

# Protease Enzyme CAS 232-642-4 do zapobiegania chill haze w browarnictwie

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

**Protease Enzyme CAS 232-642-4 do zapobiegania chill haze w browarnictwie** to enzym proteolityczny stosowany jako narzędzie stabilizacji koloidalnej piwa: rozcina wybrane białka i peptydy, które mogą tworzyć widoczne zmętnienie po schłodzeniu. Najlepiej opisany mechanizm dotyczy ograniczania interakcji białek bogatych w prolinę z polifenolami, czyli jednego z głównych szlaków powstawania zmętnienia chłodowego. Enzym nie jest uniwersalnym środkiem klarującym, ale może być wartościowym elementem procesu tam, gdzie problem ma istotny komponent białkowy <sup>[1]</sup>.

## Czym jest proteaza do zapobiegania chill haze?

Proteaza do zapobiegania chill haze jest enzymem hydrolizującym wiązania peptydowe w białkach obecnych w brzeczce, młodym piwie lub piwie podczas kondycjonowania. W kontekście browarnictwa jej celem nie jest „rozjaśnienie” piwa przez zwykłe maskowanie mętności, lecz modyfikacja wybranych frakcji białkowych tak, aby miały mniejszą zdolność do tworzenia agregatów koloidalnych widocznych w niskiej temperaturze <sup>[2]</sup>.

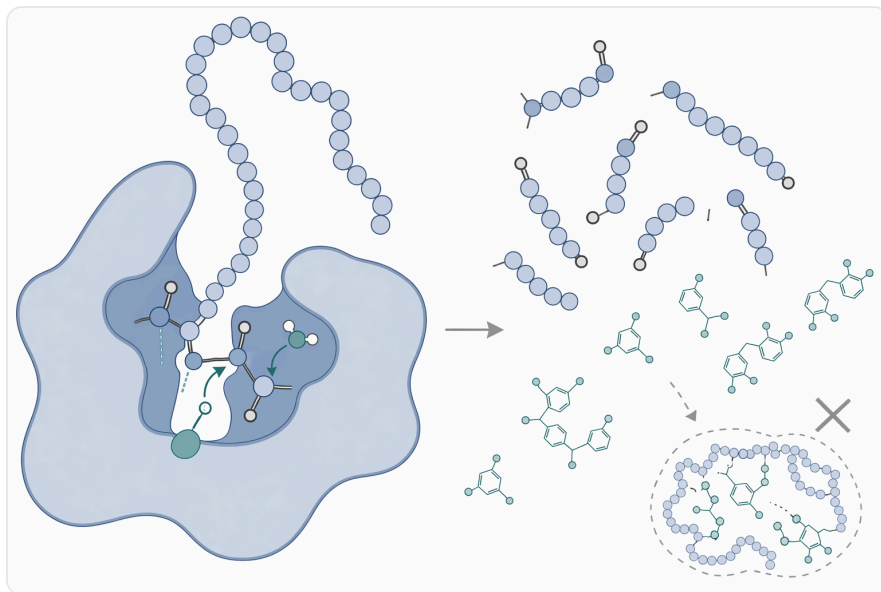
Oznaczenie **CAS 232-642-4** odnosi się do kategorii enzymów proteolitycznych, natomiast sama skuteczność w piwie zależy od specyficzności enzymu, matrycy produktu i miejsca wprowadzenia w procesie. W literaturze browarniczej szczególnie istotne są proteazy ukierunkowane na sekwencje bogate w prolinę, ponieważ właśnie takie fragmenty białek jęczmiennych często uczestniczą w tworzeniu kompleksów z polifenolami odpowiedzialnych za chill haze <sup>[3]</sup>.

Produkt **Chill-Haze Prevention in Brewing – Protease Enzyme CAS 232-642-4** jest oferowany przez Enzymes.bio jako surowiec enzymatyczny dostępny online w jednostkach 1 kg. Enzymes.bio należy traktować jako dostawcę produktu, a nie jako producenta ani laboratorium badawcze; dokumenty CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem .

## Dlaczego chill haze jest problemem technologicznym, a nie tylko estetycznym?

Zmętnienie chłodowe, czyli **chill haze**, pojawia się zwykle wtedy, gdy piwo po schłodzeniu traci klarowność, a po ogrzaniu może częściowo odzyskać przejrzystość. Dla konsumenta jest to przede wszystkim problem wizualny, lecz dla browaru oznacza ryzyko niestabilnej jakości w dystrybucji, większej liczby reklamacji oraz trudniejszego utrzymania jednolitego wyglądu produktu między partiami [4].

W klasycznym modelu stabilności koloidalnej piwa główną rolę odgrywają interakcje między **białkami bogatymi w prolinę** a **polifenolami** pochodzącymi ze słodu i chmielu. Takie układy mogą tworzyć początkowo drobne, odwracalne kompleksy, a następnie większe struktury koloidalne, które przechodzą w bardziej trwałe zmętnienie w trakcie przechowywania [1].



