

# Pektinaza spożywcza (Food-Grade Pectinase) do pulpowania owoców i redukcji lepkości miazgi

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

**Pektinaza spożywcza do pulpowania owoców rozkłada substancje pektynowe w ścianach komórkowych i blaszce środkowej tkanek roślinnych, dzięki czemu pulpa staje się mniej lepka, łatwiejsza do pompowania, tłoczenia i dalszej separacji. W przetwórstwie soków, przecierów, nektarów i koncentratów enzym ten wspiera uwalnianie fazy ciekłej, depektynizację oraz klarowanie, przy czym rzeczywisty efekt zależy od rodzaju owocu, stopnia rozdrobnienia i parametrów procesu <sup>[1]</sup>.**

## Czym jest Food-Grade Pectinase For Fruit Pulping?

Food-Grade Pectinase For Fruit Pulping to enzymatyczny środek pomocniczy stosowany w przetwórstwie owoców tam, gdzie naturalna zawartość pektyn utrudnia pulpowanie, macerację, tłoczenie, filtrację lub klarowanie. Pektinazy są grupą enzymów pektolitycznych zdolnych do modyfikowania i rozkładania pektyn — polisacharydów strukturalnych obecnych w ścianach komórkowych owoców oraz w blaszce środkowej, która działa jak „spoiwo” między komórkami roślinnymi <sup>[2]</sup>.

W praktyce przemysłowej pektinaza nie jest dodatkiem służącym jedynie do uzyskania klarownego soku. W zastosowaniach typu fruit pulping jej pierwszym zadaniem jest często upłynnienie lub częściowe rozluźnienie miazgi owocowej: zmniejszenie lepkości, poprawa przepływu masy, skrócenie czasu sedymentacji cząstek i ułatwienie odzysku soku z tkanek. Przeglądy dotyczące enzymatycznego przetwarzania soków opisują pektinazy jako jedno z kluczowych enzymów wykorzystywanych do ekstrakcji i klarowania soków owocowych <sup>[1]</sup>.

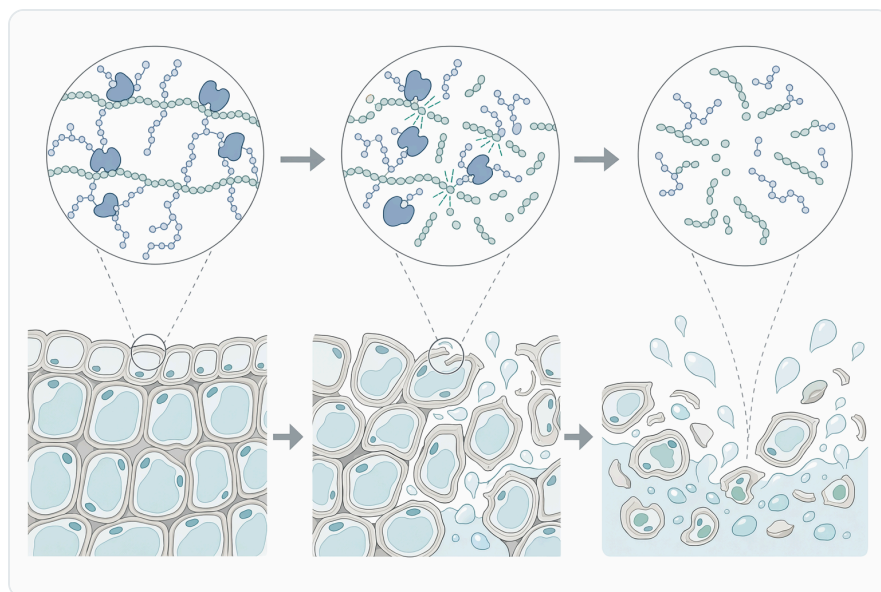
Enzymes.bio działa jako dostawca B2B, a nie producent ani laboratorium badawcze. Produkt jest sprzedawany bezpośrednio online w jednostkach 1 kg; dokumenty towarzyszące, takie jak CoA i SDS, są dostarczane wraz z zamówieniem. Ten artykuł ma charakter techniczno-edukacyjny i opisuje rolę pektinazy w procesach owocowych, bez przypisywania jednego uniwersalnego efektu wszystkim surowcom.

## Dlaczego pektyny utrudniają pulpowanie owoców?

Pektyny pełnią w owocach funkcję strukturotwórczą: wiążą wodę, zwiększają lepkość fazy ciekłej i wzmacniają połączenia między komórkami. Po rozdrobnieniu owocu część pektyn przechodzi do soku lub pozostaje w postaci koloidalnej zawiesiny, co może prowadzić do gęstej, kleistej miazgi. Wysoka lepkość ogranicza skuteczność mieszania, zmniejsza wydajność tłoczenia, spowalnia odpływ soku przez prasę i zwiększa obciążenie etapów filtracji lub separacji [3].

Problem jest szczególnie widoczny w surowcach bogatych w miąższ, błonnik i substancje żelujące. Jabłka, owoce cytrusowe, papaja, guawa, mango, smoczy owoc, opuncja figowa czy odpady po przetwórstwie jabłek i pomidorów mogą wykazywać bardzo różne zachowanie technologiczne, ale wspólnym punktem jest wpływ polisacharydów ściany komórkowej na przepływ i odzysk fazy ciekłej. Badania nad sokiem z produktów ubocznych przemysłu jabłkowego pokazują, że połączenie obróbki mechanicznej i enzymatycznej jest analizowane właśnie w kontekście poprawy właściwości jakościowych takiego soku [4].

