

# Xylanase Enzyme For Brewers – redukcja lepkości i poprawa filtracji brzezki

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

**Xylanase Enzyme For Brewers** to enzym pomocniczy dla browarnictwa, stosowany przede wszystkim do rozkładu ksylanów i arabinoksylianów — nieskrobiowych polisacharydów ścian komórkowych zbóż. W praktyce jego główne zastosowanie to wsparcie filtracji zacieru i brzezki, ograniczanie lepkości oraz poprawa przewidywalności procesu przy zasypach zawierających jęczmień, pszenicę, żyto lub dodatki niesłodowane. Nie jest to enzym do scukrzania skrobi; tę funkcję pełnią głównie amylazy.

Enzymes.bio oferuje Xylanase Enzyme For Brewers jako dostawca online, a nie jako producent ani laboratorium badawcze. Produkt jest przeznaczony do zastosowań profesjonalnych i technologicznych, sprzedawany online w jednostkach 1 kg; dokumenty CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem .

## Dlaczego xylanaza ma znaczenie w procesie warzenia piwa

W browarnictwie najwięcej uwagi poświęca się zwykle skrobi, amylazom i fermentowalnym cukrom. To zrozumiałe, ponieważ wydajność ekstraktu i profil fermentacji zależą w dużej mierze od hydrolizy skrobi podczas zacierania. Jednak zachowanie zacieru i brzezki nie zależy wyłącznie od skrobi: istotną rolę odgrywają również polisacharydy ścian komórkowych, w tym beta-glukany, ksylany i arabinoksylany, które mogą zwiększać lepkość oraz utrudniać filtrację.

Jęczmień i sód jęczmienny są matrycami złożonymi: oprócz skrobi zawierają białka, lipidy, składniki mineralne i strukturalne węglowodany ścian komórkowych. Badania nad czterema odmianami jęczmienia podczas symulowanego słodowania pokazują, że hydroliza ścian komórkowych jest procesem zależnym od odmiany, morfologii ziarna, rozmieszczenia węglowodanów i aktywności enzymów endogennych <sup>[1]</sup>. To oznacza, że dwie partie siodu o podobnych podstawowych parametrach mogą zachowywać się inaczej podczas filtracji, jeśli różnią się stopniem modyfikacji ścian komórkowych.

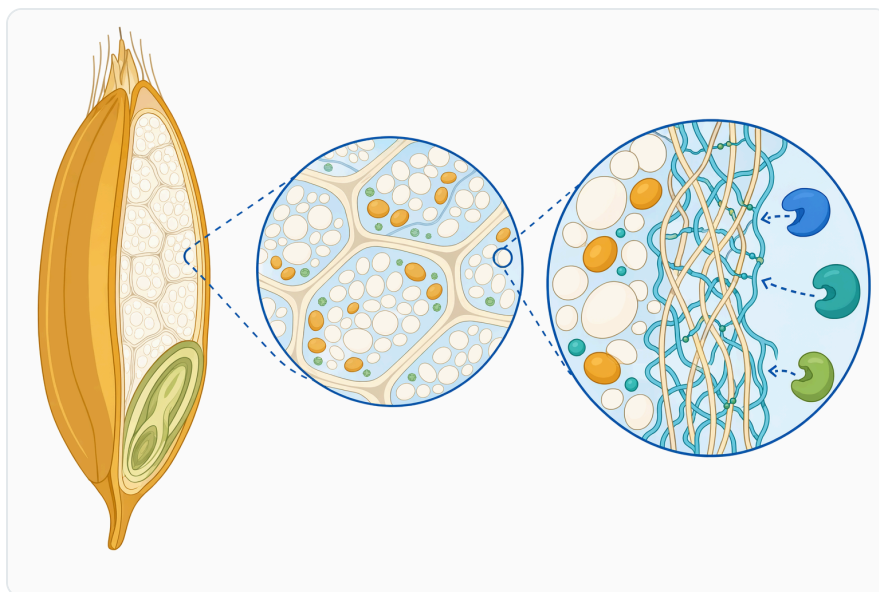
Xylanaza jest użyteczna właśnie tam, gdzie problemem nie jest brak scukrzania, lecz fizyczne właściwości układu: lepkość, zdolność brzezki do przepływu przez złożę młóta oraz stabilność czasu wysładzania. Długie łańcuchy arabinoksylianów wiążą wodę i mogą zwiększać opór przepływu; ich

częściowa hydroliza do krótszych fragmentów obniża wpływ frakcji hemicelulozowej na reologię brzożki. W praktyce xylanaza działa więc jako enzym „odbarczający” filtrację, szczególnie w recepturach z udziałem surowców bogatych w nieskrobiowe polisacharydy.

## Mechanizm działania: co dokładnie rozkłada xylanaza

Xylanazy należą do enzymów hydrolitycznych rozkładających ksylany — polisacharydy zbudowane głównie ze szkieletu ksylozowego połączonego wiązaniami  $\beta$ -1,4. W surowcach zbożowych szczególnie ważne są arabinoksylany, czyli ksylany podstawione resztami arabinozy. Ich struktura nie jest jednorodna: stopień rozgałęzienia, obecność podstawników i powiązanie z innymi składnikami ściany komórkowej wpływają na dostępność substratu dla enzymu.

