

Nattokinase w formulacjach funkcjonalnych i przetwarzaniu białek — techniczny przewodnik B2B

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

Nattokinase to proteolityczny enzym kojarzony z japońskim natto, czyli fermentowaną soją wytwarzaną z udziałem bakterii z grupy *Bacillus subtilis*. W praktyce B2B jest rozpatrywana głównie jako specjalistyczny składnik enzymatyczny do prac R&D, formulacji funkcjonalnych i procesów związanych z białkami, a nie jako gotowy produkt konsumencki. Najważniejsze właściwości nattokinase opisane w literaturze dotyczą aktywności proteolitycznej/fibrynolitycznej oraz wyzwań stabilności, szczególnie w warunkach cieplnych i kwaśnych ^[1].

Czym jest nattokinase i dlaczego pojawia się w wyszukiwaniach B2B?

Nattokinase, często wyszukiwana jako „nattokinase co to jest”, to enzym białkowy znany przede wszystkim z natto — tradycyjnej żywności sojowej powstającej w wyniku fermentacji. W literaturze naukowej opisuje się ją jako enzym produkowany przez szczepy *Bacillus subtilis* związane z fermentacją soi; jej rozpoznawalność wynika z aktywności wobec struktur białkowych, w tym z aktywności fibrynolitycznej badanej w modelach laboratoryjnych i przeglądach biomedycznych ^[1].

Z punktu widzenia technologii enzymów nattokinase należy do proteaz, czyli enzymów katalizujących hydrolizę wiązań peptydowych w białkach. W praktyce oznacza to, że jej funkcja nie polega na „dodaniu” smaku, barwy czy aromatu, lecz na przyspieszaniu określonych przemian białkowych. Dlatego nattokinase interesuje działy R&D pracujące nad fermentowaną soją, składnikami funkcjonalnymi, hydrolizatami białkowymi oraz produktami inspirowanymi natto.

W wyszukiwarkach obok nazw technicznych pojawiają się również frazy konsumenckie, takie jak „nattokinase na co pomaga”, „nattokinase właściwości”, „nattokinase opinie”, „nattokinase aliness”, „nattokinase swanson”, „nattokinase thorne” czy „nattokinase nsk-sd”. Dla odbiorcy B2B ważne jest jednak odróżnienie rynku suplementów i opinii użytkowników od zastosowań surowca enzymatycznego w profesjonalnym procesie. Enzymes.bio dostarcza nattokinase jako składnik enzymatyczny dla klientów biznesowych, nie jako producent gotowego suplementu ani laboratorium badawcze .

Pochodzenie enzymu: natto, *Bacillus subtilis* i fermentacja soi

Natto jest jednym z najlepiej znanych kontekstów występowania nattokinase. Fermentacja soi z udziałem *Bacillus subtilis* prowadzi do powstawania szeregu związków, w tym enzymów proteolitycznych oraz polimerów i metabolitów wpływających na właściwości końcowego produktu. Badania nad produkcją nattokinase przez *Bacillus subtilis* pokazują, że wydajność enzymu zależy od warunków fermentacji i można ją optymalizować na poziomie procesu [2].

To ma bezpośrednie znaczenie dla klientów B2B. Tradycyjna fermentacja jest biologicznie zmienna: szczep mikroorganizmu, substrat, wilgotność, czas, dostępność tlenu i parametry środowiska wpływają na profil enzymatyczny końcowego materiału. Gotowy składnik enzymatyczny pozwala prowadzić prace formułacyjne lub testy technologiczne bez konieczności samodzielnego rozwijania fermentacji od podstaw.

