

Alkaline Protease Detergent Enzyme do usuwania plam białkowych w detergentach

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

Alkaline Protease Detergent Enzyme – Protein Stains Remover Enzyme to enzym proteolityczny stosowany w formułacjach detergentowych do rozkładania plam białkowych, takich jak krew, mleko, jajo, pot i resztki żywności. Działa przez hydrolizę wiązań peptydowych w białkach, dzięki czemu duże, trudne do wypłukania struktury białkowe rozpadają się na mniejsze fragmenty łatwiej usuwane przez roztwór piorący. Proteazy alkaliczne są szczególnie istotne dla detergentów, ponieważ wiele systemów piorących pracuje w środowisku zasadowym, a ta klasa enzymów jest szeroko opisywana jako użyteczna w zastosowaniach detergentowych ^[1].

Czym jest alkaliczna proteaza detergentowa?

Alkaliczna proteaza detergentowa to enzym z grupy proteaz, czyli katalizatorów biologicznych rozkładających białka. W praktyce detergentowej jej zadaniem nie jest „rozpuszczenie całej plamy”, lecz selektywne przecięcie białkowej matrycy zabrudzenia. Ma to znaczenie, ponieważ białka mogą wiązać pigmenty, tłuszcze, składniki mineralne i inne cząstki brudu z powierzchnią włókien, utrudniając ich usunięcie przez same surfaktanty.

Określenie „alkaline” oznacza przydatność w środowisku zasadowym. Detergenty do prania, odplamiacze, preparaty namaczające i część środków dla pralni przemysłowych często pracują przy pH wyższym niż obojętne, ponieważ zasadowość pomaga pęcznieniu zabrudzeń, emulgacji tłuszczów i zwiększeniu skuteczności niektórych składników myjących. Proteaza detergentowa musi więc zachować funkcję w warunkach, które dla wielu enzymów byłyby destabilizujące; dlatego w literaturze szczególnie często badane są proteazy alkaliczne z mikroorganizmów, zwłaszcza z rodzaju *Bacillus* ^[2].

Produkt **Alkaline Protease Detergent Enzyme – Protein Stains Remover Enzyme** oferowany przez Enzymes.bio należy traktować jako składnik do zastosowań profesjonalnych i B2B w formułacjach lub procesach detergentowych. Enzymes.bio jest dostawcą enzymów sprzedawanych online, a nie

producentem ani laboratorium prowadzącym własną walidację każdej końcowej formulacji klienta. Strona produktu wskazuje zastosowanie w obszarze detergentowym, w szczególności jako enzym wspierający usuwanie plam białkowych .

Dlaczego plamy białkowe są trudne do usunięcia?

Plamy białkowe różnią się od plam czysto tłuszczowych lub mineralnych. Białka mają strukturę wielopoziomową: tworzą łańcuchy aminokwasów, które mogą zwijać się, agregować, wiązać z powierzchnią włókien i ulegać utrwaleniu pod wpływem temperatury, czasu lub zmian pH. Krew, jajo, mleko, pot i sosy zawierające składniki zwierzęce lub roślinne nie są jednorodnymi substancjami — zawierają mieszaninę białek, lipidów, soli, pigmentów i węglowodanów. Jeżeli frakcja białkowa pozostanie na tkaninie, może działać jak klej utrzymujący pozostałe komponenty zabrudzenia.

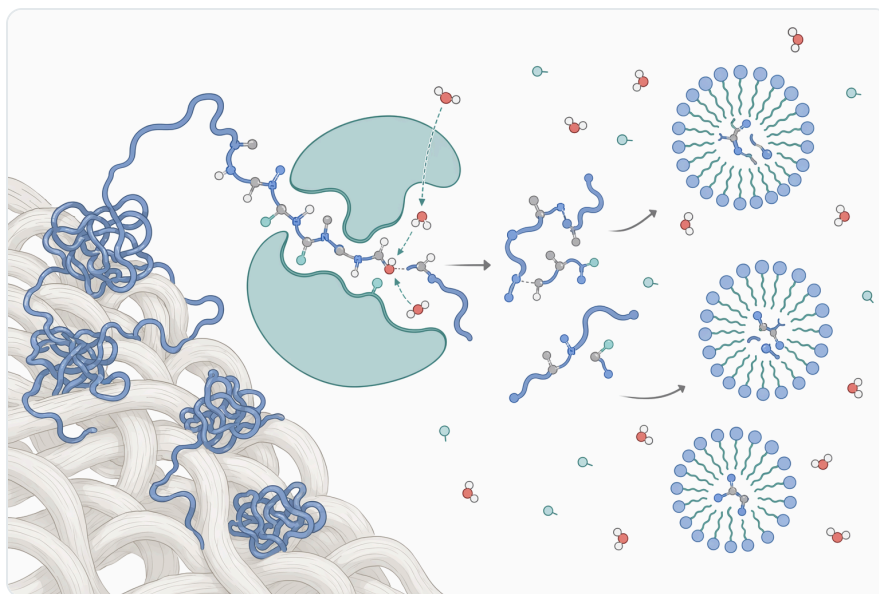


Figure 1. 알칼리성 프로테아제는 세탁 중 펩타이드 결합을 가수분해해 단백질 얼룩을 더 작은 수분산성 조각으로 분해하여 제거합니다.

