

# Neutral Protease For Beer Brewing: neutralna proteaza do zacierania i kontroli azotu w piwie

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

Neutral Protease For Beer Brewing to enzym proteolityczny stosowany głównie podczas zacierania, aby kontrolowanie rozkładać białka słodu i surowców dodatkowych do krótszych peptydów oraz aminokwasów. W praktyce pomaga zwiększać dostępność azotu przyswajalnego dla drożdży, wspierać powtarzalność fermentacji i ograniczać część problemów związanych ze zmętnieniem białkowym. Największy sens technologiczny ma w recepturach z dodatkami niesłodowanymi, zmiennymi partiami słodu lub brzeczki o niewystarczającym profilu azotowym.

## Czym jest neutralna proteaza w piwowarstwie?

Neutralna proteaza to enzym hydrolizujący wiązania peptydowe w białkach w warunkach zbliżonych do obojętnych, a więc takich, które mogą występować w praktycznych etapach przygotowania zacieru. W browarze jej rola nie polega na scukrzaniu skrobi, lecz na zmianie frakcji białkowej: duże białka zapasowe i częściowo rozpuszczalne fragmenty białek są rozcinane na krótsze peptydy, a następnie — w zależności od układu enzymatycznego zacieru — mogą zwiększać pulę aminokwasów dostępnych dla drożdży. Znaczenie proteolizy w słodowaniu i zacieraniu jest dobrze udokumentowane, ponieważ aktywność proteolityczna wpływa na skład azotowy brzeczki, a ten z kolei oddziałuje na fermentację i jakość piwa <sup>[1]</sup>.

W dobrze zmodyfikowanym słodzie jęczmiennym naturalnie występuje zestaw enzymów proteolitycznych, które uaktywniają się podczas kiełkowania i później uczestniczą w przygotowaniu brzeczki. Problem pojawia się wtedy, gdy aktywność endogennych enzymów słodu jest zbyt niska, zmienna między partiami albo rozcieńczona przez duży udział surowców niesłodowanych. Przeglądy dotyczące enzymów zbożowych w słodowaniu pokazują, że metabolizm ziarna obejmuje złożoną sieć hydrolaz, a jakość słodu zależy nie od pojedynczego enzymu, lecz od równowagi między rozkładem skrobi, ścian komórkowych i białek <sup>[2]</sup>.

Neutral Protease For Beer Brewing należy więc rozumieć jako narzędzie procesowe do uzupełniania lub stabilizowania proteolizy, a nie jako zamiennik słołu. Jej zadaniem jest przesunięcie brzezki w stronę bardziej użytecznego profilu azotowego: mniej nierozłożonych białek wysokocząsteczkowych, więcej krótszych peptydów i aminokwasów oraz bardziej przewidywalne warunki odżywienia drożdży. Enzymes.bio dostarcza enzymy piwarskie online jako dostawca, a nie producent ani laboratorium; produkt jest dostępny w jednostkach 1 kg, a dokumenty CoA i SDS są przekazywane wraz z zamówieniem .

## Dlaczego proteoliza ma znaczenie dla brzezki i fermentacji?

Drożdże piwarskie potrzebują nie tylko fermentowalnych cukrów, lecz także przyswajalnych związków azotu. Wolny azot aminowy, często opisywany skrótem FAN, obejmuje aminokwasy i małe związki azotowe, które drożdże wykorzystują do namnażania, syntezy białek, metabolizmu komórkowego i tworzenia części metabolitów aromatycznych. Jeżeli brzezka ma niedobór dostępnego azotu, fermentacja może być wolniejsza, mniej kompletna albo bardziej podatna na odchylenia sensoryczne, szczególnie w recepturach lekkich, wysokododatkowych lub z surowcami alternatywnymi [1].

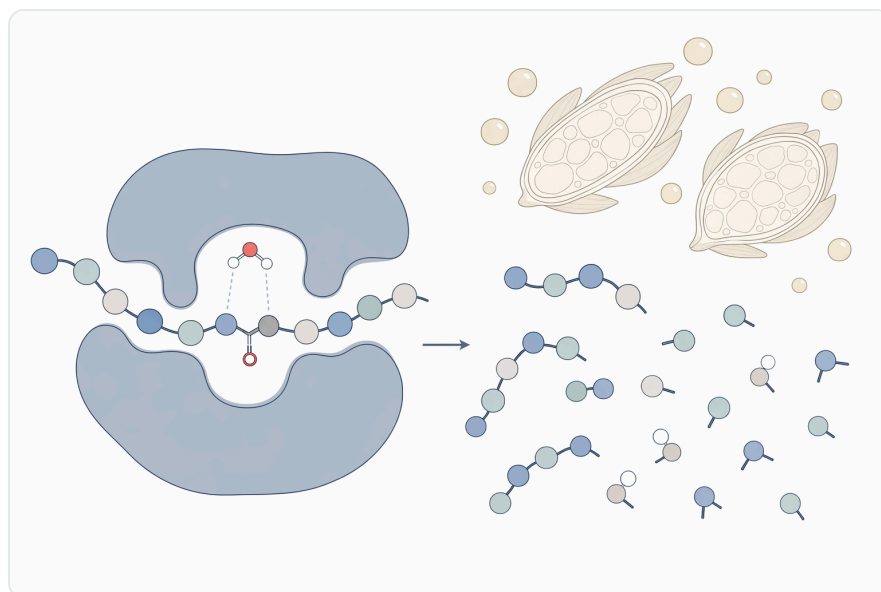


Figure 1. 중성 프로테아제는 매시에서 곡물 단백질의 접근 가능한 펩타이드 결합을 절단해 더 짧은 펩타이드와 아미노질소 화합물을 형성한다.

