

Keratynaza CAS 9014-01-1 do przygotowania pasz z piór i surowców keratynowych

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

Keratynaza CAS 9014-01-1 to enzym proteolityczny stosowany w przygotowaniu pasz, gdy surowiec zawiera trudno strawną keratynę, szczególnie pióra, mączkę z piór i wybrane produkty uboczne drobiu. Jej rola polega na rozluźnianiu i hydrolizie odpornej struktury keratynowej do bardziej dostępnych frakcji białkowych, takich jak peptydy i aminokwasy. W praktyce jest to narzędzie technologiczne do obróbki surowca, a nie uniwersalny dodatek poprawiający każdą mieszankę paszową. ^[1]

Czym jest keratynaza i dlaczego ma znaczenie w przygotowaniu pasz?

Keratynaza jest wyspecjalizowaną proteazą zdolną do degradacji keratyny — białka włóknistego obecnego w piórach, włosach, rogach, kopytach, wełnie i pazurach. W odróżnieniu od wielu zwykłych białek paszowych keratyna tworzy zwartą, trudno rozpuszczalną strukturę, stabilizowaną między innymi wiązaniami disiarczkowymi, wiązaniami wodorowymi oraz oddziaływaniami hydrofobowymi. To właśnie ta architektura sprawia, że wysoka zawartość białka w piórach nie przekłada się automatycznie na wysoką dostępność aminokwasów dla zwierząt ^[2].

W przemyśle paszowym największe znaczenie ma obróbka piór i mączki z piór, ponieważ są one bogate w białko, ale bez odpowiedniego przetworzenia pozostają składnikiem o ograniczonej strawności. Keratynazy są opisywane w literaturze jako enzymy mikrobiologiczne wykorzystywane do biokonwersji odpadów keratynowych w hydrolizaty białkowe, składniki paszowe, nawozy i inne produkty o wyższej wartości użytkowej ^[3].

Keratinase Enzyme For Animal Feed Preparation CAS 9014-01-1 należy więc rozumieć jako enzym do procesu przygotowania surowca paszowego. Jego zadaniem nie jest „dodanie białka” do paszy, lecz ułatwienie wykorzystania białka już obecnego w materiale keratynowym. Dla technologów pasz kluczowe jest to rozróżnienie: keratynaza działa tam, gdzie problemem jest strukturalna niedostępność białka, a nie sam deficyt białka w recepturze.

Dlaczego keratyna w piórach jest tak odporna na trawienie?

Pióra drobiowe są jednym z najbardziej typowych przykładów surowca, który wygląda atrakcyjnie pod względem zawartości białka, ale jest trudny technologicznie. Keratyna piór jest białkiem włóknistym, uporządkowanym i silnie usieciowanym. W praktyce oznacza to, że enzymy trawienne zwierząt mają ograniczony dostęp do miejsc, w których można przeciąć łańcuchy peptydowe. Samo rozdrobnienie piór poprawia powierzchnię kontaktu, ale nie usuwa podstawowego problemu: odpornej struktury chemicznej i przestrzennej [4].

Odporność keratyny wynika w dużej mierze z obecności cystyny i mostków disiarczkowych. Te połączenia działają jak „klamry” spinające włókna białkowe, przez co materiał jest odporny na wodę, wiele proteaz i spontaniczny rozkład. Dlatego klasyczne proteazy, skuteczne wobec łatwiej dostępnych białek roślinnych lub zwierzęcych, mogą mieć ograniczone działanie wobec nierozluźnionej keratyny [1].

