für Zugänglichkeit und Barrierefunktion ist ^[9].

Der zweite Nutzen ist Viskositäts- und Filtrationsmanagement. In β -glucanreichen Suspensionen führen lange Polymere zu hohem Fließwiderstand, schlechter Klärung und belasteten Filtern oder Separatoren. Durch enzymatische Kettenverkürzung kann die Flüssigphase handhabbarer werden. Dieser Effekt ist in der Praxis oft genauso wertvoll wie eine reine Ausbeutesteigerung: Ein Extrakt, der sich besser pumpen, zentrifugieren, filtrieren oder konzentrieren lässt, reduziert Prozessrisiken und

kann nachgelagerte Schritte stabilisieren. Dass die industrielle Forschung weiterhin thermostabile β -1,3-1,4-Glucanasen und deren Modulararchitektur untersucht, zeigt den Bedarf an robusten Glucanasefunktionen für Anwendungen in Feed-, Lebensmittel- und Nutraceutical-nahen Prozessen ^[10].

Der dritte Nutzen ist eine mildere Prozessführung. Enzyme ermöglichen Matrixmodifikation bei Bedingungen, die für viele natürliche Inhaltsstoffe verträglicher sein können als starke Säuren, Laugen oder lange Hochtemperaturbehandlungen. Das ist insbesondere relevant für Pigmente, Aromastoffe und oxidations- oder wärmeempfindliche Phytochemikalien. Bei Betalain-haltigen Rote-Bete-Pigmenten wurde beispielsweise die Licht- und Temperaturstabilität als anwendungsrelevantes Thema für die Lebensmittelindustrie untersucht; solche Stabilitätsfragen bestimmen, wie aggressiv ein Extraktionsprozess sein darf ^[11].

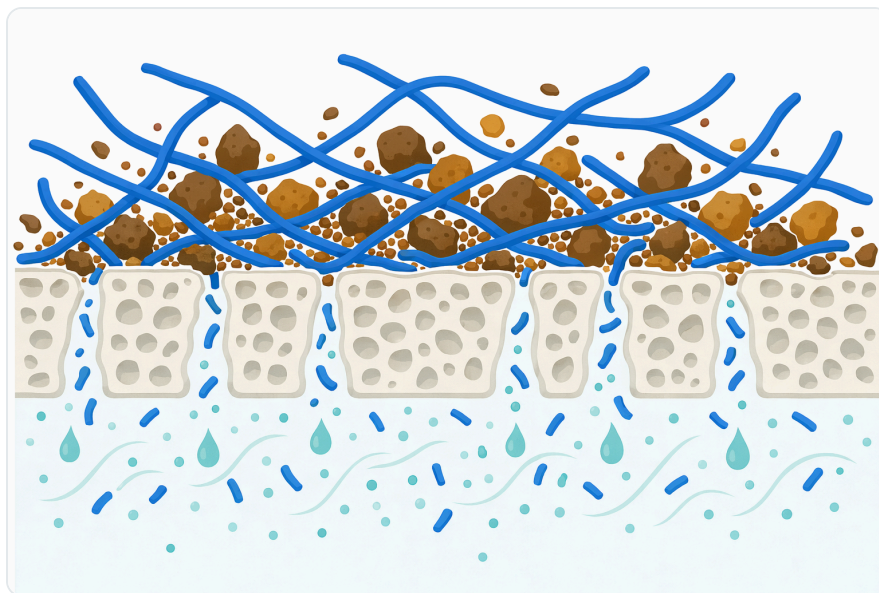


Figure 3. 더 짧은 β -글루칸 조각은 여과 과정에서 끈적한 기공 막힘 네트워크를 형성할 가능성이 낮습니다.

Vergleich: β -Glucanase gegenüber anderen Enzymen in der Pflanzenmatrix

Die folgende Tabelle ordnet β -Glucanase gegenüber häufigen Enzymklassen ein. Sie ersetzt keine Prozessvalidierung, hilft aber bei der technischen Einordnung.

Enzymklasse	Hauptziel in pflanzlichen oder biologischen Matrices	Typischer Prozesseffekt	Wann besonders relevant	Grenze der Wirkung
β -Glucanase	β -Glucane und bestimmte	Senkung glucanbedingter	Getreidefraktionen, fermentierte	Wirkt nicht gezielt auf Pektin, Lignin