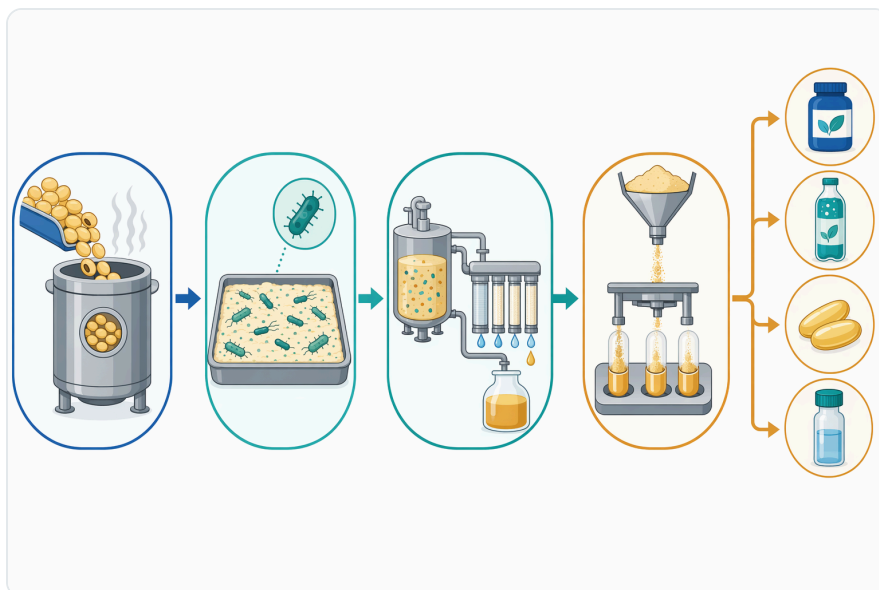


Figure 1. 낫토키나아제의 상업적 정체성은 대두를 *Bacillus subtilis natto*로 발효하는 데서 시작해 캡슐, 정제, 건조 혼합물 같은 농축 효소 형태로 이어집니다.

Nattokinase bywa też omawiana w popularnych źródłach — użytkownicy wpisują na przykład „nattokinase wikipedia” lub porównują „bio nattokinase” z nazwami marek konsumenckich. Z perspektywy technicznej bardziej istotne są jednak publikacje dotyczące właściwości enzymu, jego stabilności i mechanizmów katalitycznych niż opisy marketingowe gotowych kapsułek. Tylko takie rozróżnienie pozwala uniknąć nadinterpretacji i przenoszenia deklaracji z rynku detalicznego na surowiec B2B.

Mechanizm działania: proteoliza i aktywność fibrynolityczna

Najprostsze wyjaśnienie działania nattokinase brzmi: enzym rozpoznaje określone struktury białkowe i katalizuje ich rozkład na mniejsze fragmenty. W literaturze największą uwagę zwraca się na jej aktywność fibrynolityczną, czyli zdolność do oddziaływania na fibrynę — białko uczestniczące w tworzeniu skrzepu w układach biologicznych. Przeglądy naukowe wskazują, że właśnie ta właściwość odróżnia nattokinase od wielu typowych proteaz spożywczych i tłumaczy zainteresowanie enzymem w kontekście żywności funkcjonalnej oraz badań biomedycznych ^[1].

Dla dokumentu B2B kluczowe jest jednak precyzyjne słownictwo. Aktywność fibrynolityczna w badaniach enzymatycznych nie jest równoznaczna z automatyczną, gotową deklaracją zdrowotną dla dowolnego produktu końcowego. Efekt biologiczny zależy od formy produktu, stabilności enzymu, matrycy, biodostępności, sposobu użycia i lokalnych przepisów regulacyjnych. Dlatego w komunikacji technicznej bezpieczniej mówić o „aktywności enzymatycznej wobec struktur białkowych” lub „aktywności fibrynolitycznej opisywanej w literaturze”, a nie o gwarantowanym działaniu klinicznym.

W praktyce procesowej nattokinase jest użyteczna tam, gdzie celem jest kontrolowana proteoliza, porównanie aktywności różnych matryc lub badanie zachowania enzymu w formulacji. Może być rozpatrywana w projektach obejmujących fermentowane składniki sojowe, hydrolizę białek, składniki funkcjonalne, prototypowanie produktów inspirowanych natto i ocenę stabilności enzymów w gotowych układach spożywczych lub nutraceutycznych.

Nattokinase właściwości: co jest dobrze udokumentowane, a co wymaga ostrożności?

Najlepiej udokumentowane właściwości nattokinase dotyczą jej charakteru enzymatycznego: jest białkiem katalitycznym, wykazuje aktywność proteolityczną i jest badana szczególnie pod kątem aktywności fibrynolitycznej. Przegląd dostępny w literaturze otwartej opisuje nattokinase jako enzym pochodzący z natto i omawia zarówno wyniki badań *in vitro*, jak i wybrane obserwacje dotyczące potencjalnych zastosowań biologicznych ^[1].