**Figure 1.** 양조용 프로테아제는 폴리페놀과 결합해 불용성 복합체를 형성하기 전에 혼탁 유발 단백질을 가수분해하여 냉각 혼탁을 줄입니다.

Istotne jest to, że zmętnienie chłodowe nie zawsze ma jedną przyczynę. Na klarowność piwa wpływają również drożdże, mikroorganizmy, polisacharydy, pozostałości surowcowe, utlenianie, zawartość białka oraz przebieg filtracji i stabilizacji. Dlatego proteaza jest narzędziem ukierunkowanym głównie na część białkową problemu, a nie zamiennikiem pełnej kontroli procesu browarniczego [4].

## Mechanizm działania: jak proteaza ogranicza tworzenie kompleksów białko–polifenol

---

Proteazy działają jak selektywne „nożyczki molekularne”: katalizują hydrolizę wiązań peptydowych, przekształcając większe białka i polipeptydy w krótsze fragmenty. W piwie ma to znaczenie, ponieważ niektóre większe lub specyficznie ułożone frakcje białkowe mają większą zdolność do tworzenia mostków z polifenolami i budowania cząstek rozpraszających światło <sup>[2]</sup>.

W przypadku chill haze szczególnie ważne są białka i peptydy zawierające liczne reszty proliny. Prolina wpływa na strukturę łańcucha peptydowego i sprzyja powstawaniu miejsc wiązania z polifenolami, zwłaszcza gdy obecne są wielopunktowe oddziaływania między kilkoma cząsteczkami białka i związkami fenolowymi. Rozcięcie takich fragmentów może zmniejszyć ich zdolność do tworzenia większych kompleksów koloidalnych <sup>[3]</sup>.

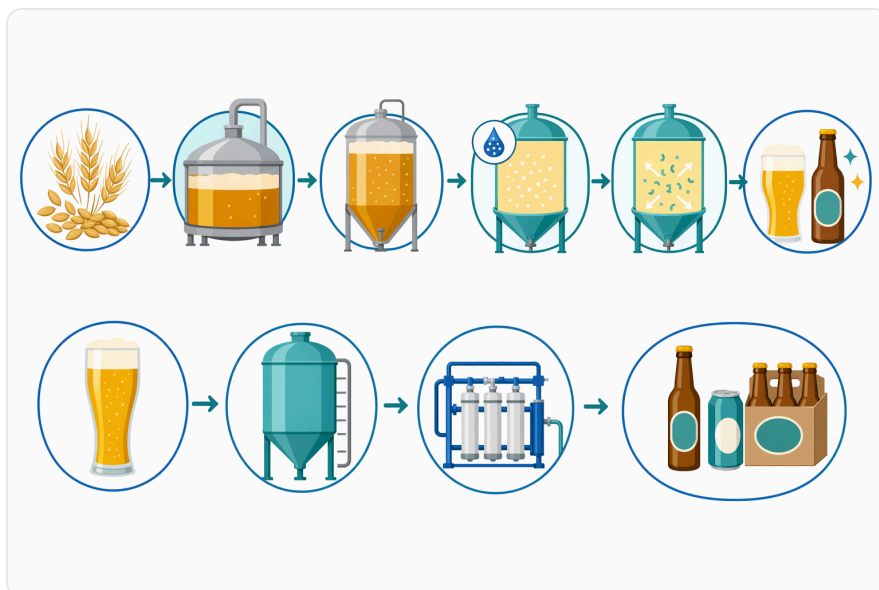
Z technologicznego punktu widzenia działanie proteazy jest więc inne niż działanie adsorbentów fenolowych lub mechanicznej filtracji. Enzym modyfikuje substrat białkowy, zanim powstanie stabilny agregat, natomiast technologie takie jak PVPP czy mikrofiltracja działają głównie przez usuwanie wybranych składników lub cząstek z gotowego układu piwnego <sup>[5]</sup>.

## Białka, polifenole i temperatura: co rzeczywiście dzieje się w piwie?

---

Chill haze jest szczególnie widoczny po schłodzeniu, ponieważ niższa temperatura sprzyja ujawnieniu słabszych oddziaływań między białkami i polifenolami. Kompleksy, które w temperaturze wyższej mogą pozostawać poniżej progu widzialności, po schłodzeniu zwiększają rozpraszanie światła i piwo staje się mętne. Wraz z czasem przechowywania układ może przejść od zmętnienia odwracalnego do bardziej trwałego <sup>[1]</sup>.

Białka w piwie nie są jednak wyłącznie „problemem”. Część frakcji białkowych jest ważna dla piany, pełni smaku i stabilności sensorycznej, dlatego nadmierna lub mało selektywna proteoliza może być niepożądana. Z tego powodu w zastosowaniach browarniczych istotna jest nie sama obecność aktywności proteolitycznej, ale jej dopasowanie do celu: ograniczenia haze przy możliwie małym wpływie na cechy pożądane <sup>[4]</sup>.



**Figure 2.** 맥주 양조에서 프로테아제는 여과 및 포장 전에 콜로이드성 청징도를 개선하기 위해 맥주 안정화 단계에서 투입됩니다.

Polifenole także nie są jednoznacznie negatywne. Wnoszą część właściwości sensorycznych, wpływają na stabilność oksydacyjną i zależą od słodu, chmielu oraz stylu piwa. Badania nad enzymatycznym usuwaniem lub modyfikacją fenoli pokazują, że komponent fenolowy również może być celem stabilizacji napojów, ale proteaza działa przede wszystkim po stronie białkowej układu [6].