Enzymklasse	Hauptziel in pflanzlichen oder biologischen Matrices	Typischer Prozesseffekt	Wann besonders relevant	Grenze der Wirkung
	glucanartige Polysaccharide	Viskosität, bessere Matrixzugänglichkeit, erleichterte Filtration	Pflanzenmatrices, β -glucanreiche Rohstoffe, Hefe- oder Pilzanteile	oder alle Hemicellulosen
Cellulase / Endoglucanase	Cellulose- oder celluloseähnliche Glucanbereiche	Lockerung faseriger Strukturen, Freisetzung gebundener Fraktionen	Faserreiche Pflanzenreste, Blatt- und Stängelmaterial	Kristalline Cellulose und Lignifizierung bleiben schwer zugänglich
Pektinase	Pektine und Mittellamellen	Gewebezerfall, Pressausbeute, Klärung	Früchte, Beeren, Gemüse, pektinreiche Pressrückstände	Weniger spezifisch für β -glucanbedingte Viskosität
Xylanase	Xylane und arabinoxylanartige Hemicellulosen	Abbau bestimmter Hemicellulosen, Viskositäts- und Faseranpassung	Getreidekleien, Schalen, pflanzliche Faserfraktionen	Nicht primär für β -Glucane oder Pektine
Protease	Proteine und Protein-Netzwerke	Freisetzung von Peptiden, Solubilisierung, Texturveränderung	Proteinreiche Pflanzenmatrices, Nebenstromproteine	Kann Zielproteine unerwünscht hydrolysieren
Amylase	Stärke	Verflüssigung stärkehaltiger Systeme, Zuckerfreisetzung	Knollen, Getreide, unreife oder stärkehaltige Rohstoffe	Keine direkte Zellwandhydrolyse

Die Tabelle zeigt: β -Glucanase ist besonders stark, wenn β -Glucane den Prozess stören oder ein glucanreicher Wandanteil die Zielstofffreisetzung begrenzt. In gemischten Pflanzenmatrices ist die beste Lösung oft nicht „mehr Enzym“, sondern eine passendere enzymatische Zielrichtung. Die Literatur zu Protein-Engineering-Strategien für β -Glucanasen belegt, dass katalytische Aktivität, Thermostabilität sowie Säure- und Basenstabilität gezielt weiterentwickelt werden, weil verschiedene Anwendungen unterschiedliche Belastungsprofile haben ^[12].

Prozessparameter: welche Faktoren die Wirkung bestimmen

Die wichtigste Variable ist die Zugänglichkeit des Substrats. Ein β -Glucan, das tief in unzerkleinerten Zellverbänden, trockenen Partikeln oder lignifizierten Schichten eingeschlossen ist, wird langsamer umgesetzt als ein hydratisiertes, quellfähiges Polymer in einer gut benetzten Suspension. Vorzerkleinerung, Einweichen, Homogenisierung oder thermische Vorbehandlung können die Kontaktfläche erhöhen, müssen aber zum Zielstoff passen. Forschung zur Regulation pflanzlicher Zellwanddegradation in *Trichoderma* zeigt, dass der Abbau pflanzlicher Zellwandpolymere biologisch stark reguliert ist und von Umgebungsbedingungen abhängen kann [13].

Der Wasseranteil ist ebenfalls zentral. Enzyme benötigen ein hydratisiertes Milieu; in sehr alkoholreichen, sehr zuckerreichen oder stark lösungsmittelhaltigen Systemen kann die Proteinstruktur beeinträchtigt oder die Substratdiffusion begrenzt sein. Für Pflanzenextrakte bedeutet das häufig: Die enzymatische Behandlung findet vor einer intensiveren Lösungsmittelstufe oder in einem wasserhaltigen Voraufschluss statt. Danach kann der Extraktionsprozess je nach Zielstoff angepasst werden. Bei Mikroalgen als neuer Ressource für die Lebensmittelindustrie wird ebenfalls deutlich, dass Zellaufschluss, Wassergehalt und Matrixzugänglichkeit entscheidende technische Hürden für die Nutzung biologischer Rohstoffe sind [14].

