

# Xylanase für den Abbau von Arabinoxylanen in Backwaren, Futtermitteln und pflanzlicher Biomasse

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

Xylanase ist ein Enzym, das Xylan und Arabinoxylane in pflanzlichen Rohstoffen spaltet und dadurch Wasserbindung, Viskosität und Zugänglichkeit der Zellwandmatrix verändert. Der technische Nutzen liegt vor allem in Brot- und Mehlanwendungen, Futtermitteln, Biomasseverwertung, Xylooligosaccharid-Herstellung sowie in Prozessen, in denen Hemicellulose Filtration, Verdauung oder enzymatische Weiterverarbeitung begrenzt <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio liefert Xylanase als online bestellbares Enzymprodukt in 1-kg-Einheiten. Enzymes.bio ist Lieferant, nicht Hersteller und nicht Labor; CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert.

## Was Xylanase chemisch macht

Xylanase, auch als Xylanase-Enzym oder *enzyme xylanase* gesucht, gehört funktionell zu den Glycosid-Hydrolasen. Ihr Substrat ist Xylan: ein Hemicellulose-Polymer aus  $\beta$ -1,4-verknüpften Xylose-Bausteinen. In Getreide und vielen Pflanzenzellwänden liegt Xylan häufig nicht als einfache lineare Kette vor, sondern als Arabinoxylan mit Arabinose-Seitenketten und weiteren Substitutionen. Diese Struktur erklärt, warum das passende *xylanase substrate* nicht nur „Xylan“ im abstrakten Sinn ist, sondern eine reale, oft verzweigte Pflanzenmatrix <sup>[2]</sup>.

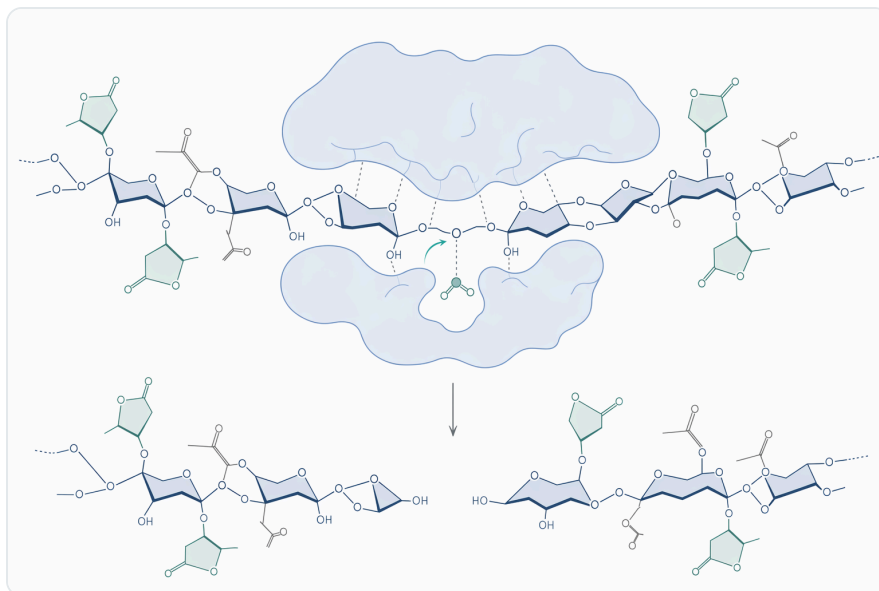
Die wichtigste Reaktion ist die Spaltung innerer Bindungen im Xylan-Rückgrat. Dadurch werden lange, wasserbindende Polymere in kürzere Fragmente zerlegt: lösliche Xylooligosaccharide, kleinere Arabinoxylan-Fractionen und – je nach Enzymsystem und Prozess – weiter abbaubare Zucker. Für die industrielle Anwendung ist dabei nicht nur die chemische Bindung entscheidend, sondern auch die Zugänglichkeit: In lignocellulosehaltigem Material sind Xylan, Cellulose und Lignin eng verschachtelt, sodass ein Enzym nur dort wirken kann, wo es die Oberfläche oder Porenstruktur tatsächlich erreicht <sup>[1]</sup>.

Die Xylanase-Wirkung ist deshalb kein universelles „Auflösen“ von Pflanzenfasern. Sie ist eine gezielte Änderung der Hemicellulose-Fraktion. In einem Teig kann diese Änderung die Wasserverteilung und Teigrheologie beeinflussen; in Futtermitteln kann sie viskositätsbildende Nicht-Stärke-Polysaccharide

reduzieren; in Biomasseprozessen kann sie eine Barriere um Cellulose teilweise öffnen. Das gleiche Enzymprinzip führt also je nach Matrix zu unterschiedlichen technischen Effekten [3].

## Der molekulare Mechanismus: warum kurze Schnitte große Prozesswirkungen haben

Bei endo-wirkenden Xylanasen bindet ein Abschnitt der Xylankette in einer aktiven Tasche oder Spalte des Proteins. Strukturarbeiten an GH11-Xylanasen zeigen, dass die Substratverarbeitung nicht nur durch „Kontakt“ zwischen Enzym und Zucker geschieht, sondern durch eine definierte Verzerrung des gebundenen Substrats in Richtung eines reaktiven Übergangszustands. Diese Substratverzerrung senkt die energetische Hürde für die Spaltung der  $\beta$ -1,4-glycosidischen Bindung [4].



**Figure 1.** 자일라나아제는 자일란 골격의 내부  $\beta$ -1,4 결합을 가수분해하여 더 짧은 자일로올리고당과 수용성 헤미셀룰로오스 조각을 형성한다.

GH11-Xylanasen sind häufig relativ kompakt und auf unverzweigte oder passend zugängliche Xylanabschnitte spezialisiert. Untersuchungen zur Erkennung eines einzelnen  $\beta$ -D-Xylopyranose-Moleküls durch eine GH11-Xylanase verdeutlichen, wie präzise einzelne Zuckerpositionen in der Bindungstasche gelesen werden. Das ist technisch relevant, weil kleine Unterschiede in Seitenketten, Verzweigungsgrad oder Vorbehandlung darüber entscheiden können, ob ein Rohstoff schnell oder nur begrenzt hydrolysiert wird [2].