Proteoliza jest także ważna dla równowagi koloidalnej piwa. Białka są potrzebne dla pełni i stabilności piany, ale część frakcji białkowych może współtworzyć zmętnienia, zwłaszcza w obecności polifenoli i przy zmianach temperatury przechowywania. Oznacza to, że celem nie jest „maksymalny rozkład białek”, lecz kontrolowany rozkład takich frakcji, które utrudniają klarowność lub ograniczają

dostępność azotu. Badania pełnoskalowe nad wpływem dodatków, enzymów i środków klarujących na stabilność koloidalną piwa pokazują, że białka i ich interakcje z innymi składnikami pozostają jednym z praktycznych obszarów zarządzania jakością wizualną piwa [3].

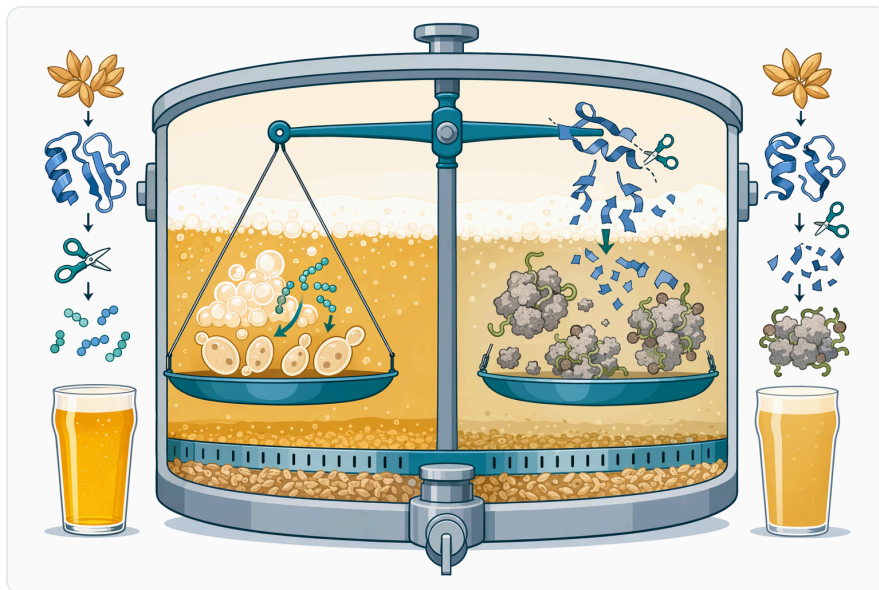
W piwowarstwie przemysłowym znaczenie proteaz rośnie wraz z większą elastycznością zasypu. Gdy część słodu zastępuje kukurydza, ryż, sorgo, pszenica niesłodowana, syropy lub inne dodatki, browar może uzyskać pożądany koszt, kolor albo profil sensoryczny, ale jednocześnie osłabia naturalny system enzymatyczny słodu. W badaniach porównujących słodowanie kukurydzy i sorgo pod kątem piw bezglutenowych podkreślono, że zdolność surowców do dostarczenia enzymów hydrolitycznych jest kluczowa dla ich przydatności browarniczej [4].

## Mechanizm działania: od białek zapasowych do aminokwasów

Białka obecne w ziarnie zbóż można potraktować jako długie łańcuchy aminokwasów zwinięte w struktury o różnej rozpuszczalności i podatności na hydrolizę. Podczas zacierania część tych białek przechodzi do roztworu, a część pozostaje związana z matrycą ziarna lub osadem. Neutralna proteaza przecina wybrane wiązania peptydowe, skracając łańcuchy białkowe do większych i mniejszych peptydów; dalszy udział peptydaz słodowych lub innych enzymów może zwiększać ilość wolnych aminokwasów. W pracy poświęconej degradacji hordein podczas słodowania i warzenia piwa wskazano, że białka zapasowe jęczmienia ulegają stopniowej hydrolizie, a endogenne peptydazy słodu są istotne dla tworzenia mniejszych frakcji peptydowych [5].

Z technologicznego punktu widzenia taki rozkład ma trzy skutki. Po pierwsze, więcej azotu przechodzi do form potencjalnie użytecznych dla drożdży. Po drugie, zmienia się rozkład mas cząsteczkowych białek w brzeczce, co może wpływać na klarowność i stabilność koloidalną. Po trzecie, zmienia się równowaga między białkami korzystnymi dla piany i tekstury a białkami mogącymi sprzyjać zmętnieniu. Dlatego neutralna proteaza jest narzędziem precyzyjnym: jej zastosowanie powinno wspierać docelowy profil brzeczki, a nie prowadzić do niekontrolowanej, zbyt głębokiej proteolizy [3].

