

Dextranase w przetwórstwie cukru: enzymatyczne obniżanie lepkości dekstranu

Zespół badawczy Enzymes.bio · Wellington, Nowa Zelandia · June 19, 2026

Dextranase to hydrolaza glikozydowa rozkładająca dekstran, czyli lepki polisacharyd glukozowy z dominującymi wiązaniami α -1,6. W praktyce przemysłowej jej najważniejsze zastosowanie polega na skracaniu łańcuchów dekstranu, co może zmniejszać lepkość strumieni procesowych i ułatwiać operacje takie jak przepływ, klarowanie, filtracja oraz krystalizacja w przetwórstwie cukru. Enzym działa selektywnie na dekstran, dlatego jego skuteczność zależy od tego, czy właśnie ten polisacharyd jest istotną przyczyną problemu technologicznego.

Czym jest Dextranase i dlaczego ma znaczenie przemysłowe?

Dextranase, klasyfikowana enzymologicznie jako EC 3.2.1.11, jest enzymem katalizującym endohydrolizę wiązań α -1,6-glukozydowych w dekstranie. Oznacza to, że nie działa jak nieselektywny środek chemiczny „rozpuszczający” całą matrycę, lecz rozcina określone połączenia w polimerze glukozy, prowadząc do powstawania krótszych fragmentów oligosacharydowych ^[1].

Dekstran jest polisacharydem wytwarzanym przez niektóre mikroorganizmy z sacharozy. W branży cukrowniczej pojawia się zwykle jako skutek pogorszenia jakości surowca, opóźnień w przerobie, uszkodzeń tkanek roślinnych lub niekorzystnych warunków mikrobiologicznych. Jego obecność jest problematyczna nie dlatego, że występuje w dużej masie w porównaniu z sacharozą, lecz dlatego, że nawet relatywnie niewielka ilość wysokocząsteczkowego polimeru może wyraźnie zmienić właściwości reologiczne soku, syropu lub innego strumienia technologicznego ^[2].

Z punktu widzenia klienta B2B najważniejsze jest praktyczne rozróżnienie: Dextranase nie jest „enzymem do cukru” w ogólnym sensie, lecz enzymem do problemów, w których znaczącą rolę odgrywa dekstran. Jeżeli trudności z filtracją, lepkością lub krystalizacją wynikają głównie z innych składników — na przykład skrobi, białek, pektyn, cząstek mineralnych lub nierozpuszczalnych zawiesin — sama Dextranase może nie rozwiązać problemu w pełnym zakresie.

Enzymes.bio dostarcza Dextranase jako produkt enzymatyczny dostępny bezpośrednio online w jednostkach 1 kg. Enzymes.bio pełni rolę dostawcy, a nie producenta ani laboratorium badawczego; dokumenty CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem.

Dekstran jako źródło lepkości w procesach cukrowniczych

Dekstran jest zbudowany głównie z reszt glukozy połączonych wiązaniami α -1,6, lecz jego struktura może obejmować również rozgałęzienia zależne od źródła mikrobiologicznego i warunków powstawania. Ta architektura sprawia, że cząsteczki dekstranu mogą silnie wpływać na lepkość roztworu, szczególnie gdy mają wysoką masę cząsteczkową i tworzą rozciągnięte struktury hydrodynamiczne w fazie wodnej ^[3].

W przetwórstwie cukru lepkość jest parametrem o konsekwencjach operacyjnych. Bardziej lepki strumień wolniej przepływa, trudniej się miesza, może obciążać pompy, spowalniać sedymentację i filtrację oraz pogarszać przewidywalność wymiany ciepła. W praktyce problem nie ogranicza się do jednego etapu procesu: dekstran może wpływać na klarowanie soku, zagęszczanie, filtrację syropu i późniejsze etapy związane z krystalizacją sacharozy ^[2].

