

# Neutral Protease do kontrolowanej hydrolizy białek w żywności, fermentacji i procesach technicznych

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

**Neutral Protease to enzym proteolityczny stosowany do łagodnego rozkładu białek w warunkach zbliżonych do pH obojętnego.** W praktyce przemysłowej pomaga przekształcać nierozpuszczalne lub trudno dostępne frakcje białkowe w krótsze peptydy i aminokwasy, co może poprawiać fermentację, teksturę, rozpuszczalność oraz dalszą obróbkę surowców białkowych. Najlepiej sprawdza się tam, gdzie celem jest kontrolowana proteoliza bez stosowania skrajnie kwaśnych lub silnie zasadowych warunków procesu.

## Czym jest Neutral Protease?

Neutral Protease nie oznacza jednej, zawsze identycznej cząsteczki enzymu, lecz kategorię proteaz działających najefektywniej w środowisku bliskim obojętnemu. Ich wspólną funkcją jest hydroliza wiązań peptydowych w białkach, czyli rozcinanie długich łańcuchów aminokwasowych na krótsze fragmenty. Takie enzymy są opisywane w literaturze dotyczącej proteaz spożywczych i przemysłowych jako ważna grupa biokatalizatorów używanych do modyfikacji białek w łagodniejszych warunkach niż hydroliza chemiczna <sup>[1]</sup>.

W zastosowaniach przemysłowych szczególne znaczenie mają neutralne proteazy pochodzenia mikrobiologicznego. Mikroorganizmy, w tym bakterie z rodzaju *Bacillus* oraz wybrane grzyby strzępkowe, są szeroko badane jako źródła proteaz, ponieważ mogą wydzielać enzymy pozakomórkowe ułatwiające późniejsze wykorzystanie ich w procesach technologicznych <sup>[2]</sup>. W praktyce oznacza to, że Neutral Protease może być rozumiana jako funkcjonalny produkt enzymatyczny przeznaczony do hydrolizy białek, a nie jako nazwa jednego uniwersalnego enzymu o identycznym profilu w każdej aplikacji.

Pod względem mechanizmu katalitycznego neutralne proteazy mogą należeć do różnych rodzin, w tym proteaz serynowych i metaloproteaz. W przypadku metalo-neutralnych proteaz aktywność centrum katalitycznego zależy od obecności jonu metalu, który uczestniczy w aktywacji cząsteczki wody atakującej wiązanie peptydowe; klasycznym punktem odniesienia dla tej grupy są proteazy pokrewne

termolizynie i neutralnej proteazie A z *Bacillus subtilis* [3]. To ważne praktycznie, ponieważ skład matrycy — sole, chelatory, składniki mineralne, białka pomocnicze — może wpływać na rzeczywistą szybkość i zakres hydrolizy.

## Jak działa Neutral Protease: mechanizm hydrolizy białek

---

Białko jest polimerem zbudowanym z aminokwasów połączonych wiązaniami peptydowymi. Neutral Protease działa jak biokatalityczne „nożyczki”: rozpoznaje dostępne fragmenty białka, przyłącza substrat w centrum aktywnym i katalizuje pęknięcie wybranych wiązań peptydowych. W wyniku tego makrocząsteczka traci pierwotną długość i strukturę, a w układzie pojawiają się krótsze peptydy oraz, przy głębszej hydrolizie, wolne aminokwasy [4].

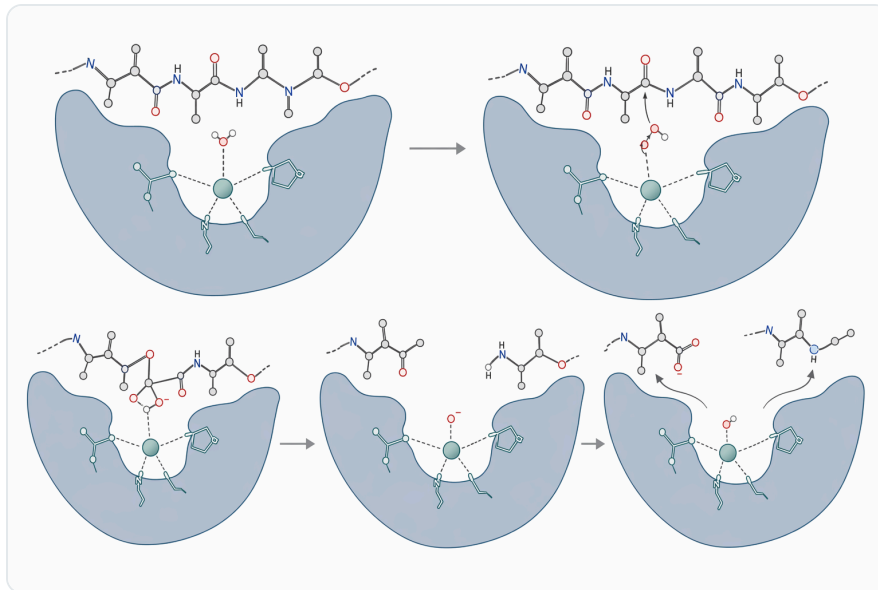
Zmiana długości łańcuchów białkowych przekłada się bezpośrednio na właściwości materiału. Krótsze peptydy mogą być bardziej rozpuszczalne, mniej podatne na tworzenie dużych agregatów i łatwiej dostępne dla mikroorganizmów fermentacyjnych lub kolejnych etapów enzymatycznych. Dlatego proteazy w przemyśle spożywczym nie są używane wyłącznie do „rozłożenia białka”, lecz do regulowania funkcjonalności surowca: lepkości, tekstury, zdolności emulgowania, profilu sensorycznego i biodostępności frakcji azotowych [5].