Szczególnie istotne są badania nad neutralną proteazą z *Bacillus amyloliquefaciens* SYB-001, opisywaną w kontekście przemysłu browarniczego. W tych pracach wykazano, że enzym neutralny może działać w warunkach zgodnych z praktyką zacierania i zwiększać uwalnianie wybranych aminokwasów do brzeczki, w tym takich, które mają znaczenie odżywcze dla drożdży. Autorzy wskazali również wzrost stężenia azotu alfa-aminowego po zastosowaniu enzymu podczas zacierania, co jest bezpośrednio powiązane z potencjałem fermentacyjnym brzeczki [6].



**Figure 2.** 양조에서 단백질 관리는 조절된 가수분해가 필요하다. 일부 단백질 분획은 거품과 입안 느낌을 돕는 반면, 다른 분획은 혼탁이나 낮은 질소 이용성을 유발할 수 있기 때문이다.

## Gdzie neutralna proteaza pasuje do procesu warzenia?

Najbardziej naturalnym miejscem zastosowania neutralnej proteazy jest zacieranie, czyli etap, w którym enzym ma kontakt z rozdrobnionym sładem, wodą i ewentualnymi dodatkami zbożowymi. W tym momencie białka zaczynają się rozpuszczać, struktury ziarna są uwodnione, a warunki procesu pozwalają na selektywną hydrolizę. W przeciwieństwie do enzymów typowo scukrzających neutralna proteaza nie ma za zadanie zwiększać bezpośrednio ilości maltozy lub glukozy, lecz modyfikować frakcję białkowo-azotową jeszcze przed fermentacją <sup>[1]</sup>.

W praktyce browarniczej neutralna proteaza może być rozważana przy przerwie białkowej lub w tych fragmentach programu zacierania, w których pH i temperatura sprzyjają proteolizie. Nie oznacza to, że każdy zacier wymaga długiej przerwy białkowej; w sładach wysoko zmodyfikowanych nadmierna proteoliza może być niepożądana. Właściwe użycie polega raczej na dopasowaniu intensywności działania enzymu do zasypu, stopnia modyfikacji sładów, oczekiwanego profilu piany i rzeczywistego celu technologicznego <sup>[2]</sup>.

Po etapie zacierania enzym traci praktyczne znaczenie, ponieważ dalsze procesy — filtracja zacieru, gotowanie brzezki, separacja osadów, chłodzenie i fermentacja — kształtują efekt końcowy innymi mechanizmami. Gotowanie ogranicza aktywność enzymatyczną, wytrąca część białek i inicjuje tworzenie osadów gorących, dlatego wpływ neutralnej proteazy jest przede wszystkim „zaprogramowany” wcześniej w składzie brzezki. To odróżnia proteazę od dodatków stosowanych później do klarowania lub stabilizacji, które działają na już uformowaną brzezkę lub piwo <sup>[3]</sup>.

## Neutralna proteaza a inne enzymy piwarskie

Neutralna proteaza bywa mylona z enzymami scukrzającymi, ponieważ wszystkie należą do szerokiej kategorii enzymów piwarskich. Różnica jest jednak fundamentalna: amylazy i glukoamylazy pracują na skrobi oraz dekstrynach, beta-glukanazy na składnikach ścian komórkowych, a proteazy na białkach. Z punktu widzenia technologii piwa te klasy enzymów rozwiązują inne problemy i nie są wymienne [7].

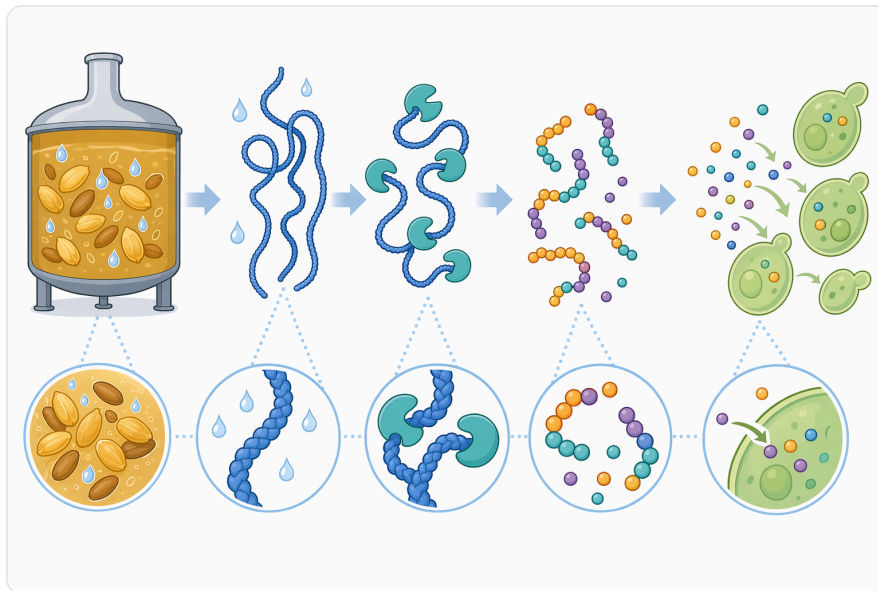


Figure 3. 중성 프로테아제는 큰 곡물 단백질을 발효를 지원할 수 있는 아미노산과 짧은 펩타이드로 전환해 효모가 이용할 수 있는 질소를 늘린다.