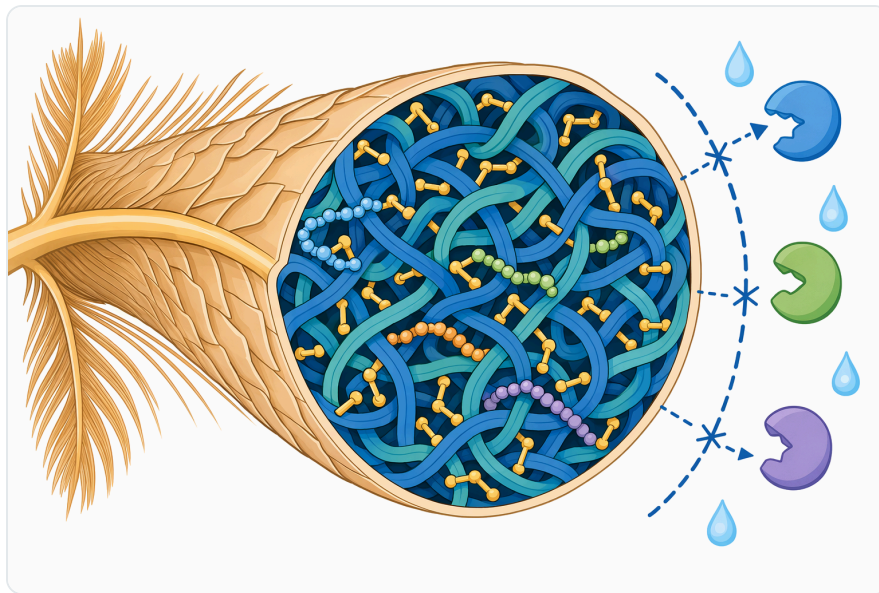


Figure 1. 깃털 케라틴은 치밀하고 교차결합된 구조가 펩타이드 결합을 가려 일반적인 소화나 온화한 가공으로는 분해되기 어려워 사료 단백질로 활용하기 어렵다.

W praktyce paszowej skuteczne wykorzystanie piór zwykle wymaga zastosowania obróbki fizycznej, termicznej, chemicznej, enzymatycznej albo kombinacji tych podejść. Keratynaza wnosi do tego zestawu mechanizm biologiczny: rozkład białka w warunkach łagodniejszych niż wiele metod czysto chemicznych, przy jednoczesnym ukierunkowaniu na substrat keratynowy [3].

Mechanizm działania keratynazy: od włókna keratynowego do peptydów

Keratynaza działa poprzez rozcinanie wiązań peptydowych w białku keratynowym, ale skuteczna degradacja keratyny wymaga czegoś więcej niż prostej hydrolizy. Najpierw struktura keratyny musi zostać przynajmniej częściowo udostępniona enzymowi. W literaturze mechanizm degradacji keratyny opisuje się jako połączenie aktywności proteolitycznej z procesami osłabiającymi usieciowanie białka, w tym przemianami dotyczącymi wiązań disiarczkowych ^[2].

W uproszczeniu można wyróżnić trzy poziomy działania. Pierwszy to zwiększenie dostępności powierzchni keratyny: enzym lub współdziałające czynniki procesowe ułatwiają kontakt z włóknem. Drugi to właściwa hydroliza proteolityczna, czyli cięcie długich łańcuchów białkowych na krótsze fragmenty. Trzeci to powstawanie rozpuszczalniejszych produktów degradacji, które mogą być dalej wykorzystywane jako frakcje peptydowe i aminokwasowe ^[5].

Badania nad ruchem keratynazy na włóknach wełny pokazały, że oddziaływanie enzymu z materiałem keratynowym jest dynamiczne i zależy od dostępności powierzchni włókna. Choć wełna nie jest surowcem paszowym, ten model dobrze ilustruje istotę problemu: keratynaza musi dotrzeć do uporządkowanej struktury białkowej, a jej efektywność zależy od tego, jak bardzo substrat jest otwarty na działanie enzymu ^[6].

Dlatego w zastosowaniach paszowych keratynaza powinna być traktowana jako enzym procesowy do przygotowania komponentu, a nie jako przypadkowy dodatek wsypywany do dowolnej mieszanki. Największy sens technologiczny ma wtedy, gdy może działać na surowiec keratynowy przy odpowiedniej wilgotności, czasie kontaktu i warunkach sprzyjających aktywności enzymatycznej.

