

# Bromelaina do hydrolizy białek: zastosowania w mięsie, nabiale, kosmetykach i bioprocjach

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

Bromelaina to roślinny kompleks enzymów proteolitycznych z ananasa (*Ananas comosus*), stosowany tam, gdzie potrzebna jest kontrolowana hydroliza białek: zmiękczenie mięsa, modyfikacja tekstury nabiału, peelings enzymatyczne, hydrolizaty białkowe oraz wybrane formułacje nutraceutyczne. Jej główna wartość technologiczna wynika z aktywności endopeptydaz cysteinowych, które rozcinają wiązania peptydowe wewnątrz łańcuchów białkowych, zmieniając rozpuszczalność, teksturę, podatność na trawienie i właściwości funkcjonalne substratu <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio dostarcza bromelainę jako składnik enzymatyczny dostępny online w opakowaniach 1 kg; firma pełni rolę dostawcy, a nie producenta ani laboratorium. Certyfikat analizy oraz karta charakterystyki są dostarczane wraz z zamówieniem, co ułatwia dokumentowanie materiału w procesach R&D, pilotażowych i produkcyjnych .

## Bromelaina — co to jest i dlaczego jest ważna technologicznie?

W zapytaniach typu „bromelain co to” lub „bromelain co to jest” najkrótsza odpowiedź brzmi: bromelaina jest mieszaniną enzymów proteolitycznych pochodzących z ananasa, obejmującą przede wszystkim proteazy cysteinowe zdolne do rozkładu białek. W literaturze odróżnia się m.in. bromelainę łodygową i owocową, ponieważ materiał roślinny, z którego pochodzi ekstrakt, wpływa na profil białek, skład towarzyszący i zachowanie technologiczne preparatu <sup>[2]</sup>.

Z perspektywy przemysłowej ważne jest, że bromelaina nie jest pojedynczą, idealnie jednorodną cząsteczką, lecz aktywnym biologicznie kompleksem. Oprócz dominujących proteaz może zawierać inne składniki roślinne obecne w ekstrakcie, a w zależności od pochodzenia surowca i sposobu otrzymania różnić się profilem aktywności. To tłumaczy, dlaczego w praktyce procesowej ten sam termin „bromelain” może obejmować preparaty o różnej dynamice działania w mięsie, mleku, hydrożelach kosmetycznych czy układach wodnych <sup>[3]</sup>.

Najbardziej charakterystycznym efektem bromelainy jest proteoliza, czyli rozcinanie wiązań peptydowych w białkach. W mięsie prowadzi to do osłabienia struktur miofibrylarnych i zmiany kruchości; w mleku może wpływać na koagulację i właściwości skrzepu; w kosmetyce umożliwia enzymatyczne usuwanie białkowych komponentów warstwy rogowej naskórka. Właśnie dlatego naturalne wyszukiwania obejmują zarówno frazy przemysłowe, jak i konsumenckie: „bromelain 300 mg”, „bromelain 400 mg”, „bromelain 1000 mg”, „bromelain syrop” czy „bromelain holland and barrett” — choć dla technologa ważniejszy od masy kapsułki jest przewidywalny efekt enzymatyczny w konkretnej matrycy <sup>[4]</sup>.

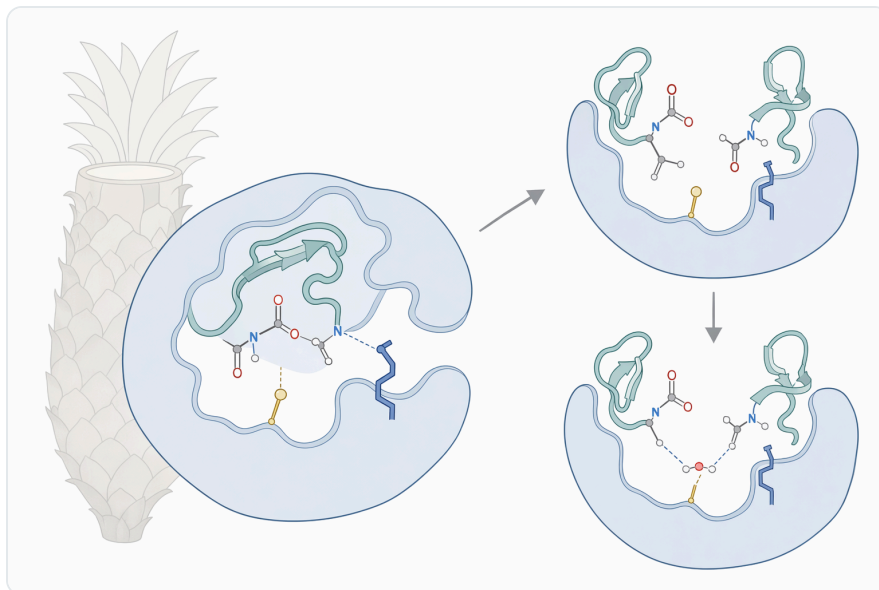
## Mechanizm działania: endopeptydaza cysteinowa w praktyce

