

Lizozym jako dodatek paszowy dla drobiu i trzody chlewnej: wsparcie higieny mikrobiologicznej jelit

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

Lizozym to enzymatyczny dodatek paszowy dla drobiu i trzody chlewnej, którego główną funkcją jest oddziaływanie na ścianę komórkową wybranych bakterii, a nie bezpośrednie trawienie skrobi, tłuszczu, białka czy włókna. W żywieniu zwierząt monogastycznych może być stosowany jako element strategii wspierania stabilności mikrobiologicznej przewodu pokarmowego, zdrowia jelit i warunków sprzyjających wykorzystaniu paszy. Mechanizm lizozymu opiera się na hydrolizie wiązań β -1,4-glikozydowych w peptydoglikanie bakteryjnej ściany komórkowej ^[1].

Czym jest lizozym w kontekście dodatków paszowych?

Lizozym, określany również jako muramidaza, jest enzymem białkowym naturalnie występującym w organizmach żywych i związanym z nieswoistymi mechanizmami obronnymi. Biochemicznie należy do enzymów hydrolitycznych działających na określone wiązania w strukturach polisacharydowych, przede wszystkim w peptydoglikanie ściany komórkowej bakterii. W zastosowaniach paszowych nie pełni typowej roli enzymu „strawnościowego”, lecz funkcję dodatku ukierunkowanego na ograniczanie presji mikrobiologicznej i wspieranie równowagi środowiska jelitowego ^[1].

W praktyce żywieniowej oznacza to istotne rozróżnienie. Fitaza, ksylanaza, β -glukanaza, celulaza, proteaza, amylaza czy lipaza są zwykle stosowane po to, aby zwiększyć dostępność składników pokarmowych: fosforu, energii z polisacharydów nieskrobiowych, aminokwasów, skrobi lub tłuszczu. Lizozym działa inaczej: jego substratem funkcjonalnym nie jest podstawowy składnik pokarmowy paszy, lecz element ściany komórkowej bakterii. Dlatego w recepturach paszowych dla drobiu i trzody chlewnej należy postrzegać go jako narzędzie wspierające zdrowie jelit, a nie jako bezpośredni zamiennik klasycznych enzymów poprawiających strawność.

Materiały produktowe Enzymes.bio opisują lizozym jako enzymatyczny dodatek paszowy przeznaczony do zastosowań u drobiu i trzody chlewnej, z funkcją wspierania zdrowia jelit oraz kontroli niepożądanego mikroflory przewodu pokarmowego. Produkt jest oferowany w sprzedaży online w

jednostkach 1 kg, a dokumenty takie jak świadectwo analizy i karta charakterystyki są dostarczane wraz z zamówieniem .

Mechanizm działania: dlaczego lizozym wpływa na bakterie?

Peptydoglikan jako cel enzymatyczny

Ściana komórkowa wielu bakterii zawiera peptydoglikan, czyli usieciowaną strukturę złożoną z łańcuchów cukrowych i krótkich fragmentów peptydowych. W uproszczeniu można ją porównać do mechanicznego rusztowania, które nadaje komórce bakteryjnej kształt i odporność na różnice ciśnienia osmotycznego. Lizozym przecina określone wiązania w tej strukturze: wiązania β -1,4-glikozydowe między kwasem N-acetylmuraminowym i N-acetyloglukozaminą ^[1].

Rozcięcie tych wiązań osłabia integralność ściany komórkowej. Jeżeli warunki środowiskowe sprzyjają dalszej destabilizacji, komórka bakteryjna może utracić zdolność utrzymania swojej struktury i ulec lizie. Z punktu widzenia żywienia zwierząt ważne jest jednak, aby nie przedstawiać lizozymu jako środka działającego jednakowo na wszystkie bakterie. Jest to enzym o konkretnym substracie, a jego skuteczność zależy od dostępności peptydoglikanu, typu bakterii oraz warunków w treści przewodu pokarmowego ^[1].

