

Papaina do hydrolizy kolagenu wieprzowego i rybiego — enzymatyczne wytwarzanie peptydów kolagenowych

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

Papaina jest roślinną proteazą cysteinową zdolną do rozcinania wiązań peptydowych w białkach, dlatego może być stosowana do kontrolowanej hydrolizy żelatyny, skóry wieprzowej, surowców rybich i innych materiałów bogatych w kolagen. W praktyce nie należy traktować jej jako wyspecjalizowanej kolagenazy działającej selektywnie na natywną potrójną helisę kolagenu, lecz jako szerokospektralne narzędzie proteolityczne, którego skuteczność rośnie po odpowiednim przygotowaniu substratu. Produkt oferowany przez Enzymes.bio jest przeznaczony do zakupu online w jednostkach 1 kg, a CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem .

Czym jest papaina w kontekście hydrolizy kolagenu?

Papaina to enzym proteolityczny z grupy proteaz cysteinowych, historycznie kojarzony z lateksem papai i szeroko opisywany jako modelowy przedstawiciel enzymów papainopodobnych. Enzymy tej rodziny występują w roślinach, mikroorganizmach i organizmach zwierzęcych, a ich wspólną cechą jest wykorzystanie reszty cysteiny w centrum aktywnym do katalitycznego ataku na wiązania peptydowe białek ^[1].

W zastosowaniu „pigskin fish collagen hydrolase” termin „hydrolase” oznacza praktyczną funkcję enzymu: rozkład białek kolagenowych lub żelatynowych do krótszych fragmentów peptydowych. Nie oznacza to, że papaina działa wyłącznie na kolagen ani że ma specyficzność identyczną z kolagenazami; jest raczej proteazą o szerokim profilu działania, użyteczną tam, gdzie celem jest obniżenie masy cząsteczkowej, zmiana lepkości, poprawa rozpuszczalności lub przygotowanie peptydów białkowych ^[2].

Dla klientów B2B ważne jest rozróżnienie między nazwą handlową preparatu a biochemią samego enzymu. Enzymes.bio jest dostawcą sprzedającym produkt online, a nie producentem ani laboratorium badawczym; dokumentacja partii, w tym CoA i SDS, jest dostarczana razem z zamówieniem, bez konieczności przedstawiania tutaj specyfikacji analitycznych lub definicji aktywności .

Dlaczego kolagen wymaga kontrolowanej proteolizy?

Kolagen jest białkiem strukturalnym zaprojektowanym biologicznie do wytrzymałości mechanicznej. W surowcach takich jak skóra wieprzowa, skóra rybia, łuski, chrząstki czy odpady po filetowaniu występuje w postaci włóknistej, często powiązanej z innymi białkami, tłuszczami i składnikami mineralnymi. Sama obecność białka nie oznacza więc, że będzie ono łatwo rozpuszczalne, podatne na suszenie rozpyłowe, mieszalne w formulacji albo możliwe do przetworzenia na powtarzalny hydrolyzant.

Wysoka odporność kolagenu wynika z jego organizacji: trzy łańcuchy polipeptydowe tworzą potrójną helisę, a ta dalej układa się we włókna i sieci tkanki łącznej. Papaina, jako proteaza, najłatwiej rozcina te fragmenty białka, które są dla niej dostępne przestrzennie; dlatego żelatyna, kolagen częściowo zdenaturowany lub surowiec poddany wstępnej obróbce zwykle stanowią bardziej podatny substrat niż silnie usieciowana, natywna tkanka [2].