Narzędzie enzymatyczne lub procesowe	Główny substrat	Główny efekt w browarze	Typowe zastosowanie technologiczne	Ryzyko przy niekontrolowanym użyciu
Neutralna proteaza	Białka i peptydy	Więcej krótszych peptydów i aminokwasów; lepszy profil azotowy	Brzeczki o niskim FAN, wysoki udział dodatków, kontrola frakcji białkowej	Nadmierne osłabienie pełni lub komponentów piany
Endogenne proteazy słodu	Białka ziarna	Naturalna modyfikacja białek podczas słodowania i zacierania	Standardowe warzenie na słodzie jęczmiennym	Zmienność zależna od partii słodu i słodowania
Amylazy słodowe lub dodane	Skrobia i dekstryny	Powstawanie cukrów fermentowalnych	Kontrola ekstraktu i odfermentowania	Zbyt wytrawny profil lub zmiana ciała piwa

Narzędzie enzymatyczne lub procesowe	Główny substrat	Główny efekt w browarze	Typowe zastosowanie technologiczne	Ryzyko przy niekontrolowanym użyciu
Beta-glukanazy	Beta-glukany i ściany komórkowe	Niższa lepkość, lepsza filtracja	Zасыpy zbożowe o wysokiej lepkości	Zmiana tekstury i pracy filtracji
Środki klarujące i stabilizujące	Białka, polifenole lub cząstki koloidalne	Redukcja zmętnienia po stronie brzeczki lub piwa	Stabilność wizualna i trwałość produktu	Nadmierne usunięcie składników wpływających na ciało lub pianę

Tabela pokazuje, że neutralna proteaza nie jest „enzymem do wszystkiego”. Jej przewaga pojawia się wtedy, gdy ograniczeniem procesu jest frakcja białkowo-azotowa, a nie rozkład skrobi albo lepkość zacieru. Badania nad właściwościami skrobi jęczmiennej i enzymów amylolitycznych przypominają, że parametry słodu wpływające na warzenie są wielowymiarowe; problemy z ekstraktem, fermentowalnością i azotem mogą mieć różne przyczyny i wymagają różnych narzędzi [8].

## Najważniejsze zastosowania w browarze

### Receptury z dużym udziałem dodatków niesłodowanych

Najbardziej typowym zastosowaniem neutralnej proteazy są piwa, w których część słodu zastępują dodatki niesłodowane. Takie surowce mogą poprawiać lekkość smaku, barwę, koszt lub dostępność lokalnych zasobów, ale często nie wnoszą tak bogatego i aktywnego układu enzymatycznego jak sód jęczmienny. Neutralna proteaza pomaga uzupełniać tę lukę po stronie białek, zwiększając szansę na uzyskanie brzeczki z odpowiednią ilością krótszych frakcji azotowych [4].

W przypadku surowców takich jak sorgo, kukurydza czy inne zboża alternatywne znaczenie ma nie tylko zawartość białka ogółem, ale także jego rozpuszczalność, podatność na hydrolizę i aktywność enzymatyczna po słodowaniu. Prace dotyczące słodowania i warzenia z sorgo pokazują, że surowiec ten może być technologicznie użyteczny, ale wymaga innego podejścia niż klasyczny sód jęczmienny, zwłaszcza w zakresie enzymów i ekstrakcji składników brzeczki [9].

### Brzeczki o niskim lub zmiennym FAN

Jeżeli browar obserwuje powtarzalne problemy z odżywieniem drożdży, neutralna proteaza może być narzędziem do zwiększenia puli aminokwasów i małych peptydów jeszcze na etapie zacierania. Jest to szczególnie istotne w recepturach, w których wysoki ekstrakt nie idzie w parze z odpowiednią

dostępnością azotu. W badaniach nad neutralną proteazą z *Bacillus amyloliquefaciens* odnotowano poprawę uwalniania aminokwasów i wyższy poziom azotu alfa-aminowego w brzeczce, co stanowi bezpośrednio uzasadnienie technologiczne dla tego zastosowania [10].



**Figure 4.** 매시 단계의 프로테아제 처리는 민감한 단백질 분획의 크기와 가교 형성 능력을 줄여 단백질-폴리페놀 혼탁에 관여하는 물질의 양을 낮추는 데 도움이 될 수 있다.

Nie należy jednak interpretować tego jako gwarancji „szybszej fermentacji” w każdym piwie. Fermentacja zależy także od szczepu drożdży, natlenienia, temperatury, składu cukrów, minerałów, ciśnienia, gęstości brzeczki i zdrowia biomasy drożdżowej. Neutralna proteaza wpływa na jeden ważny element układu — dostępność azotu — ale nie zastępuje zarządzania całym procesem fermentacyjnym [1].

### Zmienna jakość słodu i praca z różnymi odmianami jęczmienia

Słód nie jest surowcem jednorodnym. Odmiana jęczmienia, warunki uprawy, zawartość białka, parametry kiełkowania, suszenie i stopień modyfikacji wpływają na aktywność enzymatyczną oraz rozpuszczalność składników ziarna. Współczesne analizy jakości słodowniczej jęczmienia podkreślają, że cechy związane z rozwojem ziarna i sieciami regulacji podczas kiełkowania przekładają się na późniejszą wydajność browarniczą [11].

