

Transglucosidase für Oligosaccharid-Sirupe und gezielte Kohlenhydratmodifikation

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

Transglucosidase ist ein kohlenhydrataktives Enzym, das α -glucosidische Bindungen nicht nur hydrolytisch spaltet, sondern Glucose-Reste auch auf geeignete Zuckerakzeptoren übertragen kann. Für industrielle Anwender ist sie vor allem relevant, wenn Maltose-, Glucose- oder Stärkehydrolysatströme in Oligosaccharidprofile mit mehr α -1,6-Verknüpfungen umgebaut werden sollen ^[1].

Enzymes.bio liefert Transglucosidase als B2B-Produkt in 1-kg-Einheiten direkt über den Online-Shop. Enzymes.bio ist Lieferant, nicht Hersteller und nicht Prüflabor; CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert.

Was Transglucosidase technisch leistet

Transglucosidase wird in technischen Beschreibungen häufig im Umfeld der α -Glucosidasen eingeordnet. Entscheidend ist ihre Doppelfunktion: Sie kann α -1,4-glycosidische Bindungen an nicht-reduzierenden Enden geeigneter α -glucosidischer Substrate hydrolysieren und Glucose freisetzen; gleichzeitig kann sie Glucose-Reste auf andere Zucker, insbesondere Glucose oder Maltose, übertragen und dadurch neue α -1,6-glycosidische Bindungen erzeugen ^[1].

Diese Transferfähigkeit unterscheidet Transglucosidase von einer rein „abbauenden“ Betrachtung. In einem Maltose- oder Stärkehydrolysat-System entsteht nicht nur mehr freie Glucose, sondern es kann ein neues Verteilungsmuster aus Disacchariden und Oligosacchariden entstehen. Technologisch interessant sind dabei vor allem α -1,6-verknüpfte Produkte wie isomalto-ähnliche Oligosaccharide, weil sie sich in Fermentierbarkeit, Süßeindruck, Wasserbindung und physikalischem Verhalten von den linearen α -1,4-Strukturen unterscheiden können ^[2].

In der Praxis bedeutet das: Transglucosidase ist kein Enzym für „mehr Zucker“ im einfachen Sinn, sondern ein Werkzeug zur Umstrukturierung vorhandener Glucose-Bausteine. Der Nutzen hängt stark von Substrat, Wassergehalt, Reaktionszeit, Temperatur, pH-Wert, Akzeptorverfügbarkeit und

gewünschtem Endprofil ab. Eine identische Enzymfunktion kann daher in einem Sirup, einer Maische, einer Getränkebasis oder einem Fermentationssubstrat unterschiedliche technische Ergebnisse liefern [1].

Nomenklatur: Transglucosidase, α -Glucosidase und amylo-1,4-1,6-transglucosidase

Der Begriff „Transglucosidase“ wird nicht immer einheitlich verwendet. In vielen kommerziellen und anwendungsnahen Kontexten bezeichnet er eine α -Glucosidase mit ausgeprägter Transglycosylierungsaktivität: Das Enzym löst Glucose aus α -glucosidischen Substraten und überträgt sie unter passenden Bedingungen auf Zuckerakzeptoren [1].