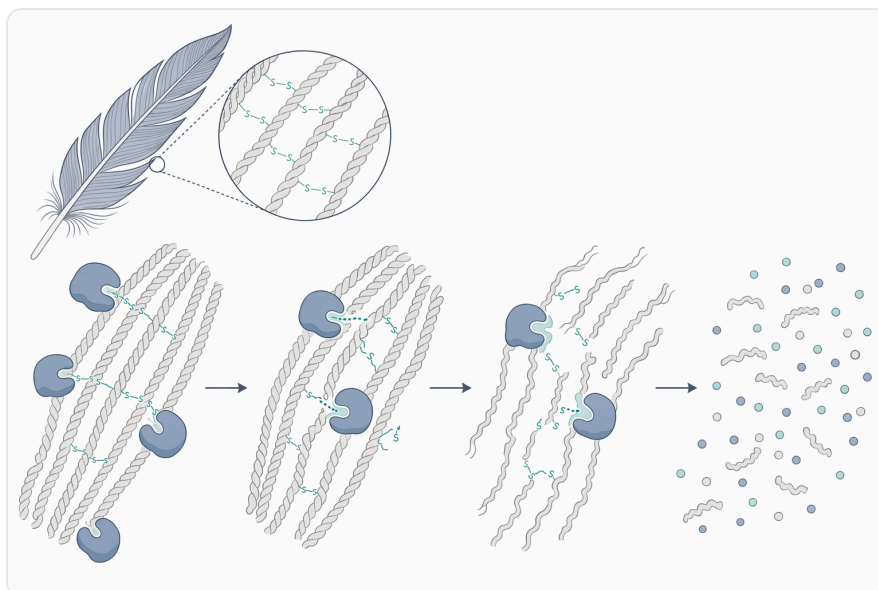


Figure 2. 케라티나아제는 노출된 케라틴의 펩타이드 결합을 점진적으로 가수 분해해 깃털 매트릭스를 열고, 수용성 펩타이드와 아미노산을 방출한다.

Najważniejsze surowce paszowe, w których keratynaza ma zastosowanie

Najbardziej oczywistym substratem są pióra drobiowe oraz mączka z piór. Surowce te powstają w dużych ilościach w przetwórstwie drobiu i stanowią koncentrat białka keratynowego. Keratynazy są szeroko badane jako narzędzie do waloryzacji odpadów piórowych, ponieważ umożliwiają ich przekształcanie w hydrolizaty o potencjalnie większej wartości użytkowej [5].

Drugą grupą są mieszane produkty uboczne drobiu, w których mogą występować frakcje keratynowe. W takich materiałach strawność białka zależy nie tylko od składu aminokwasowego, ale także od stopnia przetworzenia, udziału twardych frakcji oraz wcześniejszej obróbki cieplnej. Keratynaza może być istotna szczególnie tam, gdzie część białka pozostaje uwięziona w odpornej strukturze piór lub podobnych tkanek [7].

Trzeci obszar to produkcja hydrolizatów białkowych przeznaczonych do dalszego wykorzystania w formulacji pasz lub w innych zastosowaniach rolniczych. W tym przypadku keratynaza służy do zwiększenia rozpuszczalności i obniżenia masy cząsteczkowej frakcji białkowych, co może ułatwiać mieszanie, suszenie, standaryzację i dalsze wykorzystanie surowca. Przeglądy zastosowań keratynaz wskazują właśnie na ich rolę w przekształcaniu trudnych odpadów keratynowych w produkty o wyższej wartości [4].

Co odróżnia keratynazę od zwykłej proteazy paszowej?

Keratynaza należy do enzymów proteolitycznych, ale jej przewaga polega na zdolności działania wobec substratów keratynowych. Zwykła proteaza może wspomagać trawienie wielu białek, lecz nie każda proteaza skutecznie narusza zwartą strukturę piór. Właśnie dlatego keratynazy są wydzielane jako osobna grupa enzymów o znaczeniu przemysłowym, mimo że mechanistycznie również rozcinają wiązania peptydowe ^[3].