GH10-Xylanasen besitzen oft eine andere Faltungs- und Bindungsarchitektur und können bei bestimmten substituierten Xylanen ein anderes Produktspektrum liefern als GH11-Vertreter. Eine Strukturarbeit zu einer psychrophilen GH10-Endo- $\beta$ -1,4-Xylanase zeigt, dass Kälteanpassung und

Substratbindung gemeinsam betrachtet werden müssen: Flexibilität kann Aktivität bei niedrigeren Temperaturen erleichtern, während Stabilität bei hohen Temperaturen oft andere Strukturmerkmale erfordert [5].

Weitere Xylanase-Familien zeigen, dass „Xylanase“ keine einzelne Enzymform beschreibt. Für eine GH30-7-Xylanase aus *Talaromyces cellulolyticus* wurde eine bifunktionale Substraterkennung beschrieben, bei der nicht nur das Xylan-Rückgrat, sondern auch besondere Substitutionsmuster die Reaktion lenken. Solche Unterschiede erklären, warum zwei Xylanase-Produkte im gleichen Rohstoff unterschiedliche Endprodukte, Viskositätsänderungen oder Prozessfenster zeigen können [6].

Auch Domänen außerhalb der katalytischen Region sind relevant. Bei einer Xylanase aus *Streptomyces chartreusis* beeinflussten Interaktionen zwischen Proteindomänen sowohl die Substrataffinität als auch die Hydrolyseproduktspezifität. Für Anwender bedeutet das: Die Produktwirkung wird nicht allein durch den Enzymnamen „Xylanase“ bestimmt, sondern durch die konkrete Enzymarchitektur und die Prozessmatrix [7].

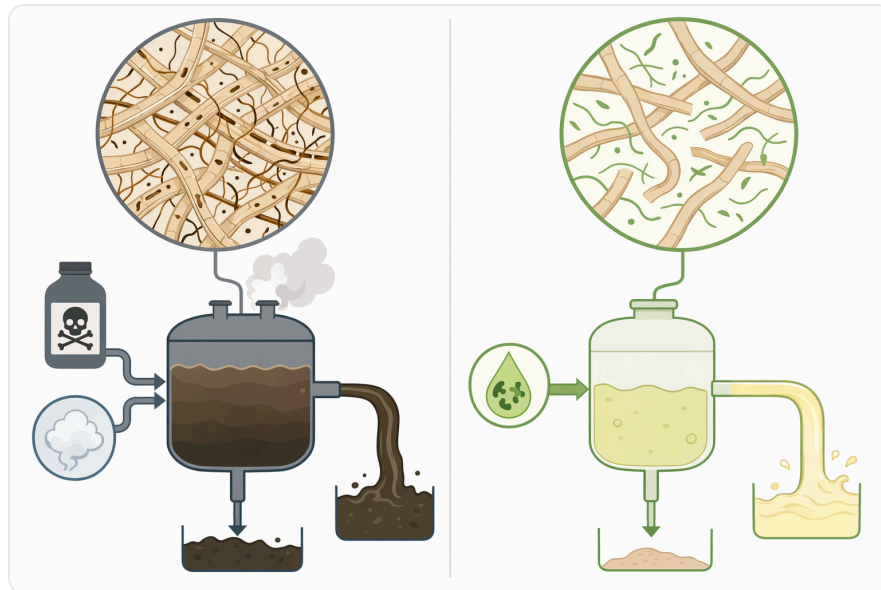
## Xylanase-Wirkung nach Anwendung: Vergleich der wichtigsten Einsatzfelder

Anwendung	Typisches Substrat oder Problem	Technischer Haupteffekt	Wichtige Grenze
Brot, Backwaren, Mehlbehandlung	Arabinoxylane in Weizen, Roggen, Vollkorn und Kleie	veränderte Wasserbindung, bessere Teigverarbeitung, Einfluss auf Krumenstruktur	Überhydrolyse kann zu weicher oder klebriger Struktur beitragen; Wirkung hängt stark von Mehl und Rezeptur ab [3]
Xylanase Futtermittel	Getreide-Arabinoxylane und pflanzliche Zellwandpolymere	geringere Viskosität, bessere Freisetzung eingeschlossener Nährstoffe, Unterstützung von Enzymcocktails	Resultate hängen von Tierart, Rohstoff, Prozessierung und Rationsaufbau ab [8]
Biomasse und Biorefinery	Xylan in lignocellulosehaltigen Reststoffen	Öffnung der Hemicellulose-Barriere, bessere Zugänglichkeit für Cellulasen oder Fermentation	Lignin, Vorbehandlung und Partikelstruktur begrenzen den Zugang [1]

Anwendung	Typisches Substrat oder Problem	Technischer Haupteffekt	Wichtige Grenze
Xylooligosaccharide	Xylanreiche Agro-Reststoffe, Holz- oder Pflanzenfasern	gezielte Bildung von XOS-Fractionen mit funktionellem Potenzial	Produktspektrum hängt von Enzymfamilie, Rohstoff und Hydrolysegrad ab <sup>[9]</sup>
Zellstoff- und Faserprozesse	Hemicellulose auf oder zwischen Pflanzenfasern	Modifikation der Faseroberfläche und bessere nachfolgende Verarbeitung	nicht jede Faserqualität oder Prozesssequenz profitiert gleich <sup>[10]</sup>
Niedrige oder hohe Prozesstemperaturen	kalte Maischen, warme Vorbehandlungen, Prozessschwankungen	Auswahl kälteangepasster oder thermostabiler Xylanasen kann das Prozessfenster erweitern	Stabilität und Aktivität sind nicht identisch; ein stabiles Enzym ist nicht automatisch das wirksamste im Substrat <sup>[11]</sup>

## Xylanase in Brot und Mehl: warum Arabinoxylan die Teigstruktur steuert

Bei Suchanfragen wie „xylanase brot“ geht es meist um die Frage, warum ein Enzym, das kein Gluten spaltet, trotzdem die Teigstruktur verändern kann. Der Schlüssel liegt in den Arabinoxylanen des Mehls. Diese Pentosane binden Wasser, erhöhen die Viskosität der wässrigen Phase und konkurrieren indirekt mit Gluten und Stärke um verfügbare Feuchtigkeit. Wenn Xylanase einen Teil dieser Polymere verkürzt, verändert sich die Wasserverteilung im Teig <sup>[3]</sup>.