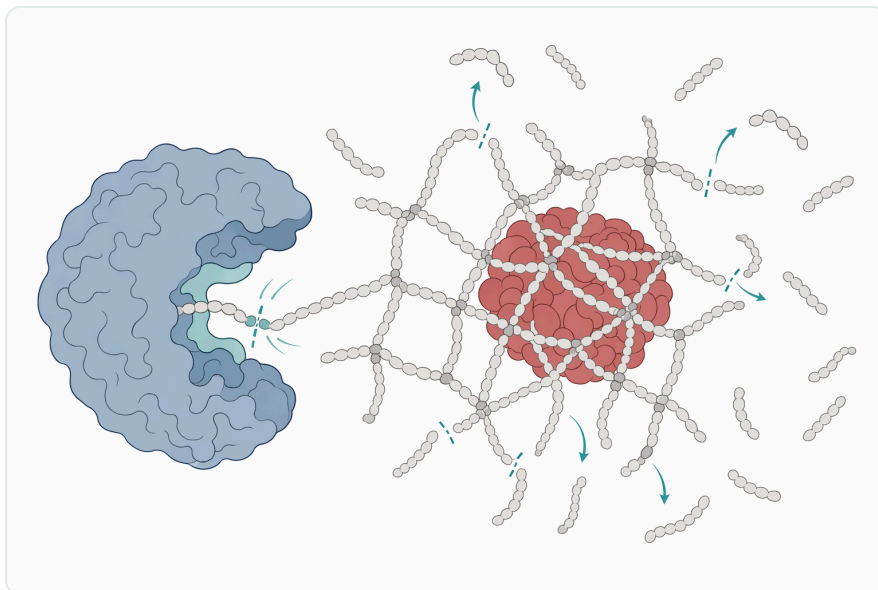


Figure 2. 낫토키나아제는 단백질 네트워크에서 접근 가능한 펩타이드 결합을 절단하는 프로테아제로, 이 글에서는 피브리린 그물 분해를 핵심 연구 모델로 다루었습니다.

Ostrożności wymagają natomiast pytania typu „nattokinase na co pomaga” lub „nattokinase opinie”, ponieważ często odnoszą się one do suplementów konsumenckich, a nie do składnika enzymatycznego używanego w produkcji. Opinie użytkowników, rankingi marek i porównania produktów takich jak „nattokinase nsk-sd 100 mg” nie są technicznym substytutem danych o enzymie, stabilności partii, zgodności regulacyjnej lub zachowaniu w konkretnej matrycy.

W B2B równie ważne jak sama aktywność są ograniczenia. Nattokinase jest białkiem, a więc może tracić aktywność pod wpływem temperatury, skrajnego pH, długiego kontaktu z wodą, niekorzystnych składników formulacji lub warunków przetwarzania. Właśnie dlatego wiele publikacji nie koncentruje się wyłącznie na „mocy” enzymu, ale na poprawie jego stabilności, odporności kwasowej i zachowaniu aktywności w trudniejszych warunkach ^[3].

Stabilność nattokinase: główne wyzwanie formulacyjne

Stabilność jest jednym z najważniejszych tematów technicznych w pracy z nattokinase. Jeżeli enzym ma pozostać funkcjonalny po przetworzeniu, formulacji lub przechowywaniu, trzeba ograniczać warunki sprzyjające denaturacji białka. W literaturze opisano badania nad inżynierią ładunku powierzchniowego, których celem było poprawienie aktywności fibrynolitycznej, odporności na środowisko kwaśne i termostabilności nattokinase ^[3].

Z perspektywy praktycznej oznacza to, że procesy wysokotemperaturowe należy traktować jako potencjalnie niekorzystne dla aktywności enzymu, zwłaszcza jeśli enzym ma działać w produkcie końcowym. Podobnie, matryce o niskim pH, wysoka aktywność wody, długi czas przetrzymywania w roztworze lub obecność związków wpływających na strukturę białek mogą zmniejszać zachowaną funkcję enzymatyczną.

W ostatnich latach stabilność nattokinase była badana również przez projektowanie wiązań disiarczkowych. Tego typu prace pokazują, że naukowcy próbują wzmacniać strukturę białka w sposób racjonalny, aby zwiększać odporność enzymu na niekorzystne warunki, choć wyniki takich badań dotyczą konkretnych wariantów i nie powinny być automatycznie przenoszone na każdy komercyjny produkt [4].