## Gdzie proteaza pasuje w procesie browarniczym?

W praktyce proteaza do zapobiegania chill haze jest najbardziej logiczna tam, gdzie enzym może mieć kontakt z białkami odpowiedzialnymi za niestabilność, a jednocześnie nie zostanie dezaktywowana przez warunki procesu. Gotowanie brzezki jest etapem silnie denaturującym wiele białek enzymatycznych, dlatego enzymy przeznaczone do działania po stronie piwa zwykle rozważa się po etapie gotowania, w fermentacji, dojrzewaniu lub kondycjonowaniu [7].

Wybór miejsca zastosowania zależy od tego, czy browar chce oddziaływać na białka jeszcze w młodym piwie, czy raczej wspierać stabilność przed końcowymi etapami klarowania i pakowania. Publikacje dotyczące prolyl endopeptidase z *Aspergillus niger* opisują jej wykorzystanie w kontekście poziomów glutenu, jakości i profilu sensorycznego piwa, co potwierdza znaczenie oceny enzymu w realnej matrycy piwnej, a nie wyłącznie w modelowym roztworze białka [3].

Proteaza może być też elementem szerszego schematu stabilizacji. Badania nad sekwencyjnym zastosowaniem obróbki enzymatycznej, separacji odśrodkowej, PVPP i mikrofiltracji krzyżowej pokazują, że stabilność koloidalna piwa bywa osiągnięta przez łączenie mechanizmów: enzymatycznej modyfikacji składników, usuwania frakcji fenolowych oraz fizycznego rozdziału cząstek [5].

## Proteaza a inne strategie stabilizacji piwa

W browarnictwie istnieje kilka podejść do stabilizacji koloidalnej. Proteaza jest jednym z nich, ale nie zastępuje wszystkich pozostałych narzędzi, ponieważ różne metody celują w różne składniki układu: białka, polifenole, cząstki koloidalne, drożdże lub produkty utleniania. Najlepsza decyzja technologiczna zależy od przyczyny zmętnienia, stylu piwa i oczekiwanego profilu sensorycznego [8].

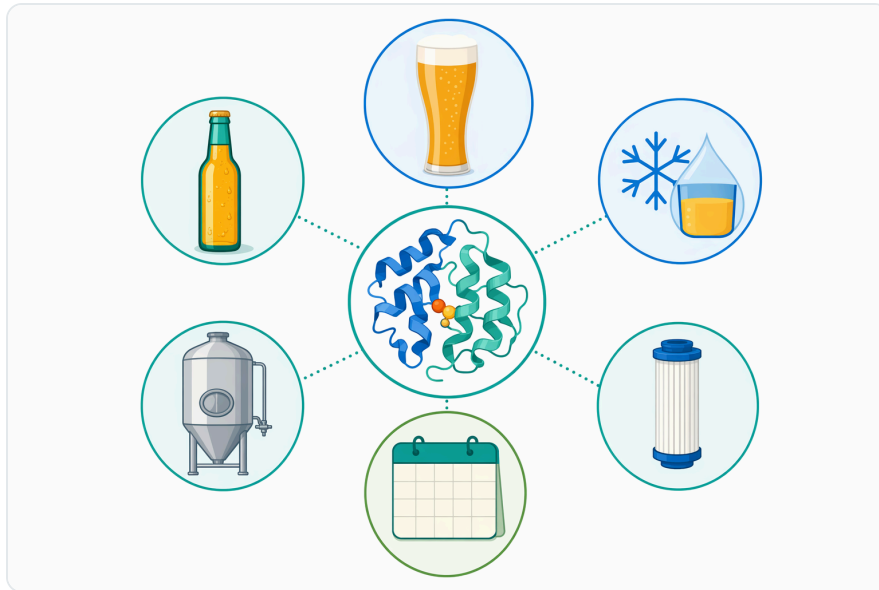


Figure 3. 냉각 혼탁 방지용 프로테아제는 맥주 생산에서 주로 청징도, 여과 성능 및 저장 안정성을 향상시키는 데 사용됩니다.

Podejście do stabilizacji	Główny cel technologiczny	Mechanizm dominujący	Mocne strony	Ograniczenia
Proteaza do zapobiegania chill haze	Białka i peptydy uczestniczące w haze	Hydroliza wiązań peptydowych, ograniczenie zdolności białek do agregacji	Działa na przyczynę białkową; może wspierać stabilność koloidalną bez intensywnego usuwania całych frakcji	Skuteczność zależy od typu haze; nie rozwiązuje zmętnień drożdżowych, mikrobiologicznych ani niebiałkowych
Enzymy oddziałujące na fenole	Haze-active phenols	Modyfikacja lub degradacja wybranych związków fenolowych	Uzupełnia podejście białkowe, szczególnie gdy duży udział ma komponent polifenolowy	Może wpływać na cechy związane z fenolami; wymaga kontroli profilu produktu