Cecha technologiczna	Keratynaza	Typowa proteaza paszowa	Obróbka termiczno-ciśnieniowa piór
Główny cel	Rozkład keratyny w piórach i podobnych surowcach	Hydroliza łatwiej dostępnych białek paszowych	Denaturacja i częściowa hydroliza materiału keratynowego
Specyfika wobec piór	Wysoka, jeśli warunki procesu sprzyjają kontaktowi z keratyną	Zmienna; często ograniczona wobec nienaruszonej keratyny	Może zwiększać strawność, ale zależy od reżimu procesu
Typ produktów	Peptydy, krótsze frakcje białkowe, aminokwasy	Peptydy z białek dostępnych enzymatycznie	Materiał przetworzony termicznie, czasem z ryzykiem pogorszenia jakości części aminokwasów
Charakter procesu	Biokatalityczny, ukierunkowany na keratynę	Ogólnoproteolityczny	Fizyczno-termiczny
Największe ograniczenie	Wymaga odpowiednich warunków kontaktu enzymu z substratem	Nie zastępuje enzymu keratynolitycznego	Energochłonność i możliwość nadmiernej obróbki

Zestawienie pokazuje, że keratynaza nie konkuruje bezpośrednio z każdym innym enzymem paszowym. Jej zastosowanie jest bardziej wyspecjalizowane: ma sens wtedy, gdy receptura lub proces obejmuje komponenty bogate w keratynę. W przypadku pasz opartych głównie na zbożach, śrutach oleistych i standardowych źródłach białka większe znaczenie mogą mieć inne klasy enzymów, takie jak fitazy, ksylanazy czy proteazy ogólne.



Figure 3. 케라티나아제는 깃털, 털, 뿔, 발굽 및 관련 기질에 존재하는 불용성 구조 단백질인 케라틴에 작용할 수 있다는 점에서 일반 프로테아제와 다르다.

Dowody naukowe: co jest dobrze potwierdzone?

Najlepiej udokumentowany obszar to zdolność keratynaz do degradacji materiałów keratynowych. Przeglądy naukowe opisują szeroką grupę mikroorganizmów wytwarzających keratynazy oraz zastosowania tych enzymów w rozkładzie piór, włosów, rogów i wełny. Dla pasz najważniejsze jest to, że enzym może przekształcać nierozpuszczalne białko odpadowe w bardziej użyteczne frakcje [3].

Badania nad keratynazą z rodzaju *Bacillus* potwierdzają potencjał w waloryzacji piór drobiowych. W pracach dotyczących enzymów bakteryjnych wykazywano rozkład piór i tworzenie produktów hydrolizy białka, co wspiera koncepcję wykorzystania takich enzymów do bardziej zrównoważonego zagospodarowania odpadowych piór [5].

Istotne są również prace opisujące keratynazy z innych mikroorganizmów, w tym szczepów termofilnych lub grzybowych. Pokazują one, że zdolność keratynolityczna nie jest ograniczona do jednego gatunku mikroorganizmu, lecz jest cechą różnych enzymów o odmiennych profilach stabilności i aktywności. Ma to znaczenie przemysłowe, ponieważ warunki procesu paszowego mogą się znacząco różnić między zakładami [7].

Ostrożniej należy interpretować twierdzenia o bezpośrednim wpływie na wyniki produkcyjne zwierząt. Literatura bardzo dobrze wspiera stwierdzenie, że keratynaza rozkłada keratynę i może poprawiać dostępność frakcji białkowych. Natomiast skala wpływu na przyrosty, współczynnik wykorzystania paszy czy ekonomię tuczu zależy od całej receptury, jakości surowca, stopnia wcześniejszej obróbki i gatunku zwierząt [1].

Znaczenie dla dostępności aminokwasów

Wartość paszowa piór nie wynika wyłącznie z całkowitej zawartości białka. Dla zwierzęcia liczy się dostępność aminokwasów po trawieniu oraz ich profil w relacji do potrzeb żywieniowych. Jeżeli białko pozostaje w strukturze keratynowej, część aminokwasów może być praktycznie niedostępna, mimo że analiza składu wykazuje wysoki poziom białka ogólnego [2].