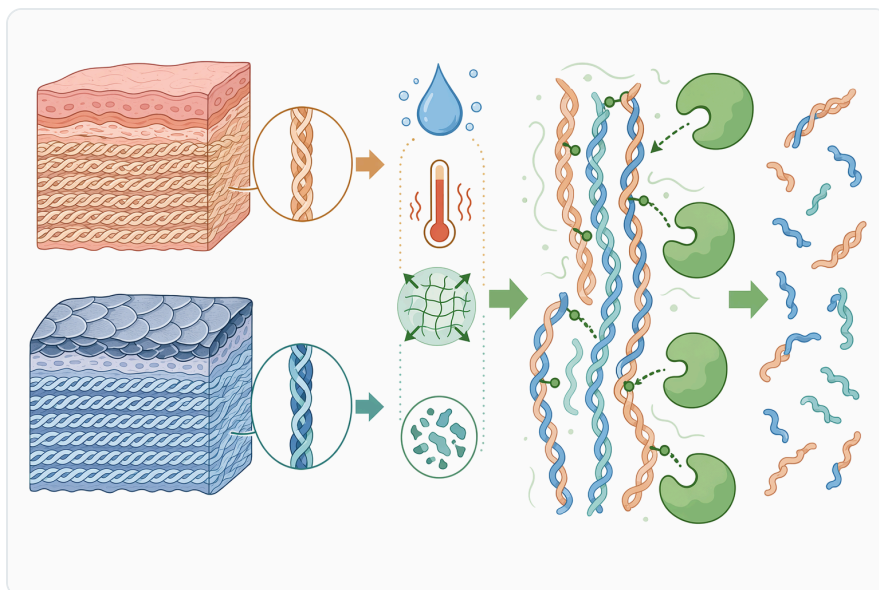


Figure 1. 파파인은 전처리를 통해 펩타이드 결합이 물리적으로 접근 가능해진 뒤 콜라겐을 가장 효과적으로 가수분해한다.

W praktyce hydrolyza kolagenu nie jest pojedynczą „reakcją rozpuszczenia”, lecz serią zmian: włókna pęcznieją, struktura białkowa traci uporządkowanie, długie łańcuchy są cięte na krótsze odcinki, a mieszanina zmienia lepkość, rozpuszczalność i zachowanie technologiczne. Badania nad hydrolyzantami białkowymi pokazują, że dobór enzymu i przebieg enzymolizy wpływają na właściwości fizykochemiczne oraz funkcjonalne końcowych peptydów, nawet gdy substratem nie jest kolagen, lecz inne białko żywnościowe [3].

Mechanizm działania papainy: centrum cysteinowe i cięcie wiązań peptydowych

Mechanizm papainy jest dobrze opisany w biochemii enzymów cysteinowych. Kluczowe znaczenie ma układ reszt aminokwasowych w centrum aktywnym, w którym grupa tiolowa cysteiny działa jako nukleofil, a sąsiednia histydyna pomaga w przenoszeniu protonów. W klasycznym ujęciu katalizy papainowej reaktywną formą jest para jonowa typu merkaptid–imidazoliowy, umożliwiającą skuteczny atak na karbonyl wiązania peptydowego [4].

Po związaniu fragmentu białka w szczelinie aktywnej enzymu dochodzi do powstania przejściowego acyloenzymu, a następnie do jego rozkładu z udziałem wody. Rezultatem jest przecięcie łańcucha polipeptydowego i utworzenie krótszych peptydów. Prace nad mechanizmem proteaz cysteinowych podkreślają, że szczegóły katalizy zależą od ułożenia substratu w centrum aktywnym, ale wspólnym punktem jest udział nukleofilowej cysteiny w hydrolizie wiązań peptydowych [5].

Dla technologii kolagenowej najważniejsza konsekwencja jest prosta: papaina działa na dostępne wiązania peptydowe, a nie „rozpoznaje” kolagenu jako całą strukturę włóknistą. Im bardziej otwarta, uwodniona i częściowo zdenaturowana jest matryca białkowa, tym więcej miejsc cięcia może stać się dostępnych. Dlatego ten sam enzym może dawać różne wyniki w zależności od surowca, jego rozdrobnienia, historii cieplnej, pH, czasu reakcji i stopnia wymieszania.

Papaina a natywny kolagen: realistyczne oczekiwania procesowe

Papaina bywa opisywana w kontekście kolagenu, mięsa, żelatyny i hydrolizatów białkowych, ale nie powinna być przedstawiana jako enzym identyczny funkcjonalnie z wyspecjalizowanymi kolagenazami. Kolagenazy są definiowane przez zdolność do efektywnego naruszania struktury kolagenowej w określony sposób, natomiast papaina jest szerokospektralną proteazą cysteinową. To rozróżnienie ma znaczenie, gdy surowiec jest słabo zdenaturowany, silnie usieciowany lub bogaty w nienaruszoną tkankę łączną.