Neutralna proteaza może ograniczać skutki tej zmienności, ponieważ wprowadza do procesu dodatkową, ukierunkowaną aktywność proteolityczną. Nie oznacza to wyrównania wszystkich różnic między partiami, ale może pomóc w recepturach, w których naturalna proteoliza słodu jest

niewystarczająca lub nieprzewidywalna. Dla browarów pracujących na różnych dostawach siodu, surowcach lokalnych albo sezonowych wariantach zasypu jest to praktyczny sposób stabilizowania jednego z kluczowych parametrów brzezki [2].

### Piwa bezglutenowe i alternatywne zasypy

W piwach bezglutenowych oraz fermentowanych napojach zbożowych opartych na surowcach innych niż jęczmień problem enzymów jest szczególnie widoczny. Kukurydza, sorgo, proso, gryka, ryż lub rośliny strączkowe mogą mieć zupełnie inny profil białek, skrobi i hydrolaz niż siod jęczmienny. Badania nad kukurydzą i sorgo o podobnej zawartości azotu całkowitego wykazały, że sama ilość azotu nie przesądza o przydatności browarniczej; znaczenie ma zdolność surowca do dostarczenia funkcjonalnych enzymów hydrolitycznych [4].

Z tego powodu neutralna proteaza może być użyteczna w projektowaniu brzezki z alternatywnych zasypów, choć jej efekt trzeba interpretować w kontekście całego układu enzymatycznego. W pracach nad brzezkami opartymi na roślinach strączkowych zwrócono uwagę, że takie surowce mogą oferować interesujący potencjał fermentacyjny, ale wymagają oceny pod kątem składu, właściwości technologicznych i przebiegu fermentacji [12].

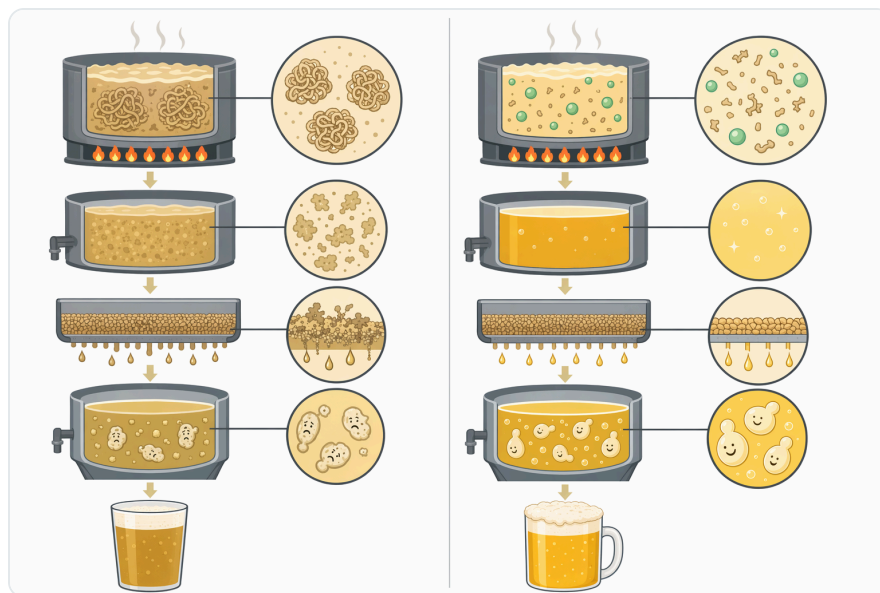


Figure 5. 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 공정 적합성, 양조 관련성, 단백질에 미치는 영향, 주의점이 서로 다르므로 서로 대체 가능한 효소 도구가 아니다.

## Wpływ na klarowność, stabilność koloidalną i pianę

---

Białka w piwie pełnią podwójną rolę. Z jednej strony są potrzebne dla piany, tekstury i odczucia pełni; z drugiej strony część białek może uczestniczyć w powstawaniu zmętnień trwałych lub chłodowych. Neutralna proteaza przesuwa równowagę między tymi frakcjami, ponieważ rozkłada wybrane białka do mniejszych peptydów, które mogą mieć inną rozpuszczalność i mniejszą skłonność do tworzenia kompleksów z polifenolami. W badaniach nad stabilnością koloidalną pełnoskalowego warzenia analizowano właśnie łączny wpływ dodatków, enzymów i zabiegów klarujących, co potwierdza, że zarządzanie haze jest problemem wieloczynnikowym [3].