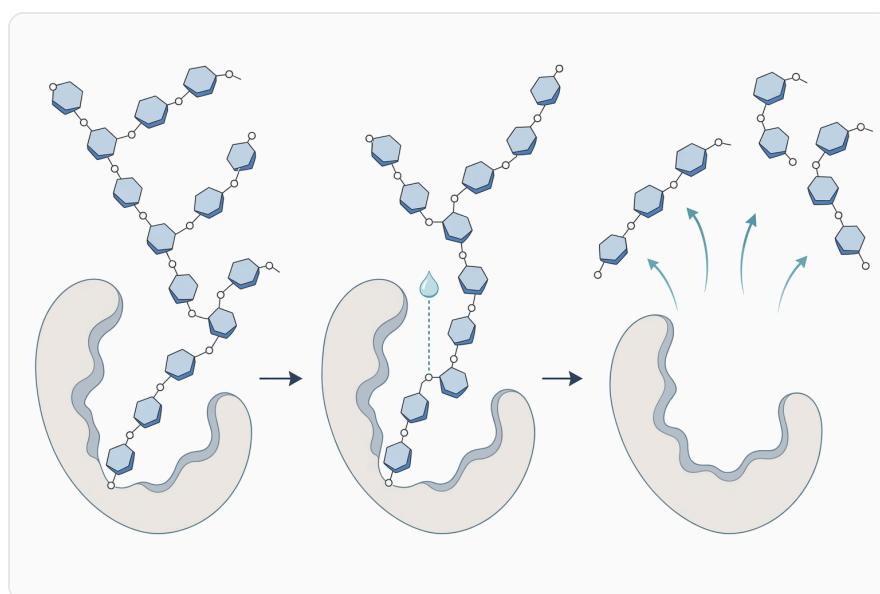


Figure 1. 덱스트라나아제는 α -1,6 결합으로 연결된 포도당 중합체 사슬인 덱스트란을 잘라 더 짧은 조각으로 분해해, 점도를 높이는 특성을 줄입니다.

Szczególnie istotne jest to, że dekstran nie musi być równomiernie obecny w całej partii surowca. Jeżeli część trzciny cukrowej, buraków lub pośrednich strumieni procesowych została poddana aktywności mikroorganizmów wytwarzających dekstran, zakład może obserwować zmienność lepkości i nieprzewidywalne zachowanie procesu. Dextranase jest wtedy narzędziem ukierunkowanym na jeden konkretny mechanizm: skrócenie polimeru odpowiedzialnego za niekorzystne właściwości reologiczne.

Nie należy jednak interpretować enzymu jako substytutu higieny procesu, kontroli surowca lub szybkiego przerobu. Dextranase może ograniczać skutki obecności dekstranu, ale nie usuwa przyczyny jego powstawania. W praktyce najlepsze wyniki daje zwykle podejście łączące ograniczanie rozwoju mikroorganizmów, monitorowanie jakości surowca i enzymatyczną redukcję dekstranu tam, gdzie jego obecność już wpływa na proces.

Mechanizm działania: jak Dextranase tnie dekstran

Mechanizm działania Dextranase można opisać jako kontrolowaną hydrolizę wewnętrznych wiązań glikozydowych w łańcuchu dekstranu. Enzym rozpoznaje fragment polimeru, wiąże go w centrum aktywnym, a następnie katalizuje rozszczepienie podatnego wiązania α -1,6. Ponieważ jest to działanie endo, pojedyncze zdarzenie katalityczne może skrócić długi łańcuch w dwóch miejscach funkcjonalnie istotnych dla reologii roztworu ^[1].

Dla przemysłu najważniejszy jest skutek makroskopowy: spadek średniej długości łańcuchów dekstranu. Lepkość roztworów polimerowych jest silnie zależna od wielkości i konformacji cząsteczek. Długi, elastyczny polimer zwiększa objętość hydrodynamiczną i opór przepływu; po pocięciu na krótsze fragmenty jego wpływ na lepkość może być znacznie mniejszy, nawet jeśli całkowita ilość glukozy związanej w produktach rozkładu pozostaje w układzie.

Na poziomie biochemicznym różne Dextranase nie są identyczne. Literatura opisuje enzymy należące do różnych rodzin hydrolaz glikozydowych, w tym warianty różniące się strukturą przestrzenną, organizacją centrum aktywnego i szczegółami katalizy. Przeglądy strukturalne podkreślają, że mimo wspólnego efektu funkcjonalnego — rozkładu dekstranu — poszczególne Dextranase mogą wykazywać odmienne profile substratowe i stabilnościowe ^[3].