Surfaktanty obniżają napięcie powierzchniowe, zwilżają włókna, emulgują tłuszcze i pomagają odrywać cząstki brudu. Nie przecinają jednak selektywnie wiązań peptydowych w białkach. Proteaza uzupełnia więc działanie surfaktantów: zmienia chemiczną strukturę plamy, zamiast polegać wyłącznie na mechanicznym oderwaniu zabrudzenia. Z tego powodu proteazy alkaliczne są jednymi z najważniejszych enzymów detergentowych opisywanych w przeglądach przemysłowych ^[1].

W praktyce użytkowej największe znaczenie mają zabrudzenia codzienne i instytucjonalne: mankiety i kołnierzyki zabrudzone potem, odzież robocza z pozostałościami żywności, tekstylia gastronomiczne, pościel i ręczniki hotelowe, tkaniny medyczne narażone na kontakt z płynami ustrojowymi oraz odzież

dziecięca z plamami mleka lub jaj. Proteaza alkaliczna nie jest rozwiązaniem dla każdego typu zabrudzenia, ale w plamach, gdzie białko pełni funkcję strukturalnej matrycy, jej rola jest bardzo konkretna.

Mechanizm działania: hydroliza białek jako „rozklejenie” plamy

Proteaza działa przez hydrolizę wiązań peptydowych. Białko można wyobrazić sobie jako długi łańcuch złożony z aminokwasów. Enzym wiąże fragment białka w miejscu aktywnym i katalizuje reakcję z udziałem wody, która rozcina wiązanie między aminokwasami. W wyniku wielu takich cięć duże, słabo mobilne struktury białkowe przechodzą w krótsze peptydy i aminokwasy, łatwiej dyspergowane w kąpeli piorącej.

Wiele alkalicznych proteaz wykorzystywanych lub badanych pod kątem detergentów należy do proteaz serynowych, w tym enzymów podobnych do subtilizyn. Ich centrum aktywne zawiera układ reszt aminokwasowych umożliwiający nukleofilowy atak na wiązanie peptydowe. To wyjaśnia, dlaczego enzym może działać z dużą szybkością w warunkach wodnych, ale jednocześnie pozostaje wrażliwy na czynniki zmieniające strukturę białka enzymatycznego, takie jak silne utleniacze, niektóre surfaktanty lub długotrwałe niekorzystne warunki przechowywania ^[3].

W detergencie proteaza nie pracuje samotnie. Najpierw formułacja musi zwilżyć tkaninę i umożliwić kontakt enzymu z plamą. Następnie proteaza hydrolizuje dostępne białka. Surfaktanty, sekwestrany, składniki alkaliczne i mechanika prania pomagają oderwać i utrzymać produkty hydrolizy w roztworze. Końcowy efekt jest więc wynikiem współpracy enzymu z całym systemem czyszczącym, a nie tylko samej obecności proteazy.



Figure 2. 세제 공정에서는 알칼리성 프로테아제를 세탁수에 투입해 단백질성 오염을 분해하고, 중간 정도의 온도에서도 얼룩이 더 잘 떨어지도록 합니다.

Dlaczego warunki zasadowe są kluczowe w detergentach?

Detergenty domowe i przemysłowe często są formułowane tak, aby uzyskać odczyn zasadowy podczas prania. Zasadowość może zwiększać ładunek powierzchniowy cząstek zabrudzenia, wspierać emulgację tłuszczów i poprawiać działanie części środków powierzchniowo czynnych. Dla enzymu oznacza to jednak środowisko wymagające: białko enzymatyczne musi zachować strukturę przestrzenną, elastyczność miejsca aktywnego i odporność na denaturację.

Proteazy alkaliczne są poszukiwane właśnie dlatego, że ich profil działania jest zgodny z typowym środowiskiem detergentowym. Badania nad szczepami *Bacillus subtilis*, *Bacillus halodurans*, *Bacillus stearothermophilus* i innymi mikroorganizmami opisują proteazy działające w warunkach alkalicznych oraz rozważane jako dodatki do detergentów lub procesów przemysłowych [4]. Dla formułacji detergentowej sama aktywność proteolityczna nie wystarcza — enzym musi być jeszcze kompatybilny z pH produktu końcowego i warunkami cyklu prania.