W pulpowaniu owoców sama dezintegracja mechaniczna nie zawsze wystarcza. Intensywniejsze rozdrabnianie może zwiększyć powierzchnię kontaktu, ale jednocześnie uwalnia więcej koloidów i drobnych cząstek, które pogarszają filtrację. Z kolei sama obróbka cieplna może pomagać w dezaktywacji mikroflory i enzymów endogennych, lecz nie rozwiązuje w pełni problemu wysokocząsteczkowych pektyn. Dlatego enzymatyczne rozluźnienie macierzy pektynowej jest stosowane jako sposób na zmianę właściwości reologicznych pulpy bez polegania wyłącznie na energii mechanicznej [1].



**Figure 1.** 펙티나아제는 식물 세포벽과 중간층의 펙틴성 물질을 분해해, 으깬 과일 펄프가 젤처럼 뭉치기보다 분리 가능한 현탁액처럼 거동하게 합니다.

## Mechanizm działania pektinazy w miazdze owocowej

---

Pektinazy obejmują kilka typów aktywności enzymatycznych, w tym enzymy depolimeryzujące łańcuch pektynowy oraz enzymy modyfikujące stopień estryfikacji pektyn. Technologicznie najważniejszy efekt polega na skróceniu długich cząsteczek pektynowych albo zmianie ich struktury tak, aby traciły zdolność do utrzymywania wysokiej lepkości i stabilizowania zawiesiny. W rezultacie komórki owocowe łatwiej oddzielają się od siebie, a sok i związki rozpuszczalne szybciej przechodzą do fazy ciekłej [2].

Najczęściej omawianym szkieletem pektyn jest homogalakturonan, czyli łańcuch reszt kwasu galakturonowego połączonych wiązaniami glikozydowymi. Poligalakturonazy przecinają ten łańcuch, pektinolizy mogą rozszczepiać określone formy pektyn innym mechanizmem, a pektinometylesterazy usuwają grupy metylowe, zmieniając reaktywność polimeru. Z punktu widzenia operatora linii owocowej skutkiem nie jest „zniknięcie” całej frakcji stałej, ale kontrolowane osłabienie sieci pektynowej odpowiedzialnej za lepkość i żelowanie [5].

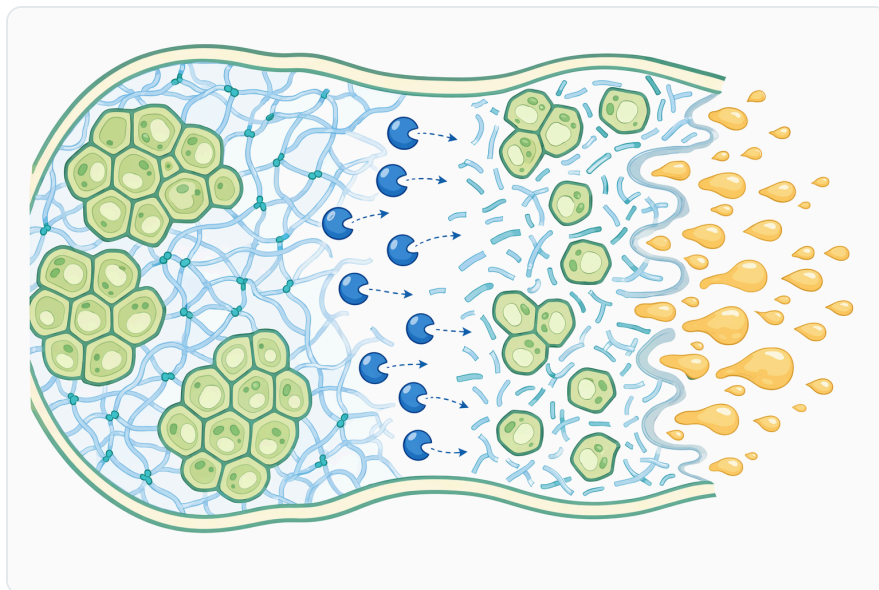
W miazdze owocowej zachodzą jednocześnie procesy mechaniczne i biochemiczne. Rozdrabnianie zwiększa dostęp enzymu do ścian komórkowych, a enzym zmniejsza spójność tkanek i ułatwia dalsze uwalnianie soku. Gdy pektyny ulegają hydrolizie, masa może przejść z formy zwartej, trudnej do pompowania, w bardziej płynną zawiesinę. To tłumaczy, dlaczego pektinaza jest używana zarówno przed tłoczeniem, jak i przed etapami klarowania lub filtracji [6].

## Główne cele technologiczne: od pulpy do soku i przecieru

---

W procesach typu fruit pulping pektinaza może być stosowana do kilku różnych celów. Pierwszym jest maceracja miazgi przed tłoczeniem, czyli częściowe rozluźnienie rozdrobnionego owocu, aby faza ciekła była łatwiej odzyskiwana. Drugim jest redukcja lepkości przecieru lub pulpy, gdzie produktem końcowym nie musi być sok klarowny, lecz bardziej stabilna i łatwiejsza do obróbki masa owocowa. Trzecim jest przygotowanie soku do klarowania, sedymentacji lub filtracji poprzez zmniejszenie udziału wysokocząsteczkowych pektyn [1].

W produkcji soków klarownych pektinaza pełni funkcję depektynizującą. Pektyny stabilizują zmętnienie i utrzymują zawieszony drobne cząstki, dlatego ich rozkład ułatwia sedymentację i separację. Badania nad pektinazami immobilizowanymi w zastosowaniach enologicznych i sokowniczych wskazują, że enzymy te są rozpatrywane jako efektywne biokatalizatory klarowania, ponieważ ingerują w podstawową przyczynę utrzymywania się zmętnienia — strukturę pektynową [7].



**Figure 2.** 펙틴의 탈중합, 중간층 약화, 콜로이드 분해는 점도 저하, 주스 방출, 청징을 돕는 서로 연결된 변화입니다.

W przecierach, nektarach i puree cel jest bardziej subtelny. Zbyt głęboka degradacja pektyn może nadmiernie obniżyć lepkość i zmienić odczucie w ustach, ale kontrolowana hydroliza pomaga uzyskać pulpę łatwiejszą do transportu i koncentracji. Właśnie dlatego zastosowanie pektinazy powinno być interpretowane nie jako jeden stały zabieg, lecz jako narzędzie do regulacji tekstury, wydajności i obciążenia kolejnych etapów procesu.