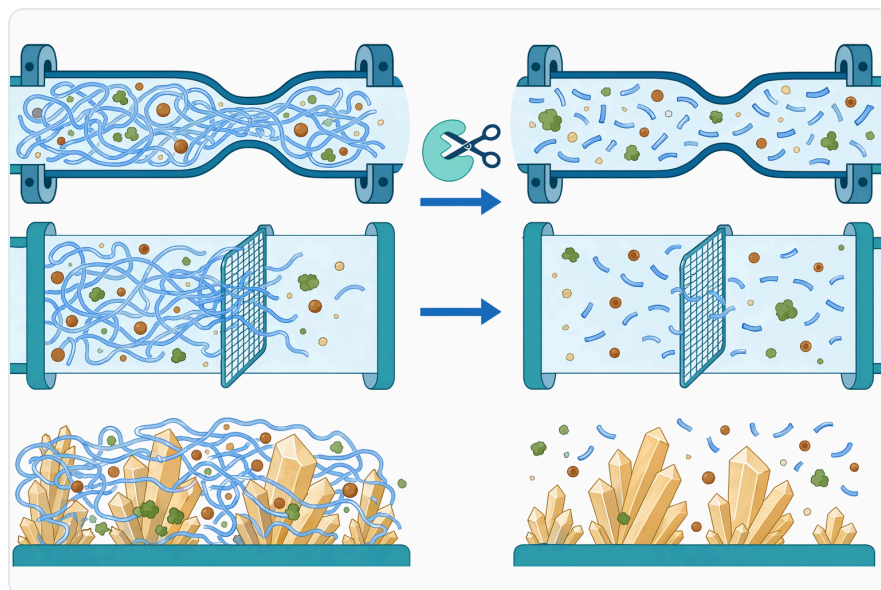


Figure 2. 고분자량 덱스트란은 주로 중합체 사슬의 얽힘, 점도 증가, 여과 저항, 결정 표면 간섭을 통해 설탕 가공을 방해합니다.

Ta zmienność ma znaczenie praktyczne, ponieważ „Dextranase” nie jest jedną uniwersalną cząsteczką o identycznym zachowaniu w każdym procesie. Enzym pochodzenia grzybowego, bakteryjnego lub zoptymalizowany technologicznie może różnić się tolerancją na pH, temperaturę, skład jonowy i obecność innych składników medium. Dlatego dane literaturowe należy traktować jako podstawę rozumienia mechanizmu, a nie jako automatyczną gwarancję identycznego zachowania w każdej matrycy przemysłowej.

Dextranase a inne enzymy stosowane w przetwórstwie polisacharydów

W zakładach przetwarzających surowce roślinne często stosuje się różne enzymy hydrolityczne. Ich nazwy bywają mylone, ponieważ wiele z nich działa na polisacharydy zbudowane z glukozy lub innych cukrów prostych. Kluczowa różnica leży jednak w typie wiązań rozpoznawanych przez enzym oraz w strukturze substratu.

Enzym	Główny substrat technologiczny	Typowy cel użycia	Dlaczego nie zastępuje Dextranase?
Dextranase	Dekstran z dominującymi wiązaniami α -1,6	Obniżenie wpływu dekstranu na lepkość, filtrację i krystalizację	Jest wyspecjalizowana w hydrolizie dekstranu, a nie skrobi czy celulozy
α-Amylase	Skrobia, wiązania α -1,4 w amylozie i amylopektynie	Upłynnianie lub częściowy rozkład skrobi	Skrobia i dekstran mają inną architekturę wiązań; amylaza nie jest właściwym narzędziem do głównego łańcucha dekstranu

Enzym	Główny substrat technologiczny	Typowy cel użycia	Dlaczego nie zastępuje Dextranase?
Glucoamylase	Krótsze dekstryny i skrobia od końców nieredukujących	Uwalnianie glukozy ze skrobiowych substratów	Działa egzotypowo na inne struktury; nie jest ukierunkowana na redukcję wysokocząsteczkowego dekstranu
Cellulase	Celuloza, wiązania β -1,4	Rozkład włókien celulozowych	Celuloza ma wiązania β -1,4, podczas gdy dekstran opiera się głównie na wiązaniach α -1,6
Pectinase	Pektyny w ścianach komórkowych roślin	Klarowanie, maceracja, zmniejszenie lepkości pektynowej	Przydatna przy pektynach, lecz nie usuwa specyficznego problemu dekstranu

Porównanie pokazuje, dlaczego diagnoza przyczyny lepkości jest kluczowa. Dwie próbki mogą wyglądać podobnie pod względem operacyjnym — na przykład obie mogą filtrować się wolno — ale wymagać całkowicie innego podejścia enzymatycznego. Dextranase jest właściwym wyborem wtedy, gdy celem jest hydroliza dekstranu i ograniczenie skutków obecności tego konkretnego polimeru ^[1].

Zastosowanie Dextranase w przetwórstwie cukru

Najbardziej typowym obszarem użycia Dextranase jest przetwórstwo cukru trzcinowego i, w pewnych sytuacjach, buraczanego. W cukrownictwie dekstran może powstawać wskutek aktywności bakterii wykorzystujących sacharozę, zwłaszcza gdy surowiec jest uszkodzony, przechowywany zbyt długo lub narażony na warunki sprzyjające rozwojowi mikroorganizmów. Zastosowanie enzymu ma na celu skrócenie łańcuchów dekstranu, zanim ich obecność przełoży się na poważniejsze problemy procesowe ^[2].

W praktyce największe znaczenie ma moment kontaktu enzymu z substratem. Dextranase musi mieć dostęp do dekstranu w fazie ciekłej i działać przez czas wystarczający do częściowej hydrolizy polimeru. Jeżeli enzym zostanie dodany zbyt późno, po etapie, w którym dekstran zdążył już pogorszyć filtrację lub krystalizację, jego wpływ może być ograniczony do kolejnych operacji. Jeżeli natomiast warunki procesu powodują szybką dezaktywację białka, oczekiwany efekt reologiczny również może być słabszy.