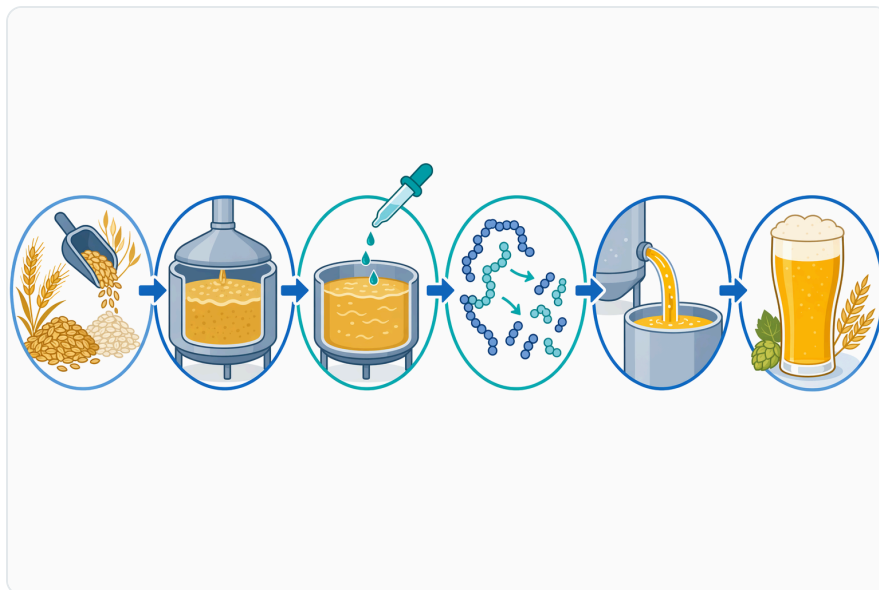
Najważniejszym ryzykiem jest nadmierna proteoliza. Jeżeli rozkład białek jest zbyt intensywny, piwo może stracić część odczucia pełni, a struktury wspierające pianę mogą zostać osłabione. To szczególnie ważne przy piwach, w których oczekuje się wysokiej trwałości piany, wyraźniejszego ciała lub profilu sensorycznego opartego na białkach pszenicy, owsa albo innych zbóż. Dlatego neutralna proteaza powinna być traktowana jako instrument korekty procesu, a nie domyślny dodatek do każdej receptury [1].

W praktyce najlepsze rezultaty osiąga się wtedy, gdy cel jest jasno określony: poprawa FAN, redukcja ryzyka zmętnienia białkowego, stabilizacja fermentacji albo wsparcie zasypu o ograniczonej aktywności enzymatycznej. Jeżeli piwo już ma odpowiedni profil azotowy, dobrą pianę i stabilną klarowność, dodatkowa proteoliza może nie przynieść mierzalnej korzyści. Właśnie dlatego interpretacja efektu enzymu powinna być powiązana z konkretną recepturą i obserwowanym problemem technologicznym [3].

## Zastosowanie w kontekście wydajności zasobów i elastyczności produkcji

---

Enzymy piwowarskie są również rozpatrywane w szerszym kontekście wykorzystania zasobów. Jeżeli enzym pozwala browarowi pracować z większym udziałem lokalnych dodatków, zmniejszając zależność od wysoko zmodyfikowanego słodu lub poprawiać przewidywalność procesu, może wspierać bardziej elastyczne projektowanie receptur. Analiza termodynamiczna użycia enzymów w warzeniu piwa wskazuje, że enzymy mogą wpływać na sposób wykorzystania zasobów w procesie, choć rzeczywisty bilans zależy od konkretnej technologii i założeń produkcyjnych [7].



**Figure 6.** 중성 프로테아제는 맥즙 분리, 끓임, 발효 전에 단백질 가수분해가 일어나도록 매시 초기나 단백질 휴지 단계에 투입하는 것이 가장 적합하다.

Neutralna proteaza wpisuje się w ten kontekst głównie przez poprawę funkcjonalnego wykorzystania frakcji białkowej. Nie zwiększa sama z siebie ekstraktu skrobiowego tak jak enzymy amylolityczne, ale może sprawić, że dostępny azot w surowcach zostanie lepiej przekształcony w formy przydatne dla drożdży. W browarach stosujących dodatki niesłodowane jest to szczególnie ważne, ponieważ sama zawartość białka w zasypie nie gwarantuje jeszcze odpowiedniego poziomu aminokwasów w brzeczce [4].

## Kiedy neutralna proteaza ma największy sens technologiczny?

Najmocniejsze uzasadnienie dla Neutral Protease For Beer Brewing pojawia się przy brzeczках, które mają ograniczoną lub zmienną dostępność azotu. Dotyczy to piw wysokododatkowych, lekkich lagerów z dużym udziałem surowców niesłodowanych, niektórych piw bezglutenowych, procesów opartych na lokalnych zbożach oraz sytuacji, w których sód ma niższą aktywność proteolityczną niż oczekiwano. W takich przypadkach enzym może wspierać bardziej przewidywalne tworzenie aminokwasów i małych peptydów podczas zacierania [6].

Drugim obszarem jest stabilność wizualna piwa. Jeżeli browar obserwuje problemy z białkowym haze, neutralna proteaza może pomóc ograniczyć udział części prekursorów zmętnienia. Nie rozwiązuje jednak problemów mikrobiologicznych, oksydacyjnych, drożdżowych ani tych wynikających z nieodpowiedniej filtracji lub stabilizacji. Jest to narzędzie działające na jedną grupę składników: białka i peptydy [3].

Trzecim obszarem jest rozwój receptur alternatywnych. Surowce takie jak sorgo, kukurydza, proso, ryż czy komponenty roślin strączkowych wymagają innego podejścia niż klasyczny sład jęczmienny. Neutralna proteaza może być częścią szerszego systemu enzymatycznego, który pomaga zbudować brzeczkę o właściwym profilu fermentacyjnym, szczególnie gdy naturalne enzymy surowca nie zapewniają wystarczającego rozkładu białek [9].