W zastosowaniach przemysłowych często nie jest jednak potrzebna pełna selektywna degradacja natywnej potrójnej helisy. Wystarczy kontrolowane obniżenie wielkości białka po obróbce cieplnej, kwaśnej, zasadowej, mechanicznej lub po żelatynizacji. W takim układzie papaina może skracać łańcuchy żelatynowe i odsłonięte fragmenty kolagenu, co przekłada się na łatwiejszą filtrację, mniejsze problemy z lepkością i możliwość otrzymania frakcji peptydowych.

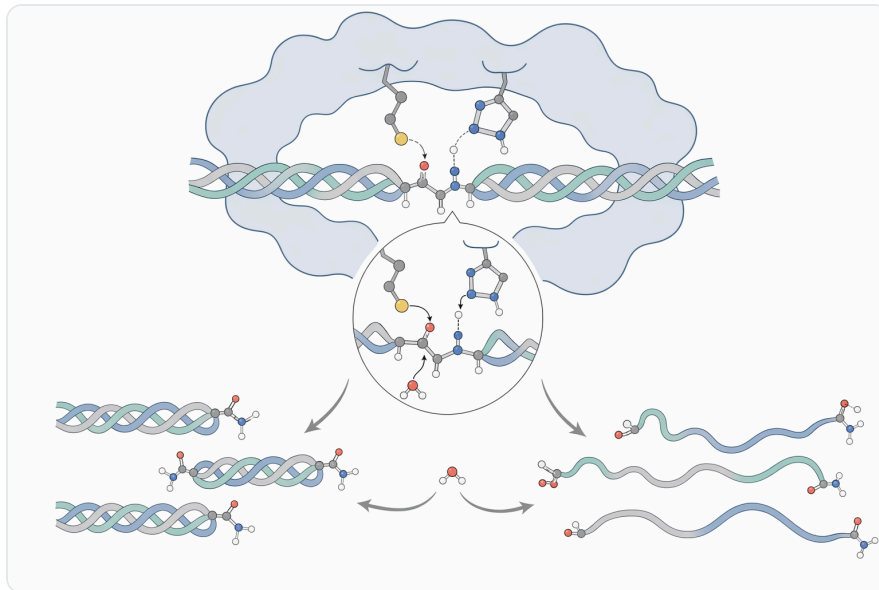


Figure 2. 파파인은 시스테인 프로테아제로 작용해 접근 가능한 펩타이드 결합을 반복적으로 절단함으로써 큰 콜라겐 또는 젤라틴 사슬을 더 짧은 펩타이드로 전환한다.

Zastosowania papainy w technologii mięsa dobrze ilustrują tę logikę. Zmiękczenie mięsa nie polega wyłącznie na degradacji jednego typu białka, lecz na częściowej proteolizie białek miofibrylarnych i tkanki łącznej, co wpływa na teksturę. Publikacje dotyczące wykorzystania papainy w produktach mięsnych opisują ją jako enzym technologiczny używany do poprawy kruchości i przetwarzalności surowców białkowych [6].

Jak hydroliza zmienia właściwości materiału kolagenowego?

Najbardziej bezpośrednim efektem enzymatycznego cięcia białka jest skrócenie łańcuchów polipeptydowych. W systemach kolagenowo-żelatynowych może to zmniejszać lepkość, ułatwiać pompowanie i mieszanie oraz poprawiać rozpuszczanie w wodzie. Jednocześnie zbyt głęboka hydroliza może obniżać zdolność żelowania, zmieniać smak, zwiększać udział gorzkich peptydów lub pogarszać właściwości filmotwórcze — dlatego proces musi być prowadzony do określonego punktu technologicznego.

Hydrolizaty żelatyny są dobrym przykładem tego, że rozkład kolagenopochodnego białka może tworzyć składniki o nowych funkcjach. W pracy dotyczącej mieszanek lodowych wykazano, że hydrolizat żelatyny może hamować wzrost kryształów lodu, co wskazuje, że peptydy pochodzące z żelatyny mogą wykazywać właściwości inne niż materiał wyjściowy [7].