Neutralny zakres działania ma znaczenie technologiczne. Jeżeli proces nie może być prowadzony w mocno kwaśnym lub silnie zasadowym środowisku — na przykład ze względu na smak, stabilność składników, kompatybilność z mikroflorą fermentacyjną albo ograniczenia materiałowe instalacji — neutralna proteaza pozwala prowadzić proteolizę bliżej naturalnych warunków wielu surowców spożywczych i paszowych. To odróżnia ją od proteaz kwaśnych i alkalicznych, które są bardzo użyteczne, ale zwykle wymagają wyraźnie innych warunków procesowych [6].

## Neutral Protease a inne typy proteaz

---

Dobór proteazy nie powinien opierać się wyłącznie na nazwie enzymu. Kluczowe jest dopasowanie profilu działania do matrycy: rodzaju białka, pH, temperatury, czasu kontaktu, obecności soli, docelowego stopnia hydrolizy oraz wymagań produktu końcowego. Literatura o proteazach przemysłowych podkreśla, że proteazy tworzą szeroką grupę enzymów o różnych właściwościach, a ich zastosowania obejmują żywność, detergenty, skóry, pasze, biotechnologię i procesy środowiskowe [4].



**Figure 1.** 중성 프로테아제는 중성 pH 부근에서 단백질의 펩타이드 결합을 가장 효과적으로 가수분해하며, 활성 부위의 활성화된 물 분자를 이용하는 경우가 많습니다.

| Typ proteazy               | Typowe środowisko pracy | Najważniejszy efekt technologiczny                                      | Przykładowe obszary zastosowań  | Główne ograniczenia procesowe   |
|----------------------------|-------------------------|---|---|---|
| <b>Neutral Protease</b>    | Bliskie obojętnemu      | Kontrolowana hydroliza białek bez skrajnego zakwaszania lub alkalizacji | Fermentacje białkowe, żywność, pasze, hydrolizaty, procesy techniczne | Wrażliwość na pH poza zakresem działania; możliwy wpływ jonów metali i chelatorów         |
| <b>Proteazy alkaliczne</b> | Zasadowe                | Silniejsza proteoliza w procesach o wysokim pH                          | Detergenty, obróbka skór, wybrane procesy techniczne                  | Nie zawsze kompatybilne z żywnością, mikroflorą fermentacyjną lub delikatnymi składnikami |
| <b>Proteazy kwaśne</b>     | Kwaśne                  | Hydroliza białek w środowisku zakwaszonym                               | Wybrane fermentacje, przetwórstwo spożywcze, procesy z niskim pH      | Mniejsza przydatność, gdy surowiec lub proces wymaga pH bliskiego obojętnemu              |
| <b>Proteazy roślinne</b>   | Zależne od enzymu       | Rozkład białek strukturalnych, często intensywny wpływ na teksturę      | Zmiękczenie mięsa, wybrane hydrolizaty białkowe                       | Ryzyko nadmiernego zmiękczenia lub niejednorodnej proteolizy przy słabej kontroli procesu |

W tej perspektywie Neutral Protease jest szczególnie interesująca dla firm, które potrzebują umiarkowanej i przewidywalnej modyfikacji białka. Nie zastępuje automatycznie proteaz alkalicznych ani kwaśnych, ale w wielu recepturach daje bardziej kompatybilne warunki pracy, zwłaszcza gdy produkt zawiera mikroorganizmy, składniki smakowe lub białka wrażliwe na skrajne pH. Badania nad proteazami mikrobiologicznymi pokazują, że różnice między enzymami dotyczą nie tylko pH, lecz także swoistości substratowej, stabilności i efektu końcowego w konkretnej matrycy <sup>[1]</sup>.