---

Bromelaina należy funkcjonalnie do enzymów proteolitycznych, których centrum aktywne wykorzystuje reaktywną grupę tiolową cysteiny. Mechanizm działania można opisać jako sekwencję: związanie fragmentu białka, nukleofilowy atak reszty cysteinowej na wiązanie peptydowe, utworzenie krótkotrwałego kompleksu przejściowego i uwolnienie krótszych peptydów. Ponieważ bromelaina działa jako endopeptydaza, atakuje wiązania wewnątrz łańcucha białkowego, a nie wyłącznie na jego końcach <sup>[1]</sup>.

W zastosowaniach spożywczych znaczenie ma nie tylko sam fakt cięcia białek, lecz także to, które frakcje białkowe są podatne na hydrolizę i w jakim tempie. W mięsie konsekwencją proteolizy jest m.in. osłabienie sieci białek miofibrylarnych, co zmienia opór mechaniczny tkanki podczas gryzienia i obróbki cieplnej. W produktach mlecznych hydroliza kazein i białek serwatkowych może wpływać na koagulację, retencję wody, teksturę oraz odczucie w ustach <sup>[5]</sup>.

W kosmetyce mechanizm pozostaje ten sam, ale substratem są białka powierzchniowe skóry, zwłaszcza struktury bogate w keratynę. Enzymatyczne złuszczenie różni się od mechanicznego ścierania tym, że opiera się na selektywnej degradacji komponentów białkowych, a nie na tarcu cząstek ściernych. Przegląd badań nad bromelainą, papainą i ficyną wskazuje, że proteazy z produktów ubocznych owoców są analizowane jako składniki zrównoważonych formułacji kosmetycznych, w tym preparatów do pielęgnacji skóry <sup>[4]</sup>.



**Figure 1.** 브로멜라인은 파인애플에서 유래한 프로테아제 복합체로, 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해해 더 작은 펩타이드 조각으로 만듭니다.

## Warunki procesu: dlaczego matryca jest równie ważna jak enzym

Bromelaina jest często opisywana jako enzym o szerokim potencjale zastosowań, ale w praktyce nie działa w próżni. O efekcie końcowym decydują: rodzaj białka, dostępność wody, pH układu, temperatura, czas kontaktu, obecność soli, cukrów, tłuszczu, polifenoli, inhibitorów proteaz oraz sposób wymieszania. Ten sam preparat może więc zachowywać się inaczej w marynacie mięsnej, mleku, emulsji kosmetycznej i wodnym roztworze hydrolizatu [2].

W procesach żywnościowych szczególnie istotne jest okno czasowo-temperaturowe. Proteoliza zbyt krótka może nie dać mierzalnej poprawy tekstury, natomiast zbyt intensywna może prowadzić do nadmiernego rozluźnienia struktury, gorzkich peptydów lub utraty pożądanego „gryzu”. Dlatego bromelaina powinna być traktowana jako narzędzie precyzyjnej modyfikacji białek, a nie uniwersalny „zmiękczac” dodawany bez kontroli procesu [6].

W produktach zawierających białka i polifenole, takich jak niektóre napoje, hydroliza białek może wpływać na stabilność koloidalną, jednak tego typu wdrożenie wymaga weryfikacji w konkretnej recepturze. Bromelaina jest proteazą o szerokim potencjale, ale nie zastępuje pełnej oceny stabilności produktu, ponieważ zmętnienie, sedymentacja czy zmiany lepkości mogą wynikać z wielu równoległych interakcji surowcowych [3].

## Zastosowanie bromelainy w mięsie: zmiękczenie, tekstura i wartość surowca

Najbardziej rozpoznawalnym zastosowaniem bromelainy w przetwórstwie żywności jest zmiękczenie mięsa. Enzymatyczne osłabienie białek strukturalnych może poprawić kruchość elementów o większej twardości, zwiększyć powtarzalność tekstury i pomóc w zagospodarowaniu surowców, które bez modyfikacji byłyby trudniejsze do wykorzystania w produktach o wysokiej akceptacji sensorycznej [5].