## Porównanie zastosowań pektinazy w przetwórstwie owoców

Etap procesu	Typowy problem technologiczny	Rola pektinazy	Oczekiwany efekt praktyczny
Pulpowanie i maceracja miazgi	Zwarta struktura owocu, trudne uwalnianie soku	Rozkład pektyn w blaszce środkowej i ścianach komórkowych	Luźniejsza pulpa, łatwiejsze mieszanie i tłoczenie <sup>[1]</sup>
Tłoczenie	Niski odpływ soku, zatrzymywanie cieczy w wylókach	Obniżenie lepkości i osłabienie struktury tkankowej	Potencjalnie wyższy odzysk fazy ciekłej, zależny od surowca
Produkcja przecieru lub puree	Zbyt wysoka lepkość, trudne pompowanie	Częściowa hydroliza pektyn	Bardziej przewidywalna konsystencja i łatwiejszy przepływ

Etap procesu	Typowy problem technologiczny	Rola pektinazy	Oczekiwany efekt praktyczny
Klarowanie soku	Trwałe zmętnienie, stabilizacja cząstek koloidalnych	Depektynizacja i zmniejszenie stabilności zawiesiny	Szybsza sedymentacja, łatwiejsza filtracja [8]
Odzysk składników z produktów ubocznych	Zamknięcie barwników lub związków bioaktywnych w macierzy roślinnej	Rozluźnienie ścian komórkowych i macierzy polisacharydowej	Lepsze uwalnianie wybranych frakcji, np. z odpadów pomidorowych [9]

## Dowody naukowe: co wiadomo z badań aplikacyjnych?

Najszerze potwierdzenie działania pektinazy pochodzi z przeglądów i badań nad sokownictwem. Enzymatyczna ekstrakcja i klarowanie soków są opisywane jako technologie pozwalające zwiększać dostępność fazy ciekłej, usprawniać prasowanie, poprawiać sedymentację cząstek oraz zmniejszać problemy związane z wysoką lepkością. W przeglądzie dotyczącym ekstrakcji i klarowania soków owocowych podkreślono, że enzymy, w tym pektinazy, są stosowane w celu poprawy uzysku i jakości procesu [1].

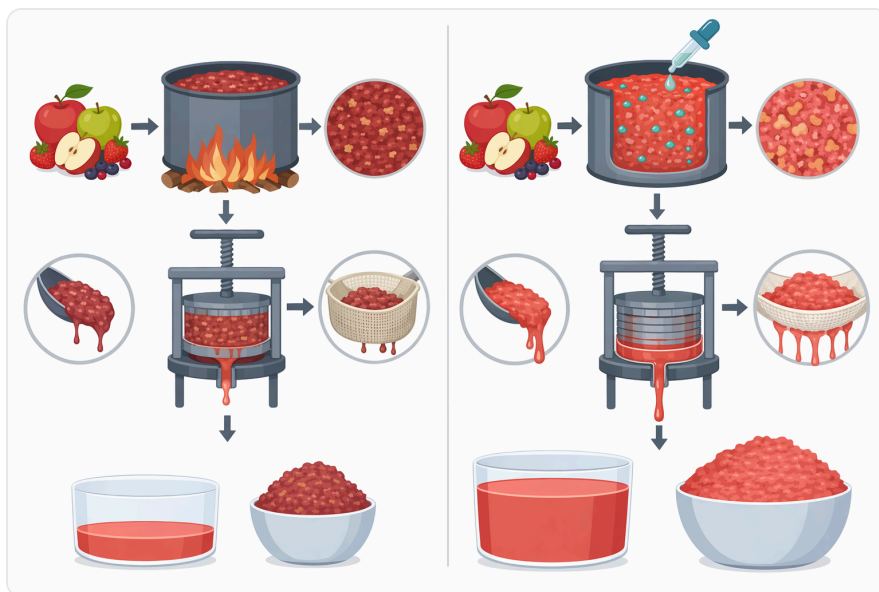
Badania na konkretnych owocach pokazują, że wpływ pektinazy nie ogranicza się do jednego surowca. W przypadku napoju ze smoczego owocu i mięty optymalizacja hydrolizy pektyn była analizowana w kontekście klarowności, retencji antocyjanów oraz akceptacji konsumenckiej, co dobrze ilustruje związek między depektynizacją a parametrami wizualnymi produktu [10]. W innym badaniu obróbka pektinazą czerwonego smoczego owocu była oceniana pod kątem właściwości fizykochemicznych i enologicznych wina fermentowanego z udziałem *Torulasporea delbrueckii* [11].

Cytrusy i owoce o intensywnym profilu fenolowym również są badane w kontekście enzymatycznego klarowania. Praca dotycząca soku z pomelo analizowała wpływ traktowania pektinazą na związki fenolowe, co jest ważne, ponieważ klarowanie może wpływać nie tylko na przejrzystość, lecz także na profil związków odpowiedzialnych za smak, barwę i aktywność przeciwutleniającą [12]. Podobnie optymalizacja klarowania soku z opuncji figowej była rozpatrywana z perspektywy zachowania betalain i właściwości barwy [13].

Pektinaza ma także znaczenie w waloryzacji produktów ubocznych. W przetwórstwie pomidorów enzymatyczne rozluźnienie macierzy roślinnej może sprzyjać odzyskowi likopenu, ponieważ barwnik jest związany z strukturami komórkowymi i trudno dostępny bez odpowiedniej dezintegracji. Badanie nad odpadami z przetwórstwa pomidorów wskazuje na wykorzystanie pektinazy grzybowej do zwiększonego odzysku likopenu, co rozszerza zastosowanie enzymu poza klasyczne soki owocowe [9].