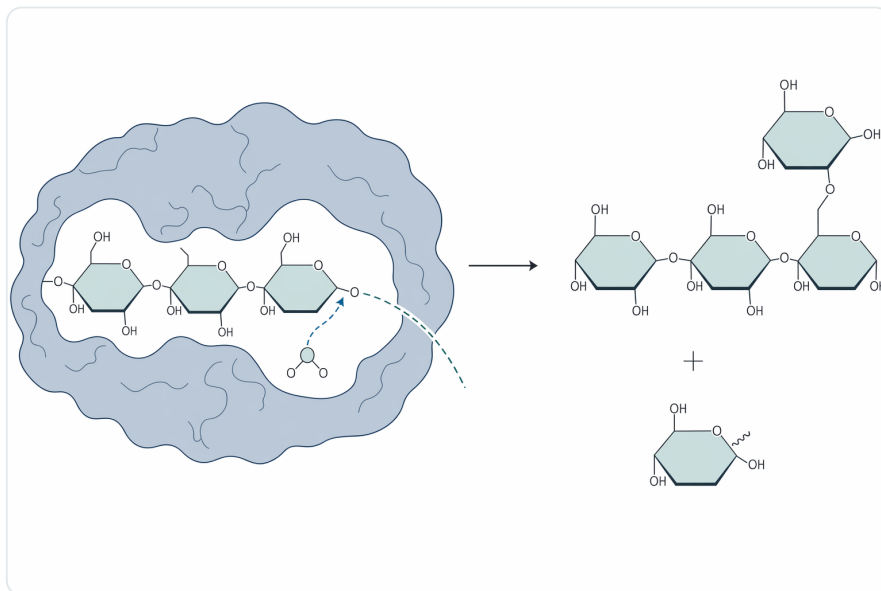


Figure 1. 트랜스글루코시다아제는 효소에 결합된 글루코실 단위를 물로 보내 가수분해를 일으키거나, 다른 탄수화물 수용체로 보내 트랜스글루코실화를 일으킬 수 있다.

Davon zu unterscheiden ist der Such- und Fachbegriff **amylo-1,4-1,6-transglucosidase** beziehungsweise in unformatierten Suchanfragen **amylo 1 4 1 6 transglucosidase**. Diese Bezeichnung wird häufig mit Enzymen verbunden, die α -1,4-verknüpfte Glucanketten in α -1,6-Verzweigungen überführen, also mit stärkerem Bezug zu Verzweigungsreaktionen in Stärke- oder Glycogen-ähnlichen Polymeren. Für die Produkt- und Prozessauswahl ist deshalb wichtig, nicht allein auf den gemeinsamen Wortbestandteil „transglucosidase“ zu schauen, sondern auf die beschriebene Substratspezifität und die Zielprodukte [2].

Für B2B-Anwender ist diese begriffliche Trennung praktisch relevant. Wer isomaltooligosaccharidartige Sirupe aus Maltose-reichen Substraten anstrebt, sucht typischerweise eine Transglucosidase im α -Glucosidase-Sinn. Wer dagegen gezielt Verzweigungsgrade in hochmolekularen Glucanen verändern möchte, befindet sich näher bei Enzymen, die als amylo-1,4-1,6-transglucosidase beschrieben werden. Die beiden Konzepte berühren sich über die Bildung von α -1,6-Bindungen, sind aber nicht automatisch austauschbar ^[1].

Mechanismus: Warum Hydrolyse und Transfer konkurrieren

Die Reaktion beginnt mit einem α -glucosidischen Substrat, etwa Maltose oder einem kurzen α -1,4-verknüpften Oligosaccharid. Transglucosidase greift bevorzugt an nicht-reduzierenden Enden an und spaltet dort Glucose-Einheiten ab. Wird Wasser als Akzeptor wirksam, dominiert die Hydrolyse, und freie Glucose entsteht als Produkt ^[1].

Der technisch interessante zweite Weg ist die Transglycosylierung. Hier wird der Glucose-Rest nicht an Wasser abgegeben, sondern auf einen Zuckerakzeptor übertragen. Akzeptoren können unter passenden Bedingungen Glucose, Maltose oder andere geeignete Kohlenhydrate sein. Dadurch entstehen Produkte mit neuen Bindungsmustern, insbesondere α -1,6-Verknüpfungen, die in linearen Maltose- oder Maltooligosaccharidströmen zunächst nur begrenzt vorhanden sind ^[2].

Hydrolyse und Transfer sind daher keine getrennten „Betriebsarten“, sondern konkurrierende Reaktionswege im gleichen System. Je höher die Verfügbarkeit geeigneter Zuckerakzeptoren und je günstiger die Matrix für Transferreaktionen ist, desto stärker kann sich das Produktprofil in Richtung α -1,6-verknüpfter Oligosaccharide verschieben. Umgekehrt begünstigt ein System mit hoher Wasseraktivität und geringer Akzeptorkonzentration eher die vollständige Hydrolyse ^[1].