**Figure 2.** GH10 자일라나아제는 일반적으로 치환된 자일란에 작용할 수 있는 더 넓은 활성 부위 홈을 가지는 반면, GH11 자일라나아제는 대개 더 작은 효소로 접근 가능한 자일란 골격에 효율적으로 작용한다.

Eine neuere Arbeit zu einer Weizen-Arabinoxylanase aus *Podospira comata* untersuchte ausdrücklich die Modifikation der Glutenmatrixentwicklung und die Brotqualität. Der Mechanismus ist nicht „Glutenverstärkung“ im engeren Sinn, sondern eine indirekte Änderung der Matrix: weniger stark vernetzte oder kürzere Arabinoxylan-Fraktionen können die Beweglichkeit der Teigphase und die Ausbildung von Gaszellen beeinflussen. Deshalb kann Xylanase in Backwaren besonders bei Vollkornmehlen, ballaststoffreichen Rezepturen und schwankenden Mehlqualitäten relevant sein <sup>[3]</sup>.

Gleichzeitig ist die Anwendung sensibel. Wird zu viel wasserbindendes Arabinoxylan abgebaut, kann die Teigphase zu weich, klebrig oder instabil werden. Der praktische Vorteil von Xylanase liegt deshalb nicht in maximaler Hydrolyse, sondern in kontrollierter Teilmodifikation. Xylanase-Benefits in Brot sind realistisch, wenn das Problem tatsächlich aus Arabinoxylan-bedingter Wasserbindung oder Viskosität kommt; sie sind weniger plausibel, wenn die Ursache in Proteinqualität, Knetenergie, Fettphase oder Fermentation liegt <sup>[3]</sup>.

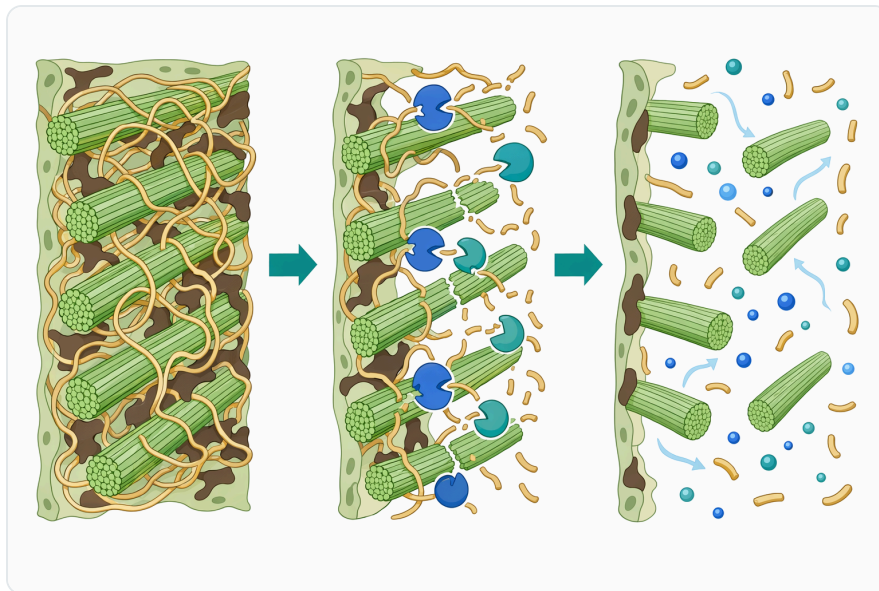
Der Begriff „fungal xylanase“ taucht in Back- und Lebensmittelkontexten häufig auf, weil viele industriell untersuchte Xylanasen aus Pilzen stammen. Studien zur Xylanase-Bildung durch *Aspergillus fumigatus* oder zur Sekretion von Xylanase durch *Aspergillus oryzae* zeigen, dass filamentöse Pilze wichtige biologische Quellen für solche Enzyme sind. Daraus folgt aber nicht automatisch, dass jede kommerzielle Xylanase gleich wirkt; Quelle, Enzymfamilie und Prozessprofil bleiben entscheidend <sup>[12]</sup>.

## Xylanase in Futtermitteln und „digestive enzymes“

Bei „xylanase digestive enzymes“ ist eine klare Abgrenzung wichtig: In der B2B-Anwendung geht es meist nicht um ein Human-Nahrungsergänzungsmittel, sondern um Futtermittel-Enzyme oder Prozessenzyme, die pflanzliche Zellwandpolymere abbauen. In Geflügel-, Schweine- oder Aquafeed-Rezepturen können Getreide und pflanzliche Proteinträger Arabinoxylane enthalten, die die Viskosität erhöhen und Nährstoffe physikalisch einschließen. Xylanase kann diese Matrix teilweise öffnen [8].

Eine Untersuchung mit einem metagenomisch abgeleiteten Kohlenhydrat-hydrolysierenden Enzymcocktail für Mais als Geflügelfutterzusatz zeigt, warum Einzel- und Kombinationsenzyme in Feed-Anwendungen zusammen gedacht werden. Mais und andere pflanzliche Rohstoffe bestehen nicht aus einem einzigen Polymer, sondern aus Stärke, Proteinen, Hemicellulosen, Cellulose und weiteren Zellwandbestandteilen. Xylanase adressiert davon vor allem Xylan- und Arabinoxylananteile; andere Enzyme ergänzen die Wirkung an Cellulose, Mannanen oder anderen Kohlenhydraten [8].