Najczęściej omawiane przemysłowo xylanazy to endo- $\beta$ -1,4-xylanazy, które przecinają wewnętrzne wiązania w łańcuchu ksylanu. Nie „odgryzają” one cukrów wyłącznie od końców łańcucha, lecz rozszczepiają długie polimery na krótsze oligosacharydy. Badania strukturalne i modelowanie xylanaz, w tym enzymów bakteryjnych, pokazują, że rozpoznawanie substratu zależy od architektury miejsca aktywnego i sposobu wiązania fragmentów łańcucha ksylanowego [2].



**Figure 1.** 자일라나아제는 전분을 발효 가능한 당으로 직접 전환하는 것이 아니라, 곡물 세포벽의 자일란과 아라비노자일란에 작용한다.

W ujęciu browarniczym kluczowe jest to, że xylanaza nie konkuruje funkcjonalnie z amylazą. Amylazy rozkładają skrobię do cukrów fermentujących i dekstryn, natomiast xylanaza działa na hemicelulozy ścian komórkowych. Różnica ta ma znaczenie praktyczne: jeśli zacier jest dobrze scukrzony, ale filtruje się wolno, problem może leżeć nie w skrobi, lecz w lepkości generowanej przez frakcję nieskrobiową.

Nie wszystkie xylanazy zachowują się identycznie. Enzymy z rodzin GH10 i GH11 różnią się m.in. zakresem tolerancji wobec podstawionych fragmentów ksylanu oraz sposobem oddziaływania z substratem. Prace nad termofilną xylanazą GH10 z *Caldicellulosiruptor bescii* wskazują, że cechy strukturalne enzymu wpływają zarówno na adaptację do temperatury, jak i preferencje wiązania substratu [3]. Dla browaru oznacza to, że „xylanaza” jest kategorią funkcjonalną, ale konkretna formuła enzymatyczna musi być zgodna z warunkami procesu.

## Zacieranie jako punkt styku skrobi, ścian komórkowych i enzymów

---

Podczas zacierania zachodzą równoległe procesy fizyczne i enzymatyczne. Skrobia ulega kleikowaniu i hydrolizie, białka są częściowo degradowane, a składniki ścian komórkowych mogą przechodzić do roztworu lub pozostawać w młócie. Badania nad zacieraniem izotermicznym słoju jęczmiennego pokazują, że skład brzezki zależy od zakresów temperaturowych aktywności enzymów słodowych, a więc od tego, jak długo i w jakich warunkach poszczególne enzymy mają dostęp do substratów [4].

W przypadku skrobi istotne są także właściwości granulek. Małe i duże granulki skrobi jęczmiennej różnią się charakterystyką kleikowania, co wpływa na ich podatność na enzymatyczną hydrolizę i produkcję cukrów podczas zacierania [5]. To pokazuje, że nawet w obrębie jednego ziarna dostępność substratu dla enzymów może być zmienna. Analogicznie, dostępność arabinoksylianów dla xylanazy zależy od stopnia rozluźnienia ścian komórkowych, rozdrobnienia surowca, uwodnienia i temperatury.

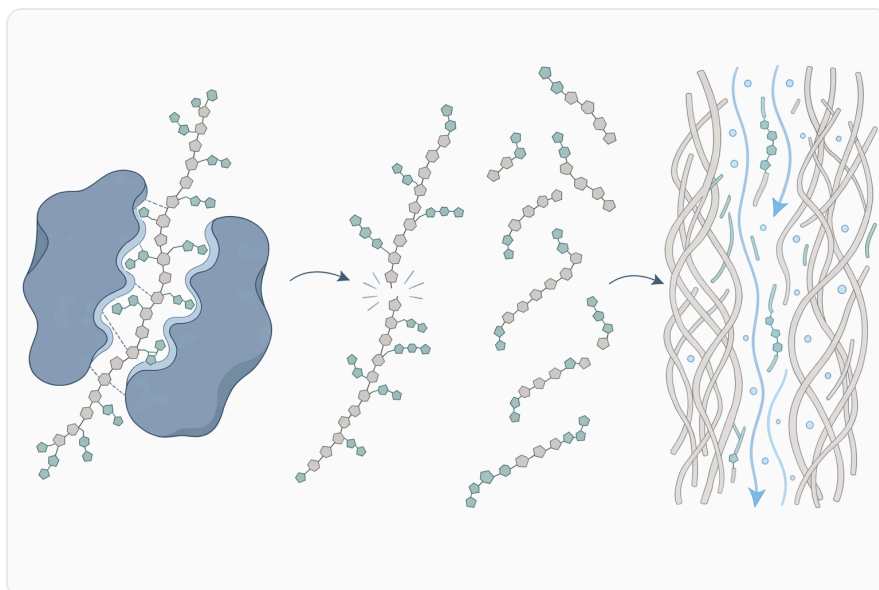
Ważne jest również rozróżnienie między kleikowaniem a pastowaniem skrobi. Prace dotyczące efektywności scukrzania słoju jęczmiennego przy różnych poziomach temperatury podkreślają, że interpretacja zmian skrobi w zacierze nie jest trywialna i zależy od reżimu cieplnego [6]. Xylanaza nie rozwiązuje problemów wynikających z niewłaściwej obróbki skrobi, ale może wspierać proces wtedy, gdy ściany komórkowe ograniczają dostęp wody i enzymów lub zwiększają lepkość fazy ciekłej.