Bakterie Gram-dodatnie i Gram-ujemne

Różnice w budowie osłon komórkowych bakterii mają duże znaczenie praktyczne. U bakterii Gram-dodatnich warstwa peptydoglikanu jest relatywnie gruba i bardziej bezpośrednio dostępna dla czynników działających na ścianę komórkową. U bakterii Gram-ujemnych peptydoglikan jest cieńszy i znajduje się pod błoną zewnętrzną, która może ograniczać dostęp lizozymu do właściwego substratu. Dlatego realny efekt w paszy lub w jelicie nie wynika wyłącznie z obecności enzymu, ale także z profilu mikrobioty, składu dawki i warunków środowiskowych w przewodzie pokarmowym ^[1].

To rozróżnienie jest szczególnie istotne w dokumentach technicznych dla sektora B2B. Lizozym może wspierać kontrolę określonych grup mikroorganizmów, lecz nie jest uniwersalnym środkiem sterylizującym. W systemach produkcyjnych drobiu i trzody chlewnej jego zastosowanie powinno być rozumiane jako część szerszej strategii: jakości paszy, higieny, bioasekuracji, kontroli surowców, dobrostanu oraz nadzoru zootechniczno-weterynaryjnego.

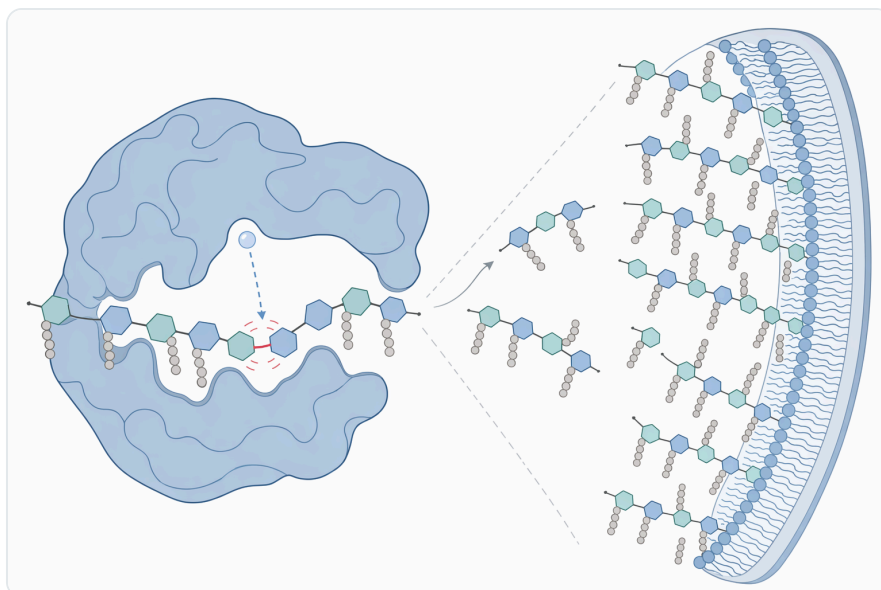


Figure 1. 라이소자임은 세균 펩티도글리칸의 당 골격을 가수분해하여 취약한 세포벽을 약화시키고, 경우에 따라 세포 용해를 일으킬 수 있습니다.

Dlaczego lizozym jest istotny w żywieniu drobiu i trzody chlewnej?

Drób i trzoda chlewna są zwierzętami monogastrycznymi, u których stabilność mikrobiologiczna przewodu pokarmowego ma bezpośrednie znaczenie dla wykorzystania składników odżywczych. Jeżeli jelito jest obciążone nadmiernym rozwojem niepożądanych mikroorganizmów, część energii i składników pokarmowych może być „przekierowana” z przyrostu i produkcji na odpowiedź zapalną, odnowę nabłonka oraz utrzymanie bariery jelitowej. W praktyce produkcyjnej przekłada się to na większą zmienność wyników, gorszą jednorodność stada i większą podatność na zaburzenia trawienne.

W badaniach nad dodatkami paszowymi dla zwierząt monogastrycznych lizozym jest analizowany przede wszystkim w kontekście zdrowia jelit, mikrobioty, odpowiedzi immunologicznej i wyników produkcyjnych. Tego typu prace są szczególnie ważne po ograniczeniu rutynowego stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu, ponieważ branża paszowa poszukuje rozwiązań, które wspierają stabilność przewodu pokarmowego bez traktowania ich jako leków ^[2].