Znaczenie ma również temperatura. Rynek detergentów obejmuje zarówno produkty do prania w niższych temperaturach, jak i preparaty stosowane w cyklach przemysłowych, gdzie parametry mogą być bardziej wymagające. W literaturze opisuje się proteazy termotolerancyjne, termostabilne oraz aktywne w niższych temperaturach, ponieważ różne segmenty zastosowań wymagają odmiennego profilu działania [5]. Nie oznacza to, że każdy enzym alkaliczny będzie działał identycznie w każdym procesie; oznacza raczej, że dobór proteazy jest jednym z elementów projektowania skutecznej formułacji.

Co pokazują badania nad proteazami alkalicznymi?

Mikroorganizmy jako główne źródło proteaz detergentowych

Proteazy alkaliczne do zastosowań przemysłowych są często pozyskiwane z mikroorganizmów, ponieważ bakterie i grzyby mogą wydzielać enzymy proteolityczne do środowiska, a ich produkcja daje się optymalizować biotechnologicznie. Szczególną rolę odgrywają bakterie z rodzaju *Bacillus*, które są szeroko badane ze względu na zdolność do produkcji enzymów stabilnych w warunkach procesowych. Przeglądy dotyczące proteaz alkalicznych z gatunków *Bacillus* podkreślają ich znaczenie w detergentach, skórnictwie, przetwarzaniu białek i innych gałęziach przemysłu [2].



Figure 3. 알칼리성 세제용 프로테아제는 주로 세탁세제, 얼룩 제거제, 예비 세탁제, 산업·기관용 세정제, 식기세척제 및 섬유 세정 제품에 사용됩니다.

Prace nad optymalizacją fermentacji pokazują, że wydajność wytwarzania proteaz zależy od składu podłoża, źródeł węgla i azotu oraz warunków hodowli. Przykładem jest badanie produkcji alkalicznej proteazy przez *Bacillus subtilis* BS-QR-052, w którym celem była poprawa procesu fermentacyjnego dla uzyskania enzymu o potencjale przemysłowym [6]. Dla klienta detergentowego ważny jest wniosek aplikacyjny: stabilna dostępność proteaz alkalicznych jest efektem rozwiniętej biotechnologii mikrobiologicznej, a nie wyłącznie izolacji enzymów z przypadkowych źródeł naturalnych.

Potencjał detergentowy potwierdzany w badaniach aplikacyjnych

W publikacjach dotyczących proteaz alkalicznych często bada się ich przydatność jako bio-dodatków do detergentów. Przykładowo proteaza halo-alkaliczna z *Bacillus halodurans* US193 została opisana jako enzym o potencjalnym zastosowaniu w detergentach, co jest szczególnie istotne, ponieważ tolerancja

na zasadowość i sole może być korzystna w niektórych formułacjach piorących [4]. Podobnie nowsze prace dotyczące proteaz z różnych źródeł mikrobiologicznych i roślinnych oceniają ich stabilność, profil działania oraz możliwość użycia w procesach przemysłowych.

Badania nad proteazą alkaliczną ze *Staphylococcus aureus* przedstawiają ją jako obiecujący dodatek do detergentów przemysłowych, co potwierdza, że aplikacyjny kierunek rozwoju obejmuje nie tylko klasyczne szczepy *Bacillus*, ale szerszą grupę producentów enzymów [7]. Nie należy jednak interpretować tego jako wskazania, że wszystkie proteazy z dowolnego źródła są równoważne. Liczy się konkretna stabilność, kompatybilność z formacją, profil substratowy i zachowanie w czasie przechowywania.

Kompatybilność z surfaktantami nie jest automatyczna

W detergentach enzym styka się z anionowymi, niejonowymi lub amfoterycznymi surfaktantami, związkami kompleksującymi, solami, środkami alkalicznymi, kompozycjami zapachowymi, konserwantami i czasem utleniaczami. Każdy z tych składników może wpływać na aktywność enzymu. Nowsze badania nad enzymami pralniczymi wskazują, że surfaktanty anionowe mogą działać różnokierunkowo: stabilizować, modulować aktywność, ale również sprzyjać zmianom strukturalnym lub samoproteolizie w zależności od enzymu i warunków [8].



Figure 4. 고온 세탁이나 강한 화학 세정에 비해, 프로테아제 기반 세정은 더 순한 세제 조건에서도 단백질성 오염을 제거할 수 있습니다.

To jest ważne ograniczenie praktyczne. Sama etykieta „proteaza detergentowa” nie gwarantuje, że enzym zachowa pełną funkcję w dowolnym koncentracji, kapsułce, proszku lub płynie. Proteaza musi być traktowana jako aktywny składnik biologiczny, którego stabilność zależy od matrycy produktu.