## Czynniki decydujące o skuteczności Neutral Protease

---

### pH, temperatura i czas kontaktu

Najważniejszym parametrem jest pH procesu. Neutralna proteaza może być aktywna w pobliżu pH obojętnego, ale przesunięcie środowiska w stronę silnej kwasowości lub zasadowości zwykle zmniejsza tempo hydrolizy albo zmienia profil produktów. W fermentacjach białkowych ma to szczególne znaczenie, ponieważ pH często zmienia się w czasie wraz z aktywnością mikroorganizmów, produkcją kwasów organicznych i uwalnianiem związków azotowych <sup>[5]</sup>.

Temperatura działa dwukierunkowo: przyspiesza reakcje enzymatyczne tylko do momentu, w którym struktura białkowa enzymu pozostaje stabilna. Zbyt niska temperatura może spowolnić hydrolizę, a zbyt wysoka może prowadzić do utraty aktywności. W praktyce dobór temperatury jest kompromisem między szybkością procesu, stabilnością enzymu, bezpieczeństwem mikrobiologicznym i właściwościami surowca <sup>[2]</sup>.

Czas kontaktu reguluje głębokość hydrolizy. Krótka ekspozycja może wystarczyć do rozluźnienia struktury białkowej, zmniejszenia lepkości lub poprawy ekstrakcji, natomiast dłuższe działanie prowadzi do większej liczby krótkich peptydów. Nadmierna proteoliza nie zawsze jest korzystna: w żywności może powodować niepożądaną teksturę, zmianę smaku lub utratę funkcjonalności białek, które miały budować strukturę produktu <sup>[4]</sup>.

### Dostępność substratu i przygotowanie matrycy

Neutral Protease działa tylko na te wiązania peptydowe, do których ma fizyczny dostęp. Białka silnie zagregowane, zamknięte w ścianach komórkowych, związane z włóknem lub chronione przez tłuszcz i polisacharydy mogą ulegać hydrolizie wolniej niż białka uwodnione i rozproszone. Dlatego w procesach roślinnych znaczenie ma mielenie, uwodnienie, obróbka cieplna, mieszanie i kolejność dodawania składników <sup>[7]</sup>.

Denaturacja białka nie zawsze jest niekorzystna. Umiarkowane rozfałdowanie struktury może odsłonić miejsca cięcia i ułatwić enzymowi dostęp do łańcucha polipeptydowego. Z drugiej strony zbyt intensywna obróbka cieplna lub niekontrolowane reakcje z innymi składnikami mogą tworzyć agregaty trudniej dostępne dla enzymu, co ogranicza przewidywalność hydrolizy [1].

### Jony metali, inhibitory i skład formułacji

Wiele neutralnych proteaz przemysłowych jest opisywanych jako metaloproteazy lub enzymy, których stabilność zależy od składników mineralnych. W takich przypadkach obecność jonów metali może wspierać strukturę enzymu albo uczestniczyć w katalizie, natomiast związki wiążące metale mogą ograniczać aktywność. Nie oznacza to, że każda Neutral Protease reaguje identycznie, ale pokazuje, dlaczego skład buforów, dodatków technologicznych i surowców mineralnych ma znaczenie [8].

Matryce przemysłowe rzadko są czystymi roztworami białka. Zawierają sól, cukry, tłuszcze, polifenole, środki konserwujące, związki kompleksujące, składniki mineralne i mikroorganizmy. Każdy z tych elementów może zmieniać aktywność enzymu albo dostępność substratu. Dlatego rzeczywisty wynik procesu powinien być oceniany w konkretnej recepturze, a nie wyłącznie na podstawie ogólnej charakterystyki klasy enzymów [5].