## Warunki procesu: co wpływa na efekt pektinazy?

Efekt pektinazy w pulpowaniu zależy od kilku zmiennych procesowych: gatunku i odmiany owocu, dojrzałości, stopnia rozdrobnienia, naturalnej kwasowości, temperatury masy, czasu kontaktu oraz oczekiwanego produktu końcowego. Owoce różnią się nie tylko zawartością pektyn, lecz także proporcją pektyn rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych, obecnością włókna, skrobi, białek i związków fenolowych. Przeglądy technologii sokowniczych zwracają uwagę, że dobór enzymów powinien wynikać ze składu konkretnego surowca [3].



**Figure 3.** 폴리갈락투로나아제, 펙틴 리아제, 펙테이트 리아제, 펙틴 메틸에스터 라아제는 펙틴 골격이나 에스터화 상태에 서로 다른 방식으로 작용해 기여합니다.

W owocach kwaśnych pektinazy pochodzenia mikrobiologicznego są często technologicznie atrakcyjne, ponieważ wiele zastosowań sokowniczych przebiega w naturalnie kwaśnym środowisku. Nie oznacza to jednak, że każdy preparat będzie działał identycznie w jabłku, pomarańczy, guawie czy papai. Pektinolityczne enzymy różnych mikroorganizmów wykazują odmienne właściwości biochemiczne, co opisują prace poświęcone zarówno grzybowym, jak i bakteryjnym źródłom pektinaz [2].

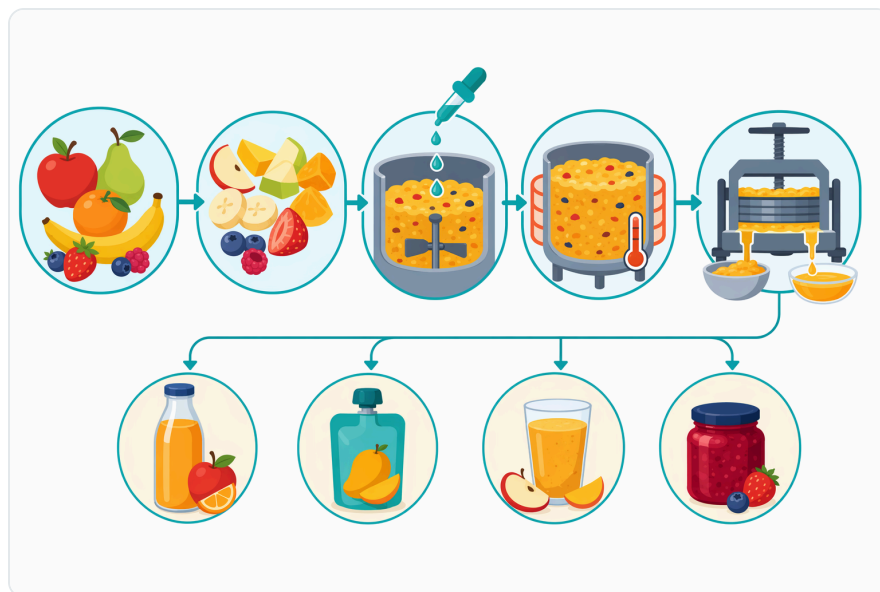
Znaczenie ma również moment dodania enzymu. Wprowadzenie pektinazy do rozdrobnionej miazgi przed tłoczeniem sprzyja maceracji i uwalnianiu soku, natomiast zastosowanie po wstępnej separacji może być ukierunkowane bardziej na klarowanie. W procesach z przecierami i pulpami nie zawsze dąży się do pełnej depektynizacji; czasami wystarczy częściowe obniżenie lepkości, aby poprawić pompowanie, wymianę ciepła lub koncentrację bez utraty pożądanej tekstury.

## Wpływ na jakość: klarowność, barwa, związki bioaktywne

Pektinaza może poprawiać klarowność, ale jej wpływ na jakość sensoryczną i odżywczą zależy od matrycy owocowej. Rozkład pektyn zmienia stabilność zawiesiny, co zwykle pomaga w usuwaniu zmętnień. Jednocześnie osłabienie ścian komórkowych może ułatwiać uwalnianie barwników, polifenoli i innych związków, ale późniejsze etapy procesu — sedimentacja, filtracja, kontakt z tlenem czy obróbka cieplna — mogą zmieniać ich końcową zawartość [12].

W surowcach bogatych w barwniki naturalne konieczna jest szczególna kontrola efektu technologicznego. Przykłady obejmują smoczy owoc, gdzie analizowano retencję antocyjanów podczas hydrolizy pektyn, oraz opuncję figową, dla której klarowanie optymalizowano pod kątem betalain i właściwości barwy [10]. Oznacza to, że „lepsze klarowanie” nie zawsze jest jedynym kryterium; w napojach premium lub produktach o deklarowanym profilu barwy równie ważne jest zachowanie pigmentów.

W przypadku produktów przecierowych lub nektarów pełna klarowność nie jest celem. Tam pektinaza może być stosowana raczej do korekty lepkości niż do maksymalnego usunięcia zawiesiny. Nadmierna hydroliza może zmniejszyć lepkość poniżej oczekiwanego poziomu, dlatego technologicznie ważne jest dopasowanie intensywności działania do zamierzonego profilu produktu: soku klarownego, soku mętnego, smoothie, puree, wsadu owocowego lub koncentratu.