Badania nad mięsem końskim traktowanym bromelainą i kulturami bakterii pokazały, że enzym może wpływać na właściwości fizykochemiczne oraz stabilność oksydacyjną produktu. To ważne, ponieważ w rzeczywistych recepturach enzym rzadko działa sam: jego efekt nakłada się na fermentację, solenie, zmiany pH, aktywność wody i obecność przeciwutleniaczy. W praktyce technologicznej oznacza to konieczność oceny bromelainy jako elementu całego systemu, a nie pojedynczego dodatku [6].

Nowsze podejście do kontroli tekstury obejmuje także pomiary instrumentalne. Praca dotycząca wołowiny zmiękczonej bromelainą analizowała możliwość szacowania właściwości teksturalnych metodą impedancji, co pokazuje, że enzymatyczna modyfikacja mięsa staje się obszarem coraz bardziej mierzalnym i podatnym na kontrolę procesową. Dla przemysłu jest to istotne, ponieważ pozwala przesuwać ocenę z poziomu subiektywnego „miękkie/twarde” w stronę parametrów jakościowych związanych z partią surowca [5].

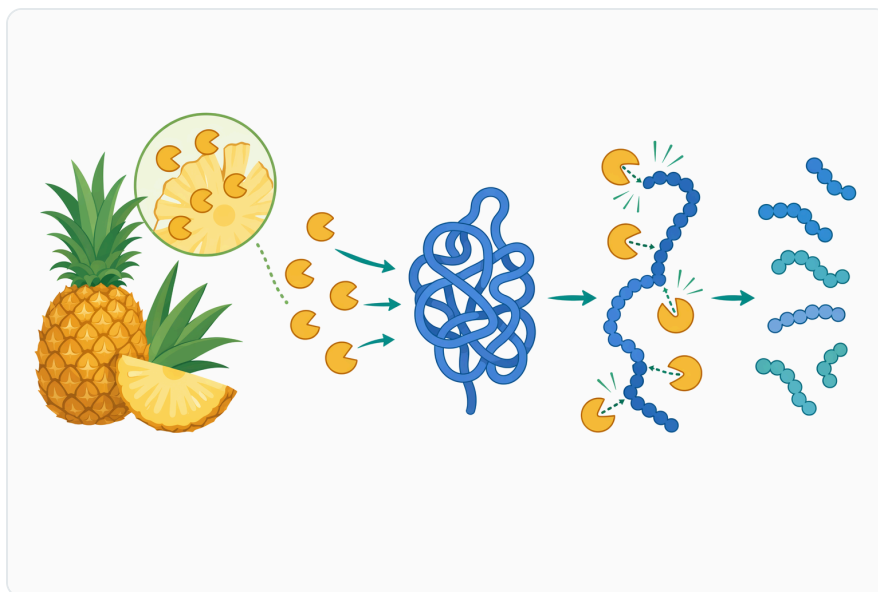


Figure 2. 조절된 부분 단백질분해는 기질을 완전히 파괴하지 않으면서 질감, 용해도, 표면 제거 및 소화성과 관련된 특성을 변화시킵니다.

Warto też odróżnić bromelainę od innych proteaz kulinarnych. Zapytanie „bromelain kiwi” często wynika z porównywania ananasa, papai, figi i kiwi jako owocowych źródeł enzymów zmiękczących. Technologicznie nie należy jednak zakładać, że wszystkie proteazy owocowe dadzą identyczny profil

tekstury: różnią się specyficznością substratową, stabilnością i dynamiką hydrolizy, co ma znaczenie dla gotowego produktu <sup>[4]</sup>.

## **Bromelaina w mleczarstwie: koagulacja, sery świeże i tekstura**

---

Drugim obszarem intensywnie badanym w ostatnich latach jest wykorzystanie bromelainy w produktach mlecznych, zwłaszcza w serach typu cottage cheese i systemach koagulacji mleka. Proteazy roślinne są interesujące, ponieważ mogą wspierać tworzenie skrzepu i wpływać na właściwości fizykochemiczne sera, stanowiąc alternatywę lub uzupełnienie klasycznych układów koagulujących <sup>[7]</sup>.

Badania nad dodatkiem bromelainy wyekstrahowanej z *Ananas comosus* przy różnych wartościach pH wykazały, że warunki środowiska wpływają na właściwości fizykochemiczne sera typu cottage. To zgodne z ogólną zasadą enzymologii: ta sama proteaza może prowadzić do odmiennych efektów, jeśli zmieni się kwasowość, skład mleka, temperatura obróbki lub etap dodania enzymu <sup>[8]</sup>.

W innych pracach oceniano potencjalną aktywność przeciwutleniającą i cechy fizyczne cottage cheese otrzymanego z użyciem bromelainy jako naturalnego koagulantu. Z perspektywy R&D oznacza to, że bromelaina może wpływać nie tylko na samą koagulację, ale także na szerszy profil jakościowy produktu — od tekstury po parametry powiązane ze stabilnością oksydacyjną <sup>[9]</sup>.