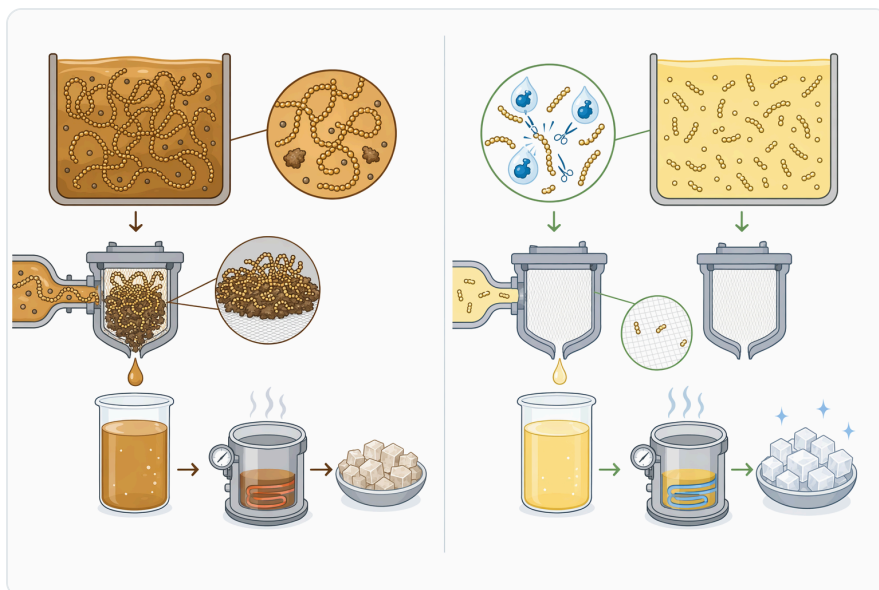


Figure 3. 덱스트라나아제, 아밀라아제, 펙티나아제, 셀룰라아제는 각각 다른 다당류 기질에 작용하므로, 덱스트란이 공정상의 문제일 때는 덱스트라나아제가 특히 중요합니다.

W zakładach cukrowniczych istotna jest także zmienność sezonowa. Jakość surowca, temperatura otoczenia, czas od zbioru do przerobu i obciążenie mikrobiologiczne mogą zmieniać się z dnia na dzień. Dextranase bywa wtedy elementem stabilizacji procesu: nie eliminuje zmienności biologicznej surowca, ale może zmniejszać wpływ jednego z jej najbardziej kłopotliwych produktów — wysokocząsteczkowego dekstranu [2].

Warto podkreślić, że redukcja lepkości nie zawsze oznacza liniową poprawę każdego parametru procesu. Spadek długości łańcuchów dekstranu może ułatwić przepływ i separację, ale o końcowym wyniku decydują również sucha masa, temperatura, zawartość innych koloidów, skład mineralny, pH oraz konstrukcja instalacji. Dlatego Dextranase należy traktować jako precyzyjne narzędzie do konkretnego problemu, a nie jako uniwersalny korektor wszystkich odchyłeń technologicznych.

Zastosowania poza cukrownictwem: bioproceny, glikobiologia i modyfikacja matryc

Chociaż przemysł cukrowniczy jest najbardziej oczywistym przykładem, Dextranase ma szersze znaczenie techniczne. W bioprocenach i hodowlach komórkowych dekstran lub materiały dekstranopodobne mogą być składnikiem medium, nośnikiem, dodatkiem reologicznym albo pozostałością po wcześniejszych etapach przygotowania. Enzym umożliwia wtedy selektywne zmniejszenie masy cząsteczkowej dekstranu bez konieczności stosowania niespecyficznego degradacji chemicznej [1].

W glikobiologii Dextranase jest narzędziem do badania i modyfikacji struktur glukanowych. Kontrolowana hydroliza dekstranu pozwala uzyskać krótsze oligosacharydy, oceniać zależność właściwości od długości łańcucha oraz przygotowywać układy o zmienionej charakterystyce fizykochemicznej. W takich zastosowaniach ważna jest nie tylko sama aktywność hydrolityczna, lecz także przewidywalność produktów reakcji i selektywność wobec określonego typu wiązań [3].

W przemyśle spożywczym, biotechnologicznym i technicznym enzym może być rozważany wszędzie tam, gdzie dekstran utrudnia przepływ, separację lub dalszą obróbkę materiału. Nie oznacza to jednak, że każda lepka matryca jest odpowiednim celem. Jeżeli lepkość pochodzi głównie od gum roślinnych, pektyn, białek żelujących lub innych polisacharydów, właściwy enzym będzie inny.