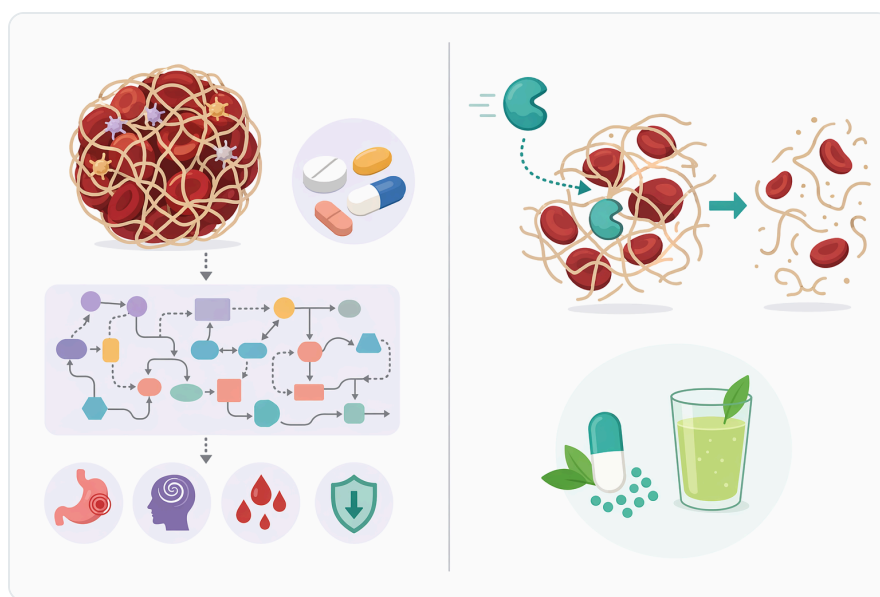


Figure 3. 낫토 식품 전체와 농축 낫토키나아제 원료는 발효에서 비롯된다는 공통점이 있지만, 조성, 감각적 특성, 보충제로서의 사용 목적은 서로 다릅니다.

Istotny jest także kompromis między stabilnością a aktywnością. W przypadku enzymów zwiększenie sztywności strukturalnej może czasem poprawiać odporność, ale ograniczać elastyczność potrzebną do katalizy. Badania nad przesuwaniem regionów elastycznych nattokinase pokazują, że prace nad enzymem dotyczą nie tylko „wzmocnienia” białka, ale też równoważenia stabilności z wydajnością katalityczną [5].

Znaczenie struktury białka: sekwencje końcowe, regiony elastyczne i kataliza

Nattokinase, jak inne enzymy białkowe, działa dzięki precyzyjnej strukturze przestrzennej. Miejsce aktywne enzymu musi pozostać odpowiednio uformowane, aby wiązać substrat i katalizować reakcję. Zmiany w strukturze, nawet pozornie odległe od centrum katalitycznego, mogą wpływać na wydajność,

stabilność i odporność na warunki środowiska.

W publikacjach zwraca się uwagę między innymi na wpływ sekwencji terminalnych nattokinase na parametry katalityczne i możliwości modyfikacji molekularnej. Oznacza to, że końcowe fragmenty łańcucha białkowego mogą mieć znaczenie dla tego, jak enzym się fałduje, jak zachowuje elastyczność i jak skutecznie przeprowadza reakcję proteolizy [6].

Dla odbiorcy B2B praktyczny wniosek jest prosty: „nattokinase” nie jest pojęciem oderwanym od struktury i procesu. Aktywność konkretnego materiału zależy od wariantu enzymu, sposobu jego otrzymania, formulacji, nośnika, warunków przechowywania i późniejszego użycia. Dlatego w pracach R&D nie wystarczy porównywać samych nazw handlowych; trzeba oceniać zachowanie enzymu w realnej matrycy i w warunkach zbliżonych do docelowego procesu.

Tabela porównawcza: nattokinase w różnych kontekstach użycia

Kontekst	Główne znaczenie nattokinase	Co można interpretować ostrożnie	Znaczenie dla klienta B2B
Tradycyjne natto	Enzym związany z fermentowaną soją i aktywnością proteolityczną	Skład natto jest zmienny i zależy od fermentacji	Punkt odniesienia dla produktów inspirowanych fermentacją
Badania enzymatyczne	Model proteazy o aktywności fibrynolitycznej	Wyniki in vitro nie są automatycznie deklaracją zdrowotną	Przydatność w R&D, porównaniach aktywności i badaniach matryc
Formulacje funkcjonalne	Składnik wymagający ochrony aktywności	Stabilność zależy od temperatury, pH i procesu	Konieczność projektowania łagodnych warunków przetwarzania
Rynek suplementów	Obecność marek i haseł typu „nattokinase nsk-sd”, „nattokinase 2000”	Dawkowanie i opinie konsumentów nie opisują surowca B2B	Nie należy mieszać komunikacji detalicznej z dokumentacją techniczną
Inżynieria enzymu	Badania nad termostabilnością, odpornością kwasową i katalizą	Wyniki dotyczą konkretnych wariantów białka	Wskazują kierunki rozwoju, ale nie zastępują oceny konkretnej partii

Zastosowania nattokinase w R&D i przetwarzaniu białek

Pierwszy obszar zastosowań to prace nad fermentowaną soją i składnikami inspirowanymi natto. Nattokinase może być używana jako enzym odniesienia przy badaniu profilu proteolitycznego, porównywaniu aktywności w różnych matrycach lub projektowaniu produktów, które mają nawiązywać do funkcjonalności fermentacji *Bacillus subtilis*. Badania nad optymalizacją produkcji nattokinase przez szczepy *Bacillus subtilis* pokazują, że enzym ten pozostaje przedmiotem aktywnego zainteresowania technologicznego [2].