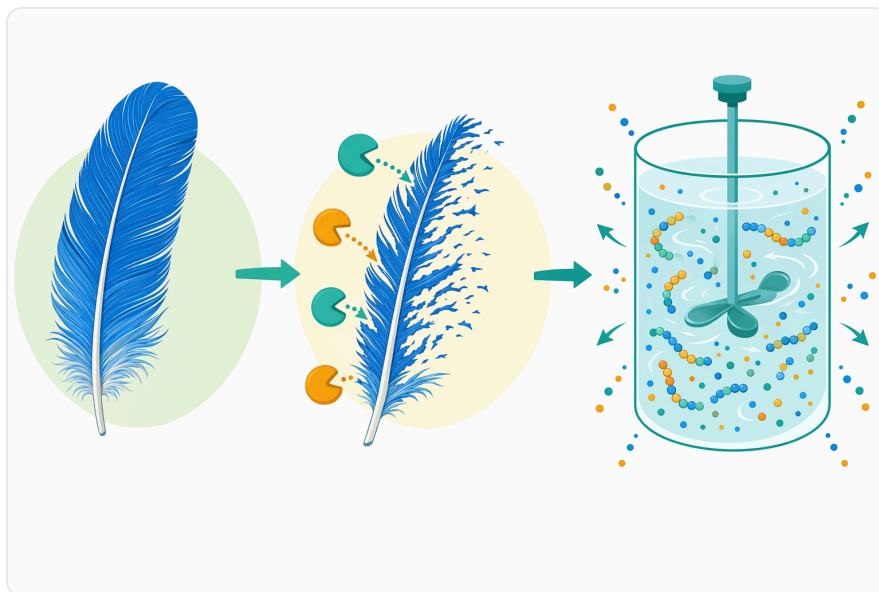


Figure 4. 효소 가수분해 과정에서는 온전한 깃털 구조가 감소하는 반면, 가수분해물 내 수용성 단백질 조각, 펩타이드 및 아미노산 질소는 증가한다.

Keratynaza pomaga rozwiązać ten problem przez rozcinanie keratyny do krótszych peptydów i wolnych aminokwasów. W praktyce nie oznacza to automatycznie, że każdy hydrolizat piór będzie równoważny z wysokiej jakości białkiem paszowym. Ostateczna wartość zależy od stopnia degradacji, ewentualnych strat podczas obróbki, profilu aminokwasowego i dopasowania do receptury [4].

Dla technologów pasz najważniejszy jest więc cel procesu: uzyskanie bardziej przewidywalnego, strawnego komponentu z surowca ubocznego. Keratynaza może wspierać ten cel, ale powinna być łączona z oceną jakości surowca i kontrolą parametrów technologicznych w zakładzie.

Czynniki procesowe wpływające na skuteczność keratynazy

Efektywność keratynazy zależy od tego, czy enzym ma dostęp do substratu. W przypadku piór liczy się rozdrobnienie, uwodnienie materiału, wymieszanie, czas kontaktu oraz wcześniejsza obróbka. Jeżeli pióra są zbyt słabo przygotowane, enzym może działać głównie na powierzchni, a nie w całej masie materiału.

Drugim czynnikiem jest środowisko reakcji. Każdy enzym ma zakres warunków, w których zachowuje aktywność i stabilność, dlatego temperatura, pH oraz obecność soli, tłuszczów lub innych składników mogą wpływać na końcowy efekt hydrolizy. Badania nad keratynazami przemysłowymi często koncentrują się właśnie na poszukiwaniu wariantów bardziej odpornych na warunki procesowe [8].

Trzecim elementem jest kolejność operacji technologicznych. Keratynaza zwykle najlepiej pasuje do etapu przygotowania surowca, zanim zostanie on włączony do finalnej mieszanki lub poddany procesom mogącym ograniczyć aktywność enzymu. W praktyce należy rozważyć ją jako element technologii wstępnego traktowania komponentu keratynowego, a nie jako korektę gotowej receptury.