Dlatego w profesjonalnym rozwoju formulacji ocenia się nie tylko skuteczność usuwania plam, ale także zachowanie enzymu w czasie, kompatybilność z innymi składnikami i skuteczność po przechowywaniu.

Jak proteaza współpracuje z innymi składnikami detergentu?

Proteaza usuwa tylko jeden typ problemu: białko. W nowoczesnych detergentach skuteczność wynika z połączenia kilku mechanizmów. Surfaktanty odpowiadają za zwilżanie i odrywanie brudu, składniki alkaliczne i sekwestrujące poprawiają warunki prania, a enzymy specjalistyczne rozkładają różne klasy substratów. Enzymes.bio prezentuje enzymy do segmentu laundry & detergents jako kategorię zastosowań, co odzwierciedla praktykę formułowania produktów wieloskładnikowych .

Typ zabrudzenia	Główny problem chemiczny	Najbardziej typowy enzym wspierający	Rola alkalicznej proteazy
Krew, pot, mleko, jajo, sosy białkowe	Białka i peptydy wiążące się z włóknem	Proteaza	Rozcina białka na krótsze fragmenty łatwiejsze do wyplukania
Makaron, ryż, ziemniaki, kaszki, kleiki	Skrobia i produkty jej pęcznienia	Amylaza	Pomocnicza tylko wtedy, gdy plama zawiera także białko
Tłuszcze kuchenne, sebum, oleje	Lipidy hydrofobowe	Lipaza	Nie zastępuje lipazy; może usuwać białkową warstwę towarzyszącą
Plamy roślinne, gumy, zagęstniki	Polisacharydy nieskrobiowe	Mannanaza, pektynaza, celulaza zależnie od składu	Ograniczona rola, chyba że obecne są białka
Osady mineralne i rdza	Sole nieorganiczne, tlenki metali	Zwykle nie enzymy proteolityczne	Brak bezpośredniego działania na część mineralną

Z tabeli wynika kluczowa zasada formulacyjna: proteaza nie jest uniwersalnym odplamiaczem. Jej wartość jest największa w produktach, które mają działać na plamy proteinowe albo na zabrudzenia mieszane, w których białko utrwala inne składniki. W detergentach wieloenzymatycznych proteaza często stanowi jeden z filarów działania, ale pełny profil produktu wymaga dopasowania innych enzymów do przewidywanych zabrudzeń.

Zastosowania w detergentach i pralnictwie profesjonalnym

Proszki, płyny, kapsułki i koncentraty do prania

Najbardziej bezpośrednim zastosowaniem alkalicznej proteazy jest dodatek do środków piorących. W proszkach enzym musi przetrwać kontakt z suchą matrycą i aktywować się po rozpuszczeniu w wodzie. W płynach i żelach wyzwaniem jest stabilność w obecności wody, surfaktantów i innych rozpuszczonych składników. W kapsułkach oraz koncentratach liczy się kompatybilność z wysokim stężeniem komponentów formułacyjnych.

Proteaza w takim produkcie jest szczególnie cenna w praniu codziennym, ponieważ wiele plam domowych ma komponent białkowy: pot, mleko, kakao z mlekiem, jajka, sosy, mięso, krew czy zabrudzenia dziecięce. Mechaniczna siła prania i surfaktanty mogą usuwać część zabrudzeń, ale enzymatyczne pocięcie białka poprawia dostępność brudu dla pozostałych składników detergentu.

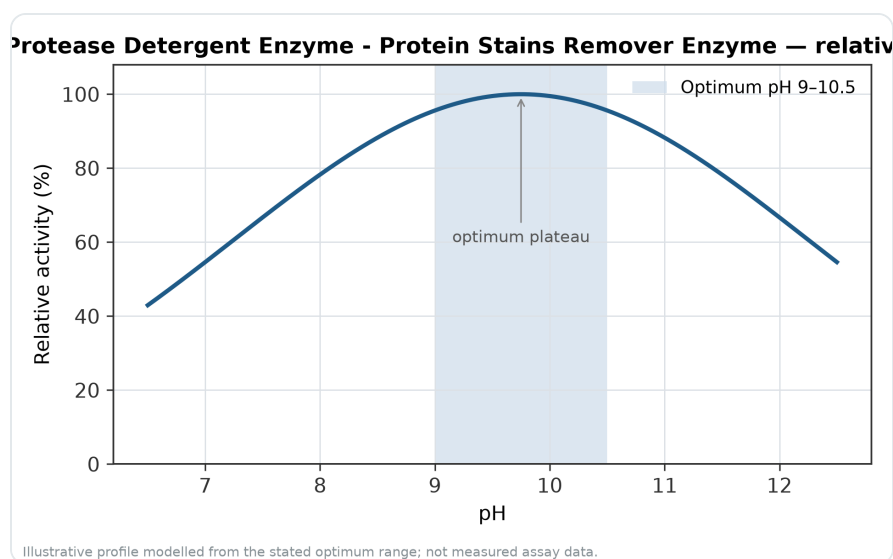


Figure 5. pH에 따른 알칼리성 프로테아제 세제 효소(단백질 얼룩 제거 효소)의 상대 활성으로, pH 9-10.5에서 최적 활성 구간을 보입니다.