Wichtig ist auch die zeitliche Dynamik. Zu Beginn einer Reaktion kann viel Maltose verfügbar sein, sodass Transferprodukte gebildet werden. Mit fortschreitender Reaktionszeit verändern sich Substrat- und Produktkonzentrationen; dadurch kann sich das Verhältnis aus weiterer Hydrolyse, Rückreaktionen und Sekundärtransfer verschieben. Das gewünschte Profil ist deshalb häufig ein Prozesszustand, nicht zwingend das Ergebnis einer maximal langen Reaktionsführung ^[2].

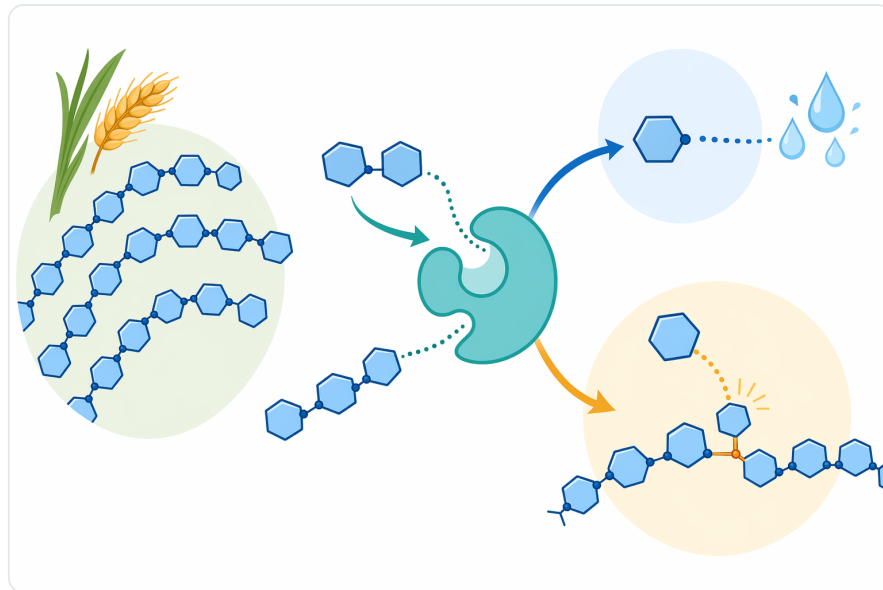


Figure 2. 동일한 활성 부위의 화학 반응도 수용체 분자에 따라 포도당을 방출하거나 재배열된 올리고당을 생성할 수 있다.

Geeignete Substrate und erwartbare Produktfamilien

Transglucosidase ist vor allem für α -glucosidische Substrate relevant. Dazu gehören Maltose, Maltooligosaccharide, Stärkehydrolysate und verwandte Glucose-Polymere, sofern sie unter den Prozessbedingungen zugänglich sind. Entscheidend ist, dass das Enzym angreifbare α -1,4-Strukturen findet und gleichzeitig geeignete Akzeptorzucker vorhanden sind ^[1].

Aus Maltose-reichen Substraten können Produkte entstehen, die α -1,6-Verknüpfungen enthalten, darunter isomalto-ähnliche Disaccharide und höhere Oligosaccharide. In der industriellen Sprache werden solche Gemische häufig im Umfeld von Isomaltooligosacchariden diskutiert. Diese Bezeichnung beschreibt jedoch keine einzelne definierte Substanz, sondern ein Profil verschiedener Kettenlängen und Bindungsmuster ^[2].

Für Anwender ist diese Profilbetrachtung wichtiger als ein einzelnes Zielmolekül. Ein Sirup kann sich durch veränderte Anteile an Glucose, Maltose, Panose-ähnlichen Strukturen, isomalto-ähnlichen Oligosacchariden und längeren Restfraktionen unterscheiden. Welche Fraktionen technisch erwünscht sind, hängt von der Anwendung ab: Fermentationsführung, Süßeprofil, Viskosität, Mundgefühl, Trockenmasseverhalten oder Formulierungsstabilität können unterschiedliche Zielprofile begünstigen ^[1].