Podobna zasada dotyczy hydrolizatów białek roślinnych i zwierzęcych w ogóle: enzymoliza może zmieniać rozpuszczalność, emulgowanie, pianotwórczość, aktywność antyoksydacyjną lub inne właściwości in vitro. Badania nad hydrolizatami białek nasion jabłka pokazują, że dobór enzymu wpływa na właściwości technofunkcjonalne oraz aktywności biologiczne mierzone w modelach laboratoryjnych, co jest ważną analogią dla projektowania hydrolizatów kolagenowych [8].

Kolagen wieprzowy i kolagen rybi: różnice ważne dla papainy

Skóra wieprzowa jest gęstym, bogatym w kolagen surowcem o dużym znaczeniu przemysłowym. Zwykle wymaga dokładnego przygotowania, ponieważ oprócz białka zawiera tłuszcz, białka niekolagenowe i komponenty tkanki łącznej. Papaina może być użyteczna na etapie pogłębiania hydrolizy po zwiększeniu dostępności białka, szczególnie gdy celem jest uzyskanie mieszaniny peptydowej, a nie zachowanie długich łańcuchów żelatynowych.

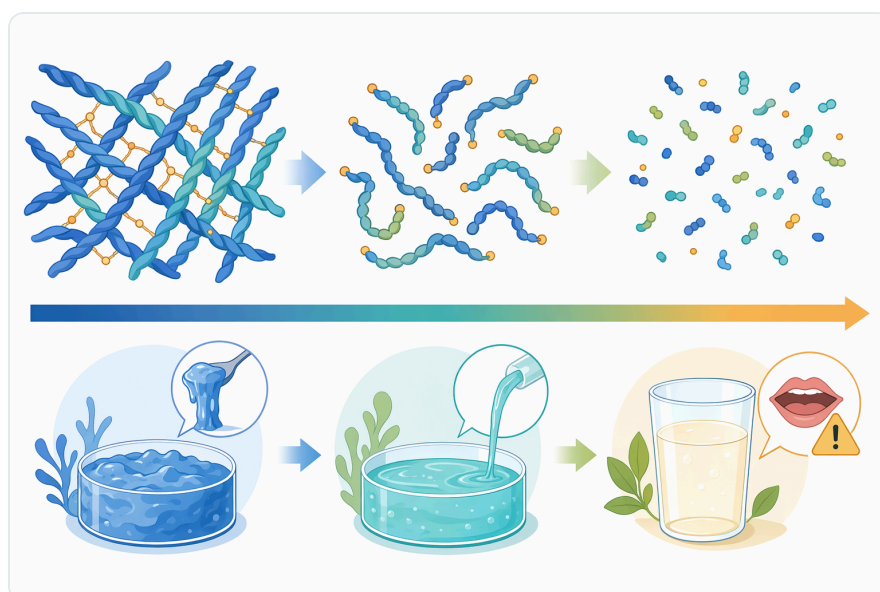


Figure 3. 가수분해도가 높아질수록 콜라겐은 섬유성 고분자 물질에서 더 작고 용해성이 높은 펩타이드 분획으로 이동한다.

Surowce rybnie są bardziej zróżnicowane: skóra, ości, łuski i pozostałości po filetowaniu różnią się zawartością kolagenu, minerałów i tłuszczu. Kolagen rybi często jest postrzegany jako alternatywa dla kolagenu ssaczego, ale jego przetwarzanie zależy od gatunku, świeżości i sposobu wstępnego oczyszczania. Papaina może wspierać hydrolizę frakcji białkowej, lecz proces musi uwzględniać również zapach, utlenianie lipidów i mineralność surowca.

Badania nad hydrolizatami rybnymi pokazują, że enzymatyczna hydroliza białek morskich może prowadzić do mieszanin peptydowych o właściwościach funkcjonalnych, takich jak aktywność przeciwbakteryjna w określonych warunkach eksperymentalnych. Przykład hydrolizatów z anchois

wskazuje, że białka pochodzenia rybnego są wartościowym substratem dla procesów enzymatycznych, choć właściwości końcowe zależą od gatunku, enzymu i parametrów procesu [9].