Warunki działania: pH, temperatura, matryca i inhibitory

Dextranase jest białkiem katalitycznym, dlatego jej skuteczność zależy od warunków środowiskowych. Najczęściej omawiane parametry to pH, temperatura, czas kontaktu, dostępność substratu oraz obecność związków, które mogą stabilizować lub hamować aktywność enzymu. Dla preparatów opisywanych w literaturze enzymologicznej często wskazuje się środowisko lekko kwaśne do obojętnego jako korzystne dla aktywności Dextranase, choć dokładny zakres zależy od konkretnego pochodzenia enzymu [1].

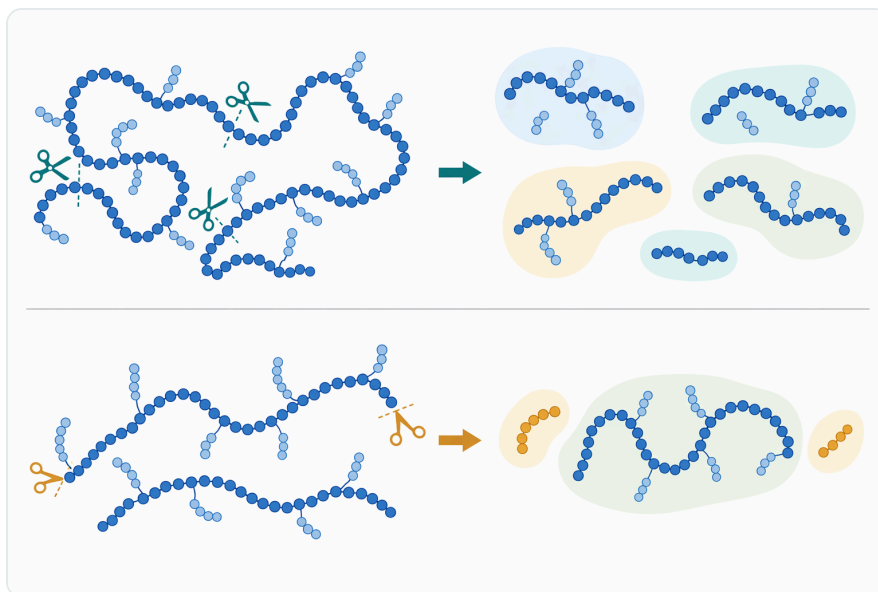


Figure 4. 엔도형 덱스트라나아제는 중합체 사슬 내부의 결합을 절단하여 큰 덱스트란 분자의 수를 빠르게 줄일 수 있습니다.

Temperatura działa dwutorowo. Z jednej strony wzrost temperatury zwykle zwiększa szybkość reakcji enzymatycznej do pewnego punktu, ponieważ cząsteczki częściej zderzają się w sposób prowadzący do katalizy. Z drugiej strony zbyt wysoka temperatura może naruszać strukturę białka i obniżać

aktywność. W procesach cukrowniczych oznacza to konieczność dopasowania miejsca zastosowania enzymu do etapu, w którym dekstran jest dostępny, a warunki nie prowadzą do szybkiej utraty funkcji katalitycznej.

Matryca procesowa może być równie ważna jak pH i temperatura. Wysoka zawartość rozpuszczonych substancji, obecność jonów metali, środki utleniające, środki dezynfekcyjne, produkty reakcji Maillarda, koloidy i zawiesiny mogą wpływać na dostępność dekstranu lub stabilność enzymu. W praktyce enzym działa najlepiej wtedy, gdy może swobodnie kontaktować się z rozpuszczonym lub zdyspergowanym dekstranem, a nie wtedy, gdy substrat jest fizycznie odseparowany lub związany w trudno dostępnej fazie.

Niektóre związki mogą ograniczać aktywność enzymów poprzez oddziaływanie z resztami aminokwasowymi centrum aktywnego lub przez zmianę konformacji białka. W odniesieniu do Dextranase źródła enzymologiczne opisują wpływ określonych jonów i reagentów na aktywność, co potwierdza, że kompatybilność chemiczna środowiska ma realne znaczenie dla działania enzymu ^[1].

Co oznacza „skuteczność” Dextranase w praktyce?

Skuteczność Dextranase nie powinna być oceniana wyłącznie przez pryzmat tego, czy dekstran „znika”. Enzym hydrolizuje polimer do krótszych fragmentów, a więc całkowita ilość węglowodanów pochodzących z dekstranu może pozostać w strumieniu. Kluczowa zmiana dotyczy rozmiaru cząsteczek i ich wpływu na właściwości fizyczne układu.