Nicht jedes Stärkehydrolysat ist automatisch gleich gut geeignet. Ausgangsverzuckerung, Dextroseäquivalent, Maltoseanteil, Restdextrine, Mineralien, pH-Pufferung und Begleitstoffe beeinflussen, wie zugänglich die Substrate sind und wie stabil das Enzym in der Matrix arbeitet.

Deshalb ist Transglucosidase am stärksten, wenn sie als Teil einer definierten Kohlenhydratstrategie eingesetzt wird und nicht als nachträgliche Korrektur eines unklaren Rohstoffstroms [2].

Vergleich mit verwandten Enzymfunktionen

Transglucosidase wird häufig neben Amylasen, Glucoamylasen und verzweigenden Transglucosidasen diskutiert. Die folgende Tabelle ordnet die Funktionen aus Anwendungssicht ein. Sie ersetzt keine produktspezifische Spezifikation, zeigt aber, warum der Begriff „Glucose freisetzen“ allein die Rolle von Transglucosidase nicht ausreichend beschreibt [1].



Figure 3. 전분 가공 효소는 사슬을 액화하는지, 포도당을 방출하는지, 가지 구조를 도입하는지, 맥아당을 생성하는지, 또는 글루코실 단위를 전달하는지에 따라 서로 다르다.

Enzymfunktion	Primäre Wirkung auf Kohlenhydrate	Typische Bindungen im Fokus	Technische Konsequenz	Abgrenzung zu Transglucosidase
Transglucosidase / α -Glucosidase mit Transferaktivität	Spaltet Glucose von geeigneten α -glucosidischen Substraten ab und überträgt Glucose auf Zuckerakzeptoren	Abbau an α -1,4-Enden; Aufbau von α -1,6-Verknüpfungen	Umbau von Maltose- oder Stärkehydrolysatprofilen; Bildung isomalto-ähnlicher Oligosaccharide	Kombination aus Hydrolyse und Transglycosylierung ist der Kernnutzen [1]
α -Amylase	Endohydrolytische Spaltung von Stärkekett	Vor allem α -1,4-Bindungen innerhalb	Verflüssigung, Viskositätsabbau,	Liefert oft Vorstufen, erzeugt aber nicht

Enzymfunktion	Primäre Wirkung auf Kohlenhydrate	Typische Bindungen im Fokus	Technische Konsequenz	Abgrenzung zu Transglucosidase
		von Amylose/Amylopektin	Bildung kürzerer Dextrine	gezielt α -1,6-Transferprodukte
Glucoamylase	Exohydrolytische Freisetzung von Glucose aus Stärkehydrolysaten	Nicht-reduzierende Enden, vor allem α -1,4; je nach Enzym auch andere Bindungen	Hohe Glucosefreisetzung für Verzuckerung und Fermentation	Ziel ist meist Glucoseausbeute, nicht Oligosaccharidaufbau
Amylo-1,4-1,6-transglucosidase	Übertragung von α -1,4-Glucanketten auf Positionen, die α -1,6-Verzweigungen bilden	α -1,4-Donorstrukturen und α -1,6-Verzweigungspunkte	Veränderung von Verzweigungsstrukturen in Glucanen	Begrifflich verwandt, aber nicht automatisch identisch mit der α -Glucosidase-artigen Transglucosidase ^[2]

Der wichtigste praktische Unterschied liegt im Produktziel. Wird eine Maische verflüssigt, ist α -Amylase naheliegend. Soll Stärke möglichst weit zu Glucose abgebaut werden, liegt Glucoamylase nahe. Soll ein Maltose-reicher Strom dagegen in ein Profil mit mehr α -1,6-verknüpften Oligosacchariden umgebaut werden, ist Transglucosidase die spezifischere Funktion ^[1].

Prozessfenster ohne Scheingenauigkeit

Technische Beschreibungen ordnen Transglucosidase typischerweise einem schwach sauren bis sauren Arbeitsbereich und einem warmen Prozessfenster zu. Diese Angabe ist für die Einordnung nützlich, sollte aber nicht mit einer universellen Garantie gleichgesetzt werden: Die optimale Einstellung in einer realen Matrix hängt von Substratprofil, Trockenmasse, Pufferung, Begleitstoffen und gewünschtem Endpunkt ab ^[1].