Odplamiacze i preparaty do namaczania

W preparatach do wstępnego traktowania plam proteaza ma czas na działanie przed właściwym cyklem prania. To może być korzystne przy zaschniętych zabrudzeniach białkowych, w których kontakt enzymu z plamą wymaga nawilżenia, penetracji i stopniowej hydrolizy. Należy jednak pamiętać, że zbyt agresywne warunki, niewłaściwa tkanina lub zbyt długi kontakt mogą być niepożądane w przypadku materiałów wrażliwych.

Odplamiacze enzymatyczne muszą być formułowane z uwzględnieniem rodzaju opakowania, trwałości, pH i kompatybilności z substancjami pomocniczymi. Badania nad immobilizacją proteaz oraz poprawą ich stabilności pokazują, że utrzymanie aktywności enzymów w trudnych warunkach procesowych jest ważnym kierunkiem technologicznym [9]. Choć immobilizacja nie musi być stosowana w typowym detergencie konsumenckim, sama potrzeba stabilizacji dobrze ilustruje wymagania wobec enzymów przemysłowych.

Pralnie przemysłowe, hotelarstwo, gastronomia i tekstylia instytucjonalne

W zastosowaniach profesjonalnych plamy białkowe występują regularnie i w dużej skali. Restauracje, hotele, zakłady przetwórstwa żywności, placówki opiekuńcze i pralnie usługowe mierzą się z powtarzalnymi zabrudzeniami: białkiem jaj, mlekiem, krwią, potem, mięsem i sosami. Dla takich procesów ważne są powtarzalność, przewidywalność i możliwość pracy w standardowych cyklach technologicznych.

Alkaliczna proteaza może wspierać skuteczność prania bez polegania wyłącznie na intensyfikacji temperatury lub agresywności chemicznej. Nie oznacza to automatycznej redukcji wszystkich pozostałych składników, ale pozwala przenieść część pracy czyszczącej na mechanizm enzymatyczny. Przeglądy proteaz mikrobiologicznych podkreślają ich znaczenie w wielu podejściach przemysłowych, w tym detergentowych, właśnie z powodu selektywności i działania w warunkach procesowych [1].

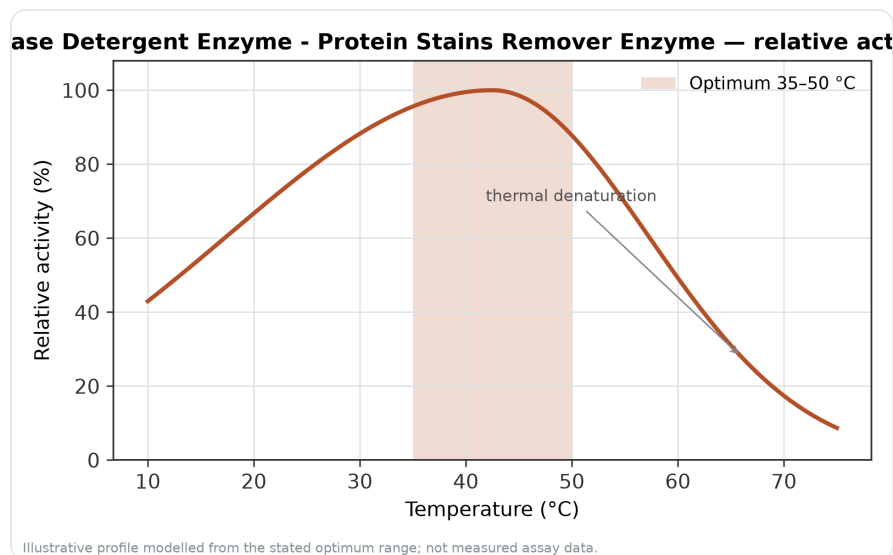


Figure 6. 온도에 따른 알칼리성 프로테아제 세제 효소(단백질 얼룩 제거 효소)의 상대 활성으로, 35-50°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성으로 인한 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

Formulacyjne czynniki wpływające na skuteczność

pH i alkaliczność

Proteaza alkaliczna potrzebuje środowiska zgodnego z jej profilem działania. Jeśli pH jest zbyt niskie, enzym może tracić aktywność lub zmieniać strukturę. Jeśli środowisko jest zbyt agresywne, może dojść do destabilizacji białka enzymatycznego mimo jego alkalicznego charakteru. W detergentach ważne jest więc nie tylko pH deklarowane produktu, ale rzeczywiste pH kąpieli piorącej po rozcieńczeniu.