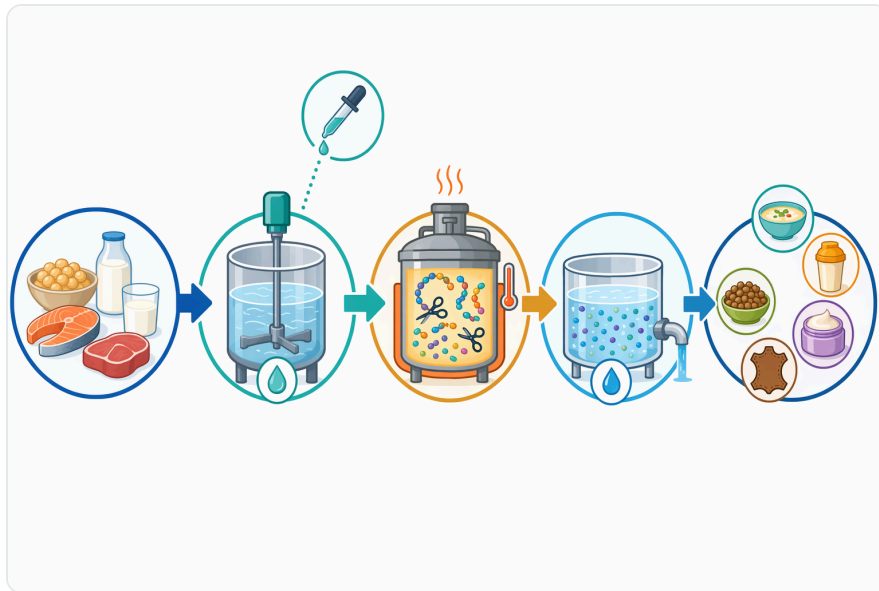


Figure 2. 산업용 중성 프로테아제 공정은 단백질 원료를 식품, 사료, 화장품, 가족 분야에 활용할 수 있는 수용성 펩타이드 가수분해물로 전환합니다.

# Zastosowania Neutral Protease w przemyśle spożywczym i fermentacji

---

## Hydrolizaty białkowe i poprawa funkcjonalności surowców

Jednym z najbardziej bezpośrednich zastosowań Neutral Protease jest produkcja częściowych hydrolizatów białkowych. Celem nie zawsze jest maksymalne rozłożenie białka; często chodzi o zmianę funkcjonalności: zwiększenie rozpuszczalności, zmniejszenie lepkości, poprawę rozproszenia w wodzie albo przygotowanie surowca do dalszej fermentacji. Proteazy są szeroko stosowane w przemyśle żywnościowym właśnie dlatego, że potrafią przekształcać właściwości białek bez konieczności agresywnej chemicznej hydrolizy <sup>[1]</sup>.

W surowcach roślinnych kontrolowana proteoliza może zwiększać udział krótszych frakcji peptydowych, co bywa korzystne przy opracowywaniu składników do napojów, past, baz fermentowanych, mieszanek paszowych lub koncentratów białkowych. Prace nad biowaloryzacją mączki arachidowej pokazują, że przetwarzanie białek roślinnych jest istotnym kierunkiem rozwoju składników funkcjonalnych, a enzymatyczna modyfikacja może zmieniać właściwości technologiczne frakcji białkowych <sup>[7]</sup>.

## Fermentacja soi i surowców wysokobiałkowych

Neutral Protease jest szczególnie użyteczna w procesach, w których białko ma stać się bardziej dostępne dla mikroorganizmów. Podczas fermentacji surowców roślinnych proteoliza dostarcza krótszych peptydów i aminokwasów, które mogą być wykorzystywane jako źródła azotu i prekursorzy związków smakowych. Badania nad *Bacillus amyloliquefaciens* LX-6 koncentrowały się na zwiększeniu aktywności neutralnej proteazy i jej zastosowaniu w fermentacji śruty sojowej, co dobrze ilustruje praktyczne znaczenie tego typu enzymów w przetwarzaniu białek roślinnych <sup>[9]</sup>.

W przypadku soi i innych strączków proteoliza może również zmieniać profil frakcji białkowych odpowiedzialnych za teksturę, rozpuszczalność i podatność na dalsze procesy. Nie należy jednak zakładać, że sam dodatek enzymu rozwiąże wszystkie problemy technologiczne. Efekt zależy od stopnia rozdrobnienia surowca, obróbki cieplnej, zawartości włókna, pH fermentacji, mikroflory i czasu procesu <sup>[5]</sup>.

## Produkty mleczne, dojrzewanie i profil smakowy

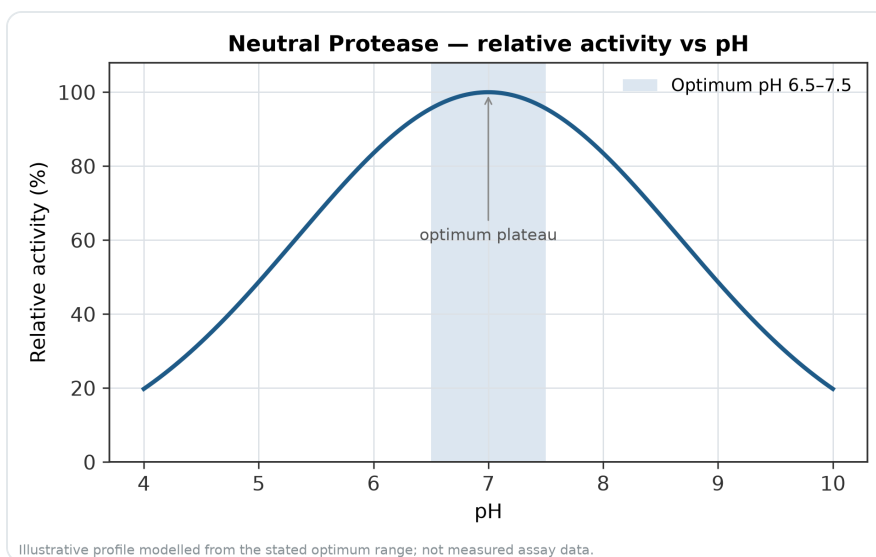
W produktach mlecznych proteoliza jest jednym z mechanizmów kształtujących teksturę i smak. Rozkład kazein prowadzi do powstawania peptydów i aminokwasów, które mogą wpływać na konsystencję, odczucie w ustach oraz rozwój aromatu w procesach dojrzewania. Proteazy spożywcze

są opisywane jako ważne narzędzia w przetwórstwie mleczarskim, przy czym dobór enzymu zależy od oczekiwanego zakresu hydrolizy i profilu produktu [1].