Für Sirup- und Stärkehydrolysatprozesse ist der pH-Wert mehr als eine Stabilitätsfrage. Er beeinflusst die Ladungszustände im Enzym, die Stabilität der Zucker, mögliche Nebenreaktionen der Matrix und die Kompatibilität mit vor- oder nachgeschalteten Prozessschritten. Ein pH-Fenster, das für reine Modellsubstrate günstig ist, kann in einem komplexen Sirup durch Mineralien, Säuren oder Proteine anders wirken ^[2].

Auch die Temperatur ist doppelt zu betrachten. Höhere Temperaturen können Diffusion und Reaktionsgeschwindigkeit begünstigen, beschleunigen aber auch thermische Inaktivierung und matrixbedingte Veränderungen. Bei Kohlenhydratsystemen können Viskosität, Löslichkeit und mikrobiologische Stabilität ebenfalls temperaturabhängig sein. Die Prozessführung muss daher nicht nur „maximale Enzymaktivität“, sondern ein stabiles Zielprofil im Gesamtprozess anstreben [1].

Ein weiterer zentraler Parameter ist die Reaktionszeit. Bei Transglucosidase kann ein zu früher Abbruch zu unvollständigem Umbau führen, während eine zu lange Reaktionsführung unerwünschte Sekundärhydrolyse oder Verschiebungen im Oligosaccharidspektrum begünstigen kann. Das macht die Enzymreaktion besonders wertvoll, aber auch steuerungsbedürftig: Der Zielpunkt ist das gewünschte Kohlenhydratprofil, nicht die längstmögliche Enzymeinwirkung [2].

Anwendung 1: Isomaltooligosaccharidartige Sirupe

Die naheliegendste industrielle Anwendung ist die Herstellung oder Modifikation von Oligosaccharid-Sirupen aus Maltose- oder Stärkehydrolysatströmen. Transglucosidase kann Glucose-Reste in α -1,6-Verknüpfungen überführen und dadurch Gemische erzeugen, die sich von einfachen Glucose-Maltose-Sirupen unterscheiden [1].



Figure 4. IMO 지향 공정은 일반적으로 전분이 풍부한 원료를 접근 가능한 맥아당 또는 덱스트린 기질로 전환한 뒤, 트랜스글루코시다아제가 혼합물을 α -1,6 결합 올리고당 쪽으로 이동시키는 방식으로 이루어진다.

Solche Sirupe können in Rezepturen eingesetzt werden, in denen Süße nicht der einzige Funktionsparameter ist. Oligosaccharidgemische beeinflussen häufig Körper, Mundgefühl, Wasserbindung und Trockenmasseverhalten. Ob ein bestimmtes Produkt ernährungsphysiologisch

ausgelobt werden darf, ist jedoch keine reine Enzymfrage, sondern hängt von Zusammensetzung, Analytik, Rechtsraum und zugelassenen Claims ab ^[2].

Besonders relevant ist der Unterschied zwischen einer technischen Beschreibung wie „nicht direkt vergärbare Oligosaccharide“ und einer regulatorischen oder ernährungsphysiologischen Aussage. Ein Zucker, der von einer bestimmten Hefe nicht effizient genutzt wird, kann von anderen Mikroorganismen oder im menschlichen Mikrobiom teilweise verwertet werden. Deshalb sollte die Formulierung „nicht fermentierbar“ immer auf den jeweiligen Prozesskontext bezogen werden ^[1].

Anwendung 2: Fermentationsnahe Kohlenhydratsteuerung

In Getränken, Brauprozessen, Sauerteigsystemen oder anderen Fermentationen kann das Verhältnis aus vergärbaren und weniger direkt vergärbaren Kohlenhydraten den Verlauf der Fermentation beeinflussen. Transglucosidase ist hier interessant, weil sie einen Teil des Kohlenhydratprofils in α -1,6-verknüpfte Strukturen verschieben kann, statt nur weitere Glucose freizusetzen ^[2].