## Główne zastosowania Xylanase Enzyme For Brewers

---

### Poprawa filtracji zacieru i brzezki

Najbardziej bezpośrednim zastosowaniem xylanazy w browarze jest poprawa filtracyjności. Jeżeli długie, rozpuszczalne lub częściowo rozpuszczalne arabinoksyliany zwiększają lepkość brzezki, ich enzymatyczne skrócenie może zmniejszyć opór przepływu przez złożę młóta. Nie oznacza to automatycznie szybszej filtracji w każdym przypadku, ale daje racjonalny mechanizm działania, gdy wąskim gardłem są hemicelulozy.



**Figure 2.** 엔도-자일라나아제는 자일란 골격 내부의  $\beta$ -1,4 결합을 가수분해하여 아라비노자일란 중합체를 더 작은 조각으로 짧게 만든다.

Filtracja jest szczególnie wrażliwa na skład młóta i strukturę złoża. Zbyt drobny przemiał, wysoki udział mączki, nieodpowiednia prędkość odbioru brzezki lub przeciążenie kadzi filtracyjnej mogą spowodować problemy niezależne od enzymów. Xylanaza ma sens wtedy, gdy problemem jest lepkość i rozpuszczalne polisacharydy, a nie wyłącznie mechanika złoża.

### Ograniczanie lepkości przy surowcach bogatych w hemicelulozy

Receptury z udziałem pszenicy, żyta, jęczmienia niesłodowanego lub innych dodatków zbożowych mogą wносить więcej frakcji ścian komórkowych niż dobrze zmodyfikowany słód jęczmienny. W takich układach xylanaza pomaga ograniczać wpływ arabinoksylianów na lepkość. Działanie enzymu polega na skracaniu łańcuchów, a nie na pełnym usuwaniu polisacharydów z brzezki.

Znaczenie tej funkcji rośnie, gdy browar pracuje ze zmiennymi partiami surowca. Badania nad hydrolizą makrocząsteczek słodu jęczmiennego podczas degradacji enzymatycznej w czasie pokazują, że frakcje wielkocząsteczkowe ulegają dynamicznym zmianom, które można śledzić analitycznie w trakcie procesu <sup>[7]</sup>. Z perspektywy technologicznej oznacza to, że lepkość i filtracyjność są wynikiem ewolucji całej matrycy zacieru, a nie jednego parametru surowca.

### Wsparcie wykorzystania dodatków niesłodowanych

Dodatki niesłodowane są atrakcyjne technologicznie i ekonomicznie, ale zwykle nie wnoszą własnego zestawu enzymów słodowych w takim stopniu jak słód. Badania nad wykorzystaniem słodu jęczmiennego do enzymatycznej hydrolizy skrobi z różnych zbóż pokazują, że słód może pełnić funkcję

źródła enzymów dla innych surowców skrobiowych [8]. Jednak w przypadku dodatków bogatych w ściany komórkowe sama aktywność amylolityczna nie musi wystarczyć do uzyskania dobrej filtracji.

Xylanaza może uzupełniać naturalny potencjał enzymatyczny słodu, działając na frakcję, której amylazy nie rozkładają. W recepturach z większym udziałem niesłodowanych zbóż enzym ten może zmniejszać ryzyko zacierów trudnych w filtracji. Najlepsze efekty są oczekiwane tam, gdzie surowiec wnosi znaczące ilości arabinoksylianów, a warunki procesu pozwalają enzymowi na kontakt z uwodnionym substratem.

### Stabilizacja przebiegu procesu między partiami

Dla browaru przemysłowego i rzemieślniczego kluczowa jest powtarzalność: podobny czas filtracji, przewidywalne wysładzanie, stabilny ekstrakt i ograniczenie nieplanowanych przestoju. Xylanaza może działać jako narzędzie zmniejszające wpływ zmienności surowców na lepkość brzezki. Nie zastępuje kontroli jakości słodu, ale może poszerzać tolerancję procesu wobec naturalnych różnic między partiami.

Warto traktować ją jako element zarządzania matrycą zacieru. Jeśli browar prowadzi produkcję wielu stylów i często zmienia zasyp, enzymy pomocnicze mogą ułatwiać utrzymanie podobnego zachowania procesu mimo różnic recepturowych. Dotyczy to zwłaszcza piw zbożowych, pszenicznych, żytnich oraz receptur eksperymentalnych, w których udział surowców niesłodowanych jest wyższy niż w klasycznym lagerze opartym na słodzie jęczmiennym.



**Figure 3.** 자일라나아제,  $\beta$ -글루카나아제, 아밀라아제, 프로테아제는 각각 서로 다른 양조 기질에 작용하므로 서로 다른 공정 문제를 해결한다.

## Xylanaza a inne enzymy browarnicze

Xylanaza jest tylko jednym z enzymów używanych w technologii piwowarskiej. Jej rola jest specyficzna: dotyczy ksylanów i arabinoksylianów, a więc frakcji hemicelulozowej. Dla przejrzystości warto porównać ją z enzymami, które pełnią inne funkcje w zacieraniu i obróbce brzezki.