Temperatura i czas kontaktu

Hydroliza enzymatyczna wymaga czasu. Krótki cykl prania, niska dostępność wody, utrudniony kontakt z zaschniętą plamą lub zbyt szybkie wypłukanie preparatu mogą ograniczyć efekt. Z drugiej strony nadmiernie wysoka temperatura może destabilizować część enzymów, nawet jeśli w literaturze istnieją proteazy termostabilne. Badania nad termostabilnymi proteazami alkalicznymi, na przykład z mikroorganizmów izolowanych ze środowisk przemysłowych lub ekstremalnych, pokazują, że odporność temperaturowa jest cechą zależną od konkretnego enzymu ^[10].

Surfaktanty, utleniacze i składniki pomocnicze

Surfaktant może zwiększać dostęp enzymu do plamy przez lepsze zwilżenie tkaniny, ale może też wpływać na strukturę enzymu. Szczególną uwagę zwraca się na surfaktanty anionowe, ponieważ ich oddziaływania z białkami bywają silne i zależne od stężenia oraz budowy enzymu. Praca nad rozbieżnymi efektami surfaktantów anionowych na enzymy pralnicze pokazuje, że kompatybilność trzeba traktować jako właściwość konkretnego układu, a nie ogólną cechę wszystkich proteaz ^[8].

Utleniacze i środki wybielające mogą poprawiać usuwanie barwnych komponentów plam, ale jednocześnie stanowią ryzyko dla białek enzymatycznych. Formułacja musi więc równoważyć wybielanie, usuwanie tłuszczu, stabilność enzymów i końcową skuteczność prania. To jeden z powodów, dla których proteaza jest składnikiem systemu, a nie samodzielnym „gotowym detergentem”.

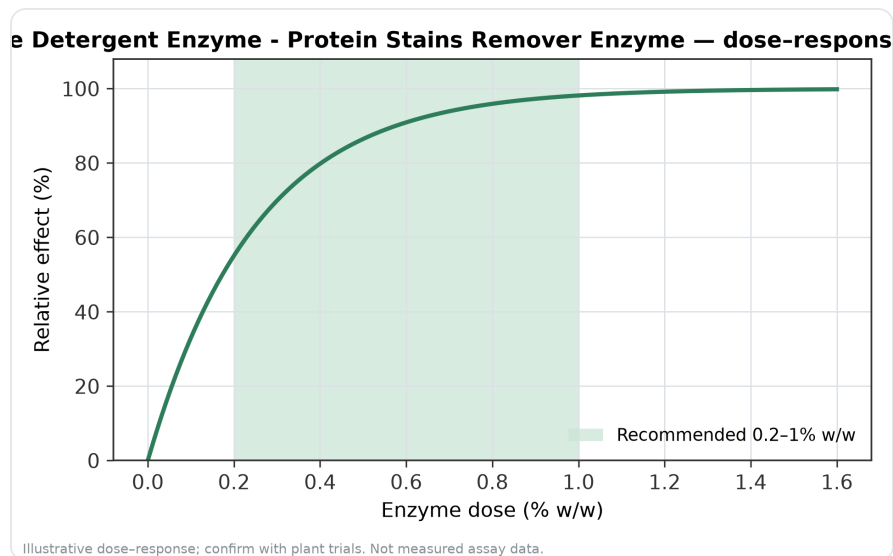


Figure 7. 권장 사용 범위(0.2–1% w/w)에서 알칼리성 프로테아제 세제 효소(단백질 얼룩 제거 효소)의 예시적 용량-반응 관계.

Porównanie: proteaza alkaliczna a inne podejścia do usuwania plam

Podejście	Główny mechanizm	Mocne strony	Ograniczenia
Alkaliczna proteaza detergentowa	Hydroliza białek w środowisku zasadowym	Bardzo dobra zgodność z plamami krwi, mleka, jaj, potu i żywności białkowej	Nie działa bezpośrednio na skrobię, tłuszcze, pigmenty i minerały
Same surfaktanty	Zwilżanie, emulgacja, odrywanie zabrudzeń	Podstawowy element niemal każdego detergentu	Nie rozkładają selektywnie struktury białek
Wybielacze	Utlenianie barwnych struktur	Skuteczne wobec części plam barwnych i dezodoryzacji	Mogą być niekompatybilne z niektórymi enzymami i tkaninami
Amylazy	Hydroliza skrobi	Przydatne przy plamach z kaszek, makaronu, ryżu i sosów skrobiowych	Ograniczone działanie na plamy proteinowe
Lipazy	Hydroliza lipidów	Przydatne przy sebum, tłuszczach kuchennych i olejach	Nie rozkładają białkowej matrycy plam

To porównanie pokazuje, że proteaza alkaliczna jest najbardziej racjonalnym wyborem wtedy, gdy problemem jest białko lub mieszanina zabrudzeń utrwalona przez białko. W dobrze zaprojektowanym detergencie jej działanie jest komplementarne wobec surfaktantów, amylaz, lipaz i składników alkalicznych.