Das kann technologisch genutzt werden, wenn Restkörper, Restsüße, Extraktverhalten oder Substratverfügbarkeit gesteuert werden sollen. Gleichzeitig ist Vorsicht geboten: Hefen, Milchsäurebakterien und andere Mikroorganismen unterscheiden sich erheblich in ihrem Enzymausstattung und Zuckerspektrum. Ein Oligosaccharid, das in einem System kaum verwertet wird, kann in einem anderen System teilweise oder zeitverzögert abgebaut werden ^[1].

Für B2B-Anwender heißt das: Transglucosidase kann ein Werkzeug zur Fermentationssteuerung sein, ersetzt aber nicht das Verständnis des Mikroorganismus. Der gleiche enzymatisch erzeugte Sirup kann in einer alkoholischen Gärung, einer milchsauren Fermentation oder einer nicht fermentierten Getränkebasis unterschiedliche technologische Wirkung zeigen ^[2].

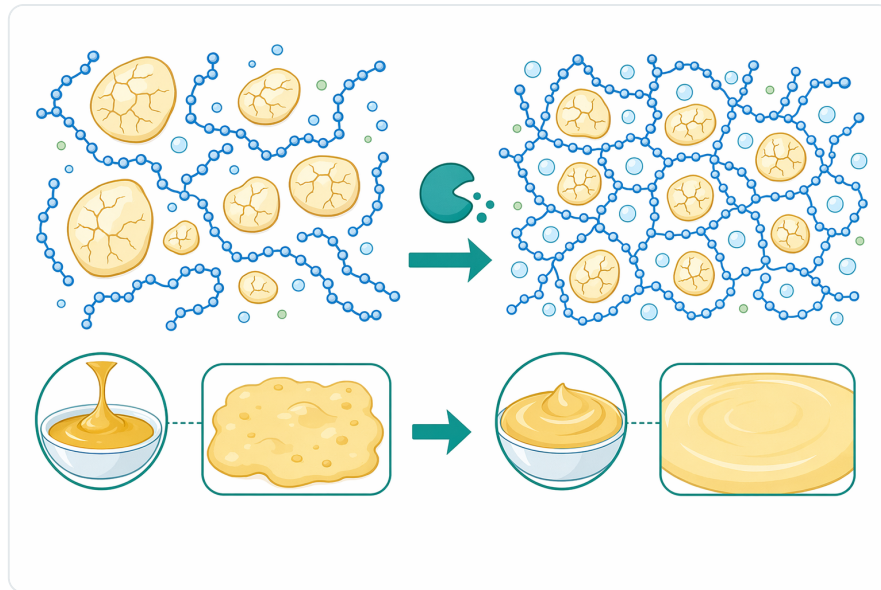


Figure 5. 트랜스글루코시다아제 처리는 전분의 패킹, 수화, 팽윤, 노화 경향 및 페이스트 안정성 변화에 기여할 수 있다.

Anwendung 3: Textur, Mundgefühl und Formulierungsstabilität

Oligosaccharide verändern nicht nur die Zusammensetzung auf dem Etikett, sondern auch physikalische Eigenschaften. Kettenlänge, Verzweigung und Bindungstyp beeinflussen Löslichkeit, Viskosität, Wasserbindung, Gefrierverhalten und sensorischen Körper. Transglucosidase kann deshalb für Rezepturen interessant sein, in denen ein vorhandener Kohlenhydratstrom funktionell breiter genutzt werden soll ^[1].

Im Vergleich zu einer reinen Glucoseerhöhung kann ein Oligosaccharidprofil die Süße reduzieren oder verschieben, ohne zwingend die gesamte Trockenmasse zu senken. Das ist relevant bei Füllungen, Getränkekonzentraten, fermentierten Produkten, Sirupen und Anwendungen, in denen Süße, Körper und Prozessstabilität gemeinsam betrachtet werden. Die tatsächliche Wirkung hängt jedoch stark von der Matrix ab ^[2].

Besonders wichtig ist die Wechselwirkung mit anderen Zutaten. Proteine, Polyphenole, Mineralstoffe, Säuren, Hydrocolloide oder andere Enzyme können die Wahrnehmung und Stabilität des Kohlenhydratprofils verändern. Transglucosidase liefert daher kein isoliertes „Texturadditiv“, sondern verändert die Zuckerarchitektur, die anschließend mit der gesamten Formulierung interagiert ^[1].