Enzym lub grupa enzymów	Główny substrat w procesie piwowarskim	Najważniejszy efekt technologiczny	Czego nie należy oczekiwać
Xylanaza	Ksylany i arabinoksylany ścian komórkowych zbóż	Obniżenie wpływu hemiceluloz na lepkość, wsparcie filtracji zacieru i brzezki	Nie zastępuje amylaz w scukrzaniu skrobi
Beta-glukanaza	Beta-glukany ścian komórkowych jęczmienia i słodu	Redukcja lepkości związanej z beta-glukanami, poprawa przepływu	Nie rozkłada arabinoksylianów tak jak xylanaza
Alfa- i beta-amylazy	Skrobia i dekstryny	Tworzenie cukrów fermentujących oraz dekstryn podczas zacierania	Nie rozwiązują bezpośrednio problemów hemicelulozowych
Proteazy	Białka i peptydy	Modyfikacja frakcji białkowej, wpływ na odżywienie drożdży i stabilność koloidalną	Nie są narzędziem do redukcji lepkości arabinoksylianowej

Takie rozróżnienie jest ważne, ponieważ problemy produkcyjne bywają podobne na poziomie objawów, ale różne na poziomie przyczyn. Wolna filtracja może wynikać z beta-glukanów, arabinoksylianów, zbyt drobnego śrutowania, niewystarczającej modyfikacji słodu albo z błędów operacyjnych. Xylanaza odpowiada tylko na część tych przyczyn — przede wszystkim na frakcję ksylanową.

### Warunki procesu: kiedy xylanaza ma największy sens

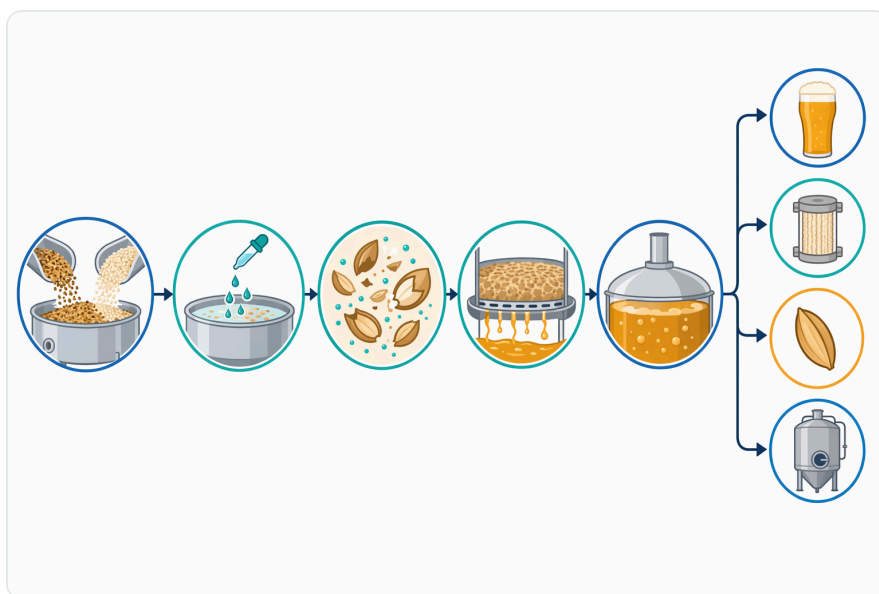
Xylanaza potrzebuje kontaktu z uwodnionym substratem. Dlatego jej praktyczne zastosowanie najczęściej wiąże się z etapem zacierania lub wczesną obróbką zacieru, zanim nastąpi filtracja. W tym momencie hemicelulozy są już częściowo dostępne, a enzym ma szansę skrócić łańcuchy ksylanowe przed utworzeniem finalnego złoża filtracyjnego.

Istotne są trzy parametry: temperatura, pH i czas kontaktu. Różne xylanazy mają różne profile stabilności, a literatura opisuje zarówno enzymy termostabilne, jak i takie, których aktywność jest silnie zależna od warunków środowiska. Przykładowo badania nad rekombinowaną xylanazą GH10

stosowaną do produkcji ksylooligosacharydów pokazują, że enzymy tej grupy mogą być projektowane i aplikowane w procesach wymagających określonej stabilności operacyjnej [9].

Nie należy jednak przenosić parametrów z jednej publikacji bezpośrednio do każdego browaru. Zacier jest matrycą wieloskładnikową: zawiera skrobię, białka, lipidy, sole, fragmenty łuski i inne polisacharydy. Ponadto profil temperaturowy zacierania jest zwykle kompromisem między aktywnością różnych enzymów. W praktyce xylanaza powinna być rozpatrywana w kontekście całego procesu, a nie jako izolowany dodatek.

Wysokie temperatury mogą zwiększać dostępność niektórych frakcji substratu, ale jednocześnie ograniczać aktywność enzymów wrażliwych termicznie. Z kolei zbyt krótki czas kontaktu może nie wystarczyć do zauważalnej hydrolizy długich łańcuchów. Dlatego technologicznie najważniejsze jest dopasowanie momentu aplikacji do etapu, w którym arabinoksyłany są dostępne, a enzym pozostaje funkcjonalny.