W żywieniu drobiu znaczenie ma szybkie tempo wzrostu, wysoka intensywność przemiany materii i krótki cykl produkcyjny. Nawet przejściowe zaburzenia jelitowe mogą wpływać na pobranie paszy, przyrostu, wykorzystanie składników odżywczych oraz wyrównanie partii. Lizozym jest w tym kontekście dodatkiem ukierunkowanym na ograniczanie presji bakteryjnej, szczególnie w sytuacjach, w których stabilność mikrobioty ma znaczenie dla utrzymania efektywnego trawienia .

W trzodzie chlewnej szczególnie wrażliwe są okresy zmian żywieniowych i środowiskowych, w tym odchów młodych zwierząt oraz przejścia między kolejnymi fazami żywienia. Układ pokarmowy prosiąt i młodych świń reaguje na zmiany receptury, białka, włókna, struktury paszy i warunków utrzymania. W takich systemach lizozym może być rozważany jako komponent programu wspierającego równowagę mikrobiologiczną jelit, ale nie jako samodzielne rozwiązanie problemów wynikających z błędów żywieniowych, higienicznych lub zdrowotnych ^[3].

Lizozym a klasyczne enzymy paszowe — porównanie funkcjonalne

Lizozym bywa umieszczany w tej samej szerokiej kategorii „enzymów paszowych”, ale jego rola technologiczna i biologiczna jest odmienna od większości enzymów stosowanych w mieszankach dla drobiu i trzody. Klasyczne enzymy paszowe mają zwykle za zadanie rozkład określonych frakcji surowców roślinnych lub składników pokarmowych. Lizozym jest dodatkiem o działaniu przeciwdrobnoustrojowym wynikającym z oddziaływania na peptydoglikan bakterii.

Typ dodatku enzymatycznego	Główny cel działania	Typowy substrat lub obszar działania	Znaczenie w paszach dla drobiu i trzody
Lizozym	Wsparcie kontroli wybranych bakterii i stabilności mikrobiologicznej jelit	Peptydoglikan ściany komórkowej bakterii	Zdrowie jelit, ograniczanie presji mikrobiologicznej, wsparcie warunków do trawienia
Fitaza	Poprawa dostępności fosforu z surowców roślinnych	Fityniany	Lepsze wykorzystanie fosforu, ograniczenie strat mineralnych
Ksylanaza / β -glukanaza	Redukcja efektów polisacharydów nieskrobiowych	Arabinoksylany, β -glukany	Poprawa lepkości treści pokarmowej i wykorzystania energii
Proteaza	Wsparcie trawienia białka	Białka paszowe	Poprawa dostępności aminokwasów i ograniczenie niestrawionego białka w jelicie
Amylaza	Wsparcie rozkładu skrobi	Skrobia	Lepsze wykorzystanie energii ze zbóż
Lipaza	Wsparcie rozkładu tłuszczu	Triglicerydy	Ułatwienie wykorzystania frakcji tłuszczowej dawki

Z tabeli wynika praktyczny wniosek dla formulacji: lizozym nie powinien być oceniany tymi samymi kryteriami co enzym rozkładający skrobię lub włókno. Jego potencjalna wartość jest pośrednia — przez wspieranie środowiska jelitowego, w którym klasyczne procesy trawienia mogą zachodzić

stabilniej. Właśnie dlatego można go łączyć koncepcyjnie z programami poprawy zdrowia jelit, a nie traktować wyłącznie jako dodatek zwiększający strawność jednego konkretnego składnika paszy.