Auch mikrobiologische Arbeiten stützen die technische Logik. Das Genom von *Bacillus velezensis* ZY-1-1 enthält die Grundlage für substratinduzierbare Xylanase- und Cellulase-Aktivitäten gegenüber hemicellulosischen und cellulosischen Substraten. Das zeigt, dass Mikroorganismen in natürlichen Pflanzenzellwand-Systemen Xylanabbau selten isoliert betrachten: Xylanase und Cellulase treten funktionell oft gemeinsam auf, weil Pflanzenzellwände aus miteinander verknüpften Polymerfraktionen bestehen [13].



**Figure 3.** 엔도 자일라나아제는 셀룰로오스, 리그닌 함유 영역, 영양소 또는 수용성 추출물에 대한 접근을 제한하는 자일란 사슬을 짧게 만들어 식물 재료를 느슨하게 한다.

Für die praktische Futtermittelbewertung bedeutet das: Xylanase kann die Energie- und Nährstoffnutzung unterstützen, wenn arabinoxylanreiche Rohstoffe limitieren. Sie ist aber kein Ersatz für eine ausgewogene Rezeptur, geeignete thermische Prozessierung oder Rohstoffkontrolle. Eine Futtermittelmatrix mit wenig relevantem Xylan wird anders reagieren als eine Ration mit hohem Anteil viskositätsbildender Getreidefraktionen [8].

## Xylanase in Biomasse, Biofuel und Agro-Reststoffen

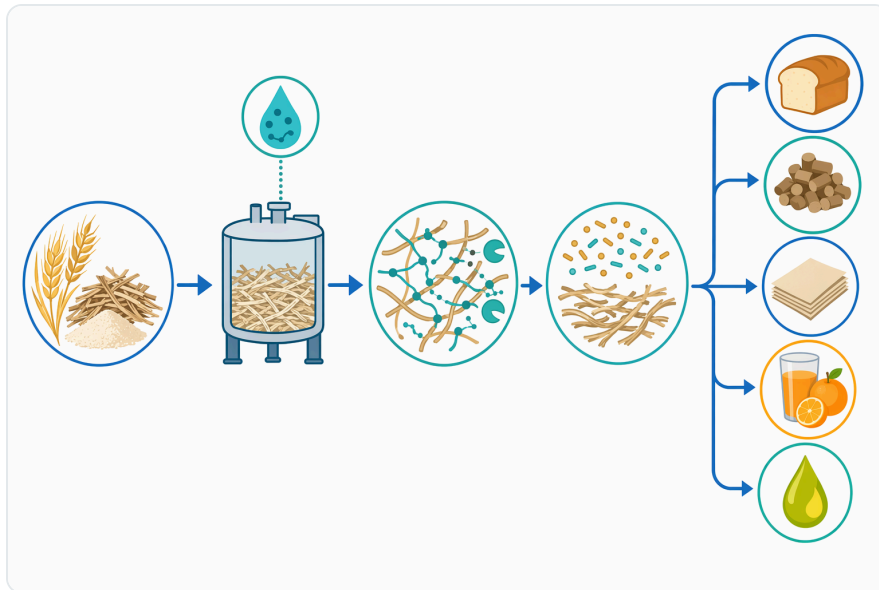
---

In der Biomasseverwertung ist Xylanase besonders wichtig, weil Xylan eine Hemicellulose-Barriere um Cellulosefasern bilden kann. Ein Review zu Enzyminteraktionen mit lignocellulosehaltigen Materialien beschreibt, dass die Bindung und Wirkung von Enzymen durch Oberflächenstruktur, Lignin, Porosität, Vorbehandlung und nichtproduktive Adsorption beeinflusst werden. Xylanase kann hier helfen, ist aber nur ein Teil eines komplexen Systems [1].

Für Biofuel- und Biorefinery-Prozesse ist das Ziel häufig nicht nur Xylanabbau, sondern eine höhere Gesamtausbeute an fermentierbaren Kohlenhydraten oder Plattformmolekülen. In einem konsolidierten Bioprozess mit einem Zwei-Spezies-Mikrobenkonsortium zur Butanolproduktion aus lignocellulosehaltiger Biomasse wird deutlich, dass Hydrolyse und Fermentation in solchen Konzepten eng gekoppelt sind. Xylanase unterstützt diese Logik, indem sie Hemicellulose zugänglicher macht und zusätzliche Zuckerströme erschließen kann [14].

Agroindustrielle Reststoffe sind dabei keine Abfälle im einfachen Sinn, sondern heterogene Rohstoffquellen. Arbeiten zur Xylanase-Produktion auf *Stipa tenacissima*-Biomasse oder zur Bioprozessierung agroindustrieller Residuen zeigen, dass Zusammensetzung, Partikelstruktur und Nährstoffumgebung stark beeinflussen, welche Enzymprofile entstehen. Für Anwender ist daraus vor allem abzuleiten: Rohstoffvariabilität ist ein zentraler Faktor für Xylanase-Wirkung [12].

Xylooligosaccharide, kurz XOS, sind ein weiteres wichtiges Zielprodukt. Studien zur XOS-Herstellung aus landwirtschaftlichen Abfällen berichten prebiotisches und antioxidatives Potenzial der erzeugten Fraktionen. Der technische Punkt ist hier nicht nur „Abbau“, sondern kontrollierte Hydrolyse: Zu weit gehende Spaltung kann andere Produktprofile ergeben als eine Reaktion, die gezielt Oligosaccharide erzeugt [9].