**Figure 4.** 자일라나아제는 보통 당화 과정에서 적용되어, 라우터 튼이나 매시 필터에서 맥즙을 분리하기 전에 헤미셀룰로오스 가수분해가 일어날 수 있게 한다.

## Surowce szczególnie istotne dla zastosowania xylanazy

### Słód jęczmienny

W dobrze zmodyfikowanym słodzie część ścian komórkowych jest już rozluźniona podczas słodowania. Nie oznacza to jednak, że problem lepkości znika całkowicie. Stopień modyfikacji zależy od odmiany jęczmienia, warunków słodowania i aktywności endogennych enzymów. Badania nad odmianami

jęczmienia wskazują, że proces hydrolizy ścian komórkowych podczas słodowania różni się między materiałami roślinnymi <sup>[1]</sup>.

W klasycznych zasypach opartych na wysokiej jakości słodzie xylanaza może być mniej potrzebna niż w recepturach z dużą ilością dodatków. Jej znaczenie rośnie jednak wtedy, gdy browar obserwuje zmienność filtracji mimo prawidłowego scukrzenia i standardowej pracy kadzi filtracyjnej. W takim przypadku frakcja ścian komórkowych jest jednym z potencjalnych obszarów diagnostycznych.

## **Pszenica**

Pszenica wnosi do zacieru istotną ilość arabinoksylianów. W piwach pszenicznych filtracja bywa trudniejsza, ponieważ struktura złoza jest inna niż w zasypach z dużym udziałem łuski jęczmiennej. Xylanaza może pomagać w ograniczaniu lepkości części rozpuszczalnej, choć nie zastępuje mechanicznej roli łuski w tworzeniu złoza.

Badania nad specyficznością substratową xylanaz z *Penicillium funiculosum* pokazują, że enzymy tego typu mogą różnić się podatnością na inhibitory białkowe obecne w zbożach, w tym pszenicy <sup>[10]</sup>. To ważny niuans: obecność arabinoksylianu nie gwarantuje jednakowej skuteczności każdej xylanazy, ponieważ matryca zbożowa może zawierać składniki wpływające na aktywność enzymu.

## **Żyto i zasypy wysokolepkie**

Żyto jest surowcem znanym z wysokiej lepkości zacieru. W jego przypadku arabinoksyliany i inne polisacharydy nieskrobiowe mogą silnie wpływać na filtrację. Xylanaza może być szczególnie interesująca w piwach żytnich, ale jej efekt zależy od receptury, udziału żyta, rozdrobnienia i profilu zacierania.

W takich recepturach warto pamiętać, że lepkość może wynikać z kilku frakcji naraz. Xylanaza działa na ksylany, ale nie rozwiązuje wszystkich problemów związanych z gumowatością zacieru. Jeśli istotny udział mają beta-glukany lub zbyt drobna frakcja mączna, potrzebne może być szersze podejście technologiczne.



**Figure 5.** 자일라나아제는 보리 맥아의 변동성, 밀, 호밀, 트리티케일, 옥수수 부원료 또는 고비중 매시로 인해 자일란이 풍부한 세포벽 부담이 증가할 때 특히 중요하다.

## Dodatki niesłodowane i produkty uboczne

Browarnictwo coraz częściej analizuje możliwości pełniejszego wykorzystania surowców roślinnych i produktów ubocznych. Młóto browarniane jest przykładem materiału bogatego w składniki ścian komórkowych, a publikacje dotyczące jego wykorzystania jako substratu pokazują, że może ono służyć do produkcji enzymów i cukrów redukujących przy udziale mikroorganizmów <sup>[11]</sup>. Nie oznacza to bezpośredniego zastosowania młóta w każdym browarze, ale potwierdza, że frakcje lignocelulozowe i hemicelulozowe surowców browarniczych są technologicznie istotne.

Przeglądy dotyczące produktów ubocznych przemysłu piwowarskiego opisują młóto i inne strumienie jako materiały zawierające cenne składniki, możliwe do dalszego wykorzystania w produkcji żywności i bioprocjach <sup>[12]</sup>. Z perspektywy xylanazy ten obszar pokazuje szerszy kontekst: enzymy hemicelulolityczne są ważne nie tylko w samej filtracji brzeczki, ale także w waloryzacji biomasy zbożowej.

## Produkty hydrolizy: od krótszych łańcuchów do ksylooligosacharydów

Hydroliza ksylianów nie prowadzi wyłącznie do prostych cukrów. Często powstają ksylooligosacharydy, czyli krótkie fragmenty łańcuchów ksylozowych. W browarnictwie głównym celem ich powstawania jest zwykle redukcja lepkości i poprawa właściwości przepływu, a nie produkcja składnika funkcjonalnego. Jednak chemicznie jest to ten sam kierunek reakcji: rozbitcie dłuższych, bardziej lepkościotwórczych polimerów na krótsze cząsteczki.

Badania nad pozostałościami słodu jęczmiennego pokazują, że enzymatyczna hydroliza może prowadzić do otrzymywania ksylooligosacharydów z materiałów powiązanych z browarnictwem, a autorzy analizują ich potencjalne zastosowania prebiotyczne <sup>[13]</sup>. Dla procesu warzenia najważniejszy wniosek jest bardziej podstawowy: frakcja ksylanowa surowców jęczmiennych może być enzymatycznie modyfikowana w kierunku krótszych produktów.