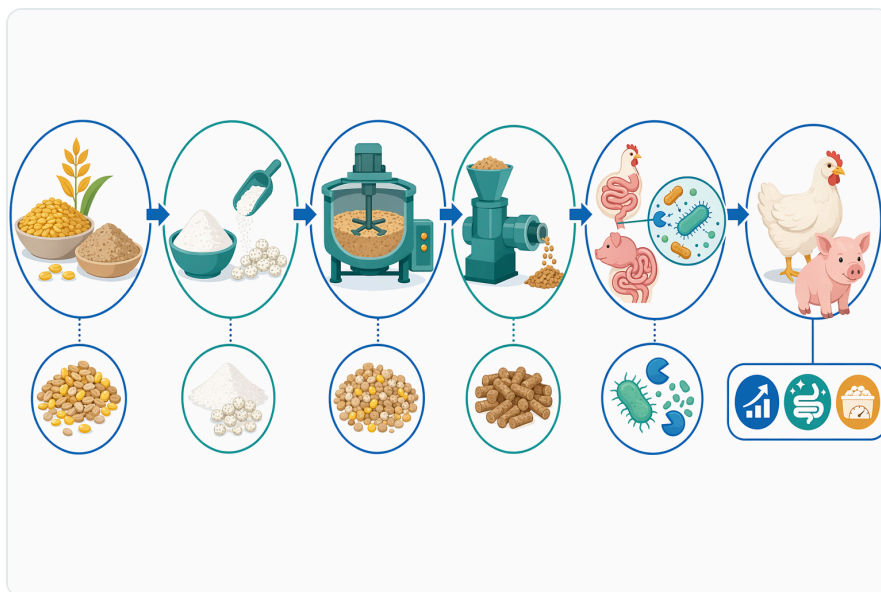


Figure 2. 제안된 사료 반응 경로는 펩티도글리칸 가수분해에서 시작해 장 스트레스 감소, 장 형태 개선, 반응이 나타나는 조건에서의 영양소 이용 향상으로 이어집니다.

Dowody naukowe: co jest dobrze udokumentowane, a co zależy od warunków produkcji?

Silne podstawy biochemiczne

Najlepiej udokumentowanym elementem działania lizozymu jest jego mechanizm enzymatyczny. Hydroliza wiązań β -1,4-glikozydowych w peptydoglikanie jest klasycznym przykładem zależności między strukturą enzymu, substratem i efektem biologicznym. W literaturze lizozym jest opisywany jako enzym o stosunkowo dobrze poznanej strukturze, naturalnej obecności w organizmach oraz roli w nieswoistej ochronie przed mikroorganizmami [1].

Znaczenie ma również to, że mechanizm ten jest selektywny strukturalnie. Lizozym nie „rozpuszcza” wszystkich elementów treści jelitowej, lecz działa na konkretny komponent bakteryjnej ściany komórkowej. Dzięki temu jego funkcja w paszy jest odmienna od działania kwasów organicznych, probiotyków, prebiotyków, olejków eterycznych czy klasycznych enzymów trawiennych. W dokumentacji technicznej warto więc opisywać go precyzyjnie: jako enzym wspierający kontrolę wybranych mikroorganizmów, a nie jako szerokospektralny środek dezynfekcyjny.

Badania aplikacyjne u zwierząt

Badania żywieniowe nad lizozymem u zwierząt gospodarskich koncentrują się zwykle na parametrach takich jak wzrost, wykorzystanie paszy, profil mikrobiologiczny przewodu pokarmowego, markery odporności, morfologia jelit i ogólna kondycja zwierząt. Wyniki takich badań należy interpretować w świetle konkretnego modelu: gatunku, wieku, diety bazowej, poziomu presji mikrobiologicznej i warunków utrzymania ^[4].

W praktyce oznacza to, że nie należy automatycznie przenosić wyników z jednego doświadczenia na wszystkie fermy. Dodatek, który dobrze działa w systemie o wysokiej presji mikrobiologicznej lub w określonej fazie odchowu, może dawać mniej widoczny efekt tam, gdzie podstawowa higiena, jakość surowców i stabilność dawki są już na bardzo wysokim poziomie. Właśnie dlatego rzetelne podejście B2B powinno łączyć mechanistyczne uzasadnienie stosowania lizozymu z ostrożnością przy obietnicach dotyczących efektów produkcyjnych ^[5].