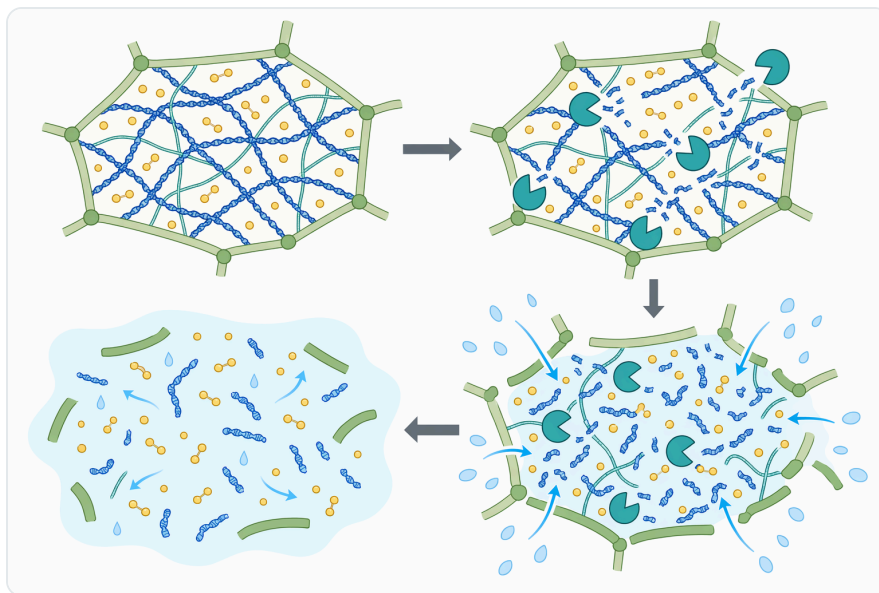


Figure 4. 글루칸이 풍부한 세포벽 구조를 가수분해하면 매트릭스가 느슨해지고 용해성 추출 성분의 확산 경로가 짧아질 수 있습니다.

pH-Wert und Temperatur steuern Enzymaktivität, Zielstoffstabilität und mikrobielle Prozesssicherheit. Ohne produkt- oder herstellerepezifische Aktivitätsangaben zu nennen, lässt sich festhalten: β -Glucanasen aus verschiedenen Quellen unterscheiden sich erheblich in ihren optimalen Bereichen. Daher sollte ein Prozess nicht allein aus generischen Enzymbeschreibungen abgeleitet werden. Die

Entwicklung einer β -1,3-1,4-Glucanase aus *Aspergillus niger* für Feed- und nutraceutical-nahe Anwendungen zeigt, dass Herkunft und Charakterisierung eines Enzyms für die Anwendungseignung relevant sind [15].

Die Kontaktzeit bestimmt, ob die Matrix nur leicht gelockert oder stärker depolymerisiert wird. Zu kurze Zeiten können unzureichend wirken; zu lange Behandlungen können die Rheologie stärker verändern als gewünscht oder nachgelagerte Trennschritte beeinflussen. In Pflanzenextraktion ist daher meist ein Gleichgewicht gefragt: ausreichend Hydrolyse für Stofftransport und Filtration, aber kein unnötiger Abbau funktioneller Ballaststoffstrukturen, wenn diese im Endprodukt erhalten bleiben sollen. Bei gemischt verknüpften β -Glucanen wurde eine licht- beziehungsweise dunkelheitsabhängige Degradation als biologisch gesteuerter Prozess beschrieben, was verdeutlicht, dass β -Glucanabbau in lebenden Systemen fein reguliert sein kann [4].

Zielstoffe: Proteine, Pigmente, Polyphenole und funktionelle Fraktionen

Bei Proteinen aus Pflanzennebenströmen liegt ein Teil des Potenzials in der Freisetzung aus Zellverbänden und der Verringerung nicht-proteinischer Störpolymere. β -Glucanase kann hier helfen, wenn glucanartige Kohlenhydrate die Extraktion oder Filtration behindern. Sie ist jedoch keine Protease und soll Zielproteine nicht spalten; das ist ein Vorteil, wenn intakte Proteinfunktion gewünscht ist. Pflanzenproteine und Peptide aus weniger genutzten Rohstoffen wie *Jatropha* werden seit Jahren auf ernährungsbezogene, biochemische und pharmazeutische Potenziale untersucht, wobei die Matrixaufbereitung ein entscheidender Schritt bleibt [16].

Bei Pigmenten und Farbstoffen ist die Herausforderung anders: Viele Zielstoffe sind empfindlich gegenüber Sauerstoff, Licht, pH-Verschiebung oder Wärme. Die Aufgabe der enzymatischen Vorbehandlung ist daher nicht maximale Zellzerstörung, sondern eine schonende Erhöhung der Zugänglichkeit. Rote Bete und ihre Nebenprodukte sind ein gutes Beispiel, weil sie wertgebende Phytochemikalien enthalten, deren Gewinnung stark von Extraktionsmethode und Prozessbedingungen abhängt [7]. β -Glucanase kann in solchen Anwendungen eine niedrigere mechanische Intensität oder kürzere Extraktionszeiten unterstützen, wenn β -Glucane im Rohstoffsystem eine relevante Barriere darstellen.



Figure 5. 가장 적합한 적용 분야는 접근 가능한 β -글루칸이 점도나 분리 저항에 영향을 주는 곡물, 효모, 진균, 발효 관련 원료 및 일부 식물성 원료 흐름입니다.

Bei Polyphenolen, Aromavorstufen und sekundären Pflanzenstoffen ist die Bindung oft heterogen: Ein Teil ist löslich, ein Teil an Zellwandpolymere gebunden oder in Partikel eingeschlossen. β -Glucanase kann die Freisetzung indirekt verbessern, indem sie die Wandmatrix lockert, ohne zwingend die chemische Bindung des Zielstoffs selbst zu spalten. Die Zelldynamik an der Schnittstelle zwischen Pflanze und Pathogen zeigt, dass Pflanzenwände aktive, umbaubare Kompartimente sind, die Molekülzugang und Abwehrreaktionen beeinflussen ^[9].