**Figure 4.** 펄프 예비 표백 과정에서 자일라나아제는 표면에 재침착된 자일란을 부분적으로 제거하여 표백 화학물질이 섬유에 더 효과적으로 침투하고 리그닌 유래 발색단이 빠져나갈 수 있게 한다.

Auch alkalitolerante Xylanasen sind für XOS-Prozesse relevant. Eine Arbeit zu einer extrazellulär exprimierten alkalitoleranten Xylanase aus *Bacillus subtilis* Lucky9 beschreibt deren Anwendung zur Xylooligosaccharid-Produktion aus agroindustriellen Reststoffen. Solche Beispiele zeigen, dass pH-Toleranz nicht nur eine Laboreigenschaft ist, sondern in realen Extraktions- oder Vorbehandlungsströmen über Prozesskompatibilität entscheiden kann [15].

## Temperatur, pH und Stabilität: warum Prozessfenster wichtiger sind als Schlagworte

Xylanase-Anwendungen unterscheiden sich stark: Teigbereitung läuft anders als Futtermittelverdauung, Zellstoffvorbehandlung oder Biomassehydrolyse. Deshalb reicht die Aussage „thermostabile Xylanase“ oder „cold-adapted Xylanase“ allein nicht aus. Entscheidend ist, ob das Enzym im jeweiligen Zeitfenster des Prozesses aktiv genug bleibt, das Substrat erreicht und vor Inaktivierung oder Hemmung ausreichend Hydrolyse leistet [11].

Thermostabile Xylanasen sind in warmen industriellen Prozessen interessant. Strukturarbeiten an Endo-1,4- $\beta$ -Xylanasen aus thermophilen Organismen wie *Caldicellulosiruptor owensensis* und *Caldicellulosiruptor bescii* zeigen, dass thermophile Anpassung mit Proteinstruktur, Stabilisierung von Oberflächenbereichen und Substratbindungspräferenzen zusammenhängt. Hohe Stabilität ist jedoch nicht automatisch gleichbedeutend mit optimaler Wirkung in jedem Rohstoff [11].

Eine thermostabile Xylanase aus *Bacillus altitudinis* JYY-02 wurde als industriell vielversprechend beschrieben und hydrolysierte mehrere Polysaccharide. Solche Befunde sind für technische Anwender relevant, weil reale Substrate selten chemisch rein sind. Wenn ein Enzym neben Xylan auch angrenzende Polysaccharidstrukturen beeinflusst, kann das Vorteile bringen, aber auch das Produktspektrum verändern [16].

Am anderen Ende stehen kälteangepasste Enzyme. Eine in *Pichia pastoris* exprimierte cold-adapted Xylanase Xyl-L wurde für die XOS-Herstellung untersucht. Kälteaktive Enzyme können dort nützlich sein, wo niedrige Prozesstemperaturen erwünscht sind, etwa zur Schonung temperaturempfindlicher Rohstoffe oder zur Reduktion thermischer Prozesslast. Gleichzeitig sind solche Enzyme oft empfindlicher gegenüber Wärme, sodass das Prozessfenster sauber definiert sein muss [17].

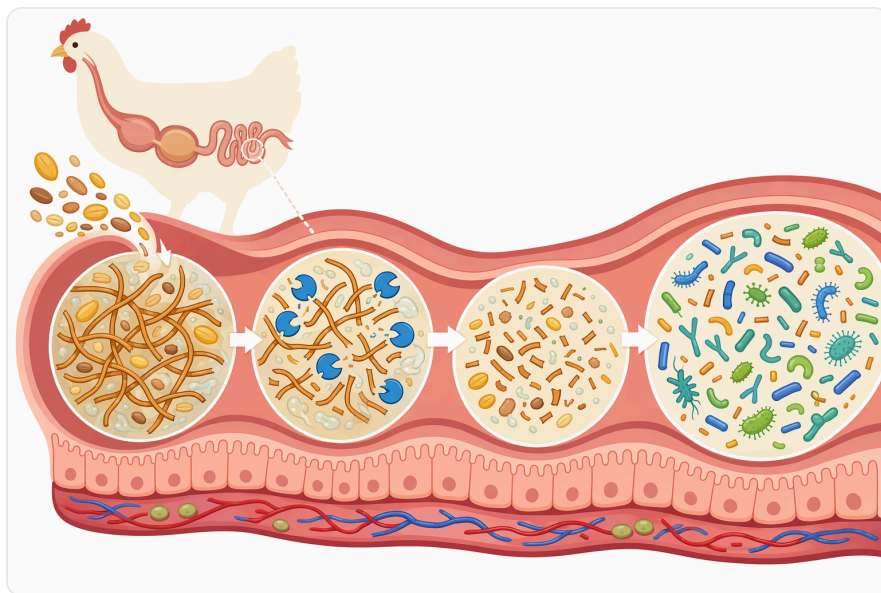


Figure 5. 사료에서 자일라나아제는 아라비노자일란 장벽을 줄이고, 이후 미생물 발효에 영향을 미치는 자일란 유래 조각을 생성할 수 있다.

## Xylanase-Inhibitoren und Störfaktoren

Ein oft unterschätzter Punkt ist der *xylanase inhibitor*. Pflanzen können Proteine enthalten, die Xylanasen hemmen, und auch Metallionen oder Matrixbestandteile können die Enzymstruktur beeinflussen. Eine Studie zu Xylooligosacchariden aus Buchenholz-Xylan untersuchte die kompetitive Hemmung einer rekombinanten GH10-*Aspergillus niger*-Xylanase A durch riceXIP, einen Reis-Xylanase-Inhibitor. Das zeigt, dass Inhibitoren nicht nur akademische Sonderfälle sind, sondern in pflanzlichen Rohstoffströmen relevant sein können [18].