Istotne jest również rozdzielenie pojęć „wsparcie zdrowia jelit” i „leczenie chorób”. Lizozym jako dodatek paszowy nie zastępuje diagnostyki, terapii weterynaryjnej ani programów szczepień. Może natomiast wpisywać się w żywieniową strategię ograniczania czynników sprzyjających zaburzeniom jelitowym, zwłaszcza tam, gdzie celem jest utrzymanie bardziej stabilnego środowiska mikrobiologicznego przewodu pokarmowego.

Zastosowanie u drobiu

W produkcji drobiarskiej jelito jest jednym z kluczowych narządów decydujących o ekonomice chowu. Brojlery mają bardzo krótki czas na osiągnięcie masy rynkowej, a nioski muszą utrzymywać długotrwałą wydajność produkcyjną przy wysokim obciążeniu metabolicznym. Zaburzenia mikrobioty mogą wpływać na pobranie paszy, integralność nabłonka jelitowego, wykorzystanie energii oraz stabilność wyników w stadzie.

Lizozym w paszy dla drobiu można rozumieć jako dodatek wspierający higienę mikrobiologiczną przewodu pokarmowego. Nie działa poprzez rozkład ziarna, białka sojowego czy tłuszczu, ale przez wpływ na określone bakterie w środowisku jelitowym. Jeżeli ograniczenie presji niepożądanego mikroflory pomaga utrzymać sprawniejszą barierę jelitową, pośrednio może to sprzyjać lepszemu wykorzystaniu składników odżywczych dostarczanych przez standardową recepturę paszową .

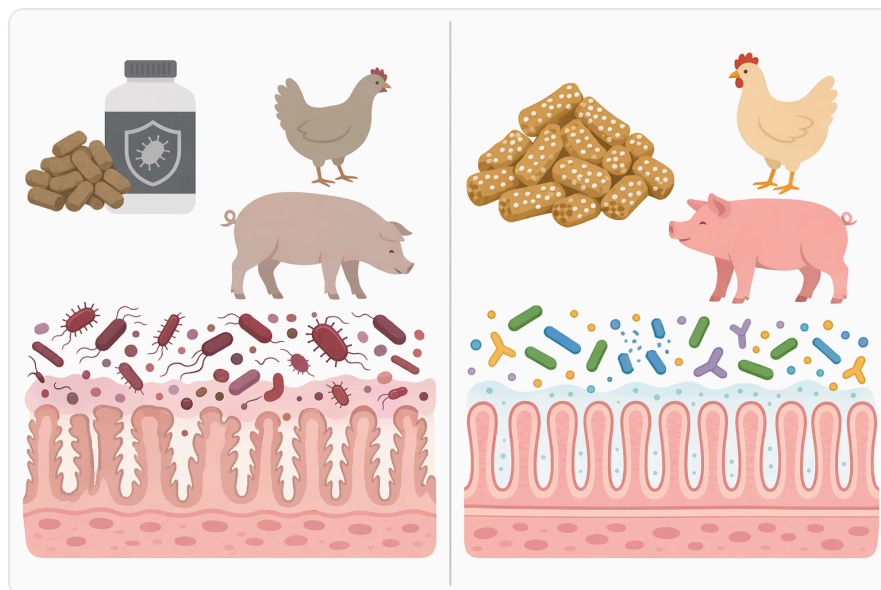


Figure 3. 해당 논문에서 검토한 이유자돈 연구들은 시험 조건에서 더 빠른 증체, 개선된 사료 효율, 더 유리한 용모 높이 대 음와 깊이 비율을 보고했습니다.

W żywieniu brojlerów znaczenie mają szczególnie okresy startowe, zmiany mieszanek oraz momenty zwiększonego obciążenia środowiskowego. U niosek ważna jest długofalowa stabilność przewodu pokarmowego, ponieważ zmienność trawienia może wpływać na wykorzystanie wapnia, białka i energii. Lizozym nie zastępuje właściwego programu enzymatycznego dla surowców zbożowych, ale może uzupełniać strategię ukierunkowaną na zdrowie jelit.