**Figure 4.** 펙티나아제는 보통 분쇄한 과일에 분리 공정 전에 처리하여, 압착, 배액 또는 여과 전에 펙틴이 풍부한 기질을 약화시킵니다.

## Pektinaza a inne enzymy owocowe

---

W wielu procesach owocowych sama pektinaza jest wystarczającym narzędziem do głównego problemu, jeśli tym problemem jest wysoka zawartość pektyn. Jednak owoce zawierają także celulozę, hemicelulozy, arabinany, skrobię i inne składniki ściany komórkowej, które mogą ograniczać ekstrakcję lub wpływać na lepkość. Dlatego w literaturze spotyka się układy pektinolityczne łączone z innymi aktywnościami, zwłaszcza w zastosowaniach klarowania i odzysku soku [6].

Przykładem są preparaty lub biokatalizatory opisane jako ksylano-pektinolityczne, gdzie działanie na pektyny jest uzupełniane rozkładem hemiceluloz. Badania nad jednocześnie produkowanymi enzymami ksylano-pektinolitycznymi wskazują na ich wykorzystanie w efektywnej ekstrakcji i klarowaniu soków owocowych [6]. Podobnie prace nad nanobiokatalizatorem zawierającym ksylanazę i pektinazę pokazują, że łączenie aktywności enzymatycznych jest badane jako sposób zwiększania efektywności klarowania [14].

Nie oznacza to, że każdy proces wymaga mieszaniny enzymów. W pulpowaniu owoców o dominującym problemie pektynowym pektinaza pozostaje pierwszym wyborem technologicznym. Jeżeli natomiast surowiec jest bogaty w włókno, zawiera dużo hemiceluloz albo wykazuje nietypową stabilność zawiesiny, dodatkowe aktywności mogą mieć znaczenie. Decyzja powinna wynikać z celu procesu: odzysku soku, kontroli tekstury, zachowania mętności, klarowności lub odzysku związków bioaktywnych.

## Zastosowania według typu surowca

---

### Jabłka i produkty uboczne z jabłek

Jabłko jest klasycznym przykładem owocu, w którym pektyny silnie wpływają na sokownictwo. Pektinaza pomaga w depektynizacji, tłoczeniu i przygotowaniu do klarowania, a przy produktach ubocznych, takich jak wyłoki, może wspierać odzysk frakcji ciekłej lub związków związanych z polisacharydami. Badania nad sokiem z przemysłowych produktów ubocznych jabłek pokazują, że enzymy są analizowane w połączeniu z intensywnymi technikami homogenizacji jako element poprawy właściwości jakościowych [4].

### Owoce cytrusowe

W owocach cytrusowych pektinaza ma znaczenie dla lepkości, stabilności zmętnienia i klarowania. Sok z pomelo był badany pod kątem zmian związków fenolowych po klarowaniu pektinazą, co podkreśla, że w cytrusach technologia musi uwzględniać zarówno separację koloidów, jak i wpływ na związki

odpowiedzialne za profil jakościowy [12]. W pomarańczach i podobnych surowcach pektyny pochodzące z albedo i błon komórkowych mogą istotnie zwiększać obciążenie filtracji.

### Papaja, guawa i owoce tropikalne

Pulpy tropikalne często charakteryzują się wysoką lepkością i dużą zawartością miąższu. W takich produktach pektinaza może być stosowana do uzyskania bardziej jednolitej konsystencji, łatwiejszego przepływu i bardziej przewidywalnej separacji. Badanie nad immobilizowaną pektinazą w przetwarzaniu soku z papai oceniało właściwości fizykochemiczne, aktywność przeciwutleniającą oraz możliwość ponownego wykorzystania biokatalizatora, co pokazuje zainteresowanie pektinazą w surowcach tropikalnych [15].

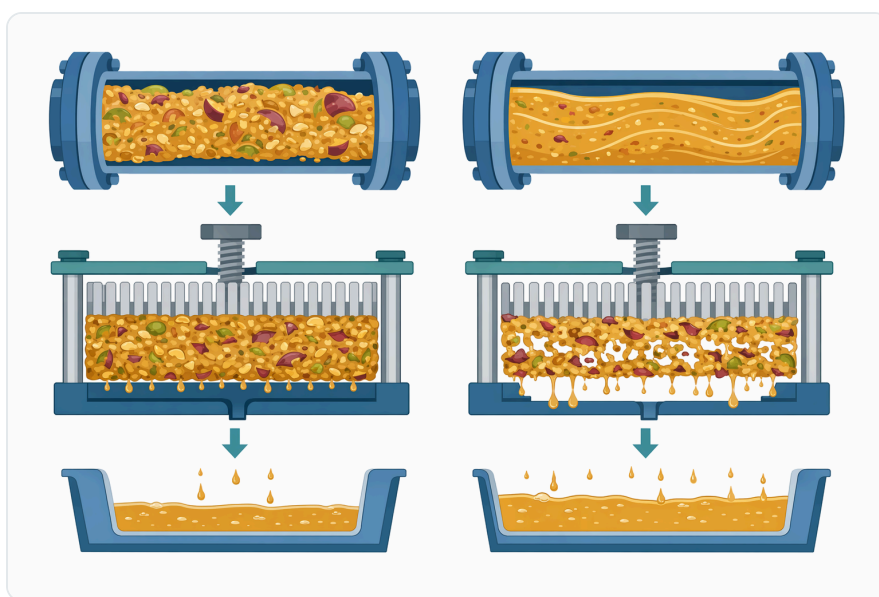


Figure 5. 펙틴으로 인한 점도를 낮추면 과일 매시를 더 쉽게 펌핑, 혼합, 압착, 분리할 수 있습니다.

### Smoczy owoc, opuncja i surowce bogate w barwniki

W surowcach bogatych w barwniki pektinaza wpływa nie tylko na strukturę pulpy, lecz także na wygląd produktu. Prace nad napojem ze smoczego owocu wskazują, że hydroliza pektyn może być optymalizowana w celu poprawy klarowności i utrzymania antocyjanów, a badania nad opuncją figową koncentrują się na zachowaniu betalain i właściwości barwy [13]. Takie przykłady pokazują, że proces enzymatyczny powinien być dopasowany do priorytetów jakościowych, nie wyłącznie do maksymalnej klarowności.