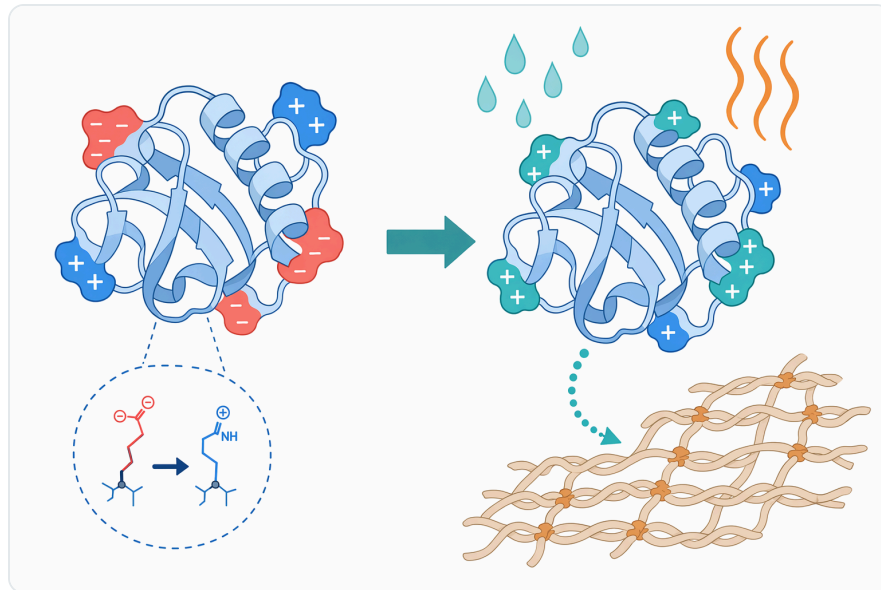


Figure 4. 표면 전하 공학 연구는 nattokinase의 성능이 측매 부위뿐 아니라 효소의 전체 단백질 구조에 따라 달라질 수 있음을 보여줍니다.

Drugim obszarem jest przetwarzanie białek. Jako proteaza nattokinase może katalizować rozpad struktur białkowych, co jest istotne przy badaniu hydrolizatów, zmian rozpuszczalności, tworzenia peptydów lub modyfikacji właściwości matrycy. Nie oznacza to jednak, że zastępuje każdą proteazę przemysłową. Jej przewaga jest bardziej specjalistyczna: wynika ze związku z natto i aktywności fibrynolitycznej opisywanej w literaturze.

Trzecim obszarem są formułacje funkcjonalne. Tu nattokinase jest interesująca nie tylko jako enzym aktywny, ale też jako składnik wrażliwy na proces. Projektant formułacji musi rozważyć, czy enzym ma działać w trakcie procesu, czy pozostać aktywny w produkcie końcowym, oraz jakie warunki mogą ograniczyć jego funkcję. Publikacje dotyczące poprawy stabilności nattokinase potwierdzają, że odporność na warunki formułacyjne jest jednym z kluczowych kierunków rozwoju tego enzymu [3].

Czwarty obszar to prototypowanie i porównania technologiczne. Nattokinase może być wykorzystana do testowania wpływu nośników, substancji pomocniczych, aktywności wody lub warunków przechowywania na zachowanie enzymu. Takie prace są szczególnie istotne dla zespołów tworzących składniki funkcjonalne, gdzie sama nazwa enzymu nie wystarcza — liczy się zachowana aktywność w konkretnym produkcie.

Nattokinase a rynek suplementów: jak czytać frazy „NSK-SD”, „100 mg”, „2000” i nazwy marek?

Wyszukiwane frazy, takie jak „nattokinase nsk-sd”, „nattokinase nsk-sd 100 mg”, „nattokinase 2000”, „nattokinase aliness”, „nattokinase swanson” czy „nattokinase thorne”, pochodzą głównie z rynku konsumenckiego. Odnoszą się do gotowych produktów, marek, standaryzowanych form handlowych lub popularnych opisów suplementów. Dla klienta B2B nie są one jednak wystarczającą podstawą do oceny przydatności surowca enzymatycznego w procesie.