Porównanie papainy z innymi narzędziami proteolitycznymi

Papaina nie jest jedynym enzymem używanym do modyfikacji białek. W praktyce technologicznej porównuje się ją z innymi proteazami roślinnymi, proteazami mikrobiologicznymi i enzymami o bardziej wyspecjalizowanej aktywności. Poniższa tabela pokazuje różnice istotne przy planowaniu hydrolizy kolagenu wieprzowego, rybiego lub żelatyny.

Narzędzie enzymatyczne	Typowa rola technologiczna	Mocne strony	Ograniczenia przy kolagenie	Najbardziej sensowne użycie
Papaina	Szerokospektralna proteoliza białek, w tym żelatyny i dostępnych fragmentów kolagenu	Dobrze poznany mechanizm, długa historia zastosowań w żywności, mięsie i kosmetykach	Nie jest selektywną kolagenazą; natywny, silnie usieciowany kolagen może wymagać przygotowania	Hydrolizaty kolagenowe, zmiękczenie tkanki białkowej, korekta lepkości i rozpuszczalności [6]
Bromelaina i ficyna	Roślinne proteazy cysteinowe o podobnym obszarze zastosowań	Alternatywy dla papainy w formułacjach i procesach białkowych	Różnią się profilem cięcia i stabilnością; nie są automatycznym zamiennikiem 1:1	Porównawcze opracowanie tekstury, hydrolizatów i produktów kosmetycznych [10]
Proteazy ogólne, w tym preparaty mikrobiologiczne	Głębsza lub bardziej ukierunkowana hydroliza różnych białek	Szeroki wybór profili działania, możliwość sekwencyjnego użycia	Mogą generować inne smaki, inne peptydy i inną funkcjonalność	Optymalizacja profilu peptydowego, rozpuszczalności i właściwości technofunkcjonalnych [3]
Wyspecjalizowane kolagenazy	Enzymatyczne naruszenie kolagenu jako specyficznego substratu	Większa ukierunkowość wobec struktury kolagenowej	Inny koszt, regulacje i zastosowania; nie zawsze potrzebne w procesach hydrolizatów	Zastosowania, w których celem jest specyficzna degradacja kolagenu, a nie ogólna proteoliza

Tabela pokazuje, że wybór enzymu powinien wynikać z celu procesu. Jeśli celem jest całkowicie specyficzne cięcie natywnego kolagenu, papaina może nie być pierwszym wyborem. Jeśli natomiast celem jest praktyczna enzymatyczna hydroliza białka po wcześniejszym przygotowaniu surowca, papaina pozostaje logicznym i dobrze rozpoznanym narzędziem.

Projektowanie procesu z papainą: co kontrolować bez nadmiernej komplikacji?

Najważniejszym parametrem jest dostępność substratu. Skóra wieprzowa lub rybia powinna być oczyszczona i rozdrobniona w stopniu odpowiadającym planowanej technologii, ponieważ duże fragmenty tkanki ograniczają kontakt enzymu z białkiem. Obróbka cieplna lub inne formy denaturacji mogą zwiększyć podatność kolagenu na proteolizę, ale jednocześnie zmieniają lepkość i zachowanie mieszaniny.

Drugim elementem jest kontrola środowiska reakcji. Papaina, jak inne enzymy, ma zakres warunków, w których działa najefektywniej, ale w dokumentach technicznych dla klientów nie należy redukować procesu do jednej uniwersalnej wartości pH, temperatury czy czasu. W praktyce te parametry dobiera się do surowca, celu hydrolizy, wyposażenia i wymagań końcowego produktu; kinetyczne prace nad papainą pokazują, że szybkość reakcji zależy od natury substratu i warunków katalizy [11].



Figure 4. 산 보조 공정, 파파인 기반 공정, 알칼리 공정, 단계적 공정은 각각 콜라겐의 접근성, 펩타이드 생성, 후속 소재 특성에 서로 다른 영향을 미친다.