Optymalizacja wydajności sera i efektywności krzepnięcia mleka z użyciem bromelainy była również analizowana za pomocą modelowania procesowego. Dla zakładów mleczarskich ważne jest, że takie podejście pozwala badać zależności między warunkami procesu a efektem technologicznym, zamiast ograniczać się do prostego porównania „enzym dodany / enzym niedodany” <sup>[10]</sup>.

## **Hydrolizaty białkowe, nutraceutyki i formułacje „quercetin with bromelain”**

---

W suplementach diety bromelaina pojawia się jako składnik wspierający trawienie białek lub jako element formułacji ukierunkowanych na odpowiedź zapalną. W literaturze omawia się jej potencjalne działanie przeciwzapalne, przeciwobrzękowe, immunomodulujące oraz wpływ na wybrane szlaki biologiczne, choć zakres dowodów zależy od wskazania, populacji i projektu badania <sup>[11]</sup>.

Frazy takie jak „bromelain quercetin”, „quercetin with bromelain”, „quercetin & bromelain” czy „quercetin bromelain” dotyczą głównie rynku konsumenckiego, gdzie bromelaina bywa łączona z flawonoidami. W dokumencie technicznym trzeba jednak oddzielić marketing suplementów od funkcji enzymu: bromelaina pozostaje proteazą, a ewentualne efekty biologiczne formułacji z kwercetyną wymagają oceny w ramach konkretnego produktu, dawki, populacji i zgodności regulacyjnej <sup>[3]</sup>.



**Figure 3.** 이러한 단백질 분해 활성은 육류 연화, 단백질 가수분해물, 소화효소 보충제, 화장품 각질 제거, 특수 국소 단백질 제거 연구에 활용됩니다.

Podobnie zapytania „bromelain 300 mg”, „bromelain 400 mg” i „bromelain 1000 mg” opisują zwykle masę składnika na porcję w produktach detalicznych, a nie parametry procesu przemysłowego. W przetwórstwie żywności, kosmetyce lub R&D sama masa proszku nie wystarcza do przewidywania efektu, ponieważ liczą się warunki użycia, dostępność substratu i profil preparatu w danej matrycy <sup>[1]</sup>.

Wątek „bromelain breastfeeding” należy traktować jako pytanie medyczne, a nie technologiczne. Bromelaina jest badana w różnych kontekstach zdrowotnych, także w populacjach pediatrycznych, ale zastosowanie w ciąży, laktacji lub u niemowląt wymaga indywidualnej oceny przez personel medyczny i nie powinno być wyprowadzane z danych dotyczących przetwórstwa żywności czy kosmetyków <sup>[12]</sup>.

## **Bromelaina w kosmetykach: enzymatyczne złuszczenie i „clean beauty”**

W formułacjach kosmetycznych bromelaina jest atrakcyjna, ponieważ umożliwia kontrolowaną proteolizę białek powierzchniowych skóry. W peelingach enzymatycznych może zastępować lub uzupełniać mechaniczne ścierniwa i kwasy, oferując inny profil odczucia aplikacyjnego. Z punktu widzenia projektanta formułacji kluczowe jest jednak utrzymanie równowagi między skutecznością złuszczenia a stabilnością enzymu w gotowym produkcie <sup>[4]</sup>.

Przegląd dotyczący proteaz bromelainy, ficyny i papainy z produktów ubocznych owoców wskazuje na ich potencjał w zrównoważonych kosmetykach funkcjonalnych. To łączy dwa trendy: wykorzystanie enzymów roślinnych oraz waloryzację strumieni ubocznych z przetwórstwa owoców. Dla marek kosmetycznych ma to znaczenie zarówno technologiczne, jak i narracyjne, szczególnie w produktach pozycjonowanych jako „enzymatyczne”, „botaniczne” lub „upcycled” <sup>[4]</sup>.

Praktycznym wyzwaniem jest stabilność enzymu w obecności konserwantów, substancji zapachowych, emulgatorów i wody. Bromelaina jako białko może tracić aktywność pod wpływem niekorzystnego pH, temperatury lub interakcji z komponentami formulacji. Dlatego w kosmetykach nie wystarczy dodać enzymu do bazy — trzeba zaprojektować cały układ tak, aby aktywność proteolityczna była zachowana do momentu użycia [13].