Anwendung 4: Nutzung bestehender Stärkehydrolysatströme

Viele industrielle Prozesse verfügen bereits über Stärkeaufschluss, Verflüssigung oder Verzuckerung. Transglucosidase kann hier besonders interessant sein, wenn vorhandene Maltose- oder Maltooligosaccharidströme nicht vollständig zu Glucose weitergeführt, sondern teilweise in höherwertige Oligosaccharidprofile umgelenkt werden sollen ^[2].

Das macht die Enzymfunktion anschlussfähig an bestehende Prozessketten. Vorstufen aus α -Amylase- oder anderen Stärkeprozessen können geeignete Substratprofile bereitstellen, sofern Maltose und kurze α -glucosidische Ketten in ausreichender Form vorliegen. Der Mehrwert entsteht dann nicht durch vollständigen Abbau, sondern durch gezielte Umlenkung der Kohlenhydratstruktur ^[1].

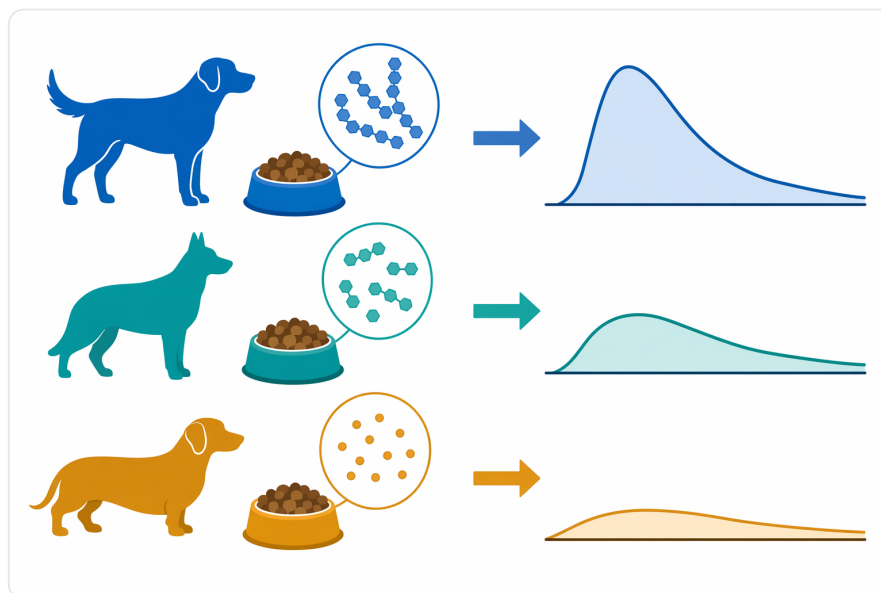


Figure 6. 인용된 개 연구에서 덱스트린과 함께 사용한 트랜스글루코시다아제는 대조 조건보다 식후 혈당 패턴을 더 완만하게 만들었고, 시험 조건에서는 맥아당보다 더 우수한 결과를 보였다.

Für die Prozessintegration ist der Zeitpunkt der Zugabe entscheidend. Wird Transglucosidase zu früh eingesetzt, können hochmolekulare Substrate unzureichend zugänglich sein. Wird sie zu spät eingesetzt, kann bereits zu viel Glucose vorliegen und das Zielprofil verfehlt werden. Die beste Position liegt dort, wo Donor- und Akzeptorzucker in einem für Transferreaktionen günstigen Verhältnis vorhanden sind ^[2].

Vorteile und Grenzen im B2B-Einsatz

Der wichtigste Vorteil ist die selektive biokatalytische Modifikation. Transglucosidase nutzt vorhandene Zuckerbausteine und verändert deren Verknüpfung, statt das System mit harschen chemischen Bedingungen umzubauen. Das kann Nebenproduktbildung, Prozesskontrolle und Kompatibilität mit wässrigen Lebensmittel- oder Fermentationsmatrizes verbessern ^[1].