Trzecim elementem jest moment zatrzymania reakcji. Zbyt krótka hydroliza może pozostawić wysoką lepkość i słabą rozpuszczalność, a zbyt długa może wytworzyć nadmiar małych peptydów, zmienić smak lub obniżyć właściwości strukturotwórcze. W praktyce procesowej obserwuje się więc wskaźniki

technologiczne, takie jak zachowanie podczas mieszania, lepkość robocza, klarowność, filtracja, suszenie i właściwości aplikacyjne gotowego hydrolizatu.

Zastosowania w żywności, kosmetykach, paszach i technicznych formulacjach białkowych

W żywności hydrolizaty kolagenowe są cenione za rozpuszczalność, neutralne właściwości formulacyjne i możliwość stosowania w napojach, proszkach, batonach, zupach czy produktach funkcjonalnych. Papaina może wspierać produkcję takich hydrolizatów, gdy zakład chce przejść od surowca żelatynowego lub kolagenowego do mieszaniny krótszych peptydów. Należy jednak pamiętać, że dopuszczenia regulacyjne, deklaracje etykietowe i zastosowania końcowe zależą od jurysdykcji oraz statusu wszystkich składników.

W kosmetykach papaina jest znana przede wszystkim jako enzym proteolityczny używany w produktach do pielęgnacji skóry i w badaniach nad zrównoważonymi surowcami enzymatycznymi. Przegląd dotyczący bromelainy, ficyny i papainy z produktów ubocznych owoców opisuje potencjalne zastosowania tych proteaz w kosmetykach funkcjonalnych, zwłaszcza tam, gdzie pożądana jest kontrolowana modyfikacja białek powierzchniowych lub składników formulacji ^[10].

W paszach i produktach technicznych hydrolizaty białkowe mogą pełnić funkcję źródła azotu, peptydów smakowych, składników wspierających granulację lub komponentów poprawiających rozpuszczalność mieszanek. Papaina może być stosowana jako narzędzie do przekształcania surowców ubocznych w bardziej jednorodne frakcje białkowe, ale końcowe przeznaczenie produktu musi wynikać z lokalnych wymagań prawnych i kontroli jakości.

Korzyści technologiczne dla zakładów przetwarzających kolagen

Pierwszą korzyścią jest lepsze wykorzystanie produktów ubocznych. Skóry, ścinki, surowce rybne i żelatynowe frakcje uboczne mają wartość białkową, ale bez hydrolizy mogą być trudne do przetworzenia. Enzymatyczne skrócenie łańcuchów białkowych może zmienić problematyczny materiał w bardziej przewidywalny składnik procesowy.

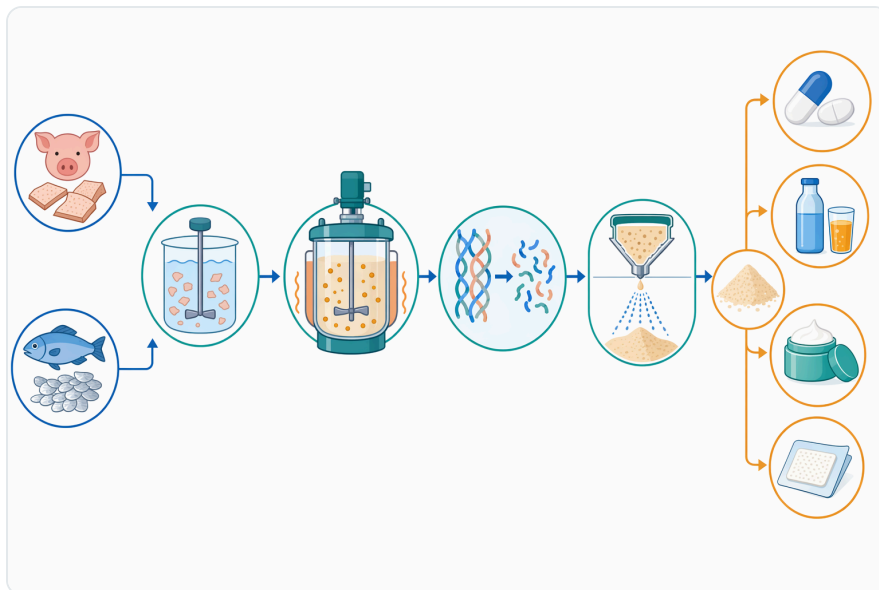


Figure 5. 일반적인 파파인 콜라겐 가수분해 공정은 원료 준비에서 시작해 효소 반응 제어를 거쳐 후속 정제, 농축, 건조 또는 배합 단계로 이어진다.