## Bromelaina immobilizowana i bioproceny: gdy enzym ma działać wielokrotnie

Ciekawym kierunkiem rozwoju jest immobilizacja bromelainy, czyli unieruchamianie enzymu na nośnikach lub w strukturach, które pozwalają łatwiej oddzielać go od medium reakcyjnego. W przemyśle takie podejście może ograniczać utratę enzymu, wspierać jego ponowne użycie i poprawiać kontrolę reakcji, zwłaszcza w procesach ciągłych lub półciągłych [13].



**Figure 4.** 육류 가공에서 브로멜라인을 이용한 연화는 효소와 근육 단백질의 접촉을 조절하고, 이후 과도한 가수분해로 질감이 물러지는 것을 막는 공정 제한을 두는 데 달려 있습니다.

Przeglądy dotyczące immobilizacji bromelainy opisują różne klasy nośników i strategii wiązania, ale z perspektywy użytkownika końcowego najważniejszy jest efekt: większa stabilność operacyjna, łatwiejsze zatrzymanie enzymu w reaktorze oraz ograniczenie zanieczyszczenia produktu białkiem enzymatycznym. Nie oznacza to jednak, że immobilizacja zawsze jest korzystna — może zmieniać dostępność centrum aktywnego i tempo dyfuzji substratu [13].

W hydrolizie białek immobilizacja jest szczególnie interesująca tam, gdzie substrat jest dobrze rozpuszczony, a produkt musi być oddzielony od katalizatora. W gęstych matrycach, takich jak mięso lub niektóre emulsje, zastosowanie wolnego enzymu bywa prostsze technologicznie. Dobór formy

bromelainy powinien więc wynikać z geometrii procesu, lepkości medium i sposobu odzysku produktu [2].

## Porównanie zastosowań bromelainy w różnych branżach

Obszar zastosowania	Główna funkcja bromelainy	Typowy efekt technologiczny	Najważniejsze ograniczenie
Mięso i produkty marynowane	Hydroliza białek strukturalnych	Zmiana kruchości, tekstury i podatności na obróbkę	Ryzyko nadmiernego zmiękczenia przy źle dobranym czasie procesu [5]
Sery świeże i układy mleczne	Proteoliza białek mleka, wsparcie koagulacji	Wpływ na skrzep, teksturę i wybrane cechy fizykochemiczne	Silna zależność od pH, składu mleka i warunków procesu [8]
Kosmetyki enzymatyczne	Degradacja białek warstwy rogowej	Delikatne złuszczenie, wygładzenie powierzchni skóry	Stabilność enzymu w gotowej formulacji [4]
Hydrolizaty białkowe	Rozkład białek do peptydów	Zmiana rozpuszczalności, lepkości, profilu sensorycznego	Możliwość powstawania niepożądanych nut smakowych [3]
Bioprocesy z enzymem immobilizowanym	Kataliza proteolityczna z możliwością retencji enzymu	Potencjalne ponowne użycie i łatwiejsza separacja	Koszt nośnika i możliwe ograniczenia dyfuzyjne [13]
Suplementy i nutraceutyki	Składnik enzymatyczny o badanym potencjale biologicznym	Formulacje trawienne lub ukierunkowane na odpowiedź zapalną	Wymagania regulacyjne i brak automatycznego przełożenia na efekt kliniczny [11]

## Bromelaina vs serrapeptase, papaina i ficyna: podobieństwa bez uproszczeń

Zapytanie „bromelain vs serrapeptase” pojawia się często w kontekście suplementów, ale z technologicznego punktu widzenia nie są to składniki wymienne jeden do jednego. Bromelaina jest roślinnym kompleksem proteaz z ananasa, natomiast porównania z innymi proteazami powinny uwzględniać pochodzenie, mechanizm katalityczny, specyficzność substratową, stabilność i status regulacyjny w danym zastosowaniu. Bez tych danych proste stwierdzenie „silniejsza” lub „lepsza” jest mało użyteczne [1].

Bardziej praktyczne jest porównywanie bromelainy z papainą i ficyną, ponieważ wszystkie są proteazami roślinnymi analizowanymi w kontekście żywności, kosmetyków i surowców owocowych. Przegląd aktywności proteolitycznej bromelainy, ficyny i papainy wskazuje, że enzymy te mogą pochodzić z produktów ubocznych owoców i mieć zastosowania w funkcjonalnych kosmetykach, ale ich zachowanie formulacyjne nie jest identyczne <sup>[4]</sup>.