Bei funktionellen Ballaststofffraktionen ist Vorsicht geboten. β -Glucane selbst können Zielprodukt sein, etwa wegen ihrer technologischen oder ernährungsbezogenen Eigenschaften. Wenn ein Prozess intakte hochmolekulare β -Glucane erhalten soll, kann β -Glucanase unerwünscht sein oder nur sehr kontrolliert eingesetzt werden. Übersichtsarbeiten zu β -Glucan als funktioneller Faser betonen gerade die Relevanz seiner Struktur und funktionellen Eigenschaften für Lebensmittelanwendungen ^[2].

Besondere Rolle von Pilz-, Hefe- und Fermentationsanteilen

Viele Pflanzenextraktionsprozesse berühren mikrobielle Matrices: fermentierte Pflanzenrohstoffe, Hefetrub, Pilzbiomasse, Koji-ähnliche Systeme oder Extrakte aus Mischsubstraten enthalten Zellwände, in denen β -Glucane eine zentrale Rolle spielen. In solchen Fällen kann β -Glucanase nicht nur pflanzliche Polysaccharide, sondern auch mikrobielle Zellwandbestandteile adressieren. Eine antifungale β -1,3-Glucanase aus *Ficus microcarpa* Latex wurde mit pflanzlichen und bakteriellen β -1,3-Glucanasen verglichen, um den Abbau von β -Glucan in Pilzzellwänden zu charakterisieren ^[6].

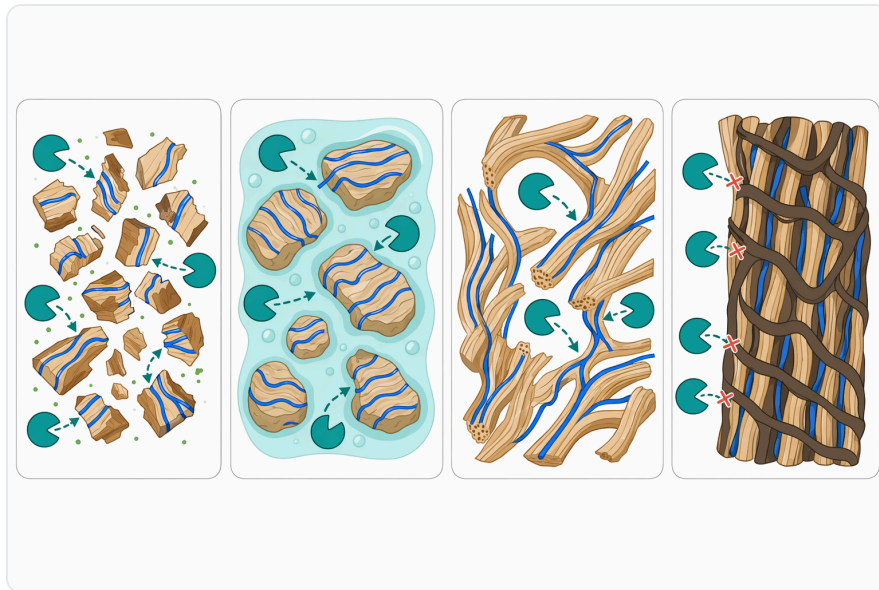


Figure 6. β -글루카나아제는 분쇄, 수화, 열처리 또는 적합한 전처리를 통해 글루칸 기질이 노출될 때 가장 잘 작용합니다.

Für Getränke- und Fermentationsprozesse ist dies prozesstechnisch wichtig, weil Hefe- oder Pilzzellwandfragmente Trubstabilität, Mundgefühl, Filtration und Kolloidverhalten beeinflussen können. β -Glucanase kann solche Strukturen verkürzen und damit Flüssigprozesse entlasten. Gleichzeitig sollte die Behandlung nicht mit Sterilisation oder antimikrobieller Konservierung verwechselt werden. Zellwandabbau kann Mikroorganismen schwächen oder aufschließen, ersetzt aber keine hygienische Prozessführung und keine validierten Haltbarkeitsmaßnahmen. Dass β -1,3-Glucanase aus *Trichoderma harzianum* an der Zellwandbiogenese beteiligt sein kann, aber nicht zwingend essenziell für Antagonismus gegen Pflanzenpathogene ist, zeigt die funktionelle Vielschichtigkeit dieser Enzyme ^[17].

Auch Glucanase-Inhibitoren sind biologisch relevant. Pflanzenpathogene können Gegenmechanismen entwickeln, die pflanzliche Glucanasen hemmen; die molekulare Charakterisierung solcher Glucanase-Inhibitorproteine wurde als Beispiel für Koevolution zwischen Pflanzenabwehr und Pathogen-Gegenabwehr beschrieben ^[18]. Für die technische Extraktion bedeutet das nicht, dass solche Inhibitoren immer prozesslimitierend sind, aber es erinnert daran, dass natürliche Matrices Enzymwirkung fördern oder bremsen können.