W praktyce przemysłowej efekt może przejawiać się jako łatwiejsze pompowanie, mniej problematyczna filtracja, bardziej stabilna klarowność, mniejsze zakłócenia zagęszczania lub bardziej przewidywalne zachowanie podczas krystalizacji. Nie wszystkie te efekty muszą wystąpić jednocześnie, ponieważ każdy etap zależy od innych ograniczeń procesowych. Jeżeli dominującą barierą jest wysoka lepkość dekstranowa, wpływ enzymu może być wyraźniejszy; jeżeli dominują zawiesiny mineralne lub zanieczyszczenia białkowe, efekt będzie mniej bezpośredni.

Warto też rozumieć różnicę między hydrolizą a pełną mineralizacją. Dextranase nie rozkłada dekstranu do dwutlenku węgla i wody ani nie usuwa cukrów z bilansu procesu. Jej rolą jest zmiana wielkości i struktury cząsteczek. Ta zmiana jest wystarczająca, aby w wielu przypadkach ograniczyć konsekwencje wysokocząsteczkowego dekstranu, ponieważ to długość łańcucha i architektura polimeru odpowiadają za znaczną część efektu lepkościowego ^[3].

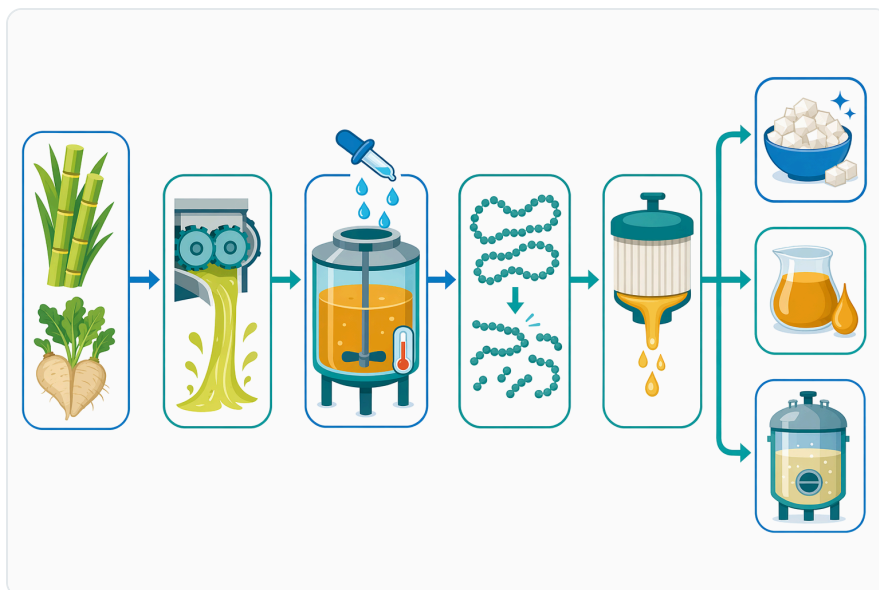


Figure 5. 덱스트란이 존재할 경우, 덱스트라나아제는 초기 주스 처리부터 청징, 여과, 증발 과정의 시럽 이동, 결정화에 이르기까지 설탕 공정을 지원할 수 있습니다.

Ograniczenia i sytuacje, w których Dextranase nie wystarczy

Najważniejsze ograniczenie wynika ze specyficzności enzymu. Dextranase rozkłada przede wszystkim dekstran, a nie wszystkie możliwe składniki pogarszające parametry procesu. Jeżeli lepkość pochodzi od skrobi, właściwym narzędziem będzie enzym amylolityczny; jeżeli od pektyn — pektinaza; jeżeli od β -glukanów — enzymy ukierunkowane na β -glukany. Błędne przypisanie przyczyny problemu może prowadzić do przecenienia roli Dextranase.

Drugim ograniczeniem jest dostępność substratu. Enzym musi zetknąć się z dekstranem w warunkach, które pozwalają na hydrolizę. W gęstych, silnie obciążonych matrycach dyfuzja może być wolniejsza, a część polimeru może być mniej dostępna. Z tego powodu czas kontaktu i miejsce zastosowania w procesie mają duże znaczenie, choć nie istnieje jedna uniwersalna konfiguracja odpowiednia dla wszystkich zakładów.

Trzecim ograniczeniem jest stabilność enzymu. Dextranase, jak każde białko, może tracić aktywność w warunkach skrajnego pH, wysokiej temperatury lub obecności związków reagujących z grupami funkcyjnymi białka. Dane strukturalne i przeglądowe pokazują, że właściwości poszczególnych Dextranase są związane z ich budową i pochodzeniem, dlatego nie należy zakładać pełnej wymienności wszystkich preparatów enzymatycznych [3].