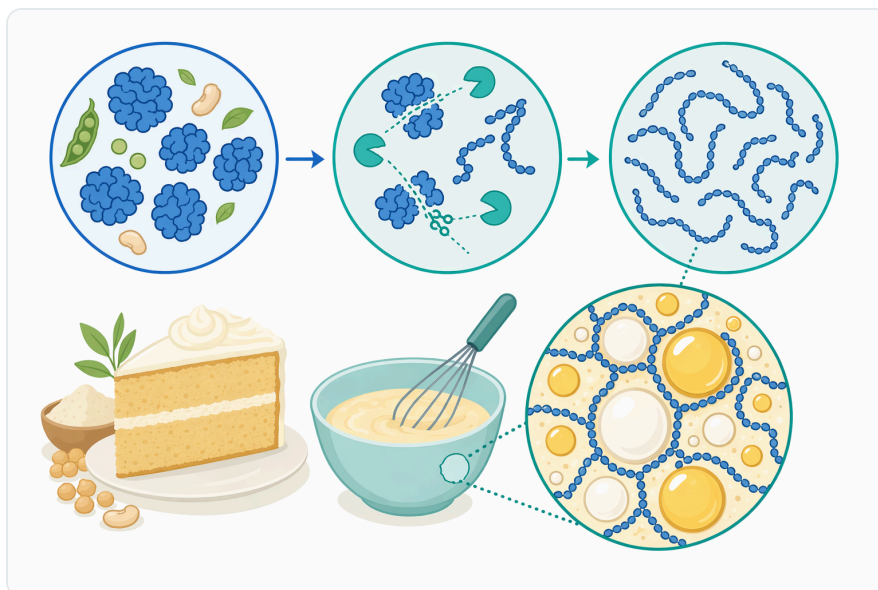
Dla technologów oznacza to, że wybór enzymu powinien wynikać z docelowego profilu produktu. W mięsie liczy się kontrola tekstury, w serze — charakter skrzepu i retencja składników, w kosmetyku — odczucie aplikacyjne i stabilność, a w hydrolizacie — rozpuszczalność, smak oraz rozkład masy peptydów. Bromelaina jest mocnym kandydatem tam, gdzie potrzebna jest szeroka proteoliza białek w systemach roślinnych, zwierzęcych lub kosmetycznych <sup>[3]</sup>.

## **Wątki alergologiczne: CCD bromelain, K202 i interpretacja zapytań**

---

Frazy „ccd bromelain”, „k202 ccd/bromelain co to jest” oraz „k202 ccd/bromelain alergia” dotyczą innego kontekstu niż zastosowania enzymu w przemyśle. Są to zapytania związane z diagnostyką alergologiczną i interpretacją reaktywności wobec determinant węglowodanowych lub komponentów testowych, a nie z doborem bromelainy jako składnika procesu technologicznego.

Dla odbiorcy B2B istotne jest rozdzielenie tych obszarów. Bromelaina jako enzym używany w przetwórstwie, kosmetyce lub R&D powinna być oceniana przez pryzmat funkcji proteolitycznej, dokumentacji materiału i zgodności zastosowania. Interpretacja wyników alergologicznych, szczególnie oznaczeń komponentowych, należy do diagnostyki medycznej i nie powinna być wyciągana z kart produktu enzymatycznego.



**Figure 5.** 브로멜라인 가수분해는 단백질의 크기와 표면 특성을 변화시킬 수 있으며, 이는 식품 시스템에서 유화, 거품 형성, 점도 및 분산성에 영향을 줄 수 있습니다.

Jednocześnie obecność zapytań alergologicznych przypomina, że bromelaina jest białkiem biologicznie aktywnym. W zakładach produkcyjnych i laboratoriach należy traktować preparaty enzymatyczne jak materiały wymagające ostrożnego obchodzenia się, ograniczania pylenia i stosowania procedur BHP adekwatnych do lokalnej oceny ryzyka. Informacje bezpieczeństwa dla konkretnej partii są przekazywane w karcie charakterystyki dostarczanej wraz z zamówieniem .

## Potencjał terapeutyczny: co pokazuje literatura, a czego nie należy nadinterpretować

Bromelaina jest szeroko opisywana w literaturze biomedycznej. Przeglądy omawiają jej potencjalne działanie przeciwzapalne, przeciwbrzękowe, immunomodulujące, wpływ na fibrynozę i zastosowania pomocnicze w chirurgii. Tego typu dane pomagają zrozumieć biologiczną aktywność enzymu, ale nie oznaczają automatycznie, że dowolny produkt z bromelainą ma określone działanie lecznicze <sup>[14]</sup>.

Systematyczny przegląd dotyczący bromelainy jako naturalnego środka przeciwzapalnego wskazuje na zainteresowanie tym enzymem w różnych modelach i wskazaniach. Jednak jakość dowodów, dawki, populacje i punkty końcowe różnią się między badaniami, dlatego twierdzenia zdrowotne powinny być formułowane ostrożnie i zgodnie z właściwymi przepisami dla danego rynku <sup>[11]</sup>.