Największe ryzyko polega na myleniu deklaracji produktu detalicznego z właściwościami składnika w produkcji. Kapsułka, tabletki, proszek technologiczny i enzym dodawany do matrycy spożywczej to różne układy. Mogą różnić się nośnikiem, stabilnością, warunkami kontaktu z wodą, narażeniem na temperaturę i przeznaczeniem regulacyjnym. Przegląd literatury o nattokinase omawia jej potencjał biologiczny, ale jednocześnie nie zwalnia producentów z oceny konkretnej formy produktu i zgodności z przepisami ^[1].



Figure 5. Inche yeonjuwa ribyu-neun nattoकिनasa-je daehan heolgyeokshunhan geonkang cheukmyeon-ui gwansim-eul ditbanchimhajiman, i geul-eun jilbeong chiryo jujangbodan-eun sinjungnan haeseok-eul gwanjohamnida.

Podobnie fraza „nattokinase cena” powinna być interpretowana zależnie od kontekstu. Cena detalicznego suplementu nie jest porównywalna z kosztem składnika B2B, ponieważ obejmuje inną formę produktu, opakowanie, marketing, kanał sprzedaży i przeznaczenie. W zastosowaniach profesjonalnych istotniejsze od samej ceny wyszukiwarkowej są: cel procesu, stabilność w matrycy, przewidywany etap dodania enzymu oraz zgodność dokumentacji partii z wymaganiami odbiorcy.

Warunki stosowania: co wynika z natury enzymu

Nattokinase jest enzymem białkowym, dlatego jej użycie powinno być projektowane z uwzględnieniem czynników wpływających na strukturę białka. Wysoka temperatura, skrajne pH, długie przetrzymywanie w roztworze lub obecność składników denaturujących mogą ograniczać aktywność. Badania nad poprawą termostabilności pokazują, że odporność cieplna jest realnym ograniczeniem aplikacyjnym, a nie tylko abstrakcyjną cechą laboratoryjną ^[4].

W praktyce technologicznej zwykle korzystniejsze jest dodawanie enzymu na takim etapie procesu, w którym nie będzie on natychmiast dezaktywowany. Jeżeli po dodaniu następuje intensywne ogrzewanie, długi etap mieszania w trudnych warunkach lub kontakt z kwaśną matrycą, trzeba liczyć się z utratą części funkcji enzymatycznej. Nie jest to cecha wyjątkowa wyłącznie dla nattokinase — podobnie zachowuje się wiele enzymów białkowych.

Ważne jest również, że wyniki badań nad wariantami stabilizowanymi nie powinny być automatycznie przenoszone na wszystkie materiały handlowe. Publikacje o inżynierii regionów elastycznych, sekwencji terminalnych czy wiązań stabilizujących opisują konkretne konstrukcje i mechanizmy. Dla użytkownika B2B są one cennym tłem naukowym, ale praktyczna ocena nadal powinna odbywać się w realnej matrycy produktu ^[5].

Nattokinase w ofercie Enzymes.bio: model dostawy i dokumentacja

Enzymes.bio działa jako dostawca enzymów dla klientów B2B, a nie jako producent ani laboratorium. Nattokinase jest dostępna do zamówienia online jako składnik enzymatyczny w jednostkach 1 kg, przeznaczony do profesjonalnych zastosowań przemysłowych, przetwórczych lub R&D. Informacje produktowe Enzymes.bio przedstawiają nattokinase jako proszek enzymatyczny oferowany w modelu sprzedaży online dla odbiorców biznesowych .