Zastosowanie u trzody chlewnej

U trzody chlewnej kluczowym obszarem zastosowania lizozymu jest wsparcie stabilności przewodu pokarmowego w warunkach stresu żywieniowego lub środowiskowego. Prosięta po odsadzeniu, warchlaki przechodzące na kolejne mieszanki oraz tuczniki w intensywnych systemach żywienia mogą reagować na zmiany dawki zaburzeniami mikrobiologicznymi jelit. W takich sytuacjach dodatki działające na środowisko bakteryjne przewodu pokarmowego mają znaczenie jako część programu profilaktyki żywieniowej [3].

Mechanizm lizozymu jest tu szczególnie istotny, ponieważ niestrawione składniki pokarmowe w dalszych odcinkach jelita mogą sprzyjać rozwojowi niepożądanych mikroorganizmów. O ile proteazy, amylazy czy enzymy rozkładające włókno pomagają ograniczać ilość substratu dostępnego dla fermentacji bakteryjnej, o tyle lizozym działa bardziej bezpośrednio na struktury komórkowe wybranych bakterii. Te dwa podejścia nie są konkurencyjne — mogą być elementami tej samej strategii utrzymania stabilnego jelita.

W przypadku loch i stad reprodukcyjnych zdrowie jelit wpływa również na stabilność pobrania paszy i ogólną kondycję metaboliczną. Nie oznacza to, że lizozym jest dodatkiem „reprodukcyjnym” w ścisłym sensie, lecz że środowisko jelitowe pozostaje ważnym elementem całej fizjologii zwierzęcia. Dlatego lizozym może być rozważany w programach żywieniowych tam, gdzie celem jest utrzymanie mniejszej presji mikrobiologicznej i bardziej przewidywalnego funkcjonowania układu pokarmowego.

Formulacja paszy i integracja technologiczna

Lizozym jako dodatek paszowy ma zwykle formę proszkową, co ułatwia włączenie go do mieszanek lub premiksów. Dla zakładów paszowych kluczowe jest równomierne rozprowadzenie dodatku w całej partii paszy, zgodnie z przyjętymi procedurami mieszania i wymaganiami receptury. Enzymes.bio opisuje produkt jako przeznaczony do zastosowań paszowych dla drobiu i trzody chlewnej, oferowany w opakowaniu 1 kg w sprzedaży online .

W dokumentacji technicznej nie należy sprowadzać stosowania lizozymu do jednej uniwersalnej dawki niezależnej od gatunku, wieku i celu formulacji. Dobór poziomu dodatku powinien wynikać z obowiązujących przepisów, specyfikacji produktu, założeń żywieniowych oraz oceny technologicznej użytkownika. Ważne jest też uwzględnienie całej receptury: poziomu białka, rodzaju zbóż, udziału włókna, obecności innych enzymów, kwasów organicznych, probiotyków lub dodatków fitogenicznych.

Stabilność funkcjonalna enzymów w paszy zależy od warunków przetwarzania i przechowywania. Dotyczy to szczególnie ekspozycji na wilgoć, temperaturę, czas, pH oraz kontakt z innymi składnikami mieszanek. W przypadku lizozymu najważniejsze jest zachowanie jego struktury białkowej w stopniu umożliwiającym działanie na docelowy substrat. Z tego powodu powinien być traktowany jak funkcjonalny składnik enzymatyczny, a nie jak obojętny wypełniacz mineralny.