Neutral Protease może być rozważana tam, gdzie potrzebna jest umiarkowana proteoliza bez silnego zakwaszania. W takich zastosowaniach trzeba jednak kontrolować głębokość hydrolizy, ponieważ nadmiar krótkich peptydów może zmienić smak lub osłabić strukturę produktu. Szczególnie w serach i składnikach mlecznych enzym rzadko działa w izolacji — współdziała z kulturami starterowymi, koagulantami, solą i czasem dojrzewania [5].

## Mięso i tekstura produktów białkowych

Proteazy są znanym narzędziem zmiękczenia mięsa, ponieważ mogą rozkładać białka miofibrylarne i elementy tkanki łącznej odpowiedzialne za twardość. Przeglądy dotyczące proteaz roślinnych w tenderizacji mięsa pokazują, że enzymatyczne rozluźnianie struktury białkowej może istotnie zmieniać kruchość, choć wymaga dokładnej kontroli, aby uniknąć nadmiernego zmiękczenia lub papkowatej tekstury [10].



**Figure 3.** pH에 따른 중성 프로테아제의 상대 활성으로, pH 6.5~7.5에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

Neutral Protease może być użyteczna w procesach, w których pożądanym jest łagodniejsze oddziaływanie niż przy bardzo intensywnych proteazach. Szczególne znaczenie ma równomierna dystrybucja enzymu w materiale, czas kontaktu i temperatura. W produktach mięsnych lub analogach mięsa opartych na białkach roślinnych neutralna proteoliza może pomagać regulować strukturę, ale nie zastępuje projektowania całej receptury, obejmującej wodę, tłuszcz, sole, stabilizatory i obróbkę cieplną [4].

## Piekarnictwo, gluten i obróbka ciasta

W ciastach pszennych białka glutenu odpowiadają za elastyczność, sprężystość i zdolność zatrzymywania gazu. Częściowa proteoliza może osłabiać zbyt mocną sieć glutenową, poprawiać podatność ciasta na formowanie lub modyfikować teksturę gotowego wyrobu. Proteazy spożywcze są wymieniane w literaturze jako enzymy przydatne w przetwórstwie zbóż, ale ich efekt zależy od mąki, receptury i parametrów procesu [1].

Neutral Protease może być rozważana tam, gdzie potrzebna jest kontrolowana redukcja odporności białek na rozciąganie bez silnej zmiany pH ciasta. Zbyt głęboka hydroliza może jednak osłabić strukturę wypieku, dlatego w piekarnictwie szczególnie ważne jest zsynchronizowanie działania enzymu z miesieniem, fermentacją, czasem spoczynku i temperaturą wypieku [5].

## Zastosowania paszowe i techniczne

---

### Surowce paszowe i dostępność białka

W paszach roślinnych część białka jest ograniczona dostępnością fizyczną lub związana z innymi składnikami matrycy. Proteoliza może zwiększać udział krótszych frakcji peptydowych, co bywa korzystne przy wstępnej obróbce surowców wysokobiałkowych lub fermentacji pasz. Przykład badań nad neutralną proteazą *Bacillus amyloliquefaciens* LX-6 w fermentacji śruty sojowej wskazuje, że rozwój enzymów neutralnych jest aktywnie łączony z poprawą przetwarzania surowców paszowo-spożywczych [9].