Ein zweiter Vorteil ist die Differenzierung von Produktprofilen. Aus ähnlichen Ausgangssubstraten können je nach Prozessführung unterschiedliche Oligosaccharidgemische entstehen. Diese Flexibilität ist für Entwickler attraktiv, die nicht nur Süße oder Glucosegehalt, sondern Mundgefühl, Restextrakt, Fermentierbarkeit und funktionelle Kohlenhydratfraktionen gestalten möchten ^[2].

Die Grenzen sind ebenso klar. Transglucosidase kann nur mit passenden Substraten arbeiten; sie ersetzt keine vorgelagerte Stärkeverflüssigung, wenn Polymere nicht zugänglich sind. Sie erzeugt auch kein einheitliches Einzelprodukt, sondern ein Gemisch, dessen Zusammensetzung prozessabhängig ist. Wer ein eng definiertes Molekülprofil benötigt, muss diese Variabilität in der Prozessentwicklung berücksichtigen ^[1].

Regulatorische Kommunikation erfordert zusätzliche Sorgfalt. Aussagen wie „präbiotisch“, „Ballaststoff“, „zuckerreduziert“ oder „nicht fermentierbar“ ergeben sich nicht automatisch aus der Verwendung von Transglucosidase. Sie müssen auf dem tatsächlichen Endprodukt, dem jeweiligen Markt und den dort geltenden Anforderungen beruhen ^[2].

Dokumentation, Bestellung und Rolle von Enzymes.bio

Enzymes.bio liefert Transglucosidase in 1-kg-Einheiten direkt online. Das Produkt ist für B2B-Anwender gedacht, die ein kohlenhydrataktives Enzym für Entwicklungs-, Produktions- oder Formulierungsprozesse einsetzen möchten. CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert und unterstützen die chargenbezogene Dokumentation sowie die betriebliche Sicherheitsbewertung.



Figure 7. 트랜스글루코시다아제의 응용은 IMO 생성, 탄수화물 조성 조정, 전분 페이스트 안정화, 변성 전분 기능성, 영양 중심 연구 시스템을 중심으로 이루어진다.

Dabei bleibt die Rollenabgrenzung wichtig: Enzymes.bio ist kein Hersteller und kein Labor. Das CoA dokumentiert die gelieferte Charge; das SDS enthält sicherheitsrelevante Informationen zur Handhabung. Anwendungseignung, regulatorische Bewertung und Prozessvalidierung liegen beim Anwender und müssen anhand des konkreten Endprodukts erfolgen.

Zusammenfassung für technische Entscheider

Transglucosidase ist besonders wertvoll, wenn ein Kohlenhydratstrom nicht nur hydrolysiert, sondern strukturell umgebaut werden soll. Ihre technische Stärke liegt in der Kombination aus α -1,4-Hydrolyse an geeigneten Substraten und Transglycosylierung zu α -1,6-verknüpften Oligosacchariden ^[1].

Für Oligosaccharid-Sirupe, fermentationsnahe Anwendungen und kohlenhydratbasierte Formulierungen bietet das Enzym eine präzise Möglichkeit, Maltose- und Stärkehydrolysatprofile zu verschieben. Der Nutzen entsteht jedoch erst durch passende Substrate und kontrollierte Prozessführung; Transglucosidase ist kein universeller Zuckerersatz und kein Garant für bestimmte ernährungsbezogene Claims ^[2].

Enzymes.bio stellt Transglucosidase als Lieferprodukt in 1-kg-Einheiten über den Online-Shop bereit. Mitgelieferte CoA- und SDS-Dokumente unterstützen die betriebliche Dokumentation, während die anwendungsspezifische Bewertung immer im Kontext der jeweiligen Matrix, Zielsetzung und regulatorischen Umgebung erfolgen muss.

Transglucosidase 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.

[Transglucosidase kaufen →](#)

Referenzen

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

1. [Transglucosidase 18411](#). *Creative-enzymes*.
2. [72B637D99937E56Ecfa13Ceccf883C6512Aa91Ff](#). *Semantic Scholar*.

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.