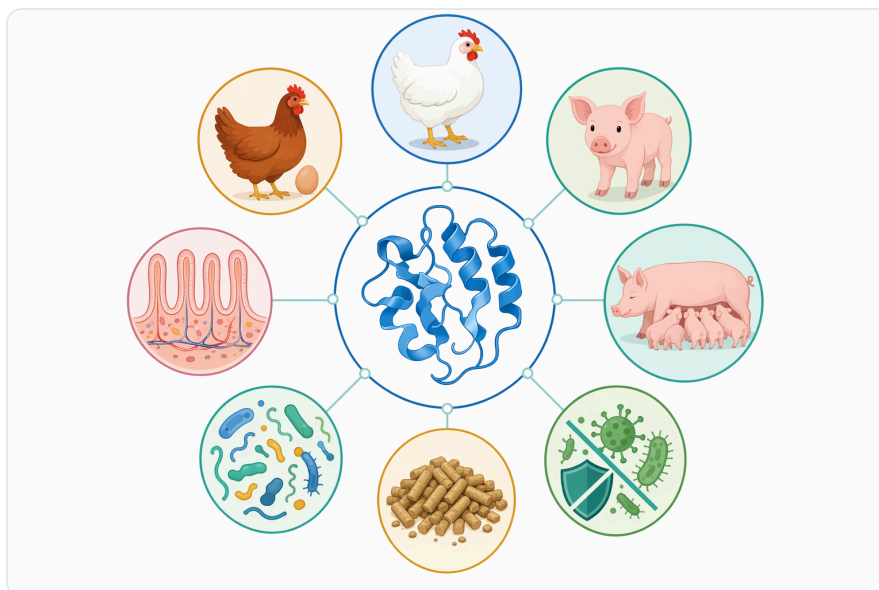


Figure 4. 가장 분명한 실제 적용 분야는 미생물과 식이가 전환되는 시기에 장 건강을 지원하기 위한 이유자돈 및 이유 후 돼지 사료 프로그램입니다.

Oczekiwane korzyści — realistyczne ujęcie

Najbardziej racjonalnie uzasadnioną korzyścią stosowania lizozymu jest wsparcie kontroli wybranych bakterii poprzez oddziaływanie na peptydoglikan ich ściany komórkowej. Taki mechanizm może sprzyjać ograniczeniu nadmiernego rozwoju niepożądanych mikroorganizmów w przewodzie pokarmowym, szczególnie w połączeniu z dobrą jakością paszy i prawidłowym zarządzaniem stadem [1].

Drugim obszarem jest wsparcie równowagi mikrobiologicznej jelit. Stabilna mikrobiota ogranicza konkurencję między mikroorganizmami a gospodarzem o składniki odżywcze, zmniejsza ryzyko nadmiernej fermentacji niestrawionych frakcji paszy i wspiera integralność bariery jelitowej. Właśnie dlatego dodatki paszowe ukierunkowane na mikrośrodowisko jelitowe są ważnym elementem nowoczesnego żywienia drobiu i trzody chlewnej [2].

Trzecim możliwym efektem jest pośrednie wsparcie wykorzystania paszy. Lizozym nie uwalnia energii ze skrobi ani fosforu z fitynianów, ale może wspierać warunki, w których enzymy endogenne zwierzęcia i inne dodatki paszowe działają efektywniej. Taki efekt jest zależny od warunków produkcji, dlatego powinien być komunikowany jako potencjalne wsparcie stabilności wyników, a nie gwarancja określonego poziomu poprawy.

Czwartą korzyścią jest możliwość włączenia lizozymu do strategii ograniczania presji na rutynowe stosowanie antybiotykowych stymulatorów wzrostu. Należy jednak zachować precyzję: lizozym nie jest antybiotykiem i nie zastępuje leczenia. Jego rola polega na wspieraniu środowiska jelitowego, a nie na

terapii chorób bakteryjnych wymagających interwencji weterynaryjnej [4].

Ograniczenia i warunki odpowiedzialnego stosowania

Najważniejszym ograniczeniem lizozymu jest zależność działania od dostępności peptydoglikanu i typu bakterii. Bakterie Gram-ujemne, dzięki obecności błony zewnętrznej, mogą być mniej podatne na bezpośrednie działanie enzymu niż bakterie Gram-dodatnie. Ponadto w złożonym środowisku jelitowym na efekt końcowy wpływają pH, treść pokarmowa, śluz, inne mikroorganizmy oraz czas kontaktu enzymu z substratem [1].

Drugim ograniczeniem jest zmienność warunków produkcyjnych. Ta sama receptura paszy może działać inaczej w stadach o różnym statusie zdrowotnym, różnej jakości ściółki, innym poziomie wentylacji, odmiennym programie żywienia i różnym obciążeniu patogenami. Lizozym nie kompensuje błędów w bioasekuracji, złej jakości surowców, nieprawidłowego magazynowania paszy ani braku nadzoru weterynaryjnego.