Ograniczenia i bezpieczeństwo stosowania

Proteaza jest enzymem rozkładającym białka, dlatego wymaga ostrożności w kontakcie z materiałami białkowymi. Wełna i jedwab zawierają białka strukturalne, więc intensywne lub niewłaściwie kontrolowane działanie proteazy może prowadzić do niepożądanych zmian powierzchni włókien. To nie jest wada enzymu, lecz bezpośrednia konsekwencja jego mechanizmu: proteaza nie rozróżnia „plamy białkowej” od białkowego materiału, jeżeli oba są dostępne jako substrat.

W pracy z enzymami przemysłowymi trzeba także uwzględniać kwestie BHP. Enzymy jako białka mogą działać drażniąco lub uczulająco przy niewłaściwym obchodzeniu się z pyłem, aerozolem lub koncentratem. Stosowanie powinno być prowadzone przez osoby przygotowane do pracy z surowcami enzymatycznymi i zgodnie z dokumentacją dostarczaną z zamówieniem. Dla produktu Enzymes.bio dokumenty CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem, co wspiera identyfikację partii i właściwe postępowanie z materiałem.

Ważne jest również realistyczne rozumienie danych naukowych. Publikacje pokazują potencjał proteaz alkalicznych jako dodatków detergentowych, ale zwykle dotyczą określonych szczepów, enzymów, typów plam i warunków testu. Wynik uzyskany dla proteazy z jednego mikroorganizmu nie jest automatyczną gwarancją identycznego zachowania w każdej komercyjnej formulacji. Badania nad proteazami z różnych źródeł, na przykład *Aspergillus tamaris* czy szczepów bakteryjnych, pokazują różnorodność właściwości tej klasy enzymów ^[11].

Informacje B2B dotyczące Enzymes.bio

Enzymes.bio udostępnia **Alkaline Protease Detergent Enzyme – Protein Stains Remover Enzyme** jako produkt do zastosowań profesjonalnych i przemysłowych w obszarze detergentów. Firma pełni rolę dostawcy online; nie należy przedstawiać jej jako producenta enzymu ani laboratorium wykonującego walidację aplikacji klienta. Produkt jest sprzedawany online w jednostkach 1 kg, a dokumentacja CoA i SDS jest dostarczana wraz z zamówieniem .

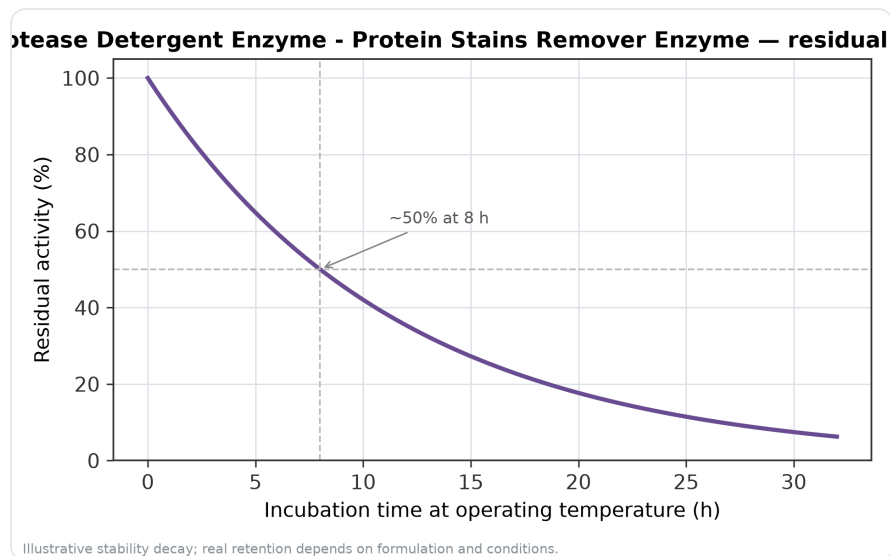


Figure 8. 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 알칼리성 프로테아제 세제 효소(단백질 얼룩 제거 효소)의 예시적 열 안정성 저하.