Drugą korzyścią jest poprawa operacyjności. Mniejsze peptydy zwykle łatwiej przechodzą przez etapy mieszania, filtracji, koncentracji i suszenia niż długie, żelujące frakcje kolagenowe. Dla zakładów B2B oznacza to potencjalnie mniej przestojów, łatwiejszą standaryzację partii i większą elastyczność w projektowaniu formulacji.

Trzecią korzyścią jest możliwość modulowania funkcji końcowego hydrolizatu. Literatura dotycząca enzymatycznej hydrolizy białek pokazuje, że enzymoliza nie jest jedynie rozkładem masy cząsteczkowej; zmienia również profil peptydów, a przez to właściwości technofunkcjonalne i aktywności mierzone w modelach *in vitro* [8].

Ograniczenia, bezpieczeństwo i odpowiedzialne użycie

Papaina jest aktywnym enzymem białkowym, dlatego powinna być traktowana jak substancja wymagająca kontroli narażenia zawodowego. Pył enzymatyczny i aerozole mogą być problematyczne w środowisku pracy, a szczegółowe środki bezpieczeństwa powinny wynikać z SDS dostarczonej wraz z zamówieniem. W tym artykule nie zastępuje się dokumentacji bezpieczeństwa ani procedur BHP obowiązujących w zakładzie.

Drugim ograniczeniem jest zmienność surowca. Dwie partie skóry rybniej albo skóry wieprzowej mogą różnić się zawartością tłuszczu, stopniem usieciowania, udziałem białek niekolagenowych i historią przechowywania. Taka zmienność wpływa na tempo hydrolizy, smak, zapach, barwę oraz właściwości suszenia, nawet przy użyciu tego samego enzymu.

Trzecim ograniczeniem jest ryzyko nadmiernej hydrolizy. Papaina może skutecznie ciąć białka, ale głębszy rozkład nie zawsze oznacza lepszy produkt. W hydrolizatach peptydowych kluczowe jest dopasowanie zakresu proteolizy do zastosowania: inne wymagania ma napój kolagenowy, inne proszek techniczny, a jeszcze inne kosmetyczna baza peptydowa.

Jak produkt wpisuje się w ofertę Enzymes.bio?

Enzymes.bio dostarcza preparat papainowy opisany dla zastosowań w hydrolizie kolagenu ze skóry wieprzowej i surowców rybich, dostępny do zakupu online w jednostkach 1 kg. Firma nie powinna być przedstawiana jako producent enzymu ani jako laboratorium wykonujące badania aplikacyjne; jej rola polega na dostarczeniu produktu wraz z dokumentacją zamówienia .



Figure 6. 파파인 처리 콜라겐 가수분해물은 원료 품질과 규제 환경에 따라 식품 및 영양, 화장품, 반려동물 영양, 산업용 단백질 가공 용도로 활용될 수 있다.

Dla użytkownika B2B oznacza to prosty model operacyjny: preparat enzymatyczny jest narzędziem procesowym, a jego wdrożenie wymaga dopasowania do konkretnego surowca, linii technologicznej i produktu końcowego. CoA i SDS są dostarczane z zamówieniem, natomiast szczegóły procesu hydrolizy pozostają po stronie zakładu wykorzystującego enzym zgodnie z własnymi wymaganiami technologicznymi i regulacyjnymi.