Realistische Erwartungen statt pauschaler Leistungsversprechen

Ein seriöser Einsatz von Food Grade β -Glucanase für Pflanzenextraktion beginnt mit der Frage, welcher Prozessengpass tatsächlich vorliegt. Wenn das Problem hohe Viskosität, langsame Fest-Flüssig-Trennung oder unvollständige Freisetzung aus glucanreichen Strukturen ist, passt β -Glucanase sehr gut zur technischen Aufgabe. Wenn dagegen Pektin-Gelbildung, Stärkeverkleisterung, Proteinaggregation, Öl-in-Wasser-Emulsionen oder lignifizierte Fasern dominieren, kann eine andere

Enzymklasse oder ein kombinierter Prozess wichtiger sein. Zellwandabbau in biologischen Systemen ist nie monokausal; auch bei *Chlamydomonas* wurde Zellwanddegradation über regulatorische Kinasen und Matrix-Metalloproteinase-Expression beschrieben, also über ein System mehrerer Faktoren [19].

Erwartbare Effekte sind daher am besten als Prozessindikatoren zu formulieren: sinkende Viskosität, bessere Pumpbarkeit, schnellere Extraktion, höhere Zielstoffkonzentration in der Flüssigphase, leichtere Klärung, geringere Filterbelastung oder homogenere Suspension. Nicht jeder Rohstoff zeigt alle Effekte gleichzeitig. In manchen Fällen ist die stärkste Verbesserung nicht die Ausbeute, sondern die Reproduzierbarkeit eines nachgelagerten Trennschritts.



Figure 7. 추출 효소마다 표적으로 하는 매트릭스 고분자가 다르므로, 공정을 제한하는 요인이 펙틴, 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 단백질 또는 전분이 아니라 β -글루칸일 때 β -글루카나아제가 가장 적합합니다.

Grenzen entstehen auch durch Zielstoffstabilität. Wenn ein empfindlicher Farbstoff durch längere wässrige Behandlung degradiert, kann eine enzymatische Vorbehandlung trotz besserer Matrixöffnung netto ungünstig sein. Wenn ein funktionelles β -Glucan als Ballaststoff erhalten bleiben soll, kann zu starke Hydrolyse die gewünschte Molekülgrößenverteilung verändern. Wenn die Matrix arm an β -Glucanen ist, bleibt der Effekt begrenzt. Genau deshalb sollte β -Glucanase als gezieltes Matrixwerkzeug verstanden werden, nicht als Ersatz für Rohstoffkenntnis.

Lebensmitteltauglicher Einsatz und regulatorische Einordnung

„Food Grade“ bedeutet im B2B-Kontext, dass das Enzympräparat für lebensmittelnahe Verarbeitungsprozesse vorgesehen ist; es bedeutet nicht, dass das Enzym als Endverbraucherprodukt oder zum direkten Verzehr gedacht ist. Enzymatische Verarbeitungshilfsstoffe müssen zur Anwendung,

zum lokalen Rechtsrahmen und zum Endprodukt passen. Sicherheitsbewertungen von Enzymzusätzen, etwa für Kombinationen aus Endo- β -Xylanase und Endo- β -Glucanase aus *Aspergillus niger* in der Tierernährung, zeigen, dass Enzymquelle, Verwendungszweck und Expositions-kontext bei der Bewertung eine zentrale Rolle spielen [20].

Für Kunden in Lebensmittel-, Getränke-, Pflanzenextrakt-, Kosmetikrohstoff- oder Forschungsanwendungen ist deshalb die technische Dokumentation wichtig. Enzymes.bio ist dabei Lieferant, nicht Hersteller und nicht Labor. Das Produkt wird in 1-kg-Einheiten direkt online verkauft; CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert. Diese Dokumente unterstützen interne Wareneingangs-, Sicherheits- und Qualitätsprozesse, ersetzen aber keine kundenseitige Bewertung der konkreten Anwendung und Rechtslage.

Auch die Begrifflichkeit sollte präzise bleiben. β -Glucanase ist kein Konservierungsmittel, kein Extraktstandardisierer und kein Garant für einen bestimmten Wirkstoffgehalt. Sie verändert die Matrix, damit ein vorhandenes Extraktionssystem besser arbeiten kann. Auf einer verwandten Enzymes.bio-Produktseite wird β -Glucanase im lebensmittelnahen Kontext für Weinherstellung, Zellwandaufschluss und Reifungsprozesse beschrieben; für Pflanzenextraktion ist derselbe Grundmechanismus relevant, auch wenn Rohstoff und Prozessziel anders sein können .