Auch anorganische Bestandteile können eine Rolle spielen. Eine Arbeit zum Einfluss von  $\text{Cu}^{2+}$  auf Schlamhydrolyse und die Wechselwirkung zwischen  $\text{Cu}^{2+}$  und Xylanase untersuchte, wie Metallionen die Enzymstruktur und Funktion beeinflussen können. In Prozessströmen mit variabler Salz- oder Metallbelastung ist deshalb nicht nur das Substrat, sondern auch die chemische Umgebung für die Xylanase-Wirkung wichtig <sup>[19]</sup>.

Physikalische Barrieren sind ebenso wichtig wie chemische Hemmung. Lignin kann Enzyme nichtproduktiv binden, unzureichende Hydratation kann Substratkontakt begrenzen, und eine zu grobe Partikelstruktur kann die verfügbare Oberfläche reduzieren. Der stärkste Xylanase-Effekt ist dort zu erwarten, wo Xylan zugänglich ist und nicht durch Matrixeffekte abgeschirmt wird <sup>[1]</sup>.

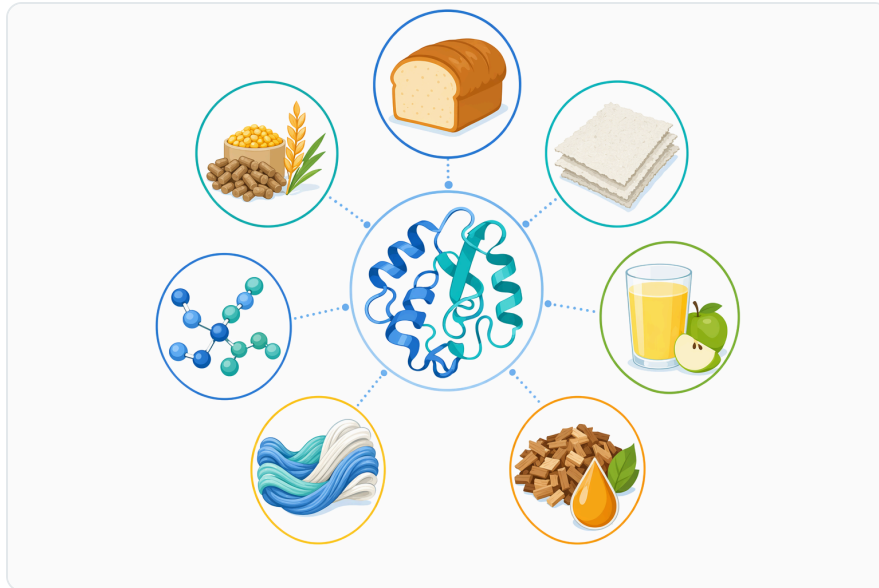
## **Ist Xylanase schädlich? Sicherheit, vegan und halal sachlich eingeordnet**

---

Die Suchfrage „xylanase schädlich“ lässt sich nicht seriös mit Ja oder Nein beantworten. Xylanase ist ein Protein mit enzymatischer Aktivität; das Risiko hängt von Produktform, Staubexposition, Kontaktweg, Arbeitsplatzbedingungen und vorgesehener Anwendung ab. Für den praktischen Umgang sind das Sicherheitsdatenblatt und betriebliche Schutzmaßnahmen maßgeblich, insbesondere bei pulverförmigen Enzymen, die nicht eingeatmet werden sollten.

Auch Fragen wie „is xylanase vegan“, „xylanase vegan“ oder „xylanase halal“ lassen sich nicht allein aus dem Enzymnamen beantworten. Xylanasen können mikrobiellen oder pilzlichen Ursprungs sein, aber die Eignung für vegane, halal- oder andere Standards hängt von der gesamten Herstell- und Formulierungsdokumentation sowie der Zertifizierung des jeweiligen Produkts ab. Enzymes.bio liefert die produktbezogenen Dokumente im Rahmen der Bestellung mit; daraus folgt jedoch keine pauschale Aussage für jede Zertifizierungsanforderung.

Für Lebensmittel-, Futtermittel- oder Prozessanwendungen gilt außerdem: Die rechtliche Einordnung ist anwendungsspezifisch. Ein Enzym kann in einem technischen Prozess geeignet sein, ohne automatisch für jede Lebensmittelkategorie, jedes Land oder jede Kennzeichnungslogik freigegeben zu sein. B2B-Anwender sollten die eigene regulatorische Verantwortung deshalb getrennt von der biochemischen Funktion betrachten.



**Figure 6.** 식품 및 곡물 분야에서의 활용은 자일라나아제가 반죽의 수분 분포, 점도, 추출, 여과, 결합 화합물의 방출에 미치는 아라비노자일란의 영향을 조절하는 데 달려 있다.

## Begriffe aus dem Markt richtig verstehen: „Danisco Xylanase“, „fungal Xylanase“ und Produktvergleich

Suchbegriffe wie „danisco xylanase“ zeigen, dass Anwender häufig nach bekannten Markt- oder Herstellerbezeichnungen suchen. Technisch ist jedoch wichtiger, welche Xylanase-Familie, welches Substratprofil und welches Prozessfenster zur Anwendung passen. Ein Markenname ersetzt keine Matrixbewertung, und ein Lieferant wie Enzymes.bio ist nicht automatisch Hersteller des Enzyms.