Osobnym obszarem są badania nad potencjalnym wpływem bromelainy w onkologii, w tym w kontekście raka jelita grubego. Systematyczny przegląd wskazuje na interesujące mechanizmy i wyniki przedkliniczne, ale nie uzasadnia traktowania bromelainy jako samodzielnej terapii

przeciwnowotworowej. Dla branży składników oznacza to konieczność wyraźnego rozdzielenia danych eksperymentalnych od komunikacji produktowej [15].

## Zrównoważony rozwój: bromelaina z biomasy ananasowej

Jedną z przewag bromelainy jest jej związek z gospodarką obiegu zamkniętego. Przetwórstwo ananasów generuje duże strumienie biomasy ubocznej, takie jak łodygi, rdzenie, skórki i inne frakcje roślinne. Zamiast traktować je wyłącznie jako odpad, można pozyskiwać z nich enzymy i inne składniki o wartości technologicznej [16].

Prace dotyczące ekstrakcji i oczyszczania bromelainy z owoców oraz jej zastosowań pokazują, że surowiec roślinny może być źródłem enzymu o szerokim potencjale. Dla firm spożywczych i kosmetycznych ma to znaczenie w kontekście projektowania bardziej zrównoważonych łańcuchów wartości, szczególnie gdy składnik enzymatyczny pochodzi z frakcji, które w innym scenariuszu miałyby niższą wartość gospodarczą [17].



Figure 6. 브로멜라인, 파파인, 피신은 모두 식물성 프로테아제이지만, 식물학적 원천, 소비자 인지도, 용도별 특성이 서로 다릅니다.

Badania nad wpływem czasu przechowywania rdzenia ananasa na właściwości otrzymywanej bromelainy pokazują również, że jakość biomasy wejściowej ma znaczenie. Enzym nie jest abstrakcyjnym dodatkiem oderwanym od surowca: warunki zbioru, przechowywania i przetwarzania rośliny mogą wpływać na właściwości preparatu, co przekłada się na powtarzalność zastosowań [18].

## Jak czytać oferty bromelainy bez mylenia rynku konsumenckiego z B2B

---

Rynek bromelainy jest szeroki: obejmuje surowce enzymatyczne, składniki do formulacji, kapsułki detaliczne, produkty typu „bromelain syrop” lub zapytania regionalne w rodzaju „bromelain surubu”. Dla odbiorcy przemysłowego kluczowe jest, aby nie przenosić bezpośrednio języka suplementów na proces technologiczny. Kapsułka „bromelain 400 mg” i kilogramowy surowiec enzymatyczny pełnią inne funkcje i są oceniane według innych kryteriów.

W kontekście B2B ważniejsze od marketingowego opisu jest dopasowanie enzymu do matrycy: białek mięsa, mleka, roślin strączkowych, emulsji kosmetycznej czy roztworu hydrolizatu. Różnice w pH, temperaturze i czasie kontaktu mogą zmienić wynik bardziej niż sama deklarowana masa dodatku. Dlatego bromelainę warto traktować jako narzędzie procesowe wymagające walidacji w recepturze <sup>[2]</sup>.

Enzymes.bio udostępnia bromelainę online w opakowaniach 1 kg, co odpowiada potrzebom firm pracujących nad formulacjami, partiami pilotażowymi i regularnym użyciem w mniejszych skalach. Firma nie jest producentem ani laboratorium; działa jako dostawca materiału enzymatycznego, a dokumenty CoA i SDS są przekazywane wraz z zamówieniem .

## Podsumowanie: gdzie bromelaina daje największą wartość

---

Bromelaina jest użyteczna wszędzie tam, gdzie kontrolowana proteoliza białek przekłada się na mierzalną korzyść: lepszą teksturę mięsa, zmodyfikowany skrzep mleczny, funkcjonalny hydrolizat, enzymatyczne złuszczenie w kosmetyku lub bardziej elastyczny bioprocess. Jej siła polega na połączeniu roślinnego pochodzenia, szerokiej aktywności wobec białek i dużej liczby zastosowań opisanych w literaturze <sup>[3]</sup>.

Najlepsze wyniki uzyskuje się wtedy, gdy bromelaina nie jest traktowana jak uniwersalny dodatek, lecz jak katalizator wymagający kontroli warunków. Technolog powinien myśleć o niej poprzez pryzmat substratu, czasu, temperatury, pH, stabilności formulacji i oczekiwanego profilu produktu. Właśnie w takim podejściu bromelaina staje się nie tylko „enzymem z ananasa”, lecz precyzyjnym narzędziem do projektowania struktury i funkcji białek <sup>[1]</sup>.