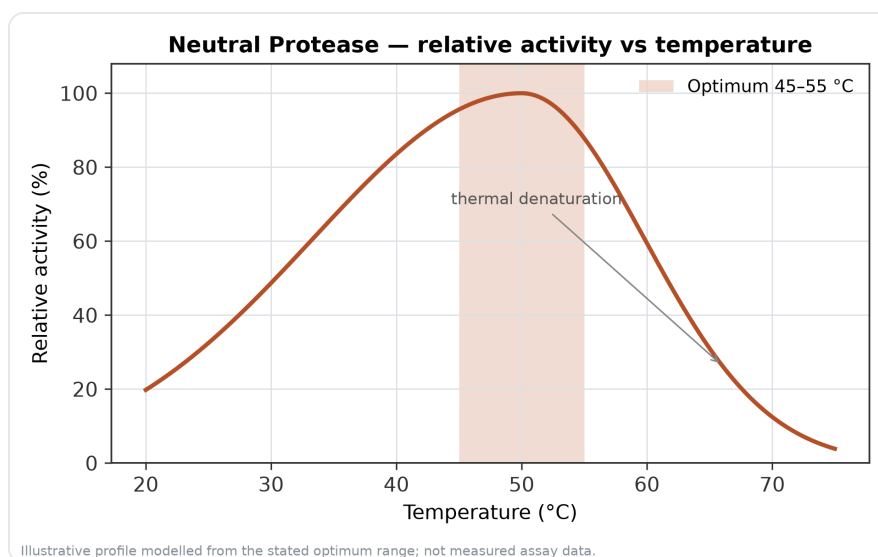
W praktyce paszowej sama hydroliza białka nie jest jedynym kryterium sukcesu. Liczą się także stabilność produktu, profil aminokwasowy, bezpieczeństwo mikrobiologiczne, smakowitość i zgodność z wymaganiami regulacyjnymi. Neutral Protease może wspierać proces, ale końcowy efekt zależy od całego układu technologicznego [4].

### Skóra, odtłuszczanie białkowe i obróbka techniczna

Proteazy są stosowane również poza żywnością, między innymi w obróbce skór, gdzie mogą pomagać usuwać niepożądane frakcje białkowe i ograniczać udział bardziej agresywnych etapów chemicznych. Badania nad enzymatycznym odwłaszaniem skór pokazują, że kontrola odporności białek skóry na hydrolizę oraz wpływ jonów wapnia mogą mieć znaczenie dla jakości produktu końcowego [11].

Neutral Protease może być użyteczna w procesach technicznych, w których wymagane jest działanie proteolityczne w umiarkowanych warunkach pH. Zastosowania takie trzeba jednak rozpatrywać oddzielnie od żywności i pasz, ponieważ wymagania dotyczące bezpieczeństwa, pozostałości,

kompatybilności materiałowej i odprowadzania ścieków są inne. Przeglądy proteaz przemysłowych podkreślają, że korzyści środowiskowe enzymów wynikają głównie z możliwości prowadzenia procesów w łagodniejszych warunkach i ograniczenia części odczynników chemicznych [4].



**Figure 4.** 온도에 따른 중성 프로테아제의 상대 활성으로, 45~55°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.

## Co oznacza „kontrolowana hydroliza” w praktyce?

Kontrolowana hydroliza nie polega na dodaniu jak największej ilości enzymu, lecz na uzyskaniu określonego profilu produktu. W jednych procesach celem jest niewielkie rozluźnienie struktury białka, w innych — zwiększenie rozpuszczalności, a w jeszcze innych — przygotowanie frakcji peptydowej do fermentacji lub suszenia. Ten sam enzym może dawać różne rezultaty w zależności od matrycy i warunków prowadzenia procesu [1].

Najbardziej użyteczne podejście technologiczne polega na traktowaniu Neutral Protease jako jednego z parametrów procesu, a nie jako samodzielnego rozwiązania. O wyniku decyduje zestaw czynników: przygotowanie surowca, pH, temperatura, czas, mieszanie, zawartość wody, obecność soli i dalsze etapy obróbki. Właśnie dlatego literatura o proteazach spożywczych i mikrobiologicznych kładzie nacisk na dopasowanie enzymu do konkretnej aplikacji, a nie na uniwersalne przenoszenie wyników między procesami [5].

Warto też rozróżnić hydrolizę funkcjonalną od hydrolizy głębokiej. Hydroliza funkcjonalna ma zmienić właściwości technologiczne białka, zachowując część jego roli strukturalnej lub sensorycznej. Hydroliza głęboka prowadzi do większej ilości krótkich peptydów i aminokwasów, co może być korzystne w

fermentacji lub produkcji hydrolizatów, ale mniej pożądane w produktach wymagających sprężystości, żelowania albo zwartej tekstury [7].

## Korzyści biznesowe wynikające z zastosowania Neutral Protease

---

Pierwszą korzyścią jest możliwość przetwarzania białek w łagodniejszych warunkach. Zamiast stosować skrajne pH lub intensywną hydrolizę chemiczną, proces można prowadzić bliżej naturalnego zakresu wielu surowców spożywczych, roślinnych i fermentacyjnych. Dla producentów oznacza to potencjalnie lepszą kompatybilność z recepturą, mniejsze ryzyko degradacji wrażliwych składników i większą kontrolę nad profilem produktu [4].