Podejście do stabilizacji	Główny cel technologiczny	Mechanizm dominujący	Mocne strony	Ograniczenia
PVPP i podobne adsorbenty	Polifenole	Adsorpcja związków fenolowych	Dobrze znany kierunek stabilizacji koloidalnej	Usuwa składniki z piwa; wymaga integracji z filtracją i regeneracją, jeśli stosowana
Mikrofiltracja krzyżowa	Cząstki i układy koloidalne	Fizyczny rozdział na membranie	Może poprawiać klarowność i stabilność mikrobiologiczną	Nie modyfikuje chemicznie przyczyn powstawania kompleksów
Długie dojrzewanie	Naturalne opadanie i stabilizacja układu	Czas, sedymentacja, reakcje wolno zachodzące	Tradycyjnie stosowane w wielu procesach	Korzyści technologiczne nie zawsze są jednoznacznie udowodnione i mogą wiązać kapitał oraz pojemność tanków

Badania nad piwem IPA wskazują, że enzymy degradujące związki fenolowe mogą wpływać na haze-active phenols i zmętnienie chłodowe, co potwierdza, że stabilność koloidalna jest problemem dwuskładnikowym: białkowo-fenolowym, a nie wyłącznie „białkowym” albo „fenolowym” [9].

Z kolei prace nad połączeniem enzymów i mikrofiltracji krzyżowej pokazują, że w warunkach przemysłowych stabilizacja może być projektowana jako proces wieloetapowy. Proteaza może zmniejszać potencjał tworzenia agregatów, ale etap fizycznej separacji nadal może być potrzebny, jeśli piwo zawiera cząstki lub układy koloidalne przekraczające wymagania klarowności [8].

## Wpływ na pianę, smak i parametry jakościowe

Najczęstsza obawa przy zastosowaniu proteazy w piwie dotyczy piany. Jest to uzasadnione, ponieważ część białek i glikoprotein piwnych wspiera tworzenie oraz trwałość piany; zbyt szeroka proteoliza może teoretycznie obniżyć udział frakcji pianotwórczych. Dlatego w praktyce browarniczej cenione są enzymy, których działanie jest wystarczająco ukierunkowane na frakcje haze-active, a nie destrukcyjne wobec całego profilu białkowego [4].

Publikacja dotycząca warzenia z prolyl endopeptidase z *Aspergillus niger* analizowała nie tylko poziomy glutenu, lecz także atrybuty jakościowe i profil sensoryczny. To ważne, ponieważ redukcja wybranych frakcji białkowych ma sens przemysłowy tylko wtedy, gdy stabilność wizualna nie zostaje osiągnięta kosztem cech akceptowanych przez konsumenta, takich jak piana, odczucie w ustach i spójność stylu [3].

Warto też podkreślić, że wpływ proteazy nie będzie identyczny w każdym piwie. Piwa jasne, wysoko klarowne, lagerowe i eksportowe zwykle mają inne oczekiwania wizualne niż piwa mętne z definicji stylu, piwa pszeniczne czy niektóre piwa chmielone na zimno. W mocno chmielonych stylach udział polifenoli chmielowych może być większy, dlatego sama proteoliza może wymagać uzupełnienia inną strategią stabilizacji [9].

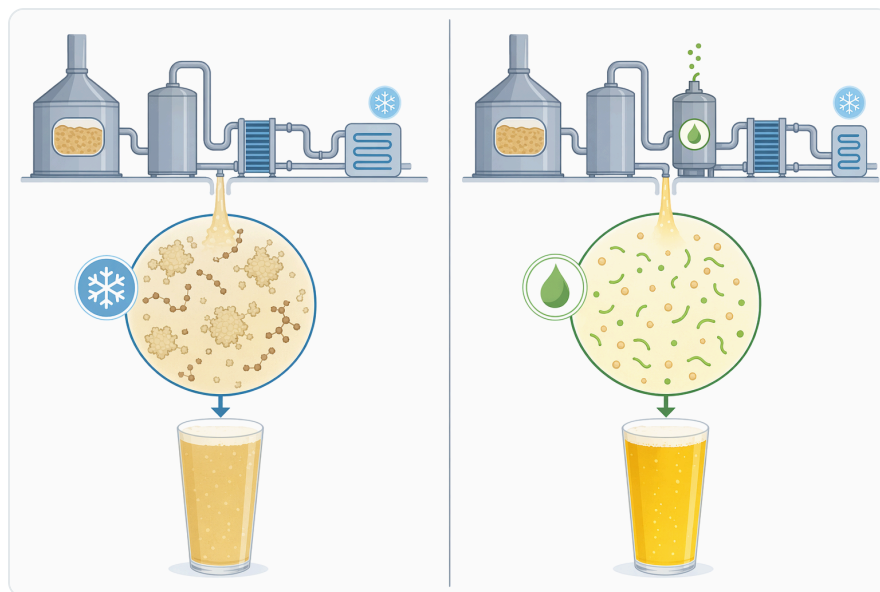


Figure 4. 비효소적 안정화만 적용한 경우와 비교해, 프로테아제 처리는 맥주의 밝은 색과 투명감을 유지하면서 혼탁 유발 단백질 함량을 직접 낮춥니다.

## Proteaza, gluten i komunikacja produktowa

Proteazy specyficzne wobec fragmentów bogatych w prolinę są badane również w kontekście rozkładu białek glutenowych w piwie. Ma to znaczenie, ponieważ białka zbóż browarniczych zawierają sekwencje trudne do pełnego rozłożenia przez niespecyficzne enzymy, a właśnie sekwencje prolinowe mogą być istotne dla odporności fragmentów białkowych na hydrolizę [3].