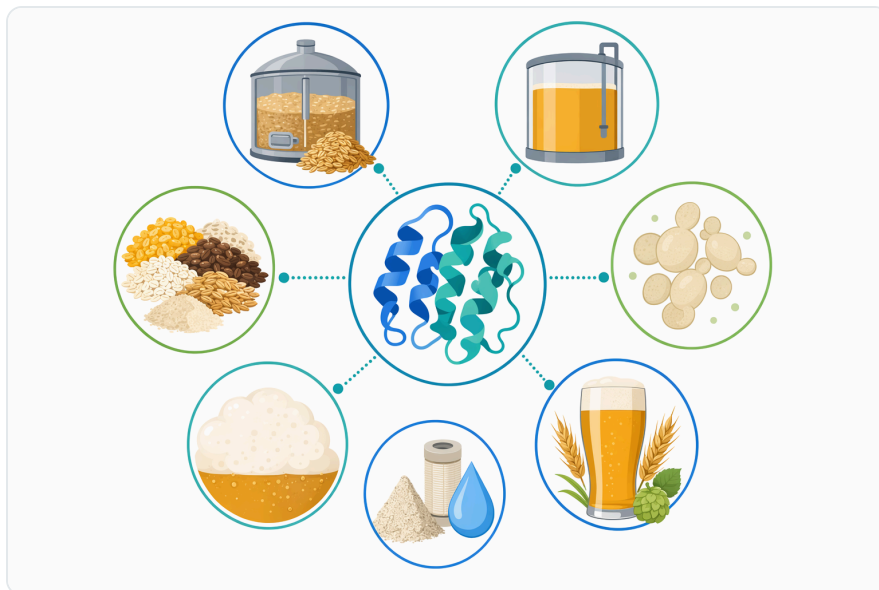


Figure 7. 중성 프로테아제는 부원료 비율이 높은 양조, 비맥아 곡물 사용, 고비중 맥즙, 혼탁에 민감한 스타일, 그리고 보다 폭넓은 단백질 관리 개념에서 가장 관련성이 높다.

## Ograniczenia: czego neutralna proteaza nie zrobi?

Neutralna proteaza nie zastąpi amylaz, ponieważ nie jest przeznaczona do rozkładu skrobi na cukry fermentowalne. Jeżeli problemem browaru jest niskie odfermentowanie wynikające z profilu dekstryn, sama proteaza nie będzie właściwym narzędziem. Podobnie nie zastąpi beta-glukanazy przy zacierach o wysokiej lepkości wynikającej z beta-glukanów ani nie będzie środkiem do bezpośredniej redukcji diacetylu podczas fermentacji. Rozróżnienie funkcji enzymów jest ważne, ponieważ jakość piwa zależy od wielu równoległych przemian biochemicznych [8].

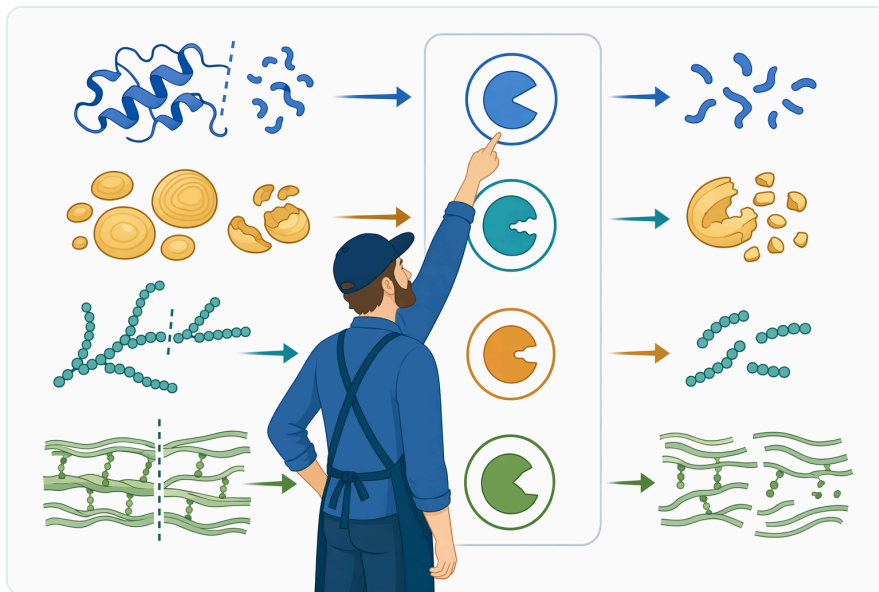
Nie należy też oczekiwać, że neutralna proteaza zawsze poprawi pianę. Kontrolowany rozkład wybranych białek może wspierać klarowność i dostępność azotu, ale zbyt głęboka proteoliza może działać odwrotnie wobec tekstury i piany. Piana piwa zależy od wielu składników, w tym białek, polipeptydów, izo-alfa-kwasów, polifenoli i parametrów procesu, dlatego proteaza powinna być używana z myślą o równowadze, a nie maksymalizacji jednego efektu [1].

Wreszcie, enzym nie koryguje wad wynikających z niewłaściwego zarządzania drożdżami. Jeżeli problemy fermentacyjne wynikają ze słabej żywotności drożdży, niewystarczającego natlenienia, złej temperatury albo presji osmotycznej, poprawa profilu azotowego może nie wystarczyć. Neutralna proteaza poprawia dostępność substratów azotowych, ale cały proces fermentacyjny pozostaje zależny od biologii drożdży i parametrów prowadzenia fermentacji <sup>[10]</sup>.