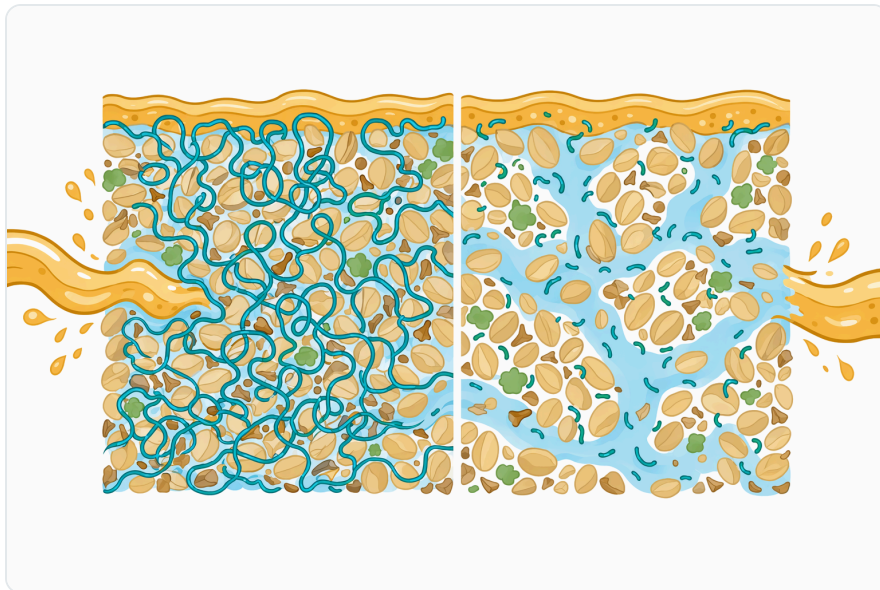
Warto jednak unikać nadmiernych obietnic. Obecność produktów hydrolizy ksylanu w brzeczce nie oznacza automatycznie korzyści zdrowotnych ani określonego efektu sensorycznego w gotowym piwie. W kontekście Xylanase Enzyme For Brewers najważniejszym, technicznie uzasadnionym celem jest kontrola lepkości i filtracyjności.

## Co xylanaza może poprawić, a czego nie naprawi

---

Xylanaza może poprawić przebieg procesu, jeśli ograniczeniem są ksylany lub arabinoksylany. Może wspierać szybszy i bardziej stabilny spływ brzeczki, zmniejszać wrażliwość procesu na surowce wysokolepkie oraz pomagać przy zasypach z dodatkami niesłodowanymi. Może również pośrednio wspierać wykorzystanie ekstraktu, jeśli rozluźnienie ścian komórkowych ułatwia dostęp wody i enzymów do składników ziarna.

Nie należy natomiast traktować jej jako enzymu do zwiększania fermentowalności w takim sensie jak amylazy. Jeśli brzeczka ma zbyt niski poziom cukrów fermentujących z powodu niewłaściwego profilu zacierania, problem leży głównie w hydrolizie skrobi. Badania nad enzymatyczną hydrolizą skrobi manioku z użyciem amylaz słodu jęczmiennego pokazują, że to enzymy amylolityczne odpowiadają za przekształcanie skrobi w produkty cukrowe <sup>[14]</sup>.



**Figure 6.** 아라비노자일란 사슬을 짧게 만들면 중합체로 인한 점도를 낮추고 매시 고형물 사이로 액체가 더 잘 이동하도록 할 수 있다.

Xylanaza nie jest również narzędziem do kontroli zakażeń, stabilizacji mikrobiologicznej, korekty wad sensorycznych ani zastępowania prawidłowej filtracji mechanicznej. Nie usunie skutków utlenienia, nie rozwiąże problemów fermentacyjnych drożdży i nie zastąpi kontroli białek czy polifenoli. Jej funkcja jest węższa, ale dzięki temu dobrze zdefiniowana: enzymatyczna modyfikacja frakcji ksylanowej.

## Znaczenie w piwach specjalnych, bezalkoholowych i nowoczesnych recepturach

Nowoczesne browarnictwo obejmuje nie tylko klasyczne style, lecz także piwa bezalkoholowe, niskoalkoholowe, funkcjonalne, z dodatkami roślinnymi i receptury hybrydowe. Przeglądy dotyczące produkcji piwa tradycyjnego i bezalkoholowego podkreślają, że technologia takich produktów wymaga kontroli wielu parametrów procesu i profilu sensorycznego [15]. W takich układach stabilność filtracji i przewidywalność brzezki stają się szczególnie ważne, bo margines procesowy bywa mniejszy.

W recepturach z dodatkami roślinnymi zmienia się nie tylko aromat, ale także skład matrycy. Prace nad dodatkiem suchych kwiatostanów konopi do produkcji piwa pokazują, że współczesne receptury mogą znacząco odbiegać od prostego układu sład–chmiel–woda–drożdże [16]. Xylanaza nie jest enzymem do przetwarzania wszystkich dodatków, ale może być elementem zarządzania złożonością zacieru, jeśli receptura zwiększa udział materiału bogatego w ściany komórkowe.

W piwach z udziałem mikroorganizmów innych niż klasyczne drożdże piwowarskie również rośnie znaczenie kontroli matrycy. Publikacje dotyczące piw z probiotykami wskazują, że włączenie takich kultur wiąże się z wyzwaniem technologicznymi dotyczącymi przeżywalności, jakości i stabilności

produktu [17]. Choć xylanaza nie jest narzędziem probiotycznym, stabilniejsza filtracja i przewidywalna brzezka mogą ułatwiać prowadzenie bardziej złożonych procesów.