Nie należy jednak utożsamiać enzymatycznej redukcji wybranych fragmentów białkowych z automatycznym uzyskaniem produktu bezglutenowego. Status prawny, etykietowanie i bezpieczeństwo dla osób z celiakią lub nadwrażliwością wymagają zgodności z obowiązującymi przepisami i walidacją w konkretnym produkcie. Z perspektywy technologicznej proteaza może wspierać redukcję określonych białek, ale komunikacja rynkowa powinna być ostrożna i oparta na danych dla danej receptury [3].

Dla browaru oznacza to praktyczną różnicę między celem „ograniczyć chill haze” a celem „zmniejszyć poziom wybranych białek glutenowych”. Oba cele mogą korzystać z podobnej logiki enzymatycznej, lecz wymagają innej interpretacji wyników, innej komunikacji i innej kontroli jakości gotowego piwa.

## Kiedy proteaza ma największy sens technologiczny?

Proteaza do zapobiegania chill haze ma największy sens wtedy, gdy zmętnienie jest związane z frakcją białkową piwa i ujawnia się szczególnie po schłodzeniu. Typowym sygnałem jest piwo, które po rozlewie lub po krótkim przechowywaniu pozostaje względnie klarowne w wyższej temperaturze, ale po ekspozycji na zimno wykazuje wzrost mętności, zwłaszcza w stylach oczekiwanych jako klarowne [1].

Drugim scenariuszem jest produkcja piw, w których browar chce ograniczyć zależność od intensywnej stabilizacji adsorpcyjnej lub bardzo długiego dojrzewania. Charles Bamforth zwracał uwagę, że korzyści z przedłużonego dojrzewania piwa nie zawsze są jednoznacznie udowodnione, co wzmacnia zainteresowanie bardziej ukierunkowanymi narzędziami procesowymi, w tym enzymami [10].

Trzecim zastosowaniem jest ujednoczenie stabilności między partiami przy zmienności surowców. Zawartość białka w słodzie, parametry słodowania, udział surowców niesłodowanych i obciążenie polifenolowe mogą zmieniać podatność piwa na haze; literatura wskazuje, że białko jest jednym z istotnych czynników wpływających na jakość i stabilność koloidalną piwa [4].

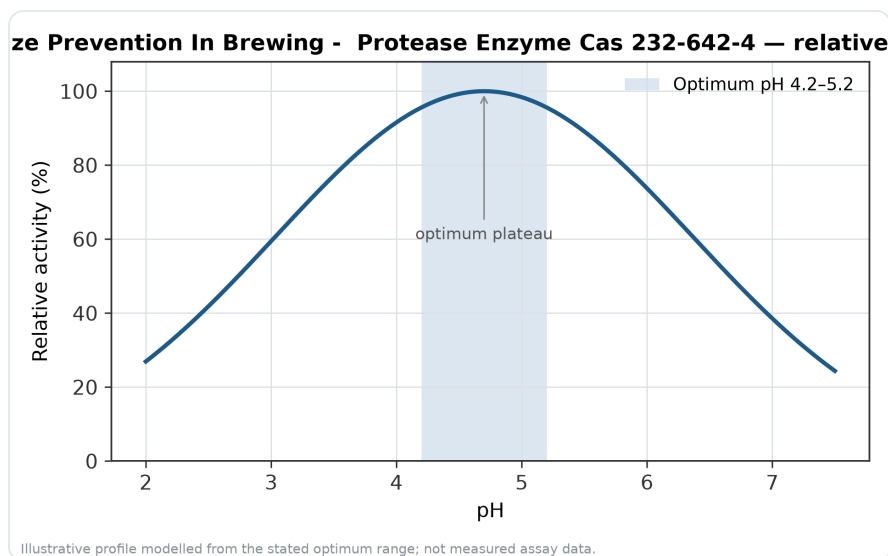


Figure 5. pH에 따른 냉각 혼탁 방지용 양조 프로테아제 효소(CAS 232-642-4)의 상대 활성으로, pH 4.2-5.2에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

## Kiedy efekt proteazy może być ograniczony?

Proteaza nie rozwiąże problemu, jeżeli dominującą przyczyną mętności są komórki drożdży, zakażenie mikrobiologiczne, osady mineralne, nadmiar polisacharydów, cząstki chmielowe albo produkty utleniania niezależne od frakcji białkowej. W takich przypadkach enzym może częściowo zmodyfikować białka, ale nie usunie głównego źródła rozpraszania światła [1].