Czwartym ograniczeniem jest czas powstania problemu. Jeżeli dekstran zdążył już spowodować nieodwracalne zakłócenia w danej partii lub doprowadził do strat na wcześniejszych etapach, późniejsze zastosowanie enzymu może poprawić tylko część dalszych operacji. Z tego powodu

Dextranase jest najskuteczniej rozumiana jako element kontroli procesu, a nie wyłącznie reakcja awaryjna.

Dextranase, dextrin dextranase i podobne nazwy — ważne rozróżnienie

W literaturze można spotkać nazwy brzmiące podobnie, ale opisujące inne funkcje enzymatyczne. Dextranase hydrolizuje dekstran, natomiast dextrin dextranase jest enzymem badanym między innymi u *Acetobacter capsulatus* i wiązanym z reakcjami przenoszenia reszt glukozylowych, w których dekstryny mogą uczestniczyć w powstawaniu struktur dekstranowych [4].



Figure 6. 덱스트라나아제 사용의 주요 공정상 이점은 덱스트란으로 인한 점도 감소, 분리 성능 향상, 더 일관된 결정화, 공정 연속성 개선입니다.

To rozróżnienie ma znaczenie, ponieważ nazwy enzymów bywają skracane w dokumentach technicznych, a niewielka różnica terminologiczna może oznaczać odmienny kierunek reakcji. W zastosowaniach omawianych w tym artykule chodzi o Dextranase jako enzym rozkładający dekstran, a nie o enzymy syntetyzujące lub przebudowujące dekstran z innych donorów węglowodanowych.

Badania kinetyczne dextrin dextranase pokazują, że enzymy działające na glukany mogą mieć bardzo zróżnicowane profile reakcji, mimo że uczestniczą w chemii podobnych wiązań glikozydowych [5]. Dla praktyki B2B wniosek jest prosty: należy zwracać uwagę na funkcję enzymu, a nie tylko na podobieństwo nazwy.

Znaczenie struktury enzymu dla stabilności i selektywności

Struktura białka decyduje o tym, jaki substrat zostanie rozpoznany, jak zostanie ustawiony w centrum aktywnym i jak szybko zajdzie hydroliza. W przypadku Dextranase istotne są domeny odpowiedzialne za wiązanie glukanu oraz reszty katalityczne, które uczestniczą w rozszczepieniu wiązania glikozydowego. Przeglądy strukturalne podkreślają, że zrozumienie budowy enzymu pomaga wyjaśnić różnice w aktywności, stabilności i specyficzności między Dextranase różnego pochodzenia [3].

Dla użytkownika przemysłowego nie ma potrzeby analizowania każdej reszty aminokwasowej, ale warto zrozumieć konsekwencję: enzym nie jest prostym dodatkiem chemicznym o stałym zachowaniu w każdych warunkach. Jego działanie wynika z trójwymiarowej struktury, która może być wspierana lub zaburzana przez środowisko procesu. Dlatego realna efektywność zależy od dopasowania enzymu do matrycy, a nie tylko od samej obecności nazwy „Dextranase” w specyfikacji produktu.

Selektywność strukturalna jest jednocześnie zaletą. Dzięki niej Dextranase może modyfikować dekstran bez konieczności ogólnego rozkładu wszystkich polisacharydów obecnych w materiale. W procesach, w których istotne jest zachowanie głównych składników surowca, taka selektywność może być korzystniejsza niż agresywne działania chemiczne.

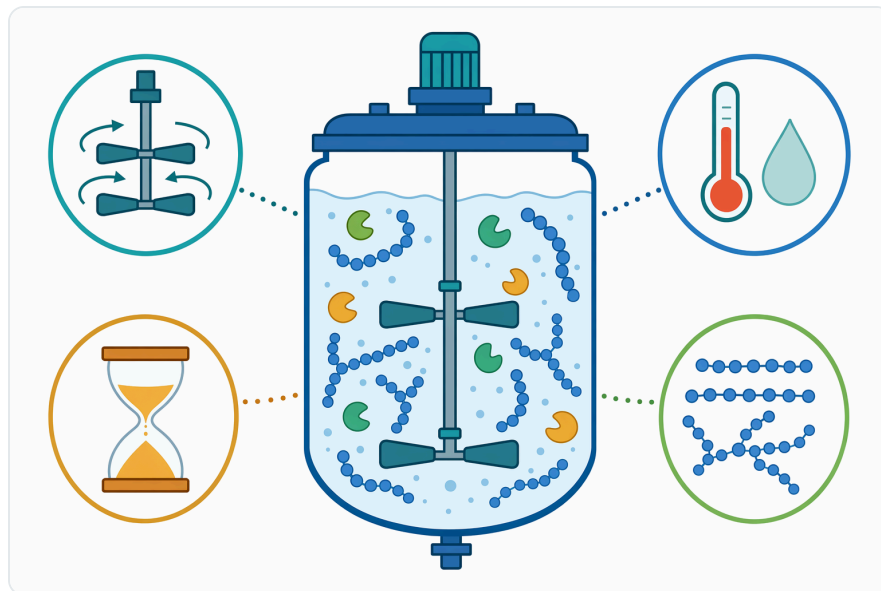


Figure 7. 덱스트라나아제의 성능은 덱스트란과의 접촉, 충분한 반응 시간, 적절한 공정 조건, 그리고 존재하는 덱스트란의 구조와 양에 따라 달라집니다.