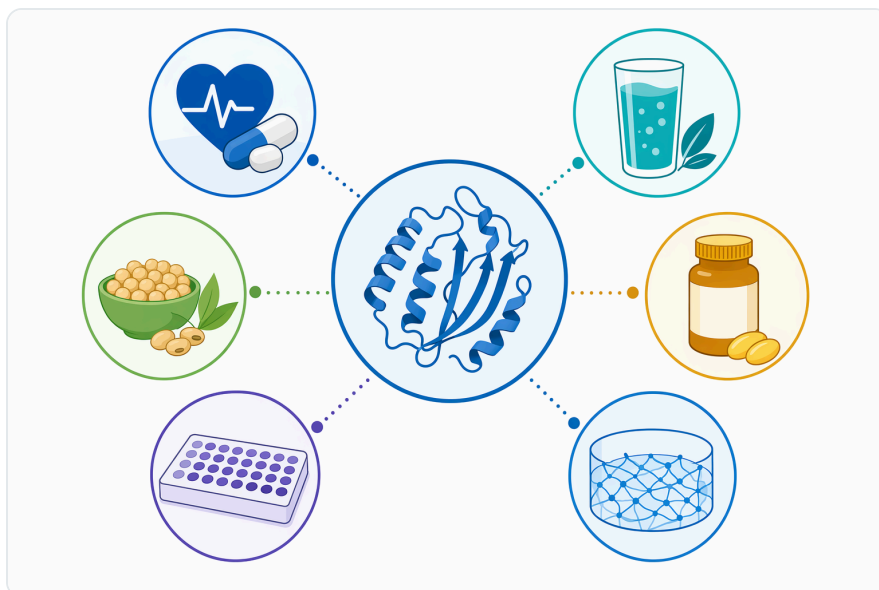


Figure 6. 상업적 nattokina아제 콘셉트에는 보충제 캡슐과 정제, 발효 테마의 기능성 식품, 비타민 K2 조합, 건조 효소 웰니스 혼합물이 포함됩니다.

W praktyce oznacza to prosty model transakcyjny: klient wybiera produkt, składa zamówienie online i otrzymuje dokumenty partii wraz z realizacją zamówienia. CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem, co ułatwia wewnętrzną ocenę partii, archiwizację dokumentacji i dalsze użycie zgodnie z procedurami klienta. Oferta Enzymes.bio jest kierowana do odbiorców B2B pracujących z enzymami w kontekście przetwórstwa, formulacji i zastosowań profesjonalnych .

Warto podkreślić, że niniejszy dokument nie zastępuje specyfikacji partii ani dokumentacji regulacyjnej właściwej dla konkretnego zastosowania. Nie należy też traktować go jako porady medycznej ani jako opisu gotowego produktu konsumenckiego. Jego celem jest techniczne uporządkowanie wiedzy o nattokinase: skąd pochodzi enzym, jak działa, jakie ma ograniczenia i gdzie może być sensownie rozpatrywany w projektach B2B.

Odpowiedzialna komunikacja: „na co pomaga” a zastosowanie profesjonalne

Jednym z najczęstszych błędów w komunikacji o nattokinase jest skrót myślowy między aktywnością fibrynolityczną a obietnicą efektu zdrowotnego. Układ krzepnięcia, fibrynolizy i odpowiedzi biologicznej jest złożony, a wyniki badań enzymatycznych nie powinny być upraszczane do uniwersalnych deklaracji. Przeglądy naukowe opisują potencjał nattokinase, ale interpretacja zależy od rodzaju dowodów, formy produktu i kontekstu użycia ^[1].

Dla klientów B2B bardziej precyzyjne są sformułowania techniczne: „enzym proteolityczny związany z natto”, „badana aktywność fibrynolityczna”, „składnik do prac R&D”, „enzym do formulacji funkcjonalnych” lub „narzędzie do badania przemian białkowych”. Takie opisy oddają istotę enzymu bez

przenoszenia na surowiec deklaracji typowych dla komunikacji suplementów.

To rozróżnienie jest szczególnie ważne, gdy w analizie rynku pojawiają się hasła „nattokinase opinie”, „nattokinase właściwości” czy „bio nattokinase”. Opinie konsumenckie mogą wskazywać zainteresowanie rynkowe, ale nie są dowodem stabilności w procesie, skuteczności w matrycy ani zgodności prawnej deklaracji produktu końcowego. W zastosowaniach profesjonalnych decyzje powinny opierać się na danych technicznych, ocenie formulacji i dokumentacji partii.