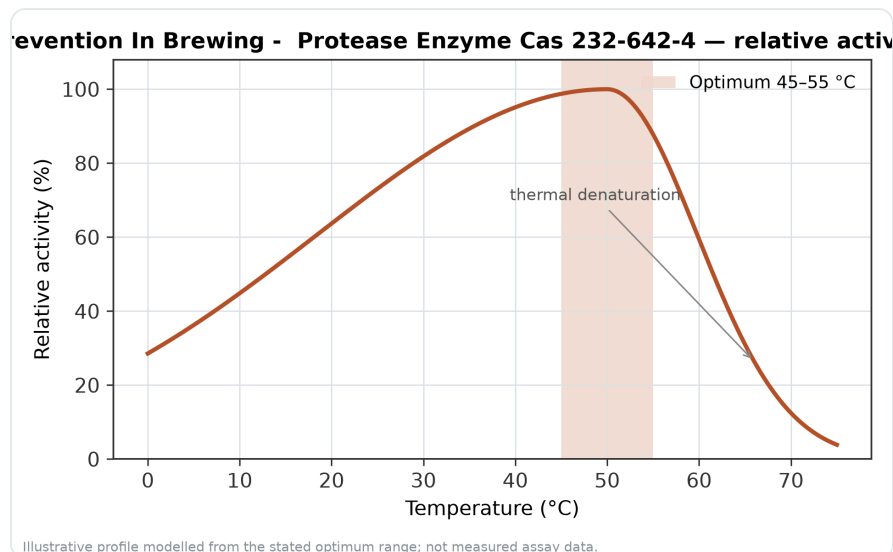
Efekt może być także ograniczony w piwach, w których problem wynika głównie z komponentu fenolowego. Badania nad enzymatycznym usuwaniem fenoli w napojach pokazują, że fenole same w sobie mogą być istotnym celem stabilizacji, dlatego proces ukierunkowany wyłącznie na białka może nie wystarczyć przy wysokim obciążeniu polifenolowym [6].

Istotne jest również ryzyko błędnej interpretacji stylu. W piwach naturalnie mętnych, intensywnie chmielonych, pszenicznych lub produkowanych z oczekiwaną opalescencją, pełna klarowność nie zawsze jest celem. W takich produktach proteaza może mieć zastosowanie tylko wtedy, gdy browar chce ograniczyć niestabilne, niepożądane zmętnienie, a nie usuwać całkowicie charakter stylu.

## Integracja z filtracją, PVPP i mikrofiltracją

Proteaza może działać przed etapami końcowego klarowania, aby zmniejszyć potencjał tworzenia agregatów białkowo-polifenolowych. Następnie filtracja, separacja lub mikrofiltracja mogą usuwać pozostałe cząstki i stabilizować wygląd produktu. Takie rozdzielanie ról jest praktyczne: enzym zmienia podatność piwa na haze, a operacje separacyjne zmniejszają liczbę cząstek obecnych w gotowym produkcie [5].

W pracach Cimini i współautorów opisywano złożone podejścia obejmujące enzymy, PVPP i mikrofiltrację krzyżową, co pokazuje, że stabilność koloidalna bywa projektowana jako cały system, a nie pojedynczy dodatek technologiczny. Dla browaru oznacza to, że proteaza może być elementem redukcji obciążenia stabilizacyjnego, ale nie musi eliminować potrzeby innych etapów, jeśli wymagania dotyczące klarowności i trwałości są wysokie [8].



**Figure 6.** 온도에 따른 냉각 혼탁 방지용 양조 프로테아제 효소(CAS 232-642-4)의 상대 활성으로, 45–55°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘으면 열 변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.

Warto też pamiętać o zależności między stabilnością koloidalną a stabilnością sensoryczną. Procesy intensywnie usuwające polifenole lub białka mogą zmieniać profil piwa, dlatego enzymatyczne podejście jest atrakcyjne wtedy, gdy pozwala ograniczyć konkretny mechanizm haze bez nadmiernego „odchudzenia” matrycy sensorycznej.

## Znaczenie surowców: słód, chmiel i frakcje białkowe

---

Słód jest jednym z głównych źródeł białek i peptydów, które mogą uczestniczyć w tworzeniu haze. Parametry słodowania i skład białkowy ziarna wpływają na profil azotu w brzeczce, aktywność enzymów endogennych podczas zacierania i końcową podatność piwa na zmętnienie. Prace dotyczące wpływu zawartości białka na jakość piwa wskazują, że białka są jednocześnie potrzebne i potencjalnie problematyczne <sup>[4]</sup>.

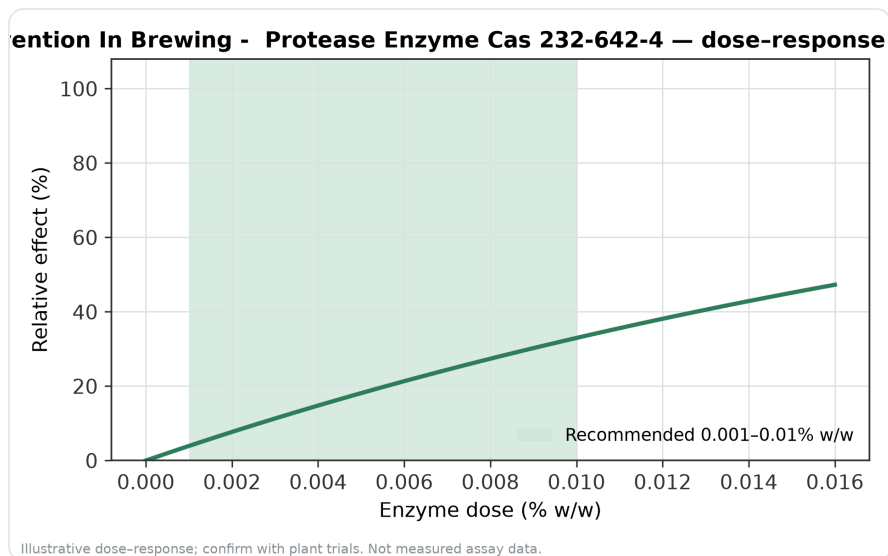
Chmiel wnosi związki fenolowe, które mogą reagować z białkami. W piwach mocno chmielonych, zwłaszcza gdy stosuje się intensywne chmielenie na zimno, profil polifenolowy może istotnie odbiegać od klasycznych lagerów. To częściowo tłumaczy, dlaczego badania nad haze w IPA obejmują enzymy oddziałujące na fenole, a nie tylko proteazy <sup>[9]</sup>.