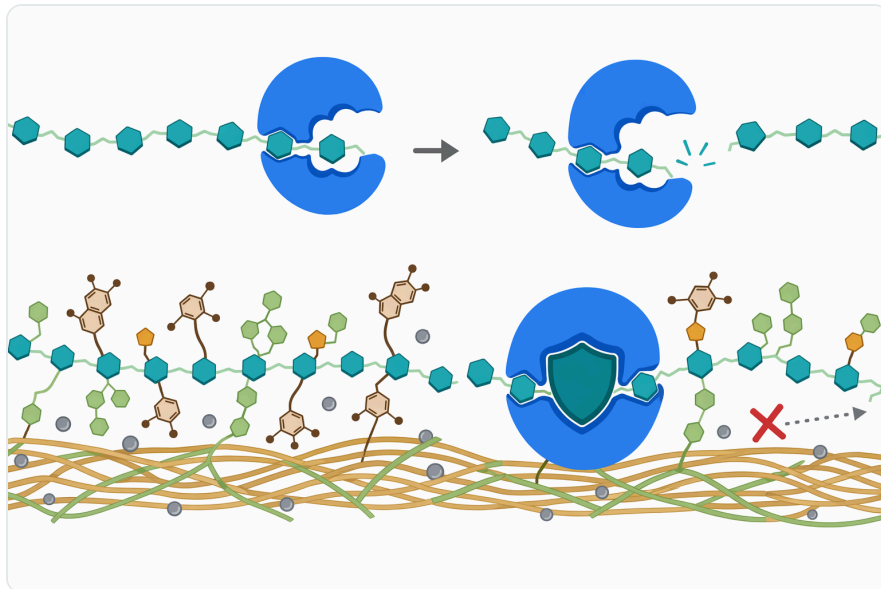
„Fungal xylanase“ beschreibt meist eine Xylanase aus einem Pilzorganismus, etwa aus Gattungen wie *Aspergillus* oder anderen filamentösen Pilzen. Forschungsarbeiten zu *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus fumigatus* und *Podospora comata* zeigen, dass pilzliche Systeme sowohl für Enzymproduktion als auch für Back- und Biomasseanwendungen intensiv untersucht werden. Dennoch kann eine bakterielle Xylanase in einem alkalischen oder thermischen Prozess geeigneter sein als eine pilzliche Variante <sup>[20]</sup>.

Der Begriff „xylanase industrial application“ umfasst daher keine einheitliche Anwendung, sondern eine Gruppe von Prozessproblemen mit ähnlicher Ursache: Hemicellulose stört, bindet Wasser, erhöht Viskosität oder blockiert andere Enzyme. Die konkrete Xylanase-Wirkung entsteht immer aus drei Faktoren: Substratstruktur, Enzymarchitektur und Prozessbedingungen <sup>[7]</sup>.

## Anwendung bei Enzymes.bio: was das Produkt im B2B-Kontext leisten soll

Enzymes.bio bietet Xylanase als online bestellbares Produkt in 1-kg-Einheiten an. Das ist für Anwender geeignet, die ein Enzym für eigene industrielle, gewerbliche oder entwicklungsnahe Prozesse einsetzen und die Wirkung in ihrer Matrix bewerten möchten. CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert; Enzymes.bio ist dabei Lieferant, nicht Hersteller und nicht Labor.

In der praktischen Nutzung sollte Xylanase nicht nach dem Motto „mehr ist besser“ eingesetzt werden. Sinnvoll ist eine kontrollierte Prozessbewertung mit den Zielgrößen, die für die jeweilige Anwendung relevant sind: Teigverhalten, Viskosität, Filtration, Faserzugänglichkeit, Futtermittelverarbeitung, XOS-Profil oder Fermentierbarkeit. Solche Zielgrößen sind keine universellen Enzymeigenschaften, sondern Ergebnis der konkreten Rohstoff-Enzym-Prozess-Kombination.



**Figure 7.** 식물 자일라나아제 저해제와 복잡한 원료 조성 때문에 정제된 자일란에서의 효소 성능과 실제 곡물 또는 농업 기질에서의 효소 성능이 달라질 수 있다.

Wenn Xylanase keine erkennbare Wirkung zeigt, ist nicht automatisch das Enzym ungeeignet. Mögliche Ursachen sind fehlendes oder unzugängliches Xylan, ungünstiger pH-Wert, zu kurze Kontaktzeit, inhibitorische Matrixbestandteile, thermische Inaktivierung oder ein Prozessproblem, das gar nicht durch Hemicellulose verursacht wird. Die Forschung zu Enzyminteraktionen mit lignocellulosehaltigen Materialien macht deutlich, wie stark solche Matrixeffekte die reale Hydrolyse bestimmen <sup>[1]</sup>.

## Kernaussage für technische Entscheider

---

Xylanase ist am stärksten dort, wo Xylan oder Arabinoxylan ein messbares Prozessproblem verursacht: hohe Viskosität, ungünstige Wasserbindung, eingeschlossene Nährstoffe, begrenzte Filtration oder schlechte Zugänglichkeit lignocellulosehaltiger Rohstoffe. Die biochemische Grundlage ist die Spaltung von  $\beta$ -1,4-Xylanstrukturen; die praktische Wirkung hängt jedoch von Enzymfamilie, Substratstruktur, Inhibitoren, Temperatur, pH-Wert und Kontaktzeit ab <sup>[4]</sup>.

Für Brot und Mehl ist Xylanase ein Werkzeug zur kontrollierten Arabinoxylan-Modifikation, nicht zur direkten Glutenbildung. Für Futtermittel ist sie ein Baustein zur Reduktion viskositätsbildender Zellwandpolymere. Für Biomasse und XOS-Prozesse ist sie ein Enzym zur gezielten Hemicellulose-Hydrolyse, häufig in Kombination mit weiteren Kohlenhydrat-abbauenden Enzymen <sup>[9]</sup>.

Enzymes.bio liefert Xylanase in 1-kg-Einheiten über den Online-Shop; die technische Eignung muss in der jeweiligen Anwendung bewertet werden. Das macht Xylanase nicht weniger nützlich, sondern präziser: Sie ist kein allgemeines Hilfsmittel für jede Pflanzenmatrix, sondern ein spezifisches Enzym für xylan- und arabinoxylanbedingte Prozessgrenzen.

### Xylanase 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.

[Xylanase kaufen →](#)

## Referenzen

---

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

1. Baig, K. S. (2020). [Interaction of enzymes with lignocellulosic materials: causes, mechanism and influencing factors](#). *Bioresources and Bioprocessing*, 7, 1-19.
2. Nam, K. H. (2024). [Recognition of a Single  \$\beta\$ -D-Xylopyranose Molecule by Xylanase GH11 from \*Thermoanaerobacterium saccharolyticum\*](#). *Crystals*.
3. Zhang, Y., Liu, X., Liu, M., Han, L., Zhao, D., Rao, H., Zhao, X., ... et al. (2025). [Enzymatic modification of whole wheat dough gluten matrix development and bread quality by a novel wheat arabino-xylanase from \*Podospora comata\* with its properties and substrate specificity mechanism](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 142860 .