## Pomidor i odpady owocowo-warzywne

Choć pomidor bywa technologicznie traktowany osobno od klasycznych owoców deserowych, jego przetwórstwo dobrze ilustruje rolę pektinazy w waloryzacji odpadów. Rozluźnienie ścian komórkowych i macierzy pektynowej może ułatwiać dostęp do likopenu i innych składników zatrzymanych w strukturze roślinnej. Badanie nad wykorzystaniem pektinazy grzybowej do zwiększonego odzysku likopenu z odpadów pomidorowych pokazuje ten kierunek zastosowań <sup>[9]</sup>.

## Korzyści technologiczne w ujęciu realistycznym

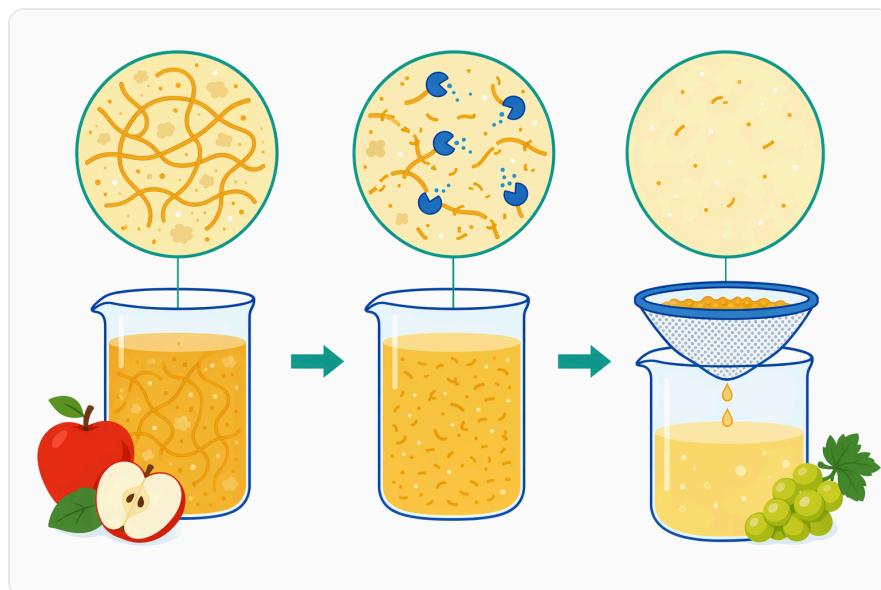
---

Najważniejszą korzyścią jest redukcja lepkości pulpy. Gdy długie cząsteczki pektynowe zostają pocięte lub zmodyfikowane, miazga łatwiej płynie, a urządzenia takie jak pompy, wymienniki ciepła, prasy i separatory pracują przy mniejszym obciążeniu reologicznym. W praktyce może to oznaczać stabilniejsze dozowanie, bardziej równomierne mieszanie i łatwiejsze prowadzenie procesu w produktach o wysokiej zawartości miąższu <sup>[3]</sup>.

Drugą korzyścią jest poprawa odzysku soku lub ekstraktu z komórek roślinnych. Pektinaza osłabia strukturę tkanek i ułatwia uwalnianie cieczy zatrzymanej w macierzy owocowej. Efekt ten jest jednak zależny od surowca: inne rezultaty można uzyskać w jabłku, inne w papai, a jeszcze inne w produkcie ubocznym po przemysłowym tłoczeniu. Dlatego literatura mówi o enzymatycznym wspieraniu ekstrakcji, a nie o jednej stałej wartości poprawy dla wszystkich owoców <sup>[1]</sup>.

Trzecią korzyścią jest usprawnienie klarowania. Usunięcie lub rozbitcie pektyn destabilizuje część układów koloidalnych, co sprzyja sedymentacji i filtracji. Badania dotyczące klarowania soków ananasowych i pomarańczowych z udziałem pektinaz drożdżowych pokazują, że enzymy pektolityczne są badane w praktycznych układach sokowniczych, nie tylko w modelowych roztworach <sup>[8]</sup>.

Czwartą korzyścią jest możliwość lepszego wykorzystania produktów ubocznych. Wytłoki, skórki i odpady po przetwarzaniu owoców zawierają polisacharydy, barwniki i związki bioaktywne, które mogą być trudne do odzyskania bez obróbki struktury komórkowej. Prace nad produkcją pektinaz z odpadów owocowych oraz nad ich zastosowaniem w przetwórstwie wskazują na szerszy trend łączenia technologii enzymatycznych z gospodarką obiegu zamkniętego <sup>[16]</sup>.



**Figure 6.** 펙티나아제는 주스 속 콜로이드성 펙틴 물질을 분해하여 펙틴 관련 혼탁을 줄이고 여과성을 향상시킬 수 있습니다.

## Ograniczenia i czynniki ryzyka technologicznego

Pektinaza nie zastępuje prawidłowego przygotowania surowca. Zbyt grube rozdrobnienie może ograniczać dostęp enzymu do tkanek, a zbyt intensywne rozdrabnianie może generować nadmiar drobnych cząstek utrudniających filtrację. Enzym działa na podatną frakcję pektynową, ale nie usuwa automatycznie wszystkich problemów związanych z włóknem, skrobią, białkami czy drobnymi cząstkami skórek i pestek.

Drugim ograniczeniem jest wpływ na teksturę. W sokach klarownych intensywna depektynizacja jest pożądana, ale w puree, smoothie lub nektarach częściowa lepkość bywa cechą produktu. Nadmierna hydroliza pektyn może obniżyć pełnię odczucia w ustach, zmienić stabilność zawiesiny albo spowodować szybszą separację faz. Dlatego w procesach pulpowania celem często jest kontrolowana modyfikacja lepkości, a nie maksymalne rozbitcie całej frakcji pektynowej.