Podsumowanie techniczne

Papaina jest dobrze poznaną proteazą cysteinową, której mechanizm opiera się na reaktywnej cysteinie w centrum aktywnym i hydrolizie wiązań peptydowych. W przetwarzaniu kolagenu wieprzowego, rybiego i żelatyny jej największą wartością jest szerokospektralna proteoliza dostępnych fragmentów

białka, prowadząca do powstawania krótszych peptydów i zmiany właściwości technologicznych materiału [4].

Najbardziej odpowiedzialne ujęcie brzmi: papaina nie jest wyspecjalizowaną kolagenazą, ale może być bardzo użyteczna w kontrolowanej hydrolizie białek kolagenowych po właściwym przygotowaniu substratu. Sprawdza się szczególnie tam, gdzie celem jest poprawa rozpuszczalności, obniżenie lepkości, przekształcenie surowców ubocznych lub wytwarzanie mieszanin peptydowych do dalszych zastosowań żywnościowych, kosmetycznych, paszowych albo technicznych.

Dla klienta B2B kluczowe jest więc nie hasło „enzym do kolagenu”, lecz właściwe zrozumienie narzędzia: papaina tnie białka tam, gdzie ma dostęp do wiązań peptydowych. Ostateczny profil hydrolizatu zależy od surowca, przygotowania, warunków reakcji i momentu zatrzymania procesu — a produkt oferowany przez Enzymes.bio stanowi enzymatyczny komponent do tak zaprojektowanej hydrolizy, dostarczany z dokumentacją zamówienia .

Zamów Papain 650,000 U/G Pigskin Fish Collagen Hydrolase 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 Papain 650,000 U/G Pigskin Fish Collagen Hydrolase Enzyme →](#)

Bibliografia

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

1. Richau, K., Kaschani, F., Verdoes, M., Pansuriya, T., Niessen, S. L., Stüber, K., Colby, T., ... et al. (2012). Subclassification and Biochemical Analysis of Plant Papain-Like Cysteine Proteases Displays Subfamily-Specific Characteristics¹[C][W]. *Plant Physiology*, 158, 1583 - 1599.
2. Brocklehurst, K., & Philpott, M. (2013). Cysteine proteases: mode of action and role in epidermal differentiation. *Cell and Tissue Research*, 351, 237 - 244.
3. Luo, Y., Pan, K., & Zhong, Q. (2014). Physical, chemical and biochemical properties of casein hydrolyzed by three proteases: partial characterizations. *Food Chemistry*, 155, 146-54 .
4. Polgár, L. (1974). Mercaptide—imidazolium ion-pair: The reactive nucleophile in papain catalysis. *FEBS Letters*, 47.
5. Asbóth, B., Stokum, E., Khan, I., & Polgár, L. (1985). Mechanism of action of cysteine proteinases: oxyanion binding site is not essential in the hydrolysis of specific substrates. *Biochemistry*, 24 3, 606-9 .

6. Israelian, V., HOLEMBOVSKA, N., & SLOBODYANYUK, N. (2021). Application of papain enzyme in technology of meat products. *Animal Science and Food Technology*.
7. Damodaran, S. (2007). Inhibition of ice crystal growth in ice cream mix by gelatin hydrolysate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 26, 10918-23 .
8. Manzoor, M., Singh, J., Bhat, Z. F., & Jaglan, S. (2023). Multifunctional apple seed protein hydrolysates: Impact of enzymolysis on the biochemical, techno-functional and in vitro α -glucosidase, pancreatic lipase and angiotensin-converting enzyme inhibition activities. *International Journal of Biological Macromolecules*, 128553 .
9. Song, R., Rong-Wei, Zhang, B., & Wang, D. (2012). Optimization of the Antibacterial Activity of Half-Fin Anchovy (*Setipinna taty*) Hydrolysates. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 1979-1989.
10. Venetikidou, M., Lykartsis, E., Adamantidis, T., Prokopiou, V. D., Ofrydopoulou, A., Letsiou, S., & Tsoupras, A. (2025). Proteolytic Enzyme Activities of Bromelain, Ficin, and Papain from Fruit By-Products and Potential Applications in Sustainable and Functional Cosmetics for Skincare. *Applied Sciences*.
11. Smith, E. L., Chavré, V., & Parker, M. (2003). Kinetics of Papain Action.

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.