Figure 8. 일반적인 효소 보조 추출 과정에서는 정화 및 후속 마무리 공정 전에 수성 마쇄, 침지, 슬러리 유지 또는 추출 단계에서 β -글루카나아제를 첨가합니다.

Anwendungskonzept für industrielle Pflanzenextraktion

Ein typisches Prozesskonzept beginnt mit einer geeigneten Rohstoffvorbereitung. Zerkleinern, Mahlen, Schneiden oder Einweichen erhöhen die Oberfläche und verbessern die Hydratation. Anschließend wird die β -Glucanase in einem wasserhaltigen Milieu eingesetzt, damit sie ihre Substrate erreichen kann. Danach folgen je nach Produktziel Extraktion, Pressen, Zentrifugation, Filtration, Konzentration, Stabilisierung oder Trocknung. Diese Reihenfolge ist kein starres Rezept, sondern eine Logik: Erst wird die Matrix zugänglicher gemacht, dann wird der Zielstoff gewonnen und der Extrakt stabilisiert.

Bei viskosen Rohstoffen ist oft ein Voraufschluss sinnvoll, bevor feine Filtration oder Membranprozesse stattfinden. Bei Pigmenten oder Aromastoffen kann die enzymatische Phase kurz und mild gehalten werden, um unnötige Oxidation oder thermische Belastung zu vermeiden. Bei proteinreichen Fraktionen kann β -Glucanase helfen, nicht-proteinische Barrieren abzubauen, ohne Proteinstrukturen gezielt zu hydrolysieren. Bei fermentierten Pflanzenmatrices kann zusätzlich der Abbau von Hefe- oder Pilzglucanen zur Klärung beitragen. Die Forschung zu Zellwandintegrität bei Pilzpathogenen zeigt, wie empfindlich solche Systeme auf Eingriffe in β -Glucanstrukturen reagieren können ^[21].

Entscheidend ist, dass die Wirkung in Relation zum Prozessziel bewertet wird. Eine sinkende Viskosität kann positiv sein, wenn Filtration der Engpass ist; sie kann aber unerwünscht sein, wenn Textur oder Mundgefühl erhalten bleiben sollen. Eine stärkere Zellwandöffnung kann Ausbeute erhöhen, aber auch mehr Begleitstoffe freisetzen, etwa Trüb, Bitterstoffe oder polymergebundene Phenole. Gute Prozessführung bedeutet deshalb nicht maximale Hydrolyse, sondern kontrollierte Hydrolyse.

Qualitäts- und Produktinformationen zu Enzymes.bio

Enzymes.bio bietet Food Grade β -Glucanase for Plant Extraction als B2B-Produkt in 1-kg-Einheiten zur direkten Online-Bestellung an. Enzymes.bio agiert als Lieferant und stellt nicht dar, selbst Hersteller oder Prüflabor zu sein. CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert, damit professionelle Anwender die Ware in ihre internen Dokumentations- und Sicherheitsabläufe einordnen können.

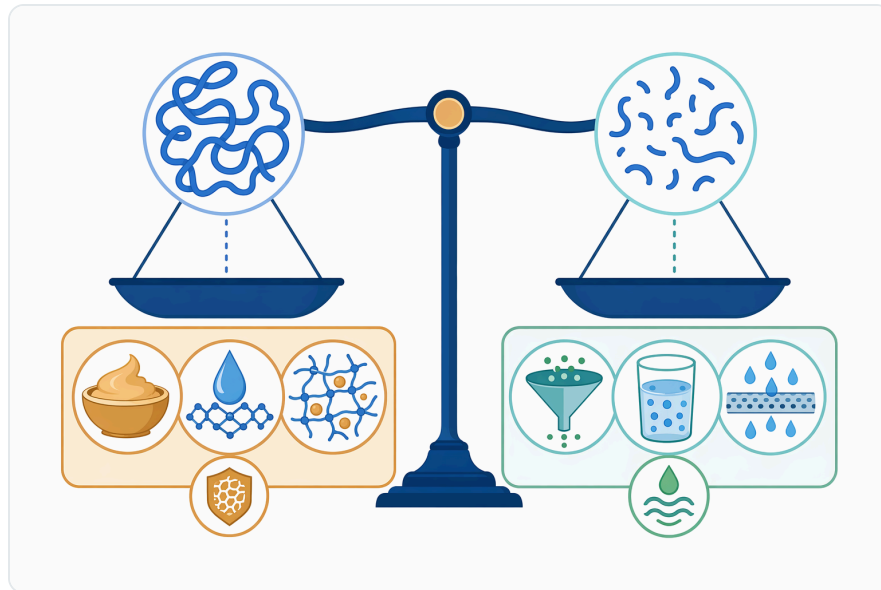


Figure 9. β -글루카나아제는 분자량을 낮춰 가공성을 개선할 수 있지만, 그 결과 생성되는 β -글루칸 분획은 기능적 특성이 달라질 수 있습니다.