## Zamów Bromelain 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 Bromelain →](#)

## Bibliografia

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

1. Kumar, V., Mangla, B., Javed, S., Ahsan, W., Kumar, P., Garg, V., & Dureja, H. (2023). Bromelain: a review of its mechanisms, pharmacological effects and potential applications. *Food & Function*.
2. Nelson, A. D., Peter, A., & Saju, F. (2022). A review on chemistry, therapeutic applications, extraction & purification of bromelain. *International Journal of Pharmacognosy and Chemistry*.
3. Kansakar, U., Trimarco, V., Manzi, M., Cervi, E., Mone, P., & Santulli, G. (2024). Exploring the Therapeutic Potential of Bromelain: Applications, Benefits, and Mechanisms. *Nutrients*, 16.
4. Venetikidou, M., Lykartsis, E., Adamantidi, 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*.
5. Matsumoto, M., Igarashi, A., & Muramoto, T. (2025). Estimating the Textural Properties of Bromelain-Tenderized Beef by Impedance Measurement. *Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaiho*, 96.
6. Orynbekov, D., Amirkhanov, K., Kalibekkyzy, Z., Smolnikova, F., Assenova, B., Nurgazezova, A., Nurymkhan, G., ... et al. (2024). Study on the Combined Effects of Bromelain (Ananas comosus) Enzyme Treatment and Bacteria Cultures on the Physicochemical Properties and Oxidative Stability of Horse Meat. *Processes*.
7. Wanniatie, V., Salsabila, N., Suryani, N. A., Qisthon, A., Septinova, D., & Zelpina, E. (2025). Physicochemical Properties of Cottage Cheese Produced Using Bromelain Enzyme Powder Derived from Ananas comosus. *World's Veterinary Journal*.
8. Komansilan, S., Rosyidi, D., Radiati, L., & Purwadi, P. (2020). The Effect of Ananas comucus Extracted Bromelain Enzyme Addition Under Different pH on the Physicochemical Properties of Cottage Cheese.
9. Komansilan, S., Sakul, S., Ma'ruf, W., & Pontoh, J. (2024). Potential antioxidant activity and physical of cottage cheese using bromelain enzyme pineapple[Ananas comosus] as a natural coagulant. *IOP Conference Series: Earth and Environment*, 1341.
10. A.H., M. Y., Z.A., S. A. S., & A.M., S. R. (2025). Enhancing cheese yield and milk clotting efficiency with pineapple bromelain enzyme through response surface methodology. *Food Research*.

11. Nobre, T. A., Sousa, A. A., Pereira, I. C., Pedrosa-Santos, Á. M. C., Lopes, L. D. O., Debia, N., El-Nashar, H., ... et al. (2024). Bromelain as a natural anti-inflammatory drug: a systematic review. *Natural Product Research*, 39, 1258 - 1271.
12. Locci, C., Chicconi, E., & Antonucci, R. (2024). Current Uses of Bromelain in Children: A Narrative Review. *Children*, 11.
13. Tacias-Pascacio, V. G., Castañeda-Valbuena, D., Tavano, O., Abellanas, P., Andrades, D., Santiz-Gómez, J. A., Murcia, Á. B., ... et al. (2024). A review on the immobilization of bromelain. *International Journal of Biological Macromolecules*, 133089 .
14. Muhammad, Z., & Ahmad, T. (2017). Therapeutic uses of pineapple-extracted bromelain in surgical care - A review. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 67 1, 121-125 .
15. Forootan, M., Amiri, M. M., Darvishi, M., Sherwin, C., & Ghanadi, K. (2023). The Therapeutic Effects of Bromelain against Colorectal Cancer: A Systematic Review. *Current Cancer Therapy Reviews*.
16. Yulastri, W., Irdawati, I., Yusrizal, Y., Fatih, F. D., Nissha, D. K., & Anggraeni, N. P. (2024). Innovation in Bromelain Enzyme Production from Pineapple and Honey and Its Characteristics. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*.
17. Suresh, A., Varghese, S., Rajendran, R. U., Soni, R., & Abraham, J. (2023). Extraction and Purification of Bromelain Enzyme from Fruits and its Therapeutic Application Study. *Research journal of biotechnology*.
18. Syukri, D., Rini, Kusuma, L. M., Indah, F., Sari, P., & Sugianti, C. (2025). Impact of pineapple core storage duration on the properties of the developed bromelain. *BIO Web of Conferences*.

## Skontaktuj się z Enzymes.bio


Masz pytania dotyczące zamówienia? Nasz zespół chętnie pomoże.

E-MAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto: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.