4. Ishida, T., Parks, J. M., & Smith, J. C. (2020). Insight into the Catalytic Mechanism of GH11 Xylanase: Computational Analysis of Substrate Distortion based on a Neutron Structure. *Journal of the American Chemical Society*.
5. Zheng, Y., Li, Y., Liu, W., Chen, C., Ko, T., He, M., Xu, Z., ... et al. (2016). Structural insight into potential cold adaptation mechanism through a psychrophilic glycoside hydrolase family 10 endo- $\beta$ -1,4-xylanase. *Journal of Structural Biology*, 193 3, 206-211 .
6. Nakamichi, Y., Watanabe, M., Matsushika, A., & Inoue, H. (2020). Substrate recognition by a bifunctional GH30-7 xylanase B from *Talaromyces cellulolyticus*. *FEBS Open Bio*, 10, 1180 - 1189.
7. Xiong, K., Yan, Z., Liu, J., Peng-Pei, Deng, L., Gao, L., & Sun, B. (2020). Inter domain interactions influence the substrate affinity and hydrolysis product specificity of xylanase from *Streptomyces chartreusis* L1105. *Annals of Microbiology*, 70.
8. Mousavi, S. H., Motahar, S. F. S., Salami, M., Kavousi, K., Mamaghani, A. S. A., Ariaeenejad, S., & Salekdeh, G. (2022). In vitro bioprocessing of corn as poultry feed additive by the influence of carbohydrate hydrolyzing metagenome derived enzyme cocktail. *Scientific Reports*, 12.
9. Ávila, P. F., Martins, M., Costa, F., & Goldbeck, R. (2020). Xylooligosaccharides production by commercial enzyme mixture from agricultural wastes and their prebiotic and antioxidant potential. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 24, 100234.
10. Singh, S., Singh, V., Aamir, M., Dubey, M., Patel, J., Upadhyay, R., & Gupta, V. (2016). Cellulase in Pulp and Paper Industry.
11. Liu, X., Liu, T., Zhang, Y., Xin, F., Mi, S., Wen, B., Gu, T., ... et al. (2018). Structural Insights into the Thermophilic Adaptation Mechanism of Endo-1,4- $\beta$ -Xylanase from *Caldicellulosiruptor owensensis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66 1, 187-193 .
12. Gares, M., Benaissa, A., Hiligsmann, S., Cherfia, R., Flahaut, S., Alloun, W., Djelid, H., ... et al. (2023). Box-Behnken design optimization of xylanase and cellulase production by *Aspergillus fumigatus* on *Stipa tenacissima* biomass. *Mycologia*, 115, 437 - 455.
13. Zhen-Zhang, Raza, M. F., Zheng, Z., Zhang, X., Dong, X., & Zhang, H. (2018). Complete genome sequence of *Bacillus velezensis* ZY-1-1 reveals the genetic basis for its hemicellulosic/cellulosic substrate-inducible xylanase and cellulase activities. *3 Biotech*, 8, 1-7.
14. Jiang, Y., Lv, Y., Wu, R., Lu, J., Dong, W., Zhou, J., Zhang, W., ... et al. (2020). Consolidated bioprocessing performance of a two-species microbial consortium for butanol production from lignocellulosic biomass. *Biotechnology and Bioengineering*, 117, 2985 - 2995.
15. Chang, S., Guo, Y., Wu, B., & He, B. (2017). Extracellular expression of alkali tolerant xylanase from *Bacillus subtilis* Lucky9 in *E. coli* and application for xylooligosaccharides production from agro-industrial waste. *International Journal of Biological Macromolecules*, 96, 249-256 .
16. Tai, H., Guo, Q., Zhao, J., Liu, Y., Yu, H., Liu, Y., Qu, Y., ... et al. (2024). A thermostable xylanase hydrolyzes several polysaccharides from *Bacillus altitudinis* JYY-02 showing promise for industrial applications. *Carbohydrate Research*, 538, 109080 .
17. Rodríguez, S., González, C., Reyes-Godoy, J. P., Gasser, B., Andrews, B., & Asenjo, J. A. (2025). Expression and characterization of cold-adapted xylanase Xyl-L in *Pichia pastoris* for xylooligosaccharide (XOS) preparation. *Microbial*

Cell Factories, 24.

18. Zhang, K., Qi, X., Feng, N., Wang, Y., Wei, H., & Liu, M. (2024). Antioxidant capacity of xylooligosaccharides generated from beechwood xylan by recombinant family GH10 *Aspergillus niger* xylanase A and insights into the enzyme's competitive inhibition by riceXIP. *Enzyme and Microbial Technology*, 179, 110456 .
19. Zhang, X., Liu, H., Ju, L., & Liu, C. (2017). Exploring the Effect of Cu<sup>2+</sup> on Sludge Hydrolysis and Interaction Mechanism between Cu<sup>2+</sup> and Xylanase by Multispectral and Thermodynamic Methods. *Water, Air and Soil Pollution*, 228, 1-11.
20. Carvalho, M. S., Menezes, L. H. S., Pimentel, A. B., Costa, F. S., Oliveira, P. C., Santos, M. M. O., Carvalho Tavares, I. M., ... et al. (2022). Application of Chemometric Methods for the Optimization Secretion of Xylanase by *Aspergillus oryzae* in Solid State Fermentation and Its Application in the Saccharification of Agro-industrial Waste. *Waste and Biomass Valorization*, 14, 3183 - 3193.

## Enzymes.bio kontaktieren

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

E-MAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto: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.