## Bezpieczeństwo stosowania i dokumentacja produktu

Xylanase Enzyme For Brewers jest produktem technologicznym dla użytkowników profesjonalnych. Enzymy przemysłowe powinny być stosowane zgodnie z przeznaczeniem, zasadami BHP, dokumentacją produktu i lokalnymi wymaganiami regulacyjnymi. Enzymes.bio udostępnia produkt jako dostawca online; nie należy interpretować oferty jako deklaracji, że firma jest producentem enzymu lub laboratorium wykonującym badania aplikacyjne.

Produkt jest sprzedawany bezpośrednio online w jednostkach 1 kg. CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem, co wspiera identyfikowalność partii i bezpieczne obchodzenie się z produktem w środowisku profesjonalnym. Warunki korzystania z serwisu Enzymes.bio opisują sprzedaż produktów do zastosowań profesjonalnych i technologicznych oraz odpowiedzialność użytkownika za zgodność użycia z właściwymi przepisami.

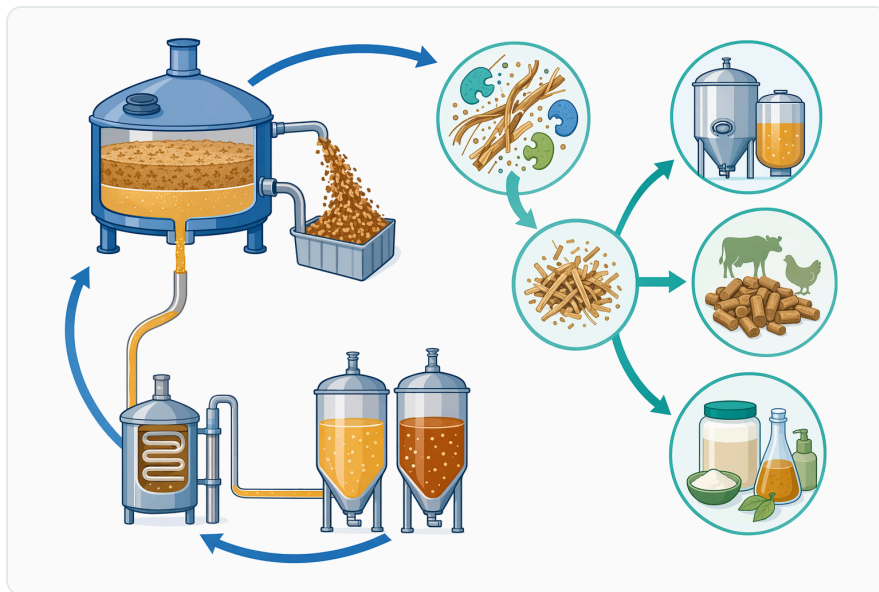


Figure 7. 라우터링에 영향을 미치는 동일한 헤미셀룰로오스 구조는 양조 부산물인 맥주박을 후속 가치화 공정에서 어떻게 고부가가치화할 수 있는지도 좌우한다.

W praktyce browarniczej dokumentacja nie zastępuje walidacji procesu w konkretnym zakładzie. Każdy browar ma własne surowce, wyposażenie, profil zacierania i wymagania jakościowe. Dlatego ocena skuteczności xylanazy powinna odnosić się do mierzalnych parametrów procesu, takich jak stabilność filtracji, zachowanie zacieru, klarowność brzezki przed gotowaniem czy powtarzalność czasu wysładzania — bez zakładania, że efekt będzie identyczny w każdej recepturze.

## Najważniejsze wnioski technologiczne dla browaru

---

Xylanase Enzyme For Brewers jest najbardziej uzasadniona tam, gdzie problemy procesowe są związane z ksylanami i arabinoksylanami. Jej działanie polega na skracaniu łańcuchów hemicelulozowych, co może ograniczać lepkość i ułatwiać przepływ brzezki przez złożę młota. Najbardziej logiczne obszary zastosowania to zasypy z pszenicą, żytem, jęczmieniem niesłodowanym lub innymi dodatkami zwiększającymi udział nieskrobiowych polisacharydów.

Enzym ten należy odróżniać od amylaz. Amylazy decydują o hydrolizie skrobi i powstawaniu cukrów fermentujących, natomiast xylanaza wspiera właściwości fizyczne zacieru i brzezki przez działanie na ściany komórkowe. Takie rozdzielenie funkcji pomaga realistycznie oceniać efekty i unikać błędnych oczekiwań wobec enzymu.

Najsilniejsze uzasadnienie naukowe dla xylanazy wynika z biochemii hydrolizy ksylanów, badań nad strukturą i specyficznością enzymów ksylanolitycznych oraz prac pokazujących znaczenie ścian komórkowych w słodowaniu i zacieraniu. Literatura dotycząca słodu jęczmiennego, enzymatycznej degradacji makrocząsteczek i produkcji ksylooligosacharydów z materiałów związanych z jęczmieniem wspiera wniosek, że frakcja hemicelulozowa jest realnym i mierzalnym elementem procesu <sup>[7]</sup>.

Dla użytkownika B2B najprostsza konkluzja brzmi: xylanaza jest narzędziem do zarządzania lepkością i filtracyjnością, nie uniwersalnym dodatkiem „poprawiającym piwo”. Jej wartość jest największa wtedy, gdy browar rozpoznaje problem z frakcją nieskrobiowych polisacharydów i chce ograniczyć jej wpływ na przepływ, stabilność zacierania oraz przewidywalność filtracji.