Trzecim ograniczeniem jest możliwość wpływu na związki jakościowe. Uwalnianie polifenoli, barwników i aromatów może być korzystne, ale dalsze operacje technologiczne mogą prowadzić do ich strat lub zmian. Badania nad fenolami w soku z pomelo oraz barwnikami w sokach z opuncji pokazują, że klarowanie enzymatyczne powinno być oceniane w kontekście całego profilu jakościowego produktu, nie tylko przejrzystości <sup>[12]</sup>.

## Znaczenie źródła enzymu i nowoczesne kierunki badań

Pektinazy mogą pochodzić z różnych mikroorganizmów, w tym grzybów strzępkowych, drożdży, bakterii i promieniowców. W zastosowaniach spożywczych szczególnie często bada się pektinazy grzybowe, ponieważ wiele z nich wykazuje właściwości przydatne w kwaśnych środowiskach owocowych. Prace nad *Aspergillus japonicus* opisują produkcję i charakterystykę pektinazy z wykorzystaniem alternatywnego źródła węgla oraz jej zastosowanie w klarowaniu soków owocowych [17].

Równolegle rozwijane są technologie immobilizacji enzymów, czyli unieruchamiania ich na nośnikach w celu poprawy użyteczności procesowej. Badania nad immobilizowaną pektinazą na mikropartykułach poliamidowych w klarowaniu wina oraz nad nośnikami alginianowymi w soku z papai wskazują na zainteresowanie rozwiązaniami, które mogłyby zwiększać stabilność i powtarzalność działania enzymu [7]. Dla klasycznego pulpowania owoców preparaty rozpuszczalne pozostają jednak najbardziej bezpośrednim i prostym rozwiązaniem operacyjnym.

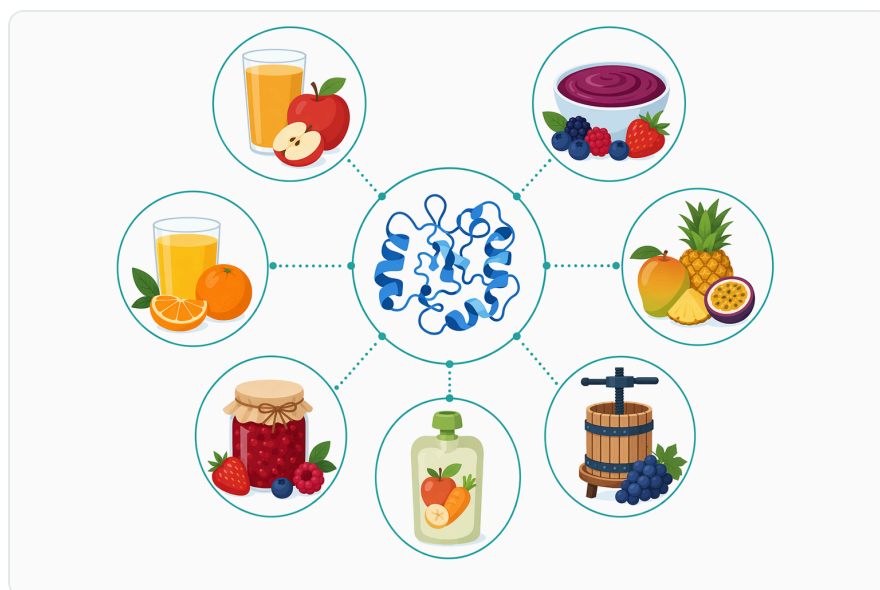


Figure 7. 과일 주스, 사과와 배 매시, 베리와 포도 머스트, 감귤류 또는 열대 과일 펄프, 과일 가공품에는 점도 조절, 주스 방출, 청징, 추출을 다양한 조합으로 달성하기 위해 펙티나아제가 사용됩니다.

W literaturze pojawiają się również prace nad pektinazami wytwarzanymi z wykorzystaniem odpadów owocowych, takich jak skórki pomarańczy czy inne pozostałości przetwórstwa. Takie badania mają znaczenie środowiskowe i ekonomiczne, ponieważ łączą produkcję enzymów z zagospodarowaniem strumieni ubocznych. Przykładem jest bioprzetwarzanie skórki pomarańczowej w celu indukowanej produkcji pektinazy przez *Trichoderma viride* [18].

## Jak interpretować pektinazę w ofercie Enzymes.bio?

Food-Grade Pectinase For Fruit Pulping należy rozumieć jako enzym pomocniczy do zastosowań w przetwórstwie owocowym, szczególnie tam, gdzie kluczowym wyzwaniem są lepkość pulpy, trudne tłoczenie, wolne klarowanie lub ograniczony odzysk fazy ciekłej. Enzymes.bio dostarcza produkt w sprzedaży online w jednostkach 1 kg; firma nie jest producentem ani laboratorium i nie należy przypisywać jej roli wytwórcy preparatu.

Z punktu widzenia klienta technicznego najważniejsze jest dopasowanie zastosowania do celu procesu. W sokach klarownych pektinaza ma wspierać depektynizację i filtrację; w pulpie lub przecierze może służyć do regulacji lepkości; w produktach ubocznych może ułatwiać odzysk frakcji ciekłych lub związków zamkniętych w strukturze roślinnej. CoA i SDS są dostarczane wraz z zamówieniem, co pozwala odnieść produkt do dokumentacji towarzyszącej konkretnej partii.

### Podsumowanie techniczne

Pektinaza spożywcza do pulpowania owoców działa poprzez rozkład i modyfikację pektyn — polisacharydów odpowiedzialnych za spójność tkanek, żelowanie i lepkość miazgi. W efekcie może ułatwiać macerację, tłoczenie, przepływ pulpy, klarowanie soku i dalszą filtrację. Najmocniej udokumentowane zastosowania obejmują sokownictwo, depektynizację, redukcję lepkości i poprawę uwalniania fazy ciekłej z surowców owocowych <sup>[1]</sup>.