Keratynaza a zrównoważone wykorzystanie produktów ubocznych drobiu

Keratynazy są często omawiane w kontekście gospodarki obiegu zamkniętego, ponieważ umożliwiają odzysk wartości z materiałów, które bez przetworzenia stanowią problem odpadowy. Pióra drobiowe są generowane w dużych ilościach, a ich składowanie lub niskowartościowe wykorzystanie oznacza stratę potencjalnego źródła azotu i aminokwasów [3].



Figure 5. 케라티나아제로 처리한 깃털 단백질은 깃털분 개선, 반려동물 사료용 가수분해물 개발, 양식 사료 원료 탐색 및 가금 부산물의 고부가가치화에 특히 관련성이 높다.

Enzymatyczna biokonwersja piór może zmniejszać presję na utylizację odpadów i wspierać tworzenie lokalnych strumieni białka paszowego. To szczególnie istotne w zakładach drobiarskich, integracjach paszowych i instalacjach przetwarzających produkty uboczne, gdzie stabilność dostaw piór pozwala myśleć o powtarzalnym procesie hydrolizy [5].

Nie należy jednak przedstawiać keratynazy jako rozwiązania samowystarczalnego. Jeśli surowiec jest zmienny, zanieczyszczony, nadmiernie przetworzony lub źle przechowywany, enzym nie usunie wszystkich ograniczeń jakościowych. Jego największa wartość ujawnia się w dobrze zaprojektowanym procesie, w którym materiał keratynowy jest traktowany jako surowiec technologiczny, a nie przypadkowy odpad.

Rozwój enzymów keratynolitycznych i znaczenie inżynierii enzymów

W ostatnich latach coraz więcej badań dotyczy nie tylko odkrywania nowych keratynaz, ale także poprawy ich właściwości przemysłowych. Celem jest zwiększenie stabilności, odporności procesowej i wydajności produkcji enzymów w systemach mikrobiologicznych. Prace nad ekspresją heterologiczną keratynaz pokazują, że skalowanie i uzyskanie powtarzalnych właściwości enzymu są istotnymi wyzwaniami dla zastosowań przemysłowych ^[9].

Inżynieria enzymów pozwala projektować warianty o lepszym dopasowaniu do warunków procesu, choć wyniki dotyczące konkretnej keratynazy nie powinny być automatycznie przenoszone na wszystkie dostępne preparaty. Ogólna zasada jest jednak jasna: im bardziej przewidywalne środowisko reakcji, tym łatwiej wykorzystać potencjał biokatalizatora ^[10].

Z perspektywy pasz oznacza to, że keratynaza jest częścią szerszego trendu: przechodzenia od intensywnych, energochłonnych metod przetwarzania surowców do bardziej selektywnych procesów enzymatycznych. Nie zastępuje to kontroli technologicznej, ale daje dodatkowe narzędzie do zwiększania wartości trudnych frakcji białkowych.