### Zamów Xylanase Enzyme For Brewers 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 Xylanase Enzyme For Brewers →](#)

## Bibliografia

---

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

1. Betts, N. S., Wilkinson, L. G., Khor, S. F., Shirley, N., Lok, F., Skadhauge, B., Burton, R., ... et al. (2017). Morphology, Carbohydrate Distribution, Gene Expression, and Enzymatic Activities Related to Cell Wall Hydrolysis in Four Barley Varieties during Simulated Malting. *Frontiers in Plant Science*, 8.
2. Mathur, N., Goswami, G. K., & Pathak, A. N. (2017). Structural comparison, docking and substrate interaction study of modeled endo-1, 4-beta xylanase enzyme of Bacillus brevis. *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, 74, 337-343 .
3. Zhang, Y., An, J., Yang, G., Zhang, X., Xie, Y., Chen, L., & Feng, Y. (2016). Structure features of GH10 xylanase from Caldicellulosiruptor bescii: implication for its thermophilic adaption and substrate binding preference. *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*, 48 10, 948-957 .
4. Laus, A., Endres, F., Hutzler, M., Zarnkow, M., & Jacob, F. (2022). Isothermal Mashing of Barley Malt: New Insights into Wort Composition and Enzyme Temperature Ranges. *Food and Bioprocess Technology*, 15, 2294 - 2312.
5. Langenaeken, N., Schepper, C. D., Schutter, D. D. D., & Courtin, C. (2019). Different gelatinization characteristics of small and large barley starch granules impact their enzymatic hydrolysis and sugar production during mashing. *Food Chemistry*, 295, 138-146 .
6. Rittenauer, M., Gladis, S., Gastl, M., & Becker, T. (2021). Gelatinization or Pasting? The Impact of Different Temperature Levels on the Saccharification Efficiency of Barley Malt Starch. *Foods*, 10.
7. RübSam, H., Becker, T., & Gastl, M. (2017). Analytical Characterization of the Hydrolysis of Barley Malt Macromolecules During Enzymatic Degradation Over Time Using AF4/MALS/RI. *Journal of Food Science*, 82 6, 1326-1332 .
8. Vasiukov, K., & Rydzak, L. (2024). Use of barley malt for enzymatic hydrolysis of starches from various grains. *3rd International PhD Student's Conference at the University of Life Sciences in Lublin, Poland: ENVIRONMENT – PLANT – ANIMAL – PRODUCT*.
9. Alnoch, R., Alves, G. S., Salgado, J. S., Andrades, D., Freitas, E. N., Nogueira, K. M. V., Vici, A. C., ... et al. (2022). Immobilization and Application of the Recombinant Xylanase GH10 of Malbranchea pulchella in the Production of Xylooligosaccharides from Hydrothermal Liquor of the Eucalyptus (Eucalyptus grandis) Wood Chips. *International Journal of Molecular Sciences*, 23.
10. Furniss, C., Williamson, G., & Kroon, P. (2005). The substrate specificity and susceptibility to wheat inhibitor proteins of Penicillium funiculosum xylanases from a commercial enzyme preparation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 574-582.
11. Bernal-Ruiz, M., Correa-Lozano, A., Gómez-Sánchez, L., Quevedo-Hidalgo, B. E., Rojas-Pérez, L. C., García-Castillo, C., Gutiérrez-Rojas, I. S., ... et al. (2021). Brewer's spent grain as substrate for enzyme and reducing sugar production using Penicillium sp. HC1. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*.
12. A Comprehensive Review on Beer Industry by-Products: its Types, Constituents, Health Benefits and Application in Food Production. *Semantic Scholar* (2024).
13. Fareed, S. Z., Tangjaidee, P., Khumsap, T., Klangpetch, W., Phongthai, S., Kanpiengjai, A., Khanongnuch, C., ... et al. (2025). Xylooligosaccharides from Barley Malt Residue Produced by Microwave-Assisted Enzymatic Hydrolysis and Their Potential Uses as Prebiotics. *Plants*, 14.
14. Luz, F. S., Bueno, A., Caetano, R. N., Rodrigues, P., & Banczek, E. P. (2021). Enzymatic Hydrolysis of Cassava Starch Using Barley Malt Amylases. *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*.

15. Žigilėjus, V., Anužis, A., & Purvaneckaitė, E. (2025). Sensory Evaluation and Production Technologies of Traditional and Non-Alcoholic Beer. *Abstract Book of the 1st International Online Conference on Innovations in Food Science and Technology, INNOFOOD 2025*.
16. Habschied, K., Jokić, S., Aladić, K., Šplajt, I., Krstanović, V., & Mastanjević, K. (2025). Addition of Industrial Hemp (Cannabis sativa L.) Dry Inflorescence in Beer Production. *Applied Sciences*.
17. Santos, D., Barreiros, L., Jesus, Â., Silva, A. L., Martins, J., Oliveira, A., & Pinho, C. (2024). Beer with Probiotics: Benefits and Challenges of Their Incorporation. *Beverages*.

## Skontaktuj się z Enzymes.bio

Masz pytania dotyczące zamówienia? Nasz zespół chętnie pomoże.

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