Dodatki niesłodowane, alternatywne zboża i zmienność partii surowców mogą zwiększać nieprzewidywalność stabilności koloidalnej. Proteaza może pomóc zmniejszyć udział wybranych białek w tworzeniu haze, ale nie zastępuje kontroli receptury, parametrów zacierania, klarowania brzeczki i ograniczania tlenu w dalszych etapach produkcji.

## Enzymy proteolityczne jako dojrzała grupa biokatalizatorów przemysłowych

---

Proteazy należą do najważniejszych klas enzymów przemysłowych, ponieważ umożliwiają kontrolowaną hydrolizę białek w wielu sektorach: od żywności po detergenty i przetwarzanie biomateriałów. Ich znaczenie wynika z dużej różnorodności specyficzności, warunków działania i pochodzenia biologicznego, co pozwala dobierać enzym do konkretnej matrycy i celu technologicznego <sup>[11]</sup>.



**Figure 7.** 권장 사용 범위(0.001–0.01% w/w)에서 냉각 혼탁 방지용 양조 프로테아제 효소(CAS 232-642-4)의 예시적 용량-반응 관계입니다.

Przeglądy dotyczące proteaz alkalicznych produkowanych przez gatunki *Bacillus* oraz innych proteaz przemysłowych pokazują, że rynek enzymów proteolitycznych obejmuje wiele typów katalizatorów, ale sama nazwa „proteaza” nie określa jeszcze pełnego profilu działania w piwie. Dla stabilizacji chill haze ważna jest zgodność między specyficznością enzymu a frakcjami białkowymi odpowiedzialnymi za zmętnienie [12].

Z perspektywy browaru kluczowe jest więc rozumienie funkcji: proteaza do stabilizacji koloidalnej nie jest tym samym co enzym stosowany wyłącznie do ogólnej hydrolizy białek w innych branżach. W piwie liczy się równowaga między redukcją haze, zachowaniem piany, utrzymaniem smaku i zgodnością z docelowym stylem.

## Praktyczne oczekiwania wobec Protease Enzyme CAS 232-642-4

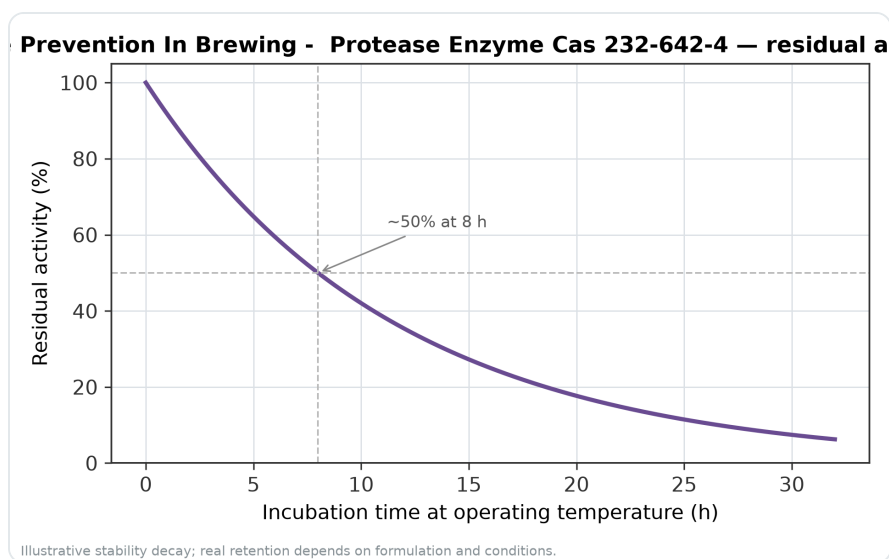
Realistycznym celem zastosowania proteazy jest zmniejszenie skłonności piwa do tworzenia zmętnienia chłodowego, jeśli problem wynika z białek lub kompleksów białkowo-polifenolowych. Oczekiwany efektem technologicznym jest większa stabilność wizualna po schłodzeniu i w czasie przechowywania, a nie natychmiastowe usunięcie wszystkich możliwych typów mętności [1].

Równie realistyczne jest traktowanie enzymu jako części procesu. W browarach, które już stosują separację odśrodkową, filtrację, PVPP, mikrofiltrację lub kontrolowane dojrzewanie, proteaza może przesunąć równowagę układu koloidalnego w stronę mniejszej podatności na agregację. Nie oznacza to jednak, że każdy etap stabilizacji stanie się zbędny w każdym produkcie [5].