Dla klientów B2B najważniejsze jest traktowanie enzymu jako składnika formulacyjnego, którego końcowe działanie zależy od matrycy detergentu, warunków procesu i rodzaju zabrudzenia. W praktyce oznacza to konieczność zaprojektowania produktu tak, aby proteaza miała kontakt z plamą białkową, pracowała w kompatybilnym pH i temperaturze oraz nie była dezaktywowana przez inne składniki układu. Kategorie Enzymes.bio dla enzymów pralniczych i detergentowych wskazują, że proteazy są częścią szerszego portfolio enzymów stosowanych w czyszczeniu tekstyliów .

Najważniejsze wnioski techniczne

Alkaliczna proteaza detergentowa jest wyspecjalizowanym enzymem do usuwania frakcji białkowej plam. Jej wartość wynika z konkretnego mechanizmu: hydrolizy wiązań peptydowych, która rozbija duże struktury białkowe na mniejsze, łatwiej wypłukiwane fragmenty. Dzięki zgodności z zasadowym środowiskiem typowym dla wielu detergentów proteazy alkaliczne są jedną z najlepiej udokumentowanych klas enzymów w pralnictwie i środkach czyszczących ^[1].

Najlepsze zastosowania obejmują detergenty do prania, odplamiacze, preparaty do namaczania oraz formułacje dla pralni przemysłowych, w których często występują krew, mleko, jajo, pot i żywność białkowa. Proteaza nie zastępuje surfaktantów, lipaz, amylaz ani składników wybielających, lecz uzupełnia je poprzez selektywne rozkładanie białek. Skuteczność końcowa zależy od pH, temperatury, czasu kontaktu, rodzaju tkaniny, typu plamy i kompatybilności z pełną formułą detergentową.

Zamów Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme 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 Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme →](#)

Bibliografia

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

1. Sharma, M., Gat, Y., Arya, S., Kumar, V., Panghal, A., & Kumar, A. (2019). [A Review on Microbial Alkaline Protease: An Essential Tool for Various Industrial Approaches](#). *Industrial Biotechnology*, 15, 69 - 78.
2. Gautam, S. (2024). [A Review of Bacillus Species Alkaline Protease Production and Industrial Applications](#). *International journal of therapeutic innovation*.
3. Metkar, S., Udayakumar, S., Girigoswami, A., & Girigoswami, K. (2024). [Natural serine proteases and their applications in combating amyloid formation](#). *ADMET and DMPK*, 12, 797 - 820.
4. Daoud, L., Hmani, H., Ali, M. B., Jlidi, M., & Ali, M. B. (2016). [An Original Halo-Alkaline Protease from Bacillus halodurans Strain US193: Biochemical Characterization and Potential Use as Bio-Additive in Detergents](#). *Journal of Polymers and the Environment*, 26, 23-32.
5. Karray, A., Alonazi, M. A., Horchani, H., & Bacha, A. B. (2021). [A Novel Thermostable and Alkaline Protease Produced from Bacillus stearothermophilus Isolated from Olive Oil Mill Sols Suitable to Industrial Biotechnology](#). *Molecules*, 26.
6. Sun, B., Zou, K., Zhao, Y., Tang, Y., Zhang, F., Chen, W., Tang, X., ... et al. (2023). [The fermentation optimization for alkaline protease production by Bacillus subtilis BS-QR-052](#). *Frontiers in Microbiology*, 14.
7. Alonazi, M. A. (2024). [Staphylococcus aureus Alkaline Protease: A Promising Additive for Industrial Detergents](#). *Catalysts*.
8. Hernández, M. L., Scavenius, C., Otzen, D. E., & Pedersen, J. (2025). [Divergent effects of anionic surfactants on laundry enzymes: Structural stability, activity modulation, and self-cleavage mechanisms](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 149069 .
9. Tang, Y., Wang, P., Zeng, H., & Rui, Z. (2022). [Construction of porous chitosan macrospheres via dual pore-forming strategy as host for alkaline protease immobilization with high activity and stability](#). *Carbohydrate Polymers*, 305, 120476 .
10. Majithiya, V., Ghoghari, A. M., & Gohel, S. (2025). [Purification, characterization, structural elucidation, and industrial applications of thermostable alkaline protease produced by seaweed-associated Nocardioopsis dassonvillei strain VCs-4](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 141147 .

11. Sharma, N., & De, K. (2011). Production, purification and crystallization of an alkaline protease from Aspergillus tamarii[EF661565.1]. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2, 1135-1142.

Skontaktuj się z Enzymes.bio

Masz pytania dotyczące zamówienia? Nasz zespół chętnie pomoże.

E-MAIL wholesale@enzymes.bio

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

[Skontaktuj się z nami →](#)



400+ klientów B2B



60+ partnerów badawczych z uczelni



54 obsługiwanych na całym świecie

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