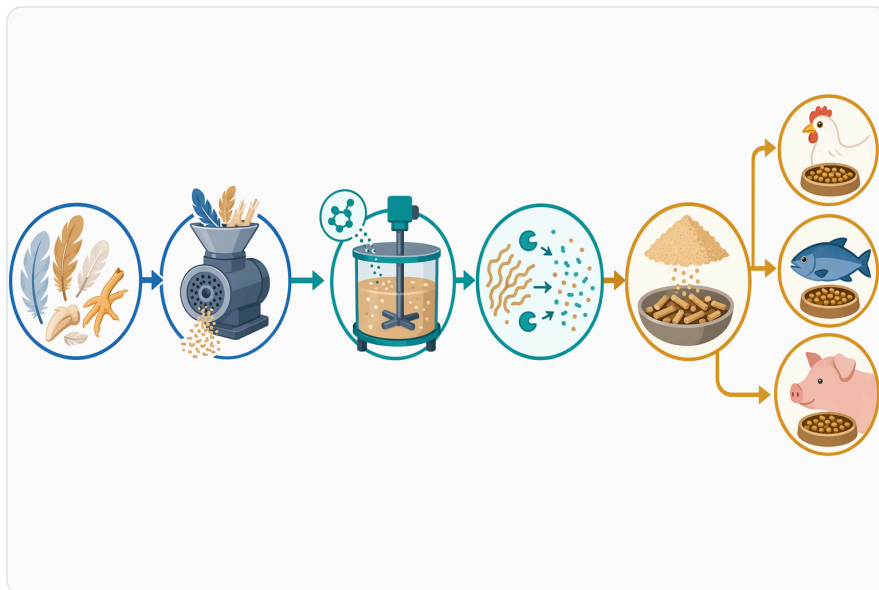


Figure 6. 케라티나아제는 일반적으로 깃털 유래 물질, 물, 혼합 및 접촉 시간이 확보되어 효소가 케라틴에 접근할 수 있는 습식 전처리 또는 가수분해 공정에서 사용된다.

Ograniczenia i realistyczne oczekiwania

Największym błędem w ocenie keratynazy jest traktowanie jej jako uniwersalnego wzmacniacza paszy. Enzym ten jest najbardziej uzasadniony wtedy, gdy w procesie występuje realny substrat keratynowy. Jeżeli mieszanka paszowa nie zawiera piór, mączki z piór ani podobnych frakcji, korzyść z keratynazy może być ograniczona.

Drugie ograniczenie dotyczy zmienności surowca. Pióra pochodzące z różnych źródeł mogą różnić się stopniem zabrudzenia, wilgotnością, wcześniejszą obróbką, udziałem frakcji niebiałkowych i strukturą fizyczną. Te cechy wpływają na to, jak łatwo enzym będzie penetrował materiał i jak szybko powstaną produkty hydrolizy.

Trzecie ograniczenie to rozróżnienie między skutecznością hydrolizy a efektem żywieniowym. Nawet jeśli keratynaza zwiększa rozpuszczalność białka i tworzy peptydy, komponent paszowy nadal musi być oceniany pod kątem składu, strawności, bezpieczeństwa i dopasowania do potrzeb zwierząt. Literatura wspiera potencjał keratynaz w przygotowaniu surowców paszowych, ale efekt końcowy zawsze zależy od konkretnego procesu i receptury ^[1].

Informacje praktyczne o produkcie Enzymes.bio

Enzymes.bio udostępnia **Keratinase Enzyme For Animal Feed Preparation CAS 9014-01-1** jako produkt do zastosowań przemysłowych związanych z przygotowaniem pasz i przetwarzaniem surowców keratynowych. Firma pełni rolę dostawcy online; nie należy jej przedstawiać jako producenta enzymu ani laboratorium badawczego. Produkt jest sprzedawany bezpośrednio online w jednostkach 1 kg, a dokumenty CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem .

W kategoriach produktowych Enzymes.bio keratynaza należy do enzymów stosowanych w obszarze paszowym i przetwarzania materiałów białkowych. Z perspektywy użytkownika przemysłowego najważniejsze jest prawidłowe dopasowanie enzymu do procesu: rodzaju surowca, etapu obróbki i oczekiwanego poziomu hydrolizy .



Figure 7. 케라티나아제는 안전성, 품질 및 배합 요건이 충족될 때 깃털 폐기물을 더 활용하기 쉬운 단백질 가수분해물로 전환함으로써 부산물의 가치화를 돕는다.

Produkt powinien być stosowany zgodnie z dokumentacją dostarczoną wraz z zamówieniem oraz wewnętrznymi procedurami zakładu. Jak w przypadku innych preparatów enzymatycznych, istotne są zasady bezpiecznego obchodzenia się z proszkami lub koncentratami enzymów, unikanie niekontrolowanego pylenia oraz przestrzeganie informacji zawartych w SDS.