Informacje produktowe dotyczące Enzymes.bio

Dextranase oferowana przez Enzymes.bio jest produktem enzymatycznym przeznaczonym do sprzedaży online w jednostkach 1 kg. Enzymes.bio działa jako dostawca B2B, nie jako producent i nie jako laboratorium wykonujące badania aplikacyjne. Zamówienie jest realizowane po płatności online, a dokumenty CoA oraz SDS są dostarczane wraz z zamówieniem.

Niniejszy artykuł ma charakter techniczno-edukacyjny. Jego celem jest wyjaśnienie, czym jest Dextranase, na czym polega mechanizm hydrolizy dekstranu i w jakich sytuacjach przemysłowych enzym może być przydatny. Nie zastępuje on walidacji procesu w konkretnej instalacji ani oceny zgodności produktu z wymaganiami danego zastosowania.

Podsumowanie techniczne

Dextranase jest enzymem wyspecjalizowanym w hydrolizie dekstranu, czyli polisacharydu z dominującymi wiązaniami α -1,6-glukozydowymi. Jej działanie polega na cięciu długich łańcuchów dekstranu na krótsze fragmenty, co może zmniejszać wpływ tego polimeru na lepkość i poprawiać przebieg operacji jednostkowych w przetwórstwie cukru ^[1].

Najlepiej udokumentowanym obszarem praktycznym jest zastosowanie w procesach, w których dekstran utrudnia przepływ, filtrację, klarowanie lub krystalizację. Literatura dotycząca cukrownictwa opisuje Dextranase jako narzędzie ograniczające skutki dekstranu, szczególnie wtedy, gdy problem wynika z jakości surowca i aktywności mikroorganizmów wytwarzających ten polimer ^[2].

Najważniejszą zaletą enzymu jest selektywność. Dextranase nie jest uniwersalnym środkiem na każdą lepkość, lecz narzędziem do konkretnego substratu. Właściwe rozpoznanie roli dekstranu w procesie jest więc warunkiem sensownego zastosowania enzymu. Tam, gdzie dekstran jest rzeczywistą przyczyną zakłóceń, jego enzymatyczna hydroliza może być technicznie uzasadnionym sposobem poprawy stabilności procesu.

Zamów Dextranase online

Sprzedawany w jednostkach 1 kg, dostępny z magazynu i gotowy do wysyłki. Zamów bezpośrednio w naszym sklepie — zapłać online, a my przetworzymy Twoje zamówienie. Do każdego zamówienia dołączamy Certyfikat Analizy i Kartę Charakterystyki.

[Kup Dextranase →](#)

Bibliografia

Ponumerowano według kolejności pierwszego cytowania. Źródła open access, każde zweryfikowane jako dostępne w momencie publikacji; numery cytowań w tekście prowadzą tutaj.

1. Manual. *Worthington-biochem*.
2. Eggleston20 Successful20Application .Pdf. *Bsdf-assbt*.
3. Hu, X., Xia, B., Ru, W., Yu-Zhang, Jing-Yang, & Zhang, H. (2023). Research progress on structure and catalytic mechanism of dextranase. *eFood*.
4. Yamamoto, K., Yoshikawa, K., & Okada, S. (1993). Detailed Action Mechanism of Dextrin Dextranase from Acetobacter capsulatus ATCC 11894. *Bioscience, biotechnology and biochemistry*, 57 1, 47-50 .
5. Suzuki, M., Unno, T., & Okada, G. (2000). A Kinetic Study of an Extracellular Dextrin Dextranase * from Acetobacter capsulatum ATCC 11894. *Journal of applied glycoscience*, 47, 27-33.

Skontaktuj się z Enzymes.bio


Masz pytania dotyczące zamówienia? Nasz zespół chętnie pomoże.

E-MAIL wholesale@enzymes.bio

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

[Skontaktuj się z nami →](#)

 **400+** klientów B2B

 **60+** partnerów badawczych z uczelni

 **54** obsługiwanych na całym świecie

© 2026 Enzymes.bio · Dostawy enzymów przemysłowych i do przetwórstwa żywności · Nie do spożycia przez ludzi ani sprzedaży detalicznej.