W zastosowaniach związanych z piwem klarownym przewagą podejścia enzymatycznego jest to, że działa ono na poziomie molekularnym, zanim agregaty staną się widoczne. Ograniczeniem pozostaje konieczność dopasowania do konkretnej receptury, ponieważ piwo jest złożoną matrycą zawierającą białka, polifenole, węglowodany, sole, alkohol, produkty fermentacji i związki pochodzące z chmielu.

## Informacje zakupowe i dokumentacja produktu

Enzymes.bio udostępnia **Chill-Haze Prevention in Brewing – Protease Enzyme CAS 232-642-4** online w jednostkach 1 kg. Firma pełni rolę dostawcy, a nie producenta ani laboratorium, dlatego informacje techniczne należy interpretować jako dane produktowe i użytkowe dla procesu, a nie jako deklarację prowadzenia produkcji enzymu przez Enzymes.bio .



**Figure 8.** 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 냉각 혼탁 방지용 양조 프로테아제 효소(CAS 232-642-4)의 예시적 열 안정성 감소입니다.

Do zamówienia dostarczane są dokumenty CoA i SDS. W praktyce B2B są one istotne dla identyfikacji partii, bezpieczeństwa obchodzenia się z produktem i wewnętrznej dokumentacji zakładu, ale nie zastępują walidacji procesu w konkretnej recepturze piwa ani oceny końcowego profilu jakościowego produktu.

## Podsumowanie techniczne

**Protease Enzyme CAS 232-642-4 do zapobiegania chill haze w browarnictwie** jest narzędziem do ograniczania białkowego komponentu niestabilności koloidalnej piwa. Mechanizm polega na hydrolizie wybranych białek i peptydów, które mogą tworzyć kompleksy z polifenolami i prowadzić do zmętnienia widocznego po schłodzeniu [2].

Najmocniejsze uzasadnienie technologiczne dotyczy sytuacji, w których chill haze wynika z interakcji białek bogatych w prolinę z polifenolami. Literatura dotycząca prolyl endopeptidase w piwie pokazuje, że enzymatyczna modyfikacja tych frakcji może być powiązana ze stabilnością koloidalną, poziomami wybranych białek i oceną jakościową gotowego piwa [3].

Proteaza nie jest jednak uniwersalnym rozwiązaniem wszystkich problemów klarowności. Jej wartość jest największa jako część świadomie prowadzonego procesu obejmującego kontrolę surowców, właściwe zacieranie, klarowanie, fermentację, dojrzewanie, ograniczanie tlenu i odpowiednio dobrane metody stabilizacji końcowej. W takim ujęciu enzym może wspierać bardziej przewidywalną klarowność piwa bez redukcji stabilizacji koloidalnej do jednego prostego zabiegu [8].

### Zamów Chill-Haze Prevention In Brewing - Protease Enzyme Cas 232-642-4 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 Chill-Haze Prevention In Brewing - Protease Enzyme Cas 232-642-4 →](#)

## Bibliografia

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

1. Siebert, K., & Lynn, P. Y. (1997). Mechanisms of beer colloidal stabilization. *Journal of The American Society of Brewing Chemists*, 55, 73-78.
2. Mahajan, R., & Badgajar, S. B. (2010). Biological aspects of proteolytic enzymes: A Review. *Journal of Pharmacy Research*, 2048-2068.
3. Ghionno, L. D., Marconi, O., Sileoni, V., Francesco, G., & Perretti, G. (2017). Brewing with prolyl endopeptidase from *Aspergillus niger*: the impact of enzymatic treatment on gluten levels, quality attributes and sensory profile. *International Journal of Food Science & Technology*, 52, 1367-1374.
4. Devolli, A., Dara, F., Stafasani, M., & Kodra, E. S. M. (2018). The Influence of Protein Content on Beer Quality and Colloidal Stability. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*.
5. Cimini, A., Marconi, O., Perretti, G., & Moresi, M. (2014). Novel Procedure for Lager Beer Clarification and Stabilization Using Sequential Enzymatic, Centrifugal, Regenerable PVPP and Crossflow Microfiltration Processing. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 3156-3165.

6. Cantarelli, C., Brenna, O., Giovanelli, G., & Rossi, M. (1989). Beverage stabilization through enzymatic removal of phenolics. *Food Biotechnology*, 3, 203-213.
7. Enzymes in Beer: What's Happening In the Mash - American Homebrewers Association. *Homebrewersassociation*.
8. Cimini, A., & Moresi, M. (2018). Combined enzymatic and crossflow microfiltration process to assure the colloidal stability of beer. *Lwt - Food Science and Technology*, 90, 132-137.
9. Benucci, I., Mazzocchi, C., Lombardelli, C., & Esti, M. (2022). Phenolic-Degrading Enzymes: Effect on Haze Active Phenols and Chill Haze in India Pale Ale Beer. *Foods*, 12.
10. Bamforth, C. (2023). Provocation: prolonged maturation of beer is of unproven benefit. *Journal of the Institute of Brewing*.
11. Ash, K., & Mishra, S. K. (2023). Protease Enzymes: Present Status and Future Perspectives for Industrial Sector. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*.
12. Gautam, S. (2024). A Review of Bacillus Species Alkaline Protease Production and Industrial Applications. *International journal of therapeutic innovation*.

## 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.