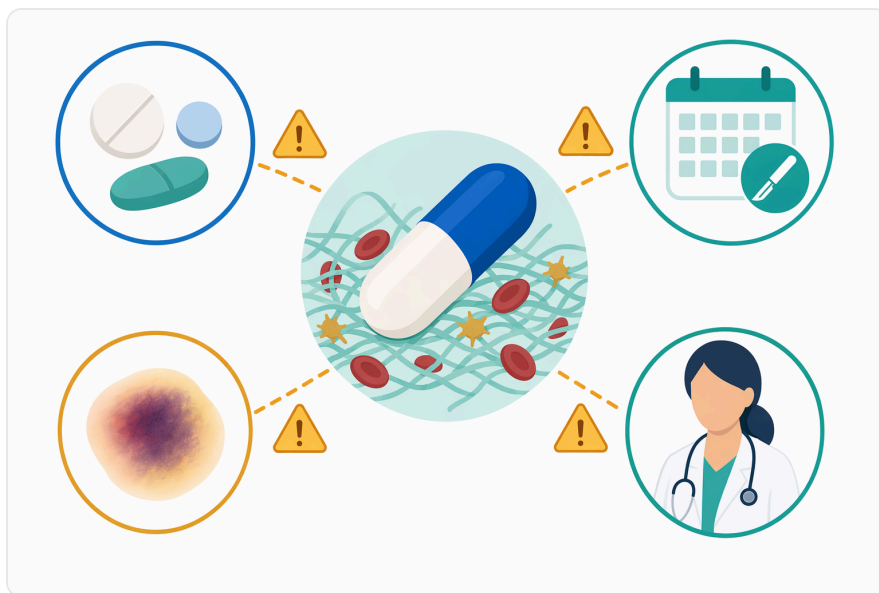


Figure 7. 낫토키나아제가 섬유소 용해 및 항혈전 맥락에서 논의되는 만큼, 소비자 교육에서는 약물 복용, 출혈 위험, 수술 관련 주의 사항을 명확히 안내해야 합니다.

Najważniejsze wnioski dla działów R&D, formulacji i przetwórstwa

Nattokinase jest specjalistycznym enzymem związanym z natto i fermentacją *Bacillus subtilis*. Jej znaczenie w B2B wynika przede wszystkim z aktywności proteolitycznej oraz fibrynolitycznej opisywanej w literaturze, a także z potencjału zastosowania w projektach dotyczących fermentowanej soi, składników funkcjonalnych i przetwarzania białek ^[1].

Największym wyzwaniem pozostaje stabilność. Publikacje poświęcone inżynierii powierzchni białka, termostabilności, regionom elastycznym i sekwencjom terminalnym pokazują, że nattokinase jest enzymem, którego właściwości można badać i modyfikować, ale który wymaga rozsądnego projektowania procesu ^[6]. Wysoka temperatura, niekorzystne pH i niewłaściwa matryca mogą ograniczać aktywność, dlatego etap dodania enzymu i warunki formulacji są krytyczne.

Dla użytkownika B2B nattokinase nie powinna być oceniana wyłącznie przez pryzmat fraz konsumenckich, takich jak „nattokinase cena”, „nattokinase 2000” czy nazwy marek detalicznych. Istotniejsze jest to, czy enzym pasuje do celu technologicznego: prototypowania, badania aktywności, przetwarzania białek, projektowania składnika funkcjonalnego lub pracy z koncepcją natto.

Enzymes.bio dostarcza nattokinase jako dostawca B2B w jednostkach 1 kg, z zamówieniem realizowanym online oraz dokumentami CoA i SDS dostarczonymi wraz z zamówieniem. Takie ujęcie wspiera profesjonalne wykorzystanie enzymu: nie jako gotowej obietnicy zdrowotnej, lecz jako składnika enzymatycznego, którego wartość zależy od właściwego zastosowania, kontroli procesu i odpowiedzialnej interpretacji danych naukowych.

Zamów Nattokinase 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 Nattokinase →](#)

Bibliografia

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

1. [Pmc6043915](#). *PubMed Central*.
2. Maneesha, M., & Devi, C. S. (2026). [Statistical optimization of fermentation conditions for enhanced production of Nattokinase from Bacillus subtilis MM26](#). *BMC Biotechnology*, 26.
3. Li, Y., Tang, X., Chen, L., Ma, A., Zhu, W., Huang, W., & Li, J. (2023). [Improvement of the fibrinolytic activity, acid resistance and thermostability of nattokinase by surface charge engineering](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 127373 .
4. Yu, K., Chen, L., Tang, Y., Ma, A., Zhu, W., Wang, H., Tang, X., ... et al. (2025). [Enhanced thermostability of nattokinase by rational design of disulfide bond](#). *Microbial Cell Factories*, 24.
5. Luo, J., Song, C., Cui, W., Han, L., & Zhou, Z. (2023). [Counteraction of stability-activity trade-off of Nattokinase through flexible region shifting](#). *Food Chemistry*, 423, 136241 .
6. Li, Y., Wang, H., Yu, K., Ma, A., Zhu, W., Li, T., Ma, Y., ... et al. (2025). [Mechanism of influence of nattokinase terminal sequence on catalytic performance and molecular modification](#). *International Journal of Biological Macromolecules*, 141872 .

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.