## Neutral Protease For Beer Brewing od Enzymes.bio

Enzymes.bio jest dostawcą enzymów dostępnych online dla zastosowań technologicznych, w tym piwowarskich; nie należy przedstawiać firmy jako producenta ani laboratorium badawczego. Neutral Protease For Beer Brewing jest oferowana jako produkt do zastosowań w warzeniu piwa, a zakupy są realizowane online w jednostkach 1 kg. Dokumenty CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem, co ułatwia wewnętrzną dokumentację jakościową po stronie browaru .

Dla zespołu technologicznego najważniejsze jest właściwe rozumienie funkcji produktu. Neutralna proteaza służy do kontrolowanej hydrolizy białek podczas przygotowania brzezki, a jej wartość wynika z wpływu na dostępność aminokwasów, małych peptydów i frakcji azotowej. W zastosowaniach piwowarskich powinna być rozpatrywana razem z recepturą, charakterystyką słodu, udziałem dodatków niesłodowanych i oczekiwanym stylem piwa .



**Figure 8.** 중성 프로테아제는 단백질을 표적으로 하므로 전분 전환을 위한 아밀라아제나 세포벽 베타글루칸 분해를 위한 베타글루카나아제를 대체하지 않는다.

## Podsumowanie

---

Neutral Protease For Beer Brewing jest praktycznym enzymem do zarządzania frakcją białkowo-azotową brzezki. Jej główne zadanie to kontrolowany rozkład białek w trakcie zacierania, prowadzący do większej dostępności krótszych peptydów i aminokwasów, które mogą wspierać wzrost drożdży i powtarzalny przebieg fermentacji. Badania nad neutralnymi proteazami stosowanymi w warunkach browarniczych pokazują, że taki enzym może zwiększać uwalnianie aminokwasów i poziom azotu alfa-aminowego w brzezce [6].

Największą wartość neutralna proteaza wnosi w piwach wysokododatkowych, brzezkach o niskim lub zmiennym FAN, procesach z surowcami alternatywnymi oraz sytuacjach, w których browar chce lepiej kontrolować prekursorzy zmętnienia białkowego. Nie jest to jednak uniwersalny dodatek poprawiający każdy parametr piwa; nadmierna proteoliza może osłabić ciało, teksturę lub komponenty piany. Dlatego najlepsze zastosowanie neutralnej proteazy polega na precyzyjnym dopasowaniu jej roli do konkretnego problemu: azotu, fermentacji, dodatków niesłodowanych albo stabilności koloidalnej [3].

W ujęciu B2B neutralna proteaza jest narzędziem procesowym dla browarów, które chcą zwiększyć przewidywalność pracy z białkami i azotem w brzezce. Stosowana świadomie, może pomóc lepiej wykorzystać surowce, wspierać fermentację i ograniczać wybrane problemy klarowności — szczególnie tam, gdzie naturalna aktywność enzymatyczna słodu nie wystarcza lub zasyp odbiega od klasycznego profilu słodu jęczmiennego.

### Zamów Neutral Protease For Beer Brewing 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 Neutral Protease For Beer Brewing →](#)

## Bibliografia

---

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

1. Benešová, K., Běláková, S., Mikulíková, R., & Svoboda, Z. (2017). Activity of Proteolytic Enzymes During Malting and Brewing. *Kvasny prumysl*, 63, 2-7.

2. Geißinger, C., Gastl, M., & Becker, T. (2021). Enzymes from Cereal and Fusarium Metabolism Involved in the Malting Process – A Review. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 80, 1 - 16.
3. Królak, K., Kobus, K., & Kordialik-Bogacka, E. (2022). Effects on beer colloidal stability of full-scale brewing with adjuncts, enzymes, and finings. *European Food Research and Technology*, 249, 47-53.
4. Amadi, O., Moneke, A., Okolo, B., & Nwagu, T. (2021). Assessment of Malting Performance of Maize and Sorghum of Similar Total Nitrogen Content in Providing the Hydrolytic Enzymes in the Brewing of Gluten-Free Beers. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 80, 35 - 42.
5. Kerpes, R., Fischer, S., & Becker, T. (2017). The production of gluten-free beer: Degradation of hordeins during malting and brewing and the application of modern process technology focusing on endogenous malt peptidases. *Trends in Food Science and Technology*, 67, 129-138.
6. Checking your browser - reCAPTCHA. *PubMed Central*.
7. Donkelaar, L. H., Mostert, J., Zisopoulos, F., Boom, R., & Goot, A. J. (2016). The use of enzymes for beer brewing : Thermodynamic comparison on resource use. *Energy*, 115, 519-527.
8. Schepper, C. D., & Courtin, C. (2024). Reassessing the importance of barley starch and amylolytic enzyme properties in malting and brewing.. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23 6, e70069 .
9. Ratnavathi, C., & Chavan, U. (2016). Malting and Brewing of Sorghum.
10. 23813340. *Nih*.
11. Panahi, B., Hamid, R., Ghorbanzadeh, Z., Golkari, S., Yildirim, M., & Jacob, F. (2025). Transcriptional networks shaping malting quality in barley: From grain development to brewing performance. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 12.
12. Deoghare, N., Sarlin, T., & Krogerus, K. (2025). Evaluating the Potential of Legume-Based Wort for Brewing Applications. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 83, 176 - 191.

## 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.