Najważniejszym zastrzeżeniem jest zmienność surowców. Pektinaza nie daje identycznego rezultatu w każdym owocu, ponieważ matryca roślinna różni się zawartością pektyn, włókna, barwników, fenoli, kwasów i cząstek stałych. Dlatego jej rola powinna być definiowana procesowo: jako narzędzie do kontrolowanego rozluźnienia struktury pulpy i poprawy operacji jednostkowych, a nie jako uniwersalna gwarancja jednego poziomu uzysku lub klarowności.

#### Zamów Food-Grade Pectinase For Fruit Pulping 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 Food-Grade Pectinase For Fruit Pulping →](#)

## Bibliografia

---

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

1. Sharma, H., Patel, H., & Sugandha (2017). Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices—A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57, 1215 - 1227.
2. Zubyk, P., Klechak, I., Linovytska, V., Titova, L., & Dzyhun, L. (2026). Pectinolytic Enzymes of Basidiomycota: Genetic Basis, Culture Conditions, Biochemical Properties, and Industrial Applications. *Mikrobiolohichniy zhurnal*.
3. Kumar, S. (2015). Role of enzymes in fruit juice processing and its quality enhancement Shiv Kumar. *Advances in Applied Science Research*, 6.
4. Aksu, M., Şimşek, S. S., Turan, E., Konar, N., & Atalar, I. (2026). Combined Effects of Ultra-High-Pressure Homogenization and Enzyme Treatments on the Quality Properties of Juice From Apple Industrial By-Products. *Journal of food process engineering*.
5. Kohli, P., & Gupta, R. (2015). Alkaline pectinases: A review. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 4, 279-285.
6. Sikodia, N., Battan, B., Chahal, S., & Sharma, J. (2024). EFFICIENT EXTRACTION AND CLARIFICATION OF FRUIT JUICES USING CONCURRENTLY PRODUCED XYLANO-PECTINOLYTIC ENZYMES. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*.
7. Oliveira, S. C., Araújo, S. M. S., Dencheva, N., & Denchev, Z. (2024). Polyamide Microparticles with Immobilized Enological Pectinase as Efficient Biocatalysts for Wine Clarification: The Role of the Polymer Support. *Molecules*, 30.
8. Camara, F., Mian, T. M. S., Coulibaly, W., N'guessan, A. R., & Beugré, G. A. M. (2022). CLARIFICATION TREATMENTS OF PINEAPPLE (*Malus domestica*) AND ORANGE (*Citrus sinensis*) JUICES BY PECTINASE FROM *Yarrowia lipolytica* STRAINS IDENTIFIED FROM COCOA JUICE IN FERMENTATION. *Journal of biochemistry international*.
9. Patil, P., & Vedpathak, D. (2026). Valorisation of Tomato Processing Waste for Enhanced Lycopene Recovery Using Fungal Pectinase. *South Asian Journal of Research in Microbiology*.
10. Pham, B. A., Vu, N. D., Phan, P. H., Long, H. B., Long, T. B., & Pham, V. T. (2024). Pectinase-Driven Optimization of Pectin Hydrolysis for Enhanced Clarity, Anthocyanin Retention, and Consumer Appeal in Red Dragon Fruit Mint Flavored Beverage. *Journal of food processing and preservation*.
11. Jiang, X., Lu, Y., & Liu, S. (2020). Effects of pectinase treatment on the physicochemical and oenological properties of red dragon fruit wine fermented with *Torulaspora delbrueckii*. *Lwt - Food Science and Technology*, 132, 109929.
12. Shah, N., Rahman, R., Shamsuddin, R., & Adzahan, N. (2015). Effects of pectinase clarification treatment on phenolic compounds of pummelo (*Citrus grandis* L. Osbeck) fruit juice. *Journal of food science and technology*, 52, 5057-5065.
13. Davara, P., Varshney, A. K., Sangani, V., & Vora, P. P. (2022). Optimization of Prickly Pear Juice Clarification for Better Retention of Betalain and Color Properties. *Asian Journal of Dairy and Food Research*.
14. Kharazmi, S., & Taheri-Kafrani, A. (2023). Bi-enzymatic nanobiocatalyst based on immobilization of xylanase and pectinase onto functionalized magnetic nanoparticles for efficient fruit juice clarification. *LWT*.
15. Ishak, N. A., Serri, N. A., Samsudin, H., & Murad, M. (2025). Impact of immobilized pectinase-alginate beads on physicochemical properties, antioxidant activity, and reusability in papaya juice processing. *Journal of Food Science*,

90 4, e70177 .

16. Sajish, S., Tomar, G., Singh, S., & Kaushik, R. (2025). A low-cost and sustainable approach to microbial pectinase production from fruit processing wastes: from peel to profit. *Environmental technology*, 47, 1386 - 1403.
17. Alencar Guimarães, N. C., Glienke, N. N., Contato, A., Galeano, R. M. S., Marchetti, C. R., Rosa, M. P., Sá Teles, J. S., ... et al. (2023). Production and Biochemical Characterization of *Aspergillus japonicus* Pectinase Using a Low-Cost Alternative Carbon Source for Application in the Clarification of Fruit Juices. *Waste and Biomass Valorization*, 15, 177-186.
18. Irshad, M., Anwar, Z., Mahmood, Z., Aqil, T., Mehmmod, S., & Nawaz, H. (2014). Bio-processing of agro-industrial waste orange peel for induced production of pectinase by *Trichoderma viridi*; its purification and characterization. *Turkish Journal of Biochemistry-turk Biyokimya Dergisi*, 39, 9-18.

## 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.