Drugą korzyścią jest poprawa funkcjonalności surowców białkowych. Częściowa hydroliza może wspierać rozpuszczalność, zmniejszać problem dużych agregatów białkowych, ułatwiać filtrację lub ekstrakcję i przygotowywać surowiec do dalszych etapów. W rosnącym segmencie białek roślinnych jest to szczególnie istotne, ponieważ surowce takie jak soja, groch, orzechy czy produkty uboczne olejarstwa często wymagają modyfikacji, aby uzyskać oczekiwaną teksturę i stabilność [7].

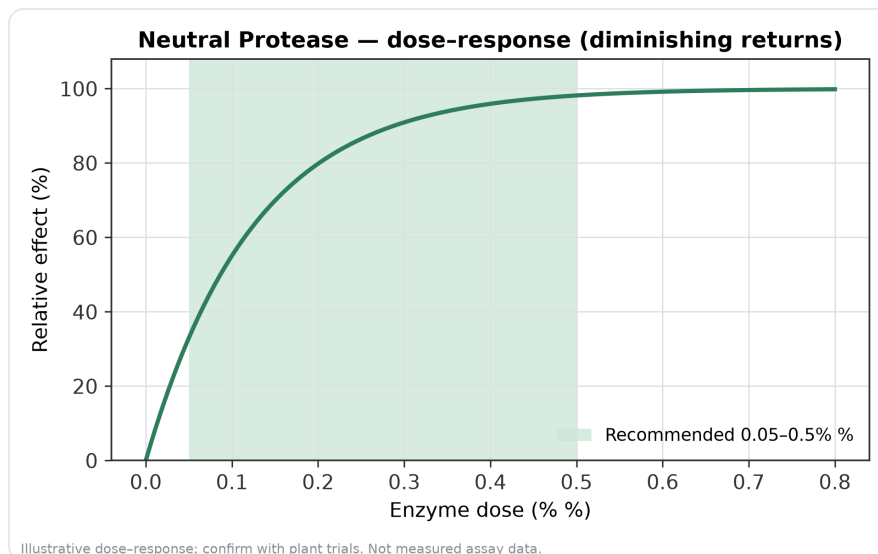
Trzecią korzyścią jest wsparcie fermentacji. Peptydy i aminokwasy powstające w wyniku proteolizy mogą zasilać mikroorganizmy oraz wpływać na powstawanie związków smakowych. Dotyczy to produktów sojowych, fermentowanych past, składników paszowych i wybranych produktów mlecznych. Badania nad neutralnymi proteazami w kontekście fermentacji śruty sojowej pokazują, że ten kierunek ma znaczenie zarówno dla żywności, jak i dla pasz [9].

Czwartą korzyścią jest elastyczność zastosowań. Neutral Protease może być używana w różnych branżach, ale jej wdrożenie powinno być oparte na realnym celu procesowym: redukcji lepkości, zwiększeniu rozpuszczalności, modyfikacji tekstury, wsparciu fermentacji lub przygotowaniu hydrolizatu. Takie podejście ogranicza ryzyko nadmiernej proteolizy i pozwala traktować enzym jako narzędzie precyzyjnej modyfikacji, a nie ogólny dodatek technologiczny [1].

## Ograniczenia i odpowiedzialna interpretacja danych

---

Najsilniejsze dowody dotyczą podstawowej funkcji Neutral Protease: enzymatycznego rozkładu białek do krótszych peptydów i aminokwasów. Dobrze udokumentowane jest również znaczenie pH, temperatury, pochodzenia mikrobiologicznego i mechanizmu katalitycznego dla działania proteaz. Mniej uniwersalne są natomiast konkretne efekty sensoryczne, teksturalne lub wydajnościowe, ponieważ zależą od receptury i procesu [4].



**Figure 5.** 권장 사용 범위(0.05~0.5%)에서 중성 프로테아제의 용량-반응 관계를 예시한 그래프입니다.

Nie należy zakładać, że wynik opisany dla jednego szczepu mikroorganizmu, jednego surowca lub jednej fermentacji automatycznie powtórzy się w innej instalacji. Przykładowo badania nad produkcją neutralnej proteazy przez określone szczepy grzybów lub bakterii są cenne, ponieważ pokazują potencjał enzymów, ale nie definiują zachowania każdego komercyjnego preparatu w każdej matrycy [12].

Ostrożności wymagają także zastosowania na granicy żywności, kosmetyków, biotechnologii i produktów specjalistycznych. Proteazy są biologicznie aktywne, dlatego produkt końcowy musi być oceniany pod kątem przeznaczenia, bezpieczeństwa, regulacji i kontroli procesu. Wdrożenie powinno uwzględniać nie tylko skuteczność hydrolizy, ale również sposób zatrzymania lub ograniczenia dalszego działania enzymu, jeżeli wymaga tego produkt końcowy [5].