Figure 5. 라이소자임은 비항생제 사료 효소로서 항생제 사용 저감 전략을 지원하지만, 수의학적 치료를 대체하는 것은 아닙니다.

Trzecim ograniczeniem jest ryzyko nadmiernego uproszczenia komunikacji marketingowej. Sformułowania typu „eliminuje patogeny” lub „zastępuje antybiotyki” są zbyt szerokie i mogą prowadzić do błędnych decyzji technicznych. Bardziej precyzyjne jest stwierdzenie, że lizozym wspiera kontrolę wybranych bakterii poprzez enzymatyczne oddziaływanie na ich ścianę komórkową i może być częścią programu żywieniowego ukierunkowanego na zdrowie jelit.

Miejsce lizozymu w strategii zdrowia jelit

Nowoczesne programy żywieniowe dla drobiu i trzody chlewnej coraz częściej łączą kilka typów dodatków: enzymy poprawiające strawność, kwasy organiczne, probiotyki, prebiotyki, dodatki fitogeniczne, minerały funkcjonalne oraz składniki wspierające barierę jelitową. Lizozym wpisuje się w ten system jako komponent o odrębnym mechanizmie — oddziaływaniu na peptydoglikan bakterii .

W dobrze zaprojektowanej strategii nie chodzi o maksymalne mnożenie dodatków, ale o dopasowanie ich funkcji do rzeczywistego problemu. Jeżeli głównym ograniczeniem jest wysoka lepkość treści jelitowej po zbożach bogatych w polisacharydy nieskrobiowe, priorytetem mogą być ksylanaza lub β -glukanaza. Jeżeli problemem jest dostępność fosforu, kluczowa będzie fitaza. Jeżeli celem jest wsparcie higieny mikrobiologicznej i stabilności środowiska jelitowego, lizozym może mieć uzasadnione miejsce w recepturze.

Takie podejście jest szczególnie ważne dla klientów B2B: producentów pasz, integratorów drobiarskich, ferm trzody chlewnej i specjalistów odpowiedzialnych za formułację. Lizozym należy oceniać nie tylko jako pojedynczy składnik, ale jako element całego systemu żywienia i zarządzania. Jego wartość jest największa wtedy, gdy mechanizm działania odpowiada zidentyfikowanemu wyzwaniu produkcyjnemu.

Dostępność przez Enzymes.bio

Enzymes.bio dostarcza lizozym jako produkt paszowy sprzedawany bezpośrednio online w jednostkach 1 kg. Firma pełni rolę dostawcy produktu, a nie producenta ani laboratorium badawczego. Świadectwo analizy oraz karta charakterystyki są dostarczane wraz z zamówieniem, co wspiera użytkownika w dokumentacji wewnętrznej i zgodności operacyjnej .

Dla klientów technicznych najważniejsze jest zrozumienie funkcji produktu: lizozym jest enzymatycznym dodatkiem paszowym dla drobiu i trzody chlewnej, ukierunkowanym na wsparcie stabilności mikrobiologicznej przewodu pokarmowego. Jego zastosowanie powinno być łączone z prawidłową formułacją paszy, kontrolą jakości surowców, higieną produkcji i nadzorem zootechniczno-weterynaryjnym. W takim ujęciu lizozym stanowi praktyczne narzędzie wspierające zdrowie jelit, a nie pojedyncze rozwiązanie wszystkich problemów produkcyjnych.

Zamów Lysozyme – Feed Additive For Poultry And Swine 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 Lysozyme – Feed Additive For Poultry And Swine →](#)

Bibliografia

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

1. [Lizozym](#). *Wikipedia*.
2. [89Ddbee46300C70E635F56E39Fb0F9410393C912](#). *Semantic Scholar*.
3. [F7E9A2D3B3271C17De1Db291Fd436E1Ec9F2Dbd2](#). *Semantic Scholar*.
4. [2Bf4C403D67C8204B87F86B8976E370787Ff0F97](#). *Semantic Scholar*.
5. [D77E979171A6A5C174079D9C602B18D4A7A652C8](#). *Semantic Scholar*.

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.