Für technische Nutzer ist vor allem wichtig, das Produkt als Prozesshilfsmittel zur enzymatischen Matrixmodifikation zu verstehen. Es ist für professionelle Verarbeitungskontexte gedacht, in denen Rohstoff, Zielstoff und Prozessbedingungen bekannt sind oder intern bewertet werden. Aussagen zur Wirkung sollten immer auf die konkrete Matrix bezogen werden: β -Glucanase kann β -glucanbedingte Barrieren reduzieren, verbessert aber nicht automatisch jede Extraktion und ersetzt keine Validierung des Endprodukts.

Fazit: Wann Food Grade β -Glucanase die richtige Wahl ist

Food Grade β -Glucanase für Pflanzenextraktion ist besonders sinnvoll, wenn β -Glucane oder glucanartige Polysaccharidstrukturen Viskosität, Stofftransport, Zellwandzugänglichkeit oder Filtration begrenzen. Der Mechanismus ist klar: Das Enzym verkürzt bestimmte β -Glucan-Ketten, schwächt dadurch Polymernetzwerke und kann pflanzliche oder mikrobielle Zellwandanteile zugänglicher machen. Forschung zu β -Glucanasen, gemischt verknüpften β -Glucan-Hydrolasen und Zellwanddynamik unterstützt diese technische Logik ^[4].

Der größte praktische Nutzen liegt nicht in einem pauschalen „mehr Extrakt“, sondern in kontrollierbarer Prozessverbesserung: bessere Benetzung, geringere Viskosität, leichterer Fest-Flüssig-Transfer, schonendere Freisetzung empfindlicher Inhaltsstoffe und stabilere nachgelagerte Verarbeitung. Die Grenzen sind ebenso klar: Pektin-, Stärke-, Protein- oder Ligninprobleme brauchen andere oder ergänzende Ansätze; Zielstoffstabilität und gewünschte Produktfunktion bestimmen, wie

weit die Hydrolyse gehen darf. Für B2B-Anwender ist β -Glucanase damit ein präzises Werkzeug zur Pflanzenmatrix-Öffnung — besonders wertvoll, wenn der Rohstoff tatsächlich glucanbedingte Prozessbarrieren mitbringt.

Food Grade B-Glucanase For Plant Extraction online bestellen

Verkauf in 1 kg-Einheiten, ab Lager und versandbereit. Bestellen Sie direkt in unserem Shop — bezahlen Sie online, wir bearbeiten Ihre Bestellung. Ein Analysenzertifikat und ein Sicherheitsdatenblatt liegen jeder Bestellung bei.

[Food Grade B-Glucanase For Plant Extraction kaufen →](#)

Referenzen

Nummeriert nach Reihenfolge der Erstzitation. Open-Access-Quellen, jeweils zum Veröffentlichungszeitpunkt auf Erreichbarkeit geprüft; die Zitationsnummern im Text verlinken hierher:

1. Fang, S., Shang, X., He, Q., Li, W., Song, X., Zhang, B., & Guo, W. (2023). [A cell wall-localized \$\beta\$ -1,3-glucanase promotes fiber cell elongation and secondary cell wall deposition.](#) *Plant Physiology*.
2. Sinangil, Z., Taştan, Ö., & Baysal, T. (2022). [Beta-Glucan as a Novel Functional Fiber: Functional Properties, Health Benefits and Food Applications.](#) *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*.
3. Levy, I., Shani, Z., & Shoseyov, O. (2002). [Modification of polysaccharides and plant cell wall by endo-1,4-beta-glucanase and cellulose-binding domains.](#) *Biomolecular Engineering*, 19 1, 17-30 .
4. Kraemer, F., Lunde, C., Koch, M., Kuhn, B. M., Ruehl, C., Brown, P., Hoffmann, P., ... et al. (2021). [A mixed-linkage \(1,3;1,4\)- \$\beta\$ -D-glucan specific hydrolase mediates dark-triggered degradation of this plant cell wall polysaccharide.](#) *Plant Physiology*.
5. Ye, X., Xu, C., Xie, T., Zhang, Y., Zhao, Y., Xia, C., Li, Z., ... et al. (2023). [Myxobacterial Outer Membrane \$\beta\$ -1,6-Glucanase Induced the Cell Death of *Fusarium oxysporum* by Destroying the Cell Wall Integrity.](#) *Applied and Environmental Microbiology*, 89.
6. Takashima, T., Komori, N., Uechi, K., & Taira, T. (2023). [Characterization of an antifungal \$\beta\$ -1,3-glucanase from *Ficus microcarpa* latex and comparison of plant and bacterial \$\beta\$ -1,3-glucanases for fungal cell wall \$\beta\$ -glucan degradation.](#) *Planta*, 258.
7. Stoica, F., Râpeanu, G., Raţu, R., Stănciuc, N., Croitoru, C., Țopa, D., & Jitareanu, G. (2025). [Red Beetroot and Its By-Products: A Comprehensive Review of Phytochemicals, Extraction Methods, Health Benefits, and Applications.](#) *Agriculture*.
8. Song, Z., Hang-Chen, Lai, X., Wang, L., Yao, Y., Qin, J., Pang, X., ... et al. (2023). [The zinc finger protein MaCCCH33-like2 positively regulate banana fruit ripening by modulating genes in starch and cell wall degradation.](#) *Plant and Cell Physiology*.