## Neutral Protease od Enzymes.bio — kontekst dostawy

Enzymes.bio oferuje Neutral Protease jako dostawca produktu enzymatycznego dla klientów B2B. Firma nie jest producentem ani laboratorium badawczym; rola Enzymes.bio polega na udostępnianiu produktu do bezpośredniego zakupu online. Produkt jest sprzedawany w jednostkach 1 kg, a dokumenty CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem.

Z perspektywy technologicznej Neutral Protease należy traktować jako narzędzie do kontrolowanej hydrolizy białek w procesach prowadzonych blisko pH obojętnego. Najbardziej typowe obszary rozważenia to fermentacje białkowe, przetwórstwo soi i innych surowców roślinnych, hydrolizaty białkowe, wybrane produkty mleczne, modyfikacja tekstury oraz procesy techniczne wymagające łagodniejszej proteolizy [1].

## Podsumowanie techniczne

---

Neutral Protease jest praktycznym enzymem do łagodnej, kontrolowanej modyfikacji białek. Jej główną wartością jest zdolność rozcinania wiązań peptydowych w warunkach bliskich obojętnemu pH, co może poprawiać rozpuszczalność, fermentowalność, teksturę i podatność surowców na dalszą obróbkę. Najlepsze wyniki uzyskuje się wtedy, gdy enzym jest dopasowany do konkretnej matrycy, a proces kontroluje pH, temperaturę, czas kontaktu i dostępność substratu <sup>[4]</sup>.

W zastosowaniach B2B Neutral Protease nie powinna być traktowana jako uniwersalny środek „do białka”, lecz jako precyzyjny element procesu technologicznego. Jej przydatność jest szczególnie wysoka tam, gdzie potrzebna jest proteoliza bez skrajnego zakwaszania lub alkalizacji: w fermentacji surowców roślinnych, produkcji hydrolizatów, modyfikacji białek spożywczych i paszowych oraz w wybranych procesach technicznych <sup>[9]</sup>.

### Zamów Neutral Protease 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 →](#)

## Bibliografia

---

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

1. Deniz, I. (2018). Production of Microbial Proteases for Food Industry. *Energy, Environment, and Sustainability*.
2. Contesini, F. J., Melo, R., & Sato, H. (2018). An overview of Bacillus proteases: from production to application. *Critical Reviews in Biotechnology*, 38, 321 - 334.
3. Levy, P. L., Pangburn, M. K., Burstein, Y., Ericsson, L., Neurath, H., & Walsh, K. (1975). Evidence of homologous relationship between thermolysin and neutral protease A of Bacillus subtilis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 72 11, 4341-5 .
4. Naveed, M., Nadeem, F., Mehmood, T., Bilal, M., Anwar, Z., & Amjad, F. (2020). Protease—A Versatile and Ecofriendly Biocatalyst with Multi-Industrial Applications: An Updated Review. *Catalysis Letters*, 1-17.
5. Sumantha, A., Larroche, C., & Pandey, A. (2006). Microbiology and Industrial Biotechnology of Food-Grade Proteases: A Perspective. *Food Technology and Biotechnology*, 44, 211-220.

6. Mrudula, S. (2024). A Review on Microbial Alkaline Proteases: Optimization of Submerged Fermentative Production, Properties, and Industrial Applications. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 1-19.
7. Hariharan, S., Patti, A., & Arora, A. (2023). Functional Proteins from Biovalorization of Peanut Meal: Advances in Process Technology and Applications. *Plant Foods for Human Nutrition*, 78, 13-24.
8. Ekpenyong, M., & Antai, S. (2024). Statistical versus neural network-embedded swarm intelligence optimization of a metallo-neutral-protease production: activity kinetics and food industry applications. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 54, 1132 - 1146.
9. Zhu, Y., Huang, X., Han, T., Wang, J., Yu, X., & Ma, Z. (2025). Improvement of neutral protease activity of *Bacillus amyloliquefaciens* LX-6 by combined ribosome engineering and medium optimization and its application in soybean meal fermentation. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 26, 805 - 812.
10. Azmi, S. I. M., Kumar, P., Sharma, N., Sazili, A., Lee, S., & Ismail-Fitry, M. R. (2023). Application of Plant Proteases in Meat Tenderization: Recent Trends and Future Prospects. *Foods*, 12.
11. Liu, H., Chen, X., Kang, J., Shi, B., & Zeng, Y. (2025). Modulation of hide protein resistance to enzymatic hydrolysis by calcium ions: rational design of enzyme-assisted unhairing for high-quality leather production. *Collagen and Leather*, 7.
12. Saxena, J., Choudhary, N., Gupta, P., Sharma, M., & Singh, A. (2017). Isolation and Characterization of Neutral Proteases Producing Soil fungus *Cladosporium* sp PAB2014 Strain FGCC/BLS2: Process Optimization for Improved Enzyme Production.

## 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.