Podsumowanie techniczne

Keratynaza CAS 9014-01-1 jest specjalistycznym enzymem do obróbki surowców bogatych w keratynę, przede wszystkim piór i mączki z piór. Jej zastosowanie w przygotowaniu pasz polega na rozkładzie odpornej struktury keratynowej do bardziej dostępnych frakcji białkowych, co może zwiększać użyteczność produktów ubocznych drobiu w formulacji paszowej ^[3].

Najmocniejsze dowody naukowe dotyczą degradacji piór i innych materiałów keratynowych, powstawania hydrolizatów oraz potencjału w waloryzacji odpadów białkowych. Bardziej ostrożnie należy podchodzić do deklaracji dotyczących bezpośrednich wyników produkcyjnych zwierząt, ponieważ zależą one od całej receptury, jakości surowca i sposobu prowadzenia procesu ^[4].

W zastosowaniach B2B keratynaza najlepiej sprawdza się jako narzędzie technologiczne do przygotowania komponentu, a nie jako ogólny dodatek do każdej paszy. Tam, gdzie problemem jest niedostępna keratyna, enzym może pomóc przekształcić odpadowy materiał białkowy w bardziej użyteczny surowiec paszowy; tam, gdzie keratyny nie ma, jego rola jest z natury ograniczona.

Zamów Keratinase Enzyme For Animal Feed Preparation Cas 9014-01-1 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 Keratinase Enzyme For Animal Feed Preparation Cas 9014-01-1 →](#)

Bibliografia

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

1. Su, C., Gong, J., Qin, J., Li, H., Li, H., Xu, Z., & Jin-Shi (2020). The tale of a versatile enzyme: Molecular insights into keratinase for its industrial dissemination. *Biotechnology Advances*, 107655 .
2. Wang, Z., Chen, Y., Yan, M., Li, K., Okoye, C., Fang, Z., Ni, Z., ... et al. (2023). Research progress on the degradation mechanism and modification of keratinase. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 107, 1003-1017.
3. Ghaffar, I., Imtiaz, A., Hussain, A., Javid, A., Jabeen, F., Akmal, M., & Qazi, J. (2018). Microbial production and industrial applications of keratinases: an overview. *International Microbiology*, 21, 163 - 174.
4. Haq, I., & Akram, F. (2018). Striking Applications of Keratinase Enzyme Isolated from Various Natural Sources: A Review.

5. Bian, F., He, H., Chen, G., Yue, S., Zhu, Y., Zhang, X., & Xie, B. (2025). A Highly Active Keratinase from Bacillus sp. FJ-3-16 for Sustainable Feather Waste Valorization and Eco-Friendly Industrial Applications. *Biomolecules*, 15.
6. Cao, Z., Song, X., Zhu, Q., Wang, J., Gong, R., Zhang, Y., & Wang, G. (2021). Dynamic action of keratinase on wool fibre tracked by FITC-labelled enzyme. *Biocatalysis and Biotransformation*, 39, 214 - 220.
7. Goda, D. A., Bassiouny, A., Monem, N. M. A., Soliman, N., & Fattah, Y. A. A. (2020). Effective multi-functional biotechnological applications of protease/keratinase enzyme produced by new Egyptian isolate (Laceyella sacchari YNDH). *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 18.
8. Yan, M., Chen, Y., Feng, Y., Saeed, M., Fang, Z., Zhen, W., Ni, Z., ... et al. (2024). Perspective on Agricultural Industrialization: Modification Strategies for Enhancing the Catalytic Capacity of Keratinase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
9. Yahaya, R. S. R., Normi, Y. M., Phang, L., Ahmad, S., Abdullah, J., & Sabri, S. (2021). Molecular strategies to increase keratinase production in heterologous expression systems for industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105, 3955 - 3969.
10. Silva Amatto, I. V., Rosa-Garzon, N. G., Oliveira Simões, F. A., Santiago, F., Silva Leite, N. P., Martins, J. R., & Cabral, H. (2021). Enzyme engineering and its industrial applications. *Biotechnology and applied biochemistry*, 69, 00 - 00.

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.