9. Pinto, L., Soler-López, L., Serrano, A., & Sánchez-Rodríguez, C. (2025). Between Host and Invaders: The Subcellular Cell Wall Dynamics at the Plant-Pathogen Interface. *Annual Review of Plant Biology*, 76 1, 255-284 .
10. Lin, K., Shi, Z., Zhang, Z., Wei, Y., Wan, S., Gao, H., & Qin, Z. (2025). Module architecture analysis and application of glycoside hydrolase family 148 thermostable β -1,3-1,4-glucanase. *International Journal of Biological Macromolecules*, 142012 .
11. Molina, G., Hernandez-Martinez, A., Cortez-Valadez, M., García-Hernández, F., & Estevez, M. (2014). Effects of Tetraethyl Orthosilicate (TEOS) on the Light and Temperature Stability of a Pigment from Beta vulgaris and Its Potential Food Industry Applications. *Molecules*, 19, 17985 - 18002.
12. Yu, X., Hu, Y., Li, Q., Lv, Y., Tang, H., Wen, L., Cheng, Y., ... et al. (2025). Overview of various protein engineering strategies to improve the catalytic activity, thermostability, and acid/base stability of β -glucanase. *International Journal of Biological Macromolecules*, 142685 .
13. Schmoll, M. (2018). Regulation of plant cell wall degradation by light in Trichoderma. *Fungal Biology and Biotechnology*, 5.
14. Çakıroğlu, E., & Aral, G. İ. (2025). Microalgae as a new resource in the food industry. *Veteriner hekimler derneği dergisi*.
15. Vinche, M. H., Ataei, S., & Khanahmadi, M. (2025). Sustainable Production and Characterization of a Novel β -1,3-1,4-Glucanase from Aspergillus niger CCUG33991 for Enhanced Animal Feed and Nutraceutical Applications. *BiotechIntellect*.
16. Devappa, R. K., Makkar, H., & Becker, K. (2010). Nutritional, biochemical, and pharmaceutical potential of proteins and peptides from jatropha: review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 11, 6543-55 .
17. Ribeiro, M. S., Paula, R. G., Voltan, A. R., Castro, R. G., Carraro, C., Assis, L. J., Steindorff, A. S., ... et al. (2019). Endo- β -1,3-glucanase (GH16 Family) from Trichoderma harzianum Participates in Cell Wall Biogenesis but Is Not Essential for Antagonism Against Plant Pathogens. *Biomolecules*, 9.
18. Rose, J., Ham, K., Darvill, A., & Albersheim, P. (2002). Molecular cloning and characterization of glucanase inhibitor proteins: coevolution of a counterdefense mechanism by plant pathogens. *The Plant Cell*, 14 6, 1329-45 .
19. Kim, M., Jorge, G. L., Aschern, M., Cuiñé, S., Bertrand, M., Mekhalfi, M., Putaux, J., ... et al. (2024). The DYRK1P kinase regulates cell wall degradation in Chlamydomonas by inducing matrix metalloproteinase expression. *The Plant Cell*.
20. Safety Assessment on the Safety and Efficacy of a Feed Additive Containing Endo-1,4-Beta-Xylanase Produced by Aspergillus Niger CBS 109.713, and Endo-1,4-Beta-Glucanase Produced by Aspergillus Niger DSM 18404 for Its Use in All Pigs (RP1880). *Semantic Scholar* (2025).
21. Zhang, J., Liu, H., Yao, J., Ma, C., Yang, W., Lei, Z., & Li, R. (2024). Plant-derived citronellol can significantly disrupt cell wall integrity maintenance of Colletotrichum camelliae. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 204, 106087 .

Enzymes.bio kontaktieren

Fragen zu einer Bestellung? Unser Team hilft Ihnen gerne weiter.

E-MAIL wholesale@enzymes.bio

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

[Kontakt aufnehmen →](#)



400+ B2B-Kunden



60+ universitäre Forschungspartner



54 weltweit beliefert

© 2026 Enzymes.bio · Enzymlieferant für Industrie & Lebensmittelverarbeitung · Nicht zum menschlichen Verzehr oder für den Einzelverkauf.